



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工 程 力 学 系 列

工程力学

(第二版) (多学时)

陈位宫 主 编

瞿志豪 胡德淦 副主编

Mechanics

Engineering



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工程力学

(第二版)(多学时)

主 编 陈位官
副主编 瞿志豪 胡德淦



高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在第1版的基础上修订而成的。本版教材既保持了前一版“以应用为目的”、“以必需够用为度”的原则,又突出了高职高专培养应用型人才培养模式的教学特色。

本书分三篇共23章及专题。第一篇静力学,内容包括:静力学基础,力系等效定理,汇交力系和力偶系,平面一般力系,摩擦,空间一般力系,重心;第二篇材料力学,内容包括:轴向拉伸与压缩,剪切与挤压,圆轴的扭转,弯曲内力,弯曲应力,弯曲变形,应力状态分析和强度理论,组合变形的强度计算,压杆稳定,动载荷和交变应力;第三篇运动学和动力学,内容包括:点的运动,刚体的基本运动,点的合成运动,刚体的平面运动,质点运动微分方程,动力学普遍定理,动静法;专题为电测法、光弹性法简介。每章后面都附有小结、思考题及习题。各篇(含专题)之间既有联系又相对独立,可根据学时数全选或分篇选用。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校的二级职业技术学院和民办高校的机械类专业的力学教材,也可供多学时的近机械类专业选用及相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程力学/陈位宫主编. —2版. —北京:高等教育出版社,2008.4

ISBN 978-7-04-023159-5

I. 工… II. 陈… III. 工程力学-高等学校-教材 IV. TB12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 015450 号

策划编辑 罗德春 责任编辑 李 澈 封面设计 张 楠 责任绘图 尹 莉
版式设计 张 岚 责任校对 金 辉 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街4号

邮政编码 100011

总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司

印 刷 涿州市京南印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 28.75

字 数 700 000

购书热线 010-58581118

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landracom.com>

<http://www.landracom.com.cn>

畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2000年12月第1版

2008年4月第2版

印 次 2008年4月第1次印刷

定 价 35.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 23159-00

第2版序

本教材第一版出版以来,高职高专的规模有了更大的发展,对应用型科技人才的培养提出了更高的要求。为适应新的教育教学改革需要,着手修订本教材。

“以应用为目的”、“以必需够用为度”仍然是本版教材编写的宗旨。为使教材更能体现高职高专的教学特色,本版较第1版有以下几点改进:

1. 借鉴国外教材的相关理念,更新了全书的插图,使之更直观、生动,联系工程实际。
2. 在基本概念较集中的第2章中,对例题、习题作了大幅度调整与更新,突出了理论的实际应用。
3. 增加了工程测试中广泛应用的电测法与光弹性法的简介,以增强学生的动手能力。
4. 考虑到部分院校的教学需要,增加了疲劳的应用实例。
5. 为方便查阅国外资料,在附录中增加了单位换算表。

此外,在语言文字方面也作了适当删节与修改,使之更流畅,表述更准确。

参加本书修订的有上海应用技术学院陈位官(第2、17、18、19章)、瞿志豪(第3、13章,专题)、郁建伟(第6、20章)、梅纪先(第10、11、12章)、米红林(第4、5、14章),河南工业大学胡德淦(第1、9、15、16、21章),上海理工大学乔怡(第7、8章)、周萍(第22、23章)。全书由陈位官任主编,瞿志豪、胡德淦任副主编,胡德淦负责全书插图的审核,周萍画了多章的插图。

