装配式建筑系列标准应用

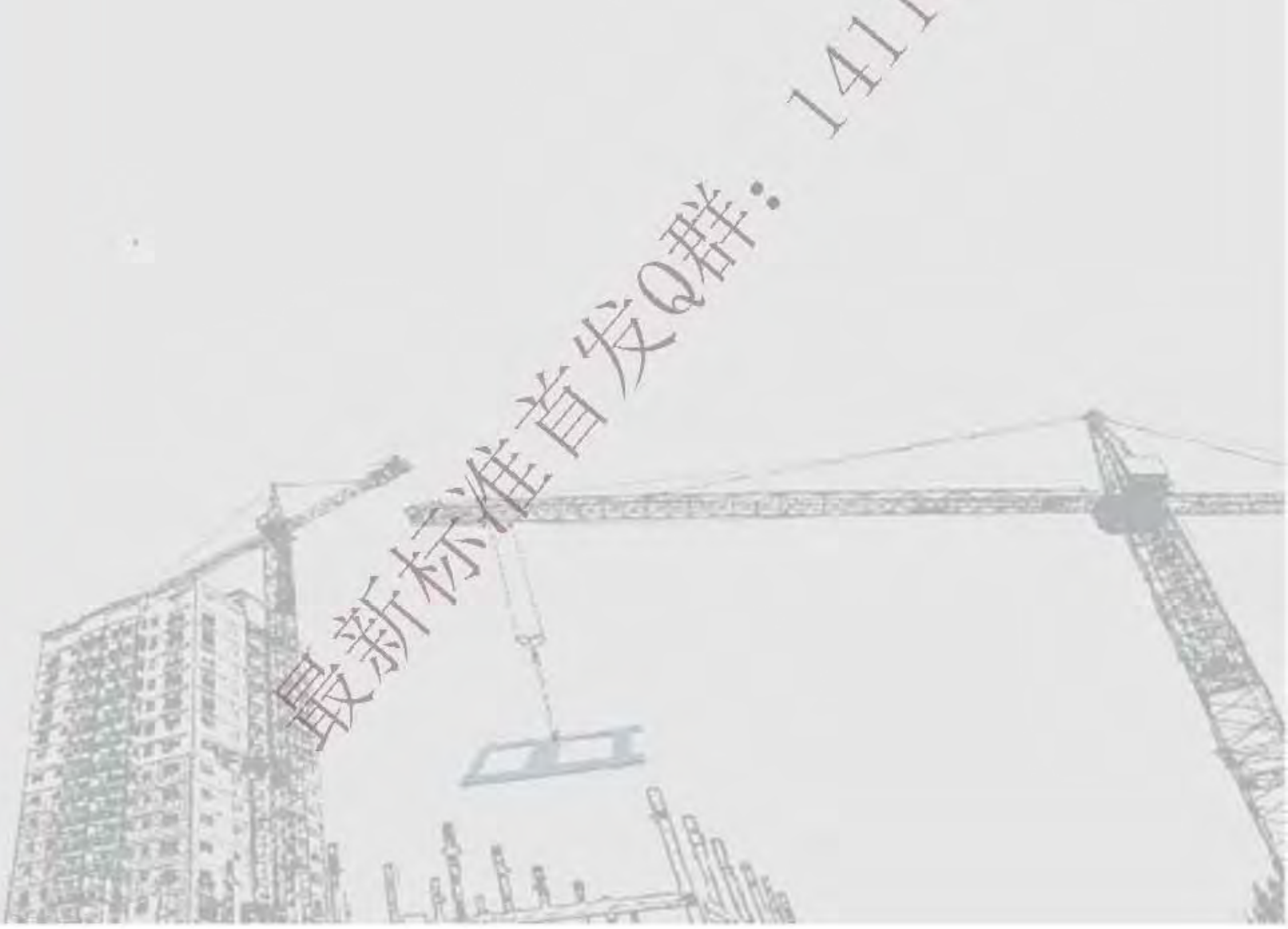
2016

SS ZN

实施指南

装配式混凝土结构建筑

最新标准首发Q群：141160466



装配式建筑系列标准应用
实施指南
（装配式混凝土结构建筑）

图书在版编目（CIP）数据

装配式建筑系列标准应用实施指南．装配式混凝土结构建筑／中国建筑标准设计研究院主编．—北京：中国计划出版社，2016.4

ISBN 978-7-5182-0368-0

Ⅰ．①装… Ⅱ．①中… Ⅲ．①建筑工业化-标准-中国-指南②装配式混凝土结构-建筑工程-标准-中国-指南 Ⅳ．①TU-65②TU37-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 041968 号

装配式建筑系列标准应用实施指南（2016）
（装配式混凝土结构建筑）
中国建筑标准设计研究院　主编
☆
中国计划出版社出版
（地址：北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层）
（邮政编码：100038　电话：63906433　63906381）
北京国防印刷厂印刷

889mm×1194mm　1/16　17 印张　526 千字
2016 年 4 月第 1 版　2016 年 4 月第 1 次印刷
☆
ISBN 978-7-5182-0368-0
定价：68.00 元

以标准化铸就装配式建筑发展之基
——《装配式建筑系列标准应用实施指南》序言

党的十八届五中全会提出“创新、协调、绿色、开放、共享”的五大发展理念，明确了“十三五”时期经济社会发展的总体要求。建筑业作为国民经济的支柱产业，要切实贯彻新的发展理念，加大改革创新力度，从根本上改变传统的、落后的生产建造方式，加快推进产业转型升级，走可持续发展的道路。

发展新型建造模式，大力推广装配式建筑，是中央城市工作会议提出的任务，是贯彻“适用、经济、绿色、美观”的建筑方针、实施创新驱动战略、实现产业转型升级的必然选择，是推动建筑业在“十三五”和今后一个时期赢得新跨越、实现新发展的重要引擎。《中共中央 国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》提出，力争用10年左右时间，使装配式建筑占新建建筑的比例达到30%。住房城乡建设部已将推广装配式建筑作为落实中央城市工作会议精神的重大举措。

装配式建筑是对传统建造方式的根本变革。与传统施工方法相比，装配式建筑可以大大缩短建造工期，全面提升工程质量，在节能、节水、节材等方面效果非常显著，并且可以大幅度减少建筑垃圾和施工扬尘，更加有利于保护环境。装配式建筑以标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理、智能化应用为主要特征，标准化是发展装配式建筑的基本前提和技术支撑。随着装配式建筑技术体系的快速发展，生产的社会化和规模化要求越来越高，技术难度和工程复杂程度也越来越大，标准化的地位和作用更加突出。在装配式建筑推广过程中，任何一项新的技术、材料、工艺、设备、部品部件，其科学性、先进性、适用性都需要以标准为依托。要通过标准的制定和实施，有效搭建设计、生产、施工、管理之间技术协同的桥梁，为推广装配式建筑打下坚实基础。

近年来，各地和有关单位研究编制了大量的标准，初步建立了我国装配式建筑的标准体系。但是，当前标准化工作中仍然存在一些突出问题：一是标准数量多，标准要求比较分散。国家、行业、地方等相关标准协调性差，使标准应用起来不系统、不方便，给执行标准造成了困难。二是标准实施不力。近两年开展的“工程质量治理两年行动”中检查发现的很多问题，或多或少都反映出对标准化工

作不重视、标准实施不到位的问题。三是对执行标准的监管还需加强。各地执行标准的尺度不一，监管的力度不同，实施效果千差万别，未能充分发挥标准的支撑和引领作用。

为切实解决这些问题，充分发挥标准化的积极作用，住房城乡建设部组织开展了装配式建筑标准体系及应用实施指南课题研究，并委托中国建筑标准设计研究院牵头，组织有关科研、设计、施工和生产单位，编制形成了一套共三本完整的《装配式建筑系列标准应用实施指南》。这套标准的编制出版，旨在为装配式建筑相关标准的实施提供权威指导，并为标准实施的监督检查提供重要参考。

发展装配式建筑是建设行业意义深远的重大变革，标准化是引领这场变革的重要技术支撑。希望各地、各有关单位要认真抓好装配式建筑系列标准的落地实施和有效监管，进一步发挥标准化的技术保障作用，加快推进产业转型升级，为建设行业的改革发展贡献力量！

住房城乡建设部部长 陈政高

《装配式建筑系列标准应用实施指南（装配式混凝土结构建筑）》编审名单

编写组负责人： 马　涛　张玉梅

编写组成员：（按姓氏笔画为序）

马　涛　王志军　王榕梅　王峻强　王　颖　王岩松
田春雨　冯海悦　伍止超　牟京芳　孙艳文　邢巧云
李　浩　杨思忠　张　奕　张海燕　张玉梅　周祥茵
陈　涛　段朝霞　赵　杨　高志强　郝　伟　徐玲献
郭海山　蒋勤俭　詹　谊　樊则森

审查组组长： 赵冠谦

审查组副组长： 赵　勇

审查组成员：（按姓氏笔画为序）

李晓明　林常青　周卫新　赵中宇　赵晓龙　崔学海
郭晓岩　满孝新

主编单位： 中国建筑标准设计研究院有限公司

编写单位：（按章节先后顺序）

中建科技集团有限公司
北京市建筑设计研究院有限公司
南京长江都市建筑设计股份有限公司
加拿大木业协会
中国建筑科学研究院
中建一局集团建设发展有限公司
北京市燕通建筑构件有限公司
北京预制建筑工程研究院
上海天华建筑设计有限公司

前　言

一、编制背景：

大力推广装配式建筑，减少建筑垃圾和扬尘污染，缩短建造工期，提升工程质量是国务院加强城市规划管理工作的重点，同时又是建筑业调结构、促改革，以及建筑企业转型升级的重要内容。2015 年，住房城乡建设部标准定额司主管的三个科研课题“装配式建筑系列标准应用实施指南（钢结构、预制装配式混凝土结构、木结构）”的研究是发展装配式建筑必不可少的一项研究，也是为了进一步推进和发展装配式建筑这种新型建造方式的标准实施和技术指导的一件大事，这是国内首次从装配式建筑技术需求的角度全面梳理现行有关标准、系统解决标准实施中需要协调、配套的有关问题。从而为用 10 年左右时间使装配式建筑占新建建筑的比例达到 30% 做好标准方面的准备。三个课题均由中国建筑标准设计研究院有限公司牵头，组织行业内数十家设计、施工、生产及科研单位，经过大量细致调研、深入分析和系统梳理编写，形成课题研究报告。作为课题的研究成果，分别完成了《装配式建筑系列标准应用实施指南（钢结构建筑）》、《装配式建筑系列标准应用实施指南（预制装配式混凝土结构建筑）》、《装配式建筑系列标准应用实施指南（木结构建筑）》三本实施指南，这三本指南将对装配式建筑系列标准的实施落地，起到积极地推动作用。

目前，由于我国近几十年装配式混凝土结构发展停滞，很多技术人员对装配式混凝土结构建筑的设计、施工、建造、验收、维护、管理比较陌生，相关的技术内容不了解，但是随着国家对装配式建筑在建筑领域发展的重视，装配式混凝土结构建筑做为装配式建筑的重要组成部分，将会有很大的发展空间，《装配式建筑系列标准应用实施指南（装配式混凝土结构建筑）》是针对装配式混凝土结构建筑部分进行编制，系统梳理装配式混凝土结构标准体系，指导装配式混凝土结构建筑全过程的标准应用，培养一批懂标准、会用标准的技术人才，从而为推动装配式混凝土结构建筑提供技术支撑。

二、编制依据：

本实施指南依据建标实函［2015］93 号住房城乡建设部标准定额司“关于开展建筑产业现代化系列标准应用实施指南（装配式混凝土结构建

筑）研究及编制工作”的函。

编制要体现三全一突出：全建筑过程、全专业、全覆盖、突出装配式。

编制要坚持系统性、协调性；科学性、合理性；简明性、实用性的原则。

三、编制内容：

本指南编制内容以国家现行装配式混凝土结构的相关标准为准，只有当国家现行标准没有涉及到，又确需选用时，才会选用行业标准和地方标准做为补充，从而保证指南在各个阶段和技术要点上的完整性和可操作性。

本实施指南以装配式混凝土结构建筑为主线，以标准的实施为重点，突出标准在执行、使用方面的技术要点和措施。从建筑的角度，对适应工业化、模数化的有关装配式混凝土结构的现有标准规范（国家标准、行业标准、协会标准、企业标准、地方标准）、手册、指南、图集进行梳理、归纳、总结。

由于装配式混凝土结构近几十年在国内几乎没有发展，所以相关的法律法规、规范标准较少。本指南从各个现行标准中摘录出相关条款，并进行梳理；有些标准涉及其内容，但还未正式出版，在引用时注明在编，使用者选用时需核对标准内容后再使用。

本指南编制思路是一个技术点串几本规范中的一个或多个条文（涉及到的现有规范措施的相关条款），通过要点说明对技术点加以论述，对存在重复、不一致、矛盾的地方或者是缺项、漏项内容以技术措施的形式给出恰当的建议。要点说明，有些是规范的条文说明，有些是专家在实际使用中的经验建议。

四、编制格式：

本指南按照装配式混凝土结构全生命周期、全过程（分为设计阶段、构件生产阶段、施工及验收阶段、运营和维护阶段）所运用到的标准进行梳理和编制。每个阶段又涉及到了全专业（建筑、结构、设备、内装）。

指南正文为宋体，凡是引用的规范、标准原文均用“**【规范条文】**”明确标出，并注明规范号、条、款，并加下划线与其它内容加以区分，引用规范、标准强条均为黑体并加下划线。条文说明和措施方法用“**【要点说明】**”及“**【措施方法】**”加以框示，作为独立的标题。

五、其他：

由于本实施指南是装配式建筑系列标准的实施指南，装配式混凝土结构建筑从构件生产到施工均属于工业化的范畴，故本指南包括了目前与装配式混凝土结构相关的所有标准规范。

本指南仅对装配式混凝土结构建筑的标准的实施做指导。

本指南的编制工作得到了住房和城乡建设部标准定额司领导的大力支持，汇聚了各个编制单位编制人员的辛勤劳动，各审查专家提供了宝贵的意见，编入内容是业内有关人士多年共同研究、创造的成果，是共有的技术结晶和财富。在此特向各位领导、有关单位和专家致以真挚的谢意。

由于本指南内容广、工作量大，加之时间仓促，难免存在一些缺点和问题，敬请批评指正，以便不断修正和更新。

联系地址：北京市海淀区首体南路9号主语国际2号楼
中国建筑标准设计研究院
邮　　编：100048
联系电话：010-68799100
联 系 人：张玉梅
E - mail：zhangymei@cbs.com.cn
网　　址：www.chinabuilding.com.cn

《建筑工业化系列标准应用实施指南（装配式混凝土结构）》编写组

二〇一六年二月

目录

1 概述 …… (1)
1.1 装配式混凝土结构发展历史 …… (1)
1.2 预制装配式混凝土结构技术应用现状 …… (3)
1.3 相关说明 …… (10)
2 术语 …… (11)
2.1 通用术语 …… (11)
2.2 建筑术语 …… (12)
2.3 结构术语 …… (13)
2.4 机电设备术语 …… (15)
2.5 地方标准术语 …… (16)
3 建筑设计 …… (20)
3.1 一般规定 …… (20)
3.2 设计参考流程 …… (24)
3.3 技术策划 …… (26)
3.4 模数协调 …… (29)
3.5 平面设计 …… (31)
3.6 立面及剖面设计 …… (38)
3.7 节点构造 …… (43)
3.8 设计协同 …… (53)
4 结构设计 …… (56)
4.1 一般规定 …… (56)
4.2 材料 …… (63)
4.3 结构计算 …… (68)
4.4 构件设计 …… (69)

4.5 预制构件连接设计 …… (83)
5 机电设计 …… (97)
5.1 一般规定（水、暖、电） …… (97)
5.2 给水排水系统及管线设计 …… (98)
5.3 供暖通风空调系统及管线设计 …… (108)
5.4 电气系统及管线设计 …… (117)
6 围护结构 …… (134)
6.1 一般规定 …… (134)
6.2 预制混凝土外挂墙板 …… (137)
6.3 蒸压加气混凝土板 …… (147)
6.4 装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板 …… (152)
6.5 非承重木骨架组合外墙 …… (157)
7 室内装修与部品 …… (168)
7.1 一般规定 …… (168)
7.2 室内装修 …… (169)
7.3 内装部品 …… (175)
8 构件生产与运输 …… (189)
8.1 一般规定 …… (189)
8.2 模具 …… (191)
8.3 钢筋和预埋件 …… (193)
8.4 构件成型 …… (197)
8.5 表面处理、标识及成品保护 …… (200)
8.6 堆放及运输 …… (201)
8.7 出厂要求 …… (204)
9 建筑施工 …… (208)
9.1 一般规定 …… (208)
9.2 专项技术 …… (214)
9.3 环境保护 …… (227)
10 施工验收 …… (228)
10.1 一般规定 …… (228)
10.2 隐蔽工程 …… (228)
10.3 预制构件 …… (228)

10.4　安装与连接 …… (239)
10.5　装配式结构 …… (243)
11　运营与维护 …… (247)
11.1　建筑内部的维护 …… (247)
11.2　建筑外部的维护 …… (248)
12　附录 A　装配式建筑相关标准 …… (253)
A.1　工程标准 …… (253)
A.2　地方标准 …… (254)
A.3　产品标准 …… (255)
A.4　企业标准 …… (256)
A.5　在编标准 …… (256)

最新标准首发Q群：141160466

1　概　述

目前我国新型装配式建筑尚处在起步阶段，各个环节之间还在相互磨合协调，存在着诸多的认识误区。针对本课题研究的装配式混凝土结构技术而言，目前大多追求主体结构的预制为主，而忽略了内装、外装方面的集成；设计的环节更多先按现浇结构设计，然后拆分预制构件，忽略了标准化设计的思路，更很少有兼顾考虑生产、施工的一体化设计思路；也是因为标准化设计思路缺乏的原因，生产的环节大多仅仅是将现场的湿作业搬到工厂进行，构件模数化、标准化水平低，很难实现大批量流水线生产；施工的环节缺乏适应于装配式建造的管理机制，更多地追求速度，而忽略了工艺的重要性，技术工人的培养效果较差；这些因素均会对装配式建筑的健康发展产生不利影响，甚至可能造成结构的安全隐患。

目前装配式混凝土结构的设计采用了基于等同现浇或基本等同现浇的方法，但其具体的实施过程与现浇混凝土结构并不相同。由于设计和施工单位对此基本概念理解不深，在工作中仍然完全套用现浇混凝土结构的做法，这是存在问题的，也产生了诸多新的问题，因此需要结合装配式混凝土结构的特点深入研究，探寻其与现浇混凝土结构的差异，通过标准或是其他技术文件为装配式建筑建造提供技术支撑，这也是本课题研究的主要目的。

1.1　装配式混凝土结构发展历史

1.1.1　装配式混凝土结构在国外的发展历史

1851 年伦敦建成的用铁骨架嵌玻璃的水晶宫是世界上第一座大型装配式建筑。1891 年，巴黎 E-d. Coigent 公司首次在 Biarritz 的俱乐部建筑中使用装配式混凝土梁，这是世界上的第一个预制混凝土构件（以下简称预制构件）。

装配式建筑在上世纪二十年代初，英、法、苏联等国家首先做了尝试。第二次世界大战后，由于欧洲大陆的建筑遭受重创，劳动力资源短缺，为了加快住宅的建设速度，欧洲各国在住宅建设领域发展了装配式混凝土建筑。至 60 年代，装配式混凝土建筑得到大量推广，60 年代中期装配式混凝土住宅的比重占 18% 至 26%，之后随着住宅问题的逐步解决而下降。此比例在东欧及苏联等国直到 20 世纪 80 年代还在上升，如东德 1975 年占 68%，1978 年上升到 80%；波兰 1962 年占 19%，1980 年上升到 80%；前苏联 1959 年占 1.5%，1971 年占 37.8%，1980 年上升到 55%。法国的大板建筑技术上比较成熟，在非地震区可以建造 25 层的建筑，在地震区也能建造 10 至 12 层的建筑。

美国的装配式混凝土住宅起源于 20 世纪 30 年代，1976 年美国国会通过了国家工业化住宅建造及安全法案，同年开始出台一系列严格的行业规范标准。1991 年美国 PCI（预制预应力混凝土协会）年会上提出将装配式混凝土建筑的发展作为美国建筑业发展的契机，由此带来装配式混凝土建筑在美国二十年来长足的发展。目前，混凝土结构建筑中，装配式混凝土建筑的比例占到了 35% 左右，约有三十多家专门生产单元式建筑的公司；在美国同一地点，相比用传统方式建造的同样房屋，只需花不到 50% 的费用就可以购买一栋装配式混凝土住宅。

日本装配式建筑的研究是从 1955 年日本住宅公团成立时开始，并以住宅公团为中心展开。住宅公团的任务就是执行战后复兴基本国策，解决城市化过程中中低层收入人群的居住问题。60 年代中期，日本装配式混凝土住宅有了长足发展，预制混凝土构配件生产形成独立行业，住宅部品化供应发展很快。1973 年建立装配式混凝土住宅准入制度，标志着作为体系建筑的装配式混凝土住宅起步。从 50 年

代后期至80年代后期，历时约30年，形成了若干种较为成熟的装配式混凝土住宅结构体系。到2001年，日本每年新竣工的装配式混凝土住宅约为3000万㎡。

发达国家和地区装配式混凝土住宅的发展大致经历了三个阶段：第一阶段是装配式混凝土建筑形成的初期阶段，重点建立装配式混凝土建筑生产（建造）体系；第二阶段是装配式混凝土建筑的发展期，逐步提高产品（住宅）的质量和性价比；第三阶段是装配式混凝土建筑发展的成熟期，进一步降低住宅的物耗和环境负荷，发展资源循环型住宅。

1.1.2 装配式混凝土结构在我国的发展

我国装配式混凝土结构的应用起源于20世纪50年代。借鉴前苏联的经验，在全国建筑生产企业推行标准化、工厂化和机械化，发展预制构件和装配式建筑。较为典型的建筑体系有装配式单层工业厂房建筑体系、装配式多层框架建筑体系、装配式大板住宅建筑体系等。从20世纪60年代初到80年代中期，预制构件生产经历了研究、快速发展、使用、发展停滞等阶段，到20世纪80年代中叶，装配式建筑的应用达到全盛时期，全国许多地方都形成了设计、制作和施工安装一体化的装配式建筑建造模式。装配式建筑和采用预制空心楼板的砌体建筑成为两种最主要的建筑体系，应用普及率达70%以上。

20世纪80年代初期，建筑业曾经开发了一系列新工艺，如大板、升板体系、南斯拉夫预应力板柱体系、预制装配式框架体系等。但在进行了这些有益的实践之后，受当时经济条件和技术水平的限制，上述装配式建筑的功能和物理性能等逐渐显露出许多缺陷和不足，我国有关装配式建筑的设计和施工技术的研发工作又没有跟上社会需求及技术的发展和变化，致使到20世纪80年代末，装配式建筑开始迅速滑坡。究其原因，主要有以下方面：（1）受设计概念的限制，结构体系追求全预制，尽量减少现场的湿作业量，造成在建筑高度、建筑形式、建筑功能等方面有较大的局限；（2）受到当时的经济条件制约，建筑机具设备和运输工具落后，运输道路狭窄，无法满足相应的工艺要求，（3）受当时的材料和技术水平的限制，预制构件接缝和节点处理不当，引发渗、漏、裂、冷等建筑物理问题，影响正常使用；（4）施工监管不严，质量下降，造成节点构造处理不当，致使结构在地震中产生较多的破坏；如唐山大地震时，大量砖混结构遭到破坏使人们对预制楼板的使用缺乏信心；（5）20世纪80年代初期我国改革开放后，农村大量劳动者涌向城市，大量未经过专门技术训练的、价格低廉的农民工进入步入建筑业，从事劳动强度大、收入低的现场浇筑混凝土的施工工作，使得有一定技术难度的装配式结构，缺乏性价比的优势，导致发展停滞。

装配式混凝土结构在香港已经发展了30多年的时间，在过去的20年时间里，住宅建筑中预制构件占钢筋混凝土用量的体积百分比，已由最初的17%逐步增加到30%，个别项目达到65%。台湾地区主要是引进、借鉴日本的技术，多采用装配式混凝土框架结构体系。

1.1.3 有关装配式结构的标准及标准设计在我国的发展

装配式建筑领域，我国现行的工程建设标准可以按照以下方法分为几类：按照级别，可分为国家标准、行业标准、地方标准和协会标准；按照专业，可分为建筑领域、结构领域、设备领域等；按照用途，可以分为评价标准、设计标准、技术标准、施工验收标准、产品标准等。有些标准是专门针对装配式建筑，如《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014，有些标准是有部分内容涉及装配式建筑，如《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010。

上世纪70—80年代，特别在改革开放初期，在装配式结构的应用高潮时期，国家标准《预制混凝土构件质量检验评定标准》、行业标准《装配式大板居住建筑设计和施工规程》以及协会标准《钢筋混凝土装配整体式框架节点与连接设计规程》等相继出台。上世纪80年代末至本世纪初，装配式结构在民用建筑中的应用处于低潮阶段。近几年来，随着国民经济的快速发展、工业化与城镇化进程的加快、劳动力成本的不断增长，我国在装配式结构方面的研究与应用逐渐升温，一些地方政府积极推进，一些企业积极响应，开展相关技术的研究与应用，并形成了良好的发展态势。特别是，为了满足我国装配式结构工程应用的需求，组织编制和修订了国家标准《工业化建筑评价标准》GB/T 51129－2015、行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014、产品标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG 408－2015等，北京、上海、深圳、辽宁、黑龙江、安徽、江苏、福建等省市也陆续编制了相关的地方标准。

标准设计方面，1950年代末，编制了单层工业厂房结构构件和配件成套标准设计，这是我国第一套全国通用的单层厂房标准设计；这一阶段还编制了我国第一套建筑设备专业标准设计，包括采暖、通风、动力、电气、给水排水四个专业。1964至1988年，完善了单层厂房构配件成套标准设计，主要承重构件都做了大量的结构试验，尤其对承受中、重级工作制吊车梁都完成了200万次、400万次动力疲劳试验等系统试验，保证这一套标准设计质量安全可靠、经济合理。

1.2 装配式混凝土结构技术应用现状

1.2.1 结构体系应用现状

依据我国国情，目前应用最多的装配式混凝土结构体系是装配整体式混凝土剪力墙结构，装配整体式混凝土框架结构也有一定的应用，装配整体式混凝土框架－剪力墙结构有少量应用。

1 装配整体式混凝土剪力墙结构

新型的装配式混凝土建筑发展是从装配式混凝土住宅开始的，剪力墙结构无梁、柱外露深受国人的认可。近些年来装配整体式混凝土剪力墙结构住宅在国内发展迅速，得到大量的应用。目前国内已经有大量工程实践，主要做法有以下三种：

（1） 部分或全部预制剪力墙承重体系。通过竖缝节点区后浇混凝土和水平缝节点区后浇混凝土带或圈梁实现结构的整体连接；竖向受力钢筋采用套筒灌浆、浆锚搭接等连接技术进行连接。北方地区外墙板一般采用夹心保温墙板，它由内叶墙板、夹心保温层、外叶墙板三部分组成，内叶墙板和外叶墙板之间通过拉结件联系，可实现外装修、保温、承重一体化。这种做法是《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014中推荐的主要方法，可用于高层剪力墙结构。



图1.2.1－1　装配整体式剪力墙结构住宅



图1.2.1－2　夹心保温预制混凝土外墙板

（2） 叠合式剪力墙。即将剪力墙从厚度方向划分为三层，内外两层预制，通过桁架钢筋连接，中间现浇混凝土；墙板竖向分布钢筋和水平分布钢筋通过附加钢筋实现间接搭接。该种做法目前纳入安徽省地方标准《叠合板式混凝土剪力墙结构技术规程》DB34/T810－2008。





图 1.2.1-3　叠合板式混凝土剪力墙结构

（3）预制剪力墙外墙模板，即剪力墙外墙通过预制的混凝土外墙模板和现浇部分形成，其中预制外墙模板设桁架钢筋与现浇部分连接，可部分参与结构受力。该种做法目前纳入上海市工程建设规范《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》DG/T J08-2071-2010。





图 1.2.1-4　预制剪力墙外墙模板

2　装配整体式混凝土框架结构

装配整体式混凝土框架结构体系主要参考了日本和台湾的技术，柱竖向受力钢筋采用套筒灌浆技术进行连接，主要做法分为两种：一是节点区域预制（或梁柱节点区域和周边部分构件一并预制），这种做法将框架结构施工中最为复杂的节点部分在工厂进行预制，避免了节点区各个方向钢筋交叉避让的问题，但要求预制构件精度较高，且预制构件尺寸比较大，运输比较难；二是梁、柱各自预制为线性构件，节点区域现浇，这种做法预制构件非常规整，但节点区域钢筋相互交叉现象比较严重，这也是该种做法需要考虑的最为关键的环节，考虑目前我国构件厂和施工单位的工艺水平，《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014 中推荐了这种做法。

3　装配整体式混凝土框架-剪力墙结构

鉴于对装配式框架-剪力墙结构所做的试验研究工作还较少，《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014仅限于使用框架预制，剪力墙现浇的做法。目前国内正在进行装配整体式预制框架-预制剪力墙结构体系的研究。



图 1.2.1-5　节点单独预制与周边构件连接





图 1.2.1-6　装配整体式预制框架-现浇剪力墙结构

以上三种主要的结构体系都是基于基本等同现浇混凝土结构的设计概念，其设计方法与现浇混凝土结构基本相同。

1.2.2　装配式混凝土结构建筑模数的应用

长期以来建筑业的粗放式发展，也造成标准化设计思维的严重缺失，目前也有很多建筑设计人员正在探索利用模数协调原则整合开间、进深尺寸，将功能空间做成模块，从而践行少规格，多组合的设计原则；并且利用少数的基本单元，通过组合形成多样化的建筑平面；通过外墙材料、色彩、纹理的变化，实现建筑立面的多样化。同时将建筑的各种构、配件、部品和构造连接技术实行标准化、互换通用，实现建筑通用体系，从而实现建筑的装配式建造方式。

国内目前装配式住宅的建设主要采用的是建筑专用体系，即仅在一个企业内部或某一个工程项目（如：地方政府公租房）中实现一定程度的标准化，以提高模板重复使用率，降低造价。

如深圳市对保障性住房的标准化、模数化设计进行了研究和实践，构建了 12 个标准户型，（面积 35、50、65、80m^2），户型平面采用常用的模数，主要以 3M 为主，并采用净尺寸，减少了厨卫种类。

同时根据深圳市特点，建立适应性最好的组合平面10个。

香港公屋发展已有60年，采用专用体系做法，基本户型有4种，建筑实体是根据地形及建设规模用基本户型进行组合。因户型标准化程度高，有利于实现工业化的建造。香港公屋的户型尺寸是多年、多人次居住经验的总结，经过调整，不断完善，得出“最优化尺寸”，没有采用模数。

目前随着装配式建筑的增多，通过总结经验，已对装配式混凝土建筑设计应进行建筑模数统一协调的问题引起重视。只有设计、生产、安装一体化，做到主体结构与建筑部品之间、部品与部品之间的模数协调，才能实现建筑的装配化。

1.2.3 连接技术应用现状

装配式混凝土结构通过构件与构件、构件与后浇混凝土、构件与现浇混凝土等关键部位的连接保证结构的整体受力性能，连接技术的选择是设计中最为关键的环节。目前，由于我国主要采用等同现浇的设计概念，高层建筑基本上采用装配整体式混凝土结构，即预制构件之间，通过可靠的连接方式，与现场后浇混凝土、水泥基灌浆料等形成整体的装配式混凝土结构。竖向受力钢筋的连接方式主要有钢筋套筒灌浆连接、浆锚搭接连接；现浇混凝土结构中的搭接、焊接、机械连接等钢筋连接技术在施工条件允许的情况下也可以使用。

钢筋套筒灌浆连接由金属套筒插入钢筋，并灌注高强、早强、可微膨胀的水泥基灌浆料，通过刚度很大的套筒对可微膨胀灌浆料的约束作用，在钢筋表面和套筒内侧间产生正向作用力，钢筋借助该正向力在其粗糙的、带肋的表面产生摩擦力，从而实现受力钢筋之间应力的传递。套筒可以分为全灌浆套筒和半灌浆套筒两种形式。钢筋套筒灌浆连接技术在欧美、日本等国家的应用，已有40多年的历史，经历了大地震的考验，编制有成熟的标准，得到普遍的应用。国内也已有大量的试验数据支持，主要用于柱、剪力墙等竖向构件中。《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014对套筒灌浆连接的设计、施工和验收提出了要求，另外《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408－2013、《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398－2012、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015等专项标准，也都将为该项连接技术的推广应用提供了技术依据。

钢筋浆锚连接是在预制构件中预留孔洞，受力钢筋分别在孔洞内外通过间接搭接实现钢筋间应力的传递。此项技术的关键在于孔洞的成型方式、灌浆的质量以及对搭接钢筋的约束等各个方面。目前主要包括约束浆锚搭接连接和金属波纹管搭接连接两种方式，主要用于剪力墙竖向分布钢筋的连接。

除以上这两种主要连接技术外，国内也在研发相关的干式连接做法，比如通过型钢进行构件之间连接的技术，用于低多层的各类预埋件连接技术等。

1.2.4 预制构件生产技术应用现状

随着装配式混凝土结构的大量应用，各地预制构件生产企业在逐步增加，其生产技术也得到了广泛应用。相关构件包括预制墙板、梁、柱、叠合板、阳台、空调板、女儿墙，每类构件都包括各种形式。

新型的装配式建筑对预制构件的要求相对较高，主要表现为：一是构件尺寸及各类预埋预留定位尺寸精度要求高，二是外观质量要求高，三是集成化程度高，等等。这些都要求生产企业在工厂化生产构件技术方面有更高的水平。

在生产线方面有固定台座或定型模具的生产方式，也有机械化、自动化程度较高的流水线生产方式，在生产应用中针对各种构件的特点各有优势。为追求建筑立面效果以及构件美观，清水混凝土预制技术、饰面层反打技术、彩色混凝土等相关技术也得到很好的应用。其他如脱模剂、露骨料缓凝剂等诸多生产技术也多在不断发展，并有长足的进步。

预制构件生产技术较现场现浇混凝土更为严格，质量也有所提高。虽然《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014中，对预制构件的制作和质量验收提出了初步的要求，但是随着预制技术的迅速发展和提高，其内容还有待完善和补充。目前，许多地方标准，如：北京、上海、沈阳、合肥、福建等地均出台了专门的预制构件制作、施工及质量验收标准，为该项工作提供了技术保障。

1.2.5 施工技术

装配式混凝土结构与现浇混凝土结构是两种截然不同的施工方法。由于部分构件在工厂预制，并在现场通过后浇段或钢筋连接技术装配成整体，施工现场的模板工程、混凝土工程、钢筋工程大幅度减少，而预制构件的运输、吊运、安装、支撑等成为施工中的关键。多年以来，现浇混凝土施工已经成为我国建筑业最为主要的生产方式，劳动工人也多为农民工，技术含量低，并缺乏相应的培训。因此目前装配式混凝土结构施工中最大的问题是技术工人缺乏，施工单位的施工组织计划还未能适应生产方式有较大变化，因此，许多装配式混凝土结构的施工现场仍然处于粗放生产的状况，精细程度不足，质量不能得到保障。这一现象必须加以纠正。

国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011及行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014都提及了装配式混凝土结构的施工，北京市地方标准《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030－2013等也给出详细的规定。随着装配式混凝土结构施工的进步，此方面的内容，还需尽快完善和补充。

施工工序在装配式混凝土结构的施工中非常重要。国内对这方面的要求还不够严格，一是前期的设计或是深化设计并未能够全面考虑的施工操作的流程，二是现场工人对以安装到位为原则的施工方法，还缺乏工序控制的思维。

1.2.6 预制外墙板接缝、窗洞口防水做法

预制外墙板的接缝及门窗洞口是易发生渗漏的部位，是防水的关键部位。目前国内外墙板的接缝防水薄弱部位主要采用结构防水、材料防水和构造防水相结合的做法。

1 采用预制夹心保温墙板的剪力墙结构，内叶承重墙板之间竖向缝一般利用结构抗震设计要求的边缘构件，设置预留钢筋，并后浇混凝土，形成了结构防水。同时，外叶墙板及保温层外伸，作为竖向后浇混凝土的外模板，所形成的缝需再进行保温及防水处理，形成了构造防水和材料防水。剪力墙水平缝处的防水概念与垂直缝类同，水平缝处设置后浇带或后浇圈梁，并通过套筒灌浆技术实现上下墙体的连接，形成了结构防水。外叶墙板上下均做企口构造，并对接缝进行保温及防水处理；竖缝及水平缝之间，均填塞背衬材料后采用密封胶封堵。在保证施工质量的前提下，目前外墙板的防水效果良好。

2 香港地区不考虑抗震设防要求，因此高层住宅中一般外围护墙体采用预制非承重构件，与现浇的承重部分通过联系钢筋结合为整体，预制外墙板均无保温，窗在工厂预装，较好地解决了渗水问题。外墙板缝均采用结构防水、墙板下方做有披水构造防水，不再用防水材料处理。





图1.2.6－1 香港地区外墙板做法

3 台湾润泰采用预制框架结构，主要采用预制柱、叠合梁、叠合楼板、外挂墙板等构件。因为是预制外墙挂板，因此对防水材料变形能力的要求较高，除了主要对三个部位进行防水外（建筑主体防水、板面涂料防水、缝嵌胶条防水）特别采用了关节式防水和导水排水方式，在预制板周边加设一道

韧带加强，有效抵抗变位，通过现场预制构件拼接实现二道防水。导水排水是连通竖向缝在下方每隔几层做断水及排水口，防水效果理想。



图 1.2.6-2　外挂墙板防水做法

1.2.7　集成技术的应用

装配式建筑要求技术集成化，对于预制构件来说，其集成的技术越多，后续的施工环节越容易，这也是预制构件发展的一个方向。

目前，预制夹心保温剪力墙外墙板应用中可集成承重、保温和外装修三项技术。

香港近年对整体卫生间有着深入的研究，目前已发展到第四代。整体卫生间一次安装到位，内墙面瓷砖可在工厂预贴，洁具也可在工厂预设，但为了减少运输、施工阶段的破损也常在施工完成之后安装。上下水管均布置在墙外。卫生间一侧设置粗糙面与承重墙体现浇在一起，卫生间墙体非承重，其自重荷载由本层承受。



图 1.2.7　整体卫生间

1.2.8　装配式内装

推行装配式内装是推动装配式住宅发展的重要方向。住宅采用装配式内装的设计建造方式具有五个方面优势：一、部品在工厂制作，现场采用干式作业，可以最大限度保证产品质量和性能；二、提高劳动生产率，节省大量人工和管理费用，大大缩短建设周期、综合效益明显，从而降低住宅生产成本；

三、节能环保，减少原材料的浪费，施工现场大部分为干法施工，噪声粉尘和建筑垃圾等污染大为减少；四、便于维护，降低了后期的运营维护难度，为部品更新变化创造了可能；五、采用集成部品可实现工业化生产，有效解决施工生产的尺寸误差和模数接口问题。

装配式住宅建筑内装体设计应考虑内装部品的后期维护、检修更换和物权归属问题，应考虑不同材料、设备、设施具有不同的使用年限，内装部品应符合使用维护和维修改造要求。装配式住宅的部品连接与设计应遵循以下原则：第一，应以使用年限较短部品的维修和更换不破坏使用年限较长部品为原则；第二，应以住户专用部品的维修与更换不影响共用部品为原则；第三，应以住户专用部品的维修和更换不影响其他住户为原则。

在现浇混凝土结构中我国一般的做法是将设备管线埋置在楼板或墙板混凝土中，如今在装配式混凝土结构中也延续了这种做法，采用叠合板作为楼板时，叠合后浇层本身很薄，而纵横交错的管线埋置对楼盖的受力非常不利，且管线后期的维修、更换会造成对主体结构损坏，对结构安全性有一定影响。

SI 内装是在房间内设置吊顶、装饰墙、架空地板等实现了主体结构与管线、内装的分离，这种做法从根本上解决了管线的埋设问题。不过，传统做法已经深入人心，大部分人对于有效使用面积的追求远大于管线维修的方便以及对结构安全的考虑，尤其是在居住面积较小的情况，因此 SI 住宅在国内的推广任重而道远。某些工程已经采取局部的 SI 做法，即结合局部内装做法。

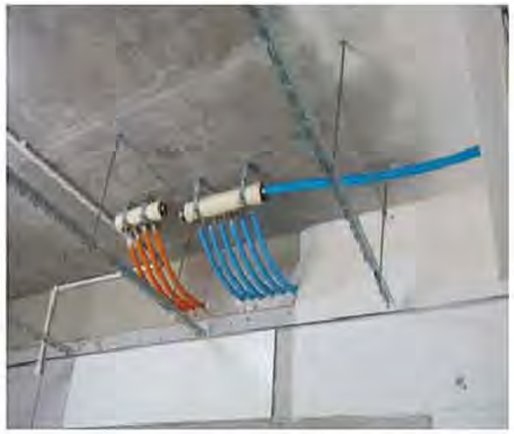


图 1.2.8-1　板底管线留设在吊顶内



图 1.2.8-2　结构墙外设填充墙板



图 1.2.8-3　干式地暖做法



图 1.2.8-4　同层排水

1.3 相关说明

1.3.1 本指南以装配式混凝土结构相关的国家现行标准为主线，结合各地方标准及住房和城乡建设部科技与产业化发展中心的《建筑工业化标准体系及实施机制研究》课题成果及其他课题研究成果进行编制。按照装配式混凝土结构全产业链各环节的需求梳理相关标准条款内容，并将规范内容进行细化、说明，针对具体问题讲解标准条款的应用。

1.3.2 本指南包括了装配式混凝土结构全生命周期（设计阶段；构件生产阶段；施工及验收阶段；运营和维护阶段）、全专业（建筑；结构；机电；内装）所涉及到的国家及地方标准，并对这些标准进行归纳和梳理，重点突出装配式混凝土结构的专有技术。

1.3.3 编制目的：本课题的研究成果主要是为了指导工程技术人员进行具体的设计、施工、构件生产加工及建筑成品的运营维护，让没有装配式混凝土结构工程经验的工程技术人员在阅读了这本指南后能够做到心中有数，按照指南的步骤可以进行设计、施工、生产和维护，使指南成为一本真正的工具书，从而起到普及装配式混凝土结构相关技术应用的作用，对促进相关标准的有效实施，推动装配式建筑发展，促进装配式混凝土结构的技术进步，推进新型城镇化起到积极作用。

1.3.4 编制原则：本指南以建筑作为完整的研究对象，从装配式建筑的角度提出，对涉及到装配式混凝土结构国家标准全方位的搜集、梳理；以实施标准为目标，突出解决标准实施过程中遇到的各种问题；尽可能做到全覆盖，包括各种建筑类型、结构类型、建造全过程、设计生产、安装、验收、使用、管理等各个方面。本指南涉及的标准有国家标准、行业标准、地方标准、各种手册等等。

1.3.5 编制方法：本指南每一条款均先梳理出技术要点，而后列出相对应国家标准、行业标准的具体条文，在条文后给出条文的要点说明及解决问题的技术措施，对于国家标准中的强制性条文，本指南以黑体字标出。

2 术 语

2.1 通用术语

2.1.1 工业化建筑 industrialized building《工业化建筑评价标准》GB/T 51129－2015

采用以标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修和信息化管理等为主要特征的工业化生产方式建造的建筑。

2.1.2 建筑通用体系 housing open system《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

以工业化生产方式为特征的开放性住宅建筑体系，其体系具有适应性和多样性，构件部品具有通用性和互换性。

2.1.3 装配式住宅 assembled housing《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

以工业化生产方式为基础，建筑结构体和建筑内装体中全部或部分构件、部品采用装配方式建造的住宅建筑。

2.1.4 模数协调 modular coordination《建筑模数协调标准》GB/T 50002－2013

应用模数实现尺寸协调及安装位置的方法和过程。

【要点说明】《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）中表述为以基本模数或扩大模数实现尺寸及安装位置协调的方法和过程。

2.1.5 设计协同 design coordination《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

满足建筑结构体与建筑内装体相协调的要求，装配式住宅建筑设计与构件生产、装配施工、运营维护等各阶段协同工作的方法和过程。

2.1.6 预制率 precast ratio《工业化建筑评价标准》GB/T 51229－2015

工业化建筑室外地坪以上主体结构和围护结构中预制构件部分的材料用量占对应构件材料总用量的体积比。

2.1.7 建筑结构体 skeleton system《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

通常为建筑的承重结构体系，或称建筑支撑体，由主体构件构成。

2.1.8 建筑内装体 infill system《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

通常为建筑的内装部品体系，或称建筑填充体，主要由内装部品等构成。

2.1.9 预制混凝土构件 precast concrete component《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

在工厂或现场预先制作的混凝土构件。简称预制构件。

【要点说明】《工业化建筑评价标准》GB/T 51229－2015 直接采用“预制构件”（prefabricated component）；《装配式住宅建筑设计规程》（报批稿）采用“主体构件（skeleton components）”这一定义，指在工厂或现场预先制作完成的钢筋混凝土结构、钢结构或其他建筑结构构件，涵盖范围更广泛。

2.1.10 装配式混凝土结构 precast concrete structure《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

由预制混凝土构件通过可靠的连接方式装配而成的混凝土结构，包括装配整体混凝土结构、全装配混凝土结构等。在建筑工程中，简称装配式建筑；在结构工程中，简称装配式结构。

【要点说明】《混凝土结构设计规范》GB50010－2010 给出的定义为：由预制混凝土构件或部件装配、连接而成的混凝土结构。其定义中除了构件之外也包括了部件。《工业化建筑评价标准》GB/T 51229－2015 则在《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 的基础上强调是主体结构。

2.1.11 装配整体式混凝土结构 monolithic precast concrete structure《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

由预制混凝土构件通过可靠的方式进行连接并于现场后浇混凝土、水泥基灌浆料形成整体的装配式混凝土结构。简称装配整体式结构。

【要点说明】《混凝土结构设计规范》GB50010－2010 指出上述的定义中可靠的连接方式指通过钢筋、连接件或施加预应力进行连接，并在连接部位浇筑混凝土而形成整体受力的混凝土结构。其中钢筋连接除了搭接、焊接、机械连接之外，也包括套筒灌浆连接和浆锚连接。

2.1.12 装配整体式混凝土框架结构 monolithic precast concrete frame structure《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

全部或部分框架梁、柱采用预制构件构建成的装配整体式混凝土结构。简称装配整体式框架结构。

2.1.13 装配整体式混凝土剪力墙结构 monolithic precast concrete shear wall structure《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

全部或部分剪力墙采用预制墙板构建成的装配整体式混凝土结构。简称装配整体式剪力墙结构。

【要点说明】北京市地方标准《装配式剪力墙结构设计规程》DB11/1003－2013 更概括地定义了装配式剪力墙结构（precast concrete shear wall structure），混凝土结构的部分或全部采用承重预制墙板，通过节点部位的连接形成具有可靠传力机制，并与现场浇筑的混凝土形成整体的装配式混凝土剪力墙结构；本规程装配式剪力墙结构包括：装配整体式混凝土剪力墙结构、预制圆孔板剪力墙结构、装配式型钢混凝土剪力墙结构。

2.1.14 干式工法 non－wet construction《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

现场采用干作业施工工艺的建造方法。

2.2 建筑术语

2.2.1 内装部品 infill components《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

由工厂生产、现场装配，满足住宅功能要求的内装单元模块化部品或集成化部品。

2.2.2 装配式内装 assembed infill《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

装配式住宅装修以工业化生产方式为基础，采用干式工法，将工厂生产的标准化内装部品在现场进行组合安装的建造方式。

2.2.3 整体厨房 system kitchen《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

由工厂生产、现场装配的满足炊事活动功能要求的基本单元模块化部品，配置整体橱柜、灶具、排油烟机等设备及管线。

2.2.4 集成式厨房 integrated kitchen《工业化建筑评价标准》GB/T 51129－2015

采用建筑部品并通过技术集成在现场装配的厨房

2.2.5 整体卫浴 unit bathroom《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

由工厂生产、现场装配的满足洗浴、盥洗和便溺等功能要求的基本单元模块化部品，配置卫生洁具、设备及管线，以及墙板、防水底盘、顶板等。

2.2.6 集成式卫生间 integrated toilet《工业化建筑评价标准》GB/T 51129－2015

采用建筑部品并通过技术集成，在现场装配的卫生间。

2.2.7 整体收纳 system cabinets《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

由工厂生产、现场组装的满足不同套内功能空间分类储藏要求的基本单元模块化部品，配置门扇、五金板和隔板等。

2.2.8 装配式隔墙、吊顶和楼地面 assembled partition wall，ceiling and floor《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

由工厂生产的具有隔声、防火或防潮等性能且满足空间和功能要求的隔墙、吊顶和楼地面等集成化部品。

2.2.9 建筑部品 construction component《工业化建筑评价标准》GB/T 51129－2015

工业化生产、现场安装的具有建筑使用功能的建筑产品，通常由多个建筑构件或产品组合而成。

2.3 结构术语

2.3.1 预制混凝土夹心保温外墙板 precast concrete sandwich façade panel《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

中间有保温层的预制混凝土外墙板。简称夹心外墙板。

【要点说明】上述定义中并未限制内外两层混凝土板之间采用什么样的连接方式，而北京市等地方标准中则明确内外两层混凝土板采用拉结件可靠连接。

2.3.2 预制外墙挂板 precast concrete façade panel《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

安装在主体结构上，起围护、装饰作用的非承重预制混凝土外墙板。简称外挂墙板。

2.3.3 叠合构件 composite member《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010

由预制混凝土构件（或既有混凝土结构构件）和后浇混凝土组成，以两阶段成型的整体受力结构构件。

【要点说明】《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 进一步定义了混凝土叠合受弯构件（concrete composite flexural component）：预制混凝土梁、板顶部在现场后浇混凝土而形成的整体受弯构件。简称叠合板、叠合梁。而安徽省地方标准《叠合板式混凝土剪力墙结构技术规程》DB34/810－2008 定义的“叠合式楼板 superimposed floor slab”将施工的过程以及与周边构件的连接进行了一些表述：现场安装预制混凝土楼板，以其为模板，辅以配套支撑，设置与竖向构件的连接钢筋、必要的受力钢筋以及构造钢筋，再浇筑混凝土叠合层，与预制板共同受力。北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013 称为叠合楼板。

2.3.4 叠合层 case－in－situ concrete topping《预制带肋底板混凝土叠合楼板技术规程》JGJ/T 258－2011

在预制底板上部配筋并浇筑混凝土的楼板现浇层。

2.3.5 非结构构件 non－structural element《住宅建筑规范》GB 50368－2005

连接于建筑结构的建筑构件、机电部件及其系统。

2.3.6 混凝土粗糙面 concrete rough surface《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

预制构件结合面上凹凸不平或骨料显露的表面。简称粗糙面。

【要点说明】粗糙面主要的实现方法包括采用特殊工具处理，如剔凿、刻痕，或在生产工艺中采用化学方法处理，主要目的是为了保证预制构件和后浇混凝土的可靠连接。一些标准的定义中也将其生产方法及目的进行了阐述，如《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2012 提出粗糙面为采用特殊的工具或工艺形成混凝土凹凸不平或骨料显露的表面，实现预制构件和后浇混凝土的可靠结合。深圳地方标准《预制装配整体式钢筋混凝土结构技术规范》SJG18－2009 中将其称为接合面（connecting interface），定义为预制构件与现浇混凝土之间由于二次浇筑所形成的接触面。而辽宁省地方标准《装配整体式剪力墙结构设计规程（暂行）》（报批稿）DB21/TXXXX－20XX 称之为结合面（joint surface）预制混凝土构件与现浇混凝土连接处的表面；辽宁省地方标准《装配整体式剪力墙结构设计规程（暂行）》（报批稿）DB21/TXXXX－20XX 称之为叠合面（laminated surface），定义为在预制混凝土叠合构件上（如叠合梁、叠合板）后浇混凝土的承托面；安徽省地方标准《装配整体式剪力墙结构技术规程（试行）》DB34/T 1874－2013 也叫做叠合面（laminated surface），特指在预制混凝土水平叠合构件上

（如叠合梁、叠合板）后浇混凝土的承托面。

2.3.7 键槽 shear key 北京市地方标准《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030－2013 J12535－2014

预制构件混凝土表面规则切连续的凹凸构造，可实现预制构件和后浇筑混凝土的共同受力作用。

2.3.8 钢筋套筒灌浆连接 grout sleeve splicing of rebars《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

在金属套筒中插入单根带肋钢筋并注入灌浆料拌合物，通过拌合物硬化形成整体并实现传力的钢筋对接连接，简称套筒灌浆连接。

2.3.9 钢筋浆锚搭接连接 rebar lapping in grout－filled hole《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

在预制混凝土构件中预留孔道，在孔道中插入需搭接的钢筋，并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋搭接连接方式。

【要点说明】 孔洞可由预制构件预埋成型或预埋钢套筒或金属波纹管。在钢筋搭接长度范围内设置螺旋箍筋时也也称为约束浆锚搭接连接。

2.3.10 钢筋连接用灌浆套筒 grout sleeve for rebar splicing《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

采用铸造工艺或机械加工工艺制造，用于钢筋套筒灌浆连接的金属套筒，简称灌浆套筒。灌浆套筒分为：全灌浆套筒和半灌浆套筒。

【要点说明】《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398－2012 对钢筋连接用灌浆套筒（the grouting coupler）的定义为通过水泥基灌浆料的传力作用将钢筋对接连接所用的金属套筒，通常采用铸造工艺或者机械加工工艺制造。北京市地方标准《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030－2013 J12535－2014 中叫做钢筋套筒灌浆连接接头（grout－filled mechanical splices），指通过在金属套筒中灌注水泥基灌浆料，与被连接钢筋共同形成可靠的钢筋连接接头。

2.3.11 全灌浆套筒 whole grout sleeve《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

两端均采用套筒灌浆连接的灌浆套筒。

【要点说明】《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398－2012 对全灌浆套筒（the whole grouting coupler）的英文翻译表述方法均有一定差别，表述为接头两端均采用灌浆方式连接钢筋的灌浆套筒。

2.3.12 半灌浆套筒 grout sleeve with mechanical splicing end《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

一端采用套筒灌浆连接，另一端采用机械连接方式连接钢筋的灌浆套筒。

【要点说明】《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398－2012 对半灌浆套筒（the grouting coupler with half thread end）的英文翻译表述方法均有一定差别，表述为接头一端采用灌浆方式连接，另一端采用非灌浆方式连接钢筋的灌浆套筒，通常另一端采用螺纹连接。

2.3.13 钢筋连接用套筒灌浆料 cementitious grout for rebar sleeve splicing《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

以水泥为基本材料，并配以细骨料、外加剂及其他材料混合而成的用于钢筋套筒灌浆连接的干混料，简称灌浆料。

2.3.14 灌浆料拌合物 mixed cementitious grout《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

灌浆料按规定比例加水搅拌后，具有规定流动性、早强、高强及硬化后微膨胀等性能的浆体。

2.3.15 水泥基灌浆材料 cementitious grout《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448－2015

由水泥、骨料、外加剂和矿物掺和料等原材料在专业化工厂按比例计量混合而成，在使用地点按规定比例加水或配套组分拌合，用于螺栓锚固、结构加固、预应力孔道等灌浆的材料。

2.3.16 灌浆孔 entrance for grouting《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398－2012

用于加注水泥基灌浆料的入料口，通常为光孔或螺纹孔。

2.3.17 排浆孔 vent for grouting《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398－2012

用于加注水泥基灌浆料时通气并将注满后的多余灌浆料溢出的排料口，通常为光孔或螺纹孔。

2.3.18 进场验收 site acceptance《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

对进入施工现场的材料、构配件、器具及半成品等，按有关标准的要求进行检验，并对其质量达到合格与否做出确认的过程。主要包括外观检查、质量证明文件检查、抽样检验等。

【要点说明】《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300－2013 也称为进场检验（site inspection），指对进入施工现场的建筑材料、构配件、设备及器具，按相关标准的要求进行检验，并对其质量、规格及型号等是否符合要求作出确认的活动。

2.3.19 结构性能检验 inspection of structural performance《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

针对结构构件的承载力、挠度、裂缝控制性能等各项指标所进行的检验。

2.3.20 结构实体检验 entitative inspection of structure《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

在结构实体上抽取试样，在现场进行检验或送至有相应检测资质的检测机构进行的检验。

2.4 机电设备术语

2.4.1 管线分离 pipe & wire detached from skeleton《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

将设备及管线与建筑结构体相分离，不在建筑结构体中预埋设备及管线。

2.4.2 家居配电箱 house electrical distributor《住宅建筑电气设计规范》JGJ242－2011

住宅套（户）内供电电源进线及终端配电的设备箱。

2.4.3 家居配线箱（HD）house tele－distributor《住宅建筑电气设计规范》JGJ242－2011

住宅套（户）内数据、语音、图像等信息传输线缆的接入及匹配的设备箱。

2.4.4 家居控制器（HC）house controller《住宅建筑电气设计规范》JGJ242－2011

住宅套（户）内各种数据采集、控制、管理及通信的控制器。

2.4.5 明设 exposed installation《建筑给水排水设计规范（2009 年版）》GB 50015－2003

室内管道明露布置的方法。

2.4.6 暗设 concealed installation，embedded installation《建筑给水排水设计规范（2009 年版）》GB 50015－2003

室内管道布置在墙体管槽、管道井或管沟内，或者由建筑装饰隐蔽的敷设方法。

2.4.7 排出管 building drain，outlet pipe《建筑给水排水设计规范（2009 年版）》GB 50015－2003

从建筑物内至室外检查井的排水横管段。

2.4.8 立管 vertical pipe，riser，stack《建筑给水排水设计规范（2009 年版）》GB 50015－2003

成垂直或与垂线夹角小于 45°的管道。

2.4.9 横管 horizontal pipe《建筑给水排水设计规范（2009 年版）》GB 50015－2003

呈水平或与水平线夹角小于 45°的管道。其中连接器具排水管至排水立管的横管段称横支管；连接若干根排水立管至排出管的横管段称横干管。

2.4.10 通气管 vent pipe，vent《建筑给水排水设计规范（2009 年版）》GB 50015－2003

为使排水系统内空气流通，压力稳定，防止水封破坏而设置的与大气相通的管道。

2.4.11 给水系统 water supply system《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242－2002

通过管道及辅助设备，按照建筑物和用户的生产、生活和消防的需要，有组织的输送到用水地点的网络。

2.4.12 排水系统 drainage system《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242－2002

通过管道及辅助设备，把屋面雨水及生活和生产过程所产生的污水、废水及时排放出去的网络。

2.4.13 防火套管 fire - resisting sleeves《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 -2002

由耐火材料和阻燃剂制成的，套在硬塑料排水管外壁可阻止火势沿管道贯穿部位蔓延的短管。

2.5 地方标准术语

2.5.1 装配式剪力墙结构 precast concrete shear wall structure《装配式剪力墙结构设计规程》DB11/1003 -2013 北京

混凝土结构的部分或全部采用承重预制墙板，通过节点部位的连接形成具有可靠传力机制的混凝土剪力墙结构；包括：装配整体式混凝土剪力墙结构、预制圆孔板剪力墙结构、装配式型钢混凝土剪力墙结构。

2.5.2 装配式型钢混凝土剪力墙结构 assembled steel reinforced concrete wall structure《装配式剪力墙结构设计规程》DB11/1003 -2013 北京

预制墙板的边缘构件位置设置型钢、拼缝位置设置钢板预埋件，型钢和钢板预埋件在拼缝位置采用焊接或螺栓连接的装配式混凝土剪力墙结构。

2.5.3 预制墙板构件《装配式剪力墙结构设计规程》DB11/1003 -2013 北京

由预制墙板及与之相连的现浇段墙体共同形成的剪力墙构件。

2.5.4 外墙饰面反打工艺 Exterior wall facing reverse technology《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970 -2012 北京

在工厂预制过程中，将面转、石材等饰面材料通过浇筑混凝土与墙板连接成一体的制作工艺。

2.5.5 住宅部品 Housing component《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970 -2012 北京

由基本建筑材料、产品、零配件等集合而成，建筑中满足该部位特定功能要求的基本单元，作为系统集成和技术配套整体的部件，可在施工现场进行组装。

2.5.6 预制叠合剪力墙 precast composite shear wall《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》DG/TJ08 -2071 -2010 J11660 -2010 上海

一种采用部分预制、部分现浇工艺生产的钢筋混凝土剪力墙。其预制部分成为预制剪力墙板，在工厂制作、养护成型，运至施工现场后和现浇部分整浇。预制剪力墙板参与结构受力，其外侧的外墙饰面可根据需要在工厂一并生产制作，预制剪力墙板在施工现场安装就位后可作为剪力墙外侧模板使用。预制叠合剪力墙简称叠合剪力墙。

2.5.7 叠合筋 composite reinforced bar skeleton《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》DG/TJ08 -2071 -2010 J11660 -2010 上海

由钢筋焊接而成、用以连接预制剪力墙板和现浇部分、增强其整体性的“K”形三角桁架钢筋笼。叠合筋由上弦钢筋、下弦钢筋和斜筋三部分组成。叠合筋主要作用在于保证预制剪力墙板在制作、吊装、运输、及现场施工时有足够的强度和刚度，避免开裂、损坏。叠合筋又称桁架筋。

【要点说明】 安徽地方标准《叠合板式混凝土剪力墙结构技术规程》DB34/810 -2008 叫做格构钢筋（grid bar），指格构钢筋由三根截面成等腰三角形的上下弦钢筋组成，弦杆之间由斜向腹筋相连。安徽省地方标准《叠合板式混凝土剪力墙结构施工及验收规程》DB34/T1468 -2011 中也有类似的定义。

2.5.8 预制叠合剪力墙有效厚度 efficient depth of precast composite shear wall《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》DG/TJ08 -2071 -2010 J11660 -2010 安徽

预制叠合剪力墙总厚度扣除预制剪力墙板饰面及接缝切口深度后的厚度。预制叠合剪力墙的有效厚度为配筋率及承载力计算的基准厚度。

2.5.9 纤维增强塑料（FRP）连接件 fiber - reinforced plastic connector《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》DG/TJ08 -2071 -2010 J11660 -2010 安徽

用于连接预制保温墙体内、外层混凝土墙板，传递墙板剪力以使内、外层墙板行程整体的连接器。连接件材料为纤维增强复合塑料。

【要点说明】 沈阳市地方标准《装配整体式混凝土构件生产和施工技术规范》DB2101/TJ07 -2011 定义为连接件（connector），指连接夹心保温内外叶墙板的配件；辽宁省地方标准《预制混凝土构件制作与验收规程（暂行）》DB21/T1872 -2011 J11791 -2011 中叫做预制夹心保温构件连接件（connector of precast component filled with insulation），解释为连接预制内叶墙板（梁、柱）和外叶墙板的配件；辽宁省地方标准《装配整体式混凝土结构技术规程（暂行）》DB21/T1868 -2010 J11792 -2011 称为预制混凝土夹心保温构件的连接件（connector/tie of precast component filled with insulation），解释为连接外墙板的内叶墙板、梁、柱和外叶墙板的配件，主要有抗拉和抗剪两种。

2.5.10 预制圆孔板剪力墙结构 assembled hollow - core reinforced concrete shear wall structure《装配式剪力墙结构设计规程》DB 11/1003 -2013 北京

墙体采用预制钢筋混凝土圆孔板的装配式混凝土剪力墙结构；预制圆孔墙板的圆孔内配置连续的竖向钢筋，并采用现浇微膨胀混凝土将圆孔全部灌实。

2.5.11 预制构件外墙模 mold for prefabricated wallboard《装配整体式住宅混凝土构件制作、施工及质量验收规程》DG/TJ08 -2069 -2010 J11578 -2010 上海

由构件加工厂制作而成的外模板形式预制构件，通过与外墙内衬现浇混凝土结构连接，形成建筑外墙的外表面围护体系。

【要点说明】 北京市地方标准《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T1030 -2013 J12535 -2014 称之为预制混凝土外墙模板 precast concrete mould，是指在工厂制作的具有外墙模板功能的预制构件，简称预制外墙模板。

2.5.12 空腔构造防水 cavity structure waterproof《装配整体式住宅混凝土构件制作、施工及质量验收规程》DG/TJ08 -2069 -2010 J11578 -2010 上海

预制外墙板之间，在预制板侧边和上下，设置沟（槽）排水的构造方法。

2.5.13 密封防水胶 water proofing sealant《装配整体式住宅混凝土构件制作、施工及质量验收规程》DG/TJ08 -2069 -2010 J11578 -2010 上海

预制外墙板外侧用于封闭板缝隙和接缝的密闭的防水粘结（胶体）材料。

2.5.14 连接止水条 waterproof strip《装配整体式住宅混凝土构件制作、施工及质量验收规程》DG/TJ08 -2069 -2010 J11578 -2010 上海

预制外墙板连接时，预先在墙板侧边和上下粘贴防水止水条的防水形式。

2.5.15 堆放架 stacking stand《装配整体式住宅混凝土构件制作、施工及质量验收规程》DG/TJ08 -2069 -2010 J11578 -2010 上海

预制构件临时堆放时，采用竖直立放或靠放的工具式架子。

2.5.16 插放 inserts puts《装配整体式住宅混凝土构件制作、施工及质量验收规程》DG/TJ08 -2069 -2010 J11578 -2010 上海

临时放置预制构件时，采用竖直插入，并临时固定在堆放架上（内）的放置形式。

2.5.17 斜支撑 wall props《叠合板式混凝土剪力墙结构施工及验收规程》DB34/T1468 -2011 安徽

由圆钢管、螺纹套管及端部的配件组成的，专门用于叠合式墙板的临时支撑，调节其垂直度、保证叠合式墙板的稳定性，并能够承受风荷载及新浇筑混凝土的侧压力。

2.5.18 垂直支撑 vertical floor props《叠合板式混凝土剪力墙结构施工及验收规程》DB34/T1468 -2011 安徽

由圆钢管及端部的配件组成，专门用于叠合式楼板的临时支撑，可调节其高度、保证支撑叠合式楼板的强度及稳定性，并能够承受施工荷载及新浇筑混凝土的压力。

2.5.19 专用垫片 specialized Gaskets《叠合板式混凝土剪力墙结构施工及验收规程》DB34/T1468－2011 安徽

用于叠合式墙板安装时下部水平标高控制的不同厚度的塑料垫片，以保证墙板顶部的水平标高及其下部留有40mm左右的空隙。

2.5.20 H20木工字梁 H20 timber formwork beams《叠合板式混凝土剪力墙结构施工及验收规程》DB34/T1468－2011 安徽

用于与垂直支撑一起共同起临时支撑叠合式楼板作用的，按设计要求用木材制成的特种工字型梁，主规格有80×200×4500、80×200×3900、80×200×3400、80×200×2900、80×200×1800等。

2.5.21 四向支撑头 four direction timber beams holder《叠合板式混凝土剪力墙结构施工及验收规程》DB34/T1468－2011 安徽

架于楼板单顶支撑上口，插于单顶支撑钢管口，来固定木工字梁。

2.5.22 专用撬棍 specialized crowbar《叠合板式混凝土剪力墙结构施工及验收规程》DB34/T1468－2011 安徽

用于叠合墙板安装时，调整墙板位置及标高的不可缺少的辅助工具。规格为1.4m长。

2.5.23 同层排水 sme－floor drain《装配整体式建筑设备与电气技术规程（暂行）》DB21/T1925－2011 J12011－2012 辽宁

排水横支管布置在排水层或室外，器具排水管不穿越楼层的排水方式。

2.5.24 分户验收 acceptance for per residence construction quality《装配式建筑全装修技术规程（暂行）》DB21/T 1893－2011 J11896－2011 辽宁

在单位工程竣工验收前，建设单位组织相关责任单位对各功能空间的使用功能、观感质量等内容进行的专门验收。

2.5.25 观感质量 quality of appearance《装配式建筑全装修技术规程（暂行）》DB21/T 1893－2011 J11896－2011 辽宁

通过观察和必要测量所反映的工程外在质量。

2.5.26 连系钢筋 Tie bar《装配整体式混凝土构件生产和施工技术规范》DB2101/TJ07－2011 沈阳

为提高装配式结构的整体性，防止装配式结构因个别预制构件或接缝的局部破坏，造成整个结构的连续破坏或失效，而在结构适当的部位采取的连接构造钢筋。

2.5.27 间接搭接 Indirect lap《装配整体式混凝土构件生产和施工技术规范》DB2101/TJ07－2011 沈阳

通过预留孔道灌浆方式，实现预制构件连接部位的钢筋之间连续可靠传力的连接构造，孔道壁采用螺旋筋或波纹管加强，被搭接的两根钢筋之间保持一定间距的搭接连接方式。

【要点说明】 辽宁省地方标准《装配整体式混凝土结构技术规程（暂行）》DB21/T1868－2010 J11792－2011 间接搭接 indirect lap 的定义，连接部位搭接的钢筋之间，通过后浇混凝土或灌浆方式实现钢筋的连续可靠传力的连接方式。

2.5.28 工况 condition《装配整体式混凝土构件生产和施工技术规范》DB2101/TJ07－2011 沈阳

指生产、施工、检测、调试等过程中的状况或工艺条件。

2.5.29 见证取样送检 evidential test《装配整体式混凝土构件生产和施工技术规范》DB2101/TJ07－2011 沈阳

施工单位在监理工程师或建设单位代表见证下，按照有关规定从施工现场随机抽取试样，送至有检测资质的检测机构进行检测的活动。

2.5.30 检验 inspection《装配整体式混凝土构件生产和施工技术规范》DB2101/TJ07－2011 沈阳

对原材料、半成品、成品或生产与施工工序过程中形成的实体，通过观察和判断，适当进行度量、测量、检查和试验分析的符合性评价，并将结果与规定值进行比较，确定是否合格所进行的活动。

2.5.31 检测 testing《装配整体式混凝土构件生产和施工技术规范》DB2101/TJ07－2011 沈阳

检测是指用指定的方法测试指定的技术性能指标。

2.5.32 准用证 birth certificate《装配整体式混凝土构件生产和施工技术规范》DB2101/TJ07－2011 沈阳

构件出厂前的预制构件结构性能检验应符合免检条件，可仅进行外观尺寸、观感质量、连接构造和出厂日吊装、运输、施工工况的混凝土强度实测值检验，由生产厂驻厂监造监理所签发的质量证明文件为准用证，宜包括所有说明书。

2.5.33 分段验收 pre－acceptance《装配整体式混凝土构件生产和施工技术规范》DB2101/TJ07－2011 沈阳

将原有主体分部工程按楼层、变形缝等划分验收段，每段验收应满足构件出厂检验、质量证明文件查验和结构实体检验标准的工程验收。

2.5.34 连接套管 joint sleeve《预制混凝土构件制作与验收规程（暂行）》DB21/T1872－2011 J11791－2011 辽宁

柱、梁、楼板钢筋通过套管进行连接，主要包括：注浆连接套管、注胶连接套管、丝扣连接套管、机械连接套管。

2.5.35 防水密封胶条 waterproof strip《预制混凝土构件制作与验收规程（暂行）》DB21/T1872－2011 J11791－2011 辽宁

外墙板连接时，预制板边侧面和上下边粘贴的防水密封胶条通过紧密连接形成的防水形式。

2.5.36 存放架 stacking stand《预制混凝土构件制作与验收规程（暂行）》DB21/T1872－2011 J11791－2011 辽宁

预制混凝土构件存放和运输时，用于支撑和固定构件的工具式架子。

2.5.37 起吊架 drop－hanger frame《预制混凝土构件制作与验收规程（暂行）》DB21/T1872－2011 J11791－2011 辽宁

为保证构件在起吊过程中保持平衡和稳定所使用的专用吊架。

2.5.38 金属波纹浆锚管 metal spiral sheath for pulp anchor connection《装配整体式剪力墙结构设计规程（暂行）》（报批稿）DB21/TXXXX－20XX 辽宁

采用镀锌钢带卷制行程的单波或双波形咬边扣压制成的预埋于预制钢筋混凝土构件中用于竖向钢筋浆锚连接的金属波纹管。

2.5.39 接缝 joint《装配整体式剪力墙结构设计规程（暂行）》（报批稿）DB21/TXXXX－20XX 辽宁

预制构件与现浇混凝土连接的交界面，接缝可分为结合面和叠合面。

【要点说明】 安徽省地方标准《装配整体式剪力墙结构技术规程（试行）》DB34/T 1874－2013 也给出了同样的定义。

2.5.40 安装工器具 erection and installation devices《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030－2013 J12535－2014 北京

由施工单位或工厂加工制作，用于预制构件存放、吊装、调节、就位的专业化工具及器具，简称工器具。

3 建筑设计

3.1 一般规定

装配式混凝土结构建筑本章简称“装配式建筑”。

3.1.1 装配式建筑的基本要求

装配式建筑的设计必须执行国家的建筑方针，必须符合国家政策、法规的要求及相关地方标准的规定，应符合建筑的使用功能和性能要求，体现以人为本、可持续发展和节能、节地、节材、节水、环境保护的指导思想。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.1.1] 建筑设计应符合建筑功能和性能要求，并宜采用主体结构、装修和设备管线的装配化集成技术。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑技术规程（暂行）》DB21/T1924－2011：

[3.1.1] 装配整体式建筑的设计应坚持长寿命化可持续发展的建设基本理念。应以系统的方法统筹考虑建筑全寿命周期的规划设计、施工建造、维护更新和再生改建的全过程。

上海市工程建设规范《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》DG/T J08－2071－2010：

[4.1.1] 装配整体式住宅建筑设计必须执行国家的方针政策和法规，满足住宅使用功能，体现以人为本、可持续发展和节能、节地、节材、节水的指导思想，考虑环境保护要求，并满足老年人、残疾人等居住者的特殊使用要求。

【要点说明】

符合国家方针政策，满足建筑的使用功能和建筑的物理性能是建筑设计的基本要求；提高质量、节约能源、节约造价、建筑全寿命期的可持续性发展，是我国推行绿色建筑、节能环保的要求。

3.1.2 装配式建筑的本质特征

装配式建筑应符合建筑全寿命期的可持续性原则，实现装配式建筑建造的“五化”要求。

【规范条文】

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）：

[1.0.3] 装配式住宅建筑设计应符合住宅建筑全寿命期的可持续性原则，满足建筑体系化、设计标准化、生产工厂化、施工装配化、装修部品化和管理信息化等全产业链工业化生产的要求。

【要点说明】

联合国定义工业化有6条标准：生产的连续性、生产物的标准化、生产过程的集成化、工程建设管理的规范化、生产的机械化、技术科研生产一体化。

我国当前积极推进的装配式建筑以标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修和信息化管理为主要特征，并形成完整的、有机的产业链，实现房屋建造全过程的工业化、集约化和社会化，从而提高建筑工程质量和效益，实现节能减排与资源节约。

3.1.3 装配式建筑的设计原则

1 装配式建筑设计应符合城市规划的要求，并与当地的产业资源和周围环境相协调。

2 装配式建筑设计应遵循少规格、多组合的原则，在标准化设计的基础上实现系列化和多样化。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[3.0.2] 装配式建筑设计应遵循少规格、多组合的原则。

上海市工程建设规范《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014：

[5.1.2] 建筑设计应符合城市规划的要求，与周围环境相协调。在标准化设计的同时，结合总体布局和立面色彩、细部处理等方面丰富建筑造型及空间。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013：

[3.0.2] 应采用标准化、系列化设计方法，做到基本单元、连接构造、构件、配件及设备管线的标准化与系列化。

[3.0.7] 预制构件（梁、墙、板）的划分，应遵循受力合理、连接简单、施工方便、少规格、多组合的原则。

【要点说明】

我国各地区在气候、环境、资源、经济社会发展水平及民俗文化等方面都存在较大差异，在工程建设中应符合所在地城市规划的要求，因地制宜与周围环境相协调是建筑设计的基本原则。

“少规格，多组合”是装配式建筑设计的重要原则，减少构件的规格种类及提高构件模板的重复使用率，利于构件的生产制造与施工，利于提高生产速度和工人的劳动效率，从而降低造价。

【措施方法】

要保证装配式建筑的技术可行性和经济合理性，采用标准化的设计方法，减少构件规格和接口种类是关键点。从装配式建筑设计的技术策划阶段开始到构件深化设计阶段的全过程，设计人员要有“建筑是由预制构件与部品部件组合而成”的设计观念，结合建筑的功能要求进行标准化设计，选用尺寸符合模数的主体构件和内装部品，在优化合并同类构件的同时进行多样化的组合，以实现装配式建筑不同使用功能和审美的需求。

3.1.4 装配式建筑的模数与模数协调

装配式建筑的设计应进行模数协调，满足预制构件、部品标准化和通用化要求，符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002－2013 的规定。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.1.2] 建筑设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB 50002 的规定。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013：

[3.0.5] 应遵守模数协调的原则，实现建筑产品、部件的尺寸及安装位置的模数协调。

【要点说明】

标准化设计是实施装配式建筑的有效手段，没有标准化就不可能实现主体结构和建筑部品部件的一体化集成，而模数和模数协调是实现装配式建筑标准化设计的重要基础，涉及装配式建筑产业链上的各个环节。

通过模数及模数协调不仅能协调预制构件（部品）与构件（部品）之间的尺寸关系，优化构件（部品）的规格，使设计、生产、安装等环节的配合快捷、精确，实现土建、机电设备和装修的“一体化集成”及装修部品部件的“工厂化生产”；而且还能在预制构件的构成要素（钢筋网、预埋管线、点位等）之间形成合理的空间关系，避免交叉和碰撞。

模数协调还有利于实现建筑构件（部品）的通用性及互换性，使通用化的部件适用于不同单体建筑。装配式建筑通过标准化设计，预制构件的种类相对较少，适合工业化批量生产，大量的规格化、定型化部件的生产可稳定质量，降低成本。

【措施方法】

应在装配式建筑建设的全过程认真贯彻《建筑模数协调标准》，在建筑设计时就应考虑定出合理的

设计控制模数数列，以保证装配式建筑在构件生产和建设施工过程中，在功能、质量、精益建造和经济效益方面获得优化。

3.1.5 装配式建筑的防火设计

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.1.5] 建筑防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

【要点说明】

装配式建筑的防火设计要求与现浇建筑等同，都要严格执行规范中相关条文的规定。特别是外墙采用保温材料进行外保温、夹心保温、内保温时，要注意保温材料的选用和采取相应的防火构造措施。

3.1.6 装配式建筑的节能设计

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.1.4] 建筑的体形系数、窗墙面积比、围护结构的热工性能等应符合节能要求。

【要点说明】

装配式建筑应根据不同的气候分区及建筑的类型按现行国家或行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75、《公共建筑节能设计标准》GB 50189 执行。

3.1.7 装配式建筑的集成技术应用

装配式建筑的设计宜采用主体结构、装修和设备管线的装配化集成技术。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.1.1] 建筑设计应符合建筑功能和性能要求，并宜采用主体结构、装修和设备管线的装配化集成技术。

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）：

[8.1.3] 装配式住宅应在共用部位设置集中管井，给水排水、供暖通风空调和电气等应进行管线综合设计，竖向管线宜相对集中布置，横向管线宜避免交叉。

《工业化建筑评价标准》GB/T 51129－2015：

[4.2.4] 参评项目设计的建筑集成技术评分规则应符合表 4.2.4 的规定。本条评价的最高分值为 10 分。

表 4.2.4 建筑集成技术设计评分规则

序号	评价项目	评价指标及要求	评价分值	评价方法
1	外围护结构集成技术	采用预制结构墙板、保温、外饰面一体化外围护系统，满足结构、保温、防渗、装饰要求	4	查阅资料
		采用预制结构墙板、保温或外饰面一体化外围护系统，满足结构、保温、防渗、装饰要求	2	
2	室内装修集成技术	项目室内装修与建筑结构、机电设备一体化设计，采用管线与结构分离等系统集成技术	3	
3	机电设备集成技术	机电设备管线系统采用集中布置，管线及点位预留、预埋到位	3	

【要点说明】

装配式建筑的关键在于集成，新型装配式建筑不等于传统生产方式和装配化的简单相加，用传统的设计、施工和管理模式进行装配化施工不是真正的装配式建筑建造，只有将主体结构、围护结构和内装部品等集成为完整的体系，才能体现装配式建造的优势，实现提高质量、提升效率、减少人工、减少浪费的目的。干式工法是“集成”技术实施的重要手段。目前我国通常采用的装配式建筑系统性集成的方法主要有：建筑主体结构的系统与技术集成；围护结构的系统及技术集成；设备及管线的系统及技术集成；建筑内装修的系统与技术集成。

【措施方法】

装配式建筑采用结构体与建筑内装体相分离的建筑通用体系，既可以满足建筑的多样化与适应性需求，也解决了建筑多次装修时剔凿结构体造成的安全隐患，保证了建筑全寿命期过程中主体结构的安全性。

住宅建设推荐采用 CSI 住宅建筑体系。

CSI 住宅建筑体系是将住宅的支撑体部分和填充体部分相分离的住宅建筑体系，其中 C 是 China 的缩写，表示基于中国国情和住宅建设及其部品发展现状而设定的相关要求；S 是英文 Skeleton 的缩写，表示具有耐久性、公共性的住宅支撑体，是不允许住户随意变动的一部分；I 是英文 Infill 的缩写，表示具有灵活性、专有性的住宅内填充体，是住户在住宅全寿命期内可以根据需要灵活改变的部分。CSI 住宅是针对当前我国住宅建设方式造成的住宅寿命短、耗能大、质量通病严重和二次装修浪费等问题，在吸收支撑体和开放建筑（Open building）理论的基础上，借鉴日本 KSI 住宅和欧美住宅建设发展经验，确立的一种新型的具有中国装配式建筑特色的住宅建筑体系。通过 S（Skeleton 支撑体）和 I（Infill 填充体）的分离使住宅具备结构耐久性，室内空间灵活性以及填充体可更新性等特点，同时兼备低耗能、高品质和长寿命的优势。

CSI 住宅是实现“百年”住宅的基础和必要条件。尤其对于高层住宅，集成了大量部品，仅管线就有给水、排水、消防、中水、强电、电视、电话、网络等，将不同耐久年限的管线、分接器等部品和主体结构埋设在一起，必然在改造和装修时开墙凿洞，破坏主体结构，影响主体结构的使用寿命。

CSI 住宅以实现住宅主体结构百年以上的耐久年限、厨卫居室均可变更和住户参与设计为长期目标，其核心特点包括：支撑体与填充体基本分离；卫生间实现同层排水和干式架空；部品模数化、集成化；套内接口标准化；室内布局具有部分可变更性；按耐久年限和权属关系划分部品群；强调住宅维修和维护管理体系。

CSI 住宅将填充体与支撑体分离，具备一定的可变更、可维修和可持续优化性，可有效延长住宅寿命。

3.1.8 装配式建筑的一体化设计

装配式建筑在设计阶段应进行整体策划，以统筹规划设计、构件部品生产、施工建造和运营维护。装配式建筑的设计应进行建筑、结构、机电设备、室内装修一体化设计。

【规范条文】

《工业化建筑评价标准》GB/T 51129－2015：

[4.1.2] 参评项目应进行建筑、结构、机电设备、室内装修一体化设计。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[3.0.1] 在装配式建筑方案设计阶段，应协调建设、设计、制作、施工各方之间的关系，并应加强建筑、结构、设备、装修等专业之间的配合。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑技术规程（暂行）》DB21/T1924－2011：

[3.1.4] 在前期规划与方案设计阶段，应与结构、设备、装饰装修及构配件厂家充分配合，结合建筑功能与造型，确定建筑各部位构配件的规格、类型，室内外装修方案与设备管线布置等，使装配整体式建筑既集成化、工业化、模数化、土建和内外装修一体化，又具有灵活性和可变性。

【要点说明】

一体化设计是工厂化生产和装配化施工的前提。建筑设计是一个完整、系统的设计，土建、机电和装修设计都是系统设计的重要组成部分，如果各自独立设计，不可避免会出现机电安装和装修阶段的拆改、剔凿，造成效率低下、质量瑕疵和材料浪费。

【措施方法】

一体化设计的关键是做好各相关单位、相关专业的“协同”工作，并结合实际需要找到“协同”的实施路径和办法。“协同”分为两个层级的协同：第一层级是管理协同；第二层级是技术协同。“协同”的关键是参与各方都要有“协同”意识，在各个阶段都要与合作方实现信息的互联互通，确保落实到工程上所有信息的正确性和唯一性。各参与方通过一定的组织方式建立协同关系，互提条件、互相配合，通过“协同”最大限度达成建设各阶段任务的最优效果。

“协同”有多种方法，当前比较先进的手段是通过协同工作软件和互联网等手段提高协同的效率和质量。比如运用 BIM 技术，从项目技术策划阶段开始，贯穿设计、生产、施工、运营维护各个环节，保证建筑信息在全过程的有效衔接。

3.1.9 装配式建筑设计图纸深度要求

装配式建筑在设计全过程应提供完整成套的设计文件。

【规范条文】

《工业化建筑评价标准》GB/T 51129－2015：

[4.1.3] 参评项目应具备完整的设计文件。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013：

[3.0.8] 施工图设计文件应完整成套，预制构件的加工图纸应全面准确反映预制构件的规格、类型、加工尺寸、连接形式、预埋设备管线种类与定位尺寸，满足预制构件工厂化生产及机械化安装的需要。

【要点说明】

各阶段应有特别完整成套的设计文件是装配式建筑顺利实施的关键。设计文件主要包括技术报告、施工设计图、构件加工设计图、室内装修设计图等。技术报告内容主要包括：项目采用的结构技术体系、主要连接技术与构造措施、一体化设计方法、主要技术经济指标分析等相关资料。装配式建筑相对于现浇混凝土建筑的设计图纸增加了构件加工设计图。构件加工设计图可由建筑设计单位与预制构件加工厂配合设计完成，建筑专业可根据需要提供预制构件的尺寸控制图，设计过程中可采用 BIM 技术，提高预制构件设计完成度与精确度，确保构件加工图全面准确反映预制构件的规格、类型、加工尺寸、连接形式、预埋设备管线种类与定位尺寸。

3.2 设计参考流程

3.2.1 装配式混凝土结构的定义

装配式混凝土结构是由预制混凝土构件通过可靠的连接方式装配而成的混凝土结构，包括装配整体式混凝土结构、全装配混凝土结构等。在建筑工程中，简称装配式建筑。

装配式建筑的建设应考虑实现标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修和信息化管理，全面提升建筑品质，降低建造和使用成本。

3.2.2 装配式建筑建设参考流程

与现浇混凝土建筑的建设流程相比，装配式建筑的建设流程更全面、更精细、更综合，增加了技术策划、工厂生产、一体化装修、维护更新等过程，强调了建筑设计和工厂生产的协同、内装修和工厂生产的协同、主体施工和内装修施工的协同。装配式建筑建设参考流程详见图 3.2.2。

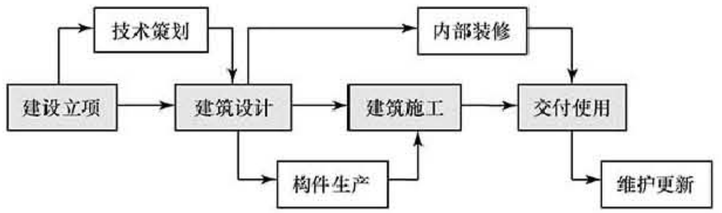


图 3.2.2 装配式建筑建设参考流程

注：▭表示现浇混凝土建筑建设流程

3.2.3 装配式建筑设计阶段及设计技术要点

装配式建筑建设过程中，需要建设、设计、生产和施工、管理等单位密切配合、协同工作及全过程参与。建筑设计在方案设计阶段之前应增加前期技术策划环节，配合预制构件的生产加工应增加预制构件加工图设计环节。

1 技术策划阶段设计要点

装配式建筑设计过程中，前期技术策划对项目的实施起到十分重要的作用，设计单位应充分考虑项目定位、建设规模、装配化目标、成本限额以及各种外部条件影响因素，制定合理的建筑概念方案，提高预制构件的标准化程度，并与建设单位共同确定技术实施方案，为后续的设计工作提供设计依据。技术策划阶段要考虑的影响因素、策划内容及技术实施方案的关系见图 3.2.3－1 装配式建筑技术策划要点框图。

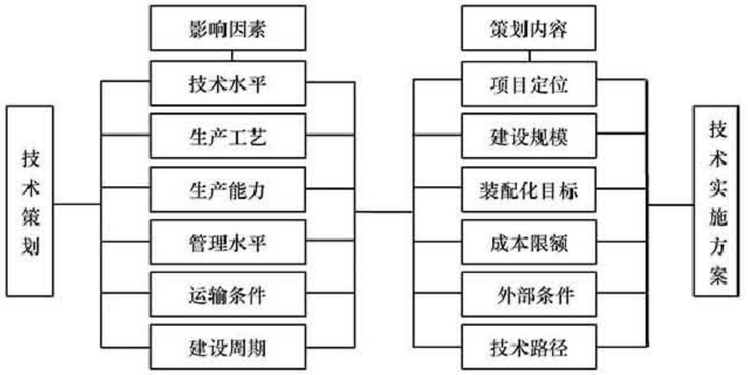


图 3.2.3－1 装配式建筑技术策划要点框图

2 方案设计阶段设计要点

方案设计阶段应根据技术策划实施方案做好平面设计、立面及剖面设计，为初步设计阶段工作奠定基础。

(1) 依据技术策划，遵循规划要求，满足使用功能；

(2) 构件的“少规格、多组合”，考虑成本的经济型与合理性；

(3) 平面设计的标准化与系列化，立面设计的个性化和多样化，剖面层高、净高的合理确定。

3 初步设计阶段设计要点

初步设计阶段应与各专业进行协同设计，进一步细化和落实所采用的技术方案的可行性。

(1) 协调各专业技术要点，优化构件规格种类，考虑管线预留预埋；

(2) 进行专项经济评估，分析影响成本因素，制定合理技术措施。

4 施工图设计阶段设计要点

施工图设计应按照初步设计阶段制定的技术措施进行设计，形成完整可实施的施工图设计文件。

（1） 落实初步设计阶段的技术措施，配合内装部品的设计参数，协调设备管线的预留预埋；

（2） 推敲节点大样的构造工艺，考虑防水、防火的性能特征，满足隔声、节能的规范要求。

5 构件加工图设计阶段设计要点

（1） 建筑专业可根据需要提供预制构件的尺寸控制图；

（2） 构件加工图纸可由设计单位与预制构件加工厂配合设计完成；

（3） 可采用 BIM 技术，提高预制构件设计完成度与精确度。

6 内装修设计要点

装配式建筑的内装修设计应遵循建筑、装修、部品一体化的设计原则，应满足现行国家规范标准要求，达到适用、安全、经济、节能、环保等各项指标的要求。

装配式建筑的内装修应采用工厂化生产的内装部品，实现集成化的成套供应。部品和构件宜通过优化参数、公差配合和接口技术等措施，提高部品、构件互换性和通用性。装修部品应优先选用绿色、环保材料，并具有可变性和适应性，便于施工安装、使用维护和维修改造。装配式建筑内装修的主要特点、内容详见图 3.2.3－2 装配式建筑内装修设计要点框图。

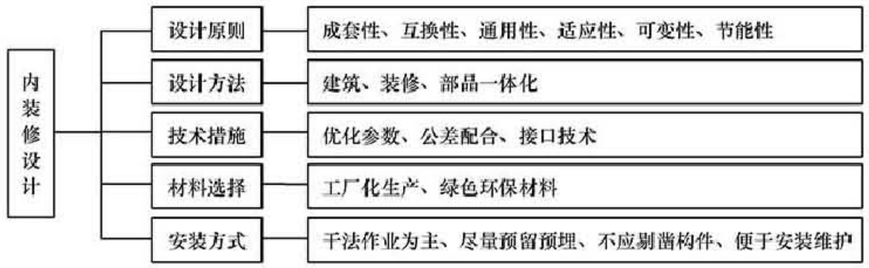


图 3.2.3－2 装配式建筑内装修设计要点框图

7 建筑专业进行协同设计技术要点

装配式建筑应进行建筑、结构、机电设备、室内装修一体化设计，应充分考虑装配式建筑的特点及项目的技术经济条件，利用信息化技术手段实现各专业间的协同配合，保证内装修设计、建筑结构、机电设备及管线、生产、施工形成完整的系统，利于实现装配式建筑建造的设计技术要求。建筑专业协同各专业设计的主要内容详见图 3.2.3－3。

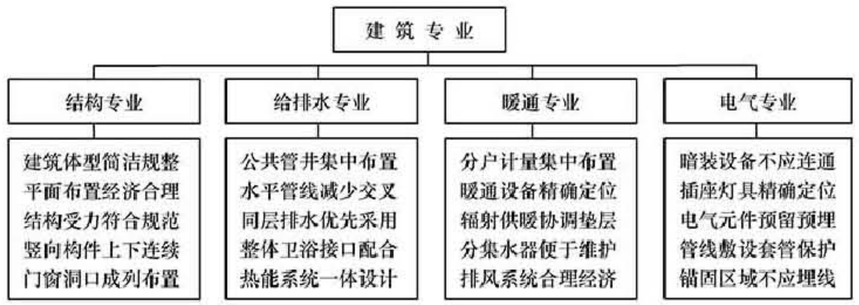


图 3.2.3－3 建筑专业进行协同设计技术要点框图

3.3 技术策划

3.3.1 装配式建筑技术策划阶段主要内容

装配式建筑应在项目技术策划阶段进行前期方案策划及经济性分析，对规划设计、部品生产和施工建造各个环节统筹安排。建筑、结构、内装修、机电、经济、构件生产等环节应密切配合，对技术选型、技术经济可行性和可建造性进行评估。

1 进行前期的方案策划、经济性及可建造性分析。

2 确定项目的结构选型、围护结构选型、集成技术配置等，并确定项目装配式建造目标。

【规范条文】

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013：

[3.0.3] 装配式剪力墙住宅设计应满足以下要求：

1 在前期规划与方案设计阶段，各专业应充分配合，结合预制构件的生产运输条件和工程经济性，安排好装配式剪力墙结构实施的技术路线、实施部位及规模。

【要点说明】

装配式建筑的建造是一个系统工程，相比传统的建造方式而言，约束条件更多、更复杂。为了实现提高工程质量、提升生产效率、减少人工作业、减少环境污染的目标，体现装配式建筑的“两提两减”，需尽量减少现场湿作业，构件在工厂按计划预制并按时运到现场，经过短时间存放进行吊装施工。因此装配式建筑实施方案的经济性与合理性、生产组织和施工组织的计划性、设计、生产、运输、存放和安装等各工序的衔接性和协同性等方面，相比传统的建造方式尤为重要。好的策划能有效控制成本，提高效率，保证质量，充分体现装配式建筑的工厂化优势。

技术策划的总体目标是使项目的经济效益、环境效益和社会效益实现综合平衡，技术策划的重点是项目经济性的评估，主要包括：

1 概念方案和结构选型的合理性。

装配式建筑的设计方案，首先，要满足使用功能的需求；其次，要符合标准化设计的要求，具有装配式建造的特点和优势，并全面考虑易建性和建造效率；第三，结构选型要合理，其对建筑的经济性和合理性非常重要。

2 预制构件厂技术水平、可生产的预制构件形式与生产能力。

装配式建筑中预制构件几何尺寸、重量、连接方式、集成程度、采用平面构件还是立体构件等技术配置，需要结合预制构件厂的实际情况来确定。

3 预制构件厂与项目的距离及运输的可行性与经济性。

装配式建筑的施工应综合考虑预制构件厂的合理运输半径，用地周边应具备完善的构件、部品运输交通条件，用地应具有构件进出内部的便利条件。当运输条件限制时，个别的特殊构件也可在现场预制完成。

4 施工组织及技术路线。

主要包括施工现场的预制构件临时堆放方案可行性，用地是否具备充足的构件临时存放场地及构件在场区内的运输通道，构件运输组织方案与吊装方案协调同步，吊装能力、吊装周期及吊装作业单元的确定等。

5 造价及经济性评估。

预制构件在工厂生产，其成本较传统现浇施工方式易于确定。从国内的实践经验来看，通常是用每立方米混凝土为基本单位来标定的，在前期策划阶段可参考。

3.3.2 经济性分析

装配式建筑设计应统筹建设方及各设计专业，按照项目的建设需求、用地条件、容积率等结合预制构件厂生产能力及装配式结构适用的不同高度，进行经济性分析，确定项目的技术方案，包含结构形式、预制率、装配率。

【规范条文】

《工业化建筑评价标准》GB/T 51129－2015：

[4.1.1] 参评项目的预制率不应低于 20%，装配率不应低于 50%。

[4.2.2] 装配式混凝土结构预制率评分规则应符合表 4.2.2－1 的规定，钢结构建筑构件预制率评

价应符合表 4.2.2－2 的规定。本条评价的最高分值为 25 分。

表 4.2.2－1 装配式混凝土结构预制率评分规则

序号	评价项目	评价指标	评价分值	评价方法
1	预制承重墙、柱、梁、楼板、外挂墙板、楼梯、凸窗、空调板、阳台、女儿墙	预制率≥60%	25	查阅资料
		40%≤预制率＜60%	20	
		30%≤预制率＜40%	15	
		20%≤预制率＜30%	10	

［4.2.3］参评项目设计的建筑构件、部品的装配率评分规则应符合表 4.2.3 的规定。本条评价的最高分值为 15 分。

表 4.2.3 建筑构件、部品的装配率评分规则

序号	评价项目	评价指标（单位）	评价分值	评价方法
1	非承重内隔墙	装配率（面积比）≥70%	4	查阅资料
		50%≤装配率（面积比）＜70%	2	
2	集成式厨房	装配率（数量比）≥70%	3	
		50%≤装配率（数量比）＜70%	1	
3	集成式卫生间	装配率（数量比）≥70%	3	
		50%≤装配率（数量比）＜70%	1	
4	预制管道井	装配率（数量比）≥50%	2	
5	预制排烟道	装配率（数量比）≥50%	2	
6	护　栏	装配率（数量比）≥50%	1	

