



电子·教育

新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材

· 机电一体化技术专业

工程力学与 机械设计基础

吴建蓉 主 编

于荣贤 副主编
王一飞

姚卿佐 主 审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·机电一体化技术专业

工程力学与机械设计基础

吴建蓉 主 编

于荣贤 副主编
王一飞

姚卿佐 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

11/11/01/01

内 容 简 介

本书是根据教育部《高职高专教育机电一体化技术专业工程力学与机械设计基础课程教学基本要求》编写而成。本书紧密结合当前高职高专工程力学与机械设计基础两门课程的教学改革需要,既注意学习、吸收有关院校高职高专教育工程力学与机械设计基础课程改革的成果,又尽量反映作者长期教学所积累的经验与体会,并大量听取了高职高专机电一体化技术专业有关教师的建议与意见,将两门课程整合而成。

编写本书遵循的原则是:精选内容,叙述力求简明,避免繁琐的理论与公式推导;例题和习题的选择注重联系工程实际;教学起点适当放低,以便自学;努力贯彻高职高专教育“以应用为目的”、“以必需、够用为度”的原则,体现了高职高专教育的特色。

本书分三篇:第1篇静力学,第2篇材料力学,第3篇机械设计基础,共计17章。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校等机电一体化技术专业专业基础教材,也可供机电类相关专业选用及相关工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

工程力学与机械设计基础/吴建蓉主编. —北京:电子工业出版社,2003.8

新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材·机电一体化技术专业

ISBN 7-5053-8734-0

I. 工… II. 吴… III. ①工程力学—高等学校:技术学校—教材 ②机械设计—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TP12 ②TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第065831号

责任编辑:周光明

印 刷:北京彩艺印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:16.75 字数:429千字

版 次:2003年8月第1版 2003年8月第1次印刷

印 数:5000册 定价:21.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010)68279077

出版说明

高等职业教育是我国高等教育的重要组成部分。其根本任务是培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型人才。近年来,高等职业教育发展迅猛,其宏观规模发生了历史性变化。为适应我国社会进步和经济发展的需要,高等职业教育的教学模式、教学方法需要不断改革,高职教材也必须与之相适应,进行重新调整与定位,突出自身的特色。为此,在国家教育部、信息产业部有关司局的支持、指导和帮助下,电子工业出版社在全国范围内筹建成立“全国高职高专教育教材建设领导小组”,下设“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”等专业的多个编委会。各专业编委会成员由电子信息战线辛勤耕耘、功绩卓著的专家、教授、高工和富有高职教学经验的一线优秀教师组成。

2002年10月,“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”等四个专业的编委会精心组织全国范围内的优秀一线教师编写了《新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材》60余种。这批教材的主要特点是:

1. 在编写方法上打破了以往教材过于注重“系统性”的倾向,摒弃了一些一般内容和烦琐的数学推导,采用阶跃式、有选择的编写模式,强调实践和实践属性,精炼理论,突出实用技能,内容体系更加合理;

2. 注重现实社会发展和就业需求,以培养职业岗位群的综合能力为目标,充实训练模块的内容,强化应用,有针对性地培养学生较强的职业技能;

3. 教材内容的设置有利于扩展学生的思维空间和学生的自主学习;着力于培养和提高学生的综合素质,使学生具有较强的创新能力,促进学生的个性发展;

4. 教材内容充分反映新知识、新技术、新工艺和新方法,具有超前性、先进性。

首批教材共有60余种,将于2003年8月陆续出版。所有参加教材编写的高职院校都有一个共同的愿望:希望通过教材建设领导小组、编委会和全体作者的共同努力,使这批教材在编写指导思想、编写内容和编写方法上具有新意,突出高等职业教育的特点,满足高职学生学习和就业的需要。

