

建筑管理干部技术学习丛书之三

建筑结构

中国建筑工业出版社

建筑管理干部技术学习丛书之三

建 筑 结 构

中国建筑科学研究院

建筑结构研究所
标准设计研究所
工程抗震研究所
电子计算中心
编

中国建筑工业出版社

本书是“建筑管理干部技术学习丛书之三”，主要介绍建筑结构设计的概念和方法，包括概论、结构型式与选型、钢结构基本知识、钢筋混凝土结构基本知识、木结构基本知识、砖石结构基本知识、房屋抗震和电子计算技术在建筑工程中的应用等八章。

本书可供建筑业各级领导干部和管理人员阅读，也建筑施工人员和中等专业学校师生参考。

建筑管理干部技术学习丛书之三

建 筑 结 构

中国建筑科学研究院
建筑结构研究所
标准设计研究所
工程抗震研究所
电子计算中心
编

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
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 1/32 印张：8¹/₄ 插页：2 字数：182千字

1983年7月第一版 1983年7月第一次印刷

印数：1—125,200册 定价：0.71元

统一书号：15040.4490

编写说明

这套丛书是根据原国家建委领导同志的指示，为从事建筑工程科技管理工作的各级领导干部和管理人员学习技术基础知识编写的。本书用比较通俗的语言阐述了建筑工程领域的技术知识和最新成就。丛书共七个分册，即：工程勘察、建筑设计、建筑结构、地基与基础、建筑设备与建筑物理、建筑材料与制品、建筑施工与管理。

丛书是在中国建筑科学研究院主持下编写的。为编写好这套丛书，由中国建筑科学研究院、原国家建委干部局和中国建筑工业出版社的有关同志组成编审小组负责这项工作。

这套丛书的篇幅较大，涉及的内容较多，读者可以有计划地全面阅读，也可以根据工作需要选读其中的几册。由于全书系中国建筑科学研究院的十一个研究所和有关同志分工编写，虽经统一协调，但在叙述方法、文章结构和繁简程度上仍有差别。为保持各分册的完整性和选读方便，个别地方内容稍有重复。由于编写人员水平所限，在内容和资料上难免有不妥之处，我们诚恳地希望同志们批评指正，以便今后修改提高。

参加本书编写的单位分工如下：第一、二、四、五、六章——建筑结构研究所；第三章——建筑标准设计研究所；第七章——工程抗震研究所；第八章——电子计算中心。

编者

一九八二年十一月

44.2 11/82

目 录

第一章 概 论	1
第二章 结构型式与选型	5
第一节 结构选型	5
第二节 单层厂房结构	6
第三节 多层房屋结构	11
第四节 高层和大跨度结构	19
第三章 钢结构基本知识	38
第一节 综述	38
第二节 钢结构用的钢材	41
第三节 钢结构的连接	45
第四节 钢结构的主要形式	49
第五节 钢支撑系统	55
第六节 轻型钢结构	58
第七节 钢结构的设计准则	61
第四章 钢筋混凝土结构基本知识	64
第一节 综述	64
第二节 钢筋混凝土材料	67
第三节 预应力混凝土	83
第四节 钢筋混凝土结构形式	95
第五节 钢筋混凝土主要构件的构造与连接	112
第六节 钢筋混凝土结构的设计准则	122
第五章 木结构基本知识	129
第一节 综述	129

第二节	结构用木材	132
第三节	木结构的联结构造	142
第四节	木结构的主要形式	148
第五节	胶合木结构	150
第六节	木结构的设计准则	152
第六章	砖石结构基本知识	157
第一节	综述	157
第二节	砖石结构用的材料及砌体强度	161
第三节	砖石结构的主要形式和构造方法	171
第四节	砖石结构的设计准则	178
第七章	房屋抗震	185
第一节	地震与地震破坏现象	185
第二节	地震烈度与抗震设防	196
第三节	抗震设计准则	206
第八章	电子计算技术在建筑工程中的应用	237
第一节	综述	237
第二节	电子计算机基本知识	237
第三节	程序设计	244
第四节	电子计算机系统的发展	247
第五节	电子计算机在建筑工程中的应用	252

第一章 概 论

一、建筑结构与建筑

房屋建筑的主要组成部分是屋盖、楼盖，墙体和基础。这些组成成分中，用来抵抗外力（如风力、地震力等）和变形（如温度、沉降等），承受荷载（如自重，活载等），保持房屋建筑具有一定空间形状、不致倒塌的骨架称为结构。

