



21世纪高职高专规划教材·机电系列

机械设计基础

刘颖 马春荣 主编
魏杰 主审



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

21 世纪高职高专规划教材·机电系列

机械设计基础

刘颖 马春荣 主编
魏杰 主审

清华大学出版社
北京交通大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书主要介绍常用机构的工作原理、类型、运动特性、功能及基本设计方法等方面的基本知识,以及在一般工作条件下通用机械零件的工作原理、结构特点、选用及设计计算方法。全书除绪论外共十三章,每章后均附有适量思考题与习题。

本书从培养学生的初步机械设计能力出发,在内容取舍上,既保证基本知识内容,又注重知识的实用性,使教材的内容有利于提高学生分析问题和解决问题的能力;在内容的编排上,力图便于与先修课程衔接和组织教学。

本书可作为高等职业技术学院机械、机电类各专业及数控、汽车等两年制高职试点专业的“机械设计基础”课程教材,也可作为高等专科学校、成人高校教学用书及有关工程技术人员参考用书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/刘颖,马春荣主编.—北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2005.5
(21世纪高职高专规划教材·机电系列)

ISBN 7-81082-494-5

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第037881号

责任编辑:韩乐 特邀编辑:郑宏云

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京东光印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开本:185×260 印张:13.75 字数:352千字

版次:2005年5月第1版 2005年5月第1次印刷

书号:ISBN 7-81082-494-5/TH·4

印数:1~5000册 定价:19.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@center.bjtu.edu.cn。

**21 世纪高职高专规划教材·机电系列
编审委员会成员名单**

主任委员 李兰友 边奠英

副主任委员 周学毛 崔世钢 王学彬 丁桂芝 赵伟
韩瑞功 汪志达

委 员 (按姓名笔画排序)

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 马 辉 | 万志平 | 万振凯 | 王永平 | 王建明 |
| 尤晓晔 | 丰继林 | 尹绍宏 | 左文忠 | 叶 华 |
| 叶 伟 | 付晓光 | 付慧生 | 冯平安 | 江 中 |
| 佟立本 | 刘 炜 | 刘建民 | 刘 晶 | 曲建民 |
| 孙培民 | 邢素萍 | 华铨平 | 吕新平 | 陈小东 |
| 陈月波 | 李长明 | 李 可 | 李志奎 | 李 琳 |
| 李源生 | 李群明 | 李静东 | 邱希春 | 沈才梁 |
| 宋维堂 | 汪 繁 | 张文明 | 张权范 | 张宝忠 |
| 张家超 | 张 琦 | 金忠伟 | 林长春 | 林文信 |
| 罗春红 | 苗长云 | 竺士蒙 | 周智仁 | 孟德欣 |
| 柏万里 | 宫国顺 | 柳 炜 | 钮 静 | 胡敬佩 |
| 姚 策 | 赵英杰 | 高福成 | 贾建军 | 徐建俊 |
| 殷兆麟 | 唐 健 | 黄 斌 | 章春军 | 曹豫莪 |
| 程 琪 | 韩广峰 | 韩其睿 | 韩 劼 | 裘旭光 |
| 童爱红 | 谢 婷 | 曾瑶辉 | 管致锦 | 熊锡义 |
| 潘玫玫 | 薛永三 | 操静涛 | 鞠洪尧 | |

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，它的根本任务是培养生产、建设、管理和服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高技术应用型专门人才，所培养的学生在掌握必要的基础理论和专业知识的基础上，应重点掌握从事本专业领域实际工作的基本知识和职业技能，因而与其对应的教材也必须有自己的体系和特色。

为了适应我国高职高专教育发展及其对教学改革和教材建设的需要，在教育部的指导下，我们在全中国范围内组织并成立了“21世纪高职高专教育教材研究与编审委员会”（以下简称“教材研究与编审委员会”）。“教材研究与编审委员会”的成员单位皆为教学改革成效较大、办学特色鲜明、办学实力强的高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院，其中一些学校是国家重点建设的示范性职业技术学院。

