

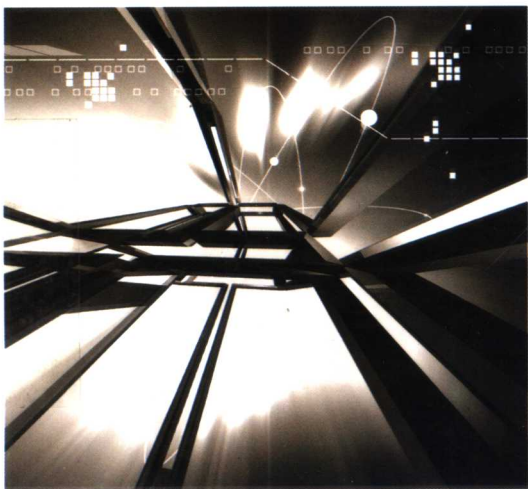


经典教材辅导用书  
力学系列

# 工程力学 (静力学与材料力学) 习题详解

高教版·《工程力学(静力学与材料力学)》(单辉祖 谢传锋合编)

赵诒枢 编著



华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>

经典教材辅导用书·力学系列丛书

TB12  
96A

# 工程力学(静力学与材料力学) 习题详解

高教版·《工程力学(静力学与材料力学)》  
(单辉祖 谢传锋合编)

赵诒枢 编著

华中科技大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

工程力学(静力学与材料力学)习题详解/赵诒枢 编著  
武汉:华中科技大学出版社,2006年5月  
ISBN 7-5609-3717-9

- I. 工…
- II. 赵…
- III. 工程力学-解题
- IV. TB12

**工程力学(静力学与材料力学)**  
**习题详解**

赵诒枢 编著

策划编辑:周芬娜

责任编辑:周芬娜

责任校对:朱霞

封面设计:潘群

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录排:华大图文设计室

印刷:湖北新华印务有限公司

开本:850×1168 1/32

印张:13.5

字数:328 000

版次:2006年5月第1版

印次:2006年5月第1次印刷

定价:19.00元

ISBN 7-5609-3717-9/TB·86

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

# 前 言

---

北京航空航天大学教授单辉祖和谢传锋合编的《工程力学(静力学与材料力学)》是教育科学“十五”国家规划课题研究成果。谢传锋教授主编的《静力学》和单辉祖教授主编的《材料力学》(I)与《材料力学》(II)曾被评为“面向21世纪课程教材”与“普通高校‘九五’国家级重点教材”。在上述教材的基础上,根据高等工科院校“工程力学教学基本要求”编写的《工程力学(静力学与材料力学)》,具有紧扣“教学基本要求”、概念严密、内容精练、重点突出的特点,已被众多的高等工科院校选用。

力学是研究物质运动规律的科学,分为基础理论和工程应用两大部分,工程力学属于后者。广义的工程力学应当包括刚体、非刚体及流体等各部门的力学,如刚体静力学与动力学、材料力学、弹性力学、水利学、空气动力学及热力学等。我们国内现行的工程力学主要有两类:一类包括静力学、运动学、动力学和材料力学四部分,实质上是内容被压缩了的理论力学与材料力学的组合;另一类只包括静力学和材料力学两部分,通常被称为工程力学基础。欧美版本的工程力学只包括静力学和动力学两部分,实质上是刚体力学。工程力学是一门与工程实际结合密切的基础学科,也是理工院校的一门重要的技术基础课,使用范围很广,其习题很多是来自工程实际。对于一、二年级的大学生来说,虽然在物理学中已学过一些力学知识,但在学习工程力学时,仍然要接受一些新概念、新理论和新方法,尽管这些新概念、新理论和新方法并不特别难懂,但在解答习题中,依然会遇到困难,这些困难往往不是数学方面和工程力学理论方面的,而是如何应用已学过的工程力学基本理论,来建立力学模型,从而选择适当的数学方法求解问题。困难

