

建造师执业手册

房屋建筑工程



卜一德 主 编
郭显亮 副主编

中国建筑工业出版社

建造师执业手册

房屋建筑工程

卜一德 主 编
郭显亮 副主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

房屋建筑工程/卜一德主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2006

(建造师执业手册)

ISBN 7-112-08109-2

I. 房… II. 卜… III. 建筑工程—技术手册
IV. TU71-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 014476 号

本书为《建造师执业手册》之一。全书参照全国建造师执业资格考试大纲编写, 包括房屋建筑工程技术篇、房屋建筑工程项目管理篇、房屋建筑工程相关法律法规篇等 3 篇共 16 章内容, 其内容涵盖了所有知识点, 并在叙述上作了适当延伸和扩展, 使读者能够全面了解知识点以外更多、更深入、更详细的专业技术内容, 所以具有定位准确、知识点突出、内容丰富和实用性强的特点。

本书是考生在复习考试阶段不可缺少的辅导用书; 更是以后作为工程技术人员和管理人员, 在日常工作中和继续学习时必备的工具书。

* * *

责任编辑: 郇锁林 岳建光

责任设计: 赵明霞

责任校对: 张景秋 刘 梅

建造师执业手册

房屋建筑工程

卜一德 主 编

郭显亮 副主编

*

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

北京天成排版公司制版

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 45½ 字数: 1134 千字

2006 年 4 月第一版 2006 年 4 月第一次印刷

印数: 1—3 500 册 定价: 82.00 元

ISBN 7-112-08109-2

(14063)

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)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书编写人员名单

主 编 卜一德

副主编 郭显亮

编写人员 万成梅 吕红军 卫 华 向 红 刘培丰 丁玉清
卜春贵 石 玉 张彩平 廖 悦 尚文姝 卜显富
志 强 利 华 张友德 卜显光

前 言

为了加强建设工程项目管理，提高建设工程施工管理人员素质，规范施工管理行为，保证工程质量和施工安全，我国决定建立建造师执业资格制度。这是一项重要的改革举措和制度创新，必将对我国建设工业的发展带来重大而深远的影响。编写本书正是为我国建筑行业建立这一新制度而尽微薄之力。

本书结合新的现行国家建筑工程设计、施工质量验收规范和相关法律法规，参照执业建造师考试大纲有关要求，系统阐述了房屋建筑工程管理与实务方面的理论和应用知识，全书共分三篇十六章，即：房屋建筑工程技术篇，包括：工程力学与工程结构，常用建筑材料，建筑构造，建筑工程施工技术，其他相关知识；房屋建筑工程项目管理篇，包括：房屋建筑工程项目管理，房屋建筑工程项目进度控制，房屋建筑工程项目质量控制，房屋建筑工程项目安全控制，房屋建筑工程项目造价控制，房屋建筑工程项目资源管理，房屋建筑工程项目合同管理，房屋建筑工程项目现场管理，房屋建筑工程项目组织协调；房屋建筑工程相关法律法规篇，包括：房屋建筑工程法规，房屋建筑工程技术标准。

本书由卜一德(教授级高级工程师、终身享受国务院特殊津贴、国家科技进步获得者)主编，郭显亮副主编，参编的人员有：万成梅、吕红军、卫华、向红、刘培丰、丁玉清、卜春贵、石玉、张彩平、廖悦、尚文姝、卜显富、张友德、利华、志强、卜显光。

