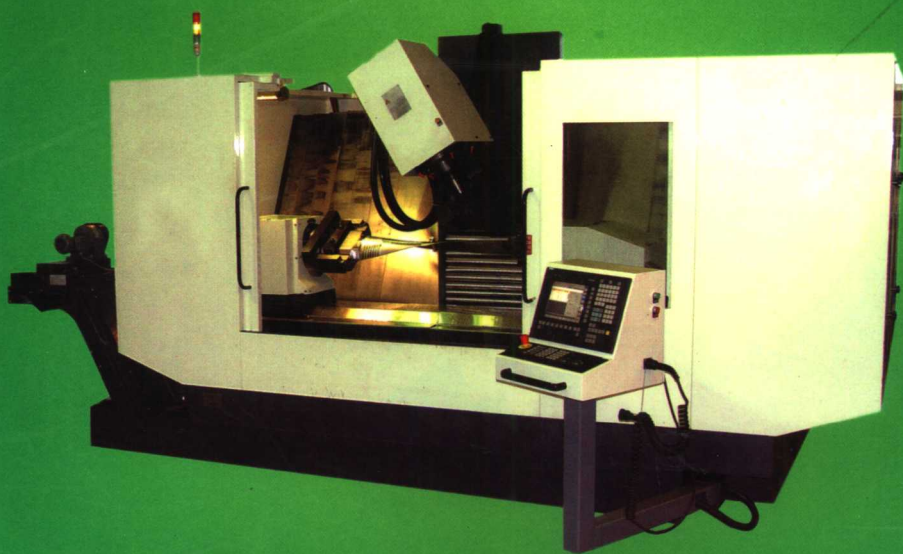


数控机床 实用技术

周 旭 编著



國防工業出版社

National Defense Industry Press

TG659
137

数控机床实用技术

周旭 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书以现代数控机床为基础,介绍了数控机床各个组成部分的工作原理及其结构,使读者对数控机床的工作过程、加工特点和适用性有较深入的了解;对数控机床的操作使用及编程进行了全面的讲解,详细分析和阐述数控的最新原理和技术,从理论和实践两方面介绍现代数控技术的内容,包括数控机床的选用、安装调试及维修管理等一系列实际应用中的具体问题。内容翔实,图文并茂,实用性强,具有系统性、通用性、实用性和先进性的突出特色。所选用系统均为当今主流典型数控系统,实际应用广泛。

本书适用面宽,主要供有关企业从事数控机床操作、编程、维修及数控技术改造等相关工作的工程技术人员使用,也可作为机械制造与机电一体化等专业的大中专、技校教材。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床实用技术/周旭编著. —北京:国防工业出版社,2006. 6

ISBN 7-118-04501-2

I. 数... II. 周... III. 数控机床 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 032541 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 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18½ 字数 426 千字

2006 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 30.00 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

前 言

随着机电一体化技术的迅猛发展,数控机床的应用已日趋普及;机械制造业正在越来越多地采用数控技术来改善其生产加工方式,社会对其相应技术人才的需求也越来越高。为此,数控技术的教学和人才培养,更应强调其实用性和先进性。本书作者在 20 世纪 80 年代初即从事机床数控技术研究,在数控研究所工作 7 年后调入大学继续从事数控科研与教学工作,有着丰富的机床数控理论和实践经验,经过对原有讲义的不断丰富和千锤百炼,终成此书。它以介绍实用技术为主,紧跟当今世界先进技术的发展,在有关章节中叙述了相应的新技术及其发展方向。

机床数控技术涉及到机械、电气、液压、检测及计算机等多个学科,它是由各种技术相互交叉、渗透、有机结合而成的一门综合性学科,具有很强的系统性和实用性。因此,本书首先全面系统地描述了数控机床的工作过程和各个组成部分的工作原理及其结构,使读者对其工作原理、结构组成及其数控加工特点和适用性,有较全面的认识 and 了解;然后再分别介绍有关数控机床选型、安装、调试、验收、操作使用、编程、对刀方式、设备管理与维修保养等实际使用中可能遇到的各项具体技术内容。

