

博士论丛

建筑形态演进与科学技术发展

The Evolution of Architecture Form and the Development
of Science and Technology

杨涛 著

中国建筑工业出版社

CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

TU-0

阅 览

20143

博士论丛

建筑形态演进与科学技术发展

The Evolution of Architecture Form and the Development
of Science and Technology

杨 涛 著



中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑形态演进与科学技术发展 / 杨涛著. — 北京: 中国建筑工业出版社, 2013. 8

(博士论丛)

ISBN 978-7-112-15635-1

I. ①建… II. ①杨… III. ①建筑形式 — 研究 IV. ①TU-0

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第163955号

在历史长河中, 科学技术、建筑技术的发展与建筑形态的演进关系密切。本书以科学技术的发展为主干, 以建筑技术、建筑形态为枝叶, 构筑了一幅建筑形态在科学技术的影响下, 不断演进的美妙画卷。借鉴西方建筑的成功经验以解决中国建筑健康发展的问題, 是本书写作的根本动机, 探寻建筑形态演进的真正动因是本书写作的目标。

本书可供建筑师、建筑院校师生等阅读参考。

责任编辑: 吴宇江 许顺法

责任设计: 董建平

责任校对: 肖 剑 陈晶晶

博士论丛

建筑形态演进与科学技术发展

The Evolution of Architecture Form and the Development of Science and Technology

杨 涛 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京京点图文设计有限公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17 字数: 315 千字

2013年9月第一版 2013年9月第一次印刷

定价: 43.00元

ISBN 978-7-112-15635-1

(24180)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前言

建筑是时代的载体，具有民族性，中国人不是西方人，中国人的建筑不该、更不可能西方化。民族的本性与中国近现代以来的社会变化，特别是改革开放以来的巨大成就，要借助中国现代建筑得以体现：借助中国传统可以，但必须现代化；借助西方建筑也可行，但必须中国化。当代中国建筑缺失的是近现代以来一直没有探索到的，可以指引中国建筑在正确发展方向上前进的“新风格”。

借鉴西方建筑的成功经验以解决中国建筑健康发展的问题，是本书写作的根本动机，探寻建筑形态演进的真实动因是本书写作的目标。建筑形态演进追随科学技术进步的规律是建筑风格追随时代的理论与实践印证，这值得我们反思 150 年中国近现代建筑实践中存在的问题——片面重视形式问题，这一状况导致我们难以很好地做到建筑的技术与艺术的完美统一，难以统筹兼顾地把握建筑所涉及的政治、经济、文化、传统等诸多因素。

在历史长河中，科学技术、建筑技术的发展与建筑形态的演进关系密切。本书以科学技术的发展为主干，以建筑技术、建筑形态为枝叶，构筑了一幅建筑形态在科学技术的影响下，不断演进的美妙画卷。

古代科技处于手工业时期，经济和社会发展速度相对缓慢，人们的需求相对稳定，因而科技发展缓慢，建筑技术革新力度不大，建筑形态相对稳定。

近代科学依靠科学实验来检验和发展科学理论，科学与技术逐步走向密切结合实现了两次技术革命。西方近代建筑借助新材料、新技术与新形式的应用，最终成功地完成了对砖石结构体系的古典建筑的革命。

19 世纪末至 20 世纪，依靠自然科学的最新成就，一大批新兴技术不断涌现。科学与技术的一体化趋势，使西方建筑迅速摆脱了旧技术的限制，探索着更新的材料和结构，特别是钢和钢筋混凝土的广泛采用，促使在建筑形式上开始摒弃古典建筑的“永恒”范例，掀起了创新运动——现代建筑完成了对近代建筑的批判，并使建筑形态得以升华。

当代，计算机参数化技术帮助建筑师设计和控制更高级、更复杂的几何形体。计算机已不再是简单的绘图工具，而是从最初的直觉行为转成由系统理论指导的理性应用，带给建筑更多形式上的可能性。借助计算机技术，当代建筑实现了形态由量变到质变的“大爆发”。

