

全国高职高专建筑工程技术专业规划教材

JIANZHU LIXUE

# 建筑力学



高健  
高丽荣  
主编



黄河水利出版社

全国高职高专建筑工程技术专业规划教材

# 建 筑 力 学

主 编 高 健 高丽荣  
副主编 卫国芳 于红杰  
杨晓阳 王淑琴  
主 审 方光达

黄河水利出版社

· 郑州 ·

## 内 容 提 要

本书依照高职高专土建类专业教学计划和建筑力学课程教学基本要求编写。包括绪论、建筑力学基础、力系的简化、平面力系的静力学平衡、杆件的内力分析、轴向拉伸和压缩的强度计算、平面图形的几何性质、扭转的强度和刚度计算、弯曲的强度和刚度计算、应力状态和强度理论、组合变形、压杆稳定、平面体系的几何组成分析、静定结构的内力计算、静定结构的位移计算、力法、位移法、力矩分配法、影响线、平面结构计算机程序分析等内容。每章都配有本章教学要求和一定数量的思考题和习题,以助于学生学习掌握有关知识。带\*号部分为选修内容。

本书适用于土木工程各专业的学生,也可作为工程技术人员和各类培训人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑力学/高健,高丽荣主编. —郑州:黄河水利出版社,  
2009.6

全国高职高专建筑工程技术专业规划教材

ISBN 978 - 7 - 80734 - 645 - 6

I. 建… II. ①高… ②高… III. 建筑力学 - 高等  
学校:技术学校 - 教材 IV. TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 074590 号

---

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940

传真:0371 - 66022620

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:23.25

字数:537 千字

印数:1—4 100

版次:2009 年 6 月第 1 版

印次:2009 年 6 月第 1 次印刷

---

定价:38.00 元

# 前 言

本书贯彻高职高专教育改革精神,突出高职高专教育特点,依照高职高专土建类专业教学计划和建筑力学课程教学基本要求编写。在编写过程中,围绕高职高专教育培养技能型、实用型人才的目标,遵循高职高专教育的教学内容“以应用为目的”、“以必要够用为度”的原则,以增强能力素质的培养为指导思想;不过分强调教材中理论叙述的系统性,重视基本概念和方法结论的应用;教材编写力求叙述简练通俗,例题典型,结合工程实际,重视对学生工程意识和力学素养的训练与培养,逐步培养科学的工作习惯和独立分析、解决问题的能力,努力使本书既满足高职高专学生学习相关课程的需要,又兼顾学生自我学习、自我提高发展的长远学习追求。希望通过对本课程的学习,构建一个满足建筑类专业知识学习要求的平台,保证学生学完本课程内容后,能顺利进行后续课程的学习,并具备一定的专业素养,满足进一步学习专业知识及参加注册建造师、监理工程师等专业资格考试的要求。

本教材包括绪论、建筑力学基础、力系的简化、平面力系的静力学平衡、杆件的内力分析、轴向拉伸和压缩的强度计算、平面图形的几何性质、扭转的强度和刚度计算、弯曲的强度和刚度计算、应力状态和强度理论、组合变形、压杆稳定、平面体系的几何组成分析、静定结构的内力计算、静定结构的位移计算、力法、位移法、力矩分配法、影响线,平面结构计算机程序分析等内容。各部分内容相互协调,减少不必要的重复。概括介绍力学基本原理,重点介绍结构分析的基本计算方法,突出概念和应用方法的介绍,以提高学生分析和处理工程实际问题的能力。本教材共分为19章,每章都配有本章教学要求、一定数量的思考题和习题,以助于学生学习掌握有关知识。带\*号部分为不同专业选修内容。为了便于区分,在前三章中矢量用黑体表示。希望同学们在学习的过程中,善于提出问题,勤于思考,勇于创新,牢固地掌握建筑力学课程的基本内容,为进一步深入学习和掌握其他土建专业知识打好基础。本书适用于土木工程各专业的学生,也可作为工程技术人员和各类培训人员的参考书。

本书编写分工如下:浙江水利水电专科学校高健编写绪论、第十八、十九章,石家庄职业技术学院高丽荣编写第一、二、三章,漯河职业技术学院于红杰编写第四、五、六、七章,沈阳农业大学高等职业技术学院杨晓阳编写第八、九、十、十一章,三门峡职业技术学院卫国芳编写第十二、十三、十四章。甘肃工业职业技术学院王淑琴编写第十五、十六、十七章。本书由高健、高丽荣任主编;由卫国芳、于红杰、杨晓阳、王淑琴任副主编。

