



银领工程

高等职业教育技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

数控技术应用专业领域

数控加工编程 及操作

余英良 编著



高等教育出版社

银领工程

高等职业教育技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

数控加工编程及操作

余英良 编著

•

高等教育出版社

内容提要

本书是根据教育部、国防科工委、中国机械工业联合会联合制定的两年制高等职业教育数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养指导方案的要求编写的。全书内容包括数控加工技术、数控刀具、零件装夹与对刀、切削用量、数控工艺、典型数控系统的操作、数控编程等内容。

根据数控人才市场需求的情况,结合高职教育的特点,本教材编写主要定位为:培养岗位适应性较强的、需求量和紧缺性较大的、具有较强数控加工操作技能和较丰富加工工艺知识的数控编程工艺人员。全书突出了学与训、训与练的结合,数控技术与加工工艺的结合,理论与实践的结合。

本书采用单元式教学模式编写。可作为高等职业院校数控技术应用专业的教材,也可用于成人教育以及数控技术培训、进修的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工编程及操作/余英良编著 —北京:高等教育出版社,2005.1

ISBN 7-04-015708-X

I.数... II.余... III.数控机床-程序设计-高等学校:技术学校-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 129633 号

策划编辑 赵亮 责任编辑 张春英 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 王莹 责任校对 王雨 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社

社址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100011

总机 010-58581000

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16

印 张 30.75

字 数 750 000

版 次 2005 年 1 月第 1 版

印 次 2005 年 1 月第 1 次印刷

定 价 38.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号: 15708-00

出版说明

为了认真贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，落实《2003—2007 年教育振兴行动计划》，缓解国内劳动力市场技能型人才紧缺现状，为我国走新型工业化道路服务，自 2001 年 10 月以来，教育部在永州、武汉和无锡连续三次召开全国高等职业教育产学研经验交流会，明确了高等职业教育要“以服务为宗旨，以就业为导向，走产学研结合的发展道路”，同时明确了高等职业教育的主要任务是培养高技能人才，这类人才，既要能动脑，更要能动手，他们既不是白领，也不是蓝领，而是应用型白领，是“银领”，为我国高等职业教育的进一步发展指明了方向。

培养目标的变化直接带来了高等职业教育办学宗旨、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面的改变，与之相应，也产生了若干值得关注与研究的新课题。对此，我们组织有关高等职业院校进行了多次探讨，并从中遴选出一些较为成熟的成果，组织编写了“银领工程”丛书。本丛书围绕培养符合社会主义市场经济和全面建设小康社会发展要求的“银领”人才的这一宗旨，结合最新的教改成果，反映了最新的职业教育工作思路和发展方向，有益于固化并更好地推广这些经验和成果，很值得广大高等职业院校借鉴。同时，我们的想法和做法还得到了教育部领导的肯定，教育部副部长吴启迪也专门为首批“银领工程”丛书提笔作序。

“银领工程”丛书适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2004 年 9 月

前 言

本书是根据教育部、国防科工委、中国机械工业联合会联合制定的两年制高等职业教育数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养指导方案的要求,并结合编者在数控加工工艺和数控加工技术方面的教学与工作经验编写的。

数控机床是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械等高新技术的产物。它的出现以及所带来的巨大效益,引起世界各国科技界和工业界的普遍重视。随着科学技术的迅猛发展,数控机床已是衡量一个国家机械制造业水平的重要标志。发展数控机床是当前我国机械制造业技术改造的必由之路,是未来工厂自动化的基础。数控机床的大量使用,需要大批能熟练掌握现代数控机床编程、操作、维修的人员和工程技术人员。这为高等职业教育提供了广阔的市场。

本书内容共分两篇。第一篇为基础篇(15个单元),介绍数控机床、数控加工技术(刀具、装夹、切削用量工艺等)的相关实用知识,典型数控系统(SIEMENS 数控系统、FANUC 数控系统)的车床、铣床和加工中心使用操作的相关知识,以及数控编程;第二篇为应用篇(3个单元),介绍数控车削加工、数控铣削加工的实例编程、编程技巧和数控加工应用综述。

