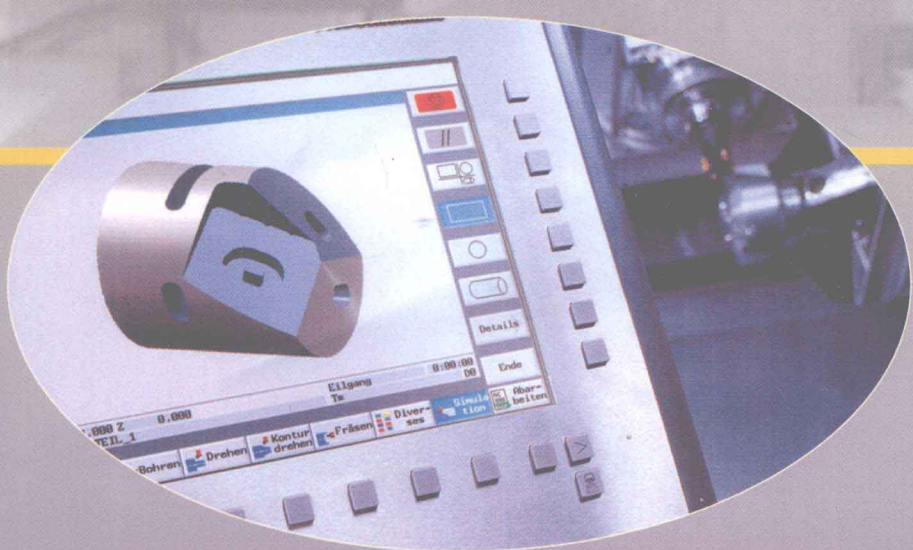


现代数控技术系列

现代数控原理 及控制系统

(第3版)

张吉堂 刘永姜 王爱玲 朱丽梅 等编著
主 编 张吉堂 副主编 刘永姜



国防工业出版社
National Defense Industry Press

现代数控技术系列

现代数控原理及控制系统

(第3版)

张吉堂 刘永姜 王爱玲 朱丽梅 等编著
主编 张吉堂 副主编 刘永姜

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书主要介绍机械加工领域中的有关数控原理与系统,主要内容包括机床数字控制的基本原理、机床数控系统的基本概念,数控技术的最新发展动态数控加工程序的预处理,点位控制与点位/直线切削控制、连续切削控制的各种插补算法,数控系统的刀具补偿原理以及数控机床进给速度的控制等数控技术,并介绍了机床数控系统的硬、软件结构及接口电路、数控系统的通信等相关技术,还介绍了最新型的控制系统——开放式数控系统。本书取材新颖,介绍的内容由浅入深,循序渐进,理论与实际相结合,着重于应用,突出理论的系统性、实例的代表性和技术的先进性。

本书可作为高等院校机械制造及其自动化专业的教材和教学参考书,可作为机电一体化类专业各种层次继续工程教育的数控培训教材,也可供自动化领域及机械制造业有关工程技术人员和研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代数控原理及控制系统 / 张吉堂等编著. —3 版. —北京: 国防工业出版社, 2009. 3
(现代数控技术系列)
ISBN 978 - 7 - 118 - 06171 - 0

I. 现... II. 张... III. 数控机床 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 011329 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 21½ 字数 489 千字
2009 年 3 月第 3 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 35.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

《现代数控技术系列》编辑委员会

主 编 王爱玲

副主编 张吉堂

编 委 (按姓氏笔画排序)

马维金 王 彪 王俊元 王爱玲 朱丽梅

刘中柱 刘永姜 关世玺 孙旭东 李梦群

李耀明 杨福合 吴淑琴 辛志杰 沈兴全

张吉堂 陆春月 武文革 赵丽琴 彭彬彬

曾志强 蓝海根

第3版序

《现代数控技术系列》包括六个分册:《现代数控原理及控制系统》、《现代数控机床伺服及检测技术》、《现代数控编程技术及应用》、《现代数控机床故障诊断及维修》、《现代数控机床实用操作技术》和《现代数控机床》,前五个分册2001年1月初版,2005年1月再版;后一分册2003年4月初版,2005年8月第2次印刷时列入《现代数控技术系列》。该系列图书出版以来,深受数控技术领域广大师生和相关技术人员的欢迎。天津大学、天津工业大学、西安工业大学、广东工业大学、兰州理工大学等几十所高等院校将其作为本科生或研究生教材,天津工业大学还将《现代数控原理及控制系统》作为博士生入学考试参考用书,许多从事数控技术的科技人员也将其作为常备的参考书,广大读者对该系列书籍给予很高的评价。前两版各分册市场销售均超过3万册,取得了较好的社会效益和经济效益,为我国飞速发展的数控事业做出了一定贡献。

