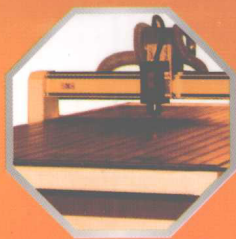
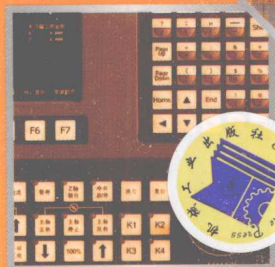
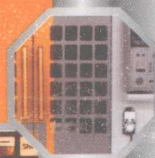


宗国成 沈为清 编著



数控设备选型 实用技术



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

数控设备选型实用技术

宗国成 沈为清 编著



机械工业出版社

本书围绕不同类型的数控机床,包括常见的数控车床、数控铣床、加工中心、数控磨床、数控钻床、数控电加工机床等,介绍了数控机床选型的基本依据与一般原则等内容。

本书可供职业技术学院学生及机械加工企业工程技术人员、管理人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

数控设备选型实用技术/宗国成,沈为清编著. —北京:机械工业出版社, 2010. 3

ISBN 978-7-111-29922-6

I. ①数… II. ①宗…②沈… III. ①数控机床 - 选型
IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 033184 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: 周国萍 责任编辑: 王治东 版式设计: 张世琴
封面设计: 姚毅 责任校对: 李秋荣 责任印制: 乔宇
北京机工印刷厂印刷

2010 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

148mm × 210mm · 6.25 印张 · 170 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-29922-6

定价: 21.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

马克思曾经说过：各种经济时代的区别，不在于生产什么，而在于怎样生产、用什么劳动资料生产。机器是工业经济特有的劳动资料，计算机则是知识经济特有的劳动资料，而数控机床恰是二者的有机结合。用数控机床进行产品加工，正是当今先进生产力发展水平的一种标志。

现代数控设备已经使用了包括光纤通信与通信卫星等各种知识经济时代的先进技术，并在国防与国民经济等领域发挥了极其重要的作用。普通数控设备的普及，满足了一般工业的发展需求，更好地解决了产品生产周期短、规格多和个性化的矛盾；而高端数控设备的研发和使用，在国家发展战略中的作用早已不需强调。

本书是从设备的角度出发，就数控机床的类型、结构特点与功能而编写的一本技术参考书，以此希望能够给初次接触数控机床的人一个快速入门的机会，更希望本书能为一般数控设备的购买、使用与维护管理带来一定的帮助。

本书共分5章，第1章为数控机床基础。该章以介绍数控机床的组成及特点为主要内容，兼顾当前数控机床的技术状况与趋势。

第2章为数控机床选型依据与原则。该章就数控加工的特点，阐述了数控机床选型的基本依据与一般原则，并就数控机床的参数与功能等进行了说明。

第3章为数控机床类型的选择。该章重点介绍了数控车床、数控铣床、加工中心、数控磨床、数控钻床等设备的特点与适用范围。

第4章介绍了一些其他的数控设备。

第5章就数控机床的采购与验收等进行总结。

第1、2、3章由宗国成编写，第4、5章由沈为清编写。由于编者水平有限，书中错误与不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者
2010年3月

目 录

前言

第1章 数控机床基础	1
1.1 数控机床的组成与原理	1
1.1.1 数控机床的组成	1
1.1.2 数控机床的工作原理	8
1.2 数控机床的特点	10
1.2.1 数控机床的加工特点	10
1.2.2 数控机床的结构特点	13
1.2.3 数控机床分类的几个基本概念	14
1.2.4 数控机床的发展趋势	16
第2章 数控机床选型依据与原则	19
2.1 数控机床的选型依据	19
2.1.1 加工对象	19
2.1.2 生产工艺	20
2.2 数控机床的选型原则	26
2.2.1 数控机床选型的一般原则	26
2.2.2 数控机床选型的主要项目	27
第3章 数控机床类型的选择	41
3.1 数控车床	41
3.1.1 数控车床的基本加工特点	42
3.1.2 数控车床的功能	45
3.1.3 数控车床的类型	48
3.1.4 数控车床的选型要求	54
3.2 数控铣床	57