由于作者水平有限,疏漏、欠妥之处在所难免,竭诚欢迎广大读者批评指正。

周旭 于南通大学

目 录

第 1 篇 数控技术基础

第 1 章 数控机床基础	1
1.1 数控机床的组成	1
1.2 数控机床的分类	2
1.2.1 按工艺用途分类	2
1.2.2 按数控系统功能水平分类	4
1.2.3 按控制运动轨迹分类	4
1.2.4 按伺服控制方式分类	5
1.3 数控机床的坐标系	6
1.3.1 机床坐标系的规定	6
1.3.2 机床原点与参考点	8
1.4 数控机床的加工工艺	8
1.4.1 加工内容的选择	8
1.4.2 加工路线的确定	9
1.4.3 加工坐标系的建立	10
1.4.4 对刀点设置与操作	11
1.4.5 换刀点的设置	13
思考题与练习题	13
第 2 章 数控编程基础	14
2.1 数控编程的步骤	14
2.1.1 确定加工工艺	14
2.1.2 确定编程坐标系	16
2.1.3 数学处理	17
2.1.4 程序编制和程序输入	17
2.1.5 程序校验与首件试切	18
2.1.6 批量生产	18
2.2 数控程序的结构	18
2.2.1 程序号	19
2.2.2 程序内容	19

2.2.3 程序结束	21
2.3 数控车床编程基础	21
2.3.1 数控车床的坐标系设置	21
2.3.2 直径编程与半径编程	23
2.4 数控铣床编程基础	24
2.4.1 数控铣床的编程功能	24
2.4.2 数控铣床的坐标系设置	24
思考题与练习题	25

第2篇 数控系统技术

第3章 数控系统插补技术	26
3.1 概述	26
3.1.1 数控系统的组成	26
3.1.2 数控系统的工作过程	26
3.1.3 数控系统的插补方法	28
3.2 逐点比较法插补	30
3.2.1 直线插补	30
3.2.2 圆弧插补	31
3.3 数字积分法插补	33
3.3.1 直线插补	34
3.3.2 圆弧插补	35
第4章 数控系统抗干扰技术	36
4.1 数控系统抗干扰要求	36
4.2 数控系统接地技术	36
4.2.1 安全接地	36
4.2.2 工作接地	37
4.2.3 屏蔽接地	38
4.3 电网干扰的抑制	39
4.4 防止被干扰	41
4.4.1 模拟信号线干扰抑制	41
4.4.2 数字信号线干扰抑制	41
4.5 防止产生干扰	42
4.5.1 屏蔽	42
4.5.2 感性负载加吸收电路抑制瞬态噪声	44
思考题与练习题	45

第 5 章 数控系统开放技术	46
5.1 概述	46
5.2 开放式数控系统的主要特点	47
5.3 开放式数控系统的体系结构	48
5.3.1 基于 Windows 的体系结构	49
5.3.2 基于 Linux 的体系结构	50
5.4 基于网络的虚拟数控系统	51
5.4.1 基于 Internet 的虚拟数控系统	51
5.4.2 基于局域网的虚拟数控加工原型系统	52

第 3 篇 编程操作技术

第 6 章 数控车床编程与操作	55
6.1 FANUC 数控车床编程	55
6.1.1 数控编程功能	55
6.1.2 数控编程实例	85
6.2 Siemens 数控车床编程	96
6.2.1 G 功能编程	96
6.2.2 循环功能编程	102
6.2.3 其他功能及编程	113
6.3 华中数控车床编程	117
6.3.1 数控编程功能	117
6.3.2 综合编程举例	136
6.4 数控车床操作	138
6.4.1 FANUC 数控车床操作	138
6.4.2 华中数控车床操作	145
思考题与练习题	148
第 7 章 数控铣床编程与操作	149
7.1 铣床编程指令	149
7.1.1 FANUC 数控铣床编程指令	149
7.1.2 Siemens 数控铣床编程指令	160
7.2 加工功能及其编程	168
7.2.1 孔的加工与编程	168
7.2.2 攻丝加工与编程	182
7.2.3 平面铣削与编程	188
7.2.4 平面内外轮廓铣削	195

