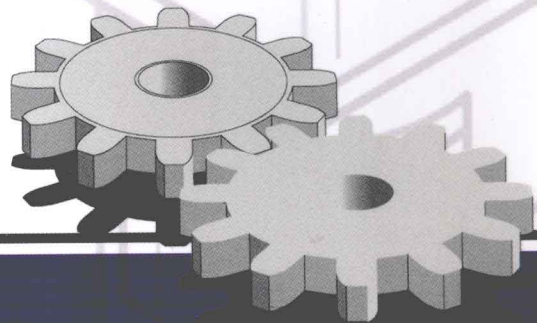
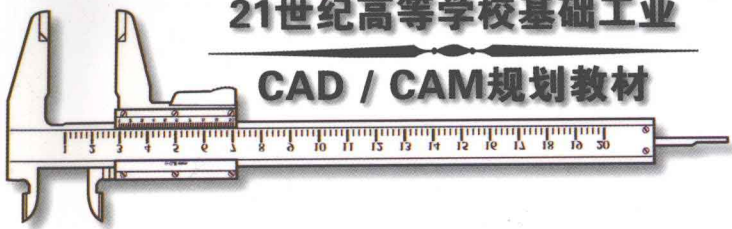


21世纪高等学校基础工业

CAD / CAM规划教材



数控编程与加工技术



周荃 张爱英 主编

清华大学出版社

21 世纪高等学校基础工业 CAD/CAM 规划教材

数控编程与加工技术

周 荃 张爱英 主 编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

数控加工作为目前机加工的一种手段,已成为衡量一个国家制造业水平的重要标志。为了适应我国高等职业技术教育发展及应用型技术人才培养的需要,经过实践与总结,编写了这本数控技术教材。本书共分七大项目,包括数控机床的认知,数控加工工艺设计,数控机床的程序编制,数控切削加工技术,数控特种加工技术,数控机床的安装、调试及验收,实训项目强化等内容。每个项目根据内容的多少和加工对象的不同又由3~4个“任务”组成。本教材可作为高职高专机械制造与自动化、数控技术、机电一体化、模具设计与制造等机械类专业的教学用书,也可作为相近专业的师生和从事相关工作的工程技术人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数控编程与加工技术/周荃,张爱英主编. —北京:清华大学出版社,2012.2

(21世纪高等学校基础工业CAD/CAM规划教材)

ISBN 978-7-302-27744-6

I. ①数… II. ①周… ②张… III. ①数控机床—程序设计 ②数控机床—加工 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第280172号

责任编辑:刘向威 薛 阳

封面设计:杨 兮

责任校对:胡伟民

责任印制:张雪娇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:12.25 字 数:303千字

版 次:2012年2月第1版 印 次:2012年2月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:22.00元

产品编号:045158-01

数控编程与加工技术

主 编 周 荃 张爱英

副主编 徐砚良 刘新玲

鲁月芝

参 编 于翠玉 丁树坤

张荣高 刘汝娟

郭大路 陈 娟

前 言

近年来,随着计算机技术的发展,数字控制技术已经广泛应用于工业控制的各个领域,尤其是在机械制造业中,普通机械正逐渐被高效率、高精度、高自动化的数控机械所替代。数控加工作为目前机加工的一种手段,已成为衡量一个国家制造业水平的重要标志。专家们预言:21世纪机械制造业的竞争,其实质是数控技术的竞争。目前,随着国内数控机床用量的剧增,急需培养一大批能够熟练掌握现代数控机床编程、操作和维护的应用型高级技术人才。为了适应我国高等职业技术教育发展及应用型技术人才培养的需要,经过实践与总结,编写了这本数控技术教材。

本书采用项目化与任务驱动的教学方法,突破了传统数控技术教材在内容上的局限性,突出了系统性、实践性和综合性等特点。全书各章节联系紧密,并精选了大量经过实践验证的典型实例。

本书共分七大项目,包括数控机床的认知,数控加工工艺设计,数控机床的程序编制,数控切削加工技术,数控特种加工技术,数控机床的安装、调试及验收,实训项目强化等内容。每个项目根据内容的多少和加工对象的不同又分为3~4个“任务”。

