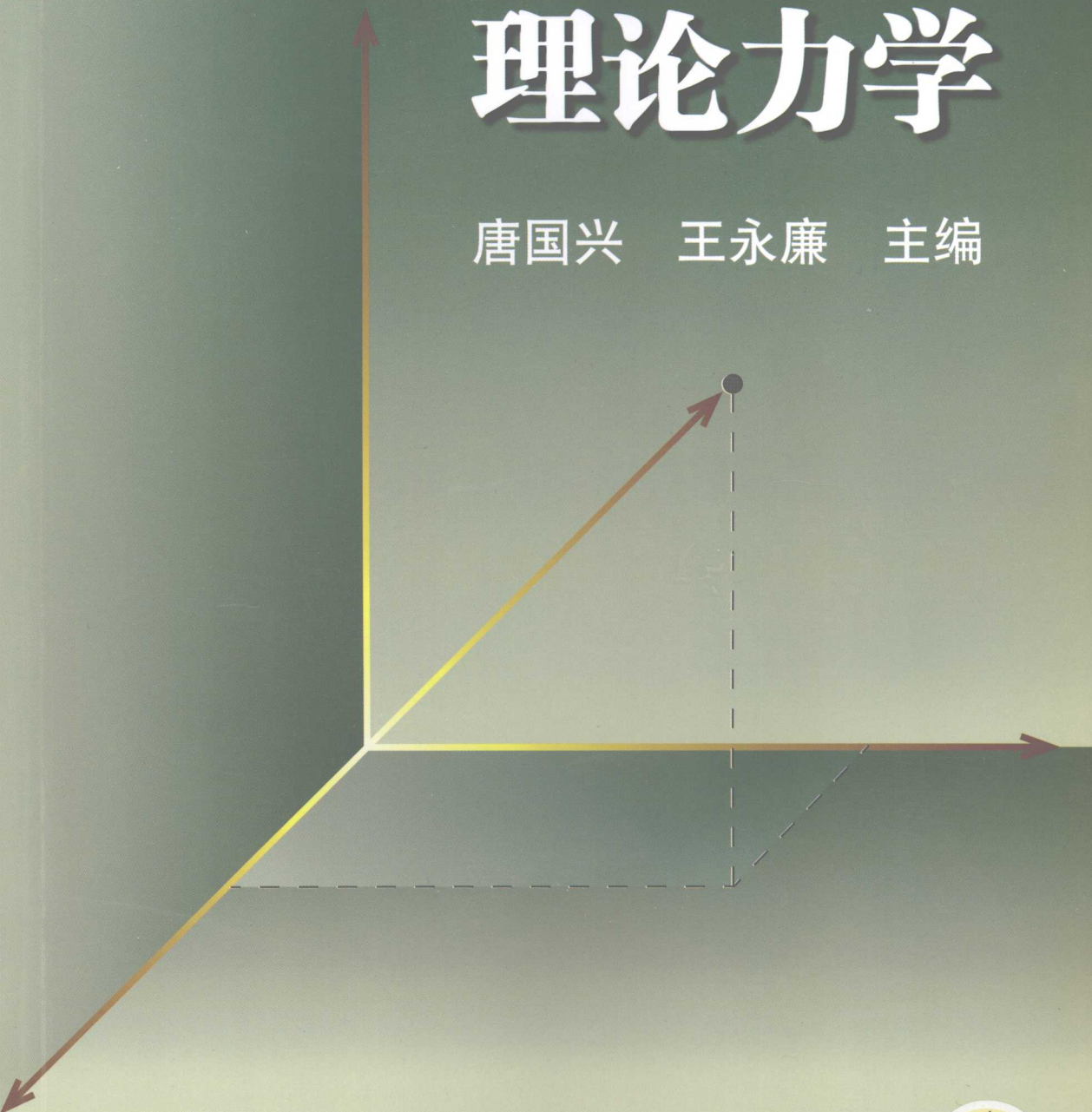


普通高等教育规划教材

理论力学

唐国兴 王永廉 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育规划教材

理 论 力 学

主 编	唐国兴	王永廉
副主编	张 珑	王晓军
参 编	汪云祥	杨小斌
主 审	吴文龙	



机 械 工 业 出 版 社

本书是为国内应用型本科院校与民办二级学院编写的理论力学教材。考虑到培养应用型人才的需要,本书对基本理论、基本概念의阐述简洁明了,对工程应用、解题方法的介绍翔实清楚,具有结构严谨、层次分明、语言精练、通俗易懂等特点。

本书共 15 章,包括静力学基础、平面汇交力系、力矩·力偶·平面力偶系、平面任意力系、空间力系、静力学专题、点的运动学、刚体的基本运动、点的合成运动、刚体的平面运动、质点动力学基本方程、动量定理、动量矩定理、动能定理、动静法。每章都配有大量的例题、复习思考题与习题,并在书后给出了习题参考答案。