【要点说明】

装配式建筑应结合项目的实际情况尽量采用预制构件，过低的预制率不能体现装配式建造的特点和优势。

预制率的计算内容主要针对主体结构构件和围护结构构件，其中包括：预制外承重墙、预制外围护墙、内承重墙、柱、梁、楼板、外挂墙板、楼梯、空调板、阳台等构件。由于非承重内隔墙板的种类繁多，预制率计算中暂不包括这类构件。

装配率主要评价非承重构件和内装部品的应用程度，主要包括非承重内隔墙、整体（集成式）厨房、整体（集成式）卫生间、预制管道井、预制排烟道和护栏等。非承重内墙主要包括：预制轻质混凝土整体墙板、预制混凝土空心条板、加气混凝土条板、轻钢龙骨内隔墙等以干法施工为特点的装配式施工工艺的内隔墙系统。

技术方案是前期技术策划的重要内容，要综合考虑建筑的使用功能、工厂生产和施工安装的条件等因素，明确结构类型、预制部位、构件种类及材料选择。

装配式建筑前期技术策划阶段的技术方案应以实现装配式建造的理念指导项目定位，关注产品的标准化率，选择适合的装配体系及部品部件的标准化类型，提高材料及部品的通用性和可置换性。

在前期技术策划中，设计单位应与项目的建设方共同确定项目的预制装配目标，通过调研、统计分析等，最终确定合理的技术方案。

1　结构选型：

装配式混凝土结构按照结构形式，可分为装配式框架结构、装配式剪力墙结构、装配式框架—剪力墙结构等。目前应用最多的是装配式剪力墙结构（主要应用于住宅建筑），其次是框架结构、框架—剪力墙结构（主要应用于公共建筑）。

2　预制率、预制部位与构件种类：

建筑设计应根据预制装配目标，确定合理的预制率、适宜的预制部位与构件种类。

随着预制率的加大，施工安装的精准度要求也逐渐增加。但是，装配式建筑要根据使用功能、经济能力、构件工厂生产条件、运输条件等分析可行性，不能片面追求预制率的最大化。在技术方案合理且系统集成度较高的前提下，较高的预制率能带来规模化、集成化的生产和安装，可加快生产速度，降低人工成本，提高产品品质，减少能源消耗。若技术方案不合理且系统集成度不高，甚至管理水平和生产方式达不到预制装配的技术要求时，片面追求预制率反而会造成工程质量隐患、降低效率并增加造价。因此要通过系统的适宜的技术方案选择来确保项目更具有科学性、系统性和经济性。

【措施方法】

根据国际国内的实践经验，适宜采用预制装配的建筑部位主要有：

1　具有规模效应的、统一标准的、易生产的，能够显著提高效率和质量、减少人工和浪费的部位。

2　技术上难度不大，可实施度高，易于标准化的部位。

3　现场施工难度大，适宜在工厂预制的部位。比如复杂的异形构件、需要高强混凝土等现场无法浇筑的部位、集成度和精度要求高，需要在工厂制作的部位等。

4　其他有特殊要求的部位。

3.3.3　装配式建筑宜在适宜的部位采用标准化的产品

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

［5.1.3］建筑的围护结构以及楼梯、阳台、隔墙、空调板、管道井等配套构件、室内装修材料宜采用工业化、标准化产品。

【要点说明】

根据建筑的主体结构及使用功能要求选择适合装配的部位与构件种类，如楼梯、阳台构件、管道井等在装配式建筑中属于易于做到标准化程度高，便于重复生产的部位。

建筑使用功能空间分隔、内装修与内装部品是建筑中比较适宜采用工业化产品的部位。在内装修中宜采用工厂生产的部品现场组装。现阶段的内装修推广采用轻质隔墙进行使用功能空间的分隔，推广采用整体（集成式）厨房和整体（集成式）卫浴间，可以减少施工现场的湿作业，满足干法施工的工艺要求。

3.4　模数协调

装配式建筑标准化设计的基础是模数协调，应在模数化的基础上以基本单元或基本户型为模块采用基本模数、扩大模数、分模数的方法实现建筑主体结构、建筑内装修以及内装部品等相互间的尺寸协调。模数的采用及进行模数协调应符合部件受力合理、生产简单、优化尺寸和减少部件种类的需要，满足部件的互换、位置可变的要求。

3.4.1　平面设计的模数协调

通过模数协调可实现建筑主体结构和建筑内装修之间的整体协调，建筑的平面设计应采用基本模数或扩大模数，做到构件部品设计、生产和安装等环节的尺寸协调。

【规范条文】

《建筑模数协调标准》GB/T 50002－2013：

［3.2.2］建筑物的开间或柱距，进深或跨度，梁、板、隔墙和门窗洞口宽度等分部件的截面尺寸宜采用水平基本模数和水平扩大模数数列，且水平扩大模数数列宜采用 2nM、3nM（n 为自然数）。

［4.3.2］部件优先尺寸的确定应符合下列规定：

4　承重墙和外围护墙厚度的优先尺寸系列宜根据 1M 的倍数及其与 M/2 的组合确定，宜为

150mm、200mm、250mm、300mm。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013：

[4.0.3] 装配式剪力墙住宅采用的优先尺寸宜符合表4.0.3的规定。

表4.0.3 装配式剪力墙住宅适用的优先尺寸系列

类　型	建　筑　尺　寸			预制楼板尺寸	
部　位	开间	进深	层高	宽度	厚度
基本模数	3M	3M	1M	1M	0.2M
扩大模数	2M	2M/1M	0.5M	0.1M	0.1M
类　型	预制墙板尺寸			内隔墙尺寸	
部　位	厚度	长度	高度	厚度	长度	高度
基本模数	1M	1M	1M	1M	1M	1M
扩大模数	0.1M	0.1M	0.1M	0.1M	0.1M	0.1M

注：1. 楼板厚度的优选尺寸序列为80mm、100mm、120mm、140mm、150mm、160mm、180mm。

2. 内隔墙厚度的优选尺寸序列为60mm、80mm、100mm、120mm、150mm、180mm、200mm，高度与楼板的模数序列相关。

3. 本表中M是模数协调的最小单位，1M＝100mm。

上海市工程建设规范《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》DG/TJ08－2071－2010：

[4.1.7] 装配整体式住宅应严格按照建筑模数制进行设计，为工业化住宅部品构件尺寸协调、互换通用创造条件，便于工厂化统一加工。

[4.2.3] 装配整体式住宅宜采用2M＋3M（或1M、2M、3M）灵活组合的模数网格进行设计，以适应墙体改革，满足住宅建筑平面功能布局的灵活性，达到模数网格的协调。

[4.2.4] 装配整体式住宅采用以基准面定位的主体结构，其平面布局中所涉及的卧室、起居室、厨房、卫生间及公共部位的楼梯间等宜采用模数网格来表示。模数网格与主体结构构件尺寸之间可灵活叠加设置。

[4.2.5] 框架结构柱子间设置的分户墙和分室隔墙，一般宜采用中心线定位法。当隔墙的一侧或两侧要求模数空间时宜用界面定位法。

【要点说明】

模数和模数协调是推进装配式建筑发展的基础。

过去我国在建筑的平面设计中的开间、进深尺寸中多采用3M（300mm），设计的灵活性和建筑的多样化受到了较大的限制，目前，我国为适应建筑设计多样化的需求，增加设计的灵活性，多选择2M（200mm）、3M（300mm）。但是在住宅的设计中，根据国内墙体的实际厚度，结合装配整体式剪力墙住宅的特点，建议采用2M＋3M（或1M、2M、3M）灵活组合的模数网格，以满足住宅建筑平面功能布局的灵活性及模数网格的协调。

【措施方法】

装配式建筑的平面设计在模数应用的基础上，应做好各专业间的协同设计，共同确定好构件、部品的平面定位。平面设计通常采用梁、柱、墙等结构部件的中心线定位法，在结构部件水平尺寸为模数尺寸的同时获得装配空间也为模数空间，实现结构主体与内装空间的协调。值得注意的是承重墙体和外围护墙体的厚度选择，应在墙体材料选择的多样性基础上保证墙体部件围合后的空间符合模数空间的要求。

3.4.2 设计高度的模数协调

建筑的高度及沿高度方向的部件应进行模数协调，应采用适宜的模数及优先尺寸。

【规范条文】

《建筑模数协调标准》GB/T 50002－2013：

[3.2.3] 建筑物的高度、层高和门窗洞口高度等宜采用竖向基本模数和竖向扩大模数数列，且竖向扩大模数数列宜采用nM。

[4.3.2] 部件优先尺寸的确定应符合下列规定：

6 层高和室内净高的优先尺寸系列宜为nM。

[5.3.4] 建筑沿高度方向的部件或分部件定位应根据不同条件确定基准面并符合以下规定：

1 建筑层高和室内净高宜满足模数层高和模数室内净高的要求。

【要点说明】

装配式建筑的层高设计应按照建筑模数协调的要求，采用基本模数或扩大模数nM的设计方法实现结构构件、建筑部品之间的模数协调。

层高和室内净高的优先尺寸间隔为1M。优先尺寸是从基本模数、导出模数和模数数列中事先挑选出来的模数数列，它与地区的经济水平和制造能力密切相关。尺寸越多，则灵活性越大，部件的可选择性越强；尺寸越少，则部件的标准化程度越高，但实际应用受到的限制越多，部件的可选择性越低。

考虑经济性与多样性，住宅建筑根据经验开间尺寸多选择3nM、2nM，进深多选择nM，高度多选用0.5nM做为优先尺寸的数列。

【措施方法】

立面高度的确定涉及到预制构件及部品的规格尺寸，应在立面设计中认真贯彻建筑模数协调的原则，定出合理的设计参数，以保证建设过程中，在功能、质量和经济效益方面获得优化。

室内净高应以地面装修完成面与吊顶完成面为基准面来计算模数空间高度。为实现建筑垂直方向的模数协调，达到可变、可改、可更新的目标，需要设计成符合模数要求的层高。各类建筑的层高确定一定要满足规范对建筑净高（层高）的要求。

3.4.3 构造节点的模数协调

【规范条文】

《建筑模数协调标准》GB/T 50002－2013：

[3.2.4] 构造节点和分部件的接口尺寸等宜采用分模数数列，且分模数数列宜采用M/10、M/5、M/2。

【要点说明】

构造节点是装配式建筑的关键技术，通过构造节点的连接和组合，使所有的构件和部品成为一个整体。节点的模数协调，可以实现连接节点的标准化，提高构件的通用化和互换性。

3.5 平面设计

装配式建筑的平面设计除了要满足使用功能的要求外，还应采用标准化的设计方法全面提升建筑品质、提高建设效率及控制建造成本。

3.5.1 总平面设计

装配式建筑的总平面设计应在符合城市总体规划要求，满足国家规范及建设标准要求的同时，配合现场施工方案，充分考虑构件运输通道、吊装及预制构件临时堆场的设置。

【规范条文】

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013：

[3.0.3] 装配式剪力墙住宅设计应满足以下要求：

1 在前期规划与方案设计阶段，各专业应充分配合，结合预制构件的生产运输条件和工程经济性，安排好装配式剪力墙结构实施的技术路线、实施部位及规模。

2 在总平面设计中应考虑预制构件及设备的运输通道、堆放以及起重设备所需空间。

3 应考虑好施工组织流程，保证各施工工序的有效衔接，提高效率，缩短施工周期。

【要点说明】

装配式建筑的大部分预制构件在工厂加工后，运到施工现场，经过短时间存放或立即进行吊装，施工组织计划和各施工工序的有效衔接相比传统的施工建造方式要求更高。总平面设计要结合施工组织进行统筹考虑，一般情况要求总平面设计应为装配式建筑生产施工过程中构件的运输、堆放、吊装预留足够的空间。在不具备临时堆场的情况下，应尽早结合施工组织，为吊装和施工预留好现场条件。

【措施方法】

1 考察预制构件生产地到施工现场之间道路的路况、荷载、宽度、高度等条件，统筹考虑预制构件的规格、重量、运输成本及道路临时加固等因素，并确定构件运输的施工现场进出口位置。

2 总平面的道路交通设计，要考虑与建筑构件施工运输的方案相结合，预制构件需要在施工的过程中运至塔吊所覆盖的区域进行吊装。运输道路应有足够的路面宽度和转弯半径。合理选择预制构件临时堆放场地，尽量避开施工开挖区域。

3.5.2 平面布置

平面布置除满足建筑使用功能需求外，应考虑有利于装配式混凝土结构建筑建造的要求。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.2.1] 建筑宜选用大开间、大进深的平面布置，并应符合本规程第6.1.5条的规定。

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378－2014：

[7.2.4] 公共建筑中可变换功能的室内空间采用可重复使用的隔断（墙），评价总分值为5分，根据可重复使用隔断（墙）比例按表7.2.4的规则评分。

表7.2.4 可重复使用隔断（墙）比例评分规则

可重复使用隔断（墙）比例 Rrp	得 分
30% ≤Rrp <50%	3
50% ≤Rrp <80%	4
Rrp≥80%	5

【要点说明】

装配式建筑的设计需要整体设计的思想。平面设计不仅应考虑建筑各功能空间使用尺寸，还应考虑建筑全寿命期的空间适应性，让建筑空间适应使用者不同时期的不同需要，大空间结构形式有助于实现这一目标。同时，大空间的设计有利于减少预制构件的数量和种类，提高生产和施工效率，减少人工，节约造价。

【措施方法】

设计要尽量按一个结构空间来设计公共建筑单元空间或住宅的套型空间，根据结构受力特点合理设计结构预制构配件（部品）的尺寸，并注意预制构配件（部品）的定位尺寸既应满足平面功能需要又符合模数协调的原则。

室内空间划分应尽量采用轻质隔墙，对使用轻质隔墙比例的评分在《绿色建筑评价标准》GB/T 50378－2014中7.2.4条有详细规定。室内大空间可根据使用功能需要，采用轻钢龙骨石膏板、轻质条板、家具式分隔墙等轻质隔墙进行灵活的空间划分。轻钢龙骨石膏板隔墙内还可布置设备管线，方便检修和改造更新，满足建筑的可持续发展，符合国家工程建设节能减排，绿色环保的大政方针。

3.5.3 平面形状

装配式建筑的平面形状、体型及其构件的布置应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的相关规定，并符合国家工程建设节能减排，绿色环保的要求。

建筑设计的平面形状应保证结构的安全及满足抗震设计的要求。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[6.1.5] 装配式结构的平面布置宜符合下列规定：

1 平面形状宜简单、规则、对称、质量、刚度分布宜均匀；不应采用严重不规则的平面布置；

2 平面长度不宜过长（图6.1.5），长宽比（L/B）宜按表6.1.5采用；

3 平面突出部分的长度l不宜过大、宽度b不宜过小（图6.1.5），l/Bmax、l/b宜按表6.1.5采用；

4 平面不宜采用角部重叠或细腰形平面布置。

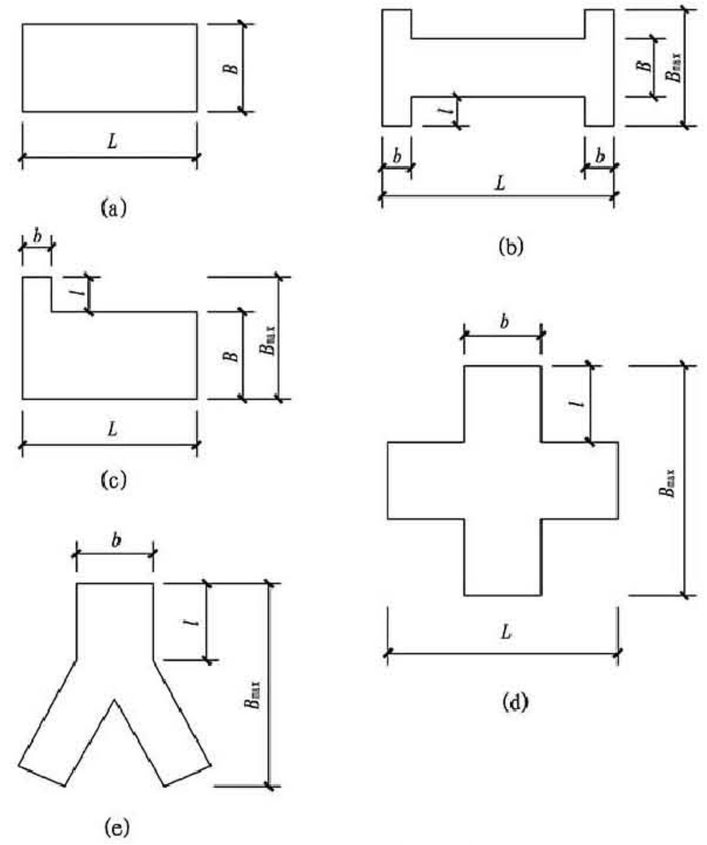


图6.1.5 建筑平面示例

表6.1.5 平面尺寸及突出部位尺寸的比值限值

抗震设防烈度	L/B	l/Bmax	l/b
6、7度	≤6.0	≤0.35	≤2.0
8度	≤5.0	≤0.30	≤1.5

[5.2.2] 承重墙、柱等竖向构件宜上、下连续，并应符合本规程第6.1.6条的规定。

[6.1.6] 装配式结构竖向布置应连续、均匀，应避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力沿竖向突变，并应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的有关规定。

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378－2014：

[7.2.1] 择优选用建筑形体，评价总分值为9分。根据国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011

-2010 规定的建筑形体规则性评分，建筑形体不规则，得 3 分；建筑形体规则，得 9 分。

【要点说明】

装配式建筑的平面形状及竖向构件布置要求，应严于现浇混凝土结构的建筑。平面设计的规则性有利于结构的安全性，符合建筑抗震设计规范的要求。特别不规则的平面设计在地震作用下内力分布较复杂，不适宜采用装配式结构。平面设计的规则性，可以减少预制楼板与构件的类型，有利于经济的合理性。不规则的平面会增加预制构件的规格数量及生产安装的难度，且会出现各种非标准的构件，不利于降低成本及提高效率。为实现相同的抗震设防目标，形体不规则的建筑，要比形体规则的建筑耗费更多的结构材料。不规则程度越高，对结构材料的消耗量越大，性能要求越高，不利于节材。

在建筑设计中要从结构和经济性角度优化设计方案，尽量减少平面的凸凹变化，避免不必要的不规则和不均匀布局。

3.5.4 标准化的设计方法

目前我国已建成的装配式建筑多为装配整体式剪力墙住宅，因此设计方法的表述以装配式住宅的设计为例。

1 平面设计应采用标准化、模数化、系列化的设计方法，应遵循《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 - 2014 中 3.0.2 条的“少规格、多组合”的原则，并满足《工业化建筑评价标准》GB/T 51129 - 2015 中的有关规定。

【规范条文】

《工业化建筑评价标准》GB/T 51129 - 2015：

[4.2.1] 参评项目应体现标准化设计理念，基本单元、构件、建筑部品应满足重复使用率高、规格少、组合多的要求。标准化设计评分规则应符合表 4.2.1 的规定。本条评价的最高分值为 25 分。

表 4.2.1 标准化设计评分规则

序号	评价项目	评价指标及要求		评价分值	评价方法
1	模数协调	建筑设计采用统一模数协调尺寸，并符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的有关规定		2	查阅资料
2	建筑单元	居住建筑	在单体住宅建筑中重复使用量最多的三个基本户型的面积之和占总建筑面积的比例不低于 70%	4	
		公共建筑	在单体公共建筑中重复使用量最多的三个基本单元的面积之和占总建筑面积的比例不低于 60%		
3	平面布局	各功能空间布局合理、规则有序，符合建筑功能和结构抗震安全要求		2	
4	连接节点	连接节点具备标准化设计，符合安全、经济、方便施工等要求		2	
5	预制构件	预制梁、预制柱、预制外承重墙板、内承重墙板、外挂墙板在单体建筑中重复使用量最多的三个规格构件的总个数占同类构件总个数的比例均不低于 50%		4	
		预制楼板、预制叠合楼板在单体建筑中重复使用量最多的三个规格构件的总个数占预制楼板总数的比例不低于 60%		2	
		预制楼梯在单体建筑中重复使用量最多的一个规格的总个数占楼梯总个数的比例不低于 70%		2	
		预制内隔墙板在单体建筑中重复使用量最多的一个规格构件的面积之和占同类型墙板总面积的比例不低于 50%		2	
		预制阳台板在单体建筑中重复使用量最多的一个规格构件的总个数占阳台板总数的比例不低于 50%		1	

续表 4.2.1

序号	评价项目	评价指标及要求	评价分值	评价方法
6	建筑部品	外窗在单体建筑中重复使用量最多的三个规格的总个数占外窗总数量的比例不低于 60%	2	查阅资料
		集成式卫生间、整体橱柜、储物间等室内建筑部品在单体建筑中重复使用量最多的三个规格的总个数占同类部品总数量的比例不低于 70%，并采用标准化接口、工厂化生产、装配化施工	2	

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970 - 2013：

[3.0.2] 应采用标准化、系列化设计方法，做到基本单元、连接构造、构件、配件及设备管线的标准化与系列化。

【要点说明】

预制构件和建筑部品的重复使用率是项目标准化程度的重要指标，根据对工程项目初步调查，在同一项目中对相对复杂或规格较多的构件，同一类型的构件一般控制在三个规格左右并占总数量的较大比重，可控制并体现标准化程度。对于规格简单的构件用一个规格构件数量控制。

公共建筑的基本单元主要是指标准的结构空间；居住建筑则是以套型为基本单元进行设计，套型单元的设计通常采用模块化组合的方式。

建筑的基本单元、构件、建筑部品重复使用率高、规格少、组合多的要求也决定了装配式建筑必须采用标准化、模数化、系列化的设计方法。

2 装配式住宅的设计要求

装配式住宅设计应符合国家标准《住宅设计规范》GB 50096 - 2011、《住宅建筑规范》GB 50368 - 2005、《住宅性能评定技术标准》GB/T 50362 - 2005 等国家及行业标准的规定。应满足适用性能、环境性能、经济性能、安全性能、耐久性能等住宅性能及质量要求，并符合适老化要求。

【规范条文】

《住宅设计规范》GB 50096 - 2011：

[3.0.6] 住宅设计应推行标准化、模数化及多样化，并应积极采用新技术、新材料、新产品，积极推广工业化设计、建造技术和模数应用技术。

【要点说明】

国家标准《住宅设计规范》GB 50096 - 2011 明确规定要积极推进装配式建筑设计。我国住宅建筑量大面广，实施装配式建造，是我国建筑行业发展的必然趋势。装配式建筑不仅能有效加快住宅的建造速度和提高住宅的建造质量，而且在后期的运行维护中，可做到快速维修和更新。

从目前我国装配式建筑发展的现状来说，住宅的装配式建造可操作性更强，标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修过程中的可控性更高，推广力度更大。通过推行建筑主体、建筑设备、建筑构配件和内装部品的标准化、模数化，适应装配式建筑生产的要求，提高装配式建筑建造水平。

在住宅设计中，多样化的设计能满足使用者不同的居住需求，但应严格遵守标准化、模数化的相关要求，不能为了多样化而放松标准化设计的基本原则，进而派生出不符合标准化、模数化要求的空间尺寸和构件尺寸。

3 套型模块设计

装配式住宅建筑的设计应以基本套型为模块进行组合设计。

装配式住宅的平面设计宜运用模块化的设计方法，利用优化后的套型模块进行多样化的平面组合。

【要点说明】

套型模块可以分解成若干独立的、相互联系的功能模块，对不同模块设定不同的功能，以便于更好地处理复杂、大型的功能问题。模块应具有“接口、功能、逻辑、状态”等属性。其中接口、功能与

状态反应模块的外部属性，逻辑反应模块的内部属性，模块应是可组合、分解和更换的。模块应满足模数协调的要求，模块应采用标准化和通用化构件部品，并为主体构件和内装部品尺寸协调、工厂生产和装配化施工安装创造条件。套型模块应进行精细化设计，应考虑系列化，同系列套型间应具备一定的逻辑及衍生关系，并预留统一的接口。

住宅套型模块应由起居室、卧室、门厅、餐厅、厨房、卫生间、阳台等功能模块组成，宜在分析清楚居住需求的前提下，提供适宜的空间尺度控制，并用大空间的结构加以固化。

【措施方法】

套型模块的设计，可由标准模块和可变模块组成。在对套型的各功能模块进行分析研究基础上，用较大的结构空间满足多个并联度高的功能空间的要求，通过设计集成、灵活布置功能模块，建立标准模块（如客厅＋卧室的组合等）。可变模块为补充模块，平面尺寸相对自由，可根据项目需求定制，便于调整尺寸进行多样化组合（如厨房＋门厅的组合等）。可变模块与标准模块组合成完整的套型模块。

1　起居室模块应按照套型的定位，满足居住者日常起居、娱乐、会客等功能需求，应注意控制开向起居室的门的数量和位置，保证墙面的完整性，便于各功能区的布置。

2　卧室模块按照使用功能一般分为双人卧室、单人卧室以及卧室与起居室合并的三种类型。卧室与起居室合为一室时，应不低于起居室的设计标准，且满足复合睡眠功能，并适当考虑空间布局的多样性。

3　餐厅模块包含独立餐厅及客厅就餐区域。中小套型中，当厨房面积太小，不具备冰箱放置空间时，在餐厅或兼餐厅的客厅内要增加冰箱摆放的空间，餐桌旁设餐具柜，摆放微波炉等厨用电器。

4　门厅模块包括收纳、整理妆容及装饰等功能。应根据一般生活习惯对各功能进行合理布局，结合收纳部品进行精细化设计。

5　厨房模块包括收纳、洗涤、操作、烹饪、冰箱、电器等功能及设施，应根据套型定位合理布局。厨房模块中的管道井应集中布置并预留检修口。厨房常用布局模式及尺寸宜符合《住宅整体厨房》JG/T 184－2011 的规定。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.2.4] 厨房和卫生间的平面布置应合理，其平面尺寸宜满足标准化整体橱柜及整体卫浴的要求。

【要点说明】

厨房设计应遵循模数协调标准，优选适宜的尺寸数列进行以室内完成面控制的模数协调设计，设计标准化的厨房模块，满足功能要求并实现工厂化生产及现场的干法施工。装配式住宅设计应优先选用整体厨房。

6　卫生间模块包括如厕、洗浴、盥洗、洗衣、收纳等功能，应根据套型定位及一般使用频率和生活习惯进行合理布局。卫生间的常用布局模式及尺寸宜符合《住宅整体卫浴间》JG/T 183－2011 的规定。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.4.5] 建筑宜采用同层排水设计，并应结合房间净高、楼板跨度、设备管线等因素确定降板方案。

【要点说明】

卫生间设计应遵循模数协调标准，设计标准化的卫生间模块，满足功能要求并实现工厂化生产及现场的干法施工。装配式住宅设计应按照《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1－2014 的 5.2.4 条、5.4.5 条的要求，优先选用同层排水的整体卫生间。

4　核心筒模块设计

核心筒模块主要由楼梯间、电梯井、前室、公共走道、候梯厅、设备管道井、加压送风井等功能组成，应根据使用需求进行标准化设计。核心筒设计应满足《住宅设计规范》GB 50096－2011、《建筑设计防火规范》GB 50016－2014 防火安全疏散的相关要求。

（1）在满足国家相关规范的基础上，从使用的安全性和交通的便捷性出发，考虑舒适性和经济性，合理布局各功能模块。

（2）电梯的设置是核心筒设计的一个重要部分，其数量、规格、组合方式将直接影响到建筑的使用和品质。

（3）楼梯的设计应满足疏散要求，合理设置楼梯的位置与数量，最大程度节约公共交通面积，提高使用率。楼梯的设计应实现标准化设计，方便后期进行工厂化预制与装配化施工。

（4）前室、候梯厅、公共走道等关系到使用的舒适度，前室和候梯厅应具有良好的采光通风条件。

（5）设备管井应考虑机电设备管线的集中布置，合理布置节约面积，同时预留检修空间。功能安排上应考虑强弱电设备管井不共用、强电不与水暖管井相邻、排烟井尽量设在角部，卫生间与茶水间靠近水管井等要求。

5　套型模块组合设计

个性化和多样化是建筑设计的永恒命题。但不要把标准化和多样化对立起来，二者的巧妙配合能够帮助我们实现标准化前提下的多样化和个性化。以住宅为例，可以用标准化的套型模块结合核心筒模块组合出不同的平面形式和建筑形态，创造出多种平面组合类型，为满足规划的多样性和场地适应性要求提供设计方案。

【要点说明】

楼栋应由不同的标准套型模块组合而成，通过合理的平面组合形成不同的平面形式并控制楼栋的体型。楼栋标准化是运用套型模块化的设计，从单元空间、户型模块、组合平面、组合立面四个方面，对楼栋单元进行精细化设计。

楼栋在进行套型模块组合设计时，模块的接口类型非常重要。每个模块都有接口，模块接口应标准化。设计模块时接口越多，模块组合的方式就越多，但是给自身的条件限制也就越大，也不利于装配式建筑的建造。

模块标准化接口示意详见图 3.5.4－1。

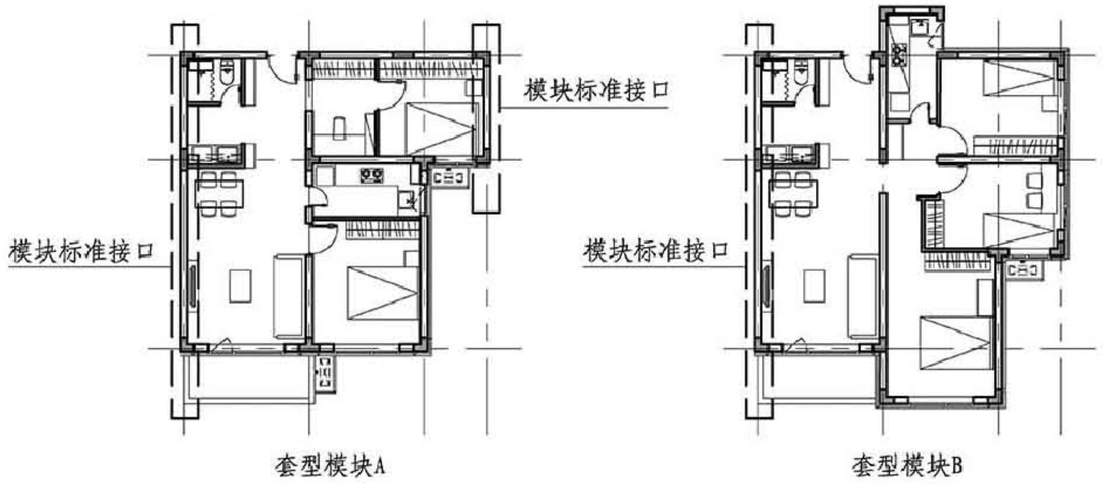


图 3.5.4－1　模块标准化接口示意

楼栋组合平面设计应优先确定标准套型模块及核心筒模块，平面组合形式要求得越清楚，其模块设

计实现的效率越高。组合设计可以优先考虑相同开间或进深便于拼接的套型模块进行组合，结合规划要求利用各功能模块的变化组合形成标准套型模块基础上的多样化。套型模块组合平面形式示意详见图3.5.4－2。

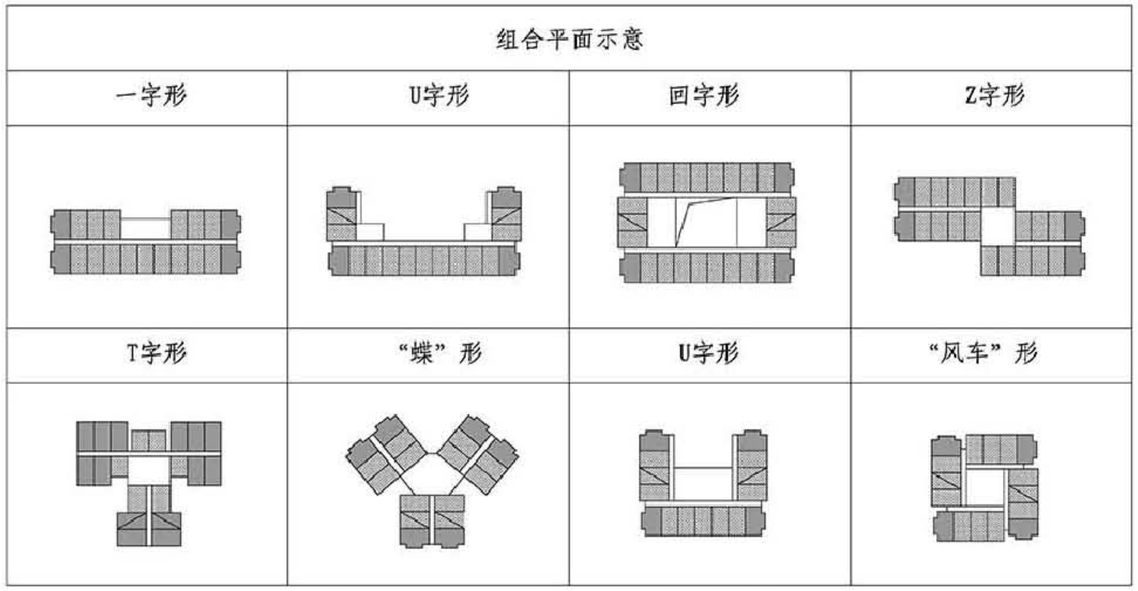


图3.5.4－2　套型模块组合平面形式示意

3.5.5　面积计算

【规范条文】

《建筑工程建筑面积计算规范》GB/T 50353－2013：

[3.0.24] 建筑物的外墙外保温层，应按其保温材料的水平截面积计算，并计入自然层建筑面积。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013：

[5.0.6] 装配式剪力墙住宅的面积计算应符合国家标准《住宅设计规范》GB 50096及《建筑工程建筑面积计算规范》GB/T 50353的要求，当外墙为预制夹心外墙板时，应按保温层外表面计算住宅楼建筑面积。

【要点说明】

当装配式建筑采用预制夹心外墙板时，夹心板保温层外部的外叶墙板是作为保温层的保护层存在，如果将其计入建筑面积，会增加外墙面积的占比。根据上述规范，可以在计算面积时，按保温材料水平截面的外表面计算建筑面积，以保证装配式建筑与常规建筑面积计算的一致性。

值得探讨的是：中国应该积极推进以建筑被动式节能为主的被动式建筑技术。如果建筑面积按保温层外皮考虑，将影响套内空间使用面积，降低空间使用率，不利于建筑被动式节能技术的推广和发展。建议相关标准将建筑面积计算规则调整为“自然层建筑面积，当采用外墙外保温时，应按其保温材料与主体结构相邻界面的水平截面积计算，也就是外保温不计入建筑面积，有利于建筑被动式节能技术的推广应用。”

3.6　立面及剖面设计

装配式建筑的立面设计，应采用标准化的设计方法，通过模数协调，依据装配式建筑建造方式的特点及平面组合设计实现建筑立面的个性化和多样化效果。

3.6.1　装配式建筑的立面设计

装配式建筑的立面是标准化预制构件和构配件立面形式装配后的集成与统一。立面设计应根据技术策划的要求最大限度考虑采用预制构件，并依据“少规格、多组合”的原则尽量减少立面预制构件的规格种类。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.1.3] 建筑的围护结构以及楼梯、阳台、隔墙、空调板、管道井等配套构件、室内装修材料宜采用工业化、标准化产品。

[5.3.6] 空调板宜集中布置，并宜与阳台合并设置。

安徽省地方标准《装配整体式剪力墙结构技术规程（试行）》DB34/T 1874－2013：

[4.5.1] 阳台板、空调室外机搁板、太阳能集热器板、装饰构件等外挑构件宜采用工厂化加工的标准预制件，或采用部分预制、部分现浇的叠合构件。外挑构件宜减少规格和类型，出挑尺寸不宜过大。腰线等外挑装饰构件可采用轻质材料预制，并与主体结构可靠连接。

【要点说明】

建筑的外围护结构宜采用装配式结构及预制构件，预制构件应标准化、少规格。预制构件的规格化、定型化生产可稳定质量，降低成本；通用化部件所具有的互换能力，可促进市场的竞争和部件生产水平的提高。

【措施方法】

装配式建筑的立面设计与标准化预制构件、部品的设计是总体和局部的关系，通过立面设计优化，设计运用模数协调的原则，采用集成技术，减少构件的种类，并进行构件的多样化组合，达到实现立面个性化、多样化设计效果及节约造价的目的。

建筑立面应规整，外墙宜无凸凹，立面开洞统一，减少装饰构件，尽量避免复杂的外墙构件。居住建筑的基本套型或公共建筑的基本单元在满足建设项目要求的配置比例前提下尽量统一，通过标准单元的简单复制、有序组合达到高重复率的标准层组合方式，实现立面外墙构件的标准化和类型的最少化。建筑立面呈现整齐划一、简洁精致、富有装配式建筑特点的韵律效果。

3.6.2　建筑高度及层高

1　建筑高度

装配式建筑选用不同的结构形式，可建设的最大建筑高度不同。结构的最大适用高度具体见《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014中第6.1.1条及本指南第四章结构设计的相关规定。

2　建筑层高

装配式建筑的层高要求与现浇混凝土建筑相同，应根据不同建筑类型、使用功能的需求来确定，应满足国家规范标准中对层高、净高的规定。

【规范条文】

《民用建筑设计通则》GB 50352－2005：

[6.2.1] 建筑层高应结合建筑使用功能、工艺要求和技术经济条件综合确定，并符合专用建筑设计规范的要求。

《CSI住宅建设技术导则（试行）》：

[3.2.2] 套型与空间设计

1　宜通过合理的结构选型，获得空间可变性高的大跨度空间，以方便住户灵活分隔建筑空间来实现不同居住需求。

2　宜选用易于安装、拆卸，且保温、隔声性能良好的轻质内隔墙分隔套内空间。

3　应结合架空夹层构造方法选择适宜住宅层高，实现套内各种管线同层敷设，架空高度根据实际设计需要确定。

【要点说明】

影响建筑物的层高的因素

室内的净高：应为地面完成面（有架空层的按架空层面层完成面）至吊顶底面之间的垂直距离。室内净高要求越高，相应的层高就越高。室内的净高除满足建设项目使用的要求外，应符合《民用建筑设计通则》GB 50352－2005 及各专用建筑设计规范的要求。

梁、板的厚度：结构选型不同，开间尺寸不同，梁、板的厚度则不同。

吊顶的高度：吊顶高度主要取决于机电管线与梁占用的空间高度。

值得注意的是，装配式建筑采用传统地面构造做法与采用 CSI 体系设计的楼地面高度是不同的。

采用传统地面构造做法，电气管线敷设在叠合楼板的现浇层内，如电气管线、弱电布线等的预留预埋；设备管线敷设在地面的建筑垫层内，如给排水管、暖气管、太阳能管线等的预留预埋。

CSI 体系设计采用的是建筑结构体与建筑内装体、设备管线相分离的方式，取消了结构体楼板和墙体中的管线预留预埋，而采用与吊顶、架空地板和轻质双层墙体结合进行管线明装的安装方式。

建筑专业应与结构专业、机电专业及内装修进行一体化设计，配合确定梁的高度及楼板的厚度，合理布置吊顶内的机电管线、避免交叉，尽量减小空间占用，协同确定室内吊顶高度。设计各专业通过协同设计确定建筑层高及室内净高，使之满足建筑功能空间的使用要求。

1　住宅的层高

装配式住宅建筑的层高要根据不同的建设方案、结构选型、内装方式合理确定。采用传统地面构造做法与采用 CSI 体系设计的楼地面高度是不同的。住宅的层高＝房间净高＋楼板厚度＋架空地板（传统地面构造）高度＋吊顶高度。影响住宅层高的因素主要为架空地板与吊顶的高度。

采用传统地面构造做法的建筑，如采用地面辐射供暖时，供暖管线敷设于楼面的垫层，住宅的层高宜为 2.90m。如采用传统的散热器采暖，则与传统现浇混凝土建筑的层高无区别。

采用 CSI 体系技术且通层设置地板架空层的住宅层高不宜低于 3.00m；采用局部设置架空层的住宅层高不宜低于 2.80m。

2　公共建筑的层高

装配式混凝土结构公共建筑的层高应满足使用功能要求及规范对净高的要求。与现浇混凝土建筑的设计相比，楼地面构造做法、吊顶所需建筑空间区别不大。但是，装配式建筑在吊顶的设计中应加强与各专业的协同设计，合理布局机电管线、设备管道及设备设施，减少管线交叉，进行准确的预留预埋及构件预留孔洞设计。

3.6.3　立面门窗设计

装配式建筑立面门窗设计应满足建筑的使用功能、经济美观、采光、通风、防火、节能等现行国家规范标准的要求。

1　门窗洞口的尺寸

门窗洞口尺寸应遵循模数协调的原则，宜采用优先尺寸，并符合《建筑门窗洞口尺寸系列》GB/T 5824－2008 的规定。

【规范条文】

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013：

[4.0.6] 门窗洞口采用的优先尺寸宜符合表 4.0.6 的规定。

表 4.0.6　门窗洞口的优先尺寸

	最小洞宽	最小洞高	最大洞宽	最大洞高	基本模数	扩大模数
门洞口	7M	15M	24M	23（22）M	3M	1M
窗洞口	6M	6M	24M	23（22）M	3M	1M

注：住宅层高 2900mm 时，门窗洞口的最大洞高优选 23M；住宅层高 2800mm 时，门窗洞口的最大洞高优选 22M。

【要点说明】

门窗洞口尺寸应符合模数协调标准，在满足功能要求的前提下应选用优先尺寸。同一地区同一建筑物门窗洞口尺寸优先选用《建筑门窗洞口尺寸系列》GB/T5824－2008 中的基本规格，其次选用辅助规格，并减少规格数量，使其相对集中；采用组合门窗时，优先选用基本门窗组合而成的门或窗。减少门窗的类型，就是减少预制构件的种类，利于降低工厂生产和现场装配的复杂程度，保证质量并提高效率。

2　门窗洞口的布置

装配式建筑的设计应在确定功能空间的开窗位置、开窗形式的同时重点考虑结构的安全性、合理性，门窗洞口布置应满足结构受力的要求。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.2.3] 门窗洞口宜上下对齐、成列布置，其平面位置和尺寸应满足结构受力及预制构件设计要求；剪力墙结构中不宜采用转角窗。

[8.2.1] 预制剪力墙宜采用一字形，也可采用 L 形、T 形或 U 形；开洞预制剪力墙洞口宜居中布置，洞口两侧的墙肢宽度不应小于 200mm，洞口上方连梁高度不宜小于 250mm。

【要点说明】

基于装配式混凝土剪力墙结构对建筑设计的要求，门窗洞口的布置应满足结构受力的要求，位置与形状应方便预制构件的加工与吊装。转角窗的设计对结构抗震不利，且加工及连接比较困难，装配式混凝土剪力墙结构不宜采用转角窗设计。对于框架结构预制外挂墙板上的门窗，要考虑外挂墙板的规格尺寸、安装方便和墙板组合的合理性。

装配式建筑立面设计时，应重视门窗洞口布置的结构设计原则，在满足结构安全的基础上实现立面多样化的设计。

3.6.4　外墙装饰材料

装配式建筑的外墙饰面材料选择及施工应结合装配式建筑的特点，考虑经济性原则及符合绿色建筑的要求。饰面的质量应符合《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210－2001 的相关规定。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.3.2] 外墙饰面宜采用耐久、不易污染的材料。采用反打一次成型的外墙饰面材料，其规格尺寸、材质类别、连接构造等应进行工艺试验验证。

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378－2014：

[7.2.14] 合理采用耐久性好、易维护的装饰装修建筑材料，评价总分值为 5 分，并按下列规则分别评分并累计：

1　合理采用清水混凝土，得 2 分；

2　采用耐久性好、易维护的外立面材料，得 2 分；

3　采用耐久性好、易维护的室内装饰装修材料，得 1 分。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013：

[6.3.3] 预制外墙的面砖或石材饰面宜在构件厂采用反打或其他工厂预制工艺完成，不宜采用后贴面砖、后挂石材的工艺和方法。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑技术规程（暂行）》DB21/T1924－2011：

[3.5.3.3] 选用厚度≥20mm 的石材或大面积玻璃做外墙饰面时，宜首选幕墙系统的构造方案现场施工，或在构件厂完成幕墙单元之后现场拼装。其主龙骨应与结构受力构件牢固连接，不应将其连接在夹心外墙板外叶上。

【要点说明】

预制外墙板饰面在构件厂一体完成，其质量、效果和耐久性都要大大优于现场作业，省时省力、提

高效率。外饰面应采用耐久性好、易维护的装饰建筑材料，可更好地保持建筑的设计风格、视觉效果和人居环境的绿色健康，减少建筑全寿命期内的材料更新替换和维护成本，减少施工带来的有毒有害物质的排放、粉尘及噪声等问题。可选择混凝土、耐候性涂料、面砖和石材等。预制混凝土外墙可处理为彩色混凝土、清水混凝土、露骨料混凝土及表面带图案装饰的混凝土等，不同的质感和色彩可满足立面效果设计的多样化要求。涂料饰面整体感强，装饰性良好、施工简单、维修方便，较为经济。面砖饰面、石材饰面坚固耐用，具备很好的耐久性和质感，且易于维护。在生产过程中饰面材料与外墙板采用反打工艺同时制作成型，可减少现场工序，保证质量，提高饰面材料的使用寿命。

装配式建筑的外围护结构的安全性应符合国家或地方相关标准的规定。

采用幕墙（如石材幕墙、金属幕墙、玻璃幕墙、人造板材幕墙等）作为围护结构，幕墙厂家须配合预制构件厂做好结构受力构件上幕墙预埋件的预留预埋。

3.6.5 立面分格与预制构件组合设计

装配式建筑的立面分格应与构件组合的接缝相协调，做到建筑效果和结构合理性的统一。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[10.3.1] 外挂墙板的高度不宜大于一个层高，厚度不宜小于100mm。

上海市工程建设规范《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》DG/T J08－2071－2010：

[9.2.1] 预制剪力墙板（PCF板）应满足以下构造要求：

2 预制剪力墙板采用矩形或“L”形板，设计板宽B应不大于3.3m，板高H应不大于6.0m，“L”形板短边长度不宜大于1.0m。单块预制剪力墙板板重不宜大于3.5t。

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378－2014：

[7.1.3] 建筑造型要素应简约，且无大量装饰性构件。

【要点说明】

装配式建筑要充分考虑预制构件工厂的生产条件，结合结构现浇节点及外挂墙板受力点位，综合立面表现的需要，选用合适的建筑装饰材料，设计好墙面分格，确定外墙合理的墙板组合模式。立面构成要素宜具有一定的建筑功能，比如外墙、阳台、空调百叶、栏杆等，避免大量应用装饰性构件，尤其是与建筑不同寿命的装饰性构件，影响建筑使用的可持续性，不利于节材、节能。

预制外墙板的组合设计主要考虑结构的安全性要求、预制构件模具的适应性、吊装的可行性及经济性、现场塔吊或其他起吊装置的起吊能力等。随着施工技术的不断进步，这些条件也在不断变化。

预制混凝土外墙板通常分为整板和条板。整板大小通常为一个开间的长度尺寸，高度通常为一个层高的尺寸。条板通常分为横向板、竖向板等，根据工程设计也可采用非矩形板或非平面构件，在现场拼接成整体。装配式剪力墙结构建筑，外围护结构通常采用具有剪力墙功能的预制混凝土外墙板，一般设计为整间板。框架结构建筑的外围护结构通常采用预制外挂墙板及轻质外墙板等，可设计为整间板、横向板和竖向板。

采用预制外挂墙板的立面分格宜结合门窗洞口、阳台、空调板及装饰构件等按设计要求进行划分。预制女儿墙板宜采用与下部墙板结构相同的分块方式和节点做法。

3.6.6 立面多样化的设计方法

建筑是构成城市空间和环境的重要因素。装配式建筑应进行多样化设计，避免造成单调乏味、千城一面的城市环境。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.3.1] 外墙设计应满足建筑外立面多样化和经济美观的要求。

【要点说明】

装配式建筑的立面受标准化设计、定型化的标准套型和结构体系的制约，固化了外墙的几何尺寸。

为减少构件规格，门窗大都均匀一致，可变性较低。但是可以充分发挥装配式建筑的特点，通过标准套型的系列化、组合方式的灵活性和预制构件色彩、肌理的多样化寻求出路，结合新材料、新技术实现不同的建筑风格需求，形成装配式建筑立面的个性化。实践中比较成熟的做法有：

1 平面组合的多样化

设计应结合装配式建筑的特点，通过系列化标准单元进行丰富的组合，产生出一种以统一性为基础的复杂性，带来建筑体型的多样化。

2 建筑群体的多样化组合

在总平面布局上利用建筑群体布置产生围合空间的变化，用标准化的单体结合环境设计组合出多样化的群体空间，实现建筑与环境的协调。

3 利用立面构件的光影效果，改善体型的单调感。可以充分利用阳台、空调板、空调百叶等不同功能构件及组合方式形成丰富的光影关系，用“光”实现建筑之美。

4 利用不同色彩和质感的变化实现建筑立面的多样化设计。

5 新材料、新工艺特点的呈现。

3.7 节点构造

3.7.1 楼地面构造

1 叠合楼板楼地面构造

采用叠合楼板的楼地面构造设计应适合叠合楼板的施工与建造特点。

【规范条文】

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013：

[7.0.1] 装配式剪力墙住宅的楼板宜采用叠合楼板。

[7.0.3] 叠合楼板的建筑设备管线布线宜结合楼板的现浇层或建筑垫层统一考虑。

【要点说明】

装配式建筑的楼板宜采用叠合楼板设计，叠合板的厚度不宜小于60mm，现浇混凝土叠合层厚度不应小于60mm，通过现场浇筑叠合层组合成叠合楼板；其工序由工厂预制、现场装配、浇筑施工组成。通常将建筑的电气管线、弱电布线预埋在现浇叠合层中，设备管线预埋在建筑垫层中。

2 CSI住宅体系的地面构造

【规范条文】

《CSI住宅建设技术导则（试行）》

[3.2.2] 套型与空间设计

3 应结合架空夹层构造方法选择适宜住宅层高，实现套内各种管线同层敷设，架空高度根据实际设计需要确定。

【要点说明】

采用CSI住宅体系的楼地面宜采用架空地板系统，架空层内敷设排水和供暖等管线。架空层的设置应根据不同建筑的特点和需求，采用通层设置或局部设置。架空层的通层设置是指整个建筑平面内设置架空层，使设备管线全部同层布置，有利于建筑平面布局的整体改造（厨卫均可移位），其缺点是建筑层高较高。而局部设置设备管线架空层是通过厨卫局部降板来实现管线的同层布置，其优点是节省层高，但厨卫房间要相对固定不能移位，不利于平面布局的整体改造。CSI体系地面构造示意见图3.7.1。

3 楼地面防水设计

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.4.8] 设备管线穿过楼板的部位，应采取防水、防火、隔声等措施。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑技术规程（暂行）》DB21/T 1924－2011：

[3.3.4] 设置用水管线的架空层底板应做柔性防水并向上泛起，严密防水及防渗漏。其顶板应在适当位置设置检修用活动盖板。

【要点说明】

室内的防水如果设计、施工不好，造成漏水，将对工作、生活造成不便，造成经济损失。防水设计应满足相关规范的规定，有用水要求的房间、部位应做防水处理，采取可靠的防水措施。

【措施方法】

厨房、卫生间等用水房间，管线敷设较多，条件较为复杂，设计时应提前考虑，可采用现浇混凝土结构。如果采用叠合楼板，预制构件留洞、留槽、降板等均应协同设计，提前在工厂加工完成。采用架空地板的须预留检修盖板，并推荐使用柔性防水材料。

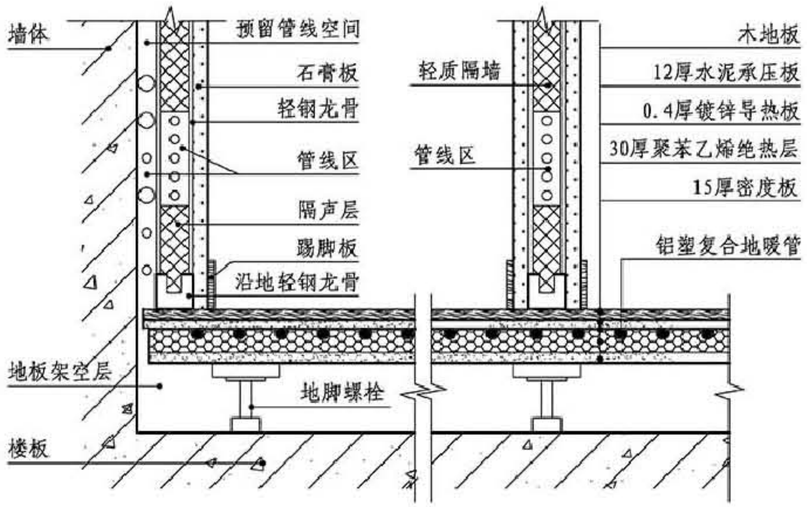


图 3.7.1 CSI 体系地面构造示意图

3.7.2 屋面构造

【规范条文】

《屋面工程技术规范》GB 50345－2012：

[4.1.4] 防水材料的选择应符合下列规定：

4 薄壳、装配式结构、钢结构及大跨度建筑屋面，应选用耐候性好、适应变形能力强的防水材料。

[4.3.2] 卷材、涂膜的基层宜设找平层。找平层厚度和技术要求应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 找平层厚度和技术要求

找平层分类	适用的基层	厚度（mm）	技术要求
水泥砂浆	整体现浇混凝土板	15～20	1:2.5 水泥砂浆
	整体材料保温层	20～25	
细石混凝土	装配式混凝土板	30～35	C20 混凝土、宜加钢筋网片
	板状材料保温层		C20 混凝土

【要点说明】

屋面防水层的整体性受结构变形与温差变形叠加的影响，变形超过防水层的延伸极限时就会造成开裂及漏水。叠合板屋盖，应采取增强结构整体刚度的措施，采用细石混凝土找平层；基层刚度较差时，宜在混凝土内加钢筋网片。屋面应形成连续的完全封闭的防水层；选用耐候性好、适应变形能力强的防水材料；防水材料应能够承受因气候条件等外部因素作用引起的老化；防水层不会因基层的开裂和接缝的移动而损坏破裂。

3.7.3 墙体构造

1 装配式建筑的外墙应满足结构、防水、防火、保温、隔热、隔声及建筑造型设计等要求。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.3.3] 预制外墙板的接缝应满足保温、防火、隔声的要求。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013：

[8.0.4] 预制外墙与梁、板、柱相连时，其连接处宜采取措施，保持墙体保温的连续性。

【要点说明】

预制外墙板接缝的处理以及连接节点的构造设计是影响外墙物理性能设计的关键。预制外墙板的各类接缝设计应施工方便、坚固耐久、构造合理，并应结合本地材料、制作及施工条件进行综合考虑。

【措施方法】

预制外墙板的接缝及连接节点处，应保持墙体保温性能的连续性。有保温或隔热要求的装配式建筑外墙，应采取防止形成热桥的构造措施。

对于夹心外墙板，当内叶墙板为承重墙，相邻夹心外墙板间浇筑有后浇混凝土时，在夹心层中保温材料的接缝处，应选用符合防火要求的保温材料填充。当围护结构为外挂墙板时，与梁、柱、楼板等的连接处应选用符合防火要求的保温材料填塞。

2 装配式外墙节点防水、保温构造

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.3.4] 预制外墙板的接缝及门窗洞口等防水薄弱部位宜采用材料防水和构造防水相结合的做法，并应符合下列规定：

1 墙板水平接缝宜采用高低缝或企口缝构造；

2 墙板竖缝可采用平口或槽口构造；

3 当板缝空腔需设置导水管排水时，板缝内侧应增设气密条密封构造。

[4.3.1] 外墙板接缝处的密封材料应符合下列规定：

1 密封胶应与混凝土具有相容性，以及规定的抗剪切和伸缩变形能力；密封胶尚应具有防霉、防水、防火、耐候等性能；

2 硅酮、聚氨酯、聚硫建筑密封胶应分别符合国家现行标准《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683、《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482、《聚硫建筑密封胶》JC/T 483 的规定；

3 夹心外墙板接缝处填充用保温材料的燃烧性能应满足国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624－2012 中 A 级的要求。

上海市工程建设规范《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014：

[5.4.7] 预制外墙板的接缝及门窗洞口处应作防排水处理，应根据预制外墙板不同部位接缝的特点及使用环境、使用年限等要求选用构造防排水、材料防水或构造和材料相结合的防排水系统，并应符合下列规定：

1 预制外墙板接缝采用构造防排水时，水平缝宜采用企口缝或高低缝。竖缝宜采用双直槽缝，与水平面夹角小于30°的斜缝宜按水平缝处理，其余斜缝应按竖缝处理。

2 预制外墙板接缝所用材料的防水性能应符合本规程第4.3节的要求。

3 预制外墙板十字缝部位每隔2～3层应设置导水管作引水处理，板缝内侧应增设气密条密封构造。当竖缝下方因门窗等开口部位被隔断时，应在开口部位上部竖缝处设置导水管。

【要点说明】

预制外墙板板缝受温度变化、构件及填缝材料的收缩、结构受外力后变形及施工的影响，板缝处出

现变形是不可避免的，变形容易产生裂缝，导致外墙防水性能出现问题。对接缝部位应采取可靠的防排水措施。

预制外墙板板缝应采用构造防水为主、材料防水为辅的做法。嵌缝材料应在延伸率、耐久性、耐热性、抗冻性、粘结性、抗裂性等方面满足接缝部位的防水要求。

构造防水是采取合适的构造形式阻断水的通路，以达到防水的目的。可在预制外墙板接缝外口处设置适当的线性构造，（水平缝可将下层墙板的上部做成凸起的挡水台和排水坡，嵌在上层墙板下部的凹槽中，上层墙板下部设披水构造；在垂直缝设置沟槽等）。也可形成截断毛细管通路的空腔，利用排水构造将渗入接缝的雨水排出墙外等措施，防止雨水向室内的渗漏。

材料防水是靠防水材料阻断水的通路，以达到防水和增加抗渗漏能力的目的。防水密封材料的性能，对于保证建筑的正常使用、防止外墙接缝出现渗漏现象起到重要的作用。选用的防水材料及填缝材料均应为合格产品。

1　装配式外墙水平缝构造示意详见图 3.7.3－1、图 3.7.3－3，装配式外墙垂直缝构造示意详见图 3.7.3－2、图 3.7.3－4。

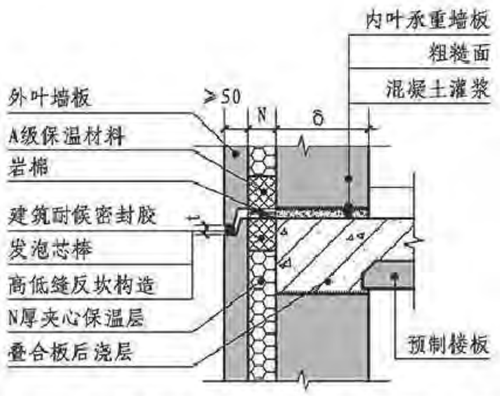


图 3.7.3－1　预制承重夹心外墙板水平缝构造示意图

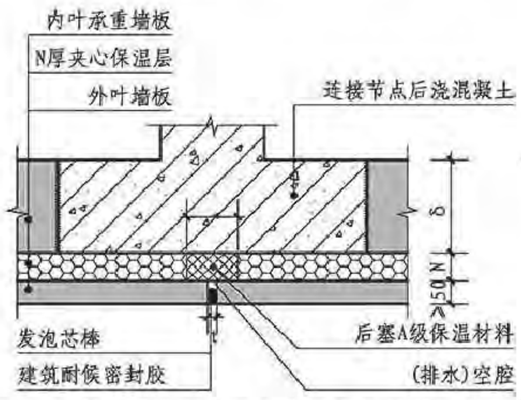


图 3.7.3－2　预制承重夹心外墙板垂直缝构造示意图

2　斜缝：与水平面夹角小于 30 度的斜缝按水平缝构造设计，其余斜缝按垂直缝构造设计。

3　T 形缝、十字缝：预制外墙板立面接缝不宜形成 T 形缝。外墙板十字缝部位每隔 2～3 层应设置排水管引水处理，板缝内侧应增设气密条密封构造。当垂直缝下方为门窗等其他构件时，应在其上部设置引水外流排水管。

4　变形缝：外墙变形缝的构造设计应符合建筑相应部位的设计要求。有防火要求的建筑变形缝应

设置阻火带，采取合理的防火措施；有防水要求的建筑变形缝应安装止水带，采取合理的防排水措施；有节能要求的建筑变形缝应填充保温材料，符合国家现行节能标准的要求。具体构造可参见国家建筑标准设计图集 14J936《变形缝建筑构造》。外挂墙板变形缝构造示意详见图 3.7.3－5。

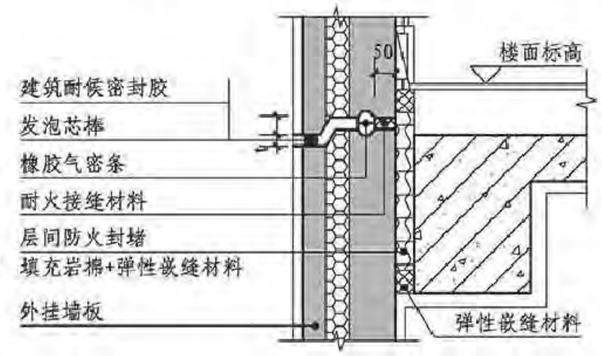


图 3.7.3－3　外挂墙板水平缝构造示意图

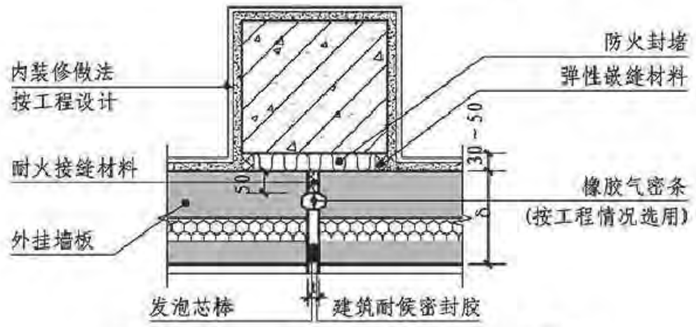


图 3.7.3－4　外挂墙板垂直缝构造示意图

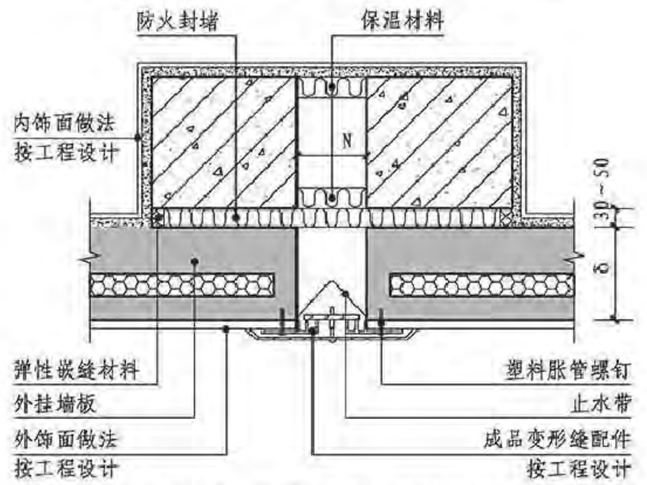


图 3.7.3－5　外挂墙板变形缝构造示意图

5　女儿墙

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.3.7] 女儿墙板内侧在要求的泛水高度处应设凹槽、挑檐或其他泛水收头等构造。

最新标准首发Q群：1411160466

【要点说明】

女儿墙设置由屋面防水层上翻后而需要固定收头的构造措施，对于屋面防水系统的完整性至关重要；预留泛水收头构造便于屋面防水系统的完整性与防水的严密性。

【措施方法】

1 在女儿墙顶部设置预制混凝土压顶或金属盖板，压顶的下沿做出鹰嘴或滴水。预制承重夹心女儿墙板构造示意详见图 3.7.3－6。

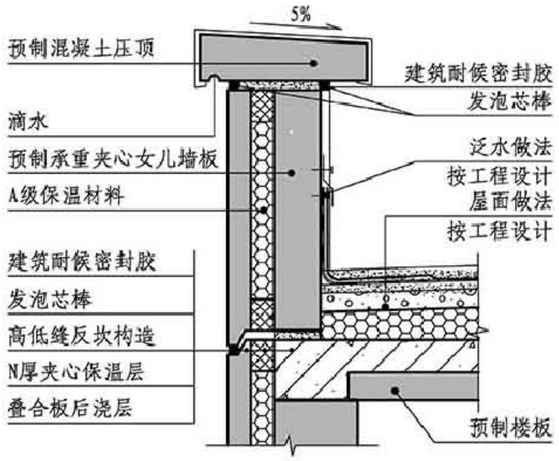


图 3.7.3－6 预制承重夹心女儿墙板构造示意图

2 外挂墙板女儿墙可以在女儿墙内侧设置现浇叠合内衬墙，与现浇屋面楼板形成整体式的刚性防水构造。外挂墙板女儿墙构造示意详见图 3.7.3－7。

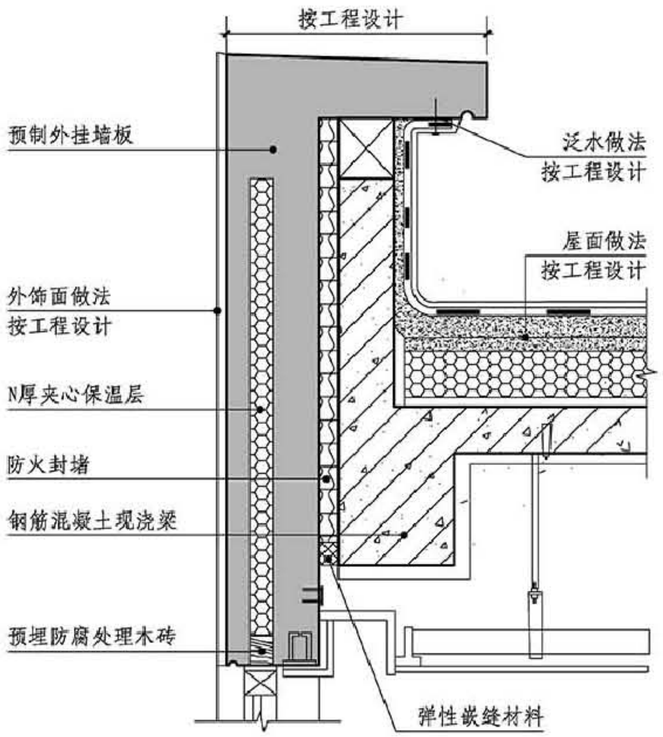


图 3.7.3－7 外挂墙板女儿墙构造示意图

3 北方、南方预制外墙接缝构造的对比

【规范条文】

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013：

[6.2.1] 预制外墙接缝（包括屋面女儿墙、阳台、勒脚等处的竖缝、水平缝、十字缝以及窗口处）应根据工程特点和自然条件等，确定防水设防要求，进行防水设计。垂直缝宜选用结构防水与材料防水结合的两道防水构造，水平缝宜选用构造防水与材料防水结合的两道防水构造。

[6.2.2] 预制外墙接缝采用材料防水时，应采用防水性能可靠的嵌缝材料。预制外墙接缝的防水材料还应符合下列要求：

1 外墙接缝宽度设计应满足在热胀冷缩及风荷载、地震作用等外界环境的影响下，其尺寸变形不会导致密封胶的破裂或剥离破坏的要求。在设计时应考虑接缝的位移，确定接缝宽度，使其满足密封胶最大容许变形率的要求。

2 外墙接缝宽度应控制在 10mm～35mm 范围内；接缝胶深度控制在 8mm～15mm 范围内。

3 外墙接缝所用的密封材料应选用耐候性密封胶，耐候性密封胶与混凝土的相容性、低温柔性、最大伸缩变形量、剪切变形性、防霉性及耐水性等均应根据设计要求选用。

4 外墙接缝防水工程应由专业人员进行施工，以保证外墙的防排水质量。

[6.2.3] 预制外墙接缝采用构造防水时，水平缝宜采用企口缝或高低缝。当竖缝后有现浇节点时并能实现结构防水时，竖缝可以采用直缝。

上海市工程建设规范《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》DG/TJ08－2071－2010：

[4.4.7] 预制外墙板接缝采用构造防水时，水平缝宜采用企口缝或高低缝，竖缝宜采用双直槽缝，并在预制外墙板十字缝部位每隔三层设置排水管引水外流。

[4.4.8] 预制外墙板接缝采用材料防水时，必须使用防水性能、耐候性能和耐老化性能优良的防水密封胶作嵌缝材料，以保证预制外墙板接缝防排水效果和使用年限。板缝宽度不宜大于 20mm，材料防水的嵌缝深度不得小于 20mm。

[4.4.9] 预制外墙板接缝采用构造和材料相结合的（如弹性物盖缝）防排水系统时，其接缝构造和所用材料应满足接缝防排水要求。

【要点说明】

我国各地方标准对外墙板缝的处理都有比较详细的规定，设计时应根据实际情况结合地方标准综合考虑。

我国南北方气候差异较大，地域性差异也造成施工工法上的不同，建筑外墙在保温、防水等方面南北方均有不同的需求及做法。

因此，在进行外墙接缝的构造设计时，应注意建筑所处的气候区条件的影响。外墙板缝中使用的密封材料，应符合国家标准要求，且应注意南北方不同使用条件下对密封材料的正确选用。

4 门窗安装构造

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.3.5] 门窗应采用标准化部件，并宜采用缺口、预留副框或预埋件等方法与墙体可靠连接。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013：

[6.1.3] 预制外墙的各种接缝部位、门窗洞口等构配件组装部位的构造设计及材料的选用应满足建筑的各类物理性能、力学性能、耐久性能及装饰性能的要求。

[6.5.2] 北京市预制外墙板的门窗框不宜采用预装法，外门窗应与洞口主体结构可靠连接并通过密封胶密封，门窗与混凝土构件的接缝不应渗水。

[6.5.3] 采用后装法安装门窗框时，预制外墙板上应预埋连接件及连接构造。

上海市工程建设规范《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》DG/TJ08－2071－2010：

[4.5.2] 装配整体式住宅墙板外饰面及门窗框宜在工厂加工完成。

【要点说明】

门窗安装应根据建筑功能的需要，满足结构、采光、防水、防火、保温隔热、隔声及建筑造型等设计要求。外门窗作为热工设计的关键部位，其热传导占整个外墙传热的比例很大，门窗框与墙体之间缝隙成了保温的一个薄弱环节。为了保证建筑节能，要求外窗具有良好的气密性能。带有门窗的预制外墙板，其门窗洞口与门窗框间的气密性不应低于门窗的气密性。

传统的现浇混凝土建造方式中，门窗洞口在现场手工支模浇筑完成，施工误差较大，而工厂化制造的门窗的几何尺寸误差很小，一般在毫米级。门窗与洞口之间的不匹配导致门窗施工质量控制困难，容易造成门窗处漏水。而预制外墙由于是工厂生产，采用统一的模板按构件的精度要求制作，一般误差很小，与工厂制造的门窗部品较匹配，施工工序简单、省时省工，质量控制有保障，较好的解决了外门窗的渗漏水问题，改善了建筑的性能，提升了建筑的品质。

工厂化生产可以避免施工误差，提高安装的精度，可以实现门窗洞口尺寸和外门窗尺寸的公差协调，有助于实现门窗的定型生产、高效装配和“零渗漏”。但是，不同的气候区域存在施工工法的差异。香港和深圳属于多雨地区，通常采用门窗“预装法”，在工厂生产过程中将外门窗框直接预埋于预制外墙板中，窗框与混凝土墙板被一次性浇筑成整体，强化其集成性和防水性能。但缺点是成品保护难度大，适应变形能力低。而北京地区四季温差大，在缺乏大量实验数据和实施经验的情况下，北京的地方标准中不建议采用预装法。

【措施方法】

预制外墙板的门窗安装方式，在不同的气候区域存在施工工法的差异，应根据项目所在区域的地方实际条件，按照地方标准的规定，结合实际情况合理设计。

我国南方地区有些工程采用预装法将门窗框直接预装在预制外墙板上，其生产模板的统一性及精度决定了门窗洞口尺寸偏差很小，便于控制，可保证外墙板安装的整体质量，减少门窗的现场安装工序。门窗与墙体在工厂同步完成的预制混凝土外墙，在加工过程中能够更好的保证门窗洞口与框之间的密闭性，避免形成热桥。

北方地区与南方地区的门窗安装方法不同。北京市地处寒冷地区，冬夏温差大，外门窗的温度变形大，预装法可能会造成接缝开裂漏水，因此不建议预装。如果采用预装法，应研究好节点构造，确保不漏水。

采用后装法安装门窗框时，预制外墙板上应预埋连接件及连接构造。

在编的《工业化住宅建筑外窗系统技术规程》中对窗附框的安装提出了要求：“1）工业化住宅建筑外窗应安装在预制有窗附框的墙体构件上；2）工业化住宅建筑外窗附框应在工厂制作，并在进入工程现场前与外墙构件连接为一个整体。其各项性能应符合行业和地方现行相关标准的规定。”此规定与北京地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013 的窗附框做法要求不同，应结合实际条件合理设计。

预制承重夹心外墙板门窗后装法构造示意详见图 3.7.3－8、图 3.7.3－9，预制承重夹心外墙板门窗预装法构造示意详见图 3.7.3－10。

5 外墙装饰构件

【规范条文】

辽宁省地方标准《装配整体式建筑技术规程（暂行）》DB21/T 1924－2011：

[3.5.3] 预制混凝土外墙装饰构件应结合外墙板整体设计。

[3.5.4] 独立的装饰构件和空调器室外机组等与预制混凝土外墙板应有可靠连接，自重较大者应连接在结构受力构件上。

【要点说明】

外墙装饰构件应结合外墙板整体设计，保证与主体结构的可靠连接，并应满足安全、防水及热工的要求。

空调室外机建议放置于空调机室外搁板上，具体做法可参照国家建筑标准设计图集 15G368－1《预制钢筋混凝土阳台板、空调板及女儿墙》。

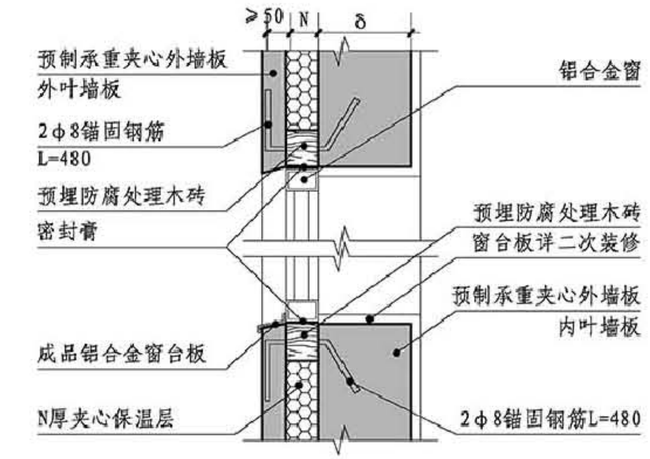


图 3.7.3－8 预制承重夹心外墙板门窗后装法构造示意图

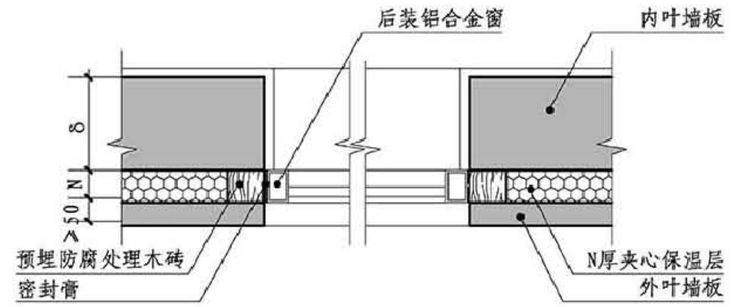


图 3.7.3－9 预制承重夹心外墙板门窗后装法构造示意图

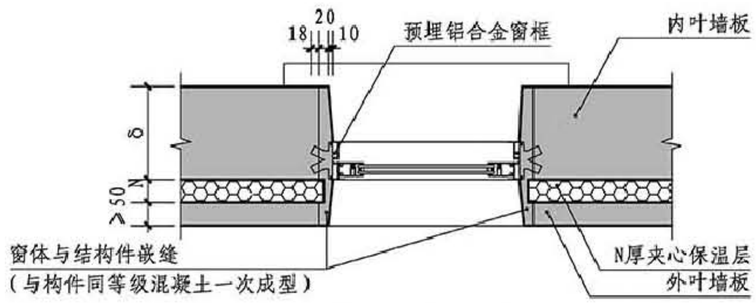


图 3.7.3－10 预制承重夹心外墙板门窗预装法构造示意图

3.7.4 防火构造

装配式建筑的防火设计应符合《建筑设计防火规范》GB50016－2014 的规定。

1 预制构件节点外露部位应采取防火保护措施。预制外墙板作为围护结构，应与各层楼板、防火墙、隔墙相交部位设置防火封堵措施。

【规范条文】

《建筑设计防火规范》GB 50016－2014：

[5.1.9] 建筑内预制钢筋混凝土构件的节点外露部位，应采取防火保护措施，且节点的耐火极限不

应低于相应构件的耐火极限。

[6.2.6] 建筑幕墙应在每层楼板外沿处采取符合本规范第6.2.5条规定的防火措施，幕墙与每层楼板、隔墙处的缝隙应采用防火封堵材料封堵。

上海市工程建设规范《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014：

[5.4.11] 预制外墙板的防火设计应符合下列规定：

1 预制外墙板与各层楼板、防火墙相交部位应设置防火封堵，封堵构造的耐火极限应满足现行国家建筑设计防火规范对建筑外墙的要求。

【要点说明】

对于装配式钢筋混凝土结构，其节点缝隙和明露钢支撑构件部位一般是构件的防火薄弱环节，容易被忽视，而这些部位却是保证结构整体承载力的关键部位，要求采取防火保护措施，耐火极限满足《建筑设计防火规范》GB 50016－2014的相应要求。

预制外挂墙板可作为混凝土结构的外围护系统，外挂墙板自身的防火性能较好，但是，在安装时梁、柱及楼板周围与挂板内侧一般要求留有30～50mm的调整间隙，如不采取一定的防火措施，火势会蔓延，难以实施扑救，故应按照防火规范的要求，采取相应的防火构造措施。外挂墙板与周边构件之间的缝隙，与楼板、梁柱以及隔墙外沿之间的缝隙，要采用具有弹性和防火性能的材料填塞密实，要求不脱落、不开裂。

外挂墙板层间防火封堵构造示意详见图3.7.4－1。

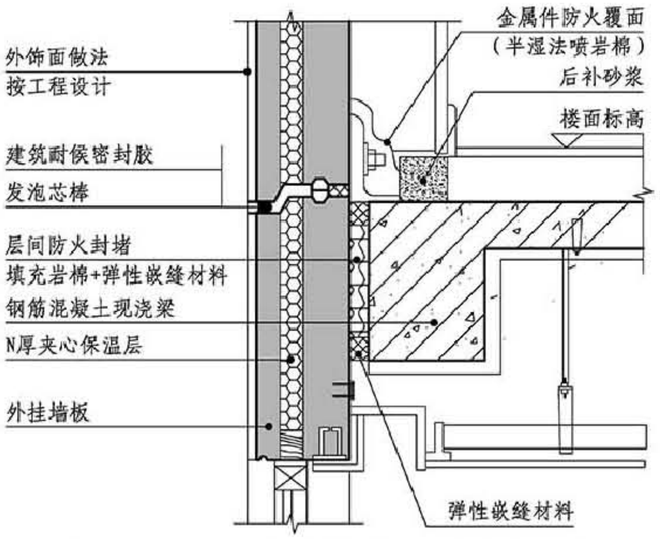


图3.7.4－1 外挂墙板层间防火封堵构造示意图

2 预制夹心保温外墙板的防火构造

【规范条文】

《建筑设计防火规范》GB 50016－2014：

[6.7.3] 建筑外墙采用保温材料与两侧墙体构成无空腔复合保温结构体时，该结构体的耐火极限应符合本规范的有关规定；当保温材料的燃烧性能为B_1、B_2级时，保温材料两侧的墙体应采用不燃材料且厚度均不应小于50mm。

【要点说明】

采用预制混凝土夹心保温外墙时，墙体同时兼有保温的作用。保温层处于结构构件内部，保温层与两侧的墙体及结构受力体系之间不存在空隙或空腔，且共同作为建筑外墙使用。此类墙体的耐火极限应符合《建筑设计防火规范》GB 50016－2014的第3.2节和第5.1节对建筑外墙的防火要求。建筑的保温系统中应尽量采用燃烧性能为A级的保温材料，A级材料属于不燃材料；当采用燃烧性能为B_1、B_2级的保温材料时，必须要采用严格的构造措施进行保护，保温层外侧保护墙体应采用不燃材料且厚度不应小于50mm。预制钢筋混凝土夹心保温外墙示意详见图3.7.4－2。

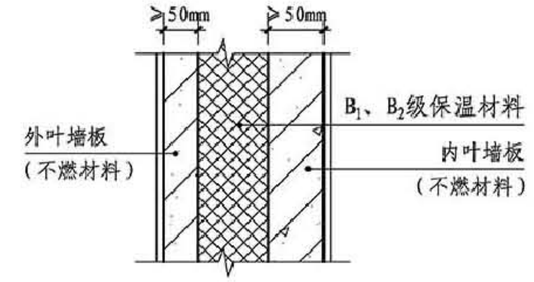


图3.7.4－2 预制钢筋混凝土夹心保温外墙示意图

对于装配式建筑的节点构造设计，应注意适用的地域范围。如在地方标准中，防火、防水、隔声、保温等要求严于国家标准，可按照地方标准的规定执行。

构造节点可参照国家建筑标准设计图集08SJ110－2 08SG333《预制混凝土外墙挂板》、15J939－1《装配式混凝土结构住宅建筑设计示例（剪力墙结构）》。

3.8 设计协同

3.8.1 装配式建筑的协同设计应从建筑设计、生产建造、运营维护等建筑全寿命期进行考虑。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[3.0.1] 在装配式建筑方案设计阶段，应协调建设、设计、制作、施工各方之间的关系，并应加强建筑、结构、设备、装修等专业之间的配合。

【要点说明】

装配式建筑应进行建筑、结构、机电设备、室内装修一体化设计，应充分考虑装配式建筑的设计流程特点及项目的技术经济条件，利用信息化技术手段实现各专业间的协同配合，保证室内装修设计、建筑结构、机电设备及管线、生产、施工形成有机结合的完整系统，实现装配式建筑的各项技术要求。

3.8.2 建筑设计协同

【规范条文】

辽宁省地方标准《装配整体式建筑技术规程（暂行）》DB21/T 1924－2011：

[3.1.4] 在前期规划与方案设计阶段，应与结构、设备、装饰装修及构配件厂家充分配合，结合建筑功能与造型，确定建筑各部位构配件的规格、类型，室内外装修方案与设备管线布置等，使装配整体式建筑既集成化、工业化、模数化、土建与内外装修一体化，又具有灵活性和可变性。

【要点说明】

1 方案设计阶段协同设计

方案阶段前期，建筑、结构、设备、装修等各专业即应密切配合，对预制构配件制作的可能性、经济性、标准化设计以及安装要求等作出策划。

方案阶段，根据技术策划要点做好平面设计、立面及剖面设计。平面设计在保证使用功能基础上，通过模数协调，围绕提高模板使用率和提高体系集成度进行设计。立面设计要考虑墙板的组合设计，依据装配式建造的特点实现立面的个性化和多样化。通过协同实现建筑设计的模数化、标准化、系列化和功能合理，实现预制构件及部品的“少规格、多组合”。

2 初步设计阶段协同设计

初步设计阶段，结合各专业的工作进一步优化和深化。确定建筑的外立面方案及装饰材料，墙板组合设计方案结合立面方案调整需要的立面效果，在预制墙板上开始考虑强电箱、弱电箱、预留预埋管线和开关点位的技术方案。在此阶段要求装修设计提供详细的“家具、设施布置图”。同时要提供专项的“经济性评估”，分析成本因素对最终实施的技术方案的影响，确定最终的技术路线。

（1）初步设计阶段通过优化和深化，实现预制构件的标准化和连接节点的标准化设计。

（2）结合技术策划，确定最终的装配率与预制率。

（3）在规划设计中，确定场地内构件运输、存放、吊装等设计方案。

（4）从基本单元、基本套型标准化、预制构件标准化方面进行优化设计。

（5）建筑与结构专业应对连接节点部位从结构、防水、防火、隔声、节能等各方面进行可行性研究。

（6）根据结构选型确定外墙的装配方案，进一步确定预制外墙饰面做法，可采用反打面砖、反打石材、预喷涂料等做法。

（7）结合节能设计，确定外墙保温做法。

（8）结合机电专业设计和内装修设计，确定强电箱、弱电箱、预留预埋管线和开关点位的预留预埋。

（9）考虑塔吊的吊装能力、运输限制等多方面因素，对预制构件尺寸进行优化设计。

（10）从预制构件生产可行性、生产效率、运输效率等多方面对构件进行优化设计。

（11）从预制构件现场安装的安全性、便利性、施工效率等多方面对构件进行优化设计。

3 施工图设计阶段协同设计

施工图阶段按照初步设计确定的技术路线进行深化设计，各专业与建筑部品、装饰装修、构件厂等上下游厂商加强配合，做好构件组合深化设计，提供能够实现的预制构件尺寸控制图；做好构件尺寸控制图上的预留预埋和连接节点设计；尤其是做好节点的防水、防火、隔声设计和系统集成设计。在建筑工程设计文件编制深度规定的基础上增加构件尺寸控制图、墙板编号索引图和连接节点构造详图等。协助结构专业做好预制构件加工图的设计。建筑师的工作主要是配合和把关，确保预制构件实现设计意图。

（1）预制外墙板宜采用装饰混凝土、涂料、面砖、石材等耐久、不易污染的材料，当采用反打工艺时，立面分格宜结合材料标准尺寸进行统一，且需考虑后期的修补方式，多进行拉拔强度测试。

（2）预制构件设计应注意采取的建筑节能保温形式，应选取适合地域需求的保温材料。

（3）与门窗厂家进行协同设计，确定预制外墙板上门窗的安装方式和防水、防渗漏措施。

（4）现浇段剪力墙长度除满足结构计算要求外，还宜结合铝膜施工工艺和轻质隔墙板的模数进行优化设计。

（5）根据内装修图和机电设备管线图，进行套内管线综合，确定预制构件中预埋管线和预留洞等的定位。

（6）对管线相对集中的部位，如强弱电盘、表箱等进行管线综合，并在建筑设计和结构设计中加以体现，同时依据内装修施工图纸进行整体机电设备管线的预留预埋。

（7）预埋设备及管道安装所需要的支吊架或预埋件，支吊架安装应牢固可靠，并具有耐久性；支架间距应符合相关工艺标准的要求。穿越预制墙体和梁的管道应预留套管，穿越预制楼板的管道应预留洞。安装固定于预制外墙上的管线，应在工厂安装预埋固定件。

3.8.3 内装修协同设计

【规范条文】

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378－2014：

[7.2.3] 土建工程与装修工程一体化设计，评价总分值为 10 分，并按下列规则评分：

1 住宅建筑土建与装修一体化设计的户数比例达到 30%，得 6 分；达到 100%，得 10 分。

2 公共建筑公共部位土建与装修一体化设计，得 6 分；所有部位均土建与装修一体化设计，得 10 分。

上海市工程建设规范《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》DG/T J08－2071－2010：

[4.5.3] 装配整体式住宅室内装修设计宜与建筑设计同步完成。

【要点说明】

装配式建筑的全装修设计应遵循建筑、装修、部品一体化的设计原则，部品体系应满足现行国家标准要求，满足安全、经济、节能、环保要求，部品体系宜实现以集成化为特征的成套供应，部品安装宜采用干法施工。

装配式建筑内装修的主要标准构配件宜以工厂化加工为主，部分非标准或特殊的构配件可在现场安装时统一处理。构配件应满足构件和部品制造工厂化、施工安装装配化的要求，执行优化参数、公差配合和接口技术等有关规定，以提高其互换性和通用性。

1 在建筑设计方案阶段开始装修设计，强化与建筑设计（包括建筑、结构、设备、电气等专业）的相互衔接，建筑室内水、暖、电、气等设备、设施的设计宜定型定位，避免后期装修造成的结构破坏和浪费。

2 装修设计采用标准化设计，应通过模数协调使各构件、部品与主体结构之间的尺寸匹配，提前预留、预埋接口，易于装修工程的装配化施工。墙、地面实现块材铺装，现场无二次加工。

3 在设计过程中，应确定所有点位的定位和规格，并在预制构件中进行预埋或预留。

4 全装修设计应综合考虑不同材料、设备、设施具有不同的使用年限。装修设计应具有可变性和适应性，便于施工安装、使用维护和更新改造。

5 建筑装修材料、设备在需要与预制构件连接时，宜采用预留预埋的安装方式。当采用膨胀螺栓、自攻螺丝、粘接等后期安装方法时，不得剔凿预制构件及其现浇节点，影响主体结构的安全性。

4 结构设计

4.1 一般规定

4.1.1 基本要求

装配式混凝土结构应该符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010 第三章中的各项基本要求。如果房屋层数为 10 层及 10 层以上或者高度大于 28m，还应该参照《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3－2010 第 3.1 节中关于结构设计的一般性规定。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[3.0.3] 装配式结构的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的基本要求，并应符合下列规定：

1 应采取有效措施加强结构的整体性；

2 装配式结构宜采用高强混凝土、高强钢筋；

3 装配式结构的节点和接缝应受力明确、构造可靠，并应满足承载力、延性和耐久性等要求；

4 应根据连接节点和接缝的构造方式和性能，确定结构的整体计算模型。

【要点说明】

1 应采取有效措施加强结构的整体性。装配整体式结构的设计，是在选用可靠的预制构件受力钢筋连接技术的基础上，采用预制构件与后浇混凝土相结合的方法，通过连接节点合理的构造措施，将预制构件连接成一个整体，保证其具有与现浇混凝土结构等同的延性、承载力和耐久性能，达到与现浇混凝土结构性能基本等同的效果。其整体性主要体现在预制构件之间、预制构件与后浇混凝土之间的连接节点上，包括接缝混凝土粗糙面及键槽的处理、钢筋连接锚固技术、设置的各类联系钢筋、构造钢筋等。

2 装配式混凝土结构的材料宜采用高强混凝土、高强钢筋。预制构件在工厂生产，便于采用高强混凝土材料；采用高强混凝土可以提早脱模提高生产效率，减小构件尺寸，便于运输吊装。采用高强钢筋，可以减小钢筋数量，简化连接节点，便于施工，降低成本。

3 装配式结构的节点和接缝应受力明确、构造可靠，一般采用经过充分的力学性能试验研究、施工工艺试验和实际工程检验的节点做法。节点和接缝的承载力、延性和耐久性等要求一般通过构造要求、施工工艺要求等来实现，必要时应对节点和接缝的承载力进行验算。

4 装配式结构的整体计算模型与连接节点和接缝性能有关，与现浇混凝土结构有一定区别。

4.1.2 装配式混凝土结构最大适用高度

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.1.1] 装配整体式框架结构、装配整体式框架－现浇剪力墙结构、装配整体式剪力墙结构、装配整体式部分框支剪力墙结构的房屋最大适用高度应满足表 6.1.1 的要求，并应符合下列规定：

1 当结构中竖向构件全部为现浇且楼盖采用叠合梁板时，房屋最大适用高度可按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中的规定采用。

2 装配整体式剪力墙结构和装配整体式部分框支剪力墙结构，在规定的水平力作用下，当预制剪力墙构件底部承担的总剪力大于该层总剪力的 50% 时，其最大适用高度应适当降低；当预制剪力墙构件底部承担的总剪力大于该层总剪力的 80% 时，最大适用高度应取表 6.1.1 括号内的数值。

表 6.1.1 装配整体式结构房屋的最大适用高度（m）

结构类型	非抗震设计	抗震设防烈度			
		6 度	7 度	8 度（0.2g）	8 度（0.3g）
装配整体式框架结构	70	60	50	40	30
装配整体式框架－现浇剪力墙结构	150	130	120	100	80
装配整体式剪力墙结构	140（130）	130（120）	110（100）	90（80）	70（60）
装配整体式部分框支剪力墙结构	120（110）	110（100）	90（80）	70（60）	40（30）

注：房屋高度指室外地面到主要屋面的高度，不包括局部突出屋顶的部分。

对于预制预应力混凝土装配整体式框架结构，其最大适用高度在《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程》JGJ 224－2010 中第 3.1.1 条进行了规定：

[3.1.1] 对预制预应力混凝土装配整体式框架结构，乙类、丙类建筑的适用高度应符合表 3.1.1 的规定。

表 3.1.1 预制预应力混凝土装配整体式结构适用的最大高度（m）

结构类型		非抗震设计	抗震设防烈度	
			6 度	7 度
装配式框架结构	采用预制柱	70	50	45
	采用现浇柱	70	55	50
装配式框架－剪力墙结构	采用现浇柱、墙	140	120	110

【要点说明】

对采用钢筋混凝土材料的高层建筑，从安全和经济诸方面综合考虑，其最大适用高度应有限制。当钢筋混凝土结构的房屋高度超过最大适用高度时，应通过专门研究，采取有效加强措施，并按住房和城乡建设部部长令的有关规定进行专项审查。

装配整体式框架结构，当采取了可靠的节点连接方式和合理的构造措施后（符合《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 的要求），其性能可以等同现浇混凝土结构。因此，两者最大适用高度基本相同。如果节点及接缝构造措施的性能达不到现浇结构的要求，其最大适用高度应适当降低。

装配整体式剪力墙结构中，墙体之间接缝数量多且构造复杂，接缝的构造措施及施工质量对结构整体的抗震性能影响较大，使其结构抗震性能很难完全等同于现浇结构。因此，装配整体式剪力墙结构的最大适用高度相比于现浇结构适当降低。当预制剪力墙数量较多时，即预制剪力墙承担的底部剪力较大时，对其最大适用高度限制更加严格。

装配整体式框架－现浇剪力墙结构中，框架的性能与现浇框架等同，因此整体结构的适用高度与现浇的框架－剪力墙结构相同。当框架采用预制预应力混凝土装配整体式框架时，最大适用高度比框架采用现浇结构降低了 10m。

对于预制预应力混凝土装配整体式框架结构，其最大适用高度比《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 中的装配整体式框架和装配整体式框架－现浇剪力墙结构适用高度略低。

【措施方法】

乙类装配整体式结构应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求选用《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 表 6.1.1。当房屋高度超过本表数值时，结构设计应有可靠依据，并采取有效的加强措施。

在计算预制剪力墙构件底部承担的总剪力占该层总剪力比例时，一般取主要采用预制剪力墙构件的最下一层；如全部采用预制剪力墙结构，则计算底层的剪力比例；如底部 2 层现浇其他层预制时，则计算第 3 层的剪力比例。

各地地方标准中，对于装配式混凝土结构的最大适用高度的规定与《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 中的规定基本相同。如有区别，应当按照地方标准与《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 的规定中较严者执行。

对于《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 中未作规定的装配式混凝土结构类型，如在地方标准中有规定，如叠合板式剪力墙结构，可按照地方标准的规定执行，并应注意适用的地域范围。

4.1.3 装配式混凝土结构的抗震等级

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.1.3] 装配整体式结构构件的抗震设计，应根据设防类别、烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类装配整体式结构的抗震等级应按表 6.1.3 确定。

表 6.1.3 丙类装配整体式结构的抗震等级

结构类型		抗震设防烈度								
		6 度		7 度			8 度			
装配整体式框架结构	高度（m）	≤24	>24	≤24		>24	≤24		>24	
	框架	四	三	三		二	二		一	
	大跨度框架	三		二			一			
装配整体式框架－现浇剪力墙结构	高度（m）	≤60	>60	≤24	>24 且≤60	>60	≤24	>24 且≤60	>60	
	框架	四	三	四	三	二	三	二	一	
	剪力墙	三	三	三	二	二	二	一	一	
装配整体式剪力墙结构	高度（m）	≤70	>70	≤24	>24 且≤70	>70	≤24	>24 且≤70	>70	
	剪力墙	四	三	四	三	二	三	二	一	
装配整体式部分框支剪力墙结构	高度	≤70	>70	≤24	>24 且≤70	>70	≤24	>24 且≤70		
	现浇框支框架	二	二	二	二	一	一	一		
	底部加强部位剪力墙	三	二	三	二	一	二	一		
	其他区域剪力墙	四	三	四	三	二	三	二		

注：大跨度框架指跨度不小于 18m 的框架。

[6.1.4] 乙类装配整体式结构应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施；当本地区抗震设防烈度为 8 度且抗震等级为一级时，应采取比一级更高的抗震措施；当建筑场地为 I 类时，仍可按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施。

[9.1.2] 多层装配式剪力墙结构抗震等级应符合下列规定：

1 抗震设防烈度为 8 度时取三级；

2 抗震设防烈度为 6、7 度时取四级。

《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程》JGJ 224－2010

[3.1.2] 预制预应力混凝土装配整体式房屋应根据设防类别、烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类建筑的抗震等级应符合表 3.1.2 的规定。

表 3.1.2 预制预应力混凝土装配整体式房屋的抗震等级

结构类型		烈度				
		6		7		
装配式框架结构	高度（m）	≤24	>24	≤24	>24	
	框架	四	三	三	二	
	大跨度框架	三		二		
装配式框架－剪力墙结构	高度（m）	≤24	>24	<24	24～60	>60
	框架	四	三	四	三	二
	剪力墙	三		三	二	

注：1 建筑场地为 I 类时，除 6 度外允许按表内降低一度所对应的抗震等级采取抗震构造措施，但相应的计算要求不应降低；

2 接近或等于高度分界时，允许结合房屋不规则程度及场地、地基条件确定抗震等级；

3 乙类建筑应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施，当建筑场地为 I 类时，除 6 度外允许仍按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施；

