



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械设计

基础

 主编 何富贤 侯克青

煤炭工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机 械 设 计 基 础

主 编 何富贤 侯克青
副主编 刘爱云 郑文玉

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,也是全国煤炭高等职业教育机械类规划教材之一。

本书分为机械设计基础知识,常用机构及其传动,通用零、部件及机械的润滑和密封四篇,共十八章。第一篇有平面机构运动简图和自由度;第二篇包括平面连杆机构,凸轮机构,其他常用机构,挠性件传动,齿轮传动,蜗杆传动及轮系;第三篇有螺纹连接,键连接、无键连接和销连接,滑动轴承,滚动轴承,联轴器、离合器和制动器,轴,减速器和变速器以及弹簧;第四篇是机械的润滑和密封。为加强实践性教学内容,各章配有相应的实验指导并配套编写了《机械设计基础课程设计指导书》。

本书可作为高职高专、成人高校、电视大学等院校或中等专业学校机械类各专业及近机类相关专业的教学用书,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 / 何富贤,侯克青主编. - 北京:煤炭工业出版社,2010

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3701 - 7

I. ①机… II. ①何…②侯… 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(2010)第 127671 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址:www.cciph.com.cn

北京京科印刷有限公司 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 25

字数 600 千字 印数 1 - 5,000

2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

社内编号 6511 定价 48.00 元

(附课程设计指导书)

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

全国煤炭高职高专矿山机械类“十一五”规划教材 编 审 委 员 会

主 任：冯海明

副主任：李克孝 丁原廉 何全茂

秘书长：谢光辉

委 员(以下按姓氏笔画为序)：

马立克	王寅仓	牛小铁	毋虎城
安淑女	朱江峰	刘捷	刘立群
刘永清	劳宇	汪浩	杨玉璋
杨楨	苏汉明	张小亮	张安义
张君伟	张树征	张晓梅	何朝柱
何富贤	闵国林	林木生	武熙
武维承	金建云	侯克青	康力
韩治华	裴文喜		

前 言

本书由中国煤炭教育协会和中国矿业大学(北京)教材编审室共同组织编写,是全国普通高等教育“十一五”国家级规划教材,共四篇十八章。教材内容为机械设计基础知识、常用机构及其传动、通用零部件、机械的润滑和密封。

本书依据高等职业技术教育的培养目标编写。围绕专业教育目标及学生应具备的能力,结合近年来高职高专的教学改革经验,本着“突出技能,重在实用,淡化理论,够用为度”的指导思想,突出职业教育特色,在编写中注重以下几个方面:

1. 本教材是按照课程的教学基本要求编写的。
2. 以少而精、突出应用性和适用性为原则;以生产实际所需的基本知识、基本理论、基本技能为基础,突出知识的应用。精选教学内容,把握理论深度,以必须够用为度,强调基本概念,删减不必要的公式推导。
3. 从机械设计整体出发,将机械原理与机械零件相关内容融为一体。体现新理论、新技术、新方法、新工艺、新材料,保证教材的先进性和科学性。
4. 本教材采用了最新国家标准及规范、数据和资料,采用了最新的设计计算方法和实用图例。
5. 为加强实践性教学内容,培养学生的动手能力和职业岗位能力,教材中编入七个实验。
6. 为使教材少而精,教材中用到的有关设计资料和课程设计等内容均编入与教材配套的《机械设计基础课程设计指导书》中。
7. 本教材内容较为全面,不同专业可以根据具体情况酌情取舍。