本书适合作为应用型本科院校与民办二级学院工科各专业的理论力学课程以及工程力学课程中理论力学部分的教材,也可作为高职高专、自学考试和成人教育的教材,并可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

理论力学/唐国兴,王永廉主编. —北京:机械工业出版社,2008.7

普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-111-24176-8

I. 理… II. ①唐…②王… III. 理论力学—高等学校—教材 IV. 031

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 080092 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:张金奎 张祖凤 责任编辑:张金奎 版式设计:霍永明

责任校对:刘志文 封面设计:姚毅 责任印制:李妍

保定市巾画美凯印刷有限公司印刷

2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·17.25 印张·334 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-24176-8

定价:26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379722

封面无防伪标均为盗版

前言

本书是为国内应用型本科院校与民办二级学院编写的理论力学教材，主要适合于这些院校工科各专业的理论力学课程以及工程力学课程中理论力学部分的教学，也可用于高职高专、自学考试和成人教育。

本书涵盖了理论力学的主要内容，静力学部分包括静力学基础、平面汇交力系、力矩·力偶·平面力偶系、平面任意力系、空间力系与静力学专题等6章；运动学部分包括点的运动学、刚体的基本运动、点的合成运动与刚体的平面运动等4章；动力学部分包括质点动力学基本方程、动量定理、动量矩定理、动能定理与动静法等5章。考虑到学生的认知规律和教师的授课习惯，在章节编排上采用了由特殊到一般、由平面到空间、由浅入深的传统方式，并将静力学中相对独立的三个专门问题，即摩擦、桁架与重心，编为一章，以方便不同学时课程的选择。

本书借鉴近年来国内应用型本科院校与民办二级学院力学课程的教学经验，考虑到培养应用型人才的定位，本着以必须够用为度、以实际应用为重的原则，对内容进行了适当取舍，并简化理论推导，加大例题、思考题与习题的分量，着重于培养学生的实际应用能力。

本书对基本理论、基本概念的阐述简洁明了，对工程应用、解题方法的介绍翔实清楚，尽力做到结构严谨、层次分明、语言精练、通俗易懂。

本书编写人员有常州工学院的唐国兴、王晓军、杨小斌，南京工程学院的王永廉、张琰、汪云祥。唐国兴、王永廉任主编，张琰、王晓军任副主编；王永廉负责定稿。

本书承蒙南京航空航天大学吴文龙教授审阅，谨在此表示衷心感谢。

本书的姊妹教材——《材料力学》，与本书同时由机械工业出版社出版发行，可供应用型本科院校与民办二级学院工科各专业的材料力学课程以及工程力学课程中材料力学部分的教学选用。

编者期望这套教材能够使这个层面上的师生满意。但由于编者能力有限，难免会存在不足之处，衷心希望读者批评指正。有建议者请与南京工程学院材料工程系王永廉联系(E-mail: ylwang0606@163.net)。

编者

目 录

前言		复习思考题	60
绪论	1	习题	61
第一章 静力学基础	2	第五章 空间力系	71
第一节 静力学的基本概念	2	第一节 空间汇交力系	71
第二节 静力学公理	3	第二节 力对轴的矩	74
第三节 约束与约束力	6	第三节 空间任意力系的平衡	
第四节 物体的受力分析	9	方程	77
复习思考题	15	复习思考题	82
习题	15	习题	83
第二章 平面汇交力系	19	第六章 静力学专题	86
第一节 平面汇交力系合成与平衡		第一节 滑动摩擦	86
的几何法	19	第二节 平面桁架的内力计算	96
第二节 平面汇交力系合成与平衡		第三节 物体的重心	104
的解析法	21	复习思考题	109
复习思考题	27	习题	111
习题	28	第七章 点的运动学	117
第三章 力矩、力偶与平面力		第一节 运动学的基本概念	117
偶系	32	第二节 矢量法	117
第一节 力对点的矩	32	第三节 直角坐标法	119
第二节 力偶与力偶矩	34	第四节 自然法	123
第三节 平面力偶系的合成与		复习思考题	129
平衡	36	习题	129
复习思考题	40	第八章 刚体的基本运动	134
习题	41	第一节 刚体的平行移动	134
第四章 平面任意力系	44	第二节 刚体绕定轴转动	135
第一节 平面任意力系向一点的		第三节 定轴转动刚体内各点的	
简化	44	速度和加速度	139
第二节 平面任意力系的平衡		第四节 定轴轮系的传动比	142
方程	48	复习思考题	143
第三节 物体系的平衡问题	54	习题	144

