

高职高专土建类专业系列规划教材

结 构 力 学

主 编 蒋丽珍 陈春华

副主编 方从严 窦本洋 张大林

JIEGOU LIXUE



合肥工业大学出版社

• 高职高专土木类专业系列规划教材 •

蒋丽珍 陈春华 主 编
方从严 窦本洋 张大林 副主编

结 构 力 学

合肥工业大学出版社

策划编辑 陈淮民
责任编辑 张择瑞
封面设计 玉 立

图书在版编目(CIP)数据

结构力学/蒋丽珍,陈春华主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2012.7
ISBN 978-7-5650-0722-4

I. ①结… II. ①蒋…②陈… III. ①结构力学—高等职业教育—教材 IV. ①0342
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 095252 号

结 构 力 学



主 编 蒋丽珍 陈春华

副主编 方从严 桑本洋 张大林

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2012年7月第1版
地 址	合肥市屯溪路193号	印 次	2012年7月第1次印刷
邮 编	230009	开 本	787毫米×1092毫米 1/16
电 话	总编室:0551-2903038 发行部:0551-2903198	印 张	14
网 址	www.hfutpress.com.cn	字 数	289千字
E-mail	hfutpress@163.com	印 刷	安徽省瑞隆印务有限公司
		发 行	全国新华书店

| 主编热线 15979126359 | | 责编信箱/热线 zrsg2020@163.com 13965102038 | |

ISBN 978-7-5650-0722-4 定价:23.60 元
如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换

