

全国高职高专教育规划教材

高等职业教育专业教学资源库建设项目配套教材

数控系统连接与调试

龚仲华 编著



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

全国高职高专教育规划教材
高等职业教育专业教学资源库建设项目配套教材

数控系统连接与调试

Shukong Xitong Lianjie yu Tiaoshi

龚仲华 编 著



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书为数控设备应用与维护专业国家教学资源库建设项目中“数控系统连接与调试”课程的配套教材。全书以工程实际广泛应用的FANUC-0iC/D、国产KND/GSK等典型CNC为载体,系统地阐述了数控系统连接调试的相关知识和技能,内容包括数控机床调试基础,CNC、伺服驱动器、主轴驱动器、集成PMC的硬件配置与电气连接、参数设定、程序与功能调试等。

书中大量吸纳了数控系统的安装、连接、调试的行业标准、国际先进标准和先进设计理念,全部案例均来自工程实际。全书体例新颖、概念清晰、特色鲜明,内容全面、技术综合,突出技能。

本书既可作为高等职业院校、高等专科学校数控设备应用与维护、机电一体化、机电设备维修、数控技术应用等专业的“数控系统连接与调试”课程教材,也是本科院校师生与工程技术人员的优秀参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控系统连接与调试 / 龚仲华编著. -- 北京 :
高等教育出版社, 2012.7
ISBN 978-7-04-034587-2

I. ①数… II. ①龚… III. ①数控机床—数控系统—
高等职业教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第088516号

策划编辑	查成东	责任编辑	查成东	封面设计	杨立新	版式设计	杜微言
责任校对	胡晓琪	责任印制	尤 静				

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街4号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	北京铭成印刷有限公司	网上订购	http://www.landraco.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.landraco.com.cn
印 张	22.75	版 次	2012年7月第1版
字 数	550千字	印 次	2012年7月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	36.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 34587-00

前言

数控机床是现代制造技术的基础,也是数控技术应用最早、最广泛的领域。它既代表了目前数控技术的性能、水平和发展方向,也是一种综合应用了计算机控制、精密测量、精密机械、气动、液压、润滑等技术的典型机电一体化产品。因此,数控机床是学习、掌握数控设备电气控制系统连接、调试技术的典型载体。

数控机床的安装、调试是机床生产厂家验证设计思想、完善技术资料、实现设计指标和 CNC 功能的完整过程,因此,其能力要求侧重于电气控制系统的连接与调试、数控机床机械结构的装配与调整等方面。本书是对前者进行的系统阐述;后者将在同时出版的《现代数控机床》、《数控机床装配与调整》两本书中进行具体介绍。

数控机床故障诊断与维修和安装调试密切相关,它是针对机床在用户使用过程中所发生的问题,通过对设备机、电、液、气系统和相关部件的原理分析,来确定故障原因和部位、更换或修复故障部件、恢复机床功能和精度、保证设备继续使用的过程,其能力要求侧重于故障原因分析及相关的维修处理,有关内容将在本书作者编著由高等教育出版社出版的《数控机床故障诊断与维修》教材中进行了全面阐述。

由于机械、电气安装调试和故障诊断与维修的侧重点各不相同,以上教材配套使用的效果将更佳。

国产普及型 CNC 的大量应用是现阶段我国数控机床行业的显著特征之一,掌握普及型 CNC 的连接与调试技能同样是数控设备安装与调试的重要内容,为此,本书首次将行业中应用广泛、得到企业普遍认可的 KND、GSK 等典型国产普及型 CNC 的连接与调试内容补充到了教材中,项目二对此作了具体介绍。

FS-0 系列 CNC 是 FANUC 公司历史上开发最为成功的产品之一,以可靠性好、性价比高著称于世。FS-0iC/D 及配套的 α i/ β i 系列驱动器、集成 PMC 等是 FANUC 公司的最新产品,其连接与调试内容既有普适性又有实用性,无疑是数控系统连接与调试的学习重点,项目三~项目九对此作了全面介绍。

本书还在工作任务中融合了大量数控系统的安装、连接、调试的行业标准、国际先进标准和先进设计理念作为学习内容,以期通过学习,使学生能够在正确的理论指导下完成数控系统的安装、连接、调试工作,并为今后进口设备的连接、安装、调试、维修打下良好的基础。

高等职业教育倡导的是能力培养,项目式教学已成为当前高等职业教育的趋势,本书采用了与之相适应的编写体例。同时,本书在不同任务中按实际能力的需要设置教学环节不拘泥于教条,以求做到思路清晰、层次分明、循环渐进、易教易学。

