



数控实训教程

主 编 方立志 王青云 邹本学

副主编 张英波

CNC Training Tutorials



数控实训教程

主 编 方立志 王青云 邹本学

副主编 张英波

主 审 李新生 陈 伟

编 写 谢 犇 孙金华 刘逢春

图书在版编目(CIP)数据

数控实训教程 / 方立志, 王青云, 邹本学主编. —
镇江: 江苏大学出版社, 2011. 11
ISBN 978-7-81130-275-2

I. ①数… II. ①方… ②王… ③邹… III. ①数控机
床—高等学校—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 226052 号

数控实训教程

主 编/方立志 王青云 邹本学
副 主 编/张英波
责任编辑/张静文
出版发行/江苏大学出版社
地 址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编: 212003)
电 话/0511-84443089
排 版/镇江文苑制版印刷有限责任公司
印 刷/丹阳市教育印刷厂
经 销/江苏省新华书店
开 本/718 mm×1 000 mm 1/16
印 张/12.5
字 数/23 千字
版 次/2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷
书 号/ISBN 978-7-81130-275-2
定 价/25.00 元

如有印装质量问题请与本社发行部联系(电话:0511-84440882)

前 言

为适应职业技术学校课程体系改革的需要,突出实习、实训等实践教学环节在课程教学过程的重要作用,强化对学生能力的培养,使学生适应未来工作岗位对从业人员的能力要求,特编写本实训指导教程。

本书以广州数控系统为例,讲述数控车床和数控铣床的操作。编写本书的目的在于提高学生的操作技能,同时掌握数控仿真软件的运用技巧,使学生能够适应当前职业学校数控技能等级考试的需要。本教程适于数控实践教学环节,教师可根据不同专业不同学制的学生实践内容和要求适当选择。

本书采用学校与企业合作编写的方式,由黄石职业技术学院方立志、张英波、王青云、李新生、谢霖、孙金华、刘逢春以及黄石锻压设备有限公司的邹本学、陈伟共同完成。在编写过程中,参阅了大量的文献,引用了同类书刊中的一些资料,并与黄石锻压设备有限公司数控技术人员多次研讨最终定稿,在此对他们表示谢意!

因本书所涉范围广泛,错误和不足之处在所难免,恳请读者和同行批评指正。

编 者
2011.8

目 录

模块一 GSK980TD 数控车床基本操作

- 课题一 数控车床基本知识 / 1
- 课题二 数控车床面板功能 / 4
- 课题三 数控车床程序输入 / 14
- 课题四 数控车床程序编制基础 / 17

模块二 轴类零件加工

- 课题一 数控车床基本编程指令 / 22
- 课题二 数控车床简单阶梯轴加工 / 29
- 课题三 数控车床槽加工和螺纹加工 / 32

模块三 数控车床成型面类零件加工

- 课题一 数控车床圆弧面零件加工 / 41
- 课题二 数控车床综合零件加工 / 44

模块四 GSK21M 数控铣床基本操作

- 课题一 数控铣床基本知识 / 61
- 课题二 数控铣床基本操作 / 69
- 课题三 数控铣床加工坐标系建立 / 77
- 课题四 数控铣床程序的输入、编辑与调用 / 80
- 课题五 数控铣床常用编程指令 / 89
- 课题六 数控铣床孔加工固定循环指令 / 101
- 课题七 综合练习 / 114