几千年的建筑实践表明,传统中国虽没有出现类似西方的完备的建筑学科与建筑体系,却不能否认中国传统建筑具有自己独到的建筑定位,即以实用为主旨的中国传统建筑“器物论”。近代西学东渐以来,由于科学精神的缺失,在西方 Architecture 的冲击下,中国建筑失去了理性的判断力,盲目地接受西方 Architecture 的理念并把它当成中国建筑的发展方向。

中国建筑发展应回归以人为本,风格当随时代。研究发现,西方建筑的发展演进中隐含着一条科学技术进步影响、制约建筑形态的内在规律,其建筑形态的演进追随着科学技术的发展自然而然地发生。反观中国近现代以来建筑形态的发展,却主要走在模仿与追随的道路上,“固化”了中国建筑的风格。“风格”是果,不是因。中国现代建筑“新风格”的真正来源是我们对当代中国人的建筑要求与中国当代状况的全面的、正确的研究与把握——既要做到以现代中国人为本,又要做到风格追随时代要求。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 选题背景及其意义	1
1.2 已有研究回顾	5
1.3 理论依据和研究方法	11
1.4 研究思路及主要内容	12
1.5 创新点	14
1.6 其他相关问题	16
第 2 章 相关概念的解读	17
2.1 建筑的含义与理解	17
2.2 建筑形态	21
2.3 演进的概念与理解	23
2.4 科学与技术	23
2.4.1 科学的概念	23
2.4.2 技术的概念	24
2.4.3 科学与技术的关系	25
2.4.4 科学技术与建筑的关系	27
2.5 建筑技术	28
2.5.1 建筑材料	28
2.5.2 建筑结构	29
2.5.3 建筑设备	30
2.6 小结	31
第 3 章 古代科技与建筑形态相对稳定的状况	32
3.1 古代埃及的科技与建筑形态	32

3.2	古代两河流域的科技与建筑形态	34
3.3	古代希腊	35
3.4	古代罗马	37
3.5	中世纪欧洲	39
3.6	小结	42
第4章	近代科技发展引起的古典建筑形态的革命	44
4.1	近代科学技术	44
4.1.1	近代科学的发展	44
4.1.2	近代技术革命	51
4.2	近代工程师的贡献和结构科学的发展	54
4.2.1	工业革命之前建筑结构概况	55
4.2.2	工业革命之后结构科学的发展	58
4.2.3	结构计算理论的发展	60
4.3	近代西方建筑技术与建筑形态的发展	67
4.3.1	近代前期西方建筑技术与建筑形态的发展	67
4.3.2	近代中期西方建筑技术与建筑形态	70
4.3.3	近代后期西方建筑技术与建筑形态	73
4.4	小结	79
第5章	现代科技发展带来的对近代建筑形态的批判	80
5.1	现代科学技术	80
5.1.1	数学	80
5.1.2	物理学	82
5.1.3	化学	84
5.1.4	生物学	86
5.1.5	天文学	88
5.1.6	地学	90
5.1.7	系统科学	91
5.2	现代建筑技术的发展	96
5.2.1	现代前期 (1871 ~ 1918 年) 建筑技术的发展	97

5.2.2	现代中期 (1918 ~ 1945 年) 建筑技术的发展	98
5.2.3	现代后期 (1945 年以后) 建筑技术的发展	98
5.3	现代建筑形态对近代建筑形态的批判	101
5.3.1	现代前期对新建筑的探索	102
5.3.2	现代中期建筑形态的发展	105
5.3.3	现代后期建筑形态的发展	114
5.4	现代主义之后的非理性建筑形态	127
5.5	小结	133
第 6 章	当代科学技术引起建筑形态“大爆发”	135
6.1	当代科学技术	135
6.1.1	信息技术	136
6.1.2	生物技术	139
6.1.3	新材料技术	140
6.1.4	新能源技术	142
6.1.5	空间技术	143
6.1.6	光电子技术与激光技术	143
6.1.7	传统产业技术的新进展	144
6.1.8	海洋资源及海洋技术	146
6.2	当代建筑技术与建筑形态	147
6.2.1	计算机技术与建筑形态	148
6.2.2	参数化设计	150
6.2.3	数字建构	153
6.2.4	非线性与复杂性建筑形态	159
6.3	未来建筑形态发展趋势	163
6.3.1	追随绿色的建筑形态	164
6.3.2	追随生态的建筑形态	169
6.3.3	智能建筑	173
6.3.4	未来建筑可能性猜想	175
6.4	小结	187

