



辽宁职工职业技能培训系列教材



机械设计基础

JIXIESHEJIJICHU

JIXIESHEJICHUJIXIESHEJICHU

JXSJJC

主 编 高显宏

副主编 苗君明 史立峰 赵云龙

辽宁大学出版社

辽宁职工职业技能培训系列教材

机械设计基础

主 编 高显宏

副主编 苗君明

史立峰

赵云龙

主 审 孙秀延

辽宁大学出版社

©高显宏 2006

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计基础/高显宏主编. —沈阳: 辽宁大学出版社,
2006. 12

(辽宁职工职业技能培训系列教材)

ISBN 7-5610-5090-9

I. 机... II. 高... III. 机械设计—技术培训—教材

IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 143731 号

责任编辑: 刘东杰

版式设计: 冬 仁

封面设计: 薄庆民

责任校对: 齐 悦

辽 宁 大 学 出 版 社

地址: 沈阳市皇姑区崇山中路 66 号 邮政编码: 110036

联系电话: 024-86864613 网址: <http://press.lnu.edu.cn>

电子邮件: Lnupress@vip.163.com

沈阳市政二公司印刷厂印刷 辽宁大学出版社发行

幅面尺寸: 140mm×203mm

印张: 6.75

字数: 150 千字

2006 年 12 月第 1 版

2006 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1~4000 册

定价: 14.00 元

本书编委会

主 任：于克谦

副主任：张 征 徐大庆

成 员：郑德春 杜沈生 宫模强

姜 旭 陈欲晓 顾振华

李世维 赵建国

支撑“辽宁制造” 承载振兴大业（代序）

中共辽宁省委常委、省总工会主席 王俊莲

全面推动辽宁经济振兴和社会进步，从根本上说取决于劳动者素质的提高和大批高素质人才的培养。建设创新型辽宁关键是组织起创新型人才队伍。

随着我国改革开放的发展和社会主义市场经济体制的不断完善，社会经济成分、劳动关系、就业方式、分配形式日益多样化，市场竞争日趋激烈，高素质劳动力的争夺已经成为企业竞争的焦点，发展中的各种所有制企业，迫切需要建设高素质的技能型人才队伍。同时，广大职工群众渴求知识、渴望提高自身素质，以真才实学投身社会，参与竞争、谋求发展，学习科学文化知识，实现自己人生价值，创造美好生活的愿望日益强烈，学文化、学技术的热情越来越高涨。在这样的形势下，组织广大职工开展职业技能培训已经为企业所需、职工所求，成为企业发展、职工增收的共同点。因此，动员社会方方面面的力量，积极为职工群众学习新知识、掌握新技能创造条件、搭建平台，既是使企业在市场竞争中赢得主动权的需要，也是适应广大职工日益增长的精神文化需求，维护职工学习权、发展权的具体体现，必将极大地推进工人阶级知识化进程。

2006年是“十一五”规划的开局之年，也是振兴辽宁老工业基地的关键一年。辽宁省委提出，今后5年，要确保我省经济增长速度和效益增幅持续达到或超过东部地区平均水平；确保县域经济增长速度和效益增幅持续超过全省平均水平；确保城镇居

民人均可支配收入达到全国平均水平，农民人均纯收入达到沿海省份平均水平。经过5年乃至更长一段时间的不懈努力，相信能够基本实现振兴辽宁老工业基地的目标。实现这一目标，在很大程度上要依靠我省工业化程度的进一步提高和新型工业化的进一步发展，依靠全省广大职工的奋发努力。因此，把全省广大职工，特别是把广大农民工培养成为高技能人才和新型的产业大军已成为实现辽宁老工业基地振兴的紧迫任务。近年来，我省职工队伍建设取得了很大的成效，整体素质有了很大的提高。但从总体上看，职工的文化素质和技术技能的现状与老工业基地振兴发展的要求还很不适应，职工技术更新的速度不快，高级技术工人严重短缺，职工技术技能结构不尽合理，科技和管理创新能力较弱的问题还十分突出。随着产业结构的调整，新型工业化进度加快，大批进城务工人员成为我国工人阶级队伍中的新成员，技能人才队伍建设面临着严峻挑战。因此，通过在全省开展职业技能培训活动，尽快提高广大职工的技术技能，加快培养一大批企业急需的数量充足、结构合理、素质优良的现代技术技能型、知识技能型、复合技能型人才队伍，已成为振兴辽宁老工业基地的当务之急。

