



高等学校土木工程本科指导性专业规范配套系列教材

总主编 何若全

结构力学

JIEGOU LIXUE

主 编 文国治

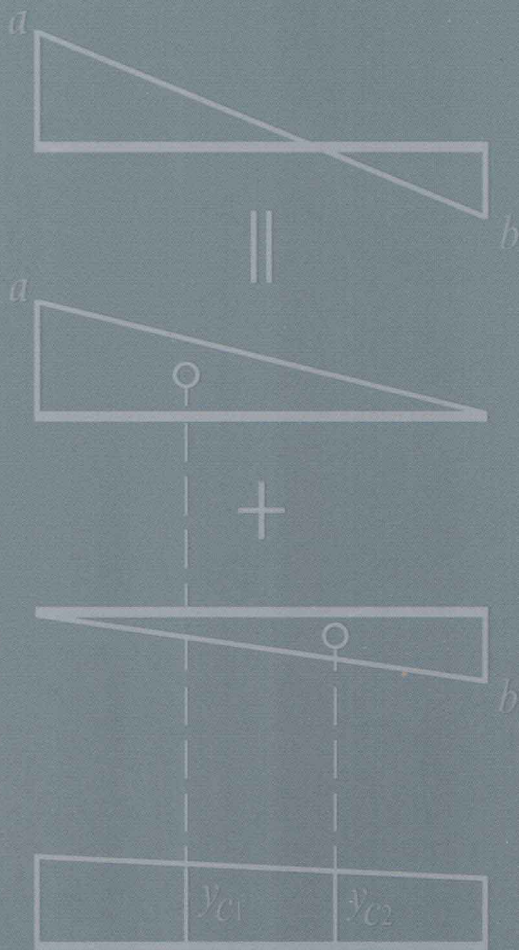
副主编 陈名弟

主 审 萧允徽



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>



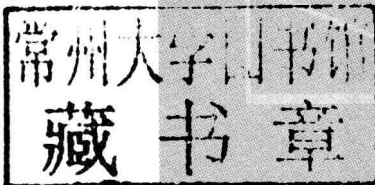


高等学校土木工程本科指导性专业规范配套系列教材
总主编 何若全

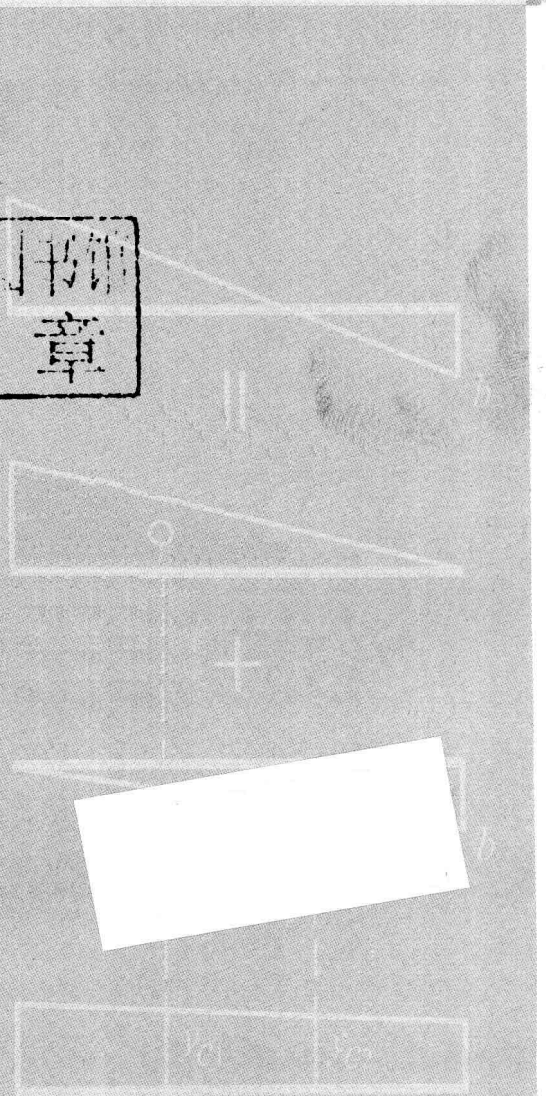
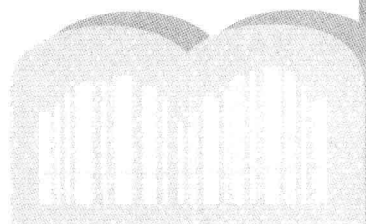
结构力学

