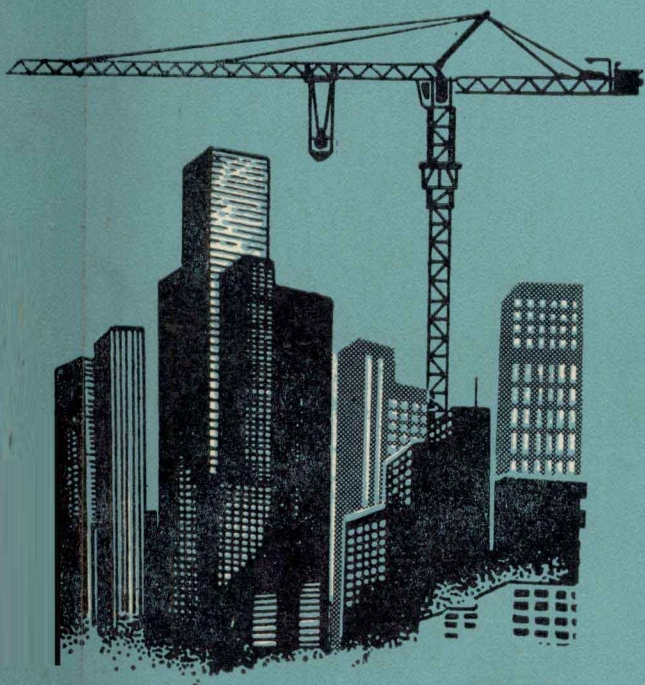


基层施工技术人员岗位培训教材

(土建综合工长)

建筑结构

柳惠钊 编



中国建筑工业出版社

基层施工技术员岗位培训教材
(土建综合工长)

建 筑 结 构

柳惠钊 编

中国建筑工程出版社

本书为城乡建设环境保护部基层施工技术员岗位培训教材（土建综合工长）。主要包括：总论，钢筋混凝土结构构件，砖石结构，钢筋混凝土排架结构，钢筋混凝土多层与高层房屋结构，钢、木基本构件及屋盖，建筑结构抗震的基本知识。书末附有介绍应用新规范的补充资料。

基层施工技术员岗位培训教材

（土建综合工长）

建 筑 结 构

柳惠钊 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

新华书店经销

中国建筑工业出版社印刷厂印刷（北京阜外南礼士路）

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：14½ 字数：353 千字

1988年1月第一版 1990年3月第二次印刷

印数：60,001—69,130册 定价：4.60 元

ISBN7-112-00150-1/G·18

（5462）

前 言

随着我国经济的发展，城乡建设任务日益繁重。为了确保工程质量，推动技术进步和全面提高建筑企业的素质，基层施工技术管理干部必需具有一定的建筑科学理论知识。城乡建设环境保护部已于1986年以“（86）城建字第492号”文，决定对基层施工技术人员（土建综合工长）实行岗位证书制度。从1989年开始陆续发放岗位证书，到1991年所有工程项目都必须由持证人员组织施工。建设部为全面开展基层施工技术人员岗位培训工作，组织专门班子编写培训教材，供各地使用。

培训工作以一年脱产学习或两年业余学习，学满1060学时的课程为标准，在施工专业知识上达到中等专业程度。教学计划规定学习的十三门课程是《数学》、《建筑力学》、《建筑结构》、《建筑施工技术》、《建筑施工组织与管理》、《建筑工程定额与预算》、《建筑水电知识》、《建筑工程倒塌实例分析》、《建筑识图与制图》、《测量》、《建筑材料》、《房屋构造》、《地基与基础》。上述教材，已经编审组审定，作为目前我部系统的统一教材，由中国建筑工业出版社正式出版。

部基层施工技术人员岗位培训教材编审组成员：夏行时、肖绍统、王铠、张哲民、沈汝松、龚伟、吴之昕、陈伟、李永燕。

城乡建设环境保护部 建筑业管理局
中国建筑学会 城乡建设刊授大学
中国土木工程学会

1987年

编 者 的 话

本书为基层施工技术员（土建综合工长）学习结构知识的培训教材。内容包括钢筋混凝土结构、砖石结构、钢结构和木结构。通过讲授，使学生能掌握一般建筑结构的构造和计算，了解复杂结构的计算要点和关键部位的构造要求；使学员在施工中能正确领会和实施结构施工图的设计意图。

书中的计算例题和构造节点大多采用北京地区的通用图集和习惯做法，各地在使用本教材教学时，可结合本地区的通用图集和习惯做法，以及工程施工图进行讲解，以达到教学目的。

本书是依据我国现行《工业与民用建筑结构荷载规范》（TJ9—74），《钢筋混凝土结构设计规范》（TJ10—74）、《砖石结构设计规范》（GBJ3—73）、《钢结构设计规范》（TJ17—74）和《木结构设计规范》（GBJ5—73）编写的，考虑到即将颁布新的结构设计规范，以及便于施工单位逐步过渡到执行新规范，在书末编入了“补充资料”，应用新的结构设计规范（送审稿）对正文中的例题作了对应计算，对与计算有关的基本概念作了解释，供参考。