全书基本内容的深度、广度适用于高等职业院校或中等专业学校机械类、近机类(80学时左右)各专业,也可供工程技术人员参考。

《机械设计基础》由何富贤、侯克青任主编,刘爱云、郑文玉任副主编。具体编写分工是安徽能源技术学校刘茹(绪论、第十六、十七章),山西煤炭职业技术学院郑文玉(第一、二、三章),长治职业技术学院侯克青(第四、八章),河南理工大学高等职业学院刘爱云(第五章),河南理工大学高等职业学院何富贤(第六章),内蒙古科技大学高等职业技术学院孙建平(第七、十四章),平顶山工业职业技术学院陶丹丹(第九、十、十三章),陕西能源职业技术学院宁静(第十一、十二章),中信重工机械股份有限公司重型铸锻厂李圣(第十五章)。《机械设计基础课程设计指导书》由侯克青、李圣任主编。具体分工为侯克青(概论、设计题目和设计任务书、传动装置的总体设计、传动零件的设计计算、编写设计计算说明书和准备答辩、减速器图例及附录),李圣(减速器装配底图的设计与绘制)。全书由何富贤、侯克青负责统稿和定稿。

限于编者水平,书中欠妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
2010年7月

目 录

第一篇 机械设计基础知识

绪论	1
第一节 中国机械发展概况	1
第二节 机器的组成	2
第三节 本课程的内容、性质和任务	4
本章小结	5
思考题与习题	5
第一章 平面机构运动简图和自由度	6
第一节 平面机构的组成	6
第二节 平面机构运动简图	8
第三节 平面机构的自由度	10
本章小结	14
思考题与习题	14
实验一 平面机构运动简图测绘	16

第二篇 常用机构及其传动

第二章 平面连杆机构	18
第一节 铰链四杆机构的基本类型及应用	18
第二节 铰链四杆机构的演化	22
第三节 平面四杆机构的传动特性	25
第四节 平面四杆机构的设计	28
本章小结	31
思考题与习题	31
第三章 凸轮机构	33
第一节 概述	33
第二节 从动件常用的运动规律	36
第三节 凸轮轮廓曲线的设计	38
第四节 凸轮机构基本尺寸的确定	42
本章小结	47
思考题与习题	47
第四章 其他常用机构	49
第一节 棘轮机构	49
第二节 槽轮机构	52

第三节 不完全齿轮机构	53
第四节 螺旋传动机构	53
本章小结	56
思考题与习题	56
实验二 机构的结构及特性分析	56
第五章 挠性件传动	61
第一节 带传动的主要类型和应用	61
第二节 摩擦带传动的工作情况分析	65
第三节 普通 V 带传动的设计	70
第四节 V 带轮结构设计	78
第五节 V 带传动的张紧、安装和维护	82
第六节 链传动的组成、类型、特点和应用	84
第七节 滚子链和链轮的结构及标准	85
第八节 链传动的使用和维护	89
本章小结	91
思考题与习题	91
实验三 带传动的滑动率和效率的测定	91
第六章 齿轮传动	95
第一节 概述	95
第二节 齿廓啮合基本定律	97
第三节 渐开线及其特性	98
第四节 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸	99
第五节 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	102
第六节 渐开线齿轮的加工方法和根切现象	105
第七节 变位齿轮传动简介	108
第八节 直齿圆柱齿轮的齿厚测量	111
第九节 齿轮的失效形式及计算准则	113
第十节 齿轮常用材料及齿轮传动精度	115
第十一节 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动的设计计算	119
第十二节 斜齿圆柱齿轮传动	129
第十三节 直齿圆锥齿轮传动简介	136
第十四节 齿轮的结构设计	137
第十五节 齿轮传动的维护和修复	140
本章小结	141
思考题与习题	141
实验四 渐开线齿廓的范成原理的验证	143
实验五 渐开线直齿圆柱齿轮参数的测定	146
第七章 蜗杆传动	148
第一节 蜗杆传动的类型和特点	148
第二节 普通蜗杆传动的主要参数和几何尺寸计算	150
第三节 蜗杆传动的滑动速度和效率	154
第四节 蜗杆蜗轮的常用材料和结构	156