模块五 数控加工仿真系统

课题一 数控加工仿真系统基本操作 / 126

课题二 数控铣床仿真系统的使用 / 129

课题三 数控车床仿真系统的使用 / 138

模块六 电火花线切割机床操作

课题一 线切割机床基本知识 / 145

课题二 线切割机床编程软件的使用 / 157

课题三 线切割机床基本操作 / 166

课题四 CAXA 线切割软件使用 / 172

课题五 线切割机床手工编程 / 178

课题六 电火花成型机床基本操作 / 182

附录 报警一览表

模块一 GSK980TD 数控车床基本操作

课题一 数控车床基本知识



学习目标

- ① 了解数控车床工作原理。
- ② 了解数控车床组成。
- ③ 了解数控车床加工范围。

一、数控车床概述

随着工业生产和科学技术的日益发展,产品的种类越来越多,零件的形状越来越复杂,对加工质量的要求也越来越高,因而对加工设备提出了更多的要求。通用机床自动化程度不高,基本上由人工操作,难以提高生产率和保证产品质量;而数控机床是一种高效的自动化加工设备,它能严格按照加工程序,自动对被加工工件进行加工,这样就缩短了新产品的开发周期,解决了复杂形面零件的加工自动化问题并保证了产品质量。数控车床作为使用最广泛的一类数控机床,主要用于加工多品种、中小批量、产品更新频繁和形状复杂的轴类、盘类、孔类、端面类等回转体零件。

二、数控车床工作原理

数控车床的工作原理是用代码化的数字信息将刀具移动的信息记录在程序介质上,然后输入数控系统,经过译码、运算控制机床的刀具与工件的相对运动,从而加工出形状、尺寸与精度符合要求的零件。在数控车床上加工零件要经过以下几个阶段:

① 编程准备阶段。分析待加工零件图纸,确定合理的加工工艺,包括加工的步骤、刀具的轨迹及切削参数(背吃刀量、转速、进给量),并准备好刀具和夹具。

② 编程阶段。根据零件图纸和加工工艺计算出编程所需数据,用机床数控系统能识别的指令编写数控加工程序(程序就是对加工工艺过程的描述)。

③ 加工准备阶段。包括程序的输入和调试、装夹工件及对刀等。

④ 加工阶段。当执行程序时,机床系统进行程序译码和运算,向机床伺服系统发出运动指令,以驱动机床的运动部件,自动完成对零件的加工。

数控车床工作流程如图 1-1-1 所示。

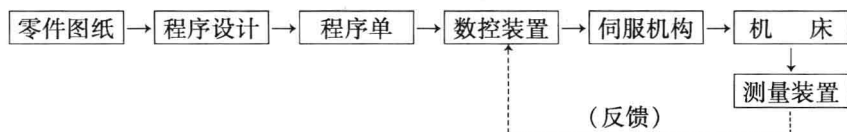


图 1-1-1 数控车床工作流程图

三、数控车床的组成

数控车床大体上可分为数控系统和机床本体两大部分。

1. 数控系统

数控系统主要由输入输出装置、数控装置(CNC)、伺服单元、驱动装置、可编程控制器(PLC)、检测反馈装置及相应的软件组成。

① 输入输出装置。输入装置的作用是将程序载体上的数控代码变成相应的电脉冲信号,传送并存入数控装置内。输入装置包括键盘、磁盘驱动器、光电阅读机等;输出装置通常为显示器,其作用是为操作人员提供必要的信息。

② 数控装置。数控装置是数控系统的核心,它将输入装置送来的脉冲信号进行编译、运算和逻辑处理后,输出各种信号和指令,控制机床的各个部分,使其进行规定的、有序的动作。

③ 伺服单元。伺服单元是数控装置与机床本体的联系环节,它接收来自数控装置的速度和位移指令,这些指令经变换和放大后通过驱动装置转变成执行部件进给的速度、方向和位移。

④ 驱动装置。驱动装置把经过放大的指令信号变为机械运动,通过机械连接部件驱动机床的溜板箱和刀架,使其精确定位或按规定的轨迹做严格的运动,加工出符合要求的零件。驱动装置有步进电动机、伺服电动机等。

⑤ 可编程控制器。可编程控制器(PLC)主要完成与逻辑运算有关的一些功能,没有轨迹上的具体要求。它接收 CNC 的控制代码,如辅助功能、主轴

转速、选刀及换刀等顺序动作信息,然后对顺序动作信息进行译码,转换成对应的控制信号,由控制辅助装置完成机床相应的开关动作。它还接收机床操作面板的指令,一方面直接控制机床的动作,另一方面将一部分指令送往数控装置,用于加工过程的控制。