JIEGOU LIXUE

主 编 文国治
副主编 陈名弟
参 编 王达诠 刘 纲
主 审 萧允徽



重庆大学出版社



内 容 提 要

本教材是依据全国土木工程专业教学指导委员会最新颁布的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》以及教育部2008年审定的《结构力学课程教学基本要求(A类)》进行编写的。全书共11章,内容包括:绪论、平面体系的几何组成分析、静定结构的内力分析、静定结构的位移计算、力法、位移法、力矩分配法与近似法、影响线、矩阵位移法、结构的动力计算、结构的稳定计算等。

为了方便教师和学生使用,随书所赠光盘提供了教材习题的详细解答,以及与教材配套的多媒体课件、用C语言编写的平面杆件结构静力分析程序及其使用说明等教学资源。

本书可作为高等学校土木工程专业本科教材,也可供有关工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

结构力学/文国治主编. —重庆:重庆大学出版社,2011.10(2012.7重印)

高等学校土木工程本科指导性专业规范配套系列教材
ISBN 978-7-5624-6079-4

I. ①结… II. ①文… III. ①结构力学—高等学校—教材 IV. ①O342

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第047064号

高等学校土木工程本科指导性专业规范配套系列教材

结构力学

主 编 文国治

副主编 陈名弟

主 审 萧允徽

责任编辑:刘颖果 版式设计:莫 西

责任校对:任卓惠 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617183 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆学林建达印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:25.5 字数:636千

2011年10月第1版 2012年7月第2次印刷

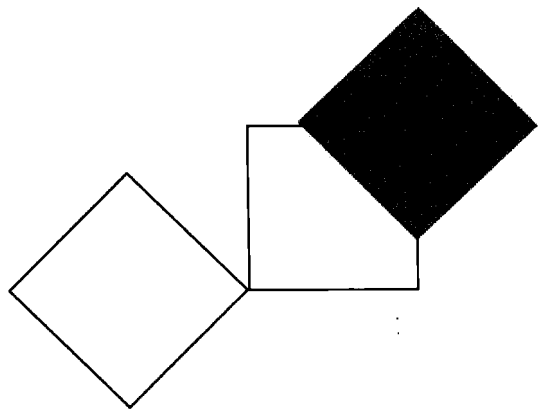
印数:3 001—6 000

ISBN 978-7-5624-6079-4 定价:45.00元(含1CD)

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究



编委会名单

总主编：何若全

副总主编：杜彦良 邹超英 桂国庆 张永兴

编委（按姓氏笔画为序）：

卜建清	王广俊	王连俊	王社良
王建廷	王雪松	王慧东	仇文革
文国治	龙天渝	代国忠	华建民
向中富	刘凡	刘建	刘东燕
刘尧军	刘俊卿	刘新荣	刘曙光
许金良	孙俊	苏小卒	李宇峙
李建林	汪仁和	宋宗宇	张川
张忠苗	范存新	易思蓉	罗强
周志祥	郑廷银	孟丽军	柳炳康
段树金	施惠生	姜玉松	姚刚
袁建新	高亮	黄林青	崔艳梅
梁波	梁兴文	董军	章辉
樊江	魏庆朝		

总 序

进入 21 世纪的第二个十年,土木工程专业教育的背景发生了很大的变化。“国家中长期教育改革和发展规划纲要”正式启动,中国工程院和国家教育部倡导的“卓越工程师教育培养计划”开始实施,这些都为高等工程教育的改革指明了方向。截至 2010 年底,我国已有 300 多所大学开设土木工程专业,在校生达 30 多万人,这无疑是世界上该专业在校大学生最多的国家。如何培养面向产业、面向世界、面向未来的合格工程师,是土木工程界一直在思考的问题。

由住房和城乡建设部土建学科教学指导委员会下达的重点课题“高等学校土木工程本科指导性专业规范”的研制,是落实国家工程教育改革战略的一次尝试。“专业规范”为土木工程本科教育提供了一个重要的指导性文件。

由“高等学校土木工程本科指导性专业规范”研制项目负责人何若全教授担任总主编,重庆大学出版社出版的《高等学校土木工程本科指导性专业规范配套系列教材》力求体现“专业规范”的原则和主要精神,按照土木工程专业本科期间有关知识、能力、素质的要求设计了各教材的内容,同时对大学生增强工程意识、提高实践能力和培养创新精神做了许多有意义的尝试。这套教材的主要特色体现在以下方面:

(1) 系列教材的内容覆盖了“专业规范”要求的所有核心知识点,并且教材之间尽量避免了知识的重复;

(2) 系列教材更加贴近工程实际,满足培养应用型人才对知识和动手能力的要求,符合工程教育改革的方向;

(3) 教材主编们大多具有较为丰富的工程实践能力,他们力图通过教材这个重要手段实现“基于问题、基于项目、基于案例”的研究型学习方式。

据悉,本系列教材编委会的部分成员参加了“专业规范”的研究工作,而大部分成员曾为“专业规范”的研制提供了丰富的背景资料。我相信,这套教材的出版将为“专业规范”的推广实施,为土木工程教育事业的健康发展起到积极的作用!