高等职业教育改革与教材建设是一项长期的任务,不会一蹴而就,而是要经历一个发展过程。这批高职教材的问世,还有许多不尽人意之处。随着教育的不断深化,我国经济和科学技术的不断发展,高职教材的改革与开发将长期与之相伴而行。在教育部和信息产业部的指导和帮助下,我们将一如既往地依靠本行业的专家,与科研、教学第一线的教研人员紧密联系,加强合作,与时俱进,不断开拓,逐步完善各类专业课教材、专业基础课教材、实训指导书、电子教案、电子课件及配套教材,为高等职业教育提供优质的教学资源和服务。

电子工业出版社高职高专教育教材事业部的全体成员殷切地希望全国高职高专院校的教师们能够踊跃投稿,提出选题建议,并对已出版的教材从多方面提出修改建议。除以上四个专业外,我们还设立了“计算机技术”、“电子商务”、“物流管理”、“会计类”、“金融类”、“环保类”等专业的编委会。我们衷心欢迎更多的志士仁人加入到各个编委会中来。

电子工业出版社的全体员工将竭诚为教育服务,为高等职业教育战线的广大师生服务。

全国高职高专教育教材建设领导小组
电子工业出版社

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”

编写的院校名单（排名不分先后）

- | | |
|--------------|----------------|
| 桂林工学院南宁分院 | 广州大学科技贸易技术学院 |
| 江西信息应用职业技术学院 | 湖北孝感职业技术学院 |
| 江西蓝天职业技术学院 | 江西工业工程职业技术学院 |
| 吉林电子信息职业技术学院 | 四川工程职业技术学院 |
| 保定职业技术学院 | 广东轻工职业技术学院 |
| 安徽职业技术学院 | 西安理工大学 |
| 杭州中策职业学校 | 辽宁大学高职学院 |
| 黄石高等专科学校 | 天津职业大学 |
| 天津职业技术师范学院 | 天津大学机械电子学院 |
| 福建工程学院 | 九江职业技术学院 |
| 湖北汽车工业学院 | 包头职业技术学院 |
| 广州铁路职业技术学院 | 北京轻工职业技术学院 |
| 台州职业技术学院 | 黄冈职业技术学院 |
| 重庆工业高等专科学校 | 郑州工业高等专科学校 |
| 济宁职业技术学院 | 泉州黎明职业大学 |
| 四川工商职业技术学院 | 浙江财经学院信息学院 |
| 吉林交通职业技术学院 | 南京理工大学高等职业技术学院 |
| 连云港职业技术学院 | 南京金陵科技学院 |
| 天津滨海职业技术学院 | 无锡职业技术学院 |
| 杭州职业技术学院 | 西安科技学院 |
| 重庆职业技术学院 | 西安电子科技大学 |
| 重庆工业职业技术学院 | 河北化工医药职业技术学院 |

石家庄信息工程职业学院
三峡大学职业技术学院
桂林电子工业学院高职学院
桂林工学院
南京化工职业技术学院
湛江海洋大学海滨学院
江西工业职业技术学院
江西渝州科技职业学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
漯河职业技术学院
太原电力高等专科学校
苏州工商职业技术学院
金华职业技术学院
河南职业技术师范学院
新乡师范高等专科学校
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院

天津中德职业技术学院
安徽电子信息职业技术学院
浙江工商职业技术学院
河南机电高等专科学校
深圳信息职业技术学院
河北工业职业技术学院
湖南信息职业技术学院
江西交通职业技术学院
沈阳电力高等专科学校
温州职业技术学院
温州大学
广东肇庆学院
湖南铁道职业技术学院
宁波高等专科学校
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
成都航空职业技术学院
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院
天津渤海职业技术学院
驻马店师范专科学校
郑州华信职业技术学院
浙江交通职业技术学院

前 言

《工程力学与机械设计基础》是高等职业技术学院机电类专业系列教材之一，属机电类专业的专业技术基础课。这本书包括了《静力学》、《材料力学》以及《机械设计基础》等三部分內容。教学时数为 130 学时左右。