⑥ 检测反馈装置。检测反馈装置用于检测机床的运动和定位误差,并传送给控制系统,使其修正偏差,从而提高加工精度。

目前国内外常用的数控系统种类主要有 FANUC、SIEMENS、大森、华中数控、广州数控等。

2. 机床本体

机床本体即数控车床的机械部分,包括主轴箱、进给机构、刀架、床身及冷却润滑装置等。数控车床机械部分的组成与普通车床相似,但由于数控车床的高速度、高精度、大切削量和连续加工的要求,其机械部件在精度、刚度、抗震性等方面要求更高。

① 主轴箱是车床传递动力的装置,主轴电机的动力通过皮带、变速齿轮传递给主轴,驱动装夹在主轴头部的工件运转。通常,主轴电机的转动经过齿轮变速后可以得到多种输出转速。

② 进给机构用于实现刀具相对于工件位置的运动,它有横、纵两个方向的水平进给,横向进给机构通常又称为溜板箱。两个进给运动通常采用交流伺服电机驱动滚珠丝杠的传动结构,可实现平面连续轨迹运动。

③ 刀架用于安装和支撑刀具,加工中可自动回转换刀,其转位迅速,定位精确。

④ 尾架用于支撑较长零件或进行转、铰孔的加工。

⑤ 床身起连接和支撑车床各部件的作用。

⑥ 工件在进行加工时会产生大量的热,具有相对运动的部位还存在摩擦力,因此需要冷却润滑装置。



思考与练习

1. 数控车床的工作原理是什么?
2. 数控车床由哪几部分组成?
3. 数控车床加工内容有哪些?
4. 常用数控系统有哪些?

课题二 数控车床面板功能



学习目标

- ① 掌握广州 GSK980TD 数控车床面板功能。
- ② 掌握车床安全操作规程。
- ③ 熟悉数控车床日常维护及保养。

一、GSK980TD 数控车床特点

GSK980TD 车床数控系统,是广州数控设备有限公司研制的经济与普及型数控系统。作为经济与普及型数控系统的升级换代产品,GSK980TD 系统具有以下特点:

- ① 采用 32 位 CPU,CPLD 硬件插补技术,实现高速 μm 级控制;
- ② 采用四层线路板,集成度高,系统工艺结构合理,可靠性高;
- ③ 液晶(LCD)中文显示,界面友好,操作方便;
- ④ 加减速可调,可配套步进驱动单元或伺服驱动单元;
- ⑤ 可变电子齿轮比,应用方便。