4 大跨度框架指跨度不小于 18m 的框架。

【要点说明】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1－2014 表 6.1.3 中，丙类装配整体式结构的抗震等级是参照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011－2010 和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3－2010 中的规定进行制订并适当调整。装配整体式框架结构及装配整体式框架－现浇剪力墙结构的抗震等级与现浇结构相同；由于装配整体式剪力墙结构及部分框支剪力墙结构在国内外的工程实践的数量还不够多，也未经历实际地震的考验，因此对其抗震等级的划分高度从严要求，比现浇结构适当降低。

预制预应力混凝土装配整体式框架结构与《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 中的装配整体式框架结构相同，而装配式框架－剪力墙结构比《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 中的装配整体式框架－现浇剪力墙结构的抗震等级中的高度划分低了 10m。

【措施方法】

本表适用于丙类建筑抗震等级的确定。

当建筑场地为Ⅲ、Ⅳ类时，对设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区，宜分别按照抗震设防烈度 8 度（0.2g）和 9 度（0.4g）时各抗震设防类别建筑的要求采取抗震构造措施。当甲、乙类建筑按规定提高一度确定其抗震等级而房屋的高度超过提高一度后对应的房屋最大适用高度时，则应采取比对应抗震等级更有效的抗震构造措施。

各地地方标准中，对于装配式混凝土结构的抗震等级规定与《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 中的规定基本相同。如有区别，应当按照地方标准与《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－

2014 的规定中较严者执行。对于《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 中未作规定的装配式混凝土结构类型，如在地方标准中有规定，如叠合板式剪力墙结构，可按照地方标准的规定执行，并应注意适用的地域范围。

4.1.4 装配式混凝土结构的高宽比

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.1.2] 高层装配整体式结构的高宽比不宜超过表 6.1.2 的数值。

表 6.1.2 高层装配整体式结构适用的最大高宽比

结构类型	非抗震设计	抗震设防烈度	
		6 度、7 度	8 度
装配整体式框架结构	5	4	3
装配整体式框架－现浇剪力墙结构	6	6	5
装配整体式剪力墙结构	6	6	5

【要点说明】

最大高宽比参照现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3－2010 中的规定并适当调整。是对结构刚度、整体稳定、承载能力和经济合理性的宏观控制；一般情况下，可按所考虑方向的最小宽度计算高宽比，但对突出建筑物平面很小的局部结构（如楼梯间、电梯间等），一般不应包含在计算宽度内。控制高宽比主要是为了控制结构底部在侧向力作用下的倾覆弯矩，尤其是对首层即采用装配式的结构。

4.1.5 装配式结构的平面、竖向布置及规则性

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.1.5] 装配式结构的平面布置宜符合下列规定：

1 平面形状宜简单、规则、对称，质量、刚度分布宜均匀；不应采用严重不规则的平面布置

2 平面长度不宜过长（图 6.1.5），长宽比（L/B）宜按表 6.1.5 采用；

3 平面突出部分的长度 l 不宜过大、宽度 b 不宜过小（图 6.1.5），l/B_{max}、l/b 宜按表 6.1.5 采用；

4 平面不宜采用角部重叠或细腰形平面布置。

表 6.1.5 平面尺寸及突出部位尺寸的比值限值

抗震设防烈度	L/B	l/B_{max}	l/b
6、7 度	≤6.0	≤0.35	≤2.0
8 度	≤5.0	≤0.30	≤1.5

[6.1.6] 装配式结构竖向布置应连续、均匀，应避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力沿竖向突变，并应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

[8.1.2] 装配整体式剪力墙结构的布置应满足下列要求：

1 应沿两个方向布置剪力墙；

2 剪力墙的截面宜简单、规则；预制墙的门窗洞口宜上下对齐、成列布置。

《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程》JGJ 224－2010：

[3.4.6] 预制预应力混凝土装配式框架建筑及其抗侧力结构的平面布置宜规则、对称，并应具有良好的整体性；建筑的立面和竖向剖面宜规则，结构的侧向刚度宜均匀变化，竖向抗侧力构件的截面尺寸和材料强度宜自下而上逐渐减小，避免抗侧力结构的侧向刚度突变。

[3.4.7] 多层框架结构不宜采用单跨框架结构，高层的框架结构以及乙类建筑的多层框架结构不

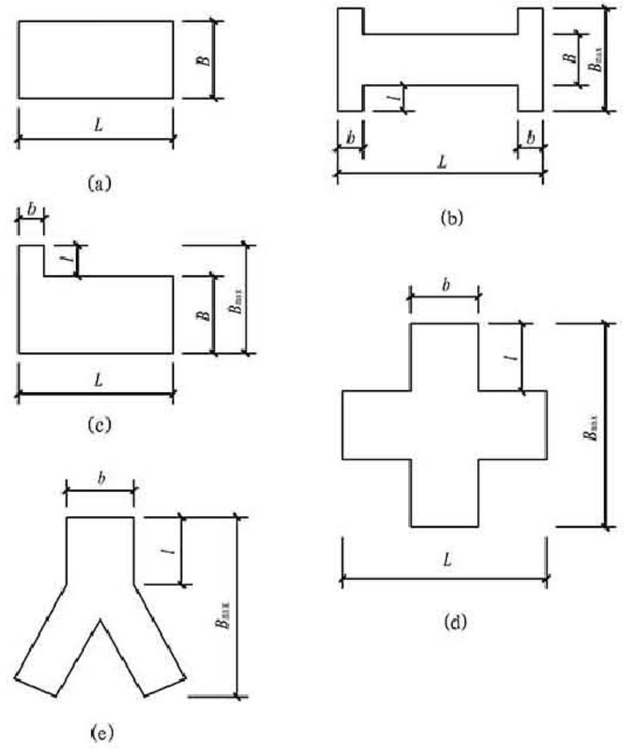


图 6.1.5 建筑平面示例

应采用单跨框架结构。楼梯间的布置不应导致结构平面显著不规则，并应对楼梯构件进行抗震承载力验算。

【要点说明】

对平面规则性的限制从结构抗震角度主要有两个目的：1、控制结构扭转；2、避免楼板中出现应力集中。结构在地震作用下的扭转对装配式混凝土结构尤其不利，会造成结构边缘的构件中剪力较大，预制构件水平接缝容易产生开裂和破坏；扭转还会在叠合楼板中产生较大的面内应力，在楼板与竖向构件的接缝处引起面内剪力，都容易造成破坏。对于平面较长外伸、角部重叠和细腰形的平面，凹角部位楼板内会产生应力集中，中央狭窄部分楼板内应力也很大。如果采用此种不规则的平面布置时，设计中应有针对性的进行分析和局部加强，如采用现浇楼板、加厚叠合楼板的现浇层及构造配筋，或者在外伸端部设置刚度较大的抗侧力构件等。

竖向不规则会造成结构地震力和承载力沿竖向的突变，装配式混凝土结构在突变处的构件接缝更容易发生破坏。如果发生竖向承载力或刚度突变的情况，突变位置可局部采用现浇结构。装配式混凝土结构的平面及竖向布置要求，应严于现浇混凝土结构。

【措施方法】

在进行建筑方案设计时，需考虑装配式混凝土结构对规则性的要求，尽量避免采用不规则的平面、竖向布置。

4.1.6 装配式混凝土结构中某些部位适合采用现浇混凝土，应按以下规定执行。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.1.8] 高层装配整体式结构应符合下列规定：

1 宜设置地下室，地下室宜采用现浇混凝土；

2 剪力墙结构底部加强部位的剪力墙宜采用现浇混凝土；

3 框架结构首层柱宜采用现浇混凝土，顶层宜采用现浇楼盖结构。

[6.1.9] 带转换层的装配式整体式结构应符合下列规定：

1 当采用部分框支剪力墙结构时，底部框支层不宜超过2层，且框支层及相邻上一层应采用现浇结构；

2 部分框支剪力墙以外的结构中，转换梁、转换柱宜现浇。

[6.6.1] 装配整体式结构的楼盖宜采用叠合楼盖。结构转换层、平面复杂或开洞较大的楼层、作为上部结构嵌固部位的地下室楼层宜采用现浇楼盖。

[8.1.4] 抗震设防烈度为8度时，高层装配整体式剪力墙结构中的电梯井筒宜采用现浇混凝土结构。

【要点说明】

高层装配整体式结构的地下室、高层装配整体式剪力墙结构的底部加强区和电梯井筒、装配整体式框架结构的首层及顶层楼盖、转换部位，建议采用现浇混凝土结构。主要是在抗震时，这些部位较为关键、不太规则、构件截面较大、配筋较多、节点构造复杂，采用现浇结构是为了保证结构抗震安全性和整体性。

【措施方法】

当在有可靠的技术措施，保证在以上部位采用现浇结构也能确保整体性和施工质量时，也可以考虑采用预制装配式结构。如结构底部加强区比较规则且构件尺寸和上部基本一致时，也可采用装配式结构；此时应特别注意约束边缘构件区域内纵筋的连接及封闭箍筋的设置，保证结构的有效传力。当顶层楼盖采用叠合楼盖时，应加大现浇层的厚度，以保证结构整体性能。

4.1.7 高层装配整体式结构进行抗震性能化设计，其范围和方法应符合以下规定。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.1.7] 抗震设计的高层装配整体式结构，当其房屋高度、规则性、结构类型等超过本规程的规定或者抗震设防标准有特殊要求时，可按现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的有关规定进行结构抗震性能设计。

【要点说明】

结构抗震性能设计应根据结构方案的特殊性、选用适宜的结构抗震性能目标，并应论证结构方案能够满足抗震性能目标预期要求。

【措施方法】

需要注意的是，在进行结构抗震性能设计时，构件的性能目标设定应有针对性，对抗震关键部位、不规则部位设定较高的性能目标，如中震不屈服或中震弹性；一般构件可不必设定超出规范要求的性能目标。构件的性能目标宜区分受力状态，抗剪、偏拉、偏压可分别设定性能目标，一般抗剪的性能目标＞偏拉＞偏压。应该注意重要节点及接缝也应设置合适的性能目标，接缝的性能目标不宜低于墙肢抗剪的性能目标。结构整体弹塑性分析时应考虑拼缝的影响，进行合理的模拟。

4.1.8 防连续倒塌设计

【规范条文】

《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010

[3.2.1] 混凝土结构的承载能力极限状态计算应包括下列内容：

5 对于可能遭受偶然作用，且倒塌可能引起严重后果的重要结构，宜进行防连续倒塌设计。

【要点说明】

装配式结构应具有在偶然作用发生时适宜的抗连续倒塌能力，不允许采用摩擦连接传递重力荷载，应采用构件连接传递重力荷载；应具有适宜的多余约束性、整体连续性、稳固性和延性；水平构件应具有一定的反向承载能力，如连续梁边支座、非地震区简支梁支座顶面及连续梁、框架梁梁中支座底面应有一定数量的配筋及合适的锚固连接构造，防止偶然作用发生时，该构件产生过大破坏。

【措施方法】

对于防连续倒塌设计，应按照《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010中第3.6条的要求进行。如果房屋层数为10层及10层以上或者房屋高度大于28m，还应该按照《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3－2010第3.12节的基本要求进行。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014中，主要通过构造要求来满足防连续倒塌的要求。主要包括：

1 强调结构的整体性，提出节点及接缝区域连接钢筋的数量不少于构件，后浇混凝土或者灌浆料强度不低于构件，塑性铰区接缝受剪承载力高于构件截面受剪承载力，即“强接缝、弱构件”的概念。

2 在预制剪力墙的水平及竖向接缝内，均强调墙体钢筋的可靠连接和锚固，保证传力的连续性。

3 在结构中沿各层楼面预制墙顶设置连续封闭的现浇圈梁及水平后浇带，并强调其中纵向钢筋的连续性，增加结构的多余约束性、整体连续性。

4 在楼板边支座及端支座处，板端设置伸出钢筋或者设置附加钢筋，增强楼板与支承构件的连续性、抗剪能力和水平传力能力，并保证楼板具有一定的反向承载能力。

对于重要的或有特殊要求的建筑，如需进行防连续倒塌设计时，可采用下列方法：

1 局部加强法：提高可能遭受偶然作用而发生局部破坏的竖向重要构件和关键传力部位的安全储备，也可直接考虑偶然作用进行设计；

2 拉结构件法：在结构局部竖向构件失效的条件下，可根据具体情况分别按梁－拉结模型、悬索－拉结模型和悬臂－拉结模型进行承载力验算，维持结构的整体稳固性；

3 拆除构件法：按一定规则拆除结构的主要受力构件，验算剩余结构体系的极限承载力；也可采用倒塌全过程分析进行设计。

局部加强法是对多条传力途径交汇的关键传力部位和可能引发大面积倒塌的重要构件通过提高安全储备和变形能力，直接考虑偶然作用的影响进行设计。这种按特定的局部破坏状态的荷载组合进行构件设计，是保证结果整体稳定性的有效措施之一。

当偶然事件产生特大荷载时，按效应的偶然组合进行设计以保持结构体系完整无缺往往代价太高，有时甚至不现实。此时，拉结构件法设计允许爆炸或撞击造成结构局部破坏，在某个竖向构件失效后，使其影响范围仅限于局部。按新的结构简图采用梁、悬索、悬臂的拉结模型继续承载受力，按整个结构不发生连续倒塌的原则进行设计，从而避免结构的整体垮塌。

拆除构件法是按一定规则撤去结构体系中某部分构件，验算剩余结构的抗倒塌能力的计算方法。可采用弹性分析方法或非线性全过程动力分析方法。

上述三个方法设计结果的可靠度依次提高，但是设计计算的工作量也随之大幅增加。因此，国外规范通行的处理方法是根据建筑物的重要性来进行安全分级，对于不同安全等级的建筑采用不同设计方法。

4.2 材　　料

4.2.1 装配式混凝土结构中使用的主要材料包括钢筋（包括焊网）、混凝土、钢材、钢筋连接锚固材料、生产和施工中使用的配件等。其中钢筋、钢材及混凝土材料应满足以下要求。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[4.1.1] 混凝土、钢筋和钢材的力学性能指标和耐久性要求等应符合现行国家标准《混凝土结构

设计规范》GB 50010 和《钢结构设计规范》GB 50017 的规定。

[4.1.2] 预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C30；预应力混凝土预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C40，且不应低于 C30；现浇混凝土的强度等级不应低于 C25。

[4.1.3] 钢筋的选用应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。普通钢筋采用套筒灌浆连接和浆锚搭接连接时，钢筋应采用热轧带肋钢筋。

[4.1.4] 钢筋焊接网应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的规定。

[4.1.5] 预制构件的吊环应采用未经冷加工的 HPB300 级钢筋制作。吊装用内埋式螺母或吊杆的材料应符合国家现行相关标准的规定。

[6.1.12] 预制构件节点及接缝处后浇混凝土强度等级不应低于预制构件的混凝土强度等级；多层剪力墙结构中墙板水平接缝用坐浆材料的强度等级值应大于被连接构件的混凝土强度等级值。

《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

[3.1.1] 套筒灌浆连接的钢筋应采用符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB1499.2、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB13014 要求的带肋钢筋；钢筋直径不宜小于 12mm，且不宜大于 40mm。

[4.0.2] 采用套筒灌浆连接的构件混凝土强度等级不宜低于 C30。

【要点说明】

对于预制预应力混凝土装配整体式框架结构，材料还应符合《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程》JGJ 224－2010 中第 3.2 节规定。其中，关于混凝土及钢筋的规定与《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 基本一致。

【规范条文】

《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程》JGJ 224－2010

[3.2.1] 预制预应力混凝土装配整体式框架所使用的混凝土应符合表 3.2.1 的规定：

表 3.2.1 预制预应力混凝土装配整体式框架的混凝土强度等级

名 称	叠合板		叠合梁		预制柱	节 节点键槽以外部分	现浇剪力墙、柱
	预制板	叠合层	预制梁	叠合层			
混凝土强度等级	C40 及以上	C30 及以上	C40 及以上	C30 及以上	C30 及以上	C30 及以上	C30 及以上

[3.2.2] 键槽节点部分应采用比预制构件混凝土强度等级高一级且不低于 C45 的无收缩细石混凝土填实。

[3.2.3] 预应力筋宜采用预应力螺旋肋钢丝、钢绞线，且强度标准值不宜低于 1570Mpa。

[3.2.4] 预制预应力混凝土梁键槽内的 U 形钢筋应采用 HRB400 级、HRB500 级或 HRB335 级钢筋。

【要点说明】

装配式混凝土结构的材料宜采用高强混凝土，构件的混凝土强度建议在 C40 及以上。

钢筋的选用应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010 的规定。当采用套筒灌浆连接和浆锚搭接连接时，钢筋应采用热轧带肋钢筋，钢筋上的肋可以使钢筋与灌浆料之间产生足够的摩擦力，有效地传递应力，从而形成可靠的连接接头。

在预制混凝土构件中，尤其是墙板、楼板等板类构件中，推荐使用钢筋焊接网，以提高生产效率。在进行结构布置时，应合理确定预制构件的尺寸和规格，便于钢筋焊网的使用。钢筋焊网应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114－2014 的规定。

为了节约材料、方便施工、吊装可靠的目的，并避免外露金属件的锈蚀，预制构件的吊装方式宜优先采用内埋式螺母、内埋式吊杆或预留吊装孔。吊装用内埋式螺母、吊杆、吊钉等应根据相应的产品标

准和应用技术规程选用，其材料应符合国家现行相关标准的规定。如果采用钢筋吊环，应采用未经冷加工的 HPB300 级钢筋制作。

4.2.2 钢筋连接及锚固材料

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[4.2.1] 钢筋套筒灌浆连接接头采用的套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的规定。

[4.2.2] 钢筋套筒灌浆连接接头采用的灌浆料应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的规定。

[4.2.3] 钢筋浆锚搭接连接接头应采用水泥基灌浆料，灌浆料的性能应满足表 4.2.3 的要求。

表 4.2.3 钢筋浆锚搭接连接接头用灌浆料性能要求

项目		性能指标	试验方法标准
泌水率（%）		0	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
流动度（mm）	初始值	≥200	《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448
	30min 保留值	≥150	
竖向膨胀率（%）	3h	≥0.02	《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448
	24h 与 3h 的膨胀率之差	0.02～0.5	
抗压强度（MPa）	1d	≥35	《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448
	3d	≥55	
	28d	≥80	
最大氯离子含量（%）		0.06	《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077

[4.2.4] 钢筋锚固板的材料应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

[4.2.6] 连接用焊接材料，螺栓、锚栓和铆钉等紧固件的材料应符合国家现行标准《钢结构设计规范》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 等的规定。

《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

[3.1.2] 灌浆套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的有关规定。灌浆套筒灌浆端最小内径与连接钢筋公称直径的差值不宜小于表 3.1.2 规定的数值，用于钢筋锚固的深度不宜小于插入钢筋公称直径的 8 倍。

表 3.1.2 灌浆套筒灌浆段最小内径尺寸要求

钢筋直径（mm）	套筒灌浆段最小内径与连接钢筋公称直径差最小值（mm）
12～25	10
28～40	15

[3.1.3] 灌浆料性能及试验方法应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T408 的有关规定，并应符合下列规定：

1 灌浆料抗压强度应符合表 3.1.3－1 的要求，且不应低于接头设计要求的灌浆料抗压强度；灌浆料抗压强度试件尺寸应按 40mm × 40mm × 160mm 尺寸制作，其加水量应按灌浆料产品说明书确定，试

件应按标准方法制作、养护；

2 灌浆料竖向膨胀率应符合表3.1.3-2的要求；

3 灌浆料拌合物的工作性能应符合表3.1.3-3的要求，泌水率试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T50080的规定。

表3.1.3-1 灌浆料抗压强度要求

时间（龄期）	抗压强度（N/mm²）
1d	≥35
3d	≥60
28d	≥85

表3.1.3-2 灌浆料竖向膨胀率要求

项 目	竖向膨胀率（%）
3h	≥0.02
24h与3h差值	0.02～0.50

表3.1.3-3 灌浆料拌合物的工作性能要求

项 目		工作性能要求
流动度（mm）	初始	≥300
	30min	≥260
泌水率（%）		0

[3.2.1] 套筒灌浆连接接头应满足强度和变形性能要求。

[3.2.2] 钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度不应小于连接钢筋抗拉强度标准值，且破坏时应断于接头外钢筋。

[3.2.3] 钢筋套筒灌浆连接接头的屈服强度不应小于连接钢筋屈服强度标准值。

[3.2.4] 套筒灌浆连接接头应能经受规定的高应力和大变形反复拉压循环检验，且在经历拉压循环后，其抗拉强度仍应符合本规程第3.2.2条的规定。

[3.2.5] 套筒灌浆连接接头单向拉伸、高应力反复拉压、大变形反复拉压试验加载过程中，当接头拉力达到连接钢筋抗拉荷载标准值的1.15倍而未发生破坏时，应判为抗拉强度合格，可停止试验。

[3.2.6] 套筒灌浆连接接头的变形性能应符合表3.2.6的规定。当频遇荷载组合下，构件中钢筋应力高于钢筋屈服强度标准值f_{yk}的0.6倍时，设计单位可对单向拉伸残余变形的加载峰值u_0提出调整要求。

表3.2.6 套筒灌浆连接接头的变形性能

项 目		工作性能要求
对中单向拉伸	残余变形（mm）	$u_0 \leq 0.10$（d≤32） $u_0 \leq 0.14$（d>32）
	最大力下总伸长率（%）	$A_{sgt} \geq 6.0$
高应力反复拉压	残余变形（mm）	$u_{20} \leq 0.3$
大变形反复拉压	残余变形（mm）	$u_4 \leq 0.3$ 且 $u_8 \leq 0.6$

注：u_0一接头试件加载至$0.6f_{yk}$并卸载后在规定标距内的残余变形；A_{sgt}一接头试件的最大力下总伸率；u_{20}一接头试件按规定加载制度经高应力反复拉压20次后的残余变形；u_4一接头试件按规定加载制度经大变形反复拉压4次后的残余变形；u_8一接头试件按规定加载制度经大变形反复拉压8次后的残余变形。

【要点说明】

装配式结构中，钢筋连接的方式包括传统的焊接、机械连接、搭接，也包括装配式结构中应用较多的钢筋套筒灌浆连接及浆锚搭接连接。

套筒灌浆接头所使用的套筒一般由碳素结构钢、合金结构钢或球墨铸铁等铸造而成，国内外已有很多种形式的套筒灌浆接头，其形状大多为圆柱形或纺锤形。套筒的材料应符合建筑工业产品标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398－2012的要求。钢筋套筒灌浆连接接头中采用的灌浆料，应具有高强、早强、无收缩和微膨胀等基本特性，以使其能与套筒、被连接钢筋更有效地结合在一起共同工作，同时满足装配式结构快速施工的要求。灌浆料应满足建筑工业产品标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408－2013的要求。

钢筋浆锚搭接连接，是钢筋在预留孔洞中完成搭接连接的方式。连接接头的性能，取决于孔洞的成型技术、灌浆料的质量以及对被搭接钢筋形成约束的方法等各个方面。哈尔滨工业大学、黑龙江宇辉新型建筑材料有限公司、东南大学、南通建筑工程总承包有限公司等单位开发了螺旋箍筋约束浆锚搭接连接、金属波纹管浆锚搭接连接以及其它采用预留孔洞插筋后灌浆的间接搭接连接方式。各种浆锚搭接连接方式有不同的预留孔洞规格及构造，但是灌浆料的各项主要性能指标是一致的。

装配式混凝土结构中，钢筋的锚固方式推荐采用锚固板锚固。钢筋锚固板的材料应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256－2011的规定。

连接用焊接材料，螺栓、锚栓和铆钉等紧固件的材料应符合国家现行标准《钢结构设计规范》GB50017－2003、《钢结构焊接规范》GB50661－2011和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18－2012等的规定。

4.2.3 预留预埋件材料

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[4.2.5] 受力预埋件的锚板及锚筋材料应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。专用预埋件及连接件材料应符合国家现行有关标准的规定。

【要点说明】

受力预埋件的锚板及锚筋材料应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010的有关规定。专用预埋件及连接件材料应符合国家现行有关标准的规定。当采用一些进口的新型的连接、吊装用具时，若有相关材料国内性能标准，应符合国内标准的要求；若没有相关标准，应遵循产品技术手册及国外相关规范对其材料性能的要求。如采用国内替换产品，更应该注意对其材料性能的要求。

4.2.4 夹心保温外墙板用拉结件

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[4.2.7] 夹心外墙板中内外叶墙板的拉结件应符合下列规定：

1 金属及非金属材料拉结件均应具有规定的承载力、变形和耐久性能，并应经过试验验证；

2 拉结件应满足夹心外墙板的节能设计要求。

【要点说明】

保证夹心外墙板内外叶墙板拉结件的性能是十分重要的。目前，内外叶墙板的拉结件在美国多采用高强玻璃纤维制作，欧洲则采用不锈钢丝制作金属拉结件。由于我国目前尚缺乏相应的产品标准，本规程仅参考美国和欧洲的相关标准，定性地提出拉结件的基本要求。

4.3 结构计算

4.3.1 作用及作用组合

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.2.1] 装配式结构的作用及作用组合应根据国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等确定。

【要点说明】

装配式结构设计过程中，作用与作用组合与其他类型结构是一致的。需要注意的是短暂设计状况下的构件及连接节点验算：包括构件脱模翻身、吊运、安装阶段的承载力及裂缝控制，吊具承载力验算；构件安装阶段的临时支撑验算、临时连接预埋件验算等。施工阶段的荷载及荷载组合主要按照《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011 等确定，并应符合《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 中的规定。

4.3.2 装配式混凝土结构的整体分析方法

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.3.1] 在各种设计状况下，装配整体式结构可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析。当同一层内既有预制又有现浇抗侧力构件时，地震设计状况下宜对现浇抗侧力构件在地震作用下的弯矩和剪力进行适当放大。

[6.3.2] 装配整体式结构承载能力极限状态及正常使用极限状态的作用效应分析可采用弹性方法。

[7.1.1] 除本规程另有规定外，装配整体式框架结构可按现浇混凝土框架结构进行设计。

[8.1.1] 抗震设计时，对同一层内既有现浇墙肢也有预制墙肢的装配整体式剪力墙结构，现浇墙肢水平地震作用弯矩、剪力宜乘以不小于 1.1 的增大系数。

采用叠合楼盖时，计算假定按照《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 中第 6.3.4 条规定：

[6.3.4] 在结构内力与位移计算时，对现浇楼盖和叠合楼盖，均可假定楼盖在其自身平面内为无限刚性；楼面梁的刚度可计入翼缘作用予以增大；梁刚度增大系数可根据翼缘情况近似取为 1.3～2.0。

对多层装配式剪力墙结构，《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 中第 9.2.1 条对其计算方法进行了规定：

[9.2.1] 多层装配式剪力墙结构可采用弹性方法进行结构分析，并宜按结构实际情况建立分析模型。

对于预制预应力混凝土装配整体式框架结构，在《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程》JGJ 224－2010 中第 4.1.3 条对结构整体计算方法进行了规定：

[4.1.3] 预制预应力混凝土装配整体式框架结构、框架－剪力墙结构使用阶段计算时可取与现浇结构相同的计算模型。

【要点说明】

按 6.3.1 条所述，装配整体式结构采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析，结构分析应符合《混凝土结构设计规范》GB50010－2010 中第 5 章的要求，包括基本原则、分析模型、弹性分析、塑性分析等。如果房屋层数为 10 层及 10 层以上或者房屋高度大于 28m，还应按照《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3－2010 第 5.1 节～5.5 节中要求进行。但是当同一层内既有预制又有现浇抗侧力构件时，应该在按照现浇结构计算的基础上，对地震作用下现浇抗侧力构件的弯矩和剪力进行适当放大；对于装配整体式剪力墙结构，《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 第 8.1.1 条就是放大的具体方法。

按 6.3.2 条所述，对结构整体变形和内力，一般采用弹性方法进行计算，框架梁及连梁等构件可考虑塑性变形引起的内力重分布。如果结构需要进行性能化设计，则可能需要进行弹塑性分析。弹性计算中，采用的各种参数与现浇结构计算基本相同，注意抗震等级的划分高度与现浇结构不同。连梁刚度折减系数、周期折减系数等与现浇结构相同。楼板对楼面梁的影响也可按照《混凝土结构设计规范》GB50010－2010 中第 5.2.4 条规定考虑。

对于主要采用干式连接的装配式结构，其整体计算方法也应符合《混凝土结构设计规范》GB50010－2010 中第 5 章的原则性要求，节点的模拟宜按照实际节点构造进行。如采用简单的按照现浇结构折减刚度或者承载力来等效计算，应有充分的依据。

对多层装配式剪力墙结构，如果节点接缝以后浇带连接为主，可近似按照现浇结构进行分析；如果有干式连接节点，应按照实际连接情况建立计算模型，选取适当的方法进行结构分析。

4.3.3 装配式混凝土结构的层间位移角限值

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.3.3] 按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层层间最大位移 Δu 与层高 h 之比的限值宜按表 6.3.3 采用。

表 6.3.3 楼层层间最大位移与层高之比的限值

结构类型	$\Delta u/h$ 限值
装配整体式框架结构	1/550
装配整体式框架－现浇剪力墙结构	1/800
装配整体式剪力墙结构、装配整体式部分框支剪力墙结构	1/1000
多层装配式剪力墙结构	1/1200

【要点说明】

装配整体式框架结构和剪力墙结构的层间位移角限值均与现浇结构相同。对多层装配式剪力墙结构，当按现浇结构计算而未考虑墙板间接缝的影响时，计算得到的层间位移会偏小，因此加严其层间位移角限值。

4.4 构件设计

Ⅰ 一般规定

4.4.1 民用建筑工程中常用的预制构件类型包括：框（排）架柱、剪力墙、柱梁节点、支撑、梁（屋架）、板、楼梯、围护和分隔墙、功能性部品和部件等，详见表 4.4.1。

表 4.4.1 预制构件类型

构件类型	构件描述	标准、规范编号	技术发展和应用
框（排）架柱	实心、空心、格构	GB 50010－2010 JGJ 1－2014 JGJ 3－2010	铰接和半刚接连接技术、混合连接框架结构体系推广应用
剪力墙	实心 空心、叠合（单面/双面）、格构	JGJ 1－2014 地方标准	干式和干湿混合连接技术推广应用

续表 4.4.1

构件类型	构件描述	标准、规范编号	技术发展和应用
柱梁节点	一形、L 形、T 形、十形、牛腿式/ 柱、梁、节点一体化	GB 50010－2010 JGJ 1－2014	推广应用
支撑	X 形、V 形、K 形…	无	完善结构体系
梁（屋架）	预制、叠合/ 实心、空心、桁架、格构…	GB 50010－2010 JGJ 1－2014 JGJ 3－2010	干式连接、与型钢配合的技术等 推广应用
板	预制、叠合/ 平板、带肋、双 T、V 形折板、 槽形、格栅… 预应力板（空心、实心、带肋）	GB 50010－2010 JGJ 1－2014 JGJ 3－2010 JGJ/T 258－2011	推广应用
楼梯	板式、梁式/ 剪刀、双跑、多跑	JGJ 1－2014 国家建筑标准设计	推广应用
围护和分隔墙	实心、空心、复合型， 幕墙、装饰…	JGJ 1－2014 在编	点、线连接技术，与预制混凝土结构 和装修相结合，推广应用
功能性部品部件	送排风道、管道井、电梯井道、 整体式厨房和卫生间、太阳能 支架、门窗套、遮阳…	无	完善产品标准 与建筑体系结合 推广应用
其他	地下设施、地面服务设施…	无	完善产品标准和技术标准

【要点说明】

自 2010 年以来，我国在预制混凝土结构的工程应用以及相关技术标准体系和标准设计体系建设都呈现出了快速发展的局面。到目前为止，已基本建立起以装配式框架、装配式剪力墙等结构为主体的预制混凝土结构建筑体系和技术标准体系。在现行标准体系中也存在着一些问题：如国家标准中针对预制混凝土结构的技术规定缺乏针对性，也不够系统；部分“旧标准”需要修编；一部分内容相近的行业标准、协会标准以及地方标准等在技术条款上存在着较大差异或做法的矛盾，标准之间需要协调的问题等等。因此，在工程实践中应特别注意对标准的分析和判断。

在预制混凝土结构应用的建筑类型方面是以住宅建筑为主体，并逐步向学校、办公、停车楼、精密车间等建筑类型发展。

在预制构件的使用方面有以下几个特点：以板、梁、楼梯等构件类型应用范围最广，并逐步向框架柱、剪力墙、围护墙、功能性部品部件等方向发展；以一字型、平面类构件为主，类型较单一；预制构件应用与现场施工方式转变（如取消外脚手架等）的关系密切。随着预制混凝土技术应用的建筑类型的扩展，预制构件也会得到更大地发展。

【措施方法】

预制构件的应用有两种主要方式：一是在预制混凝土结构中系统地使用预制构件；二是在施工现场应用标准化通用构件，或采用定制化预制构件替代现浇混凝土不易解决的构件。预制混凝土结构在我国民用建筑工程中的应用还处于发展阶段，在技术和工艺的成熟度、构件质量的稳定性、构件种类和生产形式的丰富性等方面均需要较大地提高。在现浇混凝土结构的建筑施工中，以保证质量和提高效率为原则，以满足工期、合理配置人工和控制成本等为评价标准，自觉使用预制混凝土结构构件和预制混凝土功能性部件也是值得鼓励和大力推广的。

对于预制混凝土技术标准的制定和完善需要采取如下步骤：

1 基于预制构件及其连接性能的系统性研究。

2 对设计方法、构造措施、质量标准和检验验收等方面的总结和提炼。

3 基于质量保证和效率发挥的工艺、工法研究及技术定型。

4 建立完备的技术性能和经济指标体系及评价体系。

5 通过工程试点进行验证，并总结完善。

4.4.2 预制构件的质量和性能要求

1 质量验收方法和标准详见表 4.4.2。

2 性能评定方法和标准详见表 4.4.2。

表 4.4.2 预制构件性能

类型	描述	标准、规范编号	技术发展
构件质量验收	构件缺陷评价、部分结构性能、构件耐久性能、构件防火性能	GB 50010－2010、GB 50016－2014 GB 50204－2015、GB 50666－2011 JGJ 1－2014	基本齐全，但标准较低，协调性较差，需要研究、完善和提高
构件性能评定	结构性能、耐久性能、建筑物理性能……	GB 50096－2011、GB 50204－2015 JGJ 1－2014	需要发展性能评价方法和评价等级和指标体系

【要点说明】

预制构件的发展方向是标准化、系列化和商品化，这也包括了统一预制构件的性能分类和评价，在这方面还有大量工作需要完善。

有关质量验收的标准规范虽然刚刚修编完成，但在整体框架和指标上还是维持了二十多年前的水平，依然没有按照装配式建筑的发展要求，对建筑产品的总体质量控制提出更贴近于现实发展需求的指标体系和评价标准体系。这一点在近几年的装配式建筑项目工程实践中已经有所反映，值得重视。

对预制构件的性能评定是市场发展的要求，是实施建筑产品性能评价的基础之一，是与工程质量验收不同层级的事情。在这方面，目前开展的工作还远远不够。但也有一些地方和企业已经开始了探索。

4.4.3 预制构件的设计原则

【规范条文】

《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010

[9.6.1] 装配式、装配整体式混凝土结构中各类预制构件及连接构造应按下列原则进行设计：

1 应在结构方案和传力途径中确定预制构件的布置及连接方式，并在此基础上进行整体结构分析和构件及连接设计；

2 预制构件的设计应满足建筑使用功能，并符合标准化设计的要求；

3 预制构件的连接宜设置在结构受力较小处，且宜便于施工；结构构件之间的连接构造应满足结构传递内力的要求；

4 各类预制构件及其连接构造应按从生产、施工到使用过程中可能产生的不利工况进行验算，对预制非承重构件尚应符合本规范第 9.6.8 条的规定。

[9.6.3] 装配式、装配整体式混凝土结构中各类预制构件的连接构造，应便于构件安装、装配整体式。对计算时不考虑传递内力的连接，也应有可靠的固定措施。

[9.6.8] 非承重预制构件的设计应符合下列要求：

1 与支承结构之间宜采用柔性连接方式；

2 在框架内镶嵌或采用焊接连接时，应考虑其对框架抗侧移刚度的影响；

3 外挂板与主体结构的连接构造应具有一定的变形适应性。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[3.0.2] 装配式建筑设计应遵循少规格、多组合的原则。

[3.0.5] 装配式结构中，预制构件的连接部位宜设置在结构受力较小的部位，其尺寸和形状应符合下列规定：

1 应满足建筑使用功能、模数、标准化的要求，并应进行优化设计；

2 应根据预制构件的功能和安装就位、加工制作及施工精度等要求，确定合理的公差；

3 应满足制作、运输、堆放、安装及质量控制要求。

【要点说明】

对预制构件的设计要求与现浇混凝土结构构件有很大的不同，需要考虑的因素更多：

1 既要考虑结构整体性能的合理性，还要考虑构件结构性能的适宜性；

2 既要满足结构性能的要求，还要满足使用功能的需求；

3 既要符合设计规范的规定，还要符合生产和安装施工工艺的要求；

4 既要受单一构件尺寸公差和质量缺陷的控制，还要与相邻构件进行协调；

5 还与材料、环境、部品集成、运输、堆放等相关。

总之，预制构件的设计应当是建筑设计与工业产品设计的完美结合，建筑师及工程师对此应有充分的认识，掌握必要的知识和技能。

上述所列预制构件的设计原则，仅仅是针对主要由钢筋混凝土材料组成的预制构件的最基本的要求。随着工程实践的不断丰富，特别是随着新型复合材料的综合运用、基于性能目标设计方法的成熟使用、建筑产品集成度的提高、生产和施工工艺的发展等，预制构件的设计原则还会不断地得到丰富、完善和发展。

【措施方法】

预制构件设计是装配式建筑和预制混凝土结构设计中重要的环节之一，需要协调好以下几个层级的相互关系：

1 采用适宜的建筑方案：装配式建筑设计有着自身的规律，充分发挥预制构件的功能和表现力就是其中最重要的原则之一；建筑师应了解、掌握预制混凝土技术，这是做好建筑方案的关键。

2 结构布置应根据选用预制构件及其连接的特点，努力做到规则、连续、均匀。

3 预制构件设计是集生产、安装、使用等要求于一体，要对所有可能出现的设计状况逐一分析，特别是短暂设计状况。

4 提高预制构件的使用效率对预制构件设计而言是重要的，一是合理制定预制构件的质量标准；二是通过对预制构件可能发挥的建筑功能、生产和施工条件、运营维护需求等进行全面分析，合理集成技术和产品，提高预制构件的性价比。

4.4.4 预制构件设计内容

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[3.0.6] 预制构件深化设计的深度应满足建筑、结构和机电设备等各专业以及构件制作、运输、安装等各环节的综合要求。

【要点说明】

目前，针对预制混凝土结构预制构件设计内容要求的规范性文件“施工图设计文件编制深度规定”尚在编制中，现行的各类标准中均缺少对此部分内容的系统性规定。预制构件作为工业制成品，对设计的内容要求和方法、表达方式和设计文件编制等方面均与现浇混凝土结构建筑设计存在较大的差别。其基本要求如下：

1 内容上要求全过程设计——建筑＋结构＋机电＋装修＋使用＋生产＋运输＋安装＋管理＋维护＋检测＋……

2 方法上需要精细化设计。

3 结果上追求零缺陷设计。

对于预制构件设计的基本内容总结如下，工程实践中可根据实际情况加以选择：

1 各种工况下预制构件及其连接的承载力、变形、裂缝控制验算。

2 各种工况下预制构件的配筋构造设计。

3 预制构件连接界面和连接配筋构造设计。

4 预制构件所需各种连接件、拉结件设计。

5 预制构件内所有预埋件和管线等设计。

6 预制构件及其生产、安装施工的误差控制和调整设计。

7 根据预制构件的类型、环境类别、使用要求、维护和更换方式等规定合理的设计使用年限，必要时应针对预制构件及其连接件的耐久性能、防腐蚀和防火性能、建筑物理性能等具体要求进行设计。

8 预制构件加工详图设计。

9 对于复杂的预制构件，尚应进行安装工艺设计。

10 其他工程中需要设计的内容。

【措施方法】

关于预制构件施工图设计和预制构件加工详图设计基本内容的要求，在北京市地方标准《装配式剪力墙结构设计规程》DB 11/1003－2013 中给出了具体规定，可供参考。

北京市地方标准《装配式剪力墙结构设计规程》DB 11/1003－2013

[3.0.5] 装配式剪力墙结构施工图部分的设计应包括结构施工图和预制构件制作详图设计两阶段，并应符合下列规定：

1 结构施工图设计的内容和深度除应满足现行国家和北京市有关施工图设计文件编制深度的规定外，还应满足预制构件制作详图的编制需求和安装施工的要求；应根据建设项目的具体情况，增加如下设计内容：

1）预制构件制作和安装施工的设计说明；

2）预制构件模板图和配筋图；

3）预制构件明细表或索引图；

4）预制构件连接计算和连接构造大样图；

5）预制构件安装大样图；

6）对建筑、机电设备、精装修等专业在预制构件上的预留洞口、预埋管线、预埋件和连接件等进行设计综合；

7）预制构件制作、安装施工的工艺流程及质量验收要求；

8）连接节点施工质量检测、验收要求。

2 预制构件制作详图设计应根据结构施工图的内容和要求进行编制，设计深度应满足预制构件制作、工程量统计的需求和安装施工的要求，且应包括如下内容：

1）预制构件制作和使用说明，包括对材料、制作工艺、模具、质量检验、运输要求、堆放存储和安装施工要求等的规定；

2）预制构件的平面和竖向布置图，包括预制构件生产编号、布置位置和数量等内容；

3）预制构件模板图、配筋图和预埋件布置图的深化及调整；

4）预制夹心外墙板内外叶之间的连接件布置图和计算书、保温板排板图等，带饰面砖或饰面板构件的排砖图或排板图；

5）预制构件材料和配件明细表；

6）预制构件在制作、运输、存储、吊装和安装定位、连接施工等阶段的复核计算和预设连接件、预埋件、临时固定支撑等的设计。

Ⅱ 构件计算

4.4.5 预制构件的计算应包括持久设计状况、地震设计状况和短暂设计状况。其中，持久设计状况和地震设计状况的计算内容及方法应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010、《建筑抗震设计规范》GB 50011－2010 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 及《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3－2010 的有关规定；短暂设计状况的计算内容及方法除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011 及《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 的有关规定外，尚应满足预制构件生产和建造全过程的实际状态的需要。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.4.1] 预制构件的设计应符合下列规定：

1 对持久设计状况，应对预制构件进行承载力、变形、裂缝控制验算；

2 对地震设计状况，应对预制构件进行承载力验算；

3 对制作、运输、堆放、安装等短暂设计状况下的预制构件验算，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

[6.1.10] 装配式结构构件及节点应进行承载能力极限状态及正常使用极限状态设计，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等的有关规定。

[6.1.11] 抗震设计时，构件及节点的承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应按表 6.1.11 采用。预埋件锚筋截面计算的承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应取为 1.0；当仅考虑竖向地震作用组合时，承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应取 1.0。

表 6.1.11 构件及节点承载力抗震调整系数 γ_{RE}

结构构件类别	正截面承载力计算					斜截面承载力计算	受冲切承载力计算、接缝受剪承载力计算
	受弯构件	偏心受压柱		偏心受拉构件	剪力墙	各类构件及框架节点	
		轴压比小于 0.15	轴压比不小于 0.15				
γ_{RE}	0.75	0.75	0.80	0.85	0.85	0.85	0.85

【要点说明】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 的编制原则和技术规定均是依据《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010、《建筑抗震设计规范》GB 50011－2010 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011 等现行国家标准，在预制构件设计的构造措施上给予了必要的补充，在结构整体分析及构件计算上则与现行混凝土结构技术标准体系取得一致。

【措施方法】

符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 有关规定的建筑结构，其预制竖向结构构件（柱、墙等）在计算方法、公式和参数等方面与现浇结构基本相同。

预制混凝土构件的计算除了与其结构的设计性能、建筑使用要求等相关外，还与构件的布置方式、连接做法、生产和施工工艺等有关。例如密拼预制底板的叠合楼盖设计，在居住建筑中，既要满足承载力计算，预制底板的拼缝处还要符合变形和裂缝控制计算的要求；而在有吊顶的公共建筑中，裂缝控制计算只是作为设计的可选项。

4.4.6 预制构件短暂设计工况验算

【规范条文】

《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010

[9.6.2] 预制混凝土构件在生产、施工过程中应按实际工况的荷载、计算简图、混凝土实体强度进行施工阶段验算。验算时应将构件自重乘以相应的动力系数：对脱模、翻转、吊装、运输时可取 1.5，临时固定时可取 1.2。

注：动力系数尚可根据具体情况适当增减。

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.2.1] 装配式混凝土结构施工前，应根据设计要求和施工方案进行必要的施工验算。

[9.2.2] 预制构件在脱模、吊运、运输、安装等环节的施工验算，应将构件自重标准值乘以脱模吸附系数或动力系数作为等效荷载标准值，并应符合下列规定：

1）脱模吸附系数宜取 1.5，也可根据构件和模具表面状况适当增减；复杂情况，脱模吸附系数宜根据试验确定；

2）构件吊运、运输时，动力系数宜取 1.5；构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.2。当有可靠经验时，动力系数可根据实际受力情况和安全要求适当增减。

[9.2.3] 预制构件的施工验算应符合设计要求。当设计无具体要求时，宜符合下列规定：

1 钢筋混凝土和预应力混凝土构件正截面边缘的混凝土法向压应力，应满足下式的要求：

$$\sigma_{cc} \leqslant 0.8 f'_{ck} \tag{9.2.3-1}$$

式中：σ_{cc}——各施工环节在荷载标准值组合作用下产生的构件正截面边缘混凝土法向压应力（MPa），可按毛截面计算；

f'_{ck}——与各施工环节的混凝土立方体抗压强度相应的抗压强度标准值（MPa），按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010 表 4.1.3－1 以线性内插法确定。

2 钢筋混凝土和预应力混凝土构件正截面边缘的混凝土法向拉应力，宜满足下式的要求：

$$\sigma_{ct} \leqslant 1.0 f'_{tk} \tag{9.2.3-2}$$

式中：σ_{ct}——各施工环节在荷载标准值组合作用下产生的构件正截面边缘混凝土法向拉应力（MPa），可按毛截面计算；

f'_{tk}——与各施工环节的混凝土立方体抗压强度相应的抗压强度标准值（MPa），按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010 表 4.1.3－2 以线性内插法确定。

3 预应力混凝土构件的端部正截面边缘的法向拉应力，可适当放松，但不应大于 $1.2f'_{tk}$。

4 施工过程中允许出现裂缝的钢筋混凝土构件，其正截面边缘混凝土法向拉应力限值可适当放松，但开裂截面受拉钢筋的应力，应满足下列要求：

$$\sigma_s \leqslant 0.7 f_{yk} \tag{9.2.3-3}$$

式中：σ_s——各施工环节在荷载标准值组合作用下产生的构件受拉钢筋应力，应按开裂截面计算（MPa）；

f_{yk}——受拉钢筋强度标准值（MPa）。

5 叠合式受弯构件尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。在叠合层施工阶段验算中，作用在叠合板上的施工活荷载标准值可按实际情况计算，且取值不宜小于 $1.5kN/m^2$。

[9.2.4] 预制构件中的预埋吊件及临时支撑，宜按下式进行计算：

$$K_c S_c \leqslant R_c \tag{9.2.4}$$

式中：K_c——施工安全系数，可按表 9.2.4 的规定取值；当有可靠经验时，可根据实际情况适当增减；

S_c——施工阶段荷载标准组合作用下的效应值，施工阶段的荷载标准值按本规范附录 A 及第 9.2.3 条的有关规定取值；

R_c——按材料强度标准值计算或根据试验确定的预埋吊件、临时支撑、连接件的承载力；对复杂或特殊情况，宜通过试验确定。

表 9.2.4 预埋吊件及临时支撑的施工安全系数 K_s

项 目	施工安全系数（K_s）
临时支撑	2
临时支撑的连接件 预制构件中用于连接临时支撑的预埋件	3
普通预埋吊件	4
多用途的预埋吊件	5

注：对采用 HPB300 钢筋吊环的预埋吊件，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

［6.2.2］预制构件在翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状况下的施工验算，应将构件自重标准值乘以动力系数后作为等效静力荷载标准值。构件运输、吊运时，动力系数宜取 1.5，构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.2。

［6.2.3］预制构件进行脱模验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数后与脱模吸附力之和，且不宜小于构件自重标准值的 1.5 倍。动力系数与脱模吸附力应符合下列规定：

1 动力系数不宜小于 1.2；

2 脱模吸附力应根据构件和模具的实际情况取用，且不宜小于 1.5kN/m²。

［6.4.4］用于固定连接件的预埋件与预埋吊件、临时支撑用预埋件不宜兼用；当兼用时，应同时满足各种设计工况要求。预制构件中预埋件的验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计规范》GB 50017 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等有关规定。

［6.4.5］预制构件中外露预埋件凹入构件表面的深度不宜小于 10mm。

【要点说明】

预制构件进行短暂设计状况的内容包括脱模、翻转、运输和堆放、吊装和临时固定等。在本条所列各标准中对预制构件短暂设计工况所做规定的内容大体相同。但是，由于标准编制的出发点和阐述的角度不同，具体规定略有差异。

影响预制构件脱模、翻转、运输和堆放、吊装和临时固定等的因素有：

1 预制构件的类型、尺寸、使用的材料等；

2 预制构件的生产和安装工艺、生产和施工设备、起吊使用的产品等；

3 预制构件运输中的道路状况和码放、固定措施等；

4 经验积累与总结。

上述这些因素在预制构件的脱模吸附力、动力系数、安全系数和质量保证标准等的选取上均会产生影响。

【措施方法】

工程设计中应按照工艺和工法、材料和产品、预制构件类型和性能要求等方面的实际情况，综合判定控制性因素，对预制构件短暂设计工况验算中的脱模系数、动力系数、安全系数和验算方法等给出具体的规定；对于尚不能形成明确设计规定的方式和产品，应当给出使用的限制性要求。

所有类型的预制构件均需进行短暂设计状况的设计。对此，设计单位一方面应与构件生产和施工等单位密切配合，另一方面需要提高自身对施工过程的设计把控能力和施工细部的掌控。

4.4.7 叠合构件

【规范条文】

《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010

［9.5.1］二阶段成形的水平叠合受弯构件，当预制构件高度不足全截面高度的 40% 时，施工阶段应有可靠支撑。

1 施工阶段有可靠支撑的叠合受弯构件，可按整体受弯构件设计计算，但其斜截面受剪承载力和叠合面受剪承载力应按本规范附录 H 计算。

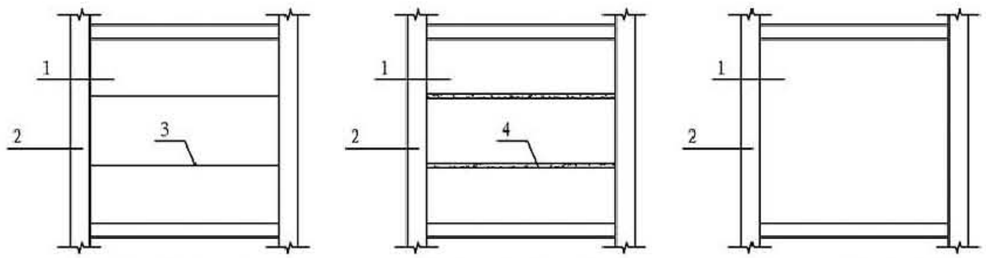
2 施工阶段无支撑的叠合受弯构件，应对底部预制构件及浇筑混凝土后的叠合构件按本规范附录 H 的要求进行二阶段受力计算。

［9.5.4］由预制构件及后浇混凝土成形的叠合柱和墙，应按施工阶段及使用阶段的工况分别进行预制构件及整体结构的计算。

［附录 H，无支撑叠合梁板，条文略］规定了水平叠合受弯构件施工现场不设置支撑时的计算方法。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

［6.6.3］叠合板可根据预制板接缝构造、支座构造、长宽比按单向板或双向板设计。当预制板之间采用分离式接缝（图 6.6.3a）时，宜按单向板设计。对长宽比不大于 3 的四边支承叠合板，当其预制板之间采用整体式接缝（图 6.6.3b）或无接缝（图 6.6.3c）时，可按双向板设计。



(a) 单向叠合板　(b) 带接缝的双向叠合板　(c) 无接缝双向叠合板

图 6.6.3 叠合板的预制板布置形式示意

1—预制板；2—梁或墙；3—板侧分离式接缝；4—板侧整体式接缝

【要点说明】

在高层建筑中使用叠合构件的主要作用：

1 保证楼屋盖结构的整体性。

2 最大程度减少施工现场模板和支撑的使用。

3 配合施工现场现浇混凝土连续浇筑的工艺。

叠合构件的计算尚应满足下列要求：

1 叠合梁、叠合板等水平叠合受弯构件应按施工现场支撑布置的具体情况，进行整体计算或考虑二阶段受力验算。

2 由预制构件及后浇混凝土成形的叠合柱和墙等竖向叠合构件，可按整体构件进行构件验算。

3 叠合构件的预制部分应按 4.4.6 条进行短暂工况设计验算；当预制构件作为施工现场现浇混凝土的模板时，尚应补充施工阶段的相关验算。

Ⅲ 构件构造

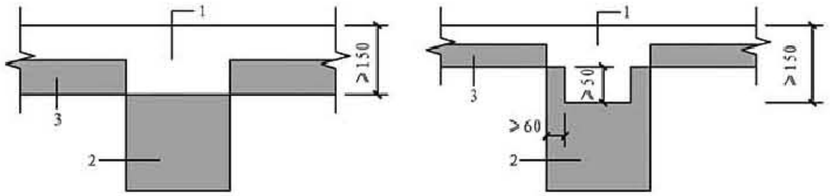
4.4.8 装配整体式框架的构件构造

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

［7.3.1］装配整体式框架结构中，当采用叠合梁时，框架梁的后浇混凝土叠合层厚度不宜小于 150mm（图 7.3.1），次梁的后浇混凝土叠合层厚度不宜小于 120mm；当采用凹口截面预制梁时（图 7.3.1b），凹口深度不宜小于 50mm，凹口边厚度不宜小于 60mm。

［7.3.2］叠合梁的箍筋配置应符合下列规定：



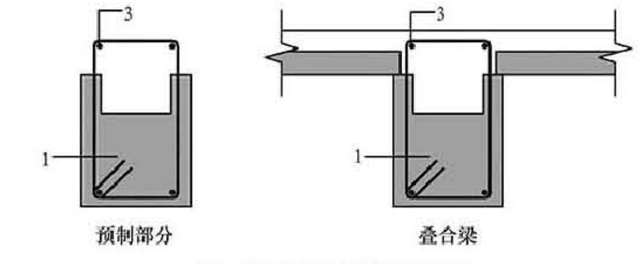
(a) 矩形截面预制梁　　(b) 凹口截面预制梁

图 7.3.1　叠合框架梁截面示意

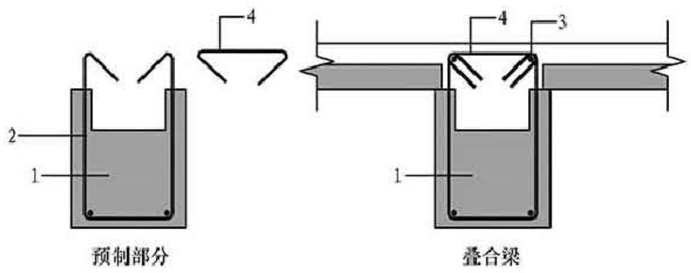
1—后浇混凝土叠合层；2—预制梁；3—预制板

1　抗震等级为一、二级的叠合框架梁的梁端箍筋加密区宜采用整体封闭箍筋（图 7.3.2a）；

2　采用组合封闭箍筋的形式（图 7.3.2b）时，开口箍筋上方应做成 135°弯钩；非抗震设计时，弯钩端头平直段长度不应小于 5d（d 为箍筋直径）；抗震设计时，平直段长度不应小于 10d。现场应采用箍筋帽封闭开口箍，箍筋帽末端应做成 135°弯钩；非抗震设计时，弯钩端头平直段长度不应小于 5d；抗震设计时，平直段长度不应小于 10d。



(a) 采用整体封闭箍筋的叠合梁



(b) 采用组合封闭箍筋的叠合梁

图 7.3.2　叠合梁箍筋构造示意

1—预制梁；2—开口箍筋；3—上部纵向钢筋；4—箍筋帽

[7.3.5] 预制柱的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求，并应符合下列规定：

1　柱纵向受力钢筋直径不宜小于 20mm；

2　矩形柱截面宽度或圆柱直径不宜小于 400mm，且不宜小于同方向梁宽的 1.5 倍；

3　柱纵向受力钢筋采用套筒灌浆连接时，柱箍筋加密区长度不应小于纵向受力钢筋连接区域长度与 500mm 之和；套筒上端第一个箍筋距离套筒顶部不应大于 50mm（图 7.3.5）。

【要点说明】

装配整体式框架结构应能够满足“强柱弱梁、强剪弱弯、强节点”的设计原则。因此，对现行的标准建议补充下列内容：

1　在“等同现浇”概念的基础上，针对预制框架柱、预制（叠合）梁、预制（现浇）梁柱节点、

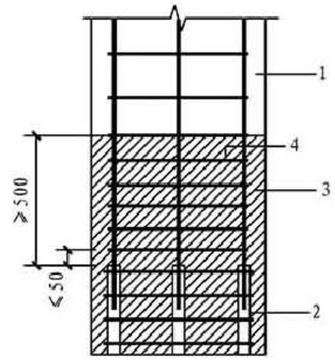


图 7.3.5　钢筋采用套筒灌浆连接时柱底箍筋加密区域构造示意

1—预制柱；2—套筒灌浆连接接头；3—箍筋加密区（阴影区域）；4—加密区箍筋

现浇或叠合楼板等的组合方式，给出具体的计算和构造措施规定。可参考《建筑抗震设计规范》GB 50011－2010 中按照柱、梁和板的实配钢筋对柱、梁和节点承载力进行验算的计算方法。

2　现浇框架结构构件的配筋构造做法不能完全适合于预制构件的生产制作和安装施工要求，应对预制框架柱（纵筋和箍筋）、预制或叠合框架梁（纵筋、腰筋、箍筋）、预制或现浇柱梁节点（箍筋、柱梁纵筋布置）等给出有针对性的构造措施规定。

【措施方法】

装配整体式框架结构的构造设计应注意以下几点：

1　预制柱、预制（叠合）梁外伸钢筋的配筋构造必须考虑相邻构件安装施工时的钢筋连接和避让及现场施工钢筋的放置和固定等要求。

2　预制柱、预制（叠合）梁内的钢筋构造应尽量采用适合于钢筋骨架机械加工的方式，如在框架柱内宜采用螺旋箍筋、焊接封闭箍筋等形式。

3　在预制柱底部和顶部、预制（叠合）梁柱边塑性铰区、主次梁交叉处主梁两侧等部位，应保证箍筋加密的构造要求。

4　预制柱、预制（叠合）梁内的纵向受力钢筋布置在同等的情况下，宜采用较少根数、较大直径的方式。

4.4.9　预制剪力墙板构造

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[8.2.1] 预制剪力墙宜采用一字形，也可采用 L 形、T 形或 U 形；开洞预制剪力墙洞口宜居中布置，洞口两侧的墙肢宽度不应小于 200mm，洞口上方连梁高度不宜小于 250mm。

[8.2.2] 预制剪力墙的连梁不宜开洞；当需开洞时，洞口宜预埋套管，洞口上、下截面的有效高度不宜小于梁高的 1/3，且不宜小于 200mm；被洞口削弱的连梁截面应进行承载力验算，洞口处应配置补强纵向钢筋和箍筋，补强纵向钢筋的直径不应小于 12mm。

[8.2.3] 预制剪力墙开有边长小于 800mm 的洞口且在结构整体计算中不考虑其影响时，应沿洞口周边配置补强钢筋；补强钢筋的直径不应小于 12mm，截面面积不应小于同方向被洞口截断的钢筋面积；该钢筋自孔洞边角算起伸入墙内的长度，非抗震设计时不应小于 l_a，抗震设计时不应小于 l_{aE}（图 8.2.3）。

[8.2.4] 当采用套筒灌浆连接时，自套筒底部至套筒顶部并向上延伸 300mm 范围内，预制剪力墙的水平分布筋应加密（图 8.2.4），加密区水平分布筋的最大间距及最小直径应符合表 8.2.4 的规定，套筒上端第一道水平分布钢筋距离套筒顶部不应大于 50mm。

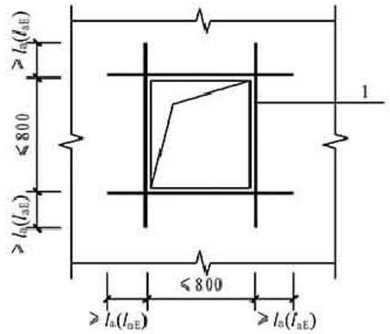


图 8.2.3　预制剪力墙洞口补强钢筋配置示意

1—洞口补强钢筋

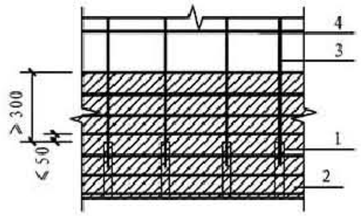


图 8.2.4　钢筋套筒灌浆连接部位水平分布钢筋的加密构造示意

1—灌浆套筒；2—水平分布钢筋加密区域（阴影区域）；3—竖向钢筋；4—水平分布钢筋

表 8.2.4　加密区水平分布钢筋的要求

抗震等级	最大间距（mm）	最小直径（mm）
一、二级	100	8
三、四级	150	8

[8.2.5] 端部无边缘构件的预制剪力墙，宜在端部配置 2 根直径不小于 12mm 的竖向构造钢筋；沿该钢筋竖向应配置拉筋，拉筋直径不宜小于 6mm、间距不宜大于 250mm。

[8.2.6] 当预制外墙采用夹心墙板时，应满足下列要求：

1　外叶墙板厚度不应小于 50mm，且外叶墙板应与内叶墙板可靠连接；

2　夹心墙板的夹层厚度不宜大于 120mm；

3　当作为承重墙时，内叶墙板应按剪力墙进行设计。

[9.1.3] 当房屋高度不大于 10m 且不超过 3 层时，预制剪力墙截面厚度不应小于 120mm；当房屋超过 3 层时，预制剪力墙截面厚度不宜小于 140mm。

[9.1.4] 当预制剪力墙截面厚度不小于 140mm 时，应配置双排双向分布钢筋网。剪力墙水平及竖向分布筋最小配筋率不应小于 0.15%。

【要点说明】

1　预制剪力墙板连接技术的种类很多，在行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 中仅就技术比较成熟、基于套筒灌浆连接的预制剪力墙板设计给出了比较完整的规定。对于其它类型的连接技术，随着试验研究成果的不断丰富和完备，也应逐步纳入标准中。

2　钢筋连接技术的研究是预制混凝土剪力墙结构发展的重要课题之一，应当与预制构件的配筋构造、生产和安装工艺等密切配合。

3　叠合板剪力墙、空心板剪力墙和干式连接的预制混凝土剪力墙结构均有重要的发展价值，生产和施工效率高是其重要的技术特征之一。

4.4.10　叠合楼板预制底板构造

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.6.2] 叠合板应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 进行设计，并应符合下列规定：

1　叠合板的预制板厚度不宜小于 60mm，后浇混凝土叠合层厚度不应小于 60mm；

2　当叠合板的预制板采用空心板时，板端空腔应封堵；

3　跨度大于 3m 的叠合板，宜采用桁架钢筋混凝土叠合板；

4　跨度大于 6m 的叠合板，宜采用预应力混凝土预制板；

5　板厚大于 180mm 的叠合板，宜采用混凝土空心板。

[6.6.7] 桁架钢筋混凝土叠合板应满足下列要求：

1　桁架钢筋应沿主要受力方向布置；

2　桁架钢筋距板边不应大于 300mm，间距不宜大于 600mm；

3　桁架钢筋弦杆钢筋直径不宜小于 8mm，腹杆钢筋直径不应小于 4mm；

4　桁架钢筋弦杆混凝土保护层厚度不应小于 15mm。

[6.6.8] 当未设置桁架钢筋时，在下列情况下，叠合板的预制板与后浇混凝土叠合层之间应设置抗剪构造钢筋：

1　单向叠合板跨度大于 4.0m 时，距支座 1/4 跨范围内；

2　双向叠合板短向跨度大于 4.0m 时，距四边支座 1/4 短跨范围内；

3　悬挑叠合板；

4　悬挑板的上部纵向受力钢筋在相邻叠合板的后浇混凝土锚固范围内。

[6.6.9] 叠合板的预制板与后浇混凝土叠合层之间设置的抗剪构造钢筋应符合下列规定：

1　抗剪构造钢筋宜采用马镫形状，间距不宜大于 400mm，钢筋直径 d 不应小于 6mm；

2　马镫钢筋宜伸到叠合板上、下部纵向钢筋处，预埋在预制板内的总长度不应小于 15d，水平段长度不应小于 50mm.

【要点说明】

1　桁架钢筋混凝土叠合楼板是目前应用最为广泛的楼盖结构形式之一，行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 第 6.6 节给出了较为详细的规定。

2　行业标准《预制带肋底板混凝土叠合楼板技术规程》JGJ/T 258－2011 中也给出了一种叠合楼板的应用类型。

3　叠合楼板还可以与现浇空心楼盖、预应力楼板等技术相结合。

【措施方法】

叠合楼板预制底板的设计主要与楼板厚度、楼板传力和拼接方式等因素有关。

1　一般情况下，叠合楼板的跨厚比取值宜较《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010 第 9.1.2 条第 1 款之规定降低 10～20%。

2　叠合楼板为单向板时，预制底板在非受力方向应配置构造钢筋，构造钢筋的配置要求可按《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010 相关规定采用，预制底板间的构造钢筋宜相互连接；当预制底板间的构造钢筋采用不连接的做法时，叠合楼板应按照正常使用极限状态的设计结果确定板厚。

（1）叠合楼板为双向板时，预制底板应按照计算要求在拼接方向配置受力钢筋，且该钢筋应相互连接；当预制底板采用密缝拼接时，叠合楼板应按照正常使用极限状态的设计结果确定板厚。

（2）采用桁架钢筋预制底板时，可参考上海市地方标准中对桁架钢筋的计算和构造规定。

4.4.11　预制楼梯构造

预制梁式楼梯具有省材料、自重轻等特点，在我国也已有很长的使用历史以及完整详细的设计、生

产标准，应当将其重新纳入到预制构件系统中来。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.4.3] 预制板式楼梯的梯段板底应配置通长的纵向钢筋。板面宜配置通长的纵向钢筋；当楼梯两端均不能滑动时，板面应配置通长的纵向钢筋。

[6.5.8] 预制楼梯与支承构件之间宜采用简支连接。采用简支连接时，应符合下列规定：

1 预制楼梯宜一端设置固定铰，另一端设置滑动铰，其转动及滑动变形能力应满足结构层间位移的要求，且预制楼梯端部在支承构件上的最小搁置长度应符合表6.5.8的规定；

2 预制楼梯设置滑动铰的端部应采取防止滑落的构造措施。

表6.5.8 预制楼梯在支承构件上的最小搁置长度

抗震设防烈度	6度	7度	8度
最小搁置长度（mm）	75	75	100

4.4.12 非承重预制构件

非承重预制构件的种类较多，在工程中应用普遍，设计原则应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010第9.6.8条的规定。其中，预制外挂墙板在我国有很大的使用需求，行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014第10章给出了一些基本规定，《预制混凝土墙板工程技术规程》也正在编制中。

【规范条文】

《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010

[9.6.8] 非承重预制构件的设计应符合下列要求：

1 与支承结构之间宜采用柔性连接方式；

2 在框架内镶嵌或采用焊接连接时，应考虑其对框架抗侧移刚度的影响；

3 外挂板与主体结构的连接构造应具有一定的变形适应性。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[10.3.1] 外挂墙板的高度不宜大于一个层高，厚度不宜小于100mm。

[10.3.2] 外挂墙板宜采用双层、双向配筋，竖向和水平钢筋的配筋率均不应小于0.15%，且钢筋直径不宜小于5mm，间距不宜大于200mm。

[10.3.3] 门窗洞口周边、角部应配置加强钢筋。

[10.3.4] 外挂墙板最外层钢筋的混凝土保护层厚度除有专门要求外，应符合下列规定：

1 对石材或面砖饰面，不应小于15mm；

2 对清水混凝土，不应小于20mm；

3 对露骨料装饰面，应从最凹处混凝土表面计起，且不应小于20mm。

[10.3.5] 外挂墙板的截面设计应符合本规程第6.4节的要求。

[10.3.6] 外挂墙板与主体结构采用点支承连接时，连接件的滑动孔尺寸，应根据穿孔螺栓的直径、层间位移值和施工误差等因素确定。

[10.3.7] 外挂墙板间接缝的构造应符合下列规定：

1 接缝构造应满足防水、防火、隔音等建筑功能要求；

2 接缝宽度应满足主体结构的层间位移、密封材料的变形能力、施工误差、温差引起变形等要求，且不应小于15mm。

【要点说明】

预制混凝土外挂墙板作为建筑外围护系统的一个组成部分，更接近于幕墙结构。由于此类构件的质量和刚度均较大，且自身的变形能力较差。因此，与主体结构的连接宜采用点式连接。

4.5 预制构件连接设计

1 一般规定

4.5.1 装配整体式混凝土结构中预制构件的连接是通过后浇混凝土、灌浆料和座浆材料、钢筋及连接件等实现预制构件间的接缝以及预制构件与现浇混凝土间结合面的连续，满足设计需要的内力传递和变形协调能力及其他结构性能要求。

4.5.2 装配整体式混凝土结构中，接缝的正截面承载力验算与现浇混凝土结构相同，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010的规定；接缝的受剪承载力应符合行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014的规定。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.5.1] 装配整体式结构中，接缝的正截面承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。接缝的受剪承载力应符合下列规定：

1 持久设计状况：

$$\gamma_0 V_{jd} \leqslant V_u \tag{6.5.1-1}$$

2 地震设计状况：

$$V_{jdE} \leqslant V_{uE} / \gamma_{RE} \tag{6.5.1-2}$$

在梁、柱端部箍筋加密区及剪力墙底部加强部位，尚应符合下列要求：

$$\eta_j V_{mua} \leqslant V_{uE} \tag{6.5.1-3}$$

式中：γ_0——结构重要性系数，安全等级为一级时不应小于1.1，安全等级为二级时不应小于1.0；

V_{jd}——持久设计状况下接缝剪力设计值；

V_{jdE}——地震设计状况下接缝剪力设计值；

V_u——持久设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值；

V_{uE}——地震设计状况下梁端、柱端、剪力墙底部接缝受剪承载力设计值；

V_{mua}——被连接构件端部按实配钢筋面积计算的斜截面受剪承载力设计值；

η_j——接缝受剪承载力增大系数，抗震等级为一、二级取1.2，抗震等级为三、四级取1.1。

[7.2.2] 叠合梁端竖向接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

1 持久设计状况：

$$V_u = 0.07 f_c A_{cl} + 0.10 f_c A_k + 1.65 A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \tag{7.2.2-1}$$

2 地震设计状况：

$$V_{uE} = 0.04 f_c A_{cl} + 0.06 f_c A_k + 1.65 A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \tag{7.2.2-2}$$

式中：A_{cl}——叠合梁端截面后浇混凝土叠合层截面面积；

f_c——预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；

f_y——垂直穿过结合面钢筋的抗拉强度设计值；

A_k——各键槽的根部截面面积（图7.2.2）之和，按后浇键槽根部截面和预制键槽根部截面分别计算，并取二者的较小值；

A_{sd}——垂直穿过结合面所有钢筋的面积，包括叠合层内的纵向钢筋。

[7.2.3] 在地震设计状况下，预制柱底水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

当预制柱受压时：

$$V_{uE} = 0.8N + 1.65 A_{sd} \sqrt{f_c f_y} \tag{7.2.3-1}$$

当预制柱受拉时：

$$V_{uE} = 1.65A_{sd}\sqrt{f_c f_y\left(1-\left(\frac{N}{A_{sd}f_y}\right)^2\right)} \qquad (7.2.3-2)$$

式中：f_c——预制构件混凝土轴心抗压强度设计值；

f_y——垂直穿过结合面钢筋抗拉强度设计值；

N——与剪力设计值 V 相应的垂直于结合面的轴向力设计值，取绝对值进行计算；

A_{sd}——垂直穿过结合面所有钢筋的面积；

V_{uE}——地震设计状况下接缝受剪承载力设计值。

[8.3.7] 在地震设计状况下，剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值应按下式计算：

$$V_{uE} = 0.6f_yA_{sd} + 0.8N \qquad (8.3.7)$$

式中：f_y——垂直穿过结合面的钢筋抗拉强度设计值；

N——与剪力设计值 V 相应的垂直于结合面的轴向力设计值，压力时取正，拉力时取负；

A_{sd}——垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积。

[9.2.2] 在地震设计状况下，预制剪力墙水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式计算：

$$V_{uE} = 0.6f_yA_{sd} + 0.6N \qquad (9.2.2)$$

式中：f_y——垂直穿过结合面的钢筋抗拉强度设计值；

N——与剪力设计值 V 相应的垂直于结合面的轴向力设计值，压力时取正，拉力时取负；

A_{sd}——垂直穿过结合面的抗剪钢筋面积。

Ⅱ 预制构件结合面

4.5.3 预制构件与后浇混凝土、灌浆料和座浆材料的结合面

【规范条文】

《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010

[9.5.2] 混凝土叠合梁、板应符合下列规定：

1 叠合梁的叠合层混凝土的厚度不宜小于100mm，混凝土强度等级不宜低于C30。预制梁的箍筋应全部伸入叠合层，且各肢伸入叠合层的直线段长度不宜小于10d，d为箍筋直径。预制梁的顶面应做成凹凸差不小于6mm的粗糙面。

2 叠合板的叠合层混凝土的厚度不应小于40mm，混凝土强度等级不宜低于C25。预制板表面应做成凹凸差不小于4mm的粗糙面。承受较大荷载的叠合板以及预应力叠合板，宜在预制底板上设置伸入叠合层的构造钢筋。

[9.6.4] 装配整体式结构中框架梁的纵向受力钢筋和柱、墙中的竖向受力钢筋宜采用机械连接、焊接等形式；板、墙等构件中的受力钢筋可采用搭接连接形式；混凝土结合面应进行粗糙处理或做成齿槽；拼接处应采用强度等级不低于预制构件的混凝土灌缝。

装配整体式结构的梁柱节点处，柱的纵向钢筋应贯穿节点；梁的纵向钢筋应满足本规范第9.3节的锚固要求。

当柱采用装配式榫式接头时，接头附近区段内截面的轴心受压承载力宜为该截面计算所需承载力的1.3～1.5倍。此时，可采取在接头及其附近区段的混凝土内加设横向钢筋网、提高后浇混凝土强度等级和设置附加纵向钢筋等措施。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.5.5] 预制构件与后浇混凝土、灌浆料、座浆材料的结合面应做粗糙面、键槽，并应符合下列规定：

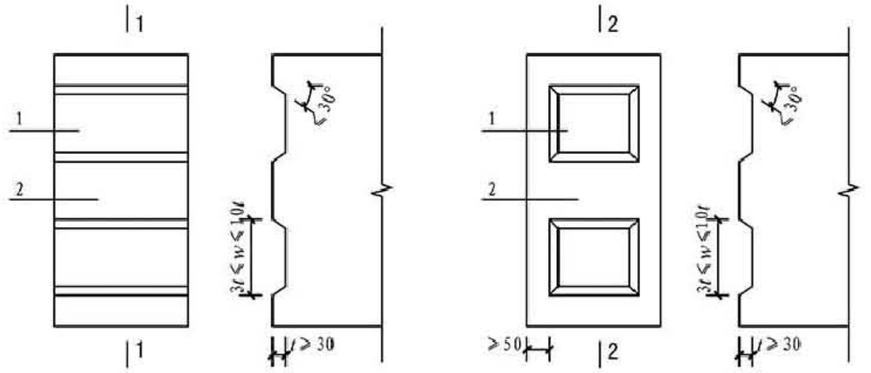
1 预制板与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面。

2 预制梁与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面；预制梁端面应设置键槽（图6.5.5）且宜设置粗糙面。键槽的尺寸和数量应按本规程第7.2.2条的规定计算确定；键槽的深度t不宜小于30mm，宽度w不宜小于深度的3倍且不宜大于深度的10倍；键槽可贯通截面，当不贯通时槽口距离截面边缘不宜小于50mm；键槽间距宜等于键槽宽度；键槽端部斜面倾角不宜大于30°。

3 预制剪力墙的顶部和底部与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面；侧面与后浇混凝土的结合面应做成粗糙面，也可设置键槽；键槽深度t不宜小于20mm，宽度w不宜小于深度的3倍且不宜大于深度的10倍，键槽间距宜等于键槽宽度，键槽端部斜面倾角不宜大于30°。

4 预制柱的底部应设置键槽且宜做成粗糙面，键槽应均匀布置，键槽深度不宜小于30mm，键槽端部斜面倾角不宜大于30°。柱顶应设置粗糙面。

5 粗糙面的面积不宜小于结合面的80%，预制板的粗糙面凹凸深度不应小于4 mm，预制梁端、预制柱端、预制墙端的粗糙面凹凸深度不应小于6mm。



(a) 键槽贯通截面　　(b) 键槽不贯通截面

图6.5.5 梁端键槽构造示意

1—键槽；2—梁端面

【要点说明】

试验表明，预制构件与现浇混凝土结合面采用粗糙面和键槽均是有效的措施，可以根据预制构件的类型、构件受力和变形特点、构件生产的便利程度等加以选择。《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1中给出了各类构件粗糙面和键槽尺寸的一般规定，国家建筑标准设计《装配式混凝土结构连接节点构造》15G310给出了更加详细的规定和明确的图示，工程设计中应严格遵照这些规定执行。

4.5.4 空心板剪力墙、双面叠合板剪力墙、预制空心柱等竖向叠合构件、预制整体式盒子间构件等与现浇混凝土的结合面规定尚无统一的技术标准，可参考相关地方标准或企业标准。

【要点说明】

在北京市地方标准《装配式剪力墙结构设计规程》DB 11/1003－2013第7章给出了预制圆孔板剪力墙结构的设计规定。试验表明，在圆孔中后浇混凝土的做法可以保证构件整体的共同工作，圆孔内壁不用做粗糙面或其他加肋刻痕工艺处理。

在安徽省地方标准《叠合板式混凝土剪力墙结构技术规程》DB 34/810－2008中，对双面叠合板剪力墙结构的技术特点给出了较为全面的介绍。该技术是由欧洲引进，对于预制板内表面也没有粗糙面或其他需要表面处理的要求。

4.5.5 预制框架柱的连接面设计

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[7.1.3] 装配整体式框架结构中，预制柱水平接缝处不宜出现拉力。

【要点说明】

本条所述“水平接缝处不宜出现拉应力”是指全截面的名义拉应力≤f_t。在框架结构的设计中，可以通过对荷载的传力路径、轴压比控制标准、截面尺寸和混凝土强度等设计指标的调整实现。

Ⅱ 钢筋连接

4.5.6 预制构件钢筋连接与锚固

1 一般要求

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.5.2] 装配整体式结构中，节点和接缝处的纵向钢筋连接宜根据接头受力、施工工艺等要求选用机械连接、套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、焊接连接、绑扎搭接连接等连接方式，并应符合国家现行有关标准的规定。

[6.5.6] 预制构件纵向钢筋宜在后浇混凝土内直线锚固；当直线锚固长度不足时，可采用弯折、机械锚固方式，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

2 板

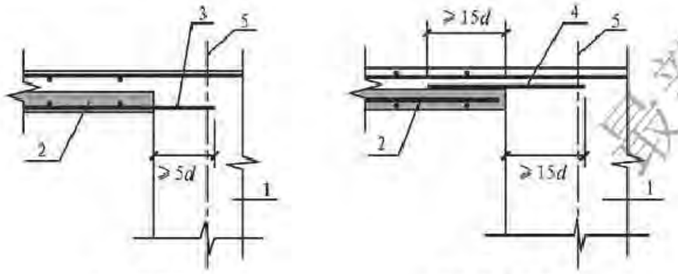
【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.6.4] 叠合板支座处的纵向钢筋应符合下列规定：

1 板端支座处，预制板内的纵向受力钢筋宜从板端伸出并锚入支承梁或墙的后浇混凝土中，锚固长度不应小于5d（d为纵向受力钢筋直径），且宜伸过支座中心线（图6.6.4a）；

2 单向叠合板的板侧支座处，当预制板内的板底分布钢筋伸入支承梁或墙的后浇混凝土中时，应符合本条第1款的要求；当板底分布钢筋不伸入支座时，宜在紧邻预制板顶面的后浇混凝土叠合层中设置附加钢筋，附加钢筋截面面积不宜小于预制板内的同向分布钢筋面积，间距不宜大于600mm，在板的后浇混凝土叠合层内锚固长度不应小于15d，在支座内锚固长度不应小于15d（d为附加钢筋直径）且宜伸过支座中心线（图6.6.4b）。



(a) 板端支座　　(b) 板侧支座

图6.6.4 叠合板端及板侧支座构造示意

1—支承梁或墙；2—预制板；3—纵向受力钢筋；4—附加钢筋；5—支座中心线

[6.6.5] 单向叠合板板侧的分离式接缝宜配置附加钢筋（图6.6.5），并应符合下列规定：

1 接缝处紧邻预制板顶面宜设置垂直于板缝的附加钢筋，附加钢筋伸入两侧后浇混凝土叠合层的锚固长度不应小于15d（d为附加钢筋直径）；

2 附加钢筋截面面积不宜小于预制板中该方向钢筋面积，钢筋直径不宜小于6mm、间距不宜大于250mm。

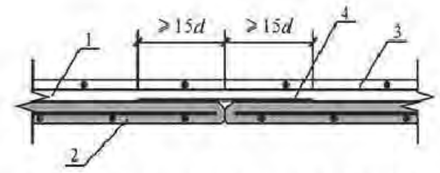


图6.6.5 单向叠合板板侧分离式拼缝构造示意

1—后浇混凝土叠合层；2—预制板；3—后浇层内钢筋；4—附加钢筋

[6.6.6] 双向叠合板板侧的整体式接缝宜设置在叠合板的次要受力方向上且宜避开最大弯矩截面。接缝可采用后浇带形式，并应符合下列规定：

1 后浇带宽度不宜小于200mm；

2 后浇带两侧板底纵向受力钢筋可在后浇带中焊接、搭接连接、弯折锚固；

3 当后浇带两侧板底纵向受力钢筋在后浇带中弯折锚固时（图6.6.6），应符合下列规定：

1）叠合板厚度不应小于10d，且不应小于120mm（d为弯折钢筋直径的较大值）；

2）接缝处预制板侧伸出的纵向受力钢筋应在后浇混凝土层内锚固，且锚固长度不应小于l_a；两侧钢筋在接缝处重叠的长度不应小于10d，钢筋弯折角度不应大于30°，弯折处沿接缝方向应配置不少于2根通长构造钢筋，且直径不应小于该方向预制板内钢筋直径；

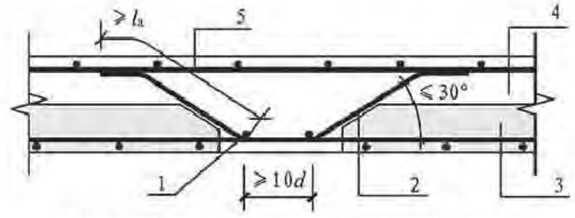


图6.6.6 双向叠合板整体式接缝构造示意

1—通长构造钢筋；2—纵向受力钢筋；3—预制板；4—后浇混凝土层叠合层；5—后浇层内钢筋

[6.6.10] 阳台板、空调板宜采用叠合构件或预制构件。预制构件应与主体结构可靠连接；叠合构件的负弯矩钢筋应在相邻叠合板的后浇混凝土中可靠锚固，叠合构件中预制板底钢筋的锚固应符合下列规定：

1 当板底为构造配筋时，其钢筋锚固应符合本规程第6.6.4条第1款的规定；

2 当板底为计算要求配筋时，钢筋应满足受拉钢筋的锚固要求。

3 梁、柱

【规范条文】

《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010

[9.6.4] 装配整体式结构中框架梁的纵向受力钢筋和柱、墙中的竖向受力钢筋宜采用机械连接、焊接等形式；板、墙等构件中的受力钢筋可采用搭接连接形式；混凝土结合面应进行粗糙处理或做成齿槽；拼接处应采用强度等级不低于预制构件的混凝土灌缝。

装配整体式结构的梁柱节点处，柱的纵向钢筋应贯穿节点；梁的纵向钢筋应满足本规范第9.3节的锚固要求。

当柱采用装配式榫式接头时，接头附近区段内截面的轴心受压承载力宜为该截面计算所需承载力的1.3～1.5倍。此时，可采取在接头及其附近区段的混凝土内加设横向钢筋网、提高后浇混凝土强度等级和设置附加纵向钢筋等措施。

[7.1.2] 装配整体式框架结构中，预制柱的纵向钢筋连接应符合下列规定：

1 当房屋高度不大于12m或层数不超过3层时，可采用套筒灌浆、浆锚搭接、焊接等连接方式；

2 当房屋高度大于12m或层数超过3层时，宜采用套筒灌浆连接。

最新标准资料 QQ群：

[7.3.3] 叠合梁可采用对接连接（图7.3.3），并应符合下列规定：

1 连接处应设置后浇段，后浇段的长度应满足梁下部纵向钢筋连接作业的空间需求；

2 梁下部纵向钢筋在后浇段内宜采用机械连接、套筒灌浆连接或焊接连接；

3 后浇段内的箍筋应加密，箍筋间距不应大于5d（d为纵向钢筋直径），且不应大于100mm。

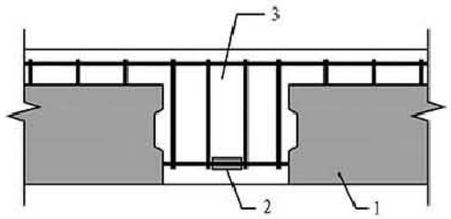


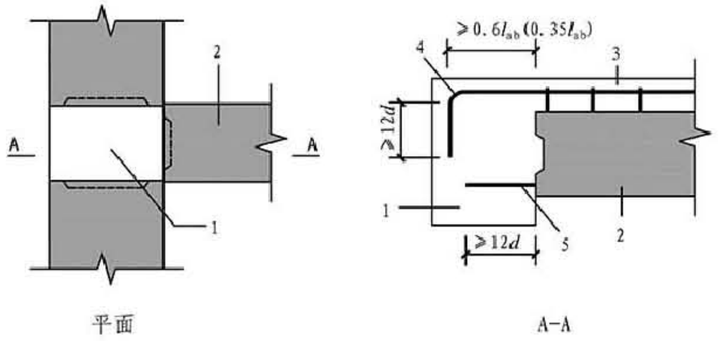
图7.3.3 叠合梁连接节点示意

1—预制梁；2—钢筋连接接头；3—后浇段

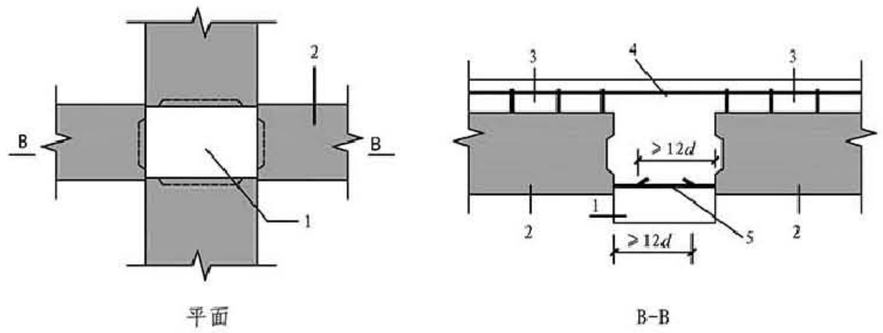
[7.3.4] 主梁与次梁采用后浇段连接时，应符合下列规定：

1 在端部节点处，次梁下部纵向钢筋伸入主梁后浇段内的长度不应小于12d。次梁上部纵向钢筋应在主梁后浇段内锚固。当采用弯折锚固（图7.3.4a）或锚固板时，锚固直段长度不应小于0.6lab；当钢筋应力不大于钢筋强度设计值的50%时，锚固直段长度不应小于0.35lab；弯折锚固的弯折后直段长度不应小于12d（d为纵向钢筋直径）。

2 在中间节点处，两侧次梁的下部纵向钢筋伸入主梁后浇段内长度不应小于12d（d为纵向钢筋直径）；次梁上部纵向钢筋应在现浇层内贯通（图7.3.4b）。



(a) 端部节点



(b) 中间节点

图7.3.4 主次梁连接节点构造示意

1—主梁后浇段；2—次梁；3—后浇混凝土叠合层；4—次梁上部纵向钢筋；5—次梁下部纵向钢筋

[7.3.6] 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架中，柱底接缝宜设置在楼面标高处（图7.3.6），并应符合下列规定：

1 后浇节点区混凝土上表面应设置粗糙面；

2 柱纵向受力钢筋应贯穿后浇节点区；

3 柱底接缝厚度宜为20mm，并应采用灌浆料填实。

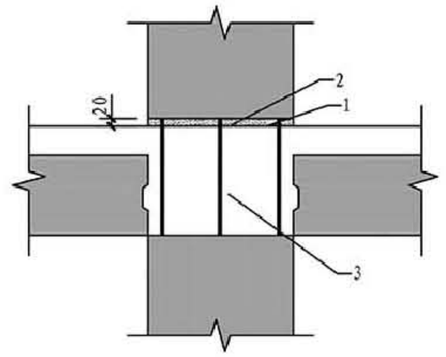


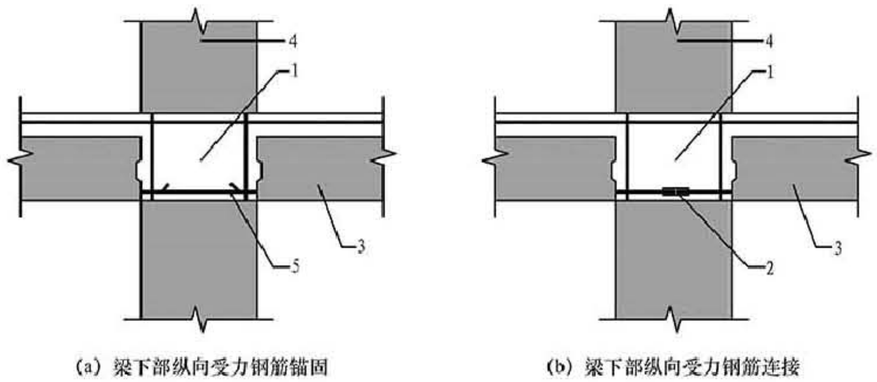
图7.3.6 预制柱底接缝构造示意

1—后浇节点区混凝土上表面粗糙面；2—接缝灌浆层；3—后浇区

[7.3.7] 梁、柱纵向钢筋在后浇节点区内采用直线锚固、弯折锚固或机械锚固的方式时，其锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中的有关规定；当梁、柱纵向钢筋采用锚固板时，应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256中的有关规定。

[7.3.8] 采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架节点，梁纵向受力钢筋应伸入后浇节点区内锚固或连接，并应符合下列规定：

1 对框架中间层中节点，节点两侧的梁下部纵向受力钢筋宜锚固在后浇节点区内（图7.3.8-1a），也可采用机械连接或焊接的方式直接连接（图7.3.8-1b）；梁的上部纵向受力钢筋应贯穿后浇节点区。



(a) 梁下部纵向受力钢筋锚固　　(b) 梁下部纵向受力钢筋连接

图7.3.8-1 预制柱及叠合梁框架中间层中节点构造示意

1—后浇区；2—下部纵向受力钢筋连接；3—预制梁；4—预制柱；5—下部纵向受力钢筋锚固

2 对框架中间层端节点，当柱截面尺寸不满足梁纵向受力钢筋的直线锚固要求时，宜采用锚固板锚固（图7.3.8-2），也可采用90°弯折锚固。

3 对框架顶层中节点，梁纵向受力钢筋的构造应符合本条第1款的规定。柱纵向受力钢筋宜采用直线锚固；当梁截面尺寸不满足直线锚固要求时，宜采用锚固板锚固（图7.3.8-3）。

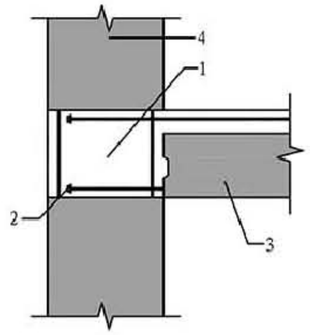
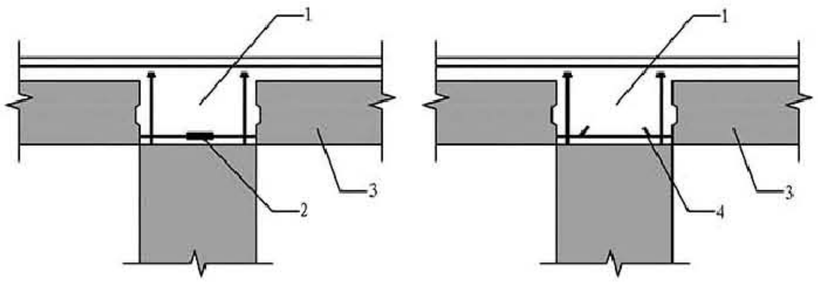


图 7.3.8－2　预制柱及叠合梁框架中间层端节点构造示意

1—后浇区；2—梁纵向受力钢筋锚固；3—预制梁；4—预制柱



(a) 梁下部纵向受力钢筋连接　　(b) 梁下部纵向受力钢筋锚固

图 7.3.8－3　预制柱及叠合梁框架顶层中节点构造示意

1—后浇区；2—下部纵向受力钢筋连接；3—预制梁；4—下部纵向受力筋锚固

4　对框架顶层端节点，梁下部纵向受力钢筋应锚固在后浇节点区内，且宜采用锚固板的锚固方式；梁、柱其他纵向受力钢筋的锚固应符合下列规定：

1）柱宜伸出屋面并将柱纵向受力钢筋锚固在伸出段内（图 7.3.8－4a），伸出段长度不宜小于 500mm，伸出段内箍筋间距不应大于 5 d（d 为柱纵向受力钢筋直径），且不应大于 100mm；柱纵向钢筋宜采用锚固板锚固，锚固长度不应小于 40d；梁上部纵向受力钢筋宜采用锚固板锚固；

2）柱外侧纵向受力钢筋也可与梁上部纵向受力钢筋在后浇节点区搭接（图 7.3.8－4b），其构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 中的规定；柱内侧纵向受力钢筋宜采用锚固板锚固。

［7.3.9］采用预制柱及叠合梁的装配整体式框架节点，梁下部纵向受力钢筋也可伸至节点区外的后浇段内连接（图 7.3.9），连接接头与节点区的距离不应小于 $1.5h_0$（h_0 为梁截面有效高度）。

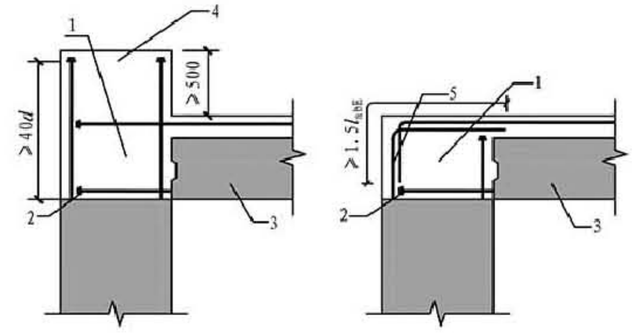
［7.3.10］现浇柱与叠合梁组成的框架节点中，梁纵向受力钢筋的连接与锚固应符合本规程第 7.3.7～7.3.9 条的规定。

［8.3.5］上、下层预制剪力墙的竖向钢筋，当采用套筒灌浆连接和浆锚搭接连接时，应符合下列规定：

1　边缘构件竖向钢筋应逐根连接。

2　预制剪力墙的竖向分布钢筋，当仅部分连接时（图 8.3.5），被连接的同侧钢筋间距不应大于 600mm，且在剪力墙构件承载力设计和分布钢筋配筋率计算中不得计入不连接的分布钢筋；不连接的竖向分布钢筋直径不应小于 6mm。