7.2.5	三维曲面铣削	202
7.2.6	环切加工与编程	212
7.2.7	行切加工与编程	215
7.3	相同轮廓的重复加工	218
7.3.1	用增量方式重复加工相同轮廓	218
7.3.2	用坐标系平移重复加工相同轮廓	219
7.3.3	用宏程序重复加工相同轮廓	221
7.4	编程操作综合实例	223
	思考题与练习题	240
第 8 章	数控自动编程技术	242
8.1	概述	242
8.1.1	自动编程技术的发展	242
8.1.2	自动编程技术的特点	243
8.1.3	自动编程技术的分类	243
8.1.4	自动编程技术的趋势	245
8.2	自动编程的基本工作原理	245
8.2.1	工作过程	245
8.2.2	模拟和通信	246
8.3	典型自动编程软件介绍	247
8.3.1	Pro/Engineer 软件	247
8.3.2	UG 软件	248
8.3.3	Mastercam 软件	251
8.3.4	CAXA 软件	257
8.3.5	CATIA 软件	257
8.3.6	Cimatron 软件	258
	思考题与练习题	258

第 4 篇 应用维修技术

第 9 章	数控机床应用与维护	259
9.1	数控设备的选用	259
9.2	数控设备的安装调试	260
9.2.1	数控设备的安装	261
9.2.2	数控机床的验收	263
9.3	数控设备的维护保养	265
第 10 章	数控机床维修技术	268

10.1	机床维修概述	268
10.1.1	人员条件	268
10.1.2	物质条件	268
10.1.3	维修步骤	269
10.1.4	维修排故后的总结提高	269
10.2	数控机床的故障诊断	270
10.2.1	数控机床故障诊断原则	270
10.2.2	数控机床故障诊断技术	270
10.2.3	数控机床故障诊断方法	271
10.3	数控机床机械维修技术	273
10.3.1	主轴部件维修	273
10.3.2	滚珠丝杠副维修	275
10.3.3	自动换刀装置维修	276
10.3.4	液压传动系统故障	277
10.4	数控机床电气维修技术	277
10.4.1	数控机床电气控制系统	277
10.4.2	常见电气故障分类	280
10.4.3	常见故障及排除	281
参考文献		288

第 1 篇 数控技术基础

第 1 章 数控机床基础

1.1 数控机床的组成

数控机床主要由程序载体、人机交互装置、数控装置、伺服系统和机床本体等部分组成,如图 1-1 所示。

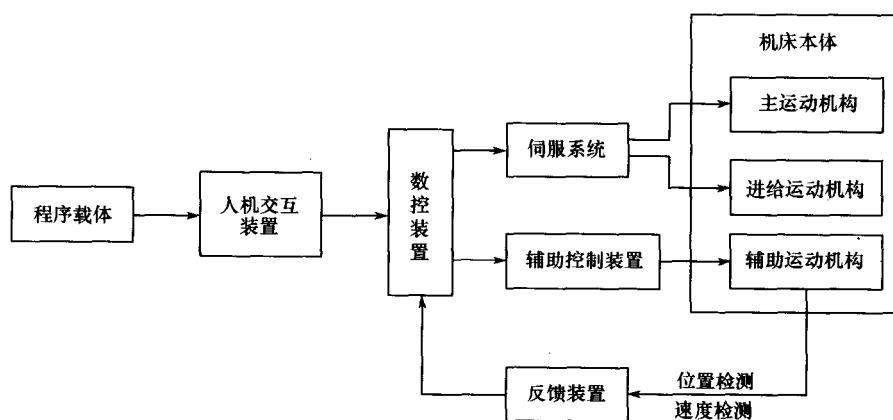


图 1-1 数控机床的组成框图

1) 程序载体

要对数控机床进行控制,就必须在人与数控机床之间建立某种联系,这种联系的中间媒介物被称为程序载体,如穿孔带、磁带和磁盘等。

2) 人机交互装置

数控机床的操作人员要通过人机交互装置对数控系统进行操作和控制,人机交互装置的作用是,将程序载体上的数控代码信息转换成电脉冲信号传送到数控装置的内存存储器,对输入的加工程序进行编辑和调试,显示数控机床运行状态,显示机床参数及坐标轴位置等。键盘和显示器是数控系统不可缺少的人机交互装置,现代数控机床可以利用机床上的显示器及键盘以手动方式输入加工程序,也可以通过计算机用通信方式将自动编程产生的加工程序传送到数控装置。

根据程序载体的不同形式,人机交互装置还可以是光电阅读机、磁带机或软盘驱动器等。

3) 数控装置

数控装置是数控机床最重要的组成部分,主要由输入/输出接口电路、控制器、运算器和存储器等组成。数控装置的作用是将人机交互装置输入的信息,通过内部的逻辑电路或系统的控制软件进行译码、存储、运算和处理,将加工程序转换成控制机床运动的信号和指令,以控制机床的各部件完成加工程序中规定的动作。

