

高等学校教材

建筑力学 第三分册

结构力学 第4版

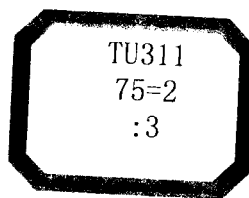
Structural Mechanics

李家宝 洪范文 主编

李家宝 洪范文 童桦 刘兴彦 编



高等教育出版社
Higher Education Press



高等学校教材

建筑力学 第三分册

结构力学

(第4版)

李家宝 洪范文 主编

李家宝 洪范文 童桦 刘兴彦 编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是在《建筑力学》第三分册《结构力学》(第三版)的基础上,按2004年教育部高等学校非力学类专业力学基础课程教学指导分委员会通过的“结构力学课程教学基本要求(B类)”修订而成。

全书主要内容有:绪论,几何组成分析,静定结构的内力分析,静定结构的位移计算,力法、位移法和力矩分配法,结构的计算简图和简化分析,并附有思考题和习题。在保持原版教材特色的基础上,侧重介绍结构力学的基本原理和基本方法,突出结构受力特性和定性分析,强调学生的能力训练。

本书第二版曾获国家教委第二届高等学校优秀教材二等奖。全书内容少而精,论述严谨,文字简练,联系实际,便于教学。

本书适用于高等学校建筑学、城市规划、给水排水工程、工程管理等土建、水利类本科非结构专业的教学,也可用作土建类专业其他层次的教材,以及供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学.第三分册,结构力学/李家宝,洪范文主编. —4版. —北京:高等教育出版社,2006.6
ISBN 7-04-019328-0

I. 建... II. ①李...②洪... III. ①建筑力学-高等学校-教材 ②结构力学-高等学校-教材 IV. TU311②O342

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第032337号

策划编辑 黄毅 责任编辑 李淑 封面设计 张楠 责任绘图 朱静
版式设计 马静如 责任校对 康晓燕 责任印制 毛斯璐

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
		网上订购	http://www.landaco.com
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司		http://www.landaco.com.cn
印 刷	北京宏伟双华印刷有限公司	畅想教育	http://www.widedu.com
		版 次	1980年3月第1版
开 本	787×1092 1/16		2006年6月第4版
印 张	11.25	印 次	2006年6月第1次印刷
字 数	260 000	定 价	13.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19328-00

第一版前言

按1977年11月高等学校工科力学教材会议制定的教材建设规划,湖南大学、哈尔滨建筑工程学院、重庆建筑工程学院三院校为土建类的建筑学、给水排水、建筑材料、采暖通风等专业编写了这套中学时的建筑力学教材。本教材共分三个分册:第一分册——理论力学,第二分册——材料力学,第三分册——结构力学。为了便于选用本教材,在编写时我们既注意了这三部分内容的相互联系和配合,又保持了各自相对的独立性和理论的系统性。

本书是建筑力学的第三分册——结构力学。在编写过程中注意贯彻辩证唯物主义观点和理论联系实际的原则,力求做到内容精炼,由浅入深,便于自学。在介绍结构力学的基本计算原理和计算方法的基础上,适当写了一部分与现代结构力学发展相适应的新内容,为读者今后继续学习和掌握新方法、新技术提供必要的结构力学基础知识。

全部讲授完本书的内容约需80~90学时。采用本教材时,可根据各专业的不同要求和学时数对内容酌情取舍。第九章的内容如果没有时间讲授,可留作自学,或者根据实际情况另作专题讲授。在每章书后均附有一定数量的习题,可根据需要全做或选做。

本书由天津大学(主审)、北京工业大学(主审)、西安冶金建筑学院、武汉建筑材料工业学院、清华大学、重庆建筑工程学院、北京建筑工程学院、同济大学等院校的部分结构力学教师审阅。

本书由湖南大学主编,参加编写工作的有:湖南大学李家宝(第一、四、五、六、七章)、王兰生(第二、三、八章)、哈尔滨建筑工程学院范乃文(第九章)。由于编者水平有限,希望使用本书的教师和读者对书中的缺点和错误予以批评指正。

