

住房城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材
高校建筑学专业规划推荐教材

BUILDING CONSTRUCTION 建筑构造图解 GRAPHICS

（第二版）

胡向磊 编著

中国建筑工业出版社



住房城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材
高校建筑学专业规划推荐教材

BUILDING
CONSTRUCTION

建筑构造图解

（第二版）

胡向磊 编著

GRAPHICS

RFID

中国建筑工业出版社

图书在版编目（CIP）数据

建筑构造图解/胡向磊编著．—2版．—北京：中国建筑工业出版社，2019.1

住房城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材．高校建筑学专业规划推荐教材

ISBN 978-7-112-23044-0

Ⅰ.①建… Ⅱ.①胡… Ⅲ.①建筑构造－高等学校－教材 Ⅳ.①TU22

中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第227492号

责任编辑：王 惠 陈 桦

责任校对：张 颖

住房城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材

高校建筑学专业规划推荐教材

建筑构造图解（第二版）

胡向磊 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）

各地新华书店、建筑书店经销

北京雅盈中佳图文设计公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：15 字数：418千字

2019年3月第二版 2019年3月第三次印刷

定价：49.00元（赠课件）

ISBN 978-7-112-23044-0

（33130）

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）

—— Foreword ——

——序——

建筑构造课程是建筑学及相关专业开设的基础课，是技术性较强和涉及面比较广的一门课程。构造课相对于其他专业基础课开课时间比较早，构造部分的内容多而杂，对于房屋建造知识了解甚少的学生而言，入门确实不容易。目前，构造的教学还存在着一些问题，如教材与实践脱节，构造理论没有系统化，教学手段有待更新等。学生毕业后，从事建筑设计工作时，往往会感到构造知识不足，不能很快承担具体设计工作。所以，胡向磊老师在进行建筑构造教学时，不断思考和总结经验，他受很多有丰富经验老师的教学思想启发，按“授之以鱼，不如授之以渔”的思路，完成了此教材。看到书稿后，我觉得他在总结前人和兄弟院校经验的基础上，对教材做出了很好的尝试和探索。

教材把建筑构造与建筑设计进行了整合。书籍贯彻构造设计作为建筑设计的继续和建筑概念实现手段这一基本思路，图文并茂地介绍了构造设计的原则、设计方法和设计过程。

本书对构造内容进行了整合。如把建筑分为骨与皮，分与合等内容，在学生实践和感性认知较为缺乏的情况下，有助于学生学习和理解相关知识。书中强调构造原理学习的作用，帮助学生分析构造实例，认识构造原理，这也是个很好的方法。在掌握构造基本原理和设计方法后，才能真正拥有属于自己的构造思路，才有可能在今后的设计实践中产生创新实用的构造设计。

本书也可以帮助学生主动拓展学习内容。书中提供相关网址、出版物供读者及时查询学习。

建筑构造是建筑技术与建筑方案之间的桥梁，学好建筑构造可以把先进的建筑技术融贯于设计中，提高建筑设计水平，使建筑具有更强的实用性及艺术性。

提供有效的教学资源是建筑构造教学的重要任务，本书做了创建性的工作，也希望胡向磊老师能在这条路上坚持走下去，在今后的工作中做出更大的成绩。

戴复东

中国工程院院士

同济大学建筑与城规学院名誉院长，教授，博导

—— Preface ——

——第二版前言——

本书第一版作为普通高等教育土建学科“十二五”规划教材于2015年出版。出版后不断收到老师和同学们宝贵的反馈意见，也获得同济大学优秀教材奖励。这是很大的鼓舞，也不断提醒本书需进一步完善。

多年来，国内高校不断探索建筑构造教学的新方法，本书吸收同行教学经验，探索通过图解方法，把设计概念、基本原理引导到构造学习中。新版第1~2章概括介绍构造设计的基本要素，第3~7章建筑材料和建造工艺是重点内容。其中建造工艺以原理引领，分别介绍了建筑结构、建筑选材、构件连接以及建筑工业化等。第8~11章立足于构造学习和创作，主要介绍构造设计方法及课外阅读拓展。

本版在第一版的基础上，对以下四个方面作了增补和修改：

1. 为了方便读者阅读，重绘了七十余幅例图，以使例图内容清晰、风格统一。并根据新颁布规范和规程，对书中部分内容进行订正更新。

2. 第4章增补了“绝热”“防声”原理，加强同学对构造基本原理的理解，也使本章在理论上更完整。另外，为方便施教，增加部分例图文字解释，如“断热钢筋混凝土阳台”等概念。

