

建筑要素表现丛书

SERIES OF EXPRESSION OF BUILDING ESSENTIALS

混凝土与建筑

EBE

混凝土材料的使用有着悠久的历史，被称为三大经典建材之一。特别是在现代建筑的发展过程中，随着现代混凝土技术的不断发展，它在建筑中显现出越来越多的优越性。本书运用美学观点，分别就混凝土材料建筑在结构、材质、色彩、技术、空间等方面的艺术表现力进行了全面深入的分析 and 研究，还简要阐述了有关混凝土的建筑理论。混凝土材料建筑的发展和展望，希望能为国内混凝土建筑的发展和应用提供借鉴。

戴志中 陈宏达 顾红男 编著

0762526
07625

建筑要素表现丛书

SERIES OF EXPRESSION OF BUILDING ESSENTIALS

混凝土与建筑

EBE

混凝土材料的使用有着悠久的历史，被称为三大经典建材之一。特别是在现代建筑的发展过程中，随着现代混凝土技术的不断发展，它在建筑中显现出越来越多的优越性。最近几年，大量具有污染少、可大量利用工业副产品和废物、能耗少等特点的新型混凝土相继问世，对生态环境的改善和资源的保护有着积极的意义。

戴志中 陈宏达 顾红男 编著

山东科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土与建筑 / 戴志中, 陈宏达, 顾红男编著. — 济南:
山东科学技术出版社, 2006
(建筑要素表现丛书)
ISBN 7-5331-3602-0

I.混... II.①戴...②陈...③顾... III.混凝土—建筑美
学 IV.TU528

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 093368 号

建筑要素表现丛书

混凝土与建筑

戴志中 陈宏达 顾红男 编著

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098071

印刷者: 山东新华印刷厂

地址: 济南市胜利大街 56 号

邮编: 250001 电话: (0531)82079112

开本: 889mm × 950mm 1/16

印张: 8.5

版次: 2006 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-5331-3602-0

TU·147

定价: 48.00 元

从上个世纪 70 年代起, 关于全球环境污染和资源匮乏问题的讨论已从自然领域转移到政治舞台, 一系列高层的国际会议围绕这一主题而召开, 并形成一批国际性的行动纲领和文件。人类生存环境的可持续发展已成为全世界各国进入 21 世纪的战略抉择。

按照世界环境与发展委员会《布伦特兰报告》的定义, 可持续发展就是一种发展方式, “它要在满足当代需求的同时不影响后代进行发展, 以满足自身需求的能力”, 这个定义相对广义而原则。建筑领域可持续发展涉及人与环境的关系、资源利用、经济成长、健康、社会建设等许多方面的问题。随着人口的急剧增加以及城市与建筑的发展, 人们不能再按以往不利于环境保护和资源节约的方式进行建设。可持续发展还会促进社会观念的变化, 从根本上改变未来建筑的发展方向, 从而推动有关技术、法规及生活方式的全面变革。

混凝土材料的使用有着悠久的历史, 被称为三大经典建材之一。特别是在现代建筑的发展过程中, 随着现代混凝土技术的不断发展, 它在建筑中显现出越来越多的优越性。最近几年, 大量具有污染少、可大量利用工业副产品和废物、能耗少等特点的新型混凝土相继问世, 对生态环境的改善和资源的保护有着积极的意义。

然而在上个世纪 60 年代之后, 混凝土建筑被指责为非人性, 没有归宿感。人们在对混凝土建筑的批判和谩骂声中几乎已经忘记了混凝土材料的真实面目, 忽略了前辈大师所创造的一曲曲混凝土建筑的颂歌。在这样的背景下, 对混凝土建筑进行综合研究有着深刻的意义。

本书研究目的有以下几点:

第一, 回顾混凝土材料和建筑的发展历史, 特别是在现代建筑中的发展历程。

第二, 研究混凝土材料的性质和效果, 注重发掘混凝土材料的自然特性, 以及由此而派生的混凝土建筑的表现力和艺术特性。

第三, 在当今国际化、信息化的社会, 文化领域的趋同现象给人们带来种种困惑, 混凝土忠实于结构和材料的非凡表现力正是医治这种困惑的苦口良药。如何创造出更多有地方特色、富有传统审美情趣的混凝土建筑也是本书关注的重点之一。

本书运用美学观点, 分别就混凝土材料建筑在结构、材质、色彩、技术、空间等方面的艺术表现力进行了全面深入的分析和研究, 还简要阐述了有关混凝土的建筑理论、混凝土材料建筑的发展和展望, 希望能为国内混凝土建筑的发展和应用提供借鉴。

