

流动的石头

新混凝土建筑

New Architecture in Concrete
Liquid Stone

汤凯青 译

让·路易·科恩 (Jean-Louis Cohen), G·马丁·穆勒 (G. Martin Moeller, Jr.) 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



TU37
C57

流动的石头

新混凝土建筑

Liquid Stone

New Architecture in Concrete

TU37
C57

汤凯青 译
让·路易·科恩 (Jean-Louis Cohen), G. 马丁·穆勒 (G. Martin Moeller, Jr.) 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

每年大约有50亿立方码的混凝土生产出来并广泛使用,当仁不让地成为世界上第二大消耗品(仅次于水)。长久以来,混凝土一直被认为只是一种适用于建筑沟渠通道、电力工厂、公路以及停车库的原材料,但是在先锋建筑师和工程师眼中,混凝土除了具有强韧性和多功能性以外,还具有无限衍生的艺术表现力,是理想的建筑材料之一。混凝土是由水泥、水、砂粒以及矿物集料构成的,本身并不具有固定的形态——仿佛流动的石头,其造型特点取决于放置混凝土的模板以及设计师的想象力。

由于对混凝土的要求逐渐提高,其加工处理的方法也随之发展进步,当今的混凝土材料已经具有卓越的物理特性和结构性能。科技的进步提升了材料的可用性,同时也打破了一些先入为主、根深蒂固的传统观念:混凝土不再是密实阴暗、笨重沉闷、庞大单调的代名词,而成为一种灵活可变、轻质活泼、结构稳固的建筑材料,即使是超薄(甚至是半透明)的混凝土也会具有强韧坚实的特性。

在《流动的石头》一书中,建筑师、工程师和专家学者们从技术工艺和艺术审美两方面研究了混凝土材料的演变和运用。本书撷取了国际一流建筑师参与设计的30多个案例,如让·努维尔(Jean Nouvel)、赫尔佐格和德穆隆(Herzog & de Meuron)、安藤忠雄(Tadao Ando)、扎哈·哈迪德(Zaha Hadid)、斯蒂芬·霍尔(Steven Holl)、诺曼·福斯特(Norman Foster)以及圣地亚哥·卡拉特拉瓦(Santiago Calatrava)等建筑大师的经典之作,通过详尽的分析阐述、案例照片以及工程制图,展现了当今新混凝土建筑在艺术和技术上的不凡成就,作为建筑的表现载体,混凝土在不断地变化完善,具有广阔的发展前景。

First Published in the United States by Princeton Architectural Press

北京市版权局著作权合同登记号:01-2007-0700

图书在版编目(CIP)数据

流动的石头:新混凝土建筑/(美)科恩(Cohen,J.L.),
(美)穆勒(Moeller,G.M.)著;汤凯青译. —北京:中国
电力出版社,2008

(书名原文:Liquid Stone New Architecture in Concrete)

ISBN 978-7-5083-7419-2

I. 流… II. ①科…②汤… III. 混凝土结构—建筑 IV. TU37

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第111363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:王娜 王倩 责任印制:陈焊彬 责任校对:太兴华

北京盛通印刷股份有限公司印刷·各地新华书店经售

2008年8月第1版·第1次印刷

889mm×1194mm 1/16·15.5印张·350千字

定价:128.00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)

流动的石头

目录

6	绪论 让·路易·科恩 (Jean-Louis Cohen), G.马丁·穆勒 (G. Martin Moeller, Jr.)
8	建筑与科技：两个世纪的创造力 安托万·皮康 (Antoine Picon)
20	现代建筑与混凝土传奇 让·路易·科恩 (Jean-Louis Cohen)
34	缺乏历史性的混凝土材料 艾德里安·福笛 (Adrian Forty)
46	清水混凝土的语义 里让·勒高 (Réjean Legault)
59	建筑与设计
60	结构
62	混凝土的舞台 盖伊·诺登森 (Guy Nordenson)
	项目：山口隆建筑研究所, (B+E) 建筑设计事务所, VJAA, 斯坦利·赛陶维兹 / 纳托马建筑事务所, 史蒂文·霍尔建筑师事务所, 吉恩·诺威尔事务所, 高松建筑师事务所有限公司, 特奥多罗·贡扎勒斯·德·莱昂 / 弗朗西斯科·瑟拉诺, 福斯特建筑公司 文字：G.马丁·穆勒 (G. Martin Moeller, Jr.)
104	表皮
106	表象即本质 托德·威廉姆斯 (Tod Williams) 与比利·蒂恩 (Billie Tsien) 项目：安藤忠雄建筑研究所, 安托内·普雷多克, 艾伯托·卡拉赫, 丹尼尔·埃瓦莱兹, 雷米·马西亚诺, 迈克尔·伽特泽, 吉姆·詹宁斯建筑事务所, 大卫·赫兹AA事务所 / 西德希斯公司与史黛西·方, WW与SMWM, 赫尔佐格&德穆隆 文字：G.马丁·穆勒 (G. Martin Moeller, Jr.)

154

雕塑般的艺术形态

156

钢筋混凝土与形态审美

G.马丁·穆勒 (G. Martin Moeller, Jr.)

项目：桑乔·马德里德霍斯建筑事务所，曼西利亚+图尼翁建筑师事务所，皮尤+斯卡尔帕建筑事务所，
奥尔森·森德博格·肯迪格·艾伦建筑事务所，Massiearchitecture.com，英恩霍文建筑事务所与弗雷·奥
托，克里斯多夫和菲尼欧建筑公司，扎哈·哈迪德建筑事务所，理查德·梅尔建筑事务所，圣地亚哥·卡拉
特拉瓦，哈里里姐妹建筑事务所

文字：G.马丁·穆勒 (G. Martin Moeller, Jr.)

