

数控专业技能型人才培养用书



电火花加工技术 与技能训练

(提高篇)

周晓宏 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

数控专业技能型人才培养用书

电火花加工技术 与技能训练

(提高篇)

周晓宏 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书根据电火花机床操作工岗位的技术和技能要求,介绍了比较复杂的电火花机床的技术和技能。本书按项目编写,精选了十七个项目,在项目下又分解为若干个任务,是理论和实践操作一体化的教材。本书按照学生的学习规律,从易到难,在任务引领下介绍完成该任务(加工工件、操作机床等)所需理论知识和实践操作技能。本书项目内容包括:FW U系列快走丝线切割机床的操作、慢走丝数控电火花线切割机床的操作、精密电火花成形机床的操作、数控线切割加工工艺分析、慢走丝电火花线切割加工工艺、电火花成形加工工艺、CAXA 数控线切割自动编程、对称凹模加工、加工带锥度的零件、加工多型孔零件、橡胶压型模电火花加工、塑料叶轮注塑模电火花加工、锥孔电火花加工、压铸模电火花加工、塑料模电火花加工、锻模电火花加工、高级电切削工考核。

本书所介绍的数控系统和电火花机床在生产实际中应用很广。本书具有举例丰富,图文并茂,通俗易懂,实用性强,适用面宽的特点。各章都附有思考与练习,供读者参考、练习。

本书适合作为学习电火花机床编程与加工技术与技能的教材,也可供高等职业技术学院、技校、中职的数控技术应用专业、模具专业、数控维修、机电一体化专业的学生阅读,还可供加工中心操作工的社会化培训学员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电火花加工技术与技能训练. 提高篇/周晓宏主编. —北京:中国电力出版社, 2015. 1

数控专业技能型人才培养用书

ISBN 978-7-5123-6328-1

I. ①电… II. ①周… III. ①电火花加工-技术培训-教材
IV. ①TG661

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 187526 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 http://www.cepp.sgcc.com.cn)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 1 月第一版 2015 年 1 月北京第一次印刷

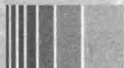
787 毫米×1092 毫米 16 开本 19 印张 462 千字

印数 0001—3000 册 定价 48.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
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



前言



数控技术是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础；数控技术的应用是提高制造业的产品质量和劳动生产率必不可少的重要手段；数控机床是工业现代化的重要装备，是关系到国家战略地位和体现国家综合国力水平的重要标志。因此可预见 21 世纪机械制造业的竞争，其实质是数控技术的竞争。当前，中国正在逐步变成“世界制造中心”，为了增强竞争能力，制造业开始广泛使用先进的数控技术，数控机床在企业的使用数量正在大幅度增加，企业正急需大批数控编程与加工方面的技能型人才。然而，目前国内掌握数控编程与加工的技能型人才严重短缺，这使得数控技术应用技能型人才的培养显得十分迫切，为适应培养数控技术应用技能型人才的需要，我们总结了自己在生产一线和教学岗位上多年的心得体会，同时结合学校教学的要求和企业要求，组织编写了这套教材。

本套教材根据数控机床的种类和工种分为：数控车削技术与技能训练、数控铣削技术与技能训练、加工中心技术与技能训练、电火花加工技术与技能训练，每一类机床和工种又分为“基础篇”和“提高篇”，共计 8 本。

本套教材按“项目”来编写，“项目”下又分解为多个“任务”，是一种理论和实操一体化的教材。每本教材都按照学生的学习规律，从易到难，精选了多个“项目”，在“任务”引领下介绍完成该任务（加工工件、操作机床等）所需的理论知识和实操技能，符合目前我国职业教育界正大力提倡的“任务引领型”教学思路。“基础篇”介绍比较简单的数控加工的技术和技能，“提高篇”介绍比较复杂的数控加工的技术和技能。

