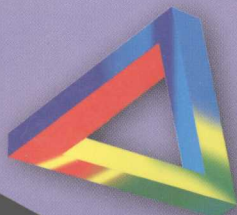
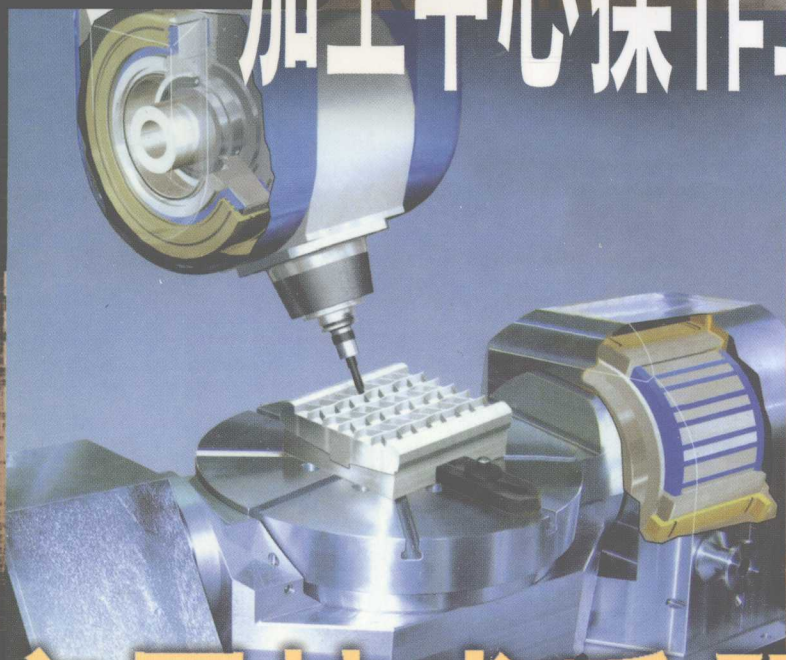


技工系列工具书

许超 黄卫 徐春林 编著



加工中心操作工



实用技术手册

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

技工系列工具书

内容简介

加工中心操作工实用技术手册

许 超 黄 卫 徐春林 编著

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

加工中心操作工实用技术手册/许超编著. —南京:
江苏科学技术出版社, 2006. 1

(技工系列工具书)

ISBN 7-5345-4780-6

I. 加... II. 许... III. 加工中心—操作—技术
手册 IV. TG659-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005) 第 123256 号

技工系列工具书

加工中心操作工实用技术手册

编 著	许 超 黄 卫 徐春林
责任编辑	宋 平
责任校对	苏 科
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 47 号, 邮编: 210009)
网 址	http://www.jsjpub.com
集团地址	凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 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	南京奥能制版有限公司
印 刷	南京通达彩印有限公司

开 本	850mm×1168mm 1/32
印 张	19.5
字 数	480 000
版 次	2006 年 1 月第 1 版
印 次	2006 年 1 月第 1 次印刷

标准书号	ISBN 7-5345-4780-6/TH·101
定 价	40.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

内 容 简 介

本书共分七章。内容包括加工中心操作的知识、刀具使用、辅助工具、加工中心应用的工艺方法、手工编程、计算机辅助数控编程以及机床通信和车间网络。全书内容覆盖加工中心在应用过程中的各个知识要点,同时反映当前该技术领域中的相关最新技术,并以技术应用和实际操作的方法为重点,以图文并茂的形式给出了大量应用实例。

本书适合加工中心的操作工、技师和制造工程师作为实践中的参考书或培训教材,也可用作数控技术专业学生参考书。

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

图书出版发行
机械工业出版社

前 言

数控技术可以说是半个世纪以来制造业向自动化、数字化和智能化发展最为举世瞩目的重要技术之一,加工中心作为数控加工设备中最具有代表性的典型制造装备已在各种制造领域得到广泛应用。与操纵传统制造设备最大的区别是其在应用技术上除涉及到制造工艺、切削刀具、机床基本操作以外,还综合了数控技术、计算机辅助技术以及车间网络技术等多个技术领域,从而成为各种加工设备中高度凝聚先进制造技术的代表性产物。