本书在编写过程中参考了许多相关文献资料，在此谨向有关作者致以衷心感谢。

由于本书编写时间仓促，疏漏之处在所难免，恳望读者和有关专家指正。

卜一德

2006年2月10日

目 录

房屋建筑工程技术篇

1 工程力学与工程结构	3
1.1 杆件强度、刚度和稳定的基本概念	3
1.1.1 杆件的基本受力形式	3
1.1.2 杆件强度的基本概念	5
1.1.3 杆件刚度的基本概念	8
1.1.4 杆件稳定的基本概念	10
1.2 平面力系的平衡方程及杆件内力分析	13
1.2.1 力的基本性质	13
1.2.2 平面汇交力系的平衡方程及应用	19
1.2.3 力矩、力偶的特性及应用	19
1.2.4 用截面法计算单跨静定梁的内力	20
1.2.5 静定桁架的内力计算	21
1.2.6 应力、应变的基本概念	22
1.3 主要工程结构的受力特点及应用	23
1.3.1 混凝土结构的受力特点及应用	23
1.3.2 钢筋混凝土梁的配筋原理及构造要求	25
1.3.3 连续混凝土梁、板的受力特点及配筋构造	29
1.3.4 钢结构构件的受力分析及连接类型	36
1.3.5 钢结构构件制作、运输、安装、防火与防锈	45
1.3.6 砌体结构的特点及适用范围	82
1.3.7 砌体结构静力计算原理和主要构造	86
1.3.8 木结构的受力特点及应用	95

1.4 常用房屋结构的形式、体系和受力特点	114
1.4.1 单层厂房的结构组成、布置与荷载传递途径	114
1.4.2 多、高层房屋的结构体系(框架、剪力墙)的受力特点和结构布置	125
1.4.3 大跨度房屋结构的主要类型与受力特点	143
1.5 建筑抗震基本知识	148
1.5.1 地震震级和烈度	148
1.5.2 抗震设计原则	149
1.5.3 抗震构造措施	150
2 常用建筑材料	152
2.1 建筑材料基本知识	152
2.1.1 建筑材料分类	152
2.1.2 建筑材料基本性质	152
2.2 常用无机非金属材料的性质、技术要求及应用	158
2.2.1 天然石材	158
2.2.2 烧土制品及玻璃	161
2.2.3 气硬性胶凝材料	176
2.2.4 水泥	180
2.2.5 普通混凝土组成材料技术要求	186
2.2.6 拌合物的和易性及其影响因素	189
2.2.7 混凝土强度、变形、耐久性及其影响因素	191
2.2.8 常用混凝土外加剂的作用和种类	198
2.3 常用建筑钢材的品种及技术要求	200
2.3.1 常用建筑钢材品种	200
2.3.2 建筑钢材的物理力学性能和	

技术要求	202	3.7.1 门、窗的形式与尺度	304
2.3.3 钢材化学成分及其对钢材		3.7.2 木门窗构造	305
性能的影响	222	3.7.3 钢门窗构造	306
2.4 其他常用建筑材料的		3.7.4 铝合金及塑料门窗	306
主要品种与应用	223	4 建筑工程施工技术	313
2.4.1 木材	223	4.1 土石方工程施工	313
2.4.2 沥青和沥青混合料	227	4.1.1 岩土的工程分类和	
2.4.3 合成高分子材料	232	工程性质	313
2.4.4 铝及铝合金	237	4.1.2 基坑(槽)土方工程	
2.4.5 绝热及吸声材料	238	施工开挖	317
2.4.6 建筑防腐材料	247	4.1.3 基坑验槽	337
2.4.7 建筑防火材料	247	4.1.4 回填土及压实	343
2.4.8 常用装饰材料	255	4.2 地基处理与基础工程施工的	
2.4.9 新型建筑材料	256	技术要求与方法	345
3 建筑构造	263	4.2.1 常用的地基处理方法	345
3.1 绪论	263	4.2.2 混凝土刚性基础施工	346
3.1.1 民用建筑物的构造组成	263	4.2.3 混凝土扩展基础和	
3.2 基础	266	条形基础施工要点	347
3.2.1 基础的一般规定	266	4.2.4 杯形基础施工要点	348
3.2.2 扩展基础	269	4.2.5 筏形基础施工要点	348
3.3 墙(柱)建筑构造	271	4.2.6 箱形基础施工要点	349
3.3.1 墙体类型及设计要求	271	4.2.7 钢筋混凝土预制桩基础施工	
3.3.2 砌体墙柱构造	275	和技术要求	349
3.3.3 钢筋混凝土剪力墙	275	4.2.8 混凝土灌注桩施工工艺	351
3.3.4 隔墙构造	275	4.2.9 地下连续墙的工艺原理和	
3.4 楼地面建筑构造	281	施工工艺标准	367
3.4.1 楼板层的基本组成及		4.3 主体结构施工	372
设计要求	281	4.3.1 混凝土及预应力结构施工	372
3.4.2 楼板的类型及选用	282	4.3.2 砌体结构施工	392
3.4.3 钢筋混凝土楼板	282	4.3.3 钢结构施工	401
3.4.4 地坪层构造	283	4.4 防水工程施工	401
3.4.5 楼地面构造	284	4.4.1 屋面防水等级和设防要求	401
3.4.6 顶棚建筑构造	287	4.4.2 卷材防水施工	401
3.4.7 阳台及雨篷	291	4.4.3 涂膜防水屋面施工	405
3.5 楼梯	293	4.4.4 刚性防水施工	407
3.5.1 楼梯的组成、形式及尺度	293	4.4.5 地下防水工程施工	409
3.5.2 室外台阶构造	295	5 其他相关知识	414
3.6 屋顶建筑构造	296	5.1 施工测量基础知识	414
3.6.1 屋顶的形式	296	5.1.1 地形图的应用	414
3.6.2 屋面设计要求	296	5.1.2 常用工程测量仪器	421
3.6.3 屋面细部构造	297	5.1.3 建筑施工测量	424
3.7 门、窗建筑构造	304	5.2 建筑防火基本知识	455