本教材可作为高职高专机械制造与自动化、数控技术、机电一体化、模具设计与制造等机械类专业的教学用书,也可作为相近专业的师生和从事相关工作的工程技术人员的参考书。

参加本书编写工作的有周荃、张爱英、徐砚良、刘新玲、鲁月芝等。周荃编写了项目一和项目三中的任务三,其中张爱英编写了项目六和项目七,鲁月芝编写了项目二和项目四,徐砚良编写了项目五,刘新玲编写了项目三中的任务一和任务二,于翠玉、丁树坤、张荣高、刘汝娟、郭大路、陈娟也参加了本书的编写工作。本书由周荃和张爱英担任主编,徐砚良、刘新玲和鲁月芝担任副主编。全书由周荃、张爱英统稿。

由于编者水平有限,数控技术发展迅速,所以本书难免有不足之处,望读者和各位同仁提出宝贵意见。

编 者

2010年5月

目 录

项目一 数控机床的认知	1
任务一 现代数控技术概论	1
一、数控技术的产生与发展	1
二、数控机床的组成及工作原理	3
三、数控机床的种类	5
四、先进制造系统简介	7
任务二 数控机床控制原理	10
一、计算机数控系统的组成和功能	10
二、运动轨迹的插补原理	13
三、刀具半径补偿原理	19
四、进给速度控制	23
五、典型的 CNC 系统简介	24
任务三 数控机床的伺服系统	26
一、概述	26
二、常用驱动元件	28
三、伺服系统中的检测元件	30
任务四 数控机床的结构	34
一、数控机床的主传动装置	34
二、数控机床的进给传动装置	35
三、数控机床的其他装置	37
思考与习题	39
项目二 数控加工工艺设计	40
任务一 数控加工工艺设计的主要内容	40
一、数控加工工艺内容的选择	40
二、数控加工工艺性分析	41
三、数控加工工艺路线的设计	41
任务二 数控加工工艺设计方法	42
一、确定走刀路线和安排加工顺序	42
二、确定定位和夹紧方案	44
三、确定刀具与工件的相对位置	45
四、确定切削用量	46

任务三	填写数控加工技术文件	47
一、	数控编程任务书	47
二、	数控加工工件安装和加工原点设定卡片	47
三、	数控加工工序卡片	48
四、	数控加工走刀路线图	49
五、	数控刀具卡片	49
思考与习题	51
项目三	数控机床的程序编制	52
任务一	数控编程概述	52
一、	程序编制的内容和步骤	52
二、	程序编制的方法	54
任务二	手工程序编制	54
一、	程序编制的标准规定和代码	54
二、	机床坐标系和工件坐标系的定义	59
三、	数控车床程序的编制	62
四、	数控铣床及加工中心程序的编制	84
任务三	自动编程	99
一、	自动编程概述	99
二、	常见的 CAD/CAM 软件简介	101
三、	UG 软件自动编程(UG NX6 软件应用)	104
思考与习题	108
项目四	数控切削加工技术	110
任务一	数控车削技术	110
一、	数控车床的加工对象及应用范围	110
二、	数控车削工艺分析及工艺装备	112
三、	数控车床的基本操作	114
任务二	数控铣削技术	123
一、	数控铣的主要加工对象及特点	123
二、	数控铣的工艺分析与工艺装备	124
三、	数控铣床的操作	128
任务三	数控加工中心切削技术	138
一、	加工中心的主要加工对象及特点	138
二、	加工中心的夹具	141
三、	加工中心的刀具	142
四、	加工中心的基本操作	147
思考与习题	150

项目五 数控特种加工技术	151
任务一 数控电火花成型加工技术及应用	151
一、数控电火花成型加工概述	151
二、电火花成型加工机床	153
三、电火花成型加工操作	154
任务二 数控电火花线切割加工技术及应用	155
一、数控电火花线切割加工概述	155
二、电火花线切割机床	157
三、电火花线切割数控编程	159
思考与习题	162
项目六 数控机床的安装、调试及验收	163
任务一 数控机床的选用	163
任务二 数控机床的安装与调试	165
任务三 数控机床精度和性能检验及验收	168
一、数控机床精度检验	168
二、数控机床性能检验	170
任务四 日常保养和使用注意事项	171
思考与习题	172
项目七 实训项目强化	173
任务一 数控车零件编程加工	173
任务二 数控铣零件编程加工	177
任务三 数控加工中心零件加工	179
任务四 数控电火花线切割零件加工	182
参考文献	185