学习型企业是最具竞争力的企业，知识型职工是最具竞争力的职工。这次由省总工会、省劳动保障厅和省电大联合开展的职工职业技能培训活动，就是与我省“十一五”同步，计划用5年的时间完成10万名以上中高级技工的培训任务，旨在为广大职工立足本职岗位、建功立业、创新成才搭建广阔的平台，全力打造“辽宁技工”的品牌，推出一批知识型、技能型的示范领军人物，造就一支具有娴熟精湛的岗位技术能力、高超的技术创新能力、睿智的发明创造能力、过硬的自主创新能力的高技能人才大军，支撑“辽宁制造”，承载振兴大业。这是一项立足当前、着眼未来的战略性工作，是有利于企业自身发展和职工自身全面发

展的现实选择，是实现“十一五”规划、推进辽宁老工业基地振兴的重要举措。

开展技能培训，打造技工队伍，这是一项事关我省发展全局的系统工程，需要全社会的共同参与和长期努力。省“创争”活动指导协调小组要切实加强对这项工作的领导与指导，以高度的责任感，为提高职工队伍素质提供切实有力的保证。要认真贯彻“尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造”的方针，把开展职工职业技能培训活动作为深入开展“创争”活动的重要载体，把提高职工技能与加快地方和企业发展有机结合起来，形成全方位、分层次、多渠道的培训工作新格局，提高活动的实际效果。各有关部门要加强协作，明确各自的职责，精心组织，周密部署，科学动作，扎实推进，不断形成推进工作的合力。要一级抓一级，一级促一级，形成上下联动、齐抓共管的工作机制。要建立推动和促进学习的保障体系，包括职工教育和培训经费的提取使用，各类人才培养、使用、选拔、待遇机制，以及促进职工学习的约束和激励机制等。各级工会要切实承担起参与、配合、督促、协调的职能，认真做好组织发动工作，让更多的职工投身到技能培训活动中来，推进培训目标的实现。劳动与社会保障部门要检查、督促企业行政按规定落实职工教育培训经费，规划和指导建立职工实习基地，认真做好职业技能的考核鉴定工作，不断扩大鉴定的覆盖面。电大系统要积极提供教育资源和高质量的教学服务，为职工接受继续教育创造条件。在课程设置上，要努力做到贴近辽宁实际，贴近企业实际，贴近职工需求。各企业单位要从以人为本、树立科学发展观的高度为职工接受教育创造条件，把加强技能人才队伍建设作为提升企业核心竞争力的基础性工作组织并鼓励职工积极参加职业技能培训活动，最大限度地创造条件满足职工的学习要求；要保证每年有计划、有步骤地组织职工参加培训，并建立职工培训、考核、使用和待遇相结合的有

效机制；要按照有关规定提取职工培训教育经费，并合理安排好职工的培训时间。广大职工要主动适应社会主义市场经济深入发展和科技进步日新月异的新形势，牢固树立终身学习的理念，自觉坚持学习、不断加强学习，坚持用丰富的文化科学知识充实自己，抓住这次培训的机会，努力掌握各种新知识、新技能，不断增强劳动本领和竞争能力，争当学习型、知识型、技能型、专家型职工，在平凡的岗位上做出不平凡的贡献。

全面提高职工队伍素质，特别是尽快提高广大职工的技术技能和科技创新能力，已成为当前一项十分紧迫的任务。让我们共同努力，发挥各自优势，最大限度地为职工搭建学习的平台，创建实习的基地，学用结合，扎实推进职工职业技能培训活动的广泛开展，为实现“十一五”规划和老工业基地振兴提供坚实的人才保证和智力支持，充分发挥工人阶级的主力军作用。

2006年10月

前 言

机械设计基础课程打破了传统的理论力学、材料力学、机械原理、液压传动、气压传动和机械零件课程的界限,它是将工程力学、常用的机构、通用机械、液压元件和气压元件融合而成的一门应用型技术科学。机械设计基础课程重在培养学生的认知能力、应用能力及创新能力,具有理论性和实践性强的特点,是学习专业课程和从事机械类工作的必备基础。本书适用于职工职业技能培训,亦可供相近专业使用或参考。

为突出职业教育的要求,本书具有以下特点:其一,突出针对性和实用性,理论分析以适度够用为度,力求深入浅出,突出重点,分散难点,文字简明通俗,利于自学。其二,内容上着重讲述典型机构、典型元器件、主要零部件的结构、工作原理、性能特点及设计、分析方法。其三,理论联系实际,增强了运用理论处理实际问题的能力。