5.2.1 建筑火灾的发生和发展	455
5.2.2 建筑防火设计	456
5.2.3 建筑防火与灭火	457
5.3 城市绿化和古建筑的 基本知识	459
5.3.1 城市绿化基本知识	459
5.3.2 古建筑基本知识	460
5.4 人防工程的基本知识	462
5.4.1 人防工程的基本概念	462
5.4.2 人防工程的防护作用	462
5.4.3 人防工程的建设原则 和措施	463
5.4.4 人防工程的抗力标准	463
5.4.5 城市人防工事早期核 辐射的防护	463

房屋建筑工程项目管理篇

6 房屋建筑工程项目管理	469
6.1 施工项目管理内容及程序	469
6.1.1 项目管理内容	469
6.1.2 项目管理程序	469
6.2 施工项目管理规划	469
6.2.1 施工项目管理规划的作用	469
6.2.2 施工项目管理规划 大纲的编制	470
6.2.3 施工项目管理规划大纲的 内容及编制方法	471
6.2.4 施工项目管理实施 规划的作用	474
6.2.5 施工项目管理实施 规划的编制	474
6.2.6 施工项目管理实施 规划的内容	475
6.3 项目经理责任制	480
6.3.1 项目经理责任制的作用	480
6.3.2 项目经理责任制的内容	480
6.3.3 施工项目经理进行项目 管理的基本要求	480
6.3.4 项目管理目标责任书	480
6.3.5 项目经理的责、权、利	481
6.3.6 项目经理部	481
6.4 房屋建筑工程承包	

