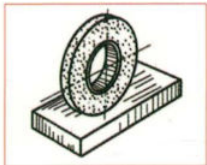
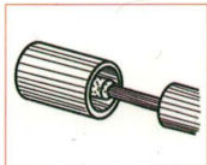
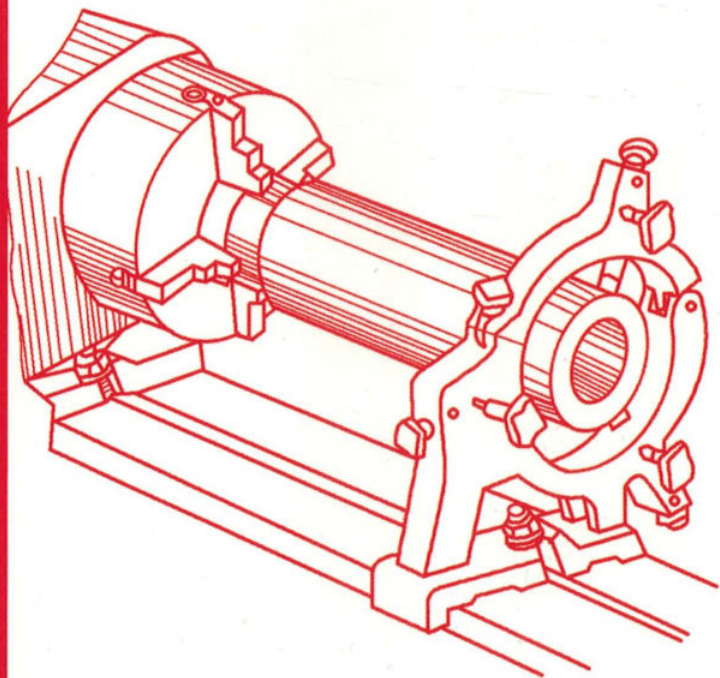




国家职业技能鉴定培训教程

依据最新《国家职业技能标准》编写



磨

工

(高级)

刘风军 〇 主编

内容全面、实用

聚焦培训、考证

便于学习、自测

理论知识、操作技能、配套试题库全包括，素材均源于企业生产实际，紧扣国家职业技能标准和鉴定考核要求，将考证和技能提升有机结合，设有考核要求、重点解析、章后练习等栏目，使学习和自测更高效便捷。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



国家职业技能鉴定培训教程

磨工（高级）

主 编 刘风军
副主编 韩 婧 刘 真 张 斌
 刘 艳
参 编 张 萌 吕德兴 夏洪雷
 李 斌 张玉福 李 宏
主 审 姜 波 苗 冬



机械工业出版社

本书是根据《国家职业技能标准 磨工》(2009年修订)高级规定的知识要求和技能要求,按照“以职业标准为依据,以企业需求为导向,以职业能力为核心”的原则编写的。本书主要内容包括:数控磨床与磨床新结构,精密检测设备,螺纹磨床主轴的加工,坐标镗床主轴套筒的加工,V形块的磨削,拉刀的加工,磨床丝杠的加工,导轨的加工,方轴的加工,光整加工,典型零件磨削工艺分析。每章章首有理论知识要求和操作技能要求,章末有考核重点解析以及复习思考题,便于企业培训和读者自查自测。

本书既可作为企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构的考前培训教材,又可作为读者考前复习用书,还可作为职业技术学院、技工学校的专业课教材。

图书在版编目(CIP)数据

磨工:高级/刘风军主编. —北京:机械工业出版社,2016.5
国家职业技能鉴定培训教程
ISBN 978-7-111-53367-2

I. ①磨… II. ①刘… 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(2016)第064891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:赵磊磊 责任编辑:赵磊磊 责任校对:刘 岚
封面设计:张 静 责任印制:乔 宇

北京富生印刷厂印刷
2016年6月第1版第1次印刷
169mm×239mm·13.5印张·298千字
0001—3000册
标准书号:ISBN 978-7-111-53367-2
定价:29.80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

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

机械制造业是技术密集型的行业，历来高度重视技术工人的素质。在经济条件下，企业要想在激烈的市场竞争中立于不败之地，必须有一支高素质的技术工人队伍。磨削加工技术不断发展，新的国家标准和行业技术标准也相继颁布和实施，因此培训与鉴定的要求也在不断变化。为了适应新形势，我们编写了本书，以满足广大磨工学习的需要，帮助他们提高相关理论知识水平和操作技能水平。

