

国家级精品课程系列教材

机械设计基础

主编 宋 敏
参编 王奇利 贺健琪 孙建香



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

内 容 简 介

本书为国家级精品课程“机械设计基础”的配套教材。全书分为五篇,共16章,主要内容包括静力学公理和物体的受力分析、平面汇交力系和平面力偶系、平面任意力系、空间力系、轴向拉伸与压缩、剪切和挤压及扭转、弯曲、平面机构的运动简图、平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构、齿轮传动、轮系、带传动、联接和轴系零部件等。

本书适用于高职高专院校机电一体化技术、机械制造与自动化、数控技术、液压与气动技术等专业,同时也可作为相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/宋敏主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2012.8

国家级精品课程系列教材

ISBN 978-7-5606-2775-5

I. ①机… II. ①宋… III. ①机械设计—高等学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 054709 号

策 划 毛红兵

责任编辑 买永莲 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2012年8月第1版 2012年8月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 18

字 数 417千字

印 数 1~3 000册

定 价 31.00元

ISBN 978-7-5606-2775-5/TH·0124

XDUP 3067001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

前 言

高等职业教育的教学改革,缩短了课堂的有效教学时间,因此,为了实现教学目标,就必须对课程进行综合化与模块化的改革。“机械设计基础”课程就是在这样的背景下诞生的,它以机械设计为主线,将理论力学、材料力学、机械原理、机械零件等课程的主要内容进行精选,优化组合,从而成为了一门完整、系统的综合化课程。

本书着眼于高等职业教育对人才培养目标的要求,体现高等职业教育的特色。因此,本书内容以应用为目的,以“必需、够用”为原则,简化繁琐的理论推导,突出实用性、知识的综合应用性和能力与素质的培养。同时也注意适当地扩大学生的知识面,为学生的继续教育和终身教育打下一定的基础。

本教材参考教学时数为 100~130 学时。

参加本书编写的有西安航空学院的宋敏教授(绪论、第 9、10 章)、王奇利副教授(第 1~7 章)、贺健琪副教授(第 11~16 章),以及烟台工程职业技术学院的孙建香老师(第 8 章)。全书由宋敏担任主编。

为方便教学,作者制作了大量的机械设计基础网络教学素材,包括虚拟零件库、机构运动仿真、网上实训室、虚拟实验室、动态电子辅助教材、电子教案、在线学习等,需要者可登录网站 www.xihangzh.com/jxkj 下载。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2012 年 1 月于西安

作者简介

宋敏，国家级精品课程“机械设计基础”课程负责人。作为第一完成人，其“高职高专机械类课程资源共享平台的建设与实践”获 2007 年陕西省高等教育教学成果特等奖。2008 年享受政府特殊津贴。2009 年被评为第五届陕西省教学名师，2009 年度省级教学团队“机械基础系列课程教学团队”带头人。主持并完成了陕西省高职高专教育教学改革与建设研究项目“高职高专机械制造与自动化专业人才培养规格和课程体系改革、建设的研究与实践”。

目 录

绪论	1
0.1 本课程概述	1
0.1.1 本课程的性质、研究对象和内容	1
0.1.2 本课程的任务	1
0.1.3 本课程在机械工程中的意义和应用	2
0.1.4 本课程的学习方法	2
0.2 机械概述	2
0.2.1 机器、机构和机械	2
0.2.2 零件和构件	3
0.2.3 机器的组成和机械的分类	4
思考与练习题	4

第一篇 静 力 学

第 1 章 静力学公理和物体的受力分析	6
1.1 静力学公理	6
1.2 约束和约束反力	8
1.2.1 约束的概念	8
1.2.2 常见约束及其约束反力的特点	8
1.3 受力图	10
思考与练习题	13
第 2 章 平面汇交力系和平面力偶系	15
2.1 平面汇交力系的合成	15
2.1.1 平面汇交力系合成的几何法	15
2.1.2 平面汇交力系合成的解析法	16
2.2 平面汇交力系的平衡	19
2.2.1 平面汇交力系平衡的几何条件	19
2.2.2 平面汇交力系平衡的解析条件	20
2.3 力矩与平面力偶系	22
2.3.1 力对点之矩的概念	22
2.3.2 合力矩定理	23
2.3.3 力对点之矩的计算方法	23
2.4 力偶及其性质	24
2.4.1 力偶的定义	24
2.4.2 力偶的性质	25
2.4.3 平面力偶系的合成与平衡	26