基本知识	482
6.4.1 工程总承包企业	483
6.4.2 工程项目管理总承包企业	484
6.4.3 施工总承包企业	484
6.4.4 专业承包企业	484
6.4.5 劳务分包企业	485
6.4.6 建筑企业资质的审批	485
7 房屋建筑工程项目进度控制	486
7.1 流水施工法	486
7.1.1 流水施工基本知识	486
7.1.2 流水施工的组织方法	490
7.1.3 施工项目流水施工 进度计划	493
7.2 进度计划编制技术	497
7.2.1 网络计划技术	497
7.2.2 甘特图	521
7.3 施工进度控制	523
7.3.1 施工建设控制原理	523
7.3.2 影响施工项目进度的因素	524
7.3.3 施工项目施工方法和措施	524
7.3.4 施工项目进度控制过程	525
7.3.5 施工项目进度计划的 实施与检查	527
7.3.6 施工项目进度计划调整	530
8 房屋建筑工程项目质量控制	533
8.1 工程质量控制	533
8.1.1 施工项目质量的特点	533
8.1.2 施工生产要素质量控制	533
8.1.3 施工过程(事前、事中、事后) 质量控制	535
8.1.4 质量控制点的设置及管理	536
8.1.5 质量管理的基本环节	538
8.2 工程质量事故分析和处理	539
8.2.1 工程质量事故特点	539
8.2.2 工程质量事故处理 依据和程序	541
8.2.3 工程质量事故综合分析	544
8.2.4 工程质量事故处理	547
8.2.5 工程质量通病的原因及分析	550
8.3 工程质量验收	552
8.3.1 工程质量验收的内容	552
8.3.2 工程质量验收的程序和组织	569

8.3.3 工程质量验收不符合要求时的处理	571	10.5.1 项目成本偏差的数量分析	621
9 房屋建筑工程项目安全控制	572	10.5.2 项目成本偏差的原因分析	625
9.1 施工项目安全管理的体系和控制	572	10.5.3 项目成本纠偏的对策措施	628
9.1.1 施工项目安全管理体系	572	10.5.4 项目后期成本的趋势预测	628
9.1.2 施工过程安全控制	579	11 房屋建筑工程项目资源管理	630
9.2 建筑施工安全检查标准	586	11.1 人力资源管理与行为科学	630
9.2.1 概述	586	11.1.1 工程施工项目人力资源	
9.2.2 《检查标准》评分内容、评分方法和评价等级	587	资源管理内容	630
9.3 职业安全健康管理体系的流程和运用	588	11.1.2 工程施工项目人力资源	
9.3.1 职业安全健康管理		资源管理的方法	630
体系建立流程	588	11.1.3 行为科学的应用实例	633
9.3.2 职业安全健康管理体系运行	588	11.1.4 人力资源管理的结果	634
9.4 环境管理体系的建立和运行	589	11.2 材料采购和 ABC 方法的应用	634
9.4.1 环境管理体系的建立	589	11.2.1 材料采购	634
9.4.2 环境管理体系的运行	590	11.2.2 ABC 分类管理法应用	636
10 房屋建筑工程项目造价控制	591	11.3 机械设备选购及使用	638
10.1 工程造价的计算	591	11.3.1 建筑机械设备选购的原则	638
10.1.1 设备及工器具购置		11.3.2 机械设备的选择和评价	639
费的计算	591	11.3.3 机械设备的合理使用	640
10.1.2 建筑安装工程费用计算	594	12 房屋建筑工程项目合同管理	641
10.2 投标报价的计算	597	12.1 工程项目招投标	641
10.2.1 工程量清单的作用	597	12.1.1 工程项目招投标有关	
10.2.2 工程量清单的编制	597	法律法规	641
10.2.3 工程量清单的计价格式	604	12.1.2 工程项目招标方式	641
10.3 工程价款的结算	608	12.1.3 工程项目施工招投标程序	642
10.3.1 工程预付款的结算	608	12.1.4 投标策略与技巧	646
10.3.2 工程进度款的结算与支付	610	12.2 建筑工程施工合同管理	648
10.3.3 工程竣工结算	611	12.2.1 建筑工程施工合同分类	648
10.3.4 工程价款结算争议处理	612	12.2.2 施工合同文件的组成及	
10.4 成本控制	613	解释顺序	648
10.4.1 施工项目成本控制的		12.3 建筑工程施工索赔	650
对象和内容	613	12.3.1 施工索赔的内容	650
10.4.2 施工项目成本控制的原则	613	12.3.2 施工索赔的程序	652
10.4.3 施工项目成本控制的方法	614	12.3.3 施工索赔的证据和	
10.4.4 施工项目成本控制措施	619	索赔文件	654
10.5 成本分析与预测	621	12.3.4 施工索赔的计算	656
		13 房屋建筑工程项目现场管理	658
		13.1 施工临时供水计算	658
		13.1.1 施工现场临时供水的计算	658
		13.1.2 施工现场临时供水	

