

21 世纪技工技能入门丛书

加工中心操作工技能 快速入门

编著 上海市职业指导培训中心

便于自学

适合培训

就业入门



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

21 世纪技工技能入门丛书

- △机械识图快速入门
- △车工技能快速入门
- △焊工技能快速入门
- △钣金工技能快速入门
- △水电工技能快速入门
- △油漆工技能快速入门
- △铸工技能快速入门
- △热处理工技能快速入门
- △模具工技能快速入门
- △钳工技能快速入门
- △铣工技能快速入门
- △维修电工技能快速入门
- △电工技能快速入门
- △水暖工技能快速入门
- △家用电器维修工技能快速入门
- △锅炉工技能快速入门
- △磨工技能快速入门
- △表面处理工技能快速入门
- △数控机床维修工实用技能快速入门
- △数控铣工技能快速入门
- △模具数控加工技能快速入门
- △数控电火花线切割技能快速入门
- △数控编程实用技能快速入门
- △摩托车维修技能快速入门
- △汽车维修技能快速入门
- △数控车工技能快速入门
- △制冷设备维修工技能快速入门
- ▲加工中心操作工技能快速入门



ISBN 978-7-5345-6709-4



9 787534 567094 >

定价：19.00 元

21 世纪技工技能入门丛书

加工中心操作工技能快速入门

编著 上海市职业指导培训中心

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

加工中心操作工技能快速入门/上海市职业指导培训中心编著. —南京: 江苏科学技术出版社, 2009. 8
(21 世纪技工技能入门丛书)
ISBN 978 - 7 - 5345 - 6709 - 4

I. 加… II. 上… III. 加工中心-操作-基本知识
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 071618 号

加工中心操作工技能快速入门

编 著 上海市职业指导培训中心

责任编辑 孙广能

责任校对 郝慧华

责任监制 张瑞云

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京展望文化发展有限公司

印 刷 南京大众新科技印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/32

印 张 9.25

字 数 220 000

版 次 2009 年 8 月第 1 版

印 次 2009 年 8 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978 - 7 - 5345 - 6709 - 4

定 价 19.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

前言

综观改革开放 30 年,我国机床消费额大致和国民经济 GDP 增长值同步,10 年翻了一番。20 世纪 80 年代初,我国机床消费额为 10 亿美元,90 年代初达 20 亿美元,2000 年为 37.88 亿美元。当年世界机床最大消费国美国,消费额为 68 亿美元,原预计 2010 年中国将成为世界最大的机床消费市场,令人意想不到的是,2003 年美国发表的一项调查统计报告称:全世界机床产值 2002 年约 310 亿美元,比上年减少 14.2%,但中国比上年增加 20%,达 56.96 亿美元。我国已成为世界第一机床消费大国和全球第一机床进口大国。

无论从数控机床的增长速度,还是从进口数量的膨胀,无论从数控化率的国际比较,还是从技术等级的水平看,我们都能发现一个显而易见的事实:数控机床的广泛应用,急需大量的数控技术人才,急需在短期内培养出一大批高技能型人才。随着国际贸易的日益深入,我国制造企业已开始广泛使用先进的数控技术,而掌握数控技术的机电复合人才奇缺。2005 年,国家数控系统工程技术研究中心的一项调研结果显示,仅数控机床的操作工就短缺 60 多万人。

调研同时显示,我国目前的数控人才不仅表现在数量上的短缺,而且质量、知识结构也不能完全满足企业需求。根据 2004 年 2 月国家劳动和社会保障部、教育部等六部门调查研究和分析预测,数控技术应用人才是我国劳动力市场最为短缺的



四类技能型人才之一,并名列榜首。

为加快和推动模具专业的发展,根据教育部大力推动技能型紧缺人才培养培训工程的指导思想,通过大量的市场调研,并结合现有技能培训的实际情况,特邀请长三角地区知名先进制造企业、职业院校及长三角国家高技能人才培养中心的有关专家组织编写了《加工中心操作工技能快速入门》一书。

