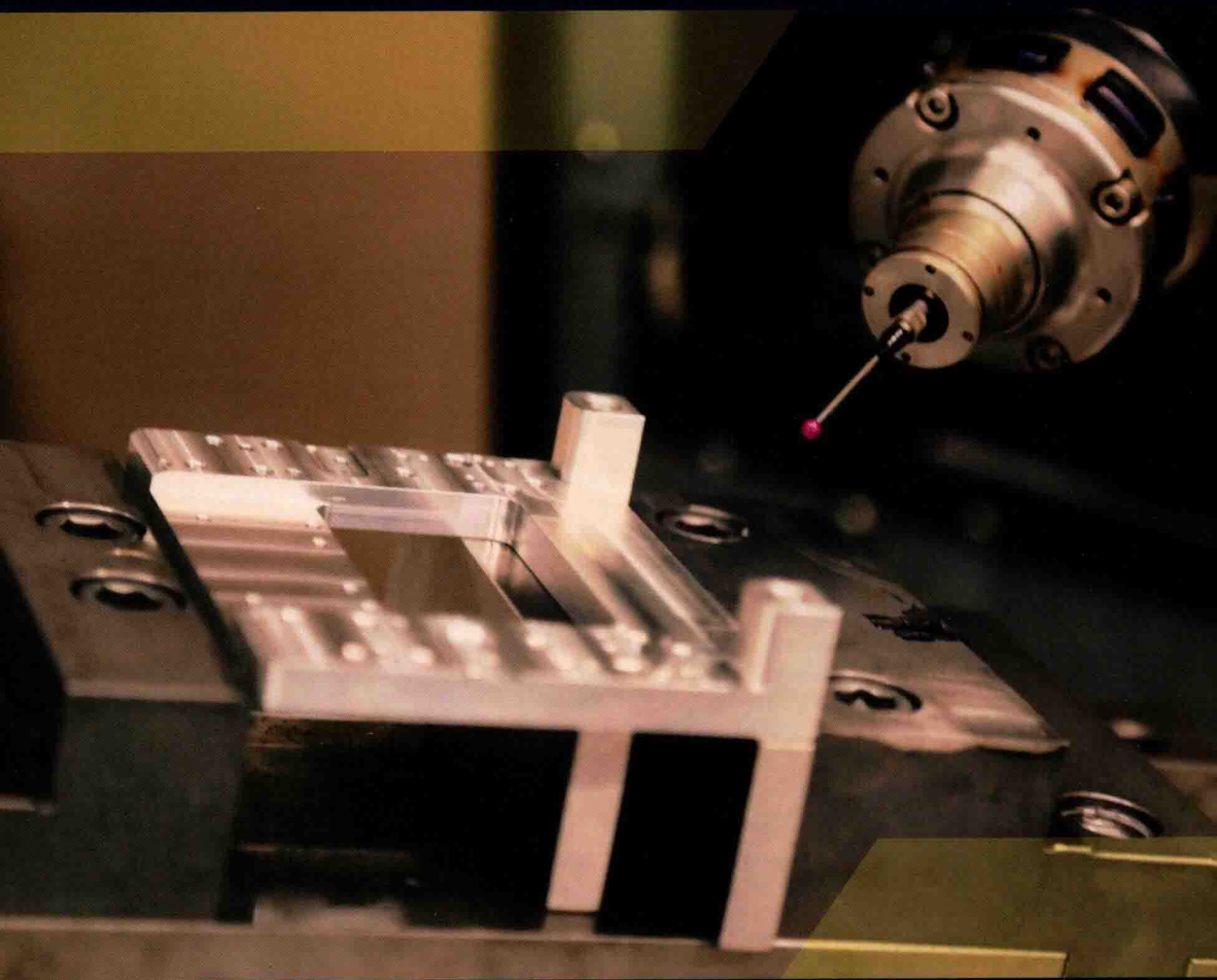


数控车床加工实训 (华中系统)

金文文 主编



科学出版社

数控车床加工实训 (华中系统)

