



国家级职业教育规划教材
人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
高等职业院校数控维修专业任务驱动型教材

数控机床电气装调 (广数系统)

SHUKONG JICHUANG DIANQI ZHUANGTIAO (GUANGSHU XITONG)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

国家级职业教育规划教材
人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
高等职业技术学院数控维修专业任务驱动型教材

数控机床电气装调（广数系统）

主 编 胡旭兰

中国劳动社会保障出版社



图书在版编目(CIP)数据

数控机床电气装调. 广数系统/胡旭兰主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2010
高等职业院校数控维修专业任务驱动型教材
ISBN 978-7-5045-8431-1

I. ①数… II. ①胡… III. ①数控机床-电气控制-高等院校: 技术学校-教材 IV. ①
TP659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 167407 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京外文印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.5 印张 2 插页 395 千字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

定价: 29.00 元

读者服务部电话: 010-64929211/64921644/84643933

发行部电话: 010-64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

如有印装差错, 请与本社联系调换: 010-80497374

高等职业技术学院数控维修专业教材 编写委员会

黄 志 孙大俊 胡旭兰 王希波 钱晓平
徐 明 朱慧敏 尤东升 张棉好 焦尼南

《数控机床电气装调（广数系统）》 编审人员

主 编 胡旭兰（广东省技师学院）

副主编 薛 林

参 编 左怀山 张 钧 梁伟国 林丽珊 杨 煦

主 审 汤嘉荣（广州数控设备有限公司）



内 容 简 介

本书为国家级职业教育规划教材。由人力资源和社会保障部教材办公室组织编写，内容涵盖了数控机床装调维修工考证标准，包括：数控机床电气装调基础，主轴驱动系统的电气安装与调试，进给驱动系统的电气安装与调试，换刀装置的电气安装与调试，辅助系统的电气安装与调试，数控车床整机电气装调，以及有关的附录。

本书按照任务驱动的思路组织编写，以“电气安装——PLC 程序设计与分析——参数调整与功能调试”为主线，培养学生的数控机床电气装调能力，围绕这一核心能力精心设计每个教学任务。在教学任务中设计或再现真实的工作情境，有机地融入理论知识和操作技能，激发出学生的学习兴趣；理论知识部分尽量选用图片、照片等表现形式，避免了繁文缛节的文字叙述，技能操作部分采用步骤清晰的操作流程图，符合学生的认知规律，利于学生学习和掌握。

本书为高等职业技术学院数控维修专业教材，也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的相关专业教材，或作为自学用书。



前言

随着数控加工设备的快速发展和日益普及,企业对数控维修人才的需求日益迫切。为满足高等职业技术学院培养高素质、高技能的实用型数控机床维修人才的需要,我办在充分调研的基础上,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业一线专家,开发了高等职业院校数控维修专业系列教材,包括《数控维修识图与公差测量》《机械基础》《数控专业英语》《机床控制与 PLC》《数控机床机械装调》《数控机床电气装调 (FANUC 系统)》《数控机床电气装调 (广数系统)》《数控机床故障诊断与维修》共 8 种。

在教材的编写过程中,我们贯彻了以下编写原则:

第一,力求体现“以职业活动为导向,以职业能力为核心”的指导思想,根据企业的工作实际,从分析数控维修岗位的要求和工作内容入手,并依据国家职业标准《数控机床装调维修工》的要求,精选教材内容。

第二,充分考虑了各个学校教学条件和设备选型的差异,所选用数控设备、数控系统都是我国通用设备和主流系统,可较好地与国内现有数控维修实训平台和数控加工及维修仿真软件衔接,从而节约了教学成本,提高了教学可操作性。

第三,采用任务驱动的编写模式,以企业典型工作任务构建教材结构,有利于激发学生的学习积极性,变被动学习为主动学习,在掌握知识和技能的同时,获得学习的成就感。同时,使抽象的知识变得简单易懂,增强了教材的亲和力。

第四,根据数控加工设备和技术的发展趋势,尽可能多地在教材中充实数控机床维修方面的新知识、新技术、新设备和新工艺,体现教材的先进性。

第五,教材版面新颖,灵活采用图、文、表等各种呈现形式,尽量做到多

图少文、图中嵌文、表中插图，方便学生阅读。

为了方便教学工作的开展，我们还配套开发了相关的习题册、教辅资源（教辅资源可通过出版社网站 <http://www.class.com.cn> 下载），力求为教师提供更好的教学服务。