编者

1978年12月

第二版前言

本书是在第一版的基础上,参照1986年10月高等学校工科结构力学课程教学指导小组制订的给水排水、建筑学、建筑材料等非结构专业的结构力学课程教学基本要求进行修订的。

修订时,注意到下列几点:

1. 本书第一版的主要内容基本符合本课程教学基本要求(50~60学时),故修订时保持不变。

2. 为了便于教与学,对静定结构的内力计算、力法和位移法三章,在教学方法方面作了一些修改和补充。在结构的位移计算中,对虚功原理不作严格论证,只在讲清虚功的基础上,说明虚功原理的意义,然后着重介绍单位荷载法及其应用。

3. 结构力学课程教学基本要求指出,各校可根据专业需要增加“结构矩阵分析”或其他有关内容。这次修订,对第九章在保持第一版特点的基础上进行了改写,并附有平面刚架分析程序。此外,为了适应不同专业、不同要求和不同学时的需要,对第一版中有关影响线和内力包络图等内容仍然保留。这些选学内容均在标题前以“*”号注明。

4. 从培养学生自学能力和分析能力的要求出发,以及为了贯彻理论联系实际的原则,这次修订增加了第十章“结构的计算简图和简化分析”。

5. 各章的习题作了适当调整,并增加了思考题,习题后附有答案,以便于自学参考。

这次修订由湖南大学李家宝担任主编,参加编写工作的有:李家宝(第一、四、十章)、王兰生(第六、七、八、九章)、李存权(第二、三、五章)。

本书由西安冶金建筑学院王荫长教授、南京工学院单炳梓教授审阅。

由于编者水平所限,恳请读者对书中存在的问题和不足之处多加批评指正。

编者

1988年1月

第三版前言

本书是在建筑力学第三分册《结构力学》(第二版)的基础上,根据1995年国家教委审定的高等工业学校土建、水利类非结构专业“结构力学课程教学基本要求”(少学时)进行修订的。

这次修订在保持前版教材特色的基础上注意进一步加强对结构力学基本原理和基本方法的论述和训练,在个别章节删去了少量内容,适当增补了加强基本训练的思考题和习题;突出常用结构的受力分析和受力特性,注意静定结构和超静定结构的综合论述和小结。本书使用了国家标准(GB 3100~3102—93)《量和单位》。书中以“*”号注明的章节,仍为适应不同专业需要的选学内容。

本次修订工作是在李家宝、洪范文主持下进行的,参加修订工作的有李家宝(第一、十章)、汪梦甫(第六、七、八、九章)、童桦(第二、三、四、五章),最后由李家宝、洪范文定稿。衷心感谢湖南大学结构力学教研室王兰生教授、李存权教授对这次修订工作的关心与支持,他们提供了非常宝贵的具体修改意见,还参与了一些修订工作。

由于编者水平所限,书中不足之处,望读者多加指正。

编者

1998年3月

第四版前言

本书是在《建筑力学》第三分册《结构力学》(第三版)的基础上,根据2004年教育部高等学校非力学类专业力学基础课程教学指导分委员会通过的“结构力学课程教学基本要求(B类)”修订的。

这次修订在保持前版教材特色的基础上,除注意加强对结构力学基本原理和基本方法的论述和训练,突出常用结构的受力分析和受力特性,注意静定结构和超静定结构的综合论述和小结外,删去和调整了部分章节,进一步对内容进行了提炼和精简,以更好适应当前教学的需要。书中以“*”号注明的章节,仍为适应不同需要的选学内容。

本次修订工作是在李家宝、洪范文主持下进行的,参加修订工作的有洪范文(第一章)、童桦(第二、三、四章)、刘兴彦(第五、六章)、李家宝(第七章),最后由李家宝、洪范文定稿。

本修订版请东南大学单建教授审阅,审阅中提出的许多宝贵意见,对本书帮助极大。在修订过程中,我们还得到了湖南大学教务处和教材代办站的大力支持,谨此表示真诚的谢意。

由于编者水平所限,书中不足之处,恳请专家、读者不吝指正。

编者

2005年8月

本书符号表说明

本书贯彻执行国家技术监督局发布的国家标准(GB 3100~3102—93)《量和单位》,在实施国家标准的过程中,为保证国家标准和现有惯例的衔接,本书在以下三方面作了认真的考虑,现作如下说明,请读者注意。