能力目标:能力目标不仅包括完成工作任务所需的实践能力,还包括需要通过学习所达到的理解知识、分析问题、解决问题等方面的要求。

工作内容:工作内容不仅包括完成工作任务所需要进行的实践操作活动,而且还包括了需要通过学习去回答、解释问题的思考与练习,以及为解决工程问题需要进行的分析计算、设计

验证等方面内容。

相关知识：相关知识是对工作任务中所涉及的基本概念、理论知识、实践知识等进行的综合性介绍与说明。

实践指导：实践指导是对实践教学所涉及的具体产品的性能、要求、使用、操作等进行的针对性说明。

拓展学习：拓展学习是对与本工作任务相关的最新理论、最新技术及其他同类产品、相关内容等所进行的介绍。

技能训练：教材中的技能训练是为解决工程实际问题所需要进行的设计、计算、实际操作等方面的内容。

综上所述，本书在教材内容选择和教材编写格式上都体现了编著者根据高职教育特点和要求进行的探索和尝试，殷切期望能得到专家、学者和广大师生的指教。本书的编写还得到了KND、FANUC等公司的大力支持，并参考了大量的文献资料，在此对相关单位和作者致以诚挚的谢意。

编著者

2012年5月

目 录

项目一 数控机床调试基础	1	三、调试工具的准备	29
任务1 认识数控机床	1	实践指导	30
相关知识	2	一、通电检查与强电回路调试	30
一、典型数控机床简介	2	二、电机旋转试验	32
二、数控机床的基本组成	4	拓展学习	32
三、普及型 CNC 与全功能型 CNC	5	一、机电设备安全 CE 标准	32
实践指导	7	二、安全电路的调试与检查	34
一、KND100 系列 CNC	7	项目二 普及型 CNC 连接与调试	36
二、FANUC-0i 系列 CNC	8	任务1 掌握 CNC 的连接技术	36
拓展学习	10	相关知识	37
一、复合加工机床	10	一、普及型 CNC 的连接	37
二、虚拟轴机床	11	二、KND100 的 CNC 连接	38
任务2 熟悉 CNC 的安装要求	12	三、KND100 的机床 I/O 连接	41
相关知识	13	实践指导	44
一、数控系统的环境要求	13	一、KND100 的接口设定	44
二、数控系统的安装要求	13	二、SD100/98 伺服驱动器的连接	45
实践指导	15	拓展学习	47
一、机电设备安装标准	15	一、BD 系列步进驱动器的连接	47
二、FS-0iC/D 的使用条件	16	二、安川伺服驱动器的连接	48
任务3 熟悉 CNC 的连接要求	17	技能训练	56
相关知识	18	一、强电回路识读	56
一、数控系统的连接要求	18	二、CNC 控制回路识读	57
二、数控系统的接地要求	19	三、电气元件明细表编制	57
三、预防干扰的措施	20	任务2 掌握 CNC 的调试技能	58
实践指导	21	相关知识	59
一、机电设备连接标准	21	一、CNC 调试的基本内容	59
二、典型部件的接地连接	22	二、位置控制功能与参数	60
三、驱动器的抗干扰措施	24	三、回参考点功能与参数	62
任务4 掌握数控机床的调试方法	25	实践指导	63
相关知识	26	一、KND100 的操作界面	63
一、数控机床调试的基本步骤	26	二、KND100 的调试操作	64
二、技术资料的准备	28	拓展学习	66

一、位置控制参数计算实例	66	四、小型操作面板连接	115
二、主轴功能的调试	68	拓展学习	117
三、换刀功能的调试	69	一、特殊 DI 信号的连接	117
技能训练	71	二、DI/DO 地址的确定	119
任务 3 掌握伺服驱动的调试技能	72	技能训练	123
相关知识	73	项目四 α/β 驱动器的连接	125
一、伺服调试的基本内容	73	任务 1 掌握 α 驱动器的连接技术	125
二、通用伺服的结构与原理	74	相关知识	125
三、位置环结构与参数	75	一、驱动器结构与组成	126
实践指导	77	二、驱动器连接总图	127
一、SD100 的参数设定	77	三、驱动器连接原则	129
二、SD100 的调试操作	78	实践指导	130
拓展学习	81	一、电源模块的连接	130
一、BD 系列步进驱动器的调试	81	二、伺服模块的连接	131
二、安川驱动器的参数设定	82	三、主轴模块的连接	134
三、安川驱动器的调试操作	84	拓展学习	136
四、安川驱动器的自动调整	89	一、伺服电机及制动器连接	136
技能训练	90	二、主电机及外置编码器连接	138
项目三 FS-0iC/D 的 CNC 连接	91	三、模块的计算与选择	139
任务 1 掌握 CNC 的连接技术	91	技能训练	141
相关知识	92	任务 2 掌握 β 伺服驱动器的连接技术	142
一、FS-0iC/D 系列 CNC 的网络组成	92	相关知识	142
二、FS-0iC/D 连接总图	93	一、驱动器结构与选择	142
实践指导	96	二、驱动器连接总图	144
一、系统主回路连接	96	三、驱动器连接原则	146
二、CNC 基本单元连接	97	实践指导	147
技能训练	100	一、单轴伺服驱动器的连接	147
任务 2 掌握 I/O 从站连接技术	102	二、 β is 系列伺服电机	149
相关知识	103	拓展学习	150
一、DI 信号的连接要求	103	一、双轴驱动器的连接	150
二、DO 信号的连接要求	104	二、驱动器附件及选择	151
三、I/O 从站与连接	106	技能训练	152
实践指导	108	任务 3 掌握 β 集成驱动器的连接技术	152
一、0iC-I/O 单元连接	108	相关知识	153
二、操作面板 I/O 单元连接	110	一、驱动器连接总图	153
三、主操作面板连接	112		

