

梁构●建筑

戴 航 高 燕◎著



科学出版社
www.sciencep.com

梁构·建筑

戴 航 高 燕 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书以建筑整合和结构创新为主导思想,对结构中最基本的线元——梁的结构功能、空间覆盖的技术逻辑及建筑形式和表现等问题展开研究。全书共6章:第1章提出结构形态设计的概念,定位梁的研究主题,介绍国内外研究背景及本书的研究内容和意义;第2章通过对梁的原型和重构技术的阐述,分析梁构及梁构建筑形态表现的发展趋势;第3章分析五类梁构材料的性能和表现特质,揭示梁构设计应遵循材料意志的原则;第4章以梁的原型为起点,基于技术逻辑,研究梁在多参数变化下的优化可能和形态表现拓展;第5章用五个建筑案例的解析和设计,寻求梁构及梁构建筑基于技术表现的设计思路 and 实现途径;第6章总结观点,给相关建筑设计以参考和启发。

本书可供从事建筑设计、建筑技术、结构工程等工作的科研和工程技术人员及高等院校有关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

梁构·建筑/戴航,高燕著.—北京:科学出版社,2008
ISBN 978-7-03-022303-6

I.梁… II.①戴… ②高… III.梁-建筑结构-研究 IV.TU323.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第085422号

责任编辑:周 炜 王志欣/责任校对:陈玉凤

责任印制:刘士平/封面设计:无极书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

天 时 彩 色 印 刷 有 限 公 司 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008年8月第一次印刷 印张:9 1/4

印数:1—3 000

字数:211 000

定价:60.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

前言

专业分工的精细化导致了系统内部的专业相互间的割裂及交叉合作的障碍。在建筑设计领域这种现象尤为突出。在建筑学的大系统里,建筑结构技术和建筑设计之间的连接度变得日益脆弱,这在建筑学的教学课程安排和实际建筑项目的设计流程中表现得非常明显。当我们惊叹于国外建筑设计的独特思路、具有震撼的个性化造型及结构技术与建筑的完美结合时,不得不思考重新定位传统建筑结构技术的内涵和外延及重新研究结构技术与建筑设计整合的问题。这是本书研究的背景。

在建筑结构或建筑学专业内去寻求建筑结构技术内涵和外延的重新定位,都不会有新的结果和结论。在建筑设计的视角下,如何找回结构原本,提升结构,挖掘结构的内在潜能,赋予其新内容、新价值和新意义,是本书展开的主线和聚焦的要点。

本书采用结构中最简单、建筑中使用频度极高的线元——梁来研究和诠释结构的本构、结构的技术逻辑、结构的释放;演绎和展现结构从刻板到活跃,从原始到升华,从平庸到精彩的可能和过程,从而阐明在整合的建筑设计平台下对结构的崭新理解和结构的新定义,这无疑是非常有说服力和启迪价值的。

在传统的记忆中,梁的厚重断面尺度、定格的截面形式、单一的组合方式及程式化的支承形成了对梁构形态的大多数理解;此外,梁迂回的传力方式和截面受力的极其不均衡直接影响了结构的效率和结构逻辑的清晰表现。本书尝试运用梁构的分解、矢量化、混成复合、仿生及梁在平面和空间内系统整合等策略来打破传统僵化的概念,提升梁构建筑的结构效率,明晰其技术逻辑并极大地释放其表现力。

本书对梁构的分析以建筑技术为线索,探讨不同结构形态的内在联系和造型手法,为建筑创作阶段的结构构思拓展想像空间,在优化建筑结构效能的前提下,发掘梁构造型设计的潜力和价值,使建筑结构体现建筑艺术真实、内在的美感;在结构设计与建筑设计之间架设相互连接的桥梁,以结构引导建筑设计,运用结构形态设计的方法创造更加个性化的建筑设计作品。

本书对梁构建筑技术表现的分析和讨论较为全面,系统性较强,对梁构生成的技术逻辑和技术路径有清晰的表述,本书对指导建筑师理解结构,思考和利用结构,进行基于结构技术的建筑创作提供了方向性指引。