1. 国家标准规范的物理量的名称和符号,按国家标准使用,注重量的物量属性。如,旧称剪应变 γ ,现改称切应变;又如,各种力(包括荷载、反力和内力)都用 F 作为主符号,而将其特性以下标(上标)表示等等。

2. 对于在结构力学中广泛使用的广义力(包括力与力偶)和广义位移(包括线位移与角位移),为了体现其广义性(有时还有未知性),兼顾全书叙述的统一和表达的简洁、完整,本书仍沿用 X (多余力), R 和 r (约束反力)、 Δ 和 δ (位移)、 c (支座位移)等广义物理量。至于上述物理量在具体问题中对应的量和相应单位,则视具体问题而定。

3. 在结构力学方法、位移法和位移计算中普遍应用的单位力 $\bar{X}=1$ 和 $F_p=1$ 等及单位位移 $\bar{Z}=1$ 和 $\Delta=1$ 等,按照国家标准,这些物理量应由数值和单位符号的乘积组成,其表达式为 $A=\{A\}\cdot[A]$,式中 A 为该物理量的符号, $[A]$ 为其某一种单位的符号, $\{A\}$ 是以 $[A]$ 为单位时该量的数值。据此,如单位广义力的规定写法应为 $\{\bar{X}\}=1$,即采用某一力的单位时该力的数值为1。为了书写方便,均简记为 $\bar{X}=1$,其余的单位量与此类同。

主要符号表

A	面积	M	力矩、力偶、力偶矩、弯矩
c	广义支座位移	M^F	固端弯矩
C	弯矩传递系数	q	均布荷载集度
d	节间长度	r, R	广义约束反力
E	弹性模量	S	静矩(截面一次矩)、转动刚度
f	拱高	u	水平位移
F_P	荷载、作用力	v	竖向位移、挠度
F_H	水平推力	V	虚应变能
F_{Ax}, F_{Ay}	A 处支座(约束)反力	W	功、虚功
F_N	轴力	X	广义多余力
F_N^L, F_N^R	截面左、右的轴力	Z	广义未知位移
F_Q	剪力	γ	切应变
F_Q^L, F_Q^R	截面左、右的剪力	δ, Δ	广义位移
F_Q^F	固端剪力	ε	线应变
G	切变模量	θ	角位移、转角
i	线刚度	κ	曲率
I	惯性矩(截面二次矩)	μ	力矩分配系数
l	长度、跨度	φ	转角、角位移

目 录

第 1 章 绪论	1	§ 5-1 力法的基本概念	80
§ 1-1 杆件结构力学的研究对象和任务	1	§ 5-2 力法的典型方程	83
§ 1-2 杆件结构的计算简图	3	§ 5-3 用力法计算超静定刚架	87
§ 1-3 杆件结构的类型	6	§ 5-4 对称性的利用	91
§ 1-4 荷载的分类	8	§ 5-5 等截面单跨超静定梁的杆端内力	97
第 2 章 几何组成分析	10	思考题	105
§ 2-1 几何组成分析的目的和概念	10	习 题	105
§ 2-2 几何不变体系的简单组成规则	12	习题部分答案	108
§ 2-3 几何组成分析示例	15	第 6 章 位移法和力矩分配法	109
§ 2-4 静定结构和超静定结构	16	§ 6-1 位移法的基本概念	109
思考题	17	§ 6-2 位移法基本未知量的确定	113
习 题	17	§ 6-3 位移法的计算步骤和示例	115
习题部分答案	19	§ 6-4 位移法的典型方程	120
第 3 章 静定结构的内力分析	20	§ 6-5 力矩分配法的基本概念	124
§ 3-1 杆件内力计算	20	§ 6-6 用力矩分配法计算连续梁和无结 点线位移刚架	130
§ 3-2 静定梁	21	§ 6-7 超静定结构的受力分析和变形 特点	136
§ 3-3 静定刚架	24	思考题	139
§ 3-4 三铰拱	32	习 题	139
§ 3-5 静定桁架	39	习题部分答案	142
§ 3-6 静定结构的内力分析和受力特点	44	* 第 7 章 结构的计算简图和简化分析	144
思考题	47	§ 7-1 概述	144
习 题	48	§ 7-2 将空间结构分解为平面结构	147
习题部分答案	51	§ 7-3 将板壳结构简化为交叉体系	149
第 4 章 静定结构的位移计算	53	§ 7-4 将结构分解为基本部分和附属 部分	152
§ 4-1 结构位移和虚功的概念	53	§ 7-5 忽略次要变形	155
§ 4-2 变形体系的虚功原理和单位荷载法	56	索引	158
§ 4-3 静定结构由荷载引起的位移	61	主要参考文献	160
§ 4-4 图乘法	66	Synopsis	161
§ 4-5 互等定理	72	Contents	162
思考题	75	主编简介	164
习 题	77		
习题部分答案	79		
第 5 章 力法	80		