针对高等职业教育“突出实际技能操作培养”的要求,在编写教材时,考虑到高等职业教育要大力加强实践环节的特点,以及不断调整专业结构和教学计划(各类院校教学计划差异甚大)的现状,本书的编写具有以下鲜明特点:1. 将有关基础课程内容、专业课程内容和实训内容整合在一起,既相对独立,又相互呼应。2. 突出实用性,采用单元模块式编写,每个单元均附以相应的实训项目,系统地进行数控加工程序编制和实际操作知识的实训。3. 采用讲授与实训相结合的编写模式,有数控机床实训条件的院校可以按此教材进行,没有数控机床实训条件的院校可以使用数控机床仿真软件进行辅助教学,也可以使用教学课件进行辅助教学;可以视各院校实际条件将基础篇和实训的对应内容合并进行教学,也可以将此部分内容的讲授与实训分开进行。4. 本书将数控车床(数控铣床)编程、数控车床(数控铣床)工艺分单元编写,这样,即可在理论教学中突出不同的机床编程和工艺的特点,又可以在实训中分班、分别地同时进行,可以大大提高数控基地的利用率。5. 本书最鲜明的特点之一是将一组实训的车床与铣床加工实例分解在各个单元的实训项目中,阐述零件装夹定位、刀具选择、工艺处理、坐标原点与坐标系设定、程序编制、对刀、首件试切与程序调试等相关知识的应用和训练。学生只要按照要求完成实验报告,待学习结束后汇总起来,稍加整理就是完整的课程设计。6. 考虑到实际技能培养和数控技术在实际使用中的需要,给出一套在生产实际中较为实用的数控加工工艺文件范本供参考选用。7. 本书最鲜明的特点之二是编写时突破以往教材数控编程的模式,将数控系统的五大功能糅和在一起,按照程序编制的先后顺序,将五大功能分为几类指令组进行讲述,每类指令组均附以实训项目,这样更有利于数控编程的学习和掌握。8. 考虑到高职院校现有条件的差异,本书编写的定位为:以培训中级职业技能数控操作的能力为目标,以使用 SIEMENS 数控系统(或 FANUC 数控系统)的具体操作为基础,培养岗位适应性较强的、

需求量和紧缺性较大的、具有较强数控加工操作技能和较丰富加工工艺知识的数控编程工艺人员。

全书由漯河职业技术学院余英良编写。天津大学数字化制造与测量技术研究所所长王太勇教授审阅了本书结构,北京南口机车车辆厂周维泉总工艺师审阅了数控车床部分的内容,北京机床研究所副总工程师金福吉审阅数控铣床的内容。在编写过程中,华中科技大学国家数控系统实验工程技术研究中心主任陈吉红教授、上海理工大学孔凡才教授、上海教育科学研究院俞立主任、华中科技大学数控培训中心主任朱国文高级工程师、天津中德职业技术学院李林教授、武汉职业技术学院黄诚驹副教授给予了具体指导建议,天津天大精益数控技术有限公司对本书的编写也给予了大力帮助和支持。本书在编写过程中还参阅了大量国内教材和数控公司的资料、说明书。在此一并致谢。

限于编写水平,书中错误和不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

编著者

2004年8月24日

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

目 录

基 础 篇

单元 1 数控加工技术概述	2	复习思考题	48
一、数控机床的产生和发展	2		
二、数控机床的组成	3		
三、数控机床的工作原理	5		
四、数控机床的分类	5		
五、数控机床的性能指标与功能	9		
六、数控机床的特点	11		
七、数控机床的本体结构	13		
八、典型的数控系统简介	15		
九、实训项目 1 认识数控机床及数控 机床的加工演示	17		
单元小结	18		
单元 2 数控刀具与选用	19		
一、数控机床对刀具的要求	20		
二、数控刀具的种类	21		
三、数控刀具的特点和性能要求	23		
四、数控机床所用刀具材料的类型与 选择	24		
五、数控刀具的失效形式	29		
六、数控可转位刀片与刀片代码	31		
七、数控可转位刀片的夹紧	31		
八、数控车削刀具(可转位刀片)的选择	34		
九、数控车床所用刀具的装夹	36		
十、数控铣削刀具的选择	38		
十一、对刀仪与对刀块	43		
十二、实训项目 2 数控刀具的加工演示 训练			
实训项目 3 认识数控机床的刀库 及其换刀机构的部件	45		
单元小结	48		
单元 3 数控机床的装夹方式	49		
一、数控车床工装夹具的概念	49		
二、数控车床零件基准和加工定位基准	50		
三、数控车床通用夹具	52		
四、数控车床的装夹找正	57		
五、数控铣削时零件的定位基准与装夹	57		
六、数控铣床通用夹具与安装	60		
七、数控铣床的找正	66		
八、实训项目 4 数控车床零件装夹操作 练习			
实训项目 5 数控铣床零件装夹操作 练习	67		
单元小结	71		
复习思考题	71		
单元 4 数控机床加工的切削用量	75		
一、车削加工与刀具	75		
二、车削加工切削用量的选择	84		
三、铣削加工与刀具	89		
四、铣削加工切削用量的选择	96		
五、实训项目 6 数控车床加工中不同切削 用量的演示与实训			
实训项目 7 数控铣床加工中不同切削 用量的演示与实训	97		
单元小结	97		
复习思考题	98		
单元 5 数控车削加工工艺	99		
一、数控加工工艺概述	99		

