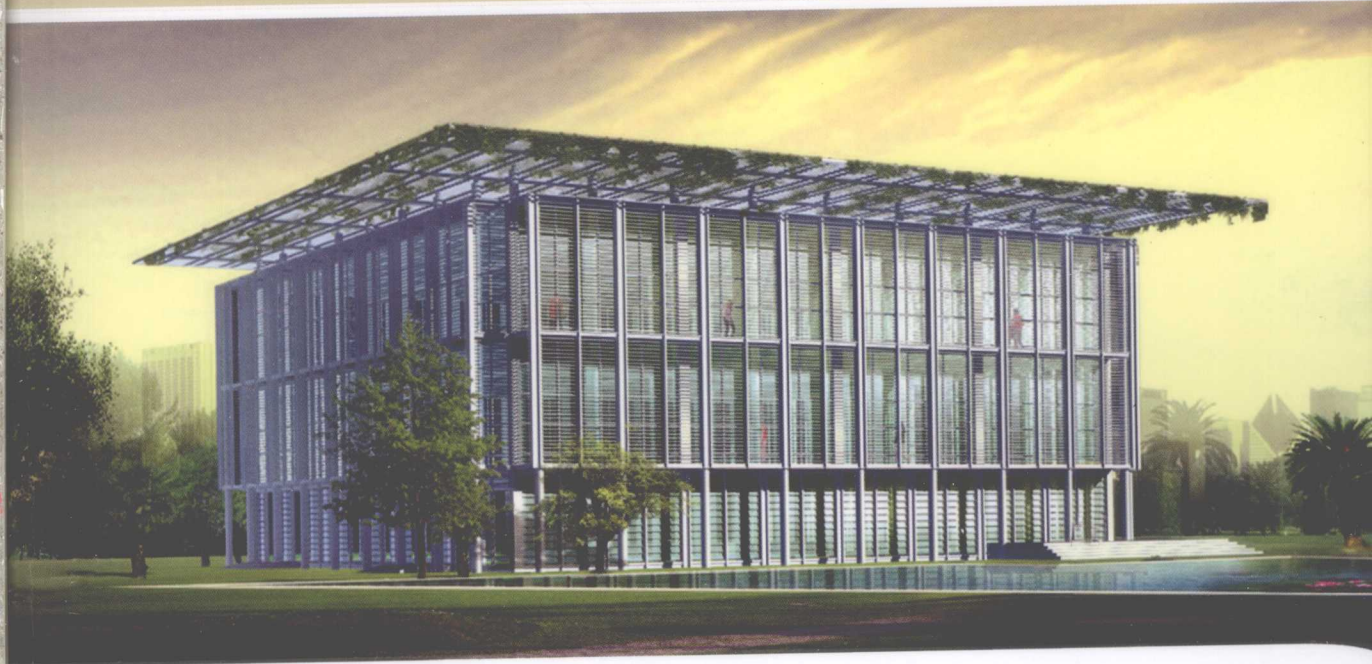


交通版

高等学校土木工程专业规划教材

JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



结构力学

(上册)

林继德 段敬民 甘亚南 主编
王立忠 主审



人民交通出版社

China Communications Press

交通版

高等学校土木工程专业规划教材

JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

结构力学 (上册)

Jiegou Lixue

林继德 段敬民 甘亚南 主编
王立忠 主审



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书是交通版高等学校土木工程专业规划教材之一,是按照教育部力学课程教学指导委员会拟定的《结构力学教学基本要求》编写的。

全书共十三章,分上、下两册。上册共九章,内容包括:第一章绪论;第二章平面体系的几何组成分析;第三章静定梁、静定平面刚架和三铰拱;第四章静定桁架和组合结构;第五章虚功原理和结构的位移计算;第六章力法;第七章位移法;第八章力矩分配法;第九章结构在移动荷载下的计算。下册共四章,内容包括:第十章矩阵位移法;第十一章结构的动力计算;第十二章梁和刚架的极限荷载;第十三章结构的稳定计算。每章均有思考题、习题及习题答案。

本书为土木工程专业,即“大土木”的房建、路桥、水利等各类专门化方向的教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

结构力学.上册/林继德等主编. —北京:人民交通出版社, 2010.1

ISBN 978-7-114-08096-8

I. 结... II. 林... III. 结构力学-高等学校-教材
IV. 0342

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 008543 号

交通版高等学校土木工程专业规划教材

书 名: 结构力学 (上册)

著 作 者: 林继德 段敬民 甘亚南

责任编辑: 张征宇 赵瑞琴

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757969, 59757973

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 18

字 数: 453 千

版 次: 2010 年 3 月 第 1 版

印 次: 2010 年 3 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-08096-8

定 价: 32.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

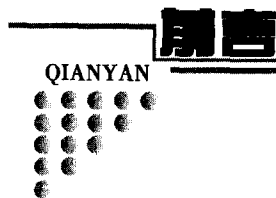
随着科学技术的迅猛发展、全球经济一体化趋势的进一步加强以及国力竞争的日趋激烈。作为实施“科教兴国”战略重要战线的高等学校,面临着新的机遇与挑战。高等教育战线按照“巩固、深化、提高、发展”的方针,着力提高高等教育的水平 and 质量,取得了举世瞩目的成就,实现了改革和发展的历史性跨越。

在这个前所未有的发展时期,高等学校的土木类教材建设也取得了很大成绩,出版了许多优秀教材,但在满足不同层次的院校和不同层次的学生需求方面,还存在较大的差距,部分教材尚未能反映最新颁布的规范内容。为了配合高等学校的教学改革和教材建设,体现高等学校在教材建设上的特色和优势,满足高校及社会对土木类专业教材的多层次要求,适应我国国民经济建设的最新形势,人民交通出版社组织了全国二十余所高等学校编写“交通版高等学校土木工程专业规划教材”,并于2004年9月在重庆召开了第一次编写工作会议,确定了教材编写的总体思路。于2004年11月在北京召开了第二次编写工作会议,全面审定了各门教材的编写大纲。在编者和出版社的共同努力下,目前这套规划教材已陆续出版。

这套教材包括“土木工程概论”、“建筑工程施工”等31门课程,涵盖了土木工程专业的基础课和专业课的主要系列课程。这套教材的编写原则是“厚基础、重能力、求创新,以培养应用型人才为主”,强调结合新规范、增大例题、图解等内容的比例并适当反映本学科领域的新发展,力求通俗易懂、图文并茂;其中对专业基础课要求理论体系完整、严密、适度,兼顾各专业方向,应达到教育部和专业教学指导委员会的规定要求;对专业课要体现出“重应用”及“加强创新能力和工程素质培养”的特色,保证知识体系的完整性、准确性、正确性和适应性,专业课教材原则上按课群划分不同专业方向分别考虑,不在一本教材中体现多专业内容。

反映土木工程领域的最新技术发展、符合我国国情、与现有教材相比具有明显特色是这套教材所力求达到的,在各相关院校及所有编审人员的共同努力下,交通版高等学校土木工程专业规划教材必将对我国高等学校土木工程专业建设起到重要的促进作用。

交通版高等学校土木工程专业规划教材编审委员会
人民交通出版社



本书是根据高等学校学科建设发展的需要,由人民交通出版社组织河北建筑工程学院、天津城市建设学院、北京建筑工程学院、河南理工大学、南阳理工学院、华北水利水电学院、西南交通大学,按照土木工程专业的培养目标和教学大纲,本着“厚基础、重能力、求创新、以培养应用型人才为主”的总体思想,结合编者多年的教学经验编写而成的。

本书以结构力学基本概念、基本原理及科学运算为主线,以学生素质能力为目标,准确把握结构力学教学基本要求。本书体现了概念结构力学的基本思想,并加强了结构电算的内容。在教材组织上力求使教师易教、学生易学,为此与其他同类教材相比增加了一定数量的例题和习题,并在各章后加入思考题,以活跃思维、启发思考,提高对问题本质的认识。此外对某些非重点内容也是通过思考题和习题引导学生自己思考、掌握,而不是不分主次地对所有内容全面铺叙,这样更有利于抓重点,精讲多练,启发学生独立思考。全书始终注重分析问题和解决问题能力的培养。本书除作为土木工程专业的教材外,也可作为土木工程专业的工程技术及科研人员的参考书。

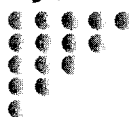
本书由林继澍、段敬民、甘亚南主编,由王立忠主审。各章编写分工如下:第一、六章由林继澍编写;第二章由段敬民编写;第三章由毕全超编写;第四章由朱守芹编写;第五章由魏俊亚编写;第七章由甘亚南编写;第八章由杨庆年编写;第九章由张方、周万俊编写;第十章由崔恩第编写;第十一章由符怡编写;第十二章由林松编写;第十三章由张方、周森编写;全书由林继澍修改、统稿。在编写过程中,得到了许多同行的大力帮助,在此深表谢意。

对审稿人王立忠的精心审阅和指导深表谢意。

由于水平有限,对本书中存在的不足之处敬请读者不吝赐教。

编 者
2010年1月

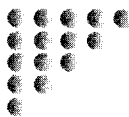
目录 MULU



第一章 绪论	1
第一节 结构力学的研究对象和任务	1
第二节 结构的计算简图	2
第三节 平面杆件结构的分类	6
第四节 荷载的分类	7
第二章 平面体系的几何组成分析	9
第一节 几何组成分析的目的及几个基本概念	9
第二节 平面杆件体系自由度的计算	11
第三节 几何组成分析的基本规则	13
第四节 几何组成分析的举例	16
思考题	19
习题	19
习题答案	21
第三章 静定梁、静定平面刚架和三铰拱	22
第一节 概述	22
第二节 静定梁的计算	23
第三节 静定平面刚架的计算	40
第四节 三铰拱的内力计算	50
思考题	59
习题	60
习题答案	64
第四章 静定桁架和组合结构	67
第一节 桁架的特点和组成分类	67
第二节 结点法	69

第三节	截面法	74
第四节	结点法和截面法的联合应用	80
第五节	组合结构	83
第六节	空间桁架	86
第七节	静定结构小结	90
思考题		94
习题		94
习题答案		97
第五章	虚功原理和结构的位移计算	98
 		
第一节	位移计算概述	98
第二节	虚功原理.....	100
第三节	荷载作用下的结构位移计算.....	108
第四节	图乘法.....	119
第五节	温度改变引起的位移.....	126
第六节	支座移动引起的位移.....	129
第七节	线性体系的互等定理.....	131
思考题		134
习题		135
习题答案		138
第六章	力法.....	141
 		
第一节	超静定结构和超静定次数.....	141
第二节	力法的基本原理.....	143
第三节	力法典型方程.....	145
第四节	用力法计算超静定梁和刚架.....	147
第五节	用力法计算超静定桁架、组合结构和排架	154
第六节	用力法计算两铰拱.....	158
第七节	对称性的利用.....	161
第八节	温度改变和支座移动时超静定结构的计算.....	166
第九节	超静定结构的位移计算.....	171
第十节	超静定结构最后内力图的校核.....	174
思考题		176
习题		177
习题答案		180
第七章	位移法.....	182
 		
第一节	位移法的基本概念.....	182

第二节	等截面直杆的转角位移方程·····	183
第三节	位移法的基本未知量和基本结构·····	186
第四节	位移法的典型方程及解题基本步骤·····	192
第五节	用位移法计算连续梁和无侧移刚架·····	193
第六节	位移法计算有侧移刚架和排架·····	197
第七节	对称性利用·····	205
第八节	直接利用平衡条件建立位移法方程·····	206
思考题	·····	208
习题	·····	208
习题答案	·····	210
第八章 力矩分配法	·····	211
 		
第一节	力矩分配法的基本概念·····	211
第二节	多结点的力矩分配法·····	217
第三节	无剪力分配法·····	223
第四节	对称结构的计算·····	227
第五节	超静定结构的特性·····	230
思考题	·····	231
习题	·····	232
习题答案	·····	233
第九章 结构在移动荷载下的计算	·····	235
 		
第一节	影响线的概念·····	235
第二节	静力法作静定单跨梁的影响线·····	236
第三节	间接荷载作用下的影响线·····	241
第四节	静力法作桁架的影响线·····	244
第五节	机动法作静定梁的影响线·····	249
第六节	影响线的应用·····	258
第七节	简支梁内力包络图和绝对最大弯矩·····	266
第八节	机动法作超静定梁影响线的概念·····	270
第九节	连续梁的内力包络图·····	272
思考题	·····	275
习题	·····	275
习题答案	·····	277
参考文献	·····	278



第一节 结构力学的研究对象和任务

一、结构及分类

土木工程中,由建筑材料筑成,能承受荷载而起骨架作用的构筑物称为工程结构,简称结构。如楼房中的梁柱体系,铁路和公路上的桥梁,水利工程中的水坝等均为工程结构。

按照几何尺寸,结构可分为三类。

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。如图 1-1 所示的梁、刚架、桁架都是杆件结构。

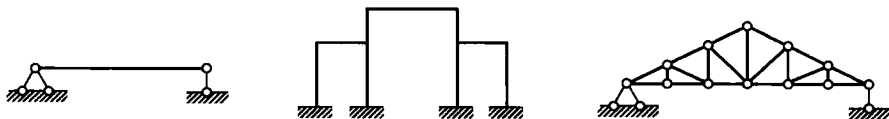


图 1-1

2. 板壳结构

由薄板或薄壳组成的结构称为板壳结构。薄板和薄壳的几何特征是它们的厚度比长度和宽度小得多,如图 1-2 所示。

3. 实体结构

三个方向的尺寸大致为同一量级的结构称为实体结构。如挡土墙、块体基础等均属实体结构,如图 1-3 所示。

二、结构力学的研究对象和任务

结构力学与材料力学、弹性力学有着密切的联系,它们的主要任务都是研究结构分析中的强度、刚度和稳定问题的理论和方法,但分工不同。材料力学以单个杆件为主要研究对象;

弹性力学以板壳结构和实体结构为主要研究对象;而结构力学则是以杆件结构为研究对象。



图 1-2

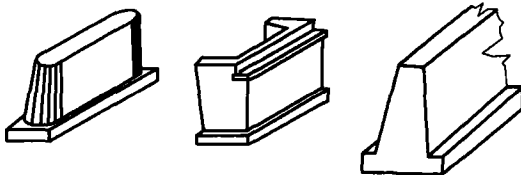


图 1-3

结构力学的任务包括以下几个方面:

- (1)研究结构的组成规律与合理形式。
- (2)研究结构内力与变形的计算方法,以便进行结构的强度和刚度计算。
- (3)研究结构的稳定性以及在动力荷载作用下的结构动力反应。

研究组成规律的目的是保证结构各部分不致发生相对运动,而能承受荷载并维持平衡。探讨结构的合理形式是为了有效地利用材料,使其性能得到充分的发挥。进行强度和稳定计算的目的在于保证结构满足安全和经济的要求。计算刚度的目的在于保证结构不发生实用上不能允许的过大变形。对于结构的强度、刚度和稳定,不仅设计新的结构需要计算,而且在建成的结构承受以往没有预计的荷载时,也需要进行核算,以确定是否需要加固和如何加固。

第二节 结构的计算简图

实际结构是很复杂的,完全按照结构的实际情况进行力学分析是不可能的,也是不必要的。因此,为了便于计算,在对实际结构进行力学计算之前,必须作某些简化和假定。略去一些次要因素的影响,反映其主要特征,用一个简化的图形来代替实际结构,这种图形叫做结构的计算简图或称计算模型。

一、选择计算简图的原则

结构的受力分析都是在计算简图中进行。因此,计算简图的选择,是结构受力分析的基础。选择不当,则计算简图不能反映结构的实际工作状态,严重的将会引起工程事故。所以必须十分重视计算简图的选择。

- (1)保留主要因素,略次要因素,使计算简图便于计算。
- (2)能够反映实际结构的主要受力和变形性能。

计算简图的选择在上述原则指导下,要根据具体要求和条件来选用,并非一成不变的。如在初步设计方案阶段,可使用较为粗糙的计算简图;而在技术设计阶段再使用比较精确的计算简图。如用手算可采用较为简单的计算简图;而采用电算则可以使用较复杂的计算简图。又如对重要结构应采用比较精确的计算简图;对不重要的结构可使用较为简单的计算简图。再如通常对于结构静力计算,可使用比较复杂的计算简图。对结构的动力和稳定计算,由于计算比较复杂,要采用比较简单的计算简图。

二、计算简图的简化内容

1. 结构体系的简化

一般结构实际上都是空间结构,各部分相互连接成为一个空间整体,以承受各个方向的荷载,多数情况下可略去一些次要的空间约束而将实际结构分解为平面结构,使计算得以简化。

2. 杆件的简化

杆件结构中的杆件,由于其截面尺寸通常远比杆件的长度小得多,截面上的应力可根据截面的内力来确定,截面上的变形也可根据轴线上的应变分量来确定。所以,在计算简图中杆件可用其轴线来表示,杆件的长度按各杆轴线交点间的距离计取。杆件的自重或作用于杆件上的荷载,一般可近似地按作用在杆件的轴线上去处理。轴线为直线的梁、柱等构件可用直线表示;曲杆、拱等构件的轴线为曲线的则可用相应的曲线表示。

3. 结点的简化

1) 铰结点

铰结点的特征是被联结的杆件在联结处不能相对移动,但可绕结点中心相对转动,即可以传递力,但不能传递力矩。

在实际工程中,这种理想铰是很难实现的,只有当结构的构造符合一定条件时,可以近似地简化为铰结点,如图 1-4a)所示木屋架结点就可简化成图 1-4b)所示的铰结点。

2) 刚结点

刚结点的几何特征是被联结的杆件在联结处既不能相对移动,又不能相对转动;刚结点的力学特征是既可以传递力,又可以传递力矩。如现浇钢筋混凝土刚架边柱和梁的结点,如图 1-5a)所示。由于梁和柱之间的钢筋锚固长度以及混凝土将它们浇筑成整体,使梁和柱不能产生相对移动和转动,计算时简化为一刚结点,其计算简图如图 1-5b)所示。

3) 组合结点

若干杆件汇交于同一点,当其中某些杆件联结视为刚结点,而另一些杆件视为铰结点时,便形成组合结点。例如,在图 1-6a)所示的结构中, E 点即为组合结点,图 1-6b)是结点 E 的构造示意图。

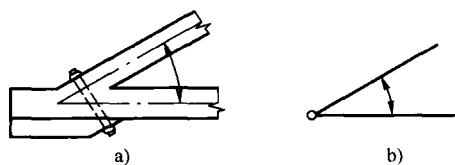


图 1-4

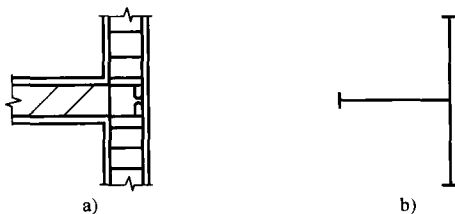


图 1-5

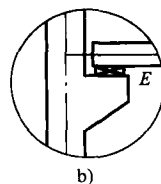
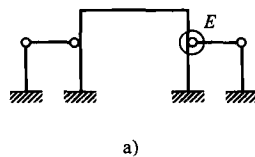


图 1-6

4. 支座的简化

将结构与基础或其他支承联系起来,以固定结构位置的装置叫做支座,平面杆件的支座通常有以下 4 种形式:

1) 可动铰支座

可动铰支座的构造如图 1-7a)和图 1-7b)所示,这种支座的几何特征是结构可以绕铰心 A 自由转动,并可沿支承面方向作微小移动。它的力学特性是当不考虑支承面上的摩擦力时,其支座反力 R_A 将通过铰心并与支承面垂直,即反力的作用线是已知的,其大小及箭头指向是未知的。在计算简图中,这种支座常用一根链杆来表示,如图 1-7c)所示。

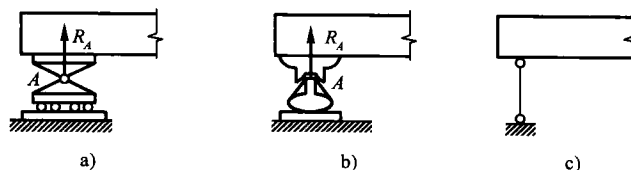


图 1-7

2) 固定铰支座

固定铰支座的构造如图 1-8a)、图 1-8b)所示。它允许结构在支承处绕圆柱铰 A 转动,但 A 点不能作水平和竖向移动。支座反力 R_A 将通过铰 A 中心,但大小和方向都是未知的,通常可沿两个确定方向的分反力,即水平反力 H_A 和竖向反力 V_A 来表示。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 1-8c)、图 1-8d)所示。

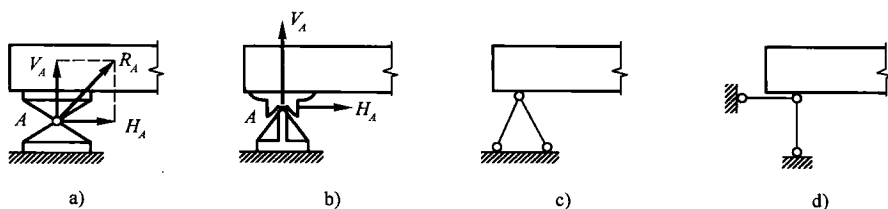


图 1-8

3) 固定端支座

这种支座不允许在 A 端发生任何移动和转动。它的反力大小、方向和作用点都是未知的。因此可以用水平和竖向分力 H_A 和 V_A 及反力矩 M_A 表示,如图 1-9a)所示。也可以用 3 根不完全平行也不全交于一点的链杆表示,如图 1-9b)所示。在计算简图中则采用图 1-9c)表示。

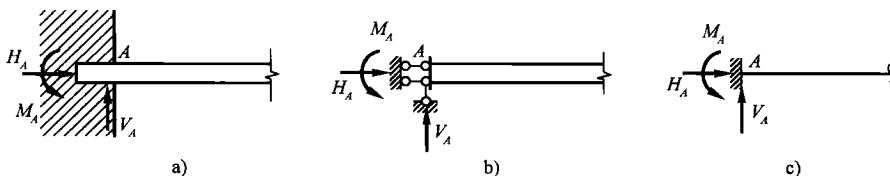


图 1-9

4) 定向支座

定向支座也叫滑动支座。定向支座的构造如图 1-10a)所示,它的几何特征是结构可以沿

辊轴滚动的方向作微小移动,但不能沿垂直于滚动的方向移动,也不能发生转动。它的力学特性是只有垂直于辊轴滚动方向的反力,但其大小和作用点都是未知的,通常用垂直于支承面的分量 V_A 和反力偶 M_A 表示定向支座的约束反力,而在计算简图中,它常用两根垂直于支承面的平行链杆来表示,如图 1-10b)所示。图 1-10c)是在竖直方向允许滑动的定向支座,支座有水平反力 H_A 和反力偶 M_A 。

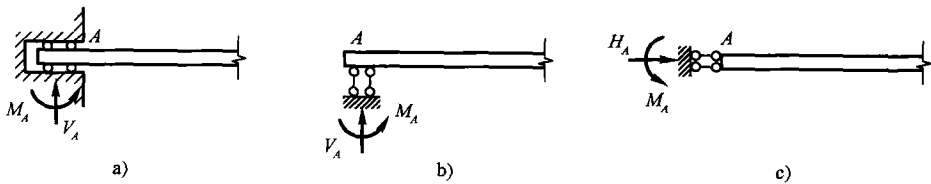


图 1-10

三、结构计算简图示例

图 1-11a)为一工业厂房中的钢筋混凝土 T 形截面吊车梁,梁上铺设钢轨,吊车最大轮压为 P_1 和 P_2 。在设计此吊车梁时,通常按上述简化原则及简化内容对实际结构进行简化选取其计算简图。

(1)结构的简化:以梁的纵轴线代替实际的吊车梁,当梁两端与柱子接触面的长度不大时,可取梁两端与柱子接触面中心的间距作为梁的计算长度 l ,如图 1-11b)所示。

(2)支座的简化:梁的两端搁置在柱子上,整个梁既不能上下移动,也不能水平移动。但梁承受荷载微弯时,梁的两端可以做微小的自由转动。此处当温度变化时,梁还可以自由伸缩。此梁两端的支承情况虽然完全相同,但为了反映上述支座对梁所起的约束作用并便于计算,将梁的一端当作可动铰支座,而另一端当作固定铰支座。

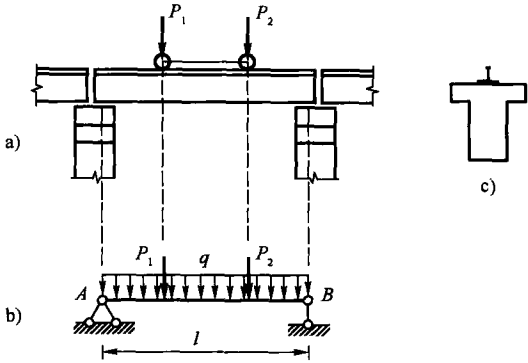


图 1-11

(3)荷载的简化:作用在吊车梁上的荷载有恒载和活载。恒载是钢轨和梁的重力,它们沿梁长都是均匀分布的,应化为作用在梁纵轴上的均布荷载 q 。活载轮压 P_1 和 P_2 ,由于它们与钢轨的接触面积很小,可看成是集中荷载,也作用在梁的纵轴上。

再如图 1-12a)所示为钢筋混凝土单层工业厂房的结构示意图。该厂房结构是一系列由屋架、柱和基础组成的平面单元沿厂房的纵向有规律地排列,再由屋面板、吊车梁等纵向构件连接组成的空间结构。此种结构可按以下 3 步来选取其计算简图。

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主要都通过屋面板和吊车梁等构件传递到一个个的横向排架上,所以在确定计算简图时可以略去各排架间的纵向作用,而把该空间结构简化为一系列的平面排架来分析,如图 1-12b)所示。

2) 屋架的计算简图

对于平面排架内的屋架,由于通常采用预埋钢板,吊装就位以后,再与柱顶预埋钢板焊接

在一起,则屋架端部与柱顶不能发生相对线位移,但仍有可能发生微小的转动。在计算屋架的各杆内力时,可以把它单独取出,用固定铰支座和可动铰支座代替柱顶的支承作用。再将屋架的各杆均以轴线表示,并假定所有这些轴线都位于同一平面且在每个结点处都相交于一点,这些交点就可代替实际的结点。根据力学精确计算可知,当荷载只作用于结点时,屋架各杆的内力主要是轴力,剪力和弯矩都很小,故可把屋架的各个结点均假定为理想铰结点。其计算简图为图 1-12c)所示。

3) 排架柱的计算简图

由于屋架的刚度很大,相应变形很小,因此认为两柱顶之间的距离没有变化,这样就可以用抗拉压刚度 $EA=\infty$ 的链杆来代替该屋架。两边的竖柱可用轴线来代替,该牛腿柱子所承受的由吊车传来的荷载相对柱轴线有偏心,可用在荷载作用处的悬挑短梁来表示。竖柱插入基础后,用混凝土填实,因此可把竖柱与基础之间的连接按固定端支座处理,其计算简图如图 1-12d)所示。将这种结构称为铰接排架。

选择结构的计算简图十分重要,又很复杂,需要有较多的工程实际经验,并善于判断各种不同因素的相对重要性。对一些新型结构,往往要通过多次的实验和实践,才能获得比较合理的计算简图;但对常用的结构形式,已有前人积累的经验,可以直接取其常用的计算简图。所以,选择结构计算简图的能力应在学习本课程和后继结构课程中以及长期工程实践中逐步形成的。

第三节 平面杆件结构的分类

上述可知,结构力学所研究的是经过简化以后的结构计算简图。因此,结构的分类实际就是结构计算简图的分类。

按照不同的构造特征和受力特点,平面杆件结构可分为以下几类。

1. 梁

梁是一种受弯杆件,其轴线通常为直线,水平梁在竖向荷载作用下无水平支座反力,内力有弯矩和剪力。梁有单跨梁[图 1-13a)、图 1-13c)]和多跨梁[图 1-13b)、图 1-13d)]。

2. 拱

拱的轴线一般为曲线。拱在竖向荷载作用下能产生水平推力。这种水平推力将使拱内弯矩远小于跨度、荷载及支承情况相同的梁的弯矩,如图 1-14 所示。

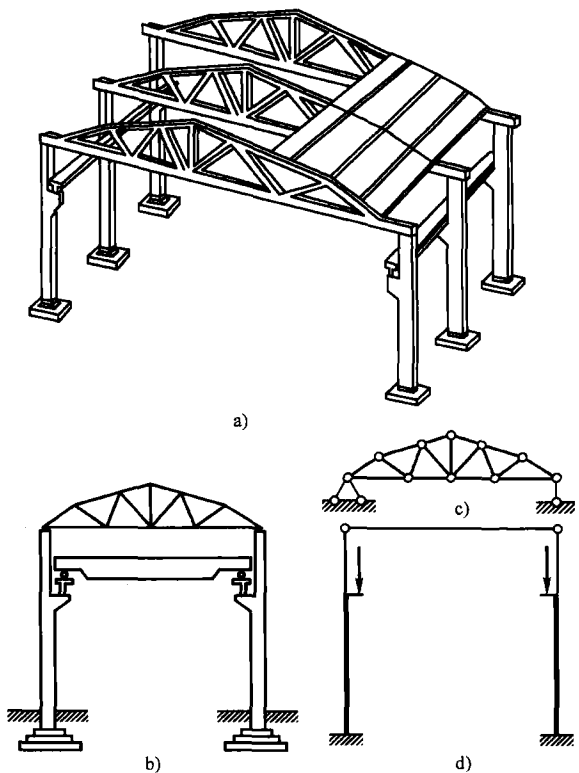


图 1-12

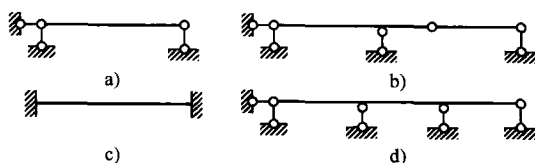


图 1-13

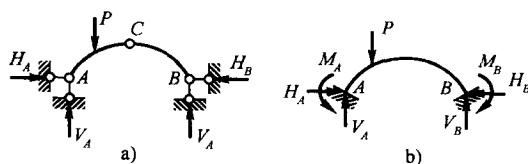


图 1-14

3. 刚架

刚架是由梁和柱组成的结构,杆件间的结点至少有一个为刚结点,如图 1-15 所示。杆件内一般有弯矩、剪力和轴力,其中弯矩为主要内力。

4. 桁架

桁架由直杆组成,其组成特点是各杆相连处均为铰结点,如图 1-16 所示。当桁架只承受结点荷载时,各杆只受轴力。

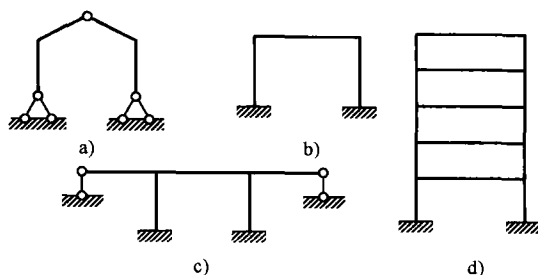


图 1-15

5. 组合结构

组合结构是桁架杆件与梁或桁架杆件与刚架组合在一起的结构。在这种结构中,有些杆件只承受轴力,而另一些杆件还同时承受弯矩,如图 1-17 所示。

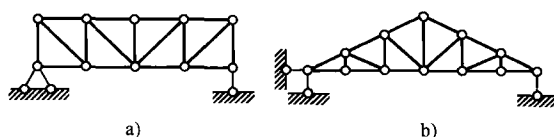


图 1-16

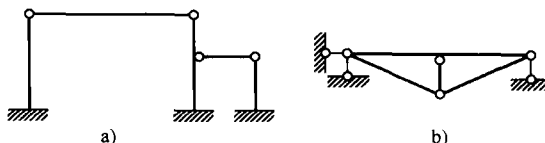


图 1-17

此外,按照所用计算方法的特点,结构可分为静定结构和超静定结构。若一结构在承受任意荷载时,所有支座反力和任一截面上的内力都可由静力平衡条件求出其确定值,则此结构称为静定结构[图 1-13a)、图 1-13b)]。反之,若上述的反力和内力不能靠静力平衡条件确定,还必须补充变形条件才能求得,则此结构称为超静定结构,如图 1-13c)、图 1-13d)所示。

第四节 荷载的分类

主动作用于结构上的外力称为荷载,如结构的自重,工业厂房上的吊车荷载,作用于水工结构上的水压力和土压力等。

一、荷载根据作用时间久暂分类

(1)恒载:永远作用在结构上的不变荷载,如自重力、固定于结构上的设备的重力等。

(2)活载:暂时作用于结构上的可变荷载。按其作用位置的变化情况可分为:

①可动荷载:可作用于结构上的任意位置的荷载,如楼面上的人群、风荷载和雪荷载等。

②移动荷载:大小和方向不变,作用位置可变的荷载,如列车荷载、吊车荷载等。

二、荷载根据作用性质分类

(1)静力荷载:当荷载的大小、方向和位置不随时间变化或变化极为缓慢,不会使结构产生显著的振动,因而可略去惯性力的影响,这样的荷载称为静力荷载。结构的恒载均属于静力荷载,只考虑位置改变,略去动力效应的移动荷载也属于静力荷载。

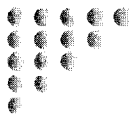
(2)动力荷载:随时间迅速变化的荷载,使结构产生显著的振动。因此,惯性力的影响不可忽略。如机械运转时产生的荷载,地震时由于地面运动对结构的动力作用等都属于动力荷载。

除上述荷载外,还有一些因素也可以使结构产生内力或位移,例如温度变化、支座沉陷、制造误差以及材料收缩等。从广义上来说,这些因素可视为广义荷载。

荷载的确定,常常是比较复杂的。有关规范总结了设计经验和科学研究的成果,供设计时应用。但许多情况下设计者必须深入现场,结合实际情况进行调查研究,才能对荷载作出合理的确定。

第二章 平面体系的几何组成分析

DIERZHANG



第一节 几何组成分析的目的及几个基本概念

一、几何组成分析的目的

土木工程中,建筑物、构筑物及桥梁结构等是由若干杆件互相联结所组成的体系,并与基座联结成一个整体来承受荷载的作用。当不考虑各杆件本身的变形时,它应能保持其原有几何形状以及位置的不变,即当不考虑材料的应变时,杆件结构的各个杆件之间以及整个结构与地面之间,应不致发生相对运动。

体系受到任意荷载作用后,若不考虑材料的应变,而能保持其几何形状和位置不变的,则称为几何不变体系,如图 2-1 所示的体系。另外有一类体系,如图 2-2 所示,尽管只受到很小的荷载作用,也将引起几何形状的改变,这类体系称为几何可变体系。显然,土木工程结构不能采用几何可变体系,而只能采用几何不变体系,因为结构必须是其各部分之间不致发生相对运动的体系,只有这样的体系才可能承受任意荷载并维持其平衡。

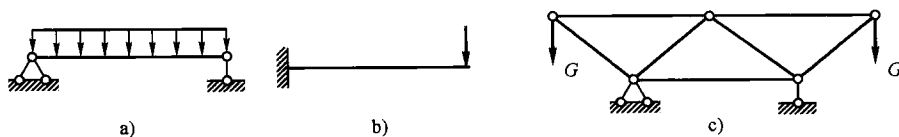


图 2-1

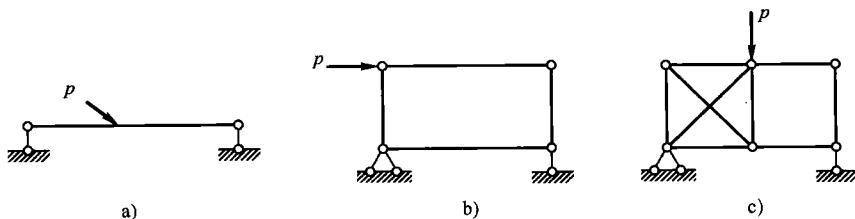


图 2-2