为了保证规划教材的出版质量，“教材研究与编审委员会”在全国范围内选聘“21世纪高职高专规划教材编审委员会”（以下简称“教材编审委员会”）成员和征集教材，并要求“教材编审委员会”成员和规划教材的编著者必须是从事高职高专教学第一线的优秀教师或生产第一线的专家。“教材编审委员会”组织各专业的专家、教授对所征集的教材进行评选，对列选教材进行审定。

目前，“教材研究与编审委员会”计划用2~3年的时间出版各类高职高专教材200种，范围覆盖计算机应用、电子电气、财会与管理、商务英语等专业的主要课程。此次规划教材全部按教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”编写，其中部分教材是教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》的研究成果。此次规划教材编写按照突出应用性、实践性和针对性的原则编写并重组系列课程教材结构，力求反映高职高专课程和教学内容体系改革方向；反映当前教学的新内容，突出基础理论知识的应用和实践技能的培养；适应“实践的要求和岗位的需要”，不依照“学科”体系，即贴近岗位，淡化学科；在兼顾理论和实践内容的同时，避免“全”而“深”的面面俱到，基础理论以应用为目的，以必要、够用为度；尽量体现新知识、新技术、新工艺、新方法，以利于学生综合素质的形成和科学思维方式与创新能力的培养。

此外，为了使规划教材更具广泛性、科学性、先进性和代表性，我们希望全国从事高职高专教育的院校能够积极加入到“教材研究与编审委员会”中来，推荐“教材编审委员会”成员和有特色、有创新的教材。同时，希望将教学实践中的意见与建议及时反馈给我们，以便对已出版的教材不断修订、完善，不断提高教材质量，完善教材体系，为社会奉献更多更新的与高职高专教育配套的高质量教材。

此次所有规划教材由全国重点大学出版社——清华大学出版社与北京交通大学出版社联合出版，适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院使用。

21世纪高职高专教育教材研究与编审委员会
2004年3月

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”和“高职高专教育专业人才培养目标及规格”的要求及高等职业技术学院机械设计基础课程在机械、机电类各专业知识结构总框架中所处的地位,并结合机械、机电、汽运类专业的发展需求编写的。本书突出了高等职业教育的特点,同时也体现了高职教育中专业技术基础课的基础性与实用性的和谐统一。

本书从培养学生的初步设计与应用能力出发,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,以能力培养为中心,使一般能力的培养与职业能力的培养相结合。本书从实用性出发,内容精简、文字简洁、结构紧凑、篇幅较小,既保证基本知识内容,又注重知识的实用性,使教材内容有利于提高学生分析问题和解决问题的能力,教学目的性强。除了适用于普通高职院校机械、机电、汽运类专业外,还特别考虑了数控、汽车等两年制高职试点专业的需要。

为使本教材具有较强的针对性和实用性,各章节内容基本上都是按少学时(70~90学时)的要求编写的。选用本书作为教材时,可根据具体情况对各章节内容做适当调整酌加。

本书由魏杰副教授担任主审。魏杰副教授对本书稿认真细致地审阅,提出很多宝贵的修改意见,对本书编写质量的提高给予很大帮助。编者在此谨致深切的谢意。

参加本书编写工作的有:彭雪鹏(第1章、第3章)、马春荣(第8章、第11章)、郑红(第10章、第12章)、刘颖(绪论、第2章、第5章、第13章)、伊雪飞(第4章、第7章)、王莹(第6章、第9章)。本书由刘颖、马春荣担任主编,彭雪鹏、郑红担任副主编。由刘颖负责全书统稿。

