

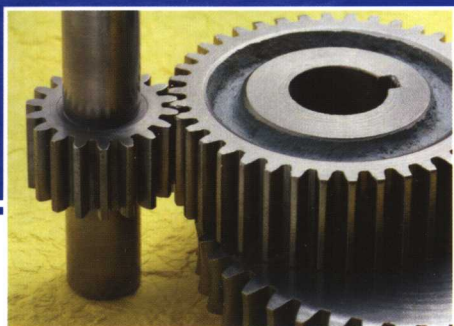
交通职业教育教学指导委员会推荐教材

轮机工程基础

主编 林小东

主审 郭祖平

LUNJI GONGCHENG JICHU



大连海事大学出版社

交通职业教育教学指导委员会推荐教材

轮机工程基础

主编 林小东
主审 郭祖平

大连海事大学出版社

© 林小东 2007

图书在版编目(CIP)数据

轮机工程基础 / 林小东主编. —大连: 大连海事大学出版社, 2007. 8

(交通职业教育教学指导委员会推荐教材)

ISBN 978-7-5632-2068-7

I. 轮… II. 林… III. 轮机—教材 IV. U676.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 123239 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路1号 邮政编码:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连华伟印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2007年8月第1版 2007年8月第1次印刷

幅面尺寸:185 mm × 260 mm 印张:22.5

字数:554千 印数:1~3000册

责任编辑:苏炳魁 版式设计:诚峰

封面设计:王艳 责任校对:书严

ISBN 978-7-5632-2068-7 定价:36.00元

内容简介

本书是根据《中华人民共和国海船船员适任考试和评估大纲》和交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会制定的教学大纲编写的,可作为轮机工程专业的一门主干专业基础课程。内容包括四大部分:工程力学,轮机工程材料,机构、机械传动和机械零部件,仪表和单位换算。全书共分四篇十五章。本教材主要介绍了物体受力时的受力分析方法及力的平衡规律;构件受力时的基本变形形式特点;机械振动的分类、原因、危害及其利用;碳钢的“成分—组织—性能”基本规律;金属学基础理论和热处理基本原理及常用方法;常用材料的牌号、成分、组织、性能及应用范围;金属材料的强化途径;常用机构的基本原理;常用机构传动的特点和应用范围;轮机工程中各种计量单位的换算;船舶常用测量仪器的工作原理及正确使用方法。

前 言

高职高专航海类专业“十一五”规划教材(下称“系列教材”)是交通部科教司为了使高职航海类专业人才培养进一步符合《STCW78/95 公约》和我国海事局颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试、评估和发证规则》要求而组织编写的。首批系列教材共 22 种(航海技术专业 11 种,轮机工程技术专业 11 种)。编审人员是由交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会在全国航海高职院校范围内组织遴选并聘请的专业教师。参加编审的人员普遍具有较丰富的航海高职教学经验与生产实践经历,其中主编和主审均具有副教授以上专业技术职务。

本系列教材依据 2006 年 3 月新版《高职高专院校海洋船舶驾驶(航海技术)专业教学指导方案》和《高职高专院校轮机工程技术教学指导方案》中相应课程大纲编写,适用于三年制高职高专航海技术和轮机工程技术专业学生使用,也可作为上述专业中等职业教育和船员培训教材或教学参考书。

本系列教材具有如下特点:

1. 较好地体现了《STCW78/95 公约》和《中华人民共和国海船船员适任考试、评估和发证规则》,强调知识更新、突出技能,有利于培养适应现代化船舶的航海技术应用性人才。

2. 紧密结合航海类专业人才培养目标和岗位任职条件,及时充实了新颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》(海船员[2005]412 号)内容,有利于增强高职航海类专业毕业生岗位就业能力。

3. 按照《高职高专院校海洋船舶驾驶(航海技术)专业教学指导方案》、《高职高专院校轮机工程技术教学指导方案》设计,使教材理论教学体系与实践教学体系在知识内容与职业技能之间做到相互交融。

4. 把培养合格海员所需的品格素质、知识素质、能力素质和身心素质贯彻教材当中,强化了高职航海类专业学生素质教育力度。

在本系列教材编写、统稿和审校过程中业经多方把关,力求做得更好。恰逢教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材遴选,本系列教材中《船舶操纵》等 12 种教材入选其中。衷心感谢为本系列教材付梓而辛劳的海事局、行业协会、港航企业、航海院校各位专家的帮助和支持。