金文文 主编

吴忠平 叶姬明 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是数控加工实训实用性教材,主要内容包括车床的介绍、华中数控系统 HNC-21T 操作面板及按键介绍、数控车床试切法对刀操作、编程指令介绍、简单轴类零件加工、各种典型性零件加工、数控车工中级综合件加工等。

本书遵循从简单到复杂的思路和学习过程,加工实训先从进给控制指令 G00、G01、G02、G03 入手,之后再深入到 G81、G71、G73 等循环指令;G40、G41、G42 刀具补偿功能;M98、M99 调用子程序功能以及 G82、G76 螺纹循环指令。本书还附有实训加工图纸集,满足学生在实训加工课程所需。

本书可作为中等职业学校、技工学校相关专业授课教材,也可作为社会人员和企业员工的培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控车床加工实训(华中系统)/金文文主编. —北京:科学出版社,2017
ISBN 978-7-03-050332-9

I. ①数… II. ①金… III. ①数控机床—车床—加工工艺—中等专业学校—教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 258138 号

责任编辑:陈砺川 王会明 / 责任校对:王万红
责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方人华设计部

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2017 年 1 月第一次印刷 印张:9 1/4

字数:210 000

定价:29.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换《京华虎彩》)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62135927-2008

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

龙泉青瓷宝剑技师学院（筹）、龙泉市中等职业学校
课程改革创新系列教材编写委员会

主 任 曾国健

副主任 张笑秋

编 委（按姓氏笔画排序）

毛春辉 毛俊明 方伟林 叶姬明 叶 敏 张长友 张 英
陈建敏 季时金 季明华 金杨凯 姚晓英 龚君艳 蒋雅萍
雷光平

《数控车床加工实训（华中系统）》编写委员会

主 编 金文文

副主编 吴忠平 叶姬明

前言

机床作为加工机械装备在现代制造业中是不可或缺的。机床行业是制造业的基础行业，也是推动国民经济发展的支柱行业。自新中国成立以来，国家对机床行业就给予了很大程度的支持。我国机床行业历经几十年的发展，实现了行业规模从无到有、从小到大的巨大转变，技术也在不断探索中有了长足进步。而培养高技术、高素质的技能型人才也成为机械加工行业的迫切需求。

本书根据国家改革发展示范学校建设要求以及浙江省职业教育课程改革的精神和要求编写。本书以“单元—任务”模式编写，主要从实训实操入手，整体结构循序渐进，由浅入深地讲解实例工艺分析与程序编辑，针对性强、可操作性强、步骤明确。本书作为中等职业学校教材涵盖了从入门到中级工需掌握的内容，可使学生快速掌握各类零件的图纸分析、加工工艺制定、程序编辑等技能，为学生在之后的升学、考证或者就业做好准备。

全书分为6个单元，包含23个任务，并附有实训图集，主要内容如下：

- 1) 实训室7S管理简介，数控车床发展、构造以及数控系统介绍。
- 2) 介绍主轴功能、刀具功能、进给功能，数控车床常见刀具和用途以及用试切法对刀。
- 3) 介绍车床各坐标以及各编程指令的含义。
- 4) 学习阶梯轴、圆弧轴等简单轴类零件的加工方法，运用进给控制指令G00、G01、G02、G03和G71、G81、G73等循环指令编辑加工程序。
- 5) 学习槽、螺纹、内孔等典型性零件的加工方法，运用G82、G76螺纹循环指令和调用子程序命令等编辑加工程序。
- 6) 全面学习综合性零件的加工方法。

