



全国中等职业技术学校数控加工专业教材

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO SHUKONG JIAGONG ZHUANYE JIAOCAI

数控机床编程 与操作

(第三版 数控车床分册)



 中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校数控加工专业教材

数控加工工艺学（第三版）

数控加工工艺学（第三版）习题册

数控加工工艺学课教学参考书（含光盘）

■ 数控机床编程与操作（第三版 数控车床分册）

数控机床编程与操作（第三版 数控车床分册）习题册

数控机床编程与操作课教学参考书——与数控车床分册配套（含光盘）

数控机床编程与操作（第三版 数控铣床 加工中心分册）

数控机床编程与操作（第三版 数控铣床 加工中心分册）习题册

数控机床编程与操作课教学参考书——与数控铣床加工中心分册配套（含光盘）

数控机床编程与操作（第二版 电加工机床分册）

数控机床编程与操作（第二版 电加工机床分册）习题册

数控车床编程与操作（FANUC系统）

数控车床编程与操作（FANUC系统）习题册

数控铣床加工中心编程与操作（FANUC系统）

数控铣床加工中心编程与操作（FANUC系统）习题册

数控铣床加工中心编程与操作（华中系统）

数控铣床加工中心编程与操作（华中系统）习题册

数控车床编程与操作——广数GSK980TD车床数控系统

数控车床编程与操作——广数GSK980TD车床数控系统习题册

策划编辑：陶宗钢 责任编辑：许 珂 责任校对：薛宝丽 封面设计：小 薛 版式设计：崔俊峰

ISBN 978-7-5045-9097-8



9 787504 590978 >

定价：23.00元

全国中等职业技术学校数控加工专业教材

数控机床编程与操作

(第三版 数控车床分册)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

简介

本书主要包括：数控车床及其编程基础、FANUC 系统的编程与操作、广数系统的编程与操作、SIEMENS 系统的编程与操作、中级职业技能鉴定应会试题等。

本书由沈建峰主编，徐锦华、徐卓、高进祥参加编写。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床编程与操作：数控车床分册/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写。—3版。—北京：中国劳动社会保障出版社，2011

全国中等职业技术学校数控加工专业教材

ISBN 978-7-5045-9097-8

I. ①数… II. ①人… III. ①数控机床-程序设计-中等专业学校-教材②数控机床-操作-中等专业学校-教材③数控机床-车床-程序设计-中等专业学校-教材④数控机床-车床-操作-中等专业学校-教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 112498 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

*

煤炭工业出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.5 印张 326 千字

2011 年 7 月第 3 版 2011 年 7 月第 1 次印刷

定价：23.00 元

读者服务部电话：010-64929211/64921644/84643933

发行部电话：010-64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

本书封面轧有我社社标和英文缩写的暗纹

否则即为盗版，请读者举报

举报电话：010-64954652

如有印装差错，请与本社联系调换：010-80497374

前言

为了更好地适应全国中等职业技术学校数控加工专业教学要求，全面提升教学质量，人力资源和社会保障部教材办公室组织有关学校的一线教师 and 行业、企业专家，充分调研企业生产和学校教学情况，广泛听取教师对教材使用情况的反馈意见，依据部颁《技工学校数控加工专业教学计划与教学大纲》，对 2005 年出版的全国中等职业技术学校数控加工专业教材进行了修订，并做了适当的补充开发。

本次修订后出版的教材包括《数控加工工艺学（第三版）》《数控机床编程与操作（第三版 数控车床分册）》《数控机床编程与操作（第三版 数控铣床 加工中心分册）》《数控机床编程与操作（第二版 电加工机床分册》。同时，充分考虑学校对数控系统的个性化需求，在已出版《数控机床编程与操作——广数 GSK980TD 车床数控系统》基础之上，又开发了《数控车床编程与操作（FANUC 系统）》《数控铣床加工中心编程与操作（FANUC 系统）》《数控铣床加工中心编程与操作（华中系统）》。

本次教材修订（新编）工作的重点主要体现在以下三个方面：

第一，根据技能人才培养的需要和科学技术的发展，调整和更新教材内容。

根据数控加工专业毕业生所从事岗位的实际需要和教学实际情况的变化，合理确定学生应具备的能力与知识结构，对部分教材内容及其深度、难度做了适当调整；根据相关专业领域的最新发展，在教材中充实新知识、新技术、

