

高职高专系列教材

数控加工 工艺及刀具

Shukong Jiagong gongyi Ji Daoju

罗 辑 主 编
唐毅锋 袁冬梅 副主编



重庆大学出版社

数控加工工艺及刀具

罗 辑 主 编
唐毅锋 袁冬梅 副主编

重 庆 大 学 出 版 社

内 容 提 要

本书是根据高职高专“数控技术应用专业”系列课程“数控加工工艺及刀具”教学大纲编写的。全书共分8章。主要介绍数控加工的基本概念、数控机床的分类;数控机床对刀具的要求,常用数控加工刀具以及工具系统;有关数控加工工艺的基础内容;数控车床的加工对象和车削加工工艺;数控铣床的加工对象和铣削加工工艺;加工中心主要加工对象和加工工艺;数控电火花成型加工机床的加工对象和加工工艺处理;数控电火花线切割加工原理、应用范围和加工工艺等。

本书可作为数控技术应用专业、机械制造专业、模具制造专业的高职高专教材,又可作为数控加工的培训教材,也可作为从事数控加工工作的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工工艺及刀具/罗辑主编. —重庆:重庆大学出版社,2006.3

(高职高专数控技术应用专业系列教材)

ISBN 7-5624-3591-X

I. 数... II. 罗... III. ①数控机床—加工工艺—
高等学校;技术学校—教材②数控刀具—高等学校;技术学校—教材 IV. ①TG659②TG729

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第007272号

数控加工工艺及刀具

罗 辑 主 编

唐毅锋 袁冬梅 副主编

责任编辑:曾显跃 版式设计:曾显跃

责任校对:任卓惠 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆大学建大印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:10.25 字数:256千

2006年3月第1版 2006年3月第1次印刷

印数:1—4 000

ISBN 7-5624-3591-X 定价:15.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

数控技术是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械等高新技术的产物。它的出现及与其带来的巨大效益,已经得到了世界各国科技与工业界的普遍重视。数控机床在制造业中的应用越来越广泛,应用和研究数控技术的人也越来越多。同时,随着国内数控机床用量的剧增,社会急需大批熟悉数控加工工艺、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,普及和提高数控技术的应用水平,我们根据数控专业高职高专教学大纲,结合多年来从事教学、科研的实践,着手编写了这本教材。

数控加工工艺是数控编程与操作的基础,合理的工艺是保证数控加工质量、发挥数控机床效能的前提条件。本书从数控加工的实用角度出发,以数控加工的实际生产为基础,以掌握数控加工工艺为目标,在介绍数控机床加工刀具、数控加工工艺基础等基本知识的基础上,详细分析了数控车削加工、数控铣削加工、加工中心加工、数控电火花成型加工、数控电火花线切割加工等各自的应用范围和加工工艺等,并结合典型零件进行了工艺分析。

本书全面贯彻了高职高专教材“理论够用为度,重在实践”的指导方针,既注重先进性,又兼顾实用性,努力做到理论联系实际。课程体系新,内容全面、实用,由浅入深,重点突出,系统性、综合性强。

书中所有图形符号采用中华人民共和国国家标准 GB 4728-85,文字符号采用 GB 7159-87,量和单位采用 GB 3100 ~ 3102-86。

本课程的前修课是“高等数学”、“机械制造基础”等,它又为后续课程“数控原理”、“数控机床”等打下基础。

本书可作为数控技术应用专业、机械制造专业、模具制造专业的大中专、技校教材,又可作为数控加工的培训教材。同时,亦可作为从事数控加工工作的工程技术人员的参考书。

本书由罗辑主编。第1、3、4章由罗辑编写,第2章由唐毅锋编写,第5章由罗辑和高家利编写,第6章由唐毅锋和张帆编写,第7、8章由袁冬梅编写。全书由罗辑负责统稿。龙飞和熊浦焱为本书的文字和图形处理做了大量工作,在此表示感谢。

