

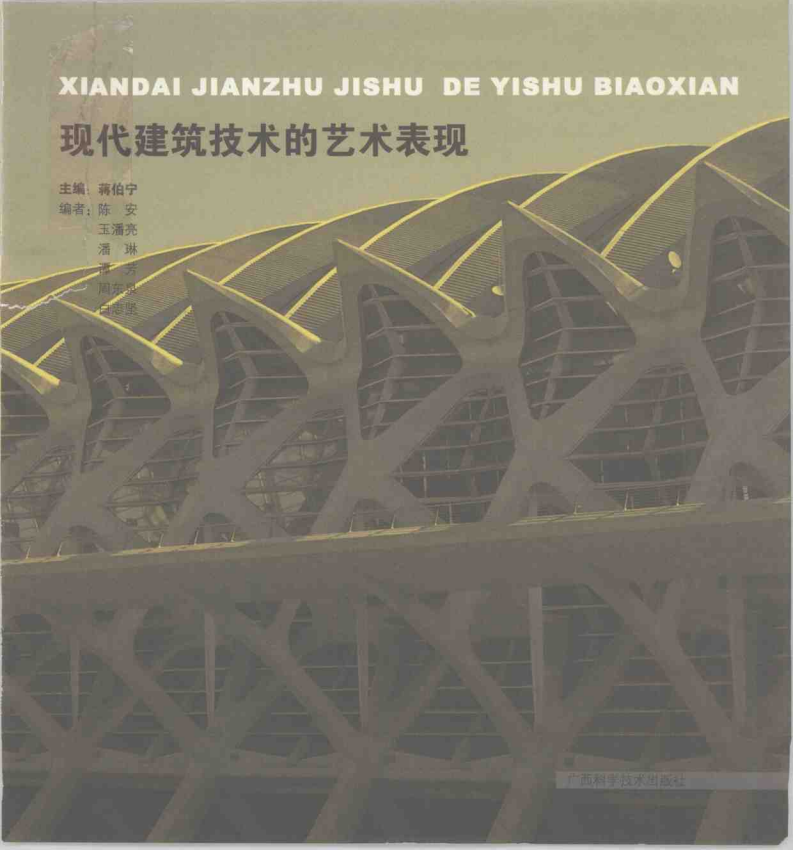
现代建筑技术的 艺术表现

蒋伯宁 主编



XIANDAI JIANZHU JISHU DE YISHU BIAOXIAN

广西科学技术出版社



XIANDAI JIANZHU JISHU DE YISHU BIAOXIAN

现代建筑技术的艺术表现

主编：蒋伯宁

编者：陈 安

玉潘亮

潘 琳

潘 芳

周东强

白志坚

广西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代建筑技术的艺术表现/蒋伯宁主编. —南宁: 广西科学技术出版社, 2006.12

ISBN 7-80666-817-9

I. 现… II. 蒋… III. 建筑艺术—研究
IV. TU-8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 143553 号

现代建筑技术的艺术表现

蒋伯宁 主编

*

广西科学技术出版社出版

(南宁市东葛路 66 号 邮政编码 530022)

广西新华书店发行

深圳雅昌彩色印刷有限公司印刷

(深圳市南山区西丽龙井方大城 A 区 邮政编码 518000)

*

开本 889mm × 1194mm 1/20 印张 $8\frac{6}{20}$ 字数 250 000

2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—1 500 册

ISBN 7-80666-817-9/TU · 14 定价: 138.00 元

本书如有倒装缺页, 请与承印厂调换

序

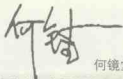
自1948年国际建筑师协会(International Union of Architects)在洛桑成立以来,先后在1961年举行了第6届“新技术与新材料”、1975年举行了第12届“创作与技术”、1990年举行了第17届“文化与技术”为主题的3次国际建筑师大会。这是不同建筑技术发展时期给建筑师带来的新的研究课题和关注焦点,也是建筑师在不同历史时期所肩负的职业社会责任。由此我们可以看到“技术”在建筑实践中的重要作用及巨大影响。建筑的复杂性和多样性,给建筑师提供了多角度研究和思考建筑的视野,“技术”作为保证建筑得以实现的物质手段,从来就为世人所关注和重视。在21世纪,“技术经济”已经成为社会进步的主要力量,当世界各国对“科技”是生产力取得普遍认同的时候,作为“科技”的边缘分支的“建筑技术”,特别是“现代建筑技术”得到了前所未有的重视和利用。当代不朽的著名建筑得以问世有赖于“现代建筑技术”带来全新物质技术支持,“现代建筑技术”不仅给建筑设计理论和建筑创作带来了新思路和新途径,同时也给建筑实践带来新的机遇。

现代建筑理论的奠基人勒·柯布西耶(Le Corbusier),从某种角度上说也是一个“技术”革命的狂热推崇者。自20世纪30~40年代开始,他先后提出的“现代建筑五要素”“阳光城市”“空中花园”等现代建筑理论都建立在工业革命所带来的现代建筑技术的发展变革的基础之上。其具有代表意义的设计作品和建筑作品都带有明显的技术革命的痕迹。二战后“国际式”的现代建筑运动席卷全球,尾随而来的经济、文化的“全球一体化”浪潮,给人们带来的是更多的困惑、迷茫及思考。到上世纪60~70年代,人们开始用批判的眼光审视“现代建筑运动”,这时人们对建筑理论的研究重点倾向于与社会学、经济学、环境生态学、行为心理学、哲学等学科的交叉领域。从技术的角度思考建筑学的发展和建筑创作的原创动力,无疑更具有现实的指导意义。以“高技术派”(high

tech)为代表的诺曼·福斯特(Norman Foster)和理查德·罗杰斯(Richard Rogers)是推崇“技术”理论和实践的知名建筑师,他们的成功无疑是社会对“建筑技术”力量存在的认同。环顾当代和近代我们所景仰的大师及其作品,透过这些作品深奥玄乎的理论外衣,我们可以看到真实的“技术”力量的存在。这些“技术”力量才是支撑建筑往前发展的基本因素。

