

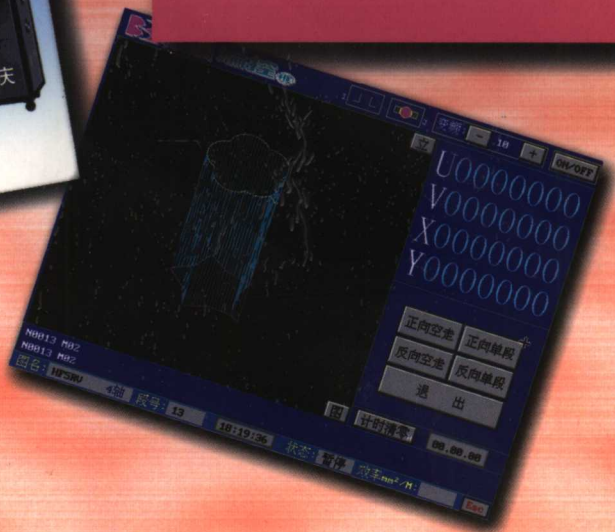
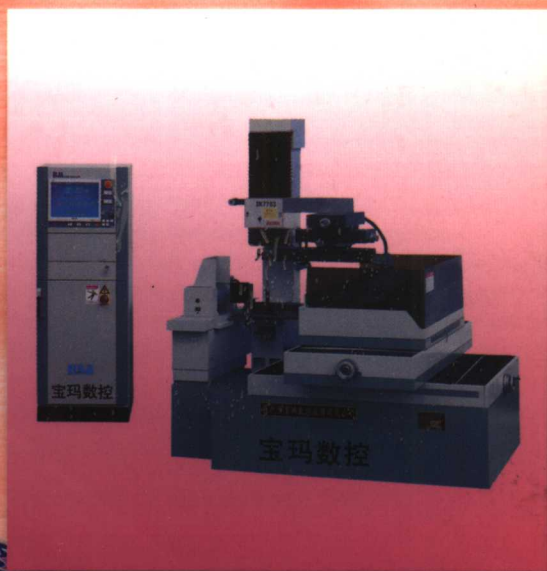
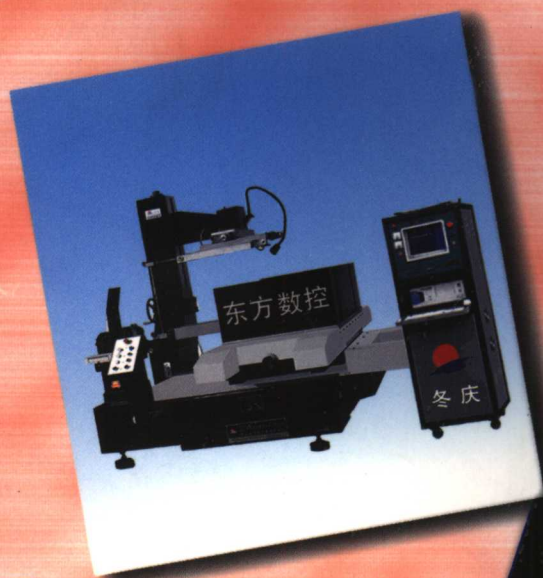


机电工程系列丛书

数控电火花线切割加工

微机编程控制一体化机床

张学仁 罗晶 韩秀琴 主编



哈尔滨工业大学出版社

TG484

4

机电工程系列丛书

数控电火花线切割加工 微机编程控制一体化机床

张学仁 罗 晶 韩秀琴 主编

哈尔滨工业大学出版社

哈尔滨

内 容 提 要

本书反映了国内目前有代表性的数控电火花线切割机床生产公司(厂家)所生产的高速走丝线切割机床的产品现状。现有有关数控电火花线切割方面的图书,大多是介绍基本原理、基本方法和基本工艺技术等,而本书是介绍具体公司(厂家)及其产品。分别介绍各公司所生产机床的机械结构特点、供电及机床电气电路、脉冲电源电路、步进电动机驱动电路、加工工艺资料、绘图式微机编程方法、常见故障及排除方法。书中涉及到的各公司的技术内容,基本反映了近几年数控电火花线切割技术的进展概况。

本书的适用对象是:机械制造厂,尤其是模具制造厂或模具车间的工程技术人员及技术工人,大专院校机电学院的教师及学生,数控培训学校的教师及学生。

图书在版编目(CIP)数据

数控电火花线切割加工微机编程控制一体化机床/张学仁,
罗晶,韩秀琴主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2005.5
ISBN 7-5603-2146-1

I.数… II.①张…②罗…③韩 III.电火花线切割—
数控切割机—控制系统 IV.TG484

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 041964 号

出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006
传 真 0451-86414749
印 刷 肇东粮食印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 19.75 字数 476 千字
版 次 2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-5603-2146-1/TH·127
印 数 1~4 000
定 价 28.00 元

前 言

张学仁曾主编《电火花线切割加工技术工人培训自学教材》和《数控电火花线切割加工技术》两本教材,前者是按工人等级要求编写的,而后者是根据线切割技术本身编写的,实践证明,这两本书都有较好的针对性,在图书市场上有较大的需求量,现已多次修订再版。据调查了解,目前从事数控电火花线切割的工程技术人员和技术工人急需能详细反映当前国内线切割机床生产厂家产品现状和技术内容的图书,为适应这种需求,我们编写了这本《数控电火花线切割加工微机编程控制一体化机床》。