第7章 中国建筑科技发展与形态演变	190
7.1 古代中国的科技发展与建筑形态演变	190
7.1.1 古代中国的科学技术	190
7.1.2 建筑技术与建筑形态	192
7.2 近代中国的科学技术发展与建筑形态演变	196
7.2.1 近代中国的科学技术发展	196
7.2.2 近代中国建筑技术与建筑形态	200
7.3 现代中国的科学技术发展与建筑形态演变	203
7.3.1 现代中国的科学技术	203
7.3.2 现代中国的建筑技术与建筑形态	205
7.3.3 用科学精神梳理中国当代建筑的乱象	221
7.4 日本的经验借鉴	230
7.4.1 从模仿到创新	230
7.4.2 西方 Architecture 的日本化	232
7.5 小结	233
第8章 结语: 对中国建筑问题的思考	235
8.1 中国建筑与西方 Architecture 的差异	235
8.2 中国当代建筑问题的文化解读	240
8.3 风格的来源	247
8.3.1 “风格”借鉴不可行——理论论证	248
8.3.2 “风格”借鉴不可行——实践印证	249
参考文献	253
后记	263

第1章 绪论

1.1 选题背景及其意义

梁思成先生在《清式营造则例》中写道：中国建筑为东方独立系统，数千年来，继承演变，流布极广大的区域，虽然在思想及生活上，中国曾多次受外来异族的影响，发生多少变异，而中国建筑直至成熟繁衍的后代，竟仍然保存着它固有的结构方法及布置规模；始终没有失掉它原始面目，形成一个极特殊、极长寿、极体面的建筑系统¹。这应当算作是对中国传统建筑成就最真实、最权威的写照。它也表明中国传统建筑有风格且风格独到，这也正是其在世界建筑之林中的立足之本。

19世纪40年代以来，受到了西方建筑在结构、技术和形式诸方面的影响，中国建筑与传统营造方式分道扬镳，西方建筑思想与手段开始在中国建筑的发展中产生影响。随之，在中国出现的现代建筑学也并非是自然发展的结果，而是外来文化移植的产物，近代中国建筑人才的出现和建筑教育在中国的发展也体现了这一移植的过程²。种种变革的交织预示着，近代开始的中国建筑新风格的探索之路必然是一条头绪千丝万缕，矛盾错综复杂的艰辛之路。

大多数建筑师比较喜欢谈体量和空间、文脉、历史典故、“构造学”(tectonics)和“实体”(materiality)等，很愿意接受“建筑物是把观念具体化”的想法，却不喜欢谈论风格³。但成熟与稳定的建筑风格却是衡量建筑师设计水平的重要标准，也是衡量一个国家的建筑是否真正能够反映自身变化的标准。当代中国社会的巨大进步要求，当代中国建筑能够反映出时代的变化和成就——这既是建筑发展的动因，也是时代发展的必然结果。

当代，伴随着中国社会的全面进步，中国建筑的风格探索果然出现了一个“高潮”，典型的代表是相当数量的“洋设计”在中国的出场。其规模之大，费钱之多，形象之“新”，都是中国其他时代所达不到的。但这些“洋设计”却遭到了国人普遍的质疑，非但许多中国的建筑专家们不满意，

1 梁思成. 清式营造则例 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1987: 3.

2 赖德霖. 中国近代建筑史研究 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2007: 115.

