

高职高专机电类专业课改教材



YZLI0890172971

数控机床

刘宝珠 主编



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高职高专机电类专业课改教材

数 控 机 床

主 编 刘宝珠

副主编 王荪馨 刘保朝

参 编 陶 静 张世亮



YZLI0890172971

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书根据当前职业教育发展的要求,以技能培养为主线来设计项目和实训内容,按照项目教学的形式来组织编写。全书由3个学习情境数控机床的认识、数控机床的结构、数控机床的选用)和7个项目(数控机床概述、数控车床、数控铣床、加工中心、数控特种加工机床、数控机床的典型机械结构及功能部件、数控机床的应用)组成。

本书可作为高职高专数控、机械制造、机电一体化、模具、自动化、设备等专业的教材,也可作为中职、技校相关专业的教学用书及从事机械制造的工程技术人员的参考、学习、培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床/刘宝珠主编. —西安:西安电子科技大学出版社, 2011.8 (2012.11 重印)

高职高专机电类专业课改教材

ISBN 978-7-5606-2622-2

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 126197 号

策 划 秦志峰

责任编辑 张 玮 秦志峰

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2011年8月第1版 2012年11月第2次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 15

字 数 350千字

印 数 3001~5000册

定 价 28.00元

ISBN 978-7-5606-2622-2 / TG·0029

XDUP 2914001-2

*** 如有印装问题可调换 ***

前 言

为了适应数控技术和国民经济发展的需要以及职业技术学院的教学要求,编者组织了多年从事数控机床教学与实践的老师编写了本书。

本书的编写思路充分体现出以“应用”为主旨,以“必需、够用”为度,以就业为导向,以全面的素质培养为基础,以能力为本位的教学目标。“双证制”是高等职业教育的特色所在,本书的内容与劳动部门和行业管理部门颁发的职业资格证书或职业技能证书实现了有效的衔接。

当前职业教育课程改革的主流方向是构建项目课程,开展项目教学,并把项目课程作为职业教育课程体系的主体。为此,本书根据当前职业教育发展的要求,以技能培养为主线来设计项目和实训内容,按照项目教学的形式来组织编写。实践性教学接近总学时数的三分之一,力求紧密联系生产实际,突出实用性,理论浅显、图文并茂、通俗易懂、易教易学。

本书以生产实际为背景,以不同类型数控机床所加工的典型零件为项目的引出,由浅入深、由简单到复杂,将7个项目连接起来,分别介绍数控机床的概况、结构和应用。每个项目又按照该类型数控机床的产生和发展、用途和分类、结构和原理、实训和自测题的顺序排列,并结合实际应用和职业技能鉴定来介绍数控机床。每个项目既相互联系,又有一定的独立性。

本书以服务为宗旨、以就业为导向、以岗位需求为标准、以提高质量为重点,在体现教材的科学性、先进性、启发性的基础上突出体现教材的适用性、实用性、针对性、创新性和前瞻性,更加贴近当前职业院校的学生现状,贴近当前社会和职业岗位的需求,贴近职业资格考试的要求,以增强学生适应职业岗位变换的能力,并有利于学生形成可持续发展的能力。

本书由晋中职业技术学院的刘宝珠担任主编,负责全书的统稿,由西安理工大学高技术学院的王荪馨和陕西工业职业技术学院的刘保朝担任副主编。其中,刘保朝编写了项目1和项目4,刘宝珠编写了项目2和项目6,王荪馨编写了项目3,陕西工业职业技术学院的陶静编写了项目5,甘肃武威职业技术学院的张世亮编写了项目7。

本书在编写过程中参考了兄弟院校、相关企业和科研院所的一些教材、资料和文献,在此向有关作者一并致谢。

本书是编者多年从事数控机床实践与教学的工作总结,由于水平有限,加之数控机床发展迅速,尽管投入了很大精力,力图使本书编排合理,内容正确,但还是难免有不当之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2011年4月