在教材的编写过程中，得到了有关省市教育部门、人力资源和社会保障部门、高等职业院校和相关企业的大力支持，教材的编审人员做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议。

人力资源和社会保障部教材办公室

2010年3月

目 录

CONTENTS

《国家级职业教育规划教材》

模块一 数控机床电气装调基础	1
课题一 数控机床电气安装布局	2
课题二 数控机床 PLC	14
课题三 数控机床的通信	29
课题四 数控机床参数	45
模块二 主轴驱动系统的电气安装与调试	52
课题一 变极调速驱动系统的电气安装与调试	53
课题二 变频调速驱动系统的电气安装与调试	66
课题三 主轴 PLC 控制	79
课题四 主轴功能调整	89
模块三 进给驱动系统的电气安装与调试	96
课题一 步进伺服驱动系统的电气安装与调试	97
课题二 交流伺服驱动系统的电气安装与调试	110
课题三 进给系统 PLC 控制	126
课题四 进给驱动系统的功能调试	143
模块四 换刀装置的电气安装与调试	160
课题一 刀架的电气安装与故障检修	161
课题二 刀架 PLC 控制与功能调整	169
模块五 辅助系统的电气安装与调试	191
课题一 冷却泵控制	192
课题二 卡盘控制	200
课题三 尾座控制	214
课题四 润滑控制	223

课题五 数控系统其他常用 I/O 功能的装调	238
模块六 数控车床整机电气装调	249
课题 GSK980TD 系统数控车床整机电气装调	250
附录一 输出信号 (Y)	262
附录二 G、F 信号	264
附录三 DT 地址定义	268
附录四 DA98A 型驱动器参数表	269
附录五 双速电机控制的高低速主轴数控车床电气控制原理图 (见文后插页)	

.....	一、
.....	二、
.....	三、
.....	四、
.....	五、
.....	六、
.....	七、
.....	八、
.....	九、
.....	十、
.....	十一、
.....	十二、
.....	十三、
.....	十四、
.....	十五、
.....	十六、
.....	十七、
.....	十八、
.....	十九、
.....	二十、
.....	二十一、
.....	二十二、
.....	二十三、
.....	二十四、
.....	二十五、
.....	二十六、
.....	二十七、
.....	二十八、
.....	二十九、
.....	三十、
.....	三十一、
.....	三十二、
.....	三十三、
.....	三十四、
.....	三十五、
.....	三十六、
.....	三十七、
.....	三十八、
.....	三十九、
.....	四十、
.....	四十一、
.....	四十二、
.....	四十三、
.....	四十四、
.....	四十五、
.....	四十六、
.....	四十七、
.....	四十八、
.....	四十九、
.....	五十、
.....	五十一、
.....	五十二、
.....	五十三、
.....	五十四、
.....	五十五、
.....	五十六、
.....	五十七、
.....	五十八、
.....	五十九、
.....	六十、
.....	六十一、
.....	六十二、
.....	六十三、
.....	六十四、
.....	六十五、
.....	六十六、
.....	六十七、
.....	六十八、
.....	六十九、
.....	七十、
.....	七十一、
.....	七十二、
.....	七十三、
.....	七十四、
.....	七十五、
.....	七十六、
.....	七十七、
.....	七十八、
.....	七十九、
.....	八十、
.....	八十一、
.....	八十二、
.....	八十三、
.....	八十四、
.....	八十五、
.....	八十六、
.....	八十七、
.....	八十八、
.....	八十九、
.....	九十、
.....	九十一、
.....	九十二、
.....	九十三、
.....	九十四、
.....	九十五、
.....	九十六、
.....	九十七、
.....	九十八、
.....	九十九、
.....	一百、

模块一

数控机床电气装调基础

数控机床是高精度和高生产率的自动化加工机床，数控车床是目前使用较为广泛的数控机床，图 1—1—1 所示为某种数控车床。与普通机床相比，数控机床的机械部件传动结构较为简单，但精度、抗振性和刚度要求更高，而且其传动和变速系统要便于实现自动化控制。数控机床的高自动化，是由其高度发展的电气控制系统实现的，其电气安装、调试与普通机床差别较大。

