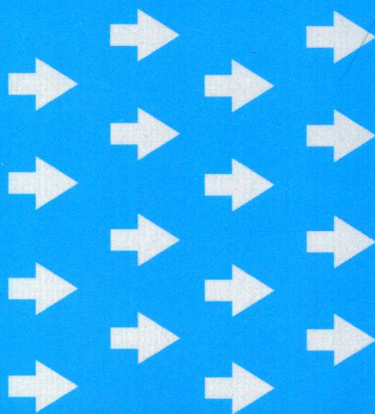
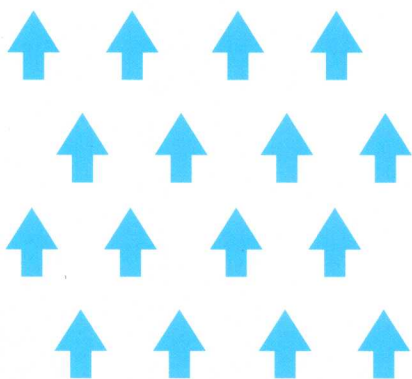


赵秋玲 张君华 编著

工程力学辅导与 习题解答

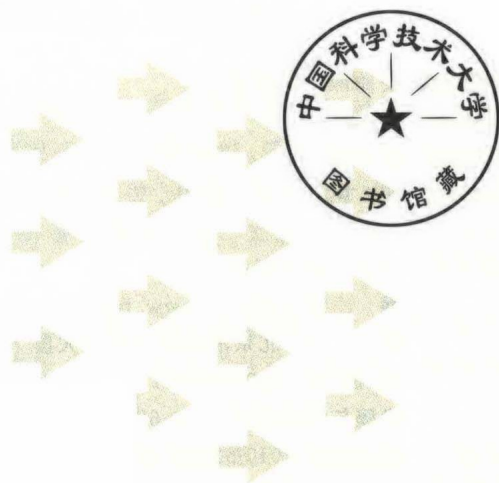
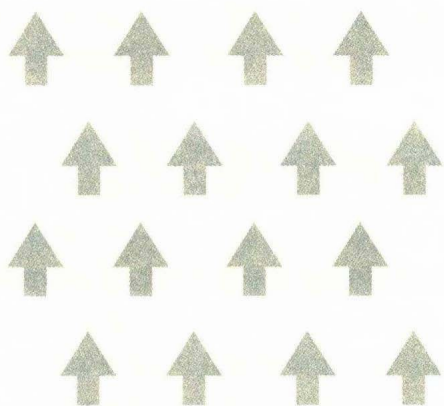


清华大学出版社



赵秋玲 张君华 编著

工程力学辅导与 习题解答



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书总结了工程力学的基本概念、基本理论及各章节的难点与重点。每章在介绍基本内容的基础上,收集了大量的习题,并给出详细解答,共包含 257 道题,其中包括近年来各名校硕士研究生入学考试题选解。全书分为四篇共 19 章,主要内容包括:第一篇静力学,第二篇运动学,第三篇动力学和第四篇材料力学。

本书可作为高等院校本科理论力学、材料力学和工程力学课程学习的辅导用书,也可供函授、高职高专等相关专业师生及有关工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

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

工程力学辅导与习题解答/赵秋玲,张君华编著. —北京:清华大学出版社,2019
ISBN 978-7-302-52484-7

I. ①工… II. ①赵… ②张… III. ①工程力学—高等学校—教学参考资料 IV. ①TB12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 043702 号

责任编辑:佟丽霞 赵从棉

封面设计:常雪影

责任校对:赵丽敏

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:19

字 数:460千字

版 次:2019年9月第1版

清华大学出版社 印 次:2019年9月第1次印刷

定 价:52.00元

产品编号:073447-01

前 言

Foreword

本书系统地总结了工程力学的基本概念、基本理论及重点、难点,给出了大量的、典型的习题及其详细解答。工程力学为高校机械类专业和近机械类专业重要的基础课,一般在大学二年级开设,力学的概念不容易深刻理解,又容易受同学们之前所学物理课中力学知识的局限。为了解决这一问题,编写本习题集,希望同学们可以深入理解力学概念、厘清工程力学框架,掌握工程力学的解题方法和技巧,做到举一反三,并提高分析问题和解决问题的能力。

本书主要包括静力学、运动学、动力学和材料力学四部分内容。其中静力学包括受力分析、力系简化、力系平衡方程的应用;运动学包括点的运动以及点的合成运动分析方法,刚体平动、定轴转动和平面运动分析;动力学包括动力学基本方程、动力学基本定律、达朗贝尔原理和虚位移原理;材料力学包括基本变形的应力和强度、变形和刚度的计算,应力状态、广义胡克定律和强度理论,组合变形、压杆稳定、动载荷、交变应力和能量法。每章内容一般包括内容提要、习题解析和名校硕士研究生入学考试题选解三部分。哈尔滨工业大学理论力学教研室编写的《理论力学》和刘鸿文主编的《材料力学》是国内的优秀教材,长期以来被很多理工科院校选用,本书大量习题选自这两本教材。另外,还有一些名校硕士研究生入学考试题,以便为读者开阔思路。