编写高职高专机电类专业的专业技术基础课教材的指导思想是强化培养目标，开发好课程教学大纲，体现高职高专教育中专业技术基础课的基础性与实用性的和谐统一。在教学内容的安排和取舍上，遵循“尊重学科，但不恪守学科”的原则，删旧增新，减少理论推导，着重阐明实际应用价值，强调专业技术基础课和专业课之间的联系，注意与专业课的接口，力求做到立足实践与应用，拓宽知识面，使一般能力的培养与职业能力的培养相结合。

本书由上海新侨职业技术学院吴建蓉老师担任主编；河北工业职业技术学院于荣贤老师和常州机电职业技术学院王一飞老师任副主编，安徽电子信息职业技术学院姚卿佐老师担任主审。编写分工如下：第 1~6 章由吴建蓉老师编写，第 7~12 章由于荣贤老师编写，第 13~18 章由王一飞老师编写。

本书在编写中参考了：曹力同主编的《工程力学》、王昌明主编的《机械设计基础》、邱宣怀主编的《机械设计》、何小伯主编的《机械设计》及孙桓主编的《机械原理教程》等书籍资料，在此一并致谢。

本教材是根据教育部《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》的要求，充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的，适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校使用。

由于编者水平所限，加之时间仓促，错误与不足之处在所难免，请不吝赐教，以便修订时改进。

编者
2003 年 4 月



Contents

第1篇 静力学

第1章 静力学基础	(2)
1.1 静力学的基本概念.....	(2)
1.1.1 力的概念.....	(2)
1.1.2 刚体的概念.....	(3)
1.1.3 平衡的概念.....	(3)
1.2 静力学公理.....	(3)
1.3 约束、约束反力与受力图.....	(6)
1.3.1 研究对象与受力图的概念.....	(6)
1.3.2 约束与约束反力.....	(6)
1.3.3 工程上常见的几种约束类型及其反力方向的确定.....	(7)
本章小结.....	(11)
思考题和习题 1.....	(11)
第2章 平面力系	(14)
2.1 平面汇交力系.....	(14)
2.1.1 平面汇交力系及其实例.....	(14)
2.1.2 平面汇交力系合成与平衡的解析法.....	(14)
2.2 平面力偶系的合成与平衡.....	(19)
2.2.1 力对点之矩.....	(19)
2.2.2 合力矩定理.....	(19)
2.2.3 力偶与力偶矩.....	(20)
2.2.4 平面力偶系的合成与平衡.....	(22)
2.3 平面一般力系.....	(23)
2.3.1 平面一般力系的平衡方程及其应用.....	(24)
本章小结.....	(27)
思考题和习题 2.....	(28)
第3章 空间力系	(32)
3.1 力在空间直角坐标轴上的投影.....	(32)
3.1.1 一次投影法.....	(32)
3.1.2 二次投影法.....	(32)



3.2 力对轴之矩及合力矩定理	(33)
3.3 空间力系的平衡	(34)
3.3.1 空间一般力系的平衡方程	(34)
3.3.2 空间汇交力系的平衡方程	(34)
3.3.3 空间平行力系的平衡方程	(35)
3.4 空间力系问题的平面解法	(37)
本章小结	(39)
思考题和习题 3	(40)

第 2 篇 材料力学

第 4 章 拉伸和压缩 (45)

4.1 拉伸和压缩的概念	(45)
4.2 拉伸和压缩时的内力与截面法	(45)
4.2.1 内力	(45)
4.2.2 截面法	(46)
4.3 横截面上的正应力	(47)
4.4 轴向变形和虎克定律及横向变形	(48)
4.4.1 轴向变形和虎克定律	(48)
4.4.2 横向变形	(49)
4.5 拉伸和压缩时材料的力学性能	(51)
4.5.1 塑性材料拉伸时的力学性能	(51)
4.5.2 脆性材料拉伸时的力学性能	(54)
4.5.3 塑性材料压缩时的力学性能	(54)
4.5.4 脆性材料压缩时的力学性能	(54)
4.6 应力集中的概念	(56)
4.7 拉伸和压缩时的强度计算	(57)
4.7.1 许用应力和安全系数	(57)
4.7.2 强度计算	(58)
本章小结	(60)
思考题和习题 4	(60)