混

凝土与建筑

目录

概述 / 1

混凝土的结构表现力 / 44

冲绳多功能中心 / 46

加利福尼亚世纪中学 / 48

里尔博那新市政厅 / 50

艾瓜拉达公园 / 52

混凝土的材质表现力 / 55

艾外住宅 / 56

戴特小学 / 60

冈山市东方文物博物馆 / 64

模数住宅 / 68

混凝土的空间表现力 / 70

三方町绳文博物馆 / 72

水之教堂 / 76

混凝土的色彩表现力 / 80

瑞佛玛广场 / 82

南曲拉维斯塔图书馆 / 86

第一次世界大战博物馆 / 98

混凝土的组合表现力 / 100

淡路梦舞台 / 104

玛斯特里赫特艺术学院 / 108

蒙特·西奈幼儿学校 / 112

神奈川大学 16 号馆 / 118

久慈市文化会馆琥珀厅 / 122

帕尔梅拉住宅 / 124



1 混凝土的基本常识

1.1 混凝土的组成、分类及基本特点

1.1.1 混凝土的组成

混凝土是水泥、水、细骨料(砂)、粗骨料(石)以及必要时掺入外加剂与矿物混合材,按一定比例配合并通过搅拌、浇注、硬化而成的块体。水起到调和作用,水泥是一种结合材料,与水反应而硬化,骨料形成混凝土的骨骼。在使用优质骨料的前提下,水灰比和水化速度决定着混凝土硬化的强度。添加剂则起润滑作用和加强各种机能的作用。

1.1.2 混凝土的分类

不同条件下混凝土的分类也不同:

(1) 根据一般性和特殊性划分:普通混凝土、特种混凝土、纤维增强混凝土、塑料混凝土。

(2) 根据胶凝材料或添加剂划分:膨胀混凝土、超早强混凝土、超快硬混凝土、防水混凝土、加气混凝土、泡沫混凝土。

(3) 根据容量划分:轻混凝土、重混凝土。

(4) 根据强度划分:高强混凝土、超高强混凝土。

(5) 根据流动性(稠度)划分:干硬性或无坍落度混凝土、流动混凝土。

(6) 根据施工方式或工程用途划分:预填骨料混凝土、泵送混凝土、水中混凝土、喷射混凝土、预应力混凝土、海洋混凝土。

1.1.3 混凝土的基本特点

(1) 混凝土作为建筑材料能够通过模板成型,制成各种形状及尺寸的构件或构筑物,可塑性极强。

(2) 同其他材料相比,混凝土价格较低,容易就地取材,施工制造比较容易,强度高,结构耐久性比较好,结构建成后的维护费也较低。

(3) 混凝土的抗拉强度较低,需要与抗拉强度高的钢筋配合来改善抗裂性。

(4) 混凝土的自重较大,需采用轻骨料来减轻本身的重量。混凝土需一定硬化时间,施工期长。

1.2 混凝土的基本性能

1.2.1 混凝土的力学性能

混凝土是一种非匀质的合成材料,在不同的受力状态下,破裂过程主要与微裂缝的发展有关。这种微裂缝在荷载很低或无荷载之前就存在于混凝土内部。混凝土随着荷载的加大引起内部微裂缝的扩大,连通起来以至发生破坏。这种内部裂缝迅速扩大的起始点,可以作为混凝土强度的定义之一。

(1) 抗压强度:同其他材料强度相比,混凝土的抗压强度要高得多,在结构设计及施工质量控制中都以其为依据。影响混凝土的主要因素有原材料的质量、配合比、施工方法、养护方法、试验方法。

(2) 抗拉强度:同抗压强度相比,混凝土的抗拉强度比较低。它与同龄期的抗压强度的比率随各种条件不同而变化。为了防止或减少混凝土的裂缝,尽可能提高其抗拉强度。测定混凝土

土抗拉强度通常采用劈裂法或轴向拉伸法。

(3) 抗弯强度: 抗弯强度是以正方形的长梁按破坏弯矩的荷载, 约为抗压强度的 $1/5 \sim 1/10$, 弯曲强度试验加荷方法有三等分点加荷和中央集中加荷两种。

(4) 握裹强度: 埋入混凝土中的钢筋在拉出一定量时所产生的抵抗力称为握裹力, 握裹力除以钢筋埋入混凝土中的表面积为握裹强度。握裹强度随着钢筋的种类、混凝土中钢筋的位置与方向、混凝土的覆盖厚度、混凝土的性能及试验方法等而改变。

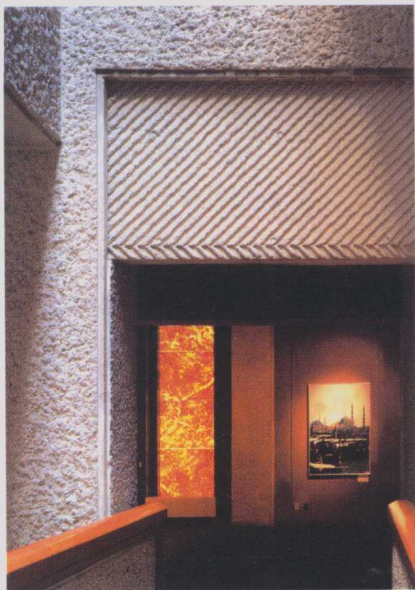
(5) 疲劳强度: 混凝土承受小于静力强度的应力, 经过几百次至几万次反复作用而发生的破坏为疲劳破坏。混凝土是一种典型的脆性材料。疲劳引起破坏的原因主要是由于混凝土中微细裂缝的发展, 在设计中考虑疲劳强度是十分必要的。

