

建筑构造原理及应用

(房屋建筑学教程 下册)

王 宗 年

成都科技大学出版社

1989年12月 成都

内 容 提 要

“建筑构造”主要研究建筑结构实体。本书根据教学改革实践,针对技术性、实践性强的内容特点,注重克服教材老化及庞杂的弊病,以革新的逻辑框架,着重分析各类建筑构件的构造原理、本质、联系及发展,具有较强的逻辑性、思辨性、新颖性,利于开发智力、培养能力、增强活力。书内附录三章,供学生设计时参考。

本书是《房屋建筑学教程》下册部分,可作为工民建专业及土建类其它专业的教材或教学用书,也可供技术人员参阅。

责任编辑 陈 钰

建筑构造原理及应用 (房屋建筑学教程 下册)

王 宗 年

成都科技大学出版社出版、发行

四川省新华书店经销

四川省简阳县美术印制厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 9.125

1989年12月第一版 1989年12月第一次印刷

字数: 197千字

印数: 1-2500册

ISBN7-5616-0458-0/TU·9(课)

定价: 2.01元

目 录

第一章	概论	1
§1-1	构造概说	1
§1-2	结构类型	3
	一、作用荷载	4
	二、结构类型	8
§1-3	建筑构件	14
	一、构件组合	16
	二、建筑分缝	18
§1-4	建筑工业化	25
第二章	墙体及基础	31
§2-1	概说	31
	一、墙体分类	31
	二、设计要求	33
§2-2	砖墙	34
	一、墙体砌筑	34
	二、砖墙厚度	40
	三、细部构造	44
§2-3	板墙	62
	一、受力板墙	63
	二、围隔板墙	65
§2-4	墙面装修	67

一、作用及类型	67
二、勾缝及抹灰	68
三、贴面及涂面	71
§2-5 基础	73
一、类型	73
二、构造	79
第三章 地板及楼板	83
§3-1 概说	83
§3-2 地板	85
一、特点	85
二、构造	87
§3-3 楼板	93
一、构造特点	93
二、现浇楼板	94
三、预制楼板	98
四、楼板布置	105
五、顶棚构造	108
六、阳台雨蓬	111
第四章 屋顶	115
§4-1 概说	115
一、功能	115
二、排水	117
§4-2 坡顶	121
一、类型	121
二、基层	123
三、面层	127

§4-3 平顶	131
一、特点	131
二、屋面	134
§4-4 细部	139
一、檐部	139
二、泛水	142
三、隔热	145
第五章 楼梯及电梯	149
§5-1 概说	149
§5-2 楼梯	151
一、类型	151
二、梯段	154
三、附件	163
§5-3 电梯	165
一、设备	165
二、构造	167
第六章 门及窗	169
§6-1 概说	169
一、作用	169
二、材料	170
三、安装	173
§6-2 门的形式	175
§6-3 窗的形式	179
一、侧窗	180
二、天窗	183
第七章 住宅建筑 (附录一)	190

§7-1 住宅建筑特点	190
§7-2 单元式的住宅	192
一、设计方法	192
二、功能单元	197
三、建筑单元	217
四、楼幢单元	227
五、住宅组群	234
第八章 学校建筑 (附录二)	239
§8-1 学校建筑特点	239
§8-2 教学楼幢设计	242
一、教室设计	242
二、楼幢组合	249
§8-3 学校总体布置	254
一、功能分区	254
二、布置形式	258
第九章 厂房建筑 (附录三)	261
§9-1 工厂建筑特点	261
一、特点	261
二、分类	264
§9-2 单层厂房空间	266
一、平面	266
二、剖面	271
§9-3 单层厂房构造	276

第一章 概 论

§ 1-1 构造概说

建筑是建筑空间与建筑实体的综合体。

建筑空间按其构成、功能及形态，可以分为相应的结构空间、实用空间及视觉空间。结构空间是物质化的建筑空间，也就是建筑的实体部分；是实用空间及视觉空间赖以存在的载体；它是由许多建筑构件或部件组成的结构体系。

研究建筑构件及其组合的力学特性的学科，是建筑力学及建筑结构；研究建筑构件的构成及其组合的工程特性的学科是建筑构造或构造设计。所以，结构和构造尽管有着密切的血缘关系，但却是截然不同的两个概念。