二、数控加工工艺分析的一般步骤与方法	100	四、实训项目 12 SIEMENS 系统数控车床的操作	195
三、数控车削工艺	106	单元小结	198
四、数控车削零件工艺分析举例	119	单元 9 数控车床基本操作 2 (FANUC 系统)	199
五、数控加工工艺文件	124	一、SSCK20/500 数控车床介绍	199
六、实训项目 8 数控车削加工工艺实训	128	二、SSCK20/500 数控车床的操作	203
单元小结	131	三、数控车床的操作步骤	208
复习思考题	131	四、程序的输入、检查与修改	211
单元 6 数控铣削加工工艺	132	五、数控车床的运转操作	216
一、数控铣削加工工艺的主要内容	132	六、数控车削加工的对刀操作	220
二、数控铣削加工工艺与工艺分析的一般步骤和方法	133	七、实训项目 13 FANUC 系统数控车床的面板操作	224
三、数控铣削工艺分析举例	152	单元小结	227
四、实训项目 9 数控铣削加工工艺实训	155	单元 10 数控铣床基本操作 1 (SIEMENS 系统)	228
单元小结	157	一、ZK7640 型数控铣床介绍	228
复习思考题	158	二、ZK7640 型数控立式铣床的操作	229
单元 7 数控编程基础	159	三、ZK7640 型数控立式铣床的加工操作	236
一、数控编程概述	159	四、ZK7640 型数控立式铣床的部分编程指令操作	238
二、数控编程的内容和步骤	160	五、数控铣削加工的对刀操作	242
三、机床坐标系和运动方向	165	六、实训项目 14 SIEMENS 系统数控铣床的面板操作	246
四、工件坐标系和运动方向	170	单元小结	247
五、数控程序的指令代码	171	单元 11 数控铣床基本操作 2 (FANUC 系统)	248
六、实训项目 10 数控车削加工的工件坐标系与机床参考点的建立	176	一、XK714 型数控铣床的主要技术参数	249
实训项目 11 数控铣削加工的工件坐标系与机床参考点的建立	176	二、机床的准备功能代码	249
单元小结	179	三、FANUC O - MD 系统数控铣床的面板操作	251
复习思考题	179	四、FANUC O - MD 系统数控铣床的操作	255
单元 8 数控车床基本操作 1 (SIEMENS 系统)	180	五、实训项目 15 FANUC 系统数控铣床的面板操作	259
一、CJK6240 型数控车床介绍	180	单元小结	261
二、CJK6240 型数控车床的操作面板、控制面板及软件功能	181		
三、数控车床的操作方法及步骤	187		

单元 12 加工中心基本操作 1 (SIEMENS 系统)

一、SIEMENS 802D 系统加工中心概述	262
二、加工中心的基本操作	267
三、加工中心的加工操作	273
四、实训项目 16 SIEMENS 802D 系统加工 中心的面板操作	282
单元小结	283
复习思考题	284

单元 13 加工中心基本操作 2 (FANUC 系统)

一、KT-1400VD 型加工中心的用途、布局 及技术参数	287
二、KT-1400VD 型立式加工中心的操作	289
三、实训项目 17 KT-1400VD 型立式加工 中心的面板操作	289
单元小结	291
复习思考题	291

单元 14 数控车床的程序编制

一、数控系统的功能	292
二、数控车床的编程特点	294
三、加工准备类指令	295
四、实训项目 18 加工准备类指令编程 实训	298
五、基本加工类指令	299
六、实训项目 19 加工运行类指令编程 实训	303
七、实训项目 20 螺纹加工指令实训	308
八、循环加工类指令	310
九、实训项目 21 螺纹循环加工指令实训	320
十、实训项目 22 外(内)表面循环加工 指令实训	323
十一、返回类指令	324
十二、刀具参数补偿指令	327
十三、实训项目 23 刀具参数补偿指令实训	332