作为处于现代制造环境中与时俱进的机床操作或技术人员,学习和掌握加工中心的先进制造技术已是为势所迫。在这种需求下,我们编写了《加工中心操作工实用技术手册》,希望可以为广大读者提供学习的帮助和借鉴。

全书由七章组成,大致内容分布如下:

第一章到第三章介绍数控机床以及加工中心的基础知识,包括数控技术、机床结构、机床操作以及加工中心使用刀具和主要辅助工具的知识和应用方法。这些内容是学习和掌握加工中心应用所必须了解的基本方法。

第四章和第五章是关于加工中心的应用工艺以及以加工中心的控制器为操作平台进行手工数控加工编程的方法介绍。虽然在更多的应用场合,加工中心的数控编程主要依赖于计算机辅助技术的应用,但这些内容将是加工中心深化应用的基础。

第六章是应用计算机辅助技术进行加工中心数控编程的相关内容,考虑到学习的方便性和内容的完整性,书中对计算机辅助设计以及计算机辅助数控编程的一般性知识也进行了介绍。同时,从基于线框、曲面和实体造型技术以及最新的特征识别技术各个

方面,以实例形式介绍了各种编程的应用方法和技巧。

第七章是对车间网络及其自动化技术的介绍,考虑到在现代制造环境中读者所面临的不仅是一台数控机床,而是多台数控加工设备的应用,其中包括了计算机直接数控以及车间作业管理的基本应用知识。

全书由许超主编并统稿,第一章、第三章和第四章由黄卫编写,第二章和第五章由徐春林编写,第六章和第七章由许超编写。限于编者的水平,书中必然存在缺点和谬误,恳请读者批评指正。

编 者

2005年12月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 数控机床分类	1
一、按工艺用途分类	1
二、按机床运动控制轨迹分类	2
三、按伺服控制方式分类	4
四、按数控系统功能分类	6
第二节 数控机床在现代制造业中的作用及地位	7
第三节 数控系统	9
一、FANUC 0i-B/0i Mate-B 数控系统	9
二、FANUC 15i/16i/18i/21i 数控系统	13
三、德国西门子公司 SINUMERIK 系列 CNC 系统	14
第四节 伺服系统	15
一、伺服系统概述	15
二、步进电动机伺服系统	17
三、直流电动机伺服系统	32
四、交流电动机伺服系统	40
五、直线电动机伺服系统	50
第五节 数控机床的发展状况	52
第二章 加工中心操作基本知识	58
第一节 加工中心的结构	58
一、加工中心的分类	59
二、加工中心的典型结构布局	62
三、加工中心的组成部分及其作用	66
第二节 加工中心的操作	75
一、加工中心安全操作规范	76

二、加工中心的操作方法	79
三、VMC1000 加工中心操作实例	97
第三节 加工中心的日常维护保养	126
一、加工中心的点检	126
二、加工中心机械部分的维护保养内容	128
三、加工中心电气部分的维护保养内容	129
第四节 加工中心常见故障与处理	130
一、加工中心常见故障的分类	131
二、加工中心故障诊断与处理的一般流程	132
三、加工中心故障原因的分析方法	133
四、加工中心数控系统故障的自诊断方法	135
五、加工中心数控系统的故障与处理	141
六、加工中心机床机械故障与处理	141
七、加工中心伺服故障与处理	145
八、加工中心故障处理实例	145
第三章 加工中心操作的辅助工具	151
第一节 加工刀具及其应用	151
一、加工刀具概述	151
二、加工中心刀具系统	157
三、加工中心自动换刀装置	160
四、加工刀具材料	177
第二节 加工中心刀具的类型及作用	189
一、铣削刀具	189
二、钻削刀具	196
三、镗削刀具	197
四、刀柄系统	201
第三节 加工中心刀具的选用	205
第四节 刀具预调及刃磨	208
第五节 加工中心常用量具	212
第四章 加工中心的基础工艺知识	216
第一节 加工技术发展方向	216