二、数控系统操作面板说明

GSK980TD 的 LCD/MDI 面板见图 1-2-1。

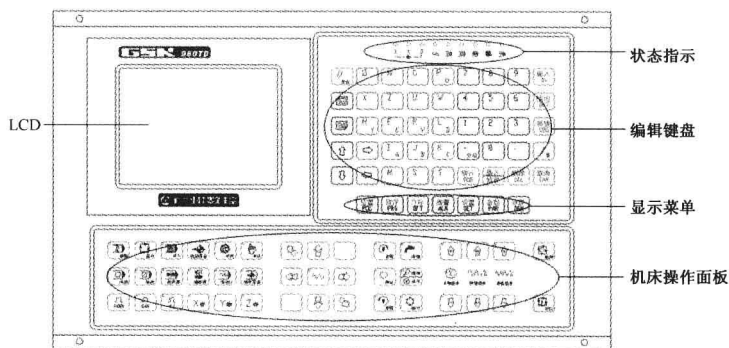


图 1-2-1 GSK980TD 的 LCD/MDI 面板

1. 显示菜单键

显示菜单键是用于选择各种显示界面的。GSK980TD 共有 7 种显示界面:位置、程序、刀补、报警、设置、参数、诊断。

各种显示界面解释如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 显示界面的功能

菜单键	备 注
	进入位置界面。位置界面有相对坐标、绝对坐标、综合坐标、坐标 & 程序等四个页面。
	进入程序界面。程序界面有程序内容、程序目录、程序状态三个页面。
	进入刀补界面、宏变量界面(反复按键可在两界面间转换)。刀补界面可显示刀具偏值;宏变量界面显示 CNC 宏变量。
	进入报警界面。报警界面有 CNC 报警、PLC 报警两个页面。
	进入设置界面、图形界面(反复按键可在两界面间转换)。设置界面有开关设置、数据备份、权限设置;图形界面有图形设置、图形显示两页面。
	进入状态参数、数据参数、螺补参数界面(反复按键可在各界面间转换)。
	进入诊断界面、PLC 状态、PLC 数据、机床软面板、版本信息界面(反复按键可在各界面间转换)。诊断界面、PLC 状态、PLC 数据显示、CNC 内部信号状态、PLC 各地址、数据的状态信息;机床软面板可进行机床软键盘操作;版本信息界面显示 CNC 软件、硬件及 PLC 的版本号。

2. 编辑键盘

编辑键盘说明见 1-2-2。

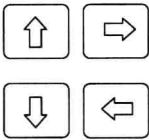
表 1-2-2 编辑键盘功能说明

按 键	名 称	功能说明
	复位键	CNC 复位,进给、输出停止等

续表

按 键	名 称	功能说明
O N G X Z U W M S T、	地址键	地址输入
H Y F E R V L D P Q I A J B K C		双地址键,反复按键可在两者间切换
- 空格 / #	符号键	双地址键,反复按键可在两者间切换
7 8 9 4 5 6 1 2 3 0	数字键	数字输入
.	小数点	小数点输入
输入 IN	输入键	参数、补偿量等数据输入的确定
输出 OUT	输出键	启动通信输出
转换 CHG	转换键	信息、显示的切换
插入 修改 删除 DEL 取消 CAN	编辑键	编辑时程序、字段等的插入、修改、删除 (插入 修改 为复合键,反复按键可在两功能间切换)

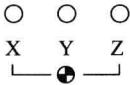
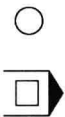
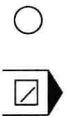
续表

按 键	名 称	功能说明
	EOB 键	程序段结束符的输入
	光标移动键	控制光标移动
	翻页键	同一显示界面上下页面的切换

3. 状态指示

状态指示的说明见表 1-2-3。

表 1-2-3 状态指标

符 号	名 称	符 号	名 称
	X, Z 轴回零结束指示灯		快速指示灯
	单段运行指示灯		程序段选跳指示灯
	机床锁指示灯		辅助功能锁指示灯
	空运行指示灯		

三、机床操作面板

机床操作面板上的各功能键如表 1-2-4 所示。

表 1-2-4 操作面板功能键

按 键	名 称	功能说明	功能有效时操作方式
	进给保持键	程序、MDI 指令运行暂停	自动方式、录入方式
	循环启动键	程序、MDI 指令运行启动	自动方式、录入方式
  进给倍率	进给倍率键	进给速度的调整	自动方式、录入方式、编辑方式、机械回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
  快速倍率	快速倍率键	快速移动速度的调整	自动方式、录入方式、机械回零、手动方式、程序回零
  主轴倍率	主轴倍率键	主轴速度调整(主轴转速模拟量控制方式有效)	自动方式、录入方式、编辑方式、机械回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	手动换刀键	手动换刀	机械回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	点动开关键	主轴点动状态开/关	机械回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	润滑开关键	机床润滑开/关	
	冷却液开关键	冷却液开/关	自动方式、录入方式、编辑方式、机械回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零

