



技能型人才培养用书

国家职业资格培训教材

机械基础 (高级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编

李培根 主编



依据 **劳动和社会保障部**

制定的《国家职业标准》要求编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



技能型人才培养用书
国家职业资格培训教材

机械基础(高级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编
李培根 主编



机械工业出版社

本书是“国家职业资格培训教材”中的基础课教材之一，是根据《国家职业标准》中机械加工、钳加工、修理等职业对高级工共同的基本知识要求，按照岗位培训需要的原则编写的。

本书的主要内容有：常用机构、机械零件、机械制造工艺知识、液气压传动、机床电气控制知识、数控机床加工知识。本书每章均附有复习思考题，书末附有与之配套的试题库和答案，以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书主要用作企业培训部门、职业技能鉴定培训、也可作为高级技校、技师学院、高职和各种短训班的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础(高级)/李培根主编. —北京:机械工业出版社, 2006.1

国家职业资格培训教材

ISBN 7-111-18233-2

I. 机... II. 李... III. 机械学—技术培训—教材

IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 157311 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:黄养成 版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

封面设计:饶薇 责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2006 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

880mm × 1230mm A5 · 17.125 印张 · 489 千字

0001—5000 册

定价:36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材

编审委员会

主 任	于 珍			
副 主 任	郝广发	李 奇	洪子英	
委 员	(按姓氏笔画排序)			
	王 蕾	王兆晶	王英杰	王昌庚
	田力飞	刘云龙	刘书芳	刘亚琴(常务)
	朱 华	沈卫平	汤化胜	李春明
	李家柱	李晓明	李超群(常务)	
	李培根	李援瑛	吴茂林	何月秋(常务)
	张安宁	张吉国	张凯良	陈业彪
	周新模	郑 骏	杨仁江	杨君伟
	杨柳青	卓 炜	周立雪	周庆轩
	施 斌	荆宏智(常务)	柳吉荣	
	徐 彤(常务)	黄志良	潘 茵	
	潘宝权	戴 勇		
顾 问	吴关昌			
策 划	李超群	荆宏智	何月秋	
本书主编	李培根			
本书参编	刘 秦	张席恒	徐荣华	夏奇兵
	顾德仁			
本书主审	蔡慧萍			
本书参审	朱燕青	陈 锴		

序

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的“国家职业资格培训教材”。

进入21世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占3.5%，与发达国家40%的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年50万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。那么，开展职业培训的重要基础是什么呢？

众所周知，“教材是人们终身教育和职业生涯的重要学习工具”。顾名思义，作为职业培训的重要基础，职业培训教材当之无愧！编写出版优秀的职业培训教材，就等于为技能培训提供了一把开启就业之门的金钥匙，搭建了一座高技能人才培养的阶梯。

加快发展我国制造业，作为制造业龙头的机械行业责无旁贷。技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”、“八五”、“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149种，“机械工人操作技能培训教材”85种，“机械工人职业技能培训教材”66种，“机械工业技师

考评培训教材”22种,以及配套的习题集、试题库和各种辅导性教材约800种,基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强,覆盖面广,层次齐备,成龙配套等特点,受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来,我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》,其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定,将国家职业资格分为5个等级:初级(5级)、中级(4级)、高级(3级)、技师(2级)、高级技师(1级)。为与新的《国家职业标准》配套,更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要,我们精心策划编写了这套“国家职业资格培训教材”。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的,为满足各级培训考工部门和广大读者的需要,这次共编写了38个职业159种教材。在职业选择上,除机电行业通用职业外,还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师(含高级技师)四本教材,各等级合理衔接、步步提升,为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要,对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》、《机械基础》、《电工常识》、《电工基础》、《建筑装饰识图》等15种公共基础教材。

在编写原则上,依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需要,我们对模具、制冷、电梯等社会需求量大又已单独培训和考核的职业,从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要,在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题,书末有与之配套的试题库和答案,以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷,同时还根据需求为7种教材配制了VCD光盘。

增加教材的可读性、提升教材的品质是我们策划这套教材的又一亮点。为便于培训、鉴定、考工部门在有限的时间内把最需要的知识和技能传授给学员,同时也便于学员抓住重点,提高学习效率,对需要掌握的重点、难点、考点和知识鉴定点加有旁白提示并采用双色印刷。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性,我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的200多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套教材在编写过程中力求突出“新”字,做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”;增强实用性,重在教会读者掌握必需的专业知识和技能,是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材,也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中,曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助,在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢!