本教材由方光达主审,对本教材内容的正确性、合理性、实用性作全面审定,在此深表感谢!在此还要感谢对本教材编写给予大力支持与帮助的老师 and 同行们。

由于编者水平有限,本教材难免有不妥和错误之处,恳切希望读者予以批评指正。

编 者

2009年2月

# 目 录

前 言	
绪 论	(1)
第一节 建筑力学的研究对象	(1)
第二节 建筑力学的研究内容和任务	(3)
第三节 刚体、变形固体及其基本假定	(3)
第四节 荷载的分类与组合	(4)
第五节 结构计算简图	(5)
第一章 建筑力学基础	(9)
第一节 建筑力学基本概念	(9)
第二节 静力学基本原理	(11)
第三节 约束与约束反力	(14)
第四节 物体的受力分析与受力图	(20)
第五节 力在坐标轴上的投影	(23)
第六节 力矩和力偶	(25)
第七节 力的平移定理	(28)
思考题	(30)
习 题	(30)
第二章 力系的简化	(34)
第一节 力系等效与简化的概念	(34)
第二节 平面汇交力系的简化	(35)
第三节 平面力偶系的简化	(36)
第四节 平面一般力系的简化	(37)
思考题	(40)
习 题	(41)
第三章 平面力系的静力学平衡	(42)
第一节 平面一般力系的平衡	(42)
第二节 简单刚体系统的平衡问题	(48)
第三节 考虑摩擦时物体的平衡	(52)
思考题	(57)
习 题	(58)
第四章 杆件的内力分析	(61)
第一节 杆件的基本变形及其特点	(61)
第二节 内力及其截面法	(64)

第三节	轴向拉伸和压缩杆件的内力分析 .....	(65)
第四节	扭转轴的内力分析 .....	(68)
第五节	梁的内力分析 .....	(71)
思考题	.....	(85)
习 题	.....	(85)
<b>第五章</b>	<b>轴向拉伸和压缩的强度计算</b> .....	<b>(89)</b>
第一节	应力的概念 .....	(89)
第二节	轴向拉伸和压缩杆件横截面上的应力 .....	(90)
第三节	拉(压)杆件的变形 .....	(93)
第四节	材料在拉伸和压缩时的力学性质 .....	(97)
第五节	拉(压)杆的强度计算 .....	(105)
第六节	应力集中的概念 .....	(108)
第七节	连接件的强度计算 .....	(109)
思考题	.....	(114)
习 题	.....	(115)
<b>第六章</b>	<b>平面图形的几何性质</b> .....	<b>(118)</b>
第一节	物体的重心 .....	(118)
第二节	面积矩 .....	(122)
第三节	惯性矩和惯性积 .....	(123)
第四节	组合截面的惯性矩 .....	(125)
第五节	主惯性轴和主惯性矩 .....	(128)
思考题	.....	(128)
习 题	.....	(129)
<b>第七章</b>	<b>扭转的强度和刚度计算</b> .....	<b>(130)</b>
第一节	圆杆扭转时的应力和变形计算 .....	(130)
第二节	薄壁圆筒的扭转试验 .....	(132)
第三节	圆轴扭转时的强度和刚度计算 .....	(133)
第四节	矩形截面杆的自由扭转简介 .....	(135)
思考题	.....	(137)
习 题	.....	(138)
<b>第八章</b>	<b>弯曲的强度和刚度计算</b> .....	<b>(140)</b>
第一节	梁横截面上的正应力 .....	(140)
第二节	梁横截面上的切应力 .....	(145)
第三节	梁的强度计算 .....	(148)
第四节	弯曲中心的概念* .....	(155)
第五节	梁的变形和刚度计算 .....	(157)
思考题	.....	(162)
习 题	.....	(163)

<b>第九章 应力状态和强度理论</b>	(167)
第一节 应力状态的概念	(167)
第二节 平面应力状态分析	(168)
第三节 梁的应力状态分析	(175)
第四节 三向应力状态下的最大应力	(177)
第五节 强度理论简介	(178)
思考题	(182)
习 题	(183)
<b>第十章 组合变形</b>	(185)
第一节 概 述	(185)
第二节 斜弯曲	(186)
第三节 拉伸(压缩)与弯曲的组合	(189)
第四节 偏心压缩(拉伸)	(191)
思考题	(194)
习 题	(194)
<b>第十一章 压杆稳定</b>	(196)
第一节 压杆稳定的概念	(196)
第二节 细长压杆的临界力	(197)
第三节 压杆的临界应力	(198)
第四节 压杆的稳定计算	(201)
第五节 提高压杆稳定性的措施	(205)
思考题	(206)
习 题	(207)
<b>第十二章 平面体系的几何组成分析</b>	(209)
第一节 几何组成分析的目的	(209)
第二节 体系自由度、刚片和约束	(210)
第三节 几何不变体系的组成法则	(212)
第四节 几何组成分析示例	(214)
第五节 几何组成与静定性的关系	(216)
思考题	(216)
习 题	(217)
<b>第十三章 静定结构的内力计算</b>	(218)
第一节 静定结构的一般分析方法	(218)
第二节 多跨静定梁	(220)
第三节 静定平面刚架	(223)
第四节 静定平面桁架	(229)
第五节 静定组合结构	(233)
第六节 静定结构的特性	(235)