本书是根据《国家职业技能标准 磨工》（2009年修订）高级规定的知识要求和技能要求，按照“以职业标准为依据，以企业需求为导向，以职业能力为核心”的原则编写的。本书主要内容包括：数控磨床与磨床新结构，精密检测设备，螺纹磨床主轴的加工，坐标镗床主轴套筒的加工，V形块的磨削，拉刀的加工，磨床丝杠的加工，导轨的加工，方轴的加工，光整加工，典型零件磨削工艺分析。本书主要特色如下：

1) 在编写原则上，突出以职业能力为核心。本书内容结合企业实际，反映岗位需求，突出新知识、新技术、新工艺、新方法，注重职业能力的培养。

2) 在使用功能上，注重服务于培训和鉴定。根据职业发展的实际情况和培训需求，本书力求体现职业培训的规律，反映职业技能鉴定考核的基本要求，满足培训对象参加鉴定考试的需要。

3) 在内容安排上，强调提高学习效率。为便于培训、鉴定部门在有限的时间内把最重要的知识和技能传授给培训对象，同时也便于培训对象迅速抓住重点，提高学习效率，本书精心设置了“理论知识要求”“操作技能要求”“考核重点解析”和“复习思考题”等栏目。

本书由临沂市技师学院刘风军任主编，临沂市技师学院张斌等任副主编，临沂市技师学院张萌、吕德兴、夏洪雷、张玉福、李宏等参加编写。全书由临沂市技师学院姜波等主审。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者