第五节 普通圆柱蜗杆的安装与维护	157
本章小结	158
思考题与习题	158
第八章 轮系	159
第一节 轮系及其类型	159
第二节 定轴轮系传动比的计算	160
第三节 周转轮系传动比的计算	163
第四节 混合轮系传动比的计算	166
第五节 轮系的功用	167
本章小结	170
思考题与习题	171
 第三篇 通用零部件	
第九章 螺纹连接	173
第一节 连接螺纹的特点及应用	173
第二节 螺纹连接的类型和标准连接件	174
第三节 螺纹连接的预紧和防松	175
第四节 螺栓连接的结构设计	177
本章小结	178
思考题与习题	179
第十章 键连接、无键连接和销连接	180
第一节 键连接	180
第二节 无键连接和销连接	183
本章小结	185
思考题与习题	185
第十一章 滑动轴承	186
第一节 滑动轴承的主要类型和结构	186
第二节 轴瓦的结构和轴承的材料	188
本章小结	191
思考题与习题	191
第十二章 滚动轴承	192
第一节 滚动轴承的结构、类型和特点	192
第二节 滚动轴承的代号及类型选择	195
第三节 滚动轴承的计算准则和寿命计算	198
第四节 滚动轴承的组合设计	203
本章小结	208
思考题与习题	208
第十三章 联轴器、离合器和制动器	210
第一节 联轴器	210
第二节 离合器	214
第三节 制动器	216

本章小结	217
思考题与习题	217
第十四章 轴	218
第一节 轴的分类和材料	218
第二节 轴的结构设计	220
第三节 轴的强度计算和设计	226
第四节 轴的使用与维修	233
本章小结	234
思考题与习题	234
实验六 轴系结构的测绘和分析	235
第十五章 减速器和变速器	237
第一节 减速器	237
第二节 变速器	241
本章小结	244
思考题与习题	244
实验七 减速器的结构分析和装拆	244
第十六章 弹簧	248
第一节 概述	248
第二节 圆柱螺旋弹簧的结构及主要参数	250
本章小结	252
思考题与习题	252

第四篇 机械的润滑和密封

第十七章 摩擦、磨损和润滑	254
第一节 摩擦与磨损	254
第二节 润滑	256
第三节 常用传动装置的润滑	260
本章小结	263
思考题与习题	263
第十八章 密封装置	264
本章小结	266
思考题与习题	267
主要参考文献	268

第一篇 机械设计基础知识

绪 论

第一节 中国机械发展概况

中国是世界上机械发展最早的国家之一。中国的机械工程技术不但历史悠久,而且成就十分辉煌,不仅对中国物质文化和社会经济的发展起到了重要的促进作用,而且对世界技术文明的进步也作出了重大贡献。早在公元前 5 世纪,我国的大哲学家墨翟在所著的《墨经》中便论述了杠杆平衡问题;公元 31 年东汉时期发明的水排是炼铁时带动风箱鼓风的机械装置,如图 0-1 所示,它应用了水力原理和复杂的连杆机构;图 0-2 所示用于舂米的连机碓采用了凸轮机构。根据陕西省长安县汉墓出土的齿轮可知,在公元 1 世纪(东汉初年)我国已经有了人字齿轮,东汉以后出现的记里鼓车和指南车里也使用了齿轮传动。这一时期的有些机械已具备了机器的基本组成要素,即原动机、传动机构和工作机构三个组成部分。机器的出现反映了机械系统的发展达到了很高的程度。从三国时期到元代中期,我国的机械加工、农业机械、纺织机械、造船和仪器制造等多方面都走在了世界的前列,不少机械传到了国外,对世界科学技术的发展产生了一定的影响。由此可见,我国古代在机械方面的成就卓越。

