

"十三五"机电工程实践系列规划教材

机电工程创新实训系列

数控机床

电气综合设计与训练教程

总策划·郁汉琪

主 编·解乃军 杜逸鸣

副主编·王春明 梁 涛 黄 娟

参 编·吴金娇 陈荷燕 贾 茜

付肖燕 张 瑶 曹雅丽



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

“十三五

教材

机电工程创新实训系列

数控机床电气综合 设计与训练教程

总策划	郁汉琪		
主 编	解乃军	杜逸鸣	
副主编	王春明	梁 涛	黄 娟
参 编	吴金娇	陈荷燕	贾 茜
	付肖燕	张 瑶	曹雅丽



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

· 南京 ·

内 容 简 介

本书是“卓越工程师培养机械类创新规划教材”系列教材的配套实训类教材。

全书共分4章。第1章为概论,主要介绍两种控制对象的机械机构和设计工具软件等;第2章至第4章,主要以6种新近推出的典型数控系统应用为主线,以数控车床和加工中心为主要控制对象,结合工程实际,按照“构思—设计—制作—调试”的思路进行编写。由浅入深,化繁为简,从数控机床的两种常用机械机构介绍入手,展开研究。结合实际,按照数控系统应用的设计顺序进行编写,即系统硬件、系统软件和系统调试。6种典型数控系统分别是西门子 SINUMERIK 808D 和 SINUMERIK 828D 数控系统,发那科 FANUC Oi-mate TC 和 FANUC Oi MC 数控系统,以及三菱 MITSUBISHI C70 和 MITSUBISHI M70 数控系统。本书配有电子课件,欢迎选用本书作教材的老师发邮件到 763980170@QQ.com 索取。

本书可作为普通高等院校自动化、机械工程及其自动化、机电一体化、自动化(数控技术)和自动化(系统集成)等相关专业应用型本科和专科的选用教材;可作为培养高素质的数控系统开发和数控技术应用人才的培训教材;也可作为从事数控技术应用的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床电气综合设计与训练教程/解乃军,杜逸鸣主编.

—南京:东南大学出版社,2016.6

“十三五”机电工程实践系列规划教材·机电工程创新实训
系列

ISBN 978-7-5641-6548-2

I. ①数… II. ①解… ②杜… III. ①数控机床—数控系统
高等学校—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 115804 号

数控机床电气综合设计与训练教程

出版发行 东南大学出版社

出版人 江建中

社 址 南京市四牌楼2号

邮 编 210096

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常州武进第三印刷厂

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 14.75

字 数 378 千字

版 次 2016年6月第1版

印 次 2016年6月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5641-6548-2

印 数 1—3500 册

定 价 33.00 元

(本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系,电话:025-83791830)

《“十三五”机电工程实践系列规划教材》编委会

编委会主任:郑 锋

编委会委员:郁汉琪 缪国钧 李宏胜 张 杰

郝思鹏 王红艳 周明虎 徐行健(三菱)

何朝晖(博世力士乐) 肖玲(台达)

罗锋(通用电气) 吕颖珊(罗克韦尔)

朱珉(出版社) 殷埏生 陈 巍 刘树青

编审委员会主任:孙玉坤

编审委员会委员:胡仁杰 吴洪涛 任祖平 陈勇(西门子)

侯长合(法那科) 王华(三菱)

总 策 划:郁汉琪

序

南京工程学院一向重视实践教学,注重学生的工程实践能力和创新能力的培养。长期以来,学校坚持走产学研之路、创新人才培养模式,培养高质量应用型人才。开展了以先进工程教育理念为指导、以提高实践教学质量为抓手、以多元校企合作作为平台、以系列项目化教学为载体的教育教学改革。学校先后与国内外一批著名企业合作共建了一批先进的实验室、实验中心或实训基地,规模宏大、合作深入,彻底改变了原来学校实验室设备落后于行业产业技术的现象。同时经过与企业实验室的共建、实验实训设备共同研制开发、工程实践项目的共同指导、学科竞赛的共同举办和教学资源的共同编著等,在产教融合协同育人等方面积累了丰富的经验和改革成果,在人才培养改革实践过程中取得了重要成果。

