

GONGCHENGLIXUE

主审 王刚 高鸣

中等职业教育系列教材

工程力学

● 主编 张宗超 程国强



西北大学出版社

中等职业教育系列教材

工程力学

主 审 / 王 刚 高 鸣
主 编 / 张宗超 程国强
副主编 / 李银彩 尚定一 彭金科



西北大学出版社
NORTHWEST UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

工程力学 / 张宗超, 程国强主编. — 西安: 西北大学出版社, 2007.8
ISBN 978-7-5604-2358-6

I. 工... II. ①张...②程... III. 工程力学-专业学校-教材 IV. TB12

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第130225号

工大野工

郭高阳王\审主
程国强 张宗超\编主
林金波 王宝尚 张宗超\编主

工程力学

主 编 张宗超 程国强

出版发行 西北大学出版社
电 话 029 - 88303042

社 址 西安市太白北路 229 号
邮政编码 710069

经 销 新华书店

印 刷 西安华新彩印有限责任公司

版 次 2007 年 8 月第 1 版
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16
字 数 280 千字

印 次 2007 年 8 月第 1 次印刷
印 张 12.25
印 数 1—3000

书 号 ISBN 978-7-5604-2358-6 定 价 19.00 元

中等职业教育系列教材编审委员会

主 任 乔春芳

副主任 纪志远 王 刚

编 委 乔春芳 纪志远 王 刚 范明辉 宁喜科 李宝才
张 健 胡志强 程雪艳 黄武全 袁 林 宋 涛
贾耀岗 雷再周 张 瑛 张宗超 高 鸣 刘 淼
祁克斌 苏军科 刘 荣 王 萍 王福利

大力发展职业教育,促进技能人才建设,是全面落实科学发展观,贯彻以人为本、构建和谐社会的重要举措。努力推进新型工业化高技能人才培养,已经成为创新发展职业教育面临的迫切任务。本着服务教学、规范教学、提升技能的原则,宝鸡市技工培训指导中心组织全市重点技工院校有关专家、优秀教师和学科带头人,为适应新材料、新工艺、新技术的要求,依据部颁教学大纲,结合多年来职业教育的成效和经验,编写了首批《中等职业教育系列教材》。这套教材包括《机械制图》(附《机械制图习题册》)《公差配合与测量技术》《电工电子学》《工程力学》《计算机应用基础》五本。

系列教材注重实用性、系统性和科学性,突出“实用、够用、好用”的特点,紧紧围绕职业教育教学计划、教学大纲和《国家职业标准》《国家职业技能鉴定标准》,贴近学生接受能力,方便自学,对中等职业院校专业基础课教学、企业职工培训、社会短期培训具有实际指导意义。

教材编写前,中心多次邀请各院校专家和骨干教师集思广益,酝酿选题,明确了编写思路和要求。主编提出编写大纲后,经编委会成员反复讨论,并吸取多方意见修改确定。参加本书编写的人员有张宗超、程国强、李银彩、尚定一、彭金科、周洁、尹秋梅、赵俊华、祁克斌、郭新愿。最后由张宗超、程国强统稿,王刚、高鸣主审。

在教材规划和编写过程中,得到了宝鸡市劳动和社会保障局以及宝鸡技术学院、宝鸡铁路技术学院、陕西国防工业技术学院、陕西建光技工学校、陕西烽火技工学校、陕西汽车集团技工学校、宝钛集团技工学校、陕西省电子工业学校、长岭技工学校、凌云技工学校、宝成技工学校、陕西渭南技工学校、陕西机床厂技工学校等院校领导、专家、教师的大力支持,在此谨表示衷心的感谢!