思考题 .....	(238)
习 题 .....	(238)
<b>第十四章 静定结构的位移计算 .....</b>	<b>(241)</b>
第一节 概 述 .....	(241)
第二节 功、广义力和广义位移 .....	(242)
第三节 结构位移计算的一般公式 .....	(244)
第四节 静定结构由于荷载引起的位移计算 .....	(247)
第五节 图乘法 .....	(249)
第六节 支座移动和温度改变引起的静定结构的位移* .....	(254)
第七节 功的互等定理 .....	(257)
思考题 .....	(258)
习 题 .....	(259)
<b>第十五章 力 法 .....</b>	<b>(261)</b>
第一节 超静定结构概述 .....	(261)
第二节 力法基本原理 .....	(263)
第三节 力法的基本未知量、基本系和典型方程 .....	(265)
第四节 力法计算超静定结构举例 .....	(267)
第五节 对称性的利用* .....	(271)
第六节 超静定结构的位移计算和最后内力图的校核* .....	(277)
第七节 等截面单跨超静定梁的杆端内力 .....	(278)
思考题 .....	(280)
习 题 .....	(280)
<b>第十六章 位移法 .....</b>	<b>(283)</b>
第一节 位移法的基本原理 .....	(283)
第二节 位移法的基本未知量 .....	(284)
第三节 用位移法计算超静定结构 .....	(286)
思考题 .....	(292)
习 题 .....	(292)
<b>第十七章 力矩分配法 .....</b>	<b>(294)</b>
第一节 力矩分配法的基本原理 .....	(294)
第二节 用力矩分配法计算连续梁和无侧移刚架 .....	(300)
第三节 无剪力分配法* .....	(303)
思考题 .....	(306)
习 题 .....	(306)
<b>第十八章 影响线 .....</b>	<b>(308)</b>
第一节 概 述 .....	(308)
第二节 静力法绘制单跨静定梁影响线 .....	(310)
第三节 机动法作静定梁影响线* .....	(315)



第四节	影响线的应用 .....	(318)
第五节	简支梁的内力包络图 .....	(322)
第六节	连接梁的内力包络图简介* .....	(325)
思考题	.....	(326)
习 题	.....	(326)
<b>第十九章</b>	<b>平面结构计算机程序分析</b> .....	<b>(328)</b>
第一节	在求解器中输入平面结构体系 .....	(328)
第二节	用求解器进行平面体系的几何构造分析 .....	(330)
第三节	用求解器求解一般静定结构 .....	(333)
第四节	用求解器确定截面单杆 .....	(334)
第五节	用求解器进行位移计算 .....	(336)
第六节	用求解器进行力法计算 .....	(337)
第七节	用求解器计算结构的影响线 .....	(338)
<b>附录</b>	<b>型钢表</b> .....	<b>(341)</b>
<b>参考答案</b>	.....	<b>(352)</b>
<b>参考文献</b>	.....	<b>(362)</b>

# 绪 论

## 【教学要求】

建筑力学是土木建筑类专业课程体系中最重要专业基础课,无论是从事设计还是施工、建设监理等各种土木建筑专业技术工作,都离不开建筑力学知识。建筑力学知识是每一个从事土木建筑专业工作的技术人员必须具备的基本素质。

通过绪论的学习,要求了解建筑力学的研究对象、内容和任务,荷载的分类与组合,结构计算简图的概念和确定计算简图的原则;初步掌握强度、刚度和稳定性的概念;掌握刚体、变形固体的概念及变形固体的基本假设;掌握杆件的几何特征、刚结点和铰结点的特征。