中国工程院院士 哈尔滨工业大学教授

沈世钊

前 言

本教材是依据全国土木工程专业教学指导委员会最新颁布的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》(以下简称“专业规范”)以及教育部 2008 年审定的《结构力学课程教学基本要求(A类)》进行编写的,适用于开设土木工程专业的本科院校的教学需要。

本教材在编写过程中始终注意把握以下编写原则:

第一,课程体系注重系统性和完整性的编写要求,以便让土木工程专业本科学生系统完整地掌握结构力学的基本理论和基本知识。

第二,具体内容把握“应用为主、实用为度”的编写原则,在讲解每一知识点时,突出其应用性和实用性。

第三,教学深度注意“留有余地、方便选用”的编写尺度,在满足“专业规范”中提出的最低要求的前提下,为各类学校的教学需要留有选择余地。

第四,教学方式有利教师使用、学生自学的编写宗旨。除了注重教材的可读性,做到通俗易懂、循序渐进外,每章内容前有“本章导读”,后有“本章小结”,并配有较多的思考题和习题。随书所赠光盘中提供了与教材配套的许多教学资源,包括教材中全部习题的详细解答、多媒体课件和用 C 语言编写的平面杆件结构静力分析程序及其使用说明等。

根据“专业规范”的要求,完成本课程的教学至少需要 78 学时。考虑到各校的实际需要,在具体编写时增加 25% 的内容,即按 98 学时进行编写。超出“专业规范”中最低教学要求以外的内容,在目录前冠以“*”号表示。

本教材由文国治担任主编,陈名弟担任副主编。参加编写工作的有:文国治(第 1、4、8、10 章),陈名弟(第 6、7、11 章),王达诠(第 2、5、9 章及光盘中教学程序),刘纲(第 3 章)。全书由文国治修改定稿。

本教材承蒙重庆大学萧允徽教授精心审阅,对编写大纲及书稿提出了许多宝贵意见,对提高本书质量起到了重要作用。

本教材的编写得到了重庆大学各级领导的大力支持以及建筑力学教研室同仁的热情帮助。重庆大学出版社对本书的编写提供了资助,并精心组织力量进行编辑出版等工作。

本教材的编写还得到了以下基金资助:①重庆市重点教改项目——大土建类工程力学系列课程创新与精品化建设(项目编号:09-2-002);②重庆大学大类系列课程建设项目——结构力学系列课程创新与精品化建设(项目编号:2009051A)。

籍本教材出版之际,编者在此一并致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,欢迎读者批评指正。

编者
2011 年 8 月

目 录

1 绪 论	1
1.1 结构力学的研究对象和任务	1
1.2 杆件结构的计算简图	3
1.3 平面杆件结构的分类	9
1.4 荷载的分类	10
本章小结	11
思考题	11
2 平面体系的几何组成分析	12
2.1 几何组成分析中的一些基本概念	12
2.2 平面体系的计算自由度	18
2.3 平面几何不变体系的基本组成规则	20
2.4 几何可变体系	24
2.5 体系的几何组成与静力特性的关系	28
本章小结	29
思考题	29
习题	30
3 静定结构的内力分析	33
3.1 单跨静定梁的内力分析	33
3.2 多跨静定梁的内力分析	46
3.3 静定平面刚架的内力分析	49
3.4 静定平面桁架的内力分析	60
3.5 静定组合结构的内力分析	73
3.6 三铰拱的内力分析	76
3.7 静定结构的一般特性	84
本章小结	86

思考题	87
习题	88
4 静定结构的位移计算	97
4.1 概述	97
4.2 变形体系的虚功原理	98
4.3 平面杆件结构位移计算的一般公式	103
4.4 静定结构在荷载作用下的位移计算	105
4.5 图乘法	110
4.6 静定结构在支座移动时的位移计算	116
4.7 静定结构在温度变化时的位移计算	117
*4.8 具有弹性支座的静定结构的位移计算	119
4.9 线性弹性结构的互等定理	122
本章小结	124
思考题	125
习题	126
5 力 法	132
5.1 超静定结构概述	132
5.2 力法的基本原理	135
5.3 力法的基本体系及基本方程	137
5.4 用力法计算荷载作用下的超静定结构	141
5.5 对称结构的简化计算	148
*5.6 用力法计算荷载作用下的超静定拱	157
5.7 用力法计算支座移动和温度变化时的超静定结构	162
5.8 超静定结构的位移计算	165
5.9 超静定结构内力图的校核	166
5.10 超静定结构的一般特性	168
本章小结	169
思考题	170
习题	172
6 位移法	179
6.1 概述	179
6.2 等截面直杆的转角位移方程	181
6.3 位移法的基本概念	186
6.4 位移法的典型方程	192
6.5 用位移法计算超静定结构在荷载作用下的内力	194