本套教材的可操作性很强，读者按照该套教材的思路，通过书中项目的学习和训练，可很快掌握各种数控加工技术和技能。该套教材可大大提高学生学习数控加工技术和技能的兴趣和针对性，学习效率高。在编写过程中，突出体现“知识新、技术新、技能新”的编写思想，介绍知识和技能以“实用、可操作性强”为基本原则，不追求理论知识的系统性和完整性。本套教材是在作者多年来从事数控加工、编程方面的教学、科研、生产工作经验的基础上编写的，书中举例丰富，各章都附有思考与练习题，供读者参考。

本书适合作为学习数控编程与加工技术与技能的教材，也可供各高等职业技术学院、技校、中职的数控技术应用专业、模具专业、数控维修专业、机电一体化专业学生阅读，还可供相关工种的社会化培训学员阅读。

本套教材由深圳技师学院周晓宏副教授、高级技师主编，肖清、刘向阳参加编写。

由于编者水平有限，书中难免存在一些疏漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录



前言

操 作 篇

➤ 项目一 FW U 系列快走丝线切割机床的操作	3
任务一 学会使用 FW U 系列快走丝线切割机床的手控盒	3
任务二 熟悉 FW U 系列快走丝线切割机床用户界面	4
任务三 加工准备	6
任务四 文件准备	10
任务五 放电加工	16
任务六 机床配置	21
任务七 机床的启停	25
任务八 掌握线切割机床操作技巧	26
思考与练习	29
➤ 项目二 慢走丝数控电火花线切割机床的操作	32
任务一 认识 DK7632 型慢走丝电火花线切割机床	32
任务二 学习控制机的使用方法	33
任务三 学习机床本体的操作	50
任务四 掌握机床操作步骤及加工注意事项	61
思考与练习	70
➤ 项目三 精密电火花成形机床的操作	72
任务一 SA 系列精密电火花成形机床的操作	72
任务二 学习电火花加工应用实例	86
思考与练习	94

工 艺 篇

➤ 项目四 数控线切割加工工艺分析	97
任务一 了解制定数控线切割加工工艺的步骤	97
任务二 学习中走丝线切割加工工艺	103
任务三 学习快走丝线切割加工工艺技巧	108
任务四 典型零件数控线切割加工工艺分析	119
思考与练习	129
➤ 项目五 慢走丝电火花线切割加工工艺	133
任务一 认识慢走丝电火花线切割加工	133
任务二 掌握慢走丝电火花线切割加工工艺规律	134
任务三 学习慢走丝电火花线切割加工工艺实例	146
思考与练习	152
➤ 项目六 电火花成形加工工艺	154
任务一 学习电火花成形加工的工艺规律	154
任务二 学习电火花加工的工艺技巧	159
任务三 学习电火花穿孔加工工艺	163
任务四 工具电极的制造	167
任务五 典型零件的电火花加工工艺分析	172
思考与练习	182

实 训 篇

➤ 项目七 CAXA 数控线切割自动编程	187
任务一 应用 CAXA 线切割 XP 系统绘图	187
任务二 学习数控线切割自动编程基础知识	196
任务三 轨迹生成	198
任务四 代码生成	200
任务五 机床设置与后置设置	203
任务六 学习数控线切割自动编程实例	207
思考与练习	213