216

混凝土的前景

218

混凝土发生了什么问题？

福兰兹·约瑟夫·乌尔姆 (Franz-Josef Ulm)

项目：营造事务所，吕迪·里乔蒂和RCT事务所，阿龙·洛松齐，比尔·普赖斯有限公司
产品描述：蒸压加气混凝土，可弯曲混凝土，织物成形混凝土，纤维加固混凝土，自动造房机
文字：G.马丁·穆勒 (G. Martin Moeller, Jr.)

244

致谢

245

参考文献

246

图片版权

建筑营造是人类最古老的行为活动之一，具有复杂而曲折的发展历史。有时，千年前使用的材料以及相应的加工方法会突然出人意料地再次登上历史舞台，如混凝土曾经是古罗马建筑和地基的主要组成部分，而现在更成为世界上应用最广泛的建材。

在工业革命时期，混凝土在科学理论方面逐渐完善，并通过试验和实践不断地进行改良，最终成为主要的建筑材料。之所以会选择混凝土，其一是因为混凝土主要由水泥和钢筋等材料组成，具有很好的抗拉强度和耐久性；其二是因为混凝土材料能恰如其分地演绎出相应的建筑风格，从20世纪初期的“日光工厂”到现代主义建筑群，混凝土充实和丰富了建筑的表现手法，在城市化飞速发展的今天，混凝土赋予了城市建筑鲜明的时代特征。

虽然混凝土在现代化建设中具有不可或缺的地位，但是往往会有人将城市建筑的粗糙、乡村改造的单调归罪于混凝土材料的大量使用。虽然可以运用各种方法使混凝土表面变得“生动活泼”，但是其给人的总体印象总与“单调无趣、简单重复”联系在一起，简而言之，混凝土就是工业时代机械冰冷的代名词。以下的论述比较准确地反映了该种材料的历史矛盾性：当时，混凝土能完美地契合现代主义的理念——“忠实”地反映结构，体现现代主义运动的社会理想；而现在，这一切却都成为不利因素。

虽然有人断言混凝土已经不合时宜，但事实上这种材料正在重新流行，并且已步入新的生命周期，发展之迅速令人惊讶。

在2004年到2006年期间，华盛顿特区的国家建筑博物馆举办了名为“流动的石头：新混凝土建筑”的展览，展示了混凝土材料的一些新特性和潜在应用领域。展览期间，在普林斯顿大学还召开了关于未来建筑的学术会议，许多实验室、建筑公司和研究小组互相交流了经验和成果，肯定了混凝土广泛的应用前景。

混凝土之所以具有如此大的应用潜力，与材料学的飞速发展息息相关；除此之外，数学、物理学以及光学的突飞猛进也使建筑商和设计师不再拘泥于材料性质一成不变的窠臼。当今混凝土衍生出许多全新的特性：可以变得非常光滑，可以具有一定的柔韧性，可以五彩缤纷，甚至可以是半透明的。其中最引人注目的无疑是增强混凝土概念的材料演变了一——不再采用常规的钢筋进行加强，而是改变其内部微细掺料的成分（例如拉法基公司的纤维增强混凝土 Ductal®），使新型混凝土可以具备钢片一样的厚度和柔韧性。

混凝土各种新特性的涌现源于材料学的进步，同时也是相关各专业基础理论发生转变的结果。许多瑞士和奥地利建筑师开始用新的视角来审视建筑中的问题和理论，例如混凝土建筑的内部结构和外部表现可以不再像传统建筑那样表里如一，两者的关系变得更加复杂，具有更多的可行性。由于材料自身的特点，混凝土在以往的建筑中往往是“高技派”和“工业化”的代名词，一些设计师反其道而行之，舍弃这一传统观念，通过强调混凝土表面的颗粒，使其具有手工艺术的美感和人性化。照相凸版制版法以及数码蚀刻法在混凝土上的运用也引起了一系列的变革，能使建筑表面产生丰富的图案：赫尔佐格和德穆隆（Herzog & de Meuron）以及维尔·阿雷兹（Wiel Arets）就是个中高手。他们的建筑作品很好地阐释了混凝土肌理和图案之间全新的

关系，参见《建筑评论》（*Architecture Parlante*）一书。与此同时，一种更为实用主义的理论正在悄然兴起，并有取代传统观念中混凝土“单一使用”的趋势（后者往往被视为混凝土运用的“常规正统”）。在单个建筑体中混合使用不同的材料，这一设计手法不再成为一种禁忌，已经被广泛地接受和使用。

通过对混凝土门类变化的历史研究，这些建筑师和结构工程师引发的大胆变革变得更加完整系统。本书并不局限于介绍几位著名建筑师和工程师，还对一些相对默默无闻但具有深远影响的学者专家作了史海钩沉，如弗朗柯斯·埃纳比克（*Francois Hennebique*）。对于科学技术的研究有助于我们认知混凝土发展的基础，而深入分析历史上的经典建筑案例（这些设计作品不断地被分析和模仿）则有助于我们对混凝土材料的理解。

本书邀请了建筑师、工程师以及一些潜心研究材料变迁的历史学家对混凝土建筑发展史上每一个重大革新进行了整理和评论。每一位作者都从不同的角度对混凝土漫长的发展过程、不断变化的门类分支作了深入浅出的评述分析。安托万·皮康（*Antoine Picon*）对材料学的历史发展进行了全面的回顾和展望。让·路易·科恩（*Jean-Louis Cohen*）分析了法国和德国在建筑文化上的碰撞和异同。艾德里安·福笛（*Adrian Forty*）则以20世纪50年代的意大利北部为例展开论述，表明研究混凝土不仅要考虑其材料性能，其发展的历史过程也不容忽视。最后里让·勒高（*Réjean Legault*）撰文介绍了当今北美先进的材料学技术和混凝土重大的外观变革。