新设备、新材料等方面的内容，体现教材的先进性；充分考虑教材的适用性，选择当今数控教学中广泛使用的数控系统，如《数控机床编程与操作（第三版 数控车床分册）》选用了 FANUC Oi 系统、SIEMENS 802D 系统、广数 GSK980T 系统，《数控机床编程与操作（第三版 数控铣床 加工中心分册）》选用了 FANUC Oi 系统、SIEMENS 802D 系统、华中世纪星 HNC-21M 系统。

第二，涵盖国家职业技能标准，与职业技能鉴定要求相衔接。

教材编写以国家职业技能标准为依据，涵盖数控车工、数控铣工、加工中心操作工、电切削工等国家职业技能标准（中级）的知识和技能要求，并在与教材配套的习题册中增加了针对相关职业技能鉴定考试的练习题。

第三，开发辅助产品，做好教学服务工作。

本套教材都配有习题册和方便教师上课使用的多媒体教学课件，多媒体教学课件可以通过出版社网站（<http://www.class.com.cn>）免费下载。《数控加工工艺学（第三版）》《数控机床编程与操作（第三版 数控车床分册）》《数控机床编程与操作（第三版 数控铣床 加工中心分册）》还配有教学参考书。

本次教材的修订（新编）工作得到了河北、辽宁、江苏、山东、河南、广东等省人力资源和社会保障厅及有关学校的大力支持，在此我们表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2011 年 6 月

目录

第一章 数控车床及其编程基础	(1)
第一节 数控车床概述	(1)
第二节 数控加工与数控编程概述	(9)
第三节 数控车床编程基础知识	(14)
第四节 数控机床的有关功能及规则	(20)
第五节 数控车床编程中的常用功能指令	(25)
第六节 基础编程综合实例	(37)
第七节 数控车床的刀具补偿功能	(43)
第八节 数控车床的日常维护和保养	(52)
第二章 FANUC 系统的编程与操作	(57)
第一节 FANUC 系统及其功能简介	(57)
第二节 内、外圆加工单一固定循环	(60)
第三节 内、外圆复合固定循环	(66)
第四节 螺纹加工及其固定循环	(83)
第五节 子程序	(100)
第六节 FANUC 系统及其车床的操作	(105)
第三章 广数系统的编程与操作	(120)
第一节 广数系统的系统功能	(120)
第二节 广数 980T 系统编程实例	(122)
第三节 广数 980T 系统及其车床的操作	(128)
第四章 SIEMENS 系统的编程与操作	(142)
第一节 SIEMENS 系统功能简介	(142)
第二节 内、外圆切削循环	(146)
第三节 螺纹加工与其固定循环	(160)
第四节 子程序	(172)
第五节 SIEMENS 802C/S 系统的固定循环编程	(175)

第六节	SIEMENS 系统及其车床的操作	(185)
第五章	中级职业技能鉴定应会试题	(202)
第一节	中级数控车工应会试题 1	(202)
第二节	中级数控车工应会试题 2	(208)
第三节	中级数控车工应会试题 3	(212)
第四节	中级数控车工应会试题 4	(216)
第五节	中级数控车工应会试题 5	(221)
第六节	中级数控车工应会试题 6	(223)

第一章

数控车床及其编程基础

第一节 数控车床概述

一、数控车床的分类

数控机床是指采用数控技术进行控制的机床。数控机床按用途进行分类，用于完成车削加工的数控机床称为数控车床。

1. 按车床主轴位置分类

数控车床根据车床主轴的位置，可分成卧式数控车床（图 1—1）和立式数控车床（图 1—2）两类。



图 1—1 经济型卧式数控车床

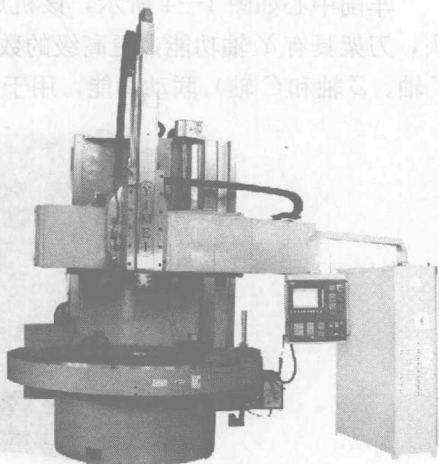


图 1—2 立式数控车床

卧式数控车床的主轴轴线与水平面平行。卧式数控车床又分为数控水平导轨卧式车床和数控倾斜导轨卧式车床。

立式数控车床主轴轴线垂直于水平面，一般采用圆形工作台来装夹工件。这类机床主要用于加工径向尺寸大、轴向尺寸相对较小的大型复杂零件。

2. 按功能分类

按其功能，数控车床可分成经济型数控车床、全功能型数控车床、车削中心和车铣复合

加工中心等几类。

经济型数控车床如图 1—1 所示, 通常配备经济型数控系统, 由普通车床进行数控改造而成。这类机床常采用开环或半闭环伺服系统控制, 主轴多采用变频调速, 机床结构与普通车床相似。

