

工程力学学习指导

刘观新 等编

范钦珊 审定

中央广播电视大学出版社

工程力学学习指导

刘观薪 等编

范钦珊 审定

中央广播电视大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京通县长城印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 15.75 千字 395

1991年5月第1版 1991年5月第1次印刷

印数 1—6100

定价 5.00元

ISBN 7-304-00586-6/O·45

前 言

本书是中央广播电视大学“工程力学”课程的辅助教材，与范钦珊主编、中央广播电视大学出版社出版的《工程力学》教材配套使用。作为学生学习该课程的指定参考书和教师辅导学生的参考用书。

全书内容包括：学习指导，实验指导和教学大纲。

为配合电视讲授，适应远距离教学的特点，编写时力求重点突出，条理清楚，通俗易懂，讨论详尽，并从教学方法着眼，抓住重点，分散难点，弄清疑点。本书编写时将学习指导的内容分为32个教学单元。每个单元的内容一般包括：教学基本要求、基本内容（概念和理论要点）、例题示范、问题分析、讨论、思考和归纳总结等。目的在于指导和帮助学生进一步掌握本课程的基本概念、基本理论和基本方法；深入理解电视讲授的内容，建立正确的解题思路，克服解题的困难，并为增强分析和处理工程实际中有关问题的能力打下必要的基础。

本书的编写分工为：范钦珊 1～7 教学单元；刘观薪 8～15，21～26 教学单元和实验指导书；方慕真 16～20 教学单元；郭崇华 27～32 教学单元。全书由范钦珊统稿和审定。

由于教学急需，编写时间短促，书中缺点和不妥之处在所难免，恳切希望广大读者批评指正。

编者 1990.10

目 录

第 I 篇 静力分析

第一章 受力分析的基本概念与方法.....	(1)
教学单元 1 受力分析.....	(1)
§1.1 基本要求.....	(1)
§1.2 内容要点.....	(2)
1.2.1 关于力、力的平衡以及约束的概念和定义	(2)
1.2.2 受力分析的基本方法	(3)
§1.3 例题示范.....	(4)
§1.4 思考题.....	(7)
第二章 平面基本力系.....	(8)
教学单元 2 平面汇交力系.....	(8)
§2.1 基本要求.....	(8)
§2.2 内容要点.....	(8)
2.2.1 关于力的投影、力系简化的概念.....	(8)
2.2.2 平面汇交力系的简化方法与简化结果	(8)
2.2.3 平面汇交力系的平衡条件与平衡方程	(9)
2.2.4 求解汇交力系平衡问题一般方法与注意事项	(9)
§2.3 例题示范.....	(10)
§2.4 思考题.....	(13)
教学单元 3 平面力偶系.....	(14)
§3.1 基本要求.....	(14)
§3.2 内容要点.....	(14)
3.2.1 力对点之矩的概念及力矩计算	(14)
3.2.2 力偶的概念与力偶的性质	(15)
3.2.3 平面力偶系的简化结果与平衡条件.....	(15)
§3.3 例题示范.....	(15)
第三章 平面一般力系.....	(22)
教学单元 4 平面一般力系的简化结果与平衡条件.....	(22)
§4.1 基本要求.....	(22)
§4.2 内容要点.....	(23)
4.2.1 平面一般力系的定义.....	(23)
4.2.2 力向一点平移的概念.....	(23)
4.2.3 平面一般力系的简化方法与简化结果.....	(23)
4.2.4 固定端约束	(24)
4.2.5 平面一般力系的平衡条件	(25)