第九章 点的合成运动	148	复习思考题	209
第一节 绝对运动、相对运动和 牵连运动	148	习题	209
第二节 点的速度合成定理	151	第十三章 动量矩定理	213
第三节 点的加速度合成定理	157	第一节 质点和质点系的动量矩	213
复习思考题	160	第二节 质点及质点系的动量矩 定理	214
习题	161	第三节 刚体定轴转动微分方程	217
第十章 刚体的平面运动	167	第四节 刚体的平面运动微分 方程	223
第一节 刚体平面运动的基本 概念	167	复习思考题	224
第二节 平面图形上点的速度 分析	169	习题	224
第三节 平面图形上点的加速度 分析	178	第十四章 动能定理	229
复习思考题	180	第一节 力的功	229
习题	181	第二节 动能	232
第十一章 质点动力学基本 方程	187	第三节 质点及质点系的动能 定理	235
第一节 动力学基本概念	187	复习思考题	239
第二节 动力学基本定律	188	习题	240
第三节 质点运动微分方程	189	第十五章 动静法	244
复习思考题	194	第一节 质点的惯性力与动静法	244
习题	195	第二节 质点系的动静法	246
第十二章 动量定理	199	第三节 刚体惯性力系的简化	247
第一节 动量与冲量	199	复习思考题	252
第二节 质点及质点系的动量 定理	202	习题	253
第三节 质心运动定理	205	习题参考答案	257
		参考文献	270

绪 论

一、理论力学的研究内容

工程力学是近代工程技术的重要理论基础之一，是机械、土木、交通、能源等众多工科专业的主干专业基础课。它包含了理论力学和材料力学两门课程的内容。

理论力学是研究物体机械运动一般规律性的学科。所谓机械运动是指物体在空间的位置随时间的变化。平衡是机械运动的特殊形式，故也属于理论力学的研究范畴。

理论力学的研究内容可以分为以下三大部分：

静力学 主要研究物体的平衡规律。

运动学 主要从几何的角度来研究物体的机械运动。

动力学 主要研究物体的机械运动与作用力之间的关系。

二、理论力学的研究方法

理论力学的研究方法是从实践出发，经过抽象、综合与归纳，建立公理；然后以公理为基础，通过数学演绎和逻辑推理，获得定理和推论，形成理论体系；最后再将理论用于实践，使之在实践中得到完善和发展。

三、理论力学的研究目的

理论力学所研究的是力学中最一般、最基本的规律。许多工科专业的后续课程，例如材料力学、机械原理、机械零件、结构力学、振动理论等，都要以理论力学为基础。学习理论力学的目的之一是为这些后续课程打下必要的理论基础。

有些日常生活中的现象和工程技术问题，可以直接运用理论力学的理论去解释和解决。还有些问题，则需用理论力学知识和其他学科知识结合起来共同研究。所以，学习理论力学的目的之二是为解决有关工程实际问题奠定基础。

理论力学采用的研究方法就是自然科学研究的一般方法。因此，学习理论力学的目的之三是理解和掌握自然科学研究的一般方法，培养正确分析问题和解决问题的能力，为今后从事科学研究和工程技术工作打下基础。

第一章 静力学基础

第一节 静力学的基本概念

静力学主要研究物体在力作用下的平衡规律。

一、力的概念

力是物体间的相互机械作用。这种作用使物体的机械运动状态发生改变和使物体产生变形。前者称为力的运动效应或外效应，后者称为力的变形效应或内效应。理论力学主要研究力的外效应，力的内效应将在后续课程材料力学中研究。

实践表明，力对物体的作用效应取决于力的三要素，即力的大小、方向和作用点。力的大小表示物体相互间机械作用的强弱程度。在国际单位制中，衡量力大小的单位是 N（牛顿）。力的方向包括力的作用线方位和力沿作用线的指向。力的作用点是力作用位置的抽象。在严格意义上，物体相互作用的位置不可能是一个点，而应是物体的一部分。但当力的作用范围很小时，就可将其抽象为一点，该点即称为力的作用点。

综上所述，力是一个具有大小、方向和作用点的物理量，因此是一个定位矢量，可用一带箭头的有向线段来表示（见图 1-1）。有向线段的长度按一定的比例尺表示力的大小；有向线段的方向和箭头表示力的方向；有向线段的起点或终点表示力的作用点；与有向线段重合的直线则表示力的作用线。

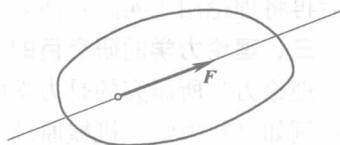


图 1-1

矢量通常用黑体字母（如 $\mathbf{F}$ ）或上方带箭头的字母（如 $\vec{F}$ ）来表示，而矢量的大小则用普通字母（如 F ）来表示。在本书中，一律采用黑体字母（如 $\mathbf{F}$ ）来表示矢量。

二、刚体的概念

所谓刚体是指在任何力的作用下都不发生变形的物体。其特征表现为：刚体内任意两点的距离永远保持不变。刚体是理论力学中理想化的力学模型，实际上，任何物体受力后都会产生程度不同的变形。如果物体的变形很小，对所研究的问题没有实质性影响，则可将物体抽象为刚体。在理论力学中，泛指的对象均应理解为刚体。