由于各线切割机床生产厂家提供的资料各有特点,内容也不尽相同,因而在编写时未强求一致,而是保持原有特色。但对名词术语、机械图和电路图,均尽量按国家新标准进行了修改。

本书第一章为 HF 绘图式微机编程控制系统应用实例,第二章为 YH 绘图式微机编程控制系统应用实例,第三章为苏州宝玛数控机床;第四章为苏州恒宇数控机床;第五章为泰州东方数控机床;第六章为上海大量数控机床;第七章为北京阿奇夏米尔数控机床。一般每个公司数控机床的内容包括:机械、装调、工艺、机床电气、控制、脉冲电源、常见故障及排除方法等,各章的内容多少,主要取决于厂家所提供的资料。

从书中内容可以看出,我国当前高速走丝线切割技术已有了很大进展,有的机床铸件采用树脂砂及二次人工时效处理,提高了机床的精度保持性。编程采用绘图式微机编程。走丝机构采用变频调速,使换向平稳,噪声降低,走丝速度可以实现高速、中速和上丝用的低速。有的采用中速走丝,超短行程往返走丝装置,可以实现无条纹切割,有的还可以进行多次切割,不但提高了加工精度,而且改善了加工表面质量。有的步进电动机采用五相十拍或四相八拍方式,使工作台进给更加稳定可靠。

本书由哈尔滨工业大学张学仁教授、罗晶副教授和韩秀琴副教授主编,参加编写工作的还有王晓凡、麦山、张钢、高云峰、邢英杰、李冰梅、刘华、王笑香和李丹。各有关公司参加编写工作的有:苏州市宝玛数控设备有限公司吴娟、叶德栓、苏文华;苏州市恒宇机械电子有限公司殷锡勇、余娇艳;江苏泰州东方数控机床厂陈秀松、张玉明;上海大量电子设备有限公司孙莹、李明辉;北京阿奇夏米尔工业电子有限公司刘有鹏、刘明军、朱星。

本书的编写得到各有关公司(厂)在技术资料和解答问题方面的大力支持,尤其是苏州市宝玛数控设备有限公司将 HF 卡、江苏泰州东方数控机床厂将 YH 卡无偿地借给编者使用,特在此表示感谢。

由于编写人员水平有限,书中可能存在一些疏漏和不足之处,恳切希望广大读者提出宝贵意见,以便在重印及修订时补充和改正。

张学仁
2005 年 4 月

目 录

第一章 HF 数控电火花线切割微机编程控制系统应用实例

- 1.1 HF 线切割微机编程控制系统的组成 (1)
- 1.2 HF 数控电火花线切割微机编程控制系统的特点 (2)
- 1.3 HF 绘图式线切割微机编程系统 (3)
- 1.4 HF 编程应用实例 (8)
- 1.5 HF 控制系统 (49)
- 1.6 加工平面图形实例 (55)
- 1.7 加工锥度实例 (56)
- 1.8 上、下异形面实例 (59)

第二章 YH 数控电火花线切割微机编程控制系统应用实例

- 2.1 YH 线切割微机编程控制系统的组成 (66)
- 2.2 YH 数控电火花线切割微机编程控制系统的特点 (67)
- 2.3 YH 数控电火花线切割微机控制系统 (67)
- 2.4 YH 绘图式线切割微机编程系统应用实例 (77)

第三章 苏州宝马数控机床

- 3.1 概述 (78)
- 3.2 机床的主要结构 (80)
- 3.3 机床的传动 (81)
- 3.4 机床控制柜 (84)
- 3.5 机床电气 (88)
- 3.6 脉冲电源 (93)
- 3.7 变频器参数设定方法 (98)
- 3.8 机床内部接线图 (98)
- 3.9 机床搬运、安装及调整 (100)
- 3.10 机床的操作 (103)
- 3.11 常见故障的排除方法 (105)
- 3.12 机床的润滑及保养 (108)

第四章 苏州恒宇数控机床

- 4.1 概述 (110)

4.2 机床及传动系统	(110)
4.3 机床的润滑	(111)
4.4 机床搬运和安装	(112)
4.5 机床操作和调整	(112)
4.6 线切割加工工艺	(113)
4.7 机床电气控制	(115)
4.8 HYP-4 脉冲电源(未提供电路图)	(125)
4.9 X 型中速走丝线切割机使用简介	(129)
第五章 泰州东方数控机床	
5.1 概述	(131)
5.2 机床传动系统	(134)
5.3 机床的润滑系统	(134)
5.4 机床电气	(135)
5.5 脉冲电源	(139)
5.6 步进电动机的驱动电路	(143)
5.7 机床电气互联图	(145)
5.8 机床的维护与故障排除	(145)
第六章 上海大量数控机床	
6.1 概述	(148)
6.2 结构特点及工作原理	(150)
6.3 主要参数	(165)
6.4 安装与调整	(166)
6.5 使用与操作	(168)
6.6 一般故障及维修方法	(172)
6.7 安全保护装置及事故处理	(175)
6.8 保养与维修	(177)
6.9 运输与储存	(181)
6.10 开箱与检查	(182)
6.11 其它	(183)
6.12 机械传动及上丝装置	(183)
6.13 高频电源及 X、Y、U、V 轴控制电路	(184)
6.14 接线排及插座编码	(188)
6.15 高速走丝多次切割技术	(189)