§4.3 例题示范	(25)
§4.4 思考题	(31)
教学单元 5 刚体系统的平衡问题	(31)
§5.1 基本要求	(31)
§5.2 内容要点	(33)
5.2.1 刚体系统及其特点	(33)
5.2.2 刚体系统静定与静不定性质判断	(33)
5.2.3 刚体系统中的“施力体”与“受力体”	(33)
5.2.4 刚体系统的“内力”与“外力”	(33)
5.2.5 刚体系统的“整体平衡”与“局部平衡”概念	(33)
5.2.6 求解刚体系统平衡问题的基本方法	(33)
5.2.7 求解刚体系统平衡问题时需要注意的几何问题	(33)
§5.3 例题示范	(34)
§5.4 思考题	(37)
教学单元 6 考虑摩擦时的平衡问题	(38)
§6.1 基本要求	(38)
§6.2 内容要点	(38)
6.2.1 关于摩擦力的基本概念	(38)
6.2.2 摩擦平衡问题的特点及解题方法	(38)
§6.3 例题示范	(39)
第四章 空间力系	(41)
教学单元 7 空间力系平衡问题	(41)
§7.1 基本要求	(41)
§7.2 内容要点	(41)
7.2.1 力在空间坐标轴上的投影与力对轴之矩	(41)
7.2.2 力对点之矩与力对轴之矩之间的关系	(42)
7.2.3 空间力系的简化结果与平衡条件	(42)
7.2.4 物体的重心和图形的形心	(43)
7.2.5 求解空间力系平衡问题时应注意的几个问题	(44)
§7.3 例题示范	(44)
§7.4 思考题	(49)

第Ⅱ篇 强度、刚度、稳定分析

第五章 杆件的轴向拉伸与压缩	(51)
教学单元 8 轴力和轴力图	(52)
§8.1 基本要求	(52)
§8.2 内容要点	(53)
8.2.1 关于内力、轴力和轴力图的概念	(53)
8.2.2 确定内力的截面法	(53)

§8.3 例题示范	(53)
§8.4 问题讨论	(59)
8.4.1 力的可传性不适用于变形体	(59)
*8.4.2 考虑杆件自重时的轴力图	(59)
§8.5 思考题	(60)
教学单元9 拉、压杆横截面上的正应力	(61)
§9.1 基本要求	(61)
§9.2 内容要点	(61)
9.2.1 应力的概念	(61)
9.2.2 拉压杆横截面上正应力公式及其应用条件	(61)
§9.3 例题示范	(62)
§9.4 思考题	(66)
教学单元10 拉、压杆的强度计算	(67)
§10.1 基本要求	(67)
§10.2 内容要点	(67)
10.2.1 拉压杆的强度计算准则	(67)
10.2.2 强度计算准则的应用	(68)
10.2.3 强度计算的步骤	(68)
§10.3 例题示范	(68)
教学单元11 拉、压杆的变形计算	(72)
§11.1 基本要求	(72)
§11.2 内容要点	(72)
11.2.1 纵向变形与横向变形的概念	(72)
11.2.2 胡克定律的两种形式	(72)
11.2.3 纵向变形与横向变形间的关系	(73)
11.2.4 应用 $\Delta l = Nl/(EA)$ 计算变形时应注意的问题	(73)
§11.3 例题示范	(73)
§11.4 思考题	(78)
教学单元12 材料的力学性能	(78)
§12.1 基本要求	(78)
§12.2 低碳钢拉伸时的力学性能	(78)
§12.3 思考题	(79)
教学单元13 拉、压杆的静不定问题	(80)
§13.1 基本要求	(80)
§13.2 内容要点	(80)
13.2.1 静定结构与静不定结构的概念	(80)
13.2.2 求解静不定问题的基本方法	(80)
13.2.3 静不定结构的特性	(81)
§13.3 例题示范	(81)

第六章 圆轴扭转	(85)
教学单元14 受扭圆轴的外力、内力、应力和变形	(85)
§14.1 基本要求	(85)
§14.2 内容要点	(86)
14.2.1 关于扭矩、剪应力和剪应变以及相对扭转角等概念	(86)
14.2.2 扭矩计算与扭转剪应力与变形分析	(86)
§14.3 例题示范	(90)
§14.4 思考题	(93)
教学单元15 圆轴扭转时的强度计算与刚度计算	(94)
§15.1 基本要求	(94)
§15.2 内容要点	(94)
15.2.1 扭转破坏试验结果	(94)
15.2.2 圆轴扭转时的强度计算准则	(94)
15.2.3 圆轴扭转时的刚度计算准则	(95)
15.2.4 强度计算与刚度计算准则的应用	(95)
§15.3 例题示范	(96)
第七章 梁的弯曲强度	(101)
教学单元16 梁的内力	(101)
§16.1 基本要求	(101)
§16.2 内容要点	(101)
16.2.1 关于平面弯曲、弯曲内力的概念	(102)
16.2.2 剪力、弯矩的正负号规定	(102)
16.2.3 指定截面上的剪力和弯矩的确定	(102)
16.2.4 剪力方程和弯矩方程	(103)
16.2.5 剪力图、弯矩图的画法及检验	(103)
§16.3 建立 Q 、 M 方程及画 Q 、 M 图时应注意的问题	(105)
§16.4 例题示范	(105)
§16.5 问题讨论	(109)
16.5.1 集中力、集中力偶作用处内力图的特征	(109)
16.5.2 计算内力时对外力简化的限制	(109)
16.5.3 在由平衡方程求得的约束力为负值时, 计算梁的内力应如何处理	(110)
§16.6 思考题	(111)
教学单元17 梁的应力	(112)
§17.1 基本要求	(112)
§17.2 内容要点	(112)
17.2.1 关于平面假设、中性轴、惯性矩和抗弯刚度的概念和定义	(112)
17.2.2 弯曲正应力公式的推导与应用	(112)
17.2.3 确定截面对中性轴的惯性矩	(113)
§17.3 例题示范	(113)

