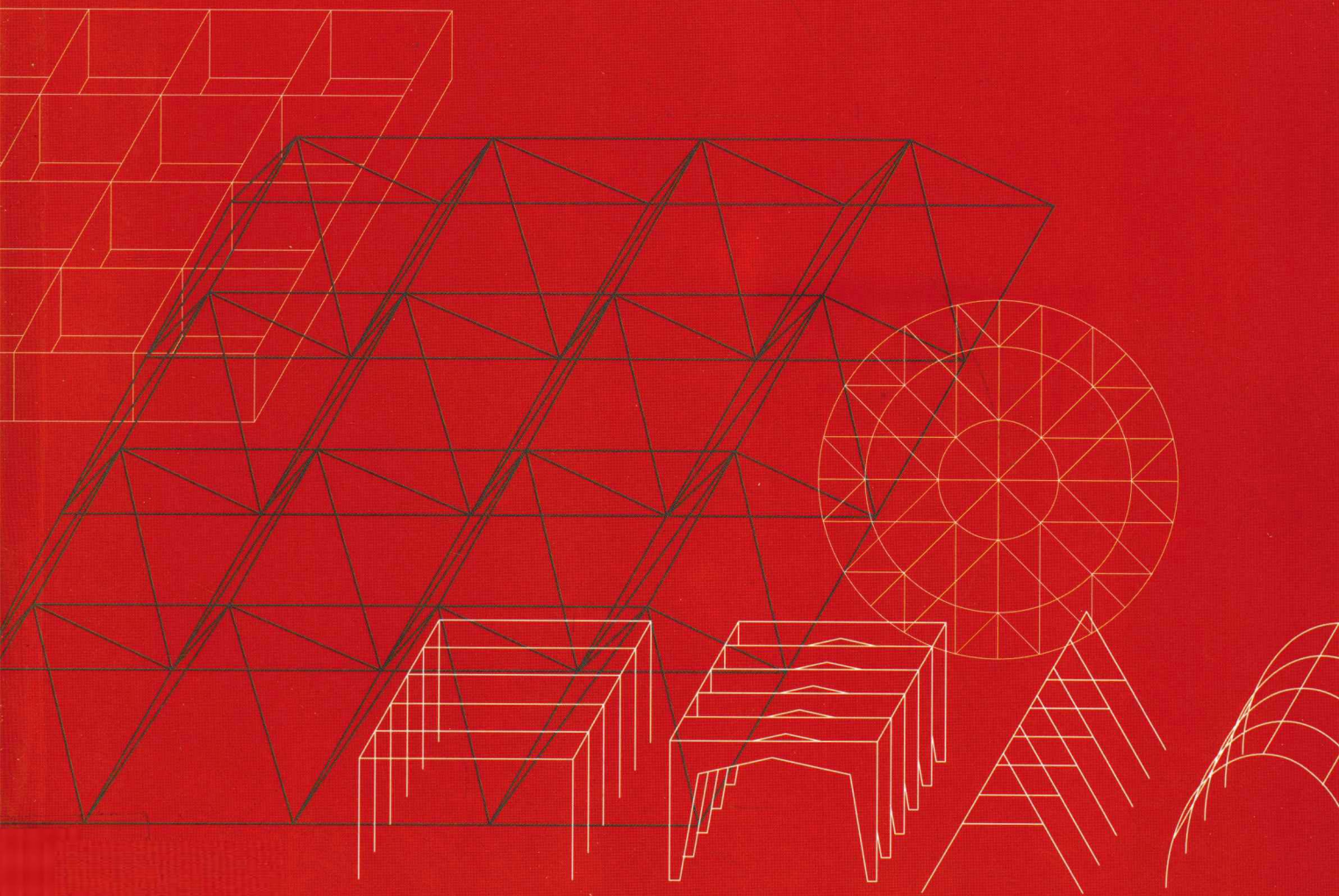


建筑技术概论

——给建筑师的建筑技术设计指南

[英] 皮特·西尔弗 威尔·麦克莱恩 著
钟冠球 肖明慧 译



中国建筑工业出版社

建筑技术概论

——给建筑师的建筑技术设计指南

[英] 皮特·西尔弗 威尔·麦克莱恩 著
钟冠球 肖明慧 译

中国建筑工业出版社

著作权合同登记图字：01-2009-4190号

图书在版编目(CIP)数据

建筑技术概论——给建筑师的建筑技术设计指南/(英)西尔弗等著;
钟冠球等译. —北京:中国建筑工业出版社, 2011.9
ISBN 978-7-112-13397-0

I. ①建… II. ①西…②钟… III. ①建筑工程-工程技术 IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第151438号

Text © 2008 Pete Silver and Will McLean.