在房屋建筑中，结构与建筑有着十分密切的联系，有些结构本身就是建筑的一部分，它们是分不清楚的，例如一片承重墙，它既是传递荷载的主要结构构件，又是用作分割房间的建筑手段，两者合而为一，是一种经济的设计方法。有些部分，结构和建筑虽然分开，但必须相互配合，协调一致，才能形成一个好的房屋建筑设计。在古代，房屋设计中，建筑师和结构工程师就是一个人，也不分建筑与结构。随着生产和生活水平的发展与提高，科学技术水平也相应发展提高，建筑与结构才逐渐分离开来，形成相互独立而又密切联系的学科。一个好的建筑师，在建筑设计中必须考虑到结构技术的可能性与合理性，并尽量利用结构本身来达到建筑功能的要求，一个好的结构工程师，在结构设计中，必须考虑到建筑的需要，尽量使结构造形轻巧，优美，与建筑融为一体。

建筑结构的研究内容主要包括：①结构材料、②结构形式、③结构理论、④结构设计，⑤结构联接、⑥结构工艺等。因此建筑结构是一门综合性很强的科学、需要具有多种基础学科和专业学科的知识。

二、建筑结构的分类

建筑结构的分类方法很多，常使用的分类有如下几种：

按结构所用的材料分有：①土结构，②石结构，③砖结构，④木结构，⑤钢结构，⑥钢筋混凝土结构（包括预应力混凝土结构）。这些结构材料也可以在一个构件中混合使用，也可以在一幢房子中混合使用。如木屋架，钢筋混凝土楼面、砖墙等。

按结构受力特点分有，①梁（包括简支梁，悬臂梁，连续梁等），②板（包括简支板、双向板、连续板等），③柱（包括单肢柱，双肢柱等），④桁架（包括各种形式的静定桁架和超静定桁架）⑤框架结构（包括各种排架，刚架，多层和高层框架等），⑥折板结构，⑦壳体结构，⑧网架结构，⑨悬索结构，⑩充气结构，⑪墙板结构，⑫板柱结构，⑬剪力墙结构。

按结构尺寸形状分有：①杆状结构，②板状结构，③壳体结构，④柔索结构，⑤块体结构。

按建筑使用功能分有：①民用建筑结构（居住建筑，公用建筑等），②工业建筑结构（单层工业厂房结构和多层工业厂房结构），③特种工程结构（烟囱、水池、水塔、挡土墙，管道支架，电杆等）。

按建筑物的外形特点分有：①单层建筑结构，②多层建筑结构，③高层建筑结构，④大跨度建筑结构，⑤高耸建筑结构。

按结构的施工方法分有：①现浇结构，②预制装配式结构，③预制与现浇相结合的预制现浇整体结构。

各种结构，有其一定的使用范围，应根据其材料特性，结构型式，受力特点和建筑的要求合理选用。

三、建筑结构的设计方法

建筑结构设计任务就是按照党的方针政策，在满足生产

或生活需要的前提下，选择经济合理，技术先进的结构方案，并通过计算及构造处理，保证结构的安全可靠性和正常使用。

结构设计方法，按其发展历史，可分为按允许应力设计，按单一安全系数的破损阶段设计，按多系数的极限状态设计以及概率极限状态设计四大类。

1. 允许应力设计法。认为结构构件截面的最大应力只允许达到设计的允许应力。也即以降低材料强度取值的方法来考虑结构构件的安全储备。这种设计方法的优点是计算简单，缺点是没有考虑结构构件极限承载能力，没有能充分利用材料的强度。

2. 单一安全系数的破损阶段设计法。这种方法考虑了结构截面在破损阶段的承载能力，以加大设计荷载的方法考虑安全储备。这种方法的优点是较确切地反映了构件的实际承载能力，但对影响安全的多种不利因素未作具体分析，对使用阶段时的变形，裂缝（钢筋混凝土结构有这一问题）未作规定，不能全面满足使用要求。

3. 多系数极限状态设计方法。这种方法考虑了结构的承载能力极限状态（分析强度，稳定等）和正常使用的极限状态（包括变形，裂缝出现，裂缝宽度等。）用荷载系数，材料强度系数和结构工作条件系数来综合考虑安全储备。这种方法的优点是考虑因素多，比较科学。缺点是对安全储备没有一个总的概念。

