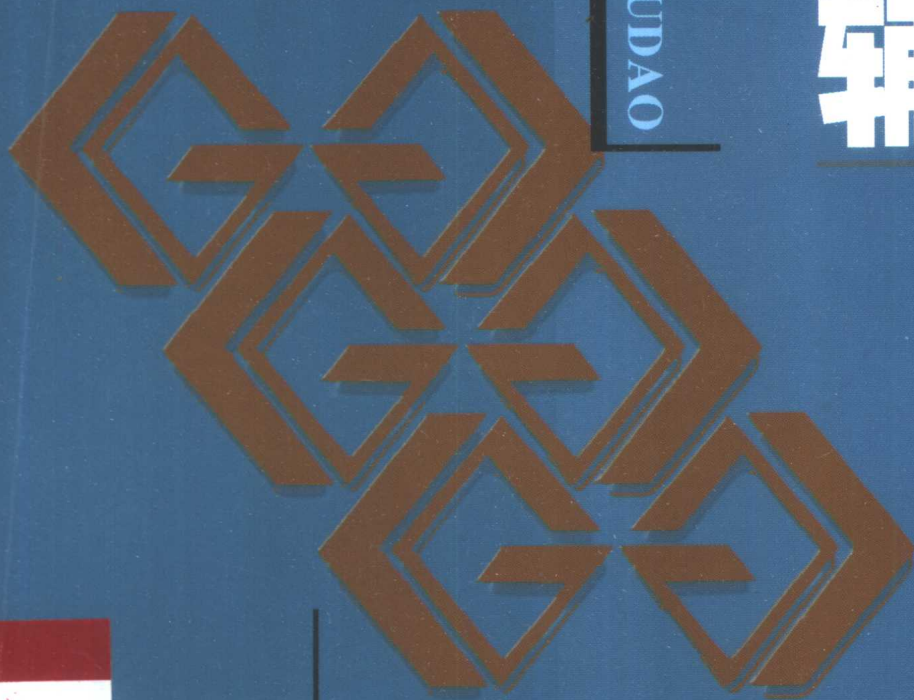


# 理论力学 学习辅导

LILUN LIXUE XUEXI FUDAO

刘敬莹 主编



人民交通出版社

Lilun Lixue Xuexi Fudao

# 理论力学学习辅导

刘敬莹 主编

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书将理论力学分为静力学、运动学、动力学三大部分,共分十二讲,每讲之中又细分为理论提要、概念答疑、例题示范、常见错误剖析等四部分。书末附有静力学、运动学、动力学测验题各二套及其解答。

本书系根据全国高等工科院校理论力学教学大纲的基本要求,参考各类理论力学教材及有关教学参考书而编写,具有很强的针对性。可作为高校本科、专科学生学习辅导书,也可作为有关工程技术人员学习参考书。

### 图书在版编目(C I P)数据

理论力学学习辅导/刘敬莹主编. —北京:人民交通出版社, 2000. 8

ISBN 7-114-03761-9

I. 理... II. 刘... III. 理论力学-教学参考资料  
IV. 031

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 70956 号

### 理论力学学习辅导

刘敬莹 主编

责任印制:张 凯 版式设计:刘晓方 责任校对:戴瑞萍

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京凯通印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:13.5 字数:328 千

2000 年 10 月 第 1 版

2001 年 4 月 第 1 版 第 2 次印刷

印数:4501-7500 册 定价:19.80 元

ISBN 7-114-03761-9  
TU·00069

# 序

理论力学是理工科大学重要的技术基础课,也是被学生认为最难学的课程之一。学生在学习时常常感到两方面的困难,其一是对概念理解只停留在书本的文字叙述上,做概念题往往出错;其二是解题思路不明,对较难的问题往往感到困惑甚至束手无策。为了帮助学生克服这两方面的困难,本书编者在长期的教学活动中收集、整理了学生概念理解中的各种错误和疑问,对概念进行答疑;并精选出与理论、概念紧密联系的例题作为示范,讲清解题思路,进行层层分析,增长学生综合解题的实际能力。同时,为了便于学生复习,对理论部分内容进行了提纲挈领的叙述,使之有一目了然的效果。尤其值得一提的是编者直接从批改的大量作业中,筛选出常见的错题进行剖析,具有很强的针对性和普遍性。

本书将理论力学分为**静力学、运动学、动力学**三大部分,将基本内容概括为十二讲,每讲又分为理论提要、概念答疑、例题示范、常见错误剖析四部分。这四部分像紧扣的链环,一环套一环,缺一不可。能使学生在较短的时间内掌握精髓,提高分析问题、解决问题的能力。为了便于学习自查,在每一讲后面均附具有代表性的练习题,在本书最后安排有静力学、运动学、动力学各两套测验题。

该书曾以自编教材形式在学生中应用,由于能解决实际问题,编写形式又有一定的新意,受到学生的普遍好评,1997年度获四川省教学优秀成果二等奖。

为了进一步提高该书的质量,编写小组对全书进行了全面修订。对各讲的内容、例题、错误剖析作了适当调整,删去了不适合工科专业的部分,精简了次要内容,合并了一些章节,使得概念更加清晰,内容更加紧凑,并增加了一些联系实际例子。此外,订正了原书中的印刷错误,全书的插图全部用计算机重新绘制。