本书的另外一些文章对当今混凝土建筑的发展形势进行了研究讨论。盖伊·诺登森（*Guy Nordenson*）撰文强调了混凝土建筑常见的问题——体量过分夸张。托德·威廉姆斯（*Tod Williams*）和比利·蒂恩（*Billie Tsien*）夫妇曾经主持设计“流动的石头”同主题展览，在本书中他们对混凝土领域巨大的变迁进行了介绍和评论。而马丁·穆勒（*G. Martin Moeller, Jr.*）则对混凝土建筑的审美进行反思，回顾了历史上不同思潮对于混凝土可塑性的不同态度，揭示了教条式审美规范根深蒂固的程度。福兰兹·约瑟夫·乌尔姆（*Franz-Josef Ulm*）则将带领读者走进科学实验室，展示材料学的突飞猛进以及混凝土未来的发展方向，无论是纸上设计（或者电脑设计）还是现场操作，混凝土的变革都将对其产生深远的影响。与评论文章相对应，本书还撷取了几十个现代混凝土建筑案例，这些案例涵盖的范围十分广泛，几乎都是当今世界混凝土建筑设计的精粹。

科技的进步和设计的变革为当今的混凝土建筑注入了空前巨大的活力，而将这些成果汇集成册以飨读者无疑是一件乐事，希望您阅读本书的过程中也能体会到其中的乐趣。

建筑与科技： 两个世纪的创造力

安托万·皮康 (Antoine Picon)

许多建筑师、理论家以及历史学家都曾指出，混凝土与现代建筑的起源和发展紧密相关，其他任何材料与之相比都无出其右。之所以会有这样的结论，其部分原因是混凝土能集中体现现代建筑和科技的关系，而这种关系在现代建筑运动的先驱者们眼中是至关重要的。希克弗雷德·吉迪翁 (Sigfried Giedion) 在他的著作《法国建筑，钢铁建筑，混凝土建筑》(*Bauen in Frankreich, bauen in Eisen, banen in Eisenbeton*, 1928年出版) 中写道，“混凝土行业需要科学化、工业化的建筑制造业进行支撑。”¹从那个时候开始，无论好坏与否，混凝土始终具有一定的象征意义，它的用途也和建筑与科技之间的关系息息相关。

在这篇文章中，我们将首先看一下这些关系的基本特征，探寻其历史渊源——追溯至18世纪，正是在这一时期科学技术开始奠定自己的地位。其次我们将探讨现代设计师们是如何运用混凝土来迎接科技带来的挑战的（利用混凝土材料的可塑性，完成各种物体和建筑体系的能力，以及在建筑理论上进行突破）。最后，我们将按顺序来讨论一些最新的科技革命以及新型混凝土的重要作用。随着混凝土的发展，毋庸置疑将出现更多未知的研究领域，同时也会给我们带来更多的惊喜。

科技的挑战

启蒙运动是建筑与科技的历史转折点，同时也是建筑与科技的试金石，为两者日后的发展奠定了坚实的基础。事实上，正是在18世纪科技才逐渐另立门户，对社会和文化产生深远的影响。

在那一时期，科技（尤其是工程学）与建筑学的界限非常模糊。工程学被认为是建筑学的一个分支，专门用于解决水利问题，例如运河、大桥、港口的建造以及水车、磨坊的设计。所以工程学又经常称作水工建筑。在法国理论学家奥古斯丁·查尔斯 (Augustin Charles D' Aviler) 编写的《城市建筑和水力词典》(*Dictionnaire d'architecture civile et hydraulique*, 1755年出版，主要阐释建筑系统的相关专业名词) 中，水工建筑学仍被认为是建筑学不可分割的部分。² [图1]

历史上建筑与科技的关系可追溯到18世纪下半叶。当时英国和法国的工程师们往往要求更多自由创作的权利。例如法国国立路桥学校的创办者、桥梁建筑家让·鲁道夫 (Jean Rodolphe Perronet, 1708—1794年) 曾宣称其设计的桥梁结构与形式都不会拘泥于建筑的固有法则。³ [图2]

当时年轻的工程师们认为，结构与形式是一体的，可以从两个方面进行论证，而这两个方面又是工程学与建筑学的区别所在。其一为地域性。工程师认为其负责的实际上是一个地域而不是一个带有局限性的建筑项目。在18世纪后期，法国的工程师们往往自诩为园丁——他们所负责建设的区域往往面积近似于一个大型公园 [图3]。区别工程学和建筑学的第二个方面是进程。工程师并非是静态物体的设计师，而是统筹动态科技、经济进程的管理者。

SYSTÈME FIGURÉ DE L'ARCHITECTURE.