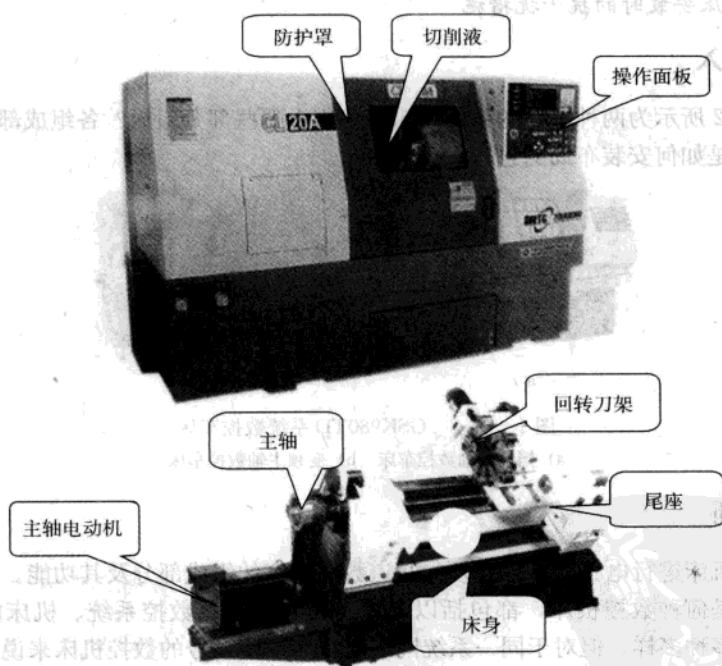


图 1—1—1 数控机床

数控机床机械本体部分制造好之后，需安装上电气控制系统，待电气控制系统安装完毕之后，再进行机电联调。熟悉并掌握数控机床的电气连接与调试方法，对于理解数控机床的控制原理，对机床进行故障诊断与维修都很重要。数控机床的电气装调是从事数控机床调试

与安装工作的技术人员的必备基础知识,本模块以 GSK980TD 系统数控车床为载体,主要完成:数控机床的组成及数控车床整体的电气安装布局介绍,数控机床 PLC 控制原理分析,数控机床的通信介绍,数控机床参数的调出、显示与修改。

课题一 数控机床电气安装布局

能力目标

1. 了解数控机床的组成及各部分功能,掌握 GSK980TD 数控系统的组成
2. 了解 GSK980TD 数控系统接口布局
3. 分辨各接口的接插件及各部分的连接关系
4. 正确焊接数控系统 I/O 信号线
5. 能正确安装电柜
6. 熟悉机床安装时的抗干扰措施



任务引入

图 1—1—2 所示为两种不同的数控车床,它们由哪些部分组成?各组成部分具有哪些功能?电气部分是如何安装布局的?

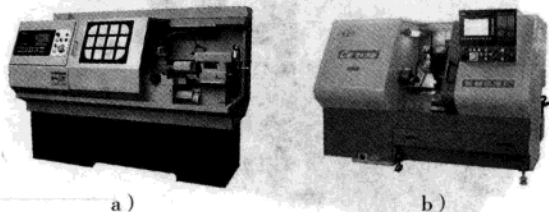


图 1—1—2 GSK980TD 系统数控车床

a) 挡位主轴数控车床 b) 变频主轴数控车床



任务分析

要对数控机床进行电气安装,必须先知道数控机床的组成部分及其功能。数控机床种类繁多,但不论是何种数控机床,都包括以下基本组成部分:数控系统、机床电气、机床本体。数控系统多种多样,但对于同一系统同一用途而不同型号的数控机床来说,其电气安装布局大体相似。本课题以 GSK980TD 系统数控车床为载体,具体任务为:掌握数控机床的组成及工作原理→掌握数控机床电气控制系统的组成→掌握接口布局及总体连接→能正确分辨各接口→会焊接数控系统 I/O 信号线→能正确安装电柜→熟悉机床安装时的抗干扰措施,从而完成对 GSK980TD 车床数控系统电气安装布局等的总体认知,为实施后续数控机床各部分的电气装调任务打基础。