3. 第8章增加了构造设计应用范例，以增强同学们应用基础知识、解决实际问题的意识。

4. 根据近年来建筑网站、公众号等的发展，对第11章阅读导引内容进行增删和调整。

本书修订参阅了国内外同行的相关教材和案例资料，借本书再版机会，对他们表示衷心的感谢，同时，恳请老师和同学们继续提出批评和建议！

本书配有课件PPT，教师可加QQ群849533893下载。

— Preface —

—— 前言 ——

建筑设计的一项主要内容是选择建造材料，并考虑如何把他们有效地组合在一起，为使用者提供舒适的庇护空间，而构造设计是完成这项任务的一个重要组成部分。通过建筑构造设计，可以弥补自然环境与使用者要求的健康生存环境之间的差异，很好地让使用者与自然之间进行对话与隔离。

回归建筑设计的本源，可以清楚地看到建筑构造之间有着清晰明确的物理关系，这种物理关系是建筑发挥作用的重要方式。如果我们把它与建筑创作放在一起，不难理解构造设计同样可以成为建筑师灵感源泉，通过构造设计，我们可以感受到技术带来的愉悦。

建筑构造是一门综合性、技术性较强的课程，本书是一本为建筑学及相关专业初学者而写的教辅读物。对于建筑学的同学，冗长的文字和数字也许是个障碍，为避免单一枯燥，本书尽量采用较多的图表。作者希望为同学提供基本的构造概念和设计思路，从而激励他们在面对构造问题的挑战时，拿出自己的解决方案。

—Contents—

——目录——

第 1 章　关于构造设计

1.1　“构造”释义 \ 2
1.2　构造知识与构造设计 \ 3
1.3　示例说明 \ 4
1.4　构造知识的学习 \ 5
1.5　构造设计的问题与答案 \ 6

第 2 章　从了解制约要素开始

2.1　构造设计中的环境限制 \ 9
2.2　人工环境的限制 \ 17
2.3　人文环境的限制 \ 19
2.4　建筑法规和标准图集 \ 20
2.5　限制与自由 \ 22

第 3 章　本与真——材料的选择

3.1　材料的发展 \ 25
3.2　选择绿色建材 \ 27
3.3　材料分类 \ 28
3.4　材料发现与发明 \ 38
3.5　材料与设计 \ 39

第 4 章　骨与皮——结构与围护

4.1　骨与皮 \ 41
4.2　结构概念设计 \ 42
4.3　结构体系 \ 43
4.4　建筑外围护功能 \ 71
4.5　示例说明 \ 74
4.6　围护节能概念 \ 75
4.7　保温与隔热 \ 77
4.8　水渗透概念 \ 85
4.9　建筑防水 \ 86
4.10　古人的防水智慧 \ 88
4.11　防潮概念 \ 89
4.12　建筑防潮 \ 90
4.13　隔声吸声原理 \ 93
4.14　建筑隔声吸声构造 \ 94
4.15　地下室构造 \ 96
4.16　外墙构造 \ 100
4.17　屋面构造 \ 101
4.18　屋面排水 \ 108
4.19　示例说明 \ 111
4.20　“被动房”建筑节能构造 \ 113
4.21　建筑围护——室内非承重墙 \ 114
4.22　建筑围护——室外非承重墙（幕墙）\ 115
4.23　建筑门窗 \ 121
4.24　遮阳 \ 136
4.25　装饰构造 \ 139
4.26　建筑防火 \ 150

第 5 章　上与下——楼梯与构配件

5.1　楼梯类型 \ 155
5.2　楼梯相关规范规定 \ 156

5.3 楼梯竖向设计 \ 157
5.4 梯段转折处理 \ 158
5.5 栏杆与栏板 \ 159
5.6 作为空间元素 \ 161
5.7 台阶与坡道 \ 163
5.8 电梯 \ 164
5.9 自动扶梯 \ 166
5.10 无障碍设计 \ 167

第 6 章 分与合——分缝与连接

6.1 材料与连接方式 \ 170
6.2 连接分类 \ 171
6.3 连接设计 \ 175
6.4 易拆卸的设计 \ 176
6.5 分缝与收缝 \ 177
6.6 材料收缝 \ 178
6.7 构造收缝 \ 179
6.8 通风雨幕 \ 180
6.9 收缝的艺术 \ 181
6.10 变形缝原理 \ 182
6.11 变形缝分类 \ 183
6.12 基础变形缝 \ 184
6.13 变形缝构造 \ 185
6.14 后浇带 \ 187

第 7 章 标准化与多样性——建筑工业化

7.1 建筑工业化 \ 189
7.2 建筑模数 \ 190
7.3 模块化 \ 191
7.4 装配化 \ 192
7.5 数字化 \ 193

第 8 章　构造生成

8.1　感知构造 \ 195
8.2　设计构造 \ 198
8.3　示例说明 \ 200
8.4　构造详图 \ 203
8.5　绘制比例 \ 204
8.6　制图要求 \ 205