本书由中国建筑第一工程局职工教育培训中心柳惠钊同志编写。对本书编写内容方面，夏英超、龚伟、吴之昕、陈伟同志提出了一些宝贵的意见，在此深表感谢。本书由王铠同志主审。

编 者

1987年6月

目 录

前 言

编者的话

第一章 总 论	1
第一节 概论	1
第二节 建筑结构的分类	2
第三节 建筑结构和构件	3
第四节 建筑结构的荷载	6
第五节 建筑结构的计算方法综述	12
第二章 钢筋混凝土结构构件	19
第一节 钢筋混凝土概况	19
第二节 钢筋混凝土受弯构件的强度计算和构造要求	21
第三节 钢筋混凝土受弯构件的挠度和裂缝	42
第四节 钢筋混凝土受压构件	45
第五节 装配式钢筋混凝土楼（屋）盖	52
第六节 现浇肋形楼（屋）盖的受力分析	64
第七节 预应力混凝土的概念	73
第八节 楼梯、过梁、雨篷	77
第三章 砖石结构	93
第一节 材料及砌体强度	93
第二节 砖石结构计算	97
第三节 砖石结构的构造要求	113
第四节 砖烟囱和水池	114
第四章 钢筋混凝土排架结构	120
第一节 排架结构的组成和传力系统	120
第二节 单层厂房结构平面布置	123
第三节 排架受力分析	126
第四节 排架柱设计简介	128
第五章 钢筋混凝土多层与高层房屋结构	139
第一节 房屋结构分类	139
第二节 框架结构	140
第三节 剪力墙结构	149
第四节 框架-剪力墙结构	155
第五节 其它高层建筑体系简介	157
第六章 钢、木基本构件及屋盖	159
第一节 结构用钢和木材的强度	159

第二节 钢结构基本构件160

第三节 木结构基本构件180

第四节 钢屋盖和木屋盖182

第五节 木屋架设计实例188

第七章 建筑结构抗震的基本知识195

第一节 地震的一般概念195

第二节 工程结构的抗震196

第三节 各类房屋的震害及抗震构造措施197

补充资料206

第一章 总 论

第一节 概 论

凡是建筑物，无论是宿舍、办公楼、厂房或体育馆，都是由屋盖、楼板、墙、柱、基础等结构构件组成。这些构件在房屋中互相支承，互相扶持，直接地或间接地，单独地或协同地承受各种荷载作用，构成了一个结构整体——建筑结构。建筑结构是房屋的骨架，是建筑物赖以存在的物质基础，它的质量好坏，对生产和使用影响重大。

建筑结构与建筑设计有密切的关系。在房屋设计一开始，在决定建筑设计的平面、立面和剖面的时候，就应该考虑结构方案。因为不同类型的建筑结构具有不同的受力特点和构造特点，对于建筑设计者，应了解结构体系的构成及选型，构件的类型和尺寸，以此作为选择一个经济合理的结构方案的基础。作为一个结构的设计者，应根据建筑设计的平面、立面和剖面要求，从各种可行的结构形式和结构体系的比较中，根据特定的物质与技术条件选择具有较好的结构性能、经济效果和建设速度的结构方案。

结构方案的选择还必须有可靠的施工方法来保证。对施工者来说，前提是按图施工，针对结构体系的特点，了解结构设计的意图，从而编制出可行的施工方案，科学地组织施工，使图纸在大地上实现。作为结构方案的设计者，不仅会选择结构方案，同时还要考虑是否有可靠的施工方案来保证实现。如果没有一个适宜的施工方案加以保证，则结构方案的合理性和经济性均无从谈起，方案本身也难以成立。所以，建筑结构设计施工的关系也是密切的。

综上所述，建筑物质量的好坏对于建筑物的坚固、耐久，具有决定性作用，直接影响到建筑物的使用。建筑物的质量好坏固然取决于施工质量，但结构的设计质量可靠性又是先决条件。房屋结构不合理，不结实，建造起来的房屋就会出问题，严重的还可能发生倒塌。房屋骨架过于结实，又可能造成浪费。所以结构设计在保证安全的前提下，应考虑尽可能取得最大限度的经济效益，必须合理地解决安全与经济、好与省的矛盾，使两方面达到对立统一，为四化节省资金以修建更多更好的房屋。

建筑力学是建筑结构这门课程的基础。在建筑力学中学到材料的力学性能，单个杆件的强度、刚度和稳定的计算问题，又学了杆件结构的静力计算问题。在建筑结构这门课程中，将解决如何根据结构的受力分析和材料力学性质，合理地、经济地选择材料，设计构件的截面尺寸，并通过节点把它们连接构成整体，使建筑既安全又经济地承受、传递荷载，满足使用要求。

