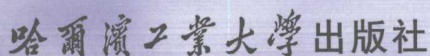


# 微机编程控制一体化机床

张学仁 罗晶 韩秀琴 主编



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

(第2分册)

张学仁 罗 晶 韩秀琴 主编

哈尔滨工业大学出版社

## 内 容 提 要

本书是《数控电火花线切割加工微机编程控制一体化机床》的第2分册。本书以我国电加工机床生产厂家中最有代表性的企业——苏州三光科技有限公司的资料为主,内容包括WAP—2000线切割自动编程系统,DK7725e电火花线切割机床,BKDC电火花线切割机床控制机,BKDF电火花线切割机床控制机,BKDE(d)电火花线切割机床控制机。本书还包括广州市南洋电子机械有限公司的HL绘图式电火花线切割微机编程控制系统的大量应用实例,以及苏州市宝玛数控设备有限公司采用XKG—2005新型控制系统的电火花线切割机床。

本书适用于大学毕业生,已进入或想进入电加工领域工作的技术人员,模具制造厂或模具车间的工程技术人员,也可供大专院校机电类专业的学生或教师、数控培训学校的学生或教师使用。

### 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.第2分册/张学仁,罗晶,  
韩秀琴主编.—哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2007.4

ISBN 978-7-5603-2516-3

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(2007)第 057612 号

责任编辑 杜 燕  
封面设计 卞秉利  
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  
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>  
印 刷 哈尔滨市工大节能印刷厂  
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 25 字数 590 千字  
版 次 2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5603-2516-3  
印 数 1~3 500 册  
定 价 36.00 元

---

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

# 前 言

2005年4月出版了《数控电火花线切割加工微机编程控制一体化机床》一书,由于它反映了当前国内几个主要电加工机床生产厂家产品的现状和技术内容,对于深入了解有关厂家数控电火花线切割机床的特点、性能和合理使用都很有帮助,很受读者欢迎,而且有些读者还希望了解更多的厂家。为了适应这一需要,我们编写了第2分册。

本书主要介绍苏州三光科技有限公司几种型号的产品,该公司是公认的我国生产数控电火花线切割机床厂家的排头兵。

本书具体内容包括广州南洋电子机械有限公司的HL绘图式电火花线切割微机编程控制系统的应用实例,苏州三光WAP—2000线切割自动编程系统,苏州三光DK7725e电火花线切割机床(机械部分),苏州三光BKDC电火花线切割机床控制机,苏州三光BKDF电火花线切割机床控制机,苏州三光BKDE(d)电火花线切割机床控制机,苏州宝玛采用XKG—2005新型控制系统的电火花线切割机床。

在第一章中除用HL编写的大量绘图式微机编程实例外,还用HL编写了多次切割绘图式微机编程实例。在第七章中有苏州宝玛公司最新的XKG—2005控制系统及脉冲电源进行多次切割的各种参数。

本书由哈尔滨工业大学张学仁教授、罗晶副教授、韩秀琴副教授主编,参加编写的还有白基成、高云峰、王晓凡、麦山、张钢、邢英杰、李冰梅、刘华、王笑香和李丹。各有关公司参加编写的有:苏州三光科技有限公司的周大农、王一平;广州市南洋电子机械有限公司的邓浩林、邹铭波;苏州市宝玛数控设备有限公司的邵建军、梅建恩和吴娟。

本书在编写过程中得到了各有关公司在技术资料和解答问题方面的大力支持,广州市南洋电子机械有限公司主动提供新的HL数控编程控制卡,特在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中可能存在一些疏漏和不足之处,恳请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

2007年5月

# 目 录

## 第一章 HL 数控电火花线切割微机编程控制系统应用实例

- 1.1 HL 线切割微机编程控制系统的组成 ..... (1)
- 1.2 HL 数控电火花线切割微机编程控制系统的特点及主要功能 ..... (6)
- 1.3 HL 的用户界面及点、直线、圆的常用作图方法 ..... (7)
- 1.4 HL 绘图式编程应用实例 ..... (17)
- 1.5 用 HL 微机编程方法编锥度及上下异形面工件程序的应用实例 ..... (64)
- 1.6 正式切割加工 ..... (81)
- 1.7 3B 程序的几种输入方法 ..... (89)
- 1.8 高速走丝线切割机床使用中速走丝多次切割编程实例 ..... (90)

## 第二章 苏州三光 WAP—2000 线切割自动编程系统

- 2.1 概述 ..... (103)
- 2.2 系统简介 ..... (106)
- 2.3 用户界面与绘图 ..... (107)
- 2.4 简单图形作图及生成 3B 代码实例 ..... (114)
- 2.5 基本绘图操作 ..... (116)
- 2.6 线切割编程基础 ..... (124)
- 2.7 轨迹生成 ..... (126)
- 2.8 G 代码 ..... (130)
- 2.9 B 代码 ..... (138)
- 2.10 齿轮花键图形生成及位图矢量化 ..... (141)
- 2.11 应用实例 ..... (145)

## 第三章 苏州三光 DK7725e 电火花线切割机床(机械部分)

- 3.1 机床外形及主要组成 ..... (152)
- 3.2 机床技术规格 ..... (153)
- 3.3 机床的吊运、安装、试车前的准备工作及安全注意事项 ..... (154)
- 3.4 机床的传动系统 ..... (159)
- 3.5 机床维护 ..... (161)