本书虽几易其稿,但由于编者水平所限,误漏和不妥之处在所难免,恳望广大同仁和读者批评指正。

编 者

2005年5月

目 录

| | |
|--------------------------------|-----------|
| 绪论 | 1 |
| 0.1 机器的组成 | 1 |
| 0.1.1 按功能分析机器的组成 | 1 |
| 0.1.2 按结构分析机器的组成 | 1 |
| 0.2 本课程的内容、地位及学习目的 | 2 |
| 0.2.1 本课程的内容 | 2 |
| 0.2.2 本课程的地位 | 3 |
| 0.2.3 学习本课程的目的 | 3 |
| 0.3 本课程的学习方法 | 3 |
| 思考题与习题 | 3 |
| 第 1 章 平面机构及自由度 | 4 |
| 1.1 机构的组成 | 4 |
| 1.1.1 运动副 | 4 |
| 1.1.2 自由度和运动副约束 | 5 |
| 1.1.3 运动链和机构 | 6 |
| 1.2 平面机构的运动简图 | 6 |
| 1.2.1 运动副及构件的表示方法 | 6 |
| 1.2.2 绘制机构运动简图的步骤 | 7 |
| 1.3 平面机构的自由度 | 8 |
| 1.3.1 机构具有确定运动的条件 | 8 |
| 1.3.2 平面机构自由度的计算 | 8 |
| 1.3.3 计算机构自由度的注意事项 | 9 |
| 思考题与习题 | 11 |
| 第 2 章 平面连杆机构 | 13 |
| 2.1 概述 | 13 |
| 2.2 平面四杆机构的类型、特点及应用 | 13 |
| 2.2.1 铰链四杆机构的基本形式 | 13 |
| 2.2.2 平面四杆机构的演化 | 15 |
| 2.3 平面四杆机构的工作特性 | 18 |
| 2.3.1 铰链四杆机构有整转副和曲柄的条件 | 18 |
| 2.3.2 急回特性及行程速比系数 | 19 |
| 2.3.3 压力角和传动角 | 20 |
| 2.3.4 死点位置 | 20 |
| 2.4 平面四杆机构的设计 | 21 |
| 2.4.1 按给定行程速比系数设计四杆机构 | 21 |
| 2.4.2 按给定连杆位置设计四杆机构 | 22 |
| 2.4.3 按给定两连架杆的对应位置设计四杆机构 | 22 |

| | |
|------------------------------|-----------|
| 思考题与习题 | 23 |
| 第3章 凸轮机构 | 25 |
| 3.1 概述 | 25 |
| 3.1.1 凸轮机构的应用 | 25 |
| 3.1.2 凸轮机构的分类 | 26 |
| 3.2 从动件的常用运动规律 | 27 |
| 3.2.1 平面凸轮机构的基本尺寸和运动参数 | 27 |
| 3.2.2 常用的从动件运动规律 | 28 |
| 3.2.3 从动件运动规律的选择 | 29 |
| 3.3 图解法设计凸轮轮廓 | 29 |
| 3.3.1 反转法原理 | 29 |
| 3.3.2 图解法设计凸轮轮廓曲线 | 29 |
| 3.4 凸轮机构设计的几个问题 | 32 |
| 3.4.1 凸轮机构的压力角 | 32 |
| 3.4.2 基圆半径的确定 | 32 |
| 3.4.3 滚子半径的确定 | 33 |
| 思考题与习题 | 33 |
| 第4章 齿轮机构 | 35 |
| 4.1 齿轮机构的特点和类型 | 35 |
| 4.1.1 齿轮机构的特点 | 35 |
| 4.1.2 齿轮机构的类型 | 35 |
| 4.2 渐开线与渐开线齿廓 | 36 |
| 4.2.1 渐开线的形成 | 36 |
| 4.2.2 渐开线的性质 | 36 |
| 4.2.3 渐开线方程 | 37 |
| 4.3 渐开线齿廓的啮合特性 | 38 |
| 4.3.1 定角速比传动 | 38 |
| 4.3.2 中心距可分性 | 38 |
| 4.3.3 渐开线齿廓间正压力方向恒定不变 | 39 |
| 4.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮 | 39 |
| 4.4.1 渐开线齿轮各部分的名称 | 39 |
| 4.4.2 渐开线标准直齿圆柱齿轮基本参数和几何尺寸计算 | 42 |
| 4.4.3 齿条 | 43 |
| 4.5 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动 | 43 |
| 4.5.1 正确啮合条件 | 43 |
| 4.5.2 渐开线齿轮的连续传动条件 | 43 |
| 4.6 渐开线齿轮的加工 | 44 |
| 4.6.1 渐开线齿轮的加工原理 | 44 |
| 4.6.2 根切现象与最少齿数 | 45 |
| 4.7 平行轴斜齿圆柱齿轮机构 | 46 |