Translation © 2011 China Architecture and Building Press

This book was designed, produced and published in 2008 by Laurence King
Publishing Ltd., London

本书由英国 Laurence King 出版社授权翻译出版

责任编辑:程素荣

责任设计:赵明霞

责任校对:赵颖 姜小莲

建筑技术概论

——给建筑师的建筑技术设计指南

[英] 皮特·西尔弗 威尔·麦克莱恩 著

钟冠球 肖明慧 译

*

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

北京嘉泰利德公司制版

北京尚唐印刷包装有限公司印刷

*

开本: 889×1194毫米 1/20 印张: 9 字数: 310千字

2011年10月第一版 2011年10月第一次印刷

定价: 58.00元

ISBN 978-7-112-13397-0

(21137)

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)

右图:

国家跳水中心(细部), 中国北京, 由 CSEC 设计国际设计与建筑师 Peddle Thorp Walker 与 Arup 工程师和 Vector Foiltec 联合设计。

建筑技术概论

——给建筑师的建筑技术设计指南

[英] 皮特·西尔弗 威尔·麦克莱恩 著
钟冠球 肖明慧 译

中国建筑工业出版社

著作权合同登记图字：01—2009—4190号

图书在版编目(CIP)数据

建筑技术概论——给建筑师的建筑技术设计指南/(英)西尔弗等著;
钟冠球等译. —北京:中国建筑工业出版社, 2011.9
ISBN 978-7-112-13397-0

I. ①建… II. ①西…②钟… III. ①建筑工程—工程技术 IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第151438号

Text © 2008 Pete Silver and Will McLean.

Translation © 2011 China Architecture and Building Press

This book was designed, produced and published in 2008 by Laurence King
Publishing Ltd., London

本书由英国 Laurence King 出版社授权翻译出版

责任编辑:程素荣

责任设计:赵明霞

责任校对:赵颖 姜小莲

建筑技术概论

——给建筑师的建筑技术设计指南

[英]皮特·西尔弗 威尔·麦克莱恩 著
钟冠球 肖明慧 译

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

北京嘉泰利德公司制版

北京尚唐印刷包装有限公司印刷

开本:889×1194毫米 1/20 印张:9 字数:310千字

2011年10月第一版 2011年10月第一次印刷

定价:58.00元

ISBN 978-7-112-13397-0

(21137)

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)

右图:

国家跳水中心(细部),中国北京,由CSEC设计国际设计与建筑师Peddle Thorp Walker与Arup工程师和Vector Foiltec联合设计。



目录

序言	7	导言	8
第 1 章 结构与形式 11			
结构物理学 13		结构构件 33	
材料科学 14		承重构件 34	
力: 14		承重墙: 34	
应力		堆叠砌体	
应变		复合结构	
材料性质: 16		柱子 38	
强度		基础: 40	
刚度和挠度		条基	
反应: 18		垫板	
弯曲		筏基	
剪切		管桩	
		整体式挡土墙	
材料技术 20		单向跨度构件 42	
石材 20		横梁: 42	
木材 21		截面	
钢铁 22		线性轮廓	
钢筋混凝土 23		异形板: 46	
玻璃 24		钢筋混凝土板	
纤维 25		异形薄板	
纤维增强塑料 26		复合板	
板材 27		对夹式 / 层压板	
结构完整性 28		多向跨度构件 48	
荷载: 28		异型板:	
活荷载与固定荷载		钢筋混凝土板	
横向荷载		箱板	
支撑		空间网架	
扭转		对夹式 / 层压板	
稳定性: 30		连接与节点 50	
锚固		干连接	
高度		石作	
中心		钉子	
悬臂原理		螺钉	
		螺栓	
		铆钉	
		花篮螺丝	
		胶粘剂 (粘结)	
		焊接	
		钎焊	
		结构逻辑 55	
		受压结构 56	
		二维形状:	
		梁柱结构	
		A 字形框架	
		门式框架	
		拱	
		拱顶	
		圆顶	
		三维表面: 60	
		菱格圆顶	
		瓣式圆顶	
		短程线型圆顶	
		薄壳与硬壳式结构 62	
		张拉表面 64	
		膜 64	
		索网 64	
		张拉整体 64	