6.6	用位移法计算超静定结构在支座移动时的内力	202
6.7	直接利用平衡条件建立位移法方程	205
	本章小结	207
	思考题	208
	习题	208
7	力矩分配法与近似法	212
7.1	力矩分配法的基本概念	212
7.2	多结点结构的力矩分配	220
*7.3	多层多跨刚架的近似计算方法	225
	本章小结	228
	思考题	228
	习题	229
8	影响线	232
8.1	移动荷载及影响线的概念	232
8.2	静力法作静定梁的影响线	234
8.3	间接荷载作用下梁的影响线	240
8.4	机动法作静定梁的影响线	242
8.5	利用影响线求量值	245
8.6	移动荷载最不利位置的确定	247
*8.7	机动法作连续梁的影响线	252
8.8	内力包络图	254
	本章小结	259
	思考题	260
	习题	260
9	矩阵位移法	265
9.1	概述	265
9.2	杆件结构的离散化	266
9.3	单元坐标系中的单元刚度矩阵	270
9.4	结构坐标系中的单元刚度矩阵	275
9.5	直接刚度法形成结构刚度矩阵	278
9.6	结构的综合结点荷载列阵	284
9.7	求解结点位移和单元杆端力	288
9.8	矩阵位移法的计算步骤	289
9.9	平面杆件结构先处理法静力分析程序	297
	本章小结	306
	思考题	306

习题	307
10 结构的动力计算	310
10.1 概述	310
10.2 单自由度体系的运动方程	314
10.3 单自由度体系的无阻尼自由振动	318
10.4 单自由度体系的无阻尼受迫振动及共振	324
10.5 阻尼对振动的影响	330
*10.6 两个自由度体系的自由振动	336
*10.7 两个自由度体系在简谐荷载作用下的受迫振动	346
*10.8 振型分解法	349
*10.9 能量法计算自振频率	353
本章小结	357
思考题	358
习题	359
11 结构的稳定计算	364
11.1 概述	364
11.2 确定临界荷载的静力法	368
11.3 确定临界荷载的能量法	374
11.4 直杆的稳定	382
本章小结	390
思考题	390
习题	391
参考文献	395



绪 论

本章导读：

- **基本要求** 了解结构力学的研究对象和任务；了解选取结构计算简图的原则、要求及其主要内容；了解平面杆件结构的分类。
- **重点** 结构力学的研究对象和任务；杆件结构的计算简图。
- **难点** 结构计算简图的选取。

1.1 结构力学的研究对象和任务

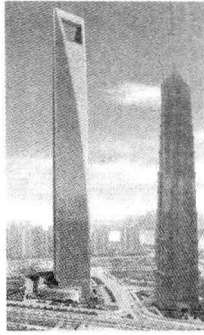
1.1.1 结构及其分类

建筑物或构筑物中用以承担荷载而起骨架作用的部分，或其中的某些承重构件，都可称为工程结构，简称结构。图 1.1 是一些工程结构实例，严格地说，我们看到的只是结构的外形，只有图 1.1(b)、(e) 中的钢结构，其受力骨架是展现在外的。图 1.14 所示单层厂房由屋面板、屋架、柱和基础等组成的受力体系是结构，单独看其中的屋面板、屋架等也是结构。

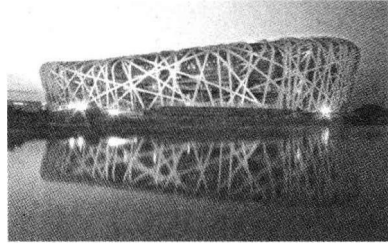
结构按其几何特征通常分为以下 3 类：

1) 杆件结构

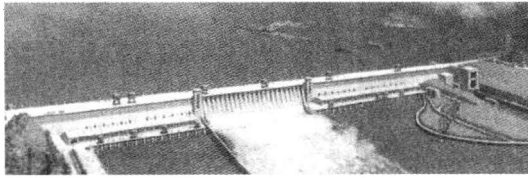
杆件结构是由杆件相互连接组成的。杆件的几何特征是外形细长，其长度 l 比截面宽度 b 和厚度 h 大得多，如图 1.2 所示。杆件结构也称杆系结构，是土木工程中普遍应用的一种结构形式。图 1.14(c)、(d) 所示屋架及排架均是杆件结构。