4) 伺服系统

伺服系统是由伺服控制电路、功率放大电路和伺服电动机组成的数控机床执行机构,其作用是来自数控装置的位置控制信息转化为各坐标轴方向的进给运动和定位运动。伺服系统作为数控机床的最后控制环节,其控制精度和相应动态特性,对机床的工作性能、加工精度和加工效率有直接的影响。

5) 机床本体

机床本体是数控机床的主体,从布局到结构都充分考虑适应数控加工的特点,它是用于完成各种切削加工的执行部件。与传统机床相比,数控机床具有传动结构简单、运动部件的运动精度高、结构刚性好、可靠性高和传动效率高等特点。

1.2 数控机床的分类

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,一般可以按下面几种原则来进行分类。

1.2.1 按工艺用途分类

1. 金属切削数控机床

1) 普通数控机床

这类数控机床的主要性能和结构与相应的通用机床类似,但数控化后增加了自动化程度,功能有所扩展,结构也有所改进。属于这类的数控机床有以下几种。

(1) 数控车床。数控车床是目前使用较广泛的一种数控机床。与普通车床相比,数控车床是将编制好的加工程序输入到数控系统中,由数控系统通过伺服电动机去控制车床进给运动部件的动作顺序、移动量和进给速度,再配以主轴的转速和转向,便能加工出各种形状不同的轴类或盘类回转体零件。

(2) 数控铣床。由于数控系统通过伺服进给机构可以同时控制两个或3个坐标轴方向的运动,因此数控铣床主要用于较复杂的平面、曲面和壳体类工件的加工,如各种模具、样板、凸轮和箱体等。

数控铣床主轴前端的结构与普通铣床不同,可以分别装夹铣刀、钻头和镗刀,因此还具有数控钻床和数控镗床的加工功能。

(3) 数控钻床。数控钻床主要完成钻孔、扩孔、铰孔、铰孔和攻螺纹等工艺内容,还可以完成简单的铣削功能。

(4) 数控磨床。数控磨床主要用于多品种、小批量工件的高硬度、高精度自动加工,其中有数控外圆磨床、数控平面磨床和数控坐标磨床等。有的磨床还配备了数控成形砂轮修整器,以磨削成形工件,提高加工精度和生产率。

(5)数控齿轮机床。数控齿轮机床用来加工渐开线齿轮、摆线齿轮以及有特殊要求的齿状工件。主要有数控插齿机、数控滚齿机和数控磨齿机等。

2)加工中心

普通数控机床一般只能完成一两种工艺的加工,适用于单件、小批量和多品种的零件加工。有些复杂工件,加工工序较多,希望能在一次装夹中进行诸如镗孔、钻孔、攻螺纹等加工,以保证加工表面的相对位置。这类工件适合在加工中心上加工。加工中心主要有两类:一类是在铣床基础上发展起来的,称为铣削加工中心;另一类是在车床基础上发展起来的,称为车削中心。

(1)铣削加工中心。铣削加工中心若刀具主轴轴心线平行于地面,则称为卧式加工中心,主要用于箱体类工件的加工;若刀具主轴轴心线垂直于地面,则称为立式加工中心,主要用于箱盖类、薄壁类零件的加工。

(2)车削加工中心。车削加工中心主要用来加工轴类工件。这类加工中心的主轴也可以进行伺服控制,即所谓C轴控制。所以,除了能进行车削加工外,还可在加工工件的端面或圆周上进行钻孔、铣削和攻螺纹等加工。也可以在端面上铣出曲面或在圆柱面上铣出凸轮槽。这类加工中心一般可使用机械手上下料,也设有刀库,配置相应的带动力或不带动力的刀具。

2. 数控电加工机床

电加工机床是利用电极间脉冲放电时产生的电火花的腐蚀作用来加工工件的。电火花放电时,火花通道中瞬时产生大量的热,足以使电极表面的金属局部融化(甚至气化)蒸发而被除掉,使被加工工件获得各种形状,达到加工尺寸精度、表面粗糙度和生产率的要求。这类机床主要用来加工模具和难加工材料等。