二、驱动器连接要求	154	相关知识	183
实践指导	156	一、PMC 的性能与特点	184
一、驱动器外形与参数	156	二、I/O 信号与格式	185
二、驱动器连接要点	157	实践指导	187
技能训练	158	一、常用的控制信号	187
项目五 FS-0iC/D 的网络配置	159	二、常用的状态信号	189
任务 1 掌握 CNC 参数的设定方法	159	拓展学习	191
相关知识	159	一、PMC 的程序结构	191
一、全功能 CNC 的调试	159	二、PMC 的程序处理	192
二、CNC 参数及表示	161	三、符号地址及使用	193
实践指导	163	任务 2 掌握 PMC 编程技能	193
一、参数的 MDI 设定	163	相关知识	194
二、引导系统的操作	164	一、梯形图编程的一般概念	194
三、数据的保存与恢复	166	二、逻辑梯形图编程要点	196
技能训练	168	实践指导	198
任务 2 掌握 FSSB 网络配置技能	169	一、典型梯形图程序	198
相关知识	169	二、梯形图编程实例	200
一、坐标轴的基本设定	169	技能训练	204
二、FSSB 网络配置参数	171	任务 3 掌握 PMC 功能指令	204
三、FSSB 网络配置实例	172	相关知识	204
实践指导	173	一、指令格式与要求	204
一、FSSB 配置的引导操作	173	二、功能指令的分类	206
二、驱动器的设定操作	174	实践指导	207
三、轴的设定操作	175	一、定时、计数和回转控制指令	207
技能训练	176	二、比较、译码和传送指令	211
任务 3 掌握 I/O-Link 网络配置		三、功能指令综合应用实例	212
技能	176	拓展学习	214
相关知识	177	一、其他定时、计数和回转	
一、I/O-Link 网络配置步骤	177	控制指令	214
二、I/O-Link 从站配置原则	179	二、十进制比较、译码和	
实践指导	180	传送指令	216
一、基本 I/O-Link 从站的配置	180	三、数据操作指令	218
二、特殊 I/O-Link 从站的配置	181	技能训练	221
技能训练	182	任务 4 编辑 PMC 程序	222
项目六 PMC 程序的设计与调试	183	相关知识	222
任务 1 熟悉 PMC 的 I/O 信号	183	一、PMC 编辑器的使用	223
		二、控制继电器的设定	224
		三、数据表的设定	226