本课程的内容丰富，涉及面广。它主要包括钢筋混凝土结构、砖石结构、钢结构、木结构的基本计算原理和构造要求，以及对各种结构体系的简要介绍，其目的是使同学们具有结构的总体知识，对结构体系、结构布置及结构形式的受力特点有所了解，并学会常用

的简单的结构构件的设计计算，从而在施工中正确地领会与实施结构施工图，克服盲目性，增强自觉性，更好地保证工程质量，适应工作的需要。

第二节 建筑结构的分类

建筑结构的分类，可从结构所用材料与结构受力和构造特点两个方面来讨论。

建筑结构按所用材料的不同，可分为：钢结构、木结构、砖石结构和钢筋混凝土结构。

钢结构是主要的建筑结构之一。它们特点是：1.钢材强度高，做成的构件截面小，重量轻，运输架设方便；2.钢材是接近各向同性的材料，质地均匀，可靠性高；3.钢材具有可焊性，制造工艺比较简单；4.钢容易锈蚀，经常性的维修费用高；5.钢材耐火性远较钢筋混凝土和砖石差。我们还要看到，社会主义建设中需要用钢材的地方很多，故在房屋建筑中，应本着节约用钢的原则，考虑上述特点合理选用。目前，钢结构一般多用在跨度很大的建筑屋盖，跨度很大或吊车吨位很大的工业厂房骨架及吊车梁。

木结构具有制作简单、自重轻、容易施工等优点。在房屋建筑中曾用得相当广泛。由于建筑业的不断发展，木材用量日增，而其产量受自然条件的限制。因此，除山区、林区和农村外，木结构一般不多采用。木材本身也存在一些天然缺点，如木材本身的疵病、易燃、易腐、易蛀等。所以在重要的建筑物中采用不多。

砌体结构在房屋建筑中的应用历史悠久，砖石材料具有许多优点，如就地取材，成本低廉，耐久性和化学稳定性好等，所以目前应用比较普遍。但砌体结构的施工砌筑进度缓慢，现场作业量大，结构自重大，不能适应建筑工业化发展的要求。为了改变“秦砖汉瓦”的落后面貌，实现建筑工业化，近年来国内正在推广大型板材建筑和砌块建筑。

钢筋混凝土结构在房屋建筑中是最主要的建筑结构，它的应用范围非常广泛，几乎任何建筑工程都可采用。钢筋混凝土作为建筑材料具有许多优点，如强度高、耐久性好、抗震性好，并具有可塑性等，所以它是一种主要的复合结构材料。但是，钢筋混凝土也有一些缺点，如自重大、费工、费模板等。这些缺点，由于技术方面的革新以及材料和施工工艺方面的改进，已经逐步得到克服或改善。自从装配式结构和预应力混凝土结构出现以后，钢筋混凝土结构的应用范围又得到扩大。由于预应力混凝土克服了普通的钢筋混凝土的缺点，因而在结构的使用跨度和载重方面，大大地超过了普通的钢筋混凝土结构。现在，跨度达60米的屋架和吨位达200吨的吊车梁，都可采用预应力混凝土结构。

建筑结构按受力和构造特点的不同可分为：承重墙结构，框架结构，排架结构及其它形式的结构。

承重墙结构的传力途径：屋盖的重量由屋架（或屋面梁）承担，屋架（或屋面梁）由承重墙支承；楼层的重量由楼盖承担，楼板或梁支承在承重墙上。因此，屋盖荷载（如屋盖自重、雪荷载等）以及楼层荷载（如楼盖自重、楼面荷载等）均由承重墙承担，墙下有基础，基础下为地基，全部荷载通过墙、基础传到地基上。这种具有承重墙的房屋结构叫承重墙结构。这种房屋的屋盖或楼盖一般用钢筋混凝土制作，而承重墙一般用砖石砌筑，因为它是由两种不同的结构材料混合组成了房屋的承重结构体系，故这种承重结构通常也可称为混合结构。目前，一般层数不多的民用建筑，如宿舍、住宅、教学楼、办公楼等多

为混合结构。

框架结构的主要承重体系由横梁及柱组成。横梁与柱为刚接连接，从而构成了一个整体“刚架”（或称框架）。这种具有刚接受力特点的房屋结构叫框架结构。一般多层工业厂房或多层公用房屋结构大多属于框架结构。

排架结构的主要承重体系由屋架（或梁）和柱组成。屋架与柱的顶端可视作铰接，而柱的下端嵌固于基础内。这种具有铰接受力特点的房屋结构叫排架结构。一般单层工业厂房大多数属于排架结构。

