

高等学校适用教材

现代数控加工技术 基础实习教程

王吉林 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

TG659/274

2009

高等学校适用教材

现代数控加工技术基础实习教程

主 编 王吉林

副主编 余 谧

参 编 周赵缨 富雅娟

主 审 邓时鸣

机械工业出版社

本书是高等院校现代制造技术精品课程配套教材。本书重点介绍现代数控加工技术实习操作技能,使学员在实习课题中不仅能熟练掌握基本技能,而且能在做的过程中找到理论与实际的结合点,既让学生亲自体验作设计师的感觉,又培养学生的创新意识。本书内容包括:现代数控加工技术概述、现代数控加工工艺基础、现代数控加工编程基础、数控车床编程与加工、数控铣床编程与加工、加工中心编程与加工、线切割机床编程与加工、数控加工仿真软件、快速成型技术、雕刻机加工编程、三坐标测量机应用、数控加工自动编程软件、创新训练。本书在注重实用性,保证必需的理论基础与常规技术的同时,引入一些新技术应用,注重先进性。

本书可作为高等院校本、专科相关专业学生数控技术实习教材,也适用于各类职业技术学院(校)、培训机构学生数控技术实习使用,同时也可供相关工程技术人员和技术工人参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代数控加工技术基础实习教程/王吉林主编. —北京:机械工业出版社, 2009.2

高等学校适用教材

ISBN 978-7-111-26098-1

I. 现… II. 王… III. 数控机床-加工工艺-实习-高等学校-教材
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 010394 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王海峰 责任编辑:王德艳

版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

封面设计:鞠杨 责任印制:杨曦

北京市朝阳区展望印刷厂印刷

2009 年 2 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·18.25 印张·449 千字

0001—5000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-26098-1

定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379756

封面无防伪标均为盗版

前言

PREFACE

目录

CONTENTS

数控技术是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础,是提高产品质量、提高劳动生产率必不可少的物质手段;数控技术是国防现代化的重要战略物质,是关系到国家战略地位和体现国家综合国力水平的重要基础性产业。

加入世贸组织后,中国正在逐步变成“世界制造中心”。为了增强竞争能力,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型人才已成为全社会普遍关注的热点问题。数控人才短缺已引起中央领导、教育部、劳动与社会保障部等政府部门的高度重视。

根据新形势下对人才的需求以及机械制造类专业、模具设计与制造专业、计算机辅助设计与制造专业以及机电技术应用专业和电气类专业的现状、特点和人才的需求情况,我们对这些专业的实践教育的教学计划、课程体系和使用教材现状进行了充分的研讨,一致认为,编写的教材要遵循理论和实践相结合,突出实践为主,体现市场经济和科技发展对实践教育的知识更新和理念更新的要求。针对目前国内院校本科和专科两个层次尚缺乏系统性教材的现状,编写了这本能满足本、专科学生实习之用的教材。

本书是根据国家培养技术应用型学生的教学要求,兼顾数控机床操作人员技能鉴定的考核大纲而编写的实习教材。本书内容以培养实践动手能力为主,突出工艺要领与操作技能,贯彻实践与理论相结合。本书着重加强针对性和实用性,不仅注重内容和体系的改革,还注重教育方法和手段的改革,满足实习教育和科技发展的需要,力争形成一纲多本、优化配套,适用于不同地区、不同学校、特色鲜明的现代数控加工技术实习教材。

本书由王吉林任主编,余溢任副主编,邓时鸣任主审,参加编写的人员有周赵纛和富雅娟。

在本书的编写过程中,编者参阅了国内外同行的有关资料、教材和文献,并得到了许多专家和同行的支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。新教材的编写是一项探索性的工作,由于编者水平有限,不足之处在所难免,欢迎各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议,以便教材修订时补充更正。

编者

目 录

CONTENTS

前 言

PREFACE

前言	1
第1章 现代数控加工技术概述	1
1.1 数控机床基本概述	1
1.2 数控机床的工作原理	1
1.3 数控机床的组成和发展	2
1.4 数控装置的组成	7
1.5 数控机床的维护与保养	11
思考与练习题	13
第2章 现代数控加工工艺基础	14
2.1 数控加工工艺概述	14
2.2 数控切削加工基础知识	15
2.3 工件的定位与装夹	21
2.4 数控机床常用刀具	22
思考与练习题	26
第3章 现代数控加工编程基础	27
3.1 数控加工编程的相关标准	27
3.2 数控机床的坐标系	27
3.3 数控系统的功能指令	30
3.4 数控加工编程中工艺分析	33
思考与练习题	40
第4章 数控车床编程与加工	41
4.1 数控车床概述	41
4.2 数控车床编程基础	41
4.3 数控车床基本编程方法	43
4.4 数控车床编程要点及举例	49
4.5 数控车床操作	56
思考与练习题	60
第5章 数控铣床编程与加工	62
5.1 数控铣床概述	62
5.2 数控铣床编程基础	66
5.3 数控铣床基本编程方法	67
5.4 数控铣床编程要点及举例	100
5.5 数控铣床操作	106
思考与练习题	120
第6章 加工中心编程与加工	121
6.1 加工中心概述	121
6.2 加工中心编程基础	134
6.3 加工中心基本编程方法	135
6.4 加工中心编程要点及举例	147
6.5 加工中心操作	151
思考与练习题	158
第7章 线切割机床编程与加工	159
7.1 线切割机床概述	159
7.2 线切割机床介绍	162
7.3 线切割机床的编程	168
7.4 线切割机床操作	173
7.5 机床安装要求和保养	179
思考与练习题	180
第8章 数控加工仿真软件	182
8.1 机床、工件、刀具的选择	182
8.2 FANUC 0i 机床标准面板操作	187
8.3 FANUC 系统加工实例	199
思考与练习题	207
第9章 快速成型技术	209
9.1 快速成型机床概述	209
9.2 TSJ 快速成型机床简介及各个组成 部分	210
9.3 TSJ 快速成型机床的硬件工作机构	212
9.4 TSJ 快速成型机床控制软件的介绍	213
9.5 TSJ 快速成型机床实例讲解	218
9.6 TSJ 快速成型机床的速度参数设置	225
思考与练习题	228

