

21世纪高等职业院校土木工程专业系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会推荐教材
北京市高等学校教育教学改革立项项目教材

工程力学

吴宝瀛 编著

清华大学出版社

21世纪高等职业院校土木工程专业系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会推荐教材
北京市高等学校教育教学改革立项项目教材

工程力学

吴宝瀛 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书是由土木工程学会教育工作委员会推荐的 21 世纪高等职业院校土木工程专业系列教材之一,根据高等职业院校土木工程专业培养目标和教学大纲编写而成。全书由平面静力学和材料力学两部分组成,共 17 章。其中为适应高职教育的特点,增加了“课程实训”和“本门课程求职面试可能遇到的典型问题应对”两章。力求讲清基本概念,既注重课程的系统性、完整性,又联系工程实际。

本书简明扼要、重点突出、深入浅出、实用性强,可作为高等职业院校、高等专科学校、高等成人教育学校等土建类专业的教材,亦是土建类工程技术人员的参考读物。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

工程力学/吴宝瀛编著. —北京:清华大学出版社,2008.9

(21 世纪高等职业院校土木工程专业系列教材)

ISBN 978-7-302-17737-1

I. 工… II. 吴… III. 工程力学—高等学校:技术学校—教材 IV. TB12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 076111 号

责任编辑:徐晓飞 李 嫚

责任校对:王淑云

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京市清华园胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:203×253 印 张:15 字 数:428 千字

版 次:2008 年 9 月第 1 版 印 次:2008 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.80 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:024201-01

编 委 会

名誉主编：袁 驹 江见鲸

主 编：崔京浩

副 主 编：陈培荣

编 委(按姓名拼音排序)：

傅裕寿 金荣耀 李 锐 李崇智 刘琼昕

刘全义 刘世奎 苏 乾 王嵩明 吴宝瀛

徐晓飞 杨国富 易可佳 张正威 周 坚

周玉明

编辑办公室主任：徐晓飞

丛书总序

这套“21世纪高等职业院校土木工程专业系列教材”，由于具有突出的针对性、实用性、实践性和应对性，受到中国土木工程学会教育工作委员会的好评，被列为“中国土木工程学会教育工作委员会推荐教材”；同时由于在内容安排、教学理念、培养模式等方面的特色，入选“北京市教委高等学校教育教学改革立项项目”。

我国现阶段面临着严峻的就业形势，其中人才结构问题非常明显：一方面表现为职业技能人才严重不足，另一方面普通本科毕业生又出现过剩的局面。因此，高等职业院校得到迅猛发展，土木建筑类高等职业院校尤其突出。

土木建筑业属于劳动密集型行业，我国农村2亿富裕劳动力有一半（约1亿）在建筑业打工，这部分劳动者技术素质偏低，迫切需要为生产第一线充实技术指导人员（施工技术员）。这部分技术人员就是高职院校土木建筑工程专业的培养目标。

为此，我们专门组织了一批具有高级职称又在高职院校（北京科技经营管理学院建工专业）任教5年以上，具有丰富教学经验的教师编写了这套教材。整套教材贯彻了如下的原则和要求：

(1) 突出针对性——高职土木的培养目标是生产第一线的技术人才，通常称之为“施工技术员”。因此，在编写时有针对性地删减了繁琐的理论推导和冗长的分析计算，增加生产第一线的专业知识和技能；做到既要充分体现高职土木的培养目的，又要兼顾本门课程理论上和专业上的系统性和完整性。

(2) 突出实用性——大幅度地增加“施工技术员”需要的专业知识和职业技能，特别是“照图施工”的知识和技能，克服过去那种到工地上看不懂图的弊端。为此，所有专业课均增加了有关识图的内容。

(3) 突出实践性——大力改进实践环节，加强职业技能的培训。第一，所有专业课在最后均增加了一章“课程实训”，授课配合必要的参观和现场讲解。第二，强化“毕业综合实训”，围绕学生毕业后到生产第一线需要的知识和技能进行综合性的实训。为此本套教材专门编写了一本《毕业综合实训指导》，供教师在最后的实训环节参考。

(4) 突出应对性——现代求职一个重要的环节是面试，面试的效果对求职成败有重要的影响。因此，本套教材每种书都专门讨论应对面试的内容、能力和职业素质，归纳为“本门课程求职面试可能遇到的典型问题应对”一章。