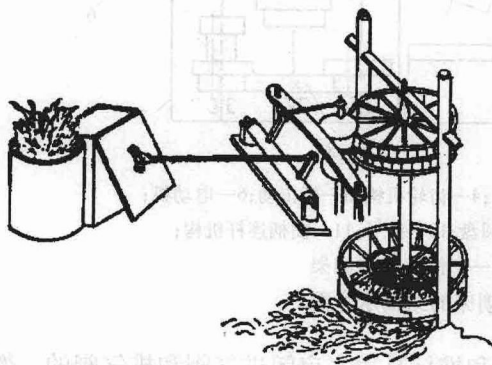


图 0-1 水排

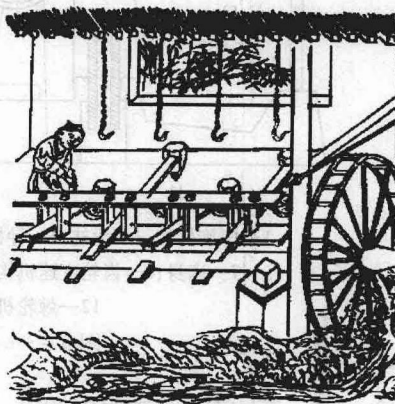


图 0-2 连机碓

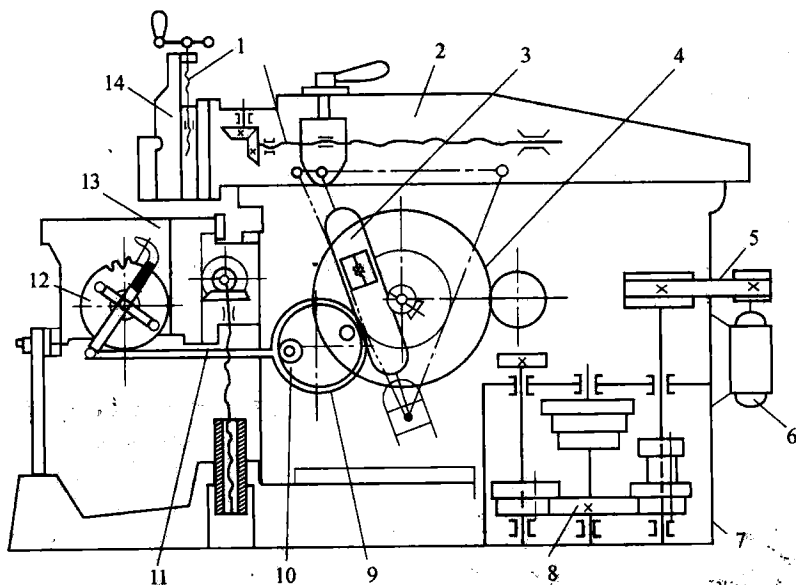
新中国的建立,特别是改革开放以来,为我国科学技术的发展开辟了广阔的道路。和其他行业一样,我国的机械工业也得到了迅猛的发展。在机械制造业方面,从过去只能由手工

或半手工进行简单的修理和制作,到现在利用各种先进技术(如数控加工技术、电火花技术、线切割技术、激光技术等)进行大规模、高精度的机械零件加工;从过去只能使用品种单一的材料制造机械零件,到现在种类繁多的新型材料(如耐高温材料、耐磨材料、超硬度材料、复合材料等)不断出现和应用等。在机械设计方面,从过去只能从事简单的模仿设计到现在对先进机械设备(如机电一体化设备)的自行设计;从过去只能借鉴国外标准进行设计到目前我国完整标准体系的建立;从过去传统的人工低效率设计,到现在的计算机辅助设计技术的应用,等等。所有这些,均标志着我国机械工业正朝着世界先进水平迈进。

第二节 机器的组成

在生产实际和日常生活中,广泛地使用着各种机器,如电动机、自行车、汽车、洗衣机和电梯等。机器的种类很多,其构造、性能和用途各不相同,但从机器的组成分析,又有其共同点。

图 0-3 所示为牛头刨床的结构示意图。电动机经带传动和齿轮传动装置来实现减速,又通过摆动导杆机构将齿轮的转动转换为滑枕的往复直线移动,从而进行刨削。



1—螺旋机构;2—滑枕;3—导杆机构;4—齿轮机构;5—带传动;6—电动机;
7—床身;8—齿轮变速机构;9—圆盘;10—销子;11—曲柄连杆机构;
12—棘轮机构;13—工作台;14—刀架