热切期待教材使用者对本系列教材存在的问题给予指正,欢迎大家积极建言献策,以利交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会适时组织人员对本系列教材内容进行修改、调整和充实。

交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会

2006 年 12 月

编者的话

本书是根据《中华人民共和国海船船员适任考试和评估大纲》和交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会制定的教学大纲编写的。可作为轮机工程专业的一门主干专业基础课程教材。

本书第一、二、三章由南通航运职业技术学院宋岩编写,第四、五、六、七章由福建交通职业技术学院林小东编写,第八、九、十、十四、十五章由上海海事职业技术学院刘翠萍编写,第十一、十三章由广东交通职业技术学院裴小英编写,第十二章由浙江国际海运职业技术学院马瑶珠编写。全书由福建交通职业技术学院林小东主编,青岛远洋船员学院郭祖平主审。

编者

2007年5月

目 录

第一篇 工程力学

第一章 理论力学	(1)
第一节 静力学的基本概念、基本公理	(1)
第二节 受力分析和受力图	(4)
第三节 平面汇交力系	(9)
第四节 力矩与力偶	(14)
第五节 平面力偶系	(16)
第六节 平面任意力系	(18)
第二章 材料力学	(26)
第一节 材料力学的基本概念和杆件变形的基本形式	(26)
第二节 杆件的轴向拉伸与压缩	(30)
第三节 剪切与挤压	(38)
第四节 扭转变形	(43)
第五节 弯曲变形	(51)
第六节 疲劳破坏	(65)
第三章 机械振动	(73)
第一节 机械振动概述	(73)
第二节 自由振动	(74)
第三节 受迫振动	(76)
第四节 消振与隔振	(78)
思考题	(79)

第二篇 轮机工程材料

第四章 金属材料的性能	(82)
第一节 金属材料的机械性能	(82)
第二节 金属的工艺性能和物理、化学性能	(88)
第五章 金属的晶体结构与结晶	(90)
第一节 金属的晶体结构	(90)
第二节 纯金属的结晶	(94)
第三节 金属的同素异晶转变	(96)
第四节 金属的塑性变形与再结晶	(97)

第六章 合金与铁碳合金	(104)
第一节 合金的基本概念和结构	(104)
第二节 铁碳合金的基本组织	(107)
第三节 铁碳合金相图	(108)
第七章 钢的热处理	(116)
第一节 钢在加热时的组织转变	(117)
第二节 钢在冷却时的组织转变	(118)
第三节 钢的退火与正火	(123)
第四节 钢的淬火与回火	(125)
第五节 钢的表面热处理	(131)
第八章 船用钢铁材料和应用	(136)
第一节 船用碳素钢	(136)
第二节 船用合金钢	(143)
第三节 船用铸铁	(155)
第四节 船体结构钢及其他船舶设备用钢	(164)
第九章 船用其他工程材料	(170)
第一节 铝及其合金	(170)
第二节 铜及其合金	(172)
第三节 轴承合金	(177)
第四节 船用非金属材料	(179)
第十章 船机主要零件的材料与热处理	(187)
思考题	(200)

第三篇 机构、机械传动和机械零部件

第十一章 常用机构	(203)
第一节 平面机构自由度	(203)
第二节 平面连杆机构	(212)
第三节 凸轮机构	(223)
第四节 棘轮、槽轮机构	(232)
第十二章 机械传动	(236)
第一节 摩擦轮传动	(236)
第二节 带传动	(240)
第三节 链传动	(250)
第四节 齿轮传动	(256)
第五节 蜗杆传动	(275)
第六节 液力传动	(280)
第十三章 常用零部件	(286)
第一节 连接件	(286)

第二节 支承零部件	(300)
思考题	(313)

第四篇 仪表和单位换算

第十四章 船用仪器仪表	(319)
第一节 温度计	(319)
第二节 压力表	(324)
第三节 转速表	(327)
第四节 流量计、密度计、湿度计、盐度计	(330)
第五节 游标卡尺、千分尺	(335)
第十五章 单位换算	(341)
第一节 国际单位制中的基本单位及常用导出单位	(341)
第二节 单位换算	(344)
思考题	(346)
参考文献	(347)