本书按照两个学期的课程量进行编写，学时安排见下表，具体安排可根据实训情况调整。

教学内容	单元1	单元2	单元3	单元4	单元5	单元6	机动
建议学时	18	18	20	42	60	24	20

本书由金文文任主编并统稿，由吴忠平、叶姬明任副主编。单元1由吴忠平编写，单元2~单元5由金文文编写，单元6由叶姬明编写。

由于编者才疏学浅，水平有限，如有不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2016年8月

目录

CONTENTS

单元 1 走进数控车床	1
任务 1.1 认识数控车床	2
1.1.1 7S 管理简介	2
1.1.2 现场安全“十不准”	3
1.1.3 数控车床安全文明生产	4
1.1.4 数控机床的发展及其分类	4
1.1.5 数控车床的分类	5
1.1.6 数控车床的结构及工作原理	7
1.1.7 常见数控车床系统介绍	9
任务 1.2 华中数控系统面板功能介绍	11
拓展训练	15
单元 2 数控车床操作基础	16
任务 2.1 主轴功能、刀具功能、进给功能	17
2.1.1 主轴功能（S 功能）	17
2.1.2 刀具功能（T 功能）	17
2.1.3 进给功能（F 功能）	18
任务 2.2 数控车床常见刀具和用途	18
2.2.1 认识可转位数控车刀	19
2.2.2 常见可转位刀片的材料和形状	20
任务 2.3 数控车床基础操作	21
2.3.1 MDI 运行	22
2.3.2 用试切法对刀	23
拓展训练	25
单元 3 华中数控编程基础	26
任务 3.1 机床坐标系及工件坐标系	27
3.1.1 机床坐标轴	27
3.1.2 机床坐标系、机床零点和机床参考点	28
3.1.3 工件坐标系、程序原点和对刀点	28

目 录

CONTENTS

任务 3.2 华中数控编程指令体系	29
3.2.1 常用指令字符	29
3.2.2 辅助功能 M 代码	30
3.2.3 CNC 内定的辅助功能	31
3.2.4 华中数控系统常见 G 代码组及其含义	32
拓展训练	32
单元 4 简单轴类零件的加工	33
任务 4.1 阶梯轴的加工（一）	34
4.1.1 G00、G01 指令的运用	34
4.1.2 确定加工方案	35
任务 4.2 阶梯轴的加工（二）	37
4.2.1 G00、G01 指令倒直角和倒圆角的运用	38
4.2.2 确定加工方案	39
任务 4.3 锥度轴的加工	41
4.3.1 圆锥尺寸的计算	42
4.3.2 G71 内外径粗车复合循环指令	43
4.3.3 G81 端面切削固定循环	44
4.3.4 确定加工方案	44
4.3.5 修改刀补法控制尺寸	47
任务 4.4 圆弧轴的加工（一）	49
4.4.1 G02、G03 圆弧插补	49
4.4.2 刀具半径补偿功能 G40、G41、G42	51
4.4.3 确定加工方案	55
任务 4.5 圆弧轴的加工（二）	57
4.5.1 G73 闭环车削复合循环指令	58
4.5.2 确定加工方案	59
拓展训练	62
单元 5 典型性零件的加工	64
任务 5.1 窄槽、宽槽的加工	65
5.1.1 认识切槽刀	65
5.1.2 槽的加工方法	67
5.1.3 G04 暂停指令	67
5.1.4 确定加工方案	68
任务 5.2 梯形槽的加工	72



目 录

CONTENTS

任务 5.3 多沟槽的加工	76
5.3.1 调用子程序指令	77
5.3.2 确定加工方案	77
任务 5.4 普通外螺纹的加工（有退刀槽）	80
5.4.1 螺纹	80
5.4.2 认识螺纹刀与进刀方式	81
5.4.3 普通三角螺纹尺寸和参数分析	82
5.4.4 螺纹精度检测	84
5.4.5 G82 螺纹固定循环指令	85
5.4.6 确定加工方案	85
任务 5.5 普通外螺纹的加工（无退刀槽）	88
5.5.1 G82 螺纹固定循环指令	89
5.5.2 确定加工方案	89
任务 5.6 普通外螺纹的加工（大螺距）	92
5.6.1 G76 螺纹切削复合循环指令	92
5.6.2 确定加工方案	93
任务 5.7 阶梯孔的加工	96
5.7.1 内孔车刀的选择和装夹	96
5.7.2 内孔检测方法	97
5.7.3 确定加工方案	99
任务 5.8 圆弧锥度孔的加工	102
拓展训练	106
单元 6 综合性零件的加工	108
任务 6.1 综合性零件的加工（一）	109
任务 6.2 综合性零件的加工（二）	114
任务 6.3 综合性零件的加工（三）	119
拓展训练	124
附录 实训图集	125
参考文献	138