十四、子程序指令	333
----------------	-----

十五、实训项目 24 子程序编制及加工 实训	334
---------------------------------	-----

单元小结	336
------------	-----

复习思考题	336
-------------	-----

单元 15 数控铣床的程序编制

一、数控系统和铣削加工的主要功能	337
二、数控编程指令功能简介	339
三、加工准备类指令	340
四、实训项目 25 加工准备类指令编程 实训	343
五、基本加工类指令	344
六、实训项目 26 加工运行类指令编程 实训	346
七、加工轨迹运行编辑类指令	349
八、实训项目 27 加工轨迹编辑类编程 实训	351
九、转移跳转类指令	353
十、实训项目 28 转移跳转指令编程 实训	354
十一、坐标偏置类指令	356
十二、实训项目 29 坐标偏置编程实训	360
十三、刀具补偿类指令	361
十四、实训项目 30 刀具补偿实训	363
十五、实训项目 31 刀具半径补偿功能 加工实训	364
十六、返回类指令	367
十七、实训项目 32 返回编程实训	368
十八、固定循环加工类指令	369
十九、实训项目 33 钻孔循环加工编程 实训	375
二十、子程序指令	379
二十一、实训项目 34 子程序编程实训	383
单元小结	384
复习思考题	384
基础篇综合作业(课程设计)	390

综合应用篇

单元 16 数控车床编程实例	392	二、数控加工中 G 指令的使用技巧	427
一、数控车床加工实例——轴类零件	392	三、应用数控系统的间隙补偿功能的探讨	431
二、数控车床加工实例——套类零件	394	四、刀具几何参数对数控车削加工尺寸精度 的影响及应采取的措施	433
三、数控车床加工实例——螺纹车削 加工	395	单元 18 数控铣床编程实例	438
四、数控车床加工实例——特殊型面 零件	397	一、数控铣床加工实例 1——钻孔类零件	438
五、数控车床加工实例——综合型 零件	399	二、数控铣床加工实例 2——平面轮廓类 零件	441
六、数控车床加工实例——锥齿轮	402	三、数控铣床加工实例 3——挖槽类零件	443
七、数控车削加工的手工程序编制 实例——小主轴	411	四、数控铣床加工实例 4——子程序	446
八、数控车削加工的手工程序编制 实例——胎膜	417	五、数控铣床加工实例 5——宏程序	449
单元 17 数控车削加工应用综述	424	六、数控铣床加工实例 6——槽型凸轮	451
一、提高车削几何精度的数控修正加工	424	七、数控铣床加工实例 7——链轮	456
		八、数控铣床加工实例 8——成型凸轮	463
		综合应用篇综合作业(课程设计)	468
附录 中国第一届数控大赛决赛技术纲要(2004 年)	469		
教学建议与说明	478		
参考文献	480		

基 础 篇

数控加工技术概述

单元导读

学习数控加工技术的目的,就是为了掌握它并且能够运用它进行工作。因此,就必须首先了解和熟悉数控机床与加工中心。

本单元的学习内容是数控加工技术综述。并通过实际演示,加深了解和掌握的程度。

学习目标

- (1) 了解数控机床的组成和本体结构。
- (2) 掌握数控机床的工作原理。
- (3) 了解数控机床的分类与特点。
- (4) 对典型数控系统 FANUC、SIEMENS、FAGOR、华中“世纪星”有一定了解。

学习重点

- (1) 数控机床的组成和本体结构。
- (2) 数控机床的分类。

一、数控机床的产生和发展

数字控制机床(Numerically Controlled Machine Tool)简称数控(NC),是近代发展起来的一种自动控制技术,是用数字信息实现自动控制机床运转的一种方法。它把机床的加工程序和运动变量(如坐标方向、位移量、轴的转向和转速等),以数字形式预先记录在控制介质(如拨码开关、磁带等)上,通过数控装置自动地控制机床运动,同时具有完成自动换刀、自动测量、自动润滑、冷却等功能。

数控机床发展到今天,完全依赖于数控系统的发展。自 1952 年美国研制出第一台数控铣床起,数控系统经历了两个阶段和六代的发展。

1. 数控(NC)阶段(1952—1970 年)