高职高专土建类专业系列规划教材

编 委 会

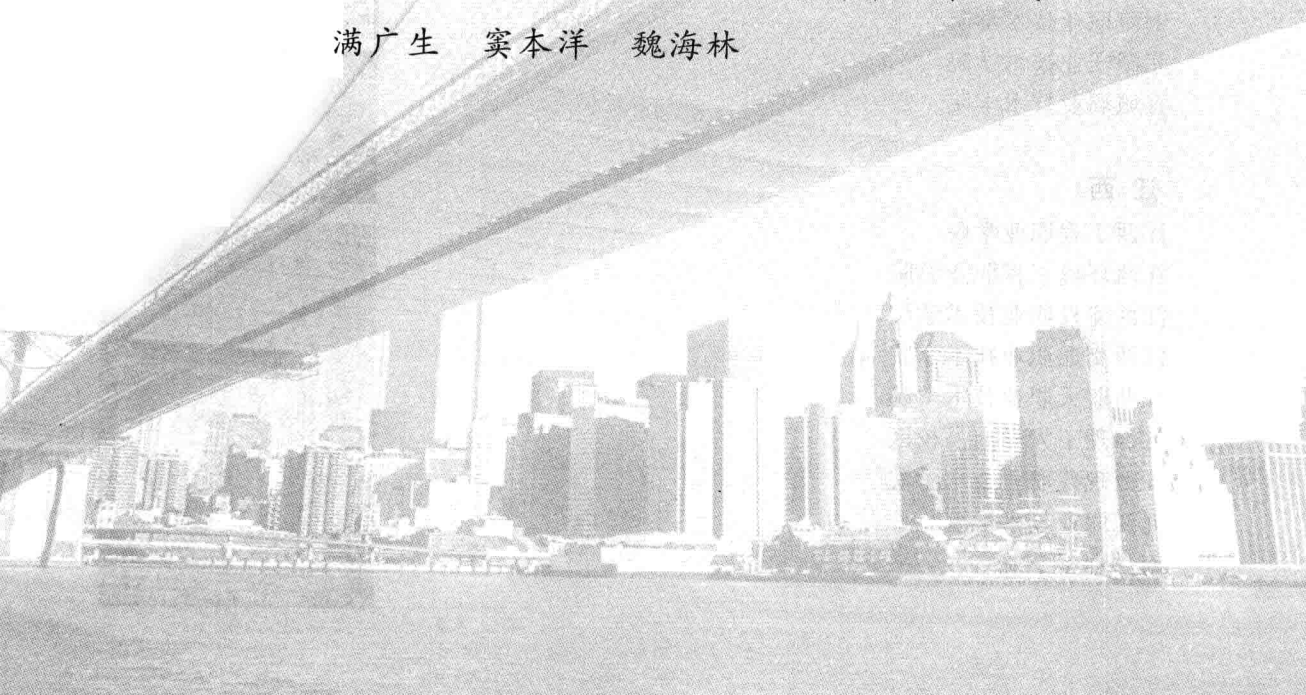
顾 问 干 洪

主 任 柳炳康

副主任 周元清 罗 琳 齐明超

编 委 (以姓氏笔画为序)

王丰胜	王先华	王 虹	韦盛泉	方从严
尹学英	毕守一	曲恒绪	朱永祥	朱兆健
刘双银	刘玲玲	许传华	孙桂良	杨 辉
肖玉德	肖捷先	吴自强	余 晖	汪荣林
宋风长	宋军伟	张 延	张齐欣	张安东
张 森	陈送财	陈晓明	夏守军	徐友岳
徐凤纯	徐北平	郭阳明	黄承钧	常保光
崔怀祖	葛新亚	董春南	董新春	曾 斌
满广生	窦本洋	魏海林		



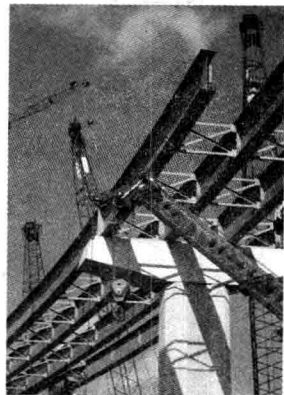
参编学校名单(以汉语拼音为序)

安 徽

安徽电大城市建设学院
安徽建工技师学院
安徽交通职业技术学院
安徽涉外经济职业学院
安徽水利水电职业技术学院
安徽万博科技职业学院
安徽新华学院
安徽职业技术学院
安庆职业技术学院
亳州职业技术学院
巢湖职业技术学院
滁州职业技术学院
阜阳职业技术学院
合肥滨湖职业技术学院
合肥共达职业技术学院
合肥经济技术职业学院
淮北职业技术学院
淮南职业技术学院
六安职业技术学院
宿州职业技术学院
铜陵职业技术学院
芜湖职业技术学院
宣城职业技术学院

江 西

江西工程职业学院
江西环境工程职业学院
江西建设职业技术学院
江西交通职业技术学院
江西蓝天职业技术学院
江西理工大学南昌校区
江西现代职业技术学院
九江职业技术学院
南昌理工学院



总 序

高等职业教育是我国高等教育的重要组成部分。作为大众化高等教育的一种重要类型,高职教育应注重工程能力培养,加强实践技能训练,提高学生工程意识,培养为地方经济服务的生产、建设、管理、服务一线的应用型技术人才。随着我国国民经济的持续发展和科学技术的不断进步,国家把发展和改革职业教育作为建设面向 21 世纪教育和培训体系的重要组成部分,高等职业教育的地位和作用日益被人们所认识和重视。

建筑业是我国国民经济五大物质生产行业之一,正在逐步成为带动整个经济增长和结构升级的支柱产业。我国国民经济建设已进入健康、高速的发展时期,今后一个时期土木工程建设仍是国家投资的主要方向,房屋建筑、道路桥梁、市政工程等土木工程设施正在以前所未有的速度建设。因而,国家对建筑业人才的需求亦是与日俱增。建筑业人才的需求可分为三个层次:第一层次是高级研究人才;第二层次是高级设计、施工管理人才;第三层次是生产一线应用型技术人才。土建类高职教育的根本任务是培养应用型技术人才,满足土木工程职业岗位的需求。

