

教育部高职高专推荐教材

Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuan Tuijian Jiaocai

专业基础系列

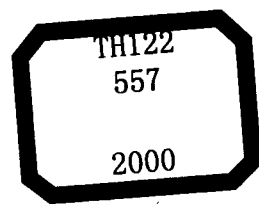
机械设计基础

第二版

邓昭铭 张莹 主编



高等教育出版社



教育部高职高专推荐教材

机械设计基础

第二版

邓昭铭 张莹 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是根据国家教委高教司批准印发的高等学校工程专科《机械设计基础课程教学基本要求(近机类专业)》1996年修订版,同时参照了教育部正在制订的高职高专“机械设计课程教学基本要求(机械类专业)”修订的。

全书除绪论外,共14章。主要阐述了一般机械中常用机构和通用零部件的结构、运动特性、工作原理及有关的设计计算;简单介绍了机械动力学的一些基本知识。

在本次修订中,不再设置专题内容,将第1版中专题Ⅰ变位齿轮的有关内容作为选学内容并入齿轮传动一章,以适应某些专业的需要,取消了专题Ⅱ;考虑到高职高专的教学实际,突出教材实用性与针对性,反映了近年来一些高职高专院校的教学经验,应用了最新国家标准。

本书可作为高职高专院校机械类、近机类各专业机械设计基础课程(65~100学时左右)的教材,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 / 邓昭铭, 张莹主编. —2版. —北京: 高等教育出版社, 2000 (2004重印)

教育部高职高专推荐教材

ISBN 7-04-008004-4

I. 机… II. ①邓… ②张… III. 机械设计-高等学校: 技术学校-教材 IV. TH12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 23125 号

机械设计基础 第二版

邓昭铭 张莹 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100011

总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

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

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 20

字 数 480 000

版 次 1993 年 4 月第 1 版

2000 年 7 月第 2 版

印 次 2004 年 4 月第 6 次印刷

定 价 21.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

第一版前言

本书是根据 1991 年 5 月国家教委审订的高等学校工程专科《机械设计基础课程教学基本要求》编写的。其基本内容的深广度适用于高等学校工程专科近机类(75~100 学时左右)各专业。

本书贯彻《机械设计基础课程教学基本要求》的指导原则,内容以培养技术应用型人才为目的,基础理论以必需、够用为度,强调基本概念,对设计计算公式的推证过程一般从简。各章普遍增加了实用性教学内容,并编写了实用性较强的习题和思考题。为了满足某些专业在生产中遇到有关机器维护、修配等问题及拓宽知识面的需要,本书编入了变位齿轮传动和摩擦、磨损与润滑两个专题。书中带*号的内容及专题,可根据各专业需要进行取舍。

本书结合专科学生特点,精选内容,作到少而精。阐述问题深入浅出,增强可读性。在内容安排上,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。

考虑到教材的先进性,各章内容、图表均采用国家最新标准,并对有关最新技术成果作了简要介绍。

本书注意了培养学生查阅有关手册的能力,应与《机械零件设计手册》配合使用。

参加本书编写的有:武汉河运专科学校邓昭铭(绪论、第一、二、八、十五章及专题Ⅱ);重庆钢铁专科学校陈作宾(第三、四、七章);沈阳工业高等专科学校杜志忠(第五、十一、十三、十四章及专题Ⅰ);湖南轻工业专科学校余成方(第六章);哈尔滨机电专科学校陈锐芬(第九、十、十二章)。由邓昭铭、杜志忠担任主编。

本书承华中理工大学杨元山教授及洛阳建材专科学校张永安副教授担任主审。主审提出了许多宝贵意见和建议,对体现专科特色和提高本书质量帮助很大,编者对此表示衷心地感谢。

由于编者水平有限,缺点、错误在所难免,恳请使用本书的教师和读者批评指正。

对本书的意见请寄武汉河运专科学校机械原理及机械零件教研室。

编者

1992-09

第二版前言

本书是在总结第一版(1993年5月高等教育出版社出版)经验的基础上,根据国家教委高教司印发的高等学校工程专科《机械设计基础课程教学基本要求(近机类专业)》1996年修订版,同时参照了教育部正在制定的高职高专“机械设计课程教学基本要求(机械类专业)”修订而成的。

本书除绪论外,共分十四章。可作为高职高专机械类、近机类各专业机械设计基础课程的教材,也可供有关专业的师生和工程技术人员参考。

第二版与第一版相比,作如下说明:

1. 本书保持了第一版的特色和风格,在基本保持原书体系的基础上,根据国家教委削减各门课程学时比例的精神,不再设置专题内容,将第一版中专题Ⅰ变位齿轮有关内容作为选学内容并入齿轮传动一章,以满足机械类、近机类某些专业(冶金类等)的需要,同时取消了专题Ⅱ的内容,并适当取舍了其他各章节的内容,以保证基本内容的深度和广度。

