

SHUKONG XICHUANG CAOZUO RUMEN

一招鲜 • 就业技术速成丛书

数控铣床

操作入门

适合培训 • 便于自学

刘春玲 徐 淼 编著



一招鲜·就业技术速成丛书

数控铣床操作入门

刘春玲 徐 森 编著



安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床操作入门/刘春玲,徐森编著. —合肥:安徽科学技术出版社,2006.7

(一招鲜·就业技术速成丛书)

ISBN 7-5337-3514-5

I. 数… II. ①刘…②徐… III. 数控机床:铣床-操作-基本知识 IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 070843 号

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市跃进路 1 号新闻出版大厦)

邮政编码:230063

电话号码:(0551)2833431

E-mail: yougoubu@sina.com

yougoubu@hotmail.com

网址: www.ahstp.com.cn

新华书店经销 合肥星光印务有限责任公司印刷

*

开本:850×1168 1/32 印张:7.125 字数:160千

2006年7月第1版 2006年7月第1次印刷

定价:13.00元

(本书如有倒装、缺页等问题,请向本社发行科调换)

《一招鲜·就业技术速成丛书》

编写委员会

主 编	石伟平					
副主编	徐 森	张能武				
委 员	王新华	卢小虎	艾春平	刘春玲	苏本杰	
	汪立亮	张 军	张志刚	张能武	杨昌明	
	杨奉涛	李春亮	罗中华	季明善	夏红民	
	徐 森	黄 芸	程国元	程美玲	满维龙	

前 言

制造自动化是先进制造技术的重要组成部分,其核心技术是数控技术。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。它的出现及所带来的巨大效益,已引起了世界各国科技与工业界的普遍重视。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,亟须培养一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,我们经过反复的实践与总结,编写了这本入门教材。本书在内容上,突出实用性和针对性,便于阅读,使读者尽可能通过阅读此书来独立解决工作中所出现的各种问题。

本书由上海天天工作室和长三角国家高技能人才培养中心组织编写。由于水平有限,加上数控技术发展迅速,本书难免有不足之处,望读者和各位同仁提出宝贵意见。

目 录

第一章 数控铣床基础知识	1
第一节 数控铣床概述	1
一、数控铣床的分类	1
二、数控铣床的主要功能	3
三、数控铣床的加工工艺范围	5
四、数控铣床的组成	7
五、数控铣床的典型结构	9
第二节 数控铣床机械结构	13
一、基础件	13
二、主传动系统	14
三、进给传动系统	15
四、回转工作台	19
五、其他机械功能附件	21
第三节 数控铣床的数控系统	22
一、数控及计算机数控	22
二、计算机数控系统的内部工作过程	23
三、CNC系统的主要功能	25
四、常用数控系统的种类与特点	29
第四节 数控铣床的伺服系统	32
一、伺服系统的概念	32
二、伺服系统的分类	33
三、数控机床对伺服系统的要求	36
第二章 数控铣削加工工艺	37
第一节 数控铣削加工工艺概述	37

一、数控铣削加工的主要对象	37
二、数控铣削加工工艺的基本特点	39
三、数控铣削加工工艺的主要内容	39
第二节 数控铣削加工工艺分析	40
一、数控铣削加工部位及内容的选择与确定	40
二、数控铣削加工零件的工艺性分析	40
三、数控铣削加工工艺路线的制定	43
四、数控铣削加工工序的设计	54
五、数控铣削加工中的装刀与对刀	65
第三节 典型零件(平面凸轮)的加工工艺分析	68
一、零件图纸工艺分析	69
二、确定装夹方案	69
三、确定进给路线	71
四、选择刀具及切削用量	71
第三章 数控铣床的操作要点	73
第一节 数控铣床的一般操作方法	73
一、数控铣床的一般操作方法	73
二、数控铣床安全操作规程	77
第二节 数控铣床加工中心的基本操作	78
一、FANUC 0-M 数控系统数控铣床操作	78
二、数控铣床基本操作	85
三、西门子数控系统加工中心操作	90
第四章 数控铣床编程基础	107
第一节 数控铣床编程基础	107
一、数控铣床坐标系	107
二、数控铣削系统的功能	110
三、数控铣削编程的工艺分析	114
第二节 数控铣床的基本编程方法	123
一、设定工件坐标系指令:G92	123