教材中难免存在不足之处,诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教,提出批评指正。我们真诚希望与您携手,共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

前 言

本书是根据国家劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》中对机械加工、钳加工和修理等职业高级工共同基本知识的要求，按照岗位培训需要的原则而编写的。

在编写过程中，本书力求删繁就简，注重对基本知识和基本理论的阐述；增加了部分新知识、新技术、新工艺和新方法；突出了内容的针对性、实用性、先进性和科学性；着重于对读者所必须掌握的专业基础知识和综合能力的培养。

本书采用最新颁布的国家技术标准和行业标准。书中每章的章首均有培训学习目标，章末有复习思考题，书末有配套的试题库及其答案，以便于培训部门的教学和读者自学时的自检、自测。

本书是“国家职业资格培训教材”中的基础课教材之一，是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训、高级技校技师学院、高职和各种短训班的教学用书。

本书由上海电机学院的老师编写和审稿，其中：第一章由刘秦编写；第二章由李培根编写；第三章由张席恒编写；第四章由徐荣华编写；第五章由夏奇兵编写；第六章由顾德仁编写；由李培根担任主编负责拟定提纲和全书的统稿工作；由蔡慧萍担任主审；朱燕青、陈锴参加审稿。

限于编者的水平，书中不当之处在所难免，恳请专家、同仁和广大读者批评指正。

编 者

目 录

M U L U

序

前言

第一章 常用机构	1
第一节 平面连杆机构	1
一、平面连杆机构的概念	1
二、铰链四杆机构的基本类型	2
三、铰链四杆机构类型的判别	5
四、铰链四杆机构的演化	5
五、四杆机构的死点位置	9
第二节 凸轮机构	11
一、凸轮机构的组成和特点	11
二、凸轮机构的类型	11
三、凸轮机构的应用	13
第三节 齿轮传动	14
一、渐开线齿轮的啮合传动	14
二、齿轮的加工和根切	24
三、变位齿轮简介	27
四、齿条与齿轮传动	30
五、斜齿圆柱齿轮传动	31
六、直齿锥齿轮传动	35
七、齿轮的失效形式及常用材料	39
第四节 蜗杆传动	42
一、蜗杆传动的概念	42
二、蜗杆传动的主要参数和几何尺寸	46

三、蜗杆传动的失效形式、常用材料和热平衡的概念	49
第五节 轮系	52
一、轮系的概念	52
二、定轴轮系及其传动比	53
三、行星轮系简介	59
第六节 普通 V 带传动	61
一、普通 V 带的结构和标准	61
二、普通 V 带传动的失效形式及影响传动能力的因素	64
三、普通 V 带轮	67
四、普通 V 带传动的安装使用与维护	70
第七节 滚子链传动	72
一、滚子链的结构和标准	72
二、滚子链的主要参数	74
三、链轮的结构及材料	76
四、链传动的使用和维护	77
复习思考题	80
 第二章 机械零件	 83
第一节 键联接和销联接	83
一、键联接	83
二、销联接	89
第二节 螺纹联接和螺旋机构	91
一、螺纹的一般知识	91
二、螺纹代号与标记	95
三、螺纹联接的基本类型和常用螺纹联接件	97
四、螺纹联接的预紧与防松	98
五、滑动螺旋机构	99
第三节 联轴器与离合器	105
一、常用联轴器	105
二、常用离合器	110
第四节 轴	113