但是,由于土建类高职教育培养目标的特殊性,目前国内适合于土建类高等职业技术教育的教材较为缺乏,大部分高职院校教学所用教材多为直接使用本、专科的同类教材,内容缺乏针对性,无法适应高职教育的需要。教材是体现教学内容的知识载体,是实现教学目标的基本工具,也是深化教学改革、提高教学质量的重要保证。从高等职业技术教育的培养目标和教学需求来看,土建类高职教材建设已是摆在我们面前的一项刻不容缓的任务。

为适应高等职业教育不断发展的需要,推动我省高职高专土建类专业教学改革和持续发展,合肥工业大学出版社在充分调研的基础上,联合安徽省 23 所和江西省 6 所高职高专及本科院校,共同编写出版一套“高职高专土建类专业系列规划教材”,并努力在课程体系、教材内容、编写结构等方面将这套教材打造成具有高职特色的系列教材。

本套系列教材的编写体现以学生为本,紧密结合高职教育的规律和特点,涵盖建筑工程技术、建筑工程管理、工程造价、工程监理、建筑装饰技术等土建类常见的

专业,并突出以下特色:

1. 根据土木工程专业职业岗位群的要求,确定了土建类应用型人才所需共性知识、专业技能和职业能力。教材内容安排坚持“理论知识够用为度、专业技能实用为本、实践训练应用为主”的原则,不强调理论的系统性与科学性,而注重面向土建行业基层、贴近地方经济建设、适应市场发展需求;在理论知识与实践内容的选取上,实践训练与案例分析的设计上,以及编排方式和书籍结构的形式上,教材都尽力去体现职教教材强化技能培训、满足职业岗位需要的特点。

2. 为了让学生更好地掌握书中知识要点,每章开端都有一个“导学”,分成“内容要点”和“知识链接”两部分。“内容要点”是将本章的主要内容以及知识要点逐条列举出来,让学生搞得清楚、弄得明白,更好地把握知识重点。“知识链接”以大土木专业视野,交待各专业方向课程内容之间的横向联系程度,厘清每门课程的先修课与后续课内容之间的纵向衔接关系。

3. 为了注重理论知识的实际应用,提高学生的职业技能和动手本领,使理论基础与实践技能有机地结合起来,每本教材各章节都分成“理论知识”和“实践训练”两大部分。“理论知识”部分列有“想一想、问一问、算一算”内容,帮助学生掌握本专业领域内必需的基础理论;“实践训练”部分列有“试一试、做一做、练一练”内容,着力培养学生的实践能力和分析处理问题的能力,体现土木工程专业高职教育特点,培养具有必需的理论知识和较强的实践能力的应用型人才。

4. 教材编写注意将学历教育规定的基础理论、专业知识与职业岗位群对应的国家职业标准中的职业道德、基础知识和工作技能融为一体,将职业资格标准融入课程教学之中。为了方便学生应对在校时和毕业后的各种职业技能资质考试与考核,获取技术等级证书或职业资格证书,教材编写注重加强试题、考题的实战练习,把考题融入教材中、试题跟着正文走,着力引导学生能够带着问题学,便于学生日后从容应对各类职业技能资质考试,为实现职业技能培训与教学过程相融通、职业技能鉴定与课程考核相融通、职业资格证书与学历证书相融通的“双证融通”职业教育模式奠定基础。

我希望这套系列教材的出版,能对土建类高职高专教育的发展和教学质量的提高及人才的培养产生积极作用,为我国经济建设和社会发展作出应有的贡献。

柳炳康

2012年6月

前 言

21 世纪是一个催人奋进的时代,科学技术飞速发展,知识更新日新月异。希望、困惑、机遇、挑战随时随地都在每个学生的生活之中,抓住机遇,寻求发展,迎接挑战,适应变化的法宝就是学习,奋斗。

随着社会主义经济体制改革,飞速发展的交通行业和房屋建筑行业对职业技术提出了更高的要求,本教材从内容上既注重理论性,又注重实用性,以必需、够用为原则;结构上循序渐进、承上启下,内容上坚持少而精的原则,做到重点突出,逻辑性强。本书由浅入深,通俗易懂,便于教学和自学。