计算实例	660	15.1 城市建设有关法规	685
13.2 施工现场临时用电	661	15.1.1 城市建设土地使用权的方式及 条件、土地使用权的年限	685
13.2.1 施工现场临时用电计算	661	15.1.2 房屋拆迁的程序	686
13.2.2 施工现场临时用电计算 实例	662	15.1.3 建筑工程施工招投标法规	689
13.3 施工总平面图的 设计及管理	667	15.1.4 建筑工程施工许可 证制度法规	689
13.3.1 施工总平面图设计	667	15.2 建筑工程施工质量 管理法规	691
13.3.2 施工现场综合管理	670	15.2.1 建筑业企业应具备的 条件及资质管理	691
14 房屋建筑工程项目组织协调	673	15.2.2 建筑业企业的质量责任 及权利	692
14.1 施工项目协调的 作用与意义	673	15.2.3 房屋建筑工程质量保修及 经济责任	693
14.2 施工项目经理部的 内部关系协调	674	15.3 建筑工程施工安全及 施工现场管理法规	694
14.2.1 内部人际关系的协调	674	15.3.1 建筑安全生产责任制	694
14.2.2 项目经理部与企业管理层 关系的协调	675	15.3.2 施工现场管理的责任人和 责任单位	694
14.2.3 项目经理部内部供求关系 的协调	676	15.3.3 施工现场的文明施工管理	695
14.2.4 施工项目经理部的内部关 系协调	677	15.3.4 施工现场的环境保护	696
14.3 施工项目经理部的外部 关系协调	678	15.3.5 施工现场特殊情况的处理	696
14.3.1 项目经理部与发包人之间 的协调	678	15.3.6 工程重大事故的概念及其后 报告和调查程序	696
14.3.2 项目经理部与监理单位 关系的协调	679	15.4 工程建设其他有关法规	698
14.3.3 项目经理部与设计单位 关系的协调	680	15.4.1 城市规划的基本概念	698
14.3.4 项目经理部与材料供应 人关系的协调	680	15.4.2 建设工程规划许可证 的作用	699
14.3.5 项目经理部与分包人关 系的协调	680	15.4.3 房屋建筑工程和基础 设施竣工验收备案制度	699
14.3.6 项目经理部与其他单位 关系的协调	680	15.4.4 城市建设档案管理制度	700
14.3.7 远外层关系的协调	681	16 房屋建筑工程技术标准	702
14.3.8 施工项目经理部的外部 关系协调实例	681	16.1 房屋建筑工程技术 标准体系	702
		16.1.1 房屋建筑施工质量与安全专业 标准分体系 [3] 4 框图	702
		16.1.2 房屋建筑施工质量与安全 专业标准体系 [3] 4 表	703
		16.1.3 房屋建筑工程常用技术标准 重要内容摘录	706
		16.2 房屋建筑工程建设标准	

房屋建筑工程相关法律法规篇

15 房屋建筑工程法规	685
--------------------------	-----

类别与管理	707	16.2.3 标准的代号与编号	710
16.2.1 工程建设标准的类别	707	16.2.4 房屋工程建设标准的管理	715
16.2.2 标准分级	708	参考文献	716

