

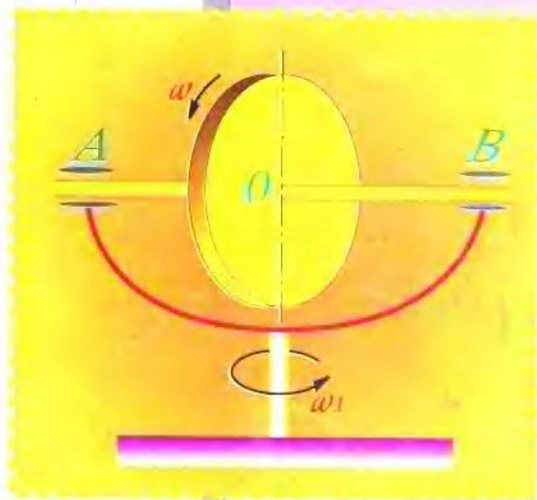
理论力学

常见题型解析及模拟题

支希哲 主编

通向研究生之路
系列丛书

- 考研者
愿望成真的阶梯
- 大学生
知识汲取的源泉
- 自学者
闯关过隘的桥梁



理论提要 · 例题解析 · 模拟题

西北工业大学出版社

通向研究生之路系列丛书

理论力学

常见题型解析及模拟题

主编 支希哲
编者 支希哲 黎明安
朱西平 高行山

西北工业大学出版社

1999年1月 西安

(陕)新登字 009 号

【内容简介】 本书基本上涵盖了理论力学课程的全部内容。每章都包含有重点与难点、例题精选、习题三部分,书中最后还附有部分院校研究生入学考试题及研究生入学考试模拟题。例题多数选自一些重点高等院校以往的研究生入学考题,例题之后一般都加有小结性的分析与讨论。习题部分题型多样,既有理论概念题(如是非题、选择题、填空题),又有分析计算题。

本书除可供报考研究生复习理论力学的读者使用外,还可作为各类本、专科学生学习理论力学课程的参考书,也可供从事本课程教学的教师和相关科技人员参考。

通向研究生之路系列丛书
理论力学
常见题型解析及模拟题
主 编 支希哲
责任编辑 杨乃成
责任校对 樊 力

*

©1999 西北工业大学出版社出版发行
(邮编:710072 西安市友谊西路127号 电话:8493844)

全国各地新华书店经销
空军导弹学院印刷厂印装

ISBN 7-5612-0995-9/O·136

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:21 字数:505千字
1997年11月第1版 1999年1月第2次印刷
印数:6 001—9 000册 定价:22.00元

购买本社出版的图书,如有缺页、错页的,本社发行部负责调换。

前 言

本书是为满足报考工科研究生的广大读者复习理论力学的愿望,并适应本、专科大学生学习理论力学课程的需要而编写的。书中基本上涵盖了理论力学课程的全部内容。每章都包含有重点与难点、例题精选、习题三部分。

在重点与难点部分,对每一章的主要概念、定理、难以理解与掌握处、运用中值得注意的问题等都做了较精辟的概括性论述与强调说明,有助于读者尽快高效复习回顾本课程主要内容,把握重点与难点。

例题多数选自一些全国重点高等院校往届的研究生入学考题,并注意反映近些年来大多数院校研究生入学考试命题的特点和趋向,有较广泛的代表性。例题之后一般都加有分析与讨论,对于深入领会与理解基本理论与概念,更好掌握解题方法和技巧,培养提高解题能力及应试水平等都有较大帮助。有些例题还给出了多种解法,以利读者开阔思路,融会贯通所学内容。

习题部分多为精选的典型试题,题型多样,既有理论概念题(如是非题、选择题、填空题),又有综合计算题。一方面通过练习可使读者复习巩固各章知识,熟练解题方法,另一方面也供读者强化训练,为适应各类理论力学课程考试打下基础。

