



普通高等教育“十二五”规划教材

数控技术实验原理 及实践指南

徐学武 主 编

姜歌东 副主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材

数控技术实验原理及 实践指南

主 编 徐学武

副主编 姜歌东

参 编 孙挪刚 李 晶 马振群 张东升

邹 创 申建广 赵伟刚

主 审 王爱玲



机 械 工 业 出 版 社

本教材是高等工科院校本科生数控技术课程的实验教材,主要内容分为两部分:基础实验和创新实验。基础实验部分安排8个实验,采用实验指导书的形式,包括实验目的、实验原理、实验仪器操作方法、实验步骤、实验观察与思考、实验报告要求等。创新实验部分安排3个实验,是课程实验的补充及提高,供学有余力及对数控技术有浓厚兴趣的学生选做。创新实验教材采取实验介绍的方式,提供同学必需的知识扩充及各项目前已有的实验基础,启发学生在此基础上提高、改进实验或凝练成新的实验课题。创新实验部分包括知识扩充、实验介绍及思考提示等。

本教材可供四年制机械工程及自动化和车辆工程专业本科生选用,也可以作为研究生实验和数控技术培训实验教材。本教材可供相关专业教师和研究生参考,亦可作为高级数控加工技工的自修教材。

图书在版编目(CIP)数据

数控技术实验原理及实践指南/徐学武主编:—北京:机械工业出版社, 2013.12

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-44491-6

I. ①数… II. ①徐… III. ①数控机床—高等学校—教学参考资料
IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第249228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:余 皞 责任编辑:余 皞 舒 恬

版式设计:霍永明 责任校对:张 媛

封面设计:张 静 责任印制:乔 宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2014年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·10.75印张·264千字

标准书号:ISBN 978-7-111-44491-6

定价:25.00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 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前言

数控技术发展迅速,不断融合计算机技术、网络技术、自动控制技术和伺服驱动技术等,已成为机械制造业的关键技术。国内数控技术方面的教材很多,但有关数控技术实验方面的教材并不多见;而且大多数数控技术实验受限于学时及设备,以数控加工编程为主。根据作者多年的数控实验教学经验,目前国内急需涉及数控技术原理和系统开发应用方面的实验教材,这正是我们编写这本教材的动力。

本教材为西安交通大学本科“十二五”规划教材,西安交通大学“985”工程三期重点建设实验系列教材。

本教材是根据西安交通大学2010版教学计划,配合梅雪松教授主编的《机床数控技术》课程教材编写。教材突出2010版教学计划重实践的要求,以培养学生工程实践创新能力为目标,以实践创新能力的渐进式培养为特点,结合作者多年在数控加工、数控机床改造和数控技术应用实验方面的经验,在原有数控技术实验的基础上,增加CAD/CAM软件应用及自动编程、开放式数控系统构建及分析、主轴变频调速及伺服电动机参数优化、数控机床误差测量及补偿以及齿轮数控加工等基础实验,数控机床改造及系统调试、五轴联动加工技术、PID及磁悬浮控制等创新开放实验。实验教材基本涵盖了机床数控技术的主要实践内容,在内容和体系上都有一定的创新,是数控技术课程改革的一次尝试。

本教材在编写中以实验项目为主线,以指导实验设备应用为基础,以帮助学生理解实验原理为重点,以培养并提高学生数控技术实践能力为目标,力求结构新颖,原理清晰,讲解详细,步骤清楚,使读者能顺利将理论学习与实践技能融为一体。

为便于实验安排及教材编写,将实验分为基础实验及创新实验两部分。

基础实验部分注重于数控技术基本原理和基本理论的验证,要求学生必做,每个实验以2学时为单元,占用课内16学时。由于数控齿轮加工机床的特殊性,实验八亦可安排为选做。创新实验部分则重在开拓学生视野,扩展学生数控技术实践的空间,是课程实验的补充及提高,供学有余力及对数控技术有浓厚兴趣的学生选做。创新实验部分采用开放方式运行,学生自选实验,自行安排时间(一般每周课外安排2学时),自愿成组(4~6人),每个实验拟在32学时内完成为宜。亦可结合CDIO(Conceive、Design、Implement、Operate)工程教育模式进行安排。

本教材在梅雪松教授指导下,由多位教师及实验人员参与编写,并经过实际验证,进行了补充和修改。基础实验部分实验一、实验六、实验七由徐学武编写,实验二、实验三由孙挪刚编写,实验四由李晶编写,实验五由姜歌东编写,实验八由马振群编写。创新实验部分中,实验九、实验十由徐学武编写,实验十一由张东升、姜歌东编写,李晶参加了实验十的编写。本教材由徐学武任主编,姜歌东任副主编。此外,邹创、申建广、赵伟刚等也参加了部分编写工作。

中北大学王爱玲教授审阅了本书，并提出许多宝贵意见及建议，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限及时间仓促，错漏之处恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