参加第1版编写的周忠荣、李海萍、仝茂源、翁德玮为本书的修订提供了帮助,并提出了修订意见,一并致谢。

上海大学何福保教授、同济大学王荣昌教授在百忙中仔细审阅了本教材,提出了宝贵意见。谨此深深致谢。

因编者水平所限,修订后的教材仍不免有挂漏之虞,尚请广大教师和读者不吝赐教。

编者

2008年1月

第1版序

本教材系教育部高职高专规划教材,根据教育部《高职高专机械类专业力学课程教学基本要求》编写。本书严格把握读者定位,结合当前高职高专力学教学改革的需要,精选内容、恰当组织,以较简练的语言阐明工程力学最基本的概念以及内容间的内在联系,着力贯彻“以应用为目的”、“以必需够用为度”的原则。在编写过程中既注意学习、吸收有关院校近期力学教学内容改革的成果,又尽量反映编者长期教学所积累的经验与体会,对若干内容作了适当的体系调整。例如,以力系的两个基本特征量——主矢和主矩为核心,将力系等效定理和力系平衡定理作为贯穿静力学的主线,并在动力学中得到相应的印证;同样,在讨论杆件各种基本变形的内力时,亦以统一的思路作为脉络贯穿始末,等。

本教材分三篇:第一篇静力学,第二篇材料力学,第三篇运动学和动力学。

若教学时数可敷讲授全书,宜将第三篇移至第二篇前为妥。

本教材适用于机械类、近机类各专业的高职、高专与成人教育的多学时教学需要。

由于在本教材中工程力学的主要基本理论和基本概念未受削弱,因此,本教材对适当学时数的应用型本科相关专业亦适用。

本教材由上海应用技术学院陈位宫(第2、17、18、19章)、瞿志豪(第3、13章)、翁德玮(第4、5、14章)、郁建伟(第6、20章)、仝茂源(第9、15、21章)、梅纪先(第10、11、12章),河南工业大学胡德淦(第1、16章),南京工业职业技术学院李海萍(第7、8章),广东顺德职业技术学院周忠荣(第22、23章)编写。全书由陈位宫任主编,瞿志豪、胡德淦任副主编。

本教材承教育部高等工程专科力学课程教学委员会陈贵龄主任、北京航空航天大学谢传锋教授、大连理工大学郑芳怀教授仔细审阅,提出了许多宝贵的意见,谨此,编者诚挚致谢。

因编者水平有限,书中错误与缺憾恳望读者批评指出。

编者

2000年10月

目 录

第一篇 静 力 学

引言	1
第1章 静力学基础	3
1.1 静力学的基本概念	3
1.2 静力学公理	4
1.3 约束和约束反力	6
1.4 物体的受力分析 受力图	9
小结	12
思考题	12
习题	13
第2章 力系等效定理	16
2.1 力在轴及平面上的投影	16
2.2 力系的主矢	19
2.3 力对点之矩与力对轴之矩	20
2.4 力系的主矩	27
2.5 力系等效定理	30
小结	31
思考题	32
习题	32
第3章 汇交力系和力偶系	37
3.1 汇交力系的合成	37
3.2 汇交力系的平衡	39
3.3 力偶系	43
小结	49
思考题	49
习题	50

第4章 平面一般力系	54
4.1 平面一般力系的简化	54
4.2 平面一般力系的平衡条件	58
4.3 物体系统的平衡 静定与静不定问题	62
小结	67
思考题	68
习题	69
第5章 摩擦	74
5.1 概述	74
5.2 滑动摩擦	74
5.3 摩擦角与自锁	76
5.4 考虑滑动摩擦时的平衡问题	78
5.5 滚动摩擦的概念	83
小结	84
思考题	85
习题	86
第6章 空间一般力系 重心	90
6.1 空间一般力系简化概述	90
6.2 空间一般力系的平衡条件	91
6.3 重心	93
小结	98
思考题	99
习题	100