基于思考,本书对建筑结构、建筑的价值和内涵提出了新的概念和观点,并提供了大量案例进行佐证。

由于作者水平所限,书中难免有疏漏和不足之处,敬请读者批评指正。

目 录

第1章 绪 论

1.1 研究的目的是和意义	1
1.1.1 结构形态设计作为建筑设计的肇始	1
1.1.2 梁构件具有形态表现的潜力	4
1.1.3 梁的设计与优化尚存在很大空间	7
1.2 研究背景	8
1.2.1 国外现代建筑研究水平及应用	8
1.2.2 国内现代结构的研究及应用与国外的差距	8
1.3 研究内容	9
1.3.1 解题	9
1.3.2 内容	9

第2章 梁的形态表现与趋向

2.1 梁的本构与重构	10
2.1.1 梁的本构	10
2.1.2 梁的重构	12
2.2 梁的形态建构与强化	19
2.2.1 形态的建构	19
2.2.2 形态的强化	22
2.3 梁的发展趋向	24
2.3.1 梁构件的复合化、矢量化, 断面形式多样化、巨型化	24
2.3.2 梁材料的高强化、复合化、多样化	31
2.3.3 梁构件系统的整合化	32
2.3.4 梁形态的量化逻辑拟形趋向	33
2.3.5 梁构件体系的仿生趋向	33
2.3.6 梁支撑形式的可变与高度灵活	36
2.4 小结	37

第3章 材料意志与梁构

3.1 石材	41
--------------	----

3.1.1 物理特性	41
3.1.2 古希腊建筑中的石梁	41
3.2 混凝土、混凝土—钢材、混凝土—纤维	42
3.2.1 物理特性	42
3.2.2 混凝土梁构	44
3.3 木材	48
3.3.1 物理特性	48
3.3.2 我国传统抬梁式木构梁	49
3.3.3 国外木结构框架中的梁构	51
3.4 钢材	54
3.4.1 物理特性	54
3.4.2 钢材之梁构	54
3.5 玻璃	59
3.5.1 物理特性	59
3.5.2 玻璃梁构	60
3.6 小结	63

第4章 梁的技术逻辑与表现

4.1 梁的原型与力流组织	64
4.1.1 截面	64
4.1.2 跨向	66
4.1.3 支撑	71
4.1.4 形式与尺度	75
4.2 梁的技术逻辑与形式拓展	76
4.2.1 截面	76
4.2.2 跨向	82
4.2.3 梁的几何组织重构	99
4.3 小结	103

第5章 梁构建筑的分析与设计

5.1 梁构建筑之一：东京国际论坛	104
5.1.1 概况	104
5.1.2 玻璃大厅结构体系	105
5.2 梁构建筑之二：浦东国际机场一、二期航站楼	111
5.3 梁构建筑之三：展览馆建筑设计1	118
5.3.1 结构材料	119
5.3.2 结构体系	119

5.3.3 支撑设计	121
5.3.4 截面设计	122
5.4 梁构建筑之四：展览馆建筑设计 2	123
5.5 梁构建筑之五：虹桥的重构	125
5.5.1 切入的思路	126
5.5.2 改造几何可变体系	126
5.5.3 材料的置换	127
5.6 小结	132

第6章 结 束 语

6.1 关于建筑中的梁	134
6.2 从梁的本构走向释缚	134
6.3 展望	135
参考文献	136
后记	137

第1章 绪 论

1.1 研究的目的和意义

结构构件是形态构成的“骨骼”，作为建筑形态构成的基础，结构设计被视为现代设计初级阶段的关键所在。由梁所构成的结构体系具有截面简单、线性特征明显的特点，能够自由的组织与重构，在满足力学性能的同时可以兼顾艺术创造的要求，具有很强的形态表现力，其便捷性与创新性优于其他结构。

1.1.1 结构形态设计作为建筑设计的肇始

1. 结构的相关概念

1) 结构的概念

“物体皆通过它们的形态（form）来起作用，因此形态始终具有功能（function）。换言之，形态的保持是功能永存的先决条件。所有的物体皆受各种力量的作用。抵抗力量以保护物体形态永存的坚硬度，即称之为结构（structure）”。

结构可以看作是能够对各种力的作用产生相应反应的系统。离开了力的作用，或对力的作用没有任何反应，结构也就失去了存在的意义。对于建筑来讲，结构赋予了建筑物抵御各种力的作用的能力，是一种保障机制，使建筑在可能出现的各种力的作用下，能够保证安全和正常使用。

2) 结构的强度

结构的强度指结构的承载能力，即结构能够抵御某种作用而不至于破坏的能力，这是建筑对结构安全的最基本要求。它取决于材料强度、构件形式和结构构成方式，也和结构的受力状态有关。

