



SHUKONG JICHUANG ANZHUANG YU TIAOSHI

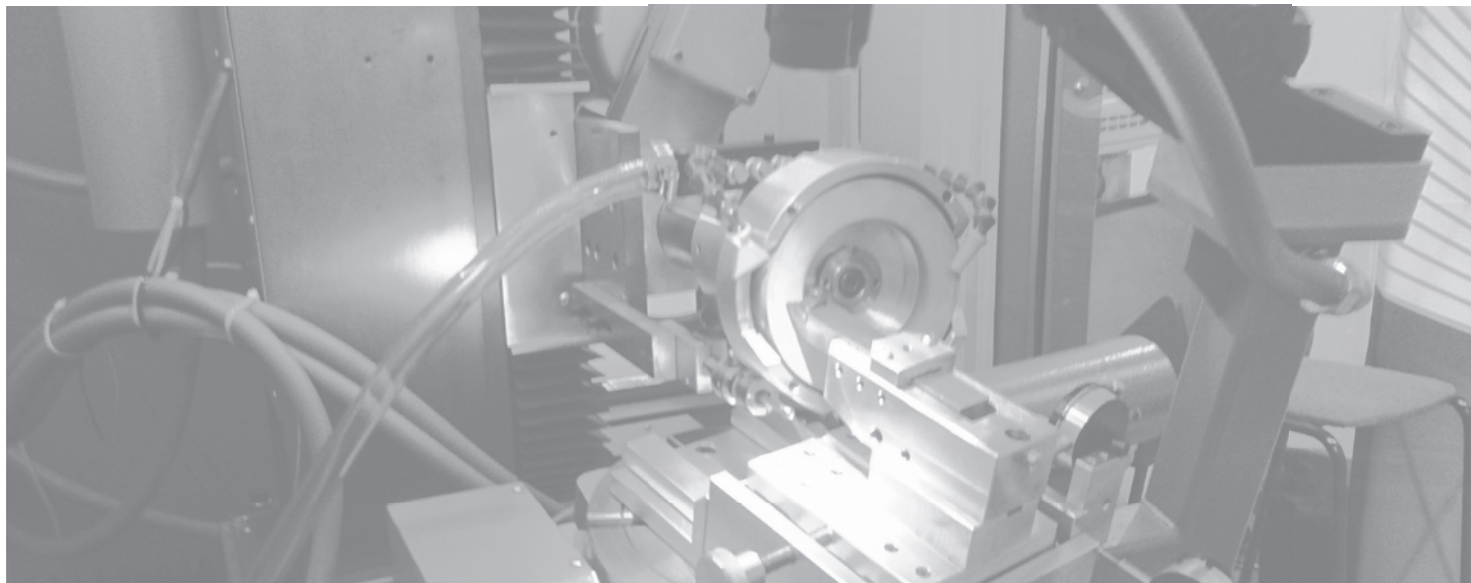
# 数控机床 安装与调试

主 编◎舒雨锋

副主编◎范四立 刘志伟 刘汉林



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



SHUKONG JICHUANG ANZHUANG YU TIAOSHI

# 数控机床 安装与调试

主 编◎舒雨锋

副主编◎范四立 刘志伟 刘汉林



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

## 内容提要

本书介绍了数控机床的安装与调试,内容包括电气控制系统的安装与调试、进给系统的安装与调试、主轴系统的电气安装与调试、数控机床的调试与运行、刀架的电气安装与调试,附录介绍了相关规范及注意事项。本书可作为高职院校数控技术、电气自动化技术、机电一体化技术、机电安装工程等机电类专业的课程教材,也可作为相关工程技术人员培训和自修的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

数控机床安装与调试 / 舒雨锋主编. —上海: 上海交通大学出版社, 2017  
ISBN 978 - 7 - 313 - 16925 - 9

I. ①数… II. ①舒… III. ①数控机床—安装—高等职业教育—教材②数控机床—调试方法—高等职业教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 074747 号

## 数控机床安装与调试

主 编: 舒雨锋

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

出 版 人: 谈 毅

印 制: 当纳利(上海)信息技术有限公司

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16

字 数: 246 千字

版 次: 2017 年 9 月第 1 版

书 号: ISBN 978 - 7 - 313 - 16925 - 9 / TG

定 价: 28.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021 - 64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 12

印 次: 2017 年 9 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 021 - 31011198