基础实验部分

实验一	典型数控机床的结构分析及操作	1
实验二	数控铣床手工编程及加工	16
实验三	插补程序编制及仿真	26
实验四	基于运动控制器的开放式数控系统构建及分析	34
实验五	主轴变频调速及伺服电动机参数优化	46
实验六	CAD/CAM 软件应用及自动编程	57
实验七	数控机床误差测量及补偿	69
实验八	齿轮数控加工	78

创新实验部分

实验九	五轴联动加工技术及加工方法	85
实验十	数控机床改造及系统调试	112
实验十一	磁悬浮小球装置及控制系统开发与调试	146
参考文献		166

基础实验部分

实验一 典型数控机床的结构分析及操作

一、实验目的

1. 掌握数控机床的特点与运用。
2. 认识了解数控加工机床的组成与结构。
3. 掌握数控加工的工作原理。
4. 掌握数控机床一般的操作步骤。

二、实验原理

(一) 数控机床及其组成

现代数控机床都是 CNC 机床 (computer numerical control machine tools), 一般由数控操作系统和机床本体组成, 主要有如下几部分组成。

1. CNC 装置

CNC 装置 (即计算机数控装置) 是 CNC 系统的核心, 由微处理器 (CPU)、存储器、I/O 接口及外围逻辑电路等构成, 如图 1-1 所示。

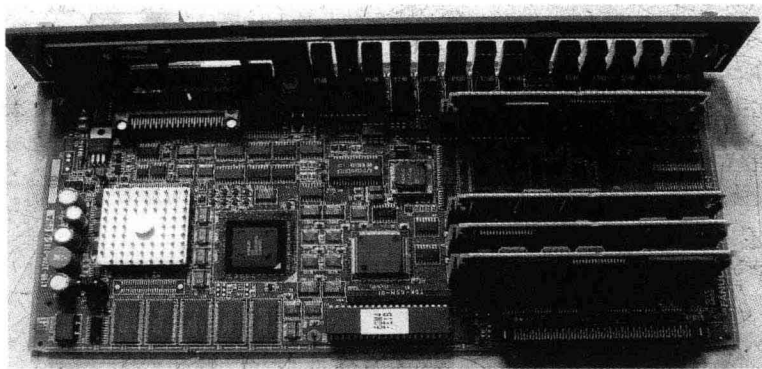


图 1-1 CNC 装置实物图

2. 数控面板

数控面板是数控系统的控制面板, 主要由显示器和键盘组成。键盘也称 MDI 面板, 通过 MDI 面板和显示器下面的软键, 实现系统管理和对数控程序及有关数据进行输入、编辑和修改。显示器及 MDI 面板如图 1-2 所示。

3. PLC 及 I/O 接口装置

PLC 是一种以微处理器为基础的通用型自动控制装置, 用于完成数控机床的各种逻辑运

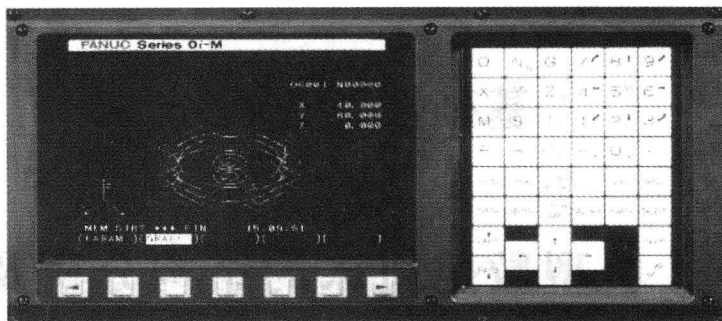


图 1-2 显示器及 MDI 面板

算和顺序控制。例如：主轴的起停、刀具的更换、切削液的开关等辅助动作。专用数控系统通常将 PLC 功能集成到 CNC 装置中，而通过接口模块和机床交换信号，图 1-3 所示为 FANUC 系统常用的几种 I/O 接口装置。

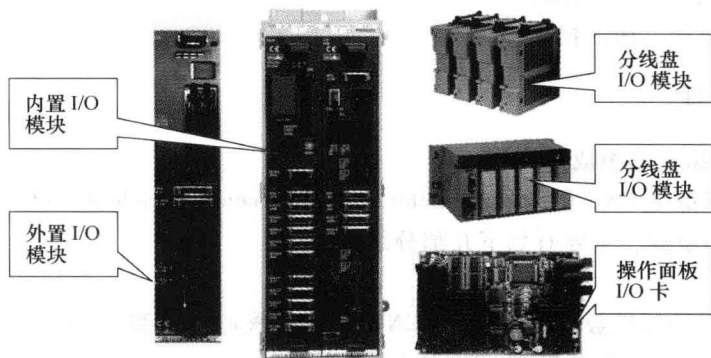


图 1-3 FANUC 系统常用的几种 I/O 接口装置

4. 机床操作面板

一般数控机床均布置一块机床操作面板，又称为机床控制面板，用于选择操作方式，并对机床进行一些必要的操作，以及在自动方式下对机床的运行进行必要的干预。面板上布置有各种所需的按钮和开关。有些面板还包括电源控制、主轴及伺服使能控制。机床操作面板如图 1-4 所示。