单元1

走进数控车床

本单元通过数控车床的入门教育,了解数控车床基础知识、安全文明生产内容及实训课的要求;然后学习华中数控车床编程及操作基础知识,掌握华中数控车床的实训与加工过程。

知识目标:

- 1) 了解实训课相关要求。
 - ① 了解实训室 7S 规范。
 - ② 清楚数控车床安全文明生产内容。
- 2) 了解数控车床基础知识。
 - ① 了解数控车床的发展及其分类。
 - ② 清楚数控车床的组成和常见数控系统。

技能目标:

- 1) 认识华中数控华中世纪星 HNC-21T 数控车床的面板和按键功能。
- 2) 掌握数控车床的简单操作。



任务 1.1 认识数控车床

▶▶ 任务目标

- 1) 了解数控车床及其发展史。
- 2) 掌握数控车床的结构组成。

▶▶ 任务描述

数控车床、车削中心是一种高精度、高效率的自动化机床，如图 1-1-1 所示为华中世纪星 HNC-21T 数控车床。配备多工位刀塔或动力刀塔的机床具有广泛的加工工艺性能，可加工直线圆柱、斜线圆柱、圆弧和各种螺纹、槽、蜗杆等复杂工件，具有直线插补、圆弧插补各种补偿功能，并在复杂零件的批量生产中发挥良好的经济效果。本任务要求学生了解数控车床及其发展史，掌握数控车床的结构组成。



图 1-1-1 华中世纪星 HNC-21T 数控车床

1.1.1 7S 管理简介

1. 定义

7S（整理、整顿、清扫、清洁、素养、安全、节约）管理方式保证了优雅的生产



办公环境、良好的工作秩序和严明的工作纪律，同时也是提高工作效率，生产高质量、精密化产品，减少浪费、节约物料成本和时间成本的基本要求。

2. 内容

(1) 1S (整理 Seiri)

定义：区分要用和不用的人、事、物，清除掉不用的人、事、物。

目的：把“空间”腾出来活用。

(2) 2S (整顿 Seiton)

定义：要用的东西依规定定位、定量摆放整齐，明确标示。

目的：不用浪费时间找东西。

(3) 3S (清扫 Seiso)

定义：清除工作场所内的脏污，并防止污染的发生。

目的：消除“脏污”，保持工作场所干净、明亮。

(4) 4S (清洁 Seiketsu)

定义：将上面 3S 实施的做法制度化、规范化，并维持成果。

目的：通过制度化来维持成果，并显现“异常”之所在。

(5) 5S (素养 Shitsuke)

定义：人人依规定行事，从心态上养成好习惯。

目的：改变“人质”，养成工作认真的习惯。

(6) 6S (安全 Safety)

定义：重视成员安全教育，每时每刻都有“安全第一”的观念。

目的：预知危险，防患于未然。

(7) 7S (节约 Save)

定义：减少人力、成本、空间、时间、库存、物料消耗等因素。

目的：养成降低成本的习惯，加强作业人员节约意识的教育。

1.1.2 现场安全“十不准”