三、平衡的概念

平衡是指物体相对于惯性参考系（如地球）处于静止或作匀速直线运动的状态。它是物体机械运动的一种特殊形式。

四、力系的概念

力系是指作用于物体上的一群力。工程中常见力系，按其作用线是否位于同一平面内，可分为平面力系和空间力系两大类。根据力系中力的作用线的相互关系又可将力系分为：作用线汇交于一点的汇交力系；作用线互相平行的平行力系；作用线既不平行，也不汇交于一点的任意力系。

使物体处于平衡状态的力系称为平衡力系。如果某两力系对物体的作用效应相同，则称这两个力系为等效力系。若一个力与一个力系等效，则称该力为力系的合力，而称力系中的各力为该合力的分力。用一个较简单的力系等效替换一个较复杂的力系，称为力系的简化；用一个力等效替换一个力系，称为力系的合成；反之，一个力用其分力来等效代替，则称为力的分解。

静力学的主要内容有：

(1) 物体的受力分析：分析物体受哪些力作用，以及每个力的作用位置和方向。

(2) 力系的简化与合成：用一个较简单的力系来等效替换一个较复杂的力系，或者用一个力来等效替换一个力系，从而使复杂的力学问题得以简化。

(3) 求解平衡问题：研究作用于物体上的各种力系所应满足的平衡条件，并应用这些平衡条件来解决工程中常见的平衡问题。

第二节 静力学公理

静力学公理是人类关于力的基本性质的概括和总结，是静力学理论的基础。它无需证明而为人们所确认。

公理 1 力的平行四边形法则

作用于物体上同一点的两个力，可以合成为一个合力。合力的作用点仍在该点，合力的大小和方向由这两个力为邻边构成的平行四边形的对角线确定，如图 1-2a 所示。它们的矢量关系式为

$$\boldsymbol{F}_R = \boldsymbol{F}_1 + \boldsymbol{F}_2 \quad (1-1)$$

在求作用于刚体同一点的两个力的合力时，亦可采用力三角形法则，即将两个力依次首尾相连，构成一不封闭三角形，合力的大小和方向则由该三角形的封闭边矢量确定，如图 1-2b、c 所示。

反之，也可以根据这一公理将一力分解为作用于同一点的两个分力。由于同一对角线可作出无数多个不同的平行四边形，因此分解的结果不唯一。要使分解

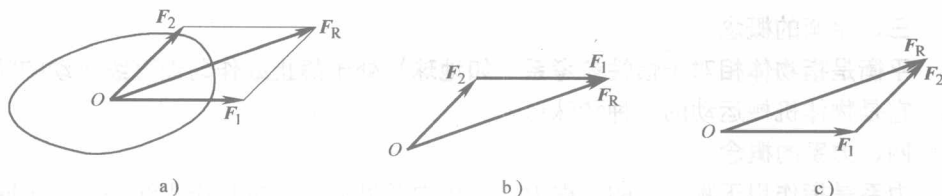


图 1-2

结果唯一，必须附加条件。通常是将一个力分解为方向互相垂直的两个力，这种分解方式称为正交分解，所得的两个分力称为正交分力。

公理 2 二力平衡公理

作用在同一刚体上的两个力，使刚体保持平衡的必要且充分条件是：这两个力大小相等、方向相反、且作用在同一条直线上。

二力平衡公理指出了作用于刚体上最简单力系平衡时所必须满足的条件。对刚体而言，这个条件既必要又充分，但对非刚体而言，这个条件只是必要条件。

受两个力作用而处于平衡状态的构件，称为二力构件。当构件的形状为杆件时，称为二力杆。二力构件不论其形状如何，根据二力平衡公理，构件所受的两个力的作用线必沿此两力作用点的连线。

公理 3 加减平衡力系公理

在已知力系上加上或减去任一平衡力系，并不改变原力系对刚体的作用效应。

此公理是研究力系等效变换的重要依据，只适用于刚体而不适用于变形体。

由上述公理可得到下面两个推论：

推论 1 力的可传性原理

作用在刚体上的力，可沿其作用线移到刚体内的任一点，而不改变该力对于刚体的作用效应。

证明：设力 F 作用在刚体上的点 A ，如图 1-3a 所示。根据公理 2 和公理 3，在该力作用线上的任一点 B 加上一对平衡力 F_1 和 F_2 并不改变刚体状态，并令 $F_2 = -F_1 = F$ （见图 1-3b）。此时，力 F 和 F_1 也是一对平衡力，故可将这一对平衡力减去，这样就只剩下一个作用于点 B 的力 F_2 （见图 1-3c），显然，其等效于作用于点 A 的 F 。于是推论得证。