本次编写的《“十三五”机电工程实践系列规划教材》是围绕机电工程训练体系四大部分内容而编排的,包括“机电工程基础实训系列”、“机电工程控制基础实训系列”、“机电工程综合实训系列”和“机电工程创新实训系列”等 26 册。其中“机电工程基础实训系列”包括《电工技术实验指导书》、《电子技术实验指导书》、《电工电子实训教程》、《机械工程基础训练教程(上)》和《机械工程基础训练教程(下)》等 5 册;“机电工程控制基础实训系列”包括《电气控制与 PLC 实训教程(西门子)》、《电气控制与 PLC 实训教程(三菱)》、《电气控制与 PLC 实训教程(台达)》、《电气控制与 PLC 实训教程(通用电气)》、《电气控制与 PLC 实训教程(罗克韦尔)》、《电气控制与 PLC 实训教程(施耐德电气)》、《单片机实训教程》、《检测技术实训教程》和《液压与气动控制技术实训教程》等 9 册;“机电工程综合实训系列”包括《数控系统 PLC 编程与实训教程(西门子)》、《数控系统 PMC 编程与实训教程(法那科)》、《数控系统 PLC 编程与实践实训教程(三菱)》、《先进制造技术实训教程》、《快速成型制造实训教程》、《工业机器人编程与实训教程》和《智能自动化生产线实训教程》等 7 册;“机电工程创新实训系列”包括《机械创新综合设计与训练教程》、《电子系统综合设计与训练教程》、《自动化系统集成综合设计与训练教程》、《数控机床电气综合

设计与训练教程》、《数字化设计与制造综合设计与训练教程》等5册。

该系列规划教材,既是学校深化实践教学改革的成效,也是学校教师与企业工程师共同开发的实践教学资源建设的经验总结,更是学校参加首批教育部“本科教学质量与教学改革工程”项目——“卓越工程师人才培养教育计划”、“CDIO 工程教育模式改革研究与探索”和“国家级机电类人才培养模式创新实验区”工程实践教育改革的成果。该系列中的实验实训指导书和训练讲义经过了十年来的应用实践,在相关专业班级进行了应用实践与探索,成效显著。

该系列规划教材面向工程、重在实践、体现创新。在内容安排上既有基础实验实训、又有综合设计与集成应用项目训练,也有创新设计与综合工程实践项目应用;在项目的实施上采用国际化的 CDIO【Conceive(构思)、Design(设计)、Implement(实现)、Operate(运作)】工程教育的标准理念,“做中学、学中研、研中创”的方法,实现学做创一体化,使学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式学习工程。通过基于这种系列化的项目教育和学习后,学生会在工程实践能力、团队合作能力、分析归纳能力、发现问题解决问题的能力、职业规划能力、信息获取能力以及创新创业能力等方面均得到锻炼和提高。

该系列规划教材的编写、出版得到了通用电气、三菱电机、西门子等多家企业的领导与工程师们的大力支持和帮助,出版社的领导、编辑也不辞辛劳、出谋划策,才能使该系列规划教材如期出版。该系列规划教材既可作为各高等院校电气工程类、自动化类、机械工程类专业,相关高校工程训练中心或实训基地的实验实训教材,也可作为专业技术人员培训用参考资料。相信该系列规划教材的出版,一定会对高等学校工程实践教育和高素质创新人才的培养起到重要的推动作用。

教育部高等学校电气类教学指导委员会主任

胡敏强

2016.5 于南京

前 言

本书是“卓越工程师人才培养计划”机械类专业改革的实践教材。

根据“卓越计划”的人才培养方案,结合市场需求,打破传统的“基础课+专业课+工程实习”三段分割的教学模式,借鉴 CDIO 工程教育的理念,采用“系列化项目教学”的实施,实现螺旋式提升学生的综合工程应用能力。项目化的训练相对应的设置了一级、二级和三级项目,其中一级项目包含了本专业主要专业核心课程和工程综合实际应用,体现了专业的主要能力要求;二级项目则是相关课程群的(或课程模块)能力训练要求,重点突出某项专项能力;三级项目则针对单门课程,是为增强学生对该门课程内容的理解而设置。通过系列化的“工程项目”的综合训练,以达到培养学生的素质、各能力和专业知识,即诚实守信、道德修养、职业规范等各种素质,机械设计及绘图能力,电气设计及绘图能力,仪器设备操作维修能力,与人交流及沟通能力,手册、资料查询和自学能力等,以及机械电气控制设计、零件设计制作、系统装配联调等专业能力和知识。