由于水平所限,书中难免遗漏和错误,恳请读者不吝赐教,以便再版时修改完善。

宝鸡市技工培训指导中心
2007年6月

第一章 工程力学基础知识	
§1.1 工程力学简介	/1
§1.2 力的基本概念	/4
§1.3 力的性质 (静力学公理)	/6
第二章 约束与受力分析	
§2.1 约束与约束反作用力	/11
§2.2 物体的受力分析和受力图	/14
第三章 平面汇交力系	
§3.1 平面汇交力系的合成与平衡	/23
§3.2 平面汇交力系合成的解析法 (投影法)	/25
§3.3 平面汇交力系平衡的解析条件	/29
第四章 力矩和力偶	
§4.1 力矩的概念及其计算	/37
§4.2 力偶	/41
§4.3 平面力偶系的合成及平衡条件	/43
§4.4 力的平移定理	/44
第五章 平面任意力系	
§5.1 平面任意力系的平衡	/51
§5.2 平面平行力系的平衡	/58
*§5.3 考虑摩擦时的平衡	/60
第六章 刚体的平行移动和定轴转动	
§6.1 刚体的平行移动	/69
§6.2 刚体的定轴转动	/70
§6.3 转矩的功率	/74
*第七章 空间力系分析	
§7.1 力在空间直角坐标轴上的投影	/78
§7.2 齿轮受力分析	/80
§7.3 轴的受力分析	/82
§7.4 空间力系的平衡条件与方程	/83
第八章 材料力学基础知识	
§8.1 构件与变形	/93

§8.2	构件的承载能力	/93
§8.3	材料力学的基本任务	/95
§8.4	实际材料的理想化假设	/96
§8.5	杆件变形的基本形式	/97
第九章 拉伸和压缩		
§9.1	轴向拉(压)时的内力及横截面上的应力	/100
§9.2	拉压变形和胡克定律	/107
§9.3	拉伸和压缩时材料的力学性能	/109
§9.4	许用应力和安全系数	/115
§9.5	拉伸和压缩的强度计算	/116
第十章 剪切和挤压		
§10.1	剪切和挤压的概念	/123
§10.2	剪切和挤压的强度计算	/126
§10.3	切应变和剪切胡克定律	/128
第十一章 圆轴扭转		
§11.1	扭转的概念和外力偶矩的计算	/132
§11.2	扭矩和扭矩图	/133
§11.3	圆轴扭转时横截面上的应力	/135
§11.4	圆轴扭转强度计算	/137
§11.5	圆轴扭转的刚度概述	/139
第十二章 直梁弯曲		
§12.1	平面弯曲概述	/144
§12.2	剪力和弯矩	/145
§12.3	弯曲正应力	/150
§12.4	梁的弯曲强度计算	/152
§12.5	提高弯曲强度的主要措施	/155
§12.6	弯曲刚度概述	/158
*第十三章 工程问题的综合分析		
§13.1	组合变形	/164
§13.2	压杆的稳定性	/172
§13.3	应力集中的问题	/174
§13.4	动荷应力及强度条件	/174
§13.5	交变应力	/175
附录 1	工程力学试验报告	/183
附录 2	力学量及单位	/185
附录 3	型钢表(摘录)	/186
(注: 打*者为中职选学内容)		

第一章 工程力学基础知识

§1.1 工程力学简介

1.1.1 工程力学

1. 学习工程力学的重要性

机床、内燃机、起重机等各种各样的机械，都是由许多不同构件组成的，当机械工作时，这些构件将受到外力的作用。因此，对机械的使用、制造和研究都是以力学理论为基础。例如，分析构件受力的情况、了解力系（即作用于同一物体上的一群力）的简化方法、掌握构件运动和平衡的规律等。由于受力的作用，构件还可能破坏或产生过大的变形，以致机械不能正常工作。为了保证机械及其构件具有足够的承受载荷的能力，就要根据构件受力情况，合理地设计或选用构件，使机械安全、可靠地工作。这些就是工程力学课程要研究的主要问题。

2. 学习工程力学的目的

工程力学是一门与工程技术密切联系的技术基础课，在机械工程及众多相关工程中，没有哪一项工程技术能离开工程力学。工程力学所阐述的是力学中最普遍最根本的规律，这些基础知识具有很强的实用性。作为一名机械工人，在工作中必然遇到很多与力学有关的问题，掌握一定的工程力学知识可以帮助我们正确地使用、安装、维护各类机械，提高操作技术和生产技能，分析和解决生产实际中有关力学的简单问题。