2. 本书采用了最新国家标准,并力求反映现代科学技术的新成果。例如“齿轮传动”一章的强度设计中,确定材料许用应力的线图及齿轮传动有关内容的最新动态介绍等,都是较为新颖的内容。

3. 本书带“*”的章节,为选学内容或延伸内容,使用时可酌情取舍。

参加此次修订工作的有武汉交通科技大学邓昭铭(绪论、第一、二、八、十四章)、重庆石油高等专科学校陈国发(第三、十一、十三章)、湖南常德高等专科学校桂乃磐(第四、七、九、十二章)、哈尔滨理工大学陈锐芬(第五、十章)、郑州高等工业专科学校张莹(第六章),全书由邓昭铭、张莹担任主编。

本书承华中理工大学彭文生教授及长春水利电力高等专科学校周全光教授审阅。他们对本书的修订提出了很多宝贵意见,在此表示衷心地感谢。

由于编者水平有限,误漏欠妥之处在所难免,恳请使用本书的教师和读者批评指正。

编者

1999-08

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581698/58581879/58581877

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn 或 chenrong@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法律事务部

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

责任编辑	杨宪玲
封面设计	杨立新
责任绘图	李维平
版式设计	史新薇
责任校对	康晓燕
责任印制	韩 刚

目 录

绪论	(1)	§ 5-2 V带和V带轮	(70)
§ 0-1 引言	(1)	§ 5-3 带传动的受力和应力分析	(75)
§ 0-2 机器的组成及其特征	(2)	§ 5-4 带传动的弹性滑动和传动比	(77)
§ 0-3 机械设计的基本要求及一般程序	(3)	§ 5-5 普通V带传动的设计	(77)
§ 0-4 机械设计基础课程的内容、性质和任务	(5)	§ 5-6 带传动的张紧和维护	(87)
第一章 平面机构的运动简图及自由度 ..	(7)	§ 5-7 链传动的特点和应用	(88)
§ 1-1 平面机构的组成	(7)	§ 5-8 滚子链和链轮	(89)
§ 1-2 平面机构运动简图	(10)	§ 5-9 链传动的运动特性	(93)
§ 1-3 平面机构的自由度	(13)	§ 5-10 滚子链传动的设计计算	(94)
习题	(18)	§ 5-11 链传动的布置、张紧和润滑	(97)
第二章 平面连杆机构	(21)	习题	(99)
§ 2-1 概述	(21)	第六章 齿轮传动	(101)
§ 2-2 铰链四杆机构的基本型式及其演化	(22)	§ 6-1 齿轮传动的类型和对它的基本要求	(101)
§ 2-3 平面四杆机构的基本特性	(27)	§ 6-2 齿廓啮合基本定律	(103)
§ 2-4 平面四杆机构的设计	(33)	§ 6-3 渐开线齿廓	(104)
* § 2-5 平面多杆机构简介	(36)	§ 6-4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的主要参数和几何尺寸	(106)
习题	(38)	§ 6-5 渐开线齿轮的啮合传动	(110)
第三章 凸轮机构	(41)	§ 6-6 渐开线齿轮的加工方法及根切现象	(113)
§ 3-1 凸轮机构的应用和分类	(41)	* § 6-7 变位齿轮传动	(116)
§ 3-2 常用的从动件运动规律	(43)	§ 6-8 轮齿的失效和齿轮的材料	(124)
§ 3-3 用图解法设计盘形凸轮轮廓曲线 ..	(48)	§ 6-9 标准直齿圆柱齿轮传动的设计	(127)
* § 3-4 解析法设计凸轮轮廓	(52)	§ 6-10 平行轴斜齿圆柱齿轮传动	(142)
§ 3-5 设计凸轮机构应注意的问题	(55)	§ 6-11 直齿圆锥齿轮传动	(151)
习题	(58)	§ 6-12 齿轮的结构设计及齿轮传动的润滑	(157)
第四章 间歇运动机构	(60)	* § 6-13 齿轮传动的发展趋势简介	(160)
§ 4-1 棘轮机构	(60)	习题	(163)
§ 4-2 槽轮机构	(62)	第七章 蜗杆传动	(165)
* § 4-3 不完全齿轮机构和凸轮式间歇机构简介	(65)	§ 7-1 蜗杆传动的类型和特点	(165)
习题	(66)	§ 7-2 蜗杆传动的主要参数和几何尺寸	(167)
第五章 带传动和链传动	(68)		
§ 5-1 带传动的类型和应用	(68)		