本书是针对一级项目而编写的综合设计与训练教程,共分 4 章。书中主要以六种新近推出的典型 CNC 数控系统应用为主线,结合工程实际,按照“构思—设计—制作—调试”的思路进行编写。主要控制对象为数控车床和加工中心,从数控机床的两种常用机械机构介绍入手,由浅入深,化繁为简。

本书按照 CNC 数控系统应用的设计顺序进行编写,即系统硬件、系统软件和系统调试。第一章为概论,主要介绍数控车床和加工中心两种控制对象的机械机构和设计工具软件等,由解乃军、杜逸鸣编写;第二章为西门子(SIEMENS)数控系统综合应用实训,主要介绍西门子数控系统的两个综合实训项目的应用,其中项目 1 为 SINUMERIK 808D 数控系统在数控车床中的应用(解乃军、张瑶、梁涛编写),项目 2 为 SINUMERIK 828D 数控系统在加工中心中的应用(解乃军、王春明编写);第三章为法那科(FANUC)数控系统的综合应用实训,主要介绍法那科数控系统的两个综合实训项目的应用,其中项目 3 为 FANUC Oi Mate TD 数控系统在数控车床中的应用(付肖燕、黄娟编写),项目 4 为 FANUC Oi MC 数控系统在加工中

心中的应用(贾茜编写);第四章为三菱数控系统综合应用实训,主要介绍三菱(MITSUBISHI)数控系统的两个综合实训项目的应用,其中项目5为MITSUBISHI C70数控系统在数控车床中的应用(陈荷燕编写),项目6为MITSUBISHI M70数控系统在加工中心中的应用(吴金娇编写)。全书由解乃军老师统稿。

本书的编写得到了数控系统生产公司及相关企业人员的大力支持与帮助,他们提供了大量的工程案例资料和编写建议,包括张跃林、舒庆、阮启伟(南京数控机床有限公司),李军、周繁荣、耿亮(西门子公司),陈磊(发那科有限公司),徐行健、杨第平(三菱公司),马涛(康尼公司),潘培山(南京培杉软件科技有限公司),王金(逸莱轲软件贸易(上海)有限公司),洪立荣(南京马波斯自动化设备有限公司),郑金洋(奇瑞捷豹路虎汽车有限公司)等。在此表示由衷的感谢。

本书适合普通高等院校自动化、机械工程及其自动化、机电一体化等相关专业的实践教材,也可作为从事数控技术的工程技术或自学者作参考资料。

由于我们水平有限,加之时间仓促,书中难免还有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2016年3月