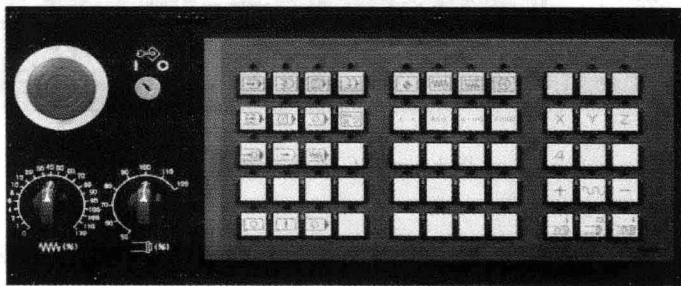


图 1-4 机床操作面板

5. 伺服系统

伺服系统分为进给伺服系统和主轴伺服系统，进给伺服系统主要有进给伺服单元和伺服

进给电动机组成。用于完成刀架和工作台的各项运动。主轴伺服系统用于数控机床的主轴驱动，一般有恒转矩调速和恒功率调速。为满足某些加工要求，还要求主轴和进给驱动能同步控制。伺服系统如图 1-5 所示。

6. 机床本体

机床本体的设计与制造首先应满足数控加工的需要，具有刚度大、精度高、能适应自动运行等特点。现在的伺服电机一般均采用无级调速技术，机床进给运动和主传动的变速机构被大大简化甚至取消。为满足高精度的传动要求，机床进给系统广泛采用滚珠丝杆、滚动导轨等高精度传动件。为提高生产率和满足自动加工的要求，机床还配有自动刀架以及能自动更换工件的自动夹具等，如图 1-6 所示。

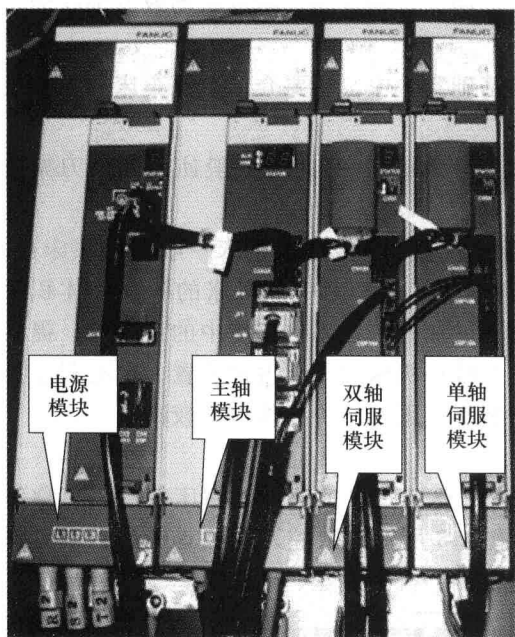


图 1-5 FANUC 系统伺服单元

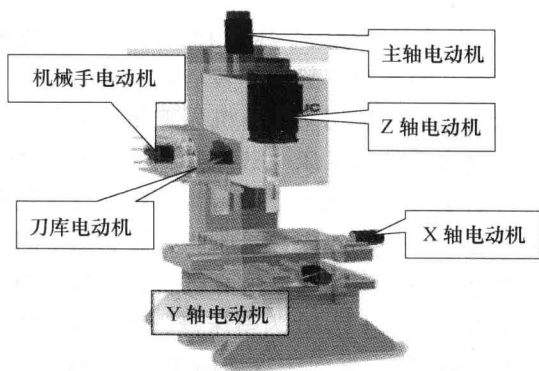


图 1-6 数控机床本体

(二) 数控机床的分类及结构

1. 数控机床的分类

随着数控技术的不断发展，数控机床的类型越来越多，其加工用途、功能特点多种多样，据不完全统计，目前数控机床的品种已达 500 多种。按其实际使用情况主要有两种分类方法：根据加工用途分类和根据控制轨迹分类。

(1) 按加工用途分类 根据加工用途数控机床主要可分如下三类。

1) 切削类数控机床。包括数控车床、数控铣床、数控钻床、数控磨床以及数控加工中心等数控机床。

2) 成型类数控机床。包括数控冲床、数控折弯机、数控旋压机等。

3) 特种加工类数控机床。包括数控激光加工机、数控电火花切割机、数控电火花成型机、数控火焰切割机等。

(2) 按控制轨迹分类 根据数控机床刀具与被加工工件之间的相对运动轨迹，可以把

数控机床分为点控制、线控制和轮廓控制三类。

1) 点控制类机床。主要有数控钻床、数控镗床、数控冲床等,其特点是移动定位时不加工,要求以最快速度从一点运动到另一点,进行准确快速定位,一般来说各坐标轴之间没有严格的相对运动要求。

2) 线控制类机床。线控制类机床是在点控制类基础上,对单个移动坐标轴进行运动速度控制,主要包括用于简单台阶形或矩形零件加工的数控车床、数控铣床和数控磨床等。

3) 轮廓控制类机床。轮廓控制类数控机床也称为连续轨迹控制类数控机床,其特点是对两个或两个以上运动轴的位移和速度,同时进行连续控制,使刀具与工件间的相对运动符合工件表面加工轮廓的要求。目前大多数金属切削机床的数控系统,均是轮廓控制系统。根据其控制坐标轴的数目,可分为二轴联动、二轴半联动、三轴联动、四轴联动或五轴联动。