的另一个原因是学生对工程力学的基本概念、基本理论和方法理解不够深刻,又缺少足够多的时间去解算各种类型的习题,从而失去通过解题实践来巩固和加深理解工程力学基本理论的更多机会。本书是结合我们的教学实践,针对学生在解题中经常遇到的疑难和困惑,对每一道习题的解答,都着重于解题思路的分析,给出较详细的解答步骤,并说明每一步骤的理论依据和使用公式的出处,其目的在于使读者通过阅读本书,有助于加深对工程力学基本理论和方法的理解,拓宽解题思路,掌握解题技巧,从而提高分析问题和解决问题的能力。

由于作者学识有限,书中错误和不妥之处在所难免,希望读者批评指正。

编者

2005年11月

# 目 录

## 第一篇 静力学

第一章 静力学基本概念与物体受力分析.....	(2)
知识要点.....	(2)
习题详解.....	(4)
第二章 汇交力系 .....	(12)
知识要点 .....	(12)
习题详解 .....	(13)
第三章 力偶系 .....	(27)
知识要点 .....	(27)
习题详解 .....	(30)
第四章 平面任意力系 .....	(38)
知识要点 .....	(38)
习题详解 .....	(40)
第五章 空间任意力系 .....	(68)
知识要点 .....	(68)
习题详解 .....	(68)
第六章 静力学专题——桁架·摩擦·重心 .....	(84)
知识要点 .....	(84)
习题详解 .....	(87)

## 第二篇 材料力学

第七章 绪论.....	(118)
知识要点.....	(118)

习题详解·····	(119)
第八章 轴向拉伸与压缩·····	(123)
知识要点·····	(123)
习题详解·····	(128)
第九章 扭转·····	(172)
知识要点·····	(172)
习题详解·····	(174)
第十章 弯曲内力·····	(202)
知识要点·····	(202)
习题详解·····	(204)
第十一章 弯曲应力·····	(231)
知识要点·····	(231)
习题详解·····	(234)
第十二章 弯曲变形·····	(274)
知识要点·····	(274)
习题详解·····	(276)
第十三章 应力状态分析·····	(337)
知识要点·····	(337)
习题详解·····	(339)
第十四章 复杂应力状态强度问题·····	(362)
知识要点·····	(362)
习题详解·····	(365)
第十五章 压杆稳定问题·····	(388)
知识要点·····	(388)
习题详解·····	(389)
第十六章 疲劳强度问题·····	(417)
知识要点·····	(417)
习题详解·····	(418)
参考文献·····	(425)

第一篇

静  
力  
学



# 第一章 静力学基本概念与 物体受力分析

---

---

## 知识要点

### 1. 静力学基本概念

#### (1) 刚体的概念

所谓刚体,是指在力作用下,不变形的物体,即刚体内部任意两点之间的距离保持不变。静力学的研究对象是刚体。

#### (2) 平衡的概念

平衡是指物体相对于惯性参考系静止或作匀速直线运动的状态。它是物体作机械运动的一种特殊状态。

#### (3) 力和力系的概念

力是物体间的相互机械作用。

① 力的外效应:使物体的机械运动状态发生改变,也称运动效应。

② 力的内效应:使物体的形状发生改变,也称变形效应。

③ 力的三要素:力的大小、力的方向、力的作用点位置。

④ 力是矢量:力有大小和方向,并且它的加法符合平行四边形法则。

### 2. 约束和约束力

工程实际中的多数物体,往往受到一定限制,使其在某些方向上不能运动。限制物体运动的条件,称为约束,这种限制作用表现为力,称为约束力。

常见的约束类型有如下几种:

### (1) 柔性约束

属于这类约束的有绳索、链条、皮带等。柔性约束只能承受张力,所以约束力沿柔性构件的轴线方向,背离被约束物体。

### (2) 光滑接触面约束

物体与约束的接触面如果是光滑的,即它们之间的摩擦可以忽略时,约束不能阻止物体沿接触面的切线方向位移,而只能限制沿接触面的公法线方向进入接触面的位移。所以,光滑支承面约束力的方向应沿接触面在接触点处的公法线,并指向被约束物体。

### (3) 光滑圆柱铰链约束

只能限制沿圆柱径向的相对移动,不能限制绕圆柱轴线的转动。约束力在垂直于转轴的平面内,并通过铰链中心,其方位和指向未定。

### (4) 活动铰链支座约束

只限制沿支承面法线方向的位移,约束力的作用线沿支承面的法线,通过铰链中心,并指向被约束物体。

### (5) 光滑球铰链约束

简称球铰,能限制物体任何方向的线位移,约束力作用线通过球心,并可能指向任一方向。

### (6) 固定端(插入端)支座约束

既限制相对移动,又限制相对转动,约束力是分布力系,可简化为一个约束力和一个约束力偶矩。

### (7) 二力构件约束

两端为铰链连接,只在二铰接点上作用有力并处于平衡状态的构件,称为二力构件或二力杆。作用在二力构件两端的约束力必然沿二端点的连线方向。

## 3. 受力图

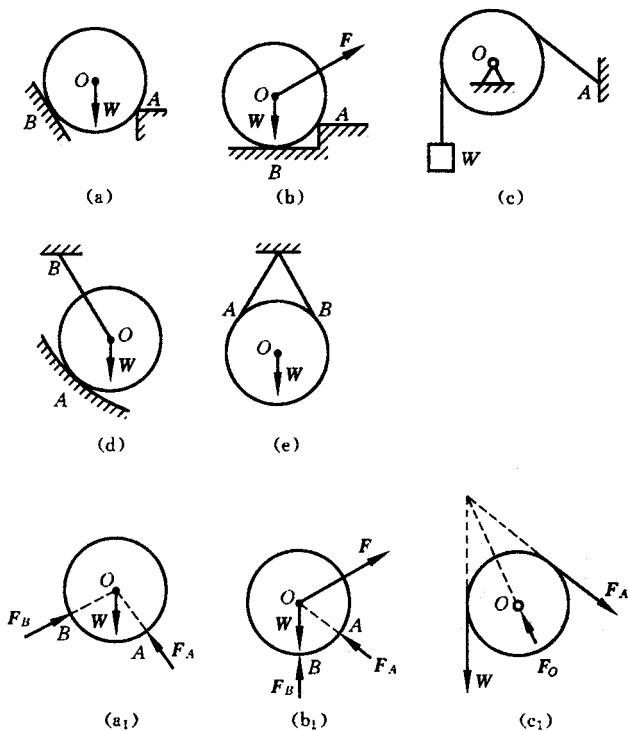
求解静力学问题的关键步骤是对物体进行受力分析。为了清晰地表示物体的受力情况,需要把所研究的物体(研究对象),从与它相关联的物体中分离出来,并画出它的简图,这个步骤叫做选取

分离体。在分离体上画出它所受的主动动力及周围物体对它的约束力,这种描述物体的全部受力情况的简图,称为受力图。

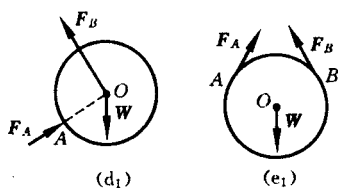
## 习题详解

1-1 试画出以下各图中圆盘或圆柱的受力图。与其它物体接触处的摩擦力均略去。

解 题 1-1 图(a)、(b)、…、(e)中圆盘或圆柱的受力图被表示在题 1-1 图(a<sub>1</sub>)、(b<sub>1</sub>)、…、(e<sub>1</sub>)中。