二、绝对值输入指令和增量值输入指令:G90 和 G91	124
三、点定位指令:G00	124
四、直线插补指令:G01	125
五、平面选择指令:G17、G18、G19	125
六、顺时针圆弧插补指令和逆时针圆弧插补指令:G02 和 G03	126
七、暂停指令:G04	127
八、返回指令:G27~G29	127
九、刀具半径补偿功能	129
十、刀具长度正补偿指令 G43, 刀具长度负补偿指令 G44 和取消刀 具长度补偿指令 G49	132
十一、拐角偏移圆弧插补指令:G39	134
十二、加工坐标系选择指令:G54~G59	137
十三、固定循环指令	138
第三节 数控铣床编程实例	149
一、平面凸轮轮廓的数控铣削工艺分析及程序编制	149
二、手臂内腔轮廓的数控铣削工艺分析及程序编制	151
三、槽的数控铣削程序编制	154
四、五朵金花的数控铣削程序编制	155
五、典型零件的数控铣削程序编制和加工	158
第五章 典型零件数控铣床加工综合实训	162
第一节 平面槽形凸轮零件数控铣床加工综合实训	162
第二节 端盖零件数控铣床加工综合实训	165
一、工艺分析	165
二、主要操作步骤及加工程序	168
第三节 模具零件数控铣床加工综合实训	171
一、工艺分析	172
二、主要操作步骤及加工程序	174
第六章 数控铣床的维修	182
第一节 维修要求和故障常规处理方法	182

一、维修的基本要求	182
二、常见故障分类	191
三、故障的常规处理方法	195
第二节 常用的故障检查方法.....	198
第三节 数控铣床维修实例.....	211

第一章 数控铣床基础知识

数控铣床是一种用途广泛的数控机床,特别适合于加工凸轮、模具、螺旋桨等形状复杂的零件,在汽车、模具、航空航天、军工等行业得到了广泛的应用。数控铣床在制造业中具有重要地位,目前迅速发展起来的加工中心也是在数控铣床的基础上产生的。由于数控铣削工艺较复杂,需要解决的技术问题也较多,因此,铣削也是研究机床和开发数控系统及自动编程软件系统的重点。

第一节 数控铣床概述

一、数控铣床的分类

1. 布置形式及布局特点

按机床主轴的布置形式及机床的布局特点分类,可分为数控立式铣床、数控卧式铣床和数控龙门铣床等。

(1)数控立式铣床。如图 1-1 所示,数控立式铣床的主轴与机床工作台面垂直,工件装夹方便,加工时便于观察,但不便于排屑。一般采用固定式立柱结构,工作台不升降。主轴箱做上下运动,并通过立柱内的重锤平衡主轴箱的重量。为保证机床的刚性,主轴中心线距立柱导轨面的距离不能太大,因此,这种结构主要用于中、小尺寸的数控铣床。

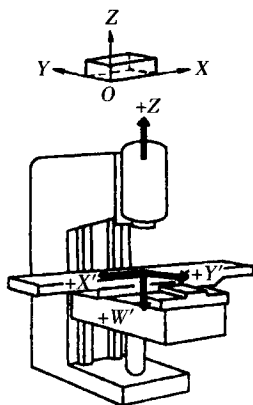


图 1-1 数控立式铣床

(2)数控卧式铣床。如图 1-2 所示,数控卧式铣床的主轴与机床工作台面平行,加工时不便于观察,但排屑顺畅。一般配有数控回转工作台,便于加工零件的不同侧面。单纯的数控卧式铣床现在已比较少,而多是在配备自动换刀装置(ATC)后成为卧式加工中心。

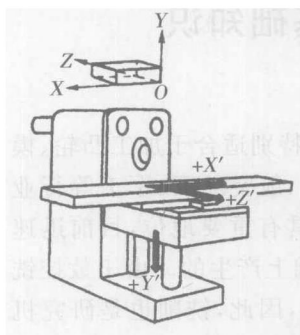


图 1-2 数控卧式铣床

等,如图1-3所示。

(3)数控龙门铣床。对于大尺寸的数控铣床,一般采用对称的双立柱结构,以保证机床的整体刚性和强度,这就是数控龙门铣床。数控龙门铣床有工作台移动和龙门架移动两种形式。它适用于加工飞机整体结构件零件、大型箱体零件和大型模具等,如图1-3所示。