(6) 支压强度: 预应力混凝土张拉锚固部位等在整个结构断面上只有一部分承受压力, 承受这类局部荷载引起的抗压强度称为支压强度。在实际构筑物中应力状态是十分复杂的, 处于各种应力的组合状态, 应以主应力作为首要设计依据。由于情况千变万化, 尚待解决的问题颇多。

1.2.2 混凝土的变形

由于混凝土中所含水分的改变, 化学反应, 温度变化所引起的变形, 均称为混凝土的体积变形, 主要包括干缩变形、自生的体积变形和温度变形三部分。混凝土结构由于基础、钢筋或相邻部件牵制而处于不同程度的约束状态, 混凝土发生的体积变形会由于约束而引起拉引力, 变形过大容易引起混凝土裂缝。膨胀水泥和膨胀剂可以浇制不开裂的混凝土。

(1) 干缩变形: 混凝土的干缩率大体在 $200 \times 10^{-6} \sim 1000 \times 10^{-6}$ 范围内。引起混凝土干缩的重要原因之一是水分的蒸发。这种蒸发、干燥过程是由表及里逐步发展的, 因而湿度总是不均匀的, 干缩变形也是不均匀的, 干缩对于混凝土薄



壁结构的影响深度相对较大。混凝土干缩的机理比较复杂,最主要的原因是内部空隙,水蒸发变化时引起的毛细管引力。影响干缩变形的主要因素是水泥品种和混合材、混凝土配合比、化学添加剂和养护条件等。

(2) 自生体积变形: 混凝土依靠胶凝材料自身水化引起的体积变形称为自生体积变形。自生体积变形主要取决于胶凝材料的性质,是在保证充分水化条件下产生的,混凝土自生体积变形对于抗裂问题有着不容忽视的影响。膨胀水泥混凝土可大大改善某些混凝土的抗裂性。膨胀混凝土按约束应力大小分为补偿收缩混凝土和自应力混凝土两类。

(3) 温度变形: 混凝土随着温度的变化而发生膨胀或收缩变形,称为温度变形。由于大体积混凝土结构尺寸比较大,水化热引起的内部最高温度比较大,容易引起温度变形。从建筑原材料配合比等方面降低水化热温升,可以显著改善混凝土的抗裂性。改善约束的主要措施还有合理分缝、分块,避免应力过于集中的不利结构形式,合理安排施工程序。

1.2.3 混凝土的热学性能

分析某些混凝土结构的温度及温度引起的应力或变形,以及进行温度控制时混凝土热学性能成为必需的基本资料。混凝土的热学性能主要指混凝土产生或消失热量的各种性能,包括混凝土中水泥水化热和混凝土的绝热温升,以及混凝土的导温系数、导热系数、热膨胀系数等。热学性能与强度不同,龄期的影响很小,主要取决于混凝土中骨料的性质及骨料的用量。

(1) 水泥水化热与混凝土的绝热温升: 水泥水化过程中放出的热量称为水泥水化热。在冬季施工中,水化热有助于混凝土的保温。在大体积混凝土结构中,由于混凝土的导热能力很低,水泥发出的热量聚集在结构物内部长期不散,往往形成巨大温差及温度应力,易引起温度裂缝。

(2) 导温系数(热扩散系数): 对于混凝土热量扩散相对能力起决定作用的特性是混凝土导温系数,它是反映混凝土热量扩散的一项综合指标。导温系数随骨料增多而加大,砂石的质量对其也有影响,而加气有降低导温系数的趋势。

(3) 导热系数: 反映混凝土传导热量难易程度的一种系数,称为导热系数 K 。影响导热系数的主要因素是骨料的用量、骨料本身的热学性质、混凝土的温度及其含水状态。

(4) 比热: 单位重量的混凝土温度升高 1°C 时所需的热量称为比热。影响混凝土比热的因素比较多,主要是骨料的数量和混凝土温度的高低。

(5) 容重: 混凝土的容重随着骨料的比重、级配、石子最大粒径、含气量、混凝土配合比以及干湿程度等因素而变化,影响最大的是骨料性质。

(6) 热膨胀系数: 混凝土的体积随着温度的变化热胀冷缩,混凝土的体积膨胀率为线膨胀率的3倍,混凝土的热膨胀系数与骨料的性质有关,其大小顺序是,以石英质骨料为最大,其次是砂岩、花岗石、玄武岩和石灰岩,依次减小。

1.2.4 混凝土的抗渗性

混凝土的抗渗性与耐久性密切相关,抗渗性差的混凝土,水分可以轻易侵蚀冰冻而破坏混凝土。其主要影响因素有,水灰比和养护龄期对硬化水泥浆抗渗性的影响。混凝土的抗渗性主要取决于水泥浆的空隙率,包括空隙的尺寸、分布和连续性。

(1) 水灰比和石子最大粒径的影响 水泥水化所需水分占水泥总量的20%~30%,其余水分主要满足施工的需要,由于拌合浇筑之后石子四周形成水袋,形成不良空隙,这些空隙形成渗水通道,石子粒径愈大,抗渗性越差。