思考与练习题	27
第3章 平面任意力系	31
3.1 平面任意力系的简化	31
3.1.1 力的平移定理	31
3.1.2 平面任意力系的简化	32
3.2 平面任意力系的平衡方程	34
3.3 考虑摩擦的平衡问题	41
思考与练习题	45
第4章 空间力系	50
4.1 力的投影和力对轴之矩	50
4.1.1 力在空间直角坐标轴上的投影	50
4.1.2 力对轴之矩	52
4.1.3 合力矩定理	53
4.2 空间力系的平衡方程及应用	54
4.2.1 空间任意力系的平衡方程	54
4.2.2 空间力系平衡问题解法举例	55
4.3 重心	60
4.3.1 重心的概念	60
4.3.2 重心坐标公式	61
4.3.3 重心及形心位置的求法	62
思考与练习题	65

第二篇 材料力学

第5章 轴向拉伸与压缩	71
5.1 轴向拉伸(压缩)时横截面上的内力	71
5.1.1 轴向拉伸(压缩)的概念	71
5.1.2 截面法求轴力	71
5.1.3 轴力图	72
5.2 轴向拉伸(压缩)时横截面上的应力	73
5.2.1 应力的概念	73
5.2.2 拉伸(压缩)杆横截面上的应力	74
5.3 杆件拉伸与压缩时的变形	76
5.3.1 杆件拉伸与压缩时的变形和应变	76
5.3.2 泊松比	76
5.3.3 虎克定律	77
5.4 材料在拉伸与压缩时的力学性能	78
5.4.1 低碳钢的拉伸试验	78
5.4.2 低碳钢的压缩试验	81
5.4.3 其他塑性材料的拉伸试验	81
5.4.4 铸铁的拉伸与压缩试验	82
5.5 拉伸与压缩时的强度计算	83

5.5.1 材料的许用应力	83
5.5.2 拉伸与压缩时的强度条件	84
思考与练习题	86
第6章 剪切和挤压及扭转	89
6.1 剪切和挤压	89
6.1.1 剪切和挤压的概念	89
6.1.2 剪切和挤压的实用计算	90
6.2 扭转变形	94
6.2.1 扭转变形的概念及内力	94
6.2.2 扭转时的应力分析	96
6.2.3 圆轴扭转时的强度计算	99
思考与练习题	101
第7章 弯曲	104
7.1 平面弯曲的概念	104
7.1.1 弯曲的概念	104
7.1.2 平面弯曲	104
7.2 平面弯曲梁的内力、内力图	105
7.2.1 梁的内力——剪力和弯矩	105
7.2.2 剪力图和弯矩图	108
7.3 纯弯曲时的正应力	112
7.3.1 纯弯曲的概念	112
7.3.2 纯弯曲梁横截面上的正应力	114
7.3.3 最大正应力的计算公式	115
7.3.4 截面的轴惯性矩 I_z 和抗弯截面模量 W_z	116
7.4 梁弯曲时的强度计算	118
7.5 提高梁抗弯能力的措施	120
7.5.1 合理布置梁的支座	121
7.5.2 合理布置载荷	121
7.5.3 合理选择梁的截面	122
7.6 梁的刚度概念	123
思考与练习题	124

第三篇 常用机构

第8章 平面机构的运动简图	128
8.1 平面运动副	128
8.1.1 运动副的概念	128
8.1.2 运动副的类型及其特点	129
8.2 平面机构的运动简图	130
8.2.1 平面机构运动简图的概念	130
8.2.2 构件的分类	130
8.2.3 平面机构运动简图的绘制	131