目 录

学习情境一 数控机床的认识

项目 1 数控机床概述	2
1.1 技能解析	2
1.2 项目的引出	2
1.3 数控机床的产生和发展	3
1.3.1 数控机床的诞生	3
1.3.2 数控机床的发展过程	3
1.3.3 我国数控机床的发展过程	4
1.3.4 数控机床的发展趋势	4
1.4 数控机床的组成和工作过程	6
1.4.1 数控机床的组成	6
1.4.2 数控机床的工作过程	8
1.5 数控机床的分类	9
1.5.1 按工艺用途分类	9
1.5.2 按控制运动的方式分类	10
1.5.3 按控制轴数分类	11
1.5.4 按伺服系统分类	11
1.5.5 按功能水平分类	12
1.6 数控机床的性能指标与功能	13
1.6.1 数控机床的主要性能指标	13
1.6.2 数控机床的主要功能	14
1.7 数控机床的特点及其应用	15
1.7.1 数控机床的特点	15
1.7.2 数控机床的应用	16
1.8 实训	17
1.9 自测题	17

学习情境二 数控机床的结构

项目 2 数控车床	20
2.1 技能解析	20

2.2 项目的引出	20
2.3 数控车床概述	22
2.3.1 数控车床的工艺范围	22
2.3.2 数控车床的分类	24
2.3.3 数控车床的组成	27
2.3.4 数控车床的布局	28
2.3.5 数控车床的特点与发展	31
2.4 数控车床的传动与结构	32
2.4.1 主传动系统及主轴箱结构	32
2.4.2 数控车床的液压动力卡盘	34
2.4.3 进给传动系统及传动装置	36
2.4.4 数控车床的刀架	40
2.4.5 数控车床的尾座	45
2.5 数控车床的液压控制系统	46
2.6 车削中心	47
2.6.1 车削中心的工艺范围	48
2.6.2 车削中心的 C 轴	49
2.6.3 车削中心的主传动系统	49
2.6.4 车削中心自驱动刀具的典型结构	51
2.7 典型数控车床介绍	53
2.7.1 CAK40 经济型数控车床	53
2.7.2 MJ-50 全功能卧式数控车床	55
2.7.3 数控立式轮毂车床	56
2.7.4 倒置式数控车床	57
2.8 实训	58
2.9 自测题	59
项目 3 数控铣床	61
3.1 技能解析	61
3.2 项目的引出	61
3.3 数控铣床概述	63
3.3.1 数控铣床的工艺范围	63
3.3.2 数控铣床的分类	63
3.3.3 数控铣床的组成	67
3.3.4 数控铣床的布局	68
3.3.5 数控铣床的特点与发展	69
3.4 数控铣床的传动与结构	70
3.4.1 数控铣床的主传动系统	70
3.4.2 数控铣床的万能铣头及换刀机构	73
3.4.3 数控铣床的进给传动系统	75

3.4.4	数控铣床升降台平衡装置	77
3.5	数控铣床的气动控制系统	78
3.5.1	气动控制系统的组成及原理	78
3.5.2	数控铣床的换刀过程	79
3.6	典型数控铣床介绍	80
3.6.1	V-600 数控铣床	80
3.6.2	XK5040A 数控铣床	82
3.6.3	XK714 数控铣床	84
3.6.4	TK6411A 数控铣床	85
3.7	实训	86
3.8	自测题	86
项目 4	加工中心	88
4.1	技能解析	88
4.2	项目的引出	88
4.3	加工中心概述	89
4.3.1	加工中心的工艺范围	89
4.3.2	加工中心的分类	90
4.3.3	加工中心的组成	91
4.3.4	加工中心的布局	93
4.3.5	加工中心的特点与发展	94
4.4	加工中心的传动系统	95
4.4.1	加工中心的主传动系统	95
4.4.2	加工中心的主轴准停装置	97
4.4.3	加工中心的伺服进给系统	99
4.5	加工中心的回转工作台	99
4.5.1	数控回转工作台	99
4.5.2	分度工作台	101
4.5.3	工作台交换系统	103
4.6	加工中心的刀库	104
4.6.1	刀库的类型与容量	104
4.6.2	刀具的编码与选择方式	105
4.6.3	刀库的结构与传动	107
4.7	加工中心的自动换刀装置	109
4.7.1	自动换刀装置的类型	109
4.7.2	自动换刀装置的结构	109
4.7.3	典型换刀装置的自动换刀过程	113
4.8	加工中心的气液控制系统	115
4.8.1	加工中心的气动系统	115
4.8.2	加工中心的液压系统	118