本书是根据《国家职业标准》初、中级数控加工中心操作工的技能要求进行编写的。在编写过程中力求体现“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理、叙述通俗”的特色,为此在编写中从实际出发,简明扼要,没有过于追求系统及理论的深度,突出“入门”的特点,使具有初中文化程度的读者就能读懂学会,稍加训练就可掌握基本操作技能,从而达到实用速成、快速上岗的目的。全书系统地介绍了数控加工中心的应用、基本结构组成、数控加工中心的加工工艺、数控编程的基础知识,并结合实例讲解了FANUC系统等典型数控加工中心加工实例,突出了应用性、实用性、综合性和先进性,体系新颖,内容详实。

本书便于广大技术工人、初学者、爱好者自学,从而掌握基础理论知识和实际操作技能;同时,也可作为职业院校、培训中心、企业内训的技能培训教材。

因编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2009年6月于上海

目 录

第一单元 数控机床概述	1
课题一 数控加工概念	1
一、数控与数控机床	1
二、数控机床的工作原理	1
三、数控加工的定义	2
四、数控加工的内容	2
五、数控加工的特点	2
课题二 数控机床基础知识	3
一、数控机床的工作原理	3
二、数控机床的组成	4
三、数控机床的分类	7
四、数控机床的特点和应用范围	14
五、数控机床的发展概况	18
课题三 数控常用术语	25
 第二单元 数控加工中心结构	 29
课题一 数控加工中心简介	29
一、数控加工中心特点	29
二、数控加工中心的分类	31
三、数控加工中心的使用范围	34
课题二 数控加工中心结构	36
一、数控加工中心的构成	36
二、数控加工中心对结构的要求	36
课题三 数控加工中心的主轴部件	39
一、主轴的作用与功能	39



二、VP1050 型镗铣加工中心的主轴部件结构	40
课题四 数控加工中心的伺服与进给系统	44
一、主轴伺服系统	44
二、进给伺服系统	45
课题五 数控加工中心的其它装置	46
一、刀库及自动换刀装置	46
二、对刀装置	53
三、位置检测装置	55
 第三单元 数控加工中心加工工艺	62
课题一 数控加工工艺设计内容	62
一、数控加工的工艺性分析	62
二、数控加工工艺路线设计	64
三、数控加工程序设计	65
课题二 加工中心的工艺特点和主要加工对象	70
一、加工中心的工艺特点	70
二、加工中心的主要加工对象	72
课题三 数控加工中心加工工艺分析	75
一、加工中心加工内容的选择	75
二、数控加工中心零件的工艺分析	75
课题四 数控加工中心工艺路线的拟定	81
一、加工方法的选择	81
二、加工阶段的划分	82
三、加工工序的划分	82
四、加工顺序的安排	82
五、加工路线的确定	83
课题五 数控加工中心工序设计	85
一、加工方法的选择	85
二、加工阶段的划分	86
三、加工顺序的安排	86
四、装夹方案的确定和夹具的选择	87

五、刀具的选择	90
六、对刀点与换刀点的确定	101
七、进给路线的确定	102
八、切削用量的选择	106
课题六 数控加工中心工艺规程	109
课题七 典型零件的加工中心加工工艺分析	112
一、盖板零件加工中心的加工工艺	112
二、支承套零件加工中心的加工工艺	118
三、铣床变速箱体零件加工中心的加工工艺	124
第四单元 数控加工中心编程	134
课题一 数控编程基础	134
一、几何基础	134
二、数控机床编程中的数值计算	141
三、数控程序的结构及格式	148
四、刀具补偿的基础知识	152
五、插补的基本知识	154
课题二 数控加工中心程序代码	156
一、准备功能代码	156
二、辅助功能代码	173
三、其他功能代码	177
课题三 数控加工中心编程	178
一、直线进给编程	178
二、圆弧编程	180
三、刀具补偿和偏置	182
四、固定循环功能	187
五、子程序	192
课题四 数控加工中心编程实例	195
第五单元 数控加工中心的操作	216
课题一 典型数控加工中心简介	216