8.3 机构的自由度和机构具有确定运动的条件	133
8.3.1 平面机构自由度计算公式	133
8.3.2 计算平面机构自由度时特殊情况的处理	134
思考与练习题	135
第9章 平面连杆机构	137
9.1 平面四杆机构的类型	137
9.1.1 铰链四杆机构	137
9.1.2 含有一个移动副的四杆机构	140
9.2 四杆机构的基本性质	142
9.2.1 铰链四杆机构存在曲柄的条件	142
9.2.2 急回运动特性	143
9.2.3 压力角和传动角	144
9.2.4 死点位置	145
9.3 平面四杆机构的设计	145
9.3.1 按给定连杆位置设计四杆机构	145
9.3.2 按给定行程速比系数 K 设计四杆机构	146
思考与练习题	147
第10章 凸轮机构	150
10.1 凸轮机构的应用与分类	150
10.1.1 凸轮机构的组成、应用和特点	150
10.1.2 凸轮机构的分类	151
10.2 从动件常用的运动规律	152
10.2.1 凸轮轮廓曲线与从动件运动规律的关系	152
10.2.2 从动件常用的运动规律	153
10.3 移动从动件盘形凸轮轮廓曲线的图解设计	154
10.3.1 尖顶对心移动从动件盘形凸轮轮廓曲线的设计	154
10.3.2 滚子对心移动从动件盘形凸轮轮廓曲线的设计	155
10.3.3 凸轮机构设计中应注意的几个问题	156
思考与练习题	159
第11章 间歇运动机构	161
11.1 棘轮机构	161
11.1.1 棘轮机构的工作原理及类型	161
11.1.2 棘轮转角的调节方法	163
11.1.3 棘轮机构的特点及应用	163
11.2 槽轮机构	164
11.2.1 槽轮机构的工作原理及类型	164
11.2.2 槽轮机构的特点及应用	165
思考与练习题	166

第四篇 常用机械传动

第12章 齿轮传动	168
------------------------	-----

12.1 概述	168
12.1.1 齿轮传动的特点和应用	168
12.1.2 齿轮传动的类型	168
12.1.3 齿廓啮合的基本定律	169
12.2 渐开线齿轮	171
12.2.1 渐开线的形成及基本性质	171
12.2.2 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸	172
12.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	174
12.3.1 渐开线齿轮啮合传动特点	174
12.3.2 渐开线齿轮啮合传动的条件	175
12.4 渐开线齿轮的切齿原理及变位齿轮的概念	176
12.4.1 渐开线齿轮的切齿原理	176
12.4.2 根切现象与不发生根切时的最少齿数	177
12.4.3 变位齿轮的概念	178
12.5 渐开线直齿圆柱齿轮传动的设计	179
12.5.1 失效形式	179
12.5.2 齿轮材料的选择	181
12.5.3 齿轮传动精度等级的选择	182
12.5.4 直齿圆柱齿轮传动的设计	183
12.6 其他齿轮传动	189
12.6.1 斜齿圆柱齿轮传动	189
12.6.2 直齿圆锥齿轮传动	192
12.6.3 蜗杆传动	193
思考与练习题	195
第 13 章 轮系	197
13.1 概述	197
13.1.1 轮系的类型	197
13.1.2 轮系传动比概念	197
13.2 定轴轮系传动比的计算	198
13.2.1 平面定轴轮系传动比的计算	198
13.2.2 空间定轴轮系传动比的计算	198
13.3 周转轮系传动比计算	199
13.3.1 周转轮系的组成	199
13.3.2 周转轮系传动比的计算	200
13.4 复合轮系传动比计算	202
13.5 轮系的功用	203
13.5.1 实现大传动比传动	203
13.5.2 实现远距离传动	204
13.5.3 实现变速传动	205
13.5.4 实现换向传动	205
13.5.5 实现分路传动	205
13.5.6 实现运动的合成与分解	206
思考与练习题	207