4. 概率极限状态设计方法。这种设计方法是把外荷引起构件截面的作用力和构件截面的抵抗力看成是一种变化的随机量（实际上荷载量随时间和空间而变的，材料强度，构件截面尺寸等也随生产工艺等因素而变），用可靠性指标或失效概率来度量结构的安全性。这种方法的优点是能比较真实地

反映结构安全度的情况，能使各种结构规范的设计方法统一起来，能合理地划分结构的安全度等级，能使结构各部分的安全度协调一致。目前我国已制定出结构设计统一标准，现行各本结构设计规范正根据结构设计统一标准进行修订。

第二章 结构型式与选型

第一节 结 构 选 型

结构选型是一项综合性很强的技术工作，结构选型大致要考虑下述因素：

1. 房屋建筑的用途。房屋建筑可分成工业与民用两大类，各类房屋都有对结构的特定要求，目前我国已初步形成较经济合理的结构形式。

2. 当地的建筑材料情况。结构选型与材料的关系很密切，各种结构材料，有其最佳的结构型式，选用结构材料必须因地制宜。

3. 施工技术条件。不同的结构型式与类别，对施工技术有不同的要求，脱离施工技术条件，就不可能很好实现结构技术方案。

4. 现场地形地质条件。这项因素对选择结构类型有较大的影响。否则容易造成不可弥补的损失。

5. 自然气候条件。风、雪、气温特别是地震对结构选型有很大影响，必须综合考虑。

6. 建筑物的造型要求。结构型式必须与建筑密切配合，共同实现适用、经济、安全并且美观的房屋建筑。

7. 技术经济指标。这是选择结构型式的重要因素，但不能片面追求材料指标而忽视结构可靠度，也不能光看设计指

标,要考虑综合经济效果。

结构设计时选择合理的结构方案和结构整体布置是十分重要的。在结构方案和结构整体布置确定后,才能进行个体构件设计。不同的建筑有不同的主体结构,只能根据具体情况作具体分析,不可能千篇一律,一般说来,住宅建筑可选用砖墙、混凝土楼板的混合结构,装配式大板结构,外砌内浇的大模板结构,砌块结构以及框架结构等。单层工业厂房多采用横向排架承重结构。当厂房内无吊车或吊车吨位为1~5吨,跨度在12~18米,高度在4~5米以内,无特殊工艺要求的小型厂房,通常选用混合结构。有重型吊车,跨度在36米以上或有特殊工艺要求(如炼钢车间、铸铁等)的大型厂房,通常用钢屋架、钢筋混凝土柱或全钢结构。其余大部分厂房都可以用钢筋混凝土结构。办公楼、教学楼,轻工业厂房多用混合结构或者采用现浇或预制框架结构。大跨度公共建筑则多用薄壳、网架或悬索结构。

第二节 单层厂房结构

单层厂房结构是由横向结构和纵向连系构件所组成的空间体系。厂房横向结构的型式常用的有两种:排架结构和刚架结构。

排架结构是由屋盖结构(包括屋面板、屋面梁或屋架)、柱及基础等组成。柱和基础的连接做成刚接,屋架或屋面梁与柱的连接做成铰接。这种结构的优点是:便于安装和构件规格统一化;当地基较差而稍有不均匀沉陷时,对结构的影响不大。缺点是:由于大部分节点均为铰接,厂房结构的空間刚度较差,必需加强支撑系统以保证厂房能承受水平荷载。

刚架结构的主要特点是柱与横梁的连接做成刚接,结构稳定性好、重量轻、造价省、但用钢量稍多,施工安装比较麻烦。

目前,在国外的单层厂房中出现了一种新的结构布置方法,即把桥式吊车的吊车梁和厂房承重结构分离开来。这种结构布局对车间内运输设备,提出了新课题,需要全面研究,目前我国还未采用。

1. 排架结构: 按其所用材料的不同分为下列几种:

(1) 钢筋混凝土排架结构(图2-1)