本书的编写由刘敬莹同志负责,绪论、第一讲、第二讲、第三讲及静力学、运动学、动力学的测验题由刘敬莹同志编写;第五讲、第六讲由翟武权同志编写;第八讲、第九讲、第十讲由许羿同志编写;第四讲、第十二讲由李晓红同志编写;第七讲、第十一讲由王家林同志编写。全书由汪思伟同志审阅。

本书可作为高等工科院校、函授大学、自修大学的理论力学学习辅导书,也可作为有关工程技术人员参考读物。

本书虽经修订,但由于水平有限,缺点和错误仍在所难免,衷心希望广大读者批评指正。

编 者

2000年5月

# 目 录

## 第一篇 静 力 学

<b>第一讲 静力学的基本理论和受力图</b> .....	(1)
一、理论提要 .....	(1)
二、概念答疑 .....	(3)
三、例题示范 .....	(5)
四、常见错误剖析 .....	(8)
五、练习 .....	(11)
<b>第二讲 平面力系的简化和平衡</b> .....	(13)
一、理论提要 .....	(13)
二、概念答疑 .....	(16)
三、例题示范 .....	(19)
四、常见错误剖析 .....	(25)
五、练习 .....	(28)
<b>第三讲 空间力系的简化和平衡</b> .....	(31)
一、理论提要 .....	(31)
二、概念答疑 .....	(35)
三、例题示范 .....	(37)
四、常见错误剖析 .....	(41)
五、练习 .....	(43)
<b>第四讲 考虑摩擦的平衡问题</b> .....	(44)
一、理论提要 .....	(44)
二、概念答疑 .....	(46)
三、例题示范 .....	(49)
四、常见错误剖析 .....	(53)
五、练习 .....	(54)

## 第二篇 运 动 学

<b>第五讲 点的运动和合成运动</b> .....	(56)
一、理论提要 .....	(57)
二、概念答疑 .....	(61)
三、例题示范 .....	(66)
四、常见错误剖析 .....	(77)
五、练习 .....	(79)
<b>第六讲 刚体的基本运动和平面运动</b> .....	(82)
一、理论提要 .....	(82)
二、概念答疑 .....	(85)
三、例题示范 .....	(89)
四、常见错误剖析 .....	(101)
五、练习 .....	(103)

## 第三篇 动 力 学

<b>第七讲 质点运动微分方程</b> .....	(106)
一、理论提要 .....	(106)
二、概念答疑 .....	(107)
三、例题示范 .....	(108)
四、常见错误剖析 .....	(110)
五、练习 .....	(111)
<b>第八讲 动量定理</b> .....	(112)
一、理论提要 .....	(112)
二、概念答疑 .....	(114)
三、例题示范 .....	(117)
四、常见错误剖析 .....	(123)
五、练习 .....	(124)
<b>第九讲 动量矩定理</b> .....	(126)
一、理论提要 .....	(126)
二、概念答疑 .....	(129)
三、例题示范 .....	(134)
四、常见错误剖析 .....	(142)
五、练习 .....	(144)
<b>第十讲 动能定理</b> .....	(146)
一、理论提要 .....	(146)

---

二、概念答疑 .....	(149)
三、例题示范 .....	(154)
四、常见错误剖析 .....	(163)
五、练习 .....	(164)
<b>第十一讲 达朗伯原理</b> .....	(166)
一、理论提要 .....	(166)
二、概念答疑 .....	(168)
三、例题示范 .....	(168)
四、常见错误剖析 .....	(171)
五、练习 .....	(172)
<b>第十二讲 虚位移原理</b> .....	(174)
一、理论提要 .....	(174)
二、概念答疑 .....	(175)
三、例题示范 .....	(176)
四、常见错误剖析 .....	(180)
五、练习 .....	(181)
静力学测验题 I .....	(183)
静力学测验题 II .....	(187)
运动学测验题 I .....	(190)
运动学测验题 II .....	(193)
动力学测验题 I .....	(196)
动力学测验题 II .....	(199)
测验题答案 .....	(202)

# 第一篇 静力学

静力学的任务:研究物体在力系作用下的平衡规律。

静力学研究的三个基本问题:1. 物体的受力分析;2. 力系的简化;3. 力系的平衡条件及其应用。

静力学部分的学习要求:1. 初步培养从简单的实际问题中认识理论力学问题,并抽象出理论力学模型的能力。2. 能根据题意,恰当地选取研究对象,正确地画出受力图。3. 能正确运用平衡条件求解静力学问题,能相当熟练地求解物体系统的平衡问题。