相关知识

一、数控机床的组成及工作原理

数控机床 (Numerical Control Machine Tools, NCMT) 是指采用数字控制技术对机床的加工过程进行自动控制的一类机床。数控机床由输入/输出 (I/O) 装置、数控装置、辅助控制装置、伺服驱动系统、检测反馈系统、机床本体等组成, 如图 1-1-3 所示。

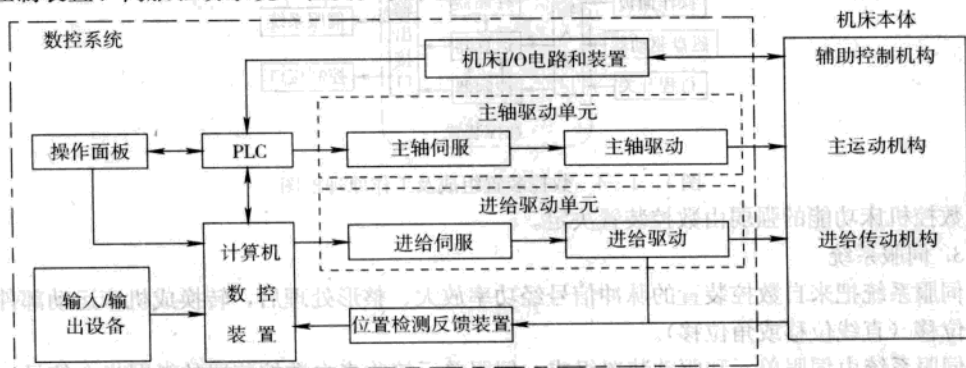


图 1-1-3 数控机床的组成

1. 输入/输出装置

输入/输出设备用来完成数控加工程序的输入/输出、参数设定和状态显示等。

编好的数控程序, 一般存放在便于输入到数控装置的一种存储载体上, 这种存储载体称为控制介质。控制介质又称为程序载体或信息载体。它可以是穿孔纸带、磁带、磁盘等, 早期数控机床常用穿孔纸带、磁带, 现在已过时并趋于淘汰。

输入装置传送数控加工程序并将其存入数控装置。根据控制介质的不同, 输入装置可以是光电阅读机、磁带机和磁盘驱动器等, 现代数控机床常用软盘、移动存储器、硬盘作为存储介质。现代数控机床也可不用控制介质, 对简单的数控加工程序, 可用手动数据输入 (Manual Data Input, MDI) 方式直接通过数控装置上的 MDI 键盘输入和编辑; 也可用通信方式将数控加工程序由编程计算机直接传送给数控装置。现代数控机床常采用通信的方式有:

(1) 串行通信, 如通过 RS-232、RS-422、RS-485 等串口。

(2) 自动控制专用接口和规范, 如 DNC (Direct Numerical Control) 方式、MAP (Manufacturing Automation Protocol) 协议等。DNC 称为分布式数控, DNC 方式就是直接数控输入方式, 也叫数控机床在线加工模式, 即把零件程序保存在上级计算机中, 数控系统一边加工, 一边接收来自计算机的后续程序段。DNC 方式多用于采用 CAD/CAM 软件设计的复杂工件并直接生成零件程序的情况。

(3) 网络技术 (Internet、LAN 等)。

因此, 现代数控机床常用的输入/输出装置有: 键盘、磁盘驱动器、USB 接口、串行通信接口、DNC 网络通信接口等。数控系统一般还配有 CRT 显示器或点阵式液晶显示器等输出设备, 还可配置 PC、打印机等外部输出设备。操作面板是操作人员与数控机床 (系统)

进行信息交流的工具,它是数控机床特有的一种输入/输出部件。

2. 数控装置

数控装置又称 CNC (Computer Numerical Control) 装置,是数控机床的核心,是数控机床的运算和控制系统。输入装置送来的脉冲信号,经过数控装置进行编译、运算和逻辑处理,然后将各种信息指令输出给伺服系统,使设备各部分进行规定的、有序的动作。数控装置组成及工作原理框图如图 1—1—4 所示。