专业词汇中英文对照

CAD(计算机辅助设计)	数控卧式车床(CNC Simple Horizontal Lathe)
IEC(国际电工委员会)	铣床(Milling Machine)
GB(国标)	伺服(Servo)
智能化(Smart)	触摸屏(Touch Screen)
全集成自动化(TIA)	急停(Emergency Stop, EMG)
加工中心(Machining Center, MC)	光电耦合器(Photocoupling)
机床操作面板(Machine Tool Operation Panel)	漏极(Drain Electrode)
伺服系统(Servo System)	源极(Source Electrode)
数控铣床(CNC Milling Machine)	手动脉冲发生器(Manual Pulse Generator, MPG)
刀库(Tool Magazine)	静态随机存取存储器(Static Random Access Memory, SRAM)
伺服电机(Servo Motor)	栅格(Grid)
进给轴(Feed Axes)	维护(Mainte)
脉冲编码器(Pulse Encoder)	输入口令(Password Input, Psswd Input)
故障诊断(Fault Diagnosis)	参数(Param)
数据备份(Data Backup)	参数号(Param Number)
机床(Machine Tool, MT)	系统类型选择(System Type Select)
数控(Numerical Control, NC)	系统设定(System Setup)
数控系统(Numerical Control System)	显示语言(Language Display)
可编程控制机(Programmable Machine Control, PMC)	主轴数(Spino)
个人电脑(Personal Computer, PC)	轴数(Axisno)
阴极射线管(Cathode Ray Tube, CRT)	指令类型(Cmdtyp)
液晶显示器(Liquid Crystal Display, LCD)	驱动器单元接口通道编号(Mcp_No)
手动输入数据(Manual Data Input, MDI)	轴名称(Axisname)
伺服模块(Servo Module, SVM)	快速进给速度(Rapid)
主轴(Spindle, SPDL)	切削进给钳制速度(Clamp)
高速串行总线(High-Speed Serial Bus, FSSB)	加减速模式(Smgst)
DI/DO(Data Input/Data Output)	最低转速(Smini)
I/O(Input/Output)	Z 相检测速度(Zdetspd)
存储卡(Memory Card, M-CARD)	纸带(TAPE)
只读存储器(ROM)	记忆(AUTO)
随机存储器(RAM)	手动输入(MDI)
静态随机存取存储器(Static Random Access Memory, SRAM)	手轮(HAND)
快闪只读存储器(Flash ROM, FROM)	寸动(JOG)
梯形图(Ladder Diagram)	快速进给(RPD)
二十进制代码(Binary-Coded Decimal, BCD)	参考点回归(ZRN)
可编程逻辑控制器(Programmable Logic controller, PLC)	交叉频率(Cross Frequency)
计算机数控(Computerized Numerical Control, CNC)	增益裕量值(Gain Margin)
车床(Lathe, Turning Machine)	

目 录

1	概论	(1)
1.1	专业综合实训项目概述.....	(1)
1.1.1	专业综合实训项目目的和意义.....	(1)
1.1.2	专业综合实训项目选题要求.....	(1)
1.1.3	专业综合实训项目实习方式.....	(1)
1.1.4	专业综合实训项目时间分配.....	(2)
1.1.5	专业综合实训项目考核方法与成绩评定.....	(4)
1.1.6	专业综合实训项目日志、报告的内容与要求.....	(4)
1.1.7	专业综合实训项目总结报告参考格式.....	(4)
1.1.8	专业综合实训项目实习注意事项.....	(4)
1.2	综合实训设备机械结构介绍.....	(5)
1.2.1	数控车床综合实训机械结构简介.....	(5)
1.2.2	加工中心综合实训机械结构简介.....	(10)
1.3	电气原理图绘制.....	(14)
1.3.1	电气原理图设计的基本知识.....	(14)
1.3.2	电气设计工具软件——elecworks.....	(18)
1.3.3	电气原理图设计.....	(21)
1.3.4	工程设计实例——包装机械的电气设计样例.....	(29)
2	西门子数控系统应用综合实训	(43)
2.1	综合实训项目 1——数控车床.....	(43)
2.1.1	实训目的和要求.....	(43)
2.1.2	西门子 SINUMERIK 808D 数控系统硬件介绍.....	(44)
2.1.3	西门子 SINUMERIK 808D 数控系统软件介绍.....	(50)
2.1.4	西门子 SINUMERIK 808D 数控系统调试.....	(63)
2.1.5	数据备份.....	(71)
2.2	综合实训项目 2——加工中心.....	(72)
2.2.1	实训目的和要求.....	(72)
2.2.2	西门子 SINUMERIK 828D 数控系统硬件介绍.....	(73)
2.2.3	西门子 SINUMERIK 828D 数控系统调试.....	(76)
2.2.4	加工中心应用实例——VMC850 型机床 PLC 例程说明.....	(79)
3	发那科数控系统应用综合实训	(99)
3.1	综合实训项目 3——数控车床.....	(99)
3.1.1	实训目的与要求.....	(99)