1) 不准违反操作规程操作设备。

2) 不准开动情况不明的电源或动力源开关。

3) 不准学生无指导教师在场时擅自操作设备。

4) 不准在设备防护装置缺损或不在规定位置时操作设备。

5) 不准使用非安全电压灯作为机床照明灯。

6) 不准戴手套操作运转机床。

7) 不准在物件堆放超高或不稳妥时结束工作。

8) 不准在生产现场嬉戏打闹。

9) 不准穿裙子、凉（拖）鞋或高跟鞋进入生产现场。

10) 不准任意拆除设备上的安全、照明、信号、防火防爆装置和警示标志。



1.1.3 数控车床安全文明生产

1. 安全操作基本注意事项

1) 工作时要穿好工作服、安全鞋，戴好工作帽及防护镜，车床运转时不要戴手套操作。

2) 不要移动或损坏安装在机床上的警示标志牌。

3) 不要在机床周围放置障碍物，工作空间应足够大。

4) 某一项工作如需两人或多人完成，应注意相互间的协调一致。

5) 不允许使用压缩空气清洗车床、电气柜及 NC 单元。

2. 工作前的准备工作

1) 机床开始工作前要预热，认真检查润滑系统工作是否正常，如机床长时间未开动，可采用手动方式向各部件供油润滑。

2) 使用的刀具应与机床允许的规格相符，严重破损的刀具应及时更换。

3) 调整刀具的所有工具不要遗忘在机床内。

4) 刀具安装好后应进行试切。

5) 检查卡盘夹紧工件的状态。

6) 机床开动前必须关好防护门。

3. 工作过程中的安全注意事项

1) 禁止用手接触铁屑，铁屑必须用铁钩或刷子来清理。

2) 禁止用手或其他任何方式接触正在运转的主轴、工件或其他运动部件。

3) 禁止加工过程中清扫机床。

4) 车床运转过程中操作者不得离开岗位，发现机床异常应立即停止工作。

5) 在加工过程中不允许打开机床防护门。

6) 严格遵守岗位责任制，机床应单机单人使用。

4. 工作完成后的注意事项

1) 清除切屑，擦拭机床，打扫机床周围卫生。

2) 注意更换磨损严重的刀具。

3) 检查润滑油切削液的状态，及时添加或更换。

4) 依次关掉操作面板上的电源和总电源。

1.1.4 数控机床的发展及其分类

CNC 是英文 computerized numerical control（计算机数字化控制）的缩写。数控机床是按照事先编制好的加工程序，自动地对被加工零件进行加工。通常把零件的加工工



艺路线、工艺参数、刀具的运动轨迹、位移量、切削参数（主轴转速、进给量、背吃刀量等）以及辅助功能（换刀，主轴正转、反转，切削液开、关等），按照数控机床规定的指令代码及程序格式编写加工程序单，再把加工程序单中的内容记录在控制介质上（如穿孔纸带、磁带、磁盘、磁泡存储器），然后输入到数控机床的数控装置中，从而指挥机床加工零件。随着数控技术的发展，采用数控系统的机床品种日益增多，有车床、铣床、镗床、钻床、磨床、齿轮加工机床和电火花加工机床等。此外还有能自动换刀、一次装卡进行多工序加工的加工中心、车削中心等。

1952年，麻省理工学院在一台立式铣床上装上了一套试验性的数控系统，成功地实现了同时控制三轴的运动。这台数控机床被大家称为世界上第一台数控机床。

这台机床是一台试验性机床，到了1954年11月，在派尔逊斯专利的基础上，第一台工业用的数控机床由美国本迪克斯公司正式生产出来。

在此以后，从1960年开始，其他一些工业国家，如德国、日本都陆续开发、生产及使用了数控机床。

数控机床中最初出现并获得使用的是数控铣床，因为数控铣床能够加工普通机床难于胜任的、需要进行轮廓加工的曲线或曲面零件。

然而，由于当时的数控系统采用的是电子管，体积庞大、功耗高，因此除了军事部门使用外，在其他行业没有得到推广使用。

到了1960年以后，点位控制的数控机床得到了迅速的发展。因为点位控制的数控系统比起轮廓控制的数控系统要简单得多，因此，数控铣床、冲床、坐标镗床大量发展，据统计资料表明，到1966年实际使用的约6000台数控机床中，85%是点位控制的机床。

1974年，研制成功使用微处理器和半导体存储器的微型计算机数控装置（简称MNC），这是第五代数控系统。第五代与第三代相比，数控装置的功能提升了一倍，而体积则缩小为原来的1/20，价格降低了3/4，可靠性也得到极大的提高。