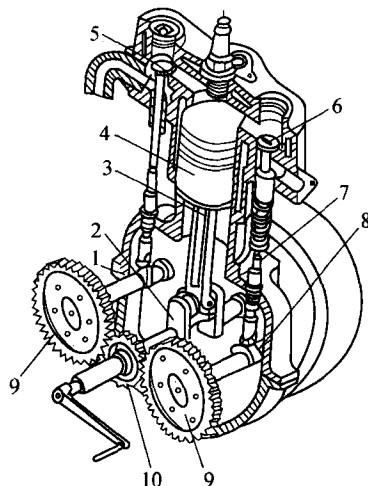
图 0-3 牛头刨床的结构示意图

图 0-4 所示为单缸四冲程内燃机,凸轮和推杆是用来启闭进气阀和排气阀的。燃气推动活塞 4 移动,经连杆 3 使曲轴 2 连续转动,从而将燃气的热能转换为曲轴转动的机械能。

分析上述两例可知,凡能实现确定的机械运动,又能做有用的机械功或完成能量、物料与信息转换和传递的装置就称为机器。只能用来传递运动和动力或改变运动形式和运动速度的传动装置则称为机构,如连杆机构、齿轮机构等。但从运动的观点来看,两者之间并无

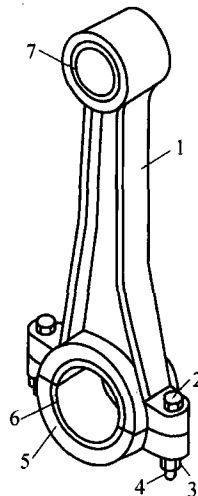
区别,所以通常将机器和机构统称为机械。

组成机器的各个相对运动的单元体称为构件。构件可以是单一的零件,如内燃机中的曲轴构件,也可以是由几个零件刚性连接而成的,如内燃机中的连杆构件(图0-5)是由连杆体、连杆盖、螺栓、螺母、轴瓦和轴套等多个零件组成的。显然,构件是运动的单元,而零件



1—机架(气缸体);2—曲轴;3—连杆;4—活塞;
5—进气阀;6—排气阀;7—推杆;8—凸轮;9,10—齿轮

图0-4 单缸四冲程内燃机



1—连杆体;2—螺栓;3—螺母;
4—开口销;5—连杆盖;6—轴瓦;7—轴套

图0-5 内燃机连杆

是制造的单元。另外,通常把为协同完成某一功能而装配在一起的若干个零件的装配体称为部件,它是装配的单元,如联轴器、轴承、减速器等。

各种机器中普遍使用的零件称为通用零件,如螺钉、齿轮、轴等;只在某些特定类型的机器中才使用的零件,称为专用零件,如内燃机中的曲轴和活塞、汽轮机的叶片、纺织机中的织梭等。

机器中常用的机构有带传动机构、链传动机构、齿轮机构、连杆机构、凸轮机构、螺旋机构、间歇运动机构、组合机构等。一部机器,特别是自动化机器,要实现较为复杂的工艺动作过程,往往需要多种类型的机构。例如,牛头刨床中有带传动机构、齿轮机构、连杆机构、间歇运动机构和螺旋机构等五种机构;内燃机的传动系统中有曲柄滑块机构、齿轮机构和凸轮机构。