限于编者的水平,书中难免有缺点和错误,恳请读者批评指正。

编者

2005年10月

目 录

第1章 概 述	1
1.1 数控技术的基本概念	1
1.2 数控加工工艺的内容与特点	2
1.3 数控机床的分类及其主要附属装置	4
第2章 数控加工刀具及工具系统	11
2.1 数控加工对刀具的要求	11
2.2 数控刀具材料	12
2.3 数控刀具	14
2.4 数控机床的工具系统	21
2.5 刀具的磨损及刃磨	24
第3章 数控加工工艺基础	32
3.1 基本概念	32
3.2 数控加工工艺分析	36
3.3 数控加工工艺路线设计	39
3.4 数控加工工序设计	46
3.5 对刀点与换刀点的选择	57
3.6 机械加工精度及表面质量	57
第4章 数控车削加工工艺	62
4.1 数控车床的特点及功能	62
4.2 数控车削加工工艺概述	64
4.3 数控车削加工工艺分析	66
4.4 典型零件的加工工艺分析	79

第5章 数控铣削加工工艺	85
5.1 数控铣床的特点及功能	85
5.2 数控铣削加工工艺概述	88
5.3 数控铣削加工工艺分析	89
5.4 典型零件的加工工艺分析.....	110
第6章 加工中心加工工艺	117
6.1 加工中心的主要特点及功能.....	117
6.2 加工中心的刀具、夹具及加工工艺	122
6.3 典型零件加工工艺分析.....	126
第7章 数控电火花成型加工工艺	131
7.1 数控电火花成型加工概述.....	131
7.2 数控电火花成型加工工艺.....	133
7.3 典型零件的数控电火花成型加工工艺分析.....	142
第8章 数控电火花线切割加工工艺	144
8.1 数控电火花线切割加工概述.....	144
8.2 数控电火花线切割的加工工艺.....	146
8.3 典型零件的数控线切割加工工艺分析.....	155
参考文献	156

第 1 章 概 述

1.1 数控技术的基本概念

1.1.1 数控

数控(NC Numerical Control)是20世纪50年代发展起来的一种自动控制技术,是指用数字化信号对机床运动及加工过程进行控制的一种方法。将计算机控制技术引入数控,使数控的很多功能由软件程序实现,就构成了计算机数控(CNC Computer Numerical Control)系统,CNC具有柔性好、功能强、可靠性高、经济性好以及易于实现机电一体化等特点,发展速度很快,使数控技术完成了质的飞跃。

1.1.2 数控系统

数控系统(Numerical Control System)是一种控制系统,能自动完成信息的输入、译码和运算,从而实现控制机械或其他设备的自动工作。它一般包括数控装置、可编程控制器(PLC)、各类输入/输出接口、显示器以及键盘等。

1.1.3 数控机床

数控机床(Numerical Control Tools)是指采用了数字控制技术的机床,机床上的操作命令以数字的形式来描述,工作过程按规定程序自动进行的自动化机床。

1.1.4 数控程序

数控机床严格按照从机床外部输入的程序自动完成工件的加工。因此,将从外部输入数控系统用于加工工件的程序称为数控加工程序,简称数控程序。

1.1.5 数控编程

在数控机床上加工零件时,需要把零件的全部工艺过程、工艺参数和位移数据,以信息的形式记录在控制介质上用控制介质的信息来控制机床,实现零件的全部加工过程。故将从零件图纸到得到数控加工程序所需控制介质的全过程,称为数控编程。它主要包括:分析零件图纸、工艺处理、数学处理、编写程序、控制介质制备以及程序校验等几个步骤。常用的数控加工程序编制方法有手工编程和自动编程两种方法。手工编程是主要用人工来完成数控编程的各个阶段的工作,当被加工零件形状不太复杂或程序较短时,都可以采用手工编程的方法,但对于一些复杂零件,特别是具有非圆曲线的表面或零件的几何元素并不复杂但程序量很大,由于计算相当烦琐且程序量大,手工编程就难以胜任,即使能够编出程序来,往往耗费很长的时间,而且容易出错,这就必须采用自动编程的方法。使用计算机进行数控编程,在编程的各项工作中,除拟订工艺方案主要由人工完成外,其余的工作大多由计算机自动完成,这就称为计算机自动编程。

1.1.6 数控加工

数控加工工艺是伴随着数控机床的产生、发展而逐步完善起来的一种应用技术,是大量数控加工实践的总结。所谓数控加工工艺,是指在数控机床上加工零件的一种工艺方法。数控加工技术除用于机械加工外,还用于电加工、激光加工、火焰加工、绘印加工及编织加工等。