4.9 典型加工中心的介绍	119
4.9.1 FV-800 立式加工中心	119
4.9.2 MH-630 卧式加工中心	120
4.10 实训	121
4.11 自测题	122
项目 5 数控特种加工机床	124
5.1 技能解析	124
5.2 项目的引出	124
5.3 数控特种加工机床概述	127
5.3.1 特种加工的产生及发展	127
5.3.2 特种加工的分类	128
5.4 数控电火花成型加工机床	128
5.4.1 电火花成型加工概述	128
5.4.2 数控电火花成型加工机床	130
5.5 数控电火花线切割加工机床	134
5.5.1 电火花线切割加工概述	134
5.5.2 数控电火花线切割加工机床	137
5.6 数控激光切割机床	142
5.6.1 激光加工的原理及特点	142
5.6.2 数控激光切割机床的组成	143
5.7 典型数控特种加工机床介绍	147
5.7.1 数控电火花成型加工机床	147
5.7.2 数控电火花线切割加工机床	149
5.7.3 数控激光切割机床	150
5.8 典型数控成型加工机床介绍	151
5.8.1 数控压力机床	151
5.8.2 数控折弯机床	153
5.9 实训	154
5.10 自测题	155
项目 6 数控机床的典型机械结构及功能部件	157
6.1 技能解析	157
6.2 项目的引出	157
6.3 数控机床的典型机械结构及功能部件概述	158
6.3.1 数控机床的机械结构	158
6.3.2 数控机床机械结构的特点	158
6.4 主传动系统的典型机械结构及功能部件	159
6.4.1 主传动系统的特点	159
6.4.2 主轴的传动方式	160
6.4.3 主轴主要参数及前端结构	165

6.4.4 主轴轴承及配置形式	167
6.5 进给传动系统的典型机械结构及功能部件	170
6.5.1 进给传动系统的特点	170
6.5.2 齿轮传动间隙消除装置	171
6.5.3 滚珠丝杠螺母副	176
6.6 数控机床的床身与导轨	182
6.6.1 数控机床的床身	182
6.6.2 数控机床的导轨	185
6.7 数控机床的辅助装置	194
6.7.1 数控机床的防护装置	194
6.7.2 数控机床的排屑装置	196
6.7.3 数控机床的润滑系统	196
6.7.4 数控机床的冷却系统	200
6.8 实训	202
6.9 自测题	203

学习情境三 数控机床的选用

项目 7 数控机床的应用	206
7.1 技能解析	206
7.2 项目的引出	206
7.3 数控机床的选择	206
7.3.1 确定被加工工件	206
7.3.2 机床规格的选择	207
7.3.3 机床精度的选择	208
7.3.4 数控系统的选择	208
7.3.5 换刀装置的选择	209
7.3.6 技术服务的选择	210
7.4 数控机床的安装与调试	211
7.4.1 数控机床的安装	211
7.4.2 数控机床的调试	214
7.5 控机床的检查与验收	215
7.5.1 机床外观的检查	215
7.5.2 机床几何精度的检查	216
7.5.3 机床定位精度的检查	217
7.5.4 机床切削精度的检查	219
7.5.5 机床性能及数控系统性能的检查	220
7.6 数控机床的维护与保养	221

7.6.1 数控系统的维护	221
7.6.2 机械部件的维护	223
7.6.3 使用数控机床的注意事项及维护准备工作	224
7.6.4 数控机床的日常保养	225
7.7 实训	228
7.8 自测题	228
参考文献	230

附录A 数控车床的维护与保养

附录A 数控车床的维护与保养

一、数控车床的维护与保养的重要性

数控车床作为现代制造业的重要设备，其维护与保养工作直接关系到设备的正常运行和使用寿命。正确的维护与保养方法可以有效减少设备故障的发生，提高加工精度和生产效率。因此，掌握数控车床的维护与保养知识对于操作人员来说至关重要。

二、数控车床的日常维护与保养

1. 日常检查

在每次操作前，操作人员应进行以下检查：

- 检查电源是否正常，电压是否在额定范围内。
- 检查冷却液是否充足，浓度是否符合要求。
- 检查润滑油是否充足，油质是否良好。
- 检查刀具是否安装牢固，磨损情况是否严重。
- 检查工件是否安装牢固，夹紧力是否足够。

2. 定期保养

根据设备的使用说明书，定期进行以下保养工作：

- 清洁设备表面，去除油污和切屑。
- 检查导轨、丝杠等运动部件的润滑情况，必要时加注润滑油。
- 检查电气系统的接线是否牢固，有无松动或短路现象。
- 检查液压系统的油位和油质，必要时更换液压油。

