

新 技术时代

数控机床工操作技术

Shu Kong Ji Chuang Gong Cao Zuo Ji Shu



吴敏 编

上海科学技术文献出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控机床工操作技术 / 吴敏主编. —上海: 上海科学技术文献出版社, 2008. 4

(新技术时代)

ISBN 978-7-5439-3538-9

I. 数… II. 吴… III. 数控机床—操作 IV. TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第039791号

责任编辑: 祝静怡 夏 璐

封面设计: 汪伟俊

数控机床工操作技术

吴 敏 主编

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号 邮政编码 200031)

全国新华书店经销

上海市崇明县裕安印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 10.25 字数 275 000

2008年4月第1版 2008年4月第1次印刷

印数: 1-5 000

ISBN 978-7-5439-3538-9

定价: 18.00 元

<http://www.sstlp.com>

数控技术是技术性很强的工作,是现代先进的制造技术,数控技术已经成为机械制造业技术改造和技术更新的核心内容。当前,随着数控机床的应用范围的不断扩大,社会上急需一大批熟悉数控加工工艺、熟练掌握现代数控机床编程和操作的技术人才。例如,一个数控操作工人,他在接受零件加工任务后,能根据要求,独立确定零件的数控加工步骤、工件的装夹、编程、正确操作数控机床等,完成零件从毛坯开始到成品为止的加工全过程。目前工厂正需要这样的技术人员。

要达到上面所说的要求,就需要学习一些有关数控机床的基础知识,例如:数控加工工艺、数控编程的基础知识以及数控机床的操作过程等。

本书主要内容是数控编程和数控机床的操作,全书内容力求新颖实用,在编写过程中力求通俗易懂,理论上力求层次分明,详简得当,既有理论又有实例,以实例用图文配合的方法来说明数控机床加工操作的全过程。书中所选实例实用性强、可操作性强,有利于读者学习、掌握数控加工基础知识和实用操作技能。

在编写过程中,广泛参阅了国内外同行的专著、教材、讲稿、论文等文献资料,并得到了数控界有关专家的指导和帮助,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,书中欠妥之处在所难免,恳请读者和同行批评指正。

编 者

2007 年 11 月

内容提要

本书是根据一个初级数控机床操作工人,能在机床上独立完成零件加工的要求来编写的,内容包括数控机床概述;数控机床结构;数控机床的常用量具;数控机床加工基础知识;数控机床编程基础;数控机床加工综合实训操作实例;数控加工中心等。

本书可供初学数控机床操作法的技术工人学习参考,也可作为职业技术学院(校)数控专业的教材和教师参考用书,以及工厂企业培训青年工人用的培训教材。

第 1 章 数控机床概述	1
第一节 数控机床的基本概念	1
一、数控机床的种类	1
二、数控机床的组成	2
三、数控机床的加工过程	3
四、数控机床的适应范围	4
第二节 数控机床的分类	5
一、按机床的运动轨迹分类	5
二、按伺服控制的类型分类	6
三、按数控系统的功能水平分类	7
四、按加工工艺和机床用途的类型分类	8
思考与练习	9
第 2 章 数控机床结构	10
第一节 数控机床结构概述	10
一、数控机床结构的特点	10
二、数控机床的模块化和机电一体化	11
三、数控机床的结构刚度	12
四、机床的热变形	18
五、运动件的摩擦和消除传动间隙	21
六、机床的寿命和精度保持性	23
七、辅助时间和可操作性	24
第二节 数控机床的主传动系统	25
一、主传动系统的特点	25
二、主传动的变速方式	25
三、主传动系统的主轴部件	27

第三节 数控机床的总体布局	29
一、总体布局与工件形状、尺寸和质量的关系	29
二、运动分配与部件的布局	31
三、总体布局与机床结构性能	32
四、自动换刀数控卧式镗铣床(加工中心)的总体布局	34
五、机床的使用要求与总体布局	36
第四节 进给系统的机械传动结构	37
一、基本要求	37
二、典型结构	38
三、进给系统机械结构的关键元件	40
第五节 数控机床的自动换刀装置	46
一、回转刀架换刀装置	47
二、多主轴转塔头换刀装置	47
三、刀库-机械手自动换刀系统	48
第六节 数控机床的辅助机械装置	52
一、液压和气动装置	52
二、数控回转工作台	53
三、排屑装置	57
四、高速动力卡盘	58
五、对刀仪	59
思考与练习	61
 第3章 通用量具使用方法	 62
第一节 量块简介	62
一、量块的主要用途	62
二、量块的使用及尺寸组合	63
第二节 游标卡尺简介	64
一、游标卡尺的结构与工作原理	64
二、游标卡尺的读数方法	64
三、游标卡尺使用注意事项	65

