



国家职业资格培训教材
理论鉴定培训系列

磨工 (中级) 鉴定培训教材

国家职业资格培训教材编审委员会 组编
薛源顺 主编

依据 **人力资源和社会保障部 2009**
制定的《国家职业技能标准》要求编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



国家职业资格培训教材
理论鉴定培训系列

磨工（中级） 鉴定培训教材

国家职业资格培训教材编审委员会 组编
薛源顺 主编

机械工业出版社

本教材是依据《国家职业技能标准》磨工（中级）的知识要求，紧扣国家职业技能鉴定理论知识考试的需要编写的，主要内容包括：轴类零件的磨削，套类零件的磨削，薄壁套和薄片工件的磨削，偏心零件的磨削，成形磨削，花键轴和样板的磨削，刀具刃磨，螺纹磨削，磨床，磨削新工艺概述，精密量具，珩磨。每章前有培训目标，章末有复习思考题，以便于企业培训和读者自测。

本教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，又可作为读者考前复习用书，还可作为职业技术学院、技工院校的专业课教材。

图书在版编目（CIP）数据

磨工（中级）鉴定培训教材/薛源顺主编；国家职业资格培训教材编审委员会组编. —北京：机械工业出版社，2011.9

国家职业资格培训教材·理论鉴定培训系列

ISBN 978-7-111-35652-3

I. ①磨… II. ①薛…②国… III. ①磨削—职业技能—鉴定—教材 IV. ①TG58

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 166500 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：邓振飞 责任编辑：邓振飞

版式设计：霍永明 责任校对：程俊巧 责任印制：杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2012 年 2 月第 1 版·第 1 次印刷

148mm×210mm·10.5 印张·300 千字

0001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-35652-3

定价：23.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010)88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010)68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010)88379649

读者购书热线：(010)88379203

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
	田力飞	刘云龙	刘书芳
	朱 华	沈卫平	汤化胜
	李俊玲 (常务)	李家柱	李晓明
	李超群	李培根	李援瑛
	何月秋	张安宁	张吉国
	张敬柱 (常务)	陈玉芝	陈业彪
	陈建民	周新模	郑 骏
	杨君伟	杨柳青	卓 炜
	周庆轩	施 斌	荆宏智 (常务)
	柳吉荣	贾恒旦	徐 彤
	潘 茵	戴 勇	黄志良
顾 问	吴关昌		
策 划	荆宏智	李俊玲	张敬柱
书 主 编	薛源顺		
书 参 编	吴国兴	张尚义	
书 主 审	朱根福		

序

为落实国家人才发展战略目标，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了与原劳动和社会保障部《国家职业标准》配套的《国家职业资格培训教材》。这套教材涵盖41个职业，共172种。教材出版后，受到全国各级培训、鉴定部门和技术工人的欢迎，基本满足了培训、鉴定、考工和读者自学的需要，为培养技能人才发挥了重要作用，本套教材也因此成为国家职业资格培训的品牌教材。JJJ——“机工技能教育”品牌已深入人心。

按照国家“十一五”高技能人才培养体系建设的主要目标，到“十一五”期末，全国技能劳动者总量将达到1.1亿人，高级工、技师、高级技师总量均有大幅增加。因此，从2005年至2009年的五年间，参加职业技能鉴定的人数和获取职业资格证书的人数年均增长达10%以上，2009年全国参加职业技能鉴定和获取职业资格证书的人数均已超过1200万人。这种趋势在“十二五”期间还将会延续。

为满足职业技能鉴定培训的需要，我们经过充分调研，决定在已经出版的理论、技能、题库合一的《国家职业资格培训教材》的基础上，贯彻“围绕考点，服务鉴定”的原则，紧扣职业技能鉴定考核要求，根据企业培训部门、技能鉴定部门和读者的不同需求进行细化，分别编写理论鉴定培训教材系列、操作技能鉴定实战详解系列和职业技能鉴定考核试题库系列。

