

机械工人实用技术手册系列



磨工

实用技术手册

邱言龙 李德富 主编

★ 写作起点较低，进阶式自学的好帮手

★ 多以图和表来讲解，更加直观和生动

★ 内容新、资料全、操作内容讲解详细



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



磨工 实用技术手册

邱言龙 李德富 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

为了适应机械加工技术发展,提高机械工人综合素质和实际操作能力,特组织编写了《机械工人实用技术手册系列》,期为读者提供一套内容新、资料全、操作内容讲解详细的工具书。本套书注重实用性,且均按现行最新国家标准编写。

本手册共十一章,主要包括:磨工基础知识,磨床,磨削加工原理,磨床夹具,磨削加工工艺,特种零件磨削,成形面磨削,精密与高效磨削,刀具刃磨,数控磨削技术,典型零件磨削工艺分析等。

本书可供广大磨工和有关技术人员使用,也可供相关专业学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

磨工实用技术手册/邱言龙,李德富主编. —北京:
中国电力出版社, 2009
(机械工人实用技术手册系列)
ISBN 978-7-5083-8679-9

I. 磨… II. ①邱…②李… III. 磨削—技术手册
IV. TG58-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 053159 号

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)
北京盛通印刷股份有限公司印刷
各地新华书店经售

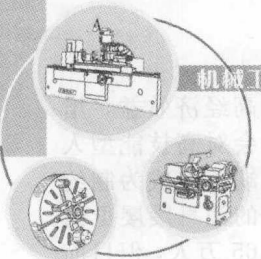
*

2009 年 10 月第一版 2009 年 10 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 25.75 印张 796 千字
印数 0001—3000 册 定价 49.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



随着社会主义市场经济的不断发展,特别是中国加入 WTO 实现了与世界经济的接轨,中国的经济出现了前所未有的持续快速增长势头,大量中国制造的优质产品出口到国外,并迅速占领大部分国际市场;我国制造业在世界上所占的比重越来越大,促使“世界制造业中心”的进程越来越快。与此同时,我国制造业也随之面临国际市场日益激烈的竞争局面,与国外高新技术的企业相比,我国企业无论是在生产设备能力与先进技术应用领域,还是在人才的技术素质与培养方面,都还普遍存在着差距。要改变这一现状,势必在增添先进设备以及采用先进的制造技术(如 CAD/CAE/CAM、高速切削、快速原型制造与快速制模等)之外,更加需要大力培养能掌握各种材料成形工艺和模具设计、制造技术,且能熟练应用这些高新技术的专业技术人才。因此,我国企业不但要有高素质的管理者,更要有高素质的技术工人。企业有了技术过硬、技艺精湛的操作技能人才,才能确保产品加工质量,才能有效提高劳动生产率,降低物资消耗和节省能源,使企业获得较好的经济效益。

制造业是经济发展与社会发展的物质基础,是一个国家综合国力的具体体现,它对国民经济的增长有着巨大的拉动效应,并给社会带来巨大的财富。据统计:美国 68% 的财富来源于制造业,日本国民经济总产值的 49% 是由制造业提供的。在我国,制造业在工业总产值中所占的比例为 40%。近十年来我国国民生产总值的 40%、财政收入的 50%、外贸出口的 80% 都来自于制造业,制造业还解决了大量人员的就业问题。因此,没有发达的制造业,就不可能有国家真正的繁荣和强大。而机械制造业的发展规模和水平,则是反映国民经济实力和科学技术水平的重要标志之一。提高加工效率、降低生产成本、提高加工质量、快速更新产品,是制造业竞争和发展的基础和制造业先进技术水平标志。

制造业也是技术密集型的行业,工人的操作技能水平对于保

证产品质量,降低制造成本,实现及时交货,提高经济效益,增强市场竞争力,具有决定性的作用。近几年来社会对高技能型人才的需求越来越大,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。如深圳 2005 年全市的技能人才需求量为 165 万人,但目前只有技术工人 116 万人,技师和高级技师类的高技能人才只有 1400 多人,因此许多企业用高薪聘请高级技术工人,一些高级蓝领的薪酬与待遇都是相当不错的,有的甚至薪金高于一般的经理和硕士研究生。有资料显示,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。