第一篇 工程力学

第一章 理论力学

第一节 静力学的基本概念、基本公理

一、静力学的基本概念

1. 力的概念

力是人们在长期的劳动和实践活动中逐渐形成的概念,比如,当人们用手握、举、推、拉物体时,由于肌肉的紧张而感到力的作用。力是物体之间的相互机械作用。这种作用对物体产生两种效应,即引起物体机械运动状态的变化和使物体产生变形,前者称为力的外效应或运动效应,后者称为力的内效应或变形效应。

实践证明,力对物体的作用效应取决于力的大小、方向和作用点,这三个因素称为力的三要素。当这三个要素中有任何一个改变时,力的作用效应也将改变。力是矢量,既有大小又有方向。如图 1-1 所示,力常用带箭头的线段表示,线段长度 AB 按一定的比例表示力的大小;线段的方位和箭头的指向表示力的方向;线段的起点(或终点)表示力的作用点;通过作用点沿力的方向的直线称为力的作用线。本书中,矢量用黑体字母表示,如 \mathbf{F} ;力的大小是标量,用一般字母表示,如 F 。若力 \mathbf{F} 在平面 Oxy 中(如图 1-2 所示),则其矢量表达式为

$$\mathbf{F} = F_x \mathbf{i} + F_y \mathbf{j} = F_x \mathbf{i} + F_y \mathbf{j} \quad (1-1)$$

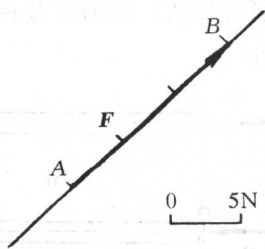


图 1-1

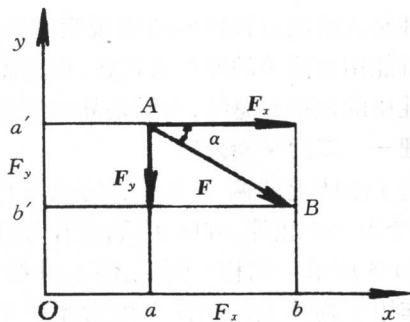


图 1-2

式中, F_x, F_y 分别表示力 F 沿平面直角坐标轴 x, y 方向上的两个分量; F_x, F_y 分别表示力 F 在坐标轴 x, y 上的投影; \mathbf{i}, \mathbf{j} 分别为坐标轴 x, y 上的单位矢量。力 F 在坐标轴上的投影定义为:过力 F 两端向坐标轴引垂线,得垂足 a, b 和 a', b' , 线段 $ab, a'b'$ 分别为力 F 在 x 轴和 y 轴上投影的大小。投影的正负号则规定为:由起点 a 到终点 b (或由 a' 到 b') 的指向与坐标轴正方向相同时为正,反之为负。图 1-2 中力 F 在 x 轴和 y 轴的投影分别为

$$F_x = F \cos \alpha \quad F_y = -F \sin \alpha$$

可见,力的投影是代数量。

若已知力的矢量表达式(式 1-1),则力 F 的大小及方向为

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\tan \alpha = \left| \frac{F_y}{F_x} \right|$$

力的国际单位是牛顿(N)或千牛(kN)。

如果力的作用范围在一定条件下可简化为一个点,这种力就称为集中力。若力的作用面积较大,力就不能看成是作用在某一点上,不能用集中力来表示,这种力称为分布力。

2. 平衡的概念

平衡是指物体相对于地球处于静止状态或匀速直线运动状态。平衡是相对的,是物体机械运动中的一种特殊状态。

3. 刚体的概念

刚体是指在力的作用下不变形的物体。换句话说,刚体是指在任何情况下,其体内任意两点间距离都不会改变的物体。事实上,任何物体在力的作用下都将发生不同程度的变形。但是工程结构中的构件和机器零件在外力作用下的变形是极其微小的,构件的这些微小变形对研究物体的平衡问题来说可以忽略不计。如果在所研究的问题中,物体的变形成为主要因素时,就不能再把物体看成是刚体,而要看成变形体。

4. 力系的概念

同时作用在物体上的一组力称为力系。如果某一力系作用在物体上,使物体处于平衡状态,则该力系称为平衡力系;如果某一个力系对物体的作用可用另一个力系代替,而不改变原力系对物体的作用效果,则这两个力系称为等效力系;如果一个力与一个力系等效,则这个力称作这个力系的合力。力系中的其他各力叫做这个力的分力。