§17.4 问题讨论	(116)
§17.5 思考题	(117)
教学单元18 梁的弯曲强度计算	(118)
§18.1 基本要求	(118)
§18.2 内容要点	(118)
18.2.1 关于危险面、危险点、弯曲强度计算准则	(118)
18.2.2 弯曲强度计算的基本方法	(118)
18.2.3 提高梁强度的主要措施	(118)
§18.3 例题示范	(119)
§18.4 思考题	(124)
教学单元19 斜弯曲与拉(压)弯组合	(125)
§19.1 基本要求	(125)
§19.2 内容要点	(127)
19.2.1 关于斜弯曲与轴向偏心载荷的概念与定义	(127)
19.2.2 组合受力与变形时的强度分析方法	(127)
§19.3 例题示范	(127)
§19.4 问题讨论	(128)
§19.5 思考题	(129)
第八章 梁的弯曲刚度	(129)
教学单元20 梁的位移计算与刚度计算	(129)
§20.1 基本要求	(129)
§20.2 内容要点	(130)
20.2.1 关于挠度和转角以及挠曲线微分方程的概念和定义	(130)
20.2.2 确定梁位移的积分法	(130)
20.2.3 确定梁位移的叠加法	(131)
20.2.4 刚度计算准则	(131)
20.2.5 求解简单静不定梁的方法	(131)
§20.3 例题示范	(132)
§20.4 思考题	(142)
教学单元21 基本受力与变形形式小结	(143)
§21.1 外力	(143)
§21.2 内力	(144)
§21.3 应力	(144)
§21.4 材料的失效形式	(146)
§21.5 强度计算准则	(146)
§21.6 位移	(147)
§21.7 刚度计算准则	(147)
§21.8 应力与应变关系	(147)
§21.9 简单静不定问题的基本解法	(148)

§21.10 理论分析方法	(148)
第九章 应力状态 强度准则及其应用	(148)
教学单元22 应力状态	(149)
§22.1 基本要求	(149)
§22.2 内容要点	(149)
22.2.1 关于应力状态、主应力等的概念与定义	(149)
22.2.2 描述一点应力状态的方法	(150)
22.2.3 平面应力状态的分析方法	(150)
22.2.4 平面应力状态的主应力和最大剪应力	(152)
22.2.5 广义胡克定律	(152)
§22.3 例题示范	(153)
§22.4 思考题	(158)
教学单元23 强度准则	(159)
§23.1 基本要求	(159)
§23.2 内容要点	(160)
23.2.1 关于强度失效形式和强度准则的概念	(160)
23.2.2 三种常用的强度准则	(160)
§23.3 例题示范	(160)
§23.4 思考题	(161)
教学单元24 圆轴弯扭组合受力与变形时的强度计算	(162)
§24.1 基本要求	(162)
§24.2 内容要点	(162)
24.2.1 圆轴承受弯扭组合时的强度计算方法	(162)
24.2.2 弯扭组合受力时危险点的应力状态及其相当应力	(162)
§24.3 例题示范	(164)
§24.4 思考题	(166)
第十章 压杆稳定	(166)
教学单元25 压杆稳定	(166)
§25.1 基本要求	(166)
§25.2 内容要点	(167)
25.2.1 关于压杆平衡稳定性和临界载荷等的概念和定义	(167)
25.2.2 压杆临界载荷及其影响因素	(167)
25.2.3 三类不同压杆及临界应力总图	(168)
25.2.4 压杆稳定安全校核——安全系数法	(168)
§25.3 例题示范	(169)
§25.4 思考题	(172)
第十一章 构件的疲劳强度概述	(173)
教学单元26 构件的疲劳强度概述	(173)
§26.1 基本要求	(173)