《国家职业资格培训教材——鉴定培训教材系列》：针对国家职业技能鉴定理论知识考试的需要，参照《国家职业技能标准》的要求编写，主要用于考证前的理论培训。它主要有以下特色：

- 汲取国家职业资格培训教材精华——保留国家职业资格培训教材的精华内容，考虑企业和读者的需要，重新整合、更新、补充和完善培训教材的内容。

● 依据最新国家职业标准要求编写——以《国家职业技能标准》要求为依据，以“实用、够用”为宗旨，以便于培训为前提，提炼重点培训和复习的内容。

● 紧扣国家职业技能鉴定考核要求——按复习指导形式编写，教材中的知识点紧扣职业技能鉴定考核的要求，针对性强，适合技能鉴定考试前培训使用。

《国家职业资格培训教材——操作技能鉴定实战详解系列》：针对国家职业技能鉴定操作技能考试的需要编写。本套教材按实战进行设计，解析详细，定位于操作技能考试前的突击冲刺、强化训练。它主要有以下特色：

● 依据明确，具有针对性——依据技能考核鉴定点设计，目的明确。

● 内容全面，具有典型性——图样、评分表、准备清单，完整齐全。

● 解析详细，具有实用性——图解形式，操作步骤和重点解析详细。

● 练考结合，具有实战性——单项训练题、综合训练题，步步提升。

《国家职业资格培训教材——职业技能鉴定考核试题库系列》：针对技能培训、鉴定和考工部门和参加技能鉴定人员复习、考核和自检自测的需要编写。它主要有以下特色：

● 考核重点、理论题、技能题、答案、模拟试卷齐全。

● 初级、中级、高级、技师、高级技师各等级全包括。

● 试题典型性、代表性、针对性、通用性、实用性强。

● 内含职业技能鉴定试题、全国及部分省市大赛试题。

这些教材是《国家职业资格培训教材》的扩充和完善，目的是满足不同的需求，将“机工技能教育”品牌发扬光大。在编写时，我们重点考虑了以下几个方面：

在工种选择上，选择了机电行业的车工、铣工、钳工、机修钳工、汽车修理工、制冷设备维修工、铸造工、焊工、冷作钣金工、热处理工、涂装工、维修电工等近二十个主要工种。

在编写依据上,依据最新国家职业标准要求,紧扣职业技能鉴定考核要求编写。对没有国家职业标准,但社会需求量大且已单独培训和考核的职业,则以相关国家职业标准或地方鉴定标准和要求为依据编写。

在内容安排上,提炼应重点培训和复习的内容,突出“实用、够用”,重在教会读者掌握必需的专业知识和技能,掌握各种类型题的应试技巧和方法。

在作者选择上,共有十几个省、自治区、直辖市相关行业 200 多名工程技术人员、教师、技师和高级技师等从事技能培训和考工的专家参加编写。他们既了解技能鉴定的要求,又具有丰富的教材编写经验。

全套教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材,又可作为读者考前复习和自测使用的复习用书,也可供职业技能鉴定部门在鉴定命题时参考,还可作为职业技术学院、技工院校、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,曾经得到许多企业、鉴定培训机构有关领导、专家、工程技术人员、技师和高级技师的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

虽然我们在编写这套培训教材中尽了最大努力,但教材中难免存在不足之处,诚恳地希望专家和广大读者批评指正。

国家职业资格培训教材编审委员会

前 言

本书是根据中华人民共和国人力资源和社会保障部制定的《国家职业技能标准 磨工》(2009年修订)编写的,为理论鉴定培训教材。本教材的特点是紧紧抓住磨床、砂轮和磨削工艺三大知识点,内容联系生产实际,重点突出,少而精。在教材的编写中,注意基本理论阐述的启发性,注重对学员在磨削方法与工艺分析能力方面的培养。教材中的磨削实例取自国内外企业的磨削工艺精华,如圆度误差在 0.0003mm 以内的磨削技术等,这些宝贵经验对于提升学员的技术水平是至关重要的。特此谨向有关企业表示最诚挚的谢意。