2. 普通数控机床的结构

数控技术课程实验主要针对普通数控机床,在基础实验中,主要介绍数控车床和数控铣床,也涉及滚齿机床。

1) 数控车床分为平床身和斜床身(包括平床身斜导轨),平床身一般使用四方刀架或排式刀架,斜床身一般使用转塔式刀架。

床身形式的选用主要由机床工作环境和加工范围决定。小型数控车床一般采用平床身,而加工过大零件的机床一般采用斜床身或平床身斜导轨。由于大中型机床的各部件体积很大,特别是刀塔体积大,采用斜导轨可以克服重力,增加机床在恶劣环境中的稳定性,提高机床精度。另外,斜床身机床能有效利用空间,大大减小机床的平面占地位置,也有利于排屑。因此斜身机床优越于平身机床,但相应的由于其制造困难,价格相应也较高。

本实验中的 FTC20 为斜床身,如图 1-7 所示。

2) 数控铣床根据床身结构通常分为立式和卧式两类,立式机床可做钻床使用,又称钻铣床。卧式机床可做镗床使用,故又称镗铣床。如图 1-8 所示为数控万能工具铣床,既可作卧铣,也可作立铣。立铣适用范围较广,可使用立铣刀、机夹刀盘、钻头。



图 1-7 FTC-20 数控车床

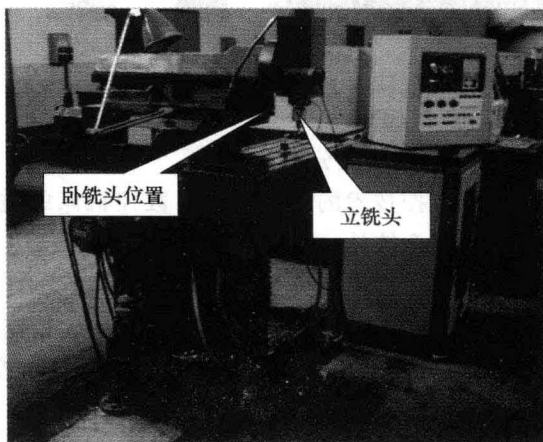


图 1-8 万能工具铣床

三、实验用数控机床及数控系统

(一) ZJK7532 数控钻铣床

ZJK7532 数控钻铣床，是三轴联动的经济型机床，该机床既可实现钻削、铣削、镗孔、铰孔，又可进行各种复杂曲面零件（如凸轮、样板、冲模、弧形槽等）的自动加工。由于机床具有较高的定位基准和重复定位精度，加工时不需要模具，就能保证加工精度，提高了生产率，具有较高的性能价格比。该机床原系统为华中 1 型数控系统，随着数控技术的不断更新换代，为了让学生紧跟数控技术发展的步伐，已用华中 8 型数控系统改造了原机床，改造后的铣床如图 1-9 所示。

机床规格及参数见表 1-1。

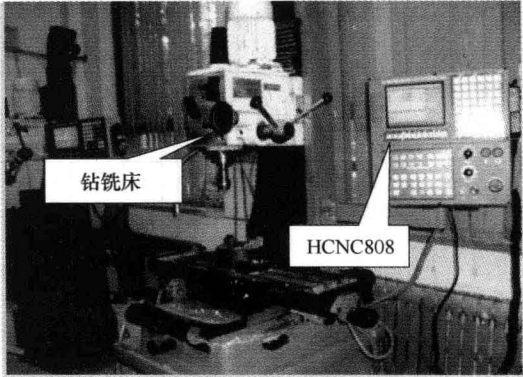


图 1-9 配备华中 8 型系统的数控钻铣床

表 1-1 机床规格及技术参数

名称	单位	参数	名称	单位	参数
工作台面宽度 × 长度	mm	300 × 1000	主轴转速级数		6 级
最大钻孔直径	mm	32	主轴转速范围	r/min	85 ~ 1600
最大平铣刀直径	mm	63	X、Y、Z 轴交流伺服电动机	kW	1.5
最大立铣刀直径	mm	28	主轴电动机功率	kW	0.85
主轴锥孔		NO. 3	主轴电动机转速	r/min	1420 或 2800
工作台 X 轴行程	mm	600	冷却泵电动机	W	1420 或 2800
工作台 Y 轴行程	mm	300	机床外形尺寸	mm	1252 × 1382 × 2090
工作台 Z 轴行程	mm	500	机床净重	kg	1600

机床控制用电气原理图如图 1-10 所示。

(二) 华中 8 型数控系统简介

华中 8 型数控系统构成如图 1-11 所示。

该系列产品是全数字总线式高档数控装置，采用模块化、开放式体系结构，基于具有自主知识产权的 NCUC 工业现场总线技术。支持总线式全数字伺服驱动单元和伺服电动机，支持总线式远程 I/O 单元，集成手持单元接口，采用电子盘程序存储方式，支持 CF 卡、USB、以太网等程序扩展和数据交换功能。采用 8.4'LED 液晶显示屏，主要应用于数控车削中心、多轴联动数控机床。

