

建筑设计的材料语言

主 编 褚智勇
副主编 王晓川 罗 奇
编 委 翟景峰 吴可欢 王 进 吴道宪 蔡 军
林玉娟 尹屹立 蒋 锋 刘晓霞 崔淑艳
刘欣彦



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本书主要从建筑设计创新和建筑设计方法论的角度来分析建筑外表面材料及其构造,通过对材料的特性及形式、具体实例、具体构造的分析,使建筑师对建筑饰面材料能够有清晰、系统的理论认识。本书可作为建筑学专业学生、职业建筑师学习建筑设计、建筑材料及构造的参考书,同时也可为建材生产、安装厂商等提供建筑设计选用产品的相关信息。

图书在版编目(CIP)数据

建筑设计的材料语言 / 褚智勇主编. —北京: 中国电力出版社, 2006
ISBN 978-7-5083-3999-3

I. 建... II. 褚... III. 建筑材料; 装饰材料—研究 IV. TU56

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第044943号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑: 梁瑶 责任印制: 陈焊彬 责任校对: 罗凤贤

北京盛通彩色印刷有限公司印刷·各地新华书店经售

2006年5月第1版·2007年6月第2次印刷

889mm×1194mm·1/16·16.5印张·653千字

定价: 88.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话(010-88386685)

前言

建筑的目的是提供人们一定物质功能作用、一定精神作用的建筑空间及形式。建筑设计这门古老的学科是一门实践性很强的学科，它不仅需要本领域的理论更新，还需要其他相关领域如结构科学、材料科学的知识支撑。随着科学技术的发展，建筑所涉及的领域越来越多，范围也越来越广。建筑设计也已突破了原有的常规方式，原来建筑设计中较为强调的平面构成、体块组合、建筑空间变化等传统设计方法正慢慢穷尽，同时经济和技术的飞速发展给建筑提供了更多的解决方案。在设计中强调建筑材料、建筑材料的使用及构造方法，通过材料及构造的变化达到形式的更新正越来越多地成为建筑师创新的另一个重要手段。这从国内近期的许多重大的、有影响的工程，如中国国家游泳中心（水立方）、2008年北京奥运会主会场（鸟巢）、中国国家大剧院的设计中也可初见端倪。

建筑设计的整个过程不仅仅是建筑方案的设计，一个好的建筑作品除了需要好的方案外，施工图设计以及施工现场的控制都是必不可少的，这就需要建筑师不仅有开放的思维和创造力，还必须具备将方案实施为现实的能力，这其中，材料及构造的推敲同样是必不可少的内容之一，仅仅依靠国内常见的各种建筑构造通用（标准）图集是很难有创新的设计的。

国内的建筑学高等教育及职业建筑师的继续教育对建筑材料及构造在建筑设计中的重要性还未作出应有的反应，设计教育很多时候还局限于玩弄平面形式、立面形式、体块形式、空间变化、图面表达效果的游戏。建筑设计实践中，由于缺乏扎实的材料及构造知识，建筑师的设计往往出现建成后的实际效果与效果图大相径庭的现象，这与国外的情况正好相反。现实中有关材料及构造的相关教育主要以《建筑材料》、《建筑构造》类教科书为主。这些课程主要为建筑结构材料和少量常规装饰材料的基本理论以及传统的构造知识的介绍，缺少与现代建筑设计的有机联系，不能从根本上适应建筑学专业的教学要求。现有相关的出版物虽然数量众多，但由于更新速度较慢，所授知识相对老化，编写者又大多为非建筑设计类专业人员，因此缺少从建筑设计专业角度讲解新材料及其构造的书籍。这种现状给建筑设计专业的学生及职业建筑师的学习带来了较大的困难，许多同志在面对国内外优秀的建筑设计作品时常常会问：“这个特殊效果的建筑采用的是什么材料？我们在设计中可以用吗？如何应用？应用中应注意什么？构造的方法及详图如何？……”

本人作为从事建筑教育、建筑设计实践多年的建筑师在实践工作中同样面对上述这些问题。因此，我们编写本书，但愿能够回答上述问题，同时能够给我们的设计方法提供另外一些启示。这也是编写本书的初衷。

本书主要从建筑设计师的视野、从建筑设计创新以及建筑设计方法论的角度来研究建筑材料、建筑构造，力争通过对具体材料特性的分析、形式的产生、具体实例的分析、具体构造的分析等拓宽职业建筑师及建筑系学生的设计思路、丰富建筑设计的语言，使建筑师对建筑材料不仅能够具有清晰的、系统的理论认识，同时又能够具有一定的实际操作能力。

编写工作中，虽竭尽全力，但由于编者水平和时间所限以及建筑材料及构造知识的纷繁复杂，本书中错误在所难免，恳请业内专家、读者指正。如果本书能够对建筑师、建筑系学生的材料及构造的认识以及设计手法的提高有一点帮助的话，编著者将不胜欣慰。

褚智勇
于北京平乐园

图片鸣谢

图2-1, 2-7, 2-8, 2-9, 2-12, 6-24, 7-82, 8-7, 8-25由刘晓巍提供;

图4-4, 5-9, 7-66由翟景峰提供;

图7-41, 7-42, 7-87由蔡军提供;

图5-11~5-14由西班牙PRODEMA公司东亚总代理韩国SUNNIE公司提供;

图7-4由李彩斌提供;

图8-70由德国GKD公司北京办事处提供;