第 2 章 气候与蔽护67			
人体舒适度69	建筑性能75		
热舒适70	耐候表皮76	声和光96	
日光几何学72	蓄热容量76	声学：96	
	绝热层：78	声音的属性	
	原则	声音的控制	
	类型	自然光100	
	空气流通：82		
	自然通风	建筑设备102	
	被动控制	供暖102	
	窗户和玻璃86	机械通风104	
	风化：88	空调106	
	砌体	原理	
	饰面系统	系统	
	膜		
	粘结表面		
第 3 章 计算机工具与技术111	第 4 章 案例研究121	第 5 章 建筑法规173	
数据结构112	泥屋122	施工技术管理规则174	
材料选择和设计	圆锥形帐篷124		
建筑信息模型 (BIM)	雪屋126	欧盟关于可持续建筑的指导原则176	
	方尖碑128		
结构分析114	万神庙130		
找形	大铁桥132		
有限元分析	贝尔礁灯塔134		
	水晶宫136		
环境分析116	克利夫顿大吊桥138		
热学	热带住宅（装配式建筑）140		
自然光	克雷奇音乐厅142		
空气运动	罗马体育馆144		
声学	休斯敦阿斯特洛圆顶运动场146		
	德国馆148		
	美国馆150		
	自建房屋152		
	悉尼歌剧院154		
	汇丰银行总部156		
	未来馆158		
	葡萄牙馆160		
	罗德媒体中心162		
	圣玛丽斧街 30 号164		
	“D” 塔166		
	戴维斯高山植物馆168		
	国际空间站170		
推荐读物178	图片来源180	致谢180	



序 言

作为一名结构工程师，在许多建筑与工程学校的访问教师的实践过程中，我曾遇到过许多的讨论、辩论、报道以及关于“技术”在建筑中的角色的误导。许多人用这个主题讨论建筑是通过哪些不同的方式拼接成的，而另一些人则将其引入到数字领域：仰赖作为设计工具的计算机日新月异的发展，材料成为了一种程序、网络 and 流体。

对我来说很清楚的一点是：最好的系统是当这些方法在设计开发中都充分利用时才会获得成功——在建筑环境中，整合了制造、装配和创造的智能活动将同时满足数量和质量的要求。

一个极端是，很少有例如基本结构系统的作用或者使用材料的基本方式的实用插图被出版；而另一个极端是通常由学生制作漂亮的力的传递和应力分析图解很快就魔术般地制造出“建筑”来。

而中间的阶段是需要的，在这方面，本书提供了一条容易的途径给刚开始学习建筑的学生。通过对一系列挑选当代建筑项目的了解，学生同时在技术和工具方面了解到基本的体系和对新旧材料的恰当使用。

作者仔细编录的是建筑系学生必须了解的基础信息，

并且要意识到需要和各个方面的专家合作，并学习过去的先例。这样能给他们更好的机会用创意和新奇来设计，而不是成为一名工程师或者计算机科学家。他们将通过促进和专家、制造商、政治家和公众的对话来学习制造建筑。

在一个我们并不缺乏信息的时代，需要的技能是编辑这些信息来适应我们的意图，这正是本书成功达到的。

哈尼尔·卡拉 (Hanif Kara¹)，结构工程师协会会员，
英国皇家建筑师学会荣誉会员 (F.I. StructE, FRIBA—hon)

AKT 结构与民用工程咨询公司 (Adams Kara Taylor)

2007 年 11 月

左图：

美国馆（细部），加拿大蒙特利尔，由 R·巴
克敏斯特·富特和 Shoji Sadao 设计。

1 Hanif Kara 是 AKT (adams kara Taylor) 的共同创始人，结构工程师，
曾与 FOA 及 Zaha hadid 等合作。——译者注

导 言

“空气动力学是为那些不会设计引擎的人准备的。”

