



电子教案 · 实例文件 · 源程序 · 仿真系统介绍



数控车床操作基础与应用实例

(第2版)

冼进 主编

余晓明 彭亮 张帅 刘挺 等编著

- 结合大量实例讲解，由浅入深，循序渐进，有实用价值。
- 配套光盘内容丰富，包括电子教案、实例文件、源程序和仿真系统介绍。



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

数控车床 操作基础与应用实例 (第2版)

冼 进 主编

余晓明 彭 亮 张 帅 刘 挺 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书按照由浅入深、实例导向、操作与原理并重、紧扣最新技术与产品的原则,介绍了数控车床的操作、编程、维护等与生产密切相关的知识,同时介绍了数控加工新技术发展和最新的数控加工仿真软件等内容。全书既有基础知识的讲解和完整的实例流程介绍,又有高级设置和维护介绍,使读者能快速、全面地掌握数控车床加工流程的全貌。全书共 11 章,包括数控车床的组成与结构、操作方法、精度检验,数控加工工艺文件的编制,数控程序的编制,数控系统的参数设置,数控加工仿真系统的安装和使用方法,UG NX 的数控车削自动编程等内容。

本书可作为数控车床使用和车削编程技术的初学者及从事车削加工的工程师学习参考,也可作为高等职业学院数控技术、机电一体化、机械制造等有关专业的教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数控车床操作基础与应用实例 / 洗进主编. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2012.1
ISBN 978-7-121-15111-8

I. ①数… II. ①洗… III. ①数控机床: 车床—操作 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 235208 号

责任编辑: 王子芬 特约编辑: 刘丽丽

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 23.25 字数: 595 千字

印 次: 2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 49.00 元 (含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

制造业是百业之母，随着中国改革开放以来制造业的长足进步，与制造业息息相关的数控技术也高速发展，在越来越多的领域、行业得到广泛应用，尤其是高速度、高效率、高精度的数控技术更是航空航天、汽车制造等多个行业争相发展的对象。数控车床作为数控技术中历史最悠久、应用最广泛的类型，其普及和进步极大地推动了数控技术的向前发展。数控车床是以 CNC 系统为核心，综合了计算机、自动控制、机电一体化、PLC、液压、传感器等技术发展起来的一种综合型通用制造设备。数控车床自出现以来，以其可靠性高、加工产品质量稳定、生产效率高、劳动强度低、操作方便等优点，在制造业中迅速普及。数控车床加工的零件主要是简单轴类零件、复杂轴类零件、螺纹零件、复杂成形曲面零件、盘套类零件及盖类零件等，数控车床作为主要的加工设备，近年来显现出向多功能发展的趋势。数控车床作为先进的、应用最广泛的制造业加工设备之一，在国民生产中占有重要地位，它与数控铣床、加工中心一起成为现代制造业的三大支柱。

主要内容

本书主要介绍了数控机床基础、数控加工工艺基础、数控编程基础及实例，并在此基础上进一步介绍了数控仿真及先进制造过程应用、数控维护与故障处理应用。全书由浅入深、循序渐进，结合了大量的实例，一步步剖析数控车床的基本原理、数控系统组成和结构、数控系统基本操作、数控加工工艺制订、数控编程方法、加工仿真、自动编程、机床维护与故障处理等内容。

全书共 11 章，第 1 章简要介绍常用数控机床的发展历史、发展趋势、数控机床组成、工作流程及加工特点；第 2 章讲解了数控车床加工工艺的编制及数控车床的基本操作，使读者对数控车床加工零件的步骤有初步的了解，为进一步学习数控车床操作奠定必要的基础；第 3 章着重讲述了包括宏程序在内的数控车床编程指令应用和 FANUC、西门子、华中三种不同数控系统基本参数的设置方法，不仅学习编程，更了解数控车床的参数运行情况；第 4~7 章结合具体的数控车床加工实例系列，介绍了数控车床零件加工的具体流程、编程指令系统等方面的知识；第 8 章以实例的方式详细讲解了 VERICUT、斯沃和宇龙三种主流或领先的国内外数控仿真软件在加工具体零件时的使用流程和技巧；第 9 章以系统、细致的方式结合具体的典型实例介绍数控车床加工仿真应用；第 10 章详细讲解了 UG NX 的数控车削自动编程，通过实例讲解让读者学习最新的先进制造技术；第 11 章针对数控车床在长期使用过程中的保养、维护和常见故障处理进行介绍，以便学习相关知识后能用于生产实际中。书中机械制图中未标明的尺寸单位均为 mm。