§ 7-3 蜗杆传动的失效形式、材料和结构	(172)	§ 11-6 滚动轴承的构造、类型及特点	(256)
§ 7-4 蜗杆传动的强度计算	(173)	§ 11-7 滚动轴承的代号及类型选择	(259)
§ 7-5 蜗杆传动的效率、润滑和热平衡计算	(176)	§ 11-8 滚动轴承的寿命计算	(261)
* § 7-6 其他蜗杆传动简介	(180)	§ 11-9 滚动轴承的组合设计	(268)
习题	(180)	§ 11-10 滚动轴承的维护和使用	(272)
第八章 齿轮系	(182)	§ 11-11 滚动轴承与滑动轴承的比较	(274)
§ 8-1 齿轮系的分类	(182)	习题	(274)
§ 8-2 定轴齿轮系传动比的计算	(184)	第十二章 联轴器、离合器和制动器	(276)
§ 8-3 行星齿轮系传动比的计算	(186)	§ 12-1 联轴器	(276)
§ 8-4 齿轮系的功用	(192)	§ 12-2 离合器	(279)
* § 8-5 几种特殊的行星传动简介	(194)	§ 12-3 制动器	(282)
习题	(198)	§ 12-4 联轴器、离合器、制动器的选择和 维护	(282)
第九章 螺纹联接和螺旋传动	(202)	习题	(285)
§ 9-1 机械制造中的常用螺纹	(202)	第十三章 弹簧	(286)
§ 9-2 螺旋副的受力分析、效率和自锁	(205)	§ 13-1 弹簧的功用和类型	(286)
§ 9-3 螺纹联接的基本类型及其预紧和 防松	(208)	§ 13-2 弹簧的制造、材料及许用应力	(287)
§ 9-4 螺栓联接的强度计算	(213)	§ 13-3 圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧的设计 计算	(288)
§ 9-5 螺纹联接件的材料和许用应力	(218)	习题	(294)
* § 9-6 提高螺纹联接强度的措施	(220)	第十四章 机械的平衡及调速	(295)
§ 9-7 螺旋传动	(223)	§ 14-1 机械平衡的目的、分类及方法	(295)
习题	(227)	§ 14-2 转子的平衡	(296)
第十章 轴及轴毂联接	(229)	* § 14-3 平面机构的静平衡	(300)
§ 10-1 概述	(229)	§ 14-4 机械速度波动的调节	(302)
§ 10-2 轴的结构设计	(231)	习题	(306)
§ 10-3 轴的设计计算	(234)	附录	(307)
§ 10-4 轴毂联接	(240)	附表 1 常用轴承类型的基本代号对照	(307)
习题	(245)	附表 2 深沟球轴承基本额定动载荷 C_r 和 基本额定静载荷 C_{0r}	(308)
第十一章 轴承	(247)	附表 3 角接触球轴承基本额定动载荷 C_r 和基本额定静载荷 C_{0r}	(308)
§ 11-1 滑动轴承概述	(247)	附表 4 圆锥滚子轴承基本额定动载荷 C_r 和基本额定静载荷 C_{0r}	(309)
§ 11-2 滑动轴承的结构和材料	(247)	附表 5 凸轮理论廓线子程序	(309)
§ 11-3 滑动轴承的润滑	(250)	参考文献	(312)
§ 11-4 不完全液体润滑轴承的设计 计算	(253)		
* § 11-5 液体润滑轴承简介	(254)		

绪 论

§ 0-1 引 言

在现代生产活动和日常生活中,机械起着非常重要的作用。回顾机械发展的历史,从杠杆、斜面、滑轮到起重机、汽车、拖拉机、内燃机、缝纫机、洗衣机及机械手、机器人等,都说明机械的进步,标志着生产力不断向前发展。因此,机械的发展程度无疑是国家工业水平的重要标志之一,对于现代工程技术人员,学习和掌握一定的机械设计基础知识是极为必需的。