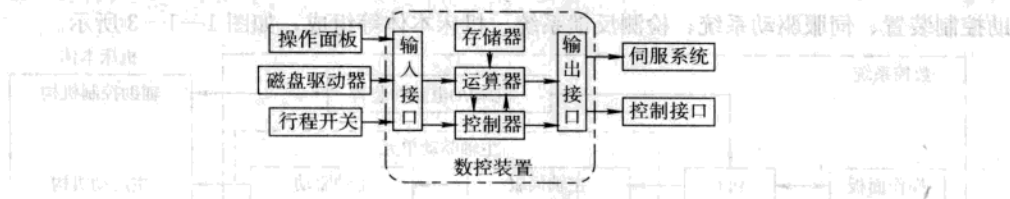


图 1—1—4 数控装置组成及工作原理框图

数控机床功能的强弱由数控装置决定。

3. 伺服系统

伺服系统把来自数控装置的脉冲信号经功率放大、整形处理后,转换成机床运动部件的机械位移(直线位移或角位移)。

伺服系统由伺服单元和驱动装置组成。伺服单元接收来自数控装置的微弱指令信号,并放大成控制驱动装置的大功率信号,伺服单元分为脉冲式和模拟式两类。驱动装置把经过放大的指令信号转变为机械运动,驱动装置有步进电动机、直流伺服电动机、交流伺服电动机等,当代数控机床大量选用交流伺服电动机和线性交流伺服电动机。

伺服系统分主轴伺服系统和进给伺服系统两类。

注意:一个指令脉冲使机床执行部件所产生的相应位移量,称为脉冲当量,或最小设定单位。脉冲当量越小,加工精度越高。但即使数控装置发出的脉冲当量足够小,而伺服系统没有足够高的速度与精度去响应执行,加工精度还是无法提高,所以整个系统的精度与速度主要取决于伺服系统。即从某种意义上说,数控机床性能的好坏主要取决于伺服系统。

4. 位置检测反馈装置

位置检测反馈装置将数控机床各运动部件的实际位移加以检测,转变为电信号后反馈给数控装置,反馈信号值与指令值进行比较产生误差信号,以控制机床纠正误差。速度测量通常由集装于主轴和进给电动机中的检测装置(测速机)来完成,它将电动机实际转速匹配成电压值送回伺服驱动系统作为速度反馈信号,与指令值进行比较,从而实现速度的精确控制。

位置检测反馈装置常用的检测元件有:光电编码器(又称码盘)、感应同步器、旋转变压器、光栅、磁栅等。

按有无检测元件或按检测元件所安装的位置来分,伺服系统可分为开环伺服、闭环伺服、半闭环伺服。数控机床采用不同的控制方式,所需电气元件的性能要求和选用标准均有很大的不同。

(1) 开环控制数控机床。图 1—1—5a 所示为典型的开环控制数控机床,这类机床不带位置检测反馈装置,典型的开环控制方式是步进电动机驱动式。其结构简单、工作稳定、调试方便、维修简单、成本低,但精度不高,一般应用于经济型数控机床。

(2) 半闭环控制数控机床。图 1—1—5b 所示为典型的半闭环控制数控机床，其位置检测反馈装置装在伺服电动机轴上或装在丝杠的端部，因此，机械传动误差没有得到纠正。但稳定性好（由于丝杠、工作台等惯性较大的运动部件不在控制环内）、成本较低、调试维修较方便，故应用广泛。

图中的速度反馈通常由集装于主轴和进给电动机中的检测反馈装置（测速机）来完成，它将电动机实际转速匹配成电压值送回伺服驱动系统作为反馈信号，与指令值进行比较，从而实现速度的精确控制。

(3) 闭环控制数控机床。图 1—1—5c 所示为典型的闭环控制数控机床，其位置检测反馈装置安装在机床工作台上。其精度高，结构复杂，调试和维修复杂，成本高，主要用于精度要求很高的数控机床。