房屋建筑工程技术篇

1 工程力学与工程结构

1.1 杆件强度、刚度和稳定的基本概念

1.1.1 杆件的基本受力形式

1.1.1.1 结构杆件的基本受力形式

按其变形特点可归结为以下五种，即拉伸、压缩、弯曲、剪切和扭转。

1.1.1.2 杆件结构形式与分类

在结构力学中，通常以结构计算简图来代替实际结构，为简单起见，以下简称为结构。

杆件结构是应用最多、使用最广的一种结构形式，因此种类甚多，根据不同的特点及形式，可有不同的分类方法。下面介绍几种较为重要的分类方法。

(1) 按计算特点划分

1) 静定结构

结构在任意荷载作用下，其反力和内力仅由静力平衡条件就能确定的，称为静定结构。

例如图 1-1-1(a)所示的悬臂梁，其反力和任一截面的内力均可由平衡条件求得，故它是静定结构。

2) 超静定结构

结构在任意荷载作用下，除应用静力平衡条件外，还必须考虑结构的变形协调条件，才能求得其全部反力和内力的，则称为超静定结构。例如图 1-1-1(b)所示的梁，它具有四个未知反力，可是从该梁的整体平衡条件考虑，却只能建立三个独立的平衡方程。因此，若要求出这些反力，则还必须根据梁的实际变形情况，如 A 或 B 点的竖向位移为零，建立一个变形协调方程，因而它是超静定结构。

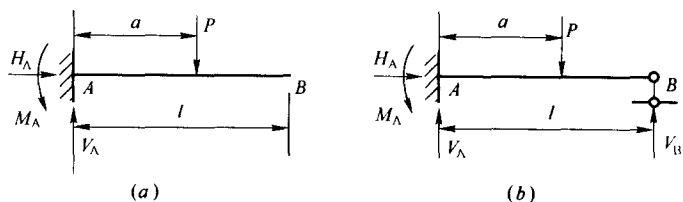


图 1-1-1 静定和超静定结构架

(2) 按结构形式划分

1) 梁

梁是一种受弯杆件，其轴线通常为直线，有静定的，也有超静定的。可以是单跨的(图 1-1-1)，也可以是多跨的(图 1-1-2)。其中，静定的多跨梁，称为多跨静定梁(图 1-1-2a)；超静定的多跨梁，称为连续梁(图 1-1-2b)。

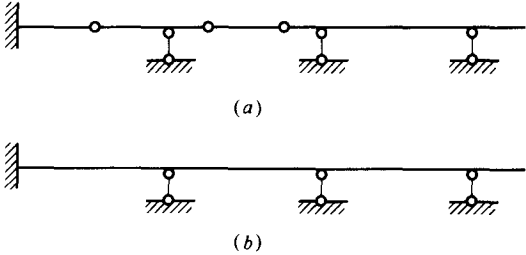


图 1-1-2 多跨静定和超静定

2) 拱

拱的轴线通常为曲线，(如图 1-1-3)它的特点是，在竖向荷载作用下能产生水平反力，从而可以大大减小拱截面内的弯矩，所以能做成很大的跨度。在工程中常用的有三铰拱(图 1-1-3a)、二铰拱(图 1-1-3b)和无铰拱(图 1-1-3c)，其中三铰拱是静定的，而后两者则是超静定的。在一般情况下，拱截面内有弯矩、剪力和轴向力等三种内力，但轴向力往往是主要的。

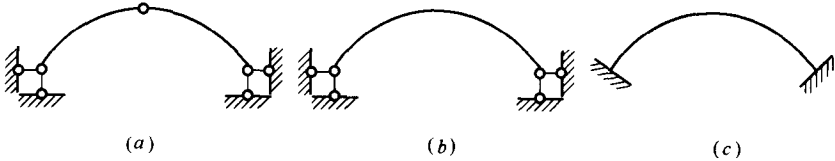


图 1-1-3 静定和超静定拱式结构

3) 桁架

仅在两端与铰接点相连的直杆称为链杆。全部由链杆和铰接点组成的结构，称为桁架。当其支座性质与梁的支座相同时，称它为梁式桁架(图 1-1-4a)，与拱的支座相同时，称它为拱式桁架。图 1-1-4(b)所示的桁架与三铰拱是相似的，不同的仅是把两边曲杆分别改换成桁架，所以常称它为三铰拱式桁架。梁式桁架和拱式桁架都有静定和超静定的两类。上述桁架都是静定的，而图 1-1-4(c)所示则为超静定桁架。若荷载仅作用在桁架的节点上，则其每根杆件将只承受轴向内力。