书中最后还附有部分院校研究生理论力学课程入学考试题及研究生入学考试模拟题,以便读者了解现行研究生考试题型和难易程度,也可供读者自测使用。

参加本书编写的有黎明安(第1、2、3、4、5、6章)、支希哲(第7、8、9、10、12、13、14、18、19、20、21章以及附录)、朱西平(第11章及绘制部分章节草图)、高行山(第15、16、17章)。全书由支希哲统稿并任主编。

本书在编写过程中,得到了西北工业大学理论力学教研室许多老师的帮助与支持;李晓芹工程师参与了部分稿子的誊写工作;西北工业大学出版社的老师提出了许多建设性意见,付出了艰苦细致的劳动,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之编写时间仓促,书中疏误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1997年4月

通向研究生之路系列丛书编委会

- 顾问** 戴冠中 (西北工业大学校长, 博士生导师, 教授)
- 主任委员** 徐德民 (西北工业大学副校长, 博士生导师, 教授)
- 副主任委员** 孙 朝 (陕西省学位委员会办公室主任)
- 王润孝 (西北工业大学教务处副处长, 教授)
- 冯博琴 (西安交通大学教务处副处长, 教授)
- 韦全生 (西安电子科技大学教务处副处长, 副教授)
- 郑永安 (西北工业大学出版社副总编, 副编审)
- 委员** 史忠科 张畴先 王公望 葛文杰
- 刘 达 支希哲 范世贵
- 策 划** 王 璐 张近乐

序

● 邱关源

面向 21 世纪, 社会对德才兼备的高素质科技人才的需求更加迫切。通过行之有效的途径和方法培养符合时代要求的优秀人才, 是摆在全社会尤其是高等学校、科研院(所)面前一项艰巨而现实的问题。

为了强化素质教育, 使大学生学有所长, 增强才智, 高等教育部门各有关单位对高等学校公共基础课、技术基础课到专业课的整个教学过程做了大量细致的工作。与之相配合, 不少出版社也相继出版了指导学生理解、领会教学内容, 增强分析、解决问题能力的辅导读物, 其中多数是关于外语、数学、政治等公共基础课的, 极大地满足了大学生基础课学习阶段相应的要求。但当学习技术基础课时, 学生们同样需要合适的参考书来帮助他们掌握课程重点和难点, 提高课程学习水平, 以及指导解题的思路和技巧, 乃至适应研究生入学考试的需求。不过, 这类读物目前比较少见。基于此, 西北工业大学出版社的同志们深入作者、读者之中, 进行市场调查, 在广泛听取意见的基础上, 组织数十位在重点大学执教多年、具有较高学术造诣的一线教

• 邱关源 —— 西安交通大学教授, 博士生导师。曾任第一、二届中国电工技术学会理论电工专业委员会副主任委员, 高等教育委员会工科电工课程教学指导委员会委员。

师,经历两年,精心编撰了这套旨在有效指导大学生学习技术基础课,为课程学习、应试考研及以后工作提供帮助的参考书。

该丛书首批推出 9 种,所有书稿几经修改,并经同行专家审定。内容选材符合课程基本要求,并且重在对基本概念的启发、理解和提高读者分析问题的能力。我热情地向大家推荐这套丛书,希望它能对广大读者的学习有所帮助,更期望它能在强化素质教育、推动教学改革方面起到积极作用。

邱 关 源

1997 年 10 月

出版 说明

近年来,随着经济建设的快速发展和科教兴国战略的实施,社会对高素质专业人才的需求更加迫切。崇尚知识,攻读学位,不仅是一种知识价值的体现,更是社会进步的标志。“考研热”已成为当今中国社会的一道引人注目的风景线,成为莘莘学子乃至社会关注的焦点和热点。

研究生入学考试是通向研究生之路的基石,考试成绩的高低是能否跨入研究生之门的主要依据。为了配合考生进行有效的复习,不少出版社围绕国家教委颁布的考试大纲,相继推出了众多的考研复习辅导书,其中尤以公共基础课(外语、数学、政治)的应考书最多。