产品特点。真彩图形界面设计，支持多轴多通道、梯形图在线监控和编辑、线框图的保存（界面任意切换，图形不丢失）等功能。

华中 8 系列继承了华中 21 系列强大的宏程序功能，并且有进一步的扩展，用户可以使用更多的变量、函数，同时增加了用户宏程序模态调用等一系列高级功能。

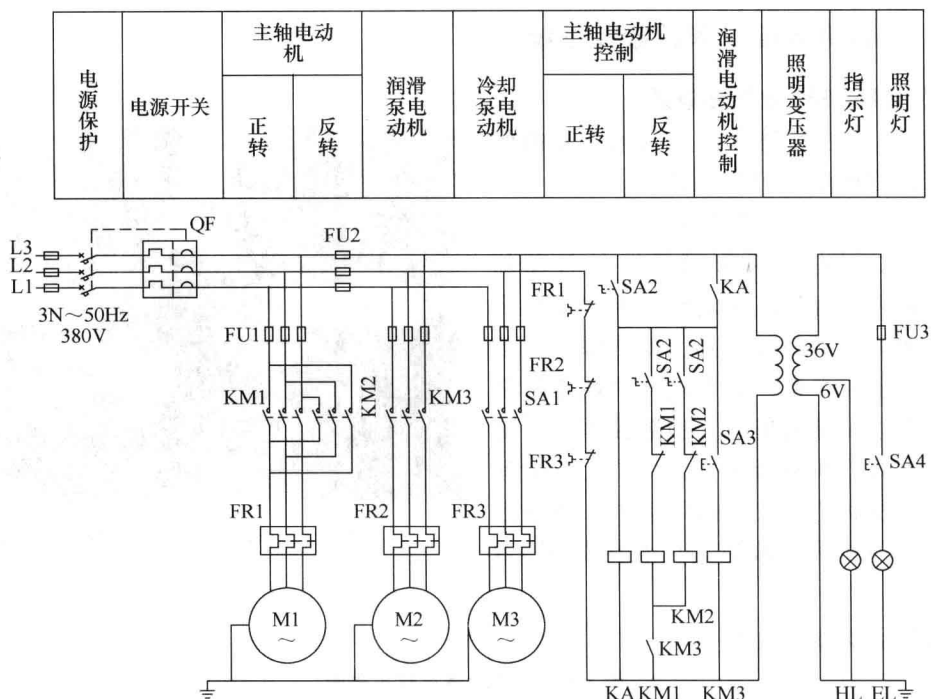


图 1-10 数控钻铣床电气控制原理图

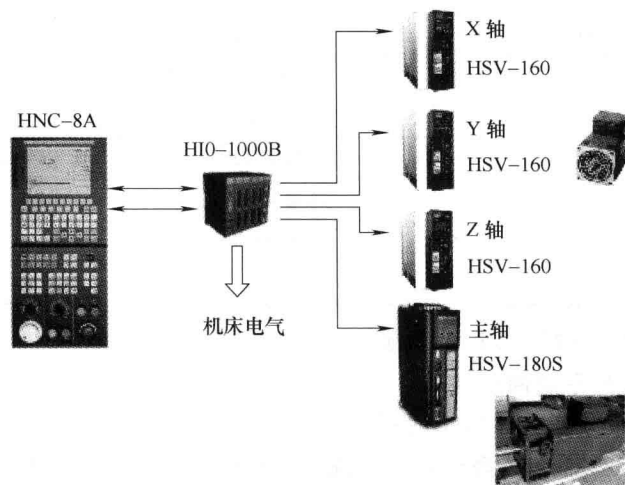


图 1-11 华中 8 型数控系统构成

支持龙门轴同步、动态轴释放/捕获、通道间同步等功能。

简化编程功能，能够实现镜像、缩放、旋转、直接图样尺寸编程等。

功能齐全，可实现各种内置循环。

和现有流行数控系统相比，华中 8 型高档数控系统具有以下三个创新点。

1) 采用嵌入式一体化硬件结构，实现了 NC 与 PC 一体化，显著降低了系统功耗，提高了可靠性。

2) 基于多 CPU 的数控装置硬件平台, 实现了系统硬件可置换, 软件可跨平台的功能。

3) 模块化、层次化的开放式数控系统平台, 强大的二次开发功能。

华中 8 型对机床厂和用户个性化产品开放, 对特殊用户工艺集成开放, 对大学的创新性技术开发研究开放, 其有助于国产数控系统的共同研究、应用和推广。

四、华中 8 型数控系统及数控钻铣床操作

(一) 上电、关机及急停

1. 上电

操作步骤:

- 1) 检查机床状态是否正常。
- 2) 检查电源电压是否符合要求, 接线是否正确。
- 3) 按下 [急停] 按钮。
- 4) 机床上电。
- 5) 数控上电。
- 6) 检查面板上的指示灯是否正常。