根据读者的反映及收集到的大量宝贵意见,结合数控技术发展的现状,现再次对《现代数控技术系列》进行修订,出版第3版(《现代数控机床》出版第2版)。本次修订对各分册进行了较大幅度的修改和结构调整,主要体现在以下几个方面:

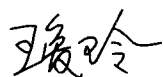
1. 力求反映数控技术的最新发展。如《现代数控原理及控制系统》:删除了一部分陈旧的内容,增加了介绍STEP-NC标准的内容、STEP-NC数控系统的译码过程、DNC数控系统输入方式、曲面插补和螺纹加工算法、S型加减速控制、自适应加减速控制、开放式数控系统接口等内容;《现代数控编程技术及应用》:在加工中心的编程部分,增加四轴、五轴加工中心编程内容的介绍,同时增加大型CAD软件中CAM部分的内容,如Pro/E、Master CAM等;《现代数控机床》:更新了数控机床的新技术和最新发展趋势,增加了并联机床、多轴车削中心、复合加工中心等内容,并结合参编作者的博士论文研究成果,更新了数控机床结构设计基本原则、数控机床的总体布局、数控机床的计算机辅助分析与设计等内容;《现代数控机床故障诊断及维修》:对第2、8、9、10章进行较大改动,增加开放式数控系统维修的内容,增加并重写了信号的描述、常用数学变换、时域分析、频域分析到频谱分析、时间序列分析,以及故障检测及常用诊断仪器仪表,精选了数控机床维修实例并增加了数控机床故障诊断技术的最新进展;《现代数控机床实用操作技术》:对数控操作技术相关的知识如数控刀具、工件装夹等作了较为详细的阐述,并增加或更新了每一章节的内容,在选用典型控制系统时,既考虑到目前国内常用的系统,又体现科学性、先进性;《现代数控机床伺服及检测技术》分册已列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材,结合最新成果进行了重新编写。

2. 重新确定各分册具体内容,使各分册间的内容衔接更紧密,既避免了重复内容,又

考虑到各分册单独使用时的相对独立性,使知识的系统性更强、更科学。

3. 调整了编著者队伍,邀请有实际经验的教师、学业有成的教授、博士参加编写。

我希望第3版《现代数控技术系列》给大家带来更多实用的知识,同时也希望得到更多读者的批评与指正。



2008年11月

序 言

现代数控技术集机械制造技术、计算机技术、成组技术与现代控制技术、传感检测技术、信息处理技术、网络通讯技术、液压气动技术、光机电技术于一体,是现代制造技术的基础,它的发展和运用,开创了制造业的新时代,使世界制造业的格局发生了巨大变化。

数控技术是提高产品质量、提高劳动生产率必不可少的物质手段,它的广泛使用给机械制造业生产方式、产业结构、管理方式带来深刻的变化,它的关联效益和辐射能力更是难以估计;数控技术是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础,现代的 CAD/CAM、FMS、CIMS 等,都是建立在数控技术之上。数控技术是国际商业贸易的重要构成,发达国家把数控机床视为具有高技术附加值、高利润的重要出口产品,世界贸易额逐年增加。

因此,数控技术是关系到国家战略地位和体现国家综合国力水平的重要基础性产业,其水平高低是衡量一个国家制造业现代化程度的核心标志,实现加工机床及生产过程数控化,是当今制造业的发展方向。专家们曾预言:机械制造的竞争,其实质是数控的竞争。