前言

第1章 数控磨床与磨床新结构 1

1.1 数控磨床 1

1.1.1 数控磨削的特点 1

1.1.2 CNC 数控光学曲线磨床 1

1.2 磨床新结构 13

1.2.1 进给传动系统中的新结构 13

1.2.2 砂轮主轴轴承的新结构 16

1.2.3 砂轮自动平衡装置 19

1.3 磨床精度 21

1.3.1 磨床精度对加工的影响 21

1.3.2 磨床精度检验 25

1.4 新机床的试运行和验收 31

1.4.1 新机床开箱验收 32

1.4.2 新机床空载试验 32

1.4.3 负荷试验 33

复习思考题 33

第2章 精密检测设备 35

2.1 常用精密量仪 35

2.1.1 圆度仪 35

2.1.2 电感式电子水平仪 37

2.1.3 万能工具显微镜 38

2.2 自动测量装置 42

2.2.1 电感式自动测量装置 42

2.2.2 气动式自动测量装置 45

2.3 表面粗糙度量仪 48

2.3.1 表面粗糙度的评定参数 48

2.3.2 表面粗糙度量仪 48

复习思考题 55

第3章 螺纹磨床主轴的加工 57

3.1 轴类工件磨削工艺分析 57

3.1.1 精密主轴的技术要求分析 57

3.1.2 轴类工件定位基准 57

3.2 轴类工件装夹方法及精度分析 59

3.3 超精密磨削工艺 62

3.3.1 砂轮的选择 62

3.3.2 砂轮的修整 62

3.3.3 超精密磨削工艺参数 64

3.3.4 超精密磨削的原理 65

3.3.5 超精密磨削的恒温条件 66

3.4 精密主轴磨削技能训练 66

技能训练1 磨削外圆磨床砂轮主轴 66

技能训练2 磨削螺丝磨床主轴 68

技能训练3 磨削内圆磨具主轴 72

复习思考题 74

第4章 坐标镗床主轴套筒的

加工 75

4.1 套类工件装夹方法及精度分析 75

4.1.1 以内孔为基准用心轴装夹 75

4.1.2 用V形夹具装夹工件 76

4.2 配合套件的磨削 77

4.3 套类工件磨削技能训练 78

技能训练1 磨削气门轴套 78

技能训练2 磨削圆锥量规 80

复习思考题 83

第5章 V形块的磨削 84

5.1 精密平面磨削工艺分析 84

5.1.1 概述 84

5.1.2 平面精密磨削的工艺参数 84

5.2 精密平面磨削技能训练 85

技能训练 磨削V形块 85

复习思考题 87

第6章 拉刀的加工 88

6.1 拉刀刃磨 88

6.1.1 拉刀种类及结构 88

6.1.2 拉刀刃磨方法 91

6.1.3 复合拉刀结构 93

6.2 齿轮滚刀刃磨 94

6.3 成形铣刀铲磨 96

6.4 复杂刀具刃磨技能训练 97



技能训练 1 磨削四方拉刀	97	9.1.4 斜槽、连杆等复杂零件 磨削	148
技能训练 2 磨削小模数齿轮滚刀	101	9.1.5 特殊难磨材料的磨削	152
复习思考题	105	9.2 精密复杂零件磨削技能训练	158
第 7 章 磨床丝杠的加工	106	技能训练 1 磨削齿条	158
7.1 丝杠磨削工艺	106	技能训练 2 磨削方轴	160
7.1.1 丝杠的精度要求	106	复习思考题	162
7.1.2 丝杠磨削工艺	107	第 10 章 光整加工	164
7.1.3 精密丝杠磨削工艺分析	110	10.1 研磨	164
7.2 螺纹中径的三针测量	112	10.1.1 研磨的原理和特点	164
7.2.1 千分尺读数值 M 及钢针 直径 d_0	112	10.1.2 研磨的方法	165
7.2.2 螺纹的公称尺寸及中径 公差	112	10.1.3 平面的研磨	166
7.3 精密丝杠磨削技能训练	115	10.1.4 外圆的研磨	168
技能训练 磨削精密磨床梯形螺纹 丝杠	115	10.1.5 内孔的研磨	169
复习思考题	120	10.1.6 球面的研磨	170
第 8 章 导轨的加工	121	10.2 超精加工	172
8.1 导轨磨削方式	121	10.2.1 超精加工的原理和特点	172
8.2 导轨精度要求	124	10.2.2 超精加工的方法	173
8.2.1 V-平导轨副的形状和位置 精度	125	10.2.3 磨石的选择	174
8.2.2 导轨精度检测	128	10.3 珩磨	175
8.3 万能外圆磨床床身加工工艺	131	10.3.1 珩磨的原理和特点	175
8.3.1 加工工艺分析	131	10.3.2 珩磨的方法	176
8.3.2 万能外圆磨床床身加工 工艺	132	10.3.3 珩磨实例——珩磨气缸套筒 内孔	177
8.4 机床床身导轨磨削方法	133	10.4 抛光	179
8.4.1 加工工艺分析	133	10.4.1 抛光的原理和特点	179
8.4.2 磨削步骤	135	10.4.2 抛光的方法	179
8.5 导轨磨削技能训练	136	复习思考题	182
技能训练 磨削磨床床身导轨	136	第 11 章 典型零件磨削工艺 分析	184
复习思考题	140	11.1 基准	184
第 9 章 方轴的加工	141	11.1.1 概述	184
9.1 精密复杂零件磨削	141	11.1.2 基准的种类	184
9.1.1 特种轴磨削	141	11.1.3 定位基准的选择	186
9.1.2 齿条、分度板、多齿盘 磨削	143	11.2 制定磨削工艺	189
9.1.3 冲压模具成形磨削	147	11.2.1 工艺规程的概念	189
		11.2.2 制定磨削工艺的步骤	196
		11.3 磨削加工精度分析	197
		11.3.1 影响磨削加工精度的	



因素	197	11.4.3 高效磨削方法	202
11.3.2 影响几何精度的因素	198	11.5 典型零件工艺分析	203
11.3.3 其他影响因素	199	11.5.1 轴类零件磨削工艺分析	203
11.4 提高劳动生产率的方法	199	11.5.2 车床主轴磨削工艺分析	204
11.4.1 单件时间定额的组成	199	复习思考题	206
11.4.2 缩短基本时间和辅助时间的 方法	200	参考文献	208



第 1 章 数控磨床与磨床新结构

◎理论知识要求

1. 了解数控磨削的特点。
2. 熟悉磨床进给传动、主轴轴承的新型结构及磨床砂轮自动平衡装置。
3. 初步了解数控磨床的结构及磨削工艺。

◎操作技能要求

1. 了解磨床精密度，掌握磨床精度检验方法。
2. 掌握磨床精度对工件的影响。
3. 掌握新机床的试运行和验收。

1.1 数控磨床

数控是数字控制的简称，英文为 Numerical Control，简称 NC。目前数控一般是采用通用或专用计算机实现数字程序控制，因此数控也称为计算机数控（Computer Numerical Control），一般都称为 CNC。

数控是指用数字、文字和符号组成的数字指令来实现一台或多台机械设备动作控制的技术。它所控制的通常是位置、角度和速度等机械量和与机械能量流向有关的开关量。数控的产生依赖于数据载体和二进制形式数据运算的出现。数控技术也叫计算机数控技术，它是采用计算机实现数字程序控制的技术。这种技术用计算机按事先存储的控制程序来执行对设备的控制功能。由于采用计算机，输入数据的存储、处理、运算和逻辑判断等各种控制机能均可通过计算机软件来实现。

数控磨床是利用磨具对工件表面进行磨削加工的机床。大多数的磨床是使用高速旋转的砂轮进行磨削加工，少数的磨床是使用磨石、砂带等其他磨具和游离磨料进行加工，如珩磨机、超精加工机床、砂带磨床、研磨机和抛光机等。数控磨床又分为数控平面磨床、数控无心磨床、数控内外圆磨床、数控立式万能磨床、数控坐标磨床和数控成形磨床等。

