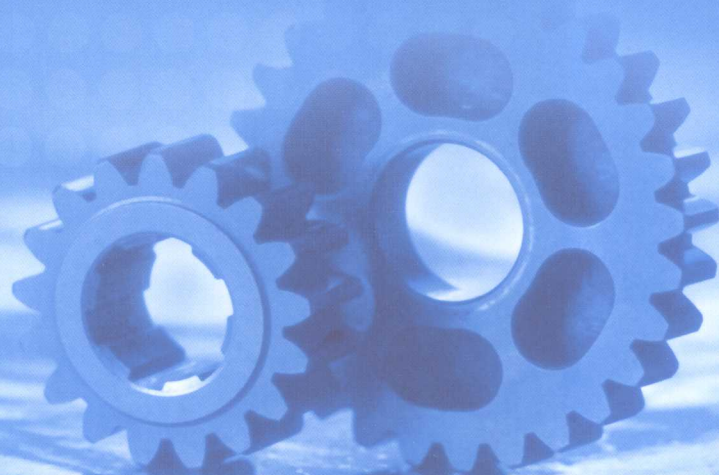




高职高专“十一五”规划教材

机械设计基础

米广杰 刘永海 主编



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

机械设计基础

米广杰 刘永海 主 编

韩廷水 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是根据教育部制定的《高职高专教育机械设计基础课程教学基本要求》，并结合编者多年教学的实践经验编写的。本书突出高等职业教育的特点，按照就业岗位技能要求，培养应用型人才的目标。全书采用最新国家标准。

全书共分 15 章，内容包括机械设计概论、平面机构的组成及结构分析、平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构、联接、带传动和链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轮系、轴、轴承、联轴器和离合器、弹簧、机械的调速与平衡以及配套实训课题。全书理论与实践有机结合，有利于培养学生分析问题和解决问题的能力，并且配有电子教案。

本书可作为高职高专、成人高校机械类、机电类等专业的机械设计基础课程教材，也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计基础/米广杰，刘永海主编. —北京：化学工业出版社，2008.6

高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-02600-2

I. 机… II. ①米…②刘… III. 机械设计-高等学校：技术学院-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 068568 号

责任编辑：韩庆利 高 钰

装帧设计：史利平

责任校对：宋 夏

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 装：三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 341 千字 2008 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：23.00 元

版权所有 违者必究

《机械设计基础》编写人员名单

主 编 米广杰 刘永海

副主编 韩廷水

参 编 谭 毅 李文峰 吕 莹

周广武 王凤兰 耿国卿

裴桂玲 张海鹏 杨兆伟

程春艳 张庆臣 孙 涛

钱 伟 张群英

前 言

本书是根据教育部制定的《高职高专教育机械设计基础课程教学基本要求》以及当前高职教学改革的发展要求,结合编者多年从事高职教学的教学实践经验编写的,参考学时数80~100学时。

《机械设计基础》是高等职业学校培养学生具有一定机械设计能力的一门技术基础课程。通过本课程的学习,可以获得认识、使用和维修机械装备的基本知识,并具有运用机械设计图册、标准、规范、手册及设计简单机械传动装置的能力,为深入学习有关专业机械装备的课程和提高分析解决机械工程技术问题的能力奠定必要的基础。本书在编写过程中,按照就业岗位技能要求,以学生就业为导向,以市场用人标准为依据,紧密联系培养应用型人才的目标,坚持简化理论,注重实效,强化应用的原则精选内容,突出机械设计的基本理论和基本设计方法的基本教学内容,力求较好地符合学生的认知规律,培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力。同时,力求反映机械行业发展的现状和趋势,尽可能地引入现代设计技术的理念和方法原理,以拓宽学生的视野,培养学生的创新意识和创新能力。

本书配有电子教案,可发邮件至 hanqingli@cip.com.cn 索取。

在本书的编写过程中,吸取并参考了众多专家、学者的教材、论文、设计手册等研究成果,对此我们表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中疏漏和欠妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2008年5月