静力学部分的重点:力和力偶的基本性质;力系的等效与简化;物体的受力分析;力的投影和力矩计算;力系的平衡方程;物体和物体系统的平衡问题求解。

静力学部分的难点:约束和约束反力,力偶的性质,物体系统平衡问题的分析方法,考虑摩擦的平衡问题。

## 第一讲 静力学的基本理论和受力图

### 一、理论提要

#### 1. 基本概念

**平衡:**平衡系指物体相对于固结于地球表面的参考系处于静止或匀速直线运动状态。

**刚体:**在任何情况下,大小和形状都不改变的物体称为刚体。静力学中研究的物体均指刚体。

**力:**力是物体间的相互机械作用,这种作用使物体的运动状态发生改变或者使物体发生变形。

**力系:**作用于物体上的一群力。

#### 2. 基本理论

##### 两力平衡公理

由两力平衡原理可知,两个大小相等,方向相反,作用线相同的力组成最简单的平衡力系。注意最简单的平衡力系与作用与反作用力的区别。

##### 加减平衡力系公理

在已知力系中增加或减去任何平衡力系,不会改变原力系对刚体作用的效应,这是讨论力系等效与简化的依据之一。



平行四边形公理

力的平行四边形法则是力系合成的基础。由此引出的力的三角形法则,是几何法求合力的基础。

作用与反作用定律

该定律是大家熟悉的牛顿第三定律。在分析物体系的受力时,借助于力的这个基本性质,我们能从一个物体的受力分析过渡到与它相邻物体的受力分析。

力的可传性原理

力的可传性说明作用在刚体上的力是滑动矢,但只能在其作用刚体上沿作用线平移,不能移到其他刚体上。

三力平衡汇交定理

三力平衡汇交定理指出已知处于平衡的不平行的三个力,作用线必然汇交于一点,且三力共面。

## 3. 关于约束和约束反力

**约束:**阻碍物体运动的限制物。

**约束反力:**当物体受到约束时,约束对被约束物体的力。

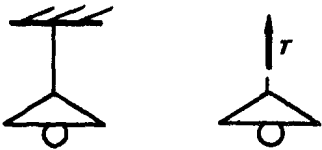
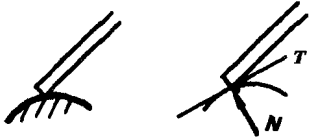

约束反力是一种被动力。关于约束反力,有两个问题待落实:一是约束反力的方向,它应在画受力图时根据约束性质初步确定,不能确定的,由力学方程确定;二是约束反力大小,对静力学问题,由平衡条件确定,对动力学问题,由动力学有关方程确定。

当约束反力的方向仅凭约束性质尚不能确定时,可借助于二力平衡原理和三力平衡汇交定理等简单的刚体平衡条件作出判断。

现将常见的几种约束列于表 1-1。

常见约束的约束反力

表 1-1

约束类型	约束图示及反力图示	约束反力方向	
		作用线	指向
柔索		沿柔索	背离物体
光滑接触面		沿公法线	指向物体
光滑圆柱形铰链		不确定	用两个垂直分量表示

续上表

约束类型	约束图示及反力图示	约束反力方向	
		作用线	指向
固定铰支座		不确定	用两个垂直分量表示
滚动铰链支座		沿支承面法线	假定
链杆约束		沿两点连线	假定
固定端		不确定	用两个垂直分量和一个约束力偶表示
球形铰链支座		不确定	用三个垂直分量表示

#### 4. 受力分析和受力图

**受力分析:**无论是静力学或动力学问题,在求解时,都必须分析物体的受力情况,这个分析过程,称为物体的受力分析。

**受力图:**在研究对象的轮廓图上画出作用在其上的全部主动力和约束反力的图形,称为受力图。

## 二、概念答疑

1. 如何准确地理解力的概念? 应注意什么问题?

**答:**力的概念是力学中最基本的概念之一。力是物体间相互的机械作用,其作用效果是使物体的运动状态发生改变,或者使物体发生变形。

理解力的概念应注意下述几点:

(1) 由于力是物体间相互的机械作用, 因此可知: ①力不能脱离物体而单独存在; ②既有力存在, 就必定有施力物体和受力物体; ③力是成对出现的, 既有作用力就必有其反作用力存在。

(2) 力有两种作用效果, 即可以使物体的运动状态发生变化, 也可以使物体发生变形。前一种效果称为力的外效应; 后一种效果称为力的内效应。这两种效应通常是同时发生的, 只是有的明显有的不明显罢了。在理论力学中, 我们只研究外效应。

2. 两力平衡条件、作用与反作用定律二者有无区别?

答: 两力平衡条件、作用与反作用定律, 虽然都是两力等值、反向、共线, 但是两力平衡条件是两力都作用于同一个刚体上, 而作用与反作用定律是两力分别作用于两个相互作用的物体上。

3. 作用于刚体上的三个力汇交于一点且共面, 此刚体一定平衡, 此话对吗?