3.1.2	发那科 FANUC Oi Mate - TD 数控系统硬件配置及连接(车床版)	(99)
3.1.3	发那科 FANUC Oi Mate - TD 编程软件 FAPT LADDER-Ⅲ 介绍	(106)
3.1.4	发那科 FANUC Oi Mate - TD 数控系统调试及伺服优化	(118)
3.2	综合实训项目 4——加工中心	(141)
3.2.1	实训目的与要求	(141)
3.2.2	发那科 FANUC Oi Mate - MC 数控系统硬件组成与连接	(141)
3.2.3	发那科 FANUC Oi Mate - MC 数控系统参数设置及调试	(147)
3.2.4	发那科 FANUC Oi Mate - MC 数控系统的 PMC 调试步骤	(151)
3.2.5	数据备份及恢复	(153)
4	三菱数控系统应用综合实训	(155)
4.1	综合实训项目 5——数控车床	(155)
4.1.1	实训目的与要求	(155)
4.1.2	三菱 MITSUBISHI C70 数控系统硬件连接	(155)
4.1.3	三菱 MITSUBISHI C70 数控系统参数设定及调试	(168)
4.1.4	数据备份与恢复	(175)
4.2	综合实训项目 6——加工中心	(178)
4.2.1	实训目的与要求	(179)
4.2.2	三菱 MITSUBISHI M70 数控系统硬件介绍	(179)
4.2.3	三菱 MITSUBISHI M70 数控系统调试	(187)
4.2.4	三菱 MITSUBISHI M70 数控系统软件设计与调试	(196)
4.2.5	数据备份与恢复	(219)
	参考文献	(223)

1.1 专业综合实训项目概述

1.1.1 专业综合实训项目目的和意义

专业综合实训的主要目的是通过“工程项目”训练和“做中学”，以培养学生的各种能力、素质和专业水平，即机械机构和电气设计能力，绘图能力，仪器设备操作、维修能力，与人交流、沟通能力，手册、资料查询和自学能力等；锻炼学生诚实守信、道德修养、职业规范等各种素质；提高学生机械、电气控制、数控加工等专业技术水平。属于一级教学项目。专业综合实训知识结构关联，如图 1.1.1 所示。



图 1.1.1 专业综合实训知识结构关联图

1.1.2 专业综合实训项目选题要求

专业综合实训是数控及相关专业教学计划内的，是基于卓越工程师教育理念下进行改革实施的，建议安排在第七学期，8 周或 10 周计划。数控及相关专业综合实训内容，主要是以数控系统作为核心控制器，所构成的数控机床在制造业领域方面的各种应用，涉及数控系统、变频器、伺服、通信总线、人机等自动化工控产品以及关联知识。除学会产品使用、编程和系统集成外，更重要的是锻炼工程实际经验与解决问题的方法，同时培养发现问题、解决问题的创新精神。

1.1.3 专业综合实训项目实习方式

专业综合实训采用工程项目教学方式实施完成。将班级学生分成若干个大组，再将每大组分分成若干个小组（2~3 人/小组）。具体实施步骤如下：

（1）选定综合实训课题，下达设计任务

综合实训课题由指导教师选定，课题提前两周公布，以便学生有充分的设计准备时间。

(2) 教师讲解

- ①介绍综合实训设备的内容、要求、安排、考核方法、注意事项；
- ②讲授必要的课题背景和相关知识、原理，着重帮助学生明确任务。

(3) 学生查询资料，进行综合设计报告及答辩 PPT

综合设计报告应包括的内容：课题名称及要求；系统总体设计方案；系统分析与设计；完整的系统电路图、程序等；所需的元器件清单；调试方案、步骤及运行结果等。

(4) 教师审查

审查综合设计报告是否规范，设计方案是否合理、正确、可行，否则要求调整或整改。教师记录学生的相应成绩。

(5) 学生安装、调试

通过教师审查后，即开始安装调试。调试和排故工作原则上由学生独立完成。教师以兼顾培养学生的独立工作能力和在规定时间内完成设计任务为宗旨，视具体情况给予适当指导。应对实验纪律和态度提出严格要求，督促、激发、引导学生圆满完成实训任务。

(6) 验收并简单考查

学生在系统达到功能和指标要求后，保持系统的调试现场，申请指导教师验收。对达到设计指标要求的，教师将对其综合应用能力和实验能力进行简单的答辩考查，然后在综合实训结束给出实际操作分；未达到设计指标要求的，则要求其调整和改进，直到达标；之后，每名学生均要进行 PPT 答辩。

(7) 撰写专业综合实训总结报告

总结报告应认真、规范、正确(报告格式参见表 1.1.7)。

1.1.4 专业综合实训项目时间分配

专业综合实训授课计划见表 1.1.1。实训时间：8 周或 10 周(以天计，每周 5 天)。

表 1.1.1 专业综合实训授课计划(参考)