编著者力求做到以下几点:一是习题多样并难易兼顾,注重培养学生的工程意识,同时为专业学习打好基础;二是力求做到一题多解,完整有条理、讲解详细、通俗易懂有层次,同时针对易犯错误进行纠正;三是将基本方法阐述得简捷、清楚、易懂,帮助读者在较短的时间内深入理解并融会贯通所学知识,掌握解决工程力学问题的方法,具备理论联系实际的能力。

本书在编写过程中,大部分例题和习题参考了国内外优秀教材和教辅书籍,在此,编者对这些教材和教辅书籍的编者深表谢意。另外,感谢清华大学出版社佟丽霞、赵从棉编辑的辛勤工作和大力支持。

本书的完成得到了国家自然科学基金(11472057)和北京信息科技大学“勤信人才”培育计划项目(QXTCPB201701)的支持,编者谨在此表示感谢。

限于编者水平有限,书中难免有疏误和不妥之处,恳请读者批评指正。

作者

2019年6月

| | | | |
|----|-------|-------------------------|-----|
| 84 | ..... | 第4章 空间力系 | 167 |
| 84 | ..... | 第5章 动力学 | 167 |
| 84 | ..... | 第6章 动力学普遍定理 | 167 |
| 84 | ..... | 第7章 碰撞 | 167 |
| 84 | ..... | 第8章 回转运动 | 167 |
| 84 | ..... | 第9章 动力学普遍定理 | 167 |
| 84 | ..... | 第一篇 静力学 | 167 |
| 84 | ..... | 第1章 静力学基本概念和公理 受力分析和受力图 | 3 |
| 84 | ..... | 1.1 内容提要 | 3 |
| 84 | ..... | 1.1.1 静力学基本概念 | 3 |
| 84 | ..... | 1.1.2 静力学公理 | 3 |
| 84 | ..... | 1.1.3 约束和约束反力 | 4 |
| 84 | ..... | 1.1.4 受力分析和受力图 | 5 |
| 84 | ..... | 1.2 习题解析 | 5 |
| 84 | ..... | 第2章 平面力系 | 13 |
| 84 | ..... | 2.1 内容提要 | 13 |
| 84 | ..... | 2.1.1 平面汇交力系 | 13 |
| 84 | ..... | 2.1.2 力矩与平面力偶系 | 14 |
| 84 | ..... | 2.1.3 平面一般力系 | 15 |
| 84 | ..... | 2.2 习题解析 | 16 |
| 84 | ..... | 2.3 名校硕士研究生入学考试题选解 | 34 |
| 84 | ..... | 第3章 摩擦 | 38 |
| 84 | ..... | 3.1 内容提要 | 38 |
| 84 | ..... | 3.1.1 滑动摩擦力 | 38 |
| 84 | ..... | 3.1.2 考虑滑动摩擦的平衡问题 | 39 |
| 84 | ..... | 3.1.3 滚动摩擦 | 39 |
| 84 | ..... | 3.2 习题解析 | 39 |
| 84 | ..... | 3.3 名校硕士研究生入学考试题选解 | 44 |

| | |
|--|----|
| 第 4 章 空间力系 | 46 |
| 4.1 内容提要 | 46 |
| 4.1.1 力在空间直角坐标轴上的投影 | 46 |
| 4.1.2 空间力对点的矩矢,力对轴之矩的概念 | 46 |
| 4.1.3 空间任意力系向作用面内任一点简化 空间任意力系的平衡条件 | 48 |
| 4.1.4 空间平行力系的中心和重心 | 48 |
| 4.2 习题解析 | 49 |
| 4.3 名校硕士研究生入学考试题选解 | 54 |

第二篇 运 动 学

| | |
|----------------------------------|-----|
| 第 5 章 点的运动学和刚体的基本运动 | 59 |
| 5.1 内容提要 | 59 |
| 5.1.1 点的运动方程 速度、加速度的表示 | 59 |
| 5.1.2 刚体的平行移动 | 60 |
| 5.1.3 刚体的定轴转动 | 60 |
| 5.1.4 定轴转动刚体上各点的速度和加速度 | 61 |
| 5.2 习题解析 | 61 |
| 5.3 名校硕士研究生入学考试题选解 | 66 |
| 第 6 章 点的合成运动 | 67 |
| 6.1 内容提要 | 67 |
| 6.1.1 基本概念和定义 | 67 |
| 6.1.2 点的速度合成定理 | 67 |
| 6.1.3 点的加速度合成定理 | 68 |
| 6.2 习题解析 | 69 |
| 6.3 名校硕士研究生入学考试题选解 | 79 |
| 第 7 章 刚体平面运动和运动学综合 | 81 |
| 7.1 内容提要 | 81 |
| 7.1.1 刚体平面运动的简化与分解 | 81 |
| 7.1.2 平面图形上点的速度的基点法 | 81 |
| 7.1.3 平面图形上点速度分析的瞬心法 | 82 |
| 7.1.4 平面图形内各点的加速度 | 84 |
| 7.2 习题解析 | 84 |
| 7.3 名校硕士研究生入学考试题选解 | 101 |