有鉴于此,发达国家把提高数控技术水平作为提高制造业水平的重要基础,竞相发展本国的数控产业。日本由于数控技术高度发展使其制造业迅速崛起,美国要挽回其失去的地位,欧洲要适应市场竞争的需求,从而以数控技术为主要标志的现代制造技术成了美国、日本和欧洲等工业国家竞争的焦点之一。日本、美国、意大利、西班牙、印度等国,都采用了一些扶植本国数控产业发展的政策措施。中国政府正积极采取各种有效措施大力发展中国的数控产业,把发展数控技术作为振兴机械工业的重中之重。数控技术在制造业的扩展与延伸所产生的辐射作用和波及效果对机械制造业的产业结构、产品结构、专业化分工方式、机械加工方式及管理模式、社会的生产分工、企业的运行机制等正带来深刻的变化,对国民经济的发展起着重要的促进作用。

现代机械加工业逐步向柔性化、集成化、智能化方向发展,需要将不断飞速发展的通用计算机技术及其体系结构、现代自动控制理论及现代的电力电子技术应用于新一代数控机床并突出其“开放式”及“智能化”的特征。

我国从发展数控技术的战略高度结合国民经济发展的特点对数控技术进行创新性研究,重点开发“开放式”、“智能化”的数控车床、数控加工中心及数控电加工机床系列产品。

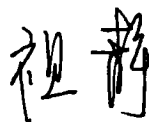
本系列书籍作者选准了这个题材,1995 年就在本单位机械设计制造及其自动化专业

开设了“机床数控技术”和“制造自动化技术”两个专业方向;在继续工程教育方面,作者所在单位作为“兵器工业现代数控技术培训中心”和“全国数控培训网太原分中心”的承办单位,自1995年以来,开办了40多期现代数控技术普及班、高级班和各种专项班,为70多个企事业单位培训了大量现代数控技术方面的工程技术人才。

在新产品研究开发方面,作者应用现代数控技术为企业开发出复杂曲面CAD/CAM一体化多种产品。

本系列书籍是在作者多年从事现代数控技术方面的教学、科研、基础理论研究和工作的基础上总结深化撰写成的。本系列书籍系统地分专题详细论述了现代数控技术的有关理论,内容充实,重点突出,同时尽可能地反映数控技术领域内的新成就和新的应用经验;在注重理论系统性的同时,强调如何应用理论分析实际问题,如数控编程实例及故障诊断实例等。在编写结构上,内容深入浅出,图文并茂,条理清楚,便于学用。

相信这套系列书籍能够有益于我国数控技术领域人才的培养,有益于我国数控技术的发展,有益于我国立足世界数控技术之林。



2001年9月13日于太原

第3版前言

现代数控技术是综合了微电子技术、计算机技术、现代控制技术、传感检测技术、信息处理技术、网络通信技术和机械制造技术的一种高新技术,是先进制造技术的核心之一。而采用数控技术的典型产品——数控机床是制造业最重要的基础装备,也是世界第三次产业革命的一个重要内容。

本书从2002年1月出版以来深受广大读者的欢迎,市场反应良好,2005年1月再版,这是第三版。本次再版本着反映数控领域最新发展成果,淘汰过时内容的指导思想,对各章都有不同程度的修改,还添加了“数控系统接口技术”一章。第1章重写了“数控系统的发展”一节;第2章添加了介绍STEP-NC标准的内容;第3章删除了纸带阅读机输入方式,添加了DNC数控系统输入方式和STEP-NC数控系统的译码过程等内容;第4章内容基本没有改变,调整了体系结构;第5章增加了曲面插补和螺纹加工算法两节;第6章对B功能和C功能刀补的概念进行了更明确的定义;第7章增加了S型加减速控制和自适应加减速控制两节;原第8章拆分为第8章和第9章,对内容进行了重组并增加了不少新的内容,第8章内容包括概述、硬件结构、软件结构及系统举例;第9章除修改了原第8章的输入输出接口、PLC及通信等内容外,又增加了“放式数控系统接口”的内容;第10章整章进行了改写,添加了最新内容。另外,还修正了全书原来的一些笔误、印刷错误等。

本书主要包括机床数字控制的基本原理、机床数控系统的基本概念、数控技术的最新发展动态,数控加工程序的预处理、点位控制与点位/直线切削控制、连续切削控制的各种插补算法、数控系统的刀具补偿原理以及数控机床进给速度的控制等数控技术,并介绍了机床数控系统的硬、软件结构及接口电路技术,还介绍了最新型的控制系统——开放式数控系统。

