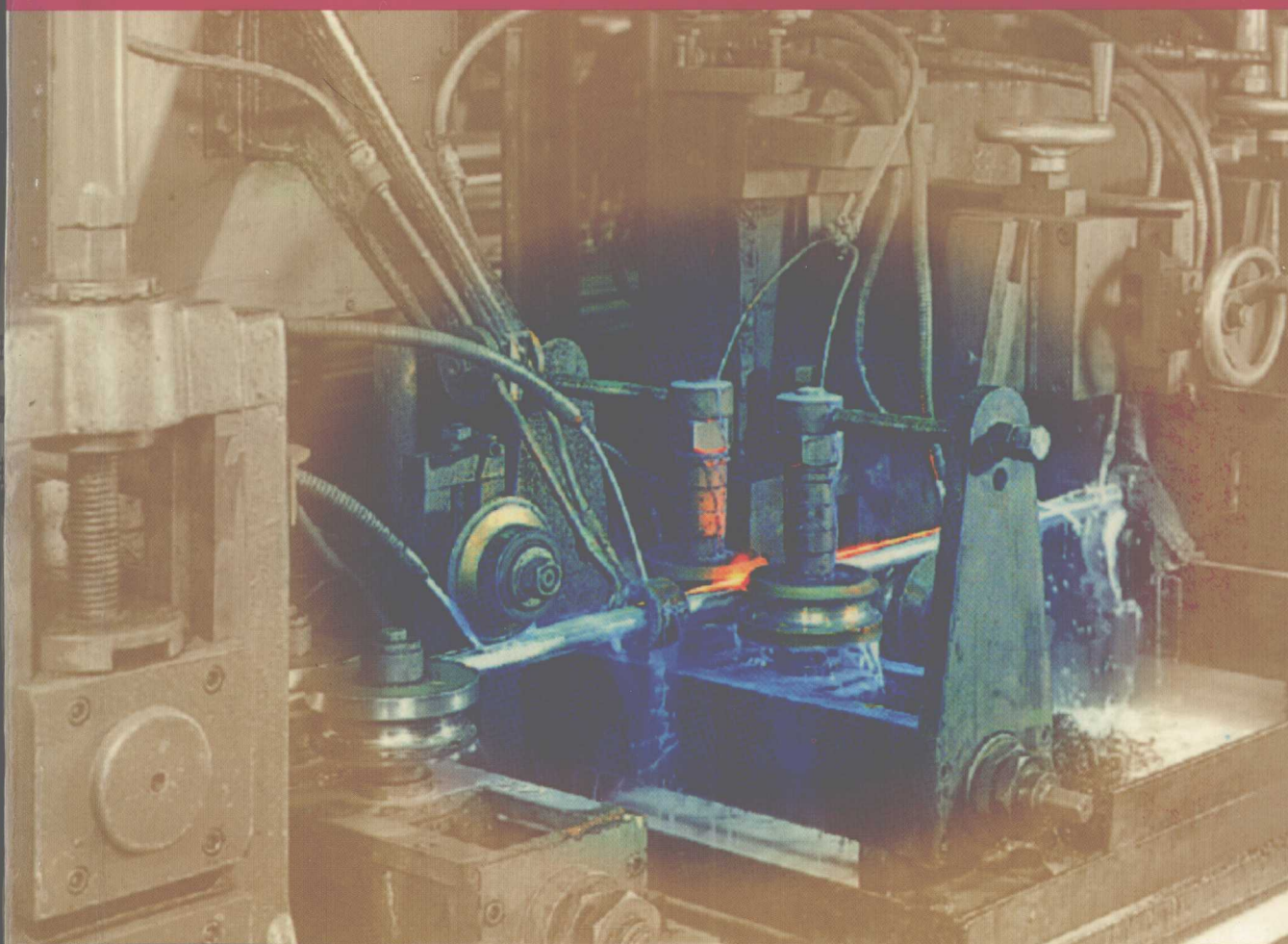


教育部规划教材
中等职业学校机械专业
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

机床数控技术应用实习指导

全国中等职业学校机械专业教材编写组 编
王 猛 主编



高等教育出版社

教育部规划教材

中等职业学校机械专业

(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

机床数控技术应用实习指导

全国中等职业学校机械专业教材编写组编

王猛 主编

高等教育出版社

(京) 112 号

内 容 简 介

本书是全国中等职业学校机械类专业教材，是教育部规划教材。

全书共分为数控车削、数控钻削、铣削，加工中心操作三部分。着重介绍了数控车床的加工工艺（包括编程）和操作方法，包括：简单轴类零件、套类零件、特形面、螺纹加工的工艺分析、程序编制和操作方法；数控车床的维护；数控钻床、铣床的表面轮廓的加工及维护。此外，对加工中心的操作也作了简要介绍。

本书参照劳动部颁发的中级技术工人等级标准及职业技能鉴定规范，结合中等专业学校、中等职业学校特点编写，可以作为中等专业学校、中等职业学校机械类专业、机电一体化专业教材，也可作为机械行业技术人员的岗位培训教材及自学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

机床数控技术应用实习指导/王猛主编. —北京：高等教育出版社，1999
ISBN 7-04-006552-5

I. 机… II. 王… III. 数控机床-专业学校-教材
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 21338 号

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

电 话 010—64054588

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

邮政编码 100009

传 真 010—64014048

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京地质印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 14.75

字 数 360 000

版 次 1999 年 5 月第 1 版

印 次 1999 年 5 月第 1 次印刷

定 价 17.40 元

凡购买高等教育出版社图书，如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

本教材是根据江苏省教育委员会 1997 年制定的中等专业学校和职业学校机电一体化专业教学计划及机床数控技术应用实习指导课程教学大纲编写的, 现已纳入中等职业学校机械类专业教育部规划教材。

本书与王志平主编的《机床数控技术应用》是姊妹篇, 其任务是配合《机床数控技术应用》的技能训练, 着重培养学生在数控加工过程中的工艺分析、程序编制和操作的能力。全书在零件加工工艺分析时, 注意了典型性、层次性, 并且重点介绍了数控车削的各种加工工艺程序编制及操作的方法, 同时也简单介绍了数控钻、铣和加工中心的有关内容, 在教学内容安排上尽量突出实用性。

使用本教材进行教学时, 指导教师每次实习应按教师讲解—学生实习(教师巡回指导)—实习小结三个步骤进行, 使理论和实践有效地结合; 学生实习过程中应按照操作练习的步骤分步进行, 在巩固已学知识的同时增加新知识, 以达到事半功倍的实习效果。

本教材的教学学时数为 180 学时, 各课题学时分配见下表(供参考)。

课 题	学时数	课 题	学时数
课题 1	6	课题 7	3
课题 2	12	课题 8	6
课题 3	18	课题 9	18
课题 4	18	课题 10	30
课题 5	18	课题 11	24
课题 6	18	机动	9

本书由常州刘国钧职教中心王猛主编, 其中: 课题 1、2、3、4、5、6、7、11 由王猛编写; 课题 8、9、10 由苏州机械学校钱东东、徐森亮编写。本书由南京机电学校讲师周同玉主审。在编写过程中, 吴文龙、周欣阳和张桂春老师对教材的部分内容提出了许多宝贵建议, 并对部分书稿、图稿进行了修改。参加本书编写提纲讨论的有周同玉、王猛、钱东东、徐森亮、吴文龙、周欣阳、王国民、张桂春等同志。全书在编写中参考了一些数控技术应用教材及科技书, 编者对于在本书编写中给予支持和帮助的工厂、兄弟学校的有关同志表示感谢。由于水平有限和编写时间仓促, 书中难免有欠妥和错误之处, 恳请读者批评指正。

编者

1998 年 5 月

目 录

课题 1 数控车床入门知识	1	课题 5-3 单线圆锥螺纹的加工	122
课题 1-1 数控车床介绍.....	1	课题 5-4 攻丝	124
课题 1-2 面板说明及各功能键的作用.....	4	课题 5-5 端面螺纹的加工	128
课题 1-3 数控车床有关参数的设置	14	课题 5-6 综合练习	132
课题 2 一般轴类零件的加工	20	课题 6 复杂零件的加工	138
课题 2-1 刀具、夹具的选用	20	课题 7 数控车床保养、报警及故障排除	154
课题 2-2 外圆、端面、台阶的加工	27	课题 8 数控钻削与铣削入门知识	159
课题 2-3 沟槽的加工与切断	34	课题 8-1 数控钻床与铣床简介.....	159
课题 2-4 外圆锥的加工	41	课题 8-2 面板说明和各功能键的作用.....	162
课题 2-5 综合练习	49	课题 8-3 数控钻床和铣床有关参数的设置.....	170
课题 3 一般套类零件的加工	55	课题 9 数控钻削加工	178
课题 3-1 刀具及夹具的选用	55	课题 9-1 刀具和夹具的选用.....	178
课题 3-2 钻孔、扩孔及铰孔	57	课题 9-2 简单孔的钻孔、扩孔、铰孔和攻丝.....	181
课题 3-3 直通孔的加工	63	课题 9-3 群孔的加工.....	190
课题 3-4 台阶孔的加工	66	课题 10 数控铣削加工	194
课题 3-5 平底孔和内沟槽的加工	67	课题 10-1 刀具和夹具的选用	194
课题 3-6 平面直槽的加工	71	课题 10-2 表面轮廓的加工	196
课题 3-7 内圆锥的加工	75	课题 10-3 镗孔的加工	204
课题 3-8 综合练习	77	课题 10-4 综合练习	208
课题 4 特形面的加工	83	课题 11 加工中心简介	211
课题 4-1 刀具的选用及刀具补偿量的确定 ..	83	课题 11-1 刀库及换刀装置	214
课题 4-2 单一圆弧的加工	87	课题 11-2 异形件的加工	216
课题 4-3 复合圆弧的加工	96	课题 11-3 箱体类零件的加工	227
课题 4-4 综合练习.....	101	参考文献	230
课题 5 螺纹加工	106		
课题 5-1 刀具的选用及刃磨.....	106		
课题 5-2 单线及多线圆柱螺纹的加工.....	109		

课题1 数控车床入门知识

数控车床又称为CNC车床,是用计算机数字控制的车床。普通卧式车床要靠手工操作机床来完成各种切削加工,而数控车床则是将编好的加工程序输入到数控系统中,由数控系统通过车床X、Z坐标轴的伺服电动机去控制车床进给运动部件的动作顺序、移动量和进给速度,再配以主轴的转速和转向,加工各种形状的轴类或盘类回转体零件。因此,数控车床是目前使用较为广泛的数控机床。

课题1-1 数控车床介绍

一、实习目的

- (1) 了解数控车床和普通车床结构上的区别。
- (2) 理解数控车床各部分的名称及作用。
- (3) 能正确建立数控车床的坐标系。
- (4) 掌握文明、安全生产的要求。

二、实习指导

1. 数控车床的种类

数控车床与普通卧式车床一样,用来加工轴类、盘类等回转体零件,它能自动完成内外圆柱面、圆锥面、圆弧特形面、端面、螺纹等工序的切削加工。数控车床主要由控制(数控系统)和机械(含液压)两大部分组成,按其功能的综合性能大体可以分成以下几种:

(1) 简易数控车床。简易数控车床一般由单板机或单片机进行控制。机床主体部分由普通车床略作改进而成。此类车床结构简单,价格低廉,但功能较低、无刀尖圆弧半径自动补偿功能。

(2) 经济型数控车床。经济型数控车床一般采用开环或半闭环控制系统(见图1-1)。此类车床显著缺点是无恒线速切削功能。

(3) 全功能型数控车床。全功能型数控车床一般采用半闭环或闭环控制系统(见图1-2),具有高刚度、高精度和加工高速度等特点。此类车床具备恒线速度切削和刀尖圆弧半径自动补偿功能。

(4) 车削中心。车削中心是以全功能型数控车床为主体,并配置刀库和换刀机械手。此类车床的功能更加全面,但价格较高。

本书重点介绍经济型数控车床和全功能型数控车床的功能操作。

2. 数控车床的结构

数控车床由主轴部分、刀架、床身、液压部分、进给系统、冷却系统、润滑系统等部分组成。

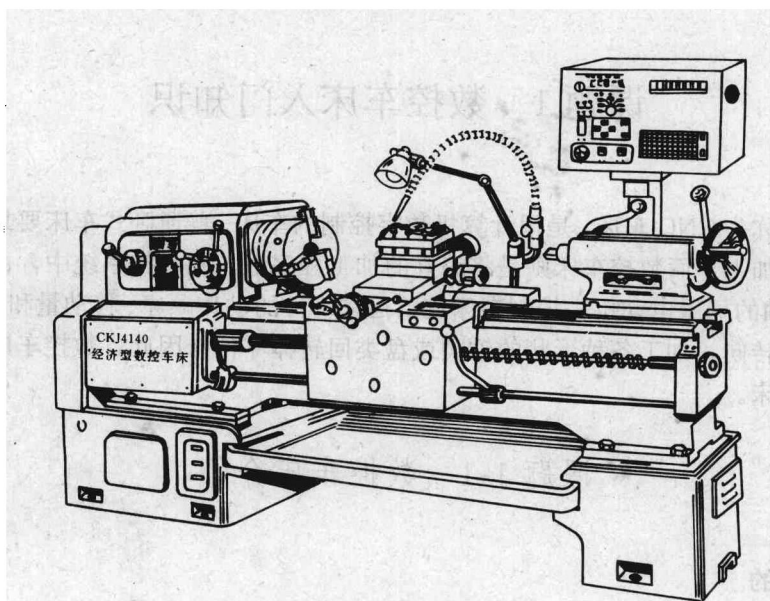


图 1-1 改造式经济型数控车床

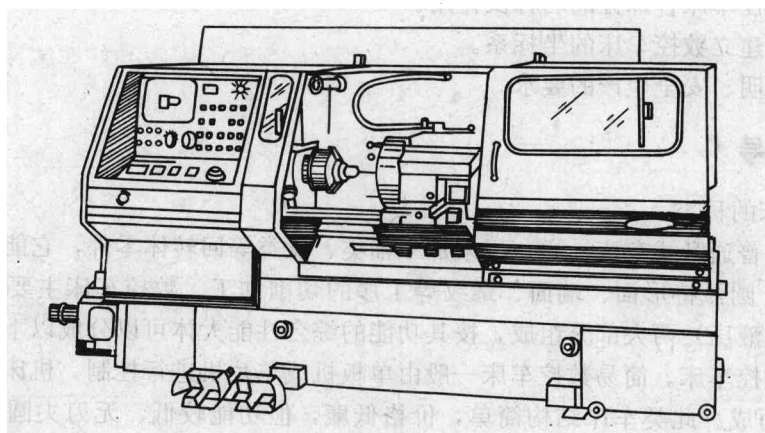


图 1-2 全功能型数控车床

(1) 主轴部分。普通车床主轴的转动、停止、变向、变速等工作多由人工操作控制，而在经济型数控车床和全功能型数控车床中则由相应的辅助指令自动控制伺服电动机，从而控制主轴的变速、变向等工作。

普通车床的主轴旋转与其受主轴联动的长丝杠是通过齿轮传动等机构保持一定的传动比，而数控车床的长丝杠则不受主轴至丝杠间的机械传动比直接支配，而是由装在丝杠上的步进电动机驱动。在加工螺纹时由主轴脉冲发生器发出脉冲信号供给数控装置作控制信号，使步进电动机与主轴转速成一定比例的频率运行，加工出符合螺距的螺纹。

(2) 进给系统。数控车床取消了挂轮箱、进给箱、溜板箱及绝大多数齿轮传动机构，而仅保留了纵向、横向进给螺旋传动机构（滚珠丝杠副），机床的横向、纵向进给主要由伺服电动机控制。常用的伺服电动机有步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机。

(3) 刀架。普通车床的刀架机构由人工完成换刀工作，而数控车床配置有自动换刀的四刀位回转刀架或多刀位转塔刀架（见图 1-3），这类刀架具有运动灵活、重复定位精度高、夹紧力大等特点。

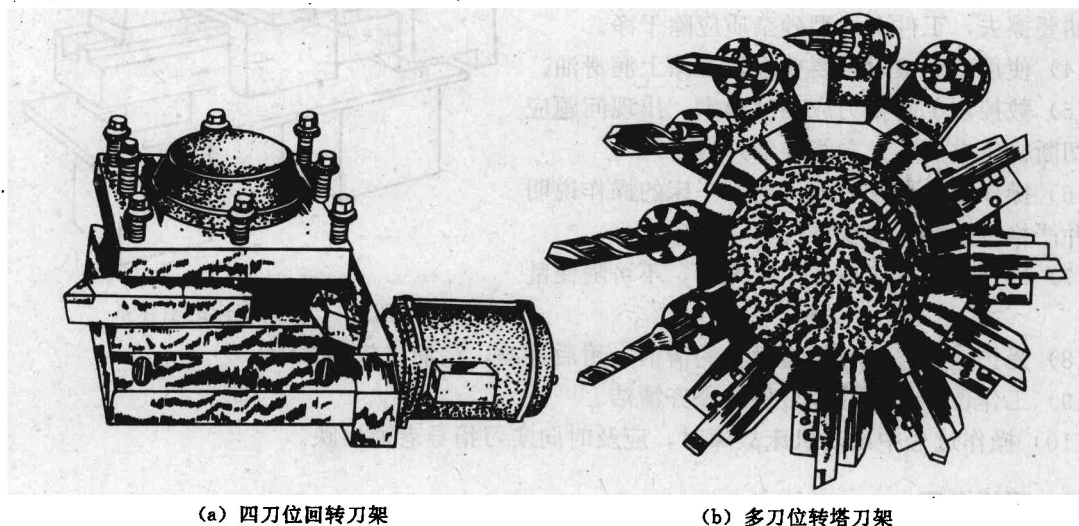


图 1-3 刀架

(4) 床身。普通卧式车床床身和导轨布置一般为水平位置，而数控车床床身导轨的布局形式一般有平床身、斜床身、平床身斜滑板等几种形式（见图 1-4）。

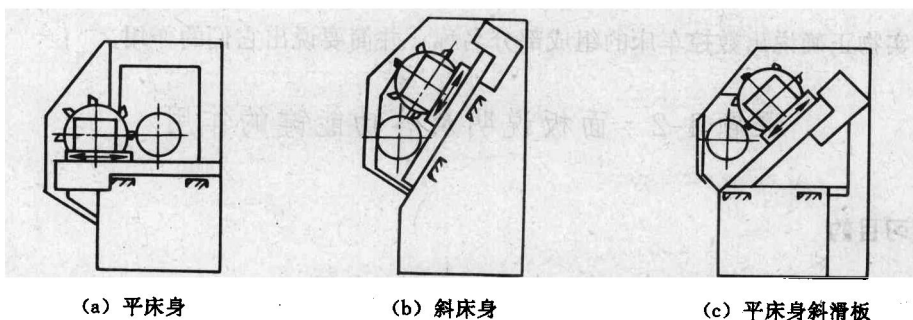


图 1-4 数控车床的布局形式

3. 数控车床的坐标系建立

按照 JB3051—82，数控车床坐标系的配置如图 1-5 所示。

图中以字母表示运动坐标轴，箭头表示其正向。

三、文明安全生产

文明生产是工厂管理的一项重要内容，其直接影响着产品质量的好坏及设备的使用寿命。作为中等专业、职业学校的学生，工厂的后备工人，从开始学习数控基本操作技能时，就要养成文明安全生产的良好习惯。因此，要求操作者在操作时必须做到以下几点：

(1) 开车前，应检查数控车床各部分机构是否完好，各按钮是否能自动复位。

(2) 不允许在卡盘及床身上敲击或校正工件，床面上不准放置工具或工件。

(3) 在车削铸铁、气割下料的工件时，导轨上润滑油要擦去，工件上的型砂杂质应除干净。

(4) 使用冷却液时，要在导轨上涂上润滑油。

(5) 数控加工时精力应高度集中，出现问题应立即切断机床电源，并向指导老师报告。

(6) 操作数控车床之前应熟悉车床的操作说明书，并严格按照操作规程操作。

(7) 每件工具都应放在固定位置，不可随便乱放。

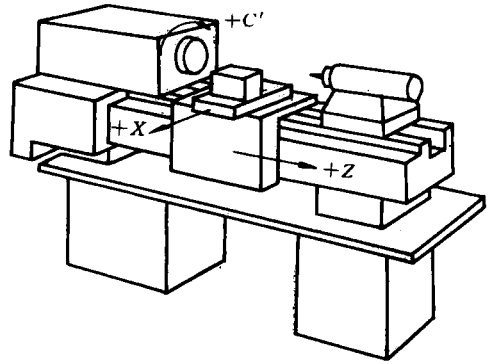


图 1-5 数控车床的坐标系

(8) 爱护量具，经常保持量具的清洁，用后擦净，涂油，放入盒内。

(9) 工作位置周围应经常保持整齐清洁。

(10) 操作过程中出现机床故障时，应及时向实习指导老师反映。

四、现场参观

(1) 参观历届学生的实习工件和生产产品。

(2) 参观学校和工厂的设施。

五、思考题

请根据实物正确说出数控车床的组成部分名称，并简要说出它们的作用。

课题 1-2 面板说明及各功能键的作用

一、实习目的

(1) 熟悉操作面板（见图 1-6~图 1-8）各功能键的位置。

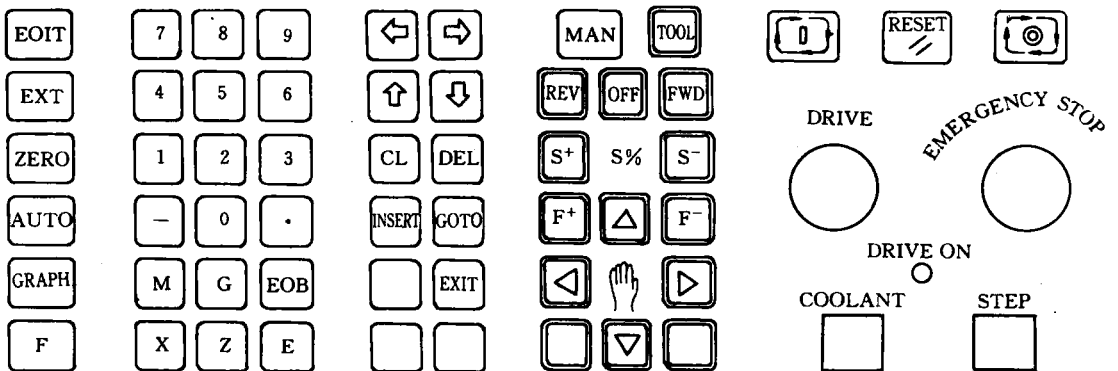


图 1-6 CK0630 面板图

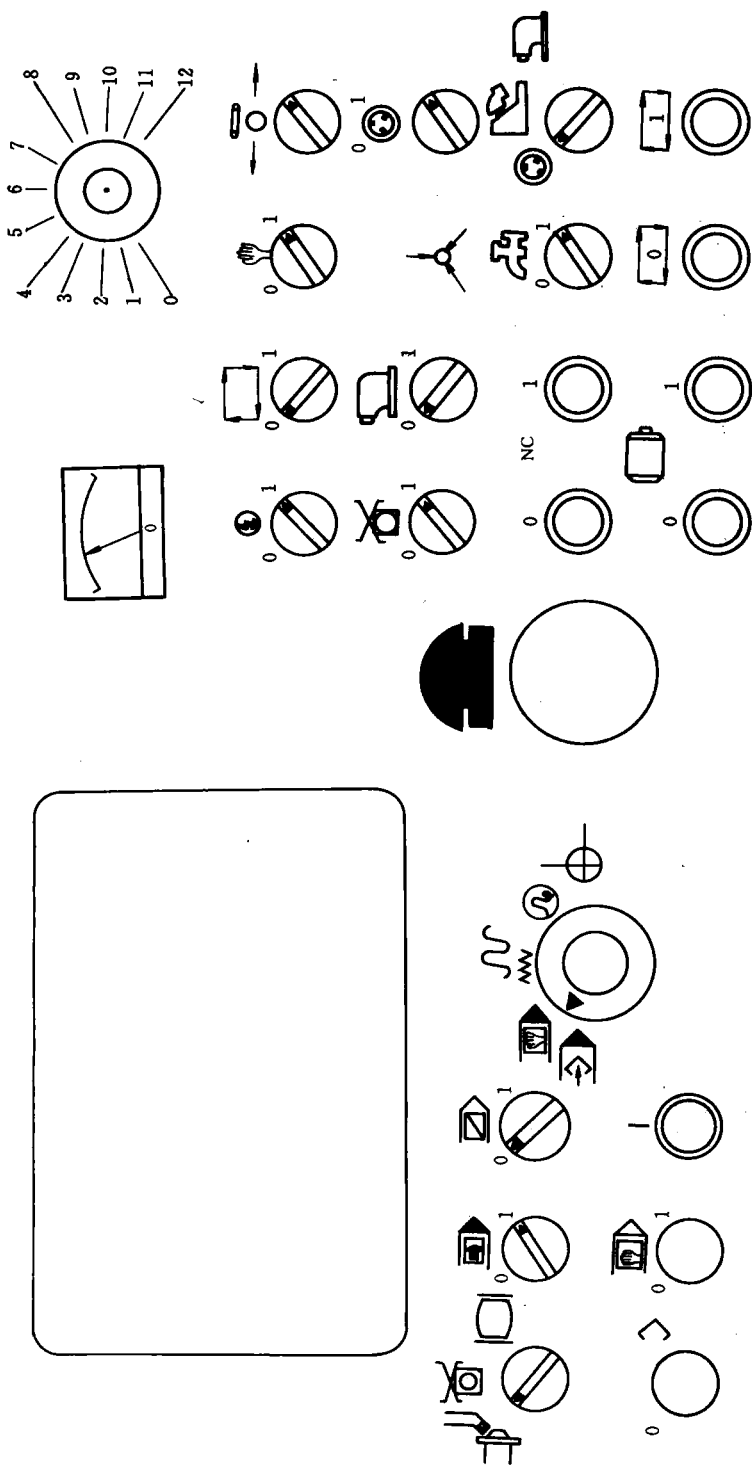


图 1-7 TND360 控制面板

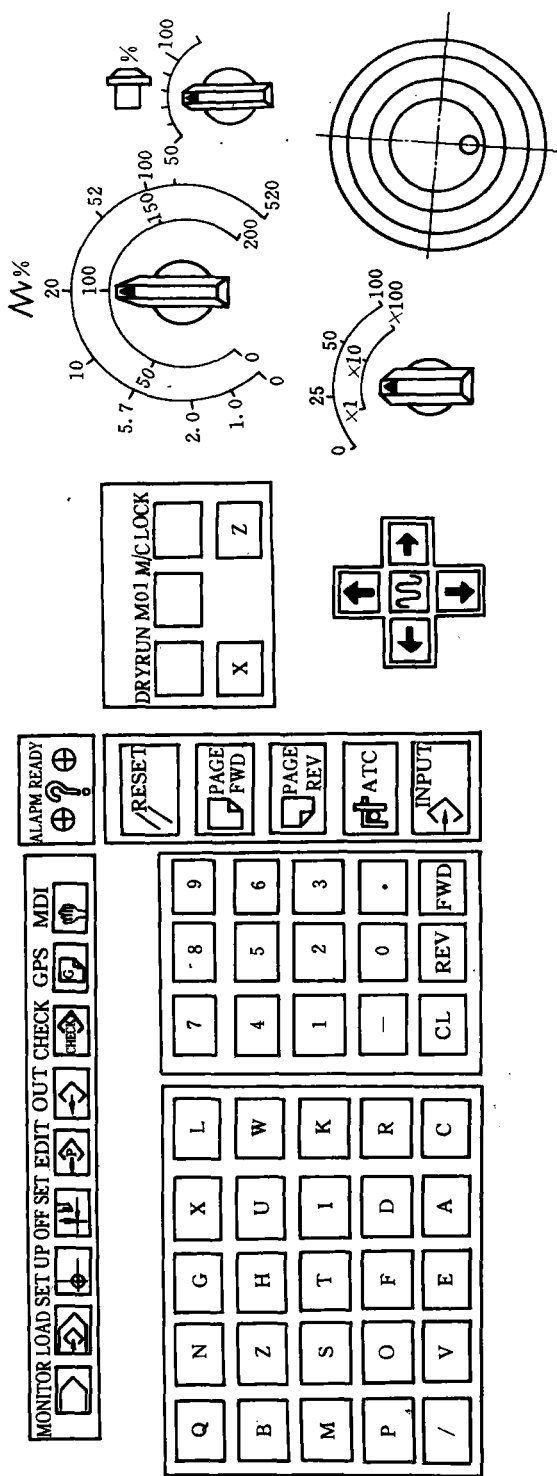


图 1-8 TND360 操作面板

(2) 能正确说出各功能键的名称、作用。

(3) 根据操作规程正确使用各功能键。

二、实习指导

数控车床的控制核心是由计算机组成的,计算机数控装置和机床控制装置的全部操作中装在一块操作盘上,操作盘由一块机床操作面板和一块CNC控制面板组成。由于目前各厂家生产的数控车床采用的系统规格不一,故操作面板的形状、操作键的位置也不一样,操作者要详细阅读实际的车床操作说明书。这里主要介绍 TND360-TRAUB 系统数控车床的面板功能。

1. 控制面板功能说明

(1) CRT显示器(图1-7中左上角的显示屏)。用于显示机床的各种参数值和功能状态。如机床参考点、刀具起始点、刀具补偿值、报警号、滑板快速移动速度、输入指令数据等。

(2) 开关a(图1-9)。用于控制机床脚踩开关的功能状态。逆时针的顺序依次表示机床处于移动尾架套筒、操作中心架的功能状态(与开关d、开关e配合使用)。

(3) 开关b(图1-10)。用于控制切屑运输器。机床处于自动运行状态时,切屑运输指令M92只在旋转开关打至右边才起作用。机床处于调试运行状态时,开关打在左边,传送带倒行,解除传送带被卡的故障;开关打在右边,传送带正常运行。

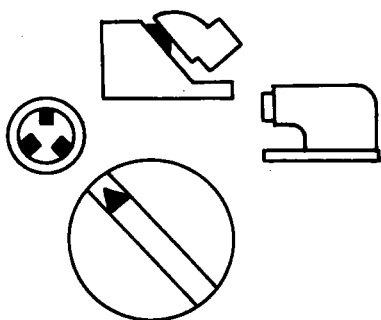


图 1-9 开关 a

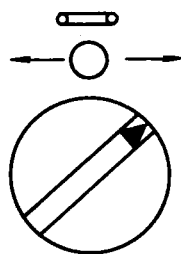


图 1-10 开关 b

(4) 开关c(图1-11)。用于控制切削液的输出。位于“1”时,切削液接通指令M07、M08有效;位于“0”时,切削液停止输出。

(5) 自动加工程序运行、停止键(图1-12)。用于控制自动加工时程序的运行或停止。按“0”时,主轴转动状态时的每个进给都停止,只有同时按下“1”和自动“接通”键(图1-13)方能继续启动,自动运行。

(6) 自动接通键(图1-13)。用于防止每次不可靠的操作。此键与其他键配合使用,须双手同时接通控制。

(7) 开关d(图1-14)。用于控制中心架的工作状态,此开关与开关a(图1-9)配合使用。将开关a置于操作中心架功能状态下,开关d位于“1”时,脚踏开关接通,中心架工作;位于

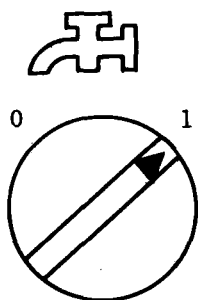


图 1-11 开关 c

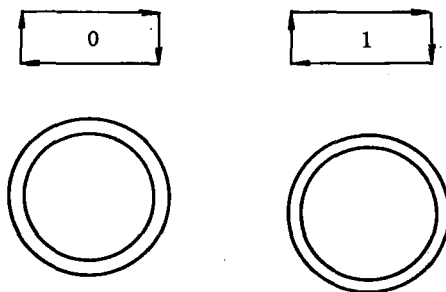


图 1-12 运行、停止键

“0”时，中心架停止工作。

(8) 信号灯 (图 1-15)。用于指示卡盘或刀具所处的工作状态。信号灯亮，指示卡盘或刀具处于夹紧状态。反之，则处于松开状态。

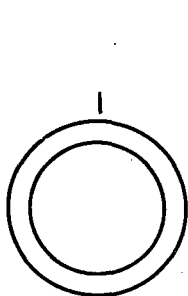


图 1-13 自动接通键

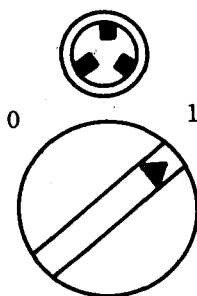


图 1-14 开关 d

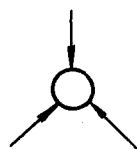


图 1-15 信号灯

(9) 开关 e (图 1-16)。用于控制尾架套筒的工作状态。此开关与开关 a (图 1-9) 配合使用，将开关 a 置于移动尾架套筒状态下，开关 e 位于“1”时，脚踏开关接通，套筒工作；反之，套筒停止工作。