3. 工程力学的内容

工程力学包含理论力学和材料力学两部分内容。理论力学的重点是学习静力学，即学习物体受力分析方法和物体平衡的一般规律；材料力学是研究工程构件在载荷作用下变形和破坏的规律，在保证构件既安全又经济的前提下，为构件选用合适的材料，确定合理的截面形状和尺寸。

4. 如何学好工程力学

力学与其他学科一样，是人类认识和改造自然的结晶。力学的基本规律是人们通过长期生产实践和大量科学实验，经过综合、分析和归纳总结出来的。生产的需要促进了力学的发展。

展,同时,力学理论又反过来推动生产不断发展。所以,学习工程力学必须注意理论密切联系实际,在生活和生产实践中,认真观察,勤于思考,将感性认识上升为理性认识,并将理论应用到实践中去加以检验和指导实践。要注意掌握工程力学课程中的基本概念、基础理论和基本运算方法,还要注意掌握合理的假设、准确的概括、严密的推理等科学方法。要注意理论力学和材料力学两篇及各章之间的内在联系,应用数学、物理等基础知识及运算方法来分析、解决工程力学中提出的一些问题。本书每章后均有小结、思考题和习题,这有助于复习和深入思考本章所学的内容,巩固基础知识和提高分析问题和解决问题的能力。因此,及时的总结和大量的练习也是学好本课程的重要方法。具体的要注意以下几点:

第一,会听课。要用心去听课,听老师是如何引出概念、如何阐明理论、如何分析问题和解决问题的。这样才能很快抓住知识的要领。

第二,会发问。就是要学会提出问题,对新概念、新理论要多问几个“为什么”,弄清新旧知识之间的联系与区别。因为只有深入思考,才能提出问题,而提出问题又能促进更深刻的思考,这样才能领会所学知识。

第三,会总结。学完一章或一篇后,要将主要内容进行提纲挈领的归纳和总结,将书本上的知识变成自己的知识。

第四,会应用。工程力学的知识源于实际,因此也必须用于实际。学习这门课程必须联系实际,要做一定数量的习题。可以说,不联系实际、不做习题是学不好工程力学的。

第五,会创新。学是为了用,而用就是要创新。工程力学产生与发展的历程,就是不断创新的历程。照葫芦画瓢、墨守成规是学不好工程力学的。只有学会创新,才能把知识变成分析问题与解决问题的能力。

工程力学的奠基人、伟大的科学家伽利略说:“力学是一门美丽而有用的科学。”让我们一起把“美丽”变成动力,把动力变成能力,把能力用于祖国的现代化建设之中。

1.1.2 理论力学

1. 理论力学的任务

理论力学是研究物体机械运动的规律及其应用的科学。机械运动是指物体在空间的位置随时间的变化,这是宇宙间物质运动的一种最简单的形式。例如,星球的运行,飞机、轮船、汽车的行驶,机器的运转等,都是机械运动。理论力学包括静力学、运动学和动力学三个部分。

静力学研究的是物体受力分析方法、力系的简化和物体在力系作用下处于平衡的条件。物体平衡时的运动规律较运动状态发生变化时的规律要简单一些,所以静力学是理论力学中较浅显易懂的部分。本书重点讨论静力学知识。

运动学是撇开运动的物理原因(如力和质量),只从几何学的角度来研究物体的运动。动力学是研究物体的运动变化与它所受的力,以及它的质量等因素之间的关系。

2. 理论力学的研究对象

理论力学的研究对象是刚体,刚体是指在力的作用下,形状和大小都保持不变的物体。

在静力学中,常把研究的物体抽象为刚体或刚体系统。实际上,任何物体在力的作用下都将产生不同程度的变形,不过工程实际中构件的变形都很小,略去变形不会对静力学研究的结果有显著影响,而使研究的问题大大简化。这种在影响具体事物的诸多因素中保留起决定作用的主要因素,舍去次要因素的方法,是科学研究中常用的抽象化方法。在解决工程力学问题时,常常将实际物体抽象为力学模型,使问题大为简化,因此能更准确地反映客观事物的本质。