20世纪80年代初，随着计算机软、硬件技术的发展，出现了能进行人机对话式自动编制程序的数控装置；数控装置愈趋小型化，可以直接安装在机床上；数控机床的自动化程度进一步提高，具有自动监控刀具破损和自动检测工件等功能。

1.1.5 数控车床的分类

1. 按车床主轴位置分类

1) 立式数控车床：立式数控车床简称数控立床，其车床主轴垂直于水平面，具有一个直径很大的圆形工作台，用来装夹工件。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，如图1-1-2所示。

2) 卧式数控车床：其车床主轴轴线平行于水平面，卧式数控机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，其倾斜导轨结构可以使车床具有更大的刚性，并易于排出切屑，如图1-1-3所示。

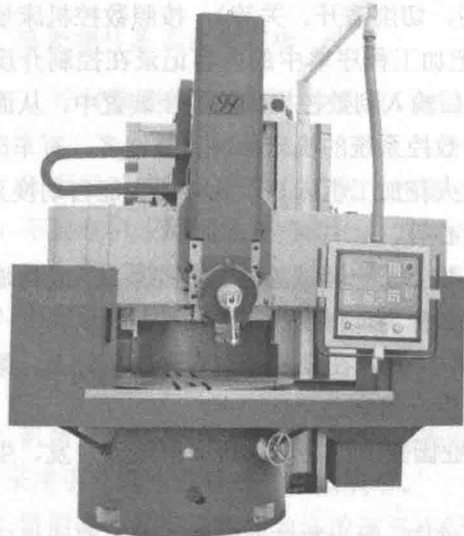


图 1-1-2 立式数控车床



图 1-1-3 经济型卧式数控车床

2. 按功能分类

- 1) 经济型数控车床，如图 1-1-3 所示。
- 2) 全功能型数控车床，如图 1-1-4 所示。

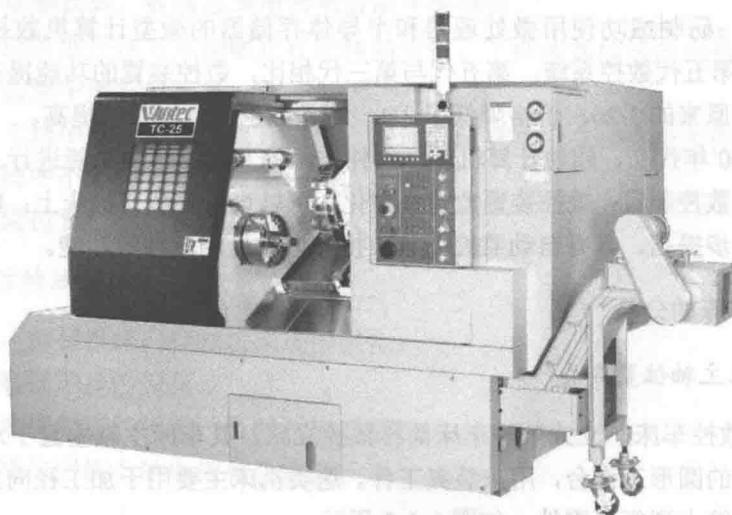


图 1-1-4 全功能型数控车床

- 3) 车削中心，如图 1-1-5 所示。
- 4) 车铣复合加工中心，如图 1-1-6 所示。



图 1-1-5 车削中心



图 1-1-6 车铣复合加工中心

3. 按其他方式分类

- 1) 按刀架数量分为单刀架数控车床和双刀架数控车床。
- 2) 按加工零件的基本类型分为卡盘式数控车床和顶尖式数控车床。
- 3) 按数控系统不同常用的有 FANUC（法那科）数控系统、Siemens（西门子）数控系统、华中数控系统、广州数控系统等。
- 4) 按控制方式分为开环、闭环、半闭环控制数控车床。