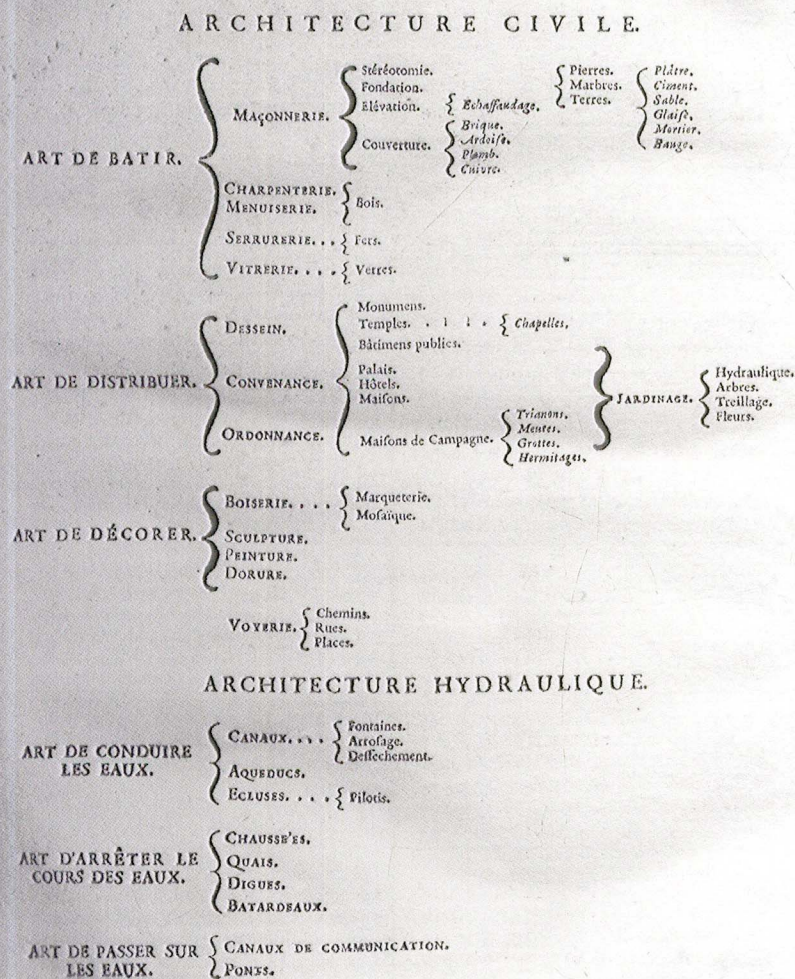


图1 奥古斯丁·查尔斯 (Augustin Charles D'Aviler), 建筑系统图表, 《城市建筑和水力词典》(1755年出版)

自从建筑学与工程学分道扬镳以后,科技就一直对建筑学提出挑战。从19世纪到20世纪,科技不断地迫使建筑学对其目标和方法进行重新定义。科技能够通过各种生产过程来掌控城市和地域的发展,这种强大的力量对建筑学提出了质疑——相对于微妙的建筑学而言,工业化的世界看似与这种力量更为协调。工业化具有逻辑性而建筑学则具有韵律性,从欧仁·埃玛纽埃尔·维奥勒·勒·杜克 (Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc) 到曼弗雷多·塔夫里 (Manfredo Tafuri), 从威廉·莫里斯 (William Morris) 到建筑分子图派 (Archigram, 是由库克所领导的建筑师、设计师、环境研究者所形成的团体), 这些理论家、历史学家以及相关的从业者们往往在协调融合两者关系这个原则问题上进退维谷。建筑学究竟是“科技和资本主义统治下的艺术的上层建筑”[塔夫里语,《建筑学和乌托邦》(Architecture and Utopia), 1973年出版]⁴, 还是对空间的改造和社会的变革具有影响力的新生力量? 这个问题对于工程师而言则要简单得多,因为他们对于基础设施有着透彻的理解和认识,这一点从他们所建造的桥梁、渠沟、大坝等各种设施结构中可以一览无遗。

科技不但具有强大的生产力,还具有动态发展的基本特征。在城市的工程建设中会使用各种各样令人惊叹的建造技术和工艺,而这些都反映了科技动态发展的特点。古斯塔夫·艾菲尔 (Gustave Eiffel) 在建造加拉比桥 (1884年竣工) 时大量使用了悬臂技术,欧仁·法西奈 (Eugène Freyssinet) 在建造艾伯特洛普大桥 [图4] (布雷斯特市, 1930年竣工) 时采用了大型浮动拱形结构,这些卓越的成就又怎能不令我们叹为观止呢? 工程学中充斥着运动的物体以及各种形式的力,是一个动态的领域;与之相比,建筑学则常常处于尴尬的静止状态。

从19世纪到20世纪,科技不仅是生产力和发展的代名词,还创造出各种新事物,如汽车的大批量生产和土木工程中的仿生结构,它们都对风格和情感的品质具有一定的诉求,⁵ 而以勒·