本书由张吉堂教授(博士)担任主编,刘永姜讲师(博士)担任副主编。第1、2、10章由张吉堂编写,第5、6、7章由刘永姜编写,第8、9章由陆春月讲师(硕士)编写,第3、4章由朱丽梅高级工程师编写。本书由王爱玲教授(博导)统一定稿。在编写过程中参阅了国内外同行的教材、资料与文献,在此谨致谢意。

数控技术发展日新月异,限于编著者的水平,书中定有一些尚且没有更新的内容也会在编写上存在一些缺点和错误,恳请读者批评指正。

作者
2008年11月

目 录

第 1 章 数控系统概述	1
1.1 机床数字控制的基本原理.....	1
1.1.1 数字控制的基本概念	1
1.1.2 数控机床的组成	1
1.1.3 数控机床加工零件的操作过程	3
1.1.4 计算机数控系统的工作过程	3
1.2 机床数控系统的分类.....	3
1.2.1 按机床的运动轨迹分类	4
1.2.2 按伺服系统的控制方式分类	5
1.2.3 按数控系统功能水平分类	6
1.3 数控系统的发展.....	7
1.3.1 数控系统的发展简史	7
1.3.2 我国数控系统的发展概况	9
1.3.3 数控系统的发展趋势.....	10
第 2 章 数控系统控制信号的构成	15
2.1 数控机床的坐标系	15
2.1.1 数控机床所使用的坐标系.....	15
2.1.2 机床坐标的确定方法.....	16
2.1.3 绝对坐标系与相对坐标系.....	16
2.2 数控机床的原点偏置	18
2.2.1 数控机床的各种原点.....	18
2.2.2 数控机床的零点偏置.....	19
2.3 数控机床指令代码	19
2.3.1 数控代码标准.....	19
2.3.2 程序段的组成.....	24
2.3.3 程序段格式.....	28
2.4 发展中的 STEP - NC 标准	28
2.4.1 STEP - NC 标准的提出	28
2.4.2 STEP - NC 与 STEP 标准	29

2.4.3	STEP-NC 的数据模型	29
2.4.4	STEP-NC 数控程序结构	30
2.4.5	STEP-NC 标准的发展	31
第3章	控制信息的输入	32
3.1	数控系统控制面板	32
3.1.1	经济型 JWK 数控系统控制面板	32
3.1.2	SIEMENS880 数控系统控制面板	34
3.2	数控加工程序的输入	37
3.2.1	数控加工程序的输入过程	37
3.2.2	键盘输入方式	38
3.2.3	DNC 数控系统输入方式	40
3.3	数控加工程序的译码	40
3.3.1	硬件译码过程	41
3.3.2	软件译码过程	43
3.3.3	基于 STEP-NC 数控系统的译码过程	49
第4章	数控机床点位控制与点位/直线切削控制	51
4.1	点位控制与点位/直线控制的一般概念	51
4.1.1	点位控制与点位/直线控制的异同	51
4.1.2	程序编制的增量方式与绝对值方式	52
4.1.3	测量系统的增量方式与绝对方式	53
4.1.4	点位控制系统与点位/直线切削控制系统的结构	53
4.2	位置计算与比较	55
4.2.1	位置计算与比较线路的各种方案	55
4.2.2	消除增量值方式累计误差的方法	55
4.2.3	使用绝对值编程方式的位置计算与比较线路结构	56
4.2.4	位置计算与比较的软件实现	57
4.3	点位/直线切削机床的其他功能	58
4.3.1	主轴准停功能	58
4.3.2	自动换刀功能	59
4.4	补偿机能	64
4.4.1	齿隙补偿	64
4.4.2	螺距补偿	65
4.4.3	计算机数控系统的误差补偿	66
第5章	数控机床的连续切削控制	68
5.1	概述	68