二、静力学公理

公理是人类经过长期的缜密观察和经验积累而得到的结论,它可以在实践中得到验证。公理不可能用更简单的原理去代替,也无需证明而为大家所公认。静力学公理是人们关于力的基本性质的概括和总结,它们是静力学全部理论的基础。

公理一 二力平衡公理

作用于刚体上的两个力平衡的充分且必要条件是:这两个力大小相等,方向相反,且作用于同一直线上(如图 1-3 所示),简称“等值、反向、共线”。这个公理提示作用于物体上的最简单的力系平衡时必须满足的条件。需要指出的是,对刚体来说,这个条件是必要且充分的,但对于变形体,这个条件是不充分的。

例如图 1-4 所示船舶吊杆的钢丝绳,在起吊重物时,钢丝绳受两个等值反向的拉力可以平衡,当受到两个等值反向的压力时,就不能平衡了。

工程上常遇到只受两个力作用而平衡的构件,称为二力构件(或二力杆)。二力构件平衡时,其所受的两个力必沿着两个力作用点连线,且两个力大小相等,方向相反。例如图 1-5 结构中的杆件 BC 在不计自重的情况下,就只受力 F_B 和 F_C 的作用, BC 杆称为二力构件。由图

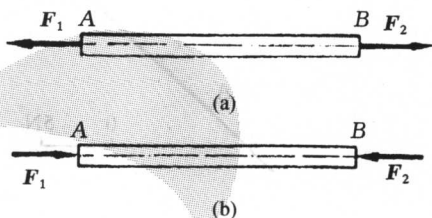


图 1-3

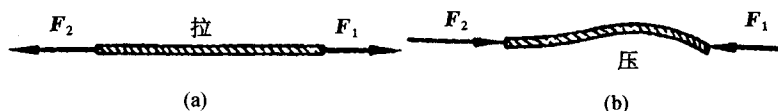


图 1-4

1-5(b)可知两个作用力 F_B 和 F_C 的方向应沿 $B、C$ 的连线。在进行构件受力分析时,应注意判断其是否为二力构件,使问题顺利解决。

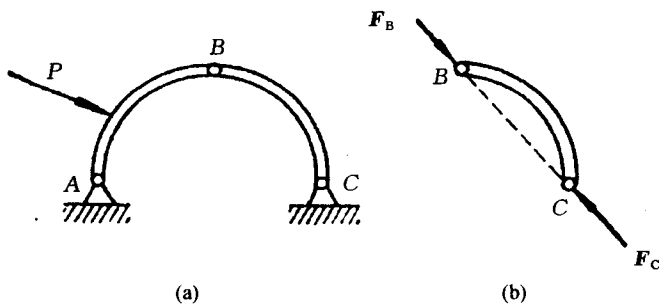


图 1-5

公理二 加减平衡力系公理

在作用于刚体上的任意力系中,加上或减去任意一个平衡力系,并不改变原力系对刚体的作用效应,因为平衡力系对刚体的运动状态不发生改变。这一公理是研究力系等效变换的理论基础。

推论 力的可传性原理

作用于刚体上的力,可以沿其作用线移动,而不改变该力对刚体的作用效应。

证明:设力 F 作用于刚体上的 A 点[如图 1-6(a)所示],在其作用线上任取一点 B ,并在 B 点处添加一对平衡力 F_1 和 F_2 ,使 F, F_1, F_2 共线,且 $F_2 = -F_1 = F$ [如图 1-6(b)所示]。根据公理二,将 F, F_1 所组成的平衡力系去掉,刚体上只剩下 F_2 ,且 $F_2 = F$ [如图 1-6(c)所示],由此得证。

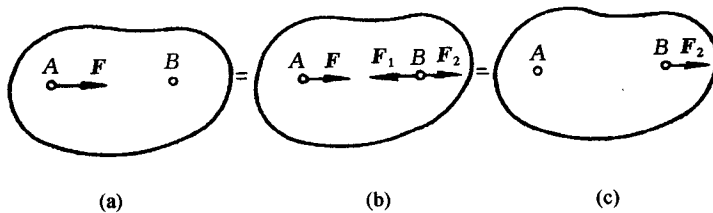


图 1-6

力的可传性原理说明,对刚体而言,力是滑动矢量,它可沿其作用线滑移至刚体上的任一位置。力作用刚体上的三要素是:力的大小、方向和作用线位置。需要指出的是,此原理只适用于刚体而不适用于变形体。当研究物体的变形效应时,力应看做固定矢量。