3.2.1 数控铣床的基本加工特点	57
3.2.2 数控铣床的功能	59
3.2.3 数控铣床的类型	63
3.2.4 数控铣床的选型要求	70
3.3 加工中心	71
3.3.1 加工中心的基本加工特点	72
3.3.2 加工中心的功能	74
3.3.3 加工中心的类型	77
3.4 数控磨床	88
3.4.1 数控外圆磨床	88
3.4.2 数控内圆磨床	90
3.4.3 数控平面磨床	93
3.4.4 数控工具磨床	97
3.4.5 数控坐标磨床	102
3.5 数控钻床	106
3.5.1 数控立式钻床	106
3.5.2 数控深孔钻床	107
3.5.3 数控钻削加工中心	109
3.5.4 印制电路板数控钻床	113
第4章 其它数控设备的选择	117
4.1 电加工数控设备	117
4.1.1 数控线切割机床	117
4.1.2 数控电火花成形机床	122
4.2 数控二手设备	131
4.2.1 选择二手数控设备的条件	131
4.2.2 选择二手数控设备的注意事项	132
4.3 高性能数控设备	134
4.3.1 复合数控车床	134
4.3.2 高速加工中心	138

4.3.3 数控多轴联动激光加工机床	147
第5章 数控机床的采购与验收	152
5.1 数控机床采购	152
5.1.1 数控机床功能	152
5.1.2 人员培训	157
5.1.3 数控机床安装要求	160
5.1.4 数控机床的招投标要求	162
5.2 数控机床验收	165
5.2.1 数控机床性能及数控功能检验	165
5.2.2 数控机床精度	168
5.2.3 数控机床管理	180
5.2.4 数控机床维护与保养	185
参考文献	191

第 1 章 数控机床基础

数控机床是在普通机床的基础上发展起来的自动化加工设备。从技术组成上来看，数控机床是典型的机电一体化产品；从用途上来看，数控机床主要适用于加工过程复杂、批量小的零件；从种类上来看，普通机床有哪些类型，数控机床基本上就有哪些类型。

1.1 数控机床的组成与原理

1.1.1 数控机床的组成

数控机床是典型的机电一体化设备，其组成如图 1-1 所示。从生产数控机床的角度来划分，数控机床包括两部分，即机械本体和电气部分。机械本体一般由数控机床生产厂家生产的机床床身和所购买的零部件组成，俗称光机；电气部分主要由数控装置、驱动装置及其它的一些电器元件等组成。

1. 数控机床的机械本体

数控机床的机械本体由主轴传动装置、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，是数控机床的躯干。在数控机床发展的最初阶段，与通用机床相比，数控机床的机械本体结构的变化主要体现在按钮代替了手柄（有些机床手柄还保留着）、手动刀架换成了自动回转刀架、简化了变速箱。

随着数控技术的发展和机械制造精度的提高，数控机床的机械本体结构也有了全面的改善，从而使数控机床的生产效率、加工精度和寿命达到了更高的要求。此时，数控机床机械本体的特点主要表现为：