| | | |
|-----------------|--------------------------------|-----|
| 第 7 章 | 刚体定轴转动 | 242 |
| 7.1 | 内容提要 | 242 |
| 7.1.1 | 刚体定轴转动的基本定律 | 242 |
| 7.1.2 | 刚体定轴转动的动能定理 | 242 |
| 7.1.3 | 刚体定轴转动的角动量定理 | 242 |
| 7.2 | 习题解析 | 242 |
| 第 8 章 | 质点动力学基本方程 | 107 |
| 8.1 | 内容提要 | 107 |
| 8.1.1 | 动力学的基本定律 | 107 |
| 8.1.2 | 质点运动微分方程 | 108 |
| 8.1.3 | 质点动力学两类基本问题 | 108 |
| 8.2 | 习题解析 | 109 |
| 第 9 章 | 动力学普遍定理 | 113 |
| 9.1 | 内容提要 | 113 |
| 9.1.1 | 动量定理和质心运动定理 | 113 |
| 9.1.2 | 动量矩定理 | 114 |
| 9.1.3 | 动能定理 | 117 |
| 9.2 | 习题解析 | 120 |
| 9.3 | 名校硕士研究生入学考试题选解 | 137 |
| 第 10 章 | 达朗贝尔原理 | 139 |
| 10.1 | 内容提要 | 139 |
| 10.1.1 | 惯性力和动静法的概念 | 139 |
| 10.1.2 | 刚体惯性力系的简化: 几种工程中常见的刚体惯性力系简化的结果 | 140 |
| 10.1.3 | 刚体绕定轴转动时轴承的动反力 | 141 |
| 10.2 | 习题解析 | 141 |
| 10.3 | 名校硕士研究生入学考试题选解 | 147 |
| 第 11 章 | 虚位移原理 | 149 |
| 11.1 | 内容提要 | 149 |
| 11.1.1 | 约束和虚位移 | 149 |
| 11.1.2 | 虚位移原理 | 150 |
| 11.2 | 习题解析 | 151 |
| 11.3 | 名校硕士研究生入学考试题选解 | 158 |
| 第四篇 材料力学 | | |
| 第 12 章 | 材料力学绪论 轴向拉伸和压缩 | 163 |
| 12.1 | 内容提要 | 163 |

| | | | |
|---------------|--------|-----------------------|------------|
| 第 4 章 | 12.1.1 | 材料力学绪论 | 163 |
| | 12.1.2 | 轴向拉伸、压缩杆件横截面上的内力和应力 | 165 |
| | 12.1.3 | 轴向拉伸、压缩杆件的变形 线应变 胡克定律 | 166 |
| 101 | 12.1.4 | 材料在静载荷拉伸、压缩时的力学性能(实验) | 167 |
| 101 | 12.1.5 | 许用应力 安全系数 强度条件 | 169 |
| 101 | 12.1.6 | 拉压超静定问题 | 169 |
| 801 | 12.2 | 习题解析 | 170 |
| 801 | 12.3 | 名校硕士研究生入学考试题选解 | 177 |
| 801 | | | |
| 第 13 章 | | 剪切和扭转 | 178 |
| 811 | 13.1 | 内容提要 | 178 |
| 811 | 13.1.1 | 连接件的强度实用计算 | 178 |
| 113 | 13.1.2 | 扭转的概念 薄壁圆筒的扭转 | 179 |
| 114 | 13.1.3 | 等直圆杆在扭转时的应力 强度条件 | 180 |
| 111 | 13.1.4 | 等直圆杆在扭转时的变形 刚度条件 | 181 |
| 120 | 13.2 | 习题解析 | 182 |
| 131 | 13.3 | 名校硕士研究生入学考试题选解 | 189 |
| | | | |
| 第 14 章 | | 梁的弯曲 | 190 |
| 131 | 14.1 | 内容提要 | 190 |
| 131 | 14.1.1 | 梁的内力:剪力和弯矩 | 190 |
| 131 | 14.1.2 | 梁的应力:梁横截面上的正应力、切应力 | 192 |
| 131 | 14.1.3 | 梁的弯曲变形 | 194 |
| 141 | 14.2 | 习题解答 | 195 |
| 141 | 14.3 | 名校硕士研究生入学考试题选解 | 221 |
| 141 | | | |
| 第 15 章 | | 应力状态和强度理论 | 224 |
| 141 | 15.1 | 内容提要 | 224 |
| 141 | 15.2 | 习题解析 | 228 |
| 141 | 15.3 | 名校硕士研究生入学考试题选解 | 237 |
| 141 | | | |
| 第 16 章 | | 组合变形 | 240 |
| 181 | 16.1 | 内容提要 | 240 |
| | 16.1.1 | 概念 | 240 |
| | 16.1.2 | 常见的几种组合变形的强度计算 | 240 |
| | 16.2 | 习题解析 | 241 |
| 181 | 16.3 | 名校硕士研究生入学考试题选解 | 247 |
| 181 | | | |