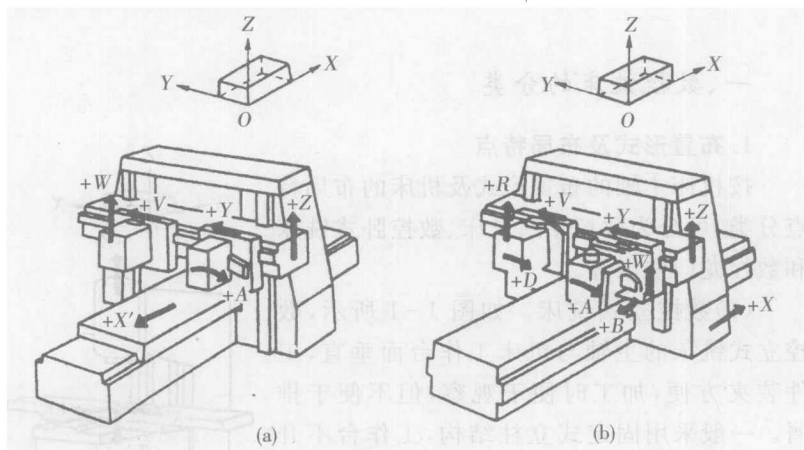


图 1-3 数控龙门铣床

(a)工作台移动式 (b)龙门架移动式

2. 数控系统的功能

按数控系统的功能分类,数控铣床可分为经济型数控铣床、全能数控铣床和高速铣削数控铣床等。

(1)经济型数控铣床。经济型数控铣床一般采用经济型数控系统,如 SIE MENS 802S 等采用开环控制,可以实现三坐标联动。这种数控铣床成本较低,功能简单,加工精度不高,适用于一般复杂零件的加工。一般有工作台升降式和床身式两种类型。

(2)全功能数控铣床。全功能数控铣床采用半闭环控制或闭环控制,其数控系统功能丰富,一般可以实现四坐标以上的联动,加工适应性强,应用最广泛。

(3)高速铣削数控铣床。高速铣削是数控加工的一个发展方向,技术比较成熟,已逐渐得到广泛的应用。这种数控铣床采用全新的机床结构、功能部件和功能强大的数控系统,并配以加工性能优越的刀具系统,加工时主轴转速一般在 $8\,000\sim 40\,000\text{ r/min}$,切削进给速度可达 $10\sim 30\text{ m/min}$,可以对大面积的曲面进行高效率、高质量的加工。但目前这种机床价格昂贵,使用成本比较高。

二、数控铣床的主要功能

不同档次的数控铣床的功能有较大的差别,但都应具备以下主要功能。

1. 铣削加工功能

数控铣床一般应具有三坐标以上的联动功能,能够进行直线插补和圆弧插补,自动控制旋转的铣刀相对于工件运动进行铣削加工。坐标联动轴数越多,对工件的装夹要求就越低,加工工艺范围就越大。

2. 孔及螺纹加工功能

可以采用孔加工刀具进行钻、扩、铰、镗、镗削等加工,也可以采用铣刀铣削不同尺寸的孔。在数控铣床上可以采用丝锥加工螺纹孔,也可以采用螺纹铣刀铣削内螺纹和外螺纹,这种方法比传统的丝锥加工效率要高很多。

3. 刀具半径自动补偿功能

使用这一功能,在编程时可以很方便地按工件实际轮廓形状和

尺寸进行编程计算,而加工中可以使刀具中心自动偏离工件轮廓一个刀具半径,从而加工出符合要求的轮廓表面。也可以利用该功能,通过改变刀具半径补偿量的方法来弥补铣刀造成的尺寸精度误差,扩大刀具直径选用范围及刀具返修刃磨的允许误差。还可以利用改变刀具半径补偿值的方法,以同一加工程序实现分层铣削和粗、精加工或用于提高加工精度。此外,通过改变刀具半径补偿值的正负号,还可以用同一加工程序加工某些需要相互配合的工件(如相互配合的凹、凸模等)。

4. 刀具长度补偿功能

利用该功能可以自动改变切削平面高度,同时可以降低在制造与返修时对刀具长度尺寸的精度要求,还可以弥补轴向对刀误差。

5. 固定循环功能

利用数控铣床对孔进行钻、扩、铰、镗和镗削加工时,加工的基本动作是:刀具无切削快速到达孔位—慢速切削进给—快速退回。对于这种典型化动作,可以专门设计一段程序(子程序),在需要进行调用来实现上述加工循环。特别是在加工许多相同的孔时,应用固定循环功能可以大大简化程序。利用数控铣床的连续轮廓控制功能时,也常常遇到一些典型化的动作,如铣整圆、方槽等,也可以实现循环加工。对于大小不等的同类几何形状(圆、矩形、三角形、平行四边形等),也可以用参数方式编制出加工各种几何形状的子程序,在加工中按需要调用,并对子程序中设定的参数随时赋值,就可以加工出大小不同或形状不同的工件轮廓及孔径、孔深不同的孔。目前,已有不少数控铣床的数控系统附带有各种已编好的子程序库,并可以进行多重嵌套,用户可以直接加以调用,编程就更加方便。