全功能型数控车床如图 1—3 所示, 一般采用后置转塔式刀架, 可装刀具数量较多; 主轴为伺服驱动; 车床采用倾斜床身结构以便于排屑; 数控系统的功能较多, 可靠性较好。

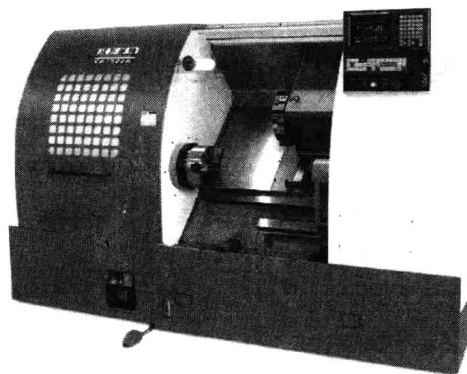


图 1—3 全功能型数控车床

车削中心如图 1—4 所示, 该机床是在全功能数控车床的基础上, 增加了 C 轴和动力头, 刀架具有 Y 轴功能, 更高级的数控车床带有刀库和自动换刀装置, 可实现四轴 (X 轴、 Y 轴、 Z 轴和 C 轴) 联动功能, 用于完成复杂空间型面的零件加工。

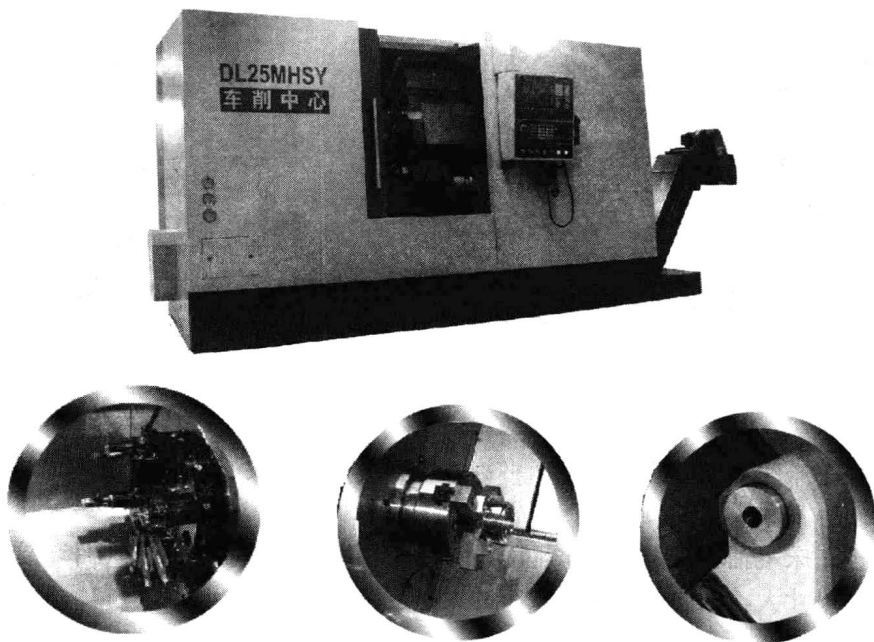


图 1—4 车削中心

车铣复合加工中心如图 1—5 所示,该机床是按模块化设计的多功能机床,可实现五轴联动的加工功能,既可完成车削加工任务,又可实现铣削加工任务,主要适用于形状复杂、加工精度要求较高的零件加工。