第 10 章 雕刻机加工编程	229	12.1 数控加工自动编程软件介绍	264
10.1 雕刻机机床概述	229	12.2 利用 UG NX 软件建立加工零件 的三维模型	267
10.2 ArtCAM Pro 软件操作	231	12.3 创建加工文件并建立加工零件 的毛坯体	271
10.3 ArtCAM 软件——构造矢量, 生成 浮雕	236	12.4 利用 UG NX 软件加工零件	272
10.4 机床实例操作	243	思考与练习题	280
思考与练习题	246	第 13 章 创新训练	281
第 11 章 三坐标测量机应用	247	13.1 金鼠笔筒创意制作	281
11.1 三坐标测量机概述	247	13.2 奥运金牌创意制作	282
11.2 海克斯康 Global Status 7107 三坐标 测量机的硬件操作	252	13.3 海宝钥匙扣创意制作	282
11.3 软件操作	253	13.4 世博花瓶创意制作	283
思考与练习题	263	参考文献	285
第 12 章 数控加工自动编程软件	264		

第1章 现代数控加工技术概述

本章中心内容

- 1) 数控与数控机床的概念。
- 2) 数控机床的工作原理。
- 3) 数控机床的组成和发展。
- 4) 数控装置的工作原理及其特点。

1.1 数控机床基本概念

数控，即数字控制（Numerical Control，简称 NC），在机床领域是指用数字化信号对机床运动及其加工过程进行控制的一种方法。其数字化信号包括字母、数字和符号，它控制的

一般是位置、角度和速度等机械量，但是也有温度、流量、压力等物理量。计算机数控（Computer Numerical Control，简称 CNC）是采用具有存储程序功能的专用计算机，按照存储在计算机内的控制程序来实现数控装置的部分或全部的控制功能，并通过接口与各种输入、输出设备建立联系，通过更换不同的控制程序，可以实现不同的控制功能。目前比较普遍的是由 32 位和 64 位微处理器构成的微机 CNC 系统。数控机床（Numerical Control Machine Tool）是一种采用数字化信号以一定的编码形式通过数控系统来实现自动加工的机床，即装备了数控系统的机床。在数控机床上加工零件，一般先编写零件加工程序，即用程序规定零件加工的路线和工艺参数（如主轴转速、切削速度等），数控系统根据加工程序自动控制机床的运动将零件加工出来。当变更加工对象时，除了重新编写零件的加工程序、更换刀具和调整夹具外，机床本身不需要进行任何调整就能把零件加工出来，所以，数控机床是一种技术密集度高、自动化程度高、灵活性强、效能高的机电一体化加工设备，是数控技术和机床相结合的产物。

1.2 数控机床的工作原理

数控机床加工零件时，根据零件图样要求和加工工艺，将所有刀具、刀具运动轨迹与速度、主轴转速和旋转方向、冷却等辅助操作以及相互间的先后顺序，以规定的数控代码形式编制成程序，并输入到数控系统中。数控系统将输入程序进行处理后，向机床各坐标轴的伺服系统及辅助装置发出指令，驱动机床各运动部件及辅助装置进行有序的动作与操作，实现刀具与工件的相对运动，加工出符合要求的零件，其工作原理如图 1-1 所示。

根据数控机床的工作原理可以将数控机床的工作过程分为以下六个步骤：

（1）编制数控程序

1) 在进行充分的工艺分析基础上，确定零件的编程坐标系，计算零件几何元素的坐标值。

2) 确定加工工艺路线或加工顺序; 确定主运动的启、停、方向、速度; 确定进给运动的速度大小; 选择刀具等工艺参数以及切削液开、关等辅助动作。

3) 按编程手册规定的代码(文字、数字和符号)和程序格式编制零件加工的数控程序单。编程的工作可由人工进行或由自动编程计算机系统来完成。目前有很多数控机床所配备的数控装置具有人机对话编程功能, 可在这个装置上直接编程。