3. 理论力学的研究范围

理论力学是研究物体机械运动一般规律的学科。本书第一章至第七章的内容属于理论力学的范围。

4. 理论力学的分析方法

理论力学的分析方法是理论计算与受力分析相结合。物体受力分析方法和力系平衡条件在工程中广泛应用。例如,在静载荷作用下的工程结构,如桥梁、房屋、起重机、水坝等,常见的机械零件,如轴、齿轮、螺栓等,以及手动工具和低速机械等,它们在工作时大多处于平衡状态,或者可以近似地看作处于平衡状态。为了合理地设计或选择这些工程结构物和零件的形状、尺寸,保证构件安全可靠地工作,就要运用静力学知识,对构件进行受力分析,并根据平衡条件求出未知力,为构件的应力分析做好准备,最后研究机械零部件的承载能力。静力学又是学习材料力学的基础,还可直接用来解决工程技术中的许多力学问题。

1.1.3 材料力学

1. 材料力学的任务

材料力学是研究构件在外力作用下的变形、受力和破坏的规律,在保证构件安全、经济的前提下,为构件选用合理的材料,确定合理的截面形状和尺寸提供基础知识和计算方法。掌握了材料力学的知识,才能使设计的构件及结构既满足强度、刚度和稳定性要求,确保其安全性,又节约材料、减轻质量,使其最经济。

2. 材料力学的研究对象

材料力学的研究对象是变形固体。在前面的理论力学中,把构件看成是不变形的刚体,即忽略工程结构的材料属性,实际上刚体在自然界中是没有的。要进一步研究构件在外力作用下的变形和破坏规律,就不能把构件视为刚体,而应如实地把它们视为变形固体。

任何构件在外力作用下,几何形状和尺寸大小均会产生一定程度的改变,并在外力增加到一定程度时发生破坏。构件的过大变形或破坏,均会影响工程结构的正常工作。材料力学就是进一步研究构件的变形、破坏与作用在构件上的外力、构件的材料及构件的结构形式之间的关系的,这是使用、维护、改造机械设备和建筑结构必不可少的知识。

3. 材料力学的研究范围

本教材中材料力学的内容主要限于杆件在力作用下可发生拉伸(或压缩)、剪切、扭转和弯曲四种变形,工程实际中构件的复杂变形,均为上述基本变形的组合。第八章至第十三章的内容属于材料力学的范围。

4. 材料力学的分析方法

材料力学的分析方法是理论分析与实验测试相结合。材料的力学性能需要通过试验来测定。同时,材料力学基本理论的建立也是以实验为基础的,其基本计算方法和公式也需要经过实验来加以验证,以确定其准确程度和适应性。此外,工程上还存在着单靠理论分析仍难以解决的复杂问题,也需要依靠实验来解决。因此,材料力学是一门理论和实验并重的科学,应密切注意理论与实践的结合,这是学好材料力学的基础。

§1.2 力的基本概念

1.2.1 力的概念

力的概念是人们在长期生产劳动和生活实践中逐渐建立的。例如,挑担、推车、抛物、拧螺母都要用力;机车牵引列车由静止到运动,拉伸试验机将试件拉长,也是力的作用。

1. 力

力是物体间相互的机械作用。力的作用可使物体的运动状态发生变化,也可使物体发生变形。因此,力不能脱离物体而独立存在,当某一物体受到力的作用时,一定有另一物体对它施加这种作用。在分析物体受力情况时,必须注意区分哪个是受力物体,哪个是施力物体。例如,人用手提重物时,若把重物看成是受力物体,则手就是施力物体;反之,若认为手是受力物体,那么重物即为施力物体。所以施力物体和受力物体是相对而言的。

2. 力的作用效果

(1) 力的运动效应:指力使物体的运动状态发生变化,也称力的外效应。力的外效应包括移动效应和转动效应。静力学只研究力的外效应。

(2) 力的变形效应:指力使物体产生变形,也称力的内效应。材料力学研究力的内效应。

3. 力的三要素

力的三要素是指力的大小、方向和作用点。这三个要素中有一个改变时,力对物体作用的效果也随之改变。

4. 力的单位

力的单位名称为牛[顿],符号为N。这是我国统一实行的法定计量单位(以国际单位制SI为基础)。工程力学中常用kN, $1\text{kN} = 1000\text{N}$ 。