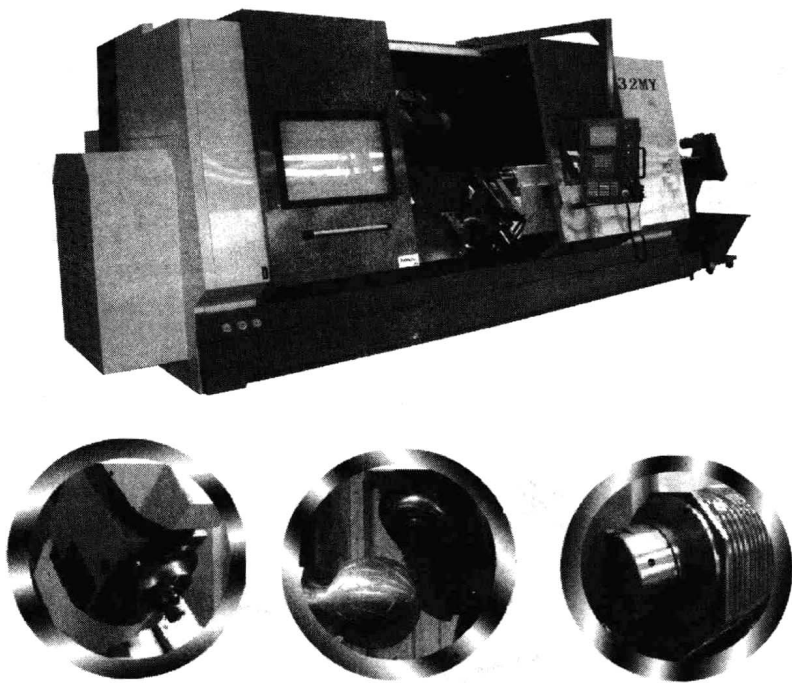


图 1—5 车铣复合加工中心

3. 按其他方式分类

除以上的分类方式外,数控车床还可根据加工零件的基本类型、刀架数量、数控系统的不同控制方式等进行分类。

二、数控车床的组成

1. 数控车床结构

数控车床主要由车床本体和数控系统两大部分组成。车床本体由床身、主轴、滑板、刀架、冷却装置等组成;数控系统由程序的输入/输出装置、数控装置、伺服驱动装置三部分组成。

如图 1—6 所示为 CKA61100 型数控车床的外形图,它主要由床身、主轴箱、电气控制箱、刀架、数控装置、尾座、进给系统、冷却系统和润滑系统等组成。

(1) 床身

床身部分如图 1—7 所示,包括床身与床身底座。底座为整台机床的支撑与基础,所有的机床部件均安装于其上,主电动机与冷却箱置于床身右侧的底座内部。

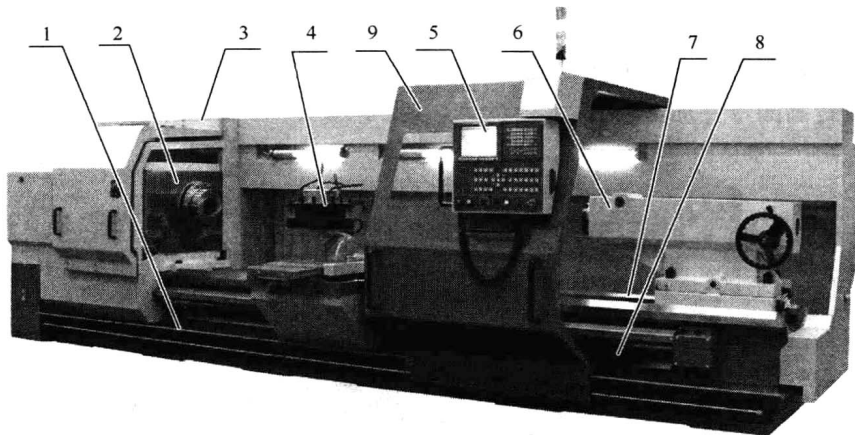


图 1—6 CKA61100 型数控车床外形图

1—床身 2—主轴箱 3—电气控制箱 4—刀架 5—数控装置 6—尾座
7—导轨 8—丝杠 9—防护板

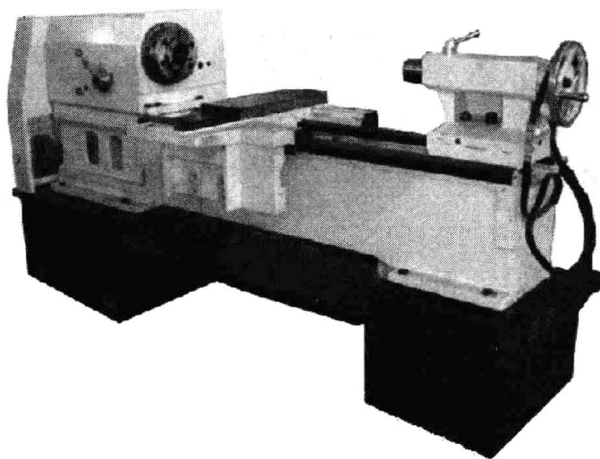


图 1—7 床身部分

(2) 主轴箱

主轴箱用于固定机床主轴。主电动机通过三角带直接把运动传给主轴。主轴通过同步齿形带与编码器（图 1—8）相连，通过编码器测出主轴的实际转速，主轴调速直接通过变频电动机来完成。