4) 编好的数控程序, 可先存放在便于保存和输入到数控装置的一种存储载体上。

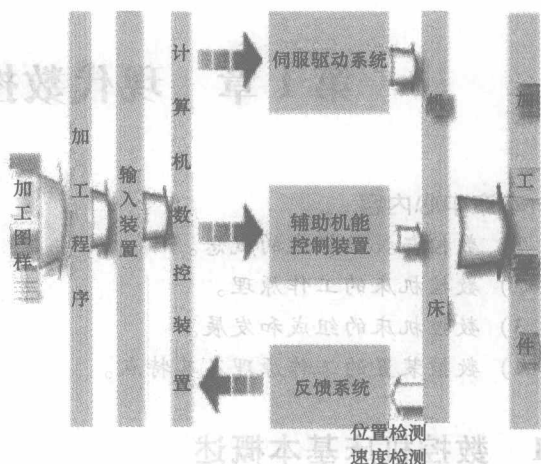


图 1-1 数控机床的工作原理

(2) 输入装置 编制好的程序载体上的数控程序代码, 经输入装置传送并存入数控装置内。输入装置可以是光电阅读机、磁带机、软盘驱动器或是数控装置上的键盘。通常数控装置还可利用通信方式与计算机通信来直接传送数控程序。

(3) 数控装置 数控装置是数控机床的控制单元, 由专用或通用计算机作为核心, 输入装置接收的数控程序, 经数控装置系统软件和逻辑电路进行编译、运算和处理后, 输出控制信号控制机床的各个部分进行规定的、有序的动作。

(4) 伺服驱动系统 伺服驱动系统是接收数控装置发来的速度和位移信号, 控制伺服电动机的运动速度、方向装置。伺服驱动系统一般由伺服电路和伺服电动机组成, 并与机床上的机械传动部件组成数控机床的进给系统。机床上每个伺服进给运动的轴, 都配有一套伺服驱动系统。伺服驱动系统有开环、半闭环和闭环之分。

(5) 辅助机能控制装置 辅助机能控制装置是介于数控装置和机床的机械、液压部件之间的强电控制装置, 其主要作用是接收数控装置输出的主运动变速、刀具的选择与交换、辅助装置的动作等信号, 经必要的逻辑判断、功率放大后, 直接驱动相应的电器、液压、气动和机械部件, 完成指令所规定的动作。此外, 还有机床的某些状态经它送给数控装置进行处理。

(6) 反馈系统 反馈系统是由位置检测装置与伺服系统配套组成的闭环伺服驱动系统, 它可测量执行部件的实际进给位置, 并把这一信息反馈给伺服系统与指令位置进行比较, 将其误差转换、放大后控制执行部件的进给运动。

1.3 数控机床的组成和发展

1.3.1 数控机床的组成

数控机床是按照事先编写的程序进行加工的, 在工作中不需人员参与, 故而对数控机床的结构要求精密、完善且能够长时间稳定可靠地工作, 以满足重复加工的需要。传统机床的

一些弱点,例如,结构刚性不足、抗振性差、滑动面的摩擦阻力较大以及传动元件中的间隙等某些基本结构限制着机床技术性能的发挥,因此,现代数控机床在机械结构上与普通机床有着显著不同之处。

现代的数控机床有其独特的机械结构,与普通机床相比,结构上有明显的差异(见图1-2)。

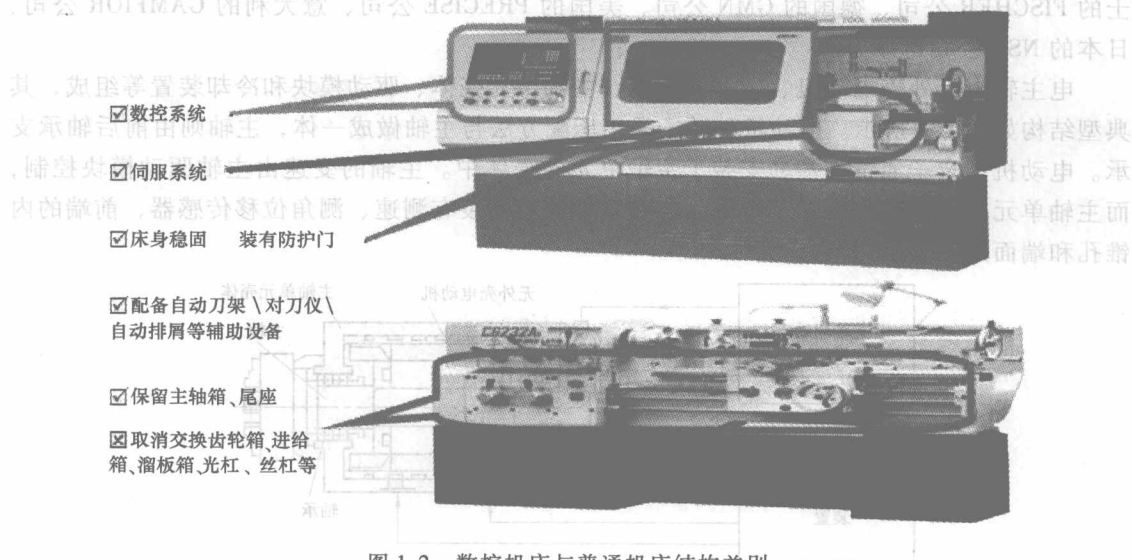


图 1-2 数控机床与普通机床结构差别

数控机床除机床基础件外,主要由以下七个部分组成:

- 1) 主传动系统。
- 2) 伺服系统。
- 3) 进给系统。
- 4) 工件实现回转、定位的装置及附件。
- 5) 自动换刀装置。
- 6) 实现某些动作和辅助功能的装置,如液压、气动、润滑、冷却、排屑、防护装置。
- 7) 实现其他特殊功能装置,如监控装置、加工过程图形显示、精度检测等。