力的可传性原理只适用于刚体。对于刚体而言，力的三要素可改为：力的大小、方向和作用线。因此，对刚体来说，力是滑动矢量。

推论 2 三力平衡汇交定理

刚体受三力作用而平衡，若其中两个力的作用线相交于一点，则第三个力的作用线必汇交于同一点，且三力共面。

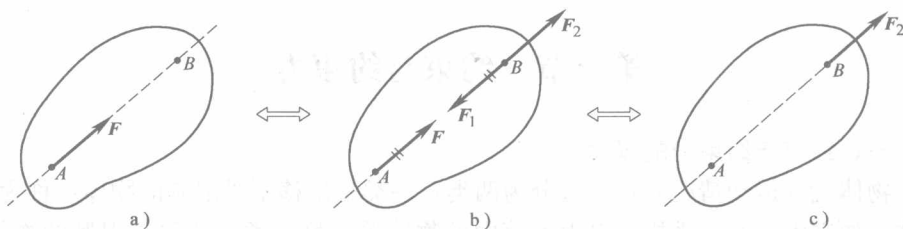


图 1-3

证明：设在刚体的 A 、 B 、 C 三点，分别作用三个相互平衡的力 F_1 、 F_2 、 F_3 ，如图 1-4 所示。根据力的可传性原理，分别将 F_1 、 F_2 沿其作用线移至汇交点 O ，由平行四边形法则求得其合力 F_{12} 。 F_{12} 应与 F_3 平衡，由二力平衡公理， F_3 与 F_{12} 必共线，当然与 F_1 、 F_2 共面，且必通过汇交点 O 。由此推论得证。

三力平衡汇交定理说明了不平行的三力平衡的必要条件，利用这个定理可以确定未知第三个力的作用线的方位。

公理 4 作用力与反作用力定律

物体之间的作用力与反作用力总是同时存在，两力的大小相等、方向相反，沿同一直线，分别作用在两个物体上。

这个公理概括了物体间相互作用的关系，表明一切力总是成对出现的。由于作用力与反作用力分别作用在两个不同的物体上，因此它们不是平衡力系。

公理 5 刚化原理

变形体在某一力系作用下处于平衡，若将此变形体刚化为刚体，则其平衡状态保持不变。

这个公理说明了变形体抽象为刚体模型的条件，并指出刚体的平衡条件只是变形体平衡的必要条件，而不是充分条件。如图 1-5 所示，绳索在等值、反向、共线的两个拉力作用下处于平衡，如将绳索刚化为刚体，其平衡状态保持不变。反之，绳索在等值、反向、共线的两个压力作用下不能处于平衡状态，也就不能视为刚体。

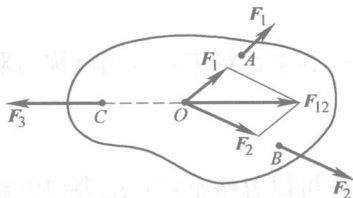


图 1-4



图 1-5

刚化原理扩大了刚体静力学的应用范围。

第三节 约束与约束力

一、约束与约束力的概念

物体就其运动情况而言,可分为两类:一类是位移不受限制的物体,称为**自由体**,如空中飞行的飞机,自由下落中的物体等;另一类是位移受限制的物体,称为**非自由体**或**受约束体**,如沿轨道行驶的火车,桌面上的茶杯等。

限制非自由体位移的周围物体称为**约束**,如限制火车位移的轨道、限制茶杯位移的桌面等。约束作用在被约束物体上限制其位移的力称为**约束力**,又称为**约束反力**或**支反力**。显然,约束力的方向总与该约束所限制的物体位移方向相反;约束力的作用点位于约束与被约束物体的相互接触处。

约束力属于**被动力**;与其对应,使物体产生运动或产生运动趋势的力则称为**主动力**,例如重力、风力等各种荷载。一般来说,主动力是已知的,约束力是未知的。在平衡问题中,约束力的大小,应根据主动力,由平衡条件确定。

二、约束的基本类型及其约束力

下面将工程中常见的约束分类,并根据各类约束的特性说明其约束力的表达方法。

1. 柔性体约束

由绳索、链条或皮带等柔性连接物体构成的约束称为**柔性体约束**。这类约束的特点是绝对柔软,只能限制物体沿着柔性体伸长方向的位移。因此,柔性体的约束力,作用在连接点或假想截断处,方向沿着柔性体的轴线而背离被约束物体,恒为拉力,常用 F_T 表示,如图 1-6 所示。