本书由蒋丽珍、陈春华担任主编,参编人员有蒋丽珍、陈春华、方从严、窦本洋、张大林、廖胜文、尹学英、周圆、陶珍霞、王彪、余晖、许传华、申东成、李成浩等老师,参编的学校包括江西交通职业技术学院、芜湖职业技术学院、宣城职业技术学院、南昌职业学院、安徽建工技师学院、江西建设职业技术学院、安徽交通职业技术学院、亳州职业技术学院、合肥经济技术职业学院等。

由于编者水平有限,书中错误和不足在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2012 年 7 月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 结构力学的研究对象和任务	(2)
第二节 荷载的分类	(5)
第三节 结构的分类	(5)
第四节 结构的计算简图	(7)
第五节 本章小结	(12)
第二章 平面体系的几何组成分析	(13)
第一节 概 述	(14)
第二节 平面体系的自由度计算	(14)
一、自由度	(14)
二、约束	(15)
三、刚片法	(16)
四、铰接点法	(17)
五、平面体系几何不变的必要条件	(18)
第三节 几何不变体系的简单组成规则	(18)
一、虚铰的概念	(19)
二、几何不变体系的基本组成规则	(19)
三、结构的静定性与几何组成的关系	(22)
第四节 体系的几何组成分析	(23)
第五节 本章小结	(26)
一、几何组成分析的基本概念	(26)
二、平面体系的自由度计算	(27)
三、几何不变体系的简单组成规则	(27)
四、体系的几何组成分析	(27)

第三章 静定梁和静定平面刚架	(30)
第一节 单跨静定梁.....	(31)
一、单跨静定梁的反力	(31)
二、用截面法求指定截面的内力	(31)
三、用简易法作内力图	(32)
四、用区段叠加法作弯矩图	(33)
第二节 多跨静定梁.....	(38)
一、多跨静定梁的几何组成特点	(38)
二、多跨静定梁的内力分析	(39)
第三节 静定平面刚架.....	(47)
一、工程实例	(47)
二、静定平面刚架的内力分析	(48)
第四节 本章小结.....	(56)
 第四章 静定拱式结构	(60)
第一节 概 述.....	(61)
第二节 三铰拱的计算.....	(62)
一、支座反力计算	(63)
二、内力计算	(64)
第三节 三铰拱的压力线与合理拱轴线.....	(67)
一、压力线与合理拱轴线的概念	(67)
二、几种常见的合理拱轴线	(68)
第四节 本章小结.....	(71)
 第五章 静定平面桁架和组合结构	(74)
第一节 概 述.....	(75)
第二节 桁架的求解方法.....	(76)
一、结点法计算桁架杆件的内力	(76)
二、截面法计算桁架杆件的内力	(78)
第三节 梁式桁架的形式与受力特点的比较.....	(81)
第四节 静定平面组合结构.....	(84)
一、组合结构概述	(84)
二、静定平面组合结构的内力	(85)
第五节 本章小结.....	(87)

一、桁架的组成和受力特点	(87)
二、静定平面桁架的内力计算	(87)
三、静定组合结构的内力计算	(87)

第六章 影响线及应用

第一节 概 述	(93)
一、影响线的概念	(93)
二、我国公路和铁路的标准荷载制	(94)
第二节 单跨静定梁的反力内力影响线	(95)
一、简支梁的影响线	(95)
二、外伸梁的影响线	(97)
三、内力影响线与内力图的区别	(99)
第三节 结点荷载作用下的影响线	(100)
第四节 多跨静定梁的反力内力影响线	(101)
第五节 影响线的应用	(103)
一、利用影响线求固定荷载作用下的量值	(103)
二、利用影响线求移动荷载作用下量值的最大值	(105)
第六节 本章小结	(113)