第三节 外径千分尺简介	65
一、外径千分尺的结构和工作原理	65
二、外径千分尺的读数方法	66
三、外径千分尺的使用注意事项	67
第四节 内径千分尺简介	68
一、内径千分尺的结构	68
二、内径千分尺使用方法	68
第五节 深度千分尺简介	69
一、深度千分尺的结构	69
二、深度千分尺使用方法	69
第六节 百分表简介	70
一、百分表结构与工作原理	70
二、百分表使用方法	71
第七节 圆度仪简介	71
第八节 三坐标测量机简介	72
思考与练习	73
第4章 数控机床的加工基础	74
第一节 刀具材料	74
一、数控机床对刀具的要求	74
二、数控机床对刀具材料的要求	75
三、刀具材料的种类	75
第二节 数控车床的刀具	76
一、数控车削加工刀具及其选择	76
二、常用车刀类型和用途	77
三、刀片材质与选用	78
四、可转位刀片型号与 ISO 表示规则	79
五、可转位刀片型号的选用	82
六、车削用夹具的选择	87
第三节 数控铣床刀具	91

一、数控铣刀结构与类型	91
二、数控铣床刀具的选择	93
三、铣削用夹具的选择	99
第四节 数控机床加工工艺过程	100
一、数控机床加工工艺分析	100
二、数控加工工艺路线设计	104
第五节 数控工艺分析实例	124
一、车削加工轴类零件	124
二、铣削平面凸轮零件	126
三、铣削三维曲面零件	127
思考与练习	128
第 5 章 数控机床的编程及基本指令	130
第一节 坐标系及工作台	130
一、坐标系	130
二、机床坐标轴的确定方法	131
三、数控编程的特征点	134
四、绝对坐标和相对坐标	135
第二节 数控车床编程及基本指令	136
一、数控车床编程基础	136
二、F、S、T、M 指令功能	147
三、G 指令应用	149
四、补偿功能	169
五、数控车床的对刀	173
六、子程序的应用	175
七、编程实例	178
第三节 数控铣床编程及基本指令	181
一、数控铣床编程基础	181
二、数控铣床基本指令	182
三、编程实例	217

思考与练习	223
第 6 章 数控机床加工综合实训操作实例	227
第一节 数控车床加工综合实训操作实例	227
一、数控车床操作面板简介	227
二、工程实例	234
第二节 数控铣床加工综合实训操作实例	244
一、数控铣床操作面板简介	244
二、工程实例	252
思考与练习	266
第 7 章 数控加工中心编程与加工	267
第一节 数控加工中心简介	267
一、加工中心简介	267
二、加工中心的组成	268
三、加工中心的分类	269
四、加工中心的编程特点	271
第二节 数控加工中心工艺处理	272
一、零件的工艺性分析	272
二、确定加工顺序	273
三、加工阶段的划分	274
四、加工工步的确定	275
五、加工工艺参数确定	277
第三节 刀具的选择与刀具交换	280
一、刀具的选择	280
二、数控加工中心的自动换刀	282
三、自动换刀程序的编制	283
第四节 准备功能与辅助功能	283
一、准备功能(G 功能)	283
二、常用准备功能的简要说明	285

三、辅助功能(M 功能)	288
第五节 数控加工中心加工实例	289
一、工艺分析	289
二、编程说明	290
三、加工程序编制	291
思考与练习	296
思考与练习答案	297
参考文献	315

第1章 数控机床概述

本章主要介绍数控机床的基本知识,包括数控机床的种类、组成,分析了数控加工的过程以及适应范围,详细介绍了数控机床的不同控制系统。



第一节 数控机床的基本概念

一、数控机床的种类

1. 数字控制(Numerical Control, NC),简称数控,是指数字化信息实现加工自动化的一种控制技术。

2. 数控机床(Numerical Control Machine Tool, NCMT),是指数控技术与机床的结合,采用数字化代码对机床运动及其加工过程进行控制的机床,简称 CNC 机床。

3. 数控技术(Numerical Control Technology, NCT),是指数字、字母和符号对某一工作过程进行可编程自动控制的技术。它已经成为制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础技术。