第 14 章 带传动	209
14.1 带传动概述	209
14.1.1 带传动的组成	209
14.1.2 带传动的主要类型	209
14.1.3 带传动的特点和应用	210
14.1.4 带传动的弹性滑动、打滑及其传动比	211
14.2 普通 V 带和 V 带轮	211
14.2.1 普通 V 带的结构和标准	211
14.2.2 V 带轮	213
14.3 普通 V 带传动的设计	214
14.3.1 带传动的失效形式和设计准则	214
14.3.2 单根 V 带的基本额定功率	214
14.3.3 普通 V 带传动的设计计算	217
14.3.4 V 带传动的设计计算实例	219
14.3.5 提高带传动工作能力的措施	221
14.4 V 带传动的张紧、安装和维护	221
14.4.1 V 带传动的张紧	221
14.4.2 V 带传动的安装和维护	222
思考与练习题	222

第五篇 通用机械零部件

第 15 章 联接	224
15.1 键联接	224
15.1.1 键联接的类型和应用	224
15.1.2 平键联接的选择和强度计算	228
15.2 花键联接	228
15.3 销联接	229
15.4 螺纹联接	229
15.4.1 螺纹的类型及主要参数	230
15.4.2 螺纹联接的基本类型、结构尺寸及应用	231
15.4.3 螺纹联接件	232
15.4.4 螺纹联接的预紧与防松	234
15.4.5 螺栓联接的失效形式	235
15.4.6 提高螺栓联接强度的措施	236
15.4.7 螺纹零件的其他用途	236
思考与练习题	237
第 16 章 轴系零部件	238
16.1 轴	238
16.1.1 轴的功用及分类	238
16.1.2 轴的常用材料及热处理	239
16.1.3 轴的结构设计	240

16.1.4 轴的强度计算	243
16.2 滚动轴承	248
16.2.1 滚动轴承的结构、类型和代号	248
16.2.2 滚动轴承类型的选择	252
16.2.3 滚动轴承尺寸的选择	253
16.2.4 滚动轴承的组合设计	262
16.3 联轴器与离合器	267
16.3.1 联轴器	268
16.3.2 离合器	271
思考与练习题	272
参考文献	274

绪 论

0.1 本课程概述

人类在长期的生产实践和社会生活中为了节省劳动、提高效率,不断改进所使用的工具,从而创造、发展了机械和机械学科。从最早的杠杆、斜面等最简单的机械发展到建筑机械、各种机床设备、海陆空交通工具、机器人等种类繁多、结构复杂、技术先进、功能全面的机械。正是机械的不断发展和进步,极大地推动着生产力的进步和社会的向前发展。因此,随着科学技术的发展,使用机器进行生产的水平已经成为衡量一个国家生产技术水平 and 现代化程度的重要标志之一。为了适应社会及高职高专学校教学的需求,新的“机械设计基础”课程打破传统模式,将理论力学、材料力学、机械原理和机械零件整合在一起形成了一门综合性课程,旨在培养学生的认知能力、应用能力及创新能力,它是高职高专院校学生必须掌握的专业基础课程。

0.1.1 本课程的性质、研究对象和内容

“机械设计基础”是一门综合性的专业技术基础课,其研究对象和内容分别是:

(1) “静力学”的研究对象为刚体或刚体系统,主要研究刚体在载荷作用下的平衡问题,为设计构件承载能力提供理论依据。

(2) “材料力学”的研究对象为变形固体,主要研究变形固体的强度和刚度问题,为机械零件设计确定合理的材料、截面形状和几何尺寸提供理论基础。

(3) “常用机构”的研究对象为常用的机构,如平面连杆机构、凸轮机构等,主要研究常用机构的组成、工作原理、运动特性以及设计方法。

(4) “常用机械传动”的研究对象为常用的机械传动,如齿轮传动、带传动等,主要研究机械传动的工作原理、结构特点和运动特性以及设计方法。

(5) “通用机械零部件”的研究对象是在各种机器中普遍使用的零部件,如轴、轴承、键等,主要研究机械中通用零部件的工作原理、结构特点、选用和设计方法。

0.1.2 本课程的任务

通过对本课程的学习,应该达到以下基本要求:

(1) 能熟练地运用力系平衡条件求解简单力系的平衡问题。

(2) 掌握零部件的受力分析及强度计算方法。

(3) 熟悉常用机构、常用机械传动和通用零部件的工作原理、特点、应用、结构和国家

标准,掌握它们的选用和基本设计方法,具备正确分析、使用、维护机械的能力,并初步具备设计简单机械传动装置的能力。

(4) 具备与机械设计有关的解题、运算、绘图能力和应用标准、手册、图册等有关技术资料的能力。

0.1.3 本课程在机械工程中的意义和应用

“机械设计基础”主要研究机械设计中的基本问题,是进行机械设计工作的技术基础,在日常生活和工程实践中都具有极其广泛的应用。

目前,在进行机械设计工作时,首先是根据产品的功能需求确定机构组成,然后分析各构件在工作过程中的运动情况及受载时的平衡问题,再根据不同构件具体的受载情况,合理选择材料、热处理方式,确定构件的形状、结构、几何尺寸、制造工艺等,最后根据上述各环节的结果绘制零件工作图。传统机械设计的这一设计流程就是本课程所研究内容的系统应用过程。

0.1.4 本课程的学习方法

由于本课程是一门综合性的专业基础课,所以在学习过程中,除了应坚持做好课前预习、认真听课、及时复习、独立完成作业、实验实训等基本学习环节外,还应注意以下几点:

(1) 学会综合运用所学知识,能够融会贯通。在实际生产和生活中要勤于观察、善于思考,寻找实例和所学理论进行验证,从而使所学知识得到升华。同时,逐渐学会综合运用所学知识及其他课程知识,解决实际生产和生活中所遇到的简单机械设计问题。

(2) 做到理论、技能和实践相结合。本课程是一门实践性比较强的课程,在学习过程中除了要完成课程所安排的实验、设计训练环节外,还要注重理论知识和实践设计、制造环节的结合,正确合理地处理零部件的结构设计和生产工艺性等问题。

(3) 学会创新。科学的灵魂在于创新,机械科学的产生与发展本身就是一个创新的过程,只有灵活运用所学知识并结合生产生活实际,勇于创新,才能将所学的知识真正变成改变人类生活、推动社会前进的力量。

0.2 机械概述

0.2.1 机器、机构和机械

在人们的生产和生活实践中广泛地使用着各种机器,如蒸汽机、内燃机、发电机、各种机床设备及计算机等。图0-1所示内燃机,是由活塞1、连杆2、曲轴3、齿轮4和5、凸轮6、气门顶杆7、汽缸缸体8等实体组成的。当可燃混合气体在缸体内燃烧推动活塞1时,与之相连的连杆2就会将运动传至曲轴3,从而使曲轴3转动,向外输出运动和动力。内燃机的基本功能就是使可燃混合气体在缸内经过“吸气—压缩—燃烧—排气”这一过程,将燃烧所得的热能转化成机械能。

又如图0-2所示的颚式碎石机,是由机架1、偏心轴2、活动颚板3、肘板4、带轮5、

固定颚板 6 等组成的。其中, 偏心轴 2 与带轮 5 固连, 电动机通过带传动驱动偏心轴转动, 使活动颚板作平面运动, 从而轧碎活动颚板与固定颚板之间的矿石。颚式碎石机就是通过活动颚板的平面运动实现了轧碎矿石的机械功。

