

GUOJI AJI ANZHUBI AOZHUNSHENJI 15J904

国家建筑标准设计图集

15J904

(替代 00J904-1)

绿色建筑评价标准应用技术图示

中国建筑标准设计研究院

国家建筑标准设计图集 15J904

(替代 00J904-1)

绿色建筑评价标准应用技术图示

批准部门: 中华人民共和国住房和城乡建设部

组织编制: 中国建筑标准设计研究院

中国计划出版社

《绿色建筑评价标准应用技术图示》编审名单

编制组负责人：李晓峰 刘 泱 栗 铁 郭 景 周祥茵

编制组成员：刘 泱 李晓峰 栗 铁 周祥茵 郭 景 黄献明 孙晓彦 刘 静 马 烨 金迪锋

冯莹莹 石慧斌 王昌兴 荣浩磊 刘海龙 聂仕兵 汤小京 李爱莲 刘建华 贾昭凯

曹蔚明 杨冬冬 李 俊 刘俊吉 蒙宇婧 戴耀文 乔 广 颀赫男 康 洁 王 宁

赵 涛 胡 爽 谭家兴 董芙志 杨 倬 翟莎莎 陈海燕 刘 彬 李 丽 陈 勇

审 查 组 长：顾 均

审 查 组 成 员：曾 捷 栗德祥 郝 军 秦盛民 林东安 林若慈 曾 宇 陶基力 刘明军 李 力

项 目 负 责 人：周祥茵

项目技术负责人：郭 景

国标图热线电话：010-68799100 发 行 电 话：010-68318822

查阅标准图集相关信息请登录国家建筑标准设计网站 <http://www.chinabuilding.com.cn>

绿色建筑评价标准应用技术图示

批准部门 中华人民共和国住房和城乡建设部 批准文号 建质函[2015]185

北京清华同衡规划设计研究院有限公司

主编单位 清华大学建筑设计研究院有限公司

中国建筑标准设计研究院有限公司

实行日期 二〇一五年八月一日

统一编号 GJBT-1337

图 集 号 15J904

主编单位负责人 素明 刘冰 刘冰

主编单位技术负责人 刘冰 黄献明 刘冰

技术审定人 李峰 刘建峰 刘冰

设计负责人 刘冰 李峰 周祥南

目 录

目录	1
总说明	4
技术索引表	13

A 节地与室外环境

节地与室外环境综述	A1
建筑日照	A2
人均居住用地	A5
场地内绿化用地	A7
避免光污染—幕墙	A8
避免光污染—夜景照明	A12
室外环境噪声控制	A15
室外风环境	A20
降低热岛强度	A23

场地与公共交通设施	A25
雨水专项规划设计	A26
自然渗透地面	A28
某居住小区雨水花园设施	A29
雨水花园平面图	A32
雨水花园构造	A33
雨水花园入水口	A35
人工渗透地面	A36
透水水泥混凝土地面	A37
高承载植草地面	A38
埋地入渗设施	A39
径流污染控制措施	A41
绿化种植设计	A42
屋顶绿化	A43

目 录

图集号

15J904

审核 刘冰 刘冰 校对 栗铁 李峰 设计 黄献明 刘冰

页

1

垂直绿化·····A45

B 节能与能源利用

节能与能源利用综述·····B1

建筑与围护结构节能设计·····B2

建筑与围护结构节能规划·····B3

建筑与围护结构节能—外墙·····B5

建筑与围护结构节能—外门窗·····B9

建筑与围护结构节能—屋面·····B12

能耗独立分项计量·····B14

暖通空调系统选择和优化·····B17

过渡季节节能措施·····B19

部分负荷、部分空间使用节能措施·····B21

分区照明·····B22

照明功率密度计算·····B24

排风热回收系统设计·····B26

合理采用蓄冷蓄热系统·····B29

合理利用余热废热·····B31

可再生能源利用—太阳能光热利用·····B34

可再生能源利用—太阳能光伏发电·····B36

可再生能源利用—地源热泵技术·····B38

C 节水与水资源利用

节水与水资源利用综述·····C1

水资源利用规划大纲·····C2

避免管网漏损措施—分级计量·····C5

公共建筑设置用水计量装置示例·····C6

节水器具用水效率等级指标·····C8

空调设备或系统节水冷却技术·····C9

雨水收集回用为景观水体·····C10

生态型水景做法·····C11

D 节材与材料资源利用

节材与材料资源利用综述·····D1

建筑材料·····D2

建筑装饰性构件判定·····D3

建筑形体选用·····D4

建筑形体特别不规则举例·····D5

建筑形体平面规则图示举例·····D6

建筑形体竖向规则图示举例·····D7

建筑形体高度和宽度比要求·····D8

结构优化·····D9

减轻非承重结构自重·····D11

资源、能源消耗及碳排放计算·····D12

资源、能源消耗及碳排放计算实例·····D13

可重复使用隔断(墙)判定·····D15

建筑材料的循环再利用·····D17

蒸压加气混凝土墙体自保温砌块(板)·····D18

目 录

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 栗 铁

栗 铁

设计 黄献明

黄献明

页

2

混凝土榫卯空心砌块·····	D19
防水保温复合屋面系统·····	D22

E 室内环境质量

室内环境质量综述·····	E1
室内噪声控制·····	E2
室内噪声控制—设备噪声源控制·····	E3
室内噪声控制—空气声隔声·····	E6
专项声学设计·····	E11
建筑照明数量和质量·····	E24
主要功能房间采光系数计算·····	E28
改善建筑室内天然采光效果·····	E32
室内环境设计参数·····	E37
建筑防结露·····	E39
建筑可调节遮阳·····	E44
干式空调末端技术·····	E55
温湿度独立控制·····	E57
自然通风·····	E59
自然通风技术要点·····	E61
自然通风—开口设计·····	E62
自然通风—翼墙导风·····	E64
自然通风—窗户导风·····	E65

自然通风—高耸空间利用·····	E66
自然通风—绿色中庭·····	E67
自然通风—通风塔·····	E69
自然通风—通风器·····	E71
自然通风—地下空间利用·····	E73
气流合理组织·····	E75

F 典型案例分析

案例1: 青岛某办公楼绿色设计·····	F1
案例2: 湖南某办公楼绿色设计·····	F6
案例3: 天津某住宅项目绿色设计·····	F11

G 绿色建筑评分自评表

绿色建筑评价与等级划分规则·····	G1
节地与室外环境评分表·····	G2
节能与能源利用评分表·····	G6
节水与水资源利用评分表·····	G9
节材与材料资源利用评分表·····	G12
室内环境质量评分表·····	G14
提高与创新评分表·····	G17

相关技术资料页·····	241
--------------	-----

目 录

图集号

15J904

审核 刘 洪 刘 兴 校对 栗 铁 设计 黄献明

页

3

总 说 明

1 编制依据

1.1 本图集依据住房和城乡建设部建质函[2013]86号“关于印发《2013年国家建筑标准设计编制工作计划》的通知”进行编制。

1.2 本图集依据下列标准规范:

《绿色建筑评价标准》	GB/T 50378-2014
《民用建筑绿色设计规范》	JGJ/T 229-2010
《建筑设计防火规范》	GB 50016-2014
《城市居住区规划设计规范》	GB50180-93 (2016年版)
《建筑日照计算参数标准》	GB/T 50947-2014
《建筑采光设计标准》	GB 50033-2013
《城市夜景照明设计规范》	JGJ/T 163-2008
《公共建筑节能设计标准》	GB 50189-2015
《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》	JGJ 26-2010
《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》	JGJ 134-2010
《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》	JGJ 75-2012
《节能建筑评价标准》	GB/T 50668-2011
《建筑幕墙》	GB/T 21086-2007
《玻璃幕墙光热性能》	GB/T 18091-2015
《种植屋面工程技术规程》	JGJ 155-2013
《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》	GB 50736-2012
《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》	GB/T 7106-2008

《建筑给水排水设计规范》	GB 50015-2003 (2009年版)
《民用建筑节能设计标准》	GB 50555-2010
《建筑与小区雨水利用工程技术规范》	GB 50400-2006
《节水型产品技术条件与管理通则》	GB/T 18870-2002
《建筑中水设计规范》	GB 50336-2002
《污水再生利用工程设计规范》	GB 50335-2002
《建筑照明设计标准》	GB 50034-2013
《声环境质量标准》	GB 3096-2008
《民用建筑隔声设计规范》	GB 50118-2010
《建筑隔声评价标准》	GB/T 50121-2005
《建筑抗震设计规范》	GB 50011-2010
《高层建筑混凝土结构技术规程》	JGJ 3-2010
《建筑遮阳工程技术规范》	JGJ 237-2011
《建筑材料放射性核素限量》	GB 6566-2010
《民用建筑工程室内环境污染控制规范》	GB 50325-2010 (2013年版)

当依据的标准、规范进行修订或有新的标准、规范出版实施时,本图集与现行工程建设标准不符的内容、限制或淘汰的技术或产品,视为无效。工程技术人员在参考使用时,应注意加以区分,并应对本图集相关内容进行复核后选用。

2 适用范围

2.1 本图集适用于全国城镇以绿色建筑为基本目标的新建、改建、扩建的民用建筑工程的建筑设计阶段,不涉及施工和

总 说 明

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 栗 铁

栗 铁

设计 黄献明

黄 献 明

页

4

运营管理阶段。

2.2 本图集主要供建筑规划和设计单位的建筑专业设计人员使用,结构、水、暖、电专业设计人员及绿色建筑咨询人员可参考使用,也可供建设单位、施工、监理、验收等相关人员配合相关规范使用,并可作为大专院校建筑设计相关专业进行绿色建筑教学时的参考。

3 编制目的与原则

3.1 编制目的

本图集编制目的是方便广大设计人员(特别是建筑师)更好地执行国家绿色建筑设计相关的标准、规范及要求,提高绿色建筑工程设计质量和设计效率。

3.2 编制原则

3.2.1 适用性:以《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014为主要依据,采用论述、图示、表格等形式直观地表达部分技术的应用方法,结合具体案例进行说明,使绿色建筑技术更为形象、明晰、易于准确理解和执行。

3.2.2 成熟性:以近年以来全国绿色建筑实践为基础,对经过检验成熟的、具有较高技术与经济可行性的绿色建筑技术进行归纳总结,并予以图示化。

3.2.3 创新性:图集内容强调因地制宜地使用相关技术,引导各专业通过协同设计,建立综合平衡的绿色建筑技术体系,从集成优化的角度,实现绿色建筑的设计创新。

4 图集内容

本图集在《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014所列的评价顺序基础上进行重新组织编制,共分为七篇:

A—节地与室外环境;

B—节能与能源利用;

C—节水与水资源利用;

D—节材与材料资源利用;

E—室内环境质量;

F—典型案例分析;

G—绿色建筑评分自评表。

其中,A、B、C、D、E篇分别对应《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014的第4章、第5章、第6章、第7章和第8章,每篇又分为若干小节,分别对应各自不同的技术要点,如“A.5”表示A篇的第5个技术点;F篇为近年来已建成的绿色建筑典型案例分析;G篇为评分自评表,根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014对应的条文编制,供绿色建筑评分时参考使用。

5 编制方法

5.1 本图集A、B、C、D、E五篇内容均采用了先综述,后分述的方式,让设计师先建立全局观念,再深入了解各项技术,以达到正确使用目的。

5.1.1 图面上蓝底部分包括以下两个部分内容:

(1)“编号及技术名称”:对本图集所编入的技术进行排序。如“E.10 自然通风”,表示“E”篇中第10个技术要点“自然通风”。

(2)“对应条文”:按照章节顺序对《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014原文(包括章节编号等)的直接引用。

5.1.2 图面上白底部分为图示的内容,是对相关的绿色建筑技

总 说 明

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 周祥茵

周祥茵

设计 黄献明

黄献明

页

5

术进行论述、图示,包括以下两个部分内容:

(1) “技术要点”: 为本图集对“对应条文”涉及的基本概念、目的和要求分别进行阐述,将条文描述中较为概括和抽象的部分,通过技术分解,形成清晰的措施路径,以便于理解《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014的条文。

(2) “示例”: 通过具体案例对条文要求和技术要点所述内容进行说明和图示。

5.2 本图集F篇选择了三个不同气候区建成并已取得绿色建筑星级设计标识的案例,介绍设计绿色建筑的思路及方法。由于篇幅所限,仅做概要性介绍,希望对广大设计师有所启发。

5.3 本图集G篇将绿色建筑评分规则做了部分摘录,并将条文与分值做成表格。设计师可以复印后直接使用,方便大家在设计之初做绿色建筑策划及完成设计之后做预评价使用。

5.4 本图集在总说明之后,编制了“技术索引表”,方便设计师查找。

5.5 绿色建筑所涉及的应用技术非常广泛,包括但不限于本图集所述,而且每种应用技术都有其适用范围和条件,设计师在选择时应加以注意。

5.6 绿色建筑强调多专业合作,协同设计,综合平衡。建议设计师先通读本图集,建立绿色建筑设计思想,明确设计思路后,再正确使用相关技术。

5.7 随着绿色建筑的发展,新技术会不断涌现。本图集所选技术中,有的并不是条文所述得分项,但作为绿色建筑技术的延伸,也录入其中,希望能对提升设计质量有所帮助。

6 节地与室外环境

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014中第4章“节地与室外环境”分为控制项和评分项,评分项又分为土地利用、室外环境、交通设施与公共服务、场地设计与场地生态等。本篇从“建筑日照”、“人均居住用地”、“场地内绿化用地”、“避免光污染”、“室外环境噪声控制”、“室外风环境”、“降低热岛强度”、“场地与公共交通设施”、“雨水专项规划”、“合理绿化”等方面,通过实际案例,介绍绿色建筑相关技术。

6.1 建筑日照部分

绿色建筑的布局与设计应满足国家现行标准的相关要求,最大限度地为建筑提供良好的日照条件。本节整理了关于住宅及其他建筑日照标准的有关规定供建筑师查阅,并对日照计算时容易出错的计算参数加以归纳,同时给出了利用日照模拟分析软件推导包络图来分析建筑体型,从而满足周边建筑日照要求的方法。

6.2 土地利用部分

6.2.1 人均居住用地

本节以实际项目举例说明人均居住用地指标的计算方法,并加以图示,同时给出了住宅最大占地面积是否达到绿色建筑评分标准的计算公式。

我国各地区人口规模和经济发展情况不同,各地有关主管部门提出的每户人均数和人均居住用地指标也略有差异。本图集列举的计算依据来自相关国家标准,建议设计师在建筑设计时应结合当地有关规定,调整使用。

总 说 明

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 周祥茵

周祥茵

设计 黄献明

黄献明

页

6

6.2.2 场地内绿化用地

本节结合实际案例说明居住建筑人均公共绿地面积的计算方法；对人均公共绿地面积的要求进行图示，包括绿地的宽度、绿地面积、绿地日照范围等。

6.3 室外环境部分

6.3.1 避免光污染—幕墙

本节概述了建筑幕墙产生光污染的原因，提出了光污染分析的技术手段和规范要求；以案例分析的方式，从建模、参数设置、分析过程到改进措施，讲解了模拟分析的全过程。

6.3.2 避免光污染—夜景照明

本节概述了城市夜景照明光污染的基本定义和分类，以案例分析的方式，阐述了城市夜景照明对居住建筑产生光污染影响的判定方式。

6.3.3 室外环境噪声控制

本节介绍了飞机噪声、轨道交通噪声、城市道路交通噪声的分布特性和防治措施，并结合典型案例，着重介绍几种合理利用总平面规划布局和景观设计来降低环境噪声的方法。

6.3.4 室外风环境

建筑群的布局对室外风环境有很大的影响，本节主要介绍了室外风环境的评价指标，分析了室外风速与行人舒适度的关系，并通过案例分析说明如何通过建筑群的合理布局来营造舒适的室外风环境。

6.3.5 降低热岛强度

本节通过实际案例来描述：在红线范围内，户外活动场地采取遮荫措施的面积计算方法；在满足太阳辐射反射系数条件下，道路路面和建筑屋面铺装材料面积的计算方法。

6.4 交通设施与公共服务部分

通过实际案例来描述场地出入口到达公共汽车站及公共交通站点步行距离的计算方法。

6.5 场地设计与场地生态部分

6.5.1 雨水专项规划

本节给出雨水专项规划的原则、流程及设计要点。依托于已实施的场地雨水专项规划设计案例，介绍了雨水花园、人工渗透地面等地面入渗设施及渗透井、渗透管等埋地入渗设施的特点和做法，同时介绍了截污、净化等雨水径流污染控制措施。

6.5.2 合理绿化

本节给出绿化设计的原则、种植土壤要求及复层绿化配置示意。对屋顶绿化、垂直绿化给出植物选择原则和推荐植物种类列表及典型构造图示。

7 节能与能源利用

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014中第5章“节能与能源利用”分为控制项和评分项，评分项又分为“建筑与围护结构”、“供暖、通风与空调”、“照明与电气”、“能量综合利用”等四个部分。本篇主要从“围护结构热工性能”、“能耗独立分项计量”、“暖通空调系统的选择和优化”、“分区照明”、“排风热回收系统”、“可再生能源利用”等方面，通过实际案例，介绍绿色建筑相关技术。

7.1 建筑与围护结构节能部分

本节总结建筑节能设计时需要考虑的设计要点，并系统归纳了围护结构常用保温材料及构造做法的特征及适用范围，

总 说 明

图集号

15J904

审核

刘 洪

刘 洪

校对

郭 景

郭 景

设计

黄献明

黄献明

黄献明

页

7

供设计师查询。外门窗及幕墙的选用是设计工作中易出错的地方,本节给出了选用要点供设计师参考。

7.2 供暖、通风与空调部分

7.2.1 能耗独立分项计量

建筑能源消耗情况较复杂,主要包括供暖空调系统、照明系统、其他动力系统等,本节主要针对如何建立合理的民用建筑暖通空调、动力、照明和其他等计量系统,给出能耗分项计量模型供设计师参考。

7.2.2 暖通空调系统选择和优化

暖通空调系统节能措施包括合理选择系统形式、提高设备与系统效率,优化系统控制策略等。本节主要介绍冷热源选择需考虑的因素及系统选取需遵循的原则。

7.2.3 过渡季节节能措施

本节针对公共建筑内区过渡季节节能问题,推荐全新风供冷和冷却塔免费供冷技术,并强调应基于经济性计算的结果判断是否使用。

7.3 照明与电气部分

7.3.1 分区照明

本节主要依据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014中对节能控制要求,介绍了分区照明中区域功能要求及划分方法,并以办公区与会议室为例,介绍了不同区域的控制模式及区域布线方式。

7.3.2 照明功率密度计算

本节首先介绍了功率密度的定义及功率密度达到目标值的措施手段,依据《建筑照明设计标准》GB 50034-2013中各

应用场所的标准要求,以具体设计方案为例,采用简化流明算法,介绍具体计算步骤,通过选择合适的灯具及布灯方式,满足设计要求。

功率密度的计算公式采用简化流明算法,但不局限于这一种算法,在某些类型的照明以及在某些场所中,仅为建筑师提供相关概念及计算依据。本图集鼓励建筑师在方案创作时,通过模拟实验选择合适的灯具。

7.4 能量综合利用部分

主要对排风热回收、蓄冷蓄热系统、余热废热利用和可再生能源利用四项技术进行介绍,分别对各项技术的基本原理、设备设施、适用性进行归纳总结。

7.4.1 排风热回收系统设计

本节介绍了排风热回收系统的基本原理,对常用设备的种类、功能和使用局限性进行说明,并通过典型示例分析,对该技术的适用条件和技术经济分析过程进行详细说明。

7.4.2 合理采用蓄冷蓄热系统

本节主要介绍了蓄冷蓄热系统的适用条件以及冰蓄冷和水蓄冷(热)系统的技术要求。

7.4.3 合理利用余热废热

当项目周边有热电厂、工厂等具有余热、废热资源以及项目自身有余热、废热资源时,可考虑合理利用,本节主要介绍了选择余热废热系统时需关注的技术要点,及典型系统的原理图。

7.4.4 可再生能源利用

本节主要对太阳能光热利用、太阳能光伏发电和地源热

总 说 明

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 郭 景

郭 景

设计 黄献明

黄献明

页

8

泵三种技术进行详细介绍,包括技术概要、设备种类、系统形式和技术适用性,并通过典型案例介绍,对不同技术的选用条件和经济性指标进行详细说明,便于设计师根据项目具体情况选择适用的节能技术。

8 节水与水资源利用

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014中第6章“节水与水资源利用”分为控制项和评分项,评分项又分为“节水系统”、“节水器具与设备”、“非传统水源利用”等三个部分。本篇主要从“水系统利用方案”、“避免管网漏损措施”、“用水计量”、“节水器具”、“空调设备或系统节水技术”、“雨水的景观利用”等方面,通过实际案例,介绍相关技术。

8.1 水资源利用方案部分

本节主要根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014中相关条文的汇总,总结出水资源利用方案所包含的内容,并给出水系统规划方案大纲示例。

8.2 节水系统部分

8.2.1 避免管网漏损措施

避免管网漏损措施要求给水系统中使用的管材、管件必须符合现行产品标准的要求,还应根据水平衡测试的要求安装分级计量水表。本节给出市政供水和二次加压供水分级计量装置设置示意。

8.2.2 用水计量

分别给出市政供水和二次加压供水情况下按使用用途、按付费或管理单元设置计量装置的示例。

8.3 节水器具与设备部分

8.3.1 节水器具

本节主要给出节水龙头、节水型便器系统、沐浴器等的相关节水指标。除本图集编入的内容外,凡符合国家及行业标准的节水器具均可在绿色建筑设计中使用。

8.3.2 空调设备或系统节水技术

本节主要介绍如何解决多台冷却塔并联配置的阻力平衡问题,对加大集水盘、增加平衡管、加大集合管等解决措施给出图示。

8.4 雨水收集回用为景观水体部分

景观水体是雨水收集回用的用途之一,本节给出了景观水体雨水收集回用系统的典型构成,并对控制景观水体面源污染的措施进行说明,对生态型水景的做法进行图示。

9 节材与材料资源利用

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014中第7章“节材与材料资源利用”分为控制项和评分项,评分项又分为“节材设计”以及“材料选用”两个部分。本篇主要从“建筑材料”、“建筑装饰性构件判定”、“建筑形体选用”、“结构优化与碳排放计算”、“可重复使用的隔断(墙)判定”以及“建筑材料的循环再利用”等方面,通过实际案例,介绍绿色建筑相关技术。

9.1 控制项

9.1.1 建筑材料

本节主要依据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014中相关条文,列举建筑材料评价要点、参评文件及相关评价

总 说 明

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 栗 铁

栗 铁

设计 黄献明

黄献明

页

9

公式或评价方式。

9.1.2 建筑装饰性构件判定

建筑物上设置大量没有功能的纯装饰性构件,以较大的资源消耗来追求美观,不符合绿色建筑节约资源的要求。本节列举纯装饰构件判断指标,并给出判定是否为纯装饰构件的工程实例。

9.2 节材设计部分

9.2.1 建筑形体选用

建筑形体规则是结构优化设计的关键点之一。本节主要依据《建筑抗震设计规范》GB 50011对建筑形体不规则性进行了定义,并举例说明建筑形体的不规则、特别不规则和严重不规则的情况;对建筑平面规则、建筑竖向规则、建筑形体高度和宽度比以图示化的方式加以举例说明。

9.2.2 结构优化与碳排放计算

结构优化应结合现有的标准和法规,从地基基础、结构体系和结构构件等方面进行优化设计。本节给出结构方案优化设计和减轻非承重结构自重做法示例。

资源、能源消耗及碳排放计算主要依据《民用建筑绿色设计规范》JGJ/T 229-2010中的相关条款,列举计算公式、参数定义及指标,通过某工程混凝土井字梁楼盖方案和网架方案对比,阐述如何对一般工程从资源消耗、能源消耗和碳排放的计算过程及计算结果对比中来选择较优方案。碳排放计算属于《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014中创新项部分,建筑师可根据实际项目参考本图集所提供的资源消耗、能源消耗、碳排放计算公式及相关指标。

9.2.3 土建工程与装修工程一体化

土建和装修一体化设计,要求对土建设计和装修设计统一协调,这样既可减少设计的反复,又可保证结构的安全,减少材料消耗,并降低装修成本。本节内容可参考国标图集14J913-2《住宅厨房》、14J914-2《住宅卫生间》等。

9.2.4 可重复使用的隔断(墙)判定

本节主要依据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014中7.2.4条,通过案例,进一步明确公共建筑中可变换功能的室内空间、可重复使用隔断(墙)等基本概念和评价标准中的计算方法。本节部分可参考国标图集13J502-1《内装修—墙面装修》、10J113-1《内隔墙—轻质条板(一)》等相关内容。

9.3 建筑材料的循环再利用部分

建筑材料的循环再利用是节材与材料资源利用的重要内容,本节分别列举了可再利用材料、可再循环材料、以废弃物为原料生产的建筑材料,供广大设计师参考选用。

10 室内环境质量

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014中第8章“室内环境质量”分为控制项和评分项,评分项又分为“室内声环境”、“室内光环境与视野”、“室内热湿环境”、“室内空气质量”等四个部分。本篇从“室内声环境”、“建筑照明数量与质量”、“天然采光”、“建筑防结露”、“建筑可调节遮阳”、“自然通风”、“气流组织”等方面,通过实际案例,介绍绿色建筑相关技术。

总 说 明

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 栗 铁

栗 铁

设计 黄献明

黄 献 明

页

10

10.1 室内声环境部分

室内声环境设计包括室内环境噪声控制和专项声学设计两部分。室内环境噪声控制涉及设备机房、空调、电梯等的噪声控制,主要功能房间隔墙、楼板、门窗的隔声、隔振等内容,本节以举例、列表、节点详图等方法进行阐述。

专项声学设计按房间功能分成两类,本节以表格的形式直观表述各功能房间最佳设计混响时间取值范围,并列举典型案例,分析各功能房间声学设计要点。

10.2 室内光环境与视野部分

10.2.1 建筑照明数量和质量

本节依据《建筑照明设计标准》GB 50034-2013中对各类民用建筑中的室内照度、统一眩光值、一般显色指数等指标要求,讲述科学合理的照明设计步骤。通过案例,对错误做法和正确做法进行比较,加深设计师对照明标准的理解与运用,详细给出了各环节的具体做法及技术控制手段。这里所讲述的照明设计步骤,并非唯一的设计方法,只是一系列可行的工作程序,设计师可根据具体的工程案例适当调整。

10.2.2 建筑采光系数模拟与计算

本节主要依据《建筑采光设计标准》GB/T 50033-2013中相关内容,概述了采光系数的基本定义和要点;介绍了三种采光模拟常用的技术手段,以案例分析的方式,从建模、参数设置、分析过程到改进措施,讲解了如何用计算机分析带凹凸阳台的住宅采光系数的过程。

10.2.3 改善室内天然采光效果

本节重点介绍了导光管技术,对导光管采光技术的工作原

理、结构、计算方法进行说明,同时介绍了综合使用电动遮阳、反射板、光学镜等多种技术,改善室内天然采光效果的案例。

10.3 室内热湿环境部分

10.3.1 建筑防结露

本节介绍了产生结露的原因,归纳需要进行防结露计算的风险建筑及风险节点,对容易产生结露的建筑部位做了提示,同时对现有国标图集中防结露节点做了归纳,最后以某博物馆的实例说明如何做防结露校核验算。

10.3.2 建筑可调节遮阳

本节介绍了可调节遮阳技术和适用范围,并对遮阳设计时容易忽略的方面做了阐述。遮阳设计与节能、美观、安全密不可分,绿色建筑强调在设计方案之初就考虑遮阳设计,使之与建筑立面造型形成一体化效果。本节给出了遮阳一体化设计的原则和案例。

10.3.3 干式空调末端技术及温湿度独立控制空调系统

本节主要适用于集中供暖空调的各类民用建筑的设计、运行评价。对于集中供暖空调的住宅,比较容易达到要求,对于采用供暖空调系统的公共建筑,应根据房间、区域的功能和所采取的系统形式,合理设置可调节末端装置。

10.4 室内空气质量部分

10.4.1 自然通风

绿色建筑强调被动技术的应用,其中自然通风是很重要的技术之一。本图集对在建筑设计领域中涉及的自然通风进行了系统归纳。同时,选择自然通风技术中开口设计、有效

总 说 明

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 李晓峰

李 峰

设计 黄献明

黄 献

页

11

导风、高耸空间利用、通风塔、通风器、地道风加以详细介绍。

自然通风与建筑所属的气候区及建筑性质、使用方式、使用者的生理感受均有密切关系，设计师在设计时应与暖通设计师合作，与建筑节能一起进行综合权衡判断。

10.4.2 气流组织合理

本节对空调区的气流组织给出了技术分类，并对空调区的送风方式、送风口类型及回风口位置的设计给出了技术参考。

11 典型案例分析

绿色建筑设计应统筹考虑建筑全寿命周期内，满足建筑功能和节能、节地、节水、节材、保护环境之间的辩证关系，体现经济效益、社会效益和环境效益的统一；应降低建筑全

寿命周期对自然环境的影响，遵循健康、简约、高效的设计理念，实现人、建筑与自然的和谐共生。

本图集结合青岛某办公楼、湖南某办公楼、天津某住宅楼等不同气候区的绿色建筑设计案例，给出绿色建筑技术设计方法，有利于促进建筑与环境可持续发展。

在绿色建筑设计及实施过程中，应遵循因地制宜的原则，结合建筑所在地域的气候、资源、生态环境、经济、人文等特点进行。在设计过程中，规划、建筑、结构、给排水、暖通空调、燃气、电气与智能化、室内、景观、经济等各专业应紧密配合，协同设计，整体地提升建筑的功能效率。

12 尺寸单位

本图集除注明外，所注尺寸均以毫米（mm）为单位。

总 说 明

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 李晓峰

李 峰

设计 黄献明

黄 明

页

12

章节	类别	对应《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014条文	对应本图集编号	技术要点	应用技术所在页码	
A 节地与室外环境	土地利用	4.1.4	A.1	建筑日照	A2~A4	
		4.2.1	A.2	人均居住用地	A5~A6	
		4.2.2	A.3	场地内绿化用地	A7	
	室外环境	4.2.4	A.4	避免光污染	A8~A14	
		4.2.5	A.5	室外环境噪声控制	A15~A19	
		4.2.6	A.6	室外风环境	A20~A22	
		4.2.7	A.7	降低热岛强度	A23~A24	
	交通设施与公共服务	4.2.8	A.8	场地与公共交通设施	A25	
		4.2.9		无障碍设计		
	场地设计与场地生态	4.2.13	A.9	雨水专项规划	A26~A41	
4.2.15		A.10	合理绿化	A42~A47		
B 节能与能源利用	建筑与围护结构	5.1.1、5.2.1、5.2.3	B.1	建筑与围护结构节能	B2~B13	
	供暖、通风与空调	5.1.3	B.2	能耗独立分项计量	B14~B16	
		5.2.6	B.3	暖通空调系统选择和优化	B17~B18	
		5.2.7	B.4	过渡季节节能措施	B19~B20	
		5.2.8	B.5	部分负荷、部分空间使用节能措施	B21	
	照明与电气	5.2.9	B.6	分区照明	B22~B23	
		5.2.10	B.7	照明功率密度计算	B24~B25	
	能量综合利用	5.2.13	B.8	排风热回收系统设计	B26~B28	
		5.2.14	B.9	合理采用蓄冷蓄热系统	B29~B30	
		5.2.15	B.10	合理利用余热废热	B31~B33	
		5.2.16	B.11	可再生能源利用	B34~B39	
	C 节水与水资源利用	节水系统	6.1.1等	C.1	水资源利用规划	C2~C4
			6.2.2	C.2	避免管网漏损措施	C5
6.2.4			C.3	用水计量	C6~C7	
节水器具与设备		6.1.3、6.2.6	C.4	节水器具	C8	
		6.2.8	C.5	空调设备或系统节水技术	C9	
非传统水源		6.2.12	C.6	雨水收集回用为景观水体	C10~C11	

章节	类别	对应《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014条文	对应本图集编号	技术要点	应用技术所在页码				
D 节材与材料资源利用	节材设计	7.1.1等	D.1	建筑材料	D2				
		7.1.3	D.2	建筑装饰性构件判定	D3				
		7.2.1	D.3	建筑形体选用	D4~D8				
		7.2.2、11.2.11	D.4	结构优化与碳排放计算	D9~D14				
		7.2.4	D.5	可重复使用的隔断（墙）判定	D15~D16				
	材料选用	7.2.12、7.2.13	D.6	建筑材料的循环再利用	D17~D22				
E 室内环境质量	室内声环境	8.1.1、8.1.2 8.2.1、8.2.2 8.2.3	E.1	室内噪声控制	E2~E10				
		8.2.4	E.2	专项声学设计	E11~E23				
		8.1.3	E.3	建筑照明数量和质量	E24~E27				
	室内光环境与视野	8.2.6	E.4	功能房间采光系数计算	E28~E31				
		8.2.7	E.5	改善室内天然采光效果	E32~E36				
	室内热湿环境	8.1.4	E.6	室内环境设计参数	E37~E38				
		8.1.5	E.7	建筑防结露	E39~E43				
		8.2.8	E.8	建筑可调节遮阳	E44~E54				
		8.2.9	E.9	供暖空调系统末端现场可独立调节	E55~E58				
	室内空气质量	8.2.10、11.2.8	E.10	自然通风	E59~E74				
		8.2.11	E.11	气流组织合理	E75~E77				
F 典型案例分析				F.1	青岛某办公楼绿色设计	F1~F5			
				F.2	湖南某办公楼绿色设计	F6~F10			
				F.3	天津某住宅绿色设计	F11~F14			
G 绿色建筑评分自评表						G1~G17			
技术索引表						图集号 15J904			
审核	刘洪	刘洪	校对	李晓峰	李伟	设计	黄献明	黄明	页 13

A 节地与室外环境综述

【技术要点】

原则：面对我国人多地少、土地资源紧缺的基本国情，节约集约、合理利用土地资源是绿色建筑发展中与建筑节能、节水、节材同等重要的内容。设计师在项目选址及规划阶段，应协同规划、市政、园林等其他专业设计人员共同对基地进行反复研究，在总体布局合理的情况下，综合考虑交通、日照、通风、噪声、雨水、照明、经济等各种因素后，提出合理的规划方案，在满足使用者健康和舒适需求的同时，满足生态环境和经济发展的要求。

措施：土地利用的合理性重点表现在：①地上地下空间开发利用强度的合理控制；②良好的日照、风环境、声环境、光环境、热环境、绿化环境；③便捷的交通和配套服务设施；④对场地雨水的规划利用。

1 在土地利用强度控制方面，对居住建筑，绿色建筑以人均居住用地指标作为评分指标；对公共建筑，以容积率作为评分指标。

2 合理设置绿地可以起到改善和美化环境、调节小气候、缓解城市热岛效应等作用。对于居住建筑，绿地率以及人均公共绿地面积是衡量住区环境质量的重要指标之一。对于公共建筑，仅以绿地率作为评价指标。开发利用地下空间是城市节约集约用地的重要措施之一。地下空间的开发利用应与地上建筑及其他相关城市空间紧密结合、统一规划，但从雨水渗透及地下水补给，减少径流外排等生态环保要求出发，地下空间也应利用有度、科学合理。除此之外，项目在各项指标上还应满足城市规划对该地块的其他控制性要求。

3 室外环境的优化以光环境、声环境、风环境和热环境为主。

(1) 光污染产生的眩光会让人感到不舒服，还会使人降低对灯光信号等重要信息的辨识力，甚至带来道路安全隐患；此外在夜间，光污染会使得夜空的明亮度增大，不仅对天体观测等造成障碍，还会对人体健康造成不良影响。因此，对于建筑光污染控制应从方案开始一直落实到单体实施。

(2) 绿色建筑选址和规划阶段应对场地周边的噪声现状进行调查和检测，并对规划实施后的环境噪声进行预测，必要时采取有效措施改善环境噪声状况，使之符合现行国家标准的规定。

(3) 近年来，再生风和二次风环境问题逐渐突显。由于建筑群体布局和单体设计不当而导致行人举步维艰或强风卷刮物体撞碎玻璃的报导屡见不鲜。此外，室外风环境还与室外热舒适及室内自然通风状况密切相关。因此需要利用计算流体动力学（CFD）手段对不同季节典型风向、风速下的建筑外风环境分布情况进行模拟和优化。

4 优先发展公共交通是缓解城市交通拥堵、减少小汽车使用量以达到减排目的的重要措施，因此建筑与公共交通联系的便捷程度十分重要。为此，绿色建筑对场地出入口与公共交通站点之间的步行距离做了规定。

5 对于居住建筑，可根据《城市居住区规划设计规范》GB 50180-93（2016年版）相关规定，设置住区配套服务设施（也称配套公建）；公共建筑建议集中设置、综合利用、对外开放、资源共享，以提高服务效率、节约资源。

6 场地开发应遵循低影响开发原则，形成湿地、林地、自然植被区、林荫街道、公园等开放空间和自然区域相互联系的有机网络。合理利用场地空间设置绿色雨水基础设施，并与景观有机结合。其典型设施包括但不限于雨水花园、下凹式绿地、植被浅沟、景观水体、屋顶绿化等。当场地面积超过一定范围时，应进行雨水专项规划设计，通过规划、建筑、景观、道路、市政和水务等不同专业的协调配合，对雨水“渗透、滞蓄、调蓄、净化、利用、排放”等处理措施进行全面统筹。

7 适应当地气候和土壤条件的植物具有较强的适应能力，耐候性强、病虫害少，可以提高植物的存活率，有效降低维护费用，应是优同时也要兼顾植物种类的丰富性及景观美学要求。

节地与室外环境综述								图集号	15J904
审核	刘洪	刘洪	校对	黄献明	黄献明	设计	冯莹莹	冯莹莹	A1

A.1 建筑日照

【对应条文】

4.1.4 建筑规划布局应满足日照标准，且不得降低周边建筑的日照标准。

【技术要点】

1 建筑日照标准

建筑室内的环境质量与日照环境密切相关，直接影响居住者的身心健康和居住生活质量。我国对居住建筑以及幼儿园、学校、医院、疗养院等公共建筑都制定有相应的国家标准或地方标准，绿色建筑的布局与设计应满足现行国家标准及地方标准所提出的技术要求，最大限度地建筑提供良好的日照条件。

(1) 《城市居住区规划设计规范》GB 50180-93 (2016年版) 中第5.0.2.1规定了住宅的日照标准，见表A1-1。每套住宅至少应有一个居住空间获得日照并满足标准要求。居住空间指卧室、起居室(厅)的使用空间。

表A1-1 住宅建筑日照标准

建筑气候区划	I II III VII气候区		IV气候区		V VI气候区
	大城市	中小城市	大城市	中小城市	
日照标准日	大寒日			冬至日	
日照时数(h)	≥2	≥3		≥1	
有效日照时间带	8~16			9~15	
日照时间计算起点	底层窗台面				
注：1.建筑气候区划应符合《城市居住区规划设计规范》GB50180-93(2016年版)的规定。 2.底层窗台面是指距室内地坪0.9m高的外墙位置。					

(2) 其他相关类型建筑的日照标准见表A1-2。

表A1-2 其他相关类型建筑日照标准

类型	日照标准	参考规范
托儿所、幼儿园	托儿所、幼儿园的生活用房应布置在当地最好日照方位。	《托儿所、幼儿园建筑设计规范》JGJ 39-2016
	满足冬至日底层满窗日照不小于3h的要求。	
	温暖地区、炎热地区的生活用房应避免朝西，否则应设遮阳设施。	
中小学校	普通教室冬至日满窗日照不应小于2h。	《中小学校设计规范》GB 50099-2011
	至少应有一间科学教室或生物实验室的室内能在冬季获得直射阳光。	
养老设施建筑	老年人居住用房冬至日满窗日照不宜小于2h。	《养老设施建筑设计规范》GB 50867-2013
旅馆建筑	建筑布局应有利于冬季日照和避风。	《旅馆建筑设计规范》JGJ 62-2014
其它建筑	老年人住宅、残疾人住宅的卧室、起居室，医院、疗养院半数以上的病房和疗养室能获得冬至日不小于2h的日照标准。	《民用建筑设计通则》GB 50352-2005

建筑日照

图集号

15J904

审核 栗铁

校对 黄献明

设计 乔广

页

A2

2 建筑日照计算

建筑日照计算的完整过程应包括：数据资料整理、建立几何模型、确定计算参数、确定计算方法、计算操作、编写计算报告、校审计算报告、数据归档管理。

(1) 建筑日照计算模型应采用统一的平面和高程基准。

(2) 扫掠角。太阳光线与墙面的水平夹角称为扫掠角，在一定程度上反映了日照的质量，南北朝向的建筑基本不会受此影响，但是随着建筑朝向的变化，当建筑外墙与太阳光线之间的夹角逐渐减小时，对日照质量的影响也会逐渐变大，见示意图A1-1，太阳光线与墙面的水平夹角参考数值见表A1-3。

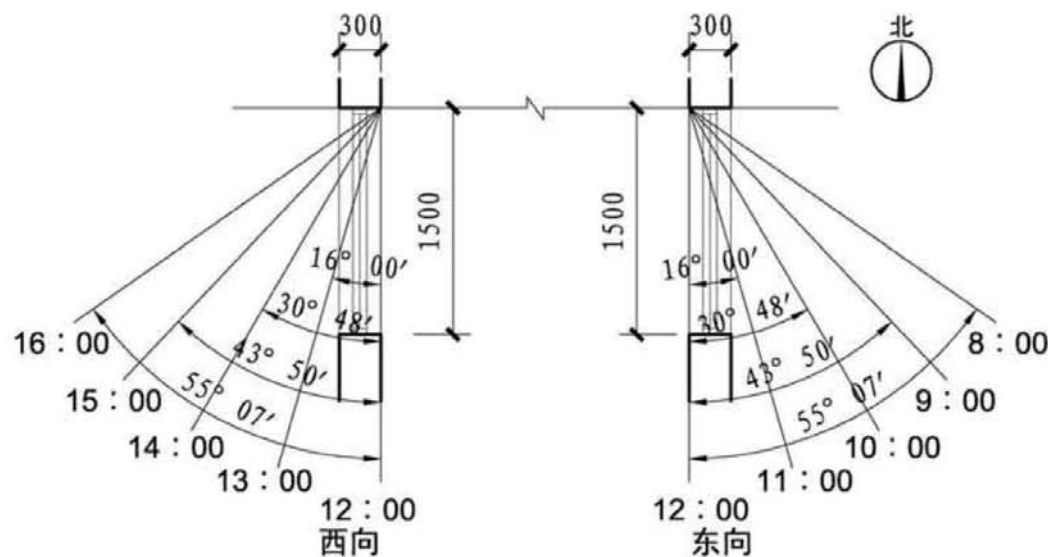
(3) 日照计算时间段可累积计算，可计入的最小连续日照时间不应小于5分钟。

(4) 日照计算的预设参数，当需设置时间间隔时，不宜大于1分钟。

(5) 日照时间的计算，宽度小于等于1.8m的窗户应按实际宽度计算，宽度大于1.8m的窗户可选取日照有利的1.8m宽度计算。

(6) 异形外墙和异形窗体可为简单的几何包络体。

建筑日照计算过程中的数据要求、建模要求、计算参数与方法、计算结果与误差等内容可参考《建筑日照计算参数标准》GB/T50947-2014。



图A1-1 太阳光线与墙面的水平夹角示意图
(以北京市大寒日为例)

表A1-3 太阳光线与墙面的水平夹角参考数值

窗宽 (mm)	墙厚 (mm)	200	240	300	370	490
600	水平 夹角 (°)	19	22	27	32	40
900		13	15	18	23	29
1200		10	12	14	18	23
1500		8	10	11	14	19
1800		7	8	9	12	16
2100		6	7	8	10	14
2400		5	6	7	9	12
2700		5	6	6	8	11
3000		4	5	6	8	10
3300		4	5	5	7	9
3600		4	4	5	6	8

注：由外墙外表面左下角窗洞边缘至外墙内表面右上角窗洞边缘连接入射光线，可以看出此入射光线与外墙面夹角为光线通过窗洞射入室内的最小临界角度，小于此角度时入射光线将照射于窗洞两端的立墙上，无法射入室内。当入射光线夹角大于此角度时光线均可以照入室内。全国各城市、各年代的建筑窗宽、墙体厚度差异较大，习惯上根据当地建筑主要朝向、主要墙体厚度、窗户形式确定一个最常用的太阳光线与墙面水平夹角值就可以了。

建筑日照

图集号

15J904

审核 栗铁

校对 黄献明

设计 乔广

页

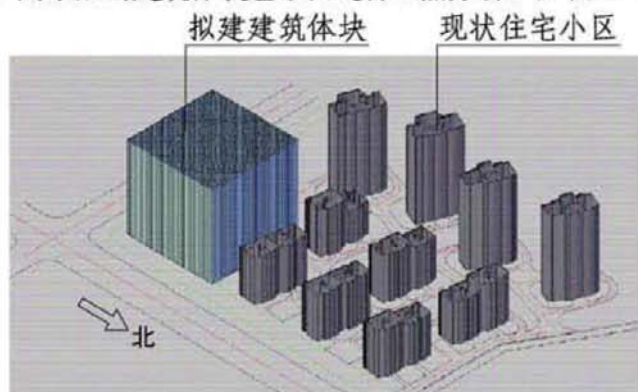
A3

3 新建建筑在满足规划指标的前提下求得最大容积率，同时周边建筑满足规范要求的日照标准的实例

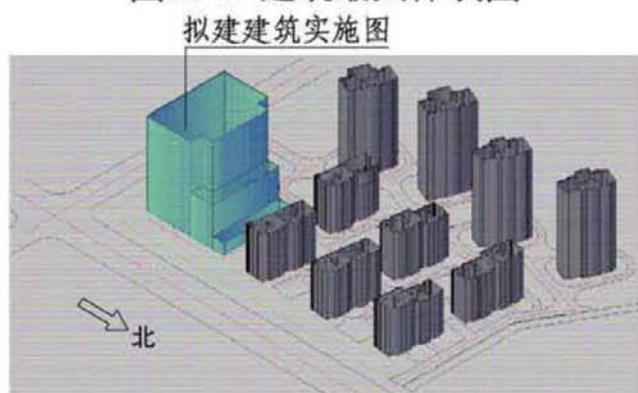
本项目为商业办公综合体，位于天津市，南侧和东侧为城市道路，北侧为已经建成住宅小区，东侧道路为城市绿地。建筑限高60m，需要满足北侧住宅的日照标准要求，在此基础上，测算项目的最大容积率。

工作步骤：

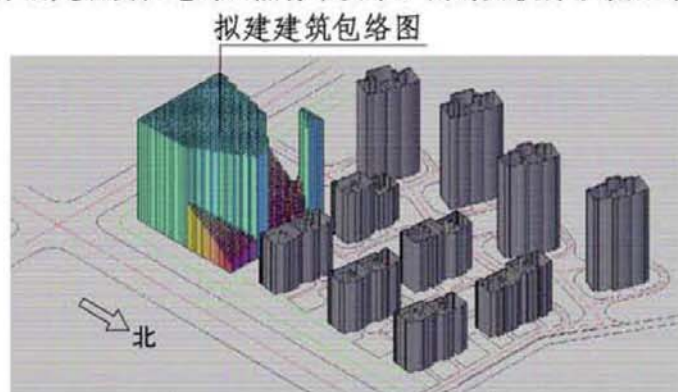
- (1) 建模，用日照分析软件建出建筑控制线内最大的建筑体块，如图A1-2所示；
- (2) 在满足限高60m和北侧住宅的日照标准要求下，用日照分析软件推导出建筑体型的包络图，如图A1-3所示；
- (3) 在日照分析软件算出的建筑体块包络图内，根据模数和功能确定轴网，再根据使用功能和立面构思，结合包络图，确定各部分标高的变化，得出最后的建筑体块实施图，如图A1-4所示；
- (4) 用最后的建筑体块包络图进行日照分析，如图A1-5所示，日照结果满足北侧住宅的日照标准要求，同时又获得了最大的容积率。



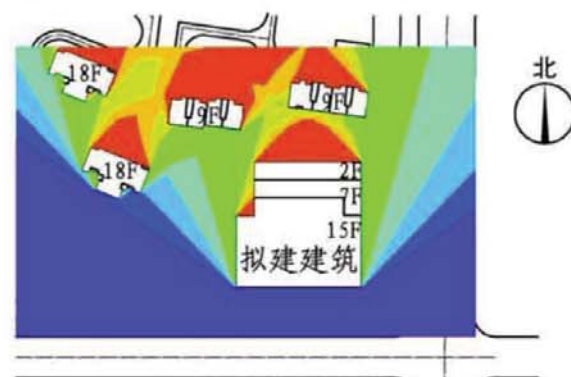
图A1-2 建筑最大体块图



图A1-4 建筑体块实施图



图A1-3 建筑体型的包络图



图A1-5 日照分析平面图

建筑日照

图集号

15J904

审核 栗铁

校对 黄献明

设计 乔广

页

A4

A.2 人均居住用地

【对应条文】

4.2.1 节约集约利用土地，评价总分为19分。（评分规则见本图集G2页）

【技术要点】

(1) 对于居住建筑，按照其人均居住用地指标进行评价；对多种层数类型住宅混合建设情况的评价，可采用计算现有居住户数可能占用最大居住用地面积与实际参评居住用地面积相比较的方法，每户按照3.2人计算（若当地有具体规定，可按照当地规定取值），计算公式如下：

$$R \leq (H_1 \times 41 + H_2 \times 26 + H_3 \times 24 + H_4 \times 22 + H_5 \times 13) \times 3.2, \text{得15分};$$

$$R \leq (H_1 \times 35 + H_2 \times 23 + H_3 \times 22 + H_4 \times 20 + H_5 \times 11) \times 3.2, \text{得19分};$$

公式中， H_1 为3层及以下住宅户数， H_2 为4~6层住宅户数， H_3 为7~12层住宅户数， H_4 为13~18层住宅户数， H_5 为19层及以上住宅户数， R 为实际参评范围居住用地面积。对于仅有一种层数的住宅计算时，其他层数的住宅户数取值为0。

(2) 对于公共建筑，按照其容积率指标进行评价。

【多种层数类型住宅混合建设人均居住用地计算示例】

某住宅小区，其平面图如图A2-1所示，其中A区为18层住宅楼，B区为9层住宅楼。居住用地面积为44314.56m²。计算过程见表A2-1。

表A2-1 最大居住用地面积计算

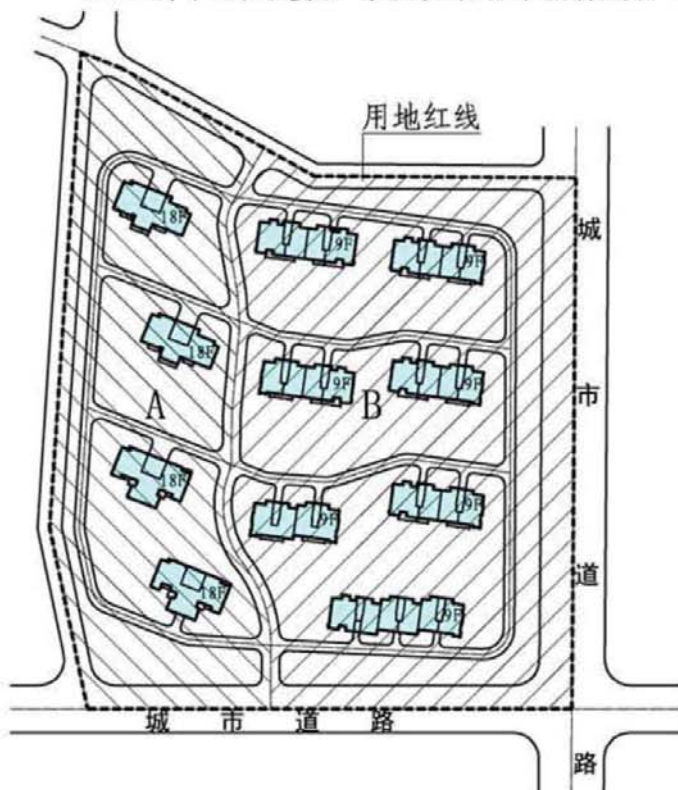
层数分区	层数	户数(H)	人数	得15分 用地指标A (m ² /人)	得15分最大 居住用地面积 (m ²)	得19分 用地指标A (m ² /人)	得19分最大 居住用地面积 (m ²)
A	18F	216	691.2	20 < A ≤ 22	15206.4	A ≤ 20	13824
B	9F	405	1296	22 < A ≤ 24	31104	A ≤ 22	28512
总计					46310.4		42336

注：标准值参考《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2014。

得15分最大居住用地面积为：(216 × 22 + 405 × 24) × 3.2 = 46310.4m²。

得19分最大居住用地面积为：(216 × 20 + 405 × 22) × 3.2 = 42336m²。

本项目实际居住用地面积为44314.56m²，位于两得分限值之间，故本项达标，且最终综合得分为15分。



图A2-1 某住宅小区总平面示意图

人均居住用地

图集号

15J904

审核 栗铁

设计 乔广

校对 黄献明

设计 乔广

设计 乔广

设计 乔广

设计 乔广

设计 乔广

设计 乔广

设计 乔广

设计 乔广

设计 乔广

(3) 对于住宅和公共建筑混合用地内的建筑进行绿色建筑评价时,用地指标应首先明确将非配套公共建筑用地与居住区用地区分开,分别计算。居住区用地应包括住宅用地、(配套)公共建筑用地、道路用地和公共绿地等。



图A2-2 某居住建筑和非配套公共建筑混合居住区总平面示意图

【居住建筑和非配套公共建筑用地混合居住区人均居住用地计算示例】

图A2-2为某住宅小区总平面示意,小区内住宅建筑为9层和12层,居住人数为2065人,非配套公共建筑面积为18500m²。项目用地综合平衡控制指标见下表:

表A2-2 项目用地综合平衡控制指标

居住区用地	用地构成	面积 (m ²)	百分比 (%)
	住宅用地	33750	75
	配套公共建筑用地	3600	8
	道路用地	5400	12
	公共绿地	2250	5
	小计	45000	100
	非配套公共建筑用地	11250	—
	总计	56250	—

居住区用地=总用地面积-非配套公建用地面积=56250-11250=45000m²。

居住建筑人均居住用地指标为: $45000 \div 2065 = 21.8\text{m}^2 \leq 22\text{m}^2$; 住宅得分为19分。

非配套公共建筑的用地为11250m², 容积率为 $18500 \div 11250 = 1.64$; 公共建筑得分为15分。

人均居住用地

图集号

15J904

审核 栗铁

校对 黄献明

设计 乔广

页

A6

A.3 场地内绿化用地

【对应条文】

4.2.2 场地内合理设置绿化用地，评价总分为9分。（评分规则见本图集G2页）

【技术要点】

绿地是指用地内公共绿地、宅旁绿地、公共服务设施所属绿地和道路绿地（即道路红线内的绿地）等各种形式绿地的总称，包括满足当地植树绿化覆土要求、方便居民出入的地下或半地下建筑的屋顶绿地，不包括其他屋顶、晒台的人工绿地及垂直绿化。

绿地率指建设项目用地范围内各类绿地面积的总和占该项目总用地面积的比率（%）。

住区人均公共绿地面积：住区的公共绿地是指满足规定的日照要求、适合于安排游憩活动设施的、供居民共享的集中绿地，包括居住区公园、小游园和组团绿地及其他块状、带状绿地。集中绿地应满足的基本要求：宽度不小于8m，面积不小于400m²，并应满足有不少于1/3的绿地面积在标准的建筑日照阴影线范围之外。

不适合于安排游憩活动设施和不适合供居民共享的屋顶绿化、垂直绿化等，不计入公共绿地面积。此部分绿地是否计入绿地面积需按国家规范或当地规定执行。

【住区人均公共绿地计算示例】

表A3 公共绿地面积计算

公共绿化面积	2968.04m ²
各绿地面积列表	
A	726.65m ²
B	852.27m ²
C	1389.12m ²
总户数	780户
总人数(户均3.2人)	2496人
人均公共绿化面积	1.19m ²

图例

—— 2h（包含2h）日照阴影线

公共绿地

小于2h日照阴影区



图A3 绿地平面图

场地内绿化用地

图集号

15J904

审核

栗铁

校对

黄献明

设计

乔广

乔广

页

A7

A.4.1 避免光污染——幕墙

【对应条文】

4.2.4 建筑及照明设计避免产生光污染。1 玻璃幕墙可见光反射比不大于0.2，得2分。

【技术要点】

1 概念：玻璃幕墙光污染，一般是指对人造成视觉累积损害或干扰的玻璃幕墙反射光。公共建筑如采用镜面式铝合金装饰外墙或玻璃幕墙，当直射日光和天空光照射其上时，会产生反射光及眩光，进而可能造成道路安全隐患，给周边建筑使用者的正常工作和生活带来不良影响，应加以避免。

2 分析：在建筑设计过程中，玻璃幕墙的反射比应符合相关规范的要求，如无法提供相关检测报告，或项目位于道路交叉口、人员活动密集区，建筑设计方案应进行光环境分析评价。一般而言，可以采取计算机模拟的方式对设计方案进行模拟优化。玻璃幕墙光环境的评价：应选择不少于春分、夏至、秋分、冬至四个典型日进行光环境分析。玻璃幕墙光环境的评价应给出各时刻反射光影响范围、累计影响时间和反射光与水平视线的角度。光环境评价时间段宜为：日出后至日落前太阳高度角不低于 10° 的时段。

3 判定：玻璃幕墙对周边建筑反射光影响的限值要求为：在与水平面夹角 $0\sim 45^{\circ}$ 的范围内，玻璃幕墙反射光照射在建筑窗台面的连续滞留时间不应超过30min。应优先判断反射光与水平面夹角是否在 $0\sim 45^{\circ}$ 的范围内，如果在，再判断反射光连续滞留时间是否超过30min，只有这两个条件同时具备，才判定存在光污染。

【示例】

中国尊项目位于北京CBD核心区Z15地块，占地面积1.1478公顷，东至金和东路，南与规划中的文艺中心地块毗邻，西至金和路，北至光华路，见图A4-1、图A4-2。



图A4-1 北京CBD Z15地块鸟瞰效果图一



图A4-2 北京CBD Z15地块效果鸟瞰图二

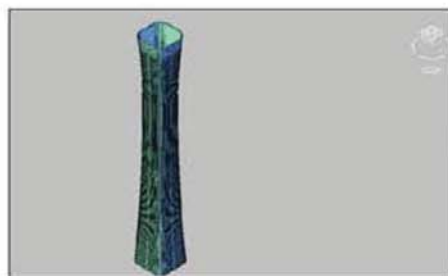
避免光污染——幕墙								图集号	15J904
审核	马晔	马晔	校对	李丽	王宁	设计	王宁	页	A8

通过对项目所在地资源及项目具体特性的分析和模拟,对现有方案中幕墙对周围建筑和道路的光污染状况进行评估,针对评估结果提出解决方案和改进建议。

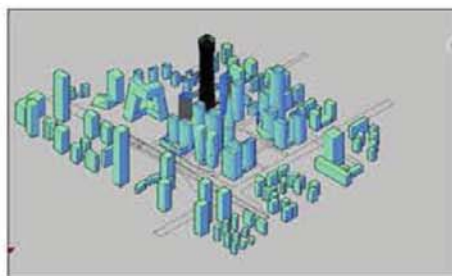
光污染分析步骤(应选用专业光污染分析软件,如政府有规定,应选取规定软件进行计算):

1 建立计算模型

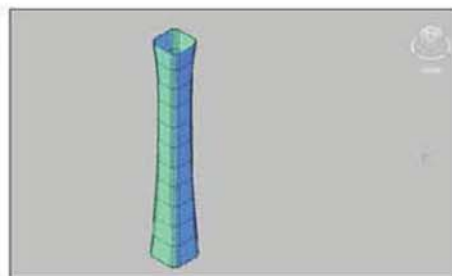
建模部分的工作主要分两部分,一部分是目标建筑,即中国尊,见图A4-3中国尊模型;另外一部分是受影响的环境,见图A4-4中Z15地块整体模型,包括周边建筑、广场、道路等。建模的精细程度对计算速度影响较大,一般而言,应将玻璃幕墙(见图A4-5中国尊玻璃层模型)和主要构造(见图A4-6中国尊格栅层模型)的模型反映出来。比如固定式外遮阳格栅和百叶,二者对光污染分析的结果影响较大。



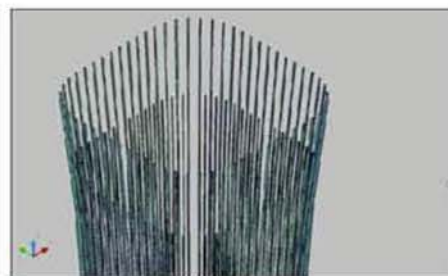
图A4-3 中国尊模型



图A4-4 Z15地块整体模型



图A4-5 中国尊玻璃层模型



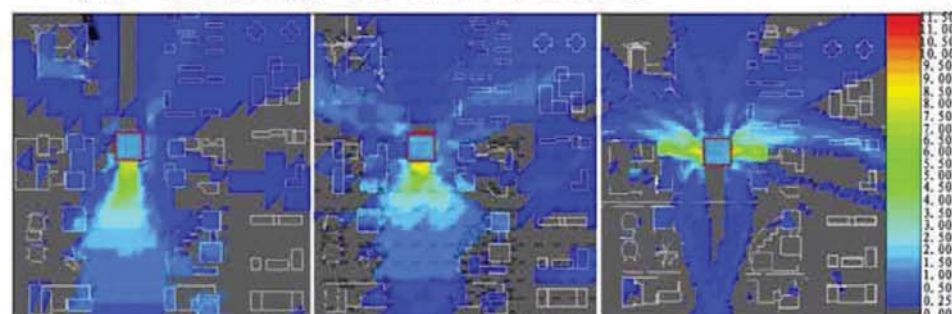
图A4-6 中国尊格栅层模型

2 分析参数设置

首先,应设置幕墙玻璃的反射比。《玻璃幕墙光热性能》GB/T 18091规定:为限制玻璃幕墙的有害光反射,玻璃幕墙应采用反射比不大于0.30的幕墙玻璃。模拟分析的参数应与设计方案保持一致。

其次,应设置每日的分析时段,见表A4-1。

最后,输入项目所在城市(北京)的地理信息。



冬至日

春(秋)分日

夏至日

图A4-7 影响范围分析

注:图右侧的色阶表示时长,单位为h。

表A4-1 Z15地块分析典型日和分析时段

序号	分析典型日	分析时段
1	春分日	6:52~17:08
2	夏至日	5:33~18:27
3	秋分日	6:52~17:08
4	冬至日	8:30~15:30

避免光污染—幕墙

图集号

15J904

审核

马晔

马晔

校对

李丽

设计

王宁

设计

王宁

页

A9

3 影响范围分析

首先,应概括分析目标建筑对周围环境影响的范围,明确哪些部位所受的光污染影响较大,以便后续工作有针对性地展开。影响范围以目标建筑为圆心,目标建筑高度5倍距离为半径的范围。为提高计算速度,本案例分析时间间隔取为30min,如需更精细的分析结果,可缩短分析时间间隔。见图A4-7影响范围分析。

影响范围分析后得到初步结论:冬至日,中国尊玻璃幕墙反射光影响范围集中于中国尊南向;春(秋)分日,中国尊玻璃幕墙南向的反射光范围收缩,往东西两侧扩散;夏至日,中国尊玻璃幕墙反射光影响范围集中于中国尊东西向。

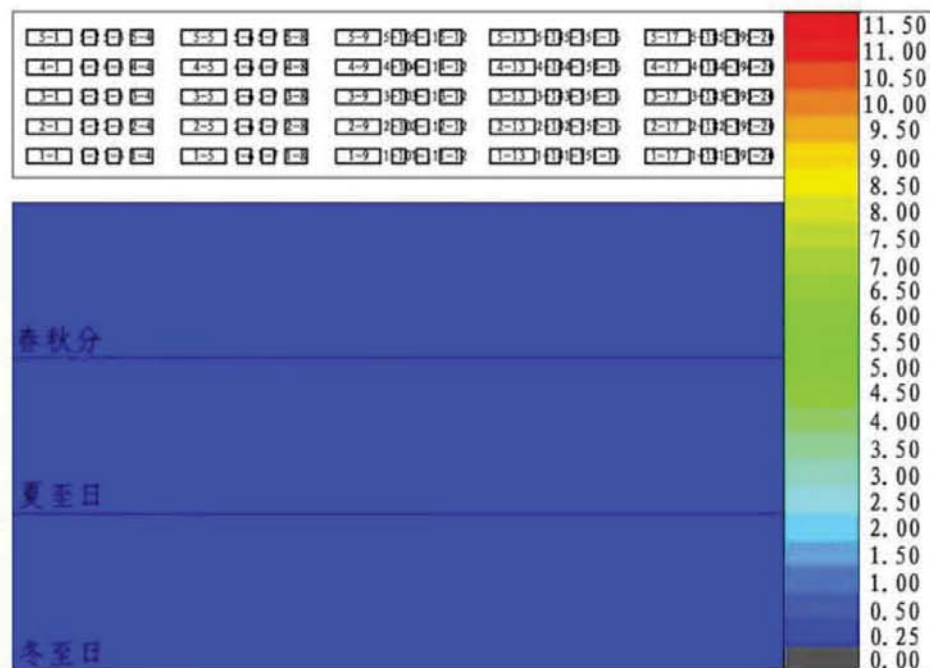
4 具体目标重点分析

根据影响范围分析的初步结论,选择受影响较大的具体目标进行重点分析。分析深度应精确到窗户,分析时间间隔为1min。

以本案中的住宅1#楼为例(见图A4-8),每层窗户数量为20个,其在典型日的受影响情况分析见图A4-9,具体分析数据见表A4-2。



图A4-8 住宅1#楼现状



图A4-9 住宅1#楼受影响情况分析

注:图右侧的色阶表示时长,单位为h。

避免光污染—幕墙								图集号	15J904
审核	马晔	马晔	校对	李丽	王宁	设计	王宁	页	A10

表A4-2 受反射光影响窗统计表

楼层	受影响的 窗户数(个)	节气	连续影响时间(min)	反射光与水平面夹角(°)	是否满足规范
1	18	春(秋)分	≤ 30	≤ 45	满足
	20		≤ 30	≤ 45	满足
	20	夏至日	≤ 30	> 45	满足
	0		≤ 30	≤ 45	满足
2	20	春(秋)分	≤ 30	≤ 45	满足
	20		≤ 30	≤ 45	满足
	20	夏至日	≤ 30	> 45	满足
	0		≤ 30	≤ 45	满足
3	20	春(秋)分	≤ 30	≤ 45	满足
	20		≤ 30	≤ 45	满足
	20	夏至日	≤ 30	> 45	满足
	0		≤ 30	≤ 45	满足
4	18	春(秋)分	≤ 30	≤ 45	满足
	20		≤ 30	≤ 45	满足
	20	夏至日	≤ 30	> 45	满足
	0		≤ 30	≤ 45	满足
5	20	春(秋)分	≤ 30	≤ 45	满足
	20		≤ 30	≤ 45	满足
	20	夏至日	≤ 30	> 45	满足
	0		≤ 30	≤ 45	满足

注：同一建筑的不同窗户在一天的不同时段，反射光可以出现>45°和≤45°两种情况。

5 结论与改进建议

计算结果显示，住宅1#楼受影响窗位反射光与水平视线的夹角虽然>45°和≤45°两种情况分别存在，但反射光的连续滞留时间均小于30min，故仍满足相关规范要求，分析结果详见表A4-2受反射光影响窗统计表。

如果玻璃幕墙存在有害光反射，改进建议与措施有：（1）加强建筑周边及道路两侧的绿化种植，在设计、安装、维护保养等方面加强防止光污染措施；（2）所使用的石材、金属等材料应选择亚光漫反射材料，玻璃尽量选择低反射率玻璃。

避免光污染—幕墙

图集号

15J904

审核

马晖

马晖

校对

李丽

设计

王宁

页

A11

A. 4.2 避免光污染——夜景照明

【对应条文】

4.2.4 建筑及照明设计避免产生光污染。2 室外夜景照明光污染的限制符合现行行业标准《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163的规定，得2分。

【技术要点】

城市夜景照明的光污染是指干扰光或者过量的光辐射（含可见光、紫外和红外光辐射）对人、生态环境和天文观测等造成负面影响的总称。光污染的限制应核查以下因素：①夜景照明设施在居住建筑窗户外表面产生的垂直照度；②夜景照明灯具朝居室方向的发光强度；③城市道路的非道路照明设施对汽车驾驶员产生的眩光阈值增量；④居住区和步行区的夜景照明设施对行人和机动车的眩光；⑤灯具的上射光通比；⑥夜景照明在建筑立面和标识面产生的平均亮度。以上要素均应满足规范要求。

【示例1】

某居住区位于E2区，拟对车行道加装路灯，为不影响道路北侧居民夜间正常生活，计划对照明方案的光污染情况进行评估。此道路为双向两车道，路宽8m，道牙与建筑外墙的距离为3m，灯杆高度为3m，灯杆间距为20m，灯杆距离路边为0.5m，灯杆布置方式为双侧对称。北侧建筑为五层公寓楼，建筑高度17m，长40m，宽13m，详见图A4-10和图A4-11。光污染评估参考的标准为国家标准《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163-2008，详见表A4-3。评估对象为面向道路所有窗户的垂直照度，环境区域为E2低等亮度环境区。

分析步骤：

1 建立模型

应采用专业的光环境模拟软件，如有规定，应按规定执行。根据环境条件建立室外照明场所模型，如图A4-12所示。对要分析的窗户垂直面进行标号，并勾选显示数据选项，这样所选部位的计算结果就自动显示在报表中。

2 导入灯具模型和配光（IES）文件

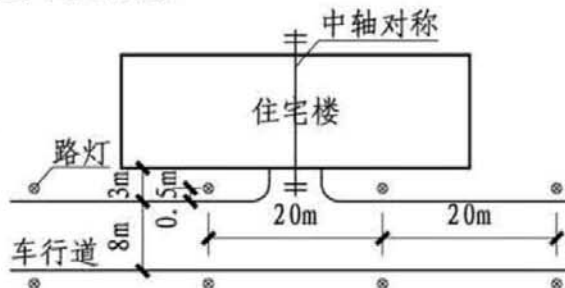
灯具配光（IES）文件中包含灯具光通量、光强分配状况，因此选用的IES文件必须是设计甚至拟选用灯型的IES文件，且应是经过专业光学检测设备实测的文件。然后依据设计要求，设置灯杆安装位置和灯具仰角。

表A4-3 居住建筑窗户外表面产生的垂直面照度最大允许值

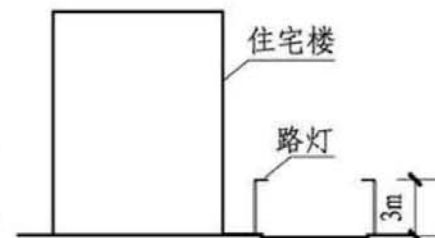
照明技术参数	应用条件	环境区域			
		E1区	E2区	E3区	E4区
垂直面平均照度 (E_v) (lx)	熄灯时段前	2	5	10	25
	熄灯时段	0	1	2	5

注：1. 本表摘自《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163-2008。

2. 考虑对公共（道路）照明灯具会产生影响，E1区熄灯时段的垂直面照度最大允许值可提高到1 lx。



图A4-10 路灯布置平面图



图A4-11 路灯布置剖面图

避免光污染——夜景照明

图集号

15J904

审核

马晖

马晖

校对

王宁

设计

陈海燕

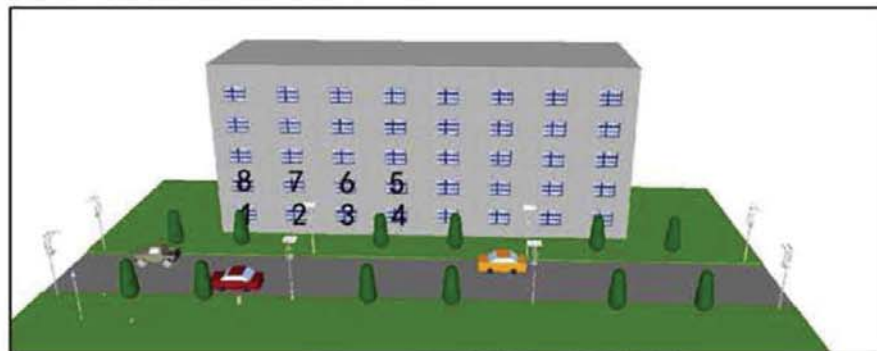
陈海燕

页

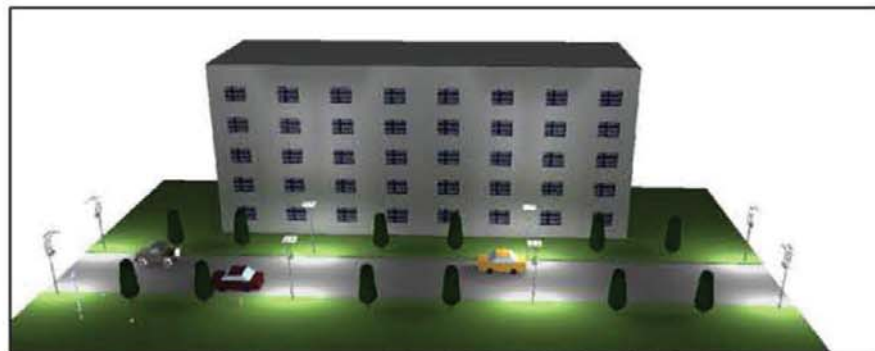
A12

3 模拟计算

在模拟计算之前,需选择照明方案的维护系数,一般而言,年使用率较低,维护系数取0.8;干净的空间,三年维护周期,维护系数取0.67;污染的空间,三年维护周期,维护系数取0.57;室内或户外安装,高污染,维护系数取0.5。本案中,维护系数选择0.67。最后模拟计算,计算后的效果见图A4-13。



图A4-12 分析环境模型



图A4-13 光环境分析后环境效果

4 模拟分析与结论

由于住宅楼中轴对称,选取左侧楼体的窗户进行试验,考虑到灯具对二层以上的窗户影响较小,因此只选取一二层窗户,对其编号,共8个,详见图A4-12。灯具在每个窗户外表面产生的垂直照度见表A4-4。依据表A4-3可判定:在熄灯时段前,本案中道路灯具对周围住宅建筑产生的光污染影响程度均符合《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163-2008中的相关规定;在熄灯时段,本案中道路灯具对2号、3号、4号、5号窗户产生的光污染影响程度不符合《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163-2008中的相关规定,建议在满足照明设计要求的前提下,通过调整设计方案、布置形式、控制模式、或更换不同配光的灯具从而达到要求。

表A4-4 被分析住宅窗户外表面产生的垂直面照度统计表

照明技术参数	应用条件	窗户1	窗户2	窗户3	窗户4	窗户5	窗户6	窗户7	窗户8
垂直面平均照度 (E_v) (lx)	熄灯时段前	0.58	1.05	2.04	1.42	1.97	0.92	0.99	0.5
	熄灯时段	0.58	1.05	2.04	1.42	1.97	0.92	0.99	0.5

5 在上述基础上同时核查夜景照明灯具朝居室方向的发光强度,应符合表A4-5的规定值。

表A4-5 夜景照明灯具朝居室方向的发光强度的最大允许值

照明技术参数	应用条件	环境区域			
		E1区	E2区	E3区	E4区
灯具发光强度 I (cd)	熄灯时段前	2500	7500	10000	25000
	熄灯时段	0	500	1000	2500

注:1.本表摘自《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163-2008。

2.环境区域划分详见《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163-2008。

3.如果是公共(道路)灯具,E1区熄灯时段灯具发光强度最大允许值00cd。

避免光污染—夜景照明

图集号

15J904

审核

马晖

马晖

校对

王宁

设计

陈海燕

陈海燕

页

A13

【示例2】

某步行街两侧建筑均为三层，底层为商铺，二、三层为住宅。某商铺标识是LED发光屏幕，评价标识是否对周围环境产生光污染的方法如下：

表A4-6 不同环境区域、不同面积的广告与标识照明的平均亮度最大允许值 (cd/m²)

广告与标识照明面积 (m ²)	环境区域			
	E1区	E2区	E3区	E4区
$S \leq 0.5$	50	400	800	1000
$0.5 < S \leq 2$	40	300	600	800
$2 < S \leq 10$	30	250	450	600
$S > 10$	-	150	300	400

注：本表摘自《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163-2008。

分析步骤：

1 影响人群分析

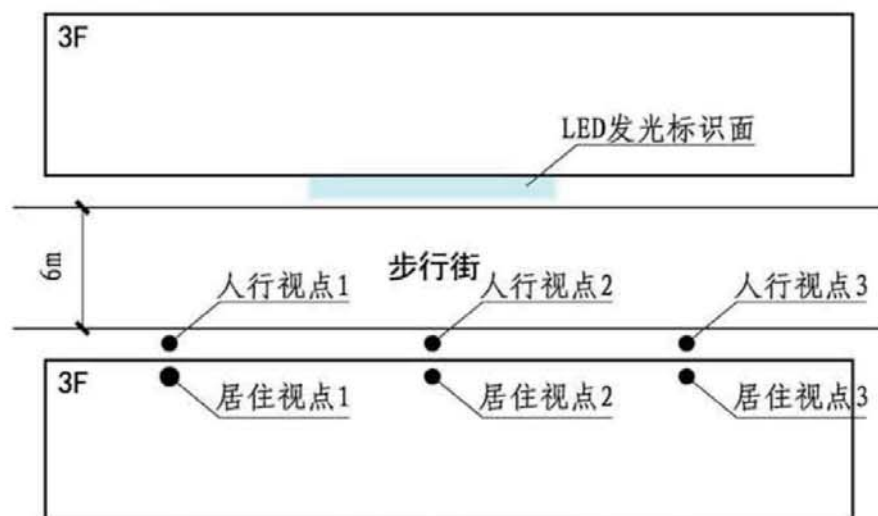
本商铺标识亮度影响的人群主要有两类，一类是店铺前过往行人，另一类是店铺对面的住户。

2 评价方法

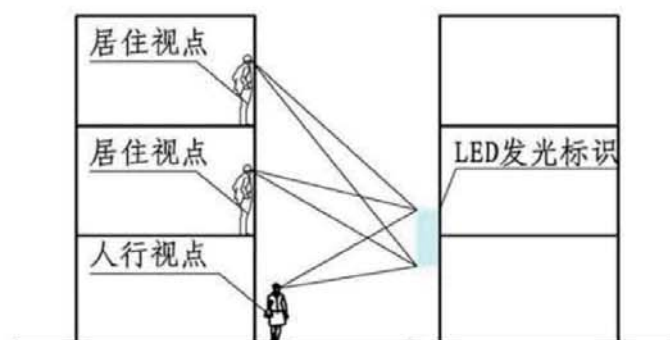
依据《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163-2008中夜景照明在标识面产生的平均亮度最大允许值（见表A4-6），对现状进行测量和评价。

3 测量方法

首先在人行视点测量发光标识面亮度，根据光污染的影响人群确定测点位置和数量，见图A4-14、图A4-15。测量设备应使用亮度计，测点数不得少于5个点。测量完成后计算标识的平均亮度，依据表A4-6对结果进行评价。再测量住宅窗户外表面的垂直照度，用于评估光污染对住宅的影响。



图A4-14 亮度视看点平面分布图



图A4-15 步行街剖面图

避免光污染—夜景照明

图集号

15J904

审核

马晔

马晔

校对

王宁

设计

陈海燕

陈海燕

页

A14

A.5 室外环境噪声控制

【对应条文】

4.2.5 场地内环境噪声符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096的有关规定,评价分值为4分。

【技术要点】

环境噪声是绿色建筑的评价重点之一。绿色建筑设计应对场地周边的噪声现状进行检测,并对规划实施后的环境噪声进行预测,必要时采取有效措施改善环境噪声状况,使之符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096中对于不同声环境功能区噪声标准的规定。当拟建噪声敏感建筑不能避免临近交通干线,或不能远离固定的设备噪声源时,需要采取措施降低噪声干扰。

1 噪声控制设计

环境噪声通常包括交通噪声、工业噪声和社会生活噪声等。环境噪声控制的目标在于获得适于人们工作、学习与生活的安静环境。建筑师的职责是从噪声源,传播途径及接受者三方面采取措施对室外环境噪声进行控制。

2 环境噪声源分析

2.1 飞机噪声

(1) 飞机噪声的特点和评价量见表A5-1。

(2) 某机场航道下,跑道延长线上, L_{WECPN} 声压级分布图,如图A5-1所示。

(3) 机场周围可能受飞机起降噪声影响的敏感区大致分布在机场跑道两端各15km, 两侧各3km的范围内(见图A5-2)。

(4) 在做机场周边区域城市规划或建筑设计时,应参考机场建设环境评价书,了解机场现状与近远期规划的 L_{WECPN} 等值线图,以此作为规划及设计时屏蔽噪声设计的依据。

2.2 轨道交通(火车、轻轨等)噪声

(1) 轨道交通噪声的特点和声压级(见表A5-2)。

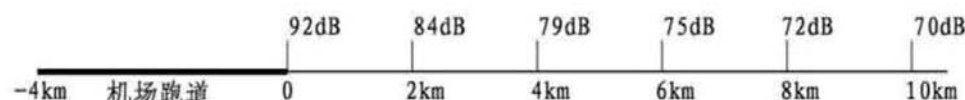
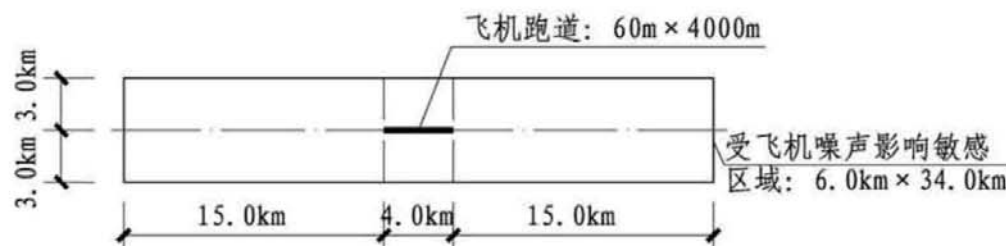
(2) 轨道路基段的噪声较桥梁段的噪声大6dB。

表A5-1 飞机噪声的特点和评价量

飞机噪声的特点	瞬时性、间歇性、强指向性
飞机噪声的评价标准	《机场周围飞机噪声环境标准》GB9660-88
飞机噪声的评价量	一昼夜计权等效连续感觉噪声级 L_{WECPN}

表A5-2 轨道交通噪声的特点和声压级

列车噪声的特点	线声源,其声强随着离开轨道的距离增加而减小		
列车噪声的声压级 (离轨道10~20m)	普通列车	平均82dB, 峰值90dB, 鸣笛噪声100dB	
	高铁	平均85dB	

图A5-1 某飞机跑道延长线上 L_{WECPN} 声压级分布图

图A5-2 机场周围可能受飞机起降影响的敏感区域图

室外环境噪声控制

图集号

15J904

审核 石慧斌

校对 陈勇

设计 金迪锋

页

A15

(3) 在不采取任何措施的情况下,建筑离轨道距离每增加一倍,列车噪声降低约5~10dB。离列车轨道外约200m处,列车噪声将降至60dB以下,为2类声环境功能区,如图A5-3所示。

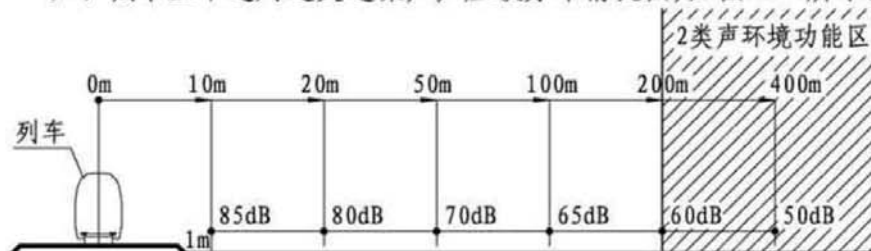
2.3 道路交通噪声

(1) 汽车行驶速度每增加一倍,噪声增加约6dB;车流量每增加一倍,噪声增加约3dB。

(2) 车辆行驶鸣笛时噪声级在90~100dB(A)之间。

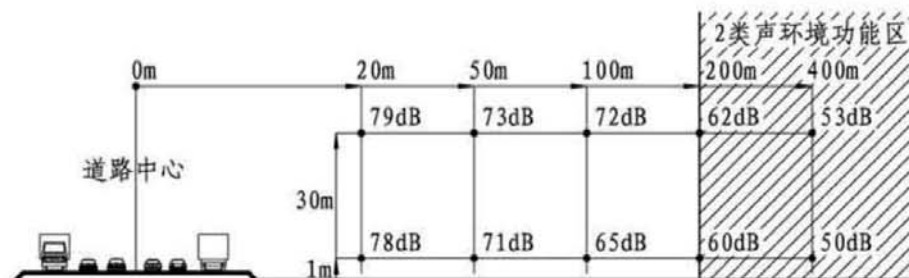
(3) 临街十~二十层高的建筑,因道路各车道间车辆之间的遮挡和地面声反射等原因,高楼层区域接收到的交通噪声比低楼层区域接收到交通噪声的声压级大。

(4) 城市主干道周边交通噪声声压级分布情况图,如图A5-4所示。



图A5-3 某轨道交通周边列车噪声声压级分布图

注: 上图为轨道周边列车声压级分布情况(无障碍物的平地),在列车车速70~90km/h,6~10节车厢通过时的最大值。



图A5-4 城市主干道周边交通噪声声压级分布图

注: 上图数据在道路两边为无障碍物的平地、白天车流量为6000辆/h,车速为60km/h,其中大型车占车流总量的1/5时测得的数据。在夜间车流量为800辆/h,车速为80km/h,大型车占车流总量的1/2,可在上图数据基础上降低3~5dB。

3 环境噪声防治措施

3.1 飞机噪声防治措施

(1) 机场选址规划要求机场距城市的理想距离应在10~30km范围内,并避免飞机的主航道穿过市区。

(2) 合理制定机场周边土地利用规划是解决机场噪声问题的有效手段,是防治飞机噪声影响的最有利措施,见表A5-3。

表A5-3 机场周围用地规划及既有建筑需采取的措施

L _{WECPN} 值不同的区域	可规划功能区用地	对既有住宅、文教、医疗等建筑采取的措施
≤70dB	住宅、文教、医疗、配套服务、商业等	不变
70~75dB	工业企业	加强噪声隔声治理
75~80dB	物流、货运、机械维修、加工等	搬迁、设置隔声窗或其他措施
80~85dB	物流、交通、公园、广场绿化等	尽快实施搬迁
≥85dB	用于仓库、停车场的建设	尽快实施搬迁

注: 图中噪声值为A声级。

室外环境噪声控制

图集号

15J904

审核 石慧斌

校对 陈勇

设计 金迪锋

金迪锋

页

A16

A 室外环境
节地与
B 能源利用
节能与
C 水资源利用
节水与
D 材料资源利用
节材与
E 室内环境质量
F 典型案例分析
G 评分自评表
绿色建筑

3.2 轨道交通噪声防治措施

(1) 加强管理。列车通过城区段实行限速；在市区铁路两侧住宅密集区、医疗卫生区、学校等噪声敏感区设置高标准的隔声屏障；夜间降低行车次数，降低行车速度。

(2) 设置声屏障。路基段声屏障的降噪效果为6~8dB；桥梁段声屏障的降噪效果为7~9dB；声屏障的高度以受保护区处于声影区为宜，声屏障高度越高，降噪效果越好。

3.3 道路交通噪声防治

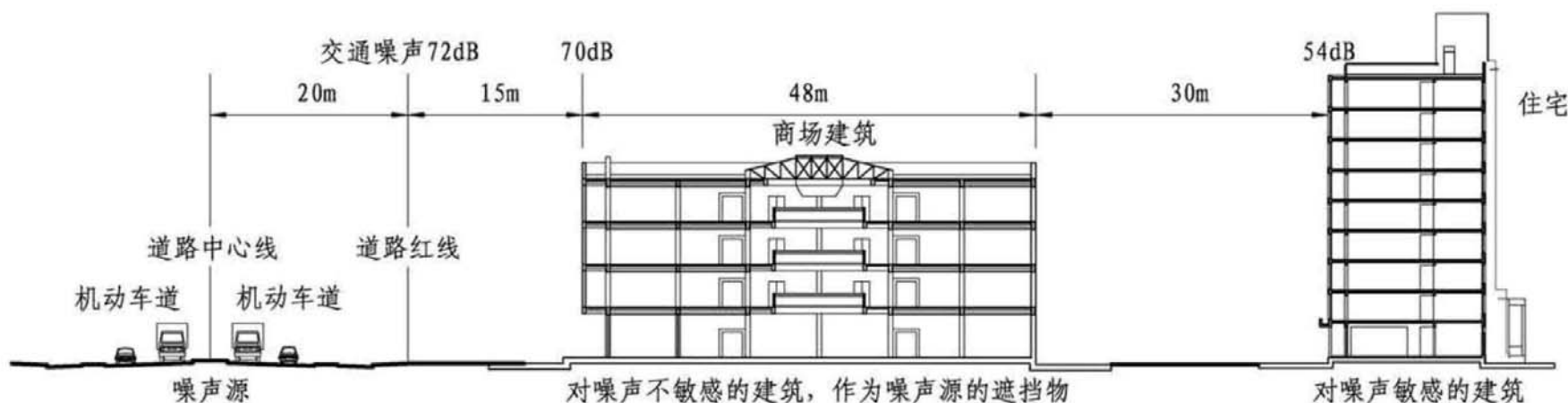
(1) 道路规划控制。开展路网和城市建设规划环境评价，提出规划控制距离及道路房屋规划要求；严格控制规划干道两侧的用地性质。城市快速路两侧防噪声距离不宜小于50m，城市次干道两侧防噪声距离不宜小于30m，城市支路两侧防护距离不宜小于10m，并在防噪区设置大面积绿化带。临街受到噪声污染严重的房屋规划为办公楼、商铺等对噪声相对不敏感的房屋。

(2) 对高架部分城市道路，安装有一定高度的声屏障。

(3) 加强受噪声房屋外墙、窗户的隔声性能，或安装隔声通风窗。

3.4 对环境噪声防治有益的总平面布置

将对噪声不敏感的建筑设置于噪声源与对噪声敏感建筑之间，作为噪声源的遮挡物。以小区规划为例，噪声源是小区周边的城市道路，将商场建筑布置于城市道路与住宅楼之间，使商场建筑形成噪声源的遮挡物，如图A5-5所示。



图A5-5 某小区规划噪声控制示例

室外环境噪声控制							图集号	15J904
审核	石慧斌	石斌	校对	陈勇	丁	设计	金迪锋	金迪锋
							页	A17

A 室外环境
节地与
B 能源利用
节能与
C 水资源利用
节水与
D 材料资源利用
节材与
E 室内环境质量
F 典型案例分析
G 评分自评表
绿色建筑

3.5 对室外噪声防治有益的景观设计措施

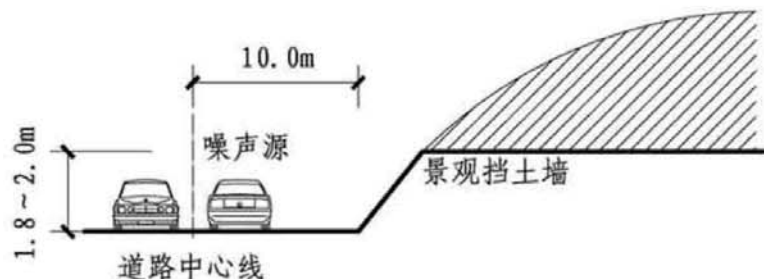
措施1: 与景观相结合的透明声障板, 高于路面2.5~3.0m, 可降低交通噪声5~8dB (见图A5-6)。

措施2: 密实的有一定厚度的景观墙, 高于路面2.5~3.0m, 可以对交通噪声起阻挡作用。

措施3: 人造景观坡, 高于路面3.0~3.5m, 可以遮挡交通噪声, 从而使交通噪声降低5~20dB (见图A5-7、图A5-8)。

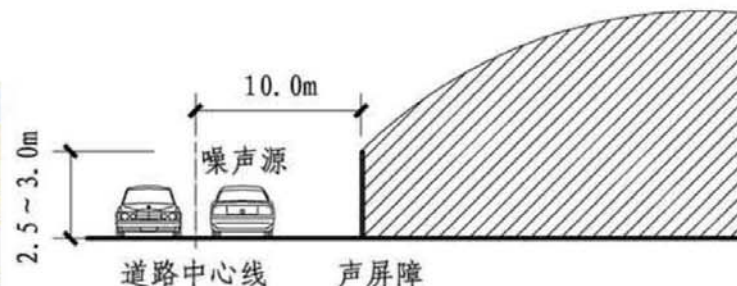
措施4: 最深处水底低于地面2m以下的人工水系, 有利于隔低频声和固体声。

措施5: 声音通过树林的时候, 每距离声源100m, 声音降低5~6dB (见图A5-9)。



图A5-8 景观挡土墙隔声作用示意图

景观挡土墙后方阴影区降低5~10dB。



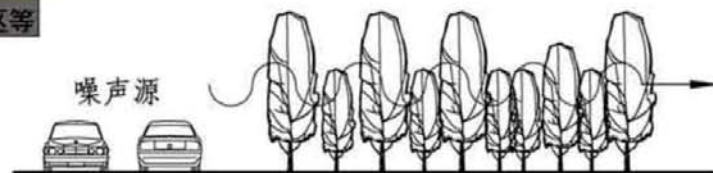
图A5-6 声障板隔声作用示意图

注: 声障板后方阴影区降低5~8dB。



图A5-7 景观坡隔声作用示意图

注: 景观坡后方阴影区降低5~20dB。



图A5-9 树林隔声作用示意图

注: 声音通过常青阔叶林的时候, 每远离声源100m, 声音降低5~6dB。

室外环境噪声控制

图集号

15J904

审核 石慧斌

校对 陈勇

设计 金迪锋

页

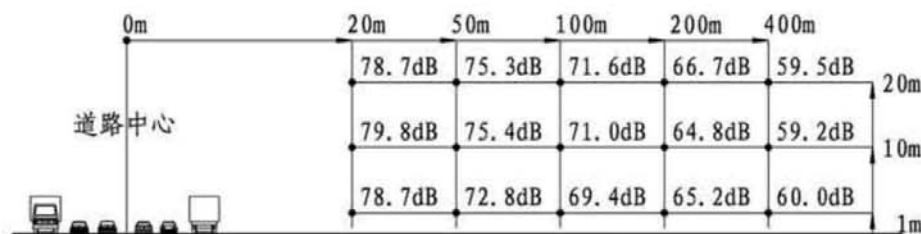
A18

3.6 室外噪声隔声措施计算机模拟结果

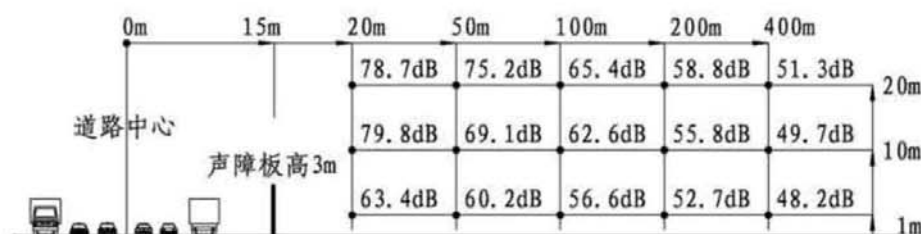
采用软件: 采用某声环境分析软件进行室外噪声控制模拟。

道路状况: 城市主干道, 双向6车道, 白天车流量为8000辆/h, 车速为60km/h, 其中大型车占车流总量的1/5。

模拟结论: 对无隔声措施、设声障板、有景观坡、有景观挡土墙、有大型建筑5种状态进行模拟, 结果如图A5-10~图A5-14所示。

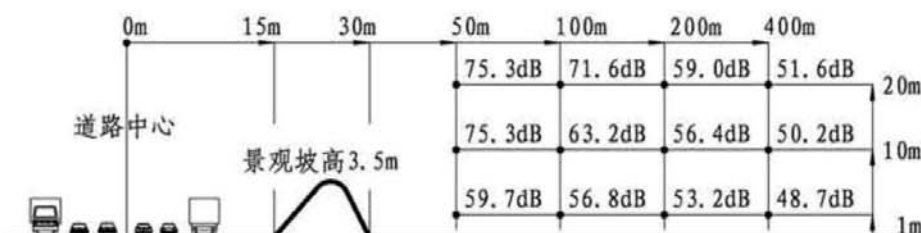


图A5-10 无隔声措施时城市主干道周围交通噪声分布图



图A5-11 设置声障板时城市主干道周围交通噪声分布图

注: 声障板连续设置, 且长度足够长时。

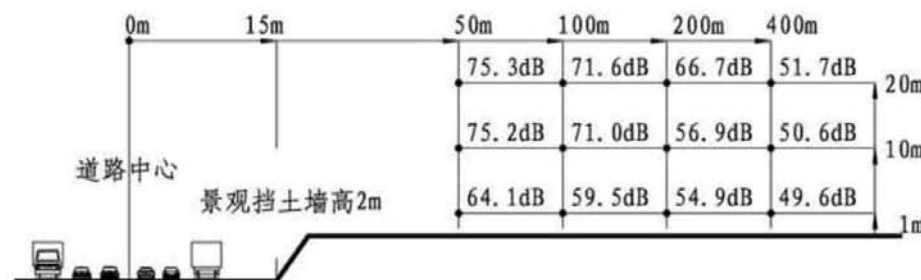


图A5-12 设置景观坡时城市主干道周围交通噪声分布图

注: 景观坡连续设置, 且长度足够长时。

注: 1. 图中噪声值为A声级。

2. 图中噪声级数据均为实际工程所测或软件计算所得, 仅供参考。



图A5-13 有景观挡土墙时城市主干道周围交通噪声分布图

注: 景观挡土墙连续设置, 且长度足够长时。



图A5-14 有大型建筑时城市主干道周围交通噪声分布图

注: 建筑长50m, 宽15m, 5组沿街布置, 间距10m时。

室外环境噪声控制

图集号

15J904

审核 石慧斌

校对 陈勇

设计 金迪峰

页

A19

A.6 室外风环境

【对应条文】

4.2.6 场地内风环境有利于室外行走、活动舒适和建筑的自然通风,评价总分为6分,并按下列规则分别评分并累计:

1 在冬季典型风速和风向条件下,按下列规则分别评分并累计:

1) 建筑物周围人行区风速小于 5m/s ,且室外风速放大系数小于2,得2分;2) 除迎风第一排建筑外,建筑迎风面与背风面表面风压差不大于 5Pa ,得1分;

2 过渡季、夏季典型风速和风向条件下,按下列规则分别评分并累计:

1) 场地内人活动区不出现涡旋或无风区,得2分;2) 50%以上可开启外窗室内外表面的风压差大于 0.5Pa ,得1分。

【技术要点】

建筑群的布局对小区的风环境有很大影响,不合理的建筑群布局,会造成一些不良后果:①冬季造成热负荷增加;②夏季自然通风不良;③高速风影响人员行动;④污染物和室外热量不易散发。为了保证室外活动空间的舒适和室内自然通风的良好,有必要对建筑群风环境的分布情况进行模拟分析,在建设初期提前发现问题并及时解决。

1 评价指标说明

1.1 建筑物周围人行区指行人活动区域,以 1.5m 高处风速为准。如表A6-1所示,体现了室外风速与行人舒适度之间的关系,可以看出,人行区风速不超过 5m/s ,是行人进行正常室外活动基本要求。

1.2 风速放大系数,指建筑物周围离地面高 1.5m 处风速与开阔地面同高度风速之比。风速放大系数过大,会造成建筑群场地范围内局部风速过大,不适宜行人活动。

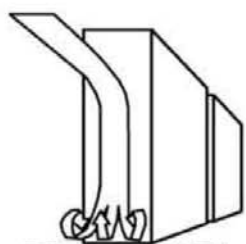
1.3 冬季为了减少冷风渗透,降低建筑内部热负荷,要求建筑迎风面与背风面两侧表面压差不宜过大。

1.4 夏季为了更好地利用自然通风带走室内热量,要求可开启外窗室内外表面压差不宜过小。同时建筑群场地范围内不宜出现涡旋或无风区,避免影响建筑散热和造成污染物聚集。

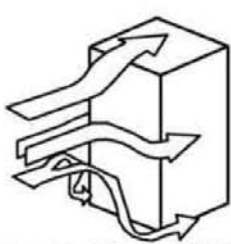
2 来流风与建筑体型的关系,主要可分为以下6种,如图A6-1~图A6-7所示:

表A6-1 室外风速与行人舒适度的关系

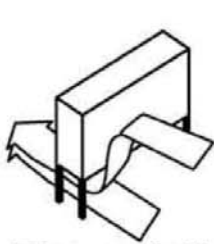
风速 (m/s)	人的感受
$V \leq 5$	舒适
$5 < V \leq 10$	不舒适,行动受影响
$10 < V \leq 15$	很不舒适,行动受严重影响
$15 < V \leq 20$	不能忍受
$V > 20$	危险



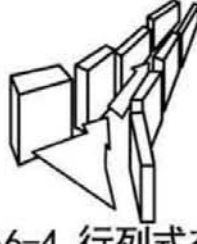
图A6-1 冲刷



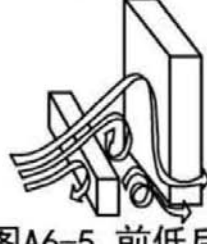
图A6-2 边角增强效应



图A6-3 穿越



图A6-4 行列式布局
建筑对巷道风的加强



图A6-5 前低后高布
局加强后排建筑风压



图A6-7 上粗下细体型
上部风对下部有影响

室外风环境

图集号

15J904

审核 李晓峰

李伟

校对 冯莹莹

冯莹莹

设计 李俊

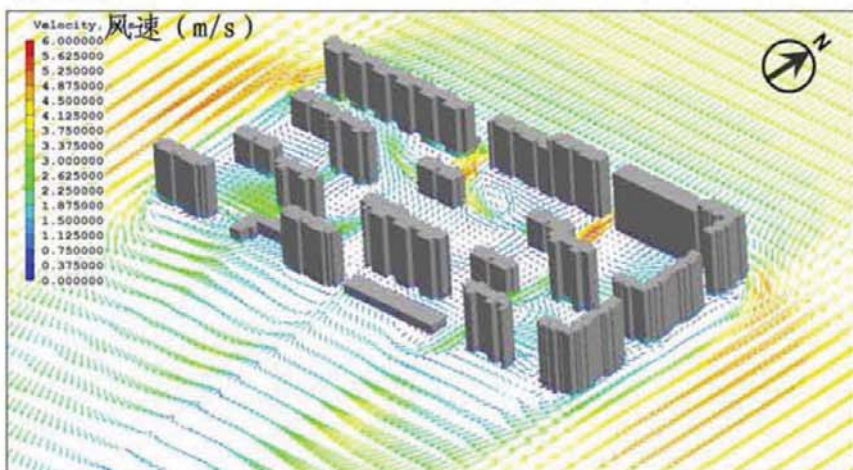
李俊

页

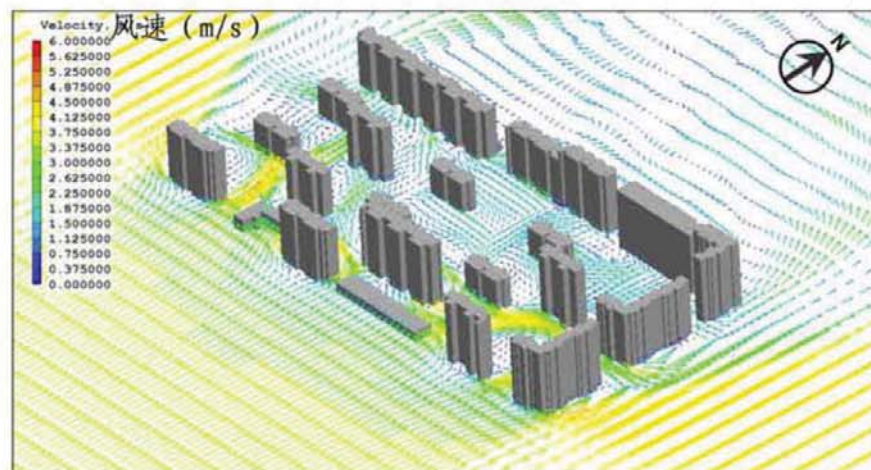
A20

3 合理的建筑群布局对小区风环境的影响

如图A6-8、图A6-9所示，建筑北侧以长排式建筑为主，阻挡了冬季北风对小区内部的侵袭；南侧以短排式建筑为主，充分实现了夏季自然通风。



图A6-8 冬季风环境示意图



图A6-9 夏季风环境示意图

4 实际案例分析

项目背景：项目位于夏热冬暖地区，冬季主导风向为北风，主导风速为2.4m/s，风频35%；夏季主导风向为东南风，主导风速为1.5m/s，风频38.1%。

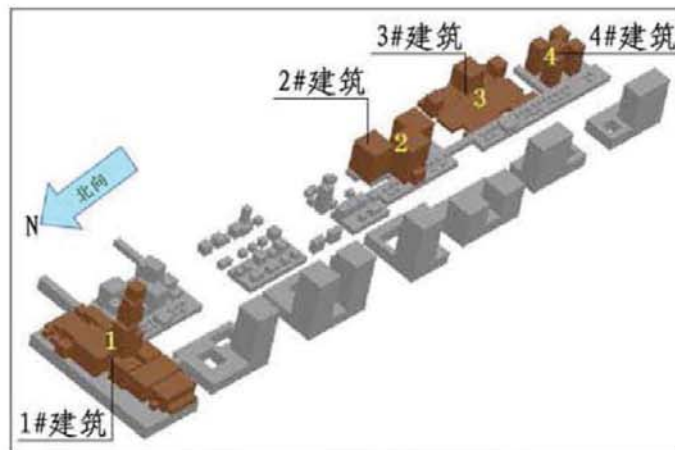
采用软件：CFD模拟软件，计算模型为标准k-ε模型。

建筑模型图：如图A6-10所示，图中棕色区域为主要保证区域，灰色区域为周边参考区域。

图A6-11～图A6-14为建筑群冬季、夏季室外风环境模拟结果。

冬季模拟结果：建筑区域内行人高度处（1.5m）平均风速较小，小于5m/s，总体满足不大于5m/s的要求；1号建筑前后压差约为6Pa，主要由于1号建筑位于北侧，阻挡了冬季的冷风渗透，2号建筑前后压差约为1Pa，3号建筑前后压差约为3Pa，4号建筑前后压差约为2Pa。

夏季模拟结果：建筑区域内行人高度处（1.5m）平均风速较小，约为1.5m/s，最大不超过3m/s，同时无明显涡旋及无风区域；1号建筑前后压差约为3Pa，2号建筑前后压差约为2Pa，3号建筑前后压差约为2Pa，4号建筑前后压差约为2Pa，有利于室内自然通风。

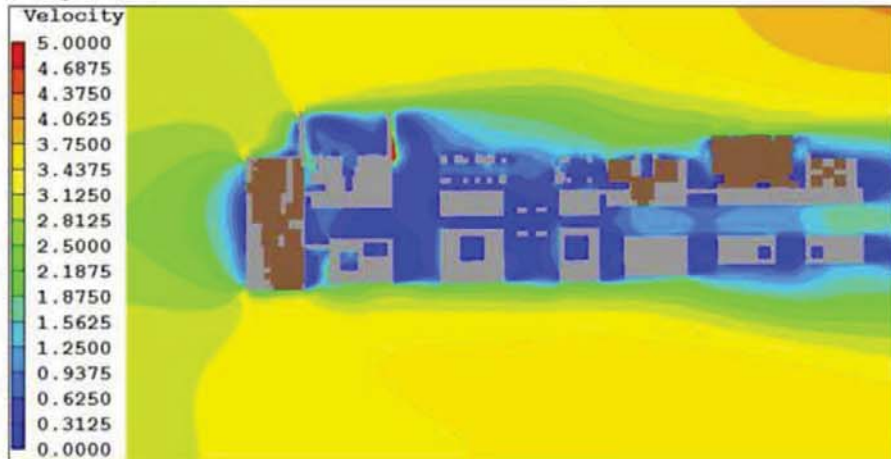


图A6-10 建筑模型图

注：本案例采用的软件是PHOENICS。

室外风环境								图集号	15J904
审核	李晓峰	李伟	校对	冯莹莹	冯莹莹	设计	李俊	李信	页
									A21

风速 (m/s)