(2) 水泥品种、养护龄期和加气剂的影响:使用不同品种的水泥,混凝土的抗渗性也不同,使用加气剂于拌和水中,可阻止自由移动的水量,从而截断渗透通道,这也是加气混凝土比普通混凝土抗渗性强的原因。

1.2.5 混凝土的抗冻性

抗冻性是评定混凝土耐久性的总指标。混凝土建筑物在天然条件下经常受干湿、冷热、冻

融交替等破坏作用,影响建筑物,降低建筑物的使用寿命。提高混凝土抗冻性的最有效方法是运用加气混凝土。影响混凝土抗冻性的因素比较复杂。从国外看,主要是冻结的速度和温度,冻融的循环次数。从国内看,主要是混凝土的含气量、气泡性质、混凝土的水灰比、水泥品种及各种原材料性质的差别。

1.2.6 混凝土的抗蚀性能

混凝土与周围环境的水中某些化学物质发生不利于混凝土的反应,使建筑物中的混凝土经过一段时期后产生显著的毁坏,这种破坏称为环境水对混凝土的侵蚀。影响混凝土抗蚀性最主要的因素是水泥品种和成分、混凝土的密实性。

(1) 抗磨损气蚀性:溶于水中的空气气化发生空隙而剥蚀混凝土称为气蚀。通过采用高强度密实性混凝土、缩小石子最大粒径、严格控制施工质量及表面平整度、长期充分的潮湿养护,可以提高混凝土的抵抗能力。

(2) 混凝土的碳化与钢筋的锈蚀:钢筋生锈后,即破坏了混凝土覆盖层,沿钢筋产生裂缝,水、空气进入裂缝,则加速钢筋的锈蚀。影响混凝土碳化速度的主要因素有,水泥与混合材、外加剂的掺用(尤其是加气减水剂大大改善其耐久性)、骨料的种类、水灰比、外部环境、裂缝及其他缺陷。

(3) 电流的腐蚀性:混凝土在干燥状态下具有一定的导电性,在潮湿状态下则成为良导体。由于电流的作用,钢筋被氧化,使混凝土产生裂缝或变得疏松。防止电蚀的措施有,不用含



氯化物原材料,尽可能保持干燥,建筑物内直流电线不接地,避免电缆与建筑物接触。

2 混凝土的建筑意义

2.1 混凝土与现代建筑理论

混凝土在现代建筑中的应用已有相当长的历史,在这段过程中产生过大量的建筑理论,了解和分析这些理论思想的基础,有助于加深理解混凝土材料在建筑中的意义。

2.1.1 粗野主义

“粗野主义”(Brutalism)是20世纪50年代下半期到60年代中期名噪一时的建筑设计倾向。英国建筑词典对这个名词的解释是:“这是1954年选自英国的名词,用来识别像勒·柯布西埃的马赛公寓大楼和昌迪加尔行政中心那样的建筑形式,或那些受他启发而作出的此类形式。粗野主义的代表人物,如英国的斯特林和戈文,意大利的弗甘诺,美国的鲁道夫,日本的前川国男、丹下健三等。粗野主义经常采用混凝土,把它最毛糙的方面暴露出来,极其夸大那些沉重的构件,并把它们冷酷地碰撞在一起。”

粗野主义最初是由英国第二代建筑师史密森夫妇于1954年提出来的。史密森说:“假如不把粗野主义试图客观地对待现实这回事考虑进去——社会文化的种种目的性,其迫切性、技术等等——任何关于粗野主义的讨论都是不中要害的。粗野主义者想要面对一个大量生产的社会,并想从目前存在着的混乱的强大力量中,牵引出一阵粗鲁的诗意来。”这说明“粗野主义”

不单是一个形式问题,与当时社会的现状要求和条件也有关联。这种以表现材料与结构为准则的美学观,理论上,与密斯为代表的讲求技术精美的倾向似乎很接近,但两者由于经济立场的不同,效果各异。讲求技术精美的倾向是不惜重金极力表现优质钢与玻璃的轻盈、光滑及其材料和结构一致的“全面空间”,而“粗野主义”是要经济地、从不修边幅的钢筋混凝土的毛糙沉重与粗野感中寻求形式上的出路。



“粗野主义”从形式上看,其表现是多种多样的。鲁道夫设计的耶鲁大学建筑与艺术系大楼和丹下健三设计的仓敷市厅舍都是强调粗大的混凝土横梁,在两根横梁接头的地方还故意把梁头撞了出来,但像伦敦的南岸艺术中心和伦敦的国家剧院则强调把巨大与沉重的房屋部件大块大块地、粗鲁地碰撞在一起。强调粗大的混凝土横梁的风格可追溯到柯布西埃于1954~1956年设计的尧奥住宅。其中耶鲁大学建筑与艺术系大楼的“灯芯绒”式的混凝土墙面给人以粗而不野之感。仓敷市厅舍的既强调横梁又有