早期计算机的运算速度低,这对当时的科学计算和数据处理影响还不小,但不能适应机床适时控制的要求。人们不得不采用数字逻辑电路“搭”成一台机床专用计算机作为数控系统,被称为硬件连接数控(HARD - WIRED NC),简称为数控(NC)。随着元器件的发展,这个阶段经历了三代,即:

第一代数控:1952—1959 年采用电子管元件构成的专用数控装置(NC);

第二代数控：1959—1964 年采用晶体管电路的 NC 装置；

第三代数控：1965—1970 年采用小、中规模集成电路的 NC 装置。

2. 计算机数控(CNC)阶段(1970—现在)

到 1970 年, 通用小型计算机业已出现成批生产。其运算速度比五六十年代有了大幅度的提高, 这比专门“搭”成的专用计算机成本低、可靠性高。于是将它移植过来作为数控系统的核心部件, 从此进入了计算机数控(CNC)阶段。随着计算机技术的发展, 这个阶段也经历了三代, 即:

第四代数控：1970—1974 年采用大规模集成电路的小型通用计算机控制系统(CNC)：

第五代数控：1974—1990 年微处理器应用于数控系统；

第六代数控：1990 年以后 PC 机(个人计算机,国内习惯称微机)的性能已发展到很高的阶段,可满足作为数控系统核心部件的要求,数控系统从此进入了基于 PC(PC-BASED)时代。

二、数控机床的组成

数控机床主要由以下几个部分组成,如图1-1所示。

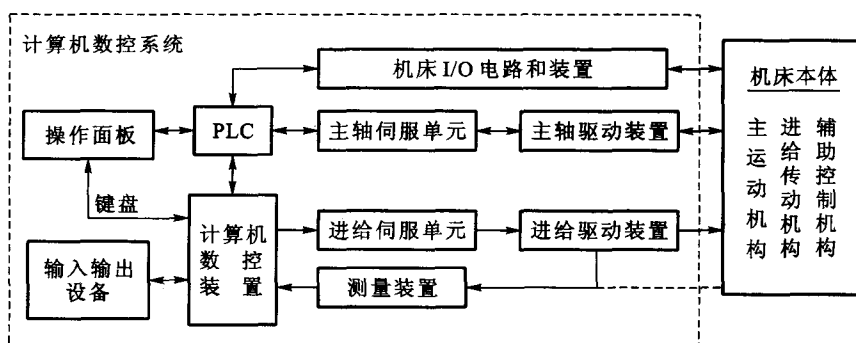


图 1-1 数控机床的组成

1. 计算机数控装置(CNC 装置)

计算机数控装置是计算机数控系统的核心。其主要作用是根据输入的零件加工程序或操作命令进行相应的处理,然后输出控制命令到相应的执行部件(伺服单元、驱动装置和 PLC 等),完成零件加工程序或操作所要求的工作。所有这些都是在 CNC 装置的协调控制及合理组织下,使整个系统有条理地工作。它主要由计算机系统、位置控制板、PLC 接口板、通信接口板、扩展功能模块以及相应的控制软件等组成。

2. 伺服单元、驱动装置和测量装置

伺服单元和驱动装置包括主轴伺服驱动装置、主轴电动机、进给伺服驱动装置及进给电动机。测量装置是指位置和速度测量装置，它是实现主轴控制、进给速度闭环控制和进给位置闭环控制的必要装置。主轴伺服系统的作用是实现零件加工的切削运动，其控制量为速度。进给伺服系统的作用是实现零件加工所需的成形运动，其控制量为速度和位置，特点是能灵敏、准确地实现 CNC 装置的位置和速度指令。

3. 控制面板

控制面板又称操作面板,是操作人员与数控机床(系统)进行信息交互的工具。操作人员可以通过它对数控机床(系统)进行操作、编程、调试或对机床参数进行设定和修改,也可以通过它了解和查询数控机床(系统)的运行状态。它是数控机床的一个输入输出部件,主要由按钮站、状态灯、按键阵列(功能同计算机键盘)和显示器等部分组成。

4. 控制介质与程序输入输出设备

控制介质是记录零件加工程序的媒介,是人与机床建立联系的介质。程序输入输出设备是 CNC 系统与外部设备进行信息交换的装置,其作用是将记录在控制介质上的零件加工程序输入 CNC 系统,或将调试好的零件加工程序通过输出设备存放或记录在相适应的介质上。目前数控机床的控制介质和程序输入输出设备是磁盘和磁盘驱动器等。