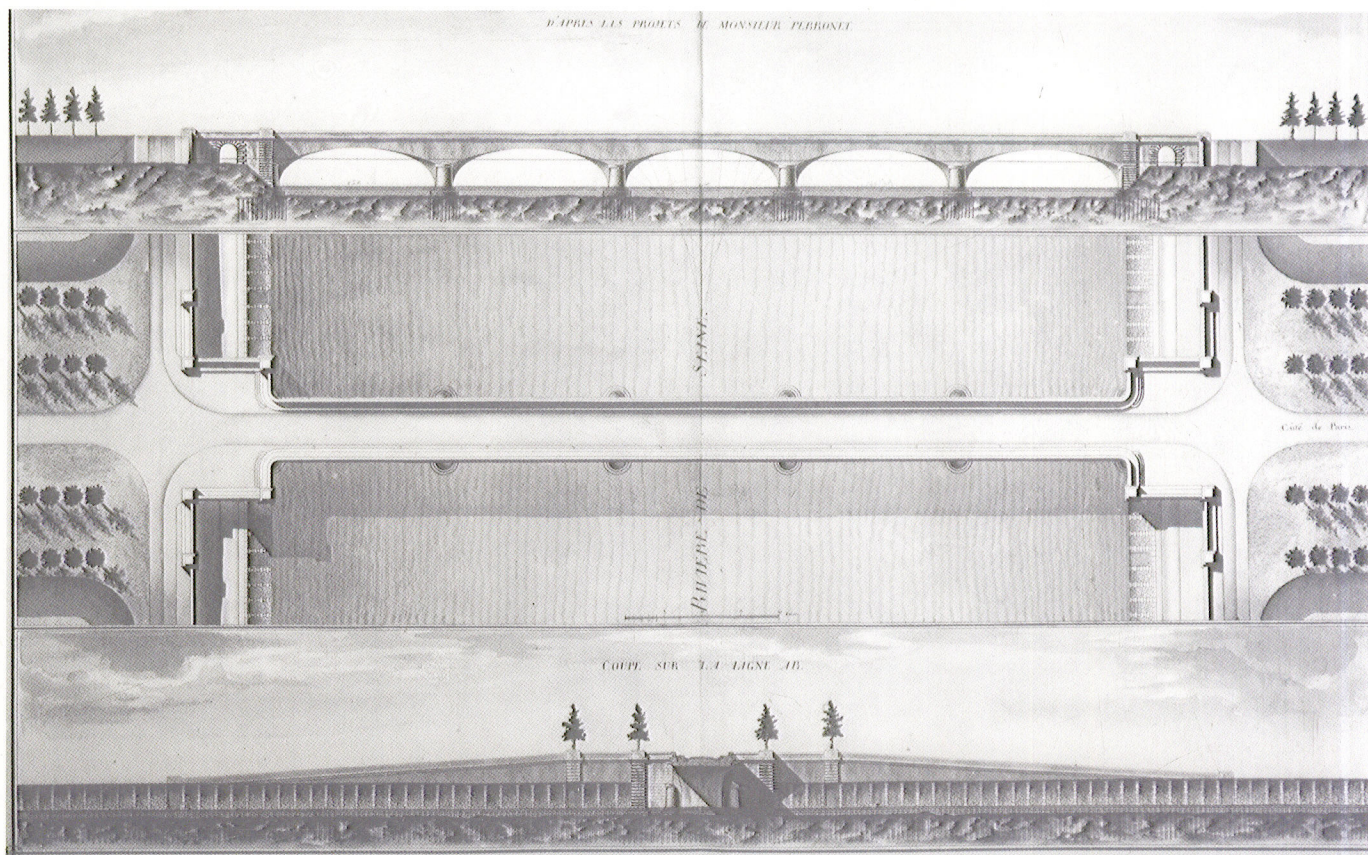


图2 让·鲁道夫 (Jean Rodolphe Perronet),
Neuilly大桥, 工程图绘于1774年, 法国巴黎国立路桥学校

图3 A.B.莱菲博瑞, 奥恩 (Orne) 河航道工程项目, 位于法国卡恩市 (Caen) 与海洋之间, 工程图绘于1779年, 法国巴黎国立路桥学校。在图中可以清楚地分辨出工程项目的区域范围



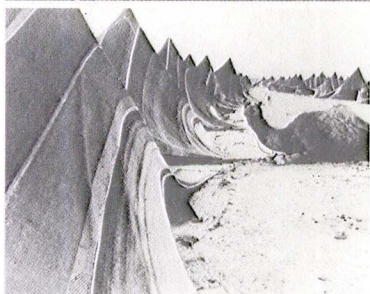


图4 欧仁·法西奈 (Eugène Freyssinet), 艾伯特洛普大桥, 布雷斯特市, 1930年竣工, 工程反复用了拱形形态

图5 阿拉伯黑色帐篷, 选自霍斯特·伯格 (Horst Berger) 的《轻质结构, 结构轻质》一书, 1996年出版

图6 Skidmore,Owings & Merrill (SOM) 建筑设计事务所, 朝圣者候机楼, 沙特阿拉伯吉达港, 1981年竣工, 选自霍斯特·伯格的《轻质结构, 结构轻质》一书

柯布西耶 (Le Corbusier) 为代表的设计师们则致力于将这种品质带到建筑领域中去。

这些事物之所以引人入胜, 不仅是因为其在美学方面具有非凡的魅力, 它们似乎还具有某些特质, 能够同时对两个相互矛盾的领域产生影响。一方面, 科技创造的事物和土木工程技术都体现了人类原始的需求和一些自然现象。例如, 桥梁既表达了人类想要渡河这种古老的需求, 又体现了自然界中固有重力的约束。另一方面, 桥梁还是先进科学和高超技艺的结晶, 往往会运用到许多结构力学最新的研究成果, 在这点上其他

建筑项目无法与之相比。换言之, 工程技术可以通过两种不同的方式进行表述, 一方面表达了前语言学层面的感官物质需求, 另一方面则体现了后语言阶段具有的卓越的计算能力。针对这种双重定位, 工程技术相关的理论和实践在快速稳定的发展。

现代工程技术的理论仍然体现了这种原生态与高科技 (现象学与计算机语言学) 之间的独特联系。一本典型的结构或土木工程书籍会同时涉及传统与高科技的案例, 可将其视为一体两面。霍斯特·伯格 (Horst Berger) 的著作《轻质结构, 结构轻质》(*Light Structures, Structures of Light*) 就是其中一例, 书中追溯了古代阿拉伯的帐篷遮盖, 同时又分析了现代的膜结构穹顶 (例如沙特阿拉伯吉达港的朝圣者候机楼), 后者是前者的继承和延续。⁶ [图5, 图6]

有一种论点认为这种将原生态与高科技融合的行为本身已经使结构工程和土木工程共同构成了一门与建筑学截然不同的艺术, 大卫·比灵顿 (David Billington) 在其著作《塔和桥》(*The Tower and the Bridge*)⁷ 中称之为“结构工程艺术” (art of structural engineering)。19世纪后期的法国设计师古斯塔夫·埃菲尔 (Gustave Eiffel, 1832—1923年) 就是这种观点的主要支持者, 以其命名的埃菲尔铁塔可以视为这一理念的宣言⁸。这一论点的矛头直指建筑学, 使其又一次面临挑战。原生态与高科技的联系融合有意识地回避忽略了建筑学本身, 动摇了其根本基础, 抹杀了建筑学与工程项目中尖端科技的直接关系。