——恩佐·法拉利 (Enzo Ferrari)

无论是结构上还是环境上，建筑师按照建筑物组织的方式来设计。社会、文化、哲学、政治因素和艺术一起影响着设计，这是作为工程师的工具和技艺的——技术，这些因素共同塑造了建成环境的形式和性能。

对建筑的理解的关键一点是设计与技术的关系。本书的目的是将这种关系的视界引介给那些将在建筑业中考虑执业的人，以及学习建筑的学生用来将他们的设计思想和适当的结构和环境解决办法结合起来。

本书拟解释物理现象、材料、建筑构件与结构类型、使用简单的分类系统以及实际例子之间的关系。生动的图片使使用者熟悉普通的施工技术，同时历史案例被用于绘制出建筑工程史上重大的时刻。

本书向建筑师介绍了结构与环境工程，但不包括数学计算，实际上它参考了目前帮助设计师预估建筑结构和环境表现的计算机技术。同时，它灵活地参考了历史的先例，因为这对读者理解这样一点很重要，即衡量技术成功的方式与它的文化语境相关。有人也许会说哥特教堂是建筑工程学的塔尖，它带来了当今的工具、材料和技艺。目前，世界广泛地意识到对地球资源清洁和高效的使用。因此，这就是衡量科技成功的标尺。

技术自古以来被认为与发明相关，它曾经仅仅能在科技成就中留个“快照”，无论是时间长河中哪一个时刻。从材料科学到工地施工程序，建筑技术中的发明和进步从未间断。希望本书对于科技的一个概要不仅有助于学生理解它的范围和历史背景，而且也是激发他们为未来做新的发明。

本书的结构

建筑技术被分为以下两个主题：**结构和形式**，以及**气候与蔽护**。尽管第一个原始棚屋，例如泥筑棚屋和拱顶小屋，运用了同样的材料和建筑部件，但却创造了结构形式，经受了大自然的力量；甚至是一个简单帐篷如北美的 tepee¹ 也运用了一种材料和构件（木质立杆），从而产生了形式，以及另一种维护它内部气候的方法（动物皮）。

结构与形式

这一部分被细分为三个主题：**结构物理学**、**结构构件**以及**结构逻辑**。这是一个从基础原则到结构形式的线性过程——材料科学、材料技术以及结构整体性——通过描述建筑施工使用的普通构件，例如墙体、柱子、地板、屋顶，到这些构件是如何结合形成不同的建筑类型，从简单的梁柱式结构，到哥特拱顶，再到铝制壳体及张拉网。

气候与蔽护

这一部分细分为两个主题：**人体舒适度**以及**建筑物性能**。在检查建筑物建造与当地的环境的关系时，建立起人类可以维系生命的限制值是重要的。本章的第一部分关注热舒适的原则及热的供给者——太阳。

第二部分考虑的是建成环境是如何保持人类的舒适。正如探索一个建筑的设计

和构造——耐候的表皮——是如何能同时控制并与环境相互作用的，被动的或是主动的，同样它在声、光背景下考虑人体的舒适度。

本书还包括三个附加的部分：

计算机工具和技术

目前，建筑师设计的方式极大地受到了计算机的影响。这些影响大部分体现在它们草绘和制图的用途，它们能帮助设计师预测建筑物在结构和环境方面的表现——通过模型和分析——还有在材料、构件和系统方面运用数据基础，实际上它们能为建设项目需要的所有信息进行存储，并且创造一个虚构的模型。这一部分探索了计算机作为分析和组织工具的用途。

案例研究

广泛的案例研究将用于探索建造类型的起源，并且阐明在建筑与土木工程中设计与技术间的历史关系。案例都是按照年代顺序排列，并且描述的时候是按前面两部分描述的分类法分成结构和环境两个类型。