6. 镜像加工功能

镜像加工也称为轴对称加工。对于一个轴对称形状的工件来说,利用这一功能,只要编出一半形状的加工程序就可完成全部加工。

7. 子程序功能

对于需要多次重复的加工动作或加工区域,可以将其编成子程序,在主程序需要的时候调用它,并且可以实现子程序的多级嵌套,以简化程序的编写。

8. 数据输入输出及 DNC 功能

数控铣床一般通过 RS232C 接口进行数据的输入及输出,包括加工程序和机床参数等,可以在机床与机床之间、机床与计算机之间进行。

数控铣床按照标准配置提供的程序存储空间一般都比较小,尤其是中低档的数控铣床,大概有几十 K 至几百 K。当加工程序超过存储空间时,就应当采用 DNC 加工,即外部计算机直接控制数控铣床进行加工,这在加工曲面时经常遇到。否则,只有将程序分成几部分分别执行,这种方法既操作繁琐,又影响生产效率。

9. 数据采集功能

数控铣床在配置了数据采集系统后,就可以通过传感器(通常为电磁感应式、红外线或激光扫描式)对工件或实物(样板、样件、模型等)进行测量和采集所需要的数据。对于仿形数控系统,还能对采集到的数据进行自动处理并生成数控加工程序,这为仿制与逆向设计制造工程提供了有效手段。

10. 自诊断功能

自诊断是数控系统在运转中的自我诊断。数控系统一旦发生故障,借助系统的自诊断功能,往往可以迅速、准确地查明原因并确定故障部位。它是数控系统的一项重要功能,对数控机床的维修具有重要的作用。

三、数控铣床的加工工艺范围

铣削是机械加工中最常用的加工方法之一,它主要包括平面铣削和轮廓铣削,也可以对零件进行钻、扩、铰、镗和镗孔加工与攻螺纹等。在铣削加工中,它特别适用于加工下列几类零件:

1. 平面类零件

这类零件的加工面与定位面成固定的角度,且各个加工面是平面或可以展开为平面。如各种盖板、凸轮以及飞机整体结构件中的

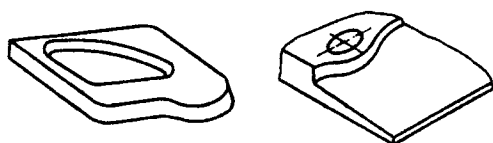


图 1-4 平面类零件

框、肋等,如图 1-4 所示。

加工部位包括平面、沟槽、外形、腔槽、台阶、倒角和倒圆等。这类零件一般只需用两坐标联动就可以加工出来。

2. 变斜角类零件

加工面与水平面的夹角呈连续变化的零件称为变斜角类零件。

图 1-5 所示是飞机上的一种变斜角梁椽条,该零件在第 2 肋至第 5 肋的斜角 α 从 $3^{\circ}10'$ 均匀变化成 $2^{\circ}32'$,从第 5 肋至第 9 肋再均匀变化为 $1^{\circ}20'$,从第 9 肋至第 12 肋又均匀变化至 0° 。变斜角类零件的变斜角加工面不能展开为平面,但在加工中,加工面与铣刀圆周接触的瞬间为一条线。

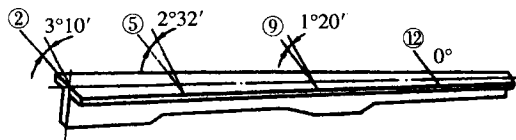


图 1-5 变斜角类零件

3. 曲面类(立体类)零件

加工面为空间曲面的零件称为曲面类零件。曲面类零件的加工面不仅不能展开为平面,而且它的加工面与铣刀始终为点接触。加工曲面类零件一般采用三坐标数控铣床。常用的加工方法主要有两种:

(1)采用三坐标数控铣床进行二轴半坐标控制加工。此加工方法加工时只有两个坐标联动,另一个坐标按一定行距周期性进给。这种方法常用于不太复杂的空间曲面的加工,图 1-6 所示是对曲面