工程技术之所以能不断地创造和实现, 还因为其具有另一个特点: 通过发掘自身的潜能或者重塑改造, 动态地调节适应新的环境, 取得其一席之地。在18世纪后期, “唯科技论”的出现为其提供了理论依据, 将工程项目推至美学范畴的高度。工程技术具有卓越的能力去发现自然、改造自然, 到了19世纪、20世纪, 工程学仍然保持这种特性, 动态有效地对相应的地貌进行改造。⁹

纵观历史, 工程项目从18世纪起就具有地域性, 并且一直延续至今。通过这种地域性, 工程项目成为一个流动复杂、相互作用的系统 (例如高速公路、桥梁和堤坝等), 与相对静态的建筑学再次形成鲜明的对比。



图7 勒·柯布西耶 (Le Corbusier), 《走向
新建筑》

最后还有非常重要的一点,科技的发展致力于解决工业社会最根本的问题——在群体特性逐渐泯灭的同时,大众又渴望出现象征人类集体成就的实体。工业社会不断会出现政权交替、示威游行和罢工运动,人类社会的整体性不复存在,但与此同时,诸如艾菲尔铁塔、布鲁克林大桥这些科技创造的里程碑静静地矗立在那里,仿佛在向民众倾诉着人类是一个整体,它们对政治和社会种种不安定状况起到缓和平息的作用。

连接各大陆的远洋航运是科技所创造的另一个奇迹,现代社会日益滋长的个人主义和并体共生这两种截然相反的理念在此融合交汇。早在19世纪中期,法国社会主义者维克多·康西德朗 [Victor Considerant, 1808—1893年,著名空想社会主义者夏尔·傅立叶 (Charles Fourier) 的忠实拥护者] 就将远洋客轮视作群体生活的典型,论证和谐社会生活的可能性¹⁰ [图7]。远洋客轮甚至还成为此后各种群体住宅设计的灵感来源。可能正是因为如此,1912年泰坦尼克号的沉没才会被视为一个象征,显得意义重大。

19世纪20年代和30年代是欧洲工业时代的初期,大众对理想社会热切的期望与科技的发展是密不可分的,即使到了19世纪和20世纪这种美好的愿望仍然深入人心。例如1830年左右在法国兴起的圣西门空想社会主义的改革运动就对许多工程师产生了很大的影响,此后,很多人都致力于现代交通设施的建设事业,成为发展铁路、航运的开拓先锋¹¹。总而言之,我们可以将科技及其造物视为社会凝聚团结的基础。那么,建筑学能担当同样的重任吗?对于这个问题,19世纪和20世纪的建筑师们不断地探索,力求寻出答案。

现代建筑与混凝土

要理解新技术、新材料对于建筑学的影响,首先应当明确两者之间的复杂关系。因为这种影响与一个事实直接相关,即建筑学与科技的结合不仅仅取决于客观因素。建筑材料不是单纯地来源于自然,也不是单靠科技加工就能实现的。近代科学技术的发展史告诉我们,复杂的社会属性在其中具有举足轻重的作用,它同时对改造自然和技术革新产生互动影响。因此,相关著作的字里行间往往会出现“科技的社会建构”这种说法。¹²

追溯传统科技革新的历史,我们可以发现混凝土产生变化的几个关键步骤,仿佛呈线性发展,但事实上该材料的发展是曲折的,即使明确混凝土的特性也经过一个冗长的过程。混凝土的特性并非只取决于它的自然属性,例如对于混凝土而言,怎样才称得上坚固?只有经过工程师、建筑师的试验鉴定后才能对该材料的特性作出论断。其中值得一提的是工程师路易斯·约瑟夫·维卡 (Louis Joseph Vicat, 1786—1861年),他做了许多确定混凝土特性的实验,为现代混凝土的早期发展作出了卓越的贡献。[图8]

在材料的社会建构中,混凝土及其特性在发展过程中深受广告宣传的影响。例如“埃纳比克建筑法”的普及 (Hennebique system, 将钢筋埋设于混凝土的建造方法,由 Francois Hennebique发明) 就受益于一系列的媒体推广战略,其中包括广告宣传、赞助公共活动以及发行杂志《钢筋混凝土》(Le Béton armé)¹³ [图9]。钢筋混凝土社会化的普及和