5. 力是矢量

任何力都具有大小和方向,所以力是矢量。

6. 力的图示法

力的三要素可用带箭头的有向线段(矢线)表示于物体作用点上(图 1-1)。

①线段长度(按一定比例画出)表示力的大小;②箭头指向表示力的方向;③线段起始点或终止点表示力的作用点;④通过力的作用点,沿力的方向的直线,叫做力的作用线。

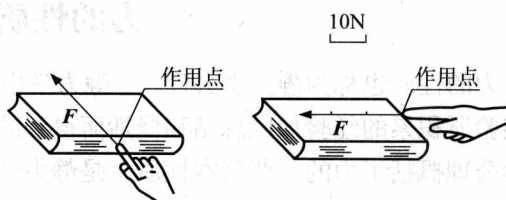


图 1-1 力的图示

本书用黑斜体字母表示矢量(如 $\boldsymbol{F}$), 用大写字母 F 表示力 $\boldsymbol{F}$ 的大小。

1.2.2 力系及简化

1. 力系

力系是指作用于同一物体上的一群力。对物体作用效果相同的力系, 称为等效力系。

2. 力系的简化

就是在不改变力系对物体作用效果的前提下, 用一个等效的最简单的力系来代替复杂的力系。若一个力与一个力系等效, 则该力称为力系的合力, 而力系中各力称为合力的分力。

3. 力系的分类

通常将力系按作用线的分布情况进行分类(图 1-2)。①每个力的作用线在同一平面内的力系称为平面力系, 不在同一平面内的称为空间力系;②每个力的作用线相交于一点的力系称为汇交力系;相互平行的称为平行力系;③每个力的作用线不全相交于一点、也不全平行的力系称为任意力系或一般力系。

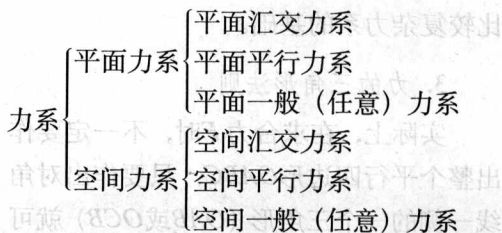


图 1-2 力系的分类

1.2.3 平衡及条件

1. 平衡

平衡是指物体相对于地球保持静止或做匀速直线运动的状态。事实上, 任何物体皆处于永恒的运动中, 即运动是绝对的、无条件的, 而平衡只是相对的、有条件的。例如, 在地面上看来是静止的桥梁、房屋, 实际上仍随着地球的自转和公转而运动。因此, 静止或平衡总是相对于地球而言的。

2. 平衡条件

在一般工程问题中, 平衡是指物体相对于地球静止或匀速直线运动的状态。作用于平衡物体上的力系, 称为平衡力系; 平衡力系所应满足的条件, 称为平衡条件。例如, 机床的床身、在直线轨道上匀速运动的火车等, 都是物体平衡的实例。

§1.3 力的性质（静力学公理）

力的性质也称为静力学公理，是静力学中最基本的规律。这些规律是人类对长期的观察和实验所积累的经验加以总结和概括而得到的结论。它的正确性可以在实践中得到验证。静力学公理概括了力的一些基本性质，是静力学全部理论的基础。

1.3.1 力的平行四边形法则

1. 内容

作用于物体上同一点的两个力，可以合成为作用于该点的一个合力，合力的大小和方向，用这两个力为邻边所构成的平行四边形的对角线来确定。如图 1-3a 所示， F_1 、 F_2 为作用于物体上同一点 O 的两个力，以这两个力为邻边作出平行四边形 $OACB$ ，则从 O 点作出的对角线 OB ，就是 F_1 与 F_2 的合力 F 。

2. 矢量式

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2$$

读作合力 $\mathbf{F}$ 等于力 $\mathbf{F}_1$ 和 $\mathbf{F}_2$ 的矢量和，与代数相加式 $F = F_1 + F_2$ 完全不同，不能混淆。只有当两力共线时，其合力才等于两力的代数和。