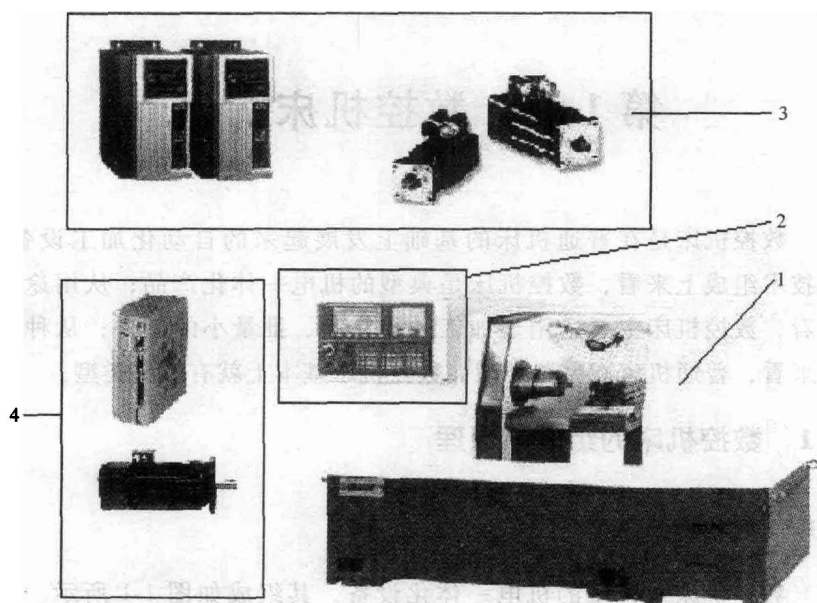


图 1-1 数控机床的组成

1—机械本体 2、3、4—电气部分

① 主传动装置多采用无级变速或分段无级变速方式，主传动具有较宽的调速范围，调速比可达 1:100，可分为 2~4 段的分段无级变速，能够更好地适应不同零件的加工需要。

高速加工的数控机床的主传动系统采用结构紧凑、性能优异的电主轴（如图 1-2 所示，机床的主轴就是电动机旋转的转子），从而使机床的主轴转速能达到每分钟数万转。

② 进给传动装置中广泛采用无间隙滚珠丝杠传动（图 1-3）和无间隙齿轮传动，利用贴塑导轨或静压导轨来减少运动副的摩擦力，提高传动精度。有些数控机床的进给部件直接使用直线电动机驱动，从而实现了高速、高灵敏度伺服驱动。

数控机床在主轴与进给方面的传动链都大大缩短，机械的复杂程度降低，传动精度和效率更高。

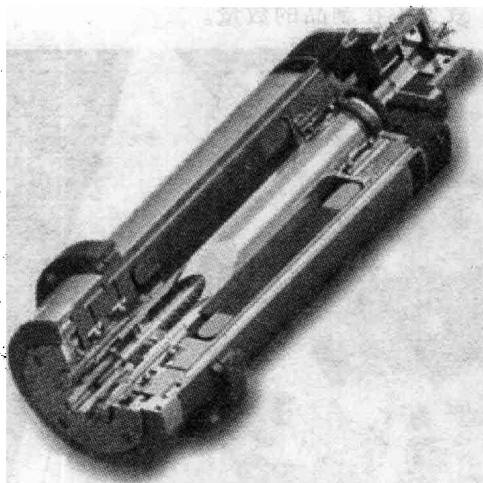


图 1-2 电主轴

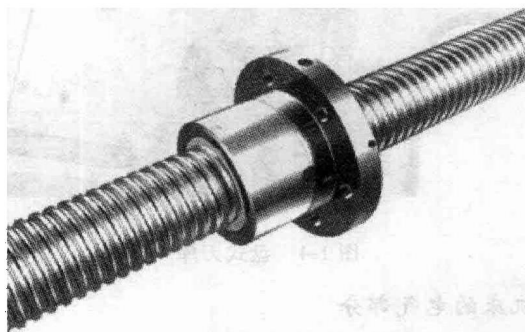


图 1-3 滚珠丝杠

③ 数控机床的主要支承件采用合理的截面形状，且采取一些补偿变形的措施，使其具有较高的结构刚度。近年来采用了钢板焊接结构的床身、立柱、横梁和工作台的数控机床，在保证静态刚度的前提下，还可以有效提高其动态刚度。