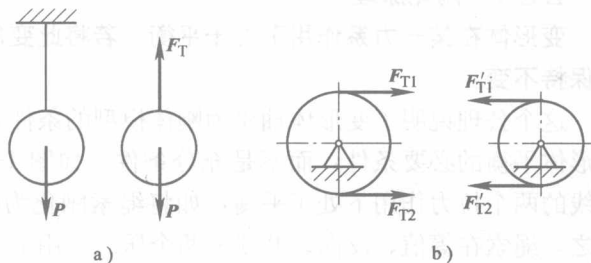


图 1-6

凡只能限制物体沿某一

方向位移而不能限制物体沿相反方向位移的约束称为**单面约束**,否则就称为**双面约束**。柔性体约束属于单面约束。

2. 光滑接触面约束

物体与约束的接触面是光滑的,其间的摩擦力可以忽略不计,这类约束称为**光滑接触面约束**。光滑接触面约束只能限制物体沿接触面的公法线而趋向于约束内部的位移。因此,光滑接触面对物体的约束力,作用在接触点处,方向沿接触面的公法线而指向被约束物体。这种约束力称为**法向约束力**或**法向反力**,常用

F_N 表示, 如图 1-7 所示。光滑接触面约束亦属于单面约束。

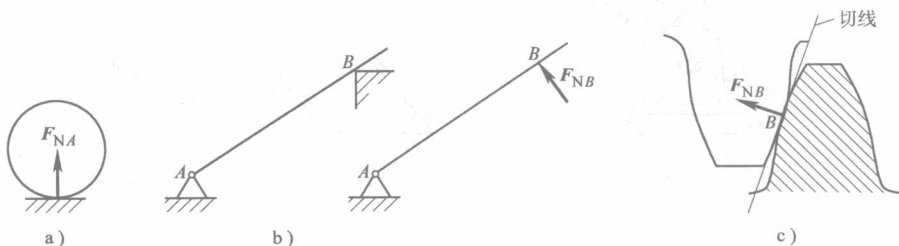


图 1-7

3. 光滑铰链约束

工程中常用的圆柱铰链、固定铰链支座、活动铰链支座、向心轴承、止推轴承、球形铰链等, 都属于光滑铰链约束。它们的共同特点是只能限制物体的移动, 而不能限制物体的转动。

(1) 圆柱铰链 圆柱铰链简称铰链, 它是由圆柱销钉插入两构件的圆孔而构成 (见图 1-8a) 的, 其简图如图 1-8b 所示。圆柱铰链只能限制物体沿销钉径向的位移, 而不能限制物体沿销钉轴向的位移。因此, 其约束力必然位于垂直于销钉轴线的平面内, 作用在销钉与构件圆孔的接触点, 方向沿接触面公法线通过圆孔中心。随着物体受力情况的不同, 接触点的位置也不同。由于接触点不能事先确定, 因而其约束力的方向也不能预先确定, 通常用两个作用于圆孔中心的正交分力 F_x 、 F_y 来表示, 如图 1-8c 所示。

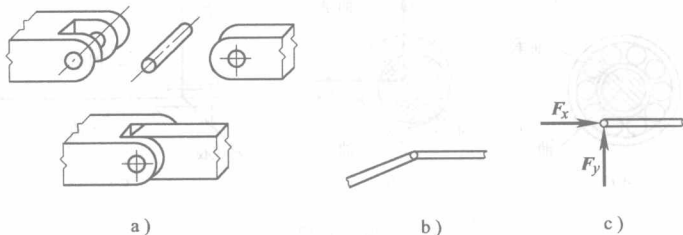


图 1-8

(2) 固定铰链支座 若铰链约束中有一个构件固定在地面或机架上作为支座, 则称为固定铰链支座, 简称铰支座 (见图 1-9a), 其简图如图 1-9b 所示。由于固定铰支座的构造和圆柱铰链相同, 故其约束力通常也用两个作用于圆孔中心的正交分力来表示, 如图 1-9c 中的 F_x 、 F_y 。

(3) 活动铰链支座 在铰支座下面用几个辊轴支承在光滑平面上, 就构成了活动铰链支座, 也称为辊轴支座 (见图 1-10a), 其简图如图 1-10b 所示。活动铰

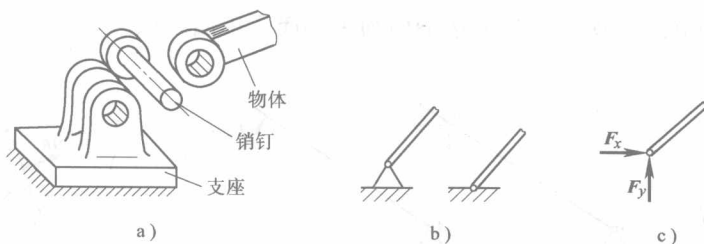


图 1-9

链支座只能限制物体沿支承面法线方向的位移, 而不能限制物体沿支承面切线方向的位移, 故其约束力垂直于光滑支承面, 通常用 F_N 表示, 如图 1-10c 所示。与光滑接触面约束不同, 活动铰链支座通常为双面约束。