顺序	需用 时数	授课性质	授课或学生操作内容摘要		考核内容
1	0.5	讲授示范	第一阶段 综合实训 模块一(两周 完成)——基 础知识回顾 及机构设计 实训	(1) 选定指定实训设计课题 指导教师在公布指定实训设计课题时一般应包括以下内容：课题名称、设计任务、技术指标和要求、主要参考文献等内容。可提供系统设计的参考框图、主要特点、主要器件的选用等 (2) 教师讲解指定设计课题 ①介绍课程设计的内容、要求、安排、考核方法、注意事项 ②讲授必要的课题背景和相关知识、原理。着重帮助学生明确任务，PLC 控制系统的一般设计方法、安装、调试方法	用口试或笔试或现场操作等方式，通过具体实训项目对象的控制考核学生对有关 PLC、低压电器等基础知识的掌握情况，注意培养学生养成良好的工作习惯，教育学生诚实守信，多与学生交流，引导学生主动学习，引入竞争机制，增强学生自信心的培养 能力训练考核内容： (1) 培养学生以探究方式获取知识的能力； (2) 培养学生自主学习与分析问题能力； (3) 培养学生的创新能力； (4) 培养学生的团队协作、沟通、领导和组织能力； (5) 培养学生对综合知识的应用能力； (6) 培养学生实际动手操作能力
2	2	现场指导		学生查询资料，进行设计并撰写设计报告，教师审查	
3	2	现场指导		学生安装、调试指定设计课题	
4	0.5	现场指导		验收并简单考查指定设计课题	

续表 1.1.1

顺序	需用 时数	授课性质	授课或学生操作内容摘要		考核内容
5	0.5	讲授示范	第一阶段 综合实训 模块一(两周 完成)—— 基础知识回 顾及机构设 计实训	教师布置创新设计课题	检查学生日志,督促学生养成良好的工作习惯,锻炼学生毅力,考查学生诚实守信
6	2	现场指导		学生查询资料,进行设计并撰写设计报告,教师审查	
7	2	现场指导		学生安装、调试创新设计课题	
8	0.5	现场指导 讲授		验收并简单考查创新设计课题,检查阶段总结报告及现场答辩	采用现场答辩(报告+PPT演示+演讲)的方式,考查学生查阅资料,收集信息的能力;考查学生团队合作,相互交流能力;考查学生领导组织能力
9	1	讲授示范	第二阶段 综合实训 模块二(两周 完成)——数 控系统应用 设计实训	选定设计课题并讲解,要求同模块一	同模块一 同时,检查学生日志,督促学生养成良好的工作习惯,锻炼学生毅力,考查学生诚实守信
10	4	现场指导		学生查询资料,进行设计并撰写设计报告,教师审查	
11	4	现场指导		学生安装、调试设计课题	
12	1	现场指导 讲授		检查阶段总结报告及现场答辩	同模块一
13	1	讲授示范	第三阶段 综合实训 模块三(两周 完成)——电 气系统设 计联调实训	选定设计课题并讲解,要求同模块一	同模块一 同时,检查学生日志,督促学生养成良好的工作习惯,锻炼学生毅力,考查学生诚实守信
14	4	现场指导		学生查询资料,进行设计并撰写设计报告,教师审查	
15	4	现场指导		学生安装、调试设计课题	
16	1	现场指导 讲授		检查阶段总结报告及现场答辩	同模块一
17	1	讲授示范		选定设计课题并讲解,要求同模块一	同模块一
18	4/9	现场指导		学生查询资料,完成有关知识的技术储备,教师审查学生查询资料,进行设计并完成综合设计报告。综合设计报告应包括的内容:课题名称及要求;系统总体设计方案;系统分析与设计;完整的系统电路图、程序等;所需的元器件清单;调试方案、步骤及运行结果等。教师审查	
19	2/7	现场指导	第四阶段 综合实训 模块四(两周 或四周完 成)——系统 联调与加工 实训	完成综合设计报告,通过教师审查后,即开始安装调试。调试和排故工作原则上由学生独立完成。教师以兼顾培养学生的独立工作能力和在规定时间内完成设计任务为宗旨,视具体情况给予适当指导。应对实验纪律和态度提出严格要求,督促、激发、引导学生圆满完成实验任务。未达到设计指标要求的,则要求其调整和改进,直到达标。之后,每名学生均要进行PPT答辩	检查学生日志,督促学生养成良好的工作习惯,锻炼学生毅力,考查学生诚实守信
20	1	现场指导		检查8周或10周专业综合实训终期报告及答辩PPT	采用现场答辩(报告+PPT演示+演讲)的综合考核方式。检查学生的综合素质,给出总评成绩。考查学生查阅资料,收集信息的能力;考查学生团队合作,相互交流及领导组织能力