4. 数控机床的发展

1952 年美国帕森斯公司(Parsons)和麻省理工学院(MIT)合作研制成功世界上第一台三坐标数控铣床,用它来加工直升飞机叶片轮廓检查用样板。

经过多年的发展,目前数控机床已广泛地应用于汽车、飞机、船舶、家电、通信设备等的制造。此外,数控技术也在机器人、绘图机

械、坐标测量机、激光加工机及等离子切割机、线切割、电火花等机械设备中得到广泛应用。

二、数控机床的组成

现代数控机床一般由输入/输出设备、计算机数控装置(CNC)、伺服系统和机床本体等部分组成,如图 1-1 所示。

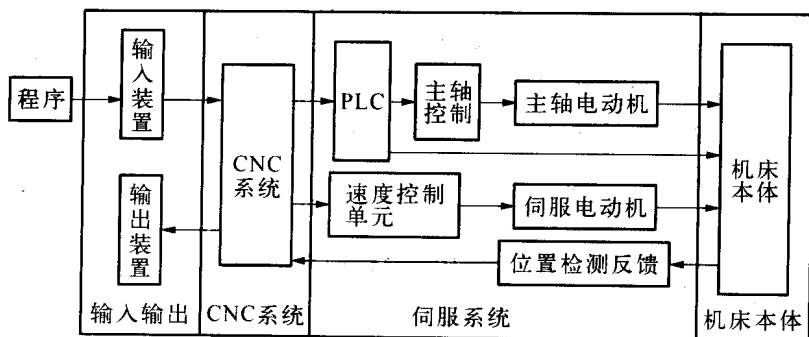


图 1-1 数控机床的组成

1. 输入/输出装置

输入/输出设备是 CNC 系统与外部设备进行交互装置。交互的信息通常是零件加工程序。即将编制好的记录在控制介质上的零件加工程序输入 CNC 系统或将调试好了的零件加工程序通过输出设备存放或记录在相应的控制介质上。常用的输入装置有软盘驱动器、RS232C 串行通信接口、MDI 方式等。各种类型数控机床中最直观的输出装置就是显示器。

2. 计算机数控装置

计算机控制(CNC)装置是数控机床的核心,它接受输入装置送来的数字信息,经过数控装置的控制软件和逻辑电路进行译码、运算和逻辑处理后,将各种指令信息输出给伺服系统,使设备按规定的动作执行,CNC 装置一般是由通用或专用的微型计算机构成。

3. 伺服系统

伺服系统包括伺服单元、伺服驱动装置(或执行机构)等,是数控系统的执行部分。其作用是把来自 CNC 装置的脉冲信号转换成机床的运动,使机床移动部件精确定位或按规定的轨迹做严格的相对运动,最后加工出符合图样要求的零件。有的伺服系统还配备有位置测量装置,可直接或间接测量执行部件的实际位移量,并反馈给数控装置,对加工的误差进行补偿。

4. 机床主体

数控机床的机床本体与传统机床相似,由主轴传动装置、进给传动装置、床身、工作台以及辅助运动装置、液压气动系统、润滑系统、冷却装置等组成。但为了满足数控技术的要求和充分发挥数控机床的效能,数控机床在整体布局、外观造型、传动系统、刀具系统的结构以及操作机构等方面都已发生了很大的变化。

三、数控机床的加工过程

利用数控机床完成零件的加工过程如图 1-2 所示。加工过程主要包括以下内容:

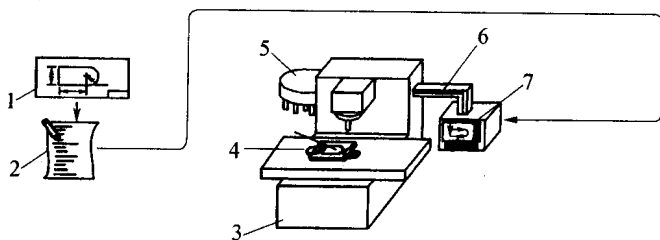


图 1-2 数控加工过程示意图

- 1—零件工艺图;2—加工程序单;3—数控机床;4—工件;
5—换刀装置;6—信号传输电缆;7—机床控制单元

(1) 根据零件的加工图样进行工艺分析,确定加工方案、工艺参数和位置数据。

(2) 用规定的程序代码和格式编写零件加工程序单,或用自动

编程软件进行计算机辅助设计与制造工作,直接生成零件的加工程序文件。

(3) 程序的输入或传输。由手工编写的程序,可以通过数控机床的操作面板输入程序;由自动编程软件生成的程序,通过计算机的串行通信接口直接传输到数控机床的数控单元(Machine Control Unit, MCU)。