第七章 位移计算

第一节 概 述	(119)
一、结构的位移	(119)
二、计算结构位移的目的	(120)
第二节 变形体系的虚功原理	(120)
一、功的概念	(120)
二、变形体系的虚功原理	(122)
第三节 荷载作用下结构的位移计算	(124)
一、原理	(124)
二、计算示例	(125)
第四节 图乘法	(127)
一、原理	(127)
二、应用示例	(129)
第五节 本章小结	(130)

第八章 力法	(133)
第一节 概 述	(134)
一、超静定结构的类型	(134)
二、超静定结构的计算方法	(136)
第二节 超静定次数的确定	(136)
第三节 力法的基本原理与典型方程	(138)
一、力法的基本原理	(138)
二、力法的典型方程	(140)
第四节 力法计算步骤和示例	(142)
第五节 对称性的应用	(147)
一、选取对称基本结构	(149)
二、取半个结构计算	(152)
第六节 温度变化时超静定结构的计算	(154)
第七节 支座移动时超静定结构的计算	(156)
第八节 超静定结构的位移计算	(157)
第九节 超静定结构计算结果的校核	(159)
一、平衡条件的校核	(159)
二、位移条件的校核	(160)
第十节 超静定结构的特性	(161)
第十一节 本章小结	(162)
 第九章 位移法	(166)
第一节 位移法的基本概念	(167)
第二节 位移法的转角位移方程	(169)
一、等截面直杆的转角位移方程	(169)
二、杆端力与杆端位移间的关系	(169)
三、一端固定、一端为铰支的等截面单跨超静定梁	(170)
四、一端固定、另一端为定向支座的等截面单跨超静定梁	(171)
第三节 位移法的基本未知量	(175)
一、角位移个数的确定	(175)
二、线位移个数的确定	(175)
第四节 位移法的应用	(177)
第五节 对称性的利用	(185)

一、半边结构的取法	(185)
二、对称性应用举例	(187)
第六节 本章小结	(190)

第十章 力矩分配法

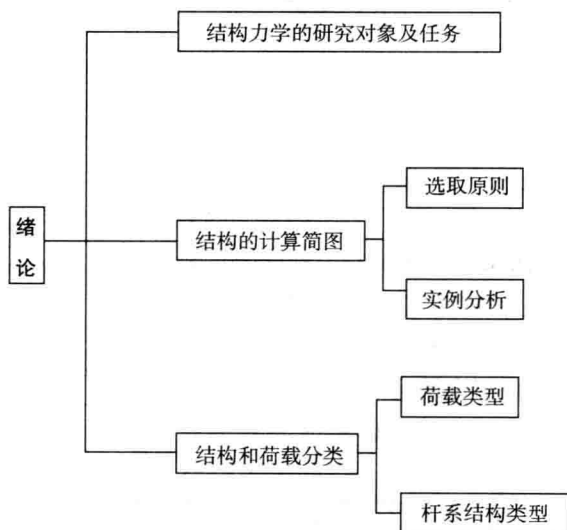
第一节 力矩分配法的基本概念	(195)
第二节 力矩分配法示例	(199)
一、用力矩分配法求连续梁杆端弯矩	(199)
二、用力矩分配法计算无侧移刚架	(202)
第三节 对称性的利用	(204)
第四节 本章小结	(207)