在编写这套教材时，虽然经过反复讨论和修改并经过两轮的教学实践，但是仍不可避免地存在不足乃至错误，请广大读者和同行指出、不吝赐教。

主编：于清华园

前 言

本书是根据高等职业院校土木工程专业的培养目标和教学大纲,以及作者多年从事高职的教学经验并吸收了现有教材中的长处编写的。

工程力学包容广博的力学知识。本教材根据高职土木工程专业的教学需要,在第一篇理论力学部分中,只选编了平面静力学部分。这部分内容和第二篇材料力学部分的内容既相对独立,又相互融会贯通。

根据职高是培养应用型人才的教學目的,在编写中概念力求准确、清晰,文字叙述力求简练、明确,符号和术语力求表述规范。减少论证,突出重点,精选例题。在例题的编写中,强调分析、思路和步骤,对有些典型例题,解后加讨论。

本书以掌握概念,强化应用为教学目的。以平衡、强度、刚度、稳定为主线,既坚持“少而精”的原则,又注重教学内容的完整性。略去了与当前材料力学教学要求不相符的内容,增加了和高职教育有关的“课程实训”和“本门课程求职面试可能遇到的典型问题应对”两章。

在“压杆稳定”这一章中,略去了与当前教学不相符的内容,增加了“实际钢压杆的稳定计算”一节。本节采用了当前工程设计中以概率论为基础的极限状态设计法。

本书选用了书后所列参考文献中的部分例题、习题,在此向文献的诸位作者表示衷心感谢。

限于编者的水平,书中必定有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2008年3月

目 录

第一篇 静 力 学

| | |
|---------------------------|----|
| 第 1 章 静力学分析基础 | 3 |
| 1.1 力的概念 | 3 |
| 1.2 刚体的概念 | 4 |
| 1.3 静力学公理 | 4 |
| 1.4 约束和约束反力 | 5 |
| 1.5 物体的受力分析和受力图 | 7 |
| 习题 | 8 |
| 第 2 章 力对点之矩与平面力偶 | 10 |
| 2.1 力对点之矩 | 10 |
| 2.2 力偶的概念与性质 | 11 |
| 2.2.1 力偶与力偶的性质 | 11 |
| 2.2.2 力偶矩与力偶的等效 | 12 |
| 2.3 平面力偶系的合成与平衡 | 13 |
| 2.3.1 平面力偶系的合成 | 13 |
| 2.3.2 平面力偶系的平衡条件 | 13 |
| 习题 | 15 |
| 第 3 章 平面汇交力系 | 16 |
| 3.1 平面汇交力系合成与平衡的几何法 | 16 |
| 3.1.1 平面汇交力系合成的几何法 | 16 |
| 3.1.2 平面汇交力系平衡的几何条件 | 17 |
| 3.1.3 平面汇交力系几何法计算例 | 17 |
| 3.2 平面汇交力系合成与平衡的解析法 | 18 |
| 3.2.1 平面汇交力系合成的解析法 | 18 |
| 3.2.2 平面汇交力系平衡的解析法 | 20 |
| 3.2.3 平面汇交力系解析法计算例 | 20 |
| 习题 | 22 |
| 第 4 章 平面一般力系 | 24 |
| 4.1 平面一般力系的简化 | 24 |
| 4.1.1 力的平移定理 | 24 |
| 4.1.2 平面一般力系向一点简化 | 25 |
| 4.1.3 平面一般力系简化的结果 | 26 |

| | |
|------------------------------|----|
| 4.1.4 应用 | 27 |
| 4.2 平面一般力系的平衡 | 31 |
| 4.2.1 平面一般力系的平衡条件及平衡方程 | 31 |
| 4.2.2 平面一般力系平衡方程的其他形式 | 32 |
| 4.2.3 平衡方程的应用 | 32 |
| 习题 | 37 |