(4) 将输入或传输到数控单元的加工程序,进行刀具路径模拟、试运行。

(5) 通过对机床的正确操作,运行程序,完成零件的加工。

四、数控机床的适应范围

数控机床的性能特点决定其应用范围。一般可按被加工零件的特点分为以下3类加工对象。

1. 最适应类

(1) 加工精度要求高,形状、结构复杂,尤其是用数学模型描述的具有复杂曲线、曲面轮廓用普通机床无法加工或虽能加工但很难保证产品质量的零件。

(2) 具有难测量、难控制进给、难控制尺寸的不开敞内腔的壳体或盒形零件。

(3) 必须在一次装夹中完成铣、镗、钻、铰、攻丝等多道工序的零件。

对于上述零件,可以先不要过多地去考虑生产率与经济上是否合理,而应首先考虑能否加工出来,要着重考虑可能性问题。只要有可能,都应把对其进行数控加工作为优选方案。

2. 较适应类

(1) 价格昂贵,毛坯获得困难,不允许报废的零件。这类零件在普通机床上加工时有一定的难度,容易产生次品或废品。

(2) 在普通机床上加工时,生产率很低或体力劳动很大的零件,质量难以稳定控制的零件。

(3) 用于改型比较、提供性能或功能测试的零件;多品种、多规格、单件小批量生产的零件。

(4) 在普通机床上加工需要作长时间调整的零件。

这类零件在首先分析其可加工性以后,还要在提高生产率及经济效益方面做全面衡量,一般可把它们作为数控加工的主要选择对象。

3. 不适应类

(1) 生产批量大的零件。

(2) 装夹困难或完全靠找正定位来保证加工精度的零件。

(3) 加工余量很不稳定,且数控机床没有在线检测系统可自动调整零件坐标位置的零件。

(4) 必须用特定的工装协调加工的零件。

因为上述零件采用数控加工后,在生产率与经济性方面一般无明显改善,更有可能弄巧成拙或得不偿失,故此类零件一般不应作为数控加工的选择对象。

第二节 数控机床的分类

一、按机床的运动轨迹分类

1. 点位控制数控机床

点位控制数控机床的数控装置只控制机床移动部件从一个位置(点)移动到另一个位置(点),而不控制点到点之间的运动轨迹,刀具在移动过程中不进行切削加工。如数控钻床、数控冲床等。如图 1-3 所示。

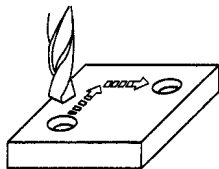


图 1-3 点位控制机床加工示意图

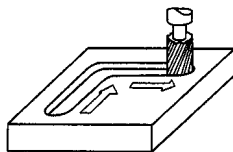


图 1-4 点位直线控制机床加工示意图

2. 直线控制数控机床

直线控制数控机床的数控装置除了要控制机床移动部件的起点和终点的准确位置外,还要控制移动部件以适当速度沿平行于某一机床坐标轴方向或与机床坐标轴成 45° 的方向进行直线切削加工。如简易数控车床、简易数控磨床等。如图 1-4 所示。

3. 轮廓控制数控机床

轮廓控制数控机床的数控装置能够同时对两个或两个以上坐标轴进行联动控制,从而实现曲线轮廓和曲面的加工。如具有两坐标或两坐标以上联动的数控铣床、数控车床等。如图 1-5 所示。

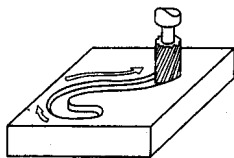


图 1-5 轮廓控制机床加工示意图

二、按伺服控制的类型分类

1. 开环控制系统



开环控制系统指不带反馈的控制系统,即系统没有位置反馈元件,通常以功率步进电机或电液伺服电机作为执行机构。如图 1-6 所示,开环控制数控机床具有结构简单、工作稳定、调试方便、维修简单、价格低廉等优点,在精度和速度要求不高、驱动力矩不大的场合得到广泛应用,一般用于经济型数控机床。

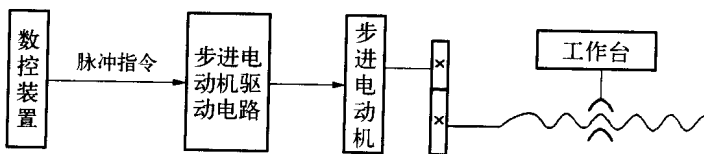


图 1-6 开环控制系统框图

2. 半闭环控制系统



半闭环控制系统是在开环系统的丝杠上装角位移检测装置,通过检测丝杠的转角间接地检测移动部件的位移,然后反馈给数控装置。如图 1-7 所示,半闭环系统结构简单、调试方便、精度也较高,在现代数控机床中得到广泛应用。