除注明者外, 其他所有国外部分建筑的图片实景由王晓川拍摄, 所有国内部分建筑实景、建材产品由褚智勇拍摄。本书中所有分析图及构造详图均由褚智勇整理。

详图说明

本书中所有详图仅供设计者参考, 不作为具体工程的实施依据。所有尺寸除注明者外单位均为毫米。

目 录

前言

第一章	总论	1
一	建筑材料及构造方式在建筑形式设计中的重要性	4
二	建筑师如何认识及运用建筑材料	5
三	建筑中常用的饰面材料	5
第二章	常用建筑涂料	7
第一节	外墙涂料	9
一	外墙涂料的特点	9
二	常用外墙涂料	9
三	涂料外墙的建筑设计	11
第二节	环氧树脂类地坪涂料	17
第三章	清水混凝土及装饰混凝土	19
第一节	清水混凝土	21
第二节	预制混凝土及装饰混凝土	26
第四章	砖(砌块、花格)砌体及面砖	29
第一节	清水砖(砌块)墙	31
第二节	双层墙体	33
第三节	预制混凝土花格以及特殊预制块	37
第四节	常用陶瓷面砖饰面	41
一	常用陶瓷类面砖	41
二	粘结类面砖	41
三	干挂法面砖及空心陶板	44
第五章	木材、木质人造板材	53
第一节	室内常用天然木材及人造板材	55
第二节	室外用防腐木材	56
一	木材防腐知识简介	56
二	防腐木板外墙的构造	57
第三节	室外用人造板材	62
一	室外用木质人造板材简介	62
二	室外用木质人造板材墙面构造	64
第六章	天然石材及石板幕墙	67
第一节	常用石材简介	69
一	天然石材特性简介	69
二	天然石材的表面加工处理	76
三	石材复合板	79
第二节	石材墙面、地面	81
第三节	石板幕墙	84

第七章	玻璃及玻璃类幕墙	97
第一节	常用建筑玻璃制品	100
第二节	玻璃幕墙	107
一	框架式玻璃幕墙	108
二	点支式全玻璃幕墙	121
三	全玻璃幕墙	132
四	玻璃幕墙的建筑设计	132
第三节	双层墙体及双层通风幕墙	136
一	玻璃幕墙外层的双层墙体	136
二	双层通风玻璃幕墙	143
第四节	玻璃幕墙及窗的节能	149
一	玻璃幕墙及窗的传热及对策	149
二	玻璃幕墙的面积比例	150
三	玻璃幕墙(窗)的遮阳体系	150
第五节	U型玻璃墙体系统	155
第六节	玻璃砖墙体系统	161
第八章	金属类板材及金属墙面屋面应用系统	167
第一节	金属的基本知识简介	169
一	概述	169
二	金属的防腐	169
三	建筑饰面材料中的金属	170
第二节	建筑常用金属及金属板材	171
一	铝、铝合金及铝合金板材	171
二	铜及铜合金	174
三	镀层钢板、涂层钢板、搪瓷钢板	179
四	不锈钢板	181
五	锌板(钛锌合金板)	184
六	铅板	187
七	钛板及钛合金板	187
八	未处理的高强度耐候钢板	189
第三节	金属面板形式及墙面应用系统	193
一	金属墙面应用系统的特点	193
二	常用金属面板的形式及其应用	194
第四节	金属屋面应用系统	219
一	金属屋面系统的特点	219
二	金属屋面形式及其构造特性	220
第九章	其他材料及其在建筑中的运用	231
第一节	透明塑料、薄膜	233
一	塑料知识简介	233
二	PMMA(有机玻璃)	234
三	PC(聚碳酸酯)板	236
四	ETFE薄膜	238
第二节	膜材及膜结构	240
结束语		245
后记		
参考文献及网站		

第四章 砖（砌块、花格）砌体及面砖



图4-1 德国柏林联邦政府公寓

第一节 清水砖(砌块)墙

砖最早应是作为结构材料出现的。由于砌体结构特性的限制以及建筑对于空间及形式的要求越来越高等原因,现在以砖及砌块为主体结构材料的建筑除了一些小型建筑外已经越来越少,然而以砖及砌块作为建筑内外饰面材料的建筑依然较多。

中国传统的砖主要为预制黏土砖(土胚)及烧结黏土实心砖。预制的黏土砖遇水后强度大幅度下降,因此仅限于干旱地区以及贫困年代使用,现在几乎已经销声匿迹了。烧结黏土砖主要以黏土为主要材料,经过制胚、干燥、烧结而成,根据烧制工艺差别形成砖红色及青灰色的黏土砖,这种烧制砖从视觉上让人易感受到温馨、自然、纯朴。国内常用的烧结实心砖规格为240mm×115mm×55mm。传统的烧制砖具有较好的耐候性及耐久性,这可以从国内多处保留完好的城墙、明清时代的古建筑得到证明。

清水砖墙在以砖或砖混作为结构形式时曾理所当然地成为一种形式并在一段时间内广为出现,随后的发展出现了掩盖砖墙自然面貌的处理,如墙体抹灰、抹灰后刷涂料、贴面砖甚至挂贴石板等,传统的清水砖墙一度受到了冷落,砖的生产精度也较早期大幅下降。随着我国现代化水平的提高,当我们的周围充斥着太多的现代材料及工艺时,我们开始逐渐对现代冰冷的材料感到厌倦,传统砖砌体的真实感、自然气息重新打动了现代的我们。

传统土胚烧制砖需毁田取土,与我国地少人多的国情相矛盾。随着时代的发展,农田保护、环境保护的观念逐渐深入人心,现在国家已经强调禁止使用实心黏土砖。传统的实心黏土砖逐渐发展为空心、多孔黏土砖,黏土烧制砖也逐渐被以替代矿物料及工业废料为主要原材料的烧结粉煤灰砖、烧结煤矸石砖、烧结页岩砖、蒸压粉煤灰砖、蒸压灰砂砖等所取代。