第 1 章

绪 论

§ 1-1 杆件结构力学的研究对象和任务

土木工程中的各类建筑物和构筑物,例如房屋(图 1-1~图 1-4)、桥梁(图 1-5)、水池(图 1-6)、挡土墙(图 1-7)等,在使用过程中,都要承受各种荷载的作用。这种承受荷载的建筑物和构筑物或其中的某些受力构件,都可称为结构。图 1-1 所示由屋架、柱子、吊车梁、屋面构件及基础等组成的工业厂房的空间骨架就是结构的典型示例。

结构的类型是多种多样的,就几何特征区分,有杆件结构(图 1-1)、薄壁结构(图 1-3、1-4 中的屋面和图 1-6)和实体结构(图 1-7)三类。杆件的基本特征是它的长度远大于其他两个方向的尺度——截面的宽度和高度,杆件结构便是由若干这种杆件所组成的。薄壁结构是厚度远小于其他两个尺度的结构。平面板状的薄壁结构称为薄板,由若干块薄板可组成其他各种薄壁结构(图 1-4、1-6b)。具有曲面外形的薄壁结构,称为薄壳结构(图 1-3、1-6a)。实体结构是指三个方向的尺度大约为同一量级的结构,例如挡土墙(图 1-7)、堤坝、块式基础等。

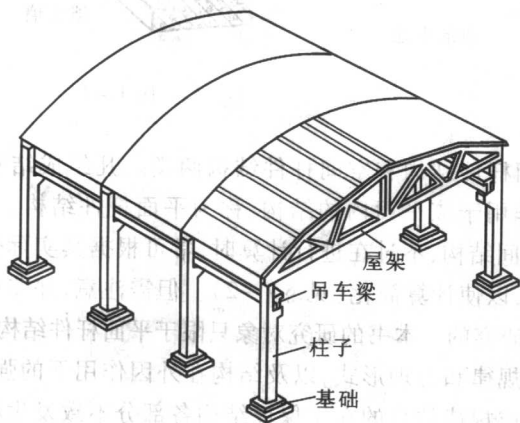


图 1-1



图 1-2

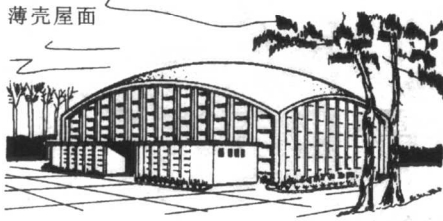


图 1-3

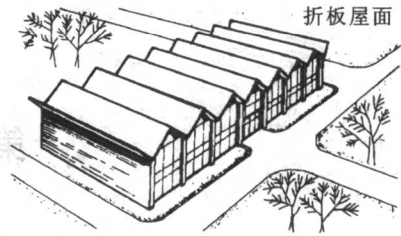


图 1-4

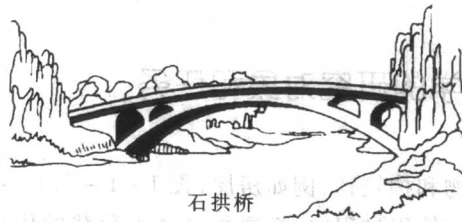
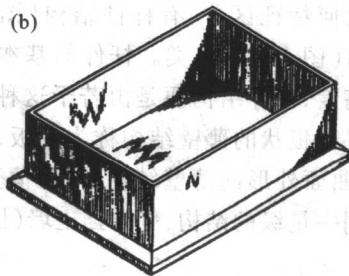