数控电加工机床主要有两类:数控电火花成形机床和数控电火花线切割机床。

1)数控电火花成形机床

工件固定在工作台上,工具电极固定在主轴头上。在数控系统的伺服控制下,使工具电极与工件之间维持一个可发生火花放电的间隙。脉冲电源发出频率较高的单向脉冲电流以产生电火花。通过火花放电对工件的腐蚀作用,在工件上加工出形状近似于工具电极的型腔。工作液循环过滤系统则可保证在清洁的液体介质中产生电火花作用。

这种机床的数控系统除了对主轴头的运动进行控制外,还可对电火花加工过程进行适应控制。数控系统还对加工过程中检测出的信号进行识别和处理。例如,系统可根据加工间隙状态随时修改脉冲电源输出的电参数,使之达到最佳的加工过程。

2)数控电火花线切割机床

数控电火花线切割机床利用电蚀加工原理,采用金属导线作为工具电极切割工件,以满足加工要求。机床通过数字控制系统的控制,可按加工要求,自动切割任意角度的直线和圆弧。这类机床主要适用于切割淬火热钢、硬质合金等金属材料,特别适用于一般金属切削机床难以加工的细缝槽或形状复杂的零件,在模具行业的应用尤为广泛。

3. 成型数控机床

成型数控机床是指采用挤、冲、压、拉等成型工艺方法加工零件的数控机床,常见的有数控液压机、数控折弯机、数控弯管机和数控旋压机等。

4. 测量、绘图数控机床

测量、绘图数控机床主要有三坐标测量仪、数控对刀仪和数控绘图仪等。三坐标(或多坐标)测量仪用来检测箱体、成形工件、模具以及其他形状复杂的工件。在汽车、机床、家电、飞机等行业用得较多。当测量头碰到工件上各个测量点时,计算机发出采样信号,此时的坐标位置由位置传感器通过反馈单元传送给计算机。计算机将采样得到的数据进行处理,得出误差值,并打印出来。

1.2.2 按数控系统功能水平分类

按数控系统的功能水平,可以把数控系统分为高、中、低三档。这种划分标准是相对的,不同时期会有所不同。中、高档数控机床一般称为全功能数控机床或标准型数控机床。经济型或简易型数控机床属于低档数控机床。目前,我国把由单片机和步进电机组成的数控系统和其他功能简单、价格低的数控系统称为经济型数控系统,主要用于车床、线切割机床及旧机床的数控化改造等。在我国,这类数控机床的数量有相当规模。

1.2.3 按控制运动轨迹分类

1. 点位控制数控机床

点位控制数控机床的特点是只控制机床移动部件从一个位置到另一个位置的精确定位,而对运动过程中的轨迹没有严格要求,在移动和定位过程中不进行任何加工。为了达到既快又精确地定位,两相关点之间的移动先是以最快速度移动到接近新的位置点,然后连续降速或分级降速,使之慢速靠近定位点,以保证其定位精度。

这类机床主要有数控钻床、数控冲床、数控折弯机、数控测量机和数控点焊机等。相应的数控装置称为点位控制数控系统。

2. 直线控制数控机床

直线控制数控机床的特点是刀具相对于工件的运动除了要控制两相关点之间的准确定位外,还要控制两相关点之间移动的速度和轨迹。其路线一般由与机床各坐标轴平行的直线段组成。它和点位控制数控机床的区别在于当机床的移动部件移动时,刀具能以指定的进给速度沿一个坐标轴方向进行切削加工。这类机床主要有数控车床、数控铣床和数控磨床等。

3. 轮廓控制数控机床

轮廓控制又称连续控制,数控机床大都具有轮廓控制功能。其特点是能同时控制两个或两个以上的坐标轴联动,具有插补功能,能加工出形状复杂的零件。它不仅要控制机床移动部件的起点与终点位置,而且要控制整个加工过程中每一点的速度和位移量。在运动过程中,刀具对工件进行连续切削,可加工出任意形状的曲线或曲面。

这类机床主要有数控车床、数控铣床、数控线切割机床、加工中心等。其相应的数控装置称为轮廓控制数控系统。轮廓控制装置要比点位、直线控制装置结构复杂得多,功能强大得多。轮廓控制按所控制的联动坐标轴数不同,又可分为下面几种主要形式:

(1)二轴联动。主要用于数控车床加工曲线旋转面或数控铣床等加工曲线、柱面。

(2)二轴半联动。主要用于3个轴以上控制的机床,其中二轴联动,另一个轴作周期性进给。如在数控铣床上用球头铣刀采用行切法加工三维空间曲面即是这种方式。

(3)三轴联动。一般分成两类,一类是 X 、 Y 、 Z 这 3 个直线坐标轴联动,多用于数控铣床、加工中心等;另一类是除了同时控制 X 、 Y 、 Z 中的两个直线坐标外,还同时控制围绕其中某一直线坐标旋转的旋转坐标轴。如车削加工中心,它除了纵向(Z 轴)、横向(X 轴)两个直线坐标轴联动外,还需同时控制围绕 Z 轴旋转的主轴(C 轴)联动。

(4)四轴联动。同时控制 X 、 Y 、 Z 这 3 个直线坐标轴与某一旋转坐标轴联动,图 1-2 所示为同时控制 X 、 Y 、 Z 这 3 个直线坐标轴与一个工作台回转轴联动的数控机床。

(5)五轴联动。除同时控制 3 个直线坐标轴联动外,还同时控制围绕这些直线坐标轴旋转的 A 、 B 、 C 坐标轴中的两个旋转坐标轴,形成同时控制 5 个轴联动。这时刀具可以设定在空间的任意方向,如图 1-3 所示。比如控制刀具同时绕 X 轴和 Y 轴两个方向摆动,使得刀具在其切削点上始终保持与被加工的轮廓曲面成法线方向,以保证被加工曲面的光滑性,提高其加工精度和加工效率,减小被加工表面的粗糙度。

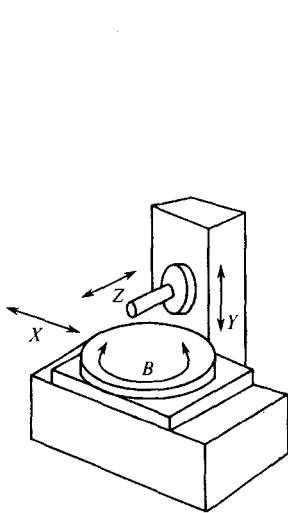


图 1-2 四轴联动的数控机床

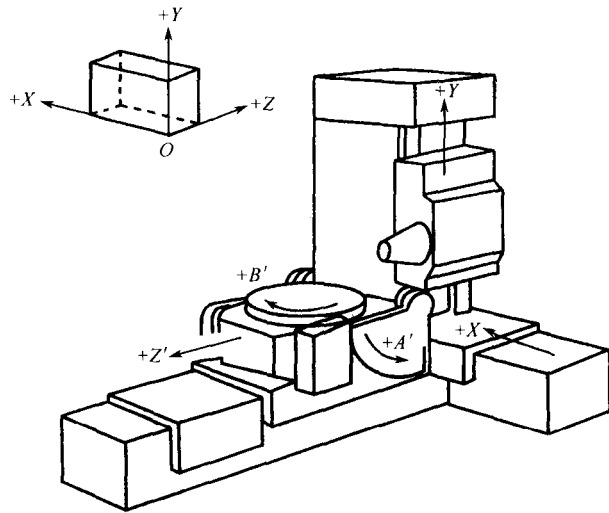


图 1-3 五轴联动的数控机床

1.2.4 按伺服控制方式分类

1. 开环控制数控机床

开环伺服控制系统是指不带有位置检测反馈装置的控制系统,对机床移动部件的实际位移量不检测,也不能进行误差补偿和校正。通常使用步进电机作为执行机构。数控系统发出的指令脉冲信号通过环形分配器和驱动电路,使步进电机转过相应的步距角,再经传动系统带动工作台或刀架移动。移动部件的速度和位移量分别由输入脉冲的频率和脉冲数决定。这种伺服系统的控制精度主要取决于步进电机的步距角和机床传动机构的精度及刚度。这类机床结构简单、调试方便,但精度低,一般适用于经济型数控机床和旧机床的数控化改造。

2. 闭环控制数控机床

闭环控制数控机床是在机床工作台上安装直线位移检测反馈装置,可将实际测量的位移值反馈到数控系统中,并与数控系统原命令的位移量自动比较,将差值通过数控系统向伺服系统发出新的进给命令,如此循环直到误差消除为止。这样,通过检测反馈可消除