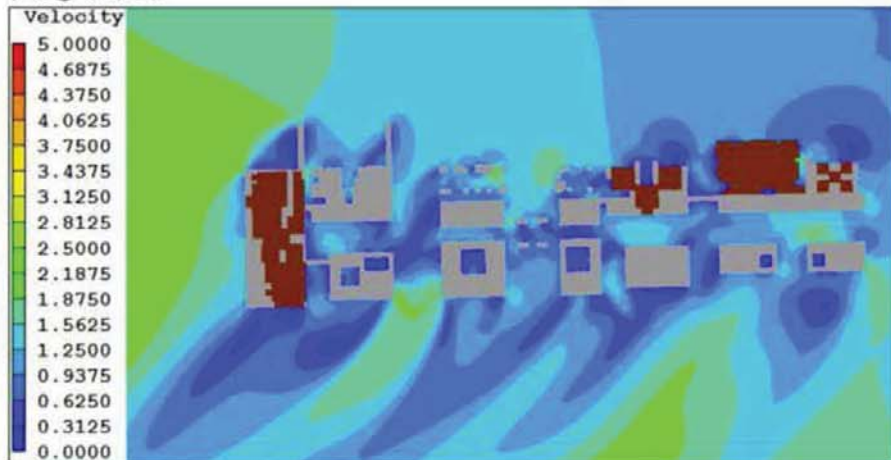
图A6-11 冬季1.5m高处风速分布图

压力 (Pa)



图A6-12 冬季1.5m高处压力分布图

风速 (m/s)



图A6-13 夏季1.5m高处风速分布图

压力 (Pa)



图A6-14 夏季1.5m高处压力分布图

室外风环境								图集号	15J904
审核	李晓峰	李伟	校对	冯莹莹	冯莹莹	设计	李俊	李信	页
									A22

A.7 降低热岛强度

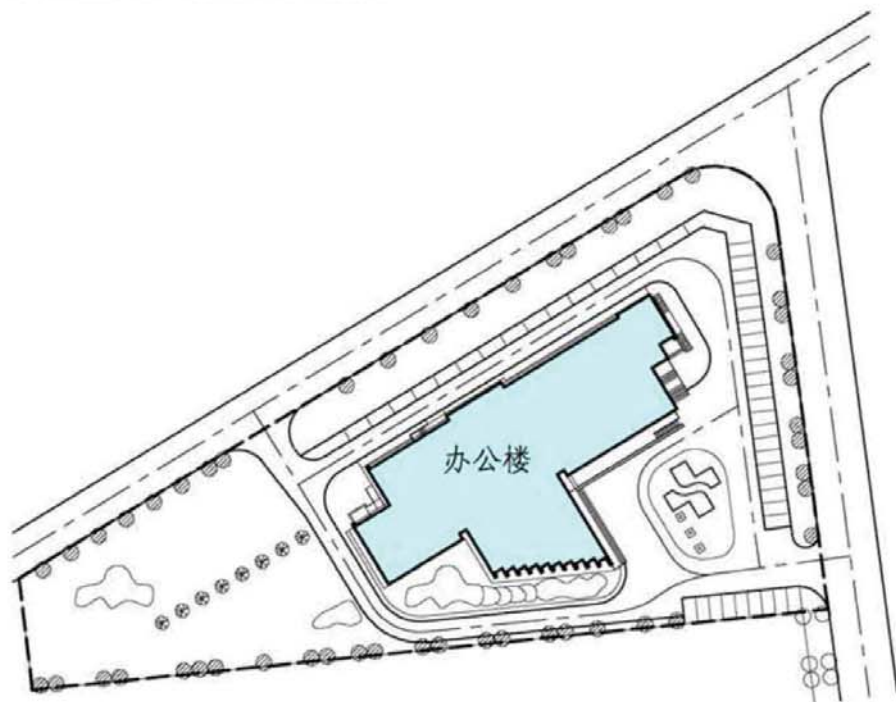
【对应条文】

4.2.7 采取措施降低热岛强度，评价总分为4分，并按下列规则分别评分并累计：

- 1 红线范围内户外活动场地有乔木、构筑物等遮阴措施的面积达到10%，得1分；达到20%，得2分；
- 2 超过70%的道路路面、建筑屋面的太阳辐射反射系数不小于0.4，得2分。


【技术要点】

(1) 户外活动场地包括：步道、庭院、广场、游憩场和停车场，乔木遮阴面积按照成年乔木的树冠正投影面积计算；构筑物遮阴面积按照构筑物正投影面积计算。



图A7-1 总平面图

图例

- 银杏 
- 元宝枫 

【遮阴比例计算示例】

图A7-1为青岛某项目总平面图，该项目为办公楼，总用地面积为7008m²，户外活动场地面积为4236m²。选用主要的乔木种类和冠幅面积见下表：

表A7-1 选用主要乔木和冠幅面积表

种类	冠幅 (m ²)	单棵面积 (m ²)	数量 (棵)	合计面积 (m ²)
银杏	3.0	7.07	8	56.56
元宝枫	4.5	15.90	50	795.00
注：本项目用地内无构筑物遮阴措施，乔木有遮阴措施的总面积为851.56m ² 。				

有遮阴措施的面积比例为851.56 ÷ 4236 = 20.1%，达到20%，得2分。

降低热岛强度

图集号

15J904

审核 栗铁

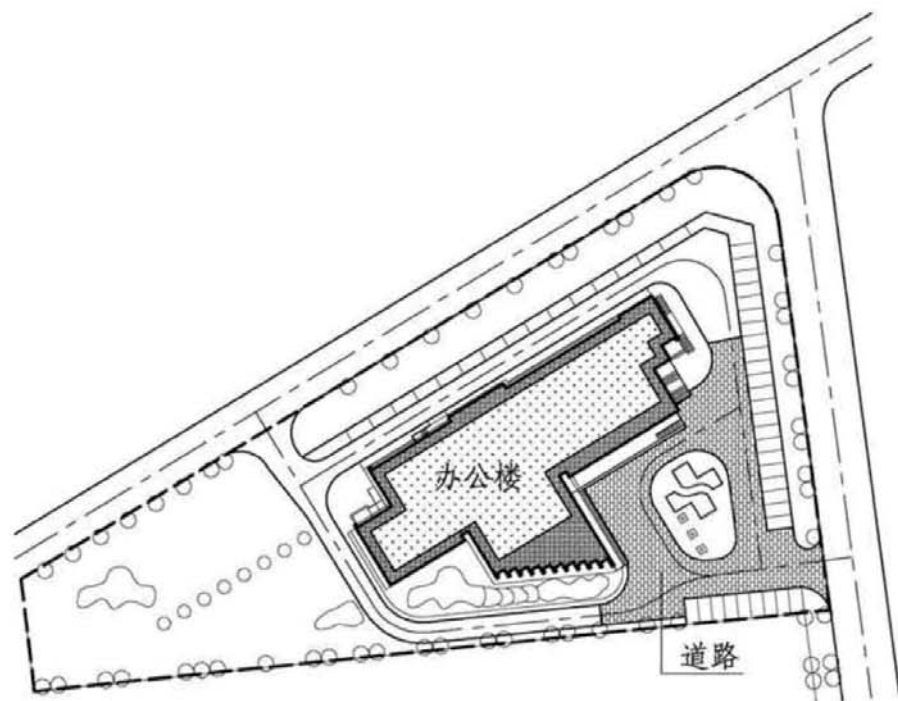
校对 黄献明

设计 乔广

页

A23

(2) 场地内道路路面和建筑屋面相对于绿地，具有吸热率高和热容量小的特点，从而大量吸收太阳辐射热并且升温迅速，直接导致周围大气温度上升，恶化了人居环境，从而加剧了城市的热岛效应。



图A7-2 总平面图

图例

- 灰白色花岗岩 
- 白色地砖 
- 屋面绿化 

【太阳辐射反射系数计算示例】

图A7-2为青岛某项目总平面图，该项目为办公楼，总用地面积为7008m²，场地内道路面积为953m²，建筑屋面面积为1632m²，其中屋面绿化面积为1257m²，屋面裸露面积为375m²。屋面绿化同地面绿化功能相同，都可以有效地减少热岛强度，因此在计算屋面面积时，需扣除屋面绿化的面积。道路和建筑屋面铺装材料见下表：

表A7-2 道路和建筑屋面铺装材料表

铺装位置	铺装材料	铺装面积 (m ²)	太阳辐射反射系数
道路	灰白色花岗岩	685	0.52
屋面	白色地砖	375	0.8
总计	—	1060	—

道路路面和建筑屋面铺装材料的太阳辐射反射系数不小于0.4的铺装面积比例为 $1060 \div (953 + 375) = 79.8\%$ ，超过70%，得2分。

降低热岛强度

图集号

15J904

审核 栗铁

设计 栗铁

校对 黄献明

设计 乔广

设计 乔广

页

A24

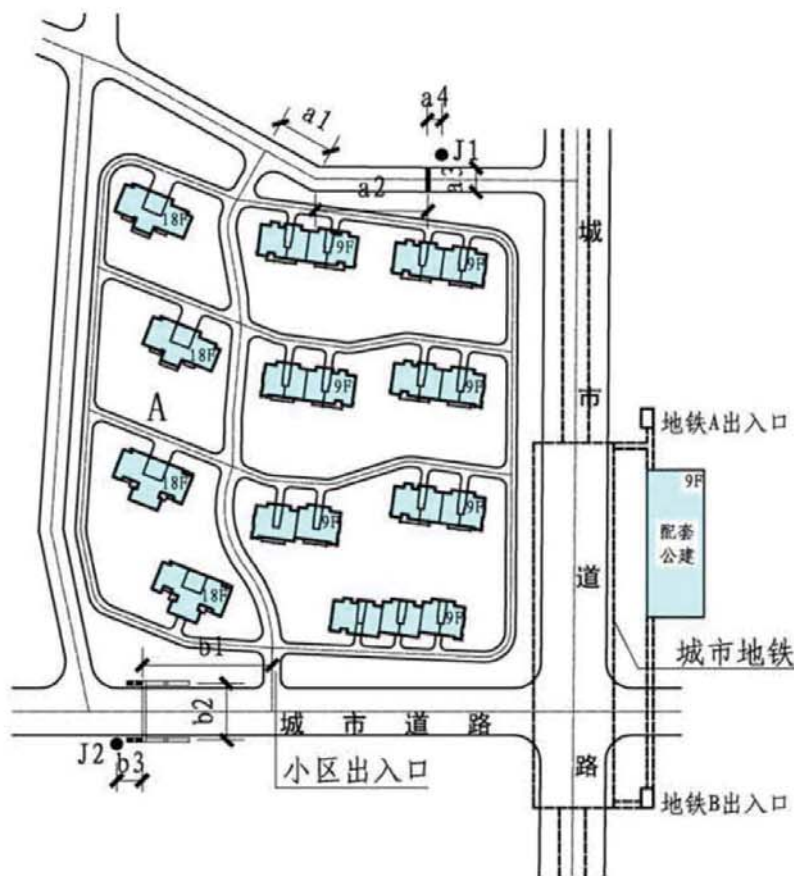
A.8 场地与公共交通设施

【对应条文】

4.2.8 场地与公共交通设施具有便捷的联系,评价总分为9分,并按下列规则分别评分并累计:

- 1 场地出入口到达公共汽车站的步行距离不大于500m,或到达轨道交通站的步行距离不大于800m,得3分;
- 2 场地出入口步行距离800m范围内设有2条及以上线路的公共交通站点(含公共汽车和轨道交通站),得3分;
- 3 有便捷的人行通道联系公共交通站点,得3分。

4.2.9 场地内人行通道采用无障碍设计,评价分值为3分。



图A8 某住宅小区总平面示意图

1 场地出入口与公共交通设施距离计算示例

本项目为天津市某住宅小区,主要功能为住宅,兼有住宅配套功能;住宅小区周边设有2处公共汽车站,位置见图J1和J2。

(1) 公共汽车站点J1与小区出入口通过人行道和人行横道线连接,步行距离为: $a=a_1+a_2+a_3+a_4 \leq 500\text{m}$ 。得3分。

(2) 公共汽车站点J2与小区出入口通过人行道和过街天桥连接,过街天桥高度为 b_4 ,步行距离为: $b=b_1+b_2+b_3+b_4(\text{高度})+b_4(\text{高度}) \leq 500\text{m}$ 。

满足场地出入口步行距离800m范围内设有2条及以上线路的公共交通站点,得3分。

(3) 小区配套公建在地下一层设人行专用通道,与城市地铁站的A出入口和B出入口直接相通,得3分。

(4) 本项目在此项得分为3+3+3=9分。

2 场地内人行通道的无障碍设计主要包括缘石坡道、盲道、无障碍出入口、轮椅坡道、无障碍通道、门、无障碍楼梯、台阶、无障碍电梯、升降平台、无障碍机动车停车位、低位服务设施人行天桥及地道等,具体设计可参考国标图集12J926《无障碍设计》。

场地与公共交通设施

图集号

15J904

审核 栗铁

设计 乔广

校对 黄献明

设计 乔广

设计 乔广

设计 乔广

设计 乔广

页

A25

A.9 雨水专项规划

【对应条文】

4.2.13 充分利用场地空间合理设置绿色雨水基础设施,对大于 10hm^2 的场地进行雨水专项规划设计,评价总分为9分,并按下列规则分别评分并累计:

- 1 下凹式绿地、雨水花园等有调蓄雨水功能的绿地和水体的面积之和占绿地面积的比例达到30%,得3分;
- 2 合理衔接和引导屋面雨水、道路雨水进入地面生态设施,并采取相应的径流污染控制措施,得3分;
- 3 硬质铺装地面中透水铺装面积的比例达到50%,得3分。

【技术要点】

雨水专项规划是通过与建筑、景观、道路和市政等不同专业的协调配合,综合考虑各类因素的影响,结合海绵城市低影响开发的要求,对雨水径流总量控制、污染物控制、雨水资源化利用进行全面统筹规划,因地制宜地利用现有条件进行土地利用和规划设计,最终通过技术经济比较确定最优方案,充分发挥项目的社会效益、经济效益和环境效益。

1 雨水专项规划的原则

(1) 雨水专项规划要与项目给水工程、污水工程、道路交通工程、景观工程等专业相协调,应结合城市总体规划、详细规划等上位规划层面雨水管理所制定的控制目标和指标,结合地块的气候、土壤等现状条件及存在问题进行设计。

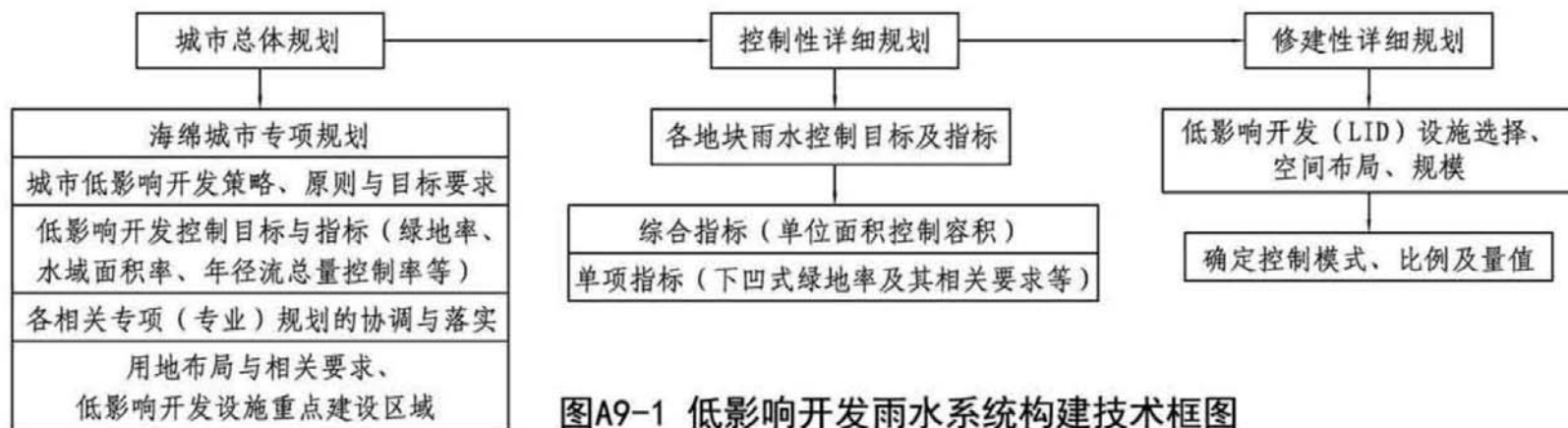
(2) 对新建项目进行雨水专项规划时,应在综合考虑功能、经济及美观的基础上,与空间布局相结合,优先采用绿色雨水基础设施。

(3) 对已建成项目进行雨水专项规划改造时,考虑其现实制约,尽量与总体规划相协调,在满足使用功能的基础上,充分利用现有绿地、空地进行入渗、收集和利用。

(4) 系统布局衔接绿色雨水基础设施与城市雨水管网设施,提高对径流雨水的渗透、调蓄、净化、利用和排放能力。

(5) 除设计任务书、已批准的建筑及相关专业方案等必要依据,还应严格按国家及地方有关规范、标准实施。

2 城市低影响开发雨水系统的构建是场地雨水专项规划设计的前提,低影响开发雨水系统构建技术框图如图A9-1所示。



图A9-1 低影响开发雨水系统构建技术框图

雨水专项规划设计							图集号	15J904
审核	刘静	刘静	校对	蒙宇婧	蒙宇婧	设计	刘俊吉	刘俊吉
							页	A26

3 雨水专项规划的参考纲要

3.1 现状条件及问题评估分析，包括以下几个方面：

- (1) 工程所在地域及当地的气候条件，包括：多年平均降雨量和降雨次数、地区降雨资料统计等。
- (2) 规划用地组成及各用地面积，包括：建筑屋面、绿化（场地绿化及屋顶绿化）、景观水体、其他地面等。
- (3) 规划用地各部分的现状渗透情况，以及规划渗透目标。

3.2 设计依据

除设计任务书、已批准的建筑及相关专业方案等必要依据，还包括现行国家标准：《室外给水设计规范》GB 50013-2006、《室外排水设计规范》GB 50014-2006（2016年版）、《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921-2002、《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400-2006等。

3.3 确定雨水控制目标

适宜作为低影响开发（LID）雨水系统构建载体的新建、改建、扩建项目，应在园林、交通、排水、建筑等各专业设计方案中明确体现低影响开发（LID）雨水系统的设计内容，落实低影响开发控制目标。

3.4 系统流程

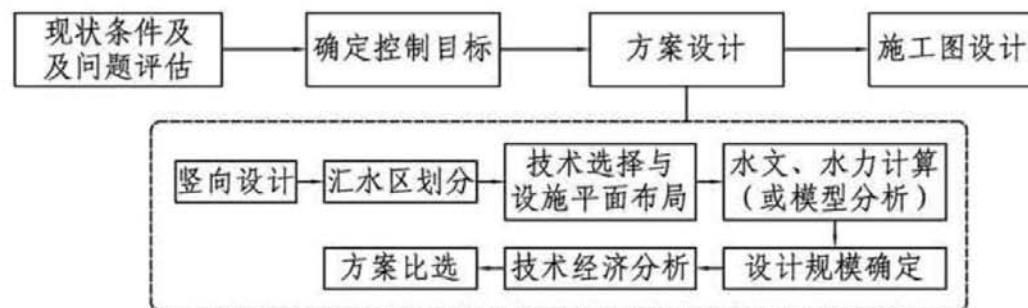
流程选用的原则可参见国标图集10SS705《雨水综合利用》“总说明”章节第5条“系统选用”。例如华北地区建筑，一般选用地面入渗系统与收集回用系统的组合，并依据设施规模及相关计算方法（10SS705《雨水综合利用》“雨水利用工程设施选用计算”章节）提供计算书。

(1) 入渗系统：根据场地汇水、地下水位等因素，选用的入渗系统设施可分为地面入渗设施与埋地入渗设施，包括透水铺装、植被浅沟、下凹式绿地、渗渠、渗透管沟、渗透井、渗排一体化设施等形式或其组合。

(2) 收集回用系统：回用雨水水源通常为屋面雨水，可用于室外绿化灌溉。在雨水贮水池内进行沉淀处理后水质应达到《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18920-2002中相关标准。参考流程为：屋面雨水→雨水管→弃流装置→雨水池→潜水泵→室外绿化灌溉。

其水量计算包括：原水量计算、用水量计算、雨水收集池体积计算、雨水逐月平衡分析。具体内容可参见本图集C3页表C1-4。

3.5 在现状条件和问题评估分析的基础上确定控制目标后，进行方案设计和施工图设计。详见流程图A9-2：

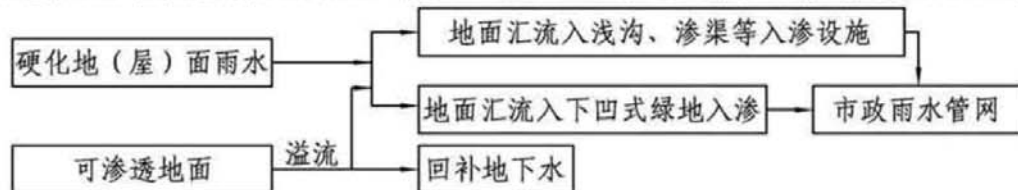


图A9-2 雨水专项规划设计流程

雨水专项规划设计								图集号	15J904
审核	刘静	刘静	校对	刘俊吉	刘俊吉	设计	蒙宇婧	蒙宇婧	页
									A27

A.9.1 自然渗透地面

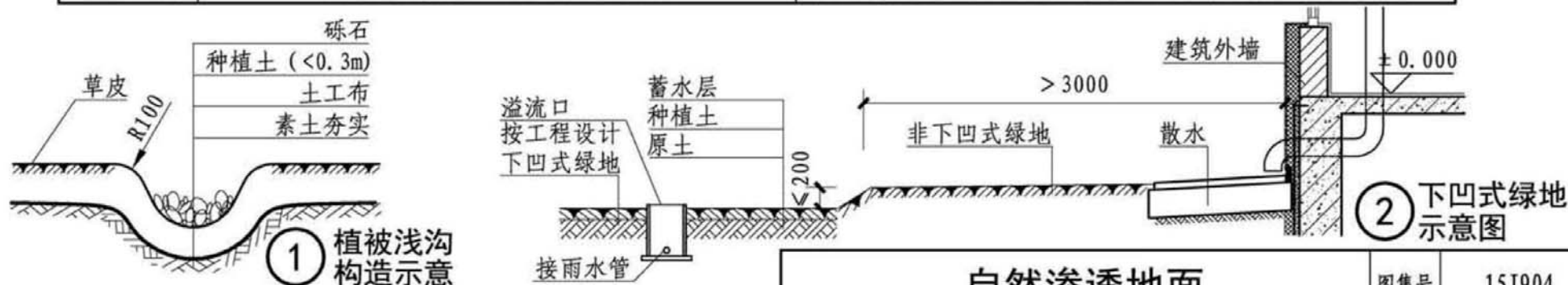
地面渗透的入渗面裸露在地表面，其典型构成如图A9-3所示。地面入渗设施包括自然渗透地面、人工渗透地面等。



图A9-3 地面入渗系统的构成

- 1 植被浅沟:** 指种有植被的地表沟渠，可收集、输送和排放径流雨水，并具有一定的雨水净化作用。下节示例中，植被浅沟应用在道路两侧、硬质地面周边以及绿地内。植被浅沟汇水流域内，替代雨水管网发挥输送径流的作用；流域边缘与市政管网连接，导出径流。雨水径流在浅沟中流动的过程中，经沉淀、过滤、渗透及生物降解等共同作用，得以去除部分污染物，起到雨水径流的收集利用与污染控制的双重作用。
- 2 下凹式绿地:** 一般指低于周边铺砌地面或道路200mm以内的绿地。下节示例中，应用于建筑、道路、硬质平台等不透水地面周边，截留径流。在立交桥、群体建筑等大规模建设用地内亦有很好的应用效果。
- 3 雨水花园:** 属于生物滞留设施，指布局在地势较低的区域，通过植物、土壤和微生物系统滞留、净化雨水径流的设施，由植物层、蓄水层、土壤层、过滤层（或排水层）构成。下节示例中，应用于建筑前空地、停车场与主干道两侧，并与其他绿化融合。雨水花园也常系统化应用于别墅区、旅游生态村、新建城镇等区域内，与市政系统配合处理雨水径流。

设施应用	设计要点	适用性
植被浅沟	只适用于小流量的收集、输送雨水	对纵向坡降有较为严格的限制要求，其允许值在0.5%~4%之间，且沟内水流速度一般不允许超过0.8m/s
下凹式绿地	距离建筑物至少3m，以免浸泡地基，下凹深度≤200mm	土壤下渗系数大于 1.00×10^{-6} 时适合设置下凹式绿地
雨水花园	距离建筑物至少3m，以免浸泡地基	可以构建在地下水较低，黏土、砂土等各种类型的土质上



注：下凹式绿地构造应根据当地气候条件、土壤渗透系数、植物配置等条件进行

自然渗透地面

图集号

15J904

审核 刘静 刘静 校对 刘俊吉 刘俊吉 设计 蒙宇婧 蒙宇婧

页

A28

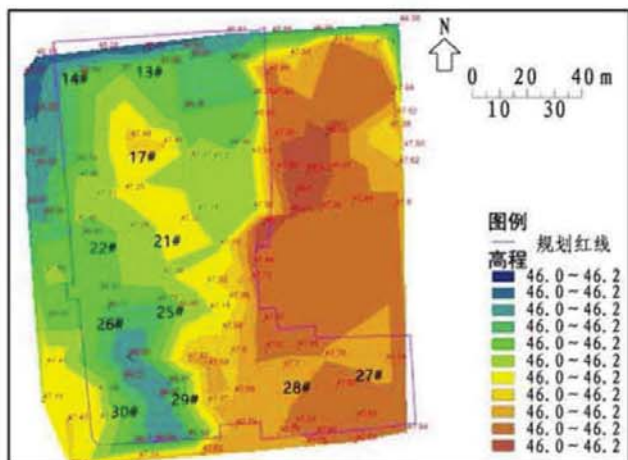
【某居住小区雨水花园设施示例】

本示例依据清华大学胜因院雨水花园工程设计实例编制而成。

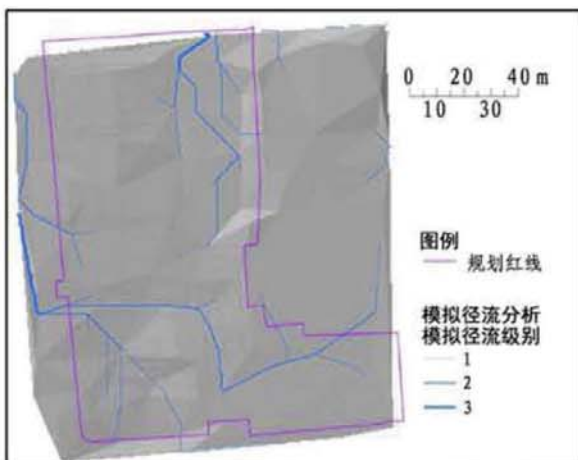
1 场地现状及径流模拟分析

1.1 地形分析：该小区整体地形为东南高、西北低，场地整体高差在2m左右（46.0~48.2m）。其中，25#、26#、29#、30#楼所在位置地势相对低洼，如排水不畅易产生积水。此外，场地南侧道路高出场地内部约0.5~1m，如图A9-4所示。

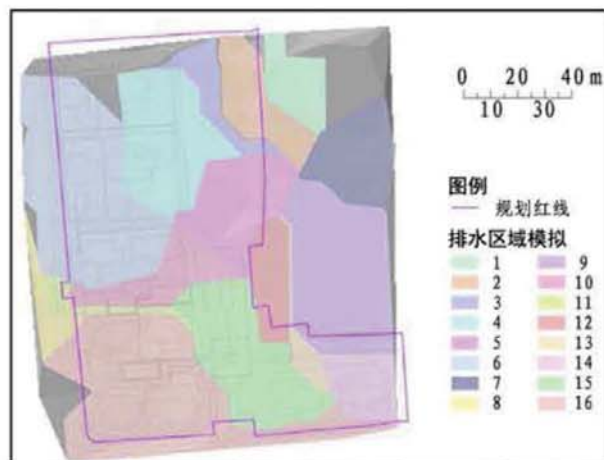
1.2 径流模拟分析：根据高程对场地进行径流模拟分析，可知场地主要排水方向为东侧雨水向西侧低洼处汇集，并最终排到场地之外。



图A9-4 场地现状高程图



图A9-5 场地径流模拟分析图



图A9-6 场地径流汇水分区模拟分析图

2 场地雨水专项规划

2.1 排水分区划分

结合场地现状和改造后的景观设想，将场地划分为7个大排水分区，13个子排水分区。

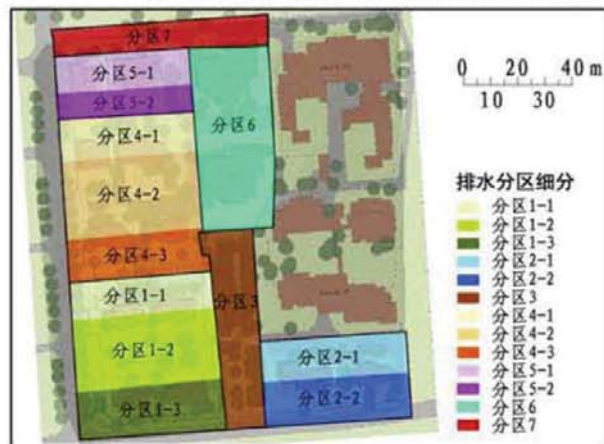
2.2 排水分区分析

排水分区1主要消纳场地内25#、26#、29#、30#楼及其附属区域的雨水。由于该区域地势低洼，排水问题突出，因此成为雨水综合利用重点考虑的区域；

排水分区2、4、5以及排水分区6地形均相对平缓，排水问题不突出；

排水分区3，由于景观改造后硬质铺装面积较大，因此该区对排水设施的设计要求较高，需就雨水综合利用予以考虑。

2.3 系统流程



图A9-7 场地排水分区细化图

某居住小区雨水花园设施示例

图集号

15J904

审核 刘海龙

校对 杨冬冬

设计 顾赫男

设计 顾赫男

设计 顾赫男

设计 顾赫男

设计 顾赫男

设计 顾赫男

设计 顾赫男

设计 顾赫男

2.4 雨水设施布局

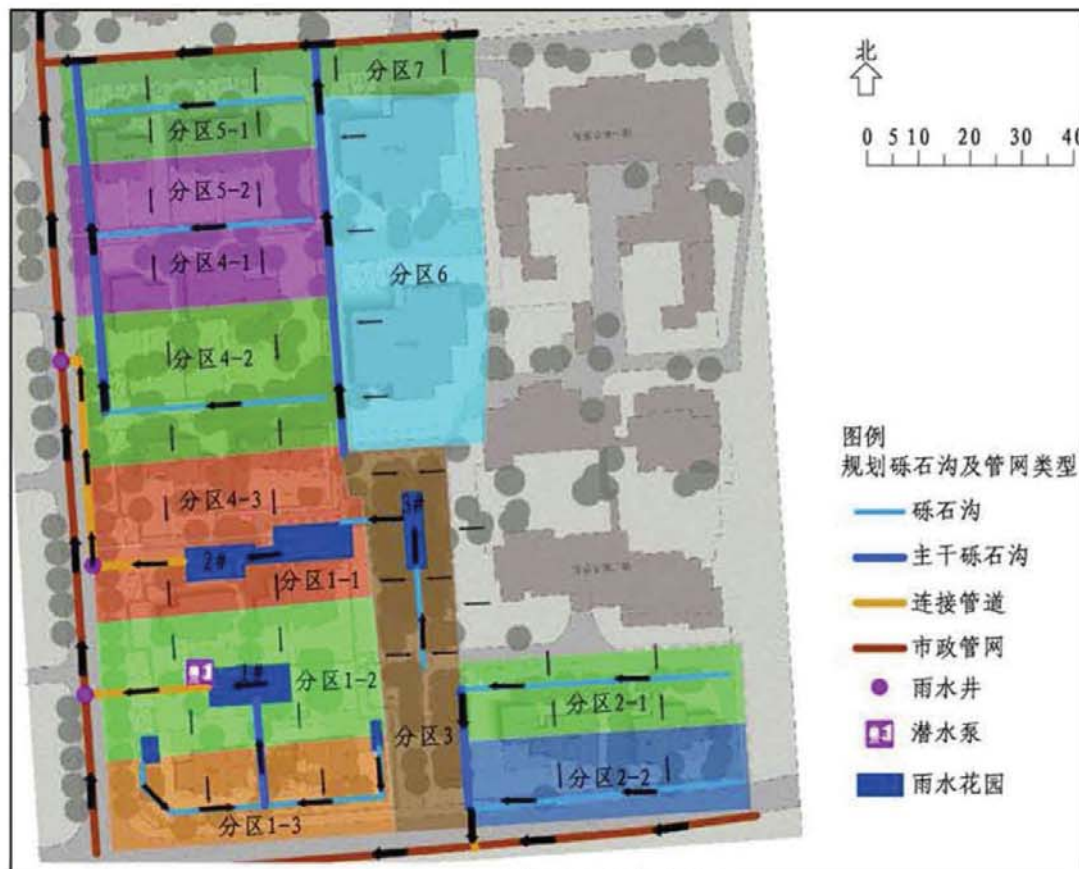
排水分区1: 整体地势低洼, 排水压力较大。根据现状地形和景观改造需求, 设有两处雨水花园。子分区1-1的雨水通过砾石沟汇入2#雨水花园, 1-2、1-3的雨水汇入1#雨水花园。

排水分区2: 雨水通过东西向砾石沟排入分区西侧的主干砾石沟, 最后通过连接管道排入场地南侧市政管网;

排水分区3: 原本为硬质停车场, 改造后采取散置砾石透水地面和3#调蓄型雨水池, 过量雨水溢流至西边梯级串接的2#雨水花园。

排水分区4: 子分区4-1、4-2通过分区内东西向的砾石沟将雨水排至西侧的主干砾石沟, 最后汇入场地西侧的市政雨水管网中。子分区4-3雨水汇入南侧的2#雨水花园;

排水分区5、6、7与排水分区4的雨水设施布局设计思路相同, 即通过砾石沟将雨水疏导至主干砾石沟, 最终汇入市政雨水管网中。



图A9-8 雨水设施布局图



雨水花园实景一



雨水花园实景二

某居住小区雨水花园设施示例

图集号

15J904

审核 刘海龙

校对 杨冬冬

设计 顾赫男

设计 顾赫男

设计 顾赫男

设计 顾赫男

设计 顾赫男

设计 顾赫男

设计 顾赫男

设计 顾赫男

3 雨水设施规模计算

对上述排水分区进行综合径流系数计算（场地径流系数的选取主要参考《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB50400-2006中的有关指标），选取设计排水能力重现期，最终确定各雨洪管理设施的规模。结合场地用地类型和建筑分布，确定各排水分区的综合径流系数。主干排水砾石沟的排水能力取1年一遇；排水分区1由于排水压力较大，其设计重现期取值为3年一遇。根据上述基本参数计算出包括主干砾石沟、市政管网以及连接管道的尺寸（见表A9-1）。

雨水花园调蓄能力的设计目标为1~2年一遇的24h暴雨。经计算，1#雨水花园面积为120m²，可调蓄雨量为48m³，达到对所在排水分区2年一遇日暴雨的径流量进行调蓄的能力；2#雨水花园面积142m²，可调蓄水量为56.86m³，远大于所在区2年一遇日暴雨净流量的24.3m³的调蓄要求。3#雨水调蓄池面积60m²，调蓄能力介于所在排水分区1年一遇暴雨与2年一遇暴雨之间。但考虑过多的水量可经砾石沟溢流至2#雨水花园，即2#雨水花园可与3#雨水调蓄池联合作用，故3#雨水调蓄池也可完成相应汇水区内2年一遇日暴雨进行收集下渗，实现不产生雨水外流的设计目标。

表A9-1 场地水量计算表

统计管段编号	管网（沟）类型	管长L(m)	管网（沟）服务的汇水分区	汇水面积F(m ²)	综合径流系数	设计重现期	下底宽(m)	设计流量Q(m ³ /s)	设计流量Q(l/s)	管径(mm)	按设计流量排水时水面宽度(m)	按设计流量排水时水面深度(m)	坡度I(‰)	流速v(m/s)
1	市政管网	77.5	分区1、3、6、7	-	-	1、5	-	0.12777	127.8	800	-	-	3.0	-
2	主干砾石沟	87.0	分区4、5	-	-	1	0.5	0.04404	44.0	-	1.0090	0.2036	3.0	0.2861
3	砾石沟	43.0	分区5-1	647.68	0.58	1	0.3	0.00963	9.6	-	0.5813	0.1125	3.0	0.1951
4	砾石沟	42.4	分区4-1、5-2	-	-	1	0.3	0.01256	12.6	-	0.6243	0.1297	3.0	0.2099
5	砾石沟	42.6	分区4-2	1315.24	0.47	1	0.3	0.01584	15.8	-	0.6672	0.1469	3.0	0.2237
6	砾石沟	42.9	分区4-3	434.51	0.54	1	0.3	0.00601	6.0	-	0.5146	0.8583	3.0	0.1695
7	连接管道	9.1	分区1	2860.99	0.53	5	-	0.06043	60.4	400	-	-	3.0	-
8	主干砾石沟	44.9	分区1	2860.99	0.53	5	0.4	0.06043	60.4	-	1.0574	0.2630	3.0	0.3153
9	主干砾石沟	46.6	分区1-2、1-3	-	-	5	0.4	0.03545	35.5	-	0.8983	0.1993	3.0	0.2735
10	砾石沟	46.7	分区1-2	1193.35	0.45	5	0.3	0.02157	21.6	-	0.7315	0.1726	3.0	0.2430
11	砾石沟	46.0	分区1-3	576.25	0.60	5	0.3	0.01388	13.9	-	0.6409	0.1364	3.0	0.2154
12	市政管网	79.5	分区1、3、6	-	-	1、5	-	0.11381	113.8	600	-	-	3.0	-
13	连接管道	11.7	分区3	-	-	1	-	0.01387	13.9	300	-	-	3.0	-
14	盖板砾石沟	9.2	分区3	-	-	1	0.4	0.01387	13.9	-	0.7004	0.1202	3.0	0.2106
15	盖板砾石沟	38.6	分区3-2	623.26	0.55	1	0.4	0.00879	8.8	-	0.6313	0.0925	3.0	0.1835
16	主干砾石沟	23.0	分区2	2109	1	1	0.3	0.02775	27.8	-	0.7911	0.1965	3.0	0.2598
17	连接管道	7.1	分区2	2109.19	0.51	1	-	0.02775	27.8	300	-	-	3.0	-
18	砾石沟	51.8	分区2-1	1412.92	0.51	1	0.3	0.01847	18.5	-	0.6982	0.1593	3.0	0.2332
19	砾石沟	52.9	分区2-2	696.27	0.52	1	0.3	0.00928	9.3	-	0.5766	0.1106	3.0	0.1934
20	市政管网	119.1	分区2	2109.191	0.52	1	-	0.02775	27.8	800	-	-	3.0	-

注：1. 汇水面积：以输水为功能的部分管网（沟），不计算汇水面积，本表以“-”表示；

2. 部分既有市政管网为1年重现期。

某居住小区雨水花园设施示例

图集号

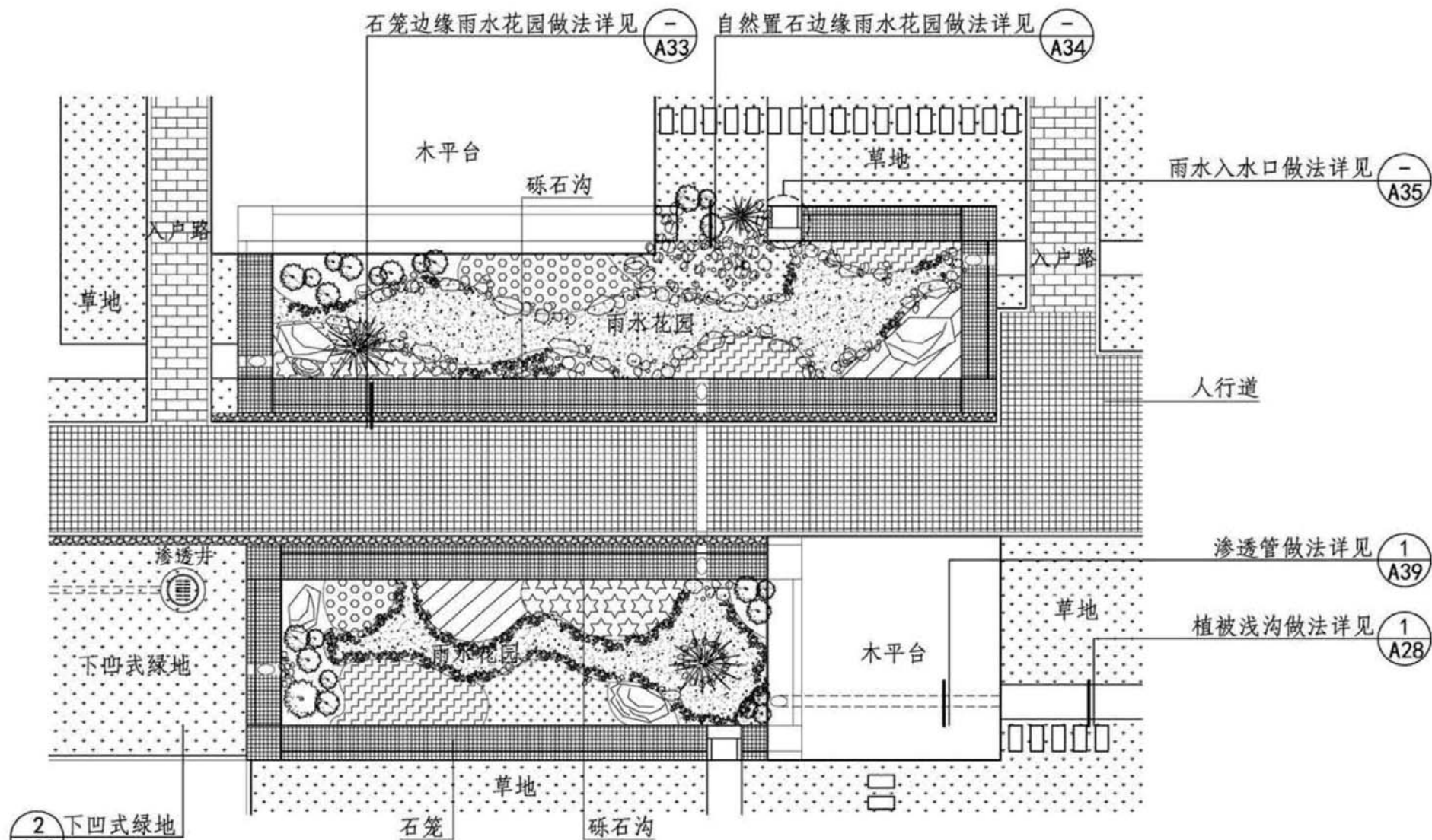
15J904

审核 刘海龙 设计 顾赫男

页

A31

4 雨水花园平面图及构造



图A9-9 某居住小区雨水花园平面图

雨水花园平面图

图集号

15J904

审核 刘海龙

校对 杨冬冬

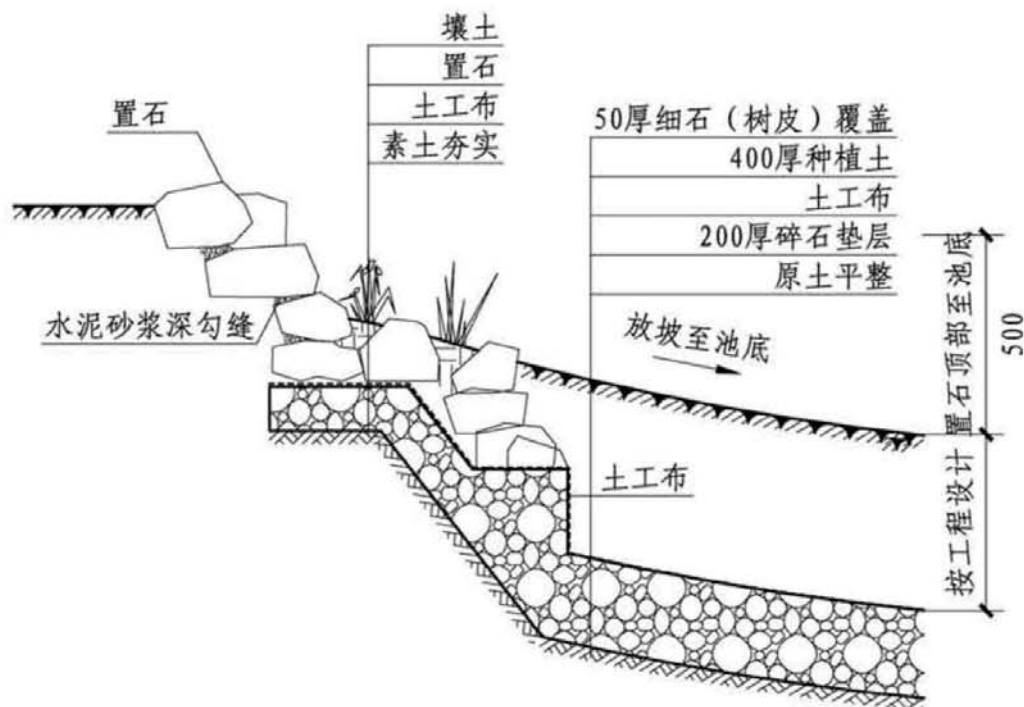
设计 顾赫男

页

A32

A33

雨水花园的自然置石边缘做法:底层自然置石卧牢,上层置石除与种植土卧牢外,为达到稳固效果可局部进行水泥砂浆粘接勾缝。勾缝长度不可超过石材的三分之二,以保障自然置石缝隙内的植物生长和原生动物的停留。



自然置石边缘雨水花园做法示意



图A9-11 自然置石边缘雨水花园实景图

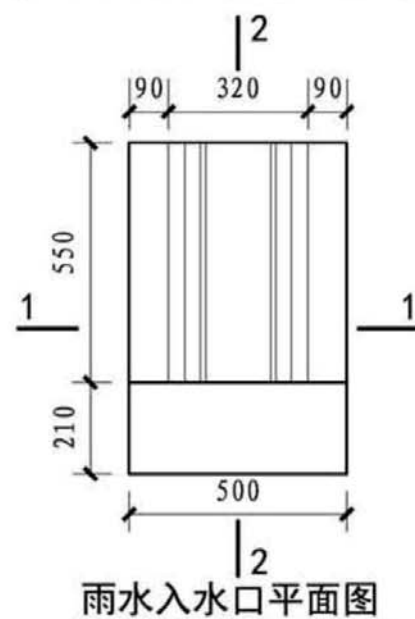
表A9-2 不同土壤条件和地形条件下的径流系数参考表

地形	松散壤土	粘土	坚实黏土
平地(坡度0%~5%)	0.10	0.30	0.40
起伏地面(坡度5%~10%)	0.16	0.36	0.55
丘陵地带(坡度10%~30%)	0.22	0.42	0.60

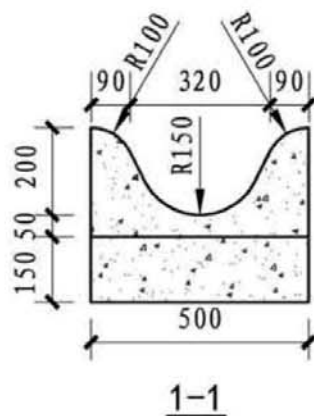
注: 1. 所有雨水花园底下均为原土平整, 不再夯实。
2. 图中尺寸可根据实际工程具体设计。

雨水花园构造							图集号	15J904
审核	刘海龙	校对	杨冬冬	设计	顾赫男	页	A34	

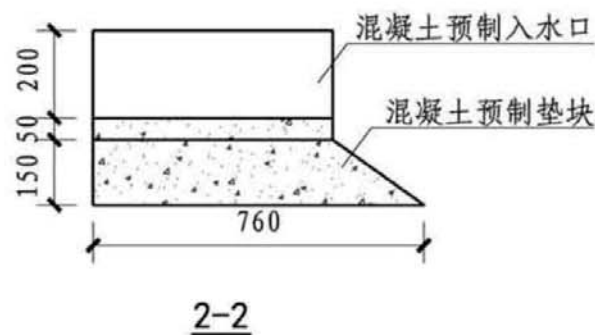
雨水花园入水口连接雨水花园与渗透浅沟,是将渗透浅沟内收集的雨水导入雨水花园内的过渡设施。可根据雨水花园池壁的具体形态和做法有针对性地采用相应的材质、造型等。入水口处可置石、堆撒树皮屑等以避免水流对植物和土壤的冲刷。本示例中,入水口做法如下图所示:



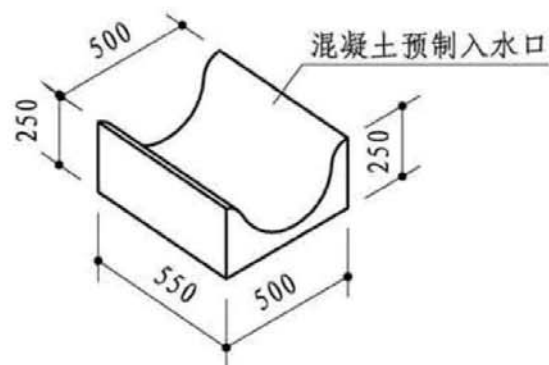
雨水入水口平面图



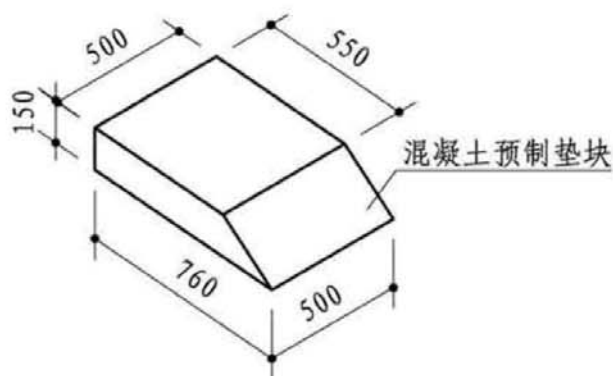
1-1



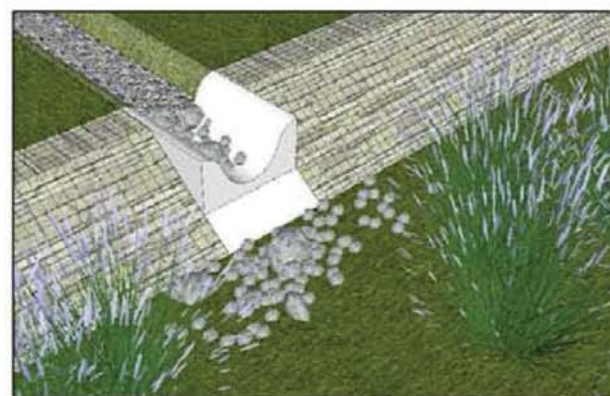
2-2



雨水入水口透视图



雨水入水口基座透视图



图A9-12 雨水花园入水口效果图

雨水花园入水口

图集号

15J904

审核 刘海龙

校对 杨冬冬

设计 颜赫男

页

A35

A.9.2 人工渗透地面

人工渗透地面按照面层材料不同,可分为透水铺装和渗透铺装,透水铺装包括透水砖、透水水泥混凝土铺装、透水沥青混凝土铺装等,渗透铺装包括嵌草砖、植草地坪、鹅卵石铺装、碎石地面等。透水砖铺装和透水水泥混凝土铺装主要适用于广场、停车场、人行道、建筑周围消防通道以及车流量和荷载较小的市政道路,如建筑与小区道路、市政道路的非机动车道等,透水沥青混凝土路面还可用于机动车道。

为确保渗透地面具有足够的整体强度和透水性,表面层下须有透水基层和较好保水性的垫层。另外,为防止基层过多积水,影响地基,在基层处设置专用透水管,通向道路边的排水系统。

受强度限制,人工渗透地面常用于人行道、广场、停车场、园林小道等一般荷载和非密集车流量场所。

1 透水铺装

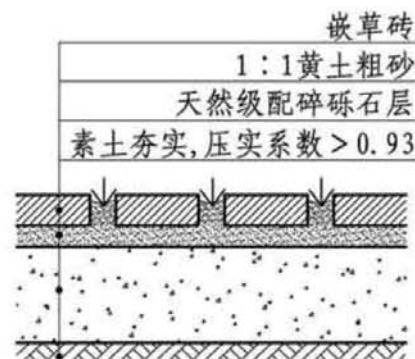
透水铺装地面的构造主要包括透水面层、找平层、垫层和土基层等部分,垫层也可再细分为透水基层和透水底基层等。透水混凝土利用无砂混凝土的原理,以水泥为主要胶结材料,配比高效外加剂和矿物掺料,实现高强度的粗骨料的点连接,具有C25以上的混凝土强度,而且结构内有15%~25%的孔隙,地面有较好的透水性。

2 嵌草砖铺装

嵌草砖铺装是指铺设在城市人行道路及停车场,具有植草孔或预留缝隙,能够绿化路面及其他地面工程的砖或空心砌块等。嵌草砖铺装有两种常用类型,一类为植草砖,即以空心纹路留出植草空隙的混凝土面砖,常应用于停车场的地面铺装,需满足车行荷载要求。另一类指利用普通铺装块料,如石材、水泥砖等,通过块料间留缝植草。



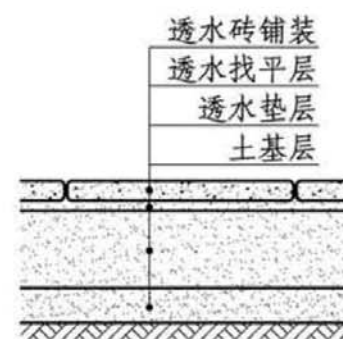
图A9-13 植草地坪停车场铺装



① 嵌草砖铺装构造示意

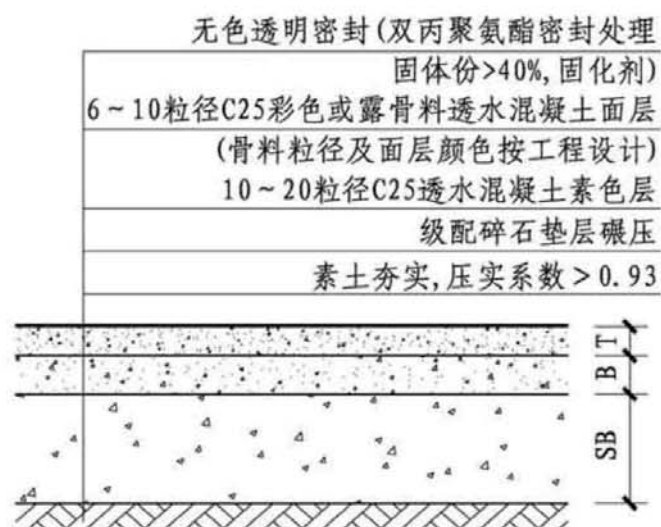


图A9-14 透水水泥混凝土铺装



② 透水砖构造示意

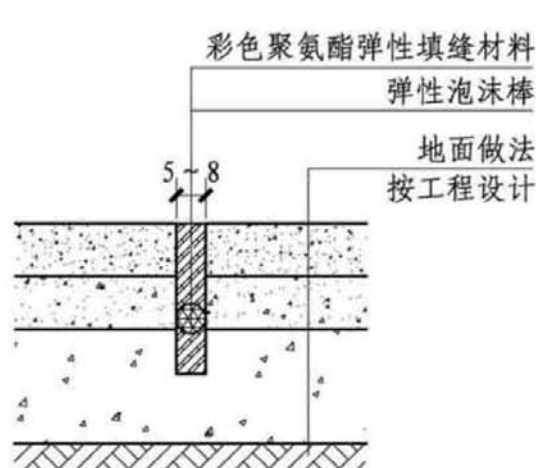
人工渗透地面								图集号	15J904
审核	刘静	刘静	校对	董凌云	董凌云	设计	刘俊吉	刘俊吉	页
									A36



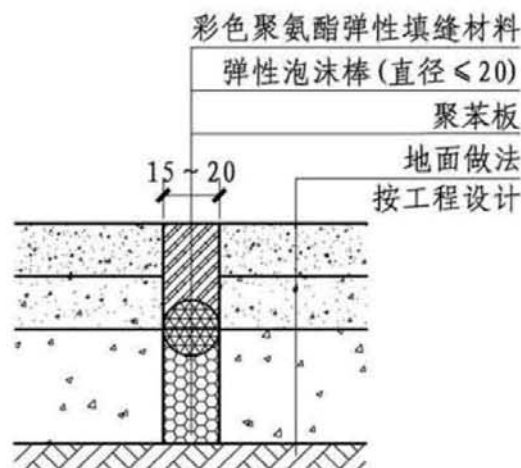
高承载透水艺术地面构造图

表A9-2 彩色或露骨料透水混凝土结构构造数据(单位mm)

承载	面层T	底层B	垫层SB	基层(土层)
人行	40	60	150	压实系数>0.93
2t及以下	40	80	150	压实系数>0.93
5t及以下	40	80	300	压实系数>0.93
8t及以下	40	140	300	压实系数>0.93
13t及以下	40	180	300	压实系数>0.93

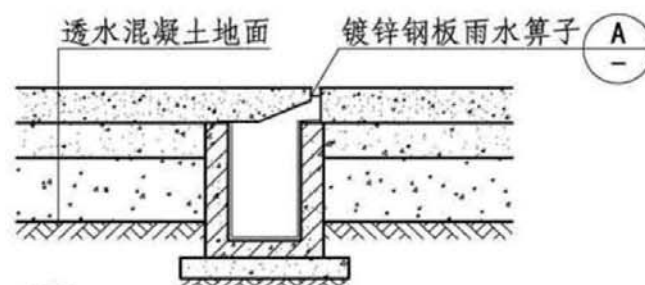


缩缝剖面图



伸缝剖面图

- 注: 1. 缩缝间距≤6m, 缝宽5~8mm, 缝深不小于混凝土厚的1/3;
2. 伸缝间距≤18m, 缝宽15~20mm, 缝深贯穿混凝土;
3. 与其他工作面(基础不同)、建筑立体交接处, 设置沉降缝, 缝宽15~20mm, 缝深贯穿混凝土;
4. 使用填缝材料填充变形缝。



1 隐藏式雨水边沟做法示意



A 镀锌钢板排水槽断面示意

透水水泥混凝土地面

图集号

15J904

审核

刘静

刘静

校对

董凌云

董凌云

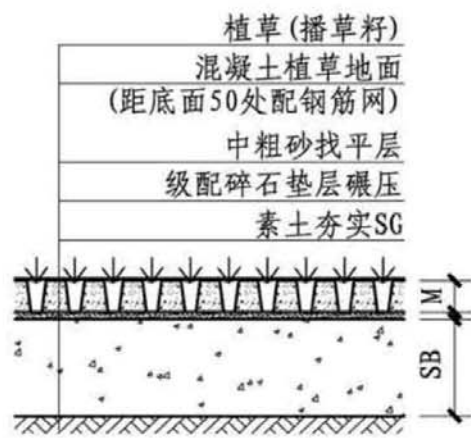
设计

刘俊吉

刘俊吉

页

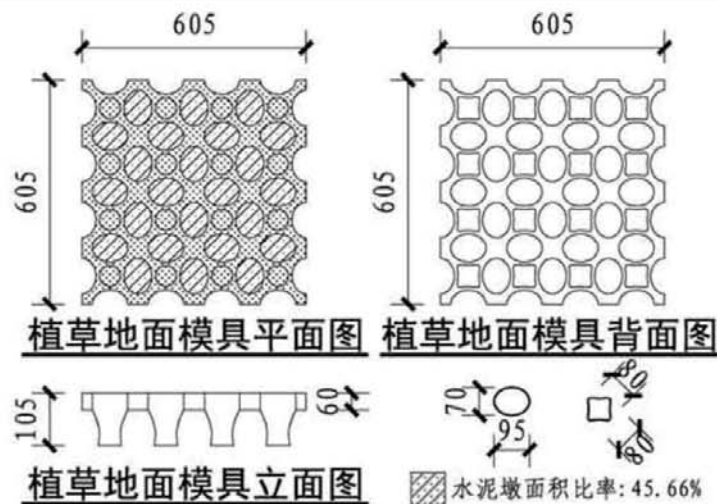
A37



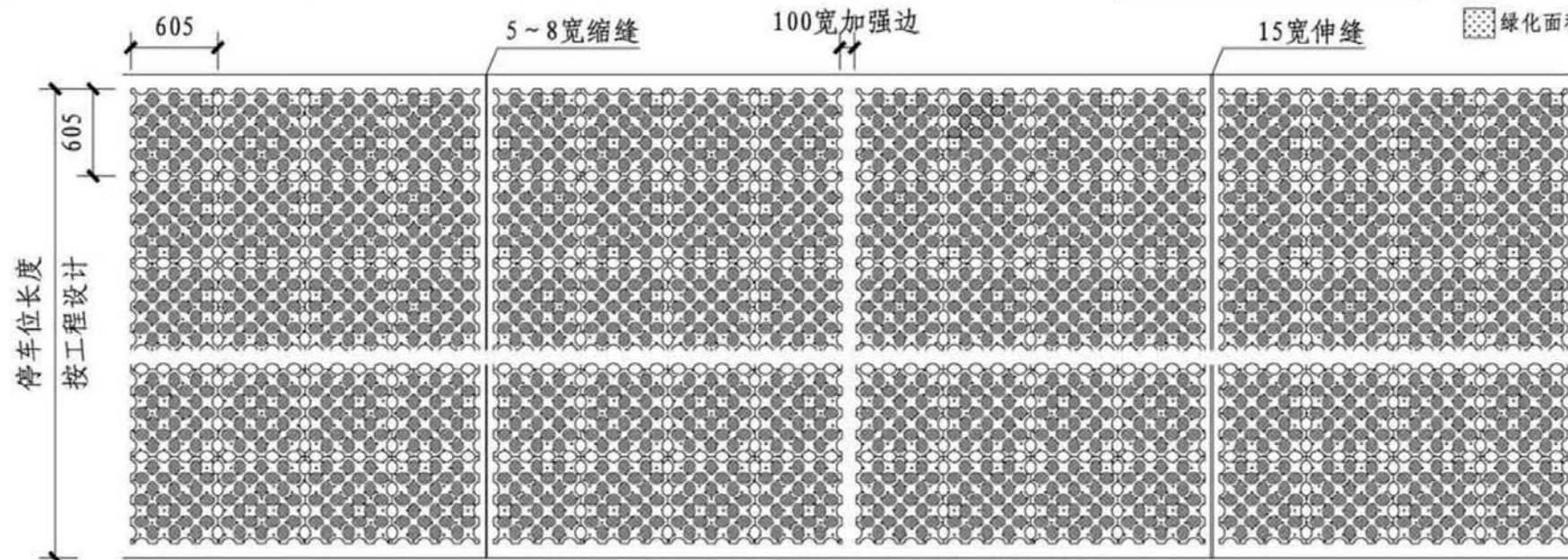
高承载植草地面做法

表A9-3 不同承载吨位各层材料厚度表(mm)

吨位	植草地面厚度(mm)	混凝土标号	配筋	垫层SB(mm)	基层(土层)SG
2t	150	C20	不配筋	150	压实系数 > 0.93
5t	150	C25	不配筋	150	
8t	150	C25	Φ8@150	300	
13t	150	C25	Φ10@150	300	
30t	150	C30	Φ12@150	300	
>30t	150	C30	Φ14@150	350	



植草地面模具立面图



高承载植草地面停车位伸缩缝做法示意图

- 注: 1. 路面纵横坡由设计师根据具体工程设定。
2. 植草地坪伸缩缝和沉降缝设置原则参照混凝土路面设计规范。但从装饰效果考虑, 应尽量避免在一个车位当中设缝, 而应尽量在两车位交界处设缝。
3. 当用于上人绿地或防汛通道时, 可在植草地坪上满铺30~40mm的种植土及草皮。
4. 缩缝间距为5m, 缝宽5~8mm, 缝深不小于混凝土厚度的1/3; 伸缝间距15m, 缝宽15~20mm。缝深需穿混凝土, 达到素土垫层; 与其他工作面(基础不同), 建筑立... 降缝, 缝宽15~20mm, 缝深贯穿混凝土达到素土垫层。

高承载植草地面

图集号

15J904

审核 刘静 刘静 校对 董凌云 董凌云 设计 刘俊吉 刘俊吉

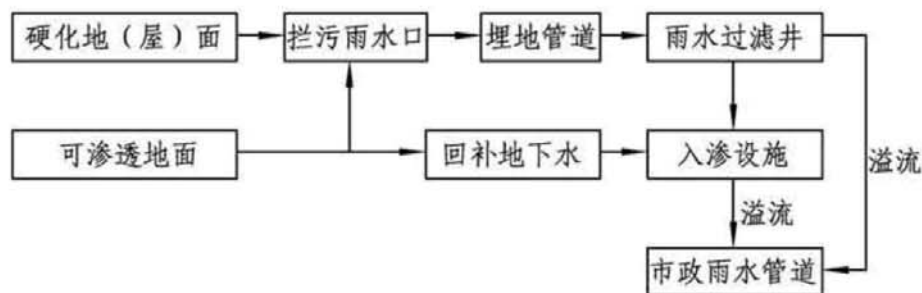
页

A38

A.9.3 埋地入渗设施

1 定义

受场地条件或水文地质等情况制约,在地面入渗系统效率有限的情况下,根据水文地质、场地规划等情况,经综合分析可以考虑设置渗透井、渗透管沟等埋地入渗系统来辅助下渗。埋地入渗设施不应设置在机动车道下;地下室顶板以上的覆土层中敷设疏水板(管),也可辅助雨水入渗。其典型系统构成如图A9-15所示:



图A9-15 埋地入渗系统的构成

2 设施简介

2.1 渗透井

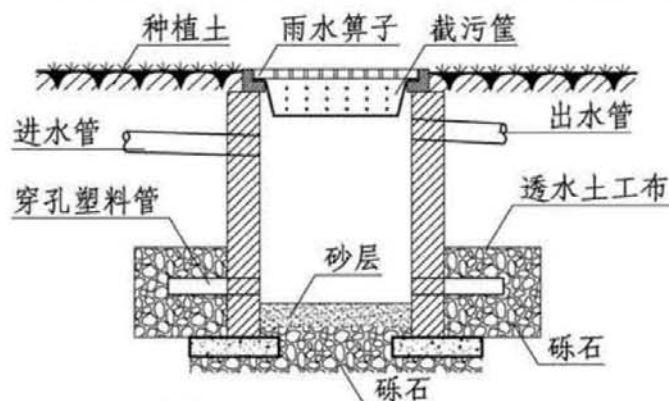
渗透井指通过井壁和井底进行雨水下渗的设施,为增大渗透效果,可在渗井周围设置水平渗排管,并在渗排管周围铺设砾(碎)石。

渗透井主要适用于建筑与小区内建筑、道路及停车场的周边绿地内。渗透井占地面积小,建设和维护费用较低,但其水质和水量控制作用有限。

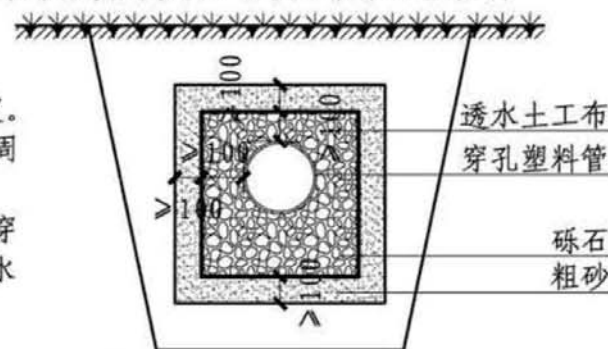
2.2 渗透管沟

渗透管沟的设置要求主要参考《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400-2006中的规定。汇集的雨水通过渗透管沟进入四周的砾石层,砾石层具有一定的蓄水调节作用,然后进一步向四周土壤渗透,砾石外侧采用土工布包覆。外包土工布的外侧距建筑基础不得小于3m。

渗透管沟占地较少,可以与雨水管道、渗透井等综合使用,也可以单独使用。渗透管宜采用穿孔塑料管、无砂混凝土管或排疏管等透水材料。渗透管的管径不应小于150mm。进入渗透管沟的雨水宜在入口处的检查井内进行沉淀处理。



1 渗透井构造示意图



2 渗透管沟构造示意

埋地入渗设施

图集号

15J904

审核

刘静

刘静

校对

刘俊吉

刘俊吉

设计

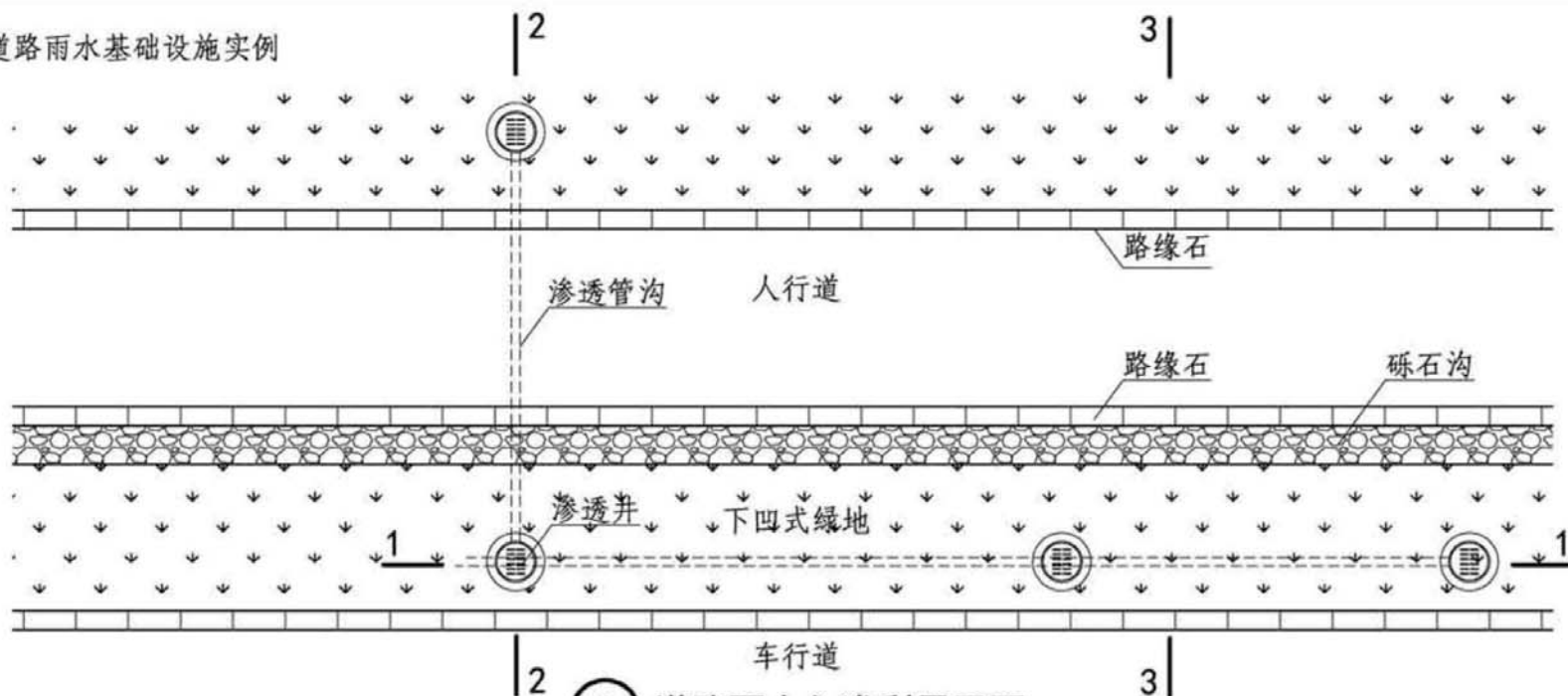
蒙宇婧

蒙宇婧

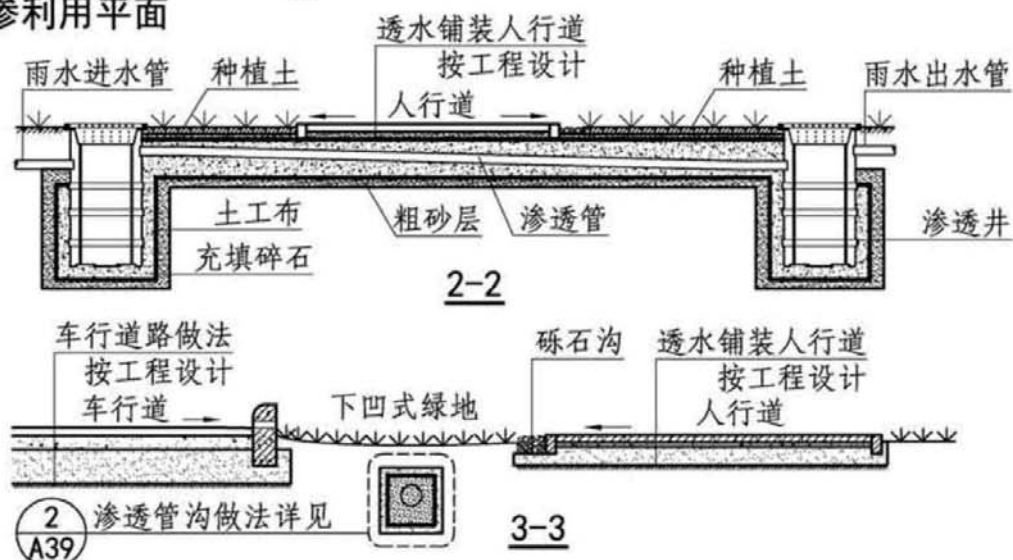
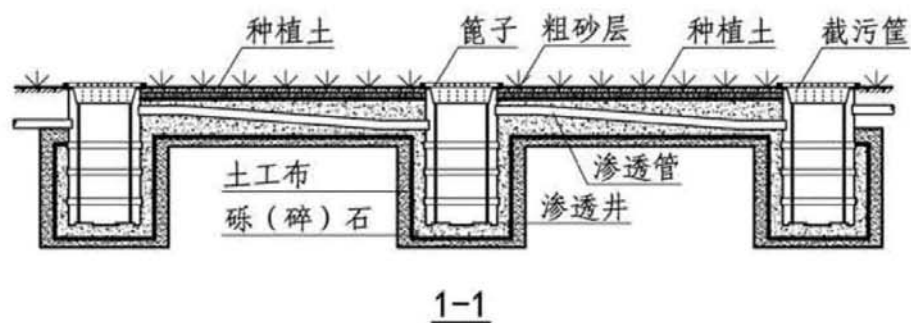
页

A39

3 道路雨水基础设施实例



① 道路雨水入渗利用平面



注：1. 机动车道和人行道雨水汇流至下凹式绿地，当降雨较大时，雨水流入渗透井和渗透排水管，管渠内的储水仍维持渗透一定的时间。
2. 渗透井和渗透管的具体尺寸由实际工程计算确定。

埋地入渗设施

图集号

15J904

审核 刘静

刘静

校对 蒙宇婧

蒙宇婧

设计 刘俊吉

刘俊吉

页

A40

A.9.4 径流污染控制措施

1 雨水径流分类及特点

场地雨水径流的三大来源为：屋面雨水、道路雨水、绿地雨水，其中屋面雨水污染物较少，污染控制措施宜简化，收集回用的利用率较高。道路雨水中，地面铺装雨水易受到公众活动造成的污染，需通过设置相应的污染控制与净化措施，再导入下渗或收集回用系统；机动车路面污染严重，应以集中排放为主，不宜回收利用。绿地雨水较为清洁，但收集效率低，宜设置绿色雨水基础设施，以收集下渗为主。

雨水下渗是消减径流量和径流污染的重要途径之一，同时应针对下渗场地规模及回用水质的要求，采取相应截污与净化措施。

2 截污与净化设施说明

2.1 截污弃流：初期雨水包含很多污染物，为避免初期雨水进入雨水处理系统，需对可能污染重的初期雨水实施截污弃流，通过弃流装置将初期较脏的雨水处理过后，可以减轻径流污染对环境的影响。系统设计说明及相关做法可参见国标图集10SS705《雨水综合利用》“弃流装置和雨水弃流系统”章节。

2.2 沉砂池：用于沉淀雨水中的无机颗粒物质，降低对后续处理设备的影响，延长系统的使用寿命。其工作原理是以重力分离为基础，使得比重大的无机颗粒下沉，而有机悬浮颗粒能够随水流带走。

2.3 精滤设备：外壳一般采用不锈钢材质制造，内部采用聚丙烯、活性炭等材料的管状滤芯作为过滤元件，进一步去除水中的悬浮物，以达到出水水质的要求。

2.4 消毒：杀灭雨水中病原微生物，满足安全要求。可采用规定浓度的二氧化氯消毒，处理后的雨水经水泵加压，送至用水点。处理后的出水水质应达到国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920-2002或《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921-2002的规定。

2.5 蓄水池：除景观水池外，蓄水池宜设置在室外地下，其人孔或检查口应设防止人员落入水中的双层井盖。储存设置应设有采用重力的溢流设施，池底宜设集泥坑和吸水坑。相关做法可参见10SS705《雨水综合利用》“雨水储水罐选用”等章节。



图A9-16 机械式雨水弃流装置示意图



图A9-17 明沟接入沉砂池示意图

径流污染控制措施							图集号	15J904
审核	刘静	刘静	校对	刘俊吉	刘俊吉	设计	蒙宇婧	蒙宇婧
							页	A41

A. 10 合理绿化

【对应条文】

4.2.15 合理选择绿化方式，科学配置绿化植物，评价总分为6分，并按下列规则分别评分并累计：

- 1 种植适应当地气候和土壤条件的植物，采用乔、灌、草结合的复层绿化，种植区域覆土深度和排水能力满足植物生长需求，得3分；
- 2 居住建筑绿地配植乔木不少于3株/100m²，公共建筑采用垂直绿化、屋顶绿化等方式，得3分。

【技术要点】

以标准条文为依据，参照条文说明，植物配置与种植设计应首先满足如下要求：

1 绿化种植基本原则

- 1.1 结合基地条件，充分保护和利用现状植被。
- 1.2 树种选择以乡土植物为主，突出植物景观地域特色及对环境的适应性。
- 1.3 注重植物生态效应和养护成本，种植方式以乔、灌、草相结合的复合种植为主。
- 1.4 合理确定落叶植物和常绿植物的比例，常绿乔木和落叶乔木的数量比例应控制在1：4～1：3之间。
- 1.5 用于调蓄雨水的绿地，其覆盖植被应有很好的耐旱、耐涝性能和较小的浇灌需求。
- 1.6 主要代表城市常用园林植物及人工配置植物群落的选择，参见国标图集03J012-2《环境景观-绿化种植设计》。

2 种植土壤要求

- 2.1 含有建筑废土及其他有害成分，酸碱度超标，盐土、重黏土，砂土等，应采用局部客土或改良土壤的技术措施。
- 2.2 基层土壤应为排水良好、土质为中性及富含有机质的壤土，不应含砾石或其他有毒或有碍生长的杂物。
- 2.3 表层种植土：园林植物生长所必须的最小种植土层厚度应符合表A10-1。



图A10-1 乔、灌、草复层绿化示意图

表A10-1 表层种植土最小厚度列表

植被类型	草本地被(花卉)	小灌木	大灌木	一般乔木	深根乔木
土层厚度(cm)	30	45	60	120	150

绿化种植设计

图集号

15J904

审核

刘静

刘静

校对

刘俊吉

刘俊吉

设计

蒙宇婧

蒙宇婧

页

A42

3 屋顶绿化

屋顶绿化不仅仅是绿地向空中发展,节约土地,建筑艺术与园林艺术的完美结合,在保护城市环境,提高人居环境质量方面更是起着不可忽视的作用。当噪声声波通过绿化植物时,部分声波可被植物吸收,减低对噪音的反射,起到隔音降噪作用。植物能通过叶片上的气孔和枝条上的皮孔,吸附空气中的尘埃,从而实现滞尘效应。

3.1 屋顶绿化植物选择原则

- (1) 以低矮灌木、草坪、地被植物和攀援植物等为主,原则上不用大型乔木,有条件时可少量种植耐旱小型乔木。
- (2) 应选择须根发达的植物,不宜选用根系穿刺性较强的植物,防止植物根系穿透建筑防水层。
- (3) 选择易移植、耐修剪、耐粗放管理、生长缓慢的植物。
- (4) 选择抗风、耐旱、耐高温的植物。选择抗污性强,可耐受、吸收、滞留有害气体或污染物质的植物。

3.2 以华北地区为例,常用屋顶花园植物见表A10-2:

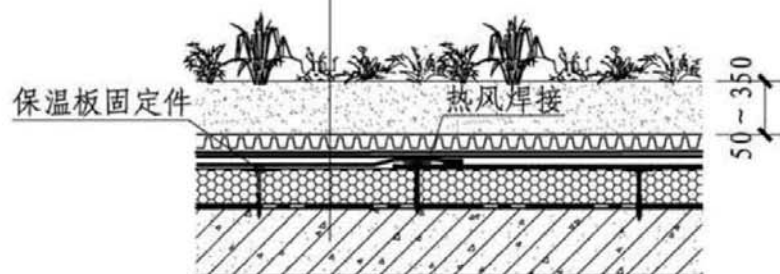
表A10-2 常用屋顶花园植物列表

乔木	常绿	观树形	油松、华山松*、西安桧、龙柏、桧柏
	落叶	观树形	龙爪槐、垂枝榆、七叶树*
		秋叶黄	栾树
		秋叶红	紫叶李、鸡爪槭*
		观春花	玉兰*、樱花*、海棠类、山楂
		观果	柿树
灌木	常绿	观叶	大叶黄杨*、小叶黄杨、凤尾丝兰、金叶女贞、矮紫杉*
	落叶	秋叶红	红叶小檗、紫叶矮樱、黄栌
		观春花	连翘、榆叶梅、郁李*、寿星桃、棣棠*、碧桃类、迎春、金银木、紫荆*、锦带花类、流苏、黄刺玫
		观夏花	珍珠梅、丁香类、月季类、大花绣球*、紫薇*、果石榴、海仙花、海州常山、木槿、猬实
		观冬花	腊梅*
		观冬景	红瑞木
		观果	平枝栒子、天目琼花
	地被及藤本		玉簪类、马蔺、石竹类、随意草、铃兰、荚果蕨*、白三叶、小叶扶芳藤、沙地柏、大花秋葵
小菊类、芍药*、鸢尾类、萱草类、五叶地锦、景天类、京八号常春藤*、台尔曼忍冬*			
注：加“*”为在屋顶绿化中，需一定小气候条件下栽植的植物。			

屋顶绿化								图集号	15J904
审核	刘静	刘静	校对	刘俊吉	刘俊吉	设计	蒙宇婧	蒙宇婧	页
									A43

3.3 屋顶绿化（或称地被式屋顶绿化）构造

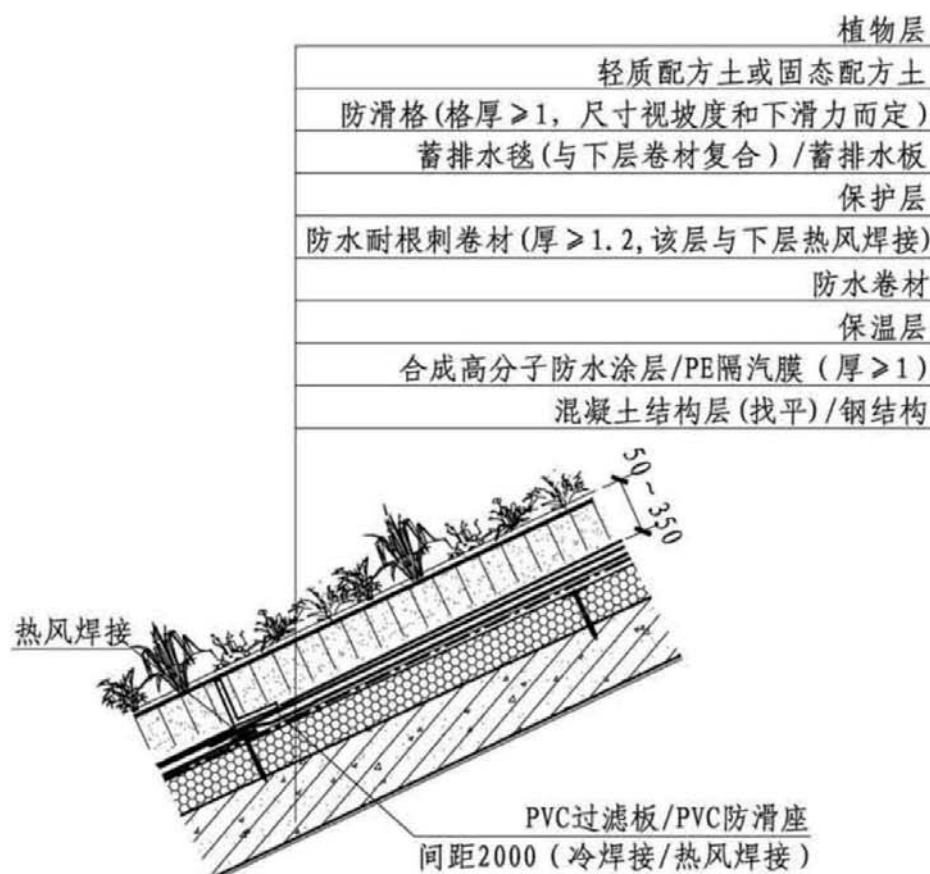
植物层
轻质营养土
过滤布（ $\geq 200\text{g}/\text{m}^2$ ）
蓄排水板/蓄排水毯（厚 ≥ 20 ）
保护层
防水耐根刺卷材（厚 ≥ 1.2 ）
防水卷材
保温层
合成高分子防水涂层/PE隔汽膜（厚 ≥ 1 ）
混凝土结构层（找平）/钢结构



① 平屋面屋顶绿化

表A10-3 禾本科和景天科草坪比较

对比项	类型	禾本科(如平民假俭草、结缕草、百慕大等)	景天科(如佛甲草、垂盆草、中华景天等)
根系		须根，弱根	须根，浅根
土层厚度（cm）		10~30	5~10
灌溉用水量（L/年/m ² ）		浇水次数、水量与植物品种和气候有关	
最小荷载（kN/m ² ）		0.8~1.5	0.6
养护成本		（低~中）	低
是否可踩踏		是	否



② 坡屋面屋顶绿化

- 注：1. 本页介绍的为地被式屋顶绿化，其他种植屋面可参见行业标准《种植屋面工程技术规程》JGJ 155-2013相关技术要求。
2. 种植屋面不宜设计成倒置式屋面，结构设计时应计算种植荷载，既有建筑屋面改造为种植屋面前，应对原结构进行安全及防水等相关鉴定。
3. 当屋面坡度大于20%时，绝热层、防水层、排（蓄）水层、种植土层等均应采取防滑措施。
4. 其他种植屋面建筑构造形式可参见14J206《种植屋面建筑构造》。

屋顶绿化				图集号	15J904
审核	刘静	刘静	校对	余露	设计
				刘俊吉	刘俊吉
				页	A44

4 垂直绿化

充分利用不同的立地条件，选择并设计合理的支撑方式，将植物栽种于铺贴或骨架支撑的墙面上的柔性或刚性种植容器中，形成各种垂直绿化饰面，并且有生态、节能防水功效。

4.1 垂直绿化的特点：

(1) 阻挡来自太阳的直接辐射和来自路面、墙面及相关物体的反射热，有效降低热岛效应。

(2) 滞留雨水，缓解城市排水压力。

(3) 缓和建筑表面极端温度，延长建筑使用寿命。

(4) 垂直绿化植物的选择必须考虑不同习性植物对生长环境的要求，综合考虑种植地的朝向、墙面或构筑物的高度等。常用垂直绿化植物列表见表A10-4。

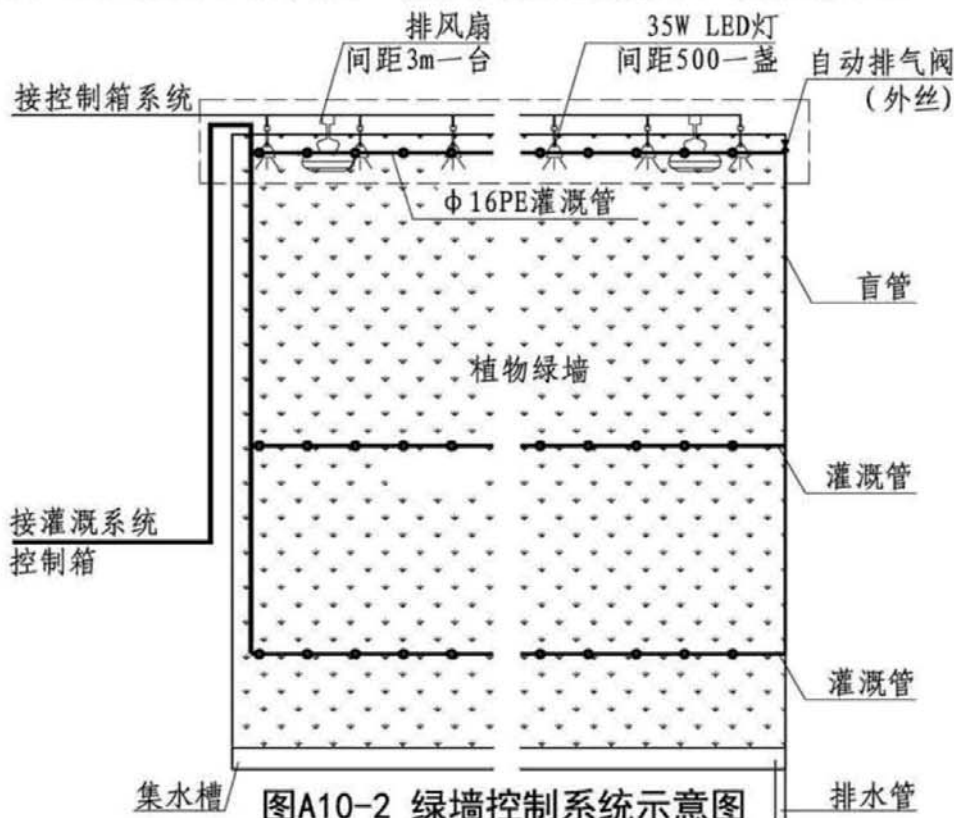
4.2 垂直绿化的分类和比较，见表A10-5。

表A10-4 常用垂直绿化植物列表

室内	室外	
	南方地区	北方地区
袖珍椰子、广东万年青、铁线蕨、肾蕨、马尾铁、千叶兰、孔雀竹芋、龟背竹、冷水花、苹果竹芋、春羽、红掌、绿萝、豆瓣绿、绿宝、蔓绿绒、鸭脚木、合果芋等	红背桂、红继木、金森女贞、龙船花、红叶石楠、叶石楠、蟛蜞菊、马樱丹、九里香、朱蕉、米兰、金脉爵床、银脉爵床、龟甲冬青、小蚌兰等	金森女贞、黄杨、红叶石楠、千头柏、常夏石竹、黄金菊、八宝景天等

表A10-5 垂直绿化分类与比较

对比项类型	模块式	种植毯铺贴式
基层面要求	基层外搭钢架系统	平整即可
系统总厚度 (mm)	150~300	50~100
重量 (KG/m ²)	100~110	45~75
浇灌方式	滴灌	平面浇灌
更换方式	单株或模块	单株
是否需要翻根	需要	不需要
用水量 (L/月/m ²)	60~120	56~112

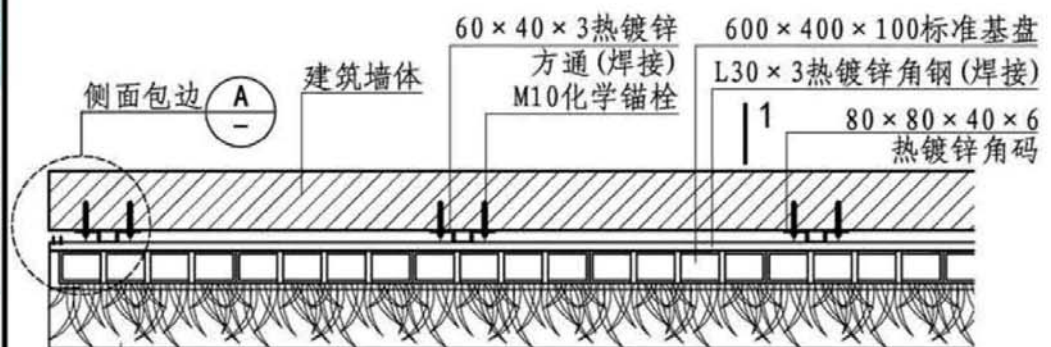


图A10-2 绿墙控制系统示意图

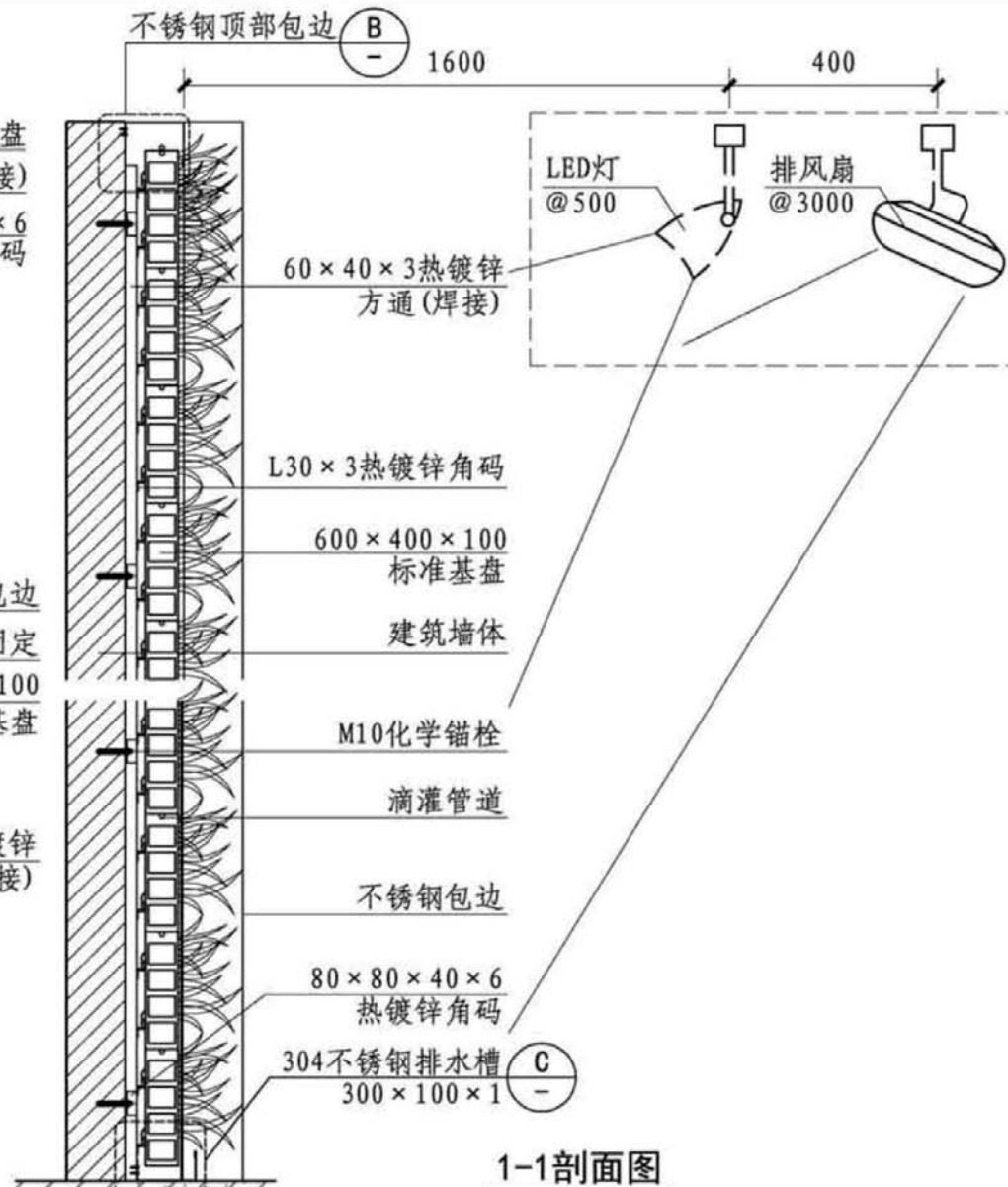
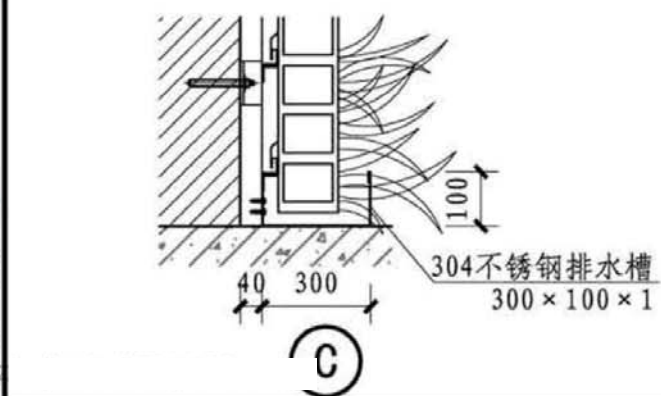
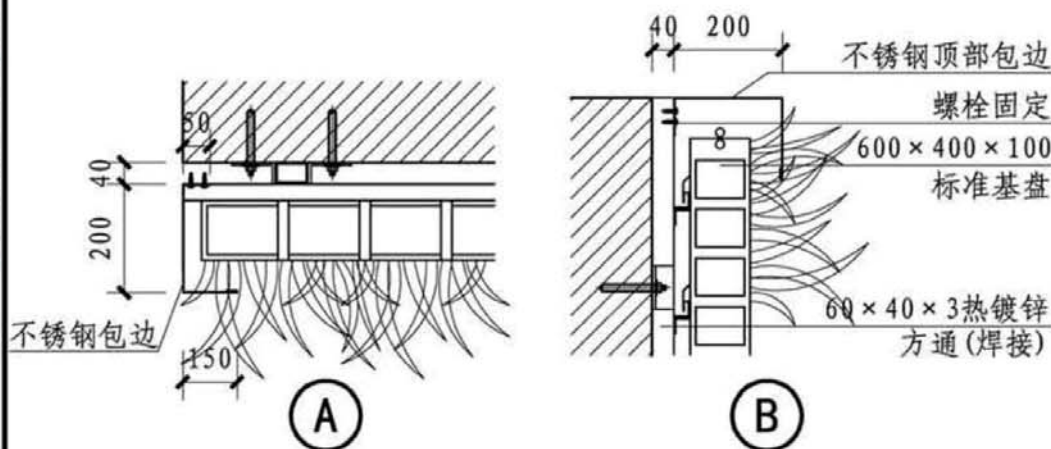
注：1. 虚线框内风扇和灯通常用在室内，实际工程中应根据项目情况进行专项设计。
2. 通常浇水管管径为 $\Phi 16$ ，排水管管径为 $\Phi 50$ 。
3. 每排模块上方需加一条浇水管，间距2~3.5m布置。

垂直绿化								图集号	15J904
审核	刘静	刘静	校对	余露	设计	刘俊吉	刘俊吉	页	A45

4.3 模块式绿墙



模块式绿墙平面图



注：虚线框内风扇和灯通常用在室内，实际工程中应根据项目情况进行专项设计。

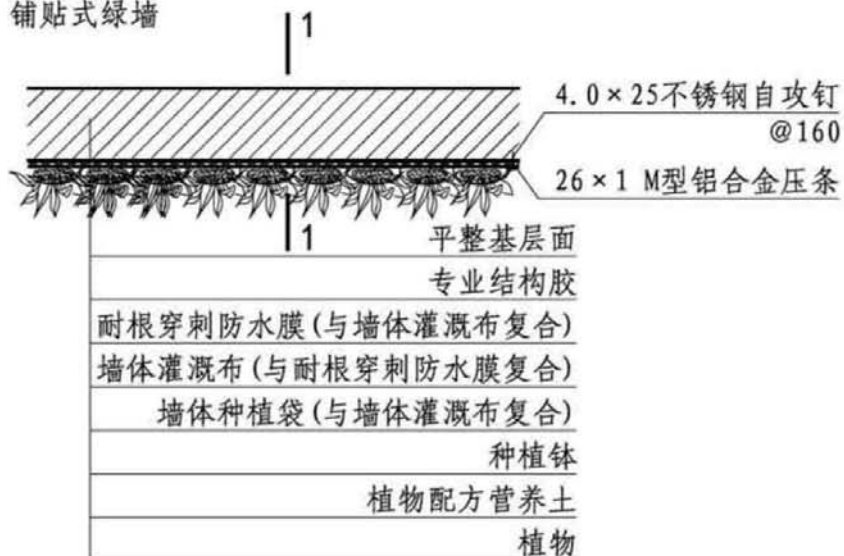
垂直绿化

图集号 15J904

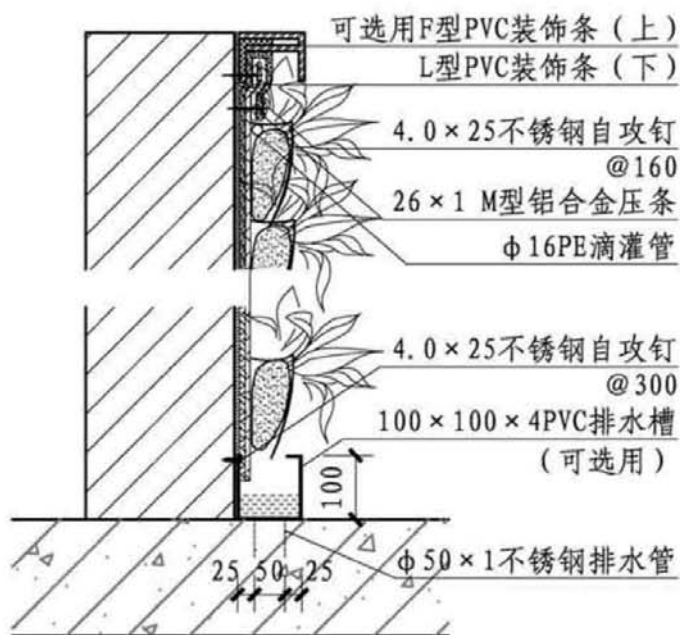
审核 刘静 刘静 校对 余露 设计 刘俊吉 刘俊吉

页 A46

4.4 铺贴式绿墙

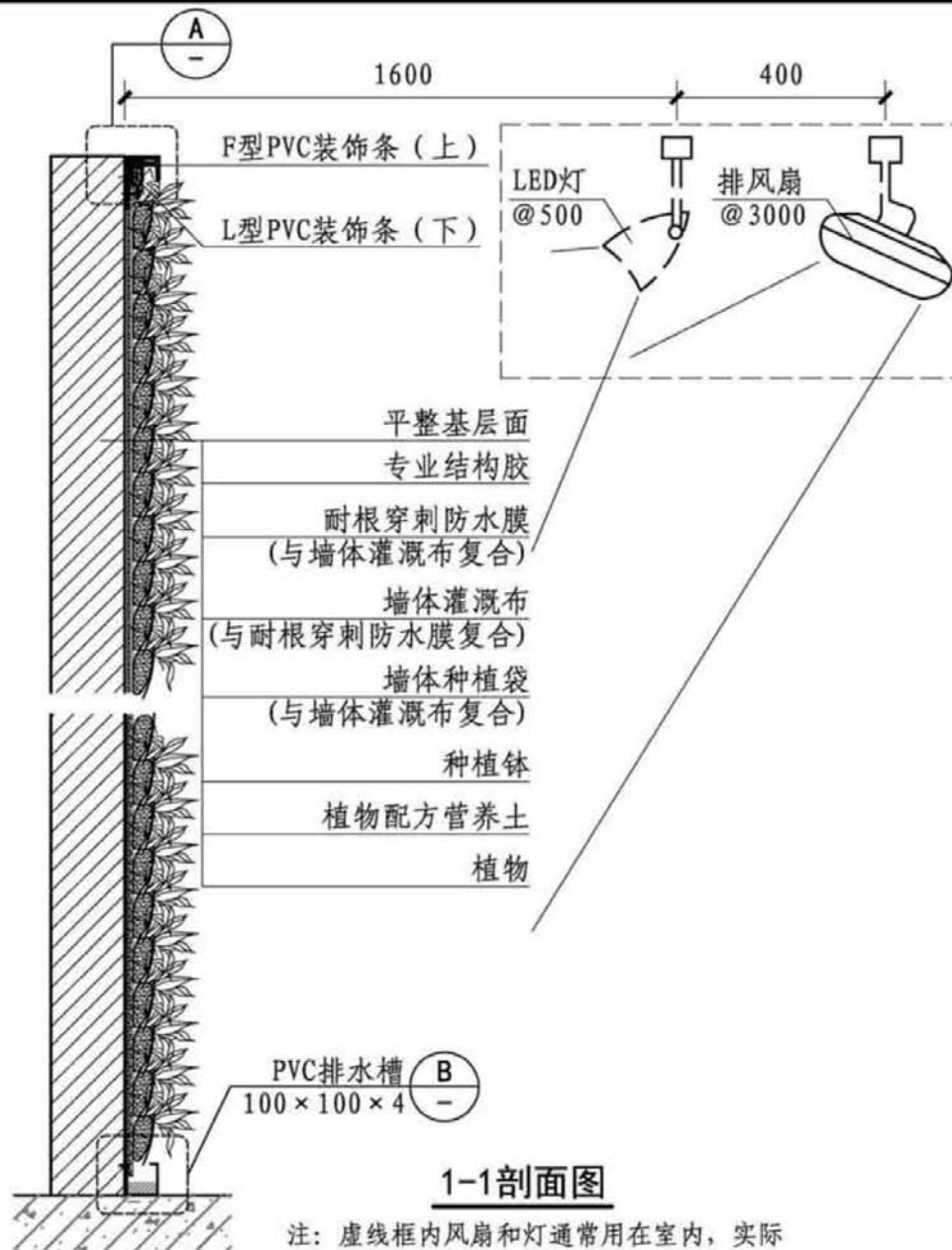


铺贴式绿墙平面图



A

B



垂直绿化

图集号

15J904

审核

刘静

刘静

校对

余露

设计

刘俊吉

刘俊吉

设计

刘俊吉

刘俊吉

页

A47

B 节能与能源利用综述

【技术要点】

1 宜编制中长期的节能规划，其内容包括：

(1) 依据地域气候因素与运营管理特点，合理确定用能负荷；(2) 结合区域内供能状况，合理优化能源系统的结构；(3) 制定各阶段节能目标；(4) 因地制宜地利用自然能源和可再生能源。

2 采用科学合理的绿色技术策略和设计理念，综合考虑被动式节能技术（建筑本体）和主动式节能技术（用能设备）。

2.1 被动式节能技术包括：围护结构节能、自然通风优化设计、自然采光优化设计等。

围护结构的热工设计对建筑能耗起着至关重要的作用。围护结构热工性能在满足节能标准的前提下依然具有很大的优化空间，可以采用数值模拟法对围护结构的热工性能进行优化。还应综合考虑围护结构的保温、隔热和初投资的增加。同时对建筑围护结构内部和表面温度进行校核计算，避免出现结露、发霉现象。

建筑总平面布局和建筑朝向应有利于夏季和过渡季自然通风，可采取诱导气流、促进自然通风的主动措施，如导风墙、拔风井等。可采用数值模拟技术定量分析风压和热压作用在不同区域的通风效果，综合比较不同建筑设计及构造设计方案，最终确定最优自然通风系统设计方案。同时应尽可能考虑利用自然采光，在降低照明能耗的同时有利于保证室内人员的身心健康。

2.2 主动式节能技术包括：合理选择系统形式、提高设备与系统效率、优化系统的控制策略等。

提高建筑空调冷负荷计算准确度，确定合理的空调冷负荷，有利于减少空调冷源设备投资和机房占用空间，保障系统高效运行。建议采用建筑整体全年逐时动态模拟计算方法（软件需经过相关理论与案例测试），对建筑不同区域错峰使用情况对负荷值的影响进行准确分析，为冷热源选型提供更完善的数据基础。

采用集中空调的建筑，应依照房间朝向、房间功能，细分空调系统分区，根据负荷变化实现整体制冷量的灵活调节；应合理设计末端调节装置数量、位置以及控制策略，有利于促进用户的行为节能；应在人员密集及人员密度变化大的区域设置室内空气质量监控系统；其所用冷源设备及输配设备的性能参数应符合国家和当地现行公共建筑节能设计标准的相关规定。