以上是一般建筑中常用和常见的房屋结构体系。随着社会主义建设的日益发展，为了节约建设用地，近些年来大、中城市中建造了一些高层建筑。现在，在国内高层建筑中，已广泛采用框架剪力墙结构体系和全剪力墙结构体系。

对一般跨度房屋所采用的屋盖结构，如梁、桁架、拱、门式刚架等，在力学范畴中都属于“平面结构体系”。但随着跨度尺寸的增加，以及工程技术的发展，后来逐渐出现一种新的结构体系，即“空间结构”。它比平面结构的适用跨度要大得多，因此，空间结构是解决大跨度建筑的更好形式。现代常用的空间结构有壳体结构、网架结构和悬索结构。

壳体结构的形式有球壳、柱面壳（筒壳）和双曲扁壳等。

网架结构早在五十年代已处于萌芽状态，近十多年来，由于电子计算机的应用和发展，使网架的受力分析从繁重的计算中解放出来，它才逐渐得到发展和广泛应用。

悬索结构是一种利用钢索抗拉的有利形式，其经济效果显著。在大跨度屋顶结构所承受的荷载中，自重占极大的比例。由于钢索抗拉能力强，重量轻，使悬索结构自重显著减轻，它能跨越的空间就很大，所以悬索结构是大跨度建筑中一种优越的结构形式。

建筑结构的施工工艺近年来在国内有很大的发展，单层厂房及多层住宅正在向工业化体系方面发展。随着建筑装配化及墙体改革的推行，我国已较广泛采用了装配式大板居住建筑，这是一种比较新的建筑结构体系，它的施工速度快，机械化程度高，能工厂化生产。高层建筑在现浇施工方法上也有革新，大模板，滑升模板等施工方法已在推广应用。

总之，各种建筑结构形式的出现及其发展是人类长期社会实践的结果。前面所介绍的几种结构形式都有着它广阔的发展前途，随着我国社会主义现代化建设的迅速发展，还将有新的结构涌现出来。

第三节 建筑结构和构件

一、建筑结构和构件的概念

建筑结构是建筑物的承重系统，它的作用是承受荷载和传递荷载，如图1-1，从屋架到基础的整个承重系统，称为这个车间的建筑结构。其中屋架、板、柱、基础为承重系统的主要构件，其它如吊车梁、墙体、支撑系统也都为构件。

二、基本构件及其受力特点

建筑结构构件的形式是多种多样的。为便于分析它们的受力状态，人们从中概括出几种典型的基本构件。

（一）梁

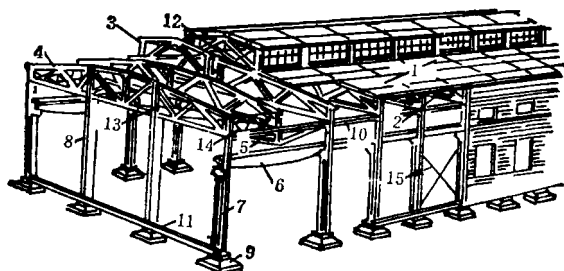


图 1-1 建筑物和它的结构系统

1—屋面板；2—天沟板；3—天窗架；4—屋架；5—托架；6—吊车梁；7—排架柱；8—抗风柱；9—基础；10—连系梁；11—基础梁；12—天窗架垂直支撑；13—屋架下弦横向水平支撑；14—屋架端部垂直支撑；15—柱间支撑

梁（图1-2a）通常横放在支座上，上面承受荷载，荷载的作用力方向与梁的轴线相垂直（图1-2b）。梁受力后要发生弯曲，所以梁是一种“受弯构件”。但纯粹受弯的梁是比较少见的，一般在受弯的同时还要受剪。有时也受扭，但主要是受弯。

（二）柱

柱（图1-3a）通常是直立的，荷载与轴线相平行（图1-4），自上向下作用于柱的顶端，使柱受压，所以柱是一种“受压构件”，其中有中心受压和偏心受压之分。柱在偏心荷载作用下也受弯，但主要是受压。

（三）拉杆

拉杆（图1-3b）与柱（即压杆）的主要区别，在于前者受拉，后者受压，其余特点基本相同。

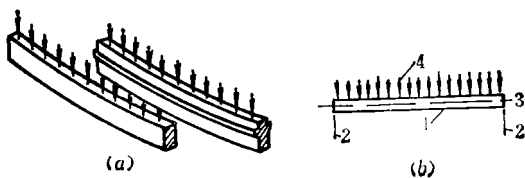


图 1-2 梁及梁的受力特点

1—梁；2—支承；3—纵轴线；4—荷载

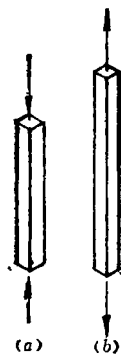


图 1-3 柱与拉杆

(a) 柱；(b) 拉杆

（四）板

板按其受力特点可分为单向板和双向板。在荷载作用下，只在一个方向发生弯曲的板，称单向板或梁式板（图1-5），其受力特点与梁基本相同。梁式板与梁的区别在于板的截面宽而薄（图1-5），而梁的截面窄而高（图1-2a）。有些板在荷载作用下，两个方向都要发生弯曲（图1-6），称双向板。