目 录

第 1 章 机械设计概论	1
1.1 机器的组成	1
1.2 本课程的内容、性质和任务	2
1.3 机械设计的基本要求和一般过程	3
1.4 机械零件设计的基本准则和步骤	4
1.5 机械零件的标准化	6
1.6 现代机械设计发展的动态	6
实训 机器的结构组成	6
思考与练习题	7
第 2 章 平面机构的组成及结构分析	8
2.1 平面机构的组成	8
2.2 平面机构运动简图	10
2.3 平面机构的自由度及具有确定运动的条件	12
实训 平面机构运动简图的分析与测绘	15
思考与练习题	16
第 3 章 平面连杆机构	18
3.1 铰链四杆机构的基本形式及应用	18
3.2 铰链四杆机构的演化及应用	20
3.3 平面四杆机构的基本特性	22
3.4 平面四杆机构的设计	26
思考与练习题	27
第 4 章 凸轮机构	29
4.1 凸轮机构的应用、特点与分类	29
4.2 从动件的常用运动规律	30
4.3 盘状凸轮轮廓设计	33
4.4 凸轮机构设计应注意的问题	36
4.5 凸轮的材料及结构、加工方法	37
思考与练习题	38
第 5 章 间歇运动机构	40
5.1 棘轮机构	40
5.2 槽轮机构	42
5.3 不完全齿轮机构	43
思考与练习题	44
第 6 章 联接	45
6.1 螺纹联接	45
6.2 键联接	58

6.3 销联接	62
6.4 铆接、焊接、粘接和过盈配合联接	62
思考与练习题	64
第7章 带传动和链传动	66
7.1 带传动概述	66
7.2 带传动的工作情况分析	67
7.3 V带和V带轮的结构	70
7.4 V带传动的设计	73
7.5 带传动的张紧、安装与维护	79
7.6 链传动简介	80
思考与练习题	84
第8章 齿轮传动	85
8.1 齿轮传动的特点和类型	85
8.2 齿廓啮合基本定律	86
8.3 渐开线及渐开线齿廓	87
8.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分名称和几何尺寸计算	89
8.5 渐开线直齿圆柱齿轮传动分析	91
8.6 渐开线齿轮的加工原理及变位齿轮简介	93
8.7 渐开线直齿圆柱齿轮强度计算	96
8.8 斜齿圆柱齿轮传动	101
8.9 直齿圆锥齿轮传动	105
8.10 齿轮的结构	108
8.11 齿轮传动的润滑	110
8.12 标准齿轮传动的设计计算	111
实训 渐开线直齿圆柱齿轮参数测定	113
思考与练习题	117
第9章 蜗杆传动	118
9.1 蜗杆传动的类型和特点	118
9.2 普通圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸计算	119
9.3 蜗杆的失效形式和设计准则	121
9.4 蜗杆传动的材料和结构	122
9.5 蜗杆传动的受力分析和强度计算	123
9.6 蜗杆传动的效率、润滑和热平衡计算	124
思考与练习题	127
第10章 轮系	128
10.1 轮系的分类	128
10.2 定轴轮系的传动比计算	129
10.3 行星轮系的传动比计算	130
10.4 组合轮系的传动比计算	132
10.5 轮系的应用	133
10.6 其他行星传动简介	135

10.7 减速器	136
实训 减速器拆装和结构分析	140
思考与练习题	142
第 11 章 轴	144
11.1 概述	144
11.2 轴的结构设计	146
11.3 轴的工作能力计算	150
11.4 轴的设计	152
思考与练习题	156
第 12 章 轴承	158
12.1 滑动轴承的类型、特点和应用	158
12.2 滑动轴承的结构和材料	158
12.3 滑动轴承的润滑	161
12.4 滚动轴承的构造、类型及特点	164
12.5 滚动轴承的代号及类型选择	166
12.6 滚动轴承的寿命计算	170
12.7 滚动轴承的组合设计	178
12.8 滚动轴承的维护和使用	183
实训 轴系结构的分析与测绘	185
思考与练习题	187
第 13 章 联轴器和离合器	188
13.1 联轴器	188
13.2 离合器	191
思考与练习题	193
第 14 章 弹簧	194
14.1 弹簧的概述	194
14.2 弹簧的材料	195
14.3 圆柱螺旋弹簧	196
思考与练习题	199
第 15 章 机械的调速与平衡	200
15.1 机械速度波动与调节	200
15.2 机械的平衡	202
实训 刚体转子的静平衡试验	205
思考与练习题	206
参考文献	208