一、VP1050 立式加工中心	216
二、FANUC 系统操作面板及功能	220
课题二 数控加工中心的操作	221
一、手动操作	221
二、加工中心自动运行	225
三、加工中心刀具参数设置与自动换刀	229
四、加工中心的对刀	232
五、程序管理操作	238
课题三 工艺准备程序调试	240
一、工件装夹及找正	240
二、工件坐标系的建立	241
三、程序的校验	244
课题四 数控加工中心的安全操作规程	246
一、工件安装前注意事项	247
二、工件安装注意事项	247
三、工件试切注意事项	248
四、工件加工过程注意事项	248
五、零件加工完毕后注意事项	249
 第六单元 数控加工中心自动编程	 250
课题一 数控自动编程简介	250
一、基本概念	250
二、自动编程系统的基本组成	250
三、自动编程系统的基本类型	251
四、自动编程系统的信息处理过程	251
课题二 Master CAM 自动编程软件简介	253
一、Master CAM5.0 系统的特性	253
二、系统的文件简介	254
三、硬件配置要求	255
四、Master CAM5.0 系统的主菜单介绍	255
五、功能指令的使用说明	257

课题三 Master CAM 编程方法与应用实例	257
一、编程步骤与考虑的内容	257
二、Master CAM 二维铣削编程方法	258
第七单元 数控加工中心的维修及保养	264
课题一 加工中心的日常维护与保养	264
一、主要的维护工作	264
二、平时的维护工作	264
课题二 加工中心的故障及特点	267
一、机械类故障	267
二、电子电气类故障	267
课题三 加工中心常见故障与排除	268
一、机械故障的排除	268
二、数控系统故障排除的方法	271
三、伺服系统常见故障的处理	274
四、VP1050 加工中心常见故障排除实例	276
课题四 加工中心的安装及调试	279
一、机床初就位	279
二、机床的连接	279
三、数控系统的连接与确认	280
四、通电试车	282
参考文献	284

第一单元 数控机床概述

课题一 数控加工概念

数控技术是 20 世纪 40 年代后期发展起来的一种自动化加工技术,它综合了计算机、自动控制、电机、电气传动、测量、监控和机械制造等学科的内容,目前在机械制造业中已得到了广泛应用。

一、数控与数控机床

数控(Numerical Control,简称 NC)是以数字化信号对机床运动及加工过程进行控制的一种方法。

数控机床是指应用数控技术对加工过程进行控制的机床。

二、数控机床的工作原理

现以图 1-1 示意的三坐标立式数控铣床为例,介绍数控机床的工

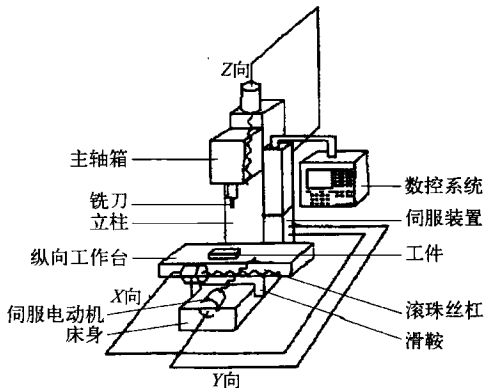


图 1-1 三坐标立式数控铣床示意图



作原理。

将加工程序输入到数控系统后,数控系统对数据进行运算和处理,向主轴箱内的驱动电动机和控制各进给轴的伺服装置发出指令,伺服装置接收指令后向控制三个方向的进给伺服(步进)电动机发出电脉冲信号。主轴驱动电动机带动刀具旋转,进给伺服(步进)电动机带动滚珠丝杠使机床的工作台沿 X 轴和 Y 轴,主轴箱沿 Z 轴移动,从而使铣刀对工件进行切削。

三、数控加工的定义

所谓数控加工就是用数控机床加工零件的过程。

数控加工是伴随数控机床的产生、发展而逐步完善起来的一种应用技术,它是人们长期从事数控加工实践的经验总结。

四、数控加工的内容

在数控机床加工前,先要考虑操作内容和动作,如工步的划分和顺序、走刀路线、位移量和切削参数,等等,按规定的代码形式编程序,再将程序输入到数控机床的数控系统中,使数控机床按所编程序运动,从而自动加工出所要求的零件轮廓。一般来说,数控加工主要包括以下几方面内容:

- ① 确定零件上需要数控加工的表面。
- ② 对零件图纸进行数控加工的工艺分析。
- ③ 数控加工的工艺设计。
- ④ 编制加工程序。
- ⑤ 输入加工程序。
- ⑥ 对加工程序进行校验和修改。
- ⑦ 运行加工程序对零件进行加工。