构造设计是建筑设计的深入及完善，是“施工图设计”的重要内容。它根据建筑造型（开放的、封闭的、悬挑的、高耸的……）、建筑力学（受拉的、受压的、受弯的、受剪的、受扭的……）、建筑物理（采光、通风、隔声、防水、保温、隔热……）、建筑设备（电梯、空调、采暖、排水、照明……）、建筑材料（砖石、钢木、塑料、混凝土……）、建筑装饰（抹灰、贴面、涂刷……）、建筑工业化（设计标准化、材料新型化、生产工厂化、施工机械化、管理科学

化……)以及建筑经济等因素或条件,研究构件的构造形式、构造构成、构造材料、构造尺寸及构造联结等的优化问题。所以,建筑构造的技术性很强,涉猎面很广,要求很具体,工作很细致,直接影响着建筑的实用、经济及美观。

实际工程中,对建筑构造影响最直接最主要的因素是建筑结构类型、建筑材料品种及建筑施工条件。

建筑结构类型不同,使得建筑构造迥异,这是有目共睹的事实。历史上的巨石建筑(如金字塔)、梁柱建筑(如帕提农神庙)、券拱建筑(如万神庙)、悬挑建筑(如流水别墅)、壳体建筑(如悉尼歌剧院),以及我国的木构架传统建筑,建筑结构类型千姿百态,结构的力学特性也就千差万别,使得相应的建筑构造特性(形式、构成、材料、尺寸及方法)也各有千秋。

建筑材料品种不同,使得建筑构造相悖,这也是众所周知的事实。例如,以承重墙结构作为分析对象,那么,砖墙与钢筋混凝土墙就存在鲜明的反差。前者采用块状的脆性的砖材料,因而需运用砌筑的方法,构成平缝相齐、竖缝相错的砖墙砌体,而灰缝(砌缝)的存在使得砌体的结构整体性降低,施工速度也较缓慢。钢筋混凝土却不同,它是一种复合材料,只要采用连续浇筑的方法,就能构成规整的大片墙体(如剪力墙),施工速度也增快。所以,具有不同物理力学性能的建筑材料,要求相适应的构造形式、构成、尺寸及施工方法。

建筑施工条件不同,使得建筑构造悬殊,这更是不言而喻的事实。比如采用相同的钢筋混凝土材料,构成相同的结构体系,当施工条件不一样时,建筑构造也差别很大。以钢

钢筋混凝土楼板为例，若是采用现场浇筑施工，那么，可以方便地按连续梁配筋，做成实心板；若是采用预制装配施工，那么，则常需按简支板配筋，甚至施加先张法预应力，可做成空心板。在建筑工程中，正是因为施工方法或施工条件不同，而出现了不同的建筑构造，如所谓的“大模板建筑”，实为现浇钢筋混凝土结构；所谓的“大板建筑”，实为预制装配的钢筋混凝土结构，二者在构造上的差异是很大的。

需要指出的是，随着建筑结构技术的不断进步，建筑材料技术的日新月异，建筑施工技术的迅猛发展，建筑构造也嬗变翻新、丰富多彩，例如当今的悬索结构、悬挑结构；玻璃幕墙、铝合金吊顶；升板建筑、盒子建筑……可以看出，建筑构造没有一成不变的僵化的模式，因而，在建筑构造设计中便不可以仅仅满足于临摹或抄袭固有的构造图式。特别是建筑的现代化，要综合解决采光、通风、保温、隔热、洁净、防声等空间质量问题，而这些又都与建筑构造有着密切的关联。构造设计的合理性及先进性，直接影响着良好的环境效益、较高的工业化速度、较大的改建可能性及较长的耐久性能。因而，应该根据新结构、新材料及新的施工技术，以构造原理为基础，在利用原有的、标准的、典型的建筑构造的同时，不断发展或创造新的构造。

§ 1-2 结构类型

建筑结构可以有許多分类法。例如，按建筑材料分类，有木结构、砖石结构、钢筋混凝土结构、钢结构等；按建筑

层数分类,有低层结构、多层(中层)结构、高层结构等。然而,最能反映建筑结构本质的是按受力状态及特性而定的结构体系,如混合结构体系、框架结构体系、剪力墙结构体系、框剪(框架—剪力墙)结构体系、筒体结构体系等。