直柱的构图则颇有几分日本传统建筑的民族风味。

“粗野主义”在欧洲比较流行，在日本相当活跃。它到上个世纪60年代下半期后逐渐销声匿迹。

2.1.2 典雅主义

典雅主义同粗野主义并进，然而在艺术效果上却与之相反的一种倾向，不过，两者在设计思想上都是比较“重理”的。粗野主义主要流行于欧洲。典雅主义主要在美国流行，其代表人物主要有美国的约翰逊、斯东和雅马萨其等第一代建筑师，主要致力于传统美学法则来使现代的材料与结构产生规整、端庄与典雅的庄严感。典雅主义着重利用金属、钢筋混凝土、玻璃这三种现代建筑材料的组合表现来体现典雅，在某些方面已倾向技术精美。技术精美主义所讲求的是钢和玻璃在形式上的精美，而典雅主义是讲求钢筋混凝土梁柱在形式上的精美。

2.1.3 地方主义与人情化

地方主义建筑常被称为“有机的”建筑或“多元论”的建筑。其设计方法是比较偏重情感性的，地方主义建筑是既要讲技术又要讲形式，而且形式上又强调自己特点的倾向。地方主义非常重视建筑的地域性，注重民族传统、历史文化等多方面的因素。地方主义建筑的动机主要是对理性主义所鼓吹的无条件采用和表现新技术以及在形式上雷同的反抗。

地方主义的倾向最先活跃于北欧，它是20世纪20年代的理性主义设计原理结合北欧的地方性与民族习惯的发展。50年代中叶以后，日

本在探索自己的地方性方面也做出许多尝试，其中不少带有一定的民族传统特色的建筑。

芬兰的建筑师阿尔瓦·阿尔托是北欧地方主义建筑的代表人物。阿尔托的设计路子相当宽，具体表现为，有时用砖、木等传统建筑材料，有时采用混凝土等新材料和新结构。在采用新材料、新结构与机械化施工时，总是尽量处理得柔和与多样化一些。就像阿尔托曾为了消除钢筋混凝土的冰冷感，在钢筋混凝土柱身上缠上几圈藤条，或为了使机器生产的门把手不致有生硬感，而把门把手造成像人手捏出来的样子。总之，阿尔托十分关心人类自身的情感，他的作品及理论对当代建筑设计的影响是非常大的。特别是当今信息化的社会，各国之间的差异性越来越少，如何结合现代建筑材料与传统文化显得尤为重要。

地方主义自上个世纪50年代末在日本很流行，以丹下健三为代表的一些年轻建筑师对创造日本的现代建筑非常感兴趣。日本的香川县厅舍和仓敷县厅舍是丹下健三在这方面的代表作。虽然有人因他把钢筋混凝土墙面及其构件处理得比较粗犷而称之为“粗野主义”，然而从这两幢建筑的规划至细部处理各个方面均可使人感受到日本建筑的痕迹。丹下说：“现在所谓的地方性往往不过是装饰性地运用一些传统构件而已，这种地方性总是向后的……同样地，传统性亦然。我认为，传统是可以通过对自身的缺点进行挑战和对其内在的连续统一性进行追踪而发展起来的。”这说明丹下认为地方性是包含传统性的，而传统性是既有对传统的继承，也有



发展的。此外，前川国男的京都文化会馆、大谷幸夫的京都国际会馆等一系列作品均被认为是现代混凝土建筑的日本化表现。

“批判性地域主义”一词在20世纪80年代由阿雷桑德·佐尼期和里亚内·雷洁伊福启用在建筑界。20世纪40年代“批判地域主义”在拉美建筑领域传播发扬，并已构成了一种伦理态度，一种美学才能。它充满活力，关注世界和本地区的环境，将一致性建立在多样化的基础上。在拉丁美洲，有一大批建筑师坚持不懈地将新技术、新材料同传统精神、地方特色结合起来，创造了具有地域特色的拉美新建筑。巴西建筑师尼迈耶是拉美批判地域主义建筑的杰出代表。其作品充分发挥了混凝土材料的可塑性，创造了大量的极富抒情意味、别具一格的拉丁现代建筑。

墨西哥建筑师巴拉甘和莱戈雷塔着力于意境的创造，他们没有形式上的模仿或抄袭，他们探索的是传统建筑中的永恒价值观。重视环境和景观，空间宽广舒展，尊重材料的色彩、质感和特性是他们设计的指导原则。墨西哥新一代年轻建筑师亚伯拉罕·扎布鲁夫斯基和特奥多罗·冈萨斯·德·莱昂经常合作共事，他们立足于自身的条件，选用拉美地区最常用又富于可塑性的钢筋混凝土材料，创造出大体块的强劲壮实的建筑，有强烈的雕塑感和光影对比。他们继承了传统，但又不沉迷于抄袭和模仿，而是在新的条件下应用以下原则：不在墙面上装贴满满的雕饰或画很多壁画，而是突出建筑整体的雕塑性，把建筑本身处理得富于雕塑感。

今天，拉美建筑已经进入具有自己特点的时期，也影响了全世界，为世界建筑多样化添砖加瓦。建筑中的民族、地方特色的探索和表现是无止境的，始终在求索中不断努力。

2.1.4 有机功能主义

钢筋混凝土的技术及其在建筑设计中的表现与现代建筑的发展密不可分。有机功能主义强调混凝土特殊的有机形态表达，特别是采用薄壳的有机表达形式。混凝土薄壳结构技术的发展为有机形态在建筑中的表达提供了各种可能性。