一、高速切削加工技术	216
二、干切削加工技术	221
三、硬切削加工技术	222
四、微细、精密和超精密切削加工技术	224
第二节 工艺分析及精度控制	226
一、数控加工工艺基础	226
二、加工中心工艺特点	239
三、数控加工精度控制	240
第三节 加工中心编程的基本概念	246
一、加工中心编程特点	246
二、加工中心编程方法	247
第四节 程序编制中的工艺处理	257
一、数控车削中心加工工艺分析	257
二、数控铣削中心加工工艺分析	264
三、切削用量	273
第五节 数控程序基本指令	277
一、准备功能指令	277
二、辅助功能指令	284
三、进给功能指令	287
四、主轴功能指令	287
五、刀具功能指令	288
第六节 坐标系在数控机床中的运用	291
一、机床标准坐标系	291
二、工件坐标系	294
三、基准点	295
四、零点偏置	297
五、数控加工中的坐标控制	304
第五章 加工中心的程序编制	310
第一节 加工中心编程概述	310
一、加工中心数控程序编制的概念	310
二、数控编程的基本步骤	311

三、数控编程方法.....	313
第二节 加工中心编程基础.....	314
一、加工中心数控程序的构成.....	314
二、程序的分类.....	318
三、程序输入.....	318
四、程序段编写应注意的问题.....	319
第三节 加工中心常用数控指令.....	321
一、准备功能指令——G 指令.....	322
二、辅助功能指令——M 指令和 B 指令.....	323
三、进给功能指令——F 指令.....	324
四、主轴功能指令——S 指令.....	326
五、刀具功能指令——T 指令.....	327
六、刀具补偿功能指令——H、D 指令.....	327
第四节 复杂二维图形轮廓的计算.....	327
一、工件轮廓基点计算.....	328
二、特殊情况下的直线轮廓图形处理.....	329
三、非圆曲线轮廓节点计算.....	332
四、曲线轮廓节点列表计算.....	336
第五节 二维图形程序的编制及其使用.....	337
一、加工坐标系的确定.....	337
二、机床坐标系选择指令 G53.....	343
三、工件坐标系偏置.....	343
四、绝对值指令 G90 和增量值指令 G91.....	345
五、点定位指令 G00.....	345
六、直线插补指令 G01.....	346
七、平面选择指令 G17、G18、G19.....	348
八、圆弧插补指令 G02、G03.....	348
九、暂停指令 G04.....	351
十、米制输入 G21 指令和英制输入指令 G20.....	352
十一、极坐标选择指令 G16 和极坐标取消指令 G15.....	353
十二、返回参考点指令 G27、G28、G29 和 G30.....	355
十三、刀具补偿指令.....	357
第六节 固定循环指令的含义.....	370

一、固定循环动作的一般顺序	372
二、固定循环指令	373
三、各种固定循环指令	374
四、循环指令编程实例	380
第七节 嵌套子程序的使用方法	385
一、子程序的构成	385
二、子程序的调用	386
三、子程序的执行过程	386
四、子程序应用注意事项及特殊用法	387
五、应用实例	388
第八节 带有转动工作台的程序编制	392
一、第二辅助功能 B 代码	392
二、转动工作台编程实例	394
第九节 加工中心宏程序的编制	396
一、宏程序基本概念	396
二、变量	397
三、用户宏程序编写格式	398
四、宏指令	402
五、宏程序应用实例	407
第十节 加工中心工艺文件的编制	409
一、加工中心加工工序卡	410
二、加工中心加工工序说明卡	410
三、走刀路线图	411
四、数控刀具卡片	412
第十一节 加工中心编程要点及举例	414
一、加工中心编程要点	414
二、加工中心编程实例	416
第六章 计算机辅助加工编程知识	430
第一节 CAD/CAM 的基本概念	431
一、数控程序发展历程	431
二、早期的计算机辅助编程系统——APT	432

三、图形交互环境下的辅助编程系统——CAD/CAM	441
第二节 常用 CAD/CAM 软件及其选择	445
第三节 二维、三维零件几何图形的绘制与编辑	463
一、二维零件图形的设计与编辑	463
二、曲面零件模型的设计	468
三、三维实体零件的建模	473
第四节 三维环境下零件轮廓数控加工辅助编程	482
一、数控编程中加工坐标系的设定	484
二、刀具选择的一般原则	487
三、三维数控编程软件的应用流程	496
四、数控加工步距的控制	502
五、控制表面粗糙度的参数	503
六、加工编程中的基本参数及其设置	505
第五节 二维加工特征的数控编程	519
第六节 三维曲面加工编程	523
第七节 影响已加工表面粗糙度的因素及降低加工表面粗糙度的方法	531
第八节 具有凸模形状特征的零件粗加工编程	536
第九节 具有凹模形状特征的零件粗加工编程	543
第十节 清根加工	550
第十一节 人机交互对加工轨迹的修改	554
第十二节 复杂零件的数控加工编程实例	559
第十三节 装配环境下的数控加工编程	565
第十四节 数控加工编程中的辅助文档	569
第七章 数控机床与车间网络连接	575
第一节 DNC 基本概念	575
第二节 DNC 的应用模式	576
第三节 传输协议及其设置	585
第四节 DNC 传输的连接方法	587
第五节 基于 DNC 的车间作业管理	596

一、作业浏览的功能.....	598
二、红线批注.....	599
三、作业任务的查询.....	600
四、并行工作环境的设置.....	601
五、生产作业汇总.....	601
第六节 数控加工机床的监控.....	604
参考文献	608

第一章 绪 论

第一节 数控机床分类

国际信息处理联盟(International Federation of Information Processing, 简称 IFIP)第五技术委员会对数控机床所作的定义是:数控机床是一个装有程序控制系统的机床,该系统能够逻辑地处理具有使用号码或其他符号编码指令规定的程序。

数控机床的品种、规格繁多,为便于了解和研究,可按以下四个方面进行分类。

一、按工艺用途分类

目前,数控机床的品种规格已达 500 多种,按其加工用途和功能特点可分为四大类。

(一) 金属切削类

常用的有数控车床、数控铣床、数控钻床、数控镗床、数控磨床、数控刨床等普通型数控机床。装有刀具库和自动换刀装置的数控机床称为加工中心,在加工中心上,可使工件一次装夹后,自动进行刀具更换,连续完成多道加工工序。加工中心主要有车削中心、镗铣削中心、磨削中心、钻削中心等。

(二) 金属成形类

常用的有数控弯管机、数控压力机、数控折弯机、数控冲剪机、数控旋压机等。

(三) 特种加工类

主要有数控线切割机床、数控电火花加工机床、数控激光加工机床等。

(四) 测量绘图类

主要有数控绘图仪、数控坐标测量仪、数控对刀仪等。

二、按机床运动控制轨迹分类

(一) 点位控制数控机床

这类机床的控制特点是只控制机床运动部件从一坐标点到另一坐标点的精确定位。移动过程中不进行加工,对定位过程中的轨迹没有严格要求,各坐标轴之间的运动是不相关的。为了减少移动时间和提高定位精度,一般先快速移动至接近终点坐标,然后低速准确运动到终点位置。这类数控机床有数控钻床、数控坐标镗床、数控冲床等。图 1.1-1 所示为点位控制数控钻床加工示意图。

(二) 点位直线控制数控机床

这类机床的控制特点是既控制机床运动部件从一坐标点到另一坐标点的精确定位,还要控制两点间的速度和轨迹。其轨迹是平行于机床各坐标轴的直线,或两轴同时移动构成的斜线。这类数控机床有数控车床、数控铣床、数控磨床等,其局限性是只能作简单的直线运动,不能实现任意的轮廓轨迹加工。图 1.1-2 所示为点位直线控制数控机床加工示意图。

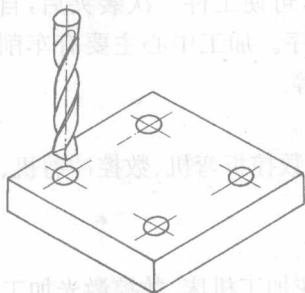


图 1.1-1 点位控制加工示意

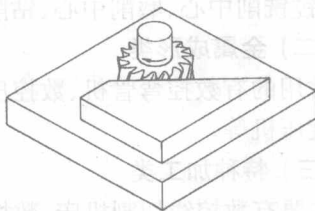


图 1.1-2 点位直线控制加工示意

(三) 轮廓控制数控机床

这类机床也称连续控制数控机床。其控制特点是能够对两个或两个以上的坐标轴同时进行连续关联的控制,机床运动部件不仅能精确控制起点与终点的坐标位置,而且能精确控制整个加工运动轨迹(控制每一点的速度和位移量),以满足零件轮廓表面的加工要求。数控系统中的插补器根据程序输入的基本参数(如直线的终点坐标、圆弧的终点坐标和圆心坐标或半径)进行插补运算,实现加工过程速度和位移控制。这类数控机床有数控车床、数控铣床、数控线切割机床、各类加工中心等。

按机床可同时控制的坐标轴数,可分为二轴联动、二轴半联动、三轴联动、四轴联动、五轴联动。

二轴联动可同时控制 X 、 Y 、 Z 三轴的两轴联动,加工曲线为柱面。如图 1.1-3 所示。

二轴半联动即其中两轴联动,第三轴作周期进给,可采用行切法加工三维空间曲面。如图 1.1-4 所示。

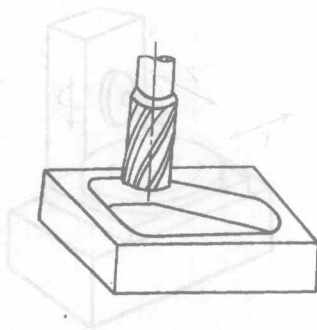


图 1.1-3 二轴联动的数控加工

三轴联动可同时控制 X 、 Y 、 Z 三轴联动,或控制 X 、 Y 、 Z 三轴中的两轴联动再加控制绕某一直线坐标轴旋转的旋转坐标轴(A 轴、 B 轴或 C 轴)。可作三维立体加工。如图 1.1-5 所示。

四轴联动可同时控制 X 、 Y 、 Z 三轴联动,加上控制一个旋转坐标轴(A 轴、 B 轴或 C 轴)。如图 1.1-6 所示。

五轴联动可同时控制 X 、 Y 、 Z 三轴联动,加上控制两个旋转坐标轴(A 轴、 B 轴或 C 轴)。如图 1.1-7 所示。

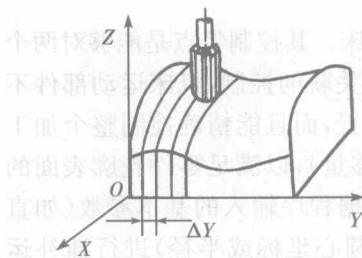


图 1.1-4 二轴半联动的数控加工

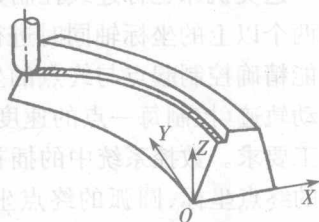


图 1.1-5 三轴联动的数控加工

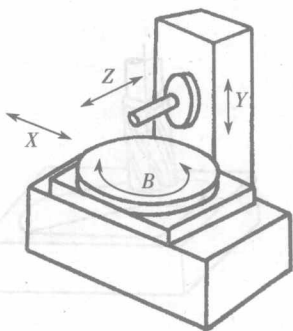


图 1.1-6 四轴联动的数控加工

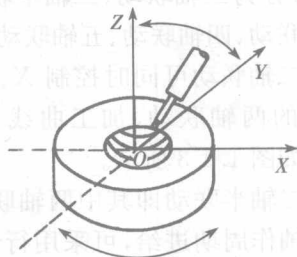


图 1.1-7 五轴联动的数控加工

三、按伺服控制方式分类

(一) 开环控制数控机床

开环控制没有检测反馈装置,数控系统发出的指令脉冲信号是单方向的,没有反馈信号,因此其加工精度主要取决于伺服系统的性能。开环控制系统的驱动元件主要是步进电动机,控制电路每变换一次指令脉冲信号,电动机就转过一个步距角。开环控制结构简单,造价低,调试维修方便,但控制精度一般不高,多应用于经济型数控机床或旧机床的数控化改造。图 1.1-8 所示为开环控