一、作用荷载

建筑承受的荷载(作用)主要有两类,一类是竖向荷载,包括结构自重、冰雪作用、设备重量,它们具有不经常改变力的三要素的性质,称为恒载;还有人、工具及车辆的作用,它们具有随时而变的性质,称为活载。另一类是水平荷载,侧向作用于建筑,包括风力及地震力。荷载的数值及组合,可以按规范取定。

显然,建筑结构均承受着竖向荷载。在这种情况下,结构的竖直支承构件基本上处于受压状态,这是常用的建筑材料皆能适应的受力状况。但是,在水平荷载作用下,结构的受力(还有变形)状态就复杂得多。有的部位受压,有的部位受拉,甚至有的部位受剪、受弯、受扭。这时,常用的建筑材料因其物理力学性能的差异,而显露出对结构类型的不同适应性,例如,砖及混凝土更适宜于受压,木、钢筋混凝土及钢材则既可受压,更适宜于受拉。事实上,竖向荷载与水平荷载常常并施于同一建筑结构,这种荷载组合使得结构的受力状态变得益发复杂,因而对结构类型的选择也就更为严格。所以,深入了解荷载在建筑材料及建筑结构选择中的作用性质,无疑是十分重要的。

1. 风力 这是一种表面力,即作用于建筑结构外表面

的水平荷载。实测表明，它具有随时间而改变的随机动性力质。根据当前的研究，风力强度(兆帕)可以写成以下形式：

$$W = kK\beta W_0 \quad (1-1)$$

式中： W_0 ——基本风压(兆帕)；

k ——风压体型系数；

K ——风压高度变化系数；

β ——风振系数。

基本风压可从现行的荷载规范中查得。一个地区的基本风压，基本上保持不变。

风压高度变化系数反映出地面以上不同高度处的风压变化情形。众所周知，风压与风速呈正相关关系。由于起伏的地势、树木、建筑等的加糙作用，使得愈近地面，糙率愈大，风速愈小，风压也愈低。通过计算可以求得 K 值的变化曲线(图1-1)。曲线表明，对于同一地区，风压高度变化系数并非常量，而是地面以上高度 H 的函数。

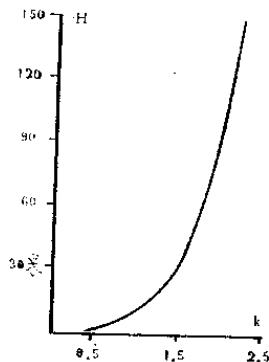


图1-1 K 值变化曲线

风压体型系数反映出建筑自身体型与建筑环境对风压值的影响。大家知道，对于矩形平面来说(建筑平面大多为矩形或多个矩形组成的复合形)，其迎风面常受风的正压力的推力作用，其背风面却因风产生的负压而受到吸力作用。显

然,这种推力与吸力的组合是大大不利的,但是,调整建筑的体型(平面形状及高宽比)、迎风角度、立面处理形式(立面线脚或线角、遮阳板及阳台等),可以使风压体型系数有所降低。

风振系数反映结构因风力作用而发生振动并因此引起风压的变化。研究表明,它与建筑的高宽比呈正相关关系,当结构的高宽比等于2~6时, $\beta=1.0\sim1.3$,这就意味着随着建筑相对高度(高宽比)的增加,风振系数也趋大。

以上分析表明,公式(1-1)中的基本风压对于一个地区来说,可以看作是一个常量;而其余三个系数都可以通过调整实现人为控制,也就是说,对于一幢建筑来说,当体型合理确定后,风压的大小,主要取决于建筑结构的高度(绝对高度影响风压高度变化系数,相对高度影响风振系数及风压体型系数),结构越高,高宽比越大,风力强度(风压)也越大。这是一个值得注意的重要结论。

2. 地震力 这是一种体积力,主要是作用于建筑结构所有质点的水平荷载,它也具有随机的动力性质。地震产生的地震波通过地基传给建筑结构,使结构因动力响应而产生惯性力及位移。地震力或惯性力的精确确定是较困难的,一般采用“等效静荷载”代替。例如,将建筑视为刚性体结构时,水平惯性力 F 可近似地用下式计算:

$$F = ma \quad (1-2)$$

式中: m ——结构质量;

a ——地震水平加速度。

显然,式中的 a 值与一个地区的地震地质构造、历史地震记录及国家地震设防标准有关,基本上是一个常

量。但是，结构质量 m 却反映了建筑的结构特性。无疑地，轻型结构因质量较小，有利于抗震；低层结构因质量重心较低，可减小侧向位移及晃动，引起的弯矩也相应变小，同样有利于抗震。这也是一个值得注意的重要结论。