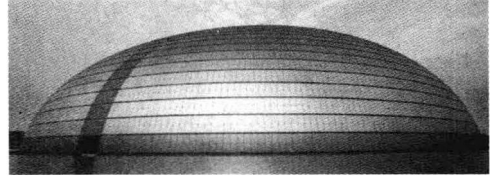
(a)上海金茂大厦(右)和国际金融中心(左)



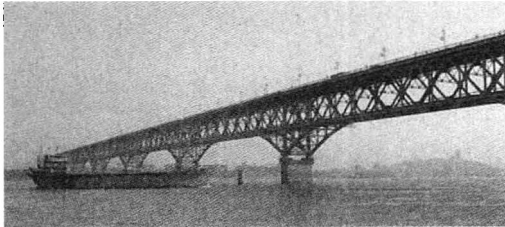
(b)北京奥运会主体育馆(鸟巢)



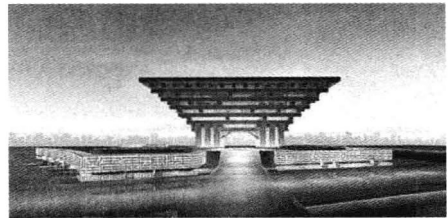
(c)长江三峡大坝



(d)国家大剧院



(e)南京长江大桥



(f)上海世博会中国国家馆

图 1.1 工程结构实例

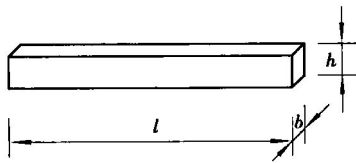


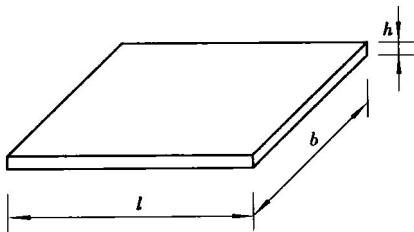
图 1.2 杆件

2) 板壳结构

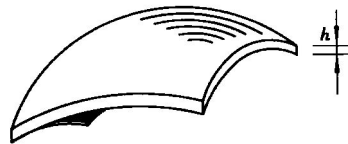
板壳结构又称为薄壁结构,是由薄壁构件组成的。薄壁构件的厚度要比长、宽两个尺度小得多,当为平面形状时称为平板,当为曲面时称为壳体,如图 1.3 所示。图 1.1 (d)所示国家大剧院的屋面即为壳体结构。

3) 实体结构

实体结构是由长、宽、厚 3 个尺度大致相当的块体组成的。图 1.4 所示挡土墙、图 1.1 (c)所示长江三峡大坝均是实体结构的例子。



(a)平板



(b)壳体

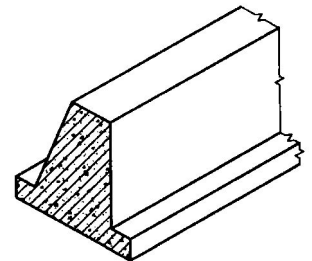


图 1.4 挡土墙

图 1.3 薄壁构件

1.1.2 结构力学的研究对象和任务

结构力学的研究对象是杆件结构,板壳结构和实体结构的受力分析将在弹性力学中进行研究。实际工程中的杆件结构其实都是空间结构,但它们中的大多数均可简化为平面结构进行分析。所以,本门课程主要研究平面杆件结构,即组成结构的所有杆件及结构所承受的外荷载都在同一平面内的结构。

结构力学着重研究杆件结构的强度、刚度、稳定性计算和动力反应,其具体任务包括以下几个方面:

- ①杆件结构的组成规律和合理的组成方式。
- ②杆件结构内力和位移的计算方法,以便进行结构强度计算和刚度验算。
- ③杆件结构的稳定性以及在动力荷载作用下的反应。

结构力学是土木工程专业的一门重要的专业基础课,在各门课程的学习中起着承上启下的作用。

结构力学是理论力学和材料力学的后续课程。理论力学主要研究刚体机械运动的基本规律和力学的一般原理,材料力学主要研究单根杆件的强度、刚度和稳定性。因此,理论力学和材料力学是学习结构力学前先修的重要基础课程,它们为结构力学提供力学分析的基本原理和基础。