通常对建筑师的培养目标是既要成为“通才”又要成为“专才”,但在当今,社会分工的日益细化和专业化,使建筑师不可能掌握和通晓全部的建筑技术;而高校对建筑技术的教学往往不涉及技术的美学内容;同时建筑技术的教学内容的相对稳定和滞后与日新月异的新材料与新技术的矛盾,使得我们的建筑师对建筑技术的理解不够系统全面和深刻。建筑师也许不可能代替结构工程师、材料工程师等其他专业设计人员的位置,但成熟的建筑师应该熟悉和理解现代建筑技术的艺术特性,这有助于我们在进行建筑创作时少一分模仿、多一分原创;少一分无用的繁琐装饰,多一分点睛的细部构造。《现代建筑技术的艺术表现》的作者广西建筑设计研究院的蒋伯宁总建筑师,通过几十年职业生涯的经验积累,历时三年,在百忙之余,结合其众多的建筑工程实践,从建筑艺术的角度思考现代建筑技术对现代建筑创作的影响。其书中体现出来的严谨务实的研究态度、敏锐理性的专业视角以及系统详尽的图文资料,为我们提供了认识、了解现代建筑技术的艺术特征的新途径。

是为序。



何镜堂

(中国工程院院士、全国设计大师)

2006年4月8日

前言

在中国当前的建筑界,随着国家大剧院(图1)、2008年北京奥运会主会场(图2)、奥运会游泳馆(图3、图4)、中央电视台(图5)等一批大型公共建筑的问世,国内沉寂多年的建筑设计领域,出现了前所未有的热闹喧嚣。这些由国外同行制造的极具威力的“视觉炸弹”“建筑炸弹”“文化炸弹”,不仅把国内建筑界人士的思维神经轰炸出暂时的“短路”现象,更甚者,国内的“建筑师”(或者谦虚一点的称为“建筑设计人员”)已经成了建筑评论家和公众批评的终极靶靶。

作为建筑作品本身,“国家大剧院”“奥运会主会场”“奥运会游泳馆”“中央电视台”已经成为了建筑师关注的焦点。无论是最具人气的“abbs.com.cn”网络专业论坛,还是最具影响力的几家国内专业核心期刊,都围绕这些作品引发了激烈的争论。这些争论除了有专业理论范畴的雄辩,还有上层决策的思辨等等,其舆论的影响范围已经由单纯的建筑规划业界向经济、文化、思想领域扩展。

透过这些争论,我们可以看到大部分褒贬的冲突除了有设计理念的差异、历史文化的尊重、城市特色的保护等问题之外,其争议的本质是建筑的“坚固、适用、美观”三大原则如何取得平衡的问题。这些问题反映到具体技术层面,则是这些现代建筑的

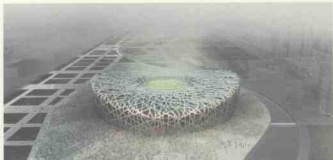


图2 2008年北京奥运会主会场



图3 2008年北京奥运会游泳馆施工实景

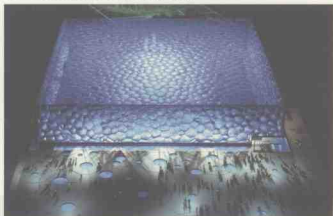


图4 2008年北京奥运会游泳馆



图1 国家大剧院

技术可行性问题和技术成本问题。透过这些争议，我们可以发现现代建筑技术在建筑创作中的巨大影响。

回顾我们建筑设计曾经走过的一味迎合业主的“欧陆风”建筑造型之路，深究其根源，无非是我们建筑技术的美学表现力的匮乏。作为建筑的制造者——设计师、业主、公众只有“克隆、拷贝”古希腊、古罗马的建筑艺术形式，当然这样的克隆、拷贝是表面的、肤浅的，这也注定了“欧陆风”的短暂命运。随着人们对建筑新材料、新技术的认识的逐步加深和对其逐渐掌握，以及对其在工程中的逐步熟练运用，“欧陆风”已经逐步成为历史。

另一方面，从建设量和速度来看，中国当前繁荣的建设景象是人类历史上前所未有的。中国每年的建设总量大约为3750亿美元，GDP每年以将近16%的速度增长，全世界每年生产的混凝土的54.7%、钢材的36.1%和煤炭的30.4%被中国所消耗。中国巨大的建筑业市场，以及国内设计市场的逐步开放，不仅吸引了国外的知名建筑师和设计团队对高端建筑市场的分割，同时，非建筑设计专业的各种设计力量也纷纷加入了抢夺边缘化建筑市场的行列。在这种情况下设计行业中打着各种旗号的设计公司、规划公司、咨询公司纷至沓来。这些设计力量一方面繁荣和拓展了建筑设计市场，但同时一些鱼龙混杂、鱼目混珠的设计力量也混淆和误导了正确的建筑审美舆论。在新的历史时期，建筑设计人员迫切需要对新材料、新技术有一个全面系统的认识和了解。

现代建筑创作越来越受到新材料、新技术的影响。建筑师对新材料、新技术的驾驭能力，很大程度上决定了其建筑创作能力。国内建筑师与国外建筑师的艺术创造力的差距，其中之一表现在其对建筑新材料和新技术的运用能力上。造成这种差距的原因，一方面是国外建筑学教育的开放、开发、启发式的体系和对建筑材料、建筑技术教学的重视，另一方面是国外建筑界对建筑材料、建筑技术的深入研究和广泛运用。如德国严谨的理性设计风格与其建筑师对建筑材料、结构的准确把握密不可分；其国内杂志《细



图5 中央电视台

部》(DETAIL)更是从微观角度关注建筑材料、建筑技术的典范。

此册子希望通过系统地论述工业革命之后，新材料、新技术在现代建筑中的广泛应用，详细介绍现代建筑的几种常见新材料、新技术(钢结构、玻璃幕墙、钢筋混凝土、膜结构、新型砖石结构以及新型木结构)的各自特点及其发展，以及这些新材料、新技术在现代建筑的应用，阐述各种新型建筑材料、建筑技术与建筑艺术的关系，使读者对现代建筑技术的艺术表现有一个比较全面的认识。读者也可以把本册子当作了解现代建筑技术的科普资料。

目录

上篇 概念 1

1 建筑	2
2 现代建筑	2
3 建筑技术的发展	4
4 现代建筑技术的类型	7
5 建筑的艺术美	10
6 建筑技术的艺术表现	13

下篇 几种典型的现代建筑 技术的艺术表现 17

一 钢结构 19

1 钢结构的发展	20
2 钢结构的类型和特点	24
3 钢结构艺术表现	31
4 钢结构建筑实例	35

二 玻璃幕墙 47

1 玻璃幕墙的发展	48
2 玻璃幕墙的种类与特点	50
3 玻璃幕墙的应用与环境的影响	54
4 玻璃幕墙的艺术表现	61
5 玻璃幕墙实例	69

三 膜结构 77

1 膜结构的发展	78
----------------	----

2 膜结构的特点、类型及膜材的介绍	80
-------------------------	----

3 膜结构的艺术表现	85
------------------	----

4 膜结构建筑实例	91
-----------------	----

四 混凝土结构 101

1 混凝土材料和建筑的发展历史	102
-----------------------	-----

2 混凝土的类型和特点	105
-------------------	-----

3 混凝土的艺术表现	105
------------------	-----

4 混凝土建筑实例	119
-----------------	-----

五 新型砖石结构 131

1 砖石建筑的发展	132
-----------------	-----

2 砖石材料的类型及特点	134
--------------------	-----

3 砖石建筑的艺术表现	135
-------------------	-----

4 新型砖石建筑实例	141
------------------	-----

六 新型木结构 147

1 木结构建筑的发展	148
------------------	-----

2 木结构建筑的类型及特点	149
---------------------	-----

3 木结构建筑的艺术表现	151
--------------------	-----

4 新型木结构建筑实例	155
-------------------	-----

后 记 159

参考文献 160

现代建筑技术的
艺术表现
上篇

建筑是技术与艺术的综合体

——皮埃尔·路易吉·奈尔维(Pier Luigi Nervi)

1 建筑

建筑具有双重属性：技术性与艺术性；理性与感性；物质属性与精神属性。

何为建筑？何为建筑学？对于这一概念，普通民众甚至建筑设计工作者也许从来没有认真思考过。因为建筑对于我们实在是太普通太熟悉了，以至于我们都会“忽略”它存在的意义。对于老百姓而言，他们会用最朴实的词语“房子”来称呼，而建筑理论界人士、历史上或当代的著名建筑师则对其定义有着各自不同的阐述和见解。尽管其观点和见解的差异大小不一，其理论的侧重点有所不同，但无不包含对建筑所具有的双重属性的广泛共识。意大利的著名建筑师皮埃尔·路易吉·奈尔维对建筑的高度概括“建筑是技术与艺术的综合体”，更是为人所熟知的名言。

“建筑”建筑学”对应的英语“architecture”一词源自拉丁语“architectura”。《美国传统双解词典》对其的解析为：

“The art and science of designing and erecting buildings”设计和建筑物建造的艺术与科学；“A style and method of design and construction”设计及构造的方式和方法。

由此我们可以认识到建筑所具备的双重属性：科学性、技术性和艺术性。

从建筑学的教育体系分析，我们也可以认识到建筑是一门综合性学科，它既强调对严谨理性的工科专业的学习，也强调对浪漫感性的艺术修养的培养。这是建筑学区别于其他相关工程学科，如结构专业、各种设备专业的地方；也是建筑学区别于雕塑、绘画、音乐等其他纯艺术学科之处。

建筑的雏形源自人类活动的社会属性形成的初始时期（以人类直立行走和制造劳动工具为标志），也就是人类最初利用自然物质材料，围合形成一个遮风避雨的空间——巢居、穴居。此时为人类活动早期所利用的巢居、穴居并没有艺术属性可言，人类建造这些“建筑”的目的首先是满足空间使用上的要求。此时的“建筑”首先是满足人类的生存需要，强调的是其物质属性，强调安全实用，而非强调精神属性；人类建造这些建筑时潜意识地首先考虑这些“建筑”的实用功能、技术性能及合理的科学性。

从某种意义上说，这一社会发展时期的“建筑”不能称之为我们现在要讨论的“建筑”。随着生产力的发展，人类社会的进步，人类对建筑的多样化、多元化和复杂化需求的出现，建筑的类型和形式也逐步多样化、多元化和复杂化；建筑的目的是意义也就不再仅仅是满足人类的使用要求，它同时体现了人们对美的理解和追求。也就是说建筑不仅满足了人们物质上的需求，同时体现了人们精神上的需求。建筑也逐步发展成为一种特殊的艺术形式。因此德国的哲学家黑格尔认为：就存在和出现的时间来说，建筑是一门最早的艺术。

材料、结构是建筑成为一门艺术出现的物质基础，同时也是实现建筑的实用功能的基本前提。古罗马帝国时期的著名建筑师维特鲁威（Vitruvius）在其《建筑十书》中就提出了建筑评价的三大原则——坚固（firmitas）、适用（utilitas）、美观（venustas）。而在三大原则中，维特鲁威将“坚固（firmitas）”放在首位，由此可以了解早在古罗马帝国时期，人们已经认识到科学技术对建筑所起的基础性作用。到文艺复兴时期，阿尔伯蒂（Alberti）的《论建筑》是意大利文艺复兴时期最重要的建筑学理论著作，书中第一次将建筑的艺术和技术作为两个相关的门类加以论述，为建筑学确立了完整的概念。这是建筑学在认识上的一次飞跃。

在其后的建筑发展史中，“坚固、适用、美观”三大原则，始终都是人们评价建筑的一条准绳，指导人们进行各种建筑活动。我国现行的建筑设计指导方针“适用、经济、在可能条件下注意美观”，可以说是维特鲁威关于建筑评价三大原则的中国现代版。也许在不同的历史时期，不同的建筑理论对这三大原则关注的侧重点有所不同，但建筑所具有的双重属性“技术性”和“艺术性”早已为人们所认同，因此对建筑的讨论和研究必须从“技术”与“艺术”两方面辩证地展开。

2 现代建筑

现代建筑，又称为现代主义建筑或现代派建筑，通常是指20世纪中叶在西方建筑界居主导地位的一种建筑思想。代表人物有德国的格罗皮乌斯（Gropius）、密斯·凡·德罗（Mies van der

Rohe), 法国的勒·柯布西耶 (Le Corbusier), 美国的赖特 (Wright)。他们主张建筑师要摆脱传统建筑形式的束缚, 反对墨守成规, 反对复制, 主张建筑设计应大胆创造适应工业化生产, 要求的崭新建筑, 主张建筑艺术的多样化。在当时, 现代建筑具有明显的理性主义和激进主义的色彩, 其作品具有明显的功能主义色彩, 建筑讲究功能与空间的合理、功能与形式的统一、新材料与新技术的应用; 其设计追求建筑的实用性和效率; 追求建筑的外表如一, 放弃多余的装饰; 认为建筑实践应该与工业化大生产相适应。

现代建筑运动的伟大旗手——勒·柯布西耶在1926年更明确提出了“现代建筑五要素”的理论, 并在其设计的现代建筑的典范之作——萨伏伊别墅 (Villa Savoye) (图1-1) 中充分体现了其现代建筑的思想。

(1) 底层架空——独立支柱使一楼架空, 主要房间位于二层, 使建筑与环境之间有一个良好的过渡, 提供更大的活动空间。体现了建筑对环境的尊重和重新划分。

(2) 自由平面——建筑采用了类似框架结构的形式, 柱子是主要承重结构, 主要墙体可以根据室内空间的需要进行自由分割。

(3) 自由立面——由于外墙不承重, 立面可以采用自由的构图形式, 这也是自由平面在垂直面上的必然结果。

(4) 水平条窗——由于采用柱承重结构, 外墙不再承重, 使条窗成为可能。水平条窗使建筑室内的开发性更强。

(5) 屋顶花园——将绿化引到建筑屋面, 增加屋面的使用功能。

德国是现代建筑在欧洲的发祥地之一。1909年, 著名建筑师彼得·贝伦斯 (Peter Behrens) 设计的被称为第一座现代派建筑的柏林德国通用电气公司 (A.E.G.) 厂房 (图1-2) 的出现, 标志着现代建筑的问世。到20世纪20年代现代建筑运动开始发展成熟, 50~60年代开始风行全世界。此后由于“方盒子”这个被喻为现代建筑的标志产物在城市中疯狂蔓延, 城市的肌理、地域的传统、历史文化的痕迹被慢慢地蚕食消失, 有学者开始认为现代主义建筑已经过时。当然也有学者认为现代主义建筑基本原则仍然正确, 造成城市特色、地域传统和历史文化消失的原因并不在于“现代建筑运动”, 而是设计原则和方法的问题。当然现代建筑运动同样需要修正补充, 因此出现了“后现代”的建筑理论。20



图1-1 萨伏伊别墅



图1-2 柏林德国通用电气公司厂房

世纪70年代以来, 为了对“现代建筑”更明确地加以区分, 部分文章在提到现代主义建筑时, 冠以“20年代”或“正统”的字样。

由于现代建筑是随着人类社会进入工业化社会过程中产生的, 它对当代社会的建筑领域产生了直接的、广泛的和深远的影响。同时由于20世纪是人类科技进步最为迅猛的时期, 各种新材料、新技术的出现为现代建筑衍变提供了可能和极大的空间。20世纪70年代后借助各种新材料、新技术在各种新潮的建筑理论追捧之下, 现代建筑的发展已经向各个方向延伸。

因此, “现代建筑”一词有广义和狭义之分。广义的现代建筑

包括20世纪出现的各色各样风格的建筑流派的作品;狭义的现代建筑常专指在20世纪20年代形成的现代主义建筑。在一些英文文献中,常用小写字母开头的modern architecture表示广义的现代建筑,以大写字母开头的Modern Architecture或Modernism表示狭义的现代建筑。

本册子讨论的现代建筑和现代建筑技术是指广义范围的现代建筑和广义范围的现代建筑技术。

1640年开始的英国资产阶级革命标志着世界近代历史的开端。到18世纪末首先在英国爆发了工业革命,继英国之后,美、法、德等国也先后开始了工业革命。到19世纪,这些国家的工业化从轻工业扩展到重工业,并于19世纪末达到高潮。西方国家由此步入工业化社会。

这个时期,欧美资本主义国家的城市建设和建筑实践都发生了各种各样的矛盾与变化。建筑创作中的复古主义思潮与工业革命带来的新建筑材料和结构对建筑设计思想的冲击之间的矛盾;建筑师所受的传统学院派教育与全新的建筑类型和建筑需求之间的矛盾;新型生产、生产方式与传统的建筑实践的矛盾;城市人口的恶性膨胀和大工业城市的飞速发展等。这是一个孕育建筑新风格的时期,也是一个新旧因素并存的时期。

以马列主义社会学的观点理解认识工业革命的爆发,源自于封建社会的生产关系不能适应资本主义的生产力的发展。同样,18世纪的城市建设与建筑活动的种种矛盾也成了“现代建筑”运动起源的温床。这张“温床”首先在17世纪末18世纪初的英国形成。18世纪末的工业革命所带来的社会生产和生活的变革及由此引起的产业革命,对建筑发展的影响主要表现为如下几个方面:

(1)工业革命带来的社会生产的高度分工协作和高度机械化以及生产效率的提高,劳动力密集产业的出现,使得大量农业人口向城市转移,同时社会生产、生活使得房屋建造的数量急剧增长,新建建筑类型不断扩大。如:适应铁路运输、航运的交通建筑;适应工业化生产需要的各种厂房;适应各种展览需要的展览中心等。

(2)工业革命带来的建筑材料的变化。工业革命以前世界各地区建筑材料主要为土、木、砖、瓦、灰、砂、石等天然的或手工制造的材料;而工业革命以后,钢铁、混凝土、玻璃开始作为

主要建筑材料在各种建筑中大量运用。

(3)建筑活动变成了带有强烈商品活动特征的社会活动。建筑在所有人对建筑的追求除了传统的美学特征外的要求,更强调建筑的社会经济活动中的利益最大化。

开始于18世纪中期的英国工业革命导致社会、思想和人类文明的巨大进步,对建筑产生了深远的影响。工业革命是社会生产从手工工场向大机器工业的过渡,是生产技术的根本变革,同时又是一场剧烈的社会关系的变革。一方面是生产方式和建造工艺的发展,另一方面是不断涌现的新材料、新设备和新技术,近代建筑的发展开辟了广阔的天地。正是应用了这些新技术,突破了传统建筑高度与跨度的局限,建筑在平面与空间的设计上有了较大的自由度,同时影响到建筑形式的变化。这其中尤其以钢铁、混凝土和玻璃在建筑上的广泛应用最为突出。

参考社会学家对现代主义、后现代主义的理解和划分,结合我们要讨论的新材料和新技术的内容,我们把工业革命以来的建筑均划为现代建筑,这有利于我们拨开“现代主义建筑”之后的各种各样的建筑理论云团和各式各样的建筑风格、流派的外衣,单纯从材料与技术的现代化水平研究和分析其对建筑艺术的影响。

故,此册子中提及的现代建筑可以认为是18世纪初以来的各种各样的近现代建筑。

3 建筑技术的发展

3.1 建筑材料的演变

历史上的建筑流派、各种风格多从美学的角度对其进行区分讨论。特别是工业革命以前的古代建筑史,从古希腊建筑到古罗马建筑、再到中世纪的拜占庭建筑及意大利文艺复兴时的建筑。如果从建筑材料和建筑技术的特征来讨论这些建筑流派,我们可以清晰明确地把这些建筑流派都归属于以石材为基础的建筑史理论。到18世纪末,由于生产力发展,社会生产关系的改变,各种新材料、新技术、新设备的出现,建筑发展史由此出现了转折,建筑技术由手工技术阶段进入了工业机器技术阶段。到20世纪50年代,以计算机技术出现为特征,建筑技术再次产生飞跃。进入20

世纪80~90年代,伴随着全球经济文化一体化、多元化的潮流,建筑理论、建筑的风格随即进入百花齐放、百家争鸣的时代。

如果从材料的属性和材料的艺术表现力出发,以人类使用建筑材料的变革发展来划分建筑材料发展史,我们可以分为以下三个时期。

第一阶段:天然建筑材料运用的初始阶段

这一阶段建筑材料的运用特征主要为使用纯天然建筑材料,如石材、木材、土以及天然混凝土等。人们仅对天然建筑材料进行物理性加工和改变,再通过一定的黏合材料和连接技术将这些材料加以运用。

这一阶段是人类使用建筑材料的萌芽时期。由于受到生产力发展较缓慢的制约,这一阶段持续的时间相当长,从原始社会到奴隶社会,再到封建社会,人类对建筑材料的运用都属于此阶段。从时间上划分可以认为是工业革命(19世纪)以前的时期。

虽然这一历史时期人类已经开始运用天然的混凝土,但从古代混凝土的主要成分和制造工艺来看,我们仍将其归为第一阶段的建筑材料。据考古工作者考证,在公元前2500年,古希腊人已掌握用石灰浆烧制混凝土。但已知最早铺设强力混凝土的建筑(构筑物)约在公元前700年的西亚建成。该建筑(构筑物)在伊拉克泽温,至今现存,是一条262m长的沿水道铺设了0.9m厚的混凝土层叠槽桥。到公元前200年至公元400年,古罗马人也开始使用混凝土材料建造皇帝浴池的穹顶、神殿的大圆顶、地下水道等。

这一时期,欧洲人们已经开始懂得运用铸铁加固建筑的墙体。而在欧洲对天然混凝土的运用和在中国对烧制砖块的运用,则是人们对纯天然建筑材料所进行的相对初级的加工和运用。

第二阶段:钢铁、玻璃、混凝土的大规模运用阶段

自工业革命之后,人们对钢铁、玻璃、混凝土等至今仍广泛应用的现代建筑材料开始大规模运用。这一阶段可以说是人类对建筑材料运用的一个“质”的飞跃,也是我们将要重点讨论的阶段。工业革命的出现极大地改变了人们的生产和生活方式,由于钢铁、玻璃、混凝土等新材料的出现,其优异的材料性能、高效的施工方式,使建筑的空间、形式空前多样化,同时也挑战了建筑古典主义的美学观念、标准。

钢铁——人类认识和使用钢铁的历史已经有两三千年的,但钢铁作为主要建筑材料使用的时间就相当的短,只有两三百年的。用铁或钢作为承载构件的历史大致可以分为三个时期:铸铁时期(1780年—1950年)、熟铁时期(1850年—1900年)、钢铁时期(1880年至今)。由于钢铁的优异物理性能,自它产生之日起,就成为工业机器时代的主要生产材料。在建筑领域钢铁材料的运用,更是成为现代建筑的“标签”。

玻璃——人类制造使用玻璃的历史可以追溯到古罗马时期,甚至更早以前。直到工业革命,玻璃的生产工艺的改进使得生产效率得到很大的提高,玻璃的价格也大幅度下降。1839年Chance兄弟改进了吹制圆柱玻璃的工艺,使得在1850—1851年的短短几个月内给水晶宫(Crystal Palace)的建造提供了大量的玻璃。其后,1856年Friedrich Siemens发明了改进熔炉技术,1913年比利时的Emile Fourcault发明了将玻璃熔融直接拉延的工艺,1919年Max Bicheroux对玻璃的生产工艺进行了重大改进,到20世纪50年代浮法玻璃工艺出现,这时已经可以生产出 $3\text{m} \times 6\text{m}$ 的大尺寸玻璃。由于玻璃材料性能的大幅度提高,使“水晶宫”、“范斯沃斯住宅”等具有特殊意义的建筑出现成为可能。

钢筋混凝土——最早使用者是法国花卉商莫尼尔。1867年,他用水泥覆盖角丝网制造水盆和花盆,随后他又把这个方法应用于制造横梁、楼板、管道和桥梁,并取得在混凝土内放上纵横铁条的专利权。铁条承受张力而混凝土则承受压力,这一方法一直沿用至今。随着人们对钢筋混凝土的应用推广、各种工程领域对钢筋混凝土性能要求的提高,各种性能的混凝土相继出现。1886年德国建筑家多切林发明了预应力混凝土,法国的佛莱辛奈从1940年起进一步进行了这方面的研究。佛莱辛奈的设想是在混凝土未干时把钢筋张拉,使钢筋承受张力;混凝土凝固后,放松张力,这样就使混凝土在正常负荷下受拉的区域因受压紧而承受预加压力,如果预加的压力大于来自重量的张力,混凝土就只受压力。一条预应力混凝土梁同样承受压力的钢筋混凝土梁相比,可少用钢筋和混凝土。预应力混凝土的出现大大提高了钢筋混凝土在大跨度建筑领域的应用范围。