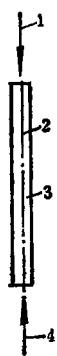


图 1-4 柱的受力特点
1—荷载；2—纵轴线；3—柱；4—支承

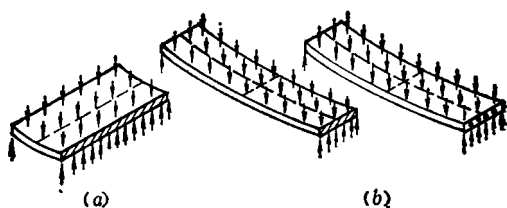


图 1-5 单向板
(a) 实心板；(b) 多孔板

(五) 墙

墙（图1-7）与柱的区别有如板与梁的区别，前者的截面宽而薄，后者窄而高。墙也是受压构件，有时墙也受弯，但主要是受压。



图 1-6 双向板

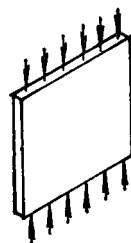


图 1-7 墙

(六) 其它构件

1. 特殊构件 在实际房屋结构中，常看到由几种基本构件组合成的特殊的结构构件，主要有：交叉梁，它是梁的组合；桁架（图1-8），它由若干根压杆和拉杆连接而成。

2. 曲线型构件 除直线型构件外，还有曲线型构件，如曲杆和曲板，即拱（图1-9a）悬索（图1-9b）及薄壳（图1-9c）等。

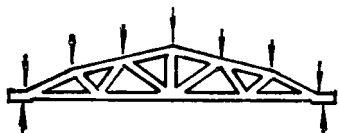


图 1-8 桁架

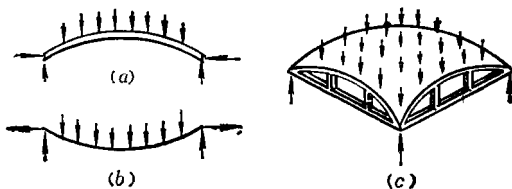


图 1-9 曲线型构件
(a) 拱；(b) 悬索；(c) 薄壳

三、构件的连接方法

结构是由许多构件连接而成的。连接的节点要有足够的强度和刚度，使整个承重结构稳定可靠。同时还要构造简单，便于现场制作与施工。结构的连接方法很多，本节只介绍

几种主要连接方法。

(一) 焊接连接

焊接连接(图1-10a)是现代钢结构最主要的连接方法。此外在钢筋混凝土结构和 钢木混合结构中也多采用。其优点是不削弱焊接截面,构造简单,制造和施工均较简便,并易于采用自动化操作。

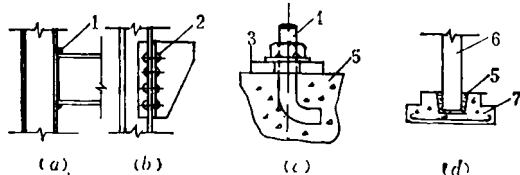


图 1-10 构件的连接方法

(a)焊接连接;(b)铆钉连接;(c)螺栓连接;(d)混凝土连接
1—焊接缝;2—铆钉;3—被固定的构件;4—螺栓;5—混凝土;6—柱;7—基础

(二) 铆钉连接

铆钉连接(图1-10b)用于钢结构。它的优点是连接韧性和塑性比焊接好,传力均匀可靠,质量易于检查。铆钉连接费工费料,劳动条件差,现已不常采用,而只用于某些重型和经常承受动力荷载作用的结构。

(三) 普通螺栓连接

普通螺栓连接(图1-10c)主要用在结构的安装联结及可装拆的结构中。在钢结构、钢筋混凝土结构、木结构及钢木混合结构中都有采用。其优点是易于装拆,操作简便。粗制螺栓宜用于受拉力的连接中,而精制螺栓的制造和安装比较复杂,造价高,应用上尚受限制。

(四) 高强螺栓连接

高强螺栓是用高强度钢制成的。它与普通螺栓的主要区别是它完全不靠螺栓杆的抗剪和承压传力,而是靠钢板间接触面的摩擦传力。高强螺栓具有施工简单,受力性能良好,可以拆换,耐疲劳,以及在动力荷载作用下不致松动等优点。

(五) 混凝土连接(图1-10d)用于钢筋混凝土结构。它的优点是:整体性强,刚度大,经济可靠,但施工比较麻烦。

第四节 建筑结构的荷载

一、荷载的概念^{〔1〕}

建筑物在使用和施工过程中所受到的各种力称荷载,如结构自重、设备自重、人群重量及水压力、土压力、风压力、雪压力等。此外,其它可以使结构产生内力和变形的因素,如温度变化、基础沉降、材料收缩、地震的冲击波等,从广义上说也称荷载。