同时，本书配有配套光盘，内容包括仿真系统介绍、实例文件、源程序和电子教案四部分，方便教师教学及读者上机实践和知识巩固。

本书从实例出发，力求内容丰富、通俗易懂、有实用价值。本书既可作为高等职业学院数控技术、机电一体化、机械制造、模具等有关专业和中等职业学校、中等技工学校的学习用书，也可作为学习数控车床使用和车削编程技术的初学者，以及从事车削加工的工程师学习数控车床编程的理想学习资料。

本书由冼进主编，余晓明、彭亮、张帅、刘挺等编著。张帅、刘挺主要参与了第1、2、7、8、10、11章的编写，余下内容由余晓明、彭亮、李传戈、黄承军等编写，并得到曾德惠老师和曾晓芳的帮助，他们提出了宝贵意见，同时得到王章成、许庆华、罗扬、童通鑫和范杰等的支持和鼓励，在此表示衷心感谢。

同时参与本书编写的人员还有邹素琼、赵秋云、赵继军、彭艺、曲辉辉、周章、蒋波、徐留旺等，在此一并表示感谢。

为帮助读者深刻理解编写意图与内涵，进一步提高本书教学的效率，欢迎读者将图书使用过程中的问题与各种探讨、建议反馈给我们，我们将竭诚服务，联系方式 E-mail: china_54@tom.com。

编著者

目 录

第 1 章 数控基础	(1)
1.1 数控机床的发展历史	(1)
1.1.1 数控机床的产生	(1)
1.1.2 数控机床的组成、分类和结构	(3)
1.1.3 数控机床的加工特点	(14)
1.1.4 车床数控系统的功能简介	(15)
1.1.5 当代数控加工的发展趋势	(24)
1.2 数控车床的工作原理	(29)
1.2.1 数控系统的工作流程	(29)
1.2.2 数控车床刀具、夹具原理和种类	(37)
1.2.3 数控车床刀架的工作原理	(41)
1.2.4 数控车床辅助装置的原理	(43)
1.3 小结	(44)
实践检验	(44)
第 2 章 数控车削加工工艺基础	(45)
2.1 数控加工工艺的主要内容	(45)
2.2 机床和操作系统的基本操作	(46)
2.2.1 机床的基本操作	(46)
2.2.2 操作系统的基本操作	(46)
2.3 数控加工工艺文件的编制	(48)
2.4 小结	(53)
实践检验	(53)
第 3 章 数控车床编程基础	(54)
3.1 数控车床编程基本概念	(54)
3.1.1 数控车床编程含义	(56)
3.1.2 数控车床编程规则	(57)
3.1.3 数控车床编程特点	(58)
3.1.4 数控车床程序的基本构成	(58)
3.1.5 数控车床编程的步骤	(59)
3.2 数控车床的坐标系	(60)
3.2.1 标准坐标系与运动方向命名原则	(60)
3.2.2 车床坐标系和工件坐标系	(62)
3.2.3 附加坐标系	(64)