接通数控装置电源后, 系统自动运行系统软件。此时, 工作方式为“急停”。

2. 复位

系统上电进入软件操作界面时, 初始工作方式显示为“急停”, 为运行控制系统, 需右旋并拔起操作台右下角的 [急停] 按钮使系统复位, 同时接通伺服电源。系统默认进入“回参考点”方式, 软件操作界面的工作方式变为“回零”。

3. 返回机床零点

控制机床运动的前提是建立机床坐标系。为此, 系统接通电源、复位后首先应进行机床各轴回参考点。

(1) 回参考点操作

1) 如果系统显示的当前工作方式不是回零方式, 按一下控制面板上面的 [回参考点] 按键, 确保系统处于“回零”方式。

2) 通常应先进行 Z 轴回参考点, 按一下 [Z+] 键 (“回参考点方向”为“+”), Z 轴回到参考点后, [Z+] 按键内的指示灯亮。

3) 用同样的方法使用 [X+]、[Y+] 按键, 使 X、Y 轴回参考点。所有轴回参考点后, 即建立了机床坐标系。

(2) 注意事项

1) 在每次电源接通后, 必须先完成各轴的返回参考点操作, 然后再进入其他运行方式, 以确保各轴坐标的正确性。

2) 同时按下轴方向选择按键 [X+, Y+, Z+], 可使轴 (X, Y, Z) 同时返回参考点。此时, 应注意刀具和工件夹具的可能碰撞。

3) 在回参考点前, 应确保回零轴位于参考点的“回参考点方向”相反侧 (例如: 若 X 轴的回参考点方向为负, 则回参考点前, 应保证 X 轴当前位置在参考点的正向侧); 否则应手动移动该轴直到满足此条件。

4) 在回参考点过程中, 若出现超程, 请按住控制面板上的 [超程解除] 按键, 向相反

方向手动移动该轴使其退出超程状态。

5) 系统各轴回参考点后,在运行过程中只要伺服驱动装置不出现报警,其他报警都不需要重新回零(包括按下急停按钮)。

6) 在回参考点过程中,如果在按下参考点开关之前按下[复位]键,则回零操作被取消。

7) 在回参考点过程中,如果在按下参考点开关之后按下[复位]键,按此键无效,不能取消回零操作。

4. 急停

机床运行过程中,在危险或紧急情况下,按下[急停]按钮,数控系统即进入急停状态,伺服进给及主轴运转立即停止工作(控制柜内的进给驱动电源被切断);松开[急停]按钮(右旋此按钮,自动跳起),系统进入复位状态。

解除急停前,应先确认故障原因是否已经排除,而急停解除后,应重新执行回参考点操作,以确保坐标位置的正确性。

注意:在上电和关机之前应按下[急停]按钮以减少设备电冲击。

5. 超程解除

在伺服轴行程的两端各有一个极限开关,作用是防止伺服碰撞而损坏。每当伺服碰到行程极限开关时,就会出现超程。当某轴出现超程([超程解除]按键内指示灯亮)时,系统紧急停止,要退出超程状态时,可进行如下操作。

1) 置工作方式为[手动]或[手摇]方式。

2) 一直按压着[超程解除]按键(控制器会暂时忽略超程的紧急情况)。

3) 在[手动]、[手摇]方式下,使该轴向相反方向退出超程状态。

4) 松开[超程解除]按键。若显示屏上运行状态栏“运行正常”取代了“出错”,表示恢复正常,可以继续操作。

注意:在操作机床退出超程状态时,请务必注意移动方向及移动速率,以免发生撞机。

6. 关机

操作步骤:

1) 按下控制面板上的[急停]按钮,断开伺服电源。

2) 断开数控电源。

3) 断开机床电源。

(二) 机床手动操作

机床手动操作主要通过手持单元和机床控制面板实现。本实验要求的手动操作,主要包括以下内容。

1. 手动控制机床坐标轴

手动控制机床坐标轴即手动进给,其操作由手持单元和机床控制面板上的方式选择、轴手动、增量倍率、进给修调、快速修调等按键共同完成。

按[手动]按键(指示灯亮),系统处于手动运行方式,在手动方式下,可以实现机床坐标轴的点动移动、快速移动、修调和用手轮进给。

(1) 点动坐标轴 以点动移动X轴为例。按下[X+]或[X-]按键(指示灯亮),X轴将产生正向或负向连续移动;松开按键(指示灯灭),X轴即减速停止。

用同样的操作方法,可使 Y、Z 轴产生正向或负向连续移动。

在手动运行方式下,同时按压 X、Y、Z 方向的轴手动按键,能同时手动控制 X、Y、Z 坐标轴连续移动。

(2) 手动快速移动 在手动进给时,若同时按压[快进]按键,则产生相应轴的正向或负向快速运动。

(3) 进给修调 在自动方式或 MDI 运行方式下,当 F 代码编程的进给速度偏高或偏低时,可手动旋转进给修调波段开关,修调程序中编制的进给速度。修调范围为 0 ~ 120%。在手动连续进给方式下,也可以修调进给速度,图 1-12 所示为手动调节进给速率的波段开关。