参考文献

【内容要点】

1. 结构力学的研究对象及任务。
2. 结构的计算简图的选取原则。
3. 杆系结构与荷载的类型。

【知识链接】



第一节 结构力学的研究对象和任务

结构是用来担负预定任务、支撑荷载的建筑物,像工程中的房子(图 1-1)、桥梁(图 1-2)、隧道、塔架、挡土墙(图 1-3)等都称为结构。

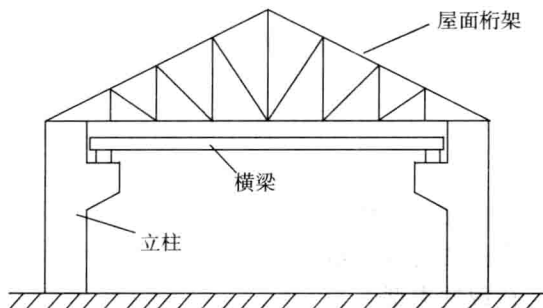


图 1-1

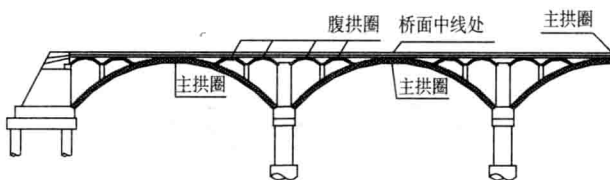


图 1-2

[试一试]
列出生活中一些结构,
并说明它是何种结构。

结构按其几何形状可分为三大类:

1. 杆件结构

由杆件组成的结构称为杆件结构。杆件的几何特征是其横截面尺寸比长度小得多。梁(图 1-4(a)、(b))、刚架(图 1-4(c)、(d))、桁架(图 1-4(e)、(f))、拱(图 1-4(g)、(h))、平面组合结构(图 1-4(i)、(j)),这些都是杆件结构,都是结构力学要研究的。

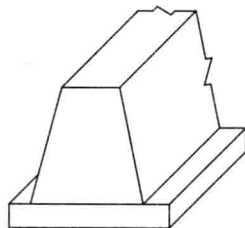
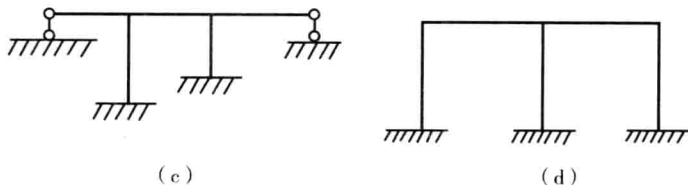
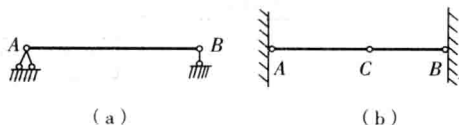