3.2.4	绝对坐标与相对坐标	(64)
3.3	刀具半径补偿原理	(64)
3.3.1	刀尖圆弧误差和刀具半径补偿的原因	(65)
3.3.2	刀具半径补偿功能的实现	(65)
3.3.3	刀具半径补偿功能的应用	(66)
3.3.4	刀具半径补偿的注意事项	(67)
3.4	数控系统的功能指令	(67)
3.4.1	准备功能(G 功能)	(68)
3.4.2	辅助功能(M 功能)	(85)
3.4.3	F、T、S 功能	(87)
3.4.4	编程中基点坐标的计算	(88)
3.4.5	宏程序编制基础	(89)
3.5	几个系统的基本参数设置	(94)
3.5.1	FANUC 系统基本参数	(95)
3.5.2	华中世纪星系统基本参数	(101)
3.5.3	西门子数控系统基本参数	(106)
3.6	小结	(107)
	实践检验	(107)
第 4 章	典型轴类零件加工实例	(108)
4.1	光轴的数控加工	(108)
4.1.1	工艺分析	(108)
4.1.2	确定加工路线	(109)
4.1.3	绘制简化工步表	(110)
4.1.4	程序编制及解释	(110)
4.1.5	编程启示	(111)
4.2	简单阶梯轴的数控加工	(111)
4.2.1	工艺分析	(111)
4.2.2	确定加工路线	(113)
4.2.3	绘制简化工步表	(114)
4.2.4	程序编制及解释	(114)
4.2.5	编程启示	(115)
4.3	带锥面阶梯轴的数控加工	(115)
4.3.1	工艺分析	(116)
4.3.2	确定加工路线	(117)
4.3.3	绘制简化工步表	(118)
4.3.4	程序编制及解释	(119)
4.3.5	编程启示	(119)
4.4	复杂轴类零件的数控加工	(120)
4.4.1	工艺分析	(120)
4.4.2	确定加工路线	(122)

4.4.3	绘制简化工步表	(123)
4.4.4	程序编制及解释	(123)
4.4.5	编程启示	(124)
4.5	带等距槽的复杂轴类零件的数控加工	(124)
4.5.1	工艺分析	(125)
4.5.2	确定加工路线	(126)
4.5.3	绘制简化工步表	(128)
4.5.4	程序编制及解释	(128)
4.5.5	编程启示	(129)
4.6	小结	(130)
	实践检验	(130)
第 5 章	典型套、盘、盖类零件加工实例	(131)
5.1	定位套的数控加工	(131)
5.1.1	工艺分析	(132)
5.1.2	确定加工路线	(133)
5.1.3	绘制简化工步表	(133)
5.1.4	程序编制及解释	(134)
5.1.5	编程启示	(134)
5.2	薄壁套的数控加工	(135)
5.2.1	工艺分析	(135)
5.2.2	确定加工路线	(136)
5.2.3	绘制简化工步表	(137)
5.2.4	程序编制及解释	(138)
5.2.5	编程启示	(138)
5.3	复杂套的数控加工	(139)
5.3.1	工艺分析	(139)
5.3.2	确定加工路线	(141)
5.3.3	绘制简化工步表	(143)
5.3.4	程序编制及解释	(143)
5.3.5	编程启示	(144)
5.4	端盖的数控加工	(144)
5.4.1	工艺分析	(145)
5.4.2	确定加工路线	(146)
5.4.3	绘制简化工步表	(147)
5.4.4	程序编制及解释	(148)
5.4.5	编程启示	(148)
5.5	普通盘类零件的数控加工	(149)
5.5.1	工艺分析	(149)
5.5.2	确定加工路线	(150)
5.5.3	绘制简化工步表	(152)