§26.2 内容要点	(173)
26.2.1 关于交变应力和疲劳破坏的概念与名词术语	(173)
26.2.2 几个应注意的问题	(173)
26.2.3 疲劳破坏特征	(175)
26.2.4 影响疲劳极限的主要因素	(175)
26.2.5 疲劳强度计算简述	(175)
§26.3 思考题	(176)

第Ⅲ篇 运动分析与动力分析

第十二章 点的运动分析	(177)
教学单元27 点的运动分析	(177)
§27.1 基本要求	(177)
§27.2 内容要点	(178)
27.2.1 关于点的运动分析的概念	(178)
27.2.2 描述点的运动的分析基本方法与基本公式	(178)
27.2.3 求解点的运动问题时应注意的问题	(178)
§27.3 例题示范	(180)
§27.4 思考题	(182)
第十三章 刚体的基本运动	(182)
教学单元28 刚体的基本运动	(182)
§28.1 基本要求	(182)
§28.2 内容要点	(182)
28.2.1 关于刚体基本运动的概念和定义	(182)
28.2.2 速度和加速度、角速度和角加速度的基本公式	(183)
28.2.3 解题要点及应注意的问题	(183)
§28.3 例题示范	(184)
§28.4 思考题	(186)
第十四章 点的合成运动	(186)
教学单元29 点的合成运动	(186)
§29.1 基本要求	(186)
§29.2 内容要点	(187)
29.2.1 关于三种运动的概念和定义	(187)
29.2.2 速度和加速度合成定理	(187)
29.2.3 解题要领与注意事项	(188)
§29.3 例题示范	(188)
§29.4 思考题	(192)
第十五章 刚体的平面运动	(193)
教学单元30 刚体的平面运动	(193)
§30.1 基本要求	(193)

§30.2 内容要点	(193)
30.2.1 关于刚体平面运动及瞬心的概念和定义	(193)
30.2.2 确定平面图形上任意点速度的三种方法	(193)
30.2.3 瞬心位置的确定	(194)
30.2.4 解题要点与应注意的问题	(194)
§30.3 例题示范	(197)
§30.4 思考题	(201)
第十六章 动力学普遍定理及其应用	(202)
教学单元31 动力学普遍定理及其应用	(202)
§31.1 基本要求	(202)
§31.2 内容要点	(202)
31.2.1 关于动量、动量矩和动能等的概念和定义	(202)
31.2.2 动力学普遍定理的主要内容及适用范围	(205)
§31.3 例题示范	(205)
§31.4 思考题	(214)
第十七章 动静法及其应用	(214)
教学单元32 动静法及其应用	(214)
§32.1 基本要求	(214)
§32.2 内容要点	(214)
32.2.1 关于惯性力和动静法的概念和定义	(214)
32.2.2 基本方程与解题要点	(215)
§32.3 例题示范	(216)
§32.4 思考题	(219)
附录一 “工程力学”教学大纲及说明	(220)
附录二 实验指导	(225)
实验一 低碳钢的拉伸试验	(225)
实验二 扭转实验	(228)
实验三 直梁弯曲正应力试验	(233)
附: 电阻应变仪	(237)

第I篇 静 力 分 析

本篇研究物体机械运动的特殊情形——物体的平衡规律。主要内容是：

- 物体的受力分析——确定物体上有哪些力以及哪些力是已知的、哪些力是未知的。
- 力系简化——用简单力系代替原力系，而不改变原力系对物体的运动效应。力系简化是建立物体平衡条件的理论基础。