力的平行四边形法是最简单的力系简化的规律，它是力的合成与分解的依据，也是简化比较复杂力系的基础。

3. 力的三角形法则

实际上，在求合力 $\mathbf{F}$ 时，不一定要作出整个平行四边形 $OACB$ ，只要作出对角线一侧的一个三角形 (OAB 或 OCB) 就可以，因为平行四边形的对边平行且相等。如图 1-3b 所示，只要将力的矢量 $\mathbf{F}_1$ 和 $\mathbf{F}_2$ 首尾相接，成一折线 OAB ，再用直线 OB 段将其封闭构成一个三角形，那么矢量

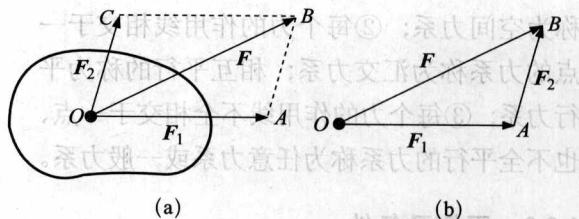


图 1-3 力的矢量合成

$\mathbf{OB}$ 就代表合力 $\mathbf{F}$ ，这一力的合成方法称为力的三角形法则。显然，在作折线时两力的前后次序是可以任选的。它从平行四边形公理演变而来，应用更加简便。但要注意，图 1-3b 中矢量只表示力 $\mathbf{F}_2$ 的大小和方向，实际上 $\mathbf{F}_2$ 并不作用于 A 点，而仍作用于 O 点。

1.3.2 二力平衡条件

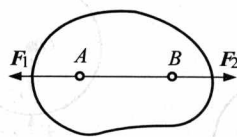
1. 内容

只受两个力作用的刚体处于平衡状态的充分和必要条件是：这两个力的大小相等，方向相反，且作用在同一条直线上（简称等值、反向、共线）。

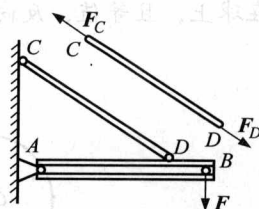
2. 矢量式

$$\mathbf{F}_1 = -\mathbf{F}_2$$

负号说明 $\mathbf{F}_2$ 的方向与 $\mathbf{F}_1$ 相反。如图1-4a所示的刚体，当 $\mathbf{F}_1 = -\mathbf{F}_2$ 时，刚体平衡。



(a)



(b)

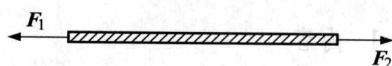
图 1-4 二力构件的受力分析

3. 二力构件

二力构件就是只有两个着力点而处于平衡的构件。当构件呈杆状时，则称为二力杆。二力构件的受力特点是所受二力必沿其两作用点的连线。图1-4b中的杆CD，若不计自重，就是一个二力杆。这时 $\mathbf{F}_C$ 和 $\mathbf{F}_D$ 的作用线必在二力作用点的连线上，且等值、反向。

4. 适用

二力平衡条件只适用于刚体。二力等值、反向、共线是刚体平衡的必要与充分条件。对于非刚体，二力平衡条件只是必要条件，而非充分条件，即并非满足受等值、反向、共线的作用力就可以平衡，如绳索受等值、反向、共线的两个压力作用就不能平衡（图1-5）。



(a)



(b)

图 1-5 绳索的受力分析

1.3.3 作用力与反作用力定律

1. 内容

两个物体间的作用力与反作用力总是成对出现，且大小相等，方向相反，沿着同一直线分别作用在这两个物体上。这一定律说明力永远是成对出现的，物体间的作用总是相互的，有作用力就有反作用力，两者总是同时存在，又同时消失。习惯将作用力与反作用力用同一字母表示，其中一个加一撇以示区别。

2. 矢量式

$$\mathbf{F} = -\mathbf{F}'$$

注意：不要把这一性质与二力平衡条件相混淆。虽然两力都是等值、反向、共线，但区别在于：①作用力与反作用力分别作用在两个不同的物体上，不是一对平衡力；②二力平衡条件中的两个力一般作用在同一刚体上，是一对平衡力。