1.3.2 数控机床的发展

1. 高速切削加工技术

提高切削速度一直是切削加工领域十分关注并为之不懈努力的重要目标,通常认为高速切削的切削速度比常规切削速度高5~10倍以上。高速切削加工技术是在机床结构及材料、机床设计制造技术、高速主轴系统、快速进给系统、高性能的CNC控制系统、高性能的刀具装夹系统、高性能的刀具材料及刀具设计制造技术、高效高精度的测量技术、高速切削机理、高速切削工艺等诸多相关硬件与软件技术综合应用的基础上发展起来的,因此,高速切削加工是一个复杂的系统工程。高速切削加工技术体系是机床、刀具、工件、加工工艺、切削过程监控、切削机理等诸多方面的有机集成,其中,数控机床高速化的关键因素在于内装式电动机主轴单元(简称电主轴)和直线电动机驱动技术的发展。

图 1-1 电主轴 电主轴是“高频主轴”(High Frequency Spindle)的简称,有时也称为“直接传动主轴”(Direct Drive Spindle),是内装式电动机主轴单元。它把机床主传动链的长度缩短为零,实现了机床的“零传动”,具有结构紧凑、机械效率高、回转速度高、回转精度高、噪声低、振动小等优点,因而在现代数控机床中获得了越来越广泛的应用。在国外,电主轴已经成为一种机电一体化的高科技产品,由一些技术水平很高的专业工厂生产,如瑞士的 FISCHER 公司、德国的 GMN 公司、美国的 PRECISE 公司、意大利的 GAMFIOR 公司、日本的 NSK 公司等。

电主轴由无外壳电动机、主轴、轴承、主轴单元壳体、驱动模块和冷却装置等组成,其典型结构如图 1-3 所示。电动机的转子采用压配方法与主轴做成一体,主轴则由前后轴承支承。电动机的定子通过冷却套安装于主轴单元的壳体中。主轴的变速由主轴驱动模块控制,而主轴单元内的温升由冷却装置限制。在主轴的后端装有测速、测角位移传感器,前端的内锥孔和端面用于安装刀具。

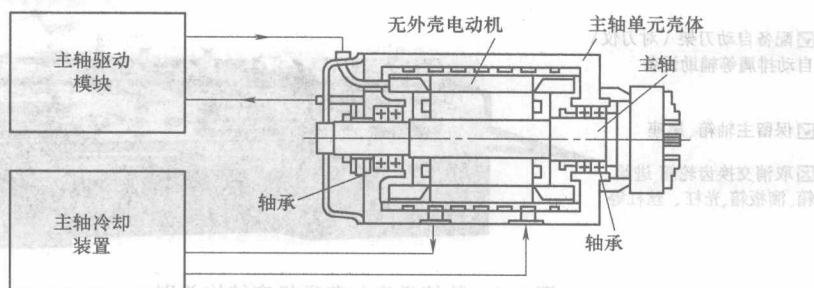


图 1-3 电主轴的结构

(2) 直线电动机驱动技术 在机床进给系统中,采用直线电动机直接驱动与原旋转电动机传动的最大区别是取消了从电动机到工作台(滑板)之间的机械传动环节,把机床进给传动链的长度缩短为零,因而这种传动方式又被称为“零传动”,其典型结构如图 1-4 所示。正是由于这种“零传动”方式,带来了原旋转电动机驱动方式无法达到的性能指标和优点。

1) 高速响应: 由于系统中取消了一些响应时间常数较大的机械传动件(如丝杠等),使整个闭环控制系统动态响应性能大大提高,反应异常灵敏快捷。

2) 精度高: 直线驱动系统取消了由于丝杠等机械机构产生的传动间隙和误差,减少了插补运动时因传动系统滞后带来的跟踪误差。通过直线位置检测反馈控制,即可大大提高机床的定位精度。

3) 动刚度高: 由于“直接驱动”避免了起动、变速和换向时,因中间传动环节的弹性变形、摩擦磨损和反向间隙造成的运动滞后现象,同时也提高了其传动刚度。

4) 速度快、加减速过程短: 由于直线

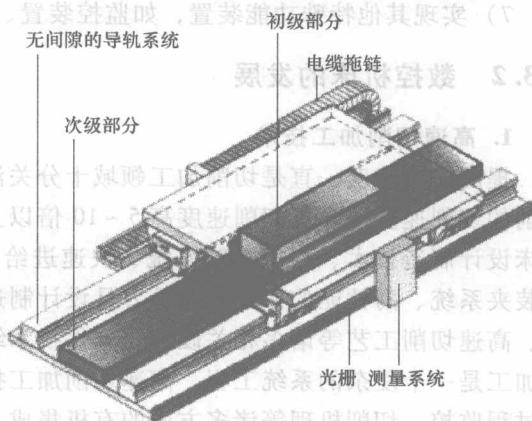


图 1-4 直线电动机的结构

电动机最早主要用于磁悬浮列车（时速可达500km/h），所以用在机床进给驱动中，要满足其超高速切削的最大进给速度（要求达60~100m/min或更高）是完全没有问题的；也由于上述“零传动”的高速响应性，使其加减速过程大大缩短，以实现起动时瞬间达到高速，高速运行时又能瞬间准停，可获得较高的加速度，一般可达 $(2\sim 10)g$ （ $g=9.8\text{m/s}^2$ ），而滚珠丝杠传动的最大加速度一般只有 $(0.1\sim 0.5)g$ 。