参加本书编写的有:辽宁装备职业技术学院高显宏(第一章、第二章、第六章和第七章),辽宁装备职业技术学院苗君明(第三章、第四章、第五章),辽宁装备职业技术学院史立峰(第八章、第九章、第十章、第十一章),辽宁装备职业技术学院赵云龙(第十二章、第十三章)。

全书由高显宏担任主编,苗君明、史立峰、赵云龙担任副主编。

由于编者水平所限,书中难免有欠妥当和错误之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2006年9月

目 录

第一章 力学基础	1
1.1 力学的基本概念和公理	1
1.1.1 力的概念	1
1.1.2 静力学公理	2
1.2 约束和约束反力	4
1.2.1 约束的概念	4
1.2.2 约束的类型	5
1.3 物体的受力分析和受力图	7
1.4 力矩和力偶	8
1.4.1 力对点之矩	8
1.4.2 力偶及基本性质	9
1.5 扭转和剪切	9
1.5.1 圆轴扭转的概念	9
1.5.2 圆轴扭转的内力、扭矩图	10
1.5.3 剪切	12
第二章 摩擦	14
2.1 滑动摩擦	14
2.1.1 静摩擦力和静摩擦定律	14
2.1.2 动摩擦定律	15
2.2 摩擦角和自锁	16
2.2.1 摩擦角	16

2.2.2 自锁	17
第三章 机械概述	18
3.1 机器的组成	18
3.2 机械传动	19
3.2.1 机械传动的功用	19
3.2.2 机械传动的运动和动力参数	20
3.3 机构的类型及应用	21
3.3.1 机构的概念	21
3.3.2 机构的组成	22
3.4 运动副	23
第四章 齿轮传动	25
4.1 齿轮传动的特点与类型	25
4.2 渐开线齿轮的几何尺寸计算	27
4.2.1 直齿圆柱齿轮的各部分名称	27
4.2.2 齿轮的基本参数和基本尺寸计算	28
4.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	29
4.3.1 正确啮合的条件	29
4.3.2 连续传动的条件	29
4.4 渐开线齿轮的切削加工原理	29
4.4.1 仿形法	29
4.4.2 范成法	30
4.5 渐开线齿轮的根切、最少齿数及变位齿轮	32
4.5.1 齿轮齿的根切和最少齿数	32
4.5.2 变位齿轮简介	33
4.6 齿轮传动的精度选择	35
4.7 齿轮的失效形式与计算准则	35
4.7.1 失效形式	35
4.7.2 计算准则	37

4.8 齿轮的材料及热处理选择	38
第五章 蜗杆传动	40
5.1 蜗杆传动的类型和特点	40
5.1.1 蜗杆传动的类型	40
5.1.2 蜗杆传动的特点	41
5.2 蜗杆传动的主要参数和几何尺寸	41
5.2.1 蜗杆传动的主要参数及其选择	41
5.2.2 蜗杆传动的基本尺寸计算	43
5.3 蜗杆传动的强度计算方法	45
第六章 齿轮系与减速器	46
6.1 概述	46
6.2 定轴轮系传动比的计算	47
6.2.1 定轴轮系传动比的计算	47
6.2.2 定轴轮系传动比方向确定	48
6.2.3 定轴轮系的应用	49
6.3 周转轮系简介	50
6.4 减速器	51
6.4.1 减速器的分类	52
6.4.2 减速器的结构	53
第七章 带传动	54
7.1 概述	54
7.1.1 带传动的组成	54
7.1.2 带传动的类型	54
7.1.3 带传动的特点和应用	56
7.2 V带和V带轮	56
7.2.1 V带	56
7.2.2 V带轮	58
7.3 V带传动工作情况的分析	60

7.3.1 带传动的受力分析	60
7.3.2 带传动的失效形式	61
7.4 V带传动的安装与维护	62
7.4.1 V带传动的安装	62
7.4.2 带传动的维护	63
7.4.3 带传动的张紧装置	63
第八章 链传动	66
8.1 概述	66
8.1.1 链传动的特点及应用	66
8.1.2 链的分类	67
8.2 滚子链	67
8.2.1 滚子链的结构	67
8.2.2 滚子链的标准	68
8.3 滚子链链轮	69
8.3.1 链轮的基本参数	69
8.3.2 链轮齿形	69
8.3.3 链轮的结构	70
8.3.4 链轮的材料	71
8.4 链传动的失效形式	71
8.5 链传动的安装与维护	72
8.5.1 链传动的布置	72
8.5.2 链传动的张紧	72
8.5.3 链传动的润滑	73
第九章 联接	74
9.1 概述	74
9.2 键联接	75
9.2.1 键联接的分类和应用	75
9.2.2 键的选择	78