五、数控加工的特点

数控加工与普通机床加工相比具有以下特点:

- (1) 加工的零件精度高 数控机床在整体设计中考虑了整机刚度

和零件的制造精度,又采用高精度的滚珠丝杠传动副,机床的定位精度和重复定位精度都很高。特别是有的数控机床具有加工过程自动监测和误差补偿等功能,因而能可靠地保证加工精度和尺寸的稳定性。

(2) 生产效率高 数控机床在加工中零件的装夹次数少,一次装夹可加工出很多表面,省去了划线找正和检测等许多中间环节。据统计,普通机床的净切削时间一般占总切削时间的 15%~20%,而数控机床可达 65%~70%,可实现自动换刀的带刀库数控机床甚至可达 75%~80%。加工复杂工件时,效率可提高 5~10 倍。

(3) 特别适合加工复杂的轮廓表面 数控加工特别适合加工复杂的轮廓表面,如复杂的回转表面和空间曲面。

(4) 有利于实现计算机辅助制造 目前在机械制造业中,CAD/CAM 已经被广泛应用,数控机床及其加工技术正是计算机辅助制造系统的基础。

(5) 初始投资大,加工成本高 数控机床的价格一般是普通机床的若干倍,机床备件的价格也高;另外,加工首件需要进行编程、调试程序和试加工,时间较长,因此零件的加工成本高于普通机床。

课题二 数控机床基础知识

一、数控机床的工作原理

数控机床是如何工作的?简言之,就是用数字信息来控制机床的运动。机床的所有运动包括主运动、进给运动及各种辅助运动,都是用输入数控装置的数字信号来控制的。

具体而言,数控机床的工作过程即加工零件的过程,如图 1-2 所示。其主要步骤是:

① 根据被加工零件图中所规定的零件的形状、尺寸、材料及技术要求等,制定工件加工的工艺过程,刀具相对工件的运动轨迹、切削参数以及辅助动作顺序等,进行零件加工的程序设计。

② 用规定的代码和程序格式编写零件加工程序单。



③ 按照程序单上的代码制作穿孔带(控制介质)。

④ 通过输入装置(如光电阅读机)把孔带上的加工程序输入给数控装置。

⑤ 启动机床后,数控装置根据输入的信息进行一系列的运算和控制处理,将结果以脉冲形式输往机床的伺服机构(如步进电动机、直流伺服电动机、电液脉冲电动机等)。

⑥ 伺服机构驱动机床的运动部件,使机床按程序预定的轨迹运动,从而加工出合格的零件。

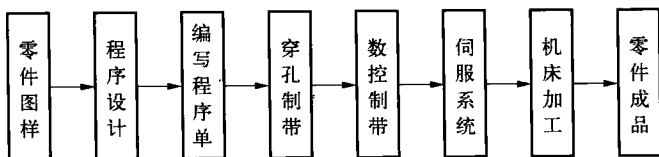


图 1-2 数控机床加工工作过程

二、数控机床的组成

根据上述工作原理,数控机床主要由控制介质、数控装置伺服系统和机床本体等部分组成,其组成框图如图 1-3 所示。

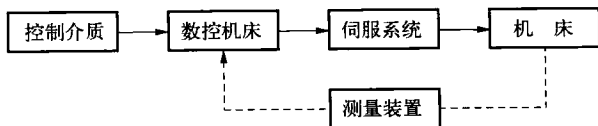


图 1-3 数控机床的组成

1. 控制介质

数控机床工作时,不需要人直接操纵机床,但机床又必须执行人的意图。这就需要在人与机床之间建立某种联系的中间媒介物,称为控制介质。在控制介质上存储着加工零件所需要的全部操作信息和刀具相对工件的位移信息。因此,控制介质就是指将零件加工信息传送到数控装置去的信息载体。控制介质有多种形式,它随着数控装置类型

的不同而不同,常用的有穿孔纸带、穿孔卡、磁带、磁盘等。控制介质上记载的加工信息要经过输入装置传送给数控装置,常用的输入装置有光电纸带输入机、磁带录音机和磁盘驱动器等。