公理三 力的平行四边形法则

作用在物体上同一点的两个力,可以合成为一个合力。合力的作用线仍通过该点,合力的大小和方向是以这两个力为边所作的平行四边形的对角线来表示。

设在物体上 A 点作用有力 F_1 和 F_2 , 如图 1-7 所示, 如用 R 表示它们的合力, 则可以写成矢量表达式:

$$R = F_1 + F_2$$

即合力等于两分力的矢量和。

力的平行四边形法则是力系简化的重要基础。平行四边形法则是力的合成法则, 也是力的分解法则。可以应用力的平行四边形法则将一个力分解为两个力。

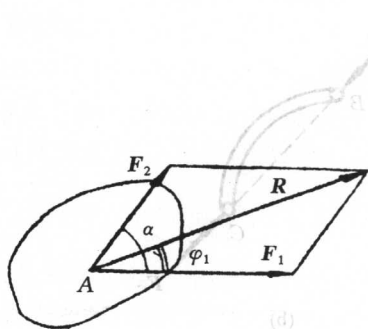


图 1-7

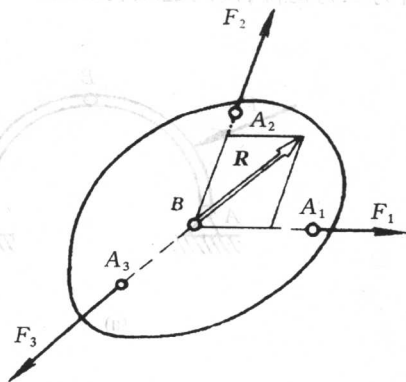


图 1-8

推论 三力平衡汇交定理

当刚体受三个共面但互不平行的力作用而平衡时, 三力必汇交于一点。

证明: 设有相互平衡的三力 F_1, F_2, F_3 分别作用于刚体上 A_1, A_2 和 A_3 三点 (如图 1-8 所示), 已知力 F_1 和 F_2 的作用线交于 B 点。按刚体上力的可传性, 将力 F_1 和 F_2 移至交点 B , 并用公理三求得其合力 R 。现以合力 R 代替力 F_1 和 F_2 的作用, 根据已知条件, 则合力 R 应与力 F_3 平衡, 由公理一知, 力 F_3 的作用线必与合力 R 的作用线重合, 因此, 力 F_3 的作用线亦在力 F_1 和 F_2 所构成的平行四边形平面上, 且通过交点 B 。

三力平衡汇交定理说明了不平行的三力平衡的必要条件, 但不是充分条件, 有时用来确定第三个力的作用线的方位。

公理四 作用与反作用公理

两个物体间的相互作用力, 总是大小相等、方向相反, 沿同一直线分别作用在两个物体上。这个定律揭示了自然界中物体之间相互作用的关系, 表明一切力总是成对地出现, 有作用力就必然有反作用力, 任何一方都不能独立存在。这在研究物体系统的受力分析时经常要注意。

同时应指出: 作用力和反作用力虽等值、反向、共线, 但分别作用在不同物体上, 决不可认为这两个力相互平衡。这与公理一中的“一对平衡力”是不同的, 不能相互混淆。

第二节 受力分析和受力图

一、约束和约束反力

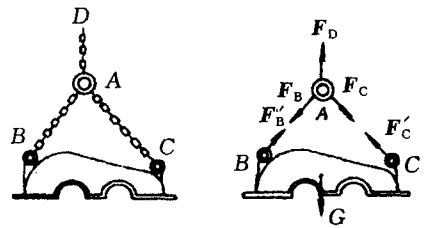
凡可以在空间作任意运动的物体称为自由体, 例如: 飞行的飞机、发射的炮弹和火箭等。凡因受到周围物体的阻碍、限制而不能作任意运动的物体称为非自由体, 如绳索悬挂重物。在