第二篇 材 料 力 学

引言	103
----------	-----

第7章 轴向拉伸与压缩	107
-------------------	-----

7.1 轴向拉伸与压缩的概念	107	小结	183
7.2 截面法 轴力 轴力图	108	思考题	183
7.3 截面上的应力	111	习题	183
7.4 轴向拉伸或压缩时的变形 胡克定律	115	第 11 章 弯曲应力	187
7.5 材料在拉伸与压缩时的机械 性质(力学性能)	120	11.1 纯弯曲时梁横截面上的 正应力	187
7.6 轴向拉伸或压缩时的强度 计算	125	11.2 横力弯曲时梁横截面上的 正应力	192
7.7 拉伸、压缩静不定问题	129	11.3 弯曲切应力简介	196
7.8 应力集中的概念	133	小结	198
小结	134	思考题	199
思考题	135	习题	199
习题	137	第 12 章 弯曲变形	204
第 8 章 剪切与挤压	142	12.1 弯曲变形的概念	204
8.1 剪切的概念与实用计算	142	12.2 梁的挠曲线近似微分方程	205
8.2 挤压的概念与实用计算	144	12.3 用积分法求弯曲变形	206
小结	148	12.4 用叠加法求弯曲变形	207
思考题	148	12.5 简单静不定梁	213
习题	149	12.6 梁的刚度校核	216
第 9 章 圆轴的扭转	151	12.7 提高梁强度和刚度的措施	216
9.1 圆轴扭转的概念	151	小结	218
9.2 扭矩与扭矩图	152	思考题	219
9.3 纯剪切 剪切胡克定律	155	习题	219
9.4 圆轴扭转时的应力和强度 条件	157	第 13 章 应力状态分析和强度理论	222
9.5 圆轴扭转时的变形和刚度 条件	161	13.1 应力状态的概念	222
小结	163	13.2 平面应力状态分析	224
思考题	164	13.3 三向应力状态下的最大切 应力	230
习题	164	13.4 广义胡克定律	231
第 10 章 弯曲内力	169	13.5 强度理论	233
10.1 对称弯曲的概念	169	小结	238
10.2 梁的计算简图及分类	170	思考题	239
10.3 剪力与弯矩	172	习题	240
10.4 剪力图与弯矩图	174	第 14 章 组合变形的强度计算	244
10.5 弯矩、剪力和载荷集度间的 关系	179	14.1 组合变形的工程实例及 分析方法	244
		14.2 拉伸(压缩)与弯曲的组合 变形	245

14.3 扭转与弯曲的组合变形	250	第 16 章 动载荷和交变应力	277
小结	255	16.1 动载荷的概念	277
思考题	256	16.2 构件作匀加速直线运动或匀速 转动时的动应力计算	277
习题	257	16.3 构件受冲击时的应力与 变形	280
第 15 章 压杆稳定	262	16.4 交变应力与疲劳失效	284
15.1 压杆稳定的概念	262	16.5 材料的疲劳极限	286
15.2 计算临界力的欧拉公式	263	16.6 构件的疲劳极限 疲劳 强度计算	287
15.3 欧拉公式的适用范围 经验 公式	267	16.7 提高构件疲劳强度的措施	291
15.4 压杆的稳定性校核	270	小结	291
15.5 提高压杆稳定性的措施	271	思考题	292
小结	273	习题	292
思考题	273		
习题	273		

第三篇 运动学和动力学

引言	295	19.3 牵连运动为平移时点的加速度 合成定理	334
第 17 章 点的运动	297	小结	338
17.1 矢量法	297	思考题	339
17.2 直角坐标法	299	习题	339
17.3 自然法	305	第 20 章 刚体的平面运动	343
小结	312	20.1 刚体的平面运动方程	343
思考题	313	20.2 平面运动分解为平移和 转动	344
习题	313	20.3 合成法求平面图形内各点的 速度 速度投影定理	346
第 18 章 刚体的基本运动	316	20.4 瞬心法求平面图形内各点的 速度	348
18.1 刚体的平移	316	20.5 平面图形内各点的加速度	353
18.2 刚体的定轴转动	318	小结	358
18.3 转动刚体内各点的速度和 加速度	319	思考题	358
18.4 定轴轮系的传动比	323	习题	359
小结	325	第 21 章 质点运动微分方程	363
思考题	326	21.1 质点运动微分方程	363
习题	327	21.2 质点动力学的第一类基本 问题	364
第 19 章 点的合成运动	330		
19.1 相对运动、绝对运动和 牵连运动	330		
19.2 点的速度合成定理	332		

