

机械类

SHUKONG JIAGONG ZHONGXIN
CAOZUO RUMEN

一招鲜

就业技术速成丛书



数控加工中心 操作入门

段传林 编著

适合培训·便于自学



安徽科学技术出版社



责任编辑：刘三珊 文字编辑：吴晓晴

刚进城？才下岗？不怕！只要肯学习，相信自己：

天生我才，必有用。

应聘打工？开厂办店？别愁！只要您精通一门技术，拥有一项专长，您就会：

一招鲜，吃遍天。

POINT 视点文化
封面设计：视点文化

ISBN 978-7-5337-3932-4



9 787533 739324 >

定价：15.00 元

一招鲜·就业技术速成丛书

数控加工中心操作入门

段传林 编 著



安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控加工中心操作入门/段传林编著. —合肥:安徽科学技术出版社, 2008. 1

ISBN 978-7-5337-3932-4

I. 数… II. 段… III. 数控机床加工中心-操作-基本知识 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 186720 号

数控加工中心操作入门

段传林 编著

出 版 人: 朱智润

责任编辑: 刘三珊 文字编辑: 吴晓晴

封面设计: 冯 劲

出版发行: 安徽科学技术出版社(合肥市政务文化新区圣泉路 1118 号
出版传媒广场, 邮编: 230071)

电 话: (0551)3533330

网 址: www.ahstp.com.cn

E - mail: yougoubu@sina.com

经 销: 新华书店

排 版: 安徽事达科技贸易有限公司

印 刷: 合肥星光印务有限责任公司

开 本: 850×1168 1/32

印 张: 7.5

字 数: 190 千

版 次: 2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 5 000

定 价: 15.00 元

(本书如有印装质量问题, 影响阅读, 请向本社市场营销部调换)

《一招鲜·就业技术速成丛书》

编写委员会

主 编 石伟平

副主编 戴胡斌 汪立亮

委 员 (按姓氏笔画为序)

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

前 言

改革开放以来,我国机床消费额大致和国民经济GDP增长值同步。20世纪80年代初,我国机床年消费额为10亿美元,90年代初达20亿美元;2000年为37.88亿美元,而当时世界机床最大消费国美国的消费额为68亿美元。原来预计到2010年中国将成为世界最大机床消费市场,令人意想不到的,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2001年减少14.2%,但中国却比2001年增加了20%,达56.96亿美元。这些数据表明我国已首次成为世界第一机床消费和进口大国。

目前,我国的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却奇缺。2003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。调研结果同时显示,我国目前的数控人才不仅在数量上短缺,而且在质量、知识结构上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结果分析预测,数控技术应用人才居我国劳动力市场技能型人才最为短缺的4类人才之首。

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,尽可能使读者通过阅读此书来独立解决工作中所

遇到的各种问题。

本书在编写过程中得到众多专家的指导和鼎力相助,同时参考了大量的企业内部培训资料和图书资料,谨此表示衷心的感谢和崇高敬意!

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

目 录

第一章 数控机床概述	1
第一节 数控机床的基本原理	1
一、数控机床的组成	1
二、数控机床加工的基本工作原理	3
第二节 数控机床的应用范围	4
一、数控机床的技术参数及功能和特点	4
二、数控机床的应用	7
第三节 数控机床的分类	8
一、按控制刀具与工件相对运动轨迹分类	8
二、按加工方式分类	10
三、按控制坐标轴数分类	11
四、按驱动系统的控制方式分类	11
第四节 数控机床的发展现状及趋势	13
一、数控技术的发展现状	13
二、我国数控技术的现状	16
三、数控技术的发展趋势	17
第二章 数控编程的基础知识	22
第一节 数控编程的几何基础	22
一、机床坐标系及运动方向	22
二、绝对坐标与增量坐标	26
三、机床原点、机床参考点	26
四、工件坐标系和工件原点	27
第二节 程序编制中的数值计算	28
一、数值计算的主要内容	29

二、非圆曲线轮廓工件的数值计算	31
三、尖角过渡处的计算	35
第三节 程序编制的步骤	37
一、分析零件图样,确定加工工艺	37
二、刀具运动轨迹的计算	40
三、编写加工程序单	41
四、程序输入	41
五、程序校验和首件试切	41
第四节 程序的结构及格式	42
一、程序的结构	42
二、程序段的格式	43
第五节 数控编程的主要功能指令	44
一、准备功能字 G	44
二、辅助功能字 M	53
第六节 刀具补偿的基础知识	56
一、刀具位置补偿	56
二、刀具半径补偿	58
第七节 插补的基本知识	62
一、插补的基本概念	62
二、常用的插补方法	63
第三章 数控加工工艺	65
第一节 数控加工工艺及其特点	65
一、数控加工工艺的主要内容	65
二、数控加工工艺的特点	66
第二节 工艺方案的确定	67
一、工序的划分	67
二、工步的划分	69
三、加工顺序的安排	70
四、数控加工工序与普通工序的衔接	70

第三节 加工路线的确定	71
一、选择加工方法	71
二、划分加工阶段	77
三、划分工序	78
四、安排加工顺序	80
第四节 刀具与切削用量的选择	82
一、刀具的选择	82
二、刀具的配备	83
三、切削用量的确定	85
第五节 零件的安装与夹紧	86
第六节 对刀点与换刀点的确定	86
第七节 零件数控加工工艺设计实例	88
一、零件结构及工艺性分析	88
二、采用加工中心加工的工艺方案	89
三、支架零件工步设计	90
第四章 数控加工中心编程	92
第一节 数控加工中心简介	92
一、什么是加工中心	92
二、加工中心工艺特点	93
三、自动换刀	95
第二节 加工中心编程的工艺分析	97
一、加工零件的选择	97
二、加工工艺方案选择	98
三、切削用量选择	99
四、刀具的选择	100
五、夹具的选择	101
第三节 加工中心的编程基础	101
一、准备功能概述	101
二、基本准备功能的编程方法	102

三、辅助功能代码	111
四、其他功能及常用符号	112
第四节 数控加工中心编程方法	113
一、直线进给编程	114
二、圆弧进给编程	117
三、刀具补偿与偏置	120
四、固定循环功能	127
五、子程序	135
六、宏程序编制	137
第五章 数控加工中心的操作	153
第一节 典型加工中心简介	153
第二节 加工中心操作要点	155
第三节 加工中心的操作及日常维护	159
一、加工中心的操作	159
二、日常维护保养	160
第六章 数控加工中心编程实例	164
实例一 板材类零件加工	164
实例二 孔类零件加工	170
实例三 端盖加工	173
实例四 固定循环编程实例	179
实例五 子程序加工程序	185
实例六 宏程序的编制	188
第七章 自动编程技术简介	191
第一节 自动编程的模式	191
一、自动编程方法的模式	191
二、图形交互式自动编程	191
第二节 CAD/CAM 技术简介	193
一、CAD/CAM 的基本概念	193
二、图形交互式自动编程的特点和基本步骤	194

三、典型 CAD/CAM 软件介绍	196
第三节 Master CAM 9.0 软件简介	198
一、Master CAM 9.0 的工作环境	198
二、Master CAM 生成 NC 加工程序的一般过程	203
第八章 数控加工中心的维修和保养	207
第一节 加工中心的日常维护与保养	207
第二节 加工中心的故障诊断及维修	210
一、机械故障的排除	210
二、数控系统故障排除的方法	213
三、伺服系统常见故障的处理	216
第三节 加工中心的安装与调整	219
一、加工中心的安装与调试	219
二、加工中心的调整及检验	224

第一章 数控机床概述

第一节 数控机床的基本原理

数控即数字控制(Numerical Control—NC):是在机床领域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。它所控制的—般是位置、角度、速度等机械量,但也可控制温度、流量、压力等物理量。

计算机数控(Computerized Numerical Control—CNC,又称 Micro Computerized Numerical Control—MNC):是用一个存储了程序的专用计算机由控制程序来实现部分或全部基本控制功能,并通过接口与各种输入输出设备建立联系。更换不同的控制程序,可以实现不同的控制功能。

数控机床:采用了数控技术的机床或者说装备了数控系统的机床。

一、数控机床的组成

数控机床主要由机床本体、数控系统、驱动装置、辅助装置等几个部分组成。

机床本体是数控机床加工运动的机械部分,主要包括支承部件(床身、立柱等)、主运动部件(主轴箱)、进给运动部件(工作台滑板、刀架)等。

数控系统(CNC 装置)是数控机床的控制核心,一般是一台专用的计算机。

驱动装置是数控机床执行机构的驱动部分,包括主轴电动机、进

给伺服电动机等。

辅助装置指数控机床的一些配套部件,包括刀库、液压装置、气动装置、冷却系统、排屑装置、夹具、换刀机械手等。

机床数控系统的基本工作流程如图 1-1 所示。机床数控系统是由加工指令程序、计算机数字控制装置、可编程逻辑控制器、主轴控制单元、速度控制单元及位置检测装置等组成。其核心部分是计算机数字控制装置。

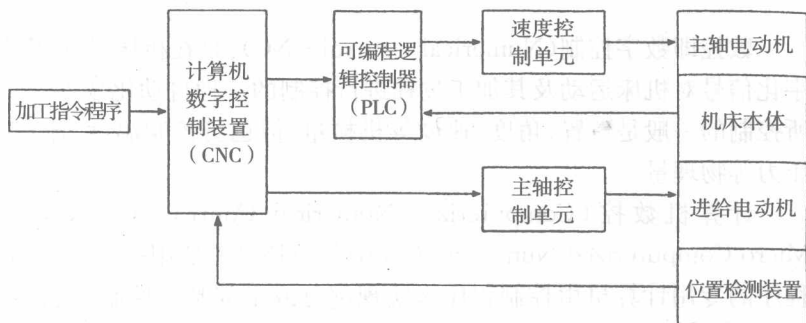


图 1-1 机床数控系统基本工作流程

计算机数字控制装置由硬件和软件两部分组成。硬件包括中央处理器、输入输出部分和位置控制部分。软件有管理软件和控制软件。管理软件包括输入输出、显示和诊断程序等。控制软件包括译码、刀具补偿、速度控制、插补运算和位置控制程序等。

1. 数控系统的基本功能

数控系统即位置控制系统,它具有 3 个基本功能。

(1)输入功能:指零件加工程序和各种参数的输入。

(2)插补功能:指在加工零件的实际轮廓或轨迹的已知点之间确定一些中间点的方法。通常在给定直线或圆弧的起点和终点之间插补中间点。插补方法主要有脉冲增量法和数字增量法。前者的特点是:每次插补运算产生一个进给脉冲,输出脉冲的最大速率取决于执行一次插补运算所需要的时间,这种方法适用于步进电动机驱动的

开环数控系统,进给速率比较低。后者的特点是:整个控制系统通过计算机形成闭环,计算机定时采样反馈实际位置,将采样结果与插补生成的指令数据进行比较,求得误差信号,进而给出主轴进给速度指令,这种方法适用于直、交流伺服电动机驱动的位置采样控制系统。

(3)伺服控制功能:将计算机送出的位置进给脉冲或进给速度指令,经变换和放大后化转为伺服电动机(步进或直、交流电动机)的转动,从而带动机床工作台移动。

2. 数控系统的工作过程

对输入的零件加工程序、控制参数、补偿数据等进行识别和译码,并执行所需要的逻辑运算,发出相应的指令脉冲,控制机床的驱动装置,操作机床实现预期的加工功能。

3. 主轴控制单元

主要控制机床主轴的旋转运动。

4. 速度控制单元

进给驱动装置由交、直流电动机,速度检测元件和速度控制元件组成。速度控制单元主要控制机床各坐标轴的切削进给运动。

5. 可编程逻辑控制器(Programmable Logical Controller—PLC)

这是一种专为在工业环境下应用而设计的数字运算操作电子系统。PLC处于计算机控制装置与机床之间,对计算机控制装置和机床的输入输出信号进行处理,实现辅助功能(M)、主轴转速(S)及刀具功能(T)的控制和译码。即按照预先规定的逻辑顺序对诸如主轴的启动、停止、转向、转速、刀具的更换、工件的夹紧松开、液压、冷却、润滑、气动等进行控制。

二、数控机床加工的基本工作原理

数控机床加工是根据工件图样要求及加工工艺来进行的。将所用刀具及机床各部件的移动量、速度及动作先后顺序、主轴转速、主轴旋转方向及冷却等要求,以规定的数控代码形式,编制成程序单,并输入到机床专用计算机中。然后,数控系统根据输入的指令,进行

编译、运算和逻辑处理,输出各种信号指令,控制机床各部分进行规定的位移和有顺序的动作,加工出各种不同形状的工件。

第二节 数控机床的应用范围

一、数控机床的技术参数及功能和特点

1. 数控机床的主要技术参数

(1)主要规格尺寸:对车床,有床身及刀架上的最大回转直径、最大车削长度、最大车削直径等;对铣床,有工作台尺寸、工作台 T 形槽尺寸、工作台行程等。

(2)主轴系统:有主轴锥孔规格、主轴转速范围等。

(3)进给系统:有切削进给速度范围、快速(空行程速度)范围、运动分辨率(最小移动增量)、定位精度、螺距范围等。

(4)刀具系统:对车床,有刀架工位数量、工具孔直径、刀杆尺寸、换刀时间、重复定位精度等。

(5)冷却系统:有冷却箱容量、冷却泵输出量等。

(6)尾座:对车床,有尾座套筒直径、行程等。

(7)外形尺寸:表示为长 $\times$ 宽 $\times$ 高。

(8)质量。

(9)电气:有主电动机、伺服电动机功率等。

2. 数控机床的主要功能

(1)控制轴数和联动轴数:控制轴数指数控系统可控制的、按加工要求运动的坐标轴数量。联动轴数指数控系统可同时控制的、按加工要求运动的坐标轴数量。如某数控机床,机床本身具有 X、Y、Z 三个方向运动坐标轴,但数控系统仅可同时控制两个坐标(XY、YZ 或 XZ),则该机床的控制轴数为三轴,而联动轴数为两轴。

(2)插补功能:指数控机床可实现的线型加工能力,如直线、圆弧、螺旋线、抛物线、正弦曲线等插补功能。

(3)进给功能:包括快速进给(空行程)、切削进给、手动连续进给、点动进给、进给率修调(倍率开关)、自动加减速功能。

(4)主轴功能:可实现恒转速、恒线速、定向停止及转速修调(倍率开关)。恒线速即主轴自动变速,使刀具对工件切削点的线速度保持不变。主轴定向停止即换刀、精镗后退刀前,主轴在其周向准确定位。

(5)刀具功能:指刀具的自动选择和自动换刀。

(6)刀具补偿:包括刀具位置补偿、半径补偿和长度补偿功能。半径补偿如车刀、铣刀的刀尖半径补偿。长度补偿如铣床、加工中心沿加工深度方向对刀具长度变化的补偿。

(7)机械误差补偿:指系统可自动补偿机械传动部件因间隙产生的误差。

(8)暂停与急停功能:暂停指通过程序指令或控制面板操作,使自动加工暂停执行,以便进行其他操作,然后再通过程序指令或面板操作,使自动加工继续执行。急停指当数控机床工作出现异常现象时,通过面板操作使机床停止运行。

(9)机械锁住功能:指数控系统仍在工作,而主轴、进给、换刀、切削液等机械动作不执行。如在图形模拟及自动加工屏幕显示时,可用此功能使机床锁住不联动。

(10)单段执行与跳段执行:单段执行指每按一次面板操作键,仅执行一个程序段的动作,使加工程序逐段执行。跳段执行指系统可对某些指定的程序段跳过不执行。

(11)程序管理功能:指对加工程序的检索、编制、修改、插入、删除、更名、锁住、在线编辑即后台编辑(在执行自动加工的同时进行编辑)以及程序的存储通信等。

(12)图形显示功能:指利用监视器(CRT)进行二维或三维、单色或彩色、图形缩放、坐标旋转的刀具轨迹动态显示。

(13)辅助编程功能:指固定循环、镜像、图形缩放、子程序、宏程序、坐标旋转、极坐标等功能。该功能可减少手工编程的工作量和难