第 9 章　构造学习

9.1　向名师学习 \ 210
9.2　向精品学习 \ 211
9.3　向身边的建筑学习 \ 213
9.4　在实践中学习 \ 215

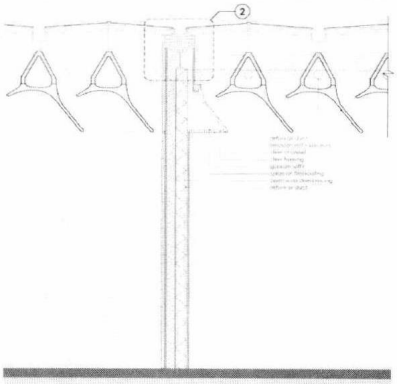
第 10 章　构造创作

10.1　设计团队 \ 217
10.2　团队协作 \ 218
10.3　数字协同 \ 219
10.4　建筑师的发明 \ 220

第 11 章　阅读导引

11.1　网站 \ 224
11.2　杂志与图书 \ 225

参考书目 \ 227
后记 \ 228



第1章

关于构造设计

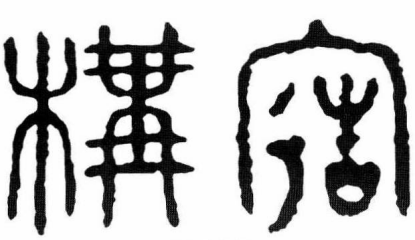
“天有时，地有气，材有美，工有巧，合此四者，然后可以为良。”——《考工记》

建筑构造设计是建筑设计的一部分，是建筑设计的深入和继续，活跃在建筑设计各个阶段，为建筑设计提供了可靠的技术保证。

建筑构造设计需要综合考虑结构选型、材料选用、施工方法、技术经济、艺术处理等问题，需要掌握较扎实的建筑知识和灵活的设计技能。

对待构造问题，建筑师中有不同态度和方法，对一位成熟的建筑师来说，构造问题和空间设计一样，不是设计的障碍，而是创作的动力。

1.1 “构造”释义



(a)汉字



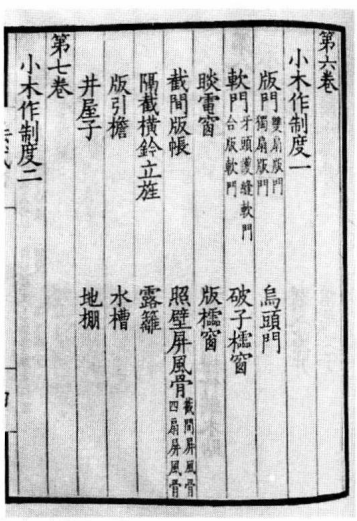
“construction”
or
“tectonics”

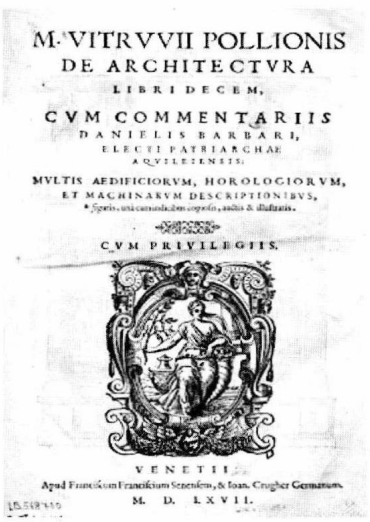
(b) 英文



图 1-1　构造释义

汉字构造中的“构”是会意字，古字为“冓”，像两面对构屋架，意为架木造屋。“造”是汉字中的假借字，为“作”，是制造、制作的意思。英文对应“构造”的词有 construction 和 tectonics，前者涵义偏向工程建造，后者偏向制作艺术。construction 拉丁语词源是“construere”，“con-”是“结合”，“struere”指“堆起”，因此 construction 有组合、连接的含义。tectonics 源自希腊语“tekton”，指木匠或盖房子的人，后引申为制作或建造艺术，目前广泛译为“建构”。





(a)《营造法式》　　(b)《建筑十书》

图 1-2　介绍构造的古典书籍

《营造法式》和《建筑十书》是古代东西方建筑设计与施工经验的集合与总结，对后世产生了重要影响。《营造法式》共计 34 卷 5 个部分：释名、各作制度、功限、料例和图样，前面还有“看样”和目录各 1 卷，介绍了石作制度、大木作制度、小木作制度、瓦作制度、泥作制度、彩画作制度等；《建筑十书》共 10 卷，包括建筑师的教育、建筑材料、室内装修构造及壁画、机械学和各种机械等等。