➤ 项目八 对称凹模加工	215
任务一 学习镜像及交换指令	215
任务二 对称凹模加工技能训练	216
任务三 对称零件线切割加工实训	217
思考与练习	218
➤ 项目九 加工带锥度的零件	220
任务一 学习锥度加工指令	220
任务二 加工带锥度半圆形凹模	223
任务三 加工带锥度梅花形凹模	224
任务四 长圆锥孔加工实训	226
任务五 知识拓展：提高线切割机床加工尺寸精度的途径	227
思考与练习	228
➤ 项目十 加工多型孔零件	230
任务一 学习相关指令	230
任务二 加工多型孔零件技能训练	231
思考与练习	233
➤ 项目十一 橡胶压型模电火花加工	235
任务一 学习手动侧壁修光成形工艺	235
任务二 橡胶压型模电火花加工技能训练	236
任务三 知识拓展：电火花磨削	238
思考与练习	240
➤ 项目十二 塑料叶轮注塑模电火花加工	241
任务一 学习单电极平动加工成形工艺	241
任务二 塑料叶轮注塑模电火花加工技能训练	244
任务三 知识拓展：电火花表面强化及刻字	246
思考与练习	247
➤ 项目十三 锥孔电火花加工	249
任务一 学习单电极数控摇动加工成形工艺	249
任务二 锥孔摇动加工技能训练	251
任务三 圆孔摇动加工实训	253
思考与练习	254

➤ 项目十四 压铸模电火花加工	255
任务一 风扇轴承座压铸模电火花加工	255
任务二 微电动机机壳后盖压铸模电火花加工	257
任务三 知识拓展：电火花铣削加工技术	258
思考与练习	259
➤ 项目十五 塑料模电火花加工	261
任务一 果盘塑料模电火花加工	261
任务二 瓶盖塑料模电火花加工	264
任务三 知识拓展：半导体和非导体的电火花加工	266
思考与练习	268
➤ 项目十六 锻模电火花加工	269
任务一 活扳手锻模电火花加工	269
任务二 连杆锻模电火花加工	271
任务三 知识拓展：混粉电火花镜面加工技术	272
思考与练习	273
➤ 项目十七 高级电切削工考核	274
任务一 高级电切削工实操考核一（线切割方向）	274
任务二 高级电切削工实操考核二（线切割方向）	276
任务三 高级电切削工实操考核三（线切割方向）	278
任务四 高级电切削工实操考核四（电火花方向）	281
任务五 高级电切削工实操考核五（电火花方向）	283
任务六 高级电切削工实操考核六（电火花方向）	286
思考与练习	290
部分参考答案	292
参考文献	294