答: 此话不对。三力平衡汇交定理指出已知处于平衡的不平行的三个力, 作用线必汇交于一点且共面。但是, 如果已知三个力汇交共面, 这个刚体却未必处于平衡。三力平衡汇交定理只是刚体平衡的必要条件而不是充分条件。

4. 说明下面三种情况表示的力的意义:

(1)  $P_1 = P_2$ ;

(2)  $P_1 = P_2$ ;

(3) 力  $P_1$  与  $P_2$  等效。

答: (1) 表示两力等值、同向。并不涉及力的作用线位置。(2) 表示两力等值。并不涉及力的方向和作用线位置。(3) 表示两力完全等效, 即等值、同向、共线。

5. 给定力  $F$  和  $x$  轴(图 1-1), 试问力  $F$  沿  $x$  轴方向的分力大小是否等于  $F \cos \alpha$ ?

答: 力的分解是由平行四边形法则进行的, 若不知  $y$  轴方向, 就无法分解出  $x$  方向的分力。因此, 只有  $y$  轴垂直于  $x$  轴时,  $x$  方向的分力才等于  $F \cos \alpha$ 。一般情况下, 无法得出此结果。

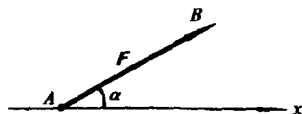


图 1-1

6. 什么叫二力杆? 其约束反力的作用线如何确定? 图 1-2 中构件不计自重, 试指出哪些构件是二力杆?

答: 只受两力作用而平衡的构件称为二力杆, 二力杆的约束反力作用线在沿二力作用点的连线上。如图 1-2 中, a) 图的  $CD$  杆、b) 图的  $AC$ 、 $BC$  杆、d) 图的  $BC$  杆均为二力杆。

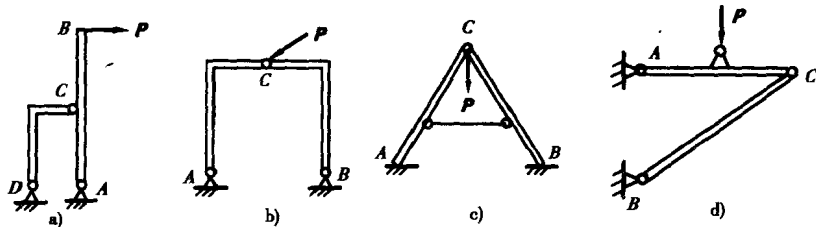


图 1-2

7. 在画受力图时, 是否可将力传动或平移? 合成或分解?

答:画受力图时,不要应用力的可传性和平移定理,也不要将某些力进行合成和分解。受力图应反映物体原有的受力情况,而不是它的等效力系和简化结果。若需将原有力系简化或变换为与其等效的另一力系,则应在受力图外另画一图表示之,以资对比。

8. 若集中力作用在物体系的铰链处,画分离体的受力图时,如何处理该集中力?

答:在某些力学简图中,有时会遇到力作用点不很明确的情况。例如图 1-3 中,作用于  $C$  铰处的集中力  $P$  就是这样。这时,在取分离体画受力图时,应斟酌问题的性质,适当处理。例如,在求  $A$ 、 $B$  处反力时,将  $P$  看成是作用在  $BC$  的  $C$  端或  $AC$  的  $C$  端,其计算结果都相同。但若要求  $C$  铰处的相互作用力,这两种假设会得出不同的计算结果。此时,只有根据实际结构中力  $P$  的作用情况来修改简图,否则无法求解。

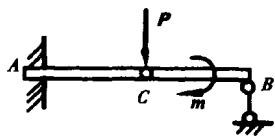


图 1-3

9. 为什么画受力图时只画外力,而不画内力?

答:分离体内部相互作用的内力(包括内约束反力),总是成对出现,两者等值、反向、共线,作用在同一分离体上,因而不会影响该分离体的平衡。故无必要画出。

10. 画受力图的基本步骤是什么?

答:具体步骤是:

(1)按照分析计算问题的需要选取研究对象即分离体,画出它的形状简图。

(2)根据给定条件,画出该分离体所受的全部主动力。但要注意的是这些主动力的受力体一定是该研究对象,千万不能将其他受力体的力“传”到该研究对象上来。

(3)在研究对象上解除约束的地方,逐一画出约束反力。约束反力的方向、指向、有几个分量等,一定要根据约束的类型来画,切不可凭主观想象。如果根据约束性质,仅能判断约束反力的方向,而指向尚不能确定的,可先假设指向,后由力学方程确定实际指向。

(4)受力图上各力的名称及其作用点,均应以适当的文字符号来表示。

(5)在某些情况下,可以利用三力平衡汇交定理、二力平衡条件、力偶只能由力偶平衡等确定某些约束反力的方向。

(6)受力图上一律只画研究对象的外力,不画内力。同一系统各研究对象的受力图必须整体与局部一致,相互协调,不能自相矛盾。涉及到作用与反作用力的受力图,作用力与反作用力应共线、反向,标注符号应协调。