9.3 销联接	79
9.4 螺纹联接	81
9.4.1 螺纹的类型和应用	81
9.4.2 螺纹联接的类型	83
9.4.3 螺纹联接的防松装置	86
9.5 联轴器	87
9.5.1 刚性联轴器	88
9.5.2 无弹性元件联轴器	90
9.5.3 弹性联轴器	92
9.6 离合器	93
9.6.1 牙嵌式离合器	93
9.6.2 摩擦离合器	94
9.6.3 特殊功用离合器	94
第十章 轴和轴承	96
10.1 轴	96
10.1.1 轴的用途及分类	96
10.1.2 轴的结构	98
10.1.3 轴上零件的固定	99
10.1.4 轴的加工和装配工艺性	101
10.1.5 轴的材料选择	102
10.2 滚动轴承	102
10.2.1 概述	102
10.2.2 滚动轴承的组成	103
10.2.3 滚动轴承的类型	104
10.2.4 滚动轴承的代号	105
10.2.5 滚动轴承类型的选择	108
10.2.6 滚动轴承的失效形式	109
10.3 滑动轴承	110

机械设计基础

10.3.1	滑动轴承的种类与结构	110
10.3.2	滑动轴承的材料	113
10.3.3	滑动轴承的润滑	114
第十一章	机械的润滑和密封	115
11.1	摩擦与磨损	115
11.1.1	摩擦	115
11.1.2	磨损	116
11.2	润滑	119
11.2.1	润滑剂	120
11.2.2	润滑剂的选用	121
11.2.3	润滑方法和润滑装置	121
11.3	密封装置	122
11.3.1	密封装置的分类	122
11.3.2	密封材料	123
第十二章	液压传动	124
12.1	液压传动的基本知识	124
12.1.1	液压传动的基本原理	124
12.1.2	液压传动系统的组成	125
12.1.3	液压传动的优点	125
12.2	液压传动的工作介质	126
12.2.1	液压油的某些物理性质	126
12.2.2	液压油的选择原则	128
12.2.3	液压油的分类和选用	128
12.2.4	工作液体的污染控制	129
12.3	液压传动的流体力学基础	129
12.3.1	液体的静压力	129
12.3.2	液体静压力的特性	130
12.3.3	静压力基本方程式	130

12.4 液体动力学基础.....	132
12.4.1 基本概念.....	133
12.4.2 液体流动的连续性方程.....	133
12.4.3 伯努利方程.....	134
12.4.4 动量方程.....	136
12.5 液体流动时的压力损失.....	136
12.5.1 流态和雷诺数.....	136
12.5.2 沿程压力损失.....	137
12.5.3 局部压力损失.....	137
12.6 液压泵和液压马达概述.....	137
12.6.1 液压泵的工作原理.....	138
12.6.2 液压泵的主要性能参数.....	139
12.6.3 液压泵和液压马达的类型.....	139
12.6.4 液压泵的图形符号.....	140
12.7 齿轮泵和齿轮马达.....	140
12.7.1 齿轮泵.....	140
12.7.2 内啮合齿轮泵.....	144
12.7.3 齿轮马达.....	145
12.8 叶片泵和叶片马达概述.....	147
12.8.1 叶片泵.....	147
12.8.2 双作用叶片式液压马达.....	150
12.9 柱塞泵和柱塞式马达.....	151
12.10 液压缸	152
12.10.1 液压缸的类型和工作原理	152
12.10.2 液压缸的类型	152
12.10.3 液压缸的设计和计算	155
12.11 辅助元件	155
12.12 液压阀	155

12.12.1 概述	155
12.12.2 方向控制阀	156
12.13 液压系统的基本回路	167
12.13.1 压力控制回路	167
12.13.2 调速回路	169
12.13.3 快速和速度换接回路	172
12.13.4 方向控制回路	174
12.14 典型液压系统	175
第十三章 气压传动概述	178
13.1 气压传动及其优缺点	178
13.1.1 气压传动概述	178
13.1.2 气压传动的优点	178
13.1.3 气压传动的缺点	179
13.2 气压传动系统组成	179
13.2.1 气压发生装置	179
13.2.2 执行元件、控制元件和辅助元件	180
13.3 气源装置	180
13.3.1 气源装置的组成和布置	180
13.3.2 空气压缩机	182
13.3.3 气体辅助元件	183
13.4 气动控制元件	188
13.5 气动基本回路	190
13.5.1 压力控制回路	190
13.5.2 速度控制回路	191
13.5.3 换向回路	193
参考文献	195