21.3 质点动力学的第二类基本问题	365	小结	409
思考题	368	思考题	409
习题	368	习题	410
第 22 章 动力学普遍定理	371	专题 电测法、光弹性法简介	412
22.1 动量定理	372	专题 1 电测法	412
22.2 动量矩定理	376	专题 1.1 静态应变测量法概述	412
22.3 刚体定轴转动微分方程	380	专题 1.2 电阻应变片	412
22.4 转动惯量	381	专题 1.3 电桥与应变的测量	413
22.5 动能定理	386	专题 1.4 全桥测量、半桥测量及温度补偿	414
小结	395	专题 1.5 应用实例	414
思考题	395	专题 2 光弹性法	417
习题	396	专题 2.1 平面光弹性法简介	417
第 23 章 动静法	401	专题 2.2 光弹性分析的设备与材料	418
23.1 质点惯性力的概念	401	专题 2.3 等色线与等倾线	419
23.2 质点的动静法	402	专题 2.4 模型材料光学系数 f 的确定	419
23.3 质点系的动静法	403	专题 2.5 应力相似转换	420
23.4 刚体惯性力系的简化	404	专题 2.6 应用实例	420
23.5 绕定轴转动刚体的轴承附加动反力	407	小结	421
附录 型钢表	424	思考题	422
单位换算表	431	习题	422
参考文献	433		
习题答案	434		

第一篇

静力学

引言

物体在力作用下的机械运动和变形机理构成了工程力学的研究范畴。

平衡是机械运动的特殊情形。静力学研究物体在力系作用下的平衡规律。因此,静力学讨论以下三方面的问题。

1. 物体的受力分析

即给出作用于物体的力的全貌。

2. 力系的等效与简化

力系经过等效替换或简化,可清楚地刻画出它对物体的作用。主矢和主矩是力系的两个基本特征量。因而,力系对物体的作用取决于力系的主矢和主矩。

力系等效定理是力系等效替换与简化的理论基础。

3. 力系的平衡条件

归纳物体在各种力系作用下的平衡条件及相应的平衡方程,求解静力平衡问题是静力学最重要的任务。

以力系的主矢和主矩为核心的力系平衡定理是推演力系平衡条件的理论基础。

静力学中涉及的物体抽象为刚体。

静力学基础

1.1 静力学的基本概念

1.1.1 力和力系的概念

人们通过长期的生产劳动和科学实践,建立了力的概念。力是物体间的相互机械作用,这种作用使物体的运动状态或形状发生改变。例如用手推小车,手对小车的作用力使它由静止开始运动;置于弹簧上的重物对弹簧的作用力使弹簧发生变形。

物体受到力的作用后,产生的效应表现在以下两个方面:

- (1) 外效应(运动效应)——使物体的运动状态发生变化;
- (2) 内效应(变形效应)——使物体的形状发生变化。

静力学研究的是力对物体的外效应。

力对物体的作用效应决定于以下三个要素:力的大小、方向、作用点,因此力是定位矢量。力的运算服从矢量运算法则。可以用矢量图示法表示力,即用一有向线段 AB 表示力。有向线段 AB 的长度按比例表示力的大小,线段的方位和箭头指向表示力矢^①的方向,线段的起点或终点表示力的作用点,如图 1-1 所示。力所沿的无限直线称为力的作用线。对于手写体,矢量一般由一个字母加一个箭头表示,如 $\vec{F}$ 。本书中用黑体字母(如 $\boldsymbol{F}$)标记矢量,而用对应的普通字母(如 F)表示矢量的模。在国际单位制中,力的单位为牛顿,记为 N 。

作用在物体上的一组力称为力系。按照力系中各力作用线在空间分布的不同形式,力系可分为:

- (1) 汇交力系 各力作用线相交于一点;
- (2) 平行力系 各力作用线相互平行;
- (3) 一般力系 各力作用线既不相交于一点,又不相互平行。

按照各力作用线是否位于同一平面内,上述三种力系各自又可分为平面力系和空间力系两

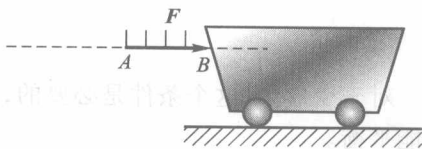


图 1-1

① 一个力的力矢应是从任意点作出的力矢量(即不表示力的作用点,只表示力的大小和方向的矢量,是一自由矢量)。

类,如平面汇交力系、空间一般力系等。

工程中,物体往往同时受到一组力即力系的作用。力系对物体的效应取决于力系的两个特征量——力系的主矢和力系对一点的主矩。关于力系的主矢和对一点的主矩将在后面章节里加以研究。两个不同的力系,如果对同一物体产生相同的外效应,则该两力系互为等效力系。若一个力与一个力系等效,则这个力称为该力系的合力。

1.1.2 刚体的概念

实践表明,任何物体受力后总会产生变形。但在通常情况下工程中绝大多数零件和构件的变形都是很微小的,甚至需要用专门的仪器才能测量出来。研究证明,在许多情况下,这种微小的变形对物体的外效应影响甚微,可以忽略不计,即不考虑力对物体作用时物体所产生的变形,而把它看做刚体。刚体是指在力的作用下保持其形状和大小均不变的物体。因此,刚体是实际物体经过科学抽象和简化而得到的一种理想的力学模型。

然而当变形在所研究的问题中成为主要因素时(例如在材料力学中),一般就不能再把物体看做是刚体。

1.1.3 平衡的概念

所谓平衡,是指物体相对于地球处于静止或做匀速直线运动的状态。显然,平衡是机械运动的特殊形式。作用在刚体上使其处于平衡状态的力系称为平衡力系;平衡力系应满足的条件称为平衡条件。静力学是研究刚体的平衡规律,即研究作用在刚体上的力系的平衡条件。

1.2 静力学公理

静力学公理是从实践中总结得出的最基本的力学规律。这些规律的正确性已为实践反复证明,是符合客观实际的。

1.2.1 公理一 二力平衡公理

作用于刚体的两个力平衡的充分与必要条件是这两个力大小相等、方向相反、作用线相同。如图 1-2 所示,即

$$F_A = -F_B \tag{1-1}$$

对于变形体,这个条件是必要的,但是不充分。如柔索受两个等值、反向、共线的压力作用就不能平衡。

在两个力作用下处于平衡的物体称为二力体,若为杆件,则称二力杆。由公理一可知,作用在二力体上的两个力,它们必通过两个力作用点的连线(与杆件形状无关),且等值、反向,如图 1-3 所示。

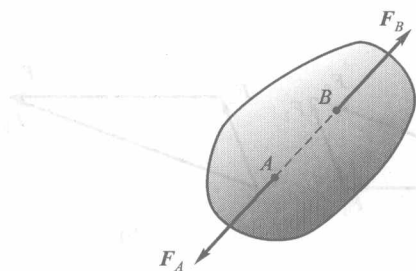


图 1-2

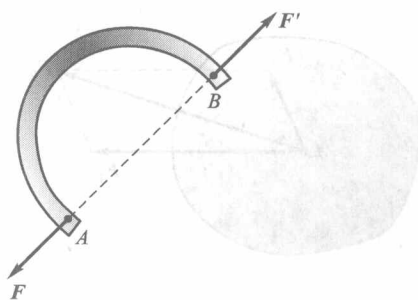


图 1-3

1.2.2 公理二 加减平衡力系公理

在作用于刚体的任意一个力系上,加上或减去任意个平衡力系,并不改变原力系对刚体的效应。

推论 力的可传性原理

作用于刚体某点的力,可沿其作用线任意移动作用点而不改变该力对刚体的效应。如图 1-4 所示,作用于小车 A 点的推力 F 可沿其作用线移到 B 点,得拉力 F' 。虽然推力变为拉力,但小车的运动不会改变,即效应相同。因此,作用于刚体的力的三要素是力的大小、方向和作用线的位置。可见,作用于刚体的力是滑动矢量。