从电动机到机床移动部件整个机械传动链上的传动误差,得到很高的加工精度。闭环伺服系统的设计和调整相当复杂,难度大,而且直线位移检测元件的价格昂贵,因此主要用于一些精度要求很高的超精车床、超精铣床、数控精密磨床和加工中心等。

3. 半闭环控制数控机床

半闭环控制数控机床的检测元件是角位移检测器,直接安装在电动机轴上或丝杠端部。由于大部分机械传动装置处于反馈回路之外,调试方便,可获得较稳定的控制特性。丝杠等机械传动误差不能通过反馈随时校正,但目前的数控系统均有螺距误差补偿和间隙自动补偿功能,可通过采用软件定值补偿方法来提高其精度。现在大部分数控机床采用半闭环伺服系统。

1.3 数控机床的坐标系

数控编程时,始终认为工件静止而刀具是运动的,这样编程人员在不考虑机床上工件与刀具具体运动的情况下,就可以依据零件图样,确定机床的加工过程。为了描述机床的运动,我国机械工业部颁布了 JB3051—82《数控机床坐标系和运动方向的命名》的标准。

1.3.1 机床坐标系的规定

机床坐标系是机床固有的坐标系,机床坐标系的原点称为机床原点或机床零点。在机床经过设计、制造和调整,这个原点便被固定下来。数控装置通电时并不知道机床零点,为了正确地在机床工作时建立机床坐标系,通常在每个坐标轴的移动范围内设置一个机床参考点(测量起点),机床启动时,通常要进行机动或手动返回参考点,以建立机床坐标系。

标准机床坐标系中 X 、 Y 、 Z 坐标轴的相互关系用右手笛卡儿直角坐标系决定:伸出右手的大拇指、食指和中指,并互为 90° ,如图 1-4 所示。则大拇指指向为 X 坐标正方向;食指指向为 Y 坐标正方向;中指指向为 Z 坐标正方向。

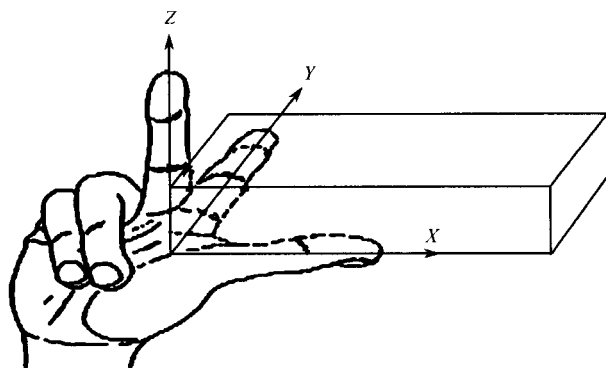


图 1-4 右手笛卡儿直角坐标系

1. Z 坐标

Z 坐标的运动方向是由传递切削动力的主轴决定的,即平行于主轴轴线的坐标轴即为 Z 坐标。增大刀具与工件距离的方向为正方向。

如果机床上有几个主轴,则选一个垂直于工件装夹平面的主轴方向为 Z 坐标方向;如果主轴能够摆动,则选垂直于工件装夹平面的方向为 Z 坐标方向;如果机床无主轴,则选垂直于工件装夹平面的方向为 Z 坐标方向。对于铣床、镗床、钻床等,带动刀具旋转的主轴是 Z 轴;对于车床、磨床和其他加工旋转体的机床,主轴带动工件旋转,Z 轴与主轴旋转中心重合,平行于床身导轨。

2. X 坐标

X 坐标平行于工件的装夹平面,一般在水平面内。确定 X 轴的方向时,要考虑两种情况:

- (1)如果工件做旋转运动,则刀具离开工件的方向为 X 坐标的正方向。
- (2)如果刀具做旋转运动,则分为两种情况:
 - ①Z 坐标水平时,观察者沿刀具主轴向工件看时,+X 运动方向指向右方;
 - ②Z 坐标垂直时,观察者面对刀具主轴向立柱看时,+X 运动方向指向右方。

3. Y 坐标

在确定 X、Z 坐标的正方向后,可以根据 X 和 Z 坐标的方向,按照右手直角坐标系来确定 Y 坐标的方向。

4. 旋转轴

围绕 X、Y、Z 坐标旋转的旋转坐标分别用 A、B、C 表示,根据右手螺旋定则,大拇指的指向为 X、Y、Z 坐标中任意轴的正向,则其余四指的旋转方向即为旋转坐标 A、B、C 的正向,如图 1-5 所示。