由于空调系统的多干扰性、多工况性、控制参数的关联性导致空调系统的控制相对复杂，暖通专业宜尽可能明确空调系统的控制要求及控制策略，通过优化控制策略降低暖通空调系统的运行能耗。

室内照明质量是影响室内环境质量的重要因素之一。通过对照明功率密度的控制、选用高效灯具、照明层次和照明分区精细化设计、合理设计照明自动控制系统等方式达到照明节能的目标。各类民用建筑中的室内照度、眩光值、一般显色指数等照明数量和质量指标应满足现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034-2013的有关规定。

排风热回收技术、可再生能源利用技术、余热废热利用技术、水（冰）蓄冷技术等节能技术均具有一定的适应性与局限性，且运营时对物业管理水平的要求较高。可通过深入、充分的方案论证，科学的计算模拟分析，为技术的选择提供依据，精心仔细的设计是其正常高效运行的保证。

节能与能源利用综述

图集号

15J904

审核 李晓峰

李伟

校对 刘洪

刘洪

设计 冯莹莹

冯莹莹

页

B1

B.1 建筑与围护结构节能

【对应条文】

- 5.1.1 建筑设计应符合国家现行相关建筑节能设计标准中强制性条文的规定。
- 5.2.1 结合场地自然条件,对建筑的体形、朝向、楼距、窗墙比等进行优化设计,评价分值为6分。
- 5.2.3 围护结构热工性能指标优于国家现行相关建筑节能设计标准的规定,评价总分值为10分,并按下列规则评分:
- 1 围护结构热工性能比国家现行相关建筑节能设计标准规定的提高幅度达到5%,得5分;达到10%,得10分。
 - 2 供暖空调全年计算负荷降低幅度达到5%,得5分;达到10%,得10分。

【技术要点】

1 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014第5.1.1条中要求应符合的国家现行建筑节能设计标准(以下简称国家标准)主要有:《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2010、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134-2010、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75-2012等。主要指标包括体形系数、围护结构传热系数K、公共建筑的太阳得热系数SHGC(或居住建筑的遮阳系数SC,本节同)、窗墙比、热惰性指标D、气密性能指标等;当个别指标不能满足规定时,须进行权衡判断(综合判断、综合评价)。

2 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014第5.2.1条所指的优化设计包括体形、朝向、楼距、窗墙比等。对于居住建筑,如果建筑的体形简单、朝向接近正南正北,楼间距、窗墙比也满足要求,可视为设计合理,本条直接得6分,否则,应提供建筑体形、朝向、楼距、窗墙比的优化设计及是否满足相关标准要求的报告。对于公共建筑,如果经过优化后建筑窗墙比都低于0.5,本条直接得6分,否则,应提供建筑体形、朝向、楼距、窗墙比的优化设计及是否满足相关标准要求的报告。

3 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014第5.2.3条第1款将围护结构主要部位的热工性能指标与国家标准进行比较。在计算时,要分别计算外墙、屋面的传热系数,以及外窗、幕墙的传热系数、太阳得热系数(公共建筑)或遮阳系数(居住建筑),再根据不同的热工分区、建筑性质(公共建筑或居住建筑)、体形系数、外窗朝向及窗墙比等,分别与国家标准要求进行比较,当设计数值小于国家标准数值的幅度均达到10%时,即围护结构热工性能指标提高的幅度达到10%,得10分,均达到5%时得5分。计算公式如下(以传热系数为例):

$$\text{提高幅度 } f = \frac{\text{国家标准传热系数} - \text{设计传热系数}}{\text{国家标准传热系数}} \times 100\%, \quad \text{当 } f \geq 10\% \text{ 时, 得10分; 当 } 10\% > f \geq 5\% \text{ 时, 得5分。}$$

考虑到目前各节能设计标准的强制性指标已经保证了围护结构的基本性能,对除外墙、屋面、外窗、幕墙外的其他部位的指标可以不比较,如非供暖房间之间的隔墙,以及周边地面热阻等。

4 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014第5.2.3条第2款需要基于两个算例的建筑供暖空调全年计算负荷进行判定。第一个算例取实际设计的建筑围护结构热工性能参数,第二个算例取国家建筑节能设计标准规定的围护结构热工性能参数,但需注意两个算例所采用的暖通空调系统形式一致,然后比较两者的全年计算负荷差异。具体计算要求可参考《绿色建筑评价技术细则》(建科[2015]108号)的相关内容。

建筑与围护结构节能设计

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 聂仕兵

聂仕兵

设计 康 洁

康 洁

页

B2

B.1.1 节能规划

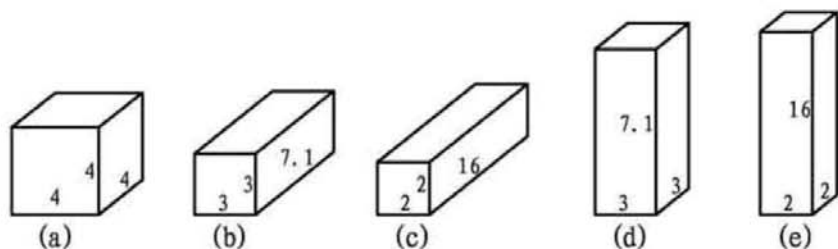
建筑节能规划要从气候、地理、环境和历史文化条件出发,将节能设计与建筑设计及能源的有效利用相结合。

规划设计的节能技术包括建筑选址与布局、建筑体形、建筑朝向、建筑间距、室外绿化及水景等方面。本节关注的主要有以下几个方面:

1 建筑体形

建筑体形直接影响建筑采暖和空调能耗的大小,常用体形系数表示。建筑节能研究表明,体形系数每增加0.01,能耗指标增加约2.5%,故应将体形系数控制在较低的水平。

越接近正方体的建筑,其体形系数越小,可见图B1-1示意;设计时应适当减少建筑面宽,加大进深,平面宜平整、简洁,立面的凹凸面不宜过多。



图B1-1 相同体积不同体形系数

相同体积不同体形系数比表

立方体种类	表面积 m^2 (五个面)	体积 m^3	体形系数 表面积/体积
(a)	80	64	1.25
(b)	81.9	64	1.28
(c)	104	64	1.63
(d)	94.2	64	1.47
(e)	132	64	2.06

2 建筑朝向

建筑朝向是指建筑物主立面的方位角,选择的标准是日照和通风:冬季获得尽可能多的日照,并避开冬季主导风向,避免冷风侵袭;夏季尽量减少太阳辐射,同时具有良好的自然通风。

由于我国地域辽阔,各地最佳的建筑朝向各有不同,但基本都在南偏东 30° 及南偏西 30° 之间,表B1-1是四个热工分区典型城市建议的建筑朝向。

表B1-1 四个热工分区典型城市建议朝向

城市	热工分区	最佳朝向	适宜朝向
长春	严寒地区	南偏东 30° 至南偏西 10°	南偏东 45° 至南偏西 45°
北京	寒冷地区	南偏东 30° 至南偏西 30°	南偏东 45° 至南偏西 45°
上海	夏热冬冷地区	正南至南偏东 15°	南偏东 30° 至南偏西 15°
广州	夏热冬暖地区	南偏东 15° 至南偏西 5°	南偏东 22.5° 至南偏西 5°

3 建筑间距

建筑间距的确定主要考虑日照间距、防火防震、采光要求、通风要求、卫生间距、视觉干扰及室外管网等因素。日照标准一般由日照时间和日照质量来进行衡量，可参见本图集A2~A4页建筑日照部分。

4 围护结构节能选择

围护结构节能设计，是指为了保持建筑室内具有适宜的温湿度、低能耗，而对围护结构采取的节能措施，它包括保温和隔热两方面。围护结构可分成外墙、外门窗、屋面和地面四个部分。

4.1 围护结构热工性能要求

民用建筑热工设计分区有五类：严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区和温和地区，不同的热工设计分区对围护结构热工性能有不同的设计要求。见表B1-2。

表B1-2 建筑热工设计分区及设计要求

热工分区	主要分区指标	一般设计要求	传热系数及太阳得热系数设计要求
严寒地区	最冷月平均温度 $\leq -10^{\circ}\text{C}$	必须充分满足冬季保温要求，一般可不考虑夏季防热	应降低传热系数，不要求比较太阳得热系数
寒冷地区	最冷月平均温度 $-10\sim 0^{\circ}\text{C}$	应满足冬季保温要求，部分地区兼顾夏季防热	应降低传热系数，同时降低太阳得热系数
夏热冬冷地区	最冷月平均温度 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ ，最热月平均温度 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$	必须满足夏季防热的要求，适当兼顾冬季保温	应降低传热系数，同时降低太阳得热系数
夏热冬暖地区	最冷月平均温度 $> 10^{\circ}\text{C}$ ，最热月平均温度 $25\sim 29^{\circ}\text{C}$	必须满足夏季防热的要求，一般可不考虑冬季保温	应降低太阳得热系数，不要求比较传热系数
温和地区	最冷月平均温度为 $0\sim 13^{\circ}\text{C}$ ，最热月平均温度 $18\sim 25^{\circ}\text{C}$	部分地区应满足冬季保温，一般可不考虑夏季防热	一般按《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014第5.2.3条第二款比较

B.1.2 外墙节能

1 常用外墙保温做法有自保温系统、外保温系统、内保温系统及夹心保温系统等。

常用的墙体保温材料有：模塑聚苯板、挤塑聚苯板、岩棉、玻璃棉板、酚醛板、泡沫玻璃板、泡沫水泥板、硬泡聚氨酯板、胶粉聚苯颗粒保温浆料、玻化微珠保温砂浆等。

2 自保温、夹心保温系统

表B1-3 常用墙体自保温、夹心保温系统的构造、特征及适用区域

系统名称	构造或性能特征	适用气候区	相关图集
轻骨料混凝土空心砌块墙体自保温系统	砌块由在骨料中复合轻质骨料且在砌块孔洞中填插保温隔热材料制成，其墙体既是围护结构，又具有一定的保温隔热性能，重量较轻、耐久性较好、抗冻性能较好，施工速度快，综合造价低	适用于寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区	14J102-2、14G614《混凝土小型空心砌块填充墙建筑、结构构造》
蒸压加气混凝土砌块（板）墙体保温系统	以蒸压加气混凝土砌块（板）砌筑而成的自保温墙体。墙体既是围护结构，又因为砌块内存在大量封闭气孔而具有一定的保温隔热性能。其重量较轻，耐火性较好，耐久性较好，可加工性好，工程质量易于控制，综合造价低	适用于夏热冬冷地区、夏热冬暖地区	13J104《蒸压加气混凝土砌块、板材构造》
陶粒泡沫混凝土砌块墙体保温系统	由陶粒泡沫混凝土砌块砌筑而成的自保温墙体。其重量轻，保温隔热性能较好，耐火性好，耐久性好，综合造价低	适用于夏热冬冷地区、夏热冬暖地区	12CJ34《陶粒泡沫混凝土砌块墙体建筑构造》
夹心墙体保温系统	在墙体内叶和外叶之间预留的空腔内填充保温隔热材料，并用防锈金属连接件拉结而形成的夹心保温墙体。其保温、隔热构造简单，性能可靠，耐久性好，造价较低	适用于严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区	16J107、16G617《夹心保温墙建筑与结构构造》

3 外保温墙体

墙体外保温系统由于其技术合理，可减少热桥及墙内冷凝，有利于保障室内热稳定性等诸多优点而成为墙体节能常用的技术之一。

表B1-4为常用外保温系统的构造、特征和适用区域，具体构造可参见国标图集10J121《外墙外保温建筑构造》。

建筑与围护结构节能-外墙

图集号

15J904

审核

刘洪

校对

聂仕兵

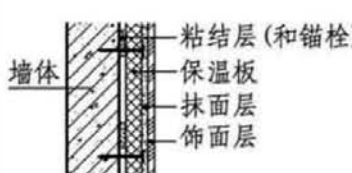
设计

康洁

页

B5

表B1-4 常用外墙外保温系统的构造、特征和适用区域

名称	主要保温材料	构造或性能特征		构造简图	适用气候区
保温浆料外保温系统	胶粉EPS颗粒	以胶粉EPS颗粒保温浆料为保温层、以抗裂砂浆复合耐碱玻纤网布为抗裂防护层、以涂料或面砖为饰面层的外保温系统。具有一定的保温隔热性能，有良好的抗裂、防火、抗风压和抗震性能			主要适用于夏热冬冷地区，不适用于严寒、寒冷或节能要求高的地区
喷涂PUR外保温系统	现场喷涂硬泡聚氨酯	现场将硬泡聚氨酯喷涂于墙面构成保温层，以抹面胶浆复合耐碱玻纤网布为抗裂防护层，以涂料为饰面层的外墙外保温系统；保温隔热性能较好，强度较高，整体性较强，防水性较好			适用于寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区
粘贴保温板薄抹灰外保温系统	模塑聚苯板 挤塑聚苯板	使用胶粘剂并辅助锚栓固定保温板、以抹面胶浆复合耐碱玻纤网布为薄抹灰层、涂料为饰面层的外保温系统	保温隔热性能好，重量轻，造价低，施工速度快，工程质量易于控制		适用于严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区
	硬泡聚氨酯板 酚醛泡沫板		保温隔热性能好，重量较轻，与基墙粘接力强，强度较高，施工速度快，工程质量易于控制		适用于严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区
	钢网岩棉板 钢网玻璃纤维板	使用胶粘剂并辅助锚栓固定保温板、以抹面胶浆复合耐碱玻纤网布为保护层、涂料或面砖为饰面层的外保温系统	保温隔热性能较好，耐久性能好，防火性能好，施工简便		适用于严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区等，特别适用于有机保温板系统的防火隔离带
	界面增强岩棉板 岩棉复合板		保温隔热性能较好，耐久性能较好，防火性能好，施工简便；饰面层为面砖时须加镀锌钢丝网		
	泡沫玻璃板		保温隔热性能较好，不吸水，耐久性好，防火性能好，施工简便；饰面层为面砖时须加镀锌钢丝网		
	泡沫水泥板		保温隔热性能较好，与基墙粘接力较强，耐久性优良，防火性能高，施工简便，造价较低；饰面层为面砖时须加镀锌钢丝网		

建筑与围护结构节能-外墙

图集号

15J904

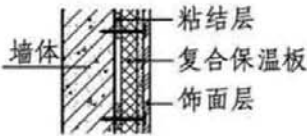
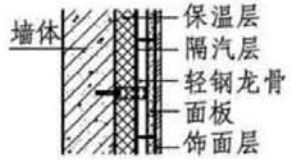
审核 刘 洪 刘 洪 校对 聂仕兵 设计 康 洁 康 洁

页

B6

续表B1-4									
名称		主要保温材料		构造或性能特征		构造简图		适用气候区	
保温装饰板外保温系统		挤塑聚苯板		使用胶粘剂并辅助锚栓固件将带有装饰面层(涂料、石材或金属饰面等)的保温装饰一体化板固定于外墙的保温系统。构造合理,安装便捷,工期短,保温隔热效果可靠,饰面材料多样,装饰效果好,使用年限长				适用于严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区	
		聚氨酯板							
		酚醛泡沫板							
		岩棉板							
4 内保温墙体									
内保温系统的保温层设于室内,保温层不受风雨侵蚀,施工不受天气影响,也是墙体节能常用的技术之一。									
表B1-5为常用外墙内保温系统的构造、特征和适用区域,具体构造可参见国标图集11J122《外墙内保温建筑构造》。									
表B1-5 常用外墙内保温系统的构造、特征和适用区域									
名称		主要保温材料		构造或性能特征		构造简图		适用地域	
保温砂浆内保温系统		聚苯颗粒		以保温砂浆为保温层,以抗裂砂浆复合耐碱玻纤网布为抗裂防护层,以涂料、面砖为饰面层的内保温系统;具有一定的保温隔热性能,与基墙的粘结性好,抗裂、防火、抗震性能良好,耐候性好				适用于夏热冬冷地区、夏热冬暖地区	
		憎水膨胀珍珠岩							
		玻化微珠							
喷涂硬泡聚氨酯内保温系统		喷涂硬泡聚氨酯		以现场喷涂硬泡聚氨酯为保温层,以抹面胶浆加中碱玻纤网布为抗裂保护层,以涂料、面砖为饰面层的内保温系统。保温绝热性能好,强度高,柔性好,防水性好				适用于寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区	
保温板内保温系统		模塑聚苯板		使用胶粘剂固定保温板、以抹面胶浆复合耐碱玻纤网布为防护层、以涂料、面砖为饰面层的内保温系统				适用于寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区	
		挤塑聚苯板							
		硬泡聚氨酯板							
		泡沫水泥板							
						建筑与围护结构节能-外墙		图集号	
						审核 刘 洪		校对 聂仕兵	
						设计 康 洁		页 B7	

续表B1-5

名称	主要保温材料	面板	构造或性能特征	构造简图	适用气候区
复合板内保温系统	模塑聚苯板	纸面石膏板	使用胶粘剂或粘结石膏并辅助锚栓固定复合保温板,以嵌缝材料封填板缝,以涂料、墙纸(布)或面砖为饰面层的内保温系统。保温隔热性能较好,与墙体间有空腔,工程质量易于控制,施工简便		适用于寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区
	挤塑聚苯板	无石棉硅钙板			
	硬泡聚氨酯板	无石棉纤维水泥平板			
龙骨内保温系统	纸蜂窝填充憎水型膨胀珍珠岩板	纸面石膏板	用塑料钉将保温板固定于基墙作为保温层,以PVC或聚丙烯薄膜为隔汽层,用固定件固定轻钢龙骨,用自攻螺钉固定面板,以涂料、墙纸(布)或面砖为饰面层的内保温系统。保温隔热性能较好,耐火性能好		适用于寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区
	玻璃棉板(毡)	无石棉硅钙板			
	岩棉板(毡)	无石棉纤维水泥平板			

5 墙体隔热

墙体隔热可以从以下几个方面采取措施:

- (1) 减少对太阳辐射的吸收,如墙体外表面做浅色处理;
- (2) 减弱室外温度变化对墙体内部温度的影响;
- (3) 选用有利于散热的墙体构造,如采用有通风间层的复合墙体;
- (4) 环境绿化,如种植高大乔木,设置墙体垂直绿化等,以减弱室外热作用对建筑物的影响;
- (5) 减少通过外墙传入室内的热量等。

建筑与围护结构节能-外墙

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 聂仕兵

设计 康 洁

康 洁

页

B8

B.1.3 外门窗节能

1 外门窗、玻璃幕墙的选用要点

(1) 选择合适的框体型材和断面设计。除了常用的铝合金型材外,还可以选择聚氯乙烯、钢木复合、铝木复合、铝塑复合等导热系数小的型材;框体断面可采用多空腔型材,进一步可采用断桥钢型材、断桥铝合金型材等。

(2) 选择合理的玻璃材质和构造形式。根据不同的气候特点,可选择吸热玻璃、热反射玻璃、Low-e玻璃等。玻璃构造可采用双层、三层中空玻璃,进一步可采用中空Low-e玻璃等,严寒地区还可采用双层窗等形式。采用中空玻璃时,外窗中空玻璃气体间层的厚度不宜小于6mm,幕墙中空玻璃气体间层的厚度不宜小于9mm,宜采用12mm或以上的的气体间层,但不宜超过20mm。

(3) 提高开启扇和洞口缝隙的密闭性能。门窗开启扇的密闭应使用耐老化性能好的密封条,如三元乙丙橡胶条、硅胶条等;边框与洞口缝隙应采用高效、易施工的材料封堵,如发泡聚氨酯等。

(4) 提高门窗的隔热性能,除降低玻璃本身的遮阳系数外,还可增加外遮阳或内遮阳体系。

(5) 提高门窗的气密、水密性能。

(6) 玻璃幕墙的连接件应采用隔热型的,采用隐框玻璃幕墙有利于避免形成热桥。

2 常用节能型门窗的特点

名 称	构造或性能特征		
实木门窗	木材导热系数小，保温性能好，加工制作方便，装饰性强。但尺寸稳定性差、防腐性差、易燃，做特殊处理后造价较高		
塑钢门窗	型材由聚氯乙烯树脂为主原料，加上其他助剂，经挤出成型，并在型材空腔内填增强型钢。抗风压强度较高、耐腐蚀、耐老化，保温隔热性能优良、隔声性能高、密闭性好，造价较低		
木塑门窗	框材由木材超细粉粒与高分子树脂混合，通过模塑化工艺制造而成，兼有木材和塑料的优良特性。保温、隔声、防腐、抗老化性能好，强度高，不易变形		
铝塑复合门窗	断桥铝合金门窗	穿条断桥	采用隔热条将铝型材内外两部分连接起来，从而阻止铝型材内外热量传导。保温、隔热、隔声性能好，强度高，刚性好，防火性好，采光面积大，耐腐蚀好，使用寿命长，装饰效果好
		浇注断桥	将聚氨酯隔热胶浇注入铝材空腔中，达到隔热效果
	铝塑门窗		型材由铝合金型材（室外侧）和PVC-U塑料型材（室内侧）通过机械方法复合为一体。保温、隔热、隔声性能好，强度较高，装饰效果好，性价比较好
铝木复合门窗	铝包木复合门窗		主受力型材为木材，外层保护层为铝合金。保温隔热性能好，装饰效果好；造价较高
	木包铝复合门窗		主受力型材为铝合金，室内侧镶嵌特殊处理的木材。保温隔热性能好，强度高，不变形，外形美观；造价较高

建筑与围护结构节能-外门窗

图集号

15J904

审核 刘 洪

校对 聂仕兵

设计 康 洁

页

B9

3 外门窗及玻璃幕墙抗风压性能选择

抗风压性能：外门窗及玻璃幕墙正常关闭时在风压作用下不发生损坏（如：开裂、面板破损、局部屈服、粘接失效等）和五金件松动、开启困难等功能障碍的能力。

外门窗及玻璃幕墙抗风压性能指标应根据外门窗及玻璃幕墙所受的风荷载标准值 ω_k 确定，其指标值（ P_3 ）不应低于 ω_k ，而且不应小于1.0kPa。 ω_k 的计算应符合《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定，如下式：

$$\omega_k = \beta_{gz} \mu_{s1} \mu_z \omega_0$$

其中， β_{gz} 为高度Z处的阵风系数； μ_{s1} 为风荷载局部体型系数； μ_z 为风压高度变化系数； ω_0 为基本风压（kN/m²）。

例如：某地郊区一栋20m的办公楼，据《建筑结构荷载规范》GB50009-2012， β_{gz} 为1.63， μ_{s1} 取最不利位置为2.2， μ_z 为1.23， ω_0 为0.45，则： $\omega_k = 1.63 \times 2.2 \times 1.23 \times 0.45 = 1.985 \text{ kN/m}^2$ 。根据表B1-6可知外门窗及玻璃幕墙抗风压性能分级不应小于2级。

表B1-6 建筑外门窗及玻璃幕墙抗风压性能分级表（单位：kPa）

分级	1	2	3	4	5	6	7	8	9
分级指标值 P_3	$1.0 \leq P_3 < 1.5$	$1.5 \leq P_3 < 2.0$	$2.0 \leq P_3 < 2.5$	$2.5 \leq P_3 < 3.0$	$3.0 \leq P_3 < 3.5$	$3.5 \leq P_3 < 4.0$	$4.0 \leq P_3 < 4.5$	$4.5 \leq P_3 < 5.0$	$P_3 \geq 5.0$
注：1. 第9级应在分级后同时注明 P_3 的测试值，如：属于9级（5.5kPa）。 2. 分级指标值 P_3 为正负风压测试值绝对值的较小值。 3. 本表选自《建筑幕墙》GB/T 21086-2007及《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106-2008。									

4 外门窗及玻璃幕墙气密性的选择

气密性能：外门窗在正常关闭的状态时，阻止空气渗透的能力。

建筑外门窗的气密性指标应根据国家和地方的建筑节能设计标准来选择，如《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 和各热工分区的居住建筑节能设计标准。

建筑外窗、外门（敞开式阳台门）的气密性应满足《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106-2008的以下标准：

公共建筑：10层及以上建筑外窗的气密性不应低于7级；

10层以下建筑外窗的气密性不应低于6级；

严寒和寒冷地区外门的气密性不应低于4级。

居住建筑：严寒地区不应低于6级；

寒冷地区1~6层不应低于4级，7层及7层以上不应低于6级；

夏热冬冷地区1~6层不应低于4级；7层及7层以上不应低于6级；

夏热冬暖地区1~9层不应低于4级；10层及10层以上不应低于6级。

玻璃幕墙的气密性应符合国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086-2007中第5.1.3条的规定且不应低于3级。

建筑与围护结构节能-外门窗

图集号

15J904

审核 刘 洪

设计 康 洁

校对 聂仕兵

页

B10

5 外门窗及玻璃幕墙水密性的选择

水密性能：外门窗及玻璃幕墙正常关闭状态时，在风雨同时作用下，阻止雨水渗漏的能力。

建筑外门窗的水密性指标应根据材料的不同按现行国家和行业规范来确定，如《铝合金门窗工程技术规范》JGJ 214-2010，《塑料门窗工程技术规范》JGJ 103-2008等。玻璃幕墙可根据《建筑幕墙》GB/T 21086-2007确定。

实际工程中，建筑师可按如下公式简化计算：

$$\Delta P \geq 1000 C \mu_z \omega_0$$

其中， ΔP — 水密性能指标 (Pa)；

C — 水密性能设计计算系数：对于外门窗，热带风暴和台风地区取值为0.50，其他地区取值为0.40；对于玻璃幕墙，热带风暴和台风地区取值为1.2（固定部分不宜小于1000Pa，开启部分与固定部分同级），其他地区取值为其75%，即0.9；

μ_z — 风压高度变化系数， ω_0 为基本风压 (KN/m²)，二者数值查《建筑结构荷载规范》GB50009可得。

例如：某地郊区一栋30m的办公楼， C 取值为0.40，查《建筑结构荷载规范》GB50009， μ_z 为1.39，基本风压为0.45kN/m²，计算：

$$\Delta P = 1000 \times 0.4 \times 1.39 \times 0.45 = 250.2, \text{ 查表B1-7可得, 外门窗的水密性能为不低于3级。}$$

表B1-7 建筑外门窗水密性能分级表 (Pa)

分级	1	2	3	4	5	6
分级指标 ΔP	$100 \leq \Delta P < 150$	$150 \leq \Delta P < 250$	$250 \leq \Delta P < 350$	$350 \leq \Delta P < 500$	$500 \leq \Delta P < 700$	$\Delta P \geq 700$
注：1. 第6级应在分级后同时注明具体检测压力差值。 2. 本表选自《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106-2008。						

表B1-8 建筑幕墙水密性能分级表 (Pa)

分级		1	2	3	4	5
分级指标 ΔP	固定部分	$500 \leq \Delta P < 700$	$700 \leq \Delta P < 1000$	$1000 \leq \Delta P < 1500$	$1500 \leq \Delta P < 2000$	$\Delta P \geq 2000$
	可开启部分	$250 \leq \Delta P < 350$	$350 \leq \Delta P < 500$	$500 \leq \Delta P < 700$	$700 \leq \Delta P < 1000$	$\Delta P \geq 1000$
注： 1. 5 级时需同时标注固定部分和开启部分 ΔP 的测试值。 2. 本表选自《建筑幕墙》GB/T 21086-2007。						

建筑与围护结构节能-外门窗

图集号

15J904

审核 刘洪

设计 康洁

校对 聂仕兵

设计 康洁

设计 康洁

页

B11

B.1.4 屋面节能

屋面可分为平屋顶、坡屋顶、曲面屋顶。

屋面保温隔热节能设计要点：（1）合理选择屋面面层形式；（2）合理选择保温隔热材料；（3）计算确定保温层厚度。

常见保温材料有：模塑聚苯板、挤塑聚苯板、岩棉板、玻璃棉板、酚醛板、泡沫玻璃板、泡沫水泥板、硬泡聚氨酯板等。

常见的屋面形式的适用范围及技术特点见表B1-9。

表B1-9 建筑屋面形式及技术特点

屋面形式	特点	适用气候区	构造简图	技术要点
正置式屋面	最上一层为防水层及其保护层的屋面，有利于保持保温材料的干燥和耐久性，但防水层易老化	各种气候条件均适合		<ol style="list-style-type: none"> 1. 混凝土结构找坡坡度不小于3%，材料找坡不小于2%。 2. 防水层应根据当地气象条件选择耐热度、柔性相适应的防水材料。如严寒和寒冷地区应选择低温柔性好的材料，炎热地区应选择耐热性好的材料。 3. 保温层宜选用吸水率低、有一定强度的材料。 4. 施工时应注意保证保温层的干燥并控制好各基层的含水率，否则应设置排汽措施。 5. 平屋顶、坡屋顶、曲面屋顶均适用。
倒置式屋面	防水层设在保温层的下面，可以延缓防水层的老化	除严寒地区外		<ol style="list-style-type: none"> 1. 宜采用结构找坡；当屋面单向坡长大于9m时，应采用结构找坡；材料找坡坡度宜为3%。 2. 防水层应选用变形能力强、接缝密封保证率高的防水材料。 3. 保温层应采用吸水率低且长期浸水不变质的材料，不得采用松散材料。其设计厚度应按计算厚度增加25%取值，且最小厚度不得小于25mm。 4. 保温层上多采用现浇混凝土、板块材料、卵石等开敞式保护层；硬泡聚氨酯保温层宜采用封闭式保护层；多雨地区不宜采用封闭式保护层。 5. 平屋顶、坡屋顶、曲面屋顶均适用。
种植屋面	屋面铺设种植土并栽种植物，达到降温隔热目的，对城市热岛效应具有缓解作用	夏热冬冷地区 夏热冬暖地区		<ol style="list-style-type: none"> 1. 种植屋面的结构层宜采用钢筋混凝土。结构承载力须考虑种植荷载。种植土的厚度一般不小于100mm。 2. 种植平屋面坡度宜为1%~2%。 3. 屋面绝热材料应采用轻质绝热材料，不得采用散状保温隔热材料。 4. 防水层应设材料相容的两道，耐根刺防水层须在普通防水层上。 5. 女儿墙、泛水、檐沟处均设卵石隔离带。水落口上方不应有种植土。当种植屋面坡度大于20%时，应采取人员保护和防滑措施。 6. 平屋顶和坡度不大于50%的坡屋顶适用。

建筑与围护结构节能-屋面

图集号

15J904

审核

刘洪

刘洪

校对

聂仕兵

设计

康洁

康洁

页

B12

续表B1-9

屋面形式	特点	适用气候区	构造简图	技术特点
蓄水屋面	由于水分的蒸发作用,可带走蓄水屋顶吸收的大量太阳辐射热。 水的热容较大,蓄热能力强,热稳定性好,能有效地延迟和衰减室外综合热作用对室内热环境的影响	夏热冬暖地区 适用于昼夜温差较大,相对湿度小的干热地区		1. 蓄水屋面不宜在寒冷地区、地震设防地区和振动较大的建筑物上采用。屋面坡度不宜大于0.5%。 2. 蓄水屋面应划为若干蓄水区,每区的边长不宜大于10m,在变形缝的两侧应分成两个互不连通的蓄水区;长度超过40m的应分仓设置。 3. 蓄水池应设溢水口、排水管和给水管,排水管应与水落管或其他排水出口连通。蓄水深度宜为150~200mm。蓄水池应设置人行通道。
热反射屋面	非金属屋面	部分夏热冬冷地区、夏热冬暖和温和地区		1. 屋面热反射涂料可用于平屋面、低坡度屋面及金属屋面,可以起到防水和节能一体化的作用。 2. 热反射涂料需满足《建筑外表面用热反射隔热涂料》JC/T 1040-2007规定要求,具备优异耐候性能、良好附着力、防水、环保等特性。 3. 金属屋面热反射涂层需满足《热反射金属屋面板》JG/T 402-2013中相关的规定。
	金属屋面			
通风屋面	架空屋面	夏热冬冷地区、夏热冬暖地区		1. 架空平屋面坡度宜为2%~5%。 2. 架空层高度由屋面宽度和坡度确定,一般为180~300mm;当屋面宽度大于10m时,架空隔热层中部应设置通风屋脊。 3. 架空层周边应留设一定数量的通风口;进风口宜设在当地炎热季节最大频率风向的正压区,出风口宜设在负压区。 4. 通风口应设置防鼠设施。
	阁楼屋面	夏热冬冷地区、夏热冬暖地区		1. 通风口应可开启、关闭;在夏季开启以保证空气对流,提高隔热性能;冬季关闭以保持良好的气密性,提高保温效果。 2. 顶棚通风层应有足够净空高度,净空高度不小于500mm。 3. 须防止通风口飘雨,防止鼠鸟进入。
建筑与围护结构节能-屋面				图集号 15J904
审核 刘 洪 刘 洪 校对 聂仕兵 设计 康 洁				页 B13

B.2 能耗独立分项计量

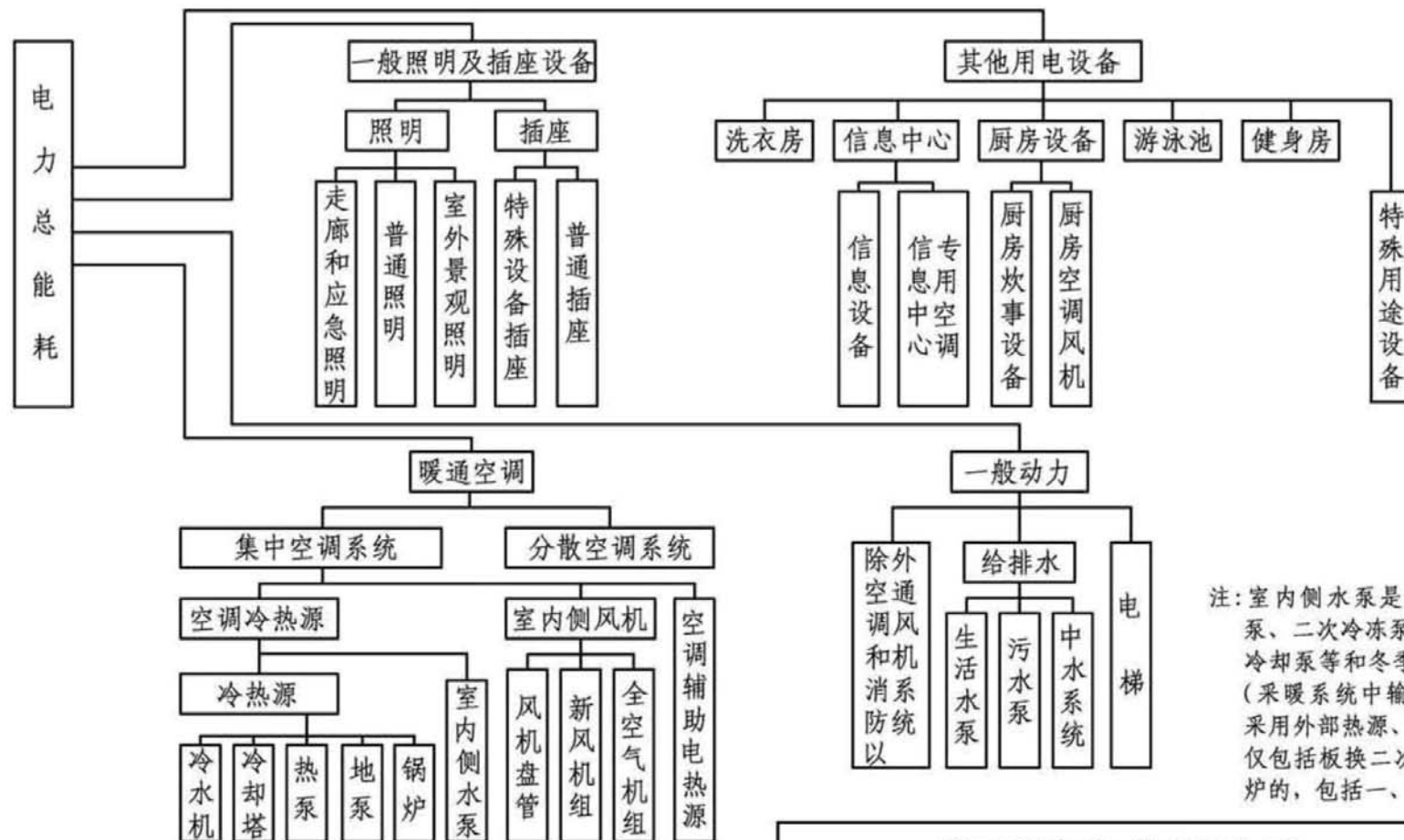
【对应条文】

5.1.3 冷热源、输配系统和照明等各部分能耗应进行独立分项计量。

【技术要点】

1 广义能耗分项计量包括电能、热能、水能。其中热能和电能能源用途单一，有成熟的计量方法，因此本节主要针对如何建立合理的民用建筑电能分项计量系统。这一系统应具备：合理的分项计量模型、采集能耗数据、辅助节能诊断、衡量节能改造成果、记录配电支路供电质量参数等多个方面。其中分项计量模型的搭建属于电气设计师应负责的部分，它是整个系统的基础，有至关重要的地位。

2 为了对不同建筑进行用能比较，能耗分项数据必须有统一的定义，即有统一的能耗分项模型。如图B2-1所示：



注：室内侧水泵是指冷冻泵（一次冷冻泵、二次冷冻泵、冷冻水加压泵等）、冷却泵等和冬季有采暖需要的循环泵（采暖系统中输配热量的水泵；对于采用外部热源、通过板换供热的建筑，仅包括板换二次泵；对于采用自备锅炉的，包括一、二次泵）。

图B2-1 能耗分项模型

能耗独立分项计量								图集号	15J904
审核	刘洪	刘洪	校对	聂仕兵	设计	曹蔚明	曹蔚明	页	B14

2.1 暖通空调:

(1) 无论系统形式如何,室内侧水泵的作用都是实现将冷、热量从冷热源送到末端,因此没必要对其进行细分;

(2) 在实际应用中,个别情况下新风机组、全空气机组只做普通的送风、排风,而如果计量电能时一概当做冷热源耗能处理,将影响数据的准确性,因而将室内侧风机细分,每项单独安装电表计量;

(3) 在具体实例中,对于不同制冷机组,应单独细分计量;

(4) 实际中给排水水泵一般运行时间较短,耗能水平很低,可根据实际情况选择是否需要细分。

2.2 照明插座:

照明用电分为“室内照明”、“走廊和应急照明”和“室外景观照明”。在酒店、办公建筑中可将室内照明继续细分为公区照明和非公区照明;在一些商业建筑中,尤其在商场中公共区域和非公共区域界限模糊、不易界定,可不必细分,统一计量即可。

插座用电分为普通插座设备和特殊插座设备,特殊插座设备中包括电开水器等。在一些建筑配电时,低压侧设计几条照明插座主出线回路,每相分配至几个层配电箱,这种情况下在主出线回路安装三相电能表即可实现插座和照明的分项计量。而很多建筑中照明插座支路是由区配电箱统一供电的,出于经济原因的考虑,此时应选择标准层计量的方法,即在功能、面积均相差不多的楼层中,挑选具有代表性的2~3层进行间接计量。下图为间接计量分项能耗的实例:

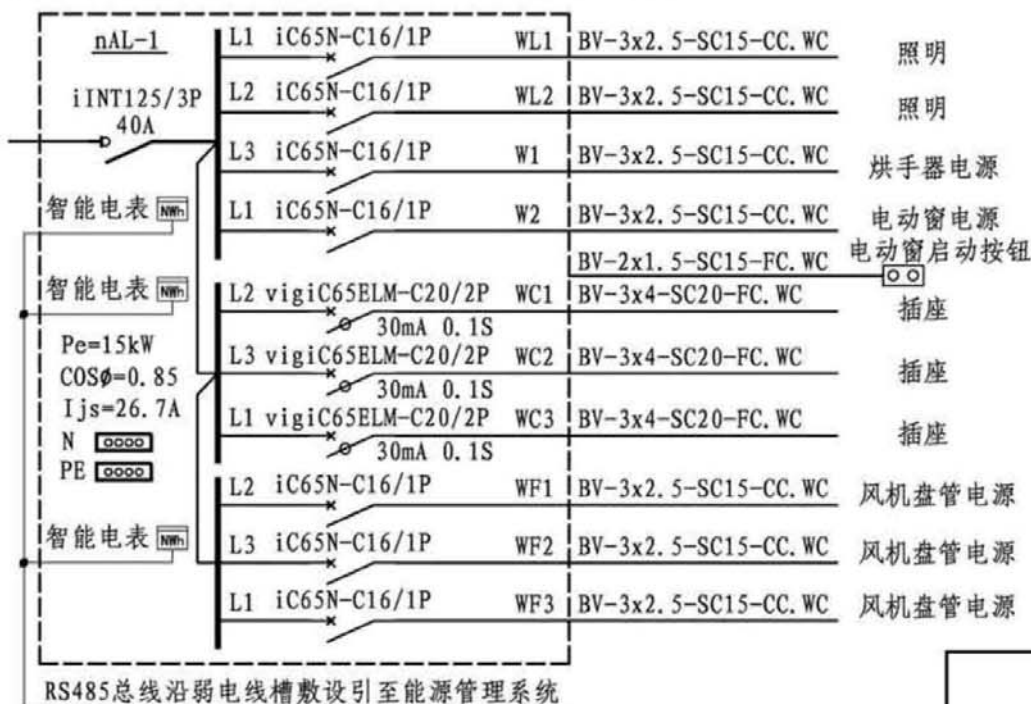


图 32-2 间接计量分项能耗模型

2.3 其他用电设备:

其他用电设备指的是建筑内非常规功能用电,包括信息中心设备、医疗设备等,不同使用性质的建筑所需的相关配套设备,从功能到能耗都有很大差异,同类建筑很难采用横向比较的方式评判耗能指标。这部分用电在一些建筑中具有能耗较高的特点,所以需要单独计量,不能混入“一般照明插座”当中。

在分项能耗列表中,将常见的“信息中心设备”和“厨房设备”单独列出,其他项特殊功能设备预估耗能不大时可统一计量,若有某项耗能预计较大也需单独计量。

3 为节省电表投资,允许合理的间接计量。但由于间接计量的数据精确度不及直接计量,所以设计时要在耗能大的重要支路上尽量采用直接计量。其优先级如下:①建筑总用电、集中空调冷热站及其下述节点;②室内侧风机、一般照明插座设备、特殊功能设备;③其他能耗节点。

能耗独立分项计量

图集号

15J904

审核

刘洪

刘洪

校对

聂仕兵

设计

曹蔚明

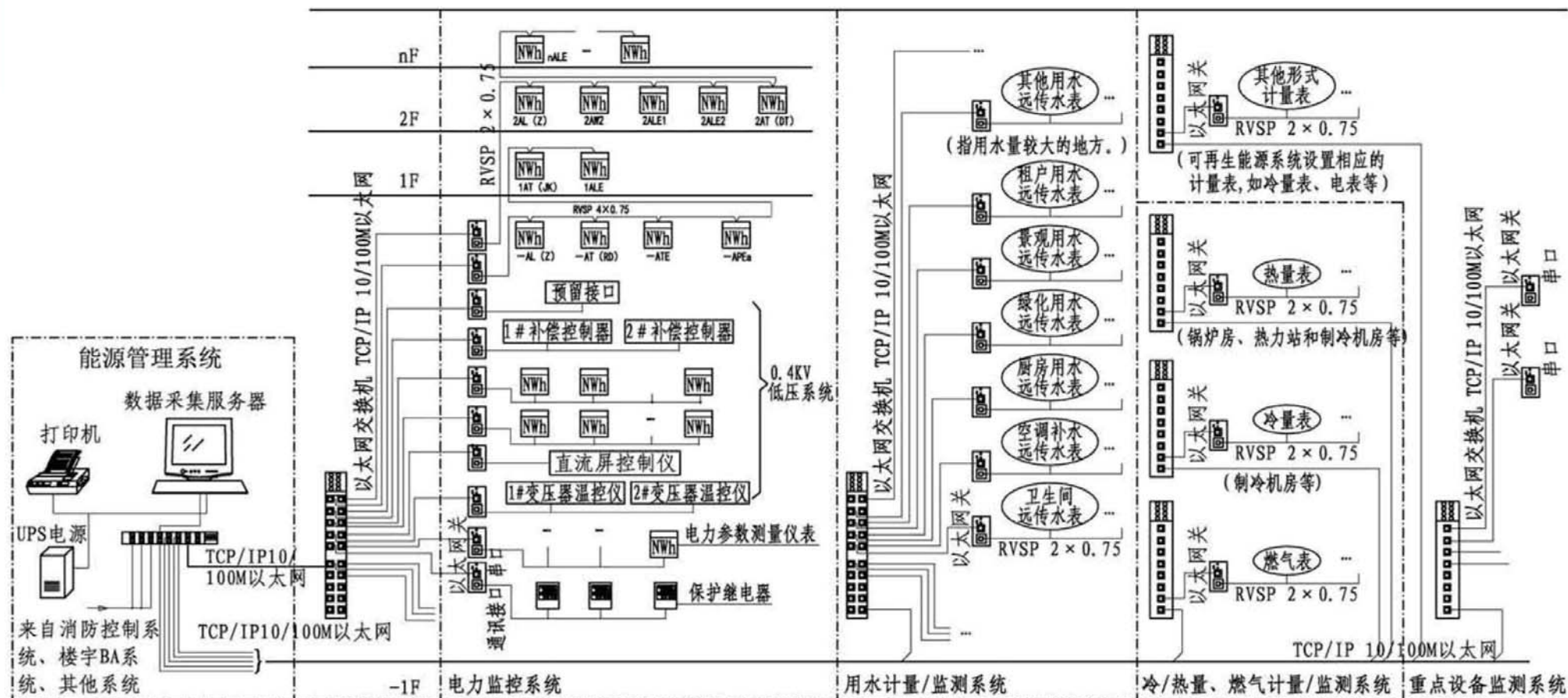
曹蔚明

页

B15

4 前两步都完成后要挑选合适的电表型号, 值得注意的是宜选用带有远传功能的电表, 其采用无线通讯技术将数据反馈给分项能耗计量平台进行数据整合、分析, 并把数据传输到建筑用能管理中心, 从而对建筑的各类用能情况进行纵向、横向的分析。

以某公建的能耗管理系统为例, 主要包括: 能耗数据采集、能耗数据分析、信息共享发布三个方面, 可以实现用水、用电数据的统计和分析, 如图B2-3所示。



图B2-3 能耗数据采集样图

注: 1. 系统采用B/S与C/S架构, 分用户权限的信息平台, 实现分区域的用电量、用水量、空调用量的数据统计、对比分析, 生活冷水泵、中水水泵重点能耗设备分析。
2. 系统数据采集涉及远传计量系统、楼宇自控系统、变配电监控系统三大系统。或的各系统中通过开放的接口协议网络独立获得。

能耗独立分项计量					图集号	15J904
审核	刘洪	刘洪	校对	聂仕兵	设计	曹蔚明
					页	B16

B.3 暖通空调系统选择和优化

【对应条文】

5.2.6 合理选择和优化供暖、通风与空调系统，评价总分值为10分。（评分规则见本图集G7页）

【技术要点】

暖通空调系统节能措施包括合理选择系统形式、提高设备与系统效率，优化系统控制策略等。

1 合理选择系统形式

1.1 常见热源形式

①市政热网（热水或蒸汽）；②锅炉（燃煤、燃油、燃气等）；③直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组；④热泵系统（空气源、地源、污水源等）；⑤太阳能供暖系统；⑥燃气冷热电联供分布式能源系统；⑦直膨式系统（分体机、多联机、机房空调等）。

1.2 常见冷源形式

①电动压缩式冷水机组（活塞式、涡旋式、螺杆式、离心式）；②溴化锂吸收式机组；③热泵系统（空气源、地源、污水源等）；④燃气冷热电联供分布式能源系统；⑤直膨式系统（分体机、多联机、机房空调等）；⑥冷却塔免费供冷系统；⑦焓差供冷（新风供冷）。

1.3 冷热源选择需考虑的因素

冷热源选择需要综合考虑建筑的负荷特点、设备性能、能耗、经济性、环境污染、当地能源、资源、气候等方面。

（1）设备性能主要是设备运行的可靠性、技术先进性、节能性、结构紧凑性、安装操作维修方便性、噪声振动性等。

（2）经济性指在选择空调冷热源设备时，需要对设备的初投资和运行费用进行综合分析。同时对设备性能及建筑负荷特点进行综合预测，分析不同冷热源形式的运行能耗。

（3）热电厂烟尘对环境的污染远比分散锅炉房造成的污染要小，同时应考虑电动式机组的制冷剂氟利昂CFC对臭氧层的影响，以及热力式机组温室气体CO₂排放和SO₂的排放问题。

（4）设备的适用性与当地能源、资源、气候及建筑用能特点是分不开的，需综合考虑。

1.4 输配系统形式

输配系统形式包括：一次泵定流量系统、一次泵变流量系统、二次泵系统等。输配系统形式选择往往需要综合考虑末端形式及冷热源形式。常见的空调末端形式包括：①集中式全空气系统（单风管定风量系统、双风管系统、变风量系统）；②半集中式系统（包括风机盘管+新风系统、多联机+新风系统、冷暖辐射板+新风系统、诱导器系统）；③分散式系统（单元式空调器系统、房间空调器系统、多联机组系统）；④其他。末端的选择需要综合考虑建筑设计、负荷特点、室内温度湿度控制要求、室内噪声要求等因素。

暖通空调系统选择和优化

图集号

15J904

审核 李晓峰

李伟

校对 杨卓

杨宇

设计 冯莹莹

冯莹莹

页

B17

2 提高设备与系统效率

采取的主要措施有：①合理配置冷热源设备的容量使系统更多运行在高负载率的状态，同时选择性能较好的冷热源设备降低冷热源能耗；②通过对输配系统的优化设计，去掉不必要阀门等阻力件，并对水泵扬程、供回水温差进行优化设计，选择性能较好的水泵，以降低水系统能耗；③通过合理设计风机全压、选择性能较好的风机并控制风机的单位风量耗功率以降低风系统能耗。

3 优化控制策略

由于空调系统的多干扰性、多工况性、控制参数的关联性导致空调系统的控制相对复杂，暖通专业宜尽可能明确空调系统的控制要求及控制策略，通过优化控制策略降低暖通空调系统的运行能耗。

4 系统选取原则

本条依据供暖、通风与空调系统能耗降低幅度进行评分，计算节能率时需正确选取参考系统的形式。对于不同的供暖、通风与空调系统形式，参考系统的选取应根据现有国家和行业有关建筑节能设计标准统一设定的冷热源能效、输配系统和末端方式，计算并统计不同负荷率下的负荷情况，根据全年逐时负荷计算系统能耗。

4.1 集中空调系统：计算参照系统能耗时，新风量、冷热源、输配系统设备能效比等均应严格按照节能标准选取，不应盲目提高新风量设计标准，不考虑风机、水泵变频、新风热回收、冷却塔免费供冷等节能措施。即便设计方案的新风量标准高于国家、行业或地方标准，参考建筑的新风量设计标准也不得高于国家、行业或地方标准。参考系统不考虑新风比增加等措施。

4.2 采用分散式房间空调器进行空调和采暖时，参考系统选用符合《房间空气调节器能效限定值及能源效率等级》GB 12021.3和《转速可控型房间空气调节器能效限定值及能源效率等级》GB 21455中规定的第2级产品。

4.3 对于新风热回收系统，热回收装置机组名义测试工况下的热回收效率，全热交换效率制冷高于50%，制热高于55%，显热温度交换效率制冷高于60%，制热高于65%，且需要考虑新风热回收耗电。

4.4 对于水泵的一次泵、二次泵系统，参考系统为对应一二次泵定频系统。考虑变频的措施，水泵节能率可计入。对于风机，参考系统为定频风机。

4.5 对于有多种能源形式的空调采暖系统，其能耗应折算为一次能源进行计算。

表B3-1 参考系统选取需遵循的原则

设定内容		设计系统	参照系统
采暖、空调负荷		相同	
暖通、空调系统设定	冷源系统（对应不同的实际设计方案）	设计采用水冷冷水机组系统，或水源或地源热泵系统，或蓄能系统	采用电制冷的离心机或螺杆机
		设计采用风冷、蒸发冷却冷水机组或吸收制冷机组或系统	采用风冷、蒸发冷却螺杆机或吸收式制冷机组
		设计采用直接膨胀式系统	系统与实际设计系统相同
	热源系统	实际设计方案，包括采用地源热泵系统	热源采用燃气锅炉
	输配系统	实际设计方案	输配系统与实际设计方案相同
	末端	实际设计方案	末端与实际设计方案相同

注：上表中参照系统的冷源系统能效值（或IPLV值）、锅炉的效率、输配系统能效比均应按国家《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015和其他相关标准取值。

暖通空调系统选择和优化

图集号

15J904

审核 李晓峰

李伟

校对 杨卓

杨宇

设计 冯莹莹

冯莹莹

页

B18

B.4 过渡季节节能措施

【对应条文】

5.2.7 采取措施降低过渡季节供暖、通风与空调系统能耗，评分分值为6分。

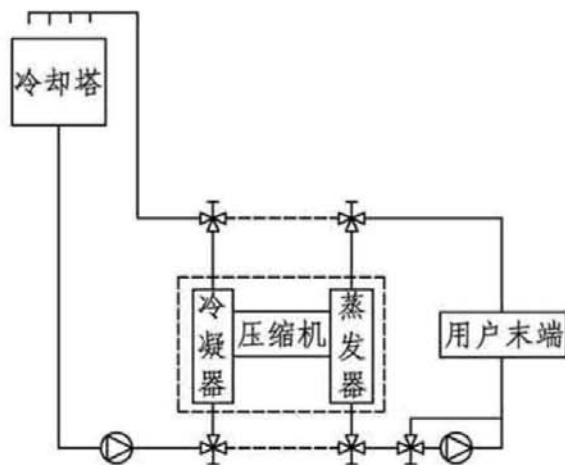
【技术要点】

1 技术概要

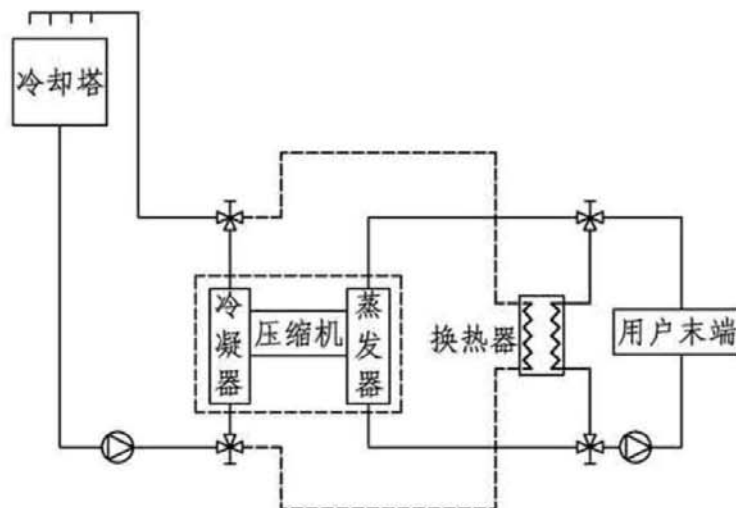
公共建筑的内区由于无法开窗通风，在过渡季往往也需供冷。若能充分利用全新风供冷、冷却塔免费供冷等技术，则可尽量减少冷机的开启时间，节省全年运行能耗。这类技术对于过渡季或冬季仍需供冷的商场、酒店等建筑，节能效果显著。

过渡季全新风技术的原理简单，技术易实现。但为了实现全新风，需加大新风管径和新风口尺寸，对机房面积和层高的要求更高，较大面积的新风口百叶也可能与建筑师对外立面的设计要求冲突。因此，在设计阶段，机电专业应尽早将此部分的要求反馈给建筑师，预留足够的机房空间和新风口面积。

冷却塔免费供冷技术可分为直接供冷和间接供冷两种形式。其中，直接供冷方式（如图B4-1所示）通过阀门转换，将冷却塔出水直接供入原冷冻水系统和用户末端，形式简单，供冷效率高；但冷却水易受大气等污染，造成水系统管路腐蚀或结垢。间接供冷方式（如图B4-2所示）通过阀门转换，经换热器冷却冷冻水系统，供冷效率不如直接供冷系统，但可保证冷冻水系统不受污染，可避免各换热设备和切换回正常供冷模式时冷水机组蒸发器的换热能力恶化。因此，目前间接换热系统在工程中应用更普遍。



图B4-1 直接式免费供冷系统示意图



图B4-2 间接式免费供冷系统示意图

过渡季节节能措施								图集号	15J904
审核	李晓峰	李峰	校对	冯莹莹	冯莹莹	设计	李俊	李俊	页
									B19

过渡季节能措施							图集号	15J904
审核	李晓锋	李楠	校对	冯莹莹	冯莹莹	设计	李俊	李俊
							页	B20

B.5 部分负荷、部分空间使用节能措施

【对应条文】

5.2.8 采用措施降低部分负荷、部分空间使用下的供暖、通风与空调系统能耗，评价总分为9分。（评分规则见本图集G7页）

【技术要点】

多数空调系统都是按照最不利情况（对应空调系统满负荷工况）进行系统设计和设备选型的，而建筑在绝大部分时间内是处于部分负荷状况的，或者同一时间仅有部分空间处于使用状态。针对部分负荷、部分空间使用条件的情况，如何采取有效的措施以节约能源，显得至关重要。通风、空调系统设计时，通常考虑采用以下措施，保证在建筑处于部分冷热负荷时和仅有部分建筑使用时，能够根据实际需要提供恰当的能源供给，同时不降低能源转换效率，指导系统在实际运行中实现节能高效运行。

1 区分房间的朝向，细分供暖、空调区域，对系统进行分区控制。该措施主要针对系统划分及末端控制。空调方式采用分体式空调及多联机的可直接认定满足该技术措施的要求。集中空调系统应根据使用时间、温湿度要求、房间朝向等对空调系统进行合理分区。

2 合理选配空调冷、热源机组台数与容量，制定实施根据负荷变化调节制冷（热）量的控制策略。冷热源在选配时，不宜少于两台。同时选用卸载灵活，能量调节装置灵敏可靠的机型。且空调冷源的部分负荷性能负荷现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015的规定。电机驱动的蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组的综合部分负荷性能系数（IPLV）应满足下列规定：（1）水冷定频机组的综合部分负荷性能系数（IPLV）不应低于下表的数值；（2）水冷变频离心式冷水机组的综合部分负荷性能系数（IPLV）不应低于下表中水冷离心式冷水机组限值的1.30倍；（3）水冷变频螺杆式冷水机组的综合部分负荷性能系数（IPLV）不应低于下表中水冷螺杆式冷水机组限值的1.15倍。多联机制冷综合性能系数IPLV（C）应满足《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015中4.2.17条的要求。

类型		名义制冷量 CC (kW)	综合部分负荷性能系数 IPLV					
			严寒A、B区	严寒C区	温和地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区
水冷	活塞式/涡旋式	CC ≤ 528	4.90	4.90	4.90	4.90	5.05	5.25
		CC ≤ 528	5.35	5.45	5.45	5.45	5.55	5.65
	螺杆式	528 < CC ≤ 1163	5.75	5.75	5.75	5.85	5.90	6.00
		CC > 1163	5.85	5.95	6.10	6.20	6.30	6.30
	离心式	CC ≤ 1163	5.15	5.15	5.25	5.35	5.45	5.55
		1163 < CC ≤ 2110	5.40	5.50	5.55	5.60	5.75	5.85
		CC > 2110	5.95	5.95	5.95	6.10	6.20	6.20
风冷或蒸发式冷却	活塞式/涡旋式	CC ≤ 50	3.10	3.10	3.10	3.10	3.20	3.20
		CC > 50	3.35	3.35	3.35	3.35	3.40	3.45
	螺杆式	CC ≤ 50	2.90	2.90	2.90	3.00	3.10	3.10
		CC > 50	3.10	3.10	3.10	3.20	3.20	3.20

3 水系统、风系统需全部采用变频技术，且采取相应的水力平衡措施（需经过水力平衡计算）。对于不设置水系统或风系统的空调系统或设备，例如分体式空调或多联机，则可以直接认定满足该技术措施的要求。

部分负荷、部分空间使用节能措施

图集号

15J904

审核 李晓峰

李峰

校对 杨卓

杨卓

设计 冯莹莹

冯莹莹

页

B21

B.6 分区照明

【对应条文】

5.2.9 走廊、楼梯间、门厅、大堂、大空间、地下停车场等场所的照明系统采取分区、定时、感应等节能控制措施，评分分值为5分。

【技术要点】

分区照明需满足天然光利用、功能和作息差异等要求。公共活动区域（门厅、大堂、走廊、楼梯间、地下车库等）以及大空间应采取定时、感应等节能控制措施。照明系统分区，应根据各场所的功能要求、作息差异、天然采光可利用程度等确定。

【示例1】

如图B6-1所示为某楼层分区照明布置图，包含走廊、楼梯间、门厅、大堂、大空间工作区等空间。为实现节能舒适的工作环境，要求进行合理的分区照明设计，并选择合理的控制措施。

各空间都可设置中央控制和现场控制，现场控制需满足可分组控制不同区域或用途灯具的要求。其他需求分析如下：

- (1) 门厅、大堂：各时段人流量不同，宜采用定时控制等方式，夜间定时调节亮度。
- (2) 走廊、楼梯间：可根据节假日、上下班时间等增加定时控制；有外窗时可使用光线控制，无外窗时可使用人体感应控制。
- (3) 大空间工作区域：可将临窗和内部区域分开，使用光线感应控制。根据幕墙的形式，参考分区方式见图B6-2和图B6-3。
- (4) 会议室：根据讨论、播放幻灯片等不同使用需求，进行控制模式的预设和储存，见示例2。

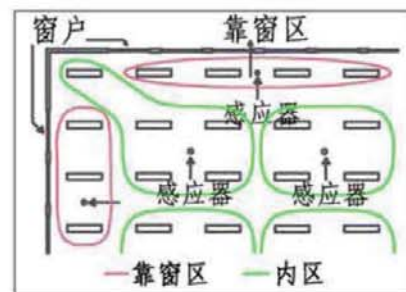
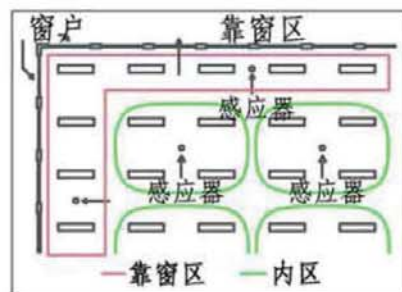
表B6-1列举了各功能区域常用的控制措施。



图B6-1 某楼层分区照明布置图

表B6-1 各功能区域常用控制措施

区域	分区控制	定时控制	光线感应	人体感应	中央控制	现场控制
门厅、大堂		✓			✓	✓
走廊、楼梯间		✓	✓	✓	✓	✓
大空间工作区域	✓		✓		✓	✓
会议室					✓	✓



图B6-2 转角无实墙时分区方式 图B6-3 转角有实墙时分区方式

分区照明

图集号

15J904

审核 荣浩磊

设计 李丽

校对 李丽

设计 马晖

设计 马晖

设计 马晖

设计 马晖

设计 马晖

设计 马晖

设计 马晖

设计 马晖

设计 马晖

设计 马晖

设计 马晖

设计 马晖

【示例2】会议室的控制模式及回路划分

本示例对应的回路如图B6-7所示。常用模式如下：

入场模式：在会议入场时，需要照亮走道区域，如图B6-4所示。对应图B6-7中的回路一；

讨论模式：在讨论阶段，需要提高会议桌面区域的亮度，如图B6-5所示。对应图B6-7中的回路二和回路三；

幻灯片模式：在进行幻灯片放映阶段，屏幕处灯具关闭，其他区域保持较低亮度，如图B6-6所示。对应图B6-7中的回路三；
会议结束，或不使用时，室内照明三个回路全部关闭。



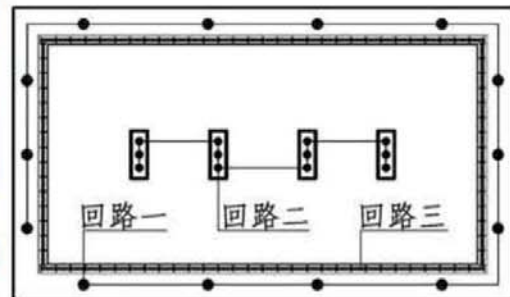
图B6-4 入场模式



图B6-5 讨论模式



图B6-6 幻灯片模式



图B6-7 控制模式回路图

【示例3】地下停车场的控制模式及回路划分

以地下停车场为例，目前常用的方式为车道灯全开或半开，车位灯为省电常处于关闭状态，但经调查，这种模式常导致照度不足要求。

可采取的方式以下方式进行改善，如：

(1) 分时分区控制：

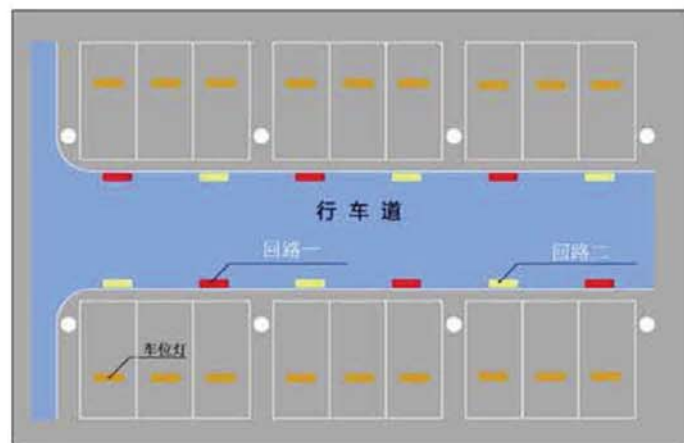
车道区：灯根据使用时间段设定全开或部分开启模式；

车位区：可根据使用量设定使用区域，开启使用区域的灯光。

(2) 使用感应装置，如图B6-8：

车位区：平时关闭车位灯，感应到车进入车位时，开启对应车位的照明，启动车位灯；

车道区：平时采取基础照度，开启回路一，有车经过该车道时，感应启动回路二。



图B6-8 感应装置位置示意图

分区照明

图集号

15J904

审核 荣浩磊

设计 李丽

校对 李丽

马晖

设计 马晖

马晖

设计 马晖

马晖

设计 马晖

马晖

设计 马晖

马晖

设计 马晖

马晖

B.7 照明功率密度计算

【对应条文】

5.2.10 照明功率密度值达到现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034中规定的目标值，评价总分为8分。主要功能房间满足要求，得4分；所有区域均满足要求，得8分。

【技术要点】

各房间或场所的照明功率密度值不应高于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034中规定的目标值。该规范将各类房间或场所的照明功率密度值分为“现行值”和“目标值”，其中“现行值”是新建建筑必须满足的标准，“目标值”小于“现行值”，为努力的方向。

【正确定义】

照明功率密度（LPD）为单位面积上一般照明的安装功率（包括光源、镇流器或变压器等附属用电器件），单位为W/m²。

【措施手段】

合理计算照明功率密度应注意以下三点：

- （1）精细划分房间区域，合理选择照度值。如在同一办公空间内，作业面与其邻近区域的照度值不同；
- （2）正确理解计算方式：①对于功能性灯具，应按照功率的100%计算；②对于装饰性灯具，可按照功率的50%计算；
- （3）应尽量选择节能产品，包括高效光源、镇流器和灯具等。

【示例】

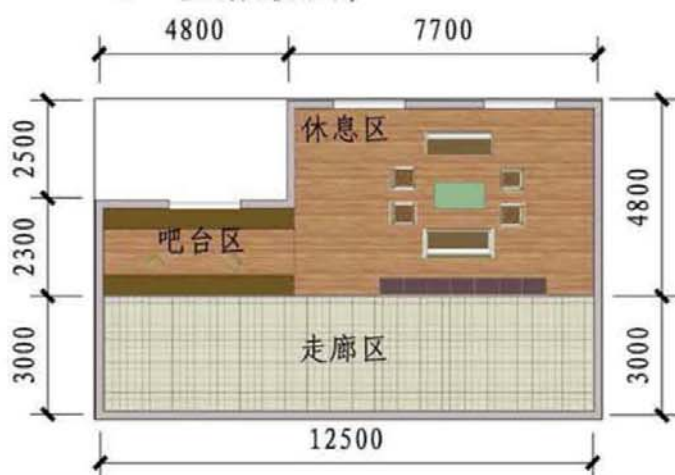
某旅馆类建筑入口，包含三个区域：吧台区、休息区、走廊区。其中吧台区长4.8m，宽2.3m；休息区长7.7m，宽4.8m；走廊区长12.5m，宽3m；房间高为3.5m，如图B7-1所示。根据《建筑照明设计标准》GB 50034-2013对旅馆建筑照明标准值的规定，走廊区地面的平均照度为50 lx，求走廊区的灯具数量，核对功率密度。本例从确定灯具数量及功率、计算功率密度值、核对功率密度表三个步骤进行介绍。

1. 确定灯具数量及功率

1.1 计算所需的总光通量： $\Phi_{\text{total}} = (E_{\text{av}} \times S) \div (CU \times K) = [50 \times (12.5 \times 3)] \div (0.55 \times 0.8) = 4261 \text{ (lm)}$

式中： E_{av} —平均照度(lx)；

S —区域面积(m²)；



图B7-1 室内平面示意图

表B7-1 照明设计维护系数K

环境污染特征		房间或场所举例	灯具最少擦拭次数 (次/年)	维护系 数值
室内	清洁	卧室、办公室、餐厅、阅览室、 教室、病房、客房、仪器仪表 装配间、电子元器件装配间、检验室等	2	0.8
	一般	商店营业厅、候车室、影剧院、 机械加工车间、机械装配车间、体育馆等	2	0.7
	污染严重	厨房、锻工车间、铸工车间、水泥车间等	3	0.6
开敞空间		雨篷、站台	2	0.65

照明功率密度计算

图集号

15J904

审核 荣浩磊

设计 马晔

校对 陈海燕

设计 马晔

设计 马晔

设计 马晔

设计 马晔

设计 马晔

设计 马晔

设计 马晔

设计 马晔

CU—空间利用系数，指到达工作面的光通量与灯具内光源发出的光通量之比；受室内表面反射比，房间尺寸与形状，灯具位置（安装高度）和灯具设计（如光强分布、反射器效率）的影响，常用值在0.3~0.75之间。本案例采用LED筒灯，安装高度3.5m，近似取CU=0.55。
K—维护系数，《建筑照明设计标准》GB 50034-2013中对照明设计的维护系数的规定如表B7-1所示，走廊区属于室内清洁情况，K=0.8。

1.2 计算总功率

假设选择65 lm/W的灯具，则所需的总功率： $P_{\text{total}} = \Phi_{\text{total}} \div \eta_s = 4261 \div 65 = 65.5\text{W}$

式中： P_{total} —灯具总功率（W）；

Φ_{total} —灯具总光通量（lm），在1.1中已计算；

η_s —灯具效能（lm/W）。所选灯具应符合国家发改委半导体照明产业技术要求及中国质量认证中心（CQC）节能技术规范规定；本例中采用《LED筒灯节能认证技术规范》CQC3128规定：LED筒灯光效需满足 $\eta_s \geq 65\text{ lm/W}$ ，设计中各灯具效能可查询灯具检测报告，或参考灯具样册；

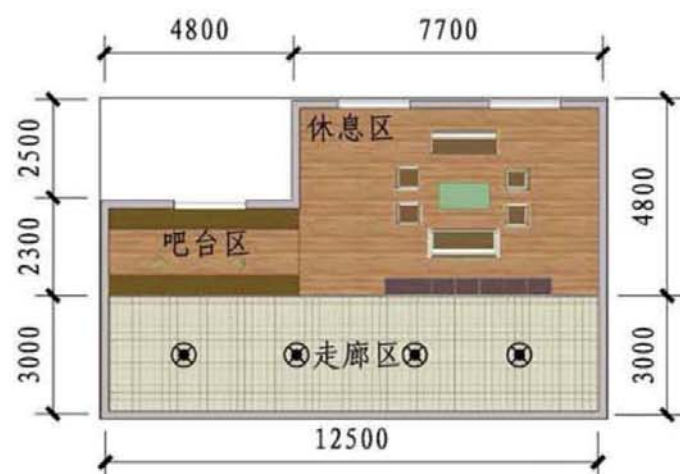
如选择单灯排布，可取4套16W灯具，如图B7-2所示。

1.3 计算功率密度值

$LPD = P_{\text{total}} \div S = 65.5 \div 37.5 = 1.74\text{W/m}^2$

式中：LPD—功率密度（W/m²）。

核对功率密度表：查询《建筑照明设计标准》GB 50034-2013中旅馆建筑照明功率密度值（参见表B7-2）可知，客房层的走廊要求为“现行值” $\leq 4.0\text{W/m}^2$ ，“目标值” $\leq 3.5\text{W/m}^2$ ，该设计案例中 $LPD = 1.74\text{W/m}^2$ ，远远小于目标值，故设计满足功率密度的要求。



图B7-2 走廊灯具排布平面示意图

表B7-2 旅馆建筑照明功率密度值

房间或场所	照明功率密度（W/m ² ）		对应照度值（lx）
	现行值	目标值	
客房	≤ 7.0	≤ 6.0	—
中餐厅	≤ 9.0	≤ 8.0	200
多功能厅	≤ 13.5	≤ 12.0	300
客房层走廊	≤ 4.0	≤ 3.5	50

照明功率密度计算

图集号

15J904

审核 荣浩磊 设计 马晔

页

B25

B.8 排风热回收系统设计

【对应条文】

5.2.13 排风能量回收系统设计合理并运行可靠，评价分值为3分。

【技术要点】

1 技术概要

为保证室内空气质量，建筑室内需引入新风，新风空调负荷占总空调负荷的比例可高达30%以上。与此同时，建筑中又有几乎与新风等量，且与室内空气等焓的排风排出室外。在通过表冷器等设备对新风进行热湿处理之前，利用排风中的能量预冷（预热）新风，降低（增加）新风焓值，从而减小空调系统负荷，是一项可行的节能技术，称为排风热回收技术。排风热回收技术对于全年室内外温差或焓差较大的建筑，节能效果显著。

2 设备种类

排风热回收分全热回收和显热回收两种。显热回收方式仅能回收排风中的显热，而全热回收方式能同时回收排风中的显热和潜热。

排风热回收装置有多种形式，其热回收效率、初投资、维护难度、适用范围各有差异，表B8-1介绍了几种热回收装置的性能及特点。

表B8-1 各种热回收装置的性能比较

性能特点	转轮式	板 式	板翅式	热管式	液体循环式	溶液吸收式
能量回收形式	显热或全热	全热	全热	显热	显热	全热
介质交换（芯体材质）	金属或非金属	非金属	非金属	金属	金属	溶液
能效评价	显热或全热效率	全热效率	全热效率	显热效率	显热效率	全热效率
热回收效率（%）或能效比	50~85	50~80	50~75	45~65	55~65	50~85
迎面风速（m/s）	2.0~5.0	1.0~5.0	1.0~3.0	2.0~4.0	1.5~3.0	1.5~2.5
压力损失（Pa）	100~300	100~1000	100~500	150~500	150~500	150~370
排风泄漏率（%）	0.5~10	0~5	0~5	0~1	-	-
热回收机械运动部件	有	无	无	无	水侧有、空气侧无	水侧有、空气侧无
允许空气含尘量	较低	较低	低	中	中	高
其他要求	温度和腐蚀性	腐蚀性	温度	一般	一般	溶解和化学反应性
维护保养	较难	较难	困难	容易	容易	中
适用风量	较大	较小	较小	中	中	小
主要适用系统及条件	允许新风和排风有适量交叉渗漏的较大风量系统	需回收显热的一般通风空调系统	需回收全热、空气较清洁且投资要求较低的系统	空气有轻微尘量或温度较高的系统	新风、排风的设备布置分散或回收、利用点数量较多	需回收全热，可对空气有除尘和净化作用的系统
结构示意图	图B8-1	图B8-2	图B8-2	图B8-3	—	—
系统流程图	图B8-4			图B8-5		
图B8-6						
注：本表摘自06K301-2《空调系统热回收装置选用与安装》。						

排风热回收系统设计

图集号

15J904

审核 李晓峰

李峰

校对 冯莹莹

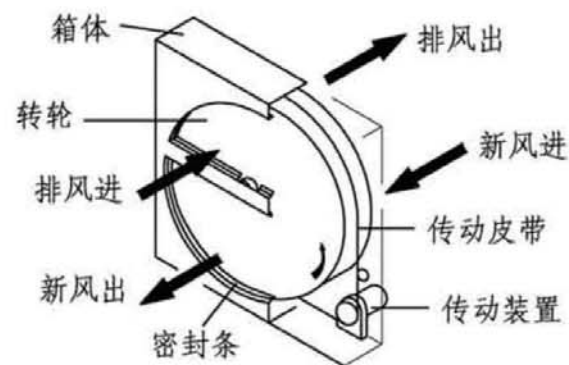
冯莹莹

设计 汤小京

汤小京

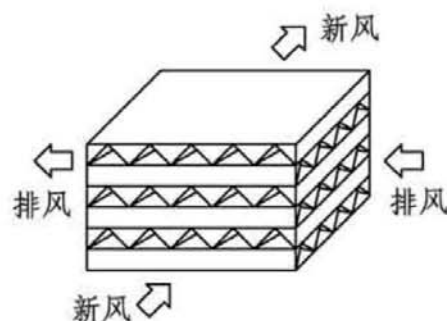
页

B26



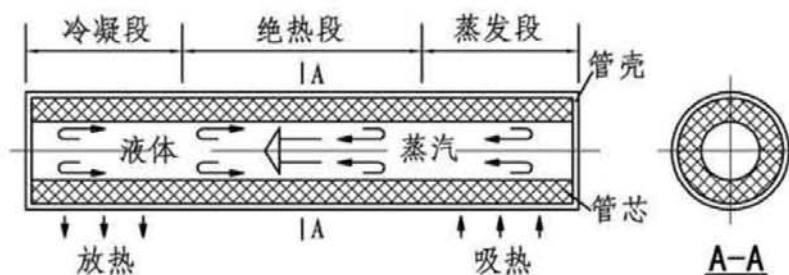
图B8-1

转轮式热交换器结构示意图



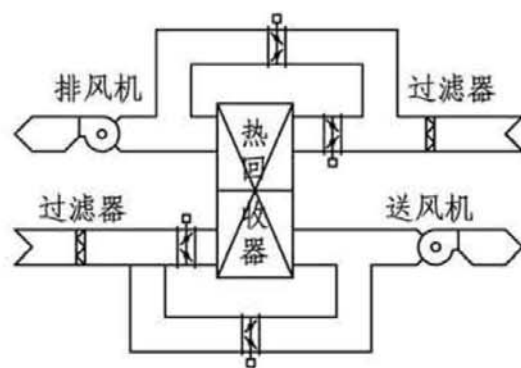
图B8-2

板式和板翅式热交换器结构示意图

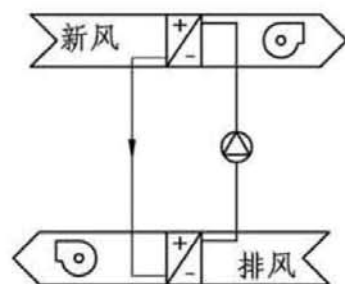


图B8-3

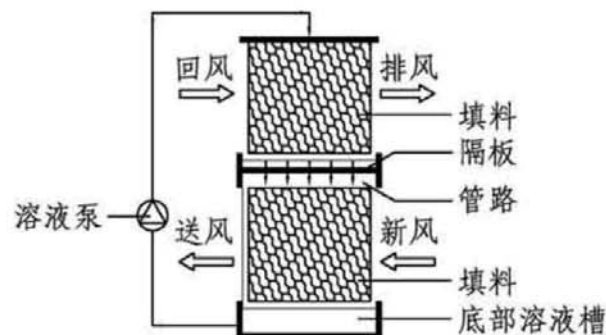
热管式热交换器中热管元件结构示意图



图B8-4

热回收装置系统流程图（一）
（用于转轮式、板式、板翅式
及热管式热回收装置）

图B8-5

热回收装置系统流程图（二）
（用于溶液循环式热回收装置）

图B8-6

热回收装置系统流程图（三）
（用于溶液吸收式热回收装置）

排风热回收系统设计

图集号

15J904

审核 李晓峰

李峰

校对 冯莹莹

冯莹莹

设计 汤小京

汤小京

页

B27

3 技术适用性

通常情况下,排风热回收技术在全年室内外温差或温差较大的气候区应用时经济性更好,例如严寒和寒冷地区。

由于排风热回收系统的节能效果受所在地气象参数的影响,同时与建筑的功能和使用情况有关,并且各类热回收设备的热回收量、初投资也各不相同。因此,针对不同建筑项目,应对各种排风热回收方案进行技术经济性分析后,再确定是否适宜采用和最宜采用哪种排风热回收方案,而不宜盲目采用。

【示例】

某校园建筑项目(如图B8-7)位于北京市,建筑面积 2.39万m^2 。通过负荷模拟计算和全年热回收量计算,对该项目采用热管式热回收的经济性进行评估,提出方案建议。

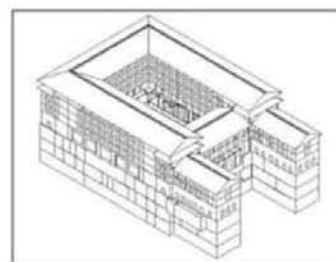
排风热回收经济性分析步骤如下:

(1) 逐时负荷计算

采用负荷动态模拟计算的方法,建立计算模型,如图B8-8所示,输入不同功能区域的人员、新风、照明、设备、围护结构参数和逐时作息参数,计算建筑全年逐时的空调与采暖负荷、新风负荷。



图B8-7 某校园建筑效果图



图B8-8 负荷计算模型

(2) 节能收益计算

影响热回收节能收益的因素包括气象参数、建筑负荷特性、热回收设备效率和阻力、系统冷热源效率、风机效率等。

进行热回收节能收益计算时,应逐时计算排风热回收所减少的新风预热(预冷)量,并计算由此减少的冷热源能源消耗;此外,应考虑增加热回收设备及阻力所造成的送排风机能耗增量。在此基础上,计算热回收系统运行的全年综合节能收益。

(3) 初投资计算

采用排风热回收,除增加了热回收设备外,还相应增大了机房面积、风机装机功率,这些增量成本在进行经济性分析时均应计算在内。此外,若因采用排风热回收而减少了冷热源的装机容量,则这部分减量成本也应考虑在内。

(4) 计算结果与方案建议

经计算,该校园建筑采用热管式热回收方案,增加初投资约12万元,年节省运行费用约3.2万元/年,静态投资回收期约3.7年。热管式热回收方案应用于该建筑,机房条件允许,维护保养工作量小,无漏风和交叉污染的风险,且投资回收期合理,建议可采用。

排风热回收系统设计

图集号

15J904

审核 李晓峰

李楠

校对 杨卓

杨卓

设计 冯莹莹

冯莹莹

冯莹莹

页

B28

B.9 合理采用蓄冷蓄热系统

【对应条文】

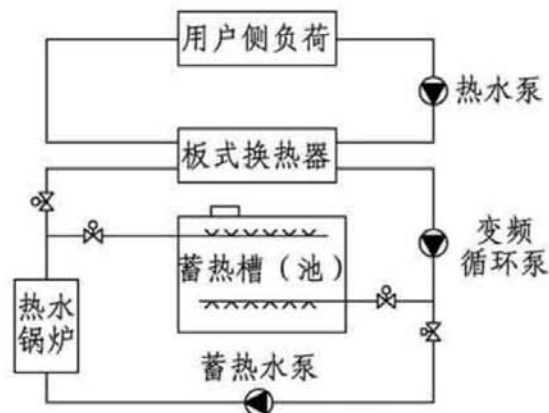
5.2.14 合理采用蓄冷蓄热系统,评价分值为3分。

【技术要点】

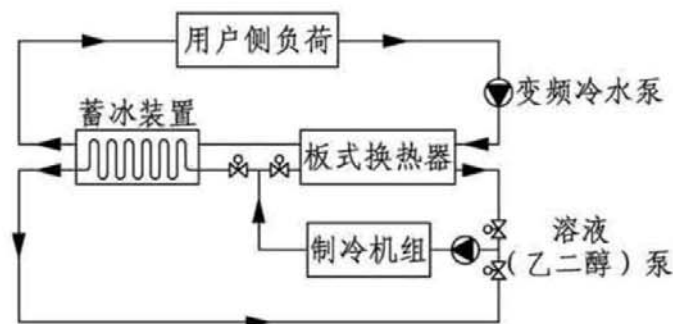
应根据当地能源政策、峰谷电价、能源紧缺状况、空调冷、热负荷和设备系统特点等选择采用。所选用的设备(比如电加热装置的蓄能设备夜间利用低谷电蓄能,能保证高峰时段不用电)最大限度地利用谷电,谷电时段蓄冷设备全负荷运行的80%应能全部蓄存并充分利用。

设计蓄冷蓄热系统应对用于蓄冷的电动驱动设备进行冷量比例计算,并确保用于蓄冷的电驱动蓄能设备提供的冷量达到设计日累计负荷的30%或30%以上,蓄冷蓄热系统原理如图B9-1~图B9-4所示。

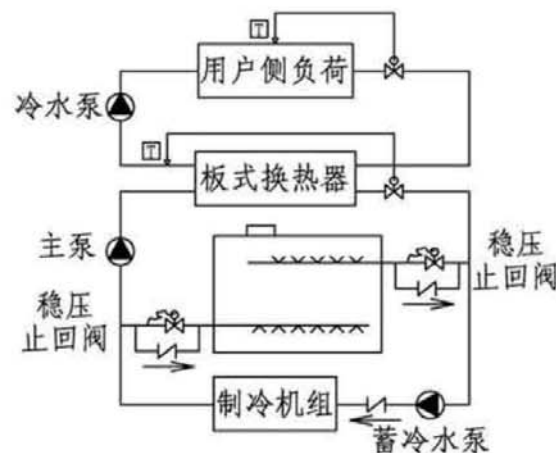
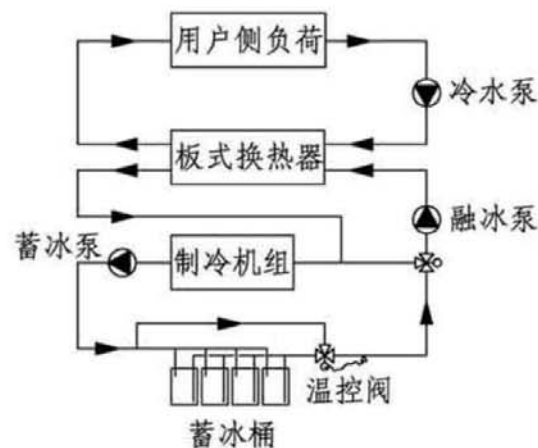
冰蓄冷与低温送风相结合的空调系统,在降低初投资、降低高峰电力需求、降低运行费用、减小风管尺寸、降低建筑造价、提高空调舒适性等方面有较大优势,采用该种方案可以在设计和运行阶段作为得分项参评绿色建筑。



图B9-1 水蓄热供暖系统



图B9-4 冰盘管蓄冰空调系统

图B9-2 水蓄冷空调系统
(间接供冷)

图B9-3 封装式蓄冰空调系统

合理采用蓄冷蓄热系统

图集号

15J904

审核 刘建华 刘建 校对 贾昭凯 贾昭凯 设计 赵涛 赵涛

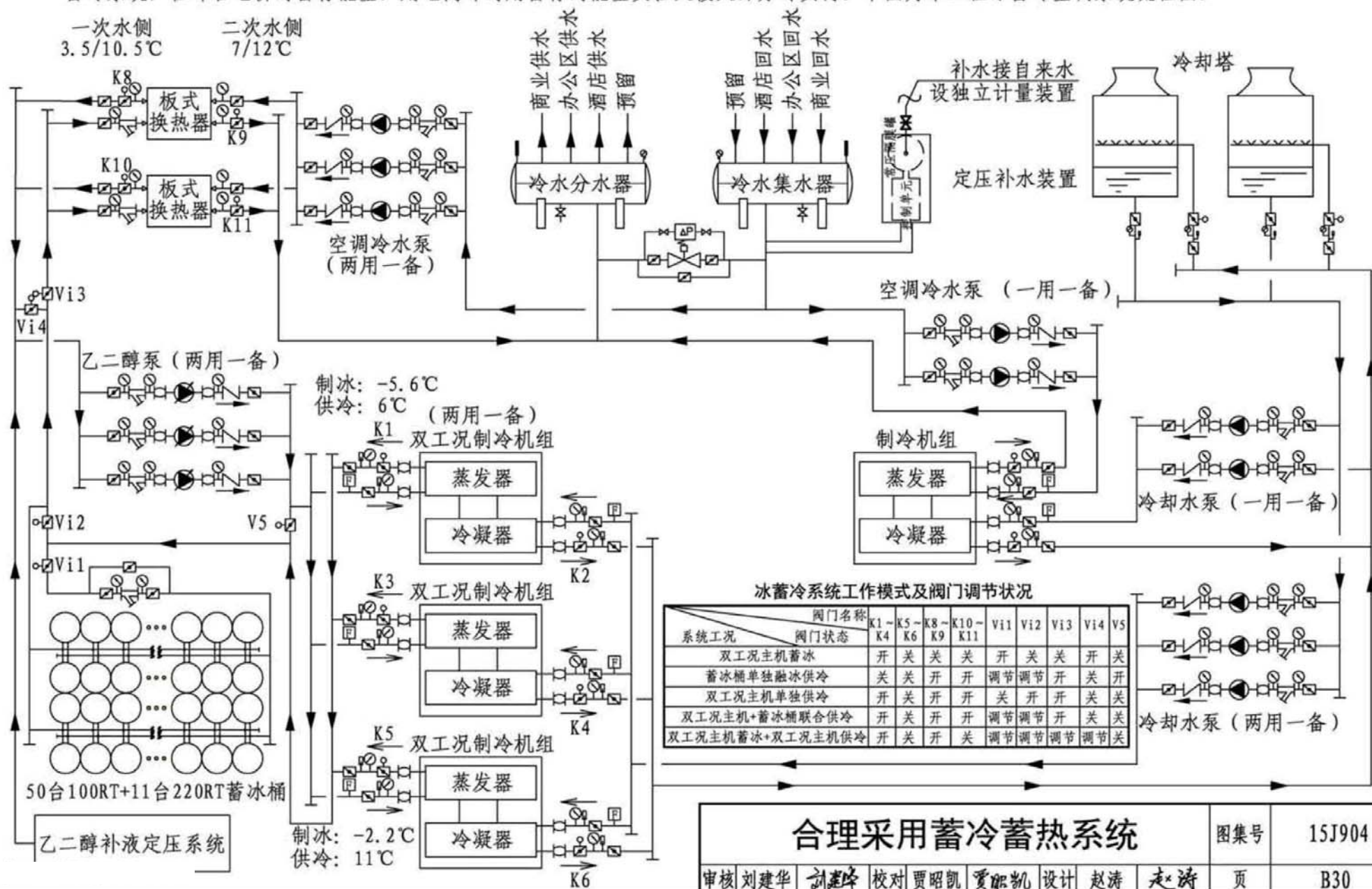
页

B29

A 室外环境
节能与
B 能源利用
节能与
C 水资源利用
节水与
D 材料资源利用
节材与
E 室内环境质量
F 典型案例分析
G 评分自评表
绿色建筑

【冰蓄冷空调系统设计实例】

该工程位于广东省，总建筑面积17.8万m²，主要功能为商业办公、酒店公寓等。根据当地的规范、措施和能源政策，该项目冷源采用冰蓄冷系统，在峰谷电价时蓄存能量，用电高峰时用蓄存的能量负担大楼大部分冷负荷。下图为本工程冰蓄冷空调系统流程图：



A 室外环境
节能与
B 能源利用
节能与
C 水资源利用
节水与
D 材料资源利用
节材与
E 室内环境质量
F 典型案例分析
G 评分自评表
绿色建筑

B.10 合理利用余热废热

【对应条文】

5.2.15 合理利用余热废热解决建筑的蒸汽、供暖或生活热水需求，评价分值为4分。

【技术要点】

根据工程所在地及其周边具体能源状况，经严格的经济技术比较，可利用热泵、空调余热以及其他形式的废热或余热制备生活热水。在靠近热电厂、高能耗工厂时，也可采取措施回收其排水中的热量，达到降低能源消耗或者提高其他系统（例如热水系统）的用能效率的目的。根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014的要求，采用合适的系统利用余热、废热时，须保证其提供的能量不少于建筑所需蒸汽设计日总量的40%、供暖设计日总量的30%、生活热水设计日总量的60%。

1 系统分类

1.1 利用项目周边热电厂、工厂等所具有的余热、废热资源

- (1) 直接经换热器制备蒸汽或热水，用于供暖或生活热水。
- (2) 通过余热锅炉利用余热、废热制备蒸汽或热水，用于供暖或生活热水。
- (3) 通过吸收式冷（温）水机组利用余热、废热制备冷水、热水，用于制冷、供暖或生活热水，如图B10-1所示。

1.2 利用项目自身余热、废热资源

- (1) 利用空调机组冷凝热，加热或预热生活热水。常见系统形式包括：冷凝侧部分热回收系统、冷凝侧全热回收系统、冷却侧直接热回收、冷却侧热泵热回收等，如图B10-2所示。
- (2) 自设燃气（燃煤）锅炉，可考虑设置锅炉烟气热回收段，回收烟气余热，如图B10-3所示。
- (3) 有大量稳定热源的内区，可考虑采用水环热泵方式，用于冬季外区采暖，如图B10-4所示。

2 关注要点

余热回收利用技术的形式多种多样，采用余热回收利用技术需要关注以下要点：

- (1) 余热、废热的腐蚀性、有无有毒有害气体、有无爆炸性；
- (2) 余热、废热中含杂质的多少；
- (3) 分析余热、废热量多少，产生时间的持续性；
- (4) 采用余热、废热利用系统时，需提前分析系统提供能量是否满足《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014的要求。

根据余热、废热的特点，合理选择余热废热利用的技术（例如低温的余热、废热经换热器可制备生活热水；温度高一些的余热、废热可以直接进入余热吸收式冷（温）水机组制冷、供热；高温的余热、废热除具备上述功能外，还可生产供发电或供热用的高压蒸汽；当项目有条件，比如电费十分低廉时，利用热泵机组等形式可深度利用低温余热）。

不同余热回收形式其节能收益、初投资增量都有显著差异，投资回收期并不一定合理。因此，针对不同建筑项目，都应首先对各种余热回收方案进行技术经济性分析后，再确定是否适宜采用和最宜采用哪种余热回收方案，而不宜盲目采用。

合理利用余热废热

图集号

15J904

审核 李晓峰

李峰

校对 贾昭凯

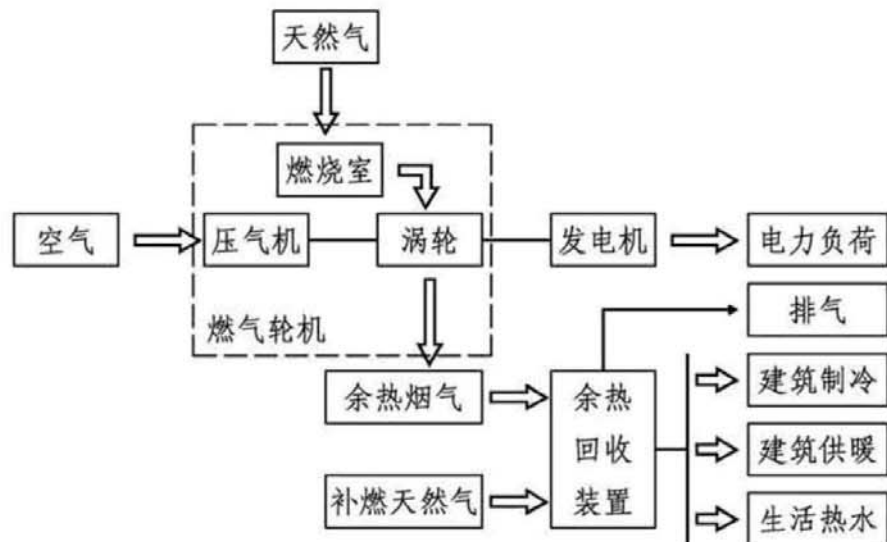
贾昭凯

设计 赵涛

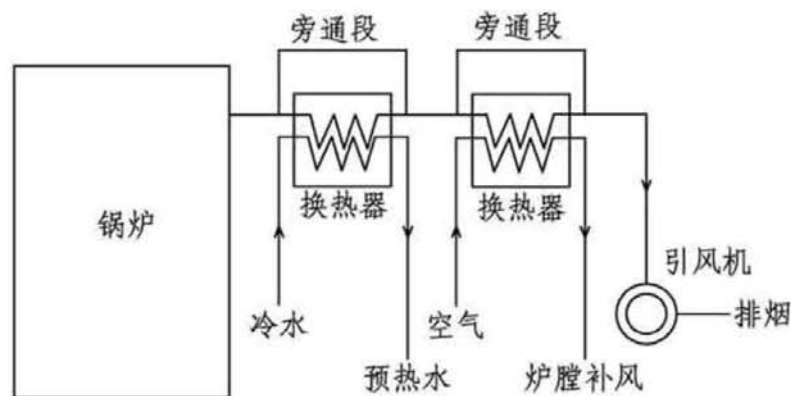
赵涛

页

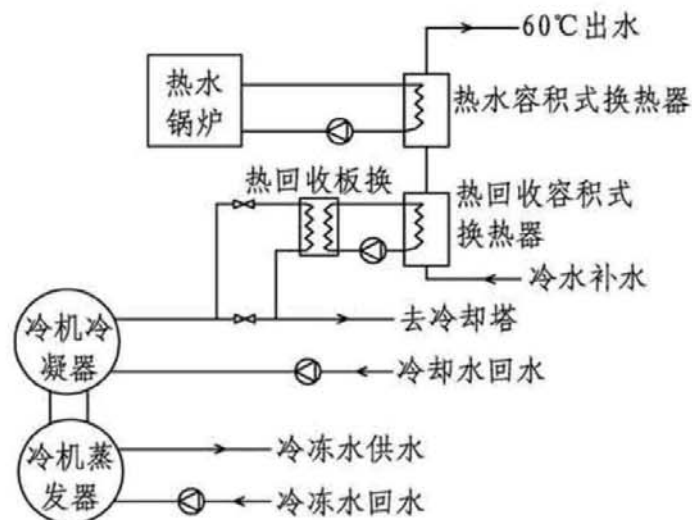
B31



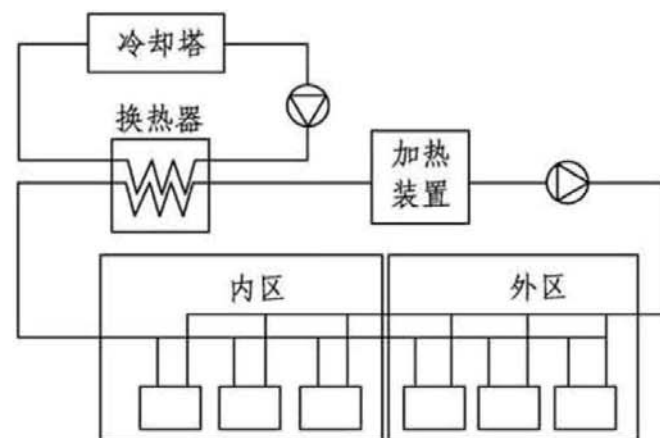
图B10-1 燃气冷热电三联供（燃气轮机发电）



图B10-3 锅炉烟气热回收系统



图B10-2 冷凝热回收系统（冷凝器侧）



图B10-4 水环热泵系统

合理利用余热废热

图集号

15J904

审核 汤小京

设计 冯莹莹

校对 杨卓

杨卓

设计 冯莹莹

冯莹莹

页

B32

【示例】

某酒店建筑位于哈尔滨，建筑面积7.85万m²。通过负荷模拟计算和全年热回收量计算，对该项目采用冷凝热回收的几种方案进行比选和经济性进行评估，并提出方案建议。

1 逐时负荷计算

采用负荷动态模拟计算的方法，建立计算模型，输入客房、大堂、餐厅、泳池、办公等不同区域的人员、新风、照明、设备、围护结构参数和逐时作息参数，计算酒店全年逐时的空调与采暖负荷，结果如图B10-5所示。

2 节能收益计算

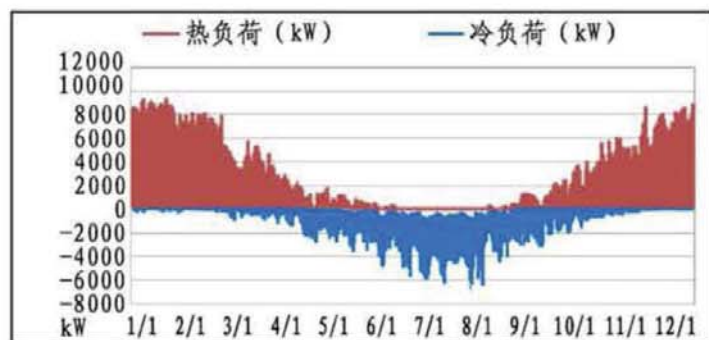
影响热回收量的因素包括逐时生活热水用量、自来水补水温度、空调负荷、冷机开机策略、冷机逐时负载率、室外湿球温度、冷机冷凝温度和冷却水温度等，在计算过程中均应予以考虑。通过全年热回收量、水泵与热泵的额外电耗，结合当地燃料与电力价格，计算得到冷凝热回收系统全年运行的节能收益。

3 初投资计算

采用冷凝热回收系统，需额外增加水泵、热水换热设备、管道及附件。若采用方案一或方案二，则冷机或热泵本身成本会增加；若采用方案三或方案四，则需增加板换和热泵。除上述热回收设备本身的初投资增量外，每种方案均另需增加机房面积用于安装设备，即还需增加机房土建成本。以上增量成本，在经济性分析时均应计算在内。

4 计算结果与方案建议

经计算，该建筑采用各种冷凝热回收方案经济性分析计算结果见表B10-1，对于位于哈尔滨市的该酒店，若具备采用冷凝热回收的机房条件，则建议考虑方案三及方案四。



图B10-5 空调系统采暖负荷计算结果

表B10-1 冷凝热回收经济性分析结果

比选方案	一	二	三	四
	冷凝侧 部分热回收	冷凝侧 全热回收	冷凝侧 直接热回收	冷凝侧 热泵热回收
增加机房面积情况	小	小	大	大
热回收量占全年生活热水热量比值	10%	10%	10%	42%
初投资（万元）	75	87	83	205
年节约费用（万元）	10	26	26	75
投资回收期（年）	7.5	3.3	3.2	2.7

合理利用余热废热

图集号

15J904

审核 汤小京

设计 冯莹莹

校对 杨卓

杨卓

设计 冯莹莹

冯莹莹

页

B33

B. 11.1 可再生能源利用—太阳能光热利用

【对应条文】

5.2.16 根据当地气候和自然资源条件,合理利用可再生能源,评价总分为8分。(评分规则见本图集G8页)

【技术要点】

1 技术概要

太阳能指太阳辐射能,源自太阳内部的核聚变,其中有大约 $1.73 \times 10^{17} \text{W}$ 的能量辐射到地球大气层。这其中又有47%的能量被大气层和地表吸收,30%被大气层反射,剩余的23%辐射到地球表层。太阳能的光热利用是指将太阳的辐射能转化为热能,光热利用是建筑中太阳能主要的利用方式。由于太阳能具有间歇性和不稳定性的特点,通常还需要常规能源作为辅助热源。

2 设备种类

光热利用在建筑中的应用可以分为:太阳能供热水、太阳能供暖、太阳能制冷和太阳能除湿制冷。

太阳能供热水:采用太阳能集热器收集热量,将水加热后提供给用户。这是目前最为成熟的太阳能利用方式。

太阳能供暖:可分为太阳能直接供暖和太阳能与热泵耦合供暖。太阳能与热泵耦合供暖根据太阳能集热器与热泵蒸发器的形式又可以分为直膨式和非直膨式。直膨式系统:太阳能集热器与热泵蒸发器合二为一,具有小型化潜力。但是由于太阳能辐射条件的多变性,运行工况不稳定导致系统性能的波动。非直膨式系统:太阳能集热器与热泵蒸发器分开,集热介质在集热器中吸热,在蒸发器中放热。通过增加蓄热器,提升了系统性能的稳定性。

太阳能制冷:常见的太阳能制冷方式是以太阳能集热器收集的热量作为吸收式或者吸附式制冷机的热源,驱动制冷机获得冷量。

太阳能除湿制冷:是将环境空气或室内回风送入除湿器利用除湿剂来吸附空气中的水蒸气以降低空气湿度,然后再进行一定的冷却和绝热加湿达到制冷降温的目的。但是这种制冷机还不是非常成熟,工程应用较少。

3 技术适用性

太阳能光热利用系统的设置,应根据当地气候条件、项目的实际情况、不同系统形式的特点及国家地方政策综合确定。同时应对太阳能供热采暖系统进行经济性分析,初步确定方案。方案初步确定后宜对收集装置的效率、太阳能保证率、水箱容积等影响较大的设计参数进行优化设计。

【示例】

某项目是位于哈尔滨市的一座五星级酒店。酒店设置集中生活热水供应系统。热源为地下一层酒店锅炉房自备锅炉制取95/70℃高温水,提供集中生活热水,生活热水供回水温度为60/55℃。

通过模拟计算,对该项目采用太阳能热水的经济性进行评估,提出方案建议。

可再生能源利用—太阳能光热利用

图集号

15J904

审核 李晓峰

李峰

校对

杨卓

杨卓

设计

冯莹莹

冯莹莹

页

B34

太阳能热水系统经济性分析步骤:

1 计算参数确定

初步确定系统形式、集热器效率、设计太阳能保证率、水箱容积、水箱保温层材料与厚度、管道保温层材料与厚度、水箱集热器的效率、设计太阳能保证率等参数,这些参数对系统效率的影响非常大,计算中应谨慎选择。

2 节能收益计算

选择贴近实际的计算模型。计算模型中应考虑:太阳能资源、气象参数、收集装置的种类、所处位置、安装方式、辅助热源形式、系统的各种损失、额外的功耗等。采用建筑整体全年逐时动态模拟计算方法,模拟更真实的系统运行状态,获得更高的计算精度。通过计算获得太阳能热水系统的节能收益。

3 初投资计算

采用太阳能热水系统,除了需要增加太阳能热水系统的相关设备、配套的自控系统的初投资,还应考虑水箱和太阳能机房增加的占地。

4 计算结果与方案建议

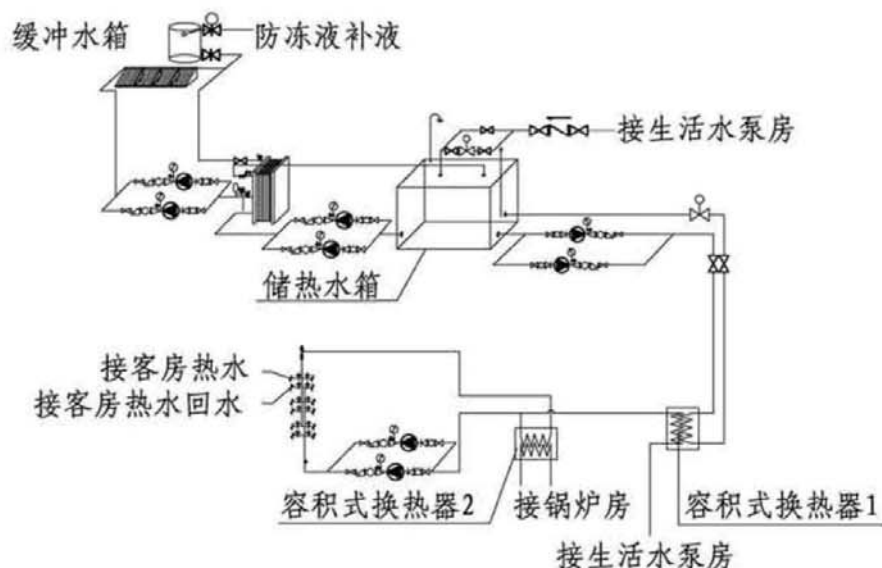
系统A: 集中供热系统(太阳能+燃气锅炉)

系统B: 集中供热系统(太阳能+电加热)

系统C: 集中供热系统(燃气锅炉)

系统D: 末端独立供热热水系统(即热式电热水器)

通过经济分析,建议采用系统A的方案。项目设置热管集热器192组,集热器面积为 $3\text{m}^2/\text{组}$,初投资约为144万元,年节约费用17.05万元。



图D11-1 某酒店太阳能热水系统图

表B11-1 某项目多个系统年能耗对比(每产生1MWh热量)

项目	系统A	系统B	系统C	系统D
耗电量	14.8kWh/MWh	738.7kWh/MWh	6.3kWh/MWh	1000kWh/MWh
燃气消耗量	83.1m ³ /MWh	0	129.0m ³ /MWh	0
总费用	315.4元/MWh	534.6元/MWh	477.6元/MWh	750元/MWh