(3) 电气控制箱

电气控制箱如图 1—9 所示，其内部用于安装各种机床电气控制元件、数控伺服控制单元、控制芯板和其他辅助装置。

(4) 刀架

刀架（图 1—10）固定在中滑板上。常用的有四工位立式电动刀架和六工位电动刀架，用于安装车削刀具，通过自动转位来实现刀具的交换。

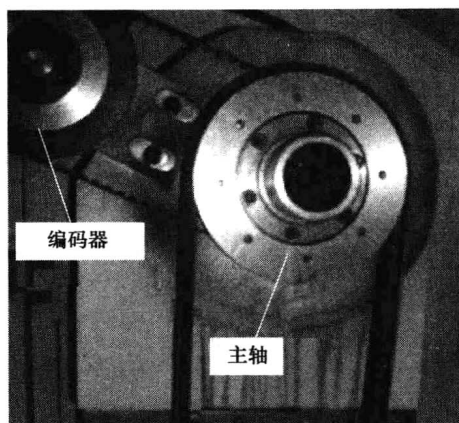


图 1—8 主轴与编码器

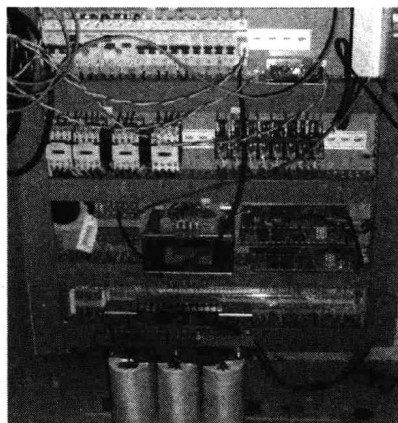


图 1—9 机床电气控制箱

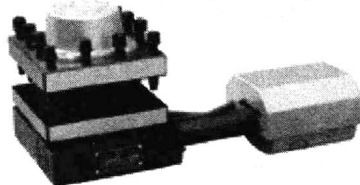
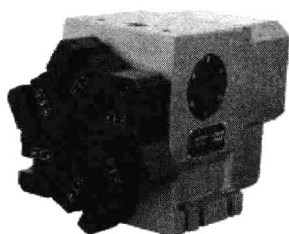