第二篇 材料力学

| | |
|-------------------------------|----|
| 第5章 绪论 | 41 |
| 5.1 材料力学的任务 | 41 |
| 5.2 变形固体的基本假设 | 41 |
| 5.3 外力、内力及截面法 | 42 |
| 5.4 杆件的应力、应变 | 42 |
| 5.5 杆件变形的基本形式 | 44 |
| 第6章 轴向拉伸和压缩 | 45 |
| 6.1 工程中的拉(压)杆件 | 45 |
| 6.2 拉(压)杆的轴力和轴力图 | 45 |
| 6.3 拉(压)杆的应力 | 47 |
| 6.4 拉(压)杆的强度计算 | 49 |
| 6.5 拉(压)杆的变形及胡克定律 | 50 |
| 6.6 拉(压)超静定问题 | 52 |
| 6.7 材料拉(压)时的力学性能 | 53 |
| 6.8 应力集中的概念 | 57 |
| 习题 | 57 |
| 第7章 剪切和扭转 | 60 |
| 7.1 工程中的剪切问题及计算 | 60 |
| 7.1.1 工程中的剪切问题 | 60 |
| 7.1.2 剪切问题的实用计算 | 61 |
| 7.2 工程中的扭转实例 | 64 |
| 7.3 外力偶矩、扭矩和扭矩图 | 65 |
| 7.4 切应力互等定理及剪切胡克定律 | 66 |
| 7.5 等直圆轴扭转时的应力和强度计算 | 67 |
| 7.5.1 圆杆扭转时横截面上的切应力计算公式 | 67 |
| 7.5.2 圆杆扭转时强度计算 | 70 |
| 7.6 圆轴扭转时的变形及刚度计算 | 71 |
| 7.7 非圆截面扭转简介 | 73 |
| 习题 | 75 |
| 第8章 梁的内力 | 77 |
| 8.1 概述 | 77 |

| | | |
|-------------|---------------------------|------------|
| 8.2 | 梁的内力——剪力和弯矩 | 78 |
| 8.3 | 剪力图和弯矩图 | 81 |
| 8.3.1 | 剪力图、弯矩图的一般规定 | 81 |
| 8.3.2 | 剪力、弯矩与荷载集度的关系 | 84 |
| 8.3.3 | 直梁的剪力图、弯矩图与荷载三者间的关系 | 85 |
| 8.4 | 叠加法作弯矩图 | 85 |
| | 习题 | 90 |
| 第9章 | 平面图形的几何性质 | 92 |
| 9.1 | 静矩和形心 | 92 |
| 9.2 | 极惯性矩、惯性矩、惯性积及惯性半径 | 93 |
| 9.3 | 平行移轴公式 | 95 |
| 9.4 | 转轴公式、形心主轴及形心主惯性矩 | 96 |
| | 习题 | 97 |
| 第10章 | 梁的应力 | 99 |
| 10.1 | 梁的弯曲正应力 | 99 |
| 10.1.1 | 受纯弯曲时梁横截面上的正应力 | 99 |
| 10.1.2 | 横向荷载作用下梁的正应力 | 102 |
| 10.1.3 | 梁的正应力强度条件 | 102 |
| 10.2 | 提高梁的抗弯强度的措施 | 105 |
| 10.3 | 梁的切应力及强度条件 | 107 |
| 10.4 | 弯曲中心的概念 | 113 |
| | 习题 | 114 |
| 第11章 | 梁的弯曲变形 | 117 |
| 11.1 | 梁的变形 | 117 |
| 11.2 | 梁挠曲线近似微分方程 | 117 |
| 11.3 | 积分法求梁的变形 | 118 |
| 11.4 | 叠加法求梁的位移 | 120 |
| 11.5 | 梁的刚度条件及提高梁刚度的措施 | 124 |
| | 习题 | 125 |
| 第12章 | 应力状态和强度理论 | 127 |
| 12.1 | 点的应力状态 | 127 |
| 12.2 | 平面应力状态分析 | 129 |
| 12.2.1 | 解析法 | 129 |
| 12.2.2 | 应力圆法(图解法) | 135 |
| 12.3 | 广义胡克定律 | 142 |
| 12.4 | 强度理论 | 145 |
| 12.4.1 | 简单应力状态下的强度条件 | 145 |
| 12.4.2 | 复杂应力状态下的强度条件 | 146 |