1.2 数控加工工艺的内容与特点

1.2.1 数控加工工艺的主要内容

数控加工机床是一种高度自动化的机床,与普通机床在加工工艺和表面加工方法上有许多相似之处,最根本的区别主要表现在控制方式上。数控机床加工前,要把原来在普通机床上加工时需要操作人员考虑和决定的操作内容及动作(如工步的划分与顺序、走刀路线、位移量和切削参数等),按规定的数码形式编制程序并输入数控系统。数控机床加工时,数控系统按程序进行运算和控制,并不断向机床的伺服机构发送脉冲信号,然后由传动机构驱动机床严格按照所编程序进行动作,从而加工出所需要的零件。通常,数控加工主要包括以下几个方面的内容:

- ①选择并确定适合于数控加工的零件及内容;
- ②对零件图纸进行数控加工的工艺分析;
- ③确定数控加工的工艺过程,进行工艺设计;
- ④对零件图样的数学处理(又称为数值计算);
- ⑤编写零件加工程序单和校核;
- ⑥按编程单制作控制介质;
- ⑦程序校验和试切削以及现场问题的处理;
- ⑧数控加工工艺技术文件的定型与归档。

1.2.2 数控加工的特点

(1) 数控加工的优点

1) 自动化程度高

数控加工过程是按输入程序自动完成的,简化了工人的操作,也使操作时的紧张程度大为减轻。当然,对操作者的知识结构和文化程度要求相应提高。

2) 提高加工精度

数控机床本身的定位精度和重复定位精度都很高,很容易保证零件尺寸的一致性,同时也消除普通机床加工中操作者的人为误差,因此,数控加工零件的一致性好,质量稳定,便于对加工过程实行质量控制。

3) 生产效率高

使用数控机床加工,对工夹具的要求降低,加工时能在一次装夹中加工出很多待加工的部位,既省去了通用机床加工时原有的不少中间工序(如划线、装夹、检验等),避免了多次定位误差,缩短了辅助时间,同时也为后继工序(如装配等)带来了方便。生产效率的提高非常显著。

4) 灵活性高、适应性强

数控加工一般不需要很多复杂的工艺装备,就可以通过编制程序把形状复杂和精度要求高的零件加工出来。而当设计更改时,可以通过改变相应的程序来实现,一般不需要重新设计制造工装。因此,数控加工能大大缩短产品研制周期,给新产品的研制开发、产品的改进和改型提供了很好的手段。

5) 有利于实现计算机辅助制造

计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)已成为航空航天、汽车、船舶及其他机械工业实现现代化的必由之路。而将用计算机辅助设计出来的产品图纸及数据变为实际产品的最有效的途径,就是采取计算机辅助制造技术直接制造出零部件。而数控机床使用数字量信号与标准代码输入,最适宜于与数字计算机网连接,它是计算机辅助制造系统的基础。

(2) 数控加工的缺点

1) 加工成本一般较高

数控机床及其配套设备价格昂贵。数控机床的价格一般是同类通用机床的几倍甚至几十倍,再加上与之配套的编程设施、计算机及其外部设备等,使其产品加工成本大大高于通用机床,同时,数控机床维修成本也高。

2) 只适宜于多品种小批量或中批量生产

由于数控加工对象一般为较复杂零件,又往往采用工序相对集中的工艺方法,在一次定位安装中加工出许多待加工面,势必将工序时间拉长。尽管目前在数控机床的设计制造方面作出了很多努力(如多轴化、自动交换工作台与柔性加工单元等),但与专用多工位组合机床或自动机形成的生产线相比,在生产规模与生产效率方面仍有较大差距,即占机械加工20%~30%的大批量零件生产,数控加工还难以适应。

3) 加工中难以调整

由于数控机床是按程序运行自动加工的,一般很难在加工过程中进行适时的人工调整,即使可以做局部调整,但其可调范围也很有限。

4)对操作人员、维修人员的技术水平要求较高

数控机床是技术密集型的机电一体化产品,其操作和维修均较复杂,故要求操作、维修以及管理人员具有较高的文化水平和技术素质,一般均需配备技术素质较高的操作人员、维修人员与较好的维修装备。

1.2.3 数控机床的应用范围

数控机床的性能特点决定了它的应用范围。根据数控加工的特点及大量的应用实践,一般可按适应程度将零件分为以下三类:

(1)最适应类

①加工精度要求高,形状、结构复杂,特别是用数学模型描述的复杂曲线或曲面轮廓用通用机床无法加工,或虽能加工但很难保证加工质量的零件。

②具有难测量、难控制进给、难控制尺寸的不开敞内腔的壳体或盒型零件。

③必须在一次装夹中完成铣、镗、铰、钻和攻丝等多工序加工的零件。

对于上述零件,应首先考虑能否把它们加工出来,要着重考虑可能性问题,而不必过多地去考虑生产率与经济上是否合理。只要有可能,都应把对其进行数控加工作为优选方案。

(2)较适应类

①在通用机床上加工时极易受人为因素(如操作人员技术水平高低、情绪波动等)干扰的零件。

②在通用机床上加工时必须制造复杂的专用工装的零件。

③用于改型比较、性能或功能测试的零件;多品种、多规格、单件小批量生产的零件。

④在通用机床上加工需作长时间调整的零件。

⑤在通用机床上加工时,生产率很低或体力劳动很大的零件。

以上零件在首先分析其可加工性的基础上,还要在提高生产率及经济效益方面做全面衡量,一般可把它们作为数控加工的主要选择对象。

(3)不适应类

①生产批量大的零件。

②装夹困难或完全靠找正来保证加工精度的零件。

③必须用特定的工艺装备协调工作的零件。

④加工余量很不稳定,且数控机床没有在线检测系统可自动调整零件坐标位置的零件。

由于上述零件采用数控加工后,在生产率与经济性方面一般没有明显提高和改善,还有可能弄巧成拙或得不偿失,故此类零件一般不应作为数控加工的选择对象。

1.3 数控机床的分类及其主要附属装置

1.3.1 数控机床的分类

目前,数控机床的品种已基本齐全,其分类原则和分类方法也有多种,大体归纳起来有以下四种分类方法:

(1) 按数控机床的运动轨迹分类

1) 点位控制数控机床

这类机床的数控系统只控制机床移动部件从一点移动到另一点的准确定位,而不控制点与点之间的运动轨迹,在移动过程中,不进行任何切削加工。这类机床主要有数控钻床、数控坐标镗床、数控冲床和数控电焊机等。

2) 直线控制数控机床

这类机床的数控系统不仅要控制刀具或工作台由一点运动到另一点的准确位置,还要保证从一点到另一点按直线移动,按指定的进给速度做切削加工。这类机床主要有数控车床、数控镗床和数控铣床等。

3) 轮廓控制数控机床

这类机床的数控系统能够同时对两个或两个以上的坐标轴进行连续控制。加工时,不仅要控制起点和终点,还要控制整个加工过程中每一点的速度和位置。这类机床主要有具有两坐标或两坐标以上联动的数控车床、数控铣床、数控磨床和加工中心等。

(2) 按工艺用途分类

①一般数控机床与通用的机床分类一样,有数控车床、数控铣床、数控磨床、数控钻床、数控镗床等,而且每一种又可细分为很多品种,例如:数控铣床中又有立铣、卧铣、龙门铣等。

②数控加工中心是一种具有自动换刀装置的数控机床。数控加工中心又称多工序数控机床或镗铣类加工中心,习惯上称为加工中心(Machining Center)。

③多坐标数控机床。该数控机床的特点是数控装置控制的轴数较多,机床结构也比较复杂,现在常用的是4、5、6坐标的数控机床。

(3) 按伺服系统的控制方式分类

1) 开环控制数控机床

这类机床采用开环伺服机构。数控装置发出信号的流程是单向的,驱动控制指令发送出去后不再反馈回数控系统。机床没有检测反馈装置,对实际传动机构的动作完成与否不进行检查,如图1.1所示。它适用于精度要求不高的中、小型数控机床。

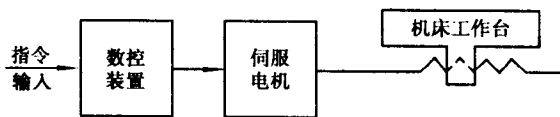


图 1.1 开环控制系统框图

2) 闭环控制数控机床

这类机床采用闭环伺服机构。在开环控制数控机床上增加检测反馈装置,如图1.2所示。在加工中时刻检测机床移动部件的位置,作为反馈信号送往数控装置的比较器,与原有的指令信号进行比较。如有偏差,数控装置控制移动部件向消除偏差的方向继续移动,直到与所要求的位置相符合为止。这类机床主要为大型精密数控机床。

3) 半闭环控制数控机床

半闭环控制系统框图如图1.3所示,其伺服机构也属于闭环控制的范畴。只是这种控制方式对工作台的实际位置不进行检查测量,而是通过与伺服电机有联系的测量元件(如测速发电机A和光电编码盘B或旋转变压器等)间接检测出伺服电机的转角,间接推算出工作台