三、数控车床的故障排除

1. 常见故障及原因

- 加工精度下降：可能是刀具磨损、工件装夹不牢或切削参数不当所致。
- 设备异响：可能是导轨润滑不良、丝杠松动或轴承损坏所致。
- 冷却液不循环：可能是冷却液泵故障或管路堵塞所致。
- 电气系统故障：可能是接线松动、保险丝熔断或控制元件损坏所致。

2. 故障排除步骤

当设备出现故障时，操作人员应按照以下步骤进行排除：

- 首先切断电源，确保安全。
- 根据故障现象，初步判断故障部位。
- 检查相关部件的润滑、紧固和连接情况。
- 如果无法自行排除，应及时联系专业维修人员。

四、数控车床的安全操作

在操作数控车床时，必须严格遵守以下安全规定：

- 操作人员必须经过专业培训，持证上岗。
- 操作前应穿戴好安全防护用品，如工作服、手套等。
- 严禁在设备运行时进行任何调整或维修工作。
- 严禁将身体任何部位伸入加工区域。
- 加工结束后，应及时清理切屑，保持设备整洁。

数控机床的认识

[illegible]

1.1 技能解析

- ## 1.2 项目的引出

数控机床是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械等高新技术的产物，是典型的机电一体化产品。在数控机床上，工件加工全过程由数字指令控制，它不仅能提高产品质量和生产效率，降低生产成本，还能大大改善工人的劳动条件。因此，发展数控机床是当前我国机械制造业技术改造的必由之路，是未来工厂自动化的基础。

1.3 数控机床的产生和发展



1.3.1 数控机床的诞生

1947年,美国帕森斯(PARSONS)公司为了精确制造直升飞机机翼、桨叶和框架,开始研究用三坐标曲线数据控制机床运动,并通过实验加工飞机零件;1948年,在研制加工直升飞机叶片轮廓检验用样板的机床时,首先提出了应用电子计算机控制机床来加工样板曲线的设想。后来受美国空军委托,帕森斯公司与麻省理工学院伺服机构研究所合作进行研制工作。1952年,麻省理工学院(MIT)伺服机构研究所用实验室制造的控制装置与辛辛那提(Cincinnati)Hydrotel公司的立式铣床成功地实现了三轴联动数控运动,以及控制铣刀连续空间曲面加工。该设备综合应用了电子计算机、自动控制、伺服驱动、精密检测与新型机械结构等多方面的技术成果,是一种新型的机床,可用于加工复杂曲面零件。该铣床的研制成功是机械制造行业中的一次技术革命,使机械制造业的发展进入了一个崭新的阶段,由此揭开了数控加工技术的序幕。

1952年试制成功的第一台三坐标立式数控铣床,又经过改进并开展自动编程技术的研究,于1955年进入实际应用阶段,这对于加工复杂曲面和促进美国飞机制造业的发展起了重要作用。

1.3.2 数控机床的发展过程

1946年世界上第一台电子计算机诞生了,它为人类进入信息社会奠定了基础。六年后,即1952年,计算机技术应用到了机床上,在美国出现了第一台数控机床。从此,传统机床产生了质的变化。半个世纪以来,数控机床经历了两个阶段六代的发展。

1. 数控阶段(1952—1970年)

早期计算机的运算速度较低,显然对当时的科学计算和数据处理影响不大,但却不能适应机床实时控制的要求。人们不得不采用数字逻辑电路制成一台机床专用的计算机作为数控系统,被称为硬件连接数控(Hard-Wired NC),简称为数控(NC)。随着元器件的发展,这个阶段经历了三代,即1952年开始第一代数控系统——电子管、继电器、模拟电路元件;1959年开始第二代数控系统——晶体管、数字电路元件;1965年开始第三代数控系统——小规模集成电路。

2. 计算机数控阶段(1970至今)

直到1970年,通用小型计算机已出现并成批生产,其运算速度比20世纪五六十年代有了大幅度的提高,且比逻辑电路专用计算机的成本低、可靠性高,于是将它移植过来作为数控系统的核心部件,从此进入了计算机数控(简称CNC)阶段。1971年,美国Intel公司在世界上第一次将计算机的两个最核心的部件——运算器和控制器,采用大规模集成电路技术集成在一块芯片上,称之为微处理器(Micro-Processor),又称为中央处理单元(简称