为了提高劳动效率,在传统小型砖块的基础上,人们创造出多种外形尺寸的砌块。国内常用的有混凝土及装饰混凝土空心砌块、轻骨料混凝土空心砌块、蒸压粉煤灰砌块、蒸压加气混凝土砌块、石膏砌块等,这些砌



图4-2 国内的混凝土砌块加工还未达到应有的质量



图4-3 传统建筑中常见的砖墙



图4-4 深圳万科中心砌块外墙

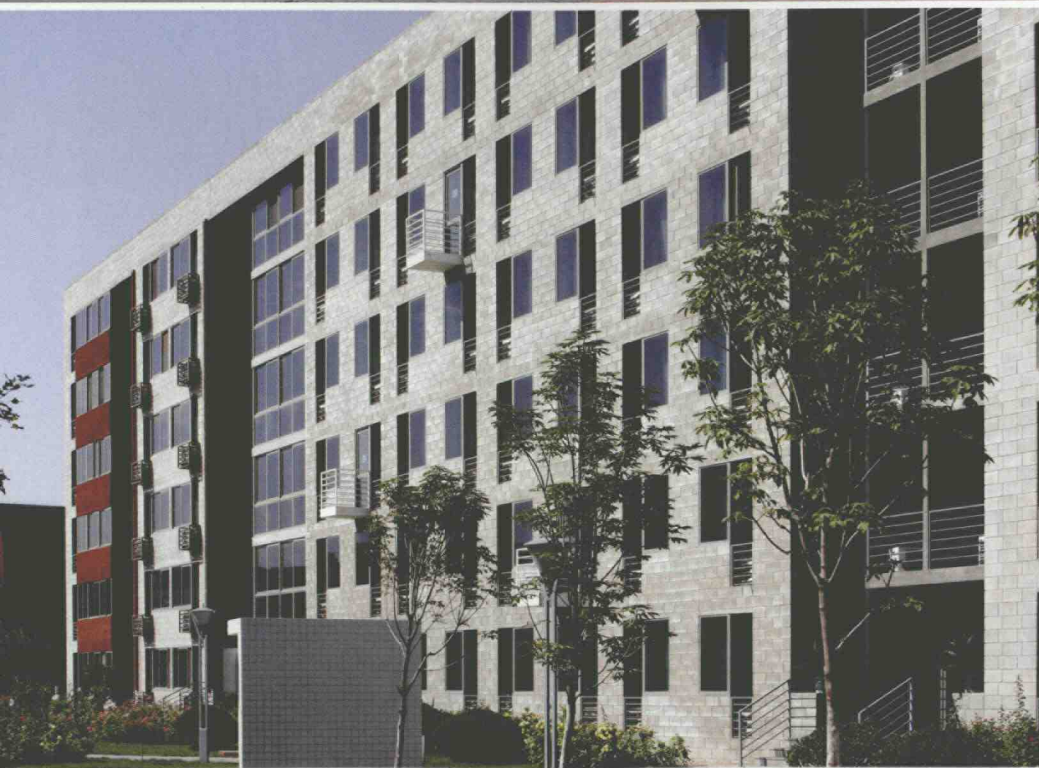


图4-5 北京大兴芦城工业区外研社国际会议中心——学员宿舍

建筑师：中国建筑设计研究院崔凯等

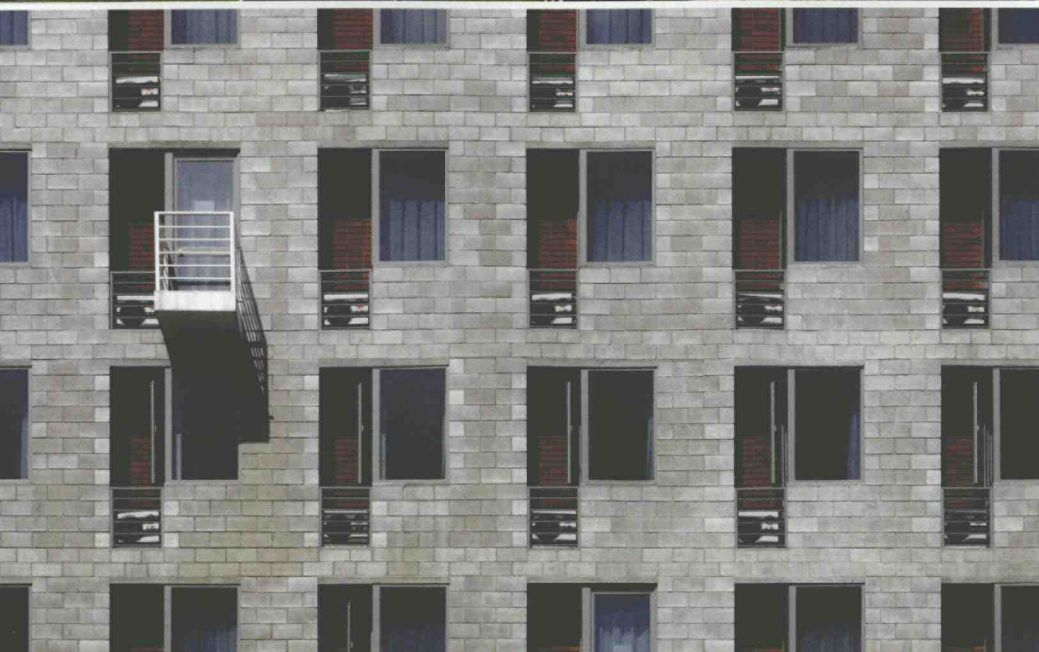


图4-6 北京大兴外研社国际会议中心学员宿舍外立面的韵律，混凝土砌块成了立面的显著特征之一。

块常用于不承重的框架填充墙体，对于建筑的形式没有任何影响。

除作为填充墙体材料使用外，混凝土空心砌块还可应用于承重墙体、清水外墙。为促进建筑砌块的产业化和规模化，完善砌块体系，建设部住宅产业化促进中心于2003年印发了《混凝土砌块建筑体系实用导则》，明确在诸如住宅、宿舍等空间单元较小、空间较为规整的建筑中推广砌块体系及清水砌块墙。然而由于国内砖及砌块加工精度较低，经常出现外观粗糙、色泽不一的情况，建筑师对砌块的模糊认识以及应用清水砌块墙的技术限制，砌砖施工人员的素质下降等原因，将其直接作为外墙表皮材料是有一定难度的。国内著名建筑师张永和设计的西南生物工程工业化中间试验基地是国内设计师对砌块外墙作为外表皮而非仅仅围护墙的一次成功尝试。中国建筑设计研究院崔恺等设计的外研社国际会议中心学员宿舍同样将砌块的结构承重性能以及自身的装饰美感完全表达出来。在室内设计中，同样可以清水砌块墙体作为分隔空间的界面和其他精致的墙面、顶棚、地面产生强烈的对比，形成特殊的视觉效果。

路易斯·康是早期现代主义大师中较多以砖作为外墙材料的，他的设计哲学之一是设计应该发挥材料自身的特点，他的许多以砖为主要材料的作品通过拱券等显示了砖的特性。

瑞士建筑师马里奥·博塔(Mario Botta)是当代用砖的大师之一，他的大部分作品以典型砖砌体特征、丰富的排列机理、强烈的几何形式感显示出浓郁的地方性而与其他当代建筑师的作品形成了显著的区别。