除了上述几种控制介质外,还有一部分数控机床采用数码拨盘、数码插销或利用键盘直接将程序及数据输入。另外,随着 CAD/CAM 技术的发展,有些数控设备利用 CAD/CAM 软件在其他计算机上编程,然后通过计算机与数控系统通信,将程序和数据直接传送给数控装置。

2. 数控装置

数控装置是数控机床的中心环节,通常由输入装置、控制器、运算器和输出装置四大部分组成,如图 1-4 所示。图中虚线内包含部分为数控装置。

输入装置接收由穿孔带阅读输出的代码,经过识别与译码之后分别输入到各相应的寄存器,这些指令与数据将作为控制与运算的原始依据,控制器接收输入装置的指令,根据指令控制运算器与输出装置,以实现对机床的各种操作(例如控制工作台沿某一坐标轴的

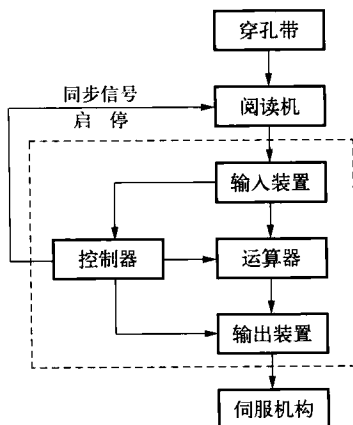
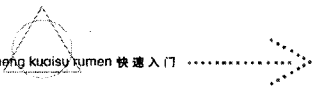


图 1-4 数控装置

运动、主轴变速和冷却液的开关等)以及控制整机的工作循环(例如控制阅读机的启动、停止,控制运算器的运算,控制输出信号等)。

运算器接收控制器的指令,将输入装置送来的数据进行某种运算,并不断向输出装置送出运算结果,使伺服系统执行所要求的运动。对于加工复杂零件的轮廓控制系统,运算器的重要功能是进行插补运算,所谓插补就是将每程序段输入的工件轮廓上的某起始点和终点的坐标数据送入运算器,经过运算之后在起点和终点之间进行“数据密化”,并按控制器的指令向输出装置送出计算结果。

输出装置根据控制器的指令将运算器送来的计算结果输送到伺服



系统,经过功率放大驱动相应的坐标轴,使机床完成刀具相对工件的运动。

目前均采用微型计算机作为数控装置。微型计算机在中央处理单元(CPU)又称为微处理器,是一种大规模集成电路,它将运算器、控制器集成在一块集成电路芯片中。在微型计算机中,输入与输出电路也采用大规模集成电路,即所谓的 I/O 接口。微型计算机拥有较大容量的寄存器,并采用高密度的存储介质,如半导体存储器和磁盘存储器等。存储器可分为只读存储器(ROM)和随机存取存储器(RAM)两种类型,前者用于存放系统的控制程序,后者存放系统运行时的工作参数或用户的零件加工程序。微型计算机数控装置的工作原理与上述硬件数控装置的工作原理基本相同,只是前者采用通用的硬件,不同的功能通过改变软件来实现,因此更为灵活与经济。

3. 伺服系统

伺服系统由伺服驱动电动机和伺服驱动装置组成,它是数控系统的执行部分。伺服系统接收数控系统的指令信息,并按照指令信息的要求带动机床的移动部件运动或使执行部分动作,以加工出符合要求的零件。指令信息是以脉冲信息体现的,每一个脉冲使机床移动部件产生的位移量叫做脉冲当量。机械加工一般常用的脉冲当量为 0.01 mm/脉冲、0.005 mm/脉冲和 0.001 mm/脉冲。

伺服系统是数控机床的关键部件,它直接影响数控加工的速度、位置和精度等。

伺服机构中常用的驱动装置,随控制系统的不同而不同。开环系统的伺服机构常用步进电动机和电液脉冲电动机,闭环系统常用的有宽调速直流电动机和电液伺服驱动装置等。

4. 机床本体

机床本体是数控机床的主体,由机床的基础大件(如床身、底座)和各运动部件(如工作台、床鞍、主轴等)所组成。它是完成各种切削加工的机械部分,是在原普通机床的基础上改进而得到的,具有以下特点:

① 数控机床采用了高性能的主轴及伺服传动系统,机械传动结构简化,传动链较短。