可再生能源利用—太阳能光热利用

图集号

15J904

审核 李晓峰

李伟

校对 杨卓

杨宇

设计 冯莹莹

冯莹莹

页

B35

B. 11.2 可再生能源利用—太阳能光伏发电

【对应条文】

5.2.16 根据当地气候和自然资源条件，合理利用可再生能源，评价总分为8分。（评分规则见本图集G8页）

【技术要点】

1 技术概要

太阳能发电分光热发电和光伏发电。不论产销量、发展速度和发展前景，光热发电都赶不上光伏发电。20世纪80年代，光伏发电系统的地面应用除了大量作为独立电源系统外，已经开始进入商业建筑领域。20世纪90年代以后随着常规发电成本的增加和对环境保护的日益重视，太阳能光伏发电逐渐进入城市大规模应用阶段。

2 系统形式分类

光伏与建筑物结合有两种形式：一种是建筑与光伏系统相结合，一种是建筑与光伏器件相结合。

建筑与光伏系统相结合（BAPV）：把封装好的光伏组件（平板或曲面板）安装在建筑物的屋顶或立面，再与逆变器、蓄电池、控制器、负载等装置相联。

建筑与光伏器件相结合（BIPV）：也称作光伏和建筑一体化集成设计。将建筑材料与光伏器件集成化，充分利用太阳能发电，主要有“太阳能电池瓦”、“太阳能电池幕墙”、“太阳能电池窗户”和“太阳能电池遮阳帘”等新型建筑材料和构件。光伏构件与建筑的一体化还能为建筑提供遮阳、通风等附加功能，如图B11-2～图B11-4所示。

3 技术适用性

光伏系统规划时应根据建设地点的地理、气候特征、电网条件、政策条件、太阳能资源条件，以及建筑的布局、朝向、日照时间、间距、群体组合和空间环境等对光伏系统进行初步经济性评估。光伏组件或构件的选型和设计应与建筑结合，在满足发电效率、发电量、电气和结构安全、实用美观的前提下，宜优先选用光伏建筑构件，并应与建筑模数相协调，满足安装、清洁、维护和局部更换的要求。

表B11-2 光伏建筑一体化形式与附加功能

一体化形式	附加功能
屋顶平行安装	保温隔热、通风屋顶
墙体结合安装	降低墙体温度、减少空调负荷
光伏幕墙	具有一定遮阳作用
太阳能电池瓦	综合使用材料，降低成本



图B11-2 太阳能电池瓦



图B11-3 太阳能电池幕墙



图B11-4 太阳能电池窗户

可再生能源利用—太阳能光伏发电

图集号

15J904

审核 李晓峰

李峰

校对 杨卓

杨卓

设计 冯莹莹

冯莹莹

页

B36

【示例】

深圳某公共建筑，其用途主要为会所。总建筑面积5543.23m²，年平均气温22℃，平均年日照时数2120.5h。通过模拟计算，对该项目采用太阳能光伏发电的经济性进行评估，提出方案建议。

太阳能光伏发电经济性分析步骤如下：

1 计算参数确定

应根据用电要求选择适宜的光伏系统类型。根据建筑设计及其电力负荷确定光伏组件的类型、规格、数量、安装位置、安装方式和可安装场地面积。根据光伏组件规格、安装面积及初投资确定光伏系统最大装机容量。根据光伏系统装机容量确定并网光伏系统逆变器的总额定容量。独立光伏系统逆变器的总额定容量应根据交流侧负荷最大功率及负荷性质选择。

2 节能收益计算

考虑贴近实际的计算模型。计算模型中应考虑：太阳能资源、气象参数、收集装置的种类、所处位置、安装方式、系统的各种损失等。

选择合理计算参数。光伏系统发电效率、逆变器效率等参数对系统效率的影响非常大，计算中应谨慎选择。

3 初投资计算

由于光伏发电系统在运行过程中费用非常低，光伏发电系统仅需要考虑初投资的增量（后期费用主要是人员培训、入网监测及电网调度费，总共通常不超过项目金额的2%）。初投资包含：电池组件、逆变器等所有光伏发电设备的费用和光伏工程施工安装费用。由于实际工程比较复杂，不同项目光伏组件的初投资都大不相同，且近几年国际上光伏组件价格变化非常大，所以需要根据项目具体情况确定。

4 计算结果与方案建议

在建筑各表面设置光伏发电的年发电量计算结果见表B11-3。其中，薄膜发电由于单位投资的发电收益小，仅考虑在立面设置的可能性。通过初步询价，结合投资收益，项目最终采用屋顶设置单晶硅组件的方案。

会所负一层设置500kVA专变变压器，则光伏发电系统的装机容量需大于10kW。所用光伏板规格为1670mm×1100mm×50mm，每块单晶硅组件的输出功率为235Wp。故光伏发电系统需安装不少于43块光伏组件，光伏板面积不小于78m²。

表B11-3 深圳某公共建筑不同组件类型不同安装位置年发电量（kwh/m²/年）

组件类型	寿命	东立面	西立面	北立面	南立面	屋面
单晶硅组件	20~30年	77.72	74.17	42.68	79.42	119
薄膜组件	2~8年	36.27	34.61	19.91	37.06	—

可再生能源利用—太阳能光伏发电

图集号

15J904

审核 李晓峰

李峰

校对

杨卓

杨卓

设计

冯莹莹

冯莹莹

页

B37

B. 11.3 可再生能源利用—地源热泵

【对应条文】

5.2.16 根据当地气候和自然资源条件，合理利用可再生能源，评价总分为8分。（评分规则见本图集G8页）

【技术要点】

1 技术概要

地热能通常是指地表以下恒温带至400m埋深范围内，地表浅层储存的热能，主要包括地表水、岩土体及地下水等，是地热资源的一部分。建筑中对地热能最主要的利用方式是用少量高品质的能源将地表浅层中低品位的能源提取出来供用户使用。以地热为低品位热源的热泵被称之为地源热泵。地源热泵系统不但解决了传统空调系统需分别设置冷源和热源的不便，节省了机房面积，而且减轻了采用燃煤、燃油供暖时对大气的污染，减少了温室气体CO₂的排放。

2 设备种类

按照地热能交换系统形式的不同，地源热泵系统分土壤源热泵系统、地表水源热泵系统和地下水源热泵系统。土壤源热泵系统（如图B11-5、图B11-7所示）：利用土壤作为冷热源，采用垂直管或者水平管，利用管中循环的载热流体提取出土壤中的热量；地表水热泵系统（如图B11-6所示）：通过直接抽取或间接换热的方式，利用包括江水、河水、湖水、水库水以及海水作为热泵冷热源；地下水热泵系统，也就是通常所说的深井回灌式水源热泵系统，通过建造抽水井将地下水抽出，经过二次换热或直接送至地源热泵机组，提取热量或释放热量后，由回灌井群灌回地下。

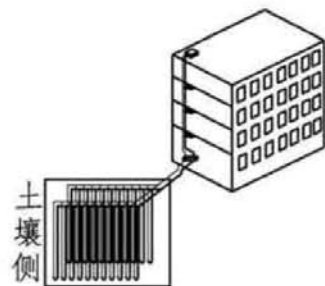
3 技术适用性

土壤源热泵的主要优点：与地下水资源无关，拓宽了应用范围，减少了污染水资源的可能。其主要缺点：埋地换热器受土壤性质影响较大，且土壤导热系数低，导致埋地换热器的面积较大，降低了运行效率；连续运行时，土壤蓄热能力有限，热泵性能下降等。

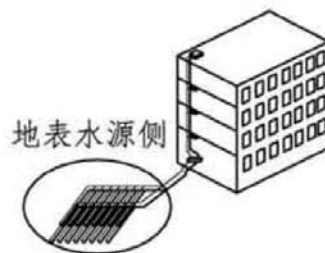
地表水热泵系统的主要优点：水的导热系数大，减小了换热器面积。选择地表水系统要考虑的问题：①水质是否会引起管路腐蚀，堵塞和换热强度降低；②水量和水温是否满足设计工况要求；③当地表水输送距离较远时，需要评价输送能耗，以免影响整个系统的性能系数。

地下水源热泵系统的地下水回灌技术还不成熟，回灌速度和水质污染等问题还需要解决。国内外对于环保和使用地下水的规定和立法越来越严格，地下水热泵系统的使用逐渐受到限制。方案设计前应进行工程场地状况调查，并对浅层地热能资源进行勘察，根据工程勘察结果评估系统实施的可行性及经济性。

设计地源热泵系统时首先对拟采用该系统的建筑物，应用逐时模拟程序进行负荷分析。然后对地源水源侧换热器进行预估后，将地源水源侧与负荷侧耦合运算，进行逐时模拟，得到地源水源侧出水温度的逐时变化曲线，以及全年的蓄能、释能变化曲线，以保证系统长期高效运行，确保地源水源侧换热器的蓄能量与释能量平衡。如果由于建筑所在地气候条件限制，或者建筑使用功能所限，冷热负荷不均，导致蓄释能量无法达到均衡时，可考虑采用辅助蓄能、释能系统。



图B11-5 土壤源热泵系统



图B11-6 地表水源热泵系统

可再生能源利用—地源热泵技术

图集号

15J904

审核 李晓峰

李峰

校对 杨卓

杨宇

设计 冯莹莹

冯莹莹

冯莹莹

冯莹莹

冯莹莹

冯莹莹

冯莹莹

冯莹莹

冯莹莹

【示例】

某办公建筑采用地源热泵+水蓄冷(热)+调峰冷水机组+调峰燃气锅炉的复合式系统,其夏季用电量与采用常规系统对比见表B11-2所示。

1 地质勘察

地层结构以粘土、粉细砂和中砂为主,非常适合实施地埋管式地源热泵系统。

2 逐时负荷计算

采用负荷动态模拟计算的方法,建立计算模型,输入不同功能区域的人员、新风、照明、设备、围护结构参数和逐时作息参数,计算建筑全年逐时的空调与采暖负荷、新风负荷。

3 冷热源方案确定

根据负荷计算结果,工程设置4台地源热泵机组,制冷量占设计冷负荷的52%,制热量占设计热负荷的67%。

两台调峰冷水机组,制冷量占设计冷负荷的25%。两台真空燃气锅炉,制热量占设计热负荷的18%。

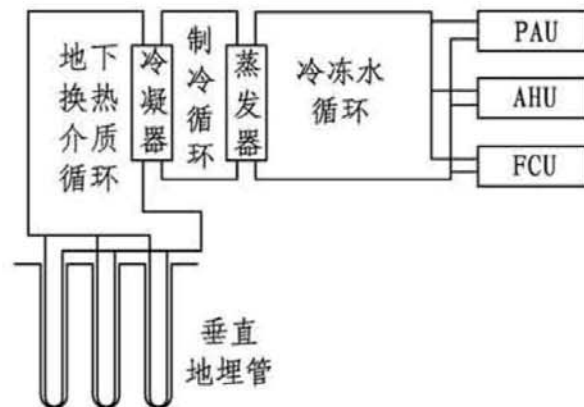
设置2个蓄能水池,其中一个容积4700m³(夏季蓄冷,冬季蓄热),另一个容积2300m³(夏季蓄冷,兼消防水池)。

4 地源换热系统

工程所在地钻孔深度设计为150米,换热孔布置在建筑物周围绿地上,孔数为1020个,150米深,分东西两个区接入热泵机房。为了保持地源系统冬夏季取热与放热达到相对平衡,在典型地源换热孔区域、不同深度内埋设温度传感器,并连接至机房控制室内,观察数年内地温变化情况,并根据地温变化情况调整空调系统运行策略。

5 系统运行模式

夏季系统运行的五种工况:地源热泵蓄冷调峰冷水机组供冷、地源热泵单独供冷、水池单独供冷、地源热泵水池联合供冷、地源热泵水池调峰冷水机组联合供冷;冬季系统运行的五种工况:地源热泵蓄热调峰空调用燃气锅炉供热、地源热泵单独供热、水池单独供热、地源热泵水池联合供热、地源热泵水池调峰燃气锅炉联合供热等五种工况,各工况运行方式通过电动阀转换实现。



图B11-7 典型土壤源热泵供冷原理图

表B11-2 某办公建筑采用地源热泵系统与常规系统夏季运行电量计算分析

负荷段	运行 天数	地源热泵系统		常规空调系统	
		日耗电量 kWh	总耗电量 kWh	日耗电量 kWh	总耗电量 kWh
100%负荷段	10	53247	532470	69784	697840
80%负荷段	30	43033	1290990	57771	1733130
60%负荷段	40	33139	1325560	46973	1878920
40%负荷段	30	23996	719880	33138	994140
20%负荷段	10	12255	122550	22948	229480
小计	120	—	3991450	—	5533510

可再生能源利用—地源热泵技术

图集号

15J904

审核 李晓峰

李峰

校对 杨卓

杨卓

设计 冯莹莹

冯莹莹

页

B39

C 节水与水资源利用综述

【技术要点】

节水是实现绿色建筑的关键指标之一。在进行绿色建筑设计前，应充分了解项目所在区域的市政给排水条件、水资源状况、气候特点等实际情况，通过全面的分析研究，制定水资源利用方案，提高水资源循环利用率，减少市政供水量和污水排放量。

“开源”和“节流”是绿色建筑水系统规划的两个方面。

建筑节水应从减少用水浪费开始，可以采取的措施有：防止给水系统和设备、管道的跑冒滴漏，合理设计给水系统压力分区，采用节水器具和节水设备、设施，绿化灌溉采用高效节水灌溉方式等。

给水系统中使用的管材、管件必须符合现行产品行业标准的要求，对新型管材和管件应经由有关行政和政府主管部门组织专家评估或鉴定通过。水平衡测试是对项目用水进行科学管理的有效方法，通过水平衡测试能够全面了解用水项目管网状况，画出水平衡图，找出水量平衡关系，采取相应的措施，挖掘节水潜力，达到加强用水管理，提高用水水平的目的。

给水配件超压出流，不但会破坏给水系统中水量的正常分配，对用水工况产生不良影响，同时超压出流量未产生使用效益，为无效用水量。因它在使用过程中流失，不易被人们察觉和认识，属于“隐形”水量浪费，应引起足够的重视。给水系统设计时应采取措施控制超压出流现象，应合理进行压力分区，并适当地采取减压措施，避免超压出流造成的浪费。

本着“节流为先”的原则，用水器具优先选用《当前国家鼓励发展的节水设备（产品）》目录中公布的设备、器材和器具。根据用水场合的不同，合理选用节水水龙头、便器、淋浴装置等。所有用水器具应满足行业标准《节水型生活用水器具》CJ/T 164-2014、《节水型卫生洁具》GB/T 31436-2015及《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870-2011的要求。

提高水资源的使用效率是绿色建筑节水的重要手段，可以采取的措施有：梯级用水、循环用水等。

公共建筑集中空调系统的冷却水补水量占据建筑物用水量的30%~50%，减少冷却水系统不必要的耗水对整个建筑物的节水意义重大。循环冷却水系统设置节水处理措施，采取加大集水盘、设置平衡管或平衡水箱的方式，避免冷却水泵停泵时冷却水溢出；也可采用包括风冷式冷水机组、风冷式多联机、地源热泵、干式运行的闭式冷却塔等无蒸发耗水量的冷却技术。

除卫生器具、绿化灌溉和冷却塔以外的其他用水设备也应采用节水设备，如节水型洗衣机、循环用水洗车台，给水深度处理采用自用水量较少的处理设备和措施，集中空调加湿系统采用用水效率高的设备和措施。

水资源的“开源”也具有很大的潜力，可以采取使用雨水、再生水等非传统水源的措施。

再生水可代替市政自来水用作室内冲厕用水，以及室外绿化灌溉、道路浇洒、洗车等非饮用用水。再生水包括市政再生水（以城市污水处理厂出水或城市污水为水源）、建筑再生水（以建筑生活排水、杂排水、优质杂排水为水源）。当项目周边有市政再生水利用条件时，优先利用市政再生水。再生水水源的选择需结合项目的用水情况、周边建筑用水状况、城市再生水设施建设管理办法、水量平衡等，从经济、技术和水源水质、水量稳定性等各方面综合考虑。

自然界的水体（河、湖、塘等）大都是由雨水汇集而成，结合场地的地形地貌汇集雨水，用于景观水体的补水，是节水和保护、修复水生态环境的最佳选择，因此鼓励将雨水控制利用和景观水体设计有机地结合起来。景观水体的补水应充分利用场地的雨水资源，不足时再考虑其他非传统水源的使用。景观水体的设计应通过技术经济可行性论证确定规模和具体形式，设计阶段应做好景观水体补水量和水体蒸发量逐月的水量平衡，确保满足补水量的定量要求。

节水与水资源利用综述

图集号

15J904

审核 李晓峰

李伟

校对

刘洪

刘洪

设计

冯莹莹

冯莹莹

页

C1

C.1 水资源利用规划

【对应条文】

6.1.1 应制定水资源利用方案，统筹利用各种水资源。

6.1.2 给排水系统设置合理、完善、安全。

6.2.1 建筑平均日用水量满足现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB 50555中的节水用水定额的要求，评价总分为10分。（评分规则见本图集G9页）

6.2.2 采取有效措施避免管网漏损，评价总分为7分。（评分规则见本图集G9页）

6.2.3 给水系统无超压出流现象，评价总分为8分。（评分规则见本图集G9页）

6.2.6 使用较高用水效率等级的卫生器具，评价总分为10分。（评分规则见本图集G9页）

【技术要点】

在进行绿色建筑设计前，应充分了解项目所在区域的市政给排水条件、水资源状况、气候特点等实际情况，通过全面的分析研究，制定水资源利用方案，提高水资源循环利用率，减少市政供水量和污水排放量。

水资源利用方案包含下列内容：

（1）当地政府的节水要求、地区水资源状况、气象资料、地质条件及市政设施情况等。

（2）项目概况。当项目包含多种建筑类型，如住宅、办公建筑、旅馆、商场、会展等，可统筹考虑项目内水资源的各种情况，确定综合利用方案。

（3）确定节水用水定额、编制水量计算表及水量平衡表。

（4）给排水系统设计方案介绍。

（5）采用的节水器具、设备和系统的相关说明。

（6）非传统水源利用方案。对雨水、再生水及海水等水资源利用的技术经济可行性进行分析和研究，进行水量平衡计算，确定雨水、再生水及海水等水资源的利用方法、规模、处理工艺流程等。

（7）景观水体补水严禁采用市政供水和自备地下水井供水，可以采用地表水和非传统水源。取用建筑场地外的地表水时，应事先取得当地政府主管部门的许可；采用雨水和建筑中水作为水源时，水景规模应根据设计可收集利用的雨水或中水量来确定。

【水系统规划方案大纲】

1 项目概况

主要包含：项目名称、建设单位、地理位置、总占地面积、建筑基底面积、建筑面积、层数、高度、建筑功能等基本信息。

2 水资源状况、气象资料、地质条件、市政设施

2.1 水资源状况

除市政自来水外还包括建筑污水回收处理后的中水，市政中水、雨水、河湖水、地下水、海水等。

水资源利用规划大纲

图集号

15J904

审核

刘洪

刘洪

校对

翟莎莎

翟莎莎

设计

李爱莲

李爱莲

页

C2

2.2 气象资料

与雨水利用有关的当地降雨量：包括年降雨量、多年平均月降雨量、月降雨日、不同重现期的最大24h连续降雨量等。

与雨水利用有关的当地蒸发量：包括年蒸发量、月均蒸发量等。

与热水制备有关的当地太阳能资源、空气源资源等。

2.3 地质条件

影响雨水入渗及回用的地质构造、地下水位和土质情况等。

2.4 市政设施

项目周围市政给排水管网，包括市政自来水（中水）管位置、管径、水压，市政排水管位置、管径、埋深等。

项目引入管数量、方位、管径等。

3 节水用水量计算

根据《民用建筑节能设计标准》GB 50555-2010的规定，计算平均日、全年水量。并可根据实际情况附用水量计算表。

表C1-1 生活用水节水用水量计算表

序号	用水部位	使用数量	用水定额	用水天数(天/年)	用水量(m³)		备注
					平均日	全年	

表C1-2 中水原水回收量计算表

序号	回收部位	使用数量	回收部位 节水用水定额	给水量计算 排水量折减系数	用水天数(天/年)	原水量(m³)		备注
						平均日	全年	

表C1-3 中水回用水量计算表

序号	用水部位	使用数量	中水用水定额	用水天数(天/年)	用水量(m³)		备注
					平均日	全年	

表C1-4 人造景观雨水利用用水量计算表

序号	水体蒸发量			收集雨水量				其他杂用水量 (绿化等)	雨水利用水量(m³)	
	水体表面面积	水面月均 蒸发厚度	水体月均 蒸发量	月降雨量	雨水收集 汇水面积	雨水收集汇水面积 内综合径流系数	雨水可回 用水量		逐月	全年
1月										
2月										
⋮										
12月										

注：1. 表C1-1～表C1-3摘自《民用建筑节能设计标准》BG 50555-2010，附录A。

2. 表C1-4摘自《北京市绿色建筑一星施工图审查要点》（试行修订版），

水资源利用规划大纲

图集号

15J904

审核 刘 洪 刘 洪 校对 翟莎莎 翟莎莎 设计 李爱莲 李爱莲

页

C3

4 给排水系统说明

4.1 给水、再生水系统竖向分区情况；利用市政水压直接供水的楼层；公共建筑用水点供水压力值（不大于0.2MPa）；居住建筑用水点供水压力值（不大于0.2MPa）及计量要求。

4.2 生活热水热源（辅助热源）、设计小时耗热量、热水日用水量、日耗热量、太阳能集热器面积、贮热容积、太阳能保证率等。

4.3 集中热水供应保证用水点冷、热水供水压力平衡的措施，冷水、热水供应系统分区一致，最不利用水点处冷、热水供水压力差不大于0.02MPa；热水系统保证干管和立管中的热水循环，不循环配水支管长度。

4.4 公共浴室采用带恒温控制和温度显示功能的冷热水混合淋浴器，采用的付费措施。

4.5 空调冷却水设冷却塔循环使用，冷却水循环率、采取的水处理措施、避免冷却水泵停泵时冷却水溢出措施。

4.6 浇洒绿地与景观用水的节水措施，水景面积、深度及补水量。

4.7 给水系统的管材、管件及其承压；阀门材质、承压及选型。

4.8 管道敷设要求：防腐、防冻、防伸缩破坏（热水管）、埋深、基础等。

4.9 排水系统：室内外排水制度，污水达标排放率等。

5 节水器具与设备

5.1 卫生器具和配件应符合《节水型生活用水器具》CJ/T 164-2014及《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870-2011的要求。

使用较高用水效率等级的卫生器具（标注各类卫生器具的用水效率等级）。

5.2 公共场所卫生间的洗手盆采用感应式水嘴或自闭式水嘴等限流节水装置。

5.3 公共卫生场所卫生间的小便器采用感应式或延时自闭式冲洗阀。

6 非传统水源利用

6.1 中水利用

6.1.1 中水收集范围、使用范围；中水原水平均日收集水量、中水设备日处理时间、平均时处理水量、设备处理规模、水量平衡计算。

6.1.2 中水处理工艺流程、处理后中水水质。

6.1.3 水质安全保障措施、防误饮误用措施、防止污染饮用水的措施。

6.2 雨水控制与利用

6.2.1 雨水控制与利用方式，应充分利用场地空间合理设置绿色雨水基础设施（下凹式绿地、雨水花园等），合理衔接引导屋面雨水、场地雨水进入地面生态设施，实现雨水在场地内就地入渗，并满足建设工程硬化地面后降雨过程不增加建设区域内雨水径流量和外排雨水量（建设项目开发区雨水流量径流系数，建设后雨水外排流量）。

6.2.2 硬化面积、绿地面积、下凹绿地面积、透水铺装面积、雨水收集面积、收集面雨水设计径流总量、蓄水池容积、雨水利用用水量、雨水利用水量平衡计算等，通过雨水入渗、滞蓄、调蓄、回用，实现年径流总量控制率。

6.2.3 雨水处理工艺流程、设备处理规模、处理后雨水水质。

6.2.4 安全保障措施、防误饮误用措施、防止污染饮用水的措施。

水资源利用规划大纲

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 翟莎莎

翟莎莎

设计 李爱莲

李爱莲

页

C4

6.2 避免管网漏损措施

【对应条文】

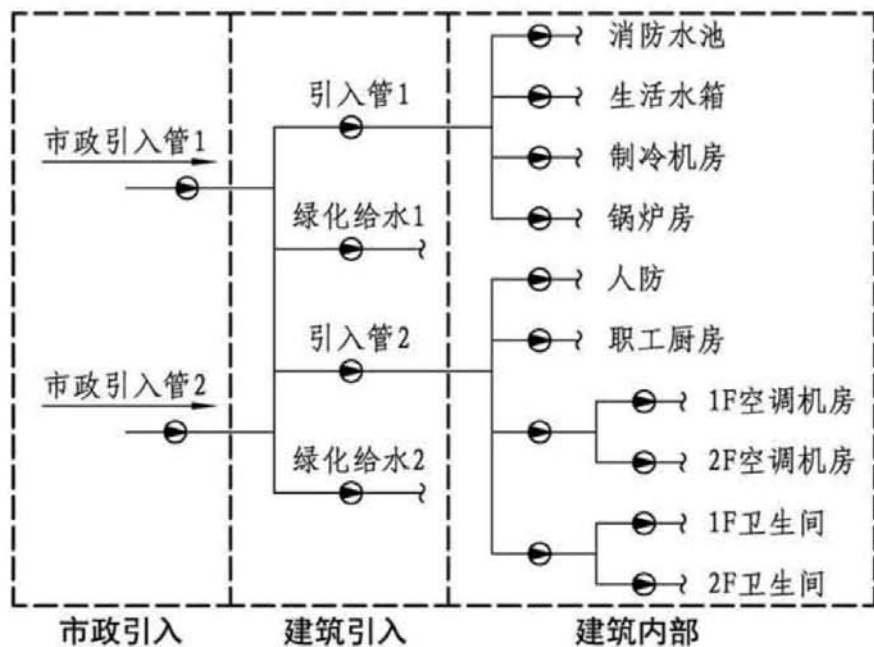
6.2.2 采取有效措施避免管网漏损，评价总分为7分。（评分规则见本图集G9页）

【技术要点】

管网漏失水量包括：阀门故障漏水量，室内卫生器具漏水量，水池、水箱溢流漏水量，设备漏水量和管网漏水量。给水系统中使用的管材、管件，必须符合现行产品行业标准的要求。

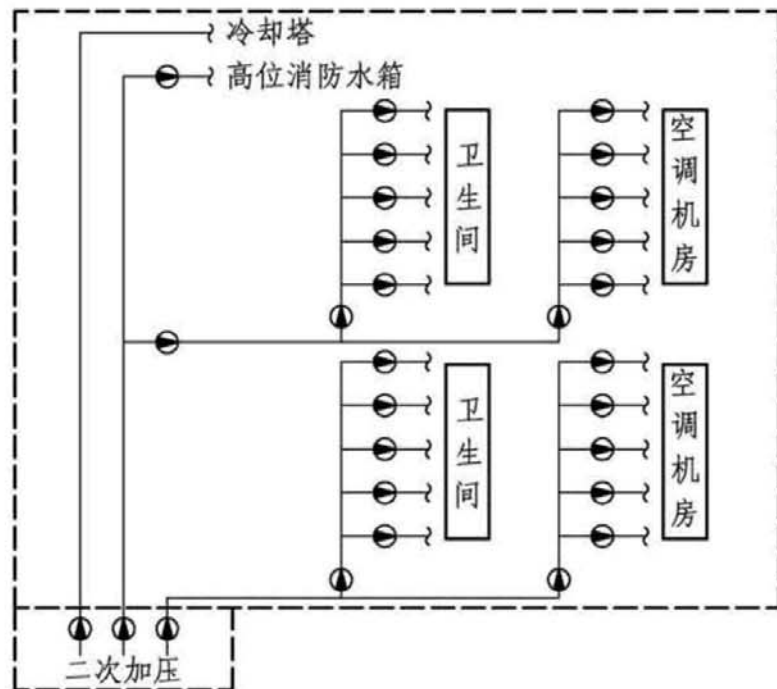
水平衡测试是对项目用水进行科学管理的有效方法。根据水量平衡测试的要求安装分级计量水表，分级计量水表安装率100%。具体要求为下级水表的设置应覆盖上一级水表的所有出流量，不得出现无计量支路。水平衡测试的目的：①掌握项目用水现状，并对其进行合理化分析。②找出项目用水管网和设施的泄漏点、堵塞跑冒滴漏。③健全项目用水三级计量仪表设置，既能保证水平衡测试量化指标的准确性，又为今后的用水计量和考核提供依据。④可以较准确地把用水指标分解下达到各用水单元，定期考核，调动各方面的节水积极性，提高单位管理人员的节水意识。⑤为制定用水定额和计划用水量提供基础数据。满足水平衡测试的水表设置要求，可参见图C2-1、图C2-2所示。

【某高层办公建筑分级计量装置设置示例】



图C2-1 市政供水分级计量装置设置示意

注：●—计量装置（水表、流量计）



图C2-2 二次加压供水分级计量装置设置示意

避免管网漏损措施—分级计量

审核 刘洪 刘洪 校对 翟莎莎 翟莎莎 设计 李爱莲 李爱莲

图集号

15J904

页

C5

C.3 用水计量

【对应条文】

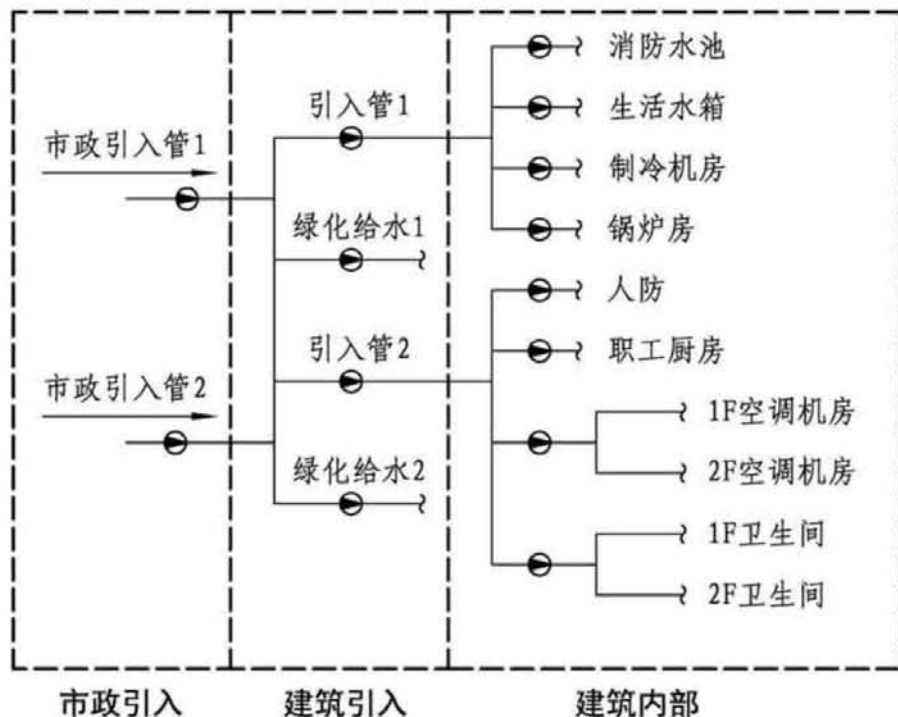
6.2.4 设置用水计量装置，评价总分为6分。（评分规则见本图集G9页）

【技术要点】

按使用用途、付费或管理单元情况，对不同用户的用水分别设置用水计量装置，统计用水量，并据此施行计量收费，以实现“用者付费”，达到节水的目的，同时还可统计各种用途的用水量和分析渗漏水量，达到持续改进的目的。对于隶属于同一管理单元，但用水功能多且用水点分散，分项计量困难的项目，可只针对其主要用水部门进行分项计量，例如餐饮、办公、娱乐、商业、景观、室外绿化等，但应保证满足水平衡要求，即相邻两级水表的计量范围必须一致。

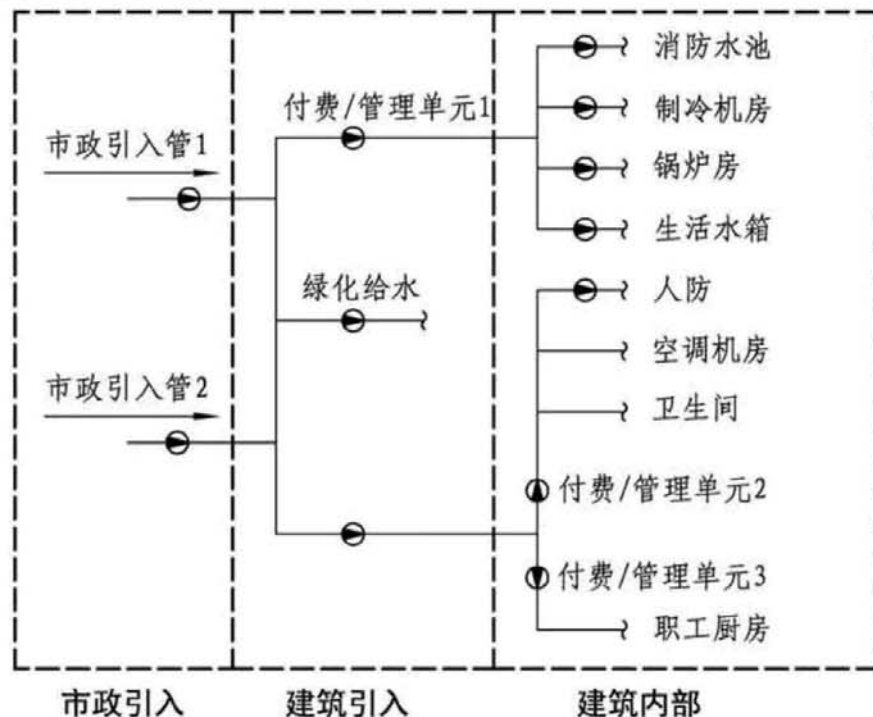
【某高层办公建筑计量装置设置示例—市政供水】

市政供水管上按使用用途设置水表可参见图C3-1所示；按付费管理单元设置水表可参见图C3-2所示。



图C3-1 市政供水计量装置设置示意—按使用用途

注：⊙—计量装置（水表、流量计）



图C3-2 市政供水计量装置设置示意—按付费或管理单元

公共建筑设置用水计量装置示例

图集号

15J904

审核

刘洪

刘洪

校对

翟莎莎

翟莎莎

设计

李爱莲

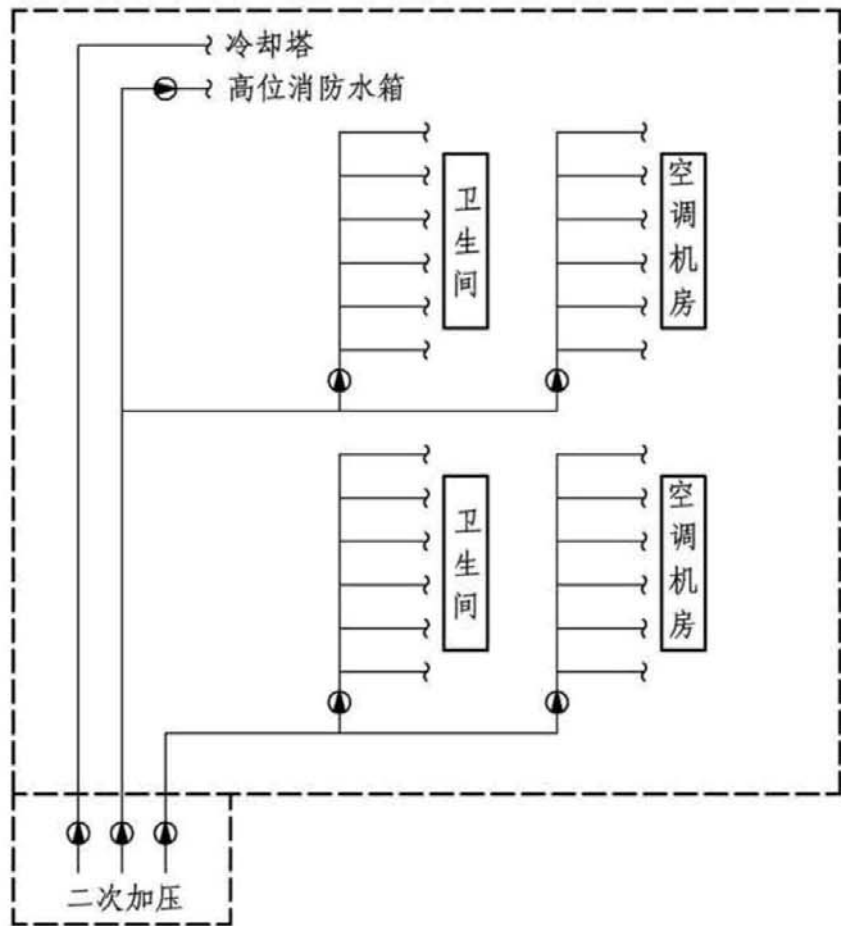
李爱莲

页

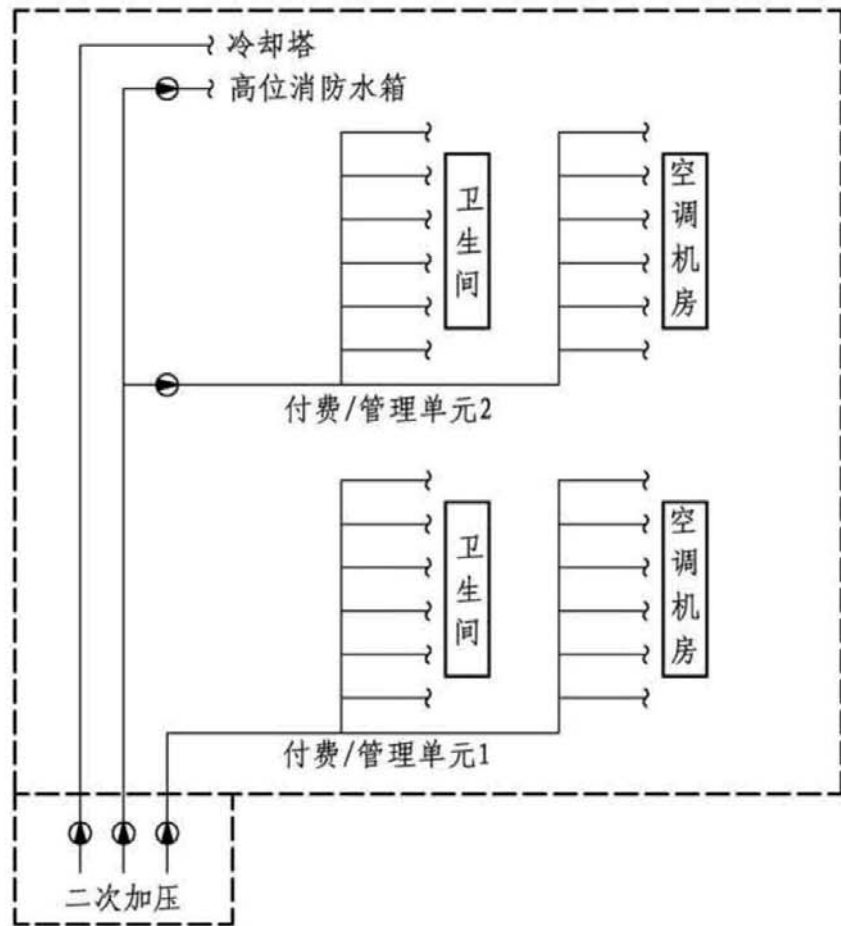
C6

【某高层办公建筑计量装置设置示例—二次加压供水】

二次加压供水管上按使用用途设置水表可参见图C3-3所示；按付费管理单元设置水表可参见图C3-4所示。



图C3-3 二次加压供水计量装置设置示意—按使用用途



图C3-4 二次加压供水计量装置设置示意—按付费或管理单元

注：⊙—计量装置（水表、流量计）

公共建筑设置用水计量装置示例							图集号	15J904
审核	刘洪	刘洪	校对	翟莎莎	翟莎莎	设计	李爱莲	李爱莲
							页	C7

C.4 节水器具

【对应条文】

6.1.3 应采用节水器具。

6.2.6 使用较高用水效率等级的卫生器具，评价总分为10分。（评分规则见本图集G9页）

【技术要点】

所有生活用水器具应满足《节水型生活用水器具》CJ/T 164-2014、《节水型卫生洁具》GB/T 31436-2015及《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870-2011的要求。绿色建筑鼓励选用更高节水性能的节水器具。节水器具用水效率等级指标，见表C4-1～表C4-5：

表C4-1 水嘴用水效率等级指标

用水效率等级	1级	2级	3级
流量 (L/s)	0.100	0.125	0.150
注：1. 本表摘自《水嘴用水效率限定值及用水效率等级》GB 25501-2010。 2. 本表不适用于浴缸出水部分的浴缸用水嘴、沐浴用水嘴、洗衣机水嘴和温控水嘴。			

表C4-2 淋浴器用水效率等级指标

用水效率等级	1级	2级	3级
流量 (L/s)	0.08	0.12	0.15
注：1. 本表摘自《沐浴器用水效率限定值及用水效率等级》GB 28378-2012。 2. 本表不适用于自带加热装置的沐浴器。			

表C4-3 坐便器用水效率等级指标

用水效率等级			1级	2级	3级	4级	5级
用水量 (L)	单档	平均值	4.0	5.0	6.5	7.5	9.0
	双档	大档	4.5	5.0	6.5	7.5	9.0
		小档	3.0	3.5	4.2	4.9	6.3
		平均值	3.5	4.0	5.0	5.8	7.2
注：本表摘自《坐便器用水效率限定值及用水效率等级》GB 25502-2010。							

表C4-4 小便器及其冲洗阀用水效率等级指标

用水效率等级	1级	2级	3级
冲洗水量 (L)	2.0	3.0	4.0
注：本表摘自《便器冲洗阀用水效率限定值及用水效率等级》GB 28379-2012；《小便器用水效率限定值及用水效率等级》GB 28377-2012。			

表C4-5 大便器冲洗阀用水效率等级指标

用水效率等级	1级	2级	3级	4级	5级
冲洗水量 (L)	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
注：本表摘自《便器冲洗阀用水效率限定值及用水效率等级》GB 28379-2012。					

节水器具用水效率等级指标

图集号

15J904

审核 刘洪 刘洪 校对 翟莎莎 翟莎莎 设计 李爱莲 李爱莲

页

C8

C.5 空调设备或系统节水冷却技术

【对应条文】

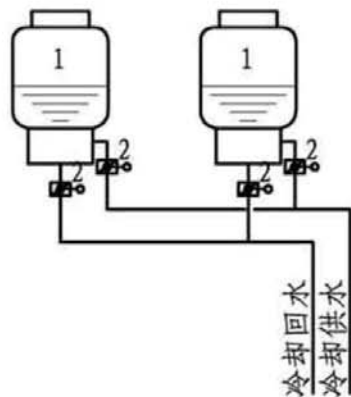
6.2.8 空调设备或系统采用节水冷却技术，评价总分为10分。（评分规则见本图集G10页）

【技术要点】

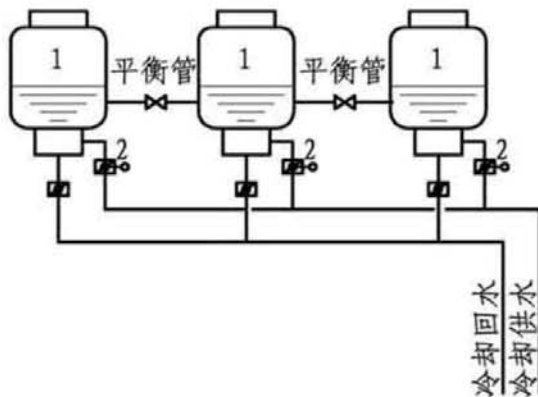
- 1 循环冷却水系统设置水处理措施，减小排污耗水量；采取加大集水盘（图C5-1）、设置平衡管或平衡水箱（图C5-2）的方式，避免冷却水泵停泵时冷却水溢出。
- 2 运行时，冷却水的蒸发耗水量占冷却水补水量的比例不低于80%。
- 3 采用无蒸发耗水量的冷却技术，如图C5-4所示。

实际工程中，往往多台冷却塔并联配置。当各台冷却塔未解决阻力平衡问题时，就会出现各台冷却塔水量分配不均匀，有的冷却塔在溢水，而有的冷却塔还在补水，影响系统使用外还会造成水资源浪费。为解决这一问题，往往会采取以下措施解决：

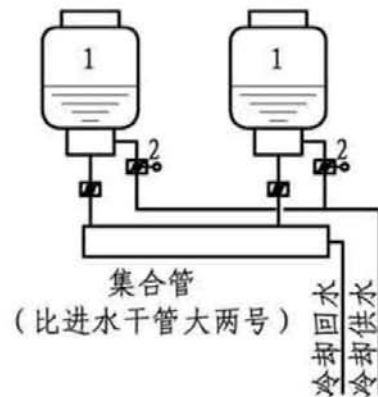
- （1）在冷却塔的进水支管和出水支管上都设置电动阀，两组阀门成对动作，与冷却塔启停进行电气连锁；
- （2）各台冷却塔的集水盘设置平衡管，平衡管的管径与进水干管的管径相同；
- （3）为使冷却塔的出水量均匀、集水盘水位一致，出水干管采取比进水干管大两号的集合管，如图C5-3所示。



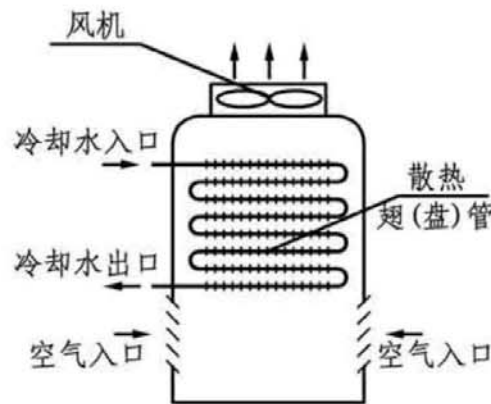
图C5-1 多台冷却塔并联运行时的连接原理图(加大集水盘)



图C5-2 多台冷却塔并联运行时的连接原理图(增加平衡管)



图C5-3 多台冷却塔并联运行时的连接原理图(加大集合管)



图C5-4 闭式冷却塔干式运行原理图

注：1-冷却塔；2-电动阀门

空调设备或系统节水冷却技术

审核 刘建华 刘建峰 校对 贾昭凯 贾昭凯 设计 赵涛 赵涛

图集号

15J904

页

C9

C.6 雨水收集回用为景观水体

【对应条文】

6.2.12 结合雨水利用设施进行景观水体设计，景观水体利用雨水的补水量大于其水体蒸发量的60%，且采用生态水处理技术保障水体水质，评价总分为7分，并按下列规则分别评分并累计：

- 1 对进入景观水体的雨水采取控制面源污染的措施，得4分；
- 2 利用水生动、植物进行水体净化，得3分。

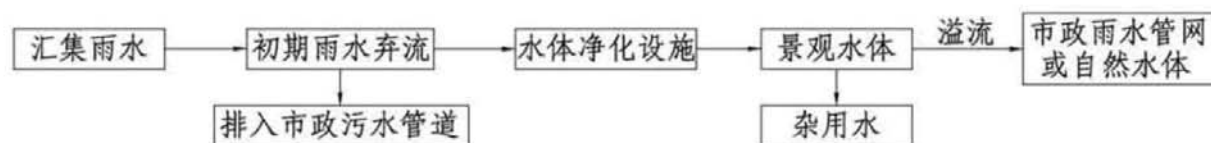
【技术要点】

1 基本定义

雨水收集回用是指将从屋面、道路、停车场等不同场所收集到的雨水径流，进行一定的净化处理后，作为绿化灌溉、景观水体、再生水等水源的系统。其系统一般包括收集、弃流、雨水储存、水质处理和雨水回用。景观水体是雨水收集回用的用途之一。

2 系统流程

雨水收集回用为景观水体的系统流程示意如图C6-1所示：



图C6-1 雨水收集回用为景观水体的系统流程示意

3 设计要点

当用地内设有景观水体时，应优先选择景观水体储存雨水，将其用作水体补水、绿地灌溉和地面浇洒等杂用水。汇集的雨水在弃流后进入景观水体，超过设计水量后通过溢流管道排入市政雨水管网。汇集的雨水可以是屋面雨水，也可以是屋面、地面混合雨水。

景观水体既是雨水用户，又是雨水储存设施，通过如下方式实现：水体设置旱季（低）水位和雨季（高）水位（降雨量随季节变化较大的地区），或者设置设计水位和溢流水位（降雨量全年较充足的地区），利用水位之间的容积差蓄存雨水。景观设计应考虑不同水位时的景观效果，植物配置也应适应水位变化。

水质净化系统维持水体水质达标，属景观水体常规配置设备，可兼作雨水净化设施。雨水回用于景观水体宜采用生态处理设施。

4 计算方法

景观水体利用雨水的补水量按其可收集的雨水汇水面积（一般为硬化面雨水），计算年度可用雨水量，并应考虑扣除初期弃流量，且与景观水体的规模、形式设计核对。

水体蒸发是景观水体的主要水量损失方式之一。水体蒸发量是计算水量平衡的重要参数之一，与一个地区的降水、纬度、水温、气温以及风速等因素有关，应根据当地水文气象部门提供的实测资料选用数据进行逐月计算。

雨水收集回用为景观水体

图集号

15J904

审核

刘静

刘静

校对

杨冬冬

杨冬冬

设计

蒙宇婧

蒙宇婧

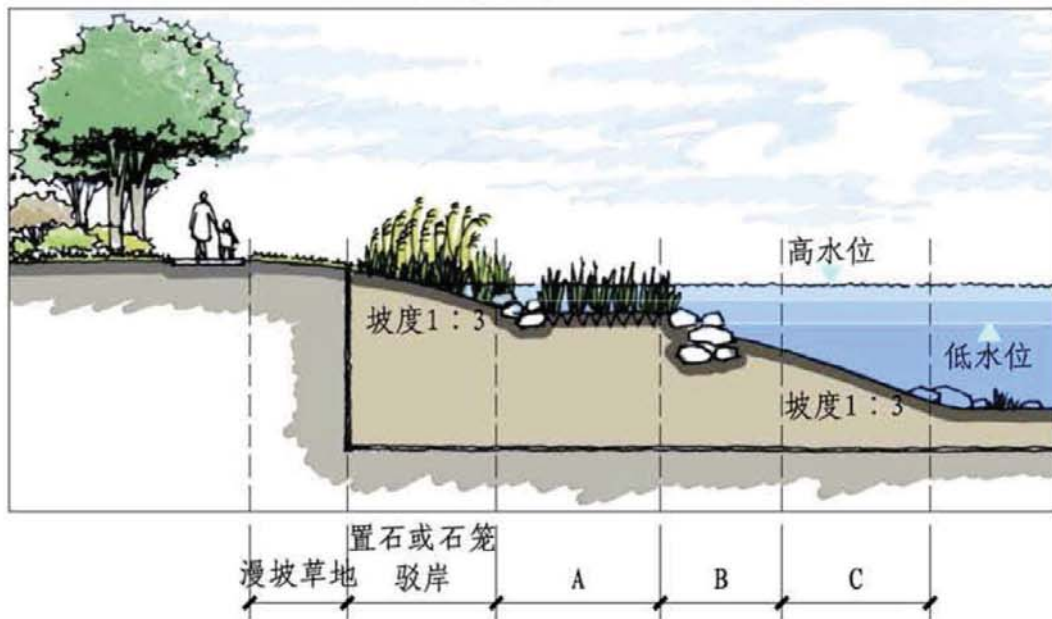
页

C10

【生态型水景做法示例】

建议景观水体四周驳岸采用本图集第A33、A34页中列举的石笼边缘、自然置石等做法，对汇入径流进行预处理，控制面源污染。若水体周边有漫坡草地时，可以用绿地替代弃流设施，对来自屋面或地面铺装的雨水经由绿地进入景观水体，起到初步净化作用（绿地需在雨季施肥时则不可用此法）。

水体工程建议采用生态水处理技术，即仿自然式水体，其生物链系统平衡、健康，水质保障可持续。这类水景自然美观，易于水生植物的栽种及水生态系统的营造。可依据水深条件，选择净化能力强的各类水生植物，适当放养鱼类、青蛙等动物，延长食物链，提高生物净化效果。通过净化带植物以及土壤和微生物种群，对雨水中的有机物质进行过滤和吸收，抑制浮藻类生长，从而防止水体富营养化。生态型水景做法如图C6-2所示，其中漫坡草地、置石或石笼驳岸及A段可做适当融合。



种植位置	要求水深 (m)	常见植物类型
A	<0.3	水芋、水蓼、慈姑等
B	<0.6	千屈菜、香蒲、水葱等
C	<1.0	荷花、睡莲、黑藻等

图C6-2 生态型水景做法示意



图C6-3 生态型水景池景图一



图C6-4 生态型水景实景图二

生态型水景做法								图集号	15J904
审核	刘静	刘静	校对	杨冬冬	杨冬冬	设计	蒙宇婧	蒙宇婧	页
									C11

D 节材与材料资源利用综述

【技术要点】

材料资源的合理利用及再利用是绿色建筑评价的重要内容。为促进资源节约和环境保护，应推广使用符合国家和地方政策法规、标准的建筑材料，强制淘汰不符合节能、节地、节水、节材和环境保护的建筑材料，明确要求不得采用国家和地方建设主管部门禁止和限制使用的建筑材料及制品。

绿色建筑材料选用时，应综合考虑选用可再利用材料、可再循环材料和以废弃物为原料的建筑材料，以便达到减少新材料的使用、减少生产加工运输等带来的资源以及能源消耗、减少废弃物对环境的污染的目的。在建筑设计阶段，应考虑选用高强度、高耐久性建筑结构材料以及耐久性好、易维护的装饰材料。在建筑施工阶段，应尽量选用本地生产的建筑结构材料，选用预拌混凝土、预拌砂浆。

设置大量没有功能的纯装饰性构件，以较大的资源消耗来追求美观，不符合绿色建筑节约资源和环境保护的要求，而通过使用装饰和功能一体化构件，利用功能构件作为建筑造型的语言，可以在满足建筑功能的前提下表达丰富的美学效果。对于不具备遮阳、导光、导风、载物、辅助绿化等作用的飘板、格栅、构架和塔、球、曲面等装饰性构件，应对其造价进行控制。

我国是世界上地震灾害最严重的国家之一，大量建筑处于环太平洋地震带和亚欧地震带上，需要进行抗震设计。规则的建筑形体相对不规则的建筑形体结构用材量较少，资源相对节约。选择相对规则的建筑形体，可以达到节材的目的。

建筑材料用量中大部分为结构材料，绿色建筑设计要求对地基基础、结构体系、结构构件设计进行优化论证，使得资源消耗量、能源消耗量及碳排放量相对较少。鼓励采用钢结构体系、木结构体系、预制结构体系等。符合一定条件时，鼓励采用消能减震等新技术、新工艺。在满足建筑功能的情况下，合理减轻建筑自重，达到节约资源和环境保护的目的。

土建工程与装修工程一体化设计，即在土建设计时考虑装修设计需求，事先进行孔洞预留和装修面层固定件的预留，避免在装修时对原有结构进行打凿、穿孔，保证结构安全并减少材料消耗和建筑垃圾产生。同时在建筑设计和装修设计时考虑模数协调。模数化设计可以大大提高工业化效率和生产效率、减少施工废料，达到节约材料和人工的目的。

公共建筑一般装修频率较高，大空间较多，在保证工作环境不受影响的前提下使用可重复使用的隔断（墙），可以减少空间重新布置时对建筑构件的破坏，减少材料浪费和建筑垃圾产生。

建筑工业化已经成为实施绿色建筑的重要手段之一。采用工业化生产的预制构件和整体化定型设计的厨房、卫浴间可以提高生产效率，减少现场作业造成的材料浪费、粉尘和噪声等问题。

节材与材料资源利用综述

图集号

15J904

审核 王昌兴

王昌兴

校对 戴耀文

戴耀文

设计 孙晓彦

孙晓彦

页

D1

D.1 建筑材料

【技术要点】

任何建筑材料在生产、安装、使用、废弃过程中均会对资源 and 环境造成一定的影响, 建筑材料选用要求资源节约和环境保护最大化, 实现节能、节地、节水、节材和环境保护的目的。《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014对建筑材料的评价要点见下表:

对应条文	条文要点	参评文件	评价说明或相关计算公式	
7.1.1	禁止和限制使用的建筑材料及制品	设计文件、建筑材料、材料清单等	不得采用国家或地方禁止和限制使用的建筑材料及制品	
7.2.7	选用本地生产的建筑材料	建筑材料进场记录、工程决算材料清单等	$R_{lm} = \frac{G}{\sum G_i}$	R_{lm} 本地生产建筑材料用量比 G 本地生产建筑材料使用量(t) $\sum G_i$ 建筑材料总用量(t)
7.1.2	选用高强度结构材料	结构施工图等	混凝土结构中梁、柱纵向受力普通钢筋应采用不低于400MPa级的热轧带肋钢筋	
7.2.10		结构设计文件等	混凝土结构: 400MPa及以上受力普通钢筋的比例或竖向承重结构C50及以上占竖向承重结构混凝土总量的比例; 钢结构: Q345及以上高强钢材用量占总量的比例; 混合结构: 按上面两条分别按标准评价	
7.2.8 7.2.9	选用预拌混凝土、预拌砂浆	用量清单、竣工图等	$\gamma_i = \frac{g_i}{G_i}$	γ_i 一预拌混凝土、预拌砂浆用量比 g_i 一预拌混凝土、预拌砂浆使用量(t) G_i 一混凝土、砂浆总使用量(t)
7.2.11	选用高耐久性建筑结构材料	建筑、结构施工图、材料清单、复验报告等	$\gamma_i = \frac{g_i}{G_i}$	混凝土结构: γ_i —高耐久性混凝土用量比; g_i —高耐久性混凝土使用量(t); G_i —混凝土总使用量(t) 钢结构: 采用耐候结构钢或耐候型防火涂料
7.2.12	选用可再利用材料和可再循环材料	材料清单、工程决算材料清单、产品检测报告等	$\gamma = \frac{G}{\sum G_i}$	γ 一可再利用材料和可再循环材料使用比例 G 一可再利用材料和可再循环材料使用量(t) $\sum G_i$ —建筑材料总用量(t)
7.2.13	选用以废弃物为原料生产的建筑材料	工程决算材料清单、废弃物建材检测报告、资源综合利用认定证书等	$\gamma = \frac{G}{\sum G_i}$	γ —废弃物为原料生产的建筑材料使用比例 G —废弃物为原料生产的建筑材料使用量(t) $\sum G_i$ —同类建筑材料总用量(t)
7.2.14	选用耐久性好、易维护的装饰装修材料	建筑装饰装修竣工图纸、材料检测报告等	(1) 合理采用清水混凝土; (2) 采用耐久性好、易维护的外立面材料; (3) 采用耐久性好、易维护的室内装饰装修材料	

注: “材料清单”指工程决算(预)算材料清单。

建筑材料

图集号

15J904

审核王昌兴

王昌兴

校对孙晓彦

孙晓彦

设计戴耀文

戴耀文

页

D2

D.2 建筑装饰性构件判定

【对应条文】

7.1.3 建筑造型要素应简约,且无大量装饰性构件。

【技术要点】

建筑设置大量的没有功能的纯装饰性构件,以较大的资源消耗来追求美观,不符合绿色建筑节约资源的要求。而通过使用装饰和功能一体化构件,利用功能构件作为建筑造型的语言(如图D2-1、图D2-2),可以在满足建筑功能的前提下表达丰富的美学效果,并节约资源。对于不具备遮阳、导光、导风、载物、辅助绿化等作用的飘板、格栅、构架和塔、球、曲面等装饰性构件,应对其造价进行控制。

表D2-1 没有功能作用的纯装饰性构件常见情况

序号	纯装饰构件类别
1	不具备遮阳、导光、导风、载物、辅助绿化等作用的飘板、格栅和构架等作为构成要素在建筑中大量使用,如图D2-3
2	单纯为追求标志性效果,在屋顶等处设立的塔、球、曲面等异形构件,如图D2-4
3	女儿墙高度超过规范要求2倍以上

表D2-2 纯装饰性构件造价控制原则

建筑类型	造价控制
居住建筑	纯装饰性构件造价不高于所在单栋建筑总造价的2%
公共建筑	纯装饰性构件造价不高于所在单栋建筑总造价的5%

注:1.纯装饰构件造价算法:可仅算纯装饰构件部分造价,不考虑因纯装饰构件而增加的主体结构造价。例如:不考虑其生根锚固于主体结构增加的造价。
2.工程总造价的算法:工程总造价是指建安造价的总和,其中不包括征地等其他费用。
3.计算女儿墙高度时,应取女儿墙高度的最高值,而不应取女儿墙高度的平均值。



图D2-1 某艺术文化中心

注:利用电气、给排水、交通等设备管道,甚至梁、柱、桁架、拉杆等建筑本身存在的构件装饰立面,形成独特的立面造型,同时一定程度上节省了立面装饰材料。



图D2-2 某带格栅的建筑

注:通过调节格栅角度控制室内光照面积。同时格栅丰富了单调的立面造型,达到装饰功能一体化的效果,为非装饰性构件。



图D2-3 纯装饰性构架

注:构架不具备遮阳、导光、导风、载物、辅助绿化等作用,功能仅为装饰性。



图D2-4 纯装饰性曲面造型

注:单纯为追求外立面效果,在建筑屋顶及两侧设计成曲面造型,为支撑曲面造型,屋顶及两侧须附加结构支撑构件。

建筑装饰性构件判定

图集号

15J904

审核 王昌兴

校对 孙晓彦

设计 戴耀文

页

D3

D.3 建筑形体选用

【对应条文】

7.2.1 择优选用建筑形体，评价总分为9分。

【技术要点】

建筑形体是指建筑平面形状和立面、竖向剖面的变化。抗震概念设计将建筑形体划分为规则、不规则、特别不规则和严重不规则四种类型。形体不规则建筑要比形体规则建筑耗费更多的建筑材料，不规则程度越高，对建筑材料的消耗量越多，不利于节材。绿色建筑设计应重视其平面、立面和竖向剖面的规则性对抗震性能及经济合理性的影响，优先选用规则的建筑形体。

选用规则的建筑形体需要建筑设计师具备一定的结构概念知识，方案论证过程中，需要结构设计师的配合。依据《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010等抗震规定，本节列举建筑形体不规则、特别不规则、严重不规则的定义和指标。

表D3-1 建筑形体平面不规则的举例

序号	定义、参考指标	依据	配合方式
1a	在规定的水平力作用下，楼层的最大弹性水平位移(或层间位移)，大于该楼层两端弹性水平位移(或层间位移)平均值的1.2倍。	【1】	结构计算
1b	偏心率大于0.15或相邻层质心相差大于相应边长15%。	【3】	结构计算
2a	平面凹进的尺寸，大于相应投影方向总尺寸的30%，图示参见D6页图D3-3。	【1】	配合建筑
2b	结构平面为角部重叠的平面图形或细腰形平面图形，图示参见D6页图D3-2。	【2】	配合建筑
3	楼板的尺寸和平面刚度急剧变化，例如，有效楼板宽度小于该层楼板典型宽度的50%，或开洞面积大于该层楼面面积的30%，参见D6页图D3-1，或较大的楼层错层，参见D7页图D3-5。	【1】	配合建筑

注：1. 深凹进平面在凹口设置连梁，当连梁刚度较小不足以协调两侧的变形时，仍视为凹凸不规则，不按楼板不连续的开洞对待。

2. 定义、参考指标依据：

【1】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010

【2】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010

【3】《超限高层建筑工程抗震设防专项审查技术要点》（建质[2015]67号）

表D3-2 建筑形体竖向不规则的举例

序号	定义	依据	配合方式
1	竖向抗侧力构件(柱、抗震墙、抗震支撑)的内力由水平转换构件(梁、桁架等)向下传递，图示参见D7页图D3-6；结构体系属于《高层建筑混凝土结构技术规程》第10章定义的复杂高层建筑结构：包括带转换层的结构（抗震设防烈度7度转换层位于5层及以下，抗震设防烈度8度转换层位于3层及以下）、加强层、连体类或错层（错层高度大于600mm或梁高）等复杂的高层建筑。	【1】 【2】	配合建筑
2	抗侧力结构的层间受剪承载力小于相邻上一楼层的80%。	【1】	结构计算
3a	该层的侧向刚度小于相邻上一层的70%，或小于其上相邻三个楼层侧向刚度平均值的80%；除顶层或出屋面小建筑外，局部收进的平面尺寸大于相邻下一层的25%。	【1】	结构计算
3b	竖向构件收进位置高于结构高度20%且收进大于25%，或外挑大于10%和4m。	【3】	配合建筑
4	如局部的穿层柱、斜柱、夹层、个别构件错层或局部不规则转换，或个别楼层扭转位移比略大于1.2等（已计入表D3-1、表D3-2者除外）。	【2】	配合建筑

建筑形体选用

图集号

15J904

审核 王昌兴 王昌兴 校对 孙晓彦 孙晓彦 设计 戴耀文 戴耀文

页

D4

特别不规则是指具有较明显的抗震薄弱部位,可能引起不良后果者,即:具有表D3-1、表D3-2所列三个及三个以上不规则项者;具有表D3-3中所列的一项不规则者;具有表D3-1、表D3-2所列两个不规则项且其中有一项接近表D3-3中的不规则指标者,其中a、b不重复计算。特别不规则的建筑应进行专门的研究和论证,采取特别加强措施。

严重不规则指的是形体复杂,多项不规则指标超过《建筑抗震设计规范》GB50011-2010第3.4.4条上限值或某一项大大超过规定值,具有现有技术和经济条件不能克服的严重的抗震薄弱环节,可能导致地震破坏的严重后果者。严重不规则的建筑不应采用。

对于建筑形体特别不规则结构,应进行专门研究和论证,采取有效的加强措施,不应采用严重不规则的建筑形体。

表D3-3 建筑形体特别不规则的举例

序号	不规则类型	定义、参考指标	依据	配合方式
1	扭转偏大	裙房以上有较多层考虑偶然偏心的扭转位移比大于1.4	【1】	结构计算
2	抗扭刚度弱	扭转周期比大于0.9,混合结构扭转周期比大于0.85		
3	层刚度偏小	本层侧向刚度小于相邻上层的50%		
4	高位转换	框支墙体的转换构件位置:7度超过5层,8度超过3层		结构配合
5	厚板转换	7~9度设防的厚板转换结构		结构配合
6	塔楼偏置	单塔或多塔合质心与大底盘的质心偏心距大于底盘相应边长的20%		结构计算
7	复杂连接	各部分层数、刚度、布置不同的错层或连体两端塔楼显著不规则的结构		结构配合
8	多重复杂	同时具有转换层、加强层、错层、连体和多塔类型中的2种以上		结构配合
9	屋盖超限工程	空间网格结构或索结构的跨度大于120m或悬挑长度大于40m,钢筋混凝土薄壳跨度大于60m,整体张拉式膜结构跨度大于60m,屋盖结构单元的长度大于300m,屋盖结构形式为常用空间结构形式的多重组合、杂交组合以及屋盖形体特别复杂的大型公共建筑	【3】	配合建筑

注:定义、参考指标依据:

【1】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010

【2】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010

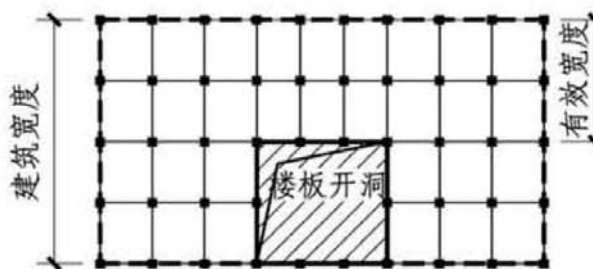
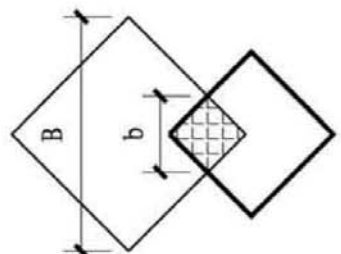
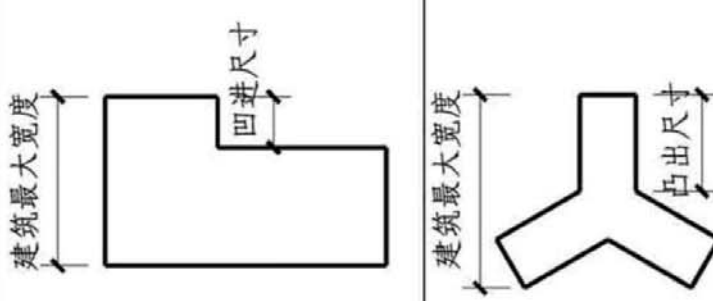
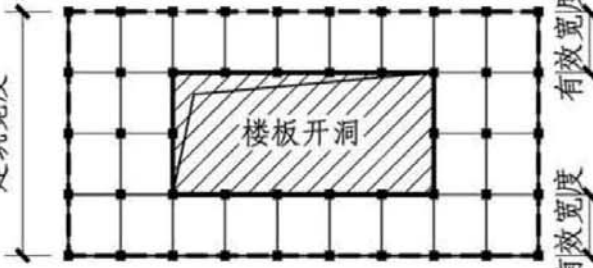
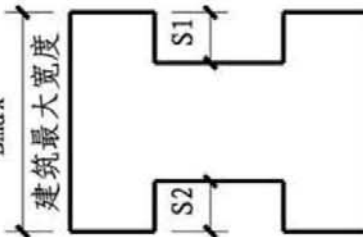
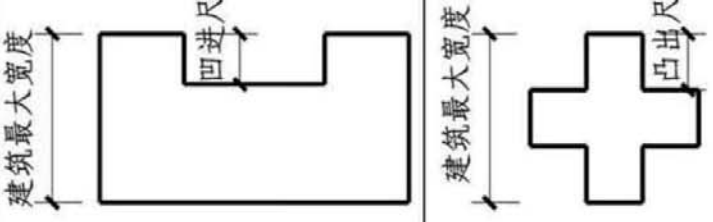
【3】《超限高层建筑工程抗震设防专项审查技术要点》(建质[2015]67号)

建筑形体特别不规则举例				图集号	15J904
审核	王昌兴	王昌兴	校对	孙晓彦	孙晓彦
设计	戴耀文	戴耀文	设计	戴耀文	戴耀文
页	D5				

【建筑形体平面规则图示举例】

《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010提倡平、立面简单对称。震害表明，简单、对称的建筑在地震时破坏程度相对较轻，平面不规则结构，抗震设计时结构材料用量较多，不利于节材与材料资源利用。

符合下表时，可视为建筑形体平面规则。

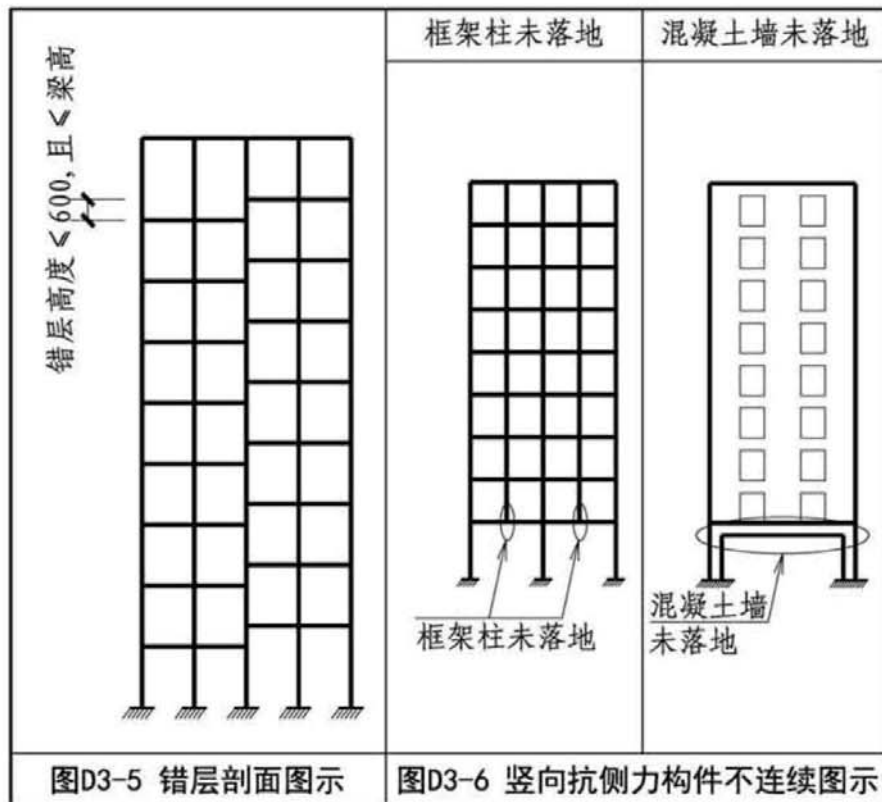
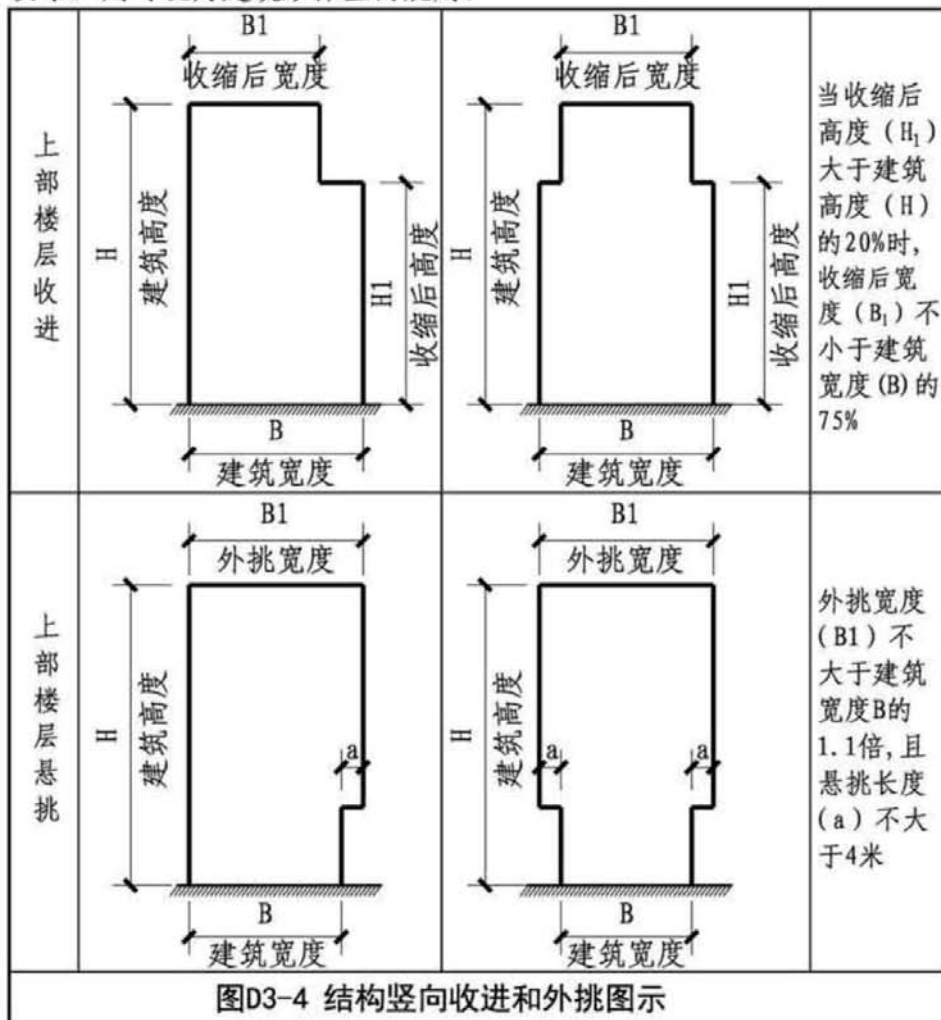
 <p>注：1. 有效宽度不小于建筑宽度的50%； 2. 楼板开洞部分面积不大于虚线部分面积的30%。</p>	 <p>注：重叠部位的对角线长度b不小于与之平行方向结构最大有效楼板宽度B的1/3。</p>	 <p>注：凹进尺寸或凸出尺寸不大于建筑最大宽度的30%</p>
 <p>注：1. 有效宽度和不宜小于5m，有效宽度不应小于2m； 2. 楼板开洞部分面积不大于虚线部分面积的30%。</p>	 <p>注：S1+S2<1/3Bmax。</p>	 <p>注：凹进尺寸或凸出尺寸不大于建筑最大宽度的30%</p>
<p>图D3-1 平面开洞图示</p>	<p>图D3-2 角部重叠、细腰图示</p>	<p>图D3-3 建筑平面凹凸图示</p>

建筑形体平面规则图示举例		图集号	15J904
审核	王昌兴	校对	孙晓彦
设计	戴耀文	页	D6

【建筑形体竖向规则图示举例】

《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010规定, 抗震设计时, 如侧向刚度变化、承载力变化、竖向抗侧力构件连续性不满足规范要求, 其对应于地震作用标准值的剪力应乘以1.25的增大系数, 从而大大增加结构材料用量, 不利于节材和材料资源利用。

规则的建筑形体, 竖向要求结构竖向抗侧力构件宜上、下连续贯通, 如图D3-6为竖向抗侧力构件不连续图示; 符合图D3-4、图D3-5相关要求, 则可视为建筑形体竖向规则。



建筑形体竖向规则图示举例

图集号

15J904

审核 王昌兴 王昌兴 校对 孙晓彦 孙晓彦 设计 戴耀文 戴耀文

页

D7

【建筑形体高度和高宽比要求】

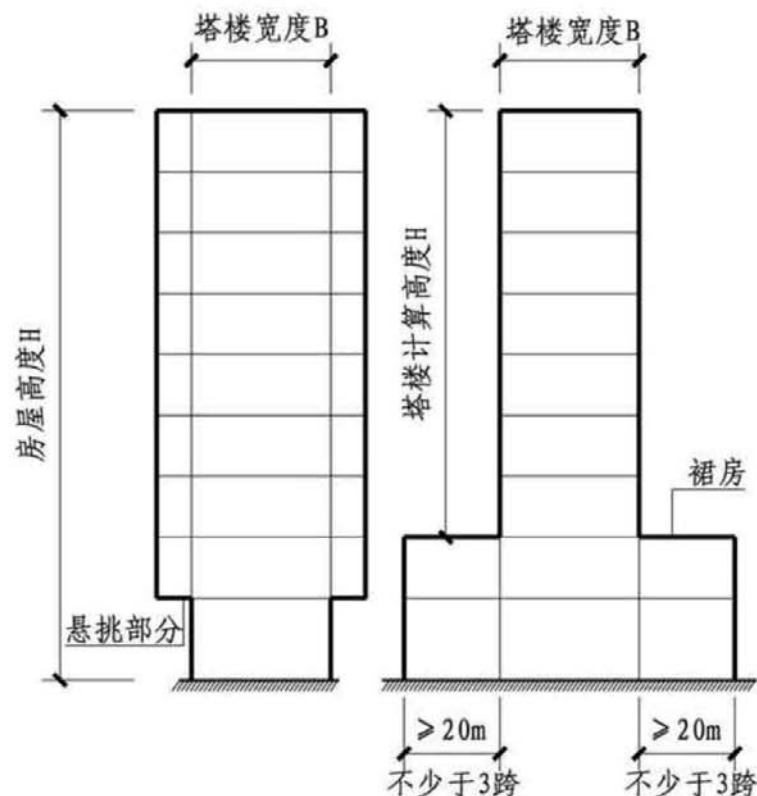
高度和高宽比在结构设计方面不是硬性指标，主要影响建筑结构的经济性和材料用量。高度超一定范围、高宽比过大，对建筑的结构刚度、整体稳定、承载力要求加大。建筑形体竖向布置时，应尽可能地满足相应的高度和高宽比要求，有利于节材。经济性的高度和高宽比限值参见表D3-4。

体型复杂的高层建筑中，高宽比比较难确定，可按所考虑方向的最小宽度计算高宽比，但对突出建筑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。对于带裙房的高层建筑，当高层建筑周边20米范围内附有不少于3跨的裙房时，可以按裙房上的塔楼计算高宽比，如图D3-7所示。

表D3-4 关于A级高度和高宽比(H/B)限值

结构体系	非抗震设计		抗震设防烈度									
			6度		7度		8度(0.2g)		8度(0.3g)		9度	
	高度(m)	高宽比	高度(m)	高宽比	高度(m)	高宽比	高度(m)	高宽比	高度(m)	高宽比	高度(m)	高宽比
框架	70	5	60	4	50	4	40	3	35	3	-	-
板柱-剪力墙	110	6	80	5	70	5	55	4	40	4	-	-
框架-剪力墙	150	7	130	6	120	6	100	5	80	5	50	4
全部落地剪力墙	150	7	140	6	120	6	100	5	80	5	60	4
部分框支剪力墙	130	7	120	6	100	6	80	5	50	5	-	4
框架-核心筒	160	8	150	7	130	7	100	6	90	6	70	4
筒中筒	200	8	180	8	150	8	120	7	100	7	80	5

注：本表摘自《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010。



图D3-7 房屋高宽比(H/B)计算示例

建筑形体高度和宽度比要求

图集号

15J904

审核 王昌兴

设计 戴耀文

校对 孙晓彦

设计 戴耀文

设计 戴耀文

设计 戴耀文

设计 戴耀文

设计 戴耀文

设计 戴耀文

设计 戴耀文

页

D8

D.4 结构优化与碳排放计算

【对应条文】

7.2.2 对地基基础、结构体系、结构构件进行优化设计，达到节材效果，评价分值为5分。

11.2.11 进行建筑碳排放计算分析，采取措施降低单位建筑面积碳排放强度，评价分值为1分。

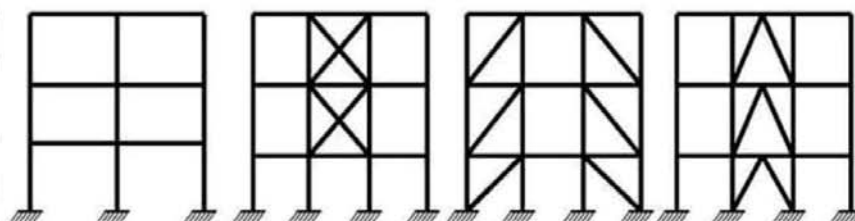
【技术要点】

结构优化设计是指结构专业根据现有的标准和法规，结合建筑的地质条件、建筑功能、抗震设防烈度、施工工艺等方面，从地基基础方案、结构主体方案和结构构件选型三方面着手，以节约材料和保护环境为目标，进行充分的比选论证，最终给出安全、经济、适用的结构方案。结构设计提倡对地基基础、结构体系、结构构件进行优化设计，鼓励采用新技术、新工艺等达到节材目的。

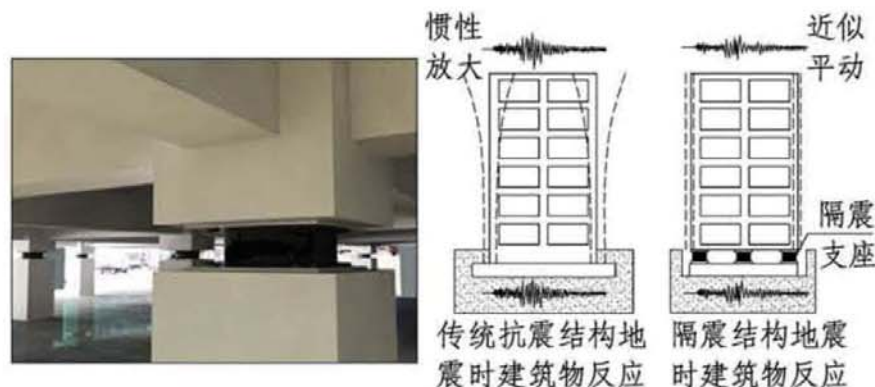
地上结构中，结构体系鼓励采用钢结构体系、木结构体系、就地取材或利用废弃材料制作的砌体结构体系以及预制结构体系。

表D4-1 结构方案优化设计方法举例

结构方案优化类型	优化方法	优化目标	示意图
多层纯框架结构	适当设置剪力墙(或支撑)	可减小整体框架的截面尺寸及配筋量	图D4-1
抗震性或使用功能有较高要求的建筑	采用基础隔震技术	减小整体结构的材料用量	图D4-2
	采用消能减震技术	减小整体结构的材料用量、减小整体框架的截面尺寸及配筋量	图D4-3
混凝土结构	地下车库顶板合理采用空心楼盖技术	减小材料用量，减轻结构自重	图D4-4
混凝土结构或钢结构	预应力技术	减小材料用量，减轻结构自重	图D4-6
钢结构	合理采用冷弯薄壁型钢轻型结构	减小材料用量，减轻结构自重	图D4-5
钢结构构件	构件采用桁架形式或波浪腹板钢结构	减小材料用量，减轻结构自重	图D4-7 图D4-8
地基基础	充分利用天然地基承载力，合理采用复合地基或复合桩基，采用变刚度调平技术	减小基础材料的总体消耗	



图D4-1 多层纯框架和多层框架支撑结构



图D4-2 基础隔震技术

结构优化

图集号

15J904

审核 王昌兴

王昌兴

校对 戴耀文

戴耀文

设计 孙晓彦

孙晓彦

页

D9



图D4-3 屈曲约束支撑



图D4-4 空心楼盖



图D4-5 薄壁型钢



图D4-6 钢结构预应力技术-张弦梁结构



图D4-7 桁架构件



图D4-8 波浪腹板

结构优化								图集号	15J904
审核	王昌兴	王昌兴	校对	戴耀文	戴耀文	设计	孙晓彦	孙晓彦	页
									D10

【减轻非承重结构自重】

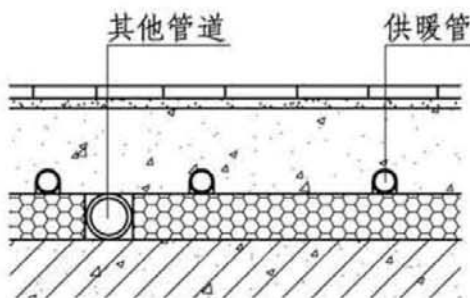
减轻建筑自重可以节约材料用量,降低资源消耗量、能源消耗量及碳排放量,是结构优化有效手段之一。减轻建筑自重包括减轻结构自重和非结构自重两个方面,减轻结构自重主要途径为采用高强结构材料和钢结构体系,如图D4-9所示,高强材料如高强钢筋、高强混凝土、高强钢材等;减轻非结构自重主要途径为在满足建筑功能(如保温、隔声等)要求的条件下,减轻建筑装饰材料重量。下表为减轻非结构自重做法举例:

序号	类别	举例	说明
1	楼面做法	选用轻质楼地面做法	轻质楼面做法如木质楼面、涂层楼面、地毯楼面等
2		选用架空楼板	架空楼板自重较轻,方便安装和拆卸,且拆卸后再利用,有效减少建筑垃圾
3		减少地板辐射采暖楼面面层厚度	通过设置管道布置区等措施避免管道交叉,从而有效减少楼面面层厚度,见图D4-10、图D4-11
4		垫层采用轻骨料混凝土	轻骨料混凝土垫层容重大大低于一般砂浆垫层容重,轻骨料可选择再循环材料
5	隔墙做法	轻质隔墙代替砌块墙	在满足规范和设计要求前提下,尽量采用轻质隔墙(如轻钢龙骨石膏板等)代替砌块墙
6		可拆卸式隔墙	隔墙采用可拆卸式做法,有利于隔墙材料再利用,在重新装修时可以有效避免破坏主体结构,同时便于空间灵活改造
7	墙面装饰	选用轻质墙面装饰材料	推荐采用清水混凝土、铝板幕墙等轻质建筑材料
8	屋面做法	选用轻质屋面	在满足保温、隔声要求前提下,对大跨度屋面采用轻质屋面,如金属夹心板屋面等
9		选用轻质屋面装饰材料	在满足设计师对于美观、防水等要求前提下,尽量选用轻质屋面装饰材料



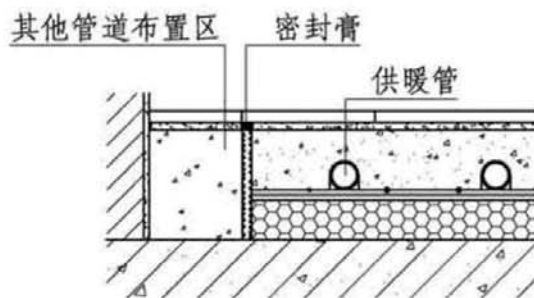
图D4-9 钢结构房屋

注:钢结构体系最大的优点是自重轻,钢材是很好的绿色建筑材料。



图D4-10 部分管道置于保温层内

注:其他管道布置在保温层中避免与供暖管在混凝土垫层中交叉。



图D4-11 单独设置管道布置区

注:其他管道较多时可单独设置管道布置区,有效避免让供暖管道。

减轻非承重结构自重

图集号

15J904

审核 王昌兴

王昌兴

校对 戴耀文

戴耀文

设计 孙晓彦

孙晓彦

页

D11

【资源、能源消耗及碳排放计算】

资源消耗量、能源消耗量及碳排放计算应考虑建筑物全寿命周期，计算方法较多且较复杂，计算相关数据也相对不完善，故暂不列举全寿命周期计算。建筑材料用量中结构材料比例较大，在方案设计阶段，设计者应根据建筑功能，合理选择结构体系，优化结构布置，选用资源消耗量、能源消耗量及碳排放量相对较少结构材料方案。表D4-2列举了《民用建筑绿色设计规范》JGJ/T 229-2010第7.3.2~7.3.4条条文说明关于资源消耗量、能源消耗量及碳排放量计算方法及计算公式。

表D4-2 资源消耗量、能源消耗量及碳排放量参考计算公式

计算项	参考定义	参考计算公式	计算参数定义	
资源消耗量 $C(t/m^2)$	单位建筑面积所使用建筑材料生成过程中消耗的天然矿产资源量	$C = \sum_{i=1}^n X_i B_i (1 - \alpha) / S$	X_i —第 <i>i</i> 种建筑材料生产过程中单位重量消耗资源的指标(t/t)，见表D4-3	B_i —单体建筑用第 <i>i</i> 种材料的总用量(t)； S —单体建筑的建筑面积(m^2)； α —单体建筑所用第 <i>i</i> 种建筑材料的回收系数，见表D4-4。
能源消耗量 $E(GJ/m^2)$	单位建筑面积所使用建筑材料生成过程中消耗的能源量	$E = \sum_{i=1}^n B_i [X_i (1 - \alpha) + \alpha X_{ri}] / S$	X_i —第 <i>i</i> 种建筑材料生产过程中单位重量消耗能源的指标(GJ/t)，见表D4-3； X_{ri} —单体建筑所用第 <i>i</i> 种建筑材料的回收后再利用过程的生产能耗指标(GJ/t)，钢材取11.6、铝材取10.8	
碳排放量 $P(t/m^2)$	单位建筑面积所使用建筑材料生成过程中排放的 CO_2 量(其中不包含 SO_2 、 NO_x 、粉尘等)	$P = \sum_{i=1}^n B_i [X_i (1 - \alpha) + \alpha X_{ri}] / S$	X_i —第 <i>i</i> 种建筑材料生产过程中单位重量排放 CO_2 指标(t/t)，见表D4-3； X_{ri} —单体建筑所用第 <i>i</i> 种建筑材料的回收过程排放 CO_2 指标(t/t)，钢材取0.8、铝材取0.57	

表D4-3 资源、能源消耗及排放指标

指标 \ 材料名称	钢材	铝材	水泥	建筑玻璃	建筑卫生陶瓷	实心粘土砖	混凝土砌块	木材制品
资源消耗指标 $X_i(t/t)$	1.8	4.5	1.6	1.4	1.3	1.9	1.2	0.1
能源消耗指标 $X_i(GJ/t)$	29.0	180.0	5.5	16.0	15.4	2.0	1.2	1.8
碳排放指标 $X_i(t/t)$	2.0	9.5	0.8	1.4	1.4	0.2	0.12	0.2

表D4-4 可再生材料回收系数 α

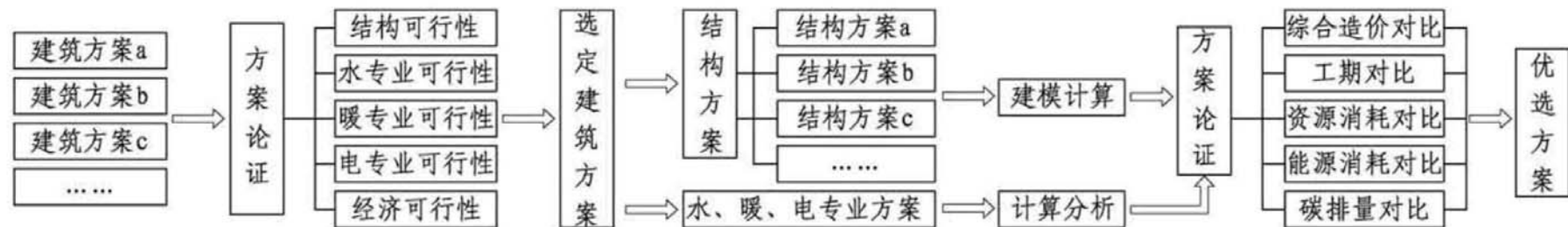
钢材		铝材
型钢	钢筋	
0.9	0.5	
		0.95

资源、能源消耗及碳排放计算

审核 王昌兴 王昌兴 校对 孙晓彦 孙晓彦 设计 戴耀文 戴耀文 图集号 15J904 页 D12

【资源、能源消耗及碳排放计算实例】

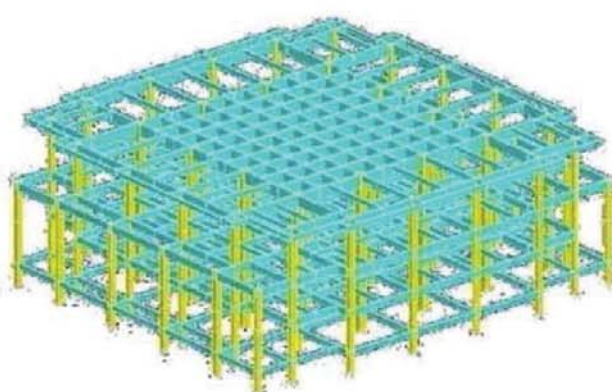
某工程为三层办公楼，总建筑面积为4875.60m²，建筑总高度为14.450m。建筑平面接近正方形，两个方向基本对称，平面如图D4-12所示。首层为办事大厅，二层为职工食堂，三层跨度为25.2m的450人多功能厅及设备用房，本工程方案优选过程如流程图所示。



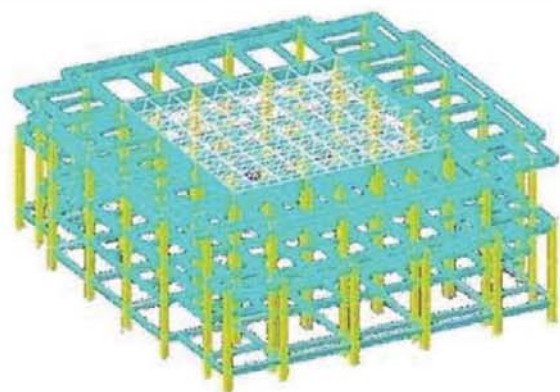
经过方案对比，主体采用框架结构体系，基础采用柱下独立基础，三层跨度25.2m多功能厅屋顶采用钢网架方案。方案对比过程中，三层多功能厅屋顶采用井字梁和钢网架方案结果差异较大，如结构材料的用量、结构材料的资源、能源消耗量及碳排放量等。以下分别列举井字梁和钢网架方案主要构件截面对比和结构材料资源、能源消耗及碳排放计算结果对比。

表D4-5 结构方案主要构件截面比较表

屋顶结构方案	主要梁截面	主要柱截面	结构轴测图
井字梁方案(a)	大跨度主梁450×1200、大跨度次梁300×1200	与大跨度主梁连接的柱截面为700×1000	图D4-13
钢网架方案(b)	网架高度1600，网架杆件76×4钢管	与网架连接的柱截面选用600×600	图D4-14



图D4-13 屋顶采用井字梁形式



图D4-14 屋顶采用钢网架形式

资源、能源消耗及碳排放计算实例

审核 王昌兴	设计 戴耀文	图集号 15J904
校对 孙晓彦	页 D13	

【结构材料资源、能源消耗及碳排放计算结果对比】

表D4-6 材料用量表

比较项目		井字梁方案(a)		钢网架方案(b)		方案比较
		总用量	单位面积用量	总用量	单位面积用量	
主要结构材料	混凝土(C30)	3967.45 t	0.81 t/m ²	3237.83 t	0.66 t/m ²	a/b=1.23
	混凝土中水泥含量	761.75 t	0.16 t/m ²	621.66 t	0.13 t/m ²	
	钢筋	189.16 t	38.80 kg/m ²	148.98 t	30.56 kg/m ²	a/b=1.18
	型钢	—	—	12.07 t	2.48 kg/m ²	
建筑总重量(恒载+活荷载)		8523.42 t		7364.49t		a/b=1.16

表D4-7 结构材料资源、能源消耗及碳排放计算结果

方案	材料用量 (B _i)		回收系数	资源消耗			能源消耗				碳排放			
			α	X _i (t/t)	B _i X _i - α B _i X _i	C (t/m ²)	X _i (GJ/t)	X _{r_i} (GJ/t)	B _i [X _i (1 - α) + α X _{r_i}]	E (GJ/m ²)	X _i (t/t)	X _{r_i} (t/t)	B _i [X _i (1 - α) + α X _{r_i}]	P (t/m ²)
井字梁 方案 (a)	水泥 (t)	761.75	0.00	1.60	1218.80	0.28	5.50	0.00	4189.63	1.65	0.80	0.00	609.40	0.18
	钢筋 (t)	189.16	0.50	1.80	170.24		29.00	11.60	3839.86		2.00	0.80	264.82	
	型钢 (t)	0.00	0.90	1.80	0.00		29.00	11.60	0.00		2.00	0.80	0.00	
网架 方案 (b)	水泥 (t)	621.66	0.00	1.60	994.66	0.23	5.50	0.00	3419.14	1.35	0.80	0.00	497.33	0.15
	钢筋 (t)	148.98	0.50	1.80	134.08		29.00	11.60	3024.34		2.00	0.80	208.57	
	型钢 (t/t)	12.07	0.90	1.80	2.17		29.00	11.60	161.01		2.00	0.80	11.10	
方案比较			C _a /C _b =1.23				E _a /E _b =1.22				P _a /P _b =1.22			
建筑面积 (m ²)			4875.60											

由上表可以看出:

(1) 总体钢材用量井字梁方案较网架方案多18%,混凝土用量井字梁方案较网架方案多23%;根据建筑总重量,粗略算基础面积,基础造价井字梁方案较网架方案多16%。

(2) 资源消耗、能源消耗及碳排放井字梁方案均较网架方案多20%以上。

(3) 经材料用量及环境影响的比对,确定网架方案优于井字梁方案。

资源、能源消耗及碳排放计算实例

图集号

15J904

审核王昌兴

王昌兴

校对孙晓彦

孙晓彦

设计戴耀文

戴耀文

页

D14

D.5 可重复使用的隔断（墙）判定

【对应条文】

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。（评分规则见本图集G12页）

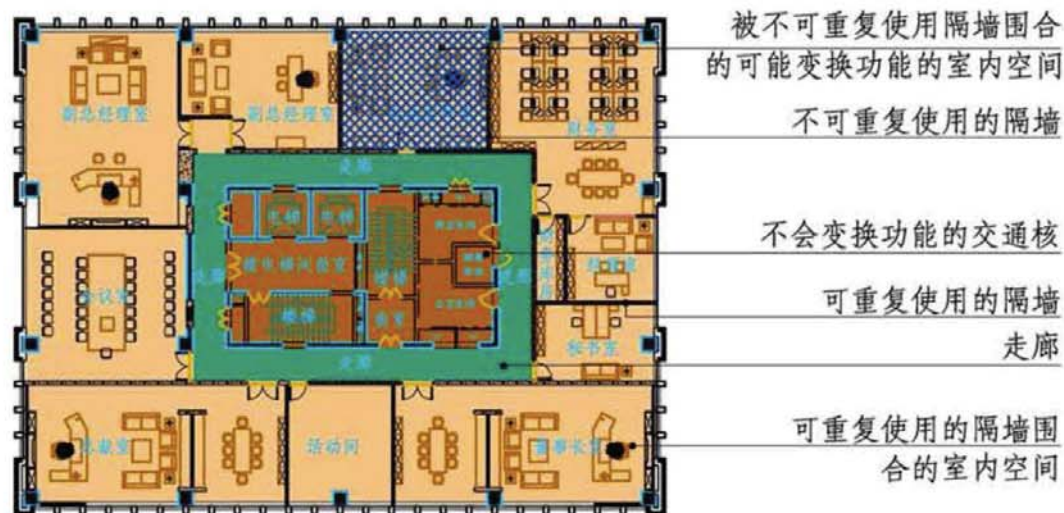
【条文说明】

在保证室内工作环境不受影响的前提下，具有可变换功能的室内空间尽量采用灵活隔断（墙），以减少室内空间重新布置时对建筑构件的破坏，节约材料，同时为使用期间构配件的更换和将来建筑拆除后构配件的再利用创造条件，减少重新分隔时的材料浪费和建筑垃圾产生。

评价要点	参评文件	参考评价方式
可重复使用的隔断（墙）比例	建筑、结构专业图纸、使用比例计算书等	实际采用的可重复使用隔断（墙）围合的建筑面积与建筑中可变换功能的室内空间的面积的比值。

注：1. 可变换功能的室内空间是指办公楼、商场内除走廊、楼梯、电梯井、卫生间、设备机房、公共管井以外的地上室内空间，其中有特殊隔声、防护及特殊工艺需求的室内空间不计入，以及作为商业、办公用途的地下室内空间，其他用途的地下空间可不计入。
2. 可重复使用的隔断（墙）是指在拆除过程中基本不影响与之相接的其它隔断（墙），拆卸后可进行再次利用的隔断（墙）。

【某工程可变换功能的室内空间比例计算】



图D5-1 某工程室内空间示意图

图例：

- 可重复使用的隔断（墙）围合的室内空间，建筑面积605m²
- 走廊，建筑面积98m²
- 被不可重复使用隔墙围合的可能变换功能的室内空间，建筑面积87m²
- 不变换功能的交通核，建筑面积131m²
- 可重复使用的隔断（墙）
- 不可重复使用的隔断（墙）

表D5-1 可变换功能的室内空间比例计算表

可变换功能的室内空间建筑面积(A)	可重复使用的隔墙围合的建筑面积(a)	比值= $\frac{a}{A}$ %
605+87=692m ²	605m ²	87%

注：本工程可拆卸重复使用的隔墙采用可分段拆除的轻钢龙骨水泥板，隔墙围合的面积可计入可重复使用隔断（墙）围合建筑面积。

可重复使用隔断（墙）判定

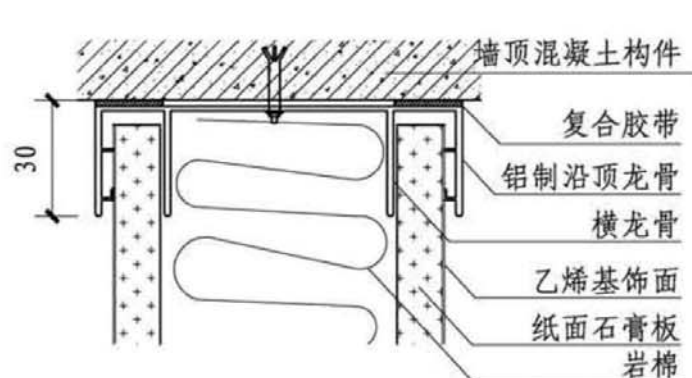
审核 王昌兴 王昌兴 校对 戴耀文 戴耀文 设计 孙晓彦 孙晓彦

图集号 15J904

页 D15

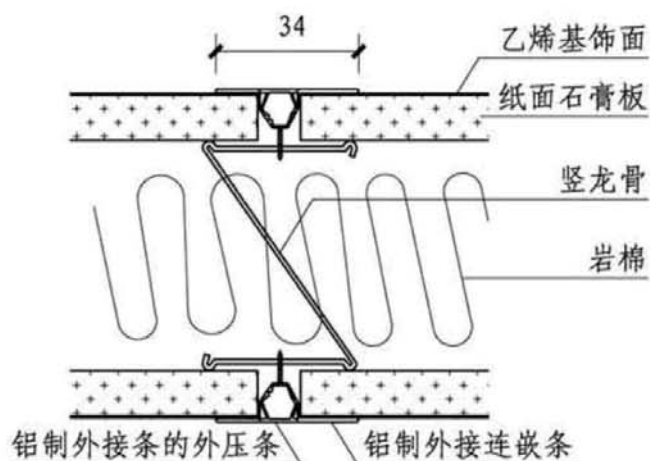
【可重复使用的隔断（墙）节点】

可重复使用的隔断（墙）的判定关键在于其在拆除过程中应基本不影响与之相接的其他隔墙，并且拆卸后可进行再次利用，具备可拆卸节点。其中是否具有可拆卸节点，是判断隔断（墙）是否属于可重复使用的隔断（墙）的关键点，例如用砂浆砌筑的砌体隔墙不算可重复使用的隔断（墙）。图D5-2～图D5-5为可重复使用的隔断（墙）节点详图。

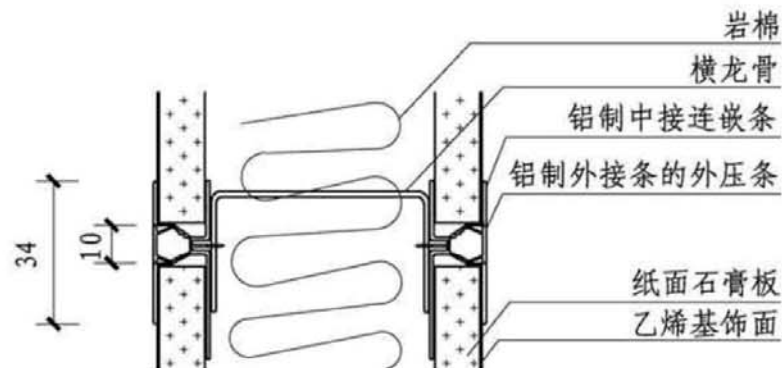


图D5-2 隔断（墙）顶连接节点

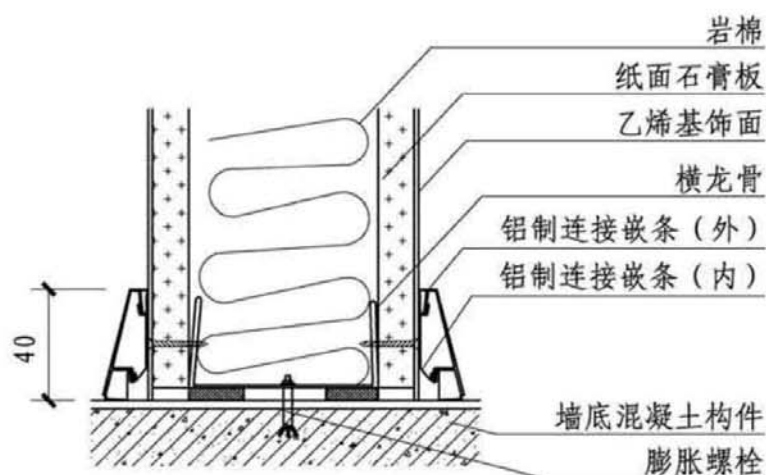
注：隔断墙水平端部连接参考此节点



图D5-4 隔断（墙）水平连接节点



图D5-3 隔断（墙）竖向连接节点



图D5-5 隔断（墙）底连接节点

可重复使用隔断（墙）判定

审核 王昌兴 王昌兴 校对 戴耀文 戴耀文 设计 孙晓彦 孙晓彦

图集号

15J904

页

D16

D.6 建筑材料的循环再利用

【对应条文】

7.2.12 采用可再利用材料和可再循环材料，评价总分为10分。（评分规则见本图集G13页）

7.2.13 使用以废弃物为原料生产的建筑材料，评价总分为5分。（评分规则见本图集G13页）

【技术要点】

建筑材料的循环再利用是节材与材料资源利用的重要内容，主要包括可再循环材料、可再利用材料、以废弃物为原料生产的建筑材料。可再利用材料是指不改变物质形态可直接再利用的，或经过组合、修复后可直接再利用的回收材料，一般是指制品、部品或型材形式的建筑材料，如图D6-1所示。