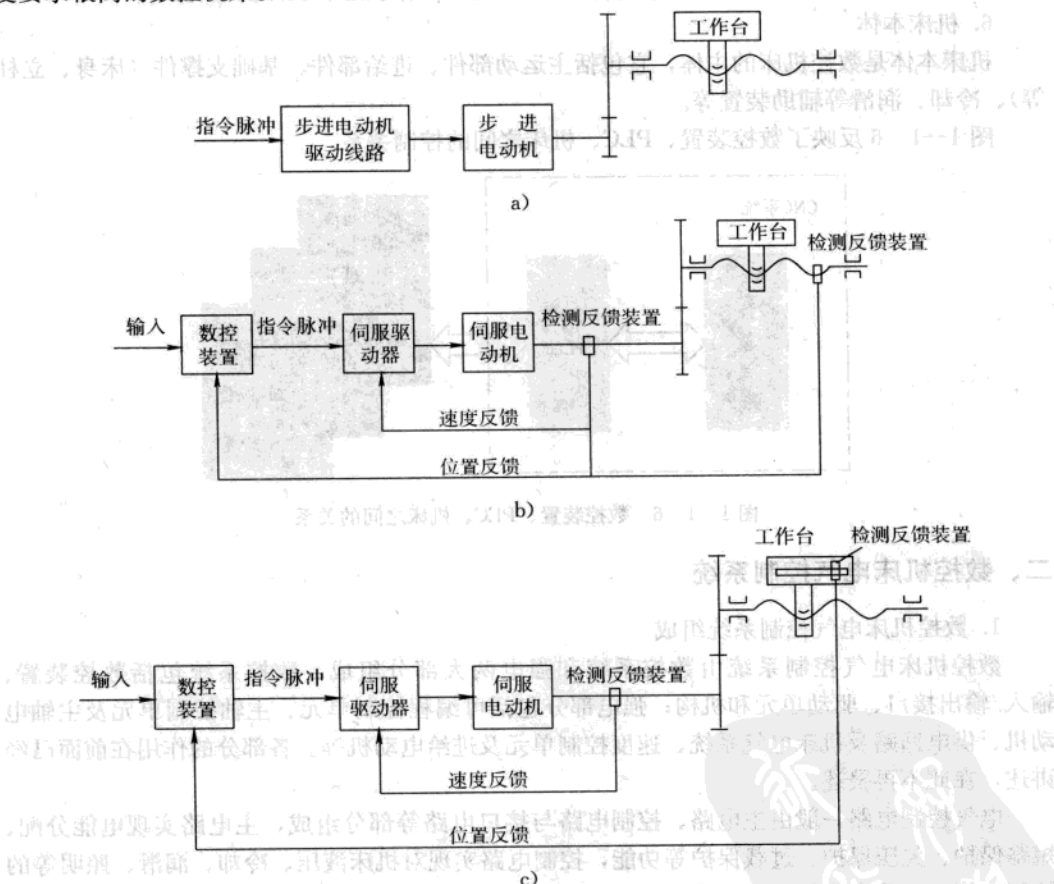


图 1—1—5 数控机床分类

a) 步进电动机开环控制机床 b) 半闭环控制数控机床 c) 闭环控制数控机床

1.5. 辅助控制装置

数控装置和可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC）协调配合，共同完成对数控机床的控制。其中 CNC 主要完成数字控制，即与数字运算和管理等有关的功

能,如零件程序的编辑、插补运算、译码、位置伺服控制等。PLC 主要完成顺序控制,即与逻辑运算有关的一些动作,现代数控机床常用 PLC 与机床 I/O 电路和装置(由继电器、电磁阀、行程开关、接触器等组成的逻辑电路)构成辅助控制装置,共同完成以下任务:

(1) 接受 CNC 装置输出的 M(辅助功能)、S(主轴功能)、T(刀具功能)控制代码,并对其进行译码,转换成对应的控制信号。一方面,它控制主轴单元实现主轴转速控制;另一方面,它控制辅助装置完成机床相应的开关动作,如卡盘夹紧松开(工件的装夹)、刀具的自动更换、切削液的开关、机械手取送刀、主轴正反转和停止、主轴准停等动作。

(2) 接受机床控制面板(循环启动、进给保持、手动进给等)和机床侧(行程开关、压力开关、温控开关等)的 I/O 信号,一部分信号直接控制机床的动作,另一部分信号送往 CNC 装置,经其处理后,输出指令控制 CNC 系统的工作状态和机床的动作。