第1章

机械设计概论

本章主要介绍了本课程研究对象、性质和任务,机械设计的基本要求、设计准则,设计一般过程。简要介绍现代机械设计的发展趋势。结合机器的结构组成实训,明确本课程在实际生产的地位和作用,有利于掌握正确的学习方法,正确设计、使用和维护机械。

1.1 机器的组成

在人们的生产和生活中,为了减轻体力劳动和提高生产率,广泛使用着各种机器。在现代生产和日常生活中,见到的电动机、内燃机、起重机、破碎机、各种机床、电动自行车、洗衣机等都是机器。

机器的种类很多,结构、性能和用途也各不相同。如图 1-1 所示的内燃机,它是由汽缸体 1、活塞 2、连杆 3、曲轴 4、齿轮 5 和 6、凸轮 7、8、顶杆 9、进气阀 10 和排气阀 11 等组成。汽缸体 1 起支承作用,活塞 2 的往复运动由连杆 3 转变为曲轴 4 的连续转动,通过齿轮 5、6 带动凸轮 7、8,使顶杆 9 启闭进气阀 10 和排气阀 11。这样,使燃气的热能转变为曲轴转动的机械能。又如直接驱动型电动自行车,电动机与自行车轮箍连为一体,接通电源,电动自行车上的电动机即能工作而带动自行车行驶,完成从电能转换为机械能。从上述几个实例可以看出,机器有三个共同的特征:

- ① 都是一种人为的实物组合;
- ② 各部分形成运动单元,各单元之间具有确定的相对运动;
- ③ 能代替或减轻人类的劳动,实现能量转换或完成有用的机械功。

凡仅具备以上前两个特征的装置称为机构。如图 1-1 所示的单缸内燃机中,活塞、连杆、曲轴和汽缸体组成一个曲柄滑块机构,可将活塞的往复移动转变为曲轴的连续转动。凸轮、阀门移动杆和汽缸体组成凸轮机构,将凸轮的连续转动变为阀门移动杆有规律的往复移动。曲轴、凸轮轴上的齿轮和汽缸体组成齿轮机构,可以使两轴保持一定的传动比。由此可见,机器是由机构组成的,一部机器可以包含几个机构,也可以只包含一个机构,如电动机只由一个简单的二杆机构组成。

从结构和运动的观点来看,机器和机构两者并无差别,工程上统称为“机械”。

组成机械的各个相对运动的独立整体称为构件,机械中不可拆的单独的实体称为零件。构件可以是单一的零件,如内燃机中的曲轴;也可以是若干个零件的刚性组成,如图 1-2 所示,内燃机中的连杆就是由连杆体 1、螺栓 2、螺母 3、连杆盖 4 等零件组成,形成一个运动整体。由此可知,构件是机械中的运动单元,零件是机械中的制造单元。

构件按其运动状态在机构中可分为固定构件和运动构件。在机构中处于静止状态起支承作用的构件称为固定构件,又称为机架。如内燃机的汽缸、机床的床身等都是机架。相对于机架运动的构件成为运动构件。运动构件又可分为主动件和从动件两种。所谓主