1.1.1 数控磨削的特点

数控坐标磨床如图 1-1 所示，它能加工较复杂的精密表面。数控磨削的特点见表 1-1。

1.1.2 CNC 数控光学曲线磨床

GLS-135AS 数控光学曲线磨床如图 1-2 所示。它可以磨削样板、模具和滚轮等各种复杂精密工件。

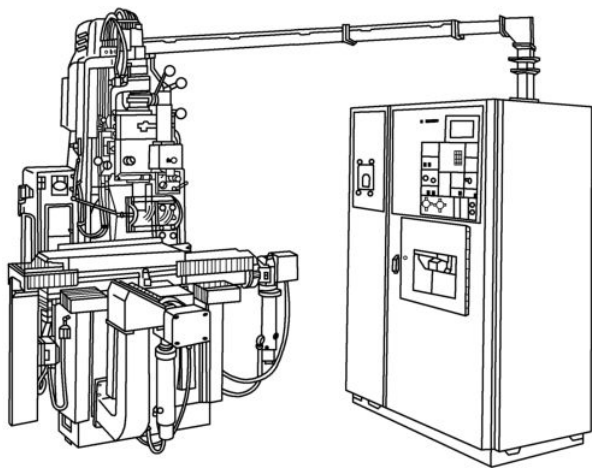


图 1-1 数控坐标磨床

表 1-1 数控磨削的特点

项 目	内 容
适应性强	当改变加工零件时,数控磨床只需更换零件加工的 NC 程序,不必用模具等专用工艺装备,且可采用成组技术的成套夹具。因此,生产准备周期短,有利于机械产品的更新换代,所以,数控磨床的适应性非常强
适合加工复杂型面的零件	由于数控磨床能实现多个坐标的联动,所以数控磨床能完成复杂型面的加工,特别是对于可用数学方程式和坐标点表示的形状复杂的零件,加工非常方便
加工质量稳定	对于同一批零件,由于使用同一磨床和刀具及同一加工程序,刀具的运动轨迹完全相同,且数控磨床是根据数控程序自动进行加工,可以避免人为的误差,这就保证了零件加工的一致性且质量稳定
加工精度高	高精度磨削数控系统的每一个脉冲,使滑板的移动量可达 0.0001mm。因此,数控磨削的精度比普通磨床的加工精度高很多。其定位精度也比较高,同时还可以利用数控软件进行精度校正和补偿
生产率高	数控磨削能采用较大的切削用量,由于它具备较高柔性化、自动化、磨削用量最优化和缩短基本时间及辅助时间等特点,因此,数控磨削具有较高的劳动生产率
工序集中	能在一次装夹的情况下,几乎完成零件的全部加工工序,一台数控磨床可以代替数台普通磨床。这样可以减少装夹误差,节约工序之间的运输、测量和装夹等辅助时间,还可以节省车间的占地面积,带来较高的经济效益
减轻劳动强度	在输入程序并启动后,数控磨床就自动地连续加工,直至零件加工完毕。这样就简化了工人的操作,使劳动强度大大降低
价格较贵且调试和维修较复杂	数控磨床是一种高技术的设备,价格较高,而且要求具有较高技术水平的人员来操作和维修,但是数控磨床的优点很多,它有利于自动化生产和生产管理,使用数控磨床的经济效益还是很高的

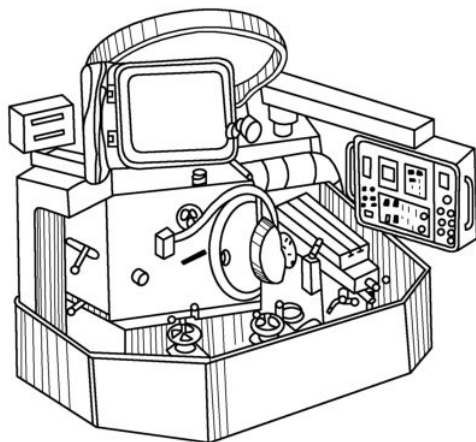


图 1-2 GLS-135AS 数控光学曲线磨床

数控光学曲线磨床砂轮滑座的最小移动量是 0.001mm。

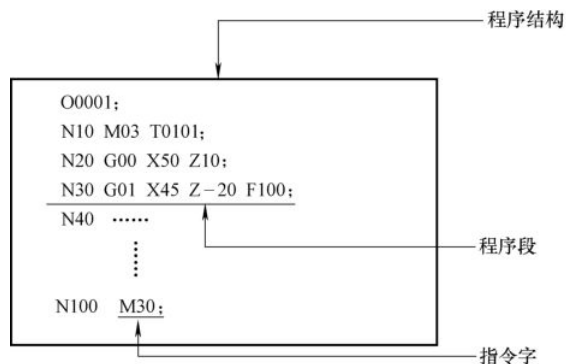
数控加工方面的功能见表 1-2。

表 1-2 数控加工方面的功能

序号	功 能	序号	功 能
1	MDI 和 CRT 字符显示	25	自动加速、减速
2	简单输入	26	自动切断电源
3	程序存储和编辑	27	自动停机
4	记忆再现	28	暂停/再启动
5	中断处理	29	吸尘器开关
6	图形和数据输入	30	冷却装置开关
7	插补	31	偏置程序
8	阅读机、穿孔机接口	32	时间累加器
9	子程序	33	工时计时器
10	砂轮半径补偿	34	数据保护
11	砂轮偏置量存储	35	光屏
12	间距误差补偿存储	36	自动操作
13	位置显示	37	手摇脉冲发生器
14	存储序数	38	暂停
15	最大指令值	39	干磨
16	程序编辑	40	单程序段执行
17	程序检查	41	进给量调整
18	顺序号检索	42	EIA/ISO 代码识别
19	跳越程序段	43	用户宏指令
20	任意停机	44	四位数进给
21	行程极限值存储	45	参考点返回
22	超越行程	46	参考点设定
23	多象限圆弧插补	47	自动诊断
24	小数点输入		



一个零件程序是一组被传送到数控装置中的指令和数据，这个零件程序是由遵循一定结构、句法和格式规则的若干个程序段组成的，而每个程序段则是由若干个指令字组成的。



单程序段的含义举例如下：

N30 G01 X45 Z-20 F100；

程序段由 5 个指令字组成。其中，N30 表示顺序号；G01 表示磨床要执行的指令功能，其由地址符 G 和数字 01 组成，由表 1-3 和表 1-4 可知，G01 表示直线插补；X45、Z-20 表示砂轮运动方向和坐标值，数值的小数点有特殊的含义，如 Y-1.0 与 Y-1，前者表示 -1mm，后者则表示 -1 μ m，显然不带小数点数值的单位为 μ m。

表 1-3 地址符及其功能

地址符	功 能	地址符	功 能
ISO/EIAO	程序号	I、J、K	圆弧中心坐标
N	程序号	F	控制进给量
G	准备功能,砂轮滑座运动代号	M	辅助功能
X、Y、Z、A、B、C	控制砂轮运动方向	P、X	暂停时间
H	补偿量	P	子程序号
R	圆弧半径		

表 1-4 准备功能字符

字符	功 能
G00	快速行程定位,砂轮快速进给到工件坐标点上
G01	直线插补,采用绝对值 G90 指令,砂轮直线插补至坐标点上
G02	顺时针圆弧插补
G03	逆时针圆弧插补
G04	暂停
G10	偏置定位
G17	X、Y 平面选择

(续)

字符	功 能
G40	砂轮半径补偿注销
G41	左侧砂轮半径补偿
G42	右侧砂轮半径补偿
G65	宏指令
G90	初始代码,通电即为绝对值坐标
G91	增量值坐标
G92	坐标设定

GLS-135AS 数控光学曲线磨床还设有多种辅助功能,见表 1-5,它的控制器采用 FANUC-OME。

表 1-5 辅助字符及其功能

字符	功 能	字符	功 能
M00	程序停止	M27	砂轮行程停止
M01	程序任意停止	M30	程序结束
M02	程序结束	M32	X 轴镜像有效
M04	磨圆装置工作	M33	Y 轴镜像有效
M05	磨圆装置停止工作	M35	所有镜像消失
M23	砂轮转动	M98	调用子程序
M24	砂轮停止转动	M99	子程序结束
M25	砂轮行程启动		

FANUC-OME 数控程序的编制过程如下:图 1-3 所示为样板曲线表面的加工轮廓。编程时先绘制砂轮磨削点的轨迹线,再确定各程序段连接点的坐标值。将编程零点确定在工件上,将坐标零点从磨床零点偏置到工件上。编程从砂轮起始点开始,共 12 个程序段。砂轮从起始点快速移动到磨削位置,先磨 9° 斜面,再磨直线和 45° 斜面,最后把砂轮退回起始位置。其程序见表 1-6。

机床采用的 FANUC 控制器为 CNC 系统,能实现多功能控制,完全可以满足加工要求。确定加工路线是数控加工程序的主要工作,也就是确定砂轮相对工件的运动轨迹和方向。

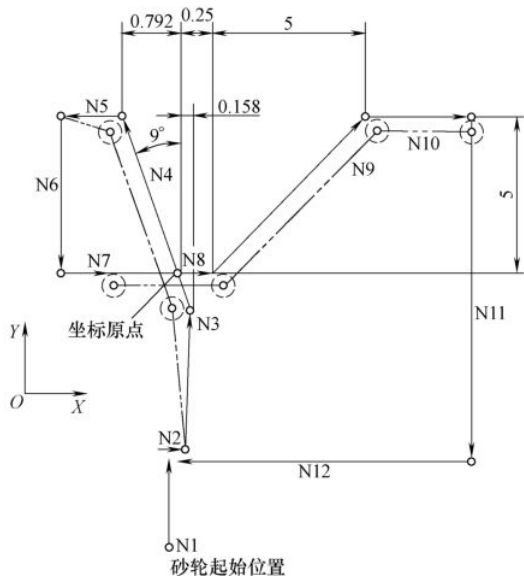


图 1-3 样板曲线表面的加工轮廓



表 1-6 角度样板程序

程序段	说明
N1 G90 G92 G40 X0 Y-5. ;	编程零点偏置到一方
N2 G0 X0.158 ;	快速行进到 $X=0.158\text{mm}$ 处
N3 G41 G0 Y-1. H1 ;	将砂轮偏置
N4 G41 X-0.792 Y5. ;	磨 9° 斜面
N5 G40 G0 X-10. ;	砂轮半径补偿注销, 快速行进至 $X=-10\text{mm}$ 处
N6 Y0 ;	横向快速行进
N7 G42 G0 X-0.5 H1 ;	砂轮偏置, 快速行进
N8 G1 X0.25 ;	磨直线面
N9 G1 X5.25 Y5. ;	磨 45° 斜面
N10 G40 G0 X10. ;	砂轮快速退出
N11 Y-5. ;	砂轮退回起始位置
N12 X0 M2 ;	行程结束

当砂轮切入时, 要沿轮廓线延长线的切向切入, 保证工件的加工精度和表面粗糙度要求。除此之外还应尽量缩短加工路线。

图 1-4 所示为 GLS-135AS 数控光学曲线磨床的操作面板, 用它来控制砂轮主轴、砂轮往复运动调速以及光学透射。操作面板上配有字符显示屏, 可以识读有关程序的字

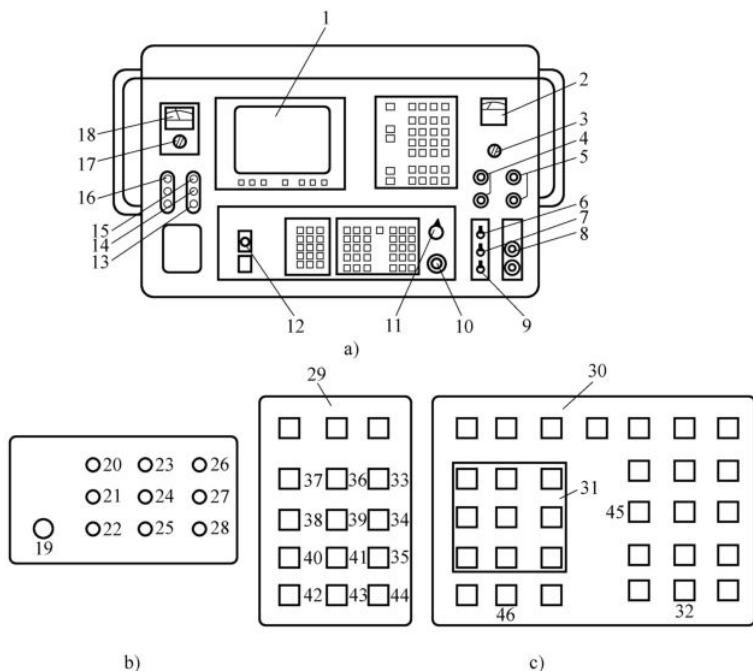


图 1-4 GLS-135AS 数控光学曲线磨床的操作面板



符。用按键可输入或调用有关程序，其中有数据输入键、复位键、页面键、功能键、光标键和程序编辑键等，见表1-7。

表 1-7 GLS-135AS 数控光学曲线磨床操作面板

图 1-4 中对应序号	功 能 名 称
1	带 CRT 字符显示的 MDT、DPL 面板
2	砂轮往复频率表
3	砂轮往复频率调整开关
4	砂轮开关
5	砂轮往复起动停止按钮
6	切削液开关
7	集光器开关
8	NC 电源接通、切断按钮
9	冷却器选择开关
10	紧急停机按钮,在故障发生时紧急停机
11	修正调节进给速度修调旋钮,可即时做微量调节
12	程序保护键,操作时关掉此开关,即可执行某些操作
13	光学投影仪照明电压开关
14	反射投影仪照明开关
15	透射照明开关(投影仪)
16	工作台上调节按钮
17	砂轮调节旋钮
18	砂轮速度指示器
19	电源指示灯
20	紧急停机指示灯
21	NC 启动自动操作程序灯
22	NC 停止状态指示灯
23	NC 复位指示灯
24	传动带断裂信号灯,磨床故障显示
25	润滑系统油箱缺油信号灯
26	磨床空运转指示灯
27	砂轮插入指示灯,表示在磨床自动操作时可辅以手动操作
28	程序停止指示灯
29	程序方式按钮: AUTO——自动操作 EDIT——程序编辑操作 MDT——手动数据输入



(续)

图 1-4 中对应序号	功 能 名 称
30	操作方式按钮： OPERATION MOOE HOME——手动参考点复位 JOG——点动，且按 AXIS MOVE 按钮时使坐标运动 HANDL——手轮进给，直接输入图形，用手轮驱动坐标运动 TAPER1——斜线插补 TAPER2——任选 R1——任选
31	第 4 坐标选择 AXIS MOVE 选择 JOG、HOME 后，按这些按钮驱动坐标，放松停止点动 AUTO HOME——参考点复位
32	TAPER/R——斜插补
33	DR _R RUN——检查程序进给速率
34	LUB CHECK——润滑油量检查按钮
35	SYNC FEED——同步进给功率执行停止按钮
36	BLOCK DELE——跳动程序段开关
37	SINGL BLOCK——单程序段按钮
38	MACHN LOCK——磨床运动自锁按钮
39	HANOL INC——自动运行时，手轮插入
40	POWER OFF——电源自动切断，中断程序
41	END MESGE——工作结束信号
42	CYCLE START——按 AUTO 后，磨床开始自动工作
43	CYCLE STOP——暂停按钮
44	OPT STOP——任选停止
45	Y/E——坐标变换按钮
46	MULTIPCY——手动进给倍率选择控制手动坐标驱动，每个脉冲行程， $X_1: 0.001\text{mm}$ ， $X_5: 0.005\text{mm}$ ， $X_{10}: 0.01\text{mm}$

把参考点坐标移至原点的操作方法如图 1-5 所示。先按“HOME”键，使“**AUTO HOME**”灯亮；再按“**AUTO HOME**”键，使“-Y”灯亮，说明沿-Y方向运动。上述操作可将参考点坐标设置为原点。