- 物体在各种力系作用下的平衡条件——由此建立已知力与未知力之间的关系，进而由已知力求得作用在物体上的未知力。

本篇共分四章：第一章介绍静力分析的基本概念和基本方法；第二、三、四章分别介绍平面基本力系、平面一般力系、空间力系的简化和平衡条件。

本篇主要内容之间的关系可由图 I .1 表示。

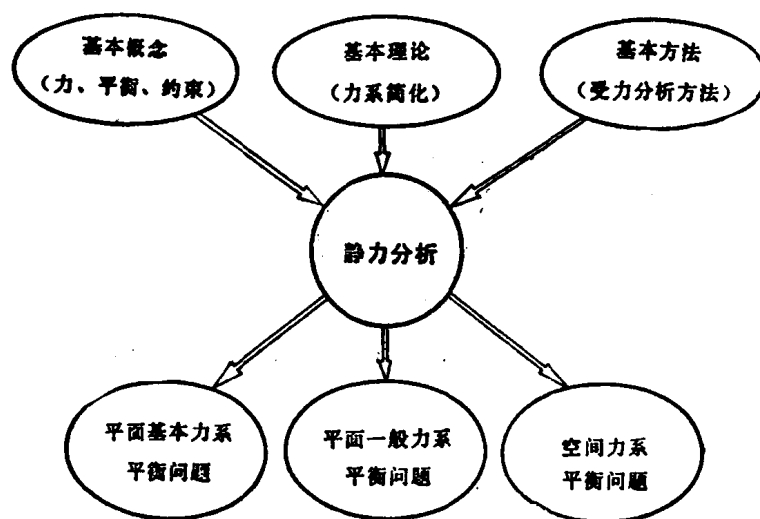


图 I .1

本篇 4 章共分 7 个教学单元。其中第一章一个单元，第二章二个单元，第三章三个单元，第四章一个单元。

第一章 受力分析的基本概念与方法

教学单元 1 受力分析

§1.1 基本要求

- 理解并掌握力的概念——包括力的定义，力的效应，力的可传性及其限制。

● 理解并掌握力的平衡概念——包括平衡的含义，二力平衡和三力平衡条件，加减平衡力系原理。

● 理解并掌握约束的概念——包括几种典型的约束及相应的约束力，根据约束的性质确定作用在物体上的约束力。

● 初步掌握受力分析的基本方法——包括选择合适的研究对象，画出隔离体和受力图。

§1.2 内容要点

1.2.1 关于力、力的平衡以及约束的概念和定义

力——物体间的相互机械作用。

力的两种效应——一是使物体的运动状态或速度发生变化；二是使物体发生变形。前者称为运动效应；后者称为变形效应。对于刚体只产生运动效应；对于变形体则既可能产生运动效应又可能产生变形效应。

力的可传性——只要保持力的大小和方向不变，则力的作用点可以沿着力的作用线移动，而不改变力对物体的运动效应。力的可传性只对运动效应而言，即只有当物体或物体的一部分被抽象为刚体时，才是正确的。当研究力对物体的变形效应时，力的可传性便不再成立。

平衡——物体相对于参考系保持静止或作等速直线运动。

二力平衡条件——作用在刚体上的两个力，其平衡条件是：两个力大小相等、方向相反并沿同一直线作用。在两个力作用下处于平衡状态的构件称为“二力构件”。

不平行三力的平衡条件——作用在刚体上同一平面内三个互不平行力平衡的必要与充分条件是：三力作用线汇交于一点，且力三角形封闭。

加减平衡力系原理——在作用于刚体上的任意力系上，加上或减去任何平衡力系，并不改变原力系对刚体的运动效应。加减平衡力系所得到的力系与原力系互为等效力系。等效力系和加减平衡力系原理对于变形效应是不成立的。

