

[美]林同炎 S.D.思多台斯伯利 著

王传志 等 译

结构概念和 体系

—建筑师与结构工程师用—

中国建筑工业出版社

结构概念和体系

——建筑师与结构工程师用——

[美] 林同炎 S·D·思多台斯伯利 著

王传志 等译

中国建筑工业出版社

译者序

作者根据丰富的教学和设计经验，在书中介绍了一个很重要的设计思想，即建筑师和结构工程师必须了解建筑空间形式和结构性能间的相互关系，以便建筑师和结构工程师在整个设计过程中可以创造性地相互配合。

本书以新颖的笔法深入浅出地阐述了结构设计方案中的基本力学概念，首先强调应以整体概念来考虑结构的总体方案。同时，作者阐述了总体系和各分体系间的相互力学关系，以及用于设计总结构体系和各分结构体系的简化近似分析方法，以便使建筑师和结构工程师在学习完本书之后，都具备在方案阶段很快地对主要结构体系进行比较和选择的能力。

书中还对高层、大跨、壳体等复杂结构的受力特点作了分析，并介绍了确定其初步尺寸的估算方法。此外，对基础形式、施工方法及经济分析亦作了介绍。

本书不仅有理论分析，还有工程计算实例（其中不少是当前世界上有名的工程建筑物），并附有可供结构初步设计用的计算用表。

作者写本书的主要目的是给建筑学专业和结构专业的学生作为教学用书，但对从事这两方面工作的专业人员，学习本书对于开扩思路，启发工作的创造性，也是大有裨益的。

林同炎教授是著名美籍结构和桥梁工程专家，也是国际上知名的预应力钢筋混凝土教授和结构工程师，曾长期在美国伯克利加州大学任教，并被选为美国工程科学院院士，现任林同炎国际设计公司董事长。思多台斯伯利教授是建筑师，在堪萨斯州立大学任教。

本书在林同炎教授和清华大学张维教授协助下，由清华大学土木工程系下列人员译出，序言、第七、十章方鄂华，第一章王传志，第二、三、四、五章黄介弘，第六、八章王娴明，第九、十一章钱素英，第十二、十三章李兴楠，第十四章佟一哲、朱熾，附录王娴明、钱素英、黄介弘。由王传志、陈鹏、方鄂华、王娴明进行总的校对和最后整理。

在翻译过程中还受到汪坦教授的帮助，在此表示感谢。

由于译者水平所限，定有不少谬误之处，希读者批评指正。

序 言

由于房屋设计的技术和建筑要求越来越复杂，结构和建筑有分家的趋势，而有关教育的分离又限制了建筑师和结构工程师之间创造性地相互配合的可能。人们并不希望存在这种脱节，但是在设计过程的各个阶段中经常会出现。这种脱节会使房屋空间形式和技术措施想法之间的关系不协调，也容易使以后的设计阶段产生矛盾。

本书期望在概念设计和初步设计阶段消除这种脱节，并以此书献给建筑学和结构专业的学生。本书着重于说明结构设计 方案设想和处理结构 方案的基本问题，而不是设计细节。为此提供了一种强调从总体系到分体系的特殊设计方法以供学习，并且在建筑设计中突出结构概念，或反之。其特殊是因为介绍了：（1）作为主要决定因素的结构设计原则；（2）用于总体设计和具体设计的近似分析简化方法。

本书的教学目的主要是使学生了解和掌握建筑方案中空间形式和结构性能的相互关系。因此，目的是使设计者在提出整个总体系之前先有初步概念方案的设想，然后能很快地对主要结构分体系进行比较选择。这需要一些定量分析，不过书中介绍的公式和计算只能满足粗略设计的要求，构件设计也只能作到确立可行的分体系方案，使主要构件相对合理。

全书的重点是如何在初步设计阶段使结构各分体系的几何特性与主要作用力之间的相互关系为最好。因此学生使用本书时只需有几何、简单的力学、材料强度等基本知识。这些内容都简要的列于附录A-1和A-2中。

本书分为三个相互衔接的部分，各部分都列举了一些基本设计原则，还说明了怎样将它们应用到分体系和主要构件的概念设计和初步设计中去。材料改变时，仍可应用这些原则。

第一部分（1~5章）是从总体上讨论典型房屋形式方案和它所要求的总结构体系性能间的关系。第一章介绍总的概念，说明在房屋设计中建筑师和结构工程师的作用，从概念上建立一些建筑设计和结构体系之间的构思联系。第二章和第三章概略地阐明了房屋形式方案和结构单元基本类型之间的关系，由结构单元组成的体系的整体应当符合外形要求。第四章和第五章提供了为估计房屋荷载所需的基本概念和数据，并通过一些实例说明房屋整体结构体系的初步分析。