## 第一节 建筑力学的研究对象

### 一、建筑力学的研究对象

建筑力学是研究土木建筑工程结构的受力分析、承载能力的基本原理和方法的科学。它是土木工程技术从事结构设计和施工所必须具备的理论基础。

在土木工程建设中,各种工程的设计和施工都涉及建筑力学问题。为了承受一定荷载以满足各种使用要求,需要建造不同的建筑物。例如,土木建筑工程中的屋架梁、板、柱和塔架等。建筑物中承受荷载并起骨架作用的部分称为结构。组成结构的各单独部分称为构件。结构是由若干构件按一定方式组合而成的。例如,工业厂房建筑一般是由屋架、梁、柱、基础等组成的体系,如图 0-1 所示,它们在传力过程中起骨架作用,这个体系称为厂房结构。工程中一般结构按宏观尺寸区分为以下几种。

(1) 杆件结构。结构中构件的 3 个方向尺寸中某一方向的尺寸较其他两个方向的尺寸大得多的称杆件结构,如图 0-2(a) 中  $l \geq b$  且  $l \geq h$  的构件。

(2) 板、壳结构。结构中构件的 3 个方向尺寸中某一方向的尺寸(如厚度)较其他两个方向的尺寸小得多的称板(无曲率变化)、壳(有曲率变化)结构,如图 0-2(b) 中  $h \leq a$  且  $h \leq b$  的平板和双曲扁壳。

(3) 块体结构。此种结构 3 个方向尺寸相差不多,如图 0-2(c) 所示的块体。

建筑力学的研究对象主要是杆件和杆系结构。

### 二、杆件的几何特征

杆件是指物体的纵向(长度)尺寸远大于横截面的横向(宽度和高度)尺寸的构件。即杆件的几何特征:细而长。纵向(长度方向)尺寸  $\gg$  横向(垂直与长度方向)尺寸,即  $l \gg b, l \gg h$ 。在实际工程中的梁、柱等构件就是典型的杆件实例。