FW-100型快速成型机操作篇

1. 目的：为了规范FW-100型快速成型机的操作，特制定本操作篇。

2. 适用范围：适用于FW-100型快速成型机的操作人员。

3. 操作程序：操作人员应严格按照本操作篇的要求进行操作。

4. 注意事项：操作人员应注意安全，严禁在机器运行时进行任何维修或调整。

5. 维护保养：

5.1 每日开机前，应检查机器各部件是否正常。

5.2 每周应进行一次全面保养。

5.3 操作人员应定期对机器进行清洁，保持机器整洁。

操作篇

图1 快速成型机结构示意图

1. 快速成型机的主要组成部分包括：成型头、成型平台、料斗等。

2. 快速成型机的操作应严格按照本操作篇的要求进行。

图2



项目一

FW U系列快走丝线切割机床的操作

知识目标：熟悉 FW U 系列快走丝线切割机床的操作方法。

技能目标：能操作 FW U 系列快走丝线切割机床。

任务一 学会使用 FW U 系列快走丝线切割机床的手控盒

FW U 系列快走丝线切割机床是由北京阿奇夏米尔工业电子有限公司生产的，在企业中得到了广泛的应用。

一、机床的构成

FW U 系列快走丝线切割机床的外观及各部分名称如图 1-1 所示。

二、手控盒的使用

FW U 系列快走丝线切割机床的手控盒如图 1-2 所示，各键的功能如下。

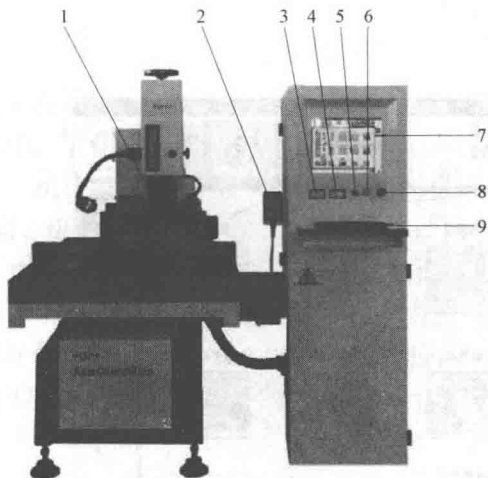


图 1-1 FW U 系列快走丝线切割机床

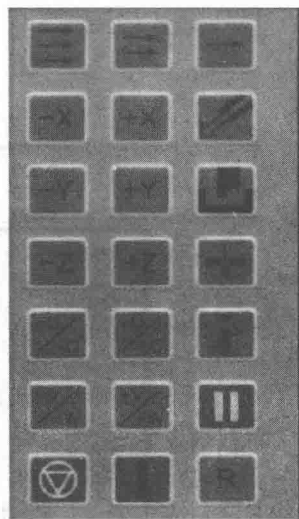


图 1-2 手控盒

1—U、V 轴部；2—手控盒；3—电压表；4—电流表；5—开机按钮；
6—关机按钮；7—显示器；8—急停开关；9—键盘

☐：点动高速挡。

☐：点动低速挡，开机时为中速。

: 点动单步挡。

: 选择点动轴及其方向。

 PUMP: 打开/关闭工作液泵, 若工作液泵当前处于打开状态, 按此键, 则关闭工作液泵, 否则打开工作液泵。

 WR: 打开或关闭丝筒。若丝筒当前处于打开状态, 按此键, 则关闭丝筒, 否则打开丝筒。

 HALT: 暂停键, 使加工暂时停止, 仅在加工中有效。

 OFF: 停止正在执行的操作。

 ENT: 开始执行 NC 程序或手动程序。

注: 其他键在本系统中无效。

使用手控盒来进行轴移动。按手控盒上的、、键, 速度将变为高速、低速、单步。“点动速度”后所显示的速度为当前手控盒的点动速度, 各挡点动速度在出厂时已调好。

按下要移动的轴所对应的键, 机床即以给定速度移动, 松开此键, 则机床停止移动。若在移动中遇到限位开关, 则停止移动, 并显示错误信息。在一次点动完成后, 坐标区显示 X、Y、Z、U、V 的坐标。