1.1.6 数控车床的结构及工作原理

1. 数控车床的结构

数控车床主要由车床本体和数控系统两大部分组成。图 1-1-7 所示是 CK6140 型数控车床的外形结构。

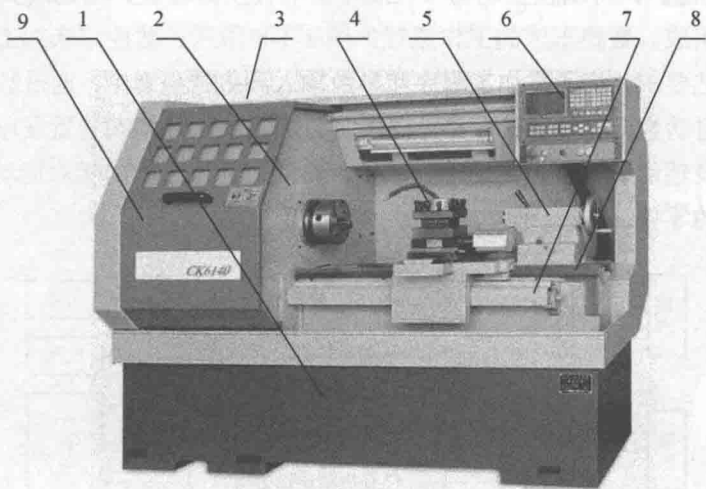


图 1-1-7 CK6140 型数控车床的外形结构

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



1) 床身。床身是数控车床的基础零件，用来支撑和安装车床的各部件，保证其相对位置正确。床身具有足够的刚度和强度，床身表面精度很高，以保证各部件之间有正确的相对位置。

2) 主轴箱。主轴箱用以支撑主轴并使之旋转。主电动机通过 V 带直接把运动传给主轴，主轴通过同步带与编码器相连，通过编码器测出主轴的实际转速。主轴调速是直接通过变频电动机来完成的。

3) 电气控制柜。电气控制柜内部用于安装机床电气控制元件、数控伺服控制单元、控制芯板和其他辅助装置。

4) 刀架。刀架固定在中滑板上，用于安装车削刀具，通过自动转位来实现刀具的转换。

5) 尾座。尾座在长轴类零件加工时起支撑作用以及安装钻头、钻夹头等。

6) 数控装置。数控装置主要由数控系统、伺服驱动装置和伺服电动机组成。

7) 丝杠。丝杠用于将丝杠电动机的旋转运动转化为车床刀架的直线运动。

8) 导轨。导轨起导向及支承作用，它的精度、刚度及结构形式等对机床的加工精度和承载能力有直接影响。

9) 防护门。加工过程中防护门用于保证操作者的安全性，防止出现事故时工件飞出等安全性问题。

2. 数控车床的工作原理

数控机床一般由输入/输出设备、CNC 装置（或称 CNC 单元）、伺服单元、驱动装置（或称执行机构）、可编程控制器（PLC）及电气控制装置、辅助装置、机床本体及测量反馈装置组成。数控车床的工作原理如图 1-1-8 所示。数控车床加工零件时根据零件图及加工工艺要求，将所需加工程序和参数输入到数控装置中，通过数控装置内的控制软件，经过自动数据处理、计算后，向车床各伺服系统及辅助装置发出工作指令，驱动各运动部件及辅助装置按预定的顺序动作，实现刀具与工件的相对运动，最终加工出符合图纸要求的零件。

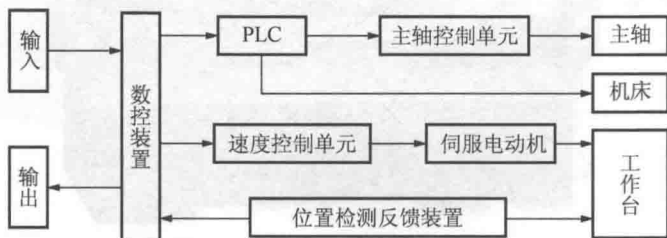


图 1-1-8 数控车床的工作原理图



1.1.7 常见数控车床系统介绍

1. FANUC 数控系统

日本 FANUC 公司的数控系统具有高质量、高性能、全功能，适用于各种机床和生产机械的特点，在市场的占有率远远超过其他的数控系统，如图 1-1-9 所示为 FANUC 数控系统面板。