| | |
|-----------------------------------------|-----|
| 12.4.3 常用的四种强度理论 | 146 |
| 12.4.4 强度理论的应用 | 147 |
| 习题 | 150 |
| 第 13 章 组合变形 | 153 |
| 13.1 概述 | 153 |
| 13.2 斜弯曲 | 153 |
| 13.3 拉(压)与弯曲组合 | 155 |
| 13.3.1 拉(压)弯组合 | 155 |
| 13.3.2 偏心压缩(拉伸) | 157 |
| 13.4 弯扭组合 | 162 |
| 习题 | 165 |
| 第 14 章 压杆稳定 | 167 |
| 14.1 压杆失稳的概念 | 167 |
| 14.2 细长压杆的临界力 | 167 |
| 14.2.1 两端铰支细长压杆的临界力 | 167 |
| 14.2.2 其他杆端约束条件细长压杆的临界力 | 168 |
| 14.2.3 对欧拉公式的一些认识 | 172 |
| 14.2.4 例题 | 174 |
| 14.3 弹性极限后的临界力 | 177 |
| 14.4 实际钢压杆的稳定极限承载力 | 177 |
| 14.4.1 初始缺陷对轴心受压杆的影响 | 177 |
| 14.4.2 实际钢压杆的稳定极限承载力 | 180 |
| 习题 | 187 |
| 第 15 章 动应力 | 189 |
| 15.1 概述 | 189 |
| 15.2 杆件作匀加速直线运动和匀速转动时的动应力计算 | 189 |
| 15.3 构件受冲击时的动应力计算 | 192 |
| 15.4 提高构件抗冲击能力的措施 | 195 |
| 习题 | 195 |
| 第 16 章 课程实训 | 197 |
| 16.1 实训题目 | 197 |
| 16.2 分析和计算 | 197 |
| 16.3 实训练习题 | 203 |
| 第 17 章 本门课程求职面试可能遇到的典型问题应对 | 204 |
| 附录 型钢表 | 218 |
| 参考文献 | 226 |



第一篇 静力学

第 1 章 静力学分析基础

学习要点:

力系和刚体的概念,静力学公理,约束与约束反力,物体受力图的绘制。

1.1 力的概念

1. 力是物体之间的相互作用。力是人们在生产、生活中逐渐由感性认识到理性认识而建立起来的一个概念。力是物体间的相互作用,因此力是成对出现的,施力物体和受力物体也是相互的。

2. 力的效应就是力对物体作用的效果。这种效果可以分为两类:一类是使物体的运动状态发生改变,称为力的外效应;一类是使物体的形状发生改变,称为力的内效应。静力学就是研究物体在力的作用下的外效应。

3. 力的三要素。实践证明,力对物体的作用效果取决于力的大小、方向和作用点,称为力的三要素。

4. 集中力和分布力。集中力就是作用于物体某一点的力,用定位矢量来表示,其单位是 N 或 kN,如图 1-1(b) 中小车对梁的压力 G_3 ; 分布力就是作用于物体一定面积上或一定长度上的力,用力的集度 q 来表示,其单位是 kN/m^2 或 kN/m ,如图 1-1(b) 中地球对大梁的引力(重力),就是沿梁的长度分布的分布力 $q(\text{kN/m})$ 。

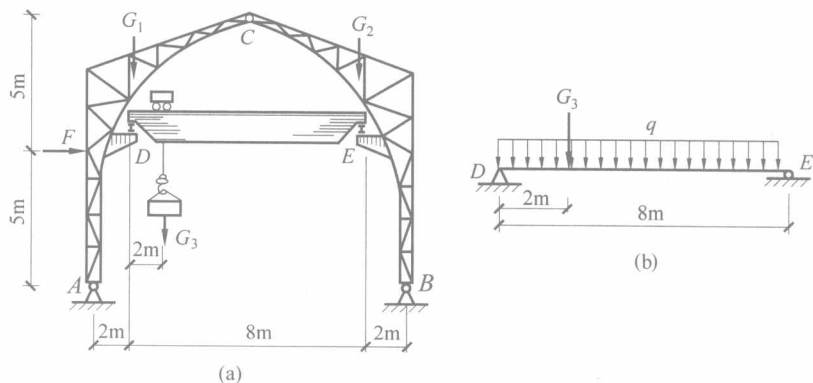


图 1-1 单厂桥式吊车大梁受力简图

(a) 单厂横截面图,DE 为桥式吊车大梁; (b) DE 梁的计算简图

5. 力与力系的简化。力系就是作用于物体上的多个力; 如果两个力系对某物体的作用效果在某方面相同,就称这两个力系在这方面是等效力系; 如果用一个力系代换另一个力系而不改变对物体的某方面作用效