约束——对构件运动形成限制的物体称为构件的约束。不同的约束，在构件上产生不同的约束力。

柔性约束——绳索、皮带、链条等构成的约束。柔性约束只产生沿着绳索、皮带、链条方向受拉的约束力。

无摩擦刚性约束——约束物与被约束的构件均为刚性，而且二者接触面的摩擦忽略不计，故又称为光滑面刚性约束。这类约束有以下几种：

● 光滑平面或曲面约束：约束力沿着两接触面公法线方向；

● 圆柱铰链约束：这种约束只提供一个方向不确定的约束力，这约束力也可以分解为互相垂直的两个分力。固定铰支座、中间铰都属于这种约束。

● 辊轴约束——又称辊轴支座。其约束力方向垂直于辊子的支承面。

● 球铰链约束——又称球铰。提供一个作用线通过球心但方向不定的约束力。这约束力也可分解为三个互相垂直的分力。

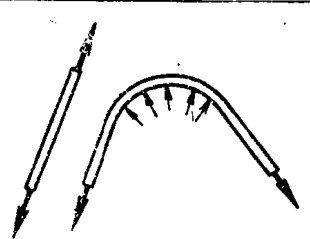
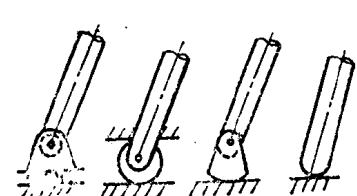
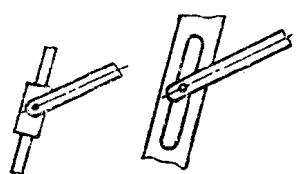
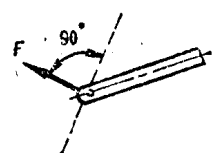
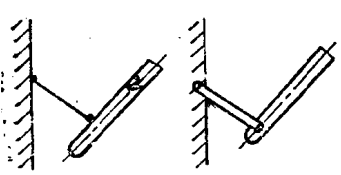
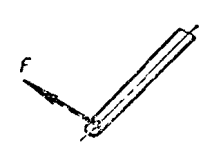
● 轴承约束——向心轴承的约束力与圆柱铰链的约束力相似，即约束力通过轴心方向不定，它也可以分解为两个互相垂直的分力。向心推力轴承由于限制了轴的轴线方向运动，因而与向心轴承相比，多了一个轴向约束力。

下表所列常见约束与约束力。

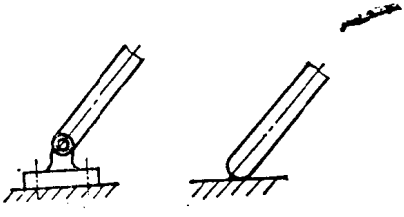
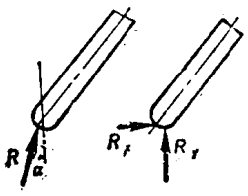
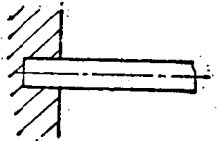
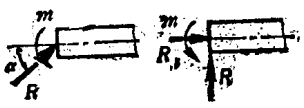
1.2.2 受力分析的基本方法

受力分析的任务——受力分析主要解决下列问题：

- 确定物体上受有哪些力以及这些力的作用位置，并尽可能确定这些力的作用线和方向。
- 确定物体受力中哪些是已知力和未知力，并建立已知力与未知力之间的关系，从而求出所需的未知力。

约 束 及 其 性 质	约 束 力	未知力个数
 无重量的柔软的绳、绳索	 约束力沿其长度方向，且只能承受大小相等、方向相反的拉力	1
 辊轴 摇杆 无摩擦光滑面	 约束力的作用线为已知（沿接触面法线方向）	1
 无摩擦的套环 滑槽中无摩擦的销钉	 力的作用线已知（垂直于杆或槽的方向）	1
 短的缆或绳 短的连杆	 力的作用线已知（沿着绳或杆的方向）	1

(续上表)

约 束 及 其 性 质	约 束 力	未知力个数
 无摩擦销 钉或铰链 粗糙表面	 力的大小和方向 均为未知 力的方向已知 大小未知	2
 插入端		3

• 关于插入端约束及约束力分析见第三章。

本教学单元先解决第一个问题，这是受力分析最基本也是最重要的方面。

受力分析的方法——为解决上述问题，首先，要根据所讨论的问题的要求，选择合适的平衡对象，并将其从结构或系统中隔离出来；其次，要根据研究对象与周围物体的联系，由约束性质分析约束力，并应用作用与反作用定律分析隔离体上所受各力的位置、作用线及可能方向，画出隔离体的受力图；第三，建立已知力和未知力之间的关系；最后，还要验证所得结果的正确性。