的实际位移量,用此值与指令值进行比较,用偏差来进行控制。由于工作台没有完全包括在控制回路内,因此称之为半闭环控制。这种控制方式介于开环与闭环之间,精度没有闭环高,调试却比闭环方便,因而应用较为普遍。

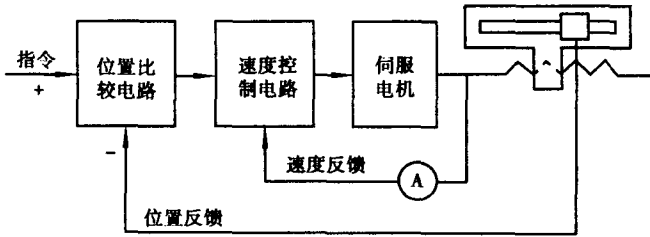


图 1.2 闭环控制系统框图

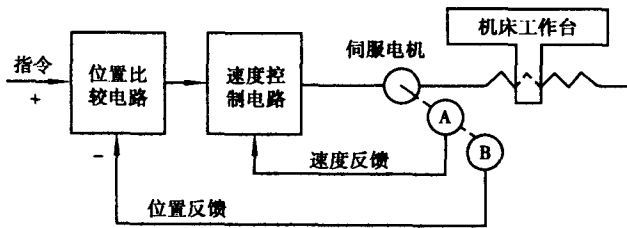


图 1.3 半闭环控制系统框图

(4) 按数控装置分类

1) 硬件式数控机床(NC 机床)

这类机床的数控系统的输入、插补运算等功能均由集成电路或分立元件等器件实现。一般来说,数控机床不同,其控制电路也不同,因此系统的通用性较差,功能和灵活性也较差。这类系统在 20 世纪 70 年代以前应用的比较广泛。

2) 软件式数控机床(CNC 机床)

这类机床的数控系统利用中、大规模及超大规模的集成电路(或用微机与专用集成芯片)组成 CNC 装置,其主要的数控功能几乎全由软件实现,对于不同的数控机床,只需编制不同的软件就可以实现,而硬件几乎可以不用改变。因此,灵活性和适应性都很强,现代数控机床一般都采用 CNC 装置。

1.3.2 数控机床的基本结构特征

数控机床的基本构成与传统的机床十分相似,也有着普通机床都有的主轴、床身、立柱、工作台、刀架(砂轮架)等关键部件,但由于数控机床在功能上和性能上与传统机床存在着巨大的差异,数控机床在结构上已经有了很大的变化,集中体现在:

- ①机床刚度提高,抗振性能大为改善;
- ②机床热变形减小;
- ③机床传动链短;
- ④机床各个运动副间的摩擦系数较小;
- ⑤机床功能部件增多。

例如,在普通机床上常见的滑动丝杠被高传动效率的滚珠丝杠所代替;多级齿轮传动被一、二级齿轮传动或所谓的“无间隙”齿轮传动所代替;有些结构甚至取消了齿轮传动;一般滑动导轨被塑料导轨或滚动导轨所代替;单刀架被多刀架、复合刀架或多刀位装置所代替。此外,还有一些不易被察觉的结构变化,如导轨面加宽,立柱、床身内部布筋方式的改变,铸件含砂造型,动平衡或其他一些自适应补偿措施等,其目的都是为了提高机床的刚性,尽量消除振动对加工的影响。为了满足使用要求,提高加工效率,在数控机床上常配置有自动换刀(换砂轮、换电极、换动力头等)、自动换工作台、自动上下料、自动检测等装置。

数控机床与普通机床虽然在整体布局上有许多相似之处,但每一种数控机床都具有普通机床所没有的两大部分:一是数控机床的“指挥系统”——数控系统(Numerical Control System);二是使数控机床执行运动的驱动系统——伺服系统(Servo System),它包括驱动主轴运动的控制单元、主轴电机、驱动进给运动的控制单元及进给电机。如图1.4所示,数控机床基本上由机床本体及数控系统、伺服系统所组成,从机床到数控装置的虚线表示在某些数控机床上具有把加工零件过程中的一些运动参数通过测量元件反馈给数控装置,以进行闭环控制。这种组成是从根本上判断某台机床是否是数控机床的着眼点,而单从机床上有无用于人工操作的手轮、手柄来判断是否是数控机床的方法虽然简单直观,但不能判断数控机床的水平档次。特别需要注意的是,不可把用数字显示器装备起来的数显机床当作数控机床,因为两者在控制信息的处理上有着本质的区别。