此外,现代数控系统一般可利用通信方式进行信息交换,通信方式是实现 CAD(计算机辅助设计)/CAM(计算机辅助制造)的集成和 FMS(柔性制造系统)、CIMS(计算机集成制造系统)的基本技术。目前在数控机床常用的通信方式有:

- ① 串行通信;
- ② 自动控制专用接口;
- ③ 网络技术。

5. PLC(可编程控制器)、机床 I/O(输入/输出)电路和装置

PLC 是用二进制与逻辑运算、顺序动作有关的 I/O 控制,它由硬件和软件组成。机床 I/O 电路和装置是用来实现 I/O 控制的执行部件,是由继电器、电磁阀、行程开关、接触器等组成的逻辑电路。它们共同完成以下任务:

- ① 接收 CNC 的 M、S、T 指令,对其进行译码并转换成对应的控制信号,控制装置完成机床相应的开关动作;
- ② 接收操作面板和机床传送来的 I/O 信号,送给 CNC 装置,经处理后,输出指令控制 CNC 系统的工作状态和机床的动作。

6. 机床本体

机床本体是数控系统的控制对象,是实现加工零件的执行部件。它主要由主运动部件(主轴、主运动传动机构)、进给运动部件(工作台、拖板及相应的传动机构)、支承件(立柱、床身等)以及特殊装置、自动工作台交换(APC)系统、自动刀具交换(ATC)系统和辅助装置(如冷却、润滑、排屑、转位和夹紧装置等)组成。

数控机床的组成相对普通机床有以下几个特点:

- ① 由于采用了高性能的主轴及进给伺服驱动装置,数控机床的机械传动装置得到了简化,传动链较短。
- ② 数控机床的机械结构具有较高的动态特性、动态刚度、阻尼精度、耐磨性以及抗热变形性能。
- ③ 较多地采用高效传动部件,如滚珠丝杠副、直线滚动导轨等。

要点提问:

- ◆ 数控车床由哪些部分组成?各有什么作用?

三、数控机床的工作原理

数控机床的工作原理如图 1-2 所示。首先根据被加工零件的形状、尺寸及工艺要求等,采用手工或计算机进行零件加工的程序编制,把加工零件所需机床的各种动作及工艺参数变成数控装置所能接收的程序代码,并将这些程序代码存储在控制介质(穿孔带、磁带、光盘等)上,然后经输入装置读出信息并送入数控装置。当控制介质为穿孔带时,用光电读带机输入;若控制介质为磁带或光盘时,可用驱动器输入,或用计算机和数控机床的接口直接进行通信。进入数控装置的信息经一系列的处理和运算转变成脉冲信号,有的脉冲信号被传送到机床的伺服系统,经传动装置驱动机床有关运动部件;有的脉冲信号则被传送到可编程控制器中,按顺序控制机床的其他辅助动作,如工件夹紧、松开,冷却液的开闭,刀具的自动更换等。

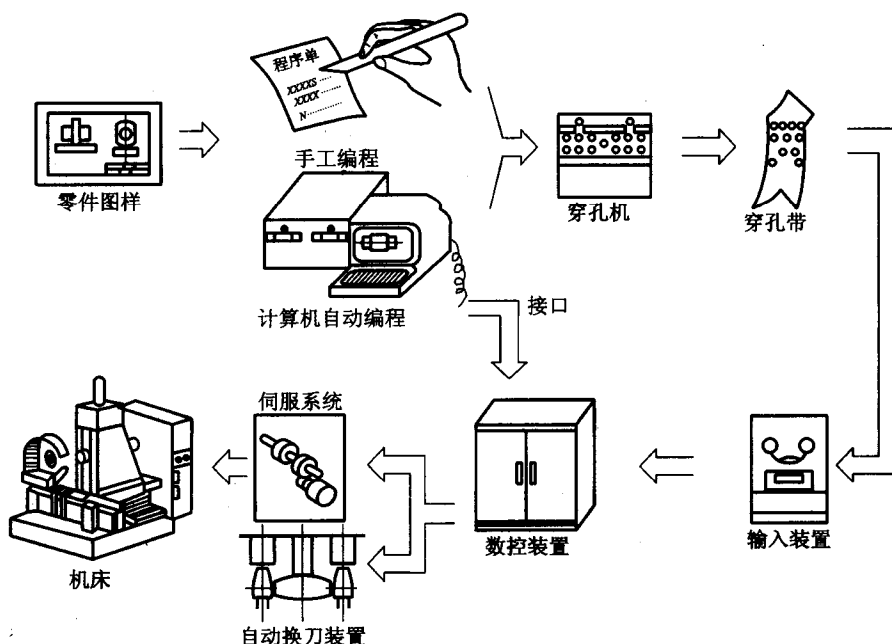


图 1-2 数控机床的工作原理示意图

要点提问:

◆ 数控机床的工作原理是什么?