图 1-5

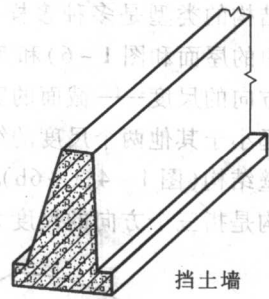


圆形水池



矩形水池

图 1-6



挡土墙

图 1-7

依照空间特征区分,杆件结构可分为平面杆件结构和空间杆件结构两类。凡组成结构的所有杆件的轴线都位于同一平面,并且荷载也作用于该平面内的结构,称为平面杆件结构。否则,便是空间结构。严格来说,实际的结构都是空间结构,不过在进行计算时,常可根据其实际受力情况的特点,将它分解为若干平面结构进行分析,以使计算简化(见 §7-2)。但需注意,并非所有情况都能这样处理,有些是必须作为空间结构来研究的。本书的研究对象只限于平面杆件结构。

杆件结构力学的任务是研究结构的组成规律和合理形式,以及结构在外因作用下的强度、刚度和稳定性的计算原理和计算方法。研究组成规律的目的在于保证结构各部分不致发生相对运动,使它能承受荷载并维持平衡。进行强度和稳定性计算的目的在于保证结构的安全并使之符合经济的要求。计算刚度的目的在于保证结构不致发生过大的、在实用上不能容许的位移。研究结构的合理形式是为了有效地利用材料,使其受力性能得到充分发挥。上述强度、刚度和稳定

性的计算,不仅在设计结构时需要进行,而且当已有结构所承受的荷载情况改变时,也应加以核算,以判明是否需要采取加固措施。

结构力学与材料力学的基本区别在于,后者主要是研究材料的强度和单根杆件的强度、刚度和稳定性的计算,而结构力学的研究对象是由杆件所组成的体系。根据土建、水利类除土木工程、水利水电工程之外的其他相关专业对本课程的教学要求,本书对结构的稳定性问题未作讨论。

本书主要介绍结构力学中最基本的计算原理和计算方法,这些内容是解决一般常用结构的静力计算问题所必需的,也是进一步学习和掌握其他现代结构分析方法的基础。

§ 1-2 杆件结构的计算简图

对结构进行力学分析之前,必须先将实际结构加以简化,分清结构受力、变形的主次,抓住主要矛盾,忽略一些次要因素,进行科学抽象,用一个简化了的理想模型来代替实际结构。这种在结构计算中用以代替实际结构,并能反映结构主要受力和变形特点的理想模型,称为结构的计算简图。

确定结构的计算简图时,通常包括杆件的简化、支座的简化和结点的简化等方面的内容。

一、杆件的简化

根据杆件受力后的变形特点,各种杆件在计算简图中均用其轴线来代替。等截面直杆的轴线是一直线,曲杆是一曲线。变截面杆件也都近似地以直线或曲线来代替。

二、支座的简化和分类

将结构与基础或其他支承物联系,并用以固定结构位置的装置称为支座。在建筑结构中,从支座对结构的约束作用来看,常用的计算简图可分为三类。

1. 活动铰支座(图 1-8)

这种支座的构造简图可用图 1-8a 所示方式表示,它对结构的约束作用是只阻止结构上的 A 点沿垂直于支承平面方向移动,结构既可绕铰 A 转动,又可沿着与支承平面平行的方向移动。因此,当不考虑支承平面上的摩擦力时,活动铰支座的反力将通过铰 A 的中心并与支承平面垂直,其作用点和方向是确定的,只是大小未知,可用 F_{Ay} 来表示。根据上述特点,这种支座在计算