| | |
|--------------------------------|-----|
| 第 17 章 压杆稳定 | 249 |
| 17.1 内容提要 | 249 |
| 17.1.1 压杆稳定性的概念 | 249 |
| 17.1.2 细长压杆的临界力 | 249 |
| 17.2 习题解析 | 252 |
| 17.3 名校硕士研究生入学考试题选解 | 256 |
| 第 18 章 动载荷 | 260 |
| 18.1 内容提要 | 260 |
| 18.2 习题解析 | 262 |
| 18.3 名校硕士研究生入学考试题选解 | 268 |
| 第 19 章 能量方法和静不定结构 | 272 |
| 19.1 内容提要 | 272 |
| 19.1.1 能量法的概念 | 272 |
| 19.1.2 超静定结构 | 276 |
| 19.2 习题解答 | 277 |
| 19.3 名校硕士研究生入学考试题选解 | 289 |
| 主要参考文献 | 293 |

第一章 Chapter

第一篇 静力学公理 受力分析和受力图

静力学研究物体在力系作用下平衡的规律,同时也研究力的一般性质以及力系的简化方法。静力学是工程力学的基础部分,在工程技术中有着广泛的应用。静力学也是研究动力学和材料力学的基础。

1.1 内容提要

本篇的研究对象是刚体。研究内容包括:物体的受力分析,力系的等效与简化,力系的平衡条件及平衡方程的应用。

1.1.1 静力学基本概念

(1) 平衡:物体相对于惯性参考系处于静止或匀速直线运动的状态。

(2) 刚体:刚体是特殊的质点系,是在任何情况下都不发生变形的物体(其上任意两点间的距离保持不变)。

(3) 力的外效应:使物体的运动状态发生改变;力的内效应:使物体的形状发生改变。

静力学:动力学中研究力的外效应,材料力学:研究力的内效应。

1.1.2 静力学公理

公理1:二力平衡公理

作用于刚体上的两个力,使刚体保持平衡的充分必要条件是:这两个力大小相等,方向相反,并且作用在同一条直线上。公理1只适用于刚体。

公理2:加减平衡力系公理

在作用于刚体的力系中,添加或减去平衡力系,不改变原力系对刚体的作用效果。公理2只适用于刚体。

推论1:力的可传性原理

作用在刚体上的力,可沿力的作用线在刚体内移动,而保持它对刚体的作用效果不变。

推论2:三力平衡汇交定理

如果刚体受到三个力作用而平衡,且其中两个力的作用线汇交于一点,则第三个力的作用线共面且汇交于同一点。

公理3:力的平行四边形法则

作用在刚体上同一点的两个力可合成一个力,合力也作用在该点;合力的大小和方向由原来两个力的力矢为邻边所构成的平行四边形的对角线来表示。

静力学基本概念和公理

第1章

Chapter

静力学基本概念和公理

受力分析和受力图

1.1 内容提要

1.1.1 静力学基本概念

(1) 平衡：物体相对于惯性参考系处于静止或匀速直线运动的状态。

(2) 刚体：刚体是特殊的质点系，是指在任何情况下都不发生变形的物体(其上任意两点间的距离保持不变)。

(3) 力的外效应：使物体的运动状态发生变化；力的内效应：使物体的形状发生改变。

静力学、动力学中研究力的外效应，材料力学中研究力的内效应。

1.1.2 静力学公理

公理1 二力平衡公理

作用于刚体上的两个力，使刚体保持平衡的充分必要条件是：这两个力大小相等，方向相反，并且作用在同一条直线上。公理1只适用于刚体。

公理2 加减平衡力系公理

在作用于刚体的力系中，添加或除去平衡力系，不改变原力系对刚体的作用效果。公理2只适用于刚体。

推论1 力的可传性原理

作用在刚体上的力，可沿力的作用线在刚体上移动，而保持它对刚体的作用效果不变。

推论2 三力平衡汇交定理

如果刚体受到三个力作用而平衡，且其中两个力的作用线汇交于一点，则这三个力的作用线共面且汇交于同一点。

公理3 力的平行四边形法则

作用在物体上同一点的两个力可合成为一个力，合力也作用在该点；合力的大小和方向由原来两个力的力矢为邻边所构成的平行四边形的对角线来表示。

公理 4 作用与反作用定律

两物体间的相互作用力,总是大小相等,指向相反,沿同一直线而分别作用于两个物体上。

公理 5 刚化公理

当变形体在已知力系作用下平衡时,如果此变形体刚化成刚体,则其平衡状态保持不变。

1.1.3 约束和约束反力

约束:限制物体自由运动的条件(或周围物体)。

约束力有两个特点:

- (1) 约束力的方向总是与约束所限制的运动(或趋势)方向相反。
- (2) 约束力大小与被约束物体的运动状态及受力情况有关。

工程中约束的种类很多,对于一些常见的约束,按其所具有的特性,可以归纳成下列几种基本类型。

1) 柔性约束

由柔绳、链条、胶带等构成的约束,作用力一定作用在接触点上。柔性体本身只能承受拉力,不能承受压力,因此柔性约束的约束力方向沿着柔性体,离开被约束物体。

2) 光滑面约束

当两物体接触面上的摩擦力很小可以忽略不计时,认为接触面是光滑的。光滑接触面能限制物体沿接触面公法线方向的运动,因此,约束力的方向沿着接触点处接触面的公法线方向并指向被约束物体。

3) 光滑圆柱铰链约束

光滑圆柱铰链约束的特点:①光滑圆柱铰链是由两类零件组成:被连接的物体和一个销钉。被连接的物体上有相同直径的孔,插入销钉来实现连接。②不计摩擦。销钉对物体的约束反力总是在接触点,并且沿着它们的公法线。③物体相对于销钉可以转动,故其接触点可以是圆周上任一点,但它限制了被约束体在销钉直径方向的位移。

圆柱形铰链有常见的三种情况:①中间铰,又称铰结点。②固定铰链支座,简称固定铰支。中间铰和固定铰支的约束反力,常用两个大小未知、互相正交的约束力来表示。③辊轴支座,又称活动铰支。这类约束只能阻止垂直支承面方向的运动,不能限制其他如转动、沿支撑面的运动,约束反力垂直于支承面。

4) 链杆

用很短的二力杆将两物体连接构成的约束称为链杆。一个链杆相当于一个可动铰支座,两个链杆相当于固定铰支座。

5) 固定端约束

被约束的物体不可以转动,也不能移动,相当于焊接在一起。平面内固定端约束力简化为两互相正交的约束力和该平面内的一个力偶。

1.1.4 受力分析和受力图

在研究物体的平衡、运动规律及变形时,需要分析其受力情况。被选择的这个物体称为研究对象,在受力分析时,将研究对象从约束它的周围物体中分离出来,用约束力代替原约束。单独画出这个物体的轮廓图形,并将作用在其上的主动力和约束力全部画出来。

分离体: 将所研究的物体(结构)从与周围物体的接触中分离出来,即解除其所受的约束,而代之以相应的约束反力。这种解除约束后的物体(结构)称之为分离体。

画受力图应遵循如下步骤:

(1) 根据题意,明确并选取研究对象,即分离体。按照需要可以选取单个物体,也可以选取几个物体组成的物体系统。

(2) 画出分离体上的全部主动力。

(3) 按照被解除约束的类型,逐一画出研究对象周围的所有约束对它的约束反力。

注意铰链约束反力的画法:被销钉连接各物体之间没有直接的相互作用,它们只与销钉发生相互作用。铰链约束反力就是销钉对构件的反作用力。

难点与重点:

本章的重点是静力学基本概念、基本定理(公理)和约束力特性,而画受力图的过程,可以体现对此的掌握程度。例如:根据公理1,结构中如果有二力杆,要先取出来研究其受力;根据公理5,当取几个刚体的组合为研究对象时,注意区别内力和外力,受力图上只画外力。本章的难点是复杂铰链约束反力的画法,将通过下面的习题解析进行说明。

1.2 习题解析

1-1 试分别画出图 1-2-1 所示各物体的受力图及整体的受力图(不包括销钉与支座)。未标出重力的物体自重不计,所有接触处均为光滑接触。

解: (1) 分析图 1-2-1(a),将支座去掉,得到分离体。先画主动力,再画约束力(图 1-2-1(a₁))。由于满足三力汇交定理条件:只受三力作用而平衡, F_A 的方向可以确定为垂直于支持面并且 F 与 F_A 有汇交点,第 3 个力 F_B 一定过此汇交点。这样可确定 F_B 的方向,不必再向两个方向分解。三力汇交形式的受力图如图 1-2-1(a₂)所示。

将图 1-2-1(a₁)和(a₂)比较:图(a₁)中 B 处两正交的力并不能合成为图(a₂)中的 F_B ,但仍然是正确的,在后面求解时,得到 F_B 为负值。当力系简单时,可以直接判断作用力实际的指向。在复杂的受力情况下,往往不能事先确定力的实际指向,这时可以将固定铰支座的力沿不平行的两方向分解,指向可以任意假定。如果假定的方向与实际的方向相反,通过解析法计算会得到负值。

(2) 分析图 1-2-1(b),取整体为研究对象(左右两个部分的组合),受力图如图 1-2-1(b₁)所示,根据公理 2 的推论 1,已知力 F_2 可以沿作用线移动。由于已刚化为一个刚体, C 处不要再画力,销钉与左右两个部分间的相互作用力为内力;左右两个部分分别作为研究