# 东莞职业技术学院 校本教材编委会

主 任 贺定修

副主任 李奎山

成 员 王志明 陈炯然 卞建勇 刘忠洋

李小东 李龙根 何风梅 范明明

胡选子 郭 洁 石文斌 颜汉军

杨乃彤 周 虹



# 总 序

依据生产服务的真实流程设计教学空间和课程模块,通过真实案例和项目激发学习者在学习、探究和职业上的兴趣,最终促进教学流程和教学方法的改革,这种体现真实性的教学活动,已经成为现代职业教育专业课程体系改革的重点任务,也是高职教育适应经济社会发展、产业升级和技术进步的需要,更是现代职业教育体系自我完善的必然要求。

近年来,东莞职业技术学院深入贯彻国家和省市系列职业教育会议精神,持续推进教育教学改革,创新实践“政校行企协同,学产服用一体”人才培养模式,构建了“学产服用一体”的育人机制,将人才培养置于“政校行企”协同育人的开放系统中,贯穿于教学、生产、服务与应用四位一体的全过程,实现了政府、学校、行业、企业共同参与卓越技术技能人才培养,取得了较为显著的成效,尤其是在课程模式改革方面,形成了具有学校特色的课程改革模式,为学校人才培养模式改革提供了坚实的支撑。

学校的课程模式体现了两个特点:一是教学内容与生产、服务、应用的内容对接,即教学课程通过职业岗位的真实任务来实现,如生产任务、服务任务、应用任务等;二是教学过程与生产、服务、应

用过程对接,即学生在真实或仿真的“产服用”典型任务中,也完成了教学任务,实现教学、生产、服务、应用的一体化。

本次出版的系列校本教材是“政校行企协同,学产服用一体”人才培养模式改革的一项重要成果,它打破了传统教材按学科知识体系编排的体例,根据职业岗位能力需求以模块化、项目化的结构来重新架构整个教材体系,较于传统教材主要有三个方面的创新:

一是彰显高职教育特色,具有创新性。教材以社会生活及职业活动过程为导向,以项目、任务为驱动,按项目或模块体例编排。每个项目或模块根据能力、素质训练和知识认知目标的需要,设计具有实操性和情境性的任务,体现了现代职业教育理念和先进的教学观。教材在理念上和体例上均有创新,对教师的“教”和学生的“学”,具有清晰的导向作用。

二是兼顾教材内容的稳定与更新,具有实践性。教材内容既注重传授成熟稳定的、在实践中广泛应用的技术和国家标准,也介绍新知识、新技术、新方法、新设备,并强化教学内容与职业资格证书内容的对接,使学生的知识储备能够适应社会生活和技术进步的需要。教材体现了理论与实践相结合,训练项目、训练素材及案例丰富,实践内容充足,尤其是实习实训教材具有很强的直观性和可操作性,对生产实践具有指导作用。

三是编著团队“双师”结合,具有针对性。教材编写团队均由校内专任教师与校外行业专家、企业能工巧匠组成,在知识、经验、能力和视野等方面可以起到互补促进作用,能较为精准地把握专业发展前沿、行业发展动向及教材内容取舍,具有较强的实用性和针对性,从而对教材编写的质量具有较稳定的保障。

东莞职业技术学院校本教材编委会

# 前 言

---

数控机床的安装与调试涉及机械、电气、控制系统、伺服系统等领域的相关知识和技能。为适应当前专业的教学需要,我们结合数控维修实训室设备,同时联合东莞市巨岗机械有限公司、深圳市华亚数控机床有限公司的安装与维修实践经验,编写了此书。

本书主要介绍了广州数控系统 GSK218,内容包括电气控制系统的安装与调试、进给系统的安装与调试、主轴系统的电气安装与调试、数控机床的调试与运行、刀架的电气安装与调试,附录部分介绍了数控机床安装调试安全操作规程、电气控制柜元件安装接线配线的规范、常用电工工具的使用及注意事项和机械零部件的安装调试注意事项。