5) 行程长度不受限制：在导轨上通过串联直线电动机，就可以无限延长其行程长度。

6) 运动安静、噪声低：由于取消了传动丝杠等部件的机械摩擦，且导轨又可采用滚动导轨或磁垫悬浮导轨（无机械接触），其运动时噪声将大大降低。

7) 效率高：由于无中间传动环节，消除了机械摩擦时的能量损耗，传动效率大大提高。

8) 目前成本高：直线电动机驱动装置的成本目前还远高于伺服旋转电动机（滚珠丝杠副驱动）的费用（约高5~10倍），因此对直线电动机需要进行价值分析，扩大其性能价格比优势，并通过结构优化提高其标准化、模块化程度，增加其定制生产的规模以提高其经济性，这样将有可能使这项先进技术在加工中心等高速数控机床上得到较普遍的应用。

直线电动机驱动技术的研发开辟了控制轴运动高速化的新领域，它与伺服旋转电动机——滚珠丝杠副（简称滚珠丝杠）驱动的性能对比见表1-1。

表1-1 直线电动机与滚珠丝杠副驱动性能对比

项 目	直线电动机	滚珠丝杠副
运动速度	其极限速度受测量系统响应的限制， $\leq 120\text{m/min}$	其极限速度一般为60m/min，采用精密滚珠丝杠副可达80m/min
加（减）速度	20m/s^2	采用精密滚珠丝杠副可达 15m/s^2
驱动力	采用多台直线电动机并联驱动可提高驱动力，但受机床安装驱动的结构空间限制	通过对传动件的配置可得到高的驱动力
驱动冷却	必须具备	仅在高的快移速度时需要
磨损	驱动过程不会引起磨损	有较大的磨损
驱动件数量	无机械传动链，驱动件少	驱动件多
迟滞性	无迟滞，速度增益大，动态性能好	有一定的迟滞，速度增益小
维护性	日常维护工作量小	有一定的维护工作量
适用性	适用范围广	不易满足有高动态性能要求的机床
碰撞保护	需要设置电气和机械等多重保护	可用机械方式实现碰撞保护
位置控制	需配置光栅等测量系统进行闭环控制	丝杠副本身可作为测量系统，可进行半闭环控制，用于一般精度的数控机床，有利于降低成本

2. 五轴联动加工和复合加工机床快速发展

采用五轴联动对三维曲面零件的加工，可用刀具最佳几何形状进行切削，不仅表面粗糙度值小，而且效率也大幅度提高。一般认为，一台五轴联动机床的效率可以等于两台三轴联动机床，特别是使用立方氮化硼等超硬材料铣刀进行高速铣削淬硬钢零件时，五轴联动加工可比三轴联动加工发挥更高的效益。过去由于五轴联动数控系统、主机结构复杂等原因，其价格要比三轴联动数控机床高出数倍，加之编程技术难度较大，制约了五轴联动机床的

发展。当前由于电主轴的出现,使得实现五轴联动加工的复合主轴结构大为简化,其制造难度和成本大幅度降低,数控系统的价格差距缩小,因此促进了五轴联动机床(见图1-5)和复合加工机床(见图1-6)的发展。

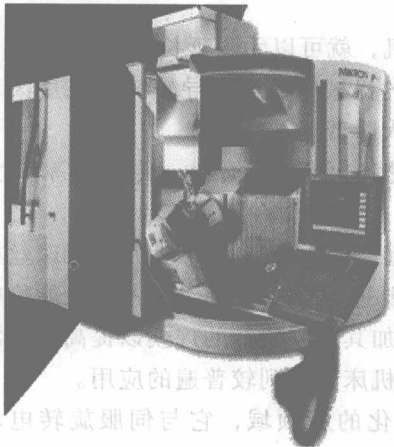


图 1-5 五轴联动机床



图 1-6 复合加工机床

3. 柔性制造系统 (FMS)

柔性制造系统是一种适用于多品种、大、中、小批量生产的自动化生产方式,它主要由计算机辅助设计和生产系统、数控机床、智能机器人、全自动输送系统和自动化仓库组成。全部生产过程由一台中央计算机进行生产程序的调度,若干台辅助计算机进行工位控制。其中,各个制造单元相对独立,便于灵活调节,如图1-7所示。

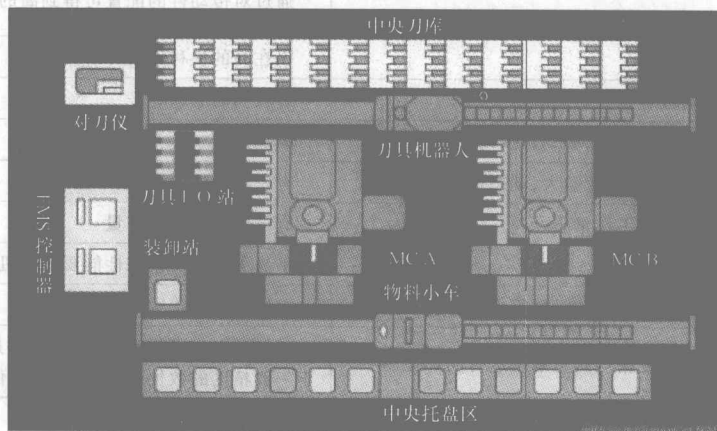


图 1-7 柔性制造系统

4. 并联运动机床

如图1-8所示,并联运动机床(又称虚轴机床)是数控机床在结构上取得的重大突破,其特点是:并联结构机床是现代机器人与传统加工技术相结合的产物;摒弃传统机床所必需的床身、立柱、导轨等制约机床性能提高的结构;具有现代机器人的模块化程度高、重量轻