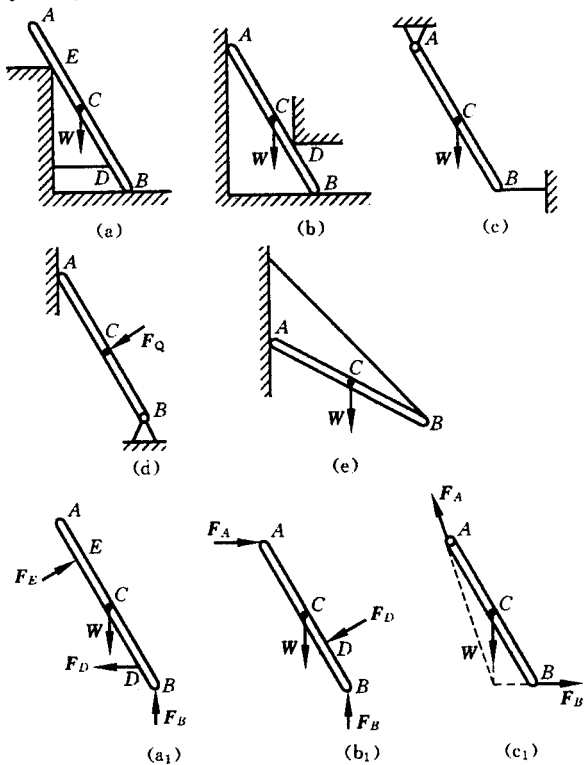
题 1-1 图



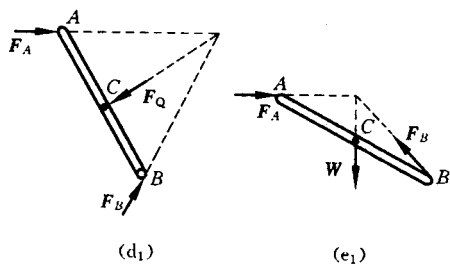
续题 1-1 图

1-2 试画出以下各图中 AB 杆的受力图。

解 题 1-2 图(a)、(b)、…、(e)中 AB 杆的受力图被表示在题 1-2 图(a<sub>1</sub>)、(b<sub>1</sub>)、…、(e<sub>1</sub>)中。



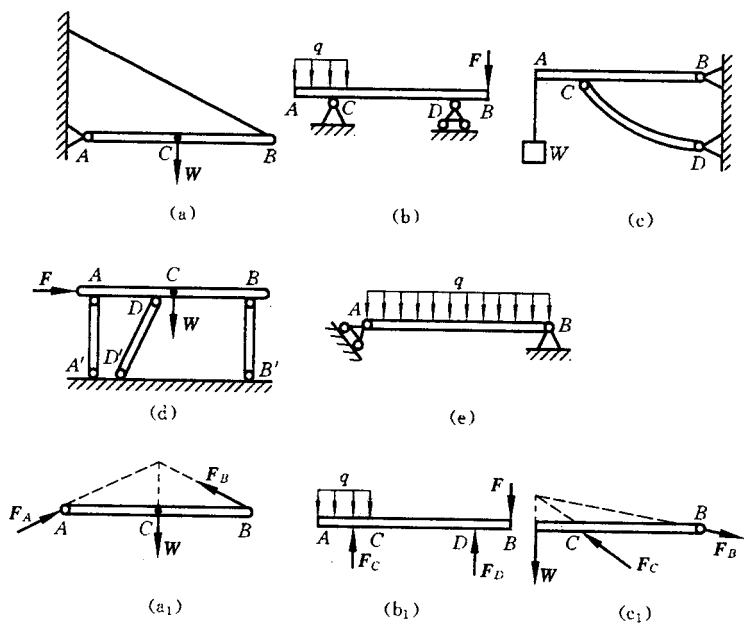
题 1-2 图



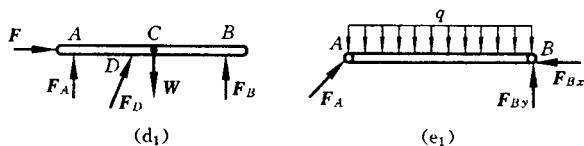
续题 1-2 图

1-3 试画出以下各图中  $AB$  梁的受力图。

解 题 1-3 图 (a)、(b)、…、(e) 中  $AB$  梁的受力图被表示在题 1-3 图 (a<sub>1</sub>)、(b<sub>1</sub>)、…、(e<sub>1</sub>) 中。



题 1-3 图

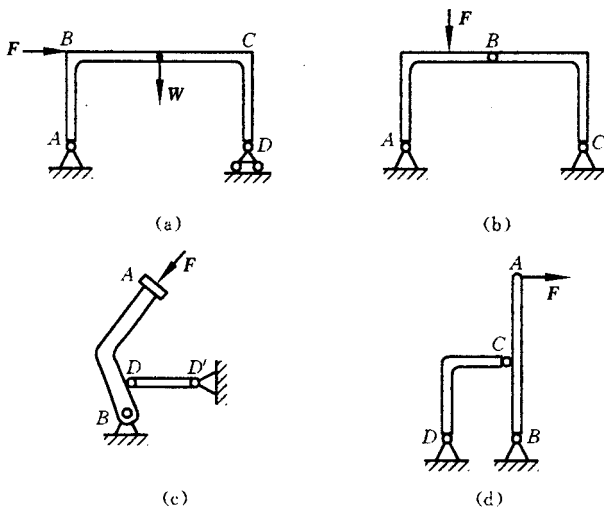


续题 1-3 图

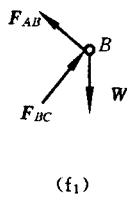
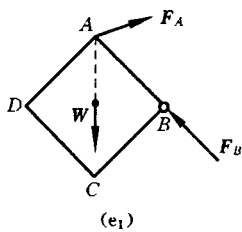
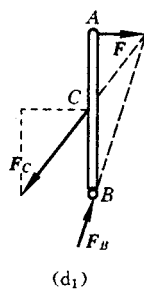
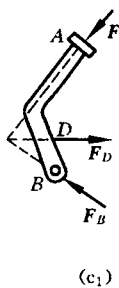
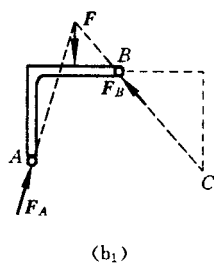
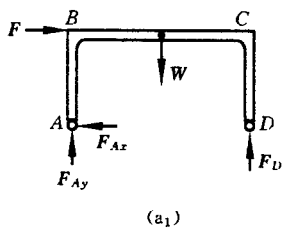
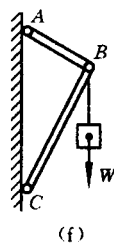
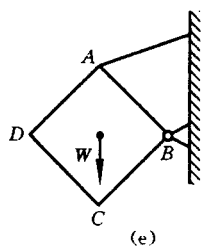
1-4 试画出下列各图中指定物体的受力图。

(a) 拱  $ABCD$ ; (b) 半拱  $AB$  部分; (c) 踏板  $AB$ ; (d) 杠杆  $AB$ ; (e) 方板  $ABCD$ ; (f) 节点  $B$ 。

解 题 1-4 图(a)中,拱  $ABCD$  的受力图如题 1-4 图(a<sub>1</sub>)所示。题 1-4 图(b)中,半拱  $AB$  的受力图如题 1-4 图(b<sub>1</sub>)所示。题 1-4 图(c)中,踏板  $AB$  的受力图如题 1-4 图(c<sub>1</sub>)所示。题 1-4 图(d)中,杠杆  $AB$  的受力图如题 1-4 图(d<sub>1</sub>)所示。题 1-4 图(e)中,方板  $ABCD$  的受力图如题 1-4 图(e<sub>1</sub>)所示。题 1-4 图(f)中,节点  $B$  的受力图如题 1-4 图(f<sub>1</sub>)所示。