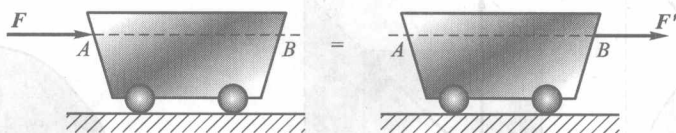


图 1-4

1.2.3 公理三 力的平行四边形法则

作用于物体同一点的两个力可以合成为一个合力,合力也作用于该点,其大小和方向由以两力为邻边所构成的平行四边形的对角线表示,即合力矢等于这两个力矢的矢量和,如图 1-5 所示。其矢量表达式为

$$\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 = \mathbf{F}_R \quad (1-2)$$

在求两共点力的合力时,为了作图方便,只需画出平行四边形的一半,即三角形便可。其方法是自任意点 O 先画出一力矢 $\mathbf{F}_1$,然后再由 $\mathbf{F}_1$ 的终端画一力矢 $\mathbf{F}_2$,最后由 O 点至力矢 $\mathbf{F}_2$ 的终端作一矢量 $\mathbf{F}_R$,它就代表 $\mathbf{F}_1$ 和 $\mathbf{F}_2$ 的合力矢。合力的作用点仍为力 $\mathbf{F}_1$ 、 $\mathbf{F}_2$ 的汇交点 A 。这种作图法称为力的三角形法则。显然,若改变 $\mathbf{F}_1$ 、 $\mathbf{F}_2$ 顺序,其结果不变,如图 1-6 所示。

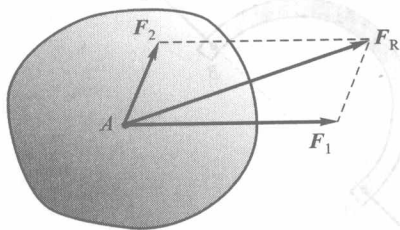


图 1-5

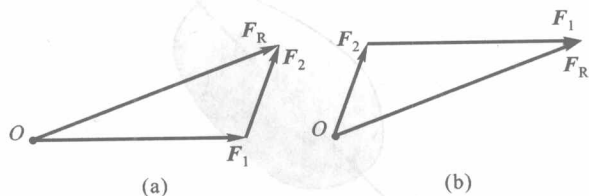


图 1-6

利用力的平行四边形法则,也可以把作用在物体上的一个力分解为相交的两个分力,分力和合力作用于同一点。工程中常把一个力分解为方向已知的两个(平面)或三个(空间)分力,特别地把一个力分解为方向已知且互相垂直的两个(平面)或三个(空间)分力。这种分解称为正交分解,所得的两个(平面)或三个(空间)分力称为正交分力。如图 1-7 所示。

推论 三力平衡汇交定理

刚体受不平行的三个力作用(其中两个力的作用线相交于一点)而平衡时,此三个力的作用线在同一平面内且必汇交于一点。如图 1-8 所示。此推论读者可用公理一和公理三自行证明。