可再循环材料是指通过改变物质形态可实现循环利用的回收材料，主要包括两方面的内容，一是使用材料本身就是可再循环材料，二是建筑拆除时能够被再循环利用的材料，如图D6-2所示。

以废弃物为原料生产的建筑材料是指在满足安全和使用性能的前提下，使用废弃物等作为主要原材料生产出的建筑材料，其中废弃物主要包括建筑废弃物、工业废料和生活废弃物，如图D6-3所示。

表D6-1 建筑材料循环再利用举例

序号	循环再利用材料	材料举例	备注
1	可再利用材料	砌块、砖石、管道、板材、木制品（门窗等）、钢材及部分装饰材料等	主要引用《民用建筑绿色设计规范》（JGJ/T 229-2010）
2	可再循环材料	钢材、铜材、铝合金型材、玻璃、石膏、木材等	
3	以废弃物为原料生产的建筑材料	利用建筑废弃物再生骨料制作的混凝土砌块、水泥制品和再生混凝土，利用工业废弃物、农作物秸秆、建筑垃圾、淤泥为原料制作的水泥、混凝土、墙体材料、保温材料，以及生活废弃经处理后制成的建筑材料等	



图D6-1 利用旧砖建成的展览馆



图D6-2 利用建筑废料建成的房屋



图D6-3 用再生混凝土建造的污水处理设施



建筑材料的循环再利用

图集号

15J904

审核 王昌兴

王昌兴

校对 孙晓彦

孙晓彦

设计 戴耀文

戴耀文

页

D17

【建筑材料的循环再利用示例——蒸压加气混凝土墙体自保温砌块（板）】

蒸压加气混凝土自保温砌块（板）以大量工业固体废弃物为原料，采用生产能耗最低的蒸养工艺，通过对蒸压加气混凝土产品配方和生产工艺的调整，控制材料的微观结构，实现干密度、强度和导热系数的最佳组合，达到单一产品即能满足自保温体系性能指标的要求。

表D6-2 蒸压加气混凝土自保温砌块性能指标

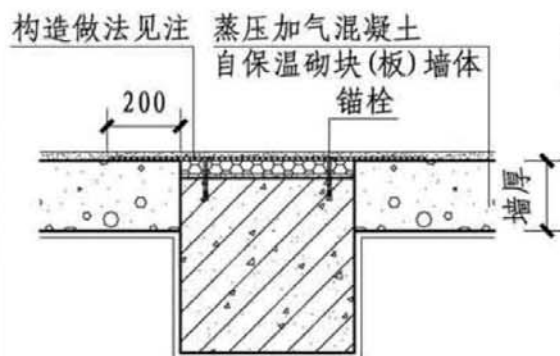
项目		B03	B04	B05
强度级别		A1.0	A2.0	A3.5
干密度 (kg/m ³)		≤ 300	≤ 400	≤ 500
导热系数 [W/(m·K)] (干态)		≤ 0.10	≤ 0.12	≤ 0.14
干燥收缩 (mm/m)	标准法	≤ 0.50		
	快速法	≤ 0.80		
抗冻性	质量损失 (%)	≤ 5.0		
	冻后强度 (MPa)	≥ 0.8	≥ 1.6	≥ 2.8

注：产品外观尺寸参照《蒸汽加压混凝土砌块》GB 11968-2006，
本表数据符合优等品要求。

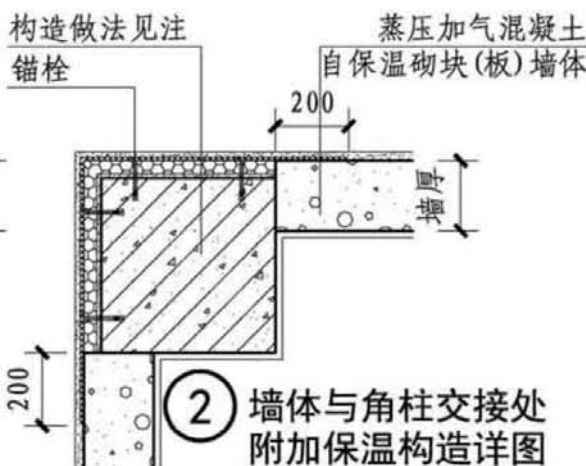
表D6-3 蒸压加气混凝土板性能指标

项目		A2.5	A3.5	A5.0	A7.5
强度级别		B04	B05	B06	B07
干密度 (kg/m ³)		≤ 425	≤ 525	≤ 625	≤ 725
导热系数 [W/(m. K)] (干态)		≤ 0.12	≤ 0.14	≤ 0.16	≤ 0.18
干燥收缩 (mm/m)	标准法	≤ 0.50			
	快速法	≤ 0.80			
抗冻性	质量损失 (%)	≤ 5.0			
	冻后强度 (MPa)	≥ 2.0	≥ 2.8	≥ 4.0	≥ 6.0

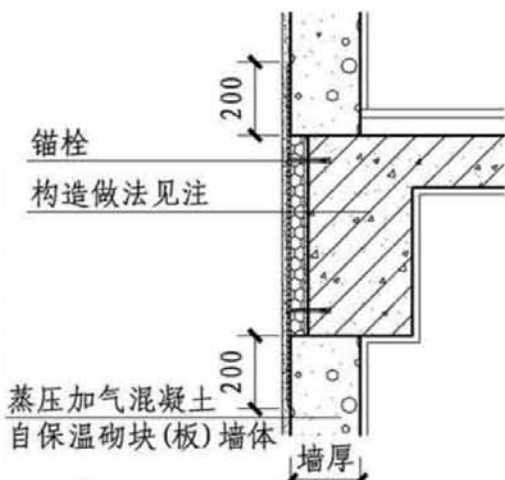
注: 产品外观尺寸参照《蒸汽加压混凝土板》GB 15762-2008。



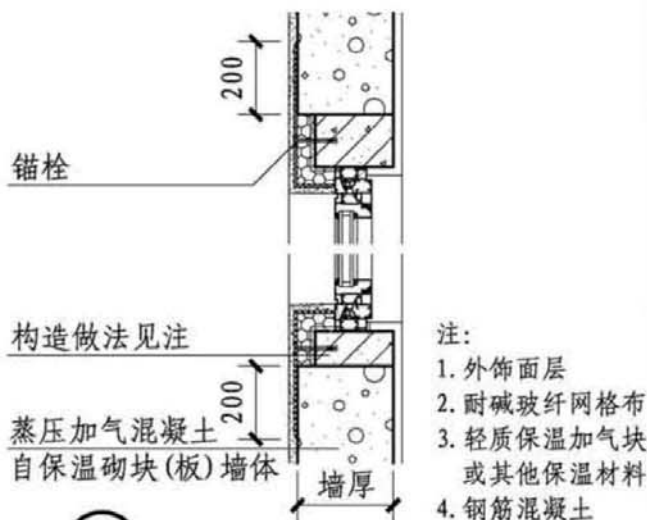
1 墙体与柱交接处附加保温构造详图



2 墙体与角柱交接处附加保温构造详图



3 墙体与梁交接处附加保温构造详图



4 门窗洞口构造详图

- 注：
1. 外饰面层
 2. 耐碱玻纤网格布
 3. 轻质保温加气块或其他保温材料
 4. 钢筋混凝土

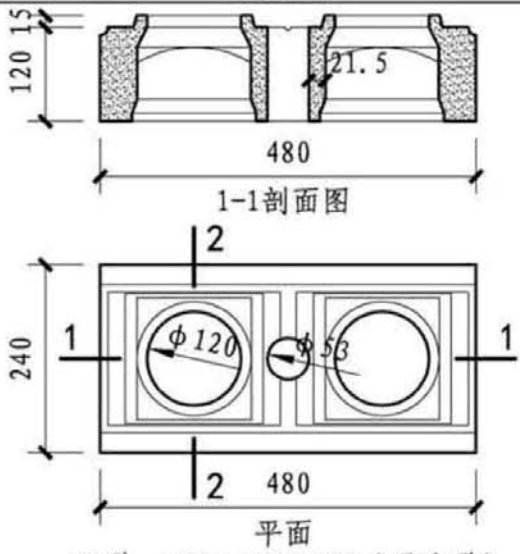
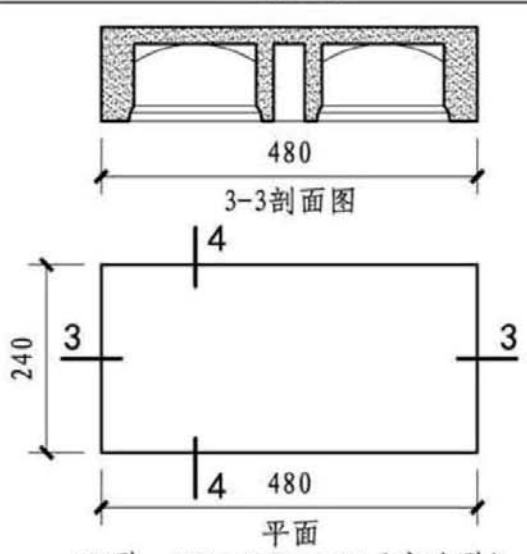
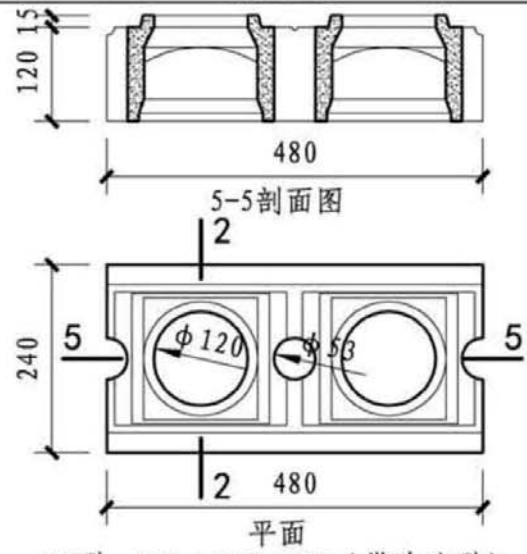
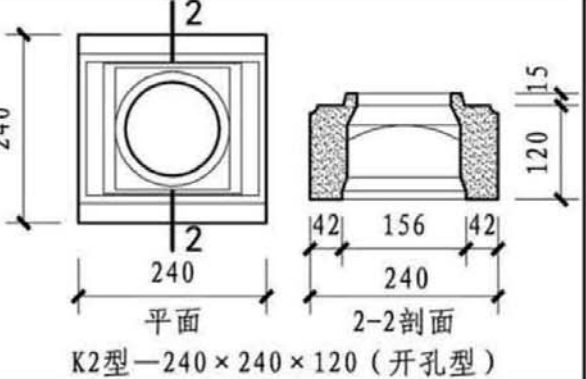
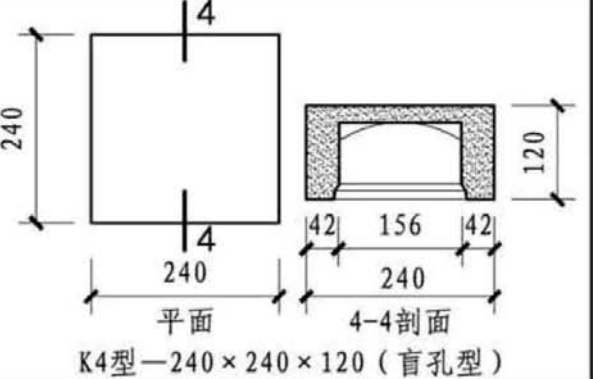
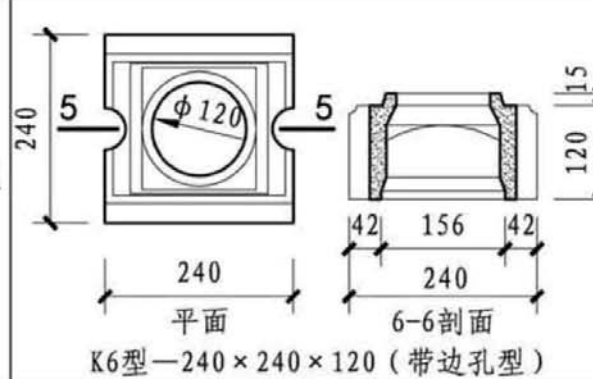
蒸压加气混凝土墙体自保温砌块（板）

审核	刘洪	校对	李松林	设计	刘俊吉	刘德志	图集号	15J904
							页	D18

【以废弃物为原料生产的建筑材料示例——混凝土榫卯空心砌块】

混凝土榫卯空心砖砌块是一种连锁式空心砌块，底面设有凹槽，顶面设有可扣固于凹槽的凸块，中央为圆形孔（孔洞率为33%以上）。所用主要原料为无毒害、无辐射工业尾矿、荒漠砂（占用料的75~85%），不侵占耕地，具有良好的环保功能。该空心砌块是以主要原料配以少量无污染的“离子凝固剂”和水泥，由设备挤压凝固成型，无需烧制，经蒸压养护5~8h后，既可投入使用。

表D6-4 砌块规格尺寸、代号和简图

代号	砌块尺寸	代号	砌块尺寸	代号	砌块尺寸
K1型	 <p>1-1剖面图</p> <p>240</p> <p>480</p> <p>平面</p> <p>K1型—480×240×120（开孔型）</p>	K3型	 <p>3-3剖面图</p> <p>240</p> <p>480</p> <p>平面</p> <p>K3型—480×240×120（盲孔型）</p>	K5型	 <p>5-5剖面图</p> <p>240</p> <p>480</p> <p>平面</p> <p>K5型—480×240×120（带边孔型）</p>
	 <p>240</p> <p>240</p> <p>平面</p> <p>2-2剖面</p> <p>K2型—240×240×120（开孔型）</p>		 <p>240</p> <p>240</p> <p>平面</p> <p>4-4剖面</p> <p>K4型—240×240×120（盲孔型）</p>		 <p>240</p> <p>240</p> <p>平面</p> <p>6-6剖面</p> <p>K6型—240×240×120（带边孔型）</p>
用于墙体转角和丁字口部位		用于窗台、圈梁底部和女儿墙顶部		用于基本墙体（除墙体转角和丁字口部位）	
混凝土榫卯空心砌块				图集号	15J904
				审核 刘洪	设计 刘俊吉
				页	D19

1 适用范围

此砌块适用于全国不同的建筑气候区,非抗震设防地区和抗震设防烈度为6度至8度地区的低层和多层承重砌块墙体建筑。

2 砌块规格及主要性能

2.1 砌块强度为MU10、MU15、MU20。

2.2 采用专用砂浆(Mb20)砌筑。

2.3 砌块主要性能见下表。

表D6-5 砌块的主要性能指标

项目		指标
密度(kg/m^3)		1450
耐火极限(h)(240厚墙体)		4
碳化系数		≥ 0.85
软化系数		≥ 0.85
抗冻性(F50)	质量损失(%)	≤ 5
	强度损失(%)	≤ 25
空气声隔声性能评价量(dB) $R_w(C; C_{tr})$ (墙体厚240mm,面密度352 kg/m^2)		49 (-2; -8)

3 设计要点

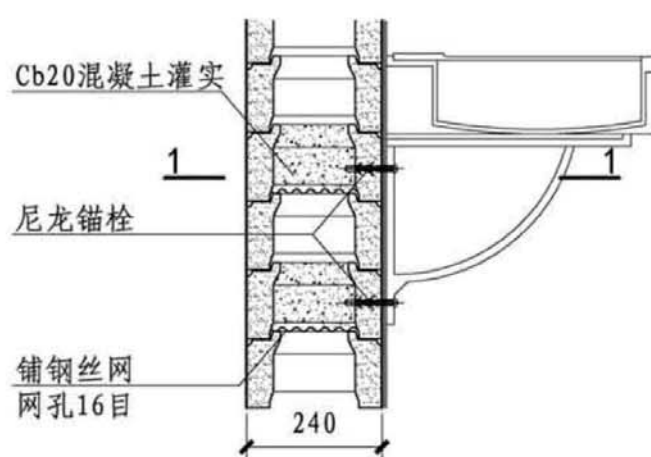
3.1 砌块建筑的平面应简洁,不宜凹凸转折过多,竖向尽量规则,尽量避免过大的外挑和内收。

3.2 砌体芯柱部位的砌块孔洞必须贯通,在每楼层底部应设置有清扫口的芯柱砌块。

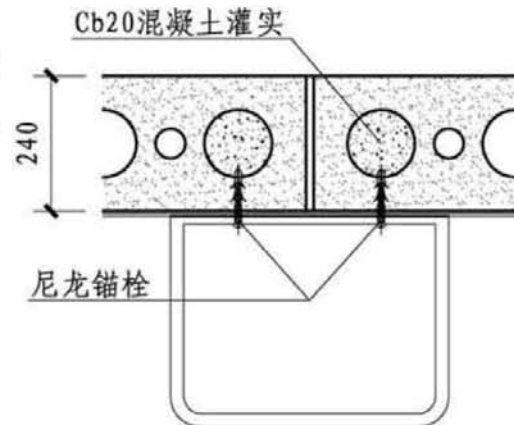
3.3 处于潮湿环境的砌块墙体,墙面应采用水泥砂浆粉刷等有效的防水措施。

3.4 其它尺寸的块型建筑构造要求均可参照国标参考图集14CJ49《混凝土榫卯空心砌块建筑构造—太极金圆墙体系列材料》执行。

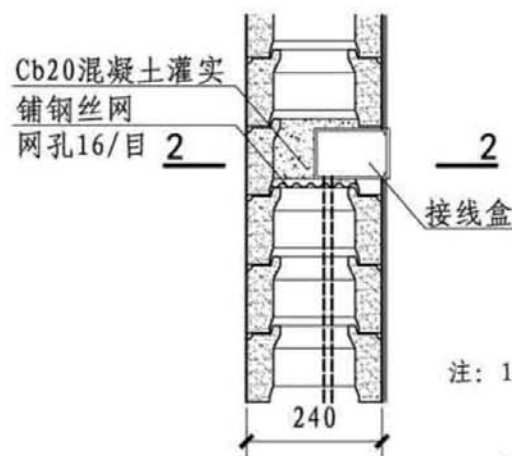
4 小砌块墙体的施工及验收按《混凝土小型空心砌块》JGJ/T 14-2011的规定。



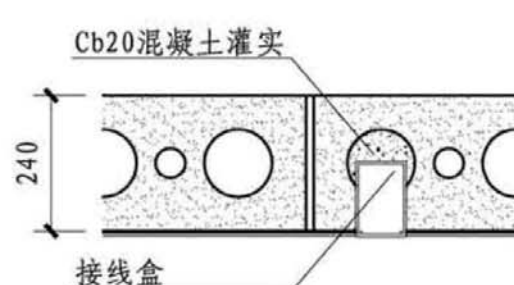
① 洗池、脸盆安装



1-1



② 接线盒安装



2-2

注: 1. 施工时各类设备的固定方式及尺寸在所需固定的整片墙排块图上标志各固定点。随墙体砌筑时,各固定点孔洞范围内灌实Cb20混凝土(或放置预埋件)。
2. 工程中锚栓及金属固定件应做防锈处理。
3. 电线管在砌块墙上埋设时严禁剔凿。
4. 应避免交叉或双面开槽,无法避免时,宜使双面开槽部位相距 $\geq 600\text{mm}$ 。

混凝土榫卯空心砌块

图集号

15J904

审核

刘洪

校对

高凤琴

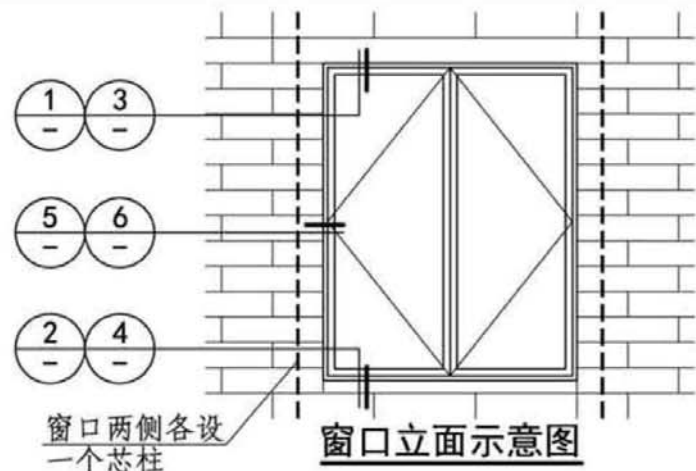
设计

刘俊吉

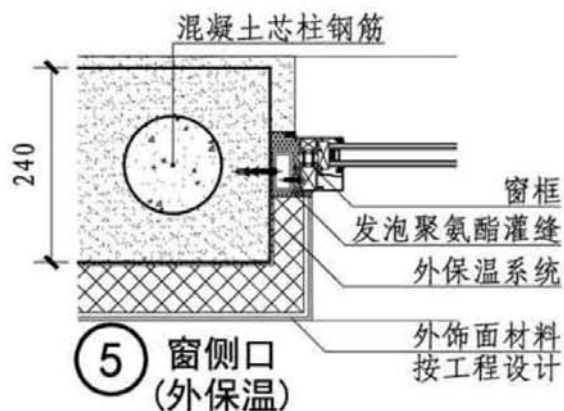
刘俊吉

页

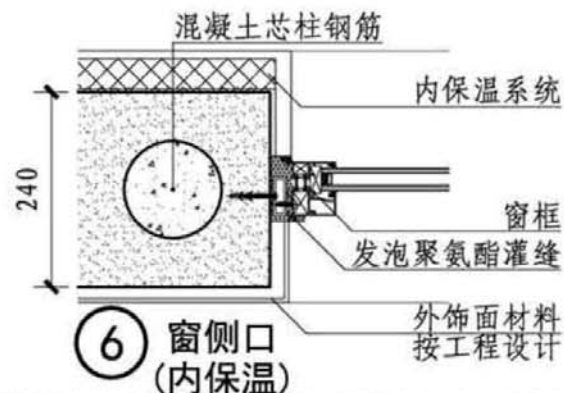
D20



窗口立面示意图

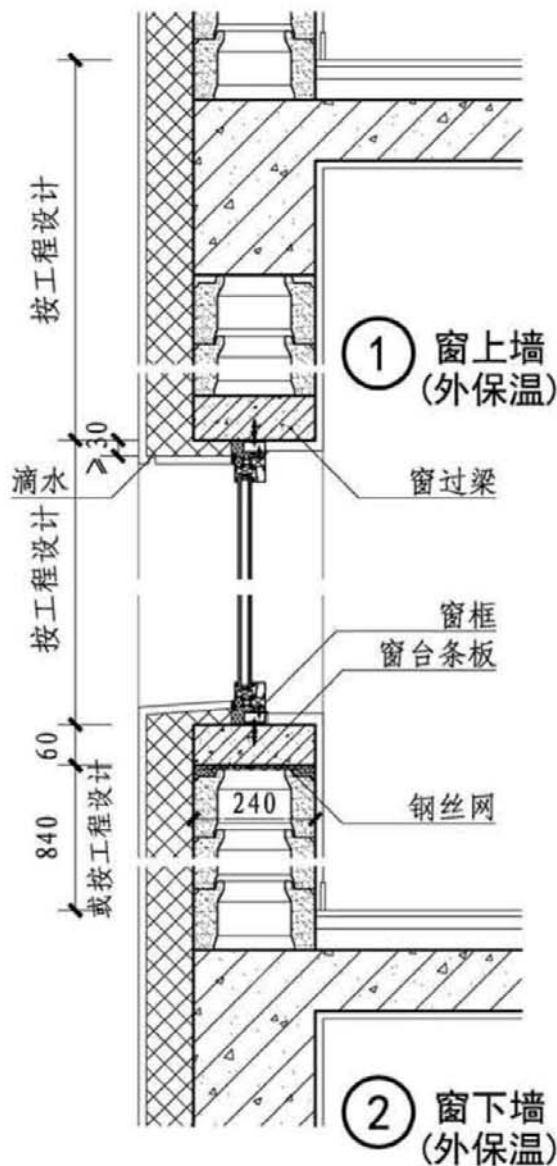


5 窗侧口 (外保温)

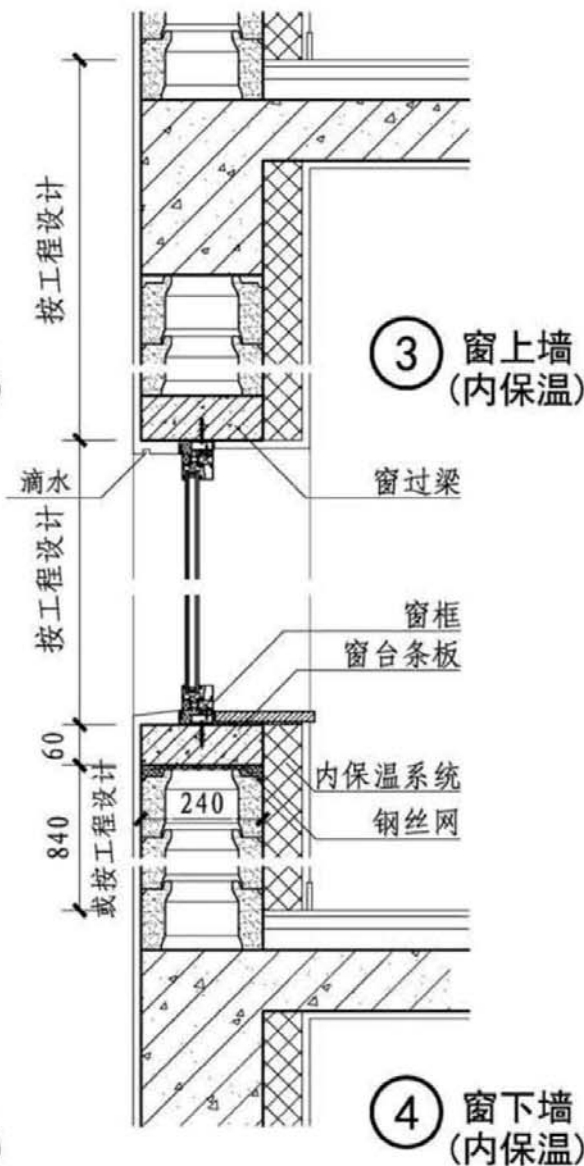


6 窗侧口 (内保温)

注: 1. 墙面做饰面层或保温层时, 应先在砌块墙上刷一道界面剂。
2. 芯柱的构造要求应符合《混凝土小型空心砌块建筑技术规程》
JGJ 3-2008 相关要求。



2 窗下墙 (外保温)



4 窗下墙 (内保温)

混凝土榫卯空心砌块

图集号

15J904

审核

刘洪

校对

高凤琴

设计

刘俊吉

刘俊吉

页

D21

【防水保温复合系统】

防水保温复合屋面系统具有节能、环保、施工简便、质量轻等优点，所使用材料无毒、无挥发、无污染。

1 WT喷涂硬泡聚氨酯防水保温一体化系统

按其材料物理性能分为3种类型：

(1) I型：用于外墙保温层；

(2) II型：用于复合保温防水层，材料除具有优异的保温性能和一定的防水功能，与抗裂聚合物水泥砂浆复合使用，可同时发挥防水层和保护层的作用，因而不需在其上再做保护层。

(3) III型：用于屋面防水保温层，具有优异的保温性能和较好的防水性能，既做保温层又做防水层。因其不耐紫外线，表面必须设置耐紫外线的保护层。

WT喷涂硬泡聚氨酯防水保温系统工程构造见表D6-6：

表D6-6 WT喷涂硬泡聚氨酯防水保温系统工程构造

工程部位	外墙	屋面	
材料类型	II 型	II 型	III 型
构造层次	饰面层	复合防水 保温层	防护层
	抹面层		防水保温层
	找平层		
	复合防水保温层	WKT泡沫混凝土找坡（兼找平）层	
	墙体基层	屋面基层	

2 DFZ高分子自粘防水卷材

卷材由隔离膜、高分子自粘胶、高分子片材三部分组成。高分子片材由EPDM、PVC、PE等材料构成，具有强度高、延伸率大等特点。施工冷粘接，可湿铺、预铺。

3 WKT泡沫混凝土

通过发泡机将发泡剂用机械方式充分发泡，并将泡沫与水泥砂浆均匀混合，进行现场施工或模具成型，经自然养护形成的含有大量封闭气孔的轻质保温找坡材料。

4 TJ喷涂速凝橡胶沥青防水涂料

采用超细、悬浮的阴离子乳化沥青和合成高分子聚合物配制成乳剂B组分混合而成的双组分涂料。

表D6-7 屋面防水构造做法

索引号	简图	构造做法
W-1a W-1b		1. 面层（按工程设计，当为不上人屋面时，采用2厚UC防护材料） 2. 3~5厚GR聚合物抗裂防水砂浆 3. 防水层（可根据需要分别选a或b） a. 1.5厚TJ喷涂速凝橡胶沥青防水涂料 b. 1.2厚DFZ高分子自粘防水卷材 4. WKT泡沫混凝土2%保温找坡层（最薄处30厚） 5. WT硬泡聚氨酯（III型）防水保温材料 6. 钢筋混凝土屋面板
W-2		1. 面层（按工程设计，当为不上人屋面时，采用2厚UC防护材料） 2. 3~5厚GR聚合物抗裂防水砂浆 3. WT硬泡聚氨酯（III型）防水保温材料 4. WKT泡沫混凝土2%保温找坡层（最薄处30厚） 5. 钢筋混凝土屋面板
W-3		1. WT硬泡聚氨酯（II型）防水保温材料 2. WKT泡沫混凝土2%保温找坡层（最薄处30厚） 3. 钢筋混凝土屋面板
ZW-1a ZW-1b		1. 种植土及植被层 2. 土工布过滤层 3. DFZ排水板 4. 防水层（可根据需要分别选a或b） a. 1.5厚DFZ高分子自粘防水卷材（耐根穿刺防水层） b. 1.2厚DFZ高分子增强防水卷材（耐根穿刺防水层） 5. WKT泡沫混凝土保温找坡层（坡度1%） 6. WT硬泡聚氨酯（III型）防水保温材料 7. 防水混凝土顶板
防水保温复合屋面系统		图集号 15J904
审核 刘洪	校对 高建	设计 刘俊吉 刘德志
页 D22		

E 室内环境质量综述

【技术要点】

室内环境质量作为绿色建筑设计评价指标体系五类评价指标的组成部分之一，主要考查室内声环境、光环境、热湿环境、空气品质等室内环境质量，以健康和适用为主要目标。由于室内环境质量涉及专业多，包括建筑、暖通、电气、声、光等专业，也受室外环境、建筑围护结构性能、机电设备系统影响，因此室内环境部分的设计协调需要引起重视。

室内噪声控制可重点通过控制场地内（建筑外）环境噪声，合理布局建筑平面、空间，提高围护构件的隔声、隔振性能，以及控制建筑内的噪声源等措施，实现主要功能房间的室内噪声级满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118中的相关要求。

解决民用建筑内的噪声干扰问题应该首先从规划设计、单体建筑内的平面布置考虑。这就要求在建筑设计、建造和设备系统设计、安装的过程中全程考虑建筑平面和空间功能的合理安排，并在设备系统设计、安装时就考虑对其引起的噪声与振动进行控制的手段和措施，从建筑设计上将噪声敏感房间远离噪声源、从噪声源开始实施控制，往往是最有效和经济的方法。

主要功能房间的外墙、隔墙、楼板和门窗的隔声性能在满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118要求的基础上有所提高，对控制主要功能房间的室内噪声效果显著。

公共建筑中100人规模以上的多功能厅、接待大厅、大型会议室、讲堂、音乐厅、教室、餐厅和其他有声学要求的重要功能房间等还应进行专项声学设计，专项声学设计包括建筑声学设计及扩声系统设计（若设有扩声系统）。

室内照明质量和自然采光效果共同影响着室内光环境质量。良好的照明不但有利于提升人们的工作和学习效率，更有利于人们的身心健康，减少各种职业疾病。良好、舒适的照明要求在参考平面上具有适当的照度水平，避免眩光，显色效果良好。各类民用建筑中的室内照度、统一眩光值、一般显色指数等照明数量和质量指标要满足现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034的有关规定。

充足的自然采光有利于居住者的生理和心理健康，同时也有利于降低人工照明能耗。在同样照度的条件下，天然光的辨认能力优于人工光，从而有利于人们工作、生活、保护视力和提高劳动生产率。建筑的地下空间和高大进深的地上空间，由于物理的封闭，很容易出现天然光不足的情况。通过反光板、棱镜玻璃窗、天窗、下沉庭院等设计手法的采用，以及导光管等技术的采用，可以有效改善这些空间的自然采光效果。

透过透明围护结构的太阳辐射是造成室内温度升高的重要原因，在透明围护结构处设置外遮阳设施可以有效降低辐射得热。从兼顾冬夏的角度考虑，遮阳应具有可调节能力。对于可控遮阳的类型，除活动外遮阳外，永久设施（中空玻璃夹层智能内遮阳）、固定外遮阳加内部高反射率可调节遮阳也可作为可调节外遮阳措施。

集中供暖空调系统末端可调节是为了满足个人热舒适的差异需求。通过末端调节供暖空调系统的输出，可以避免用户通过开窗等不节能的调节方式对房间热环境进行调节。从而达到既满足用户热舒适需求，又节约能源的目的。干式风机盘管、地板辐射等供暖空调形式，不仅有较好节能效果，而且还可更好地提高人员舒适性。

自然通风可以提高居住者的舒适感，有助于健康。在室外气象条件良好的条件下，加强自然通风还有助于缩短空调设备的运行时间，降低空调能耗，因此绿色建筑应特别强调自然通风。居住建筑能否获取足够的自然通风与通风开口面积的大小密切相关。不易实现自然通风的公共建筑，需要进行自然通风优化设计或创新设计，以保证建筑在过渡季典型工况下平均自然通风换气次数。

气流组织直接影响室内空气调节和污染物的排放效果，关系着房间工作区的温湿度基数、精度及区域温差。只有合理的气流组织
室内余热余湿，并能有效地排除有害气体和灰尘。

室内环境质量综述

图集号

15J904

审核 李晓峰

李伟

校对 刘洪

刘洪

设计 冯莹莹

冯莹莹

页

E1

E.1 室内噪声控制

【对应条文】

- 8.1.1 主要功能房间的室内噪声级应满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118中的低限要求。
- 8.1.2 主要功能房间的外墙、隔墙、楼板和门窗的隔声性能应满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118中的低限要求。
- 8.2.1 主要功能房间室内噪声级，评价总分值为6分。噪声级达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得3分；达到高要求标准限值，得6分。
- 8.2.2 主要功能房间的隔声性能良好，评价总分值为9分，并按下列规则分别评分并累计：
- 1 构件及相邻房间之间的空气声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得3分；达到高要求标准限值，得5分；
 - 2 楼板的撞击声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得3分；达到高要求标准限值，得4分。
- 8.2.3 采取减少噪声干扰的措施，评价总分值为4分，并按下列规则分别评分并累计：
- 1 建筑平面、空间布局合理，没有明显的噪声干扰，得2分；
 - 2 采用同层排水或其他降低排水噪声的有效措施，使用率不小于50%，得2分。

【技术要点】

以上5条均与建筑隔声隔振相关，其目的在于控制主要功能房间内的噪声级。主要功能房间的室内噪声级达到《民用建筑隔声设计规范》GB 50118的低限要求和高要求标准，需在设计过程中做好以下几方面的工作：

- (1) 场地内（建筑外）环境噪声的控制，大部分内容已在本图集A.5节“室外环境噪声控制”中详细阐述。
- (2) 建筑内设备噪声源的控制，主要是指冷冻机组、空调设备、电梯设备等设备的隔声、隔振。
- (3) 主要功能用房隔墙、楼板、门窗的隔声、隔振。

表E1-1 常见环境噪声污染源及其声功率级

声功率级 (dB)	常见环境噪声污染源
140~130	螺旋桨飞机、高铁列车、大型风机等
130~120	柴油发电机组、大型迪厅等
120~110	离心式冷冻机组、锅炉房等
110~100	大型离心风机、大型空压机、大型轴流、混流风机等
100~90	大中型机力冷却塔、螺杆式冷冻机组等
90~80	大型冷却塔、风冷热泵机组、交通干线、小型汽车等
80~70	普通冷却塔、洗衣机、风冷热泵机组等
70~60	低噪声冷却塔、复印机、家用空调室外机组等
60~50	普通房间内空调设备、电脑、电冰箱等
50~40	家用电风扇等

注：本表摘自《环境噪声与振动控制工程技术导则》HJ 2034—2013 表A.1

室内噪声控制

图集号

15J904

审核 石慧斌

校对 陈勇

设计 金迪锋

金迪锋

页

E2

E.1.1 设备噪声源控制

1 机房及设备噪声控制

1.1 常见建筑噪声污染源及其声功率级（见表E1-1）。

1.2 机房布置

（1）柴油发电机房、锅炉房、制冷机房等宜单独设置在噪声敏感建筑之外。

（2）空调机房、风机房、热泵机房、水泵房宜布置在建筑地下层，不宜与主要功能房间布置于同层，不宜与主要功能房间相邻布置（包括平面相邻和上下层相邻）。

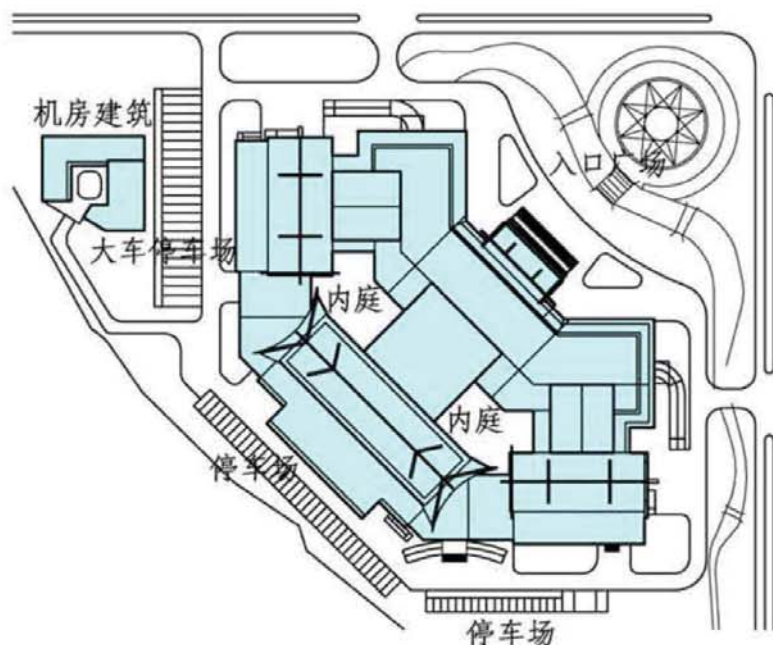
（3）冷却塔、热泵机组宜设置在对噪声敏感房间干扰较小的位置。冷却塔、热泵机组设置在楼顶或裙房顶上时，应采取有效的隔声隔振措施。

（4）电梯井道不得紧邻卧室布置，不宜紧邻起居室布置；在公共建筑中不应毗邻有安静要求的房间；如条件受限无法避免时，应采取有效的隔声和减振措施。

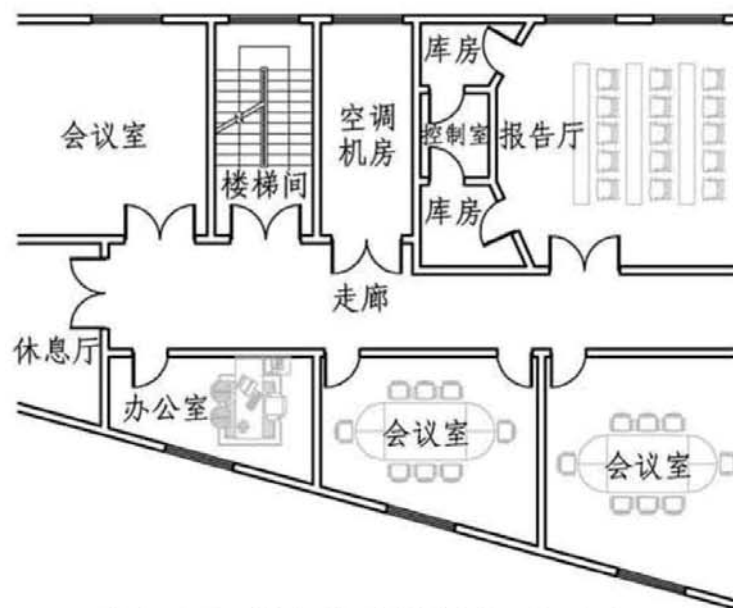
1.3 有利噪声控制的平面布局

1.3.1 如案例1所示，某剧院建筑，为了保证主体建筑不受机房建筑噪声干扰，将机房建筑单独设置在主体建筑之外，见图E1-1。

1.3.2 如案例2所示，某办公建筑，噪声源（空调机房）与主要功能房间（会议室、报告厅）之间设置走廊、楼梯间、控制室、库房等噪声缓冲房间，以减少机房噪声对主要功能房间（会议室、报告厅）的影响，见图E1-2。



图E1-1 某剧院建筑总平面图



图E1-2 某办公建筑局部平面图

室内噪声控制—设备噪声源控制

图集号

15J904

审核 石慧斌

校对 陈勇

设计 金迪锋

金迪锋

页

E3

1.4 机房内吸声、隔声与隔振

1.4.1 为降低设备机房内噪声级，改善机房内声环境，需在机房墙面与天花板设置强吸声材料，其做法节点参见图E1-3、E1-4。

1.4.2 为减少设备振动对机房周围房间的影响，需在机房地面设置浮筑楼板，机房内土建楼板宜适当降板，其做法节点参见图E1-5。节点中混凝土层的厚度，应根据机房设备重量确定。在机房设置浮筑地面后，设备自身的减振措施不能减少。

1.4.3 为减少设备机房的噪声对周围房间的影响，要求设备机房的隔墙隔声量达到50dB以上，隔墙做法可参见E7页表E1-6。

2 通风空调系统的消声

2.1 空调系统设备的选择

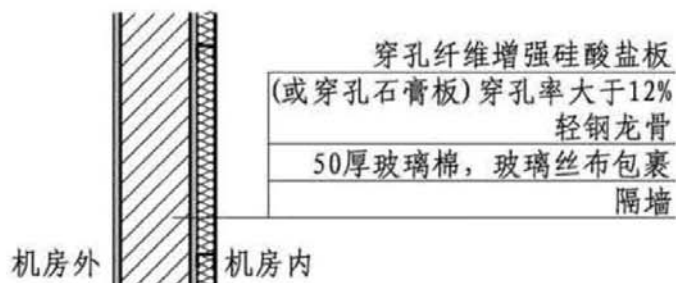
(1) 空调系统设备中风机是主要的噪声来源，且风机与空调用房连通，宜尽可能选用低噪声的风机。

(2) 采用分散式小系统空调设计方式，改进风机与管道的连接方式，采取必要的隔振措施等，可降低系统噪声。

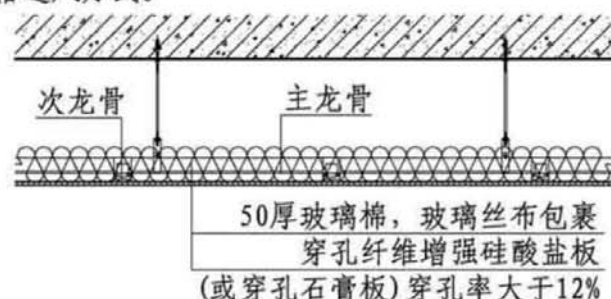
2.2 合理控制空调系统的气流速度

空调系统内设计的气流速度过高时，会提高管路的压力损失和气流再生噪声，造成空调系统噪声过大，因此必须根据空调用房的噪声允许标准，合理选择空调系统不同管路内的气流速度，表E1-2为不同噪声标准下的气流速度控制值。

剧场观众厅、音乐厅、体育馆比赛大厅等对噪声敏感的建筑，宜采用静压箱送风方式。



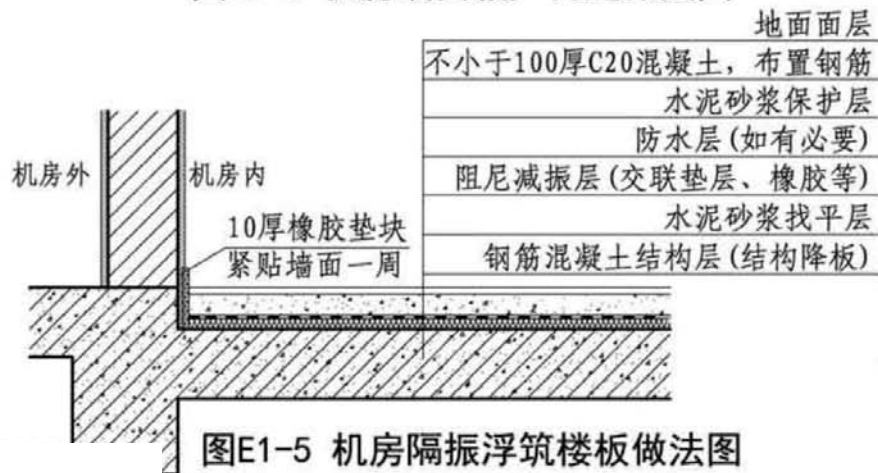
图E1-3 机房墙面吸声构造做法图



图E1-4 机房吊顶吸声构造做法图

表E1-2 不同噪声标准下的气流速度控制值

室内噪声标准		风管内气流速度控制值 (m/s)		
NR	dB (A)	主风管	支风管	送回风口
15	20	4.0	2.5	1.5
20	25	4.5	3.5	2.0
25	30	5.0	4.5	2.5
30	35	6.5	5.5	3.3
35	40	7.5	6.0	4.0



图E1-5 机房隔振浮筑楼板做法图

室内噪声控制—设备噪声源控制

审核 石慧斌 设计 金迪锋 校对 陈勇 设计 金迪锋

图集号

15J904

页

E4

3.3 消声器的选择与布置

按风机的噪声及频谱特性和空调用房的噪声允许标准确定所需消声量，即所选消声器的消声性能与需要消声量相适应；所选消声器的压力损失应与管道系统所允许的压力损失相适应；消声器的气流再生噪声应与声源及消声性能相适应，使消声器的消声性能得到充分发挥；消声器应尽可能设置在气流稳定的管道段；消声器应尽量设置在刚出风机房前后的风管段；当总管流速较高时，消声器宜安装在支管段；消声要求较高时，在消声器需要用量较多的系统，应分段设置消声器，而不宜集中布置；当相邻房间的送风口或回风口来自同一风管时，必须设置防串音消声装置。

4 给排水系统的噪声控制

4.1 给水水泵噪声

在民用建筑中，水泵及水管噪声是一个突出的问题，需在设计中做必要的降噪处理，主要包括泵体噪声、电机噪声及管路噪声等三方面。

4.1.1 水泵噪声的传递途径有以下三个：机组噪声与振动直接以空气声形式辐射噪声；机组振动经基础及机房建筑结构以固体声形式传递噪声；压力脉冲经管路传递并辐射噪声。

4.1.2 水泵噪声控制途径如下：机房做必要的吸声、隔声、隔振处理；机组做隔振处理；电机加消声罩或整机做隔声罩；进出口配置必要的软接管；管道支架做弹性支承连接；出水管设置消声装置，如图E1-6、图E1-7所示。

4.2 卫生设备噪声及其控制

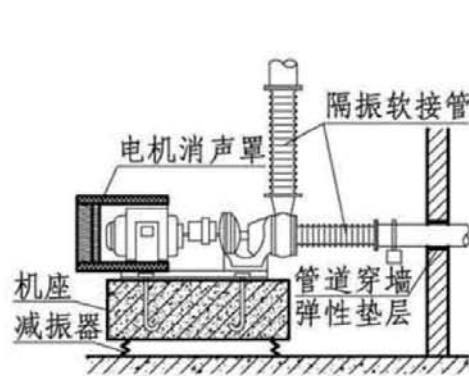
卫生设备噪声在住宅建筑和旅馆建筑中是一个重要的噪声源。

4.2.1 声源及传声途径

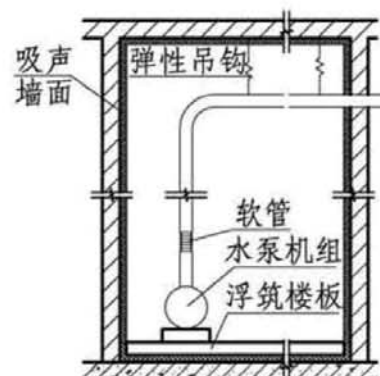
卫生设备噪声主要包括便器、浴缸、脸盆和洗衣机的放水和排水噪声，其中又以便器的抽水噪声和浴缸排水噪声干扰最大。其噪声对邻室的影响程度取决于建筑结构（主要是盥洗室的楼板构造）、给水压力、设备及管道的隔振处理和卫生设备的选择等。

4.2.2 噪声控制措施

在平面布置时宜将厕所、浴室及厨房集中布置在离卧室较远的位置，使管道或管井尽量远离居室和卧室，并改善管井的隔声性能。不宜将便器及浴缸布置在与卧室相连的墙侧或直接安装在混凝土楼板上。控制给水压力（如 $1.5 \sim 2.0 \text{ kg/cm}^2$ ）是降低卫生设备噪声的有效措施。



图E1-6 水泵机组的降噪措施



图E1-7 水泵房噪声控制措施

室内噪声控制——设备噪声源控制

图集号

15J904

审核 石慧斌

设计 金迪锋

校对 陈勇

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

E.1.2 空气声隔声

1 基本概念

空气声：声源经过空气向四周传播的噪声。

质量定律：决定单层均质墙隔声量的基本定律，单层均质墙的隔声量与它的面密度成正比。理想状态下，面密度每增加一倍，隔声量增加6dB。

计权隔声量（ R_w ）：建筑构件在实验室测量所确定的空气声隔声的单值评价量，以便于构件之间的互相比较。

2 隔墙隔空气声

隔墙隔空气声见E7页常用隔声构件隔空气声隔声量表，更多隔墙隔空气声做法及隔声量可参考国标图集08J931《建筑隔声与吸声构造》。

3 窗的隔声

窗的隔声性能除与玻璃的厚度、层数、玻璃间距有关外，还与其构造、窗扇的密封程度有关。一般而言，平开窗的隔声性能好于推拉窗。玻璃隔声性能参见表E1-3。

4 门的隔声

4.1 影响门隔声性能的因素：

- （1）门扇自身的隔声能力。要提高门扇的隔声性能，又不使门扇太重，可采用多层复合结构。
- （2）门缝的严密程度。可采用橡胶条作为门缝的密封材料，或采用斜企口门缝提高门的隔声能力。
- （3）对隔声要求高的出入口，宜设置声闸。

4.2 部分普通门的隔声量，参见表E1-4。

4.3 隔声门的种类

隔声门分木质和钢质两大类。木质隔声门面板为防潮五层胶合板或硬质纤维板，门框为干燥一、二等红、白松木、硬木。钢质隔声门的板为1.0~1.5mm冷轧钢板或彩色钢板。隔声门密封条一般采用三元乙丙橡胶制品。

4.4 部分隔声门的隔声量，参见表E1-5。

表E1-3 玻璃隔声性能

构造	厚度	R_w (dB)	构造	厚度	R_w (dB)
单层玻璃	3	27	中空玻璃	4+6A~12A+4	29
	6	29		6+6A~12A+6	31
	8	31		8+6A~12A+6	35
	10	32	双层玻璃	3+32A+3	36
	12	33		3+100A+3	43
夹层玻璃	6+	32	玻璃	4+100A+4	44
	10+	34		6+100A+3	45

注：厚度单位为mm，6+，10+表示夹层玻璃。

表E1-4 部分普通门的隔声量

构造	门缝处理	R_w (dB)
普通胶合板门	不处理	20~23
空腹钢木门	单扇无百页	无门缝 19
	双扇带百页（百页关）	无门缝 18
	双扇带百页（百页开）	无门缝 10
钢门（钢板厚6mm）	无门缝	32

注：无门缝表示为实验室测得数据。

表E1-5 部分隔声门的隔声量

门的构造	门缝处理	R_w (dB)
普通保温隔声门（单扇）	全密封	35
普通保温隔声门（双扇）	单道软橡胶9字形条	31
钢板隔声门	包毛毡	41
木制多层复合板隔声门	毛毡压缝	40
多层复合板隔声门	双橡胶9字形条	37
多层复合板隔声门	充气带充气	56

注：隔声门详图详见国标图集04J610-1《特种门窗》。

室内噪声控制—空气声隔声

图集号

15J904

审核 石慧斌

设计 金迪锋

校对 陈勇

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

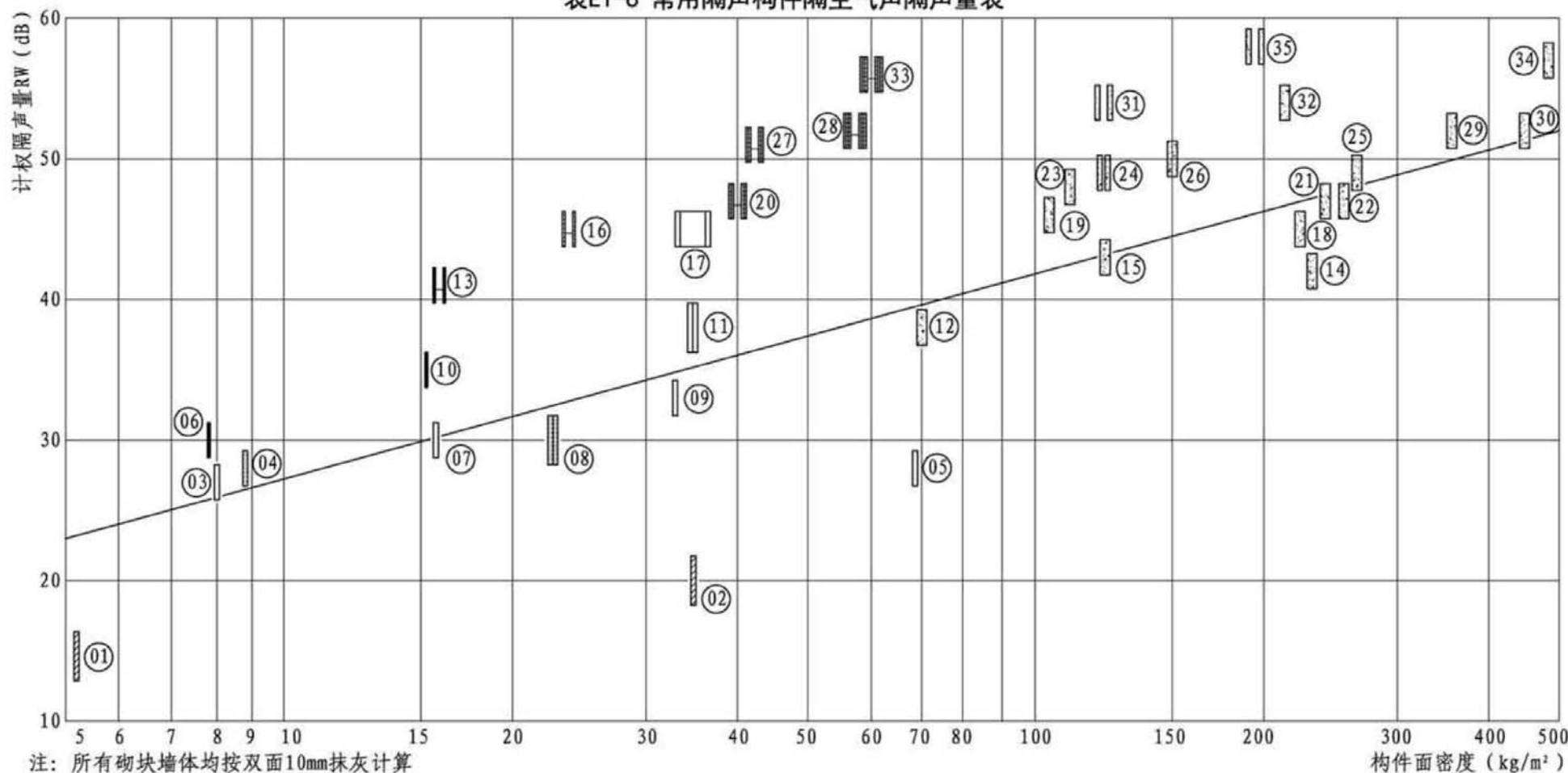
设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

表E1-6 常用隔声构件隔空气声隔声量表



注：所有砌块墙体均按双面10mm抹灰计算

- ① 5mm木板门-15dB ② 45mm实心木门-20dB ③ 3mm玻璃-27dB ④ 12mm石膏板-28dB ⑤ 63mm重木门周围密封-28dB ⑥ 1mm钢板-30dB ⑦ 6mm玻璃-30dB
⑧ 双层12mm石膏板-30dB ⑨ 12mm玻璃-33dB ⑩ 2mm钢板-35dB ⑪ 双层6mm玻璃-38dB ⑫ 75mm加气混凝土砌块-38dB ⑬ 1mm钢板+80mm槽钢龙骨+1mm钢板-41dB
⑭ 140mm陶粒混凝土-42dB ⑮ 100mm加气混凝土砌块-43dB ⑯ 12mm双面单层石膏板+75mm轻钢龙骨，墙内填50厚玻璃棉-45dB ⑰ 6mm玻璃+150mm空气层+6mm玻璃-45dB
⑱ 90mm轻集料空心砌块-45dB ⑲ 90mm小型混凝土空心砌块-45dB ⑳ 12mm双面双层石膏板+75mm轻钢龙骨-47dB ㉑ 120mm红砖墙-47dB ㉒ 190mm加气混凝土砌块-47dB
㉓ 140mm小型混凝土空心砌块-48dB ㉔ 双层75mm加气混凝土墙，50mm空气层-49dB ㉕ 120mm钢筋混凝土-49dB ㉖ 190mm小型混凝土空心砌块-50dB
㉗ 12mm双面双层石膏板+75mm轻钢龙骨，墙内填50mm玻璃棉-51dB ㉘ 双面三层12mm石膏板+75mm轻钢龙骨-52dB ㉙ 150mm钢筋混凝土-52dB ㉚ 240mm砖墙-52dB
㉛ 双层75mm加气混凝土墙，100mm空气层-54dB ㉜ 290mm小型混凝土空心砌块-54dB
㉝ 双面三层12mm石膏板+100mm轻钢龙骨，墙内填50mm玻璃棉-56dB
㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

E.1.3 撞击声隔声

1 撞击声的产生

建筑中的撞击声是由振动物体直接撞击结构物（楼板或墙），使之产生振动，沿着结构传播开去而产生的噪声。

2 撞击声的传播途径（参见图E1-8）。

（1）途径①，由于物体的撞击，使结构产生振动，直接向另一侧的房间辐射声能。

（2）途径②，由于受撞击而振动的结构与其他建筑构件连接，使振动沿着结构物传至相邻或更远的空间。

3 撞击声的传播特性

（1）因撞击而产生的声音能量较大。

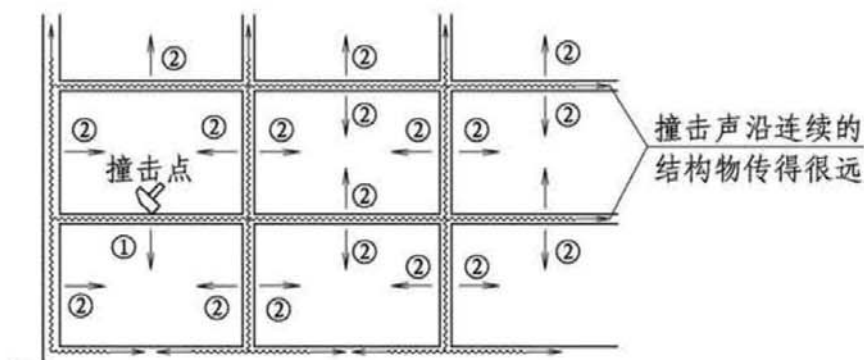
（2）声音在固体结构中传播时衰减量很小，故撞击声可以沿着连续的结构传得很远，引起严重干扰。

4 楼板撞击声隔声性能的评价方式（见表E1-7）。

5 楼板撞击声的隔声措施

（1）采用弹性材料作面层，如地毯、塑胶地板等。弹性面层可使撞击地面的能量减弱从而减弱楼板的振动。

（2）在楼板的基层与面层之间加一弹性垫层，将上下两层完全隔开，使地面产生的振动，只有一小部分传至楼板基层，这种楼板做法称为浮筑楼面。



图E1-8 撞击声传播途径示意

表E1-7 楼板撞击声隔声性能的评价方式

评价量	符号	意义	说明
计权标准化撞击声压级	$L'_{nT,w}$	用标准打击器撞击楼板时，楼下房间内接收到的声级	数值越小，楼板隔声性能越好
撞击声改善值	ΔL	楼板改善措施前的 $L'_{nT,w}$ 与改善措施后的 $L'_{nT,w}$ 之差	数值越大，措施改善楼板隔声性能越好

6 楼板的撞击声隔声性能

(1) 普通楼板的撞击声隔声性能, 见表E1-8。

(2) 木地板和地毯的撞击声隔声性能, 见表E1-9。

(3) 浮筑楼板通用做法, 如图E1-9所示。更多浮筑楼板防撞击声做法, 可参考国标图集08J931《建筑隔声与吸声构造》图集。

7 特殊的浮筑楼板减振做法

(1) 隔振防水浮筑楼板做法, 见图E1-10。

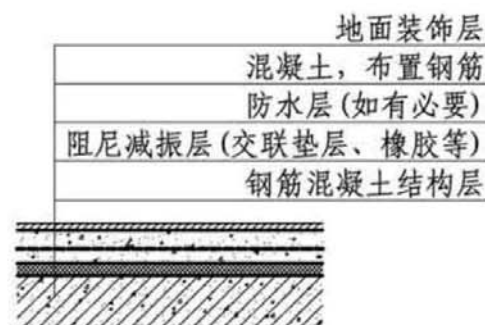
浮筑楼板所用的阻尼层材料有: 交联垫层、橡胶等, 这些材料遇明水或水蒸气时易受潮, 从而改变阻尼层的物理特性, 减弱浮筑地面的隔振性能。在室外或有明水的机房中, 采用新型防水减振垫是解决隔振问题的一种途径。

表E1-8 普通楼板的撞击声隔声性能

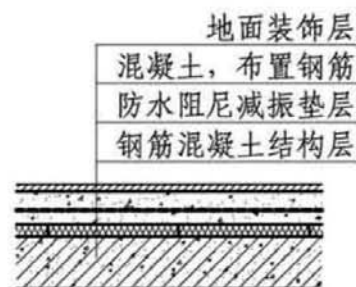
构造简图	面密度 (kg/m ²)	计权标准化撞击声压级 L _{nT,w} (dB)
 100厚钢筋混凝土楼板	240	80~85
 1. 20厚水泥砂浆 2. 100厚钢筋混凝土楼板	270	80~82
 1. 地砖 2. 20厚水泥砂浆结合层 3. 20厚水泥砂浆 4. 100厚钢筋混凝土楼板	300	82

表E1-9 木地板和地毯的撞击声隔声性能

构造简图	面密度 (kg/m ²)	计权标准化撞击声压级 L _{nT,w} (dB)
 1. 地毯 2. 20厚水泥砂浆 3. 100厚钢筋混凝土楼板	270	52
 1. 16厚柞木木地板 2. 20厚水泥砂浆 4. 100厚钢筋混凝土楼板	275	63



图E1-9 浮筑楼面做法



图E1-10 隔振防水浮筑楼面做法

注: 在室外或有明水的机房中, 采用新型防水减振垫是解决机房隔振问题的一种途径。

室内噪声控制—空气声隔声

图集号

15J904

审核 石慧斌

设计 金迪锋

校对 陈勇

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

设计 金迪锋

页

E9

(2) 住宅建筑常用浮筑楼板做法。

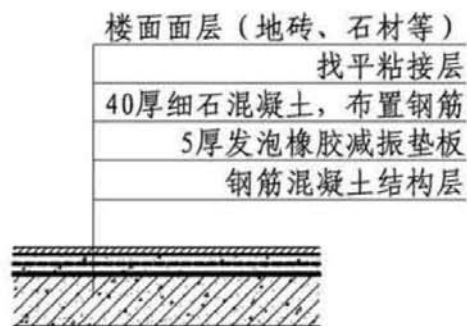
绿色建筑评价标准对住宅建筑楼板防撞击声提出高要求, 在此提供一种为住宅建筑楼板设计的常用浮筑楼板做法, 如图E1-11所示。

(3) 隔撞击声吊顶构造做法。

我国南方相对多雨潮湿, 住宅内客厅与卧室多铺设地砖、石材等对防撞击声不利的硬质材料, 因此南方住宅多出现楼板防撞击声不佳的情况。解决这一问题的最佳方法是对振动源采取隔振措施, 而采用隔振吊顶是另一种途径, 如图E1-12所示。

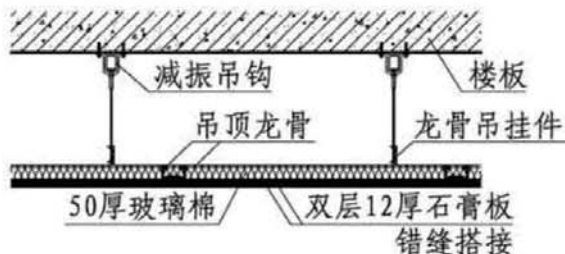
(4) 与楼板辐射供暖结合的隔撞击声楼板做法。

在楼板辐射供暖节点做法中, 加入一层减振垫板, 其做法的计权标准化撞击声压级 $L'_{nT,w}$ (dB) 可以达到60~62, 如图E1-13所示。



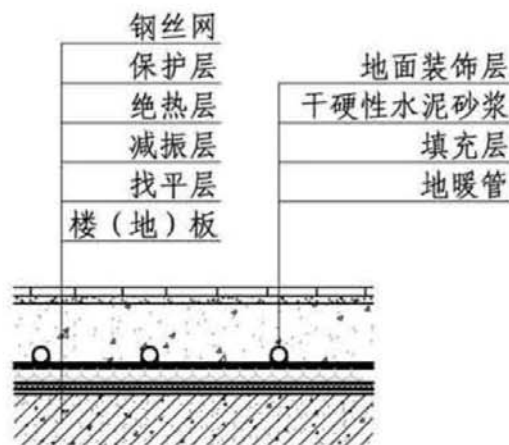
图E1-11 住宅建筑常用浮筑楼板做法

注: 此做法适合用于住宅建筑。



图E1-12 隔撞击声吊顶构造做法

注: 采用隔振吊顶是解决隔振问题的另一种途径。



图E1-13 与楼板辐射供暖结合的隔撞击声楼板做法

注: 增加的减振层为5mm厚发泡橡胶减振垫板, 此做法的计权标准化撞击声压级 $L'_{nT,w}$ (dB) 可以达到60~62。

室内噪声控制—空气声隔声

图集号

15J904

审核 石慧斌

石斌

校对 陈勇

丁晓

设计 金迪锋

金迪锋

页

E10

E.2 专项声学设计

【对应条文】

8.2.4 公共建筑中的多功能厅、接待大厅、大型会议室和其他有声学要求的重要房间进行专项声学设计，满足相应功能要求，评价分值为3分。

【技术要点】

1 公共建筑中需进行专项声学设计的空间

公共建筑中需要进行专项声学设计的空间可按复杂程度分为三类。

第一类是允许噪声级要求较高的大空间：指公共建筑中可能在某一时间聚集较大人流的空间。此类空间如果不进行必要的吸声降噪处理，可能因混响时间过长，造成语言清晰度差。为避免语言交流困难，宜进行适当的混响时间控制。此类空间包括：公共建筑中的入口大厅、接待大厅、休息厅、咖啡厅、中庭、餐厅、开放式办公区、陈列厅、展厅、阅览室、候车/机大厅等（此类大空间的声学设计过程详见本节第3条）。

第二类是语言类厅堂：指公共建筑中以语言清晰度为重要设计目标的厅堂。此类厅堂包括：会堂、会议厅、报告厅、审判厅、教室、宴会厅、多功能厅、电影厅、综合体育馆等。

第三类是音乐演出类厅堂：指公共建筑中为听众提供音乐明晰、音色纯真和音节清晰的听闻环境。此类厅堂包括：音乐厅、剧院、演播室等。

在实际工程中，需要设计的厅堂往往被要求满足多种功能：既要满足会议使用功能，又要满足演出与音乐演奏要求。但这在建筑声学设计上是矛盾的，在设计过程中应该有所侧重：以语言声为主、以文艺演出为主或以音乐演奏为主，三者选其一作为设计的侧重点。

2 声学技术指标

常用于评价厅堂音质的主要声学技术指标有：混响时间、语言清晰度、声场不均匀度、脉冲响应、允许噪声级等。

2.1 混响时间 (T_{60} , s)：在室内声音已达到稳定状态后声源停止发声，平均声能密度自原始值衰减60dB所需要的时间。混响时间是目前音质设计中能定量估算的重要评价指标，它直接影响厅堂音质的效果。

2.2 语言清晰度 (STI)：语言在传输过程中，混响、失真、噪音等因素都会导致语言可懂度恶化，一般用语言传输指数 (STI) 来描述语言清晰度的好坏。

2.3 声场不均匀度 (ΔL , dB)：在厅堂空间上声强分布的不均匀程度，用厅堂内观众席区域各座位间测得的声压级的最大值与最小值的差值来表示。

2.4 脉冲响应：接收点接收到脉冲声信号的情况。一般为一个直达脉冲声加上若干按到达时间序列的不同强度的反射脉冲声。50ms内到达的反射声为近次反射声，对直达声起加强作用。50ms以后到达的反射声为混响声。

2.5 允许噪声级 (dB)：为了防止噪声对听闻的影响，对不同类型和要求的厅堂都有各自的允许噪声标准。常用NR评价曲线和A声级来表示。

3 背景噪声要求较高的大空间的专项声学设计

3.1 大空间应注意的声学问题

3.1.1 此类大空间大部分国家规范未提出明确的声学设计指标，容易忽视建筑声学设计，造成空间混响时间过长，语言清晰度差等声学问题。

3.1.2 大空间的声学设计，应从控制室内混响时间与体形设计两方面进行。

大空间的室内吸声材料布置，需通过计算室内中频 (500Hz或1000Hz倍频程) 混响时间来控制。

专项声学设计								图集号	15J904
审核	石慧斌	孙斌	校对	陈勇	丁飞	设计	金迪锋	金迪锋	页
									E11

3.2 不同类型大空间的混响时间设计参考值, 见表E2-1。

3.3 大空间的体形设计

3.3.1 大空间因体形不佳形成的颤动回声

(1) 大空间室内混响时间过长和颤动回声的存在, 是影响室内语言清晰度的两大主要因素, 体形设计的目的在于减少室内颤动回声。

(2) 当声源在大空间内两个平行界面或一平面与一凹面之间发生反射, 所形成的一系列回声称为颤动回声, 见图E2-1。

(3) 矩形房间内存在三对平行面: ABCD//EFGH, ACEG//BDFH, ABFE//CDGH (见图E2-2), 声音在矩形房间内传播时, 将在三对平行面间产生颤动回声。

3.3.2 大空间颤动回声的避免

(1) 布置大面积的强吸声材料 (平均吸声系数 $\bar{\alpha} \geq 0.75$), 可以减弱平行面间产生颤动回声。

(2) 尽可能多地破坏房间三个方向的平行面, 形成多边形房间ABC'D (见图E2-3)。形成的夹角: $\angle C'BC$ 和 $\angle C'DC$ 大小宜大于 4° 。

(3) 将土建墙体倾斜为最佳, 如土建条件不具备, 也可将墙面与天花装饰构造设为倾斜 (见图E2-4)。

(4) 可在EFGH面 (天花) 上适当设置凹凸不平的装饰造型, 以避免形成天花与地面之间的平行面。



咖啡厅

0.8~1.0



展览厅/陈列厅

1.2~1.6



候车厅/候机厅

1.4~2.0



(培训) 教室

0.6~1.0



阅览室

1.0~1.3



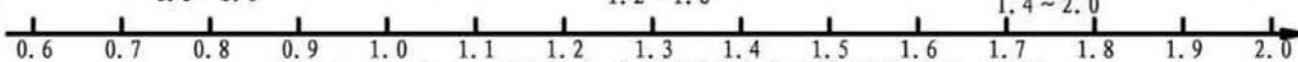
员工餐厅

1.2~1.6



入口大厅/中庭

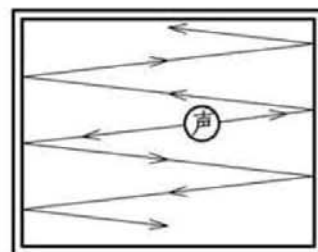
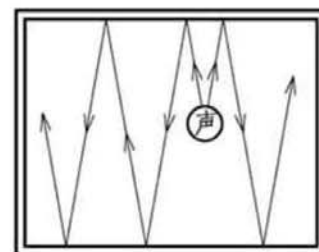
1.4~2.0



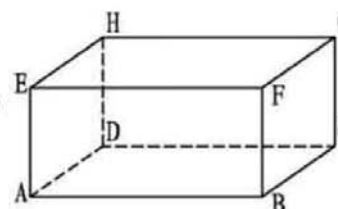
表E2-1 不同类型大空间的混响时间设计参考值



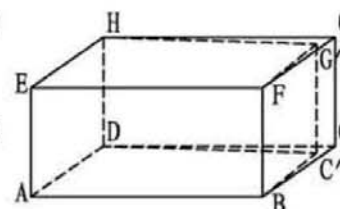
避免产生颤动回声的墙面与天花装饰造型



图E2-1 矩形房间产生的颤动回声示意图



图E2-2 矩形房间中存在的三对平行面



图E2-3 多边形房间对声学设计更有利

专项声学设计

图集号

15J904

页

E12

审核 石慧斌

校对 陈勇

设计 金迪锋

金迪锋

4 大空间专项声学设计实例

4.1 某接待大厅声学装饰改造

4.1.1 接待大厅基本情况

接待大厅平面为 $48\text{m} \times 54\text{m}$ 的长方形，室内净面积约为 2350m^2 ，大厅完成装饰后的平均净高约 7.1m ，容积约为 16685m^3 。需对其室内装饰进行改造，同时提高其声环境质量。为了控制大厅的混响时间，必需保证厅内有足够的吸声面积，吸声材料尽可能分散布置。由于此项目为改造工程，室内装饰效果要求保留原有风格，地面材料为原有石材打磨见新，墙面为大面积石材装饰，留给声学布置吸声材料的区域仅为藻井内天花。

4.1.2 体形分析

接待大厅体形为典型的长方形体形，且平面的长与宽比较接近，地面与四周墙面装饰材料均为石材，更易产生颤动回声。

基于接待大厅的长方形体型和吸声材料集中布置于天花这两个特点，接待大厅的墙面石材向上倾斜设置，如图E2-5所示，其目的有二，一是破坏墙面之间的平行面，避免产生颤动回声，二是将声能向天花反射，更有利于有限的天花吸声面积吸收声能。

4.1.3 接待大厅吸声材料布置

地面为原有石材，面积为 2350m^2 ，吸声系数为 0.02 。墙面材料为新装饰石材，面积为 1392m^2 ，吸声系数为 0.02 。天花材料为穿孔蜂窝铝板，面积为 1404m^2 ，吸声系数为 0.86 ；双层石膏板，面积为 2404m^2 ，吸声系数 0.08 ，如图E2-6所示。

4.1.4 接待大厅中频混响时间计算见表E2-2。

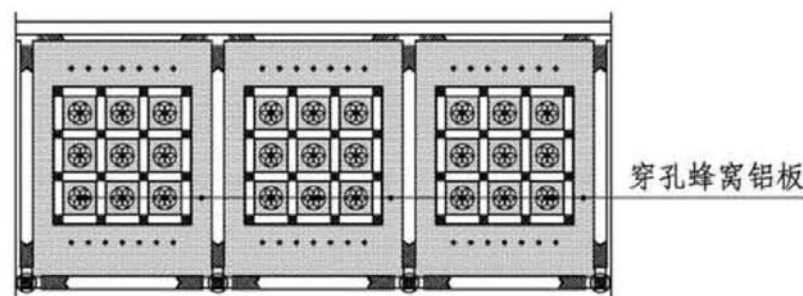
4.1.5 吸声构造节点图如图E2-7所示。



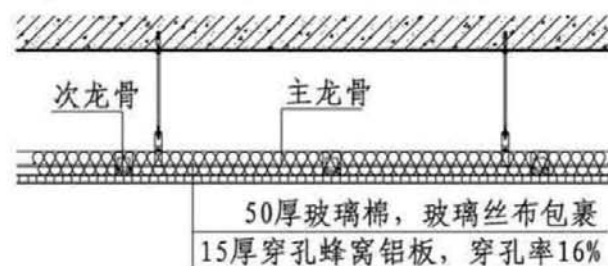
图E2-5 墙面石材倾斜设置

表E2-2 接待大厅中频混响时间计算表

序号	构造	面积 (m^2)	吸声系数	吸声量	总吸声量: 1474.5m^2
01	石材	3742	0.02	74.8	总表面积: 7550m^2
02	穿孔蜂窝铝板	1404	0.86	1207.4	容积: 16685m^3
		2404	0.08	192.3	混响时间T60: 1.66s



图E2-6 局部天花吸声材料布置



图E2-7 穿孔蜂窝铝板吊顶构造

专项声学设计						图集号	15J904
审核	石慧斌	校对	陈勇	设计	金迪锋	页	E13

4.2 某航站楼候机大厅声学设计

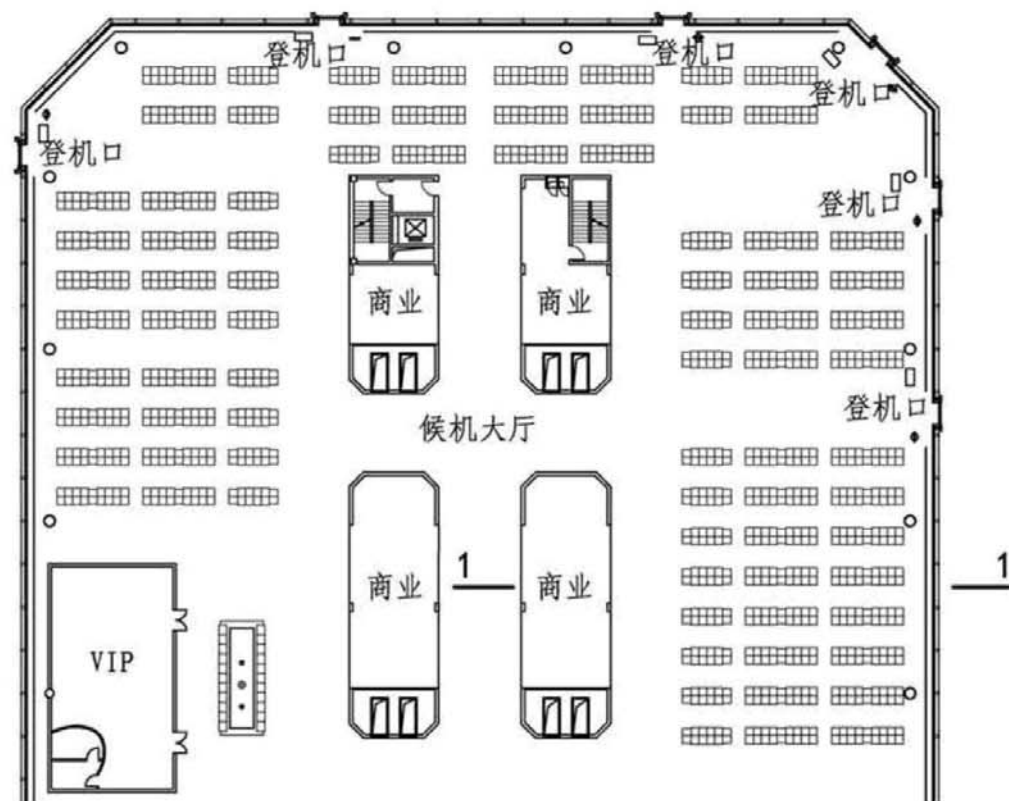
4.2.1 候机大厅基本情况

航站楼西区候机大厅平面为 $62\text{m} \times 72\text{m}$ 的长方形，如图E2-8所示，室内平均净高约为 14.8m ，室内容积约为 66100m^3 。

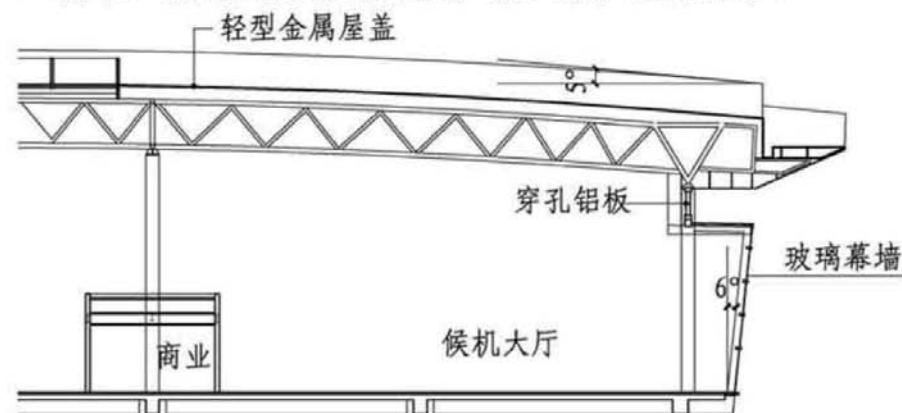
4.2.2 候机大厅体型分析

候机大厅东、西、北三个立面均为玻璃幕墙，且上部向外倾斜 6° 设置，如图E2-9、图E2-10所示，有效地避免了玻璃幕墙之间产生颤动回声。

候机大厅屋盖为轻型金属屋盖，且与地面设有 5° 的夹角，如图E2-9、图E2-10所示，有效地避免了金属屋盖和地面之间产生颤动回声。



图E2-8 候机大厅平面图



图E2-9 候机大厅1-1剖面图



图E2-10 候机大厅室内效果图

专项声学设计								图集号	15J904
审核	石慧斌	石斌	校对	陈勇	丁	设计	金迪锋	金迪锋	页
									E14

4.2.3 候机大厅吸声材料布置, 如前页图E2-9、图E2-10所示。

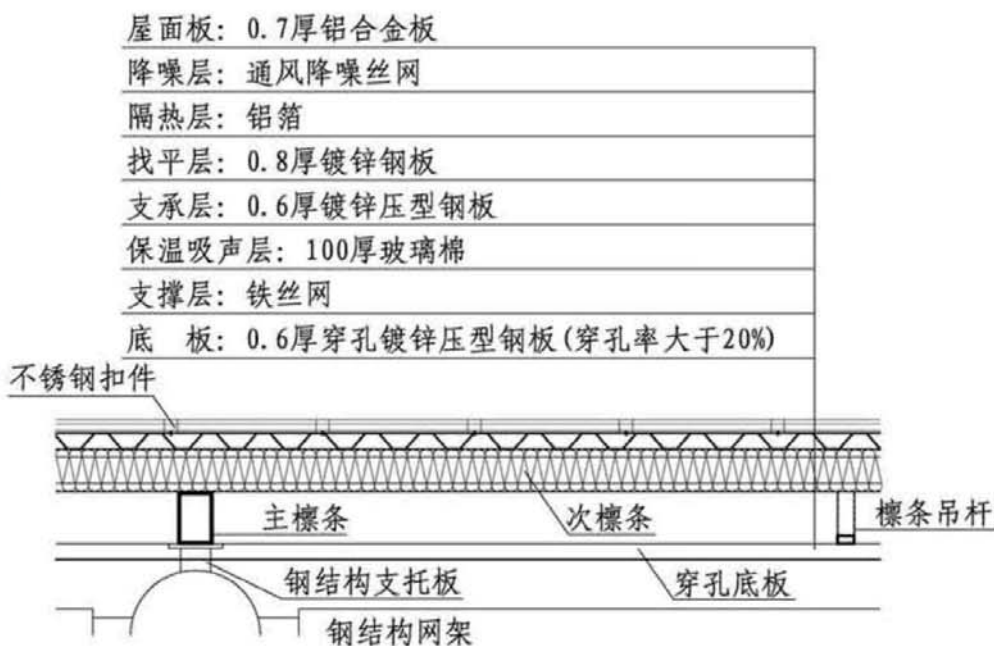
地面材料为塑胶地面, 面积为 4460m^2 , 吸声系数为0.02。墙面材料为玻璃幕墙, 面积为 1545m^2 , 吸声系数为0.14; 穿孔铝板, 面积为 1030m^2 , 吸声系数为0.80; 其他不吸声墙面约 775m^2 , 吸声系数为0.02。顶棚材料为轻型屋盖防雨噪声、吸声构造, 面积为 4460m^2 , 吸声系数为0.90。

4.2.4 候机大厅平均混响时间计算, 见表E2-3。

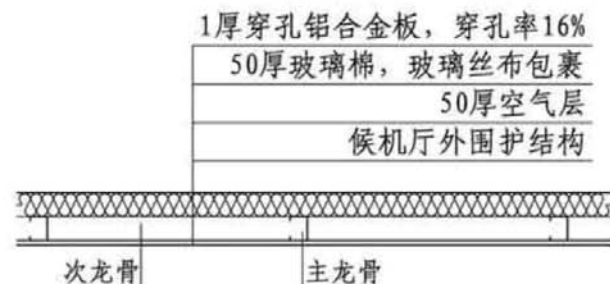
4.2.5 吸声构造节点图 (见图E2-11、图E2-12、图E2-13)

表E2-3 候机大厅中频混响时间计算表

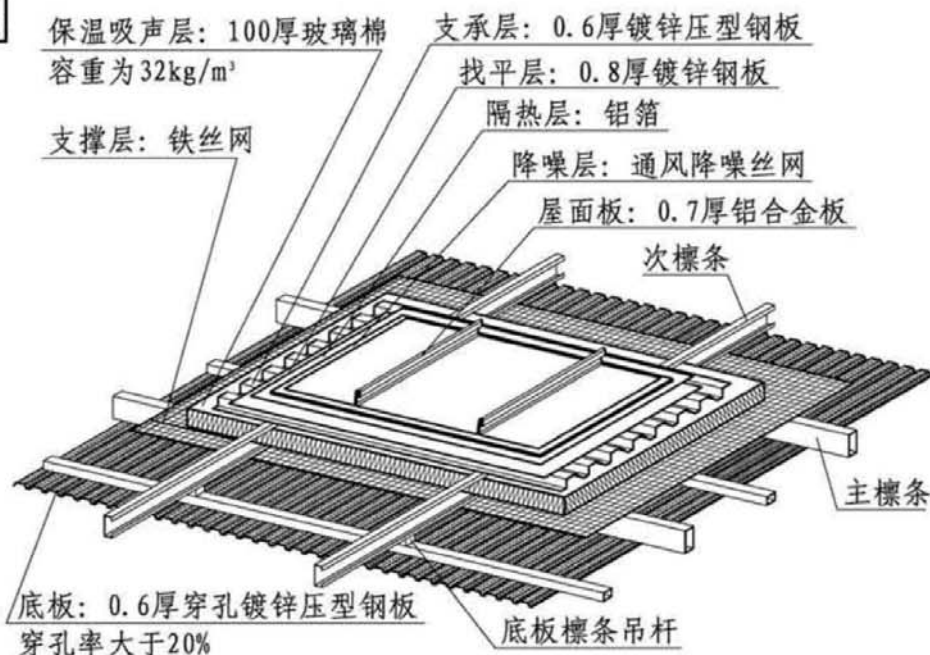
序号	构造	面积 (m^2)	吸声系数	吸声量	指标
01	塑胶地面	4460	0.02	89.2	总吸声量: 5143.5m^2
02	玻璃幕墙	1545	0.14	216.3	总表面积: 12270m^2
03	铝穿孔板	1030	0.80	824.0	容积: 66100m^3
04	轻型屋盖	4460	0.90	4014	混响时间T60: 1.62s



图E2-12 轻型屋盖防雨噪声、吸声构造剖面图



图E2-11 穿孔铝板构造节点图



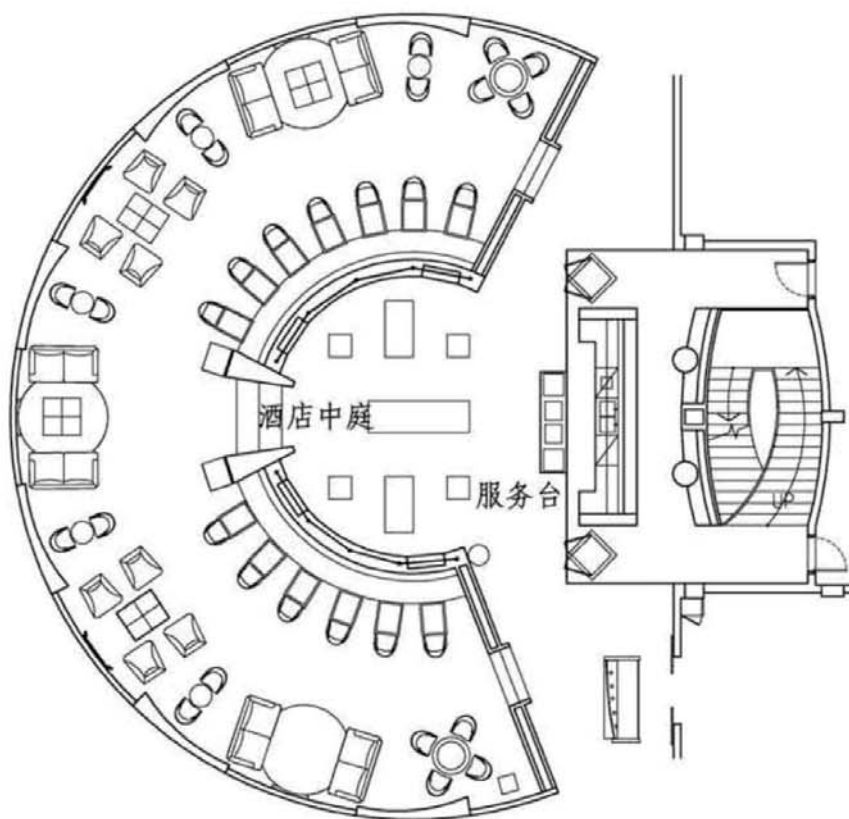
图E2-13 轻型金属屋面防雨噪声、吸声构造轴测图

专项声学设计				图集号	15J904
审核	石慧斌	校对	陈勇	设计	金迪峰
				页	E15

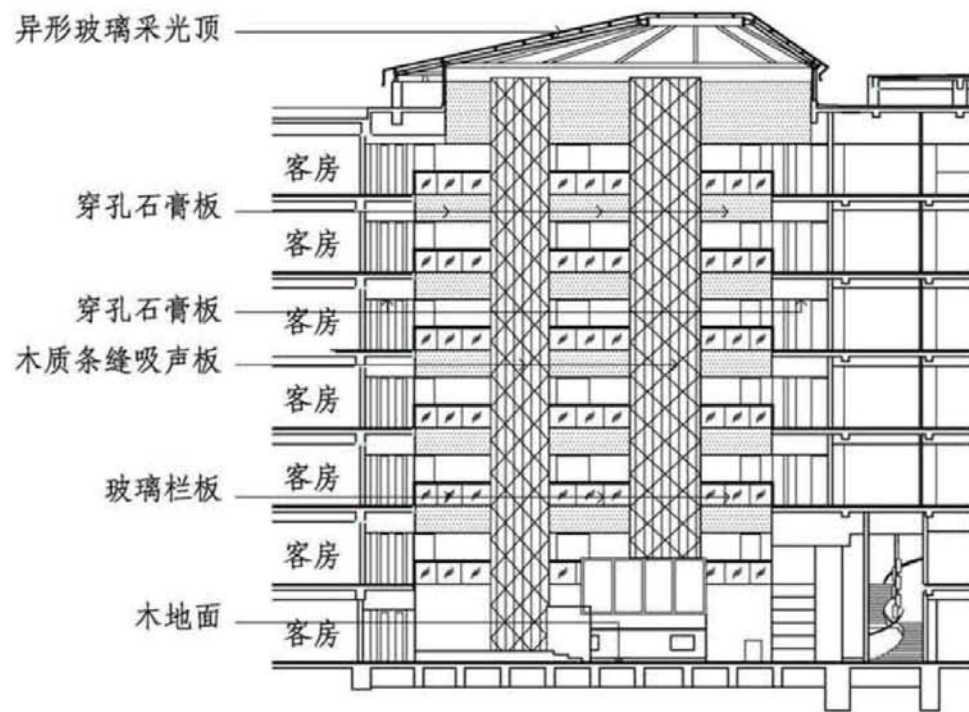
4.3 某酒店中庭声学设计

4.3.1 酒店中庭基本情况

某酒店C座平面呈圆形，由客房、宴会厅和中庭组成，共9层，一层和二层为宴会厅，三层至九层为客房层，客房沿圆形外圈布置，中间为三层至九层通高的中庭，平面如图E2-14所示，顶部为异形玻璃顶采光，中庭平时作为休闲茶座和酒吧，建筑面积约430m²，容积约11000m³。中庭的三层到九层与客房走廊连成一体，形成一个声环境复杂的大体量空间。



图E2-14 酒店中庭平面图



图E2-15 酒店中庭剖面图

专项声学设计								图集号	15J904
审核	石慧斌	石斌	校对	陈勇	丁	设计	金迪锋	金迪锋	页
									E16

4.3.2 体型分析

圆形平面易产生声聚焦，墙面需做强吸声处理。异形玻璃采光顶与木地面未形成平行面，可避免产生颤动回声。

4.3.3 酒店中庭吸声材料布置，如图E2-15所示。

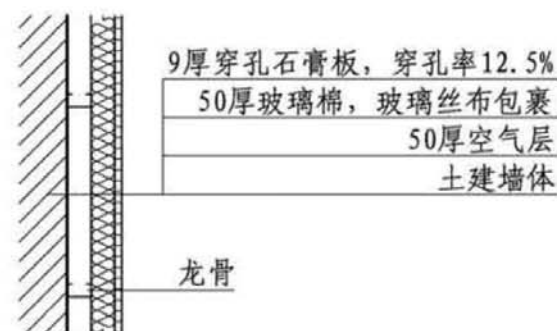
中庭地面材料为满铺木地板，面积为430m²，吸声系数为0.05。中庭墙面材料为木制条缝吸声板，面积为360m²，吸声系数为0.81；穿孔石膏板，面积为252m²，吸声系数为0.74；玻璃栏杆，面积为210m²，吸声系数为0.14。中庭天花材料为异形玻璃采光顶，面积为340m²，吸声系数为0.14。客房走廊天花材料为穿孔石膏板，面积为575m²，吸声系数为0.71。

4.3.4 中庭中频混响时间计算见表E2-4。

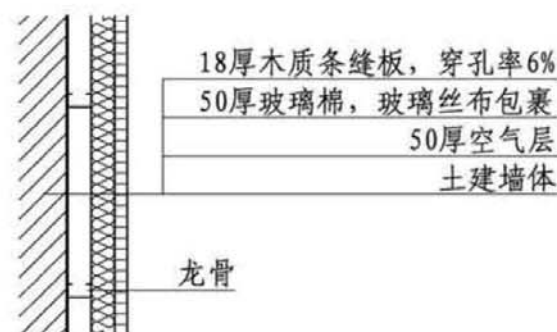
4.3.5 吸声构造节点如图E2-16、图E2-17所示。

表E2-4 酒店中庭中频混响时间计算表

序号	构造	面积 (m ²)	吸声系数	吸声量
01	满铺木地板	430	0.05	21.5
02	木制条缝吸声板	360	0.81	291.6
03	穿孔石膏板	827	0.71	587.2
04	玻璃栏杆	210	0.14	29.4
05	异形玻璃采光顶	340	0.14	47.6
06	其它不吸声材料	2163	0.02	43.3
总吸声量		1020.6m ²		
总表面积		4330m ²		
容积		11000m ³		
混响时间T60		1.55s		



图E2-16 穿孔石膏板吸声构造节点



图E2-17 木质条缝板吸声构造节点

专项声学设计								图集号	15J904
审核	石慧斌	石斌	校对	陈勇	丁	设计	金迪锋	金迪峰	页
									E17

5 语言类厅堂和音乐演出类厅堂的专项声学设计

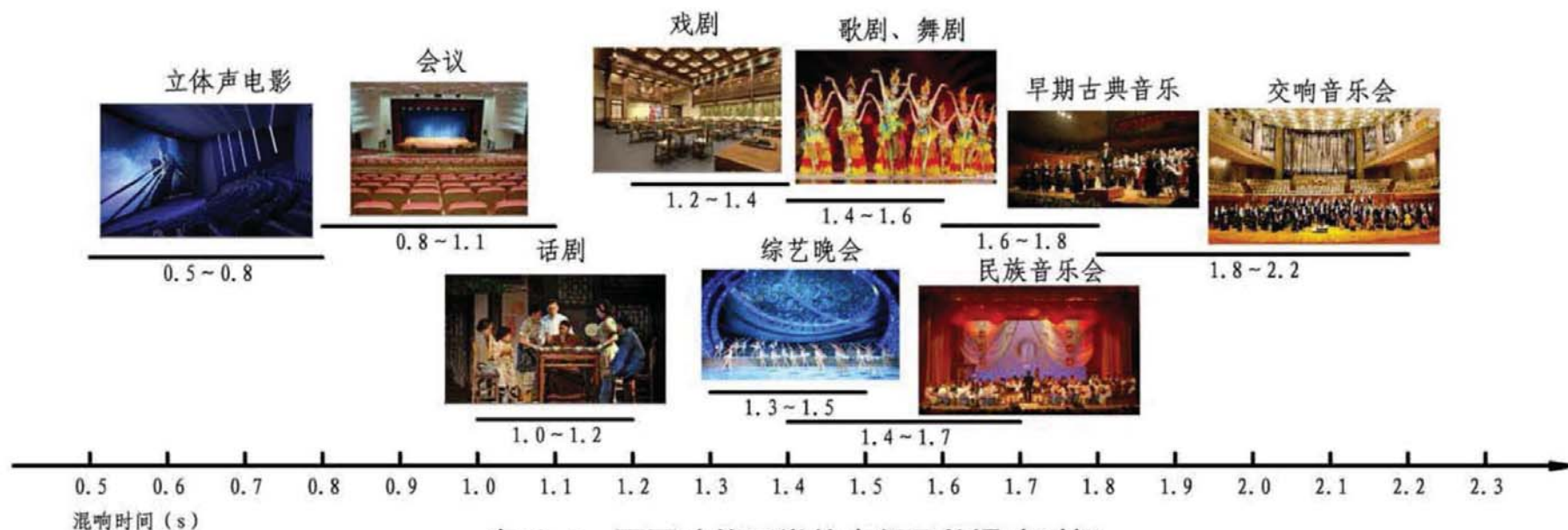
厅堂建筑的专项声学设计，涉及建筑设计的各个方面。它不是靠声学工程师或建筑师单独所能完成的，它要求声学工程师同建筑师、业主及整个建筑设计小组的成员密切合作、相互协调，使声学设计意图在工程上得到实施。一个音质良好的厅堂一定是集体合作的结晶。建筑声学设计的内容，绝不是待建筑主体结构建成后在室内做一下声学装修即可，而是在建筑设计一开始就应该有建筑声学方面的考虑。

5.1 厅堂专项声学设计的内容

①选址、建筑总图设计和各种房间的合理配置，目的是防止外界噪声和附属房间对主要听音房间的噪声干扰；②在满足使用要求的前提下，确定经济合理的房间容积和每座容积；③通过体形设计，充分利用有效声能，使反射声在时间和空间上合理分布，并防止出现声学缺陷；④根据使用要求，确定合适的混响时间及其频率特性，计算大厅吸声量，选择吸声材料与构造，确定其构造做法；⑤根据房间功能要求及声源功率计算室内声压级，并决定是否采用电声系统；⑥确定室内允许噪声标准，计算室内背景声压级，确定采用哪些噪声控制措施；⑦在厅堂室内装饰施工过程中，进行声学中期测试，如有问题进行设计修正；⑧工程完成后进行音质测量和评价；⑨对于重要的厅堂，必要时应用计算机仿真技术配合进行建筑声学设计。

建筑声学设计一般都是针对自然声进行的，但是观演建筑大厅往往都配有扩声系统。良好的建筑声学环境是使用扩声系统的先决条件。

5.2 不同功能厅堂的中频最佳混响时间见表E2-5。



表E2-5 不同功能厅堂的中频最佳混响时间

专项声学设计								图集号	15J904
审核	石慧斌	石斌	校对	陈勇	丁	设计	金迪锋	金迪锋	页
									E18

5.3 剧场观众厅基本尺寸

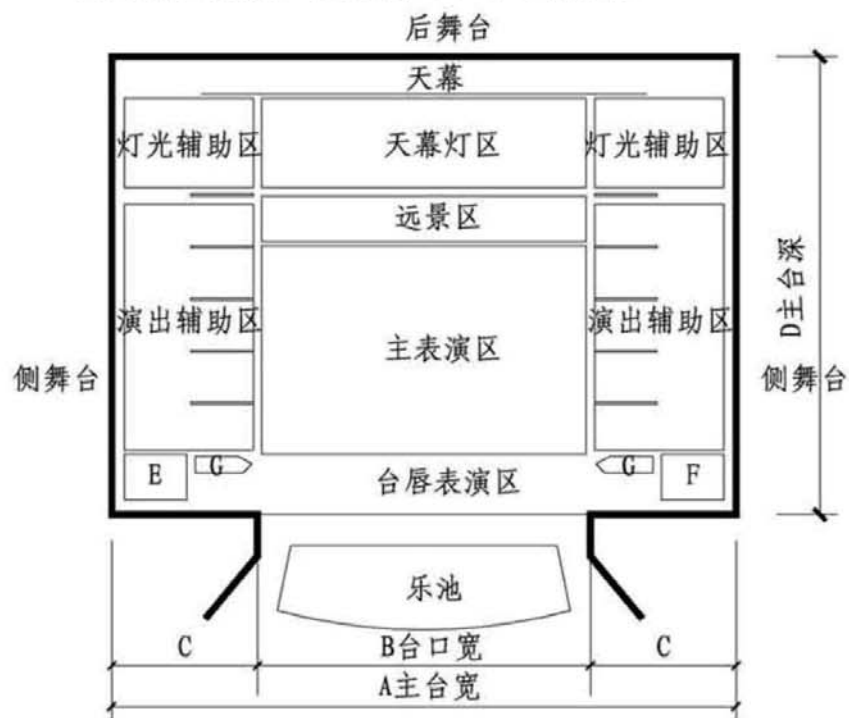
5.3.1 观众厅的长度：受人眼生理条件所限，人的视距有一定范围，一般在距离25m以内能看见演员的脸部细节表情。所以话剧和戏曲剧场，无论池座或楼座，最后一排观众离台口线的距离不宜超过28m。歌剧演出主要看形体动作，最远视距则不宜超过33m。因此观众厅长度受人的视距制约，不可盲目主观确定。

5.3.2 观众厅的宽度：声学实验证明，在50ms以后出现的反射声，属延迟反射声，可能形成回声。如果观众厅出现回声，将会大大降低清晰度。为了消除厅内的回声缺陷，应使反射声与直达声的声程差小于17m，若大于17m就会形成有害的回声。通过声线分析可以得出，观众厅的宽度大于33m，对声学是不利的。

5.3.3 观众厅的高度：观众厅的吊顶，特别是靠近台口附近的吊顶，是加强中前区观众席早期反射声最好的反射面。吊顶的高低、倾角、形状、材质等应由声学设计提出具体要求和做法。面光桥的高度，距离台口的位置，射光口的大小和倾角都与观众厅吊顶的做法有密切的制约关系。楼座观众席的俯角，以及楼座后排位置的标高都与观众厅的吊顶高度和形状有相互制约关系。观众厅的土建高度，应在观众厅吊顶高度的基础上，考虑建筑结构梁高和检修马道高度。

5.4 剧场舞台基本尺寸

镜框式舞台的基本尺寸是主台的宽度、进深和高度，它与镜框台口的宽度和高度有关，而台口尺寸又与观众厅的长、宽、高有关，并受地面升起的坡度、视线遮挡和声学条件所限。



图E2-18 舞台台面功能分布示意图

如图E2-18所示：

A为主台宽度，B为台口宽度，C为演出辅助区宽度，D为舞台进深。

A约为1.7~1.8倍的B；

C约为0.35~0.4倍的B；

D约为1.4~1.5倍的B。

C演出辅助区内有待迁换的布景、道具、流动灯及待上场的演员。

E为舞台监督位置。

F为消防值班位置。

G为假台口。

观众厅、舞台详细尺寸见《剧场建筑设计规范》JGJ57。

专项声学设计								图集号	15J904
审核	石慧斌	石斌	校对	陈勇	丁飞	设计	金迪锋	金迪锋	页
									E19

6 厅堂专项声学设计实例

以某剧场声学改造工程为例，详尽阐述剧场建筑声学设计的内容与过程。

6.1 剧场改造前状况如图E2-19、图E2-20所示。

6.1.1 剧场改造前功能定位：用于举行全校性的典礼、集会，同时兼顾电影放映和中小型文艺演出等多功能使用。

6.1.2 剧场改造前建筑声学设计目标：保证使用扩声系统的条件下，有良好的声环境。

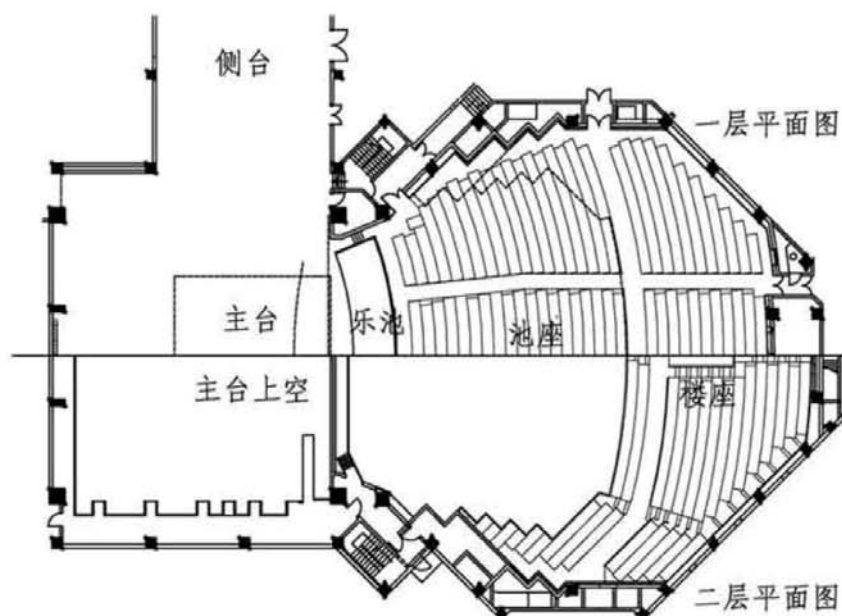
6.1.3 建筑条件：建筑面积，池座980m²，楼座490m²。观众席容积12500m³，可容纳观众2200多人，每座容积5.6m³。舞台台口宽18m，高9m。

6.1.4 剧场改造前混响时间见表E2-6。

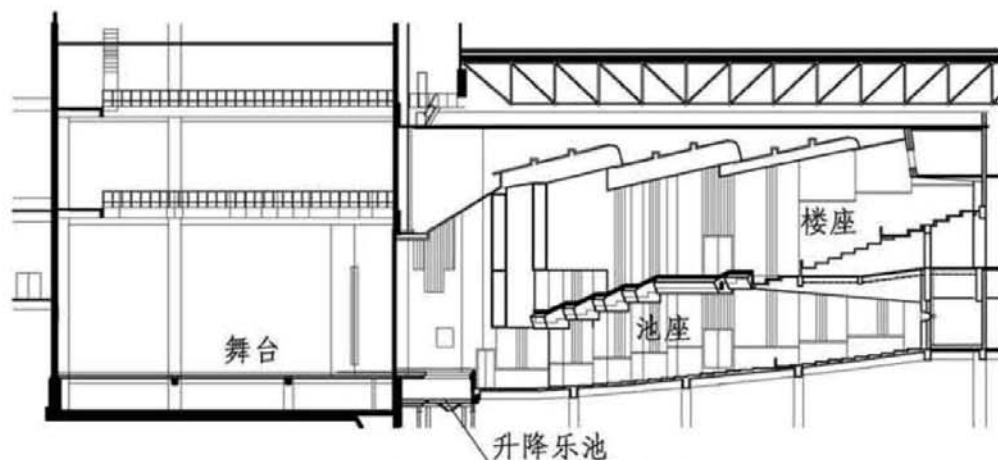
6.2 剧场声学改造目标

6.2.1 剧场改造后的功能定位：文艺演出，歌舞剧演出场所；在使用扩声系统的条件下，兼顾会议、电影放映等功能；使用舞台反声罩时，满足交响乐演出。

6.2.2 剧场改造后的混响时间：中频1000Hz满场1.3s。



图E2-19 剧场平面图



图E2-20 剧场剖面图

表E2-6 剧场改造前满场混响时间实测

状态	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
无声反射罩	1.26	0.92	0.92	0.93	0.95	0.87
有声反射罩	1.19	1.00	1.00	1.06	1.07	0.91