5.1.1	连续切削控制	68
5.2	逐点比较法	69
5.2.1	逐点比较法直线插补	70
5.2.2	逐点比较法圆弧插补	73
5.2.3	逐点比较法插补软件	79
5.2.4	逐点比较法算法的改进	83
5.3	数字积分插补法	87
5.3.1	数字积分法直线插补	88
5.3.2	数字积分法圆弧插补	91
5.3.3	空间直线插补	94
5.3.4	改进 DDA 插补质量的措施	95
5.3.5	数字积分法插补软件的实现	100
5.4	数据采样插补法	104
5.4.1	数据采样插补法原理	104
5.4.2	时间分割法插补原理	105
5.4.3	扩展 DDA 数据采样插补法	108
5.4.4	数据采样插补的终点判别	111
5.5	椭圆插补方法	115
5.5.1	椭圆插补基本原理	115
5.5.2	椭圆插补终点判别处理	117
5.5.3	椭圆插补精度分析	118
5.6	高次曲线样条插补方法	119
5.6.1	参数三次样条插补原理	119
5.6.2	参数三次样条插补基本算法	121
5.6.3	参数三次样条插补轮廓误差分析	122
5.7	曲面插补	123
5.7.1	曲面直接插补(SDI)	123
5.7.2	基于 STEP-NC 数控系统的曲面插补	128
5.7.3	高精度开放式数控系统复杂曲线曲面插补	132
5.8	螺纹加工算法	145
5.8.1	固定螺距的螺纹加工算法	145
5.8.2	变动螺距的螺纹加工算法	147
5.8.3	多螺纹加工算法	148
第 6 章	数控系统的刀具补偿原理	150
6.1	概述	150
6.2	数控系统的刀具补偿原理	150

6.2.1	刀具数据	150
6.2.2	刀具长度补偿	153
6.2.3	刀具半径补偿	154
6.3	C 刀具补偿类型及判别方法	158
6.3.1	C 刀具补偿类型的定义	158
6.3.2	C 刀具半径补偿算法的几个基本概念	160
6.3.3	C 刀具补偿转接类型的判别方法	162
6.4	C 刀具补偿的算法	164
6.4.1	直线接直线的情况	164
6.4.2	直线接圆弧的情况	167
6.4.3	圆弧接直线的情况	170
6.4.4	圆弧接圆弧的情况	172
第 7 章	数控机床加减速控制原理	175
7.1	进给速度的控制方法	175
7.1.1	进给速度的给定	175
7.1.2	进给速度的控制方法	176
7.2	CNC 装置的常见加减速控制方法	177
7.2.1	前加减速控制	178
7.2.2	后加减速控制	181
7.2.3	S 型加减速控制	184
7.2.4	自适应加减速控制	189
第 8 章	数控系统的软硬件	196
8.1	概述	196
8.1.1	CNC 装置的组成及工作原理	196
8.1.2	CNC 装置的主要功能和特点	198
8.2	数控系统的硬件	201
8.2.1	数控系统硬件综述	201
8.2.2	数控装置硬件结构类型	202
8.3	数控系统软件结构	212
8.3.1	CNC 系统的软件体系结构与软硬件界面	212
8.3.2	CNC 系统控制软件设计思想	213
8.3.3	CNC 系统典型的软件结构模式	216
8.4	数控系统实例	227
8.4.1	传统数控系统	227
8.4.2	开放式数控系统	235

8.4.3	并联数控系统	246
第9章	数控系统接口技术	249
9.1	数控系统输入输出设备接口	249
9.1.1	键盘输入接口	249
9.1.2	显示器输出接口	251
9.2	数控系统的 I/O 接口	256
9.2.1	接口规范	258
9.2.2	接口电路	259
9.3	数控系统的可编程控制器	266
9.3.1	可编程控制器工作原理	266
9.3.2	PLC 在数控系统中的应用	271
9.4	数控系统的通信	283
9.4.1	数字通信概述	283
9.4.2	数控系统常用串行通信接口标准	287
9.4.3	数控系统网络通信接口	292
9.5	放式数控系统接口	295
9.5.1	概述	295
9.5.2	SERCOS 接口的特性和能力	296
9.5.3	SERCOS 接口技术	299
第10章	开放式数控系统	308
10.1	开放式数控系统概述	308
10.1.1	开放式数控系统产生的历史背景	308
10.1.2	开放式数控系统的概念和特征	308
10.1.3	开放式数控系统的分类	309
10.2	开放式数控技术的发展	310
10.2.1	美国的开放式数控系统研究计划	310
10.2.2	欧盟的 OSACA 计划和日本的 OSEC 计划	314
10.2.3	我国开放式数控技术的发展	316
10.3	开放式数控系统案例	317
10.3.1	华中数控系统	317
10.3.2	“PC + 运动控制器”数控系统	319
10.3.3	全软件型 CNC 数控系统	324
	参考文献	326