第三阶段:以信息技术为特征的复合材料运用阶段

在人类社会进入21世纪之后,随着工程材料科学的发展及其在建筑中的应用,建筑材料的运用已经越来越向工程材料方向靠

找,除了原来的钢、玻璃、混凝土等材料的性能大幅度提高外,原来各种应用于工程制造的复合材料也出现在建筑材料的家族之中,如工程塑料、铝合金材料、轻型钢材、建筑膜材等。而在材料学科与光、电工程学科,信息技术学科,化学等学科的交叉应用中,更出现了各种各样的新型材料,如光敏感玻璃、可塑自还原混凝土、可发光混凝土、高强度碳纤维钢材等。可以预见,未来的建筑材料其物理性能将更优异,材料的发展将朝智能化方向进一步靠拢,而未来的建筑和建筑学发展则进一步从工业制造、工业设计领域中获取自身更新变革的启发。

3.2 建筑技术的发展

《第三次浪潮》作者阿尔文·托夫勒认为:虽然人类的科技历史非常的纷繁芜杂,但是大致可以分为三个阶段,以此为基础形成了他的“三次浪潮”概念:第一次浪潮约产生于约10 000年以前,从人们第一次撒下种子、培育农作物的生长开始,人类进入了农业时代,其划时代的意义在于人类从此脱离了游牧,定居生活把人们的生活范围固定下来,开始发展城镇和自己的文化。第二次浪潮始于18世纪,人们以工业革命为契机,离开农场,涌向大城市的工厂寻找生机。第三次浪潮是人类思想的又一次大变革,这就是我们所说的“信息时代”,信息技术和社会需求成为它发展的强大动力。建筑技术作为人类科技的应用技术,参考阿尔文·托夫勒的三次浪潮的理论,对应于建筑材料技术的发展阶段,如果单纯从时间上而是从逻辑上我们同样可以将建筑技术大致划分为三个阶段。

第一阶段:以手工劳动为特征的手工艺技术阶段

手工艺技术阶段在时间上大致为18世纪以前。建筑技术主要表现为手工劳动的初级技术,它的发展相对缓慢,经验的积累是它继承的主要方式。在西方建筑技术发展史上主要有以下几种技术。

古希腊时期的梁柱结构。古希腊时期大型建筑多采用围廊式布局,通过石柱抬石梁,形成固定的、标准的三段式“柱式”建筑标准。这一时期出现了两种不同风格的柱式。一种是代表女性的爱奥尼克式(Ionic),主要流行于小亚细亚先进城邦,另一种是代表男性的多立克式(Doric),主要出现在意大利、西西

里一带的寡头制城邦。

古罗马时期的拱形结构。拱形结构是一个统称,它分为拱券结构和筒形拱结构。拱形结构通过“拱”对荷载力的分解传递,实现建筑物的更大跨度和空间。这一时期的建筑称之为“罗马风”建筑。

中世纪的哥特建筑(Gothic Architecture)的类似框架式的肋骨拱券石结构,也称拱肋结构。拱肋结构的出现,不仅是教堂建筑结构力学的要求,也使中世纪人们建造高耸、上升、神秘的教堂建筑空间成为可能。

文艺复兴时期的建筑设计技术。在文艺复兴时期随着人们对自然科学的进一步认识和探索,建筑设计的重要手段——建筑制图得以逐步完善。15世纪,佛罗伦萨画家瓦萨蒂发明的透视图画法,扩大了建筑制图领域。随后法国数学家蒙日于1799年出版的《画法几何》一书是文艺复兴以来建筑制图方法的总结。科学的建筑制图方法问世后,建筑技术和艺术有了更加精确的表达手段,有助于建筑学的发展。

第二阶段:以18世纪工业革命所带来的新技术为特征的机器技术阶段

这一阶段的材料革命和技术革命具有两个特征。

一方面是工业革命以后,大量钢材、玻璃和混凝土等新型材料的运用,其优异的物理性能代替了传统的砖石、木材等自然材料,使得建筑在高度、跨度和空间组织的灵活性等方面获得了前所未有的自由度。由此引起的建筑尺度、建筑空间、建筑体量以及材料的质感、肌理的变化,改变了数千年来以传统的建筑美的标准。

另一方面,建筑设备技术的发展,出现了史前从未有过的电梯、自动扶梯、人工照明、水处理、人工通风、空调等技术,使建筑尺度日趋巨型化,功能日趋复杂化。这些建筑设备不仅使现代建筑的功能进一步完善,同时也给建筑空间的塑造、建筑的外在形象的塑造赋予了代表先进生产力的“机器美”的特征。建筑设备技术对建筑形象的影响力表现最为典型的实例是巴黎蓬皮杜国家艺术中心。

第三阶段:以计算机技术为代表的信息技术阶段

进入20世纪50年代,随着计算机的发明,人类科技的发展速度比史前任何一个时期的速度都要快,以计算机芯片更

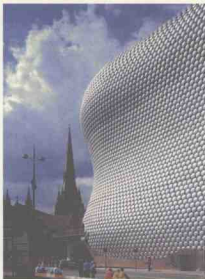


图 1-3 英国伯明翰的 Selfridges first 百货商店



图 1-4 奥地利格拉茨的艺术馆

新速度为代表的“摩尔定律”，更说明了人类科技进入了提速时期。建筑技术的发展已经由原来的结构技术、设备技术两个门类向多维度拓展，出现了各种复合材料技术、光电技术、自动化技术、生态技术等在建领域的应用，建筑的概念也已经由勒·柯布西耶倡导的建筑是机器，向更前卫的概念发展。如出现了“moving building”移动建筑、“moving city”移动城市、“visual architecture”虚拟建筑、“digital architecture”数字建筑、“digital city”数字城市等更前卫的实验性建筑技术探索和研究。当今的计算机技术、网络技术、虚拟技术对人类社会的生产方式、人们的的生活方式、思维模式的巨大改变，正如 18 世纪末蒸汽机出现时对当时的社会生产方式、生活方式的巨大冲击。以信息技术为代表的各种现代建筑技术在建筑中的应用，使建筑更具有对环境的适应性和对使用者更良好的亲和力，也更能符合当代社会发展的生态环保理念。