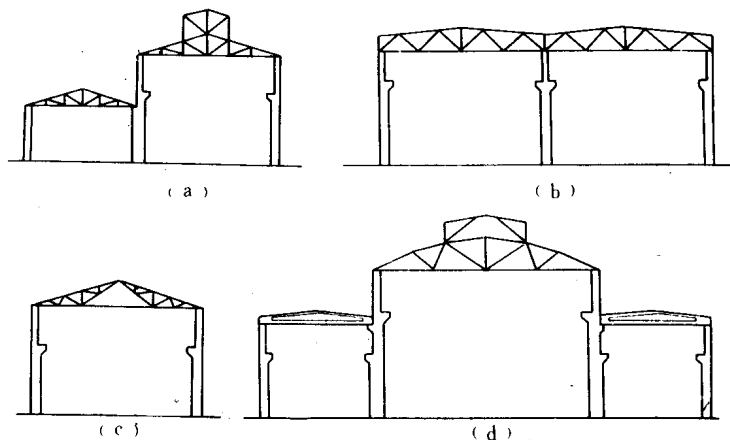


图 2-1 钢筋混凝土排架结构

这种结构的主要构件都采用钢筋混凝土或预应力混凝土构件。根据厂房生产工艺和建筑要求不同,它可分为单跨(图2-1c)、两跨或多跨等高(图2-1b)和两跨(图2-1a)或多跨不等高(图2-1d)等形式。这种结构的耐久性和防火性较好,施工也较方便,是目前国内单层厂房采用最普遍、数量最多的结构型式。它的适用范围很广,跨度可达三十多米,高度可达二十多米,吊车吨位可达一、二百吨。

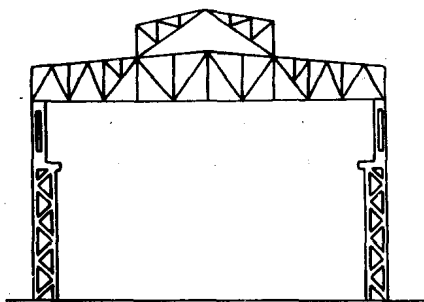


图 2-2 钢屋架和钢筋混凝土柱组成的排架结构

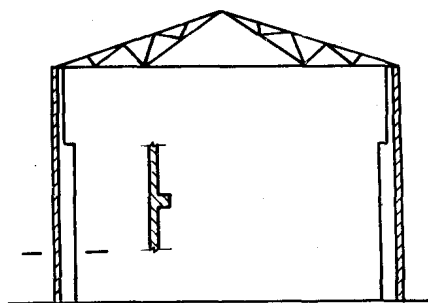


图 2-3 砖排架结构

(2) 钢屋架与钢筋混凝土柱组成的排架结构(图2-2)

这种结构由钢屋架与钢筋混凝土柱组成。吊车梁可用钢筋混凝土的也可用钢的,屋面可采用钢筋混凝土屋面或压型钢板屋面。它一般用于跨度大于三十米的厂房。

(3) 砖排架结构(图2-3)

它与钢筋混凝土排架的不同处是用砖墙、砖柱代替钢筋混凝土柱。屋架可用钢筋混凝土屋架、木屋架或轻钢屋架。

它的特点是造价低,节约钢材、水泥,施工简便,便于土法上马,但承载能力较小,刚度差。它一般用于无吊车或吊车吨位不超过五吨、屋架跨度一般不大于十八米,檐高在八米以下的轻型厂房。

2. 刚架结构

(1) 钢筋混凝土门式刚架(图2-4)

门式刚架的主要特点是屋面梁与柱合为一个构件,转角处为刚接。截面可根据其受力情况做成变截面形式。柱与基础一般做成铰接,使基础不承受弯矩,可减少基础的用料,

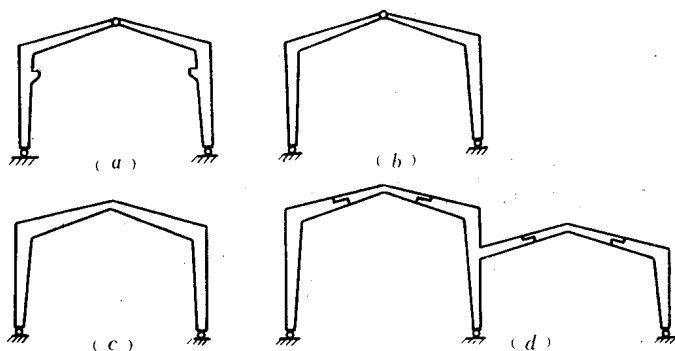


图 2-4 钢筋混凝土门式刚架

同时也可减少基础变形对结构内力的影响。刚架的顶节点如果做成铰接，则为三铰刚架（图2-4a及b）；如果做成刚接，则为两铰刚架（图2-4c及d）。两铰刚架，当跨度较大时，为了便于吊装，可做成三段，在梁截面的弯矩为零（或很小）处设置接头，用螺栓或焊接连接（图2-4d）。门式刚架也用于多跨厂房。当厂房跨度不大、檐口较低、无吊车或吊车吨位小时，门式刚架一般比钢筋混凝土排架结构经济些。两种结构的技术经济比较见表2-1。门式刚架的常用跨度不超过18米，