3 [美] 威拖德·黎辛斯基. 建筑的表情 [M]. 杨惠君译. 天津: 天津大学出版社, 2007: 5.

公众也多不买账，多个针对“洋设计”的不雅称谓的出现就是例证。

2007年4月，画家陈丹青在其《退步集续集》中指出：中国只有两种建筑——中国传统建筑与西方建筑。在他看来中国有建筑，可有的只是老祖宗留下的“中式”传统建筑和西方建筑带给我们的“西式”的“洋建筑”。这表明，他隐约感到中国只具备以上两种建筑是有问题的，中国还应当具备第三种建筑，而且这第三种建筑才是我们真正迫切想要的建筑。这第三种建筑是什么呢？

建筑是时代的载体，它要反映国家的进步，同时建筑是有民族性的，中国人不是西方人，中国人的建筑不该更不可能西方化。中国民族的本性与中国近现代以来的社会变化，特别是改革开放以来的巨大成就，必须要借助某种现代建筑得以体现：借助中国传统可以，但它必须现代化；借助西方建筑也可行，但它必须中国化。以上两者其实是一回事，它们共同的指向就是“中式”的中国现代建筑——既中国，又现代。这种“既中国，又现代”的“中式”的中国现代建筑应该就是陈丹青感觉到的这第三种建筑。

当代中国建筑的发展程度之深、之广，世所瞩目，甚至于“友邦”都到了无比垂涎的地步。当代中国建筑已经发展到了一个人、财、物、技术、设备等等都不是问题的阶段，唯一缺失的就是近现代以来一直没有探索到的，可以指引中国建筑在正确发展方向上前进的“新风格”。这一“新风格”之珍贵，多少代中国建筑师们一直在寻找，但至今无果。

理论上讲，多年的探索与积累，中国建筑的风格应当越来越能够满足公众的审美要求才对，但现实中看，中国的建筑风格是越来越“艺术”了，公众却越来越反感了¹。问题出在哪里？

统计表明中国现在每年新建的房屋面积占到了世界建筑总量的50%。但简单地复制、抄袭西方的模式是中国这一时期建设最令人遗憾的基本手段。当代建筑界对西方的东西缺乏深入的研究，其原因完全在于我们浮躁的心态，我们一味盲目地抄袭，抄来了大量令国人莫名其妙、匪夷所思的“洋风格”。同时，对中国传统建筑文化的精髓我们也缺乏研究、梳理与挖掘，不假思索地判定传统建筑文化已经不能满足当代的要求，想当然地认为它们是落伍的、过时的。

与西方发达国家相比，中国现代建筑的发展起步较晚，发展过程中也经历了各种原因引起的中断与延迟，但毕竟也有了一个半世纪的长期的发

1 2011年1月17日晚，宋丹丹在微博上向潘石屹发问：“长安街南边那么好的位置，你盖了那么一大片难看极了的廉价楼（建外SOHO），把北京的景色毁得够呛，你后悔吗今天？求你了，不带这样的！”类似事件反映出公众对建筑“艺术”的质疑。

展历史了。特别值得关注的是，我们正经历着的改革开放所带来的，中国近现代历史上从未出现的近三十余年时间的发展黄金期，我们必须反思中国建筑设计水平依然如此令人不满意的原因，我们必须反思中国近现代以来的建筑观念与实践。

与中国不同，西方已经完成了他们传统建筑文化的现代化诠释的工作，这可以从当代西方发达国家的建筑实践中得到证明。西方建筑现代化的发展历程中科学技术与建筑形态的关系比较明晰，表现为科学技术在不断进步的同时，建筑形态也相应发生变化，建筑的进步与新技术和新材料的发展及突破密切相关，换言之，科学技术是建筑形态发展不可避免的主要动因。以科学技术发展为参照系，西方建筑的发展大致可以分为以下几个阶段：