图 1—10 数控车床刀架

(5) 数控装置

数控装置如图 1—11 所示，主要由数控系统、伺服驱动装置和伺服电动机组成。其工作过程为：数控系统发出的信号经伺服驱动装置放大后，指挥伺服电动机进行工作。

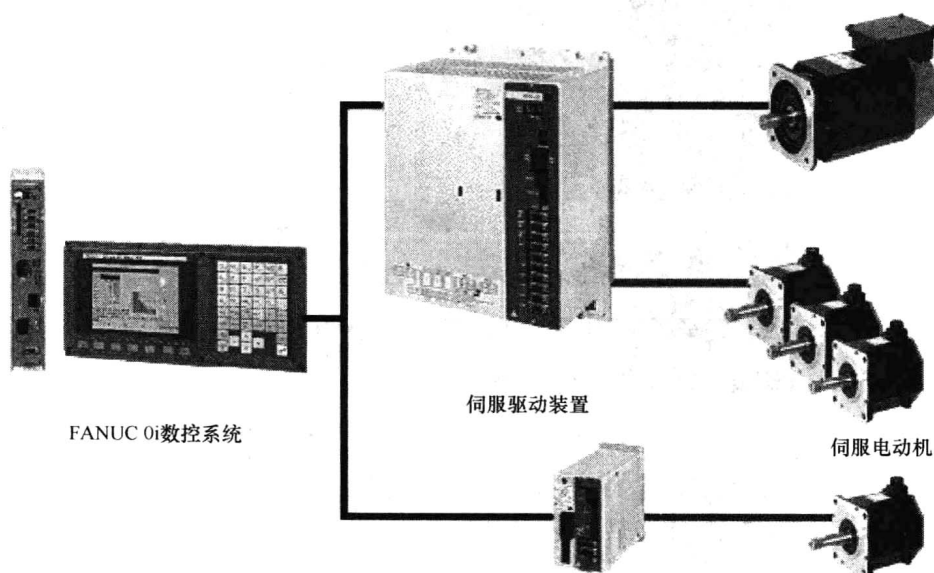


图 1—11 数控装置

(6) 尾座

尾座在长轴类零件加工时起支撑等作用。

(7) 进给系统

数控车床的纵向、横向进给均由伺服电动机通过联轴器与滚珠丝杠连接来实现。伺服电动机、弹性联轴器和各种滚珠丝杠如图 1—12 所示。

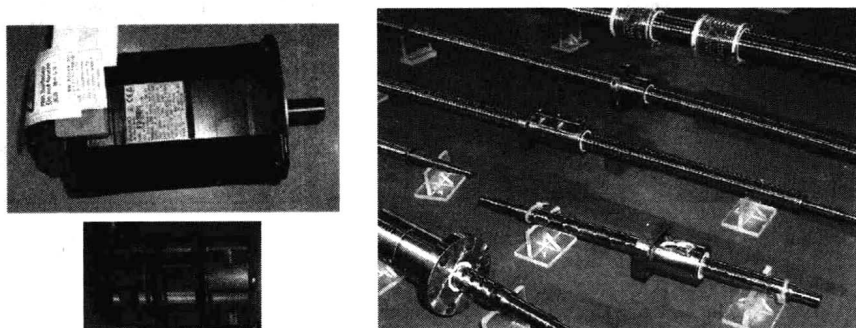


图 1—12 伺服电动机、弹性联轴器和各种滚珠丝杠

2. 车床数控系统

(1) FANUC 数控系统

FANUC 数控系统由日本富士通公司研制开发。当前, 该数控系统在我国得到了广泛的应用。目前, 在中国市场上, 应用于车床的数控系统主要有 FANUC 18i TA/TB、FANUC 0i TA/TB/TC、FANUC 0 TD 等。FANUC 0i TA/TB/TC 数控系统操作界面如图 1—13 所示。

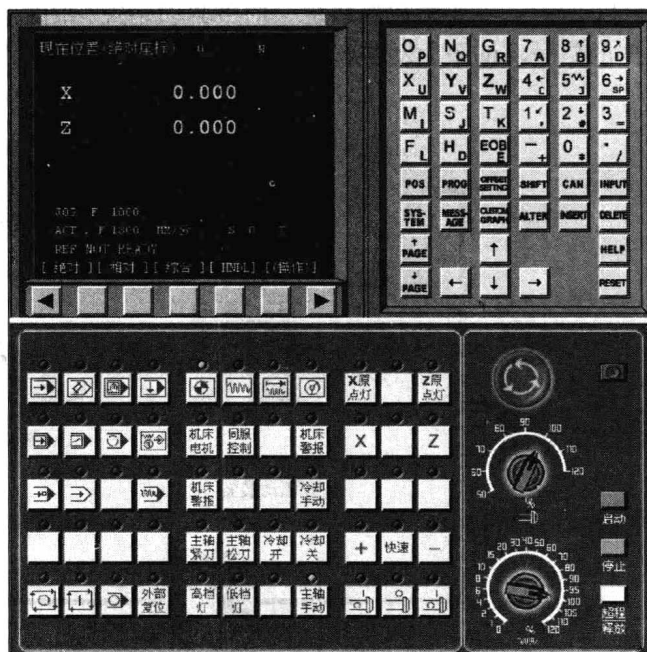


图 1—13 FANUC 0i 数控车床系统操作界面

(2) 西门子数控系统

SIEMENS 数控系统由德国西门子公司开发研制，该系统在我国数控机床中的应用也相当普遍。目前，在我国市场上，常用的数控系统除 SIEMENS 840D/C、SIEMENS 810T/M 等型号外，还有专门针对我国市场开发的车床数控系统 SIEMENS 802S/C base line、802D，其中 802S 系统采用步进电动机驱动，802C/D 系统则采用伺服驱动。SIEMENS 802D 数控车床系统操作界面如图 1—14 所示。