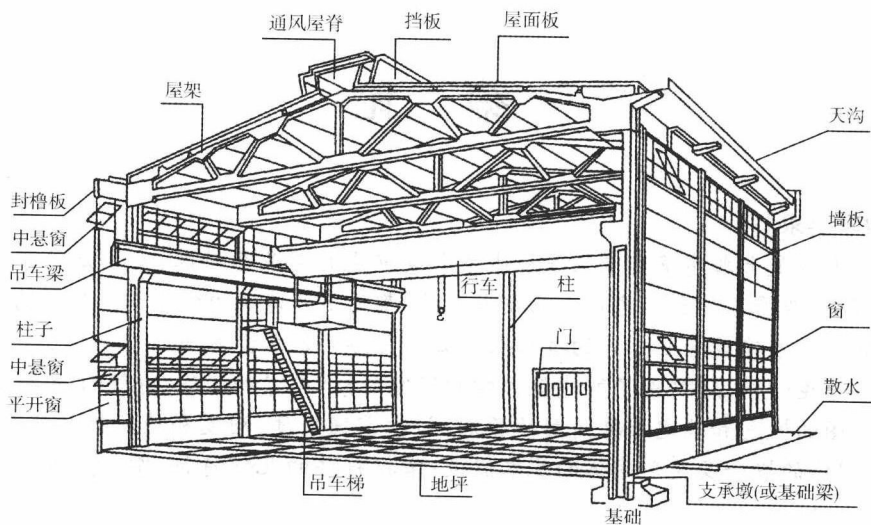


图 0-1

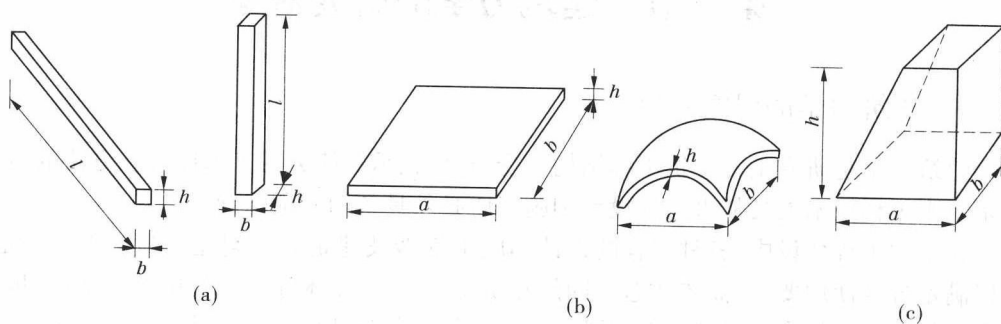


图 0-2

杆件的主要几何因素是横截面和轴线。

横截面——垂直杆的长度的截面。

轴线——所有截面形心的连线。

杆件分为直杆和曲杆,见图 0-3。

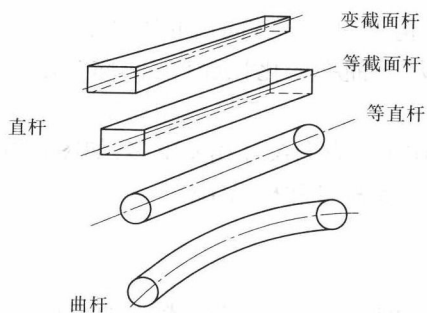


图 0-3

等直杆——轴线为直线,且横截面沿轴线不变。

曲杆——轴线为曲线的杆件。

## 第二节 建筑力学的研究内容和任务

建筑力学的任务是进行结构的受力分析,分析结构的几何组成规律,解决在荷载作用下结构的强度、刚度和稳定性问题,即解决结构和构件所受荷载与其自身的承载能力这一对基本矛盾。研究杆件体系的计算原理和方法,为结构设计合理的形式,其目的是保证结构按设计要求正常工作,并充分发挥材料的性能,使设计的结构既安全可靠又经济合理。

进行结构设计时,首先须知作用在结构和构件上的各种荷载。结构设计要求各构件必须按一定规律组合,以确保在荷载作用下结构的几何形状不发生改变,即进行结构的几何组成分析。

结构正常工作必须满足强度、刚度和稳定性的要求,即进行其承载能力计算。

强度是指结构或构件抵抗破坏的能力。满足强度要求即要使结构的各构件正常工作时不发生破坏。

刚度是指结构或构件抵抗变形的能力。满足刚度要求即要使结构或构件正常工作时产生的变形不超过允许范围。

稳定性是指结构或构件保持原有平衡状态的能力。满足稳定性要求即要使结构或构件在正常工作时不突然改变原有平衡状态,以致因变形过大而破坏。

结构在安全正常工作的同时还应考虑经济条件,应充分发挥材料的性能,不致产生过多的浪费,即设计结构的合理形式。

按教学要求,建筑力学的内容包含以下几个部分:

(1)建筑力学基础。这是建筑力学中重要的基础理论。其中,包括物体的受力分析、力系的简化与平衡等。

(2)杆件的承载能力计算。杆件的承载能力计算是结构承载能力计算的实质,包括基本变形杆件的内力分析和强度、刚度计算,压杆稳定及组合变形杆件的强度、刚度计算。

(3)结构的内力分析。由此可按杆件承载力计算方法进行超静定结构的强度和刚度等计算。包括研究体系的几何组成规律、静定结构的内力分析和位移分析、求解超静定结构内力的基本方法(力法、位移法、力矩分配法等)以及影响线等。

(4)结构的计算机分析方法。采用清华大学袁驷教授研制的结构力学求解器。求解内容包括了二维平面结构(体系)的几何组成、静定、超静定、位移、内力、影响线等建筑力学课程中所涉及的一系列问题。

## 第三节 刚体、变形固体及其基本假定

自然界中的物体及工程中的结构和构件,其性质是复杂多样的。不同学科只是从不同角度去研究物体性质的某一个或某几个侧面。为使所研究的问题简化,常略去对所研究问题影响不大的次要因素,只考虑与问题相关的主要因素,将复杂问题抽象化为只具有

某些主要性质的理想模型。建筑力学中将物体抽象化为两种计算模型：刚体和理想变形固体。

## 一、刚体的概念

所谓刚体就是指在外力的作用下,大小和形状都不变的物体。它的基本特征是:在任何情况下,刚体内任意两点间的距离始终保持不变。实际上,任何物体受力的作用后都发生一定的变形,但在进行结构和构件的受力分析及体系几何组成分析时,变形这一因素不影响所研究问题的性质。因此,在建筑力学基础及体系几何组成分析时,将变形体简化为不变形的刚体。

## 二、理想变形固体及其基本假设

变形固体是指受力后会产生变形的物体,其基本特征是受力后变形固体内两点间的距离会发生改变。

理想变形固体是对实际变形固体的材料作出一定假设,将其理想化。在进行结构的内力分析和杆件的承载能力计算时,其变形是不可忽略的主要因素,这时应将其作为理想变形固体。对理想变形固体材料的基本假设有:

(1)连续均匀假设。连续是指材料内部没有空隙,均匀是指材料的性质各处相同。连续均匀假设即认为物体的材料无空隙地连续分布,且各处性质均相同。

(2)各向同性假设。即认为材料沿不同方向的力学性质均相同,具有这种性质的材料称为各向同性材料,而各方向力学性质不同的材料称为各向异性材料。

按照上述假设理想化了的一般变形固体称为理想变形固体。刚体和理想变形固体都是建筑力学研究中必不可少的理想化的力学模型。

变形固体受力作用产生变形。撤去荷载可完全消失的变形称为弹性变形。撤去荷载不能恢复的变形称为塑性变形或残余变形。在多数工程问题中,要求构件只发生弹性变形。土木工程中大多数构件在荷载作用下产生的变形量若与其原始尺寸相比很微小,称为小变形构件,否则称为大变形构件。小变形构件的计算,可采取变形前的原始尺寸并略去某些高阶微量,以达到简化计算的目的。

综上所述,建筑力学中把所研究的结构和构件作为连续、均匀、各向同性的理想变形固体,在弹性范围内和小变形情况下研究其承载能力。

由于采用以上力学模型,大大方便了理论的研究和计算方法的推导。尽管所得结果只具有近似的准确性,但其精确程度可满足一般的工程要求。应该指出:实践是检验真理的唯一标准,任何假设都不是主观臆断的,而必须建立在实践的基础之上。同时,在假设基础上得出的理论结果,也必须经过实践的验证。建筑力学的研究方法,除理论方法外,试验也是一种很重要的方法。

## 第四节 荷载的分类与组合

作用在结构上的荷载和其他外来作用,广义地讲,都可以称为结构的荷载。合理地确

定荷载是计算简图的一部分,也是正确进行结构分析的前提。

广义荷载按其作用的性质可分为静力荷载、动力荷载和其他外来作用等 3 大类。

静力荷载是其大小、方向不随时间而改变或改变得很缓慢,以致在结构分析中可以略去其惯性力的荷载。静力荷载又可分为固定荷载和活荷载两种。固定荷载是永久地作用在结构上的荷载,如结构的自重及固定设备等。活荷载是一种临时荷载,它的特点是位置可以移动,或者位置固定,但时有时无,如桥梁上行驶的车辆,仓库中堆放的货物,风、雪荷载等。

动力荷载是指大小、方向都可随时间而变的荷载。这种荷载使结构振动而产生加速度,在结构设计中必须考虑其惯性力,如机器运转、波浪压力、地震作用等。

其他外来作用如温度改变、材料收缩、支座沉陷和制造不精确等都可能引起结构变形,同时也可能产生相应的应力。

通常把荷载分为主要荷载、附加荷载和特殊荷载 3 种。主要荷载是结构在正常使用条件下经常作用的荷载,如自重、土压力、水压力等。附加荷载是不经常出现的临时荷载,如施工中吊车的移动荷载等。特殊荷载是在特殊情况下出现的荷载,如地震、爆炸冲击波等。

在结构设计中,需要按各种荷载出现的实际可能性加以组合。根据不同的工程领域,按结构在不同时期所承担的任务,有不同的荷载组合,一般情况下采用如下组合:

- (1) 主要荷载。
- (2) 主要荷载 + 附加荷载。
- (3) 主要荷载 + 附加荷载 + 特殊荷载。

设计结构时对上述 3 种荷载组合应分别考虑不同的安全储备。对第 1 种组合,安全储备应高一些;对第 2 种组合,安全储备可低一些;对第 3 种组合,安全储备可更低一些。

## 第五节 结构计算简图

结构计算简图是指将实际结构按一定的原则进行简化,使它成为既能反映原结构实际工作状态的主要特征,又便于进行结构分析的计算模型。在结构分析中,结构计算简图就是实际结构的代表,一切计算都是按计算简图进行的。因此,计算简图的选取是十分重要的,它直接影响结构分析的结果。

结构计算简图的选取必须满足如下两个基本要求:

- (1) 尽可能正确地反映结构的实际工作状态,使计算结果与实际情况足够接近。
- (2) 尽可能使结构分析计算得到简化。对实际结构进行简化的目的不仅仅是使结构分析得以进行,更重要的是使结构分析能反映实际工作状态。

结构的实际工作状态主要取决于结构本身的构造和荷载的传递。因此,我们将从这些方面入手对组成结构的杆件、杆件与杆件之间的联系(称为结点)、基础与结构之间的联系(称为支座)、作用的荷载和结构材料性质等几个方面进行简化,说明杆系结构计算简图的选取。

## 一、从空间到平面的简化

杆系结构可分为平面结构和空间结构。平面结构要求所有杆件的轴线和外力的作用线都在同一平面内,不符合这个条件的结构就属于空间结构。实际结构多属于空间结构。有些空间结构可以简化为平面结构来计算。