机械的种类繁多,性能、用途各异,所以有必要从各类机器的共同特征出发,剖析其结构、研

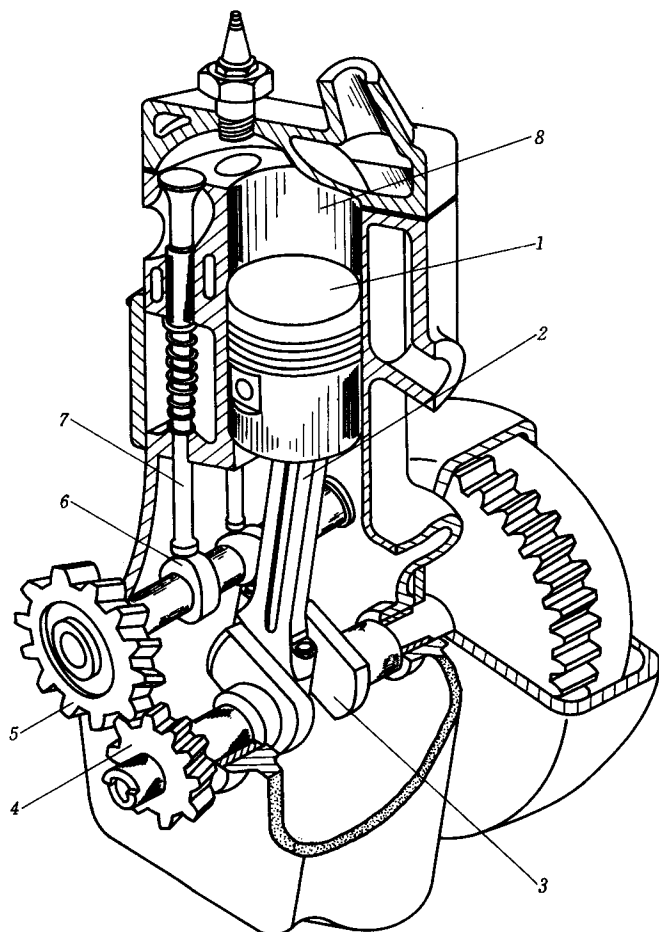


图 0-1 单缸内燃机

究其组成原理,以达到掌握、运用的目的。

§ 0-2 机器的组成及其特征

任何机器都是为实现某种功能而设计制作的。如图 0-1 所示的单缸内燃机,是由活塞 1、连杆 2、曲轴 3、齿轮 4 与 5、凸轮 6、顶杆 7 以及气缸体 8 等所组成。其基本功能是使燃气在缸内经过进气—压缩—爆发—排气的循环过程,将燃气的热能不断地转换为机械能,从而使活塞的往复运动转换为曲轴的连续转动。为了保证曲轴连续转动,要求定时将燃气送入气缸和将废气排出气缸,这是通过进气阀和排气阀完成的,而进、排气阀的启闭则是通过齿轮、凸轮、顶杆、弹簧等各实物组合成一体,并协同运动来实现的。

又如图 0-2 所示的颚式破碎机,其主体是由机架 1、偏心轴 2、动颚 3 和肘板 4 等组成。偏心轴与带轮 5 固连,当电动机通过 V 带驱动带轮运转时,偏心轴则绕轴 A 转动,使动颚作平面运动,轧碎动颚与定颚 6 之间的矿石,从而作有用的机械功。

再如起重机、纺织机、工业机器人等,它们虽用途、功能要求、工作原理与构造各不相同,但一般都由原动机、传动部分和执行部分所组成。而对于自动化程度较高的机械,除上述三部分外,还包括完成各种功能的操纵控制系统和信息处理、传递系统,即自动控制部分。

综上所述,机器是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料与信息,以代替或减轻人的体力和脑力劳动。

根据用途不同,机器可分为动力机器(电动机、内燃机、发电机等)、加工机器(金属切削机床、轧钢机、织布机等)、运输机器(升降机、起重机、汽车等)、信息机器(机械积分仪、计算机等)。

凡在无人直接参与的前提下,能够完成能量、物料和信息的整个变换过程的机器,即能按一定程序自动完成某些生产工艺过程的单机,则称为自动机,如各种自动机床等。通过自动运输装置联接起来,且能自动完成生产过程的自动机群和控制系统的组合,则称为自动线。显然,自动机能较大地减轻人的劳动,提高劳动生产率。

只能传递运动和力的具有一定约束的物体系统,称为机构。从功能上看,机构和机器的根本区别在于机构的主要功能是传递运动和力,而机器的主要功能除传递运动和力外,还能完成能量、物料和信息的变换与传递。因此,一般说来,机构是机器的重要组成部分。机器包括一个或若干个机构。但从构成和运动的观点看,机器与机构并无区别。在工程上,通常以“机械”一词作为机器与机构的总称。

机构一般由刚体组成。如果机构中除刚体外,液体或气体也参与运动的变换,则该机构相应

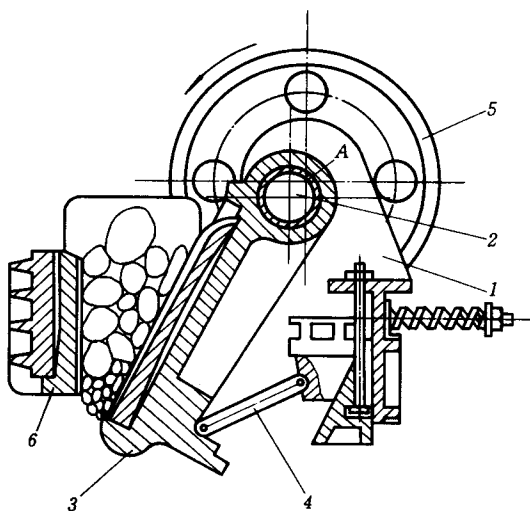


图 0-2 颚式破碎机

称为液压机构或气动机构。

各种机械中普遍使用的机构称为常用机构,如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构和间歇运动机构等。