④ 加工中心备有刀库（图 1-4）和自动换刀装置（图 1-5 为换刀机械手），可进行多工序、多面加工，进一步提高了零件的尺寸精

度和位置精度，减少了在制品的数量。

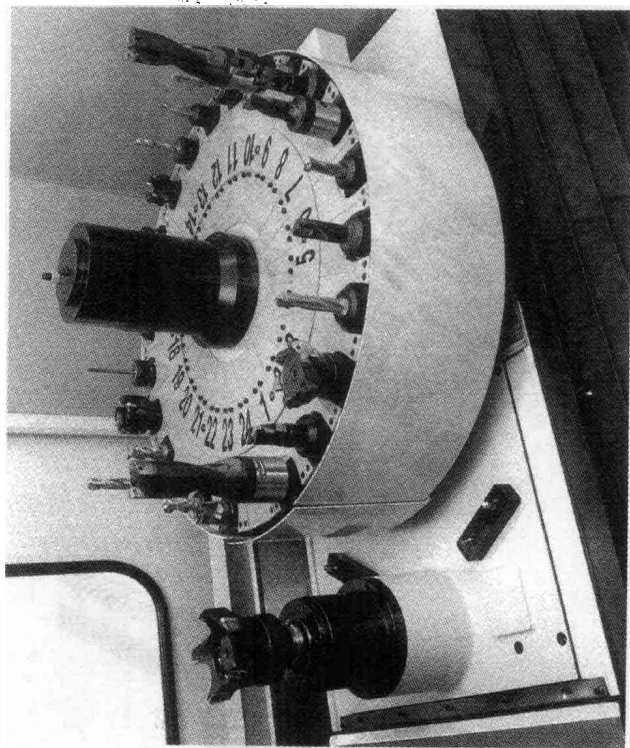


图 1-4 盘式刀库

2. 数控机床的电气部分

在数控机床的电气部分中，数控装置是其工作的核心，是数控机床的大脑；驱动装置是其执行的动力源，是数控机床的心脏；其它电器元件组成的电路则是数控机床的血管。

(1) 数控装置

数控装置（Computerized Numerical Control, CNC）习惯上称为数控系统，如图 1-1 中所示。数控系统本质上是一台专用的计算机控制装置，其组成和通用计算机一样，也包括输入/输出、运算器和控制器等，其软件部分包括系统程序和零件加工程序等。

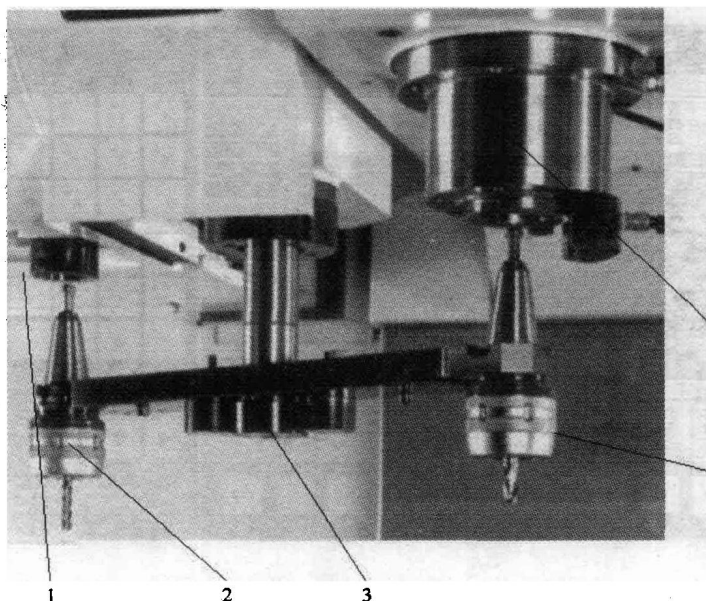


图 1-5 换刀机械手

1—刀库 2—放回刀库的刀具 3—机械手 4—新换的刀具 5—主轴

数控装置一般由专业制造商生产，目前较常见的国内产品有华中的世纪星（图 1-6）、北京的凯恩帝（KND，见图 1-7）、广州的广数（GSK，见图 1-8）等系统。国外的发那科 FANUC（也译为发拉科、发拉克，见图 1-9）、西门子 SIEMENS（SINUMERIK 标志，见图 1-10）的市场占有率非常高。