1. 近代建筑对古典建筑的革命

西方近代科学摆脱直观和哲学思辨对自然界提出的种种猜测，依靠科学实验来检验和发展科学理论，科学与技术逐步走向密切结合。现代技术在自然科学的指导和推动下取得了长足的进步，实现了两次技术革命，大大地推动了社会经济的发展。当代，计算机技术的发展带给世界的影响巨大而深远。

近代铁与玻璃等建筑材料已能大量生产，并用于工程实践。但由于政治上的原因和考古发掘进展的影响，加上欧洲建筑师对传统建筑观念的固化，西方近代建筑创作中出现了古典复兴、浪漫主义、折中主义等复古思潮，并成为阻碍新的建筑形制出现的重要因素。当时的欧洲建筑师对这些新技术还不了解，也没有将之运用于建筑之中。

但在不受传统束缚的新建筑类型中，新材料、新技术被大量使用，铁和玻璃配合使用以满足工业建筑对于采光和大空间的要求。1833年巴黎植物园的温室成为第一个以铁架和玻璃构成的巨大建筑物，并对后来建筑的构造方式带来启发；美国出现了以生铁框架代替承重墙的框架结构。1851年，在传统的建筑材料和构造方式根本无法满足建筑要求的极端情况下，帕克斯顿用铁和玻璃建造的水晶宫得以“偶然”实现，开辟了建筑形式的新纪元。它是工业革命的产物，并成为20世纪现代建筑的先声。1889年建成的埃菲尔铁塔预示着建筑高度发展的可能性。依托高架铁结构、升降机与电梯的发明，摩天楼最先在美国出现……

近代以来，工程师对新材料、新技术与新形式的应用大大影响了建筑的发展，并带来新的建筑思潮。西方近代建筑借助新材料、新技术与新形式的应用，最终成功地完成了对砖石结构体系的古典建筑的革命。

2. 现代建筑对近代建筑的批判

19 世纪末,西方建筑开始突破旧技术的束缚,热衷于探寻新材料和新结构的使用,在建筑中广泛使用钢、钢筋混凝土等新材料,古典建筑的“永恒”范式被抛弃,新的建筑形式不断开始涌现。

1909 年贝伦斯设计的德国通用电气公司的透平机车间造型简洁,摒弃了任何附加的装饰,成为现代建筑的雏形,被称之为第一座真正的“现代建筑”。1925 年格罗皮乌斯设计的包豪斯校舍,在设计中始终把建筑的使用功能作为根本,充分考虑现代建筑材料和结构的特点,在构图手法上突破传统的规则规整构图手法的约束,注重建筑本身要素的运用,使得该建筑具有与传统不同的艺术特色。

勒·柯布西耶认为建筑的出路在于来一个建筑的革命,并提出了“住宅是居住的机器”的观念,主张建筑走工业化的道路,要求建筑师向工程师学习。1826 年提出了新建筑的五个特点。1928 年密斯提出了著名的“少就是多”的建筑处理原则,并将此原则充分应用到了钢、玻璃和大理石建成的巴塞罗那博览会德国馆。善用钢和玻璃并形成独到的“密斯风格”。1950 年提出“当技术实现了它的真正使命,它就升华为艺术”的观点。20 世纪后期,地球的生态环境越来越恶劣,直接影响了人类的生存质量,人们开始全方位地进行反思,从反思过度依赖技术,到建筑中的种种浪费资源的现象,并着力批判单一的强调功能与技术的思维方式,多元化的研究开始受到重视,从而涌现了一批强调功能多样化的现代主义之后建筑流派。

经过长时期的努力与探索,西方现代建筑完成了对近代建筑的批判,并使之得以升华。与近代建筑不同,现代建筑追求新功能、新技术、新形式,提出建筑是技术与艺术的统一,认为建筑空间是建筑的实质,提倡功能与形式的一致,反对外加装饰,重视建筑的经济性和社会性。西方建筑世界因之焕然一新。

3. 当代建筑形态的“大爆发”

当代,计算机参数化技术帮助建筑师设计和控制更高级、更复杂的几何形体,已不是简单地发挥其绘图优势,而是从最初的直觉行为转成由系统理论指导的理性应用,带给建筑更多形式上的可能性。

威廉·米舍尔在“CAAD 的未来 2005”大会上发言:建筑现在已经成为物质化的数字信息而非物质化的草图。¹建筑设计、组装都已经高度数字化,数字时代的建筑呈现高度复杂性的特征,与工业化的现代主义建筑相

¹ 李大夏. 数字营造 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.