事实上,研究生入学考试不仅包括外语、数学等公共基础课,技术基础课(专业基础课)和专业课也是必考科目。片面强调公共基础课,导致技术基础课及专业课考试失分,是众多报考者最终未能如愿的主要原因,此中技术基础课对考生影响尤甚。作为制约人才培养和成长的课程因素,加强技术基础课的学习,拓宽基础知识,已成为广大学生及教师共同的心声。

为了推动教学改革,弥补技术基础课学时短、内容多,学生难以在课堂内准确理解、全面接受教学内容之不足;更为了满足当今社会对基础扎实、专业面宽、动手能力强的人才的需求,促进大学生学有所长,早日成才,西北工业大学出版社策划和组织编写了通向研究生之路系列丛书。本丛书首批推出9种,所对应的9门课程是:自动控制原理、机械原理、材料力学、理论力学、模拟电子技术、数字电子技术、电工技术、电子技术、微型计算机原理。其余课程的指导书将陆续推出,届时将基本涵盖全国工科院校所开设的技术基础课和拟选定的考研要求科目。

本丛书具有如下特点:

1. 选题新颖,独树一帜

技术基础课历来不像外语、数学、政治等公共基础课一样受到出版者的重视,因而这方面的指导书凤毛麟角,学生很难找到一套系统的、全面的、富有针对性的参考书。该丛书站在新的视角,有计划地推出整套工科技术基础课学习用书,令人耳目一新,为之一振。

2. 紧扣大纲，严把尺度

该丛书紧紧围绕国家教委制定的教学大纲及研究生入学考试大纲，按照提高基础知识与解题技巧的主线，展开论述。丛书既巩固和加深学生对技术基础课重点、难点的理解，又重在为备考研究生提供有力的指导，即既要保证课程学习时开卷有益，又要对复习应考行之有效。

3. 重视能力，提高技巧

该丛书时刻牢记不管是学习还是考试其最终目的都是为了提高学生分析问题、解决问题的能力这一主旨，重在通过阐明基本要点及设定典型例题解析来引导学生识题、解题。丛书中所选例题均是历届课程结业考试及考研中出现过的试题，经精选、精编后，既避免了让学生陷入“茫茫题海”的窘境，又使学生在有限的时间内掌握大纲所规定的基本内容，提高自己的解题潜能，从而在课程考试及研究生考试中立于不败之地。

4. 选材得当，重点突出

参加本套丛书编写的均为从事教学工作多年的资深教师，他们既能把握住课程要求的脉搏，又最了解学生的学习状况和需求心态，因而在丛书内容的取舍，材料的选编及文字表达方面能更胜一筹。正因为如此，该丛书内容得当，材料全而不滥，精而易懂，注释简明，解析扼要，使学生乐于阅读，易于接受。

本丛书的出版得到了多方面的支持和关心，陕西省学位委员会办公室、西安交通大学、西安电子科技大学、西北工业大学等单位的有关人士为本丛书的出版出谋划策，提出了许多建设性的意见。西安交通大学邱关源教授献身教育事业 50 余年，德高望重，学识渊博，他在百忙中为本丛书写了序，充分肯定了本丛书的价值。在此，我们一并表示衷心的感谢。

“通向研究生之路丛书”的出版不论是对大学生的课程学习还是对有关考研人员以及广大自学者来说无疑都是一个福音，我们衷心希望本丛书能帮助广大读者闯关过隘，获得课程考试或研究生入学考试的好成绩，我们也祝愿天下莘莘学子早日如愿以偿，大展鸿图！