第七章 北京阿奇夏米尔数控机床

7.1 概述	(194)
7.2 吊运与安装	(195)
7.3 系统功能与操作	(203)
7.4 错误信息	(239)
7.5 维护保养	(241)
7.6 ISO 代码编程	(248)
7.7 自动编程系统	(281)
7.8 加工操作举例	(295)

附录

附录 I 电火花线切割机参数的国家标准 GB 7925—87	(298)
附录 II 有关线切割电气设备图形符号的国家标准	(299)
附录 III 有关线切割电子元件的国家标准 GB 4728.5—85(部分)	(305)
附录 IV 滚动轴承表示法的国家标准 GB/T 4459.7—1998(部分)	(306)

参考文献

第一章 HF 数控电火花线切割微机 编程控制系统应用实例

1.1 HF 线切割微机编程控制系统的组成

一、HF 线切割微机编程控制系统的组成框图

HF 线切割微机编程控制系统由 HF 绘图式线切割微机编程系统和 HF 微机控制系统两大部分组成(图 1.1)。

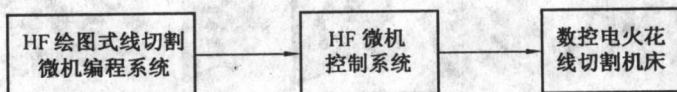


图 1.1 HF 线切割微机编程控制系统的组成框图

HF 绘图式线切割微机编程系统按照待切割工件的图样绘出图形, 编出 ISO 代码或 3B 程序, 再把 ISO 代码或 3B 程序调入同一台微机中的 HF 线切割微机控制系统, 用以控制数控电火花线切割机床, 使其加工出所要求的工件。

二、HF 编程控制卡

HF 线切割微机编程控制系统的软件由重庆华明光电技术研究所研制, 固化在 HF 编程控制卡上, 此卡简称内置卡, 其外观照片如图 1.2 所示。HF 编程控制卡插在微机的 ISA 插槽中或 PCI 插槽中, 软件狗插在打印输出的插座上。

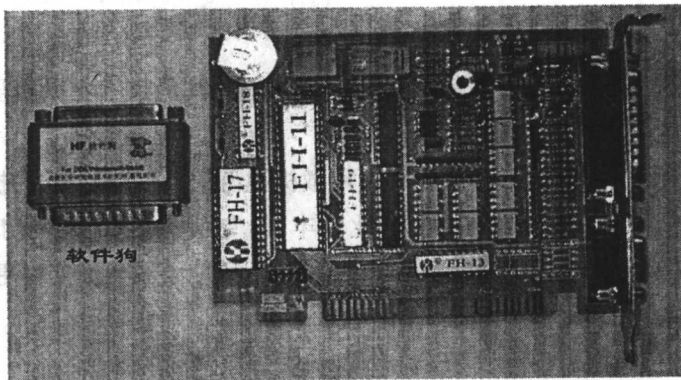


图 1.2 HF 编程控制卡的照片

1.2 HF 数控电火花线切割微机编程控制系统的特点

一、HF 数控电火花线切割微机编程控制系统的界面

在图 1.3 的顶部显示出的是该系统的主菜单：退出系统、全绘编程、加工、异面合成、系统参数、其它、系统信息。



图 1.3 HF 线切割微机编程控制系统的界面

二、HF 数控电火花线切割微机编程控制系统的特点

- ① 采用全绘图式输入，只需按待加工零件图样上标注的尺寸在微机屏幕上作出图形，就可以编出线切割用的 ISO 代码和 3B 程序；
- ② 绘图主要用鼠标器完成，必要时也可用微机键盘输入，过程直观简捷；
- ③ 采用弹出式菜单和按钮操作，功能比较丰富，专用功能多（如公切线、二切圆、三切圆、渐开线齿轮、花键、椭圆、多边形、多角形、测量等），可使绘图操作变得更简单；
- ④ 在绘图过程中，提示详尽明确，需记的东西不多；
- ⑤ 采用显轨迹功能使无用线段自动消除，免去逐条裁剪的麻烦；
- ⑥ 在自动切割或空走模拟时，都跟踪显示加工轨迹，在切割锥体或上、下异型面时，可同时显示平面轨迹或立体轨迹；
- ⑦ 在自动切割时，可同时进行全绘图式编程或其它操作。在绘图式编程时，也可随时

进入加工菜单,如仍处于自动加工状态,屏幕上继续显示加工轨迹和有关数据;

⑧ 在自动切割时,还可同时对显示的图形进行放大、缩小、移动等操作;

⑨ 在自动切割或绘图式编程过程中,如中途断电或意外停机,重新启动计算机后,将自动恢复加工数据或编程数据。

1.3 HF 绘图式线切割微机编程系统

点击主菜单中的“全绘编程”,就进入“全绘式编程”界面,如图 1.4 所示。该界面主要由三大部分组成。中间面积最大的部分为图形显示框,右侧为功能选择框 1,下部为功能选择框 2,框 1 和框 2 的内容随着点击不同的主菜单或子菜单而变化。图中框 1 和框 2 当前显示的是全绘式编程的各种功能。