3) 结构的刚度

结构的刚度指结构抵抗变形的能力。具有一定刚度的结构能够保证在设计条件下，不至于产生影响正常使用的过大变形。对于大跨度建筑结构，刚度的好坏直接反映在挠度、支座滑动及风荷载作用下屋面的颤动幅度等方面。

4) 结构的稳定

结构的稳定指结构维持自身稳定状态的能力。它的含义比较广泛，主要体现在承载力的稳定和结构形态的稳定两个方面。例如，结构在一定力的作用下(包括外力和内力)，能够提供有效的抵抗力，保持相对稳定的结构形状，结构变形能够被控制在一定范围内等。结构的强度、刚度和稳定都是结构存在的必要条件，而且它们彼此是相互关联的。

5) 结构的形体

任何结构赖以发挥强大承载力的因素,首先是结构的整体形式,即结构中各种构件的构成方式,然后才是结构构件截面的形状和具体尺寸。例如,拱和桁架结构的承载力首先是依靠优越的几何形状而强于梁柱结构。网架结构、壳体结构则是以三维的空间形态获得突出的承载能力而跨越巨大的空间。如果打破它们合理的几何形体,则突出的受力性能即不复存在。悬索结构、张拉膜结构看似主要在于充分发挥了柔性材料擅长受拉的材料性能,其实它们同样也必须保持有利的线形才能提高其结构效能。

6) 结构的实效

结构的实效反映的是结构承载荷载的能力和效率。如果构件的强度与重量之比大,则认为结构的实效高,即材料用料越少,结构强度越大,则结构的实效越高。

2. 结构形态设计的概述

结构是抵抗力量以保护物体形态永存的坚硬度。结构是建筑的语法,结构规律就好比是诗歌的格律、音乐的和弦,它是人类对自然美的提炼和再创造。结构构件都是按照特定的结构规律组织在一起的,我们将结构中特定的构件构成方式称为结构形态。结构形态是结构内在特质的外在表现形式。可以给结构形态设计做以下的定义:以建筑功能、建筑艺术和建造成本为依据,遵循结构传力基本规律,将各种结构构件按照一定的逻辑语法组织成一个整体受力的系统,称为结构形态设计。

可以认为结构形态设计是一种近似于雕塑的造型艺术。这种造型艺术之所以体现出科学性是因为它不同程度地反映了结构力学原理。结构工程师的设计工作通常是用经济并适宜于材料特点的方式在一个结构中组织力的传导问题,它是对力流从受力点到建筑基础的艺术性的引导方式。

3. 结构形态设计的目标

在现代建筑的设计与创作中,结构的运用会遇到来自各个方面的具体矛盾。例如,与建筑物使用空间的大小、形状、组合方式之间的矛盾;与建筑物采光、通风、排水、排气、音响、开启面等要求之间的矛盾;与建筑物采暖、空调、给排水、电气照明、工艺等设备布置之间的矛盾;与建筑材料、施工条件及其技术水平之间的矛盾;与建筑工程投资、建筑经济要求之间的矛盾;与建筑体系及其工业化生产方式之间的矛盾;与建筑构图中对空间、体量、比例、尺度等美学要求之间的矛盾等。归根结底,结构的运用影响到建筑工程的各个方面,这些来自建筑功能、建筑技术与经济及建筑艺术诸方面的具体矛盾,都作为“信息”而不断地输入到建筑师的脑子里。结构形态设计需要设计师综合地处理这些信息。

结构既要把建筑空间及其实体支承起来,又要把作用于建筑物上的一切荷载传递到地基上去。荷载传递问题的解决,不仅直接决定着结构自身的安全性及经济性,也会对建筑功能、技术成本和建筑艺术带来很大的影响。这就要求设计师必须在考虑如何组织和解决结构的传力系统、传力方式问题上下一番工夫。在现代物质技术条件下,解决这一问题的结构方案是多种多样的,总可以在其中探求到与建筑功能、建筑经济及建筑艺术等诸方面要求相适应的结构系统和结构形式。

由此可见,如何从客观物质技术条件的实际出发,把满足建筑功能、建筑经济及建筑艺术等诸方面的要求,与合理组织和综合解决结构各个部分的传力系统、传力方式有机地结合起来,以达到物尽其用、用得其所以的目的,是现代建筑结构形态设计的目标。