丛书编委会

1997 年 9 月

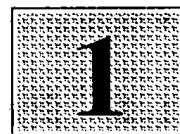
目 录

1 静力学的基本概念和公理	1
1.1 重点与难点	1
1.1.1 基本概念	1
1.1.2 静力学公理	1
1.1.3 两个推论	1
1.1.4 约束、约束反力及物体的受力图	1
1.2 例题精选	2
1.3 习题	6
2 平面基本力系	9
2.1 重点与难点	9
2.1.1 平面共点力系的合成与平衡	9
2.1.2 平面力偶系的合成与平衡	10
2.2 例题精选	10
2.3 习题	16
3 平面任意力系	19
3.1 重点与难点	19
3.1.1 力对点之矩	19
3.1.2 平面任意力系向一点简化	19
3.1.3 平面任意力系的平衡方程	20
3.1.4 特殊情况下的平衡方程	21
3.1.5 物体系统的平衡 静定与静不定概念	21
3.2 例题精选	21
3.3 习题	27
4 摩擦	30
4.1 重点与难点	30
4.1.1 滑动摩擦	30
4.1.2 滚动摩擦	31
4.1.3 具有摩擦的平衡问题的解题方法	31
4.2 例题精选	32
4.3 习题	38

5 空间基本力系	40
5.1 重点与难点	40
5.1.1 空间共点力系	40
5.1.2 空间力偶系	41
5.2 例题精选	42
5.3 习题	48
6 空间任意力系	52
6.1 重点与难点	52
6.1.1 空间力对点之矩和对轴之矩	52
6.1.2 空间任意力系的简化、合成与平衡	53
6.2 例题精选	54
6.3 习题	59
7 点的运动	62
7.1 重点与难点	62
7.2 例题精选	63
7.3 习题	69
8 刚体的基本运动	71
8.1 重点与难点	71
8.2 例题精选	72
8.3 习题	77
9 点的复合运动	80
9.1 重点与难点	80
9.2 例题精选	82
9.3 习题	93
10 刚体的平面运动	97
10.1 重点与难点	97
10.2 例题精选	99
10.3 习题	109
11 刚体转动的合成	112
11.1 重点与难点	112
11.2 例题精选	113
11.3 习题	120

12	运动学综合应用题	124
12.1	例题精选	124
12.2	习题	137
13	质点动力学基础	139
13.1	重点与难点	139
13.2	例题精选	141
13.3	习题	147
14	质点的振动	150
14.1	重点与难点	150
14.1.1	质点的自由振动	150
14.1.2	质点的衰减振动	150
14.1.3	质点的强迫振动	151
14.2	例题精选	153
14.3	习题	160
15	动能定理	163
15.1	重点与难点	163
15.2	例题精选	166
15.3	习题	174
16	动量定理	177
16.1	重点与难点	177
16.2	例题精选	179
16.3	习题	186
17	动量矩定理	189
17.1	重点与难点	189
17.2	例题精选	191
17.3	习题	200
18	碰撞理论	204
18.1	重点与难点	204
18.2	例题精选	206
18.3	习题	215

19	达朗伯原理和动静法	218
19.1	重点与难点	218
19.2	例题精选	221
19.3	习题	235
20	虚位移原理	239
20.1	重点与难点	239
20.2	例题精选	242
20.3	习题	262
21	动力学普遍方程和拉格朗日方程	266
21.1	重点与难点	266
21.2	例题精选	268
21.3	习题	288
	附录	291
1	1997 年西北工业大学研究生入学考试题	291
2	1996 年西安交通大学研究生入学考试题	294
3	1996 年浙江大学研究生入学考试题	297
4	1995 年天津大学研究生入学考试题	298
5	1995 年大连理工大学研究生入学考试题	300
6	研究生入学考试模拟题	302
7	1997 年西北工业大学研究生入学考试题解答	304
8	其余试题答案	311
	习题答案	314
	参考文献	324



静力学的基本概念和公理

1.1 重点与难点

1.1.1 基本概念

- (1) 力 物体间相互的机械作用,这种作用使物体的形状和运动状态发生改变。
- (2) 刚体 任何情况下都不会发生变形的物体。刚体是力学中的一种理想化模型。
- (3) 平衡 物体相对于惯性参考系静止或作匀速直线运动。
- (4) 等效力系 作用于物体且效应(外效应或内效应)相同的力系。