公理4 作用与反作用定律

两物体间的相互作用力,总是大小相等,方向相反,作用在同一直线上。

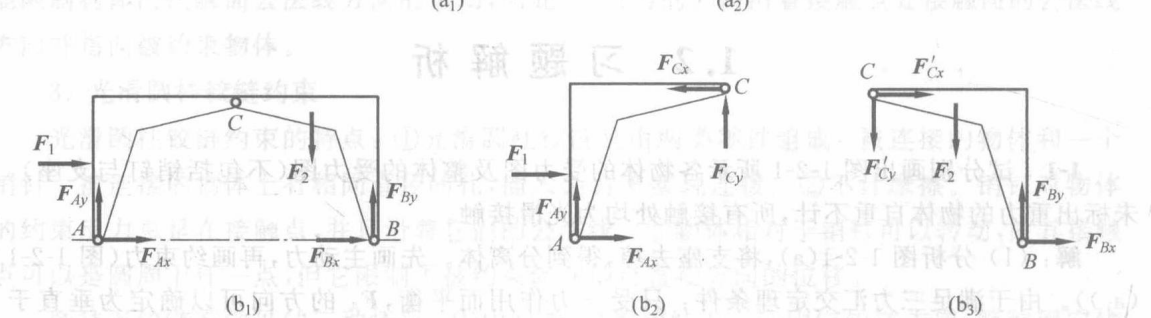
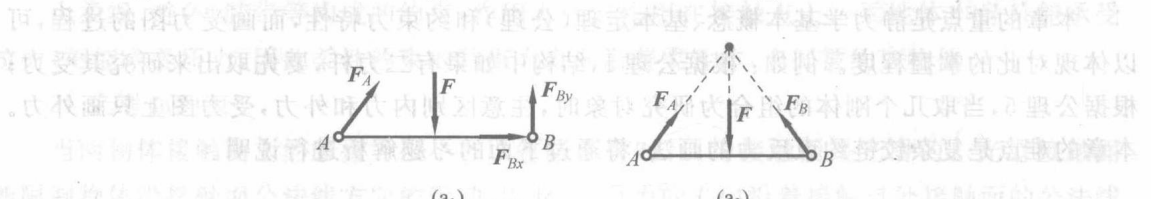
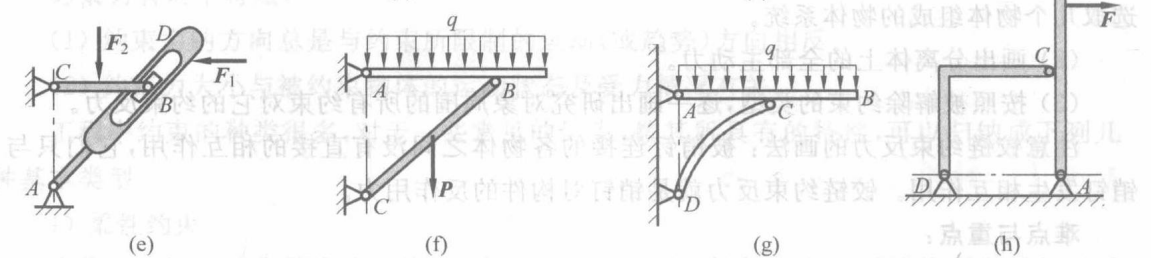
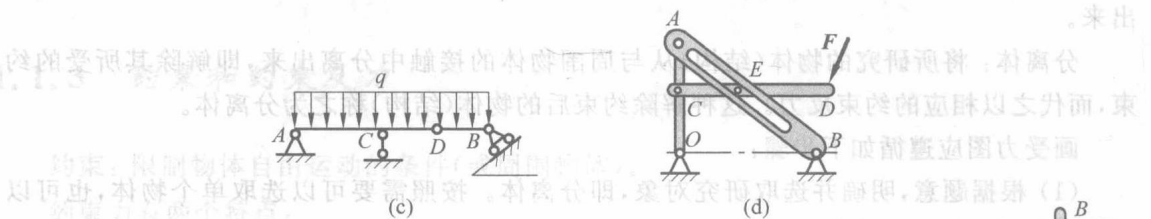
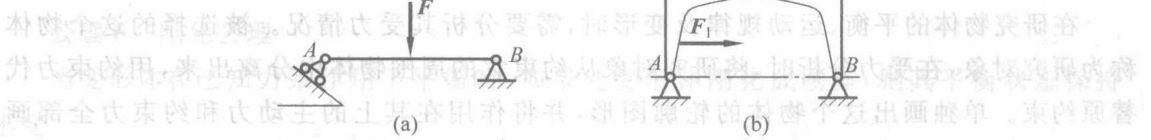