同时,结构力学又为后续的弹性力学以及混凝土结构、砌体结构和钢结构等专业课程提供了进一步的力学基础知识。因此,结构力学课程在土木工程专业中占有重要的地位。

1.2 杆件结构的计算简图

1.2.1 计算简图及其选择原则

建筑物的实际结构是很复杂的,要完全按照结构的实际情况进行力学分析几乎是不可能的,而从工程观点来看也是不必要的。因此在进行结构分析之前,一般都要对实际结构进行简化,抓住其主要受力特征,略去次要因素,用一个简化的力学模型来代替实际结构。这种经科学抽象加以简化的力学计算模型称为实际结构的计算简图。

计算简图的选择应遵循下列两条原则:

- ①能反映实际结构的主要受力及变形性能。
- ②保留主要因素,略去次要因素,使计算简图便于计算。

需要指出:在上述原则指导下,计算简图的选择要根据当时当地的具体要求和条件进行,并不是一成不变的。譬如,对不重要的结构可以采用较简单的计算简图,对重要的结构应采用较精确的计算简图;在初步设计阶段可选择较粗糙的计算简图,在施工图设计阶段可选择较精确的计算简图;用手算时可选取较简单的计算简图,用电算时可选取较复杂的计算简图。

对于常用的结构型式,可借助前人的经验直接选取计算简图;对于一些新型结构,往往要通

过多次的试验和实践,才能获得比较合理的计算简图。总的来说,结构计算简图的合理选择是一个比较复杂的问题,需经过本书以后各章的学习、后续专业课程的学习以及今后工作的实践,才能逐渐理解和准确把握。

1.2.2 计算简图的简化要点

将实际杆件结构简化为计算简图,通常应从以下几方面进行简化:

1) 结构体系的简化

实际工程结构都是空间结构,但计算空间结构的工作量很大。在多数情况下,常可以忽略一些次要的空间约束而将空间结构分解为平面结构,使计算得到简化,并能满足一定的工程精度要求。

2) 杆件的简化

在杆件结构中,当杆件的长度大于其截面宽度和高度的5倍以上时,通常可认为杆件变形时其横截面仍保持平面,截面上某点的应力可根据截面的内力(弯矩、剪力、轴力)来确定。由于内力只沿杆长方向变化,因此,在计算简图中,不论是直杆或曲杆均可用其轴线(截面形心的连线)表示。

3) 结点的简化

杆件与杆件的连接处用杆件轴线的交点表示,称为结点(或节点)。实际工程结构中,杆件连接处的构造形式多种多样,但在计算简图中通常可以简化为以下两种基本结点和一种组合结点。

(1) 刚结点

刚结点的特点是汇交于结点的各杆端之间不能发生相对转动,各杆间可相互传递力和力矩。图1.5(a)所示一现浇钢筋混凝土刚架的结点,梁和柱的钢筋在该处用混凝土浇成整体。由于横梁的受力钢筋伸入柱内并满足锚固长度的要求,因而就保证了横梁与柱能相互牢固地连接在一起,构成了刚结点,其计算简图如图1.5(b)所示。当结构发生变形时,汇交于刚结点各杆端的切线之间的夹角将保持不变,各杆端转动同一角度 φ ,如图1.5(c)所示。

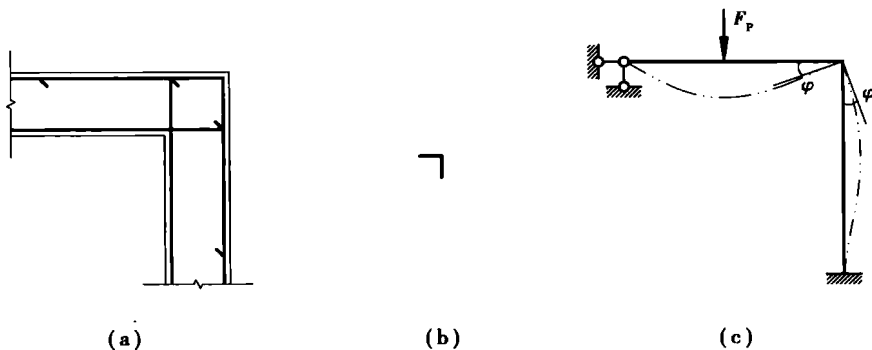


图 1.5 现浇钢筋混凝土刚架结点

(2) 铰结点

铰结点的特点是汇交于结点的各杆端可以绕结点自由转动,各杆间可相互传递力,但不能

传递力矩。图 1.6(a) 所示一木屋架的结点就比较接近于铰结点,如图 1.6(b) 所示。图 1.6(c) 所示为一钢桁架的结点,是通过结点板把各杆件焊接在一起的,由于各杆主要承受轴力,因此计算时也将这种结点简化为图 1.6(b) 所示的铰结点。