3　一级抗震等级剪力墙以及二、三级抗震等级底层加强部位，剪力墙的边缘构件竖向钢筋宜采用套筒灌浆连接。



(a) 柱向上伸长　　(b) 梁柱外侧钢筋搭接

图 7.3.8－4　预制柱及叠合梁框架顶层边节点构造示意

1—后浇区；2—纵向受力钢筋锚固；3—预制梁；

4—柱延伸段；5—梁柱外侧钢筋搭接

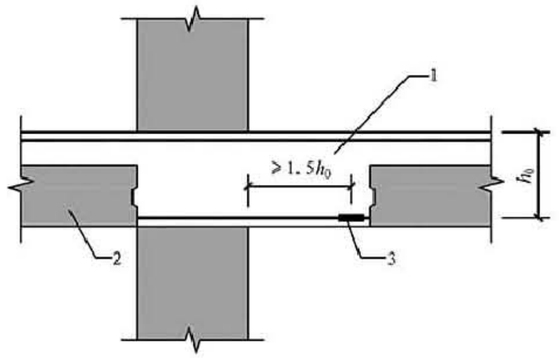


图 7.3.9　梁纵向钢筋在节点区外的后浇段内连接示意

1—后浇段；2—预制梁；3—纵向受力钢筋连接

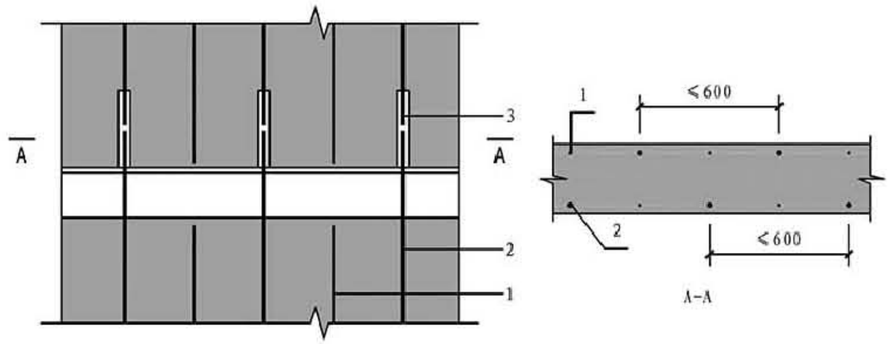


图 8.3.5　预制剪力墙竖向分布钢筋连接构造示意

1—不连接的竖向分布钢筋；2—连接的竖向分布钢筋；3—连接接头

【要点说明】

钢筋连接是预制构件设计的重要内容，应根据预制构件的类型、构件受力和变形特点、构件生产的便利程度、现场施工安装、质量可靠性和检验等加以选择。《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014 中给出了各类构件钢筋连接的一般规定，其中对装配式框架结构给出了一些比较成熟做法总结；针对装配式剪力墙结构，在装配式建筑国家标准设计（第一批）《装配式混凝土剪力墙结构系列图集》中给出了更加详细的规定和明确的图示；工程设计中可在其规定的适用范围内参照执行。

【措施方法】

装配整体式框架结构的构造设计应注意以下几点：

1 屋顶层边柱节点和角柱节点宜采用框架柱向上延伸500mm的做法。

2 预制柱梁节点具有质量好、现场施工效率高等优点，符合预制构件连接部位设置在结构受力较小部位的要求；在生产、运输和安装施工条件允许的情况下，是一种值得推广应用的做法。

3 框架梁预制部分的纵向钢筋连接可以选择的方式有：①柱外搭接或机械连接；②在柱梁节点区内采用机械锚固等等。

4 现浇柱梁节点内的箍筋设置宜采用减少肢数、增加外侧箍筋直径的做法，必要时也可采取加腋等措施。

4.5.7 钢筋搭接连接的形式包括绑扎搭接连接、间接搭接连接、浆锚搭接连接和约束浆锚搭接连接、环套搭接连接等。

1 绑扎搭接连接适用于叠合梁纵向钢筋、墙体分布钢筋、叠合板整体式接缝处纵向钢筋；

（1）叠合梁纵筋和墙体竖向分布钢筋的连接要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010的规定，小偏心受拉的剪力墙肢竖向分布钢筋不宜采用绑扎搭接连接；

（2）墙体接缝在满足《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014第8章的规定时，水平分布钢筋可在同一截面采用100%搭接连接，钢筋搭接长度允许采用1.2la或1.2laE；

（3）叠合板整体式接缝在满足《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014第6.6.6条规定时，受力钢筋可在同一截面采用100%搭接连接，搭接连接长度允许采用1.2l_a，且取消了纵向钢筋绑扎搭接连接最小长度300mm的规定。

2 钢筋间接搭接连接适用于预制梁、空心板剪力墙、双面叠合板剪力墙、叠合柱等纵向受力钢筋、分布钢筋的连接，钢筋连接均处于现浇混凝土区段。

3 浆锚搭接连接是在我国装配整体式剪力墙结构工程实践中形成的一种适用于剪力墙竖向钢筋连接的形式，这种钢筋连接形式属于钢筋间接搭接连接的一种形式，在一些地方标准中也给出了一些应用的指导性规定。鉴于我国尚无浆锚搭接连接接头的统一技术标准，且目前针对该项技术的研究中尚存在一些需要完善的方面。因此，在行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014中虽允许使用，但是给出了一些较为严格的规定，以规范工程应用，以及指导技术研究。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.5.4] 纵向钢筋采用浆锚搭接连接时，对预留孔成孔工艺、孔道形状和长度、构造要求、灌浆料和被连接钢筋，应进行力学性能以及适用性的试验验证。直径大于20mm的钢筋不宜采用浆锚搭接连接，直接承受动力荷载构件的纵向钢筋不应采用浆锚搭接连接。

【要点说明】

第1款第（2）和（3）项的做法是在国家建筑标准设计图集（第一批）的编制过程中，编制组分别就预制剪力墙板、叠合楼板钢筋连接问题组织了专题研讨会，并达成了一致意见。该做法实际上已超出了现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010、《建筑抗震设计规范》GB 50011－2010、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3－2010的规定，建议在相关标准修订时予以统一考虑。

第2款所述钢筋间接搭接连接方式，是在《全国民用建筑工程设计技术措施—结构（混凝土结构）》（2012年版）第2.4.3条中介绍了美国规范的做法示意，只是涉及了基本概念和形式，内容不够全面完整；在现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010、《建筑抗震设计规范》GB 50011－2010、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3－2010中均未给出具体规定。建议在相关标准修订时予以统一考虑。

第3款所述约束浆锚搭接连接方式，是在间接搭接连接的基础上，通过在连接区段设置螺旋箍筋，使得横向附加钢筋对钢筋连接区段的混凝土约束得到加强的一种做法。

在我国装配整体式剪力墙结构工程中，预制剪力墙板分布钢筋连接普遍使用环套搭接连接的形式；在一些地方标准中给出了墙体水平分布钢筋采用环套搭接连接的基本规定，基本上是参照《装配式大板居住建筑设计和施工规程》JGJ 1－91的做法，是否恰当值得讨论，且各地方采用做法的差异较大；目前，在装配式剪力墙结构中采用环套搭接连接的行业标准编制工作已经启动。

在国家建筑标准设计图集（第一批）中，对于预制剪力墙水平分布钢筋的连接形式，给出了一种采用环套搭接连接的形式：

1 环套可分为矩形环套和半圆形环套，搭接方式分为一次搭接连接和二次搭接连接；

2 允许在同一截面100%连接；

3 采用矩形环套搭接连接的钢筋搭接长度可以按照0.6la或0.6laE采用，取消纵向钢筋绑扎搭接连接最小长度300mm的规定；

4 采用半圆形环套搭接连接时，钢筋最小半径r_{min}应通过计算确定。

4.5.8 在预制构件连接中使用的钢筋机械连接形式包括套筒挤压钢筋接头、直螺纹钢筋接头和钢筋套筒灌浆接头三种。

1 直螺纹钢筋接头一般可用于预制构件与现浇混凝土结构之间的纵向钢筋连接，应符合行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107－2010的规定。

2 钢筋套筒灌浆接头有全灌浆和半灌浆两种形式，钢筋接头的性能应符合行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015的规定，钢筋接头的设计要求应符合行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014的规定。

（1）灌浆套筒全灌浆接头一般设在预制构件间的后浇段内，待两侧预制构件安装就位后，纵向钢筋伸入套筒后实施灌浆，如预制梁的纵向钢筋连接。

（2）灌浆套筒半灌浆接头一般设置预制构件边缘，与之相邻的预制构件钢筋伸入套筒后实施灌浆，如预制柱、预制墙的纵向钢筋连接。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[6.5.3] 纵向钢筋采用套筒灌浆连接时，应符合下列规定：

1 接头应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107－2010中Ⅰ级接头的性能要求，并应符合国家现行有关标准的规定；

2 预制剪力墙中钢筋接头处套筒外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于15mm，预制柱中钢筋接头处套筒外侧箍筋的混凝土保护层厚度不应小于20mm；

3 套筒之间的净距不应小于25mm。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 355－2015

[4.0.3] 当装配式混凝土结构采用符合本规程规定的套筒灌浆连接接头时，全部构件纵向受力钢筋可在同一截面上连接。

[4.0.4] 混凝土结构中全截面受拉构件同一截面不宜全部采用钢筋套筒灌浆连接。

[4.0.5] 采用套筒灌浆连接的混凝土构件设计应符合下列规定：

1 接头连接钢筋的强度等级不应高于灌浆套筒规定的连接钢筋强度等级；

2 接头连接钢筋的直径规格不应大于灌浆套筒规定的连接钢筋直径规格，且不宜小于灌浆套筒规定的连接钢筋直径规格一级以上；

3 构件配筋方案应根据灌浆套筒外径、长度及灌浆施工要求确定；

4 构件钢筋插入灌浆套筒的锚固长度应符合灌浆套筒参数要求；

5 竖向构件配筋设计应结合灌浆孔、出浆孔位置；

6 底部设置键槽的预制柱，应在键槽处设置排气孔。

[4.0.5] 混凝土构件中灌浆套筒的净距不应小于25mm。

[4.0.6] 混凝土构件的灌浆套筒长度范围内，预制混凝土柱箍筋的混凝土保护层厚度不应小于20mm，预制混凝土墙最外层钢筋的混凝土保护层厚度不应小于15mm。

【要点说明】

灌浆套筒钢筋连接接头是一种质量可靠、操作简单的技术。技术应用的关键在于对产品选用和工程操作等方面的管理。

在产品选用上，规范没有强制套筒与灌浆料必须采用同一个厂家的产品；但是，不同产品组成的钢筋连接接头必须通过型式检验的检测。目前，市场上的产品能够做到套筒和灌浆料共同研发的种类不多。在工程应用中，不能只关注单一产品的性能，以及钢筋连接接头拉伸性能的工程检测；当选用不同厂家的产品组合时，选用方应当完成独立的钢筋连接接头型式检验。

套筒挤压钢筋接头的设置要求与全灌浆套筒钢筋连接接头基本相同，适用于采用混凝土后浇段连接的各种类型预制构件；该接头按照连接钢筋最大直径可分为两种形式：

1 连接钢筋最大直径大于等于18mm时，应符合行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107－2010的规定，适用于预制柱、预制墙板、预制梁等构件类型的纵向受力钢筋连接；

2 连接钢筋最大直径小于等于16mm时，可以采用套筒搭接挤压方式，适用于叠合楼板、预制墙板等构件类型的钢筋连接；该种钢筋连接形式尚无国家或行业技术标准，中国工程建设标准化协会（CECS）标准正在编制中。

4.5.9 钢筋焊接连接接头一般可用于预制构件与现浇混凝土结构之间的钢筋连接，应符合行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18－2012的规定。

Ⅳ 连接件连接

4.5.10 预制构件采用连接件的连接方式应是装配式、装配整体式结构重要的连接方式之一，其设计方法和内容应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010的规定。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技规术程》JGJ 1－2014

[6.5.7] 应对连接件、焊缝、螺栓或铆钉等紧固件在不同设计状况下的承载力进行验算，并应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017和《钢结构焊接规范》GB 50661等的规定。

【要点说明】

针对多层的装配式混凝土建筑，干法连接是重要的技术手段之一。目前，行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014第9章和附录A给出的做法主要是采用预埋钢板或型钢、焊接连接的方式。

国外用于预制构件连接的成熟的连接件类型和产品很多，我国应加快这方面的研发和标准制定工作。

Ⅴ 多层剪力墙结构连接设计

4.5.11 多层装配式剪力墙结构是在高层装配整体式剪力墙基础上进行简化，并参照原行业标准《装配式大板居住建筑设计和施工规程》JGJ 1－91的相关节点构造，制定的一种主要用于多层建筑的装配式结构。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[9.3.1] 抗震等级为三级的多层装配式剪力墙结构，在预制剪力墙转角、纵横墙交接部位应设置后浇混凝土暗柱，并应符合下列规定：

1 后浇混凝土暗柱截面高度不宜小于墙厚，且不应小于250mm，截面宽度可取墙厚（图9.3.1）；

2 后浇混凝土暗柱内应配置竖向钢筋和箍筋，配筋应满足墙肢截面承载力的要求，并应满足表9.3.1的要求；

3 预制剪力墙的水平分布钢筋在后浇混凝土暗柱内的锚固、连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

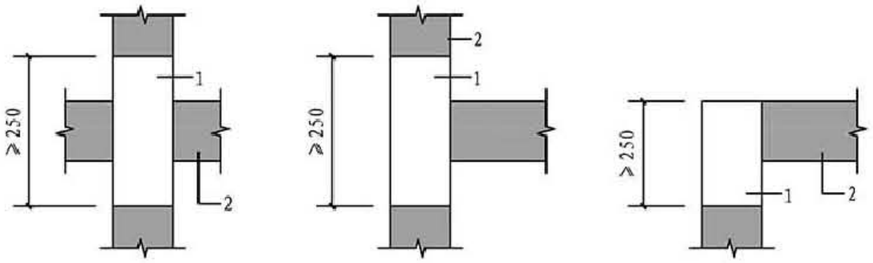


图9.3.1 多层装配式剪力墙结构后浇混凝土暗柱示意

1—后浇段；2—预制剪力墙

表9.3.1 多层装配式剪力墙结构后浇混凝土暗柱配筋要求

底层			其它层		
纵向钢筋最小量	箍筋（mm）		纵向钢筋最小量	箍筋（mm）	
	最小直径	沿竖向最大间距		最小直径	沿竖向最大间距
4ϕ12	6	200	4ϕ10	6	250

[9.3.2] 楼层内相邻预制剪力墙之间的竖向接缝可采用后浇段连接，并应符合下列规定：

1 后浇段内应设置竖向钢筋，竖向钢筋配筋率不应小于墙体竖向分布筋配筋率，且不宜小于2ϕ12；

2 预制剪力墙的水平分布钢筋在后浇段内的锚固、连接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

[9.3.3] 预制剪力墙水平接缝宜设置在楼面标高处，并应满足下列要求：

1 接缝厚度宜为20mm。

2 接缝处应设置连接节点，连接节点间距不宜大于1m；穿过接缝的连接钢筋数量应满足接缝受剪承载力的要求，且配筋率不应低于墙板竖向钢筋配筋率，连接钢筋直径不应小于14mm。

3 连接钢筋可采用套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、焊接连接，并应满足本规程附录A中相应的构造要求。

[9.3.4] 当房屋层数大于3层时，应符合下列规定：

1 屋面、楼面宜采用叠合楼盖，叠合板与预制剪力墙的连接应符合本规程第6.6.4条的规定；

2 沿各层墙顶应设置水平后浇带，并应符合本规程第8.3.3条的规定；

3 当抗震等级为三级时，应在屋面设置封闭的后浇钢筋混凝土圈梁，圈梁应符合本规程第8.3.2条的规定。

[9.3.5] 当房屋层数不大于3层时，楼面可采用预制楼板，并应符合下列规定：

1 预制板在墙上的搁置长度不应小于60mm，当墙厚不能满足搁置长度要求时可是只挑耳；板端后浇混凝土接缝宽度不宜小于50mm，接缝内应配置连续的通长钢筋，钢筋直径不应小于8mm。

2 当板端伸出锚固钢筋时，两侧伸出的锚固钢筋应互相可靠连接，并应与支承墙伸出的钢筋、板端接缝内设置的通长钢筋拉结。

3 当板端不伸出锚固钢筋时，应沿板跨方向布置连系钢筋，连系钢筋直径不应小于10mm，间距

不应大于600mm；连系钢筋应与两侧预制板可靠连接，并应与支承墙伸出的钢筋、板端接缝内设置的通长钢筋拉结。

［9.3.6］连梁宜与剪力墙整体预制，也可在跨中拼接。预制剪力墙洞口上方的预制连梁可与后浇混凝土圈梁或水平后浇带形成叠合连梁；叠合连梁的配筋及构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

［9.3.7］预制剪力墙与基础的连接应符合下列规定：

1 基础顶面应设置现浇混凝土圈梁，圈梁上表面应设置粗糙面；

2 预制剪力墙与圈梁顶面之间的接缝构造应符合本规程第9.3.3条的规定，连接钢筋应在基础中可靠锚固，且宜伸入到基础底部；

3 剪力墙后浇暗柱和竖向接缝内的纵向钢筋应在基础中可靠锚固，且宜伸入到基础底部。

【要点说明】

本部分内容给出了多层剪力墙结构的连接方式，使用者可遵照执行。

5 机电设计

5.1 一般规定（水、暖、电）

5.1.1 基本要求

装配式混凝土结构建筑机电设计除应符合国家和地方现行相关规范、标准和规程的要求外，还应满足现行装配式混凝土结构建筑的设计、施工及验收规范、标准和规程的要求。近年来，各地及相关行业相继出版了一系列有关装配式混凝土结构建筑的规程及行业标准，但此类型建筑机电设计相关的国家规范、标准仍有待补充。

5.1.2 机电管线、设备设置基本原则

给排水、燃气、采暖、通风和空气调节系统的管线及设备不得直埋于预制构件及预制叠合楼板的现浇层。当条件受限管线必须暗埋或穿越时，横向布置的管道及设备应结合建筑垫层进行设计，也可在预制梁及墙板内预留孔、洞或套管；竖向布置的管道及设备需在预制构件中预留沟、槽、孔洞或套管。

电气竖向干线的管线宜做集中敷设，满足维修更换的需要，当竖向管道穿越预制构件或设备暗敷于预制构件时，需在预制构件中预留沟、槽、孔洞或套管；电气水平管线宜在架空层或吊顶内敷设，当受条件限制必须暗埋时，宜敷设在现浇层或建筑垫层内，如无现浇层且建筑垫层又不满足管线暗埋要求时，需在预制构件中预留相应的套管和接线盒。

5.1.3 精装一体化要求

随着装配式建筑技术的不断提高，装配式混凝土结构建筑宜开展建筑和室内装修一体化设计，做到设计及施工安装标准化、系列化，提高并满足预制构件工厂化生产及机械化安装的需求，最大程度的体现装配式混凝土结构建筑的优越性。

5.1.4 建筑设备管线综合

在进行装配式混凝土建筑内部设备管线设计时，应重视管线综合。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

［5.4.3］设备管线应进行综合设计，减少平面交叉；竖向管线宜集中布置，并应满足维修更换的要求。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

［10.1.1］装配式剪力墙住宅的机电管线应进行综合设计，公共部分和户内部分的管线连接宜采用架空连接的方式，如需暗埋，则应结合结构楼板及建筑垫层进行设计，集中敷设在现浇区域内。

【要点说明】

装配式混凝土结构建筑应做好建筑设备管线综合设计，满足建筑给排水、消防、燃气、采暖、通风和空气调节设施、照明供电等机电各系统功能使用、运行安全、维修管理方便等要求。住宅建筑设备管线的综合设计应特别注意套内管线的综合设计，每套的管线应户界分明。

【措施方法】

1 居住建筑内的给水总立管、雨水立管、消防立管、采暖、电气和电信干线（管）、公共功能的阀门和电气设备以及用于总体调节和检修的部件，均应统一集中设置在居住建筑公共部位。

2 公共建筑内竖向管线宜集中布置在独立的管道井内，且布置在现浇楼板处。

3 当条件受限管线必须暗埋时，应结合叠合楼板现浇层以及建筑垫层进行设计。

4 当管线综合条件受限管线必须穿越时，预制构件内可预留套管或孔洞，但预留位置不应影响结构安全。

5 建筑设备及其管线需要与预制构件连接时，宜采用预留埋件的安装方式。当采用其他安装固定方法时，不得影响构件完整性与结构安全。

6 建筑部件与设备之间的连接宜采用标准化接口。

5.1.5 预制构件上孔洞、沟槽预留

从安全和经济两方面考虑，预制构件上的孔洞及沟槽的预留应符合以下规定。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[5.4.4] 预制构件中电气接口及吊挂配件的孔洞、沟槽应根据装修和设备要求预留。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.1.2] 预制结构构件中宜预埋管线，或预留沟、槽、孔、洞的位置，预留预埋应遵守结构设计模数网格，不应在维护结构安装后凿剔沟、槽、孔、洞。

安徽省地方标准《装配整体式剪力墙结构技术规程（试行）》DB34/T 1874－2013

[4.6.4] 应在预制墙板中预留空调室内机、热水器等电器的接口及其吊挂配件的孔洞、沟槽，并与预制墙板可靠连接，不应在预制墙板上剔凿孔洞、沟槽。墙板上应预留配电箱、弱电箱等的洞口，或局部采用砌块墙体，并与预制墙板可靠拉结。

【要点说明】

出于对建筑结构安全的考虑，装配式建筑不应在预制构件上剔凿孔洞、沟槽。

【措施方法】

预制构件上为管线、设备及其吊挂配件预留的孔洞、沟槽宜选择对构件受力影响最小的部位，并应确保受力钢筋不受破坏，当条件受限无法满足上述要求时，土建专业应采取相应的处理措施。设计过程中机电专业应与土建专业密切沟通，防止遗漏，以避免后期对预制构件凿剔沟槽、孔洞。

5.1.6 施工作业方式

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[5.4.1] 室内装修宜减少施工现场的湿作业。

【要点说明】

做装配式混凝土结构建筑目的就是要节材、提高效率、降低现场扬尘、保持现场干净，因此需尽量减少湿作业。

【措施方法】

给水排水支管、地面辐射供暖盘管以及电气管线可根据具体情况采用不同的安装方式。例如给水支管可以敷设在吊顶内或架空层内；同层排水支管可敷设在架空层内；地面辐射供暖可采用预制沟槽保温板地面辐射供暖系统、预制轻薄供暖板地面辐射供暖系统、架空模块式地面辐射供暖系统；电气管线可以预埋在结构预制构件内等方式来减少施工现场湿作业。

5.2 给水排水系统及管线设计

5.2.1 公共区域给排水管道设计

【规范条文】

《住宅建筑规范》GB 50368－2005

[8.1.4] **住宅的给水总立管、雨水立管、消防立管、采暖供回水总立管和电气、电信干线（管），不应布置在套内。公共功能的阀门、电气设备和用于总体调节和检修的部件，应设在共用部位。**

《住宅设计规范》GB 50096－2011

[8.1.7] **下列设施不应设置在住宅套内，应设置在共用空间内：**

1 公共功能的管道，包括给水总立管、消防立管、雨水立管、采暖（空调）供回水总立管和配电和弱电干线（管）等，设置在开敞式阳台的雨水立管除外；

2 公共的管道阀门、电气设备和用于总体调节和检修的部件，户内排水立管检修口除外；

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.3.1] 共用给水、排水立管应设在独立的管道井内，且布置在现浇楼板处。公共功能的控制阀门、检查口和检修部件应设在公共部位。雨水立管、消防管道应布置在公共部品内。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011：

[4.1.4] 共用给水、排水立管应设在独立的管道井内（公共建筑可设置在部品内）。公共功能的控制阀门、检查口和检修部件应设在公用部位。

【要点说明】

住宅建筑共用管道、设备和部件如设置在住宅套内，不仅占用套内空间的面积、影响套内空间的使用，住户在装修时往往会将管道加以隐蔽，给维修和管理带来不便。在其他住户发生事故需要关闭检修阀门时，因设置阀门的住户无人而不能进入展开正常维修，这样的案例经常发生。公共建筑给排水管道虽然不受套内外限制，但考虑到存在套内出售或出租性质，仍建议公共功能的给排水、消防总立管、阀门、部件等设于共用空间内。

装配式混凝土结构建筑给排水设计中最重要的是应结合预制构件的特点，将构件的生产与设备安装综合考虑，在满足日后维护和管理需求的前提下，达到减少预制构件中管道穿楼板预留洞和预留套管的数量、减少构件规格种类及降低造价的目标。

【措施方法】

在共用空间内设置公共管井，将给水总立管、雨水立管、消防管道及公共功能的控制阀门、户表（阀）、检查口等设置在其中，各户表后入户横管可敷设在公共区域顶板下或地面垫层内入户。为住宅各户敞开式阳台服务的各层共用雨水立管可以设在敞开式阳台内，建筑屋面外排雨水立管不宜设在敞开式阳台内。

对于分区供水的横干管，属于公共管道，应设置在公共部位，不应设置在与其无关的套内。当采用远传水表或 IC 水表而将供水立管设在套内时，为便于维修和管理，供检修用的阀门应设在公共部位的供水横管上，不应设在套内的供水立管顶部。

应将共用给水、排水立管集中设置在公共部位的管井内，并宜布置在现浇楼板区域。

5.2.2 给水管道设计

1 给水管道设置部位应满足以下规定：

【规范条文】

《建筑给水排水设计规范》GB 50015－2003（2009 年版）

[3.5.18] 给水管道暗设时，应符合下列要求：

1 不得直接敷设在建筑物结构层内；

2 干管和立管应敷设在吊顶、管井、管窿内，支管宜敷设在楼（地）面的垫层内或沿墙敷设在管槽内；

3 敷设在垫层或墙体管槽内的给水支管的外径不宜大于25mm；

4 敷设在垫层或墙体管槽内的给水管管材宜采用塑料、金属与塑料复合管材或耐腐蚀的金属管材；

5 敷设在垫层或墙体管槽内的管材，不得有卡套式或卡环式接口，柔性管材宜采用分水器向各卫生器具配水，中途不得有连接配件，两端接口应明露。

上海市工程建设规范《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014

［5.6.3］装配整体式混凝土公共建筑应做好建筑设备管线综合设计，并应符合下列规定：

1 设备管线应减少平面交叉，竖向管线宜集中布置，并应满足维修更换的要求。

2 机电设备管线宜设置在管线架空层或吊顶空间中，各种管线宜同层敷设。

3 当条件受限管线必须暗埋时，宜结合叠合楼板现浇层以及建筑垫层进行设计。

4 当条件受限管线必须穿越时，预制构件内可预留套管或孔洞，但预留的位置不应影响结构安全。

5 建筑部件与设备之间的连接宜采用标准化接口。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

［10.1.1］装配式剪力墙住宅的机电管线应进行综合设计、公共部分和户内部分的管线连接宜采用架空连接的方式，如须暗埋，则应结合结构楼板及建筑垫层进行设计，集中敷设在现浇区域内。

［10.1.3］装配式住宅建筑卫生间宜采用同层排水方式；给水、采暖水平管线宜暗敷于本层地面下的垫层中；空调水平管线宜布置在本层顶板吊顶下；电气水平管线宜暗敷于结构楼板叠合层中。也可布置在本层顶板吊顶下。

【要点说明】

给水横管按其在楼层所处的位置可分为楼层底部设置及楼层顶部设置两大类。其中楼层底部设置可采用建筑垫层（回填层）暗埋或架空层设置，给水管道不论管材是金属管还是塑料管（含复合管），均不得直接埋设在建筑物结构层内。楼层顶部设置可采用梁下设置或穿梁设置，管线穿越预制梁构件处需预埋钢套管，套管预埋位置不应影响结构安全，套管管径及定位应经结构专业确认，且管线设置高度应满足建筑净高要求。

给水立管应设置于管井、管窿内或沿墙敷设在管槽内。

埋设在楼板建筑垫层内或沿预制墙板敷设在管槽内的管道，因受垫层厚度或预制墙板钢筋保护层厚度（通常为15mm）限制，一般外径不宜大于25mm。

【措施方法】

沿墙接至用水器具的给水支管一般均为DN15或DN20的小管径管，当遇预制构件墙体时，需在墙体近用水器具侧预留竖向管槽，管槽定位及槽宽应考虑结构设计模数并避让钢筋。一般管槽宽30～40mm、深15～20mm（开槽方式参考图5.2.2－1、图5.2.2－2、图5.2.2－3），管道外侧表面的砂浆保护层不得小于10mm；当给水支管无法完全嵌入管槽，管槽尺寸又不能扩大时，需增加墙体装饰面厚度。有的工程在墙内做横向管槽，这种方式易减弱结构强度，应尽可能避免采用这种方式。

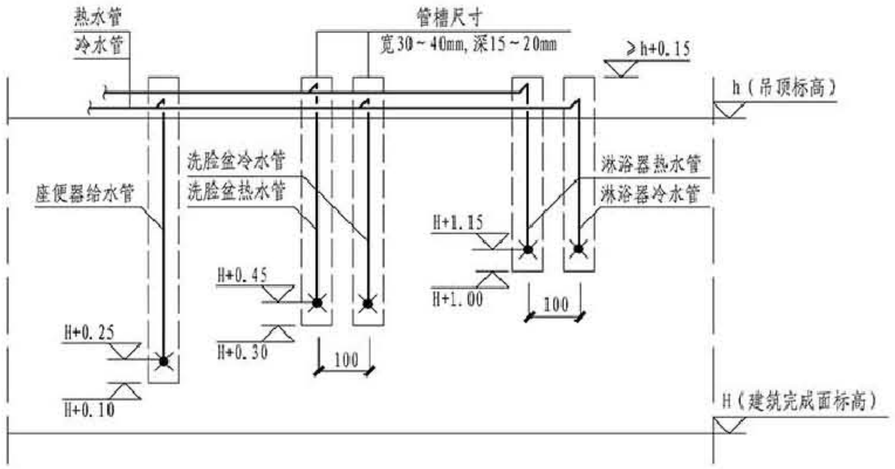


图5.2.2－1 卫生间管槽示例一（给水干管设于吊顶内）

穿梁管道应在梁内预埋钢套管，套管尺寸一般大于所穿管道1～2档，如为保温管道，则预埋套管尺寸应考虑管道保温层厚度；敷设于架空层内的管道，应采取可靠的隔声减噪措施；给水管与排水管共

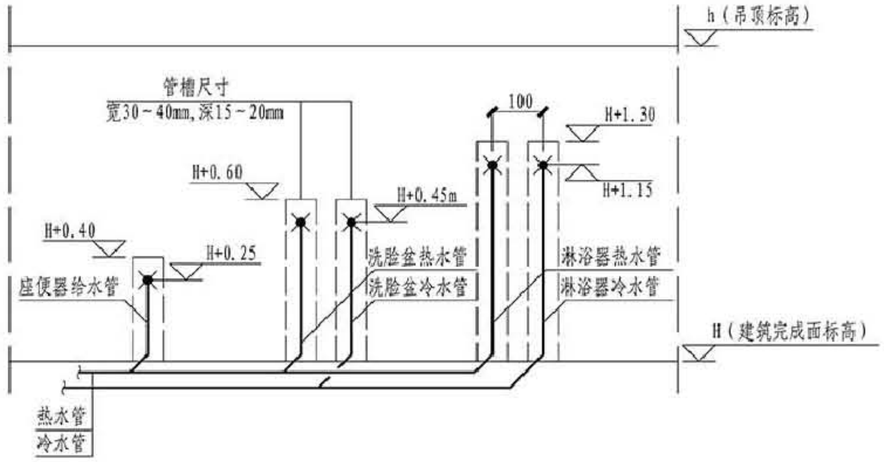


图5.2.2－2 卫生间管槽示例二（给水干管设于建筑垫层内）

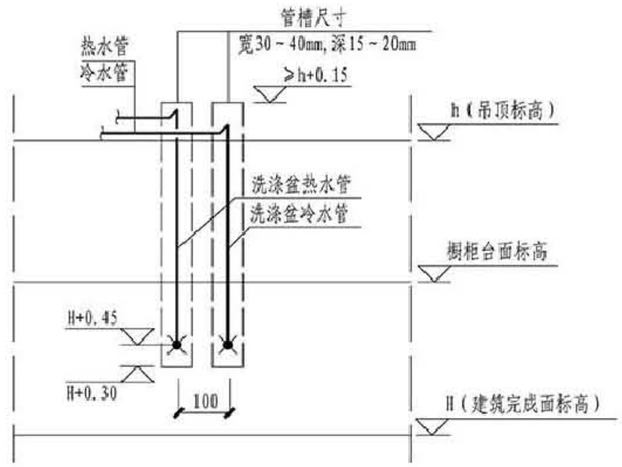


图5.2.2－3 厨房管槽示例（给水干管设于吊顶内）

设于架空层或回填层时，给水管应敷设在排水管上方。

2 给水立管与部品水平管道连接方式应满足以下规定：

【规范条文】

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

［10.3.3］给水系统的给水立管与部品水平管道的接口宜设置内螺纹活接连接。

【要点说明】

为便于日后管道维修拆卸，故要求给水立管与部品水平管道的接口采用内螺纹活接连接。实际工程中，由于未采用活接头，在遇到有拆卸管路要求的检修时只能采取断管措施，增加了不必要的施工难度。

5.2.3 排水管道设计

【规范条文】

《住宅设计规范》GB 50096－2011

［8.2.8］污废水排水横管宜设置在本层套内；当敷设于下一层的套内空间时，其清扫口应设置在本层，并应进行夏季管道外壁结露验算和采取相应的防止结露的措施。污废水排水立管的检查口宜每层设置。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[5.4.5] 建筑宜采用同层排水设计，并应结合房间净高、楼板跨度、设备管线等因素确定降板方案。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.3.2] 套内排水管道宜优先采用同层敷设。同层排水的卫生间地坪应有可靠的防渗漏水措施。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T1925－2011

[4.1.5] 住宅套内排水管道应同层敷设，器具排水竖管不得穿越楼板进入另一套内，同层排水的卫生间地坪应有可靠的防渗漏水措施。

【要点说明】

住宅卫生间采用同层排水，即器具排水管及排水支管不穿越本层结构楼板到下层空间、与卫生器具同层敷设并接入排水立管的排水系统。器具排水管和排水支管沿墙体敷设或敷设在本层结构楼板与最终装饰地面之间，此种排水管设置方式有效地避免了上层住户卫生间管道故障检修、卫生间地面渗漏及排水器具楼面排水接管处渗漏对下层住户的影响。同层排水的卫生间建筑完成面及预制楼板面应做好严格的防水处理，避免回填（架空）层积蓄污水或污水渗漏至下层住户室内。

【措施方法】

同层排水形式分为排水支管暗敷在隔墙内、排水支管敷设在本层结构楼板与最终装饰地面之间两种形式。给排水专业应向土建专业提供相应区域地坪荷载及降板或抬高建筑面层的高度要求，确保满足卫生间设备及回填（架空）层等的荷载要求，降板或抬高建筑面层的高度应确保排水管管径、坡度满足相关规范要求。当同层排水采用排水横支管降板回填或抬高建筑面层的敷设方式：排水管路采用普通排水管材及管配件时，卫生间区域降板或抬高建筑面层的高度不宜小于300mm，并应满足排水管设置最小坡度要求；排水管路采用特殊排水管配件且部分排水支管暗敷于隔墙内时，卫生间区域降板或抬高建筑面层的高度不宜小于150mm，并应满足排水管道及管配件安装要求。当同层排水采用整体卫浴横排形式时，降板高度 H＝下沉高度—地面装饰层厚度 h（参考图 5.2.3－1），装饰层厚度由土建相应的地面材料做法确定。

为减小降板或抬高建筑面层的高度，应尽可能从卫生间洁具布置上考虑。坐便器宜靠近排水立管，减小排水横管坡度，并尽可能采用排水管暗敷于隔墙内的形式；洗脸盆排水支管可在地面上的沿装饰墙暗敷；在洗衣机处的地面上一定高度做专用排水口，并采用洗衣机专用拖盘架高洗衣机，同时推广采用强排式洗衣机，解决洗衣机设地漏排水的问题。淋浴也可采用同样的方法解决必须设地漏排水的问题。随着产业化的要求和建筑技术的提高，应该从建筑设计上引导大众的使用习惯，改变生活方式，做一场卫生间的革命。

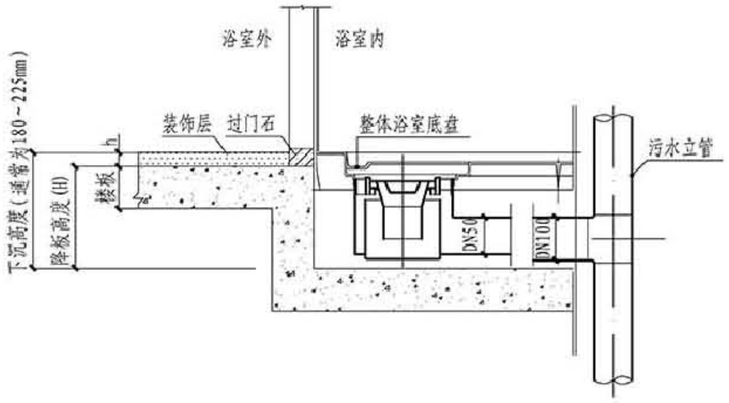


图 5.2.3－1 整体浴室（横排）降板高度示意图

同层排水卫生间的楼板面及建筑地坪皆应做好防水工程，防水层做法见图 5.2.3－2、图 5.2.3－3。

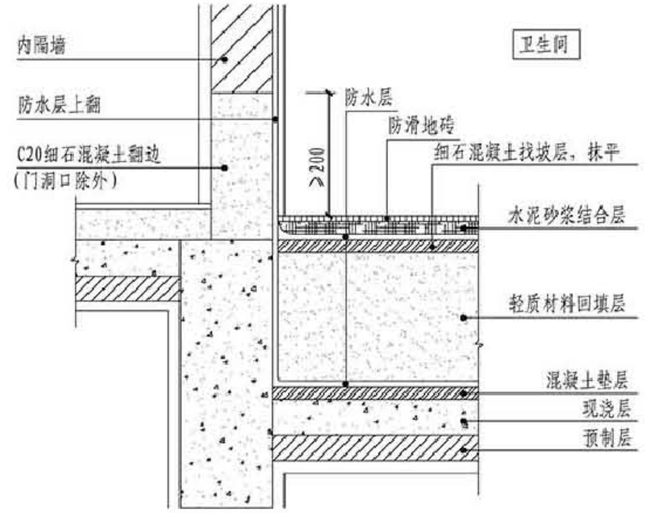


图 5.2.3－2 同层排水防水工程示例（降板型）

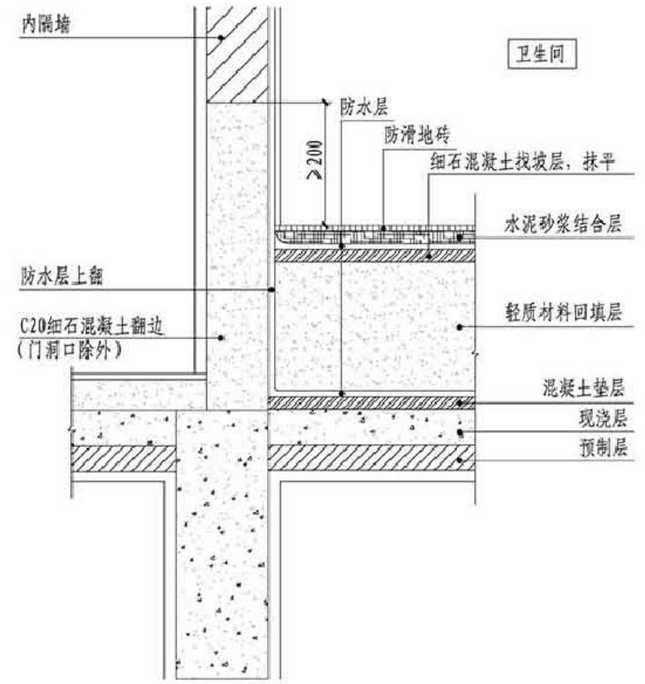


图 5.2.3－3 同层排水防水工程示例（不降板型）

5.2.4 整体卫浴、整体厨房的给排水管道设计

【规范条文】

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.3.5] 整体卫浴、整体厨房的同层排水管道和给水管道，均应在设计预留的安装空间内敷设。同时预留和明示与外部管道接口的位置。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T1925－2011

［7.3.7］整体装配式卫浴间或公共卫浴间的卫浴给排水部件，其标高、位置及允许偏差项目应执行国家标准《建筑给排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242－2002 的规定。

【要点说明】

在整体卫浴、整体厨房施工时，应预留和明示给排水管道的接口位置，并预留足够的操作空间，便于后期外部设备安装到位。

【措施方法】

1　整体卫浴应进行管道井设计，可将风道、排污立管、通气管等设置在管道井内，管井尺寸由设计确定，一般设计为 300×800mm。

2　整体卫浴排水总管接口管径宜为 DN100，整体厨房排水管接口管径宜为 DN75。

3　整体卫浴给水总管预留接口宜在整体卫浴顶部贴土建顶板下敷设，当整体卫浴墙板高度为 H＝2000mm 时，需将给水管道安装至卫生间土建内部任一面墙体上，在距整体卫浴安装地面约 2500mm 的高度预留 DN20 阀门，冷热水管各一个，打压确保接头不漏水；整体卫浴内的冷、热水管伸出整体卫浴顶盖顶部 150mm，待整体卫浴定位后，将整体卫浴给水管与预留给水阀门进行对接，并打压试验。当墙板高度增加时，预留阀门的安装高度相应增加，详见图 5.2.4－1。

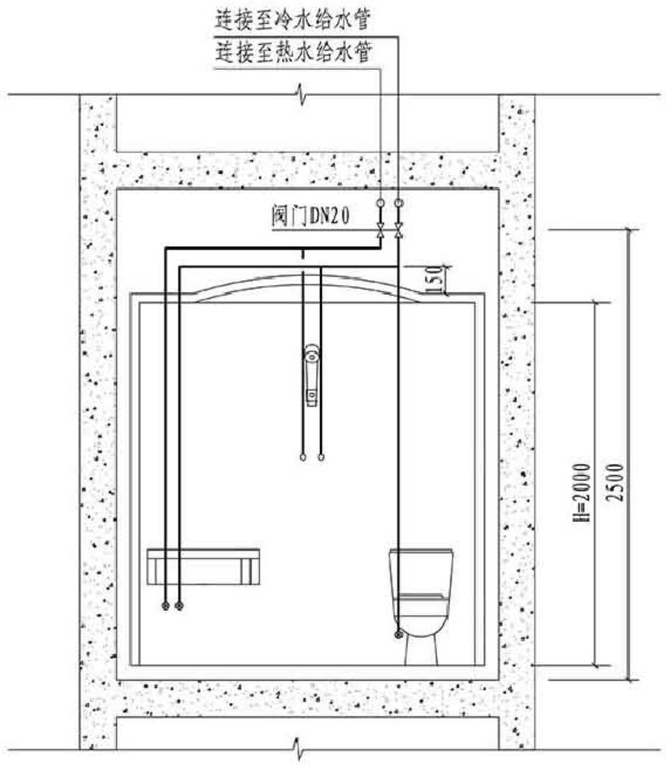


图 5.2.4－1　整体卫浴顶部冷热水管预留示例

4　整体卫浴排水一般分为同层排水和异层排水，详见图 5.2.4－2、图 5.2.4－3。当排水方式为同层排水时，要求立管三通接口下端距离整体卫浴安装楼面 20mm。当排水方式为异层排水时，整体卫浴正投影面管路连接必须待整体卫浴定位后方可进行施工。整体卫浴所有排水器具的排水管件连接汇总为一路 dn110 排水管，污废合流，连接至污水立管；若要求污废分流，整体卫浴可将污、废水分别汇总为 dn110 和 dn50 的排水管，分别连接至污、废水立管。

5.2.5　预留、预埋

1　预制构件上孔洞的预留及套管的预埋应满足以下规定：

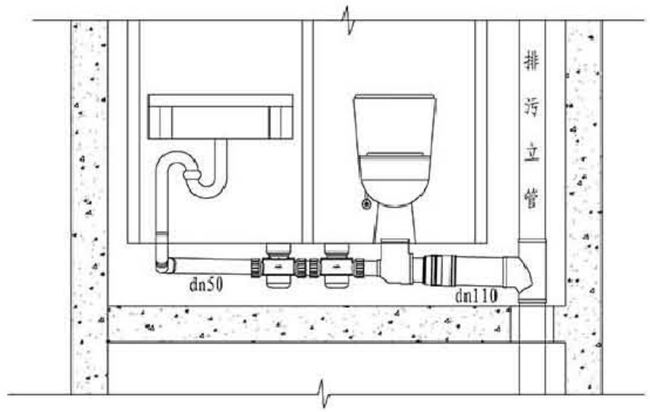


图 5.2.4－2　同层排水示例

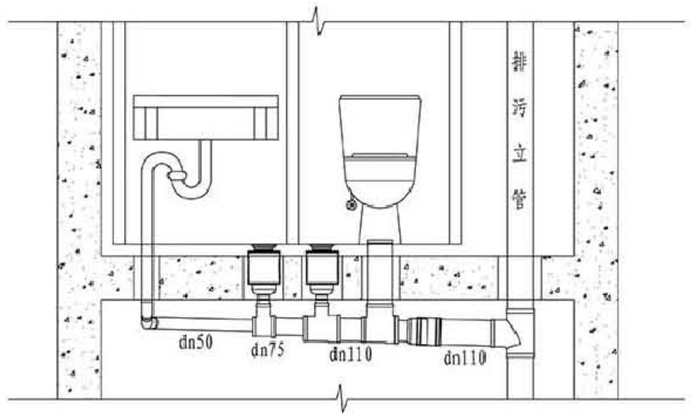


图 5.2.4－3　异层排水示例

【规范条文】

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242－2002

［3.3.13］管道穿过墙壁和楼板，应设置金属或塑料套管。安装在楼板内的套管，其顶部应高出装饰地面 20mm；安装在卫生间及厨房内的套管，其顶部应高出装饰地面 50mm，底部应与楼板底面相平；安装在墙壁内的套管其两端与饰面相平。穿过楼板的套管与管道之间缝隙应用阻燃密实材料和防水油膏填实，端面光滑。穿墙套管与管道之间缝隙宜用阻燃密实材料填实，且端面应光滑。管道的接口不得设在套管内。

上海市工程建设规范《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014

［5.6.1］设备及其管线和预留孔洞（管道井）设计应做到构配件规格化和模数化，符合装配整体式混凝土公共建筑的整体要求。

［5.6.2］预制构件上预留的孔洞、套管、坑槽应选择在对构件受力影响最小的部位。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

［10.3.4］穿越预制墙体的管道应预留套管；穿越预制楼板的管道应预留洞；穿越预制梁的管道应预留钢套管。

【要点说明】

装配式混凝土结构建筑的墙、楼板、梁等预制构配件是由工厂预制的，不应现场剔凿孔洞、沟槽。因此设计时，所有需穿越预制构配件的管线应结合构配件规格化、模数化的要求，给结构专业准确提供预埋套管、预留孔洞及开槽的尺寸、定位等。

【措施方法】

1 阳台地漏、采用非同层排水方式的厨卫排水器具及附件预留孔洞尺寸参见表5.2.5-1。

5.2.5-1 排水器具及附件预留孔洞尺寸表

排水器具及附件种类	大便器	浴缸、洗脸盆、洗涤盆、小便斗	地漏、清扫口			
所接排水管管径（mm）	DN100	DN50	DN50	DN75	DN100	DN150
预留圆洞 ϕ（mm）	200	100	200	200	250	300

2 给水、消防管穿越预制墙、梁、楼板预留普通钢套管尺寸参见表5.2.5-2。

5.2.5-2 给水、消防管预留普通钢套管尺寸表

管道公称直径 DN（mm）	15	20	25	32	40	50	备注
钢套管公称直径 DN1（mm）	32	40	50	50	80	80	（适用无保温）
管道公称直径 DN（mm）	65	80	100	125	150	200	备注
钢套管公称直径 DN1（mm）	100	125	150	150	200	250	（适用无保温）

注：保温管道的预留套管尺寸，应根据管道保温后的外径尺寸确定预留套管尺寸。

3 排水管穿越预制梁或墙预留普通钢套管尺寸参见表5.2.5-2中的DN1，排水管穿预制楼板预留孔洞或预埋套管要求参见表5.2.5-3。

5.2.5-3 排水管穿越楼板预留洞尺寸表

管道公称直径 DN（mm）	50	75	100	150	200	备注
圆洞 ϕ（mm）	120	150	180	250	300	
普通塑料套管 dn（mm）	110	125	160	200	250	带止水环或橡胶密封圈

4 管道穿越预制屋面楼板、预制地下室外墙板等有防水要求的预制结构板体时，应预埋刚性防水套管，具体套管尺寸及做法参见国标图集02S404《防水套管》。

2 管道及其预留预埋套管、孔洞的防水、防火、隔声措施应满足以下规定：

【规范条文】

《住宅建筑规范》GB 50368-2005

[7.1.4] 水、暖、电、气管线穿过楼板和墙体时，孔洞周边应采取密封隔声措施。

[7.1.6] 管道井、水泵房、风机房应采取有效的隔声措施，水泵、风机应采取减振措施。

《建筑给水排水设计规范》GB 50015-2003（2009年版）

[4.3.11] 当建筑塑料排水管穿越楼层、防火墙、管道井井壁时，应根据建筑物性质、管径和设置条件以及穿越部位防火等级等要求设置阻火装置。

《建筑设计防火规范》GB 50016-2014

[6.1.6] 除本规范第6.1.5条规定外的其他管道不宜穿过防火墙，确需穿过时，应采用防火封堵材料将墙与管道之间的空隙紧密填实，穿过防火墙处的管道保温材料，应采用不燃材料；当管道为难燃及可燃材料时，应在防火墙两侧的管道上采取防火措施。

[6.3.5] 防烟、排烟、供暖、通风和空气调节系统中的管道及建筑内的其他管道，在穿越防火隔墙、楼板和防火墙处的孔隙应采用防火封堵材料封堵。

[6.3.6] 建筑内受高温或火焰作用易变形的管道，在贯穿楼板部位和穿越防火分隔的两侧宜采取

阻火措施。

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242-2002

[3.3.13] 管道穿过墙壁和楼板，应设置金属或塑料套管。安装在楼板内的套管，其顶部应高出装饰地面20mm；安装在卫生间及厨房内的套管，其顶部应高出装饰地面50mm，底部应与楼板底面相平；安装在墙壁内的套管其两端与饰面相平。穿过楼板的套管与管道之间缝隙应用阻燃密实材料和防水油膏填实，端面光滑。穿墙套管与管道之间缝隙宜用阻燃密实材料填实，且端面应光滑。管道的接口不得设在套管内。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

[5.4.8] 设备管线穿过楼板的部位，应采取防水、防火、隔声等措施。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925-2011

[4.1.7] 管道穿越楼板和墙体时，孔洞周边应采取密封隔声措施。

[4.6.6] 塑料排水管道穿越防火墙时，应在管道穿越墙体处两侧采取防止火灾贯穿的措施。

《建筑排水塑料管道工程技术规程》CJJ/T 29-2010

[5.1.17] 高层建筑中的塑料排水管道系统，当管径大于等于110mm时，应根据设计要求在贯穿部位设置阻火圈。阻火圈的安装应符合产品要求，安装时应紧贴楼板底面或墙体，并应采用膨胀螺栓固定。

【要点说明】

为了保证防火分隔的可靠性，避免高温烟气和火势穿过防火墙及楼板的开口和空隙等蔓延扩散，预留的套管与管道之间、孔洞与管道之间的缝隙需采用阻燃密实材料填塞。对于采用塑料管等遇高温易收缩变形或烧蚀的材质的管道，要采取措施使该类管道在受火后能被封闭。对于穿越楼板的管道，除应考虑防火、隔声措施外，还应在套管与管道之间、孔洞与管道之间采取防水措施以避免上层对下层的渗漏影响。上述规范及其条文说明虽然对管道及其预留套管、孔洞的防火等措施皆有相关阐述，但各有偏重与局限，譬如《建筑给水排水设计规范》GB 50015-2003（2009年版）对给水塑料立管穿越楼板的防火措施无相应说明，那么都应执行《建筑设计防火规范》GB 50016-2014的第6.1.6条、第6.3.6条规定。

【措施方法】

1 预留套管、孔洞的缝隙填塞要求：

所有预留套管与管道之间、孔洞与管道之间的缝隙需采用阻燃密实材料填塞。除以上防火、隔声措施要求外，还应注意管道穿过楼板时需采取防水措施。

2 管道阻火装置设置要求：

（1）当建筑内采用受高温或火焰作用易收缩变形或烧蚀材质的管道，立管穿越楼板部位和横管穿越防火分隔的两侧设置阻火装置的要求如下：高层建筑中的塑料排水管道，当管径大于等于110mm时，应在其贯穿部位设置阻火装置；其余管道，宜在贯穿部位采取阻火措施。

（2）阻火装置应采用热膨胀型阻火圈，安装时应紧贴楼板底面或墙体，并应采用膨胀螺栓固定。阻火圈设置部位如下：

1）立管穿越楼板处的下方；

2）管道井内隔层防火封隔时，横管接入立管穿越管道井井壁或管窿围护墙体的贯穿部位外侧；

3）横管穿越防火分区的隔墙和防火墙的两侧。

3 预制构件上的预埋件应满足以下规定：

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

[5.4.9] 设备管线宜与预制构件上的预埋件可靠连接。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970-2013

[10.3.8] 成排管道或设备应在预制构件上预埋用于支吊架安装的埋件。

[10.3.9] 太阳能热水系统集热器、储水罐等的安装应考虑与建筑一体化，做好预留预埋。

【要点说明】

实际工程中，太阳能集热系统或贮水罐都是在建筑结构主体完成后再由太阳能设备厂家安装到位，剔槽预制构件难以避免，尤其是对于安装在预制阳台墙板上的集热器和储水罐，因此规定需做好预埋件。这就要求在太阳能系统施工中一定要考虑与建筑一体化建设。为保证在建筑使用寿命期内安装牢固可靠，集热器和储水罐等设备在后期安装时不允许使用膨胀螺栓。

5.2.6 管道支吊架

【规范条文】

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.3.6] 固定设备、管道及其附件的支吊架安装应牢固可靠，并具有耐久性，支吊架应安装在实体结构上，支架间距应符合相关工艺标准的要求，同一部品内的管道支架应设置在同一高度上。

[10.3.7] 任何设备、管道及器具都不得作为其它管线和器具的支吊架。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011

[4.6.3] 敷设管道应有牢固的支、吊架和防晃措施。

【要点说明】

固定设备、管道及其附件的支吊架应注意安装于承重结构上，尤其应注意安装于轻质隔墙上的设备、管线支架。当轻质隔墙采用轻钢龙骨石膏板时，支架受力点应设于龙骨位置；当轻质隔墙采用不满足支架承重要求的材料时，需与土建专业协商，支架受力区域应局部以满足荷载要求的实心块材替换。

5.3 供暖通风空调系统及管线设计

5.3.1 供暖系统及管线设计

1 住宅建筑的供暖系统应满足以下规定：

【规范条文】

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.2.1] 室内供暖系统宜优先采用低温热水地面辐射供暖系统，也可采用散热器供暖系统。

[10.2.2] 有外窗的卫生间，当采用整体卫浴或采用同层排水架空地板时，宜采用散热器供暖。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011

[3.2.1] 装配整体式居住建筑室内供暖系统优先采用低温热水地面辐射供暖系统，也可采用散热器供暖系统。

[3.2.3] 装配整体式居住建筑的有外窗卫生间，当采用整体式卫浴或采用同层排水架空地板时，宜采用散热器供暖。

【要点说明】

装配式混凝土结构住宅建筑的外墙一般采用预制外墙板。采用散热器供暖时，要与土建密切配合，需要在实体墙上准确预埋安装散热器使用的支架或挂件，并且散热器的安装应在外墙的内表面装饰完毕后才能进行，施工难度相对较大，工期长；而采用地面辐射供暖，其安装施工在土建施工完毕后即可进行，不受装饰装修的制约，也减少了预埋工作量。此外，地面辐射供暖系统的舒适度好于散热器采暖。基于此考虑，建议优先采用地面辐射供暖系统。

整体式卫浴和同层排水的架空地板下面有很多给水和排水管道，为了方便维修，不建议采用地面辐射供暖方式。而有外窗的卫生间又有一定热负荷，可采用散热器供暖方式，一般采用毛巾架卫浴散热器的方式。

2 住宅建筑中采暖供回水共用总管道及阀门等的设置应满足以下规定：

【规范条文】

《住宅设计规范》GB 50096－2011

[8.1.7] 下列设施不应设置在住宅套内，应设置在共用空间内：

1 公共功能的管道，包括给水总立管、消防立管、雨水立管、采暖（空调）供回水总立管和配电和弱电干线（管）等，设置在开敞式阳台的雨水立管除外；

2 公共的管道阀门、电气设备和用于总体调节和检修的部件，户内排水立管检修口除外；

3 采暖管沟和电缆沟的检查孔。

《住宅建筑规范》GB 50368－2005

[8.1.4] 住宅的给水总立管、雨水立管、消防立管、采暖供回水总立管和电气、电信干线（管），不应布置在套内。公共功能的阀门、电气设备和用于总体调节和检修的部件，应设在共用部位。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.2.3] 供暖系统的主立管及分户控制阀门等部件应设置在公共部位管道井内；户内供暖管线宜设置为独立环路。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011

[3.2.2] 装配整体式居住建筑供暖系统的供、回水主立管和热计量表及分户控制阀门等部件应设置户外公共区域的管道井内；户内供暖系统宜设置独立环路。

【要点说明】

公共管道、设备和部件如设置在住宅套内，不仅占用套内空间的面积、影响套内空间的使用，而且住户在装修时往往会将管道加以隐蔽，给维修和管理带来不便。在其他住户发生事故需要关闭检修阀门时，因设置阀门的住户无人而无法进入，不能正常维修。公共建筑供暖系统可根据其出售或出租方式、计量收费方式及业主要求等确定。

装配式混凝土结构建筑的供暖设计中最重要的是应结合预制构件的特点，尽量将构件的生产与设备安装分开。这样规定，对于方便维护和管理、减少预制构件中管道穿楼板预留洞和预留套管的数量、减少构件规格及降低造价具有非常重要的意义。

【措施方法】

在共用空间设置公共管井，将供暖总立管及公共功能的控制阀门、户用热计量表等设置在其中，各户总阀（或户用热计量表）后进入户内的横管可以敷设在共用空间地面垫层内入户。

对于分区供水的横干管，属于公共管道，也应设置在共用空间，而不应设置在与其无关的套内。

3 装配式混凝土结构住宅的低温热水地面辐射供暖系统的设置应满足以下规定：

【规范条文】

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.2.4] 分、集水器宜设置在便于维修管理的位置。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[5.4.1] 室内装修宜减少施工现场的湿作业。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011

[3.2.6] 装配整体式居住建筑设计低温热水地面辐射供暖系统时应符合下列规定：

3）地面辐射供暖系统的加热管不应安装在地板架空层下面，应安装在地板架空层上面；地面加热管上面不应设置与该系统无关的其他管道与管线，地面加热管铺设应预留其他管线的检修位置。

4）地面辐射供暖系统的加热管上面不宜设计采用湿式填充料，宜采用干式施工。

[3.2.12] 低温热水地面辐射供暖系统和章鱼式供暖系统的分、集水器宜设置在架空地板上面或其他便于维修管理的位置。

【要点说明】

混凝土或水泥砂浆填充式地面辐射供暖系统为湿式施工，是将加热部件敷设在绝热层之上，填充混凝土或水泥砂浆后再铺设地面面层的地面辐射供暖形式。

预制沟槽保温板地面辐射供暖系统、预制轻薄供暖板地面辐射供暖系统为干式施工。预制沟槽保温板地面辐射供暖系统是将加热管或加热电缆敷设在预制沟槽保温板的沟槽中，加热管或加热电缆与保温板沟槽尺寸吻合且上皮持平，不需要填充混凝土即可直接铺设面层的地面辐射供暖形式。预制轻薄供暖板地面辐射供暖系统是由保温基板、塑料加热管、铝箔、二次分集水器等组成，并在工厂制作的一体化的一种地面供暖部件。

做装配式建筑的目的就是要节材、提高效率、降低现场扬尘、保持现场干净。因此需尽量减少湿作业，不宜采用湿式施工，因此规定低温热水地面辐射供暖系统加热管的上面宜采用干式施工。

【措施方法】

分、集水器的位置设置的是否得当是很重要的，因此特别提出。分、集水器一般宜设置在各户入口处，可与入口装修结合，这样可以减少户内埋地管的交叉。目前大量项目要求分、集水器设置在厨房洗涤盆下面，而厨房洗涤盆一般都在比较靠里的外窗区域，地暖总管需要先进入厨房到洗涤盆处再从厨房出来到各房间，管道局部排布很密或交叉较多，不便于施工和维修。

其余应遵照国家标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142－2012 的规定，具体可参考北京市地方标准《地面辐射供暖技术规范》DB 11/806－2011 及国标或各地方标准图集进行施工。

预制沟槽保温板地面辐射供暖（干式施工）典型地面做法及混凝土或水泥砂浆填充式地面辐射供暖（湿式施工）典型地面做法见图 5.3.1－1 和图 5.3.1－2：

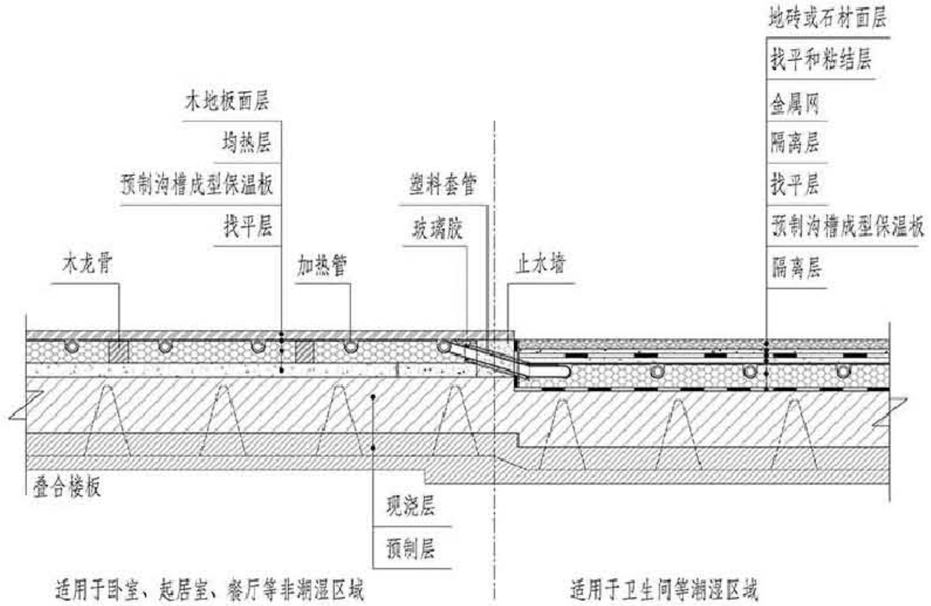


图 5.3.1－1　预制沟槽保温板地面辐射供暖（干式施工）典型地面做法

4　散热器供暖系统的设置应满足以下规定：

【规范条文】

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011

[3.2.7] 装配整体式建筑当采用散热器供暖时应符合下列规定：

1）装配式居住建筑室内供暖系统的制式，户外宜采用双立管系统，户内宜采用单管跨越式系统、双管下供下回同程式系统，也可采用章鱼式供暖系统。当采用单管跨越式系统时，每组散热器应采用低

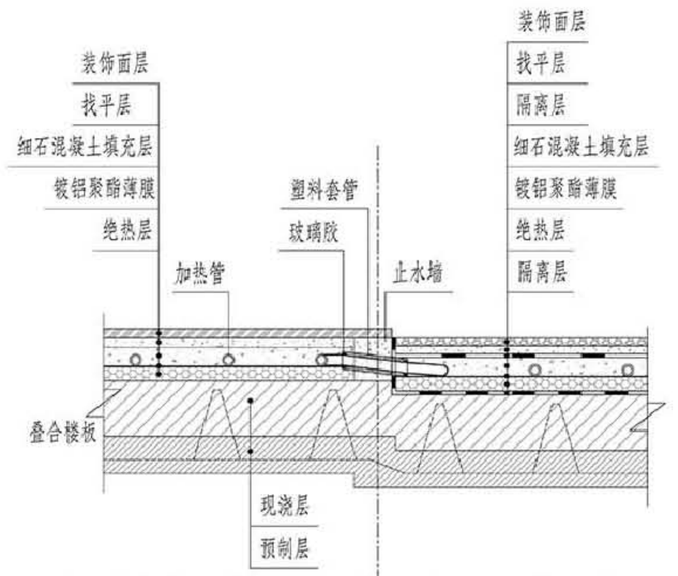


图 5.3.1－2　混凝土或水泥砂浆填充式地面辐射供暖（湿式施工）典型地面做法

阻力两通或三通调节阀；

2）装配式公共建筑供暖系统的划分和布置应能实现分区热量计量，在保证能分室（区）进行室温调节的前提下，宜采用区域双立管水平跨越式单管系统，系统主立管应设置在统一管井内。

【要点说明】

此条文与非装配式混凝土结构建筑的散热器供暖系统设置要求一致。

5　供暖系统的管道设置应满足以下规定：

【规范条文】

《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142－2012

[3.1.11] 采用地面辐射供暖供冷时，生活给水管、电气系统管线不得与地面加热供冷部件敷设在同一构造层内。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011

[3.2.11] 装配整体式居住建筑户内供暖系统的供回水管道应敷设在架空地板内，并且管道应做保温处理。当无架空地板内时，供暖管道应做保温处理后敷设在装配整体式建筑的地板沟槽内。

【要点说明】

供暖管道包括连接散热器管道、地面辐射供暖系统连接分集水器的管道，以及地面辐射供暖盘管，不应埋在叠合楼板现浇层内，应敷设在建筑地面垫层内，结合建筑垫层统一考虑。

5.3.2　通风空调系统及管线设计

1　居住建筑空调设施的设置应满足以下规定：

【规范条文】

《住宅设计规范》GB 50096－2011

[8.6.1] 位于寒冷（B 区）、夏热冬冷和夏热冬暖地区的住宅，当不采用集中空调系统时，主要房间应设置空调设施或预留安装空调设施的位置和条件。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011

[3.1.8] 装配整体式居住建筑的卧室、起居室应预留空调设施的位置和条件。

[3.3.2] 装配整体式居住建筑的卧室、起居室的外墙应预埋空调器凝水管排出的套管。

【要点说明】

当居住建筑设置分体式空调或户式中央空调时，其室外机可安装在空调板或设备阳台上，同时需在外墙上预留室外机冷媒管穿墙孔洞。装配整体式居住建筑的外墙多是预制墙板，不应在施工现场剔凿，因此设计时应在预制外墙上预埋分体空调器冷凝水管排出的套管。

【措施方法】

装配式混凝土结构居住建筑中空调板多采用叠合构件或预制构件。叠合构件的负弯矩钢筋应在相邻叠合板的后浇混凝土中可靠锚固。预制构件应与主体结构可靠连接。如采用空调钢制支架方式安装，应在预制外墙上预留安装支架的孔洞。

采用分体空调的装配式居住建筑的卧室、起居室的预制外墙上应预留空调冷媒管及冷凝水管的孔洞，孔洞位置应考虑模数，躲开钢筋，其高度、位置应根据空调室内机（立式或挂壁式）的形式确定。孔洞直径宜为 ϕ75，挂墙安装的孔洞高度宜根据层高及室内机高度确定，一般距地 2200mm，落地安装的孔洞高度距地 150mm。

2 居住建筑卫生间、厨房通风道的设置规定：

【规范条文】

《住宅建筑规范》GB 50368－2005

[8.3.7] 当采用竖向通风道时，应采取防止支管回流和竖井泄漏的措施。

《住宅设计规范》GB 50096－2011

[8.5.1] 排油烟机的排气管道可通过竖向排气道或外墙排向室外。当通过外墙直接排至室外时，应在室外排气口设置避风、防雨和防止污染墙面的构件。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011

[3.3.1] 装配整体式居住建筑的卫生间、厨房通风道宜就近设置防止倒流的主、次风道。

【要点说明】

有些设计将卫生间和厨房的排风管直接排至外墙，但严寒和寒冷地区不适合采用这种方法，多采用竖向风道。卫生间、厨房通风道不宜设置在距卫生间、厨房较远的公共区；同时为了防止各楼层厨房或卫生间之间的串味，应采取防止支管回流的措施，例如设置防止倒流的主、次风道。

【措施方法】

卫生间、厨房的竖向风道基本都采用成品的土建风道，包括变压式风道。当卫生间、厨房采用竖向排风道时，应采用能够防止各层回流的定型产品，可参照相关图集，并应符合国家相关标准。竖向风道断面尺寸应根据层数经计算确定。

部分利用竖向风道作为厨房排油烟的工程，由于没有按照排油烟的风量和风压要求详细计算，风道断面尺寸严重不足，且目前的定型产品防回流构造不过关，造成串味严重，因此，需要改变设计思路和方法。例如按照各层排油烟的风量风压要求设计厨房竖向风道，并在屋顶设置集中机械排油烟风机，可以较好解决此问题，但会带来风道占用更多的室内面积、增加少量初投资等问题。

对于厨房排油烟机的排气管道建议采用竖向排风道。尤其严寒、寒冷地区设置在北向的厨房，如果直接从外墙排放，由于冬季风向及风压作用，容易倒灌。对于其他气候区，设在南向凹槽处的厨房也建议采用竖向风道，因为南向凹槽处空气不易流通，油烟不易扩散，易形成滞留。

当厨房油烟通过外墙直接排至室外时，应在室外排气口设置避风、防雨和防止污染墙面的构件，并应在预制外墙上预留孔洞。

3 土建风道的设置规定：

【规范条文】

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011

[3.3.4] 装配整体式建筑的通风、空调系统设计中，当采用土建风道作为通风、空调系统的送风道时，应采取严格的防漏风和绝热措施；当采用土建风道作为新风进风道时，应采取防结露绝热措施。

[3.3.5] 装配整体式建筑的土建风道在各层或分支风管连接处在设计时应预留孔洞或预埋管件。

【要点说明】

由于混凝土等墙体的蓄热量大，没有绝热层的土建送风道会吸收大量的送风能量，会严重影响空调效果，因此要求土建送风道应进行严格的防漏风和绝热处理。同样，没有绝热层的土建风道作为新风进风道时，冬季风道内温度较低，与土建进风道相邻房间的墙壁上容易结露。因此要求土建新风进风道应进行防结露绝热处理，这对所有类型建筑的空调土建风道都适用。

4 居住建筑风管水管（或冷媒管）穿梁规定：

【规范条文】

重庆市地方标准《装配式住宅建筑设备技术规程》DBJ50/T－186－2014

[3.3.6] 装配式居住建筑的如设置机械通风或户式中央空调系统，宜在结构梁上预留穿越风管水管（或冷媒管）的孔洞。

【要点说明】

居住建筑为保证吊顶高度，当管道需要穿梁时，由于装配式混凝土结构居住建筑的梁是工厂预制的，设计时应与土建专业密切配合，向结构专业提供准确的孔洞尺寸或预埋管件位置。如采用建筑自然通风器，在预制外墙上应预留相应孔洞，预埋套管，位置应避开结构的钢筋，避免断筋。

5.3.3 设备、管道及配件施工安装

1 暗装管道的施工安装应满足以下规定：

【规范条文】

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.2.9] 隐蔽在装饰墙体内的管道，其安装应牢固可靠，管道安装部位的装饰结构应采取方便更换、维修的措施。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T1925－2011

[6.3.6] 隐蔽在装饰墙体内的管道，其安装应牢固可靠，管道安装部位的装饰结构应采取方便更换、维修的措施。

2 整体卫浴、整体厨房的施工安装应满足以下规定：

【规范条文】

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.2.8] 整体卫浴、整体厨房内的设备及管道应在部品安装完成后进行水压试验，并预留和明示与外部管道的接口位置。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011

[6.3.5] 整体卫浴、整体厨房内的采暖设备及管道应在部品安装完成后进行水压试验，并预留和明示与外部管道的接口位置。

【要点说明】

在整体卫浴施工时，应预留出排风扇、散热器与排风道、供暖管道相接的接口。由于整体卫浴、整体厨房施工单位与管道施工单位不同，一般由管道施工单位做最后的设备管道连接施工，因此应明示接口位置，便于管道施工单位安装。安装后供暖管道需进行水压试验，确保不漏水。建筑的部件之间、部件与设备之间的连接应采用标准化接口。

3 散热器及管道的施工安装规定：

【规范条文】

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011

[3.2.10] 采用散热器供暖系统装配整体式建筑，散热器的挂件或可连接挂件的预埋件应预埋在实体墙上。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

［10.2.5］散热器的挂件或可连接挂件的预埋件应预埋在实体结构上。

【要点说明】

对于装配式混凝土结构建筑，如果外墙、柱、内隔墙等为预制，应充分了解其构造。当外墙内侧采用轻质材料时，安装散热器的支架或挂件应固定在预制混凝土实体墙上。因此，设计时要与土建密切配合，在实体墙上准确预埋为安装散热器使用的挂件或可连接挂件。

【措施方法】

散热器安装应符合下列规定：

1 散热器安装应牢固可靠，安装在轻钢龙骨隔墙上时，可采用隐蔽支架固定在实体结构上；

2 安装在预制复合墙体上的散热器，其挂件应预埋在实体结构上，散热器的挂件要满足刚度要求；

3 当采用预留孔洞安装散热器挂件时，预留孔洞的深度应不小于120mm。

4 在《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142－2012、北京市地方标准《地面辐射供暖技术规范》DB 11/806－2011、辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011中对地面辐射供暖系统的施工安装做出了规定。

【要点说明】

《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142－2012第5章、北京市地方标准《地面辐射供暖技术规范》DB 11/806－2011第5章对地面辐射供暖系统的施工的规定已经比较全面细致，对任何类型建筑都适用，可以详见该规范。辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011第6.5.3条可参考。

5 供暖通风空调设备的施工安装规定：

【规范条文】

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011

［6.6.5］安装在预制构件上的设备，其设备基础和构件应连接牢固，并按设备技术文件的要求预留地脚螺栓孔洞。

6 管道支吊架的设计、安装应满足以下规定：

【规范条文】

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

［10.3.6］固定设备、管道及其附件的支吊架安装应牢固可靠，并具有耐久性，支吊架应安装在实体结构上，支架间距应符合相关工艺标准的要求，同一部品内的管道支架应设置在同一高度上。

［10.3.7］任何设备、管道及器具都不得作为其它管线和器具的支吊架。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011

［4.6.3］敷设管道应有牢固的支、吊架和防晃措施。

【要点说明】

固定设备、管道及其附件的支吊架应注意安装于承重结构上，尤其应注意安装于轻质隔墙上的设备、管道支架。当轻质隔墙采用轻钢龙骨石膏板时，支架受力点应设于龙骨位置；当轻质隔墙采用不满足支架承重要求的材料时，需与土建专业协商，支架受力区域应采用满足荷载要求的材料局部替换。

实施方法详见各施工安装图集。

5.3.4 预留、预埋

1 建筑中供暖空调管道的预留套管、孔洞应满足以下规定：

【规范条文】

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242－2002

［3.3.13］管道穿过墙壁和楼板，应设置金属或塑料套管。安装在楼板内的套管，其顶部应高出装饰地面20mm；安装在卫生间及厨房内的套管，其顶部应高出装饰地面50mm，底部应与楼板底面相平；

安装在墙壁内的套管其两端与饰面相平。穿过楼板的套管与管道之间缝隙应用阻燃密实材料和防水油膏填实，端面光滑。穿墙套管与管道之间缝隙宜用阻燃密实材料填实，且端面应光滑。管道的接口不得设在套管内。

上海市工程建设规范《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014

［5.6.1］设备及其管线和预留孔洞（管道井）设计应做到构配件规格化和模数化，符合装配整体式混凝土公共建筑的整体要求。

［5.6.2］预制构件上预留的孔洞、套管、坑槽应选择在对构件受力影响最小的部位。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

［10.2.6］穿越预制墙体的管道应预留套管；穿越预制楼板的管道应预留洞；穿越预制梁的管道应预留钢套管。

［10.2.7］立管穿各层楼板的上下对应留洞位置应管中心定位，并满足公差不大于3mm。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T1925－2011

［3.2.9］装配整体式居住建筑设置供暖系统供、回水主立管的专用管道井应预留进户用供暖水管的孔洞或预埋套管。

［6.2.1］穿越预制墙体的管道应预留套管；穿越预制楼板的管道应预留洞；穿越预制梁的管道应预留钢套管。其套管的规格应比管道大1～2号。

［6.2.2］预留套管应按设计图纸中管道的定位、标高同时结合装饰、结构专业，绘制预留图，预留预埋应在预制构件厂内完成，并进行质量验收。

【要点说明】

装配式混凝土结构建筑的墙、楼板、梁等预制构配件是由工厂预制的，不应现场凿洞、剔槽。因此设计时，所有需穿越预制构配件的管线应结合构配件规格化、模数化的要求，给结构专业提供准确资料，提供预埋预留洞或开槽的尺寸、定位等。

预制构件加工图纸应全面准确反映暖通设备管线预埋、预留的种类与定位尺寸。预留预埋应在预制构件厂内完成，并进行质量验收。

穿越预制墙体的管道应预留套管，穿越预制楼板的管道应预留洞或预留套管，穿越预制梁的管道应预留套管，套管尺寸一般大于所穿管道1～2档，如为保温管道，则预埋套管尺寸应考虑管道保温层厚度；敷设于架空层内的管道，应采取可靠的隔声减噪措施。

【措施方法】

1 供暖管、空调水管穿预制墙、梁、楼板时，需预留的普通钢套管尺寸及做法参见国标图集。

2 管道穿越预制屋面楼板时，应预埋刚性防水套管，具体套管尺寸及做法参见国标图集。

3 风管穿过需要封闭的防火、防爆的预制墙体或预制楼板时，应设预埋管或防护套管，其钢板厚度不应小于1.6mm。风管与防护套管之间，应用不燃且对人体无危害的柔性材料封堵，并满足防火规范要求。

4 预留预埋应遵守结构设计模数网格，不应在围护结构安装后凿剔沟、槽、孔、洞，孔洞需避让钢筋。详见图5.3.4－1和图5.3.4－2。

埋设在楼板建筑垫层内或沿墙敷设在管槽内的管道，因受垫层厚度或预制墙体钢筋保护层厚度（通常为15mm）限制，一般外径不宜大于25mm。接卫生间内散热器的立支管可沿墙敷设在管槽内，立支管一般为DN15或DN20的小管径管。当墙体为预制构件墙体时，需在墙体近散热器侧预留竖向管槽，管槽定位及槽宽应考虑结构设计模数并避让钢筋。一般管槽宽30～40mm、深约15mm，管道外侧表面的砂浆保护层不得小于10mm，当支管无法完全嵌入管槽，管槽尺寸又不能扩大时，需增加装饰面厚度。有的工程在墙内做横向管槽，这种方式易减弱结构强度，对于预制墙板也不利于运输，因此应尽可能避免采用这种方式。

2 管道及其预留套管、孔洞的防水、防火、隔声措施应满足以下规定：

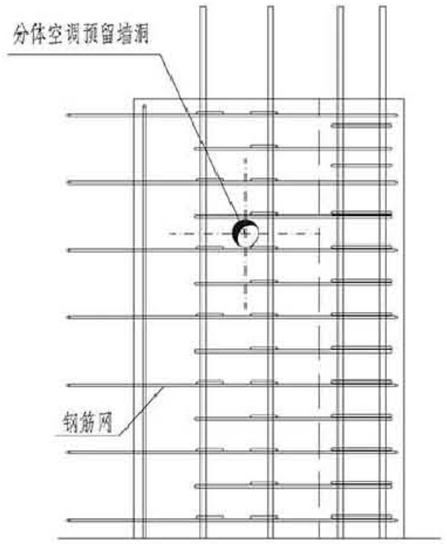


图 5.3.4－1　预制结构楼板和预制外墙上的留洞与钢筋的关系

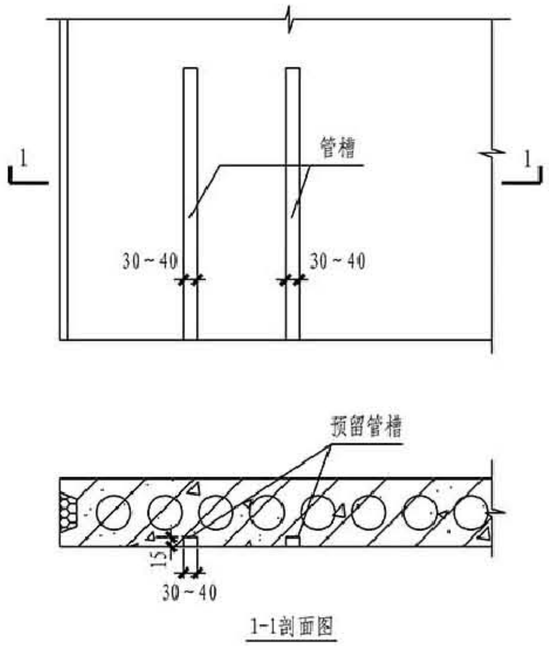


图 5.3.4－2　预制结构内墙上的管槽预留

【规范条文】

《建筑设计防火规范》GB 50016－2014

[6.1.6] 除本规范第 6.1.5 条规定外的其他管道不宜穿过防火墙，确需穿过时，应采用防火封堵材料将墙与管道之间的空隙紧密填实，穿过防火墙处的管道保温材料，应采用不燃材料；当管道为难燃及可燃材料时，应在防火墙两侧的管道上采取防火措施。

[6.3.5] 防烟、排烟、供暖、通风和空气调节系统中的管道及建筑内的其他管道，在穿越防火隔墙、楼板和防火墙处的孔隙应采用防火封堵材料封堵。

[6.3.6] 建筑内受高温或火焰作用易变形的管道，在贯穿楼板部位和穿越防火分隔的两侧宜采取

阻火措施。

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242－2002

[3.3.13] 管道穿过墙壁和楼板，应设置金属或塑料套管。安装在楼板内的套管，其顶部应高出装饰地面 20mm；安装在卫生间及厨房内的套管，其顶部应高出装饰地面 50mm，底部应与楼板底面相平；安装在墙壁内的套管其两端与饰面相平。穿过楼板的套管与管道之间缝隙应用阻燃密实材料和防水油膏填实，端面光滑。穿墙套管与管道之间缝隙宜用阻燃密实材料填实，且端面应光滑。管道的接口不得设在套管内。

《住宅建筑规范》GB 50368－2005

[7.1.4] 水、暖、电、气管线穿过楼板和墙体时，孔洞周边应采取密封隔声措施。

[7.1.6] 管道井、水泵房、风机房应采取有效的隔声措施，水泵、风机应采取减振措施。

【要点说明】

为了保证防火分隔的可靠性，避免高温烟气和火势穿过防火墙及楼板的开口和空隙等处蔓延扩散，预留的套管与管道之间、孔洞与管道之间的缝隙需采用阻燃密实材料填塞。对于采用塑料管等遇高温易收缩变形或烧蚀的材质的管道，要采取措施使该类管道在受火后能被封闭。对于穿越楼板的管道，除应考虑防火、隔声措施外，还应在套管与管道之间、孔洞与管道之间采取防水措施以避免上层对下层的渗漏影响。上述规范及其条文说明对管道及其预留套管孔洞等的防火措施皆有相关阐述，但各有偏重与局限，具体实施时还应满足《建筑设计防火规范》GB 50016－2014 第 6.3.6 条规定。

【措施方法】

预留套管、孔洞的缝隙填塞要求：

所有预留的套管与管道之间、孔洞与管道之间的缝隙需采用阻燃密实材料和防水油膏填实。除以上防火、隔声措施要求外，还应注意穿过楼板的套管与管道之间需采取防水措施。

3 预制构件上的预埋附件应满足以下规定：

【规范条文】

《装配整体式建筑设备与电气技术规程》（暂行）DB 21/T 1925－2011

[6.6.2] 吊装形式安装的暖通空调设备应在预制构件上预埋用于支吊架安装的埋件。

[6.7.1] 暖通空调设备、管道及其附件的支吊架应固定牢靠，应固定在实体结构上预留预埋的螺栓或钢板上。

【要点说明】

吊装形式安装的暖通空调设备应在预制构件上预埋用于支吊架安装的埋件。暖通空调设备、管道及其附件的支吊架埋设应牢固可靠，并具有耐久性，支吊架应安装在实体结构上。

预埋件做法可参看相关国标图集。

5.4　电气系统及管线设计

5.4.1　总体要求

1 装配式混凝土结构建筑的电气设计，应做到电气系统安全可靠、节能环保、设备布置整体美观。

【规范条文】

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008

[1.0.1] 为在民用建筑电气设计中贯彻执行国家的技术经济政策，做到安全可靠、经济合理、技术先进、整体美观、维护管理方便，制订本规范。

《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242－2011

[1.0.1] 为统一住宅建筑电气设计，全面贯彻执行国家的节能环保政策，做到安全可靠、经济合

理、技术先进、整体美观、维护管理方便，制定本规范。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程（暂行）》DB 21/T 1925－2011

[5.1.1] 装配整体式建筑电气设计，应做到电气系统安全可靠、节能环保、设备布置整体美观。

【要点说明】

针对装配式混凝土结构建筑电气设计的特殊性，要求做到电气系统安全可靠、节能环保、维修管理方便、设备布置整体美观。

安全可靠：设计中应注意供配电系统各级保护电器的合理设置，配电线路装设的上下级保护电器，其动作特性应具有选择性。根据目前低压电器的技术发展情况，完全实现保护的选择性尚有一定的难度，从经济和技术两方面考虑，对非重要负荷还是允许采用部分选择性或无选择性切断。除此之外，消防设备的配电设计应满足相应的消防设计规范和要求。

节能环保：推广装配式混凝土结构建筑本身就是从节能环保出发的，因此，在设计过程中节能环保应作为一条主线贯穿始终。对装配式混凝土结构建筑电气设计而言，除满足常规的电气节能设计外，尚应考虑采用标准化、模数化设计，以减少管材的浪费。

维修管理方便：设计中除按照相应的规范，将公共功能的电气设备和计量表设置于便于维修的公共部位、对电气干线和电信干线采用集中布置敷设外，尚应对电气管线（尤其是公共部位的电气管线）的敷设方式做统一的规划，以方便维修更换。

设备布置整体美观：由于民用建筑是人们经常生活和学习的地方，优雅的人居环境会使人心情愉悦，人居环境杂乱无章会使人心情沮丧，降低生活质量。

2 装配式混凝土结构建筑的电气设计应编制设计、制作和施工安装的成套文件。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[3.0.6] 预制构件深化设计的深度应满足建筑、结构和机电设备等各专业以及构件制作、运输、安装等各环节的综合要求。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[3.0.8] 施工图设计文件应完整成套，预制构件的加工图纸应全面准确反映预制构件的规格、类型、加工尺寸、连接形式、预埋设备管线种类与定位尺寸，满足预制构件工厂化生产及机械化安装的需要。

上海市地方标准《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014

[5.5.1] 装配整体式混凝土公共建筑宜开展建筑和室内装修一体化设计，做到建筑、结构、设备、装饰等专业之间的有机衔接。

【要点说明】

装配式混凝土结构建筑的电气设计应采用标准化、系列化的设计方法，做到设备布置、设备安装、管线敷设和连接的标准化和系列化。

施工图设计阶段，电气专业应要求建筑专业确定室内布置，并依此进行灯具、插座、开关面板等点位布置图的设计。设计中应对敷设管道做准确定型定位，且必须与预制构件设计相协调。精装修交房的工程，应在建筑设计的同时进行室内装修设计，即采用精装一体化设计。

在预制构件加工制作阶段，应将各专业、各工种所需的预留孔洞、预埋件等一并完成，避免在施工现场进行剔凿、切割，伤及预制构件，影响质量及观感。基于上述原因，要求在设计阶段，电气专业配合结构预制构件深化设计单位编制预制构件的加工图纸，准确定位和反映构件中电气设备，满足预制构件工厂化生产及机械化安装的需要。

3 装配式混凝土结构建筑应进行管线综合设计，尽可能减少管线的交叉。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[5.4.3] 设备管线应进行综合设计，减少平面交叉；竖向管线宜集中布置，并应满足维修更换的要求。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.1.1] 装配式剪力墙住宅的机电管线应进行综合设计，公共部分和户内部分的管线连接宜采用架空连接的方式，如须暗埋，则应结合结构楼板及建筑垫层进行设计，集中敷设在现浇区域内。

[10.1.4] 户内配电盘与智能家居布线箱位置宜分开设置，并进行室内管线综合设计。

上海市地方标准《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014

[5.6.3] 装配整体式混凝土公共建筑应做好建筑设备管线综合设计，并应符合下列规定：

1. 设备管线应减少平面交叉，竖向管线宜集中布置，并应满足维修更换的要求。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程（暂行）》DB 21/T 1925－2011

[5.8.16] 各弱电子系统的管线应与各相关专业做好管道综合，管线宜确定具体位置及路由；应与相关专业配合，按照规范的要求在弱电设备管线穿越楼板或隔墙处采取相应的防水、防火及隔声密封等措施。

【措施方法】

由于装配式混凝土结构建筑的特殊结构形式，其内部的管道综合尤为重要。预制构件在现场随意开孔开槽可能会影响到结构安全。设计可采用包含 BIM 技术在内的多种技术手段开展三维管线综合设计，对结构预制构件内的电气设备、管线和预留洞槽等做准确定位，以减少现场返工。

装配式混凝土结构建筑中，电气竖向管线宜做集中敷设，满足维修更换的需要；电气水平管线宜在架空层或吊顶内敷设，当受条件限制必须做暗敷设时，宜敷设在现浇层或建筑垫层内。

例如家居配电箱和家居配线箱电气进出线较多，设计时可将它们设置于不同的位置，从而避免大量管线在叠合楼板内集中交叉。

又如电气管线和弱电管线在楼板中敷设时，应做好管线的综合排布，同一地点严禁两根以上电气管路交叉敷设。电气管线宜敷设在叠合楼板的现浇层内，叠合楼板现浇层的厚度通常只有 70mm 左右，综合电气管线的管径、埋深要求、板内钢筋等因素，最多只能满足两根管线的交叉。所以要求暗敷设的电气管线应进行综合排布，避免同一位置存在三根及以上的电气管线交叉敷设的现象发生。

以预制叠合楼板为例，图 5.4.1－1 预制叠合板内预留接线盒做法一和图 5.4.1－2 预制叠合板内预留接线盒做法二，给出了电气接线盒和管线预埋的做法。北方地区设计有地暖时，电气管线应与地暖管分层敷设，见图 5.4.1－2 预制叠合板内预留接线盒做法二。

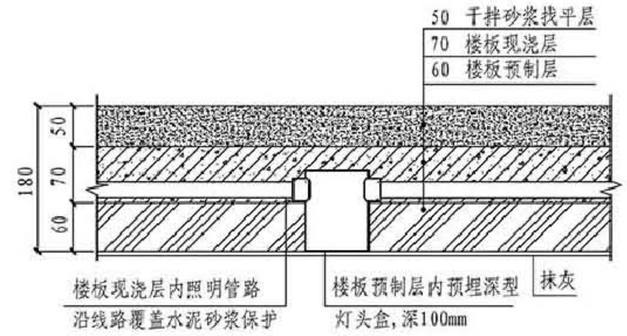


图 5.4.1－1 预制叠合板内预留接线盒做法一

5.4.2 电气设备

1 在预制构件上设置的家居配电箱、家居配线箱和控制器应做到布置合理，定位准确。

【规范条文】

《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242－2011

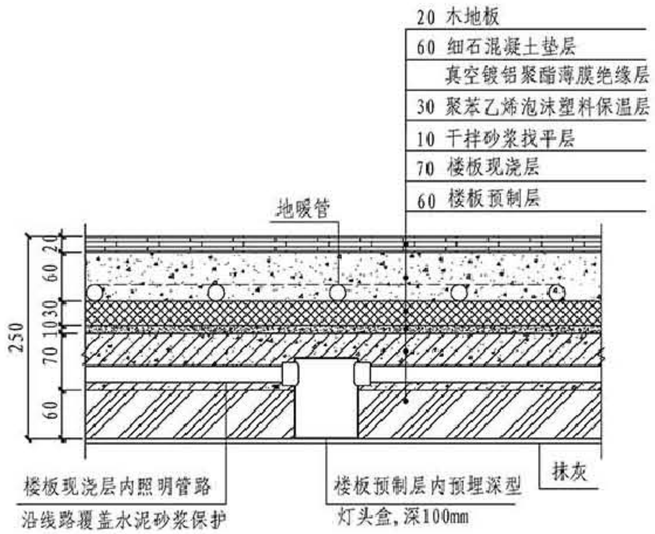


图 5.4.1－2　预制叠合板内预留接线盒做法二

[8.4.1] 每套住宅应设置不少于一个家居配电箱，家居配电箱宜暗装在套内走廊、门厅或起居室等便于维修维护处，箱底距地高度不应低于 1.6m。

[11.7.1] 每套住宅应设置家居配线箱。

[11.7.2] 家居配线箱宜暗装在套内走廊、门厅或起居室等的便于维修维护处，箱底距地高度宜为 0.5m。

[11.8.1] 智能化的住宅建筑可选配家居控制器。

[11.8.4] 固定式家居控制器宜暗装在起居室便于维修维护处，箱底距地高度宜为 1.3m～1.5m。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.1.4] 户内配电盘与智能家居布线箱位置宜分开设置，并进行室内管线综合设计。

[10.4.1] 分户墙两侧暗装电气设备不应连通设置。

上海市地方标准《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014

[5.6.4] 建筑电气管线与预制构件的关系宜符合下列规定：

2　凡在预制墙体上设置的终端配电箱、开关、插座及其必要的接线盒、连接管等均应由结构专业进行预留预埋，并应采取有效措施，满足隔声及防火要求，不宜在房间围护结构安装后凿剔沟、槽、孔、洞。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程（暂行）》DB 21/T 1925－2011

[5.3.4] 分户配电箱应选择暗装箱体，宜安装于进户处实体墙上，底边标高距架空地板或地坪 1.6m，并用工业化内隔墙板封闭。

[5.8.9] 弱电箱、弱电出线终端与强电配电箱及电源插座等宜保持一定距离，且二者边距不宜小于 200mm。

[5.8.10] 除特殊要求外，弱电出线终端的安装高度宜为中心距最终铺设完成后的地面 300mm，并宜与无特殊要求的强电插座的安装高度一致。

[5.8.12] 同类弱电箱及弱电管线的尺寸及敷设位置应规范统一，并与建筑模数、结构部品及构件等相协调。

【措施方法】

建筑中的家居配电箱、家居配线箱和控制器是每户或每个功能单元的电源和信号源头的分配所在，集中有大量的电气进出管线。故应该按照相关规范，选择安全可靠、便于维修维护的位置来安放这些电

气设备。

对于装配式混凝土结构建筑，家居配电箱、家居配线箱和控制器宜尽可能避免安装在预制墙体上。当无法避让时，应根据建筑的结构形式合理选择这些电气设备的安装形式及进出管线的敷设形式。

当设计要求箱体和管线均暗埋在预制构件时，还应在墙板与楼板的连接处预留出足够的操作空间，以方便管线连接的施工。为方便和规范构件制作，在预制墙体上预留的箱体和管线应遵照预制墙体的模数，在预制构件上准确和标准化定位，如电源插座和信息插座的间距、插座的安装高度等要求应在设计说明中予以明确。图 5.4.2－1 家居配电箱预埋及其管路连接做法和图 5.4.2－2 家居配线箱预埋及其管路连接做法，给出了在装配式混凝土结构建筑的预制墙上安装配电箱和配线箱（暗箱暗管）通常采用的做法。

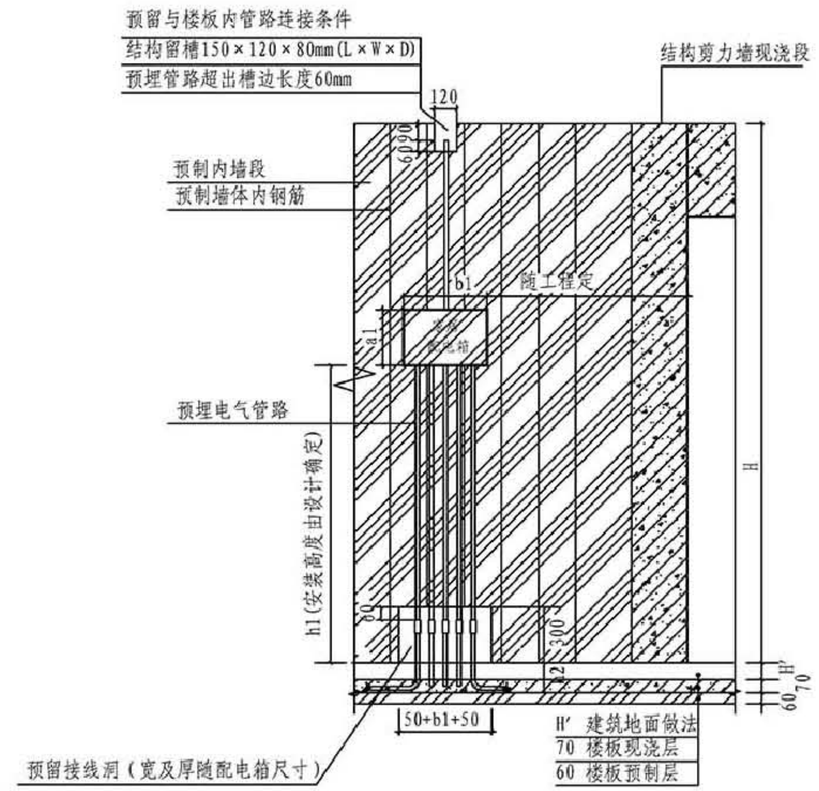


图 5.4.2－1　家居配电箱预埋及其管路连接做法

注：1. 家居配电箱安装高度由设计确定（一般为 1.8m）；2. 预留家居配电箱接管洞口高度为 300＋h2（h2 随工程做法定）；3. 家居配电箱具体尺寸 a1、b1 由设计确定。

2　在预制构件上设置的照明灯具和插座的数量应满足使用需求，并做到精确定位。灯具和插座的接线盒在预制构件上的预留位置应不影响结构安全。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.3.1] 在混凝土浇筑前应进行预制构件的隐蔽工程检查，检查项目应包括下列内容：

8　预埋管线、线盒的规格、数量、位置及固定措施。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.4.2] 凡在预制墙体上设置的电气开关、插座、弱电插座及其必要的接线盒、连接管等均应由结构专业进行预留预埋。