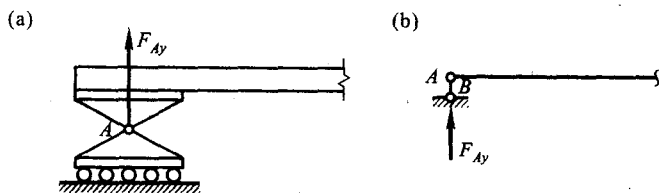


图 1-8

简图中可用一根链杆来表示(图1-8b),因为与该链杆相连的结构不仅可绕铰A转动,而且当链杆绕铰B作微小转动时,结构也可在垂直于链杆的方向作微小移动。显然,链杆AB的内力即代表该支座的反力。

在实际结构中,凡符合或近似地符合上述约束条件的支承装置,都可取成活动铰支座。

2. 固定铰支座(图1-9)

这种支座的构造简图可用图1-9a所示方式表示,它的约束作用是不允许结构上的A点发生任何移动,而只能绕铰A转动。因此,固定铰支座的反力将通过铰A的中心,但其方向和大小都是未知的,可以用两个沿确定方向的未知反力 F_{Ax} 和 F_{Ay} 来表示。这种支座在计算简图中常用交于点A的两根链杆来表示(图1-9b、c)。

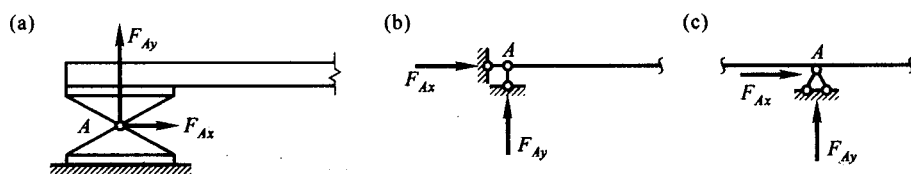


图1-9

在实际结构中,凡属不能移动而可作微小转动的支承情况,都可视为固定铰支座。例如插入钢筋混凝土杯形基础中的柱子,当用沥青麻丝填缝时,则柱的下端便可视为固定铰支座。

3. 固定支座(图1-10)

这种支座不允许结构发生任何移动和转动,它的反力的大小、方向和作用点都是未知的。因此,可以用水平和竖向的反力 F_x 和 F_y 及反力偶 M 来表示(图1-10a)。固定支座也可用三根既不全平行又不全交于一点的链杆表示(图1-10b),显然,这时三根链杆的内力是与这种支座的三个反力等效的,因为若将两根水平链杆的内力均向杆件截面的中心平移后,便可合成为一个沿杆轴作用的水平反力 F_x 和一个反力偶 M 。在计算简图中这种支座常采用图1-10c所示的图形。

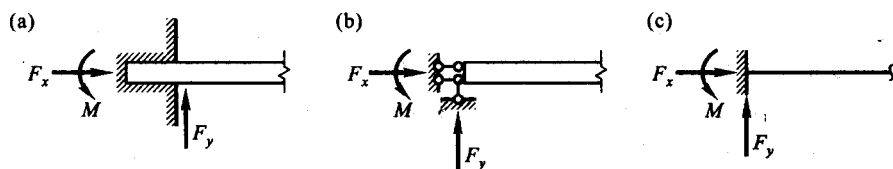


图1-10

在实际结构中,凡嵌入墙身的杆件,其嵌入部分有足够的长度,以致使杆端不能有任何移动和转动时,该端就可视为固定支座。又如插入杯形基础中的柱子,如果用细石混凝土填缝,则柱的下端一般也看作固定支座。

此外,在结构分析中,有时还会用到图1-11所示的支座,它由两根平行的链杆表示,其支座反力为沿杆轴作用的水平力 F_x 和一个反力偶 M 。这种支座称为定向支座。

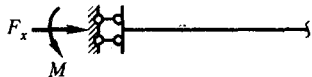


图 1-11

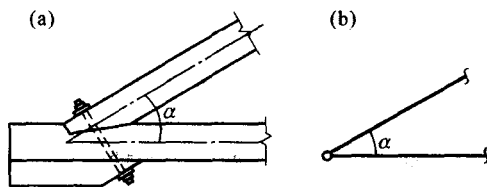


图 1-12

三、结点的简化

在杆件结构中,几根杆件相互联结处称为结点。根据结构的受力特点和结点的构造情况,在计算中常将其简化为以下两种类型。

1. 铰结点(图 1-12)