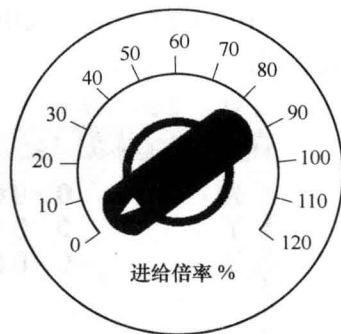


图 1-12 进给倍率开关

(4) 手轮进给 当手持单元的坐标轴选择波段开关置于[X]、[Y]、[Z]挡时,按控制面板上的[增量]按键(指示灯亮),系统处于手轮进给方式,可用手轮进给机床坐标轴。

以 X 轴手摇进给为例。先将手持单元的坐标轴选择波段开关置于[X]挡,然后顺时针/逆时针旋转手摇脉冲发生器一格,可控制 X 轴向正向或负向移动一个增量值。

用同样的操作方式使用手持单元,可以控制 Y/Z 轴向正向或负向移动一个增量值。

注意:手摇进给方式每次只能增量进给一个坐标轴。手摇进给的增量值(手摇脉冲发生器每转一格的移动量)由手持单元的增量倍率波段开关[$\times 1$]、[$\times 10$]、[$\times 100$]控制。

2. 手动控制主轴

手动主轴控制由机床控制面板上的主轴手动控制按键完成。在手动方式下,按[主轴正转]按键(指示灯亮),主轴电动机以机床参数设定的转速正转,直到按下[主轴停止]按键。按[主轴反转]按键(指示灯亮),主轴电动机以机床参数设定的转速反转,直到按下[主轴停止]按键(指示灯亮),主轴电动机停止运转。

注意:[主轴正转]、[主轴反转]、[主轴停止]这几个按键互锁,即按其中一个(指示灯亮),其余两个会失效(指示灯灭)。

3. 机床锁住

机床锁住禁止机床所有运动。

(1) 机床锁住 在手动运行方式下,按[机床锁住]按键(指示灯亮),此时再进行手动操作,显示屏上的坐标轴位置信息变化,但不输出伺服轴的移动指令,所以机床停止不动。

(2) Z 轴锁住 该功能用于禁止进刀。在只需要校验 XY 平面的机床运动轨迹时,可以使用“Z 轴锁住”功能。在手动方式下,按[Z 轴锁住]按键(指示灯亮),再切换到自动方式运行加工程序,Z 轴坐标位置信息变化,但 Z 轴不进行实际运动。