力学中,把这种事先对于物体的运动(位置和速度)所加的限制条件称为约束。机械的各个构件如不按照适当的方式相互联系从而受到限制,就不能恰当地传递运动,实现所需要的动作;工程结构如不受到某种限制,便不能承受载荷以满足各种需要。约束是以物体相互接触的方式构成的,构成约束的周围物体称为约束体,有时也称为约束。例如,沿轨道行驶的车辆,轨道事先限制车辆的运动,它就是约束体。力的作用是使刚体的运动状态发生变化,而约束的存在是限制了物体的运动,于是,约束一定有力作用于被约束的物体上,约束作用于该物体上的限制其运动的力,称为约束力。作用于被约束物体上的约束力以外的力统称为主动力,如重力,推力等。可见,在约束力的三要素中,约束力的大小是未知的,它与主动力的数值有关,在静力学中将通过刚体的平衡条件求得;约束力的方向总是与约束所能限制的运动方向相反,这是我们确定约束反力方向的准则;约束力的作用点,在约束与被约束物体的接触处。我们将工程中常见的约束理想化,归纳为几种基本类型,并根据各种约束的特性分别说明其反力的表示方法。

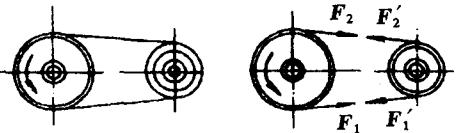
1. 柔性约束

属于这类约束的有绳索、链条和胶带等,忽略刚性,不计自重,视为绝对柔软。其约束特点是只能承受拉力,不能承受压力和抵抗弯曲,只能限制物体沿着柔性体伸长的方向运动。所以柔性体的约束反力只能是拉力,作用在联结点上,方向应沿着它的中心线而背离物体,常用符号 F 表示。

如图 1-9(a) 中,起吊一减速箱盖,链条 AB, AC, AD 作用于铁环 A 的拉力分别为 F_B, F_C, F_D , 链条 AB, AC 作用于盖上 B, C 点的拉力分别为 F'_B, F'_C 。如图 1-9(b) 中胶带对胶带轮的拉力 F_1, F'_1, F_2, F'_2 均属于柔性约束力。



(a)



(b)

图 1-9

2. 光滑接触面约束

当两物体接触面上的摩擦力可略去不计时,即构成光滑接触面约束。这种约束的特点是不论支承接触表面的形状如何,只能限制物体沿接触面的公法线指向支承面的运动,而不能限制物体沿接触面切线方向的运动以及离开接触面的运动。因此光滑接触面的约束反力是作用在接触点上、沿接触点处接触面公法线指向被约束物体的压力,称为法向约束力,常用 F_N 表示,如图 1-10 所示。

3. 圆柱形铰链约束

圆柱形铰链约束简称圆柱铰,是两个带有圆孔的物体,用光滑圆柱形销钉相连接。例如门窗上的合页,曲柄与连杆间和连杆与滑块间的连接等。这类约束可视为圆柱销插入两构件的圆柱孔而构成,并忽略摩擦和圆柱销与构件上圆柱孔的余隙。它的特点是只能限制物体的任意径向移动,不能限制物体绕圆柱销轴线转动和平行于圆柱销轴线的移动。所以圆柱形铰链约束的反力只能是压力,在垂直于圆柱销轴线的平面内,通过圆柱销中心,方向不定。在进行计算时,为了方便,通常表示为沿坐标轴正方向且作用于圆柱孔中心的两个分力 F_x 与 F_y 。

一般根据被连接物体的形状、位置及作用,可分为以下几种形式:

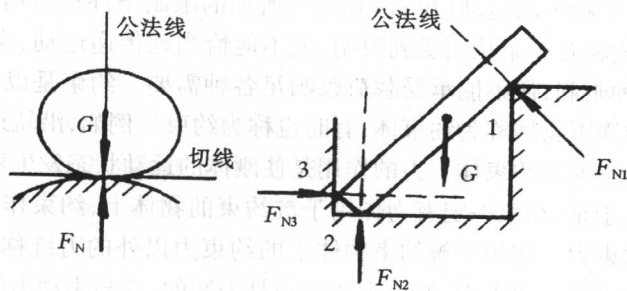


图 1-10

(1) 中间铰约束

如图 1-11(a) 所示, 1, 2 分别是两个带圆孔可动物体, 将圆柱形销钉穿入可动物体 1 和 2 的圆孔中, 使两个物体可绕销钉轴线相对转动, 便构成中间铰, 通常用简图 1-11(c) 表示。