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,我们精心策划组织编写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《机械工人实用技术手册系列》,以为为读者提供一套内容新、资料全、操作内容讲解详细的工具书。本套丛书包括《钳工实用技术手册》、《车工实用技术手册》、《铣工实用技术手册》、《磨工实用技术手册》、《机修钳工实用技术手册》、《工具钳工实用技术手册》、《装配钳工实用技术手册》、《模具钳工实用技术手册》、《焊工实用技术手册》等。

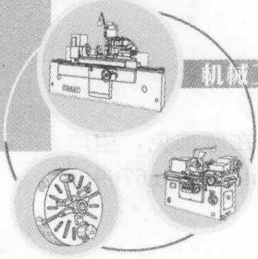
本套丛书是在作者多年从事机械加工技术方面的研究和实践操作的基础上总结撰写而成的。内容紧密结合企业生产和技术工人工作实际,内容写作起点较低,易于进阶式自学和掌握。内容包括技术工人应熟练掌握的基础理论、专业理论和其他相关知识,从一定层次上介绍了设备应用、操作技能、工艺规程、生产技术组织管理和国内、外新技术的发展和应用等内容,并列举了大量的工作实例。此外,本套丛书选材注重实用,编排全面系统,叙述简明扼要,图表数据可靠。全书采用了最新国家标准。

本套丛书的作者有长期从事中等、高等职业教育的理论和培训专家,也有长期工作在生产一线的工程技术人员、技师和高级

技师。

尽管我们在编写的过程中，力求完美，但是仍难免存在不足之处，诚恳希望广大读者批评指正！

《机械工人实用技术手册系列》编委会



当前和今后一个时期,是我国全面建设小康社会、开创中国特色社会主义事业新局面的重要战略机遇期。建设小康社会需要科技创新,离不开技能人才。国务院组织召开的“全国人才工作会议”、“全国职教工作会议”都强调要把“提高技术工人素质、培养高技能人才”作为重要任务来抓。当今世界,谁掌握了先进的科学技术并拥有大量技术娴熟、手艺高超的技能人才,谁就能生产出高质量的产品,创出自己的名牌;谁就能在激烈的市场竞争中立于不败之地。我国有近一亿技术工人,他们是社会物质财富的直接创造者。技术工人的劳动,是科技成果转化成为生产力的关键环节,是经济发展的重要基础。

高级技术工人应该具备技术全面、一专多能、技艺高超、生产实践经验丰富的优良的技术素质。他们需要担负组织和解决本工种生产过程中出现的关键或疑难技术问题,开展技术革新、技术改造,推广、应用新技术、新工艺、新设备、新材料以及组织、指导初、中级工人技术培训、考核、评定等工作任务。而技术工人要做到这些,则需要不断地学习和提高。

为此,我们编写了本书,以期满足广大磨工学习的需要,帮助他们提高相关理论与技能操作水平。本书的主要特点如下:

(1) 标准新。本书采用了国家新标准、法定计量单位和最新名词术语。

(2) 内容新。本书除了讲解传统磨工应掌握的内容之外,还加入了一些新技术、新工艺、新设备、新材料等方面的内容。

(3) 注重实用。在内容组织和编排上特别强调实践,书中的大量实例来自生产实际和教学实践,实用性强,除了必须的基础知识和专业理论以外,还包括许多典型的加工实例、操作技能及最新技术的应用,兼顾先进性与实用性,尽可能地反映现代加工技术领域内的实用技术和应用经验。

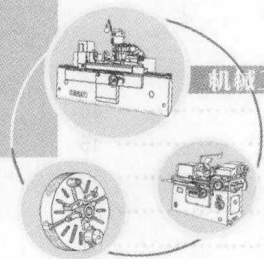
(4) 写作方式易于理解和学习。本书在讲解过程中,多以图和

表来讲解，更加直观和生动，易于读者学习和理解。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中错误在所难免，望广大读者不吝赐教，以利提高！欢迎读者通过 E-mail: qiu xm6769@sina. com 与作者联系！