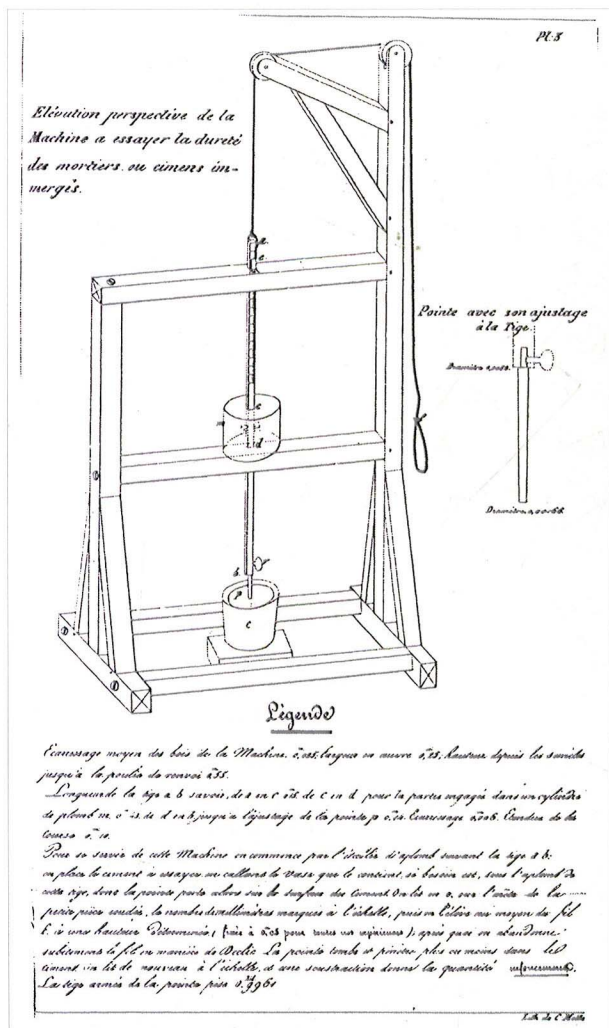


图8 路易斯·约瑟夫·维卡 (Louis Joseph Vicat), 测试混凝土硬度的机器, 1828年



图9 《钢筋混凝土》封面, 杂志由埃纳比克 (Francois Hennebique) 主编出版

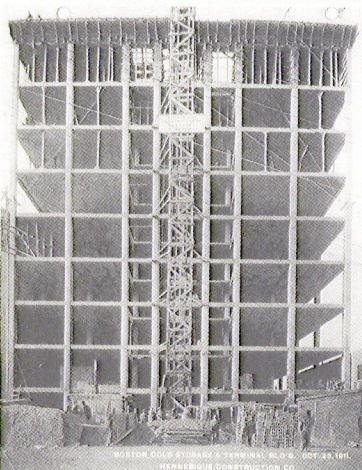
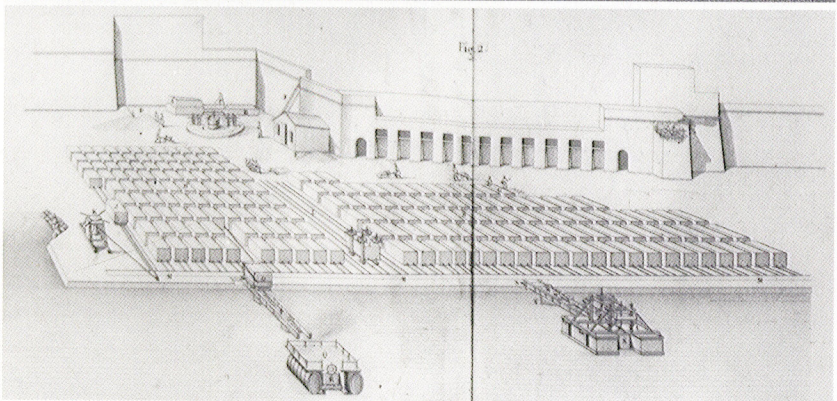
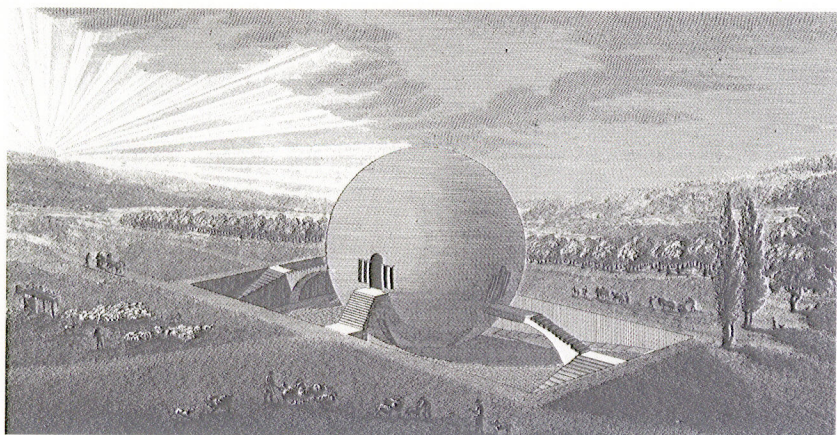


图10 克劳德·尼古拉·勒杜 (Claude-Nicolas Ledoux), 莫珀图斯堡球体看守所, 约建于1784年, 选自《C.N.勒杜建筑》(Architecture de C.N. Ledoux) 一书

图11 维克多·伯瑞尔, 为阿尔及利亚港口预制混凝土构件, 1840年, 阿尔及利亚港口建设工程是第一个使用混凝土预制构件的大型项目

图12 鞋厂, 波士顿, 运用了埃纳比克建筑法

宣传使材料本身的概念和使用发生了根本的改变。到了19世纪末20世纪初, 许多建筑的整体结构全都是由钢筋混凝土组成的。19世纪80年代, 混凝土作为建筑材料已经为公众所接受, 钢筋混凝土的运用也逐渐完善而具有竞争力, “埃纳比克建筑法”就是其中一例。大约在25年之后, 由于材料体系的规范成熟以及业界的大力推广, 钢筋混凝土已经成为一种广泛使用的建筑材料。¹⁴

文化因素在建筑与混凝土结合过程中的作用也非常明显。从18世纪后期开始, 建筑师们就开始不断寻觅一种新型材料, 能使设计从传统堆砌瓦的窠臼中解放出来, 这种渴望从法国建筑师克劳德·尼古拉·勒杜 (Claude-Nicolas Ledoux, 1736—1806年) 的莫珀图斯堡球体看守所的设计中可见一斑 [图10]。在19世纪的建筑师眼中, 以铁作为建筑材料并不能完全符合他们的要求, 因为它缺乏传统材料