5.5.4	程序编制及解释	(152)
5.5.5	编程启示	(153)
5.6	带螺纹盘类零件的数控加工	(153)
5.6.1	工艺分析	(153)
5.6.2	确定加工路线	(155)
5.6.3	绘制简化工步表	(156)
5.6.4	程序编制及解释	(157)
5.6.5	编程启示	(158)
5.7	小结	(158)
	实践检验	(158)
第 6 章	典型螺纹、成型曲面类零件加工实例	(159)
6.1	带外螺纹零件的数控加工	(159)
6.1.1	工艺分析	(159)
6.1.2	确定加工路线	(161)
6.1.3	绘制简化工步表	(162)
6.1.4	程序编制及解释	(163)
6.1.5	编程启示	(164)
6.2	带内螺纹零件的数控加工	(164)
6.2.1	工艺分析	(164)
6.2.2	确定加工路线	(166)
6.2.3	绘制简化工步表	(167)
6.2.4	程序编制及解释	(168)
6.2.5	编程启示	(169)
6.3	复杂螺纹零件的数控加工	(169)
6.3.1	工艺分析	(169)
6.3.2	确定加工路线	(171)
6.3.3	绘制简化工步表	(172)
6.3.4	程序编制及解释	(173)
6.3.5	编程启示	(174)
6.4	球面零件的数控加工	(174)
6.4.1	工艺分析	(175)
6.4.2	确定加工路线	(176)
6.4.3	绘制简化工步表	(177)
6.4.4	程序编制及解释	(177)
6.4.5	编程启示	(177)
6.5	手柄的数控加工	(178)
6.5.1	工艺分析	(178)
6.5.2	确定加工路线	(179)
6.5.3	绘制简化工步表	(180)
6.5.4	程序编制及解释	(180)

6.5.5 编程启示	(181)
6.6 复杂成型面零件的数控加工	(181)
6.6.1 工艺分析	(181)
6.6.2 确定加工路线	(183)
6.6.3 绘制简化工步表	(184)
6.6.4 程序编制及解释	(184)
6.6.5 编程启示	(185)
6.7 小结	(185)
实践检验	(186)
第7章 配合件的编程加工	(187)
7.1 有圆弧和螺纹配合的配合件加工	(187)
7.1.1 工艺分析	(188)
7.1.2 确定加工路线	(189)
7.1.3 绘制简化工步表	(190)
7.1.4 程序编制及解释	(190)
7.1.5 编程启示	(193)
7.2 有锥面和螺纹配合的配合件加工	(193)
7.2.1 工艺分析	(194)
7.2.2 确定加工路线	(195)
7.2.3 绘制简化工步表	(196)
7.2.4 程序编制及解释	(197)
7.2.5 编程启示	(199)
7.3 有椭圆配合的配合件加工	(199)
7.3.1 工艺分析	(200)
7.3.2 确定加工路线	(200)
7.3.3 绘制简化工步表	(201)
7.3.4 程序编制及解释	(201)
7.3.5 编程启示	(202)
7.4 小结	(202)
实践检验	(202)
第8章 数控仿真系统介绍及安装	(203)
8.1 数控加工仿真系统概述	(203)
8.1.1 数控加工仿真的概念	(203)
8.1.2 数控仿真技术的研究现状	(204)
8.2 先进仿真软件介绍	(204)
8.2.1 CGTECH-VERICUT7.0 仿真软件介绍	(204)
8.2.2 斯沃数控仿真软件介绍	(211)
8.2.3 宇龙数控仿真软件介绍	(219)
8.2.4 数控车床仿真系统应用步骤	(221)
8.3 小结	(245)

实践检验	(245)
第9章 典型零件的加工仿真实例	(246)
9.1 带锥面阶梯轴加工的仿真实例	(246)
9.1.1 选择数控车床	(247)
9.1.2 定义毛坯	(247)
9.1.3 装夹零件	(248)
9.1.4 设置刀具	(249)
9.1.5 激活车床	(251)
9.1.6 输入加工程序	(251)
9.1.7 车床回零	(254)
9.1.8 对刀	(255)
9.1.9 设置工件坐标系	(260)
9.1.10 设置其他刀具偏置值	(260)
9.1.11 车床再次回零	(266)
9.1.12 自动加工	(266)
9.1.13 保存项目	(266)
9.2 带外螺纹零件加工的仿真实例	(267)
9.2.1 选择数控车床	(268)
9.2.2 定义毛坯	(269)
9.2.3 装夹零件	(269)
9.2.4 设置刀具	(270)
9.2.5 激活车床	(272)
9.2.6 输入加工程序	(272)
9.2.7 车床回零	(273)
9.2.8 对刀	(274)
9.2.9 设置工件坐标系	(277)
9.2.10 设置刀具偏置值	(277)
9.2.11 车床再次回零	(287)
9.2.12 自动加工	(287)
9.2.13 保存项目	(288)
9.3 复杂成型曲面零件加工的仿真实例	(289)
9.3.1 选择数控车床	(290)
9.3.2 定义毛坯	(290)
9.3.3 装夹零件	(291)
9.3.4 设置刀具	(292)
9.3.5 激活车床	(294)
9.3.6 输入加工程序	(294)
9.3.7 车床回零	(295)
9.3.8 对刀	(296)
9.3.9 设置工件坐标系	(299)