1.1.2 静力学公理

- (1) 二力平衡公理 作用在刚体上的两个力使刚体处于平衡的充分与必要条件是:这两个力等值、反向、共线。
- (2) 加减平衡力系公理 在作用于刚体上的已知力系中,加上或减去任一平衡力系,并不改变原力系对刚体的作用。
- (3) 平行四边形公理 作用于物体上同一点的两个力的合力仍作用在该点上,其合力的大小和方向为以这两力为邻边所作平行四边形的对角线。
- (4) 作用反作用公理 两物体间相互作用的力总是等值、反向、共线且分别作用在这两个物体上。
- (5) 刚化公理 变形体在某一力系作用下处于平衡,如将此变形体置换为刚体,则平衡状态保持不变。

1.1.3 两个推论

- (1) 力在刚体上的可传性 作用于刚体上的力,其作用点可以沿作用线移动而不改变它对该刚体的作用。
- (2) 三力平衡汇交定理 若刚体在三个力作用下处于平衡,当其中两个力的作用线汇交于一点,则此三力必处于同一平面内,且第三个力的作用线也必定通过汇交点。

1.1.4 约束、约束反力及物体的受力图

- (1) 约束 限制物体运动的条件称为约束。
- (2) 约束反力 约束对被约束物体的反作用力称为约束反力。
- (3) 物体的受力图 表示物体所受全部外力(包括主动力和约束力)的简图。受力图是求

解静力学问题的依据,不能画错。

1.2 例题精选

例 1.1 杆 BA 与 BC 在 B 处用铰链连接,在 B 处挂一重为 Q 的物块,在 H 点作用一铅直力 P , ED 间用一绳连接,系统放置在光滑的水平面上,如图 1-1 所示,不计各杆自重。分析各物体的受力情况。

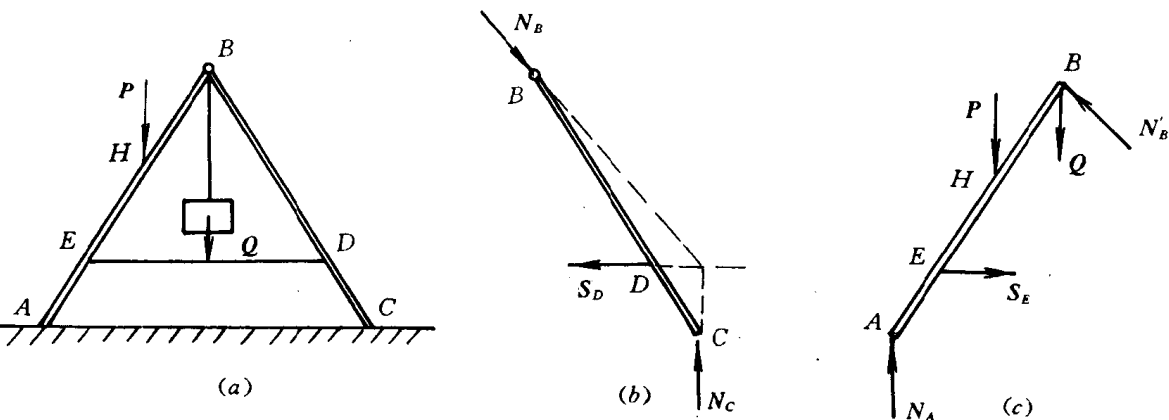


图 1-1

解法 1 设重力 Q 直接作用在铰链 B 的销钉上,且销钉与 AB 连接,此时可选 BC 杆为研究对象,画出其受力图如图 1-1(b) 所示。再取 AB 杆带销钉为研究对象,其受力图如图 1-1(c) 所示。