编 者

2009 年 9 月于古城荆州



目 录

序 前言

第一章 磨工基础知识 1

第一节 形状和位置公差 1

一、形位误差的产生及其影响 1

二、形位公差的研究对象——几何要素 2

三、形位公差的特征项目及其符号 2

四、形位误差和形位公差 4

五、形位公差的标注方法 10

第二节 表面粗糙度 17

一、表面粗糙度的形成 17

二、表面粗糙度对零件使用性能的影响 18

三、表面粗糙度的评定参数 19

四、表面粗糙度符号、代号及标注 27

第三节 技术测量基础 31

一、技术测量的一般概念 31

二、计量器具的分类 33

三、测量方法的分类 34

四、计量器具的基本计量参数 37

第二章 磨 床 39

第一节 磨床主要部件的名称和用途 39

一、M1432B 型万能外圆磨床主要部件的名称和用途 39

二、M2110A 型内圆磨床主要部件的名称和用途 40

三、M7120D 型卧轴矩台平面磨床各部件的名称和用途 43

第二节 磨床的型号 45

第三节 常用磨床的性能参数	46
一、外圆磨床	46
第四节 磨床新结构及传动系统分析	50
一、现代磨床新结构	50
二、砂轮自动平衡装置	61
三、典型磨床传动系统分析	65
第五节 磨床的精度检验	72
一、检验前的安装调整	72
二、检验的项目及方法	74
三、常见磨床精度标准	79
四、磨床精度对加工精度的影响	82

第三章 磨削加工原理	90
-------------------------	-----------

第一节 磨削加工的基本知识	90
一、磨削加工方法分类	90
二、磨削用量的基本概念	91
三、砂轮	95
四、砂轮的平衡与修整	96
五、切削液的选择	98
第二节 磨料和磨具	104
一、磨料	104
二、普通磨具	108
三、超硬磨具	129
第三节 磨削加工原理	143
一、磨削加工特点	143
二、磨削过程及切屑形成	144
三、磨削力和功率	144
四、磨削热和磨削温度	148
五、砂轮的磨钝及砂轮的寿命	151

第四章 磨床夹具	154
-----------------------	------------

第一节 磨床通用夹具	154
一、磨床通用夹具的种类和用途	154
二、顶尖和鸡心夹具	156
三、心轴	156

四、中心孔柱塞	164
五、卡盘、花盘和弹簧夹头	166
六、磁力吸盘和磁力过渡垫块	167
七、精密平口虎钳	168
八、磨直角用夹具（直角块和多角形块）	169
九、正弦夹具和正弦分度万能夹具	170
第二节 典型专用磨床夹具	171
一、专用矩形电磁吸盘	171
二、真空吸盘	171
三、真空夹头	172
四、圆形电磁无心磨削夹具	172
五、轴承外圈内圆磨削液压夹具	174
六、锥齿轮端面及内圆磨削夹具	174
七、圆柱齿轮内孔磨削夹具	175
八、齿轮轴内孔磨削夹具	176
九、专用气动内圆磨削夹具	176
十、异形工件专用磨削夹具	176
十一、磨扁方夹具	178
十二、磨齿夹具	178
第五章 磨削加工工艺	182
第一节 磨削用量的选择	182
一、磨削用量对加工的影响	182
二、砂轮速度的选择	182
三、工件速度的选择	183
四、纵向进给量的选择	183
五、背吃刀量的选择	184
六、光磨次数的选择	184
七、磨削余量	185
第二节 外圆磨削	188
一、外圆砂轮及其正确使用	189
二、外圆磨削的方法	191
三、外圆磨削用量的选择	197
四、外圆磨削对中心孔的要求	201
五、中心孔修研方法	203
六、轴类工件磨削工艺	204