在钢筋混凝土运用上，特别是薄壳结构运用上，最早获得突破的是西班牙工程师、建筑家爱德华多·托哈洛。他从1927年开始从事结构和建筑工程设计，一直致力于建筑的有机形态表达及其结构的研究。1958年，他出版了《结构的哲学》和《托哈洛的结构》，这是两本具有重要意义的著作，对建筑工程技术的应用原理和发展潜力进行了深刻的讨论和解说，一直被现代建筑界公认为经典之作。

费利克斯·坎德拉是在西班牙出生的墨西哥建筑家，他在托哈洛的基础上进一步发展了现代建筑的钢筋混凝土薄壳结构。他喜欢应用钢筋混凝土，并且尽力发挥这种材料技术上的潜力，使之在建筑中得到最大限度的发挥，他实施了一系列成功的设计，推广了这种技术，也协助西班牙奠定了在国际工程技术上的地位。

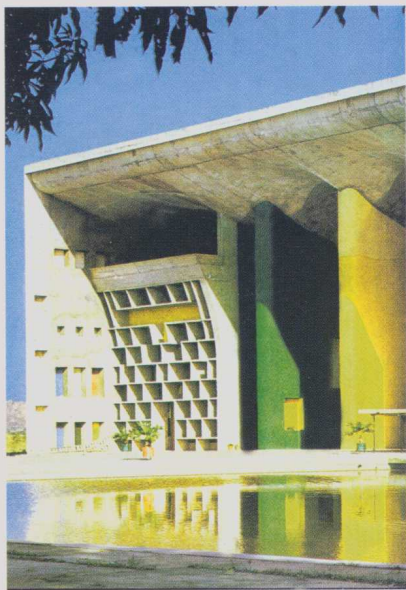
提到混凝土的有机表达，还应提及意大利建筑师皮埃尔·奈尔维，他是意大利最重要的建筑家之一。他对于钢筋混凝土的应用可以说已经达到炉火纯青的地步。奈尔维是一位工程师出身的建筑家，对现代建筑的贡献很大程度上是表现在建筑工程技术上取得的突破，特别是钢筋混凝土大跨度结构的应用和混凝土薄壳技

术的应用。虽然奈尔维的工作中心是建筑设计，但他对诗歌非常感兴趣，他努力将诗歌与建筑结合起来，人们常常喜欢称他为“钢筋混凝土的诗人”。他反复对青年建筑师强调，建筑材料、统计数字、建筑技术、经济效益、功能需求等等仅仅是建筑表达的语汇而已，不要刻板地、单纯技术性地对待建筑，而要把建筑作为一个有机体，只有这样，建筑才会具有美学价值，而不仅仅是技术与结构的结合。

埃罗·沙里宁是国际建筑界非常重要的人物，在国际主义风格盛行的时期，他独自突破刻板单调的密斯风格，开创了基于斯堪的纳维亚设计传统的有机功能主义风格，并通过他设计的大型建筑和家具体现出来，丰富了现代建筑的面貌。沙里宁是芬兰裔美国建筑家，父亲埃里尔·沙里宁是分离派现代建筑的奠基人之一。他使用有机形式设计新的大型建筑开始于美国环球航空公司候机大楼（纽约肯尼迪机场）。这座建筑无论建筑内部还是外部都没有几何形态，完全以有机形式作为设计构思，同时保持了现代建筑的功能化、材料和非装饰化的基本特征，走出了有机形态建筑至关重要的一步。此后，杜勒斯机场、耶鲁大学冰球馆等一系列有机形态建筑陆续出现，为有机形态建筑的发展奠定了坚实的基础。

2.2 混凝土建筑与地域

考察人类建筑发展的历史，建筑从其产生之日起，就与特定的地点产生了不可割裂的质的联系，地域性（Regionalism）是建筑的本体属



性之一。在前工业社会的漫长历史时期中，人类的建筑和聚落与所在地区的自然生态和社会生态维持着朴素、静态的和谐。正是这种和谐，造就了世界上各国、各地区灿烂的地域建筑文化。

撇开纷繁多样的功能及目不暇接的形式风格，建筑的原始意义是为人类肉体及精神提供一种庇护，实现人的“定居”。建筑首先需要空间，其次需要地点。空间和地点是构成建筑的本质元素，二者缺一不可。由于各个地方的地理地形条件的差异以及气候、温度、日照等自然因素差异，造成建筑在选材、用材方式上的不同，以及相应构造方法、施工工艺、建造手法上的差异，促成了各地建筑鲜明独特的风格。

混凝土是各国各地最为广泛使用的建筑材料。在不同的历史时期和文化背景中，不同的建筑师对于混凝土建筑也有迥异的处理和理解，这些建筑师使用和发挥混凝土可塑性强、具有石材般厚重表现力的同时，也在建筑空间造型处理、建筑构造手法等方面结合建筑所处地域做了坚持不懈的努力。