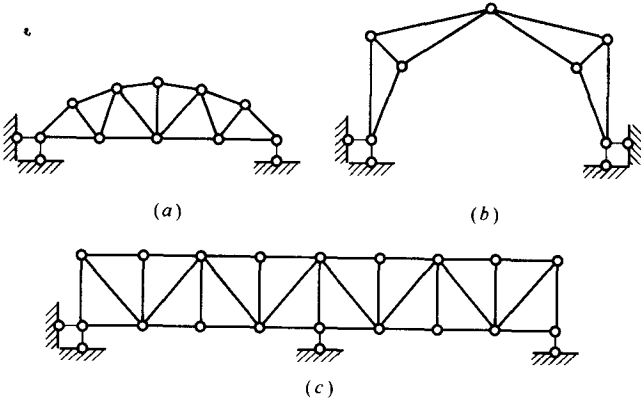


图 1-1-4 梁式桁架、拱式桁架和超静定桁架

4) 刚架

由梁和柱等直杆全部或部分采用刚性连接组合而成的结构,称为刚架(或框架)。刚架的形式很多,可以因需要不同而异,有单跨单层的(图 1-1-5a),有多跨单层的(图 1-1-5b),有单跨多层的(图 1-1-5c),也有多跨多层的(图 1-1-5d)等。在实用上,静定的刚架很少,大多数的刚架是超静定的。在刚架杆件中,通常有弯矩、剪力和轴向力等三种内力。除了工业厂房中支承吊车梁的柱子其轴向力较大外,一般说来,刚架的杆件主要承受弯曲。

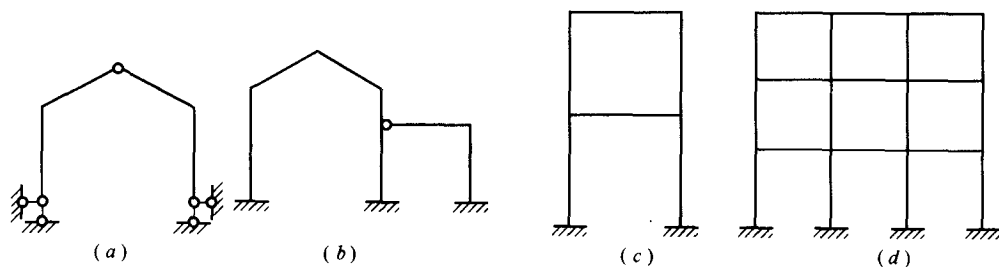


图 1-1-5 刚架结构

5) 组合结构

由只承受轴向力的链杆和主要承受弯曲组合形成的结构,称为组合结构。例如屋架为组合结构,其中上弦杆为受弯杆件,其余各杆均为链杆。在工业厂房中,当吊车梁的跨度较大(12m 以上)时,亦常采用组合结构,工程界称它为桁架式吊车梁(图 1-1-6)。此外,起重量较大的桥式起重机的行车大梁和塔式起重机小车变幅的水平吊臂等,也经常采用组合结构。常见的组合结构,多数是超静定的。

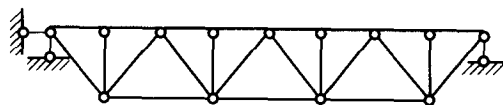


图 1-1-6

6) 悬吊结构

此类结构的特点是,通常以仅能承受拉力的柔性缆索作为主要受力构件。在桥梁工程中,常用的悬吊结构有:柔式(无加劲梁或加劲桁架的)悬索桥(图 1-1-7a),劲式(有加劲梁或加劲桁架的)悬索桥(图 1-1-7b),以及缆索倾斜设置的斜拉桥(图 1-1-7c、d)等。在房屋顶盖结构中,有单曲悬索结构,其屋顶形成一个柱面,也有双曲悬索结构,其屋顶则形成一个(凹进、凸出或鞍形的)曲面。图 1-1-8 所示为北京工人体育馆钢索沿径向设置的圆形双层悬索结构顶盖,它由圆筒形钢制内环、钢筋混凝土外环以及张拉于内外环之间的双层钢索所组成,上、下两层钢索是错开布置的,整个屋盖的形状就像一只水平放置的自行车轮子。