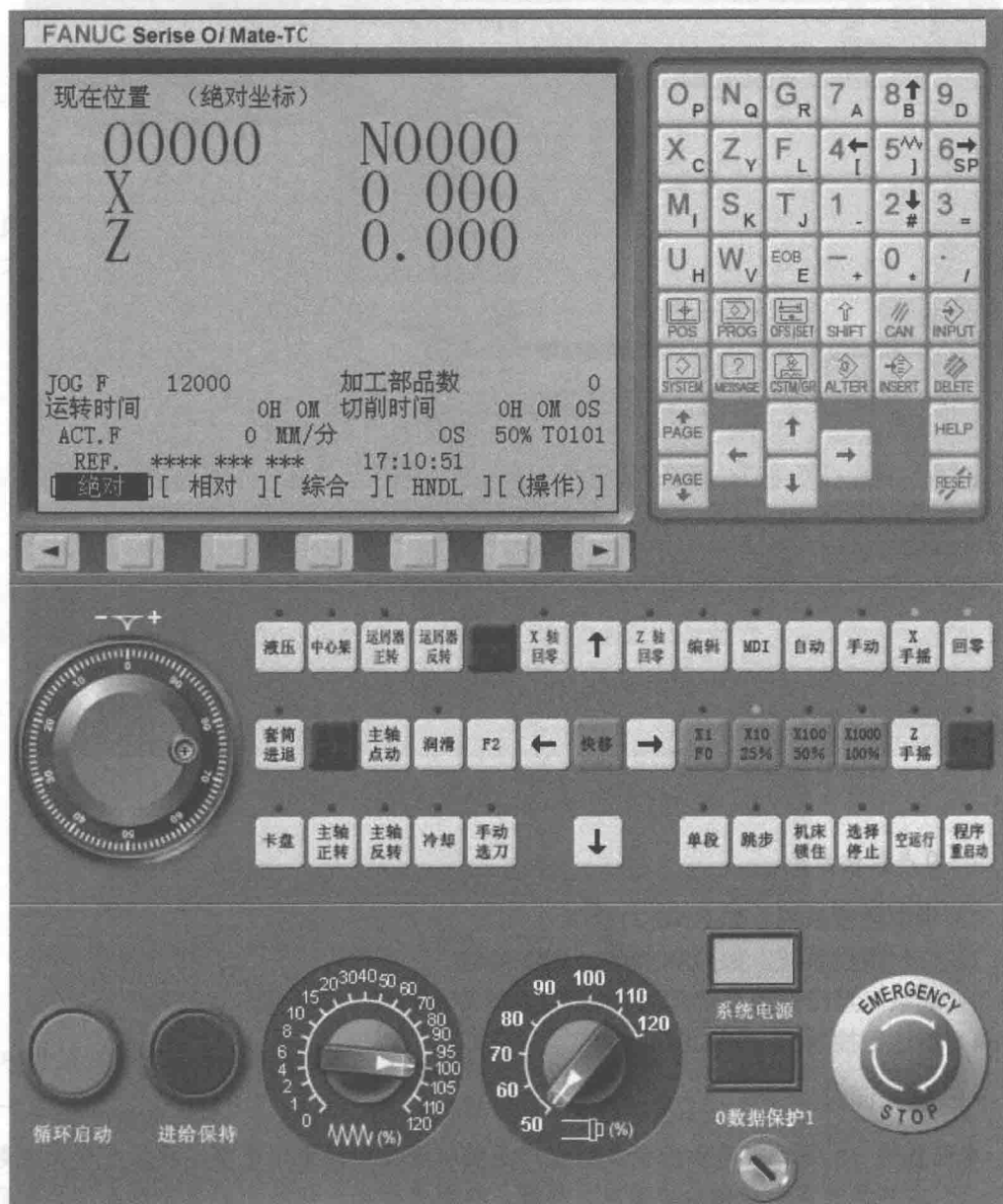


图 1-1-9 FANUC 数控系统面板