铰结点的特点是它所联结的各杆件都可以绕结点自由转动。例如图 1-12a 所示木屋架的端结点,它的构造情况大致符合上述约束的要求,故其计算简图如图 1-12b 所示,其中两杆之间的夹角 α 是可以改变的。在实际结构中,如果一根杆件只受轴力,根据其受力特点,则此杆两端可视为用铰结点与结构的其他部分相联(参见图 1-15)。

2. 刚结点(图 1-13)

刚结点的特点是,它所联结的各杆件变形前后在结点处杆端切线的夹角保持不变,即各杆端转动的角度相等。例如图 1-13a 所示钢筋混凝土结构的某一结点,它的构造是三根杆件之间用钢筋联成整体并用混凝土浇筑在一起,这种结点的变形情况基本符合上述特点,故可视为刚结点,其计算简图如图 1-13b 所示。

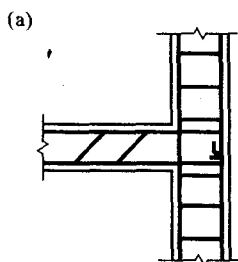


图 1-13

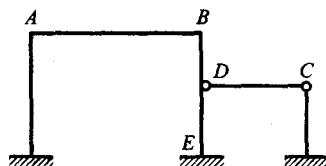
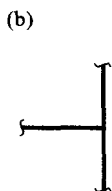


图 1-14

有时还会遇到铰结点和刚结点在一起形成的组合结点。例如在图 1-14 中 A, B 为刚结点, C 为铰结点, D 则为组合结点。组合结点 D 应视为 BD, ED, CD 三杆在此结点相联,其中 BD 与 ED 两杆是刚性联结, CD 杆与其他两杆则由铰联结。组合结点处的铰又称为不完全铰。

综上所述,只有根据结构的支座和结点的实际构造情况分析其受力和变形特点,才能合理确定各支座和结点的类别。

四、计算简图示例

下面用一个简例说明选取计算简图的方法和原则。在第 7 章中将对此做进一步说明。

图 1-15a 所示为工业建筑中采用的一种桁架式组合吊车梁,横梁 AB 和竖杆 CD 由钢筋混凝土做成,但 CD 杆的截面面积比 AB 梁的截面面积小很多,斜杆 AD 、 BD 则为 16 Mn 圆钢。吊车梁两端由柱子上的牛腿支承。

支座简化方面,由于吊车梁两端的预埋钢板仅通过较短的焊缝与柱子牛腿上的预埋钢板相连接,这种构造对吊车梁支承端的转动不能起多大的约束作用,又考虑到梁的受力情况和计算的简便,所以梁的一端可简化为固定铰支座而另一端可简化为活动铰支座。

结点简化方面,因 AB 是一根整体的钢筋混凝土梁,截面抗弯刚度较大,故在计算简图中可取为连续杆,而竖杆 CD 和钢拉杆 AD 、 BD 与横梁 AB 相比,截面的抗弯刚度小得多,它们主要是承受轴力,所以杆件 CD 、 AD 、 BD 的两端都可看作是铰结,其中铰 C 联在横梁 AB 的下方。

最后,用各杆件的轴线代替各杆件,则得图 1-15b 所示的计算简图。图中 A 、 B 、 D 为铰结点, C 为组合结点。这个计算简图,保证了主要横梁 AB 的受力性能(有弯矩、剪力和轴力);对其余三杆,保留了主要内力为轴力这一特点,而忽略了较小的弯矩和剪力的影响;对于支座,保留了主要的竖向支承作用,忽略了对微弱转动的约束。实践证明,分析时选取这样的计算简图是合理的,它既反映了结构的变形和受力特点,又能使计算比较简单。

用计算简图代替实际结构进行计算,虽然存在着一定的差异,但这是一种科学的抽象。在力学计算中,突出结构最本质的属性,忽略一些次要因素,这样就能更深入地了解问题的实质,认识事物的内在规律。恰当选取实际结构的计算简图,是一个比较复杂的问题,不仅要掌握选取的原则,而且需要较多的实践经验。对一些新型结构,往往还要通过反复试验和实践才能获得比较合理的计算简图。不过,对于常用的结构,前人已积累了许多经验,可以直接采用那些已为实践验证的计算简图。计算简图选定之后,在作结构设计时,还应采取相应的构造措施,尽量使结构实际的内力分布和变形特点与计算简图的情况相符。