## 第四章 苏州三光 BKDC 电火花线切割机床控制机

- 4.1 控制机概述 ..... (168)

---

|                                       |                                         |       |
|---------------------------------------|-----------------------------------------|-------|
| 4.2                                   | BKDC 控制机的基本操作·····                      | (175) |
| 4.3                                   | ISO 代码及编辑·····                          | (193) |
| 4.4                                   | 加工工艺及加工工艺数据库 ·····                      | (204) |
| 4.5                                   | BKDC 系统的控制电路及功能调试·····                  | (206) |
| 4.6                                   | BKDC 的维护与一般故障处理·····                    | (210) |
| 4.7                                   | 附录 ·····                                | (218) |
| 4.8                                   | BKDC 电火花线切割机床控制机电路图 (Version 4.1) ····· | (238) |
| <b>第五章 苏州三光 BKDF 电火花线切割机床控制机</b>      |                                         |       |
| 5.1                                   | BKDF 电火花线切割机床控制机的性能及使用·····             | (277) |
| 5.2                                   | BKDF 电火花线切割机床控制机电路图·····                | (294) |
| <b>第六章 苏州三光 BKDE(d)电火花线切割机床控制机</b>    |                                         |       |
| 6.1                                   | BKDE(d)电火花线切割机床的性能及使用 ·····             | (308) |
| 6.2                                   | BKDE(d)电火花线切割机床控制机电路图 ·····             | (326) |
| <b>第七章 苏州宝玛采用 XKG—2005 控制系统的线切割机床</b> |                                         |       |
| 7.1                                   | 概述 ·····                                | (341) |
| 7.2                                   | 机床主要结构及传动 ·····                         | (344) |
| 7.3                                   | XKG—2005 控制系统及脉冲电源 ·····                | (349) |
| 7.4                                   | 机床搬运、安装及调整·····                         | (362) |
| 7.5                                   | 机床操作使用及加工参数的选择 ·····                    | (367) |
| 7.6                                   | XKG—2005 电控柜元器件布置及连线图 ·····             | (386) |

# 第一章 HL 数控电火花线切割微机 编程控制系统应用实例

## 1.1 HL 线切割微机编程控制系统的组成

### 一、HL 线切割微机编程控制系统的组成框图

HL 线切割微机编程控制系统组成框图,如图 1.1 所示,从图中可以看出,用 1 台微机使用 3 个数字控制软件卡,可以同时分别控制 3 台机床工作。微机通过网络接口还可以和网络连接。