建筑法规

在全世界，建筑业都受条例和规章的控制，以便保证建筑业的操作和最终使用

者的健康和安全。建筑法规覆盖到了建筑施工的所有方面，并且逐渐地关注低能耗、可持续设施方面的规章。目前英国和欧盟的规范、规程都简要地在本书中列出。

内容说明

这部分被设计为分支系统，这样读者能把书中的任一主题置于上下文中。每次展开都有一个主标题，并能与内容进行对照。

标题说明

内容的主体含有图例作为补充，包括图表和照片。标题用于提供附加的信息，并可看作是主要内容的一个延续。

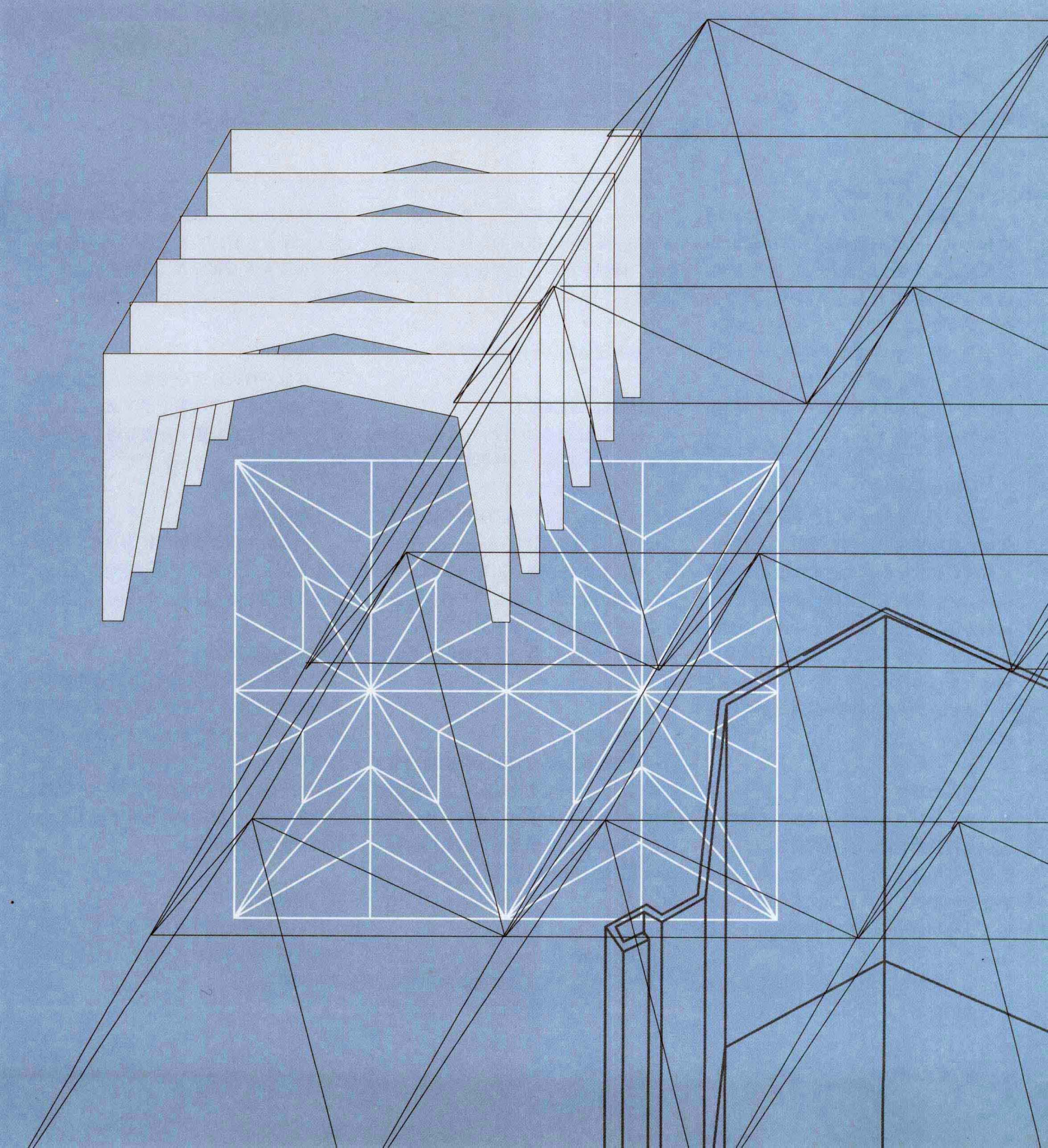
分类图表及图标

本书有两个主要的分类图表用在结构与形式一章中，一个是用于建筑构件部分，另一个是用于建筑逻辑部分。图表安排在最前，之后展开的是与之直接相关的内容，而个别的图表被用作是图像化的参照。这些图表也用作与主要内容的对照的案例研究。