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 4.7.1 斜齿圆柱齿轮齿廓的形成及啮合特点 | 46 |
| 4.7.2 斜齿圆柱齿轮的基本参数和尺寸 | 47 |
| 4.7.3 斜齿圆柱齿轮正确啮合条件和重合度 | 48 |
| 4.7.4 斜齿轮的当量齿数 | 49 |
| 4.8 直齿圆锥齿轮机构 | 49 |
| 4.8.1 直齿圆锥齿轮齿廓曲面的形成和当量齿数 | 50 |
| 4.8.2 直齿圆锥齿轮的基本参数和尺寸 | 51 |
| 4.9 轮系 | 52 |
| 4.9.1 轮系的类型 | 52 |
| 4.9.2 定轴轮系传动比的计算 | 53 |
| 4.9.3 周转轮系传动比的计算 | 54 |
| 4.9.4 混合轮系传动比的计算 | 56 |
| 思考题和习题 | 57 |
| 第5章 其他常用机构 | 59 |
| 5.1 螺旋机构 | 59 |
| 5.1.1 螺纹的形成、类型、主要参数和应用 | 59 |
| 5.1.2 螺旋副中的摩擦、效率和自锁 | 61 |
| 5.1.3 滑动螺旋机构 | 63 |
| 5.1.4 滚动螺旋机构 | 64 |
| 5.1.5 螺旋机构的功能和应用 | 65 |
| 5.2 间歇运动机构 | 66 |
| 5.2.1 棘轮机构 | 66 |
| 5.2.2 槽轮机构 | 68 |
| 5.2.3 其他间歇机构 | 69 |
| 5.3 挠性传动机构 | 71 |
| 5.3.1 带传动机构 | 71 |
| 5.3.2 链传动机构 | 73 |
| 5.4 蜗轮蜗杆机构 | 75 |
| 5.4.1 蜗杆机构的类型、特点和应用 | 75 |
| 5.4.2 蜗杆机构正确啮合条件、主要参数及几何尺寸计算 | 76 |
| 5.4.3 蜗杆与蜗轮的转向、蜗杆机构的滑动速度、效率和自锁 | 78 |
| 思考题与习题 | 79 |
| 第6章 机械传动总论 | 81 |
| 6.1 机械传动系统的功用 | 81 |
| 6.1.1 实现运动形式的变换 | 81 |
| 6.1.2 实现增速、减速或变速运动 | 81 |
| 6.1.3 获得大的传动比 | 81 |
| 6.1.4 实现运动和动力的合成与分解 | 82 |
| 6.1.5 获得大的机械效益 | 83 |
| 6.1.6 实现远距离的动力传递 | 83 |
| 6.2 各种常用机构的比较与应用选择 | 84 |

| | |
|------------------------------|------------|
| 6.2.1 常用机构的性能特点和应用 | 84 |
| 6.2.2 常用机械传动的选择 | 85 |
| 6.3 机械传动的运动和动力的计算 | 87 |
| 6.3.1 机械效率的计算 | 87 |
| 6.3.2 功率的计算 | 88 |
| 6.3.3 转矩的计算 | 88 |
| 思考题与习题 | 89 |
| 第7章 机械零件设计概论 | 91 |
| 7.1 机械零件的工作能力和设计准则 | 91 |
| 7.1.1 机械零件的工作能力 | 91 |
| 7.1.2 机械零件的设计准则 | 91 |
| 7.2 机械零件设计的标准化、系列化及通用化 | 92 |
| 7.3 机械的摩擦、磨损和润滑 | 93 |
| 7.3.1 摩擦及其分类 | 93 |
| 7.3.2 磨损 | 94 |
| 7.3.3 润滑 | 94 |
| 思考题与习题 | 98 |
| 第8章 联接 | 99 |
| 8.1 概述 | 99 |
| 8.2 螺纹联接与螺纹联接零件 | 99 |
| 8.2.1 螺纹联接的基本类型和应用 | 99 |
| 8.2.2 螺纹联接零件 | 100 |
| 8.3 螺纹联接的预紧和防松 | 101 |
| 8.3.1 螺纹联接的预紧 | 101 |
| 8.3.2 螺栓联接的防松 | 102 |
| 8.4 螺纹联接的强度计算 | 103 |
| 8.4.1 受拉螺栓联接 | 104 |
| 8.4.2 受剪螺栓联接 | 106 |
| 8.5 键、销联接 | 107 |
| 8.5.1 键联接 | 107 |
| 8.5.2 销联接 | 110 |
| 8.6 联轴器与离合器 | 111 |
| 8.6.1 联轴器 | 111 |
| 8.6.2 离合器 | 115 |
| 思考题与习题 | 117 |
| 第9章 V带传动 | 119 |
| 9.1 V带与V带轮 | 119 |
| 9.1.1 V带的构造与标准 | 119 |
| 9.1.2 普通V带轮的材料与结构 | 119 |