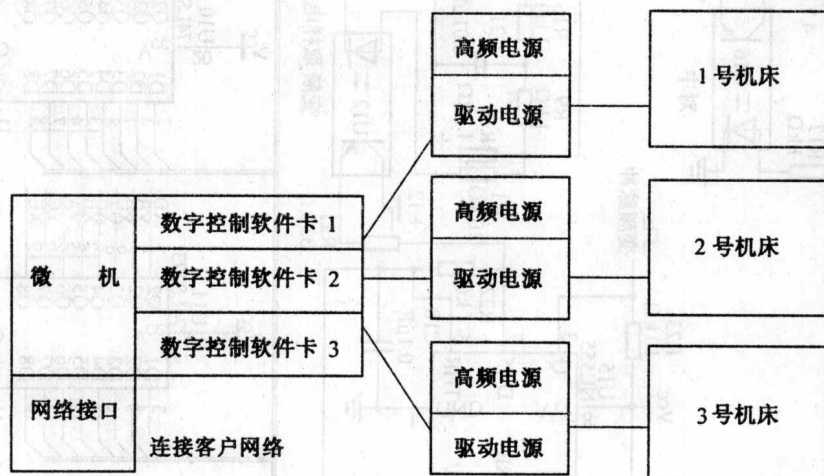


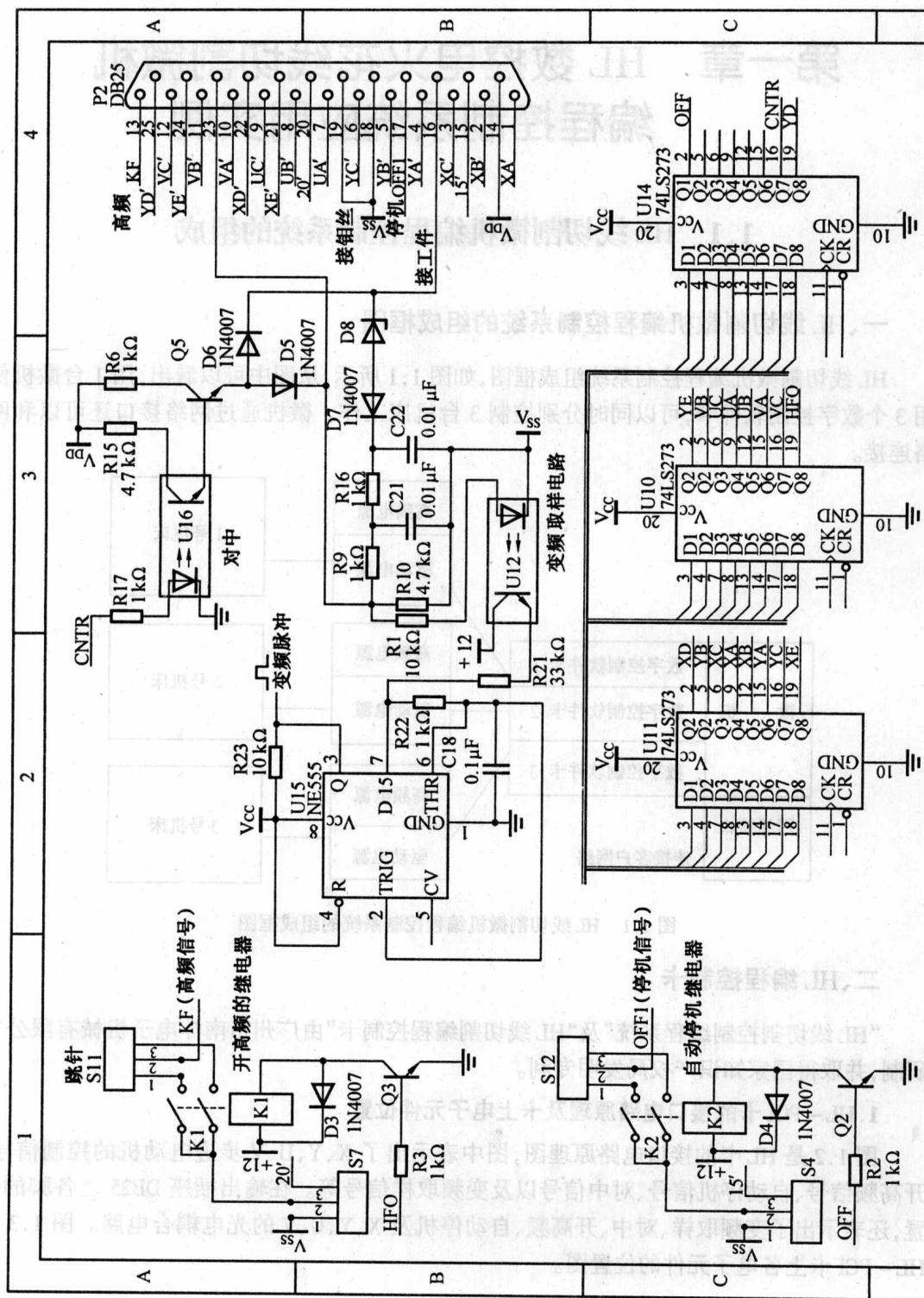
图 1.1 HL 线切割微机编程控制系统的组成框图

### 二、HL 编程控制卡

“HL 线切割控制编程系统”及“HL 线切割编程控制卡”由广州市南洋电子机械有限公司研制,并取得国家知识产权局发明专利。

#### 1. HL-PCI 卡的接口电路原理及卡上电子元件位置

图 1.2 是 HL 卡的接口电路原理图,图中表示出了 X、Y、U、V 步进电动机的控制信号、开高频信号、自动停机信号、对中信号以及变频取样信号等。在输出插座 DB25 上各脚的位置,还表示出了变频取样、对中、开高频、自动停机及 X、Y、U、V 的光电耦合电路。图 1.3 是 HL-PCI 卡上各电子元件的位置图。