9.3.10 设置刀具偏置值	(299)
9.3.11 车床再次回零	(299)
9.3.12 自动加工	(299)
9.3.13 保存项目	(300)
9.4 小结	(301)
实践检验	(301)
第 10 章 数控车床先进制造过程	(302)
10.1 UG/CAM 自动编程实例	(302)
10.2 小结	(322)
实践检验	(322)
第 11 章 数控车床维护与精度检测	(323)
11.1 数控车床的机械结构	(323)
11.1.1 主传动系统和主轴部件的机械结构	(323)
11.1.2 进给传动系统	(324)
11.1.3 尾座	(325)
11.1.4 刀架	(325)
11.1.5 润滑和排屑系统	(326)
11.2 数控车床精度检验	(327)
11.2.1 精度检验的目的	(327)
11.2.2 精度检验的方法	(327)
11.2.3 精度检验的工具	(331)
11.3 数控车床的日常维护	(332)
11.3.1 机械系统的维护	(332)
11.3.2 电气系统的维护	(334)
11.3.3 润滑与冷却系统的维护	(335)
11.3.4 液压系统的维护	(336)
11.3.5 数控系统的维护	(337)
11.4 数控车床的常见故障	(337)
11.4.1 机械系统的故障	(338)
11.4.2 电气系统的故障	(339)
11.4.3 润滑、冷却与排屑系统的故障	(341)
11.4.4 液压系统的故障	(342)
11.4.5 数控系统的故障	(343)
11.4.6 人为的故障	(345)
11.5 小结	(345)
实践检验	(346)
附录 A 参考答案	(347)
参考文献	(358)

第1章 数控基础

知识点：

- 数控的概念
- 数控车床的概念
- 数控车床的组成和分类
- 数控车床的加工特点
- 数控车床刀具和夹具的原理和种类

本章导读：

数控技术是集成了当今先进计算机、自动控制、电动机、电气传动、液压、传感器、监控、机械制造等众多领域的最新成果而形成的边缘科学技术，数控机床则是数控技术的物质载体，是典型的机电产品。在机械产品中有很多回转面零件，适合用数控车床进行加工，数控车床是数控机床中应用最广泛的产品之一。本章从介绍数控的发展历史和概念着手，逐步讲述数控车床的概念、组成、分类和特点，并以通用数控车床为例说明数控车床的组成、加工特点、加工范围。本章以理论学习为主，穿插了生动的实例，轻松地了解掌握数控车床，为以后的数控车床编程打下良好的基础。

1.1 数控机床的发展历史

1.1.1 数控机床的产生

数控技术最早从美国开始研究，至今有几十年的历史，经历了多个发展阶段，发展速度之快，到如今已经是一门成熟的技术科学了。数控技术是制造业的核心力量之一。我国在工业化进程中，积极与世界同步发展先进制造技术，在 20 世纪 50 年代末也开始研究自有知识产权数控技术。下面就从数控的发展历程开始谈数控技术。

1. 国外数控研究的历史

美国从 20 世纪 40 年代后期开始提出数控的概念。当时，航空航天技术的飞速发展，各种复杂、高精度的零件加工对机床提出了更高的要求。而以往的加工方法是使用仿形加工机床，这种加工模式制造周期长、更新产品慢、成本高、制造困难，而且难以保证加工质量。为加速先进制造业的发展，1948 年，美国帕森斯公司与空军部门合作，共同开发一种柔性的控制系统，用于装备机床，控制刀具加工出光滑曲线。其后帕森斯公司又与麻省