第 5 章 剪切与挤压 (63)

5.1 剪切的的概念与剪应力	(63)
5.2 挤压的概念与挤压应力	(64)
5.3 剪切与挤压的实用计算	(65)
本章小结	(67)
思考题和习题 5	(68)

第 6 章 扭转 (70)

6.1 扭转的概念	(70)
6.2 扭转时的内力——扭矩和扭矩图	(71)

6.2.1 扭矩	(71)
6.2.2 扭矩图	(72)
6.3 圆轴扭转时的应力	(72)
6.3.1 横截面上剪应力的分布规律	(72)
6.3.2 最大剪应力的计算公式	(73)
6.4 圆轴扭转时的变形	(75)
6.4.1 扭转角	(75)
6.4.2 单位长度扭转角	(75)
6.5 圆轴扭转时的强度和刚度计算	(75)
6.5.1 强度条件	(75)
6.5.2 刚度条件	(76)
本章小结	(78)
思考题和习题 6	(79)
第 7 章 直梁的弯曲	(82)
7.1 平面弯曲的概念	(82)
7.2 梁弯曲时横截面上的内力——剪力和弯矩	(83)
7.3 剪力图和弯矩图	(85)
7.3.1 剪力方程和弯矩方程	(85)
7.3.2 剪力图和弯矩图	(85)
7.4 纯弯曲时梁横截面上的应力	(90)
7.4.1 实验观察与假设	(91)
7.4.2 应变与应力分布规律	(92)
7.4.3 弯曲正应力计算公式	(93)
7.4.4 圆形和矩形截面的惯性矩、抗弯截面模量	(94)
7.5 梁弯曲的强度条件	(95)
7.6 梁的弯曲变形	(99)
7.6.1 挠度和转角	(99)
7.6.2 用叠加法计算梁的变形	(99)
本章小结	(102)
思考题和习题 7	(102)
第 8 章 电杆的稳定	(106)
8.1 压杆稳定的概念	(106)
8.2 细长压杆的临界力	(107)
8.2.1 欧拉公式	(107)
8.2.2 临界应力	(108)
8.2.3 欧拉公式的适用范围	(108)
本章小结	(109)
思考题和习题 8	(109)



第 9 章 动荷应力和交变应力	(110)
9.1 动载荷和动荷应力概念	(110)
9.2 交变应力的概念	(110)
9.3 交变应力的循环特性及类型	(111)
9.3.1 交变应力的循环特性	(111)
9.3.2 交变应力的类型	(112)
本章小结	(112)
思考题和习题 9	(112)

第 3 篇 机械设计基础

第 10 章 平面连杆机构	(114)
10.1 平面机构运动分析	(114)
10.1.1 机构的运动副	(114)
10.1.2 自由度及约束	(114)
10.1.3 运动副的分类	(115)
10.1.4 机构运动简图简介	(116)
10.1.5 平面机构的自由度计算	(117)
10.2 平面四杆机构	(120)
10.2.1 平面四杆机构的基本形式、特点及应用	(120)
10.2.2 铰链四杆机构	(121)
10.2.3 滑块四杆机构	(123)
10.2.4 平面四杆机构的工作特性	(125)
10.3 平面四杆机构的设计	(128)
10.3.1 按给定的行程速比系数 K 设计四杆机构	(128)
10.3.2 按连杆的预定位置设计四杆机构	(130)
本章小结	(131)
思考题和习题 10	(131)

第 11 章 联接	(134)
11.1 螺纹联接	(134)
11.1.1 概述	(134)
11.1.2 螺纹联接类型及适用场合和结构尺寸	(134)
11.1.3 螺纹联接的预紧及防松	(136)
11.2 键、销联接	(138)
11.2.1 键联接功用和分类	(138)
11.2.2 普通平键联接的尺寸选择及强度校核	(142)
11.2.3 花键联接的类型及特点	(144)
11.2.4 销联接	(144)
本章小结	(145)
思考题和习题 11	(145)