建筑构造是研究建筑物的构成，各组成部分的组合原理和构造方法的学科。历史上建筑的风格千变万化，然而不变的是建造的规律。密斯·凡·德·罗曾说“建筑开始于两块砖被仔细地连接在一起”。从本源出发，建筑构造也可以认为是研究建筑材料如何选择、连接的一门科学，它解决建造的基础问题，为建筑创作的物化和细化提供依据和支撑，是建筑设计综合解决技术问题能力的体现（图 1-1）。

对建筑构造的研究伴随着建筑的发展过程，中国先秦典籍《考工记》对营造宫室的屋顶、墙、基础和门窗的构造已有记述。宋代《木经》《营造法式》、清代工部《工程做法》等都有关于建筑构造方面的内容。国外公元前 1 世纪的《建筑十书》，文艺复兴时期的《建筑四论》和《五种柱式规范》等著作，均有当时建筑结构体系和构造的记述（图 1-2）。从 19 世纪开始，随着建筑材料、建筑结构、建筑施工和建筑物理等学科的成长，建筑构造技术得到极大的丰富、充实和发展。

1.2　构造知识与构造设计

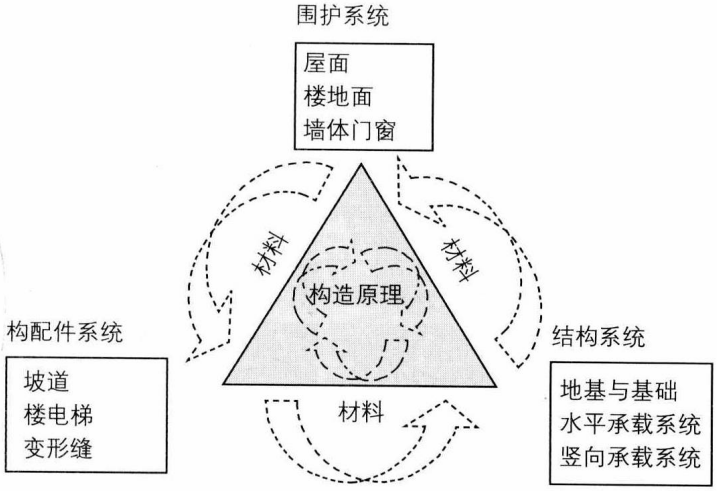


图 1-3　建筑构造系统内容

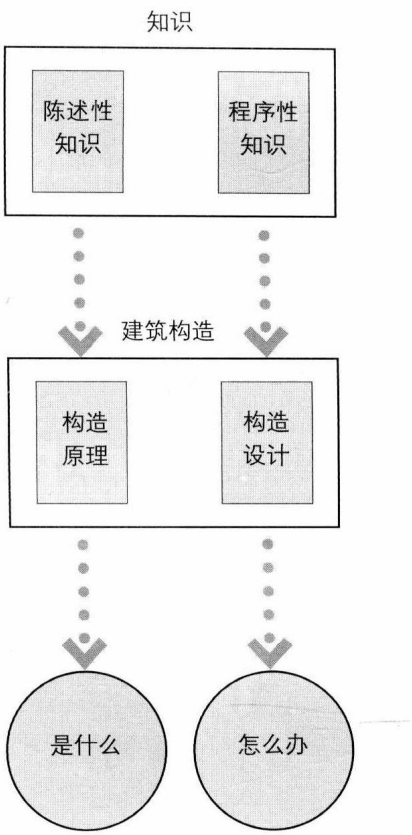


图 1-4　建筑构造知识结构

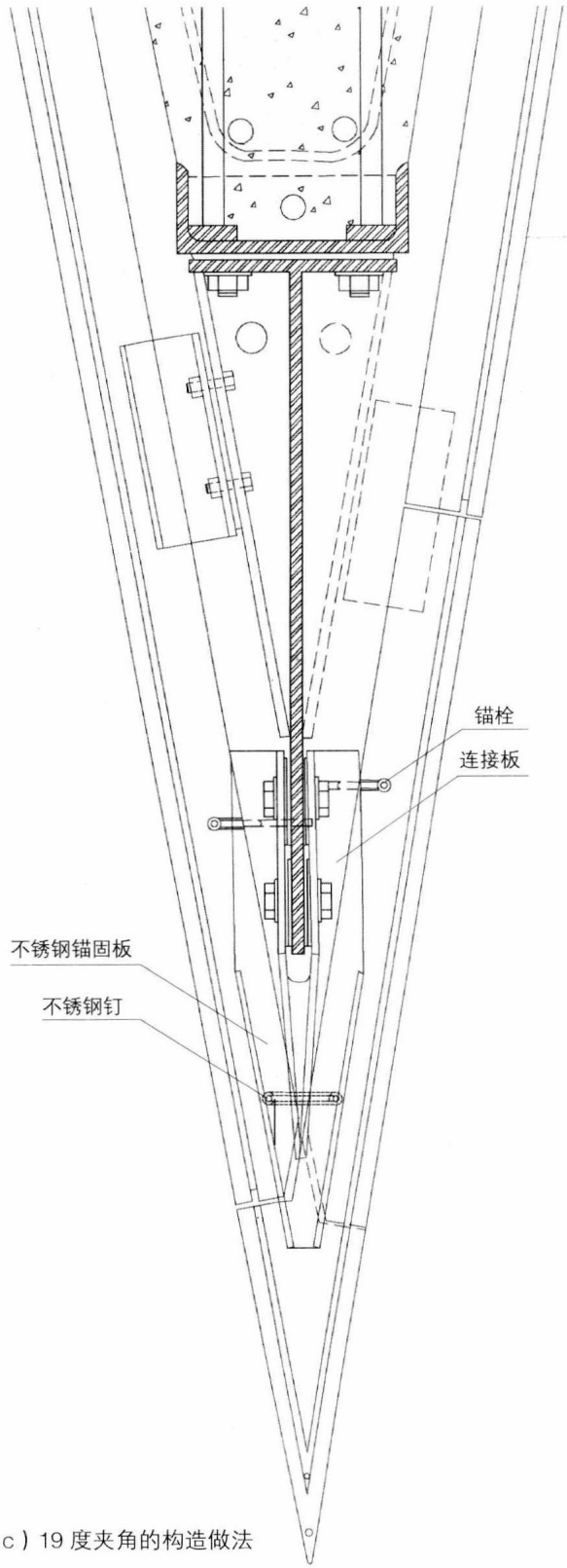
构造原理主要讲授从基础、墙、楼地面、楼梯、屋面到门窗等基本构件的构造原理，记忆内容繁多，这部分属陈述性知识。构造设计是构造课程中的程序性知识，也是建筑师的基本技能，即把方案阶段的空间形象延续到施工建造的实体的技能，在这个阶段，建筑师需提供符合安全、经济、美观的构造技术方案，以作为解决技术问题、绘制细部详图的依据。构造设计训练的重点是认识问题、分析问题、解决问题的方法和创新能力。