如图 0-4(a)所示为空间的钢筋混凝土刚架结构,在图示荷载作用下就可以简化为如图 0-4(b)所示的两个平面刚架来计算。又如如图 0-5(a)所示的地下输水涵管,它沿水流方向(即管轴线方向)很长,其横截面和荷载沿此方向基本不变,计算时就可以沿水流方向截取一段单位长度,如图 0-5(b)所示的平面框架。

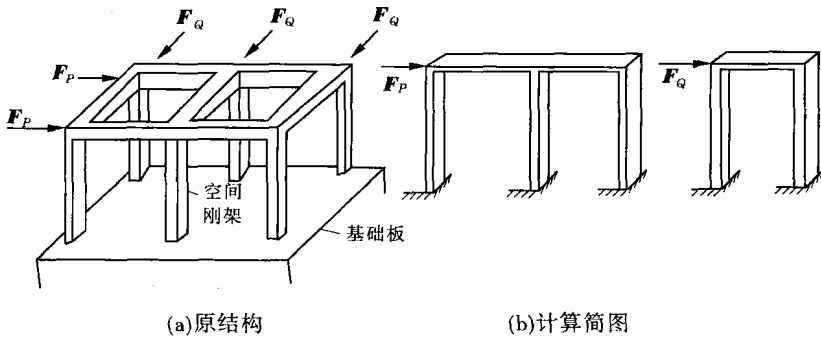


图 0-4

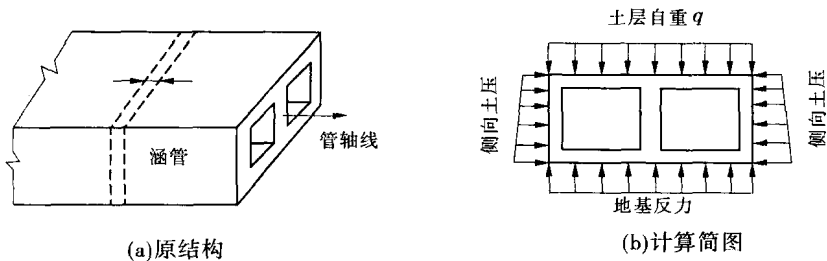


图 0-5

## 二、杆件的简化

杆系结构是由细而长的杆件组成的。通常,当杆件的长度大于其截面高度 5 倍以上时,可以用杆件的轴线来代替杆件,用杆轴线所形成的几何轮廓代替原结构。如图 0-6(a)所示为一箱形结构的剖面示意图,由各杆轴线所形成的结构的几何轮廓,即为计算简图,如图 0-6(b)所示。

## 三、结点的简化

杆件与杆件的连接处称为结点。根据连接处构造的差异,结点可分为刚结点和铰结点两种。刚结点的特征是汇交于结点的各杆端相互固结在一起,它们之间既不能相对移

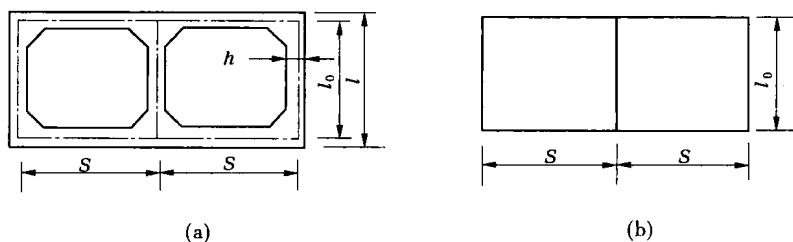


图 0-6

动,也不能相对转动。如图 0-7(a)所示为钢筋混凝土结构的结点构造图,如图 0-7(b)所示为它的计算简图。铰结点的特征是,汇交于结点的各杆端不能相对移动,但可以相对转动。如图 0-8(a)所示为典型的合页式铰,如图 0-8(d)所示为其计算简图。如图 0-8(b)、(c)所示分别为木结构与钢结构的结点构造图,它们通常简化为铰结点,计算简图如图 0-8(e)、(f)所示。需要指出的是,这种简化处理有一定的近似性。