理工学院伺服机构研究所合作，进行数控机床的研制，于1952年，成功研制了世界上第一台三坐标数控铣床，其数控系统采用当时先进的电子管元件，具有插补、连续控制功能，又经过三年的改进和研究工作，1955年，数控机床进入了实用阶段，可以进行复杂曲面零件的加工。同时，美国空军向各个研究机构共拨款3500万美元，目的是制造100台数控机床。1966年以后，因为集成电路的广泛应用，数控系统也发生集成电路化的革命，由此进一步降低了数控系统的成本并提高了可靠性。在这个时期中，以本迪克斯公司的Dynapath100系列数控系统最为经典。从此以后，数控机床迎来了大发展时期。尤其是1974年微处理器直接应用于数控机床后，进一步促进了数控机床的普及应用和飞速发展。在这一时期，数控机床技术也在其他工业国家发展。其主要里程碑有Plan-e-fral轮廓控制系统（英国艾曼克-联合电气）、法国在1972年发起的“百台数控机床”运动、日本日立精机等公司将数控车床的加工精度提高至0.01~0.02mm等级、德国研发Schliess-Froriep重型机床快换刀架、前苏联奥尔忠尼启则机床厂开发出1722型自适应车床等。

2. 国内数控的研究历程与现状

从1960年开始至今，世界经济强国如德国、日本、法国、意大利等纷纷开发、生产及使用数控机床。1958年中国也着手数控技术的研究并于1968年在北京第一机床厂研制出中国第一台数控机床。随着国内数控厂家的增加，众多的应用比较广泛的数控系统应运而生，相继出现武汉华中数控、北京航天数控、沈阳蓝天数控、广州数控GSK、成都广泰数控GREAT，威海华东数控等厂家。这其中有能控制5轴联动的高档数控系统，能够达到最小分辨率为0.0001mm的要求；也有只控制2轴联动的低档数控系统，分辨率仅为0.01mm。国内数控系统在高、中、低档领域均有涉及，且在国内制造业应用广泛，并且正向纳米级精度、高可靠性、进给高速的数控领域进军。

3. 数控技术发展的历史阶段

数控技术从产生到目前的发展，经历了多个历史阶段，按照其数控系统的核心组成发展过程来看，可以划分为几个阶段参见表1-1。

表 1-1 数控技术经历的历史阶段

阶段划分	所 在 年 限	数控核心组成
第一代	1952—1959	电子管构成的硬件数控系统
第二代	1959—1965	晶体管电路为主的硬件数控系统
第三代	1965—1970	小、中规模集成电路的硬件数控系统
第四代	1970 开始	大规模集成电路的硬件数控系统
第五代	1974 开始	微型计算机控制的数控系统
第六代	1990 开始	工控 PC 的通用 CNC 系统
第七代	1990 年后	开放式 CNC 系统

1952—1970 年前三代的数控系统主要由硬件连接而成，称为硬件数控，即 NC（Numerical Control），其特点是数控的功能用专用计算机硬件结构来实现，柔性差、可



扩性小，专用性很强；从1970年到现在，数控系统的主要功能由软件来完成，称为计算机数控，即 CNC (Computer Numerical Control)，其特点是以小型通用计算机或微型计算机的系统控制程序来实现部分或全部数控功能，只要更改相应的控制程序就可以改变控制功能，而无须改变硬件系统，因此，具有更大的通用性、灵活性，即所谓的柔性。

1.1.2 数控机床的组成、分类和结构

数控机床和普通机床最大的不同之处就在于数控机床有自己的大脑——数控系统，所以要了解数控机床除了要了解机床本身的机械主体以外，还要深入地熟悉数控系统。从数控的基本概念开始了解数控机床，以便清楚数控机床是怎样工作的，数控机床是怎样区别于普通机床的。