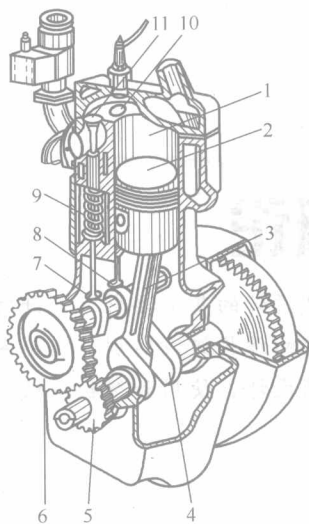


图 1-1 单缸内燃机

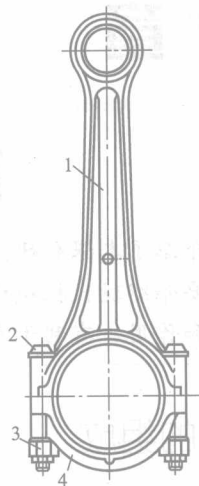


图 1-2 连杆

动件是受驱动外力直接作用而运动的构件，它始终与机架相连。如内燃机中曲柄滑块机构的活塞。所谓从动件就是在主动件作用下作预期运动的构件。如内燃机中曲柄滑块机构的连杆和曲轴。

机械中的零件可以分为两类：一类称为通用零件，即在各种机械中都经常使用，具有同一功能的零件，如螺栓、螺钉、螺母等；另一类称为专用零件，即仅用于特定类型的机械中使用，如曲轴、活塞等。

机器从机械功能的角度来看，一般主要由四个基本部分组成。

动力部分——是机器工作动力源。最常见的是电动机和内燃机。

工作部分——是机器特定功能的执行部分。比如：汽车的车轮、起重机的吊钩、机床的刀架、洗衣机的拨水盘等。

传动部分——联接原动机和工作部分的中间部分。比如：汽车的变速箱、机床的主轴箱、起重机的减速器等。

控制部分——控制机器的启动、停止和正常协调动作。比如：汽车的方向盘和转向系统、排挡杆，刹车及其踏板，离合器踏板及油门等就组成了汽车的控制系统。

随着科学技术的发展，人们综合应用知识和技术不断创造，使机器有了更广泛的定义：用来转换或传递能量、物料和信息的执行机械运动的系统或装置。

1.2 本课程的内容、性质和任务

本课程是机械类或近机类专业的一门重要的专业技术基础课。本课程主要研究常用机构和通用零部件的工作原理、结构特点、运动和动力性能、基本设计理论计算方法及选用和维护。本课程综合应用机械制图、工程力学、金属工艺学等课程的知识，解决常用机构和通用零部件的分析和设计的共性问题。为学习机械类有关专业课、机械产品的创新设计及对现有机器的合理使用和革新改造打下良好的基础。

本课程的主要任务：

- ① 了解常用机构的工作原理、类型、特点及应用,掌握基本设计理论、设计方法;
- ② 掌握通用零部件的工作原理、特点、结构基本知识,掌握通用零部件的选择使用和失效形式、设计准则与设计方法;
- ③ 具有查选和使用国家标准、规范、手册、图册等有关技术资料的能力;
- ④ 具备设计和改进简单机械和传动装置的能力;
- ⑤ 初步具有分析和处理生产实际中机械一般问题基本技能。

本课程的学习方法:

- ① 着重基本概念的理解和基本分析方法的掌握,不强调系统的理论分析;
- ② 机器是由许多机构、零件的有机结合,各部分之间既相互联系,又相互制约,学习时应从整体出发理解,不要孤立片面地研究;
- ③ 考虑实际设计的复杂性,常常采用经验公式、参数和简化的计算,学习时注意理解公式和参数建立的条件、意义和应用,不强调对理论公式的具体推导;此外,应注意计算结果不是唯一的,很多需要由结构设计、工艺要求确定;
- ④ 贯彻理论联系实际的原则,注意在实践中积累经验,观察思考问题,运用知识,深化知识,提高职业素质和能力。

1.3 机械设计的基本要求和一般过程

1.3.1 机械设计的基本要求

为了使机械能安全有效地实现预期的功能,机械设计的基本要求应满足以下几方面。

1. 预定功能要求

满足机器预定的工作要求,如机器工作部分的运动形式、速度、运动精度和平稳性、需要传递的功率,以及某些使用上的特殊要求(如高温、防潮等),并在预定的寿命期间能可靠的工作。