鉴于磨削加工的多样化,以及磨削新工艺的飞速发展,本书按新标准对知识点作适度调整、修改,编入了35种关键零件的磨削工艺,还编入了有关磨削新工艺的内容,如超精密磨削、高速磨削、恒速磨削、恒压力磨削、深切缓进磨削和砂带磨削等。以使教学能体现当今我国现代磨削技术的实际发展水平,满足国家职业技能技术理论培训的要求。

本书由薛源顺主编,吴国兴和张尚义参加编写。具体编写分工如下:第一、二、四、六、八、九、十、十一、十二章由薛源顺编写,第三、五章由吴国兴编写,第七章由张尚义编写,全书由朱根福主审。

编 者

目 录

M U L U

序 前言

第一章 轴类零件的磨削	1
第一节 轴类零件的种类和加工要求	1
第二节 轴类零件的磨削工艺	2
第三节 细长轴的磨削	17
复习思考题	26
第二章 套类零件的磨削	28
第一节 套类零件的种类和加工要求	28
第二节 套类零件的磨削工艺	29
第三节 深孔的磨削	44
第四节 小孔和微型孔的磨削	51
复习思考题	54
第三章 薄壁套和薄片工件的磨削	56
第一节 薄壁套类工件的磨削	56
第二节 薄片工件的磨削	65
复习思考题	71
第四章 偏心零件的磨削	72
第一节 偏心零件的种类和加工要求	72
第二节 偏心零件的磨削方法	73
第三节 曲轴的磨削	80

复习思考题	90
第五章 成形磨削	92
第一节 成形面的种类和加工要求	92
第二节 成形面的磨削方法	94
第三节 齿轮磨削	103
复习思考题	111
第六章 花键轴和样板的磨削	112
第一节 样板的磨削	112
第二节 花键轴的磨削	128
复习思考题	144
第七章 刀具刃磨	146
第一节 交错齿三面刃铣刀的刃磨	146
第二节 立铣刀的刃磨	151
第三节 插齿刀的刃磨	157
复习思考题	160
第八章 螺纹磨削	161
第一节 螺纹磨削的种类和加工要求	161
第二节 螺纹磨削与螺纹磨床	164
第三节 蜗杆的磨削	176
复习思考题	192
第九章 磨床	194
第一节 磨床型号	194
第二节 液压传动的基本知识	201
第三节 M1432C 型万能外圆磨床	220
第四节 M7120D 型平面磨床	246
第五节 磨床故障	254

复习思考题	263
第十章 磨削新工艺概述	265
第一节 超精密磨削	265
第二节 高速磨削与恒速磨削	271
第三节 恒压力磨削	276
第四节 深切缓进磨削	279
第五节 砂带磨削	286
复习思考题	291
第十一章 量具	292
第一节 技术测量概述	292
第二节 精密量具	298
复习思考题	307
第十二章 珩磨	309
第一节 概述	309
第二节 珩磨机及珩磨头	313
第三节 珩磨工艺	316
复习思考题	325
参考文献	326

第一章

轴类零件的磨削



培训目标 掌握轴类零件的磨削工艺。知识内容注重细长轴、带孔轴的磨削方法以及外圆的精密磨削。知道影响外圆磨削圆度的主要因素是中心孔，能判断误差能作磨削加工的精度分析，有效消除加工误差，提高加工精度。