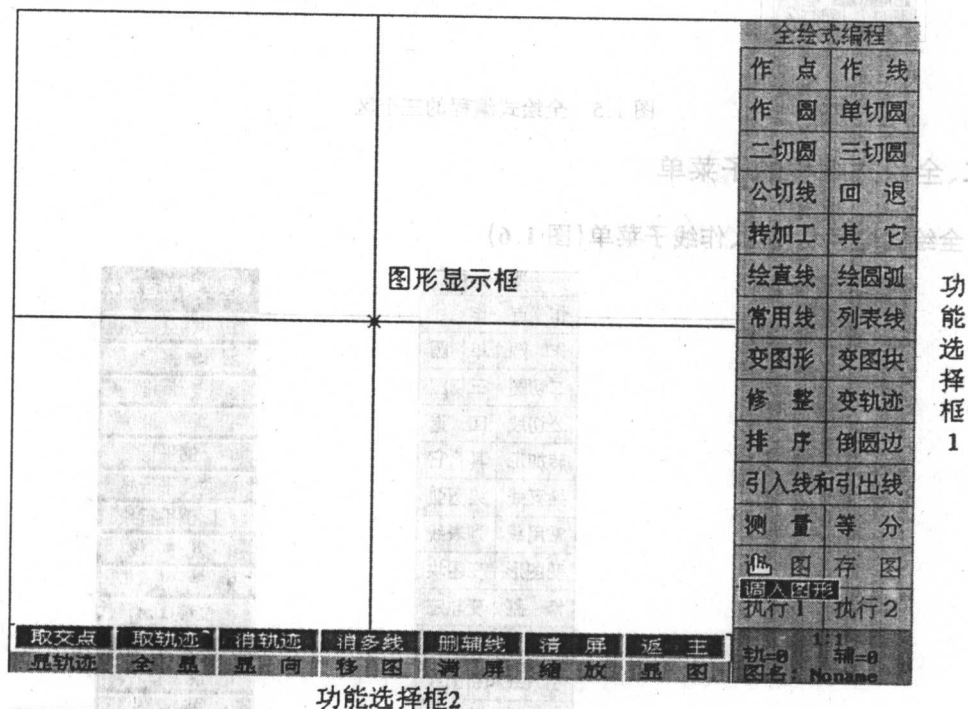


图 1.4 全绘式编程界面

一、全绘式编程的三个区

全绘式编程功能框(功能选择框 1)共划分为三个区,如图 1.5 所示。

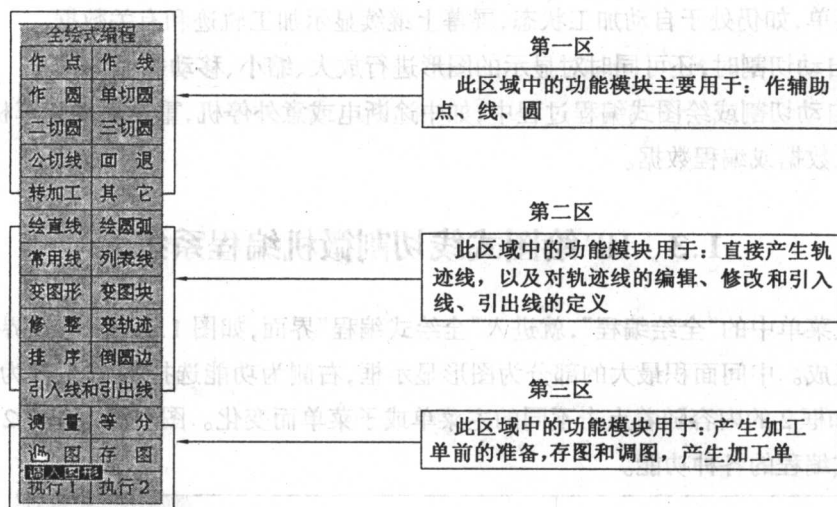


图 1.5 全绘式编程的三个区

二、全绘式编程的子菜单

1. 全绘式编程及作点、作线子菜单(图 1.6)

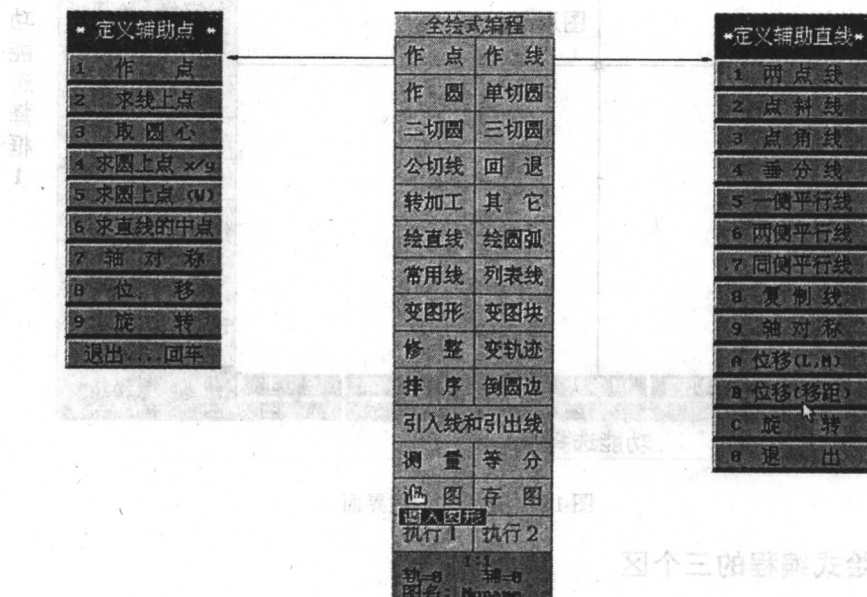


图 1.6 全绘式编程及作点、作线子菜单

2. 作圆、单切圆、二切圆及三切圆子菜单(图 1.7)

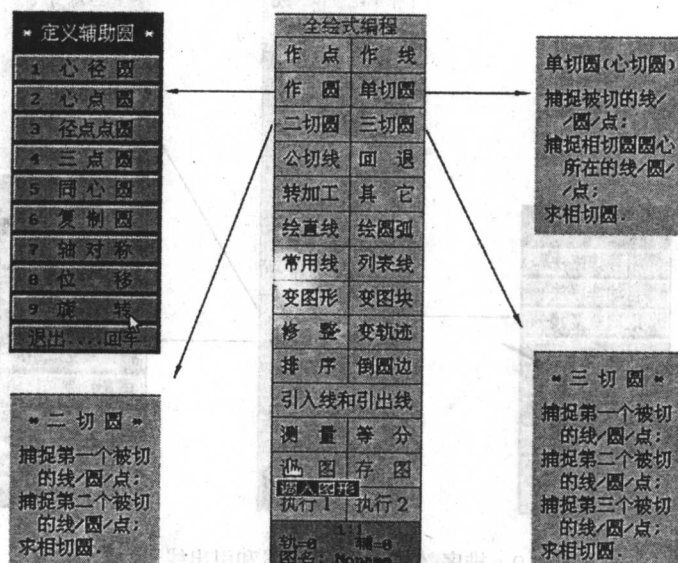


图 1.7 作圆、单切圆、二切圆及三切圆子菜单

3. 公切线、绘直线及绘圆弧子菜单(图 1.8)

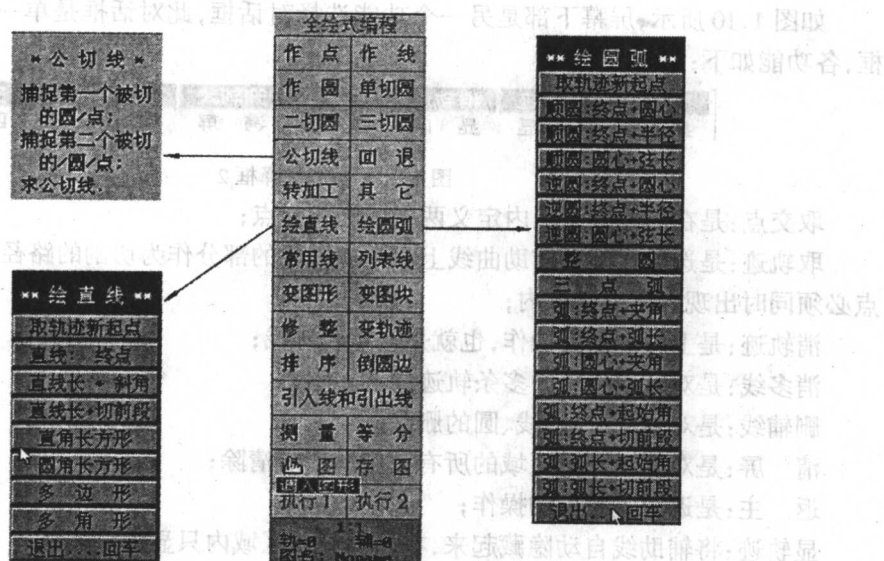


图 1.8 公切线、绘直线及绘圆弧子菜单

4. 排序、倒圆边及引入线和引出线子菜单(图 1.9)

全绘式编程的子菜单还有很多,前面所讲是最常用的,有一些将在实例中用到时再介绍。

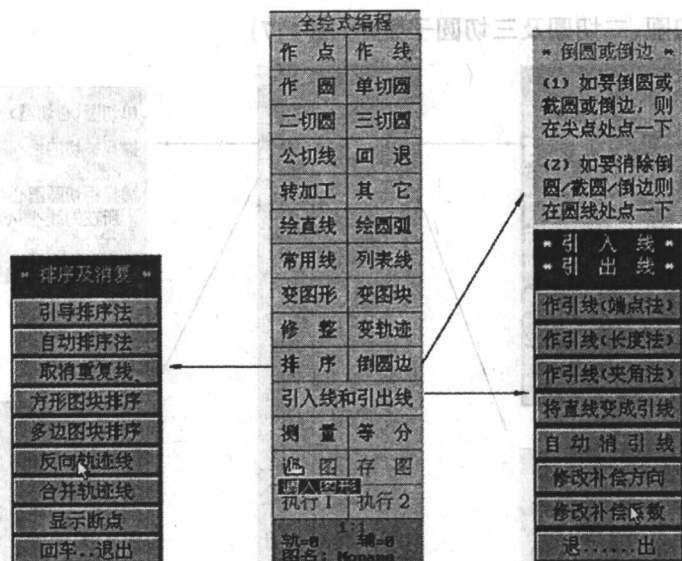


图 1.9 排序、倒圆边及引入线和引出线子菜单

三、功能选择框 2

如图 1.10 所示, 屏幕下部是另一个功能选择对话框, 此对话框是单一功能的选择对话框, 各功能如下:



图 1.10 功能选择框 2

取交点: 是在图形显示区内定义两条线的相交点;

取轨迹: 是选取在某一辅助曲线上两个点之间的部分作为切割的路径; 取轨迹时这两个点必须同时出现在绘图区域内;

消轨迹: 是上一步的反操作, 也就是删除轨迹线;

消多线: 是对首尾相接的多条轨迹线的删除;

删辅线: 是对辅助的点、线、圆的删除;

清 屏: 是对图形显示区域的所有几何元素的清除;

返 主: 是返回主菜单的操作;

显轨迹: 将辅助线自动隐藏起来, 在图形显示区域内只显示轨迹线;

全 显: 显示全部几何元素(辅助线及轨迹线);

显 向: 预览轨迹线的方向, 若顺序不对, 在子菜单中点击“自动排序法”, 若某线段走重了, 点击“取消重复线”;

移 图: 移动图形显示区域内的图形;

满 屏: 令图形自动充满整个屏幕;

缩 放: 对图形的某一部分进行放大或缩小;

显 图: 此功能模块的功能是由一些子功能组成的, 其中包含了以下的一些功能, 如图

1.11 所示的功能框。其框中“显轨迹线”、“全显”、“图形移动”与前面介绍的“显轨迹”、“全显”、“移图”的功能相同。“全消辅线”和“全删辅线”有所不同,“全消辅线”功能是将辅助线完全删去,删去后不能通过恢复功能恢复;而“全删辅线”在删去辅助线后可通过恢复功能将删去的辅助线恢复到图形显示区域内。其它的功能名称对功能的描述很清楚,这里就不一一说明了。



图 1.11 显图

四、学习编程实例前必须先明确的几个问题

HF 全绘图式编程包含两种绘图方式:辅助线和轨迹线;两种生成轨迹线。

利用图 1.5 中第一区内的作图功能所作出的是辅助点、线和圆,这种图作出后不能直接用来作后置处理编出加工程序,必须对用辅助点、线和圆所作出的图形,“取交点”之后再“取轨迹”,使其变为轨迹线之后才能用于后置处理,编出 ISO 代码或 3B 程序用于加工。

利用图 1.5 第二区内的各种功能所绘出的图是轨迹图,绘出的轨迹图能直接用于后置处理,编出加工程序。

1. 辅助线和轨迹线

辅助点、辅助直线和辅助圆统称为辅助线。

轨迹直线和轨迹圆弧(包含圆)统称为轨迹线。

2. 两种生成轨迹线

- ① 直接用“绘直线”、“绘圆弧”、“常用线”及“列表线”等功能绘轨迹线;
- ② 用“作点”、“作线”、“作圆”、“单切圆”、“二切圆”、“三切圆”及“公切线”等功能作出辅助线,再用“取交点”及“取轨迹”功能将两节点之间的辅助线变成轨迹线。

3. 关于排序

切割加工是按图形的顺时针方向或逆时针方向顺序进行的,但在作图及“取轨迹”时,则不一定按切割的方向及顺序进行,所以当对轨迹图进行“显向”时,小白圆圈移动的方向或顺序可能不合乎切割要求,因此需要对轨迹图进行排序,一般用自动排序就能达到要求,排序之后再“显向”就能显示出排序的效果。如果有个别线段“显向”移动方向不对,可用“反向轨迹”功能来修正方向;若发现某线段轨迹在“显向”时,小白圆圈移动两次,表示这段轨迹线绘重了,可用“取消重复线”功能取消画重复的轨迹线。用“排序”使“显向”正确之后才能进行后置处理。

4. 开始切割点的位置及切割方向

可用“引入线和引出线”的功能设定开始切割点的位置、切割方向以及间隙补偿量。

5. HGT 和 HGN 文件格式

HGT 和 HGN 是 HF 系统的专用图形文件,HGT 是轨迹线图形文件,HGN 是辅助线图形文件。

6. 点的极坐标表示法

有一个点,其极径 $\rho = 10$,极角 $\theta = 45^\circ$,可写为 @10,45。

7. X、Y 坐标轴与直线的关系

HF 系统把 X、Y 坐标轴当做辅助直线使用,凡与 X、Y 坐标轴重合的直线,不必另外作图,用 L1 表示 X 坐标轴,L2 表示 Y 坐标轴,因此其它直线由 L3 开始编号。

8. 关于加工补偿值、间隙补偿值和补偿系数

(1) 间隙补偿值 f

间隙补偿值 $f = r_{\text{丝}}(\text{钼丝半径}) + \delta_{\text{电}}(\text{单面放电间隙})$

如钼丝半径 $r_{\text{丝}} = 0.09$,单面放电间隙 $\delta_{\text{电}} = 0.01$, $f = 0.09 + 0.01 = 0.1$ 。