1.1.5 专业综合实训项目考核方法与成绩评定

(1) 考核方法

- ①学习态度、诚实守信及出勤 占 10%；
- ②方案设计、需求分析及程序 占 30%；
- ③系统过程调试 占 30%；
- ④总结报告及答辩 PPT 占 30%。

(2) 成绩评定

成绩分优、良、中、及格和不及格五档。

1.1.6 专业综合实训项目日志、报告的内容与要求

日志格式要求学生自行设计,每天均要求记录,指导老师负责检查,主要考核学生的诚实守信,重点培养学生良好的工作习惯和工作态度。

1.1.7 专业综合实训项目总结报告参考格式

封面

目录

内容部分包含:

(1) 设计任务

(2) 设计过程

- ①方案描述,需求分析;
- ②要求提供方案结构图、数控系统选型分析、电气原理图;
- ③I/O 地址分配表、程序流程图、PLC 程序等。

(3) 安装、调试说明

(4) 设计中的问题分析

(5) 设计总结

(6) 主要参考资料

1.1.8 专业综合实训项目实习注意事项

(1) 安全注意事项

- ①严禁散落长发、衣冠不整操作设备;
- ②安装设备时注意不要损坏各种阀件及气动元件;
- ③请勿使用损坏的插座或电缆,以免发生触电及火灾;
- ④安装时请在清洁平坦的位置,以防发生意外事故;
- ⑤请使用额定电压,以防发生意外事故;
- ⑥必须使用带有接地端子的多功能插座,确认主要插座的接地端子有没有漏电、导电;
- ⑦为了防止机械的差错或故障,请勿在控制器和电磁阀附近放置磁性物品;
- ⑧设备在安装或移动时,请切断电源。

(2) 使用注意事项

- ①长时间不使用设备时请切断电源;
- ②在光线直射,灰尘,震动,冲击严重的场所请勿使用;
- ③在湿度较大或容易溅到水的场所,以及导电器械,易燃性物品附近请勿使用;
- ④请勿用湿手触摸电源插头,防止触电或火灾;

- ⑤用户在任意分解,修理,改造下无法享有正常的保修权利;
- ⑥注意切勿将手以及衣物夹进电机或气缸操作部位。

1.2 综合实训设备机械结构介绍

本教材以数控机床为研究对象,开展数控及相关专业综合实训项目教学。本节具体介绍一下综合实训设备的机械结构。

数控机床是按照事先编制的程序进行加工的,在工作过程中不需要人工干预,故而对数控机床的结构要求精密、完善且能够长时间稳定可靠地工作,以满足重复加工的需要。数控机床一般由数控系统、伺服系统、主传动系统、强电控制柜、机床本体和各类辅助装置组成。对各类不同功能的数控机床,其组成部分略有差异。