| | |
|--------------------------------|------------|
| 9.2 带传动的工作情况分析 | 122 |
| 9.2.1 带传动的受力分析 | 122 |
| 9.2.2 带传动的应力分析 | 123 |
| 9.2.3 带传动的弹性滑动和传动比 | 124 |
| 9.3 V带的失效形式和计算准则 | 125 |
| 9.3.1 V带的失效形式和计算准则 | 125 |
| 9.3.2 单根普通V带传递的许用功率 | 125 |
| 9.4 V带传动的设计计算 | 127 |
| 9.4.1 已知条件和设计的内容 | 127 |
| 9.4.2 设计计算的一般步骤 | 127 |
| 思考题与习题 | 132 |
| 第10章 齿轮传动 | 133 |
| 10.1 齿轮的失效形式及设计准则 | 133 |
| 10.1.1 轮齿的失效形式 | 133 |
| 10.1.2 设计准则 | 134 |
| 10.2 齿轮常用材料及热处理、齿轮传动精度简介 | 135 |
| 10.2.1 选材原则 | 135 |
| 10.2.2 常用材料及热处理选择 | 135 |
| 10.2.3 齿轮传动精度简介 | 137 |
| 10.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算 | 138 |
| 10.3.1 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动的受力分析和计算载荷 | 138 |
| 10.3.2 渐开线标准直齿圆柱齿轮强度计算 | 140 |
| 10.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动设计 | 144 |
| 10.4.1 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动的参数选择 | 144 |
| 10.4.2 设计步骤 | 145 |
| 10.5 平行轴斜齿圆柱齿轮传动 | 147 |
| 10.5.1 受力分析 | 147 |
| 10.5.2 强度计算 | 148 |
| 10.5.3 斜齿圆柱齿轮传动设计 | 149 |
| 10.6 直齿锥齿轮传动 | 152 |
| 10.6.1 受力分析 | 152 |
| 10.6.2 强度计算 | 153 |
| 10.6.3 主要参数选择 | 154 |
| 10.7 齿轮的结构与润滑 | 154 |
| 10.7.1 圆柱齿轮的结构 | 154 |
| 10.7.2 齿轮传动的润滑 | 155 |
| 思考题与习题 | 156 |
| 第11章 轴 | 158 |
| 11.1 轴的分类 | 158 |
| 11.2 轴的材料 | 159 |

| | |
|----------------------------|------------|
| 11.3 轴的结构设计 | 160 |
| 11.3.1 轴上零件的装配方案 | 161 |
| 11.3.2 零件在轴上的定位和固定 | 161 |
| 11.3.3 提高轴疲劳强度的措施 | 162 |
| 11.4 轴的设计计算 | 163 |
| 11.4.1 轴径的初步估算 | 163 |
| 11.4.2 轴的强度校核计算 | 164 |
| 11.4.3 轴的刚度计算 | 165 |
| 思考题与习题 | 168 |
| 第 12 章 轴承 | 170 |
| 12.1 滚动轴承类型、特点、精度及代号 | 170 |
| 12.1.1 滚动轴承的结构 | 170 |
| 12.1.2 滚动轴承的基本类型和特点 | 170 |
| 12.1.3 滚动轴承的代号 | 172 |
| 12.2 滚动轴承的失效形式 | 175 |
| 12.2.1 受力情况分析 | 175 |
| 12.2.2 失效形式 | 175 |
| 12.3 滚动轴承的组合设计 | 175 |
| 12.3.1 滚动轴承套圈的轴向固定 | 176 |
| 12.3.2 滚动轴承轴组件的轴向固定 | 178 |
| 12.3.3 滚动轴承组合调整 | 179 |
| 12.4 滚动轴承的配合与拆装 | 180 |
| 12.4.1 滚动轴承的配合 | 180 |
| 12.4.2 轴承的拆装 | 180 |
| 12.5 滚动轴承的选择 | 181 |
| 12.5.1 滚动轴承的类型选择 | 181 |
| 12.5.2 滚动轴承的尺寸选择 | 182 |
| 12.6 滚动轴承的润滑和密封 | 188 |
| 12.6.1 滚动轴承的润滑 | 188 |
| 12.6.2 滚动轴承的密封 | 188 |
| 12.7 滑动轴承的结构形式 | 189 |
| 12.7.1 向心滑动轴承 | 190 |
| 12.7.2 推力滑动轴承 | 191 |
| 12.8 滑动轴承的材料 | 192 |
| 12.8.1 对轴承材料的性能要求 | 192 |
| 12.8.2 常用的滑动轴承材料 | 192 |
| 12.9 非液体摩擦滑动轴承的计算 | 193 |
| 12.9.1 向心滑动轴承的校核计算 | 194 |
| 12.9.2 推力滑动轴承的校核计算 | 194 |
| 12.10 滑动轴承的润滑 | 195 |
| 12.10.1 润滑剂的选择 | 195 |

| | |
|---------------------------------|------------|
| 12.10.2 常用润滑方法及装置 | 196 |
| 思考题与习题 | 198 |
| 第 13 章 机械设计 CAD 简介 | 199 |
| 13.1 CAD 技术发展概况 | 199 |
| 13.2 机械设计 CAD 中常用的数据处理方法 | 199 |
| 13.2.1 数表程序化 | 200 |
| 13.2.2 线图程序化 | 200 |
| 13.2.3 常用的计算机数据处理方法 | 201 |
| 参考文献 | 203 |

绪 论

现代社会人们的生活离不开机器。人类为了生存的需要,创造并使用着各种机器,以代替或减轻人的体力劳动,提高劳动生产率和产品质量。大规模地使用现代机器进行生产,是一个国家生产力发展水平的重要标志之一。

0.1 机器的组成

对于“机器”的感性认识,人们在日常生活和生产实践中早已形成。例如,洗衣机、缝纫机、内燃机、汽车、挖掘机、起重机、各类机床等都是机器。机器的种类很多,它们的构造、用途和功能也各不相同。为了认识机器组成的基本规律,可以从机器的功能和结构两方面分析机器的组成。

0.1.1 按功能分析机器的组成

就功能来说,一般机器主要由四个基本部分组成,如图 0-1 所示。

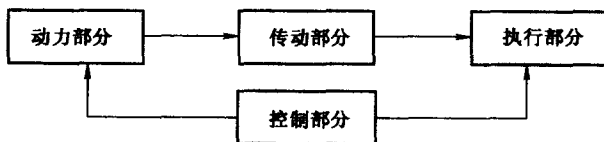


图 0-1 按功能分析机器的组成

动力部分是机器工作的动力源。动力源可以采用风能、水能、热能、磁能、电能及核能等。通常,一部机器只用一个原动机,复杂的机器也有采用几个原动机的。常用的原动机有电动机和内燃机两类,而电动机的使用较为广泛。

执行部分是直接完成机器预定功能的部分。一部机器根据其总的功能要求不同,可以只有一个执行部分,也可以有几个执行部分。

传动部分是为解决动力部分与执行部分之间的各种矛盾所需要的中间部分,是原动机和执行部分的桥梁。

控制部分是控制机器的其他组成部分,使操作者能随时实现或终止机器的各种预定功能。现代机器的控制系统,一般既包含机械控制系统,又包含电子控制系统,其作用包括监测、信号提取、调节、计算机控制等。