项目一 数控机床的认知

项目导读

随着科学技术的发展和竞争的日益激烈,一种适合于产品更新换代快、品种多、质量和生产效率高、成本低的自动化生产设备的应用已迫在眉睫。而数控机床则能适应这种要求,满足目前生产需求。数控机床与普通机床相比,不仅具有零件加工精度高、生产效率高、产品质量稳定、自动化程度极高的特点,而且还可以完成普通机床难以完成或根本不能完成的复杂曲面零件的加工。因此,数控机床被广泛地应用于制造业,极大地推动了社会生产力的发展,是制造业实现自动化、网络化、柔性化、集成化的基础。

本项目以数控加工的需求为出发点,主要介绍了什么是数控机床,数控机床的组成及分类,如何实现数控机床的自动控制,数控机床的驱动装置有何特点及常见数控机床的主体结构等内容。

项目目标

- (1) 了解什么是数控加工。
- (2) 了解数控机床的组成及工作原理。
- (3) 掌握刀具半径补偿原理。
- (4) 熟悉数控机床的基本结构。

任务一 现代数控技术概论

一、数控技术的产生与发展

1. 数控技术的产生与发展过程

数控是数字控制(Numerical Control, NC)的简称,在机械制造领域其含义是指用数字化信号对机床运动及其加工过程进行控制的一种自动化技术。采用数控技术的机床或者说装备了数控系统的机床称为数控机床。

随着科学技术和社会生产的不断发展,人们对机械产品的性能、质量、生产率和成本提出了越来越高的要求。机械加工工艺过程自动化是实现上述要求的重要技术措施之一。单件、小批生产占机械加工的80%左右,一种适合于产品更新换代快、品种多、质量和生产率高、成本低的自动化生产设备的应用已迫在眉睫。而数控机床则能适应这种要求,满足目前生产需求。数控技术的产生及发展过程简介如下。

1949年美国帕森斯公司与麻省理工学院开始合作,1952年研制出能进行三轴控制的数控铣床样机,取名为 Numerical Control。

1953年麻省理工学院开发出只需确定零件轮廓、指定切削路线,即可生成 NC 程序的

自动编程语言。

1959年美国Kearney&Trecker公司成功开发了带刀库,能自动进行刀具交换,一次装夹即能进行铣、钻、镗、攻丝等多种加工功能的数控机床,这就是数控机床的新种类——加工中心。

1968年英国首次将多台数控机床、无人化搬运小车和自动仓库在计算机控制下连接成自动加工系统,这就是柔性制造系统FMS。

1974年微处理器开始用于机床的数控系统中,从此计算机数控系统(CNC)软接线数控技术随着计算机技术的发展得以快速发展。

1976年美国Lockhead公司开始使用图像编程。利用计算机辅助设计(CAD)绘出加工零件的模型,在显示器上“指点”被加工的部位,输入所需的工艺参数,即可由计算机自动计算刀具路径,模拟加工状态,获得NC程序。

直接数控(Direct Numerical Control,DNC)技术始于20世纪60年代末期。它使用一台通用计算机,直接控制和管理一群数控机床及数控加工中心,进行多品种、多工序的自动加工。DNC群控技术是FMS柔性制造技术的基础,随着DNC数控技术的发展,数控机床已成为无人控制工厂的基本组成单元。

20世纪90年代,出现了包括市场预测、生产决策、产品设计与制造和销售等全过程均由计算机集成管理和控制的计算机集成制造系统(CIMS)。其中,数控机床是其基本控制单元。

20世纪90年代,基于PC-NC的智能数控系统开始得到发展,它打破了原数控厂家各自为政的封闭式专用系统结构模式,提供开放式基础,使升级换代变得非常容易。充分利用现有PC机的软硬件资源,使远程控制、远程检测诊断能够得以实现。

2. 数控机床的发展趋势

随着微电子技术和计算机技术的发展,数控系统性能日趋完善,数控系统应用领域日益扩大。为了满足社会经济发展和科技发展的需要,数控系统正朝着高精度、高速度、高可靠性、智能化及开放性方向发展。

1) 高速、高精度

速度和精度是数控系统的两个重要技术指标,它直接关系到加工效率和产品质量。要提高生产率,其最重要的方法是提高切削速度。高速度主要取决于数控系统数据处理的速度,采用高速微处理器是提高数控系统速度的最有效手段。有的系统还制造了插补器的专用芯片,以提高插补速度;有的采用多微处理系统,进一步提高了控制速度。