任务二 熟悉 FW U 系列快走丝线切割机床用户界面

一、开机画面

在系统启动成功后, 即出现如图 1-3 所示的加工准备界面。界面中各部分的功能说明如下。

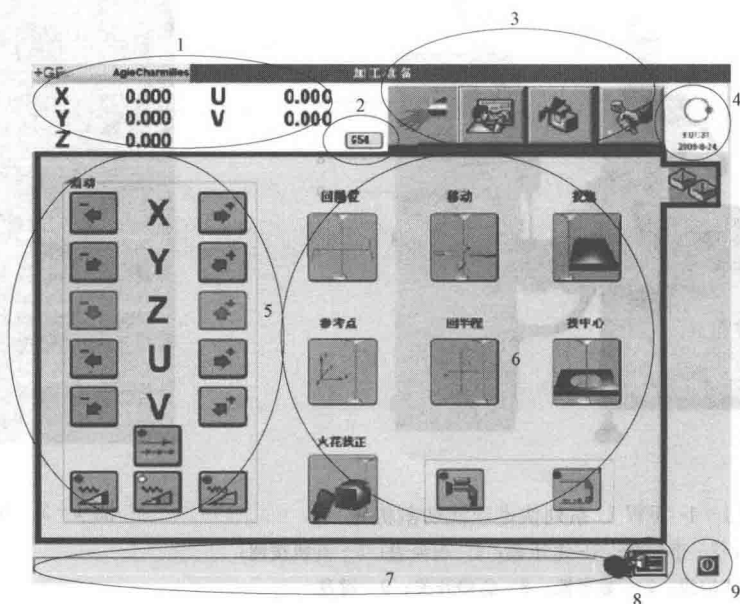


图 1-3 加工准备界面

(1) 坐标显示区：分别显示 X、Y、Z、U、V 轴的坐标。

注：对于 FW 1，Z 轴为非数控，因此其坐标显示一直为 0。

(2) 多坐标系：单击多坐标系按钮，出现 G54~G59 六个用户坐标系，可供用户在不同的坐标系下设定相应的参考点。

(3) 模块选择区：共有 4 个模块可供选择：加工准备、文件准备、放电加工、机床配置。

(4) 当前时间和日期：显示当前时间和日期。

(5) 点动操作区：各轴执行点动操作。

(6) 功能键区：显示各模块内所对应的模式。

(7) 错误信息显示区：错误（红色）、警告（黄色）、一般提示信息（绿色）。红色错误一般需要重新关机，解决错误来源之后再开机。错误信息在屏幕最下方显示，当有错误信息时，警示灯●闪烁，警示灯的颜色根据信息有 3 种级别。清除错误信息时双击警示灯●按钮或单击按钮。

(8) 信息显示按钮：单击该按钮，显示信息记录，再次单击该按钮，回到当前界面。

(9) 关闭机床按钮。

二、坐标切换

图 1-3 中的坐标显示区 1 显示当前坐标。在该区域双击可在机械坐标和用户坐标之间切换，如图 1-4 所示。

X	0.000	U	0.000
Y	0.000	V	0.000
Z	0.000		

(a)

X0	0.000	U0	0.000
Y0	0.000	V0	0.000
Z0	0.000		

(b)

图 1-4 坐标切换

(a) 用户坐标系；(b) 机械坐标系

三、坐标及方向的规定

以数学中的直角坐标系为基础，参考电极丝的运动方向来决定。机床坐标如图 1-5 所示，面向机床正面，横向为 X 向，纵向为 Y 向。在 X 向，电极丝向右运动为 X+ 向，电极丝向左运动为 X- 向。在 Y 向，电极丝向外运行行为 Y+ 向，电极丝向内运行行为 Y- 向。

U、V 两个轴是分别与 X 轴和 Y 轴平行的，与 X 轴平行的为 U 轴，与 Y 轴平行的为 V 轴，它们正负方向的确定与 X、Y 相同。

注意：每次关、开机的时间间隔要大于 10s，否则有可能出现故障。

四、Fikus 与 FW U 软件间的切换

如果机床安装有 Fikus 软件，开机后，该软件自动启动，操作者即可按 Alt+Tab 组合键在 Fikus 和 FW U 软件间切换。

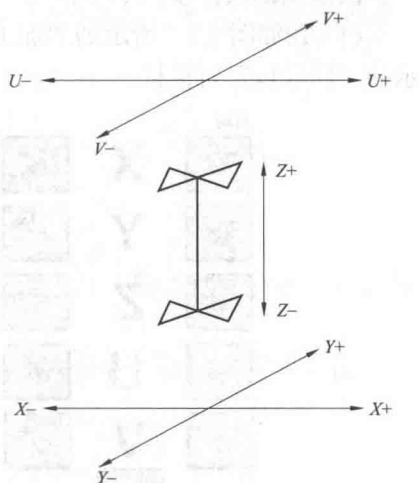


图 1-5 机床坐标



任务三 加工准备

“加工准备”用于加工前在机床上进行准备工作，如在工作区安装好工件、找正好电极丝位置等。单击图 1-3 所示界面上的不同按钮，就可以弹出相应的功能对话框或执行某种所需的功能。下面分别介绍加工准备的各项工作。