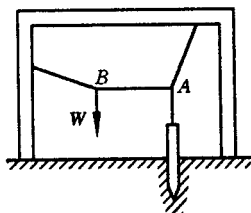
题 1-4 图



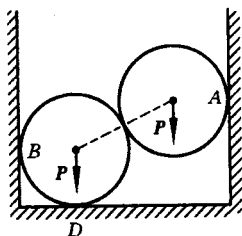
续题 1-4 图

1-5 试画出以下各图中指定物体的受力图。

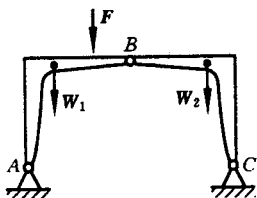
(a) 结点  $A$ , 结点  $B$ ; (b) 圆柱  $A$  和圆柱  $B$  及整体; (c) 半拱  $AB$ , 半拱  $BC$  及整体; (d) 杠杆  $AB$ , 切刀  $DEF$  及整体; (e) 秤杆  $AB$ , 秤盘架  $BCD$  及整体。



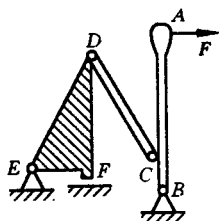
(a)



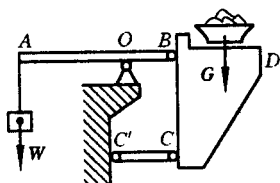
(b)



(c)



(d)

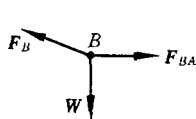


(e)

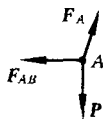
题 1-5 图



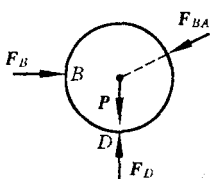
解 题 1-5 图(a)中的结点 A、B, 题 1-5 图(b)中的圆柱 A 和 B 及整体, 题 1-5 图(c)中的半拱 AB、BC 及整体, 题 1-5 图(d)中的杠杆 AB、切刀 DEF 及整体, 题 1-5 图(e)中的秤杆 AB、秤盘架 BCD 及整体的受力图分别被表示在题 1-5 图 (a<sub>1</sub>)、(a<sub>2</sub>)、(b<sub>1</sub>)、(b<sub>2</sub>)、(b<sub>3</sub>)、(c<sub>1</sub>)、(c<sub>2</sub>)、(c<sub>3</sub>)、(d<sub>1</sub>)、(d<sub>2</sub>)、(d<sub>3</sub>)和(e<sub>1</sub>)、(e<sub>2</sub>)、(e<sub>3</sub>)中。



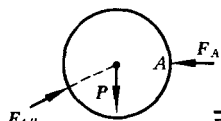
(a<sub>1</sub>)



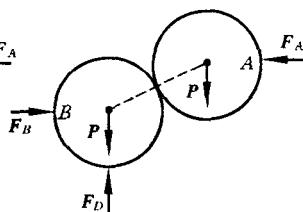
(a<sub>2</sub>)



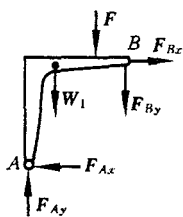
(b<sub>1</sub>)



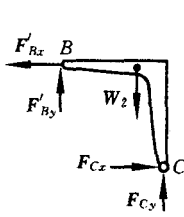
(b<sub>2</sub>)



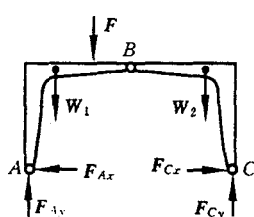
(b<sub>3</sub>)



(c<sub>1</sub>)



(c<sub>2</sub>)



(c<sub>3</sub>)

续题 1-5 图