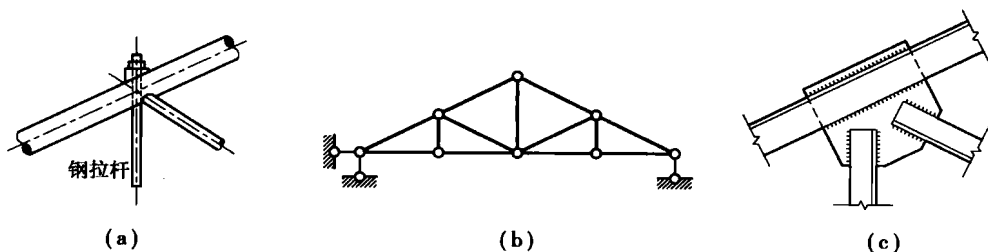


图 1.6 铰结点

(3) 组合结点

在同一结点上,某些杆件相互刚结,而另一些杆件相互铰结,则称为组合结点。图 1.7 所示结点 A,其中杆件 A1 与 A2 在结点 A 刚结,杆件 A3 与杆件 A1、A2 在结点 A 铰结。

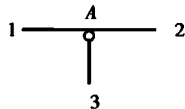


图 1.7 组合结点

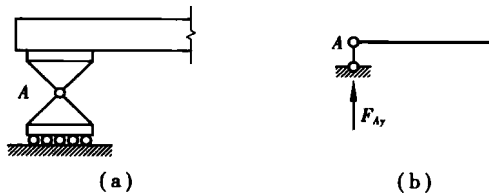


图 1.8 活动铰支座

4) 支座的简化

(1) 活动铰支座

桥梁中用的辊轴支座即属于活动铰支座,如图 1.8(a) 所示。它允许结构绕铰 A 转动和沿支承平面方向移动,但 A 点不能沿垂直于支承面的方向移动。因此,当不考虑支承平面上的摩擦力时,这种支座的反力将通过铰 A 的中心并与支承面相垂直,即反力的作用点和方向都是确定的,只有它的大小是一个未知量。根据上述特征,这种支座可以用一根垂直于支承面的链杆表示,如图 1.8(b) 所示。

(2) 固定铰支座

这种支座的构造如图 1.9(a) 所示,常简称为铰支座。它允许结构绕铰 A 转动,但 A 点不能沿水平或竖向移动。支座反力将通过铰 A 中心,但其大小和方向都是未知的,通常可用水平反力 F_{Ax} 和竖向反力 F_{Ay} 表示。这种支座的计算简图可用交于 A 点的两根支承链杆来表示,如图 1.9(b) 或(c) 所示。

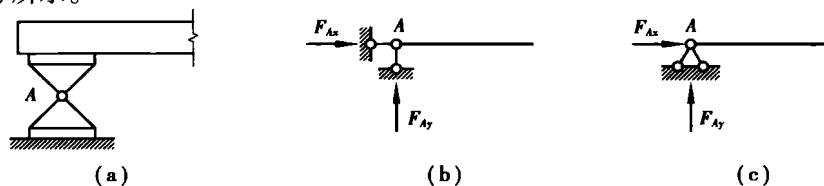


图 1.9 固定铰支座

(3) 固定支座

这种支座不允许结构在支承处发生任何方向的移动和转动。如图 1.10(a) 所示悬臂梁, 当梁端插入墙身有相当深度, 且四周与墙体紧密接触时, 梁端被完全固定, 可以视为固定支座, 计算简图如图 1.10(b) 所示。它的反力大小、方向和作用点位置都是未知的, 通常用水平反力 F_{Ax} 、竖向反力 F_{Ay} 和反力偶 M_A 来表示。

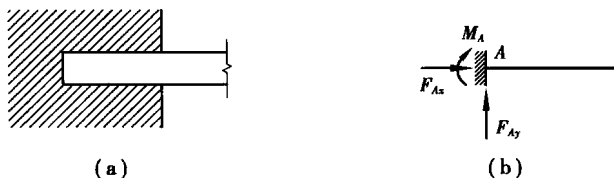


图 1.10 固定支座

(4) 定向支座

定向支座又称滑动支座。图 1.11(a) 所示为定向支座的示意图。结构在支承处不能转动, 不能沿垂直于支承面的方向移动, 但可沿支承面方向滑动。计算简图用垂直于支承面的两根平行链杆表示, 其反力为一个垂直于支承面的集中力和一个力偶, 如图 1.11(b) 所示。此外还有图 1.11(c) 所示的另一种定向支座。