除以上两种分类方法外,按照杆件轴线及荷载作用线在空间所处的位置,亦可把杆件结构划分为平面结构和空间结构。

1.1.2 杆件强度的基本概念

1.1.2.1 结构杆件强度要求。在规定的荷载作用下,保证结构杆件不因材料强度发

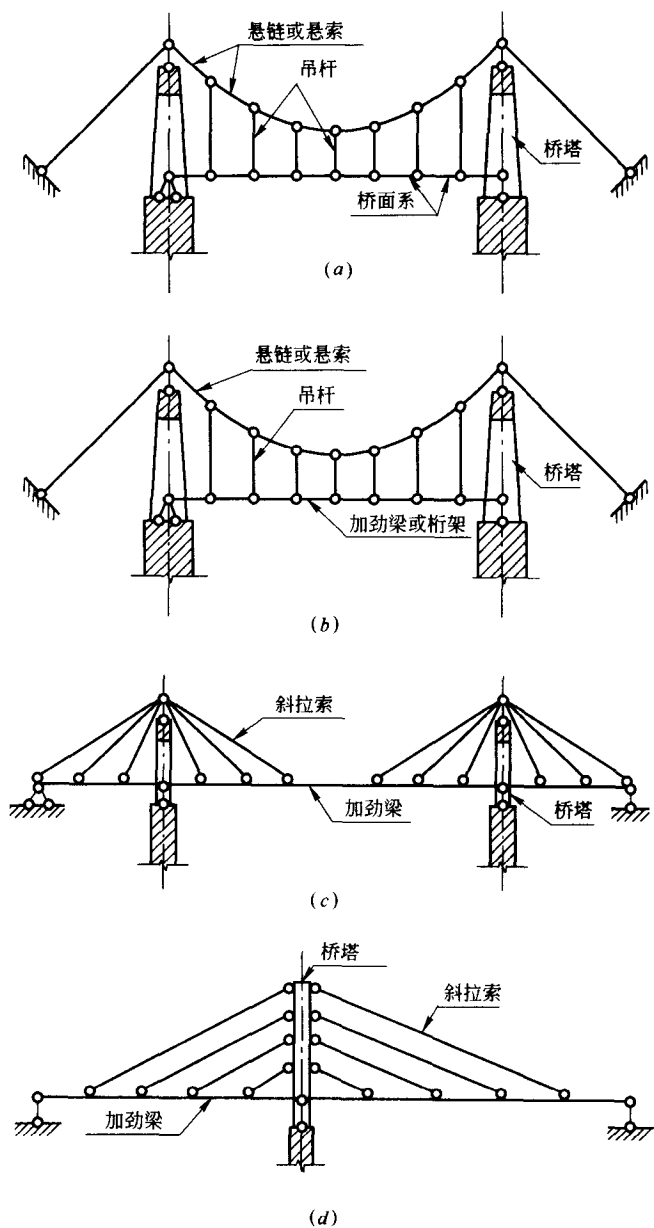


图 1-1-7 悬吊结构
(a)柔性悬索桥；(b)劲式悬索桥；(c)辐射式斜拉桥；(d)竖琴式斜拉桥

生破坏的要求，称为强度要求。

1.1.2.2 杆件强度的计算：

结构在外力作用下，在构件内所产生的最大应力不应超过某一安全值，以确保结构的安全。这一安全值就叫做容许应力，一般用 $[\sigma]$ 表示。

塑性材料的容许应力按下式确定