本书可作为高等职业院校数控技术、电气自动化技术、机电一体化技术、机电安装工程等机电类专业的课程教材,也可作为相关工程技术人员培训和自修的参考书。

# 目 录

---

项目一	电气控制系统的安装与调试 .....	1
任务 1	数控系统安装 .....	2
任务 2	数控机床强电安装 .....	17
项目二	进给系统的安装与调试 .....	35
任务 1	进给系统的电气安装与调试 .....	36
任务 2	进给系统机械安装与调试 .....	54
任务 3	进给系统的功能调试 .....	65
项目三	主轴系统的电气安装与调试 .....	82
任务 1	变频主轴系统的电气安装与调试 .....	83
任务 2	主轴系统的机械安装与调试 .....	98
任务 3	主轴功能调试 .....	103
项目四	数控机床的调试与运行 .....	111
任务 1	数控机床参数设置 .....	111
任务 2	数控机床 PLC 编程与调试 .....	122
项目五	刀架的电气安装与调试 .....	136
任务 1	刀架的电气安装与调试 .....	137
任务 2	刀架 PLC 控制 .....	145



附录一 数控机床安装调试安全操作规程 .....	161
附录二 电气控制柜元件安装接线配线的规范 .....	162
附录三 常用电工工具的使用及注意事项 .....	171
附录四 机械零部件的安装调试注意事项 .....	177
参考文献 .....	179

## 项目一

# 电气控制系统的安装与调试

数控机床是高精度和高生产率的自动化加工机床。数控铣床是目前使用较为广泛的数控机床,下图为某种数控机床。与普通机床相比,数控机床的机械部件和传动结构较为简单,但精度、抗震性和刚度要求较高,而且其传动和变速系统要便于实现自动化控制。



数控机床的高度自动化,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。

数控机床机械本体部分制造好之后,需安装电气控制系统,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安装与调试方法,对于理解数控机床的控制原理以及对机床进行故障诊断与维修都很重要。数控机床的电气安装、调试是从事数控机床调试与安装工作人员的必备技能,本项目以 GSK218M 系统数控铣床为载体,主要学习数控机床的组成及数控系统的整体电气安装。

## 任务 1 数控系统安装

### 任务导入

图 1-1-1 为 GSK218M 数控系统,它由哪些部分组成?各组成部分具有哪些功能?各部分接口是如何连接的?

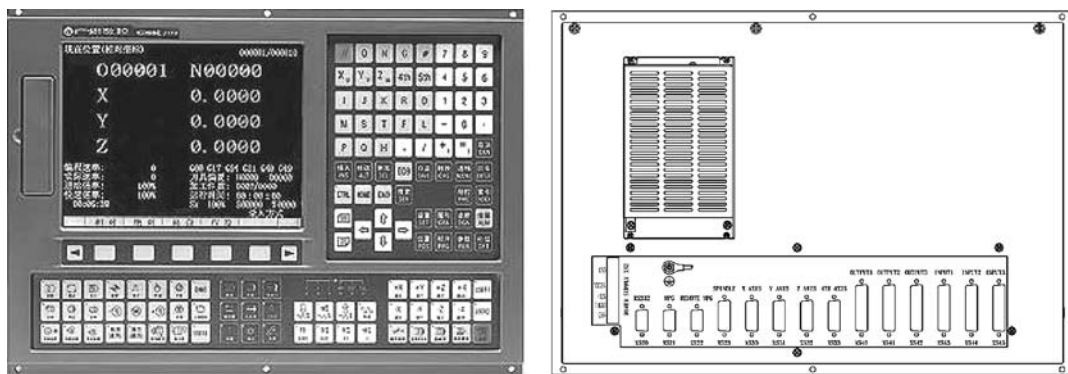


图 1-1-1 GSK218M 数控系统

### 任务目标

- (1) 了解数控机床的组成及各部分的功能,掌握 GSK218M 数控系统的组成。
- (2) 了解 GSK218M 数控系统的接口布局。
- (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。

### 任务分析

要对数控机床进行安装,必须先知道数控机床的组成部分及各部分的功能。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、不同型号的数控机床来说,其电气安装布局大体相似。

本项目以 GSK218M 系统数控铣床为载体,本任务具体学习步骤为:掌握数控机床的组成及工作原理→掌握数控系统的组成→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,从而完成对 GSK218M 铣床数控系统布局等的总体认知,为实施后续数控机床各部分的电气装调任务打基础。