七、外圆磨削常见工件缺陷及防止措施	216
第三节 内圆磨削	219
一、内圆磨头	220
二、内圆磨削常用方法	228
三、内圆磨削用量的选择	232
四、工件的安装	238
五、几种典型内孔的磨削加工工艺	241
六、内圆磨削产生缺陷的原因及预防方法	253
第四节 无心磨削	255
一、无心磨削的特点	255
二、无心磨削常用方法	256
三、无心磨削用量的选择	262
四、影响无心外圆磨削质量的要素	266
五、典型零件的磨削工艺	275
六、无心磨削常见缺陷及消除方法	279
第五节 平面磨削	283
一、平面磨削常用方法	283
二、典型工件的加工方法	290
三、平面磨削用量的选择	302
四、平面磨削的工艺分析	306
五、平面零件的精度检验	309
第六节 圆锥面的磨削	313
一、圆锥尺寸计算及圆锥公差	313
二、圆锥面的磨削方法	321
三、圆锥的精度检验	323
四、锥度尺寸的控制方法	329
五、圆锥磨削常见缺陷及消除方法	330
第六章 特种零件磨削	332
第一节 细长轴磨削	332
一、细长轴磨削特点	332
二、细长轴的磨削方法	337
三、典型零件加工工艺	338
第二节 薄片和薄壁套零件磨削	344
一、薄片零件的磨削	344
二、薄壁套零件的磨削	346

第三节 螺纹磨削	351
一、螺纹磨削的方法、特点和应用	351
二、螺纹磨床使用注意事项	353
三、螺纹磨床的调整	355
四、砂轮的选择及修整	356
五、工艺参数的选择	359
六、切削液的选择	362
七、螺纹磨削常见问题、产生原因与解决方法	362
第四节 齿轮磨削	369
一、齿轮磨削概述	369
二、砂轮的选择、平衡及修形	372
三、磨齿工艺参数的选择和计算	379
四、切削液的选择	381
五、磨齿误差产生的原因与消除方法	382
第五节 花键轴磨削	391
一、概述	391
二、花键轴的磨削方法	391
三、砂轮的选择及修整	394
四、工艺参数的选择	399
五、影响磨削加工质量的因素与解决方法	403
第六节 偏心零件的磨削	405
一、偏心的磨削	405
二、偏心轴磨削工艺	407
三、曲轴的磨削方法	408
四、曲轴的磨削工艺	412

第七章 成形面磨削	416
------------------------	------------

第一节 成形磨削概述	416
一、成形面的分类	416
二、成形面的磨削方法	416
三、成形砂轮的修整方法	418
四、成形砂轮修整要点	438
五、成形面的磨削实例	439
第二节 成形夹具磨削	441
一、用分度夹具磨削成形面	441
二、用万能夹具磨削成形面	447

第三节 仿形磨削	451
一、缩放尺曲线磨床磨削	451
二、光学曲线磨床磨削	452
三、靠模仿形磨削	455
第四节 坐标磨床磨削	458
一、基本磨削方法	458
二、坐标磨床磨削实例	461
第八章 精密与高效磨削	465
第一节 精密与超精密磨削	465
一、概述	465
二、加工方法	465
三、精密磨削与超精密磨削机理	470
四、精密磨削与超精密磨削砂轮的选择	470
五、砂轮的修整	472
六、磨削用量的选择	476
七、精密磨削与超精密磨削的机床	479
八、加工实例	481
第二节 研磨	483
一、研磨的特点和分类	483
二、研磨机理和运动轨迹	484
三、研具及研磨剂的选择	486
四、精密和超精密研磨	498
五、研磨工艺参数的选择	500
六、研磨方法与实例	502
七、研磨常见缺陷及消除方法	514
第三节 抛光	516
一、抛光概述	516
二、抛光用磨料与抛光剂	519
三、抛光机	522
四、滚磨	527
五、几种新型精密和超精密抛光方法	530
六、抛光工艺参数的选择	540
第四节 高速磨削	541
一、概述	541
二、高速磨削砂轮选择	541