第二节 双层墙体

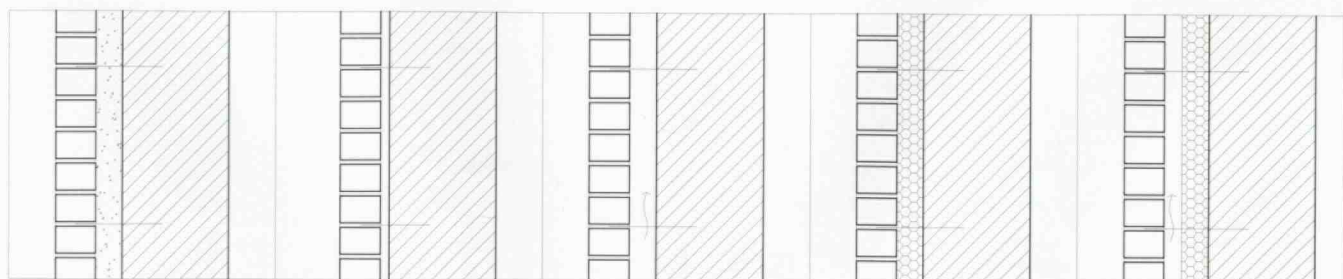
由于建筑的结构形式突破了砖墙体承重的模式，砖也就被解放出来，现在砖在建筑中更多的是作为围护材料及装饰材料出现。利用砖的装饰性及耐候性，以外层砖(砌块)砌体作为外饰面，以内层墙体作为承受主体结构作用的结构墙体或围护室内空间的非结构墙体，这种双层墙体是建筑设计中的一种常用的节能墙体做法。

由于外层墙体受室外自然风雨的影响，如采用清水墙体饰面时一般应选择不易透水的实心砖(砌)块，选用其他空心砌块时则应注意砌块的抗渗性能、砌块的壁厚、砌筑砂浆的性能、砖缝的处理等以适当地当地的雨水情况，避免雨水渗入。考虑到墙体自身的稳定性及经济性，一般外层墙体选用90~120mm厚的砖砌块墙体。

双层墙体从构造原理上主要有两种基本做法：一种是背后灌浆式砖砌体，即在砖砌体与结构墙间采用灌浆的方法(类似于传统石板的湿挂法)，砖砌体与结构墙体联为一体，其自身的稳定性较易得到保证，但缺点是易于受结构主体的变形影响而出现开裂，同时灌注的砂浆也易在砖表面形成“白霜”，因此现在已较少采用。双层墙体另一种做法则是两层墙体脱开，通过固定于结构墙体的承重构件承受外层墙体重力，通过金属连接件将外层拉结固定于内层稳定的(结构)墙体上。这种墙体脱开的双层墙体，外层砖砌体受主体结构影响相对较小。在内外层墙体间一般留有空气流通层，内层墙体的外侧可以做各种保温层，更利于墙体的节能、隔声。考虑外层墙体的自身稳定性，双层墙体一般适用于高度不大(一般为20m以下)的建筑，在一些特殊要求的建筑中则需要特殊的结构设计以验证外层砌体的稳定性。

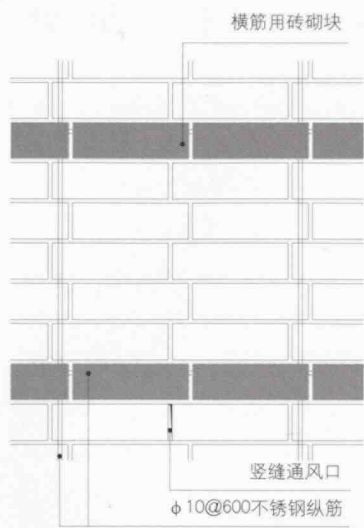
双层墙体，特别是有空气层及外保温层的双层墙体作为一种理想的墙体节能体系，在人们对环境、能源日益关注的今天无疑是值得推广的，它的应用在欧洲、日本的小型建筑中最为常见。在我国，由于受观念的影响、投资额的限制，这种双层墙体还较为少见，现知的已建成建筑有德国KBK设计公司设计的德国驻北京大使馆，据称其120mm厚度的浅黄色外层墙体采用了从瑞士进口的黏土砖，砖块尺寸与我国传统的红砖相同。