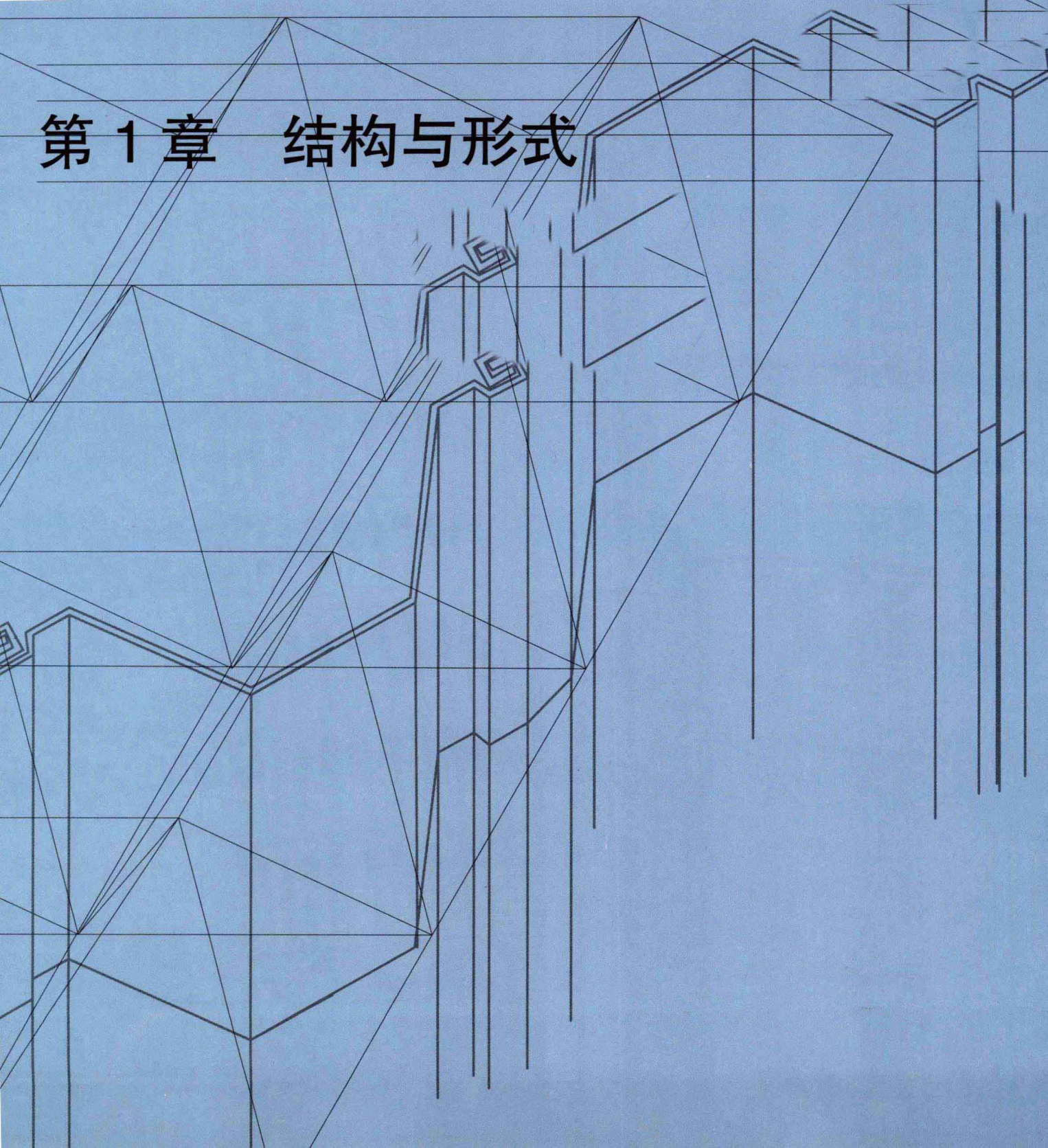
延伸阅读

在主标题下都列有相关的出版物。我们推荐读者参考资料来源信息，包括出版物和网站。

¹ 一种印第安人圆形帐篷。——译者注



第1章 结构与形式





结构物理学

——涵盖结构形式的基本原则

材料科学

为了理解作为结构的建筑是如何起作用的，正确评价支配结构形式的自然规律是非常重要的。这些规律包括对作用于材料的力的理解，以及根据基本性质，材料受力后的反应形式。材料科学涵盖：力学——描述材料通过重力如何遭受压力和拉力；材料的特性——描述作为强度和刚度的材料如何被分析和操作；应变——描述构件通过弯曲和剪切的形式受力时是如何表现的。