CPU)。1974年,微处理器被应用于数控系统。这是因为小型计算机的强大功能,对于控制一台机床绰绰有余,故不及采用微处理器经济合理,而且当时小型计算机的可靠性也不理想。虽然早期微处理器的速度和功能都还不够高,但可以通过多处理器来解决。

因为微处理器是通用计算机的核心部件,故仍称该技术为计算机数控。到了1990年,PC机(个人计算机,国内习惯称为微机)的性能已发展到很高的阶段,可满足作为数控系统核心部件的要求,而且PC机的生产批量很大,价格便宜,可靠性高,数控系统从此进入了基于PC的阶段。

总之,计算机数控阶段也经历了三代,即1970年第四代——小型计算机;1974年第五代——微处理器;1990年第六代——基于PC(国外称为PC-Based)。

1.3.3 我国数控机床的发展过程

我国数控技术的发展起步于20世纪50年代,由一批科研院所、高等学校和少数机床厂开始进行数控系统的研制和开发。1958年北京第一机床厂与清华大学合作研制出我国第一台电子管电路的X53K型数控立式升降台铣床。

我国数控技术的发展过程大致可分为两大阶段。

1958至1979年为第一阶段,由于我国微电子、计算机等基础理论薄弱,机、电、液、气各种元件技术不过关,在第一阶段中对数控机床的特点、发展条件缺乏认识,因而数控机床的研究举步维艰。1958年我国开始研制数控机床,1975年研制出第一台加工中心。

1979年至今为第二阶段,我国从西方国家引进数控机床先进技术进行合作、合资生产,通过边仿、边学、边造、边用,逐步掌握了数控机床的一些技术、特点与发展规律,发展比较迅速。经过“六五”期间引进数控技术,“七五”期间组织消化吸收“科技攻关”,我国的数控技术和数控产业取得了相当大的成绩。2006年,国家又提出大力加强自主创新,中国的数控机床生产研发渐入佳境。“十五”期间,中国数控机床行业实现了超高速发展,平均年增长39%。“十一五”期间,中国数控机床产业步入了快速发展期。

尽管如此,进口机床的发展势头依然强劲。这主要是因为长期以来,国产数控机床始终处于低档迅速膨胀、中档进展缓慢、高档依靠进口的局面,特别是国家重点工程需要的关键设备主要依靠进口,技术受制于人。

统计数据表明,数控机床的核心技术——数控系统,由显示器、伺服控制器、伺服电动机和各种开关、传感器构成。国内能制造的中、高端数控机床,更多处于组装和制造环节,普遍未掌握核心技术。国产数控机床的关键零部件和关键技术主要依赖于进口。

我们应看清形势,充分认识国产数控机床的不足,努力发展先进技术,加大技术创新与培训服务力度,以缩短与发达国家之间的差距,实现由制造大国向制造强国迈进。

1.3.4 数控机床的发展趋势

为了满足市场和科学技术发展的需要,达到现代制造技术对数控技术提出的更高要求,当前,数控技术及其装备的发展趋势主要体现在以下几个方面。

1. 高速、高效、高精度、高可靠性

要提高加工效率,首先必须提高切削速度和进给速度,同时还要缩短加工时间;要确保加工质量,就必须提高机床部件运动轨迹的精度,而可靠性则是上述目标的基本保证。为此,必须要有高性能的数控装置作保证。

高速、高效:机床向高速化方向发展,可充分发挥现代刀具材料的性能,不但可大幅度提高加工效率、降低加工成本,而且还可提高零件的表面加工质量和精度。新一代数控机床(含加工中心)只有通过高速化大幅度缩短切削工时才可能进一步提高生产率。超高速加工(特别是超高速铣削)与新一代高速数控机床(特别是高速加工中心)的开发应用紧密相关。随着超高速切削机理、超硬耐磨长寿命刀具材料和磨料磨具、大功率高速电主轴、高加/减速度直线电机驱动进给部件以及高性能控制系统(含监控系统)和防护装置等一系列技术领域关键技术问题的解决,新一代高速数控机床也在投入到开发及应用中。

目前,数控机床主轴转数可以达到 30 000 r/min(有的高达 100 000 r/min)以上;工作台的移动速度(进给速度),在分辨率为 $1\text{ }\mu\text{m}$ 时可达到 100 m/min(有的达到 200 m/min)以上,在分辨率为 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 时可达到 24 m/min 以上;自动换刀速度在 1 s 以内;小线段插补进给速度达到 12 m/min。