荷载按作用性质不同,可分为恒荷载和活荷载;按作用力分布情况不同,可分为集中荷载和分布荷载;按作用特征不同,可分为静荷载和动荷载等。

(一) 民用建筑结构的荷载

作用在建筑物上的荷载,对于一般混合结构民用建筑,如图1-11所示,屋盖除自重外,还承受人群、雪等重量;楼盖除自重外还承受人群和桌椅、设备等重量;承重墙体承受上述两者的荷载及其自重;屋面和楼面在施工时,均承受有施工荷载;对于高层建筑还要考虑风荷载对房屋的作用;最后由墙体或柱传力至基础。

(二) 工业建筑结构的荷载

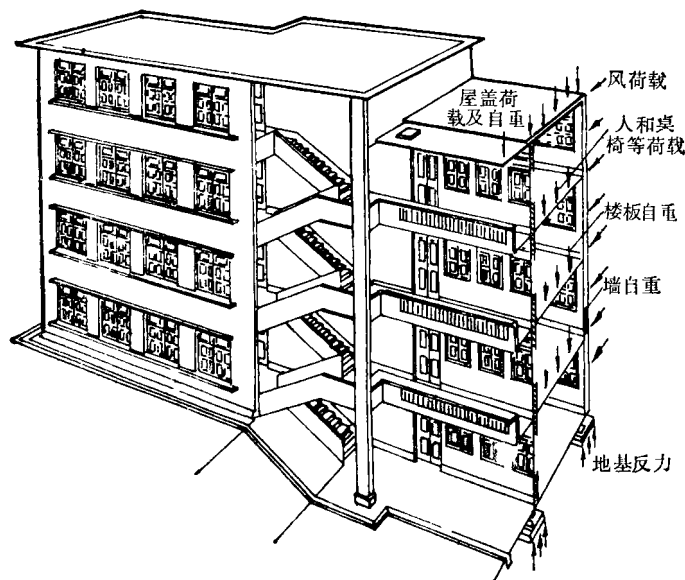


图 1-11 混合结构房屋主要荷载示意图

在工业厂房中，如图1-12除结构构件自重及屋盖、楼盖和墙体围护部分的重量外，还有下列荷载：

1. 吊车荷载。包括吊车在起吊重物时的竖向荷载；吊车启动、运行、制动时产生的横向水平荷载和纵向水平荷载。

2. 风荷载。包括作用在天窗、屋面及纵墙上的横向风荷载，和作用在山墙、天窗端壁上的纵向风荷载。

3. 屋面荷载。包括积雪、积灰和施工荷载等。

4. 设备荷载。包括机械、电器、管道等的自重以及运行产生的动荷载等。

5. 楼面荷载。包括多层工业厂房楼面上人群、设备重量和施工荷载等。

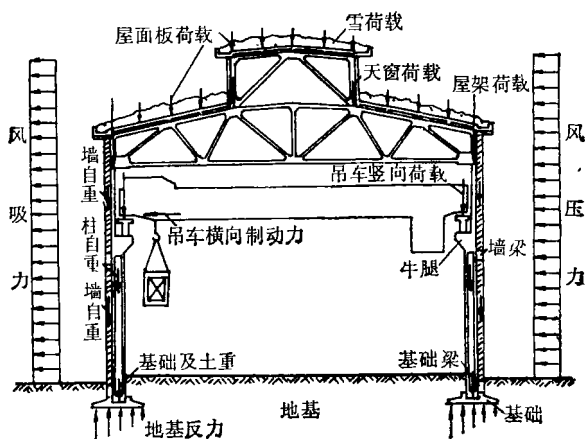


图 1-12 单层厂房结构主要荷载示意图

二、恒荷载与活荷载^{〔2〕}

(一) 恒荷载

恒荷载是长期作用在结构构件上的不变荷载。如构件自重、构件承受的结构物重量与固定设备的重量等。恒荷载的大小应根据构件的材料密度、几何尺寸、构造与支承情况进行计算。常用材料和构件重量，见附录1-1，附表1-1^{〔8〕}。

【二】活荷载

活荷载是建筑物在使用与施工过程中作用在结构构件上的可变荷载，如楼面与屋面的活荷载（即人群与物品的重量）、吊车荷载、雪荷载、风荷载等。活荷载的基本数据都是通过长期的、大量的调查统计确定的。《工业与民用建筑结构荷载规范》定出了各种荷载的标准值（称为标准荷载）。这是建筑结构设计荷载计算的依据。民用建筑楼面均布荷载见附录1-2的附表1-2、附表1-3及附表1-4^[4]。