机构中的运动单元称为构件。所以,构件具有独立的运动特性,它是运动的单元。组成机器的不可拆卸的基本单元称为机械零件,零件则是制造的单元。构件可以是一个零件,如图 0-3a 所示曲轴,也可由若干个相互无相对运动的零件所组成,如图 0-3b 所示的连杆,它由连杆体 1、连杆盖 3、螺栓 2 及螺母 4 等零件所组成。

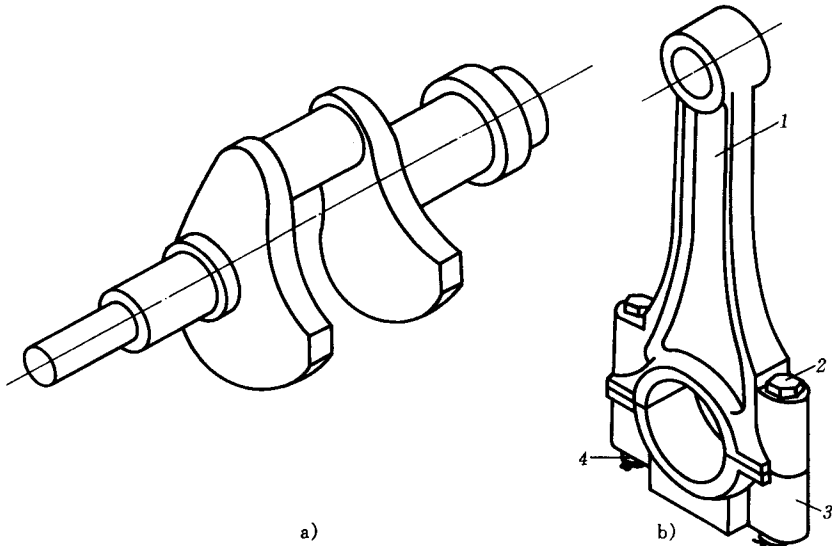


图 0-3 构件与零件

对于机器中的零件,按其功能和结构特点又可分为通用零件和专用零件。各种机械中普遍使用的零件,称为通用零件,如螺栓、齿轮、轴、弹簧等。仅在某些专门行业中才用到的零件称为专用零件,如内燃机的活塞与曲轴、汽轮机的叶片、机床的床身等。

对于一套协同工作且完成共同任务的零件组合,通常称为部件。部件亦可分为通用部件与专用部件。如减速器、滚动轴承和联轴器等属通用部件;而汽车转向器等则属于专用部件。

§ 0-3 机械设计的基本要求及一般程序

一、机械设计的基本要求

机械的类型很多,但其设计的基本要求大致相同,主要有以下几方面:

1. 预定功能的要求

功能要求是指被设计机器的功用和性能指标。

设计机器的基本出发点是实现预定的功能要求。为此,必须正确选择机器的工作原理、机构的类型和机械传动方案。

一般机器的预定功能要求包括:运动性能、动力性能、基本技术指标及外形结构等方面。

2. 安全可靠与强度、寿命的要求

安全可靠是机器正常工作的必要条件,因此,设计的机器必须保证在预定的工作期限内能够可靠地工作,防止个别零件的破坏或失效而影响正常运行。为此,应使所设计的机器零件结构合理并满足强度、刚度、耐磨性、耐热性、振动稳定性及其寿命等方面的要求。

3. 经济性要求

设计机器时,应考虑在实现预定功能和保证安全可靠的前提下尽可能做到经济合理,力求投入的费用少,工作效率高且维修简便等。

由于机器的经济性是一个综合性指标,它与设计、制造和使用等各方面有关。为此,设计者需要注意:良好的工艺性、合理的选材、尽可能实现三化(零件标准化、部件通用化、产品系列化),以最大限度地提高经济效益。

目前,价值工程方法可将产品的经济性、技术要求和功能要求统一起来,并以功能分析为中心,力求使产品具有必要的功能和最低成本,以获得最佳经济效益。价值工程这门新兴的边缘学科,将在机械设计中得到日益广泛的应用。详细内容可参阅有关文献及专著。

4. 操作使用要求

设计的机器要力求操作方便,最大限度地减少工人操作时的体力和脑力消耗,改善操作者的工作环境,降低机器噪声,净化废气、废液及灰尘,使其对环境的污染和公害尽可能小。

5. 其他特殊要求

某些机器还有一些特殊要求。例如:机床应能在规定的使用期限内保持精度;经常搬动的机器(如塔式起重机、钻探机等),要求便于安装、拆卸和运输;食品、医药、纺织等机械有不得污染产品的要求等。

总之,必须根据所要设计的机器的实际情况,分清应满足的各项设计要求的主、次程度,切忌简单照搬或乱提要求。

二、机械设计的一般程序

机械设计没有一成不变的程序,应根据具体情况而定。这里仅介绍一般设计程序。

1. 提出和制定产品设计任务书

首先应根据用户的需要与要求,确定所要设计机器的功能和有关指标,研究分析其实现的可能性,然后确定设计课题,制订产品设计任务书。在设计任务书中应注明产品的用途、主要技术经济指标(生产率、能耗、重量、目标成本等)、使用条件、设计承担者和预定的设计周期等。

2. 总体方案设计

根据设计任务书,进行调查研究,了解国内外有关的技术经济信息。分析有关产品,参阅有关技术资料,并充分了解用户意见、制造厂的技术设备及工艺能力等。在此基础上确定实现预定功能的机器工作原理,拟定出总体设计方案;进行运动和动力分析,从工作原理上论证设计任务的可行性,必要时对某些技术经济指标作适当修改,然后绘制机构简图。同时可进行液压、电器控制系统的方案设计。

3. 技术设计

在总体方案设计的基础上,确定机器各部分的结构和尺寸,绘制总装配图、部件装配图和零

件图。为此,必须对所有零件(标准件除外)进行结构设计,并对主要零件的工作能力进行计算,即进行机械零件设计。

机械零件设计是本课程研究的主要内容之一,其设计步骤如下:

(1) 根据机器零件的使用要求,选择零件的类型与结构。

(2) 根据机器的工作要求,分析零件的工作情况,确定作用在零件上的载荷。

(3) 根据零件的工作条件(包含对零件的特殊要求,例如耐高温、耐腐蚀等),考虑材料的性能、供应情况、经济因素等,合理选择零件的材料。

(4) 根据零件可能出现的失效形式,确定其计算准则,并通过计算,确定零件的主要尺寸。

(5) 根据零件的主要尺寸及工艺性、标准化等要求,进行零件的结构设计。

(6) 绘制零件工作图,制订技术要求。

应注意,以上这些内容可在绘制总装配图、部件装配图及零件图的过程中交错、反复进行,同时进行润滑设计;然后编写设计说明书、有关的技术文件及标准件、外购件的明细表。

4. 样机的试制和鉴定

设计的机器是否能满足预定功能要求,则需要进行样机的试制和鉴定。样机制成后,可通过生产运行,进行性能测试;然后便可组织鉴定,进行全面的技术经济评价。这主要包括动力特性审查、标准化审查、工艺审查、成本预测等,同时对设计可进行适当修改,以继续完善设计方案;必要时进行小批量生产。

5. 产品的正式投产

在样机的试制与鉴定通过的基础上,才可进行产品的正式投产。将机器的全套设计图纸(总装图、部装图、零件图、电气原理图、液压传动系统图、安装地基图、备件图等)和全套技术文件(设计任务书、设计计算说明书、试验鉴定报告、零件明细表、产品质量标准、产品检验规范、包装运输技术条件等)提交产品定型鉴定会评审。在评审通过后,才能由有关职能部门下达任务,进行批量生产。

§ 0-4 机械设计基础课程的内容、性质和任务

一、课程的内容

机械设计基础(又称为机械原理及机械零件)课程主要讲述机械中的常用机构和通用零部件的工作原理、运动特点、结构特点,基本设计理论和计算方法,以及机器动力学中的一些问题。同时扼要地介绍国家标准和规范,某些标准零部件的选用原则和方法,以及通用零部件的一般使用维护知识。总之,本课程主要是讲述与常用机构和通用零部件设计有关的内容。

二、课程的性质

本课程是一门技术基础课。它综合运用高等数学、理论力学、材料力学、机械制图、金属工艺学、金属材料及热处理、互换性原理与技术测量、算法语言等课程的基本知识,去解决常用机构、通用零部件设计等问题。

本课程的科学性、综合性、实践性都比较强,是机械类或近机类专业的主干课之一,在相应各

专业的教学计划中占有重要的地位,是培养机械或机械管理工程师的必修课。

三、课程的任务

本课程的主要任务是培养学生:

1. 掌握机构的结构、运动特性,初步具有分析和设计常用机构的能力。对机械动力学的某些基本知识有所了解。

2. 掌握通用机械零件的工作原理、结构特点、设计计算和维护等基本知识,并初步具有设计机械传动装置的能力。

3. 具有运用标准、规范、手册、图册等有关技术资料的能力。

4. 获得本学科实验技能的初步训练。

总之,通过本课程的学习,应使学生具备使用、维护和改进机械设备的基本知识和分析设备事故的基本能力。培养学生能运用手册、设计简单机械传动,为今后技术革新创造条件,并为学习有关专业机械设备课程奠定必要的基础。

第一章 平面机构的运动简图及自由度

机构的主要作用之一是传递和变换运动。然而机构中的构件任意拼凑起来是不一定具有确定运动的。图 1-1a 是一个三构件的组合物体,但各构件之间无相对运动,所以它不是机构。又如图 1-1b 所示为五构件组合物体,当只给定构件 1 的运动规律时,其余构件的运动并不确定。为此,构件究竟应如何组合,才能运动?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机构是很重要的。

若组成机构的所有构件都在同一平面或相互平行的平面内运动,则称该机构为平面机构,否则称为空间机构。实际机构一般由外形和结构都较复杂的构件组成。为了便于分析和研究机构,常用机构运动简图来表示,如图 1-1c 即是图 0-1 所示内燃机中曲柄连杆机构的机构运动简图。因此掌握正确地绘制机构运动简图的方法是必要的。本章仅讨论平面机构的情况。

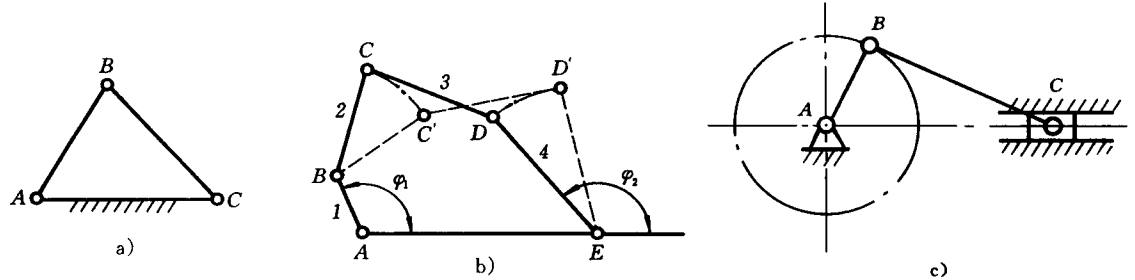


图 1-1 三、四、五构件组合物体

§ 1-1 平面机构的组成

一、构件及其自由度

由前述可知,构件是机构中具有相对运动的单元体,因此它是组成机构的主要要素之一。

自由度是构件可能出现的独立运动。任何一个构件在空间自由运动时皆有六个自由度。它可表达为在直角坐标系内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 1-2 所示,构件 AB 可以在 Oxy 平面内绕任一点 A 转动,也可沿 x 轴或 y 轴方向移动。

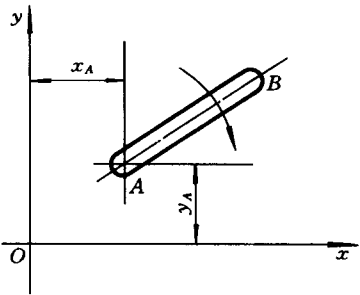


图 1-2 构件的自由度

二、约束与运动副

对物体运动的限制称为约束。机构中的构件由于相互联接,其独立运动受到约束。为此,必然失去一些自由度,但又保留一些自由度。构件失去的自由度与它受到的约束条件数相等。如:平面机构中的任一构件若都在图 1-2 中 Oxy 平面内运动,则这些构件皆失去三个自由度,即受到三个公共约束(沿垂直于运动平面轴线的移动和绕 x 轴、 y 轴的转动均被约束)。因此,当这些构件相互联接组成机构时,至少又要引入一个约束,但最多只能引入两个约束,这是因为这些构件的自由度皆为 3 的缘故。

当构件组成机构时,每个构件都以一定的型式与其他构件相互联接,且相互联接的两构件间保留着一定的相对运动。这种使两构件直接接触而又彼此有一定的相对运动的联接称为运动副。组成运动副的两构件在相对运动中可能参加接触的点、线、面称为运动副元素。显然,运动副也是组成机构的主要要素。

三、运动副的分类

根据组成运动副两构件之间的接触特性,运动副可分为低副和高副。

1. 低副

两构件之间通过面接触形成的运动副称为低副。根据它们之间的相对运动是转动还是移动,又可分为转动副和移动副。

(1) 转动副 若组成运动副的两构件之间只能绕某一轴线作相对转动,这种运动副称为转动副。由圆柱销和销孔及其两端面所构成的转动副称为铰链,如图 1-3 所示。图中有一构件(如构件 1)是固定的,称为固定铰链。若没有构件固定,则称为活动铰链。如图 0-1 所示发动机中,曲轴轴颈与缸体轴承座组成固定铰链;活塞与连杆组成活动铰链。它们皆为转动副的一种具体形式。