[10.4.3] 在预制内墙板、外墙板的门窗过梁钢筋锚固区内不应埋设电气接线盒。

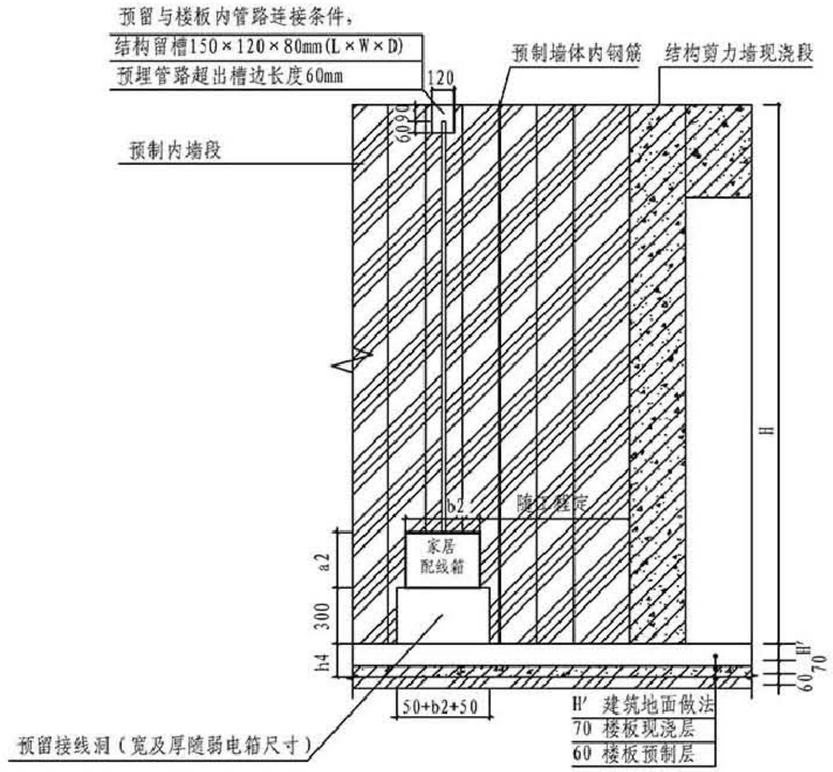


图 5.4.2－2 家居配线箱预埋及其管路连接做法

注：1. 预留家居配线箱接管空间高度为 300 + h4（h4 随工程做法定）；2. 家居配线箱安装高度由设计确定，一般为 0.3m；若箱体采用高位安装，其预埋管路做法可参照图 5.4.2－1；3. 家居配线箱具体尺寸 a2、b2 由设计确定。

［10.4.4］沿叠合楼板现浇层暗敷的照明管路，应在预制楼板灯位处预埋深型接线盒。

上海市地方标准《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014

［5.6.4］建筑电气管线与预制构件的关系宜符合下列规定：

2 凡在预制墙体上设置的终端配电箱、开关、插座及其必要的接线盒、连接管等均应由结构专业进行预留预埋，并应采取有效措施，满足隔声及防火要求，不宜在房间围护结构安装后凿剔沟、槽、孔、洞。

4 沿叠合楼板现浇层暗敷的照明管路，应在预制楼板灯位处预埋深型接线盒。

【措施方法】

建筑内各功能单元照明灯具和插座的数量，应满足各功能单元的使用要求和相关设计规范的要求，此处不再赘述。这里主要说明照明灯具和插座接线盒在预制构件中的预埋问题。

装配式混凝土结构建筑中，通常在楼梯、阳台、空调板等部位采用预制构件。但随着预制化率在装配式混凝土结构建筑中逐渐提高，楼板和分隔墙等部位采用预制构件的做法也越来越普遍。

以楼板为例，楼板采用预制构件，分为全预制和叠合楼板两种做法。采用全预制楼板时，电气的接线盒和管线应全部预埋在结构预制构件内。采用叠合楼板时，电气的接线盒应预埋在结构预制构件内，电气管线则通常敷设在叠合楼板的现浇层内，这样电气接线盒和管线的连接就只能在叠合楼板的现浇层内实现了，故要求在叠合楼板预制构件中预埋的电气接线盒采用深型接线盒。以阳台为例，图 5.4.2－3 全预制阳台板照明线路敷设做法和图 5.4.2－4 预制叠合板内照明线路敷设做法，给出了照明灯具接线盒在全预制楼板和叠合楼板上预留的不同做法。

装配式混凝土结构建筑的墙板，现多采用全预制构件和现浇式一体化成型墙体两种方式。在墙体上

预留接线盒的位置应遵照构件模数，并满足电气规范和使用要求。电气的管线应预埋在构件内。

这里需要强调，装配式混凝土结构建筑的预制内墙板、外墙板门窗过梁钢筋锚固区对结构安全尤为重要，故不应在上述区域内预留接线盒。

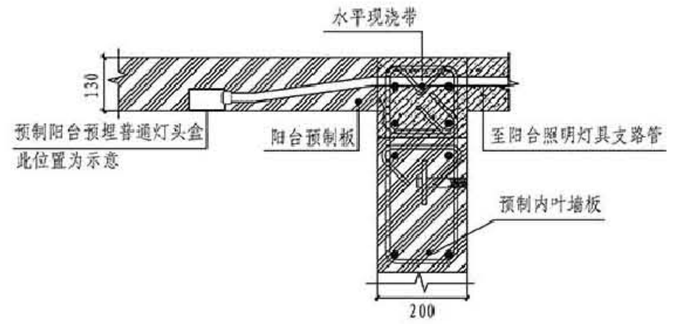


图 5.4.2－3 全预制阳台板照明线路敷设做法

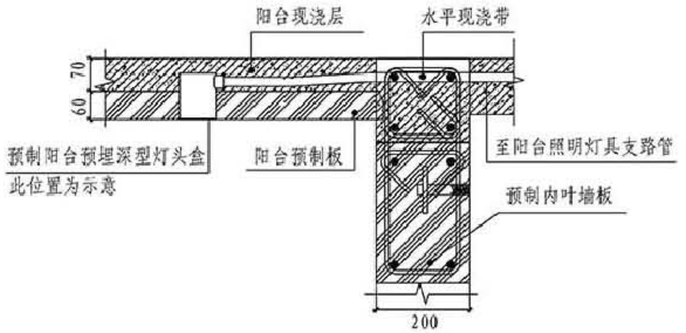


图 5.4.2－4 预制叠合板内照明线路敷设做法

5.4.3 电气管线设计

1 电气、电信主干线应集中设在共用部位，便于维修维护。

【规范条文】

《住宅建筑规范》GB 50368－2005

［8.1.4］住宅的给水总立管、雨水立管、消防立管、采暖供回水总立管和电气、电信干线（管），不应布置在套内。公共功能的阀门、电气设备和用于总体调节和检修的部件，应设在共用部位。

《住宅设计规范》GB 50096－2011

［8.1.7］下列设施不应设置在住宅套内，应设置在共用空间内：

1 公共功能的管道，包括给水总立管、消防立管、雨水立管、采暖（空调）供回水总立管和配电盒弱电干线（管）等，设置在开敞式阳台的雨水立管除外；

2 公共的管道阀门、电气设备和用于总体调节和检修的部件，户内排水立管检修口除外；

3 采暖管沟和电缆沟的检查孔。

上海市地方标准《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014

［5.6.4］建筑电气管线与预制构件的关系宜符合下列规定：

1 低压配电系统的主干线宜在公共区域的电气竖井内设置；功能单元内终端线路较多时，宜考虑采用桥架或线槽敷设，较少时可考虑统一预埋在预制板内或装饰墙面内，墙板内竖向电气管线布置应保持安全距离，不同功能单元的管线应户界分明。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程（暂行）》DB 21/T 1925－2011

［5.4.4］低压配电系统的主干线宜在公共区域的电气竖井内设置。

［5.8.2］弱电管线埋设宜与装配式结构主体分离，竖向管线宜集中设置在建筑公共区域的管井内。必须穿越装配式结构主体时，应预留孔洞或保护管。

【要点说明】

出于维修、管理、安全等因素的考虑，配电干线、弱电干线应集中设在共用部位。实际工程中，通常将配电干线、弱电干线集中设置在电气管井内。

由于装配式混凝土结构建筑的主体结构多为整体预制的大型混凝土构件，难以将配电干线、弱电干线分散敷设在这些构件内，管线施工难度加大，因此配电干线、弱电干线要尽可能与装配式结构主体分离，竖向主干线宜集中设置在建筑公共区域的电气管井内。

装配式混凝土结构建筑的电气管井在选址时，应该避免设置于采用预制楼板（如楼梯半平台等）区域内，从而减少在预制构件中预埋大量导管的现象产生。

2 电气管线及其敷设要求。

【规范条文】

《建筑设计防火规范》GB 50016－2014

［10.1.10］**消防配电线路应满足火灾时连续供电的需要，其敷设应符合下列规定：**

1 明敷时（包括敷设在吊顶内），应穿金属导管或采用封闭式金属槽盒保护，金属导管或封闭式金属槽盒应采取防火保护措施；当采用阻燃或耐火电缆并敷设在电缆井、沟内时，可不穿金属导管或采用封闭式金属槽盒保护；当采用矿物绝缘类不燃性电缆时，可直接明敷。

2 暗敷时，应穿管并应敷设在不燃烧结构内且保护层厚度不应小于30mm。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303－2015

［12.2.1］导管的弯曲半径应符合下列要求：

1 明配导管的弯曲半径不宜小于管外径的6倍，当两个接线盒间只有一个弯曲时，其弯曲半径不宜小于管外径的4倍；

2 埋设于混凝土内的导管的弯曲半径不宜小于管外径的6倍，当直埋于地下时，其弯曲半径不宜小于管外径的10倍；

3 电缆导管的弯曲半径不应小于电缆最小允许弯曲半径，电缆最小允许弯曲半径应符合本规范表11.1.2的规定。

表11.1.2 电缆最小允许弯曲半径

电缆型式		电缆外径（mm）	多芯电缆	单芯电缆
塑料绝缘电缆	无铠装	—	15D	20D
	有铠装		12D	15D
橡皮绝缘电缆			10D	
控制电缆	非铠装型、屏蔽型软电缆		6D	—
	铠装型、铜屏蔽型		12D	
	其他		10D	
铝合金导体电力电缆		—	7D	
氧化镁绝缘刚性矿物绝缘电缆		<7	2D	
		≥7，且<12	3D	
		≥12，且<15	4D	
		≥15	6D	
其他矿物绝缘电缆		—	15D	

注：D为电缆外径

［12.2.2］导管支架安装应符合下列要求：

1 除设计要求外，承力建筑钢结构构件上不得熔焊导管支架，且不得热加工开孔；

2 导管采用金属吊架固定时，圆钢直径不得小于8mm，并应有防晃支架，在距离盒（箱）、分支处或端部0.3～0.5m处应有固定支架；

3 金属支架应进行防腐，位于室外及潮湿场所应按设计要求做特殊处理；

4 导管支架应安装牢固、无明显扭曲。

［12.2.3］除设计要求外，暗配的导管，埋设深度与建筑物、构筑物表面的距离不应小于15mm。

［12.2.4］进入配电（控制）柜、台、箱内的导管管口，箱底无封板的，管口应高出柜、台、箱、盘的基础面50～80mm。

［12.2.6］明配的电气导管应符合下列要求：

1 导管应排列整齐、固定点间距均匀、安装牢固；

2 在距终端、弯头中点或柜、台、箱、盘等边缘150～500mm范围内应设有固定管卡，中间直线段固定管卡间的最大距离应符合表12.2.6的规定；

3 明配管采用的接线或过渡盒（箱）应选用明装盒（箱）。

表12.2.6 管卡间的最大距离

敷设方式	导管种类	导管直径（mm）			
		15～20	25～32	40～50	65以上
		管卡间最大距离（m）			
支架或沿墙明敷	壁厚>2mm刚性钢导管	1.5	2.0	2.5	3.5
	壁厚≤2mm刚性钢导管	1.0	1.5	2.0	—
	刚性塑料导管	1.0	1.5	2.0	2.0

［12.2.7］塑料导管敷设应符合下列规定：

1 管口应平整光滑，管与管、管与盒（箱）等器件采用插入法连接时，连接处结合面应涂专用胶合剂，接口应牢固密封；

2 直埋于地下或楼板内的刚性塑料导管，在穿出地面或楼板易受机械损伤的一段，应采取保护措施；

3 当设计无要求时，埋设在墙内或混凝土内的塑料导管，应采用中型及以上的导管；

4 沿建筑物、构筑物表面和在支架上敷设的刚性塑料导管，应按设计要求装设温度补偿装置。

［12.2.8］可弯曲金属导管及柔性导管敷设应符合下列规定：

1 刚性导管经柔性导管与电气设备、器具连接，柔性导管的长度在动力工程中不宜大于0.8m，在照明工程中不宜大于1.2m；

2 可弯曲金属导管或柔性导管与刚性导管或电气设备、器具间的连接应采用专用接头；防液型可弯曲金属导管或柔性导管的连接处应密封良好，防液复盖层应完整无损；

3 当可弯曲金属导管有可能受重物压力或明显机械撞击时，应采取保护措施；

4 明配的金属、非金属柔性导管固定点间距应均匀，不应大于1m，管卡与设备、器具、弯头中点、管端等边缘的距离应小于0.3m；

5 可弯曲金属导管和金属柔性导管不应做保护导体的接续导体。

［12.2.9］导管敷设尚应符合下列要求：

1 导管穿越外墙时应设置防水套管，且应做好防水处理；

2 钢导管或刚性塑料导管跨越建筑物变形缝处，应设置补偿装置；

3 除埋设于混凝土内的钢导管内壁应防腐处理，外壁可不防腐处理外，其余场所敷设的钢导管内外壁均应做防腐处理。

《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242－2011

[7.2.1] 住宅建筑套内配电线路布线可采用金属导管或塑料导管。暗敷的金属导管管壁厚度不应小于1.5mm，暗敷的塑料导管管壁厚度不应小于2.0mm。

[7.2.2] 潮湿地区的住宅建筑及住宅建筑内的潮湿场所，配电线路布线宜采用管壁厚度不小于2.0mm的塑料导管或金属导管。明敷的金属导管应做防腐、防潮处理。

[7.2.3] 敷设在钢筋混凝土现浇楼板内的线缆保护导管最大外径不应大于楼板厚度的1/3，敷设在垫层的线缆保护导管最大外径不应大于垫层厚度的1/2。线缆保护导管暗敷时，外护层厚度不应小于15mm；消防设备线缆保护导管暗敷时，外护层厚度不应小于30mm。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[7.0.3] 叠合楼板的建筑设备管线布线宜结合楼板的现浇层或建筑垫层统一考虑。

[10.4.2] 凡在预制墙体上设置的电气开关、插座、弱电插座及其必要的接线盒、连接管等均应由结构专业进行预留预埋。

[10.4.6] 暗敷的电气管路宜选用有利于交叉敷设的难燃可挠管材。

上海市地方标准《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014

[5.6.3] 装配整体式混凝土公共建筑应做好建筑设备管线综合设计，并应符合下列规定：

3 当条件受限管线必须暗敷时，宜结合叠合楼板现浇层以及建筑垫层进行设计。

4 当条件受限管线必须穿越时，预制构件内可预留套管或孔洞，但预留的位置不应影响结构安全。

[5.6.4] 建筑电气管线与预制构件的关系宜符合下列规定：

3 消防线路预埋暗敷在预制墙体上时，应采用穿导管保护，并应预埋在不燃烧体的结构内，其保护层厚度不应小于30mm。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程（暂行）》DB 21/T 1925－2011

[5.4.5] 户内的电气线路宜穿可挠金属电气导管或壁厚不小于1.4mm的镀锌钢管，在架空地板下、内隔墙及吊顶内敷设。当户内电气线路采用B1－1级难燃电缆时可不穿管敷设。

[5.4.6] 电气线路不应敷设于装配式实体墙内或楼板内。也不应在两板之间的缝隙内敷设。

[5.8.3] 当室内弱电线路采用B1－1级难燃电缆时，可不穿管敷设；阻燃级别在B1－2级及以下的弱电线缆均应在保护管或线槽内敷设，且线缆敷设中间不应有接头。弱电分支线路宜穿可挠金属电气导管或壁厚不小于1.4mm的薄壁镀锌钢管在吊顶、内隔墙及地面架空夹层内敷设。

[5.8.4] 弱电管线在内隔墙中敷设时，宜优先采用带穿线管的工业化内隔墙板。

[5.8.13] 当敷设条件允许时，弱电管线宜在吊顶夹层内及地面架空夹层内敷设。

【要点说明】

装配式混凝土结构建筑中电气管线可采用在架空地板下、内隔墙及吊顶内敷设，如受条件限制必须采用暗敷设时，宜优先选择在叠合楼板的叠合层或建筑找平层中暗敷。

电气线路布线可采用金属导管或塑料导管，但需直接连接的导管应采用相同的管材。明敷的消防配电线路应穿金属导管保护，且金属导管应采取防火保护措施。导管壁厚应满足相关规范的要求。

线缆保护导管暗敷时，外护层厚度不应小于15mm；消防配电线路暗敷时，应穿管并应敷设在不燃烧结构内且保护层厚度不应小于30mm。

在预制构件中暗敷的管线不应影响结构安全，例如管线不应敷设在预制构件的接缝处。水平接缝和竖向接缝是装配式结构的关键部位，为保证水平接缝和竖向接缝有足够的传递内力的能力，竖向电气管线不应设置在预制柱内，且不宜设置在预制剪力墙内。当竖向电气管线设置在预制剪力墙或非承重预制墙板内时，应避开剪力墙的边缘构件范围，并应统一设计，将预留管线标示在预制墙板深化图上。

3 管线的连接和施工要求

【规范条文】

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303－2015

[12.1.1] 金属导管应与保护导体可靠连接，并符合下列规定：

1 镀锌钢导管、可弯曲金属导管和金属柔性导管不得熔焊连接；

2 非镀锌钢导管采用螺纹连接时，连接处的两端应熔焊焊接保护联结导体；

3 镀锌钢导管、可弯曲金属导管和金属柔性导管连接处的两端宜用专用接地卡固定保护联结导体；

4 机械连接的金属导管，管与管、管与盒（箱）体的连接配件应选用配套部件，其连接应符合产品技术文件要求，连接处的接触电阻值满足国家标准《电气安装用导管系统》GB/T 20041.1－2015的相关要求时，连接处可不设置保护联结导体，但导管不应作为保护导体的接续导体；

5 金属导管与金属梯架、托盘连接时，镀锌材质的连接端宜用专用接地卡固定保护联结导体，非镀锌材质的连接处应熔焊焊接保护联结导体；

6 以专用接地卡固定的保护联结导体应为铜芯软导线，截面积不应小于4mm²；以熔焊焊接的保护联结导体宜为圆钢，直径不应小于6mm，其搭接长度应为圆钢直径的6倍。

[12.1.2] 钢导管不得采用对口熔焊连接；镀锌钢导管或壁厚小于等于2mm的钢导管，不得采用套管熔焊连接。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.4.5] 沿结构叠合楼板、预制墙体预埋的电气灯头盒、接线盒及其管路与现浇相应电气管路连接时，墙面预埋盒下（上）宜预留接线空间，便于施工接管操作。

上海市地方标准《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014

[5.6.4] 建筑电气管线与预制构件的关系宜符合下列规定：

5 沿叠合楼板、预制墙体预埋的电气灯头盒、接线管及其管路与现浇相应电气管路连接时，墙面预埋盒下（上）宜预留接线空间，便于施工接管操作。

【措施方法】

目前国内电气导管的连接还以传统的连接方式居多，施工现场的管线连接尚需耗费大量的人力和物力。

装配式混凝土结构建筑中，电气管线的接口应采用标准化的接口。预制构件内导管的连接技术在满足预制构件的连接方式的同时，还应做到安全可靠、方便简洁。故电气导管的连接技术还应该做进一步地研究和提高。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303－2015中对于目前常见的各种管材的连接，给出的要求比较详细，这里不再赘述了。

需要特别强调，装配式混凝土结构建筑中沿叠合楼板、预制墙体预埋的电气灯头盒、接线管及其管路与现浇相应电气管路连接时，应在其连接处预留接线足够空间，便于施工接管操作，连接完成后再用混凝土浇筑预留的孔洞。图5.4.3－1和图5.4.3－2中，给出了在预制构件上电气管线连接处，预留操作空间的两种常见做法。

5.4.4 防雷与接地

【规范条文】

《建筑物防雷设计规范》GB 50057－2010

[4.3.5] 利用建筑物的钢筋作为防雷装置时，应符合下列规定：

1 建筑物宜利用钢筋混凝土屋顶、梁、柱、基础内的钢筋作为引下线。

6 构件内有箍筋连接的钢筋或成网状的钢筋，其箍筋与钢筋、钢筋与钢筋应采用土建施工的绑扎法、螺丝、对焊或搭焊连接。单根钢筋、圆钢或外引预埋连接板、线与构件内钢筋应焊接或采用螺栓紧固的卡夹器连接。构件之间必须连接成电气通路。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008

[11.7.1] 建筑物防雷装置宜利用建筑物钢筋混凝土中的钢筋或采用圆钢、扁钢作为引下线。

[11.7.3] 除利用混凝土中钢筋作引下线外，引下线应热镀锌，焊接处应涂防腐漆。在腐蚀性较强

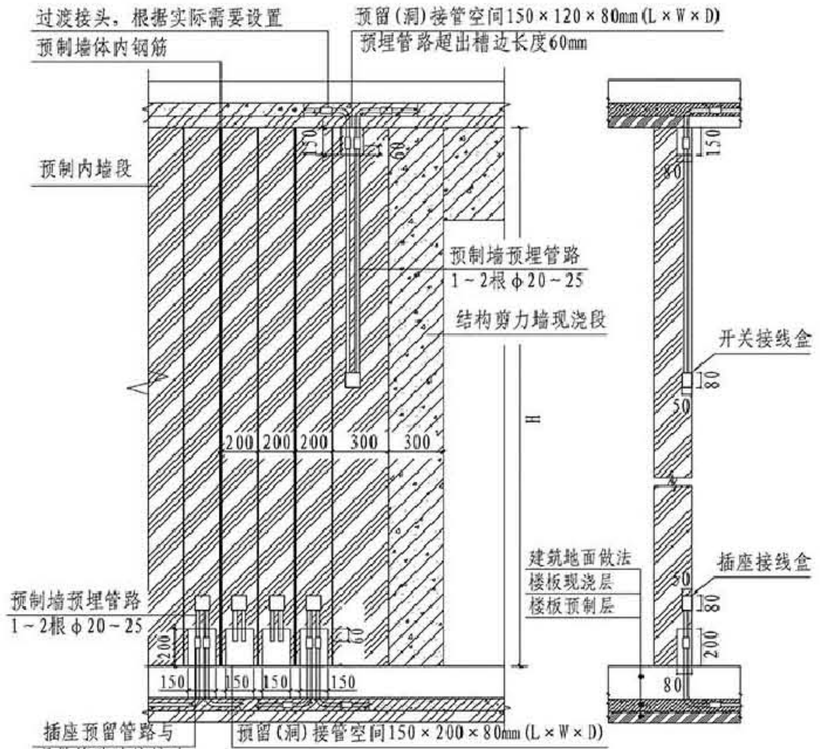


图5.4.3－1　插座、开关预埋接线盒及其管路连接做法一

注：1. 接线盒和管路距预制段边的距离需满足结构专业要求，本图按大于等于300mm设计。2. 插座应布置在钢筋之间，钢筋间距符合结构钢筋模数要求，本图按每个（组）间距按200mm为模数设计。3. 插座下预留接线槽，接线盒与接线槽之间预埋1～2根Φ20～Φ25管路，预埋宜超出槽边60mm，用于与水平现敷管路连接。4. 预制墙体预留插座接线连接口尺寸可根据实际工程定。

的场所，还应加大截面或采取其它的防腐措施。

[11.7.4] 专设引下线宜沿建筑物外墙明敷设，并应以较短路径接地，建筑艺术要求较高者也可暗敷，但截面应加大一级。

[11.7.6] 采用多根专设引下线时，宜在各引下线距地面1.8m以下处设置断接卡。

当利用钢筋混凝土中的钢筋、钢柱作为引下线并同时利用基础钢筋作为接地网时，可不设断接卡。当利用钢筋做引下线时，应在室内外适当地点设置连接板，供测量接地、接人工接地体和等电位联结用。

当仅利用钢筋混凝土中钢筋作引下线并采用埋于土壤中的人工接地体时，应在每根引下线的距地面不低于0.5m处设接地体连接板。采用埋于土壤中的人工接地体时，应设断接卡，其上端应与连接板或钢柱焊接。连接板处应有明显标志。

[11.7.7] 利用建筑钢筋混凝土中的钢筋作为防雷引下线时，其上部应与接闪器焊接，下部在室外地坪下0.8～1m处宜焊出一根直径为12mm或40mm×4mm镀锌钢导体，此导体伸出外墙的长度距离不宜小于1m，作为防雷引下线的钢筋应符合下列要求：

1　当钢筋直径大于或等于16mm时，应将两根钢筋绑扎或焊接在一起，作为一组引下线；

2　当钢筋直径大于或等于10mm且小于16mm时，应利用四根钢筋绑扎或焊接作为一组引下线。

[11.7.8] 当建筑物、构筑物钢筋混凝土内的钢筋具有贯通性连接并符合本规范第11.7.7条要求时，竖向钢筋可作为引下线；当横向钢筋与引下线有可靠连接时，横向钢筋可作为均压环。

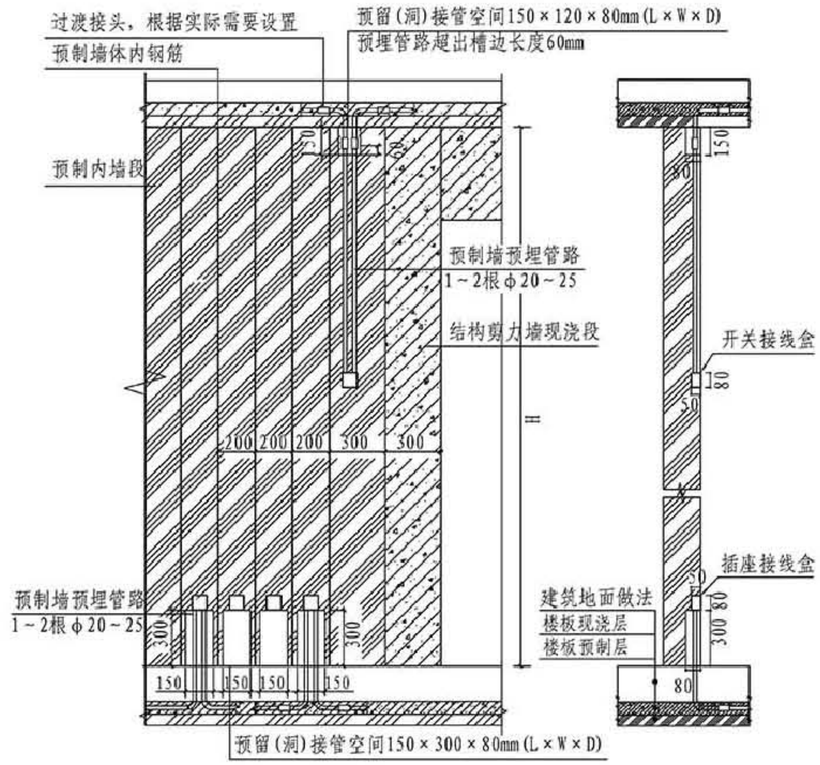


图5.4.3－2　插座、开关预埋接线盒及其管路连接做法二

注：1. 接线盒和管路距预制段边的距离需满足结构专业要求，本图按大于等于300mm设计。2. 插座应布置在钢筋之间，钢筋间距符合结构钢筋模数要求，本图按每个（组）间距按200mm为模数设计。3. 插座下预留接线槽，用于水平管线直接引上至插座接线盒，管路无需再设置过渡接头。4. 预制墙体预留插座接线连接口尺寸可根据实际工程定。

[11.7.9] 在易受机械损坏的地方，地面上1.7m至地面下0.3m的引下线应加保护设施。

上海市地方标准《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014

[5.6.5] 装配整体式混凝土公共建筑的防雷设计应符合国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057－2010和行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ16－2008的规定，并应符合下列规定：

1　装配整体式混凝土公共建筑的防雷引下线宜利用现浇立柱或剪力墙内的钢筋或采取其他可靠的措施，应避免利用预制竖向受力构件内的钢筋。

2　装配整体式混凝土公共建筑外墙上的栏杆、门窗等较大的金属物需要与防雷装置连接时，相关的预制构件内部与连接处的金属件应考虑电气回路的连接或考虑不利用预制构件连接的其他方式。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程（暂行）》DB 21/T 1925－2011

[5.6.2] 可利用实体柱内两根主筋做防雷引下线，在两根柱子对接处，柱内套管与柱内钢筋连接处应采用不小于φ16mm的防雷转接导体跨接。亦可采用25×4镀锌扁钢沿实体柱引下与基础钢筋焊接。

[5.6.3] 利用基础钢筋做接地极，引下线与接地装置应可靠焊接。在设有引下线的柱子室外地面上0.5m处，设置接地电阻测试盒，测试盒内测试端子与引下线焊接。

[5.8.20] 防雷引下线在主体结构柱等构件内设置时，应预留上下对应、通长联结的主钢筋作引下线，在上、下层对应的结构柱端部（与楼板交接处）的柱内钢套管与柱内钢筋做可靠的电气联结；引下线在主体结构柱等构件外设置时，应在结构楼板上预留孔洞或预埋钢筋、扁钢，并与敷设在各层外墙装饰板隔层内的引下线做可靠的电气联结。

【要点说明】

装配式混凝土结构建筑防雷接地系统的接地电阻值与非装配式混凝土结构建筑相比并无特殊要求，与现行的国家标准的要求是一致的，而且通常也是采用共用接地系统。重点在于防雷接地系统的具体做法与非装配式混凝土结构建筑有所不同。

装配式混凝土结构建筑大多数是利用建筑物的钢筋作为防雷装置。《建筑物防雷设计规范》GB 50057－2010 中特别强调当利用建筑物的钢筋作为防雷装置时，构件之间必须连接成电气通路。装配式混凝土结构建筑大多是利用建筑物的钢筋作为防雷装置。目前，采用的连接措施还是比较传统的。如何更有效、更方便地实现“构件之间连接成电气通路”，即满足功能和规范要求，又减少施工难度和工作量，此技术还有待进一步研究提高。

目前，在工程设计中通常采用下面的做法。装配式混凝土结构建筑屋面的接闪器、引下线及接地装置在可以避开装配式主体结构的情况下可参照非装配式混凝土结构建筑的常规做法；难以避开时，需利用装配式混凝土结构框架柱（或剪力墙边缘构件）内部满足防雷接地系统规格要求的钢筋作引下线及接地极，或在预制装配式结构楼板等相应部位预留孔洞或预埋钢筋、扁钢，并确保接闪器、引下线及接地极之间通长、可靠连接。

装配式混凝土结构建筑的实体柱等预制构件是在工厂加工制作的，由于预制柱等预制构件的长度限制，一根柱子需要若干段柱体连接起来，两段柱体对接时，一段柱体端部为套筒，另一段为钢筋，钢筋插入套筒后注浆，钢筋与套筒中间隔着混凝土砂浆，钢筋是不连续的。如若利用钢筋做防雷引下线，就要把两段柱体（或剪力墙边缘构件）钢筋用等截面钢筋焊接起来，达到贯通的目的。选择框架柱（或剪力墙边缘构件）内的两根钢筋做引下线时，应尽量选择靠近框架柱（或剪力墙）内侧，以不影响安装。

如不利用框架柱（或剪力墙边缘构件）内钢筋做防雷引下线，也可采用 25×4 扁钢做防雷引下线，两根扁钢固定在框架柱（或剪力墙）两侧，靠近框架柱（或剪力墙）引下并与基础钢筋焊接。

不管是利用框架柱（或剪力墙）内钢筋做引下线还是利用扁钢做引下线，都应在设有引下线的框架柱（或剪力墙）室外地面上 500mm 处，设置接地电阻测试盒，测试盒内测试端子与引下线焊接。此处应在工厂加工框架柱（或剪力墙）时做好预留。

此外，装配式混凝土结构建筑的外墙基本采用预制外墙技术，预制外墙上的金属门窗通常有两种做法：① 门窗与外墙在工厂整体加工完成；②金属窗框与外墙一起加工完成，现场单独安装门窗部分。无论采用哪种方式，当外窗需要与防雷装置连接时，相关的预制构件内部与连接处的金属件应考虑电气回路的连接或考虑不利用预制构件连接的其他方式，电气设计师在设计文件中应将做法予以明确。

5.4.5 电气防火

【规范条文】

《建筑设计防火规范》GB 50016－2014

[6.2.9] 建筑内的电梯井等竖井应符合下列规定：

3 建筑内的电缆井、管道井应在每层楼板处采用不低于楼板耐火极限的不燃材料或防火封堵材料封堵。建筑内的电缆井、管道井与房间、走道等相连通的孔隙应采用防火封堵材料封堵。

《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242－2011

[7.4.5] 电气竖井内竖向穿越楼板和水平穿过井壁的洞口应根据主干线缆所需的最大路由进行预留。楼板处的洞口应采用不低于楼板耐火极限的不燃烧体或防火材料作封堵，井壁的洞口应采用防火材料封堵。

《装配式混凝土结构设计规程》JGJ 1－2014

[5.4.7] 隔墙内预留有电气设备时，应采取有效措施满足隔声及防火要求。

[5.4.8] 设备管线穿过楼板的部位，应采取防水、防火、隔声等措施。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程（暂行）》DB 21/T 1925－2011

[8.10.2] 电气配管穿墙或穿越防火分区的孔洞应使用防火材料封堵。

[8.10.3] 线槽穿越楼层或横向跨防火区，应加装防火钢套填充防火枕，满足防火设计要求。

【要点说明】

由于建筑内的竖井上下贯通一旦发生火灾，易沿竖井竖向蔓延，因此要求采取防火措施。建筑中的管道井、电缆井等竖向管井是烟火竖向蔓延的通道，需采取在每层楼板处用相当于楼板耐火极限的不燃材料等防火措施分隔。实际工程中，每层分隔对于检修影响不大，却能提高建筑的消防安全性。因此，要求这些竖井要在每层进行防火分隔。

为防止火焰沿电气线路蔓延，封闭式母线、电缆桥架、金属槽盒、金属套管等在穿过楼板或墙壁时，应以防火隔板、防火堵料等材料做好密封隔离。

5.4.6 整体卫浴间

【规范条文】

《住宅整体卫浴间》JG/T 183－2011

[5.2.5] 电器

包括照明灯、换气扇、烘干器及电源插座等均应符合相应的标准。插座接线应符合 GB 50303－2002 中 22.1.2 的要求。除电器设备自带开关外，外设开关不应置于整体卫浴间内。

[5.3.3] 组装整体卫浴间所需的配件按以下两类需要选定：

a）主要配件：浴盆、浴盆水嘴、洗面器、洗面器水嘴、坐便器、低水箱、隐蔽式水箱或自闭冲洗阀、照明灯、肥皂盒、手纸盒、毛巾架、换气扇及镜子等；

b）选用配件：妇洗器或淋浴间、浴缸扶手、梳妆架、浴帘、衣帽钩、电源插座、烘干器、清洁箱、电话、紧急呼唤器等。

[5.3.8] 电器及线路不应漏电，电源插座宜设置独立回路，所有裸露的金属管线应以导体相互连接并留有对外连接的 PE 线的接线端子。

[5.3.10] 组成整体卫浴间的主要构件、配件应符合有关标准、规范的规定。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程（暂行）》DB 21/T 1925－2011

[5.8.11] 当套内配置的整体厨房、整体卫浴等场所有智能化的监控要求时，相应的管线、接口及设备应预留、配置到位。

【要点说明】

整体卫浴是系统配套与组合技术的集成。该产品在工厂预制，现场直接安装。装配式混凝土结构建筑的电气设备应根据整体卫浴的不同电器设备要求，从而确定电源、电话、网络、电视等需求，并结合整体卫浴内电器设备的位置和高度，做好电气管线和接口的预留。

5.4.7 整体厨房

【规范条文】

《住宅整体厨房》JG/T 184－2011

[7] 管线与设备接口

[7.1] 管线应综合布置，管线与设备的接口设置应互相匹配，并应满足厨房使用功能的要求，在施工图中应明确标注接口定位尺寸，其施工精度误差不应大于 5mm。

[7.2] 管线的布置原则、立管与表具、水平管线、燃气管道、燃气设备和排烟、电气设施、暖气管道、散热器等应符合 GB/T 11228－2008 中第 5 章的要求。

[7.3] 设于厨房的水表和燃气表宜采用远传计量的方式，并应预留远传计量的数据传输接口位置及其电源接口位置，其系统性能应符合 JG/T 162－2009 中 5.4 的要求。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程（暂行）》DB 21/T 1925－2011

[5.8.11] 当套内配置的整体厨房、整体卫浴等场所有智能化的监控要求时，相应的管线、接口及设备应预留、配置到位。

【要点说明】

整体厨房是系统配套与组合技术的集成。该产品在工厂预制，现场直接安装。装配式混凝土结构建筑的电气设备应根据整体厨房的不同电器设备要求，确定电源、电话、网络、电视等需求，并结合整体厨房内电器设备的位置和高度，做好电气管线和接口的预留。

5.4.8 构件制作和检验

1 穿越预制构件的电气管线、槽盒均应预留孔洞，严禁剔凿。

【规范条文】

《装配式混凝土结构设计规程》JGJ 1－2014

[5.4.4] 预制构件中电气接口及吊挂配件的孔洞、沟槽应根据装修和设备要求预留。

北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB 11/T 970－2013

[10.1.2] 预制结构构件中宜预埋管线，或预留沟、槽、孔、洞的位置，预留预埋应遵守结构设计模数网格，不应在围护结构安装后凿剔沟、槽、孔、洞。

辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程（暂行）》DB 21/T1925－2011

[8.2.1] 预制构件预埋时应按设计要求标高预留过墙孔洞，在加工预制梁或预制隔板时，预留孔洞应在预制梁或预制板材的上方，吊顶敷设，保护套管应按设计要求选材。

[8.2.2] 预制构件时应注意避雷引下线的预留预埋，在预制柱体下侧应预埋不少于两处规格为100×150 mm，厚度应不低于为8 mm的钢板，钢板与主体内的竖向主体钢筋焊接，其钢板与下侧穿梁钢筋紧密焊接，焊接倍数必须达到要求。

[8.2.3] 预制梁也应预埋规格为100mm×150mm，厚度8mm的钢板，与其水平梁主体钢筋焊接形成整体接地联结。

【要点说明】

预制构件在工厂加工制作时，应遵守结构设计模数，将各专业、各工种所需的预留孔洞、预埋件等一并完成，避免在施工现场进行剔凿、切割，伤及预制构件，影响质量及观感。

构件在工厂加工制作时，应根据预制构件的加工图纸，准确预埋接线盒、管线等设备，并预留沟、槽、孔洞的位置。预制构件上为设备及其管线敷设预留的孔洞、套管、坑槽应选择在对构件受力影响最小的部位。

当利用预制构件中的钢筋做防雷引下线或接地线使用时，应在构件表面的合适位置预留钢板等预埋件，预留的钢板应按照要求，与构件内利用的钢筋可靠连接，形成电气通路。

2 预制构件检验

（1）电气预埋的隐验要求

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[5.4.9] 设备管线宜与预制构件上的预埋件可靠连接。

[11.3.1] 在混凝土浇筑前应进行预制构件的隐蔽工程检查，检查项目应包括下列内容：

5 灌浆套筒、预留孔洞的规格、数量、位置等。

8 预埋管线、线盒的规格、数量、位置及固定措施。

【要点说明】

预制构件在工厂加工时，在混凝土浇筑前，应按要求对预制构件内预埋的电气管线、接线盒及预埋件等进行隐蔽工程检查，这是保证预制构件满足电气功能的关键质量控制环节。

（2）构件的检验要求

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.4.1] 预制构件的外观质量不应有严重缺陷，且不宜有一般缺陷。对已出现的一般缺陷，应按技术方案进行处理，并应重新检验。

[11.4.2] 预制构件的允许尺寸偏差及检验方法应符合表11.4.2的规定。预制构件有粗糙面时，与粗糙面相关的尺寸允许偏差可适当放松。

表11.4.2 预制构件尺寸允许偏差及检验方法

项目		允许偏差（mm）	检验方法
预留孔	中心线位置	5	尺寸测量
	孔尺寸	±5	
预留洞	中心线位置	10	尺寸测量
	洞口尺寸、深度	±10	
预埋件	线管、电盒在构件平面的中心线偏差	20	尺寸测量
	线管、电盒与构件表面混凝土高差	0，－10	

注：检查中心线、孔道位置偏差时，应沿纵横两个方向测，并取其中偏差较大值。

【要点说明】

预制构件外观质量缺陷可分为一般缺陷和严重缺陷两类，预制构件的严重缺陷主要是指影响构件的结构性能或安装使用功能的缺陷，构件制作时应制定质量保证措施予以避免。

表中给出了预制构件上预留预埋的预埋件、孔洞等偏差尺寸限值和检验方法。构件在安装前应按照要求进行检验。

5.4.9 施工隐检及验收

【规范条文】

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303－2015

[3.3.9] 导管敷设应按以下程序进行：

1 除埋入混凝土中的非镀锌钢导管外壁不作防腐处理外，其他场所的非镀锌钢导管内外壁均作防腐处理，经检查确认，才能配管；

2 室外直埋导管的路径、沟槽深度、宽度及垫层处理经检查确认，才能埋设导管；

3 现浇混凝土板内的配管，应在底层钢筋绑扎完成，上层钢筋未绑扎前进行，配管完成后经检查确认，才能绑扎上层钢筋和浇捣混凝土；

4 现浇混凝土墙体内的钢筋绑扎完成，门、窗等位置已放线，检查确认，才能在墙体内配管；

5 被隐蔽的接线盒和导管在隐蔽前检查合格，才能隐蔽；

6 在梁、板、柱等部位用于明配导管的套管、埋件、支架等检查合格，才能配管；

7 吊顶上的灯位及电气器具位置先放样，且与土建及各专业施工单位商定，才能在吊顶内配管。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[12.1.2] 装配式结构的后浇混凝土部位在浇筑前应进行隐蔽工程验收。验收项目应包括以下内容：

7 预留管线、线盒等的规格、数量、位置及固定措施。

【要点说明】

本条明确了现浇混凝土楼板内钢筋绑扎与电气配管的关系，是电气安装与建筑工程土建施工合理搭接的工序，这样做，可以既保证钢筋工程质量，又保证电气配管质量。

装配式混凝土结构建筑中，即使在预制构件安装完成后，尚有后浇的混凝土工作。如叠合楼板的现浇层、现浇式一体化成型墙体的现浇层、构件连接部位、预留的管道连接空间等等。故要求在施工浇筑前，做好隐蔽工程的验收工作。

6 围护结构

装配式混凝土结构建筑的围护结构除了需要满足常规混凝土结构建筑的围护结构的国家标准要求外，还应满足现行装配式混凝土结构建筑中关于围护结构方面的相关标准要求。

本章参考的国家标准图集：

13J104《蒸压加气混凝土砌块、板材构造》

08SJ110－2 08SG333《预制混凝土外墙挂板》

6.1 一般规定

6.1.1 围护结构应根据不同的结构形式选择不同的围护结构类型，其主要类型包括预制外挂墙板、蒸压加气混凝土板、非承重木骨架组合外墙以及其他类型的围护结构。

【规范条文】

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

［7.1.2］装配式住宅围护结构应根据建筑结构体的形式和地域气候特征合理选择装配式围护结构类型。

【要点说明】

应根据建筑主体结构形式的不同、地域气候特征的差异，合理选择围护结构类型。本章第四节编入的中国工程建设协会标准（CECS）《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板》CECS 396：2015，在实际工程中应根据本标准的适用范围和具体要求参考使用，并应满足结构安全及建筑性能要求。

【措施方法】

根据装配式剪力墙结构体系的特点，其围护结构可以选择外挂墙板；框架结构有轻型块状、板状墙板或其他轻型围护结构可供选择。围护结构的选择除了要考虑其结构类型外，还可以根据其所在地的地域气候特征，选择相应的外保温、夹心保温或内保温墙板。

6.1.2 外立面设计应满足多样化和经济美观等要求。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

［5.3.1］外墙设计应满足建筑外立面多样化和经济美观的要求。

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

［7.1.3］钢筋混凝土结构预制外墙及钢结构外墙板设计应符合外立面多样化要求。

《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板》CECS 396：2015

［4.2.1］外立面设计应满足建筑外立面多样化和经济美观的要求，饰面宜采用轻质、耐久、不易污染的材料。设计单位或建设单位应在墙板生产前确认墙板样品的表面颜色、质感、图案等。

【要点说明】

装配式建筑不应因为事先在工厂预制构件而限制外立面的多样化设计，外墙设计工作一定要考虑到建筑设计的创造性和建筑本身的美观，同时兼顾到经济节约的要求。少规格是通过减少构件种类来提高构件重复使用率，而多组合则是通过构件的组合形式，实现外立面多样化要求。外立面设计的多样化和经济美观是装配式混凝土结构建筑设计所追求的目标，并且饰面应选用轻质、耐久和不易污染的材料。

【措施方法】

预制混凝土具有可塑性，便于采用不同形状的外墙板。同时，外表面可以通过饰面层的凹凸和虚实、不同的纹理和色彩、不同质感的装饰混凝土等手段，实现多样化的外装饰需求；面层还可处理为露骨料混凝土、清水混凝土等，从而实现标准化与多样化相结合。在生产预制外墙板的过程中，可将外墙饰面材料和预制外墙板同时制作成型。

装配式住宅立面设计应体现工厂化生产、装配式施工和外围护结构简洁规整的特征，在标准化设计的基础上，实现立面形式的多样化。预制外墙设计要充分利用工厂化工艺和装配条件，通过模具浇筑成形、材质组合和清水混凝土等，形成多种装饰效果。宜可通过 BIM 技术进行相应的设计和多样化施工模拟组合，然后再进行实际工厂化生产和装配式施工。

6.1.3 装配式建筑的外墙板在工业化生产过程中应满足生产、运输和安装的相关要求。

【规范条文】

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

［7.1.4］钢筋混凝土结构预制外墙及钢结构外墙板应减少构件种类，并满足生产、运输和安装的要求。

【要点说明】

预制外墙板应减少构件种类，提高构件的重复使用率，使构件生产符合“少规格、多组合”的原则。同时预制外墙板的几何尺寸与起吊重量会对运输、安装施工造成影响，构件尺寸过大会对生产、运输和施工中的吊装等造成困难。

6.1.4 装配式建筑的围护结构外墙饰面宜采用耐久、不易污染的材料，其加工宜在工厂完成。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

［5.3.2］外墙饰面宜采用耐久、不易污染的材料。采用反打一次成型的外墙饰面材料，其规格尺寸、材质类别、连接构造等应进行工艺试验验证。

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

［7.1.6］装配式住宅建筑外墙材料宜采用具有耐久性的建筑材料。

［7.2.5］装配式住宅外墙外饰面宜在工厂加工完成，不宜采用现场后贴面砖或后挂石材的做法。

【要点说明】

装配式住宅不仅要强调主体结构的耐久性，还应提高围护结构的耐久性。外墙外饰面后贴和后挂石材工艺是传统工艺做法，其质量及粘接性能较差，不宜采用；工厂加工可以避免上述工艺带来的弊端，同时能够减少后期的变更和不必要的浪费。面砖饰面、石材饰面外墙板应采用反打一次成型工艺制作，应确定饰面材料的质量和粘接（连接）性能满足设计要求。

【措施方法】

涂料饰面外墙板所用外墙涂料应采用装饰性强、耐久性好的涂料，宜优先选用耐候性好的材料，满足设计要求。装饰混凝土饰面外墙板（彩色混凝土、清水混凝土、露骨料混凝土及表面带图案装饰的混凝土等），设计时应要求厂家制作样品确认其表面颜色、质感及图案等。并要求厂家出具相关质量证明文件和保证设计要求的使用期测试报告。采用面砖、石材等反打工艺能减少工序，其质量及外贴面砖等的粘接性能较好，耐候性好。也可直接使用自带饰面外墙板作为外饰面。

6.1.5 预制外墙板连接节点或连接构件的设计、施工应科学合理，满足防水、防火、隔声、保温等相关性能的要求。

【规范条文】

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

［7.2.1］钢筋混凝土结构预制外墙及钢结构外墙板的构造设计应综合考虑生产施工条件，接缝及门窗洞口等部位的构造节点满足安全、热工、防水、防火、隔声和耐久性等要求。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[5.3.3] 预制外墙板的接缝应满足保温、防火、隔声的要求。

[5.3.4] 预制外墙板的接缝及门窗洞口等防水薄弱部位宜采用材料防水和构造防水相结合的做法，并应符合下列规定：

1 墙板水平接缝宜采用高低缝或企口缝构造；

2 墙板竖缝可采用平口或槽口构造；

3 当板缝空腔需设置导水管排水时，板缝内侧应增设气密条密封构造。

【要点说明】

在进行装配式建筑预制外墙设计的时候一定要注意连接节点的构造设计，选择适宜的材料生产和施工条件。对于预制承重外墙板、外挂墙板、预制复合外墙板、预制装饰外挂板等各类外墙板连接节点的构造设计和悬挑构件、装饰构件连接节点的构造设计以及门窗连接节点的构造设计应在考虑工程所在地气候环境条件下，分别满足结构、热工、防水、防火、保温、隔热、隔声及建筑造型设计等要求。

预制外墙板的各类接缝设计应构造合理、施工方便、坚固耐久，并结合本地材料、制作及施工条件进行综合考虑。预制外墙板的接缝处及门窗洞口等属于防水薄弱区，其防水措施的好坏将直接影响建筑的安全性、耐久性和适用性，故预制外墙板接缝（包括屋面女儿墙、阳台、勒脚等处的竖缝、水平缝、十字缝以及窗口处）必须进行处理，并根据不同部位接缝特点及当地风雨条件选用构造防水、材料防水或构造防水与材料防水相结合的做法。

【措施方法】

预制外墙板的板缝处，应保持墙体保温性能的连续性。对于夹心外墙板，当内叶墙体为承重墙板，相邻夹心外墙板间浇筑有后浇混凝土时，在夹心层中保温材料的接缝处，应选用A级不燃保温材料，如岩棉等填充。

预制外墙板板缝的嵌缝材料应在延伸率、耐久性、耐热性、抗冻性、粘结性、抗裂性等方面满足接缝部位的防水要求。预制外墙板接缝采用材料防水时，必须用防水性能可靠的嵌缝材料。板缝宽度不宜大于20mm，材料防水的嵌缝深度不得小于20mm。对于普通嵌缝材料，在嵌缝材料外侧应勾水泥砂浆保护层，其厚度不得小于15mm。对于高档嵌缝材料，其外侧可不做保护层。

6.1.6 装配式建筑的围护结构宜采用标准化产品。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[5.1.3] 建筑的围护结构以及楼梯、阳台、隔墙、空调板、管道井等配套构件、室内装修材料宜采用工业化、标准化产品。

[5.3.5] 门窗应采用标准化部件，并宜采用缺口、预留副框或预埋件等方法与墙体可靠连接。

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

[7.2.6] 装配式住宅建筑外墙的门窗应采用标准化的系列部品。

[7.2.7] 装配式住宅建筑门窗应与外墙可靠连接，满足气密性及水密性要求，并宜采用带有批水板等的集成化门窗部品。

【要点说明】

装配式建筑设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002的规定。模数协调的目的是实现建筑部件的通用性和互换性，使规格化、通用化的部件适用于各类常规建筑，满足各种要求。同时，大批量的规格化、定型化部件的生产可稳定质量，降低成本。通用化部件所具有的互换能力，可促进市场的竞争和部件生产水平的提高。标准化系列部品可以有效的减少施工的工序和复杂性，同时在后期维修更换中也方便快捷。装配式住宅建筑门窗选用集成化配套系列的门窗部品及其构造做法，有利于较好地满足装配式住宅的建筑防水性能和气密性要求。

6.1.7 装配式建筑围护结构应符合国家有关节能设计的要求。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[5.1.4] 建筑的体形系数、窗墙面积比、围护结构的热工性能等应符合节能要求。

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

[7.1.1] 装配式住宅建筑节能设计应符合国家现有住宅建筑节能设计中关于建筑体形系数、窗墙面积比和围护结构的热工性能等相关规定。

【要点说明】

为贯彻国家技术经济政策，装配式建筑节能设计应符合国家现行有关建筑节能设计标准中的各项规定。根据不同的气候分区及建筑的类型分别按现行国家或行业标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75执行。

6.2 预制混凝土外挂墙板

6.2.1 预制混凝土外挂墙板的基本特点和适用条件。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[2.1.7] 安装在主体结构上，起围护和装饰作用的非承重预制混凝土外墙板。简称外挂墙板。

[2.1.8] 中间夹有保温层的预制混凝土外墙板。简称夹心外墙板。

【要点说明】

预制混凝土外挂墙板是装配在混凝土主体结构上的非承重外墙围护挂板或装饰板。按照预制混凝土外挂墙板组成的保温构造层次分类为单叶板（单层板）、单叶板＋保温板（二合一板）、夹心保温板（三合一板）。其中单叶板一般为自保温板，二合一板分为外保温板和内保温板，三合一板为夹心保温板（夹心外墙板）。

适用条件为非承重的、作为围护结构使用的、仅跨越一个层高和一个开间的外挂墙板；按照外挂墙板在建筑中所处位置不同，主要分类为梁式外挂墙板、柱式外挂墙板和墙式外挂墙板。

6.2.2 预制混凝土外挂墙板的构造尺寸与板型划分应符合建筑立面设计的要求，同时考虑到构件制作、运输安装等技术条件的限制。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[10.3.1] 外挂墙板的高度不宜大于一个层高，厚度不宜小于100mm。

【要点说明】

预制混凝土外挂墙板的几何尺寸与起吊重量受到目前施工和运输条件的限制，同时构件尺寸过长过高后主体结构层间位移对外挂墙板内力影响较大，因此不宜过大过重，仅限于跨越一个层高和一个开间的外挂墙板。

【措施方法】

预制混凝土外挂墙板的构造尺寸应根据建筑立面的特点来进行划分，将构件接缝位置与建筑立面划分对应，既满足了构件的尺寸控制要求，又将接缝构造与立面要求结合起来。

预制混凝土外挂墙板的建筑立面划分与板型设计可参考国家标准图集08SJ110－2 08SG333《预制混凝土外墙挂板》中的指导方法：

1 预制混凝土外挂墙板建筑立面应根据工程设计要求进行深化和优化设计，满足构件标准化、模数化设计要求，便于制作和施工安装。

2 预制混凝土外挂墙板按照建筑外墙功能定位可分为围护板系统和装饰板系统，其中围护板系统又可按建筑立面特征划分为整间板体系、横条板体系、竖条板体系等；各体系的板型划分及设计参数要求一般应满足表 6.2.2 规定。

表 6.2.2 板型划分及设计参数要求

外墙立面划分		立面特征简图	挂板尺寸要求	适用范围
围护板系统	横条板体系	FL / FL	板宽 B≤9.0m 板高 H≤2.5m 板厚 = 140 ~ 300mm	①混凝土框架结构 ②钢框架结构
		FL / FL		
	整间板体系	FL / FL / FL	板宽 B≤6.0m 板高 H≤5.4m 板厚 δ = 140 ~ 240mm	
	竖条板体系	FL / FL	板宽 B≤2.5m 板高 H≤6.0m 板厚 δ = 140 ~ 300mm	
		FL / FL		
装饰板系统		FL / FL	板宽 B≤4.0m 板高 H≤4.0m 板厚 δ = 60 ~ 140mm 板面积≤5m²	①混凝土剪力墙结构 ②混凝土框架填充墙构造 ③钢结构龙骨构造
		FL / FL		

6.2.3 预制混凝土外挂墙板外饰面应结合建筑设计要求，采用一次成型工艺。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 - 2014

[5.3.2] 外墙饰面宜采用耐久、不宜污染的材料。采用反打一次成型的外墙饰面材料，其规格尺寸、材质类别、连接构造等应进行工艺试验验证。

【要点说明】

预制混凝土外挂墙板外饰面可以采用多种装饰材料，对于面砖、石材等块材宜采用一次反打成型工艺制作。在工厂内加工完成，可以保证装饰面的粘贴质量和表观效果，减少工序，其耐久性和耐候性均得以提高。

【措施方法】

设计时要充分利用工厂化预制的条件，选用合适的建筑表现材料，设计好墙面分格、饰面色彩、质感及光影等细部，充分利用混凝土预制的条件体现其特点。

预制混凝土外挂墙板饰面装饰设计可参考国家标准图集 08SJ110 - 2 08SG333《预制混凝土外墙挂板》中的指导方法：

1 面砖饰面外墙面应采用反打一次成型工艺制作，面砖的背面宜设置燕尾槽，其粘结性能应满足《建筑工程饰面砖粘结强度试验标准》JCJ 110 - 2008 要求。

2 石材饰面外墙面应采用反打一次成型工艺制作，石材的厚度应不小于 25mm，石材背面应采用不锈钢卡件与混凝土实现机械锚固，石材的质量及连接件固定数量应满足设计要求，同时应采取措施防止泛碱泛锈迹等质量问题。

3 涂料饰面外墙面所用外墙涂料应采用装饰性强、耐久性好的涂料，宜优先选用聚氨酯、硅树脂、氟树脂等耐候性好的材料。

4 装饰混凝土外挂墙板饰面在设计时应要求厂家制作样品，确认其表面颜色、质感、图案及表面防护要求等。

6.2.4 预制混凝土外挂墙板应满足保温与节能规范相关的设计要求。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 - 2014

[4.3.2] 夹心外墙板中的保温材料，其导热系数不宜大于 0.04W/（m · K），体积比吸水率不宜大于 0.3%，燃烧性能不应低于国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 - 2012 中 B_2 级的要求。

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

[7.2.2] 供暖地区的装配式住宅外墙应采取防止形成热桥的构造措施。采用外保温的混凝土结构预制外墙与梁、板、柱、墙的连接处应保持墙体保温材料的连续性。

[7.2.3] 装配式住宅当采用钢筋混凝土结构预制夹心保温外墙时，其穿透保温材料的连接件应有防止形成热桥的措施。

【要点说明】

夹心外墙板中的保温材料，应保证规定的导热系数和吸水率要求，同时符合一定的抗压强度和燃烧性能的要求。

热桥往往是在连接处产生，是保温体系中的薄弱点，应尽可能在材料选用和构造设计上将保温材料连续和闭合，才能有效避免形成热桥，保证整体保温性能。

连接件是保证夹心外墙板内外叶墙板拉结成整体的重要构件，应具备一定的抗拉强度和耐久性要求，而连接件往往会形成热桥，因此在材料选择和连接构造设计上应避免形成热桥，同时采用可靠的防腐、防结露措施，避免其对保温层的破坏。

【措施方法】

夹心外墙板内的保温材料可选用挤塑聚苯乙烯板（XPS）等板材。

外保温材料可选用岩棉、玻璃棉等，预制外墙板与梁、板、柱、墙的结合处，如使用发泡材料填补缝隙，须为不燃材料。

连接件可选用防锈钢筋桁架连接件或者 FRP 复合材料连接件等。

预制混凝土外挂墙板保温节能设计可参考国家标准图集 08SJ110－2 08SG333《预制混凝土外墙挂板》中的指导方法：

1　预制混凝土外挂墙板的热工设计要满足墙体保温隔热性能和防结露性能要求，应采用预制外墙主断面的平均传热阻值或传热系数作为其热工设计值。墙板设计时应尽可能减少混凝土肋、金属件等热桥影响，避免内墙面或墙体内部结露。预制混凝土外挂墙板的保温层厚度可根据各地节能设计要求确定。

2　装饰外挂墙板通常是用在混凝土剪力墙或砌体墙外，单纯用于装饰功能，可以和保温材料、空气层组合形成复合墙体外保温构造。

3　复合保温外挂墙板是由内外混凝土层和内置的保温层通过连接件组合而成，具有围护、保温、隔热、隔声、装饰等功能。

4　预制混凝土外挂墙板也可以采用内保温墙身构造，由于梁柱及楼板周围与挂板内侧一般要求留有 30～50mm 调整间隙，内保温可以和防火做法结合实现连续铺设，不会存在热桥影响。

5　表 6.2.4 是预制混凝土外挂墙板几种复合保温墙身设计时可以参考的构造做法与热工性能指标。

表 6.2.4　预制混凝土外挂墙板墙身的热工性能指标

分类	墙身构造简图	板厚 δ1 (mm)	保温层 δ2 (mm)	传热阻值 (m^2·K/W)		传热系数 (W/m^2·K)	
				EPS	XPS	EPS	XPS
外保温系统	装饰面层 外墙挂板 空气层 保温层 结构墙 内装饰层 δ1 δ2 E 20	60	40	1.39	1.77	0.72	0.56
		80	50	1.64	2.11	0.61	0.47
		120	50	1.66	2.13	0.60	0.47
		140	50	1.67	2.14	0.60	0.47
		160	50	1.68	2.15	0.60	0.47
夹芯保温系统	装饰面层 外层砼 内层砼 保温层 内装饰层 δ2 δ1	180	40	1.18	1.56	0.85	0.64
		200	50	1.43	1.90	0.70	0.53
		200	60	1.66	2.23	0.60	0.45
		220	60	1.67	2.24	0.60	0.45
		220	80	2.14	2.90	0.48	0.34
		240	80	2.15	2.91	0.48	0.34
内保温系统	装饰面层 外墙挂板 空气层 保温层 内装饰层 δ1 10 δ2	140	40	1.18	1.56	0.85	0.64
		160	50	1.43	1.90	0.70	0.53
		180	50	1.44	1.92	0.69	0.52
		200	60	1.69	2.26	0.59	0.44
		220	60	1.70	2.27	0.59	0.44
		220	80	2.16	2.93	0.46	0.34

注：1　普通混凝土 λ=1.74W/（m·K），发泡聚苯乙烯（EPS）λ=0.041W/（m·K），挤塑聚苯乙烯（XPS）λ=0.030W/（m·K）；

2　δ1 表示预制混凝土厚度，δ2 表示保温层厚度，E 为结构墙。

6.2.5　预制混凝土外挂墙板接缝等部位的防水设计应采用材料防水、构造防水相结合的做法。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

［5.3.4］预制外墙板的接缝及门窗洞口等防水薄弱部位宜采用材料防水和构造防水相结合的做法，并应符合下列规定：

1　墙板水平接缝宜采用高低缝或企口缝构造；

2　墙板竖缝可采用平口或槽口构造；

3　当板缝空腔需设置导水管排水时，板缝内侧应增设气密条密封构造。

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）

［7.2.4］装配式住宅外墙板的接缝等防水薄弱部位设计应采用材料防水、构造防水和结构防水相结合的做法。

【要点说明】

预制外墙板的接缝处及门窗洞口等属于防水薄弱区，应采用构造防水和材料防水相结合的做法。构造防水是采取合适的构造形式，阻断水的通路，以达到防水的目的；当采用材料防水时，必须用防水性能可靠的嵌缝材料，应在延伸率、耐久性、耐热性、抗冻性、粘结性、抗裂性等方面满足接缝部位的防水要求。

装配式住宅垂直缝一般采用结构防水与材料防水结合的两道防水构造，水平缝一般采用构造防水与材料防水结合的两道防水构造，经实际验证其防水性能比较可靠。

【措施方法】

1　预制外墙板接缝采用构造防水时，水平缝应采用企口缝或高低缝。竖缝宜采用双直槽缝，与水平面夹角小于 30°的斜缝宜按水平缝构造，其余斜缝应按竖缝构造。

2　预制外墙板接缝采用材料防水时，必须使用防水性能、耐候性能优良的防水密封胶作嵌缝材料，以保证预制外墙板接缝防排水效果和使用年限。板缝宽度应综合结构变形量以及防水构造要求确定，一般不宜大于 20mm，材料防水的嵌缝深度不得小于 20mm。对于普通嵌缝材料，在嵌缝材料外侧应勾水泥砂浆保护层，其厚度不得小于 15mm；对于高档嵌缝材料，其外侧可不做保护层。

用于防水的密封材料应选用耐候性密封胶，接缝处的背衬材料宜采用发泡氯丁橡胶或发泡聚乙烯塑料棒；外墙板接缝中用于第二道防水的密封胶条，宜采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶或硅橡胶。

3　预制外墙板立面拼缝不宜形成 T 形缝；外墙板十字缝部位每隔 2～3 层应设置排水管引水处理，板缝内侧应增设气密条密封构造。当垂直缝下方为门窗等其他构件时，应在其上部设置引水外流排水管。

与主体结构柔性连接的桥式构件拼缝缝宽不宜小于 50mm，应采用橡胶止水带的防水构造，防水范围应包括桥式构件顶面及侧面，露天环境下尚应在止水带端部设置滴水构件。

预制混凝土外挂墙板的防水设计也可参考国家标准图集 08SJ110－2 08SG333《预制混凝土外墙挂板》中的指导方法：

1　预制混凝土外挂墙板自身防水性能较好，薄弱环节是门窗接缝和外挂墙板接缝，设计时应根据使用环境和使用年限要求选用合理的防水构造及防水材料。

2　建筑高度在 50m 以下的建筑挂板板缝可采用一道材料防水和构造防水相结合做法；50m 以上的建筑挂板板缝应采用两道材料防水和构造防水结合做法。装饰板采用开缝设计时，挂板内侧应设置完整的防水层。

3　板缝宽度应根据极限温度变形、风荷载及地震作用下的层间位移、密封材料最大拉伸－压缩变形量及施工安装误差等因素设计计算，并应满足板缝宽度在 10～35mm 范围，密封胶的厚度应按缝宽的 1/2 且不小于 8mm 设计。

4　预制混凝土外挂墙板板缝所用的密封材料应选用耐候性密封胶，密封胶与混凝土的相容性、低

温柔性、最大伸缩变形量、剪切变形性、防霉性及耐水性等均应满足设计要求，且应满足外饰面防污和环保要求。

6.2.6 预制混凝土外挂墙板的防火性能应满足防火设计规范要求。

【规范条文】

《建筑设计防火规范》GB 50016－2014

[6.7.3] 建筑外墙采用保温材料与两侧墙体构成无空腔复合保温结构体时，该结构体的耐火极限应符合本规范的有关规定；当保温材料的燃烧性能为 B_1、B_2 级时，保温材料两侧的墙体应采用不燃材料且厚度均不应小于50mm。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[4.3.1] 外墙板接缝处的密封材料应符合下列规定：

1 密封胶应与混凝土具有相容性，以及规定的抗剪切和伸缩变形能力；密封胶尚应具有防霉、防水、防火、耐候等性能；

2 硅酮、聚氨酯、聚硫建筑密封胶应分别符合国家现行标准《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683、《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482、《聚硫建筑密封胶》JC/T 483 的规定；

3 夹心外墙板接缝处填充用保温材料的燃烧性能应满足国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624－2012 中 A 级的要求。

[10.3.7] 外挂墙板间接缝的构造应符合下列规定：

1 接缝构造应满足防水、防火、隔声等建筑功能要求。

【要点说明】

夹心保温外墙板的整体防火性能应符合规范规定的外围护非承重墙体耐火极限要求，当中间保温材料的燃烧性能为 B_1 或 B_2 级时，内、外叶墙板的厚度不应小于50mm。

外墙板接缝处的密封材料，除应满足抗剪切和伸缩变形能力等力学性能要求外，尚应满足防霉、防水、防火、耐候等建筑物理性能要求。

预制混凝土外挂墙板自身的防火性能较好，板缝、板与主体结构层间缝、门窗部位等防火设计应满足耐火极限要求，设计要明确外挂墙板防火材料设置构造及防火材料选择。

【措施方法】

防火设计应符合以下要求：

1 预制外墙板与各层楼板、防火墙相交部位应设置防火封堵，封堵构造的耐火极限应满足现行国家防火规范对建筑外墙的要求，封堵材料在耐火极限内不应开裂或者脱落。

2 预制外墙板拼接缝及墙板与相邻构件之间的连接缝跨越防火分区时，室内一侧的接缝应采用防火封堵材料进行密封，水平缝的连续密封长度不宜小于2m；竖直缝的连续密封长度不宜小于0.8m。

3 进行易燃、易爆以及其他危险品存储、生产或加工的房间，预制外墙板接缝应按上一条进行全面密封。

6.2.7 预制混凝土外挂墙板结构设计的基本要求。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[10.1.1] 外挂墙板应采用合理的连接节点并与主体结构可靠连接。有抗震设防要求时，外挂墙板及其与主体结构的连接节点，应进行抗震设计。

[10.1.2] 外挂墙板结构分析可采用线性弹性方法，其计算简图应符合实际受力状态。

[10.1.3] 对外挂墙板和连接节点进行承载力验算时，其结构重要性系数 γ_0 应取不小于1.0，连接节点承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应取1.0。

[10.1.4] 支承外挂墙板的结构构件应具有足够的承载力和刚度。

[10.1.5] 外挂墙板与主体结构宜采用柔性连接，连接节点应具有足够的承载力和适应主体结构变形的能力，并应采取可靠的防腐、防锈和防火措施。

[10.3.6] 外挂墙板与主体结构采用点支承连接时，连接件的滑动孔尺寸，应根据穿孔螺栓的直径、层间位移值和施工误差等因素确定。

【要点说明】

外挂墙板和主体结构应采用合理的连接节点，以保证荷载传递路径简捷，符合结构的计算假定。同时，对外挂墙板除应进行截面设计外，还应重视连接节点的设计。对有抗震设防要求的地区，应对外挂墙板和连接节点进行抗震设计。外挂墙板与主体结构的连接构造在地震力作用、温度变化、施工误差等情况下，应具备一定的三维位移能力，保证外挂墙板的荷载在有效传递至主体结构的同时，对层间位移、温差以及施工误差引起的不利变形有一定的适应调节能力。

外挂墙板与主体结构之间可以采用多种连接方法，应根据建筑类型、功能特点、施工吊装能力以及外挂墙板的形状、尺寸以及主体结构层间位移量等特点，确定外挂墙板的类型，以及连接件的数量和位置。对外挂墙板和连接节点进行设计计算时，所取用的计算简图应与实际连接构造相一致。

目前外挂墙板与主体结构的连接节点主要采用柔性连接的点支承方式，可以分为平移式外挂墙板和旋转式外挂墙板，它们与主体结构的连接节点又可分为承重节点和非承重节点两类。外挂墙板与主体结构的连接节点应采用预埋件，不得采用后锚固的方法。

【措施方法】

一般情况下，外挂墙板与主体结构的连接宜设置4个支承点：当下部两个为承重节点时，上部两个宜为非承重节点；相反，当上部两个为承重节点时，下部两个宜为非承重节点。应注意，平移式外挂墙板与旋转外挂墙板的承重节点和非承重节点的受力状态和构造要求是不同的，因此设计要求也是不同的。

根据国内外的工程实践经验，点支承的连接节点一般采用在连接件和预埋件之间设置带有长圆孔的滑移垫片，形成平面内可滑移的支座；当外挂墙板相对于主体结构可能产生转动时，长圆孔宜按垂直方向设置；当外挂墙板相对于主体结构可能产生平动时，长圆孔宜按水平方向设置。

用于连接外挂墙板的型钢、连接板、螺栓等零部件的规格应加以限制，力争做到标准化，使得整个项目中，各种零部件的规格统一化，数量最小化，避免施工中可能发生的差错，以便保证和控制质量。

外挂墙板的连接设计也可参考国家标准图集08SJ110－2 08SG333《预制混凝土外墙挂板》中7.2.1条的指导方法：

1 预制混凝土外挂墙板与主体结构的连接宜采用柔性连接构造，保证外挂墙板在地震时能够适应主体结构的最大层间位移角。外挂墙板的最大层间位移角，当用于混凝土结构时应不小于1/200，当用于钢结构时应不小于1/100。

2 连接构造节点的变位设计还应满足以下要求：

（1）对规范规定的主体结构误差、构件制作误差、施工安装误差等具有三维可调节适应能力。

（2）应满足将挂板的荷载有效传递到主体结构承载要求的同时，可协调主体结构层间位移及垂直方向变形的随动性。

（3）对外挂板、连接件的极限温度变形具有自由变形的吸收能力。

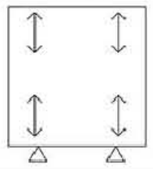
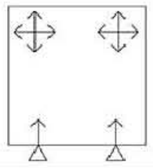
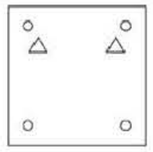
（4）采用螺栓连接时连接件的调节变位长孔应在加设滑移垫板的基础上，长孔尺寸可按下列公式确定：L＝2（变形极限值＋误差极限值）＋螺栓直径，且 L≥50＋D（D 为螺栓直径）。

（5）预制混凝土外挂墙板连接构造节点按外挂墙板适应主体结构层间变位原理可分为表6.2.7所列的3类。

3 连接节点设计包括连接件、牛腿、预埋件、螺栓及焊缝等部件及连接的极限承载计算。节点设计还应考虑施工过程中的各种不利荷载组合。

4 外挂墙板及主体结构上的预埋件、混凝土牛腿应根据受力工况按现行《混凝土结构设计规范》GB 50010设计；连接件、钢牛腿、螺栓及焊缝应根据最不利荷载组合按现行《钢结构设计规范》GB

表 6.2.7 预制混凝土外挂墙板连接构造节点类型

序号	变位方式	原理图	适用范围
1	转动		整间板 竖条板
2	平移+转动		整间板
3	固定		与梁连接的横条板 混凝土装饰板
注：△---自重支点；↑、↔、✣ ---滚轴；　○---销轴			

50017 进行承载力极限状态设计。

5 连接节点应采取可靠的防腐蚀措施，其耐久性应满足工程设计使用年限要求。

6.2.8 预制混凝土外挂墙板构造设计应满足最小配筋率和钢筋保护层厚度的要求。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[10.3.2] 外挂墙板宜采用双层、双向配筋，竖向和水平钢筋的配筋率均不应小于0.15%，且钢筋直径不宜小于5mm，间距不宜大于200mm。

[10.3.3] 门窗洞口周边、角部应配置加强钢筋。

[10.3.4] 外挂墙板最外层钢筋的混凝土保护层厚度除有专门要求外，应符合下列规定：

1 对石材或面砖饰面，不应小于15mm；

2 对清水混凝土，不应小于20mm；

3 对露骨料装饰面，应从最凹处混凝土表面计起，且不应小于20mm。

【要点说明】

预制混凝土外挂墙板由于受到平面外风荷载和地震作用的双向作用，因此应双层双向配筋，且应满足最小配筋率的要求。

外挂墙板门窗洞口边由于应力集中，应采取防止开裂的加强措施。对开有洞口的外挂墙板，应根据外挂墙板平面内水平和竖向地震作用效应设计值，对洞口边加强钢筋进行配筋计算。

根据预制外挂墙板饰面的不同做法，确定其钢筋混凝土保护层的厚度。当外挂墙板外饰层因设计要求制作成凸凹变化的露骨料混凝土表面，其最外层钢筋的保护层厚度，应从最凹处混凝土表面计起。

【措施方法】

根据吊运、贮存、安装和使用各阶段最不利的内力效应进行厚度及配筋设计。单层墙板厚度不宜小于100mm，宜采用双层、双向配筋；夹芯墙板的单叶层厚度不宜小于60mm。单叶层厚度小于100mm，可采用单层双向配筋，但应在吊运时板片受拉部位，设置抗拉钢筋，避免混凝土层受拉产生裂纹。墙板竖向和水平钢筋的配筋率均不应小于0.15%，且钢筋直径不宜小于5mm，间距不宜大于200mm。

在预制外挂墙板上开洞，洞边钢筋不应少于2根、直径不应小于12mm；该钢筋自洞口边角算起伸入外挂墙板内的长度不应小于l_{aE}。洞口角部尚应配置加强斜筋，加强斜筋不应少于2根、直径为12mm的钢筋；且应满足锚固长度要求。

6.2.9 夹心外挂墙板中的拉结件应具有规定的承载力、变形和耐久的性能要求。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[4.2.7] 夹心外墙板中内外叶墙板的拉结件应符合下列规定：

1 金属及非金属材料拉结件均应具有规定的承载力、变形和耐久性能，并应经过试验验证；

2 拉结件应满足夹心外墙板的节能设计要求。

【要点说明】

夹心外挂墙板可以作为结构构件承受一定的荷载和作用，同时又具有保温节能功能，它集承重、保温、防水、防火、装饰等多项功能为一体，保证夹心外墙板内外叶墙板拉结件的性能是十分重要的，必须满足安全性、稳定性、耐久性、热工性等要求。

【措施方法】

拉结件一般用高强玻璃纤维和不锈钢丝等制作，可选用防锈钢筋桁架拉结件或者FRP复合材料拉结件等。拉结件也可参考国家标准图集08SJ110－2 08SG333《预制混凝土外墙挂板》中的规定：

1 对于复合保温外挂墙板，当采用独立连接件连接内、外两层混凝土板时，宜按里层混凝土板进行承载力和变形计算；当采用钢筋桁架连接时，可按内外两层板共同承受墙面水平荷载计算其承载力和变形。

2 复合板和单板的连接构造节点在满足连接件受力计算和建筑要求的情况下可以通用。连接节点中的连接件厚度不宜小于8mm，连接螺栓的直径不宜小于20mm，焊接高度应按相关规范要求设计且不应小于5mm。

6.2.10 结构设计在计算外挂墙板及连接节点的承载力时，荷载组合的效应设计值应符合持久设计和地震设计状况下的规定。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[10.2] 作用及作用组合

[10.2.1] 计算外挂墙板及连接节点的承载力时，荷载组合的效应设计值应符合下列规定：

1 持久设计状况：

当风荷载效应起控制作用时：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_w S_{wk} \tag{10.2.1-1}$$

当永久荷载效应起控制作用时：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \Psi_w \gamma_w S_{wk} \tag{10.2.1-2}$$

2 地震设计状况：

在水平地震作用下：

$$S_{Eh} = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \Psi_w \gamma_w S_{wk} \tag{10.2.1-3}$$

在竖向地震作用下：

$$S_{Ev} = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} \tag{10.2.1-4}$$

式中：S——基本组合的效应设计值；

S_{Eh}——水平地震作用组合的效应设计值；

S_{Ev}——竖向地震作用组合的效应设计值；

S_{Gk}——永久荷载的效应标准值；

S_{wk}——风荷载的效应标准值；

S_{Ehk}——水平地震作用的效应标准值；

S_{Evk}——竖向地震作用的效应标准值；

γ_G——永久荷载分项系数，按本规程第10.2.2条规定取值；

γ_w—— 风荷载分项系数，取 1.4；

γ_{Eh}—— 水平地震作用分项系数，取 1.3；

γ_{Ev}—— 竖向地震作用分项系数，取 1.3；

Ψ_w—— 风荷载组合系数。在持久设计状况下取 0.6，地震设计状况下取 0.2。

[10.2.2] 在持久设计状况、地震设计状况下，进行外挂墙板和连接节点的承载力设计时，永久荷载分项系数 γ_G 应按下列规定取值：

1 进行外挂墙板平面外承载力设计时，γ_G 应取为 0；进行外挂墙板平面内承载力设计时，γ_G 应取为 1.2；

2 进行连接节点承载力设计时，在持久设计状况下，当风荷载效应起控制作用时，γ_G 应取 1.2，当永久荷载效应起控制作用时，γ_G 应取 1.35；在地震设计状况下，γ_G 应取为 1.2。当永久荷载效应对连接节点承载力有利时，γ_G 应取 1.0。

[10.2.3] 风荷载标准值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 有关围护结构的规定确定。

[10.2.4] 计算水平地震作用标准值时，可采用等效侧力法，并应按下式计算：

$$F_{Ehk} = \beta_E \alpha_{max} G_k \tag{10.2.4}$$

式中：F_{Ehk}—— 施加于外挂墙板重心处的水平地震作用标准值；

β_E—— 动力放大系数，可取 5.0；

α_{max}—— 水平地震影响系数最大值，应按表 10.2.4 采用；

G_k—— 外挂墙板的重力荷载标准值。

表 10.2.4 水平地震影响系数最大值 α_{max}

抗震设防烈度	6 度	7 度	8 度
α_{max}	0.04	0.08（0.12）	0.16（0.24）

注：抗震设防烈度 7、8 度时括号内数值分别用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

[10.2.5] 竖向地震作用标准值可取水平地震作用标准值的 0.65 倍。

【要点说明】

预制混凝土外挂墙板，属于自承重构件，墙板外挂于主体结构之上，在进行墙板结构设计计算时，不考虑分担主体结构所承受的荷载和作用，只考虑承受直接施加于其上的荷载或作用，包括墙板平面外的风荷载，平面内及平面外地震作用，及温度效应。连接节点应能有效传递墙板荷载，并考虑荷载的偏心效应。

【措施方法】

在外挂墙板和连接节点上的作用和作用效应的计算，均应按照我国现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定执行。同时应注意：

1 对外挂墙板进行持久设计状况下的承载力验算时，应计算外挂墙板在平面外的风荷载效应；当进行地震设计状况下的承载力验算时，除应计算外挂墙板平面外水平地震作用效应外，尚应分别计算平面内水平和竖向地震作用效应，特别是对开口的外挂墙板，更不能忽视后者。

2 承重节点应能承受重力荷载、外挂墙板平面外风荷载和地震作用、平面内的水平和竖向地震作用；非承重节点仅承受上述各种荷载与作用中除重力荷载外的各项荷载与作用。

3 在一定的条件下，旋转式外挂墙板可能产生重力荷载仅由一个承重节点承担的工况，应特别注意分析。

4 计算重力荷载效应值时，除应计入外挂墙板自重外，尚应计入依附于外挂墙板的其他部位和材料的自重。

5 计算风荷载效应标准值时，应分别计算风吸力和风压力在外挂墙板及其连接节点中引起的效应。

6 对重力荷载、风荷载和地震作用，均不应忽视由于各种荷载和作用对连接节点的偏心在外挂墙板中产生的效应。

7 外挂墙板和连接节点的截面和配筋设计应根据各种荷载和作用组合效应设计值中的最不利组合进行。

参考国家标准图集 08SJ110－2 08SG333《预制混凝土外墙挂板》中的指导方法：

1 预制混凝土外挂墙板在施工阶段的验算应考虑外挂墙板自重、脱模吸附力、翻板、吊装及运输等环节最不利施工荷载工况计算，并应根据实际情况考虑适当的动力系数。

2 预制混凝土外挂墙板及连接节点按承载能力极限状态计算和按正常使用极限状态验算时，应考虑外挂墙板自重（含窗重）、风荷载、地震作用及温度应力等荷载作用的不利组合。

6.2.11 外挂墙板构件的施工阶段验收可参见第四章，构件生产要求参见第八章，以及施工要求参见第九章。

【要点说明】

应特别注意预制构件在短暂设计状况下的承载能力的验算，对预制构件在脱模、翻转、起吊、运输、堆放、安装等生产和施工过程中的安全性进行分析。这主要是由于：①在制作、施工安装阶段的荷载、受力状态和计算模式经常与使用阶段不同；②预制构件的混凝土强度等级在此阶段尚未达到设计强度。因此，许多预制构件的截面及配筋设计，不是使用阶段的设计计算起控制作用，而是制作、施工安装阶段的设计计算起控制作用。

预制构件中外露预埋件凹入表面，便于进行封闭处理。

【措施方法】

外挂墙板构件设计应根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 进行设计计算。

6.3 蒸压加气混凝土板

6.3.1 蒸压加气混凝土板的基本特性。

【规范条文】

《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17－2008

[2.1.1] 蒸压加气混凝土制品：是以硅、钙为原材料，以铝粉（膏）为发气剂，经过蒸压养护而制造成的砌块、板材等制品。

[2.1.3] 蒸压加气混凝土板材：蒸压加气混凝土制成的板材，可分为屋面板、外墙板、隔墙板和楼板。根据结构构造要求，在加气混凝土内配置经防腐处理的不同数量钢筋网片。

【要点说明】

蒸压加气混凝土板是由经过防锈处理的钢筋网片增强，经过高温、高压、蒸汽养护而成的一种性能优越的新型轻质建筑材料。具有轻质高强、保温隔热、耐火抗震、隔声防渗、抗冻耐久等优越性能。蒸压加气混凝土板的性能应符合现行国家规范与标准的规定，满足建筑保温隔热、防火、防水抗渗、隔声、抗震、节能等方面的要求。

蒸压加气混凝土板用于外墙时，包含内嵌及外包两种形式，适用于框架及框剪结构的各种使用功能建筑。板材的使用应符合《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17－2008 的相关规定。

6.3.2 蒸压加气混凝土板的适用条件。

【规范条文】

《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17－2008

[1.0.2] 本规程适用于在抗震设防烈度 6－8 度的地震区以及非地震区使用，强度等级为 A2.5 级及以上的蒸压加气混凝土砌块，强度等级为 A3.5 级以上的蒸压加气混凝土配筋板材的设计、施工与质量验收。

[3.0.3] 在下列情况下不得采用加气混凝土制品。

1 建筑物防潮层以下的外墙；

2 长期处于浸水和化学侵蚀环境；

3 承重制品表面温度经常处于80℃以上的部位。

【要点说明】

我国6度及6度以上地震区占全国国土面积2/3以上，任何一种材料要广泛用于房屋建筑中，必须了解它的抗震性能和适用范围。

加气混凝土制品长期处于受水浸泡环境，会降低强度。在可能出现0℃以下的地区，易受局部冻融破坏。对浓度较大的二氧化碳以及酸碱环境下也易于破坏。其耐火性能较好，但长期在高温环境下采用承重制品如墙、屋面板应慎重，因其在长期高温环境下易开裂。

6.3.3 蒸压加气混凝土板的常用规格与分类级别。

【规范条文】

《蒸压加气混凝土板》GB 15762－2008

[3.2] 蒸压加气混凝土板常用规格见表1。

表1 常用规格

长度（L）	宽度（B）	厚度（D）
1800～6000（300模数进位）	600	75、100、125、150、175、200、250、300
		120、180、240
注：其他非常用规格和单项工程的实际制作尺寸由供需双方协商确定		

[3.3] 蒸压加气混凝土板按蒸压加气混凝土强度分：A2.5、A3.5、A5.0、A7.5四个强度级别。

蒸压加气混凝土板按蒸压加气混凝土干密度分为B04、B05、B06、B07四个干密度级别。

【要点说明】

蒸压加气混凝土板均为配筋规格条板，板材墙体按照建筑结构构造特点可选用横板、竖板、拼装大板三种布置形式。建筑设计应尽量选用常用规格板材，节省造价，特殊规格的蒸压加气混凝土板可与企业定制生产或现场切锯组合。

蒸压加气混凝土外墙板的强度级别应至少为A3.5。

【措施方法】

建筑设计应遵循模数协调的原则，进行标准化、规格化设计，基本单元模块的高度与宽度尽可能按照板材的常用规格尺寸组合设计，避免出现非模数及非标准的特殊规格板材。

6.3.4 蒸压加气混凝土板应满足国家现行节能设计标准的有关规定。

【规范条文】

《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17－2008

[6.1.1] 加气混凝土应用在具有保温隔热和节能要求的围护结构中时，根据建筑物性质、地区气候条件、围护结构构造形式，应合理地进行热工设计。当保温、隔热和节能设计要求的厚度不同时，应采用其中的最大厚度。

[6.2.6] 加气混凝土外墙和屋面的隔热性能应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176的有关规定。单一加气混凝土围护结构的隔热低限厚度可按表6.2.6－1采用；

表6.2.6－1 加气混凝土围护结构隔热低限厚度

围护结构类别	隔热低限厚度（mm）
外墙（不包括内外饰面）	175～200
屋面板	250～300

【要点说明】

在同一地区同一建筑中，从满足保温、隔热和节能要求出发，计算出加气混凝土外墙和屋面的保温层厚度可能不同，实际使用时，应取其中的最大厚度。

蒸压加气混凝土板作为围护结构使用时，主要考虑板材的保温性能与安全性，符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176的有关规定。

【措施方法】

建筑的外墙节能设计应满足国家节能规范的要求。

外墙可采用蒸压加气混凝土板外敷保温材料的复合墙体，也可为单独的蒸压加气混凝土板外墙。板材厚度可根据经济性的原则和节能的要求以及外墙的保温形式根据热工计算的结果选定。

1 对于夏热冬暖地区和夏热冬冷地区，宜采用150～200mm的外墙板，满足外墙结构、保温、隔热要求。

2 对于寒冷地区根据不同体型系数，宜采用250～275mm的外墙板。

3 对于严寒地区，宜采用300～350mm厚外墙板。

6.3.5 蒸压加气混凝土板外墙应满足保温、防水、防火、隔声等构造要求。

【规范条文】

《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17－2008

[6.2.1] 加气混凝土外墙和屋面的传热系数（K值）（当外墙中有钢筋混凝土柱、梁等热桥影响时，应为外墙平均传热系数K_m值）和热惰性指标（D值），应符合国家现行有关标准的规定。

[6.2.2] 加气混凝土外墙和屋面的传热系数（K值）和热惰性指标（D值），应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176的规定计算，外墙的平均传热系数K_m值应按现行节能设计标准的规定计算。

[6.2.5] 在严寒、寒冷和夏热冬冷地区，加气混凝土外墙中的钢筋混凝土梁、柱等热桥部位外侧应做保温处理；经处理后，当该部位的热阻值不小于外墙主体部位热阻时，则可取外墙主体部位的传热系数作为外墙的平均传热系数，否则应按6.2.2条的规定计算外墙平均传热系数。

【要点说明】

1 蒸压加气混凝土板作为外围护结构采用内嵌方式时，在严寒、寒冷和夏热冬冷地区，外墙中的钢筋混凝土梁、柱等热桥部位外侧应做保温处理。

2 蒸压加气混凝土外墙板应设构造缝，外墙板的室外侧缝隙应采用专用密封胶密封，室内侧板缝应采用嵌缝剂嵌缝。

3 板材与其他墙、梁、柱、顶板接触连接时，端部需留10～20mm缝隙，应用聚合物或发泡剂填充；有防火要求时应用岩棉填塞。

4 门窗的安装

门窗洞口应满足建筑构造、结构设计及节能设计要求，门窗安装应满足气密性要求及防水、保温的要求，外门、窗框或附框与墙体之间应采取保温及防水措施。门窗口上端可采用聚合物砂浆抹滴水线或鹰嘴，也可采用成品滴水槽，窗台外侧聚合物砂浆抹面做坡度。

国家标准图集13J104《蒸压加气混凝土砌块、板材构造》中关于梁柱外保温和外墙外保温部分节点如图6.3.5－1和图6.3.5－2所示。

6.3.6 蒸压加气混凝土板用作建筑外墙时应做饰面防护层。

【规范条文】

《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17－2008

[3.0.6] 加气混凝土制品用作民用建筑外墙时，应做饰面防护层。

【要点说明】

加气混凝土的外饰面不仅是美观要求，也是保护加气混凝土制品耐久性必不可少的重要措施。良好

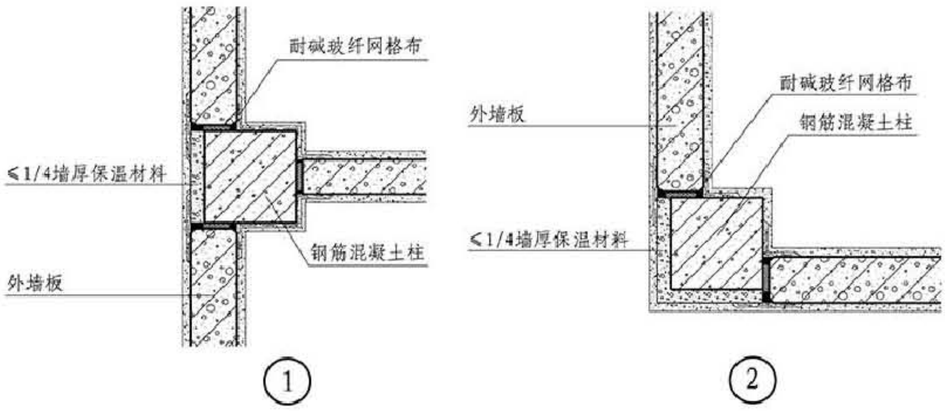


图 6.3.5－1　梁柱外保温节点

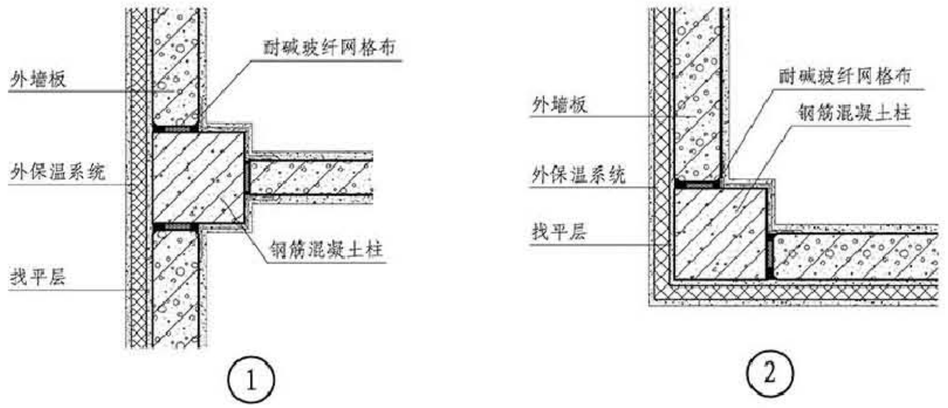


图 6.3.5－2　外墙外保温节点

的饰面是提高抗冻、抗干湿循环和抗自然碳化的有效方法。

【措施方法】

蒸压加气混凝土板外墙宜采用防水涂料、面砖做外饰面。当采用石材或金属外饰面时，主龙骨通常应固定在主体结构受力构件上。

6.3.7　蒸压加气混凝土板与主体结构连接的构造设计应满足耐久性和可靠性要求。

【规范条文】

《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17－2008

[7.4.1] 加气混凝土墙板作非承重的围护结构时，其与主体结构应有可靠的连接。当采用竖墙板和拼装大板时，应分层承托；横墙应按一定高度由主体结构承托。

在地震区采用外墙板时，应符合抗震构造要求。

[7.4.2] 外墙拼装大板，洞口两边和上部过梁板最小尺寸应符合表 7.4.2 的规定。

表 7.4.2　最小尺寸限值

洞口尺寸 宽×高（mm）	洞口两边板宽（mm）	过梁板板高（mm）
900×1200 以下	300	300
1800×1500 以下	450	300
2400×1800 以下	600	400

注：300mm 或 400mm 板材如需用 600mm 宽的板材在纵向切锯，不得切锯两边裁取中段。如用作过梁板，应经结构

验算。

【要点说明】

加气混凝土用作外墙板，因其强度偏低，不宜将每层墙板层层叠压到顶，根据实践经验，以分层承托为宜，尤其在地震区的高层建筑中，必须各层分别承托本层的重量。

外墙拼装大板是由过梁板、窗下板和洞口两边板三部分组合，洞口两边宽度和过梁板高度不宜太窄，否则在板材组装运输和吊装过程中易于损坏。外墙板一般为对称双面布筋每面 4 根，如要切锯成过梁板，最小宽度不宜小于 300mm，以使切锯后的板内保持有 4 根钢筋，并根据洞口大小经结构验算后方可使用，也可与厂方协商生产专用板材。

【措施方法】

加气混凝土板外墙的三种安装方式：

1　插入钢筋法：用于钢结构和钢筋混凝土结构外墙，墙体整体性较好。

2　钩头螺栓法：用于钢结构和钢筋混凝土结构，多用于外墙横装和竖装，节点强度大。

3　NDR（原 ADR）摇摆工法：用于钢结构和钢筋混凝土结构外墙，特别适合于层间变位大的钢结构，节点强度高，变形能力强，抗震性好。

外挂墙板节点安装可以按几种基本安装方法灵活变换组合成多种安装方法，并根据技术经济比较确定，但必须保证连接节点有足够强度 R_j（节点破坏强度）/S_k（节点荷载标准值作用效应）大于等于 2，以保证安全可靠；同时这几种连接节点在平面内各具有不同的可转动性，保证墙体满足在不同设防烈度下主体结构层间变形的要求。

6.3.8　蒸压加气混凝土板的结构设计应满足抗风设计和抗震设计原则。

【规范条文】

《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17－2008

[5.1.1] 加气混凝土结构构件应根据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的有关规定进行计算。构件应满足承载能力极限状态的要求，受弯板材还应满足正常使用极限状态的要求，受压砌体应满足允许高厚比的要求。

【要点说明】

蒸压加气混凝土外墙板设计要充分考虑节点强度的可靠性、安全性，同时保证墙板连接节点在平面内的可转动性和延伸性，以确保墙体能适应主体结构不同方向的层间位移，满足在抗震设计烈度下主体结构层间变形的需要。

1　蒸压加气混凝土外墙板抗风设计原则：

（1）应满足在风荷载作用下平面外的强度和变形要求；

（2）外墙板在风荷载作用下节点强度应满足下列条件：

$$R_J/S_{JW} \geqslant 2$$

式中：R_J——外墙板节点在风荷载作用下的破坏荷载，通过实验确定。

S_{JW}——作用于外墙板节点处的风荷载标准值。

（3）外墙板安装连接件及焊缝应按照国家有关标准验算。

2　蒸压加气混凝土外墙板抗震设计原则：

（1）外墙板在抗震设计中视为柔性连接的建筑构件，不计入其刚度，也不计入其抗震承载力。

（2）支承墙板的结构构件，应将墙板的地震作用效应作为附加作用对待，应满足连接件的锚固要求。

（3）地震作用下，外墙板节点强度应符合以下条件：

$$R_J/S_{JD} \geqslant 2$$

式中：R_J——外墙板节点在地震作用下的破坏荷载，通过实验确定。

S_{JD}——沿最不利方向作用于外墙板节点处的水平地震作用标准值。

6.4 装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板

6.4.1 装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板也称夹芯墙板，适用于非承重的外围护结构。

【规范条文】

《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板》CECS 396：2015

[1.0.2] 本规程适用于非抗震设防地区和抗震设防烈度8度及以下地区，民用与一般工业建筑工程非承重外围护墙及内隔墙的设计、加工制作、安装使用及验收。外围护墙板的应用高度不宜超过100m。