4. 结构形态设计是建筑个性化创造的有力手段

结构形态的生成过程同时也是建筑形态的生成过程。因为结构形态的构思不但包括对结构整体骨架的设计,也应考虑结构与外维护的整合、结构构件组合后的机理及结构对空间的限定等,添加表皮、赋予材质等工作内容被整合在结构形态构思过程。

作为建筑方案构思的重要手段,结构形态设计在以下几个方面和建筑设计产生互动和关联:

- (1) 结构形态设计是启动建筑创作的途径之一。
- (2) 结构形态设计的依据和建筑设计的依据相吻合。
- (3) 结构形态设计直接影响建筑的整体形态及建筑的内部空间。
- (4) 结构形态设计的目标是促成结构与建筑的整合,创造出既符合结构逻辑又独具个性的建筑方案。

总之,结构形态设计是建筑空间造型个性化创造的有力手段,是连接结构构思与建筑构思的桥梁。

5. 结构形态设计的途径

整个20世纪是结构发展的黄金时期。与上百年前相比,结构发展到今天,其形式已经非常丰富。但是,人们追求建筑个性化的激情日益增加,使得结构形式远远不能满足设计师进行结构构思的需求。所以,有必要寻求生成新结构形式的途径、方法和手段,以创造出更多的结构形式。结构形态设计主要可以通过以下三个途径来完成。

1) 自然结构的模拟

开发创造新结构体系是实现结构形式多样化、丰富结构类型的有效手段。20世纪几位结构大师在这方面做出了突出的贡献。例如,奈尔维对薄壳体系的开发,富勒对空间向量作用体系的几何化推演,奥托对张拉膜体系的研究等。但是开发新结构体系的难度非常大,因为新体系的开发需要有新材料和新结构技术的支持,开发的周期很长,过程艰苦。许多学者穷尽一生的心血和努力才能在开发新结构体系领域取得成功。

很多新结构体系都是受到大自然中一些自然结构的启发而开发出来的。大自然是人类最好的老师,所以,如果设计师善于观察生活,善于从自然界吸取灵感,就有希望在新结构体系创新方面取得突破。这种模仿自然结构的方法,可称为结构仿生。结构仿生是新结构体系开发的重要方法之一。

2) 技术结构的构成

在实际工程项目的设计过程中,因为周期太短,设计师不可能在一个具体的工程项目中开发一个新的结构体系。所以,需要以更现实的心态,积极利用现有的结构体系,通过一定的方法对结构原型进行加工重构来实现结构形式的多样化。结构加工重构的方法和手段有很多,但必须满足结构的强度、刚度和稳定的性能,必须以深刻认识结构的力学规律为前提。在掌握已有技术结构知识的基础之上,遵循结构受力的原则,进行变形和组合。技

术结构重构是结构形态设计的一种高效现实的途径。

3) 几何形式的推演

几何学是关于轨迹在空间中正确定位的理论,是关于平面和空间形体与各种形象的合乎规律性的理论。为了塑造具体的空间环境、建筑物及其结构形式,几何学是不可或缺的工具。

以数学为基础的空间几何图形和以力学为基础的力几何图形之间存在着类似性。这种类似性可以证实几何学及其基本形态对于描述任何三维空间的行为是普遍有效的。

另一方面,与自然形相比几何形具有明显的规律性和可描述性。同时,几何形往往呈现出中心对称的特点,所以其本身就具有稳定的潜质。

事实上,已经有大量的基于几何方法推演而来的结构形态设计的实践,这些案例进一步证明了几何形式的推演是结构形态设计的有效途径之一。

1.1.2 梁构件具有形态表现的潜力

在建筑的结构部件中,梁是最具典型特征的元素,其表现形态多种多样,以线性受力体系为主要特征。从形状方面,可以倾斜、折叠、弯曲和面向叠加;从材料与形态的合成方面,可以形成单一材料不同刚度的复合、单个梁通过不同材料复合、单个梁不同结构形态的复合;复合方式可以融合或黏合;从线的几何方式组合,可以拓展到复合的梁构件组,组与组之间逻辑连接后可以在高度、跨度及几何形态方向呈现出非常高效和具有独特形态的建筑结构。

梁的形态具有线性艺术特征。从风格的产生到建构的细节,大量的例子可以说明,梁构在符合力的逻辑并满足结构高效率的前提下可以展现轻盈、韵律和复杂的线性变换、交织等特征。