6. 机床本体

机床本体是数控机床的主体,它包括主运动部件、进给部件、基础支撑件(床身、立柱等)、冷却、润滑等辅助装置等。

图 1—1—6 反映了数控装置、PLC、机床之间的控制关系。

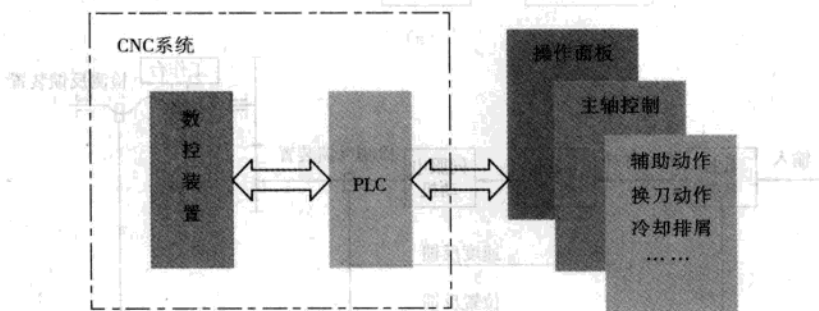


图 1—1—6 数控装置、PLC、机床之间的关系

二、数控机床电气控制系统

1. 数控机床电气控制系统组成

数控机床电气控制系统由数控系统和强电两大部分组成,数控系统包括数控装置、输入/输出接口、驱动单元和机构;强电部分包括可编程控制单元、主轴控制单元及主轴电动机、供电回路及机床电气系统、速度控制单元及进给电动机等。各部分的作用在前面已经讲述,在此不再赘述。

电气控制电路一般由主电路、控制电路与接口电路等部分组成,主电路实现电能分配、短路保护、欠压保护、过载保护等功能,控制电路实现对机床液压、冷却、润滑、照明等的控制,接口电路完成信号的变换与连接。

2. 电气接线的关键技术

在数控机床的电气装调过程中,应处理好系统的布线、屏蔽和接地等问题,为数控机床的可靠、安全运行打下基础。电气接线时的注意事项如下:

(1) 注意数控系统信号线的分类和接地。在 GSK980TD 数控系统的连接说明书中,对

数控系统所使用的电缆进行了分类,即 A、B、C 三类。A 类电缆是用于交流/直流动力源的电缆,电压一般为 380 V/220 V,接触器信号和电动机的动力电缆会对外界产生较强的电磁干扰,特别是电动机的动力线对外界干扰很大,因此,A 类电缆是数控系统中较强的干扰源。B 类电缆用于继电器以 24V 电压信号为主的开关信号的电缆,这种信号因为电压较 A 类信号低,电流也较小,一般比 A 类信号干扰小。C 类电缆电源工作负载是 5V,主要信号线有显示电缆、I/O—Link 电缆、手轮电缆、主轴编码器电缆和电动机的反馈电缆。因为 C 类信号在 5 V 的逻辑电平下工作,并且工作的频率较高,极易受到干扰,在机床布线时要特别注意采取相应的屏蔽措施。

对于强电柜和引出的各种电缆,应该尽量避免将 A、B、C 三种电缆混装于一个导线管内。如特别困难,也应将 B、C 类电缆通过屏蔽板与 A 类电缆隔开。

(2) 注意浪涌吸收器的使用。为了能够防止来自电网的干扰,对异常输入起到保护作用,电源的输入应该设有保护措施,通常使用浪涌吸收器。浪涌吸收器除了能够吸收输入交流的噪声信号以外,还可以起到保护的作用。

(3) 注意伺服放大器和电动机反馈线的地线处理。伺服放大器和伺服电动机之间的反馈电缆会造成系统与伺服之间的信号干扰,极易造成伺服和编码器的相关报警。所以,放大器和电动机之间的接地处理非常重要。根据动力线与反馈线分开的原则,动力线和反馈线应使用两个接地端子板。

(4) 注意导线捆扎处理。在配线过程中,通常将各类导线捆扎成圆形线束,线束的捆扎线节间距离应力求均匀,线束超过 30 根导线时,允许加一根备用导线并在两端进行标记。标记采用回插的方式,以防止脱落。线束在跨越活动门时,其根数不应超过 30 根;超过 30 根时,应再分离一束线束。

(5) 行线槽的安装与导线在行线槽内的布置。电气元件应与行线槽统一布局,合理安装,整体构思,与元器件横平竖直要求相对应。行线的布置原则是每行元器件的上下都安放行线槽,整体配电板两边加装行线槽。