一、轴的分类	113
二、轴的常用材料	115
三、阶梯轴的结构	116
第五节 滑动轴承	119
一、滑动轴承的结构类型	120
二、轴瓦(轴套)的结构和材料	122
三、滑动轴承的润滑	126
第六节 滚动轴承	129
一、滚动轴承的结构及类型	129
二、滚动轴承的代号	133
三、滚动轴承的润滑和密封	136
第七节 弹簧	138
一、弹簧的功用	138
二、弹簧的类型	138
三、弹簧的材料	140
复习思考题	140
 第三章 机械制造工艺知识	143
第一节 毛坯及加工余量	143
一、毛坯的种类及其特征	143
二、加工余量的确定	145
第二节 机械加工工艺规程的制订	151
一、工艺规程制订的基本要求及主要依据	152
二、零件结构工艺性分析	153
三、机械加工工艺路线的拟订	156
第三节 工艺尺寸链及其计算	164
一、工艺基准与设计基准重合时工艺尺寸链的建立和计算	164
二、工艺基准与设计基准不重合时工艺尺寸链的建立和计算	165
第四节 提高劳动生产率的途径	171
一、改进产品的结构设计	171
二、采用新工艺和新方法	171

三、缩减时间定额	172
四、提高机械加工自动化程度	174
第五节 典型零件的加工工艺	174
一、轴类零件的加工	174
二、套筒零件的加工	186
三、箱体类零件的加工	194
四、活塞的加工	208
五、杆叉类零件的加工	219
复习思考题	223
第四章 液气压传动	225
第一节 液压泵和液压马达	225
一、液压泵的分类及性能参数	225
二、齿轮泵	229
三、叶片泵	233
四、柱塞泵	238
五、各类液压泵的适用场合	242
六、液压马达	243
第二节 液压缸及气缸和气马达	246
一、液压缸的分类	246
二、活塞式液压缸	246
三、柱塞式液压缸	250
四、摆动液压马达	251
五、液压缸的密封、缓冲和排气	252
六、液压缸常见故障及排除方法	256
七、气缸	257
八、气马达	263
第三节 液气压控制阀	267
一、液压控制阀的分类	267
二、液压方向控制阀	268
三、液压压力控制阀	276

四、液压流量控制阀	286
五、气压控制阀	290
第四节 液气压辅助装置	306
一、油管和管接头	307
二、过滤器	308
三、蓄能器	310
四、油箱	311
五、气源装置及气动辅件	313
第五节 液气压基本回路	321
一、液压压力控制回路	321
二、液压速度控制回路	323
三、液压方向控制回路	325
四、气压基本回路	327
第六节 液气压系统实例分析	337
一、液压系统实例分析	337
二、气动系统实例分析	341
第七节 液气压系统常见故障分析及排除	347
一、排除故障的步骤	347
二、液压系统常见故障及排除	347
三、气动系统常见故障及排除	350
复习思考题	354
 第五章 机床电气控制知识	 357
第一节 常用低压电器及其在控制电路中的作用	357
一、开关与熔断器的基本知识	357
二、接触器与继电器的基本知识	362
第二节 异步电动机电气控制知识	365
一、三相异步电动机的运行方式	365
二、异步电动机的常用控制举例	367
第三节 典型机床的电气控制	372
一、车床的电气控制	372

二、磨床的电气控制	373
三、钻床的电气控制	377
第四节 直流电动机电气控制的基本知识	380
一、直流电动机的构造与基本工作原理	380
二、直流电动机的运行方式	384
复习思考题	387
第六章 数控机床加工知识	389
第一节 数控机床的加工工艺	389
一、确定加工方案	389
二、划分工序与工步	391
三、工件的装夹和程序起点	392
四、确定加工路线	393
五、选择刀具	394
六、选择切削用量	395
第二节 数控加工程序的编制	397
一、数控机床坐标系	397
二、数控编程格式	400
三、数控车床程序编制	406
四、数控铣床程序编制	416
第三节 数控机床的操作与维护	425
一、数控车床操作	425
二、数控铣床操作	433
三、数控机床常见故障的诊断与排除	436
第四节 CAM 技术在数控加工中的应用	443
一、常用 CAM 软件	443
二、CAM 数控机床的数控程序的后处理系统	446
复习思考题	450
试题库	452
一、判断题 试题(452) 答案(499)	