和速度快等优点。鉴于并联机床具有许多传统机床所无法比拟的卓越性能,它作为一种新型的加工设备,已成为当前机床技术的一个重要研究方向,近年来,被公认为“自发明数控技术以来在机床行业中最有意义的进步”,“21 世纪新一代数控加工设备”。

5. 虚拟切削加工技术

虚拟切削加工技术是在对零件几何参数、材料物理性能、加工过程切削参数以及加工物理过程(受力变形、热变形等)进行全面物理建模的基础上,利用计算机数值仿

真技术对加工过程的动态情况和加工结果进行实际综合分析的一种新兴技术。为分析加工过程及结果,可根据 NC 加工机床的实际状况用 NC 代码驱动虚拟加工环境中的 NC 机床进行虚拟切削加工。它可描述刀具的真实运动轨迹,完成碰撞、干涉检查,还可逼真地描述加工后工件的形位误差、几何尺寸误差和表面粗糙度等属性,并将虚拟成品零件与设计零件进行比较,如零件精度不能满足设计要求,则可对工艺参数(进给量、切削速度等)或工件装夹方式进行调整改进,如有必要还可对零件的结构设计进行完善,以提高其可加工性。通过虚拟切削加工可得到一个优化的加工方案,据此进行实际加工,可提高加工成功率,减少原材料消耗,改善产品质量,降低生产成本和缩短产品开发周期。虚拟切削加工与传统切削加工的区别在于它生产的是数字化产品,而不是实际产品,它的最大优点是除计算机外不再需要消耗实际资源和能量。

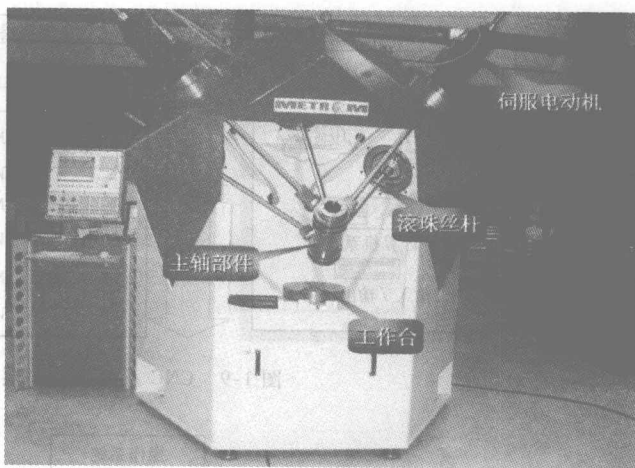


图 1-8 并联运动机床

1.4 数控装置的组成

1.4.1 CNC 装置的组成

从自动控制的角度来看,CNC 系统是一种位置(轨迹)控制系统,其本质上是以多执行部件(各运动轴)的位移量为控制对象并使其协调运动的自动控制系统,是一种配有专用操作系统的计算机控制系统。

从外部特征来看,CNC 系统是由硬件(通用硬件和专用硬件)和软件(专用)两大部分组成。

(1) 硬件的组成 如图 1-9 所示 CNC 系统硬件的层次结构由计算机基本系统、设备支持层、设备层三部分组成。

(2) CNC 系统软件的功能结构 从本质特征来看,CNC 系统软件是具有实时性和多任务性的专用操作系统;从功能特征来看,专用操作系统由 CNC 管理软件和 CNC 控制软件两部分组成,它是激活 CNC 系统的灵魂。其结构框图如图 1-10 所示。