2. 安全可靠性与操作方便要求

安全可靠性是基本的也是必须保证的性能要求。机器在正常工作时,不发生断裂、过度变形、过度磨损,不丧失稳定性;能实现对操作人员的防护,保证人身安全和身体健康。机器应尽可能降低操作的技术要求,减轻劳动强度。同时对有可能的误操作,有预防装置。

3. 经济性要求

在满足使用性和安全性要求的前提下,合理选用材料、简化结构尺寸和制造工艺,以降低产品的成本。应尽量采用标准化、通用化、系列化的零部件,以提高设计质量、降低制造成本。

4. 其他要求

机器外形设计美观,富有时代特点,提高产品的竞争力。此外必须考虑对周围环境和人 not 造成危害和污染,要保证机器对环境的适应性。还有由于工作环境和要求不同,而对设计提出某些特殊要求,如食品卫生条件、耐腐蚀、高精度要求等。

1.3.2 机械设计的一般过程

机械设计的过程就是建立满足功能要求的创造过程。通常分为以下几个阶段。

1. 明确设计任务

根据社会或市场需要进行调查,明确设计任务和设计要求。依据设计要求,有针对性地认真进行调查研究、收集材料,分析资料,对设计要求全面综合。

2. 方案设计

方案设计根据设计要求,提出几个可行性方案加以分析、比较,通过优化评价得出最佳方案。

3. 技术设计

技术设计是根据方案设计的要求,确定机械产品的总体设计、部件设计、零件设计等,并绘制工程图、编制设计说明书等,是从定性到定量、从抽象到具体、从粗略到详细的设计过程。

4. 试制鉴定

试制鉴定阶段是通过样机制造、样机试验、功能检查及整机、零部件的性能测试,随时修正完善设计,以更好地满足设计要求。

5. 批量正式生产

批量正式生产阶段是根据样机试验、使用、测试、鉴定所暴露的问题,进一步修正设计,产品定型。

1.4 机械零件设计的基本准则和步骤

1.4.1 机械零件设计的基本准则

机械零件在预定的时间内和规定的条件下,丧失正常的功能或降低效用,称为失效。

机械零件的失效形式主要有断裂、过量变形、表面磨损、腐蚀、零件表面的接触疲劳和共振等。

机械零件的失效形式与许多因素有关,具体取决于该零件的工作条件、材质、受载状态及其所产生的应力性质等多种因素。即使是同一种零件,由于材质及工作情况不同,也可能出现各种不同的失效形式。

为了使设计零件能在预定时间内和规定工作条件下正常工作,设计机械零件时应满足下面几个基本要求。

(1) 强度 是指在一定载荷作用下,零件抵抗破坏的能力。强度是机械零件保证正常工作的基本要求。机械零件的强度可分为静强度和疲劳强度,其中又可分为整体强度和表面强度。零件发生断裂和塑性变形,说明是整体静强度不足所致;发生表面压碎和表面塑性变形,说明是表面静强度不足;发生疲劳断裂,说明是整体疲劳强度不足;发生表面疲劳点蚀,说明是表面疲劳强度不足。

为了保证零件在预定的使用期限内具有足够的强度,除选用合适的材料和毛坯、确定合理的结构和剖面形状、热处理工艺外,还必须对零件进行强度计算。所遵循的计算准则

$$\sigma \leq [\sigma] \text{ 或 } \tau \leq [\tau]$$

或

$$s \geq [s]$$

式中 σ , τ ——零件工作时的正应力和剪应力;