获得了英国最具权威的建筑奖项——RIBA 斯特林大奖 (Stirling Prize) 的、由理查德·罗杰斯设计的西班牙马德里机场(如图 1.1 所示),沿用了他擅长的结构表现手法,把海鸥翼形梁与 Y 字形钢骨混凝土支座结合,使梁构富有动感的、符合结构受力的线条成为室内空间及立面造型的主要表现元素,活泼、跳跃的外在表现是机场显著的特征之一。



图 1.1 西班牙马德里机场

现代步行桥的设计已将外在形态作为城市的地标进行塑造。葡萄牙佩德罗和伊内兹桥(如图 1.2 所示)的表现,突破了桥梁平面直线跨越的常规做法,桥分为两段交接于一个点,可以让梁的整体因水平支撑的变化更加稳定和有效,也使桥梁轮廓的造型发生了变化,在桥梁交接点形成观景平台,提升了行走的视觉和体验。



图 1.2 葡萄牙佩德罗和伊内兹桥

梁的形态是力的图解，是力的逻辑的优美展现。罗杰斯设计的英国摩斯伯恩 (Mossbourne) 社区学校 (如图 1.3 所示)，采用全部の木结构梁柱框架建造，节点与辅助设施都是金属构件。所有构件清晰搭接，手法简洁、纯粹，立面的连续梁连接遵循连续梁弯矩特征布置，出挑终止于弯矩为零的部位，然后搭简支梁，因简支梁跨度减小，弯矩减弱，所以梁高度变小，这在立面上形成变化，显现线条的节奏与变化，是连续梁结构的受力自然、外在、优美的展现。

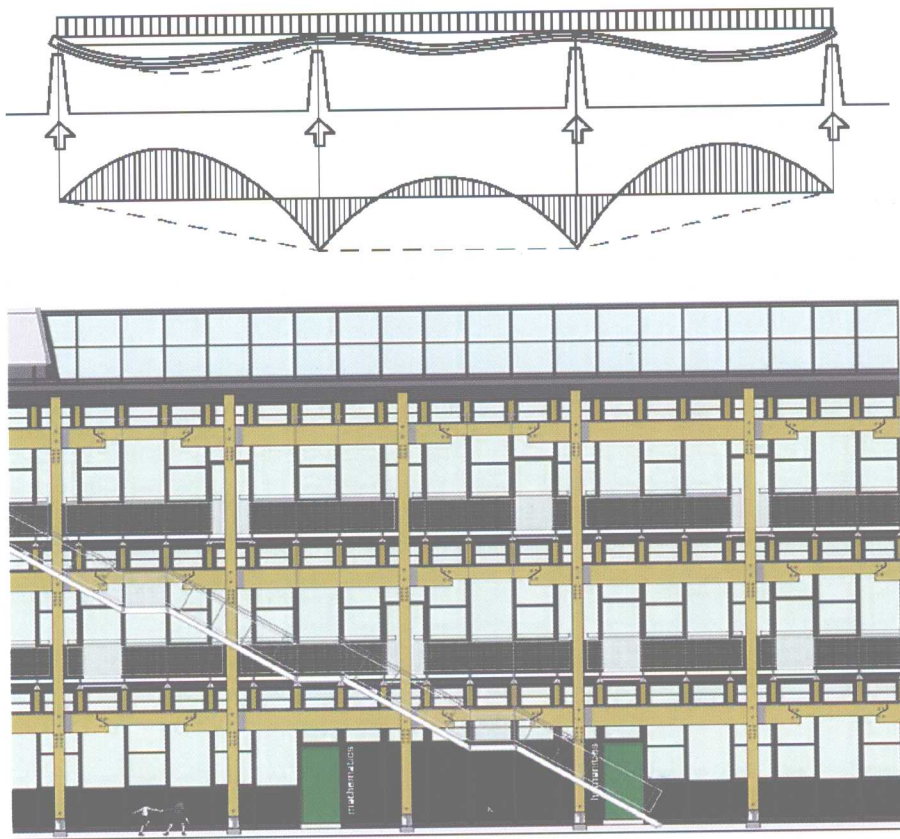




图 1.3 英国摩斯伯恩社区学校

建构手法的理解运用使梁的空间形态呈现全新的表现。日本清和文乐馆(Seiwa Bunraku)(如图 1.4 所示)是采用叠压关系形成的交叉梁构,抬梁式梁构件的叠压关系在这里被复制、转译,使传统结构脉络再现和更新,因此,建构手法的理解使梁成为新空间的表现主体。