一、点动

点动操作区如图 1-6 所示，该部分的功能按钮与手控盒的相应功能键相似，但此处点动功能可以设定为连续和步进两种移动模式，移动速度又分为高、中、低速三种。

连续模式下，按下某一轴向键，相应的机床轴开始以选定的速度移动，松开则移动停止；步进模式下，每次按下轴向键，相应的机床轴开始以选定的步长移动一次。

1. 连续模式

连续模式  为默认模式，指示灯灭时有效。每次按下，状态切换一次。在连续模式下，有下列 3 种点动模式：

(1) ：点动高速。

(2) ：点动中速

(3) ：点动低速

2. 步进模式

步进模式  指示灯亮时有效。在步进模式下，有下列 3 种点动模式：

(1) ：单步，每次移动 $1\mu\text{m}$ 。

(2) ： $10\mu\text{m}/\text{步}$ ，每次移动 $10\mu\text{m}$ 。

(3) ： $100\mu\text{m}/\text{步}$ ，每次移动 $100\mu\text{m}$ 。

二、回限位

回限位的操作步骤如下：

(1) 在如图 1-3 所示的“加工准备”页面上单击“回限位”按钮，将弹出如图 1-7 所示的“回限位”对话框。

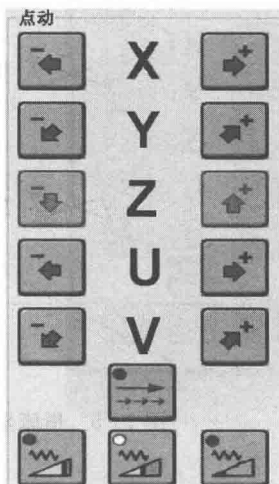


图 1-6 点动操作区

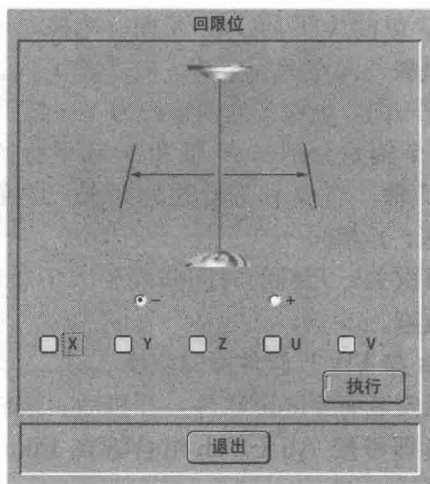


图 1-7 “回限位”对话框

(2) 在“回限位”对话框中根据需要选择一个或多个轴以及移动方向,单击“执行”按钮,执行指定轴向回极限动作,到达限位后显示 X、Y、Z、U、V 轴坐标。

(3) 完成操作后,单击“退出”按钮关闭对话框。

注意:

(1) 执行过程中,“执行”按钮左侧的指示区会变成黄色,执行完成后会变成默认颜色,执行错误时会有错误提示信息出现。

(2) 掉电记忆失败后,应回各轴的负限位以重新恢复螺距补偿数据。

(3) 回到负限位后,相应轴的机械坐标会自动置零,并重新从该点开始进行螺距误差的补偿运算。

(4) 回正限位仅用于检测行程大小和限位开关,不会对机械坐标进行重置,不会影响螺距补偿的运算。

三、移动

使用移动功能可以将各轴移动到指定位置。

操作步骤如下:

(1) 在如图 1-3 所示的“加工准备”页面上单击“移动”按钮,将弹出如图 1-8 所示的“移动”对话框。

(2) 选择坐标方式:用户坐标、机械坐标。选择移动方式:绝对方式、增量方式。

(3) 根据需要选择一个或多个轴,输入所需数据,单击“执行”按钮。

X 轴与 Y 轴可以同时联动,U 轴与 V 轴可以同时联动,但 XY 轴系、UV 轴系及 Z 轴不能同时联动。

选择多个轴,若 Z 轴将向上移动,则 Z 轴先移动,然后是 X、Y 轴,最后是 U、V 轴移动;若 Z 轴将向下移动,各轴移动顺序为 X、Y→Z→U、V。

(4) 完成操作后,单击“退出”按钮关闭对话框。

注意:

(1) 如果在移动过程中发生了接触感知或达到某轴的机械限位,则自动停止移动,并显示相应信息。

(2) 机床移动工作台到给定点后,机床停止移动,坐标显示区显示机床的当前坐标。

四、找边

找边的操作步骤如下:

(1) 在如图 1-3 所示的“加工准备”页面上单击“找边”按钮,将弹出如图 1-9 所示的“找边”对话框。

(2) 选择所需的轴向: +X、-X、+Y、-Y。

(3) 单击“执行”按钮,“执行”按钮左侧的状态指示区变为黄色,当它变成默认颜色

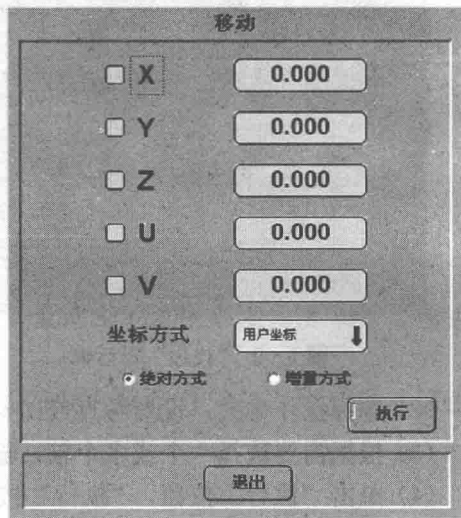


图 1-8 “移动”对话框



表示动作完成。

(4) 执行完成后, 单击“退出”按钮, 即可关闭该对话框。

五、参考点

参考点功能用于将当前位置设定为当前用户坐标系的参考点, 或移动至当前用户坐标系最后一次设定的参考点。操作步骤如下:

(1) 在如图 1-3 所示的“加工准备”页面上单击“参考点”按钮, 将弹出如图 1-10 所示的“参考点”对话框。



图 1-9 “找边”对话框

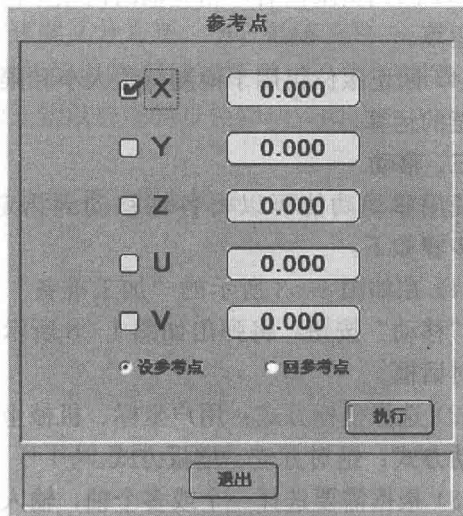


图 1-10 “参考点”对话框

(2) 选择操作方式: 设参考点或回参考点。

(3) 根据需要选择一个或多个轴, 输入所需数据。

(4) 单击“执行”按钮, “执行”按钮左侧的状态指示区变为黄色, 当它变成默认颜色表示动作完成。

(5) 执行完成后, 单击“退出”按钮, 即可关闭该对话框。

注意:

(1) 设参考点时, 如值为零则该轴坐标与坐标系原点坐标重合。

(2) 机床的参考点坐标在执行 G92 指令后会被重新设定。

六、回半程

回半程功能用于手动对中的坐标快速定位。操作步骤如下:

(1) 在如图 1-3 所示的“加工准备”页面上单击“回半程”按钮, 将弹出如图 1-11 所示的“回半程”对话框。

(2) 根据需要选择一个或多个轴。

(3) 单击“执行”按钮, 执行结束后电极丝回到所选轴当前用户坐标值的一半的位置。

(4) 单击“退出”按钮, 即可关闭该对话框。

七、找中心

找中心功能用于加工时自动找工件内孔或槽的中心位置。操作步骤如下: