

吕斌杰 蒋志强 高长银 等编著

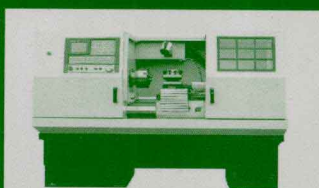
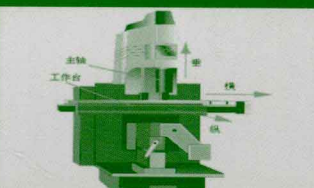
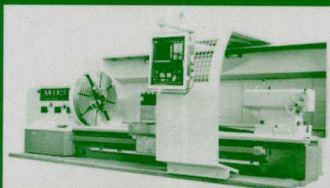
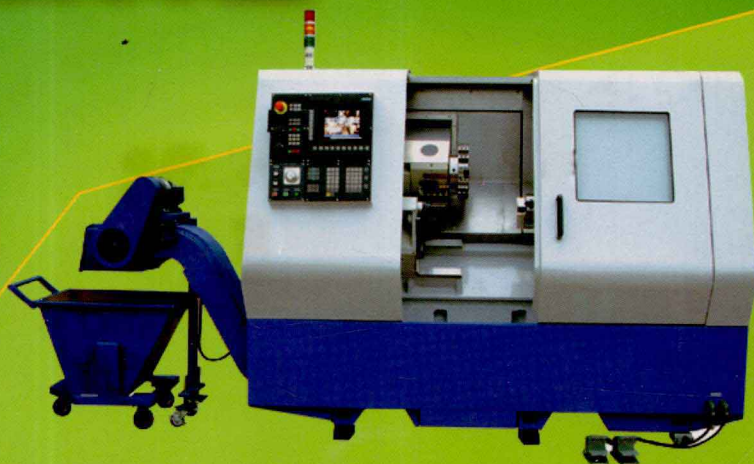
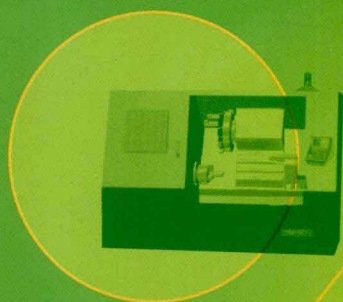


SIEMENS

系统

数控车床

培训教程



化学工业出版社

SIEMENS 系统 数控车床培训教程

吕斌杰 蒋志强 高长银 等编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

SIEMENS 系统数控车床培训教程 / 吕斌杰, 蒋志强,
高长银等编著. —北京: 化学工业出版社, 2012.8

ISBN 978-7-122-14750-9

I. ①S… II. ①吕… ②蒋… ③高… III. ①数控机
床-技术培训-教材 · IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 147281 号

责任编辑: 王 烨

文字编辑: 项 激

责任校对: 吴 静

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 362 千字 2013 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 46.00 元

版权所有 违者必究

前言

SIEMENS 数控系统具有良好的人机界面，丰富而先进的控制功能，装备 SIEMENS 数控系统的数控机床在国内应用广泛。机械制造业需要大量掌握 SIEMENS 系统数控机床的技术工人和编程人员。

数控技术是技术性极强的工作，要求从业人员具有机械加工工艺知识，还要求从业者有数控编程知识和数控机床操作技能。本书以数控车床的应用为目的，基于目前企业中广泛使用的 SIEMENS 数控系统，介绍数控车床程序编制，机床操作方法，工艺参数的选择，典型加工程序等。书中从生产现场精选了典型数控加工实例，加工实例由浅至深、分门别类。由于加工实例选自生产实际，对从事数控加工工作的读者有很好的参考价值。

本书主要内容是数控加工工艺和数控编程。本书有两个主要特点。

一是书中所述知识均附有例题，所选用的例题实用性强。通过学习数控加工例题，通过对加工例题中工艺的类比，有利于读者学习、掌握数控加工知识和技能，在学习上达到事半功倍的效果。

特点之二是本书的附录部分，其中精选近期数控车床职业技能鉴定考核试题，以及全国数控工艺员考核试题等，供学习数控技能、参加晋级考核人员使用。本书能适应数控铣工自学和需要的需要，也是从事数控机床加工技术人员的参考书，可作为职业技术学院数控技术专业及机械类学生的教材和参考书。

书中所有实例的素材文件可在出版社网站 www.cip.com.cn 中“资源下载”区下载，以方便读者使用。

本书由吕斌杰、蒋志强、高长银、赵汶编著。另外，马龙梅、孙红亮、杨学围、邓力、王乐、张秋冬、涂志涛、闫延超、赵程、赵辉、贺红霞、史丽萍、郭小琴、袁丽娟、刘汝芳、夏劲松、刘媛媛、赵普磊、李晓磊、董延等为本书的编写提供了帮助，在此一并向他们表示感谢！

由于时间有限，书中难免会有一些不足之处，欢迎广大的读者及业内人士予以批评指正。

编著者

第1章 数控车床介绍

1

- 1.1 数控车床的分类与组成.....1
 - 1.1.1 数控车床的类型及基本组成.....1
 - 1.1.2 数控车床的传动及速度控制.....2
 - 1.1.3 数控车床的控制面板及其功能.....4
- 1.2 数控车床控制系统的功能.....6
- 1.3 数控车床的主要结构特点.....7
- 1.4 数控车床的技术参数.....8

第2章 数控车削加工工艺

9

- 2.1 数控车削加工原理与特点.....9
 - 2.1.1 数控车削加工原理.....9
 - 2.1.2 数控车床的编程特点.....9
- 2.2 数控车削的主要应用.....10
 - 2.2.1 数控加工的基本特点.....10
 - 2.2.2 数控车削的主要加工对象.....11
- 2.3 数控车削加工工艺的制定.....12
 - 2.3.1 数控加工工艺的基本特点.....12
 - 2.3.2 数控加工工艺分析的主要内容.....12
 - 2.3.3 数控加工工艺分析的一般步骤与方法.....12

第3章 SIEMENS 系统数控车床编程

17

- 3.1 数控程序编制的内容与方法.....17
- 3.2 字与程序格式.....19
 - 3.2.1 字与字的功能.....19
 - 3.2.2 程序格式.....22
- 3.3 数控加工坐标系.....22

3.3.1 机床坐标系	23
3.3.2 编程坐标系	26
3.3.3 加工坐标系	26
3.4 SIEMENS 数控系统的常用编程指令	26
3.4.1 SIEMENS 数控系统的基本 G 指令	27
3.4.2 SIEMENS 数控系统的基本 M 指令	34
3.4.3 SIEMENS 数控系统的基本 T 指令	35
3.4.4 SIEMENS 数控系统的基本参数指令	37
3.5 SIEMENS 数控系统的跳转指令集	38
3.6 SIEMENS 数控系统的子程序指令	39
3.7 SIEMENS 数控系统的循环指令集	40
3.7.1 车削循环	40
3.7.2 钻削循环 (CYCLE81~CYCLE88)	54
3.8 计算参数	68
3.8.1 计算参数 R	68
3.8.2 参数运算	69

第 4 章 SIEMENS 系统数控车床操作

70

4.1 SIEMENS 系统数控车床面板	70
4.1.1 SIEMENS 系统数控车床系统操作面板	70
4.1.2 SIEMENS 系统数控车床机床操作面板	71
4.2 SIEMENS 系统车床显示屏幕	72
4.2.1 屏幕划分	72
4.2.2 操作区域	74
4.3 开机和回参考点	74
4.3.1 开机	74
4.3.2 回参考点	75
4.4 机床的手动操作	75
4.4.1 JOG 运行方式	75
4.4.2 手轮的选通	77
4.4.3 MDA 手动输入方式	78
4.5 自动运行程序操作	79
4.5.1 进入自动运行方式	79
4.5.2 选择和启动零件程序——“加工”操作区	81
4.5.3 程序段搜索——“加工”操作区	82
4.5.4 “停止”/“中断”零件程序——“加工”操作区	82
4.5.5 中断后重新返回	83
4.5.6 “中断”之后的再定位——“加工”操作区	83
4.6 程序的编辑	83

4.6.1 进入程序管理器	83
4.6.2 输入新程序——“程序”操作区	84
4.6.3 零件程序的编辑——“程序”运行方式	85
4.6.4 模拟	86
4.7 参数设定	86
4.7.1 输入刀具参数及刀具补偿参数——“参数”操作区	86
4.7.2 输入和修改零点偏置值——“参数”操作区	89
4.7.3 编程设定数据——“参数”操作区	91
4.7.4 R 参数——“参数”操作区	93
4.8 数控车床的对刀与找正	94
4.8.1 对刀的基本概念	94
4.8.2 对刀的原理	95
4.8.3 对刀方法	95

第5章 SIEMENS 系统数控车床加工实例

98

5.1 轴类件的典型表面数控车削加工实例	98
5.1.1 入门实例——阶梯轴数控车削加工	98
5.1.2 提高实例——凹槽轴数控车削加工	101
5.2 盘类零件的数控车削加工实例	104
5.2.1 入门实例——圆盘数控车削加工	104
5.2.2 提高实例——弧形盘数控车削加工	107
5.3 套类零件的数控车削加工实例	110
5.3.1 入门实例——短套数控车削加工	110
5.3.2 提高实例——锥套数控车削加工	112
5.4 螺纹类零件的数控车削加工实例	116
5.4.1 入门实例——外螺纹零件数控车削加工	116
5.4.2 提高实例——内螺纹零件数控车削加工	119
5.5 子程序数控车削加工实例	121
5.5.1 入门实例——不等距槽车削加工	121
5.5.2 提高实例——轴类零件子程序车削加工	124
5.6 异形轴类综合数控车削加工实例	127
5.6.1 入门实例——椭圆零件车削加工	127
5.6.2 提高实例——异形长轴零件综合车削加工	130
5.7 综合数控车削加工实例	133

第6章 数控车自动编程

139

6.1 自动编程软件的优点及操作步骤	139
6.1.1 自动编程软件的优点	139
6.1.2 自动编程的操作步骤	139

6.1.3 常用的自动编程软件.....	140
6.2 CAXA 数控车自动编程软件概述	141
6.2.1 CAXA 制造工程师自动编程软件简介.....	141
6.2.2 CAXA 数控车 2008 用户操作界面	141
6.3 CAXA 数控车的 CAD 功能	143
6.3.1 绘制曲线	143
6.3.2 编辑曲线	145
6.3.3 曲线几何变换	146
6.4 CAXA 数控车的 CAM 功能	148
6.4.1 轮廓粗车	148
6.4.2 轮廓精车	151
6.4.3 切槽	154
6.4.4 钻中心孔	156
6.4.5 车螺纹	157
6.4.6 代码生成	159
6.4.7 参数修改	160
6.4.8 轨迹仿真	160
6.4.9 后置设置	161
6.4.10 机床设置	163
6.5 CAXA 数控车自动编程实例	166
6.5.1 轴类零件车削加工	166
6.5.2 螺纹类零件车削加工	174
6.5.3 盘套类零件车削加工	183
附录	195
附录 1 数控车削工艺员试题库及答案	195
附录 2 全国职业技能鉴定数控车削中高级试题库及答案	202
附录 3 全国数控车削大赛试题库及答案	208
参考文献	216

第1章

数控车床介绍

1.1 数控车床的分类与组成

1.1.1 数控车床的类型及基本组成

(1) 数控车床的类型

① 水平床身（即卧式车床）它有单轴卧式和双轴卧式之分。由于刀架拖板运动很少需要手摇操作，所以刀架一般安放于轴心线后部，其主要运动范围亦在轴心线后半部，可使操作者易接近工件。采用短床身，占地小，适宜加工盘类零件。双轴型便于加工零件正反面。

② 倾斜式床身 它在水平导轨床身上布置三角形截面的床鞍。其布局兼有水平床身造价低、横滑板导轨倾斜便于排屑和易接近操作的优点。它有小规格、中规格和大规格三种。

③ 立式数控车床 它分单柱立式和双柱立式数控车床。采用立轴布置方式，适用于加工中等尺寸盘类和壳体类零件。便于装卸工件。

④ 高精度数控车床 它分中、小规格两种。适于加工精密仪器、航天及电子行业的精密零件。

⑤ 四坐标数控车床 四坐标数控车床设有两个(X、Z)坐标或多坐标复式刀架，可提高加工效率，扩大工艺能力。

⑥ 车削加工中心 车削中心可在一台车床上完成多道工序的加工，从而缩短了加工周期，提高了机床的生产效率和加工精度。若配上机械手、刀库料台和自动测量监控装置构成车加工单元，可用于中小批量的柔性加工。

⑦ 各种专用数控车床 专用数控车床有数控卡盘车床、数控管子车床等。

(2) 数控车床的基本组成

数控车床的整体结构组成基本与普通车床相同，同样具有床身、主轴、刀架及其拖板和尾座等基本部件，但数控柜、操作面板和显示监控器却是数控机床特有的部件。即使对于机械部件，数控车床和普通车床也有很大的区别。如数控车床的主轴箱内部省掉了机械式的齿轮变速部件，因而结构就非常简单了，车螺纹也不再需要另配丝杠和挂轮了，刻度盘式的手摇移动调节机构也已被脉冲触发计数装置所取代。下面以 CK7815 型数控车床和 CK9330 型数控车床为例，简单介绍一下数控车床的结构组成。

CK7815 型数控车床是长城机床厂的产品，可选配 FANUC-6T 或 FANUC-5T 系统，为两坐标联动闭环控制的 CNC 车床。该车床能车削直线（圆柱面）、斜线（锥面）、圆弧（成形面）、公制和英制螺纹（圆柱螺纹、锥螺纹及多头螺纹），能对盘形零件进行钻、扩、铰和镗孔加工。

CK7815 型数控车床如图 1-1 所示。其床身导轨为 60° 倾斜布置, 排屑方便。导轨截面为矩形, 刚性很好。主轴由直流 (配 5T 系统时) 或交流 (配 6T 系统时) 调速电动机驱动, 主轴尾端带有液压夹紧液压缸, 可用于快速自动装夹工件。床鞍溜板上装有横向进给驱动装置和转塔刀架, 刀盘可选配 8 位、12 位小刀盘和 12 位大刀盘。纵横向进给系统采用直流伺服电动机带动滚珠丝杠, 使刀架移动。尾座套筒采用液压驱动。可采用光电读带机和手工键盘程序输入方式, 带有 CRT 显示器、数控操作面板和机械操作面板。另外还有液动式防护门罩和排屑装置。若再配置上下料的工业机器人, 就可以形成一个柔性制造单元 (FMC)。

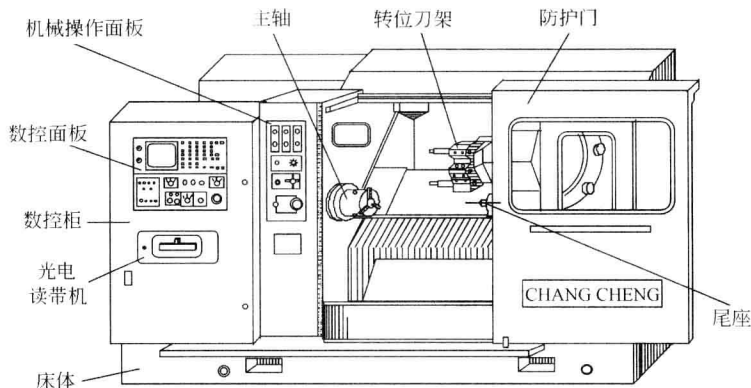


图 1-1 CK7815 型数控车床

CK9330 型数控车床配有由华中数控研制开发的 HCNC-1T 数控系统, 是直接由 PC 电脑通过数控软件进行加工控制的新型 CNC 系统。该机床是一开环控制的台式车床, 其机械部分由床身、床头箱、工作台、大小拖板、普通刀架、尾座、主轴电动机和 XZ 轴步进电动机 (4NM、1NM 各一个) 等组成, 控制部分由机床强电控制柜、机械操作面板、PC 电脑和它的数控软件等组成。CK9330 型数控车床的组成如图 1-2 所示。

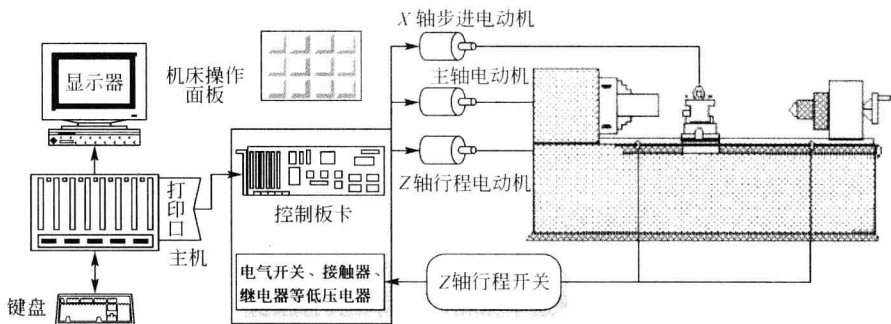


图 1-2 CK9330 型数控车床的组成

1.1.2 数控车床的传动及速度控制

图 1-3 所示的是 CK7815 型数控车床的传动系统图。主轴由 AC-6 型 5.5 kW 交流调速电动机或 DC-8 型 1.1 kW 直流调速电动机驱动, 靠电器系统实现无级变速。由于电动机调速范围的限制, 故采用两级宝塔带轮实施高、低两挡速度的手动切换, 在其中某挡的范围内可由程序代码 S 任意

指定主轴转速。结合数控装置还可进行恒线速度切削。但最高转速受卡盘和卡盘液压缸极限转速的制约，一般不超过 4500r/min。

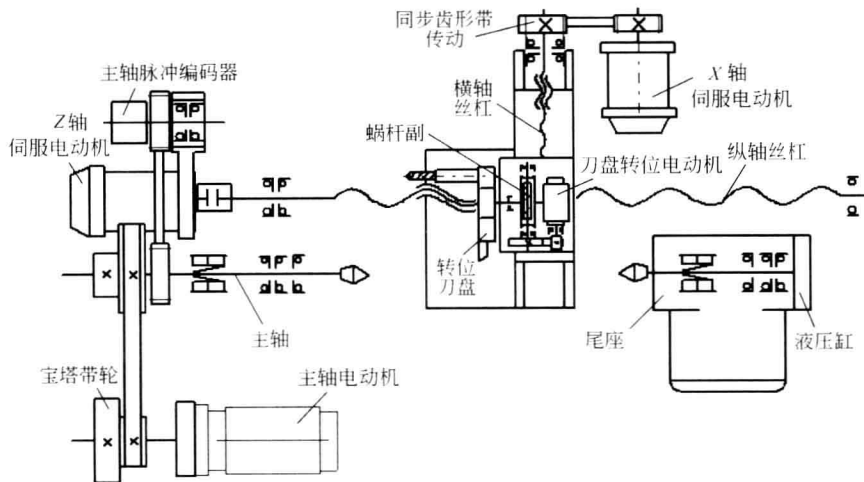


图 1-3 CK7815 型数控车床传动系统

纵向 Z 轴进给由直流伺服电动机直接带动滚珠丝杠实现；横向 X 轴进给由直流伺服电动机驱动；通过同步齿形带带动横向滚珠丝杠实现，这样可减小横轴方向的尺寸。

刀盘转位由电动机经过齿轮及蜗杆副实现，可手动或自动换刀。排屑机构由电动机、减速器和链轮传动实现。

工进速度和快进速度还受控制面板上相应的速度修调旋钮影响。实际速度还应乘以速度修调的倍率。

CK9330 型数控车床的传动系统较为简单，该机床主轴是由电动机经 V 带传至车头主轴，由宝塔带轮传动实施有级变速。主轴转速不受 S 代码的控制，其调整需靠手动进行。由于主轴转速不可无级调控，所以在螺纹车削时，只有靠编码器检测主轴的实际转速并反馈到数控系统后，再由系统自动调整进给轴的进给速度来保证（主轴每转一圈，刀架移动一个螺距值）。

CK9330 型数控车床的纵向 Z 轴进给由 4NM 的三相六拍感应式步进电动机直接带动普通丝杠实现，横向 X 轴进给由 1NM 的步进电动机带动一对 18/27 的减速齿轮后再带动普通丝杠实现。由于小拖板上的丝杠手柄调节位移量不计入数控装置，因此只用于加工前对刀时的辅助调节，它在加工过程中的任何移动都将影响尺寸精度。

CK9330 型数控车床的主要规格与技术参数如下：

床身上最大工件回转直径	$\phi 300\text{mm}$
最大工件长度	500mm
刀架上最大工件回转直径	$\phi 140\text{mm}$
主轴通孔直径	$\phi 26\text{mm}$
主轴孔莫氏锥度	No. 4
刀架最大横向行程	160 mm
刀架最大纵向行程	100 mm
加工公制螺纹种数	14
加工公制螺纹螺距	0.5~3（或更大）

加工英制螺纹种数	20
加工英制螺纹螺距	11~40 牙/in ^①
纵、横向进给量级数	无级调速
主轴每转刀架的纵、横向进给量	无级调速
主轴转速范围	160~1600r/min
主轴转速级数	6

此外，还有些车床的主轴虽然采用的是机械式的有级变速，但配合一定的电液动控制系统，也可通过 S 代码自动实现主轴的变速，当然那也只能是有级变速。

1.1.3 数控车床的控制面板及其功能

用 PC 电脑作控制系统的数控车床，其程序输入、数据设定和 NC 控制等操作均可由 PC 键盘进行，文字和图形信息由显示器显示。CK9330 型数控车床操作面板的布局如图 1-4 所示。

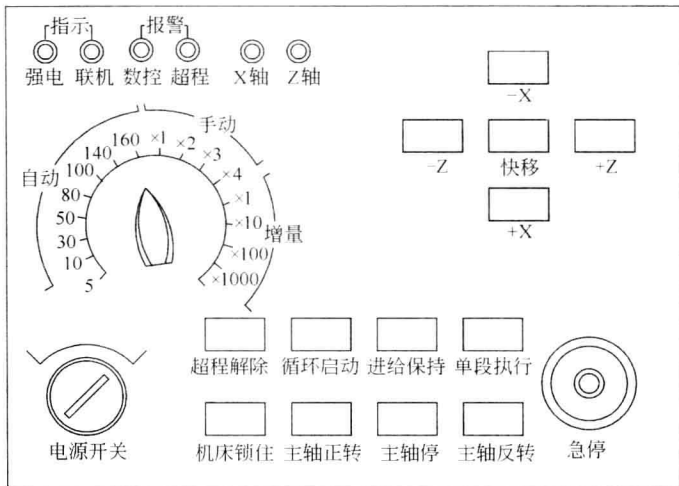


图 1-4 CK9330 型数控车床操作面板的布局

面板顶行为一排指示灯，分别为指示机床电柜电源的“强电”指示灯，表示机床与计算机数控软件是否联系上的“联机”指示灯，数控系统内部是否有故障的“数控”报警和控制轴行程是否超界的“超程”报警指示灯，以及回参考点指示灯。右上部按菱形布置的几个按钮为拖板移动用的手动操作按钮，相当于普通车床上的旋转手柄，轴移动方向遵循标准规定。当按住某轴移动方向按钮的同时再按住中间的“快移”按钮时，则该轴将以内部设定的最快速度向指定方向移动，否则，将以当前设定的速度修调率移动。指示灯下方的旋钮为速度修调钮，“自动”的各挡用于控制机床自动及 MDI 方式下的进给速度修调率，“手动”各挡用于控制点动及步进移动时的 X、Z 轴移动速度，“增量”各挡则用于决定步进方式下点按一下轴移动按钮所产生的移动量。左下方的“电源开关”是为机床提供的又一道电源开关。右下方的“急停”按钮是用于紧急情况下强行切断电源的。中下部为以下几个功能控制按钮。

- 超程解除——当 Z 轴正负方向出现硬性行程超界时，可同时按此钮和 Z 轴相反方向的按

① 1in=0.0254m。

钮以解除超程。

- 循环启动、进给保持——用于自动运行中暂停进给和持续加工。
- 单段执行——在自动运行方式下，若按下此钮，则每执行一段程序后都将暂停等待，需按循环启动方可执行下一段程序。
- 机床锁住——若按下此按钮，则程序执行时只是数控系统内部进行控制运算，可模拟加工校验程序，但机械部件被锁住而不能产生实际的移动。
- 主轴正转、反转和停——用于手动控制主轴的正转、反转和停转。

控制软件的环境界面如图 1-5 所示，该图中屏幕顶行为状态行，用于显示工作方式及运行状态等，工作方式按主菜单变化，运行状态在不同的工作方式下有不同的显示。

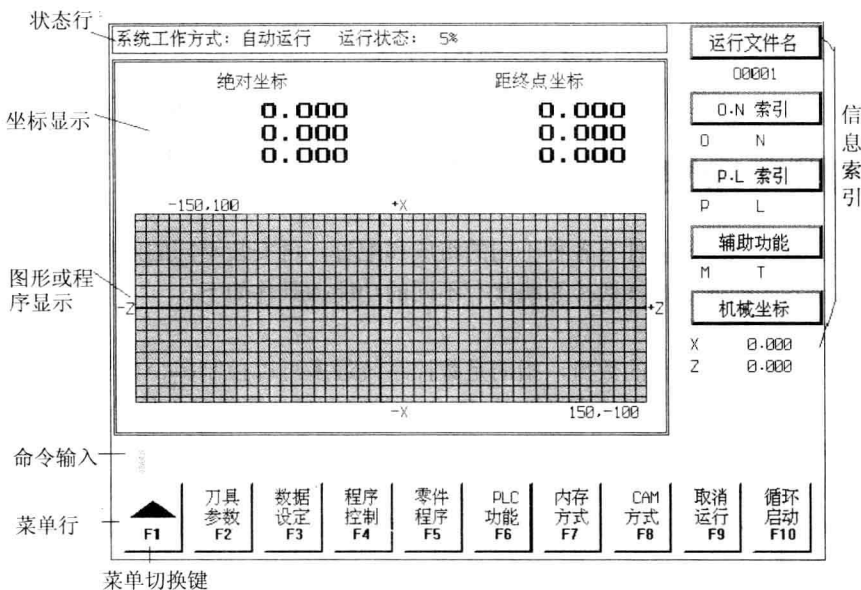


图 1-5 控制软件的环境界面

自动运行时显示：

- 5%~140%（自动运行的进给速度修调倍率）；
- 循环停止（自动运行处于暂停状态）；
- 机床锁住（机械锁住有效时）；
- 程序单段（单段运行有效时）等。

MDI 方式时显示：

- 当前默认的 G 代码模态值（如 G0、G91、G21、G94）；
- 点动操作方式：5%~100%（最大速度百分比）；
- X 轴进给或 Z 轴进给；
- 步进功能方式：×1、×10、×100、×1000（4 种步进倍率）；
- X 轴进给或 Z 轴进给。

屏幕中间为工件加工的坐标显示和图形跟踪显示或加工程序内容显示。

屏幕下部为提示输入行和菜单区（多级菜单变化都在同一行中进行）。

屏幕右部为信息检索显示区：O.N 索引处，显示自动运行中的 O 代码（主程序号）和 N 代码

(程序段号)；P.L 索引处，显示自动运行中的 P 代码（子程序调用）和 L 代码（调用次数）；M.T 索引处，显示自动运行中的 M 代码（辅助功能）和 T 代码（刀具号和刀补号）；机械坐标处，显示刀具在机床坐标系中的坐标变化。

控制软件系统的整个菜单的显示切换均在屏幕底行上进行，菜单选取由功能键 F1~F10 操作。第一级子菜单的调出和所有下级菜单的往上退回均靠“F1”功能键实施。例如：在主菜单级显示时，按下“F2”键选中自动运行方式后该按钮呈凹下状，但需要再按“F1”键方可切换到自动运行方式的下级菜单。然后，在本级菜单显示时，按下相应的选用功能键即可自动调用显示下级菜单或执行相应的菜单项功能（即除第一级子菜单调出需按“F1”键外，往下层次的子菜单调出，则不需按“F1”键，均可自动调出。）若从本级菜单返回到上一级菜单，以及当本级某菜单项执行完后又想执行本级的另一菜单项功能时，则需要按“F1”功能键，而不是按“Esc”键；若在主菜单显示时按了“Esc”键，则自动退出控制软件系统。

1.2 数控车床控制系统的功能

数控机床上数控系统的硬件有各种不同的组成和配置，再安装不同的监控软件，就可以应用于不同机床或设备的控制，这样数控系统就有不同的功能，具体如下。

（1）多坐标控制功能

控制系统可以控制坐标轴的数目，指的是数控系统最多可以控制多少个坐标轴，其中包括平动坐标轴和回转坐标轴。基本平动坐标轴是 X、Y、Z 轴；基本回转坐标轴是 A、B、C 轴。联动轴数是指数控系统按照加工的要求可以控制同时运动的坐标轴的数目。如某型号的数控机床具有 X、C、Z 三个坐标轴运动方向，而数控系统只能同时控制两个坐标（XZ、XC 或 ZC）方向的运动，则该机床的控制轴数为 3 轴（称为三轴控制），而联动轴数为 2 轴（称为两联动）。

（2）插补功能

指数控机床能够实现的运动轨迹，如直线、圆弧、螺旋线、抛物线、正弦曲线等。数控机床的插补功能越强，说明能够加工的轮廓种类越多。控制数控机床的系统一般只有直线和圆弧两种插补功能。

（3）进给功能

包括快速进给、切削进给、手动连续进给、自动加减速等功能。进给功能与伺服驱动系统的性能有很大的关系。

（4）主轴功能可实现恒转速、恒线速度、定向停止等功能

恒线速度指的是主轴可以自动变速，使得刀具对工件切削点的线速度保持不变。主轴定向停止功能主要用于数控机床在换刀、精镗等工序退刀前对主轴进行准确定位，以便于退刀。

（5）刀具功能

指在数控机床上可以实现刀具的自动选择和自动换刀。

（6）刀具补偿功能

包括刀具位置补偿和半径补偿功能。半径补偿中包括车刀的刀尖半径和刀尖朝向。

（7）机械误差补偿功能

指系统可以自动补偿机械传动部件因间隙产生的误差的功能。

（8）操作功能

数控机床通常有单程序段运行、跳段执行、连续运行、试运行、机械锁住、进给保持和急停

等功能，有的还有软键操作功能。

（9）程序管理功能

指对加工程序的检索、编制、修改、插入、删除、更名、锁住。

（10）图形显示功能

在显示器（CRT）上进行二维或三维、单色或彩色的图形显示。图形可进行缩放、旋转，还可以进行刀具轨迹动态显示。

（11）辅助编程功能

如固定循环、图形缩放、子程序、宏程序、坐标系旋转、极坐标编程等功能，可减少手工编程的工作量和难度。

（12）自诊断功能

指数控系统对其软件、硬件故障的自我诊断。这项功能可以监视整个机床和整个加工过程是否正常，并在发生异常时及时报警。

（13）通信与通信协议

现代数控系统一般都配有 RS232C 接口或 DNC 接口，可以与上级计算机进行信号的高速传输。高档数控系统还可与 MAP 或 Internet 相连，以适应 FMS、CIMS 的要求。

以上是一般可用于机床的数控系统的基本功能。对于用于数控车床的数控系统还有其自身的特点。首先，数控车床所需要控制的坐标轴的数目比较少。一般的数控车床只需要控制 2 个坐标轴（X 轴和 Z 轴）；对于高等级数控车床（或者数控车削中心），一般也只需要控制 3 个或 4 个坐标轴（X、Z、C、Y 轴）；只是对于某些特殊类型的数控车床（如双主轴或双刀架的车削中心），对控制坐标轴的数目的要求才比较高。其次，数控车床对可以联动的坐标轴的数目要求也比较少，一般为两联动或三联动。这样与数控铣床或数控加工中心相比，数控车床对数控系统的要求就相对低一些。至于对数控系统其他功能的要求，与其他机床没有太大的区别，只是要求具备恒线速度（恒表面速度）的功能，这是由车削加工的特点决定的。

1.3 数控车床的主要结构特点

数控车床因其加工方法和特点，配合不同类型的车削刀具，主要应用于具有复杂回转型面工件的自动加工和各类螺纹的加工，目前已广泛应用于民用产品和军工产品的加工生产中，是应用最为广泛的数控机床之一。与传统车床相比，数控车床的结构有以下特点。

① 由于数控车床刀架的两个方向运动分别由两台伺服电动机驱动，所以它的传动链短，不必使用挂轮、光杠等传动部件，只用伺服电动机直接与丝杠连接带动刀架运动。伺服电动机丝杠间也可以用同步带副或齿轮副连接。

② 多功能数控车床是采用直流或交流主轴控制单元来驱动主轴的，按控制指令做无级变速，主轴之间不必用多级齿轮副来进行变速。为扩大变速范围，现在一般还要通过一级齿轮副，以实现分段无级调速，即使这样，床头箱内的结构已比传统车床简单得多。数控车床的另一个结构特点是刚度大，这是为了与控制系统的精度控制相匹配，以便适应高精度的加工。

③ 数控车床的第三个结构特点是轻拖动。刀架移动一般采用滚珠丝杠副。滚珠丝杠副是数控车床的关键机械部件之一，滚珠丝杠两端安装的滚动轴承是专用轴承，它的压力角比常用的向心推力球轴承要大得多。这种专用轴承配对安装，在轴承出厂时就是成对的。

- ④ 为了拖动轻便，数控车床的润滑都比较充分，大部分采用油雾自动润滑。
- ⑤ 由于数控机床的价格较高、控制系统的寿命较长，所以数控车床的滑动导轨也要求耐磨性好。数控车床一般采用镶钢导轨，这样机床精度保持的时间就比较长，其使用寿命也可延长许多。
- ⑥ 数控车床还具有加工冷却充分、防护较严密等特点，自动运转时一般都处于全封闭或半封闭状态。
- ⑦ 数控车床一般还配有自动排屑装置。

1.4 数控车床的技术参数

数控车床的主要技术参数包括最大回转直径、最大车削长度、各坐标轴行程、主轴转速范围、切削进给速度范围、定位精度、刀架定位精度等，其具体内容及作用详见表 1-1。

表 1-1 数控车床的主要技术参数

类 别	主要内容	作 用
尺寸参数	X、Z 最大行程	影响加工工件的尺寸范围（重量）、编程范围及刀具、工件、机床之间干涉
	卡盘尺寸	
	最大回转直径	
	尾座套筒移动距离	
	最大车削长度	
接口参数	刀位数、刀具装夹尺寸	影响工件及刀具安装
	主轴头形式	
	主轴孔及尾座孔锥度、直径	
运动参数	主轴转速范围	影响加工性能及编程参数
	刀架快速速度、切削进给速度范围	
动力参数	主轴电动机功率	影响切削负荷
	伺服电动机额定转矩	
精度参数	定位精度、重复定位精度	影响加工精度及其一致性
	刀架定位精度、重复定位精度	
其他参数	外形尺寸（长×宽×高）、重量	影响使用环境

第2章

数控车削加工工艺

数控车床是一种高度自动化的机床，采用数字化的信息来实现自动化控制，具体为：将与加工零件有关的信息，按一定的格式编写成加工程序单，将加工程序通过控制介质输入数控装置中，由数控装置进行分析处理后，发出各种与加工程序相对应的信号和指令控制机床进行自动加工。本章对数控车削加工进行详细介绍，主要包括：加工原理与特点、加工的主要应用、加工工艺的制订等内容。

2.1 数控车削加工原理与特点

2.1.1 数控车削加工原理

数控车削的基本工作原理：被加工工件做回转主运动，由数控装置对主轴交流驱动电动机进行无级调速控制；而刀台做坐标运动，由数控装置对刀台各坐标方向的直流或交流电动机进行位置的进给伺服控制。

数控车床的另一个主要加工功能就是各类螺纹车削。其加工工作原理：在主轴上安装有同步旋转的脉冲编码器，当数控装置控制主轴伺服电动机驱动主轴旋转时，脉冲编码器发出同步脉冲信号使主轴的旋转与切削车刀进给同步，从而实现螺纹车削。

2.1.2 数控车床的编程特点

（1）加工坐标系

加工坐标系应与机床坐标系的坐标方向一致， X 轴对应径向， Z 轴对应轴向， C 轴（主轴）的运动方向则以从机床尾架向主轴看，逆时针为 $+C$ 向，顺时针为 $-C$ 向，如图2-1所示。

加工坐标系的原点选在便于测量或对刀的基准位置，一般在工件的右端面或左端面上。

（2）直径编程方式

在车削加工的数控程序中， X 轴的坐标值取为零件图样上的直径值，如图2-2所示。图中 A 点的坐标值为（30，80）， B 点的坐标值为（40，60）。采用直径尺寸编程与零件图样中的尺寸标注一致，这样可避免尺寸换算过程中可能造成的错误，给编程带来很大方便。

（3）进刀和退刀方式

对于车削加工，进刀时采用快速走刀接近工件切削起点附近的某个点，再改用切削进给，以