四、定时与计数器的设定	227	一、确定坐标系和运动方向	265
实践指导	229	二、回参考点调试与原点设定	266
一、程序输入操作	229	三、超程保护的设定和调整	269
二、编程元件的插入	232	实践指导	271
三、元件搜索和程序块编辑	234	一、回参考点参数与信号	271
拓展学习	236	二、行程保护参数与信号	272
一、符号表和报警文本编辑	236	拓展学习	274
二、状态诊断和动态梯形图监控	238	一、其他回参考点方式	274
技能训练	240	二、加工禁区的设定	276
项目七 伺服进给系统调试	241	技能训练	279
任务1 建立闭环位置控制系统	241	任务4 掌握坐标轴的精度补偿技能	279
相关知识	241	相关知识	279
一、位置控制系统的结构与参数	242	一、反向间隙补偿功能	279
二、位置测量系统的匹配	243	二、螺距误差补偿功能	281
实践指导	244	实践指导	282
一、位置控制系统参数计算实例	244	一、螺距误差补偿值的设定	282
二、伺服设定引导操作	246	二、螺距误差补偿实例	282
三、伺服电机代码表	248	技能训练	285
拓展学习	249	项目八 主轴驱动系统调试	286
一、全闭环系统的结构与参数	249	任务1 掌握S模拟量输出的	
二、全闭环系统的参数设定	251	调试技能	286
三、全闭环系统参数设定实例	252	相关知识	287
技能训练	254	一、主轴的基本控制要求	287
任务2 掌握手动进给的调试技能	254	二、S模拟量输出的调试	288
相关知识	255	实践指导	290
一、坐标轴运动的基本条件	255	一、CNC参数与控制信号	290
二、坐标轴手动进给的调试	256	二、传动级交换与T型换挡	292
实践指导	257	三、S模拟量输出的调整	294
一、轴运动的基本参数和信号	257	拓展学习	295
二、手动进给的信号与参数	259	一、速度控制的附加功能	295
拓展学习	261	二、M型换挡与控制	296
一、坐标轴的特殊控制	261	三、主轴换挡抖动控制	299
二、特殊控制方式的选择	262	技能训练	300
技能训练	264	任务2 掌握串行主轴的配置方法	300
任务3 掌握参考点和行程的		相关知识	300
调试技能	264	一、串行主轴与位置控制	300
相关知识	264	二、主轴系统结构	302

实践指导	304	二、程序控制的信号和参数	330
一、串行主轴的引导操作	304	拓展学习	331
二、串行主轴配置参数	305	一、存储器卡和 PMC 自动运行	331
三、串行主轴的配置实例	307	二、程序格式与编辑功能的定义	333
拓展学习	309	技能训练	335
一、多主轴和主轴同步控制	309	任务 2 掌握辅助机能的调试技能	335
二、Y/ Δ 切换和电机切换	310	相关知识	335
技能训练	311	一、辅助机能的内容与特点	335
任务 3 掌握串行主轴的调试技能	312	二、辅助机能的处理	337
相关知识	312	实践指导	338
一、主轴速度控制功能调试	312	一、辅助机能控制信号与参数	338
二、串行主轴定位功能的调试	315	二、辅助机能控制实例	339
实践指导	317	拓展学习	341
一、主轴定位点的调整	317	一、多 M 代码的处理	341
二、PMC 定位和分度控制	318	二、M 代码的高速处理	341
拓展学习	320	技能训练	342
一、Cs 轴控制	320	任务 3 掌握多轴插补的调试技能	343
二、刚性攻螺纹	321	相关知识	343
技能训练	323	一、运动速度控制功能	343
项目九 自动运行及辅助功能调试	324	二、加减速控制功能	344
任务 1 掌握自动运行的调试技能	324	实践指导	346
相关知识	324	一、速度控制参数与信号	346
一、自动运行的调试内容与要求	324	二、加减速控制参数	347
二、自动运行的启动与停止	326	拓展学习	348
三、程序运行的控制	327	一、轮廓误差控制功能	348
实践指导	329	二、前瞻控制功能	350
一、自动运行的信号和参数	329	技能训练	352

项目一

数控机床调试基础

采用数控技术进行控制的机床称数控机床(简称 NC 机床),它是数控技术应用最早、最广泛的领域。NC 机床是现代制造技术的基础,代表了目前数控技术的性能、水平和发展方向,是学习、掌握数控设备连接调试技术的典型载体。

数控机床安装调试的目的是验证设计思想,完善设计图样,实现功能指标,保证动作可靠,直至形成产品的完整过程。数控机床是一种综合应用了计算机控制、精密测量、精密机械等技术的机电一体化产品,安装调试涉及机、电、液、气等多方面的内容。本书将介绍数控机床电气控制系统(简称数控系统,包括强电控制)连接调试的基本知识与技能。数控系统的组成复杂,其安装、连接和调试要求比普通机床更高,本项目将从认识数控机床开始,围绕以上问题展开学习。

任务 1 认识数控机床

能力目标

1. 准确理解 CNC(NC)在不同场合所代表的意义。
2. 能区分数控铣床、加工中心与 FMC。
3. 能区分数控车床与车削中心。
4. 了解数控机床的基本组成部件及其作用。
5. 能够区分普及型 CNC 与全功能 CNC。
6. 了解复合加工机床和虚拟轴机床。

工作内容

学习后面的内容,并完成以下练习:

1. 简述 CNC(NC)一词在不同场合所代表的意义。
2. 简述数控铣床、加工中心与 FMC 在结构与功能上的区别。
3. 简述数控车床与车削中心在结构与功能上的区别。
4. 简述数控机床各组成部件的作用。
5. 简述普及型 CNC 与全功能 CNC 的本质区别。