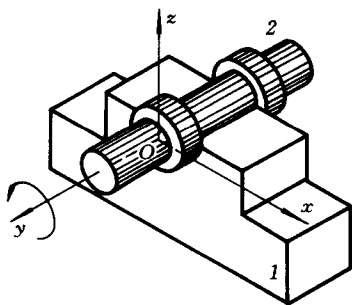


图 1-3 转动副

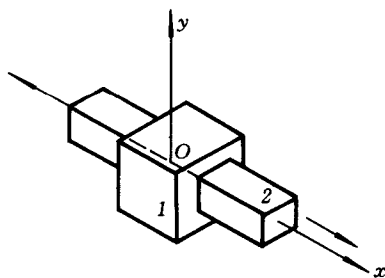


图 1-4 移动副

(2) 移动副 若组成运动副的两构件只能沿某一轴线作相对直线移动,这种运动副称为移动副,如图 1-4 所示。活塞与气缸体所组成的运动副即为移动副(见图 0-1)。

由上述可知,平面机构中的低副引入两个约束,仅保留一个自由度。

2. 高副

两构件之间通过点或线接触组成的运动副称为高副。如图 1-5 中, 凸轮 1 与从动件 2 (图 a), 轮齿 1 与轮齿 2 (图 b) 皆在其接触处分别组成高副。

在平面机构中两构件组成高副后, 保留的自由度为 2。如图 1-5b 所示, 轮齿 1 与轮齿 2 组成的高副中, 轮齿 1 沿公法线 nn 方向的移动受到约束, 而轮齿 1 相对于轮齿 2 则既可沿接触点 C 的切线 tt 方向移动, 同时还可绕 C 点转动。图 1-5a 中的尖顶从动件与凸轮组成的高副, 也可如此分析。由此可知, 平面机构中的高副引入一个约束, 而保留二个自由度。

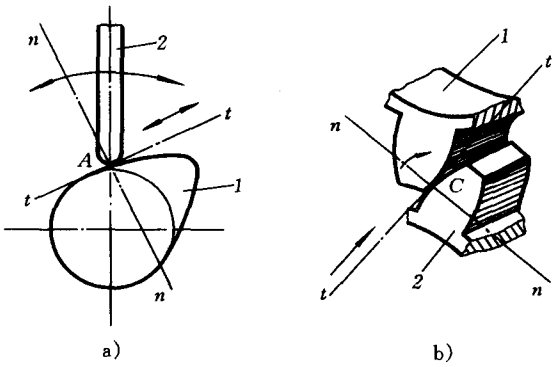


图 1-5 高副

此外, 常见的运动副还有螺旋副, 如图 1-6a 所示; 球面副, 如图 1-6b 所示, 它们皆属于空间运动副, 即两构件间的相对运动为空间运动。

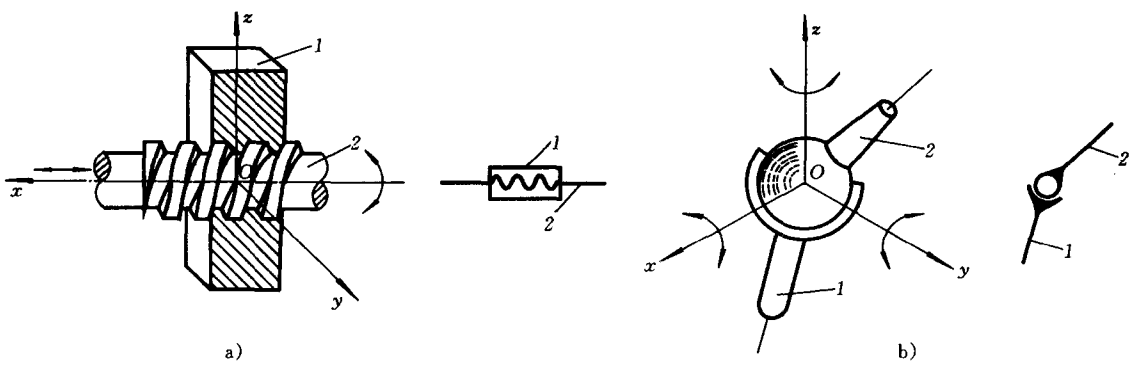


图 1-6 螺旋副与球面副

四、运动副符号

由于两构件间的相对运动仅与其直接接触部分的几何形状有关, 而与构件本身的实际结构无关, 为突出运动关系, 便于分析、研究常将构件和运动副用简单的符号来表示。如图 1-7 所示, 图 a 表示转动副, 图 b 表示移动副, 图 c 表示高副 (画高副简图时, 应将接触部分的外形准确