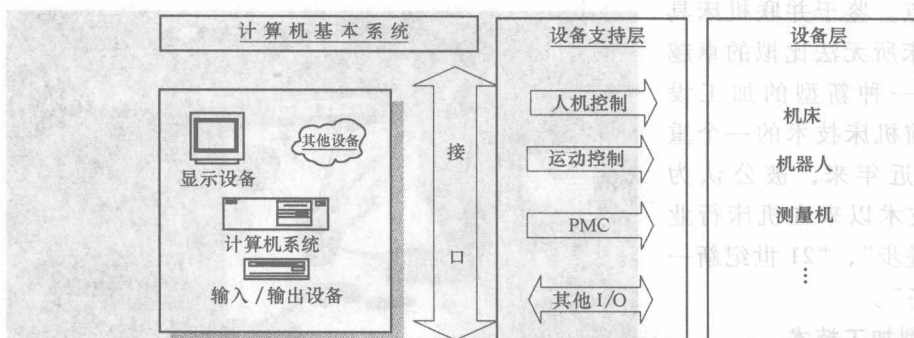


图 1-9 CNC 系统硬件的层次结构

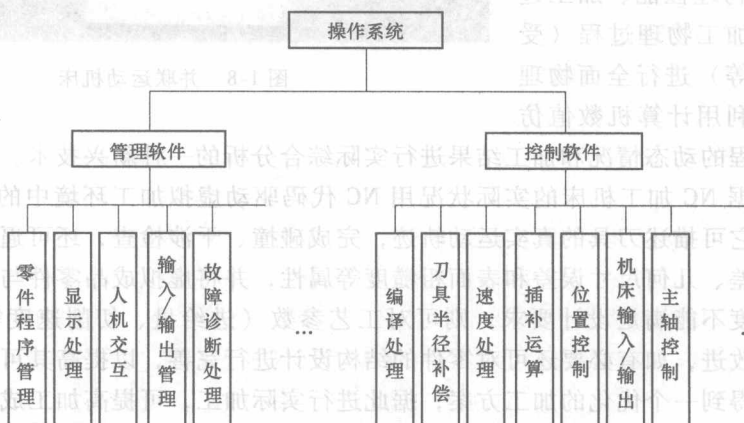


图 1-10 CNC 系统软件系统功能框图

(3) CNC 硬件、软件的作用和相互关系 硬件是基础，软件是灵魂。CNC 装置的系统软件在系统硬件的支持下，合理地组织、管理整个系统的各项工作，实现各种数控功能，使数控机床按照操作者的要求，有条不紊地进行加工。CNC 系统的硬件和软件构成了 CNC 系统的系统平台，如图 1-11 所示。该平台有以下两方面的含义：

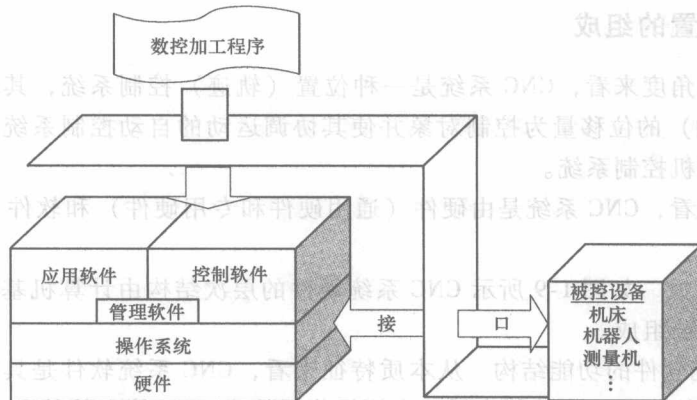


图 1-11 CNC 系统平台

1) 提供 CNC 系统基本配置的必备功能。

2) 在平台上可以根据用户的要求进行功能设计和开发。

1.4.2 CNC 装置的优点

(1) 具有灵活性和通用性

1) CNC 装置的功能大多由软件实现,且软、硬件采用模块化的结构,使系统功能的修改、扩充变得较为灵活。

2) CNC 装置其基本配置部分是通用的,不同的数控机床仅配置相应的特定功能模块,以实现特定的控制功能。

(2) 数控功能丰富

1) 插补功能:二次曲线、样条曲线、空间曲面插补。

2) 补偿功能:运动精度补偿、随机误差补偿、非线性误差补偿等。

3) 人机对话功能:加工的动、静态跟踪显示,高级人机对话窗口。

4) 编程功能:G 代码、蓝图编程、部分自动编程功能。

(3) 可靠性高

1) CNC 装置采用集成度高的电子元件、芯片,采用 VLSI(超大规模集成电路)本身就是可靠性的保证。

2) 许多功能由软件实现,使硬件的数量减少。

3) 具有丰富的故障诊断及保护功能(大多由软件实现),从而使系统故障发生的频率和发生故障后的修复时间降低。

(4) 使用维护方便

1) 操作使用方便:用户只需根据菜单的提示便可进行操作。

2) 编程方便:具有多种编程的功能、程序自动校验和模拟仿真功能。

3) 维护维修方便:部分日常维护工作可自动进行(润滑、关键部件的定期检查等),数控机床所具有的自诊断功能,可迅速实现故障准确定位。

(5) 易于实现机电一体化 CNC 系统控制柜的体积小(采用计算机,硬件数量减少;电子元件的集成度越来越高,硬件体积不断减小),使其与机床在物理上结合在一起成为可能,减少占地面积,方便操作。