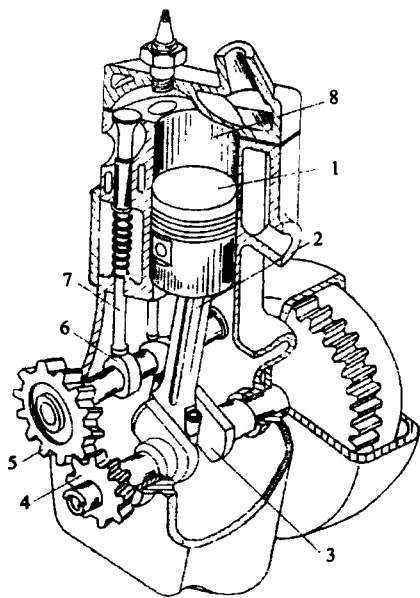


图 0-1 内燃机

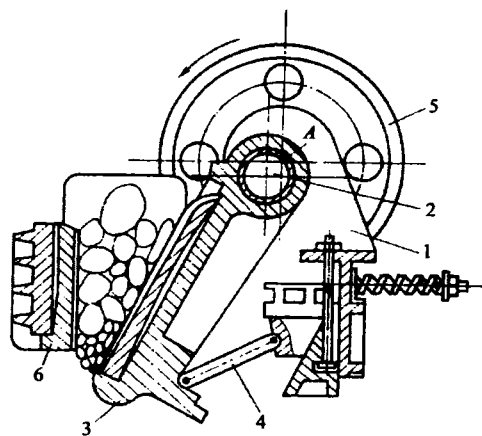


图 0-2 颚式碎石机

尽管机器的种类繁多, 其功能、结构、工作原理也各不相同, 但从结构和功能来看, 各种机器都具有以下三个特征:

- (1) 都是人为的各种实物组合;
- (2) 组成机器的各种实物间具有确定的相对运动;
- (3) 可代替或减轻人类的劳动, 完成有用的机械功或实现能量转换。

同时具有以上三个特征的称为机器, 仅具备前两个特征的称为机构。所谓的机构, 是具有确定相对运动的各种实物组合, 能实现预期的机械运动, 主要用来传递和变换运动。由此可见, 机器是由机构组成的, 但从运动角度来分析, 两者并无区别, 工程上将机器和机构统称为机械。

0.2.2 零件和构件

零件是组成机器的最小单元, 是机器的制造单元。机器是由若干个不同的零件组装而成的。零件可分为两类, 一类是通用零件, 是各机器中经常使用的零件, 如螺栓、螺母、轴、齿轮等; 另一类是专用零件, 是仅在特定类型的机器中使用的零件, 如活塞、曲轴等。

构件是机构的运动单元。构件可以是单一零件, 如内燃机的曲轴, 如图 0-3 所示; 也可以是多个零件的刚性组合体, 如内燃机的连杆, 如图 0-4 所示。

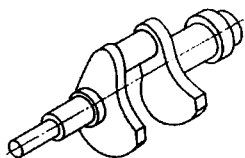


图 0-3 内燃机的曲轴

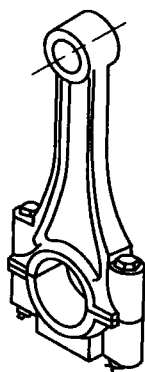


图 0-4 内燃机的连杆

0.2.3 机器的组成和机械的分类

就功能而言，一部完整的机器一般包括四个组成部分：动力部分、传动部分、控制部分和执行部分。动力部分是机器的动力来源，常用的有电动机、内燃机等；传动部分和执行部分是机器的主体，由各种机构组成；控制部分可以使机器的动力部分、传动部分和执行部分按一定的顺序和规律运动，它包括各种控制机构、电气装置、计算机和液压系统、气压系统等。

根据用途的不同，机械可分为四种类型：动力机械、加工机械、运输机械和信息机械。

思考与练习题

0-1 简述机器的组成和类型。

0-2 各列举出两个具有下列功能的机器实例：原动机、将机械能转换成其他形式能量的机器、变换或传递信息的机器、传递机械能的机器。

0-3 指出下列机器的动力部分、传动部分、控制部分和执行部分：汽车、电动自行车、车床、录音机。

第一篇 静力学

静力学是研究物体在力系作用下的平衡条件的科学。

静力学中所指的物体都是刚体。所谓刚体，是指在力的作用下，其内部任意两点之间的距离保持不变的物体。这是一个理想化的力学模型。

力是指物体之间的相互机械作用。这种作用对物体有两种效应，即使物体的机械运动状态发生变化和使物体发生变形，前者称为力的外效应，后者称为力的内效应。因为静力学的研究对象是刚体，所以只研究力的外效应。