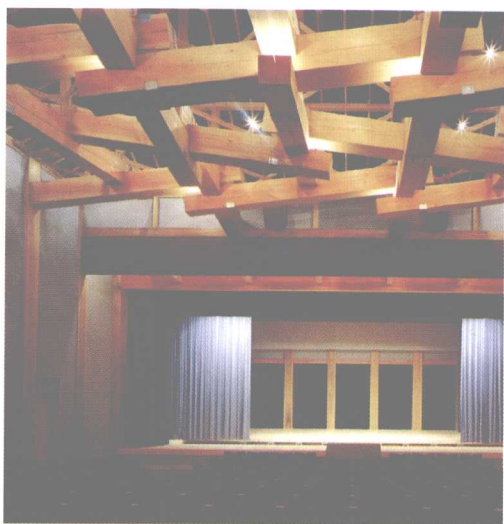
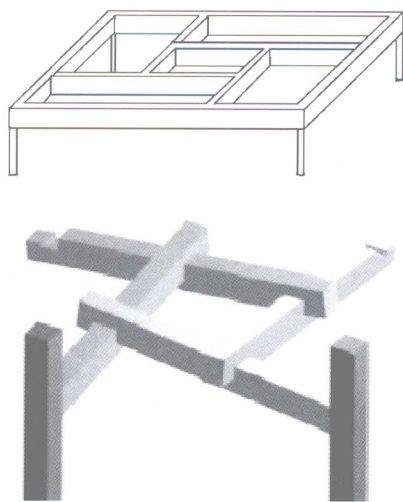


图 1.4 日本清和文乐馆

结构表现中的梁强化了空间感受。著名的建筑及结构工程师卡拉特拉瓦就偏爱从剖面构件设计开始创造富有动感的线条,当这些平面线条展开成为空间的梁构时,又在不断地变化,视觉触发了力的流动、激发人们的想像,并作为限定边界的线性艺术来引导人们的视线(如图1.5所示)。