按照机器的用途不同分类,机器可分为动力机器、工作机器和信息机器。

动力机器用以实现其他形式的能量与机械能间的相互转换。如内燃机、电动机、涡轮机、发电机等,都属于动力机器。

工作机器用来完成有用机械功或搬运物品、变换物料。如金属切削机床、轧钢机、织布机、收割机、汽车、机车、飞机、起重机、输送机,均为工作机器。

信息机器用来获取和交换信息,如照相机、打字机、复印机等,都属于信息机器。

现代机器一般由动力装置、传动装置、执行装置和操纵、控制及辅助装置四部分组成。

1. 动力装置

动力装置的作用是给机器提供原始能量和动作,是机器的动力源。如电动机、内燃机、

燃气轮机、液压马达、气动马达等。

2. 传动装置

传动装置的作用是将动力装置的运动和动力变换成执行装置所需的运动形式和运动速度,并传递到执行装置。机器中的传动有机械传动、液压传动、液力传动、气压传动和电力传动等,应用最多的是机械传动。本书主要讨论机械传动装置。

3. 执行装置

执行装置是直接完成机器预定功能的工作部分,如车床的卡盘和刀架、汽车的车轮、船舶的螺旋桨、带式输送机的输送带等。

4. 操纵、控制及辅助装置

操纵和控制装置用以控制机器的启动、停车、正反转、运动和动力参数的改变及各执行装置间的动作协调等。辅助装置则有照明、润滑和冷却装置等。

前三种装置为机器的基本组成部分。

在图 0-3 所示的牛头刨床的结构示意图中,电动机是这台机器的动力装置;带传动、齿轮传动、导杆机构、连杆机构和棘轮机构等组成传动装置;刀架和工作台为执行装置。

第三节 本课程的内容、性质和任务

本课程包括机械原理和机械零件两个部分。机械原理的研究对象是常用机械传动机构的组成、原理、运动和动力分析,以及设计的基本原理和方法。机械零件的研究对象是通用零件的设计和连接以及部件的选用。

本课程是机械类和近机类各专业的一门主干技术基础课,同时也是可以直接应用于生产的设计性课程。在工科学生的整个学业中起着承上启下的作用。所谓承上是指《工程力学》、《机械制图》、《数学》、《公差配合和技术测量》、《金属工艺学》等先修课程是学习本门课程的基础,在学习本门课程时要综合应用这些先修课程。所谓启下是指本门课程是学习后续专业课程的技术基础课。

本课程的主要任务是通过本课程的学习,应使学生达到下列基本要求:

- (1) 熟悉常用机构和通用机械零件的结构、工作原理、特点和应用;
- (2) 掌握通用零、部件的选用和设计的基本方法,初步具有设计简单机械传动装置的能力;
- (3) 具有与本课程有关的解题、计算、绘图、执行国家标准和较熟练使用有关技术资料的能力;
- (4) 基本具有测绘、拆装、调整、检测一般机械装置的技能;
- (5) 基本具有使用、维护机械传动装置的能力;
- (6) 初步具有分析和处理机械一般问题的能力;
- (7) 了解有关技术经济政策和法规,掌握科学的工作方法和思想,具有严谨的工作作风、刻苦钻研精神和创新精神。

本课程的学习方法:

- (1) 本课程是实践性很强的课程,要坚持理论联系实际的学习方法,对日常所遇到的机器要结合所学理论进行观察与分析;

(2) 机器是由许多零件组成的有机整体,组成机器的各零件之间既相互联系又相互制约,学习时应从整体出发来理解,不要片面孤立地进行研究;

(3) 设计计算的公式与数据都是有条件的,学习时要着重了解各量的物理意义、取值范围、应用条件,以及它们之间的相互关系;

(4) 要充分重视结构设计,要多观察现有零、部件的实物和图纸,进行分析与比较,提高和丰富结构设计方面的知识。

本章小结

1. 主要内容:机器的组成及其概念;本门课的性质、内容、任务及学习方法等。
2. 重点和难点:机器、机械、构件和零件等概念。
3. 基本要求:掌握机器、机构、构件和零件等几个概念的含义;了解本课程的研究对象、主要内容、学习方法。

思考题与习题

- 0-1 举例说明机器是由哪几个部分组成的。
- 0-2 什么是机构?作用是什么?
- 0-3 机器和机构有何相同点和不同点?