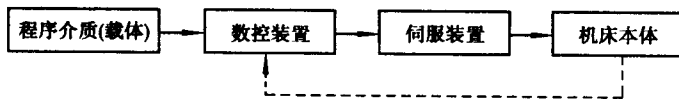


图 1.4 数控机床的构成

1.3.3 数控系统概述

(1) 数控系统的初步知识

数控系统品种、型号繁多,组成系统的原理也各不相同,但任何一种系统大体上都由六个部分组成,如图1.5所示。

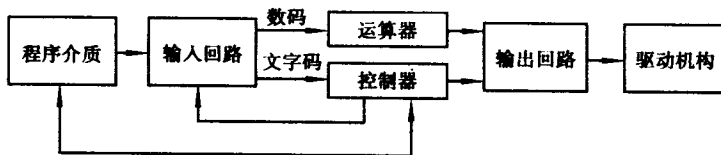


图 1.5 数控系统的组成

将表示加工程序的全部指令用代码的形式记载在控制介质上,通过某种执行机构(如光电阅读机、程序输入器等)把变成的电信号或本来就是电信号送到输入回路中,此输入回路能识别用来表示机床坐标位置的“数码”及表示机床操作的“文字码”。例如,要求机床在 x 轴正方向以速度 V_x 移动500 mm,这500 mm就用数码表示,而 x 方向“+”及速度“ V_x ”,就用规定的文字码来表示。输入回路把数码送到运算器运算。运算器一边进行运算,一边向输出回路发出脉冲,由输出回路发出指令脉冲,输送到相关的驱动机构上去,驱动机床运动。与此同时,输入回路经识别后又把文字码送到控制器,由控制器把有关信号送给输出回路,再送到有关的驱

动机构上去(如控制机床某个轴向的运动、速度大小等)。另外,控制器还能控制整个机床的工作状态(如控制光电阅读机的启停,控制运算器的运算,控制输出脉冲分配等)。

虽然数控系统的组成部分大体相同,但输入回路、运算器、控制器、输出回路的硬件、软件尤其是软件设计的差别很大,这就决定了数控系统的功能有高低档次之分。一般来说,数控系统的功能高低,基本上决定了数控机床的整体水平。

(2) 数控系统的发展概况

数控技术首先是在机床行业产生并得到广泛应用的。1948年,美国巴森兹公司(Parsons Corporation)在制造飞机框架及直升机叶片轮廓样板时,利用全数字电子计算机对轮廓路径进行数据处理,并考虑了刀具直径对加工路径的影响,使得加工精度到达了较高的程度。1949年,该公司与麻省理工学院合作开始了三坐标铣床数控化的研究工作。1952年公开发表了试制成功的世界上第一台数控机床样机,它采用电子管元件,三坐标联动,可做直线插补,是伺服系统与刚刚发展起来的数字计算机技术相结合而产生的。它的问世,标志着数控机床的产生。这台数控铣床的数控系统全部采用电子管元件,被称为第一代数控系统。从1952年至今,数控机床按控制系统的发展,已经历了五代。

1959年随着晶体管元件的诞生和在数控系统中的应用,数控机床跨入第二代。1959年3月,克耐·杜利克公司(Keaney & Trecker corp)发明了带有自动换刀装置的数控机床,称为“加工中心”。从1960年开始,德国、日本等工业国家都陆续开发、生产及使用了数控机床。

1965年,出现了小规模集成电路,由于它体积小、功耗低,使数控系统的可靠性得以进一步提高。数控系统由此发展到第三代。

上述三代数控系统都属于采用专用控制计算机的硬逻辑控制系统,装有此类系统的机床统称为普通数控机床,简称NC(Numerical Control)机床。

随着计算机技术的发展,小型计算机的价格急剧下降,激烈地冲击着市场。数控系统的主要生产厂家认识到,采用小型计算机来取代专用控制计算机,经济上是合算的,许多功能可以依靠编制专用程序存在计算机的存储器中,构成所谓控制软件而加以实现,提高了系统的可靠性和功能特色。这种数控系统,称之为第四代系统,即计算机数控系统(CNC)。1970年在美国芝加哥国际机床展览会上,首次展出了这种系统。