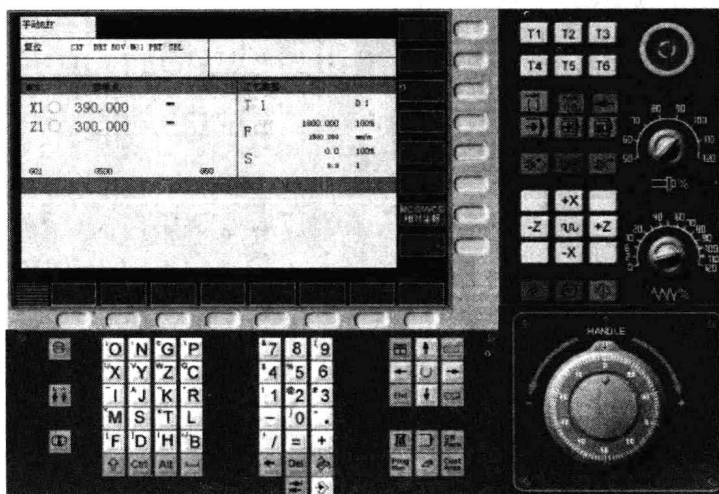


图 1—14 SIEMENS 802D 数控车床系统操作界面

(3) 国产数控系统

自 20 世纪 80 年代初期开始，我国数控系统的生产与研制得到了飞速的发展，并逐步出现了航天数控集团、机电集团、华中数控、蓝天数控等以生产普及型数控系统为主的国有企业，以及北京—法那科、西门子数控（南京）有限公司等合资企业。目前，常用于车床的数控系统有广州数控系统，如 GSK928T、GSK980T（操作面板见图 1—15）等，华中数控系统，如 HNC-21T（操作面板见图 1—16）等，北京航天数控系统，如 CASNUC 2100 等，南京仁和数控系统，如 RENHE-32T/90T/100T 等。