第一章 平面机构运动简图和自由度

机构中的所有构件均在同一个平面或相互平行的平面上运动的机构称为平面机构。工程中常用的机构大多数属于平面机构,本章只研究平面机构的相关问题。

第一节 平面机构的组成

一、构件的分类及其自由度

1. 构件的分类

根据构件在机构中的功能不同,可将构件分为机架、原动件和从动件。

1) 机架

机构中相对固定不动的构件称为机架。它的作用是支撑其他的运动构件。一个机构中只能有一个机架。机架在平面机构运动简图中的符号如图 1-1 所示。

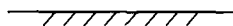


图 1-1 机架的表示方法

2) 原动件

机构中按给定运动规律独立运动的构件称为原动件(又叫主动件)。它的运动是由外界输入的,通常用箭头表示原动件的运动方向和运动形式。原动件是机构的动力源,一般与机架相连。

3) 从动件

除原动件以外的所有运动构件都称为从动件。

2. 构件的自由度

作平面运动的构件相对于定参考系所具有的独立运动的数目,称为构件的自由度。

任一作平面运动的自由构件有三个独立运动,如图 1-2 所示。在 xOy 坐标系中,构件可以沿 x 轴、 y 轴方向移动和绕任一垂直 xOy 平面的轴线 A 转动。因此,一个作平面运动的自由构件有三个自由度。

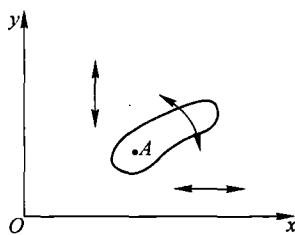


图 1-2 构件的自由度

二、运动副及其分类

1. 运动副的概念

1) 运动副

机构是具有确定相对运动的构件组合体。为了传递运动,各构件之间就必须以适当的方式相互连接起来,并且能具有确定的相对运动。我们把两构件间直接接触并能产生一定相对运动的连接称为运动副。图 1-3 所示为两种常见的运动副。

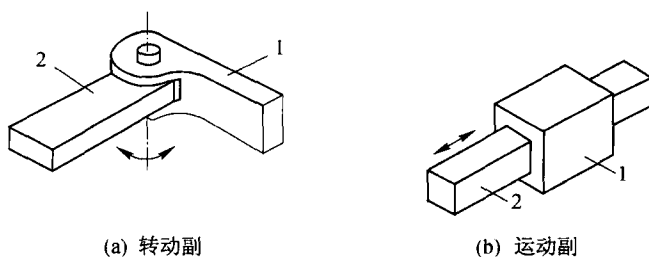


图 1-3 运动副

2) 约束

当两构件用运动副连接后,它们之间的相对运动就受到限制。我们把这种对构件独立运动的限制称为约束。自由度减少的个数等于约束的数目。

2. 运动副的分类

根据组成运动副的两构件之间接触情况的不同,运动副可分为低副和高副。

1) 低副

两构件之间通过面接触而构成的运动副称为低副。低副接触面积大,承受载荷时压强低且利于润滑,所以低副磨损较轻;低副元素易于加工和保证较高的制造精度。构件用低副连接起来以后,运动灵活性较差。按被连接两构件之间的相对运动形式的不同,低副分为转动副和移动副两种。

(1) 转动副 两构件之间只能产生相对转动的运动副称为转动副,又称铰链。如图 1-3(a) 所示,转动副约束了两个移动的自由度,只保留了一个相对转动的自由度。转动副在机构运动简图中的代表符号如图 1-4(a) 所示。