具有的塑性, 一位德国学者将其总结为“铁材料永远无法提供足够的形式”¹⁵。因此许多19世纪的建筑师对铁材欲用还休, 即使像伦敦水晶宫 (建于1851年, 大量使用铁制构件, 是工业革命时期代表性建筑) 那样的作品也无法使他们满意。

在19世纪后期混凝土开始广泛使用, 因为该材料与日益进步的科技相适应。首先, 通过预制配件 (该技术在一开始就运用至混凝土加工), 混凝土可以使建造的速度加快, 符合工业社会快速发展的要求 [图11]。这样使用的结果或好或坏暂且搁置一边, 但是在很长一段时间内, 人们都在不断地将混凝土与建筑相结合以实现工业化的夙愿, 这点毋庸置疑。

其次, 正如彼得·柯林斯 (Peter Collins) 在评论奥古斯特·佩雷 (Auguste Perret) 作品时指出的那样, 建筑正处于颠覆传统概念的新阶段, 主张通过建筑本身体现理念和价值, 而使用混凝土材料能够很好地完成这一转变过程。¹⁶ 受到这一理论的启发, 加拿大建筑历史学家里让·勒高 (Réjean Legault) 进一步分析了混凝土与摄影的关系, 通过照片体现混凝土建筑本身具有的客观性¹⁷ [图12]。换言之, 混凝土与其他科技创造的事物一样, 具有强大的表现力。瓦特·格罗皮乌斯 (Walter Gropius, 1883—1969年) 通过拍摄美国的谷仓建筑并汇编付梓, 对这一观念进行了阐述, 勒·柯布西耶 (Le Corbusier) 在其著作《走向新建筑》(Vers une architecture, 1928年出版) 中也对这一问题有所涉及。

最终, 现代混凝土建筑具有这样的含义: 在科技不断进步的大环境中, 它体现了转变建筑

风格和形式的需求和激情。正如勒·柯布西耶指出的那样，建筑是居住的机器，在新工业时期其主要功能是传递设计理念，创造形式的秩序感。

混凝土是石料的延续继承，同时也是繁复工业加工的产物，它使建筑学与工程技术一样具有截然相反的双重定位：源于自然，同时又源于科技。弗兰克·劳埃德·赖特（Frank Lloyd Wright，1869—1959年）的作品，如加利福尼亚的拉芬杰斯特别墅和流水别墅，都很好地诠释了混凝土材料的双重特性。赖特忠于混凝土材料的特质，并将它们在建筑整体中充分展露，使之成为人工物与自然之间的有力联系，同时又揭示了现代主义机械化的本质。作为现代主义建筑设计的特质之一，房屋的平顶结构非常注重光线的处理，在体现现代技术的同时，也使人与自然产生接触联系。现代主义的房屋平顶结构一方面使人联想到空中花园或者瞭望台，另一方面又类似于舰船上坚实的甲板，暗示着只有科技才能使建筑扬帆远航¹⁸。

由于混凝土具有自然的特性，同时还可以塑造各种大体量的形态，以其为材料的建筑往往能够产生壮观雄伟的效果，使人联想到一些土木工程的项目。勒·柯布西耶在1932年为阿尔及



图13 勒·柯布西耶，规划设计，选自《柯布西耶全集，1929—1934年》（*Oeuvre Complète, 1929-1934*），1935年出版



图14 勒·柯布西耶, 马赛公寓夜景, 选自《柯布西耶全集, 1946—1952年》(Oeuvre Complète, 1946-1952), 1953年出版

尔市作的规划设计〔图13〕就着重体现了这些特点,其规划的建筑看上去更趋向于土木工程的结构,很好地对城市各区域进行了组织和规划。继柯布西耶以后,许多建筑师对混凝土材料都有过类似的运用和尝试,意大利设计师格里高蒂(Vittorio Gregotti, 1927年—)就是其中之一。

混凝土不但可以营造宏伟壮观的建筑,在例如水塔这样的中小型工程项目中也有用武之地。水塔在法国随处可见,为全国各地蓄水给水,具有非常巨大的实际功用。

上文曾表明壮观宏伟的科技和土木工程能够舒缓政治和社会的不安定因素,而混凝土则能使建筑具有相同的公众效应,从而成为建筑的主要材料之一。而更重要的是,世界各地大部分的住房建筑都会使用混凝土,因

此如何协调一个体和群体两者的关系与混凝土材料也是密不可分的。勒·柯布西耶在其设计的马赛公寓(1952年)及以后的一系列建筑中都对这一问题作了深入的探讨和研究〔图14〕。

综上所述,我们可以得出以下的结论:混凝土在现代建筑中具有举足轻重的地位,它使建筑学能够正视20世纪新科技的各种挑战,并提出切实可行的应对之策。

迈向新混凝土建筑

如今是21世纪,快速发展进步的文化科技又使建筑面临全新的压力和挑战。当我们再次审视混凝土时,这些新情况又会对其产生怎样的影响呢?

首先,随着机械装置和系统网络的普及,新科技已经深入我们的生活,人们对它已经习以为常,不再像以前那样觉得神秘而遥不可及。从另一个角度而言,自18世纪以来,科技一直具有本土性和地域性,而现在逐渐呈现为整体的环境特性。在过去几十年中,科技已经成为环境的代名词,这里的环境不仅涵盖了机械装置、系统网络,还包括了其周围的人—机—自然因素。事实上,科技已经融入了自然环境,世界各地的国家公园可能是保有原生态环境的最后乐土,而这也是人为刻意保护的结果,因此我们也可以将其视为独特的人造产物。

在这样的环境条件下,建筑面临科技的新一轮挑战主要与建筑形式的局限性有关,而在过