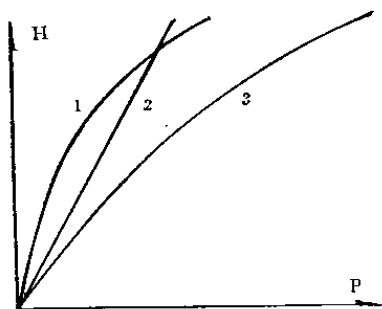


图1-2 不同类型荷载的作用
1—水平荷载；2—竖直荷载；3—荷载组合

全面考虑竖向荷载与水平荷载的联合作用效应，可以绘制出如图1-2的曲线。可以看出，随着建筑结构高度(H)的增加，水平荷载引起的内力(P)增加速率也增加，也就是说，随着建筑由低层向高层发展，结构抵抗水平荷载的问题便越来越突出，结构受力的主要矛盾，则由以竖直荷载为主而逐渐转向以水平荷载为主。这种荷载作用的变化，使得建筑结构也相应地变异，进而引起构造形式、材料、联结的改变。例如，对于高层建筑，常常采用向上收进的断面以减小迎风面；常常运用轻型结构体系以降低质量 m ；常常使用刚性联结以增强结构的整体刚度；常常选用高强材料以承受巨大的内力。

二、结构类型

各种类型的结构因为构造特性不同而具有不同的力学特点，因而其适用条件也不一样。最基本的结构类型有：

1. 混合结构体系 这是一种以砖砌承重墙为主体的砖与木或钢筋混凝土相结合的混合结构体系，又称“砖混结构”。砖砌体虽有良好的抗压能力，但其材质松脆，砌缝密布，抗拉及抗剪强度都不高，难以承受较大的水平荷载，因而常常利用它造价低廉、适于承压的特点，建造以竖向荷载作用为主的低层及多层建筑。混合结构一般多采用横墙承重方案，即以横墙作为楼板的支承体，有时也用纵墙承重或纵横墙混合承重方案。

2. 框架结构体系 这是一种以刚性连接的梁柱杆件系统传递荷载的结构体系，其大面积的墙体只起围护及分隔作用。虽然可以采用钢框架，但实际上用得最多的是钢筋混凝土梁柱组成的框架。钢筋混凝土材料的力学性能比砖砌体优越得多，其梁与柱的节点还可做成刚性连接。然而，杆件系统的柔性较大，在水平荷载作用下将产生较大的侧向位移，从变形模式看，它属于剪切型结构，最大剪力出现在框架结构的底部（图1-3A）。

无疑地，框架结构比混合结构更能适应较高层建筑。混合结构随着建筑层数的增加，为了承受巨大的竖向重力及水平剪力，靠近底部的砖墙必须砌得很厚，这样一来，混合结构的原有长处便消失殆尽。框架结构虽优于混合结构，但也不宜于太高的建筑，因为其本身的柔性大，侧向刚度差，当建筑过高时，光是增加杆件中的含钢率已无济于刚度的提

高，若要增大构件断面，靠近底部的框架杆件又会增大到不合情理的地步。例如，一些高18层的建筑，其底层柱的断面便达到 950×950 毫米。框架结构常用于多层公用建筑或工厂建筑；对于地震烈度较高（8度以上）或结构层数较高（15层以上）的情况，采用框架结构须深入论证其合理性。框架结构也多采用横向框架承重方案（其主梁平行于横向定位轴线），这样的结构横向刚度较高；此外，有时也用纵向框架承重或纵横向框架混合承重方案。框架的布置一般由柱网控制，对于生活建筑（民用建筑），平面柱网尺寸一般为 $3.6 \sim 6$ 米；对于生产建筑（厂房建筑），柱网尺寸可以更大些，其跨度（横向）可达36米，柱距（纵向）为6米及其倍数，以满足生产的需要。