[2.0.2] 以玻纤增强无机板为两侧面板、以保温绝热材料为芯材的复合墙板，也称夹芯墙板。

【要点说明】

玻纤增强无机板是一种采用无机胶凝材料并添加多种外加剂，用玻璃纤维增强的板材。玻纤增强无机材料复合保温墙板是以玻纤增强无机板为两侧面板、以保温绝热材料为芯材的复合墙板，也称夹芯墙板。其构造特征决定了不可能用于承重结构，同时其防震要求也特别作出了规定。由于其质量和安装特点，应用高度也须符合规定。

【措施方法】

复合墙板按用途分为外围护墙板和隔墙板。玻纤增强无机材料复合保温墙板可以根据应用部位与使用环境，选择不同面板搭配，其夹心保温材料也可根据需要选择聚氨酯板、挤塑聚苯板、模塑聚苯板、岩棉板、无机保温砂浆板、泡沫混凝土板等。

6.4.2 装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板采用的材料应满足节能等要求。

【规范条文】

《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板》CECS 396：2015

[3.1.1] 玻纤增强无机材料复合保温墙板应采用节能、利废、性能稳定、无放射性，以及对环境无污染的原材料。

【要点说明】

墙板原材料应按照国家节能、节材、环保的相关政策和规定进行选取应用。原材料不仅应性能稳定，对人体无害，而且对环境不造成污染，可实现资源综合利用。

【措施方法】

生产企业、设计单位不得采用国家限制和禁止使用的材料和制品，如黏土、石棉以及含有辐射超标的各类工业废渣等。

6.4.3 装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板的构造尺寸和板型划分应满足模数协调的相关要求，并应符合立面设计要求，同时考虑制作、运输安装等技术条件的限制。

【规范条文】

《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板》CECS 396：2015

[3.6.1] 外围护墙板的常用规格尺寸，宜符合下列要求：

1 长度宜为2100mm、2400mm、2700mm、3000mm；

2 宽度宜为600mm、900mm、1200mm；

3 厚度宜为120mm、150mm、200mm；

[4.2.3] 外围护组合墙体单元的划分应满足功能、结构、经济性和立面形式等要求，并应便于组装、运输和安装施工。

【要点说明】

外围护组合墙体单元是由外围护组合墙板、钢骨架或轻钢龙骨及连接材料组合而成的外围护墙体。组合墙体单元按构造形式分为钢骨架组合墙体单元和轻钢龙骨组合墙体单元。装配式外围护组合墙体单元的划分应该在满足标准化、系列化要求和施工安装的三维可调性要求，充分考虑其制作工艺、运输及施工安装的可行性，做到标准化、系列化，以实现不得复制和工业化生产为目的。

【措施方法】

外围护组合墙体单元宜以相邻两个承重柱中心距离为宽度，以相邻两层楼板之间距离为高度，进行复合墙体组合设计。外围护墙板规格可根据便于加工组合墙体单元的尺寸来确定。外围护墙板必须严格符合相关模数协调标准，便于加工组合。

6.4.4 装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板的设计技术文件应包含满足工程设计要求的内容。

【规范条文】

《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板》CECS 396：2015

[4.1.1] 墙体安装前，工程设计单位应完成墙体的设计技术文件。设计技术文件应该包括下列内容：

1 墙体的轴线分布、墙体的厚度、门窗位置和洞口尺寸；

2 墙体的防火、隔声、防水、保温等技术性能要求；

3 墙体的抗震性能要求和相应的抗震、加固措施；

4 墙体的吊挂重物要求和相应的加固措施。

【要点说明】

工程设计单位对墙体的建筑功能、使用功能提出主要指标及构造要求，满足工程设计要求。

6.4.5 外围护组合墙体单元高度不宜大于层高，且根据墙厚的不同有所差异。

【规范条文】

《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板》CECS 396：2015

[4.2.4] 外围护组合墙体单元的高度不宜大于一个层高，并应符合下列要求：

1 采用120mm厚外围护墙板的组合墙体单元高度不应大于3.6m；

2 采用150mm厚外围护墙板的组合墙体单元高度不应大于4.2m；

3 采用200mm厚外围护墙板的组合墙体单元高度不应大于4.8m。

【要点说明】

由于玻纤增强无机材料复合保温墙板重量较轻，在限高范围内采用整板既安全可靠，又可节约连接件等材料。

【措施方法】

按照上述要求进行设计，当超过限高安装墙板时，应由工程设计人员另行设计。

6.4.6 外围护组合墙体单元接缝等部位的防水设计宜采用材料防水和构造防水相结合的做法，并应满足相应的构造做法。

【规范条文】

《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板》CECS 396：2015

[4.2.5] 组合墙体单元接缝及门窗洞口等防水薄弱部位宜采用材料防水和构造防水相结合的做法，并应符合下列规定：

1 组合墙体单元间的水平接缝宜采用高低缝或企口缝构造；

2 组合墙体单元间的竖缝可采用平口或槽口构造；

3 当板缝口腔需设置导水管排水时，板缝内侧应增设气密条密封构造。

[4.2.6] 组合墙体单元间的接缝采用材料防水时，应采用防水性能可靠的嵌缝材料，并应符合下列要求：

1 接缝宽度设计应满足在热胀冷缩及风荷载、地震作用等外界环境的影响下，其尺寸变形不会导致密封胶的破裂或剥离破坏的要求。在设计时应考虑接缝的位移，确定接缝宽度，使其满足密封胶最大容许变形率的要求。

2 接缝宽度应控制在6mm～20mm范围内；接缝胶深度控制在8mm～15mm范围内。

3 接缝所用的密封材料应选用耐候性密封胶，耐候性密封胶与墙板的相容性、低温柔性、最大伸缩变形量、剪切变形性、防霉性及耐水性等均应根据设计要求选用。

4 采用密封胶条接缝的组合墙体单元之间，十字接头部位的纵、横密封胶条交叉处应采取必要的防水密封措施。

【要点说明】

装配式组合墙体的构造形式决定了必须重视接缝处及门窗洞口的防水工作，其接缝包括：组合墙体单元之间的接缝、组合墙体单元与地面或导墙的接缝、组合墙体单元与屋面板的接缝。外围护组合墙体单元之间的接缝应构造合理、施工方便、坚固耐久，并结合本地环境、材料、制作及施工条件进行综合考虑。

【措施方法】

材料防水是靠防水材料阻断水的通路，以达到防水的目的或增加抗渗漏的能力。如外围护组合墙体单元的接缝采用耐候性密封胶等防水材料，用以阻断水的通路。防水材料选用要符合各项物理性能及其外墙接缝宽度控制的要求。用于防水的密封材料应选用耐候性密封胶；接缝处的背衬材料宜采用发泡氯丁橡胶或发泡聚乙烯塑料棒；外墙板接缝中用于第二道防水的密封胶条，宜采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶或硅橡胶。结构防水是采取合适的构造形式，阻断水的通路，以达到防水的目的。如外墙板接缝外口设置适当的线型构造（立缝的沟槽，平缝的挡水台、坡水等），形成空腔，截断毛细管通路，利用排水构造将渗入接缝的雨水排出墙外，防止向室内渗漏。

6.4.7 外围护组合墙体单元与主体结构的连接节点及构造应满足保温、受力及变形等要求，其连接预埋件的形状尺寸及位置需按照设计要求进行埋设。

【规范条文】

《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板》CECS 396：2015

[4.2.7] 组合墙体单元与梁、板、柱相连时，其连接处应采取有效措施，保持墙体保温的连续性。

[4.2.11] 组合墙体单元与主体结构的连接宜采用柔性连接构造，并应符合下列要求：

1 对规范规定的主体结构误差、墙体制作误差、安装施工误差等应具有三维调节适应能力；

2 应满足将组合墙体单元的荷载有效传递到主体结构承载要求的同时，可协调主体结构层间位移及垂直方向变形的随动性；

3 对组合墙体单元、连接构件的极限温度变形应具有自由变形的吸收能力。

[4.2.13] 连接节点应采取可靠的防腐蚀措施，其耐久性应满足工程设计使用年限要求。

[6.3.1] 墙体与主体结构连接的预埋件，应在主体结构施工时按设计要求埋设。预埋件的形状、尺寸及埋设位置应符合设计要求。

【要点说明】

装配式组合墙体单元与梁、板、柱相连时，其连接处经常会由于内外墙热传导不平衡而形成热桥，进而导致内墙出现结露、发霉，甚至滴水现象，故建筑外墙保温层宜连续。装配式外围护组合墙体单元与主体结构宜采用柔性连接，连接点应具有足够的承载力和适应主体结构变形的能力，并应采取可靠的防腐、防锈和防火等对温度和气候具有适应能力的措施。外围护墙体是依附于主体结构的维护构件，其与主体的连接锚固点，除了要满足外围护墙体自重荷载、风荷载和温度作用的承载能力要求，还要留有充分的余地，以防止地震作用或其他偶然因素作用而产生的突然破坏。装配式组合墙体单元与梁、板、柱以及门窗、洞口等的连接节点处属于易腐蚀薄弱地区，需要采取可靠的措施，使其耐久性满足工程设计的使用年限。预埋件应按照相应的要求进行埋设，同时要进行隐蔽工程验收。

【措施方法】

穿过保温层的连接件，应采取与结构耐久性相当的防腐蚀措施，如采用铁件连接时，宜优先选用不锈钢材料并应考虑连接铁件对保温性能的影响。外墙板有产生结露倾向的部位，应采取提高保温材料性能或在板内设置排除湿气的孔槽。采用螺栓连接的墙体连接件，应有可靠的防松弛、防滑脱措施；采用挂接或插接的墙体连接件，应有可靠的防滑脱措施。防腐措施应根据引起腐蚀的原理和构筑物的结构选择相应的措施。

目前，外挂墙板与主体结构的连接节点主要采用柔性连接的点支承的方式。一般情况下，外挂墙板与主体结构的连接宜设置四个支承点：当下部两个为承重节点时，上部两个宜为非承重节点；相反，当上部两个为承重节点时，下部两个宜为非承重节点。

6.4.8 装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板结构验算均应满足承载能力极限状态和正常使用极限状态的要求。

【规范条文】

《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板》CECS 396：2015

[4.2.10] 组合墙体单元及连接节点按承载能力极限状态设计和按正常使用极限状态验算时，应考虑组合墙体自重（含窗重）、风荷载、地震作用及温度应力等荷载作用的不利组合。

【要点说明】

装配式外围护墙体及其支承结构组成的建筑物外围护结构体系，主要承受自重以及直接作用于其上的风荷载、地震作用、温度作用等，不分担主体结构承受的荷载和（或）地震作用。非抗震设计时，承受重力荷载、风荷载和温度作用；抗震设计时，还要考虑地震作用。各种构件产生的内力（应力）和变形不同，情况比较复杂，但均应满足承载能力极限状态和正常使用极限状态的要求。

【措施方法】

墙体结构的可靠度与荷载的取值和材料强度设计值的取值有关。墙体结构的作用、作用效应、承载力（抗力）应采用统一的标准体系进行计算，以免产生设计安全过低或过高的情况。

6.4.9 组合墙体单元在制作前，应对其技术要求和质量标准进行技术交底，并应制订制作方案；制作方案应包括排板接图、制作工艺、制作计划、技术质量控制措施、成品保护、堆放及运输方案等内容。

【规范条文】

《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板》CECS 396：2015

[5.2.1] 组合墙体单元宜水平制作，当室外侧面板带有饰面时，饰面宜朝上放置进行墙体组装。

[5.2.2] 组合墙体单元所用插接件的加工制作应符合下列规定：

1 插接件宜使用非金属材料；

2 裁料端头不得因加工而变形，并不应有毛刺。

[5.2.3] 组合墙体单元组装应符合下列规定：

1 用于固定外围护墙板的螺钉应一次性钉入钢骨架或轻钢龙骨，间距不应大于200mm；

2 螺钉应沉入板面3mm；

3 轻钢龙骨组合墙体单元的竖向龙骨间距不应大于400mm。

[5.2.7] 组合墙体单元中埋设管线应符合下列规定：

1 预埋管线种类与定位尺寸，应满足预制构件工厂化生产及机械化安装的需求；

2 管线不宜交叉敷设。

[5.3.1] 组合墙体单元的外观质量不应有严重缺陷，且不宜有一般缺陷。对已出现的一般缺陷，应按技术方案进行处理，并应重新检验。

【要点说明】

水平制作装配式组合墙体单元有利于保持墙体表面的平整，饰面朝上可以避免对饰面带来不必要的摩擦。组合墙体单元所使用的插接件加工制作必须满足墙体的安全性和美观性要求。规程对组合墙体单元组装过程中固定螺钉的钉入方式、间距、深度和轻钢龙骨结构的竖向龙骨间距作出了具体规定，以满足组装质量的整体性和安全性。

组合墙体单元中埋设管线应遵循相关模数协调规定，满足工厂化生产及机械化安装的要求，实现生产和安装效率的提高。管线交叉敷设会对提高管线安装的复杂度和后期维修更换的难度。

规程也对装配式组合墙体单元的外观质量进行了相关规定，尤其是已出现的一般缺陷，应按照相应技术方案进行处理，并在处理完成后重新验收。如果仍不符合要求，应采取相应措施解决。组合墙体单元的外观质量缺陷可分为一般缺陷和严重缺陷，严重缺陷是指影响墙体结构性能或安装使用性能的缺陷，墙体制作时应制订技术质量保证措施予以避免。

【措施方法】

应提前制定相应的应急措施或替代方案应对该问题。组合墙体单元中防火隔离带的设置应检查材料、尺寸等。检查合格后，应设置表面标识，标识内容宜包括编号、制作日期、合格状态、生产单位等信息。

6.4.10 组合墙体单元的运输与堆放应考虑场地、路线、受力等条件制订运输堆放方案。

【规范条文】

《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板》CECS 396：2015

[5.4.1] 制作单位应制订组合墙体单元运输与堆放方案，其内容应包括运输时间、次序、堆放场地、运输路线、固定要求、堆放支垫及成品保护措施。

[5.4.3] 组合墙体单元的运输与堆放应符合下列规定：

1 堆放场地应平整、坚实，并应有排水措施；

2 墙体连接件应朝上，标识宜朝向堆垛间的通道；

3 当采用靠放架堆放或运输构件时，靠放架应具有足够的承载力和刚度，与地面倾斜角度宜大于80°；墙体宜对称靠放且外饰面朝外，墙体上部宜采用木垫块隔离；运输时墙体应采取固定措施；

4 当采用插放架直立堆放或运输构件时，应采取直立运输方式；插放架应有足够的承载力和刚度，并应采取保持支架稳固的措施。

【要点说明】

组合墙体合理的运输与堆放方案是保证围护结构工程合理、高效、有序进行的关键。组合墙体运输与堆放的环境、措施与方法应满足相应的规定，以保证运输与堆放的科学合理。专门制定相应的运输与堆放方案，其中一定包括紧急情况应急响应预案部分。

【措施方法】

装配式组合墙体单元应根据运输车辆、墙体尺寸和载重等要求制定相应的单元运输与堆放方案，策划重点控制环节。墙体临时码放场地可合理布置在吊装机械可覆盖范围，避免二次搬运。

6.4.11 装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板安装应提供施工技术文件，做好准备工作，并应满足相关技术要求和吊装要求。

【规范条文】

《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板》CECS 396：2015

[6.1.2] 墙体安装前，施工单位应提供下列分项工程施工技术文件：

1 建筑主体轴线及标高误差实测记录；

2 墙体排版图；

3 墙体安装构造图及相关技术资料；

4 墙体专项施工方案。

[6.2.1] 外围护墙体安装前应做好下列准备工作：

1 外围护组合墙体单元已在加工区组装完成，并按建筑楼层与轴线编号；

2 对组合墙体单元进行质量验收，包括墙体尺寸、平整度、洞口加固及墙板连接质量；

3 安装施工前，应复核墙体装配位置、节点连接构造及临时支撑方案等；

4 与墙体连接处的楼面、梁面、柱面和地面已清理干净；

5 所有预埋件及连接件等应清理扶直，清除锈蚀；

6 安装施工前，应检查复核吊装设备及吊具处于安全操作状态。

[6.4.1] 外围护组合墙体单元宜分层按顺序吊装，先下后上，逐层逐间依次安装。

[6.4.2] 外围护组合墙体单元的安装应符合下列要求：

1 吊装墙体时，起吊就位应垂直平稳，吊具绳与水平面夹角不宜小于60°；

2 墙体中线与板面垂直度的偏差，应以中线为参照物进行调整；

3 墙体就位后严禁撬动；

4 墙体与预埋件采用螺栓连接时应按设计要求或钢结构有关规范要求进行施工检查和质量控制，并做好露明铁件的防腐和防火处理。

[6.6.5] 遇到雨、雪、大雾天气，或者风力大于5级时，不得进行吊装作业。

【要点说明】

墙体安装前，施工单位有责任将工程施工技术文件交给墙板安装人员，以便安装人员进行相关工作。外围护组合墙体在安装前必须做好相应的准备工作，包括组装、质量验收、结构构造、清洁、安全检查等方面工作，保证墙体安装工作的安全有序进行。装配式组合墙体单元质量较轻，易于实施吊装，同时吊装的顺序先下后上，逐层逐间依次安装有利于保证墙体安装的平整度和质量。

外围护组合墙体单元的安装应符合相关技术要求，做好防腐和防火处理，以提高安装工程的质量和安全性。吊装作业一定要严格遵守国家相关标准。

【措施方法】

墙体安装前，施工单位应对墙板安装人员进行培训，安装人员应熟悉施工图及相关技术文件；安装班组操作人员应进行技术交底。安排专人制定专门的准备工作方案。同时每层墙体安装完成后，应进行隐蔽工程验收，包括焊接质量或承托措施。并一定要随时做好天气信息的获取工作，同时做好相应的安全预案，保证施工的安全有序进行。

6.5 非承重木骨架组合外墙

6.5.1 非承重木骨架组合外墙的基本特点

非承重木骨架组合外墙的构造从室内到室外，主要由内墙面材料、木骨架、保温隔热、隔声材料、外墙面材料、外墙面防水防潮材料、外墙饰面材料、密封材料和连接件组成。

1 内墙面材料：

【规范条文】

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005

[4.6.1] 外墙内侧的墙面板一般采用纸面石膏板。纸面石膏板应根据墙体的性能要求分为普通型、防火型及防潮型三种。

【要点说明】

非承重木骨架组合外墙的内侧墙面材料一般采用12mm厚的耐火石膏板，主要满足防火要求，并作为墙体的内饰面。

2 隔汽层：

【规范条文】

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005

[5.4.6] 木骨架组合墙体外墙高温侧应设隔汽层，以防止蒸汽渗透，在墙体内部产生凝结，使保温材料或墙体受潮。

【要点说明】

在严寒和寒冷地区可采用0.15mm厚塑料薄膜隔汽层（设在墙骨柱内侧）；在夏热冬冷地区不设隔汽层；在夏热冬暖地区和温和地区，可采用防水透汽膜兼做隔汽层（设在墙面板外侧）。塑料薄膜主要技术参数参见国家标准图集《木结构建筑》14J924。

3 木骨架（内填保温隔热、隔声材料）：

【规范条文】

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005

[3.1.3] 木骨架应采用符合设计要求的规格材制作。同一墙体木骨架的边框和立柱应采用截面尺寸相同的规格材。

[3.1.4] 木骨架应竖立布置，木骨架的立柱间距宜为600mm，400mm或450mm。

[4.1.2] 当使用规格材制作木骨架时，可采用任何等级的规格材，规格材的材质等级见现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005。

[4.1.3] 木骨架采用规格材制作时，规格材含水率不应大于20%。

[4.3.1] 木骨架组合墙体保温隔热材料宜采用岩棉、矿棉和玻璃棉。

[4.4.1] 木骨架组合墙体隔声吸声材料宜采用岩棉、矿棉、玻璃棉和纸面石膏板，或其它适合的板材。

[4.5.3] 木骨架组合墙体填充材料的燃烧性能应为A级。

【要点说明】

木骨架内填保温棉起结构支撑和保温隔热的作用。墙骨柱通常采用38×140mm或38×184mm规格材。有些情况下，只要满足结构、保温隔热等方面要求也可采用38×89mm规格材。墙骨柱间距为400mm或600mm。岩棉、矿棉和玻璃棉作为墙体保温隔热材料时，物理性能指标应符合相关现行国家标准的规定。

4 外墙面材料：

【规范条文】

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005

[4.6.2] 外墙外侧墙面材料一般选用防潮型纸面石膏板。防潮型纸面石膏板厚度不应小于9.5mm。

【要点说明】

外墙外侧墙面板用来支撑外墙防水层以及安装外饰面等。通常采用厚度为12mm的防潮型石膏板，也可采用类似厚度的水泥纤维板，以加强墙体构件的防火性能。

5 防水层（防潮层）：又称防水透汽膜，俗称呼吸纸，是一种具有防水透汽性能的油纸或薄膜。

【要点说明】

防水透汽膜：用作外墙饰面下的防潮层，是一种具有防水透汽性能的油纸或薄膜。它可以防止雨水从外面渗透到木结构墙体中，同时使墙体内部积聚的水蒸汽散失出去，以保持外墙墙骨柱及保温层处于干燥状态。防水透汽膜主要技术参数参见国家标准图集《木结构建筑》14J924。

6 外墙饰面材料：木骨架组合外墙的外饰面可以选择不同材料和体系，例如：抹灰饰面、砌砖饰面、面砖饰面、挂板饰面（水泥纤维挂板、聚乙烯挂板以及木质挂板等）。

【要点说明】

木骨架组合外墙宜采用有排水通风功能的外饰面系统，俗称防雨幕墙外饰面，通过阻隔毛细作用，减小防雨幕墙空腔内和外部环境的压差，提供良好的排水和通风途径，从而提高外墙的耐久性。排水通风空腔的净厚度不应小于10mm，形成空腔的顺水条可采用经过防腐处理的胶合板或其他耐久材料。木骨架组合外墙除了应保证长期耐久性之外，还应符合防火规范的要求，对较高的建筑尤为重要。

6.5.2 非承重木骨架组合外墙的适用范围：

【规范条文】

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005

[5.6.1] 木骨架组合墙体可用作6层及6层以下住宅建筑和办公楼的非承重外墙和房间隔墙，以及房间面积不超过100m²的7～18层普通住宅和高度为50m以下的办公楼的房间隔墙。

《建筑设计防火规范》GB 50016－2014

[11.0.2] 建筑采用木骨架组合墙体时，应符合下列规定：

1 建筑高度不大于18m的住宅建筑、建筑高度不大于24m的办公建筑和丁、戊类厂房（库房）的房间隔墙和非承重外墙可采用木骨架组合墙体，其他建筑的非承重外墙不得采用木骨架组合墙体；

【要点说明】

木骨架组合墙体适用于主体结构为钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构的住宅建筑、公共建筑和丁、戊类厂房（库房）的非承重外墙和房间隔墙。木骨架组合墙体满足难燃性墙体的相关性能，因此规范对采用该墙体的建筑功能、建筑高度和层数作了规定。木骨架组合墙体构造主要由规格材木骨架、外墙面材料、保温材料、内墙面材料、外墙面防护材料、密封材料和连接件组成。

6.5.3 非承重木骨架组合外墙设计的基本要求

非承重木骨架组合外墙的设计、制作和施工应按照国家标准《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005、《木结构设计规范》GB 50005－2003、《建筑设计防火规范》GB 50016－2014执行；其隔声性能和保温隔热性能应符合国家相关设计标准要求。

【规范条文】

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005

[5.1.6] 外墙设计应符合下列要求：

1 根据本规范第5.1.2条、第5.1.3条和第5.1.4条规定的要求，选定外墙保温隔热、隔声和防火级别。

2 根据房屋建筑功能要求，确定门、窗尺寸和位置。

3 确定本条前两款要求，确定木骨架尺寸和墙体构造，并按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009和《木结构设计规范》GB50005的要求，对构件强度和刚度进行验算，对规格材尺寸进行调整。

4 进行墙体和主体结构的连接设计。

5 设计防风、防雨、防潮及密封等构造措施。

6 特殊部位结构设计。

【要点说明】

木骨架组合外墙的设计应与建筑主体结构设计同时开展、协调进行，以充分体现木骨架组合外墙质量轻、布置灵活、降低主体结构综合成本的优势。

非承重木骨架组合外墙应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，并与结构主体可靠连接。外墙外挂板与木骨架组合外墙应有可靠的连接。

木骨架组合墙体适用于各种不同的气候区，实际应用中应考虑木骨架组合墙体在不同气候条件下应用的特点，满足围护结构的连续性，保证防水防潮、气密性、保温、防火安全、以及隔声性能。

木骨架组合墙体的设计和施工应考虑主体结构的施工误差以及与主体结构间的相对变形，严格按设计图纸和施工顺序进行，保证施工安全、施工质量和施工速度。

6.5.4 非承重木骨架组合外墙的建筑热工和节能设计要求

木骨架组合外墙的建筑热工和节能设计应按照现行国家标准《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361第5.4节的规定执行。本节未规定的应按照现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75等的规定执行。

为方便施工及降低建造成本，应该尽量通过在墙骨柱空腔中填充的保温层、混凝土楼板外的局部外保温层来达到保温要求。当这些措施都无法达到保温要求时（例如在极其寒冷地区），可在整个墙体外再安装外保温层以满足规范要求，外保温层的厚度根据保温要求和保温材料的种类确定。

【要点说明】

木骨架组合外墙的保温性能主要取决于墙骨柱空腔的尺寸、空腔内保温材料的厚度和性能、混凝土

楼板的冷桥特性、整个建筑物外墙是否再增加外保温层、所用门窗的保温特性、墙体的气密性等等。热工设计的关键是考虑木骨架墙体和混凝土结构连接节点处的保温构造。设计师应根据具体情况按照规范要求对墙体等进行热工计算，确保满足规范要求。

实际应用中，墙体的气密性，尤其是木骨架组合外墙和钢筋混凝土楼板连接处的气密性对整个墙体的保温性能影响很大。木骨架组合外墙与钢筋混凝土框架之间的连接接缝处以及木骨架外墙之间的连接接缝处必须做好密封处理，以实现整个建筑物外墙的气密层和保温层的连续性。

围护结构的其它构件，例如门窗等，也应考虑在木骨架组合外墙的设计中，如窗墙比和门窗材料的保温性能应满足相关规范的要求。

【措施方法】

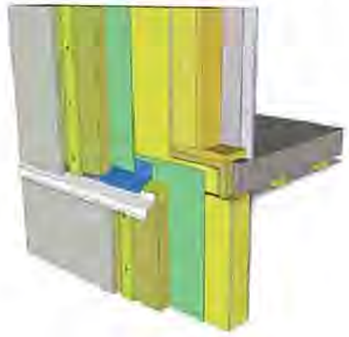
木骨架组合外墙和钢筋混凝土楼板的连接及外保温的做法通常有两种主要方式：

1　木骨架组合外墙悬挑出钢筋混凝土楼板的外侧，称为“悬挑式”连接（图 6.5.4 左）。

2　木骨架组合外墙和钢筋混凝土楼板外侧面平齐，称为“平齐式”连接（图 6.5.4 右）。

“平齐式”连接更简单直接一些，木骨架组合外墙与钢筋混凝土楼板及框架的连接可采用轻型木结构通常采用的连接方式，不需要特殊的处理。但是，这种做法的最大弊病在于混凝土楼板处产生冷桥，如果不对楼板处进行局部保温处理会影响整个墙体的保温性能。

“悬挑式”连接可以实现在混凝土楼板外侧局部安装保温材料，保温材料的外侧面和木骨架外墙框架的外侧面平齐，从而减少混凝土楼板的冷桥作用。“悬挑”的宽度需根据多方面的要求确定，包括木框架底梁板的宽度，连接处的构造要求，节能设计要求（保温材料的性能及厚度），以及施工工艺等。木骨架外墙突出混凝土楼板的尺寸不得大于墙体宽度的 1/3，常见的悬挑尺寸为 20～60mm。



“悬挑式”安装(木框架悬挑于混凝土楼板外侧)



“平齐式”安装(木框架与混凝土楼板外侧面平齐)

图 6.5.4　木骨架组合外墙与钢筋混凝土结构的连接及外保温做法示意图

表 6.5.4 给出几种木骨架组合外墙的保温性能供参考：

表 6.5.4　木骨架组合外墙的保温性能（2－D 热模拟结果）

序号	木骨架组合外墙	木骨架组合外墙和混凝土楼板的连接节点	墙体热阻值［（m^2·K）/W］	墙体传热系数［W/（m^2·K）］
1	38 mm×140 mm 墙骨柱间距 400 mm	“悬挑式”，混凝土楼板外设局部保温，外墙不设外保温	3.17	0.32
2	38 mm×140 mm 墙骨柱间距 400 mm	“悬挑式”，混凝土楼板外设局部保温，外墙设 60mm 厚外保温	4.80	0.21
3	38 mm×140 mm 墙骨柱间距 600 mm	“悬挑式”，混凝土楼板外设局部保温，外墙不设保温	3.30	0.30

续表 6.5.4

序号	木骨架组合外墙	木骨架组合外墙和混凝土楼板的连接节点	墙体热阻值［（m^2·K）/W］	墙体传热系数［W/（m^2·K）］
4	38 mm×140 mm 墙骨柱间距 600 mm	“悬挑式”，混凝土楼板外设局部保温，外墙设 60mm 厚外保温	4.95	0.20
5	38 mm×184 mm 墙骨柱间距 600 mm	“悬挑式”，混凝土楼板外设局部保温，外墙不设外保温	4.09	0.24
6	38 mm×184 mm 墙骨柱间距 600 mm	“悬挑式”，混凝土楼板外设局部保温，外墙设 60mm 厚外保温	5.79	0.17
7	38 mm×89 mm 墙骨柱间距 400 mm	“平齐式”，外墙不设外保温	1.26	0.79
8	38 mm×89 mm 墙骨柱间距 400 mm	“平齐式”，外墙设 60mm 厚外保温	3.52	0.28
9	38 mm×89 mm 墙骨柱间距 600 mm	“平齐式”，外墙不设外保温	1.29	0.78
10	38 mm×89 mm 墙骨柱间距 600 mm	“平齐式”，外墙设 60mm 厚外保温	3.59	0.28

6.5.5　非承重木骨架组合外墙的隔声设计要求

非承重木骨架组合外墙的隔声设计应遵循现行国家标准《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361、《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的规定。

【规范条文】

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005

［5.5.3］设备管道穿越木骨架组合墙体时，对管道穿越空隙以及墙与墙连接部位的接缝间隙应采用隔声密封胶或密封条。隔声标准应大于 40dB。

［5.5.4］木骨架组合墙体中布置有设备管道时，设备管道应设有防振、隔噪声措施。

【要点说明】

设备管道穿越墙体或布置有设备管道、安装电源盒、通风换气等设备开孔时，会使墙体出现施工所产生的间隙、孔洞、管道运行所产生的噪声，将直接影响墙体的隔声性能，为了保证建筑的声环境质量，使墙体的隔声指标真正达到国家标准的要求，必须对管道穿越空隙以及墙与墙连接部位的接缝间隙进行建筑隔声处理，对设备管道应设有相应的防振、隔噪声措施。

【措施方法】

表 6.5.5 给出木骨架组合墙体隔声性能和构造措施参考表，供选用。

表 6.5.5　木骨架组合墙体隔声性能和构造措施参考表

隔声级别	计权隔声量指标（dB）	构 造 措 施
Ⅰn	≥55	1. M140 双面双层板（填充保温材料 140mm） 2. 双排 M65 墙骨柱（每侧墙骨柱之间填充保温材料 65mm），两排墙骨柱间距 25mm，双面双层板
Ⅱn	≥50	M115 双面双层板（填充保温材料 115mm）
Ⅲn	≥45	M115 双面单层板（填充保温材料 115mm）

续表 6.5.5

隔声级别	计权隔声量指标（dB）	构造措施
Ⅳn	≥40	M90 双面双层板（填充保温材料 90mm）
Ⅴn	≥35	1. M65 双面单层板（填充保温材料 65mm） 2. M45 双面双层板（填充保温材料 45mm）
Ⅵn	≥30	1. M45 双面单层板（填充保温材料 45mm） 2. M45 双面双层板
Ⅶn	≥25	M45 双面单层板
注：表中 M 表示木骨架立柱高度（mm）。		

6.5.6 非承重木骨架组合外墙的特殊部位设计要求

【规范条文】

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005

[5.9.1] 木骨架组合墙体上安装电源插座盒时，插座盒宜采用螺钉固定在木骨架上。墙体有隔声要求时，插座盒与墙面板之间宜采用石膏抹灰进行密封，插座盒周围的石膏覆盖层厚度不小于 10mm；或在插座盒两旁立柱之间填充符合隔声要求的岩棉。

[5.9.2] 隔声要求不大于 50dB 的隔墙允许设备管道穿越。需穿管的墙面板上应预先钻孔，孔洞的直径应比管道直径大 15mm，管道与孔洞之间的间隙应采用密封胶进行密封。管道直径较大或重量较重时，应采用铁件将管道固定在木骨架上。当需在墙内敷设电源线时，应将电源线敷于 PVC 管内，再将 PVC 管敷设在墙内。当 PVC 管需穿越木骨架时，可在木骨架构件宽度方向的中间 1/3 区域内预先钻孔。

[5.9.3] 木骨架组合墙体上悬挂物体时，根据不同悬挂物体重量可采用下列不同方式进行固定，固定点之间的间距应大于 200mm：

1 悬挂重量小于 150N 时，可采用直径不小于 3mm 的膨胀螺钉进行固定。

2 悬挂重量超过 150N 但小于 300N 时，可采用锚固装置加以固定，锚杆直径不小于 6mm。

3 悬挂重量超过 300N 但小于 500N 时，可用直径不小于 6mm 的自攻螺钉将悬挂物固定在木骨架上，自攻螺钉锚入木骨架的深度不得小于 30mm。

【要点说明】

电源插座盒与墙面板之间采用石膏抹灰并密封，其目的是为了隔声。

对于隔声要求大于 50dB 的隔墙，如果在墙板上开孔穿管，所形成的间隙即使采用密封胶密封，墙体隔声也难于满足大于 50dB 的要求，因此，对于隔声要求大于 50dB 的隔墙不允许开孔穿过设备管线。

6.5.7 非承重木骨架组合外墙的防火设计要求

非承重木骨架组合外墙的消防安全要求应遵循现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 以及《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361 中的规定。

【规范条文】

《建筑设计防火规范》GB 50016－2014

[11.0.2] 建筑采用木骨架组合墙体时，应符合下列规定：

2 墙体填充材料的燃烧性能应为 A 级；

3 木骨架组合墙体的燃烧性能和耐火极限应符合表 11.0.2 的规定。

表 11.0.2 木骨架组合墙体的燃烧性能和耐火极限（h）

构件名称	建筑物的耐火等级或类型			
	一级耐火等级	二级耐火等级	三级耐火等级	四级耐火等级
非承重外墙	不允许	难燃性 1.25	难燃性 0.75	无要求

【要点说明】

规范对非承重木骨架组合外墙燃烧性能和耐火极限的规定均是从建筑内发生火灾进行考虑的，未对非承重外墙的外侧覆面材料的燃烧性能进行特别规定，建议采用石膏板或其它不燃性的材料作为外墙外侧覆面材料。《建筑设计防火规范》GB 50016－2014 第 6.7.12 条规定：建筑外墙的装饰层应采用燃烧性能为 A 级的材料，但建筑高度不大于 50m 时可采用 B1 级材料。

6.5.8 非承重木骨架组合外墙的结构设计要求

1 非承重木骨架组合外墙在进行结构设计时，一般需要考虑以下要求：

（1） 水平作用。一般需考虑风荷载、地震作用以及室内的冲击荷载。其中，风荷载应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的要求进行设计。地震作用应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361 的要求进行设计。室内冲击荷载，虽然现行规范并没有强制要求验算，但考虑实际工程应用的情况，建议按 1.0kN 的集中荷载进行验算。在水平作用下，对墙骨柱的挠度变形也需进行验算，可参考上海市工程建设规范《轻型木结构技术规程》DG/TJ 08－2059 的要求进行设计。

【规范条文】

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005

[5.2.2] 垂直于墙平面的均布水平地震作用标准值，可按下式计算：

$$q_{Ek}=\beta_E\alpha_{max}G_K/A \tag{5.2.2-1}$$

式中：q_{Ek}——垂直于墙平面的均布水平地震作用标准值，kN/m²；

β_E——动力放大系数，可取 5.0；

α_{max}——水平地震影响系数最大值，应按表 5.2.2 采用；

G_K——木骨架组合墙体重力荷载标准值，kN；

A——墙面面积，m²。

表 5.2.2 水平地震影响系数最大值 α_{max}

抗震设防烈度	6 度	7 度	8 度
α_{max}	0.04	0.08（0.12）	0.16（0.24）

注：7、8 度时括号内数值分别用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30 g 的地区。

平行于墙体平面的集中水平地震作用标准值，可按下式计算：

$$P_{Ek}=\beta_E\alpha_{max}G_K \tag{5.2.2-2}$$

式中：P_{Ek}——平行于墙体平面的集中水平地震作用标准值，kN。

《轻型木结构建筑技术规程》DG/TJ 08－2059－2009（上海）

[4.4.2] 受弯构件的挠度应不超过表 4.4.2 的限值。

表 4.4.2 受弯构件的挠度限值

项次	构件类型		挠度限值	
1	檩条	$l\leqslant 3.3$m[1]	$l/200$	
		$l>3.3$m	$l/250$	
2	椽条		$l/150$	
3	吊顶中的受弯构件		$l/250$	
4	楼板梁和搁栅		$l/250$	$l/300$（活载[2]）
5	墙骨柱	刚性贴面（如砖、石等）	$l/360$	
		柔性贴面	$l/250$	

注：1 表中，l——受弯构件的计算跨度，对于悬臂构件为悬臂长度的 2 倍；

2 此处“活载”为或活载作用下的限值；

（2） 竖向作用。一般需考虑墙体的自重，因为不同的外墙外饰面的做法，其墙体的自重差别比较大。另外根据不同的墙体构造，还可能出现偏心作用，这些因素在进行结构设计时，都应考虑在内。

（3） 当墙体底梁板悬挑出下部混凝土结构时，根据现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 的要求，底梁板的挑出部分不得大于墙骨柱截面高度的 1/3。另外，当底梁板挑出时，应避免底梁板的挑出部分传递竖向荷载。

（4） 除了上述木骨架组合非承重外墙本身构件的验算，如外墙饰面采用挂板，则挂板与墙骨柱的连接要可靠安全，尤其在强风地区，要充分考虑外挂墙板的抗拔连接强度。

【要点说明】

根据上述设计要点，在进行结构计算时，以下各项需进行验算：

1 非承重木骨架组合外墙与混凝土结构的螺栓抗剪，主要用于传递水平作用（风，地震以及冲击）产生的剪力。

2 外墙外挂板材与木骨架组合墙体的连接（包括自重产生的剪力以及在强风和地震作用下产生的侧向力）。

3 底梁板局部承压验算。

4 木骨架组合外墙墙骨柱按压弯构件验算其强度和挠度变形。

2 木骨架组合外墙与钢筋混凝土的连接设计一般可采用螺栓连接或销钉连接。当采用螺栓连接时，应根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 第 9.7.4 条的规定，保证螺杆到混凝土构件边缘的距离不应小于 6d 和 70mm。根据具体的情况，结构工程师可以灵活地设计节点的做法，保证荷载的传递。

【措施方法】

表 6.5.8－1 提供了常用材料的自重表，方便设计人员确定墙体的自重。

表 6.5.8－1　常用材料自重表

材料	尺寸（mm）	自重（kN/m）
规格材	40×90	0.02
	40×140	0.03
	40×185	0.04
	40×235	0.05
	40×285	0.06
板材	厚度（mm）	自重（kN/m^2）
普通或耐火石膏板	9	0.09
	12	0.13
	15	0.16
	25	0.25
木挂板	–	0.1～0.15
水泥纤维板	–	0.16～2.0
保温材料	–	自重（kN/m^3）
岩棉	–	0.5～2.5
玻璃棉板	–	1～1.5

表 6.5.8－2 提供了不同风压下，常用 2×6 墙体用于非承重外墙时的 3 种连接方式的设计取用表，

包括螺栓连接，角钢（钢板连接件）连接和规格材木垫块连接（见图 6.5.8）。外挂墙板包括轻质的木挂板和水泥纤维挂板两种，供设计人员参考选用。

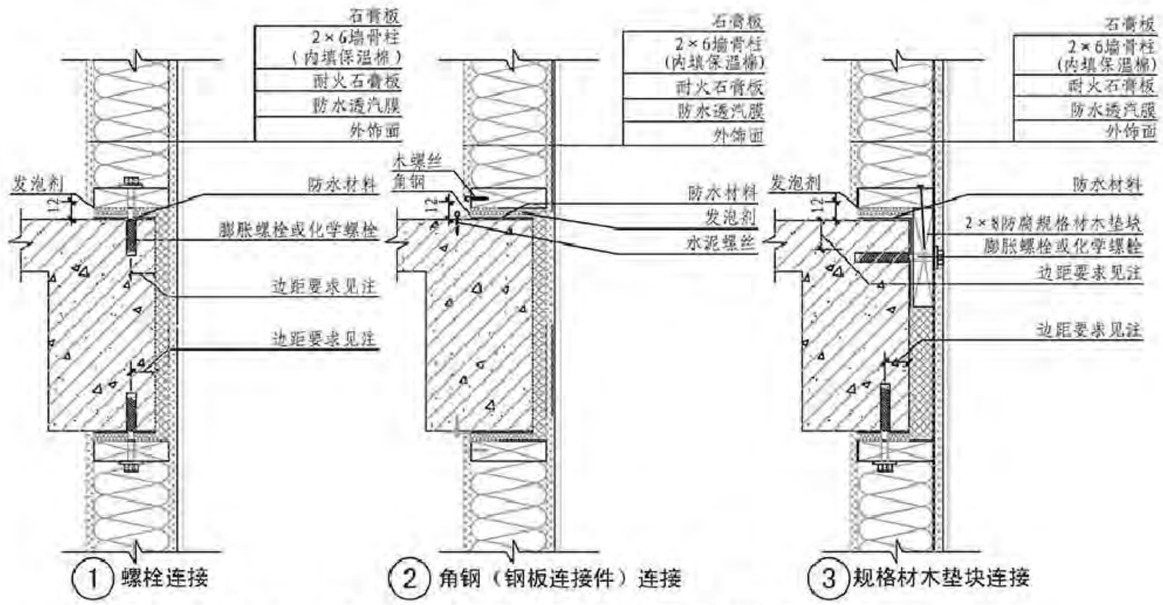
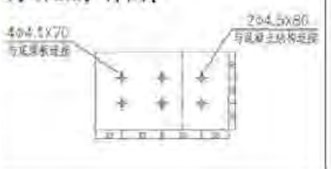
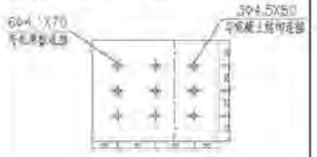
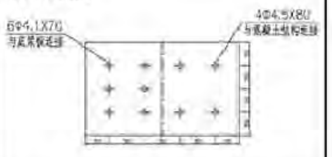


图 6.5.8　非承重木骨架组合外墙与钢筋混凝土结构常用连接方式

表 6.5.8－2　不同风压下 2×6 非承重木骨架组合外墙与混凝土结构的连接方式选用表

（水泥纤维板或西部红柏木挂板外饰面）

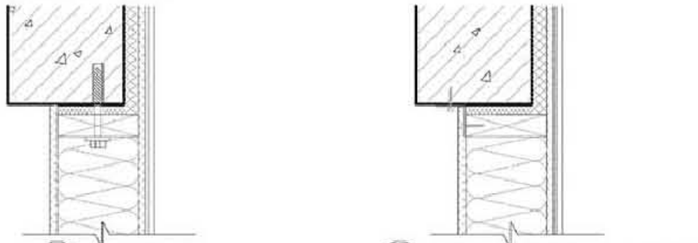
连接方式	基本风压（KN/m2）		
	0.3～0.5	0.55～0.75	0.80～1.0
螺栓连接 	φ12@1200	φ12@1200	φ12@1000
钢板连接件连接 	4块 80×60×2mm 钉板，间距为 1.2m，详图： 	4块 100×80×2mm 钉板，间距为 1.2m，详图： 	4块 130×80×2mm 钉板，间距为 1.2m， 
木垫块连接 	水泥钉 φ5@450 锚栓 φ12@1200	水泥钉 φ5@250 锚栓 φ12@1200	水泥钉 φ5@200 锚栓 φ12@1200

续表 6.5.8－2

注：

1. 上述连接方式选用表以 4.88×3.3m 非承重轻型木结构墙体为参考尺寸，适用于基本风压 0.3～1.0kN/m2 的地区，强风地区需结合实际工程进行计算。

2. 非承重木骨架组合外墙与混凝土结构的连接可根据实际情况选择螺栓连接或角钢（钢板连接件）连接，见下图。



① 螺栓连接　② 角钢（钢板连接件）连接

6.5.9 非承重木骨架组合外墙的基本构造要求

1 非承重木骨架组合外墙采用规格材作为墙骨柱、底梁板、顶梁板，根据不同的设计要求，可以采用 38×140mm、38×184mm 等不同截面尺寸的规格材。墙骨柱间距一般为 400mm 或 600mm。通常情况下，为了满足防火要求，墙体内侧和外侧覆面板（墙面板）均采用耐火石膏板包覆，外墙面板有时也可采用水泥纤维板或其他不燃材料面板。墙骨柱之间采用岩棉或玻璃棉进行填充。

2 木骨架组合墙体的墙面板应采用钉固定在墙骨柱上。当墙面板为纸面石膏板时，一般采用螺纹钉固定。钉的直径不应小于 2.5mm，钉入墙骨柱的深度不小于 20mm，钉的布置及固定应符合下列规定：

（1） 当墙体采用双面单层墙面板时，两侧墙面板的接缝位置应错开一个墙骨柱的间距。

（2） 当墙体采用双层墙面板时，外层墙面板接缝的位置应与内层墙面板接缝的位置错开一个墙骨柱间距。用于固定内层墙面板的钉间距不应大于 600mm。固定外层墙面板的钉间距应符合下述要求：

外层墙面板边缘钉间距：内墙上不得大于 200mm；在外墙上不得大于 150mm；

外层墙面板中间钉间距：内墙上不得大于 300mm；在外墙上不得大于 200mm；

钉头中心距离墙面板边缘不小于 15mm。

3 当钢筋混凝土表面（基础顶面或楼板表面）高于室外地坪 300mm 以上，木骨架组合外墙可以直接安装在混凝土基层上。在混凝土和木骨架墙体之间放置一层防潮层可以更好地起到防水防潮的作用。

4 考虑钢筋混凝土框架的施工误差和混凝土楼板的变形，以及为了便于安装木骨架外墙框架，应在木框架与上部及两侧的钢筋混凝土框架之间留出适当的缝隙，缝隙一般为 15～20mm。把木框架顶部固定在混凝土楼板上时，如果使用 90 度的角钢连接，角钢一侧固定在木框架的顶梁板，另一侧固定在混凝土楼板上。如果角钢朝向室外侧，可以隐藏角钢，避免其暴露在室内。必要时，使用一些有上下移动槽的角钢可以更好地适应上部混凝土楼板的变形。通常可以用矿物棉或其它合适的材料填入缝隙进行密封，这些密封材料的选择应满足防火安全的要求。

5 当钢筋混凝土框架的洞口较宽时需要并列安装两片或多片木骨架墙体。另外，根据钢筋混凝土结构的施工误差、表面粗糙度、构件挠变等，确定是否需要在木骨架墙体底梁板下面增加木质或塑料楔子以保证施工面平整度。

6 木骨架墙体周围放置防潮垫有助于将木材和四周的钢筋混凝土框架隔绝开来，从而防止混凝土中的水汽向木材扩散。墙体上的其它洞口，如窗洞口、设备管线穿孔等与普通轻型木结构一样，均需要按照设计要求仔细处理节点部位，防止雨水进入墙体或室内。窗户四周必须具有连续的防潮层和气密层。

7 整个外墙面（包括外墙覆面板和混凝土楼板外侧的保温层）上应安装连续的防水透汽膜，避免雨水向墙内渗透。防水透汽膜水平方向搭接处，上方的薄膜要盖住下方的薄膜，最小搭接尺寸为 150mm；竖向搭接处，左右两侧薄膜的最小搭接尺寸为 300mm。所有接缝都应使用耐久性胶带密封。外墙洞口处节点处理要特别注意，以保证外墙防水层的整体连续性。

8 防雨幕墙的顺水条应安装在防水层的外侧，顺水条一般由经过防腐处理的胶合板切割而成，厚度不小于 10mm，宽度在 50～75mm 之间。顺水条的安装位置和间距与墙骨柱相同，每根顺水条都应直接固定在墙骨柱上，以保证整体的结构性能。金属连接件应经过热浸镀锌处理避免生锈，与防腐木材接触的金属连接件尤为如此。

9 为确保外饰面系统在墙体的顶部和底部与外部透气，至少每两层楼需在外饰面处设置泛水板。泛水板的安装要保证任何进入防雨幕墙空腔的雨水不会进入内部墙骨柱空间，并确保这些水可以随着泛水板排放到室外。泛水板的安装位置应位于外饰面的水平交接处、两片墙体的水平接缝处以及木骨架墙和基础顶面的连接处。防雨幕墙上的泛水板应安装在墙上洞口的周围（如窗洞口），帮助排水以及防止水分进入墙体框架。常用泛水板的材料及最小厚度为：0.7mm 厚镀锌钢板，0.6mm 不锈钢板，或 0.6mm 铝板。泛水板的坡度应朝向室外，设计和施工过程中应考虑到框架收缩和其他变形因素，最小坡度应为 5%。泛水收边以及导水板应设置在泛水板的末端，以便将水引导至建筑外。

6.5.10 非承重组合外墙的制作和安装

【规范条文】

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005

[6.2.9] 木骨架组合墙体工厂预制与现场安装应符合下列要求：

1 当用销钉固定时，应按设计要求在混凝土楼板或梁上预留孔洞。预留孔位置偏差不应大于 10mm。

2 当用自钻自攻螺钉或膨胀螺钉固定时，墙体按设计要求定位后，应将木骨架边框与主体结构构件一起钻孔，再进行固定。

3 预制墙体在吊运过程中，应避免碰坏墙体的边角、墙面或震裂墙面板，应保证每面墙体完好无损。

【要点说明】

根据施工条件，木骨架可工厂预制或现场制作组装。钢筋混凝土框架施工误差小，混凝土表面平整，可采用工厂预制的木骨架组合外墙现场安装。墙体框架安装完成后，需要尽快安装外墙面板和防水层，以避免木结构框架受潮。随后可以进行外饰面及其他室外构件的安装，最后安装墙骨柱空腔内的保温材料，以及室内饰面材料等等。

施工现场进行木框架制作时，在钢筋混凝土楼板浇筑完成并固化到一定程度后，在现场测量钢筋混凝土框架的洞口尺寸，再按尺寸切割好板材和外墙面板，制作木框架，最后安装。现场加工和安装可充分考虑混凝土框架四周的误差以及预期的楼板变形，减少大型吊装设备的使用，节省施工场地和施工成本。

7 室内装修与部品

7.1 一般规定

装配式混凝土结构建筑中室内装修与内装部品的设计、施工与安装，应满足国家现行标准的要求。

7.1.1 工程设计包含建筑、结构、机电、装饰装修等专业，各设计专业及环节之间应协调统一。在建筑方案设计时就应综合考虑室内装修设计与相关专业设计的相互关系，坚持装配式建筑室内装修可持续发展的理念，统筹考虑室内装修的施工建造、维护使用和改扩建需要。

7.1.2 内装部品应具有一定的互换性和通用性，易于维护管理和检修更换，与建筑主体结构应具有良好的兼容性；室内装修用管线宜与建筑主体结构分离；内装部品的选用应与相关建筑材料、设备设施和管线的使用寿命统筹兼顾，合理搭配。

7.1.3 推行装配式内装是推动装配式建筑发展的重要方向，装配式建筑采用装配式内装的设计建造方式具有五个方面优势：

1 部品在工厂制作，工地采用干式工法作业，可以最大限度地保证产品质量和性能。

2 提高劳动生产率，节省大量人工和管理费用，大大缩短开发周期，综合效益明显，从而降低建筑的建造成本。

3 节能环保，减少原材料的浪费，施工现场大部分为干式工法施工，噪声粉尘和建筑垃圾等污染大为减少。

4 便于维护，降低了后期的运营维护难度，为内装部品更新变化创造了可能。

5 采用集成内装部品可实现工业化生产，有效解决施工生产的尺寸误差和模数接口问题。

7.1.4 室内装修应符合装配式混凝土结构建筑的设计和建造要求，合理确定建筑内装体的装配率，采用适宜、有效的装配化集成技术。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.1.1] 建筑设计应符合建筑功能和性能要求，并宜采用主体结构、装修和设备管线的装配化集成技术。

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）：

[6.1.2] 装配式住宅应采用装配式内装建造方法。

[6.1.3] 装配式住宅建筑设计应合理确定建筑内装体的装配率。

【要点说明】

传统的建筑设计，尤其是住宅建筑设计，一般均将室内装修用设备管线预埋在现浇混凝土楼板或墙体中，把使用年限不同的设备管线与主体结构混在一起建造。若干年后，大量的住宅虽然主体结构仍可满足使用要求，但预埋在建筑主体结构中的设备管线等早已老化无法改造更新，从而导致不得不拆除重建，或剔凿建筑主体结构，这就缩短了建筑使用寿命。因此，装配式建筑鼓励采用主体结构构件、内装修部品和管线设备的三部分装配化集成技术系统，实现室内装修、管道设备与主体结构的分离，从而使住宅具备结构耐久性，室内空间灵活性以及可更新性等特点，同时兼备低能耗、高品质和长寿命的优势。

【措施方法】

全面推动装配式内装，不仅要求建设单位和设计单位推行装配式建筑的理念，而且应该让使用者能够切身体会到可维护更换的室内装修对生活品质的提升。装配式建筑不仅仅停留在建筑施工阶段，还要落实到建筑的全寿命期，在满足建筑主体结构装配率的基础上，建筑内装体的装配率更能反映建筑的整体工业化建造水平。

7.1.5 内装部品性能应满足国家相关标准要求，并注重提高以下性能：

1 安全性，包括部品的物理性能：强度、刚度、使用安全、防火耐火等。

2 耐久性，部品应能够循环利用，且具有抗老化、可更换性等。

3 节能环保，尽量减少内装部品在制造、流通、安装、使用、拆改、回收的全寿命过程中对环境的持续影响。

4 经济性，通过标准化、工厂化、规模化的生产方式，降低成本。

5 高品质，用科技密集型的规模化工业生产取代劳动密集型的粗放手工业生产，确保内装部品的高品质。

7.1.6 室内部品的接口应符合以下规定：

1 接口应做到位置固定，连接合理，拆装方便，使用可靠。

2 接口尺寸应符合模数协调要求，与系统配套。

3 各类接口应按照统一、协调的标准进行设计。

4 套内水电管材和管件、隔墙系统、收纳系统之间的连接应采用标准化接口。

7.1.7 内装部品的施工安装宜采用干法施工。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.4.1] 室内装修宜减少施工现场的湿作业。

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）：

[6.1.4] 建筑内装体宜采用干式工法施工。

辽宁省地方标准《装配式建筑全装修技术规程（暂行）》DB21/T 1893－2011：

[3.2.2] 部品体系宜实现以集成化为特征的成套供应，部品安装应满足干法施工要求。

[3.4.4] 全装修工程施工以干法施工为主，并应在交接验收后进行全装修工程施工。

【要点说明】

室内装修采用干法施工体现了装配式建筑的核心要素。采用干法施工的室内装修对建筑的功能和性能有较大的提升，无论从建造时间上，还是从施工方式上，更能体现出工业化室内装修的优势。

【措施方法】

工程设计人员和采购人员在选择部品上应选择适合干式工法施工的相关内装部品。生产企业也应以满足干式工法施工为前提进行部品的研发与生产，并满足接口兼容性的相关要求。施工人员应按照干法施工的工艺要求进行施工。室内装修的施工应在结构主体验收合格后进行。

7.2 室内装修

7.2.1 装配式建筑室内装修应兼顾功能、效果及系统统筹，合理选用装修材料和装修程度，避免过度装修，不应使用高能耗、施工繁琐、维修难度大、寿命短、易变色等的装修材料。

7.2.2 装配式建筑的室内装修设计应符合行业标准《住宅室内装饰装修设计规范》JGJ 367－2015 的规定，室内装修施工安装应符合国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210－2001、《住宅装饰装修工程施工规范》GB 50327－2001 和行业标准《住宅室内装饰装修工程质量验收规范》JGJ/T 304－2013 的规定。

7.2.3 室内装修设计时，应结合建筑主体结构与内装部品之间的模数尺寸协调关系，满足建筑内装体的可变性和适用性。

1 基本模数和导出模数

【规范条文】

《建筑模数协调标准》GB/T 50002－2013：

[3.1.1] 基本模数的数值应为100mm（1M等于100mm）。整个建筑物和建筑物的一部分以及建筑部件的模数化尺寸，应是基本模数的倍数。

[3.1.2] 导出模数应分为扩大模数和分模数，其基数应符合下列规定：

1 扩大模数基数应为2M、3M、6M、9M、12M……；

2 分模数基数应为M/10、M/5、M/2。

【要点说明】

在《建筑模数协调标准》GB/T 50002－2013中按不同内容分为基本模数、导出模数、模数数列，重点强调1M＝100mm基本模数的概念。扩大模数和分模数只是应用，分模数和扩大模数是基本模数1M的系统配套和补充，他们之间应该紧密结合、协调统一。

【措施方法】

本条规定了室内装修与内装部品的基本模数和导出模数的准则，适用于所有的内装部品的设计、生产和施工安装。内装部品在设计的初期，就应遵循模数原则，目前建筑上常见的内装部品种类繁多，尺寸复杂。规定基本模数和导出模数后，有利于内装部品在建筑中的应用，并且在施工安装、维修更换上，可方便选用与采购。

按照我国习惯与ISO 6513：1982（E）“房屋建筑——模数协调——水平尺寸的优选扩大模数系列”中的3M、6M、12M、15M、30M、60M统一，强调扩大模数3M；但作为内装部品而言，采用3M系列的模数在很多情况下适用性不强，同时考虑到建筑风格的多样化，建筑内部使用空间的个性化，应按照基本模数1M进行设计与生产。尺寸小于100mm的内装部品，应严格按照分模数的规定执行。

2 模数网络

【规范条文】

《建筑模数协调标准》GB/T 50002－2013：

[4.1.5] 模数网格的选用应符合下列规定：

1 结构网格宜采用扩大模数网格，且优先尺寸应为2nM、3nM模数系列；

2 装修网格宜采用基本模数网格或分模数网格。隔墙、固定橱柜、设备、管井等部件宜采用基本模数网格，构造做法、接口、填充件等分部件宜采用分模数网格。分模数的优先尺寸应为M/2、M/5。

【要点说明】

室内装修模数网格由装修部件的重复量和规格决定。室内装修模数网格的设置，是在隔墙部品、收纳部品、设备部品等内装部品基本尺寸上建立的。在室内装修模数网格的选择上，应充分考虑到所有室内装修和内装部品的尺寸数据，涉及套内空间和公共部分的网格不能违背内装部品的基本尺寸。

【措施方法】

内装部品的选择应根据建筑规模、经济性指标的要求确定，要详细了解各个内装部品的基本尺寸，协调内装部品接口的尺寸对应关系，室内装修模数网格要能满足内装部品的施工安装，并保证建筑后期运行维护的有效实施。

7.2.4 室内装修施工应结合内装部品的特点，采用适宜的施工方式和机具，应最大化的减少现场手工制作、影响施工质量和进度的操作；杜绝现场临时开洞、剔凿等对建筑主体结构耐久性有影响的做法，严禁降低建筑主体结构的设计使用年限。

7.2.5 建筑内装部品应采用标准化设计，尺寸应符合模数协调的规定，部品接口应具有通用性和互换性。

1 部品应具有通用性和互换性并采用标准化接口

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014：

[5.4.2] 建筑的部件之间、部件与设备之间的连接应采用标准化接口。

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）：

[3.0.11] 装配式住宅内装部品应具有通用性和互换性，满足易维护的要求。

【要点说明】

内装部品应具有通用性和互换性，设计应满足内装部品装配化施工和后期更新的要求。装配式内装部品互换性指年限互换、材料互换、样式互换、安装互换等，实现内装部品互换的主要条件是确定构件与内装部品的尺寸和边界条件。年限互换主要指因为功能和使用要求发生变化，要对空间进行改造利用，或者内装部品已达到使用年限，需要用新的内装部品更换。

采用标准化接口的内装部品，可有效避免出现不同内装部品系列接口的非兼容性；在内装部品的设计上，应严格遵守标准化、模数化的相关要求，提高部品之间的兼容性。

【措施方法】

设计人员和工程采购人员在选择内装部品上应选择符合标准化接口要求的相关内装部品。生产企业也应以采用标准化接口为前提进行内装部品的研发与生产，满足接口兼容性的相关要求。

2 部品尺寸的模数协调要求

【规范条文】

《建筑模数协调标准》GB/T 50002－2013：

[4.3.1] 部件的尺寸在设计、加工和安装过程中的关系应符合下列规定（图4.3.1）

1 部件的标志尺寸应根据部件安装的互换性确定，并应采用优先尺寸系列；

2 部件的制作尺寸应有标志尺寸和安装公差决定；

3 部件的时间尺寸与制作尺寸之间应满足制作公差的要求。

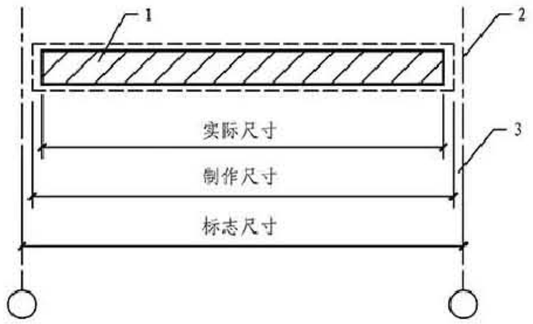


图4.3.1 部件的尺寸

1—部件；2—基准面；3—装配空间

[4.3.2] 部件优先尺寸的确定应符合下列规定：

1 部件的优先尺寸应由部件中通用性强的尺寸系列确定，并应指定其中若干尺寸作为优先尺寸系列；

2 部件基准面之间的尺寸应选用优先尺寸；

3 优先尺寸可分解和组合，分解或组合后的尺寸可作为优先尺寸；

4 承重墙和外围护墙厚度的优先尺寸系列宜根据1M的倍数及其与M/2的组合确定，宜为150mm、200mm、250mm、300mm；

5 内隔墙和管道井墙厚优先尺寸系列宜根据分模数或1M与分模数的组合确定，宜为50mm、

100mm、150mm；

6 层高和室内净高的优先尺寸系列宜为 nM；

7 柱、梁截面的优先尺寸系列宜根据 1M 的倍数与 M/2 的组合确定；

8 门窗洞口水平、垂直方向定位的优先尺寸系列宜为 nM。

【要点说明】

部件（结构构件和内装部品）的尺寸对部件的安装有着重要的意义。在装配式建筑室内装修中，部件基准面之间的距离，可采用标志尺寸、制作尺寸和实际尺寸来表示，对应着部件的基准面、制作面和实际面。部件预先假设的制作完毕后的面，称为制作面，部件实际制作完成的面称为实际面。

对于设计方而言，更关心部件的标志尺寸，设计人员根据部件的基准面来确定部件的标志尺寸。

对生产方而言，则关心部件的制作尺寸，必须保证制作尺寸基本符合公差的要求。

对施工方而言，则需要关注部件的实际尺寸，以保证部件之间的安装协调。

优先尺寸是从基本模数、导出模数和模数数列中事先挑选出来的模数尺寸。它与地区的经济水平和制造能力密切相关。优先尺寸越多，则设计的灵活性越大，部件的可选择性越强，但制造成本、安装成本和更换成本也会增加；优先尺寸越少，则部件的标准化程度越高，但实际应用受到的限制越多，部件的可选择性越低。

在装配式建筑室内装修中，部件基准面与部件制作面之间的距离称为“连接空间”（亦称“空隙”），部件制作面和部件实际面之间的距离称为“误差”。

部件的安装应根据部件的标志尺寸以及部件公差，规定部件安装中的制作尺寸、实际尺寸和允许公差之间的尺寸关系。

【措施方法】

部件（结构构件和内装部品）的优先尺寸的选用原则如下：

1 选择部件的优先尺寸，就是在保证基本需求的基础上，实行最少化参数，以便减少建筑部件的品种和规格，确保产品经济、生产高效。

2 根据生产设备和部件装配的需要，对优先尺寸实行分解和组合的情况是常见的。为了取得模数空间，且有利于选择定型部件和系列部件，分解和组合后的尺寸仍可作为优先尺寸。

3 厚度的优选尺寸符合模数是为保证墙体构件围合而成的空间符合模数协调的要求；考虑到不同墙体材料的应用及经济等因素，厚度的优先尺寸系列保留了 150、200、250、300 等尺寸。

4 内隔墙优先尺寸的选择应考虑材料、构造和后装部件的需要。

5 层高和室内净高的优先尺寸间隔为 1M。

6 室内净高也是内装部件高度标志尺寸。该标志尺寸的选择与施工工艺相关。

7 柱截面尺寸通常根据结构计算确定，在满足结构计算的前提下，梁、柱截面宜采用 1M 的倍数与 M/2 的组合确定，如柱子为 300、350、400……等，梁为 200、250、300……等，便于尺寸协调。

3 部品尺寸公差要求

【规范条文】

《建筑模数协调标准》GB/T 50002－2013：

［4.5.1］基本公差应符合下列规定：

1 部件或分部件的加工或装配应符合基本公差的规定。基本公差应包括制作公差、安装公差、位形公差和连接公差；

2 部件和分部件的基本公差应按其重要性和尺寸大小进行确定，并宜符合表 4.5.1 规定；

3 部件和分部件的基本公差，应按国家现行有关标准确定。

表 4.5.1 部件和分部件的基本公差（mm）

级别	部件尺寸					
	<50	≥50 <160	≥160 <500	≥500 <1600	≥1600 <5000	≥5000
1 级	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	8.0
2 级	1.0	2.0	3.0	5.0	8.0	12.0
3 级	2.0	3.0	5.0	8.0	12.0	20.0
4 级	3.0	5.0	8.0	12.0	20.0	30.0
5 级	5.0	8.0	12.0	20.0	30.0	50.0

［4.5.2］公差与配合应符合下列规定：

1 部件的安装位置与基准面之间的距离（d），应满足公差与配合的状况，且应大于或等于连接空间尺寸，并应小于或等于制作公差（t_m）、安装公差（t_c）、位形公差（t_s）和连接公差（e_s）的总和，且连接公差（e_s）的最小尺寸可为 0（图 4.5.2）。

2 公差应根据功能部位、材料、加工等因素选定。在精度范围内，宜选用大的基本公差。

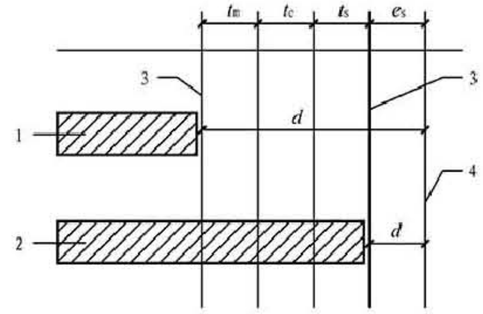


图 4.5.2 部件安装的公差与配合

1—部件的最小尺寸；2—部件的最大尺寸；3—安装位置；4—基准面

【要点说明】

公差是由部件或分部件制作、定位、安装中不可避免的误差引起的。公差一般包括制作公差、安装公差、位形公差及连接公差等几种。公差包括了尺寸的上限值和下限值之间的差。在设计中应当把公差的允许值考虑进去，并控制在合理的范围内，以保证在安装接缝、加工制作、放线定位中的误差发生在可允许的范围内。

表 4.5.1 中所列数值是从生产活动的经验中总结出来的，分为 5 个级别，分别根据部件或分部件的重要性和尺寸大小来确定。部件和分部件的基本公差数值的选择，应根据相关行业标准同时考虑技术上的、经济上的条件来确定。

【措施方法】

针对于室内装修与内装部品，这两条规范条文从基本公差的角度做了相应的规定。室内装修和部品的公差是客观存在的，一味的追求降低误差，会造成生产加工成本的增加。建筑部品生产方应根据产品定位，在满足建筑整体要求的前提之下，合理确定基本公差，节约资源，降低造价。施工方也应根据建筑部品生产方提供的产品基本公差，在安装位置合理预留安装距离，根据基本尺寸制定施工工艺，安排施工工序，提高施工效率。

7.2.6 建筑内装部品连接及设备管线设计应考虑使用年限和物权归属的要求。

【规范条文】

《装配式住宅建筑设计规程》JGJ/T（报批稿）：

［6.1.1］装配式住宅建筑内装体的设计应满足内装部品连接、设备及管线的使用年限的要求。

辽宁省地方标准《装配式建筑全装修技术规程（暂行）》DB21/T 1893－2011

[4.1.3] 全装修设计应根据部品不同使用年限和权属的不同进行分类，部品之间的连接设计应遵循以下原则：

1 共用部品不宜设置在专用空间内；

2 设计使用年限较短部品的维修和更换不宜破坏设计使用年限较长的部品；

3 专用部品的维修和更换不影响共用部品和其它部品的使用。

【要点说明】

装配式建筑设计应考虑内装部品的后期维护、检修更换和物权归属问题，应考虑设计、设施、材料各自不同的使用年限，内装部品的选用应符合使用维护和维修改造的要求。装配式建筑的部品设计及连接安装应遵循以下原则：

1 应以使用年限较短部品的维修和更换不破坏使用年限较长部品为原则；

2 应以专用部品的维修与更换不影响公共部品为原则；

3 应以用户专用部品的维修和更换不影响其他用户为原则。

【措施方法】

从生产活动的经验中总结出作为内装部品，按照其耐用年限不同，可大致划分为5个等级：

（1）05型：正常使用条件下耐久年限为3～5年；

（2）10型：正常使用条件下耐久年限为6～11年；

（3）15型：正常使用条件下耐久年限为12～24年；

（4）30型：正常使用条件下耐久年限为25～50年；

（5）50型：正常使用条件下耐久年限为50年以上。

内装部品的设计应根据内装部品连接及设备管线的使用年限和物权归属的要求，选择合理等级的使用年限。合理设置经常需要维修更换的部品配件，如开关、灯具等；不影响使用年限较长的部品使用，如隔墙部品、管材管件等。

7.2.7 内装部品中装修材料及制品的燃烧性能及应用，应符合国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624－2012、《建筑设计防火规范》GB 50016－2014、《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222－1995和《建筑内部装修防火施工及验收规范》GB 50354－2005的要求。

7.2.8 内装部品中装修材料及制品的环保性能应符合国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325－2010的规定。

【要点说明】

室内装修与部品需执行的相关标准还有：有害物质限量应符合国家标准《室内装饰装修材料 人造板及其制品中甲醛释放限量》GB 18580－2001、《室内装饰装修材料 溶剂型木器涂料中有害物质限量》GB 18581－2009、《室内装饰装修材料 内墙涂料中有害物质限量》GB 18582－2008、《室内装饰装修材料 胶粘剂中有害物质限量》GB 18583－2008、《室内装饰装修材料 木家具中有害物质限量》GB 18584－2001、《室内装饰装修材料 壁纸中有害物质限量》GB 18585－2001、《室内装饰装修材料 聚氯乙烯卷材地板中有害物质限量》GB 18586－2001和《室内装饰装修材料 地毯、地毯衬垫及地毯胶粘剂有害物质释放限量》GB 18587－2001的规定。

【措施方法】

节能环保是室内装修设计与部品选用要考虑的首要因素，尽量减少内装部品在制造、流通、安装、使用、拆改、回收的全寿命过程中对环境的持续影响。

7.2.9 室内装修轻钢龙骨石膏板隔墙、吊顶可参照国家建筑标准设计图集07CJ03－1《轻钢龙骨石膏板隔墙、吊顶》进行设计和施工安装；卫生间排水系统安装可参照国家建筑标准设计图集12S306《住宅卫生间同层排水系统安装》进行设计和施工安装；室内楼（地）面及吊顶装修宜参照国家建筑标准设计图集13J502－3《内装修—楼（地）面装修》、12J502－2《内装修—室内吊顶》和13J501－1《内装修—墙面装修》选用。

7.3 内装部品

7.3.1 厨房

1 装配式建筑室内装修中设置的厨房宜采用整体厨房的形式，整体厨房选型应采用标准化内装部品，安装应采用干式工法的施工方式。

【规范条文】

《住宅设计规范》GB 50096－2011：

[5.3.1] 厨房的使用面积应符合下列规定：

1 由卧室、起居室（厅）、厨房和卫生间等组成的住宅套型的厨房使用面积，不应小于4.0m²；

2 由兼起居的卧室、厨房和卫生间等组成的住宅最小套型的厨房使用面积，不应小于3.5m²。

[5.3.5] 单排布置设备的厨房净宽不应小于1.50m；双排布置设备的厨房其两排设备之间的净距不应小于0.90m。

【要点说明】

整体厨房是建筑中工业化程度比较高的内装部品，采用了工厂化生产现场组装的形式。整体厨房采用标准化、模块化的设计方式设计制造标准单元，通过标准单元的不同组合，适应不同空间大小，达到标准化、系列化、通用化的目标。

【措施方法】

整体厨房的选型，应综合考虑套内空间的使用面积和厨房设备的种类数量等，并符合国家标准《住宅设计规范》GB 50096－2011的相关要求。





图7.3.1－1 整体厨房的典型布置图

2 合理设计和配置整体厨房清洗、储藏、烹饪/烘烤等功能模块。

【规范条文】

《住宅厨房模数协调标准》JGJ/T 262－2012：

[4.1.1] 厨房部件的尺寸应是基本模数的数倍或是分模数的数倍，并应符合人体工程学的要求。

［4.1.2］厨房部件高度尺寸应符合下列规定：

1 地柜（操作台、洗涤池、灶柜）高度应为750mm～900mm，地柜底座高度为100mm。当采用非嵌入灶具时，灶台台面的高度应减去灶具的高度。

2 在操作台面上的吊柜底面距室内装修地面的高度宜为1600mm。

［4.1.3］厨房部件深度尺寸应符合下列规定：

1 地柜的深度可为600mm、650mm、700mm，推荐尺寸宜为600mm。地柜前缘踢脚板凹口深度不应小于50mm。

2 吊柜的深度应为300mm～400mm，推荐尺寸宜为350mm。

［4.1.4］厨房部件宽度尺寸应符合表4.1.4的规定。

表4.1.4 厨房部件的宽度尺寸（mm）

厨房部件	宽度尺寸
操作柜	600、900、1200
洗涤池	600、800、900
灶柜	600、750、800、900

【要点说明】

整体厨房中组成部件的选择，应在考虑建筑模数化要求的基础上方便使用者的操作习惯，还应遵循国家现行相关标准的规定，如国家现行标准《住宅设计规范》GB 50096和《住宅厨房模数协调标准》JGJ/T 262。设计人员和生产企业可按照整体厨房的规格不同，设计生产相应标准化、系列化的产品，以满足不同的使用要求。

整体厨房设计时，其基本尺寸、设备种类、设备布置要满足使用的相关要求，生产企业在研发生产整体厨房内装部品时，应符合行业标准《住宅整体厨房》JG/T 184－2011的规定。

【措施方法】

对整体厨房中组成部件的模数选择，不应影响厨房整体的模数协调原则，在保证厨房整体模数协调的前提下，合理布置各个组成部件，达到协调统一的目的。

整体厨房的主要设施、设备参考如下：

整体厨房的给排水、燃气管线等应集中设置、合理定位，并设置管道检修口。

整体厨房功能模块的选用要点，可参考以下进行：

1 清洗功能模块设计要点

（1）水槽的两边应留有足够的空间，保证台面强度，避免台面断裂。水槽临墙布置时，应留有80mm以上的间隙；

（2）水槽处于拐角处时，两边应留有足够的空间，以方便操作；

（3）给排水系统要布置在水槽柜内。

2 储藏功能模块设计要点

（1）冰箱不应布置在门后，避免影响门的开启；

（2）冰箱的旁边应设有台面，方便食品取用。冰箱不宜和半高柜或高柜放在一起；

（3）冰箱布置在临墙一侧要留有满足冰箱散热的空间，并符合工作动线和冰箱开启的要求。

3 烹饪/烘烤功能模块设计要点

（1）水槽柜与灶台柜在设计时，如若靠墙则需留有80mm的间隙；

（2）如果燃气灶和水槽在同一直线台面上，两者之间的距离不应小于400mm，以保持相对独立的工作区域；

（3）吸油烟机尽量靠近排烟口布置，以缩短排烟管的长度，增强排烟的效果。

4 其他设计要点

（1）在设计中，应特别注意转角处，要留有足够的调整板，以利于两边柜子的开启，转角处尽量不要出现抽屉柜。预留足够的调整板，在安装时就有足够的调整余地，不容易出现柜子装不进的情况。调整板也不宜过大，这样会影响美观；

（2）在厨房的设计中，遇到不同位置、不同大小的障碍物时，应做以下处理：①障碍物的正面尺寸小于100mm时，可以加填封板的方式处理。②障碍物正面尺寸大于100mm时，可以采用改变柜体深度的方法来处理。

（3）整体厨房内装部品的选择，应考虑到厨房炊事工作的特点，并符合人体工程学的要求及建筑模数化的要求。

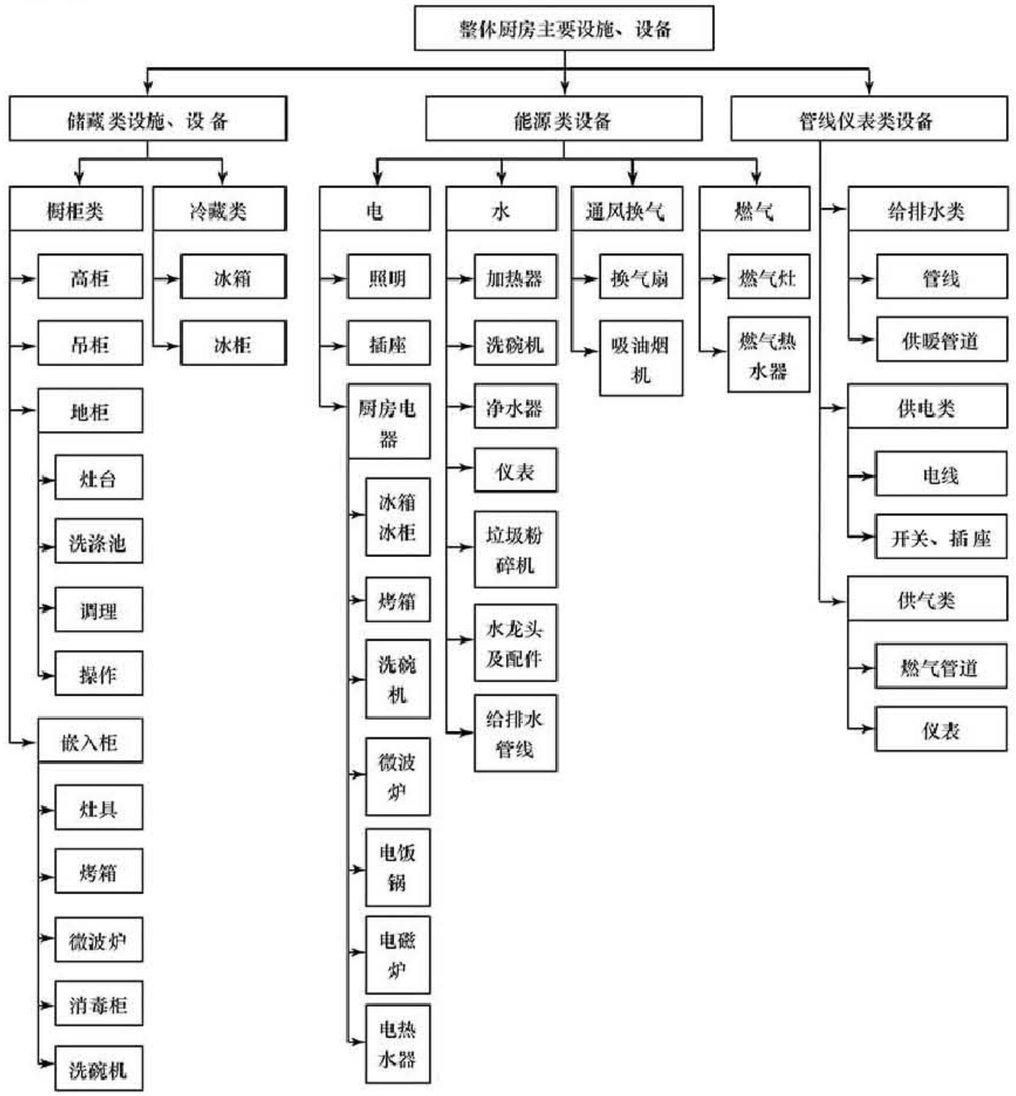


图7.3.1－2 整体厨房的主要设施设备参考图

7.3.2 卫生间

1 选型宜采用标准化的整体卫浴内装部品，安装应采用干式工法的施工方式。

【要点说明】

整体卫浴是以防水底盘、墙板、顶盖构成整体框架，结构独立，配上各种功能洁具形成的独立卫生

单元，具有洗浴、洗漱、如厕三项基本功能或其功能的任意组合。

整体卫浴是工厂化产品，是系统配套与组合技术的集成，整体卫浴在工厂预制，采用模具将复合材料一次性压制成型，现场直接整体安装，适应建筑长寿化的需求，可方便重组、维修、更换。另外，与采用传统做法现场施工的卫生间相比，整体卫浴的工厂生产条件较好、质量管理措施完善，有效提高了建筑质量，提高了施工效率，降低了建造成本，同时也实现了成品化，将质量责任划清，便于工程质量管理以及保险制度的实施。

【措施方法】

整体卫浴设计宜采用干湿分离方式，给排水、通风和电气等管道管线连接应在设计预留的空间内安装完成，并在各专业设备系统预留的接口处设置检修口；整体卫浴的地面不宜高于套内地面完成面的高度。





图 7.3.2 整体卫浴的典型布置图

2 整体卫浴应符合国家现行标准《整体浴室》GB/T 13095、《住宅整体卫浴间》JG/T 183 的规定，内部配件应符合相关产品标准的规定。要求如下：

（1）整体卫浴内空间尺寸偏差允许为 ±5mm；

（2）壁板、顶板、防水底盘材质的氧指数不应低于 32；

（3）整体卫浴的门应设置有在应急时可从外面开启的装置；

（4）座便器及洗面器产品应自带存水弯或配有专用存水弯，水封深度至少为 50mm。

【规范条文】

《住宅设计规范》GB 50096 - 2011：

[5.4.1] 每套住宅应设卫生间，应至少配置便器、洗浴器、洗面器三件卫生设备或为其预留设置位置及条件。三件卫生设备集中配置的卫生间的使用面积不应小于 2.50m²。

【要点说明】

整体卫浴的设置，要符合卫生设备的标准和使用面积上的要求。尽管我国居住建筑现阶段有向小户型发展的趋势，但是在合理控制套型建筑面积的前提下，不应降低卫生间的使用标准。卫生间要满足使用者的基本生活需求，应合理优化卫生设备的布置，同时考虑到老年人及儿童的使用，宜增加相应的设施，并满足无障碍的使用需求。

整体卫浴推荐采用干湿分区的方式，如将干区和湿区做空间分离，更有利于功能划分。生产企业可按照整体卫浴规格的不同，设计生产相应标准化、系列化的产品，以满足不同的使用要求。

【措施方法】

1 卫生洁具及配件

（1）洗面器、淋浴器、座便器及低水箱等陶瓷制品应符合现行国家标准《卫生陶瓷》GB 6952 的规定，采用人造石或玻璃纤维增强塑料等材料时，应符合现行行业标准《人造玛瑙及人造大理石卫生洁具》JC/T 644 和相关标准的规定。

（2）玻璃纤维增强塑料浴缸应符合现行行业标准《玻璃纤维增强塑料浴缸》JC/T 779 的规定，FRP 浴缸、丙烯酸浴缸应符合现行行业标准《住宅浴缸和淋浴底盘用浇铸丙烯酸板材》JC/T 858 的规定，搪瓷浴缸应符合现行行业标准《搪瓷浴缸》QB/T 2664 的规定。

（3）配件包括浴缸水嘴、洗面盆水嘴、低水箱配件和座便器及排水配件等。浴缸水嘴应符合现行行业标准《浴盆及淋浴水嘴》JC/T 760 的规定，洗面盆水嘴应符合现行行业标准《面盆水嘴》JC/T 758 的规定，座便器配件应符合现行行业标准《坐便器坐圈和盖》JC/T 764 的规定，卫生洁具排水配件应符合现行行业标准《卫生洁具排水配件》JC/T 932 的规定。排水配件也可以采用耐腐蚀的塑料制品、铝制品等，但应符合相应的标准。

2 电器

（1）包括照明灯具、排风扇、开关插座等电器应符合现行国家标准《家用和类似用途电器的安全 第 1 部分：通用要求》GB 4706.1 及其他相应标准。

（2）电器的施工安装应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 中的要求。

（3）除电器设备自带开关外，外设开关不应置于整体卫浴内。

7.3.3 收纳

1 室内装修中设置的收纳部品宜采用整体收纳的形式，整体收纳选型应采用标准化内装部品，安装应采用干式工法的施工方式。

2 收纳系统的设计，应充分考虑人体工程与室内设计相关的尺寸、收取物品的习惯、视线等各方面因素，使收纳系统的设计具有更好的舒适性、便捷性和高效性。

【规范条文】

辽宁省地方标准《装配式建筑全装修技术规程（暂行）》DB21/T 1893 - 2011：

[4.3.4] 储藏收纳系统设计符合下列规定：

1 储藏收纳系统包含独立玄关收纳、入墙式柜体收纳、步入式衣帽间收纳、台盆柜收纳、镜柜收纳等；

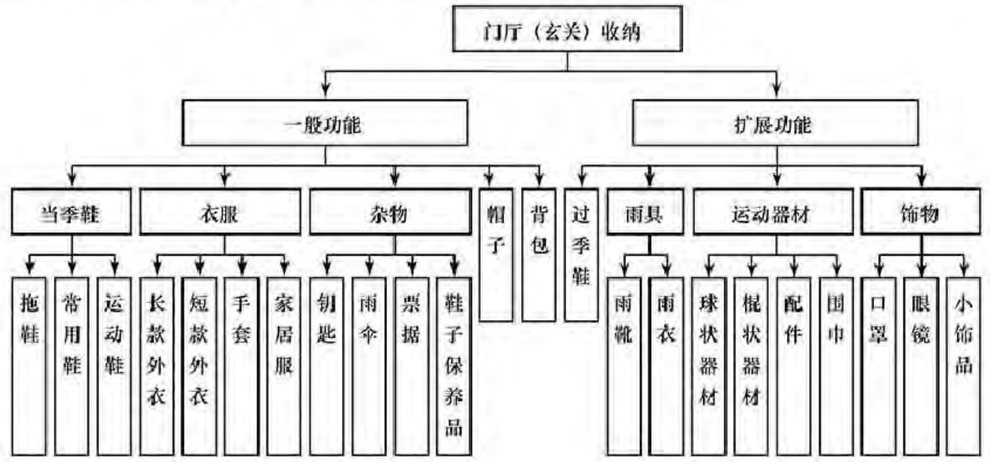
2 储藏收纳系统设计应布局合理、方便使用，宜采用步入式设计，墙面材料宜采用防霉、防潮材料，收纳柜门宜设置通风百叶。

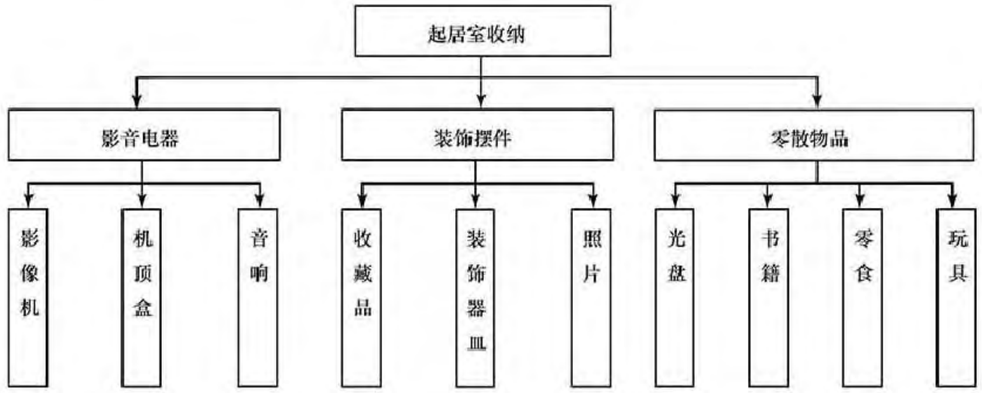
【要点说明】

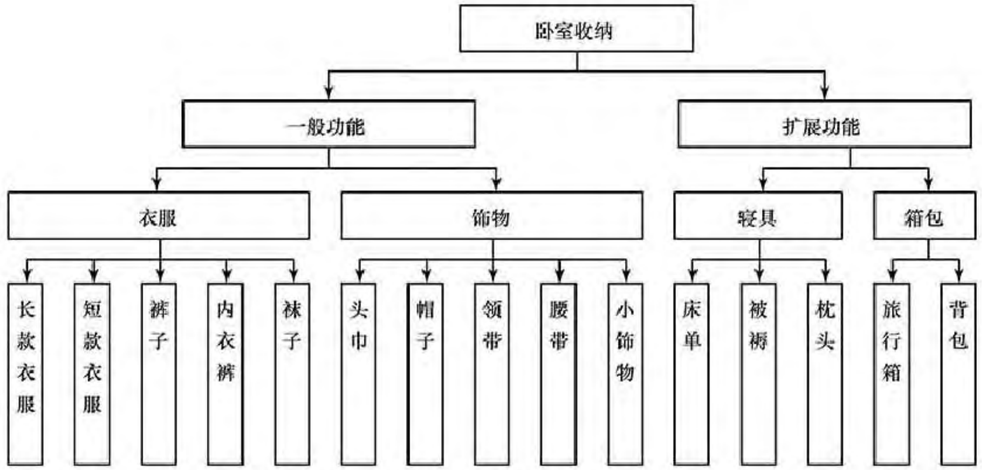
物品的尺寸是收纳系统功能模块参数设计的基础，收纳系统对不同物品的归类收放既要合理有序，又要节省空间。

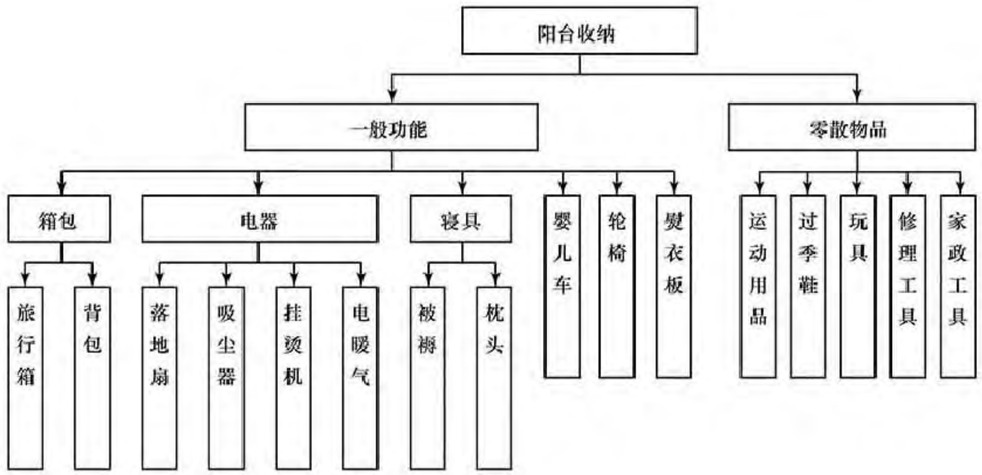
【措施方法】

收纳系统的设计，各使用空间及物品框图可按照以下进行合理设置：









典型的收纳部品如下图所示：



（1）门厅（玄关）收纳



（2）起居室收纳



（3）卧室收纳



（4）阳台收纳

图 7.3.3　典型功能空间收纳效果图

7.3.4　吊顶

1　吊顶具有功能空间划分和装饰作用，应根据室内功能及装修整体风格进行设计和选用材料。

【规范条文】

《公共建筑吊顶工程技术规程》JGJ 345－2014：

［4.2.8］当采用整体面层及金属板吊顶时，重量不大于1kg的筒灯、石英射灯、烟感器、扬声器等设施可直接安装在面板上；总量不大于3kg的灯具等设施可安装在U型或C型龙骨上，并应有可靠的固定措施。

［5.3.4］金属面板集成吊顶工程的施工应符合下列规定：

1 装饰模块的施工应符合本规程第5.3.3条的规定。

2 功能模块的施工应符合下列要求：

1）功能模块上的采暖器具、通风器具、照明器具的电气配线应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303的规定。

2）功能模块上的设备重量限制要求应符合本规范第4.1.8条和第4.2.8条的规定。

辽宁省地方标准《装配式建筑全装修技术规程（暂行）》DB21/T 1893－2011：

［4.3.2］吊顶系统设计符合下列规定：

1 天棚宜采用全吊顶设计，通风管道、消防管道、强弱电管线等宜与结构楼板分离，敷设在吊顶内，并采用专用吊件固定在结构楼板（梁）上；

2 宜在楼板（梁）内预先设置管线、吊杆安装所需预埋件，不宜在楼板（梁）上钻孔、打眼和射钉；

3 吊杆、龙骨材料的截面尺寸应根据荷载条件进行计算确定；

4 吊顶龙骨可采用轻钢龙骨、铝合金龙骨、木龙骨等；

5 吊顶面板宜采用石膏板、矿棉板、木质人造板、纤维增强硅酸钙板、纤维增强水泥板等符合环保、消防要求的板材。

【要点说明】

吊顶设计、安装及吊顶部品选用材料，相关规范均作出了明确的规定。

【措施方法】

吊顶部品的选择，直接影响到吊顶的使用功能和耐久性，应结合室内空间的具体使用情况，合理选用吊顶形式及施工方法。

2 吊顶宜采用集成吊顶，如图7.3.4所示：





图7.3.4 集成吊顶

3 吊顶内宜设置可敷设管线的吊顶空间，吊顶宜设有检修口。

【要点说明】

设置集成吊顶是为了保证装修质量和效果的前提下，便于维修，从而减少剔凿，保证建筑主体结构在全寿命期内安全可靠。

【措施方法】

吊杆、机电设备和管线等连接件、预埋件应在结构板预制时事先埋设，不宜在楼板上射钉、打眼、钻孔。吊顶架空层内主要设备和管线有风机、空调管道、消防管道、电缆桥架，给水管也可设置在吊顶内。

7.3.5 地面

1 地面宜采用集成化部品，宜采用可敷设管线的架空地板系统的集成化部品。

【规范条文】

辽宁省地方标准《装配式建筑全装修技术规程（暂行）》DB21/T 1893－2011：

［4.3.1］架空地板系统设计符合下列规定：

1 在住宅的厨房、卫生间等因采用同层排水工艺而进行结构降板的区域，宜采用架空地板系统，架空地板内敷设给排水管线等；

2 架空地板高度应根据排水管线的长度、坡度进行计算；

3 架空地板系统由边龙骨、支撑脚、衬板、地暖系统、蓄热板和装饰面板组成；

4 衬板可采用经过阻燃处理的刨花板、细木工板等，厚度应根据荷载条件计算确定；

5 蓄热板宜采用热惰性好的板材；

6 地暖系统宜采用干式低温热水地面辐射采暖系统。

【要点说明】

集成化的地面符合装配式建筑的要求。架空地板系统可以在建筑空间全部采用也可部分采用，如果房间地面内无给排水管线，地面构造做法满足建筑隔声要求，该房间可不做架空地板系统。架空地板系统主要是为实现管线与结构主体分离，管线维修与更换不破坏主体结构；同时架空地板也有良好的隔声性能，提高室内声环境质量，但是设置架空地板会导致建筑层高增加。

当采用地暖采暖时，地暖系统应设置在架空地板衬板上，干式低温热水地面辐射采暖系统一般由绝热层、传热板、地热管、承压板组成。地暖系统上饰面板宜采用木地板，如果饰面材料选用磁砖或石材，一般在承压板上增加铺设两层胶合板，以增强瓷砖和石材的基层刚度，瓷砖和石材宜与胶合板粘接固定。新型地暖系统的构造做法宜按照相关产品技术标准执行。

【措施方法】

架空地板系统，在地板下面采用树脂或金属地脚螺栓支撑，架空空间内铺设给排水管线，架空地板的高度主要是根据弯头尺寸、排水管线长度和坡度来计算，一般为250mm～300mm；如果房间地面内不敷设排水管线，房间内也可以采用局部架空地板构造做法，以降低工程成本，局部架空层沿房间周边设置，空腔内敷设给水、采暖、电力管线等。

地脚螺栓是指架空地板与结构楼板连接的承托。衬板是指铺设在支撑脚上的板材，在使用过程中承担地热系统、装饰面板的重量和使用活荷载。蓄热板是指铺设在采暖系统上面的板材。衬板一般采用经过阻燃处理的刨花板，厚度一般为25mm，且不宜小于20mm，间距可根据使用荷载情况进行设计。