0.1.2 按结构分析机器的组成

就结构来看,机器的各个部分都是由各种机构组合而成。机构由若干个构件通过动联接组合而成。而构件又由若干个零件通过静联接组装而成。组成机器最基本的单元是零件,如

图 0-2 所示。

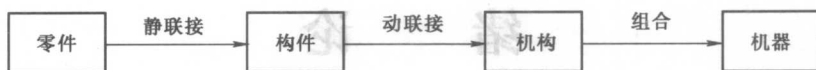


图 0-2 按结构分析机器的组成

如图 0-3 所示为单缸内燃机,它由气缸体 1、活塞 2、进气阀 3、排气阀 4、连杆 5、曲轴 6、凸轮 7、顶杆 8、齿轮 9 和 10 等组成。通过燃气在气缸内的进气—压缩—做功—排气过程,使其燃烧的热能转变为曲轴转动的机械能,对外做功。该机主要包括由汽缸体 1(机架)、活塞 2(滑块)、连杆 5 和曲柄 6 组成的曲柄滑块机构,由凸轮 7、顶杆 8 和汽缸体 1(机架)组成的凸轮机构以及由齿轮 9、10 和汽缸体 1(机架)组成的齿轮机构。

机器的种类虽然繁多,结构型式和用途也各不相同,但总的来说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能实现能量转换或完成有用的机械功。凡具备以上三个特征的实物组合就称为机器。仅具备前两个特征的称为机构。机构是多个实物的组合,能实现预期的机械运动。如图 0-3 中的齿轮机构,将曲轴的转动传递给凸轮轴,而凸轮机构则将凸轮轴的转动变换为顶杆的直线往复运动,保证了进、排气阀有规律地启闭。由此可见,机器是由机构组成的,机器能实现能量转换,而机构却不能,但从运动观点来看机器和机构并无差别,故工程上统称为“机械”。

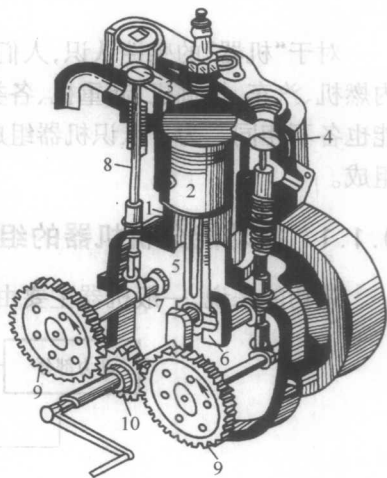


图 0-3 单缸四冲程内燃机

各种机器中普遍使用的机构称为常用机构,例如连杆机构、齿轮机构、凸轮机构等。组成机械的各个相对运动的实物称为构件,机械中不可拆的制造单元体称为零件。构件可以是单一零件,如内燃机的曲轴 6(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 5(如图 0-3 所示)。因此,零件与构件的区别是:构件是机械中运动的单元体,零件是机械中制造的单元体。

零件分为两类:一类是通用零件,是各种机器中经常使用的零件,如轴承、螺栓、螺母等;另一类是专用零件,是仅在特定类型机器中使用的零件,如活塞、曲轴等。

随着近代科学技术的发展,人类综合应用各方面的知识和技术,不断创造出各种新型的机器,因此“机器”也有了新的含义。更广泛意义上的机器定义是:一种用来转换或传递能量、物料和信息的能执行机械运动的装置。

0.2 本课程的内容、地位及学习目的

0.2.1 本课程的内容

本课程的主要内容可分为两大部分。

一是研究机械中常用机构的组成原理、类型、运动特性、功能及基本设计方法等方面的基

本知识。常用机构包括:平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、轮系、间歇机构、螺旋机构、挠性传动机构、蜗杆机构等。

二是从承载能力出发,研究一般工作条件下和常用参数范围内的通用零部件的工作原理,结构特点,一些零部件的选用和维护及简单设计计算问题。通用零部件包括传动零件、联接零件和轴系零部件等。

0.2.2 本课程的地位

本课程属于机械类、机电类专业的一门重要的技术基础课。本课程要综合运用从工程力学、金属工艺学、公差配合、机械制图等课程所学到的知识,解决机械设计中的问题,较之以往的先修课程更接近于工程实际。另一方面,本课程又不同于其他等专业课程,它研究的是各种机械所具有的共性问题,是从基础课到专业课之间的联系环节,起着承上启下的桥梁作用,在机械类和机电类专业的课程体系中占有非常重要的位置。