三、集中荷载与分布荷载

（一）集中荷载

当荷载的分布面积远小于结构受荷的面积时，为简化计算，可近似地看成作用在一点上，称集中荷载。如图1-13所示，砖重对于板来说可近似地看成一个集中荷载。又如吊车的轮子对吊车梁的压力、屋架传给柱子的压力、次梁传给主梁的压力都是集中荷载。

集中荷载的大小以千克力（kgf）、吨力（tf）为单位^[5]

（二）分布荷载

分布荷载是指满布在结构构件某一表面上的荷载。根据其分布均匀与否，又可分为均布荷载和非均布荷载两种。

1. 均布荷载。当荷载连续作用并各点大小相等时，称均布荷载。如板、梁自重、各种民用建筑楼面活荷载等，均为均布荷载，如图1-14、1-15所示。板单位自重以每平方米面积的自重来表示，称面均布荷载，单位是千克力/平方米（kgf/m²）、吨力/平方米（tf/m²）。梁自重以每米长度的重量来表示，称线均布荷载，单位是千克力/米（kgf/m）、吨力/米（tf/m）。图1-16所示水池底板所承受的水压力也是均布荷载。

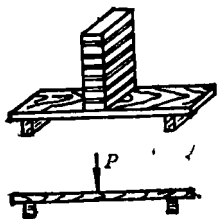


图 1-13



图 1-14

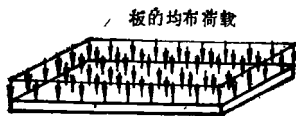


图 1-15



图 1-16

2. 非均布荷载。当荷载连续作用，但其大小各处不相同时，称非均布荷载。如图1-16所示，水池的侧壁所受水压力作用的大小与水的深度成正比，愈往下，壁板所受的水压力也愈大，呈三角形分布，所以这是非均布荷载。

四、荷载的传递与计算

(一) 荷载的传递 (图1-17)

一般民用建筑的承重结构, 主要可分成四部分: 即屋盖、楼面、墙体和基础。

1. 屋盖荷载。屋面活荷载通过屋面板传至檩条。屋面的自重也作用在檩条上, 通过檩条将屋面所有荷载传至屋架, 最后连同屋架自重以集中力的形式作用在墙 (或柱) 上。

2. 楼面的活荷载由楼板来承受, 连同楼板自重以分布荷载的形式传至大梁, 大梁连同自重以集中荷载的形式作用在墙 (或柱) 上。

3. 墙 (或柱) 荷载最后传给基础。基础座落在地基上, 由地基土产生反力 (即图1-17 中所示的地基反力), 维持着建筑物的平衡。如土质不好, 就要进行地基加固处理。