蓄热板可采用硅酸钙板、纤维水泥板或者其它板材。

架空地板如图7.3.5所示：





2 架空地板系统应设置地面检修口，方便管道检查和维修。

【要点说明】

架空地板系统的基本要求。

【措施方法】

通常在安装分水器的地板处设置地面检修口，以方便管道检查维修。

7.3.6 隔墙

装配式建筑的平面布局宜采用大开间大进深的形式，宜采用轻质内隔墙进行使用空间的分隔，目前采用的隔墙有：轻质条板类、轻钢龙骨类、木骨架组合墙体类等。

1 隔墙应在满足建筑荷载、隔声等功能要求的基础上，合理利用其空腔。

【规范条文】

辽宁省地方标准《装配式建筑全装修技术规程（暂行）》DB21/T 1893－2011：

［4.3.3］轻质内隔墙设计符合下列规定：

1 内隔墙宜采用轻质隔墙并设置架空层，架空层内敷设电气管线、开关、插座、面板等电气元件；

2 建筑外墙的室内墙板宜设置架空层；

3 分户隔墙、楼电梯间墙宜采用轻质混凝土空心墙板、蒸压加气混凝土墙板、复合空腔墙板或其他满足安全、隔声、防火要求的墙板；

4 住宅套内空间和公共建筑功能空间内隔墙可采用骨架隔墙板，面板可采用石膏板、木质人造板、纤维增强硅酸钙板、纤维增强水泥板等；

5 不应采用含有石棉纤维、未经防腐和防蛀处理的植物纤维装饰材料；

6 以轻钢、木质和其他金属材料为龙骨的架空隔墙板宜选用不燃型岩棉、矿棉或玻璃丝棉等做为隔声和保温填充材料；

7 内隔墙上需要固定电器、橱柜、洁具等较重设备或者其它物品时，应在骨架墙板上采取可靠固定措施，或在龙骨上设置加强板。

【要点说明】

当隔墙需要固定或吊挂物件时，其固定的位置和承载力应符合安全要求，并利用隔墙空腔敷设管线。其中，轻钢龙骨隔墙作为一种非承重内隔墙系统由于其具备隔声性能优越、易于安装、轻质高强、环保节能、占用空间小、全程干作业等特点，在各类建筑室内广泛应用。

2 隔墙应为预制集成产品，并应与门窗洞口及地面尺寸协调，并便于现场安装。

【规范条文】

《建筑轻质条板隔墙技术规程》JGJ/T 157－2014：

［4.2.3］条板隔墙厚度应满足建筑物抗震、防火、隔声、保温等功能要求。单层条板隔墙用做分户墙时，其厚度不应小于120mm；用做户内分室隔墙时，其厚度不宜小于90mm。

［4.2.4］双层条板隔墙的条板厚度不宜小于60mm，两板间距宜为10mm～50mm，可作为空气层或填入吸声、保温材料等功能材料。

［4.2.5］对于双层条板隔墙，两侧墙面的竖向接缝应错开1/2板宽，两板间应采取连接、加强固定措施。

［4.2.6］接板安装的单层条板隔墙，其安装高度应符合下列要求：

1 90mm、100mm厚条板隔墙的接板安装高度不应大于3.6m；

2 120mm、125mm厚条板隔墙的接板安装高度不应大于4.5m；

3 150mm厚条板隔墙的接板安装高度不应大于4.8m；

4 180mm厚条板隔墙的接板安装高度不应大于5.4m；

5 其他厚度的条板隔墙接板安装高度，施工单位可与设计单位协商，另行设计，并提交抗冲击性能检测报告。

［4.2.12］普通型石膏条板和防水性能较差的条板不宜用于潮湿环境及有防潮、防水要求的环境。上述材质的条板隔墙用于无地下室的首层时，宜在隔墙下部采取防潮措施。

［4.2.13］对于有防火要求的分户隔墙、走廊隔墙和楼梯间隔墙，条板隔墙的燃烧性能和耐火极限指标应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的相关规定，并应满足工程设计要求。

［4.2.14］对于有保温要求的分户隔墙、走廊隔墙和楼梯间隔墙，应采取相应保温措施，并可选用复合夹芯条板隔墙或双层条板隔墙。居住建筑分户墙的传热系数应符合现行行业标准《严寒和寒冷地区建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134等的相关规定。

［4.3.8］条板隔墙的板与板之间可采用榫接、平接、双凹槽对接方式，并应根据不同材质、不同构造、不同部位的隔墙采取下列防裂措施：

1 应在板与板之间对接缝隙内填满、灌实粘结材料，企口接缝处应采取抗裂措施；

2 条板隔墙阴阳角处以及条板与建筑主体结构结合处应做专门防裂处理。

［4.3.9］当确定条板隔墙上预留门、窗洞口位置时，应选用与隔墙厚度相适应的门、窗框。当采用空心条板作门、窗框板时，距板边120mm～150mm范围内不得有空心孔洞，可将空心条板的第一孔用细石混凝土灌实。

【要点说明】

采用轻质内隔墙是建筑内装工业化的基本措施之一，隔墙集成程度（隔墙骨架与饰面层的集成）、施工便捷、提高效率是内装工业化水平的主要标志。

其中，楼电梯间隔墙和分户隔墙采用复合空腔墙板主要是考虑隔声。内隔墙一般不挂较重设备和电器，如果需要，应对龙骨进行受力计算，并采取局部补强加固措施。

轻质隔墙如图7.3.6－1所示：



图7.3.6－1 轻质隔墙

3 隔墙面板应根据功能、效果及用途合理选择。

【要点说明】

隔墙面板选择对内装工业化隔墙至关重要，既关系到隔墙功能性又与装饰效果密切相关，因此合理选择和使用轻质隔墙是很必要的。

【措施方法】

隔墙面板的选用，可按照以下规定进行：

（1）普通纸面石膏板：适用于室内吊顶、隔墙和贴面墙系统。

耐火纸面石膏板：适用于防火要求高的室内吊顶、隔墙和贴面墙系统。

耐水纸面石膏板：适用于卫生间、厨房及其他湿度变化多的场合。也可使用水泥压力板代替。

管道井芯板：适用于石膏板管井墙系统特有的导角边易于安装。

（2）纤维增强水泥板/硅酸钙板具有防水防潮，强度高，不易变形等特点，适用于卫生间、厨房等潮湿环境。

4 木骨架组合墙体：木骨架组合墙体可用作分户墙和房间隔墙，如图 7.3.6－2 所示。墙体的设计、制作和施工应按照《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005、《木结构设计规范》GB 50005－2003、《建筑设计防火规范》GB 50016－2014 执行。其隔声性能和保温隔热性能应符合国家相关设计标准要求。木骨架组合墙体的适用范围应考虑采用该墙体的建筑物层数和高度，相关要求依据《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005 和《建筑设计防火规范》GB 50016－2014。



图 7.3.6－2 木骨架组合墙体

（1） 木骨架组合墙体构造

【规范条文】

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005：

[3.1.2] 1 分户墙和房间隔墙的构造主要由木骨架、墙面材料、密封材料和连接件组成。当设计另有需要时，也可增加保温材料、隔声材料和防护材料。

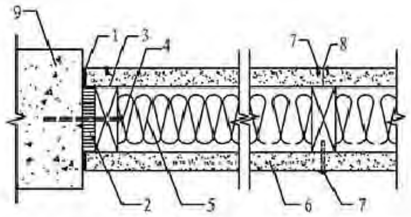


图 3.1.2 木骨架组合墙体安装构造示意

1—密封胶；2—密封条；3—木骨架；4—连接螺栓；5—保温材料；6—墙面板；7—面板固定螺钉；8—墙面板连接缝及密封材料；9—钢筋混凝土主体结构

[5.6.1] 木骨架组合墙体可用作 6 层及 6 层以下住宅建筑和办公楼的非承重外墙和房间隔墙，以及房间面积不超过 100m2 的 7～18 层普通住宅和高度为 50m 以下的办公楼的房间隔墙。

【要点说明】

性能要求：非承重木骨架组合墙体用作分户墙和房间隔墙时，设计、制作和施工应按照《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005、《木结构设计规范》GB 50005－2003、《建筑设计防火规范》GB 50016－2014 执行，其隔声性能和防火性能应符合国家相关设计标准要求。

（2） 木骨架组合墙体设计要点

【规范条文】

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005：

[5.1.5] 分户墙和房间隔墙设计，应符合下列要求：

1 根据本规范第 5.1.3 条、第 5.1.4 条规定的要求，选定墙体的隔声级别和防火级别。

2 根据房屋使用功能要求，确定门、窗尺寸和位置。

3 根据本条前两款要求，确定木骨架尺寸和墙体构造，并按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 和《木结构设计规范》GB50005 的要求，对构件强度和刚度进行验算，对规格材尺寸进行调整。

4 设计墙体和主体结构的连接方式及连接构造。

5 根据需要，确定有关防潮、密封等构造措施。

6 特殊部位结构设计。

【要点说明】

木骨架组合墙体的隔声性能应满足《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005 和《民用建筑隔声设计规范》GB50118－2010 的要求。

（3） 木骨架组合墙体材料选用

【规范条文】

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005：

[4.4.1] 木骨架组合墙体隔声吸声材料宜采用岩棉、矿棉、玻璃棉和纸面石膏板，或其他适合的板材。

[5.5.3] 设备管道穿越木骨架组合墙体时，对管道穿越空隙以及墙与墙连接部位的接缝间隙应采用隔声密封胶或密封条，隔声标准应大于 40dB。

[5.5.4] 在木骨架组合墙体中布置有设备管道时，设备管道应设有防振、隔噪声措施。

【要点说明】

电源插座盒与墙面板之间采用石膏抹灰并密封，其目的是为了隔声。

对于隔声要求大于 50dB 的隔墙，如果在墙板上开孔穿管，所形成的间隙即使采用密封胶密封，墙体隔声也难于满足大于 50dB 的要求，因此，对于隔声要求大于 50dB 的隔墙不允许开孔穿过设备管线。

木骨架组合墙体的燃烧性能和耐火极限应符合《建筑设计防火规范》GB50016－2014 的要求，其他要求应符合《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005 的要求。

（4） 木骨架组合墙体燃烧性能等级和耐火极限

【规范条文】

《建筑设计防火规范》GB 50016－2014 规定：

表 11.0.2 木骨架组合墙体的燃烧性能和耐火极限（h）

构件名称	建筑物的耐火等级或类型				
	一级耐火等级	二级耐火等级	三级耐火等级	木结构建筑	四级耐火等级
房间隔墙	难燃性 1.00	难燃性 0.75	难燃性 0.5	难燃性 0.5	难燃性 0.25

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005：

[4.5.2] 木骨架组合墙体的墙面材料宜采用纸面石膏板，如采用其他材料，其燃烧性能应符合现行国家标准《建筑材料燃烧性能分级方法》GB 8624 关于 A 级材料的要求。四级耐火等级建筑物的墙面材料的燃烧性能可为 B1 级。

[4.5.3] 木骨架组合墙体填充材料的燃烧性能应为 A 级。

[5.6.4] 墙体内设管道、电气线路或者管道、电气线路穿过墙体时，应对管道和电气线路进行绝缘保护。管道、电气线路与墙体之间的缝隙应采用防火封堵材料填塞密实。

【要点说明】

连接构造要求：木骨架分户墙及房间隔墙的连接设计一般可不进行计算，连接构造要求按《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005 执行。

(5) 木骨架组合墙体安装构造措施

【规范条文】

《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005：

[5.3.2] 木骨架组合墙体为分户墙、房间隔墙和高度不大于3m的外墙时，与主体结构的连接应采用墙体上下两边连接的方式；木骨架组合墙体为高度大于3m的外墙时，与主体结构的连接应采用墙体周围四边连接的方式。

[5.3.6] 木骨架组合墙体与主体结构的连接应采用膨胀螺栓连接（方式一）、自钻自攻螺钉连接（方式二）和销钉连接（方式三）（图5.3.6）。分户墙及房间隔墙与主体结构连接采用的连接件直径不应小于6mm，连接件锚入主体结构长度不得小于5d（d为连接件的直径），连接点间距不大于1.2m，每一连接边不少于4个连接点。采用销钉连接时，应在混凝土构件上预留孔。连接件应布置在木骨架宽度中心的1/3区域内，木骨架上均应预先钻导孔，导孔直径为0.8d（d为连接件直径）。

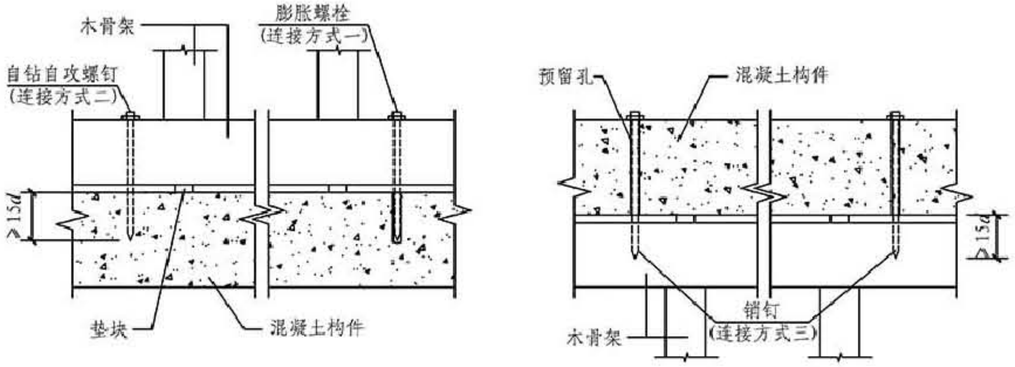


图5.3.6 墙体与主体结构连接示意图

[5.3.7] 当房间隔墙尺寸较小时，墙与主体结构的连接可采用射钉连接。射钉直径不应小于3.7mm，锚入主体结构长度不得小于7.5d（d为射钉直径），连接点间距不应大于600mm。射钉与木骨架末端的距离不应小于100 mm，并应沿木骨架宽度的中心线布置。

8 构件生产与运输

8.1 一般规定

8.1.1 预制构件生产企业应遵守国家及地方有关部门对硬件设施、人员配置、质量管理体系和质量检测手段等的规定。预制构件制作前，应做好相关的准备工作。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.1.1] 预制构件制作单位应具备相应的生产工艺设施，并应有完善的质量管理体系和必要的试验检测手段。

[11.1.2] 预制构件制作前，应对其技术要求和质量标准进行技术交底，并应制定生产方案；生产方案应包括生产工艺、模具方案、生产计划、技术质量控制措施、成品保护、堆放及运输方案等内容。

[11.2.1] 预制构件制作前，对带饰面砖或饰面板的构件，应绘制排砖图或排板图；对夹心外墙板，应绘制内外叶墙板的拉结件布置图及保温板排板图。

北京市地标《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968－2013

[3.0.2] 预制构件加工制作前应审核预制构件加工图，具体内容包括：预制构件模具图、配筋图、预埋吊件及有关专业预埋件布置图等。加工图需要变更或完善时应及时办理变更文件。

[3.0.3] 预制构件制作前应编制生产方案，具体内容包括：生产计划及生产工艺、模具方案及模具计划、技术质量控制措施、成品码放、保护及运输方案等内容。必要时应进行预制构件脱模、吊运、码放、翻转及运输等相关内容的承载力验算。

[3.0.4] 预制构件生产企业的各种检测、试验、张拉、计量等设备及仪器仪表均应检定合格，并在有效期内使用。

[3.0.6] 预制构件制作前，应依据设计要求和混凝土工作性要求进行混凝土配合比设计。必要时在预制构件生产前，应进行样品试制，经设计和监理认可后方可实施。

【要点说明】

构件生产企业应做好生产准备，配备必要的生产设施，其钢筋加工、预应力施工、混凝土生产、浇筑以及养护等各系统的生产能力应相匹配。预制构件生产前，深化设计图纸应完备。生产人员应熟悉设计图纸，了解其重点构造节点，根据工程特点编制生产方案。对施工人员进行技术交底是预制构件生产前必须完成的工作。预制构件用原材料符合相应标准规定，并进行进厂复试。

【措施方法】

1 预制构件制作前应审核加工图，加工图需要修改或完善时应在生产前办理变更文件。

2 预制构件制作应编制生产方案，并应由技术负责人审批、实施。

3 预制构件制作前应对技术要求、质量要求进行技术交底，并保留技术交底记录；企业还应对操作人员进行岗前培训，培训可包括各工序操作程序及质量控制要点、过程检验标准以及安全和环境保护等内容。

4 预制构件生产建立首件验收制度。

8.1.2 生产过程控制

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.1.3] 预制构件用混凝土的工作性应根据产品类别和生产工艺要求确定，构件用混凝土原材料及配合比设计应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 和《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281 等的规定。

[11.1.4] 预制结构构件采用钢筋套筒灌浆连接时，应在构件生产前进行钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度试验，每种规格的连接接头数量不应少于3个。

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.6.1] 制作预制构件的台座或模具在使用前应进行下列检查：

1 外观质量；

2 尺寸偏差。

《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

[6.2.2] 对于半灌浆套筒连接，机械连接端的钢筋丝头加工、连接安装、质量检查应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

北京市地标《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968－2013

[3.0.5] 预制构件所用的原材料质量，钢筋加工和焊接的力学性能，混凝土的强度，构件的结构性能，装饰材料、保温材料及拉接件的质量等均应根据现行有关标准进行检查试验，出具试验报告并存档备案。

[3.0.7] 预制构件的质量检验应按模具、钢筋、混凝土、预制构件等四个检验项目进行，检验时对新制作或改制后的模具、钢筋成品和预制构件应按件检验；对原材料、预埋件、钢筋半成品、重复使用的定型模具等应分批随机抽样检验；对混凝土拌合物工作性及强度应按批检验。

[3.0.8] 模具、钢筋、混凝土和预制构件的制作质量，均应在班组自检、互检、交接检的基础上，由专职检验员进行检验。

[3.0.9] 对检验合格的检验批，宜作出合格标识；检验批质量合格应符合下列规定：

1 主控项目的质量经抽样检验合格；

2 一般项目的质量经抽样检验合格；当采用计数检验时，除专门要求外，一般项目的合格点率应达到80%及以上，不合格点的偏差不得超过允许偏差的1.5倍，且不得有严重缺陷；

3 具有完整的生产操作依据和质量检验记录

[3.0.10] 检验资料应完整，其主要内容应包括混凝土、钢筋及受力埋件质量证明文件、主要材料进场复验报告、构件生产过程质量检验记录、结构试验记录（或报告）及其必要的试验或检验记录。

【要点说明】

生产过程中的控制包括原材料的检验、模具的检验、成品的检验以及过程中的质量检查要求。实行群众性的自检，互检和交接检，加强专职人员在生产过程中对操作质量的巡回检查。建立健全质量检验体系，配备具备专业素质的检验人员，确保标准的落实。原材进厂的质量证明资料及构件出厂质量证明文件要完整。

【措施方法】

1 预制构件的质量检验应按模具、钢筋、混凝土、预制构件等四个检验项目进行。检验时，对新制作或改制后的模具、钢筋成品、预制构件按件检验；对原材料、预埋件、钢筋半成品、重复使用的定型模具等应分批随机抽样检验；对混凝土拌合物工作性能及强度，按批检验。

2 检验资料主要内容应包括混凝土、钢筋、预埋件的质量证明文件、主要材料进场复验报告、构件生产过程质量检验记录、结构试验记录（或报告）及其必要的试验或检验记录。各种试验，检验资料，应根据现行有关规定进行试验、检测，提出报告，存档备查。

8.1.3 隐蔽工程检查

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.6.2] 预制构件制作过程中应进行下列检查：

1 预埋吊件的规格、数量、位置及固定情况；

2 复合墙板夹心保温层和连接件的规格、数量、位置及固定情况；

3 门窗框和预埋管线规格、数量、位置及固定情况；

4 本规范第8.8.3条规定的检查内容。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.3.1] 在混凝土浇筑前应进行预制构件的隐蔽工程检查，检查项目应包括下列内容：

1 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距等；

2 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度等；

3 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；

4 预埋件、吊环、插筋的规格、数量、位置等；

5 灌浆套筒、预留孔洞的规格、数量、位置等；

6 钢筋的混凝土保护层厚度；

7 夹心外墙板的保温层位置、厚度，拉结件的规格、数量、位置等；

8 预埋管线、线盒的规格、数量、位置及固定措施。

《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

[6.2.3] 浇筑混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程检查。隐蔽工程检查应包括下列内容：

1 纵向受力钢筋的牌号、规格、数量、位置；

2 灌浆套筒的型号、数量、位置及灌浆孔、出浆孔、排气孔的位置；

3 钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；

4 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、间距、位置，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；

5 预埋件的规格、数量和位置。

【要点说明】

在混凝土浇筑前，应按要求对预制构件的钢筋、预应力筋以及各种预埋部件进行隐蔽工程检查，这是保证预制构件满足结构性能的关键质量控制环节。

【措施方法】

除执行国家及行业标准要求，全国各地可根据本地情况编制预制构件生产质量检验标准并贯彻实施，明确预制构件生产质量管理要求。如无地方规定，也可以参考北京市地标《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968－2013。

8.2 模　具

8.2.1 模具、模台设计制作

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.3.1] 制作预制构件的场地应平整、坚实，并应有排水措施。当采用台座生产预制构件时，台座表面应光滑平整，2m长度内表面平整度不应大于2mm，在气温变化较大的地区应设置伸缩缝。

[9.3.2] 模具应具有足够的强度、刚度和整体稳定性，并应能满足预制构件预留孔、插筋、预埋吊件及其他预埋件的定位要求。模具设计应满足预制构件质量、生产工艺、模具组装与拆卸、周转次数等要求。跨度较大的预制构件的模具应根据设计要求预设反拱。

[9.3.8] 清水混凝土预制构件的制作应符合下列规定：

1 预制构件的边角宜采用倒角或圆弧角；

2 模具应满足清水表面设计精度要求。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.2.2] 预制构件模具除应满足承载力、刚度和整体稳定性要求外，尚应符合下列规定：

1 应满足预制构件质量、生产工艺、模具组装与拆卸、周转次数等要求；

2 应满足预制构件预留孔洞、插筋、预埋件的安装定位要求；

3 预应力构件的模具应根据设计要求预设反拱。

【要点说明】

1 模具和台座管理应由专人负责，并应建立健全模具设计、制作、改制、验收、使用和保管制度。

2 模具应有足够的承载力、刚度、稳定性及良好的操作性能，并应满足预制构件质量、生产工艺、周转次数等的要求；重要、大型模具应有设计计算书。

3 模具的部件与部件之间应连接牢固，并满足预制构件预留孔洞、插筋和预埋件的安装定位要求。

【措施方法】

1 清水混凝土预制构件的模具接缝应紧密，并应设置有效的防止漏水、漏浆措施。

2 流水线模具包括台模、边模。台模作为底模，不同边模生产不同构件。边模固定方式有定位销加螺栓固定、磁盒固定等方式。一般用于生产造型简单，批量大的构件，如叠合楼板底板、内外墙板等。

3 边模固定方式有定位销加螺栓固定、磁盒固定等方式。一般用于生产造型复杂或小批量的构件，如楼梯板、阳台板和飘窗等。

8.2.2 预制构件模具尺寸允许偏差及检验方法

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.2.3] 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法应符合表 11.2.3 的规定。当设计有要求时，模具尺寸的允许偏差应按设计要求确定。

表 11.2.3 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法

项次	检验项目及内容		允许偏差（mm）	检验方法
1	长度	≤6m	1，－2	用钢尺量平行构件高度方向，取其中偏差绝对值较大处
		>6m 且≤12m	2，－4	
		>12m	3，－5	
2	截面尺寸	墙板	1，－2	用钢尺测量两端或中部，取其中偏差绝对值较大处
3		其他构件	2，－4	
4	对角线差		3	用钢尺量纵、横两个方向对角线
5	侧向弯曲		L/1500 且≤5	拉线，用钢尺量测侧向弯曲最大处
6	翘曲		L/1500	对角拉线测量交点间距离值得两倍
7	底模表面平整度		2	用 2m 靠尺和塞尺量
8	组装缝隙		1	用塞片或塞尺量
9	端模与侧模高低差		1	用钢尺量

【要点说明】

1 自制模具应根据预制构件特点确定工艺方案并出具加工图纸。结构造型复杂、外型有特殊要求或批量大的定型模具应制作样板，经检验合格后方可成批制作。

2 外购模具进场时应检查图纸和使用说明书是否齐全，还应检查外观质量、尺寸偏差是否符合合同要求，检验合格后方可使用。

【措施方法】

1 在模具使用过程中，应杜绝野蛮操作，尽可能减少变形。

2 生产过程中应检查侧模、预埋件和预留孔洞定位措施的有效性。

3 暂停使用的模具应存放在平整地面上；叠放的模具应采取防止变形的措施；模具应有防生锈措施，且零配件保持完好；重新启用的模具生产前应进行检验，合格后方能使用。

4 侧模出筋的构件不便拆模，应小心操作。为防止侧模变形，可适当增加侧模刚度。如侧模发生变形，应及时进行修整，检验合格后才能再次使用。

5 外观质量应检查各零部件是否齐全、是否有变形、开焊等。

8.2.3 隔离剂

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.2.6] 应选用不影响构件结构性能和装饰工程施工的隔离剂。

【要点说明】

预制构件选用的隔离剂应避免降低混凝土表面强度，并满足后期装修要求；对于清水混凝土及表面需要涂装的混凝土构件应采用专用隔离剂。

8.3 钢筋和预埋件

8.3.1 预制构件中钢筋加工要求同现浇混凝土结构，应符合《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011、《混凝土结构工程质量验收规范》GB 50204－2015 的要求。

8.3.2 钢筋成型

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[4.1.4] 钢筋焊接网应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的规定。

[11.1.5] 预制构件用钢筋的加工、连接与安装应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 等的有关规定。

北京市地方标准《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968－2013

[5.3.5] 绑扎成型的钢筋骨架周边两排钢筋不得缺扣，绑扎骨架其余部位缺扣、松扣的总数量不得超过绑扣总数的 20%，且不应有相邻两点缺扣或松扣。

检查数量：全数检查；

检验方法：观察及摇动检查。

[5.3.6] 焊接成型的钢筋骨架应牢固、无变形。焊接骨架漏焊、开焊的总数量不得超过焊点总数的 4%，且不应有相邻两点漏焊或开焊。

检查数量：全数检查；

检验方法：观察及摇动检查。

[5.3.7] 钢筋成品尺寸允许偏差应符合表 5.3.7 的规定。

检查数量：以同一班组同一类型成品为一检验批，在逐件目测检验的基础上，随机抽件 5%，且不少于 3 件。

检查方法：按附录 A 观察和用尺量。

表 5.3.7 钢筋成品尺寸允许偏差

项次	检验项目		允许偏差（mm）
1	绑扎钢筋网片	长、宽	±5
		网眼尺寸	±10
2	焊接钢筋网片	长、宽	±5
		网眼尺寸	±10
		对角线差	5
		端头不齐	5
3	钢筋骨架	长	±10
		宽	±5
		厚	0、-5
		主筋间距	±10
		主筋排距	±5
		起弯点位移	15
		箍筋间距	±10
		端头不齐	5

【要点说明】

为提高生产效率，钢筋宜采用机械加工的成型钢筋。叠合板类构件中的钢筋桁架加工工艺复杂，质量控制较难，应使用专业化生产的成型钢筋桁架。由于钢筋在焊接过程中会产生热变形，导致钢筋桁架会产生扭翘变形。在加工过程中，企业应对桁架专业加工厂进行质量抽查，以确保钢筋桁架的产品质量。

钢筋骨架成型后，应保证整体性。钢筋间距、预埋件位置、保护层厚度等应符合设计要求。套筒及与套筒连接的钢筋出筋位置必须准确。

【措施方法】

1 钢筋绑扎场地应清洁平整；钢筋网片宜在模架或地坪绑扎；钢筋骨架应在绑扎架上绑扎，绑扎架应平稳牢固、高度合适。

2 钢筋骨架、钢筋网片入模后，必须保证设计规定的受力主筋混凝土保护层厚度，并应注意以下几点：

（1）预制构件受力主筋混凝土保护层厚度，宜采用专用塑料支架控制，严禁使用混凝土垫块；当采用水泥砂浆垫块时，应保证必要的强度；支架或垫块可按梅花形放置，间距以主筋不下垂为宜。

（2）位于预制构件断面中心和侧面位置的钢筋骨架或钢筋网，保护层厚度可用塑料支架、垫块或短钢筋支撑，且必须固定在主筋上，并应确保后续生产时不发生位移；

（3）用反打工艺时，钢筋骨架或钢筋网片可采用塑料支架与吊杠结合的方式来保证受力主筋保护层厚度。

3 入模后的钢筋骨架或网片发生变形、歪斜必须及时扶正修理；严禁在入模后的钢筋上踩踏或行走，不得在钢筋上放置杂物。

4 预制构件端部外露主筋、弯起筋、箍筋或拉结筋等入模时必须采用绑扎或工具式卡具固定，避免偏斜或位移。

8.3.3 预埋件

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.2.4] 预埋件加工的允许偏差应符合表 11.2.4 的规定。

表 11.2.4 预埋件加工允许偏差

项次	检验项目及内容		允许偏差（mm）	检验方法
1	预埋件锚板的边长		0，-5	用钢尺量
2	预埋件锚板平整度		1	用直尺和塞尺量
3	锚筋	长度	10，-5	用钢尺量
		间距偏差	±10	用钢尺量

[11.2.5] 固定在模具上的预埋件、预留孔洞中心位置允许偏差应符合表 11.2.5 的规定。

表 11.2.5 模具预留孔洞中心位置允许偏差

项次	检验项目及内容	允许偏差（mm）	检验方法
1	预埋件、插筋、吊环、预留孔洞中心线位置	3	用钢尺量
2	预埋螺栓、螺母中心线位置	2	用钢尺量
3	灌浆套筒中心线位置	1	用钢尺量

[11.4.5] 夹心外墙板的内外叶墙板之间的拉结件类别、数量及使用位置应符合设计要求。

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.3.9] 带门窗、预埋管线预制构件的制作，应符合下列规定：

1 门窗框、预埋管线应在浇筑混凝土前预先放置并固定，固定时应采取防止窗破坏及污染窗体表面的保护措施；

2 当采用铝窗框时，应采取避免铝窗框与混凝土直接接触发生电化学腐蚀的措施；

3 应采取控制温度或受力变形对门窗产生的不利影响的措施。

【要点说明】

1 固定预埋件前，应检查预埋件型号、材料用量、级别、规格尺寸、预埋件平整度、锚筋长度、预埋件焊接质量。

2 预埋件的固定必须保证位置准确，在混凝土浇筑、振捣过程中不得发生移位。

3 吊环位置及外露长度均应符合设计要求，且用铁丝绑牢；薄壁预制构件的吊环应加压筋或与主筋钩牢。

【措施方法】

1 构件上部的预埋件可采用工具式螺栓固定，当采用磁力吸或胶粘法固定预埋件时，磁力吸规格和粘接胶的品种、型号应通过试验确定。

2 构件底面上预埋件的固定：当采用钢底模时，可采用与钢筋焊接的方式，但不得损伤被焊钢筋断面，且不得与预应力钢筋焊接；并采用木底模时，可采用钉子固定。

3 型钢预埋件应采取在型钢上加焊钢筋来定位固定，预埋件应与钢筋骨架和模板绑扎牢固。

4 预埋螺栓、吊母、吊具等应采用工具式卡具固定，并应保护好丝扣。

5 预埋钢筋套筒应使用定位螺栓固定在侧模上，灌浆口角度可采用钢筋棍绑扎在主筋上进行定位控制。

6 预埋电线盒、电线管或其他管线时，必须与模板或钢筋固定牢固，并将孔隙堵塞严密，避免水泥砂浆进入。

7 在安装过程中发现预埋件的尺寸、形状发生变化时或对预埋件的质量有怀疑时，应对该批预埋件再次进行复检，合格后方可使用。

8 安装后应核查预埋件的类别、数量、使用位置等符合设计要求。

8.3.4 钢筋灌浆套筒

【规范条文】

《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

[6.2.1] 预制构件钢筋及灌浆套筒的安装应符合下列规定：

1 连接钢筋及全灌浆套筒安装时，应逐根插入灌浆套筒内，插入深度应满足设计锚固深度要求；

2 钢筋安装时，应将其固定在模具上，灌浆套筒与柱底、墙底模板应垂直，应采用橡胶环、螺杆等固定件避免混凝土浇筑、振捣时灌浆套筒和连接钢筋移位；

3 与灌浆套筒连接的灌浆管、出浆管应定位准确、安装稳固；

4 应采取防止混凝土浇筑时向灌浆套筒内漏浆的封堵措施。

[7.0.2] 工程应用套筒灌浆连接时，应由接头提供单位提交所有规格接头的有效型式检验报告。验收时应核查下列内容：

1 工程中应用的各种钢筋强度级别、直径对应的型式检验报告应齐全，报告应合格有效；

2 型式检验报告送检单位与现场接头提供单位应一致；

3 型式检验报告中的接头类型，灌浆套筒规格、级别、尺寸，灌浆料型号与现场使用的产品应一致；

4 型式检验报告应在4年有效期内，可按灌浆套筒进厂（场）验收日期确定；

5 报告内容应包括本规程附录A规定的所有内容。

[7.0.3] 灌浆套筒进厂（场）时，应抽取灌浆套筒检验外观质量、标识和尺寸偏差，检验结果应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398及本规程第3.1.2条的有关规定。

检查数量：同一批号、同一类型、同一规格的灌浆套筒，不超过1000个为一批，每批随机抽取10个灌浆套筒。

检查方法：观察，尺量检查。

[7.0.5] 灌浆施工前，应对不同钢筋生产企业的进场钢筋进行接头工艺检验；施工过程中，当更换钢筋生产企业，或同生产企业生产的钢筋外形尺寸与完成工艺检验的钢筋有较大的差异时，应再次进行工艺检验。接头工艺检验应符合下列规定：

1 灌浆套筒埋入预制构件时，工艺检验应在预制构件生产前进行；当现场灌浆施工单位与工艺检验时的灌浆单位不同，灌浆前应再次进行工艺检验；

2 工艺检验应模拟施工条件制作接头试件，并应按接头提供单位提供的施工操作要求进行；

3 每种规格钢筋应制作3个对中套筒灌浆连接接头，并应检查灌浆质量；

4 采用灌浆料拌合物制作的40mm×40mm×160mm试件不应少于1组；

5 接头试件及灌浆料试件应在标准养护条件下养护28d；

6 每个接头试件的抗拉强度、屈服强度应符合本规程第3.2.2条、第3.2.3条的规定，3个接头试件残余变形的平均值应符合本规程表3.2.6的规定；灌浆料抗压强度应符合本规程第3.1.3条规定的28d强度要求；

7 接头试件在量测残余变形后可再进行抗拉强度试验，并应按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107规定的钢筋机械连接型式检验单向拉伸加载制度进行试验；

8 第一次工艺检验中1个试件抗拉强度或3个试件的残余变形平均值不合格时，可再抽3个试件进行复检，复检仍不合格判为工艺检验不合格；

9 工艺检验应由专业检测机构进行，并应按本规程附录A第A.0.2条规定的格式出具检验报告。

[7.0.6] 灌浆套筒进厂（场）时，应抽取灌浆套筒并采用与之匹配的灌浆料制作对中连接接头试件，并进行抗拉强度检验，检验结果均应符合本规程第3.2.2条的有关规定。

检查数量：同一批号、同一类型、同一规格的灌浆套筒，不超过1000个为一批，每批随机抽取3个灌浆套筒制作对中连接接头试件。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

[7.0.7] 本规程第7.0.6条规定的抗拉强度检验接头试件应模拟施工条件并按施工方案制作。接头试件应在标准养护条件下养护28d。接头试件的抗拉强度试验应采用零到破坏或零到连接钢筋抗拉荷载标准值1.15倍的一次加载制度，并应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的有关规定。

【要点说明】

采用钢筋灌浆套筒时，接头提供单位应提交所有规格接头的有效型式检验报告；灌浆套筒进厂时，应抽取灌浆套筒检验外观质量、标识和尺寸偏差；预制构件生产之前，应对灌浆套筒进行工艺检验；灌浆套筒以及与之连接的钢筋应采用专用卡具进行定位固定。

8.4 构件成型

8.4.1 混凝土浇筑

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[7.6.8] 混凝土坍落度、维勃稠度的质量检查应符合下列规定：

1 坍落度和维勃稠度的检验方法应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法》GB/T 50080的有关规定；

2 坍落度、维勃稠度的允许偏差应分别符合表7.6.8的规定；

3 预拌混凝土的坍落度检查应在交货地点进行；

4 坍落度大于220mm的混凝土，可根据需要测定其坍落扩展度，扩展度的允许偏差为±30mm。

表7.6.8 混凝土坍落度、维勃稠度的允许偏差

坍落度（mm）			
设计值（mm）	≤40	50至90	≥100
允许偏差（mm）	±10	±20	±30
维勃稠度（s）			
设计值（s）	≥11	10至6	≤5
允许偏差（s）	±3	±2	±1

[9.3.4] 当采用平卧重叠法制作预制构件时，应在下层构件的混凝土强度达到5.0MPa后，再浇筑上层构件混凝土，上、下层构件之间应采取隔离措施。

[9.3.6] 预制构件的饰面应符合设计要求。带面砖或石材饰面的预制构件宜采用反打成型法制作，也可采用后贴工艺法制作。

[9.3.7] 带保温材料的预制构件宜采用水平浇筑方式成型。采用夹芯保温的预制构件，宜采用专用连接件连接内外两层混凝土，其数量和位置应符合设计要求。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.3.2] 带面砖或石材饰面的预制构件宜采用反打一次成型工艺制作，并应符合下列要求：

1 当构件饰面层采用面砖时，在模具中铺设面砖前，应根据排砖图的要求进行配砖和加工；饰面砖应采用背面带有燕尾槽或粘结性能可靠的产品。

2 当构件饰面层采用石材时，在模具中铺设石材前，应根据排板图的要求进行配板和加工；应按设计要求在石材背面钻孔、安装不锈钢卡钩、涂覆隔离层。

3 应采用具有抗裂性和柔韧性、收缩小且不污染饰面的材料嵌填面砖或石材之间的接缝，并应采取防止面砖或石材在安装钢筋、浇筑混凝土等生产过程中发生位移的措施。

[11.3.3] 夹心外墙板宜采用平模工艺生产，生产时应先浇筑外叶墙板混凝土层，再安装保温材料和拉结件，最后浇筑内叶墙板混凝土层；当采用立模工艺生产时，应同步浇筑内外叶墙板混凝土层，并应采取保证保温材料及拉结件位置准确的措施。

[11.3.4] 应根据混凝土的品种、工作性、预制构件的规格形状等因素，制定合理的振捣成型操作规程。混凝土应采用强制式搅拌机搅拌，并宜采用机械振捣。

【要点说明】

1 目前成型工艺主要有：反打工艺、正打工艺；一次浇筑工艺、二次浇注工艺。

2 应根据成型工艺的不同、浇筑方法顺序的不同，制定不同的生产操作规程。

3 应根据混凝土的品种、工作性能和预制构件的规格形状等因素，选择合适的振捣设备，制定合理的振捣成型操作规程。

【措施方法】

1 混凝土浇筑预制构件断面高度大于300mm时，应分层浇筑，每层混凝土浇筑高度不得超过300mm。

2 布料机下料口或封板不得触碰模具、钢筋及其他预留预埋装置；布料机放料应由一端开始按顺序均匀下料，每次下料不宜过量。

3 起重机配合吊斗下料时，吊斗距离模板高度不得超过600mm；下料时必须均匀，并应辅以人工摊铺；摊铺时应站在铺设好的跳板上或站在钢制模具边缘操作，不得踩踏钢筋骨架，严禁一次性集中下料。

4 露天生产遇下雨时宜停止浇筑，当必须继续浇筑时应有相应质量保证措施，避免模具及混凝土内混入雨水。

5 混凝土浇筑完成后应对模具上及周边混凝土的残留及时进行清理。

6 混凝土振捣过程中应随时检查模板有无漏浆、变形、预埋件有无移位等，若变形或移位超出偏差时，应及时采取补救措施。

7 带面砖或石材饰面的预制构件宜采用反打一次成型工艺生产。当饰面层采用面砖时，在模具中铺设面砖前应根据排砖图的要求进行配砖和加工；饰面砖应采用背面带有燕尾槽或粘接性能可靠的产品。当饰面层采用石材时，在模具中铺设石材前应根据排板图的要求进行配板和加工，并应按设计要求在石材背面钻孔、安装不锈钢卡钩、涂覆隔离层。采用具有抗裂性和柔韧性、收缩小且不污染饰面的材料嵌填面砖或石材之间的接缝，并应采取防止面砖或石材在安装钢筋、浇筑混凝土等生产过程中发生位移的措施。混凝土振捣宜采用振动台进行振捣，当采用振捣棒振捣时，应避免破坏饰面层。

8 夹心外墙板宜采用平模工艺生产，生产时应先浇筑外叶墙板混凝土层，再安装保温材料和拉接件，最后浇筑内叶墙板混凝土层，外叶墙和内叶墙混凝土浇筑间隔不宜超过表8.4.1的要求；当采用立模生产工艺时，应同步浇筑内外叶墙板混凝土层，并应采取措施确保保温材料及拉接件的位置准确。

表8.4.1 外叶墙和内叶墙混凝土浇筑间隔时间（min）

混凝强度等级	气温	
	不高于25℃	高于25℃
C30及以下	90	60
高于C30	60	30

9 带门窗框或预埋管线的预制构件的生产注意事项：门窗框、预埋管线应在浇筑混凝土前预先放置并固定，固定时应采取防止门窗框或管线破坏及防止污染窗体表面的保护措施；当采用铝窗框时，应采取避免铝窗框与混凝土直接接触发生腐蚀的措施；应采取措施控制温度或受力变形。

8.4.2 养护

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.3.5] 预制构件可根据需要选择洒水、覆盖、喷涂养护剂养护，或采用蒸汽养护、电加热养护。采用蒸汽养护时，应合理控制升温、降温速度和最高温度，构件表面宜保持90%～100%的相对湿度。

[9.3.8] 清水混凝土预制构件的制作应符合下列规定：

3 应控制原材料质量和混凝土配合比，并应保证每班生产构件的养护温度均匀一致。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.3.5] 预制构件采用洒水、覆盖等方式进行常温养护时，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的要求。

预制构件采用加热养护时，应制定养护制度对静停、升温、恒温和降温时间进行控制，宜在常温下静停2h～6h，升温、降温速度不应超过20℃/h，最高养护温度不宜超过70℃，预制构件出池的表面温度与环境温度的差值不宜超过25℃。

【要点说明】

在条件允许的情况下，预制构件推荐采用自然养护。当采用加热养护时，应按照养护制度的规定，进行温控，避免预制构件出现温差裂缝。对于夹心外墙板的养护，还应考虑保温材料的热变形特点，合理控制养护温度。

【措施方法】

1 预制构件浇筑完毕后应进行养护，企业可根据预制构件特点结合自身生产条件选择自然养护、自然养护加养护剂或加热养护方式。

2 加热养护制度应通过试验确定，宜在常温下预养护2h～6h，升、降温速度不应超过20℃/h，最高温度不宜超过70℃，预制构件脱模时的表面温度与环境温度的差值不宜超过25℃。

3 夹芯保温外墙板采取加热养护时，养护温度不宜大于50度，以防止保温材料变形造成对构件的破坏。

4 预制构件脱模后可继续养护，养护可采用水养、洒水、覆盖和喷涂养护剂等一种或几种相结合的方式。

5 水养和洒水养护的养护用水不应使用回收水，水中养护应避免预制构件与养护池水有过大的温差，洒水养护次数以能保持构件处于润湿状态为度，且不宜采用不加覆盖仅靠构件表面洒水的养护方式。

6 当不具备水养或洒水养护条件或当日平均气温低于5℃时，可采用涂刷养护剂方式；养护剂不得影响预制构件与现浇混凝土面的结合强度。

8.4.3 脱模

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.3.11] 预制构件脱模起吊时的混凝土强度应根据计算确定，且不宜小于15MPa。后张有粘结预应力混凝土预制构件应在预应力筋张拉并灌浆后起吊，起吊时同条件养护的水泥浆试块抗压强度不宜小于15MPa。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.3.6] 脱模起吊时，预制构件的混凝土立方体抗压强度应满足设计要求，且不应小于15N/mm2。

【要点说明】

1 规定预制构件脱模最低强度是为了防止过早脱模造成预制构件出现变形或开裂。脱模时，同条

件养护的混凝土试件抗压强度应满足设计要求，且不应小于15MPa。

2 预制构件使用的吊具和吊装时吊索的夹角，涉及到拆模吊装时的安全，此项内容非常重要，应严格执行。在吊装过程中，吊索水平夹角不宜小于60°且不应小于45°，尺寸较大或形状复杂的预制构件应使用分配梁或分配桁架类吊具，并应保证吊车主钩位置、吊具及预制构件重心在垂直方向重合。

【措施方法】

1 构件脱模前先进行同条件试块试验。

2 脱模顺序应按支模顺序相反进行，应先脱非承重模板后脱承重模板，先脱帮模再脱侧模和端模、最后脱底模。

3 高宽比大于2.5以上的大型预制构件，应边脱模边加支撑避免预制构件倾倒。

4 构件多吊点起吊时，应保证各个吊点受力均匀。

5 水平反打的墙板、挂板和管片类预制构件，宜采用翻板机翻转或直立后再行起吊。

8.5 表面处理、标识及成品保护

8.5.1 表面处理

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.3.10] 采用现浇混凝土或砂浆连接的预制构件结合面，制作时应按设计要求进行处理。设计无具体要求时，宜进行拉毛或凿毛处理，也可采用露骨料粗糙面。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.3.7] 采用后浇混凝土或砂浆、灌浆料连接的预制构件结合面，制作时应按设计要求进行粗糙面处理。设计无具体要求时，可采用化学处理、拉毛或凿毛等方法制作粗糙面。

《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169－2009

[9.0.2] 普通清水混凝土表面宜涂刷透明保护涂料；饰面清水混凝土表面应涂刷透明保护涂料。

[9.0.3] 同一视觉范围内的涂料及施工工艺应一致。

【要点说明】

1 新老混凝土结合面：粗糙面处理、键槽、凿毛、拉毛。

2 如有表面装饰要求时，应对混凝土构件表面进行处理。

3 如出现表面破损时，应对混凝土构件表面进行处理。

【措施方法】

1 结合面处理：

（1）露骨料粗糙面施工方法是在模板表面涂刷适量的缓凝剂，或者在预制构件需要露骨料的部位直接涂刷缓凝剂。在混凝土脱模或初凝后，采用高压水枪冲洗掉未凝结的水泥砂浆形成粗糙面。

（2）在混凝土初凝后终凝前，用专用工具刻痕形成粗糙面。

（3）在模板内表面做成榫槽结构。

2 气泡处理：清理混凝土表面，用与原混凝土同配比减砂石水泥浆刮补表面，待硬化后，用细砂纸均匀打磨，用水冲洗洁净。

3 漏浆部位处理：清理混凝土表面松动砂子，用刮刀取界面剂的稀释液调制成颜色与混凝土基本相同的水泥腻子抹于需处理部位。待腻子终凝后用砂纸磨平，刮至表面平整，阳角顺直，喷水养护。

8.5.2 标识

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.4.6] 预制构件检查合格后，应在构件上设置表面标识，标识内容宜包括构件编号、制作日期、合格状态、生产单位等信息。

北京市地标《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968－2013

[3.0.12] 对合格的预制构件应作出标识，标识内容应包括：工程名称、构件型号、生产日期、生产单位、合格标识等。

【要点说明】

经初验和终验均合格的预制构件为合格品，在其上醒目位置设置明显的表面标识，标识宜包括工程名称、预制构件编号、制作日期、合格状态、生产单位和监理签章等信息。

【措施方法】

标识位置要便于检查。可采用手写、喷涂、印戳方式，也可事先打印卡片预埋或粘贴在构件表面。预制构件生产单位可根据工程情况，采用预埋芯片的方法，标识预制构件产品信息。

8.5.3 成品保护

【规范条文】

《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

[6.2.5] 预制构件制作及运输过程中，应对外露钢筋、灌浆套筒分别采取包裹、封盖措施。

北京市地标《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030－2013

[7.5.1] 预制构件在运输、存放、安装施工过程中及装配后应做好成品保护，成品保护可采取包、裹、盖、遮等有效措施。预制构件存放处2m范围内不应进行电焊、气焊作业。

【要点说明】

成品保护分为两个阶段，一是构件安装前运输、堆放、吊装等各个环节对预制构件的保护（本条内容）；二是构件安装后对构件饰面等的保护（见本指南第9.2.6条）。

预制构件在厂内运输和存放过程中应做好成品保护；外墙门框、窗框和带外装饰材料的表面宜采用防护措施。

【措施方法】

1 运输时应根据情况设置临时或永久的固定措施，避免在装、卸车时发生倾覆。

2 预制构件应在刚性搁置点处设置柔性垫片。

3 垫木、垫块表面宜用塑料薄膜包裹以避免给预制构件造成污染。

4 外墙门框、窗框和带外装饰材料的表面宜采用塑料贴膜或其他防护措施。

5 预埋孔洞应采取防止堵塞的临时封堵措施。

6 对预制构件易腐蚀或生锈的部位或部件应进行遮挡。

7 对保温板和外露筋应采取保护措施，防止开裂或弯曲。

8 在冬期生产和存放时，预制构件的非贯穿孔洞应采取防冻胀措施；

9 预制构件超薄、薄壁和门洞口处宜用型钢进行加固。

8.6 堆放及运输

8.6.1 预制构件生产厂家应根据厂区条件、构件特点等制定运输与堆放方案。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.5.1] 应制定预制构件的运输与堆放方案，其内容应包括运输时间、次序、堆放场地、运输线路、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等。对于超高、超宽、形状特殊的大型构件的运输和堆放应有专门的质量安全保证措施。

【要点说明】

预制构件的运输和堆放涉及质量和安全要求，应按工程或产品特点制定运输堆放方案，策划重点控

制环节，对于特殊构件还要制定专门质量安全保证措施。构件临时码放场地可合理布置在吊装机械可覆盖范围内，避免二次搬运。

8.6.2 预制构件堆放

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.4.1] 预制构件运输与堆放时的支承位置应经过计算确定。

[9.4.3] 预制构件的堆放应符合下列规定：

1 场地应平整、坚实，并应采取良好的排水措施；

2 应保证最下层构件垫实，预埋吊件宜向上，标识宜朝向堆垛间的通道；

3 垫木或垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；重叠堆放构件时，每层构件间的垫木或垫块应在同一垂直线上；

4 堆垛层数应根据构件与垫木或垫块的承载力及堆垛的稳定性确定，必要时应设置防止构件倾覆的支架；

5 施工现场堆放的构件，宜按安装顺序分类堆放，堆垛宜布置在吊车工作范围内且不受其他工序施工作业影响的区域；

6 预应力构件的堆放应根据反拱影响采取措施。

[9.4.4] 墙板类构件应根据施工要求选择堆放和运输方式。外形复杂墙板宜采用插放架或靠放架直立堆放和运输。插放架、靠放架应安全可靠。采用靠放架直立堆放的墙板宜对称靠放、面饰朝外，与竖向的倾斜角不宜大于10°。

[9.6.4] 预制构件的起吊、运输应进行下列检查：

1 吊具和起重设备的型号、数量、工作性能；

2 运输线路；

3 运输车辆的型号、数量；

4 预制构件的支座位置、固定措施和保护措施。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.5.3] 预制构件堆放应符合下列规定：

1 堆放场地应平整、坚实，并应有排水措施；

2 预埋吊件应朝上，标识宜朝向堆垛间的通道；

3 构件支垫应坚实，垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；

4 重叠堆放构件时，每层构件间的垫块应上下对齐，堆垛层数应根据构件、垫块的承载力确定，并应根据需要采取防止堆垛倾覆的措施；

5 堆放预应力构件时，应根据构件起拱值的大小和堆放时间采取相应措施。

[11.5.4] 墙板的运输与堆放应符合下列规定：

1 当采用靠放架堆放或运输构件时，靠放架应具有足够的承载力和刚度，与地面倾斜角度宜大于80°；墙板宜对称靠放且外饰面朝外，构件上部宜采用木垫块隔离；运输时构件应采取固定措施。

2 当采用插放架直立堆放或运输构件时，宜采取直立运输方式；插放架应有足够的承载力和刚度，并应支垫稳固。

3 采用叠层平放的方式堆放或运输构件时，应采取防止构件产生裂缝的措施。

【要点说明】

1 存放场地应平整且承载力满足构件堆放要求，避免由于场地原因造成构件开裂和损坏。

2 预制构件多层码放时，如果上下层垫木的位置不同，会对构件产生一定的弯剪力，严重时会对预制构件产生破坏。

3 对采用专用支架立放的预制构件，要对称靠放且外饰面朝外，并应保持倾斜角度大于80度。

4 冬期裸露的非贯穿孔洞容易堆积冰雪，进而会导致预制构件受冻胀裂。

【措施方法】

1 企业应针对预制构件的特点和库区实际情况制定存放方案，预制构件在库存期间应确保完好、安全。

2 预制构件库区存放场地宜为混凝土硬化地面或经人工处理的自然地坪，且应满足平整度和地基承载力要求，并设有排水措施；库区内应划区分别立标识牌，标明该区产品的种类；库区的通道宽度不宜小于800mm，当使用汽车吊吊运构件时应加宽通道满足其工作要求。

3 预制构件入库应建立台账，并应详细记录工程名称、产品型号、数量及生产日期等信息；凡入库的预制构件应按照工程名称、型号和便于吊装出厂的顺序分别码放，因入库或吊运造成的不合格品应隔离码放。

4 每垛预制构件之间应留有一定距离，相邻两垛之间距离不宜小于200mm，堆垛时预制构件编号应置于明显可见的位置；多层码放时上下垫木的位置应对齐且应便于操作；预制构件存放过程中支点位置应合理设置；预制柱、梁等细长构件宜平放且用两条垫木支撑；预制楼板、阳台板、叠合板和看台板等宜平放，叠放存储层数不宜超过规范规定；预制内、外墙板等竖向码放时，宜采用专用支架直立堆放，支架应有足够的强度和刚度，并应支垫稳固，预制构件的上部宜使用垫木隔离。

5 库管员应经常检查库区预制构件，发现库区场地有下沉、倾斜等异常现象时应立即上报或处理。库管员应每日核对出入库数量及存量，且应做到帐物相符，不得错发。

6 经初验合格和有合格标识的预制构件方可入库，未经初验、初验不合格或无标识的预制构件不得入库。

8.6.3 预制构件运输

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.4.2] 预制构件的运输应符合下列规定：

1 预制构件的运输线路应根据道路、桥梁的实际条件确定，场内运输宜设置循环线路；

2 运输车辆应满足构件尺寸和载重要求；

3 装卸构件过程中，应采取保证车体平衡、防止车体倾覆的措施；

4 应采取防止构件移动或倾倒的绑扎固定措施；

5 运输细长构件时应根据需要设置水平支架；

6 构件边角部或绳索接触处的混凝土，宜采用垫衬加以保护。

[9.6.5] 预制构件的堆放应进行下列检查：

1 堆放场地

2 垫木或垫块的位置、数量；

3 预制构件堆垛层数、稳定措施。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.5.2] 预制构件的运输车辆应满足构件尺寸和载重要求，装卸与运输时应符合下列规定：

1 装卸构件时，应采取保证车体平衡的措施；

2 运输构件时，应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；

3 运输构件时，应采取防止构件损坏的措施，对构件边角部或链索接触处的混凝土，宜设置保护衬垫。

【要点说明】

1 运输前应制定预制构件运输方案。运输方案内容应包括运输方式、运输路线选择、运输工具配置、承运人员配置和预制构件保护等措施。

2 预制构件运输中要对构件采取必要的保护措施，防止对构件造成损坏。

【措施方法】

1　宜选用低平板车运输预制构件，其装车支撑位置应根据计算确定。

2　装车时应确保车辆和场地承载对称均匀，避免在装车或卸车时发生倾覆。

3　设计为水平受力和细长的杆类预制构件宜采用水平运输，其装运层数以车辆和道路荷载、预制构件的特点及承载能力、行车路线必经桥梁限高等综合因素确定。

4　预制夹芯墙板宜采用专用支架垂直运输方式运输，支架应与运输车辆固定。

5　预制梁、柱或管类构件采用水平运输时不宜超过2层。

6　装车完毕，应采用辊绳将预制构件与支架和车辆固定，辊绳与预制构件边角处应垫上钢包角。

7　运输车辆应严格遵守交通规则，行驶速度不宜超过60km/h，遇有泥泞和坑洼处，应减速慢行。

8　卸车时吊车臂起落必须平稳、低速，避免对预制构件造成损坏。

8.7　出厂要求

8.7.1　构件检查

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.6.3] 预制构件的质量应进行下列检查：

1　预制构件的混凝土强度；

2　预制构件的标识；

3　预制构件的外观质量、尺寸偏差；

4　预制构件上的预埋件、插筋、预留孔洞的规格、位置及数量；

5　结构性能检验应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的有关规定。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11.4.2] 预制构件的允许尺寸偏差及检验方法应符合表11.4.2的规定。预制构件有粗糙面时，与粗糙面相关的尺寸允许偏差可适当放松。

表11.4.2　预制构件的尺寸允许偏差及检验方法

项目			允许偏差（mm）	检验方法
长度	板、梁、柱、桁架	<12m	±5	尺量检查
		≥12m且<18m	±10	
		≥18m	±20	
	墙板		±4	
宽度、高（厚）度	板、梁、柱桁架截面尺寸		±5	钢尺量一端及中部，取其中偏差绝对值较大处
	墙板的高度、厚度		±3	
表面平整度	板、梁、柱、墙板内表面		5	2m靠尺和塞尺检查
	墙板外表面		3	
侧向弯曲	板、梁、柱		L/750且≤20	拉线、钢尺量最大侧向弯曲处
	墙板、桁架		L/1000且≤20	

续表11.4.2

项目		允许偏差（mm）	检验方法
翘曲	板	L/750	调平尺在两端量测
	墙板	L/1000	
对角线	板	10	钢尺量两个对角线
	墙板、门窗口	5	
挠度变形	梁、板、桁架设计起拱	±10	拉线、钢尺量最大弯曲处
	梁、板、桁架下垂	0	
预留孔	中心线位置	5	尺量检查
	孔尺寸	±5	
预留洞	中心线位置	10	尺量检查
	洞口尺寸、深度	±10	
门窗口	中心线位置	5	尺量检查
	宽度、高度	±3	
预埋件	预埋件锚板中心线位置	5	尺量检查
	预埋件锚板与混凝土面平面高差	0，−5	
	预埋螺栓中心线位置	2	
	预埋螺栓外露长度	+10，−5	
	预埋套筒、螺母中心线位置	2	
	预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差	0，−5	
	线管、电盒、木砖、吊环在构件平面在中心线位置偏差	20	
	线管、电盒、木砖、吊环与构件表面混凝土高差	0，−10	
预留插筋	中心线位置	3	尺量检查
	外露长度	+5，−5	
键槽	中心线位置	5	尺量检查
	长度、宽度、深度	±5	

注：1　L为构件最长边的长度（mm）；

2　检查中心线、螺栓和孔道位置偏差时，应沿纵横两个方向量测，并取其中偏差较大值。

[11.4.3] 预制构件应按设计要求和现行国家标准《混凝土结构工程质量验收规范》GB50204的关规定进行结构性能检验。

《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

[6.2.4] 预制构件拆模后，灌浆套筒的位置及外露钢筋位置、长度偏差应符合表6.2.4的规定。

表 6.2.4 预制构件灌浆套筒和外露钢筋的允许偏差及检验方法

项目		允许偏差（mm）	检验方法
灌浆套筒中心位置		+2 0	尺量
外露钢筋	中心位置	+2 0	
	外露长度	+10 0	

[6.2.6] 预制构件出厂前，应对灌浆套筒的灌浆孔和出浆孔进行透光检查，并清理灌浆套筒内的杂物。

【要点说明】

预制构件的质量检查应在构件出厂前（厂内生产的预制构件为工序交接前）进行。检查内容主要包括混凝土强度、标识、外观质量、尺寸偏差、预埋预留设施质量及结构性能检验情况。尺寸偏差可根据工程设计需要适当从严控制。与本指南第十章第 10.3.5 条规定基本一致。

8.7.2 出厂合格证

【规范条文】

北京市地标《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968－2013

[3.0.11] 质量检验部门应根据钢筋、混凝土、预制构件的试验、检验资料，评定预制构件的质量。当上述各检验项目的质量均合格时，方可评定为合格产品。预制构件部分非主控项目不合格时，允许采取措施修理后重新检验，合格后仍可评定为合格。

[3.0.13] 检验合格的预制构件应及时向使用单位出具“预制混凝土构件出厂合格证”；不合格的预制构件不得出厂。

【要点说明】

1 通常当预制构件强度达到 100% 时即可出厂；此时若龄期不到 28d，合格证中混凝土 28d 标养试件的强度数据会暂时空缺，待龄期达到 28d 后，应用数据完整的合格证替代原有强度空缺的合格证。

2 预制构件交付时应按照有关标准规定或合同要求，提供产品质量证明文件。产品质量证明文件应包括以下内容：

（1）出厂合格证；

（2）混凝土抗压强度等设计要求的各项性能试验报告；

（3）主筋试验报告；

（4）结构性能检验报告；

（5）根据合同要求应提供的其它质量证明文件。

【措施方法】

1 合格的预制构件方可出厂。出厂时应随预制构件向使用单位提供“预制构件出厂合格证”，不合格的预制构件不得出厂。

2 预制构件出厂合格证（见表 8.7.2）应包括下列内容：

（1）合格证编号、构件编号；

（2）产品数量；

（3）构件型号；

（4）质量情况；

（5）生产企业名称、生产日期、出厂日期；

（6）检验员签名或盖章（可用检验员代号表示）。

3 使用单位或监理应对运输到场的预制构件质量和标识进行查验，确认满足要求后方可卸车。

4 卸车后的预制构件宜存放在吊车工作范围内，且宜按照型号、使用部位和施工吊装顺序分类存放。

表 8.7.2 预制混凝土构件出厂合格证

<table>
<tr><td colspan="3">预制混凝土构件出厂合格证</td><td colspan="2">资料编号</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">工程名称
及使用部位</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">合格证编号</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>构件名称</td><td></td><td>型号规格</td><td></td><td>供应数量</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>制造厂家</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">企业等级证</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>标准图号或
设计图纸号</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">混凝土设计强度等级</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>混凝土浇筑日期</td><td colspan="2">至</td><td colspan="2">构件出厂日期</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="15">性能检验评定结果</td><td colspan="2">混凝土抗压强度</td><td colspan="4">主筋</td></tr>
<tr><td>试验编号</td><td>达到设计强度（%）</td><td>试验编号</td><td>力学性能</td><td colspan="2">工艺性能</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">外观</td><td colspan="4">面层装饰材料</td></tr>
<tr><td>质量状况</td><td>规格尺寸</td><td>试验编号</td><td colspan="3">试验结论</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">保温材料</td><td colspan="4">保温连接件</td></tr>
<tr><td>试验编号</td><td>试验结论</td><td>试验编号</td><td colspan="3">试验结论</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">钢筋连接套筒</td><td colspan="4">结构性能</td></tr>
<tr><td>试验编号</td><td>试验结论</td><td>试验编号</td><td colspan="3">实验结论</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3">备注</td><td colspan="4">结论：</td></tr>
<tr><td colspan="3">供应单位技术负责人</td><td>填表人</td><td colspan="3" rowspan="3">供应单位名称
（盖章）</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">填表日期：</td></tr>
</table>

9 建筑施工

9.1 一般规定

9.1.1 装配式混凝土结构施工前施工单位应制定施工组织设计和施工方案，以便于合理安排施工场地布置、施工工序及施工工艺，同时应完成或配合完成深化设计任务。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.1.1] 装配式结构工程应编制专项施工方案。必要时，专业施工单位应根据设计文件进行深化设计。

[9.2.1] 装配式混凝土结构施工前，应根据设计要求和施工方案进行必要的施工验算。

[9.5.1] 装配式结构安装现场应根据工期要求以及工程量、机械设备等现场条件，组织立体交叉、均衡有效的安装施工流水作业。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[12.1.1] 装配式结构施工前应制定施工组织设计、施工方案；施工组织设计的内容应符合现行国家标准《建筑工程施工组织设计规范》GB/T 50502 的规定；施工方案的内容应包括构件安装及节点施工方案、构件安装的质量管理及安全措施等。

[12.1.7] 未经设计允许不得对预制构件进行切割、开洞。

北京市地标《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030－2013

[3.0.1] 装配式结构施工前，施工单位应准确理解设计图纸的要求，掌握有关技术要求及细部构造，根据工程特点和施工规定，进行结构施工复合及验算、编制装配式结构专项施工方案。

[3.0.2] 装配式结构施工前，应完成深化设计，深化设计文件应经设计单位认可。施工单位应校核预制构件加工图纸、对预制构件施工预留和预埋进行交底。

安徽省地方标准《装配整体式剪力墙结构技术规程》DB34/T 1874－2013

[8.1.2] 装配式结构施工前应按设计要求和施工方案进行必要的施工验算。施工验算应包括以下内容：

1 预制构件运输、码放及吊装过程中按运输、码放和吊装工况进行构件承载力验算；

2 吊装设备的吊装能力验算；

3 预制构件安装过程中施工临时荷载作用下构件支撑系统和临时固定装置的承载力验算。

【要点说明】

装配式混凝土结构施工前，施工单位应就施工措施性预留、预埋和各专业预留、预埋等内容向深化设计单位进行交底及协商，并将其成果以深化设计文件形式确定下来，经设计单位认可后作为后续施工的依据。同时应熟悉施工图纸，掌握关键连接节点技术细节，根据装配式工程特点编制施工组织设计及专项施工方案。

专项施工方案所涉及的内容至少应包括：塔吊布置及附墙、预制构件吊装及临时支撑方案、后浇部分钢筋绑扎及混凝土浇筑方案、构件安装质量及安全控制方案；若采用钢筋套筒灌浆接头连接工艺，应对此工艺编制专项施工方案，明确钢筋灌浆连接接头施工操作要点及质量控制措施。

现行规范没有对装配式结构施工作业流程及预制构件吊装施工流程给出规定。对于装配式结构施工作业流程，由于其所选用的不同的建筑平面、不同的施工机械布置、不同的施工人员及不同的施工安装单位均会根据具体工程实际情况对作业流程进行安排和调整，这样的安排调整与施工工期计划、措施性投入量及工程经济性等因素息息相关，较难形成统一的流程。就装配式剪力墙结构施工作业流程而言，按照墙体后浇混凝土及叠合层后浇混凝土浇筑顺序不同，可分为不同的施工作业流程，同样对应了差异较大的工期、措施性投入及工程经济性。而对于预制构件吊装施工流程，其所对应的不同构件用途、不同连接形式及不同的安装支撑工具也会带来差异性吊装施工流程。就装配式剪力墙结构预制剪力墙吊装施工流程而言，按照灌浆顺序的先后次序，可分为不同的吊装施工流程，同样对应了差异较大的技术措施。

9.1.2 与现浇混凝土结构相比，装配式混凝土结构施工中吊运工作量较大，包括预制混凝土构件卸车、码放吊运、运输吊运及吊装施工等。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.1.3] 预制构件的吊运应符合下列规定：

1 应根据预制构件形状、尺寸、重量和作业半径等要求选择吊具和起重设备，所采用的吊具和起重设备及其施工操作，应符合国家现行有关标准及产品应用技术手册的规定；

2 应采取保证起重设备的主钩位置、吊具及构件重心在竖直方向上重合的措施；吊索与构件水平夹角不宜小于60°，不应小于45°；吊运过程应平稳，不应有大幅度摆动，且不应长时间悬停；

3 应设专人指挥，操作人员应位于安全位置。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[12.1.4] 吊装用吊具应按国家现行有关标准的规定进行设计、验算或试验检验。

吊具应根据预制构件形状、尺寸及重量等参数进行配置，吊索水平夹角不宜小于60°，且不应小于45°；对尺寸较大或形状复杂的预制构件，宜采用有分配梁或分配桁架的吊具。



图 9.1.2 吊装中吊具使用、吊索角度要求示意

安徽省地方标准《装配整体式剪力墙结构技术规程》DB34/T 1874－2013

[8.1.5] 吊具应符合国家现行相关标准的有关规定。自制、改造、修复和新购置的吊具，应按国家现行相关标准的有关规定进行设计验算或试验检验，并经认定合格后方可投入使用。

【要点说明】

预制构件吊运的安全性在施工过程中至关重要，相关规范条文中均从起重机械设备选型，吊具、吊绳的选择，吊装人员配备及吊运技术措施做了详细的规定，确保吊运过程安全可靠。

施工现场在吊运的过程中应严格按照方案明确的工序、吊运规定进行，尤其应对吊运过程进行细致的施工验算，施工验算的准确可靠是确保吊运安全可靠的前提。该部分所涉及的施工验算内容较多，包含了起重验算、吊索具验算、吊运工况验算、存放工况验算、临时支撑工况及构件翻转等特定工况验算

和其他可能涉及到的内容。

安徽省地方标准针对吊运过程中预制构件混凝土安装强度以及预制构件自制吊具的应用做出了更加明确的规定。

【措施方法】

预制构件吊运前，施工单位应制定专项吊装、运输等方案。

吊运方案内容应包括预制构件进场运输路线及堆放场地、构件进场卸车的起重设备、吊具、吊点等工序的要点说明及预制构件安装过程中的吊运工序要点、注意事项等。预制构件在吊运过程中严格遵循吊运规定、谨慎操作，构件的成品保护对保证吊运安全有着重要意义。

9.1.3 施工准备

施工准备包括：人员准备、材料准备、机械设备、吊具准备、场内运输准备、构件存放准备及吊装支撑准备等。

1 人员准备

装配式混凝土结构施工前的人员准备主要是对管理人员、吊装工人、灌浆作业等特殊工序的操作工人进行专项培训，明确工艺操作要点、工序以及施工操作过程中的安全要素。

【规范条文】

北京市地标《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030－2013

[3.0.3] 施工单位应根据装配式结构工程的管理和施工技术特点，对管理人员及作业人员进行专项培训。

2 材料准备

装配式混凝土结构施工中预制构件的安装支撑体系、模板体系以及构件连接灌浆材料等应在工程施工前预先购置或租赁。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.1.5] 装配式结构施工中采用专用定型产品时，专用定型产品及施工操作应符合国家现行有关标准及产品应用技术手册的规定。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[12.1.3] 预制构件、安装用材料及配件等应符合设计要求及国家现行有关标准的规定。

北京市地标《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030－2013

[7.1.2] 预制构件、安装用材料及配件等应按现行国家相关标准的规定进行进场验收，未经检验或不合格的产品不得使用。

3 机械设备、吊具准备

装配式混凝土结构施工以构件吊装为施工重点环节，构件吊装过程中吊装设备和吊具的选择至关重要，该部分内容参见本章第9.1.2条的有关规定。

4 场内运输及构件存放准备

装配式混凝土结构施工前，对现场场地布置应根据项目情况充分考虑预制构件场内运输道路及场内构件存放场地、存放量等的实际要求。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.4.1] 预制构件运输与堆放时的支承位置应经计算确定。

[9.4.3] 预制构件的堆放应符合下列规定：

1 场地应平整、坚实，应采取良好的排水措施；

2 应保证最下层构件垫实，预埋吊件宜向上，标示宜朝向堆垛间的通道。

3 垫木或垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；重叠堆放构件时，每层构件间的垫木或垫块应在同一垂直线上；

4 堆垛层数应根据构件与垫木或垫块的承载力及堆垛的稳定性确定，必要时应设置防止构件倾覆的支架；

5 施工现场堆放的构件，宜按安装顺序分类堆放，堆垛宜布置在吊车工作范围内且不受其他工序施工作业影响的区域；

6 预应力构件的堆放应根据反拱影响采取措施。

[9.4.4] 墙板类构件应根据施工要求选择堆放和运输方式。外形复杂墙板宜采用插放架或靠放架直立堆放和运输。插放架、靠放架应安全可靠。采用靠放架直立堆放的墙板宜对称靠放、饰面朝外，与竖向的倾斜角不宜大于10度。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[12.2.1] 应合理规划构件运输通道和临时堆放场地，并应采取成品堆放保护措施。

上海市地标《装配整体式住宅混凝土构件制作、施工及质量验收规程》DG/TJ08－2069－2010

[5.1.3] 预制外墙板宜采用竖直立放式运输，预制叠合楼板、预制阳台板、预制楼梯可采用平放运输，并正确选择支垫位置。

[5.1.4] 预制构件运送到施工现场后，应按规格、品种、所用部位、吊装顺序分别设置堆场。现场驳放堆场应设置在吊车工作范围内，堆垛之间宜设置通道。

[5.1.5] 现场运输道路和堆放堆场应平整坚实，并有排水措施。运输车辆进入施工现场的道路，应满足预制构件的运输要求。卸放、吊装工作范围内不应有障碍物，并应有满足预制构件周转使用的场地。

[5.1.6] 预制外墙板可采用插放或靠放，堆放架应有足够的刚度，并需支垫稳固。宜将相邻堆放架连成整体，预制外墙板应外饰面朝外，连接止水条、高低口、墙体转角等薄弱部位，应采用定型保护垫块或专用式附套件作加强保护。

[5.1.7] 预制叠合楼板可采用叠放方式，层与层之间应垫平、垫实，各层支垫应上下对齐，最下面一层支垫应通长设置。叠放层数不应大于6层。

5 安装吊装准备

在装配式结构施工吊装前，吊装工艺及安装操作要点均应在预制构件吊装专项施工方案中写明，并在实体工程吊装前完成所有的施工准备工作。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.1.2] 装配式结构正式施工前，宜选择有代表性的单元或部分进行试制作、试安装。

[9.5.2] 预制构件安装前的准备工作应符合下列规定：

1 应核对已施工完成结构的混凝土强度、外观质量、尺寸偏差等符合设计要求和本规范的有关规定。

2 应核对预制构件混凝土强度及预制构件和配件的型号、规格、数量等符合设计要求。

3 应在施工完成结构及预制构件上进行测量放线，并应设置安装定位标志。

4 应确认吊装设备及吊具出于安全操作状态。

5 应核实现场环境、天气、道路状况满足吊装施工要求。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[12.1.5] 钢筋套筒灌浆前，应在现场模拟构件连接接头的灌浆方式，每种规格钢筋应制作不少于3个套筒灌浆连接接头，进行灌注质量以及接头抗拉强度的检验；经检验合格后，方可进行灌浆作业。

[12.2.2] 安装施工前，应核对已施工完成结构的混凝土强度、外观质量、尺寸偏差等符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666和本规程的有关规定，并应核对预制构件的混凝土强度及预制构件和配件的型号、规格、数量等符合设计要求。

[12.2.3] 安装施工前，应进行测量放线、设置构件安装定位标识。

[12.2.4] 安装施工前，应复核构件装配位置、节点连接构造及临时支撑方案等。

[12.2.5] 安装施工前，应检查复核吊装设备及吊具处于安全操作状态。

[12.2.6] 安装施工前，应核实现场环境、天气、道路状况等满足吊装施工要求。

[12.2.7] 装配式结构施工前，宜选择有代表性的单元进行预制构件试安装，并应根据试安装结果及时调整完善施工方案和施工工艺。

北京市地方标准《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030－2013

[7.1.1] 预制构件安装施工前，应按设计要求和专项施工方案对各种工况进行必要的安装施工验算。

[7.1.4] 预制构件在安装时，应符合下列规定：

1 预制构件的混凝土强度应符合设计要求；

2 对预制构件及其上的建筑附件、顶埋件、预埋吊件等宜采取施工保护措施；

3 预制构件不应出现破损或污染；

4 未经设计允许不得对预制构件进行切割、开洞。

[7.3.1] 安装施工准备应符合下列规定：

1 宜选择有代表性的构件或单元进行试安装，根据试安装结果及时调整完善专项施工方案，确定施工工序及工艺；

2 应复核构件安装位置、节点连接构造及临时支撑等；

3 应按工序要求检查已施工完成结构的混凝土强度、外观质量和尺寸偏差；

4 安装施工前，应在预制构件和已完成的结构上测量放线、设置安装定位标志；

5 吊装机具应满足吊装重量、构件尺寸及作业半径等施工要求，并调试合格。

上海市地标《装配整体式住宅混凝土构件制作、施工及质量验收规程》DG/TJ08－2069－2010

[5.2.1] 每层楼面轴线垂直控制点不应少于4个，楼层上的控制轴线应用经纬仪由底层原始点直接向上引测。

[5.2.2] 每个楼层应设置1个引测高程控制点。

[5.2.3] 预制构件控制线应由轴线引出，每一块（件）预制构件应有纵、横控制线各2条。

[5.2.4] 预制外墙板安装前应在墙板内侧弹出竖向与水平线，安装时应与楼层上该墙板控制线相对应。当采用饰面砖外装饰时，饰面砖竖向横向砖缝应引测、贯通到外墙内侧来控制相邻板与板之间、层与层之间饰面砖缝对直。

[5.2.5] 预制外墙板垂直度测量，4个角留设的测点为预制外墙板转换控制点，用靠尺（托线板）以此4点在内侧进行垂直度校核和测量。

[5.2.6] 应在预制外墙板顶部设置水平标高点，在上层预制外墙板吊装时应先垫垫块或在构件上预埋标高控制调节件。

【要点说明】

施工前的准备主要围绕施工组织要素中人、材料、机械及工艺展开；与现浇结构施工相比，装配式结构施工增加了构件运输及存放准备。

施工前人员准备工作是最核心的环节，主要强调对操作人员，特别是吊装工、灌浆工等与装配式结构施工质量息息相关人员的培训，使该部分人员形成质量意识。

材料准备重点是装配式结构施工所特有的连接材料，包括灌浆料、坐浆料等连接材料的准备。

机械准备主要指装配式结构构件吊装、临时支撑固定、连接钢筋控制等专用工具的准备。

工艺准备主要包括吊装施工前测量放线要求及吊装要求。

构件运输和存放准备主要包括预制构件进场存放方式、成品保护方式及对施工现场的道路条件要求等内容。

【措施方法】

装配式结构工程的施工管理和施工技术均与传统现浇结构有较大差异。对管理人员与操作人员进行有针对性的交底与培训是将装配式结构施工管理及施工技术付诸实践的最好途径。

对于没有装配式结构施工经验的施工单位而言，应在开工前选取本工程典型单元进行试装配，以达到磨合吊装工艺、把控质量、领会安全控制要点的目的。选择有代表性的单元或部分进行试制作、试安装，要求在实体工程施工前，选择标准户型，针对标准户型中预制构件进行试生产，并将生产构件用于样板间；在样板间施工过程中每道工序均按照吊装方案进行安装，管理人员和操作人员在样板间施工中均应规范管理、操作；试安装过程中遇到的问题、积累的经验，可在将来应用于实体工程施工中。

无论是管理人员还是作业人员，尽量在施工现场展示样板间处进行全程跟踪学习。对于作业操作者来说，应要求各个班组工人在施工样板间处轮流进行所负责工序的操作学习。在正式施工前最大限度的提高管理水平、磨练操作技能、掌握施工技术要点，这也是相关规范中反复强调进行试安装的根源所在。



图9.1.3－1 预制墙板吊装用工示意

预制构件运输对运输通道的要求较高，运输通道的转弯半径、道路宽度、道路坡度等因素均会对构件运输组织造成较大的影响，应进行预判并重点关注。

对预制构件存放的叠放层数的规定，主要考虑施工现场存放条件通常较差（包括存放场地承载力情况等因素）而进行了较为严格的限制，当施工现场存放条件较好或采取了可靠的措施时，这一叠放层数可根据存放经验进行微调。





图9.1.3－2 预制构件存放（预制墙板、预制楼梯）

安装吊装前的准备工作对于预制构件精确、快速安装起到了至关重要的作用，下图为预制墙板安装前定位钢筋措施件的应用示意。

以上规定明确了预制构件安装前应完成的相关准备工作，对构件安装施工的顺利实施有重要意义。

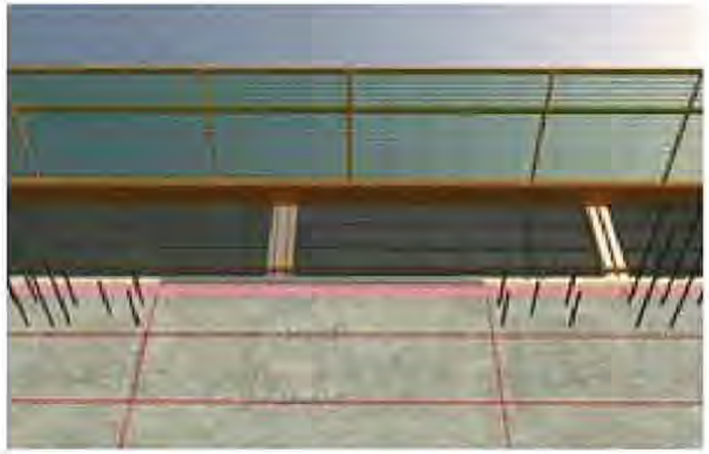


图 9.1.3-3 预制构件安装前测量放线示意

9.2 专项技术

装配式混凝土结构施工专项技术主要包括吊装及支撑、钢筋套筒连接、构件连接、防水施工、成品保护及安全施工等内容。

9.2.1 吊装及支撑

预制构件安装施工的过程就是构件吊运安装与临时支撑的过程，临时支撑的可靠性及适用性决定了构件安装的成败。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011

[9.5.3] 安放预制构件时，其搁置长度应满足设计要求。预制构件与其支承构件间宜设置厚度不大于30mm坐浆或垫片。

[9.5.4] 预制构件安装过程中应根据水准点和轴线校正位置，安装就位后应及时采取临时固定措施。预制构件与吊具的分离应在校准定位及临时固定措施安装完成后进行。临时固定措施的拆除应在装配式结构能达到后续施工承载要求后进行。

[9.5.5] 采用临时支撑时，应符合下列规定：

1 每个预制构件的临时支撑不宜少于2道；

2 对预制柱、墙板的上部斜撑，其支撑点距离底部的距离不宜小于高度的2/3，且不应小于高度的1/2；

3 构件安装就位后，可通过临时支撑对构件的位置和垂直度进行微调。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

[12.3.1] 预制构件吊装就位后，应及时校准并采取临时固定措施，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的相关规定。

[12.3.3] 墙、柱构件的安装应符合下列规定

1 构件安装前，应清洁结合面；

2 构件底部应设置可调整接缝厚度和底部标高的垫块；

3 钢筋套筒灌浆连接接头、钢筋浆锚搭接连接接头灌浆前，应对接缝周围进行封堵，封堵措施应符合结合面承载力设计要求；

4 多层预制剪力墙底部采用坐浆材料时，其厚度不宜大于20mm。

[12.3.8] 构件连接部位后浇混凝土及灌浆料的强度达到设计要求后，方可拆除临时固定措施。

[12.3.9] 受弯叠合构件的装配施工应符合下列规定：

1 应根据设计要求或施工方案设置临时支撑；

2 施工荷载宜均匀布置，并不应超过设计规定。

3 在混凝土浇筑前，应按设计要求检查结合面的粗糙度及预制构件的外露钢筋；

4 叠合构件应在后浇混凝土强度达到设计要求后，方可拆除临时支撑。

[12.3.10] 安装预制受弯构件时，端部的搁置长度应符合设计要求，端部与支承构件之间应坐浆或设置支承垫块，坐浆或支承垫块厚度不宜大于20mm。

[12.3.11] 外挂墙板的连接节点及接缝构造应符合设计要求；墙板安装完成后应及时移除临时支承支座、墙板接缝内的传力垫块。

《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355-2015

[6.3.1] 连接部位现浇混凝土施工过程中，应采取设置定位架等措施保证外露钢筋的位置、长度和顺直度，并应避免污染钢筋。

[6.3.2] 预制构件吊装前，应检查构件的类型与编号。当灌浆套筒内有杂物时，应清理干净。

[6.3.4] 预制柱、墙安装前，应在预制构件及其支承构件间设置垫片，并应符合下列规定：

1 宜采用钢制垫片；

2 可通过垫片调整预制构件的底部标高，可通过在构件底部四角加塞垫片调整构件安装的垂直度。

北京市地标《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030-2013

[4.3.4] 叠合构件的后浇混凝土同条件立方体抗压强度达到设计要求后，方可拆除龙骨及下一层支撑；当设计无具体要求时，同条件养护的后浇混凝土立方体试件抗压强度应符合表4.3.4的规定。

表4.3.4 模板与支撑拆除时的后浇混凝土强度要求

构件类型	构件跨度（m）	达到设计混凝土强度等级值的百分率（%）
板	≤2	≥50
	>2，≤8	≥75
	>8	≥100
梁	≤8	≥75
	>8	≥100
悬臂结构		≥100

[4.3.5] 预制墙板斜支撑和限位装置应在连接节点和连接接缝部位后浇混凝土或灌浆料强度达到设计要求后拆除；当设计无具体要求时，后浇混凝土或灌浆料应达到设计强度的75%以上方可拆除。

[4.3.6] 预制柱斜支撑应在预制柱与结构可靠连接、连接节点部位后浇混凝土或灌浆料强度达到设计要求、且上部构件吊装完成后方可拆除。

[4.3.7] 预制墙板斜支撑拆除宜在现浇墙体混凝土模板拆除前进行。

[4.3.8] 拆除的模板和支撑应分散堆放并及时清运。应采取措施避免施工集中堆载。

[7.3.2] 预制构件应按照施工方案吊装顺序预先编号，吊装时严格按编号顺序起吊；预制构件吊装就位并校准定位后，应及时设置临时支撑或采取临时固定措施。

[7.3.3] 预制构件吊装应符合下列规定：

1 预制构件吊装应采用慢起、稳升、缓放的操作方式；起吊应依次逐级增加速度，不应越档操作；

2 构件吊装校正，可采用起吊、就位、初步校正、精细调整的作业方式；预制构件吊装时，应系

好缆风绳控制构件转动；

3 预制构件吊装在吊装过程中，应保持稳定，不得偏斜、摇摆和扭转。

上海市地标《装配整体式住宅混凝土构件制作、施工及质量验收规程》DG/TJ08－2069－2010

[5.3.2] 预制构件吊装应符合下列规定：

1 预制构件安装前应按吊装流程核对构件编号，清点数量。

2 预制构件搁置（放）的底面应清理干净，按楼层标高控制线垫放硬垫块，逐块安装。

3 预制构件吊装前，应根据预制构件的单件重量、形状、安装高度、吊装现场条件来确定机械型号与配套吊具，回转半径应覆盖吊装区域，并便于安装与拆除。

4 预制构件吊装前，应按设计要求在构件和相应的支承结构上标志中心线、标高等控制尺寸，按设计要求校核预埋件及连接钢筋等，并作出标志。

5 预制构件应按标准图或设计要求吊装。起吊时绳索与构件水平面的夹角不宜小于45°，采用吊架起吊时，应经验算确定。

6 预制构件吊装应采用慢起、快升、缓放的操作方式，预制外墙板就位宜采用由上而下插入式安装形式，保证构件平稳放置。

7 预制构件吊装校正，可采用“起吊——就位——初步校正——精细调整”的作业方式。

8 预制构件吊装前应进行试吊，吊钩与限位装置的距离不应小于1m。起吊应依次逐级增加速度，不应越档操作。构件吊装下降时，构件根部应系好缆风绳控制构件转动，保证构件就位平稳。

9 采用后挂预制外墙板的形式，安装前应检查、复核连接预埋件的数量、位置、尺寸和标高。

10 后挂的预制外墙板吊装，应先将楼层内埋件和螺栓连接、固定后，再起吊预制外墙板，预制外墙板上的埋件、螺栓与楼层结构形成可靠连接后，再脱钩、松钢丝绳和卸去吊具。

11 先行吊装的预制外墙板，安装时与楼层应设置临时支撑。

12 与预制外墙板连接的临时调节杆、限位器应在混凝土强度达到设计要求后方可拆除。

13 预制叠合楼板、预制阳台板、预制楼梯需设置支撑时，应经计算符合设计要求。

【要点说明】

装配式结构施工吊装、支撑专项技术在规范中主要涉及的内容包括：

1 吊装预制构件所采用的吊具的要求及吊索的角度。

2 预制构件临时支撑、斜支撑的安装角度及安装个数。

3 各种预制构件安装前对结合面的处理。

4 预制构件安装就位调节及临时支撑。

【措施方法】

相关规范条文对构件吊装时专用吊具的使用规定较少，在此进行说明：

1 预制构件吊具的采用主要指吊装平衡钢梁或平衡吊具的使用。实际施工时，是否采用平衡钢梁或平衡吊具取决于预制构件采用的吊点形式。

预制构件采用预埋吊环，当出现构件重心与吊点位置有偏差时，采用平衡吊具对吊装过程中预制构件的平稳有益；而采用I型螺栓等预埋吊具时，由于使用了专用吊具，对是否采用平衡吊具反而不太敏感。

板式水平构件特别是较薄的叠合类构件，通常将吊点设置在钢筋桁架的固定位置，如果不采用平衡吊具起吊，将可能会造成构件旋转、开裂等隐患，故这类构件的吊装应采用平衡吊具起吊。

2 在实际施工中吊索角度的规定只要合理选用长度适中的钢丝绳即可满足，不是专项控制中的难点。

3 吊具采用吊装平衡梁及专用楼梯吊耳等（如图9.2.1－1、9.2.1－2），有利于保证各类预制构件在吊装过程中的操作。



图9.2.1－1 吊装平衡钢梁



图9.2.1－2 楼梯吊耳

4 预制构件临时支撑的位置、个数与角度等问题，主要取决于施工验算时所采取的施工工况，这些（支撑条件、预留、预埋）应在预制构件深化设计时解决，在此规定意义不大，但这部分条文可以作为深化设计的边界条件存在。

下图为预制墙板安装斜支撑及斜支撑连接件：



图9.2.1－3 斜支撑安装示意



图9.2.1－4 斜支撑连接件

下图为预制叠合板独立支撑、铝梁和铝合金U托：



图9.2.1－5 铝合金梁、独立支撑示意



图9.2.1－6 铝合金梁U托

9.2.2 钢筋套筒灌浆连接

装配式混凝土结构中钢筋连接的种类主要有焊接、机械连接、搭接及套筒灌浆连接等。该处主要说明钢筋套筒灌浆的连接。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

［9.5.9］装配式结构构件间的钢筋连接可采用焊接、机械连接、搭接及套筒灌浆连接等方式。钢筋锚固及钢筋的连接长度应满足设计要求。钢筋连接施工应符合国家现行有关标准的规定。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

［12.3.2］采用钢筋套筒灌浆连接、钢筋浆锚搭接连接的预制构件就位前，应检查下列内容：

1 套筒、预留孔的规格、位置、数量和深度；

2 被连接钢筋的规格、数量、位置和长度。

当套筒、预留孔内有杂物时、应清理干净；当连接钢筋倾斜时，应进行校直。连接钢筋偏离套筒或孔洞中心线不宜超过5mm。

［12.3.3］墙、柱构件的安装应符合下列规定

3 钢筋套筒灌浆连接接头、钢筋浆锚搭接连接接头灌浆前，应对接缝周围进行封堵，封堵措施应符合结合面承载力设计要求。

［12.3.4］钢筋套筒灌浆连接接头、钢筋浆锚搭接连接接头应按检验批划分要求及时灌浆，灌浆作业应符合国家现行有关标准及施工方案的要求。并应符合下列规定：

1 灌浆施工时，环境温度不应低于5℃；当连接部位养护温度低于10℃时，应采取加热保温措施；

2 灌浆操作全过程应有专职检验人员负责旁站监督并及时形成施工质量检查记录；

3 应按产品使用说明书的要求计量灌浆料和水的用量，并搅拌均匀；每次拌制的灌浆料拌合物应进行流动度的检测，且其流动度应满足本规程的规定；

4 灌浆作业应采用压浆法从下口灌注，当浆料从上口流出后应及时封堵，必要时可设分仓进行灌浆；

5 灌浆料拌合物应在制备后30min内用完。

［12.3.5］焊接或螺栓连接的施工应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ18、《钢结构焊接规范》GB50661、《钢结构工程施工规范》GB50755和《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的有关规定。

采用焊接连接时，应采取防止因连续施焊引起的连接部位混凝土开裂的措施。

［12.3.6］钢筋机械连接的施工应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107的有关规定。

《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

［6.1.1］套筒灌浆连接应采用由接头型式检验确定的相匹配的灌浆套筒、灌浆料。

［6.1.2］套筒灌浆连接施工应编制专项施工方案。

［6.1.3］灌浆施工的操作人员应经专业培训后上岗。

［6.1.4］对于首次施工，宜选择有代表性的单元或部位进行试制作、试安装、试灌浆。

［6.1.5］施工现场灌浆料宜储存在室内，并应采取防雨、防潮、防晒措施。

［6.3.1］连接部位现浇混凝土施工过程中，应采取设置定位架等措施保证外露钢筋的位置、长度和顺直度，并应避免污染钢筋。

［6.3.2］预制构件吊装前，应检查构件的类型与编号。当灌浆套筒内有杂物时，应清理干净。

［6.3.4］预制柱、墙安装前，应在预制构件及其支承构件间设置垫片，并应符合下列规定：

1 宜采用钢制垫片；

2 可通过垫片调整预制构件的底部标高，可通过在构件底部四角加塞垫片调整构件安装的垂直度。

［6.3.5］灌浆施工方式及构件安装应符合下列规定：

1 钢筋水平连接时，灌浆套筒应各自独立灌浆；

2 竖向构件宜采用连通腔灌浆，并应合理划分连通灌浆区域；每个区域除预留灌浆孔、出浆孔与排气孔外，应形成密闭空腔，不应漏浆；连通灌浆区域内任意两个灌浆套筒间距离不宜超过1.5m；

3 竖向预制构件不采用连通腔灌浆方式时，构件就位前应设置座浆层。

［6.3.6］预制柱、墙的安装应符合下列规定：

1 临时固定措施的设置应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定；

2 采用连通腔灌浆方式时，灌浆施工前应对各连通灌浆区域进行封堵，且封堵材料不应减小结合面的设计面积。

［6.3.7］预制梁和既有结构改造现浇部分的水平钢筋采用套筒灌浆连接时，施工措施应符合下列规定：

1 连接钢筋的外表面应标记插入灌浆套筒最小锚固长度的标志，标志位置应准确、颜色应清晰；

2 对灌浆套筒与钢筋之间的缝隙应采取防止灌浆时灌浆料拌合物外漏的封堵措施；

3 预制梁的水平连接钢筋轴线偏差不应大于5 mm，超过允许偏差的应予以处理；

4 与既有结构的水平钢筋相连接时，新连接钢筋的端部应设有保证连接钢筋同轴、稳固的装置；

5 灌浆套筒安装就位后，灌浆孔、出浆孔应在套筒水平轴正上方±45°的椎体范围内，并安装有孔口超过灌浆套筒外表面最高位置的连接管或接头。

［6.3.8］灌浆料使用前，应检查产品包装上的有效期和产品外观，灌浆料使用应符合下列规定：

1 拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的有关规定；

2 加水量应按灌浆料使用说明书的要求确定，并应按重量计量；

3 灌浆料拌合物应采用电动设备搅拌充分、均匀，并宜静置2min后使用；

4 搅拌完成后，不得再次加水；

5 每工作班应检查灌浆料拌合物初始流动度不少于1次，指标应符合本规程第3.1.3条的规定；

［6.3.9］灌浆施工应按施工方案执行，并应符合下列规定：

1 灌浆操作全过程应有专职检验人员负责现场监督并及时形成施工检查记录；

2 灌浆施工时，环境温度应符合灌浆料产品使用说明书要求；环境温度低于5℃时不宜施工，低于0℃时不得施工；当环境温度高于30℃时，应采取降低灌浆料拌合物温度的措施；

3 对竖向钢筋套筒灌浆连接，灌浆作业应采用压浆法从灌浆套筒下灌浆孔注入，当灌浆料拌合物从构件其他灌浆孔、出浆孔流出后应及时封堵；

4 竖向钢筋套筒灌浆连接采用连通腔灌浆时，宜采用一点灌浆的方式；当一点灌浆遇到问题而需要改变灌浆点时，各灌浆套筒已封堵灌浆孔、出浆孔应重新打开，待灌浆料拌合物再次流出后进行封堵；

5 对水平钢筋套筒灌浆连接，灌浆作业应采用压浆法从灌浆套筒灌浆孔注入，当灌浆套筒灌浆孔、出浆孔的连接管或连接头处的灌浆料拌合物均高于灌浆套筒外表面最高点时应停止灌浆，并及时封堵灌浆孔、出浆孔；

6 灌浆料宜在加水后30min内用完；

7 散落的灌浆料拌合物不得二次使用；剩余的拌合物不得再次添加灌浆料、水后混合使用。

［6.3.10］当灌浆施工出现无法出浆的情况时，应查明原因，采取的施工措施应符合下列规定：

1 对于未密实饱满的竖向连接灌浆套筒，当在灌浆料加水拌合30min内时，应首选在灌浆孔补灌；当灌浆料拌合物已无法流动时，可从出浆孔补灌，并应采用手动设备结合细管压力灌浆；

2 水平钢筋连接灌浆施工停止后30s，当发现灌浆料拌合物下降，应检查灌浆套筒的密封或灌浆料拌合物排气情况，并及时补灌或采取其他措施；

3 补灌应在灌浆料拌合物达到设计规定的位置后停止，并应在灌浆料凝固后再次检查其位置符合设计要求。

[6.3.11] 灌浆料同条件养护试件抗压强度达到35N/mm²后，方可进行对接头有扰动的后续施工；临时固定措施的拆除应在灌浆料抗压强度能确保结构达到后续施工承载要求后进行。

北京市地标《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030－2013

[5.3.3] 钢筋套筒灌浆连接接头的预留钢筋应采用专用模具进行定位并应符合下列规定：

1 定位钢筋中心位置存在细微偏差时，宜采用钢套管方式进行细微调整；

2 定位钢筋中心位置存在严重偏差影响预制构件安装时，应按设计单位确认的技术方案处理；

3 应采用可靠的固定措施控制连接钢筋的外露长度满足设计要求。

【要点说明】

目前国内装配式混凝土结构比较成熟的技术体系是装配式混凝土框架结构、装配式混凝土剪力墙结构，这两个结构体系所采用的连接主要指预制构件竖向的钢筋灌浆连接。此外还应注意装配式结构施工中后浇部位的钢筋绑扎、后浇部位界面清理等后浇节点与预制构件之间的连接施工。