三、GSK980TD 数控系统的组成

1. 数控系统配置

GSK980TD 数控系统是新一代的普及型车床数控系统,该数控装置集成了进给轴接口、主轴接口、手持单元接口、内置式 PLC 于一体,I/O 接口可扩展选配功能;数控装置内部已提供标准车床控制的 PLC 程序,梯形图可编辑、上传、下载,用户也可自行编制 PLC 程序;支持 CNC 与计算机(PC) CNC 与 CNC 间双向通信,系统软件、PLC 程序可通信升级。GSK980TD 车床数控系统(配变频主轴时)参考配置如图 1—1—7 所示。

2. 各部分的连接关系

配置变频主轴的 GSK980TD 数控系统,各部分的连接关系框图如图 1—1—8 所示。

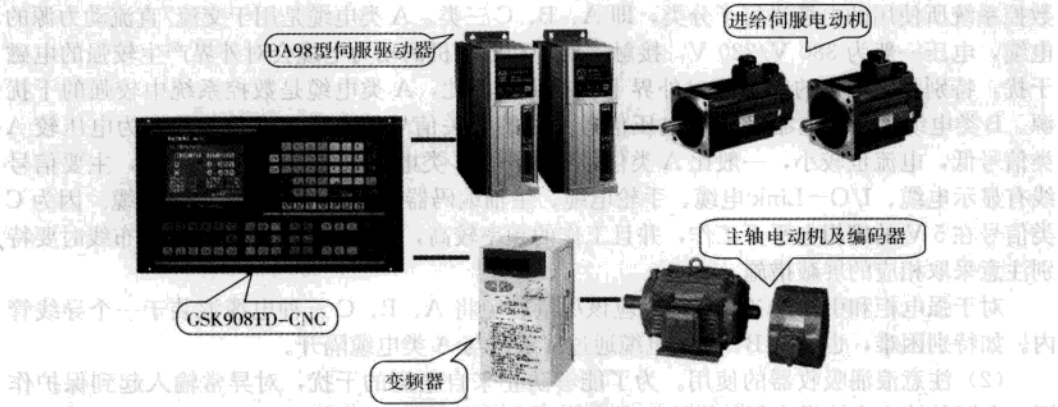


图 1—1—7 GSK980TD 数控系统参考配置

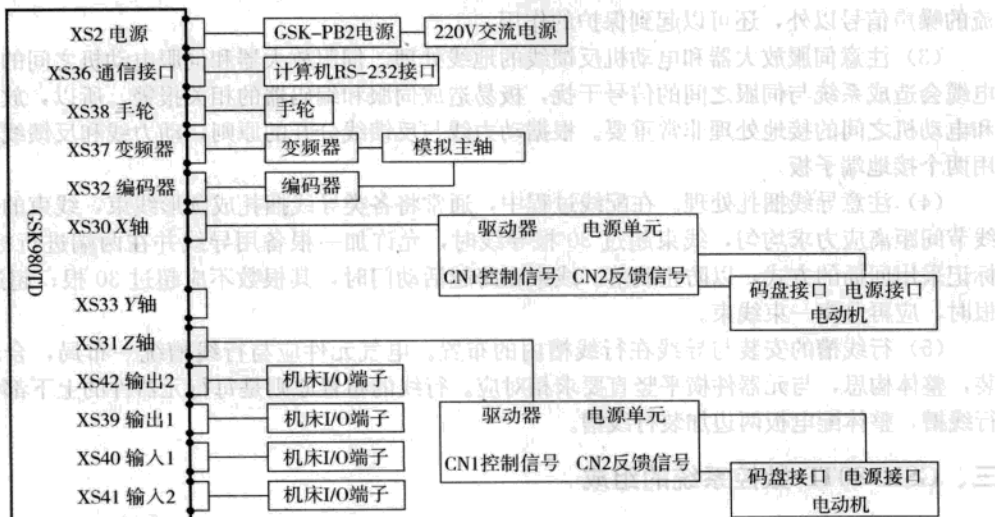


图 1—1—8 GSK980TD 数控系统连接框图

任务实施

一、工作准备

GSK980TD 系统数控车床与 GSK980TD 系统数控实训台若干台, 扳手、旋具等工具一套, 电子线路焊接工具一套。

二、实施步骤

1. 感性认识数控机床各组成部分及其作用

根据具体数控机床的情况, 参照图 1—1—1、图 1—1—2 和图 1—1—3, 了解数控机床的组成及其作用。

2. 感性认识 GSK980TD 车床数控系统接口布局及总体电气连接