柯布设计的昌迪加尔市政中心的建筑即充分体现了地域特点。由于柯布非常重视从印度传统建筑中吸取营养，并注意迎合当地地域地理因素（气候炎热多雨、日照强烈），使这组建筑具有强烈的地方特色。在高等法院设计中，柯布把连续拱券放在屋顶上架空，成了装饰性的隔热层。在市政中心设计中，柯布把遮阳板加以独具魅力的艺术手法处理，使之具有更为特殊的表现力。议会大厦门廊向上弯起的挑檐，既有传统阳伞的作用，也可用于天沟排水。议会大厦的饰面处理直接暴露清水混凝土的质感，看上去像一种天然材料，这是因为柯布受到昌迪加尔附近简陋民居粗糙抹面的启发。人们认为这组建筑能与自然环境很好地结合在一起。

巴西著名建筑师尼迈耶的建筑作品既有中期现代主义建筑的普遍性，又带有拉丁美洲的特殊地域性，热带的气候和地理特点在其作品中得到充分反映和艺术处理，他用钢筋混凝土塑

造出许多具有抒情意味的建筑。巴西首都巴西利亚政府建筑群的构图特色在于形式的对比,对比效果鲜明、强烈和直率,使人不得不联想到拉美人热烈奔放的民族性格和气质。大片实墙的处理也是对当地炎热气候条件的一种回应,粗糙的混凝土墙面与光洁的大片玻璃墙面在强烈的日照下形成丰富的阴影变化,建筑与辽阔的广场、环境结合在一起,在热带强烈阳光的照射下,显得原始、奇特和空寂,并略带几分神秘感,让人联想到古代美洲的架台建筑。

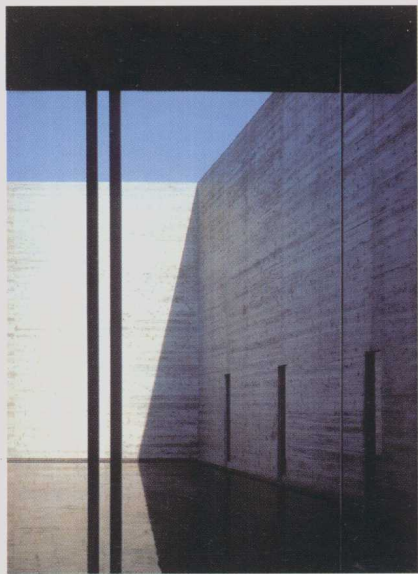
2.3 混凝土建筑与文化

建筑是文化的存在。文化因素是人类建筑区别于鸟巢和蜂房的根本所在。

人具有自然和社会双重属性,因此,建筑不仅在物质功能上提供遮蔽物,以满足人的自然属性,更要为人类的社会生活提供和谐的框架,以展示人的社会属性。建筑在自然环境中呈现出物质形态的同时,在社会环境中呈现出文化形态。后一方面表现随着人类社会自身的发展显得越来越突出。从某种意义上说,文化的取向决定了人对自然的态度,进而对建筑与自然的关系产生重要的影响。

在人类社会的大部分时间中,由于自然地理、经济方式、民族性格等方面的差异,世界各地的文化呈现出鲜明的地域差别。建筑与文化之间的相互作用、相互影响的紧密关系,将地域文化的特质深深地铭刻于建筑环境之中。从社会文化的角度来塑造不同风格的建筑,正是历史上伟大的建筑作品表现出文化认识性和场所精神的内在源泉。这些建筑不仅成为当地的文化象征,还凝聚着几代甚至几十代人的情感和记忆,是人们心灵的寄托和归宿。

当今科技的迅猛发展,地理空间的拓展以及生产方式的变革,导致“全球化”现象的出现。“全球化”现象正对不同地区的文化起着无法挽回的销蚀作用。面对特殊性的丧失和地方传



统文化的消退,从20世纪50年代后期建筑界开始反思现代建筑运动基本出发点中的偏颇和过激,人们开始寻求传统文化有积极意义的探索。不少建筑师开始探索运用现代材料结合本地文化和审美情趣的建筑。例如,混凝土作为一种现代材料传入日本后,得到广泛的应用,并且在发展过程中逐渐出现了运用其特性来探索与民族文化结合的建筑。

1961年,在前川国男设计的京都文化会馆和东京文化纪念馆这一对姐妹作品中,他运用混凝土的灰色调及结构的表现去体现日本传统宗教神社建筑文化的某些意图。

吉田五十八以混凝土的现代结构结合日本传统低缓的大屋顶的构思进行创作,不仅在造型上,而且在空间上对当地建筑文化传统做了新的探索。

由岩本博行设计的东京国立剧场高度强调民族风格,采用民族建筑筑台的形式及横向延伸的扁平结构,并用深棕色预制水泥构件模仿日本寺院并干式仓库墙面。

安藤忠雄酷爱数寄屋文化,并受到这种文化本质的强烈影响,他在作品中使用清水混凝土重新诠释了原始数寄屋风格所包含的一些基本特征和空间品质。在他的许多作品中能清楚地看到安藤对混凝土材料的嗜好,领悟到这种材料运用背后所表达的文化内涵和场所精神。