高精度:为了满足用户的需要,近十多年来,普通级数控机床的加工精度已由 $\pm 10\text{ }\mu\text{m}$ 提高到 $\pm 5\text{ }\mu\text{m}$,精密级加工中心的加工精度则从 $\pm 3\sim\pm 5\text{ }\mu\text{m}$ 提高到 $\pm 1\sim\pm 1.5\text{ }\mu\text{m}$ 。

高可靠性:高可靠性是指数控系统的可靠性要高于被控设备的可靠性在一个数量级以上。对于每天工作两班的无人工厂而言,如果要求在 16 小时内连续正常工作,无故障率 $P(t) = 99\%$ 以上的话,则数控机床的平均无故障运行时间(Mean Time Between Failure, MTBF)就必须大于 3000 小时。当前国外数控装置的平均无故障运行时间 MTBF 值已达 6000 小时以上,驱动装置达 30 000 小时以上。

2. 模块化、智能化和柔性化

模块化:人们按照各种不同的功能开发出不同的数控机床组合,并使之像标准件一样有着互换性,这种方式叫做模块化。为了适应数控机床多品种、小批量的特点,机床结构模块化,数控功能专门化,机床性能价格比显著提高并加快优化。个性化是近几年来数控机床特别明显的发展趋势。

智能化:微机的引入使得数控机床具有拟人智能特征和“智能成分”。智能数控系统通过对影响加工精度和效率的物理量进行检测、建模、提取特征、自动感知加工系统的内部状态及外部环境,快速作出实现最佳目标的智能决策,对进给速度、切削深度、坐标移动、主轴转速等工艺参数进行实时控制,使机床的加工过程处于最佳状态。

智能化的内容包括在数控系统中的各个方面,分别如下:为追求加工效率和加工质量的智能化,如自适应控制、工艺参数自动生成;为提高驱动性能及连接方便的智能化,如前馈控制、电机参数的自适应运算、自动识别负载和自动选定模型、自整定等;简化编程及操作方面的智能化,如智能化的自动编程、智能化的人机界面等;智能诊断、智能监控方面的智能化,如方便而系统的诊断及维修等。

柔性化:也就是灵活性,是指数控机床具备更好的应对加工对象经常变化的能力。与普通机床相比,数控机床工艺能力更强,加工对象变更时,不需要改变机床硬件(或稍作调

整),只需要改变数控程序就可完成加工。数控机床向柔性自动化系统发展的趋势是:从点(数控单机、加工中心和数控复合加工机床)、线(FMC 柔性制造单元(Flexible Manufacturing Cell)、FMS 柔性制造系统(Flexible Manufacturing System)、FTL 模糊拓扑线(Fuzzy Topological Linear)、FML 柔性制造线(Flexible Manufacturing Line))向面(工段车间独立制造岛、FA 工厂生产自动化(Factory Automation))、体(CIMS 计算机集成制造(Computer Integrated Manufacturing System)、分布式网络集成制造系统)的方向发展。柔性自动化技术是制造业适应动态市场需求及产品迅速更新的主要手段,是各国制造业发展的主流趋势,是先进制造领域的基础技术。

3. 开放性

开放性是指人们可以通过增加硬件设备和开发软件功能来扩充数控系统的功能。为了适应数控进线、联网、普及型个性化、多品种、小批量、柔性化及数控迅速发展的要求,最重要的发展趋势是体系结构的开放性,设计并生产开放式的数控系统。开放式数控系统以其极大的优越性,已经成为未来数控系统的发展趋势。

1.4 数控机床的组成和工作过程

1.4.1 数控机床的组成

数控机床是利用数控技术,准确地按照事先编制好的程序,自动加工出所需工件的机电一体化设备。在现代机械制造中,特别是在航空、造船、国防、汽车模具及计算机工业中,该设备得到了广泛应用。数控机床的组成通常包括程序载体、CNC 装置、伺服系统、检测与反馈装置、辅助装置、机床本体等,如图 1-1 所示。