数控机床的机械结构包括:床身、立柱、导轨、主轴传动系统、进给传动系统、工作台、自动换刀装置(刀架或刀库)及其他辅助装置,如图 1.2.1 所示。

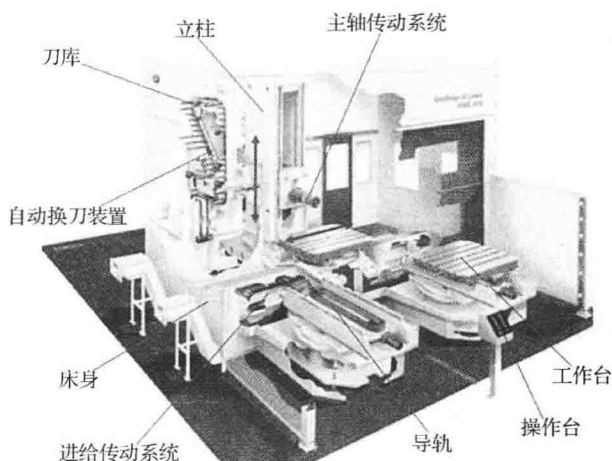


图 1.2.1 数控机床机构组成

1.2.1 数控车床综合实训机械结构简介

数控车床由数控装置、床身、主轴箱、刀架、进给系统、尾座、液压系统、冷却系统、润滑系统、排屑器等部分组成,如图 1.2.2 所示。

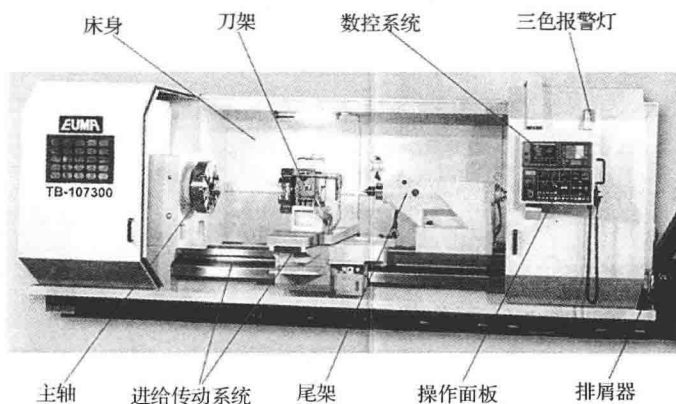


图 1.2.2 数控车床机构组成

数控车床分为立式数控车床和卧式数控车床两种类型。

立式数控车床用于回转直径较大的盘类零件车削加工。

卧式数控车床用于轴向尺寸较长或小型盘类零件的车削加工。

卧式数控车床按功能可进一步分为经济型数控车床、普通数控车床和车削加工中心。

(1) 经济型数控车床:采用步进电动机和单片机对普通车床的车削进给系统进行改造后形成的简易型数控车床。成本较低,自动化程度和功能都比较好,车削加工精度也不高,适用于要求不高的回转类零件的车削加工。

(2) 普通数控车床:根据车削加工要求在结构上进行专门设计,配备通用数控系统而形成的数控车床。数控系统功能强,自动化程度和加工精度也比较高,适用于一般回转类零件的车削加工。这种数控车床可同时控制两个坐标轴,即 X 轴和 Z 轴。

(3) 车削加工中心:在普通数控车床的基础上,增加了 C 轴和动力头,更高级的机床还带有刀库,可控制 X 、 Z 和 C 三个坐标轴,联动控制轴可以是 (X/Z) 、 (X/C) 或 (Z/C) 。由于增加了 C 轴和铣削动力头,这种数控车床的加工功能大大增强,除可以进行一般车削外,还可以进行径向和轴向铣削、曲面铣削、中心线不在零件回转中心的孔和径向孔的钻削等加工。

1) 数控机床的主传动系统

(1) 采用变速齿轮传动

通过少数几对齿轮降速,使之成为分段无级变速。滑移齿轮的移位采用液压拨叉或电磁离合器控制。

同步齿形带是利用带齿与带轮的啮合同步传动力的一种新型传动带。不仅具有带传动的特点,适用于大中心距传递,而且又具有齿轮传动和链传动的特点,能够保证准确的传动比。

多楔带兼有 V 带和平带的优点,既有平带柔软、强韧的特点,又有 V 带紧凑、高效等优点。

同步带主轴传动系统,如图 1.2.3 所示。



图 1.2.3 主轴传动系统机构组成

(2) 电主轴

主轴与电机制成一体,使主轴驱动机构简化。

电主轴组成:空心轴转子、带绕组的定子、速度检测元件。

空心轴转子,既是电机的转子,也是主轴。

若电主轴内应用较先进的轴承(如陶瓷轴承、磁悬浮轴承等)可使主轴部件结构紧凑、重量轻、惯量小,可提高启动、停止响应特性,利于控制振动和噪声。目前最高可达 $200\,000\text{ r/min}$ 。

电主轴大大简化了主运动系统结构,实现了所谓“零传动”,使传动精度大大提高,在高速数控机床上大量采用。