进行二轴半坐标行切加工的示意图。

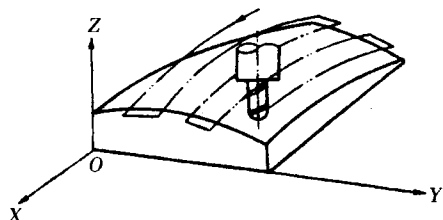


图 1-6 二轴半坐标行切加工曲面图

(2)采用三坐标数控铣床三坐标联动加工空间曲面。此加工方法所用铣床必须能进行 X 、 Y 、 Z 三坐标联动加工,能进行空间直线插补。这种方法常用于发动机及模具等复杂空间曲面的加工。

加工曲面类零件的刀具一般使用球头刀具,因为用其他刀具加工曲面时容易产生干涉而铣伤邻近表面。

四、数控铣床的组成

数控铣床形式多样,不同类型的数控铣床在组成上虽有所差别,但却有许多相似之处。下面以 XK5040A 型数控立式升降台铣床为例,介绍其组成情况。

XK5040A 型数控立式升降台铣床配有 FANUC-3MA 数控系统,采用全数字交流伺服驱动。图 1-7 所示为 XK5040A 型数控铣床的结构布局。

该机床由 6 个主要部分组成,即床身部分,铣头部分,工作台部分,横向进给部分,升降台部分,冷却、润滑部分。

1. 床身

床身内部布局合理,具有良好的刚性,底座上设有 4 个调节螺栓,便于机床进行水平调整,切削液储液池设在机床座内部。

2. 铣头

铣头部分由有级(或无级)变速箱和铣头两个部件组成。

铣头主轴支承在高精度轴承上,保证主轴具有高回转精度和良

好的刚性;主轴装有快速换刀螺母,前端锥孔采用 ISO50# 锥度;主轴采用机械无级变速,其调节范围宽,传动平稳,操作方便。刹车机

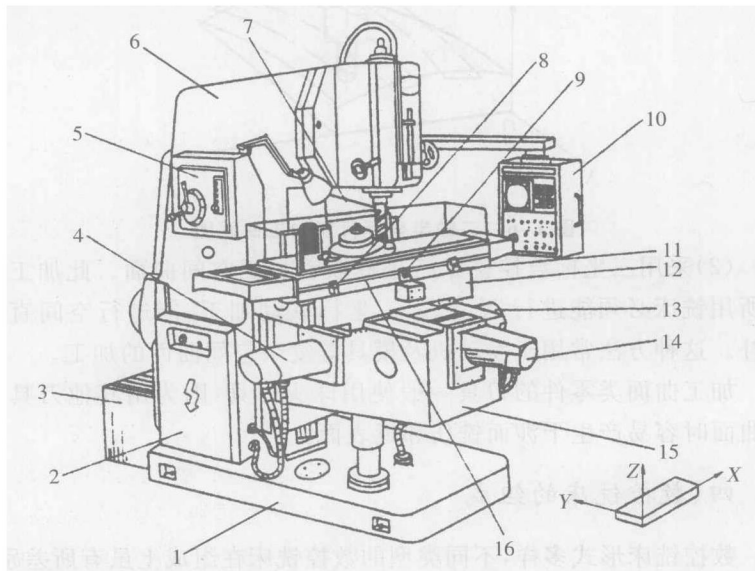


图 1-7 XK5040A 型数控铣床的布局图

1-底座 2-强电柜 3-变压器箱 4-垂直升降(Z轴)进给伺服电动机 5-主轴变速手柄和按钮板 6-床身 7-数控柜 8、11-保护开关(控制纵向行程硬限位) 9-挡铁(用于纵向参考点设定) 10-操纵台 12-横向溜板 13-纵向(X轴)进给伺服电动机 14-横向(Y轴)进给伺服电动机 15-升降台 16-纵向工作台

构能使主轴迅速制动,可节省辅助时间,刹车时通过制动手柄撑开止动环使主轴立即制动。启动主电动机时,应注意松开主轴制动手柄。铣头部件还装有伺服电动机、内齿带轮、滚珠丝杠副及主轴套筒,它们形成垂向(Z向)进给传动链,使主轴做垂向直线运动。

3. 工作台

工作台与床鞍支承在升降台较宽的水平导轨上,工作台的纵向进给是由安装在工作台右端的伺服电动机驱动的。通过内齿带轮带动精密滚珠丝杠副,从而使工作台获得纵向进给。工作台左端装有