要实现 C 轴功能,数控车床必须配置动力刀架并使用旋转刀具,此时由刀具作主运动。如图 1-6 所示,主轴在实现回转、分度运动的同时,与 X、Z 轴联动,可以完成端面螺旋槽等加工。

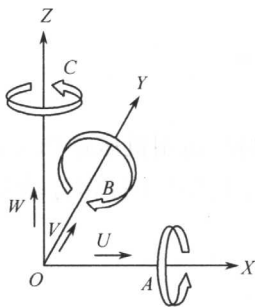


图 1-5 旋转坐标 A、B、C

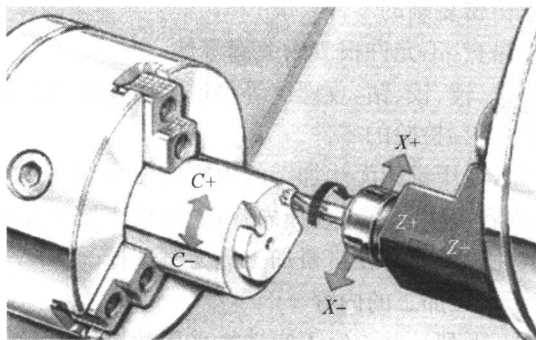


图 1-6 C 轴功能

5. 其他坐标轴

一般称靠近主轴的坐标系为第一坐标系,稍远的且分别与 X、Y、Z 轴平行的 U、V、W 坐标轴称为第二坐标系,如果再有分别与 X、Y、Z 坐标轴平行的轴,则称第三坐标系 P、Q、R 坐标轴。不平行于 X、Y、Z 坐标轴的,取名为 D 轴或 E 轴等。

1.3.2 机床原点与参考点

机床原点是指在机床上设置的一个固定点,即机床坐标系的原点。它在机床装配、调试时就已确定下来,是数控机床进行加工运动的基准参考点。

机床参考点是用于对机床运动进行检测和控制的固定位置点。机床参考点的位置是由机床制造厂家在每个进给轴上用限位开关精确调整好的,坐标值已输入数控系统中。因此参考点对机床原点的坐标是一个已知数。

数控机床开机时,必须先确定机床原点,而确定机床原点的运动就是刀架返回参考点的操作,这样通过确认参考点,就确定了机床原点。只有机床参考点被确认后,刀具(或工作台)移动才有基准。

1.4 数控机床的加工工艺

1.4.1 加工内容的选择

数控机床是一种高效、高精度、高自动化的机床,有许多普通机床不可比拟的优点。但对于一个零件来说,并非全部加工工艺过程都适合在数控机床上完成,往往只是其中的一部分工艺内容适合数控加工。这就需要对零件图样进行仔细地工艺分析,选择那些最适合、最需要进行数控加工的内容和工序。在考虑选择内容时,应结合本企业设备的实际,立足于解决难题、攻克关键问题和提高生产效率,充分发挥数控加工的优势。

1) 适于数控加工的内容

数控机床适合于加工具有以下特点的零件:

- (1) 形状复杂、精度要求较高的零件。
- (2) 多品种、小批量或需要频繁改型的零件,一般采用数控机床加工的合理生产批量数在 10 件~100 件之间。
- (3) 要求精密复制的零件。
- (4) 价格昂贵,不允许报废的关键零件。
- (5) 需要铣、镗、铰、钻、攻螺纹等多道工序连续加工的零件。
- (6) 要求 100% 检验的零件。

在选择时,通用机床无法加工的内容应作为优先选择内容;通用机床难加工,质量也难以保证的内容应作为重点选择内容;通用机床加工效率低、工人手工操作劳动强度大的内容,可在数控机床尚存在富裕加工能力时选择。

2) 不适于数控加工的内容

相比之下,下列一些内容不宜选择采用数控加工:

- (1) 占机调整时间长。如以毛坯的粗基准定位加工第一个精基准,需用专用工装协调的内容。
- (2) 加工部位分散,需要多次安装、设置原点。
- (3) 按某些特定的制造依据(如样板等)加工的型面轮廓。主要原因是获取数据困难,易于与检验依据发生矛盾,增加了程序编制的难度。