从建筑承担的基本功能角度分析，建筑可划分为结构系统和围护系统两大部分。结构系统由承担荷载的基础、墙体、柱、楼板、屋顶等组成；围护系统包括满足保温、隔热、防水、防潮、隔声、防火等围护功能的楼地面、墙体构造层及门窗、隔断等。另外，建筑构造系统还需解决一些附属功能，如为解决竖向交通布置的楼电梯和坡道等，这些属于建筑构配件系统（图 1-3）。

我们所学习的知识一般分为陈述性知识（Declarative Knowledge）和程序性知识（Procedural Knowledge）。陈述性知识描述客观事物的特点及关系，是关于“是什么”的知识。陈述性知识的学习主要是记忆。程序性知识则是关于操作步骤和过程的知识，用来解决“如何做”的问题。程序性知识的获得首先是通过对陈述性知识的了解掌握，与陈述性知识相比，程序性知识学习速度较慢，但遗忘也慢。建筑构造课程涉及建筑材料、建筑物理、建筑结构、建筑施工、建筑经济等内容，由构造理论和构造设计两部分组成，分别具有陈述性知识和程序性知识的特点（图 1-4）。

建筑构造课程的一个显著的特点是内容庞杂、涉及面广，有较强的综合性和实践性。

1.3 示例说明



（c）19 度夹角的构造做法

图 1-5 华盛顿国家美术馆东馆外墙细部构造



（a）总平面图



（b）著名的 19 度夹角

贝聿铭设计的华盛顿国家美术馆东馆平面具有严格的几何对位关系，为了表达几何机制的精确性，设计阶段需认真考虑建筑构造问题，以保证几何性得到理想的体现。从著名的 19 度夹角构造详图可以看出，为了获得方案所追求的效果，建筑师在构造设计上煞费苦心（图 1-5）。这片被无数观光者用手尝试锋利程度的“刀刃”没有使建筑师失望，构造设计过程中付出的劳动得到公众的认可。

1.4　构造知识的学习

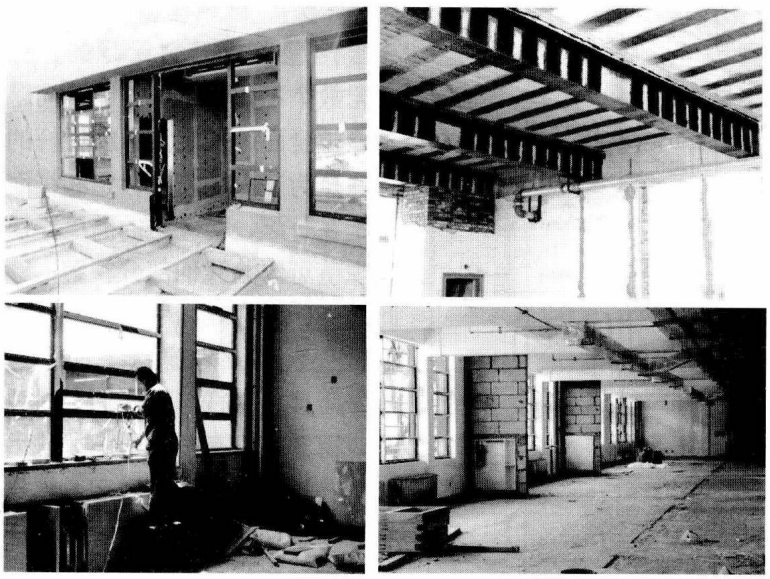


图 1-6　同济大学文远楼改造施工现场

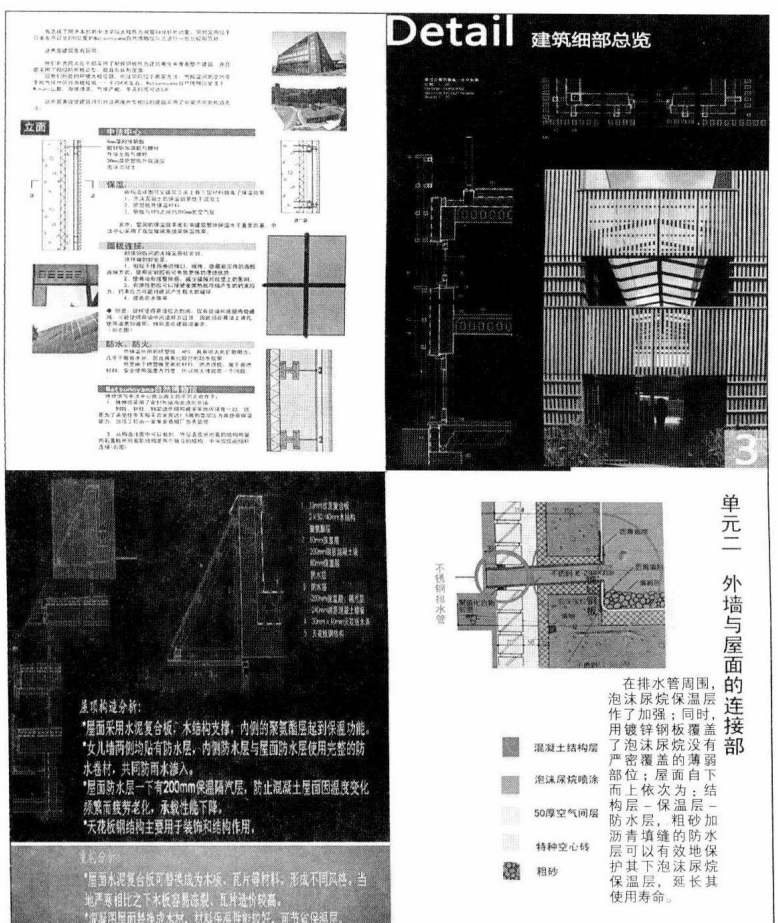


图 1-7　同济大学建筑构造课程作业

1.4.1　以基本原理为主要线索，重视基础知识记忆，了解“是什么”

作业：

观看施工录像或参观施工工地，用文字或草图描述建造过程，绘制建筑构造“解剖图”（图 1-6）。

1.4.2　以具体案例为解剖对象，尝试构造设计改进，解决“如何做”

作业：

（1）搜集现代建筑细部设计资料，分析其建造目标和实现手法。尝试采用不同材料替换，分析其可能结果（图 1-7）。

（2）实地调研附近已建成建筑，寻找可能存在的构造问题（如渗漏，面层脱落等），尝试提出改进建议。

1.4.3　与课程设计课结合，由重点到综合，尝试“做得好”

作业：

根据课程设计方案，选择典型部位，绘制从屋面到基础外墙构造详图，比例 1:20。

1.5 构造设计的问题与答案

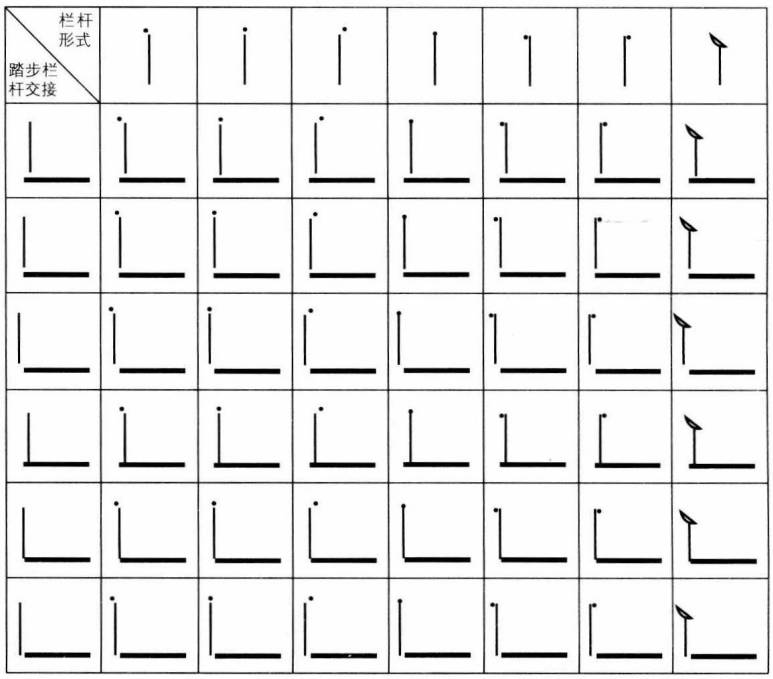


图 1–8 不同栏杆做法组合（剖面）

1.5.1 建筑构造设计问题

问题总是无穷无尽的，存在无数个不同的答案，设计问题不能被全面地规定。楼梯栏杆的存在是为了人的安全，它和楼面固定在一起，需一定的高度，建筑规范可以给我们部分答案，除此之外，人们需用手支撑栏杆上的扶手，还要考虑扶手的舒适性，而且，栏杆与踏步的相对关系对视觉效果有一定影响。扶手如何选材，栏杆如何固定，根据上述基本要素的不同组合，可产生无数种栏杆做法，对这样的问题，从来没有一个可以穷尽所有可能的答案（图 1–8）。

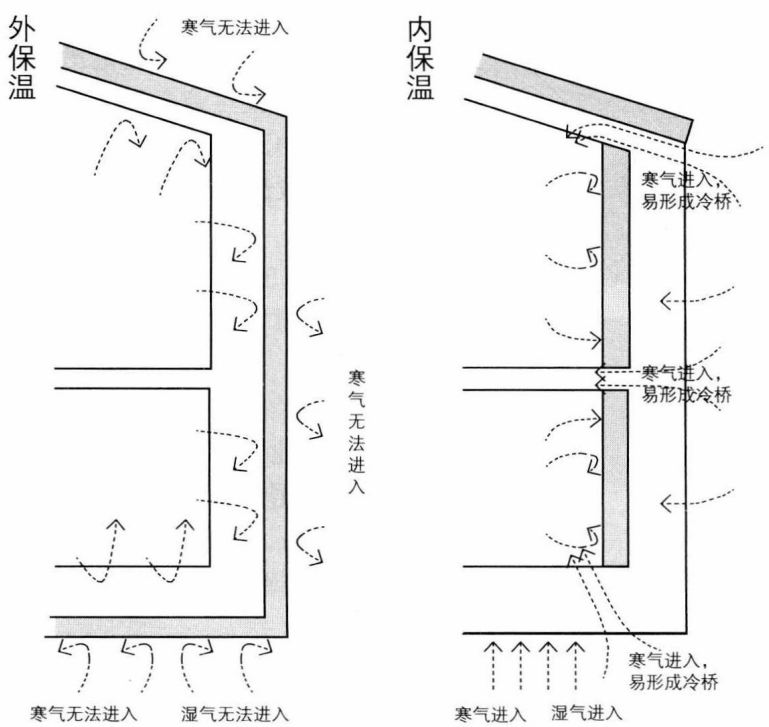


图 1–9 两种保温构造方案比较

1.5.2 设计问题没有最理想的答案

设计几乎总是包含着妥协的方案。有时设计目标之间可能直接抵触，可以说，设计问题没有最理想的答案，每一个答案都可能使不同的人在不同方面满意或不满意。比如，外墙保温常用内保温或外保温构造。外墙内保温成本低，施工速度快，技术较成熟，但内保温易形成冷桥，墙面不能吊挂，占用实际使用面积，容易产生内墙体发霉。外墙外保温避免了内保温方法的缺点，但保温层热胀冷缩比内保温大，易出现裂缝，质量不易保证。因此内保温和外保温构造各有优势（图 1–9）。**对建筑师来说，没有一个完美的答案，建筑师无法兼顾所有问题。**