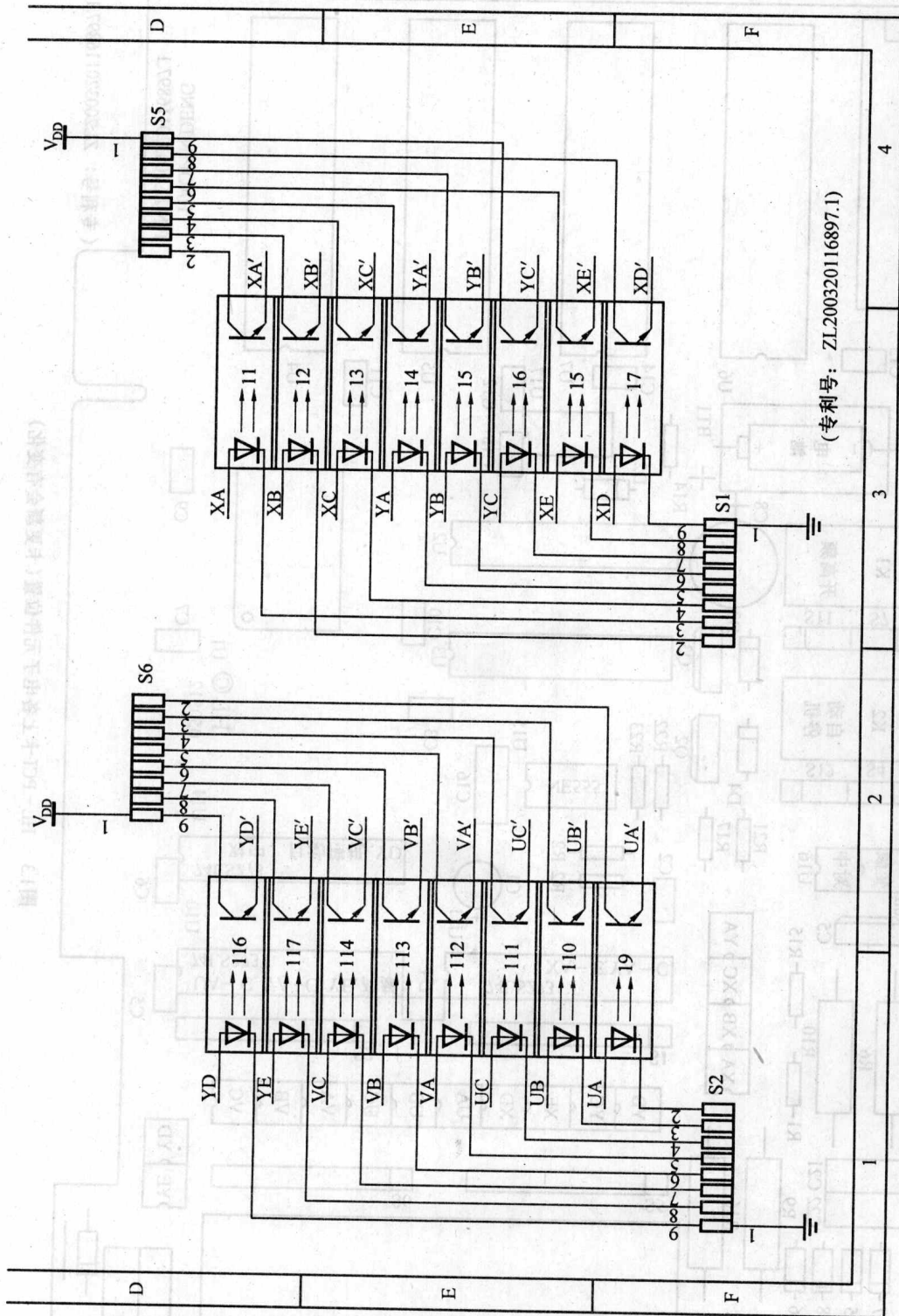


图 1.2 HL 卡的接口电路原理

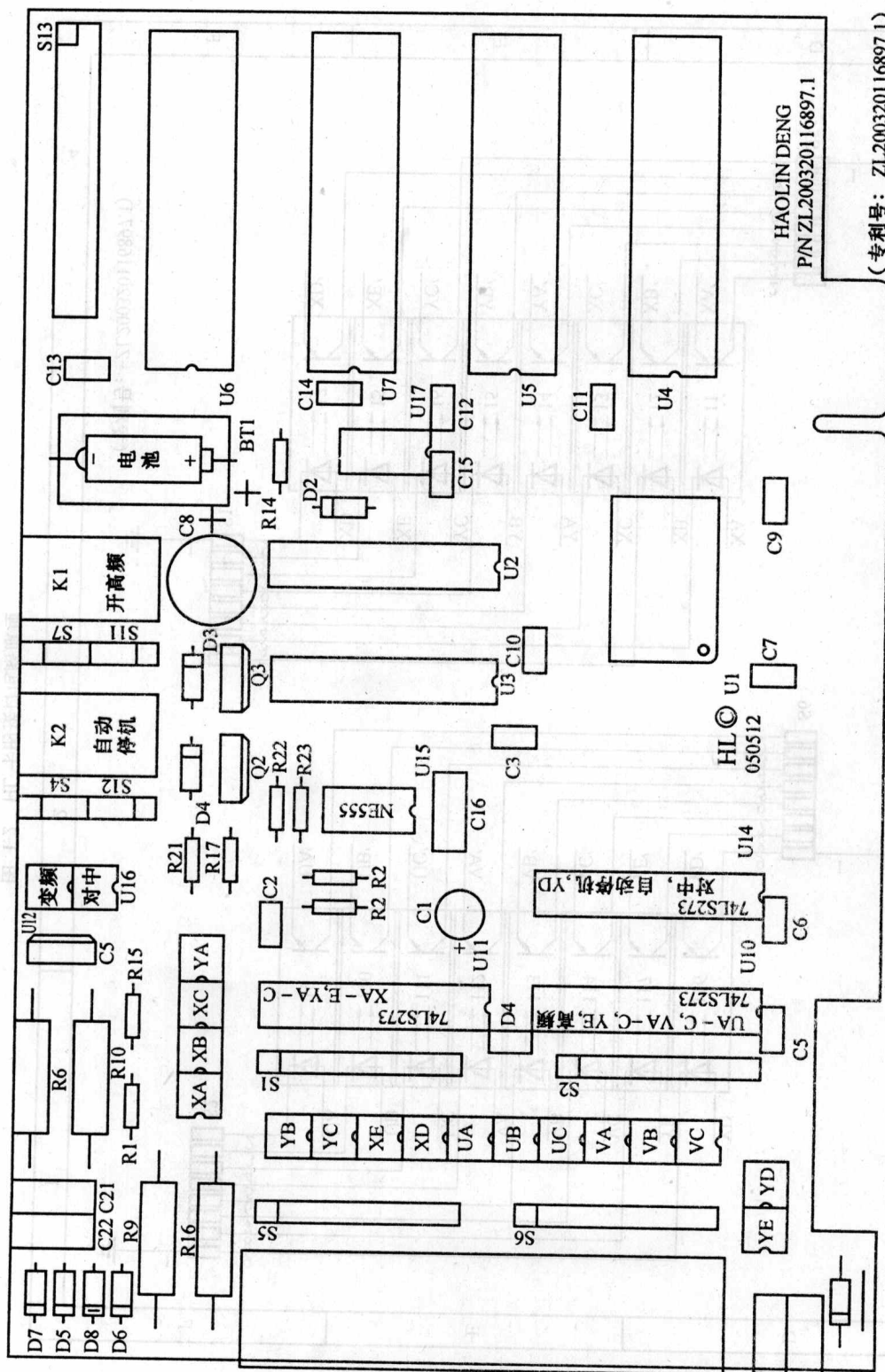


图1.3 HL-PCI卡上各电子元件位置(卡更新会有变化)

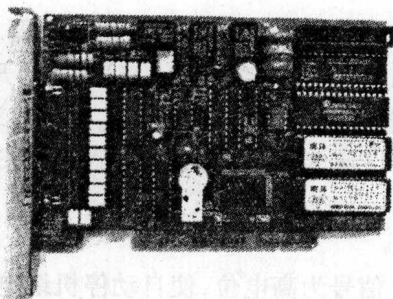
HAOLIN DENG  
P/N ZL200320116897.1

(专利号: ZL200320116897.1)

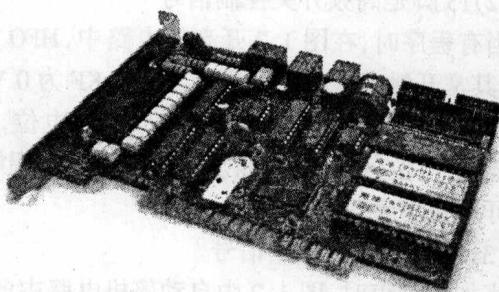
## 2. HL-PCI 卡的照片及卡的安装方法

HL 编程控制卡改进后的新卡为 HL-PCI 卡,它采用 PCI 总线接口。图 1.4(a)、(b)是 HL-PCI 的外观照片。

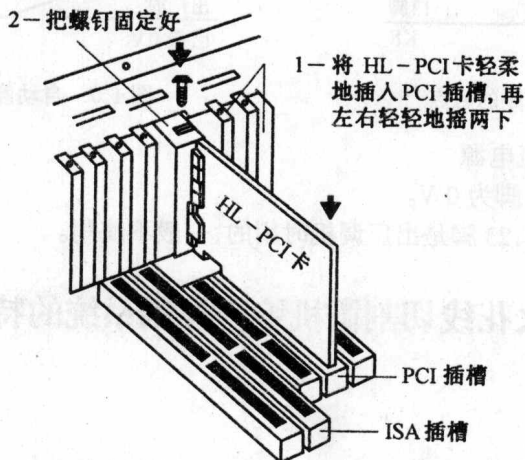
自己安装 HL-PCI 卡时,一定要按图 1.4(c)所示的位置,将卡正确安装到 PCI 插槽中,绝对不要错插到 ISA 插槽中,否则会烧坏卡。若在我国南方,有时会因天气潮湿,在卡的插脚处可能会出现轻微锈斑,可用橡皮把插脚两面仔细擦干净。



(a) HL-PCI 卡的外观照片(一)