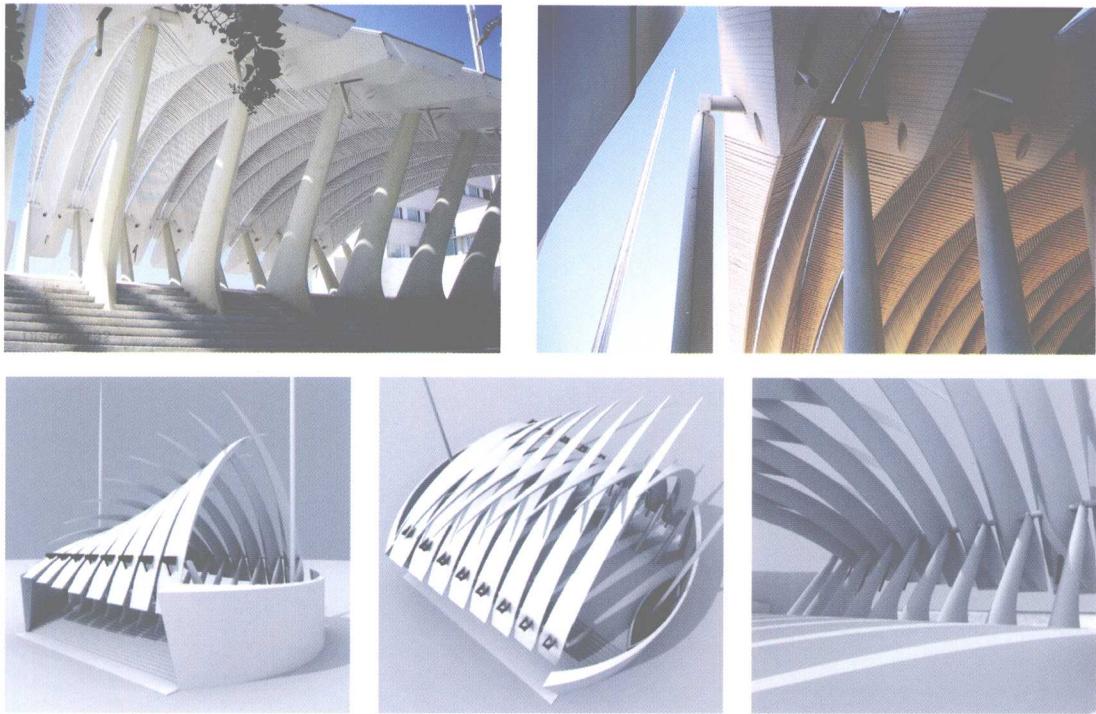


图1.5 塞维利亚1992世界博览会科威特展厅,卡拉特拉瓦设计的动态悬挑梁

中国台北101大厦最具特色的是裙房商场的中庭屋顶结构部分(如图1.6所示),梁构组合的复杂设计既满足了跨度的需要,又使梁的格构部件精致而艺术,构件之间、梁体与支撑之间衔接关系清晰、明确,结构形态在这里得到强化和夸张。

1.1.3 梁的设计与优化尚存在很大空间

从现代建筑结构形态发展的趋势来看,结构形式集新材料、新技术、新工艺和高效率于一体,由单一的结构形式发展到各种结构形式的合理组合,建筑仿生早已成为新时代结构形态发展的潮流,结构体的构成始终贯彻用最少的材料达到最合理形式的原则。

梁作为各种结构形式常用的构件,发展趋势符合建筑发展的潮流,在材料构成与组合、截面设计上的复合与组合、构件之间力的组织与分配的几何与仿生化、梁支撑形式的重构等方面具有很大的优化空间。建筑师如果能够灵活运用基本构件进行结构体系的重组和重构,可以使整个建筑的结构系统更为高效,同时达到形态表现的目的。

梁构的研究目的和意义在于以下几点:

(1) 从力学逻辑上分析不同梁构形态的内在联系和造型手法,发掘梁构件造型设计的潜力和价值,为建筑创作阶段的结构构思拓展想像空间。

(2) 在优化梁构效能的前提下,使建筑艺术体现与结构结合的真实、艺术的美感。

(3) 在结构设计与建筑设计之间架设桥梁,指导建筑设计,运用结构形态设计的方法创造更加合理、个性化的建筑设计作品。

1.2 研究背景

1.2.1 国外现代建筑研究水平及应用

近几十年科学技术的迅猛发展使得以建筑和结构的新技术为标志的当代建筑,在表现建筑的美感和合理性方面大量运用了技术手段,特别是结构技术手段,推动了设计的发展和技术的进步。建筑物的跨度和高度越来越大,空间结构形式越来越丰富,展示出设计理念的独特、组织逻辑的巧妙,结构形态也是竭尽所能地张扬魅力,出现了许多前所未有的构筑方式。

梁作为主要结构部件已趋于精细化、复合化和多样化,部件能够清晰表达力的图解,通过各种相关构件形成清晰、明确的逻辑关系,使建筑整体结构的受力更加精准,结构更加可靠,由此形成的建筑形态表现独特而更具张力,这说明建筑材料、技术和艺术已从部件开始推动整个建筑的结构形态和空间表现的发展。

虽然关于新型结构形态建筑的新闻经常见于报端、杂志,然而全面系统地介绍相关创作思想的书籍是少之又少。某些专业刊物上的文章仅仅停留在对建筑作品大致的形象描述或对建筑材料特别关注的层面之上,而较少深入探讨创作思想的真正核心内容。

1.2.2 国内现代结构的研究及应用与国外的差距

随着我国经济的持续发展和经济实力的不断增强,具有结构性能优越、跨度空间灵活、制作安装工业化程度高、综合经济效益好等特点的新型结构建筑体系被越来越多地应用到现代建筑中,以便更好地满足现代工业生产与服务的需要。如上海浦东国际机场航站楼的候机厅屋盖采用了我国当时跨度最大的张弦梁结构;正在建设的南京国际会展中心屋盖结构也采用了类似的张弦梁形式。

然而,由于受到工艺技术、经济条件、设计观念等因素的制约,现阶段我国现代结



图 1.6 中国台北 101 大厦裙楼中庭梁构

构体系的建筑形式普遍过于简单朴素,造型手法比较单一,建筑结构部件处理不够精致,缺乏现代建筑所应有的艺术表现力度。在建成项目中,又不乏在构件外表形式上模仿国外现代建筑的做法,而传力逻辑模糊,致使建筑形似而神散,缺乏真实的理性和个性。可喜的是,我国的某些建筑师已经意识到这一点,他们在自己的建筑实践中重拾关于建筑本源问题的探索,进入了“实验性”阶段,其规模 and 影响都仅限制在很小的范围内。因此,如何针对我国建筑界目前存在的问题而将这种“实验”推广开来,还需要长时间的探索。