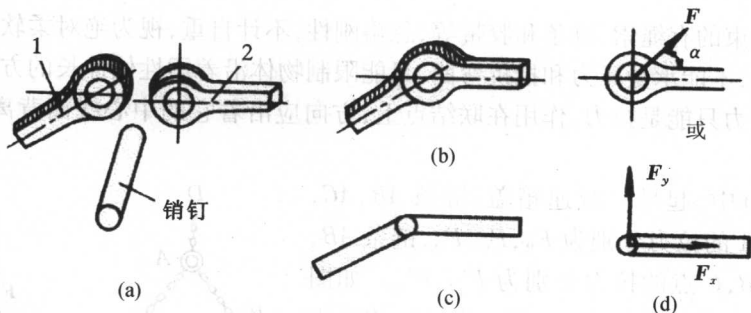


图 1-11

由于销钉与物体的圆孔表面都是光滑的, 两者之间总有缝隙, 产生局部接触, 本质上属于光滑面约束, 所以销钉对物体的约束力应通过物体圆孔中心。但由于接触点不确定, 故中间铰链对物体的约束力特点是: 作用线应沿销钉与物体的圆孔内表面接触的公法线, 并通过销钉中心, 垂直于销钉轴线, 方向不定。可表示为图 1-11(d) 中单个力 F 和未知角 α 或两个正交分力 F_x, F_y 。 F 是 F_x, F_y 这两个分力的合力。

(2) 固定铰链支座约束

用光滑圆柱销把结构物或构件与底座连接, 并把底座固定在支承物上而构成的支座称为

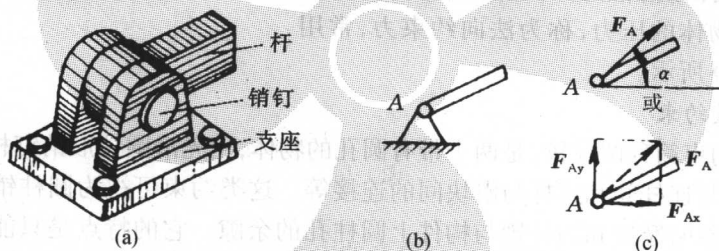


图 1-12

固定铰链支座, 简称铰支座。如图 1-12(a) 所示, 将中间铰结构中物体 1 换成支座, 且与基础固定在一起, 则构成固定铰链支座约束, 符号如图 1-12(b) 所示。约束力特点与中间铰相同,

如图 1-12(c) 所示。

(3) 活动铰链支座约束

为了保证构件变形时既能发生微小的转动又能发生微小的移动,可将结构物或构件的铰支座用几个辊轴(滚柱)支承在光滑的支承面上,就构成活动铰链支座,又称辊轴支座,如图 1-13(a)所示。这类支座常见于桥梁、屋架等结构中,通常用简图 1-13(b)表示。这种支座约束的特点是只能限制物体与圆柱铰连接处沿垂直于支承面的方向运动,而不能阻止物体绕销钉轴线的转动以及沿支承面的移动,所以辊轴支座约束的反力通过销钉中心垂直于支承面,如图 1-13(c)所示。