这一阶段的建筑形象，已经完全颠覆了传统建筑形象在人们印象中的概念。如英国伯明翰的 Selfridges first 百货商店（图 1-3）、奥地利格拉茨的艺术馆（Kunsthaus Graz）（图 1-4）。此类建筑的形象已经无法用传统的建筑美学标准来衡量和评价，

其形象传递给人们的美学印象就如我们在科幻电影里得到的视觉冲击。

4 现代建筑技术的类型

现代建筑技术的类型涉及建筑的各个方面，如结构、造型、空间、设备、节能、功能使用和交通组织等。从工程项目的建设阶段、建筑的相关行业的不同以及专业的不同区分，现代建筑技术应包含：设计阶段的各种先进的可视化虚拟信息技术；施工阶段的施工技术、材料技术、结构技术；建筑投入使用运行阶段的各种设备技术以及追求环保生态的节能技术等。本册子所讨论的现代建筑技术主要是直接体现和反映对现代建筑艺术表现的材料技术和结构技术，对于设计阶段的各种先进技术和保证建筑物高效运行的设备技术以及当前最为时髦的生态节能技术将不作深入讨论。

现代建筑技术在结构上通过材料的发展和技术的进步，实现大跨度空间和摩天大楼的建造。在造型上通过计算机技术的实现自由形体的设计、施工等，使建筑的支撑结构和维护结构联系更

加紧密,甚至整合为一体化。在空间上由于新技术的运用,使建筑空间的划分朝着专业化和复合多元化两个方向发展,同时对应新技术对建筑结构和造型的影响,建筑空间日趋多样化和灵活多变。在设备方面,由于设备新技术迅猛发展,特别是以信息技术为代表的新技术在建筑上的运用,使得建筑在形态和空间上有了更大的可塑性和发展空间。

4.1 建筑结构体系技术

建筑结构体系是建筑的骨架。传统的结构体系主要由梁、柱、墙组成,在现代建筑出现以前,建筑的结构体系往往被复杂的线脚和繁琐的装饰所掩盖。而现代主义建筑的主要思想原则之一的形式服从功能原则,使得建筑的结构技术作为技术美的主要因素自然表露出来。钢铁、玻璃、混凝土、膜材料等新型建筑材料的出现,其优良的物理性能,使张拉结构、悬挂结构、壳体结构、膜结构等新型结构形式的出现成为可能。这些新型结构形式极大地改变了建筑的尺度标准、空间概念和形态美学。

建筑结构体系技术中主要的技术形式有:钢结构技术,用于大空间建筑的索膜结构技术和新型钢筋混凝土结构技术等。

其中钢结构技术可以说是现代建筑技术的典范,也是“高技术”建筑的标签,其代表人物有英国的著名建筑师诺曼·福斯特、理查德·罗杰斯等。其代表作也遍布全球,如:香港的汇丰银行、

巴黎的蓬皮杜国家艺术中心、伦敦的市政中心等。近年来,全球范围内的众多大型公共建筑无不采用了钢结构技术与钢结构密切相关的技术。但随着“911”事件的发生,纽约世贸中心的倒塌,钢结构技术的缺陷重新为人们所审视。其具体内容在下篇的章节中将具体讨论。

索膜结构技术是大空间建筑首选的结构形式,近年建成的体育场、体育馆、会展建筑很多采用了索膜结构技术,如2006年德国世界杯的主体会场慕尼黑安联大球场(图1-5、图1-6)。

钢筋混凝土结构技术是我们最为常见和熟悉的结构形式。在相对长的一个时期它仍将是我们的研究和使用的对象。

4.2 建筑维护体系技术

如果说建筑结构体系技术是给建筑创作中的大尺度、高难度的造型、形体提供了可能,那么建筑维护体系技术的发展则给建筑的外在形象增加了多样化和个性化的“多彩外衣”。它对建筑的表面肌理的影响主要体现在两个方面。

(1) 更艺术化的表面肌理、更自由的表面形态及更合理的建筑形体。由于计算机模拟技术在设计阶段的运用,现代建筑通过新材料、新结构的技术支持,可以展现出十分特殊的外在形式,使现代建筑更类似现代抽象艺术家的抽象艺术作品。这些现代建筑新奇的造型,给人们视觉上带来富于时代感、未来感的技术美感,其内涵则是技术在功能上的浪漫写意表达。同时在方案创造过程



图1-5 慕尼黑安联球场



图1-6 慕尼黑安联球场夜景

中,计算机模拟技术可以充分考虑阳光、雨水、风压、噪音、视线等因素对建筑造型的影响,使建筑形体达到一个综合因素的最佳状态。如:皮亚诺设计的东京航站楼流线型屋面,诺曼·弗斯特设计的瑞士保险公司伦敦总部(图1-7),其梭形的造型是利用空气动力学的原理,研究并确定建筑的形体。

(2)各种新型轻质材料的出现。如:膜材料、玻璃、建筑轻钢材料、建筑塑料的出现。随着科技的发展,人类对生态、能源的日益注重,在各种应用学科于现代建筑技术中的广泛应用背景下,建筑的外维护体系已经由传统的厚重砖石体系,向具有各种智能技术的表皮技术过渡,如由单层玻璃幕墙向双层智能玻璃幕墙过渡。同时由于新材料、新结构技术的支持,许多前卫的建筑,其形体已经将屋面、墙面两大传统的组成部分转化为一个整体概念。

建筑维护体系中的新材料、新技术与传统美学以及地方特色的结合,给现代建筑多元化的繁荣提供了一个很好的途径。人们对现代建筑美的直观感受和印象来自建筑的外在形象,工业化背景下的新材料、新技术的标准设计、标准构件,可以说是全球一体化浪潮对建筑艺术在建筑技术层面上的冲击。因此如何保持建筑艺术的魅力,体现传统建筑美和地方特色,将是建筑师在新材料、新技术运用时的责任。瑞士著名建筑师赫尔佐格和德默隆就是致力于新材料、新技术对建筑外表皮创新研究的领军人物,他们的作品所表现的强烈艺术特征就体现在建筑表皮的抽象、浪漫色彩之中。而伦佐·皮亚诺(Renzo Piano)设计的南太平洋的克里多尼亚的努美亚·玛丽亚·奇芭欧文化中心(Cultural Center Jean Marie