注意:[机床锁住]按键和[Z 轴锁住]按键在手动方式下有效,在自动方式下无效。

4. 其他手动操作

(1) 冷却起动与停止 在手动方式下,按[冷却]按键,切削液开(默认值为切削液关),再按一下为切削液关,如此循环。

(2) 工作灯 在手动方式下, 按 [工作灯] 按键, 打开工作灯 (默认值为关闭); 再按一下为关闭工作灯。

(3) 自动断电 在手动方式下, 按 [自动断电] 按键, 当程序出现 M30 时, 在定时器定时结束后机床自动断电。

5. 手动数据输入 (MDI) 运行

按 MDI 主菜单键进入 MDI 功能, 用户可以从 NC 键盘输入并执行一行或多行 G 代码指令段, 如图 1-13 所示。

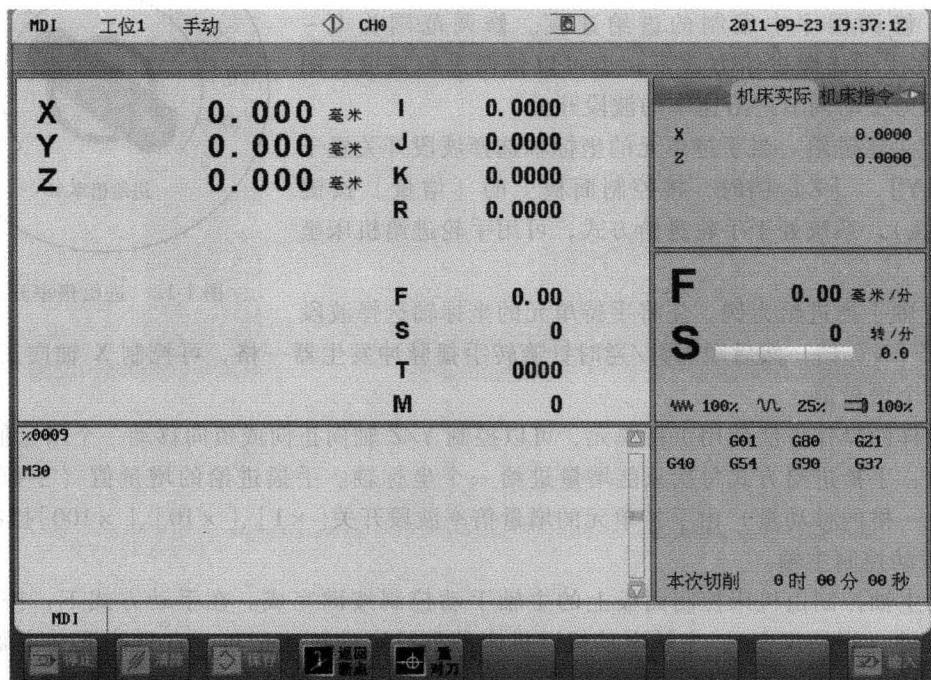


图 1-13 MDI 运行图

(1) 输入 MDI 指令段 MDI 输入的最小单位是一个有效指令字。因此, 输入一个 MDI 运行指令段可以有下列两种方法。

- 1) 一次输入, 即一次输入多个指令字的信息。
- 2) 多次输入, 即每次输入一个指令字信息。

例如, 要输入 “G00 X100 Z1000” MDI 运行指令段, 直接输入 “G00 X100 Z1000”, 然后按 “输入” 键, 则显示窗口内关键字 X、Z 的值将分别变为 100、1000。

在输入命令时, 可以看见输入的内容, 如果发现输入错误, 可用 [BS]、[▶] 和 [◀] 键进行编辑; 按 “输入” 键后, 系统发现输入错误, 会提示相应的错误信息, 此时可按 “清除” 键将输入的数据清除。

(2) 运行 MDI 指令段 操作步骤为: 在输入完一个 MDI 指令段后, 按一下操作面板上的 “循环启动” 键, 系统即开始运行所输入的 MDI 指令。

如果输入的 MDI 指令信息不完整或存在语法错误, 系统会提示相应的错误信息, 此时不能运行 MDI 指令。

注意:

- 1) 系统进入 MDI 状态后, 标题栏出现“MDI 状态”图标。
- 2) 从 MDI 切换到非程序界面时仍处于 MDI 状态。
- 3) 自动运行过程中, 不能进入 MDI 方式, 可在进给保持后进入。
- 4) MDI 状态下, 按“复位”键, 系统则停止并清除 MDI 程序。

(三) 程序编辑、管理及运行

本实验主要练习在程序主菜单下对零件程序进行编辑、存储及运行等操作。

1. 程序选择

(1) 选择文件 程序类型(来源)分为内存程序与交换区程序。内存程序是一次性载入内存中的程序, 选中执行时直接从内存中读取; 交换区程序是选中执行时载入交换区的程序, 主要支持超大程序的运行。

内存程序最大行数为 120 000 行, 超过该行数限制的程序将被识别为交换区程序。如果程序内存已满, 则即使程序总行数小于 120 000 行也将被识别为交换区程序。如果程序内存已满, 则不允许前台新建程序, 后台新建程序将被识别为交换区程序。

注意:

- 1) 由于系统交换区只有 1 个, 因此在多通道系统中同一时刻只允许运行一个交换区程序。
- 2) 交换区程序不允许进行前台编辑。
- 3) U 盘程序类型只能是交换区程序。

在程序主菜单下按“选择”对应功能键, 将出现如图 1-14 所示的界面。

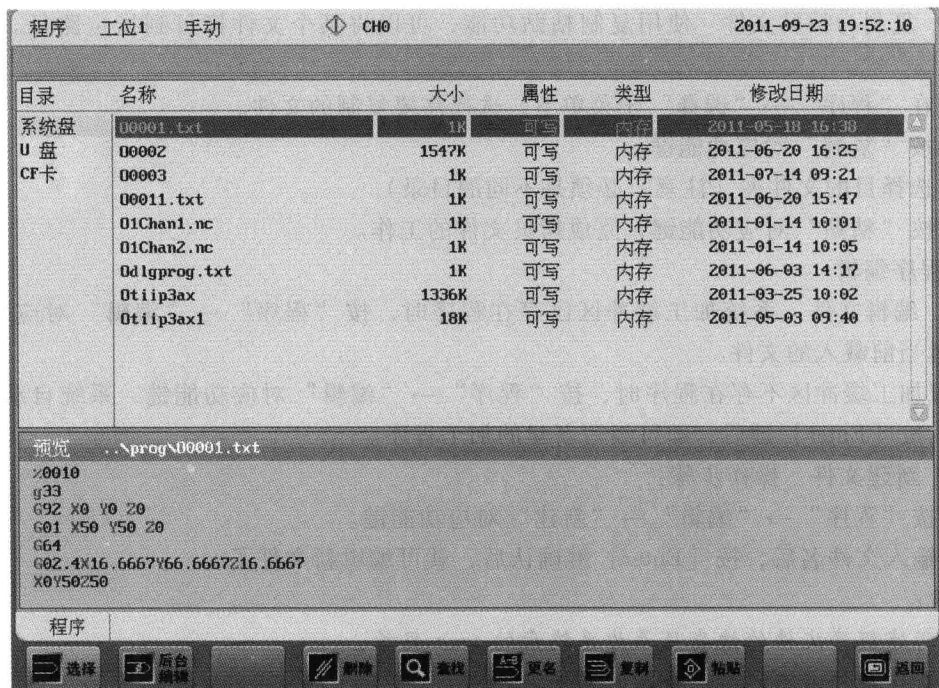


图 1-14 程序选择界面