第二部分（6~9章）通过介绍具体结构分体系的设计要求对第一部分中的内容进行讨论。进一步分析和校核构件的合理性，并进行计算，从而得到主要构件的初步尺寸和具体布置。

第三部分（10~14章）讨论在房屋设计中必须考虑的一些特殊问题。第十章和第十一章着重介绍高层和大跨结构设计。第十二章介绍基础。第十三章介绍施工。第十四章介绍经济问题。最后几章对确定结构型式所起的作用可能不是很明显，但如果想要实现房屋设计，就必须在概念设计和初步设计阶段考虑这些问题。

本书范围较广，但并不解决结构构件及其连接的具体设计问题，而只是介绍基本概念及房屋设计总体系的有关知识。读者应当能够清楚地了解作为建筑形式决定因素的结构体系的基本类型以及它们间的相互关系。此外，读者应当学到怎样用近似方法快速比较总体结构及分体系的方案，这种近似方法仅适用于概念设计和初步设计。

简言之，读者应用本书能够在设计各阶段中具有总体概念，可以保证在最后阶段建筑和结构设计之间基本协调。对于将要进行更加专门学习的学生（或已经学过的人），这本书提供了一个广泛的、有独立见解的基础，会有助于他们在今后的学习中巩固所学到的知识，并进一步创造性地加以运用。

作者相信，本书通过对建筑学和结构工程专业的学生提供共同的基本知识，会有助于技术教学，并能促使担负不同设计责任的双方互相尊敬，提高他们今后作为专家时创造性地合作的能力。对于正在工作的建筑师和结构工程师，这本书也是有益的，它重温了总的设计原则，并且提出一些处理设计各个阶段中双方关系的较好的办法。

林同炎
S·D·思多台斯伯利

目 录

第一章 前言——建筑设计中的结构	1
第一节 总的考虑	1
第二节 建筑设计的程序	3
第三节 结构教育的总体方法	6
第四节 结构和其它分体系	7
第五节 小结	10
第二章 作为结构总体系的建筑形式方案	11
第一节 整体假定	11
第二节 建筑总作用力的估算	15
第三节 高宽比与抗倾覆问题	18
第四节 建筑物的强度和刚度	22
第五节 建筑形式中的对称与非对称性	29
第三章 总的整体性及主要分体系的相互关系	32
第一节 建筑形式中结构作用的阶段性	32
第二节 建筑形式假想为实体结构	35
第三节 设想为空间结构的建筑形式	45
第四节 柱式和框架式空间结构	51
第四章 建筑物总结构体系的方案分析	64
第一节 主要结构分体系的空间组成	64
第二节 总体系分析中的整体与局部问题	66
第三节 单层开敞空间建筑	73
例 4-1	73
第四节 二层停车库	77
例 4-2	77
第五节 十二层办公楼	79
例 4-3	79
第六节 十五层公寓的大型结构	82
例 4-4	82
第五章 结构荷载与结构反应	85
第一节 概述	85
第二节 恒载	86
第三节 活荷载	89
第四节 风荷载	92

第五节	地震荷载	95
第六节	结构内部和外部的位移	99
第七节	结构反应	99
第八节	建筑规范, 结构的性能与强度	101
第六章	水平分体系的整体设计	104
第一节	概述	104
第二节	水平结构体系的整体结构性能	105
第三节	平板体系	113
	例 6-1 预应力混凝土平板	114
第四节	板-梁体系	117
	例 6-2A	119
	例 6-2B	121
第五节	次梁-主梁体系	122
	例 6-3	126
第六节	双向密肋楼盖	128
	例 6-4 双向密肋体系	130
第七节	空间桁架体系	131
	例 6-5 钢空间桁架体系	133
第七章	竖向分体系	135
第一节	概述	135
第二节	墙体系	138
	例 7-1 剪力墙设计	142
	例 7-2 桁架剪力墙设计	142
第三节	井筒	144
	例 7-3 筒结构单元设计	146
第四节	垂直荷载作用下的刚架结构分体系	147
第五节	水平荷载作用下的刚架结构分体系	149
	门架方法	151
	悬臂梁方法	153
	例 7-4 刚架分析	153
第六节	竖向构件的近似侧向变形	154
	例 7-5 侧向变形	157
第八章	线形水平构件	161
第一节	构件的截面形状及大小	161
第二节	弯矩图	165
第三节	内力抵抗矩	171
第四节	允许应力和极限应力设计	178
第五节	挠度	179
第六节	预应力, 荷载平衡	181
	例 8-1	183
	例 8-2	186
	例 8-3	187

第七节	梁的水平剪力流和垂直剪力流	188
第八节	设计举例	189
	例 8-4	189
	例 8-5	191
	例 8-6	193
	结论	196
第九节	水平构件的连接	197
第十节	桁架	202
第九章	线形竖向构件	207
第一节	拉杆、吊杆和受拉构件	207
第二节	短柱——轴向荷载	209
	例 9-1 柱子设计	211
第三节	长柱——轴向荷载	212
	例 9-2 细长钢柱的设计	218
第四节	受弯的钢柱	218
	例 9-3 在弯矩作用下钢柱的设计	220
第五节	受弯的混凝土柱	220
	例 9-4 受弯混凝土柱的设计	221
	例 9-5 承受大弯矩的混凝土柱设计	221
第六节	柱子抗震设计的例题	222
	例 9-6 混凝土柱	222
	例 9-7 钢柱	224
第十章	高层建筑	226
第一节	概述	226
第二节	剪力墙体系	229
	例10-1 剪力墙房屋的设计	230
第三节	刚架体系	232
	例10-2 刚架房屋设计	232
第四节	筒体体系	234
	例10-3 圆筒建筑的设计	236
	例10-4 芝加哥西尔斯-罗巴克 (Sears-Roebuck) 大楼	238
第五节	特殊体系	239
第六节	楼板体系	244
第七节	位移、振动和强度	247
第八节	结构材料重量	249
第十一章	拱、悬索和壳体结构体系	251
第一节	概述	251
第二节	拱结构体系	252
	例11-1 拱的设计	256
第三节	悬挂结构体系	257
	例11-2 悬挂结构的设计	260

	例11-3 斜拉式屋盖结构的设计	261
第四节	折板和圆柱壳	262
	例11-4 黑帕特洛莫基臂结构的设计	265
第五节	球壳	265
	例11-5 雅加达球壳的环梁	273
第六节	碟形结构	274
	例11-6 碟形结构的设计	277
第七节	双曲抛物面	278
	例11-7 一个双曲抛物面壳屋顶的设计	282
第八节	轻质受拉体系	285
第十二章	基础	288
第一节	概述	288
第二节	条形基础和筏形基础	290
第三节	单柱基础和联合柱基础	292
	例12-1 单柱基础的设计	292
第四节	桩和沉井基础	294
	例12-2	295
第五节	挡土墙和围堰	299
	例12-3 挡土墙设计	300
第十三章	施工	304
第一节	概述	304
第二节	钢结构施工	304
第三节	现浇混凝土的施工	313
第四节	预制混凝土施工	318
第十四章	房屋结构的造价	326
第一节	概述	326
第二节	造价百分比估算	327
第三节	用平方英尺估算	328
第四节	用体积估算	330
第五节	有关造价变化因素的一些综述	332
第六节	大跨度屋盖体系的经济性	334
参考文献		337
附录		339
单位换算系数表		392

第一章

前言——建筑设计中的结构

第一节 总的考虑

现代技术条件下，建筑设计人员和结构设计人员的工作是相互关联的。因此，建筑物应是建筑师和工程师创造性合作的产物。但这种合作常常是困难的。与绝大多数物质性产品相反，建筑表现为空间方面的概念和形式，它是表明总体环境的。这样复杂的事物，使设计任务既综合又具体，既有形又无形。

为创造有效的建筑物，设计人员必须处理广泛相互关联的功能所需的空形式，比如与使用活动有关的、物质性的和象征性的空形式（图1-1）。关键是组织建筑物的多种性能，使之在总体上最优地满足这些需要。

与使用活动有关的需要是所谓运行性能，它来自人类在受控环境中进行活动的需求。对于一已知的工程项目和场地，各种活动空间的相互关系必须按照物质条件、场地范围、交往联系、气候条件和服务设施等特定的要求来组织。当然，还有一些物质上的需要，孤立地看，它们主要是构造性质的，即设计者必须仔细考虑所提供的能源、机械装置、结构和构造的项目。但是，为使在建筑上合适，这些物质上的需要应放在组织活动空间相互关系的总体方案之中来考虑。

设计者必须组织
建筑物的性能来满
足使用者的广泛需要。

1. 与活动有关的(运行使用的)
2. 物质的(构造的)
3. 象征的(经验的)

用空的形式

图 1-1 建筑设计是一个综合的空间组织问题

此外，如果设计人员是按总体环境来设计这种空形式的使用和构造性能的话，他们将必须考虑以后使用者在象征性方面的需要。这很重要，因为使用者将生活在一个已建成的环境之中。对使用者来说，建筑物是他们生活环境的象征，社会对他们看法的象征以及对他们社会和审美价值尊重程度的象征。建筑设计人员必须负责保证把上述这些象征性的因素包括在他整个设计方案中，成为不可分割的部分。事实上，所有的建筑设计项目最基本的是提供人们从事活动的场所，是激励使用而不是令人不感兴趣。

对于建筑师，上述需要表现为一组相互关系的设计问题，这些设计问题必须综合地加

以处理。因此，建筑师在设计思想上经常强调总体而不是个别单元。这在开始的设计过程中尤其如此。这是由于建筑师必须把一个用空间形式表现的方案作为总的体系来构思，以此来保证与活动有关的物质性的和象征性的要求之间总的协调一致。他们运用这种全盘考虑的图象来指导下一步工作，通过有关部分和细部设计去完善这个方案。

建筑项目相互关系的性质，使得综合考虑成为必要。这样，如果建筑师和工程师要在方案阶段创造性地合作，参加者双方就都必须对技术问题能进行总体考虑才行。不幸的是，工程教育的专门化形式，常引导他们从相反的方面，即着眼于细节，而不能充分从总体方面考虑问题。这样形成了一个构思上的分歧，在所有设计阶段中限制了建筑师和工程师之间创造性地合作。此外，这种分歧特别使设计过程中的方案阶段和初步设计阶段受到限制。并且由于建筑师的结构教育常是些浓缩了的工程课程，这些课程常不可能有助于弥补这个分歧。其结果是工程师中存在一种倾向，就是等待建筑师给出一个表现空间形式的方案(非结构的)，然后设法去完成它。这不仅不能有效地运用他们的知识、精力和时间，而且还产生矛盾。

分歧的存在，以及对设计者的限制作用，一个时期以来这已被许多有创见的工程师和建筑师所认识。他们认识到在形成基本的使用特征的同时（而不是以后）形成结构空间形式的重要性。对于这两个领域的教育工作者也应这样，虽然，事实上工程师所受的教育内容，需要比建筑师更加专门和深入。因此，许多建筑和工程的教育工作者现在都同意对任何技术性的知识，例如结构，必须从总体概念上加以理解，才能创造性地用于环境设计形成设想的阶段。他们不否认专门学习是有用的，但是认为教育者的中心问题是：必须寻求一种方法来教育建筑和工程学生如何在总的体系内理解技术知识。现在已很明显，对未来环境设计者进行创造性合作的潜在可能，将根据上述这种能力发挥的程度而得到改进。

一般的论点，即过分强调教育的专门化会影响环境设计人员的创造性。是容易同意的，但是总体设想能力之所以有助于创造性。根本的原因是它将提供一个把综合空间形象的建筑设计和工程师专门的和物质性的考虑联系起来自然桥梁（图1-2）。它能使两种专业人员在他们进行最终设计的细节阶段之前，以同等的水平通过广泛的方案考虑来认识和解决结构方面的与空间方面的设计矛盾。这样一来，设计人员就有这样的信心，他们常能容易地识别建筑概念中的较基本结构内容，反过来也一样。

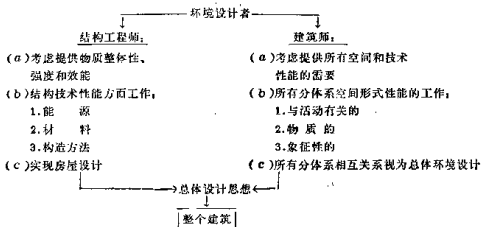


图 1-2 总体设想能使工程和建筑技巧结合起来

这就使创造性合作在设计的早期阶段不仅可能而且受到欢迎。因为它有助于而不是阻碍整个建筑的形成。

因此，本书强调总体考虑应成为结构知识入门的基础，以使人们经常能从整个体系的角度来看待以后的专门的学习和研究。所以，前四章从整个体系而不是构件的角度介绍房屋设计的结构问题，强调学习结构的总体方法。当整个体系的概念清楚后，后面几章将转到基本分体系的初步设计及其主要构件的一些问题。

第二节 建筑设计的程序

前面说过，建筑师必须处理好与使用活动有关的空间以及物质性的和象征性的需要，以使总体性能得到保证。建筑师需要想到的是按一个总的体系去形成一个建筑环境，这样的总体系是由相互联系着的、形成空间的分体系组成的（图1-3）。这是一个复杂的问题，要满足它，建筑师需要有分阶段的设计程序。分阶段的设计程序至少有三个“反馈”考虑阶段，即方案阶段、初步设计阶段和最终设计阶段（图1-4）。这样的分阶段是必要的，因为建筑师需要避免在设计构思阶段被无数细节所干扰，这些细节会分散对更基本问题的注意力。事实上，可以说一个建筑师能否从许多细节中分辨出更基本的东西，是他能成功地作为一个设计者的重要因素。

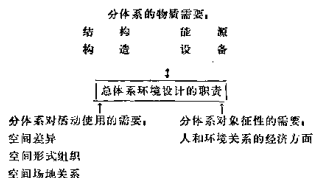


图 1-3 建筑设计相互关系的模式要求

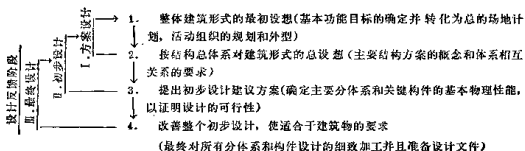
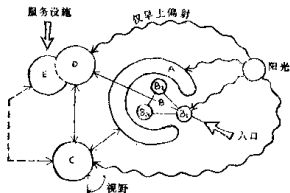


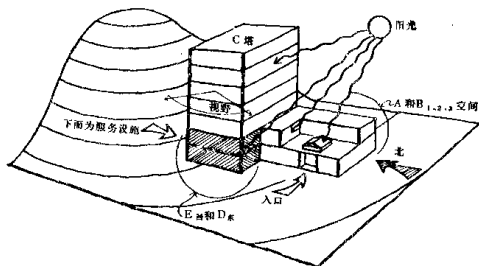
图 1-4 建筑设计考虑的阶段及其反馈

方案反馈阶段的目的是产生和评价整个场地规划、使用活动关系以及选择建筑形式。为此，建筑师要集中注意有关场地的基本问题及其关系，空间的组织和物质形式各成分的

象征性意义。这就是说，在做方案时，建筑师可首先按照一个由基本的功能空间关系组成的抽象物来设想和模拟一个建筑设计（图1-5 a）。然后，他们可以探索这个抽象物的总体空间形式。在一个具体的建筑物外形方案开始显示出来时，再考虑基本的场地条件进行修正（图1-5 b）。



(a)基本功能目标的抽象组合



(b)场地上建筑物外型方案——上图所指的总体物理性能的类型

图 1-5 方案阶段的设想是整体的，从抽象（a）到物理模型（b）

如果设计者在方案阶段就能看出所做方案能满足总的结构整体性，并考虑到施工可行性及方案的经济性那将是有帮助的。但是这样就要求建筑师或是顾问工程师能按基本分体系之间的关系，而不是从构件细节来考虑总体结构方案。这样的总体构思便于反复考虑以改进空间形式方案。

在初步设计阶段，建筑师的侧重点就转移到精心改善他们最有希望供选择的设计方案上去。建筑师需要考虑的结构问题是具体分体系方案的粗略设计。在这个阶段，总体结构方案发展到中等具体程度，着重判别和设计主要分体系以便确定其主要几何尺寸，构件和相互有关的性能。这就能在总体这个目标范围内来判别和解析基本分体系的相互关系和设计的矛盾。顾问工程师可以在这方面起重要的作用，但在细部的考虑仍应容许有很大的选择余地。当然，这些初步设计阶段的决定，仍可能反馈回去以使方案概念更加完善，甚至有大的变化。

当设计和使用者在初步设计阶段对设计建议的可行性满意时，这意味着总的设计的基本问题已经解决了。细部构造不致造成大的改变，这时重点再行转移，转到最终设计阶段。这个阶段将着重解决所有具体分体系的细部构造。此时不同领域的专业人员，包括结构工程师的任务是大多了。这是因为所有初步设计都必须做出细部来。在这个阶段所做的决定可能反馈到阶段Ⅱ中，可能会改变阶段Ⅱ的结果。如果Ⅰ、Ⅱ阶段的工作做得深入，在方案和初步设计阶段的总的决定就不会导致在最终阶段使它全部重来的问题，而应是一个在整个过程中逐步发展的过程，即从创造和改进总体系的设计概念转到做出所需的构件和细部构造。

综上所述，在第Ⅰ阶段，建筑师首先用概念的方式来确定基本方案总的空间形式的可行性。这一阶段，专业人员之间合作是有帮助的，但是仅在于形成总的设想方面。在第Ⅱ阶段，建筑师必须能识别方案中对主要分体系的一些要求，并且通过近似估计关键构件的性能来看这些相互关系能否实现。那就是说，主要的分体系性能只需要做到有足够的深度来证明基本形式和效应的相互关系能协调一致。这就是说，与专业人员的合作比第Ⅰ阶段有某些更具体的形式。在第Ⅲ阶段，建筑师和专业人员必须始终贯彻提供所有构件设计细节，以便能制定供投标用的施工文件。办法是保证每一个阶段较前一个阶段能继续得到改进。应认识到有一个给定的层次，依赖阶段之间的搭接和反馈来保证最终的细节能体现总的性能。这样，在所有三个阶段中建筑方面的考虑和工程方面的考虑相互起作用的潜力都会是很大的。

最小← 侧重在整个设计 → 起大				
设计者的态度	拼 凑	组 合	综 合	整 体 考 虑
过程的特征	各部分按所知的需求相加	部分从属于主要形式构思	各部协调取得最优的相互关系	各部组成为有机的总的系统
组织目的	反效果的	形式为了自身	形式追随功能	形式与功能统一
最小← 侧重于分析和反馈 → 最大				

图 1-6 设计者对分析和反馈的态度表明他们对总体系统设计重要性的态度

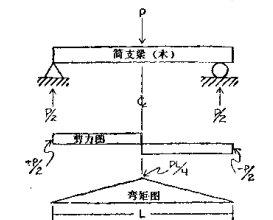
这种办法是合乎逻辑的，因为它承认建立一个综合的考虑来处理建筑设计细节是一种自然的需要。它只是总体看法的延伸，即设计问题的总体应该控制细部处理的效果，而不是反过来细节决定总体。例如，可以设想有以下几种处理环境设计问题的态度：拼凑、组合、综合、整体考虑（图1-6）这些不同态度从一开始对总体性的强调程度，从少到多很不一样。一端的态度是反效果的，强调按需要，简单地将各组成部分相加（总体等于各部分之和），另一端的态度是有预见性的，强调整个形式、功能和实现方法的整体性（总体多于各部分之和）。

伊利尔·萨梭宁，建筑师伊诺·萨梭宁的父亲，在告诫他的儿子“永远要思考下一个更大的问题”的时候，很好地讲出了基本概念。在这种思想下，我们推荐这个从整体出发的态度，这对建筑师和工程师都是颇有成效的。但是，这不是说细部不重要。事实上，结构破坏和其它房屋发生的问题可能由于细部构造太差。但是，一般来说，建筑师和工程师必须有能力从全盘观点来看整个空间形式的设计问题，首先是了解总的使用性能，然后才是创

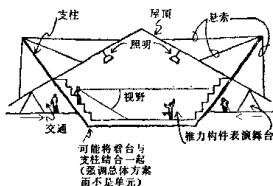
造性地去揭示总体系、分体系和构件设计相互间的关系。走这条路子是可以把专门知识的力量利用起来的。

第三节 结构教育的总体方法

我们已经讲过建筑设计的目的，是创造一个有效的环境整体，即一个使环境分体系相互联系并起作用的总体系。所以，设计者将会很自然地在开始处理房屋设计有关结构问题时，把主要分体系而不是构件和细部构造相互连系起来以验证和控制总体方案。但是，与总体考虑的自然效果相反，往往让学建筑和工程的学生通过学习基本构件及其有关的设计施工要点来学会工程知识。这种方法是基于假定学生自己会反回去发现怎样把各部分结合起来整体的工作（图1-7）。但不幸的是，这种假设很少能实现，因为学生学习的模式与建筑设计思想的自然流程相反。这就是说，一个人的实际设计经验的模式与学习技术知识的模式之间是不连续的，这将使学生在设计思想的形成阶段，难以使用这些技术知识。