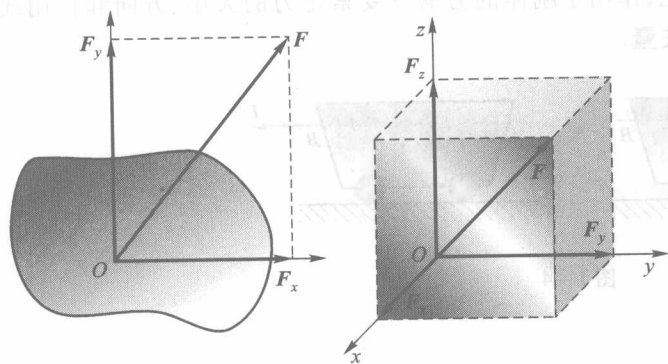


图 1-7

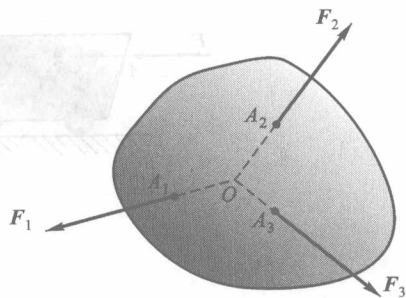


图 1-8

1.2.4 公理四 作用和反作用定律

两个物体间相互作用的一对力,总是大小相等、方向相反、作用线相同,并分别作用于这两个物体。这两个力互为作用力和反作用力。

1.3 约束和约束反力

在空间可以自由运动,其位移不受任何限制的物体称为自由体,如空中飞行的飞机、火箭等。工程中的大多数物体,其某些方向的位移往往受到限制,这样的物体称为非自由体。例如,在钢

轨上行驶的火车、安装在轴承中的转轴等,都是非自由体。对非自由体某些方向的位移起限制作用的周围物体称为约束。如钢轨是火车的约束,轴承是转轴的约束等。当物体沿着约束所限制的方向有运动趋势时,约束对物体必作用着力。约束对被约束物体作用的力称为约束反作用力,简称约束反力或约束力。约束反力的方向总是与非自由体被约束所限制的位移方向相反。这是用以确定各种约束反力方向的原则,至于约束反力的大小则不能预先独立地确定。约束反力以外的其他力称为主动力。在静力学中,约束反力和物体所受的主动力组成平衡力系,因此可用平衡条件求出约束反力。

下面介绍几种工程中常用的约束类型,并分析其约束反力的特点。

1.3.1 柔索约束

工程中常见的钢丝绳、三角带、链条等都可以简化为柔索。当物体受到柔索的约束时,柔索只能限制物体沿着柔索伸长方向的位移。因此,柔索的约束反力作用在柔索与物体的接触点,其方向沿着柔索离开被约束物体,即必为拉力。图 1-9a 所示为两根绳索悬吊一重物。根据柔索反力的特点,可知绳索作用于重物的约束反力是沿绳索的拉力 F_A 、 F_B 。图 1-9b 所示为带传动装置。带对带轮的约束反力为沿两个带轮外公切线的 F_1 、 F_2 。

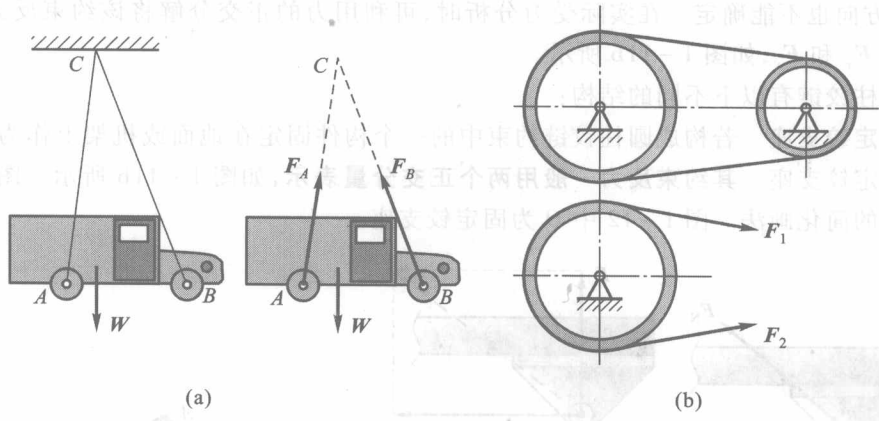


图 1-9

1.3.2 光滑接触面约束

若两接触面之间的摩擦很小,可以忽略不计时,则认为接触面是光滑的。光滑接触面对被约束物体在过接触点的切面内任意方向的位移不加限制,同时也不限制物体沿接触点处的公法线方向脱离接触面,但阻碍物体沿该公法线方向进入约束内部。因此,光滑接触面的约束反力必通过接触点,方向沿着接触面在该点的公法线,指向被约束物体内部。通常这种约束反力称为法向反力。如图 1-10 中的 F_{NA} 、 F_{NB} 、 F_{NC} 、 F_N 所示。

1.3.3 光滑圆柱铰链约束

在图 1-11a 中,构件 A 通过其上的圆柱形孔套在构件 B 上的圆柱形销钉 C 上,构件 A 的运

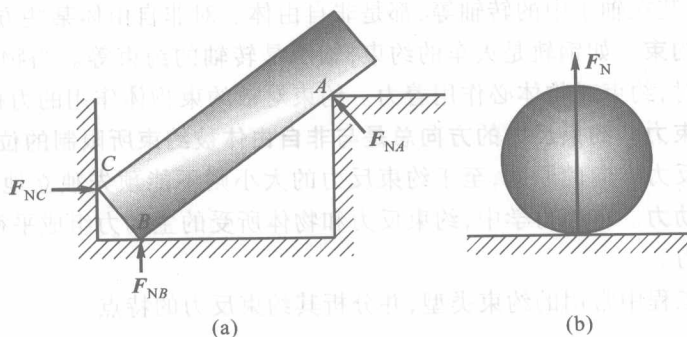


图 1-10

动受到销钉的限制,如果不计摩擦就构成了光滑圆柱铰链约束。由于销钉的直径一般比孔的直径小,故销钉的外表面和孔的内表面接触时为线接触。此接触线为圆柱的一条母线,可用其中点 K 来代替。按照光滑接触面约束反力的特点,销钉 C 作用于构件 A 的约束反力 F_N 应沿接触点 K 处的公法线,即沿着通过 K 点的半径方向。由于接触点 K 的位置一般不能预先确定,所以约束反力 F_N 的方向也不能确定。在实际受力分析时,可利用力的正交分解将该约束反力表示为两个正交分力 F_x 和 F_y ,如图 1-11b 所示。

光滑圆柱铰链有以下不同的结构:

(1) **固定铰支座** 若构成圆柱铰链约束中的一个构件固定在地面或机架上作为支座,则称此铰链为固定铰支座。其约束反力一般用两个正交分量表示,如图 1-11b 所示。图 1-11c 为固定铰支座的简化画法。图 1-12 中 O 为固定铰支座。

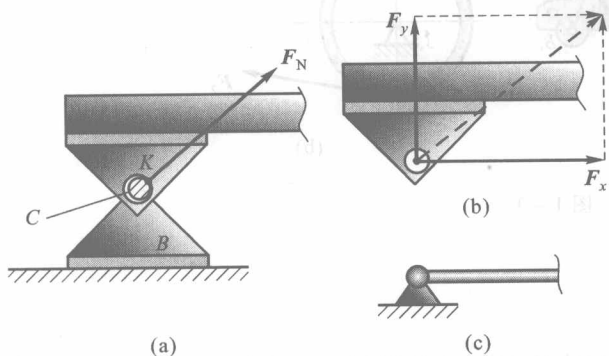


图 1-11

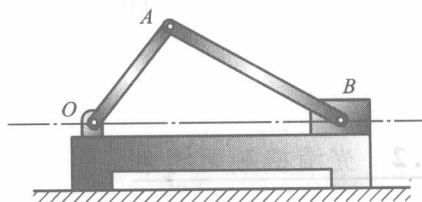


图 1-12

O —固定铰支座; A —中间铰链

(2) **可动铰支座** 若在由圆柱铰链构成的支座与光滑支承面之间装有辊轴,就构成辊轴支座或可动铰支座。其约束反力垂直于光滑支承面,如图 1-13a 所示。图 1-13b、c 为可动铰支座的简化画法。

(3) **中间铰链** 将两个构件用圆柱铰链连接在一起成为中间铰链,如图 1-12 中 A 所示。其约束反力一般也用两个正交分量表示。