### 三、例题示范

1. 试画出图 1-4a)所示  $AB$  半拱的受力图,已知拱处于平衡。

解:(1)选择  $AB$  半拱为研究对象,单独画出其分离体图如图 1-4b)。去掉固定铰支座  $A$  和光滑铰链  $B$  的约束。

(2)画上主动力  $P$ 。

(3) $BC$  半拱虽不是直杆,却是二力构件,故  $B$  处约束反力沿  $BC$  连线,注以符号  $R_{BC}$ ;  $A$  处为固定铰链支座,一般情况下,按约束性质反力方向不能确定,用两个垂直分量  $X_A$  和  $Y_A$  表示,如图 1-4b)所示。但此题因为拱平衡, $A$  处反力作用线可根据三力平衡汇交定理确定,既  $P$  与  $R_{BC}$  作用线交于  $D$  点,则  $R_A$  的作用线必通过  $AD$  连线,如图 1-4c)所示。

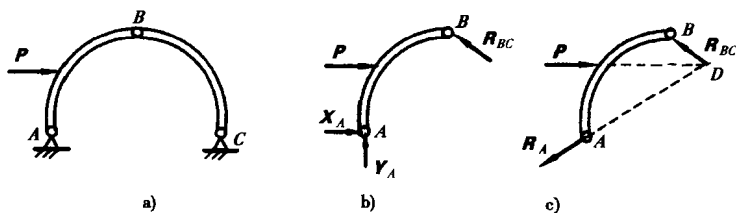


图 1-4

2. 图 1-5 所示,吊架  $ABC$  由两杆用铰链  $C$  连接而成,在销钉  $C$  上挂重为  $W$  的物体。在计自重和不计自重的情况下,作  $AC$  杆(①不包括销钉;②包括销钉)和销钉受力图。吊架是平衡的。

解:1)考虑杆件自重

(1) 选择  $AC$  杆为研究对象,单独画出其分离体图,如图 1-6 的 a)和 b)。

(2) 由于杆件自重要计,故  $A$ 、 $C$  处约束反力方向不能确定,用两互相垂直的分力表示。图 1-6a)表示不带销钉时  $AC$  杆的受力图,其中  $X_{C1}$  和  $Y_{C1}$  表示销钉对  $AC$  杆的约束反力;图 b)表示  $AC$  杆带销钉时的受力图,其中  $X_{C2}$ 、 $Y_{C2}$  表示  $BC$  杆对  $AC$  杆上销钉的约束反力;图 c)是销钉的受力图, $X'_{C1}$ 、 $Y'_{C1}$  和  $X_{C2}$ 、 $Y_{C2}$  分别表示  $AC$  杆和  $BC$  杆对销钉的反作用力。

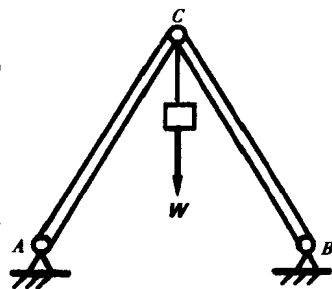


图 1-5

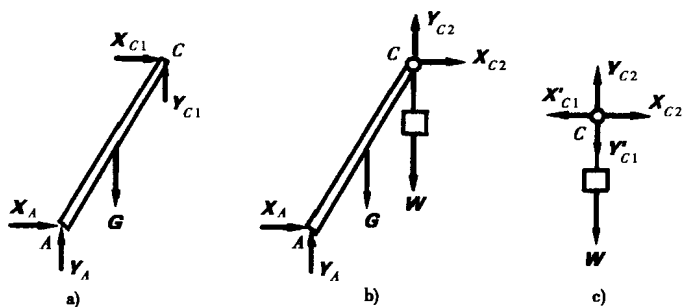


图 1-6

2) 不计自重的情况

(1) 选择  $AC$  杆为研究对象,单独画出如图 1-7a)和 b)的分离体图。

(2) 由于  $AC$  杆自重不计,重物又作用于销钉  $C$  上,因此,  $AC$  和  $BC$  均为二力杆,所以  $A$ 、 $B$ 、 $C$  处的约束反力方向均可确定。图 a)表示不带销钉时  $AC$  杆的受力图,  $A$  铰的约束反力  $R_A$  的作用线沿  $A$ 、 $C$  受力点的连线,  $R_{CA}$  表示  $BC$  杆通过销钉作用在  $AC$  杆上  $C$  点的作用力,作用线也沿  $AC$  两点连线。图 b)表示  $AC$  杆带销钉  $C$  时的受力图。  $A$  处的约束反力与图 a)相同,销钉  $C$  除受到重物的重力  $W$  外,还受到  $BC$  杆对销钉  $C$  的作用力  $R_{CB}$ , 因为  $BC$  杆为二力杆,所以  $BC$  杆对销钉  $C$  的作用力  $R_{CB}$  的方向沿  $B$ 、 $C$  两受力点的连线方向。c) 图为销钉受力图,