双层墙体的外层砖砌体作为外围护材料同时也是外饰面材料，其做法与传统的砖砌体较为类似，只不过砌体不承受主体结构荷载而只承受自身重量及所受作用。外层砖(砌体)块的排列、组合、构造方式可参考传统砖墙的方式。

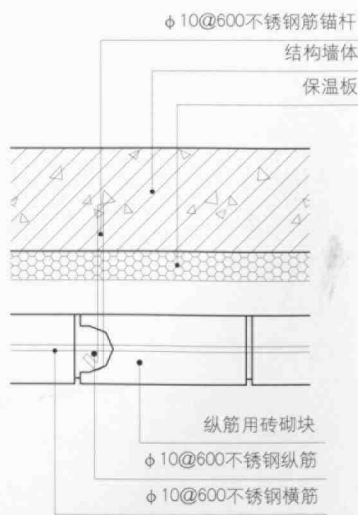


(a) 灌浆式双层墙体 (b) 无空气层无保温层双层墙体 (c) 有空气层无保温层双层墙体 (d) 无空气层有保温层双层墙体 (e) 有空气层有保温层双层墙体

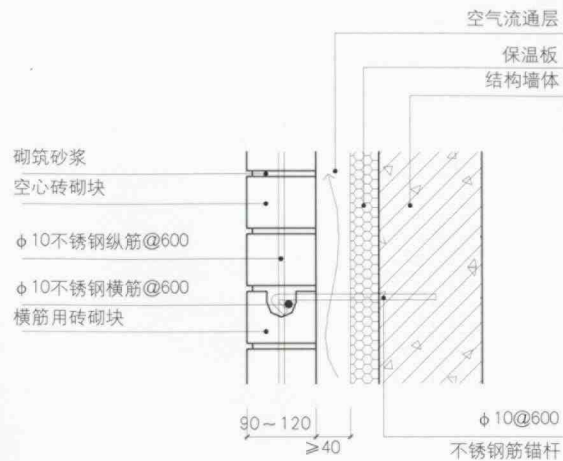
图4-7 双层墙体的几种典型模式



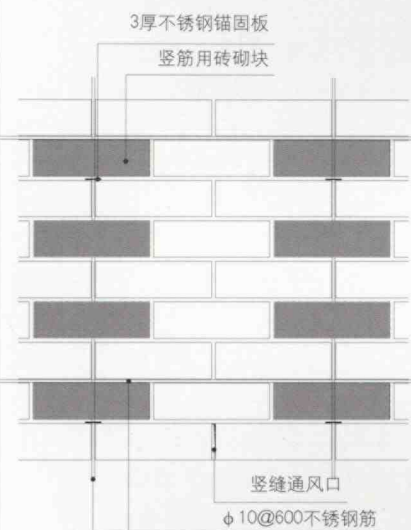
A 立面示意



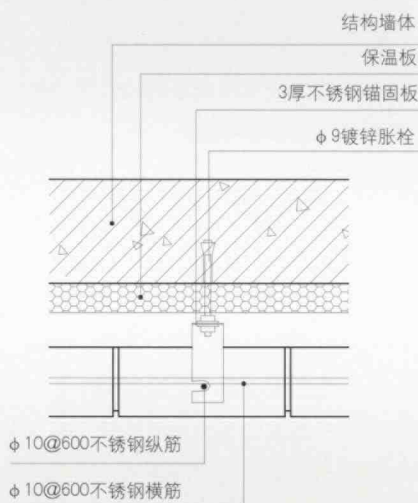
水平剖面



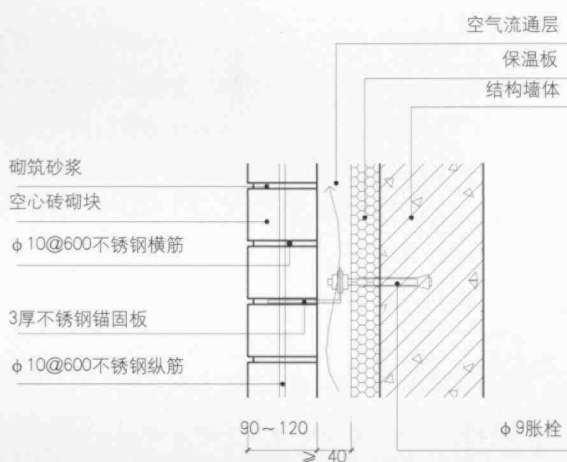
竖向剖面



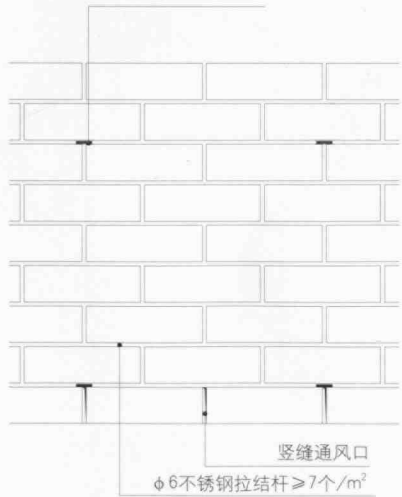
B 立面示意



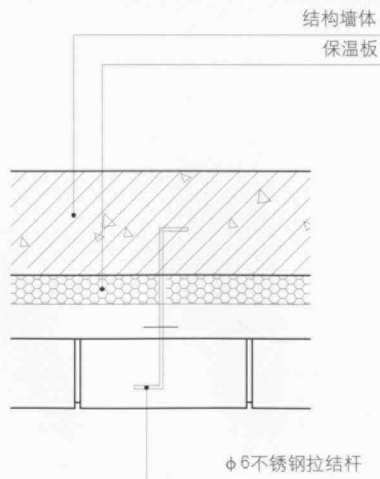
水平剖面



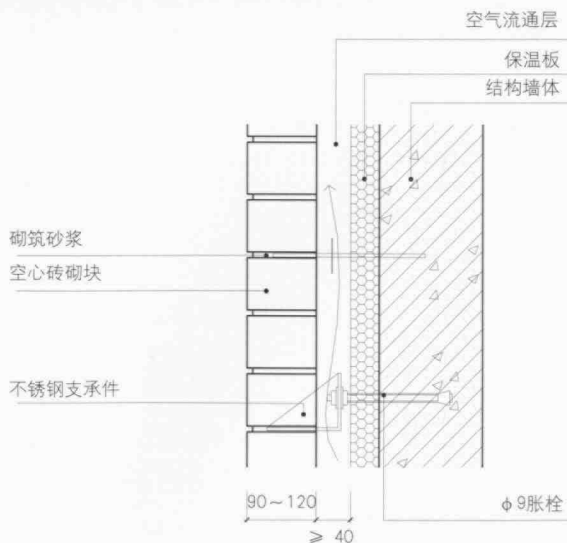
竖向剖面



C 立面示意



水平剖面



竖向剖面

图4-8 常用的双层墙体构造 (A、B为日本常用的方式, C为德国等欧洲国家常用的方式)



图4-9 德国柏林工业大学新图书馆，内敛、沉稳、简洁的建筑显示出成熟的平静的心态。



图4-10 德国柏林工业大学新图书馆双层墙体细部，窗户上部砖墙的透气竖缝。



图4-11 德国柏林弗雷德里希-埃伯特基金会 (Friedrich-Ebert-Stiftung)

建筑师：弗里兹·劳弗特里，亚瑟·马勒，福克汉得·韦伯 (Fritz Novotny, Arthur Mahner, Volkhand Weber)



图4-12 德国柏林弗雷德里希-埃伯特-史蒂芬基金会细部，墙体的透气竖缝是中空双层墙体的明显特征之一。