三、砂轮的平衡与修整	543
四、高速磨削用量的选择	545
五、高速磨削对机床的要求	545
第五节 缓进给磨削	552
一、概述	552
二、缓进给磨削砂轮的选择与修整	553
三、缓进给磨削对机床的要求	555
四、两种特殊的缓进给磨削简介	560
五、典型零件加工实例	562
第六节 宽砂轮与多砂轮磨削	564
一、宽砂轮磨削	564
二、多砂轮磨削	566
第七节 恒压力磨削	568
一、概述	568
二、恒压力磨削机理	570
三、恒压力磨削实例	571
四、恒压力磨削中的几个问题分析	571
第八节 硬磨料磨具磨削	573
一、金刚石砂轮磨削	573
二、立方氮化硼 (CBN) 砂轮磨削	575
三、使用超硬磨料砂轮对机床的要求	576
四、切削液的选择	576
五、超硬磨料砂轮使用实例	576

第九章 刀具刃磨	579
-----------------------	------------

第一节 刀具刃磨的基本知识	579
一、刀具的几何参数	579
二、刃磨机床	590
三、刃磨砂轮的选用	599
四、刃磨的方法及步骤	600
第二节 铰刀的刃磨	602
一、铰刀的结构及几何角度	602
二、铰刀的刃磨	604
第三节 铣刀的刃磨	621
一、铣刀的分类	621

二、铣刀的刃磨	622
三、铣刀刃磨实例	630

第十章 数控磨削技术	633
-------------------------	------------

第一节 数控磨床概述	633
一、数控机床的特点	633
二、数控机床的工作原理	636
三、数控磨床常用装置	638
第二节 数控机床的坐标系	645
一、数控机床的坐标轴和运动方向	645
二、绝对坐标系统与相对坐标系统	648
第三节 数控编程技术基础	648
一、数控编程概述	648
二、程序编制有关术语及含义	650
三、数控编程过程	654
四、程序编制中的数学处理概念	660
第四节 数控外圆磨床的编程	661
一、编程概述	661
二、机床控制功能	662
三、编程实例	665
第五节 数控坐标磨床的编程	669
一、编程概述	669
二、数控坐标磨削工艺原理	670
三、数控坐标磨床的主要结构	672
四、典型形状的磨削方法	673
五、NC 程序编制	677
第六节 数控磨床的操作简介	681
一、光学曲线数控磨床的主要技术参数	681
二、光学曲线数控磨床操作简介	682
三、数控磨削程序分析	690
第七节 数控磨床的维护与保养	692
一、数控磨床的安装与调试	692
二、数控机床的检测与验收	694
三、数控机床的设备管理	696
四、数控机床机械故障诊断方法	697

五、数控机床的日常维护	699
六、数控磨床故障分析	702
第十一章 典型零件磨削工艺分析	706
第一节 机械加工精度和表面质量	706
一、机械加工精度	706
二、加工误差	709
三、机械加工表面质量	712
四、各种加工方法所能达到的经济精度	718
第二节 基准和定位基准的选择	723
一、工件的装夹和基准	723
二、定位基准的选择	724
第三节 工艺规程的制订	728
一、机械加工工艺过程的组成	729
二、工艺规程概述	730
三、机械加工工艺规程及制订	733
四、制订工艺规程需要解决的主要问题	734
第四节 典型零件的磨削工艺分析	740
一、磨削工艺分析基础	740
二、中等复杂零件磨削工艺分析	743
三、车床主轴加工工艺分析	747
四、支架套筒加工工艺分析	751
五、精密轴类零件的机械加工工艺	753
六、精密套类零件的机械加工工艺	763
七、螺纹磨床主轴的工艺分析	768
八、坐标镗床主轴套筒加工工艺	772
第五节 磨削常见缺陷产生原因及消除方法	778
一、通用磨削中产生缺陷的主要原因	778
二、其他磨削中产生缺陷的主要原因	793
三、磨削缺陷产生原因的综合分析	796