提示

国产系统的编程方法和指令格式（包括固定循环）与 FANUC 等系统基本相同。因此，国产车床数控系统的编程均可按其编程说明书或参照 FANUC 等系统的规定进行。

(4) 其他系统

除了以上三类主流数控系统外，国内使用较多的数控系统还有日本的三菱数控系统和大森数控系统、法国的施耐德数控系统、西班牙的法格数控系统和美国的 A-B 数控系统等。

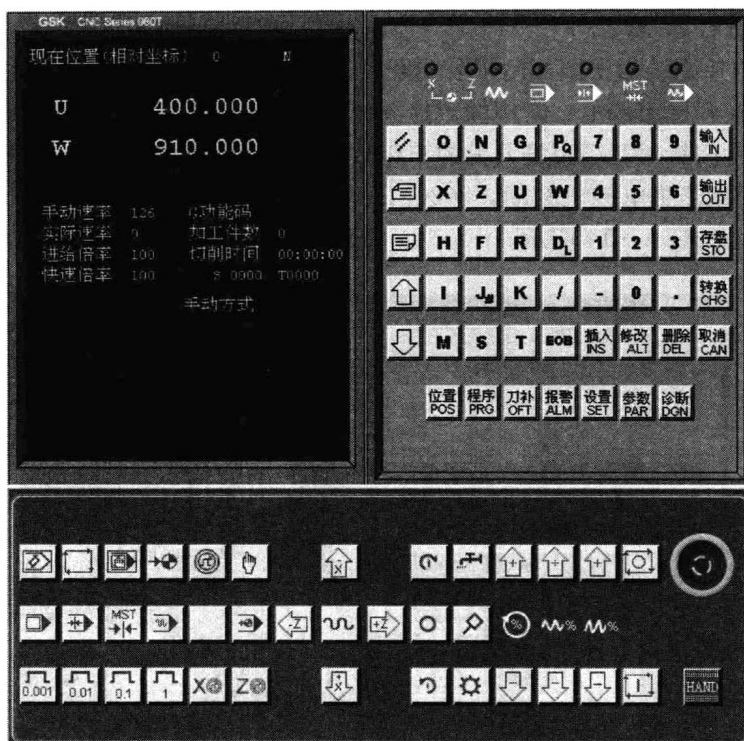


图 1—15 广数 GSK980T 系统操作界面

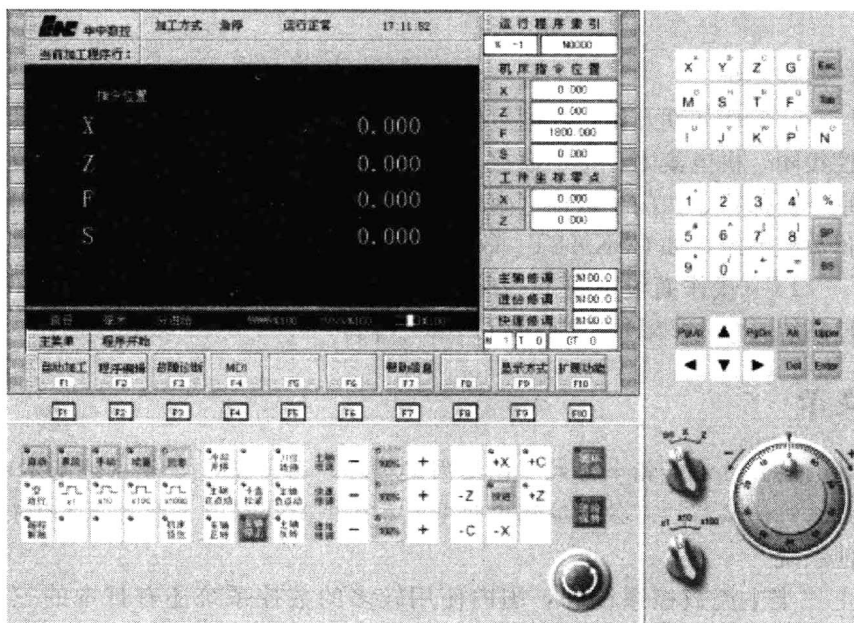


图 1—16 华中 HNC-21T 系统操作界面

第二节 数控加工与数控编程概述

一、数控加工

1. 数控加工的定义

数控加工是指在数控机床上自动加工零件的一种工艺方法。数控加工的实质是：数控机床按照事先编制好的加工程序并通过数字控制过程，自动地对零件进行加工。

2. 数控加工的内容

一般来说，数控加工流程如图 1—17 所示，主要包括以下几方面的内容。

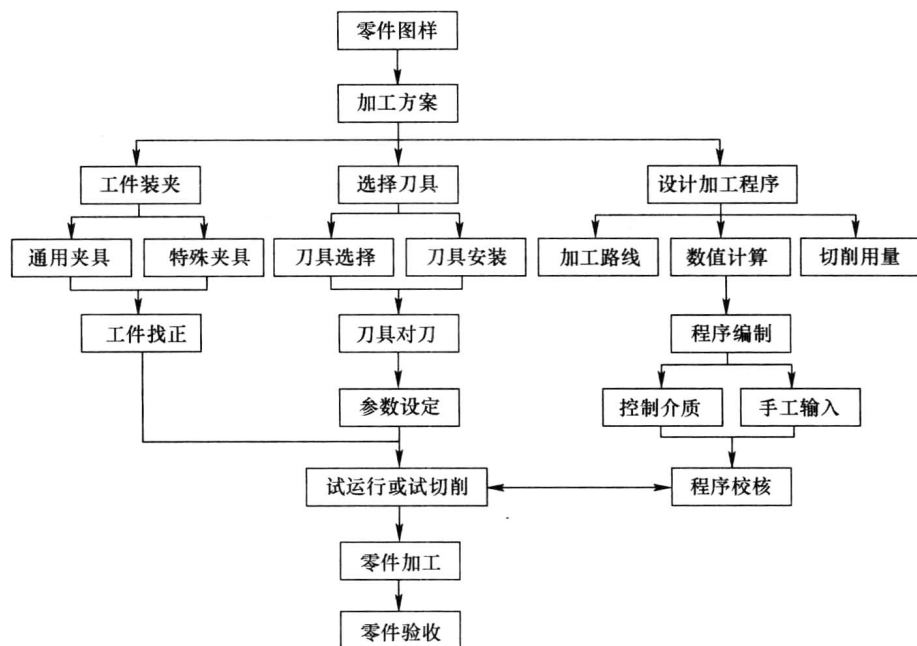


图 1—17 数控加工流程

(1) 分析图样，确定加工方案

对所要加工的零件进行技术要求分析，选择合适的加工方案，再根据加工方案选择合适的数控加工机床。

(2) 工件的定位与装夹

根据零件的加工要求，选择合理的定位基准，并根据零件批量、精度及加工成本选择合适的夹具，完成工件的装夹与找正。

(3) 刀具的选择与安装

根据零件的加工工艺性与结构工艺性，选择合适的刀具材料与刀具种类，完成刀具的安