第一节 轴类零件的种类和加工要求

一、轴类零件的种类

轴类零件根据结构形状可分为光轴、空心轴、主轴、半轴、阶梯轴、花键轴、十字轴、偏心轴、曲轴、凸轮轴及轧辊等,如图 1-1 所示。

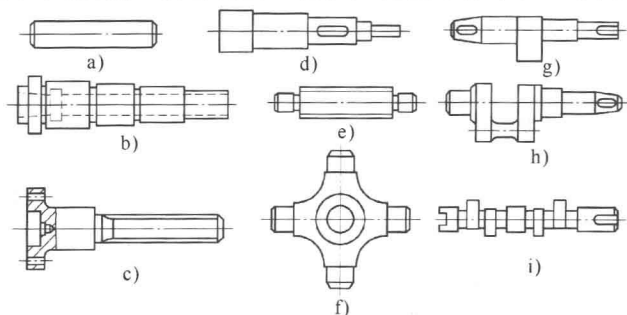


图 1-1 轴的种类

- a) 光轴 b) 空心轴 c) 半轴 d) 阶梯轴 e) 花键轴
f) 十字轴 g) 偏心轴 h) 曲轴 i) 凸轮轴



根据轴的 length L 与直径 d 之比, 又可分为刚性轴 ($L/d \leq 10$) 和挠性轴 ($L/d > 10$) 两类。细长轴的磨削, 是轴类零件磨削的难点之一。在中级工教材中将讲解偏心轴、曲轴花键轴的磨削。

二、轴类零件的技术要求

1. 尺寸精度

轴颈是轴类零件的主要表面, 都需要磨削。精密的轴颈尺寸公差等级为 IT5。

2. 几何形状精度

轴颈的几何形状精度包括圆度、圆柱度、直线度。轴的主要表面对几何形状精度都有较高要求, 如圆度公差等级 IT3 ($\phi 30 \sim \phi 50\text{mm}$) 公差为 0.001mm 。

3. 位置精度

在位置精度要求中, 最主要的是两外圆中心间的同轴度公差和外圆的径向圆跳动公差。

位置精度还包括轴向圆跳动公差和垂直度公差等。

轴的主要表面对上述位置精度都有较高要求。如同轴度公差等级 IT4 ($\phi 30 \sim \phi 50\text{mm}$) 公差为 0.005mm 。

4. 表面粗糙度

精密轴类零件, 对表面粗糙度也有很高要求。

第二节 轴类零件的磨削工艺

一、外圆精密磨削

精密磨削是一种低表面粗糙度值磨削, 磨削的工件表面粗糙度值为 $Ra 0.20 \sim 0.10\mu\text{m}$ 。在初级工教材中, 已讲解了粗磨、精磨的磨削工艺。精密磨削工艺为高一等级的磨削加工。要精细修整砂轮, 工件表面单位面积上磨刃的刻痕数越多, 表面粗糙度值越低。外圆精密磨削的工艺参数见表 1-1。



表 1-1 外圆精密磨削的工艺参数

工艺参数	参 数 值
砂轮粒度	F60 ~ F80
砂轮圆周速度/(m/s)	17 ~ 35
修整时工作台速度/(mm/min)	15 ~ 50
修整吃刀量/mm	≤0.005
修整行程次数	2 ~ 4
光修次数	1
工件圆周速度(m/min)	10 ~ 15
背吃刀量/mm	0.002 ~ 0.005
光磨次数	1 ~ 3
磨前工件表面粗糙度 $Ra/\mu\text{m}$	0.8
工件圆度/mm	0.003
两中心孔同轴度/mm	<0.05

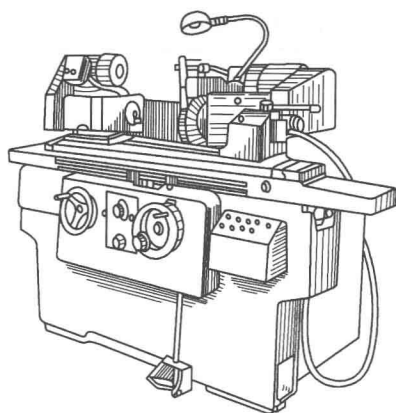
精密磨削对机床精度有较高的要求,可选用各种精密外圆磨床,如 MM1080、MM1083、MM1332 等。图 1-2a 所示为 MMB1432 型精密半自动万能外圆磨床,工件的圆度可达到 0.005mm,工件的表面粗糙度值达到 $Ra0.1\mu\text{m}$ 。图 1-2b 所示为数控端面外圆专用磨床,应用美国 LANDIS 技术,砂轮圆周速度 $v_s = 45\text{m/s}$ 。

砂轮的合理选择及其修整也是精密磨削相当重要的要求。特别是要精细地修整砂轮,在选择金刚钻和工作台速度两方面要多加注意。砂轮经多次修整行程及光修整,达到理想的表面形态,精密磨削是先进的磨削技术。

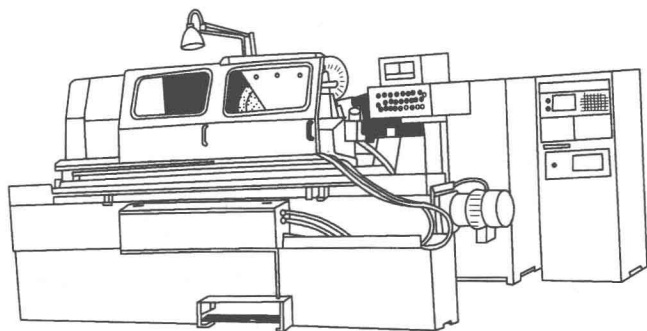
二、轴类零件加工精度分析

注意中心孔的形状误差和缺陷

轴类零件的关键工艺是满足图样的圆度公差要求和同轴度公差要求。影响加工精度的因素主要是中心孔及顶尖的误差。中心孔是轴类零件的定位基准,中心孔的形状误差和其他缺陷,如圆度、碰伤、拉毛等都会影响工件的加工精度。如图 1-3a 所示,当中心孔为椭圆形时,工件也会被磨成椭圆形;如中心孔钻得太深(图 1-3b)或太浅(图 1-3c)都会使顶尖与中心孔的接触不良,从而影响加工



a)



b)

图 1-2 精密半自动万能外圆磨床和
数控端面外圆专用磨床

精度；中心孔钻偏（图 1-3d）或两中心孔不同轴（图 1-3e），也会影响顶尖与中心孔的接触位置。同时也要防止中心孔的圆锥角误差（图 1-3f、g）。

如上所述，磨削过程中检验中心孔和研磨中心孔是很重要的工作。同理，操作时要检验顶尖的精度，磨损的顶尖要及时修磨，并使头架顶尖的中心与尾座顶尖的中心对准。如图 1-4 所示，当头架顶尖的中心与尾座顶尖的中心不对准时，中心孔与顶尖的接触位置发生了变化，从而使工件的回转轴线变动，造成加工面的形状误差