有吊车的工业厂房 (图1-1) 的荷载传递如图1-18所示, 分为三条传递路线。

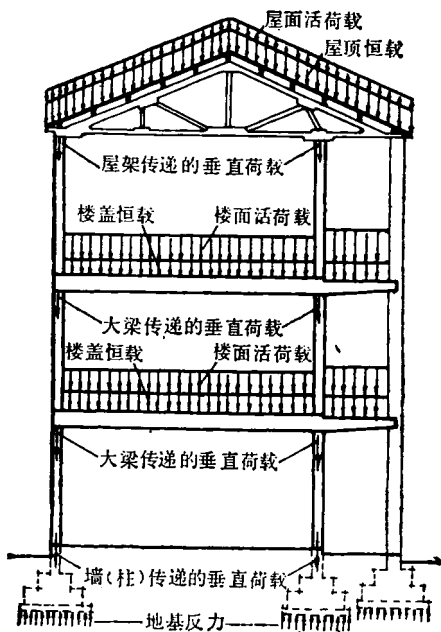


图 1-17 房屋在垂直荷载作用下的传力路线

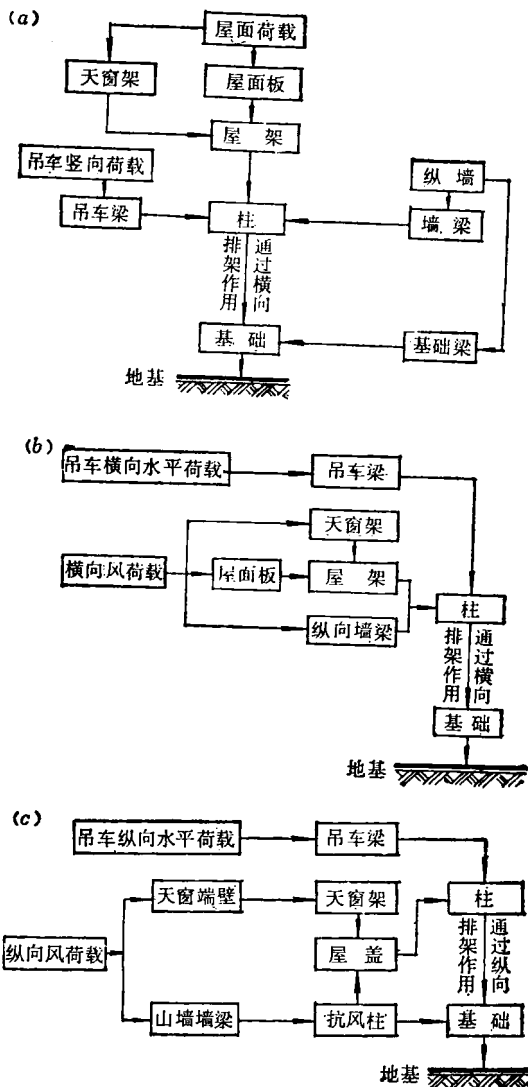


图 1-18 荷载传力路线示意图

(a) 竖向荷载; (b) 横向水平荷载; (c) 纵向水平荷载

1. 竖向荷载的传递路线如图1-18a所示。竖向荷载基本有屋面荷载、吊车竖向荷载和墙重三部分。(1) 屋面雪荷载 (或活荷载、积灰荷载) 和屋面防水保温等材料的恒载由屋面板来承受。屋面板把上部的荷载连同自重通过天窗架再传给屋架 (或直接传给屋架)。

屋架把作用于其上的荷载连同自重以集中力的形式传给柱；（2）吊车竖向荷载，通过吊车梁并连同吊车梁的自重以集中力的形式传给柱子；（3）墙的自重可以通过墙梁传给柱子。

以上三条路线的荷载，由柱子连同其自重把荷载传到基础，最后传到地基与地基反力相平衡。有时墙的自重直接由基础梁来承受，基础梁又连同其自重传给基础。

2. 横向水平荷载的传递路线如图1-18b所示。横向水平荷载包括吊车横向水平制动力荷载和横向风荷载两部分。

（1）吊车横向水平荷载通过吊车梁传给柱子，并通过基础传给地基；（2）横向水平风荷载通过天窗架、屋架、纵向横梁三个方面，最后通过柱子、基础传给地基。

3. 纵向水平荷载的传递路线如图1-18c所示。纵向水平荷载包括吊车纵向水平荷载和纵向风荷载两部分。

（1）吊车的纵向水平荷载是通过吊车梁、柱传到基础。（2）纵向风荷载一部分通过天窗端壁板、天窗架传给屋盖；另一部分由山墙传到墙梁，通过墙梁传给抗风柱，抗风柱把纵向荷载传给屋盖和基础。传给屋盖的纵向水平荷载又通过柱子传到基础，最后传给地基。

（二）荷载的计算

荷载的确定是工程设计结构计算的第一步。结构计算就是要根据荷载的大小及其作用形式决定构件的内力和尺寸，使设计的结构和构件具有足够的强度、刚度和稳定性，同时要经济合理，便于施工。因此，荷载的确定是工程设计中很重要的一环，必须慎重、细致地进行计算。

现以大梁为例，说明构件荷载的计算步骤和方法。

【例 1-1】 图1-19a为某建筑物会议室的楼面结构布置图。开间3.3米，进深6.0米，空心板搁在大梁上（图1-19b），大梁支承在墙上，加混凝土梁垫或圈梁（图1-19c）。楼面上抹2厘米厚水泥砂浆面层，楼面下粉刷厚1.5厘米。试计算大梁上的线均布荷载。

【解】 首先分析大梁受到哪些荷载的作用。由图可见，楼板上的活荷载（人和物重）和砂浆面层、空心板、楼板下粉刷层等的自重都要由大梁来承担。每一根大梁担负图1-19a所示的阴影范围内的荷载，即大梁的负荷面积为 $3.3 \times 6.0 = 19.8\text{m}^2$ ，同时大梁还要承受自重。这些荷载最后都要换算为梁上的线均布荷载。计算步骤如下：

1. 恒荷载

（1）大梁自重

$$q_1 = 2500\text{kgf/m}^3 \times 0.55\text{m} \times 0.25\text{m} = 343.75\text{kgf/m}$$

即梁自重 = 每立方米钢筋混凝土重量 $\times$ 梁高（米） $\times$ 梁宽（米）。

（2）大梁两侧面石灰砂浆粉刷层重

$$q_2 = 1700 \times 0.55 \times 0.015 \times 2 = 28.05\text{kgf/m}$$

（3）对于其它恒载按每平方米的重量计算（即面均布荷载），然后再乘以梁的负荷宽度3.3米，即得梁上的线均布荷载。分项计算有：

1）2厘米厚水泥砂浆面层为 $2000 \times 0.02 = 40\text{kgf/m}^2$ ；

2）1.5厘米厚楼板下石灰砂浆粉刷（包括梁底面粉刷）为 $1700 \times 0.015 = 25.5\text{kgf/m}^2$ ；

3）钢筋混凝土空心板的自重为 202kgf/m^2 （可根据各地通用图集查得）