（2）驱动装置

数控机床的驱动装置一般包括主轴驱动装置和进给驱动装置两部分。

如图 1-1 中 4 所示，数控机床的主轴驱动装置提供机床的主运动，并能对其旋转速度进行控制，其形式和档次主要可分为三类：第一类是普通变频器加普通电动机的结构，该类型价格较低，调速的线性关系一般；第二类是变频器加变频电动机，或伺服驱动加伺

6 数控设备选型实用技术

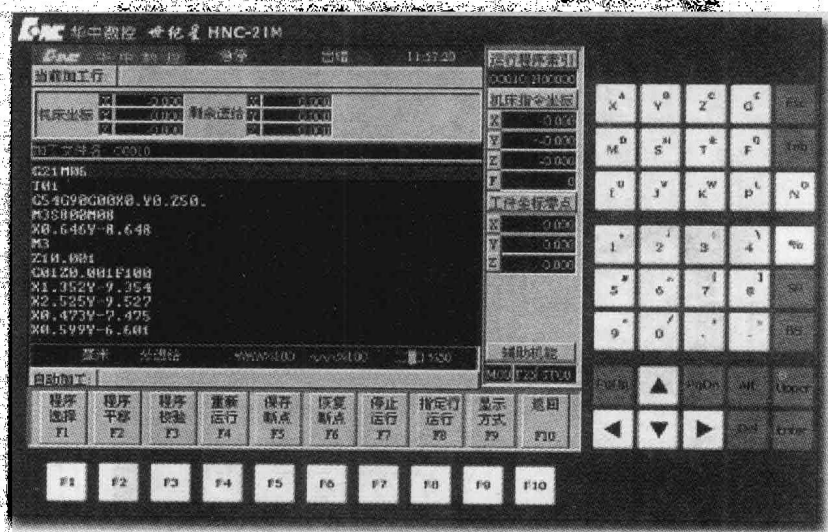


图 1-6 华中世纪星数控系统操作面板

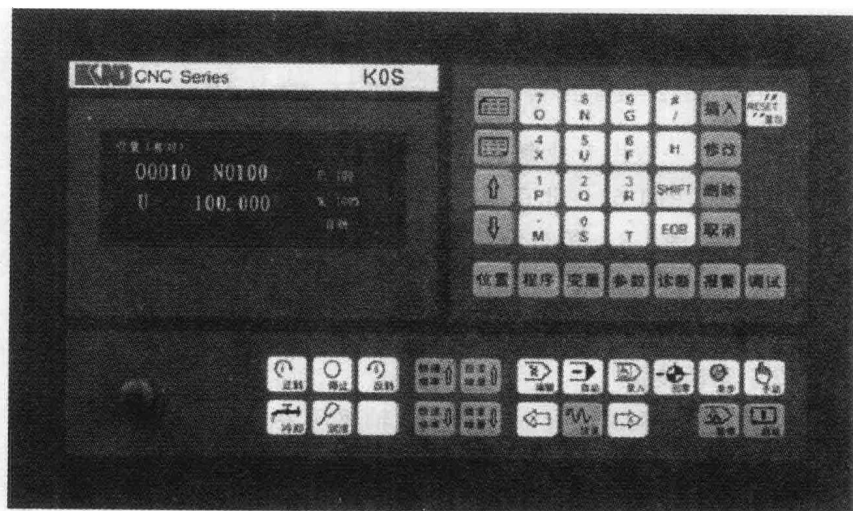


图 1-7 凯恩帝 KND 数控系统操作面板

服电动机（主轴能进行定位、定角度等控制），该类型一般应用于中档精度和全功能的数控机床；第三类是采用电主轴的装置，它们用



图 1-8 广数数控系统操作面板

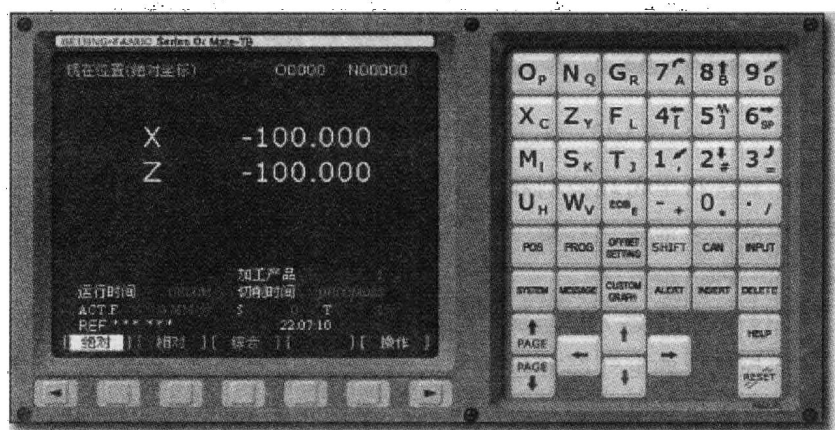


图 1-9 FANUC 数控系统操作面板