但是,计算机技术的发展是日新月异的,1970年前后,英国的英特尔(Intel)公司开发和使用了四位微处理器,微处理芯片渗透到各个行业,数控机床也不例外。1974年,美国、日本等国家首先研制出以微处理器为核心的数控系统,简称微机数控(MNC Microcomputer Numerical Control)系统,由于中、大规模集成电路价格低廉,集成度和可靠性高,生产厂可以组织大批量的生产,许多小用户(如日本的家庭工厂)都买得起数控机床,很快它就处于领先地位。以微处理机技术为特征的数控系统被称为第五代系统(MNC)。近30多年来,由微机数控系统控制的数控机床和数控加工中心得到飞速发展和广泛应用,它们是形成柔性制造单元(FMC Flexible Manufacturing Cell)、柔性制造系统(FMS Flexible Manufacturing System)、计算机集成制造系统(CIMS Computer Integrated Manufacturing System)等先进制造系统的基础。

当前,国内外在数控装置、机床结构等方面的研究与开发方面不断取得新成果,其水平和功能也日臻提高和完善,出现了新的发展特点。从数控系统方面看,主要有:

1) 数控装置的微处理器向着多位的微处理器发展

越来越多的数控机床采用32位或64位微处理器,大大提高了数控系统运算处理的速度

和能力。一般的数控系统都有远距离接口,高档系统还有 DNC 接口,便于实现数据通信、联网与控制。

2) 数控装置向着集成化和智能化的方向发展

新一代数控系统大量采用大规模及超大规模集成电路、表面安装技术(SMT),使整个系统小型化,更加经济、可靠。同时,引进专家系统和知识库,增加人工智能的功能,提高了排除故障的能力。

3) 数控系统采用模块化结构

采用模块化和总线结构,使结构标准化,更加通用、方便,开放式模块化结构便于功能综合和扩展。

4) 数控编程更加图形化和自动化

图形输入、轨迹生成与动态模拟等形象直观高效方法的采用,使得无论是脱机编程还是联机编程,其编程系统的功能更加强大,测量、编程、加工一体化的实现使数控编程更为方便和高效。

5) 数控系统的可靠性大大提高

由于从数控系统的可靠性设计开始,实施了一整套的质量保证体系,采用了集成化结构、超大规模集成电路、表面安装工艺等新技术,使现代数控系统的平均无故障工作时间(MTF)提高到 36 000 h,可靠性大为提高。

(3) 数控系统的选择

用户在选择数控系统时,应主要对以下七个方面的特性给予重点考虑:

- ①硬件数控(NC型)与软件数控(CNC型)对绝大多数数控机床来说,应首选 CNC 型;
- ②数控系统能控制的控制轴数及联动轴数;
- ③数控系统的分辨率;
- ④各轴快速移动速度;
- ⑤进给速率;
- ⑥标准(基本)功能项目;
- ⑦可选择的(任选)功能项目。

据不完全统计,目前我国正在使用的数控机床,其配备的数控系统功能项目最多的已达百余项。一般应针对不同的数控机床的类型,根据我国大多数用户经常使用的功能项目进行配置,即按功能使用频率高的来配置是比较合理的,而盲目追求数控系统功能项目的“全”、“好”并非上策。同时,生产厂家的选择也很重要,要选择性能好、价格低、维修服务好的生产厂家的数控系统。还要从维修管理方便考虑,应从本单位已掌握的数控系统的深浅程度来定,即应尽量使本单位数控系统型号减少,数控系统生产厂家相对集中。

(4) 数控机床的主要辅助装置

数控机床的辅助装置是一个完整机器或装置,其作用是配合机床完成对零件的辅助加工。诸如:切削液或油液处理系统中的冷却过滤装置、油液分离装置、吸尘吸雾装置、润滑装置,以及辅助主机实现传动和控制的气、液动装置等。这些装置虽然在某些自动化或精密型非数控机床上已配备使用,但是数控机床对配备的装置的质量、性能要求更为精密。例如,从油质、水质、配方及元器件的挑选开始,一直到过滤、降温、动作……各个环节都从严要求。

除上述通用辅助装置外,数控机床还有以下一些辅助装置:

- ①对刀仪;
 - ②自动编程机;
 - ③自动排屑器;
 - ④物料储运及上下料装置;
 - ⑤交流稳压电源(在电网电压波动问题解决前,这是必须解决的)。
- 随着机床数控技术向系统化、集成化方向发展,其辅助装置也会逐步变化扩展。