钢筋混凝土门式刚架与排架经济比较表 表 2-1

结 构 类 型		造 价		混 凝 土		钢 材	
		元 / M ²	%	cm ³ /m ²	%	kg/m ²	%
钢筋混凝土三铰门式刚架		9.27	100	5.25	100	7.16	100
钢筋混凝土 排 架	三铰拱屋架、矩形柱	10.06	109	5.69	108	6.24	87
	组合屋架、矩形柱	11.06	109	5.42	103	7.36	103
	折线形屋架、矩形柱	10.81	117	6.53	124	7.79	109

檐高不超过10米的无吊车或吊车吨位在10吨以下的仓库或车间建筑。有些公共建筑（如食堂、体育练习馆等）也可采用门式刚架，其跨度可以大些。

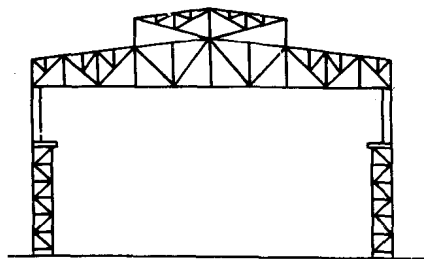


图 2 5 钢框架结构

(2) 钢框架结构

(图2 5)

这种结构的主要构件（屋架、吊车梁、柱）都采用钢结构。钢的上柱升高至屋架上弦，屋架的上、下弦均与上柱相连接，

使屋架与柱形成刚接，提高厂房的横向刚度。这种结构的优点是：承载能力大、刚度大、抗振动好；但是耗钢量大。它一般用于大型、重型、有温度和振动荷载大的厂房。

屋盖有围护和承重两种作用。屋盖构件通常有屋面板、檩条、屋架、天窗架、托架等。在一般单层工业厂房中，屋盖的材料用量和造价占整个厂房的材料用量和总造价的比重较大。例如跨度为24米的钢筋混凝土单层工业厂房，吊车起重量15吨，每平方米建筑面积用钢量为18~20公斤，其中，屋面板占25~30%，屋架占20~30%。屋盖的造价占土建总造价的30~50%。因此，减轻屋盖的自重、降低其造价，是结构和建筑材料改革的重要方面。

屋盖结构根据其构件布置的不同有两种体系：无檩屋盖体系和有檩屋盖体系。有檩屋盖体系可采用轻型屋面材料，重量轻、材料省，但屋面刚度较差，一般用于轻型厂房。无檩屋盖体系刚度大，一般用于中、重型厂房。有关结构的基本构件形式见三、四、五、六章。

第三节 多层房屋结构

除了因生产工艺的限制或使用上的要求必须采用单层房屋外，目前一般的房屋都采用多层的。多层房屋比单层房屋有许多优点：

1. 节约用地。
2. 降低造价。在一定层数内的多层房屋比单层的经济。因为它节省基础工程和屋面工程费用。
3. 节省各种管线和采暖空调等费用。同时还可节省市政建设费用。
4. 满足生产工艺要求。有些工业建筑，生产工艺需要自上而下布置，多层厂房比较合适。
5. 便于人们在工作中加强连系，公用事业的办公用房一般选用多层或高层建筑。
6. 美化城市环境。

多层房屋结构的种类较多，归纳起来主要有框架结构、板柱结构、墙板结构和砌体结构四种。

(一) 框架结构

框架结构是由梁和柱组成承重体系的结构，是多层工业厂房、仓库以及公共建筑广泛采用的结构形式。根据框架布置方向的不同，框架结构有以下三种型式：

1. 横向框架承重

在这类框架中，主梁沿房屋横向布置，楼板和连系梁沿纵向布置。其优点是结构的横向刚度好，框架可以兼受工艺设备产生的垂直荷载和风力、地震力产生的水平荷载。因此在多层厂房中采用较多。缺点是如采用装配式结构，则构件