和位置误差。此外，中心孔还有多种修研方法。

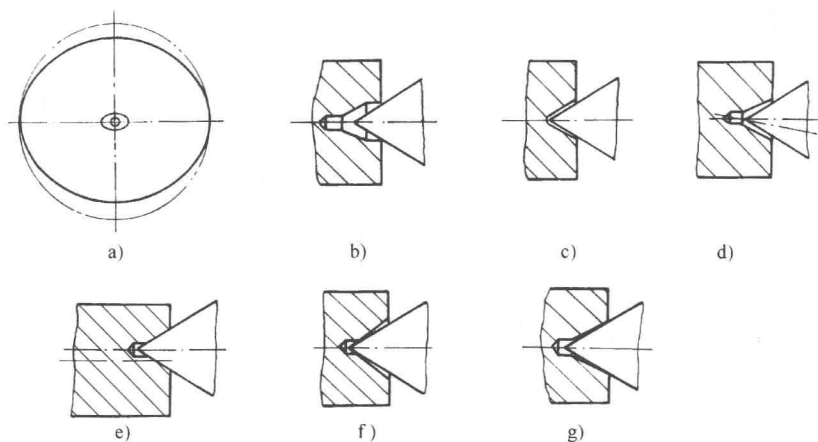


图 1-3 中心孔的误差

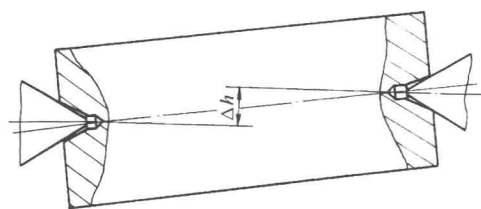


图 1-4 两顶尖不同轴时的接触情况

带孔轴的磨削，也是轴类零件磨削的难点之一。可采用以外圆为定位基准磨削内圆的方法，以保证内外圆的同轴度公差要求。内圆磨削时采用单卡盘和中心架装夹，其定位误差是影响加工精度的主要因素。

三、带孔轴的磨削工艺分析

1. 传动轴的磨削工艺分析

如图 1-5 所示为传动轴。 $\phi 25^{+0.023}_0$ mm 孔在工件的两端，表面粗



糙度值为 $Ra0.2\mu\text{m}$ 。 $\phi 25^{+0.023}_0$ mm 孔对 $\phi 40^{+0.027}_{+0.009}$ mm 外圆的同轴度公差为 $\phi 0.004$ mm。 $\phi 40^{+0.027}_{+0.009}$ mm 的表面粗糙度值为 $Ra0.2\mu\text{m}$ 。 $\phi 48^{-0.010}_{-0.027}$ mm 外圆的表面粗糙度值为 $Ra0.4\mu\text{m}$ 。工件材料 42MnVB，热处理淬火硬度 60~62HRC。工艺分析如下：

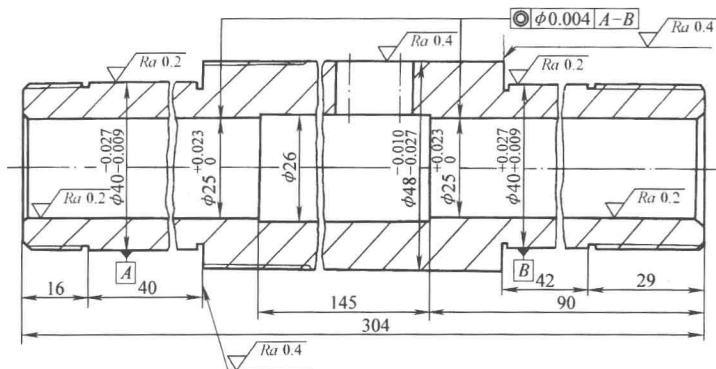


图 1-5 传动轴

1) 采用先磨外圆，然后以外圆为定位基准精磨内圆，以满足同样的同轴度要求。通常，带孔轴的特点是外圆的面较长，而内圆的面较短，因而磨削工艺有利于提高加工精度。

外圆的磨削余量为 0.45~0.55mm，内圆的磨削余量为 0.45~0.50mm。

2) 内圆磨削工件采用单动卡盘和中心架装夹。工件以 $\phi 40^{+0.027}_{+0.009}$ mm 外圆为定位基准定位。如图 1-6a 所示，工件一端用单动卡盘将 $\phi 40^{+0.027}_{+0.009}$ mm 外圆补步定位和装夹，另一端用大头顶尖定位，然后调整中心架的支承，使其与 $\phi 40^{+0.027}_{+0.009}$ mm 外圆接触。此时，中心架的位置已找正好。这种方法使中心架找正较准确。如图 1-6b 所示，再用指示表调整单动卡盘，使指示表的偏摆量在 0.005mm 内。装夹时，卡爪的夹持长度不宜过长，且应在夹持处垫以铜片。若发现工件有窜动现象，则说明中心架中心太高或太低。当工件向右窜