本教学单元主要要求学会：

● 怎样根据问题的性质，选取合适的研究对象。所谓“合适”，一是指在对研究对象上既有未知力也有已知力；二是指所选择的对象上受力比较简单。

● 一定要根据约束性质确定研究对象上所受的约束力，力争做到，在对研究对象上每画一个力都有充分的依据，切忌主观随意以及毫无根据的猜测。

● 正确画出研究对象隔离体的受力图。要尽量确定这些的作用位置和可能的作用线。当力的作用方向不能确定时，可先假设某一方向。

§1.3 例题示范

〔例题1.1〕 重量为 G 的球放置在 V 形槽中如图 1.1(a) 所示，试画出小球的受力图，球与槽壁间为光滑面约束。

解 本题指定画出小球的受力图，故以小球为研究对象，将其从系统中隔离出来，小球除受重力作用外，在 A 、 B 二处还受有槽壁约束力。

根据球与槽壁之间为光滑面的约束性质， A 、 B 二处的约束力的作用线分别与二处接触面共法线方向一致。而球面任意处法线必通过球心。因此， A 、 B 二处约束力 R_A 、 R_B 作用

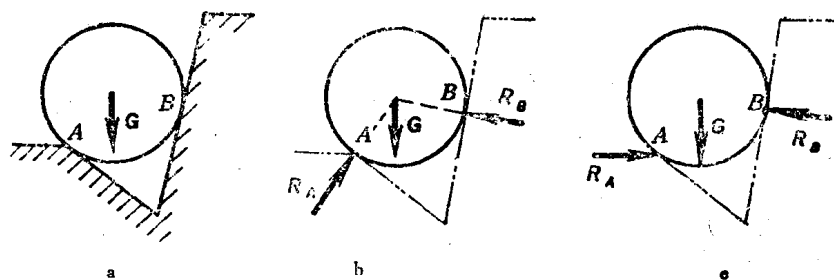


图 1.1

线分别通过 A 点和 B 点并汇交于小球中心，方向设为指向球心。于是，以小球为研究对象的隔离和受力图如图1.1(b) 所示。

根据不平行的三力平衡条件，重力 G 、约束力 R_A 、 R_B 的作用线必须交于一点，图 1.1(b) 中的受力图满足这一条件。

常见错误分析：如果不根据约束性质分析约束力，而是凭主观不正确的猜测，则有可能将 A 处约束力作用线错误地画成水平方向，如图 1.1(c) 中所示。这种错误不仅表现在约束力与约束性质不符，而且也不满足不平行三力平衡时，力的作用线必须汇交于一点的要求。

〔例题 1.2〕 刚架 ABC 受力及支承方式如图 1.2 (a) 所示。其中 A 处为固定铰支座， C 处为辊轴支座。试画出刚架 ABC 的受力图。

解 以刚架为研究对象，根据约束性质， A 处为固定铰支座，故有一个方向不定的约束力，这力可分解为互相垂直的两个分力，现用水平与垂直方向的 X_A 和 Y_A 表示； C 处为辊轴支座，其约束力 R_C 垂直于辊子支承面，即沿着铅垂方向。于是，刚架 ABC 的受力图如图 1.2(b) 所示。

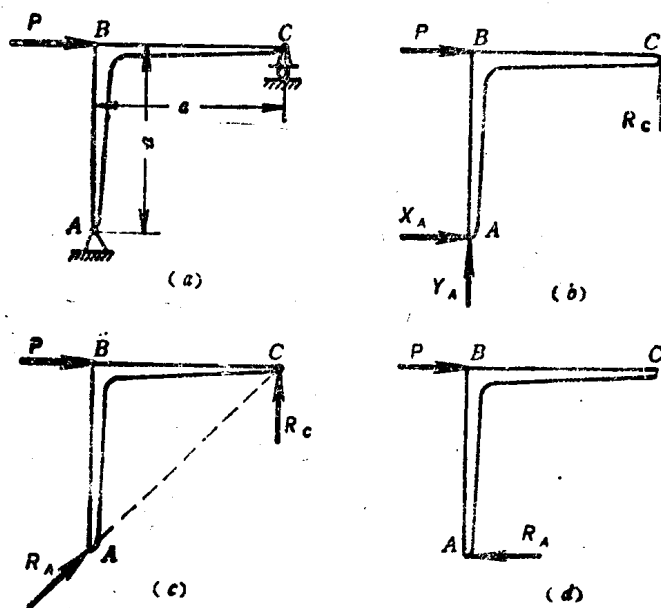


图 1.2

如果应用不平行的三力平衡条件, 则固定铰支座 A 处方向不定的约束力 R_A , 其作用线必须通过 P 、 R_C 作用线的交点 C , 指向设为自 A 至 C 。于是, 刚架的受力图如图 1.2(c) 所示。