3. 剪力墙结构体系 这是一种以刚性及强度均较高的墙体承受荷载的结构体系。剪力墙主要用钢筋混凝土整片地筑造，因而墙体的整体性良好。与密布砌缝的砖墙相比，或与柔性较大的框架结构对照，剪力墙除了同样能够承受竖向荷载外，由于抗剪能力的提高及抗侧向力的刚度增强，其抵抗水平荷载的作用则更胜一筹，以致剪力墙结构体系的理论高度可达150层。当然，这样的高度会使墙体变得很厚，导致室内使用面积相对减少，显然不甚恰当。另外，墙体高度在10层以下也不合适，因为混凝土剪力墙一般是需要配筋的，墙体过矮，为了构造上的需要，也得保持一定的墙厚（不小于140毫米）及配筋，使混凝土及钢筋用量都超过相同高度的框架结构，变得不经济。因此，可以认为，剪力墙的优越性主要表现为承担较高层（实际已达70层）建筑的水平荷载。剪力墙在水平荷载作用下，一般视为以弯曲变形为

主内悬臂梁，按变形模式，它属于弯曲型结构（图1-3B）。

剪力墙除了承受荷载外，还可发挥围护及分隔的作用。不过，剪力墙上开孔（特别是大尺寸孔），从结构上看是极为不利的，它大大地削弱了墙体的抗剪强度。外墙采用剪力墙比较困难，这是因为纵向剪力墙上的门洞、窗洞、阳台较多，对墙体的刚性削弱较严重，因而在平面布置上剪力墙常采用横向布置，一方面可减少开孔数量，另一方面对增加结构的整体侧向刚度却大有裨益。横墙间距一般3~8米，因而剪力墙体系对小开间的高层住宅及旅馆建筑较为适宜，如我国北京市前三门住宅（509*）高16层，广州白云宾馆高33层，都采用现浇剪力墙结构。不难看出，剪力墙结构体系与混合结构体系有许多相似之处，其最大的差异是用钢筋混凝土墙代替砖墙，因而，更能适应高层建筑的工作特点。

为了利用刚性良好的材料、采用刚性联结建造刚度较高的结构，钢筋混凝土剪力墙大多采用现场浇筑法施工。预制钢筋混凝土大板组装的结构，由于节点的整体性、强度及延性（塑性阶段的变形能力）较差，抗震能力也较弱，因而只用于10层以下的建筑。

4. 框架—剪力墙结构体系 这是一种钢筋混凝土框架与剪力墙合成的结构体系。高层建筑中，框架的柔性较大，较难控制其侧向变位；而剪力墙结构的建筑开间较小，又难于满足构成大空间的使用要求，如果以框架结构为基础，将永久性隔墙——房间、楼梯间、电梯井等的墙体有选择地做成剪力墙，便成为框—剪结构体系，使框架与剪力墙各据所位，各扬所长。一方面象框架结构那样分隔室内空间比较灵活，另一方面又象剪力墙结构那样具有较大的抗侧刚度，能

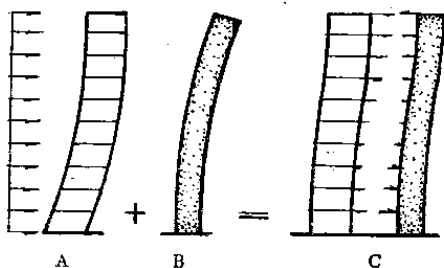


图1-3 框—剪结构体系的变形
A—框架； B—剪力墙； C—框剪结构

很好地抵抗水平荷载，使得整个体系的适应性提高，因而，这种结构体系目前应用较广。

如前所述，框架结构属剪切型结构，剪力墙属弯曲型结构，二者通过刚度很大的楼板的中介作用，合成的变形模式则属于弯剪型结构，呈反“S”型。这时，在水平荷载作用下，结构顶部的框架与剪力墙之间出现拉应力，由框架将剪力墙拉结；在结构底部，框架与剪力墙之间出现压应力，由剪力墙将框架顶住，使得大部分的水平荷载主要由剪力墙的中下部及框架的上部协同承受，剪力墙承担着70~90%的水平荷载。在框—剪结构体系中，剪力墙发挥着重要的抗侧变位作用，因此，剪力墙在平面布置中应审慎考虑，例如，为了减少或防止在水平荷载作用下结构发生扭转，剪力墙在满足使用要求的条件下，应力争对称地布置。剪力墙的间距取决于楼板的刚度（将楼板视为承受水平荷载的深梁），为了保证框架与剪力墙的有效协同工作，一般对于现浇楼板，剪力墙的间距 $L \leq 4B$ ；对于预制装配式楼板， $L \leq 2.5B$ ，其