相关知识

一、典型数控机床简介

1. 数控技术与数控机床

数控(Numerical Control, NC)是利用数字化信息对机械运动及加工过程进行控制的一种方法, 由于现代数控都采用了计算机控制, 故又称计算机数控(Computerized Numerical Control, 简称 CNC)。为了对机械运动及加工过程进行数字化控制, 需要有相应的硬件和软件, 这些用来实现数字化控制的硬件和软件的整体称为数控系统(Numerical Control System), 其中, 用来实现数字化控制与信息处理的核心部件称为数控装置(Numerical Controller)。因此, NC(CNC)一词在不同的场合有三种不同的含义: 第一, 在广义上是一种控制技术——数控技术的简称; 第二, 在狭义上是一类控制系统——数控系统的简称; 第三, 在部分场合还可特指一种物理设备——数控装置的简称。凡是采用数控技术控制的机床均称数控机床, 简称 CNC 机床, CNC 机床是现代制造技术的基础。

NC 机床的种类繁多, 根据用途分为镗铣类、车削类、磨削类、冲压类、电加工类、激光加工类等, 其中, 以金属切削类机床, 如数控镗铣床、数控车床、数控磨床、数控冲床、加工中心、车削中心等为常见。数控机床是现代制造技术的基础, 在其基础上, 可构成 FMC、FMS 与 CIMS 等自动化制造单元或系统。

2. 加工中心与 FMC

为了提高加工效率, 镗铣类数控机床经常配备有刀具自动交换装置(ATC), 这样的机床称为加工中心(图 1-1-1), 它是目前数控机床中产量较大、应用较广的数控机床之一。

在加工中心的基础上, 如果再配备多工作台(3 个及以上)自动交换装置(APC)和相关部件, 就能够进行一定时间的无人化加工, 这样的加工单元称为柔性加工单元(FMC, 图 1-1-2), FMC 不但能够作为独立设备使用, 而且也是组成柔性制造系统的基本单元, 其

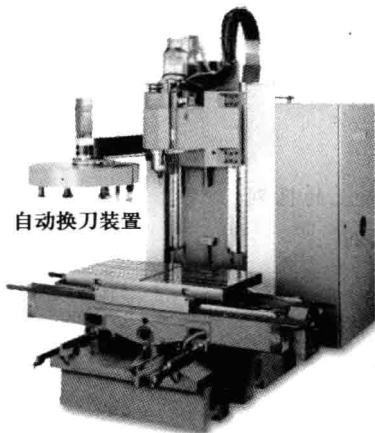


图 1-1-1 加工中心

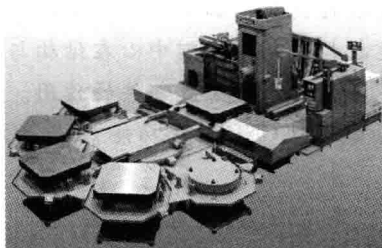


图 1-1-2 柔性加工单元

技术已成熟。

3. 数控车床与车削中心

数控车床是目前数控机床中产量最大、应用最广的数控机床之一。在普通数控车床上，刀架是车床的基本组件，但其刀具通常不能旋转(图1-1-3)，因此，不能以是否具备自动换刀功能来区分数控车床和车削中心。

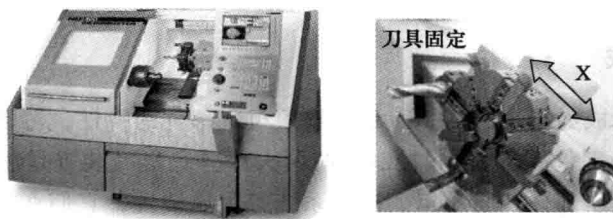


图1-1-3 数控车床

通常而言，作为车削中心的基本要求是：第一，其主轴(工件)不但可以控制速度，而且还具有位置控制功能(在任意角度上定位停止)，且能参与 X 、 Y 、 Z 等基本坐标轴的“插补”运算，实现 C_s 轴控制功能。第二，车削中心在数控车床 X 轴(径向)、 Z 轴(长度)的基础上，增加了垂直方向的运动轴(Y 轴)。第三，车削中心的刀架上可安装用于钻、镗、铣加工用的旋转刀具(称为动力刀具)，以实现工件侧面、端面的孔加工或轮廓铣削加工(图1-1-4)。