## 任务实施

### 一、相关知识

#### 1. 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、伺服系统、位置检测反馈系统、机床本体等组成,如图 1-1-2 所示。

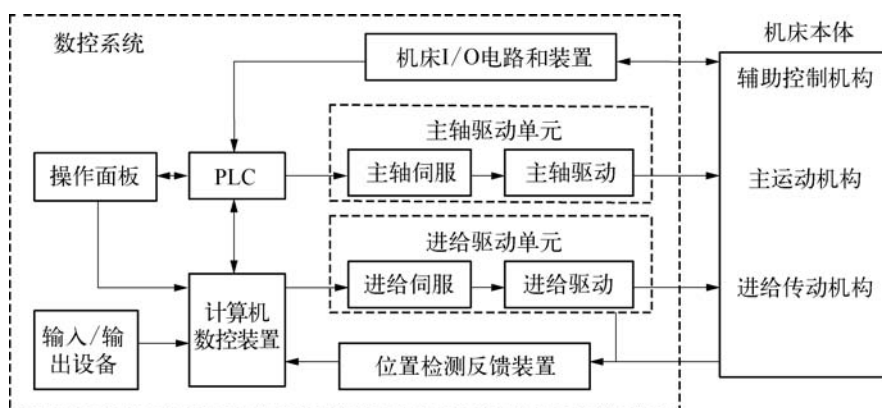


图 1-1-2 数控机床的组成

#### 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号载体。

输入装置传送数控加工程序并将其存入数控装置。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以下三种:

(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,即直接数控输入方式,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)。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(Computer Numeriml Control, CNC)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如图 1-1-3 所示。数控机床功能的强弱是由数控装置决定的。

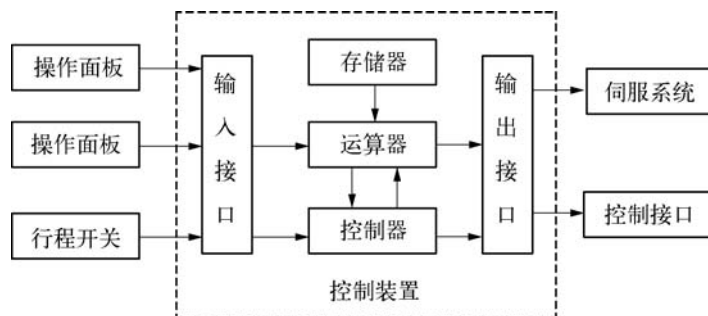


图 1-1-3 数控装置组成及工作原理

## 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。

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。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后产生误差信号,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、半闭环伺服、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 1-1-4(a)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、