(10) 开关 f (图 1-17)。用于控制数据输入存储器释放或数据修改。位于“0”时，数据输入存储器释放。

(11) 开关 g (图 1-18)。它的作用与开关 j (图 1-25) 相同。

(12) 信号开关 (图 1-19)。用于控制 NC 系统和所有电动机的工作状态。按下“1”时，NC 系统或所有电动机接通；反之，则断开。

(13) 选择开关 1 (图 1-20)。用于选择机床的控制系统。逆时针的顺序依次为选择 IPS 系统、选择柔性上料 CNC 系统、选择机床的 CNC 控制系统。

(14) 选择开关 2 (图 1-21)。用于控制单个程序段的接通或断开。位于“1”时，单个程序段运行接通；反之，则断开。

(15) 选择开关 3 (图 1-22)。用于控制跳越程序段的“跳越读”。位于“1”时，读跳越程序 (在柔性上料系统运行中无效)；反之，则跳越程序无效。

(16) 开关 h (图 1-23)。用于接通或断开 FHS (柔性操作) 系统。位于“1”时，FHS 系统

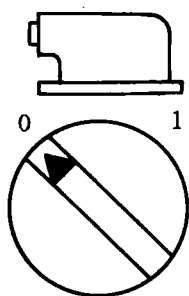


图 1-16 开关 e

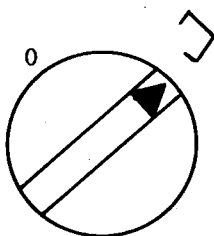


图 1-17 开关 f

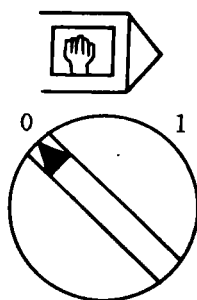


图 1-18 开关 g

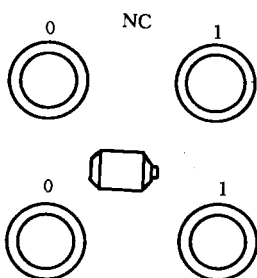


图 1-19 信号开关

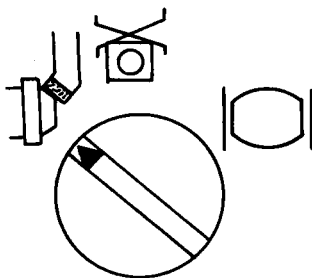


图 1-20 选择开关 1

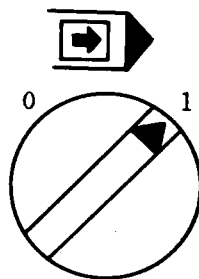


图 1-21 选择开关 2

接通；反之，则断开。此时 NC 程序可在没有 FHS 系统的条件下检测。但是来自 FHS 系统的紧急停车功能是有效的。

(17) 选择开关 4 (图 1-24)。用于选择棒料库和 FHS 系统抓料器的功能。图中 0~8 依次为：DN 警报消除、DN 按键有效、DN 手取、DN 切断位置、DN 推出位置、FHS 转动装置、FHS 抓手 I、FHS 抓手 II、FHS 诊断。

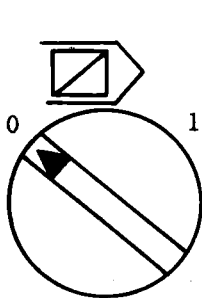


图 1-22 选择开关 3

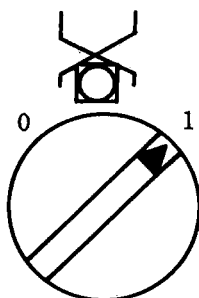


图 1-23 开关 h

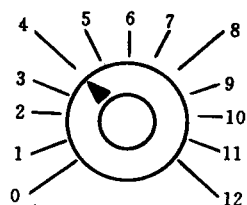


图 1-24 选择开关 4

(18) 开关 j (图 1-25)。用于接通或断开调试运行和手动运行方式。位于“1”时，接通调试运行和手动运行方式；反之，则断开。

(19) 自动运行开关 h (图 1-26)。用于控制自动运行的状态。位于“0”时，卡盘工作 (M30

(20) 开关 I (图 1-27)。用于接通或断开控制电压。位于“1”时, 接通控制电压; 反之, 则断开。

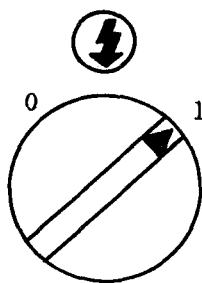


图 1-27 开关 1

(22) 紧急停车按钮(图 1-29)。用于危急情况下使车床迅速停车。排除紧急停车状态后,可继续加工,但要做到:

- ① 紧急停车键复位。
- ② 接通 NC 电源。
- ③ 定好新的基准点。
- ④ 零点位移量用开始程序或手动数据输入。
- ⑤ 程序段寻找到程序复位后调用的最后刀具。

图 1-30 扭矩负荷表

(1) MONITOR 键 (图 1-31)。按下此键 CRT 显示屏显示自动运行中的实际程序、显示暂存器中现存的一切行程功能和控制功能 (与图 1-50 中的页面移动键配合使用, 显示现用的工件

程序、中间存储器、被放大的实际值、子程序参数表等五次图像)。

(2) LOAD 键 (图 1-32)。加工程序在穿孔纸带输入的状态下,应按下此键(此键与页面移动键配合使用,CRT 显示穿孔纸带读入程序、参数和对读入程序、参数进行检验)。

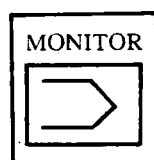


图 1-31 MONITOR 键

(3) SETUP 键 (图 1-33)。按下此键,使 NC 处于输入调整数据、刀具数据或程序起用自由参数数据状态(与页面移动键配合使用,CRT 显示现有程序、刀具长度尺寸、保护区、工件零点、自由参数等七次图像)。