$R'_{CA}$ 和 $R_{CB}$ 分别表示AC杆和BC杆对销钉C的反作用力。

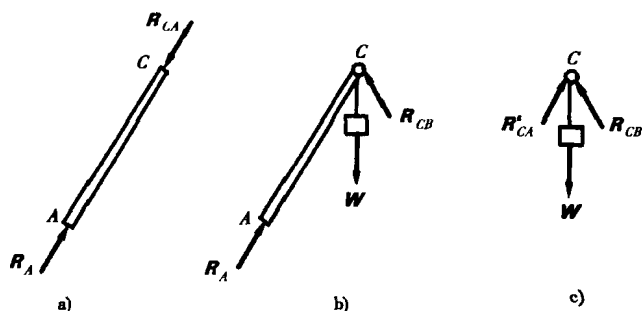


图 1-7

3. 图 1-8 表示一组合结构,各构件自重不计,作各部分构件的受力图。

解:(1)分别选择AC、CD、DB为研究对象,单独画出其分离体图,如图 1-9 的 a)、b)、c)图。

(2)c)图为DB构件的受力图。因为自重不计,力P作用在D铰上,D铰视为带在CD构件上,因此DB构件为二力杆,D、B铰处的约束反力沿D、B受力点的连线方向,两反力用 $R_B$ 和 $R_{DB}$ 表示。

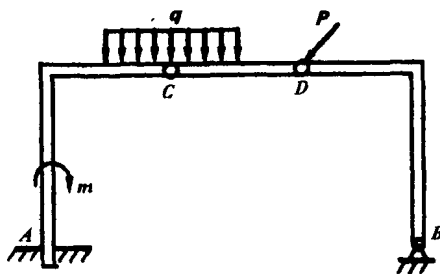


图 1-8

b)图为CD构件的受力图。D处带有销钉,因此力P作用在该处, $R'_{DB}$ 是构件DB作用在销钉上的反作用力,与 $R_{DB}$ 等值、反向。假设C处的销钉也带在CD构件上,AC构件对销钉的作用力方向不能确定,用两垂直分量 $X_C$ 、 $Y_C$ 表示,分布荷载q画在CD构件的相应位置上。

a)图为构件AC的受力图。由于A端为固定端约束,反力有三个,即 $X_A$ 、 $Y_A$ 、 $m_A$ 。其中 $m_A$ 为反力偶矩,千万不要与图上的主动力偶矩m混淆。另外,虽然AC构件与DB构件外形相同,但受力情况不一样,不能将AC视为二力杆,错误地将A处的受力画成沿A、C连线方

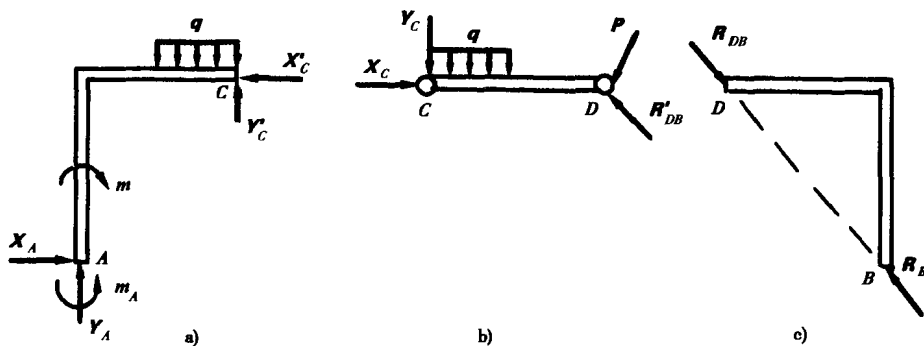


图 1-9

向。 $X'_C$ 、 $Y'_C$ 是CD构件通过销钉对AC构件的反作用力。

4. 画出图 1-10 所示支架的整体和各部分受力图。

解:(1)分别以  $DF$ 、 $AB$ 、 $AC$  为研究对象,单独画出其分离体图,如图 1-11a)、b)、c)所示。

(2)b)图为  $DF$  杆的受力图。 $DF$  杆上作用有三个力:主动力  $P$  方向已知, $E$  处为光滑面接触约束,其约束反力  $N_E$  应与接触面(滑槽)垂直,方向为已知。因此  $D$  铰处的反力有两种画法,一种如图 b)所示,将  $D$  铰的反力视为方向不能确定,用两垂直分力  $X_D$  和  $Y_D$  表示;另一种画法是利用三力平衡汇交定理,通过力  $P$  和  $N_E$  寻找三力的汇交点, $D$  处的反力必通过汇交点,从而确定  $R_D$  的方向。

a)图为  $AB$  杆的受力图。由于  $AB$  杆上  $A$  和  $B$  铰的反力方向无法确定,因此将  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三处的反力均按一般表示法(通过垂直的两分力)来表示,其中  $D$  处的反力应与  $DF$  杆上的  $D$  处反力互为作用与反作用力。

c)图为  $AC$  杆的受力图。 $N'_E$  与  $DF$  杆上的  $N_E$  互为作用与反作用力, $X'_A$ 、 $Y'_A$  与  $AB$  杆上的  $X_A$ 、 $Y_A$  互为作用与反作用力, $C$  铰处的反力画成两垂直分力  $X_C$ 、 $Y_C$  表示。

整体受力图画在图 1-10 上。注意整体受力图与各部分受力图应协调( $C$  处反力应与  $AC$  杆上的  $C$  处反力一致, $B$  处反力应与  $AB$  杆上的  $B$  处反力一致),内力不出现在整体受力图上。

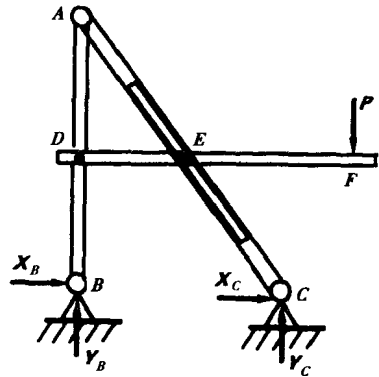


图 1-10

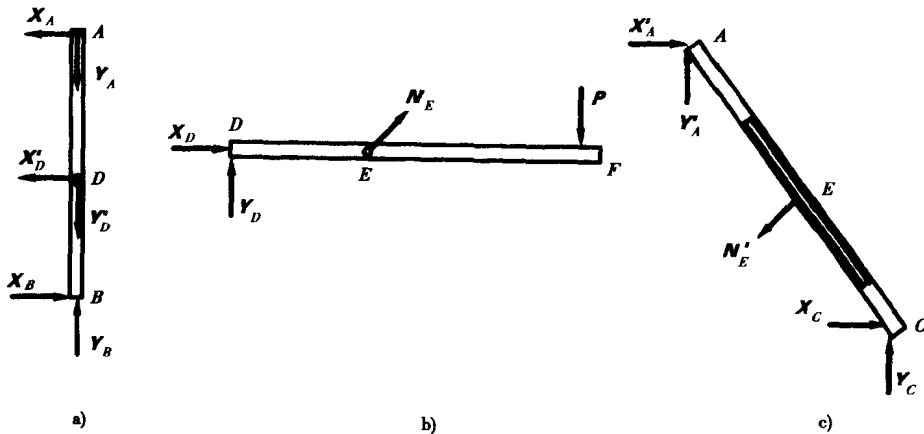


图 1-11

#### 四、常见错误剖析

正确无误的受力图是力学计算的先决条件。但是,由于初学者概念模糊和粗心大意,使得受力图中出现了不少错误。现举数例剖析如下:

1. 主观想象,任意猜测约束反力方向。

例如图 1-12 所示两结构简图,在画受力图时,错误地根据主动力方向确定约束反力方向,从而画出如图 1-13a) 所示的错误的受力图。正确的受力图应根据约束性质确定两结构约束处的约束反力方向,例如图 1-13b) 所示。 $AB$  杆的  $A$  端为固定铰支座,反力用两垂直分力表示, $B$  处为光滑接触,反力方向沿接触面公法线。构架  $ABC$  的  $A$ 、 $B$  处的反力均应用两垂直分力表示。

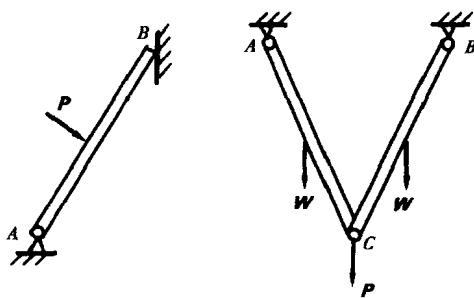


图 1-12

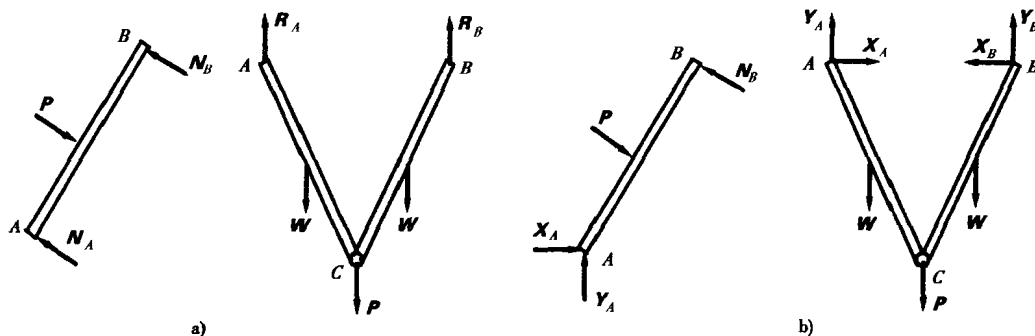


图 1-13

2. 不正确地应用力的可传性原理。

例如在画图 1-14a) 中  $AB$  杆的受力图时,错误地把圆柱体的重力  $P$  沿其作用线“传”到  $AB$  杆上,从而画出像 b) 图那样的受力图。必须注意,某一物体上所受的主动动力,只能通过它与另一物体相联系的约束的具体形式,来影响另一物体的受力情况。例如本例中,圆柱体只能通过和  $AB$  杆在  $D$  点处的光滑表面接触,施加一与接触面垂直的力于  $AB$  杆,如图 c) 所示。绝不能