- I. 单元方法
 (a) 侧重具体构件的设计
 (b) 教育问题：缺乏与总体系目标有关的基本知识，侧重在部分而不是总的体系



- II. 总体方法
 (a) 侧重在总的空间形式结构体系的设计(即布雷恩(Blyth)剧场，斯过(Squaw)谷，加里福尼亚州)
 (b) 教育上优点：提供了总的思路去学习及应用结构概念和体系于建筑设计中。总体决定单元

图 1-7 单元和总体方法设计教育的区别

今天，许多设计教育工作者正在认识到这已是个问题了，但是这个问题已由于急剧增多的技术情报资料及其专门性的学习大大地恶化了。结果是，今天许多建筑和工程的学生没有学到在各种总体问题中如何应用他们的专门知识。专门化使得学生们可能特别擅长于解决明确交给他们的预先决定的问题。但是他们常不能分析一组复杂的问题，区别基本的

与细节的问题，并形成分阶段的步骤来处理。这样我们就能看出为什么关于专门化知识的总体设计思考能力对建筑师和工程师（或者是社会学家与经济学家等）创造性共同工作的重要性。

由于建筑设计任务是协调一致地来处理组织方面的、象征性的和构造性的复杂事物，因而片断的技术知识对设计者的创造性不会有帮助。这使教育方面得出一个结论，即学生应该记住，形成总的空间形式概念的能力将使他们能够掌握细部要求，而不是相反。建议对工程和建筑学生共同的教育方法应如下逐渐进行：把建筑看成空间形式的总体，以此来初步介绍结构知识，然后再使这种知识趋于完善。基本的知识集中在主要结构分体系的考虑上，并区别关键构件，同时要注意去完善为了实现总体而需要重视的细部构造。

这样一个总体教育方法所以好的理由，是能够生动地描述常称为非结构的轮廓和建筑设计的有关分部。各种不同性质的活动空间的组织和连接，要求控制内外相邻关系和相互作用状况。用楼板、墙和屋顶形式表示的水平和垂直面，以及这些面的穿插，必须能建立不同程度的空间变化、轮廓界限、出入口和几何的明确关系。

设想一下在设计一个空间组成方案的物质部分时没有考虑它们的结构关系。这样，由于结构方面的要求，对早期建立的概念进行大修改的概率将会是很高的。现在，反过来，设想这些空间组成部分是从一开始组成时，就将总的结构关系考虑在空间形式体系的方案中，这样要进行大修改的概率将会是最小，并且在总的建筑方案中，结构上象征性的和物质性的整体性将得到保证。

显然，有能力进行总体考虑就能够尝试从一开始将结构知识应用在总的建筑设计中，并使较初阶段的细部改变最少。仅仅这一点，就能使建筑师在考虑空间结构中的物质性因素时，与处理形成空间的许多组合性的和象征性的问题的模式协调一致。这样，可以保证着重将构件看作为总的体系进行整体工作，而不是分离的、独立的部分。也很明显，按这种从总体到具体的教育管理新模式重新考虑与设计有关的许多专门知识领域的教学和写作力将会有很大好处。

第四节 结构和其它分体系

还有另外一些重要理由促使在设计过程的很早阶段就引入结构方面的考虑。这是由于需要为建筑物提供设备和其他环境设施系统，以保证人和物品的垂直和水平运输，以及提供采暖、通风、空调、电力、给水和垃圾处理设施。此外，结构设计也常常影响音响和采光。

建筑内的垂直运输需要用较大的电梯井，总体考虑就可以导致采用这些设施作为主要的结构分体系（图1-8a）。可以从分支图（图1-8b）看到对采暖、通风、空调、电力、给水和垃圾处理的要求，这些设施通常起源于一中心位置，必然沿着水平和垂直方向布满整个结构以便为所有活动空间服务。可能需要大的干管管道，应该在设计过程中及早考虑他们的结构影响。

关于音响问题，显然，空间组成的结构形状直接影响音响的性质（图1-9）。此外，如果空间的组织中需要安置重型设备时，比如紧贴在柔性结构上，机械和结构接触面之间一有不协调，其振动和音响干扰就会传到整个空间。