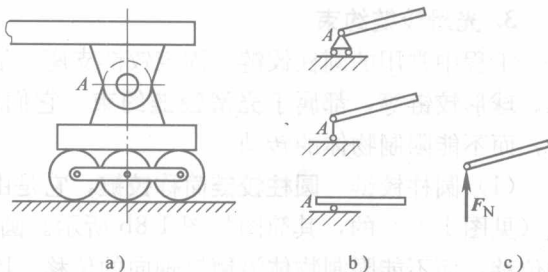


图 1-10

(4) 向心轴承 向心轴承 (见图 1-11a) 支承在转轴的两端, 其简图如图 1-11b 或 c 所示。向心轴承只能限制转轴沿径向的位移, 其特点与固定铰支座相似。因此, 向心轴承对转轴的约束力通常也用作用于轴心的两个正交分力来表示, 如图 1-11b 或 c 所示。

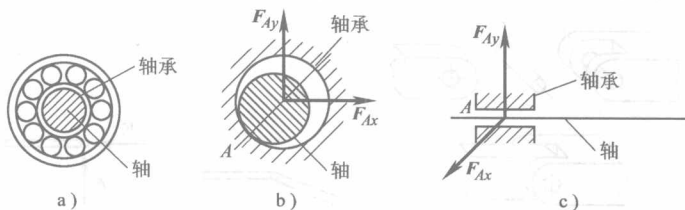


图 1-11

(5) 推力轴承 推力轴承 (见图 1-12a) 的简图如图 1-12b 所示。与向心轴承不同, 它能同时限制转轴沿轴向和径向的位移, 比向心轴承多一个沿轴向的约束力。因此, 推力轴承的约束力常用三个正交分力 F_x 、 F_y 、 F_z 来表示, 如图 1-12c 所示。

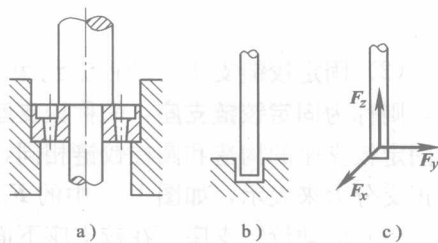


图 1-12

(6) 球形铰链 将固结于物体一端的球体置于球窝形的支座内, 就形成了球形铰链, 简称球铰链 (见图 1-13a), 其简图如图 1-13b 所示。球铰链限制构件端部球心的移动, 但不能限制构件绕球心的转动。其约束力的作用线通过球心, 但方向一般不能预先确定, 通常也用三个正交分力来表示, 如图 1-13c 所示。

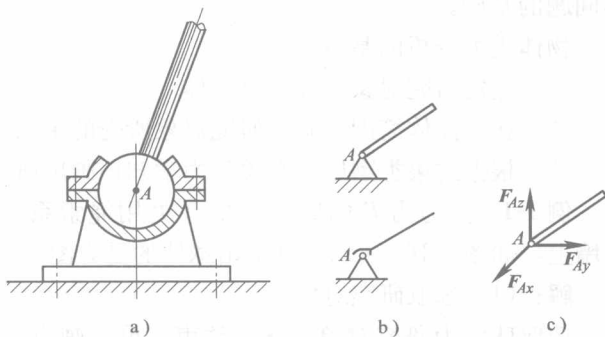


图 1-13

4. 链杆约束 (二力杆约束)

两端用光滑铰链与其他构件连接且不计自重的刚性杆称为链杆, 常被用来作为拉杆或撑杆构成链杆约束, 如图 1-14a 所示。由于链杆为二力杆, 故又称为二力杆约束。显然, 链杆约束的约束力方向必沿其两端铰链中心的连线, 但指向一般不能预先确定, 通常可假设为拉力, 如图 1-14b 所示。链杆约束为双面约束。

5. 固定端约束

物体的一部分固嵌于另一物体所形成的约束称为固定端约束。例如, 输电线的电杆、房屋的阳台、固定在刀架上的车刀等所受的约束都是固定端约束。固定端约束的简图如图 1-15 所示。固定端约束限制物体的所有位移, 由于其约束力的分布比较复杂, 需要加以简化, 因此对应的约束力的表达方法将在第四章介绍。

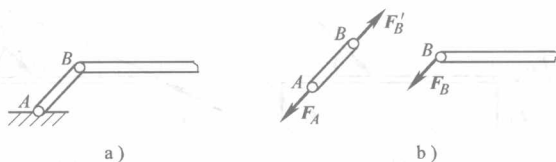


图 1-14



图 1-15

第四节 物体的受力分析

解决力学问题时, 首先要选定研究对象, 然后分析研究对象的受力情况, 并作出表明其受力情况的简图, 这个过程称为物体的受力分析。为了清晰地表示物体的受力情况, 需要取分离体, 即解除研究对象所受的全部约束, 将其从周围物体中分离出来, 并单独画出它的简图。在分离体的简图上作出的表示其受力情况