比,数字时代的建筑对场地、功能以及设计理念的表达方面的追求反应更为迅速和敏感。甚至还有建筑师正在考虑在几何模型中引入具有动态与实际比例的“虚拟人”。通过基于 Agent 技术的计算,使工具内部的虚拟人模型进行移动,并表现出他们对空间特征如透明表面、实体表面、带孔表面和家具的反应¹。诺曼·福斯特设计的伦敦瑞士再保险塔楼和弗兰克·盖里及 SOM 公司设计的纽约时报总部楼群,用曲面或多截面表皮建造出来的复合外墙构造赋予大楼极具动感的景象,让人能从多维度解读建筑物。借助计算机技术,西方当代建筑实现了形态由量变到质变的“大爆发”。可持续发展的理念,带来了绿色建筑、生态建筑再到智能建筑等具有未来发展趋势的建筑理念。

表面上看,西方技术发展引起了建筑形态的变化,表现为不断摆脱旧的建筑形态,产生新的建筑形态,其过程虽然艰辛,但总可以看到一条顺畅的演变路径;反观中国近现代以来建筑发展,一直在追随西方建筑发展的脚步,但总也达不到同样的高度,更不用提超越了。同样的科技发展,同样的建筑技术进步,而建筑形态的发展却不同步。这些现象表明,建筑形态演进背后一定还有更深层次的原因。在研究西方 Architecture 的技术问题时发现,建筑技术发展的根源在于西方科学技术的发展,影响建筑形态变化的表面上看是建筑技术,但其根本动因却完全在于西方的科技发展。由此,本文的选题就定位在研究西方科学技术发展与建筑形态演进之间的关系问题,以期对中国建筑的健康发展提供借鉴。

1.2 已有研究回顾

1. 奈尔维的《建筑的艺术与技术》²

P.L. 奈尔维 (1891 ~ 1979 年),是意大利著名建筑大师,兼工程师、建筑师和营造师于一身,被誉为运用钢筋混凝土结构的巨匠。1913 年在波伦亚接受工程学教育,1946 年后一直在罗马大学建筑系讲授结构工程,1950 年被布宜诺斯艾利斯大学授予荣誉学位。

奈尔维精通结构工程的背景,使他对存在于建筑中的技术与艺术之间或显或隐的关系饶有兴趣。他认为在任何情形下,建筑物必须遵守其普遍规律,即建筑功能必须要满足,建筑结构的处理要遵循科学要求,建筑细部的艺术处理要重视,以上构成一个统一的整体。也就是说,建筑不是技术与艺术的简单相加,而是艺术与技术的有机综合。在此基础上,才能产

1 李大夏. 数字营造 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009: 71.

2 [意] P.L. 奈尔维. 建筑的艺术与技术 [M]. 黄运昇译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1987.

生好的具有艺术特色的建筑。

对建筑师主要的职责，奈尔维有自己独特的理解。他认为建筑师必须具有高度创造性和专业协调性，在工作中应注重各种专业的协调，要把各种不同的因素融合到一起并得到体现，由此建成现代化的建筑。尽管建筑师不一定对建筑过程中涉及的每一个专业的知识都了解，但他必须对建筑涉及的每一个部门都要有一个清晰的概念和理解，就好像是乐队的指挥，尽管他可能对所有的乐器都不会完全精通，但每一件乐器的优点和缺点他却必须了解。

“现在建筑学校中五六年学习，是不可能给予学生以正确解决技术、结构、施工和功能等各种问题，构成优良建筑基础所必需的全部知识的。因此，只有建筑学校的效率提高了，才能真正在各种不同的技术专家之间，由建筑师统领指挥着对某个特定的工程从开始构思直到最后的施工图都能予以密切的合作。”