解法 2 设 Q 仍作用在销钉 B 上,但销钉与杆 BC 连接,根据各约束性质得两根杆的受力图如图 1-2 所示。

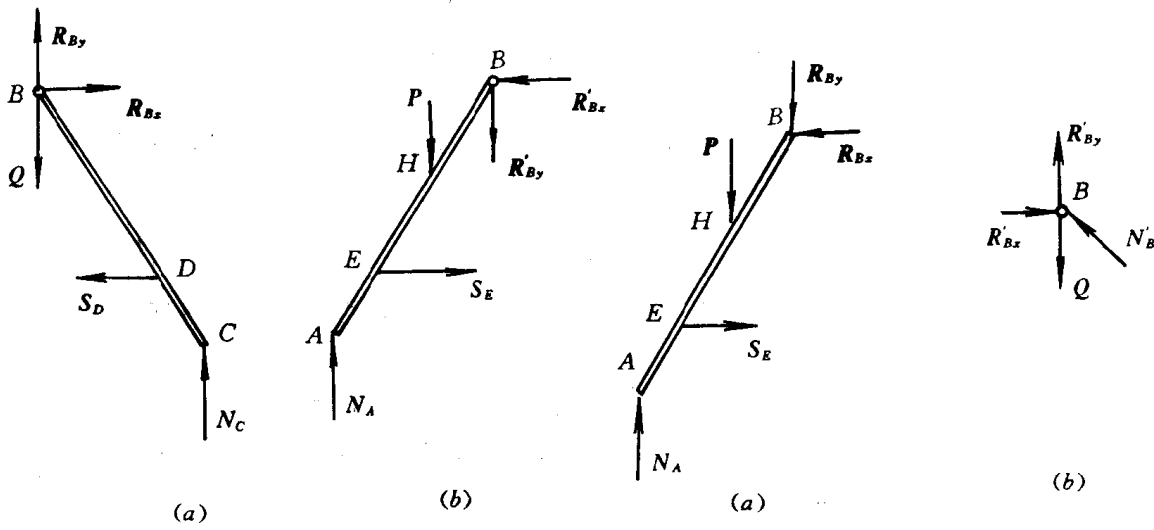


图 1-2

图 1-3

讨论:

(1) 在方法 1 中, BC 杆只受到 B 、 D 和 C 处的约束反力, 没有主动力作用, 且该杆是受三个力作用而处于平衡状态, 满足三力平衡汇交定理。在方法 2 中由于 BC 杆受有主动力 Q 作用不宜用三力平衡汇交定理来确定各约束反力。

(2) 如果分别取构件 AB 、 BC 和销钉为研究对象, 则它们的受力图分别为 AB 杆和销钉的受力图如图 1-3(a) 和 (b) 所示, 而 BC 杆的受力图仍如图 1-1(b) 所示。

例 1.2 构件 AC 与构件 BC 在 C 处用铰链连接, 构件 GH 与构件 AC 和 BC 分别在 D 、 E 两点处铰接, GH 构件上作用有力 P 如图 1-4(a) 所示, 略去各构件的自重不计, 试画出整体和各构件的受力图。