例 1-1 将重量为 G 的球放在桌面上（图1-6a），试分析球与桌面之间的作用力与反作用力，并对球的受力作一分析。

解 (1) 球与桌面之间：球对桌面有一作用力 $\mathbf{F}_N$ ，作用于桌面上；桌面对球即有一反作用力 $\mathbf{F}_N'$ ，作用于球上（图1-6b），二力是一对作用力与反作用力，不是一对平衡力。

(2) 球的受力情况：球受到重力 G 和桌面施加的反作用力 $\mathbf{F}_N'$ 的作用，这两个力同时作用

在球上，且等值、反向、共线，此二力是一对平衡力（图 1-6c）。

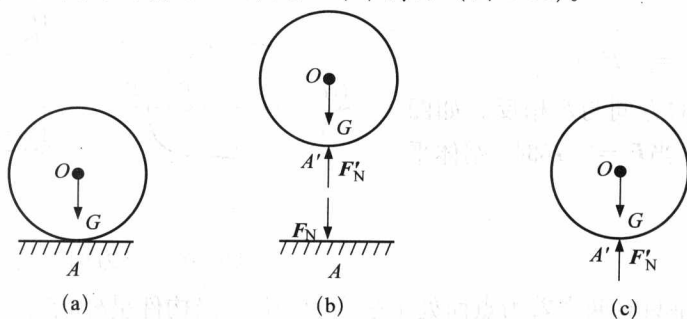


图 1-6

1.3.4 力的可传性原理

1. 内容

作用于刚体上的力可以沿其作用线移到刚体上任意一点，而不改变该力对刚体的作用效果。

需要特别注意的是，力的可传性原理只适用于刚体，而不适用于变形体。

经验告诉我们，用力 F 在一点推小车，若沿着同一直线，用同样大小的力 F_1 ($F_1 = F$) 在另一点拉小车，两者的作用效果是相同的。

2. 推论

根据力的可传性原理，作用于刚体上的力的三要素可改为：力的大小、方向、作用线。由于作用于刚体上的力可沿其作用线移动，这种力也称为滑移矢量。

1.3.5 三力平衡汇交定理

1. 内容

若作用于物体同一平面上的三个互不平行的力使物体平衡，则它们的作用线必汇交于一点。这就是三力平衡汇交定理。

例 1-2 试证明三力平衡汇交定理。

证明 (1) 如图 1-7a 所示，设物体上 A , B , C 三点有共面且互不平行的三个力 F_1 , F_2 , F_3 作用，使物体平衡。

(2) 根据力的可传性原理，将其中任意二力（如 F_1 和 F_2 ）分别沿其作用线移到它们的交点 O 上，然后根据力的平行四边形法则，可得合力 F ，则力 F_3 应与 F 平衡。

(3) 根据二力平衡条件， F 与 F_3 必在同一条直线上，所以 F_3 必通过 O 点，于是 F_1 , F_2 , F_3 均通过 O 点（图 1-7b）。（证明完毕）

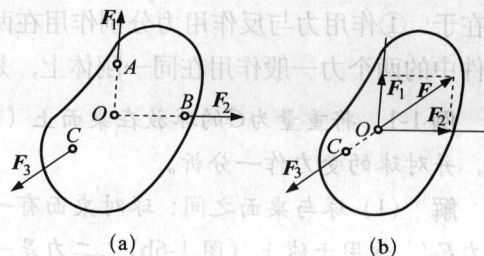


图 1-7 三力平衡的受力分析

3. 三力构件

三力构件就是物体只受共面三个力作用而平衡的构件。若三个力中已知两个力的交点及第三个力的作用点, 就可以按三力平衡汇交定理确定第三个力的作用线方位。

注意: 三力平衡汇交定理是共面且不平行三力平衡的必要条件, 但不是充分条件, 即同一平面作用线汇交于一点的三个力不一定是平衡的。

1.3.6 加减平衡力系公理

1. 内容

在作用着已知力系的刚体上, 加上或减去任意的平衡力系, 并不改变原力系对刚体的作用效果。

2. 适用范围

加减平衡力系公理只适用于刚体, 而不适用于变形体。加减平衡力系公理常用来简化已知力系, 在以后推导许多定理时要用到它。

小 结

1. 工程力学包含理论力学和材料力学两部分内容。理论力学包括静力学、运动学和动力学三个部分。理论力学的重点是学习静力学, 即学习物体受力分析方法和物体平衡的一般规律。材料力学是研究工程构件在载荷作用下变形和破坏的规律, 在保证构件既安全又经济的前提下, 为构件选用合适的材料, 确定合理的截面形状和尺寸。