2.4 混凝土建筑与环境

近百年来,社会生产力已有了极大的提高,人们在享受现代物质文明的欢愉中,已开始审

视其负面效应——环境质量的急剧恶化和不可再生资源的迅速减少。人居环境的可持续发展已成为世界各国进入21世纪的战略抉择。

1973年石油危机后,人们对混凝土建成的环境极为不满,对混凝土大加批评,列举出混凝土建筑的种种弊端,指责混凝土的非人性,没有归宿感。人们从环境与生态角度提倡木构建筑、覆土建筑、生土建筑等来代替混凝土。斯托尔茨甚至在《健康的基础》一书中指出:“木材,富有生气,它能够呼吸,而混凝土只不过是一种死气沉沉的材料而已。”在对混凝土建筑的批判和谩骂声中几乎已经忘记了混凝土材料的真实面目,忽略了前辈大师所创造的一曲曲混凝土建筑的颂歌。但是,尽管人们从各个方面对混凝土大加批评,然而它却依然被大量生产和使用,无论摩天楼、桥梁、体育设施、高速公路,还是小花架、花坛,这种被普莱希特誉为“万用之石”的经典建筑材料依然起着不可或缺的重要作用。

自从波特兰水泥出现后,经历了漫长的发展过程,经过无数次的改革、创新与发明,混凝土的科技内容已十分丰富,传统的具有可持续发展缺陷的水泥混凝土已基本停止使用,而现代混凝土材料与其他建筑材料相比较,则显现出越来越多的优越性。

广大地区特别是农村仍广泛使用的粘土砖,虽然取材于自然土壤,但却耗费了大量的土地资源,而且生产过程中释放大量的污染物;木材虽取自天然,但是随着时代的发展,世界上的森林资源越来越少。我国森林覆盖率居世界平均水平之下,保护森林、营建绿色家园已刻不容

缓,特别是近几年,沙尘暴等自然性灾害也与森林资源的匮乏有着密切的联系;玻璃幕墙也存在着光污染等问题。

混凝土的原材料砂、石、水泥价廉且来源广泛,对其他重要资源破坏较小;其次,混凝土是一种施工简易、能耗小、强度高、耐久性好和各种热工性能较好的材料。特别在最近几年,大量新型混凝土产品污染大大减少,并可大量利用工业副产品和废物。高性能混凝土应用现代混凝土科学技术,可提高混凝土结构使用寿命,尽量减少修补或拆除的浪费和建筑垃圾;高性能混凝土在消耗大量污染生态环境的废品的同时,也尽量减少了对自然资源和能源的消耗,减少对环境的污染。高性能混凝土还具有优异的施工性能、便于施工、节省劳动力、减少振捣用电、降低环境噪音等特点,因此,高性能混凝土是符合可持续发展原则的。本世纪也是高性能混凝土充分发挥其污染少、可利用工业废物、耗能少等优点,对生态环境建设做出应有贡献的新世纪。

许多天才建筑师坚持不懈地利用混凝土坚固、经济、可塑性强的特点塑造着具有巨大表现力的作品。随着现代混凝土大量新技术的出现,混凝土的应用正在跨入历史新时期。

2.5 混凝土建筑历史

混凝土在古代西方曾经被使用过,罗马人用火山灰混合石灰、砂制成的天然混凝土曾在古代的一些建筑中使用。天然混凝土具有凝结力强、坚固耐久、不透水等特性,使之在罗马得到广泛的应用,大大促进了罗马建筑结构的发

展,而且在拱和穹顶的跨度上不断取得突破,造就了一大批至今仍为人们津津乐道的大型公共建筑。公元前1世纪中,天然混凝土在券拱结构中几乎完全排斥了石材。

罗马穹顶技术的最高代表万神庙是天然混凝土的杰作之一,穹顶主要由混凝土和砖砌的券为主。为了减轻穹顶的重量,混凝土层越往上越薄,并在穹顶底面做深深的凹格。这也是发挥了混凝土材料特性的缘故。混凝土用浮石作骨料,墙厚6.2米,也用混凝土浇筑。由混凝土浇筑的开阔的内部空间十分完整,几何形状单纯、明确而和谐。

由于中世纪时期对于古典文明的破坏,天然混凝土的制造方法失传了。工业革命以后,西方开始探索新的建筑材料。1774年,英国人艾地斯东采用石头、粘土、砂、铁渣混合研制出初期的混凝土,取得了初步的成功,之后越来越多的人投入混凝土配方的研究,直到1824年才研究出生产胶性水泥的方法,起名“波特兰水泥”。

上个世纪30年代,混凝土开始进入大批量生产和广泛使用的新阶段。现代混凝土的应用几乎成了上个世纪一切新建筑的标志。现代建筑的产生和发展,最重要的突破是钢筋混凝土的广泛应用。它首先在法国与美国得到发展。法国建筑师埃内比克于19世纪90年代在布尔拉莱茵城为自己建造的别墅,就是作为钢筋混凝土应用的广告。此后,包括于1894年在巴黎建造的蒙玛尔特教堂,是第一个用钢筋混凝土框架结构建造教堂的例子,随后,钢筋混凝土结构便传遍整个欧美。