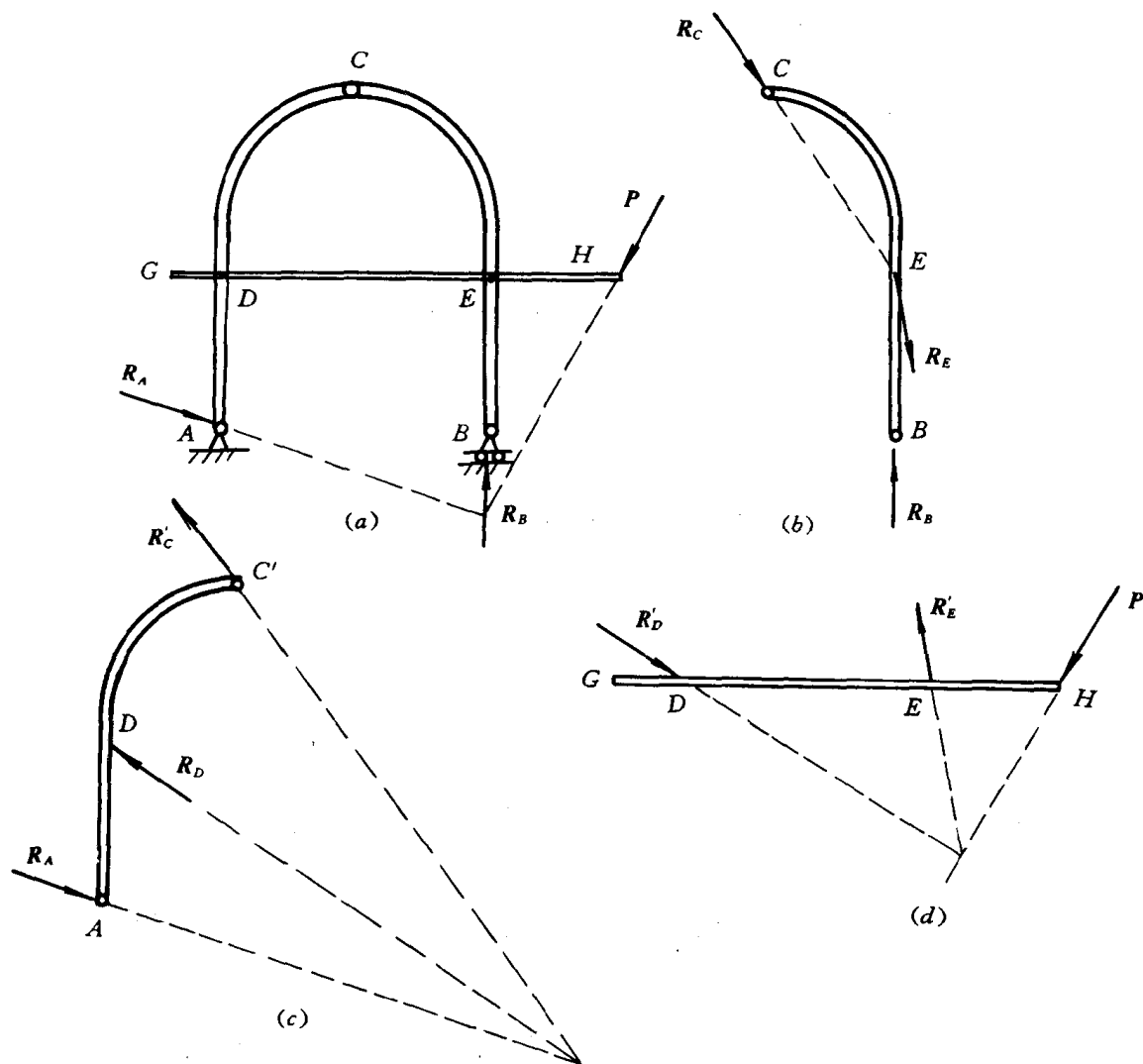


图 1-4

解 首先取整体为研究对象。利用三力平衡汇交定理可以确定 A 处约束反力的方位, 所以整体的受力图如图 1-4(a) 所示。其次取构件 CEB 为研究对象, 由于约束反力 R_B 的作用线通过 E 点, 根据三力平衡汇交定理可知, C 处的约束反力的作用线也必然通过 E 点, 如图 1-4(b) 所示, 但 E 处的约束反力的方位暂时还不能确定。再取构件 ADC 为研究对象, 根据三力平衡汇交定理可以确定出 D 处约束反力的方位, 所以构件 ADC 的受力图如图 1-4(c) 所示。再取

讨论: 此题为读者提供了怎样利用三力平衡汇交定理绘制各构件的受力图,特别是 E 点处约束反力的确定方法,这也是分析本题受力图的难点所在。

图 1-5

(2) 取构件 ABD 为研究对象, 均布载荷的合力为 Q , 作用在 B 点, 所以, 构件 ABD 的受力图如图 1-6(b) 所示。

图 1-6