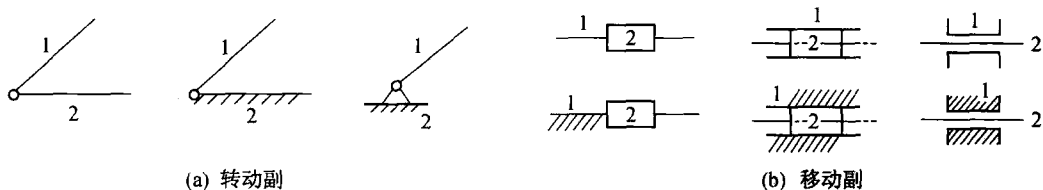


图 1-4 转动副和移动副的表示方法

(2) 移动副 两构件之间只能产生相对移动的运动副称为移动副,如图 1-3(b) 所示。移动副约束了一个移动和一个转动的自由度,只保留了一个相对移动的自由度。移动副在机构运动简图中的代表符号如图 1-4(b) 所示。

可见,一个低副引入两个约束,使构件失去两个自由度。

2) 高副

两构件之间通过点或线接触构成的运动副称为高副。

高副接触面积小,承受载荷时压强高且不利于润滑,所以高副磨损较严重;构件用高副连接起来后,运动灵活性较好。一个高副只能约束掉沿接触点处公法线 nn 方向的一个移动的自由度,保留了绕接触点的转动和沿接触点处公切线 tt 方向的移动两个自由度。

可见一个高副引入一个约束,使构件失去一个自由度,保留了两个自由度。图 1-5 所示为齿轮和凸轮高副及其表示方法。

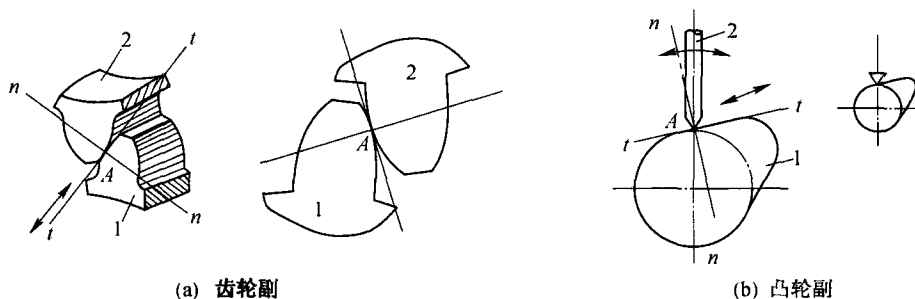


图 1-5 齿轮和凸轮高副及其表示方法

第二节 平面机构运动简图

一、机构运动简图及其符号

在分析机构的运动特性及组成时,为了使问题简化,可以用简单的线条和符号表示机构中的构件和运动副,并按一定的比例确定各运动副间的相对位置及与运动有关的尺寸,这种表示机构的组成和各构件之间运动关系的简单图形,称为机构运动简图。

机构运动简图有以下特点:

- (1) 不反映构件和运动副的实际结构和尺寸;
- (2) 准确地反映出机构中各构件之间的运动关系;运动副的类型、数目、相对位置;构件数目。

对于只为了表示机构的结构及运动情况,而不严格按照比例绘制的简图,通常称为机构示意图。

机构运动简图符号见表 1-1。

二、机构运动简图的绘制

绘制平面机构运动简图的步骤是:

- (1) 观察机构的运动情况,确定构件数目和类型,找出原动件、工作构件(直接执行生产任务或最后输出运动的构件)和机架(或称固定构件);
- (2) 根据相连两构件间的相对运动性质和接触情况,确定运动副的数目和类型;
- (3) 根据机构实际尺寸和图纸大小确定适当的长度比例尺 μ , 即

$$\mu = \frac{\text{实际长度(mm)}}{\text{图示长度(mm)}}$$

- (4) 选择恰当的绘图平面,可选运动平面或垂直于运动平面的平面,一般选取运动平面;
- (5) 按照各运动副间的距离和相对位置,以规定的符号将各运动副表示出来;
- (6) 用直线或曲线将同一构件上的运动副连接起来,即为所要画的机构运动简图;
- (7) 检验。