力系是指作用于物体上的一群力。

平衡是指物体相对于地球(惯性参考系)保持静止或作匀速直线运动的状态。

实践表明，力对物体的作用效果取决于三个要素：力的大小，力的方向，力的作用点。因此，力是矢量。通常把这三个要素称做力的三要素。本书中凡是力矢量都用黑体表示，例如力 $\mathbf{F}$ ，而力的大小用普通字体 F 表示。在国际单位制中，力的单位是牛(顿)N 或千牛(kN)。

力的图示一般是用一个箭头(有向线段)表示，箭头的长度(按比例)代表力的大小，指向为力的方向，箭头所在的直线称为力的作用线，而箭头的端点可用来表示力的作用点。

在静力学中我们将研究以下问题：

(1) 物体的受力分析。分析某个物体共受几个力，以及每个力的作用位置和方向。

(2) 力系的简化或等效替换。将作用在物体上的一个力系用另一个与它等效的力系(或单个力)来代替，这两个力系互称等效力系。如果用一个简单力系等效地代替一个复杂力系，则称为力系的简化。如果某力系与一个力等效，则此力称为该力系的合力，而该力系的各个力称做该力的分力。

(3) 建立各种力系的平衡条件。所谓平衡条件是指使物体保持平衡状态的条件。

工程中常见的力系，按其作用线所在的位置，可分为平面力系和空间力系两大类；按其作用线的相互关系，分为共线力系、平行力系、汇交力系和任意力系。满足平衡条件的力系称为平衡力系。

力系的平衡条件在工程中有着十分重要的意义，是设计结构、构件和机械零件时静力计算的基础，因此，静力学在工程中有着十分广泛的应用。

第1章 静力学公理和物体的受力分析

本章主要介绍静力学的一些基本公理和工程中常见的约束及其约束反力的分析方法，同时在此基础上对物体进行受力分析，并画出受力图。

1.1 静力学公理

所谓公理，就是人们在生活和生产实践中长期积累的经验总结，又经过实践反复检验，被确认为符合客观实际的最普遍、最一般的规律。

静力学的全部理论都是以静力学公理为前提而建立的，因此静力学公理是静力学的基础。

1. 二力平衡公理

作用在刚体上的两个力，使刚体保持平衡的必要和充分条件是：这两个力的大小相等、方向相反，且作用在同一直线上(简称等值、反向、共线)。

这个公理揭示了作用于刚体上的最简单的力系的平衡条件，它是静力学中最基本的平衡条件。对刚体而言，这个条件既是充分条件也是必要条件；对变形体而言，二力平衡公理只是必要条件，但不是充分条件。

例如在绳索两端施加一对等值、反向、共线的拉力(必要条件)时可以平衡，如图1-1(a)所示。但受到一对等值、反向、共线的压力(充分条件)时就不能平衡了，如图1-1(b)所示。

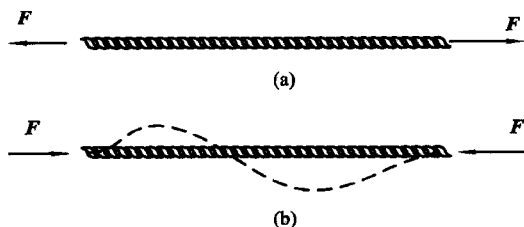


图1-1 绳索受力情况

2. 加减平衡力系公理

在作用于刚体的已知力系上，加上或者减去一个任意的平衡力系，并不改变原力系对刚体的作用效果。这个公理是简化力系、力系等效代换的重要理论依据。

与二力平衡公理相同，加减平衡力系公理只适用于刚体。对于变形体，加减平衡力系