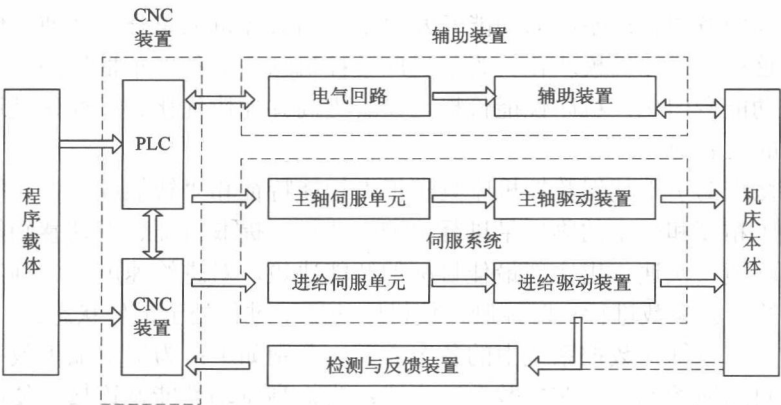


图 1-1 数控机床的组成框图

1. 程序载体

程序载体又称控制介质,是用于存取零件加工程序的装置。用数控机床加工零件时,首先要根据图纸的要求,将要加工的过程编制成加工程序,加工程序以特殊的格式和代码可直接输入到数控装置的存储器,也可存储在某种信息载体上。早期常用的信息载体为穿孔带,

现在常用的有磁盘、磁带、硬盘和闪存卡等。随着时代发展,现代已经采用 DNC 直接数控输入方式,把零件程序保存在上级计算机中,CNC 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。

2. CNC 装置

CNC 装置又称计算机数控装置,是数控机床的核心,由硬件和软件组成。它主要包括微处理器(CPU)、存储器、局部总线、外围逻辑电路和输入/输出控制等。CNC 装置接受的是输入装置送来的脉冲信号,信号经过数控装置的系统软件或逻辑电路进行编译、运算和逻辑处理后,输出各种信号和指令,控制机床的各系统,使其进行规定的、有序的动作。硬件由输入/输出接口电路、微处理器、存储器等组成。软件是为了实现数控系统各项控制功能而开发的专用软件,又称系统软件。数控装置的工作是在硬件支持下执行软件的全过程,它接受输入装置送来的脉冲信号,经过数控装置的控制软件和逻辑电路进行编译、运算和逻辑处理,然后将各种信息指令输出给伺服系统使机床各部分按照指令进行动作。这些指令有经过插补运算决定的进给速度、进给方向和位移量,主运动的变速、换向、启动和停止的指令信号,选择和交换刀具的指令信号,工件的夹紧放松信号,分度工作台的转位信号,冷却液的开停信号等。

3. 伺服系统

数控机床的伺服系统是数控机床的重要组成部分,包括进给驱动、主轴驱动,用于实现数控机床的进给伺服控制和主轴伺服控制。伺服系统的作用是把来自数控装置的运动指令信息,经功率放大、整形处理后,转换成机床执行部件的直线位移或角位移运动,驱动机床移动部件的运动,使工作台和主轴按规定的轨迹运动,加工出符合要求的产品。它的伺服精度和动态响应是影响数控机床加工精度、表面质量和生产率的重要因素之一。

由于伺服系统是数控机床的最后环节,其性能将直接影响数控机床的精度和速度等技术指标,因此,对数控机床的伺服驱动装置,要求具有良好的快速反应性能,准确而灵敏地跟踪数控装置发出的数字指令信号,并能忠实地执行来自数控装置的指令,提高系统的动态跟随特性和静态跟踪精度。

伺服系统包括驱动装置和执行机构两大部分。驱动装置由主轴驱动单元、进给驱动单元和主轴伺服电动机、进给伺服电动机组成。步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机是常用的驱动装置。

每个进给运动的部件都配有一套伺服驱动系统,相对于每一个脉冲信号,执行部件都有一个相应的位移量,称之为脉冲当量,脉冲当量值越小,加工精度就越高。

4. 检测与反馈装置

检测反馈装置的作用是对运动部件的实际位移和速度进行检测,将检测结果通过模数转换变成数字信号,并反馈到数控装置中,数控装置通过比较,得出实际运动结果与指令的误差,再发出纠正误差指令,纠正所产生的误差。常用检测反馈装置有以下几种:

速度检测元件:速度检测元件的作用是测量执行部件的运动速度。一般采用安装在电机轴上的测速发电机或光电编码器来作为速度检测元件。测速发电机的输出电压与电动机的转速成正比。光电编码器通过检测单位时间光电编码器所发出的脉冲数或检测所发出脉