$[\sigma]$, $[\tau]$ ——零件材料的许用正应力和许用剪应力;

s ——危险截面处的安全系数；

$[s]$ ——许用安全系数。

(2) 刚度 是指在一定载荷作用下，零件抵抗弹性变形的能力。

对于某些零件（不是所有零件），如果零件刚度不够，受载后将产生过大的挠度或转角而影响机器正常工作，设计时必须满足下面的计算准则

$$y \leq [y]$$

$$\theta \leq [\theta]$$

$$\varphi \leq [\varphi]$$

式中 y, θ, φ ——零件工作时的挠度、偏转角和扭转角；

$[y], [\theta], [\varphi]$ ——零件的许用挠度、许用偏转角和许用扭转角。

(3) 耐磨性 是指具有相对运动的零件接触表面抵抗摩擦磨损的能力。

磨损将逐渐改变零件的形状和尺寸，使接触间隙不断增大，造成机械运转质量的不断降低。当工作磨损量超过规定的容许磨损量时，将导致机械的失效。在一般机械中，由于磨损导致失效的零件目前约占全部报废零件的80%。为使零件在预定的使用期限内具有足够的耐磨性或耐磨寿命，除正确选择材料，采用热处理提高表面硬度，提高表面加工粗糙度和提供良好的润滑外，还需进行耐磨性计算。由于磨损机理复杂，通常采用条件性的计算准则

$$p \leq [p]$$

式中 p ——零件的工作压强；

$[p]$ ——零件的许用压强。

(4) 可靠性 零件在规定的使用条件下和规定的使用时间内正常工作的概率称为零件的可靠度。可靠度是衡量零件工作可靠性的一个特征量，不同零件的可靠度要求是不同的。设计时应根据具体零件的重要程度选择适当的可靠度。

设计机械零件时，除应遵循上述基本准则外，对于某些在特殊条件下工作的机械，还须考虑一些附加的准则。例如，对于高速机械要注意零件的振动稳定性；对于受腐蚀介质浸蚀的机械，应注意零件的耐腐蚀性等。

1.4.2 设计机械零件的一般步骤

设计机械零件时，一般按以下步骤进行。

① 根据原始参数（功率、转速、力或力矩等）、工作条件和使用要求等，合理选定需采用的零件类型。

② 拟定计算简图，确定作用于零件上的载荷，并判明载荷的方向和变化性质。

③ 根据零件工作情况，确定零件的失效形式，正确选用合适的材料，确定许用应力。

④ 根据零件的主要失效形式，确定零件的计算准则，计算主要尺寸，并参考有关标准进行圆整，这样的计算称为设计计算；如果先根据经验确定零件的尺寸，然后按计算准则校核零件是否满足工作能力要求，这样的计算称为校核计算（或验算）。

⑤ 根据工艺、结构等要求，对零件进行结构设计，定出零件的全部尺寸。

⑥ 绘制零件工作图，制订技术要求，编写计算说明书及有关技术文件。

1.5 机械零件的标准化

机械零件设计的标准化包括设计参数、主要尺寸及型号、检验方法、设计计算方法、机械制图等方面。按规定生产的机械零件称为标准件。

机械零件实行标准化的生产和制造的优势有：

- ① 可以由专门化厂家大量生产标准件，能确保质量、节省材料、降低成本等；
- ② 选用标准件可以简化设计工作，缩短产品的生产周期；
- ③ 选用参数标准化的零件，在机械制造过程中可以减少刀具和量具的规格种类；
- ④ 标准化零件具有互换性，从而简化机器的安装和维修。

我国现行标准为国家标准（GB）、行业标准、地方标准、企业标准。国际上推行国际化标准组织（ISO）的标准，我国也正在逐步向 ISO 标准靠近。

1.6 现代机械设计发展的动态

随着现代工业的不断发展，科学技术日新月异，特别是我国加入 WTO 以后，机械设计和标准与国际标准逐步接轨。为了适应市场的激烈竞争，提高设计质量，缩短设计周期，微电子技术、控制技术和计算机技术与机械技术有机结合，促进机械设计发生了巨大变革，机械产品也向高效能、自动化、综合化、人性化和智能化等方向发展。