现代数控机床在提高加工速度的同时,也在提高加工精度。提高数控机床加工精度,一般是通过减小数控系统的误差和采取误差补偿技术来实现的。在减小数控系统误差方面,通常采用提高数控系统的分辨率、提高位置检测精度及改善伺服系统的响应特性等方法。

2) 高可靠性

衡量可靠性的重要指标是平均无故障工作时间(MTBF),现代数控系统的平均无故障工作时间可达到10 000~36 000h。此外,现代数控系统还具有人工智能的故障诊断系统,能对潜在的和发生的故障发出报警,提示解决方法。

3) 智能化

智能化的内容包含在数控系统中的各个方面中,分别如下:

- (1) 为追求加工效率和加工质量方面的智能化,如自适应控制、工艺参数自动生成。
- (2) 为提高驱动性能及使用连接方面的智能化。
- (3) 在简化编程、简化操作方面的智能化,如智能化的自动编程、智能化的人机界面等。
- (4) 智能诊断、智能监控方面的内容,方便系统的诊断及维修等。

4) 通信功能更强

为了适应自动化技术的进一步发展,一般数控系统都具有 RS-232 和 RS-422 高速远距离串行接口。可按照用户的要求,与上一级计算机进行数据交换。高档的数控系统应具有直接数字控制 DNC 接口,可以实现几台数控机床之间的数据通信,也可以直接对几台数控机床进行控制。

5) 开放性

由于数控系统生产厂家技术的保密,传统的数控系统是一种专用封闭式系统,各个厂家的产品之间以及与通用计算机之间不兼容,维修、升级困难,难以满足市场对数控技术的要求。针对这些情况,人们提出了开放式数控系统的概念,国内外数控系统生产厂家正在大力研发开放式数控系统。开放式数控系统具有标准化的人机界面和编程语言,软、硬件兼容,维修方便。

二、数控机床的组成及工作原理

1. 数控机床的组成

数控机床通常是由程序载体、CNC 装置、伺服系统、检测与反馈装置、辅助装置、机床本体组成,如图 1-1 所示。

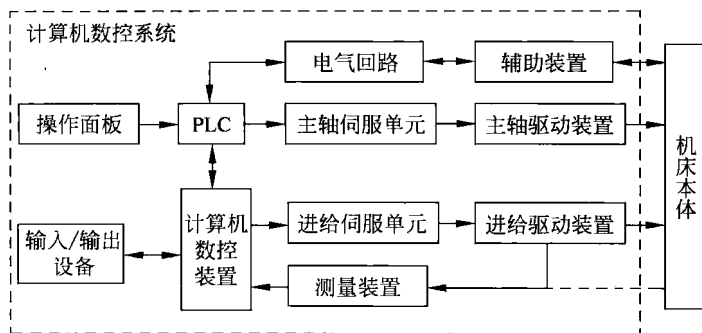


图 1-1 数控机床的组成框图

1) 程序载体

数控机床的零件加工程序以一定的格式和代码存储在一种载体上,这种载体称为程序载体。程序载体可以是磁盘、磁带、硬盘和闪存卡等。由于复杂模具和大型零件的加工程序占用内存空间大以及网络技术的发展,目前加工程序的执行方式根据数控机床控制系统的内存空间大小分为两种方式:一种是采用 CNC 方式,即先将加工程序输入机床,然后调出来执行;另一种是采用 DNC 方式,即将机床与计算机连接,机床的内存作为存储的缓冲区,加工程序由计算机一边传送,机床一边执行。

2) CNC 装置

计算机数控装置是计算机数控系统的核心,其主要作用是根据输入的工件加工程序或操作命令进行译码、运算、控制等响应的处理,然后输出控制命令到相应的执行部件(伺服单元、驱动单元和 PLC 等),完成工件加工程序或操作者要求的工作。它主要由计算机系统、位置控制板、PLC 接口板、通信接口板、扩展功能模板以及相应的控制软件的模块组成。

3) 伺服系统

伺服系统的作用是把来自数控装置的脉冲信号转换成机床移动部件的运动,一般由功率放大器和伺服控制电机组成。按照特性可分为步进式、交流、直流伺服系统三种。其性能好坏直接决定了加工精度、表面质量和生产率。CNC 每输出一个进给脉冲,伺服系统就使工作台移动一个脉冲当量 δ 。脉冲当量 δ 为对于每个脉冲信号,机床工作台移动的位移,也称为机床的分辨率。常见的有 0.01mm、0.001mm 等。

4) 检测与反馈装置

位置检测装置运用各种灵敏的位移、速度传感器检测机床工作台的运动方向、速率、距离等参数,并将位移、速度等物理量转变成对应的电信号显示出来,并且送到机床数控装置中进行处理和计算,实现数控系统工作的反馈控制,使数控装置能够校核机床的理论位置及实际位置是否一致,数控系统利用理论位置与实际位置的差值进行工作,并由机床数控装置发出指令,修正产生的理论位置与实际位置的误差。

5) 辅助装置

辅助装置是把计算机送来的辅助控制指令(M,S,T 等)经机床接口转换成强电信号,用来控制主轴电动机启停和变速、冷却液的开关及分度工作台的转位和自动换刀等动作。它主要包括储备刀具的刀库、自动换刀装置(ATC)、自动托盘交换装置(APC)、工件的夹紧机构、回转工作台以及液压、气动、冷却、润滑、排屑装置等。

6) 机床本体

机床本体是被控制的对象,是数控机床的主体,机床本体主要由床身、立柱、主轴、进给机构等机械部件组成。一般需要对它进行位移、角度、速度和各种开关量的控制。数控机床采用了高性能的主轴及进给伺服驱动装置,其机械传动结构得到了简化。

2. 数控机床的工作原理

数控机床的工作原理如图 1-2 所示。

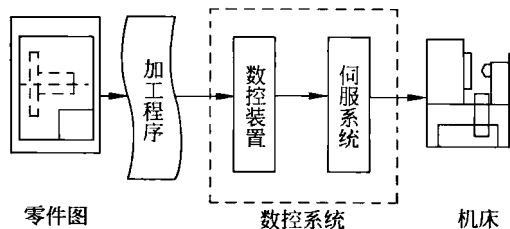


图 1-2 数控机床工作原理图

(1) 根据零件加工图样进行工艺分析,拟定加工工艺方案,确定加工工艺过程、工艺参数和刀具位移数据。

(2) 用规定的程序代码和格式编写零件加工程序,或用 CAD/CAM 软件直接生成零件的加工程序。

(3) 把零件加工程序输入或传输到数控系统。

(4) 数控系统对加工程序进行译码与运算,发出相应的命令,通过伺服系统驱动机床的各个运动部件,并控制刀具与工件的相对运动,最后加工出形状、尺寸与精度都符合要求的零件。

三、数控机床的种类

数控机床的品种规格繁多,分类方法不一。根据数控机床的功能和结构,一般可以按下面 4 种方式进行分类。

1. 按照工艺用途分类

(1) 金属切削类:数控车床、数控铣床、数控钻床、数控镗床、数控磨床、加工中心等。

(2) 金属成型类:数控压力机、数控冲床、数控折弯机、数控弯管机等。

(3) 特种加工类:数控线切割、数控电火花、数控激光切割机等。

(4) 其他类:数控三坐标测量机、数控装配机、机器人等。

2. 按照控制运动的方式分类

1) 点位控制数控机床

数控系统只控制刀具从一点到另一点的准确定位,在移动过程中不进行加工,对两点间的移动速度及运动轨迹没有严格的要求。图 1-3 显示了点位控制数控机床的刀具轨迹。这类数控机床主要有数控钻床、数控坐标镗床、数控冲床和数控测量机等。

2) 直线控制数控机床

数控系统除了控制点与点之间的准确位置以外,还要保证两点之间的移动轨迹是一条平行于坐标轴的直线,而且对移动速度也要进行控制,以便适应随工艺因素变化的不同要求。图 1-4 显示了直线控制数控机床的刀具轨迹。这类数控机床主要有简易的数控车床、数控铣床、加工中心和数控磨床等。这种机床的数控系统也称为直线控制数控系统。

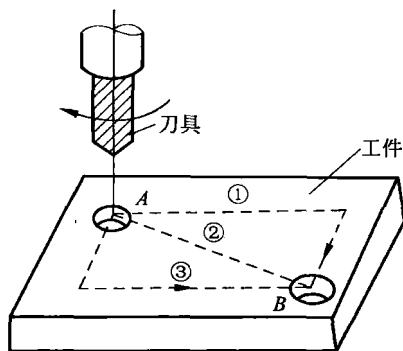


图 1-3 点位控制刀具轨迹

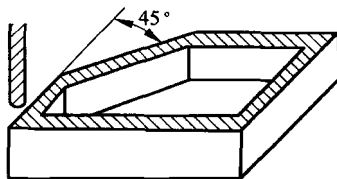


图 1-4 直线控制刀具轨迹

3) 轮廓控制数控机床

轮廓控制数控机床能同时对两个或两个以上的坐标进行连续相关的控制,不仅能控制轮廓的起点和终点,而且还要控制轨迹上每一点的速度和位移,以加工出任意斜线、圆弧、抛物线及其他函数关系的曲线或曲面。图 1-5 显示了轮廓控制数控机床的刀具轨迹。这类数控机床主要有数控车床、数控铣床、数控电火花线切割机床和加工中心等。

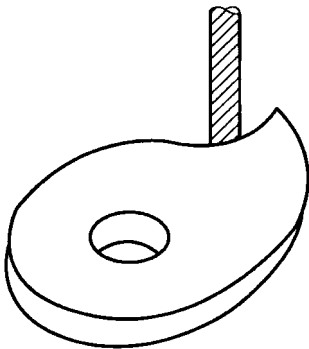


图 1-5 轮廓控制刀具轨迹

3. 按照伺服系统的控制方式分类

1) 开环数控机床

开环数控机床采用开环进给伺服系统,如图 1-6 所示。开环进给伺服系统没有位置反馈装置,信号流是单向的,故稳定性好。但由于无位置反馈,精度不高,其精度主要取决于伺服驱动系统和机械传动机构的性能和精度。该系统一般以步进电动机作为伺服驱动单元,具有结构简单、工作稳定、调试方便、维修简单、价格低廉等优点,在精度和速度要求不高、驱动力矩不大的场合得到广泛应用。

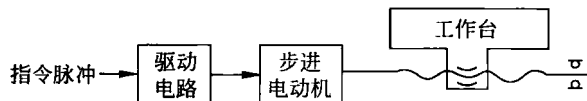


图 1-6 开环进给伺服系统简图

2) 闭环数控机床

闭环数控机床的系统如图 1-7 所示,闭环控制系统在机床运动部件或工作台上直接安装直线位移检测装置,将检测到的实际位移反馈到数控装置的比较器中,与程序指令值进行比较,用差值进行控制,直到差值为零,这样可以消除整个传动环节的误差和间隙,因而具有很高的位置控制精度。但是由于位置环内的许多机械传动环节的摩擦特性、刚性和间隙都是非线性的,很容易造成系统不稳定。因此闭环系统的设计、安装和调试都有相当的难度,对其环节的精度、刚性和传动特性等都有较高的要求,故价格昂贵。这类系统主要用于精度要求很高的镗铣床、超精磨床以及较大型的数控机床等。

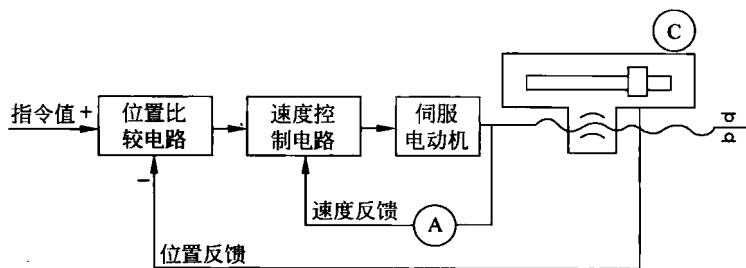


图 1-7 闭环进给伺服系统简图

3) 半闭环数控机床

如果将角位移检测装置安装在驱动电机的端部,或安装在传动丝杠端部,间接测量执行

部件的实际位置或位移,就是半闭环控制系统,如图 1-8 所示。它介于开环和闭环控制之间,获得的位移精度比开环的高,但比闭环的要低。与闭环控制系统相比,易于实现系统的稳定性。现在大多数数控机床都采用半闭环控制系统。

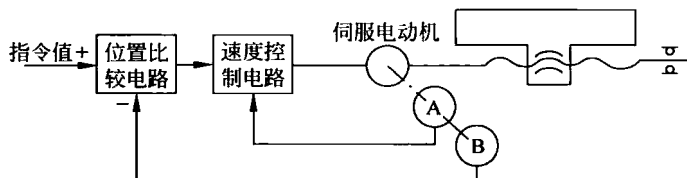


图 1-8 半闭环进给伺服系统简图

4. 按照数控系统装置的功能水平分类

按照数控装置的功能水平可大致把数控机床分为经济型数控机床、中档数控机床和高档数控机床,三档的界限是相对的,不同时期的划分标准会有所不同。

1) 经济型数控机床

经济型数控机床大多指采用开环控制系统的数控机床,其功能简单,精度一般,价格低。采用 8 位微处理器或单片机控制,分辨率为 $10\mu\text{m}$,快速进给速度为 $6\sim 8\text{m}/\text{min}$,采用步进电动机驱动,一般无通信功能,有的具有 RS-232 接口,联动轴数为 $2\sim 3$ 轴,具有数码显示或 CRT 字符显示功能,如经济型数控线切割机床、数控车床、数控铣床等。

2) 中档数控机床

中档数控机床大多采用交流或直流伺服电动机实现半闭环控制,其功能较多,以实用为主,还具有一定的图形显示功能及面向用户的宏程序功能等。采用 16 位或 32 位微处理器,分辨率为 $1\mu\text{m}$,快速进给速度在 $15\sim 24\text{m}/\text{min}$ 之间,具有 RS-232 接口,联动轴数为 $2\sim 5$ 轴。这类数控机床的功能较全,价格适中,应用较广。

3) 高档数控机床

高档数控机床是指加工复杂形状的多轴联动加工中心,一般采用 32 位以上微处理器,采用多微处理器结构。分辨率为 $0.1\mu\text{m}$,快速进给速度可达 $100\text{m}/\text{min}$ 或更高,具有高性能通信接口及联网功能,联动轴数在 5 轴以上,有三维动态图形显示功能。这类数控机床的功能齐全,价格昂贵,如具有 5 轴以上的数控铣床,加工复杂零件的大、重型数控机床,五面体加工中心,车削加工中心等。

四、先进制造系统简介

由一台通用计算机对数台 CNC 机床进行集中监控,称为直接数字控制系统(DNC)。将 CNC 机床与传递系统和控制系统等有机地组合起来,可形成柔性制造单元(FMC)或柔性制造系统(FMS)。如果把生产活动的全部环节,包括市场分析、产品设计、加工制造、经营管理等,通过集成技术实现计算机控制的一体化管理,则可形成高效率、高智能的计算机集成制造系统(CIMS)。

1. 直接数字控制(DNC)

计算机直接数字控制系统(Direct Numerical Control,DNC)也称为计算机群控系统,它

是用一台大型通用计算机为数台数控机床进行自动编程,并直接控制一群数控机床的系统。大型通用计算机也称为中央计算机,它有足够的存储容量,可以统一存储和管理大量的零件程序。根据机床与计算机结合方式的不同,直接数字控制可分为间接型、直接型和计算机网络三种不同的方式。

在间接型群控系统中,把来自通用计算机存储的程序,通过连接装置分别传输到每台机床的数控系统中。

在直接型群控系统中,机床群中机床的数控机能和插补运算功能全部由中央计算机来完成,在这种系统中,各台数控机床不能独立工作,一旦计算机出现故障,各台数控机床都将停止运行。

在计算机网络群控系统中,各台数控机床都有独立的、由小型计算机构成的数控系统,并与中央计算机连接成网络,实现分级控制。由于每台数控专用计算机价格比较便宜,又都有应用软件,并且相对具有独立性,所以整个网络不再由一台计算机去分时完成所有数控系统的功能,全部机床可连续进行工作。

DNC系统与CNC系统最大的区别是:CNC系统采用专业的过程控制计算机控制一台机床,而DNC系统中则用一台中央计算机分时管理多台数控机床。

2. 柔性制造系统(FMS)

1) FMS的定义

FMS是由两台以上CNC机床组成并配备有自动化物料储运子系统的制造系统,它是适用于中小批量、较多品种加工的高柔性、高智能的制造系统。

FMS作为一种先进制造技术的代表,不局限于零件的加工,在与加工和装配相关的领域里也得到越来越广泛的应用。在我国有关标准中,FMS被定义为:由数控加工设备、物流储运装置和计算机控制系统组成的自动化制造系统,它包括多个柔性制造单元,能根据制造任务或生产环境的变化迅速进行调整,适用于多品种、中小批量生产。