专项声学设计								图集号	15J904
审核	石慧斌	石斌	校对	陈勇	丁	设计	金迪峰	金迪峰	页
									E20

6.3 剧场改造前声学缺陷

6.3.1 混响时间短：改造前观众厅和舞台吸声量过大，满场混响时间为0.9s，对音乐类演出偏短。

6.3.2 声能分布不均匀：观众厅较大的长宽尺寸（长近37m，宽约36m）使得厅堂后部直达声能不足；观众厅的体形（侧墙、吊顶）使早期反射声分布不均，观众席缺少从顶部和侧墙过来的早期反射声，声音听起来不够亲切，没有包围感。

6.3.3 乐池面积偏小：乐池面积偏小，造成乐队排列受限；乐池开口面积小且狭长，声音不容易从乐池传出并覆盖观众席和舞台表演区。

6.4 缺陷原因剖析及解决办法

6.4.1 造成混响时间短的原因

每座容积偏小，该剧院改造前的每座容积为 5.6m^3 ，而一般剧院的每座容积要达到 7.0m^3 以上。

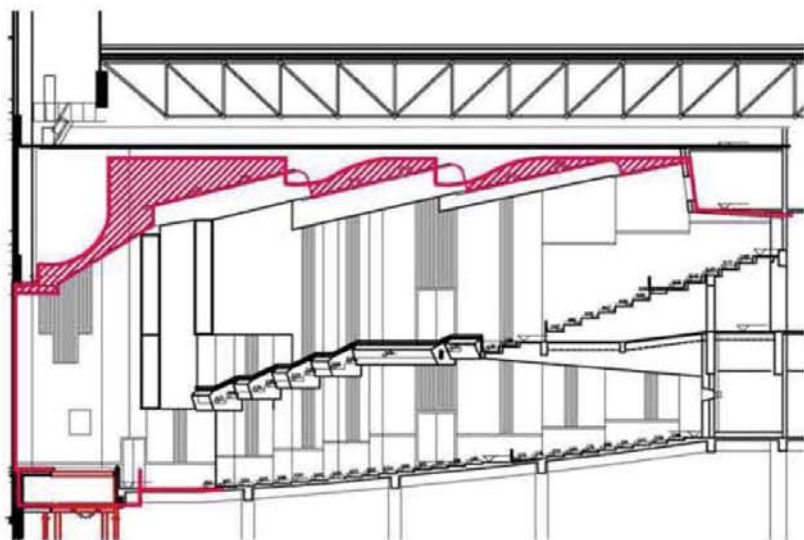
6.4.2 增长混响时间的改进措施

(1) 尽可能地提升观众厅吊顶标高以增加观众厅的总容积（参见图E2-21）。

(2) 加大乐池面积和乐池开口面积、加大声反射罩内容积。

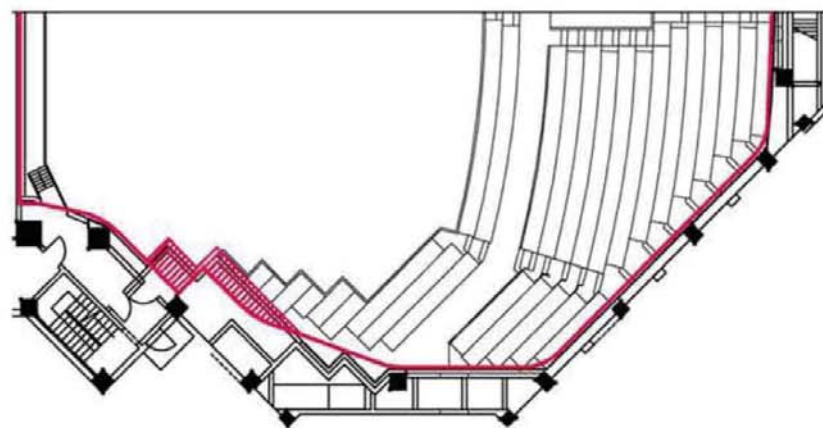
(3) 将两道耳光减少为一道耳光，并使耳光开口向侧墙方向回缩，增大观众厅平面面积（参见图E2-22）。

采取以上措施后，观众厅总容积可增加 700m^3 ，使每座容积增大至 5.9m^3 。



图E2-21 剧场改造前后剖面对比图

注：红色轮廓线为改造加高后的吊顶、加大后的乐池。



图E2-22 剧场改造前后平面对比图

注：红色轮廓线为改造后的观众厅平面。

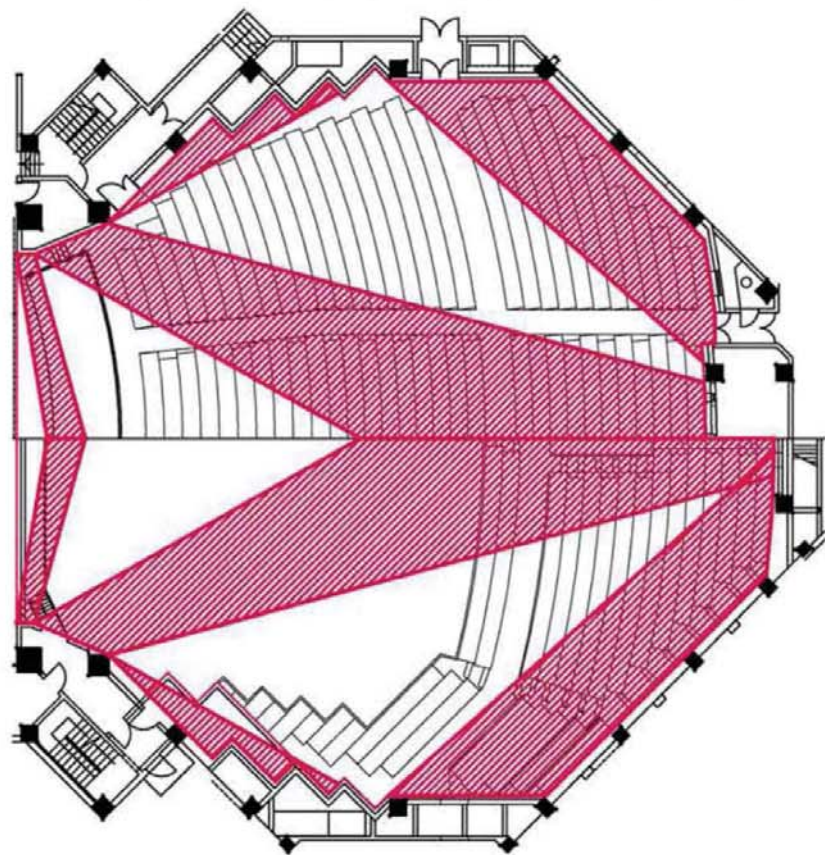
专项声学设计				图集号	15J904
审核	石慧斌	校对	陈勇	设计	金迪锋
				页	E21

6.4.3 造成声场分布不均的原因

侧墙和吊顶的角度不利于早期反射声，使得大面积的观众席无法被早期反射声覆盖，如图E2-23、图E2-24所示。

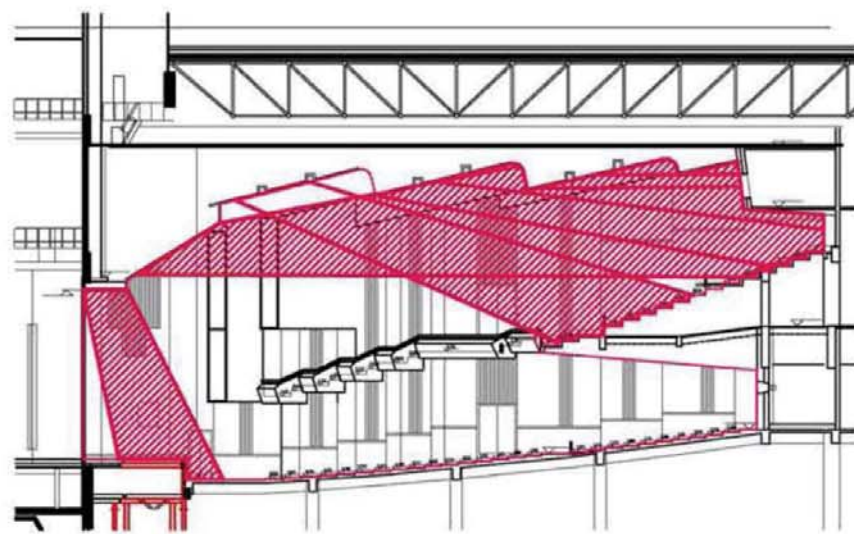
6.4.4 改善声场分布不均的措施

- (1) 设计吊顶的装饰造型，使其的反射声能覆盖整个观众席，软件模拟结果如图E2-25、图E2-26、图E2-27所示。
- (2) 设计墙面的装饰造型，使其的侧向反射声尽可能多地覆盖观众席，软件模拟结果如图E2-28、图E2-29所示。
- (3) 设计楼座栏板的装饰造型，使其产生的反射声能尽量覆盖观众席，软件模拟结果如图E2-30、图E2-31所示。



图E2-23 剧场改造前平面声线分析图

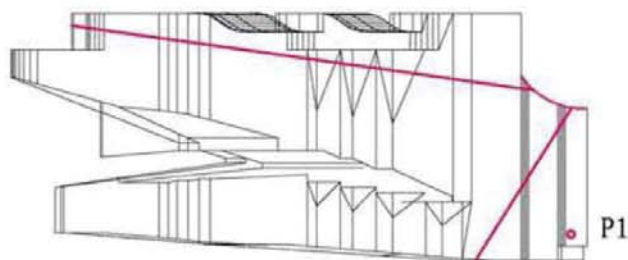
注：大面积的观众席无法被墙面的侧向反射声覆盖。



图E2-24 剧场改造前剖面声线分析图

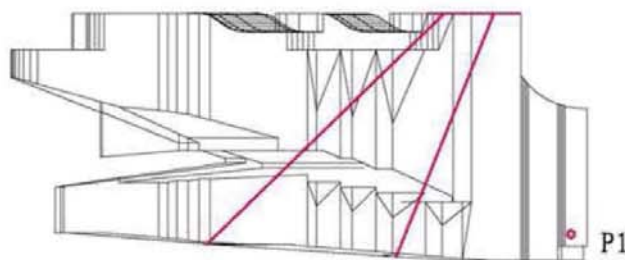
注：池座基本无顶部反射声覆盖。

专项声学设计				图集号	15J904
审核	石慧斌	校对	陈勇	设计	金迪锋
				页	E22



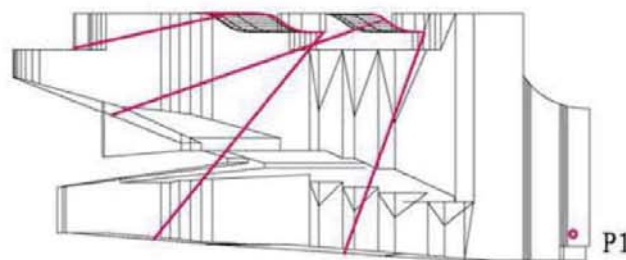
图E2-25改造后剖面声线分析图(台口板)

注: 台口板的反射声可覆盖整个观众席。



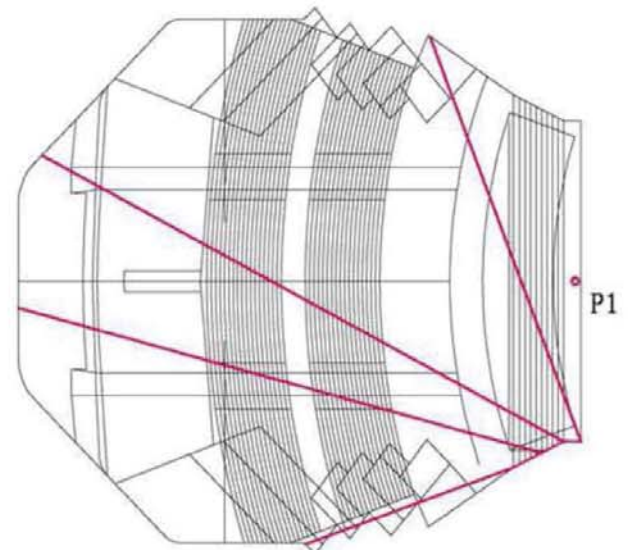
图E2-26改造后剖面声线分析图(中间板)

注: 中间板的反射声可覆盖观众席池座。



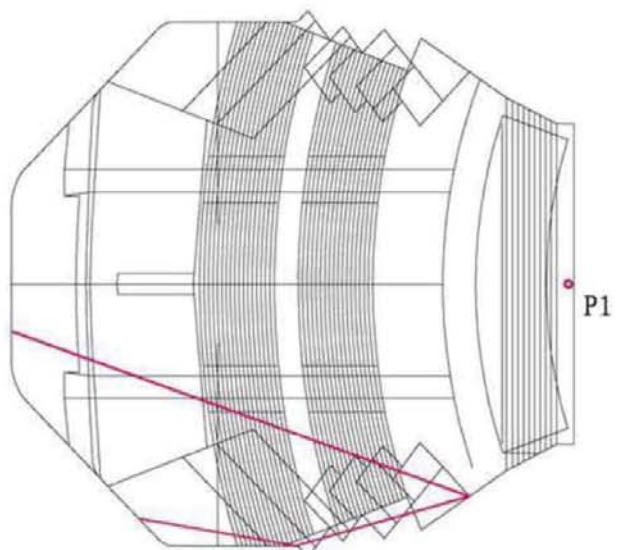
图E2-27改造后剖面声线分析图(后部板)

注: 后部板的反射声可覆盖观众席池座和楼座。



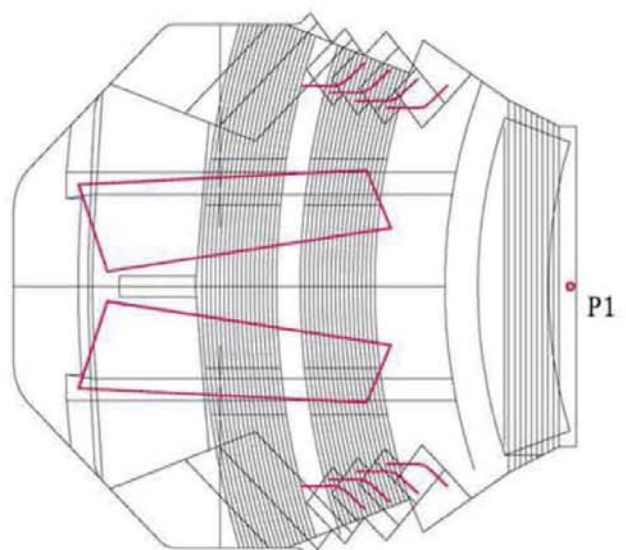
图E2-28 改造后平面声线分析图(台口板)

注: 台口板的反射声可覆盖整个观众席。



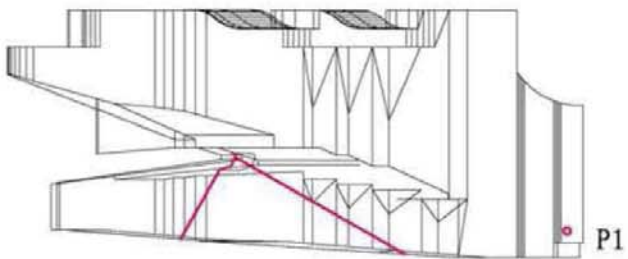
图E2-29 改造后平面声线分析图(侧墙板)

注: 侧墙板的反射声可覆盖部分观众席。



图E2-30 改造后平面声线分析图(楼座栏板)

注: 楼座楼板的反射声可覆盖观众席池座中部。



图E2-31改造后剖面声线分析图(楼座栏板)

观众厅池座提供反射声。

剧场的体型设计至此已完成。

6.5 混响时间计算

根据确定的剧场室内装饰设计方案, 设计剧场的声学装饰材料, 该剧场的每座容积偏小, 剧场的座椅为观众厅提供了大量的吸声量, 在选用装饰材料时, 应尽量选择吸声系数小的材料。建筑声学设计需提供混响时间计算表和软件声场模拟结果。

专项声学设计

图集号

15J904

审核 石慧斌

石斌

校对 陈勇

丁飞

设计 金迪锋

金迪峰

页

E23

E.3 建筑照明数量和质量

【对应条文】

8.1.3 建筑照明数量和质量应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034的规定。

【技术要点】

各类民用建筑中的照度、照度均匀度、眩光值、一般显色指数等照明数量和质量指标应满足现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034第5章的有关规定。进行绿色建筑照明设计时,建筑师应将绿色照明设计的理念贯穿整个过程,并注意与传统流程的区别,见图E3-7。

【实施步骤】

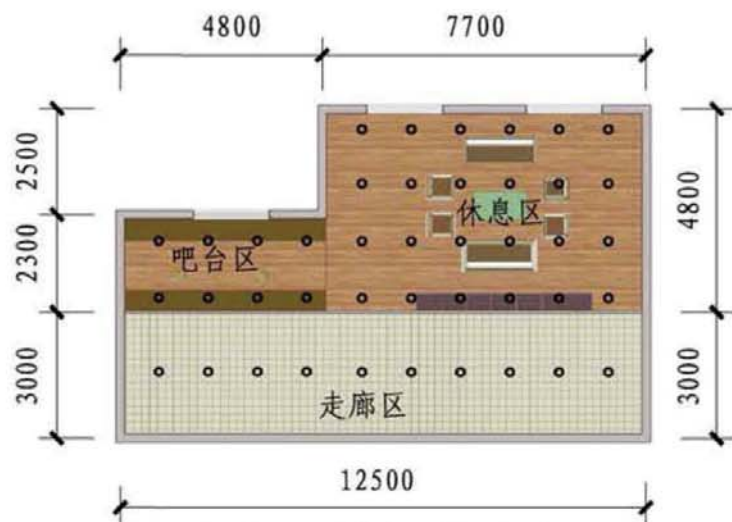
完整的照明工程需有照明设计、工程实施、竣工验收、运营维护等步骤。其中照明设计包括确定照明设计条件及要求、确定照明层次及灯具布置、选择光源及灯具、效果验证四部分内容。

【示例】

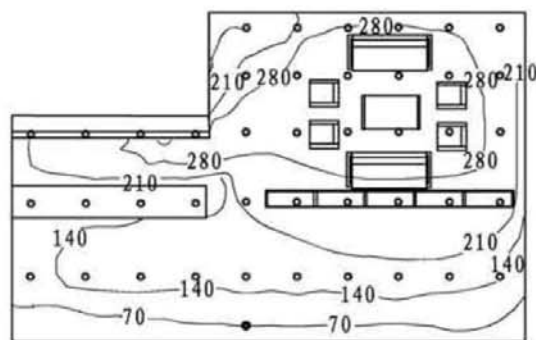
某旅馆类建筑入口包含三个区域:吧台区、休息区、走廊区。吧台区长4.8m、宽2.3m,休息区长7.7m、宽4.8m,走廊区长12.5m、宽3m,房间高为3.5m;反射率:顶面和墙面0.7,地面0.4,作业面0.2。要求对该场所进行照明设计。

【错误做法】

规范要求:门厅、总服务台在地面的照度300 lx;则简单地将整个室内空间的照度设定为300 lx,得出布置方案(见图E3-1),对应的照度分布见图E3-2。此做法错误之处在于对照明标准理解不够充分,采用统一的照度标准,按单一的布置方式,相同间距布置灯具,不仅使室内照明效果缺乏层次感,也造成了能源浪费。



图E3-1 均匀布灯方案



图E3-2 均匀布灯照度分布图

整体区域:
平均照度: 321 lx
均匀度: 0.4
灯具数量: 42套
单灯功率: 28W

建筑照明数量和质量

图集号

15J904

审核 荣浩磊

设计 李丽

校对 马晔

马晔

设计 李丽

李丽

李丽

李丽

李丽

李丽

李丽

李丽

李丽

李丽

【正确做法】

1 设计阶段

1.1 确定照明设计条件及要求

依据区域功能，将区域分为走廊区、休息区、吧台区。依据旅馆建筑类照明标准确定上述区域的照明标准值：

- (1) 走廊区地面（参考客房层走廊）平均照度 $\geq 50\text{ lx}$ ，均匀度 ≥ 0.4 ；
- (2) 吧台作业面（参考总服务台）平均照度 $\geq 300\text{ lx}$ ；
- (3) 休息区茶几平面（参考咖啡厅）平均照度 $\geq 75\text{ lx}$ ，休息区地面平均照度 $\geq 200\text{ lx}$ ，均匀度 ≥ 0.4 ；
- (4) 灯具应满足统一眩光值 $UGR \leq 22$ ，一般显色指数 $Ra \geq 80$ 的要求。

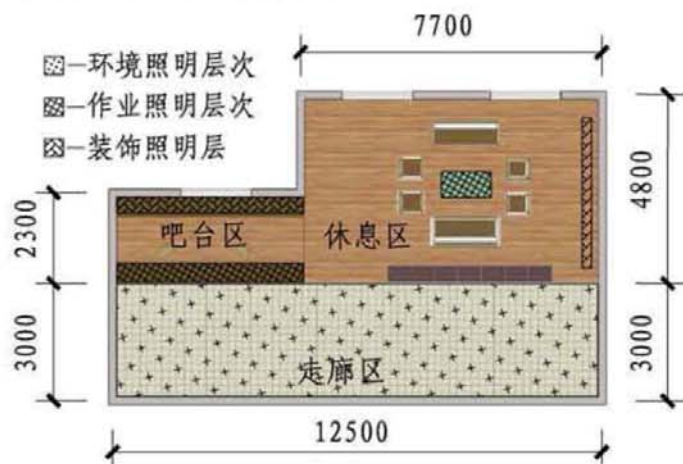
1.2 确定照明层次及灯具布置

照明层次通常有三种：环境照明层次、作业照明层次、装饰照明层次。本示例照明层次分区参见图E3-3。

- (1) 环境照明层次：为房间提供整体照明，满足人们的正常活动及视觉识别等基本需求；本示例中主要为走廊地面提供环境光照明。
- (2) 作业照明层次：满足正常作业或特定视觉需求，照度比环境照明高；本示例中为茶几面、吧台面提供作业照明。
- (3) 装饰照明层次：通过自身造型或展品照明，增添空间活力，提升室内照明品质；本示例中吧台柜架、墙面装饰画等照明均属于装饰照明。

1.3 选择光源及灯具

- (1) 光源选择：应用中综合考虑应用场所的功能、使用需求、显色要求、经济性等因素进行确定，室内常用的光源有荧光灯、金卤灯与LED等。
- (2) 灯具选择：设计时充分考虑灯具安装方式、配光特性、空间指数、经济价值等因素而确定。本例中灯具类型选择如图E3-4所示。
 - a. 环境照明层次：嵌入式或表面安装式筒灯；
 - b. 作业照明层次：吊灯；
 - c. 装饰照明层次：轨道射灯。



图E3-3 确定照明层次



图E3-4 灯具图片

建筑照明数量和质量								图集号	15J904
审核	荣浩磊	设计	李丽	校对	马晔	马晔	设计	页	E25

2.2 工程施工

施工阶段应对到场灯具进行现场抽样，保证到场灯具与前期确定灯具品质一致，并按照安装图纸施工，以保障项目的实施，实现预期效果。

3 竣工验收

工程实施完成后，应进行竣工验收。效果验收为竣工验收重要项目，包括各部分的照度、均匀度、统一眩光值、一般显色指数、功率密度、用电量等，验收检测值与设计要求进行对比，检测各项目是否已达到设计要求。其他方面的验收应符合《建筑电气照明装置施工与验收规范》GB 50617-2010的要求。

4 运营维护

建成后，为维持照明质量，应对灯具清洁、控制模式和运行状况进行定期维护。维护所用备品备件应符合原设计要求。更换后，照度、照度均匀度、眩光值、一般显色指数等照明数量和质量指标应满足《建筑照明设计标准》GB 50034-2013第五章的有关规定。



图E3-7 传统照明与绿色照明实施流程对比图

建筑照明数量和质量								图集号	15J904
审核	荣浩磊	李浩磊	校对	马晖	马晖	设计	李丽	李月	页 E27

E.4 主要功能房间采光系数计算

【对应条文】

8.2.6 主要功能房间的采光系数满足现行国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033的要求，评价总分值为8分。（评分标准见本图集G15页）

【技术要点】

建筑采光按照采光口形式可分为侧面采光和顶部采光两大类。采光系数指的是在室内参考平面上的一点，由直接或间接地接收来自假定和已知天空亮度分布的天空漫射光而产生的照度，与同一时刻该天空半球在室外无遮挡水平面上产生的天空漫射光照度之比。正确理解该定义并掌握采光系数计算的方法是把握建筑方案采光系数是否满足国家规范要求的基本条件。

室内采光模拟的常用手段有缩尺模型分析、计算机模拟、手工计算三种技术手段。其中缩尺模型分析一般用于形态复杂、尺度较大的非典型空间，这种手段分析结果较直观，专业性较强，操作难度大，建议与专业的光环境分析机构配合；计算机模拟相对缩尺模型较为方便和简单，主要的工作量在建模和参数设置上，数据分析较为简单，建筑师容易掌握；手工计算实际操作起来比较繁琐，有两种方法：①估算法，建筑师可通过查表E4-1推算出窗户面积或采光系数，方法可参考《建筑采光设计标准》GB 50033中第6.0.1条；②概算法，通过公式和图表进行计算获得，方法可参考《建筑采光设计标准》GB 50033中第6.0.2条。因此使用经过相关主管部门认可的计算机软件进行模拟是常用方法。

表E4-1 窗地面积比和采光有效进深

采光等级	侧面采光		顶部采光
	窗地面积比 A_c/A_d	采光有效进深 b/h_s	窗地面积比 A_c/A_d
I	1/3	1.8	1/6
II	1/4	2.0	1/8
III	1/5	2.5	1/10
IV	1/6	3.0	1/13
V	1/10	4.0	1/23

注：1. 此表适用于Ⅲ类光气候区的采光，其他光气候分区的窗地面积比乘以相应的光气候系数 k ；
2. 窗地面积比计算条件：窗的总透射比 τ 取0.6；室内各表面材料反射比的加权平均值：Ⅰ～Ⅲ级取 $\rho_j=0.5$ ；Ⅳ级取 $\rho_j=0.4$ ；Ⅴ级取 $\rho_j=0.3$ ；
3. 顶部采光指平天窗采光，锯齿形天窗和矩形天窗可分别按平天窗的1.5倍和2倍窗地面积比进行估算。

主要功能房间采光系数计算

图集号

15J904

审核 荣浩磊

校对 李丽

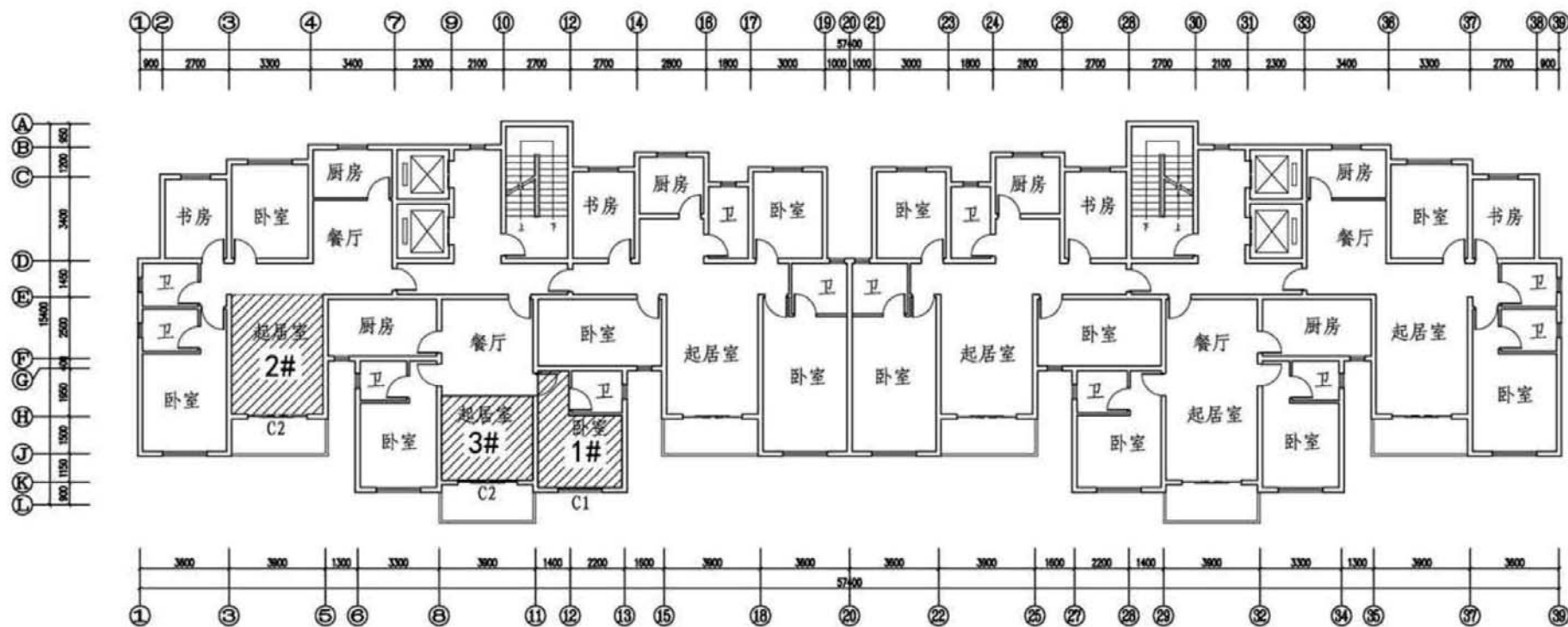
设计 王宁

页

E28

【计算机模拟分析示例】

以上海市某7层住宅为例,介绍采用计算机进行采光模拟的过程,并判定其是否符合国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033的要求。本示例住宅平面图见图E4-1。模拟对象在标准层中选取三个具有代表性的典型房间,分别为带典型侧窗的卧室(1#)、带凹阳台的起居室(2#)、带凸阳台的起居室(3#),见图E4-1阴影区域。本案例给出如何计算每层三个典型房间的采光系数值,并依据《建筑采光设计标准》GB 50033判定是否符合规范要求。



图E4-1 某住宅平面图

主要功能房间采光系数计算

审核 荣浩磊 设计 王宁

图集号

15J904

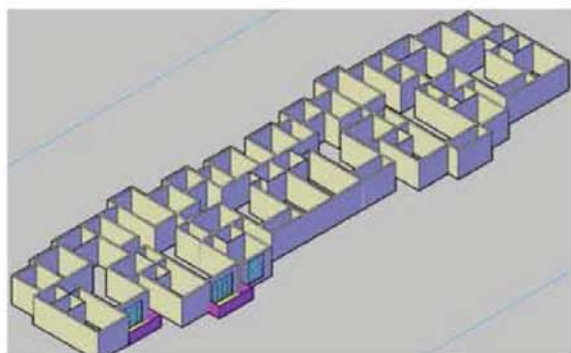
页

E29

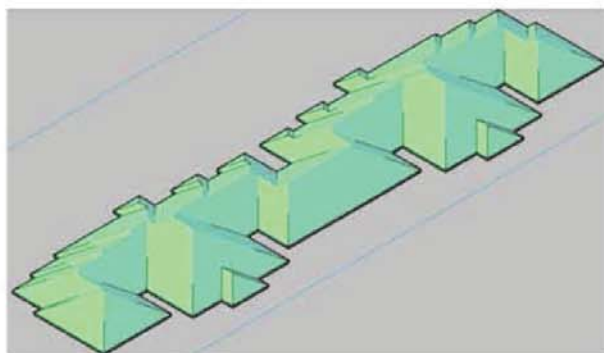
模拟步骤:

1 建立模型

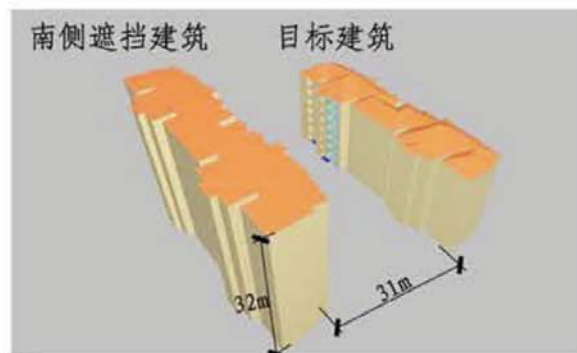
应采用专业采光模拟软件计算,如有规定则按照规定要求执行。依据建筑图纸资料建立模型,应分别建立标准层模型和屋顶模型,以及南侧遮挡建筑,如图E4-2、图E4-3、图E4-4所示。



图E4-2 某住宅标准层模型



图E4-3 某住宅屋顶模型



图E4-4 某住宅与遮挡建筑的关系

2 参数设置

影响采光模拟结果的参数主要有:房间各表面的反射比、所属光气候区、分析精度、分析网格大小、门窗类型等。上海地区属于第IV光气候区,本次模拟分析网格取 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$,进行高精度分析。室内各表面反射比设置见表E4-2,门窗参数设置见表E4-3。

表E4-2 各表面反射比

建筑部位	顶棚	地面	墙面	阳台	外表面
反射比	0.75	0.3	0.6	0.5	0.5

表E4-3 窗参数设置

编号(个数)	宽度	高度	窗框类型	窗结构的挡光折减系数	玻璃类型	玻璃透射比	玻璃反射比
C1(1)	1800	2400	断桥铝合金窗	0.75	中空玻璃	0.88	0.08
C2(2)	2400	2400	断桥铝合金窗	0.75	中空玻璃	0.88	0.08

主要功能房间采光系数计算

图集号

15J904

审核 荣浩磊

校对 李丽

设计 王宁

页 E30

3 分析与结论

按照软件要求的步骤依次进行操作，判定标准见国家《建筑采光设计标准》GB 50033中第4.0.2条“住宅建筑的卧室、起居室（厅）的采光不应低于采光等级IV级的采光标准值，侧面采光的采光系数不应低于2.0%，室内天然光照度不应低于300 lx”，最终计算结果和判定，见表E4-4。

经判断，本示例部分房间不满足规范要求，可通过以下方式进行调整：①调整窗地比；②更改窗户结构类型；③调整室内反射比；④调整与周边建筑的楼间距；⑤增加反光构件，提高远进深处采光水平。

表E4-4 各房间的采光系数汇总表

楼层	房间编号	房间名称	采光等级	采光类型	采光系数C(%)	标准值(%)	标准值*K(%)	是否满足
1	1#	卧室	IV	侧面采光	2.9	2.0	2.2	满足
	2#	起居室	IV	侧面采光	1.3	2.0	2.2	不满足
	3#	起居室	IV	侧面采光	3.2	2.0	2.2	满足
2	1#	卧室	IV	侧面采光	3.0	2.0	2.2	满足
	2#	起居室	IV	侧面采光	1.3	2.0	2.2	不满足
	3#	起居室	IV	侧面采光	2.3	2.0	2.2	满足
3	1#	卧室	IV	侧面采光	3.3	2.0	2.2	满足
	2#	起居室	IV	侧面采光	1.4	2.0	2.2	不满足
	3#	起居室	IV	侧面采光	2.2	2.0	2.2	满足
4	1#	卧室	IV	侧面采光	3.5	2.0	2.2	满足
	2#	起居室	IV	侧面采光	1.5	2.0	2.2	不满足
	3#	起居室	IV	侧面采光	2.2	2.0	2.2	满足
5	1#	卧室	IV	侧面采光	3.7	2.0	2.2	满足
	2#	起居室	IV	侧面采光	1.6	2.0	2.2	不满足
	3#	起居室	IV	侧面采光	2.2	2.0	2.2	满足
6	1#	卧室	IV	侧面采光	4.0	2.0	2.2	满足
	2#	起居室	IV	侧面采光	1.8	2.0	2.2	不满足
	3#	起居室	IV	侧面采光	2.5	2.0	2.2	满足
7	1#	卧室	IV	侧面采光	4.2	2.0	2.2	满足
	2#	起居室	IV	侧面采光	2.3	2.0	2.2	满足
	3#	起居室	IV	侧面采光	2.9	2.0	2.2	满足

主要功能房间采光系数计算

图集号

15J904

审核 荣浩磊

校对 李丽

设计 王宁

页

E31

E.5 改善建筑室内天然采光效果

【对应条文】

8.2.7 改善建筑室内天然采光效果,评价总分为14分。(评分标准见本图集G15页)

【技术要点】

(1) 主要功能房间应有合理的控制眩光措施:如选用乳白玻璃、玻璃砖等透光材料代替普通玻璃,合理的遮阳等,主要功能房间的眩光应不高于《绿色建筑评价技术细则》中的规定;

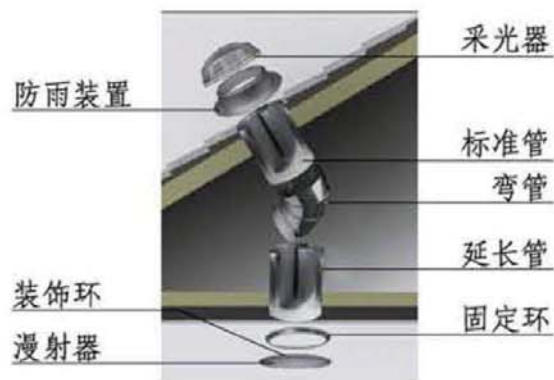
(2) 内区采光系数满足采光要求的面积比应达到60%。提高采光面积比的措施有:采用反光板、棱镜窗、天窗、下沉庭院等设计手法和导光管技术等;

(3) 地下空间平均采光系数 $\geq 0.5\%$ 的面积应达到首层地下室面积的5%以上。增加地下空间采光系数的措施:下沉广场(庭院)、导光管系统、天窗等。

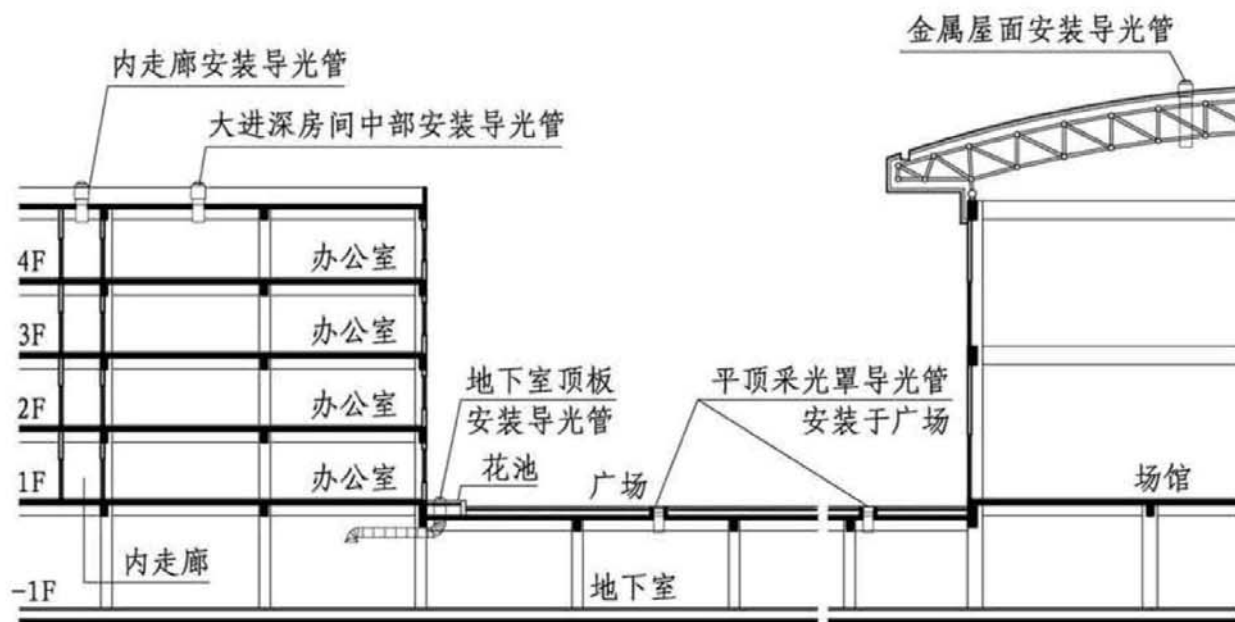
在传统的采光方法中,主要是利用侧窗、天窗、百叶手段来实现对天然光的控制或利用,除利用传统采光手段外,还可利用其它采光方法,主要是导光管、光导纤维、采光隔板、棱镜窗等。其中,利用导光管对天然光进行传输是近几年来新兴的一种天然采光方法。它具有传输距离远、光线照射面积大、易于安装和维护等特点,是一种比较理想的天然采光技术。

1 导光管技术

利用导光管采光是通过室外的采光装置捕获室外的日光,并将其导入系统内部,然后经过导光装置强化并高效传输后,由漫射器将天然光均匀导入室内需要光线的地方。导光管结构如图E5-1所示,导光管应用部位如图E5-2所示。



图E5-1 导光管结构示意图



图E5-2 导光管安装位置示意

改善建筑室内天然采光效果

图集号

15J904

审核 荣浩磊 设计 马晔

页

E32

导光管照度计算:

计算导光管系统引入天然光的照度可采用国家标准《建筑采光设计标准》GB/T 50033-2013中给出的算式:

$$E_{av}=n \times \phi u \times MF \times CU \div (L \times b)$$

$$\phi u=Es \times At \times \eta$$

式中: E_{av} — 平均照度,是指平均水平照度 (lx);

n — 导光管系统数量,是指拟采用的导光管采光系统数量;

ϕu — 输出光通量,是指导光管采光系统漫射器的设计输出光通量 (lm);

CU — 利用系数,是指导光管采光系统的利用系数;

MF — 维护系数,是指导光管采光系统在使用一定周期后,在规定表面上的平均照度或平均亮度与该装置在相同条件下新装时在同一表面上所得到的平均照度或平均亮度之比;

L — 房间长度,是指房间的长度或侧窗采光时的开间宽度;

b — 房间进深;

Es — 设计照度值,是指室外天然光设计照度值 (lx),室外天然光照度达到该值时,工作场所可全部利用天然光照明;

At — 有效采光面积,是指导光管的有效采光面积 (m^2),由管道直径、开洞尺寸、吊顶形式、查表得出,见表E5-1;

η — 采光系统的效率,即导光管系统光热性能参数,见产品规格书或说明书等。

表E5-1 博物馆建筑的采光标准值

采光等级	场所名称	侧面采光		顶部采光	
		采光系数标准值 (%)	天然光照度标准值 (lx)	采光系数标准值 (%)	天然光照度标准值 (lx)
III	文物修复室*、标准制作室*、书画装裱室	3.0	450	2.0	300
IV	陈列室、展厅、门厅	2.0	300	1.0	150
V	库房、走道、楼梯间、卫生间	1.0	150	0.5	75
1. *表示采光不足部分应补充人工照明,照度标准值为750 lx 。 2. 表中的陈列室、展厅是指对光不敏感的陈列室、展厅,如无特殊要求应根据展品的特征和使用要求优先采用天然采光。 3. 本表摘自《建筑采光设计标准》GB 50033-2013。					

表E5-2 顶部采光利用系数(CU)表

顶棚反射比 (%)	室空间比 RCR	墙面反射比 (%)		
		50	30	10
50	0	1.11	1.11	1.11
	1	0.98	0.95	0.92
	2	0.87	0.83	0.78
	3	0.79	0.73	0.68
	4	0.71	0.64	0.59
	5	0.64	0.57	0.52
	6	0.59	0.52	0.47
	7	0.55	0.48	0.43
	8	0.52	0.46	0.41
	9	0.51	0.45	0.40
	10	0.50	0.44	0.40
地面反射比为20%				
注: 本表节选自国家标准《建筑采光设计标准》GB/T 50033-2013。				

改善建筑室内天然采光效果

图集号

15J904

审核 荣浩磊 袁强 校对 陈海燕 陈国杰 设计 马晔 马晔

页

E33

【计算示例】

某博物馆的陈列室，高4m，长10m，宽10m，顶棚反射比0.5，墙面反射比0.5，无采光洞口，要求顶部布置导光管使该房间平均采光系数达到1%，求导光管数量n。

根据上页公式导出： $n=[E_{av} \times (L \times b)] \div (\phi u \times MF \times CU)$

(1) E_{av} 通过查表E5-1得出， $E_{av}=150\text{ lx}$ ， $C_{av}=1\%$ ；

(2) $L=10\text{m}$ ， $b=10\text{m}$ ；

(3) $\phi u=Es \times At \times \eta$

其中 $Es=E_{av} \div C_{av}=150 \div 1\%=15000\text{ lx}$ ； At 查询产品规格获得，直径为530mm的导光管有效采光面积 At 为 0.213m^2 ； η 查询产品规格获得，为0.72。则 $\phi u=15000 \times 0.213 \times 0.72=2300\text{ lm}$ 。

(4) MF 查询产品规格，为0.8；

(5) CU 查表E5-2，顶棚反射比50%，墙面反射比50%，还需求出室空间比 RCR ；

室空比 $RCR=[5 \times h_x \times (L+b)] \div (L \times b)$

其中 h_x 为窗下沿距参考平面的高度，假设导光管漫射器出光口距顶面0.25m，查询陈列室参考平面高度为0.75m，则：

$h_x=4-0.25-0.75=3\text{m}$ ； $RCR=[5 \times 3 \times (10+10)] \div (10 \times 10)=3$ ；

查表E5-2，得出顶部采光利用系数 CU 为0.79。

则： $n=150 \times 10 \times 10 \div (2300 \times 0.8 \times 0.79)=10.3 \approx 10$ 。

通过计算得出，该空间使用导光管数量为10套。

当选用导光管系统时，应注意以下几点：

(1) 导光管集光器材料的透射比不应低于0.85，漫射器材料的透射比不应低于0.8，导光管材料的反射比不应低于0.95；

(2) 导光管采光系统在漫射光条件下的系统效率应大于0.5；

(3) 当采用导光管采光系统时，相邻漫射器之间的距离不大于参考平面至漫射器下沿高度的1.5倍可满足均匀度的要求。

【示例1】 某博物馆综合使用了百叶、遮阳板、防紫外线玻璃、隔热系统等技术，有效利用天然光的同时，过滤掉了大部分的太阳辐射以及电磁波谱中对艺术品有害的部分。图E5-3为博物馆全景，图E5-4为其采光内景。



图E5-3 某博物馆全景



图E5-4 某博物馆
采光系统

改善建筑室内天然采光效果

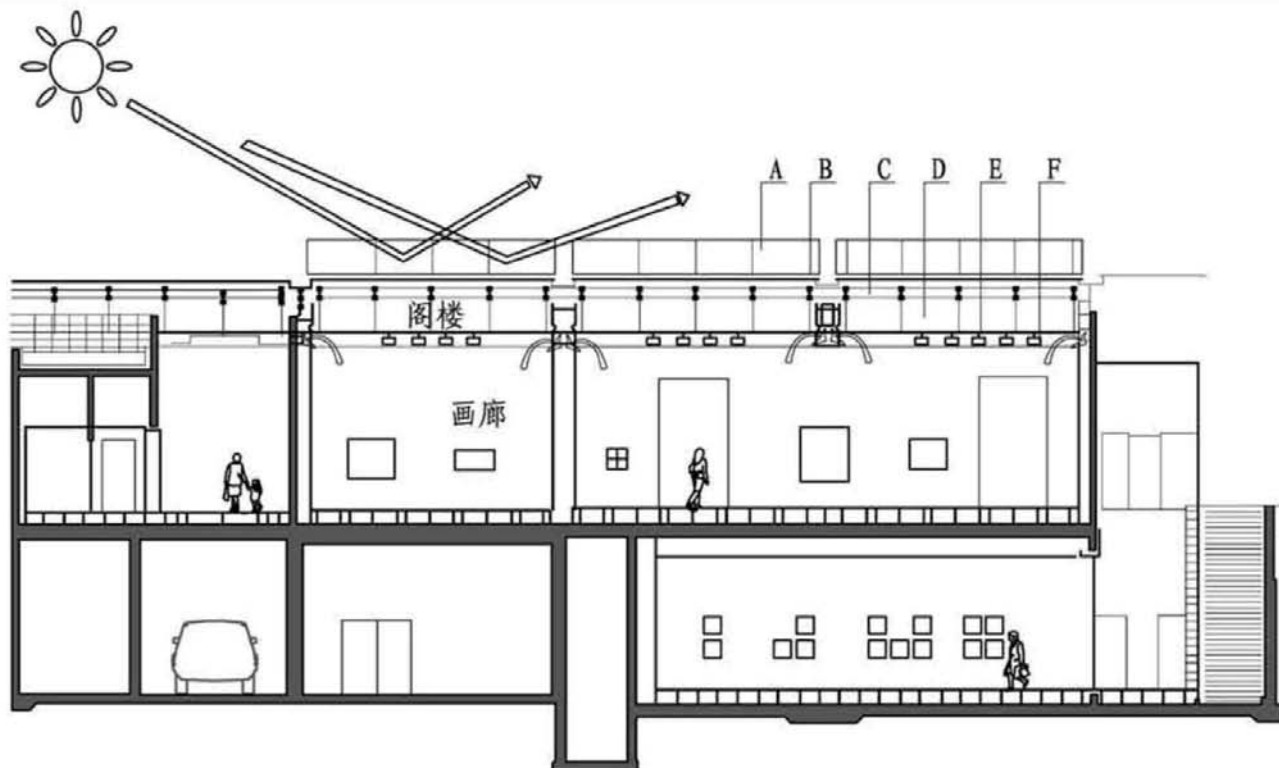
审核 荣浩磊 陈海燕 校对 陈海燕 设计 马晔 马晔

图集号

15J904

页

E34



图E5-5 博物馆剖面

1 博物馆采用的综合技术:

- A 多孔玻璃层: 多孔玻璃倾斜放置, 防止阳光直射, 使漫射光进入。
- B 紫外线过滤层: 带有紫外线过滤功能的双层玻璃可以除去电磁波谱中最可能伤害艺术品的部分。
- C 自控铝百叶层: 电脑自动控制的铝合金百叶, 可以控制每个房间的光照水平。
- D 保温缓冲层: 百叶窗系统安装于吊顶和屋顶之间, 与多孔玻璃层(A)一起阻止98%的太阳辐射热到达下面的空间。
- E 玻璃夹层吊顶层: 预留维修通道, 用来安装百叶窗的电动系统和人工光源。
- F 穿孔金属格栅层: 使光线更加分散均匀, 并遮挡天花板中的管道, 使室内整洁美观。

2 技术成果: 多孔玻璃层(A)阻止直射阳光, 同时引入散射光; 其向下的百叶则负责调节阳光从侧向进入博物馆的量。紫外线过滤层(B), 将光谱中对艺术品有害的部分滤掉。自控铝百叶层(C), 调节进光量。剩余的光再经过保温缓冲层(D), 大部分的太阳辐射热被滤掉。最后光线透过玻璃夹层(E), 再穿过穿孔金属格栅层(F)光线散开, 进入室内。

改善建筑室内天然采光效果

图集号

15J904

审核 荣浩磊 陈海燕 校对 陈海燕 设计 马晖 马晖

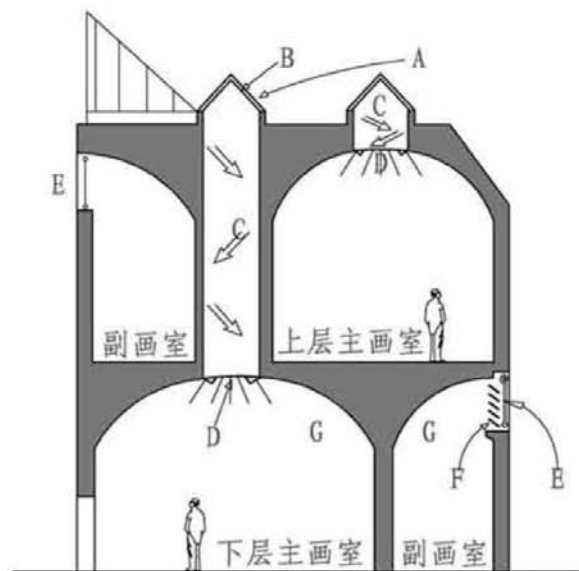
页

E35

【示例2】某美术馆运用双层LOW-E玻璃天窗、采光井、智能遮阳系统等技术,使人工光和天然光相结合,保持室内照度均衡实例介绍。图E5-6为美术馆全景,图E5-7为其采光系统。



图E5-6 某美术馆采光系统



图E5-7 某美术博物馆剖面

1 美术馆采用的综合技术:

A 天窗: 为了在冬季避免室内热量散失, 夏季避免热量进入, 天窗采用双层Low-E玻璃组成, 整个天窗宽度约1.8m。

B 电动卷帘: 天窗内部的光学传感器可自动控制布料卷帘, 维持期望照度水平。

C 采光井: 在采光井两侧的墙壁上分别附着一字排列的反光镜, 将光线从天窗引导到距离其7.5m的下层画室。

D 漫射棱镜: 设置在天花板处, 将从采光井下来的天然光重新分配到下层主画室。

E 自动窗帘: 高侧窗内带有自动窗帘, 控制日光的进入量。

F 百叶挡板: 较宽的铝制百叶挡板以特定的角度避免阳光直射。

G 人工光: 画室里, 人工光与系统相连接, 管理者可以根据日程安排、季节、一天中的时间以及管理者的意见, 控制灯的亮灭时间。见图E5-8。

2 技术成果: 下层主画室的采光, 通过双层low-E玻璃(A), 避免热量传导, 同时用电动卷帘(B)控制进光量。天窗下方采光井(C)中的反射镜将光引入, 光学校镜(D)将引入的天然光重新配光, 也通过控制人工光(G)的输出量, 结合天然光保持照度均衡。副画室, 天然光透过高侧窗, 通过自动卷帘(E), 再经过百叶(F), 避免阳光直射。

改善建筑室内天然采光效果

图集号

15J904

审核 荣浩磊

设计 马晔

校对 陈海燕

设计 马晔

设计 马晔

设计 马晔

设计 马晔

设计 马晔

设计 马晔

设计 马晔

设计 马晔

E.6 室内环境设计参数

【对应条文】

8.1.4 采用集中供暖空调系统的建筑,房间内的温度、湿度、新风量等设计参数应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736的规定。

【技术要点】

1 供暖室内设计温度应符合下列规定:

- (1) 严寒和寒冷地区主要房间应采用 $18^{\circ}\text{C} \sim 24^{\circ}\text{C}$;
- (2) 夏热冬冷地区主要房间宜采用 $16^{\circ}\text{C} \sim 22^{\circ}\text{C}$;
- (3) 设置值班供暖房间不应低于 5°C 。

2 舒适性空调室内设计参数应符合下列规定:

2.1 人员长期逗留区域空调室内设计参数应符合表E6-1的规定:

表E6-1 人员长期逗留区域空调室内设计参数

类型	热舒适度等级	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	相对湿度 (%)	风速 (m/s)
供热工况	I 级	22 ~ 24	≥ 30	≤ 0.2
	II 级	18 ~ 22	—	≤ 0.2
供冷工况	I 级	24 ~ 26	40 ~ 60	≤ 0.25
	II 级	26 ~ 28	≤ 70	≤ 0.3

注: 1. I 级热舒适度较高, II 级热舒适度一般;
2. 热舒适度等级划分按《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012第3.0.4条确定。

2.2 人员短期逗留区域空调供冷工况室内设计参数宜比长期逗留区域提高 $1^{\circ}\text{C} \sim 2^{\circ}\text{C}$, 供热工况宜降低 $1^{\circ}\text{C} \sim 2^{\circ}\text{C}$ 。短期逗留区域供冷工况风速不宜大于 0.5m/s , 供热工况风速不宜大于 0.3m/s 。

3 工艺性空调室内设计温度、相对湿度及其允许波动范围,应根据工艺需要及健康要求确定。人员活动区的风速,供热工况时,不宜大于 0.3m/s ;供冷工况时,宜采用 $0.2 \sim 0.5\text{m/s}$ 。

4 辐射供暖室内设计温度宜降低 2°C ;辐射供冷室内设计温度宜提高 $0.5^{\circ}\text{C} \sim 1.5^{\circ}\text{C}$ 。

室内环境设计参数

图集号

15J904

审核 刘建华 刘建华 校对 贾昭凯 贾昭凯 设计 赵涛 赵涛

页

E37

5 设计最小新风量应符合下列规定:

5.1 公共建筑主要房间每人所需最小新风量应符合表E6-2的规定:

5.2 设置新风系统的居住建筑和医院建筑,所需最小新风量宜按换气次数法确定。居住建筑换气次数宜符合表E6-3的规定;医院建筑换气次数宜符合表E6-4的规定。

5.3 高密人群建筑每人所需最小新风量应按人员密度确定,且应符合表E6-5的规定。

表E6-2 公共建筑主要房间每人所需最小新风量 [$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{人})$]

建筑房间类型	新风量
办公室	30
客房	30
大堂、四季厅	10

表E6-3 居住建筑设计新风量最小换气次数

人均居住面积 F_p	每小时换气次数
$F_p \leq 10\text{m}^2$	0.70
$10\text{m}^2 < F_p \leq 20\text{m}^2$	0.60
$20\text{m}^2 < F_p \leq 50\text{m}^2$	0.50
$F_p > 50\text{m}^2$	0.45

表E6-4 医院建筑设计新风量最小换气次数

功能房间	每小时换气次数
门诊室	2
急诊室	2
配药室	5
放射室	2
病房	2

表E6-5 高密人群建筑每人所需最小新风量 [$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{人})$]

建筑类别	人员密度 P_F (人/ m^2)		
	$P_F \leq 0.4$	$0.4 < P_F \leq 1.0$	$P_F > 1.0$
影剧院、音乐厅、 大会厅、多功能厅、会议室	14	12	11
商场、超市	19	16	15
博物馆、展览厅	19	16	15
公共交通等候室	19	16	15
歌厅	23	20	19
酒吧、咖啡厅、 宴会厅、餐厅	30	25	23
游艺厅、保龄球房	30	25	23
体育馆	19	16	15
健身房	40	38	37
教室	28	24	22
图书馆	20	17	16
幼儿园	30	25	23

室内环境设计参数

图集号

15J904

审核 刘建华 刘建峰 校对 贾昭凯 贾昭凯 设计 赵涛 赵涛

页

E38

E.7 建筑防结露

【对应条文】

8.1.5 在室内设计温、湿度条件下，建筑围护结构内表面不得结露。

【技术要点】

结露是严重影响结构安全及使用舒适度的问题之一，轻者出现水渍影响美观，长期或经常结露可导致发霉，损坏内部装修和家具，还会传染真菌性疾病，使房间卫生条件恶化，严重时可降低围护结构的使用性能与耐久性。在南方的梅雨季节，空气的湿度接近饱和，要彻底避免发生结露现象非常困难。所以本控制项条文规定判定的前提条件为“在室内设计温、湿度条件下”。

1 结露原因：当建筑内表面温度低于室内空气露点温度时，其表面出现冷凝水现象。

2 哪些建筑需做防结露验算：随着节能设计标准的实施，以及节能目标的不断提高，围护结构主体部位出现结露的可能性降低，但对于存在结露风险的建筑（其冬季室外计算温度低于 0.9°C ）仍有必要进行防结露验算，特别是存在结露风险的节点。

3 风险建筑及风险节点的防结露计算方法见表E7-1。

表E7-1 风险建筑及风险节点的防结露计算

部 位	详 述	防结露计算方法
A 风险建筑 中的平壁 部分	墙体、楼面屋面	计算内表面温度 θ_i ，并保证 $\theta_i >$ 室内空气露点温度（计算公式参见《民用建筑热工设计规范》GB 50176）
	地面、地下室，如图E7-1所示；	
	门窗、幕墙、采光顶	基本不结露原则，计算内表面温度 θ_i ，并保证门窗或幕墙的各个部件（如框、面板中部及面板边缘区域）超过90%的面积的 $\theta_i >$ 室内空气露点温度（计算公式参见《民用建筑热工设计规范》GB 50176）
B 围护结构 中的风险 节点	(1) 单一材料外墙角处由于其吸热面小，散热面大，热流由内向外扩散，所形成的热桥节点，如图E7-2所示； (2) 采用内保温、夹心保温体系的建筑，其梁、柱、楼板伸出外墙部分形成的热桥部位； (3) 外保温体系建筑的檐口、窗口等部位，如E40页节点A、B、C所示； (4) 外围护结构穿管、螺栓等部位，如E40页节点E所示； (5) 地面与土壤直接接触部位，如E40页节点D所示； (6) 其他形式热桥部位。	选用规定的软件计算，或通过其它符合《民用建筑热工设计规范》GB 50176规定的二维或三维稳态传热软件计算热桥部位内表面温度 θ_i ，并保证 $\theta_i >$ 室内空气露点温度

建筑防结露

图集号

15J904

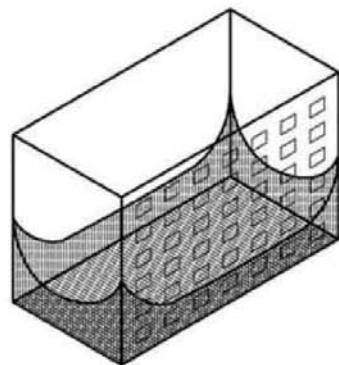
审核 刘 洪

校对 聂仕兵

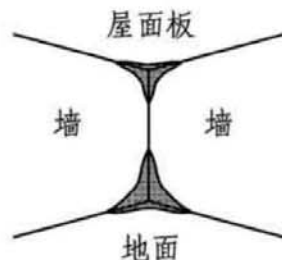
设计 汤小京

页

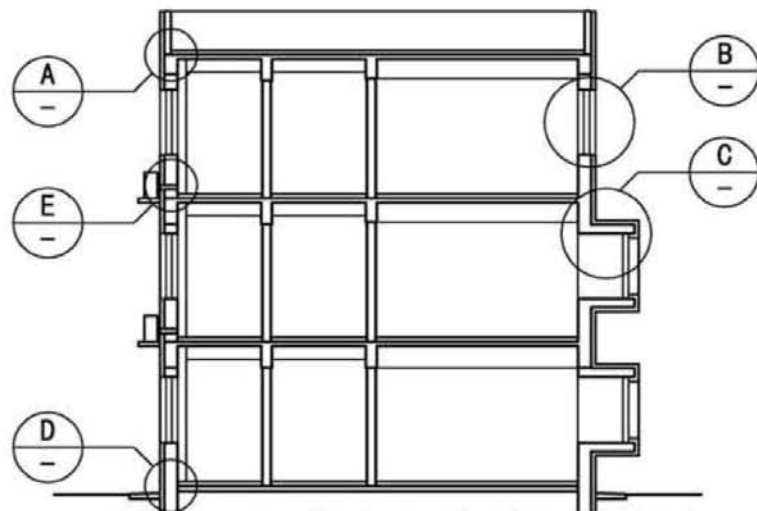
E39



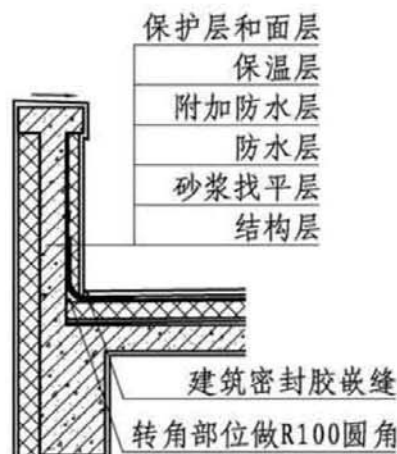
图E7-1 建筑的低层及端部易结露区域
(阴影部位为容易结露的区域)



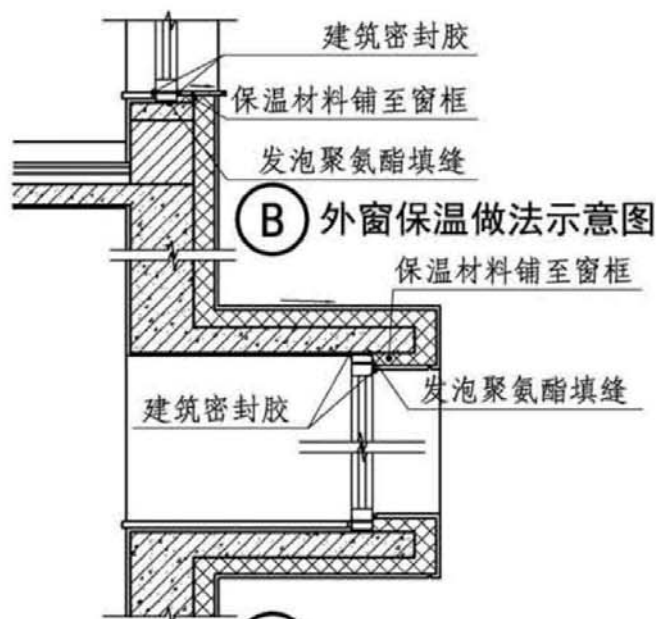
图E7-2 建筑角部易结露区域
(阴影部位为容易结露的区域)



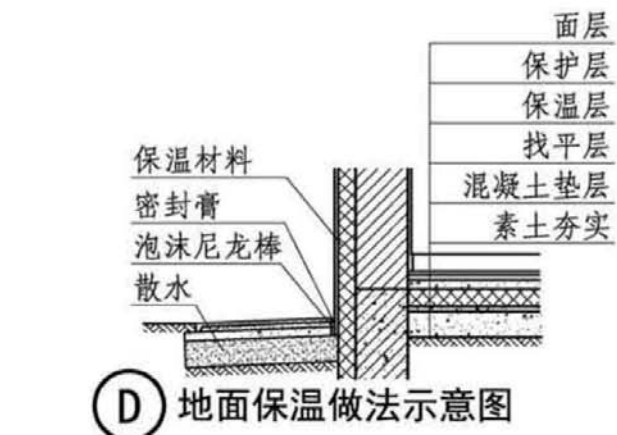
图E7-3 外围护结构保温做法索引图



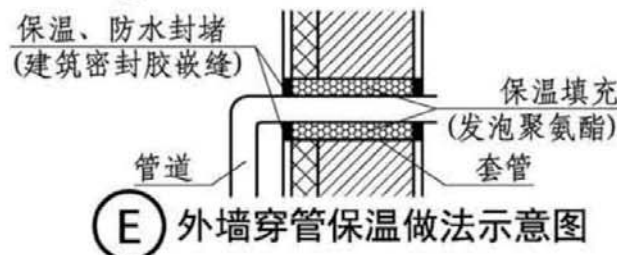
图A 女儿墙保温做法示意图



图B 外窗保温做法示意图



图D 地面保温做法示意图



图E 外墙穿管保温做法示意图

建筑防结露								图集号	15J904
审核	刘洪	刘洪	校对	聂仕兵	聂仕兵	设计	汤小京	页	E40

4 建筑室内露点温度及冬季室外计算温度的确定

4.1 建筑室内露点温度 t_d : 按房间的设计温、湿度确定并参考《民用建筑热工设计规范》GB 50176。

4.2 冬季室外计算温度 t_e : 根据围护结构的热惰性指标D值及建筑所处地点选取, 可参考《民用建筑热工设计规范》GB 50176。

5 当出现结露风险时, 可采取的措施

5.1 提高围护结构热阻 R_0

(1) 采用轻质高效保温材料与砖、混凝土、钢筋混凝土、砌块等主墙体材料组成复合保温墙体构造。

(2) 采用低导热系数的新型墙体材料。

(3) 采用带有封闭空气间层的复合墙体构造设计, 如图E7-4所示。

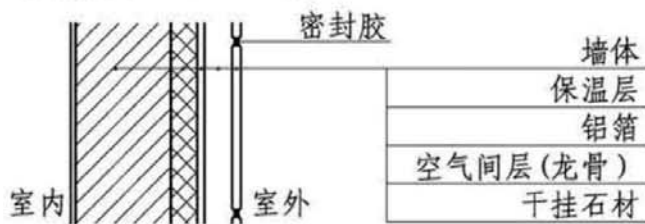
(4) 屋顶保温材料应选择密度小、导热系数小的材料; 且须严格控制其吸水率。

(5) 严寒、寒冷地区建筑应采用木窗、塑料窗、铝木复合门窗、铝塑复合门窗、钢塑复合门窗和断热铝合金门窗等保温性能好的门窗, 严寒地区采用断热金属门窗时宜采用双层窗; 其玻璃系统应为中空玻璃、LOW-E中空玻璃、充惰性气体LOW-E中空玻璃等。

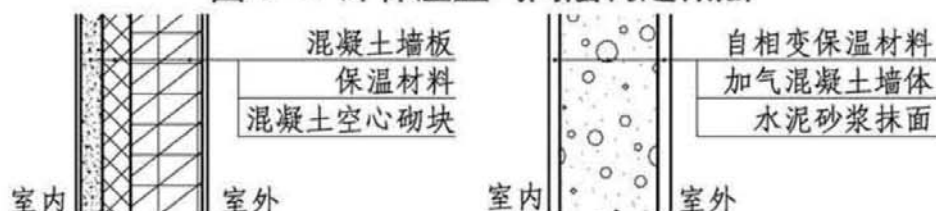
5.2 热桥处理可遵循以下原则: (1) 提高热桥部位的热阻; (2) 确保热桥和平壁保温材料连续; (3) 切断热流通路; (4) 减少热桥中低热阻部分的面积; (5) 降低热桥部位内外表面层材料的导温系数。

外围护结构交接部位及其他热桥部位典型保温做法可参考表E7-2所列相关国标图集;

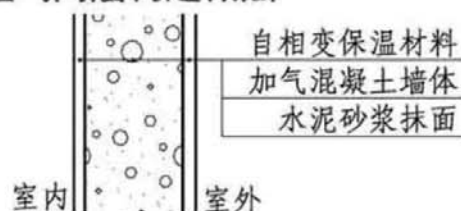
5.3 外墙宜采用热惰性大的材料和构造, 提高围护结构热稳定性: 在供暖条件下, 室温会产生某种程度的波动, 据调查, 在间歇供暖条件下, 轻型结构建筑中, 室温波幅值为 $2.5^{\circ}\text{C} \sim 3.5^{\circ}\text{C}$, 室温的波动会引起内表面温度的波动, 因此提高围护结构的热稳定性有利于防结露。可采取下列措施: (1) 采用内侧为重质材料的复合保温墙体, 如外保温和夹芯保温墙体, 如图E7-5所示; (2) 采用蓄热性能好的墙体材料或相变材料复合在墙体内侧, 如图E7-6所示。



图E7-4 外保温空气间层构造做法



图E7-5 外保温墙体构造做法



图E7-6 自相变复合墙体构造做法

表E7-2 热桥部位的节点构造处理可参照下列国标图集设计

部位	国标图集
墙体	10J121 《外墙外保温建筑构造》 11J122 《外墙内保温建筑构造》
屋面	12J201 《平屋面建筑构造》
地下室	10J301 《地下建筑防水构造》
综合项目	09J908-3 《建筑围护结构节能工程做法及数据》

建筑防结露

图集号

15J904

审核

刘洪

设计

汤小京

校对

聂仕兵

设计

汤小京

校对

聂仕兵

设计

汤小京

校对

聂仕兵

6 防结露校核验算示例

某市（位于甘肃省，属严寒C区）博物馆，采用外保温，其外墙及屋面做法如图E7-7、图E7-8所示，其中展厅的冬季室内设计温度 $t_i=18^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\phi_i=60\%$ ，尽管该项目外围护结构已经满足建筑节能要求，其热工性能参数见表E7-3，但由于其冬季室外计算温度低于 0.9°C ，仍需做防结露校核验算。

表E7-3 某博物馆外围护结构热工性能参数（甲类、体形系数0.17）

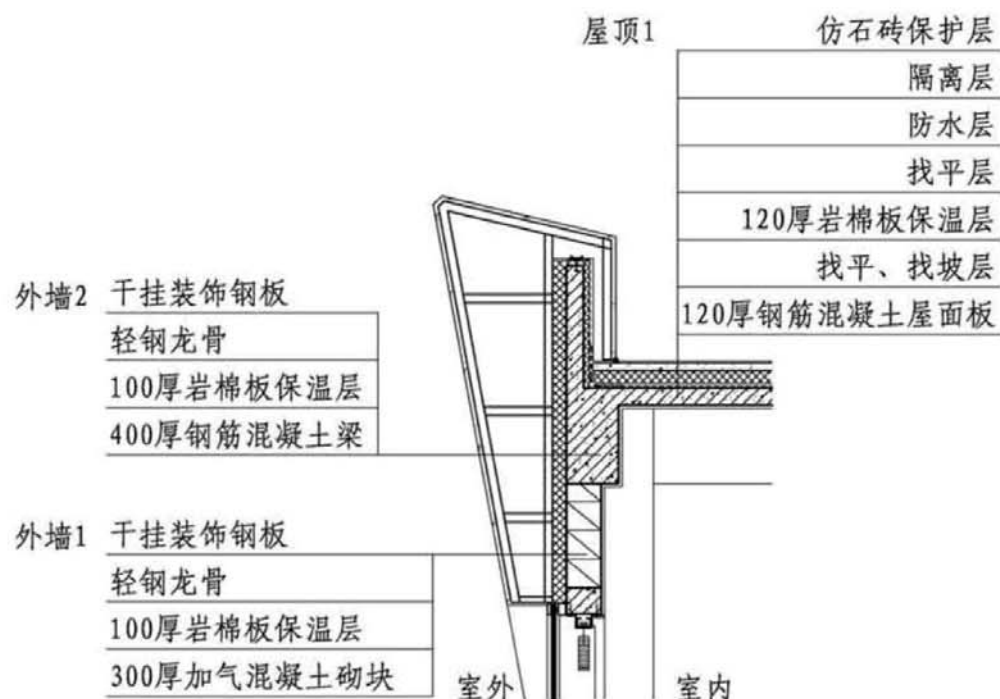
部位	外墙1	外墙2（梁、柱处）	屋顶1	屋顶2
结构主体	300厚加气混凝土砌块	400厚钢筋混凝土	120厚钢筋混凝土	150厚岩棉夹芯板
保温材料	100厚岩棉板	100厚岩棉板	120厚岩棉板	
$K[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	0.26	0.38	0.33	0.29
$R_o[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$	3.85	2.63	3.03	3.45
热惰性指标D	6.89	5.07	4.40	2.06
外围护结构类型	I	II	II	III

- （1）确定围护结构冬季室外计算温度 t_e 值：根据外围护结构类型并查《民用建筑热工设计规范》GB 50176附录得到该项目所处城市 t_e 值；
- （2）确定室内空气露点温度 t_d 值：根据室内设计温湿度得知 $t_d=10^{\circ}\text{C}$ ；
- （3）确定围护结构内表面换热阻 R_i 值：根据《民用建筑热工设计规范》GB 50176，采用 $R_i=0.11(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$ ；
- （4）计算围护结构内表面温度 θ_i ；

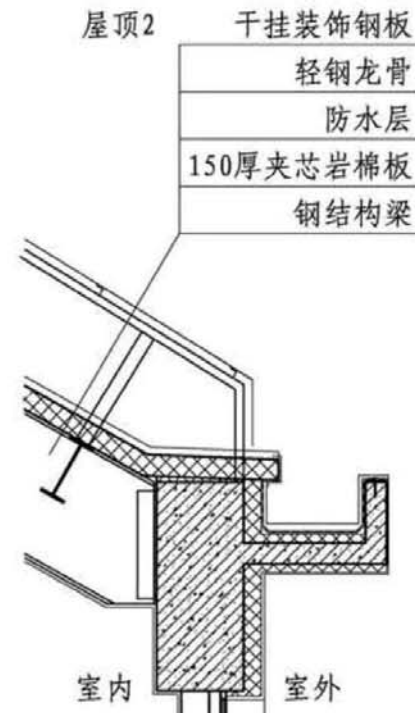
$$\theta_i=t_i-\frac{R_i}{R_o}(t_i-t_e)$$

式中： R_o — 围护结构设计传热阻 $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ ；
 R_i — 围护结构内表面换热阻 $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ ；
 t_i — 室内空气温度 $(^{\circ}\text{C})$ ；
 t_e — 室外空气温度 $(^{\circ}\text{C})$ ；
 θ_i — 围护结构内表面温度 $(^{\circ}\text{C})$ ；

- （5）与室内空气露点温度 t_d 值进行比较得出结论，见表E7-4。



图E7-7 某博物馆外墙及屋面节点详图



图E7-8 某博物馆屋面节点详图

表E7-4 某博物馆外围护结构防结露验算

部位	外墙1内表面	外墙2 (梁、柱处) 内表面	屋顶1内表面	屋顶2内表面
t_i (°C)	18	18	18	18
t_e (°C)	-13	-17	-17	-21
θ_i (°C)	17.1	16.5	16.7	16.8
t_d (°C)	10	10	10	10
结论	$\theta_i > t_d$, 不会结露	$\theta_i > t_d$, 不会结露	$\theta_i > t_d$, 不会结露	$\theta_i > t_d$, 不会结露

建筑防结露

图集号

15J904

审核 刘 洪

校对 聂仕兵

设计 汤小京

页

E43

E.8 建筑可调节遮阳

【对应条文】

8.2.8 采取可调节遮阳措施，降低夏季太阳辐射得热，评价总分为12分。外窗和幕墙透明部分中，有可控遮阳调节措施的面积比例达到25%，得6分；达到50%，得12分。

【技术要点】

可调节遮阳措施包括活动外遮阳设施、永久设施（中空玻璃夹层智能内遮阳）、固定外遮阳加内部高反射率可调节遮阳等。对没有阳光直射的透明维护结构，不计入面积计算。

1 国家相关节能标准中有关建筑遮阳的规定，如表E8-所示。

表E8-1 相关规范中关于建筑遮阳的规定汇总

规范	条款	条文摘要						
《公共建筑节能设计标准》 GB 50189-2015	第3.2.5条	夏热冬暖、夏热冬冷、温和地区的建筑各朝向外窗（包括透光幕墙）均应采取遮阳措施；寒冷地区的建筑宜采取遮阳措施。当设置外遮阳时，应符合下列规定：（1）东西向宜设置活动外遮阳，南向宜设置水平外遮阳；（2）建筑外遮阳装置应兼顾通风及冬季日照。						
《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2010	第4.2.4条	寒冷(B)区建筑的南向外窗(包括阳台的透明部分)宜设置水平遮阳或活动遮阳。东、西向的外窗宜设置活动遮阳。外遮阳的水平遮阳系数应按该标准附录D确定，当设置了展开或关闭后可以全部遮蔽窗户的活动外遮阳时，应满足该标准4.2.2条对外窗遮阳系数的要求。						
《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134-2010	第4.0.7条	东偏北30°至东偏南60°、西偏北30°至西偏南60°范围内的外窗应设置挡板式遮阳或可以遮住窗户正面的活动外遮阳，南向的外窗宜设置水平遮阳或可以遮住窗户正面的活动外遮阳。各朝向的窗户当设置了可以完全遮住正面的活动外遮阳时，应满足该标准表4.0.5-2对外窗遮阳系数的要求。						
《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75-2012	第4.0.10条	居住建筑的东、西向外窗必须采取建筑外遮阳措施，建筑外遮阳系数不应大于0.8。						
	第4.0.11条	居住建筑南、北向外窗应采取外遮阳措施，建筑外遮阳系数SD不应大于0.9。当采用水平、垂直或综合建筑外遮阳构造时，外遮阳构造的挑出长度不应小于下表规定（单位：m）：						
		朝向	南			北		
		遮阳形式	水平	垂直	综合	水平	垂直	综合
		北区	0.25	0.20	0.15	0.40	0.25	0.15
		南区	0.30	0.25	0.15	0.45	0.30	0.20

建筑可调节遮阳

图集号

15J904

审核 刘 洪

设计 谭家兴

校对 刘 彬

设计 谭家兴

页

E44

2 可调节遮阳措施

2.1 活动外遮阳设施

2.1.1 活动外遮阳为设置在围护结构外侧用于遮挡太阳辐射从而改善室内热环境和视觉舒适度的可调节的建筑构件。

活动外遮阳设施包括：卷帘遮阳系统、织物卷帘遮阳系统、百叶帘遮阳系统、铝合金机翼遮阳系统、铝合金格栅遮阳系统等。

活动外遮阳的分类和适用范围可参考表E8-2。

表E8-2 活动外遮阳的分类和适用范围

活动外遮阳分类			操作方式		使用材料			遮阳形式				适用层数				
			手动	电动	金属	织物	玻璃	水平式	垂直式	挡板式	综合式	多层	中高层	高层	超高层	
活动遮阳板				○	○		○	✓	✓	△		✓	✓	✓	✓	
遮阳帘	百叶帘	轨道导向	○	○	○					✓		✓	△	×	×	
		钢索导向	○	○	○					✓		✓	△	×	×	
	硬卷帘		○	○	○					✓		✓	✓	△	×	
	天篷帘	轨道导向		○		○		✓		✓		✓	△	×	×	
		钢索导向		○		○		✓		✓		△	×	×	×	
	软卷帘	轨道导向	○	○		○				✓		△	×	×	×	
		搭扣式	○	○		○				✓	△	△	×	×	×	
	遮阳篷	曲臂遮阳篷	平推式	○	○		○		✓				△	×	×	×
斜伸式			○	○		○					✓	△	×	×	×	
摆转式			○	○		○					✓	△	×	×	×	
折叠遮阳篷		○	○		○		✓				△	△	×	×	×	

注：○表示“有”，✓表示“宜”，△表示“可”，×表示“不宜”。

建筑可调节遮阳

图集号

15J904

审核 刘 洪 刘 彬 设计 谭家兴 谭家兴

页

E45

2.1.2 设计活动外遮阳时需要注意的问题

遮阳篷和遮阳卷帘在太阳辐射作用下加热内部空气，热空气会通过窗玻璃对室内进行加热或直接流入室内，见下图。



问题：被加热的热空气对玻璃窗进行加热或直接流入室内
解决措施：表面涂浅色或高反射材料，顶部开通气口

2.2 中空玻璃夹层智能内遮阳

中空玻璃夹层智能内遮阳将百叶安装在中空玻璃腔内，百叶可调整角度，使窗户全部透光、半透光或全遮光，同时又能将百叶全部拉起，变成全部透光窗，如图E8-1、图E8-2所示。

优点：（1）适用性广，对所应用建筑的高度没有要求。（2）干净、清洁，百叶安装在通过密封处理的中空玻璃内，确保百叶片干净不受污染，避免了复杂的清洗工作。（3）遮阳系数变化范围广：遮阳系数的变化范围从0.88~0.16，基本上涵盖了普通玻璃、吸热玻璃、热反射镀膜玻璃及Low-E镀膜玻璃的遮阳系数取值范围。

缺点：在百叶开角（ $\theta > 0^\circ$ ）的时候，会使中空玻璃两侧的传热系数增大，这是由于百叶会使空气间层内部的热空气以对流传热的方式从热侧沿着百叶到达冷侧。

2.3 固定外遮阳加内部高反射率可调节遮阳设施

指由固定外遮阳设施和内部高反射率可调节遮阳设施组成的综合遮阳系统。固定外遮阳可分为水平式、垂直式、综合式和挡板式，如图E8-3所示。



问题：被加热的热空气对玻璃窗进行加热或流入室内
解决措施：1. 表面涂浅色或高反射涂料提高反射率，从而降低对内部空气的加热效应
2. 加大与墙面的间距，使内部热空气容易排出

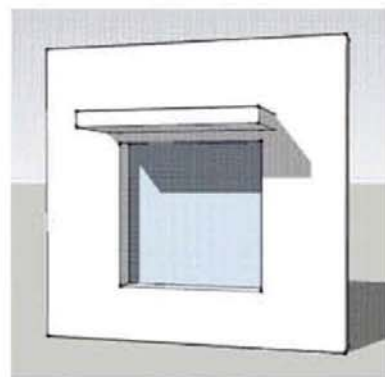


图E8-1 中空玻璃夹层智能内遮阳示意图

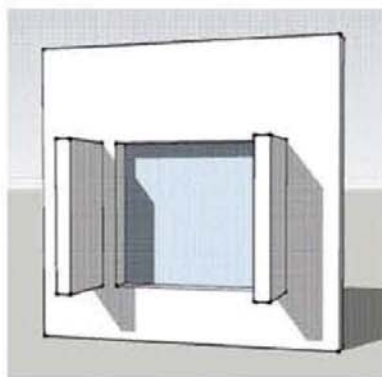


图E8-2 中空玻璃夹层智能内遮阳剖面示意图

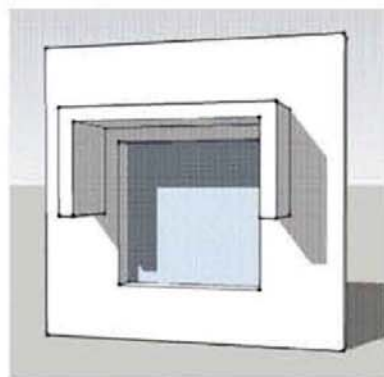
建筑可调节遮阳								图集号	15J904
审核	刘 洪	刘 彬	刘 彬	刘 彬	刘 彬	刘 彬	刘 彬	页	E46



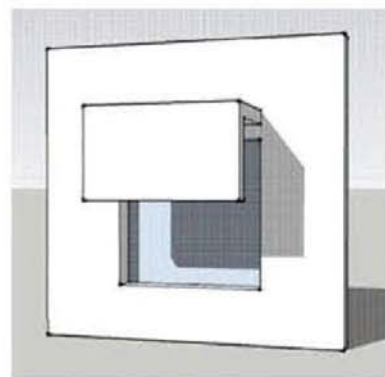
水平式
(适合南向窗户)



垂直式
(适合东北、西北向窗户)



综合式
(适合东南、西南向窗户)



挡板式
(适合东、西向窗户)

图E8-3 固定外遮阳的基本形式

通常情况下内部高反射可调节遮阳设施应选用反射率大于0.7的材料。包括：软卷帘、百叶帘、窗帘等，如图E8-4所示。

注意事项：在内遮阳设施使用时，太阳热辐射一部分被反射到室外，另一部分对内遮阳设施加热，通过内遮阳设施对室内进行间接加热，使房间温度波幅变小，室温出现最大值时间延迟。所以内遮阳设施应选用反射率较高的材料，使更多太阳辐射反射到室外，从而使室温最大值降低。

3 遮阳一体化设计

建筑遮阳与新建建筑主体的设计做到“三同”，即同步设计、同步施工、同步使用，使技术与艺术完美结合的设计，称为遮阳一体化设计。

3.1 遮阳一体化设计原则：

(1) 适应环境原则：结合当地宏观环境和建筑的微观环境合理地选择遮阳形式和遮阳材料。宏观环境包括季节气候特点、地理位置、太阳辐射角度、风速等；微观环境包括建筑朝向、建筑间距、绿化面积等。

(2) 多功能构件原则：要将遮阳功能与其他功能看成一个系统，从整体角度出发，综合建筑的各种需求，提出能更好协调各方矛盾的遮阳措施。

(3) 材料适宜原则：在一体化设计中，设计师需要对遮阳材料有深入的了解，根据具体建筑环境和建筑特点来选择合适的遮阳材料。

(4) 建筑美学原则：外遮阳是表现建筑立面美学效果的要体现韵律美、虚实美、光影美。



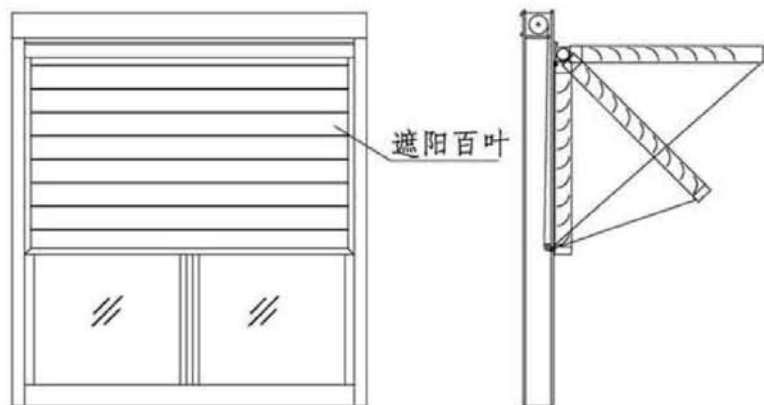
图E8-4 软卷帘内遮阳

建筑可调节遮阳								图集号	15J904
审核	刘 洪	刘 彬	校对	刘 彬	设计	谭家兴	谭家兴	页	E47

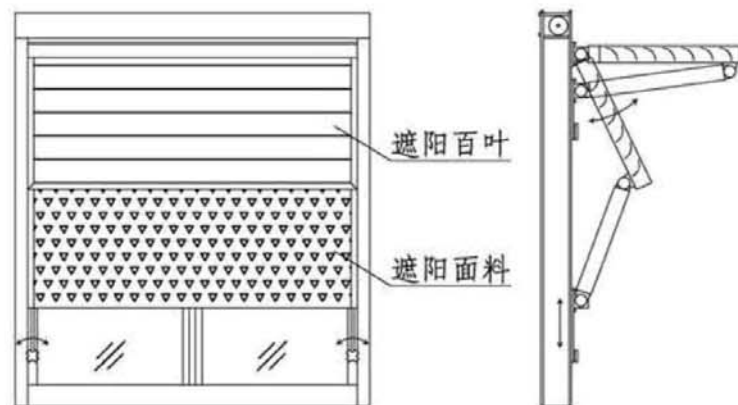
3.2 构造一体化设计类型

3.2.1 建筑外窗与遮阳设施一体化 (见图E8-5、图E8-6)

建筑外窗与遮阳设施一体化设计是今后发展的方向,即遮阳设施与窗框结合,既节省材料,又使空间紧凑。



图E8-5 与外窗结合的双摆臂遮阳板(无遮阳面料)



图E8-6 与外窗结合的双摆臂遮阳板(有遮阳面料)

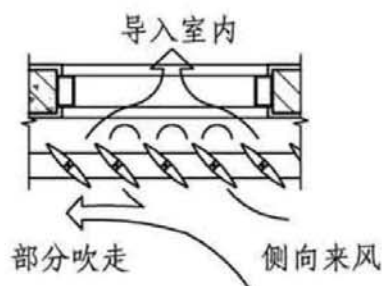
3.2.2 建筑结构与外遮阳设施一体化

结构设计时要做到与外遮阳设计同步考虑,为遮阳构件预留安装空间,使遮阳构件与建筑融为一体,如图E8-9所示。

3.3 遮阳与其他功能一体化设计的类型

3.3.1 通风与遮阳一体化设计

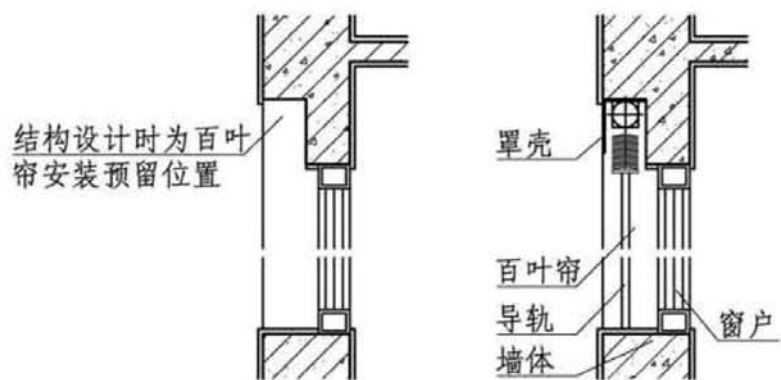
根据当地夏季主导风向的特点,可以利用遮阳作为导风装置,增加建筑进风口的风压,对通风量进行调节,以达到自然通风散热的目的,如图E8-7、图E8-8所示。



图E8-7 遮阳功能与导风功能相结合(平面图)



图E8-8 遮阳功能与导风功能相结合(示例图片)



图E8-9 与结构结合设计的固定外遮阳

建筑可调节遮阳

图集号

15J904

审核

刘洪

刘洪

校对

刘彬

刘彬

设计

谭家兴

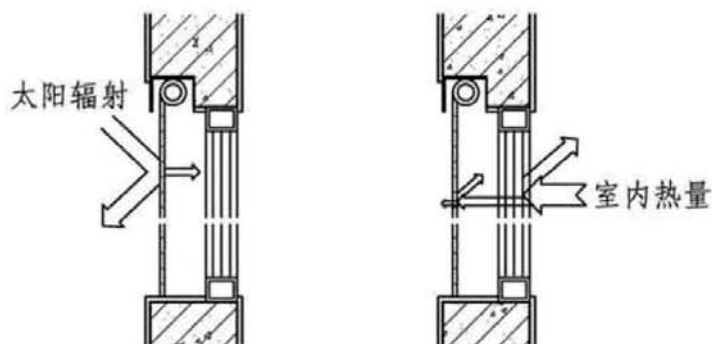
谭家兴

页

E48

3.3.2 保温与遮阳一体化设计

百叶帘外遮阳白天关闭时阻挡辐射进入室内，夜间关闭时可以削弱窗口与外界的换热，减少室内的散热量，如图E8-10所示。



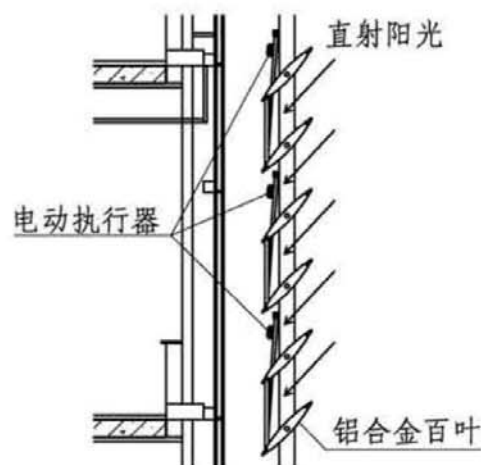
图E8-10 遮阳功能与保温功能相结合

3.3.3 采光与遮阳一体化设计 (如图E8-11 ~ 图E8-15所示)

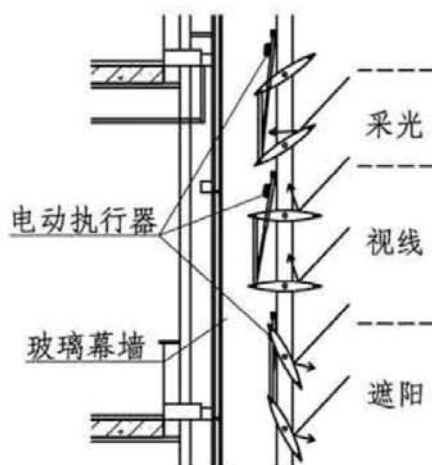
- 特点: (1) 叶片沿立面高度分若干组 (一般三组) 控制, 各组叶片分别具有调节采光、视线、遮阳等功能, 使得系统具有最佳的综合效益。
(2) 能较好地满足玻璃幕墙建筑夏季遮阳和冬季保温的要求。
(3) 能较好地适应寒冷地区昼夜温差较大的气候特点, 叶片通过角度的调整来满足昼夜不同时段的热工和采光要求。
(4) 在夜间, 叶片关闭状态下的幕墙具有良好的隔声效果。



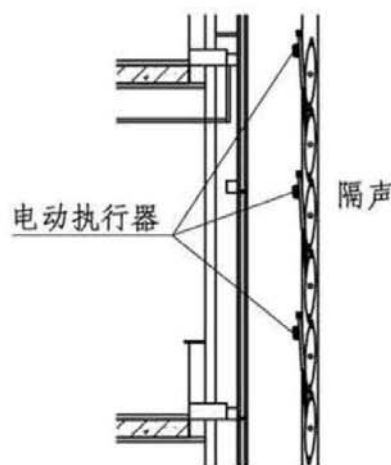
图E8-11 某建筑铝合金机翼遮阳



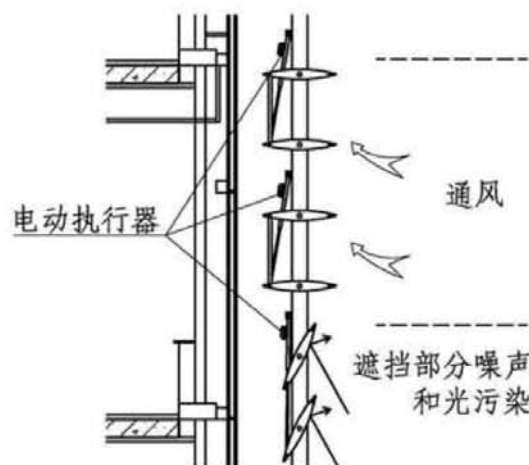
图E8-12 冬季工况(昼)



图E8-13 夏季工况(昼)



图E8-14 冬季工况(夜)



图E8-15 夏季工况(夜)

建筑可调节遮阳

图集号

15J904

审核 刘洪

设计 谭家兴

校对 刘彬

设计 谭家兴

设计 谭家兴

页

E49

3.3.4 光伏与遮阳一体化设计（如图E8-16、图E8-17所示）

特点：（1）光伏与建筑的结合能有效地减少建筑能耗。

（2）光伏系统不需要额外占地，节省土地资源，而且同时建设，一次投资，可以极大的节约成本。

光伏遮阳系统是一种典型的光伏建筑一体化形式，和一般遮阳板一样，在夏季保证合理采光的前提下，要尽可能多地减少通过外围护结构的太阳辐射得热，从而降低建筑空调能耗；而冬季则应该尽可能多地获得太阳辐射得热，因此遮阳的设计需要考虑全年遮阳性能的最优化问题，同时还应结合光伏板本身的发电功能，使其处于全年最优的发电工况。








图E8-16 光伏与遮阳一体化实例

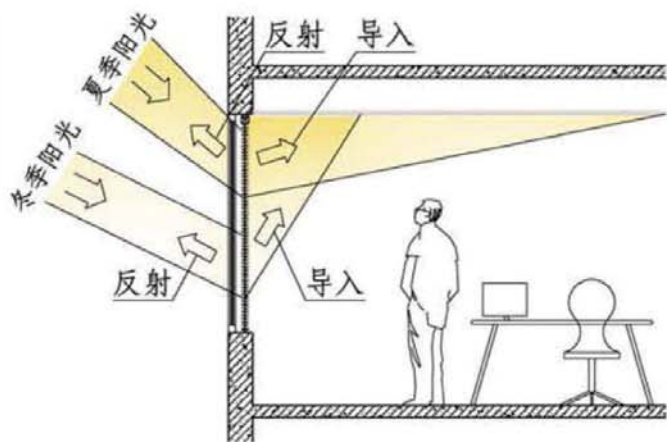
3.4 导光百叶系统

导光金属百叶特点：

- （1）在高效遮阳（SHGC值0.1~0.2）的同时，将适度自然光导入室内，实现室内纵深的日光照明；
- （2）百叶叶片开放式遮阳的同时实现良好的视野通透；
- （3）通过建筑所在经纬度计算太阳相对运行轨迹及辐射入射角，定制设计百叶叶片的角度和间距，可以同时实现遮阳—采光—通透视野；
- （4）可安装于室内、室外、呼吸式幕墙及中空玻璃夹层间；
- （5）叶片前端卷边预压制柔性材料，实现百叶关闭时完全遮光及叶片间降低噪音作用；
- （6）控制方式：电动/手动驱动；智能控制与用户自主控制相结合；
- （7）多款叶片形式可选：不同叶片系列的采光，视野通透及其他功能略有不同，L系列叶片不可用于完全室外安装。

表E8-3 导光金属百叶叶片规格表（mm）

				
ECN S系列 63/92	ECN Z系列 63/92	AR系列 80	A系列 80	L系列 12/20/50



图E8-17 立面百叶遮阳导光原理图

建筑可调节遮阳

图集号

15J904

审核 刘 洪

设计 谭家兴

校对 刘 彬

设计 谭家兴

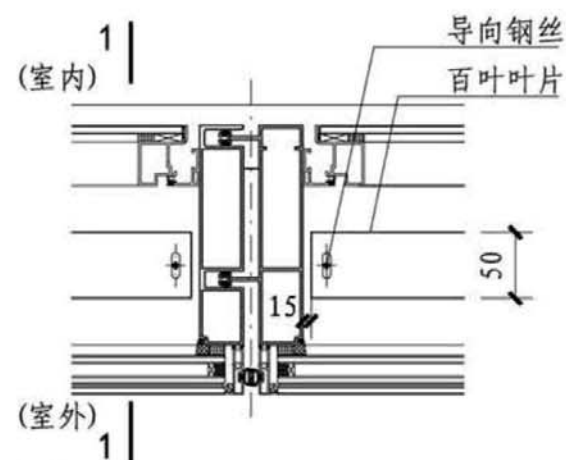
设计 谭家兴

设计 谭家兴

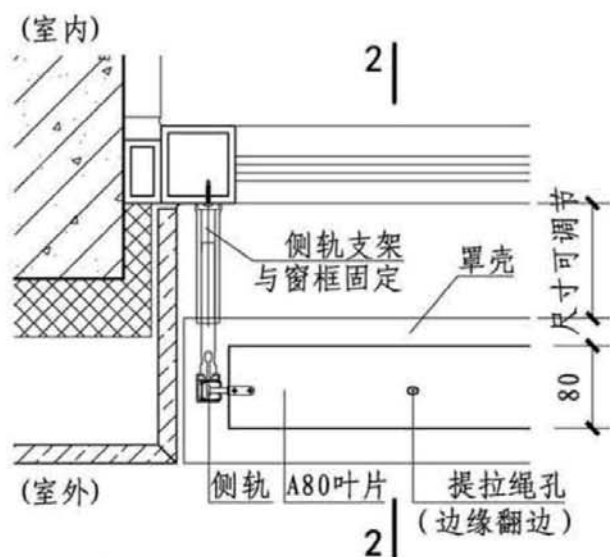
设计 谭家兴

页

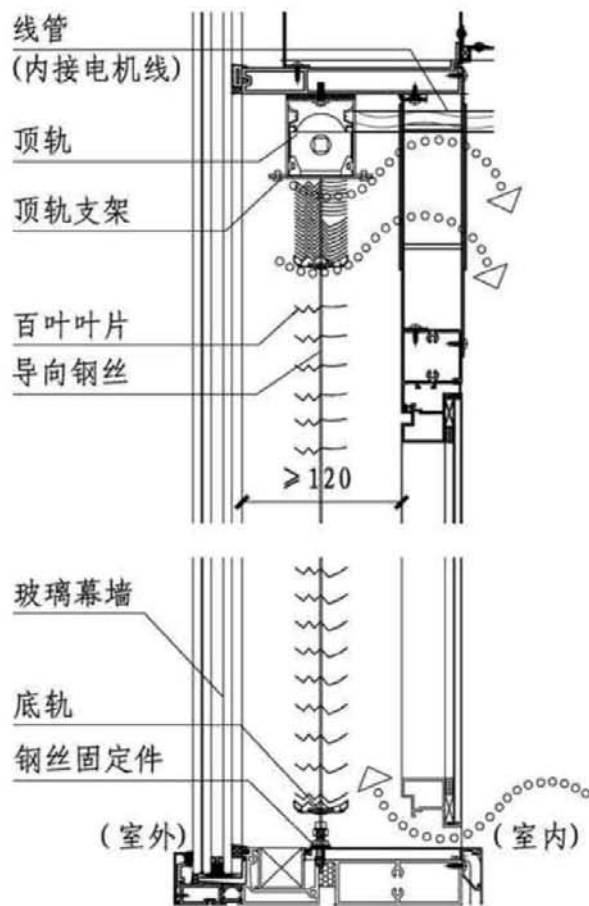
E50



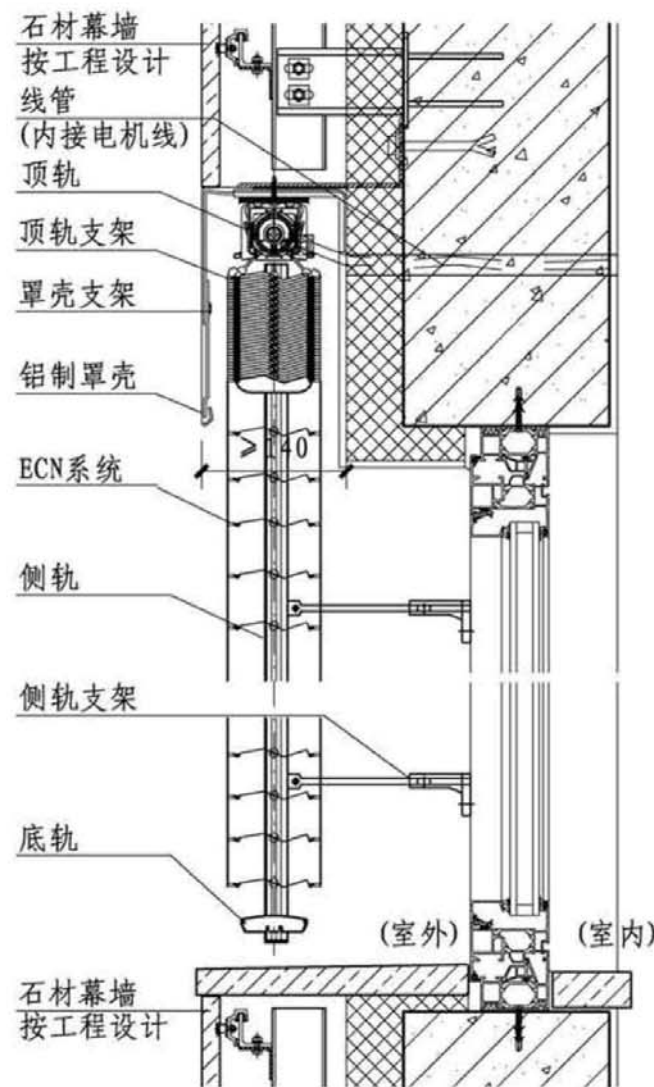
① 百叶安装在呼吸式幕墙内平面



② 百叶安装在室外平面



1-1 百叶安装在呼吸式幕墙内剖面



2-2 百叶安装在室外剖面

建筑可调节遮阳

图集号

15J904

审核 刘洪

设计 刘俊吉

校对 刘彬

设计 刘俊吉

设计 刘俊吉

页

E51

3.5 室外日光卷闸系统

(1) 日光卷闸系列:

(a) 室外日光卷闸具有多种产品型号选择, 可以电动或手动驱动, 智能控制与用户自主控制相结合;

(b) 可通过独特的半透明型材准确地控制进入室内的日光, 并保持室内良好的通风。由于日光的导入, 可降低电光照明的能耗;

(c) 使用加固的铝型材及提拉保护的技术, 让卷闸实现防盗防爆功能;

(d) 通过填充保温材料, 以及独特预埋件设计, 阻断热桥, 增加保温效果, 提高隔声效果;

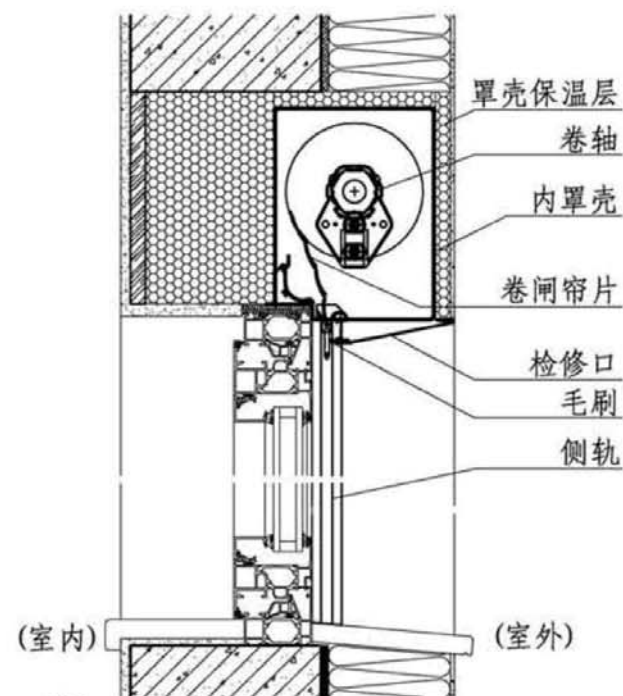
(e) 独特侧轨设计, 可实现卷闸下部平推开启。

(f) 独立的自支撑系统;

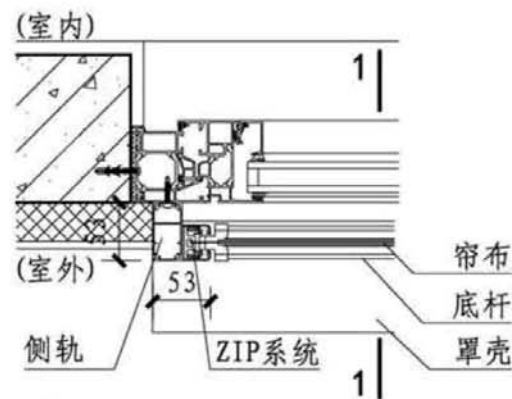
(g) 可选择多种型材, 实现不同功能需求。

(2) 全封闭ZIP卷帘:

可安装于室外或室内, 通过底轨及侧轨的独特设计实现全封闭式遮阳。

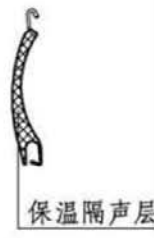
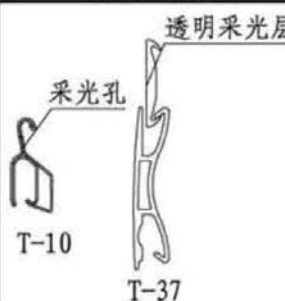


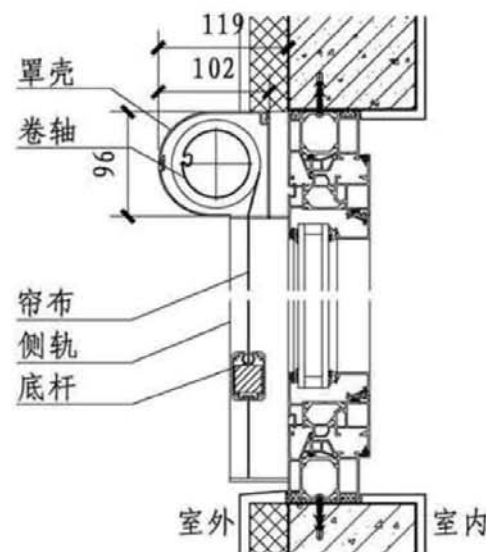
① 日光卷闸安装于室外剖面



② ZIP卷帘安装于室外平面

阳光卷闸帘片

型号	A-32, 37, 42mm	K-37mm	S-37mm	T-10, 37mm
特点	通用型	轻巧型	超级防爆型	增强采光型
卷闸帘片		—	—	
	保温隔声层			透明采光层 采光孔 T-10 T-37



1-1 ZIP卷帘安装于室外剖面

建筑可调节遮阳

图集号 15J904

审核 刘洪 刘彬 校对 刘彬 设计 刘俊吉 刘俊吉

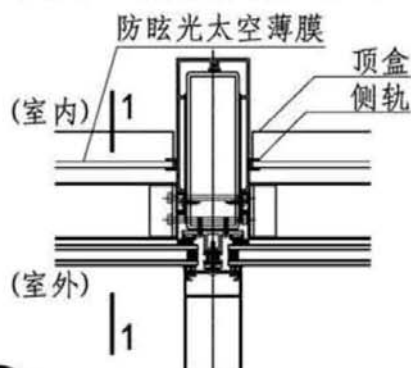
页 E52

3.6 防眩光薄膜卷帘:

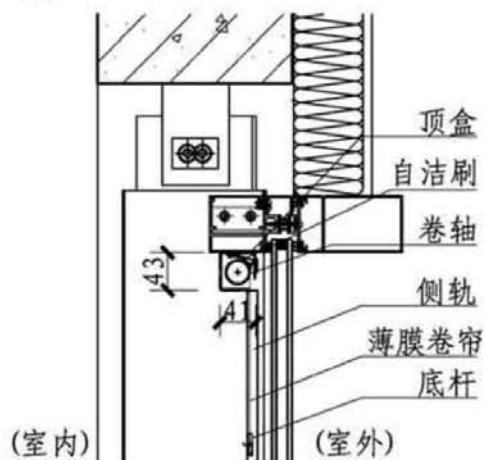
- (a) 防眩光薄膜卷帘采用太空隔热技术, 由多层高分子聚酯材料及特殊金属层合并制成, 遮阳效率极高 (最佳综合g值可达0.12);
- (b) 可避免室内热量快速流失到室外, 增强保暖性能, U值优化率达31%;
- (c) 遮阳同时让部分适度自然光进入室内, 增强采光效果 (透光率: 0~26%);
- (d) 遮阳状态下可达到防柔化眩光及100%紫外线防护作用, 同时具备良好的视野通透效果;
- (e) 适用于住宅、办公、商业公建及交通设施, 对于非常规形状及非垂直的幕墙/窗系统进行定制化设计, 实现电动收放;
- (f) 控制方式: 电动/手动驱动, 中央总线控制与用户自主控制相结合;

3.7 采光顶解决方案:

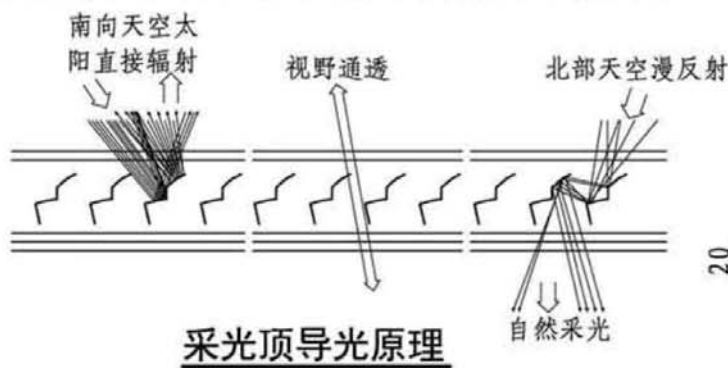
- (a) 防眩光薄膜卷帘: 采用电动平开对拉方式安装于玻璃采光顶下方, 遮阳隔热效果明显, 依然保持视野通透, 适用于新建及改造建筑;
- (b) 中空玻璃中置百叶: 将导光百叶置于中空玻璃内; 根据建筑经纬度计算太阳运动轨迹及辐射角度, 将南部天空的太阳直射光反射回天空, 让北部天空漫反射光射入室内, 遮阳的同时增强了采光, 也保持了良好的视野通透效果。



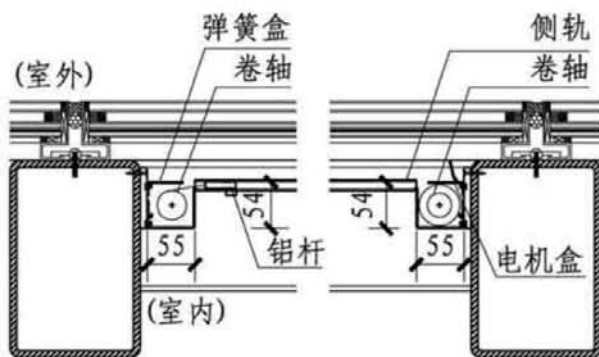
① 防眩光太空薄膜卷帘平面



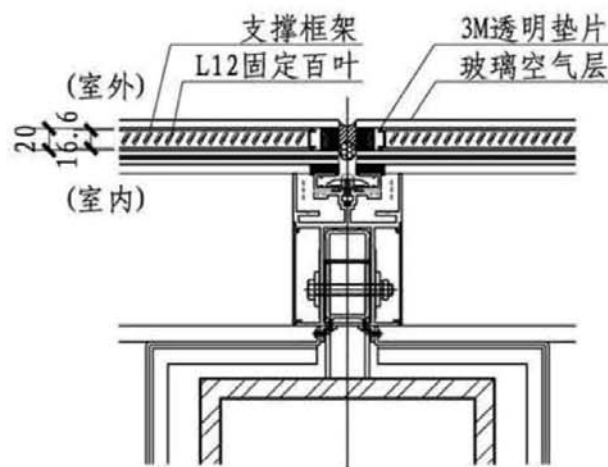
防眩光太空薄膜卷帘剖面



采光顶导光原理



② 采光顶对拉式防眩光太空薄膜卷帘



③ 百叶安装于采光顶中空玻璃内剖面

建筑可调节遮阳

图集号

15J904

审核 刘洪

校对 刘彬

设计 刘俊吉

刘俊吉

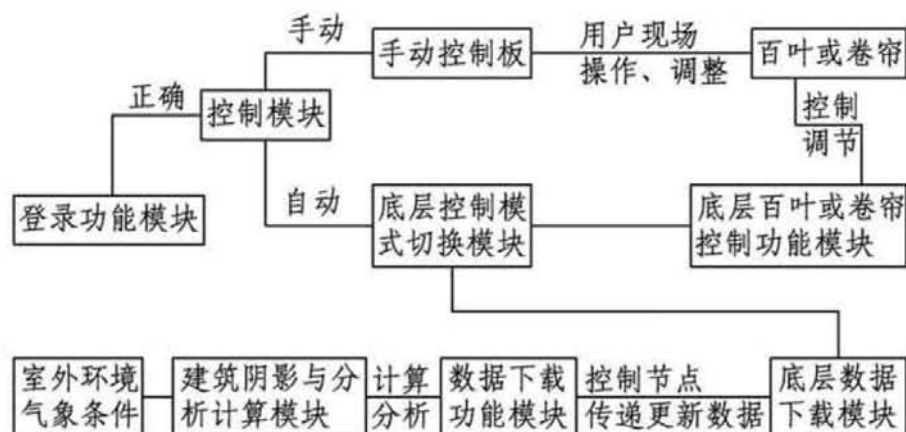
页

E53

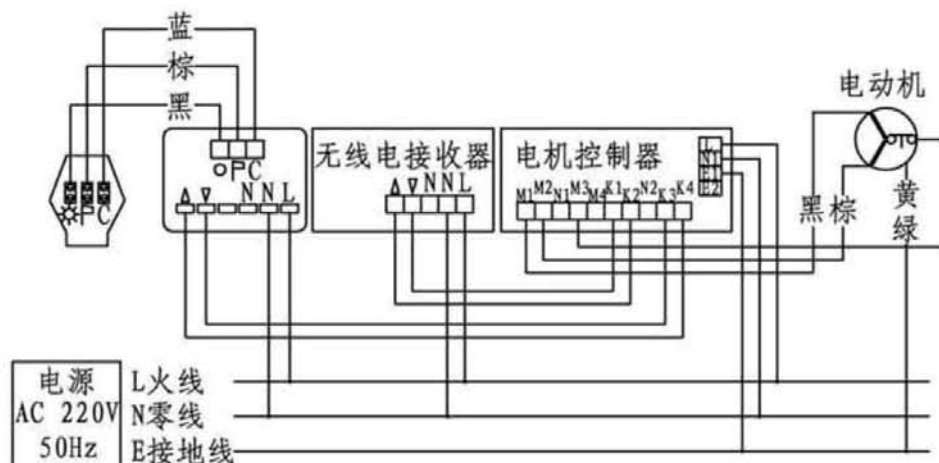
4 智能遮阳系统

智能遮阳系统,可分为人工电动控制及感应智能控制。人工电动控制可以人为地根据一天内太阳光的照射角度及强弱对遮阳系统进行角度的调节。感应智能控制则是通过探头对太阳照射高度、位置、方向及太阳光强弱的感应而自动调节遮阳板的遮阳方向、角度、位置、大小等,以达到遮阳的目的。

智能遮阳控制系统软件包括计算机监控软件和智能节点控制软件两个部分,主要功能模块,如图E8-18所示。



图E8-18 智能遮阳系统功能模块工作示意图



图E8-19 无线电遥控加风光控电路图

4.1 风、光、雨、温度传感器控制系统

有的遮阳产品需要在遇风时候收合,有阳光强照射时伸展,日落后收回,或者下雨时自动收回等,人工控制显然不能及时配合,但使用风、光、雨、温度传感器可以实现智能化控制。其无线电遥控加风光控电路图,如图E8-19所示。

4.2 时序控制系统

遮阳装置的开启收合、遮阳面、阳光的迎角,可以按时间顺序进行控制。如早上阳光从东面投射过来,遮阳面就迎向东方,到了下午阳光射自西面,遮阳面迎向西方。将不同地理位置、不同季节、阳光不同照射方向及高度角等参数储存于计算机内,根据这些数据,使用时间控制器或时间继电器就可以实现时序控制。

5 本节遮阳系统及构造可参见国标图集14J506-1《建筑外遮阳(一)》。

建筑可调节遮阳

图集号

15J904

审核 刘 洪

设计 谭家兴

校对 刘 彬

设计 谭家兴

设计 谭家兴

设计 谭家兴

页

E54

E.9.1 供暖空调系统末端现场可独立调节—干式空调末端技术

【对应条文】

8.2.9 供暖空调系统末端现场可独立调节，评价总分为8分。供暖、空调末端装置可独立启停的主要功能房间数量比例达到70%，得4分；达到90%，得8分。

【技术要点】

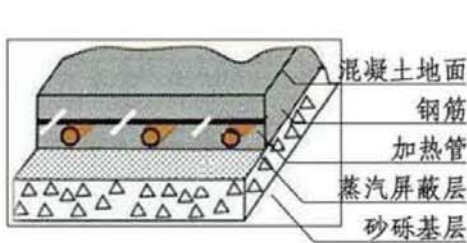
1 技术概要

传统的空调末端技术，湿式风机盘管会因产生冷凝水而存在滋生霉菌的风险，全空气系统末端则存在输配能耗高的缺陷。在温湿度独立控制技术的基础上，空调系统的末端可采用干式空调末端，既节省输配能耗，又避免末端滋生霉菌。干式末端的冷冻水供水温度应高于室内露点温度（通常不低于16℃），仅承担部分室内显热负荷，而由独立新风系统承担剩余显热负荷和全部潜热负荷。

2 设备种类

干式空调末端形式主要包括各类辐射板、干式风机盘管、干式冷梁等。

辐射板末端有混凝土辐射地板（如图E9-1）、轻薄型辐射地板（如图E9-2）、毛细管型辐射板（如图E9-3）、平板金属吊顶辐射板（如图E9-4）、强化对流型金属辐射板等形式，换热能力依次增强，响应时间依次缩短。辐射板末端具有热舒适性好、节约层高、噪音小等优点，适用于高档办公和公寓建筑；一般不适用于负荷大且对噪声要求不高的建筑，如商场等。



图E9-1 混凝土辐射地板



图E9-2 轻薄型辐射地板



图E9-3 毛细管型辐射板

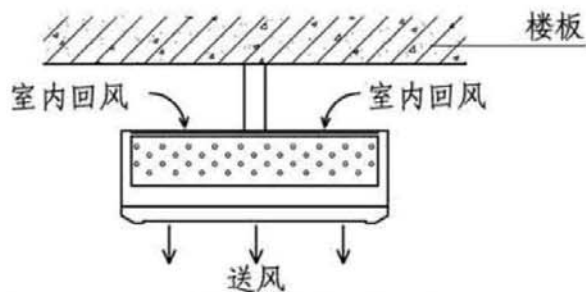


图E9-4 平板金属吊顶辐射板

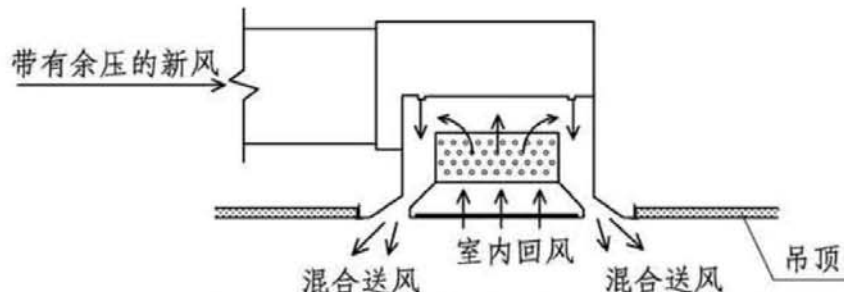
干式风机盘管与普通湿式风机盘管的构造类似，但无凝水盘，有避免室内凝水和滋生霉菌的优点，盘管换热系数和设备造价高于普通风机盘管。在可应用普通湿式风机盘管的各类建筑中，都可用干式风机盘管替代，前提是由新风机组负担室内全部湿负荷。

干式空调末端技术								图集号	15J904
审核	李晓峰	李伟	校对	冯莹莹	李莹莹	设计	李俊	李信	页
									E55

干式冷梁分被动式和主动式两种，末端均无风机，因此运行维护工作量小、噪音小。被动式冷梁（如图E9-5）完全依靠自然对流处理空调负荷，换热能力小，采暖工况下的热舒适性稍差，适用于住宅等空调负荷小的建筑。主动式冷梁（如图E9-6）通过带有余压的新风诱导形成二次风，提高换热能力，适用范围更广，在办公、教学、公寓等建筑中都可适用。



图E9-5 被动式冷梁送回风示意图



图E9-6 主动式冷梁送回风示意图

3 技术适用性

干式末端具备卫生、节能等优点，但适用范围也有所局限。首先，干式末端需基于高温冷冻水系统和独立新风系统这两套系统联合运行，系统复杂，初投资高，各类干式末端本身造价也相对较高。其次，干式末端对独立新风系统的防结露控制要求高。因此，设计阶段需综合考虑整个空调系统的初投资和节能收益，对于干式末端和整个温湿度独立控制系统的经济性和防结露方案进行评估，以确定是否适宜采用。

【示例】

某办公建筑（如图E9-7）位于上海市，建筑面积4.8万 m^2 。采用温湿度独立控制技术，办公区域采用平板金属吊顶辐射板（如图E9-8），美观舒适。



图E9-7 某办公建筑效果图



图E9-8 平板金属吊顶辐射板效果图

干式空调末端技术							图集号	15J904
审核	李晓峰	李伟	校对	冯莹莹	李强	设计	李俊	李强
							页	E56

E.9.2 供暖空调系统末端现场可独立调节—温湿度独立控制空调系统

【对应条文】

8.2.9 供暖空调系统末端现场可独立调节，评价总分为8分。供暖、空调末端装置可独立启停的主要功能房间数量比例达到70%，得4分；达到90%，得8分。

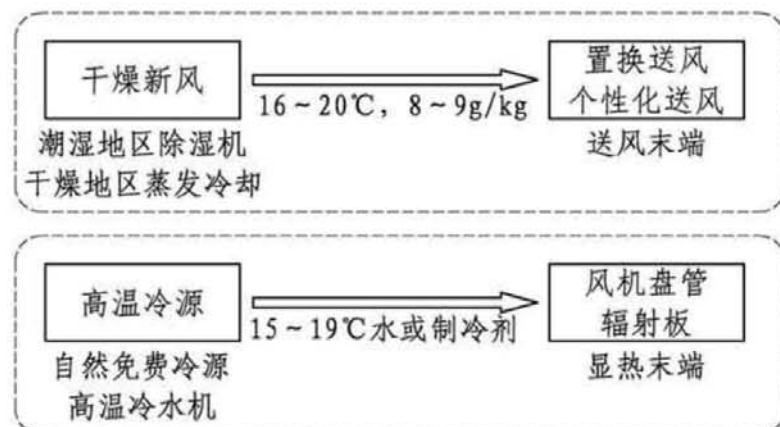
【技术要点】

温湿度独立控制空调系统采用独立的两套系统：新风系统满足室内新鲜空气和室内湿度的要求，另外一个独立的系统专门排除室内多余的热量，满足室内温度的要求。

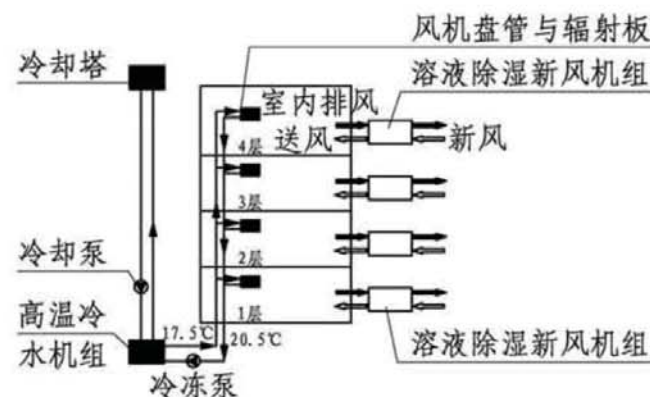
针对不同的气候、地域条件及建筑类型、负荷特点等，温湿度独立控制系统可以有多种多样的形式和方案，参见图E9-9，其系统包括解决室内湿度控制并提供新鲜空气的新风系统和新风末端风口；产生 $15^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ 高温冷水的冷源及其输配系统；以及安装在室内通过高温冷水吸收室内显热，实现室内温度控制的显热末端装置。

设计中需要注意建筑渗透风量的影响、部分负荷下的设备运行性能、回收的排风量不足对带有热回收装置的系统性能影响、系统实际运行模式对性能的影响等问题。

【示例1】位于深圳的某办公建筑，一～四层选用温湿度独立控制空调系统形式，图E9-10为空调系统原理图。温度控制系统采用磁悬浮离心式高温冷水机组，冷冻水设计供/回水温度为 $17.5^{\circ}\text{C}/20.5^{\circ}\text{C}$ 。在门厅采用毛细管网+混凝土的辐射板形式，安放于地板表面，用于维持人员活动区域的温度。在部分办公区域采用抹灰形式的毛细管辐射吊顶方式，大部分办公区域采用干式风机盘管末端方式。湿度控制系统采用溶液除湿型新风机组。运行时，溶液除湿新风机组提前开启去除室内湿负荷；高温冷水机组比新风机组开启时刻晚1h，待新风将室内余湿负荷除去，使得室内空气露点温度低于冷冻水供水温度后，制冷机组工作，干式风机盘管、辐射板的水阀打开，去除室内的显热负荷。



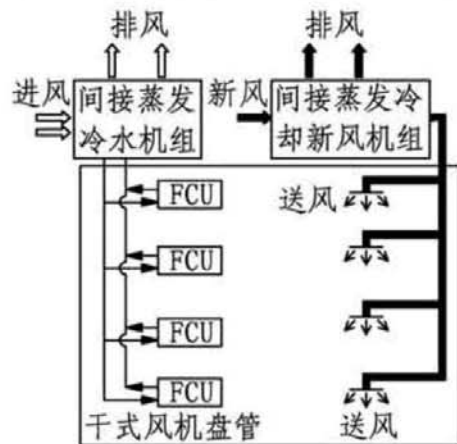
图E9-9 温湿度独立控制空调系统的组成形式



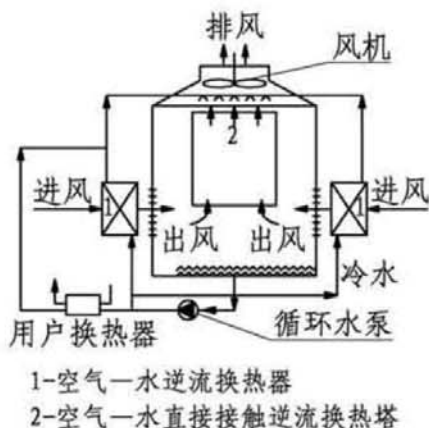
图E9-10 深圳某办公建筑空调系统原理图

温湿度独立控制						图集号	15J904
审核	李晓峰	李伟	校对	冯莹莹	李莹莹	设计	李俊
李俊						页	E57

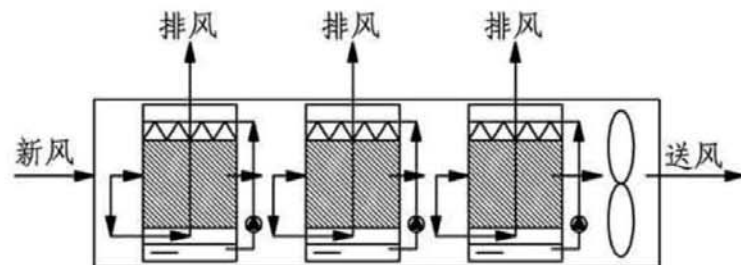
【示例2】位于乌鲁木齐的某医院，由于新疆位于我国典型的干燥气候区，可直接利用室外的干燥空气带走房间的湿负荷，同时还可利用室外的干燥空气通过间接蒸发冷却技术制备高温冷冻水。其五~十八层为病房和诊室，采用间接蒸发冷却式空调系统，由间接蒸发冷水机组制备 $15^{\circ}\text{C} \sim 19^{\circ}\text{C}$ 的高温冷水送入房间的干式风机盘管末端，带走房间大部分的显热负荷；由间接蒸发冷却新风机组制备温度为 $18^{\circ}\text{C} \sim 21^{\circ}\text{C}$ 、含湿量为 $8 \sim 10\text{g/kg}$ 的新风送入室内，带走房间的湿负荷和部分显热负荷，如图E9-11~图E9-13所示。



图E9-11 乌鲁木齐某医院空调系统原理图

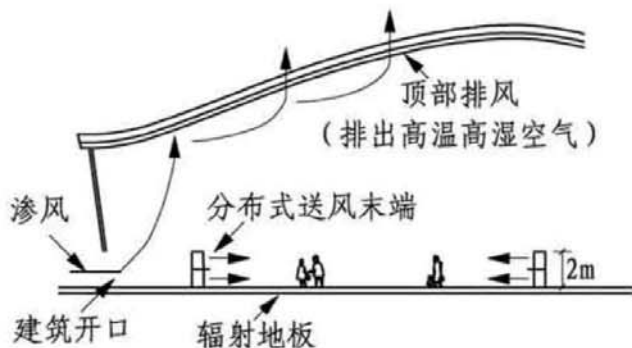


图E9-12 间接蒸发冷却冷水机组流程原理图

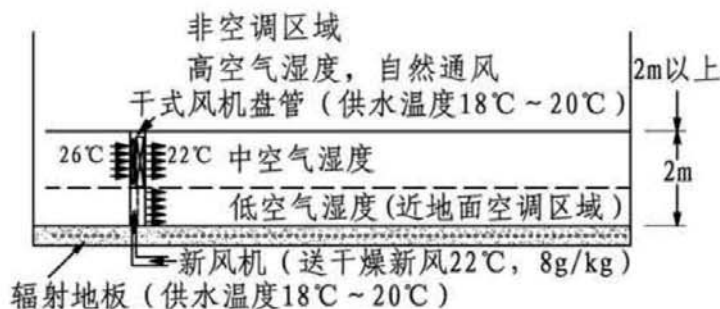


图E9-13 间接蒸发冷却新风机组流程原理图

【示例3】位于泰国的某机场，采用辐射地板供冷+分散置换通风的室内末端方式。辐射地板可直接吸收进入室内的太阳辐射得热，减少了太阳辐射得热向室内空气的掺混；分散置换通风末端将干燥新风输送到人员活动区域，并补充辐射地板供冷不足所需的冷量，避免了喷口射流送风形式造成的空气掺混，维持了空间上的空气温度和湿度分层。这种末端方案减少了风系统的风量，使输送空气的能耗降到最低，同时又可实现灵活调节室内供冷量的效果。



图E9-14 泰国某机场高大空间环境控制—渗透空气路径



图E9-15 泰国某机场高大空间环境控制—分层控制方式

温湿度独立控制						图集号	15J904
审核	李晓峰	李楠	校对	冯莹莹	李楠	设计	李俊
页	E58						

E.10 自然通风

【对应条文】

8.2.10 优化建筑空间、平面布局和构造设计,改善自然通风效果,评价总分为13分,并按下列规则评分:

1 居住建筑:按下列2项的规则分别评分并累计:

1) 通风开口面积与房间地板面积的比例在夏热冬暖地区达到10%,在夏热冬冷地区达到8%,在其他地区达到5%,得10分;

2) 设有明卫,得3分。

2 公共建筑:根据在过渡季典型工况下主要功能房间平均自然通风换气次数不小于2次/h的面积比例,按表8.2.10的规则评分,最高得13分。

11.2.8 建筑方案充分考虑建筑所在地域的气候、环境、资源,结合场地特征和建筑功能,进行技术经济分析,显著提高能源利用效率和建筑性能,评价分值为2分。

当代自然通风的应用与被动节能策略紧密相关。合理利用自然通风能取代或者部分取代传统空调系统,不仅能少消耗不可再生能源实现被动热调节,而且能提供新鲜清洁的自然空气,有利于人的身心健康。因此我们在建筑设计当中宜挖掘通风适宜技术,实现多元的通风策略。

如《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012中第6.2.4条规定:采用自然通风的生活、工作的房间的通风开口有效面积不应小于该房间地板面积的5%;厨房的通风开口有效面积不应小于该房间地板面积的10%,并不得小于 0.60m^2 。

《住宅设计规范》GB 50096-2011中第7.2.3条规定,每套住宅的自然通风开口面积不应小于地面面积的5%。

《住宅设计规范》GB 50096-2011中第7.2.4条规定,采用自然通风的房间,其直接或间接自然通风开口面积应符合下列规定:

1) 卧室、起居室(厅)、明卫生间的直接自然通风开口面积不应小于该房间地板面积的1/20;当采用自然通风的房间外设阳台时,阳台的自然通风开口面积不应小于采用自然通风的房间和阳台地板面积总和的1/20;

2) 厨房直接自然通风开口面积不应小于该房间地板面积的1/10,

并不得小于 0.60m^2 ;当厨房外设置阳台时,阳台的自然通风开口面积不应小于厨房和阳台地板面积总和的1/10,并不得小于 0.60m^2 。

表E10-1 公共建筑过渡季典型工况下主要功能房间自然通风评分规则

面积比例 R_R	得分
$60\% \leq R_R < 65\%$	6
$65\% \leq R_R < 70\%$	7
$70\% \leq R_R < 75\%$	8
$75\% \leq R_R < 80\%$	9
$80\% \leq R_R < 85\%$	10
$85\% \leq R_R < 90\%$	11
$90\% \leq R_R < 95\%$	12
$R_R \geq 95\%$	13

注:本表选自《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014表8.2.10。

自然通风

图集号

15J904

审核 刘洪

刘洪

校对 刘俊吉

刘俊吉

设计 胡爽

胡爽

胡爽

页

E59

【技术要点】

相对于机械通风，自然通风的优势在于：一是利用被动式制冷来改善室内热环境；二是能提供舒适的自然风，改善室内空气质量，有利于人体的生理和心理健康。

现代人类对自然通风的利用已经不完全是简单的开窗、开门通风，而是综合利用室内外条件并采取一些措施来实现。在规划设计上，根据气候条件、建筑群布局、建筑周边环境、建筑平面布局等，来组织和诱导自然通风。在建筑设计上，通过中庭、双层幕墙、通风塔、通风窗、通风帽等实现良好的自然通风效果。

1. 自然通风原理

自然通风在实现原理上有利用风压、利用热压、风压与热压相结合以及机械辅助通风等几种形式。

1.1 风压通风：利用建筑迎风面与背风面的空气压力差实现的空气流动，是最常见的自然通风方式。

1.2 热压通风：利用建筑内部空气热压差来实现的空气流动。

表E10-2 风压通风与热压通风优劣势比较

类型	风压通风	热压通风
优势	随时可用，简单易行；相对便宜；能源消耗较少	可持续性好；不依赖外界风力；气流稳定；通过进气口的大小可以有效控制通风效果
劣势	因为风速、风向导致不可预测性	有时仅依赖室内外或上下层温差难以实现自然通风，且底层污浊空气可能污染上层空气

1.3 风压与热压相结合

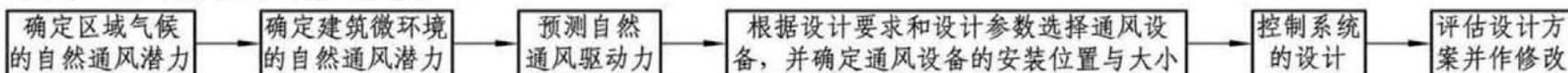
在建筑的自然通风设计中，风压通风与热压通风往往是互为补充、密不可分的。一般来说，在建筑进深较小的部位多利用风压来直接通风，而进深较大的部位则多利用热压来实现好的通风效果。

1.4 机械辅助自然通风

在一些大型建筑中，由于通风路径较长，流动阻力较大，单纯依靠自然形成的风压与热压往往不足以实现自然通风。对于空气污染和噪声污染比较严重的城市，直接的自然通风还会将室外污浊的空气和噪声带入室内，不利于人体健康。在上述情况下，常常采用一种机械辅助式的自然通风系统。该系统有一套完整的空气循环通道，辅以满足生态思想的处理手段（如土壤预冷、预热、深井水换热等），并借助一定的机械方式加速室内通风。

2 自然通风的设计步骤

与机械通风不同，自然通风受气候、建筑周围的微环境、建筑结构及建筑内部热源分布情况的强烈影响，所以它的设计是与气候、环境、建筑融为一体的整体设计。其设计步骤如下：



自然通风

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 刘俊吉

刘俊吉

设计 胡 爽

胡 爽

胡 爽

胡 爽

胡 爽

胡 爽

胡 爽

胡 爽

胡 爽

页

E60

本节对自然通风技术进行归纳总结，并从中挑选重点内容加以具体分析，见表E10-3。

表E10-3 自然通风类别与技术要点归纳表

技术名称	技术分类		本次图集涉及
通风弄	在建筑群中设置贯穿的弄道，解决交通问题的同时解决通风问题		
	在大进深建筑中通过设置内部弄道解决通风问题		
开口设计	开口位置的设置影响室内穿堂风路径		✓
	开口大小的设置影响室内通风的流速		✓
	在通风不利的情况下，单侧通风宜设置两个压力不同的开口		✓
	通过内部隔墙的开口设计加强通风		✓
导风措施	通过设置翼墙进行导风		✓
	通过窗户的不同开启方式进行导风		✓
	在建筑外围设置高低不同的植被进行导风		
通风塔	利用风压主导的“反烟囱效应”形成捕风塔		✓
	利用热压主导的“烟囱效应”形成拔风井		✓
	根据不同的外部风环境选用适合的通风帽	可参照国标图集06K105《屋顶自然通风器选用与安装》 可结合预冷降温措施、被动太阳能系统	✓
高耸空间利用	在建筑中的高空间(高房间、吹拔、楼梯间、天井)中形成两个高度不同的开口，利用压力差形成通风		✓
太阳能烟囱	太阳能烟囱墙体集热式、屋顶集热式以及综合式		
通风屋顶	平顶通风屋顶形成隔热通风间层，以风压为动力进行通风降热		
	坡顶通风屋顶形成隔热通风间层，以风压热压综合动力进行通风降热		
自然通风器	屋顶自然通风器		✓
	窗式自然通风器		✓
蓄冷体与通风相结合	增加墙体、楼板的蓄热蓄冷能力	在墙体内预埋通风管道	
		在混凝土楼板里预埋管道通风	
人工地道(埋管风道)	用砖砌或混凝土浇筑的土建地道		✓
	用不锈钢管道、PVC管道埋入挖好的隧道		
现状地下空间	利用现有的人防工程、山洞、地下暗河等实现通风降温		
通风双层玻璃幕墙	可呼吸式双层玻璃幕墙，在保温节能、隔绝噪音的同时，解决自然通风问题		

自然通风技术要点

图集号

15J904

审核 刘 洪 刘 洪 校对 刘俊吉 刘俊吉 设计 胡 爽 胡 爽

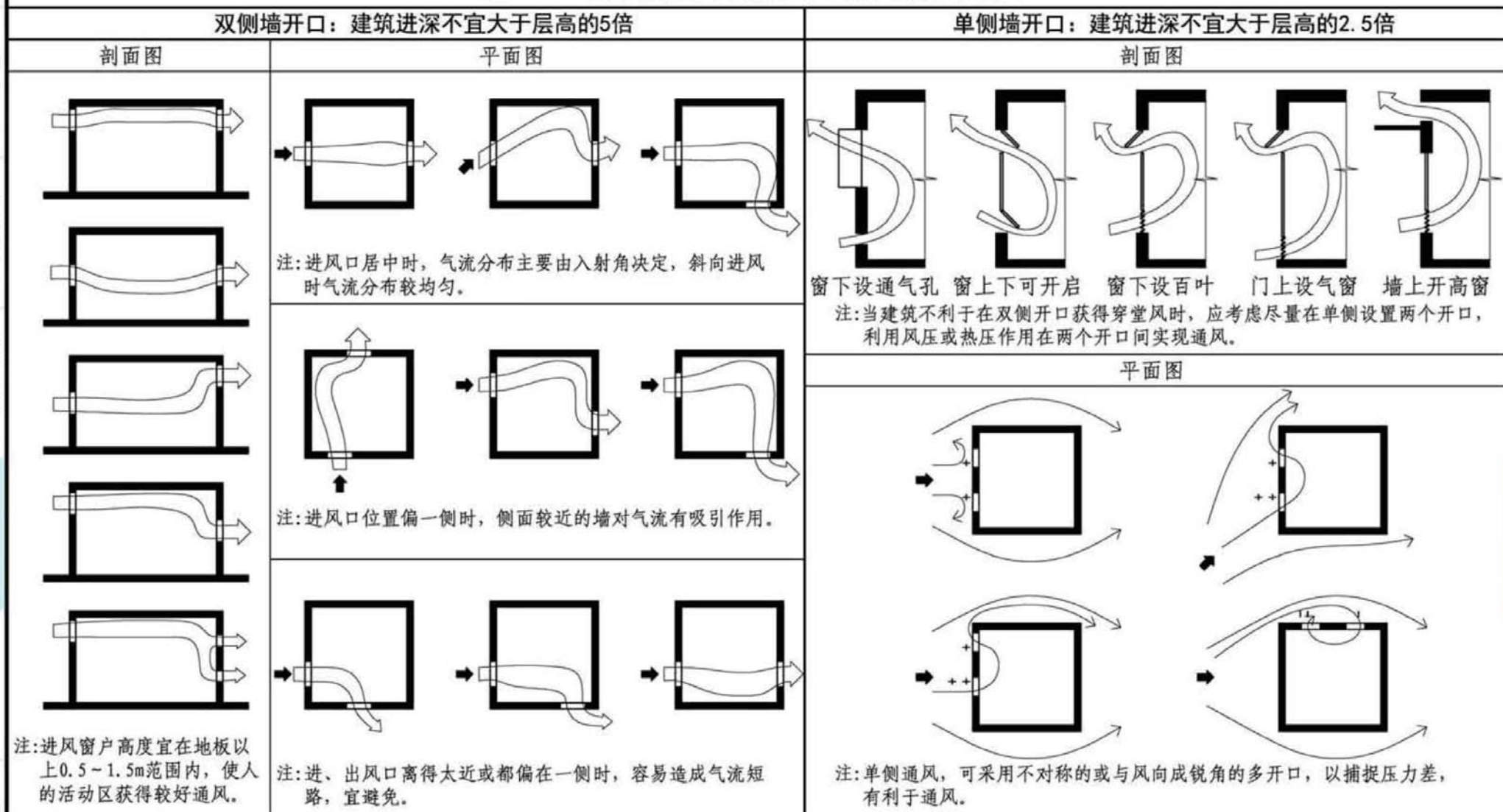
页

E61

E. 10.1 开口设计

1 双侧墙开口和单侧墙开口

图E10-1 开口设置与自然通风路径关系示意图



自然通风—开口设计

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 刘俊吉

刘俊吉

设计 胡 爽

胡 爽

胡 爽

胡 爽

页

E62

2 开口面积与风速的关系,如图E10-2所示。

2.1 室内风速V与开口面积的平方根成正比,当开口与墙比例超过40%时,再增加开口面积,室内风速V也不会有很大提高。

$$V=[2.4+0.5 \times \sqrt{90-A}] \times \sqrt{P}$$

P表示孔洞率(开口面积/墙壁面积);A表示风入射角度。

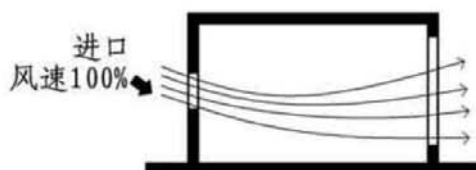
2.2 开口面积相等时,开口形状的差异对平均风速的影响很小。

2.3 当气流入口和出口的面积不等时,较小的口决定了通风条件。

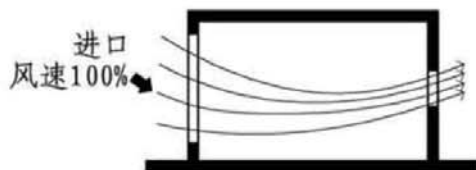
2.4 当进出风口的总面积不变时,进出风口之间的面积变化对平均风速影响很小,而对最大风速影响很大。

2.5 小进风口配大出风口容易增加最大风速,气流分布不均匀。如希望风吹过集中的使用区则使用此种方法。

2.6 大进风口配小出风口气流速度减小,但是气流较均匀。如室内活动区域较大较分散则使用此种方法。



注:假设进口风速为100%,进出风口面积比为1:3时,室内最大风速约为152%,平均风速约为44%。



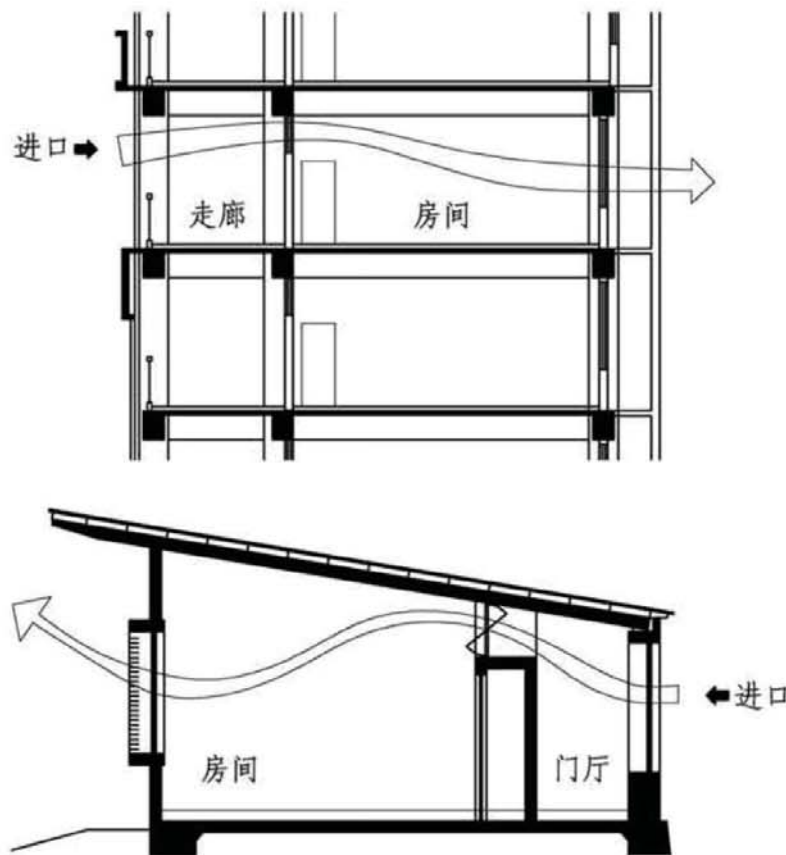
注:假设进口风速为100%,进出风口面积比为3:1时,室内最大风速约为67%,平均风速约为42%。

图E10-2 窗户开口面积与风速关系示意图

3 内部隔墙与开口设计(如图E10-3所示)

可酌情在内部隔墙上设置高窗,或者在门上方加设门气窗形成穿堂风。

因为在隔墙开设通风口在一定程度上会影响听觉私密性,所以宜在对听觉私密性要求较低而通风需求比较大的建筑中实现。



图E10-3 内部隔墙与开口设计关系示意图

自然通风—开口设计

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 刘俊吉

刘俊吉

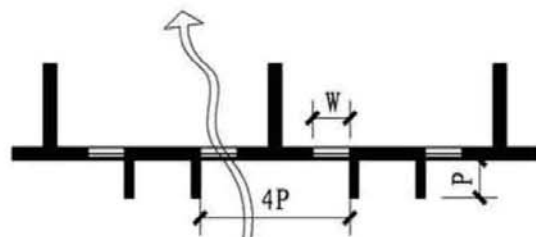
设计 胡 爽

胡 爽

页

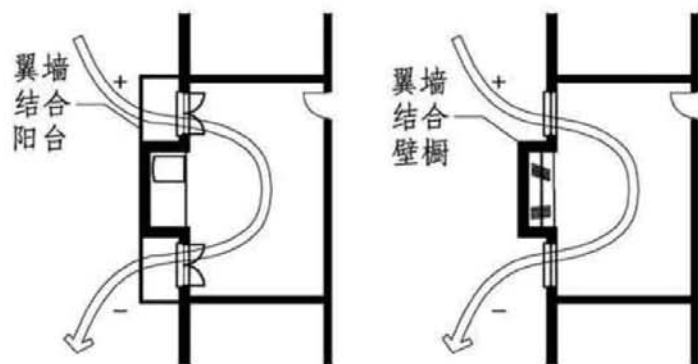
E63

E. 10. 2 通过设置翼墙进行导风



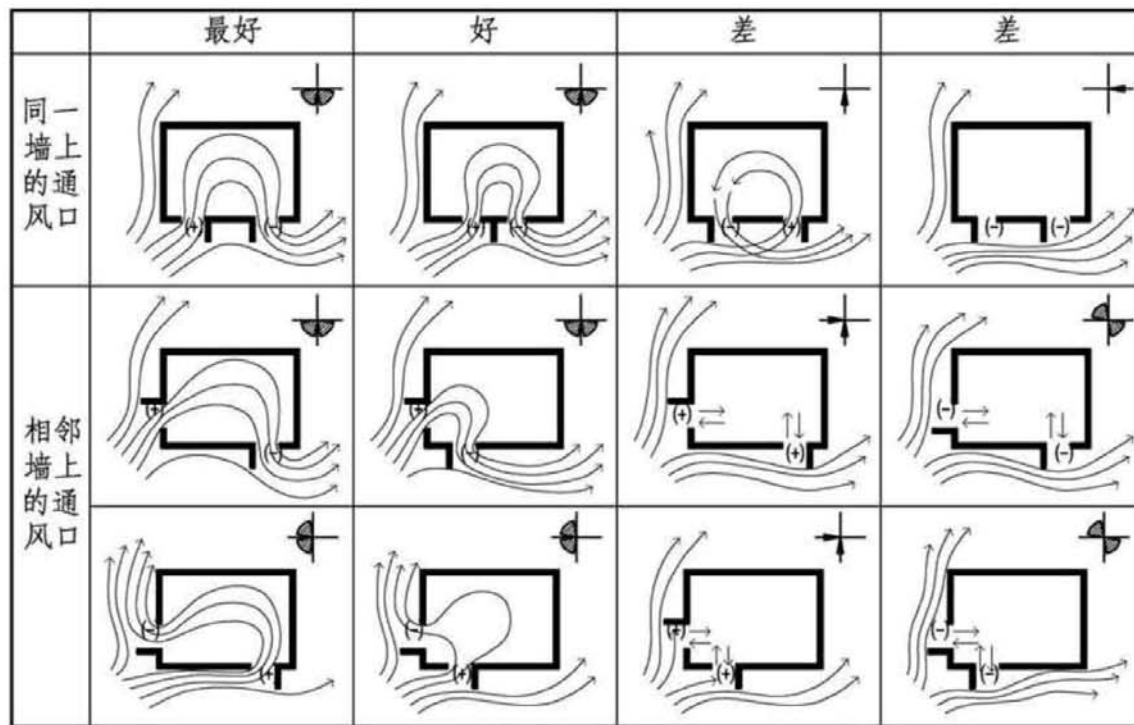
注：1. $P = 0.5W \sim 1.0W$ 。
2. 翼墙的尺寸与窗户尺寸相关。

图E10-4 翼墙的推荐尺寸



图E10-5 翼墙结合使用成为功能性构件

注：适用于多层建筑中的起居室布局。



图E10-6 翼墙的设计策略示意图



图E10-7 翼墙与立面设计结合示意图片

自然通风—翼墙导风

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 刘 彬

刘 彬

设计 胡 爽

胡 爽

胡 爽

胡 爽

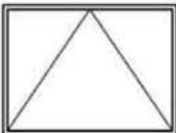
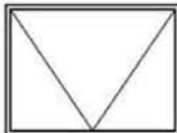
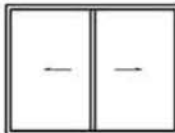
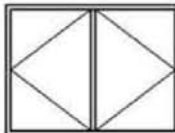
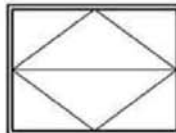
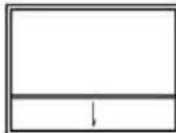


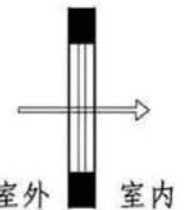
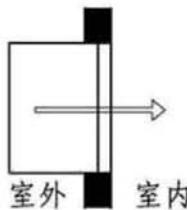
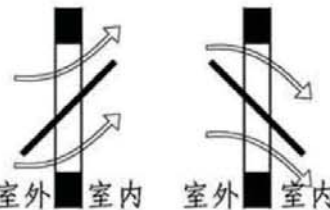
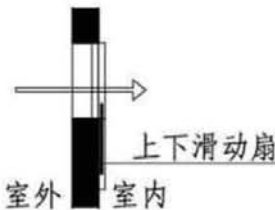
页

E64

E. 10.3 通过窗户导风

当作为气流入口时,不同类型的窗户以及不同的开启方式,会产生不同类型的室内气流,从而为控制室内气流的方向和通风量提供了不同的选择,见表E10-3。

表E10-3 窗户类型及开口方式与室内气流方向关系表

开启方式	外开上悬窗	外开下悬窗	水平推拉窗	外开平开窗	中悬窗	垂直滑动窗
通风情况	双悬挂式的窗户在墙面上的高度,决定了竖直方向的气流速度,但是不会影响气流的方向和流动模式。这种窗户能够打开的面积不到整个窗格的一半,从而影响了通风效率。		水平推拉窗也只有一半面积能打开,它在控制室内气流模式上的作用不如悬窗有效,这是因为水平面上的风向变化比垂直面上大得多,仅靠窗户开合来控制室内气流方向效果不明显。	朝外打开的竖铰链窗可以起到类似翼墙的作用。当迎风的窗扇打开时,会导致该处压力提升;而挡风的窗扇打开时,窗户处则会形成吸力区域。两个窗扇均打开时,由于气流之间的相互影响,气流水平要比只打开挡风窗扇时的情况要小。	如果其窗扇可以向下打开到与水平面成 10° 左右的夹角,则水平中悬窗就能够控制竖直方向的气流,这对于向上的气流和向下的气流同样适用。	窗扇可以上下滑动,通过变换轨道完全滑落到窗下墙底部,通风量远远大于其它开窗形式。同时可以结合电动控制系统实现风光热的感应,是一种智能窗型。
立面图						
剖面与气流	 室外 室内	 室外 室内	 室外 室内	 室外 室内	 室外 室内 室外 室内	 室外 室内 上下滑动扇
风量系数	0 ~ 65%	0 ~ 65%	0 ~ 35%	0 ~ 65%	0 ~ 67.5%	0 ~ 100%

自然通风—窗户导风

图集号

15J904

审核 刘 洪

校对 刘 彬

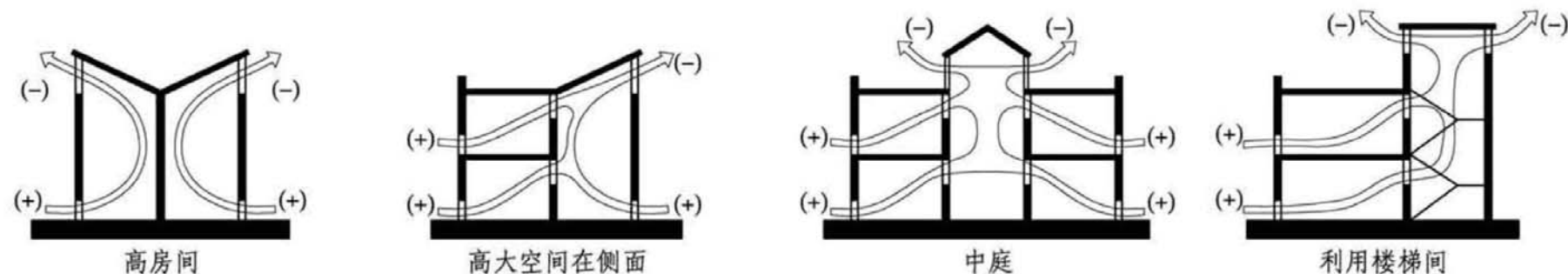
设计 胡 爽

页

E65

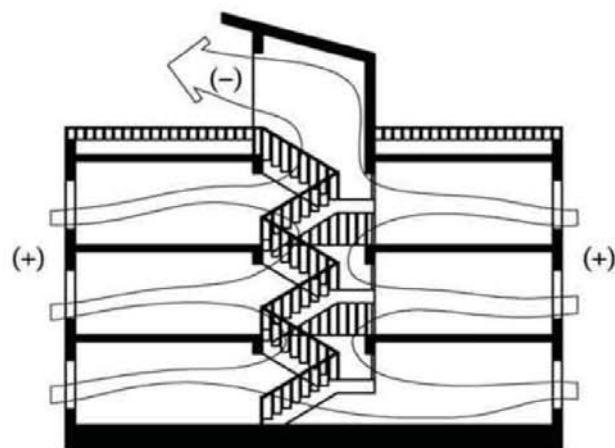
E. 10.4 高耸空间利用

高耸空间可充分利用热压组织自然通风。空气被加热后上浮,在高耸空间中温度分层显现。如果高耸空间上端有开口,内部就能形成烟囱效应,从而带动热压通风。在屋顶有风的情况下,还可以利用风压起到捕风器的作用,形成反烟囱效应,如图E10-8~图E10-10所示。



图E10-8 利用热压组织自然通风

注: 在空间中高低位置处开口,使新风从低处进入,被加热后从高处排出。高差越大,对自然通风越有利。在建筑的高空间中,如高房间、中庭、楼梯间可以考虑利用热压差进行通风。



图E10-9 利用楼梯间及风压组织自然通风

注: 在通常情况下,高耸空间都是通过热压作用进行自然通风。但在某些条件下,例如建筑周围有遮挡,夏季主导风向稳定,可以采取通过伸出屋顶的开口进行捕风。



图E10-10 利用楼梯间及中庭的烟囱效应拔风的应用实例

自然通风—高耸空间利用

图集号

15J904

审核

刘洪

刘洪

校对

刘彬

刘彬

设计

胡爽

胡爽

页

E66

E. 10.5 中庭热压自然通风与节能整体设计

1 中庭热环境的特征

中庭热环境的特征是复合了温室效应和烟囱效应。温室效应是由于太阳的短波辐射通过天窗玻璃温暖室内建筑表面，而室内建筑表面的二次辐射则不能穿过天窗玻璃反射出去，从而使得室内温度升高。烟囱效应是由于中庭上部较大的得热量而导致中庭上部和下部及室外温度不同而使中庭内气流向上运动。

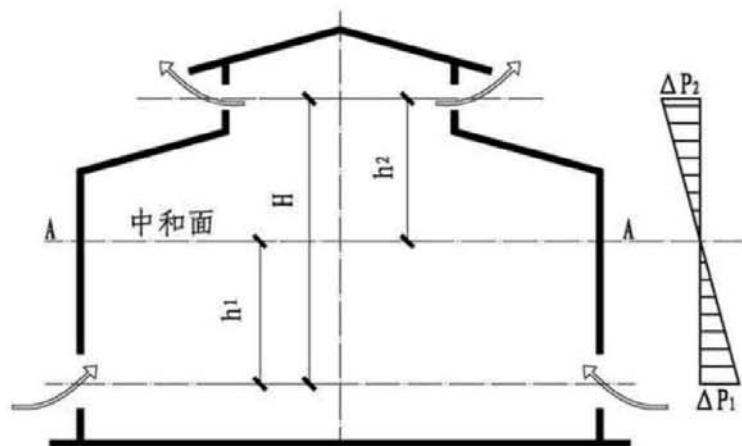
2 利用热压实现中庭自然通风原理

为了维持中庭良好的物理环境，应针对不同季节采用不同的气候控制方式。

冬季：白天应充分利用温室效应，并使得中庭顶部处于严密封闭状态；夜晚利用遮阳装置增大热阻，防止热量散失。

夏季：应采取遮阳措施，避免过多太阳辐射进入中庭，同时应利用烟囱效应引导热压通风，中庭底部从室外进风，从顶部排风。

过渡季：当室外温度较低时（如低于25℃时候），则应充分利



图E10-11 中和面示意图

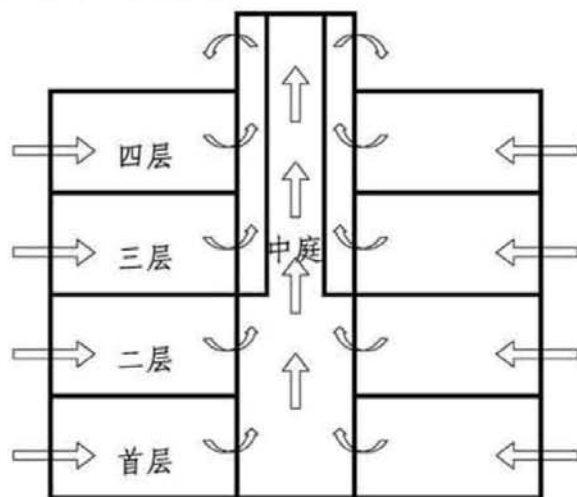
注：中和面是余压为零的水平面。中和面以下，空气压强小于室外，空气由外向内流动；中和面以上，空气压强大于室外，空气由内向外流动。
中和面以上的窗户排风，距中和面越远，余压绝对值越大。
内窗户进风，距中和面越远，余压绝对值越大。

用中庭的烟囱效应拔风，带动各个功能房间自然通风，及时带走聚集在功能房间室内和中庭的热量。

3 中和面的控制要点

在中庭热压自然通风设计中，通风换气量的大小和中和面的位置是关键考虑因素，如图E10-11所示。对于后者而言，设计不当会出现中庭热空气在高处倒灌进入功能房间的情况发生，严重影响高层房间的热环境。中和面的位置通常并不是处于建筑最高通风节点的一半位置，而受到各个通风节点温度、标高、阻抗的影响。

要使得中和面的位置高于建筑所有功能房间所在层的高度是非常不容易的。在这种情况下，可考虑将建筑高层和底层的热压通风设计为不同的通风网络。以一个带有中庭的四层楼为例，可将建筑的一、二层与中庭顶部排风窗构成一个通风网络，而三、四层与中庭顶部另一个排风窗构成另外一个通风网络。此时，两个通风网络的中和面位置均有可能高于各自对应的最高层功能房间的通风窗标高，因此能避免倒灌现象发生，如图E10-12所示。

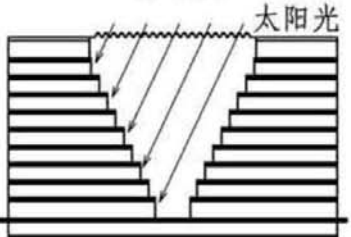

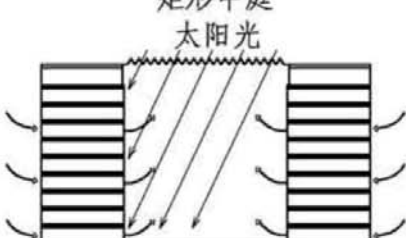


图E10-12 避免高层气流倒灌的热压自然通风方式

自然通风—绿色中庭								图集号	15J904
审核	刘洪	刘洪	校对	刘彬	刘彬	设计	胡爽	胡爽	页
									E67

4 降低中庭能耗的技术策略

表E10-4 降低中庭能耗技术策略归纳表

类别	适应气候区	特点	技术策略	优化剖面形式
采暖型	寒冷地区	1. 冬季尽可能多收集阳光, 充分利用中庭的温室效应产生热量, 减少采暖费用 2. 夏季防止温室效应, 以免室内温度过高	南向设置天窗, 加大采光面积, 考虑采取多面采光方式	<p>V形中庭</p> 
			平面布局尽量在南侧, 如条件有限, 应尽量避免冬季主导风向	
			增加外围护结构及地面的蓄热能力	
			采取严格的保温隔热措施, 减少内部热量损失	
降温型	炎热地区	1. 防止阳光进入中庭 2. 诱导自然通风 3. 采取其他降温措施	天窗上尽量设置外遮阳, 增设感应器, 使天窗可自动开启	<p>A形中庭</p> 
			平面布局尽量在北侧, 或处在不易接受阳光的阴影中	
			天窗玻璃向北倾斜, 减小采光面积	
			中庭高耸, 增大烟囱效应, 降低中庭底层温度	
可调温型	夏热冬冷地区	1. 夏季采取降温措施 2. 冬季采取保温措施	在中庭顶部设置开口, 强化通风效果, 带走内部热量	<p>矩形中庭</p> 
			通过遮阳和反射设施, 起到更好的防热作用	
			优化室内外环境, 通过在主导风向上设置绿植和水面等进行降温	
			设置可调节的遮阳设施, 冬季引入阳光, 夏季阻挡阳光	
			设置可开启的天窗, 夏天开启加强烟囱效应, 冬季关闭产生温室效应	
			通过借助一些费用较低的辅助设备, 如风扇、抽风装置等来改善中庭的通风, 提高节能效率	

中庭的高度直接影响中庭空间的热压大小, 高度过小时通风降温能力会受到限制。但对于高层建筑中的大型通高中庭而言, 风速过大造成的紊流则会对室内空间的使用造成影响, 需特别注意。当中庭空间过高时, 可考虑分段组成独立的单位, 在每个单位中单独组织自然通风, 从而改善室内的通风效果。

自然通风—绿色中庭

图集号

15J904

审核 刘 洪

校对 刘 彬

设计 胡 爽

胡 敏

页

E68

E. 10.6 通风塔

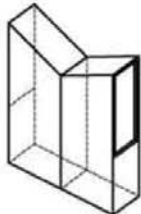
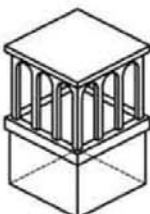

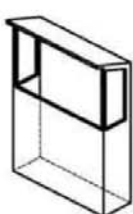
1 通风塔的定义

通风塔是能同时利用风压通风和热压通风的装置。当代发展出了许多类型,如可采光的通风塔、可旋转的通风塔、可蒸发冷却的通风塔等。通风塔有利于解决大进深建筑通风不利的问题。

2 捕风器的设计

通风塔关键技术在于捕风器,捕风器可将屋顶的新风通过通风塔引入建筑。捕风器的设计需要与当地风向的变化相匹配。应对建筑物需要降温月份的风玫瑰图进行分析来选择捕风器的开口位置,并确定是在一面、两面或多面上开口。

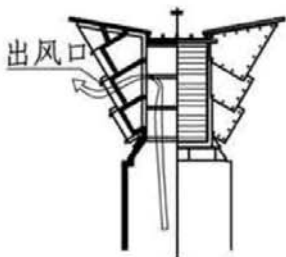



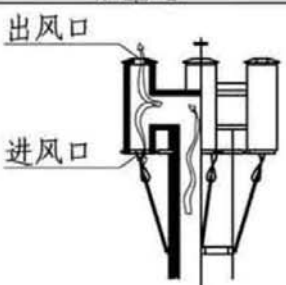

图E10-13 捕风器的传统形式示意图

名称	伊朗式, 两面	伊朗式, 四面
样式		
说明	适用于风向在相反方向上变化的情况	适用于风向在各个方向上分布相近的情况
名称	巴基斯坦式	埃及式
样式		
说明	适用于风向在90°角的范围内变化的情况	适用于冷风稳定从一个方向吹来的情况

3 通风塔设计注意事项

通风塔的进风口宜设在较低位置,并面向凉爽处,如背向太阳方向或天井底部。在温度差一定的情况下,进出风口的高差越大,热压通风效果越明显。在高度一定的情况下,可以利用太阳能提高出风口处的气温,以增强通风,形成所谓的太阳能烟囱。通风塔的出风口要位于高处,开口处设计要注意避免风的倒灌并防止雨水进入。通常选择背对主导风,或设计成风帽形式。

图E10-14 当代通风塔设计实例

芒福德大学皇后大楼的通风塔	通风塔利用文丘里现象,在风口部位产生负压,将风从通风塔吸出		
BEDZED项目的通风塔	带轴承和翼片的风帽设计,翼片被风吹的时候自动调节位置以顺应风向,由此可使出风口永远处于背风位置,而进风口则永远处于迎风位置		
曼彻斯特大学礼堂的通风塔	H型风帽防止逆气流和雨水		

自然通风—通风塔

图集号

15J904

审核 刘 洪

设计 胡 爽

校对 刘 彬

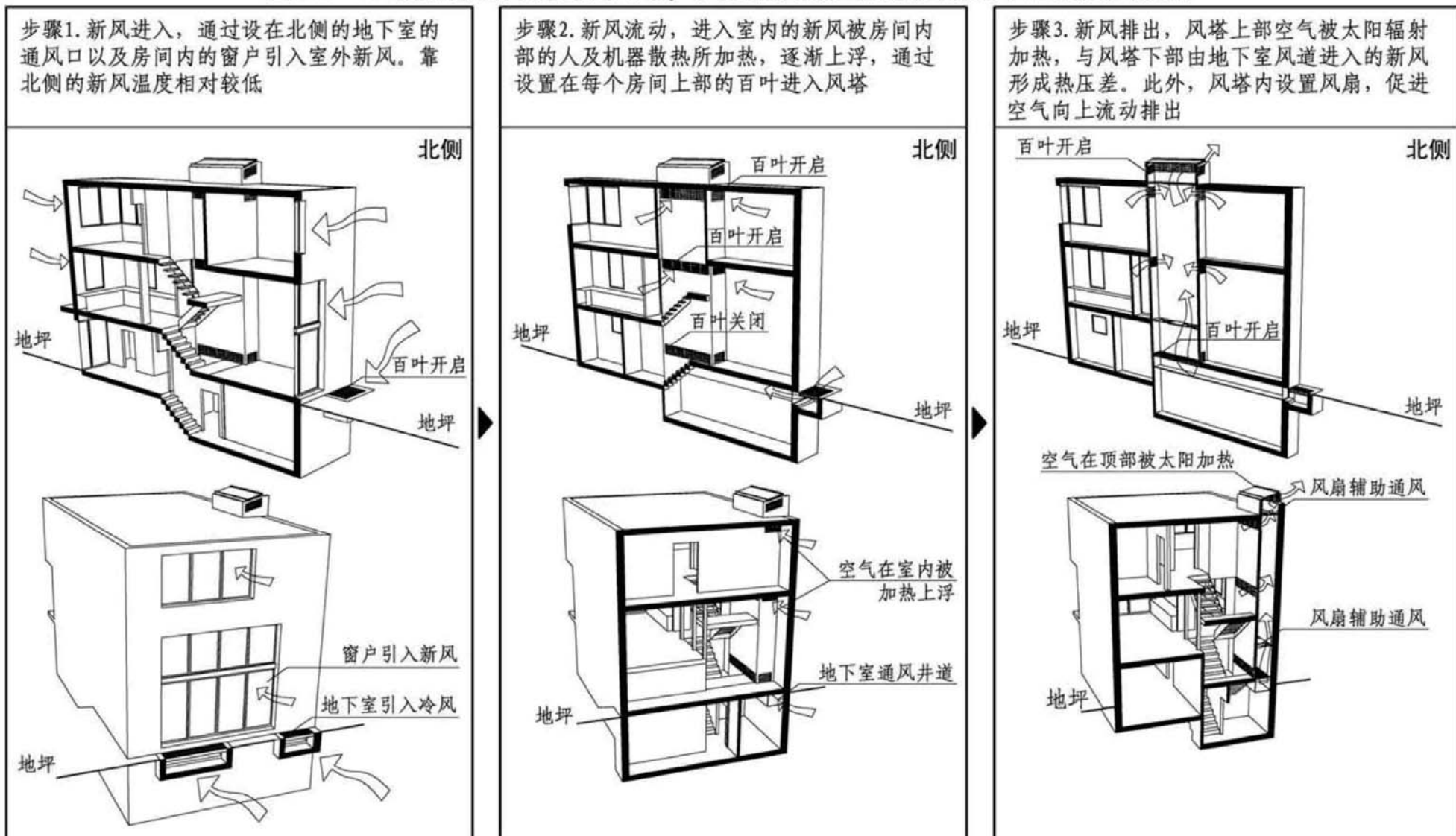
设计 胡 爽

页

E69

4 利用通风塔加强自然通风的实例

图E10-15 利用楼梯间设置通风塔，通过烟囱效应实现建筑夏季自然通风案例



自然通风—通风塔

图集号

15J904

审核 刘洪

刘洪

校对 刘彬

刘彬

设计 胡爽

胡爽

设计 胡爽

胡爽

页

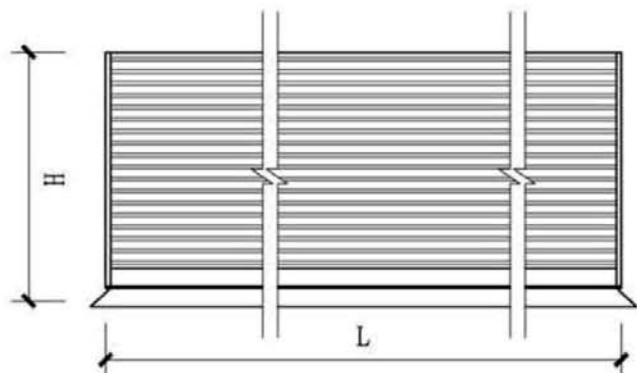
E70

E. 10.7 通风器

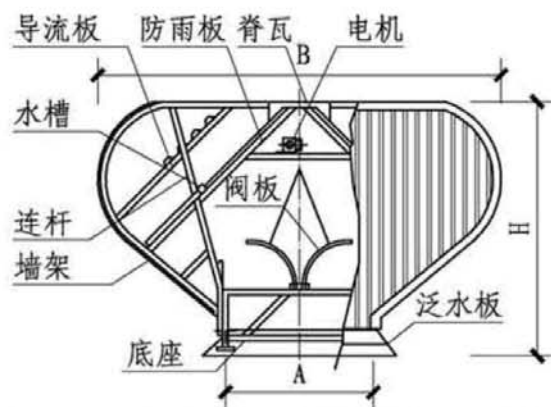
1 屋顶自然通风器

工业大型厂房及民用建筑高大空间需要自然通风的场所,可采用屋顶自然通风器。屋顶自然通风器类型有很多,本图集介绍两种常用类型:

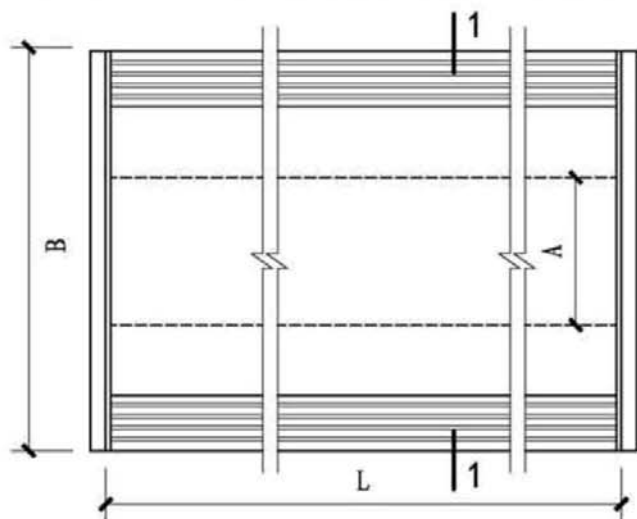
- (1) 流线型屋顶自然通风器—利用室内外空气温差形成的热压作用达到置换室内空气的装置,如图E10-16~图E10-19所示;
 - (2) 旋流型屋顶自然通风器—利用室外大气流动的风压和室内外空气温差的热压共同作用达到置换室内空气的装置,如图E10-20、E10-21所示。
- 屋顶自然通风器的设计选用、施工安装等可参见国标图集 06K105《屋顶自然通风器选用与安装》。



图E10-16 流线型自然通风器立面图



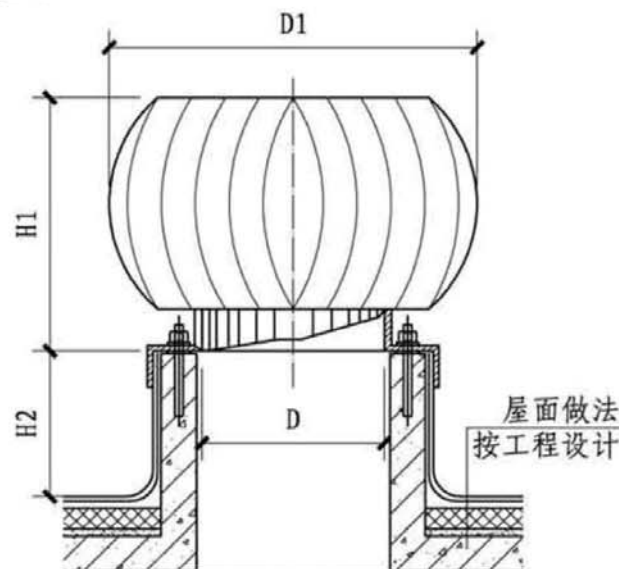
图E10-17 流线型自然通风器1-1剖面图



图E10-18 流线型自然通风器平面图



图E10-19 流线型自然通风器示意图



图E10-20 旋流型自然通风器剖面示意图



图E10-21 旋流型自然通风器示意图

自然通风—通风器

图集号

15J904

审核

刘洪

刘洪

校对

刘彬

刘彬

设计

胡爽

胡爽

页

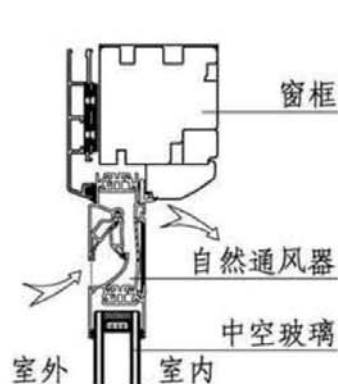
E71

2 窗式通风器

窗式通风器可分为窗式自然通风器（如图E10-22、图E10-23所示）和窗式动力通风器（如图E10-24、图E10-25所示）。

窗式自然通风器是一种根据自然环境造成的局部气压差和气体的扩散原理而产生空气交换的机组。在室外无风时，依靠室内外稳定的温差，就能形成稳定的热压自然通风换气。当室外自然风风速较大时，依靠风压就能保证有效换气，并且可以与外窗完美结合。

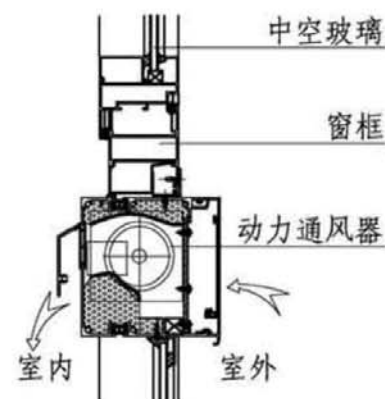
窗式动力通风器则是在窗扇关闭或无开启扇时可实现室内外强制通风换气的机组，在室内外压差小时通过动力风机加大通风量，内腔一般包括电路部分、动力通风通道和自然通风通道。目前市场上已有太阳能通风器、半导体通风器等新型产品，通风量更大，效果更佳，并可以在通风的同时，过滤空气，降低噪音。



图E10-22 窗式自然通风器大样图



图E10-23 窗式自然通风器示意图片



图E10-24 窗式动力通风器大样图



图E10-25 窗式动力通风器示意图片

自然通风—通风器								图集号	15J904
审核	刘洪	刘洪	校对	刘彬	刘彬	设计	胡爽	胡爽	页
									E72

E. 10.8 利用地下空间通风降温

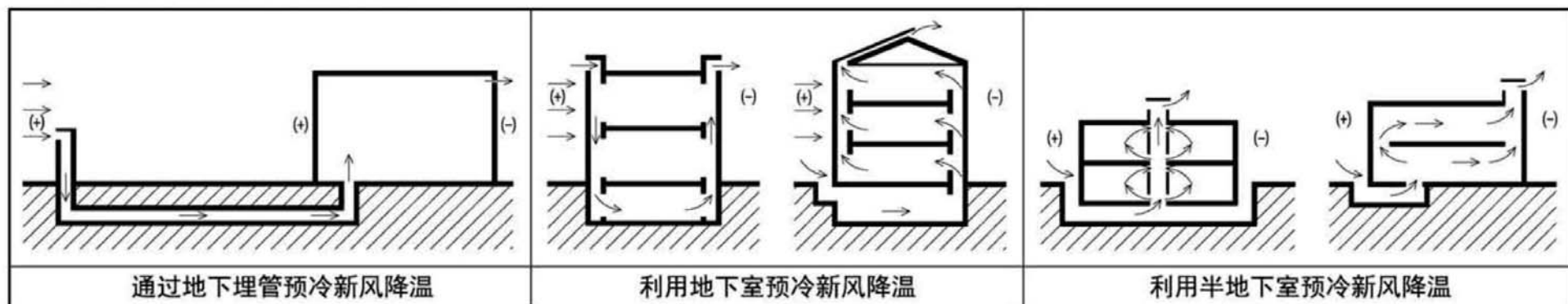
1 基本原理

土壤是天然的冷源和蓄热体,地下空间与土壤有较大接触面,能在夏季保持相对低温,因此可将新风引入其中,通过实现“室外—地下空间—室内—排出”的空气循环来预冷新风,为室内提供冷量。

2 技术要点

使地下空间连通室内外,并相对室内保持正压。

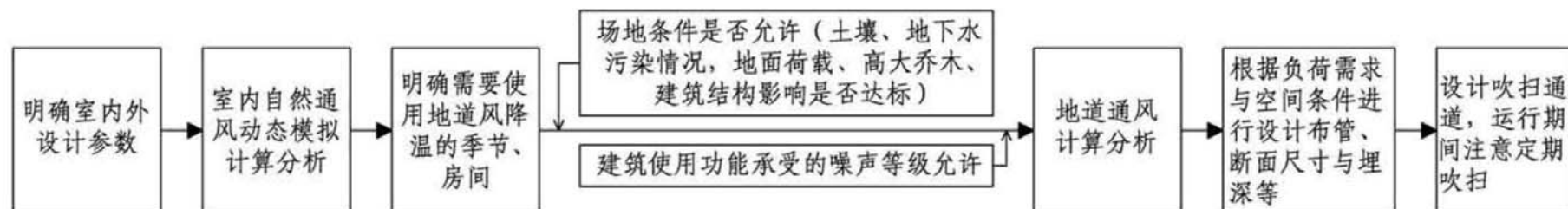
3 利用地下空间通风降温类型归纳如下:



4 地道风设计方法

地道风是使用地下埋管作为通风道,利用土壤的蓄热性能对空气温度进行处理的成熟技术。它造价低廉、构造简单且节能效果显著,适用于全国各种气候区。但其制冷、蓄热能力和控制精度均较差,并且需要较大的场地构建地道,因此作为一种低成本技术,主要面向农村地区的低密度居住建筑。非农村地区的间歇性运行的建筑应用地道风时,应根据建筑的冷热需求和地道风的特点进行技术综合分析。除了新建地道外,还可以利用现存的地道资源,如隧道、山洞以及人防工程等。

具体设计方法详见《地道风建筑降温技术规程》CECS 340: 2013。



地道风设计步骤框图

自然通风—地下空间利用

图集号

15J904

审核

刘洪

刘洪

校对

刘彬

刘彬

设计

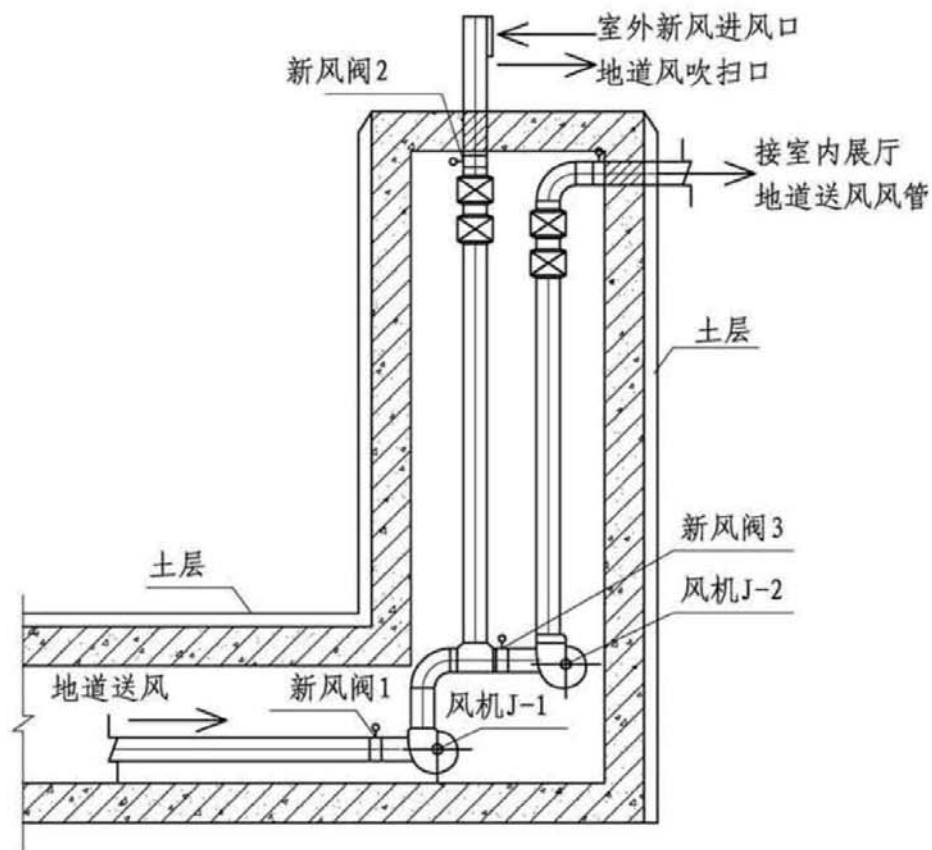
胡爽

胡爽

页

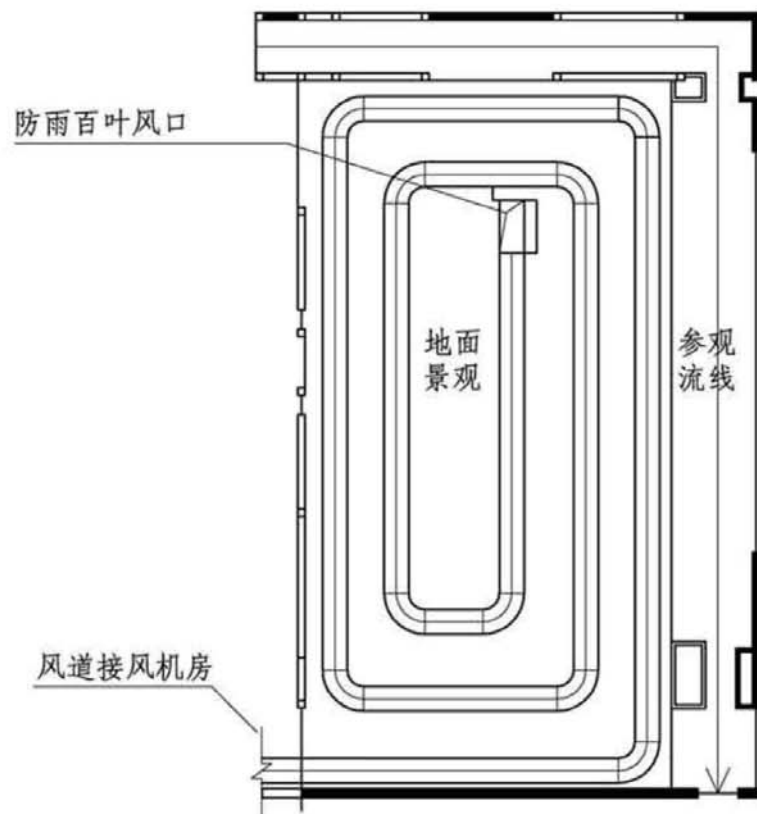
E73

5 地道风设计案例示意



图E10-27 某西北博物馆地道风送风原理图

- 注：1. 新风送风模式：开启电动新风阀2、3，开启风机J-2；关闭电动新风阀1，关闭风机J-1。
2. 地道风送风模式：①通风地道使用前进行吹扫：开启电动新风阀1、2，开启风机J-1，关闭电动新风阀3，关闭风机J-2；②完成地道风吹扫后，开启电动新风阀1、3，开启风机J-1、J-2，关闭电动新风阀2，进行地道风送风。



图E10-28 某西北博物馆地道风系统平面图

自然通风—地下空间利用								图集号	15J904
审核	刘洪	刘洪	校对	刘彬	刘彬	设计	胡爽	胡爽	页
									E74

E.11 气流合理组织

【对应条文】

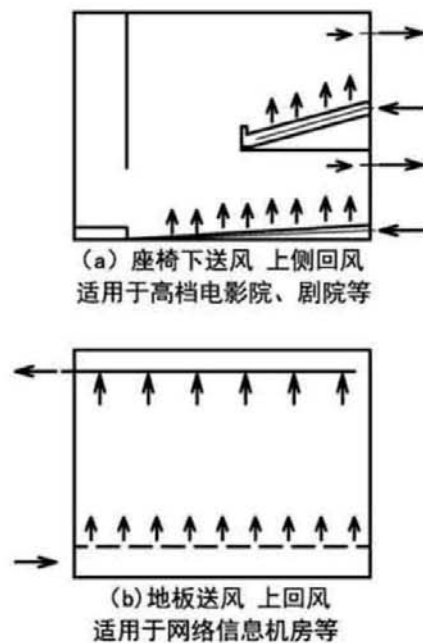
8.2.11 气流组织合理, 评价总分为7分, 并按下列规则分别评分并累计:

- 1 重要功能区域供暖、通风与空调工况下的气流组织满足热环境设计参数要求, 得4分;
- 2 避免卫生间、餐厅、地下车库等区域的空气和污染物串通到其他空间或室外活动场所, 得3分。

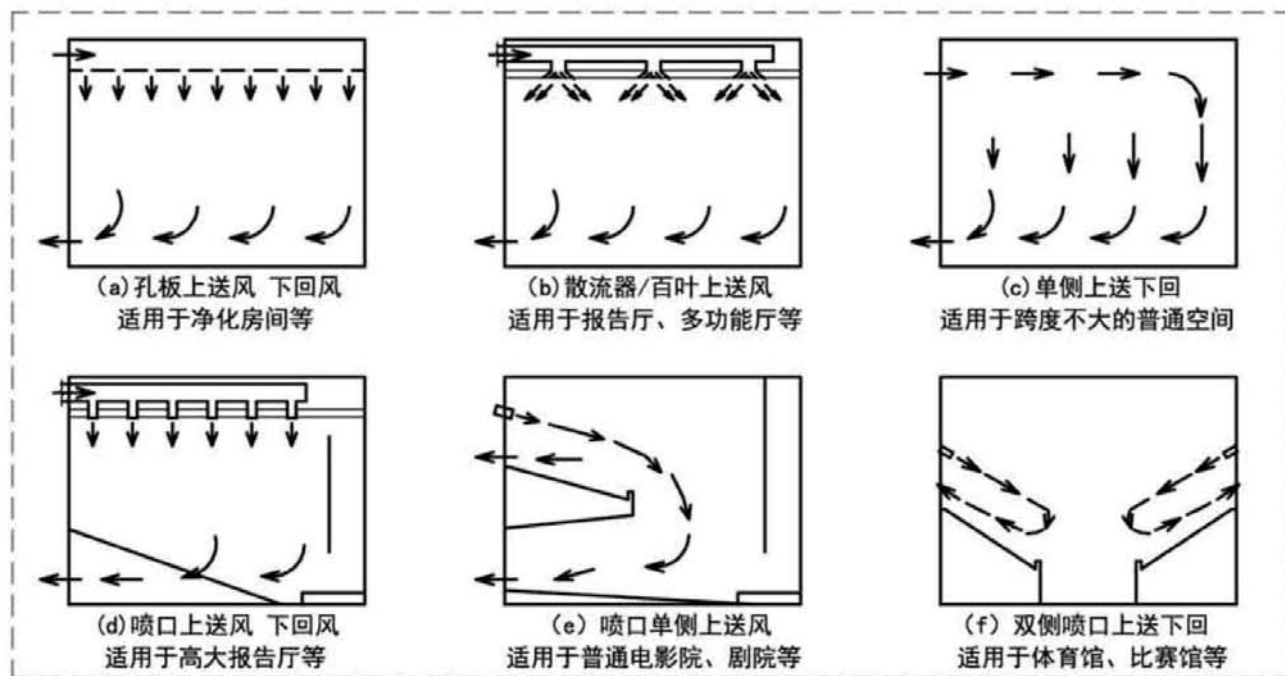
【技术要点】

气流组织直接关系到能否保证室内空气品质(例如室内新风合理分布、有效排除空气中有害物质和悬浮尘粒等), 并关系到能否有效消除余热余湿, 从而影响室内热舒适性。此外, 气流组织还需要满足室内声学环境这一重要指标, 对空气分布装置由于空气流动产生的再生噪声要有足够的重视, 防止在系统调试和运行中产生声学环境问题。

- 1 空调区的气流组织设计, 应根据空调区的温湿度参数、允许风速、噪声标准、空气质量、温度梯度以及空气分布特性指标(ADPI)等的要求, 结合内部装修、工艺或家具布置等确定; 复杂空间空调区的气流组织设计, 宜采用计算流体动力学(CFD)数值模拟计算。
- 2 空调区的送风方式及送风口选型, 应符合《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012的相关规定。



图E11-1 下送上回气流组织



图E11-2 上送下回气流组织

气流合理组织

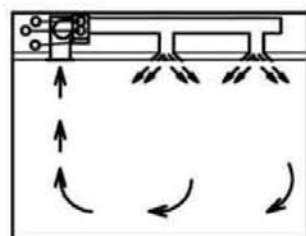
图集号

15J904

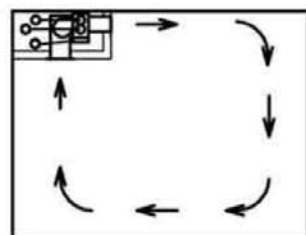
审核 刘建华 刘建峰 校对 贾昭凯 贾昭凯 设计 赵涛 赵涛

页

E75

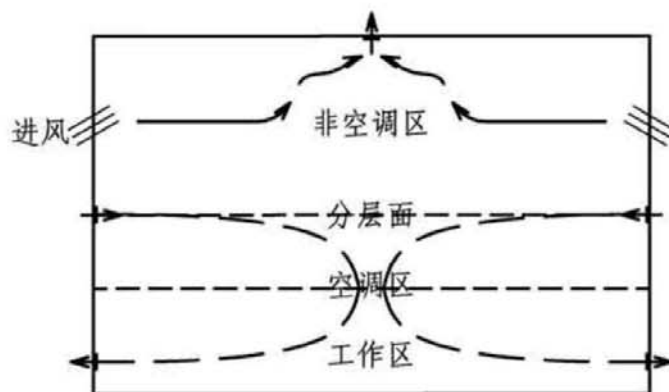


(a) 散流器上送上回
适用于办公室、写字楼等

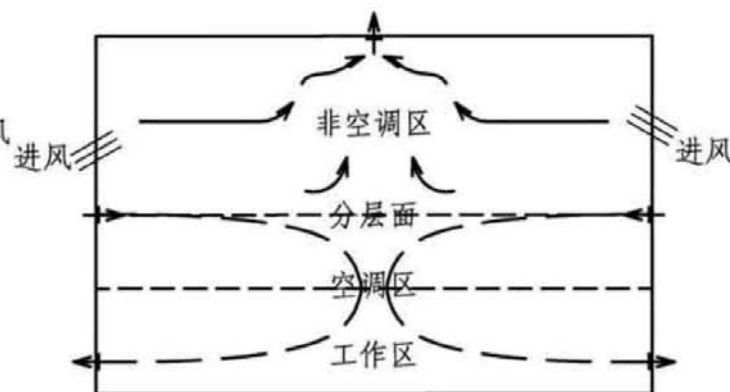


(b) 百叶风口上送风 上回风
适用于公寓、酒店客房等

图E11-3 上送上回气流组织



(a) 喷口送风 下回风
非空调区自然进风、机械排风



(b) 喷口送风 下回风
非空调区自然进风+空调区部分
排风、机械排风

图E11-4 分层空调气流组织

如图E11-4所示, 分层空调适用于建筑空间高度大于等于10m且体积大于10000 m³的建筑:

- (1) 空调区宜采用双侧送风; 当空调区跨度较小时, 可采用单侧送风, 且回风口宜布置在送风口的同侧下方;
- (2) 侧送多段平行射流应互相搭接; 采用双侧对送射流时, 其射程可按相对喷口中点距离的90%计算;
- (3) 宜减少非空调区向空调区的热转移, 必要时宜在非空调区设置送、排风装置。

3 避免卫生间、餐厅、地下车库等区域的空气和污染物串通到其他空间或室外活动场所。

3.1 住宅尽量将厨房和卫生间设置于建筑单元(或户型)自然通风的负压侧, 防止厨房或卫生间的气味因主导风反灌进入室内, 而影响室内空气质量。

3.2 公共建筑可以对于不同功能房间保持一定压差, 避免气味散发量大的空间的气味或污染物串通到室内别的空间或室外主要活动场所。比如卫生间、餐厅、地下车库等。

3.3 卫生间、餐厅、地下车库等区域如设置机械排风, 除保持一定负压外, 还应注意其取风口和排风口的位置, 避免短路或污染。

气流合理组织

图集号

15J904

审核 刘建华 刘建峰 校对 贾昭凯 贾昭凯 设计 赵涛 赵涛

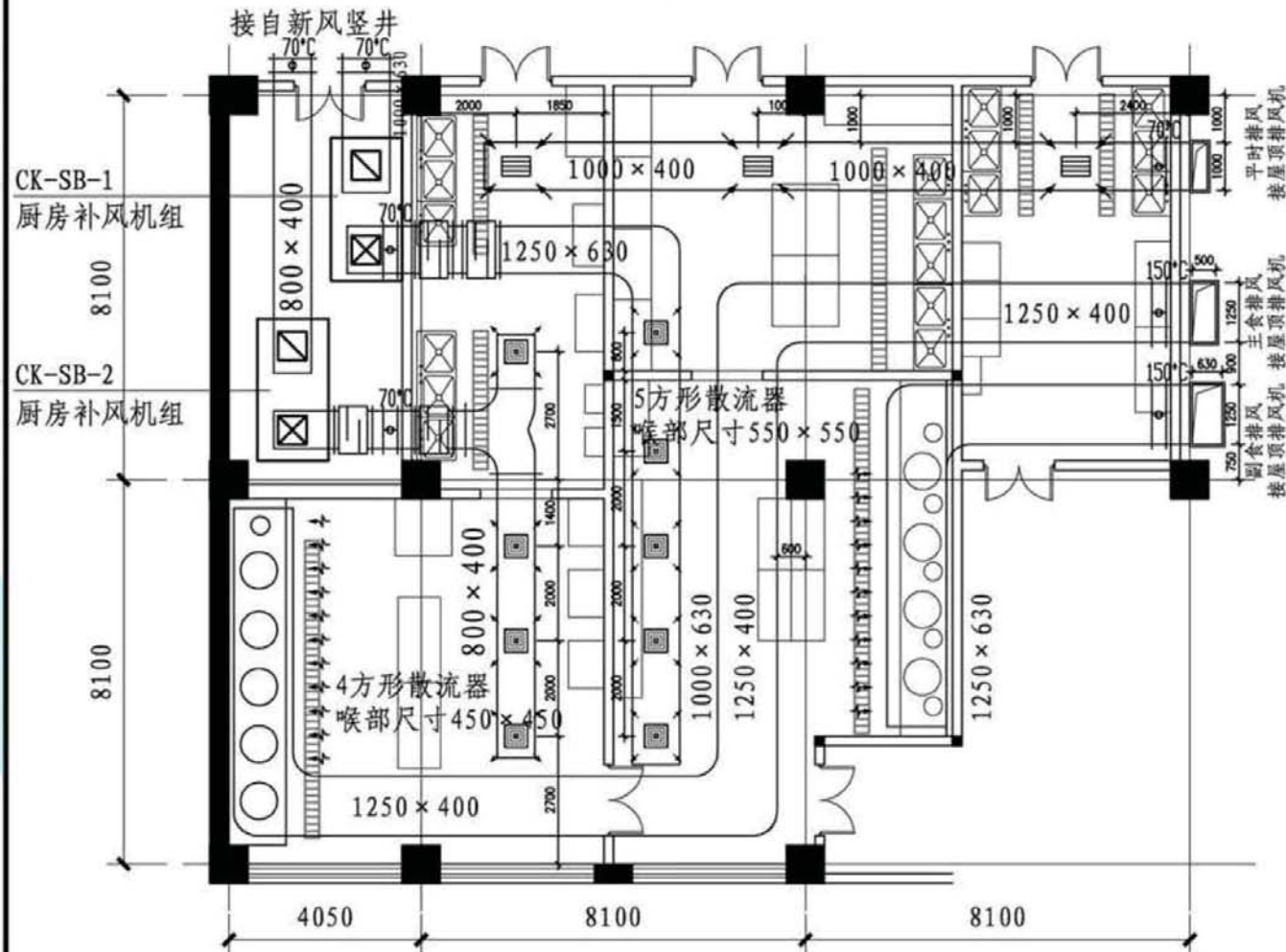
页

E76

4 厨房通风设计实例

该厨房位于北京某综合办公楼地下一层，如图E11-5所示，一侧有外窗（下沉庭院）。主要有主食制作、主食热加工、副食粗加工、副食热加工、餐具洗消等房间，洗碗机、冰箱、烤箱等设备若干，炒菜用排油烟罩、蒸煮用排气罩各一个。

4.1 设置平时排风系统一个，用于餐具洗消间及主食制作、副食粗加工等的排风，排风量按6次/h换气。



图E11-5 某厨房通风平面图

- 注：1. 土建风道因为漏风量较大且难以处理，厨房排风管道不宜采用土建风道。且水平风管不宜过长，并应有一定坡度（1%~3%）坡向泄水点。
2. 排风机尽量设置在厨房的上部屋面，并保证大部分风管处于负压状态，避免

4.2 设置排油烟系统一个，用于排除副食热加工间炒菜时的油烟，由炉灶排油烟罩、油烟过滤器、排风机和管道组成，油烟过滤器和排风机位于屋面。按换气次数和排油烟罩尺寸（罩口面风速0.5m/s）分别计算排风量，取二者中的较大值作为排风量。同时设置补风系统，补风量为排风量的80%，为改善厨师的工作环境温度，补风机采用带冷热盘管的空调箱，夏季出风温度28℃，冬季出风温度15℃，冷热水由大楼集中空调系统供给。

4.3 设置排风系统一个，用于排除主食热加工蒸煮锅、烤箱等的热蒸汽。由炉灶排气罩、排风机及管道组成，排风机位于屋面。按换气次数和排气烟罩尺寸（罩口面风速0.5m/s）分别计算排风量，取二者中的较大值作为排风量。同时设置补风系统，补风量为排风量的80%，为改善厨师的工作环境温度，补风机采用带冷热盘管的空调箱，夏季出风温度28℃，冬季出风温度15℃，冷热水由大楼集中空调系统供给。

气流合理组织

图集号

15J904

审核 刘建华

刘建华

校对 贾昭凯

贾昭凯

设计 赵涛

赵涛

页

E77

F.1 青岛某办公楼绿色设计

本工程案例为青岛某办公楼，位于青岛市高新区，总建筑面积6247.29m²。地下一层，地上四层，建筑高度17.70m，为钢筋混凝土框架结构。

【技术要点】

1 绿色建筑的被动式设计方法

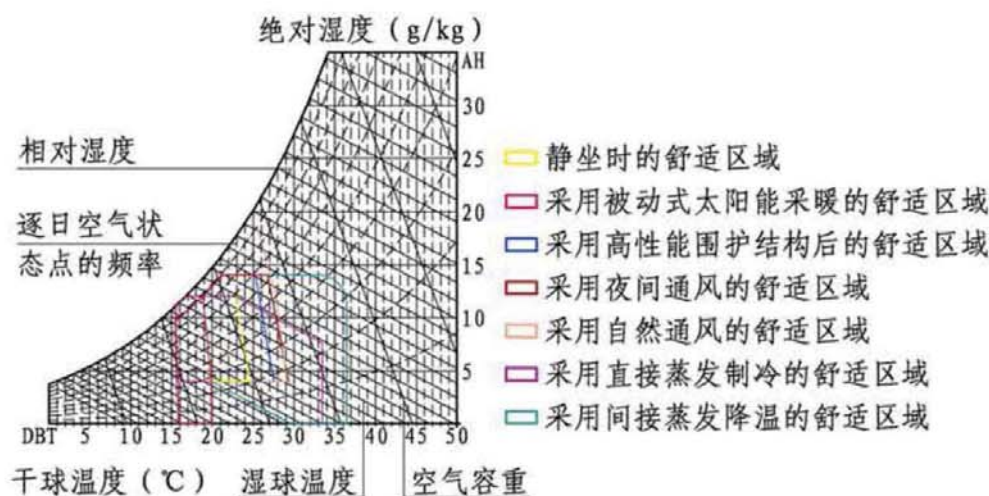
绿色概念强调实事求是和因地制宜。中国幅员辽阔，气候条件、地理环境、自然资源等建筑设计外部条件差异性极大，因此绿色建筑的设计要根据各地的不同条件采用不同的设计策略，在传统技术策略、中低技术策略、高技术策略中采用适宜技术策略或策略组合，以地区的自然环境为研究对象，在设计的过程中最大限度地利用自然环境的潜能。

(1) 通过利用焓湿图来分析当地气候特点，如图F1-1所示，建筑师可以很直观地了解到项目所在区域的自然温湿度分布特征，并通过引入被动式设计策略的经验贡献数据，选择合适的被动式技术策略，让建筑减少主动式技术措施的情况下，满足室内舒适度要求。

(2) 某气候分析软件支持的被动式设计策略分析包括：被动式太阳能采暖、围护结构节能的加强、夜间通风、自然通风、直接蒸发制冷、间接蒸发制冷等，如图F1-2所示。

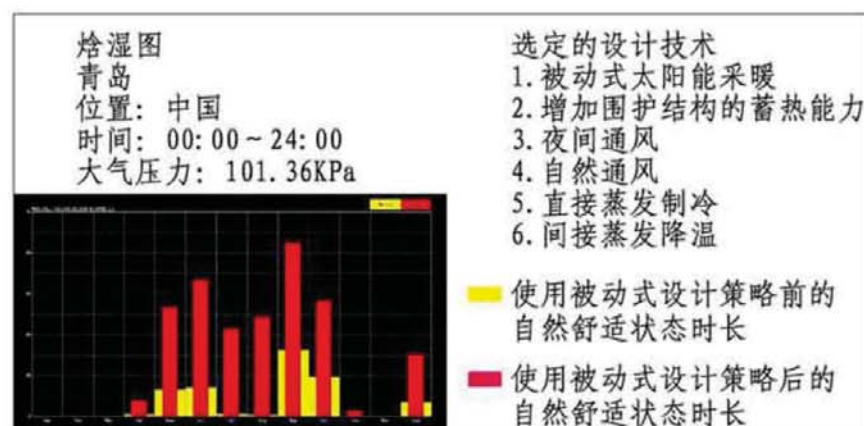
(3) 根据分析，青岛地区在过渡季节、夏季部分时间段可以通过自然通风的方式来获得舒适度，而在冬季，围护结构节能的加强对比节能比较明显。

(4) 根据分析，结合现场的调研，本案例采用的主要被动设计策略为加强遮阳措施、加强自然通风、屋顶绿化、采用导光管系统等。



图F1-1 焓湿图

注：焓湿图是将湿空气各种参数之间的关系用图线表示。



图F1-2 建筑室内自然舒适状态时间对比图

案例1：青岛某办公楼绿色设计

图集号

15J904

审核 栗铁

栗铁

校对 黄献明

栗铁

设计 乔广

乔广

页

F1

2 整体策略

绿色设计采用被动式优先、因地制宜的原则，根据青岛的气候条件采用相应的设计策略：一是从设计前期气候分析得出主要的绿色被动式设计策略及其实现措施；二是从规划布局层面、单体设计层面、节点构造设计层面全方位考虑绿色建筑整合设计的方法。如图F1-3所示。

2.1 场地规划

减少对环境、场地的破坏，尽可能地利用自然资源，通过屋顶绿化、垂直绿化、自然采光和通风形成生态效益对环境进行补偿。污水处理后的中水做为景观用水，和水生植物及其他各种生物一起组成了独具特色的人工湿地系统。

2.2 建筑节能

通过绿化和遮阳的组合，可以有效地阻挡夏季强烈的阳光，增加室内办公的舒适度。屋顶绿化能减少建筑物的得热，间接降低建筑的空调能耗。

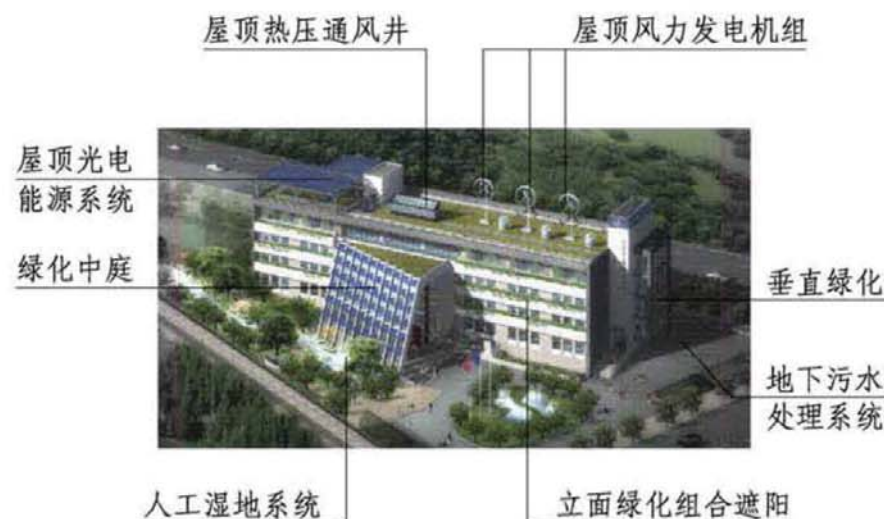
2.3 室内环境

利用绿化中庭和屋顶热压通风井使建筑内部空气产生热压差，实现建筑的自然通风；利用绿化中庭南侧幕墙的光伏遮阳，根据冬夏季太阳高度角的变化来自然实现建筑不同季节的光照和得热需求，同时获得了可再生能源。

2.4 新能源利用

风力发电机组和导光管的使用，不仅减少了白天照明用电，还能建筑提供额外电力。

场地照明采用新型低造价的太阳能光伏系统；照明采用防水、低色温的节能灯具，有效地减少夜间景观照明的电能消耗。



图F1-3 青岛某办公楼绿色建筑技术示意图

案例1：青岛某办公楼绿色设计								图集号	15J904	
审核	栗铁	栗铁	校对	黄献明	栗铁	设计	乔广	乔广	页	F2

3 策略详述

3.1 立面绿化+组合遮阳

南立面的绿化遮阳组合包括能够遮挡垂直阳光的水平遮阳和悬挑的绿化走廊,可以有效地阻挡夏季强烈的阳光。窗外绿意盎然,绿植降低进风的温度,增加了室内办公的舒适度。

采用低窗台增加室内与室外绿化的接触面积,通过增加结构构件悬挑长度来加大遮阳板,使大部分外窗获得遮阳,如图F1-4、图F1-8所示。

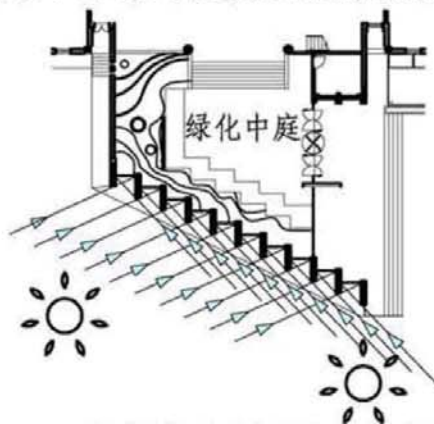
利用结构自身布置形成自遮阳、结合光电板遮阳、幕墙下部设置通风窗、绿化等减少中庭太阳辐射热度,如图F1-5~图F1-7、图F1-9所示。



图F1-4 水平遮阳立面示意图



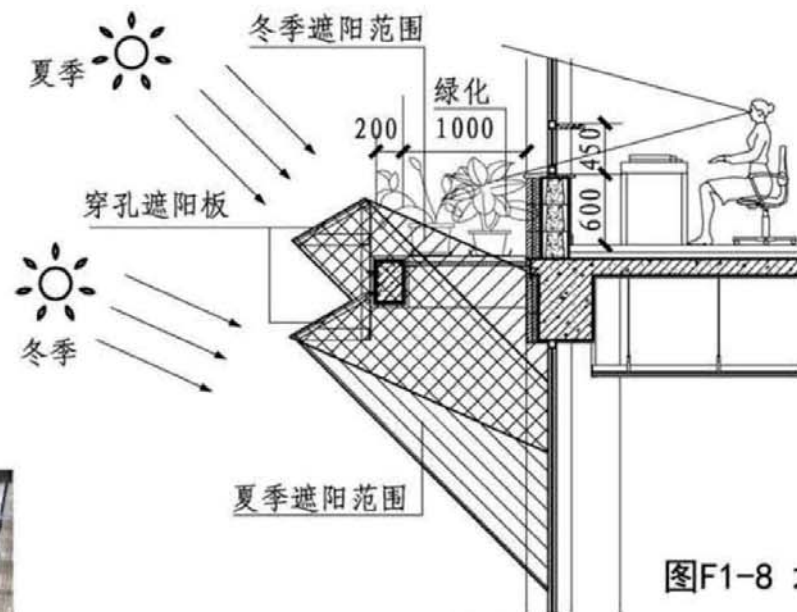
图F1-5 光电板遮阳室内外示意图



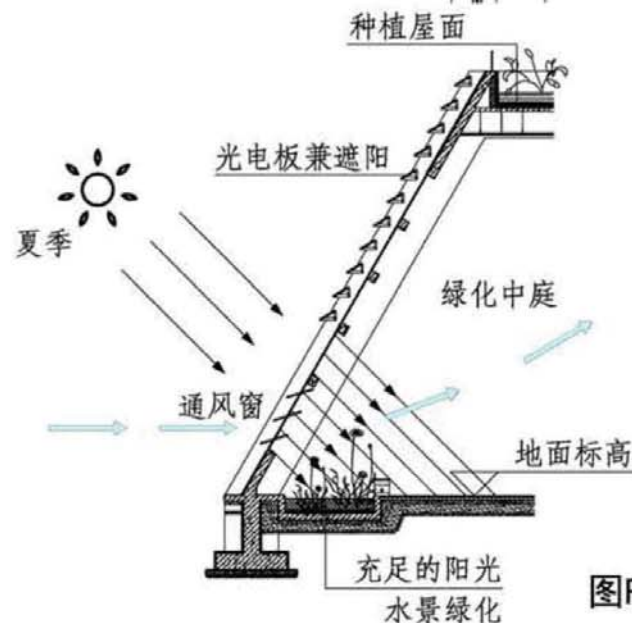
图F1-6 外轮廓自遮阳平面示意图



图F1-7 光电板遮阳立面实景



图F1-8 水平遮阳



图F1-9 绿化中庭

案例1: 青岛某办公楼绿色设计

图集号

15J904

审核 栗铁

设计 乔广

校对 黄献明

设计 乔广

设计 乔广

设计 乔广

设计 乔广

页

F3

3.2 能源屋顶

屋顶采用光电系统+风电系统+导光管+屋顶花园，如图F1-10、图F1-11所示。屋顶可再生能源系统由小型光伏电池组和3组5kW微风启动的聚风型风力发电机组构成。导光管可直接将自然光引至顶层采光不足的办公室中，减少了白天照明用电。屋顶绿化能减少建筑物的得热，间接降低建筑的空调能耗。

(1) 采用屋顶风力发电机组，需要对周边的风环境进行测试，选择合适的风力发电机组。

(2) 导光管系统适合安装在有良好光照的建筑屋顶、地下室或外墙，随着导光管长度的增加，设备成本相应增加，采光效率下降。如图F1-12、图F1-14所示。



屋顶光电能源系统

屋顶风力发电机组

屋顶花园

导光管

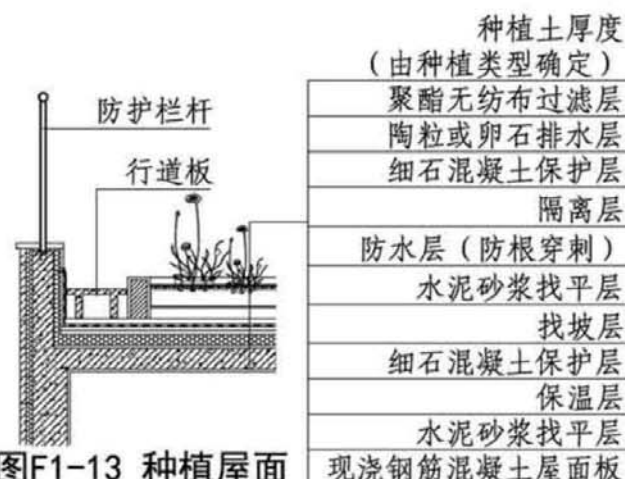
图F1-10 能源屋顶技术示意图



图F1-11 能源屋顶

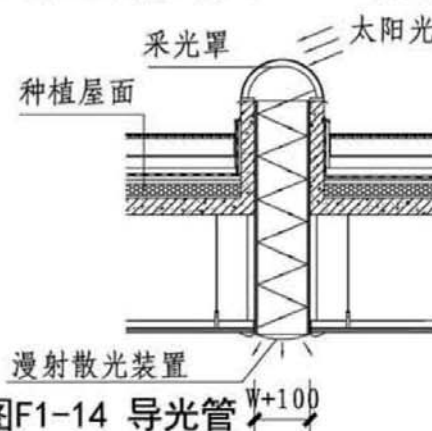


图F1-12 导光管



图F1-13 种植屋面

注：种植屋面做法可参考14J206《种植屋面建筑构造》。



图F1-14 导光管

注：1.W为导光管直径，尺寸按工程设计。

2.导光管构造可参考12J201《平屋面建筑构造》。

案例1：青岛某办公楼绿色设计

图集号

15J904

审核 栗铁

栗铁

校对 黄献明

栗铁

设计 乔广

乔广

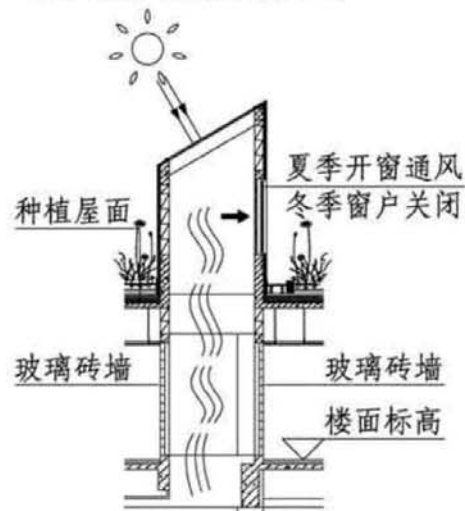
页

F4

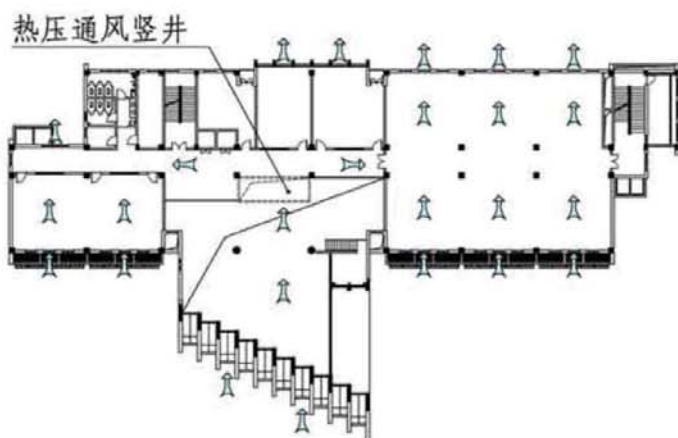
3.3 自然采光和自然通风

本工程案例建筑物按南北向布置，如图F1-17所示，保证了建筑有较好的朝向；在具有良好的外部风环境的时段，风压是实现自然通风的主要手段，本案例采用了自然通风和热压通风竖井，如图F1-15、图F1-16、图F1-18所示。

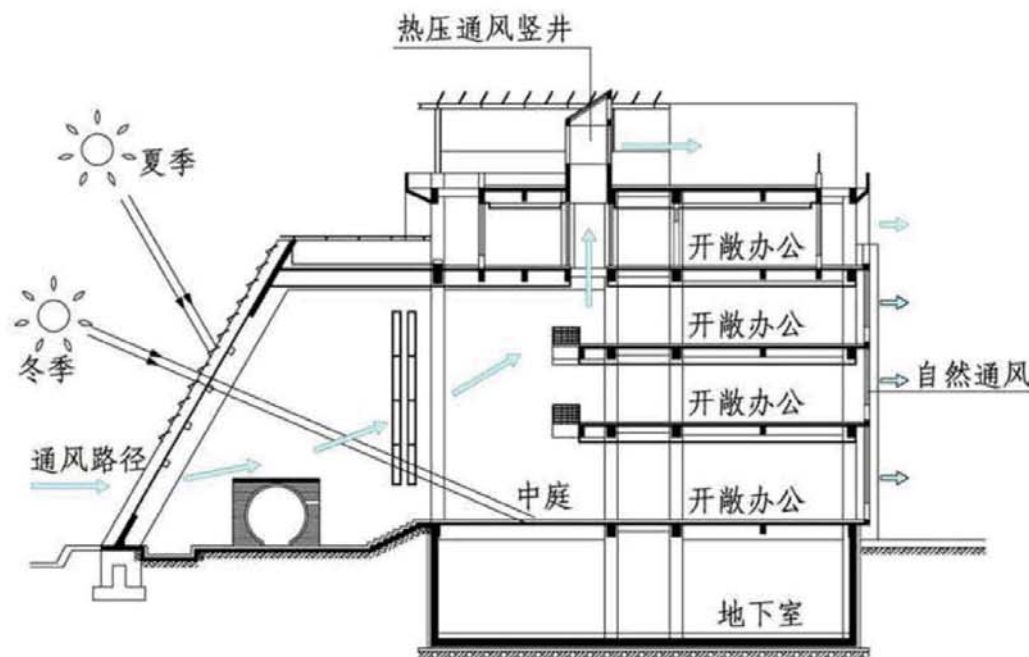
设置绿化中庭，顶部设置热压通风井。夏季利用建筑内部空气热压差的“烟囱效应”来实现建筑的自然通风。热压通风井的高度宜加高，能够使热压差加大。



图F1-15 热压通风竖井 图F1-16 热压通风竖井实景



图F1-17 有组织自然通风平面示意图



图F1-18 有组织自然通风剖面示意图

案例1：青岛某办公楼绿色设计

图集号

15J904

审核

栗铁

校对

黄献明

设计

乔广

齐

页

F5

F.2 湖南某办公楼绿色设计（获得2013年绿色建筑三星级设计标识）

本项目位于湖南省株洲市，规划总用地面积约25977.76m²，总建筑面积约48293.80m²。地上12层，地下2层，地上部分建筑面积32203.79m²，地下部分建筑面积16090.01m²。地下部分包括停车库、设备用房和人防设施。地上部分主楼为办公，附楼为会议室及食堂。建筑高度48.00m，容积率1.24，建筑密度18%，绿地率35%。本工程采用绿色建筑技术，力争达到最大的环保节能目标。

【技术要点】

1 节地与室外环境

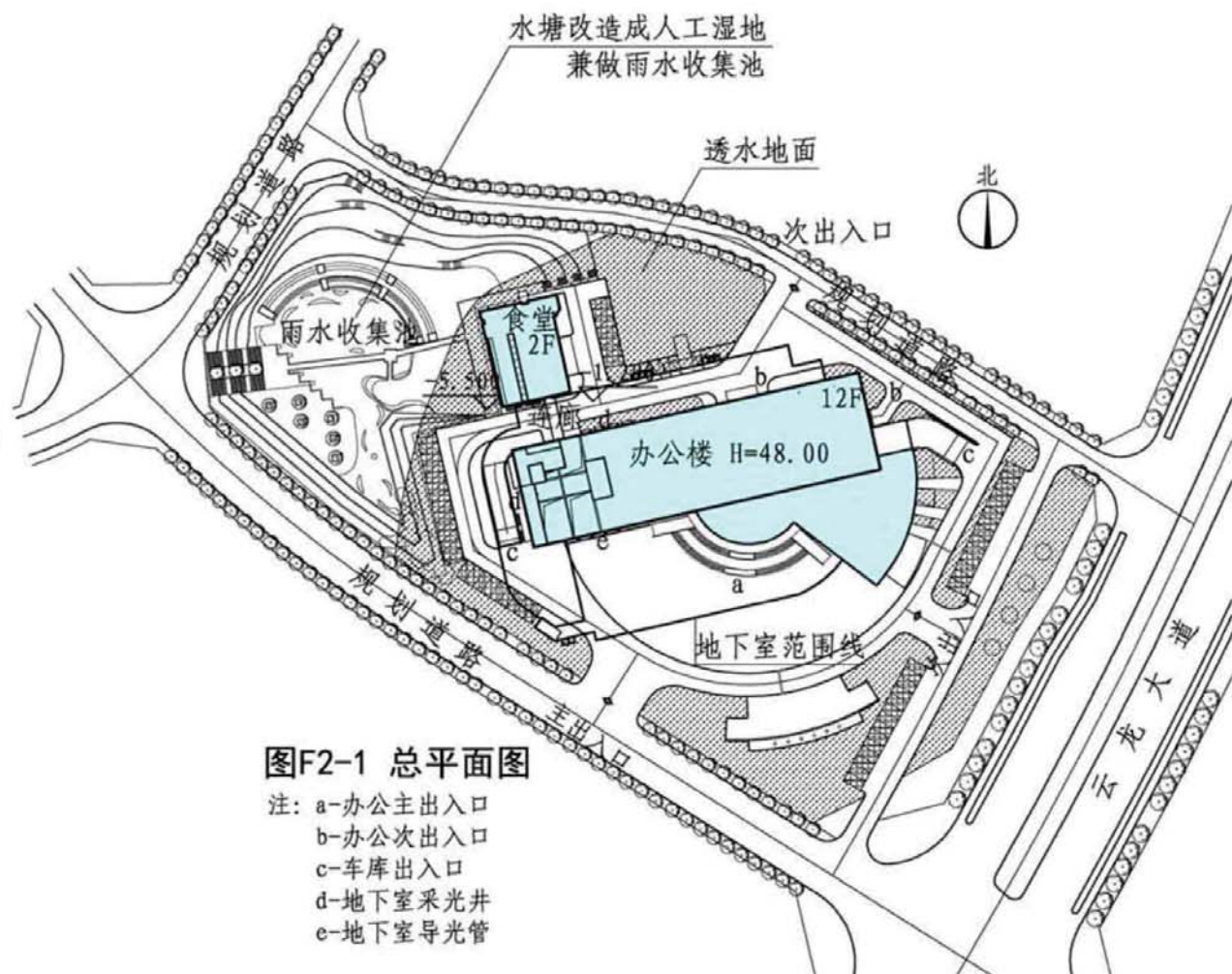
考虑选址、用地指标、公共服务设施、室外环境（声、光、热）、出入口与公共交通、景观绿化、透水地面、旧建筑利用、地下空间利用等，如图F2-1所示。

1.1 选址及指标：本项目尽可能维持原有场地的地形地貌，经地质勘探及周边环境评估，证实该地块内不存在危险源及其他自然灾害威胁。

1.2 室外环境：场地属于《声环境质量标准》GB 3096-2008中的1类类型，室外噪声经现场测试达标。经室外风环境模拟，建筑物周围人行区风速不超过5m/s。

1.3 景观绿化：选用适应当地气候和土壤条件的乡土植物，且分乔、灌、草复层设置。人行道、地面停车场等处采用透水地面。绿地率大于30%，屋顶绿化面积占屋顶可绿化总面积的比例达到51.6%。

1.4 地下空间利用：地下面积16090.01m²，主要用作地下车库、人防及设备用房。



图F2-1 总平面图

注：a-办公主出入口
b-办公次出入口
c-车库出入口
d-地下室采光井
e-地下室导光管

案例2：湖南某办公楼绿色设计								图集号	15J904
审核	栗铁	栗铁	校对	黄献明	栗铁	设计	乔广	页	F6

2 节能与能源利用

(1) 简洁的体量将体形系数有效控制。主体建筑正南北朝向, 冬季日照充足, 过渡季节可以实现自然通风。

(2) 围护结构技术: 采用外墙外保温体系和中空低辐射断桥玻璃幕墙, 设置了有效的外遮阳系统, 屋顶采用保温屋顶, 围护结构传热系数满足国家和当地的节能设计规范要求。

(3) 空调冷热源采用地源热泵, 空调系统采用温湿度独立控制系统。采用低功耗高性能的空调系统配合性能优良的围护结构, 将使空调系统的能耗远低于同类建筑。能耗模拟显示, 在保证相同的室内环境参数条件下, 与未采取节能措施前相比, 全年采暖、空气调节的总能耗减少50%。

(4) 选用带有群控功能的节能型电梯。

(5) 照明功率密度按《建筑照明设计标准》GB 50034-2013目标值设计, 采用LED光源和节能高光效荧光灯。

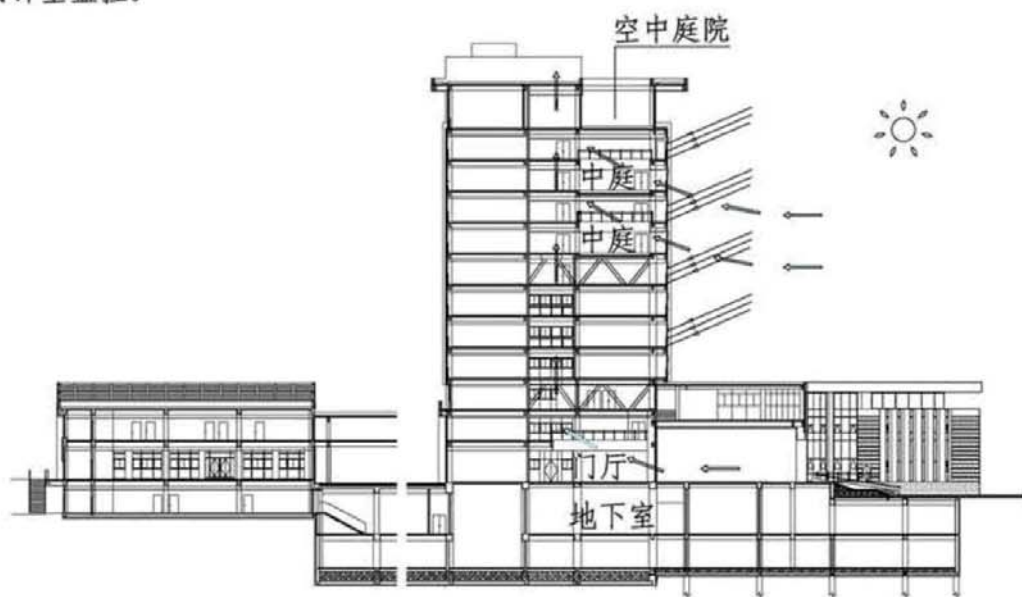
(6) 自然采光技术: 西侧利用地形高差, 东侧利用采光井、配合导光管技术, 将自然光引入地下室, 如图F2-2所示。

(7) 自然通风技术: 主楼设置中庭, 并在边庭底层和顶层设置错位通风口, 利用热压带动办公区域的自然通风, 如图F2-3所示。

(8) 采用能耗分项计量系统对空调、照明插座、动力用电等分别计量监控。



图F2-2 利用地形高差和采光井将自然光引入地下室示意图



图F2-3 自然采光、自然通风及外遮阳措施示意图

案例2: 湖南某办公楼绿色设计

图集号

15J904

审核 栗铁

栗铁

校对 黄献明

栗铁

设计 乔广

乔广

页

F7

3 节水与水资源利用

包括水系统规划设计、节水措施、非传统水源利用、绿化节水灌溉、雨水回渗与集蓄利用等方式，如图F2-4所示。

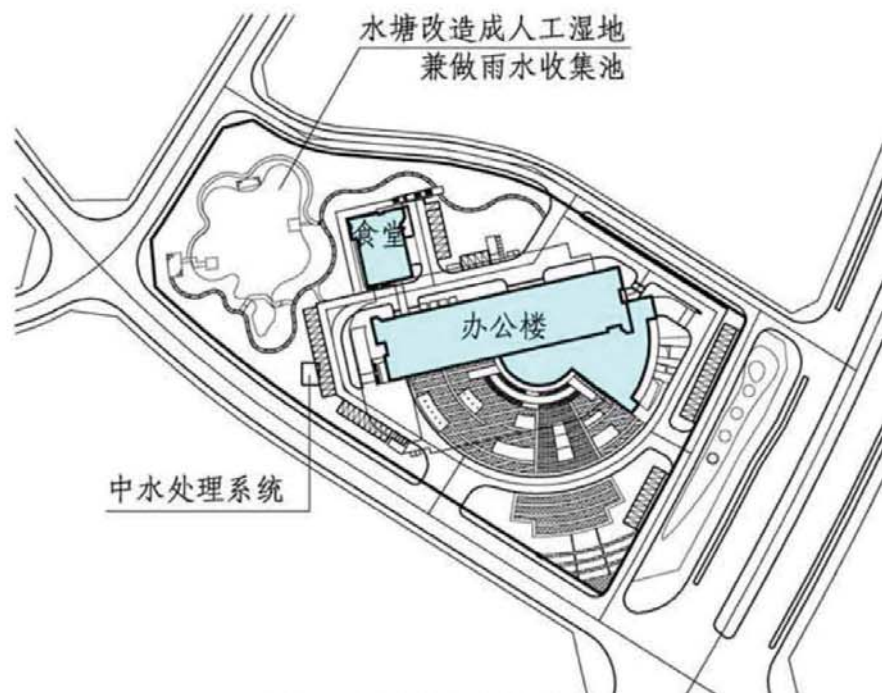
(1) 本地区水资源较丰富，市政设施比较完善。项目设置雨水收集系统（集中雨水池及处理设施）将雨水通过管道收集，送至主体建筑西侧的天然水塘中，水塘改造成人工湿地，进行雨水的汇集。

(2) 采用分质、分区供水及多种供水方式组合的给水系统。冲厕、绿化、景观、洗车等用水采用非传统水源。设置污水处理装置系统对生活污水处理回用。污水合流排放作为中水水源，处理后回用至冲洗车库地面及浇灌绿地，如图F2-5所示。

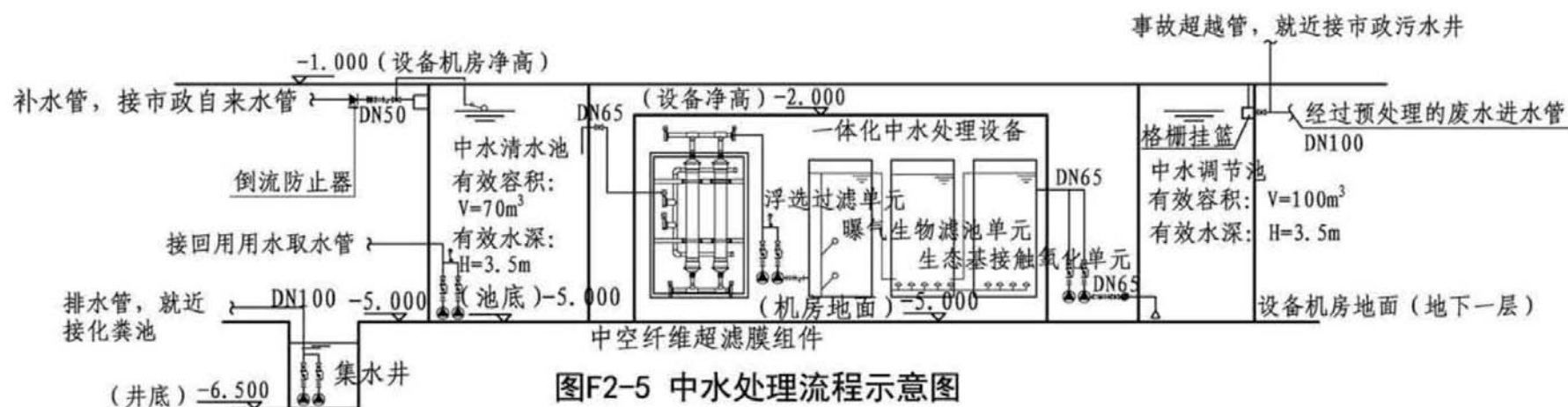
(3) 选用节水型卫生洁具，实现末端节水。

(4) 采用污水处理系统，项目生活污水收集后，经过该系统的处理，排至西侧的人工湿地。

(5) 使用优质管材、管道连接及高效阀门等避免管网漏损。



图F2-4 节水与水资源利用总平面图



图F2-5 中水处理流程示意图

案例2：湖南某办公楼绿色设计								图集号	15J904	
审核	栗铁	栗铁	校对	黄献明	栗铁	设计	乔广	乔广	页	F8

4 节材与材料资源利用

简单归纳建筑结构体系节材设计、预拌混凝土使用、高性能混凝土使用、建筑废弃物回收利用、可循环材料和可再生材料的使用、土建装修一体化设计施工、再生骨料建材使用等情况。

- (1) 建筑造型要素简约，无装饰性构件。
- (2) 现浇混凝土全部采用预拌混凝土，预拌砂浆使用量占砂浆总用量的比例不低于50%。建筑为钢结构，采用Q345及以上高强钢材。
- (3) 建筑可再循环材料使用重量超过建筑材料总重量的10%。
- (4) 建筑内部空间采取了灵活隔断方式。

表F2-1 本项目可循环材料用量计算表

建筑材料种类		体积 (m ³)	密度 (kg/m ³)	重量 (kg)	可再循环材料 总重量t ₂ (t)	建筑材料 总重量t ₁ +t ₂ (t)
不可循环材料t ₁	混凝土	19620	2100	41202000	52355	122357
	建筑砂浆	2634	1800	4741200		
	乳胶漆	202	1550	313100		
	防水卷材	78	600	46800		
	石材	3860	2800	10808000		
	砌块	8594.4	1500	12891600		
可循环材料t ₂	钢材	5435	8750	47556250		
	铜	239	8900	2127100		
	木材	867	700	606900		
	铝合金型材	399.6	2700	1078920		
	石膏制品	576	1000	576000		
	门窗玻璃	2150m ²	16kg/m ²	34400		
	幕墙玻璃	7500m ²	50kg/m ²	375000		

经计算：可再循环材料利用率C=可再循环材料总重量（t₂）÷建筑材料总重量（t₁+t₂）=52355÷122357=42.8%>10%。

案例2：湖南某办公楼绿色设计

图集号

15J904

审核 栗铁

栗铁

校对 黄献明

黄献明

设计 乔广

乔广

页

F9

5 室内环境质量

日照、采光、通风、围护结构保温隔热设计、室温控制、可调节外遮阳、通风换气装置等情况。

(1) 建筑南北立面开窗面积较大, 有利于自然采光和通风, 如图F2-6所示。

(2) 主体外墙采用外墙外保温体系, 透明围护结构采用中空低辐射断桥玻璃幕墙, 透明围护结构设置了有效的外遮阳系统, 屋顶采用保温屋顶, 围护结构传热系数满足国家和当地的节能设计规范要求。

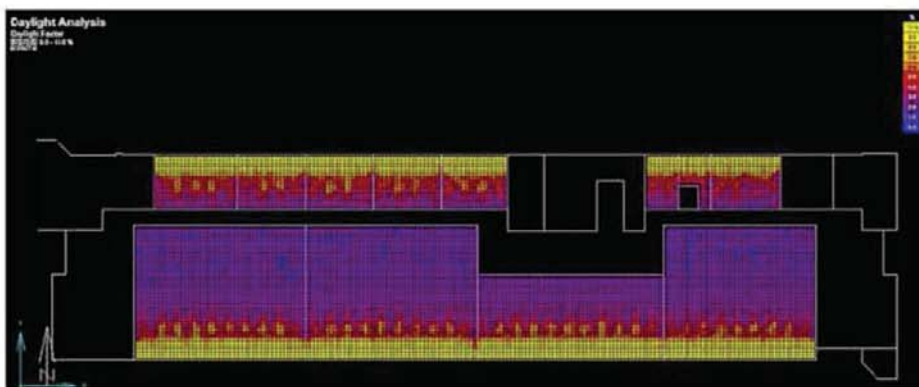
(3) 主楼每3层设置边庭, 并在边庭底层和顶层设置错位通风口, 利用热压带动办公区域的自然通风, 如图F2-7所示。

(4) 室内背景噪声符合《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010允许的二级要求。设备机房均设置在地下层, 降低噪声干扰。

(5) 建筑外窗可开启面积不小于外窗总面积的30%。建筑外窗的气密性不低于现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级检测方法》GB/T 7106-2008规定的6级要求。

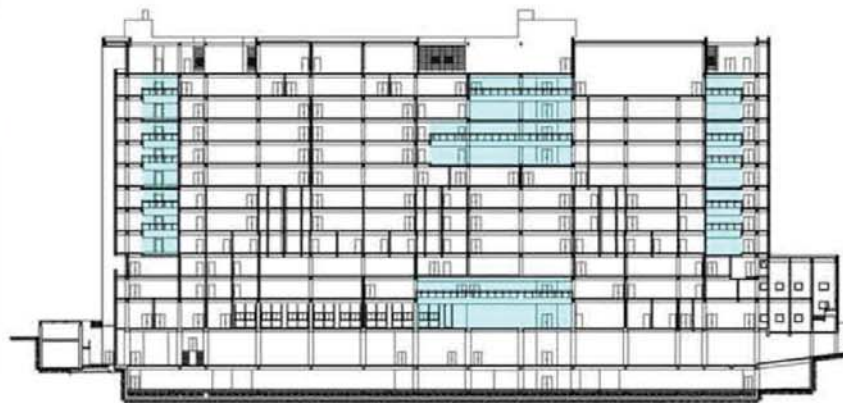
(6) 整个建筑物设置空调自动控制系统, 根据负荷的变化, 自动调节空调主机的运行状态和运行模式。空调系统采用温湿度独立控制系统。设置室内空气质量监控系统。

(7) 建筑主入口均为无障碍入口; 公共厕所内设无障碍厕位; 停车场、人行道、公共绿地等均设有无障碍设施。



图F2-6 某层采光模拟结果

主要功能空间室内面积为: 18340.9m^2 , 采光计算面积 17427.5m^2 , 采光等级III级, 采光类型为侧面采光, 采光系数最大值为11.0%, 采光系数最小值为0.1%, 采光系数平均值为3.1%, 限值为3.0%, 采光系数达标面积 10717.9m^2 , 达标面积比例61.5%。



图F2-7 中庭边庭位置示意图

注: 主楼设有中庭, 并每3层设置边庭, 并在边庭底层和顶层设置错位通风口, 利用热压带动办公区域的自然通风

案例2: 湖南某办公楼绿色设计

图集号

15J904

审核

栗铁

栗铁

校对

黄献明

栗铁

设计

乔广

乔广

页

F10

F.3 天津某住宅项目绿色设计（获得2013年绿色建筑二星级设计标识）

本项目位于天津市，规划总用地面积约45615 m²，总建筑面积约95700 m²。项目由多层住宅（六层）14栋，高层住宅（十八层）3栋组成，地上部分建筑面积69800 m²，地下部分建筑面积25900 m²。地下部分功能为停车库和非可燃物储藏间。地上部分主要为住宅和住宅配套用房。建筑最大高度54.00m，容积率1.53，建筑密度20%，绿地率40%。本工程采用绿色建筑技术，力争达到最大的环保节能效果。

【技术要点】

1 节地与室外环境

考虑选址及用地指标、人均居住用地指标、住区公共服务设施、室外环境（声、光、热）、出入口与公共交通、景观绿化、合理选用废弃场地进行建设、旧建筑利用、公共交通网络、地下空间利用等。

（1）选址及指标：本项目规划和方案是依照天津市总体规划和控制性详细规划进行的，建设场地不破坏有利条件；场地内无自然灾害威胁和危险源。

（2）室外环境：场地属于《声环境质量标准》GB 3096-2008中的2类，室外噪声经现场测试达标。经室外风环境模拟，建筑物周围人行区平均风速不超过2.3m/s。

（3）人均居住用地指标：本项目人均居住用地指标平均为21.8 m²。

（4）景观绿化：选用适应当地气候和土壤条件的乡土植物，且分乔、灌、草复层设置；住区绿地率40%；人均公共绿地面积1.19 m²。

（5）地下空间利用：地下室面积为25900 m²，主要用作地下车库及设备用房。

（6）合理选用废弃场地进行建设：根据《环境影响报告书》，场地原为晒盐用地，采用排盐措施，使场地得以重新利用。



图F3-1 盐碱地现场



图F3-2 排盐平面图

注：排盐做法自上而下依次为：换深度为1.2m厚绿化种植土，下垫3层土工布，200mm厚碎石层，1.0mm厚高密度聚乙烯塑料薄膜。其下设上部开孔的 $\phi 110$ PVC排盐管，外缠两层棕皮。场地通过自然雨水冲刷，将土壤中的盐分随雨水渗入排盐管内，就近排入污水处理管网，逐步降低土壤中的盐分含量。



图F3-3 碧桃



图F3-4 海棠



图F3-5 旱柳



图F3-6 千头椿

注：1. 本地植物使用率100%。
2. 选择适宜当地气候和土壤条件的乡土耐盐碱植物。
3. 平均每100 m²绿地面积上的乔木数为10.7棵。平均每100 m²绿地面积上的木本植物数为30株。
4. 住区内木本植物种类数：68种。

案例3：天津某住宅项目绿色设计

图集号

15J904

审核 栗铁

校对 黄献明

设计 乔广

页

F11

2 节能与能源利用

(1) 合理设计建筑体形、朝向、楼距和窗墙面积比,使住宅体形系数合理,同时获得良好的日照、通风和采光。

(2) 围护结构技术:外墙采用外墙外保温体系,外窗采用断桥铝中空低辐射玻璃窗,并设置了有效的外遮阳系统,屋顶采用保温屋顶,围护结构传热系数满足国家和当地的节能设计规范要求。

(3) 项目采用地板辐射采暖系统,分室设置分集水器,通过分集水器进行室温调节,如图F3-7、图F3-8所示。

(4) 采暖系统选用效率高的用能设备和系统,热水循环水泵的耗电输热比符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189的规定。

(5) 照明节能设计措施包括:

1) 各单体建筑结合项目规模、功能特点、定位标准等因素,确定不同房间或场所的视觉工作对象,选择合理的照明功率密度指标。

2) 不同房间或场所的灯具选择时,均按照《建筑照明设计标准》GB 50034的要求控制眩光值、一般显色指数等指标。

3) 除建筑有特殊装饰效果要求的场所外,均选用节能型灯具。

4) 在车库等使用冷光源区域的照明根据时间控制照度水平,楼梯间采用声控照明。

(6) 本项目采用分户式太阳能热水系统,每户南向阳台均设置 2.1m^2 的太阳能集热器,太阳能保证率为60%,如图F3-9、图F3-10所示。

(7) 本项目采用的太阳能热水系统为可再生能源,所提供的生活用热水比例达到25%。



图F3-7 分集水器示意



图F3-8 热计量表示意



图F3-9
太阳能热水集热板立面效果



图F3-10
太阳能热水系统示意

案例3: 天津某住宅项目绿色设计

图集号 15J904

审核 栗铁 栗铁 校对 黄献明 栗铁 设计 乔广 乔广 页 F12

3 节水与水资源利用

本节对水系统规划设计、节水措施、非传统水源利用、绿化节水灌溉、雨水回渗与集蓄利用等情况加以介绍。

(1) 天津区域降水量年际之间具有不均匀性，因此采用固定收集回用系统、就地入渗、景观补水综合利用方式，合理控制雨水收集回用系统规模。经计算，降雨量达到52%的设计降雨量前，均由调蓄系统调节，雨水不外排至市政水体。

(2) 本项目绿化灌溉、道路浇洒、景观用水、车库地面冲洗均采用市政中水；绿化灌溉方式为滴灌。非传统水源利用率为12.65%。

(3) 卫生间洁具均采用节水产品以及不产生二次污染的五金配件，所有用水器具均满足《节水型生活用水器具》CJ164及《节水型产品技术条件与管理通则》GB/T 18870的要求。

(4) 再生水来源于城市中水管线，严格禁止再生水管道与其他给水管道相接。再生水管道在埋地铺设时应设置标识带（浅绿色），明装时按现行国家标准《建筑中水设计规范》GB 50336 的规定对再生水管道进行标识（浅绿色色环）。水池（箱）、阀门、水表及取水口等均应设置有效的防止误接、误用、误饮的措施。

(5) 使用优质管材、管道连接及高效阀门等避免管网漏损。

表F3-1 给水用水量

项目	用水单位数	用水定额	给水平均日用水量	全年使用时间	全年给水用水量
单位	人数	L/(d·人)	m ³ /d	d	m ³ /a
住宅	1635	120	196.2	365	71613

表F3-2 中水用水量

项目	用水单位数	用水定额	中水最高日用水量	全年使用时间	全年中水用水量
单位	平方米	L/(d·m ²)	m ³ /d	d	m ³ /a
车库地面冲洗	25908.7	0.5	12.95	30	388.50
道路浇洒	5610	2.0	11.22	30	336.60
绿化灌溉	18246	1.0	18.25	210	3832.50
景观用水	—	—	25	180	4500
总用水量	—	—	67.42	—	9057.60

4 节材与材料资源利用

本节对建筑结构体系节材设计、预拌混凝土使用、高性能混凝土使用、建筑废弃物回收利用、可循环材料和可再生利用材料的使用、土建装修一体化设计施工、再生骨料建材使用等情况加以介绍。

(1) 本项目建筑造型精炼简洁，装饰性构件的造价为431万元，占工程总造价的1.9%。

(2) 结构形式为钢筋混凝土结构，HRB400级（或以上）钢筋作为受力普通钢的用量为5916.8t，占受力普通钢筋的比例为95%。

(3) 现浇混凝土全部采用预拌混凝土，砂浆全部采用预拌砂浆。

(4) 本项目为精装修，采用土建与装修一体化设计、一体化施工。

案例3：天津某住宅项目绿色设计 图集号 15J904

审核 栗铁 栗铁 校对 黄献明 栗铁 设计 乔广 乔广 页 F13

5 室内环境质量

本节对项目日照、采光、通风、围护结构保温隔热设计、室温控制、可调节外遮阳、通风换气装置等情况加以介绍。

(1) 每套住宅有3或4个居住空间，经日照模拟计算，满足日照标准的居住空间个数为2或3个。卧室、起居室（厅）、书房、厨房设置外窗，房间的采光系数不低于现行国家标准《建筑采光设计标准》GB/T 50033-2013的规定，如图F3-11所示。

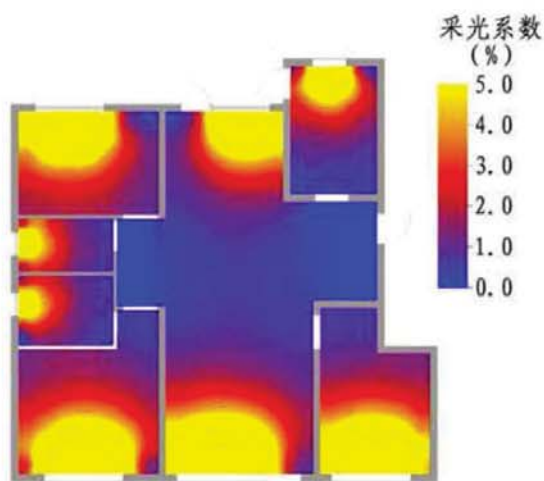
(2) 本项目采用200厚钢筋混凝土分户墙，计权隔声量大于57dB；100mm厚钢筋混凝土楼板上设130mm厚低温热水地板辐射采暖楼面，计权隔声量为49dB；外窗采用中空玻璃，计权隔声量为31dB；通过对室内背景噪声最不利房间进行分析，最不利卧室室内背景噪声值昼间为41.7dB，夜间为31.7dB。

(3) 居住空间能自然通风，通风开口面积与房间地板面积比例为7%~9%，如图F3-12所示。

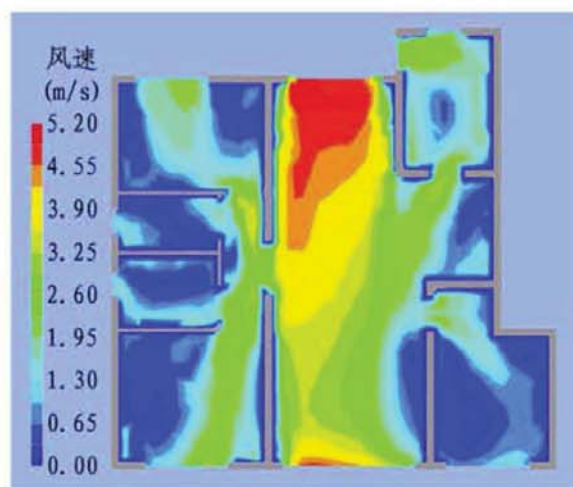
(4) 住宅每套设有2个及2个以上卫生间时，至少有1个卫生间设有外窗。

(5) 本项目建筑外墙采用外保温系统，外墙门窗采用断桥铝合金低辐射中空玻璃窗（6+12A+6遮阳型）。通过对建筑热桥部位、外窗部分及屋面部分内表面温度的验算，其内表面温度均高于露点温度，不会产生结露现象。

(6) 本项目计量供热，各户设有远传热表，由当地能源管理公司远程抄表，统一管理；项目采用地板采暖，分水器通往各个房间的支管上设置调节阀，用户可根据需要自行调节阀门开关，调整室内温度；小区换热站内采用变频水泵，并设有温度补偿装置，可以根据用户需求和天气变化调节二次循环水量，满足冬季采暖分室控温的要求。



图F3-11 某户型采光系数模拟图



图F3-12 某户型室内风速云图（距楼面1m高度）

案例3：天津某住宅项目绿色设计

图集号

15J904

审核 栗铁

栗铁

校对 黄献明

黄献明

设计 乔广

乔广

页

F14

绿色建筑评价与等级划分规则

绿色建筑评价指标体系分为七个部分：节地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用、室内环境质量、施工管理、运营管理。每类指标均包括控制项和评分项。评价指标体系还统一设置加分项。

- 1 绿色建筑的评价应以单栋建筑或建筑群为评价对象。评价单栋建筑时，凡涉及系统性、整体性的指标，应基于该栋建筑所属工程项目的总体进行评价。
- 2 绿色建筑评价划分为设计评价和运行评价。设计评价时，不对施工管理和运营管理2类指标进行评价，但可预评相关条文。设计评价应在建筑工程施工图设计文件审查通过后进行，运行评价应在建筑通过竣工验收并投入使用一年后进行。
- 3 控制项的评定结果为满足或不满足；评分项和加分项的评定结果为分值。
- 4 绿色建筑评价按总得分确定等级。评价指标体系七类指标的总分均为100分。七类指标各自的评分项得分 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 、 Q_5 、 Q_6 、 Q_7 按参评建筑该类指标的评分项实际得分值除以适用于该建筑的评分项总分值再乘以100分计算。加分项包括提高和创新两部分，其附加得分为各加分项得分之和。当附加得分大于10分时，应取为10分。

绿色建筑评价的总得分按下式进行计算，其中评价指标体系七类指标评分项的权重 $\omega_1 \sim \omega_7$ 按表1取值：

$$\Sigma Q = \omega_1 Q_1 + \omega_2 Q_2 + \omega_3 Q_3 + \omega_4 Q_4 + \omega_5 Q_5 + \omega_6 Q_6 + \omega_7 Q_7 + Q_8$$

表1 绿色建筑各类评价指标的权重

设计阶段	建筑类别	节地与室外环境 ω_1	节能与能源利用 ω_2	节水与水资源利用 ω_3	节材与材料资源利用 ω_4	室内环境质量 ω_5	施工管理 ω_6	运营管理 ω_7
设计评价	居住建筑	0.21	0.24	0.20	0.17	0.18	—	—
	公共建筑	0.16	0.28	0.18	0.19	0.19	—	—
运行评价	居住建筑	0.17	0.19	0.16	0.14	0.14	0.10	0.10
	公共建筑	0.13	0.23	0.14	0.15	0.15	0.10	0.10

- 5 绿色建筑分为一星级、二星级、三星级3个等级。3个等级的绿色建筑均应满足《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014所有控制项的要求，且每类指标的评分项得分不应小于40分。当绿色建筑总得分分别达到50分、60分、80分时，绿色建筑等级分别为一星级、二星级、三星级。

表2 绿色建筑不同星级评分要求表

要求 级别	控制项	节地与室外环境 Q_1	节能与能源利用 Q_2	节水与水资源利用 Q_3	节材与材料资源利用 Q_4	室内环境质量 Q_5	施工管理 Q_6 (设计评价不参评)	运营管理 Q_7 (设计评价不参评)	ΣQ
三星级	全部满足	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 80
二星级	全部满足	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 60
一星级	全部满足	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 50

- 注：1. 对于同时具有居住和公共功能的单体建筑，各类评价指标权重取为居住建筑和公共建筑所对应权重的平均值。
2. 对多功能的综合性单体建筑，应按本标准全部评价条文逐条对适用的区介，确定各评价条文的得分。

绿色建筑评价与等级划分规则

图集号

15J904

审核 刘 洪

刘 洪

校对 刘俊吉

刘俊吉

设计 聂仕兵

聂仕兵

页

G1

控制项	编号	条文内容					是否满足		达标说明																																				
	4.1.1	项目选址应符合所在地城乡规划，且应符合各类保护区、文物古迹保护的建设控制要求。																																											
	4.1.2	场地应无洪涝、滑坡、泥石流等自然灾害的威胁，无危险化学品、易燃易爆危险源的威胁，无电磁辐射、含氮土壤等危害。																																											
	4.1.3	场地内不应有排放超标的污染源。																																											
	4.1.4	建筑规划布局应满足日照标准，且不得降低周边建筑的日照标准。																																											
类别	编号	条文内容					分值	是否参评	得分	达标说明																																			
评分项	土地利用	4.2.1	节约集约利用土地，评价总分为19分。对居住建筑，根据其人均居住用地指标按表4.2.1-1的规则评分；对公共建筑，根据其容积率按表4.2.1-2的规则评分。 <div><div>表4.2.1-1 居住建筑人均居住用地指标评分规则</div><table><tr><th colspan="5">居住建筑人均居住用地指标A (m²)</th><th>得分</th></tr><tr><td>3层及以下</td><td>4~6层</td><td>7~12层</td><td>13~18层</td><td>19层及以上</td><td></td></tr><tr><td>35<A≤41</td><td>23<A≤26</td><td>22<A≤24</td><td>20<A≤22</td><td>11<A≤13</td><td>15</td></tr><tr><td>A≤35</td><td>A≤23</td><td>A≤22</td><td>A≤20</td><td>A≤11</td><td>19</td></tr></table></div> <div><div>表4.2.1-2 公共建筑容积率评分规则</div><table><tr><th>容积率R</th><th>得分</th></tr><tr><td>0.5≤R<0.8</td><td>5</td></tr><tr><td>0.8≤R<1.5</td><td>10</td></tr><tr><td>1.5≤R<3.5</td><td>15</td></tr><tr><td>R≥3.5</td><td>19</td></tr></table></div>					居住建筑人均居住用地指标A (m²)					得分	3层及以下	4~6层	7~12层	13~18层	19层及以上		35<A≤41	23<A≤26	22<A≤24	20<A≤22	11<A≤13	15	A≤35	A≤23	A≤22	A≤20	A≤11	19	容积率R	得分	0.5≤R<0.8	5	0.8≤R<1.5	10	1.5≤R<3.5	15	R≥3.5	19	19分			
		居住建筑人均居住用地指标A (m²)					得分																																						
3层及以下	4~6层	7~12层	13~18层	19层及以上																																									
35<A≤41	23<A≤26	22<A≤24	20<A≤22	11<A≤13	15																																								
A≤35	A≤23	A≤22	A≤20	A≤11	19																																								
容积率R	得分																																												
0.5≤R<0.8	5																																												
0.8≤R<1.5	10																																												
1.5≤R<3.5	15																																												
R≥3.5	19																																												
4.2.2	场地内合理设置绿化用地，评价总分为9分，并按下列规则评分： 1 居住建筑按下列规则分别评分并累计： 1) 住区绿地率：新区建设达到30%，旧区改建达到25%，得2分； 2) 住区人均公共绿地面积：按表4.2.2-1的规则评分，最高得7分。 <div><div>表4.2.2-1 住区人均公共绿地面积评分规则</div><table><tr><th colspan="2">住区人均公共绿地面积Ag</th><th>得分</th></tr><tr><th>新区建设</th><th>旧区改建</th><td></td></tr><tr><td>1.0m²≤Ag<1.3m²</td><td>0.7m²≤Ag<0.9m²</td><td>3</td></tr><tr><td>1.3m²≤Ag<1.5m²</td><td>0.9m²≤Ag<1.0m²</td><td>5</td></tr><tr><td>Ag≥1.5m²</td><td>Ag≥1.0m²</td><td>7</td></tr></table></div> 2 公共建筑按下列规则分别评分并累计： 1) 绿地率：按表4.2.2-2的规则评分，最高得7分；2) 绿地向社会公众开放，得2分。 <div><div>表4.2.2-2 公共建筑绿地率评分规则</div><table><tr><th>绿地率Rg</th><th>得分</th></tr><tr><td>30%≤Rg<35%</td><td>2</td></tr><tr><td>35%≤Rg<40%</td><td>5</td></tr><tr><td>R≥40%</td><td>7</td></tr></table></div>					住区人均公共绿地面积Ag		得分	新区建设	旧区改建		1.0m²≤Ag<1.3m²	0.7m²≤Ag<0.9m²	3	1.3m²≤Ag<1.5m²	0.9m²≤Ag<1.0m²	5	Ag≥1.5m²	Ag≥1.0m²	7	绿地率Rg	得分	30%≤Rg<35%	2	35%≤Rg<40%	5	R≥40%	7	9分																
住区人均公共绿地面积Ag		得分																																											
新区建设	旧区改建																																												
1.0m²≤Ag<1.3m²	0.7m²≤Ag<0.9m²	3																																											
1.3m²≤Ag<1.5m²	0.9m²≤Ag<1.0m²	5																																											
Ag≥1.5m²	Ag≥1.0m²	7																																											
绿地率Rg	得分																																												
30%≤Rg<35%	2																																												
35%≤Rg<40%	5																																												
R≥40%	7																																												

节地与室外环境评分表							图集号	15J904	
审核	刘洪	刘洪	校对	刘俊吉	刘俊吉	设计	聂仕兵	页	G2

节地与室外环境评分表

图集号

15J904

审核 刘 洪 刘 洪 校对 刘俊吉 刘俊吉 设计 聂仕兵 聂仕兵

页

G2

是否满足		达标说明	
分值	是否参评	得分	达标说明
19分			
9分			
表		图集号	15J904
仕兵			

A 节地与 室外环境	B 节能与 能源利用	C 水资源 利用	D 材料资源 利用	E 室内环境 质量	F 典型案例 分析	G 绿色建 筑	节地与 室外环境	类别	编号	条文内容			
								土地利用	4.2.3	合理开发利用地下空间，评价总分为6分，按表4.2.3的规则评分。			
										表4.2.3 地下空间开发利用评分规则			
										建筑类型	地下空间开发利用指标	得分	
										居住建筑	地下建筑面积与地上建筑 面积的比率 R_r	$5\% \leq R_r < 15\%$	2
											$15\% \leq R_r < 25\%$	4	
								$R_r \geq 25\%$	6				
								公共建筑	地下建筑面积与总用地面积之比 R_{p1}	$R_{p1} \geq 0.5$	3		
									地下一层建筑面积与总用地面积的比率 R_{p2}	$R_{p1} \geq 0.7$ 且 $R_{p2} < 70\%$	6		
								评分项	室外环境	4.2.4	建筑及照明设计避免产生光污染。评分总分为4分，并按下列规则分别评分并累计： 1 玻璃幕墙可见光反射比不大于0.2，得2分； 2 室外夜景照明光污染的限制符合现行行业标准《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163的规定，得2分。		
4.2.5	场地内环境噪声符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096的有关规定。												
4.2.6	场地内风环境有利于室外行走、活动舒适和建筑的自然通风，评价总分为6分，并按下列规则分别评分并累计： 1 在冬季典型风速和风向条件下，按下列规则分别评分并累计： 1) 建筑物周围人行区风速小于5m/s，且室外风速放大系数小于2，得2分； 2) 除迎风第一排建筑外，建筑迎风面与背风面表面风压差不大于5Pa，得1分； 2 过渡季、夏季典型风速和风向条件下，按下列规则分别评分并累计： 1) 场地内人活动区不出现涡旋或无风区，得2分； 2) 50%以上可开启外窗室内外表面的风压差大于0.5Pa，得1分。												
4.2.7	采取措施降低热岛强度，评价总分为4分，并按下列规则分别评分并累计： 1 红线范围内户外活动场地有乔木、构筑物等遮阴措施的面积达到10%，得1分；达到20%，得2分； 2 超过70%的道路路面、建筑屋面的太阳辐射反射系数不小于0.4，得2分。												
节地与室外环境评分表													
审核 刘洪 刘洪 校对 刘俊吉 刘俊吉 设计													

节地与室外环境	评分项	类别	编号	条文内容	分值	是否参评	得分	达标说明			
		土地利用	4.2.3	合理开发利用地下空间，评价总分为6分，按表4.2.3的规则评分。 表4.2.3 地下空间开发利用评分规则				6分			
				建筑类型	地下空间开发利用指标		得分				
				居住建筑	地下建筑面积与地上建筑	$5\% \leq R_r < 15\%$	2				
					面积的比率 R_r	$15\% \leq R_r < 25\%$	4				
					$R_r \geq 25\%$	6					
				公共建筑	地下建筑面积与总用地面积之比 R_{p1}	$R_{p1} \geq 0.5$	3				
		地下一层建筑面积与总用地面积的比率 R_{p2}	$R_{p1} \geq 0.7$ 且 $R_{p2} < 70\%$		6						
		室外环境	4.2.4	建筑及照明设计避免产生光污染。评分总分为4分，并按下列规则分别评分并累计： 1 玻璃幕墙可见光反射比不大于0.2，得2分； 2 室外夜景照明光污染的限制符合现行行业标准《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163的规定，得2分。				4分			
			4.2.5	场地内环境噪声符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096的有关规定。				4分			
4.2.6	场地内风环境有利于室外行走、活动舒适和建筑的自然通风，评价总分为6分，并按下列规则分别评分并累计： 1 在冬季典型风速和风向条件下，按下列规则分别评分并累计： 1) 建筑物周围人行区风速小于5m/s，且室外风速放大系数小于2，得2分； 2) 除迎风第一排建筑外，建筑迎风面与背风面表面风压差不大于5Pa，得1分； 2 过渡季、夏季典型风速和风向条件下，按下列规则分别评分并累计： 1) 场地内人活动区不出现涡旋或无风区，得2分； 2) 50%以上可开启外窗室内外表面的风压差大于0.5Pa，得1分。				6分						
4.2.7	采取措施降低热岛强度，评价总分为4分，并按下列规则分别评分并累计： 1 红线范围内户外活动场地有乔木、构筑物等遮阴措施的面积达到10%，得1分；达到20%，得2分； 2 超过70%的道路路面、建筑屋面的太阳辐射反射系数不小于0.4，得2分。				4分						
节地与室外环境评分表					图集号	15J904					
审核 刘 洪 刘 洪 校对 刘俊吉 刘俊吉 设计 聂仕兵 聂仕兵					页	G3					

类别	编号	条文内容	分值	是否参评	得分	达标说明
交通设施与公共服务	4.2.8	场地与公共交通设施具有便捷的联系。评分总分为9分，并按下列规则分别评分并累计： 1 场地出入口到达公共汽车站的步行距离不大于500m，或到达轨道交通站的步行距离不大于800m，得3分； 2 场地出入口步行距离800m范围内设有2条及以上线路的公共交通站点（含公共汽车站和轨道交通站），得3分； 3 有便捷的人行通道联系公共交通站点，得3分。	9分			
	4.2.9	场地内人行通道采用无障碍设计。	3分			
	4.2.10	合理设置停车场所。评价总分为6分，并按下列规则分别评分并累计： 1 自行车停车设施位置合理、方便出入，且有遮阳防雨措施，得3分； 2 合理设置机动车停车设施，并采取下列措施中至少2项，得3分： 1) 采用机械式停车库、地下停车库或停车楼等方式节约集约用地； 2) 采用错时停车方式向社会开放，提高停车场（库）使用效率； 3) 合理设计地面停车位，不挤占步行空间及活动场所。	6分			
	4.2.11	提供便利的公共服务。评价总分为6分，并按下列规则评分： 1 居住建筑：满足下列要求中3项，得3分；满足4项及以上，得6分： 1) 场地出入口到达幼儿园的步行距离不大于300m； 2) 场地出入口到达小学的步行距离不大于500m； 3) 场地出入口到达商业服务设施的步行距离不大于500m； 4) 相关设施集中设置并向周边居民开放； 5) 场地1000m范围内设有5种及以上的公共服务设施。 2 公共建筑：满足下列要求中2项，得3分；满足3项及以上，得6分： 1) 2种及以上的公共建筑集中设置，或公共建筑兼容2种及以上的公共服务功能； 2) 配套辅助设施设备共同使用、资源共享； 3) 建筑向社会公众提供开放的公共空间； 4) 室外活动场地错时向周边居民免费开放。	6分			
节地与室外环境评分表			图集号		15J904	
审核 刘 洪 刘 洪 校对 刘俊吉 刘俊吉 设计 聂仕兵 聂仕兵			页		G4	

节地与室外环境	评分项	类别	编号	条文内容	分值	是否参评	得分	达标说明
		场地设计与场地生态	4.2.12	结合现状地形地貌进行场地设计与建筑布局,保护场地内原有的自然水域、湿地和植被,采取表层土利用等生态补偿措施。	3分			
			4.2.13	充分利用场地空间合理设置绿色雨水基础设施,对大于10hm ² 的场地进行雨水专项规划设计,评价总分为9分,并按下列规则分别评分并累计: 1 下凹式绿地、雨水花园等有调蓄雨水功能的绿地和水体的面积之和占绿地面积的比例达到30%,得3分; 2 合理衔接和引导屋面雨水、道路雨水进入地面生态设施,并采取相应的径流污染控制措施,得3分; 3 硬质铺装地面中透水铺装面积的比例达到50%,得3分。	9分			
			4.2.14	合理规划地表与屋面雨水径流,对场地雨水实施外排总量控制,评价总分为6分。其场地年径流总量控制率达到55%,得3分; 达到70%,得6分。	6分			
			4.2.15	合理选择绿化方式,科学配置绿化植物,评价总分为6分,并按下列规则分别评分并累计: 1 种植适应当地气候和土壤条件的植物,采用乔、灌、草结合的复层绿化,种植区域覆土深度和排水能力满足植物生长需求,得3分; 2 居住建筑绿地配植乔木不少于3株/100 m ² ,公共建筑采用垂直绿化、屋顶绿化等方式,得3分。	6分			
					总得分 Q ₁			

节能与能源利用	控制项	编号	条文内容		是否满足		达标说明																																														
		5.1.1	建筑设计应符合国家现行相关建筑节能设计标准中强制性条文的规定。																																																		
		5.1.2	不应采用电直接加热设备作为供暖空调系统的供暖热源和空气加湿热源。																																																		
		5.1.3	冷热源、输配系统和照明等各部分能耗应进行独立分项计量。																																																		
		5.1.4	各房间或场所的照明功率密度值不应高于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034中规定的现行值。																																																		
	评分项	类别	编号	条文内容		分值	是否参评	得分	达标说明																																												
		建筑与围护结构	5.2.1	结合场地自然条件,对建筑的体形、朝向、楼距、窗墙比等进行优化设计。		6分																																															
			5.2.2	外窗、玻璃幕墙的可开启部分能使建筑获得良好的通风,评价总分为6分,并按下列规则评分:1 设玻璃幕墙且不设外窗的建筑,其玻璃幕墙透明部分可开启面积达到5%,得4分;达到10%,得6分;2 设外窗且不设玻璃幕墙的建筑,外窗可开启面积比例达到30%,得4分;达到35%,得6分。3 设玻璃幕墙和外窗的建筑,对其玻璃幕墙透明部分和外窗分别按本条第1款和第2款进行评价,得分取两项得分的平均值。		6分																																															
			5.2.3	围护结构热工性能指标优于国家现行相关建筑节能设计标准的规定,评价总分为10分,并按下列规则评分: 1 围护结构热工性能比国家现行相关建筑节能设计标准规定的提高幅度达到5%,得5分;达到10%,得10分。 2 供暖空调全年计算负荷降低幅度达到5%,得5分;达到10%,得10分。		10分																																															
		供暖、通风与空调	5.2.4	供暖空调系统的冷、热源机组能效均优于现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189的规定以及现行有关国家标准能效限定值的要求,评价分值为6分。对电机驱动的蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组,直燃型和蒸汽型溴化锂吸收式冷(温)水机组,单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空调机组,多联式空调(热泵)机组,燃煤、燃油和燃气锅炉,其能效指标比现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189规定值的提高或降低幅度满足下表的要求;对房间空气调节器和家用燃气热火炉,其能效等级满足现行有关国家标准的节能评价要求。 <table><tr><th colspan="2">机组类型</th><th colspan="2">能效指标</th><th colspan="2">提高或降低幅度</th></tr><tr><td colspan="2">电机驱动的蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组</td><td colspan="2">制冷性能系数(COP)</td><td colspan="2">提高6%</td></tr><tr><td rowspan="2">溴化锂吸收式冷水机组</td><td>直燃型</td><td colspan="2">制冷、供热性能系数(COP)</td><td colspan="2">提高6%</td></tr><tr><td>蒸汽型</td><td colspan="2">单位制冷量蒸汽耗量</td><td colspan="2">降低6%</td></tr><tr><td colspan="2">单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空调机组</td><td colspan="2">能效比(EER)</td><td colspan="2">提高6%</td></tr><tr><td colspan="2">多联式空调(热泵)机组</td><td colspan="2">制冷综合性能系数(IPLV(C))</td><td colspan="2">提高8%</td></tr><tr><td rowspan="2">锅炉</td><td>燃煤</td><td colspan="2">热效率</td><td colspan="2">提高3个百分点</td></tr><tr><td>燃油燃气</td><td colspan="2">热效率</td><td colspan="2">提高2个百分点</td></tr></table>		机组类型		能效指标		提高或降低幅度		电机驱动的蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组		制冷性能系数(COP)		提高6%		溴化锂吸收式冷水机组	直燃型	制冷、供热性能系数(COP)		提高6%		蒸汽型	单位制冷量蒸汽耗量		降低6%		单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空调机组		能效比(EER)		提高6%		多联式空调(热泵)机组		制冷综合性能系数(IPLV(C))		提高8%		锅炉	燃煤	热效率		提高3个百分点		燃油燃气	热效率		提高2个百分点		6分	
机组类型		能效指标		提高或降低幅度																																																	
电机驱动的蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组		制冷性能系数(COP)		提高6%																																																	
溴化锂吸收式冷水机组	直燃型	制冷、供热性能系数(COP)		提高6%																																																	
	蒸汽型	单位制冷量蒸汽耗量		降低6%																																																	
单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空调机组		能效比(EER)		提高6%																																																	
多联式空调(热泵)机组		制冷综合性能系数(IPLV(C))		提高8%																																																	
锅炉	燃煤	热效率		提高3个百分点																																																	
	燃油燃气	热效率		提高2个百分点																																																	

节能与能源利用评分表										图集号	15J904
审核	刘洪	刘洪	校对	刘俊吉	刘俊吉	设计	聂仕兵	聂仕兵	页	G6	

节能与能源利用评分表

图集号

15J904

审核 刘 洪 刘 洪 校对 刘俊吉 刘俊吉 设计 聂仕兵 聂仕兵

页

G6

节能与能源利用	评分项	类别	编号	条文内容	分值	是否参评	得分	达标说明								
		供暖、通风与空调	5.2.5	集中供暖系统热水循环泵的耗电输热比和通风空调系统风机的单位风量耗功率符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189等的有关规定，且空调冷热水系统循环水泵的耗电输冷（热）比比现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736规定值低20%。	6分											
			5.2.6	合理选择和优化供暖、通风与空调系统。评价总分值为10分，根据系统能耗的降低幅度按下表规则评分： <table><tr><td>供暖、通风与空调系统能耗降低幅度De</td><td>得分</td></tr><tr><td>5%≤De<10%</td><td>3</td></tr><tr><td>10%≤De<15%</td><td>7</td></tr><tr><td>De≥15%</td><td>10</td></tr></table>	供暖、通风与空调系统能耗降低幅度De	得分	5%≤De<10%	3	10%≤De<15%	7	De≥15%	10	10分			
			供暖、通风与空调系统能耗降低幅度De	得分												
			5%≤De<10%	3												
	10%≤De<15%	7														
	De≥15%	10														
	5.2.7	采取措施降低过渡季节供暖、通风与空调系统能耗，评价分值为6分。	6分													
	5.2.8	采取措施降低部分负荷、部分空间使用下的供暖、通风与空调系统能耗，评价总分值为9分，并按下列规则分别评分并累计： 1 区分房间的朝向，细分供暖、空调区域，对系统进行分区控制，得3分； 2 合理选配空调冷、热源机组台数与容量，制定实施根据负荷变化调节制冷（热）量的控制策略，且空调冷源的部分负荷性能符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189的规定，得3分； 3 水系统、风系统采用变频技术，且采取相应的水力平衡措施，得3分。	9分													
	照明与电气	5.2.9	走廊、楼梯间、门厅、大堂、大空间、地下停车场等场所的照明系统采取分区、定时、感应等节能控制措施，评价分值为5分。	5分												
5.2.10		照明功率密度值达到现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034有关规定的目标值，评价总分值为8分。主要功能房间满足要求，得4分；所有区域均满足要求，得8分。	8分													
5.2.11		合理选用电梯和自动扶梯，并采取电梯群控、扶梯自动启停等节能控制措施。	3分													
5.2.12		合理选用节能型电气设备，评价总分值为5分，并按下列规则分别评分并累计： 1 三相配电变压器满足现行国家标准《三相配电变压器能效限定值及能效等级》GB 20052的节能评价要求，得3分； 2 水泵、风机等设备，及其他电气装置满足相关现行国家标准的节能评价要求，得2分。	5分													
节能与能源利用评分表					图集号	15J904										
审核 刘 洪 刘 洪 校对 刘俊吉 刘俊吉 设计 聂仕兵 聂仕兵					页	G7										

节能与能源利用	评分项	类别	编号	条文内容				分值	是否参评	得分	达标说明					
		能量综合利用	5.2.13	排风能量回收系统设计合理并运行可靠。				3分								
			5.2.14	合理采用蓄冷蓄热系统。				3分								
			5.2.15	合理利用余热废热解决建筑的蒸汽、供暖或生活热水需求。				4分								
			5.2.16	根据当地气候和自然资源条件，合理利用可再生能源。评分规则如下：				10分								
				由可再生能源提供的 生活用热水比例 R_{hw}		得分	由可再生能源提供的 空调用冷量和热量比例 R_{ch}					得分	由可再生能源提供 的电量比例 R_e		得分	
				$20\% \leq R_{hw} < 30\%$		4	$20\% \leq R_{ch} < 30\%$					4	$1.0\% \leq R_e < 1.5\%$		4	
				$30\% \leq R_{hw} < 40\%$		5	$30\% \leq R_{ch} < 40\%$					5	$1.5\% \leq R_e < 2.0\%$		5	
				$40\% \leq R_{hw} < 50\%$		6	$40\% \leq R_{ch} < 50\%$					6	$2.0\% \leq R_e < 2.5\%$		6	
				$50\% \leq R_{hw} < 60\%$		7	$50\% \leq R_{ch} < 60\%$					7	$2.5\% \leq R_e < 3.0\%$		7	
$60\% \leq R_{hw} < 70\%$		8		$60\% \leq R_{ch} < 70\%$		8	$3.0\% \leq R_e < 3.5\%$					8				
$70\% \leq R_{hw} < 80\%$		9		$70\% \leq R_{ch} < 80\%$		9	$3.5\% \leq R_e < 4.0\%$					9				
$R_{hw} \geq 80\%$		10	$R_{ch} \geq 80\%$		10	$R_e \geq 4.0\%$		10								
								总得分 Q_2								

控制项	类别	编号	条文内容	是否满足			达标说明
		6.1.1	应制定水资源利用方案，统筹利用各种水资源。				
		6.1.2	给排水系统设置应合理、完善、安全。				
		6.1.3	应采用节水器具。				
评分项	节水系统	编号	条文内容	分值	是否参评	得分	达标说明
		6.2.1	建筑平均日用水量满足现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB50555中的节水用水定额的要求，评价总分为10分，达到节水用水定额的上限值的要求，得4分；达到上限值与下限值的平均值要求，得7分；达到下限值的要求，得10分。	10分			
		6.2.2	采取有效措施避免管网漏损，评价总分为7分，并按下列规则分别评分并累计： 1 选用密闭性能好的阀门、设备，使用耐腐蚀、耐久性能好的管材、管件，得1分； 2 室外埋地管道采取有效措施避免管网漏损，得1分； 3 设计阶段根据水平衡测试的要求安装分级计量水表；运行阶段提供用水量计量情况和管网漏损检测、整改的报告，得5分。	7分			
		6.2.3	给水系统无超压出流现象，评价总分为8分。用水点供水压力不大于0.30MPa，得3分；不大于0.20MPa，且不小于用水器具要求的最低工作压力，得8分。	8分			
		6.2.4	设置用水计量装置，评价总分为6分，并按下列规则分别评分并累计： 1 按使用用途，对厨房、卫生间、空调系统、游泳池、绿化、景观等用水分别设置用水计量装置，统计用水量，得2分； 2 按付费或管理单元，分别设置用水计量装置，统计用水量，得4分。	6分			
		6.2.5	公共浴室采取节水措施，评价总分为4分，并按下列规则分别评分并累计： 1 采用带恒温控制和温度显示功能的冷热水混合淋浴器，得2分； 2 设置用者付费的设施，得2分。	4分			
	节水器具与设备	6.2.6	使用较高用水效率等级的卫生器具，评价总分为10分。用水效率等级达到3级，得5分；达到2级，得10分。	10分			
节水与水资源利用评分表				图集号			15J904
				页			G9

类别	编号	条文内容	分值	是否参评	得分	达标说明
节水与水资源利用	节水器具与设备	6.2.7 绿化灌溉采用节水灌溉方式，评价总分为10分，并按下列规则评分： 1 采用节水灌溉系统，得7分；在此基础上设置土壤湿度感应器、雨天关闭装置等节水控制措施，再得3分。 2 种植无需永久灌溉植物，得10分。	10分			
		6.2.8 空调设备或系统采用节水冷却技术，评价总分为10分，并按下列规则评分： 1 循环冷却水系统设置水处理措施；采取加大集水盘、设置平衡管或平衡水箱的方式，避免冷却水泵停泵时冷却水溢出，得6分； 2 运行时，冷却塔的蒸发耗水量占冷却水补水量的比例不低于80%，得10分； 3 采用无蒸发耗水量的冷却技术，得10分。	10分			
		6.2.9 除卫生器具、绿化灌溉和冷却塔外的其他用水采用节水技术或措施，评价总分为5分。其他用水中采用节水技术或措施的比例达到50%，得3分；达到80%，得5分。	5分			
	非传统水源利用	6.2.10 合理使用非传统水源，评价总分为15分，并按下列规则评分： 1 住宅、办公、商店、旅馆类建筑：根据其按下列公式计算的非传统水源利用率，或者其非传统水源利用措施，按表6.2.10的规则评分。 $R_u = \frac{W_u}{W_t} \times 100\% \quad (6.2.10-1)$ $W_u = W_R + W_r + W_s + W_o \quad (6.2.10-2)$ 式中： R_u ——非传统水源利用率，%； W_u ——非传统水源设计使用量（设计阶段）或实际使用量（运行阶段）， m^3/a ； W_R ——再生水设计利用量（设计阶段）或实际利用量（运行阶段）， m^3/a ； W_r ——雨水设计利用量（设计阶段）或实际利用量（运行阶段）， m^3/a ； W_s ——海水设计利用量（设计阶段）或实际利用量（运行阶段）， m^3/a ； W_o ——其他非传统水源利用量（设计阶段）或实际利用量（运行阶段）， m^3/a ； W_t ——设计用水总量（设计阶段）或实际用水总量（运行阶段）， m^3/a 。 式中设计使用量为年用水量，由平均日用水量 and 用水时间计算得出。实际使用量应通过统计全年水表计量的情况计算得出。式中用水量计算不包含冷却水补水量和室外景观水体补水量。	15分			
节水与水资源利用评分表			图集号 15J904			
审核 刘 洪 刘 洪 校对 刘俊吉 刘俊吉 设计 聂仕兵 聂仕兵			页 G10			

类别		编号	条文内容				分值	是否参评	得分	达标说明		
节水与水资源利用	评分项	非传统水源利用	表6.2.10 非传统水源利用率评分规则									
			建筑类别	非传统水源利用率		非传统水源利用措施				得分		
				有市政再生水供应	无市政再生水供应	室内冲厕	室外绿化灌溉	道路浇洒	洗车用水			
			住宅	8.0%	4.0%	-	●○	●	●	5分		
-	8.0%	-		○	○	○	7分					
30.0%	30.0%	●○		●○	●○	●○	15分					
办公	10.0%	-	-	●	●	●	5分					
	-	8.0%	-	○	-	-	10分					
	50.0%	10.0%	●	●○	●○	●○	15分					
商店	3.0%	-	-	●	●	●	2分					
	-	2.5%	-	○	-	-	10分					
	50.0%	3.0%	●	●○	●○	●○	15分					
旅馆	2.0%	-	-	●	●	●	2分					
	-	1.0%	-	○	-	-	10分					
	12.0%	2.0%	●	●○	●○	●○	15分					
注：“●”为有市政再生水供应时的要求；“○”为无市政再生水供应时的要求。 2 其他类型建筑:按下列规则分别评分并累计。 1) 绿化灌溉、道路冲洗、洗车用水采用非传统水源的用水量占其总用水量的比例不低于80%，得7分； 2) 冲厕采用非传统水源的用水量占其用水量的比例不低于50%，得8分。												
		6.2.11	冷却水补水使用非传统水源,评价总分值为8分,根据冷却水补水使用非传统水源的量占总用水量的比例按下表的规则评分。							8分		
			冷却水补水使用非传统水源的量占总用水量比例 R_{nt}		得分							
			$10\% \leq R_{nt} < 30\%$		4							
			$30\% \leq R_{nt} < 50\%$		6							
			$R_{nt} \geq 50\%$		8							
		6.2.12	结合雨水利用设施进行景观水体设计,景观水体利用雨水的补水量大于其水体蒸发量的60%,且采用生态水处理技术保障水体水质,评价总分值为7分,并按下列规则分别评分并累计: 1 对进入景观水体的雨水采取控制面源污染的措施,得4分; 2 利用水生动、植物进行水体净化,得3分。							7分		
								总得分 Q_3				
								节水与水资源利用评分表		图集号	15J904	
								审核 刘 洪 刘 洪 校对 刘俊吉 刘俊吉 设计 聂仕兵 聂仕兵		页	G11	

节材与材料资源利用	控制项		编号	条文内容		是否满足		达标说明									
			7.1.1	不得采用国家和地方禁止和限制使用的建筑材料及制品。													
			7.1.2	混凝土结构中梁、柱纵向受力普通钢筋应采用不低于400MPa级的热轧带肋钢筋。													
			7.1.3	建筑造型要素应简约,且无大量装饰性构件。													
	评分项	类别	编号	条文内容		分值	是否参评	得分	达标说明								
		节材设计	7.2.1	择优选用建筑形体,评价总分为9分。根据国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011-2010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。		9分											
			7.2.2	对地基基础、结构体系、结构构件进行优化设计,达到节材效果,评价分值为5分。		5分											
			7.2.3	土建工程与装修工程一体化设计,评价总分为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。		10分											
			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),评价总分为5分,根据可重复使用隔断(墙)比例按下表的规则评分。 <table><tr><td>可重复使用隔断(墙)比例 R_{rp}</td><td>得分</td></tr><tr><td>$30\% \leq R_{rp} < 50\%$</td><td>3</td></tr><tr><td>$50\% \leq R_{rp} < 80\%$</td><td>4</td></tr><tr><td>$R_{rp} \geq 80\%$</td><td>5</td></tr></table>		可重复使用隔断(墙)比例 R_{rp}	得分	$30\% \leq R_{rp} < 50\%$	3	$50\% \leq R_{rp} < 80\%$	4	$R_{rp} \geq 80\%$	5	5分			
			可重复使用隔断(墙)比例 R_{rp}	得分													
$30\% \leq R_{rp} < 50\%$	3																
$50\% \leq R_{rp} < 80\%$	4																
$R_{rp} \geq 80\%$	5																
7.2.5	采用工业化生产的预制构件,评价总分为5分,根据预制构件用量比例按下表的规则评分: <table><tr><td>预制构件用量比例 R_{pc}</td><td>得分</td></tr><tr><td>$15\% \leq R_{pc} < 30\%$</td><td>3</td></tr><tr><td>$30\% \leq R_{pc} < 50\%$</td><td>4</td></tr><tr><td>$R_{pc} \geq 50\%$</td><td>5</td></tr></table>		预制构件用量比例 R_{pc}	得分	$15\% \leq R_{pc} < 30\%$	3	$30\% \leq R_{pc} < 50\%$	4	$R_{pc} \geq 50\%$	5	5分						
预制构件用量比例 R_{pc}	得分																
$15\% \leq R_{pc} < 30\%$	3																
$30\% \leq R_{pc} < 50\%$	4																
$R_{pc} \geq 50\%$	5																
7.2.6	采用整体化定型设计的厨房、卫浴间,评价总分为6分,并按下列规则分别评分并累计: 1 采用整体化定型设计的厨房,得3分; 2 采用整体化定型设计的卫浴间,得3分。		6分														
材料选用	7.2.7	选用本地生产的建筑材料,评价总分为10分,根据施工现场500km以内生产的建筑材料重量占建筑材料总重量的比例按下表的规则评分。 <table><tr><td>施工现场500km以内生产的建筑材料重量占建筑材料总重量的比例 R_{lm}</td><td>得分</td></tr><tr><td>$60\% \leq R_{lm} < 70\%$</td><td>6</td></tr><tr><td>$70\% \leq R_{lm} < 90\%$</td><td>8</td></tr><tr><td>$R_{lm} \geq 90\%$</td><td>10</td></tr></table>		施工现场500km以内生产的建筑材料重量占建筑材料总重量的比例 R_{lm}	得分	$60\% \leq R_{lm} < 70\%$	6	$70\% \leq R_{lm} < 90\%$	8	$R_{lm} \geq 90\%$	10	10分					
施工现场500km以内生产的建筑材料重量占建筑材料总重量的比例 R_{lm}	得分																
$60\% \leq R_{lm} < 70\%$	6																
$70\% \leq R_{lm} < 90\%$	8																
$R_{lm} \geq 90\%$	10																
					节材与材料资源利用评分表				图集号	15J904							
					审核	刘 洪	刘 洪	校对	刘俊吉	刘俊吉	设计	聂仕兵	聂仕兵	页	G12		

节材与材料资源利用	评分项	类别	编号	条文内容	分值	是否参评	得分	达标说明										
			7.2.8	现浇混凝土采用预拌混凝土,评价分值为10分。	10分													
			7.2.9	建筑砂浆采用预拌砂浆,建筑砂浆采用预拌砂浆的比例达到50%,得3分;达到100%,得5分。	5分													
		材料选用	7.2.10	合理采用高强建筑结构材料,评价总分值为10分,并按下列规则评分: 1 混凝土结构: 1) 根据400MPa级及以上受力普通钢筋的比例,按下表的规则评分,最高得10分。 <table border="1"><tr><td>400MPa级及以上受力普通钢筋比例 R_{sb}</td><td>得分</td></tr><tr><td>$30\% \leq R_{sb} < 50\%$</td><td>4</td></tr><tr><td>$50\% \leq R_{sb} < 70\%$</td><td>6</td></tr><tr><td>$70\% \leq R_{sb} < 85\%$</td><td>8</td></tr><tr><td>$R_{sb} \geq 85\%$</td><td>10</td></tr></table> 2) 混凝土竖向承重结构采用强度等级不小于C50混凝土用量占竖向承重结构中混凝土总量的比例达到50%,得10分。 2 钢结构: Q345及以上高强钢材用量占钢材总量的比例达到50%,得8分;达到70%,得10分; 3 混合结构: 对其混凝土结构部分和钢结构部分,分别按本条第1款和第2款进行评价,得分取前两项得分的平均值。	400MPa级及以上受力普通钢筋比例 R_{sb}	得分	$30\% \leq R_{sb} < 50\%$	4	$50\% \leq R_{sb} < 70\%$	6	$70\% \leq R_{sb} < 85\%$	8	$R_{sb} \geq 85\%$	10	10分			
			400MPa级及以上受力普通钢筋比例 R_{sb}	得分														
			$30\% \leq R_{sb} < 50\%$	4														
			$50\% \leq R_{sb} < 70\%$	6														
			$70\% \leq R_{sb} < 85\%$	8														
		$R_{sb} \geq 85\%$	10															
		7.2.11	合理采用高耐久性建筑结构材料,评价分值为5分。对混凝土结构,其中高耐久性混凝土用量占混凝土总量的比例达到50%;对钢结构,采用耐候结构钢或耐候型防腐涂料。	5分														
7.2.12	采用可再利用材料和可再循环材料,评价总分值为10分,并按下列规则评分: 1 住宅建筑中的可再利用材料和可再循环材料用量比例达到6%,得8分;达到10%,得10分。 2 公共建筑中的可再利用材料和可再循环材料用量比例达到10%,得8分;达到15%,得10分。	10分																
7.2.13	使用以废弃物为原料生产的建筑材料,评价总分值为5分,并按下列规则评分: 1 采用一种以废弃物为原料生产的建筑材料,其占同类建材的用量比例达到30%,得3分;达到50%,得5分。 2 采用两种及以上以废弃物为原料生产的建筑材料,每一种用量比例均达到30%,得5分。	5分																
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。	5分																
					总得分 Q_4													
					节材与材料资源利用评分表													
					图集号		15J904											
					审核 刘洪 刘洪 校对 刘俊吉 刘俊吉 设计 聂仕兵 聂仕兵		页 G13											

室内环境质量	控制项	编号	条文内容		是否满足		达标说明		
		8.1.1	主要功能房间的室内噪声级应满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118中的低限要求。						
		8.1.2	主要功能房间的外墙、隔墙、楼板和门窗的隔声性能应满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118中的低限要求。						
		8.1.3	建筑照明数量和质量应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB50034的规定。						
		8.1.4	采用集中供暖空调系统的建筑，房间内的温度、湿度、新风量等设计参数应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的规定。						
		8.1.5	在室内设计温、湿度条件下，建筑围护结构内表面不得结露。						
		8.1.6	屋顶和东、西外墙隔热性能应满足现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176的要求。						
		8.1.7	室内空气中的氨、甲醛、苯、总挥发性有机物、氡等污染物浓度应符合现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T18883的有关规定。						
	评分项	类别	编号	条文内容		分值	是否参评	得分	达标说明
		室内声环境	8.2.1	主要功能房间室内噪声级，评价总分为6分。噪声级达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得3分；达到高要求标准限值，得6分。		6分			
			8.2.2	主要功能房间的隔声性能良好，评价总分为9分，并按下列规则分别评分并累计： 1 构件及相邻房间之间的空气声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得3分；达到高要求标准限值，得5分； 2 楼板的撞击声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得3分；达到高要求标准限值，得4分。		9分			
			8.2.3	采取减少噪声干扰的措施，评价总分为4分，并按下列规则分别评分并累计： 1 建筑平面、空间布局合理，没有明显的噪声干扰，得2分； 2 采用同层排水或其他降低排水噪声的有效措施，使用率不小于50%，得2分。		4分			
8.2.4			公共建筑中的多功能厅、接待大厅、大型会议室和其他有声学要求的重要房间进行专项声学设计，满足相应功能要求，评价分值为3分。		3分				
室内光环境与视野		8.2.5	建筑主要功能房间具有良好的户外视野，评价分值为3分。对居住建筑，其与相邻建筑的直接间距超过18m；对公共建筑，其主要功能房间能通过外窗看到室外自然景观，无明显视线干扰。		3分				

室内环境质量评分表										图集号		15J904									
审核		刘洪		刘洪		校对		刘俊吉		刘俊吉		设计		聂仕兵		聂仕兵		页		G14	

类别	编号	条文内容	分值	是否参评	得分	达标说明												
室内环境质量	室内光环境与视野	8.2.6 主要功能房间的采光系数满足现行国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033 的要求，评价总 分值为8分，并按下列规则评分： 1 居住建筑：卧室、起居室的窗地面积比达到1/6，得6分；达到1/5，得8分； 2 公共建筑：根据主要功能房间采光系数满足现行国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033 要求的面积比例，按下表的规则评分，最高得8分。 <table><tr><th>面积比例 R_A</th><th>得分</th></tr><tr><td>$60\% \leq R_A < 65\%$</td><td>4</td></tr><tr><td>$65\% \leq R_A < 70\%$</td><td>5</td></tr><tr><td>$70\% \leq R_A < 75\%$</td><td>6</td></tr><tr><td>$75\% \leq R_A < 80\%$</td><td>7</td></tr><tr><td>$R_A \geq 80\%$</td><td>8</td></tr></table>	面积比例 R_A	得分	$60\% \leq R_A < 65\%$	4	$65\% \leq R_A < 70\%$	5	$70\% \leq R_A < 75\%$	6	$75\% \leq R_A < 80\%$	7	$R_A \geq 80\%$	8	8分			
		面积比例 R_A	得分															
	$60\% \leq R_A < 65\%$	4																
	$65\% \leq R_A < 70\%$	5																
$70\% \leq R_A < 75\%$	6																	
$75\% \leq R_A < 80\%$	7																	
$R_A \geq 80\%$	8																	
8.2.7 改善建筑室内天然采光效果，评价总分为14分，并按下列规则分别评分并累计： 1 主要功能房间有合理的控制眩光措施，得6分； 2 内区采光系数满足采光要求的面积比例达到60%，得4分； 3 根据地下空间平均采光系数不小于0.5%的面积与首层地下室面积的比例，按下表的规则评 分，最高得4分。 <table><tr><th>面积比例 R_A</th><th>得分</th></tr><tr><td>$5\% \leq R_A < 10\%$</td><td>1</td></tr><tr><td>$10\% \leq R_A < 15\%$</td><td>2</td></tr><tr><td>$15\% \leq R_A < 20\%$</td><td>3</td></tr><tr><td>$R_A \geq 20\%$</td><td>4</td></tr></table>	面积比例 R_A	得分	$5\% \leq R_A < 10\%$	1	$10\% \leq R_A < 15\%$	2	$15\% \leq R_A < 20\%$	3	$R_A \geq 20\%$	4	14分							
面积比例 R_A	得分																	
$5\% \leq R_A < 10\%$	1																	
$10\% \leq R_A < 15\%$	2																	
$15\% \leq R_A < 20\%$	3																	
$R_A \geq 20\%$	4																	
室内热湿环境	8.2.8 采取可调节遮阳措施，降低夏季太阳辐射得热，评价总分为12分。外窗和幕墙透明部分中， 有可控遮阳调节措施的面积比例达到25%，得6分；达到50%，得12分。	12分																
	8.2.9 供暖空调系统末端现场可独立调节，评价总分为8分。供暖、空调末端装置可独立启停的主 要功能房间数量比例达到70%，得4分；达到90%，得8分。	8分																

室内环境质量评分表			图集号	15J904						
审核	刘洪	刘洪	校对	刘俊吉	刘俊吉	设计	聂仕兵	聂仕兵	页	G15

类别		编号	条文内容	分值	是否参评	得分	达标说明																		
室内环境 质量	评分项	室内空 气 质 量	8.2.10 优化建筑空间、平面布局和构造设计，改善自然通风效果，评价总分为13分，并按下列规则评分： 1 居住建筑：按下列2项的规则分别评分并累计： 1) 通风开口面积与房间地板面积的比例在夏热冬暖地区达到10%，在夏热冬冷地区达到8%，在其他地区达到5%，得10分； 2) 设有明卫，得3分。 2 公共建筑：根据在过渡季典型工况下主要功能房间平均自然通风换气次数不小于2次/h的面积比例，按下表的规则评分，最高得13分。 <table><tr><th>面积比例 R_R</th><th>得分</th></tr><tr><td>$60\% \leq R_R < 65\%$</td><td>6</td></tr><tr><td>$65\% \leq R_R < 70\%$</td><td>7</td></tr><tr><td>$70\% \leq R_R < 75\%$</td><td>8</td></tr><tr><td>$75\% \leq R_R < 80\%$</td><td>9</td></tr><tr><td>$80\% \leq R_R < 85\%$</td><td>10</td></tr><tr><td>$85\% \leq R_R < 90\%$</td><td>11</td></tr><tr><td>$90\% \leq R_R < 95\%$</td><td>12</td></tr><tr><td>$R_R \geq 95\%$</td><td>13</td></tr></table>	面积比例 R_R	得分	$60\% \leq R_R < 65\%$	6	$65\% \leq R_R < 70\%$	7	$70\% \leq R_R < 75\%$	8	$75\% \leq R_R < 80\%$	9	$80\% \leq R_R < 85\%$	10	$85\% \leq R_R < 90\%$	11	$90\% \leq R_R < 95\%$	12	$R_R \geq 95\%$	13	13分			
			面积比例 R_R	得分																					
			$60\% \leq R_R < 65\%$	6																					
			$65\% \leq R_R < 70\%$	7																					
			$70\% \leq R_R < 75\%$	8																					
$75\% \leq R_R < 80\%$	9																								
$80\% \leq R_R < 85\%$	10																								
$85\% \leq R_R < 90\%$	11																								
$90\% \leq R_R < 95\%$	12																								
$R_R \geq 95\%$	13																								
8.2.11	气流组织合理，评价总分为7分，并按下列规则分别评分并累计： 1 重要功能区域供暖、通风与空调工况下的气流组织满足热环境设计参数要求，得4分； 2 避免卫生间、餐厅、地下车库等区域的空气和污染物串通到其他空间或室外活动场所，得3分。	7分																							
8.2.12	主要功能房间中人员密度较高且随时间变化大的区域设置室内空气质量监控系统，评价总分为8分，并按下列规则分别评分并累计： 1 对室内的二氧化碳浓度进行数据采集、分析，并与通风系统联动，得5分； 2 实现室内污染物浓度超标实时报警，并与通风系统联动，得3分。	8分																							
8.2.13	地下车库设置与排风设备联动的一氧化碳浓度监测装置，评价分值为5分。	5分																							
				总得分 Q_5																					
				室内环境质量评分表		图集号	15J904																		
				审核 刘 洪 刘 洪 校对 刘俊吉 刘 俊 设计 聂仕兵 聂仕兵		页	G16																		

提高与创新	类别	编号	条文内容			分值	是否参评	得分	达标说明				
	性能提高	11.2.1	围护结构热工性能比国家现行相关建筑节能设计标准的规定高20%，或者供暖空调全年计算负荷降低幅度达到15%，评价分值为2分。			2分							
		11.2.2	供暖空调系统的冷、热源机组能效均优于现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定以及现行有关国家标准能效节能评价值的要求，评价分值为1分。对电机驱动的蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组，直燃型和蒸汽型溴化锂吸收式冷（温）水机组，单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空调机组，多联式空调（热泵）机组，燃煤、燃油和燃气锅炉，其能效指标比现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189规定值的提高或降低幅度满足下表的要求；对房间空气调节器和家用燃气热水炉，其能效等级满足现行有关国家标准规定的1级要求。			1分							
										机组类型		能效指标	提高或降低幅度
										电机驱动的蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组		制冷性能系数（COP）	提高12%
										溴化锂吸收式冷水机组	直燃型	制冷、供热性能系数（COP）	提高12%
											蒸汽型	单位制冷量蒸汽耗量	降低12%
										单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空调机组		能效比（EER）	提高12%
										多联式空调（热泵）机组		制冷综合性能系数【IPLV（C）】	提高16%
										锅炉	燃煤	热效率	提高6个百分点
		燃油燃气	热效率	提高4个百分点									
	11.2.3	采用分布式热电冷联供技术，系统全年能源综合利用率不低于70%。			1分								
	11.2.4	卫生器具的用水效率均达到国家现行有关卫生器具用水效率等级标准规定的1级。			1分								
	11.2.5	采用资源消耗少和环境影响小的建筑结构。			1分								
	11.2.6	对主要功能房间采取有效的空气处理措施。			1分								
	11.2.7	室内空气中的氨、甲醛、苯、总挥发性有机物、氡、可吸入颗粒物等污染物浓度不高于现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T18883 规定限值的70%。			1分								
	创新	11.2.8	建筑方案充分考虑建筑所在地域的气候、环境、资源，结合场地特征和建筑功能，进行技术经济分析，显著提高能源资源利用效率和建筑性能。			2分							
		11.2.9	合理选用废弃场地进行建设，或充分利用尚可使用的旧建筑。			1分							
11.2.10		应用建筑信息模型（BIM）技术，在建筑的规划设计、施工建造和运行维护阶段中的一个阶段应用，得1分；两个或两个以上阶段应用，得2分。			2分								
11.2.11		进行建筑碳排放计算分析，采取措施降低单位建筑面积碳排放强度。			1分								
11.2.12		采取节约能源资源、保护生态环境、保障安全健康的其他创新，并有明显效益。采取一项，得1分；采取两项及以上，得2分。			2分								
总得分 Q8													
注：加分项的附加得分为各加分项得分之和。当附加得分大于10分时，应取为10分。			提高与创新评分表										
			图集号				15J904						
			审核 刘 洪 刘 洪 校对 刘俊吉 刘俊吉 设计 聂仕兵 聂仕兵				页 G17						

砾石聚合物仿石地坪相关技术资料

1. 产品简介

砾石聚合物仿石地坪系统是一种经济的、富于创意和环境友好的地坪技术系统：其采用高强度混凝土，现场摊铺浇筑，一次成型；通过对混凝土添加特殊外加剂、染色分散剂及多种骨料，使用进口工具进行表面面层修饰，以达到独特的装饰效果和高强的耐用性能。

2. 产品特点

仿石地坪是高科技环保材料及铺装技术，其选用荒废骨料利用特殊工艺实现仿石效果，具有高承载、高耐久、可轻松实现单板块大体量，弧线、圆圈等异形铺装效果、色彩质感丰富、防滑性能高、绿色环保的特点。本产品适用于各种地面铺装。

3. 性能指标

(1) 天然砾石聚合物地坪面层，骨料固结牢固、显露充分、分布均衡、色彩均匀，面层效果细腻。

(2) 50次抗冻融符合国家《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》检测标准（质量损失率 $\leq 2.5\%$ ，强度损失率 $\leq 15\%$ ）；

(3) 抗压强度符合国家《普通混凝土力学性能试验方法标准》检测标准；

(4) 抗折强度符合国家《普通混凝土力学性能试验方法标准》检测标准；

(5) 耐酸雨腐蚀性能符合北京市建设工程质量检测中心 WL08—01 检测标准；

(6) 平整度符合《城市道路设计规范》标准和《市政道路工程质量检验评定标准》标准（平整度 $\leq 10\text{mm}$ ）。

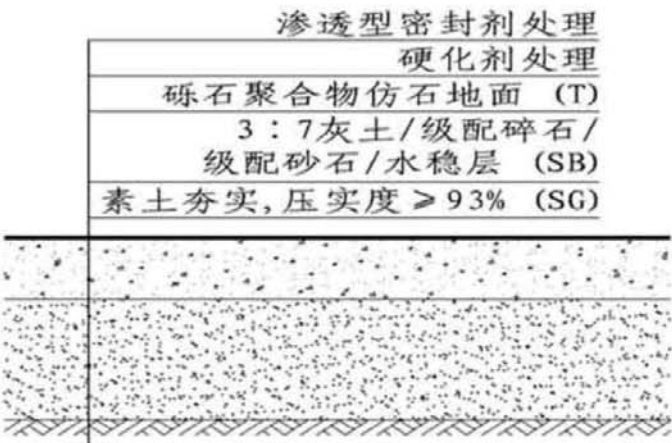
4. 小样展示



注：本页根据北京中景橙石生态艺术地面科技股份有限公司提供的技术资料编制。

砾石聚合物仿石地坪相关技术资料

5. 构造做法及选用表



砾石聚合物仿石地坪构造做法

砾石聚合物仿石地坪结构厚度选用表

砾石聚合物仿石地坪各层厚度 (mm)				
应用范围	砾石聚合物 仿石地坪 强度	砾石聚合 物仿石地 坪(T)厚度	垫层(SB)厚度 级配碎石/级配砂石 /三七灰土/水稳层	基层(SG) 素土夯实 (压实系数)
人行地面	C25or 更高	100	300	>0.93
小型车地面	C25or 更高	150	300	>0.93
中型车路地面	C25or 更高	200	300	>0.93

6. 工程实例照片



珠海长隆海洋王国乐园



诺基亚广场

注：本页根据北京中景橙石生态艺术地面科技股份有限公司提供的技术资料编制。

金圆榫卯空心砌块产品相关资料

金圆榫卯空心砌块的主要性能指标

序号	项目	指标		序号	项目	指标		
1	密度(kg/m³)	1450		6	抗冻性	F75		
2	抗压强度	≥30		7	抗震(烈度/层)	8度	6层	
3	耐火极限 (240 厚墙体)	4h	1200℃	8	质量损失	≤0.8%		
				9	强度损失	≤20%		
4	碳化系数	≥0.85		10	隔声(dB) (墙体 240mm, 面密度 352kg/m²)	49 (-2; -8)		
5	软化系数	≥0.85						

1. 产品简介

金圆榫卯空心砌块是一种扣压穿合式抗震连锁结构砌块，该砌块为长方体中空造型，背面设有凹槽，顶面设有可固定于凹槽中的凸块，中间有圆形孔洞（孔洞率 33%）。通过内框架多柱结构与榫卯穿合连锁结构相结合，实现了建筑物的“箱体化”，增加了建筑物整体性。

该产品采用无污染无辐射的工业尾矿、冶炼废渣、建筑垃圾、沙漠荒砂等各类大宗固废为原料，添加率为 75%~85%，可就地取材生产，不侵占良田。该产品以主要原料配以少量无污染的“离子凝固剂”和水泥由设备挤压成型，无需烧制，经蒸压养护 5~8h 后可投入使用。

2. 适用范围

制品	规格 (mm)	适用范围
金圆榫卯空心砌块	480×240×120	全国不同的建筑气候区，非抗震设计和抗震设防烈度为 6 度到 8 度地区的低层和多层承重混凝土小型空心砌块墙体建筑、堤坝护坡、桥体路基等
	240×240×120	

3. 性能特点

金圆榫卯空心砌块采用榫卯互锁原理砌筑，墙内灌注芯柱，无需框架和粘接施工，省工省料、并具有良好的抗震性能。

产品采用大宗固废为原料大比例添加，生产过程无烧制、无废渣废水排放、无有害添加，砌筑过程节时省料，低碳环保。



注：本页根据北京太极金圆新型材料技术有限公司的技术资料编制。

海纳迩屋顶种植系统和墙体绿化系统产品相关技术资料

1. 产品简介

海纳迩屋顶种植系统和墙体绿化系统为建筑物或构筑物的墙体和屋面的景观、防水、绿化、节能设计提供整体解决方案，集咨询设计、生产施工、维护养护为一体。

2. 适用范围

屋顶绿化：屋顶绿化全系统包含保温、防水、防根、蓄排水、种植等，具有自重轻、防水佳的特点，施工快捷、养护简单，适用于各类的混凝土、木质和轻钢屋面。

墙体绿化：适用范围广泛，包括建筑墙面、坡面、门庭、花架、棚架、阳台、廊、柱、栅栏、及建筑结构和设施上的绿化等。

3. 性能特点

屋顶绿化系统：（1）防水防根种植三位一体，施工快捷安全；（2）保水保肥技术可确保斜坡屋顶垂直绿化上的土壤基质不易流失；（3）卷材接缝处采用自动热风焊接技术，避免人为失误造成的漏水隐患；（4）根部均匀浇灌，避免滴管喷灌水分流失和浇水不匀；（5）可以智能浇灌，与外环境如土干、雨多等实现联动；（6）养护费低。除此之外，在斜坡屋顶上的特别功能还有：（1）基层抹平即可，无需预埋件；（2）防滑防风、保土保水保肥技术，（3）确保斜坡上土不下滑，均匀分布，且植物生长均匀。

墙体绿化铺贴式种植系统：（1）无需骨架节约成本；（2）景观自然美观；（3）高墙绿化无高空坠落风险；（4）防水阻根；（5）平面浇灌防堵塞；（6）超轻超薄；（7）养护费低，（8）适应性强：柔性铺贴式种植系统在混凝土墙、砖墙、金属板墙、玻璃幕墙、木板墙、石膏板各种材质基层面或曲面上均可使用。



注：本页根据（海纳迩）上海绿墙绿化有限公司提供的技术资料编制。

兴安加气产品相关技术资料

1. 产品简介

兴安蒸压加气混凝土自保温砌块是以硅质材料（石英砂、粉煤灰）、钙质材料（石灰、水泥）和发气剂为主要原料，辅以专有配方与工艺控制技术，经过配料搅拌、浇筑、预养、切割、蒸压等工艺过程制备成的轻质多孔材料。与传统砌块相比，大大降低了导热系数，具有导热系数低、强度高、吸声效果好、耐火防火等特点，作为单一墙体既能满足65%节能要求，是一种新型绿色建筑围护材料。

2. 性能特点

由蒸压加气混凝土自保温砌块为主组成的自保温加气混凝土体系，具有如下优势：

- （1）单一产品配套相应辅材即能满足建筑节能要求，无需二次保温，工序简便，提高施工效率；
- （2）体系采用无机材料制作，满足A级不燃要求；
- （3）设计应用与建筑同寿命，无后期维护成本；
- （4）具有高强度、便于装饰等特点；
- （5）干法施工工艺与薄抹灰工艺减少砂浆的用量，节省材料，降低建筑自重；
- （6）降低工程造价，具有长期经济效益。

自保温砌块常用规格

长度（mm）	宽度（mm）	高度（mm）
600	50、100、120、150、180、	200、240、
	200、240、250、300、350	250、300
注：应用厚度以节能计算要求为准，有特殊要求尺寸可按设计要求生产。		

2. 成品及实例



自保温砌块



应用实例



应用实例



应用实例

注：本页根据河南兴安新型建筑材料有限公司提供的技术资料编制。

DFZ 防水保温一体化系统

1. 产品简介

DFZ 防水保温一体化系统由防水层、防水保温层等组成。防水、保温机械喷涂施工，一次成型。打破传统屋面先做保温后做防水的施工模式，延长了防水层使用年限，提高了保温效果，降低了施工成本。该系统绿色环保，施工简便速度快，使用效果好。

2. 适用范围

适用于各种新建、改建、扩建的坡屋面、平屋面、种植屋面、车库顶板、轻钢结构屋面等系统。

3. 性能特点

(1) 该系统机械化程度高，整体性好。防水、保温、找坡三道施工都采用机械喷涂，使整个屋面每层都形成完整的无缝隙整体。保温层得到完全保护而不易被氧化，保温效果得到有效的发挥。防水层采用无缝隙施工，使防水功能完全得到发挥。特别适合异型部位防水层的施工。

(2) 施工简便，速度及效率较高。1000 m²的屋面防水加保温施工只需 4 个工日。

(3) 保温效果及性能较好。采用优质的保温材料，保温材料的导热系数较小，适用范围较广。

(4) 重量轻，减轻了屋面荷载，节省了建筑材料，比传统屋面降低了重量。

(5) 总体造价成本低。DFZ 防水保温一体化系统节省了工序、缩短了工期、节约了人工、降低了成本，经济适用性较好。



注：本页根据北京建中防水保温工程集团有限公司提供的技术资料编制。

高分子自粘（非沥青）防水卷材

1. 产品简介

DFZ 高分子自粘防水卷材（EPDM 卷材），采用三元乙丙橡胶与卷材专用配套粘接胶组成；在材料生产过程中，直接在卷材上涂胶，粘结力强，便于施工。解决卷材易起鼓、地下室外墙易脱落现象，从而达到地下室不再渗水的目的。延伸率可达 450%，针对异形结构及易变形结构有着较强的防水效果。

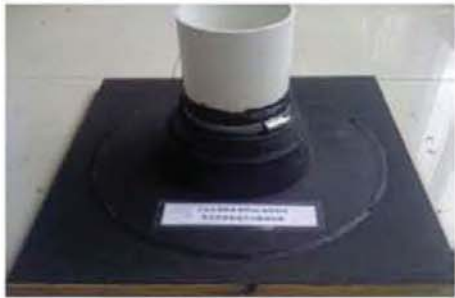
2. 适用规格

规格：1m（宽）×20m（长）

制品	厚度 (mm)	主要材料	适用范围
DFZ 高分子自粘防水卷材	1.2	三元乙丙橡胶	适用于我国南北方各种外覆防水和有保护层的屋面、地下室、蓄水池、卫生间、隧道、地铁、桥梁、堤坝等
	1.5	三元乙丙橡胶	

3. 性能特点

- (1) 冷施工、无毒、无污染物、节能环保。
- (2) 耐老化，使用寿命长；耐腐蚀、耐紫外线照射；耐候性、适用性及耐根穿刺性能较强。
- (3) 柔韧性好，粘结性强。异型部位施工效果好。重量轻，每平方米约 1.8kg，外墙粘贴不易脱落，可二次粘贴。
- (4) 该产品可以湿铺、预铺，可直接粘贴，粘贴牢靠，省事省工。



注：本页根据北京建中防水保温工程集团有限公司提供的技术资料编制。

罗德遮阳采光系统相关技术资料

1. 健康遮阳理念简介:

罗德遮阳采光系统将遮阳系统与光学原理相结合,通过多项技术手段,改变了遮阳系统的传统理念。在高效遮阳的同时,可以将适度的自然光导入室内。既能防止室内过热及眩光,又能增强自然采光,且保持良好的室外视野;实现制冷/照明双重节能。让建筑与自然光和谐相处,为用户打造健康、舒适的室内环境。

2. 日光百叶特点介绍:

- 高效遮阳同时实现日光导入,增进室内纵深自然采光效果,大幅降低室内照明能耗;
- 高效遮阳同时实现极佳的视觉通透,遮阳而不遮挡视线;
- 超高的遮阳效率,SHGC 值(太阳得热系数)可降到 0.1 以下,超过 90% 的太阳辐射能量反射回室外,实现“被动制冷”(Passive Cooling),大幅降低空调制冷负荷;
- 针对冬夏季节不同的遮阳需求做出不同的智能反馈:夏季高效遮阳;冬季可将尽量多的能量导入室内,营造温暖的室内环境;
- 安装位置灵活(室外、室内、多层幕墙之间、玻璃夹层中置),应用广泛(玻璃幕墙、采光顶、门窗系统……),维护简便;
- 可在玻璃幕墙上实现动态媒体幕墙功能。

3. 防眩光太空卷帘(MF)系列特点介绍:

- 优秀的隔热效果,良好的眩光控制;
- 适宜的阳光导入,有效改善门窗及幕墙系统的 SC 和 U 值;
- 自由欣赏室外景色;
- 易维护使用寿命长;
- 单幅系统尺寸可以做到 3m×8m;多种透光率薄膜材料可选;
- 彩色印花系列,可满足客户多元化个性需求;
- 根据幕墙/门窗系统定制,完美契合门窗结构,满足异型门窗遮阳需求;
- 100%隔绝紫外线,100%无毒材料。



金融机构/集团总部



机场



商业建筑



住宅



医疗卫生



政府机关

注:本页根据罗德联合(北京)日光技术设备有限公司提供的技术资料编制。

参编企业、联系人及电话

北京中景橙石生态艺术地面科技股份有限公司	董凌云	010-63701016
北京太极金圆新型材料技术有限公司	高凤琴	18612324480
(海纳迩) 上海绿墙绿化有限公司	余 露	18601668838
河南兴安新型建筑材料有限公司	司政凯	0371-85229333
北京建中防水保温工程集团有限公司	高 建	13601308936
罗德联合(北京)日光技术设备有限公司	阎兆一	010-57127533

技术资料来源

1. 本图集第A37、A38、241、242页根据北京中景橙石生态艺术地面科技股份有限公司提供的技术资料编制。
2. 本图集第D19~D21、243页根据北京太极金圆新型材料技术有限公司提供的技术资料编制。
3. 本图集A44~A47、244页根据（海纳迩）上海绿墙绿化有限公司提供的技术资料编制。
4. 本图集第D18、245页根据河南兴安新型建筑材料有限公司提供的技术资料编制。
5. 本图集第D22、246、247页根据北京建中防水保温工程集团有限公司提供的技术资料编制。
6. 本图集第E50~E53、248页根据罗德联合（北京）日光技术设备有限公司提供的技术资料编制。
7. 本图集第E34~E36页内容参考《博物馆天然采光指南Daylighting Museums Guide》编制。
8. 本图集第E64页内容参考《太阳辐射·风·自然光—建筑设计策略》 [美]G·Z·布朗 马克·德凯著编制。