图4-13 德国柏林波茨坦广场上的克尔霍夫(Kollhoff-Gebäude)大楼是较为少见的以砌体作为外饰面的高层建筑

中空式墙体构造设计的重点主要在于外层砌体的支撑、稳定、模数、结构梁柱及门窗洞口的结合等。外层砌体通常以固定于结构墙体上的耐腐蚀的不锈钢件(如角钢、工字钢、槽钢)或混凝土结构直接挑出的牛腿作为承受重力的支撑结构,以不锈钢钢筋拉结网、拉结杆或拉结扁钢等将饰面砌体与主体结构联系在一起以抵抗水平荷载。由于金属件支撑断面小,形成的热量损失一般可忽略不计,混凝土牛腿断面大,一般需作保温处理。经过多年的实践检验,一般认为,拉结点水平及竖向的间距不宜超过600mm(德国标准规定为水平向间距 $\leq 750\text{mm}$,竖向间距 $\leq 500\text{mm}$),同时在门窗洞口部位、墙角部位等薄弱环节处应采取加强措施。具体的支撑及拉结方法不同的国家、不同的生产安装厂商以及不同的设计有所差异,但基本原理都是类似的。

第三节 预制混凝土花格以及特殊预制块

在古典建筑以及早期现代主义建筑时期,材料的选择受很大的限制,除了产自自然的石材、木材外,建筑师们利用仅有的几种人造材料中的砖、片瓦及预制混凝土创造出许多的具有浓厚装饰味道的花格,丰富了建筑设计的语言。随着时代的发展,材料选择范围的大幅扩大,对现代气息的追逐使现代的建筑师们逐渐忽略了这种传统的手法。当人们体验到太多的现代建筑的冷漠时,当人们重新审视传统的砖墙、片瓦墙、砖砌花格、混凝土预制花格时,它们的装饰性与人情味在现代设计略显冰冷的风格衬托下更加显现出浓厚的感染力、人文的关怀。对于传统花格形式的挖掘更多是在室内设计中得以体现,许多室内设计师将传统的瓦、砖、预制花格大片用于局部墙体,其形成的特殊质感与肌理在工业化特征较强的现代材料衬托下更显魅力。在建筑设计中采用一些类似花格的外墙构造同样能达到意想不到的效果,建筑师可以尝试使用。

传统的砖砌花格、混凝土预制花格的缺点主要在于其低成本导致的加工精度较低,许多传统建筑中的花格仔细看来凸凹不平、横竖不直,这也是它逐渐被建筑师舍弃的一个重要原因。时至今日,建筑的多元化已在国内日趋明显,如果应用现代的加工工艺,大幅提高其精致度,结合现代的设计手法及施工方法,古老的花格装饰一定能够在现代建筑中重新焕发异彩。