续表

按 键	名 称	功能说明	功能有效时操作方式
 正转  停止  反转	主轴控制键	主轴正转 主轴停止 主轴反转	机械回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	快速开关	快速速度/进给速度切换	自动方式、录入方式、机械回零、手动方式、程序回零
        	手动进给键	手动、单步操作方式 X, Y, Z 轴正向/负向移动	机械回零、单步方式、手动方式、程序回零
 X  Y  Z	手轮控制轴选择键	手轮操作方式 X, Y, Z 轴选择	手轮方式
 0.001  0.01  0.1	手轮/单步增量选择与快速倍率选择键	手轮 每格移动 0.001/ 0.01/0.1 mm 单步 每步移动 0.001/ 0.01/0.1 mm	自动方式、录入方式、机械回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
 单段	单段开关	程序单段运行/连续运行状态切换,单段有效时单段运行指示灯亮	自动方式、录入方式
 跳段	程序段选跳开关	程序段首标有“/”号的程序段是否跳过状态切换,程序段选跳开关打开时,跳段指示灯亮	自动方式、录入方式
 机床锁	机床锁住开关	机床锁住时机床锁住指示灯亮, X, Z 轴输出无效	自动方式、录入方式、编辑方式、机械回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零

续表

按 键	名 称	功能说明	功能有效时操作方式
	辅助功能锁住开关	辅助功能锁住时辅助功能锁住指示灯亮, M、S、T 功能输出无效	自动方式、录入方式
	空运行开关	空运行有效时空运行指示灯点亮, 加工程序/MDI 指令段空运行	自动方式、录入方式
	编辑方式选择键	进入编辑操作方式	自动方式、录入方式、机械回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	自动方式选择键	进入自动操作方式	录入方式、编辑方式、机械回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	录入方式选择键	进入录入 (MDI) 操作方式	自动方式、编辑方式、机械回零、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	机械回零方式选择键	进入机械回零操作方式	自动方式、录入方式、编辑方式、手轮方式、单步方式、手动方式、程序回零
	单步/手轮方式选择键	进入单步或手轮操作方式(两种操作方式由参数选择其一)	自动方式、录入方式、编辑方式、机械回零、手动方式、程序回零
	手动方式选择键	进入手动操作方式	自动方式、录入方式、编辑方式、机械回零、手轮方式、单步方式、程序回零
	程序回零方式选择键	进入程序回零操作方式	自动方式、录入方式、编辑方式、机械回零、手轮方式、单步方式、手动方式

四、数控车床安全操作规程

为正确合理地使用数控车床,保证机床正常运转,必须制定比较完善的数控车床安全操作规程,通常包括以下内容:

- ① 检查电压、气压、油压是否正常(有手动润滑的部位先要进行手动润滑);
- ② 机床通电后,检查各开关、旋钮、按键是否正常、灵活,机床有无异常现象;
- ③ 检查各坐标轴是否回参考点,限位开关是否可靠,若某轴在回参考点前已在参考点位置,应先将该轴沿负方向移动一段距离后,再手动回参考点;
- ④ 机床开机后应空运转 5 min 以上,使机床达到热平衡状态;
- ⑤ 装夹工件时应定位可靠,夹紧牢固,检查所用螺钉、压板是否妨碍刀具运动,以及零件毛坯尺寸是否有误;
- ⑥ 数控刀具选择正确,夹紧牢固;
- ⑦ 首件加工应采用单段程序切削,并随时注意调节进给倍率控制进给速度;
- ⑧ 试切削和加工过程中,刃磨刀具、更换刀具后一定要重新对刀;
- ⑨ 加工结束后应清扫机床并加防锈油;
- ⑩ 停机时应将各坐标轴停在正向极限位置。

五、数控车床日常维护及保养

1. 机床本体日常维护及保养

- ① 保持良好的润滑状态,定期检查、清洗自动润滑系统,增加或更换润滑脂、油液,使丝杠、导轨等各运动部位始终保持良好的润滑状态,以降低机械磨损。
- ② 进行机械精度的检查调整,以减少各运动部件的形位误差。
- ③ 经常清扫。周围环境对数控机床影响较大,例如,粉尘会被电路板上静电吸引而产生短路现象;油、气、水过滤器、过滤网太脏,会发生压力不够、流量不够、散热不好,造成机、电、液部分的故障等。

数控车床日常维护及保养内容见表 1-2-5。