(2) 补偿系数

补偿系数等于 1 或 -1,一般在作引入和引出线时由 HF 软件自动给出,不需编程者输入,但必要时也可以在输入的间隙补偿值 f 的前面加正或负号对补偿系数进行修改。

(3) 加工补偿值

加工补偿值 = 间隙补偿值 $\times$ 补偿系数

9. 鼠标键和键盘的关系

输入数据可用键盘或鼠标,在输入时应注意以下几点:

- ① 用键盘输入后不能用鼠标输入;
- ② 用鼠标输入后在未按鼠标键前,还可改用键盘输入;
- ③ 用鼠标点击一点后,可用键盘接着输入其它数据。如作圆时,用鼠标点击圆心点时出现 0,0 后再用键盘接着输入半径值。

10. 鼠标右键与键盘回车键的关系

提示按(回车)键时,按鼠标右键等于按键盘的回车键。

11. 加工单文件名的区别

- ① 2 轴或 2NC,表示平面;
- ② 3 轴或 3NC,表示锥体;
- ③ 4 轴或 4NC,表示异面体;
- ④ 3B 或 BBB,表示 3B 加工单。

1.4 HF 编程应用实例

HF 软件的功能非常多,所举例子不可能面面俱到,这里只能列举一些典型图形,由简到繁、由浅入深地介绍,尽量使初学者容易掌握。

一、作辅助点、线、圆的方法

单击主屏幕顶部主菜单中的“全绘编程”,右侧显示“全绘编程”。

1. 作点(图 1.12)

单击“作点”按钮,弹出“定义辅助点”菜单,单击“作点”按钮,提示作已知 X、Y 坐标时,左下角对话框提示 $(X,Y) = \{Pn + - * /\}$?,要求输入 X、Y 坐标值,用大键盘输入 40,50(回车),在该处显示出一个红点。左下角继续提示输入点坐标,输入 50,60(回车),即可在屏幕

上作出第 2 点。

2. 作线

1) 作两点线(图 1.13)

单击“全绘式编程”菜单中的“作线”按钮,弹出“定义辅助直线”菜单,单击“两点线”按钮,在右侧功能说明框中显示出这是已知两点作直线,左下角提示直线(X1, Y1, X2, Y2) {Ln+ - * /}?,可同时输入两个点的坐标值,如输 0,0,20,40(回车),就可作出图中的直线 L3。按 ESC 键,返回“定义辅助直线”菜单。

2) 作点斜线(图 1.13)

单击“点斜线”,要求输入已知点坐标 X、Y 及斜角 ω ,输入 0,0,20(回车),作出该点斜式直线 L4。按 ESC 键,退回“定义辅助直线”菜单。

3) 作平行线(图 1.13)

单击“一侧平行线”,提示输入已知直线(X3, Y3, X4, Y4) {Ln+ - M/}?,因要作的是已作出的直线 L4 的平行线 L5,因 L4 已经作出,可单击直线 L4 上某点,显一个蓝点,提示取平行线所处的一侧,单击要作平行线一侧的某点,显示为一蓝点,提示平移距离,输入 4(回车),绘出距 L4 为 4 mm 的平行线 L5。按 ESC 键,单击“退出”,返回全绘式编程菜单。

(3) 作圆(图 1.14)

单击全绘式编程菜单中的“作圆”按钮,弹出“定义辅助圆”菜单,单击“心径圆”按钮,说明心径式是已知圆心和半径作圆。左下角提示圆(X0, Y0, R) {Cn+ - * /}?,输入 0,0,20(回车),作出圆 C1,继续提示圆(X0, Y0, R),输入 0,0,40(回车),作出同心圆 C2,继续提示圆(X0, Y0, R),输入 20,40,15(回车),作出圆 C3。按 ESC 键,返回定义辅助圆菜单,单击“退出”按钮,返回全绘式编程菜单,单击右下角“返主”按钮,返回主菜单。

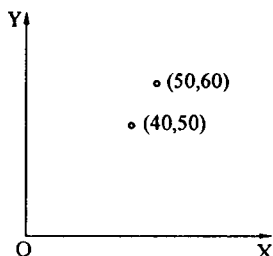


图 1.12 作点

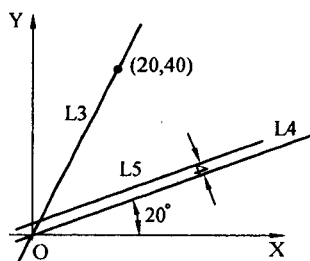


图 1.13 作线

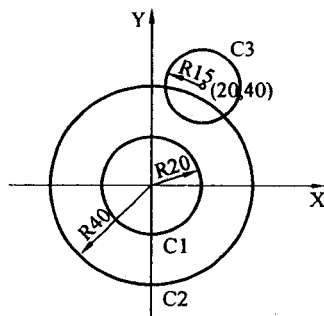


图 1.14 作圆

二、直线和圆弧组成图形的绘图和编程(图 1.15)