2. 要学好工程力学, 就要注意掌握工程力学课程中的基本概念、基础理论和基本运算方法, 还要注意掌握合理的假设、准确的概括、严密的推理等科学方法。要注意理论力学和材料力学两篇及各章之间的内在联系, 应用数学、物理等基础知识及运算方法来分析、解决工程力学中提出的一些问题。

3. 机械运动是指物体在空间的位置随时间的变化。

4. 刚体是指在力的作用下, 形状和大小都保持不变的物体。

5. 力是物体间相互的机械作用, 力的作用效果是指力使物体的运动状态发生变化或物体发生变形, 力不能脱离物体而独立存在。力的三要素是力的大小、方向、作用点。力是矢量, 具有大小和方向。力的图示法是把力的三要素用带箭头的有向线段表示于物体作用点上。

6. 力系是指作用于同一物体上的一群力。力系的简化就是在不改变力系对物体作用效果的前提下, 用一个等效的最简单的力系来代替复杂的力系。

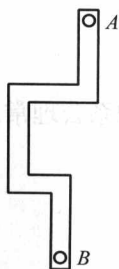
7. 平衡是指物体相对于地球保持静止或做匀速直线运动的状态。

8. 力的平行四边形公理阐明了作用在一个物体上的两个力的合成规则; 二力平衡公理阐明了作用在一个物体上的最简单力系的平衡条件; 作用和反作用公理阐明了力是两个物体间的相互作用; 确定了力在物体之间的传递关系; 力的可传性定理论证了力在刚体上沿作用线的可传递性; 说明了在刚体静力学中力是滑移矢量; 加减平衡力系公理阐明了任意力系等效代换的条件。

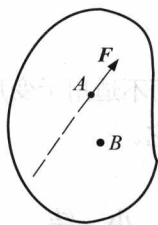
9. 三力平衡汇交定理论证了作用于物体同一平面内三个互不平行的力平衡的必要条件, 即三力必汇交于一点。作用于物体同一平面上的三个力汇交, 并不一定平衡; 作用于物体同一平面上的三个力不汇交, 并不一定不平衡。

思考题

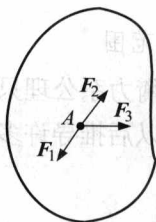
- 1-1 工程力学、理论力学、材料力学研究的对象和规律有什么不同？
- 1-2 什么叫做物体的平衡状态？为什么说物体的平衡状态是相对的？
- 1-3 如何正确理解力的概念？如何用图来表示力？
- 1-4 二力平衡公理和作用与反作用公理有什么不同？
- 1-5 试在曲杆上 A 、 B 两点各加一个力，并使曲杆处于平衡（杆自重不计）。
- 1-6 如图，在 A 点作用一已知力 F ，如果在 B 点加一个力，能使物体平衡吗？为什么？
- 1-7 如图，三个力 F_1 、 F_2 、 F_3 的大小都不等于零，其中 F_1 与 F_2 沿同一作用线，问这三个力能否互相平衡？为什么？



题 1-5 图

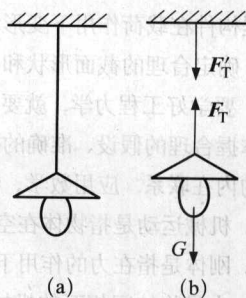


题 1-6 图



题 1-7 图

- 1-8 试判断图中哪两个力是二力平衡，哪两个力是作用与反作用力。
- 1-9 试区别 $F = F_1 + F_2$ 和 $F = F_1 + F_2$ 两个等式代表的意义。
- 1-10 为什么二力平衡公理、加减平衡力系公理和可传性定理都只用于刚体？



题 1-8 图