1. 数控的概念

数控其实是数字控制的简称。严格地讲，数字控制是指运用数字化信息实行控制各种生产设备以进行自动化生产。这里说的生产设备大到加工中心、数控机床，小到电磁阀，只要能接收数字信号的设备都是数控设备之一。平时所称的数控一般指数控机床，主要是数控车床、铣床、加工中心、数控切割机等。早期的数控系统主要是以专用计算机硬件组成。随着时代的发展，数控的构成发生变化，现在的数控主要是以计算机的系统控制程序来实现部分或者大部分数控功能，称为计算机数控，数控的概念得到延伸。在国外谈起数控一般直接称 CNC，而在国内尽管 CNC 得到普及应用，但由于习惯一直称数控为 NC，实际上指的就是 CNC。

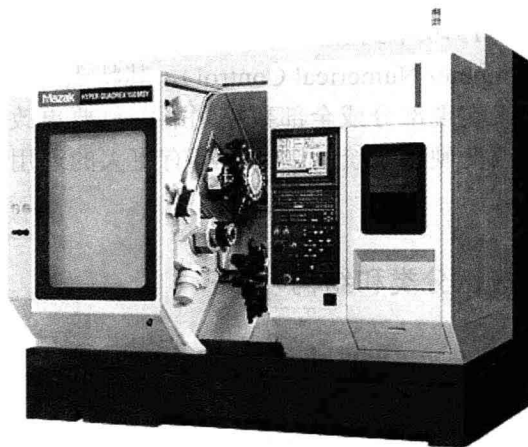
2. 数控机床的概念

数控机床是指装备了数控系统的机床。数控机床是数控设备的一种，从数控技术的发展来看，数控技术最先应用于数控机床，并且随着数控机床的发展而成熟起来，从而进一步在其他行业上装备设备，导致了现今各种先进的数控设备的产生。

根据国际信息处理联盟 (International Federation of Information Processing, IFIP) 第五技术委员会对数控机床的定义：数控机床是一个装有数控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。这里定义中所指的程序控制系统就是平时所说的数控系统，数控系统能阅读载体上保存的数值和指令，并能对其进行译码、信息处理，最后发出脉冲指令控制坐标轴运动自动加工零件。

3. 数控机床的具体组成和各组成结构

数控机床的组成主要包括以下部分：控制部分、执行部分、机床主体部分及辅助装置。下面就以常用的数控车床为例详细介绍数控机床的结构组成，如图 1-1 所示。



山崎-马扎克 HYPER-QUADREX150MSY 型数控车削中心实物图

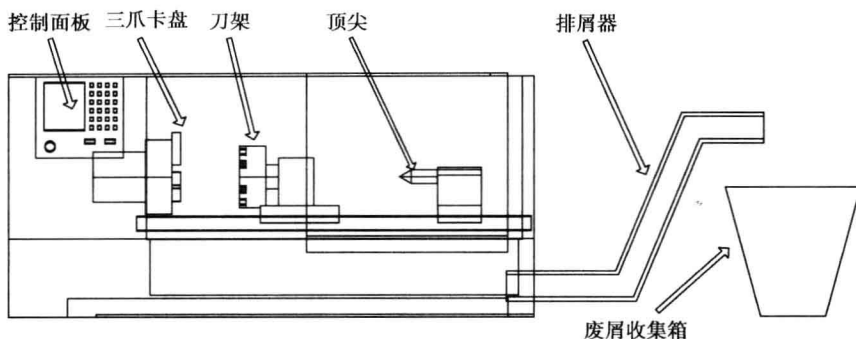


图 1-1 数控车床结构组成

1) 控制部分

由图 1-2 可以看出, 控制部分主要由用户程序、输入/输出装置、CNC 装置、PLC 装置、驱动系统等组成。当然, 其中 CNC 装置是数控机床控制部分的关键, 它可以说是整个数控车床的大脑, 合理控制着数控车床加工的大部分功能和流程。控制部分的所有组成都会与 CNC 装置进行通信, 而所有资源都是通过 CNC 装置进行统一管理和分配。通过这种中央管理和分配的模式, CNC 装置把控制部分的各个组成部分有效率地组织在一起。下面结合数控车床结构组成图 1-1 和数控系统框图 1-2 分别介绍控制部分的其他部分。