四、数控机床的分类

数控机床的种类很多,从不同角度出发,有不同的分类方法。常见的分类方法有以下几种。

1. 按控制功能分类

(1) 点位控制数控机床

这类数控机床仅能控制两个坐标轴, 带动刀具或工作台从一个点(坐标位置)准确地快速移动下一个点(坐标位置), 然后控制第三个坐标轴进行钻削、镗削等切削加工。它具有较高的位置定位精度, 在移动过程中不进行切削加工, 因此对运动轨迹没有要求。点位控制的数控机床主要有数控钻床、数控镗床、数控冲床等, 用于加工平面内的孔系。

(2) 直线控制数控机床

这类数控机床可控制刀具或工作台以适当的进给速度从一点以一条直线准确地移动到下一个点, 移动过程中能进行切削加工。根据切削条件和加工材料的不同, 进给速度可在一定范围内调节。现代组合机床采用数控进给伺服系统, 驱动动力头带动多轴箱沿工件轴向进给进行钻削、镗削等切削加工, 它可以算作一种直线控制数控机床。

(3) 轮廓控制数控机床

这类数控机床具有控制几个坐标轴同时协调运动, 即多坐标轴联动的能力, 使刀具相对于工件按程序指定的轨迹和速度运动, 能在运动过程中进行连续切削加工。这类数控机床有用于加工曲线和曲面形状零件的数控车床、数控铣床、加工中心等。现代的数控机床基本上都是这种类型。若根据其联动轴数还可细分为 2 轴联动(X 、 Z 轴联动或 X 、 Y 轴联动)、2.5 轴联动(任意二轴联动, 第三轴周期进给)、3 轴联动(X 、 Y 、 Z 三轴联动)、4 轴联动(X 、 Y 、 Z 和 A 或 B 四轴联动)、5 轴联动(X 、 Y 、 Z 和 A 、 C 或 X 、 Y 、 Z 和 B 、 C 或 X 、 Y 、 Z 和 A 、 B 等 5 轴联动)的数控机床。联动坐标轴数越多, 加工程序的编制越复杂。通常三轴联动以上的零件加工程序只能采用自动编程系统编制。

2. 按进给伺服系统类型分类

按数控系统的进给伺服子系统有无位置测量反馈装置可分为开环数控机床和闭环数控机床。在闭环数控系统中, 根据位置测量装置安装的位置不同又可分为全闭环和半闭环两种。

(1) 开环数控机床

开环数控机床采用开环进给伺服系统。开环进给伺服系统简图如图 1-3 所示。由该图可知, 开环进给伺服系统没有位置测量反馈装置, 信号流是单向的(数控装置→进给系统), 故系统稳定性好, 但由于无位置反馈, 相对闭环系统而言, 控制精度不高, 其精度主要取决于伺服驱动系统和机械传动机构的性能和精度。这类数控系统一般以步进电动机作为伺服驱动元件, 具有机构简单、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。

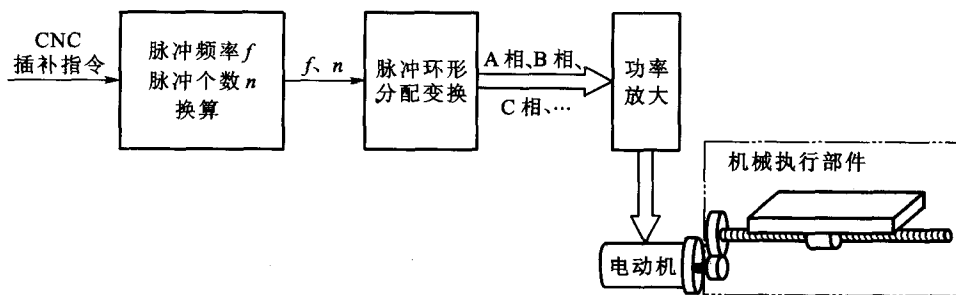


图 1-3 开环进给伺服系统简图