于高速切削的数控机床。

如图 1-1 中 3 所示, 数控机床的进给驱动装置用于控制机床的移动进给。目前进给驱动的方式也有三类: 第一类是步进驱动加步进电动机的经济型驱动方式, 该方式结构简单, 精度一般, 主要适用于功率较小的机床; 第二类是伺服驱动加伺服电动机的方式 (主要是交流伺服), 其特点是可进行带测量反馈控制, 其中以电动机带脉

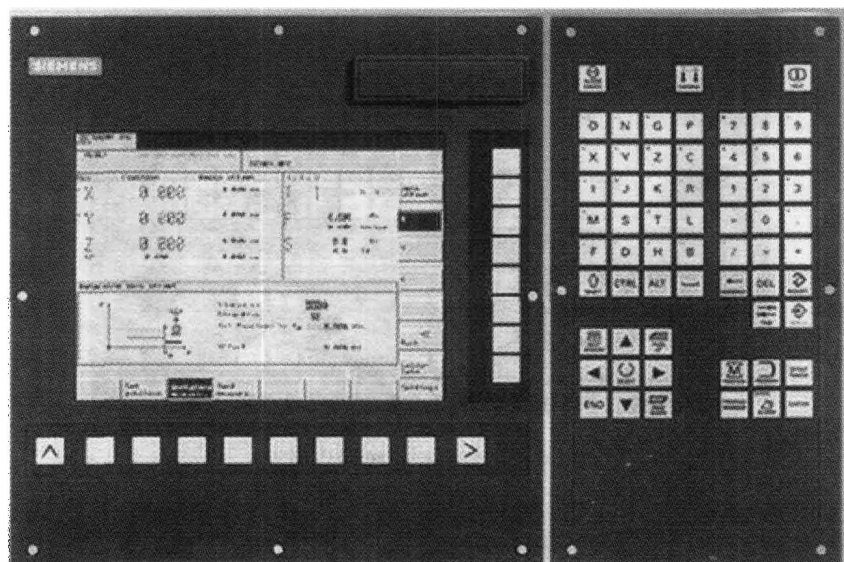


图 1-10 西门子 SIEMENS 数控系统操作面板

冲编码器进行半闭环控制和工作台上安装光栅尺形式的全闭环控制的结构被较多地采用；第三类是直线电动机，是高速切削数控机床采取的一种进给方式。

(3) 其它电器元件组成的电路

数控机床的电气部分包括主电源及机床 I/O 电路和装置，机床 I/O 电路和装置以 PLC (Programmable Logic Controller) 为核心，功能是实现输入、输出的执行部件（按钮开关、继电器、电磁阀、行程开关、接触器等）进行逻辑处理。

1.1.2 数控机床的工作原理

数控机床是一种装有程序控制系统的机床，它能够按照技术人员预先编写好的零件加工程序和设定的条件（参数），自动加工出形状复杂、高精度的工件。其工作过程包括以下内容。

1. 输入

按工艺要求编写好的零件加工程序，必须传输给数控装置，数控机床才可能自动加工出合格的产品。

程序的输入有不同的方式。一种是通过数控装置的操作面板手工逐字逐句地输入，这种方式应用得最为广泛，是零件加工程序基本的输入方式，也是入门级的方式。它适用于一般的加工和手工编写的零件加工程序，程序的量一般不太大。另一种是数控零件加工程序较长时（尤其是通过 CAM 自动生成的程序），可通过计算机和数控装置的 RS-232 串行通信口进行程序输入。太长的程序要求边传输边加工，这就要求使用 DNC 方式进行程序的传输与控制。

随着计算机技术的发展，PC 卡、CF 卡和带有网络功能的数控装置的出现，为零件程序的输入提供了更加丰富的手段。

2. 译码

数控装置上的零件加工程序，是人们按照行业规范的数字和文字编码方式，把各种机械位移、速度、加速度参数及和加工有关的辅助功能如主轴起停、自动更换刀具、切削液开启和停止等动作，用数字、文字表示出来的符号。数控装置要识别并处理这些符号，称为译码，即译码程序将零件加工程序翻译成计算机内部能识别的语言。

3. 数据处理

数控机床还要进行包括刀具半径补偿、速度计算以及辅助功能的处理等工作。

4. 插补

现代数控机床一般都能够进行轮廓控制，即能够加工以曲线为基本要素构成的零件表面。而数控机床的进给运动本质上是由起点到终点的“步进”移动，这种步进的移动方式决定了数控装置的核心工作之一就是进行曲线的起点与终点间的点的计算过程，即所谓的插补。插补工作既要求计算的点尽可能地少，还要保证由这些点串接的曲线与理论曲线重合性好，以保证加工的零件尺寸在公差范围以内。

5. 位置控制

将数控装置送出的位置进给脉冲和进给速度指令，经变换和放大后转化为进给电动机的转动，从而带动机床工作台移动，最终完成加工任务。在位置控制中通常还要完成各坐标方向的螺距误差补偿和反向间隙补偿，以提高机床的定位精度。位置控制决定了零件的最终加工精度。

6. 管理程序

当一个程序段开始插补时，管理程序即着手准备下一个或几个程序段的读入、译码和数据处理，即由它调用各个功能子程序，且保证在一个程序段加工过程中将下一个程序段准备就绪。一旦本程序段加工完成，立即开始下一个程序段的插补加工。整个零件加工就是在这种周而复始的过程中完成。

7. 诊断

现代数控系统一般都具有监控功能，可以对系统中出现的不正常情况进行检查、定位，完成很多故障的自诊断。

1.2 数控机床的特点

1.2.1 数控机床的加工特点

数控机床从诞生到发展，其应用范围也在不断地扩大。总的来说，数控机床最适用于小批量、多品种复杂零件的加工，而且其精度也高，是一种灵活高效的自动化机床。概括起来，数控机床加工有以下几方面的优点。

1. 适应性强

适应性是指数控机床对不同加工工件的适应能力，即所谓的柔性。对于不同的加工零件，加工时只需重新编制相应的零件加工程序就能实现对新的零件的加工，必要时对工件的装夹和刀具进行适当的调整，而不必改变机床本身，且生产过程是自动完成的，这就为单件、小批量的复杂结构零件的生产以及试制新产品提供了极大