1. 通过作辅助线形成轨迹线

(1) 用作辅助直线和辅助圆的方法作图和编程

1) 作辅助直线 L3、L4 和 L5

点击“全绘编程”,点击“全绘式编程”子菜单中的“作线”,点击“定义辅助直线”子菜单中的“两侧平行线”,显示出如图 1.16 所示的画面,功能说明框 1 中显示出作“两侧平行线”所需的条件为直线和平移距离。在对话提示框中

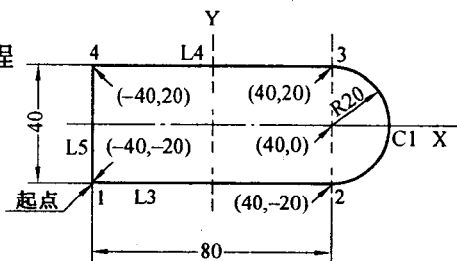


图 1.15 直线和圆弧组成的图形

提示需输入已知直线和平移距离,可取 X 轴 L1 作已知直线,向上、下两侧各平移 20 mm,就得到直线 L3 和 L4。移光标点击 X 轴上某一点,提示输入平移距离,用大键盘输入 20(回车),作出直线 L3 和 L4,按 ESC 键返回。

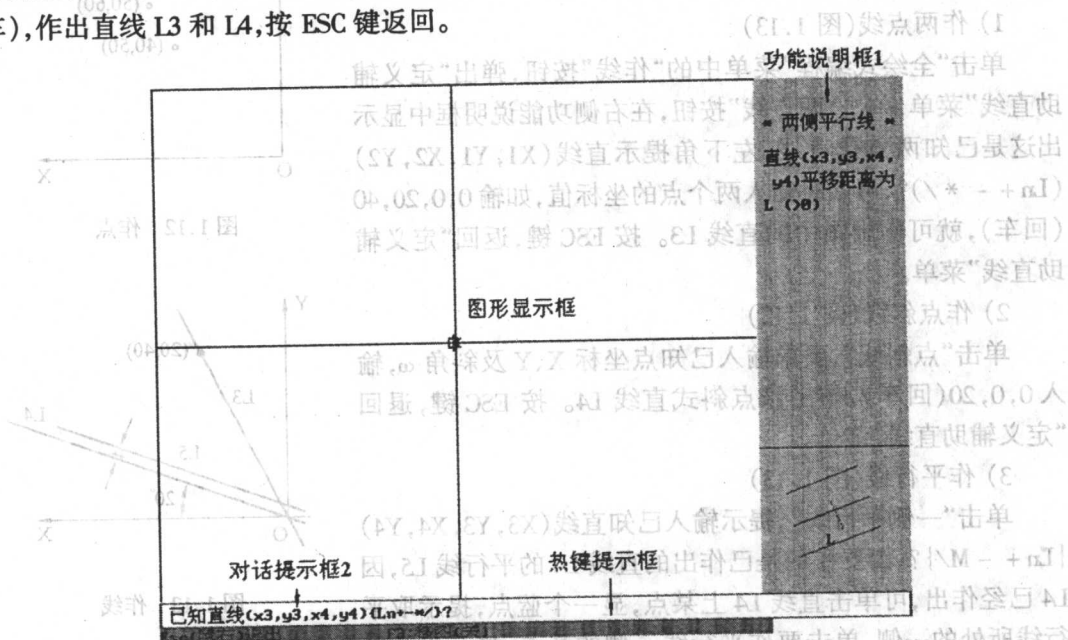


图 1.16 两侧平行线

直线 L5 用一侧平行线来作出。点击“一侧平行线”,提示已知直线时,点击 Y 坐标轴,提示取平行线所处一侧,点击 Y 轴左侧某点,提示平移距离,用大键盘输入 40(回车),作出直线 L5,按 ESC 键,返回“定义辅助直线”菜单,点击“退出”返回“全绘式编程”菜单。

2) 作圆 C1

点击“作圆”,点击“心径圆”,提示圆心和半径(X0,Y0,R)时,用大键盘输入 40,0,20(回车),作出圆 C1,按 ESC 键,返回“定义辅助圆”菜单回车或点击“退出”,均可退回到“全绘式编程”菜单。

(2) 取交点

目前作出的直线和圆与所要作的图形对照,有一些线段是多余的,需要从中把有用的图形,即切割轨迹取出来,因此要用“取交点”功能来确定有用线段的两个端点(交点或切点)。

点击“功能选择框 2”中的“取交点”,提示取交(切)点处时,按图 1.15 中的 1、2、3、4 顺序点击各个交点或切点,在各交切点处显示一个红点,按 ESC 键,退到“全绘式编程”菜单。

(3) 取轨迹

用“取轨迹”功能从所作出图中的每个线段的两端点(交点或切点)之间取出所需要的轨迹线。

点击“取轨迹”,提示“在辅线的两端点间取一点”,按顺序点击点 1 和点 2 之间直线上的某点,该线段变成浅蓝色的轨迹线,再依次点击点 2 和点 3 间的圆弧,以及点 3 和点 4 及点 4 和点 1 间的直线,使所点击的轨迹线都变为蓝色或绿色,此时所得的轨迹线与切割图形相同。按 ESC 键,退回“全绘式编程”菜单,单击“显轨迹”,屏幕上只显示所取的轨迹线。