第 12 章 带传动	(147)
12.1 概述	(147)
12.1.1 带传动的组成、分类、工作原理及特点	(147)
12.1.2 普通 V 型带的构造和标准	(148)
12.2 带传动的受力分析、失效形式	(151)
12.2.1 带传动的受力分析和应力分析	(151)
12.2.2 带传动的弹性滑动及其传动比	(153)
12.2.3 带传动的失效形式和计算准则	(154)
12.3 V 带传动的设计	(157)
12.3.1 设计的已知条件和设计内容	(157)
12.3.2 设计方法和步骤	(157)
本章小结	(162)
思考题和习题 12	(163)
第 13 章 圆柱齿轮传动	(164)
13.1 概述	(164)
13.1.1 齿轮机构的组成、特点、分类和应用	(164)
13.1.2 渐开线形成及其性质	(165)
13.1.3 渐开线齿廓能满足定传动比要求	(167)
13.2 直齿圆柱齿轮传动	(168)
13.2.1 渐开线齿轮各部分名称、主要参数、主要尺寸	(168)
13.2.2 渐开线齿轮的啮合传动、重合度	(170)
13.2.3 齿轮常用材料及热处理、齿轮传动精度简介	(172)
13.2.4 齿轮传动精度简介	(175)
13.2.5 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算	(175)
13.3 齿轮齿形加工	(186)
13.3.1 渐开线齿轮切齿原理及方法	(186)
13.3.2 渐开线标准直齿圆柱齿轮根切现象和不根切的最少齿数	(189)
13.4 斜齿圆柱齿轮传动	(189)
13.4.1 斜齿圆柱齿轮的形成、主要参数、几何尺寸	(190)
13.4.2 正确啮合条件、重合度、当量齿数、主要优缺点	(191)
本章小结	(193)
思考题和习题 13	(194)
第 14 章 轮系	(195)
14.1 轮系的分类及应用	(195)
14.1.1 轮系的分类	(195)
14.1.2 轮系的应用	(196)
14.2 定轴轮系传动比计算	(197)
本章小结	(199)

思考题和习题 14	(199)
第 15 章 轴	(200)
15.1 轴的结构设计	(200)
15.1.1 轴的功用、分类及材料	(200)
15.1.2 轴设计的基本要求	(201)
15.1.3 轴的结构设计	(201)
15.2 轴的强度计算	(205)
15.2.1 按许用切应力计算	(206)
15.2.2 按许用弯曲应力计算	(206)
15.2.3 安全系数校核计算	(207)
15.3 轴的刚度计算	(211)
15.4 提高轴的强度、刚度和减轻重量的措施	(211)
15.4.1 合理布置轴上零件, 减小轴受转矩	(211)
15.4.2 改进轴上零件结构, 减小轴受弯矩	(212)
15.4.3 采用载荷分担的方法减小轴的载荷	(212)
15.4.4 采用力平衡或局部相互抵消的办法减小轴的载荷	(212)
15.4.5 改变支点位置, 改善轴的强度和刚度	(213)
15.4.6 改进轴的结构, 减少应力集中	(213)
15.4.7 改善表面品质提高轴的疲劳强度	(214)
本章小结	(214)
思考题和习题 15	(214)
第 16 章 轴承	(216)
16.1 滚动轴承类型、特点、精度及代号	(216)
16.1.1 滚动轴承的构造	(216)
16.1.2 滚动轴承的类型和特点	(216)
16.1.3 滚动轴承的代号	(218)
16.2 滚动轴承失效形式	(221)
16.3 滚动轴承组合设计	(222)
16.3.1 滚动轴承的轴向固定	(222)
16.3.2 轴的支承结构形式	(223)
16.3.3 轴承的组合调整	(225)
16.3.4 轴承的装拆	(225)
16.4 滚动轴承的选择	(226)
本章小结	(227)
思考题和习题 16	(227)
第 17 章 联轴器和离合器	(229)
17.1 概述	(229)
17.2 联轴器	(230)