图 1-2-1

对象,受力图分别为图 1-2-1(b₂)和(b₃),要注意 C 处的作用力,根据公理 4,要画成大小相等、方向相反的力,分别作用在两个物体上。

(3) 分析图 1-2-1(c),主动力为均布载荷,按照原样画;如果给出作用的长度 l ,则可以求出均布载荷的合力为 ql ,合力作用点在均布载荷作用的中点处。

左右两个部分组合的受力图如图 1-2-1(c₁)所示,只要去掉支座,代之以相应反力即可。要注意 B 处的可动支座是放在倾斜面上的,约束力要垂直于斜面。

(4) 分析图 1-2-1(d),销子 E 钉在杆 CD 上,放到 AB 杆的光滑槽内,O、B 处为固定铰支座,C、A 处为中间铰。

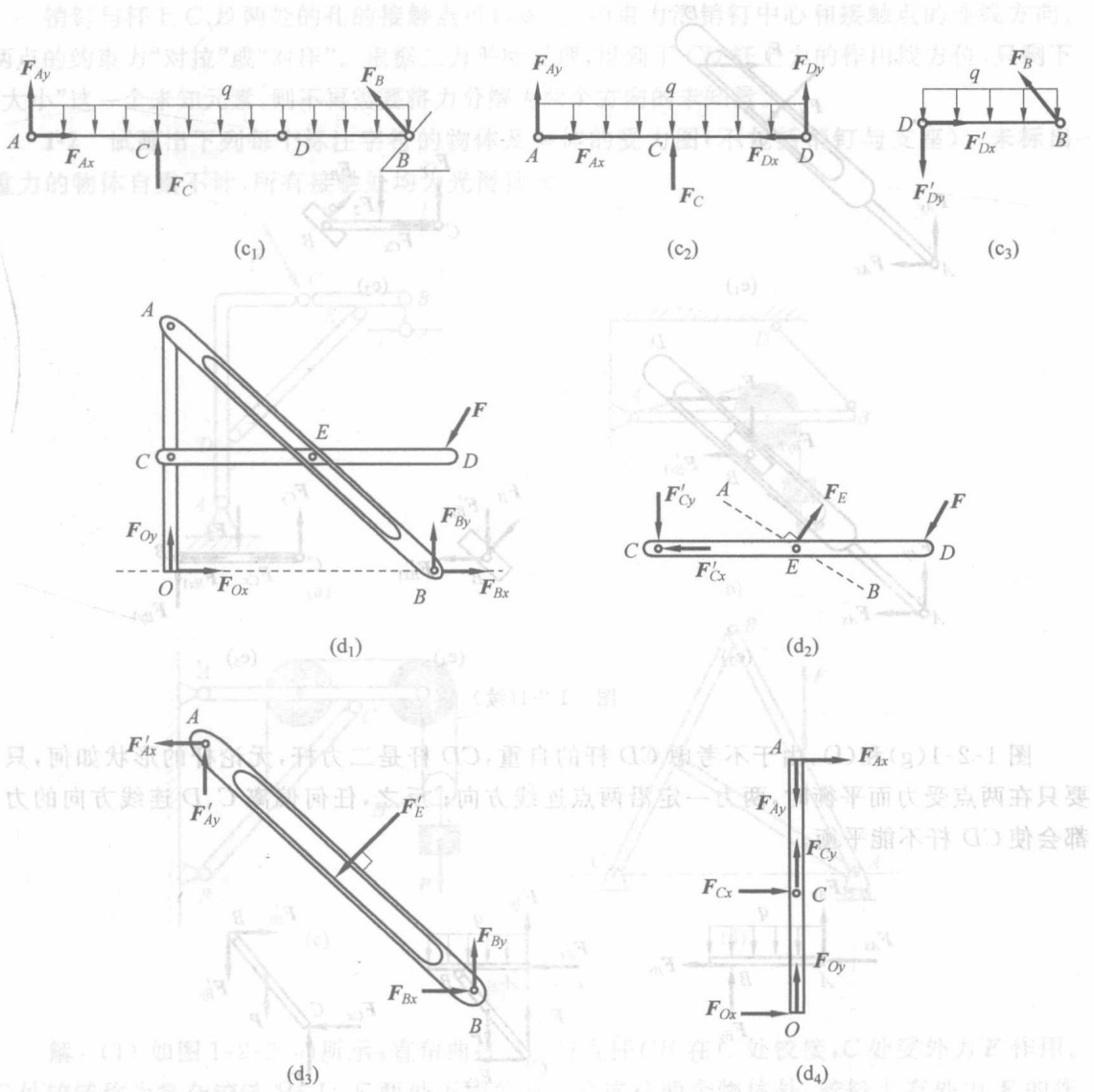


图 1-2-1(续)

注意：光滑面只能提供垂直于面的约束力，图中假设销子与滑槽的下侧接触；当然也可假设销子与滑槽的上侧接触，但只能选择其中一种，不能在滑槽的两个面上同时画约束力。

(5) 分析图 1-2-1(e)，图 1-2-1(e₁) AD 杆(不带滑块)的受力图；当取 CB 杆加滑块为研究对象时(图 1-2-1(e₂))，滑块上受到滑道的作用力 F_B 与 F'_B 互为反作用力。图 1-2-1(e₃) 取滑块与滑道的组合为研究对象，杆 CB 的 B 端会通过销钉(中间铰)与滑块相互作用；图 1-2-1(e₄)为滑块受力图， F'_{By1} 与 F'_{Bx1} 的合力与 F_B 平衡。图 1-2-1(e₅)为 CB 杆不带滑块的受力图， F_{By1} 、 F_{Bx1} 与图 1-2-1(e₄)中 F'_{By1} 、 F'_{Bx1} 互为反作用力。