他认为还存在一个更为潜在而不显的事实：“建筑要想获得良好的艺术效果，应该注重建筑结构、建筑施工、建筑方案与建筑艺术的内在契合。要想得到良好的艺术效果，在构造细部上就必须充分考虑每一种建筑所用材料的特点，在结构上也应该遵从简洁、有效的设计形式。”作为新型建筑材料，钢筋混凝土和钢材在造型能力方面具有传统的木材和砖石材料无与伦比的技术特性。由于新材料的应用，再加上随着社会的发展，人们思维模式的开拓，一个新型的、壮观的建筑艺术导向就会在我们的脑海中形成，而非简单地来源于那些有纲领的艺术倾向（当它们不自觉地进入人们头脑中的时候，就会起更大的作用）。

奈尔维具有从计算结果求得艺术美的卓越能力。他以丰富的想象力，从材料和技术的天然性质中得到建筑的艺术形式。他取得在建筑历史中的地位首先是由于他某些作品的纯粹美学意义上的价值，在这些作品中，技术和艺术结合起来，一起决定了建筑物的尺度和比例，而他据以创造的结构理论与诞生了金字塔和柱式的结构理论完全不同。他认为，不论是工程师还是艺术家，他们进行形式创作过程中的原则是相同的：比方说，结构的美，就不单是一个结构计算的结果，而是采用了计算的直观的结果，或者说，是将计算和直观合并起来的结果。显然，并非他所有的工程作品都完美地做到了这种结合，但是凡是已经做到了这一点的作品，都是 20 世纪建筑艺术无可非议的一个标志。

奈尔维所用的材料是钢筋混凝土，他深刻地理解了钢筋混凝土的可能性，因而能够运用自如地进行造型创作。他的第一个重要作品是佛罗伦萨市体育场（1930 ~ 1932 年），全部由外露的构件组成，使人强烈地感受到了混凝土材料本身的表现效果，被作为现代建筑的一个范例，有人认为是

结构探索上，它可以与勒·柯布西耶的某些作品相媲美。

奈尔维在 1935 年设计了一个军用飞机库（图 1-1），采用了以节点承载的网状屋盖。这是奈尔维为减轻结构自重而取得的极大进展。都灵展览馆（1948 ~ 1949 年）从外观上像是由一个整体屋盖所构成，其实是由波折状的预制构件组成的。基德尔·史密斯（Kidder Smith）把它称为自从帕克斯顿的水晶宫以来欧洲最好的展览建筑，并将它与勒·柯布西耶的马赛公寓，并称为战后欧洲两个最重要的建筑物。此后，他又设计了许多小型建筑，都是使用钢筋混凝土，遵循同样的屋盖结构原则，保持屋盖下的空间完全无柱而自由空敞。