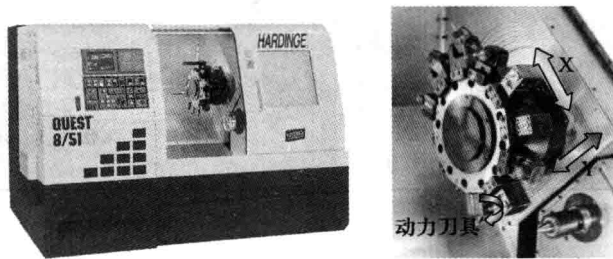


图1-1-4 车削中心

4. FMS 与 CIMS

在加工中心、FMC、车削中心等基本加工设备的基础上，再增加上下料机器人、物流系统与工件库、刀具输送系统与刀具中心、测量检测设备、装配设备等，并将所有的设备由中央控制系统进行集中、统一控制和管理，这样的制造系统称为柔性制造系统(FMS)。FMS不但可实现无人化管理，而且可实现多品种零件的全部加工或装配，实现车间制造过程的自动化，它是一种高度自动化的先进制造系统。

随着科学技术的发展，为了适应市场需求多变的形势，现代制造业不仅需要车间制造过程的自动化，而且还要实现从市场预测、生产决策、产品设计、产品制造直到产品销售的全面自

动化,构成完整的生产制造系统,这样的系统称为计算机集成制造系统(CIMS)。CIMS 将一个工厂的生产、经营活动进行了有机的集成,实现了高效益、高柔性的智能化生产,它是目前自动化制造技术发展的最高阶段。

FMS 与 CIMS 是自动化制造技术的发展方向,目前还在研究之中,世界上能真正实用化的 FMS 与 CIMS 还较少。

二、数控机床的基本组成

1. 数控机床的组成

数控机床的基本组成如图 1-1-5 所示。按照组成部件的特性,习惯上将数控机床分为机械装置(包括液压、气动部件等)与电气控制系统两大部分。机械装置是用来实现刀具运动的机床结构部件、液压和气动部件、防护罩、冷却系统等附属装置,它们在功能和作用上与普通机床没有太大的区别。

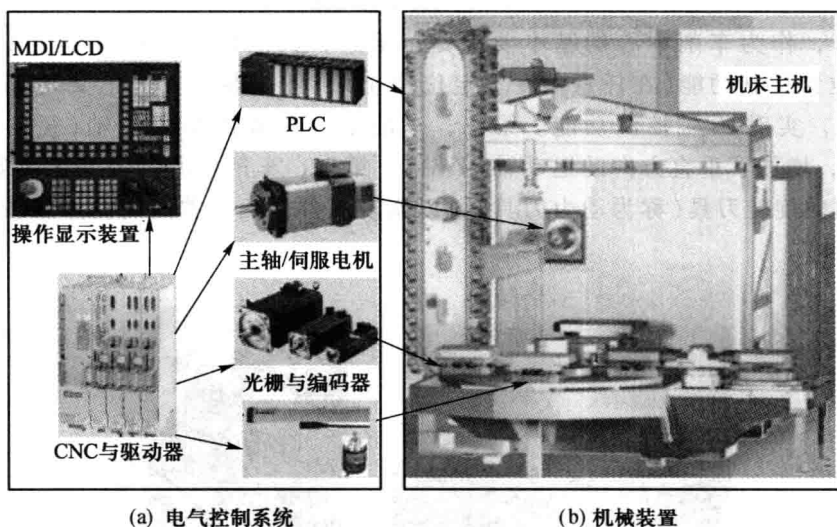


图 1-1-5 数控机床的组成

数控机床与普通机床的主要区别体现在电气控制系统上,数控机床的电气控制系统不仅包括了普通机床的低压电气控制线路、开关量逻辑控制装置(PLC),还有实现数字化控制与信息处理的数控装置(CNC)、操作/显示装置(MDI/LCD 面板)、运动控制装置(伺服驱动器、主轴驱动器)、执行装置(伺服电机、主轴电机)、测量装置(光栅与编码器)等组成部件。

2. 数控系统的组成

数控系统的主要控制对象是刀具,即坐标轴的移动速度、方向、位置控制等,其控制命令来自数控加工程序。因此,任何数控系统都必须有输入/输出装置、数控装置、伺服驱动这三大基本组成部件,有些数控系统还有辅助控制器。

(1) 输入/输出装置

输入/输出装置用于数控加工程序与数据、机床参数、刀具数据等的输入、输出。键盘(MDI)和显示器(LCD)是最常用的输入/输出装置。在先进的数控系统上,还配备有存储器卡、网络通信接口等;早期的光电阅读机、纸带穿孔机、磁带机、软盘驱动器已完全淘汰;作为外围设备,个人计算机是目前常用的输入/输出装置之一。