常见错误分析: 分析这类问题时, 如果不根据约束性质分析约束力, 而认为在 P 力作用下, 刚架向右移动, C 处的辊轴支承对这种位移不构成限制, 只有 A 处的固定铰支座构成对这种位移的限制, 故只有 A 处存在水平约束力 R_A , 于是画出如图 1.2(d) 所示之受力图。这种错误不仅在于约束力与约束性质不符, 而且也不满足平衡要求, 读者不难看出, 图 1.2(d) 中所示之刚架在 P 、 R_A 作用下是不平衡的。因而是错误的。

〔例题 1.3〕 AC 杆和 BC 杆组成的三角支架如图 1.3(a) 所示。 A 、 B 二处均为固定铰支座, C 处为中间铰。杆的自重忽略不计, 仅 AC 杆承受重物重量作用。

1. 若要求 BC 杆受力, 应选择 AC 杆、 BC 杆、重物三者哪一个作为研究对象;
2. 画出研究对象的隔离体受力图。

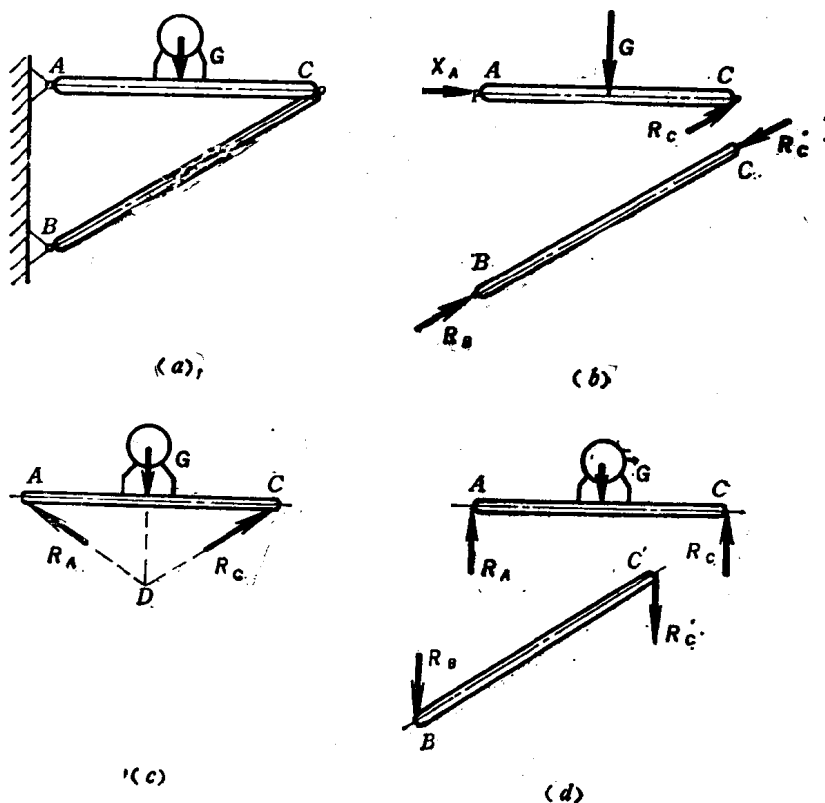


图 1.3

解 1. 平衡对象的选择: 本例有三个物体, 即 AC 杆、 BC 杆和重物。要求 BC 杆的受力, 不一定选择 BC 杆为研究对象。这是因为根据约束性质, B 、 C 二处均提供一个方向不定的约束力, 但根据二力平衡条件, 这两个约束力必须大小相等、方向相反, 且作用线与 BC 杆轴线重合。在 BC 杆上只有未知力没有已知力。

对于 AC 杆, A 处提供一个方向不定的约束力, 现将其分解为沿杆轴线和垂直于杆轴线的分量 X_A 、 Y_A 。 C 处的约束力, 根据作用与反作用定律, 它与作用在 BC 杆 C 端的互为作用和反作用力, 于是其作用线与 BC 杆轴线一致。在 AC 杆上还作用有重物的压力, 其数值等于重物重量。可见, 在 AC 杆上既有未知力, 也有已知力, 而且还包括所要求的 BC 杆