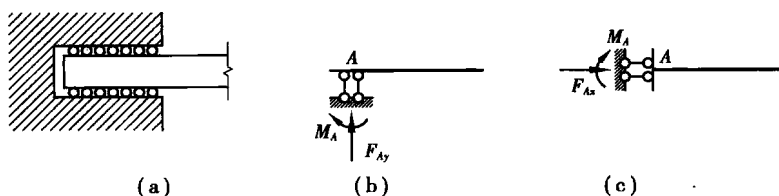


图 1.11 定向支座

上述 4 种支座都假定其本身不发生变形, 计算简图中的支杆被认为是刚性链杆, 这类支座称为刚性支座。

(5) 弹性支座

如果在结构计算中, 需要考虑支座本身的变形时, 则称这种支座为弹性支座。弹性支座又分为抗移动弹性支座和抗转动弹性支座, 如图 1.12 所示。图中 k 表示弹性支座发生单位移动 (或单位转动) 时所产生的反力 (或反力偶), 称为弹性刚度系数。



图 1.12 弹性支座

5) 材料性质的简化

土木工程结构所用的建筑材料通常有钢、混凝土、砖、石等。在结构分析时必须建立材料受力与变形间的关系模型, 为了简化计算, 通常假设材料为连续的、均匀的、各向同性的、完全弹性或弹塑性的。对金属材料, 以上假设在一定受力范围内是符合实际情况的, 但对混凝土、砖、石等材料则带有一定程度的近似性。

6) 荷载的简化

荷载是指主动作用在结构上的外力。例如结构的自重,作用在结构上的人群或货物的重量、土压力、水压力、风力、车轮的压力等。在杆件结构的计算简图中,杆件是用其轴线来代表的,所以上述荷载均简化为作用在杆件轴线上的力。关于荷载的分类详见 1.4 节。

1.2.3 结构计算简图举例

【例 1.1】 图 1.13(a) 所示为一根两端搁在墙上的梁,其上放一重物,现确定梁的计算简图。

【解】 (1) 结构体系的简化

梁在重物作用下,可在梁轴所在的竖向平面内产生弯曲变形,两端的墙体对梁起到竖向约束作用,但不能约束梁端的转角变形,故可将梁简化为一根轴线方向的简支梁,如图 1.13(b) 所示。

(2) 支座的简化

墙体对梁的反力沿墙厚方向的分布规律是难以确定的。现假定反力沿墙厚均匀分布,并以作用于墙厚中点的合力来代替分布的反力。又考虑到支承面有摩擦,梁不能左右移动,但受热膨胀时仍可伸长。综合以上分析,可将梁两端的支座简化为墙厚中点位置上的一个固定铰支座和一个活动铰支座。设梁的长度为 l_0 ,墙厚为 b ,则梁的计算跨度 l 为

$$l = l_0 - b$$

(3) 荷载的简化

由于重物的分布尺寸较小,可将其简化为一集中荷载,用 F_p 表示。梁的自重可看成一个沿梁轴线的均布荷载,用 g 表示。设梁的重量为 W ,则荷载集度 g 为

$$g = \frac{W}{l_0}$$

【例 1.2】 图 1.14(a) 所示为一工业厂房结构示意图,现讨论其计算简图。

【解】 (1) 结构体系的简化

从整体上看该厂房是一个空间结构,但从其荷载传递情况来看,屋面荷载和吊车轮压等都主要通过屋面板和吊车梁等构件传递到一个个的横向排架上,故在选择计算简图时,可以略去排架之间纵向联系的作用,而把这样的空间结构简化为一系列的平面排架来分析,如图 1.14(b) 所示。

(2) 屋架的计算简图

屋架承受屋面板传来的竖向荷载的作用,荷载大小按柱间距中线之间的阴影线部分面积计算,如图 1.14(a) 所示。屋架的计算简图如图 1.14(c) 所示。这里,采用了以下的简化:

- ① 屋架杆件用其轴线表示。
- ② 屋架杆件之间的连接简化为铰结点。

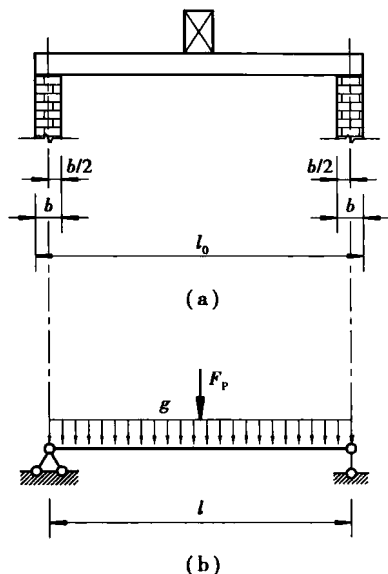


图 1.13 例 1.1 图