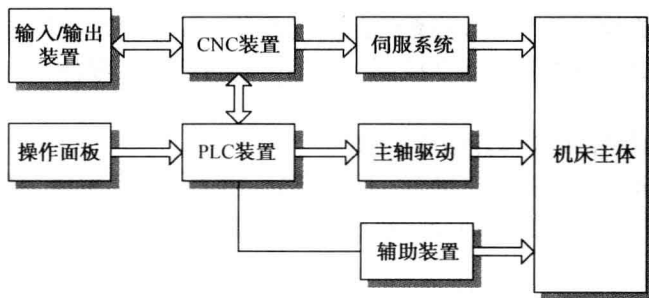


图 1-2 数控系统框图



2) 用户程序

用户程序实际上就是零件加工程序，一般是由使用单位的数控编程人员根据零件图纸手动或软件自动编制而成，并存储在硬盘、U 盘等多种储存媒介上。其可以通过输入/输出设备输入到 CNC 装置中进行处理并实现加工。

3) 输入/输出设备

现在流行的输入设备主要如下：

- ① 磁盘驱动器。主要读取存储在磁盘上的加工程序。
- ② 操作面板按键。可以通过面板输入用户程序。
- ③ DNC 接口。可以通过 DNC（分布式数控控制系统）接口与上位机通信输入程序到数控机床。
- ④ 操作开关、手轮。可以通过这些输入界面手动控制坐标轴。
- ⑤ 打印机，显示器，输出接口。输出设备主要功能是显示和打印。

4) CNC 装置

CNC 装置并不是一个单一的硬件系统，而是由硬件和软件组成。硬件主要是指工业控制计算机或微型计算机，由于个人计算机（PC）的发展，目前，如华中世纪星等的硬件系统也可以是 PC。而软件是指驱动和控制硬件使其完成既定工作的一种程序。如 FANUC 0I 系列的软件系统。实际上，软件系统需要数控机床生产厂家自行开发，而硬件则是集中采购。因此，软件系统的研发和制造成本更高。

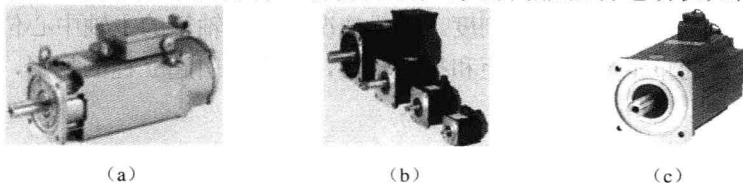
CNC 装置是数控车床的核心。在数控软件的作用下，CNC 装置对用户输入的零件加工程序进行分析和处理，并对执行机构发出相应的进给和控制命令，最后驱动整个机床的运动和加工。CNC 装置根据 CNC 行业标准分类，一般分为单微处理器结构型 CNC 系统和多微处理器结构型 CNC 系统。

5) PLC

PLC 即可编程控制器，是用来完成数控机床各种执行机构的逻辑顺序控制。在 PLC 问世以前，执行机构的逻辑顺序控制功能由继电器线路来完成。PLC 的逻辑顺序控制主要用在换刀、控制主轴转速，以及实现数控机床的辅助功能等方面。

6) 驱动系统

驱动系统主要分为主轴驱动和进给驱动。驱动系统的作用是接收 CNC 装置和 PLC 顺序控制的指令，并对其起到比较、信号放大等作用，然后直接驱动执行电动机工作。可以说，驱动系统是承上启下的中间部件。部分知名厂家的伺服驱动电动机如图 1-3 所示。



(a) SIEMENS 1PH8; (b) FANUC αiS; (c) HNC GK6

图 1-3 部分知名厂家的伺服驱动电动机