果,这种代换就称为在这方面等效代换;如果一个力和一个力系等效,就称这个力为这个力系的合力,力系中的力就是合力的分力;如果作用于某物体上的力系使物体处于平衡状态,就称这个力系为平衡力系。

1.2 刚体的概念

力作用于物体,都会引起物体的变形。如果研究的物体变形很小,对研究的问题影响甚微,或没有影响,就可以将研究的物体视为不变形的物体——刚体。刚体就是受力后内部任意两点之间的距离始终保持不变的物体。

刚体是一个理想化的力学模型,即在研究物体的平衡时,不考虑物体的变形。在研究物体某一局部的平衡时,将该局部视为刚体,称为局部刚化原理。

是否将物体视为刚体,要看研究的问题而定,当研究的问题和变形相关时,即使很微小的变形也必须考虑,这时物体就是变形体。

1.3 静力学公理

静力学公理或原理是人类在长期的生产和生活实践中,经过长期观察和实验总结出来的客观规律,被认为是不需要证明就可采用的真理。

1. 二力平衡公理

作用于一个刚体上的两个力处于平衡状态的充分必要条件是:大小相等、方向相反、作用在同一条直线上(见图 1-2),即

$$\mathbf{F}_1 = -\mathbf{F}_2 \quad (1-1)$$

受两个力,并处于平衡状态的构件称为二力构件。

应注意,对于变形体,上述条件只是平衡的必要条件。

2. 作用、反作用公理

两物体间相互作用的力总是大小相等、方向相反,沿同一条直线,且分别同时作用在两个物体上。

如图 1-3(a)所示,重物 A 置于台面上。如图 1-3(b)所示,A 对台面的压力 F_N 和台面对 A 的支承力 F'_N 构成了一对作用力和反作用力; F'_N 和 A 的重量 G ,构成了一对平衡力。

3. 力的平行四边形法则

作用于物体同一点的两个力,可以合成为作用于该点的一个合力。合力的大小和方向由这两个力为邻边构成的平行四边形的对角线来确定(见图 1-4),可表示为

$$\mathbf{F}_R = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 \quad (1-2)$$

式中 \mathbf{F}_R 为 \mathbf{F}_1 和 \mathbf{F}_2 的矢量和。

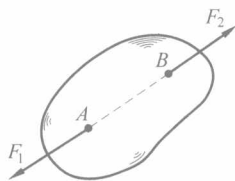


图 1-2 刚体上二力平衡图

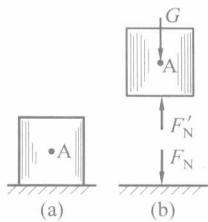


图 1-3 力的作用与反作用示意图

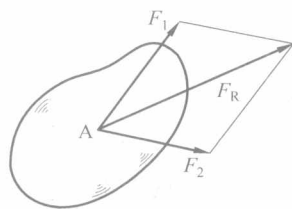


图 1-4 二力合成平行四边形法则

作图时,可直接把力矢 F_2 平移到力矢 F_1 的末端,连力矢 F_1 的始端和力矢 F_2 的末端即为其合力矢(见图 1-5)。这样就由力的平行四边形法则演化为力的三角形法则。

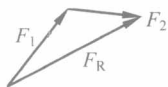


图 1-5 二力合成的三角形法则

4. 加减平衡力系原理

从作用于刚体上的力系中,加上或减去任意平衡力系,不会改变原力系对刚体的作用效果。

由这一原理可引出力的可传递性(见图 1-6):作用在刚体上的力,可以沿其作用线在该刚体上移动,而不改变这个力对该刚体的作用效果。对刚体而言,力的三要素是力的大小、方向和作用线。

由上述原理可推出三力平衡汇交定理:刚体在不平行的三力作用下处于平衡时,此三力的作用线必共面且汇交于一点。

证明:设在刚体的 A, B, C 三点上分别作用不平行的三个相互平衡的力 F_1, F_2, F_3 (见图 1-7)。

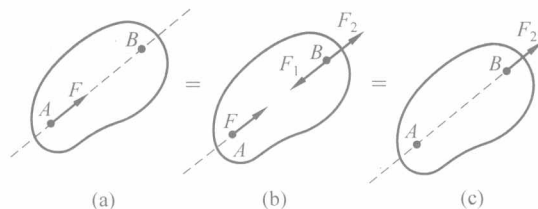


图 1-6 力的可传递性示意图

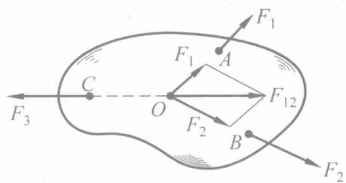


图 1-7 三力平衡汇交定理示意图

根据力的可传递性,将 F_1, F_2 移到其汇交点 O ;利用平行四边形法则求得其合力 F_{12} ;因为 F_1, F_2, F_3 是作用于刚体上的平衡力系,所以 F_3 和 F_{12} 是一对平衡力,必共线且交于 O 点, F_3 必与 F_1, F_2 共面。

三力平衡汇交定理,是三力平衡的必要条件,不是充分条件。常用来确定刚体在不平行三力作用下处于平衡时,其中某一未知力的作用线。

应注意,二力平衡公理是对一个刚体而言,只适用于刚体;作用反作用公理是对两个物体而言,它适用于刚体、变形体和运动物体。

1.4 约束和约束反力

有些物体在空间的位移不受限制,称为自由体;有些物体在空间的位移受到限制,称为非自由体。

限制非自由体移动的其他物体,称为对非自由体的约束,其作用力称为约束反力。作用于物体上的力可分为主动力(如重力等)和被动力两种。约束反力显然属于被动力,它随主动力的变化而变化,随主动力消失而消失。下面介绍工程中常见的几种约束类型及其约束反力的特性。

1. 柔性约束

绳索、链条等都可简化为柔性约束。这种约束的特点是只能限制物体沿柔性中心线伸长方向的位移,因此柔性的约束反力必定沿着柔性的中心线且背离物体,即表现为拉力,如图 1-8 所示。约束反力为 F_T ,其反作用力为 F_T' 作用在绳上。

2. 光滑接触面约束

这种约束是由两个物体在无摩擦光滑的表面接触形成。物体沿接触面的公法线且指向接触面的位移受到限制,所以光滑表面对物体的约束反力作用于接触点,沿接触面公法线的方向指向被约束的物体,即为压力,如图 1-9 所示。 F_N 为约束反力,和球重 G 构成一对平衡力。

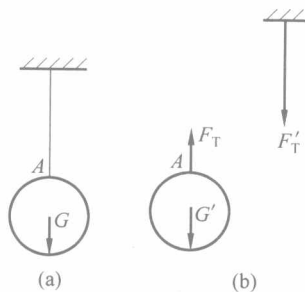


图 1-8 柔性约束示意图

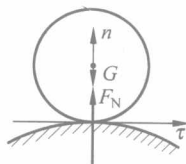


图 1-9 光滑接触面约束示意图

3. 光滑圆柱铰链约束

铰链约束是两个物体连接常见的形式。如图 1-10(a)所示,物体 A、B 上各制大小相同的光滑圆孔,由光滑螺栓 C 相连。这种约束简称为铰约束,图 1-10(c)为其简化表示。

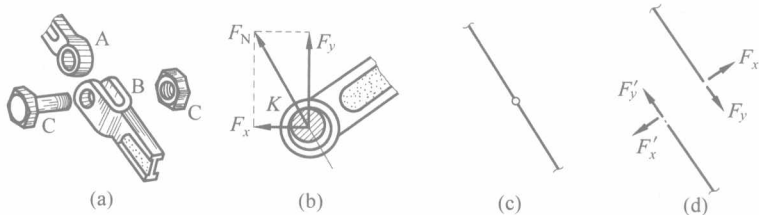


图 1-10 光滑铰约束图

(a) 铰构造图; (b) 光滑铰约束力图; (c) 铰约束计算简图; (d) 铰约束反力图

这种约束的性质是:两物体在铰连接处可相对转动,但不能有相对移动。由于接触点 K 不能确定,所以约束反力 F_N 的方向也不能确定,通常将其分解为 F_x, F_y ,即铰的约束反力用两个互相垂直的分力表示,如图 1-10(b)、(d)所示,其方向是假定的。

4. 链杆与链杆支座约束

链杆是两端和其他物体用光滑铰连接,不计自重且中间不受力的杆件。链杆只在两铰处受力,且处于平衡状态,故称为二力杆。这两个力必定大小相等、方向相反地作用在链杆两个铰中心的连线上。

链杆对物体的约束反力方向必沿链杆两铰中心连线的方向,大小和指向待定。

链杆支座是由链杆构成的支座,其约束反力方向是假定的。

图 1-11 中,杆 CB 为二力杆,其约束反力方向如图 1-11(b)所示,指向是假定的。

5. 活动铰支座约束(如图 1-12 所示)

这种支座只限制构件沿支承面法线方向的移动。图 1-12(a)可简化为图 1-12(b),进一步简化为链杆支座图 1-12(c)。支座反力如图 1-12(d)所示,指向是假定的。

6. 固定铰支座约束(如图 1-13 所示)

这种支座限制构件在水平方向和沿支承面法线方向的移动。图 1-13(a)可简化为图 1-13(b),进一步简化为链杆支座,如图 1-13(c)所示,其支座反力如图 1-13(d)所示,指向是假定的。

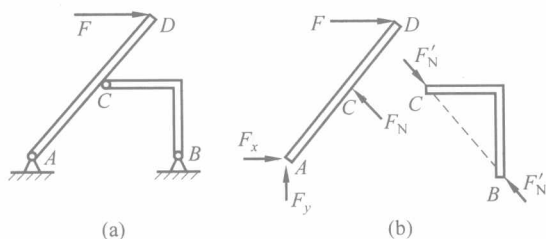


图 1-11 二杆结构受力图

(a) 二杆结构; (b) AD、CB 杆受力图

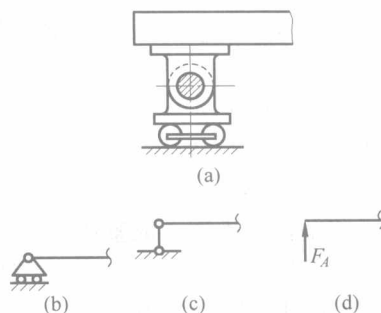


图 1-12 活动铰支座

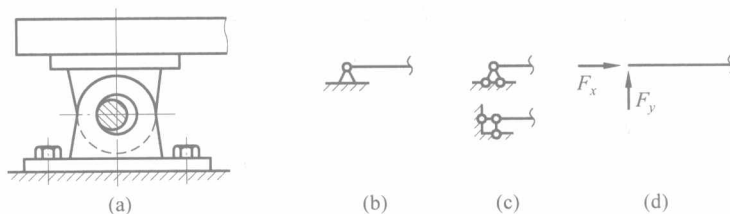
(a) 活动铰支座构造图; (b) 活动铰支座计算简图;
(c) 链杆支座; (d) 活动铰支座和链杆支座约束反力

图 1-13 固定铰支座

(a) 固定铰支座构造图; (b)、(c) 固定铰支座计算简图; (d) 固定铰支座约束反力

1.5 物体的受力和受力图

解决力学问题,首先要确定研究的对象,其上受哪些主动力(一般是已知的),其周围有哪些性质的约束,约束反力(是未知的)的作用点、指向及其大小如何确定,这个分析物体的受力过程称做物体的受力分析。

物体的受力分析有两个步骤:一是将被研究的物体脱离出来,这个过程称做取脱离体;二是在脱离体上标出所有的力,已知力标实际方向,未知力标“正”向,这个过程称做画受力图。

下面举例说明受力图的画法。

[例 1-1] 图 1-14(a)所示结构,画出其受力图。

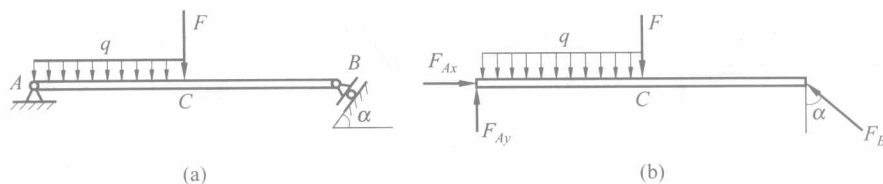


图 1-14 [例 1-1]图

(a) 简支梁计算简图; (b) 简支梁受力图

解 (1) 取 AB 为脱离体,将 A、B 两处约束去掉。

(2) 画出主动力(即已知外力 F, q); 根据 A、B 两点约束的性质,画出相应的约束反力 F_{Ax}, F_{Ay}, F_B (指向是假定的正方向),即为受力图,如图 1-14(b)所示。

[例 1-2] 画出图 1-15(a)中 AB 杆的受力图。

解 (1) 取 AB 为脱离体。