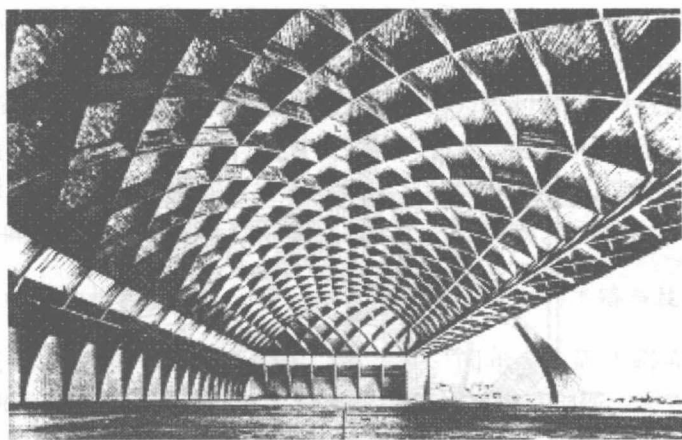


图 1-1 奈尔维设计的飞机库顶棚

来源：[英] 罗兰·法雷利·构造与材料 [M]. 黄中浩，译. 大连：大连理工大学出版社，2001：47

同时，奈尔维还进行了钢筋混凝土预制体系的研究，他把小型钢丝网水泥模板用于现场预制，同时配合使用一种活动的脚手架（这种活动脚手架由他和巴托利、昂格利一起获得了专利权）。这一装置使他的肋形结构设计得到极大丰富和变化。他在技术领域的另一重要发明是以液压方法对钢筋混凝土加预应力的体系。由于这些技术上的改进，使工程进行得更为简单和迅速，并带来了更大的自由，奈尔维开始对美的一个要素——韵律进行深入研究。如他与布鲁尔（Breuer）和泽尔菲斯（Zehruss）一起设计的巴黎联合国教科文组织总部会堂（1953 ~ 1957 年）。这座建筑既带有使人回想起某些古代神庙粗犷的纪念性遗风，又融会了极大的技术与艺术上的现代感，是奈尔维所设计的最有特色的结构之一。“通过形式得到强度”，事实上，强度感是通过表面的波折得到的，奈尔维研究了贝壳、昆虫和花托的波形表面；大自然中奇妙的完美似乎都可以按结构上、美观上同样的特质转移到他的作品中。从巴黎全国工业中心展览馆的帆形屋盖

(1955年)、加拉加斯的圆形展览馆(1956年)、都灵劳动宫(1961年)的巨柱——形如棕榈大树,都可以看到作为一个工程师的奈尔维对于结构富有创造性的运用(图1-2)。

奈尔维的结构造型是特别令人好奇的,因为他研制了一套建筑体系,这套体系包括采用由钢丝网水泥制成的预制永久性框架体系。钢丝网水泥是一种由非常细的骨料制成的混凝土,它能够用模子做成非常细而精美的形状。许多临时模板可以取消,钢丝网水泥能够模压成具有复杂几何形的“改进型”截面,这使得人们可以比较经济地建造更为复杂的大跨结构。最终的穹隆或拱顶是由现浇混凝土和钢丝网模板的复合结构构成的。

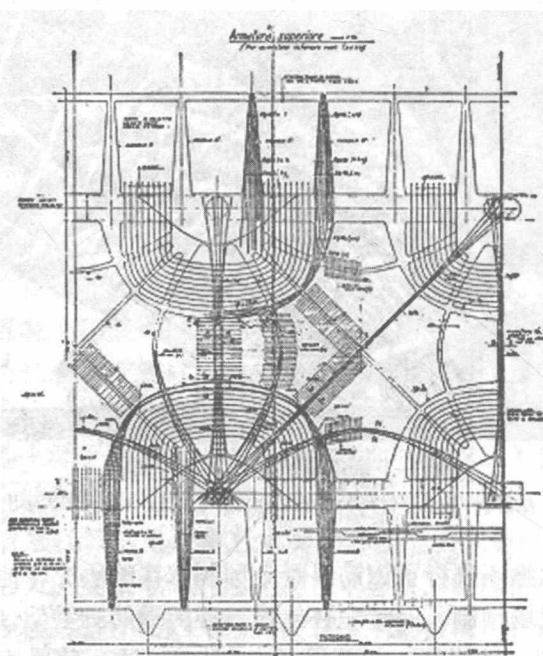


图 1-2 奈尔维的结构设计图

来源: [意] P.L. 奈尔维著, 建筑的艺术与技术 [M]. 黄运昇, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1987: 68

2. 勒·柯布西耶的走向新建筑¹

勒·柯布西耶是一位积极倡导风格追随时代的建筑大师。他认为飞机、轮船和汽车等是表现新时代精神的产品, 从这些产品中可以看出时代精神, 因此他的著名论断是“住房是居住的机器”。勒·柯布西耶还认为结构可以

¹ [法] 勒·柯布西耶. 走向新建筑 [M]. 陈志华译. 天津: 天津科学技术出版社, 1991.