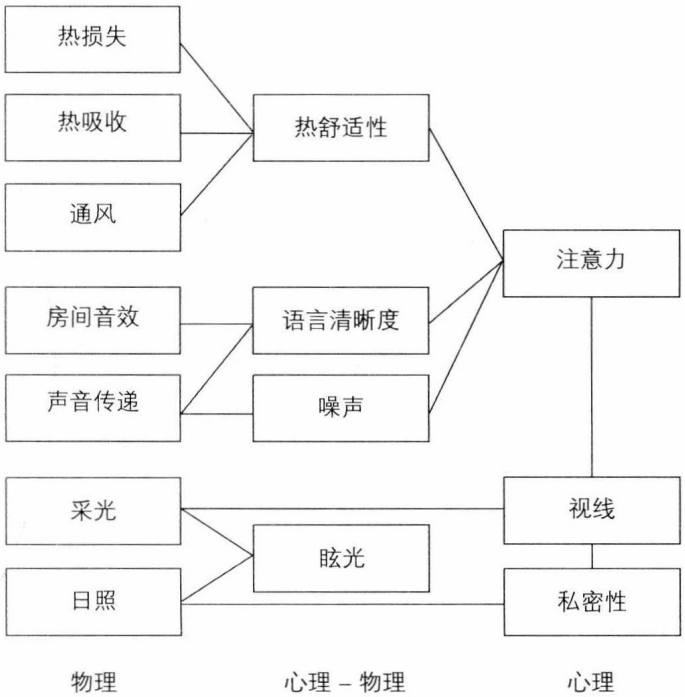


图 1–10　窗户设计需要考虑的因素

1.5.3　关键是你最关心什么

窗户是室内外空间分隔的活动构件。窗户要允许光线的进入，需要一定的隔声能力，但为了取得更好的观景效果，开窗面积需变大，这会带来较多热损失和较高造价，隔声和私密性也受影响。窗户尺寸的变化带来窗户物理性能和人心理影响的变化（图 1–10）。是节能重要，还是景观重要？**在找到答案之前，首先应该判断什么是你最关心的问题。**

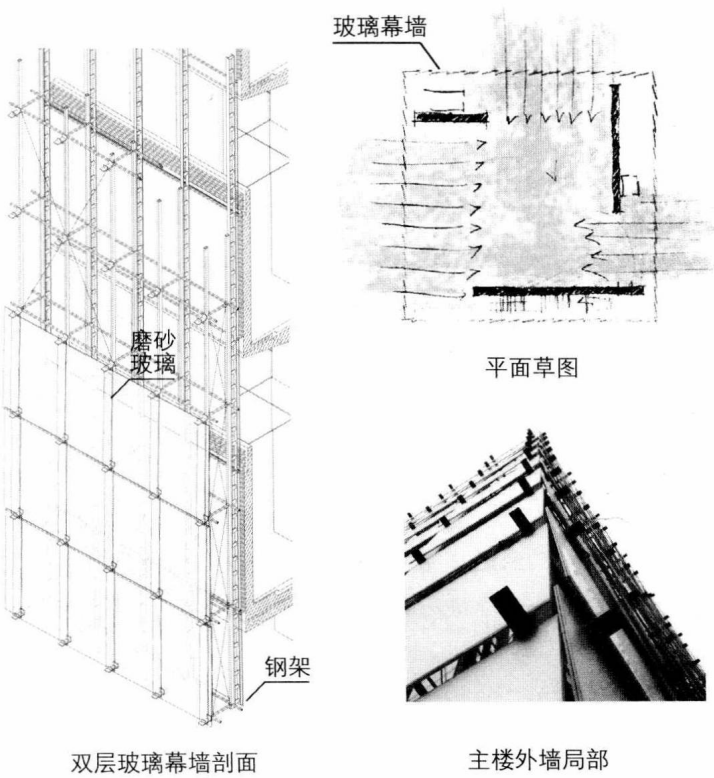


图 1–11　从构造开始的设计

布雷根兹美术馆透气的双层玻璃幕外层采用钢架支撑，稍有倾斜的鳞片状磨砂玻璃板之间相互错接并留有空隙，构造构思从方案之初就已开始。

1.5.4　构造设计何时开始

构造设计通常是建筑方案、初步设计的深入和继续，多数情况下，**构造详图推敲定稿是在施工图设计阶段，但有时构造做法的可行性在设计之初就需探讨，**因为一些建筑细部做法可能是整个设计的切入点，或对总体设计起到控制性作用。彼得·卒姆托设计的布雷根兹美术馆外观轮廓极为简洁，但有着复杂的表皮。外墙玻璃板倾斜排列的独特构思，在草图阶段就已经存在。玻璃板诗意的组装，使外墙立面获得丰富的阴影变化和感光层次，建筑空间并不复杂，但由于采用了非常规构造及尺度控制质感，无可挑剔的精致让人感动（图 1–11）。