在实际工作中,根据不同情况,同一结构可以分别采用不同的计算简图。例如在初步设计杆件截面时,常先采用一个较简单而较粗略的计算简图,而在最后计算时,再采用一个较复杂但较精确的计算简图。较为精确的计算简图,可通过放弃某些简化假定,或者代以较为符合实际情况的设置而获得,但是计算工作就要复杂得多。由于在工程设计中广泛使用计算机,所以许多复杂但又较为精确的计算简图已被更多采用。

§1-3 杆件结构的类型

平面杆件结构是本书的研究对象,根据其组成特征和受力特点,主要有如下几种类型。

1. 梁

梁是一种受弯杆件,可以是单跨的(图 1-16a、c),也可以是多跨的(图 1-16b、d)。

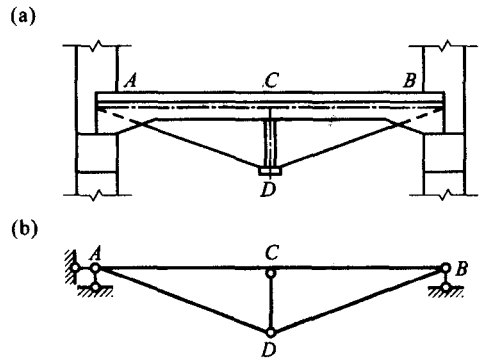


图 1-15

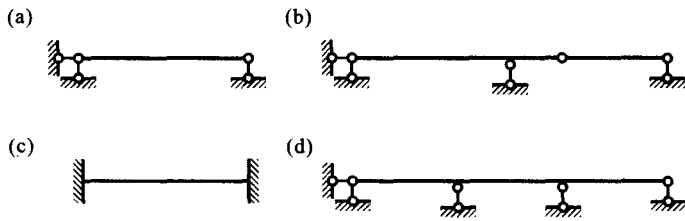


图 1-16

2. 拱

拱是轴线为曲线,且在竖向荷载作用下支座会产生水平反力的杆件结构(图 1-17)。这种水平反力将使拱的弯矩远小于跨度、荷载及支承情况相同的梁的弯矩。

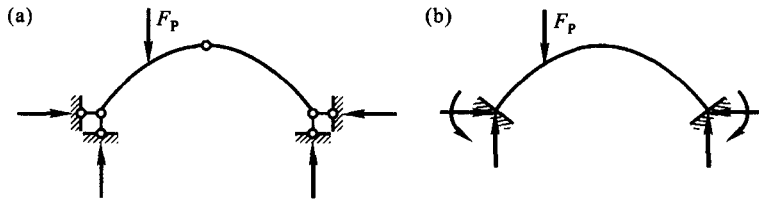


图 1-17

3. 刚架

刚架是由梁和柱组成的结构(图 1-18),各杆件主要受弯。刚架的结点主要是刚结点,也可以有部分铰结点或组合结点。

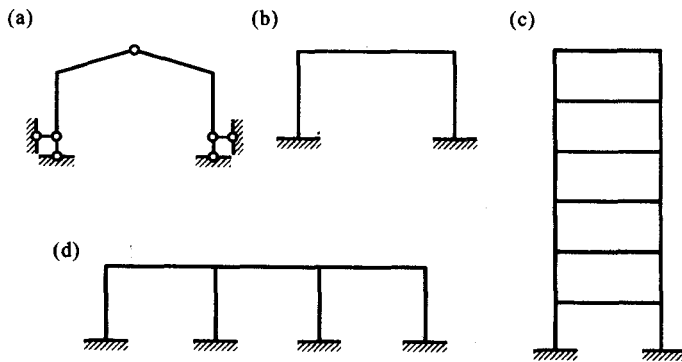


图 1-18

4. 桁架

桁架是由若干杆件在两端用铰联结而成的结构(图 1-19)。桁架各杆的轴线都是直线,当