的力矢图称为**受力图**。正确地对物体进行受力分析并作受力图,是分析、解决力学问题的基础。

物体受力分析的基本步骤为:

- (1) 选定研究对象,并取分离体;
- (2) 在分离体简图上画出研究对象所受的主动动力;
- (3) 根据约束类型以及有关静力学知识画出研究对象所受的约束力。

例 1-1 重力为 P 的球体,在 A 处用绳索系在墙上,如图 1-16a 所示,试画出球体的受力图。

解: (1) 选取研究对象

选取球体为研究对象,解除约束,单独画出其简图。

(2) 画主动力

主动力为重力 P , 竖直向下,作用点在球心 O 。

(3) 画约束力

小球在点 A 有绳索约束,其约束力为拉力 F_T , 作用于点 A 并沿绳索背离小球;在点 B 有光滑接触面约束,其约束力为法向反力 F_N , 作用于接触点 B 并沿接触面的公法线指向球体。

球体的受力图如图 1-16b 所示。

例 1-2 梁 AB 左端为固定铰支座,右端为活动铰支座,如图 1-17a 所示。在 C 处作用一集中载荷 F , 梁重不计,试作出梁 AB 的受力图。

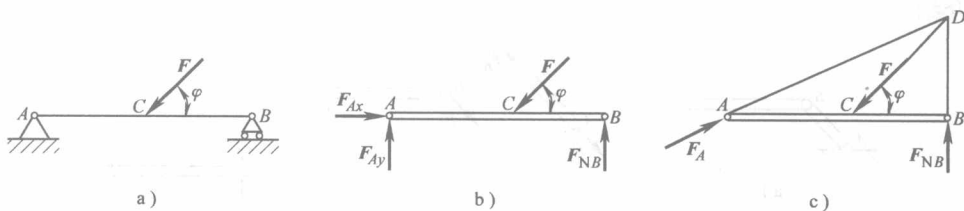


图 1-17

解: (1) 选取研究对象

选取梁 AB 为研究对象,解除约束,单独画出其简图。

(2) 画主动力

主动力为已知集中载荷 F 。

(3) 画约束力

B 端活动铰支座的约束力为法向反力 F_{NB} , 垂直于支承面铅垂向上。 A 端固

定铰支座的约束力用一对正交分力 F_{Ax} 、 F_{Ay} 来表示。梁 AB 的受力图如图 1-17b 所示。

梁 AB 的受力图还可以画成如图 1-17c 所示。根据三力平衡条件, 已知力 F 与 F_{NB} 的作用线相交于点 D, 则 A 端的约束力 F_A 必汇交于点 D, 从而确定 F_A 一定沿 A、D 两点连线。

例 1-3 试画出图 1-18a 所示简支刚架 AB 的受力图。

解: (1) 选取研究对象

选取刚架 AB 为研究对象, 解除约束, 单独画出其简图。

(2) 画主动力

点 C 受有水平集中载荷 F , CD 段受有均布载荷, 其分布集度为 q 。

(3) 画约束力

A 端固定铰支座的约束力用两个正交分力 F_{Ax} 、 F_{Ay} 表示; B 端活动铰支座的约束力为法向反力 F_B 。

刚架 AB 的受力图如图 1-18b 所示。

例 1-4 如图 1-19a 所示, 均质水平梁 AB 用斜杆 CD 支撑, A、C、D 三处均为光滑铰链连接。梁 AB 重 P_1 , 其上放置一重为 P_2 的电动机。如不计杆 CD 的重力, 试分别画出杆 CD 和梁 AB (包括电动机) 的受力图。

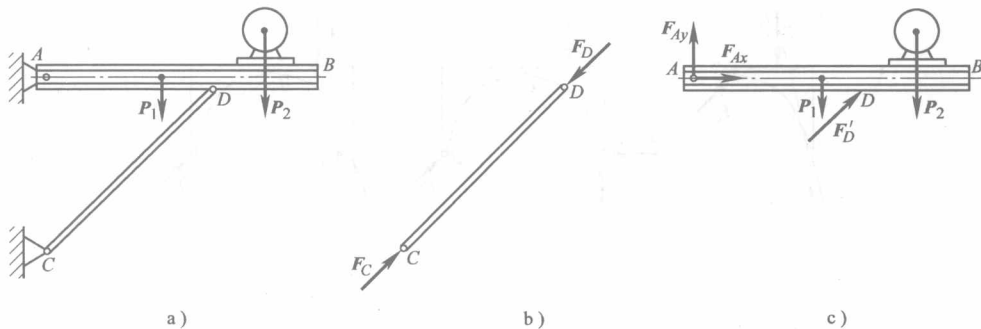


图 1-19

解: (1) 画斜杆 CD 的受力图

选取斜杆 CD 为研究对象, 解除约束, 单独画出其简图。

由于斜杆的自重不计, 且只在 C、D 两处受到光滑铰链约束, 因此杆 CD 为