(4) OFFSET 键 (图 1-34)。按下此键,使 NC 处于刀具磨损修正值增量输入状态。

(5) EDIT 键 (图 1-35)。按下此键,使 NC 处于程序编辑状态(包括编程、修改、程序消除、修改程序号)。

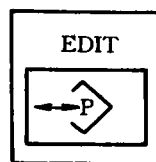
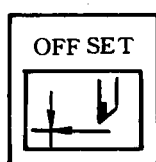
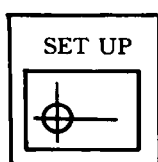
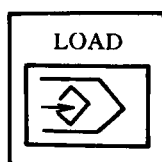


图 1-32 LOAD 键

图 1-33 SETUP 键

图 1-34 OFFSET 键

图 1-35 EDIT 键

(6) OUT 键 (图 1-36)。按下此键,NC 处于程序输出状态(输出至穿孔机、打字机、终端设备)。

(7) MDI 键 (图 1-37)。按下此键,使 NC 处于手动数据输入状态。将数据输入到中间存储器,若使用 CRT 的显示功能时,在改变运行方式的同时可消除 MDI 数据。

(8) CHECK 键 (图 1-38)。按下此键,使 NC 处于检测状态。用于检查各坐标电动机、存储器诊断、系统参数和接口(此键只允许厂家工程师使用)。

(9) 图形显示键 (图 1-39)。用于图形模拟显示。

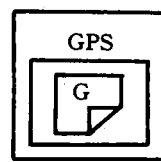
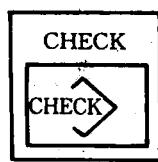
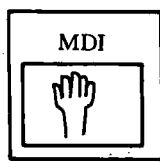
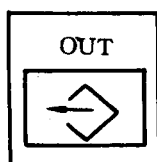


图 1-36. OUT 键

图 1-37 MDI 键

图 1-38 CHECK 键

图 1-39 图形显示键

(10) 地址键 (图 1-40)。用于识别程序段、语句和辅助功能。

(11) 数字键 (图 1-41)。用于编程时输入数值。

(12) 前进键 (图 1-42)。用此键完成一次输入,然后光标自动按程序段格式向前移动。如要越过一个输入地址,应按此键。

(13) 回退键 (图 1-43)。在校改时,应使用此键使光标回退到所需地址上,完成一项新的输入,以取代原先的值。

(14) 清除键 (图 1-44)。用于清除光标位置中的字符。

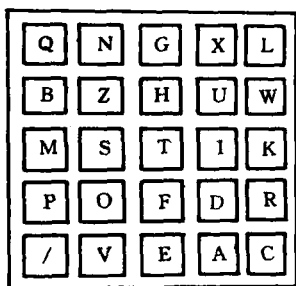


图 1-40 地址键

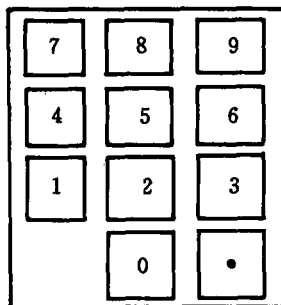


图 1-41 数字键

(15) 负号键 (图 1-45)。在负 Z 或负 X 方向上的增量移动应以负号来标识。

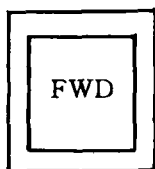


图 1-42 前进键

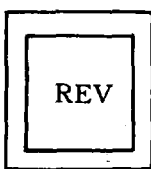


图 1-43 回退键

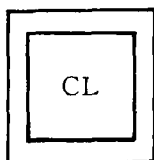


图 1-44 清除键

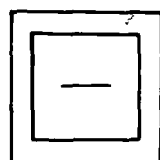


图 1-45 负号键

(16) 斜号键 (图 1-46)。程序段前的一个斜线表明清除了一个程序段。

(17) 待命、报警键 (图 1-47)。待命灯 (READY) 点亮表示 NC 控制系统准备就绪; 报警灯 (ALARM) 亮表示 NC 或 PC (数控或程控) 系统内出现故障。

(18) 复位键 (图 1-48)。若在自动运行中, 按此键可使进给方式和主轴转动停止, 并可消除轴向尚余行程。然后一次启动, 即可以完成开始程序或通过程序段预选和辅助功能的再存储。

(19) 刀具换位键 (图 1-49)。要进入加工位置的刀位应用 T 指令编程。按自动接通键, 转塔换位运动即可开始。

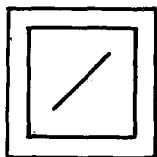


图 1-46 斜号键

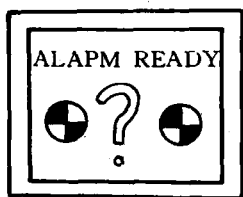


图 1-47 待命、报警键

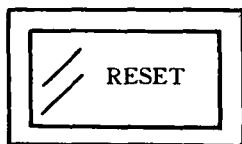


图 1-48 复位键

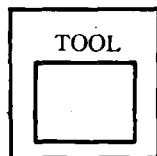


图 1-49 刀具换位键

(20) 页面移动键 (图 1-50)。在不同的运行方式上 (如监控等) 显示各种信息和输入可能性的图像系列。此按键用来显示“页面前移”及“页面后退”, 从而在运行方式内变换输入图像。

(21) ATC 键 (图 1-51)。在调试运行中按此键 (刀具自动补偿键), 确定拖板位置以便计算换刀点、刀具长度、卡盘或尾架保护区、零点位移量。

(22) INPUT 键 (图 1-52)。每次输入程序时都应使用此键 (输入键) 来结束输入。

(23) 快速行程键 (图 1-53)。用于调整自动快速行程速度 (外圈刻度) 和调整手轮的倍增