Tjibaou, Noumea, New Caledonia, 1997),则体现了新材料、新技术与地方特色的完美结合。

建筑维护体系技术中最重要的形式是张拉膜技术和幕墙技术,而幕墙技术中又以玻璃幕墙及金属幕墙技术的影响和应用最为广泛。这一部分内容在下篇的章节中我们将详细讨论。

4.3 建筑设备技术

建筑设备的新技术包括交通系统、空调通风系统(热能系统)、照明系统、光能系统、水处理系统、智能信息系统等。这些系统的新技术对建筑的影响由空间形态方面转换到功能组织方面。建筑不再受到自然环境的制约,交通、采光、通风、采暖、温度、湿度等要求都可以通过建筑技术来满足。建筑的设备空间在整个功能空间的比重越来越大,投资比重亦越来越大。在生态意识、节能意识越来越被重视的21世纪,环保节能的设计理念应该是使建筑的热工环境不要过于依赖设备技术,尽可能地保持建筑使用过程中的低能耗。2001年在北京召开的国际建筑师大会(UIA),其北京宪章对建筑技术提出了全面的技术理念——低技术和高技术。

建筑设备技术似乎对建筑造型的影响较小,其实不然,现代建筑设备技术的发展和运用,使建筑的空间组合、交通组织得以充分的自由发挥。1972年建成的蓬皮杜国家艺术中心(图1-8)就是建筑设备技术对建筑造型影响的典型例子。其外观的各种各样大大小小的设备管道,构成了独一无二的建筑形象。人们形象的把它比喻为“文化的炼油厂”。

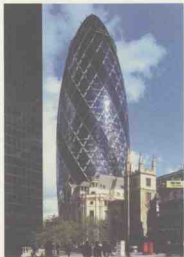


图1-7 瑞士保险公司伦敦总部



图1-8 蓬皮杜国家艺术中心

4.4 建筑生态节能技术

随着社会经济的发展,能源问题已经成为了制约人类社会发展的根本性问题之一,“节能环保”已经成为技术发展的新动力,建筑生态节能技术就是在这样的全球能源背景下产生的新建筑技术概念。当舆论开始关注和比较各国国民经济发展的GDP能耗比例时,人类开始意识到我们的生存环境的脆弱和技术带来的负面影响。我国当前所大力倡导的建设“节约型社会”“节约型城市”和“节能建筑”是在舆论及政策层面上对全社会的引导。从技术层面上,建筑生态节能技术已经成为建筑技术的新的研究热点和方向。在具体的实践工程中,作为城市形态组成的细胞——建筑,其节能标准也已经成为建筑设计的强制措施。

应该说,建筑生态节能技术,与前所提的建筑材料技术、建筑结构体系技术和建筑设备技术的范畴则有所不同,它们不是并列的技术概念。建筑生态节能技术是一个更广泛而综合的技术概念。它可以是建筑材料技术的延伸,也可以是结构技术的升华或者是设备技术的最终目标。它首先体现了人们对环境意识、能源意识的尊重和对建筑技术发展的反思,这是建筑技术发展的一个重要进步。

对于建筑材料技术,通常我们把可以重复多次利用的材料、以较少能耗和较少资源便可以制造的材料都归为生态材料;把有较好热阻性能的材料和寿命较长的材料都归为节能材料。对于建筑设备技术,智能化和低耗能及造价通常是评价其是否为节能技术的标准。建筑结构技术在建筑节能上的体现为其结构上的受力和合理性 and 由此带来的投资经济性。

由于人们环境意识的觉醒和对节能意识的重视,使得“生态建筑论”(Ecological Architecture)、“绿色建筑论”(Green Architecture)、“节能建筑论”(Passive and Low Architecture)、“宜居建筑论”(Adapted Architecture)成为崇尚技术上的“高技派”建筑的理论基石。而对建筑生态节能技术研究较早的国家也相应制定了各自的生态节能建筑的评价标准(或者称为绿色建筑的评价)。如英国建筑研究组织环境评价法(BREEAM)、加拿大绿色建筑评价工具(GBT)、美国绿色建筑委员会制定的“绿色建筑分级系统LEED-EB”。这些标准的出现使建筑生态节能技术有了

量化的可能。

技术只是手段,生态节能才是目标。可以预计,建筑生态节能技术将成为建筑技术发展的新目标和新方向。

5 建筑的艺术美

5.1 美学与建筑美学

美学是以对美的本质及其意义的研究为主题的学科。它是哲学的一个分支。几乎历史上知名的哲学家对美学都进行了各自的阐述。

美学一词来源于希腊语“aesthesis”,最初的意义是“对感观的感受”,是由德国哲学家亚历山大·戈特利布·鲍姆加登于1750年发表并首次使用的。他的《美学》(Aesthetica)一书的出版标志着美学作为一门独立学科产生了。

经过200多年的发展,许多美学家都从各自不同的研究角度提出了不同的观点,但是至今还未有一个准确的定论。

18世纪德国著名的哲学家黑格尔在他的著作《美学》中给“美学”所下的定义:美学,“它的对象就是广大的美的领域,说得更精确一点,它的范围就是艺术,或则毋宁说,就是美的艺术”。其中还有“美学是研究美的科学”“美学是艺术哲学”“美学是审美关系学”等观点。

通俗地理解,美学是以艺术为中心,研究人对现实的审美关系的科学。

建筑美学则是对建筑物及其环境进行审美评价的学科。建筑及其环境是建筑美学的研究客体,对于其客体美的本质认识、规律的把握是建筑美学研究的主要内容。

与“建筑美学”只有一字之差的“建筑美”,则是建筑物的外在形态、内部空间及其给人以愉快感受的因素。

由于建筑固有的艺术属性,使建筑美学成为美学的一个分支。自建筑美学成为西方哲学家讨论的范畴以来,人们把建筑归类为造型艺术的一个种类。如德国古典哲学家康德(Immanuel Kant)对艺术进行分类时,延续了亚里士多德以来的艺术分类原则,把艺术分为语言艺术、造型艺术和其他自由形式的艺术(如音乐)