2) FMS的组成

(1) 加工系统。加工系统中的加工设备主要由4~10台加工中心组成,所用的刀具必须标准化、系列化以及具有较长的寿命,以减少刀具数量和换刀次数。加工系统中还应具备完善的在线检测和监控功能,以及排泄、清洗、装卸、去毛刺等辅助功能。

(2) 物流系统。在FMS中,工件和工具流称为物流,物流系统即物料储运系统,一个工件从毛坯到成品的整个生产过程中,只有相当小的一部分时间在机床上进行切削加工,大部分时间消耗于物料的储运过程中。合理地选择FMS的物料储运系统,可以大大减少物料的运送时间,提高整个制造系统的柔性和效率。

(3) 信息系统。信息系统包括过程控制及过程监控两个系统。大多采用中央计算机集中控制系统。对整个FMS实行监控,对每一个标准的数控加工中心或制造单元的加工数据实行控制,对刀具、夹具等进行集中管理和控制,协调各控制装置之间的动作。

3) FMS的特点

一个普通零件在工厂的全部时间中,近95%的时间是在等待,2%的时间用于装卸,只有3%的时间用于实际加工。等待时间包括设备故障、劳动力管理不善、定位、换刀、测量和安装、停机及其他等待时间。所以,如何发挥数控机床的效率是FMS的设计目标。虽然FMS的定义描述各不相同,但它们反映了FMS应具备如下特点。

- (1) 保证系统具有一定的柔性的同时,还具有较高的设备利用率。
- (2) 减少设备投资。
- (3) 减少直接工时费用。
- (4) 缩短生产准备时间。
- (5) 对加工对象具有快速应变能力。
- (6) 维持生产能力强。
- (7) 产品质量高、稳定性好。
- (8) 运行及产量的灵活性。
- (9) 便于实现工厂自动化。
- (10) 投资高、风险大,管理水平要求高。

3. 计算机集成制造系统(CIMS)

1) CIMS 的定义

计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System, CIMS),是采用现代计算机技术将企业生产的全过程,从市场分析、产品订货、产品设计、加工制造、经营管理到售后服务等生产过程,通过信息集成实现现代化的生产制造,提高生产率,有效地提高企业对市场需求的影响能力。

2) CIMS 的组成

从系统的功能角度考虑,一般认为 CIMS 可由经营管理信息系统、工程设计自动化系统、制造自动化系统和质量保证信息系统这四个功能分系统,以及计算机网络系统和数据库管理系统这两个支撑系统组成。

(1) 经营管理信息系统。经营管理信息系统是将企业生产经营过程中产、供、销、人、财、物等进行统一管理的计算机应用系统,是 CIMS 的神经中枢,指挥与控制着 CIMS 其他各部分有条不紊地工作。它具有三方面的基本功能:信息处理、事务管理和辅助决策。

(2) 工程设计自动化系统。工程设计自动化系统实质上是指在产品的设计开发过程中引用计算机技术,使产品设计开发工作更有效、更优质、更自动地进行。产品设计开发活动包含有产品概念设计、工程结构分析、详细设计、工艺设计,以及数控编程等产品设计和制造准备阶段中的一系列工作。工程设计自动化系统通常包括人们所熟悉的 CAD/CAPP/CAM 系统。

(3) 制造自动化系统。制造自动化系统由加工系统、控制系统、物流系统和监控系统组成。

(4) 质量保证信息系统。质量保证信息系统是以提高企业产品制造质量和企业工作管理质量为目标,通过质量保证规划、工况监控采集、质量分析评价和控制,以达到预定的质量要求。

(5) 计算机网络系统。计算机网络系统是以共享资源为目的,由多台计算机、终端设备、数据传输设备以及通信控制处理等设备集合而成,它们在统一的通信协议的控制下具有独立自治的能力,具有硬件、软件和数据共享的功能。

(6) 数据库管理系统。

CIMS 的数据库管理系统是处理位于不同结点的计算机中各种不同类型的数据,因此集成的数据管理系统必须采用分布式异型数据库技术,通过互联的网络体结构完成全局的