二、选择题 试题(465) 答案(500)

三、计算题 试题(481) 答案(501)

四、简答题 试题(488) 答案(511)

五、作图与数控机床编程题 试题(498) 答案(528)

第一章

常用机构



培训学习目标 了解平面连杆机构、凸轮机构、齿轮传动、蜗杆传动、轮系、普通带传动、滚子链传动等常用机构的组成、类型、特点及应用。掌握各种常用机构的工作原理、结构、标准并能熟练地进行有关几何尺寸计算。掌握齿轮传动、普通带传动、滚子链传动的失效形式及维护。熟练掌握定轴轮系传动比的计算。

第一节 平面连杆机构

一、平面连杆机构的概念

平面连杆机构是由一些刚性杆件用铰链和滑道等联接而成的机构，在生产中用来实现运动的变换和传递动力。因构件形状多呈杆状并作平面运动，所以常称平面连杆机构。

平面连杆机构的特点是：能够进行多种运动形式的转换；构件一般由铰链联接，联接处是面接触，因此单位面积上的压力较小，便于润滑、磨损小、使用寿命较长；两构件接触处表面是圆柱面或平面，制造比较方便。所以平面连杆机构在各种机械设备中应用广泛。

在平面连杆机构中，最常见的是由四个构件相互间用铰链联接而成的铰链四杆机构，如图 1-1 所示。

二、铰链四杆机构的基本类型

在图 1-1 中, 构件 4 固定不动称为机架; 构件 1 和构件 3 与机架相联称为连架杆; 两端均不与机架相联的构件 2 叫做连杆, 连杆作复杂的平面运动。在连架杆中能做整周转动的称为曲柄; 只能在一定角度范围内摆动的则称为摇杆。

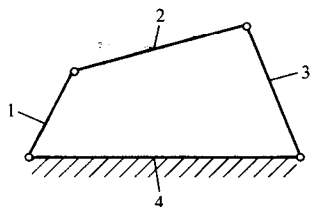


图 1-1 铰链四杆机构

1、3—连架杆 2—连杆 4—机架

铰链四杆机构按两连架杆运动形式的不同, 分为如下三种基本类型:

铰链四杆机构按两连架杆的运动形式来分类

(1) 曲柄摇杆机构 两连架杆中一个为曲柄, 另一个为摇杆的铰链四杆机构称为曲柄摇杆机构。在曲柄摇杆机构中, 以曲柄为主动件时, 可将曲柄的整周连续转动变为摇杆的往复摆动。图 1-2a 所示筛沙机和图 1-2b 所示剪切机的简图均是曲柄摇杆机构的实例。

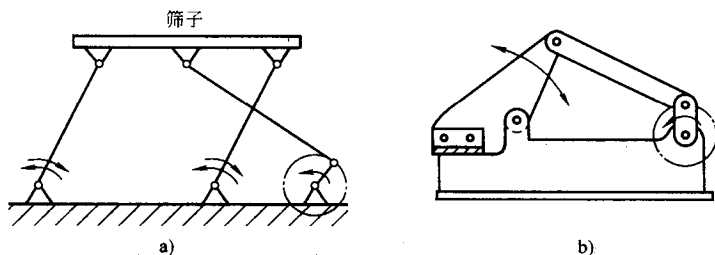


图 1-2 曲柄摇杆机构应用实例

a) 筛沙机 b) 剪切机

在曲柄摇杆机构中, 当以摇杆作为主动件时, 则可将摇杆的往复摆动变为曲柄的整周转动。图 1-3 是缝纫机驱动机构的运动简图, 当踏板 CD 作往复摆动时, 通过连杆 BC 使曲柄 AB 作整周转动。

(2) 双曲柄机构 两连架杆均为曲柄的铰链四杆机构, 称为双曲柄机构。如图 1-4 所示的惯性筛中的铰链四杆机构即为双曲柄机构。当主动曲柄 AB 绕点 A 作匀速转动一周时, 通过连杆 BC 带动从