【措施方法】

钢筋套筒灌浆连接是装配式混凝土结构钢筋连接最核心的技术，其主要控制点如下：

1 灌浆前灌浆部位的准备，该准备主要采取的措施是通过高程控制手段控制关键连接层的有效厚度、清理灌浆区、对灌浆部分进行分仓处理及采用可靠的防止漏浆措施。

2 灌浆料的拌合与准备，该准备主要采取的措施是控制灌浆料拌合配合比、控制灌浆料搅拌时气温环境、搅拌工艺及控制灌浆料使用的时间（灌浆料应在规定的时间内使用完成）。

3 灌浆作业操作要点包括灌浆顺序、灌浆过程中对出浆口出浆的观察控制与封堵、连续灌浆的要求及出浆孔无法出浆时紧急情况的原因排查与处理。

4 对灌浆操作作业面及周边环境的要求，主要是指控制灌浆区域温度；夏季避开中午高温时灌浆，冬季控制灌浆料对环境温度的最低要求。

5 对采用套筒灌浆连接钢筋的定位控制，应采用定位措施工具保证连接钢筋的水平位置，以确保后续预制构件安装准确。对定位钢筋的控制在实际施工中包括两个环节：一是现浇转换装配层的钢筋定位，由于连接钢筋为后埋，应重点控制连接钢筋的水平位置、外露长度，特别在混凝土浇筑时，应随浇筑随调节并避免浇筑污染；二是非转换连接层的定位钢筋，应首先控制预制工厂的生产精度，在运输环节、存放环节、吊装后、后续构件安装前均应随时对连接钢筋的水平位置进行调节，确保各个环节均位置准确。

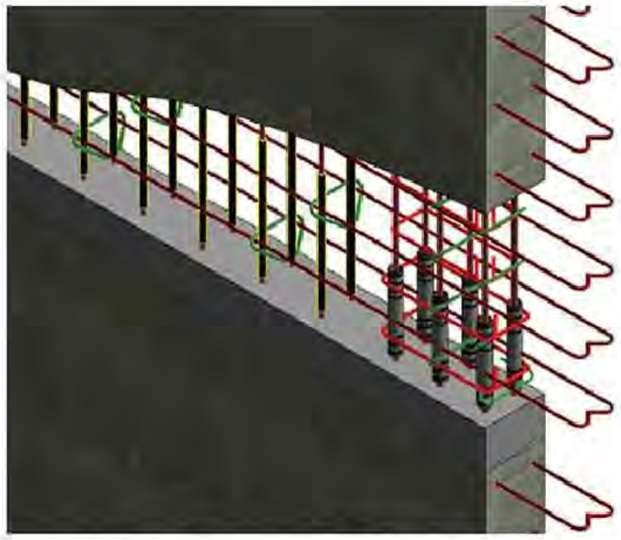


图9.2.2－1 灌浆套筒连接竖向钢筋示意



图9.2.2－2 灌浆工具



图9.2.2－3 灌浆机

9.2.3 后浇混凝土施工

装配式混凝土构件之间连接可采用干式连接或湿式连接，作为装配整体式混凝土结构所独有的施工工序，通过后浇混凝土实现构件连接是装配整体式结构中至关重要的一个施工环节。后浇部位施工质量控制主要包括对后浇部位钢筋绑扎、模板支设、混凝土浇筑及养护三个环节的控制，该部位施工质量的优劣会对装配式结构的整体性造成重大影响，是质量管控的重中之重。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.5.6] 装配式结构采用现浇混凝土或砂浆连接构件时，除应符合本规范其他章节的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 构件连接处现浇混凝土或砂浆的强度及收缩性能应满足设计要求。设计无具体要求时，应符合下列规定：

1）承受内力的连接处应采用混凝土浇筑，混凝土强度等级值不应低于连接处构件混凝土强度设计等级值的较大值；

2）非承受内力的连接处可采用混凝土或砂浆浇筑，其强度等级不应低于C15或M15；

3）混凝土粗骨料最大粒径不宜大于连接处最小尺寸的1/4。

2 浇筑前，应清除浮浆、松散骨料和污物，并宜洒水湿润。

3 连接节点、水平拼缝应连续浇筑；竖向拼缝可逐层浇筑，每层浇筑高度不宜大于2m，应采取保证混凝土或砂浆浇筑密实的措施。

4 混凝土或砂浆强度达到设计要求后，方可承受全部设计荷载。

[9.5.7] 装配式结构采用焊接或螺栓连接时，应符合设计要求或国家现行有关钢结构施工标准的规定，并应对外露铁件采用防腐和防火措施。采用焊接连接时，应采取避免损伤已施工完成结构、预制构件及配件的措施。

[9.5.8] 装配式结构采用后张预应力筋连接时，预应力工程施工应符合本规范第6章的规定。

[9.5.10] 叠合式受弯构件的后浇带混凝土层施工前，应按设计要求检查结合面粗糙度和预制构件的外露钢筋。施工过程中，应控制施工荷载不超过设计取值，并应避免单个预制构件承受较大的集中荷载。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[12.3.7] 后浇混凝土的施工应符合下列规定：

1 预制构件结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净；

2 模板应保证后浇混凝土部分形状、尺寸和位置准确、并应防止漏浆；

3 在浇筑混凝土前应洒水润湿结合面，混凝土应振捣密实；

4 同一配合比的混凝土，每工作班且建筑面积不超过1000 ㎡应制作一组标准养护试件，同一楼层应制作不少于3组标准养护试件。

[12.3.9] 受弯叠合构件的装配施工应符合下列规定：

1 应根据设计要求和施工方案设置临时支撑；

2 施工荷载宜均匀布置，并不应超过设计规定；

3 在混凝土浇筑前，应按设计要求检查结合面的粗糙度及预制构件的外露钢筋；

4 叠合构件应在后浇混凝土强度达到设计要求后，方可拆除临时支撑。

北京市地标《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030－2013

[5.2.5] 叠合板上部后浇混凝土中的钢筋绑扎前，应检查并校正其下部预制底板桁架钢筋的位置，并设置钢筋定位件固定钢筋的位置。

[5.2.6] 预制墙板连接部位宜先校正水平连接钢筋，后安装箍筋套，待墙体竖向钢筋连接完成后绑扎箍筋；连接部位加密区的箍筋宜采用封闭箍筋。

[5.2.7] 当预制构件外露钢筋影响相邻后浇混凝土中钢筋绑扎时，可在预制构件上预留钢筋接驳器，待相邻后浇混凝土结构钢筋绑扎完成后，再将锚筋旋入接驳器形成连接。

[5.3.4] 预制构件的外露钢筋应防止弯曲变形，并在预制构件吊装完成后，对其位置进行校核与调整。

[5.3.7] 装配式结构后浇混凝土施工时，应采取可靠的保护措施，防止定位钢筋整体偏移及受到污染。

[6.1.4] 装配式结构的后浇混凝土节点应根据施工方案要求的顺序浇筑施工。

[6.1.5] 混凝土浇筑完毕后，应按施工技术方案要求及时采取有效的养护措施，并应符合下列规定：

1 应在浇筑完毕后的12h以内对混凝土加以覆盖并养护；

2 浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态；

3 采用塑料布覆盖养护的混凝土，其敞露的全部表面应覆盖严密，并应保持塑料布内有凝结水；

4 叠合层及构件连接处后浇混凝土的养护时间不应少于14d；

5 混凝土强度达到1.2MPa前，不得在其上踩踏或安装模板及支架。

[6.2.1] 叠合构件混凝土浇筑前，应清除叠合面上的杂物、浮浆及松散骨料，表面干燥时应洒水润湿，洒水后不得留有积水。

[6.2.2] 叠合构件混凝土浇筑前，应检查并校正预制构件的外露钢筋。

[6.2.3] 叠合构件混凝土浇筑时，应采取由中间向两边的方式。

[6.2.4] 叠合构件与周边现浇混凝土结构连接处，浇筑混凝土时应加密振捣点，当采取延长振捣时间措施时，应符合有关标准和施工作业要求。

[6.2.5] 叠合构件混凝土浇筑时，不应移动预埋件的位置，且不得污染预埋件外露连接部位。

[6.3.3] 预制构件连接节点和连接接缝部位后浇混凝土施工应符合下列规定：

1 连接接缝混凝土应连续浇筑，竖向连接接缝可逐层浇筑，混凝土分层浇筑高度应符合现行规范要求；浇筑时应采取保证混凝土或砂浆浇筑密实的措施；

2 同一连接接缝的混凝土应连续浇筑，并应在底层混凝土初凝之前将上一层混凝土浇筑完毕；

3 预制构件连接节点和连接接缝部位的混凝土应加密振捣点，并适当延长振捣时间。

[6.3.4] 预制构件连接处混凝土浇筑和振捣时，应对模板及支架进行观察和维护，发生异常情况应及时进行处理；构件接缝混凝土浇筑和振捣应采取措施防止模板、相连接构件、钢筋、预埋件及其定位件的移位。

上海市地标《装配整体式住宅混凝土构件制作、施工及质量验收规程》DG/TJ08－2069－2010规定：

[5.4.2] 预制构件外墙模施工时，应先将外墙模安装到位，再进行内衬现浇混凝土剪力墙的钢筋绑扎。

[5.4.3] 预制阳台板与现浇梁、板连接时，应先将预制阳台板安装到位，再进行现浇梁、板的钢筋绑扎。

[5.4.4] 预制构件插筋影响现浇混凝土结构部分钢筋绑扎时，应采用在预制构件上预留接驳器，待现浇混凝土结构钢筋绑扎完成后，再将锚筋拧入接驳器，完成锚筋与预制构件之间的连接。

[5.4.5] 预制楼梯与现浇梁板采用预埋件焊接连接时，应先施工梁板，后放置、焊接楼梯；采用锚固钢筋连接时，应先放置楼梯，后施工梁板。

【要点说明】

后浇混凝土施工中钢筋绑扎，除了对后绑钢筋进行检查，还应对预制构件上外露钢筋进行检查；模板支设应保证预制构件与现浇节点后浇混凝土的平整度，避免漏浆污染预制构件；混凝土浇筑应保证后浇混凝土与预制构件的整体性，即对后浇混凝土进行浇筑控制。

【措施方法】

连接钢筋的定位控制，通常采用定位措施工具保证连接钢筋的水平位置，以确保后续预制构件安装准确，在实际施工中包括两个环节：

1 现浇转换装配层的钢筋定位，由于连接钢筋后埋，应重点控制连接钢筋的水平位置、外露长度，特别在混凝土浇筑时，应随浇筑随调节并避免浇筑污染；

2 非转换连接层的定位钢筋应首先控制预制工厂的生产精度，在运输环节、存放环节、吊装后、后续构件安装前均应随时对连接钢筋的水平位置进行调节，确保各个环节连接钢筋位置准确。

后浇混凝土浇筑控制包括两个环节：

1 后浇部位结合面的处理，包括防止粗糙面的污染、防止叠合面的破坏，在混凝土浇筑前应对粗糙面进行隐蔽验收，确有损坏时，应采取后剔凿等处理方式；

2 竖向结构后浇混凝土的浇筑也是一个重要环节，特别在采用PCF（预制混凝土模板）工艺施工时，严格控制浇筑分层与浇筑速度对施工质量及安全的保证具有重要的作用，此外还应同时采取加强振捣、加强养护等措施。

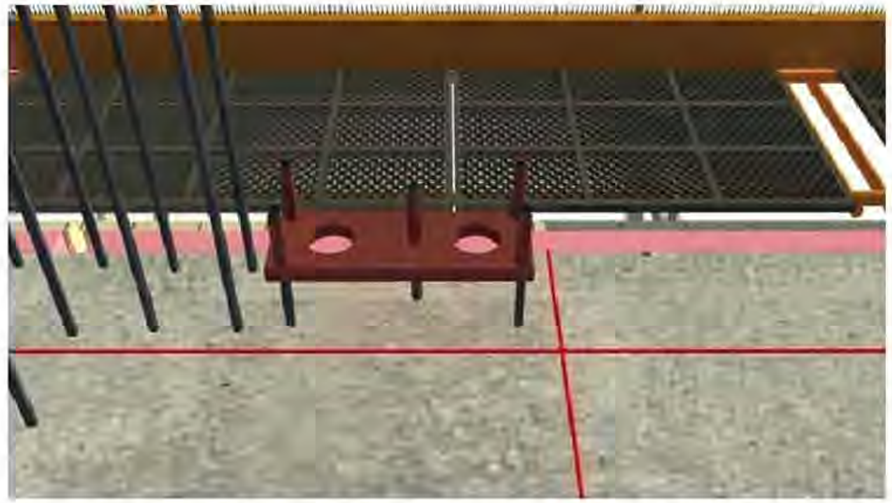


图9.2.3－1 钢筋定位控制示意（定位钢筋措施件）



图 9.2.3-2 铝框木塑模（现浇节点模板支设）

9.2.4 干式连接

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

[12.3.11] 外挂墙板的连接节点及接缝构造应符合设计要求；墙板安装完成后，应及时移除临时支承支座、墙板接缝内的传力垫块。

【要点说明】

外挂墙板是自承重构件，不能通过板缝进行传力，施工时要保证板的四周空腔不得混入硬质杂物；对施工中设置的临时支座及垫块应在验收前及时拆除。

9.2.5 防水施工

装配式混凝土结构中防水施工重点就是预制构件间的防水处理，所涉及的国家标准及行业标准如下：

【规范条文】

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011

[9.5.11] 当设计对构件连接处有防水要求时，材料性能及施工应符合设计要求及国家现行有关标准规定。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

[12.3.12] 外墙板接缝防水施工应符合下列规定：

1 防水施工前，应将板缝空腔清理干净；

2 应按设计要求填塞背衬材料；

3 密封材料嵌填应饱满、密实、均匀、顺直、表面平滑，其厚度应符合设计要求。

北京市地标《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030-2013

[7.4.1] 预制构件吊装前的防水施工应符合下列规定：

1 现场吊装前，应检查在构件加工厂或现场粘贴止水条的牢固性与完整性；

2 运输、堆放、吊装过程中应保护防水空腔、止水条与水平缝等部位，缺棱掉角及损坏处应在吊装就位前修复。

[7.4.2] 预制外墙板连接接缝采用防水密封胶施工应符合下列规定：

1 预制外墙板连接接缝防水节点基层及空腔排水构造做法应符合设计要求；

2 预制外墙板外侧水平、竖直接缝的防水密封胶封堵前，侧壁应清理干净，保持干燥。嵌缝材料应与板牢固粘接，不得漏嵌和虚粘。

3 外侧竖缝及水平缝防水密封胶的注胶宽度、厚度应符合设计要求，防水密封胶应在预制外墙板校核固定后嵌填。先安放填充材料，之后注胶。防水密封胶应均匀顺直，饱满密实，表面光滑连续；

4 外墙板“十”字拼缝处的防水密封胶注胶应连续完成。

[7.4.3] 预制外墙板侧粘贴止水条时应符合下列规定：

1 止水条粘贴前，应先清扫混凝土表面灰尘，粘贴止水条作业时，粘结面应为干燥状态；

2 应在混凝土面和止水条粘贴面均匀涂刷粘结剂，涂上专用粘结剂后，压入止水条；

3 预制外墙板侧止水条应采用专用粘结剂粘贴，止水条与相邻的预制外墙板应压紧、密实。

[7.4.4] 预制外墙板连接接缝采用防水胶带施工应符合下列规定：

1 预制外墙板接缝处防水胶带粘贴宽度、厚度应符合设计要求，防水胶带应在预制构件校核固定后粘贴；

2 连接接缝采用防水胶带施工前，粘接面应清理干净，并涂刷界面剂；

3 防水胶带应与预制构件粘接牢固，不得虚粘。

【要点说明】

采用装配式剪力墙结构时，外立面防水主要由胶缝防水、空腔构造、后浇混凝土三部分组成；采用外挂板时，外立面防水主要靠胶缝防水、空腔构造保证。

【措施方法】

主要控制措施：

1 控制后浇混凝土的密实性，采用加强振捣等措施；

2 控制空腔构造主要是保护水平拼缝企口不损坏，保证后浇混凝土不进入空腔内，避免堵塞空腔，造成排水困难；

3 胶缝的质量控制主要在于基层处理与耐候胶的选择。基层处理（可以提高胶与结合面的粘结性）、耐候胶与混凝土相容性的选择，这两方面均可避免可能产生的胶缝开裂，此外还应注意在十字胶缝处的连续打胶等工艺组织，通过控制胶缝宽度、厚度、连续性来保证胶缝质量。

9.2.6 成品保护

装配式混凝土结构施工中的成品保护主要指预制构件（特别是有装饰面的预制构件）的成品保护及构件连接插筋的成品保护。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014

[6.1.13] 预埋件和连接件等外露金属件应按不同环境类别进行封闭或防腐、防锈、防火处理，并应符合耐久性要求。

[12.1.6] 在装配式结构的施工全过程中，应采取防止预制构件及预制构件上的建筑附件、预埋件、预埋吊件等损伤或污染的保护措施。

北京市地标《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030-2013

[7.5.2] 安装完成的竖向构件阳角、楼梯踏步口宜采用木条或其他覆盖形式进行保护。

[7.5.3] 预制外墙板安装完毕后，墙板内预置的门、窗框应使用槽型木框保护。

【要点说明】

北京市地方标准对施工中成品保护内容做出了规定。

【措施方法】

构件连接插筋成品保护，在预制构件安装前应将插筋采用胶带包裹。

运输存放阶段成品保护的核心内容是合理支垫，确保垫点位置准确，特别是相邻层间的垫点位置准确，并根据运输存放的时间情况进行加强支垫措施；对于有饰面易被污染的预制构件需要采用塑料布遮盖，避免灰尘、雨水侵蚀造成饰面污染。

吊装过程的成品保护主要体现在防止碰撞，避免吊装构件在吊装过程中可能产生碰撞；特别是带有饰面的预制构件或直接成为使用面的构件（带装饰外墙、预制楼梯等）应在起吊前将成品保护措施完善；在可能存在的风险排除后再行拆除保护措施。

安装就位后的成品保护类似于现浇工程的成品保护，特别是带有功能性的预制构件（带窗框预制墙板等）应采取防损保护，避免对后续工序施工造成影响；灌浆操作应做好灌浆分仓操作，墙板内外侧封堵严密，避免灌浆操作过程中对构件造成污染。

9.2.7 安全施工

装配式混凝土结构施工中应依据相关安全技术规程，结合装配式结构的施工特征，针对各个工序采取安全措施。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[12.1.8] 装配式结构施工过程中应采取安全措施，并应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33 和《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46 等的有关规定。

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011

[9.4.5] 吊运平卧制作的混凝土屋架时，应根据屋架跨度、刚度确定吊索绑扎形式及加固措施。屋架堆放时，可将几榀屋架绑扎成整体。

北京市地标《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030－2013

[9.1.1] 施工单位应对从事预制构件吊装作业及相关人员进行安全培训与交底，明确预制构件进场、卸车、存放、吊装、就位各环节的作业风险，并制订防止危险情况的处理措施。

[9.1.2] 预制构件卸车时，应按照规定的装卸顺序进行，确保车辆平衡，避免由于卸车顺序不合理导致车辆倾覆。

[9.1.3] 预制构件卸车后，应将构件按编号或按使用顺序，合理有序存放于构件存放场地，并应设置临时固定措施或采用专用插放支架存放，避免构件失稳造成构件倾覆。

[9.1.4] 安装作业开始前，应对安装作业区进行围护并做出明显的标识，拉警戒线，并派专人看管，严禁与安装作业无关的人员进入。

[9.1.5] 应定期对预制构件吊装作业所用的安装工器具进行检查，发现有可能存在的使用风险，应立即停止使用。

[9.1.6] 吊机吊装区域内，非作业人员严禁进入。吊运预制构件时，构件下方严禁站人，应待预制构件降落至距地面 1m 以内方准作业人员靠近，就位固定后方可脱钩。

[9.1.7] 装配式结构在绑扎柱、墙钢筋时，应采用专用高凳作业，当高于围挡时，作业人员应佩戴穿芯自锁保险带。

[9.1.8] 遇到雨、雪、雾天气，或者风力大于 6 级时，不得进行吊装作业。

[9.1.9] 夹心保温外墙板后浇混凝土连接节点区域的钢筋安装连接施工时，不得采用焊接连接。

【要点说明】

装配式结构安全施工的要点是：防止构件存放阶段的倾覆风险、防止构件吊装阶段的防坠落风险、防止恶劣天气可能造成的施工安全风险。北京市地方标准对此有详细规定。

【措施方法】

防止构件存放阶段的倾覆风险包括：

1 控制卸车顺序、保证车辆平衡；

2 控制竖向存放角度及紧固方式并采用专用存放工具架。

防坠落包括：

1 控制非相关作业人员进入吊装区域；

2 加强对吊装工具、锁具、机械的过程检查；

3 临边作业时的防护措施；

4 严格按照规定吊装点位进行吊装，防恶劣天气安全隐患；

5 大风及雨天禁止吊装。

9.3 环境保护

9.3.1 装配式混凝土结构施工的环境保护重点在于施工现场道路、构件堆放场地等的现场清洁；施工过程中各种连接材料、构件安装临时支撑材料的使用和拆除回收，应严格按照安全文明工地要求实施。

【规范条文】

北京市地标《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030－2013

[9.2.1] 预制构件运输过程中，应保持车辆整洁，防止对场内道路的污染，并减少扬尘。

[9.2.2] 现场各类预制构件应分别集中存放整齐，并悬挂标识牌，严禁乱堆乱放，不得占用施工临时道路，并做好防护隔离。

[9.2.3] 夹心保温外墙板和预制外墙板内保温材料，采用粘接板块或喷涂工艺的保温材料，其组成原材料应彼此相容，并应对人体和环境无害。

[9.2.4] 预制构件施工中产生的粘接剂、稀释剂等易燃、易爆化学制品的废弃物应及时收集送至指定储存器内并按规定回收，严禁丢弃未经处理的废弃物。

【要点说明】

环境保护的目的在于为现场施工提供良好的作业环境、实现绿色环保建筑物的建设。北京市地方标准针对构件运输存放等过程中的管理细节做了明确规定。

【措施方法】

施工现场作业环境主要措施：

1 构件存放计划的重点在于合理规划存放场地并实施。

2 对可能产生环境污染的工具的使用进行控制；对预制构件生产材料和现场连接材料应严格把控，做到使用材料合格无害；材料进场及构件出厂前均需有完善的材料合格证书。

10 施工验收

10.1 一般规定

10.1.1 装配式结构分项工程验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015 的有关规定。

装配式结构作为混凝土结构子分部工程的一个分项进行验收。装配式结构分项工程的验收包括预制构件进场、预制构件安装以及装配式结构特有的钢筋连接和构件连接等内容。

装配式结构分项工程可按楼层、结构缝或施工段划分检验批。对于装配式结构现场施工中涉及的钢筋绑扎、混凝土浇筑等内容，应分别纳入钢筋、混凝土、预应力等分项工程进行验收。

10.1.2 对于装配式结构现场施工中涉及的装修、防水、节能及机电设备等内容，应分别按装修、防水、节能及机电设备等分部或分项工程的验收要求执行。

10.2 隐蔽工程

10.2.1 装配式混凝土结构工程施工时应进行隐蔽工程验收。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

［9.1.1］装配式结构连接部位及叠合构件浇筑混凝土之前，应进行隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应包括下列主要内容：

1 混凝土粗糙面的质量，键槽的尺寸、数量、位置；

2 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；

3 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；

4 预埋件、预留管线的规格、数量、位置。

【要点说明】

本条规定的验收内容涉及采用后浇混凝土连接及采用叠合构件的装配整体式结构，故将此内容列为装配式结构分项工程的隐蔽工程验收内容提出。本条提出的隐蔽工程反映钢筋、现浇结构分项工程施工的综合质量，后浇混凝土处钢筋既包括预制构件外伸的钢筋，也包括后浇混凝土中设置的纵向钢筋和箍筋。在浇筑混凝土之前进行隐蔽工程验收是为了确保其连接构造性能满足设计要求。

【措施方法】

对于装配式结构现场施工中涉及的钢筋、预应力等内容，应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015 第 5 章钢筋工程、第 6 章预应力工程的有关要求进行验收。

10.3 预制构件

10.3.1 预制构件进场时应进行质量验收。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

［13.1.2］预制构件的进场质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

［9.2.1］预制构件的质量应符合本规范、国家现行有关标准的规定和设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件或质量验收记录。

【要点说明】

混凝土预制构件进场验收包括检查质量证明文件、外观质量、预留预埋、尺寸偏差、构件结构性能等。当设计或合同提出其他专门要求时，尚应按要求进行其他项目验收。

质量证明文件包括产品合格证明书、混凝土强度检验报告及其他重要检验报告等；预制构件的钢筋、混凝土原材料、预应力材料、预埋件等均应参照国家现行相关标准的规定进行检验，其检验报告在预制构件进场时可不提供，但应在构件生产企业存档保留，以便需要时查阅。

预制构件包括在混凝土预制构件专业企业生产和施工现场制作的构件。对于混凝土预制构件专业企业生产的预制构件，可作为“产品”进行进场验收，专业企业生产过程中的质量控制及出厂检验要求应符合国家现行相关标准（包括产品标准）和企业标准的规定。

“现场制作”的预制构件与其他现浇混凝土结构施工并无本质区别，可以采用现浇结构相同的质量验收模式，按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015 各章的规定进行验收即可。此时，关于预制构件进场检查质量证明文件及结构性能检验的规定可不执行，但规范其他条款仍应执行。

【措施方法】

预制构件安装前必须确认是验收合格的构件，没有经过进场验收的构件或验收不合格的构件严禁在工程中应用。

10.3.2 预制构件生产时应采取质量管理措施保证预制构件的结构性能，否则应进行构件的结构性能检验或构件的结构实体检验。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

［9.2.2］专业企业生产的预制构件进场时，预制构件结构性能检验应符合下列规定：

1 梁板类简支受弯的预制构件进场前应进行结构性能检验，并应符合下列规定：

1）结构性能检验应符合国家现行有关标准的有关规定及设计的要求，检验要求和试验方法应符合本规范附录 B 的规定。

2）钢筋混凝土构件和允许出现裂缝的预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和裂缝宽度检验；不允许出现裂缝的预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和抗裂检验；

3）对大型构件及有可靠应用经验的构件，可只进行裂缝宽度、抗裂和挠度检验。

4）对使用数量较少的构件，当能提供可靠依据时，可不进行结构性能检验。

2 对其他预制构件，除设计有专门要求外，进场时可不做结构性能检验。

3 对进场时不做结构性能检验的预制构件，应采取下列措施：

1）施工单位或监理单位代表应驻厂监督生产过程；

2）当无驻厂监督时，预制构件进场时应对其主要受力钢筋数量、规格、间距、保护层厚度及混凝土强度等进行实体检验。

检验数量：同一类型预制构件不超过 1000 个为一批，每批随机抽取 1 个构件进行结构性能检验。

检验方法：检查结构性能检验报告或实体检验报告。

注：“同类型”是指同一钢种、同一混凝土强度等级、同一生产工艺和同一结构形式。抽取预制构件时，宜从设计荷载最大、受力最不利或生产数量最多的预制构件中抽取。

【要点说明】

为控制混凝土结构施工质量，考虑到混凝土预制构件专业企业的质量控制模式与施工现场不同，提

出了其进场结构性能检验的基本要求。

根据构件特点及加载检验条件，本条仅提出了梁板类简支受弯预制构件的结构性能检验要求；大型构件一般指跨度大于 18m 的构件；生产数量较少一般指数量在 50 件以内。其他预制构件除设计有专门要求外，进场时可不做结构性能检验。

对于装配整体式结构中使用的叠合板、叠合梁等梁板类受弯预制构件，仅是整体构件的一部分，且一般采用固支节点，故可不做结构性能检验。

对多个工程共同使用的同类型预制构件，也可在多个工程的施工、监理单位见证下共同委托进行结构性能检验，其结果可对多个工程共同有效。

【措施方法】

对所有进场时不做结构性能检验的预制构件，建议采用施工单位或监理单位代表驻厂监督生产的质量控制措施。当无驻厂监督时，预制构件进场时应对预制构件主要受力钢筋数量、规格、间距及混凝土强度、混凝土保护层厚度等进行实体检验；实体检验可采用非破损方法或破损方法，非破损方法应采用专业仪器并符合国家现行相关标准的有关规定；检查数量可根据工程情况由各方商定。一般情况下，可为不超过 1000 个同类型预制构件为一批，每批抽取构件数量的 2% 且不少于 5 个构件。对所有进场时不做结构性能检验的预制构件，建议进场时的质量证明文件中增加构件制作过程检查文件，如钢筋隐蔽工程验收记录、预应力张拉控制记录等。

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015 附录 B 给出了受弯预制构件的抗裂、变形及承载力性能的检验要求和检验方法。

10.3.3 受弯预制构件结构性能检验

本条规范条文均摘自《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015 附录 B。

1 检验要求

（1）承载力检验要求

【规范条文】

B.1.1 预制构件的承载力检验应符合下列规定：

1 当按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定进行检验时，应满足下式的要求：

$$\gamma_u^0 \geqslant \gamma_0[\gamma_u] \tag{B.1.1-1}$$

式中，γ_u^0——构件的承载力检验系数实测值，即试件的荷载实测值与荷载设计值（均包括自重）的比值；

γ_0——结构重要性系数，按设计要求的结构等级确定，当无专门要求时取 1.0；

$[\gamma_u]$——构件的承载力检验系数允许值，按表 B.1.1 取用。

2 当按构件实配钢筋进行承载力检验时，应满足下式的要求：

$$\gamma_u^0 \geqslant \gamma_0\eta[\gamma_u] \tag{B.1.1-2}$$

式中，η——构件承载力检验修正系数，根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 按实配钢筋的承载力计算确定。

表 B.1.1 构件的承载力检验系数允许值

受力情况	达到承载能力极限状态的检验标志		$[\gamma_u]$
受弯	受拉主筋处的最大裂缝宽度达到 1.5mm；或挠度达到跨度的 1/50	有屈服点热轧钢筋	1.20
		无屈服点钢筋（钢丝、钢绞线、冷加工钢筋、无屈服点热轧钢筋）	1.35
	受压区混凝土破坏	有屈服点热轧钢筋	1.30
		无屈服点钢筋（钢丝、钢绞线、冷加工钢筋、无屈服点热轧钢筋）	1.50
	受拉主筋拉断		1.50

续表 B.1.1

受力情况	达到承载能力极限状态的检验标志	$[\gamma_u]$
受弯构件的受剪	腹部斜裂缝达到 1.5mm，或斜裂缝末端受压混凝土剪压破坏	1.40
	沿斜截面混凝土斜压、斜拉破坏；受拉主筋在端部滑脱或其它锚固破坏	1.55
	叠合构件叠合面、接槎处	1.45

【要点说明】

B.1.1 本条为预制构件承载力检验的要求。根据预制构件应用及检验要求，本条增加了叠合构件叠合面、接槎处的检验系数允许值。在加载试验过程中，应取首先达到的标志所对应的检验系数允许值进行检验。

承载力检验时，荷载设计值为承载能力极限状态下，根据构件设计控制截面上的内力设计值与构件检验的加荷方式，经换算后确定的荷载值（包括自重）；构件承载力检验修正系数取构件按实配钢筋计算的承载力设计值与按荷载设计值（均包括自重）计算的构件内力设计值之比。

（2）挠度检验要求

【规范条文】

B.1.2 预制构件的挠度检验应符合下列规定：

1 当按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的挠度允许值进行检验时，应满足下式的要求：

$$a_s^0 \leqslant [a_s] \tag{B.1.2-1}$$

式中，a_s^0——在检验用荷载标准组合值或荷载准永久组合值作用下的构件挠度实测值；

$[a_s]$——挠度检验允许值，按本规范第 B.1.3 条的有关规定计算。

2 当按构件实配钢筋进行挠度检验或仅检验构件的挠度、抗裂或裂缝宽度时，应满足下式的要求：

$$a_s^0 \leqslant 1.2a_s^c \tag{B.1.2-2}$$

a_s^0 应同时满足公式（B.1.2－1）的要求。

式中，a_s^c——在检验用荷载标准组合值或荷载准永久组合值作用下，按实配钢筋确定的构件短期挠度计算值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 确定。

B.1.3 挠度检验允许值 $[a_s]$ 应按下列公式进行计算：

按荷载准永久组合值计算钢筋混凝土受弯构件

$$[a_s] = [a_f]/\theta \tag{B.1.3-1}$$

按荷载标准组合值计算预应力混凝土受弯构件

$$[a_s] = \frac{M_k}{M_q(\theta-1)+M_k}[a_f] \tag{B.1.3-2}$$

式中，M_k——按荷载标准组合值计算的弯矩值；

M_q——按荷载准永久组合值计算的弯矩值；

θ——考虑荷载长期效应组合对挠度增大的影响系数，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 确定；

$[a_f]$——受弯构件的挠度限值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 确定。

【要点说明】

B.1.2、B.1.3 本条为预制构件挠度检验的要求。挠度检验公式（B.1.2－1）和（B.1.2－2）分别为根据《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的使用要求和按实际构件配筋情况确定的挠度允许值。对于挠度检验的荷载，根据《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010 的修改，增加准永久值的规定。

（3）抗裂检验要求

【规范条文】

B. 1. 4 预制构件的抗裂检验应满足公式（B. 1. 4－1）的要求：

$$\gamma_{cr}^{0} \geqslant [\gamma_{cr}] \tag{B. 1. 4-1}$$

$$[\gamma_{cr}] = 0.95\frac{\sigma_{pc} + \gamma f_{tk}}{\sigma_{ck}} \tag{B. 1. 4-2}$$

式中，γ_{cr}^{0}——构件的抗裂检验系数实测值，即试件的开裂荷载实测值与检验用荷载标准组合值（均包括自重）的比值；

$[\gamma_{cr}]$——构件的抗裂检验系数允许值；

σ_{pc}——由预加力产生的构件抗拉边缘混凝土法向应力值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 确定；

γ——混凝土构件截面抵抗矩塑性影响系数，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 确定；

f_{tk}——混凝土抗拉强度标准值；

σ_{ck}——按荷载标准组合值计算的构件抗拉边缘混凝土法向应力值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 确定。

【要点说明】

B. 1. 4 本条为预应力预制构件抗裂检验的要求。检验指标的计算公式是根据预应力混凝土构件的受力原理，并按留有一定检验余量的原则而确定。

（4）裂缝宽度检验要求

【规范条文】

B. 1. 5 预制构件的裂缝宽度检验应满足下式的要求：

$$w_{s,max}^{0} \leqslant [w_{max}] \tag{B. 1. 5}$$

式中，$w_{s,max}^{0}$——在检验用荷载标准组合值或荷载准永久组合值作用下，受拉主筋处的最大裂缝宽度实测值；

$[w_{max}]$——构件检验的最大裂缝宽度允许值，按表 B. 1. 5 取用。

表 B. 1. 5 构件的最大裂缝宽度允许值（mm）

设计要求的最大裂缝宽度限值	0. 1	0. 2	0. 3	0. 4
$[w_{max}]$	0. 07	0. 15	0. 20	0. 25

【要点说明】

B. 1. 5 本条为预制构件裂缝宽度检验的要求。本条条文规定主要是考虑国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010 中将允许出现裂缝的构件最大长期裂缝宽度限值 w_{lim} 规定为 0. 1mm、0. 2mm、0. 3mm 和 0. 4mm 等四种。在构件检验时，考虑标准荷载与长期荷载的关系，换算为最大裂缝宽度的检验允许值 $[w_{max}]$。

（5）结构性能检验要求

【规范条文】

B. 1. 6 预制构件结构性能检验的合格判定应符合下列规定：

1 当预制构件结构性能的全部检验结果均满足本规范第 B. 1. 1 ~ B. 1. 5 条的检验要求时，该批构件可判为合格；

2 当预制构件的检验结果不满足第 1 款的要求，但又能满足第二次检验指标要求时，可再抽两个预制构件进行二次检验。第二次检验指标，对承载力及抗裂检验系数的允许值应取本规范第 B. 1. 1 条和第 B. 1. 4 条规定的允许值减 0. 05；对挠度的允许值应取本规范第 B. 1. 3 条规定允许值的 1. 10 倍；

3 当进行二次检验时，如第一个检验的预制构件的全部检验结果均满足本规范第 B. 1. 1 ~ B. 1. 5 条的要求，该批构件可判为合格；如两个预制构件的全部检验结果均满足第二次检验指标的要求，该批构件也可判为合格。

【要点说明】

B. 1. 6 本条给出了预制构件结构性能检验的合格判定条件。

预制构件结构性能检验的数量不宜过多。为了提高检验效率，结构性能检验的承载力、挠度和抗裂（裂缝宽度）三项指标均采用了复式抽样检验方案。当第一次检验的预制构件有某些项检验实测值不满足相应的检验指标要求，但能满足第二次检验指标要求时，可进行二次抽样检验。由于量测精度所限，未规定裂缝宽度的第二次检验指标，可认为其与表 B. 1. 5 规定的数值相同。

本条将承载力及抗裂检验二次抽检的条件确定为检验系数的允许值减 0. 05。这样可与附录 B. 2 节中的加载程序实现同步，明确并简化了加载检验。承载力、挠度和抗裂（裂缝宽度）三项指标是否完全检验由各方根据设计及《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015 的有关要求确定。抽检的每一个预制构件，必须完整地取得需要项目的检验结果，不得因某一项检验项目达到二次抽样检验指标要求就中途停止试验而不再对其余项目进行检验，以免漏判。

2 检验方法

（1）试验条件

【规范条文】

B. 2. 1 进行结构性能检验时的试验条件应符合下列规定：

1 试验场地的温度应在 0℃以上；

2 蒸汽养护后的构件应在冷却至常温后进行试验；

3 预制构件的混凝土强度应达到设计强度的 100% 以上；

4 构件在试验前应量测其实际尺寸，并检查构件表面，所有的缺陷和裂缝应在构件上标出；

5 试验用的加荷设备及量测仪表应预先进行标定或校准。

【要点说明】

B. 2. 1 考虑低于 0℃的低温对混凝土性能的影响，明确规定构件应在 0℃以上的温度中进行试验。蒸汽养护出池后的构件不能立即进行试验，因为此时混凝土性能尚未处于稳定状态，应冷却至常温后方可进行试验。要求预制构件混凝土强度达到设计要求，是为了避免强度不够影响检验结果，同样可采用同条件养护的混凝土立方体试件的抗压强度作为判断依据。

（2）支承方式

【规范条文】

B. 2. 2 试验预制构件的支承方式应符合下列规定：

1 对板、梁和桁架等简支构件，试验时应一端采用铰支承，另一端采用滚动支承。铰支承可采用角钢、半圆型钢或焊于钢板上的圆钢，滚动支承可采用圆钢；

2 对四边简支或四角简支的双向板，其支承方式应保证支承处构件能自由转动，支承面可相对水平移动；

3 当试验的构件承受较大集中力或支座反力时，应对支承部分进行局部受压承载力验算；

4 构件与支承面应紧密接触；钢垫板与构件、钢垫板与支墩间，宜铺砂浆垫平；

5 构件支承的中心线位置应符合设计的要求。

【要点说明】

B. 2. 2 承受较大集中力或支座反力的构件，为避免可能引起的局部受压破坏，应对试验可能达到的最大荷载值作充分的估计，并按设计规范进行局部受压承载力验算。局部受压处配筋构造应予加强，以保证安全。

（3）荷载布置

【规范条文】

B. 2. 3 试验荷载布置应符合设计的要求。当荷载布置不能完全与设计的要求相符时，应按荷载效应等效的原则换算，并应计入荷载布置改变后对构件其它部位的不利影响。

【要点说明】

B. 2. 3 本条提出了荷载布置的一般要求和荷载等效的原则。按荷载效应等效的原则换算，就是使构件试验的内力图形与设计的内力图形相似，并使控制截面上的内力值相等。

（4）加载方式

【规范条文】

B. 2. 4 加载方式应根据设计加载要求、构件类型及设备等条件选择。当按不同形式荷载组合进行加载试验时，各种荷载应按比例增加，并应符合下列规定：

1 荷重块加载可用于均布加载试验。荷重块应按区格成垛堆放，垛与垛之间的间隙不宜小于100mm，荷重块的最大边长不宜大于500mm；

2 千斤顶加载可用于集中加载试验。集中加载可采用分配梁系统实现多点加载。千斤顶的加载值宜采用荷载传感器量测，也可采用油压表量测；

3 梁或桁架可采用水平对顶加荷方法，此时构件应垫平且不应妨碍构件在水平方向的位移。梁也可采用竖直对顶的加荷方法；

4 当屋架仅作挠度、抗裂或裂缝宽度检验时，可将两榀屋架并列，安放屋面板后进行加载试验。

【要点说明】

B. 2. 4 当进行不同形式荷载的组合加载（包括均布荷载、集中荷载、水平荷载、垂直荷载等组合）试验时，各加载值应按比例增加，以与实际荷载受力相符。

（5）加载过程

【规范条文】

B. 2. 5 加载过程应符合下列规定：

1 预制构件应分级加载。当荷载小于标准荷载时，每级荷载不应大于标准荷载值的20%；当荷载大于标准荷载时，每级荷载不应大于标准荷载值的10%；当荷载接近抗裂检验荷载值时，每级荷载不应大于标准荷载值的5%；当荷载接近承载力检验荷载值时，每级荷载不应大于荷载设计值的5%；

2 试验设备重量及预制构件自重应作为第一次加载的一部分；

3 试验前宜对预制构件进行预压，以检查试验装置的工作是否正常，但应防止构件因预压而开裂；

4 对仅作挠度、抗裂或裂缝宽度检验的构件应分级卸载。

【要点说明】

B. 2. 5 在正常使用极限状态检验时，每级加载值不宜大于标准荷载的20%或10%；当接近抗裂荷载检验值时，每级加载值不宜大于标准荷载值的5%。当进入承载力极限状态检验时，每级加载值不宜大于荷载设计值的5%。这给加载等级设计以更大的灵活性，以适应检验指标调整带来的影响，并可方便地确认是否满足二次检验指标要求。

（6）持荷时间

【规范条文】

B. 2. 6 每级加载完成后，应持续10min～15min；在标准荷载作用下，应持续30min。在持续时间内，应观察裂缝的出现和开展，以及钢筋有无的滑移等；在持续时间结束时，应观察并记录各项读数。

【要点说明】

B. 2. 6 为了反映混凝土材料的塑性特征，规定了加载后的持荷时间。

（7）取值方法

【规范条文】

B. 2. 7 进行承载力检验时，应加载至预制构件出现本规范表B. 1. 1所列承载能力极限状态的检验标志之一后结束试验。当在规定的荷载持续时间内出现上述检验标志之一时，应取本级荷载值与前一级荷载值的平均值作为其承载力检验荷载实测值；当在规定的荷载持续时间结束后出现上述检验标志之一时，应取本级荷载值作为其承载力检验荷载实测值。

【要点说明】

B. 2. 7 本条明确规定了承载力检验荷载实测值的取值方法。此处“规定的荷载持续时间结束后”系指本级荷载持续时间结束后至下一级荷载加荷完成前的一段时间。

（8）挠度量测

【规范条文】

B. 2. 8 挠度量测应符合下列规定：

1 挠度可采用百分表、位移传感器、水平仪等进行观测。接近破坏阶段的挠度，可采用水平仪或拉线、直尺等测量；

2 试验时，应量测构件跨中位移和支座沉陷。对宽度较大的构件，应在每一量测截面的两边或两肋布置测点，并取其量测结果的平均值作为该处的位移；

3 当试验荷载竖直向下作用时，对水平放置的试件，在各级荷载下的跨中挠度实测值应按下列公式计算：

$$a_t^0 = a_q^0 + a_g^0 \tag{B. 2. 8 - 1}$$

$$a_q^0 = v_m^0 - \frac{1}{2}(v_l^0 + v_r^0) \tag{B. 2. 8 - 2}$$

$$a_g^0 = \frac{M_g}{M_b} a_b^0 \tag{B. 2. 8 - 3}$$

式中，a_t^0——全部荷载作用下构件跨中的挠度实测值，mm；

a_q^0——外加试验荷载作用下构件跨中的挠度实测值，mm；

a_g^0——构件自重及加荷设备重产生的跨中挠度值，mm；

v_m^0——外加试验荷载作用下构件跨中的位移实测值，mm；

v_l^0，v_r^0——外加试验荷载作用下构件左、右端支座沉陷的实测值，mm；

M_g——构件自重和加荷设备重产生的跨中弯矩值，kN·m；

M_b——从外加试验荷载开始至构件出现裂缝的前一级荷载为止的外加荷载产生的跨中弯矩值，kN·m；

a_b^0——从外加试验荷载开始至构件出现裂缝的前一级荷载为止的外加荷载产生的跨中挠度实测值，mm。

4 当采用等效集中力加载模拟均布荷载进行试验时，挠度实测值应乘以修正系数ψ。当采用三分点加载时ψ可取0.98；当采用其它形式集中力加载时，ψ应经计算确定。

【要点说明】

B. 2. 8 公式（B. 2. 8－1）中，a_q^0为外加试验荷载作用下构件跨中的挠度实测值，其取值应避免混入构件自重和加载设备重产生的挠度。公式（B. 2. 8－3）中，M_b和a_b^0为开裂前一级的外加试验荷载的相应值，计算时不应任意取值。此时，近似认为挠度随荷载增加仍为线性变化。

等效集中力加载时，虽控制截面上的主要内力值相等，但变形及其他内力仍有差异，因此应考虑加载形式不同引起的变化。

（9）裂缝观测

【规范条文】

B. 2. 9 裂缝观测应符合下列规定：

1 观察裂缝出现可采用放大镜。试验中未能及时观察到正截面裂缝的出现时，可取荷载—挠度曲线上第一弯转段两端点切线的交点的荷载值作为构件的开裂荷载实测值；

2 在对构件进行抗裂检验时，当在规定的荷载持续时间内出现裂缝时，应取本级荷载值与前一级荷载值的平均值作为其开裂荷载实测值；当在规定的荷载持续时间结束后出现裂缝时，应取本级荷载值作为其开裂荷载实测值；

3 裂缝宽度宜采用精度为 0.05mm 的刻度放大镜等仪器进行观测，也可采用满足精度要求的裂缝检验卡进行观测；

4 对正截面裂缝，应量测受拉主筋处的最大裂缝宽度；对斜截面裂缝，应量测腹部斜裂缝的最大裂缝宽度。当确定受弯构件受拉主筋处的裂缝宽度时，应在构件侧面量测。

【要点说明】

B. 2. 9 本条提出了混凝土预制构件裂缝观测的要求和开裂荷载实测值的确定方法。

（10）安全防护设施

【规范条文】

B. 2. 10 试验时应采用安全防护措施，并应符合下列规定：

1 试验的加荷设备、支架、支墩等，应有足够的承载力安全储备；

2 试验屋架等大型构件时，应根据设计要求设置侧向支承；侧向支承应不妨碍构件在其平面内的位移；

3 试验过程中应采取安全措施保护试验人员和试验设备安全。

【要点说明】

B. 2. 10 预制构件加载试验时，应采取可靠措施保证试验人员仪表设备的安全。本条提出了试验时的安全注意事项。

（11）实验报告

【规范条文】

B. 2. 11 试验报告应符合下列规定：

1 试验报告内容应包括试验背景、试验方案、试验记录、检验结论等，不得有漏项缺检；

2 试验报告中的原始数据和观察记录应真实、准确，不得任意涂抹篡改；

3 试验报告宜在试验现场完成，并应及时审核、签字、盖章、登记归档。

【要点说明】

B. 2. 11 结构性能检验试验报告的原则要求是真实、准确、完整。本条提出了试验报告的具体要求。

10. 3. 4 预制构件进场验收除提供包括结构性能的质量证明文件外，尚应对其外观质量严重缺陷和预留、预埋等主控项目进行验收。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

[9. 2. 3] 预制构件的外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量；检查处理记录。

[9. 2. 4] 预制构件上的预埋件、预留插筋、预埋管线等的规格和数量以及预留孔、预留洞的数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[11. 4. 1] 预制构件的外观质量不应有严重缺陷，且不宜有一般缺陷。对已出现一般缺陷，应按技术方案进行处理，并应重新检验。

【要点说明】

预制构件的外观质量缺陷可按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204－2015 第 8 章及国家现行有关规定对严重缺陷和一般缺陷进行判断。

预制构件的预埋件和预留孔洞等应在进场时按设计要求验收，合格后方可使用，避免在构件安装时发现问题造成不必要的损失。

【措施方法】

对于出现的外观质量严重缺陷、影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差应作退场处理。如经设计同意可以进行修理使用，则应制订处理方案并获得监理确认后，预制构件生产企业应按技术处理方案处理，修理后应重新验收。

对于预埋件和预留孔洞等项目验收出现问题时，应和设计协商相应处理方案，如设计不同意处理应作退场报废处理。

10. 3. 5 预制构件进场验收内容一般项目包括构件标识、外观质量一般缺陷、尺寸偏差、结合面质量等。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

[9. 2. 5] 预制构件应有标识。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

[9. 2. 6] 预制构件的外观质量不应有一般缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查处理记录。

[9. 2. 7] 预制构件的尺寸偏差及检验方法应符合表 9. 2. 7 的规定；设计有专门规定时，尚应符合设计要求。施工过程中临时使用的预埋件，其中心线位置允许偏差可取表 9. 2. 7 中规定数值的 2 倍。

检查数量：同一类型的构件，不超过 100 件个为一批，每批应抽查构件数量的 5%，且不应少于 3 个。

表 9. 2. 7 预制构件尺寸允许偏差及检验方法

项目			允许偏差（mm）	检验方法
长度	楼板、梁、柱、桁架	＜m	±5	尺量
		≥12m 且＜18m	±10	
		≥18m	±20	
	墙板		±4	
宽度、高（厚）度	楼板、梁、柱、桁架		±5	尺量一端及中部，取其中偏差绝对值较大处
	墙板		±4	
表面平整度	楼板、梁、柱、墙板内表面		5	2m 靠尺和塞尺量测
	墙板外表面		3	
侧向弯曲	楼板、梁、柱		l/750 且≤20	拉线、直尺量测最大侧向弯曲处
	墙板、桁架		l/1000 且≤20	

续表 9.2.7

项目		允许偏差（mm）	检验方法
翘曲	楼板	l/750	调平尺在两端量测
	墙板	l/1000	
对角线	楼板	10	尺量两个对角线
	墙板	5	
预留孔	中心线位置	5	尺量
	孔尺寸	±5	
预留洞	中心线位置	10	尺量
	洞口尺寸、深度	±10	
预埋件	预埋板中心线位置	5	尺量
	预埋板与混凝土面平面高差	0，-5	
	预埋螺栓	2	
	预埋螺栓外露长度	+10，-5	
	预埋套筒、螺母中心线位置	2	
	预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差	±5	
预留插筋	中心线位置	5	尺量
	外露长度	+10，-5	
键槽	中心线位置	5	尺量
	长度、宽度	±5	
	深度	±10	

注：1 l为构件长度，mm；

2 检查中心线、螺栓和孔道位置偏差时，沿纵、横两个方向量测，并取其中偏差较大值。

[9.2.8] 预制构件的粗糙面的质量及键槽的数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

【要点说明】

预制构件表面的标识应清晰、可靠，以确保能够识别预制构件的“身份”，并在施工全过程中对发生的质量问题可追溯。预制构件表面的标识内容一般包括生产单位、构件型号、生产日期、质量验收标志等，如有必要，尚需通过约定标识表示构件在结构中安装的位置和方向、吊运过程中的朝向等。

预制构件的外观质量一般缺陷应按产品标准规定全数检验；当构件没有产品标准或现场制作时，应按现浇结构构件的外观质量要求检查和处理。

预制构件尺寸偏差和预制构件上的预留孔、预留洞、预埋件、预留插筋、键槽位置偏差等基本要求应进行抽样检验。如根据具体工程要求提出高于标准规定时，应按设计要求或合同规定执行。

装配整体式结构中预制构件与后浇混凝土结合的界面统称为结合面，具体可为粗糙面或键槽两种形式。有需要时，还应在键槽、粗糙面上配置抗剪或抗拉钢筋等，以确保结构的整体性。

【措施方法】

预制构件的一般项目验收应在预制工厂出场检验的基础上进行，现场验收时应按规定填写检验记录。对于部分项目不满足标准规定时，可以允许厂家按要求进行修理，但应责令预制构件生产企业制订产品出厂质量管理的预防纠正措施。

10.4 安装与连接

10.4.1 装配式结构采用后浇混凝土节点连接时混凝土强度必须满足设计要求。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[13.2.1] 后浇混凝土强度应符合设计要求。

检查数量：按批检验，检验批应符合本规程第12.3.7条的有关要求。

检验方法：按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的要求进行。

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

[9.3.6] 装配式结构采用现浇混凝土连接构件时，构件连接处后浇混凝土的强度应符合设计要求。

检查数量：按本规范第7.4.1条规定确定。

检验方法：检查混凝土强度试验报告。

【要点说明】

装配整体式混凝土结构节点区的后浇混凝土质量控制非常重要，不但要求其与预制构件的结合面紧密结合，还要求其自身浇筑密实，更重要的是要控制混凝土强度指标。

【措施方法】

施工前应制订节点区后浇混凝土浇筑及养护的质量控制措施。每班留置混凝土试块并按要求进行检测评定其混凝土强度。

当后浇混凝土和现浇结构采用相同强度等级混凝土同时浇筑时，可以采用现浇结构的混凝土试块强度进行评定；对有特殊要求的后浇混凝土应单独制作试块进行检验评定。

10.4.2 装配式结构采用钢筋套筒灌浆连接或浆锚搭接连接的灌浆施工质量应进行验收。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[13.2.2] 钢筋套筒灌浆连接及浆锚搭接连接的灌浆应密实饱满。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查灌浆施工质量检查记录。

[13.2.3] 钢筋套筒灌浆连接及浆锚搭接连接用的灌浆料强度应满足设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班应制作一组且每层不应少于三组40mm×40mm×160mm的长方体试件，标准养护28d后进行抗压强度试验。

检验方法：检查灌浆料强度试验报告及评定记录。

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

[9.3.2] 钢筋采用套筒灌浆连接时，灌浆应饱满、密实，其材料及连接质量应符合国家现行行业标准。

《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355的规定。

检查数量：按国家现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355的规定确定。

检验方法：检查质量证明文件、灌浆记录及相关检验报告。

《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015

[7.0.2] 工程应用套筒灌浆连接时，应由接头提供单位提交所有规格接头的有效型式检验报告。验收时应核查下列内容：

1 工程中应用的各种钢筋强度级别、直径对应的型式检验报告应齐全，报告应合格有效；

2 型式检验报告送检单位与现场接头提供单位应一致；

3 型式检验报告中的接头类型，灌浆套筒规格、级别、尺寸，灌浆料型号与现场使用的产品应

一致；

4 型式检验报告应在4年有效期内，可按灌浆套筒进厂（场）验收日期确定；

5 报告内容应包括本规程附录A规定的所有内容。

[7.0.4] 灌浆料进场时，应对灌浆料拌合物30min流动度、泌水率及3d抗压强度、28d抗压强度、3h竖向膨胀率、24h与3h竖向膨胀率差值进行检验，检验结果应符合本规程第3.1.3条的有关规定。

检查数量：同一成分、同一批号的灌浆料，不超过50t为一批，每批按现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408的有关规定随机抽取灌浆料制作试件。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

[7.0.3] 灌浆套筒进厂（场）时，应抽取灌浆套筒检验外观质量、标识和尺寸偏差，检验结果应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398及本规程第3.1.2条的有关规定。

检查数量：同一批号、同一类型、同一规格的灌浆套筒，不超过1000个为一批，每批随机抽取10个灌浆套筒。

检查方法：观察，尺量检查。

[7.0.5] 灌浆施工前，应对不同钢筋生产企业的进场钢筋进行接头工艺检验；施工过程中，当更换钢筋生产企业，或同生产企业生产的钢筋外形尺寸与完成工艺检验的钢筋有较大的差异时，应再次进行工艺检验。接头工艺检验应符合下列规定：

1 灌浆套筒埋入预制构件时，工艺检验应在预制构件生产前进行；当现场灌浆施工单位与工艺检验时的灌浆单位不同，灌浆前应再次进行工艺检验；

2 工艺检验应模拟施工条件制作接头试件，并应按接头提供单位提供的施工操作要求进行；

3 每种规格钢筋应制作3个对中套筒灌浆连接接头，并应检查灌浆质量；

4 采用灌浆料拌合物制作的40mm×40mm×160mm试件不应少于1组；

5 接头试件及灌浆料试件应在标准养护条件下养护28d；

6 每个接头试件的抗拉强度、屈服强度应符合本规程第3.2.2条、第3.2.3条的规定，3个接头试件残余变形的平均值应符合本规程表3.2.6的规定；灌浆料抗压强度应符合本规程第3.1.3条规定的28d强度要求；

7 接头试件在量测残余变形后可再进行抗拉强度试验，并应按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107规定的钢筋机械连接型式检验单向拉伸加载制度进行试验；

8 第一次工艺检验中1个试件抗拉强度或3个试件的残余变形平均值不合格时，可再抽3个试件进行复检，复检仍不合格判为工艺检验不合格；

9 工艺检验应由专业检测机构进行，并应按本规程附录A第A.0.2条规定的格式出具检验报告。

[7.0.6] 灌浆套筒进厂（场）时，应抽取灌浆套筒并采用与之匹配的灌浆料制作对中连接接头试件，并进行抗拉强度检验，检验结果均应符合本规程第3.2.2条的有关规定。

检查数量：同一批号、同一类型、同一规格的灌浆套筒，不超过1000个为一批，每批随机抽取3个灌浆套筒制作对中连接接头试件。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

[7.0.7] 本规程第7.0.6条规定的抗拉强度检验接头试件应模拟施工条件并按施工方案制作。接头试件应在标准养护条件下养护28d。接头试件的抗拉强度试验应采用零到破坏或零到连接钢筋抗拉荷载标准值1.15倍的一次加载制度，并应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的有关规定。

[7.0.9] 灌浆施工中，灌浆料的28d抗压强度应符合本规程第3.1.3条的有关规定。用于检验抗压强度的灌浆料试件应在施工现场制作。

检查数量：每工作班取样不得少于1次，每楼层取样不得少于3次。每次抽取1组40mm×40mm×160mm的试件，标准养护28d后进行抗压强度试验。

检验方法：检查灌浆施工记录及抗压强度试验报告。

[7.0.10] 灌浆应密实饱满，所有出浆口均应出浆。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查灌浆施工记录。

[7.0.11] 当施工过程中灌浆料抗压强度、灌浆质量不符合要求时，应有施工单位提出技术处理方案，经监理、设计单位认可后进行处理。经处理后的部位应重新验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查处理记录。

【要点说明】

钢筋采用套筒灌浆连接或浆锚搭接连接时，连接接头的质量及传力性能是影响装配式结构受力性能的关键，应严格控制。

套筒灌浆连接前应按现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015的有关规定进行钢筋套筒灌浆连接接头工艺试验，试验合格后方可进行灌浆作业。

【措施方法】

钢筋套筒灌浆连接和浆锚搭接连接质量控制措施包括：

1 制订灌浆操作工艺规程、有关试验和质量控制方案，并设专人监督填写灌浆记录；

2 灌浆作业人员应经培训合格后上岗；

3 专职检验人员及时检查灌浆密实情况并记录检查结果；

4 在保证灌浆质量的前提下，可通过模拟现场制作平行试件进行验收。

10.4.3 装配式结构采用坐浆连接时，应对坐浆材料的强度进行验收。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[13.2.4] 剪力墙底部接缝坐浆强度应满足设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班应制作一组且每层不应少于3组边长为70.7mm的立方体试件，标准养护28d后进行抗压强度试验。

检验方法：检查坐浆材料强度试验报告及评定记录。

【要点说明】

接缝采用坐浆连接构造时，如果希望坐浆满足竖向传力要求，则应对坐浆的强度提出明确的设计要求。对于不需要传力的填缝砂浆可以按构造要求规定其强度指标。

【措施方法】

施工时应采取措施确保坐浆在接缝部位饱满密实，并加强养护。

10.4.4 装配式结构的节点采用焊接连接时，应对焊接质量进行验收。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[13.2.5] 钢筋采用焊接连接时，其焊接质量应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的有关规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定确定。

检验方法：检查钢筋焊接施工记录及平行试件的强度试验报告。

[13.2.7] 预制构件采用焊接连接时，钢材焊接的焊缝尺寸应满足设计要求，焊缝质量应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的要求进行。

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

［9.3.3］钢筋采用焊接连接时，其接头质量应符合国家现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定确定。

检验方法：检查质量证明文件及平行加工试件的检验报告。

［9.3.5］预制构件采用焊接、螺栓连接等连接方式时，其材料性能及施工质量应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的相关规定。

检查数量：按国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《钢筋焊接及验收规程》

JGJ 18 的规定确定。

检验方法：检查施工记录及平行加工试件的检验报告。

【要点说明】

在装配式结构中，常会采用钢筋或钢板焊接连接。当钢筋或型钢采用焊接连接时，钢筋或型钢的焊接质量是保证结构传力的关键主控项目，应由具备资格的焊工进行操作，并按国家标准《钢结构工程施工质量及验收规范》GB 50205－2001、行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18－2012 的有关规定进行验收。

【措施方法】

考虑到装配式混凝土结构中钢筋或型钢焊接连接的特殊性，很难做到连接试件原位截取，故要求制作平行加工试件。平行试件的检验数量和试验方法应符合现场截取试件的要求，平行试件的制作必须要有质量管理措施，并保证其具有代表性。平行加工试件应与实际钢筋连接接头的施工环境相似，并宜在工程结构附近制作。

10.4.5 装配式结构节点钢筋采用机械连接时，应对钢筋连接接头质量进行验收。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

［13.2.6］钢筋采用机械连接时，其接头质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定确定。

检验方法：检查钢筋机械连接施工记录及平行试件的强度试验报告。

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

［9.3.4］钢筋采用机械连接时，其接头质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定确定。

检验方法：检查质量证明文件、施工记录及平行加工试件的试验报告。

【要点说明】

钢筋采用机械连接时，应按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107－2010 的有关规定进行验收。平行加工试件的要求与本章第 10.4.4 条的要求相同。

【措施方法】

对于机械连接接头，应按有关标准规定检验螺纹接头拧紧扭矩和挤压接头压痕直径。

10.4.6 装配式结构节点采用螺栓连接时，应对螺栓连接质量进行验收。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

［13.2.8］预制构件采用螺栓连接时，螺栓的材质、规格、拧紧力矩应符合设计要求及现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的要求进行。

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

［9.3.5］预制构件采用焊接、螺栓连接等连接方式时，其材料性能及施工质量应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的相关规定。

检查数量：按国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《钢筋焊接及验收规程》

JGJ 18 的规定确定。

检验方法：检查施工记录及平行加工试件的检验报告。

【要点说明】

装配式结构中，常会采用钢筋或钢板焊接、螺栓连接等“干式”连接方式，此时钢材、焊条、螺栓等产品或材料应按批进行进场检验，施工焊接及螺栓连接质量应按国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的相关规定进行检查验收。

【措施方法】

施工时应分批逐个检查螺栓的拧紧力矩，并做好施工记录。

10.5 装配式结构

10.5.1 装配式结构施工完成后，应对其外观质量进行验收。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

［9.3.7］装配式结构施工后，其外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测；检查处理记录。

［9.3.8］装配式结构施工后，其外观质量不应有一般缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查处理记录。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

［13.1.5］装配式建筑的饰面质量应符合设计要求，并应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 的有关规定。

【要点说明】

装配式结构的外观质量缺陷可按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015 第 8 章的有关规定进行判断。

装配式结构现浇混凝土的外观质量除设计有专门的规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015 中关于现浇混凝土结构的有关规定。

装配式建筑的饰面质量应符合设计要求，并应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210－2001 的有关规定。

【措施方法】

对于出现的严重缺陷及影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差，处理方式按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015 验收规范第 8.2 节、第 8.3 节的有关规定执行。对于出现的一般缺陷时，处理方式同按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015 验收规范第 8.2.2 条的有关规定执行。

10.5.2 装配式结构施工完成后，应对其尺寸允许偏差进行验收。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

[9.3.9] 装配式结构施工后，预制构件位置、尺寸偏差及检验方法应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合表9.3.9的规定。预制构件与现浇结构连接部位的表面平整度应符合表9.3.9的规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的10%，且不应少于3件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查10%，且不应少于3间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度5m左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查10%，且均不应少于3面。

表9.3.9 装配式结构构件位置和尺寸允许偏差及检验方法

项目			允许偏差（mm）	检验方法
构件轴线位置	竖向构件（柱、墙板、桁架）		8	经纬仪及尺量
	水平构件（梁、楼板）		5	
标高	梁、柱、墙板 楼板底面或顶面		±5	水准仪或拉线、尺量
构件垂直度	柱、墙板 安装后的高度	≤6m	5	经纬仪或吊线、尺量
		>6m	10	
构件倾斜度	梁、桁架		5	经纬仪或吊线、尺量
相邻构件平整度	梁、楼板底面	外露	3	2m靠尺和塞尺量测
		不外露	5	
	柱、墙板	外露	5	
		不外露	8	
构件搁置长度	梁、板		±10	尺量
支座、支垫中心位置	板、梁、柱、墙板、桁架		10	尺量
墙板接缝宽度			±5	尺量

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[13.3.1] 装配式结构尺寸允许偏差应符合设计要求；并应符合表13.3.1中的规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。在同一检验批内，对梁、柱，应抽查构件数量的10%，且不应少于3件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查10%，且不应少于3间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度5m左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查10%，且均不应少于3面。

表13.3.1 装配式结构尺寸允许偏差及检验方法

项目		允许偏差（mm）	检验方法
构件中心线对轴线位置	基础	15	尺量检查
	竖向构件（柱、墙板、桁架）	10	
	水平构件（梁、板）	5	
构件标高	梁、柱、墙、板底面或顶面	±5	水准仪或尺量检查

续表13.3.1

项目			允许偏差（mm）	检验方法
构件垂直度	柱、墙	<5m	5	经纬仪或全站仪测量
		≥5m且<10m	10	
		≥10m	20	
构件倾斜度	梁、桁架		5	垂线、钢尺量测
相邻构件平整度	板端面		5	钢尺、塞尺量测
	梁、板底面	抹灰	5	
		不抹灰	3	
	柱墙侧面	外露	5	
		不外露	10	
构件搁置长度	梁、板		±10	尺量检查
支座、支垫中心位置	板、梁、柱、墙、桁架		10	尺量检查
墙板接缝	宽度		±5	尺量检查
	中心线位置			

10.5.3 装配式结构外墙接缝采用密缝材料防水时，接缝防水性能应进行验收。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[13.3.2] 外墙板接缝的防水性能应符合设计要求。

检验数量：按批检验。每1000m²外墙面积应划分为一个检验批，不足1000m²时也应划分为一个检验批；每个检验批每100m²应至少抽查一处，每处不得少于10m²。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

[9.1.2] 装配式结构的接缝施工质量及防水性能应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

【要点说明】

装配式结构的墙板接缝防水施工质量是保证装配式外墙防水性能的关键，施工时应按设计要求进行选材和施工，并采取严格的检验验证措施。

现场淋水试验应满足：淋水流量不应小于5L/（m·min），淋水试验时间不应少于2h，检测区域不应有遗漏部位。淋水试验结束后，检查背水面有无渗漏。

【措施方法】

现场淋水试验可参照门窗或幕墙试验方法进行。检测区域不应有遗漏部位。

10.5.4 装配式结构工程验收时，应提供有关的文件和记录。

【规范条文】

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014

[13.1.6] 装配式混凝土结构验收时，除应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的要求提供文件和记录外，尚应提供下列文件和记录：

1 工程设计文件、预制构件制作和安装的深化设计图；

2 预制构件、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复验报告；

3 预制构件安装施工记录；

4 钢筋套筒灌浆、浆锚搭接连接的施工检验记录；

5 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；
6 后浇混凝土、灌浆料、座浆材料强度检测报告；
7 外墙防水施工质量检验记录；
8 装配式结构分项工程质量验收文件；
9 装配式工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；
10 装配式工程的其他文件和记录。

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

［10.2.3］混凝土结构子分部工程施工质量验收时，应提供下列文件和记录：
1 设计变更文件；
2 原材料质量证明文件和抽样检验报告；
3 预拌混凝土的质量证明文件；
4 混凝土、灌浆料的性能检验报告；
5 钢筋接头的试验报告；
6 预制构件的质量证明文件的安装验收记录；
7 预应力筋用锚具、连接器的质量证明文件和抽样检验报告；
8 预应力筋安装、张拉的检验记录；
9 钢筋套筒灌浆连接及预应力孔道灌浆记录；
10 隐蔽工程验收记录；
11 混凝土工程施工记录；
12 混凝土试件的试验报告；
13 分项工程验收记录；
14 结构实体检验记录；
15 工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；
16 其他必要的文件和记录。

【要点说明】

装配式混凝土结构子分部工程施工质量验收时应提交的主要文件和记录，是保证工程质量实现可追溯性的基本要求，反映了从基本的检验批开始，贯彻于整个施工过程的质量控制结果，落实了过程控制的基本原则，是确保工程质量的依据。

10.5.5 装配式结构工程验收时资料应完整，验收合格后应将验收文件存档备案。

【规范条文】

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015

［10.2.4］混凝土结构子分部工程施工质量验收合格后，应按有关规定将验收文件存档备案。

【要点说明】

本条落实了在设计使用年限内的责任。验收文件存档备案，在有必要进行维护、修理、检测、加固或改变使用功能时，可以提供有效依据。

11 运营与维护

目前与装配式混凝土结构相关的运营与维护方面的标准主要有两册：

《无障碍设施施工验收及维护规范》GB 50642－2011

《建筑外墙清洗维护技术规程》JGJ 168－2009

前者主要是建筑内部的维护，后者主要是建筑外部的维护。

11.1 建筑内部的维护

11.1.1 建筑地面、设施的功能性维护：

【规范条文】

《无障碍设施施工验收及维护规范》GB 50642－2011

［4.4.2］功能性维护应符合下列规定

1 地面的裂缝、变形和破损的维护应符合下列规定：

1）对面层的裂缝、变形和破损的维护，所使用的面层材料的材质应与原材质相同，所使用的板块材料的规格、尺寸和颜色宜与原板块材料相同。

2）对整体面层局部轻微裂缝，可采用直接灌浆法处治。对贯穿板厚的中等裂缝，可用扩缝补块的方法处治。对于严重裂缝可用挖补方法全深度补块。整体面层大面积开裂、空鼓的应凿除重做。

3）对板块面层局部出现裂缝的，可采取更换板块材料的方法处治。板块面层大面积开裂、空鼓的应凿除重做。

4）对地基或基层沉陷导致面层沉陷维护，应首先处理地基和基层，地基和基层处理达到设计和相关规范要求并验收合格后，再处理面层。

6）检查井沉陷应重新安装检查井框。

7）维护面层的范围应大于沉陷部位的面积，每边不应小于300mm或1倍板块材料的宽度。

2 其他设施及组件的裂缝、变形和破损的维护应符合下列规定：

1）扶手的开裂、变形和破损，应用修补或更换的方法处治。

2）安全抓杆的变形，应用更换的方法处治。

3）门扇下垂、变形和破损影响使用的应用更换的方法处治。

4）观察窗玻璃开裂、破损，应用更换的方法处治。

5）门把手、关门拉手和闭合器破损，应用更换的方法处治。

12）镜子的破损，应用更换的方法处治。

3 松动、脱落和缺失的维护应符合下列规定：

1）面层的局部松动、脱落，应用修补和更换的方法处治。脱落面积超过20%的，应整体凿除重做。

3）缺失的检查井盖板和雨水篦子应补齐。

4）无障碍通道、走道的护墙板和门的护门板松动、缺失，应紧固、补齐。

5）扶手、安全抓杆松动、脱落和缺失，应紧固、补齐。

6）栏杆、栏板松动和缺失，应首先采取可靠的临时围挡措施，然后按原设计修复。

7）门把手、关门拉手和闭合器松动、脱落和缺失，应紧固、补齐。

12）厨房操作台、吊柜、壁柜和卧室、客房的橱柜及其五金配件、挂衣杆松动、脱落和缺失，应用紧固、补齐。

【要点说明】

本条主要规定了建筑中一般性设施的日常维护。

【措施方法】

规范条文的正文基本上就是日常维护的措施和方法。

11.1.2 建筑内部一般性维护：

【规范条文】

《无障碍设施施工验收及维护规范》GB 50642－2011

［4.4.3］一般性维护应符合下列规定：

2 积水、腐蚀和污染的维护应符合下列规定：

1）涉及通行的地面面层积水，应及时清除。

3）设施表面污染应该清洗达到洁净的标准。

【要点说明】

本条主要规定了建筑中一般性设施的日常维护。

【措施方法】

规范条文的正文基本上就是日常维护的措施和方法。

11.1.3 建筑内部抗滑性下降的维护：

【规范条文】

《无障碍设施施工验收及维护规范》GB 50642－2011

［4.4.4］抗滑性能下降的维护应符合下列规定：

1 对地面磨损，造成抗滑性能下降，不能达到设计要求的，应对面层进行处理。

2 设计为干燥地面，出现潮湿或积水情况，造成抗滑性能下降，不能满足安全使用要求的，应对面层进行处理。

3 对污染所造成的抗滑性能下降，不能达到设计要求的，应对面层进行处理。

【要点说明】

抗滑性能下降直接影响到使用者的安全，特别是老年人及残疾人的安全，因此一定要及时清理。

11.2 建筑外部的维护

11.2.1 建筑外部的维护一般是指建筑外墙的检查、清洗。

【规范条文】

《建筑外墙清洗技术维护技术规程》JGJ 168－2009

［3.0.1］清洗维护作业前，应对建筑外墙的饰面进行检查。当饰面存在下列情况时，应进行相应处理，并经验收合格后方可进行清洗维护作业：

1 当饰面出现风化、酥松、空鼓、开裂或剥落等现象时，应先进行修补、加固或更换，并作记录；

2 当饰面有废弃附着物时，应予以清除；

3 当饰面存在渗水现象时，应进行防水抗渗处理，并确定已修复。

［3.0.2］修补、加固或更换饰面时采用的材料宜与原材料一致，并应确保新旧材料的可靠结合。

［3.0.3］对于幕墙的检查与处理，应由具有相关资质的单位进行。

【要点说明】

建筑物外墙基层必须牢固，否则饰面层不可能结实，基层如有缺陷必须进行修补、加固。

【措施方法】

饰面层的修补，应按相应的施工规范进行操作。饰面废弃物的附着物可以借此清洗维护的机会进行清除，即使得建筑物外立面美观，又可以使得清洗工作更易进行。

当进行饰面修补、加固或更换时，采用与原来相同或外观相近的嵌缝与修补材料，可保持建筑物的饰面效果。

由于幕墙等有其行业规范，专业性较强，如果非专业人员进行检查或维修时，可能会造成质量及安全事故等问题，因此涉及检查、维修时应选择有相应资质的单位进行。

11.2.2 材料

【规范条文】

《建筑外墙清洗技术维护技术规程》JGJ 168－2009

［4.1.1］清洗维护材料应能清除饰面上的污垢，使饰面恢复原有的材质表观。

［4.1.2］清洗维护应优先采用环保型材料。

［4.1.3］清洗维护不得采用 pH 值小于 4 或 pH 值大于 10 的清洗剂以及有毒有害化学品。

［4.1.4］化学清洗剂和敷剂等清洗维护材料，应具有有效质检报告或生产许可证的合格产品，并应标明产品名称、种类、执行标准、生产日期、使用说明、保质期等。

【要点说明】

清洗维护材料的作用是除去建筑外墙表面附着的污垢，使其恢复到原有的本色，呈现干净、美观的外表，这是外墙清洗维护的主要目的。

清洗维护是临时性的工作，在进行操作时，往往会忽略其形成二次污染的可能性，因此提倡采用环保型清洗剂，从源头上减少二次污染的可能。

由于强酸、强碱对大多数材料都有腐蚀作用，因此本规定使用的清洗剂其 pH 值不能小于 4，也不能大于 10，同时外墙清洗材料不能使用有毒有害化学品，以免对施工操作人员造成伤害和环境污染。

【措施方法】

规范条文本身就是措施方法。

11.2.3 材料的种类与适用性

【规范条文】

《建筑外墙清洗技术维护技术规程》JGJ 168－2009

［4.2.1］清洗维护材料可选用清水、化学清洗剂、敷剂和砂。

［4.2.2］清水可用于清洗轻度污染的饰面。

［4.2.3］中性清洗剂可用于清洗中度污染、表面光滑的饰面。清洗金属幕墙和涂料的饰面时，应采用中性清洗剂。

［4.2.4］碱性清洗剂可用于清洗耐碱性且粘有油污的饰面或有机粘结材料的饰面。

［4.2.5］酸性清洗剂可用于清洗表面粗糙及硬度高的天然石材和烧结材料的饰面。

［4.2.6］敷剂可用于清洗污垢吸附程度严重的饰面。

［4.2.7］当采用砂作为清洗材料时，应采取湿式砂洗，且砂宜采用石英砂或金刚砂。湿式砂洗可用于清洗重度污染且表面粗糙及硬度较高的天然石材饰面。

【要点说明】

清水作为清洗维护材料，采用压力清洗机，利用高压水流的喷射力量进行清洗维护。压力水流清洗有清洗效率高、成本低、对周围环境无污染、不损伤建筑物等特点，是应当首先考虑选用的清洗维护材料。

中性清洗维护材料：pH 值 6.0～8.0，能与污垢产生湿润、乳化、溶胀等作用，经水流冲洗后将饰面清洗干净。不仅适合饰面不耐酸碱的玻璃、铝、不锈钢，也适用于清洗瓷砖和光面石材上的污垢。

碱性清洗维护材料：pH 值 8.0～10.0，能与污垢起皂化和乳化反应，但碱性太强可能对建筑表面

造成损伤。适用于清洗石灰石、大理石上的污垢。

酸性清洗维护材料：pH 值4.0～6.0，能与饰面材料发生化学反应，生成可溶性物质，污垢失去了附着的基础，经水流冲洗后可以将饰面清洗干净。酸洗有良好的除污效果，但如酸洗不当，可能造成墙面失光，毛糙、泛黄等弊病。冲洗水可能污染水质。适用于清洗花岗石、无光、亚光面砖、锦砖上的污垢。

敷剂：是一种液固相混合的化学粉剂，将它加水调成糊状涂在清洗的墙面上，经过一段时间后用干布、刷子或高压水将它清除，污垢即可随之清除，尤其适用于凸凹不平墙面的清洗。

石英砂和金刚砂：通过机械设备将石英砂和金刚砂喷射到饰面上。利用研磨料的表面研磨和冲击作用，在对石材进行研磨和冲击的同时，靠机械力将积存与饰面的污垢去除。湿式喷砂可以避免由于粉尘造成的健康和环境污染问题，因此本规程规定砂洗应采用湿式砂洗。

【措施方法】

规范条文本身就是措施方法。

11.2.4 材料的性能指标

【规范条文】

《建筑外墙清洗技术维护技术规程》JGJ 168－2009

[4.3.1] 清水的主要性能指标应符合下列规定：外观无色透明液体；密度 1.0（g/cm³）；pH 值为 7.0。

[4.3.2] 中性清洗剂的主要性能指标：外观为澄清液体；密度 1.0～1.02（g/cm³）；pH 为值 6.0～8.0。

[4.3.3] 碱性清洗剂的主要性能指标：外观为澄清液体；密度 1.25～1.40（g/cm³）；pH 值为 8.0～10.0。

[4.3.4] 酸性清洗剂的主要性能指标：外观为澄清液体；密度 1.02～1.10（g/cm³）；pH 值为 4.0～6.0。

[4.3.5] 敷剂的主要性能指标：外观为粉状或膏状体；pH 值为 4.0～10.0。

[4.3.6] 用于外墙砂洗的石英砂和金刚砂宜选用中砂，并应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定。用于同一建筑外墙清洗的石英砂和金刚砂的粒径应一致。

【要点说明】

清洗维护材料品种多种多样，适用性各不相同，但这些材料基本上区分为中性、碱性、酸性，为避免腐蚀饰面，强制规定了对酸碱性的要求。清洗维护材料的酸碱度可用 pH 试纸或 pH 试笔通过湿棉测定。

为保证研磨料对外墙饰面材料的切削程度的均匀、一致，规定了用于同一建筑外墙砂洗的石英砂和金刚砂的粒径采取同一规格。

11.2.5 清洗维护作业一般规定

【规范条文】

《建筑外墙清洗技术维护技术规程》JGJ 168－2009

[5.1.1] 清洗维护作业不应损伤被清洗饰面、密封材料或嵌缝材料等。

[5.1.2] 经过清洗的饰面表面应清洁、无污垢，且不应残留酸、碱、砂等清洗材料，并应达到色泽均匀和顺，无泛黄斑迹的效果。

[5.1.3] 外墙清洗过程中，不应对环境造成二次污染。采用喷砂清洗时，落砂应回收再用。

[5.1.4] 清洗维护作业应从建筑物顶部自上而下、从左至右分排分层进行。水枪与被清洗饰面之间宜呈 60 度斜角。

[5.1.5] 清洗维护作业冲洗用水的贮水罐宜设置在建筑物顶部。

[5.1.6] 清洗材料宜采用塑料容器存放，酸性和碱性清洗材料不得采用金属容器存放。

[5.1.7] 清洗施工前应测定作业点的风力，当风力超过 5 级时，不得进行高处作业。

[5.1.8] 雨天、雾天和气温超过 35℃或低于 5℃时，不应进行施工。夜间不得进行高处作业。

[5.1.9] 施工的工人应穿防滑胶鞋及雨衣，并戴防护眼镜、防护手套。

[5.1.10] 建筑物的檐沟、雨篷、台口线等特殊部位的污垢应先行清除干净。

【要点说明】

清洗维护的目的是恢复或保持饰面的原来面貌，因此要确保清洗维护不能对建筑饰面的材质和表面造成伤害。

化学清洗维护材料易造成二次污染，且污染物难降解。

清洗作业从上而下主要是避免清洗完毕的墙面被洗剂及冲洗污水二次污染。

贮水罐放置楼顶部主要是为了获得充足的压力水，保证清洗质量。

采用塑料容器盛放清洗剂主要是其不易于化学物质反应。

气候条件对外墙的施工影响很大。气候条件差，大风、雨雪、低温等影响施工人身安全、施工质量和操作安全。

高层的外墙施工安全特别重要，需要穿防滑鞋。而且冲洗时有大量的水溅出，必须穿胶鞋、雨衣及戴防护眼镜、手套。

11.2.6 清洗维护作业工序

【规范条文】

《建筑外墙清洗技术维护技术规程》JGJ 168－2009

[5.3.1] 清水清洗维护应按下列工序进行：1. 安装登高作业设备；2. 调节高压清洗机压力；3. 清水高压清洗。

[5.3.2] 清洗剂清洗维护应按下列工序进行：1. 安装登高作业设备；2. 采取措施对非清洗部位及树木绿化等进行遮蔽保护；3. 设置废水排放设施；4. 用压力水枪将需要清洗的墙面冲洗一遍，除去浮灰，表干后涂刷清洗剂；5. 涂刷清洗剂后，应按材料使用说明书要求，适时刷洗；6. 用压力水枪反复彻底冲洗；7. 检查并处理特殊污垢，或重复操作；8. 用广范 PH 试纸测墙面酸碱性。

[5.3.3] 敷剂清洗维护应按下列工序进行：1. 安装登高作业设备；2. 设置废水排放设施；3. 拌合敷料，并将敷料批刮在墙面污垢处并压实；4. 用胶带将塑料薄膜覆盖在敷贴处，且塑料薄膜停留时间不宜少于 6h；5. 揭去塑料薄膜，除去敷料及污垢；6. 高压水冲洗。

[5.3.4] 砂洗清洗维护应按下列工序进行：1. 安装登高作业设备；2. 施工前应对非清洗部位及树木绿化等进行遮蔽保护；3. 施工面设置冲洗砂的回收装置、废水排放设施及降低噪声装置；4. 根据外墙饰面特点选择不同类型及粒径的砂；5. 选择合适的空压机，安装高压水管，同时进行喷砂和喷水或喷射水砂悬浮物；6. 高压水冲洗。

[5.3.5] 玻璃与金属幕墙的清洗维护应按下列工序进行：1. 安装登高作业设备；2. 设置废水排放设施；3. 将清洗的幕墙用清水冲洗一遍；4. 涂刷中性清洗剂；5. 擦拭幕墙，用清水冲洗；6. 用橡皮刮刀刮拭幕墙。

【要点说明】

不加清洗剂的清水清洗维护，最环保，应尽量采用。

使用化学清洗剂时，应使清洗剂停留一段时间，使之与污垢起化学反应，且冲洗的水应有一定压力，保证残液易于清除，以获得理想的清洗效果，冲洗的废水应定向排入就近的污水管道。

敷剂清洗维护时，覆盖塑料薄膜为防止敷料的液体挥发，停留时间长，使污垢充分润湿、溶化，易于冲洗脱落。

砂洗时，喷砂空压机规格按饰面情况选用。施工时喷枪嘴距墙面一般保持在 700mm 左右，自上而下平稳移动枪头，避免漏喷。控制喷砂对石材外墙的磨削程度，洗净即可。

玻璃和金属墙面相对来说清洗比较容易，但玻璃与金属墙面的清洗维护应注意避免与玻璃和金属表

面撞击，以免造成损坏和安全问题。

11.2.7 建筑外部清洗维护安全规定

【规范条文】

《建筑外墙清洗技术维护技术规程》JGJ 168－2009。

[5.5.1] 清洗维护作业应符合国家现行标准《涂装作业安全规程 安全管理通则》GB 7691、《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 的规定。

[5.5.2] 当施工面下有出入口通道或人员活动场地时，应在该场地上空设置遮挡防护设施。遮挡防护设施应具有抵挡下坠物体撞击的足够承载力。

[5.5.3] 现场应备有消防设备、安全警示灯、急救药品。应保持道路畅通，并设置安全警示标志。

[5.5.4] 清洗维护作业所用的设备、工具和安防设施，必须符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 中有关产品质量安全的要求。登高机具或设施安装完毕后，必须按现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 进行验收，验收通过方能使用。

[5.5.5] 清洗维护作业时，不得在同一垂直方向的上下面同时作业。

[5.5.7] 清洗维护作业人员应通过技术和安全教育培训，熟悉清洗操作规程，并掌握安全操作规程。登高作业人员必须有高处作业操作证书。

【规范条文】

高处作业安全第一，必须做到万无一失。施工现场要设置安全员，落实安全措施和安全责任。

进行清洗维护的建筑物基本上都是旧建筑，在施工时需最大限度降低对单位居民的正常生活起居的影响；安全措施要落实，清洗施工的饰面下有出入口通道或人员活动场地时应设置遮挡设施和维护措施；同时还应配置消防设备、安全警示装置、急救药品，并保持道路畅通。

为确保施工人员生命安全及高压线路的输电安全，在距高压线 10m 区域内无专业安全防护措施时是不能施工的；作业范围内的广告构架及招牌等钢结构的霓虹灯均有电源和线路，在湿作业环境下易触电，作业时需切断电源并委托电力管理部门进行专业监护。

11.2.8 清洗维护作业环境污染控制

【规范条文】

《建筑外墙清洗技术维护技术规程》JGJ 168－2009：

[5.6.1] 清洗维护作业应规范操作，避免废水四溅。冲洗的废水应排入就近的污水管道，且应满足现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 的要求。

[5.6.2] 当采用湿式砂洗时，现场空气粉尘应满足现行国家标准《大气污染物综合排放标准》GB 16297 的要求。

[5.6.3] 施工时应采用低噪声设备，并采取降噪措施。现场噪声应满足现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的限值要求。

【要点说明】

冲洗废水、喷砂施工等，都应满足现行国家标准有关的规定。

【措施方法】

冲洗废水定向排入就近的污水管道时，须符合《污水综合排放标准》GB 8978 中的第二类污染物最高允许排放浓度（三级标准）的要求。

喷砂施工，现场空气粉尘至少满足《大气污染物综合排放标准》GB 16297 中的新污染源大气污染排放限值的要求。

由于施工地点经常是靠近居民或办公区域，因此施工时应采取降噪措施。要求噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的限值要求。

附录 A 装配式建筑相关标准

A.1 工程标准

一 国家标准

《建筑模数协调标准》GB/T 50002－2013
《建筑结构荷载规范》GB 50009－2012
《混凝土结构设计规范》GB 50010－2010
《建筑抗震设计规范》GB 50011－2010
《建筑给水排水设计规范》GB 50015－2003（2009 年版）
《建筑设计防火规范》GB 50016－2014
《钢结构设计规范》GB 50017－2003
《建筑物防雷设计规范》GB 50057－2010
《普通混凝土拌合物性能试验方法》GB/T 50080－2002
《住宅设计规范》GB 50096—2011
《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107－2010
《建筑楼梯模数协调标准》GBJ 101－87
《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114－2014
《民用建筑隔声设计规范》GB 50118－2010
《公共建筑节能设计标准》GB 50189－2015
《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2015
《钢结构工程施工质量及验收规范》GB 50205－2001
《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210－2001
《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223－2008
《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程》JGJ 224－2010
《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242－2002
《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300－2013
《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303－2015
《住宅装饰装修工程施工规范》GB 50327－2001
《屋面工程技术规范》GB 50345－2012
《民用建筑设计通则》GB 50352－2005
《建筑工程建筑面积计算规范》GB/T 50353－2013
《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361－2005
《住宅建筑规范》GB 50368－2005
《绿色建筑评价标准》GB/T 50378－2014
《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448－2015
《建筑工程施工组织设计规范》GB/T 50502－2009
《无障碍设施施工验收及维护规范》GB 50642－2011

《钢结构焊接规范》GB 50661－2011
《混凝土结构工程施工规范》GB 50666－2011
《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736－2012
《钢结构工程施工规范》GB 50755－2012
《工业化建筑评价标准》GB/T 51129－2015

二　行业标准

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1－2014
《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3－2010
《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008
《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17－2008
《钢筋焊接及验收技术规程》JGJ 18－2012
《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26－2010
《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33－2012
《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46－2005
《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55－2011
《夏热和冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75－2012
《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80－91
《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107－2010
《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114－2014
《夏热和冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134－2010
《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142－2012
《建筑外墙清洗维护技术规程》JGJ 168－2009
《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169－2009
《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程》JGJ 224－2010
《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242－2011
《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256－2011
《预制带肋底板混凝土叠合楼板技术规程》JGJ/T 258－2011
《住宅厨房模数协调标准》JGJ/T 262－2012
《住宅卫生间模数协调标准》JGJ/T 263－2012
《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281－2012
《住宅室内装饰装修工程质量验收规范》JGJ/T 304－2013
《公共建筑吊顶工程技术规程》JGJ 345－2014
《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355－2015
《住宅室内装饰装修设计规范》JGJ 367－2015
《建筑排水塑料管道工程技术规程》CJJ/T 29－2010
《装配式玻纤增强无机材料复合保温墙板应用技术规程》CECS396：2015
《CSI 住宅建设技术导则（试行）》

A.2　地方标准

北京市地方标准《地面辐射供暖技术规范》DB11/ 806－2011
北京市地方标准《预制混凝土构件质量检验标准》DB11/T 968－2013
北京市地方标准《装配式剪力墙住宅建筑设计规程》DB11/T 970－2013

北京市地方标准《装配式剪力墙结构设计规程》DB11/ 1003－2013
北京市地方标准《装配式混凝土结构工程施工与质量验收规程》DB11/T 1030－2013
辽宁省地方标准《装配整体式混凝土结构技术规程》DB21/T 1868－2010
辽宁省地方标准《预制混凝土构件制作与验收规程（暂行）》DB21/T 1872－2011
辽宁省地方标准《装配式建筑全装修技术规程（暂行）》DB21/T 1893－2011
辽宁省地方标准《装配整体式建筑技术规程（暂行）》DB21/T 1924－2011
辽宁省地方标准《装配整体式建筑设备与电气技术规程（暂行）》DB21/T 1925－2011
黑龙江地方标准《预制装配整体式房屋混凝土剪力墙结构技术规范》DB23/T 1400－2010
上海市工程建设规范《预拌混凝土和预制混凝土构件生产质量管理规程》DG/T J08－2034－2008
上海市工程建设规范《轻型木结构技术规程》DG/TJ 08－2059－2009
上海市工程建设规范《装配整体式住宅混凝土构件制作、施工及质量验收规程》DG/T J08－2069－2010
上海市工程建设规范《装配整体式混凝土住宅体系设计规程》DG/T J08－2071－2010
上海市工程建设规范《装配整体式混凝土公共建筑设计规程》DGJ 08－2154－2014
上海市建筑产品推荐性应用标准《润泰装配整体式混凝土房屋结构体系设计规程》DBJ/CT 082－2010
四川省工程建设地方标准《装配整体式混凝土结构设计规程》DBJ51/T 024－2014
湖南省工程建设地方标准《混凝土叠合楼盖装配整体式建筑技术规程》DBJ43/T301－2013
江苏省建设地方标准《预制装配整体式剪力墙结构体系技术规程》DGJ32/TJ 125－2010
安徽省地方标准《叠合板式混凝土剪力墙结构技术规程》DB34/810－2008
安徽省地方标准《叠合板式混凝土剪力墙结构施工及验收规程》DB34/1468－2011
安徽省地方标准《装配整体式剪力墙结构技术规程（试行）》DB34/T 1874－2013
深圳市技术规范《预制装配整体式钢筋混凝土结构技术规范》SJG 18－2009
重庆市地方标准《装配式住宅设备技术规程》DBJ50/T－186－2014
《CSI 住宅建设技术导则（试行）》
《装配式建筑全装修技术规程（暂行）》DB21/T 1893－2011

A.3　产品标准

《铝合金建筑型材》GB/T 5237
《建筑门窗洞口尺寸系列》GB/T 5824－2008
《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077－2012
《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624－2012
《纸面石膏板》GB/T 9775－2008
《住宅厨房及相关设备基本参数》GB/T 11228－2008
《住宅卫生间功能及尺寸系列》GB/T 11977－2008
《建筑用轻钢龙骨》GB/T 11981－2008
《卫生间配套设备》GB/T 12956－2008
《整体浴室》GB/T 13095－2008
《预应力混凝土空心板》GB/T 14040－2007
《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683－2003
《蒸压加气混凝土板》GB 15762－2008
《叠合板用预应力混凝土底板》GB/T 16727－2007

《预应力混凝土肋形屋面板》GB/T 16728－2007
《电气安装用导管系统》GB/T 20041.1－2015
《金属及金属复合材料吊顶板》GB/T 23444－2009
《承重墙与混凝土楼板间的水平接缝实验室力学试验 由楼板传来的垂直荷载和弯矩的影响》GB/T 24495－2009
《钢筋混凝土大板间有连接筋并用混凝土浇灌的键槽式竖向接缝实验室力学试验 平面内切向荷载的影响》GB/T 24496－2009
《建筑物的性能标准 预制混凝土楼板的性能试验 在集中荷载下的工况》GB/T 24497－2009
《混凝土结构用成型钢筋制品》GB/T 29733－2013
《外墙内保温板》JG/T 159－2004
《建筑隔墙用轻质条板》JG/T 169－2005
《住宅整体卫浴间》JGJ 183－2011
《住宅整体厨房》JGJ 184－2011
《住宅厨房、卫生间排气道》JG/T 194－2006
《住宅厨房家具及厨房设备模数系列》JG/T 219－2007
《纤维增强混凝土装饰墙板》JG/T 348－2011
《混凝土轻质条板》JG/T 350－2011
《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398－2012
《住宅内用成品楼梯》JG/T 405－2013
《自保温混凝土复合砌块》JG/T 407－2013
《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408－2013
《建筑用集成吊顶》JG/T 413－2013
《建筑结构保温复合板》JG/T 432－2014
《住宅厨房排烟道》JG/T 3028－1995
《预制混凝土构件钢模板》JG/T 3032－1995
《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482－2003
《建筑用轻钢龙骨配件》JC/T 558－2007
《装饰石膏板》JC/T 799－2007
《卫生间附属配件》QB/T 1560－2006
《木制柜》QB/T 2530－2011
《厨房家具》QB/T 2531－2010

A.4 企业标准

安徽宝业住宅产业化有限公司企业标准《混凝土叠合楼盖装配整体式住宅技术规程》Q/AHBY02－2014
合肥亚坤住宅工业有限公司企业标准《亚坤装配整体式混凝土结构技术规程》Q/HFYK01－2013
长沙远大住宅工业化安徽有限公司企业标准《装配整体式混凝土结构技术规程》Q/YDA01－2012

A.5 在编标准

《装配式住宅建筑设计规程》（在编，报批稿）
《住宅排气管道系统工程技术规范》（在编）
《装配式整体卫生间应用技术规程》（在编）

《工业化住宅尺寸协调标准》（在编）
《建筑工程设计信息模型制图标准》（在编）
《住宅厨房和卫生间排烟（气）道制品》（在编）
《住宅厨房家具及初刚设备模数系列》JG/T219－2007（修编）
《厨卫装配式墙板技术要求》（在编）
《装配式刚接劲性组合框撑结构体系技术规程》（在编）
《预制保温墙体用连接件》（在编）
《预制混凝土墙板工程技术规程》（在编）
《百年住宅建筑设计规程》（在编协会标准）
《预制混凝土楼梯》在编（《住宅楼梯预制混凝土梯段》JG 3002.1－92、《住宅楼梯 预制混凝土中间平台》JG 3002.2－92）
《PK 混凝土小型空心砌块》在编
《厨卫装配式墙板技术要求》在编（不单单是装配式）
《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102－201X（修编）
《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ133－201X（修编）