1.4.3 CNC 装置的功能

CNC 装置的功能是指满足用户操作和机床控制要求的方法和手段。数控装置的功能包括基本功能和选择功能。

基本功能——数控系统基本配置的功能,即必备功能。

选择功能——用户可根据实际要求选择的功能。

(1) 控制功能 CNC 能控制和能联动控制的进给轴数。

1) CNC 的进给轴分为:移动轴(X、Y、Z)和回转轴(A、B、C);基本轴和附加轴(U、V、W)。

2) 联动控制轴数越多,CNC 系统就越复杂,编程也越困难。

(2) 准备功能(G 功能)。指令机床动作方式的功能。

(3) 插补功能和固定循环功能

1) 插补功能是数控系统实现零件轮廓(平面或空间)加工轨迹运算的功能。

2) 固定循环功能是数控系统实现典型加工循环(如:钻孔、攻螺纹、镗孔、深孔、钻削、切螺纹等)的功能。

(4) 进给功能 进给速度的控制功能。

1) 进给速度:控制刀具相对工件的运动速度,单位为 mm/min 。

2) 同步进给速度:实现切削速度和进给速度的同步,单位为 mm/r 。

3) 进给倍率(进给修调率):人工实时修调预先给定的进给速度。

(5) 主轴功能 数控系统主轴的控制功能。

1) 主轴转速:主轴转速的控制功能,单位为 r/min 。

2) 恒线速度控制:刀具切削点的切削速度为恒速的控制功能。

3) 主轴定向控制:主轴周向定位于特定位置的控制功能。

4) C轴控制:主轴周向任意位置的控制功能。

5) 主轴修调率:人工实时修调预先设定的主轴转速。

(6) 辅助功能(M功能) 用于指令机床辅助操作的功能。

(7) 刀具管理功能 实现对刀具几何尺寸和寿命的管理功能。

1) 刀具几何尺寸(半径和长度)供刀具补偿功能使用。

2) 刀具寿命是指时间寿命,当刀具寿命到期时,CNC系统将提示用户更换刀具。

3) CNC系统都具有刀具号(T)管理功能,用于标识刀库中的刀具和自动选择加工刀具。

(8) 补偿功能

1) 刀具半径和长度补偿功能:实现按零件轮廓编制的程序控制刀具中心轨迹的功能。

2) 传动链误差:包括螺距误差补偿和反向间隙误差补偿功能。

3) 非线性误差补偿功能:对诸如热变形、静态弹性变形、空间误差以及由刀具磨损所引起的加工误差等,采用AI、专家系统等新技术进行建模,利用模型实施在线补偿。

(9) 人机对话功能 在CNC装置中这类功能有:

1) 菜单结构操作界面。

2) 零件加工程序的编辑环境。

3) 系统和机床参数、状态、故障信息的显示、查询或修改画面等。

(10) 自诊断功能 CNC自动实现故障预报和故障定位的功能。

1) 开机自诊断。

2) 在线自诊断。

3) 离线自诊断。

4) 远程通信诊断。

(11) 通信功能 CNC与外界进行信息和数据交换的功能。

1) RS232C接口:可传送零件加工程序。

2) DNC接口:可实现直接数控。

3) MAP(制造自动化协议)模块。

4) 网卡:适应FMS、CIMS、IMS等制造系统集成要求。

1.5 数控机床的维护与保养

数控技术是用数字信息对机械运动和工作过程进行控制的技术,数控设备是以数控技术为代表的新技术对传统制造产业和新兴机械加工制造业的渗透形成的机电一体化产品。其技术范围覆盖制造业很多领域,是现代制造业的关键设备,是企业提高效率和竞争力的关键设备。数控设备的正确操作和维护保养是正确使用数控设备的关键因素之一。正确地操作使用,能够防止机床非正常磨损,避免突发故障;做好日常维护保养,可使设备保持良好的技术状态,延缓劣化进程,及时发现和消灭故障隐患,从而保证安全运行。

1.5.1 数控设备使用中应注意的问题

(1) 数控设备的使用环境 为提高数控设备的使用寿命,一般要求要避免阳光的直接照射和其他热辐射,要避免太潮湿、粉尘过多或有腐蚀气体的场所。精密数控设备要远离振动大的设备,如冲床、锻压设备等。

(2) 良好的电源保证 为避免电源波动幅度大(大于 $\pm 10\%$)和可能的瞬间干扰信号等影响,数控设备一般采用专线供电(如从低压配电室分一路单独供数控机床使用)或增设稳压装置等,这样可减小供电质量的影响和电气干扰。

(3) 制定有效的操作规程 在数控机床的使用与管理方面,应制定一系列切合实际、行之有效的操作规程,例如,润滑、保养、合理使用及规范的交接班制度等,是数控设备使用及管理的主要内容。制定和遵守操作规程是保证数控机床安全运行的重要措施之一。实践证明,众多故障都可由遵守操作规程而减少。

(4) 数控设备不宜长期封存 购买数控机床以后要充分利用,尤其是投入使用的第一年,使其容易出故障的薄弱环节尽早暴露,以便在保修期内得以排除。加工中,应尽量减少数控机床主轴的起停,以降低对离合器、齿轮等器件的磨损。没有加工任务时,数控机床也要定期通电,最好是每周通电1~2次,每次空运行1小时左右,以利用机床本身的发热量来降低机内的湿度,使电子元件不致受潮,同时也能及时发现有无电池电量不足报警,以防止系统设定参数的丢失。

1.5.2 数控机床的日常维护

数控机床种类多,各类数控机床因其功能、结构及系统的不同,各具不同的特性,其维护保养的内容和规则也各有其特色,具体应根据机床的种类、型号及实际使用情况,并参照机床使用说明书要求,制定和建立必要的定期、定级保养制度。下面是一些常见、通用的日常维护保养要点。

1. 数控系统的维护

(1) 严格遵守操作规程和日常维护制度 数控设备操作人员要严格遵守操作规程和日常维护制度,操作人员的技术业务素质的优劣是影响故障发生频率的重要因素。当机床发生故障时,操作者要注意保留现场,并向维修人员如实说明出现故障前后的情况,以利于分析、诊断出故障的原因,及时排除。

(2) 防止灰尘污物进入数控装置内部 在机加工车间的空气中一般都会有油雾、灰尘