计算机辅助设计（Computer Aided Design，简称 CAD），是指在机械设计中，由计算机建立程序库和数据库进行程序设计、自动设计、绘图，以人机交互方式进行方案和参数对比、选择、优化和决策，高速度、高质量地完成最佳设计。CAD 和计算机辅助制造（CAM）、计算机管理自动化结合起来，形成计算机集成制造系统（CIMS）。

近年来，CAD 技术正向着规模大、知识广、层次深、智能化方向发展，出现了专家系统，不仅可进行一般数值计算、绘图，还具有逻辑推理、分析综合、方案构思、决策等功能。

实训 机器的结构组成

1. 实训目的

- (1) 了解机器的组成，分析各机构在机器中的功用。了解常用零件类型、结构特点。
- (2) 提高对机械的认识能力，培养分析机械的初步能力。

2. 实训设备和工具

平面机构和机械传动陈列柜或简单典型机器（如缝纫机、破碎机牛头刨床等）。

3. 实训方法与步骤（以牛头刨床为例）

- (1) 分析牛头刨床的机构组成，明确各机构名称和功用。
- (2) 观看牛头刨床机械传动的运转情况，分析工作原理及运动特点。
- (3) 观察分析组成牛头刨床的各种零部件（螺栓、齿轮、轴系零件等）的类型、结构特点及作用。

4. 思考题

- (1) 机器主要由哪几部分组成？各部分的作用和相互关系是怎样的？

(2) 你认为机器中最常用的机构和零部件有哪些？

5. 编写实训报告

机器的结构组成实训报告

班 级		姓 名		学 号	
实训地点		实训时间		组 别	
实训数据和结果	1. 常用机构(名称、结构、组成、运动特点、应用) (1) (2) (3) (4) : 2. 典型通用零件(名称、结构特点、应用) (1) (2) (3) (4) :				
实训分析结论					
评语					
成绩		指导教师		评阅时间	

思考与练习题

- 1-1 试述机械、机构、构件、零件的含义。
- 1-2 说明机械设计的一般过程及各阶段的主要内容。
- 1-3 什么是机械零件失效？失效主要形式有哪些？
- 1-4 简述设计机械零件的一般步骤。
- 1-5 指出下列机器的原动部分、工作部分、传动部分、支承部分、控制部分：(1) 汽车；(2) 自行车；(3) 电风扇；(4) 缝纫机。
- 1-6 机械零件标准化的意义是什么？

第 2 章

平面机构的组成及结构分析

本章主要介绍了机构的组成及特点,分析机构具有确定运动的条件,学会平面机构运动简图的绘制及自由度的计算,明确机构分析的目的。

机构由若干个构件组成,各构件之间具有确定的相对运动。那么构件应如何组合?在什么条件下才具有确定的相对运动?这对分析现有机构或创新设计机构具有重要意义。

所有构件的运动平面都相互平行的机构称为平面机构,否则称为空间机构。常用机构大多数为平面机构,本章仅讨论平面机构的情况。

2.1 平面机构的组成

2.1.1 构件的分类

根据构件在传递运动中的作用,机构中的构件可分为三类。

(1) 固定件或机架 用来支承活动构件固定不动的构件。研究机构中活动构件的运动时,常以固定件作为参考坐标系。

(2) 原动件 按给定运动规律独立运动的构件。它是机构中输入运动的构件,故又称为主动件。

(3) 从动件 机构中随着原动件运动而运动的其余活动构件。

在一般的机构中,必有一个构件被相对地看作固定件,在活动构件中,必须有一个或几个原动件,其余的是从动件。当原动件按预定的运动规律运动时,机构中各从动件即有确定的相对运动。

2.1.2 运动副

一个自由构件在空间运动时有六个自由度。它在直角坐标系内可表示为沿着三个坐标轴的移动和绕三个坐标轴的转动。而对于一个作平面运动的构件,则只有三个自由度,如图 2-1 所示。即沿 x 轴和 y 轴移动,以及在 xOy 平面内的转动。把构件可能出现的独立运动的数目称为自由度。