第 1 章 数控系统概述

1.1 机床数字控制的基本原理

1.1.1 数字控制的基本概念

数字控制(Numerical Control, NC), 简称为数控, 是一种自动控制技术, 是用数字化信号对控制对象加以控制的一种方法。数字控制是相对于模拟控制而言的, 数字控制系统中的控制信息是数字量, 而模拟控制系统中的控制信息是模拟量。数字控制与模拟控制相比有许多优点, 如可用不同的字长表示不同精度的信息, 可对数字化信息进行逻辑运算、数学运算等复杂的信息处理工作, 特别是可用软件来改变信息处理的方式或过程, 而不用改动电路或机械机构, 从而使机械设备具有很大的“柔性”。因此数字控制已被广泛用于机械运动的轨迹控制和机械系统的开关量控制, 如机床的控制、机器人的控制等。

数字控制的对象是多种多样的, 但数控机床是最早应用数控技术的控制对象, 也是最典型的数控化设备。数控机床是采用了数控技术的机床, 或者说是装备了数控系统的机床。国际信息处理联盟(International Federation of Information Processing, IFIP)第五技术委员会, 对数控机床作了如下定义: 数控机床是一种装了程序控制系统的机床。该系统能逻辑地处理具有使用号码或其他符号编码指令规定的程序。

定义中所提的程序控制系统, 就是数控系统(Numerical Control System, NCS)。数控系统是一种控制系统, 它自动输入载体上事先给定的数字量, 并将其译码, 再进行必要的信息处理和运算后, 控制机床动作和加工零件。最初的数控系统是由数字逻辑电路构成的专用硬件数控系统。随着微型计算机的发展, 硬件数控系统已逐渐被淘汰, 取而代之的是计算机数控系统(Computer Numerical Control, CNC)。CNC 系统是由计算机承担数控中的命令发生器和控制器的数控系统。由于计算机可完全由软件来确定数字信息的处理过程, 从而具有真正的“柔性”, 并可以处理硬件逻辑电路难以处理的复杂信息, 使数字控制系统的性能大大提高。

1.1.2 数控机床的组成

数控机床是典型的数控化设备, 它一般由信息载体、计算机数控系统、伺服系统和机床四部分组成, 如图 1-1 所示。

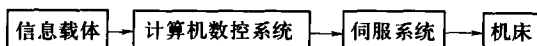


图 1-1 数控机床的组成

1. 信息载体

信息载体又称控制介质,用于记录数控机床上加工一个零件所必需的各种信息,如零件加工的位置数据、工艺参数等,以控制机床的运动,实现零件的机械加工。常用的信息载体有穿孔带、穿孔卡、磁带、磁盘等,并通过相应的输入装置将信息输入到数控系统中。数控机床也可采用操作面板上的按钮和键盘将加工信息直接输入,或通过通信接口将计算机上编写的加工程序输入到数控系统。高级的数控系统可能还包含一套自动编程机或者 CAD/CAM 系统。由这些设备实现编制程序、输入程序、输入数据以及显示、模拟显示、存储和打印等功能。

2. 计算机数控系统

计算机数控系统是数控机床的核心,它的功能是接受载体送来的加工信息,经计算和处理后去控制机床的动作。它由硬件和软件组成。硬件除计算机外,其外围设备主要包括光电阅读机、CRT、键盘、操作面板、机床接口等。光电阅读机是输入系统程序和零件加工程序;CRT 供显示和监控用;键盘用于输入操作命令及编辑、修改程序段,也可输入零件加工程序;操作面板可供操作人员改变操作方式、输入整定数据、启停加工等;机床接口是计算机和机床之间联系的桥梁,机床接口包括伺服驱动接口及机床输入/输出接口。伺服驱动接口主要是进行数/模转化,以及对反馈元件的输出进行数字化处理并记录,以供计算机采样;机床输入/输出接口是用于处理辅助功能。软件由管理软件和控制软件组成。管理软件主要包括输入输出、显示、诊断等程序;控制软件包括译码、刀具补偿、速度控制、插补运算、位置控制等部分组成。数控装置控制机床的动作可以概括为以下几点:

- (1) 机床主运动,包括主轴的启动、停止、转向和速度选择。
- (2) 机床的进给运动,如点位、直线、圆弧、循环进给的选择,坐标方向和进给速度的选择等。
- (3) 刀具的选择和刀具的补偿(长度、半径)。
- (4) 其他辅助运动,如各种辅助操作,工作台的锁紧和松开,工作台的旋转与分度和冷却泵的开、停等。

3. 伺服系统

伺服系统是数控系统的执行部分,包括驱动机构和机床移动部件,它接受数控装置发来的各种动作命令,驱动受控设备运动。伺服电动机可以是步进电机、电液马达、直流伺服电机或交流伺服电机。

4. 机床

机床是用于完成各种切削加工的机械部分,是在普通机床的基础上发展来的,但也做了很多改进和提高,它的主要特点:

- (1) 由于大多数数控机床采用了高性能的主轴及伺服传动系统,因此数控机床的机械传动结构得到了简化,传动链大大缩短。
- (2) 为了适应数控机床连续地自动化加工,数控机床机械结构具有较高的动态刚度、阻尼精度及耐磨性,热变形较小。
- (3) 更多地采用高效传动部件,如滚珠丝杠副、直线滚动导轨等。
- (4) 不少数控机床还采用了刀库和自动换刀装置以提高机床工作效率。

1.1.3 数控机床加工零件的操作过程

1. 数控程序的编制

先根据零件图纸的要求设计数控加工工艺过程,如工步、加工路线、切削用量、行程等,再按编程手册的有关规定编制数控加工程序单。

2. 控制介质的制作和程序的输入

由加工程序单制作控制介质,如穿孔带、磁带、磁盘等,再将控制介质记录的加工信息通过输入装置输入到数控系统中。

3. 加工信息的处理与计算和控制指令的发出

当加工程序输入到数控系统后,在控制系统内部的系统程序的支持下,对加工程序进行必要的处理与计算后,发出相应的控制指令。

4. 控制指令的执行

运动部件按控制指令进行运动,从而实现零件的数控加工。

1.1.4 计算机数控系统的工作过程

计算机数控系统的工作过程如下:

(1) 输入给数控系统有零件加工程序、控制参数和补偿数据等。

(2) 译码输入的程序段含有零件的轮廓信息(起点、终点、直线还是圆弧等)、要求的加工速度以及其他的辅助信息(换刀、换挡、冷却液开关等)。计算机依靠译码程序来识别这些符号,将加工程序翻译成计算机内部能识别的语言。

(3) 数据处理程序一般包括刀具半径补偿、速度计算和辅助功能的处理。刀具半径补偿是把零件轮廓轨迹转化为刀具中心轨迹。速度计算是解决该加工数据段以什么样速度运动的问题。加工速度的确定是一个工艺问题。数控系统仅仅是保证这个编程速度的可靠实现。另外,辅助功能如换刀、换挡等也在这个程序中实现。

(4) 插补,即根据给定的曲线类型(如直线、圆弧或高次曲线)、起点、终点以及速度,在起点和终点之间进行数据点的密化。计算机数控系统的插补功能主要由软件来实现,目前主要有两类插补方法:一是脉冲增量插补,它的特点是每次插补运算结束产生一个进给脉冲;二是数字增量插补,它的特点是插补运算在每个插补周期进行一次,根据指令进给速度计算出一个微小的直线数据段。

(5) 伺服系统将计算机送出的位置进给脉冲或进给速度指令,经变换和放大后转化为伺服电机(步进电机或交、直流伺服电机)的转动,从而带动机床工作台移动。

(6) 当一个数据段开始插补时,管理程序即着手准备下一个数据段的读入、译码、数据处理,即由它调用各个功能子程序,且保证一个数据段加工过程中将下一个程序段准备就绪。一旦本数据段加工完成,即开始下一个数据段的插补加工。整个零件加工就是在这种周而复始的过程中完成。

1.2 机床数控系统的分类

机床数控系统的种类很多,为了便于了解和研究,可从不同的角度对其进行分类。