0.2.3 学习本课程的目的

本课程是一门综合性、实践性很强的课程。学习本课程的目的有三个。一是使学生掌握常用机构的组成原理、类型、运动特性、功能、应用场合以及简单的设计理论知识和设计方法;二是掌握通用零、部件的工作原理,结构特点,应用以及其失效形式,设计准则与基本设计方法;三是通过本课程的学习和课程设计的实践,培养学生初步具备运用手册,标准件选用及设计通用零件和进行简单机械传动装置设计的能力,为现有机械的合理使用、维护和今后可能从事的革新改造工作打好基础。

0.3 本课程的学习方法

本课程是一门介于基础课和专业课之间实践性较强的技术基础课,是从基础课向专业课过渡的重要转折点。所以在学习方法上要有所转变,应注意以下几个特点。

① 学习知识的同时要注意能力的培养。学习知识的目的就是为了解决工程中的实际问题,这一点在本课程中体现得更为明显,所以要把能力的培养始终放在重要的位置上。多练习、多实践,有助于提高自己的实践和应用能力。

② 学习理论的同时要坚持联系实际。由于本门课程的实践性较强,在学习理论的同时,要密切联系实际,注意观察身边的机械(如自行车、汽车、健身器等),才能加深对理论知识的理解。

③ 机械设计已经形成了比较成熟的经验,各种设计方法已经汇集成册,所以学生在学习时要注意锻炼查阅各种图表和设计手册的能力。

④ 计算步骤和计算结果不具有唯一性,有时还要多次反复。

思考题与习题

1. 机器和机构的主要区别是什么?举例说明。
2. 何为通用零件?何为专用零件?各举两例。
3. 指出下列机器的动力部分、传动部分、执行部分和控制部分:(1)汽车;(2)自行车;(3)缝纫机。

第 1 章 平面机构及自由度

内容提要:机构是机器的主要组成部分。机构的组成以及机构在什么条件下才具有确定的运动都将在本章中讨论。另外,为了分析旧机械或设计新机械,都需要将具体的机械抽象成简单的运动学模型,绘制出机构运动简图。本章也将就这一内容进行介绍。

1.1 机构的组成

1.1.1 运动副

使两个构件直接接触并产生一定可动的联接,称为运动副。这个概念包含三层意思。

① 两个构件。顾名思义,“副”是“成对”的意思,一个构件谈不上运动副,由两个构件构成一个运动副,两个以上的构件则可构成多个运动副。

② 直接接触。两个构件只有直接接触才能构成运动副。直接接触使构件的某些独立运动受到限制(或约束),构件的自由度减少,从而体现出运动副的作用。一旦构件脱离接触而失去约束,它们所构成的运动副即不复存在。

③ 可动联接。两个构件之间要能存在一定形式的相对运动,形成一种可动的联接。显然,若两构件之间具有无相对运动的静联接,则二者固结为一个构件,它们之间不存在运动副。在图 1-1 中,轴承中的滚动体与内、外圈的滚道(如图 1-1(a)所示),啮合中的一对齿廓(如图 1-1(b)所示),滑块与导槽(如图 1-1(c)所示),均保持直接接触,并能产生一定的相对运动,因而它们都构成了运动副。构件上参与接触的点(如图 1-1(a)所示)、线(如图 1-1(b)所示)、面(如图 1-1(c)所示),称为运动副元素。

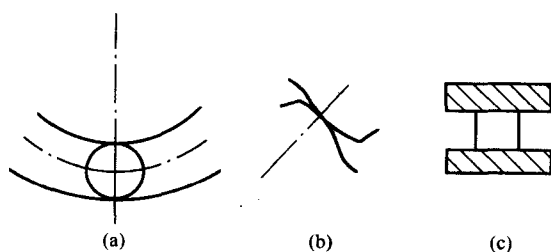


图 1-1 运动副

根据运动副各构件之间的相对运动是平面运动还是空间运动,可将运动副分成平面运动副和空间运动副。所有构件都只能在相互平行的平面上运动的机构称为平面机构。大多数的常用机构都是平面机构,本书也仅就平面运动副和平面机构进行讨论。