(2) 数控装置

数控装置是数控系统的核心部件,它由输入/输出接口、控制器、运算器和存储器等基本硬件和操作系统等相关软件组成。数控装置可将输入的控制命令与数据,通过编译、运算和处理,输出控制机床各部件运动的信息和指令。在所有运动控制信息和指令中,坐标轴的进给速度和位移直接决定了刀具的移动轨迹,需要通过“插补”运算生成,并经伺服驱动器的放大后控制刀具的位移,它是CNC最基本、最重要的控制指令。

(3) 伺服驱动

伺服驱动一般由伺服放大器(亦称驱动器、伺服单元)和执行机构(伺服电机)组成。交流伺服驱动是目前数控机床最常用的驱动装置;早期的直流伺服驱动已淘汰;在简易数控机床上,有时也采用步进电机驱动;在高速加工机床上,还可能使用直线电机、直接驱动电机等先进的驱动形式。

伺服驱动的作用主要有两个方面:一是使坐标轴按给定的速度运动;二是使坐标轴在给定的位置定位,因此,它是保证机床加工效率、加工精度的关键部件。通用型交流伺服与专用型交流伺服是目前常用的两类交流伺服驱动装置,前者可独立使用,是运动控制的通用位置控制装置,多用于国产普及型数控系统;后者只能与CNC配套使用,为进口全功能型数控系统常用的驱动装置。

(4) 辅助控制器

在金属切削机床上,加工程序中通常还包括主轴的转速/转向和起/停控制、刀具交换控制、冷却/润滑控制、工件松/夹控制等辅助指令,这些指令通过CNC操作系统的编译后,以控制信号的形式输出到辅助控制器上,由辅助控制器对其进行处理,并驱动主轴驱动器、电磁阀、液压、气动元件完成规定的动作。PLC是数控机床最常用的辅助控制器。

三、普及型CNC与全功能型CNC

数控机床是用于金属切削加工的设备,能够既快又好地完成加工,是人们对机床的期望,因此,数控机床实际能够达到的精度和效率是衡量其性能与水平最为关键的技术指标。CNC的控制轴数、联动轴数等代表了数控机床的轮廓加工能力,它们是CNC在软件功能上的区别,但并不能真正反映机床实际的精度和效率这两项关键指标。

数控机床的伺服驱动是决定机床定位精度、轮廓加工精度的关键部件,因此,判定普及型CNC与全功能型CNC的依据应是其伺服驱动的结构形式,普及型CNC配套的是通用型伺服驱动或步进驱动,全功能型CNC则配套专用伺服驱动^[1]。

[1] 龚仲华.论通用伺服与专用伺服[J].制造技术与机床,2011(5).

1. 普及型 CNC

普及型 CNC 所使用的通用伺服驱动器是一种带有闭环位置控制功能、通过外部脉冲指令控制伺服电机位置与速度的控制器(图 1-1-6), 只要改变指令脉冲的频率与数量, 即可达到改变运动速度与定位的目的。

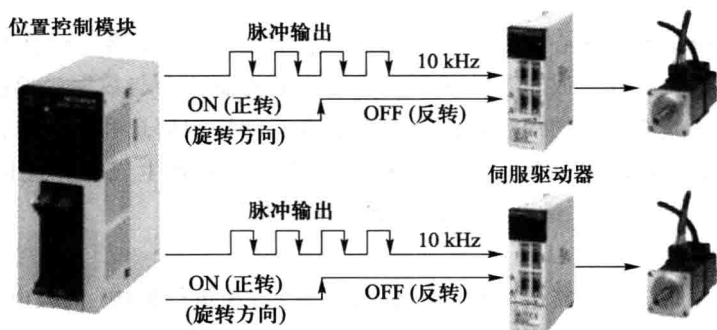


图 1-1-6 通用型伺服驱动器

通用伺服驱动器是一种独立的位置控制装置, 它对上级位置控制器(指令脉冲的提供者)无要求。为了使驱动器与位置指令脉冲匹配, 驱动器必须带有用于数据设定与显示的操作面板。由于通用伺服的位置控制与调节功能由驱动器本身实现, 因此, 其位置与速度检测信号无需反馈到 CNC 上; 但为了回参考点的需要, 电机的零位脉冲需要输入到 CNC。

配套通用伺服的 CNC 装置实际上只是一个简单的指令脉冲发生器, 它并不能对定位与轮廓加工过程中所产生的跟随误差、实际运动速度与位置等重要参数进行实时监控; 坐标轴的运动是各自独立的运动, 不能根据实际位置调整刀具运动轨迹。因此, 这样的数控系统相对于 CNC 而言, 其坐标轴的位置控制是开环的, 从这一意义上说, 通用伺服驱动的作用实际上类似于步进驱动器, 只是它可以进行连续定位, 不存在“失步”现象而已。