17.2.1 刚性联轴器	(230)
17.2.2 无弹性元件的挠性联轴器	(231)
17.2.3 非金属弹性元件挠性联轴器	(233)
17.2.4 金属弹性元件联轴器	(234)
17.2.5 安全联轴器	(234)
17.3 离合器	(235)
17.3.1 操纵式离合器	(235)
17.3.2 自动离合器	(237)
17.4 制动器	(238)
17.4.1 圆盘制动器	(239)
17.4.2 带式制动器	(239)
17.4.3 块式短闸瓦制动器	(239)
17.4.4 制动器的发热	(239)
本章小结	(240)
思考题和习题 17	(240)
第 18 章 摩擦磨损和润滑	(241)
18.1 摩擦、磨损和润滑	(241)
18.1.1 摩擦、磨损的基本概念	(241)
18.1.2 润滑	(242)
18.2 机械传动常用的润滑方式及机械效率	(244)
18.2.1 机械传动常用的润滑方式	(244)
18.2.2 脂和固体润滑的润滑方式及其润滑装置	(246)
18.2.3 机械的效率	(247)
本章小结	(248)
思考题和习题 18	(249)
部分思考题和习题参考答案	(250)
附录 热轧普通工字钢 (摘自 GB706-88)	(253)

第1篇 静力学

静力学是研究物体机械运动的特殊情形——平衡问题。所谓机械运动，是指物体在空间的位置随时间的变化。在工程上，物体相对于地球处于静止或做匀速直线运动的状态称为平衡。静力学研究物体在力系作用下的平衡规律，建立各种力系的平衡条件。

在工程实践中，经常遇到物体处于平衡状态下的受力分析问题。像许多机器的零件和结构构件，如机床的主轴、丝杠、起重机的起重臂等，它们在工作时处于平衡状态或可近似地看做处于平衡状态。为了合理地设计这些零件和构件的形状、尺寸，选用恰当的材料，往往需要对它们进行强度、刚度或稳定性的分析计算。为此，必须首先运用静力学知识，对零件和构件进行受力分析，并根据平衡条件求出这些力。例如图 I-1 所示的简易吊车，为了保证它能正常工作，需要合理地确定各构件的尺寸，为此必须首先分析和计算各构件所受的力；又如如图 I-2 所示的斜楔夹紧机构，为了保证斜楔在夹紧后不致松脱，就必须分析斜楔的受力情况，从而找出 α 应满足的条件。学习静力学，就为解决这类问题提供必要的基础知识。

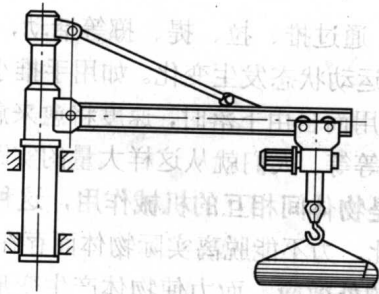


图 I-1

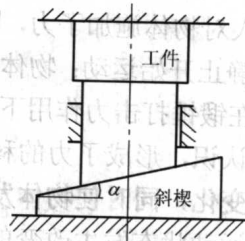


图 I-2

第1章 静力学基础



内容提要

- ▶ 静力学是研究物体平衡的普遍规律,即研究物体平衡时作用于物体上的力所应满足的条件。所谓物体的平衡,就是指物体的运动状态不变,包括静止或做匀速直线运动两种情况。在静力学中,都是相对于地球而说的。静力学基础主要阐述:力的概念与刚体的概念,静力学理论的四大公理和物体的受力分析。

1.1 静力学的基本概念

1.1.1 力的概念

自古以来,人们从生产劳动和日常生活中,通过推、拉、提、掷等活动,由于肌肉的紧张收缩,感到人对物体施加了力,因而使物体的运动状态发生变化。如用手推小车,小车受到了力的作用由静止开始运动;物体受地球引力作用而自由下落时,速度将愈来愈大;用汽锤锻打工件,工件在锻锤打击力作用下会发生变形,等等。人们就从这样大量的实践中,由感性认识上升到理性认识,形成了力的科学概念:力是物体间相互的机械作用,这种作用使物体的运动状态发生变化,同时使物体发生变形。因此,力不能脱离实际物体而存在。