材料技术

如果说材料科学是对特性、结构及实体变化的相互作用的研究，那么材料技术是制造和安装材料及结构构件时对此类知识的应用。大部分制造过程包括一系列操作材料的基本方式——切、锯、弯曲、焊接等——基于这个过程精确特性，而这个特性则由采用该操作的材料性质决定的。总的来说，如果把预制装配式建筑的尺寸、形状和重量作有限的限制，就能把原材料和成品在工厂、建筑工地之间搬运，实际上是满世界的搬运。

材料技术开拓了一大批广泛的通用建筑材料：石头、胶合木、钢铁、钢筋混凝土、玻璃、织物、预应力纤维塑料以及薄板材料。

结构完整性

了解形成结构的材料和构件的性能使建筑师能够将之以这样一种方式来组织——即在荷载下整个结构能够坚固稳定。结构完整性能够检验出房屋受力的类型——活载、恒载和侧向荷载，支撑和扭曲——以及结构是如何通过三角形和撑杆来支承建造它们自身的。总的来说，稳定性，就像树木扎根一样，在以重力和悬臂（或者支撑）原理的中心为语境时被考量。

左图
比萨斜塔，意大利，1173 年。
此塔高 55.8m，倾斜角度 5.5°。

材料科学 / 力：应力，应变

牛顿第二运动定律

结构工程学被认为是计算材料和结构抵抗外力能力的学科。当你谈及一个物体的重量时，你实际上是在描述该物体施加的力，这是作用在质量上的地球引力的结果。地球引力是将所有物体吸引至地心的原因。在 300 年前，艾萨克·牛顿（Isaac Newton）发现这种万有引力的“牵拉”（实际上，所有类型的力）制造了系统或它们所作用的物体的加速，因此有：

$$f = M(\text{kg}) \cdot a \text{ (m/s}^2\text{)} \text{ [即力 = 质量 (千克) } \times \text{ 加速度 (米 / 平方秒)]}$$

力以牛顿为衡量单位：

$$1 \text{ 牛顿} = 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m/sec}^2$$

$$\text{重力加速度计算为：} g = 9.81 \text{ m/sec}^2$$

结构形式

在承受外力时，所有物体都有一个潜在的结构来维持它自身的形式。外力施加在物体之上，然后物体对之反应，这种反应由构成它的材料的性质以及成型和组装的方式决定。

应力

力能以两种基本的方式作用于材料：它可以推，这是一种压力；它也可以延展或拉，这是一种拉力。这些外加力在物理学中描述为应力，以在材料的任何给定截面上，单位面积上的力来衡量：

$$f \text{ (应力)} = P \text{ (外力)} / A \text{ (面积)}$$

应变

材料以它们内在的结构来抵抗力。每种材料对应力的反应是用一个与之平衡的内力的方式来分散它。结果是应变 - 结构形式的改变，以垂直于截面的微小的延伸来衡量。因此，压力也许可以描述为应力作用于物体后使之缩短，而拉力作为应力使物体变长。

图 1：压力

保加利亚举重运动员 Glagol Blagoev 的身体在远处举起的重量压迫下（大约 195.5kg 或者是两倍于他自身的重量）。

图 2：压力

当外力按箭头方向施加在结构的顶部时，结构的两侧将受到张力（T），使得横截面增大。

图 3：拉力

拔河使得绳子张拉超过它的长度，使绳子的两侧受到压力，因此减小了绳子横截面。横截面的收缩与绳子延长的比例被定义为泊松比率。

图 4：拉力

当大多数材料处于拉力之下时，他们的横截面将处于压力之下（C），因此使得横截面减小。