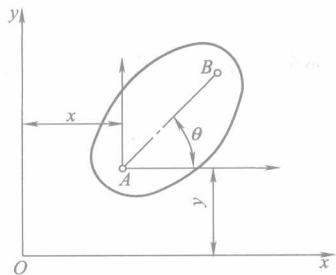


图 2-1 平面运动构件

机构中两构件之间直接接触并能作相对运动的联接,称为运动副。如图 2-2 所示,轴 1 与轴承 2 之间的联接,滑杆 1 与导槽 2 之间的联接,齿轮 1 和齿轮 2 之间的联接等,都构成了运动副。

显然,两构件构成运动副后,某些独立的相对运动便受到限制,这种限制称为约束。运动副引入约束,相对运动自由度随之减少。运动副引入的约束数等于两构件相对自由度减少的数目。

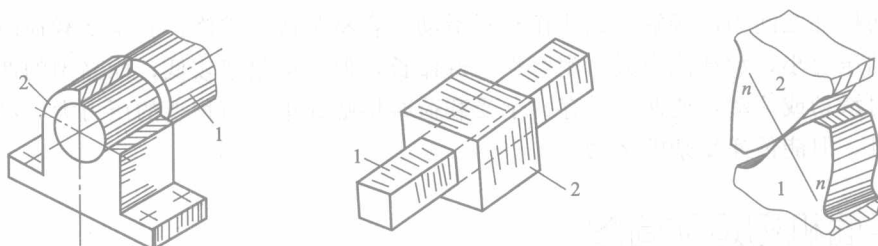


图 2-2 运动副

在平面运动副中,两构件之间的直接接触不外乎有三种情况——点、线和面接触,称为运动副元素。按照接触特性,通常把运动副分为低副和高副两类。

1. 低副

两构件通过面接触构成的运动副称为低副。根据两构件间的相对运动形式,低副又分为移动副和转动副。

两构件间的相对运动为直线运动的,称为移动副,如图 2-3 所示。构件之间只保留沿 x 轴方向相对移动的自由度,约束了沿一个轴方向的移动和在平面内转动两个自由度。

两构件间的相对运动为转动的,称为转动副或铰链副,如图 2-4 所示。轴约束了沿 x 轴和 y 轴移动的自由度,只保留一个相对转动的自由度。

由上述可知,在平面机构中,每个低副引入两个约束,机构即失去两个自由度。

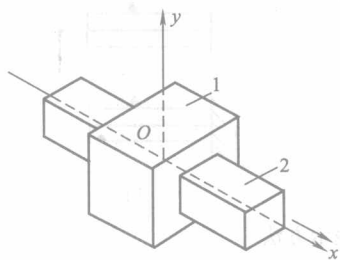


图 2-3 移动副

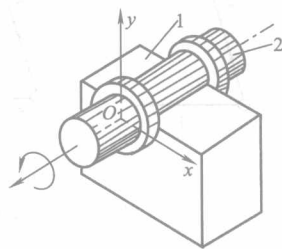


图 2-4 转动副

2. 高副

两构件通过点或线接触构成的运动副称为高副。

如图 2-5 所示,凸轮 1 与尖顶推杆 2 构成高副;如图 2-6 所示,齿轮 1、2 轮齿啮合处也构成高副。只约束了沿接触处公法线 $n-n$ 方向移动的自由度,保留绕接触处的转动和沿接触处公切线 $t-t$ 方向移动的两个自由度。

由上述可知,在平面机构中,每个高副引入一个约束,机构即失去一个自由度。

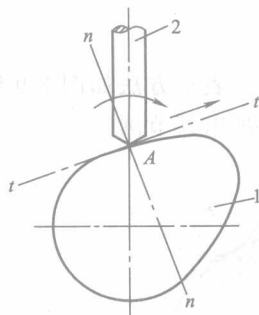


图 2-5 凸轮高副

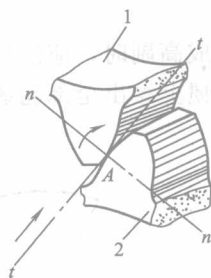


图 2-6 齿轮高副