圆弧插补找正如图 1-6 所示，其输入方法如下：

1) “R3”键，用手轮操作，在 A 点定位，再按“START”键。

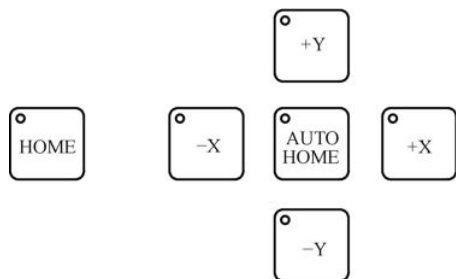


图 1-5 参考点自动返回

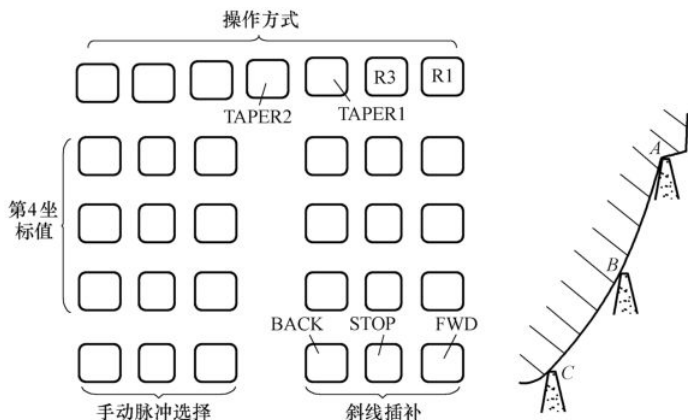


图 1-6 圆弧插补的输入步骤

2) 确认“LED”灯亮后,用手轮操作砂轮至 B 点定位,再按“START”键。

3) 当“LED”灯亮后,用手轮操作砂轮至 C 点定位,再按“START”键。

4) 当“LED”灯亮后,表明圆弧 R 的计算已完成。

5) 按“FWD”键,使砂轮向 A 点运动,至 A 点停止,此时不能再按“FWD”键。

若中途停止,可按“FWD”键;若行至 A 点不
 停止,则按“BACK”键使砂轮反向运动。经
 上述操作可找正工件位置。

6) 用进给速度修调旋钮调节砂轮进给速
 度,如 100% 标度档为 5mm/min。

磨削如图 1-7 所示零件的按键步骤见表 1-8。
 程序编制是一项重要工作,编程时应该掌握编程
 规则,特别要注意 G 和 M 功能的使用。

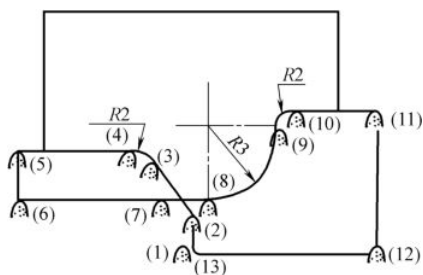


图 1-7 磨削零件的步骤

表 1-8 操作面板按键步骤

序号	按键	说明	存入
1	G90 G92	绝对值坐标指令 坐标设定砂轮初始位置	存储器
2	G0	砂轮坐标 X 、 Y 快速移动位置	
3	G1	直线插补坐标 X 、 Y	
4	G3	坐标 X 、 Y 、半径 R 逆时针圆弧插补位置	
5	G1	直线插补坐标 X 、 Y	
6	G0	砂轮坐标 X 、 Y 快退位置	
7	G0	砂轮坐标 X 、 Y 快速移动位置	
8	G1	直线插补坐标 X 、 Y	



(续)

序号	按键	说明	存入
9	G3	坐标 X, Y , 半径 R 逆时针圆弧插补位置	存储器
10	G2	坐标 X, Y , 半径 R 顺时针圆弧插补位置	
11	G1	直线插补坐标 X, Y	
12	G0	砂轮坐标 X, Y 快速移动位置	
13	G0	砂轮坐标 X, Y 快速移动至初始位置	

数控磨削工艺与普通磨床的工艺大致相同,但各有其特点。在磨削时需注意的问题见表 1-9。

表 1-9 磨削时需注意的问题

序号	项目	内容
1	编程	编程时应先计算出零件轮廓曲线的基点坐标值。基点是指轮廓曲线中两直线的交点、线与圆的交点、圆与圆的交点、直线与圆的切点、圆与圆的切点等。因为砂轮半径的补偿功能,其轨迹运动的点可由基点代替,并用 G 功能 (G1、G2、G3) 来标识。多数情况可从零件图中直接得到基点的坐标,有时需通过零件尺寸计算出坐标值。如图 1-8 所示轴的数控加工路线,其圆锥面、圆柱面及端平面的基点 a, b, c 和轨迹点 (2) 均需经过计算,才能获得 0.542955mm、8.7208mm、4.735mm、13.7208mm 等尺寸,数控程序见表 1-10
2	砂轮初始位置设定	程序中第一个程序段的使用是设定砂轮的初始位置。程序启动时砂轮停在磨床参考点位置上,即砂轮的初始位置。砂轮初始位置与零件零点対刀,対刀时通过投影光屏显示观察,以确定砂轮坐标。可选择零件上某一点作为对刀点,这点也为编程零点。但所选择的对刀点必须与零件的定位基准有一定的坐标尺寸关系,这样才能确定磨床坐标系与零件坐标系的位置。编程零点的偏置,要易于坐标尺寸计算。如图 1-8 所示,轴的编程零点偏置在基点 a 上,它是磨削的起点,且方便程序尺寸计算,加工路线也较短
3	CNC 数控装置	CNC 数控装置是磨床的中枢系统,它接收输入装置输入的加工信息,经处理和计算,发出相应的脉冲送给伺服系统,使砂轮按预定的轨迹运动。因此只有正确地输入加工信息,才能保证零件的加工精度要求。程序输入后,应认真核对,确保无误。砂轮在自动运行时也可插入手轮,以满足部分加工表面的加工要求
4	程序组成	一个加工程序由主程序、子程序组成。主程序按需要可有多个子程序,并可重复调用。如图 1-9 所示,圆弧形面的加工程序采用一个子程序。其将半圆的磨削再对半分,这样能使曲率大的圆弧磨得更好。由表 1-11 看出,该主程序调用子程序两次,做直线插补
5	确定磨削加工表面	程序规定的砂轮运动轨迹应满足零件的加工精度和表面粗糙度要求。特别要注意砂轮切入和切出部位的零件表面的精度要求
6	合理选择装夹方法	将工件夹牢,不得松动。如图 1-3 所示的板状零件可用组合夹具装夹,图 1-8 所示的轴类零件可直接用磨圆装置的两顶尖装夹,进行磨圆加工