力使物体运动状态发生改变的效应称为力的外效应,而力使物体产生变形的效应称为力的内效应。静力学主要研究力的外效应,材料力学研究力的内效应。

实践表明,力对物体的效应决定于三个要素:(1)力的大小,(2)力的方向,(3)力的作用点。三个要素中有任何一个改变时,力的作用效应也随之改变。

在国际单位制中,力的单位用牛顿,或千牛顿,简称为牛(N),或千牛(kN)。目前工程中,有的仍沿用工程单位制,以公斤力(kgf)作为力的单位。牛顿和公斤力的换算关系为

$$1 \text{ 公斤力(kgf)} = 9.8 \text{ 牛顿(N)}$$

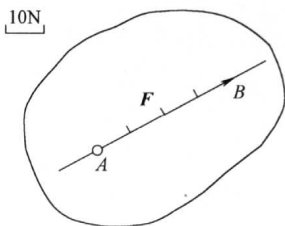


图 1-1

力对物体的效应不仅决定于它的大小,而且还决定于它的方向,所以力是矢量。

力可用一有向线段来表示,如图 1-1 所示。线段的长度按一定的比例表示力的大小(图中 F 的大小为 40 N);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。过力的作用点沿力的方向引出的直线称为

力的作用线。

力矢量通常用黑体字母（如 \mathbf{F} ）或带箭头的字母（如 \vec{F} ）来表示，其大小则用不带箭头的字母（如 F ）来表示。

1.1.2 刚体的概念

力对物体的效应，除了使物体的运动状态发生变化外，还使物体发生变形。在正常情况下，工程上的机械零件和结构构件在力的作用下发生的变形是很微小的，这种微小的变形对研究力的外效应影响很小，可以忽略不计。这样物体就被看成是不变形的，从而使问题的研究得到简化。这种受力后大小和形状都保持不变的物体称为刚体。

如果研究的问题中物体的变形成为主要因素时，例如在材料力学中，就不能再将物体看做刚体。

1.1.3 平衡的概念

前面已经提到，在工程上物体相对于地球处于静止或做匀速直线运动的状态称为平衡。平衡只是物体机械运动的特殊形式。必须注意，运动是绝对的，而平衡、静止则是相对的。所谓相对，就是暂时的，有条件的。如果作用于物体上的力系满足一定条件，物体可以处于平衡状态，一旦物体所受的力发生变化，平衡的条件被破坏，物体就由平衡状态转化为不平衡状态。如果物体在力系作用下处于平衡状态，这种力系称为平衡力系。力系平衡所满足的条件称为平衡条件。

1.2 静力学公理

静力学公理阐述了有关力的一些基本性质。这些性质是人们在长期的生活和生产实践中，通过对力学现象的观察和实验再加以概括和总结而提出的。公理的正确性，又为大量的实践所证实。它是静力学理论的基础。

公理一：二力平衡公理

欲使受两力作用的刚体保持平衡，其必要和充分条件是：该两力大小相等、方向相反并作用于同一直线上（图 1-2）。

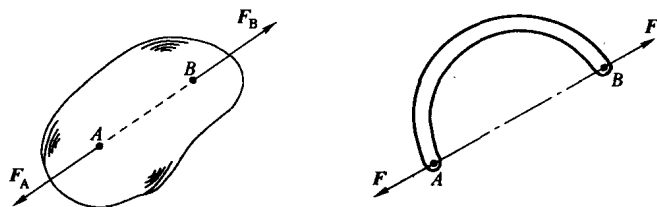


图 1-2

只受两力作用而处于平衡的构件称为二力构件，简称二力杆。二力杆的受力特点是：所受的两力必定沿作用点的连线。工程上常根据这一特点来确定二力构件所受力的方向。

必须注意，对于非刚体来说，二力平衡条件只是必要条件而非充分条件。例如绳索的两