配套普及型 CNC 的机床无论在定位精度、轮廓控制性能(例如圆弧插补、椭圆加工等)等方面都与配套全功能型 CNC 的机床存在明显差距。

2. 全功能 CNC

全功能型 CNC 必须配套专用伺服驱动, 驱动器与 CNC 之间一般都通过专用的内部总线连接(如 FANUC 的 FSSB 总线、SIEMENS 的 PROFIBUS 总线等), 并以网络通信的形式实现驱动器与 CNC 之间的数据传输, 伺服总线使用专门的通信协议, 对外部无开放性, 驱动器不可以独立使用(图 1-1-7)。

使用专用伺服驱动的全功能型 CNC 的驱动器参数设定、状态监控、调试与优化等均可直接接在 CNC 的 MDI/LCD 单元上进行, 驱动器不需要操作面板。

采用专用伺服驱动的全功能型 CNC 的最大特点是其位置控制在 CNC 上实现, 所有坐标轴的运动都可以作为统一的整体进行控制, CNC 不但能够实时监控坐标轴的位置跟随误差、实际运动速度与位置等重要参数, 而且还可以进行坐标轴之间的协调控制, 因此, 它是一种真正

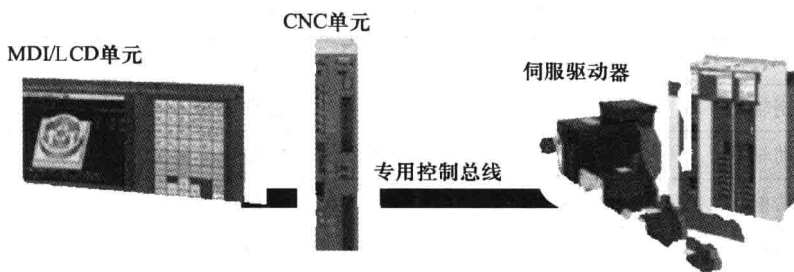


图 1-1-7 专用型伺服驱动器

意义上的位置闭环系统，其定位精度、轮廓控制性能远远优于使用通用伺服的 CNC 系统。在先进的 CNC 系统上，还可以通过“插补前加减速”、“AI 先行控制(Advanced Preview Control)”等前瞻控制功能，进一步提高轮廓加工精度。

实践指导

CNC 是数控机床的核心部件，它是衡量数控机床水平的重要标志，由于其技术、可靠性等诸多方面的原因，国内目前还只能生产配套通用伺服的普及型 CNC，且能真正得到机床生产厂家和市场认可的产品并不多。因此，国内数控机床生产厂家所使用的 CNC 主要有国产普及型和进口全功能型两类，前者以北京凯恩帝公司的 KND 系列和广州数控设备厂的 GSK 系列为代表，它们的产品结构、技术性能、操作编程方法基本相同；后者以日本 FANUC 公司的产品为主导。

一、KND100 系列 CNC

北京凯恩帝公司的 KND 系列普及型 CNC 主要有 KND1、KND10、KND100、KND1000 等系列，每一系列又分车床用(T 型)、铣床用(M 型)两种基本规格，KND100 是其代表性的产品。KND100 与广州数控设备厂的 GSK980 系列 CNC 在产品结构、技术性能、连接要求、操作编程方法上几乎完全一致，它们都具有使用简单、价格便宜、可靠性好的特点，故在国产普及型数控车床、铣床上有较大的用量。

KND 系列 CNC 采用了集成型结构，CNC、MDI/LCD 单元、I/O 模块、机床操作面板制成一体，LCD 为彩色或单色液晶，可选配附加机床操作面板(图 1-1-8)。

KND100 采用了高速 CPU、FPGA 及硬件插补电路，控制精度可以达到 μm 级，快进速度可达 24 m/min ，全中文操作界面与帮助信息为国内用户的使用与操作提供了方便。

KND 的位置指令输出为标准脉冲信号，可直接与步进驱动器或通用型伺服驱动器连接。CNC 可输出少量的 M 代码信号，但信号功能固定，用户不能进行 PLC 编程。CNC 带有标准的 RS232 接口，可与外设进行简单的数据通信。

以 KND100M 为例，其基本性能如表 1-1-1 所示。

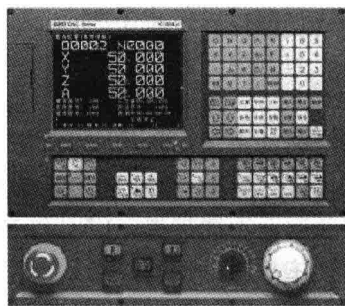


图 1-1-8 KND100 外形