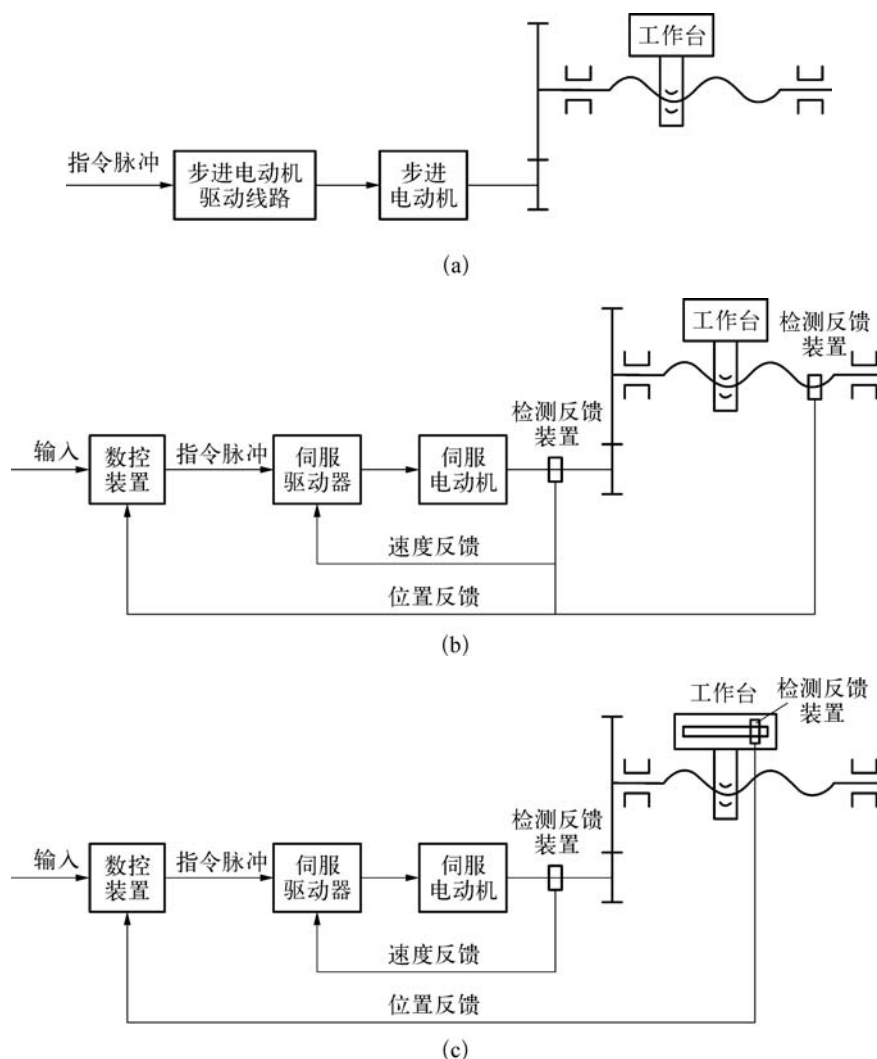


图 1-1-4 数控机床分类

(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



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 1-1-4(b)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。但其稳定性好(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,故应用较为广泛。

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 1-1-4(c)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,主要用在精度要求很高的场合。

#### 5) 辅助控制装置

数控装置与可编程逻辑控制器(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。

图 1-1-5 表示了数控装置、PLC、机床之间的控制关系。

### 2. 数控机床电气控制系统

#### 1) 数控机床电气控制系统的组成

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。各部分的作用在上文中已经讲述,这里不再赘述。

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

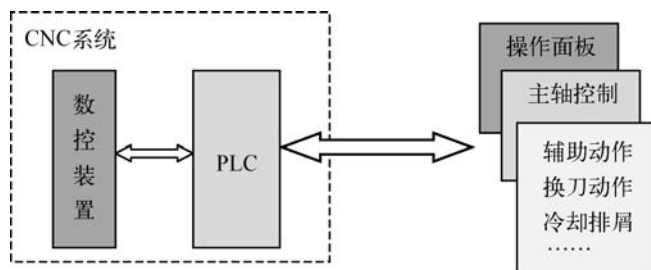


图 1-1-5 数控装置、PLC、机床之间的关系

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。电气接线时要注意如下事项。

(1) 注意数控系统信号线的分类和接地。在 GSK218M 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 24 V 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 5 V,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。如实现有困难,至少也应将 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,每束不应超过 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。

### 3. GSK218M 数控系统的组成

#### 1) 数控系统配置

GSK218M 数控系统是新一代的普及型铣床数控系统,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。GSK218M 车床数控系统(配变频主轴时)参考配置如图 1-1-6 所示。

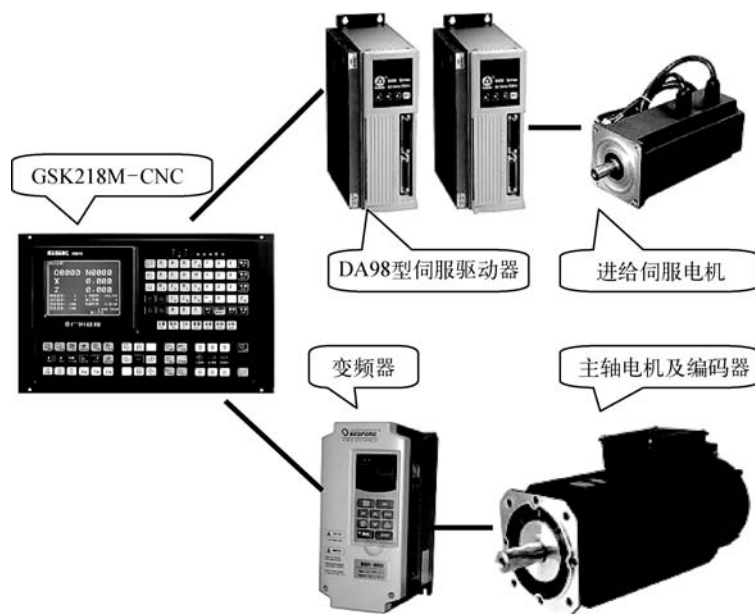


图 1-1-6 GSK218M 数控系统参考配置

#### 2) 各部分的连接关系

配置变频主轴的 GSK218M 数控系统,各部分的连接关系框如图 1-1-7 所示。

## 二、准备工作

GSK218M 系统数控车床与 GSK218M 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。

## 三、实施步骤

### 1. 了解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 和图 1-1-2,了解数控机床的组成及其作用。