(6) 分析图 1-2-1(f)，由于考虑 BC 杆的自重，BC 杆不是二力杆，B 处应设为互相正交的两个力；反之，若将 B 处设成沿杆方向的一个力，则杆 BC 不会平衡，所以是错误的。

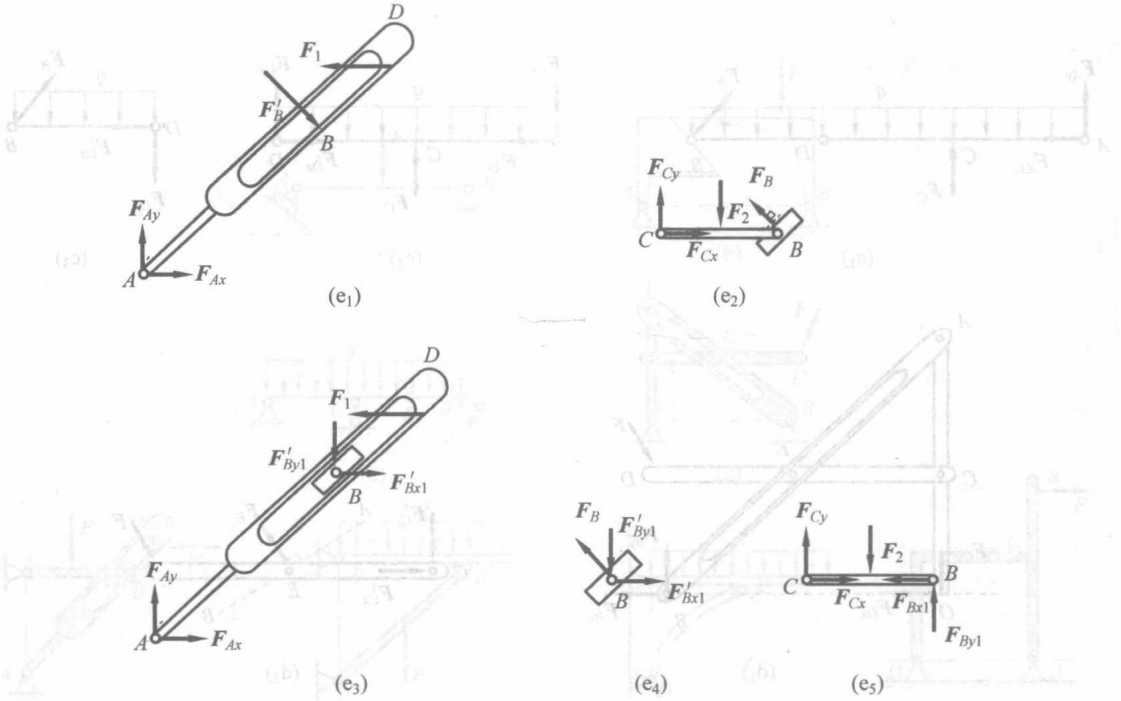


图 1-2-1(续)

图 1-2-1(g)和(f), 由于不考虑 CD 杆的自重, CD 杆是二力杆, 无论杆的形状如何, 只要只在两点受力而平衡时, 两力一定沿两点连线方向; 反之, 任何偏离 C, D 连线方向的力都会使 CD 杆不能平衡。

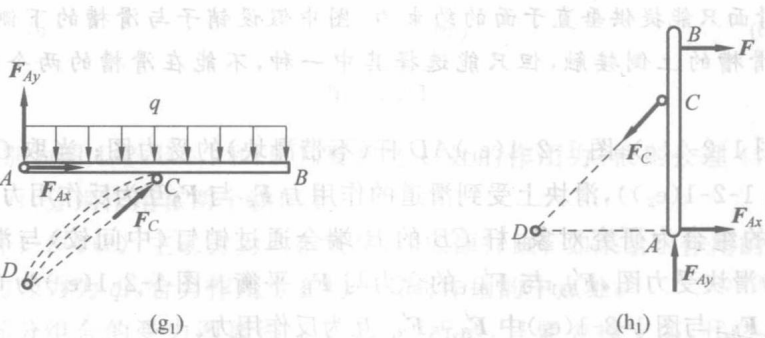
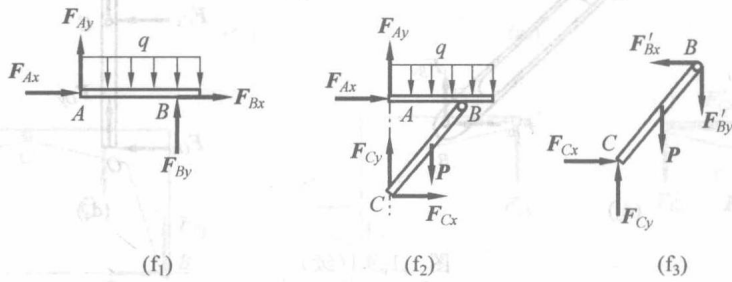


图 1-2-1(续)