花格在建筑中可用于围护分隔墙体、建筑西墙的遮阳构件、观景窗、纯装饰墙体等,花格对视线、光线的既遮又露产生了

视觉上特殊的光影效果。为达到遮风挡雨的实际要求，运用于外墙时，可以结合封闭透明的玻璃墙体创造出特殊的外墙效果。

花格的空心部分所占比例较大，如何提高其结构稳定性是我们必须解决的问题。传统的花格墙体一般采用砂浆砌筑模式，预制混凝土花格为提高稳定性则在两个单元块间以钢筋插接，这种做法对于花格墙体的面积及高度均限制较大。为适应现代设计的要求，参照双层墙体的构造原理，通过拉结钢筋、锚固杆件等将其固定于稳定的结构构件上可以提供建筑师更大的选择余地。当然，面对一些特殊的设计，需要建筑师和结构工程师的共同努力。

同样，在建筑中利用混凝土的可塑性，采用特殊的混凝土预制砌块同样可以达到意想不到的效果。建于20世纪60年代的柏林IBM大楼的侧墙由于预制块的使用显示了特殊的标志效果。

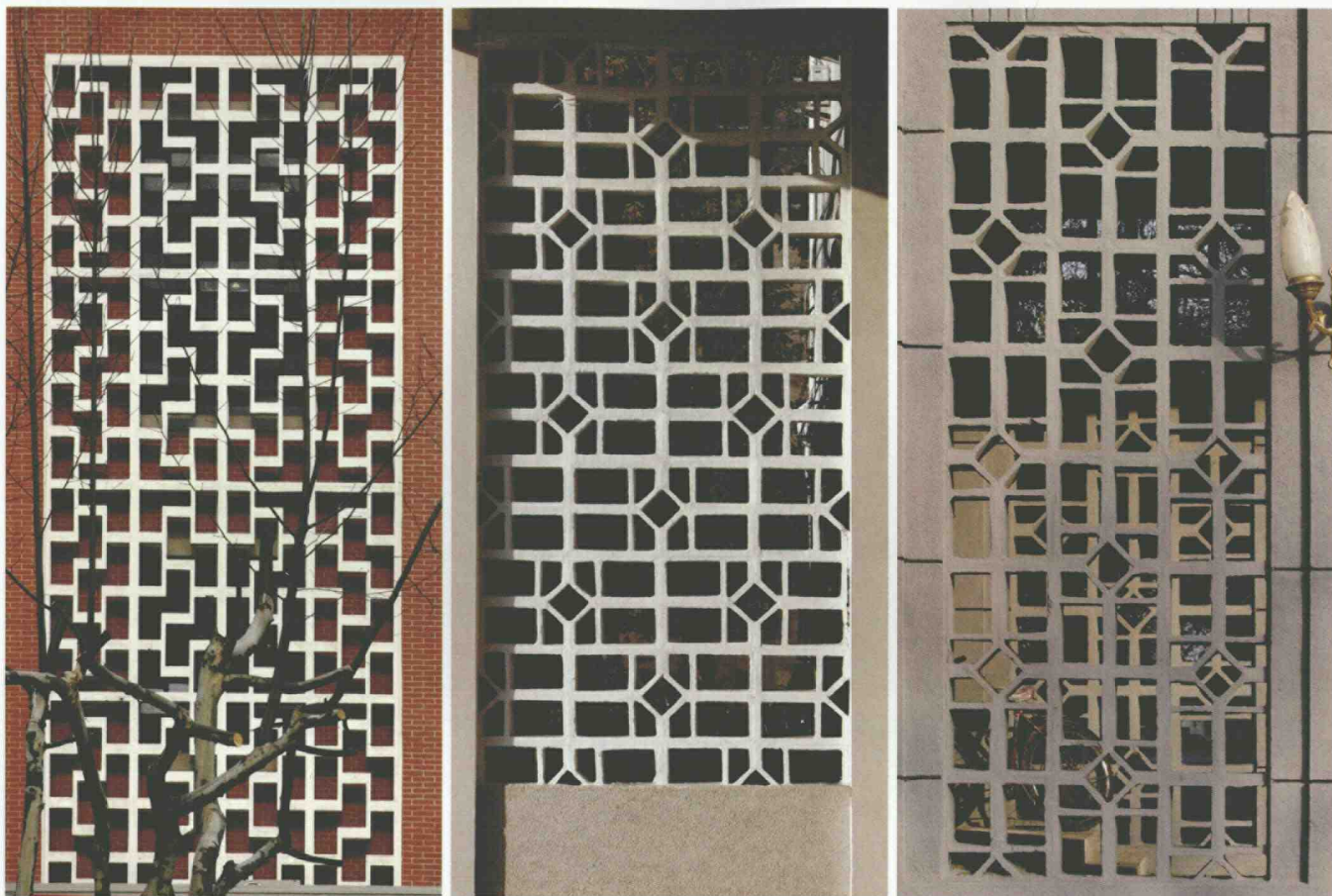


图4-14 20世纪90年代以前国内建筑中常见的预制混凝土装饰花格虽然加工粗糙，但仍然显示出良好的装饰效果。

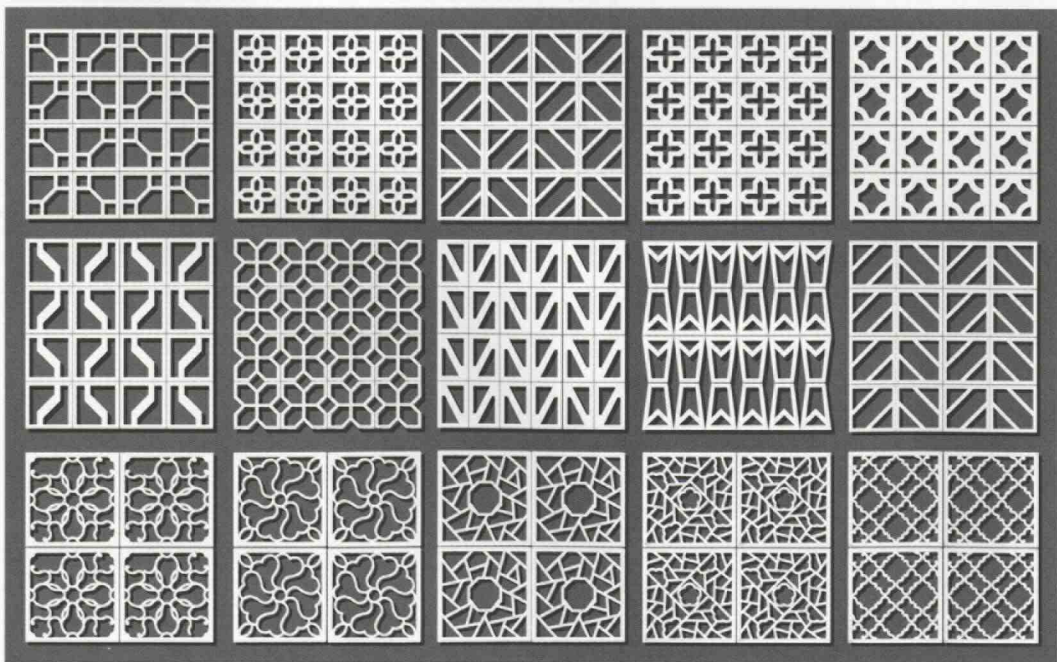


图4-15 常见的一些预制混凝土花格形式。



图4-16 德国某商业建筑以预制花格作为外墙的主体装饰材料形成了建筑表面的特殊肌理

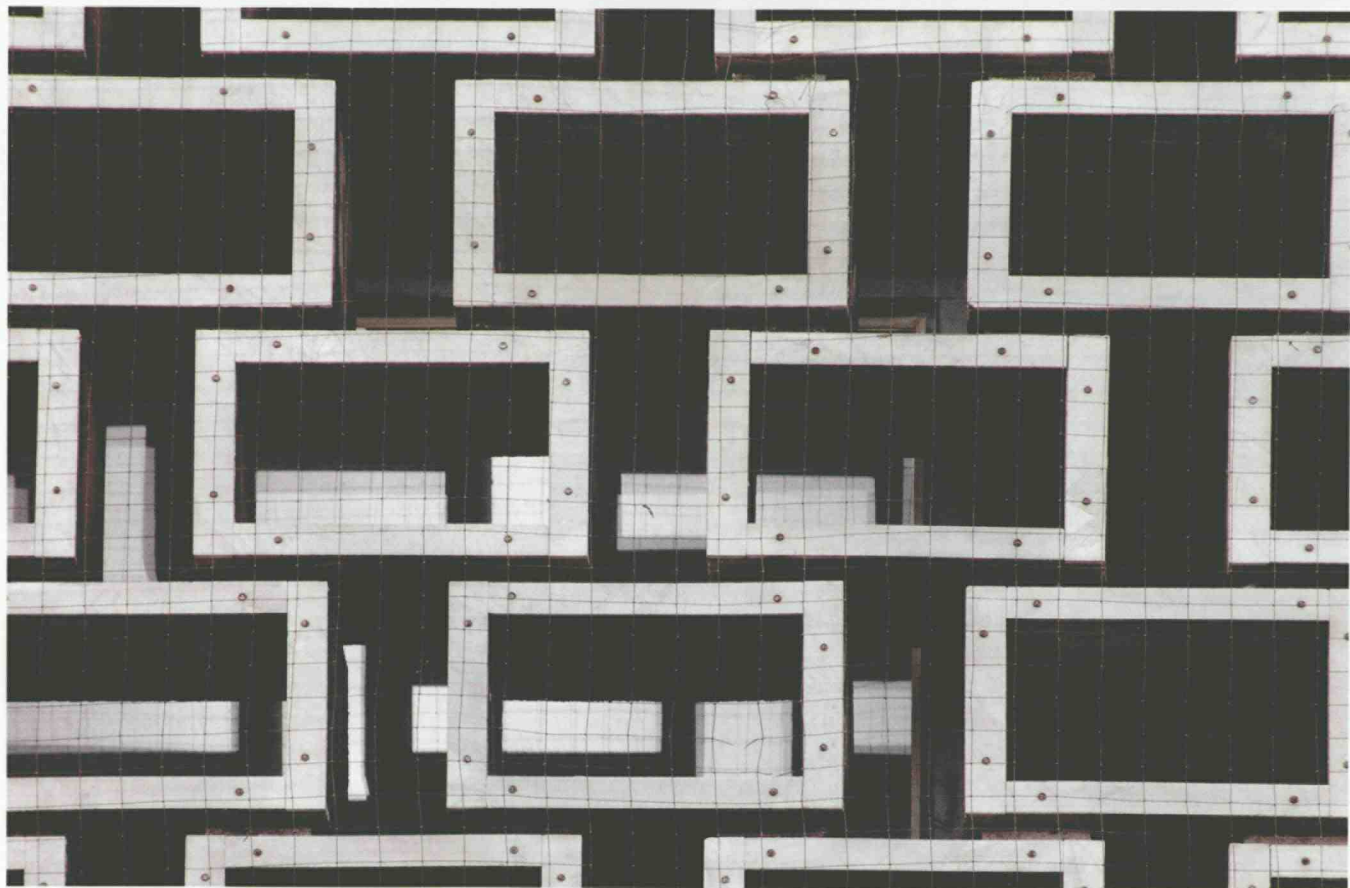


图4-17 预制花格细部, 外层金属网应为防飞鸟栖息用。