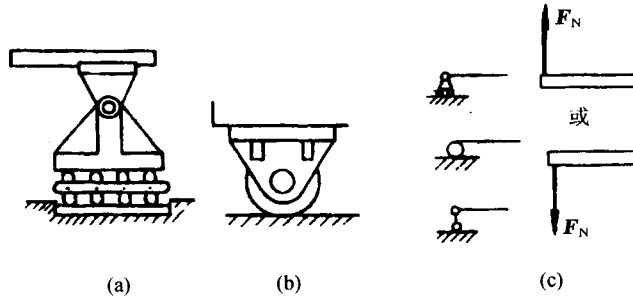


图 1-13

(4) 二力杆约束

两端均用光滑铰链与其他构件连接且不考虑自重的杆件称为链杆,常被用来作为拉杆或撑杆形成链杆约束,它是二力杆或二力构件。

根据二力平衡公理,链杆的约束力必沿杆件两端铰链中心的连线,指向待定。如图 1-14(a)中的杆 AC 为二力构件,如图 1-14(b)中的杆 DC 为二力杆。

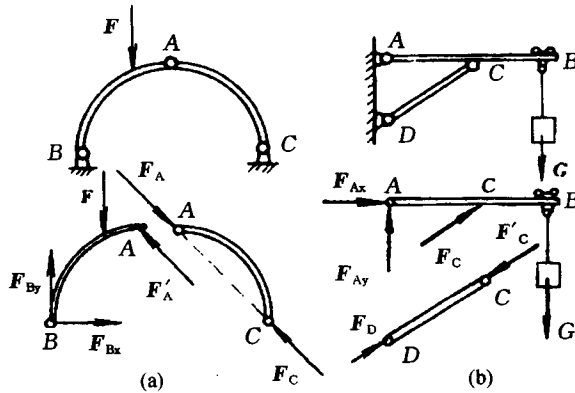


图 1-14

4. 固定端约束

建筑物上的阳台,车床上的刀具,立于路旁的电线杆等均不能沿任何方向移动和转动,这种物体的一部分固嵌于另一物体所构成的约束称为固定端约束。平面问题中一般用图 1-15-所示简图符号表示,约束作用的分析将在第一章第六节中详细讨论。

二、受力和受力图

解决静力学问题时,首先须要选定进行研究的物体,即确定研究对象,再考虑分析它的受力情况,即进行受力分析。为了清楚地表达出某个物体的受力情况,我们把研究对象的约束全部解除,将它从与其相联系的周围物体中分离出来,被解除约束后的物体叫分离体。将作用于该分离体的所有的主动力和约束反力以力矢表示在简图上,此图称为研究对象的受力图。受力图形象地表达了研究对象的受力情况。

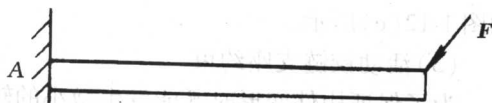


图 1-15

取分离体,画受力图,是力学所特有的研究方法。恰当地选取研究对象,正确地画出受力图,是解决力学问题的关键步骤。为了画好受力图,我们建议按下述步骤进行。

1. 确定研究对象,取分离体

按问题的条件和要求,确定所研究对象,画出其轮廓图形。几何图形应合理简化,既能反映实际又分清主次。研究对象可以是一个物体、几个物体的组合或整个物体系统。

2. 画主动力

在分离体上画出该物体所受到的全部主动力,如重力等。

3. 画约束力

在解除约束的位置,根据约束的不同类型,定出约束力的方向和作用位置。

4. 检查

最后,根据前面所学的有关知识,检查受力图画得是否正确。

在画受力图时要注意:

(1) 受力图中只画研究对象的简图和所受的全部作用力。

(2) 每画一力要有依据,既不要多画,也不要漏画。只画作用于系统上的外力,不画系统的内力。

(3) 不要画错力的方向。所画反力要与除去的约束性质相符合,而物体间的相互约束力要符合作用与反作用定律。

下面举例说明受力图的画法。

例 1-1:如图 1-16(a)所示,绳 AB 悬挂一重为 G 的 C 球。试画出球 C 的受力图(摩擦不计)。

解:以球为研究对象,画出球的分离体图。

在球中心点标上主动力 G (重力)。

在解除约束的点 B 处画上表示柔性约束的拉力 F_B ,在 D 点画面上表示光滑接触面约束的法向约束力 F_{ND} 。球 C 受同平面的三个不平行的力作用而平衡,则三力作用线必相交,交点应为球心中点。

例 1-2:简易起重机如图 1-17(a)所示,梁 ABC 一端用铰链固定在墙上,另一端装有滑轮并用杆 CE 支撑,梁上 B 处固定一卷扬机 D,钢索经定滑轮 C 起吊重物 H。不计梁、杆、滑轮的自重,试画出重物 H、杆 CE、滑轮 C、销钉 C、横梁 ABC、横梁与滑轮整体的受力图。

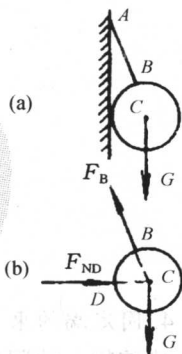


图 1-16