

【高等职业技术教育规划教材——数控、模具技术技能实训】

SHUKONG CHECHUANG

JINENG MOKUAI

数控车床

技能模块

主 编 王渝俊 马荣辉
副主编 伍 毅 黄 龙 李 乾



YZLI0890075983



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

高等职业技术教育规划教材——数控、模具技术技能实训

数控车床技能模块

主 编 王渝俊 马荣辉

副主编 伍 毅 黄 龙 李 乾

主 审 代明杰



YZLI0890075983

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

数控车床技能模块 / 王渝俊, 马荣辉主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2010.8
高等职业技术教育规划教材. 数控、模具技术技能实
训
ISBN 978-7-5643-0794-3

I. ①数… II. ①王…②马… III. ①数控机床: 车床—高
等学校: 技术学校—教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 154482 号

高等职业技术教育规划教材——数控、模具技术技能实训

数控车床技能模块

主编 王渝俊 马荣辉

*

责任编辑 孟苏成

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蜀通印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 15.125

字数: 376 千字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0794-3

定价: 25.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

《高等职业技术教育规划教材——数控、模具技术技能实训》系列教材用于高职高专实践教学,亦可用于行业培训。以抓住“技能”这个核心要素,研究课程理论与实际的结合,用“新模式”贯穿整个教学过程,探索出自己的教学模式:从零件图样—平面造型—立体建模—自动编程—仿真验证—实际制造,详细介绍数控技术系列技能。同时,结合职业教育特点,以培养职业技能为特色,培养技术应用能力和岗位工作能力为核心。知识内容的选择坚持“必需、够用、实用”的原则,突出体现“知识新、理念新、技术新”的编写思路,不追求理论知识的系统性和完整性。实践内容结合国家职业标准要求,通过大量实用性较强的例题、习题训练,帮助学生较快地掌握生产第一线数控技术应用技能、加工工艺设计与实施、程序编制及数控机床操作等技能,将计算机辅助设计、辅助制造、计算机仿真技术引入数控技术的应用中,提高了教学质量和教学效率,降低了教学成本,保证了培养目标的完成,使数控技术的应用提高了一个台阶,取得了良好的教学效果。本书由四川科技职业学院实训中心数控技能教学团队组织编写,得到兵工企业 216 厂同行的大力支持。

数控车床技能模块编写包括数控车床入门、车床操作、一般轴类零件的加工与编程、一般套类零件的加工与编程、螺纹的加工、应用子程序与宏程序加工零件、复杂零件加工、数控车床保养等内容。以项目任务的结构形式设计,每个任务包括实训目的、实训指导、实训难点与重点、操作练习、注意事项、思考题等部分。本书由王渝俊、马荣辉主编,伍毅、黄龙、李乾副主编,代明杰主审。

限于编者的水平有限,加之时间仓促,书中不足之处,恳请专家、同仁和广大读者批评指正。

编 者

2010 年 7 月

目 录

项目 1 数控车床入门	1
任务 1.1 数控车床介绍	1
任务 1.2 系统操作面板说明及各功能键的作用	4
任务 1.3 数控车床的操作	7
任务 1.4 数控车削工艺分析	20
项目 2 数控车床的仿真操作	28
任务 2.1 华中数控车床仿真	28
任务 2.2 FANUC 0i 数控车床仿真	38
任务 2.3 SIEMENS 802D 数控车床仿真	47
项目 3 一般轴类零件的加工	57
任务 3.1 外圆、端面、台阶的加工（一）	57
任务 3.2 外圆、端面、台阶的加工（二）	62
任务 3.3 沟槽的加工与切断	68
任务 3.4 圆弧与球面的加工	74
任务 3.5 外圆锥的加工及刀尖圆弧半径补偿	81
任务 3.6 倒角与倒圆	87
任务 3.7 综合练习	91
项目 4 一般套类零件的加工	96
任务 4.1 钻孔、扩孔及铰孔	96
任务 4.2 直通孔的加工	100
任务 4.3 台阶孔的加工	103
任务 4.4 内沟槽的加工	106
任务 4.5 内圆锥的加工	110
任务 4.6 综合练习	113
项目 5 螺纹的加工	118
任务 5.1 车削普通三角螺纹零件的相关知识	118
任务 5.2 车削外三角螺纹	121
任务 5.3 车削外锥螺纹	126
任务 5.4 车内螺纹	131
任务 5.5 综合练习	135