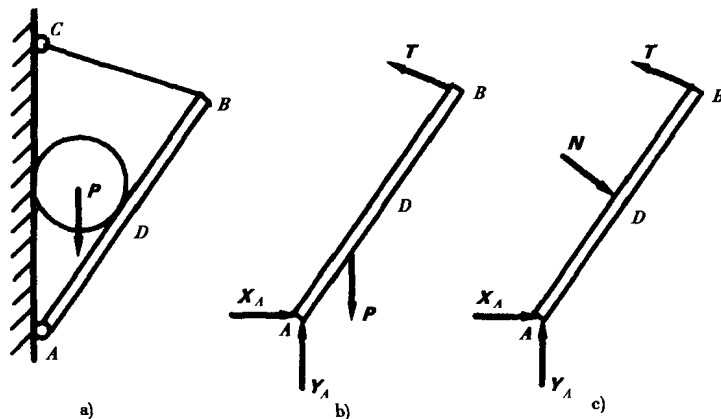


图 1-14



利用力的可传性将某一物体上所受的力直接“传”到另一物体上去。

### 3. 不能正确地判定杆件端点铰链约束反力的方向。

对于非二力杆,也误认为杆端的约束反力是沿杆的中心线方向。例如图 1-15 中的  $C$ 、 $D$

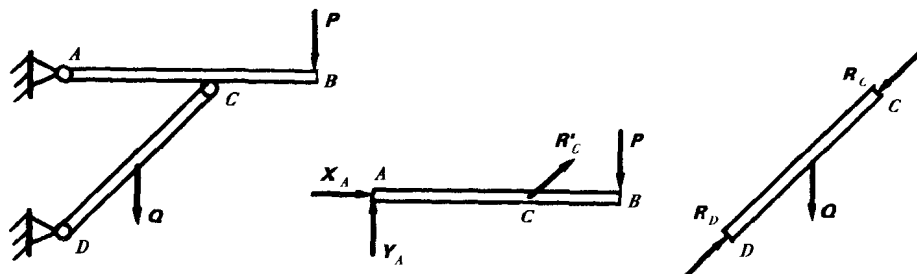


图 1-15

处的约束反力是错误的,其原因是把  $CD$  杆误以为二力杆。又如图 1-16 中  $A$ 、 $B$ 、 $C$  处的约束反力也都是错误的,因为它把这些约束反力都画成了沿该处杆的中心线方向。很显然,在这样的受力情况下,这些构件根本就不可能平衡。因此,必须注意,只有杆为二力杆时,其两端铰链的约束反力才在两铰的中心连线上。否则,铰链约束的反力只能用两垂直分力表示,或者构件受三力作用而平衡,可用三力平衡汇交定理确定某些铰链的约束反力方向。

### 4. 不能正确使用作用与反作用定律。

作用与反作用定律是物体受力分析的基础,若受力图中作用力与反作用力关系不对,就会造成计算错误。例如图 1-17 中,  $AC$  和  $CD$  杆之间的作用力与反作用力关系就不对。正确的画法是  $Y_C$ 、 $Y'_C$  的方向应该相反。

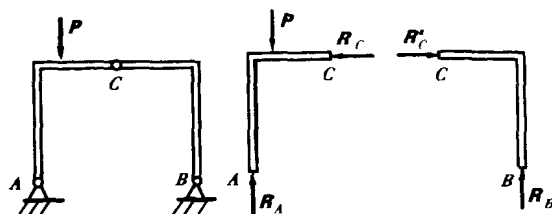


图 1-16

5. 对所取的研究对象的范围不明确,画出了某些不必画出的内力,甚至内力也不成对出现。

例如图 1-18 所示。这个受力图无法辨认是整体受力图还是哪一部分的受力图。如果是整体受力图,则  $C$  铰处的约束反力( $X_C$ 、 $Y_C$  与  $X'_C$ 、 $Y'_C$ )是内约束反力,不必画出。 $D$  处的绳子的拉力  $T$  和  $E$  铰处的约束反力  $X_E$ 、 $Y_E$  也不应画出。而且,作为系统的内力,本应成对出现,但图中  $T$ 、 $X_E$ 、 $Y_E$  都只有作用力而无反作用力。这样画的结果,等于改变了原系统的受力情况,如果用它来进行分析计算,必将导致错误的结果,一定要注意避免。

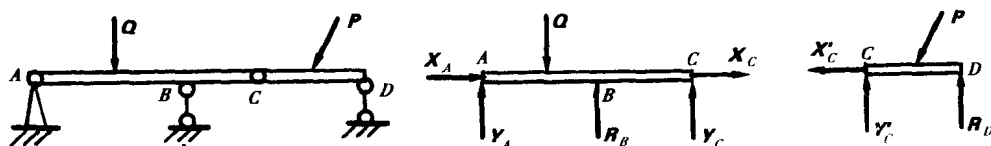


图 1-17

6. 认为某些力与计算无关而不把它们在受力图中画出。