(b) HL-PCI 卡的外观照片(二)



(c) HL-PCI 卡正确安装到 PCI 插槽中

图 1.4 HL-PCI 卡的外观照片

## 3. HL-PCI 卡上输出输入插座 DB25 的各脚信号

DB25 各脚信号如图 1.5 所示。

### (1) X、Y、U、V 步进电动机控制信号

步进电动机 X、Y 轴可以采用三相步进电动机,也可以采用五相步进电动机。当采用三相步进电动机时,21(XE)、22(XD)、24(YE)、25(YD)四个脚的信号无用。

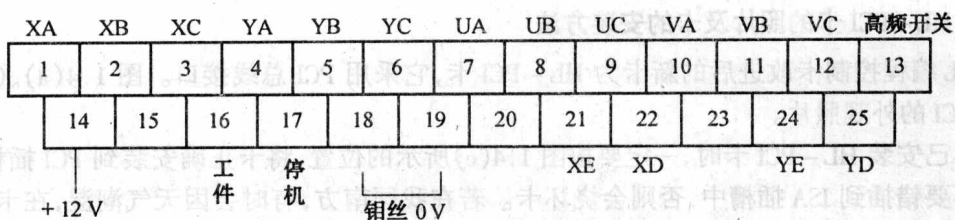


图 1.5 DB25 插座各脚信号

(2)13 脚是高频开关控制信号

当有程序时,在图 1.2 开高频电路中,HFO 为高电位,晶体管 Q3 导通,使继电器 K1 吸合,使其常开触点 K1 闭合(图 1.6),故 KF 为 0 V,即 DB25 中的 13 脚(图 1.5)输出的开高频信号为 0 V,当程序加工结束时,HFO 为低电位,三极管 Q3 截止,使继电器 K1 无电,13 脚的 KF 无输出电位,使高频关断。这在出厂时已调好,使 13 脚 KF 可输出 0 V,若改跳针 S11(图 1.2)可得到相反的输出。

(3)17 脚为停机控制信号

当加工结束时,图 1.2 中自动停机电路中的 OFF 信号为高电位,使自动停机继电器 K2 吸合,其常开触点 K2(图 1.7)闭合,OFF1 为 0 V,即 17 脚输出的自动关机信号 OFF1 为 0 V。



图 1.6 开关高频的触点

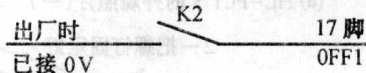


图 1.7 自动停机的触点

(4)由外部提供的直流电源

14 脚为 +12 V,18、19 脚为 0 V。

(5)15 及 20 脚为空脚,23 脚是出厂调机时用的,一般不使用。

## 1.2 HL 数控电火花线切割微机编程控制系统的特点及主要功能

### 一、特点

HL 系统工作稳定可靠,功能较多,是目前国内广泛应用的数控电火花线切割机床微机编程控制系统之一。

HL-PCI 版本将原 HL 卡的 ISA 接口改进为更先进的 PCI 接口,PCI 接口的先进特性使得 HL-PCI 卡的总线部分与机床控制部分能更好地分隔,从而进一步提高 HL 系统的抗干扰能力和稳定性,而且安装、接线更加简单明了,维修更加方便。HL-PCI 卡对电脑配置的要求不高,而且兼容性比 ISA 卡更好,不需硬盘,软盘也能启动运行。

### 二、主要功能

HL 数控电火花线切割微机编程控制系统的主要功能有以下几个方面:

(1)可在 1 部电脑上同时控制多达 4 台机床切割不同的工件,并可一边加工一边编程。

(2)锥度加工采用四轴、五轴联动控制技术,具有上下异形和简单输入角度 2 种锥度加工方式,使锥度加工变得快捷、容易。可作变锥及等圆弧加工。

(3)模拟加工,可快速显示加工轨迹,特别是锥度及上下异形工件的上下面加工轨迹,并显示终点坐标结果。

(4)实时显示加工图形,通过切换画面,可同时监视 4 台机床的加工状态,并显示相对(增量)坐标 X、Y、I、J 和绝对坐标 X、Y、U、V 等变化的数值。

(5)断电保护,如加工过程中突然断电,复电后,能自动恢复各台机床的加工状态。系统内储存的文件可长期保留。

(6)可对基准面和丝架距作精确的校正计算,对导轮切点偏移作 U 向和 V 向补偿,从而提高加工精度。大锥度切割的精度大大优于同类软件。

(7)浏览图库,可快速查找所需的文件。

(8)具有钼丝偏移补偿(无须加过渡圆)、加工比例调整、坐标变换、循环加工、步进电动机限速、自动短路回退等多种功能。

(9)可从任意段开始加工,到任意段结束。可正向、逆向加工。

(10)可随时设置(或取消)加工完当段指令后暂停。

(11)暂停、结束、短路自动回退及长时间短路(1 分钟)报警。

(12)可将 AUTOCAD 的 DXF 格式及 ISO 代码的 G 格式作数据转换。

(13)系统接入客户的网络系统,可在网络系统中进行数据交换和监视各加工进程。

(14)加工插补半径最大可达 2 000 mm。

(15)机床加工工时自动积累,便于生产管理。

(16)机床加光栅尺后,可实现闭环控制。

### 1.3 HL 的用户界面及点、直线、圆的常用作图方法

#### 一、HL 线切割控制编程系统用户界面

图 1.8 是 HL 线切割控制编程系统的 HL-PCI 主画面。



图 1.8 HL 线切割控制编程系统的 HL-PCI 主画面

将光影移至“Pro 绘图编程”(回车),显示如图 1.9 所示的 4 个窗口区:①主菜单(可变菜单区);②固定菜单区;③图形显示区;④会话区。

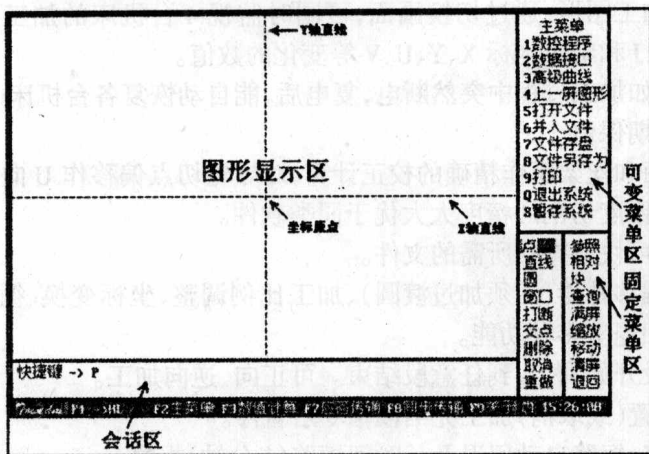


图 1.9 屏幕的 4 个窗口区

## 二、常用作图方法

先熟悉一下作点、作直线和作圆的最常用的方法。

### 1. 作点

按↓键,将光影移到固定菜单的“点”上(回车),此时“可变菜单区”变为“点菜单”(图 1.10),作点的方法共列出 13 种。这里先介绍几种最常用的方法。

#### (1) 用直角坐标和极坐标作点

##### 点菜单

- 1 极/坐标点
- 2 光标任意点
- 3 圆心点
- 4 圆上点
- 5 等分点
- 6 点阵
- 7 中点
- 8 两点中点
- 9 CL 交点
- 0 点旋转
- 点对称
- 删除孤立点
- : 查二点距离

图 1.10 点菜单

#### 1) 用直角坐标作点

这时光影在“1 极/坐标点”上(回车),会话区提示“点(X、Y) = ”,用键盘输入 30,40(回车),在坐标图上显示出一个方形点。

#### 2) 用极坐标作点

以第 1 点(30,40)为第 2 点极坐标的参考点,用“<”表示相对极坐标的标志,“a”表示极角,“L”表示极径。用“+”字光标点击第 1 点,在会话栏显示“点(X、Y) = ”时,输入 < 50,60(回车),在第 2 点的位置显示 1 个小方点。

## (2) 用相对坐标作直角坐标的点

用@作相对坐标的标志,可用“+”字光标点击作为参考点的某点,用X、Y表示相对该参考点的X和Y坐标值。若要作第3点,相对于第1点的直角坐标为50,60时,先用“+”字光标点击第1点,即确认以第1点为相对坐标的参考点,会话区显示“点(X,Y)=”时,输@50,60(回车),此时“+”字光标在第1点上,在相应位置上显示1个小方点(图1.11)。

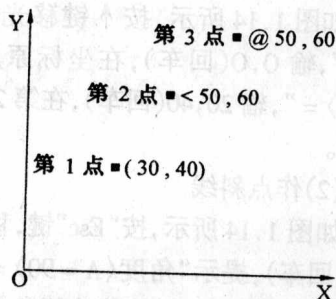


图 1.11 用点菜单作点

## (3) 查两点间的距离

有时作好点之后想核对或想知道两点之间的距离,按 Esc 键,用“↓”键将光影移至“查二点距离”上(回车),会话区显示“点一(X,Y)=”,用“+”字光标点击第1点,再点击第3点,会话区显示两点距离(L)=78.102 5(图1.12)。

## (4) 查对以前已作好 1、2、3 点的坐标值(图 1.12)

移光影到“查询”上(回车),会话区提示“查询<点,线,圆,弧>=”,用“+”字光标点击第1点,会话区显示  $X_0 = 30, Y_0 = 40$ ,当点击第2点时,显示  $X_0 = 68.567\ 3, Y_0 = 85.962\ 7$ ,当点击第3点时,显示  $X_0 = 85, Y_0 = 105$ (因第3点输入时是相对第1点的坐标,故其绝对坐标值为  $X_0 = 30 + 50 = 80, Y_0 = 40 + 60 = 100$ )。可算出第2点对第1点的直角坐标值为  $X = 38.567\ 3, Y = 45.962\ 7$ ,所查出的直角坐标值是绝对坐标值(对坐标原点的)。按 Esc 键,显示光影移至“删除”上(回车),提示删除时,输 ALL(回车),删除各点。

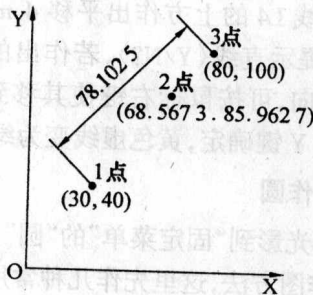


图 1.12 1点与3点距离及1、2、3点的绝对坐标值

## 2. 作直线

将光影移至固定菜单的“直线”上(回车),在可变菜单区显示直线菜单,作直线的方法共列出以下 13 种(图 1.13)。

- 直线菜单
- 1 两点直线
  - 2 角平分线
  - 3 点+角度
  - 4 切+角度
  - 5 点线夹角
  - 6 点切于圆
  - 7 二圆公切线
  - 8 直线延长
  - 9 直线平移
  - 0 直线对称
  - ! 点射线
  - ! 清除辅助线
  - < 查两线夹角

图 1.13 直线菜单

## (1)作两点线

如图 1.14 所示,按  $\uparrow$  键移光影至“两点直线”上(回车),会话区提示“直线端点  $\langle X, Y \rangle =$ ”,输 0,0(回车),在坐标原点显示 1 个小方点并出现“十”字光标,提示“直线端点  $\langle X, Y \rangle =$ ”,输 20,40(回车),在第 2 点处显示 1 个小方点,在第 1 和第 2 点间作出 1 条黄色直线 L3。

## (2)作点斜线

如图 1.14 所示,按“Esc”键,移光影至“点+角度”上(回车),提示“选定点  $\langle X, Y \rangle =$ ”,输 0,0(回车),提示“角度  $\langle A = 90 \rangle =$ ”,输 20(回车),作出该点斜式直线 L4,该线为绿色的辅助线(虚线)。

## (3)作 L4 的平行线 L5

如图 1.14 所示,移光影到“直线平移”上(回车),提示“选定直线 =”,移“十”字光标点击 L4 上某点, L4 变为暗红色,提示“平移距离  $\langle D \rangle =$ ”,输 4(回车),在暗红虚线 L4 的上方作出平移 4 mm 后的黄色虚平行线 L5,提示直线  $\langle Y/N \rangle =$ ,若作出的直线 L5 不在所要求的方向,可按鼠标右键使其移到所要求的位置上,然后按 Y 键确定,黄色虚线变为绿色虚线。移光影到“重做”上(回车),使虚线更清楚。

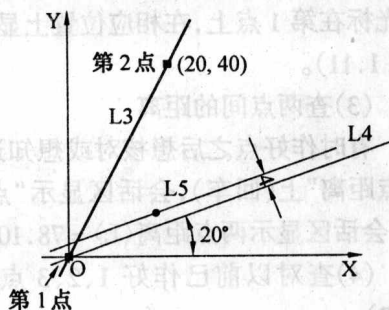


图 1.14 作直线

## 3. 作圆

移光影到“固定菜单”的“圆”上(回车),在可变菜单区显“圆菜单”,如图 1.15 所示,共有 13 种作图方法,这里先作几种常用的圆。

## 圆菜单

- 1 圆心+半径
- 2 圆心+切
- 3 点切+半径
- 4 两点+半径
- 5 心线+切
- 6 双切+半径
- 7 三切圆
- 8 圆弧延长
- 9 同心圆
- 0 圆对称
- 圆变圆弧
- > 尖点变圆弧
- ) 圆弧变圆

图 1.15 圆菜单

(1)作已知圆心为 O, O, 半径  $R = 20$  的圆 C1(图 1.16)

光影在“圆心+半径”上时(回车),提示“圆心  $\langle X, Y \rangle =$ ”,输 0,0(回车),在坐标原点上显一个小方点,提示“半径  $R =$ ”,输 20(回车),作出圆 C1。

(2)作  $R = 40$  的同心圆 C2(图 1.16)

如图 1.16 所示,按 Esc 键,移光影到“同心圆”上(回车),提示“圆,圆弧 =”,移“十”字光标点击 C1 的圆心点,提示“偏移值  $\langle D \rangle =$ ”,输 20(半径增大量)(回车),作出半径  $R = 40$  的同心圆 C2。

(3)作圆心为 20,40,半  $R = 15$  的圆 C3

移光影到“圆心 + 半径”上(回车),提示“圆心(X,Y) =”,输 20,40(回车),在该位置上显小方块,提示“半径(R) =”,输 15(回车),作出圆 C3。按 Esc 键退回“圆菜单”。

(4)作圆心用极坐标表示,极角  $\alpha = -20^\circ$ ,极径  $l = 40$ ,半径  $R = 10$  的圆 C4(图 1.16)。

如图 1.16 所示,移光影到“圆心 + 半径”上(回车),提示“圆心(X,Y) =”,输  $-20,40$ (回车),提示“半径(R) =”,输 10(回车),作出圆 C4,按 Esc 键。

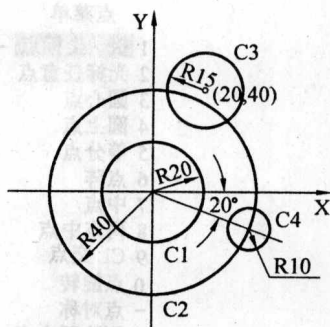


图 1.16 作圆

### 三、HL 线切割控制编程系统的主要菜单

从图 1.17 中可知,固定菜单区有 18 种功能,可变菜单区(图 1.9),现在是主菜单,可变菜单区的内容是可以变化的。当把光影移至固定菜单区的某项名称(点、直线、圆、块等)上,并按回车键,或按鼠标右键时,在可变菜单区立刻显示该项功能的子菜单名称及该子菜单的各项功能。

#### 固定菜单

|    |    |
|----|----|
| 点  | 参照 |
| 直线 | 相对 |
| 圆  | 块  |
| 窗口 | 查询 |
| 打断 | 满屏 |
| 交点 | 缩放 |
| 删除 | 移动 |
| 取消 | 清屏 |
| 重做 | 退回 |

图 1.17 固定菜单区的 18 种功能

图 1.18 为与固定菜单区有关的几个子菜单。

### 四、关于菜单的灵活应用

#### 1. 光影及点击

##### (1) 光影

当显示主菜单或某个子菜单时,在菜单的第 1 位置或某个位置上会有 1 个浅绿色的长方形光标,当按  $\downarrow$ 、 $\uparrow$ 、 $\leftarrow$ 、 $\rightarrow$  键时,该长条光标会移到不同的功能名称上,也可以在上、下、左、右位置用手移动鼠标器,该长条光标也会作相应移动。该长条光标以后简称“光影”,要用哪个功能,可把光影移到该功能上,回车或按鼠标左键,就选择了该功能。按 Esc 键或按鼠标右键可使光影出现。

##### (2) 点击

为了以后方便,将光影移到某项功能上并按鼠标左键的过程简称“点击”,如点击“直线”功能时,在可变菜单区就显示出“直线菜单”的 13 种功能。

#### 2. 用完某种功能恢复光影的方法

如使用“两点直线”功能绘完两点直线后,要绘圆,可按 Esc 键或按“鼠标右键”,均可使光影重新出现,可见这时按鼠标右键可以代替按 Esc 键。