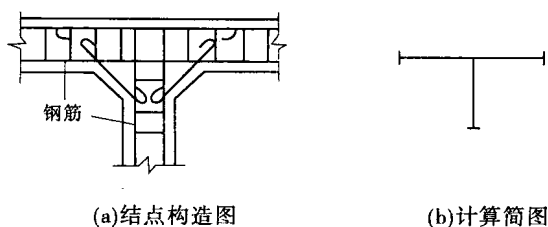


图 0-7

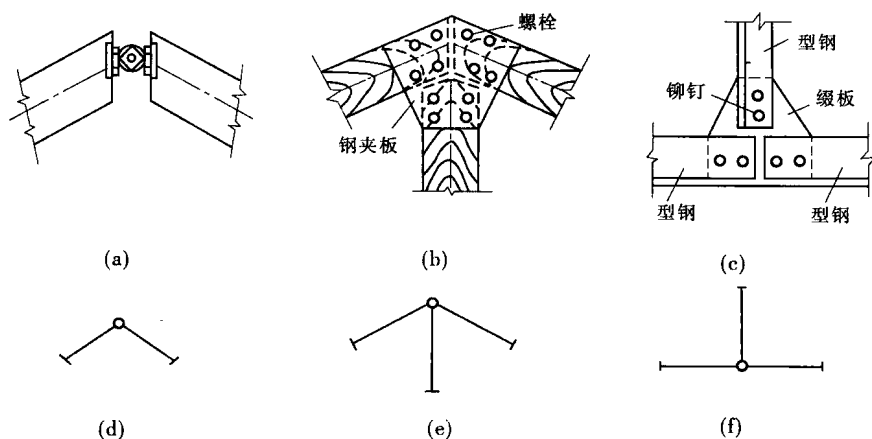


图 0-8

#### 四、支座的简化

联系结构与基础的装置称为支座,它起着支承并限制结构运动的作用。根据支座的构造和所起作用的不同,一般可简化为铰支座、辊轴支座、固定支座、滑移支座和弹性支座 5 种(具体在第一章中讲解)。



上面介绍的选取计算简图的原则和方法,主要是从结构的构造、所起的作用来分析的。为了进一步理解计算简图的选取,下面以如图 0-9 所示单层单跨工业厂房为例加以说明。单层单跨工业厂房一般沿长度方向是由好几根排架组成的。每一根排架皆由相同的屋架和柱连接起来。各排架的受力情况相类似,所以可取一根排架代替整个空间的厂房进行计算。每一根排架主要的传力构件为屋架和柱。对于屋架,考虑垂直荷载时把屋面板等重量等效地作用在屋桁架的结点上,每一结点为铰结点。对于柱子,因吊车梁处的立柱截面有变化,因此立柱为变刚度杆件,吊车梁上行驶的荷载,作用于支撑吊车梁的立柱牛腿上。柱子的基脚深埋在地基中,当成固定支座。柱顶与屋架相连,一般联系为预埋件焊接,可当成铰结看待。再考虑厂房受风荷载作用时,则排架的计算简图如图 0-9(a)所示。进一步简化排架时,由于屋架在水平面内的刚度很大,在整体计算排架时可把屋架当成轴向刚度无穷大的杆来看待(见图 0-9(b))。屋架计算简图如图 0-9(c)所示。

要正确、合理地选择实际结构的计算简图,不仅需要一定的力学知识,而且还要有丰富的结构设计和施工经验。所以,还必须在有关课程的学习中以及结构设计和建造中,紧密结合工程实践,不断积累和总结经验,逐步完善地解决这个问题。

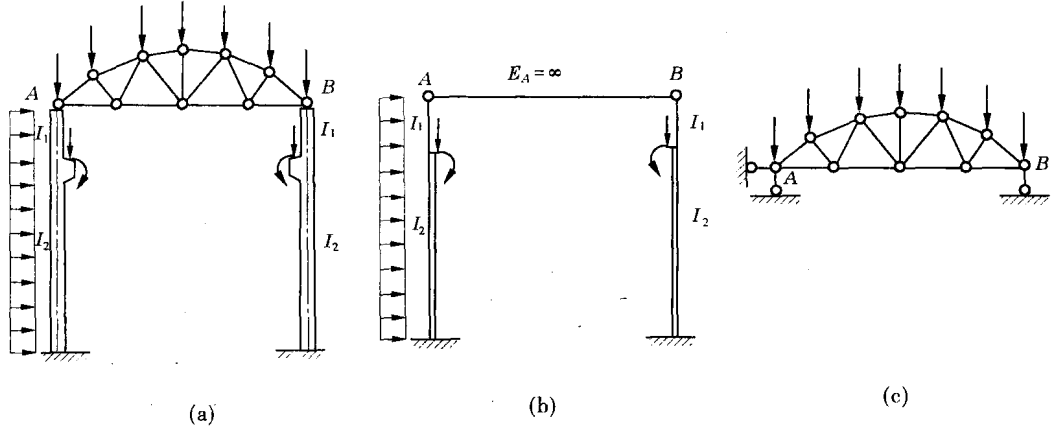


图 0-9