图 1-3



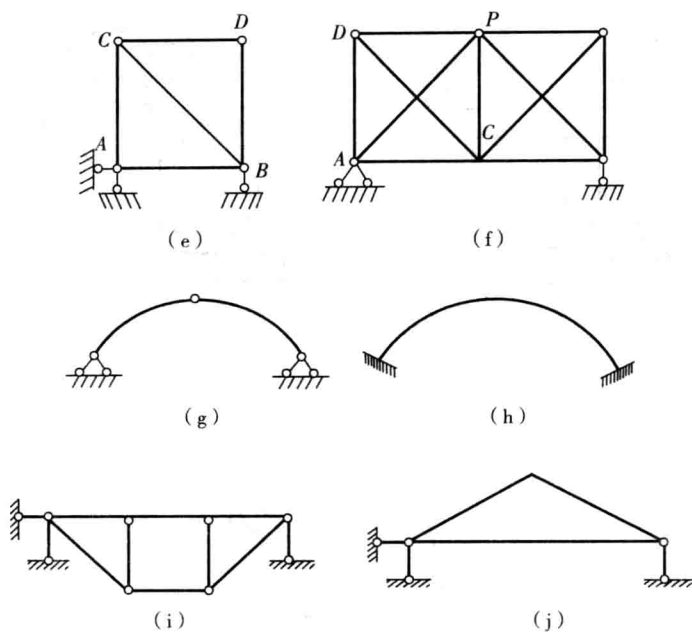


图 1-4

2. 薄壁板壳结构

由薄板(图 1-5(a))或薄壳(图 1-5(b))组成的结构称为薄壁板壳结构。这类结构的几何特征是其厚度比长度和宽度小得多,也称为薄壁结构。

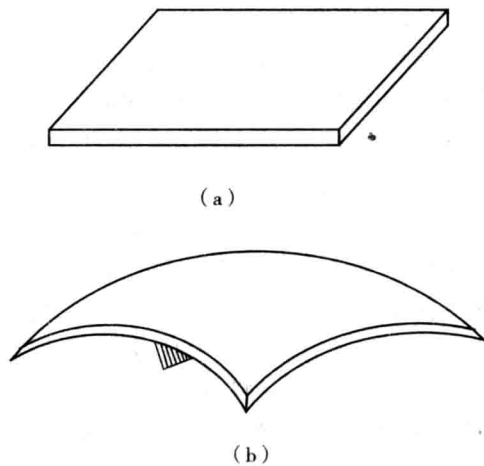


图 1-5

3. 实体结构

长、宽、厚三个方向的尺寸相近的结构称为实体结构,如桥墩、桥台、挡土墙等(图 1-6)。

[试一试]

比较平面杆系结构的几何类型各自的特点。

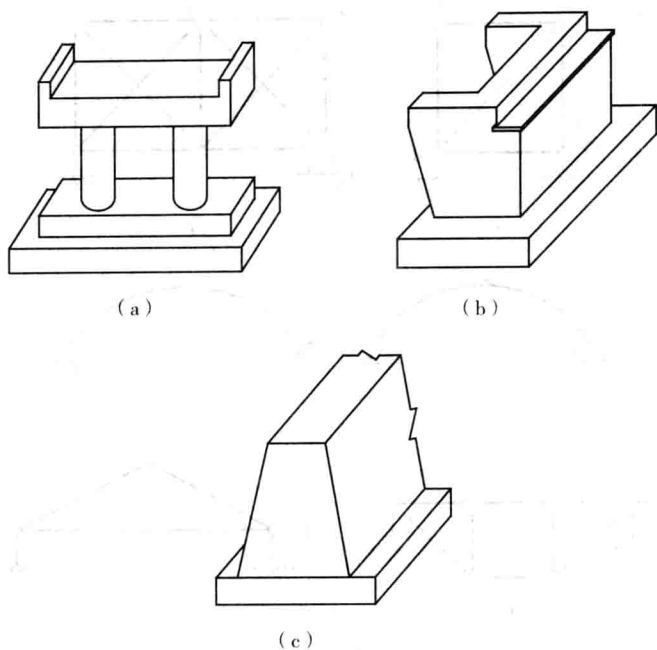


图 1-6

[想一想]

结构力学的研究对象是什么? 任务有哪些?

结构力学的研究对象是杆系结构,包括梁、刚架、桁架、拱式结构和组合结构。结构力学的任务是研究结构的强度、刚度和稳定性,保证结构体系的安全。结构力学和材料力学的区别在于:

材料力学是研究单个构件的安全,而结构力学是研究结构体系的安全。结构体系有许多个构件,要保证结构的安全就是要保证结构中每一个构件的安全。如图 1-1 所示房屋支架由房屋柱子、梁和屋面桁架杆组成,要保证房屋的安全,就是要保证各根构件的安全,因此,结构力学的任务是:一、平面体系的几何组成分析。二、结构各杆的内力计算(结构力学艰巨而主要的任务)。结构力学的第一项任务教科书第二章讲述,第二大任务在其他各章进行讲述。

需要强调的是:为了使结构既能安全、正常地工作,又能符合经济的要求,就需要对其进行强度、刚度和稳定性的计算。这一任务是由材料力学、结构力学、弹性力学等几门课程共同来承担的。其中材料力学以单个杠杆为主要研究对象,结构力学则在此基础上着重研究杆件结构,弹性力学则以实体结构和板壳结构为主要研究对象。当然,这种分工也不是绝对的,各课程间也存在互相渗透的情况。

如上所述,结构力学的研究对象是杆系结构,它是一门研究杆件结构强度、刚度、稳定性和合理组成的科学。其具体任务是:

- (1) 研究结构在荷载等因素作用下的内力和变形的计算,以便进行结构强度和刚度的验算。
- (2) 研究结构的稳定性计算,以及动力荷载作用下结构的反应。根据教学大纲,本书对这一问题未作讨论。
- (3) 研究结构的组成规律性和合理形式等问题。结构力学是一门技术基础