1.3 研究内容

1.3.1 解题

1. 本构

本构指基于原型的基本构成形态与空间“元”秩序的构成能力。

2. 释缚

对既有的、已形成的梁的材料特性及与其相关联的结构秩序的建立,因力学逻辑、结构形态学的建立而消解——打破旧有秩序的规律、束缚,推测未知的开放形态的状态。

(1) 人类对材料与结构关系的把握从束缚到营造,进而走向释缚。

(2) 建筑师对结构逻辑关系的表现应持有一种开放的态度,不应束缚于旧有秩序地建立。

1.3.2 内容

按照本书展开的逻辑分为以下五个部分:

第2章通过对梁的本构能力和梁重构的技术逻辑方向的阐述,分析梁形态表现的可能与趋向,说明梁构件可以主导和支配整体结构形态的表现方向。

第3章主要分析构成梁的材料的物理性能及梁的材料表现,列出五类主要材料在梁的表现上所具有的特质,梁的设计应符合材料意志。

第4章从梁的原型出发,分析梁的技术逻辑和形式拓展,详细介绍了梁在材料、截面、几何布局及支撑上的优化可能与形态表现。

第5章通过几个经典案例的解读与设计,总结出梁设计的步骤可以从离散、力的视觉化、稳定、组合到最终生成。

第6章在本书研究的基础上总结出一些结论和观点,希望对建筑设计有所帮助和启发。

第2章 梁的形态表现与趋向

毫无疑问,建筑美学的发展推进了建筑的进步,然而并不是在每一种潮流中能够剥离结构发展的序列。随着不同时期新建筑的兴盛衰亡,结构或被重视或被隐藏,或被建筑视为有用,或被支配、掩盖,或被裸露、强化,成为雕塑般的有趣骨架。

结构作为建筑形态构成的基础,已经成为现代设计初级阶段极为重视的关键所在,是建筑形态及空间塑造不可忽视的“元”。

2.1 梁的本构与重构

建造技术赋予建筑各种形式的室内活动空间,按照一定方向组织排列的梁架单元具有连续性,在西方建筑史中就有很多时期的建筑空间受所偏爱的空间系统形式逻辑的影响,每个时代都有其独特的建筑风格和建筑语汇,如柱廊空间、集会空间等,建筑空间的表达依靠梁柱结构的排列实现,简单梁柱结构的重复形成网格单元空间的序列,建筑不是因审美视觉而改造结构,而是通过附加材料装饰结构,因此形式上的美感导致了无法精确计算结构而产生的困惑。

2.1.1 梁的本构

本构(constitutive, original)指基于原型的基本构成形态和空间构成能力。梁的本构在于空间“元”秩序的构成能力,如梁柱结构单元,叠加的单元具有空间连续性,可以带给建筑更大的使用空间,聚集更多的人,有更为宽阔的视觉体验。而连续性的外在形态表现使建筑产生稳定、庄重的感觉,因此连续性结构成为建筑发展最合理的视觉表达。现代建筑中的“流动空间”、“通用空间”,理性地处理了结构与空间之间的关系,使结构的组织充分展现了空间的自由,空间内部互相叠合、交织,这种自由的形式是梁自身具有的灵活性带来的。

赖特在20世纪初已经提出内部空间自由流动的观念。密斯通过1910年在柏林举行的赖特作品展,熟悉了这个概念,在1950~1956年设计建造的芝加哥伊利诺伊理工学院的克朗楼(如图2.1所示)充分体现了密斯“通用空间”的构想,他企图创造出一种没有阻隔的大空间,通过随意变动隔墙来满足不同要求。

克朗楼是该校建筑与城规学院及设计系所在地,建筑 $37\text{m} \times 67\text{m}$ 的钢框架屋顶平面由四个外露的门形钢框架支撑。围合表层由焊接的钢组件组成,后者支承了大片清晰而透明的平板玻璃;为了获得室内完整的大空间,结构主梁突出屋面以外(如图2.2和图2.3所示),节点刚接(如图2.4所示),形成四榀门形钢框架。主梁下悬挂间距 3m 的钢托梁和屋面、幕