项目 6 应用子程序与宏程序加工零件	143
任务 6.1 子程序	143
任务 6.2 宏程序	149
项目 7 复杂零件加工	159
任务 7.1 车削外形轮廓	159
任务 7.2 车削内轮廓	174
任务 7.3 车削内外轮廓集一体的复杂零件	180
项目 8 数控车床保养	188
任务 8.1 数控车床保养	188
任务 8.2 数控车床常见故障	193
附 录	198
A. 数控车操作考核要求	198
B. 数控车工中级试题	203
C. 数控车技能测试题	213
参考文献	235

项目 1 数控车床入门

数控车床又称 CNC 车床，是用计算机数字控制的车床。普通车床要靠手工操作机床来完成各种切削加工，而数控车床加工零件时，只需要将零件图形和工艺参数、加工步骤等以数字信息的形式，编成程序代码输入到机床控制系统中，再由其进行运算处理后转成驱动伺服机构的指令信号，从而控制机床各部件协调动作，自动地加工出零件来。当更换加工对象时，只需要重新编写程序代码，输入给机床，即可由数控装置代替人的大脑和双手的大部分功能，控制加工的全过程，制造出任意复杂的零件。因此，数控车床是目前使用较为广泛的数控机床。

任务 1.1 数控车床介绍

1.1.1 实训目的

- (1) 了解数控车床和普通车床结构上的区别。
- (2) 理解数控车床组成各部分的名称和作用。
- (3) 能正确建立数控车床的坐标系。

1.1.2 实训指导

1.1.2.1 数控车床的种类

数控车床主要用来加工轴类零件的内外圆柱面、圆锥面、螺纹表面、成形回转体表面等。对于盘类零件可进行钻、扩、铰、镗孔等加工。数控车床还可以完成车端面、切槽等加工。随着数控车床制造技术的不断发展，形成了产品繁多、规格不一的局面。因而也出现了几种不同的分类方法。

1. 按数控系统的功能分类

(1) 经济型数控车床。如图 1.1 所示，经济型数控车床一般是在普通车床的基础上进行改进设计的，采用步进电动机驱动的开环伺服系统，其控制部分采用单板机或单片机实现。此类车床结构简单，价格低廉，但无刀尖圆弧半径补偿和恒线速切削等功能。

(2) 全功能型数控车床。如图 1.2 所示，全功能型数控车床一般采用闭环或半闭环控制系统，具有高刚度、高精度和高效率等特点。此类车床具备刀尖圆弧半径补偿和恒线速切削等功能。

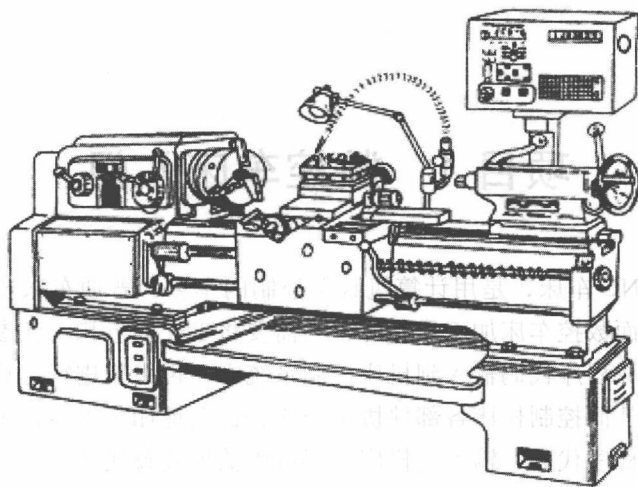


图 1.1 经济型数控车床

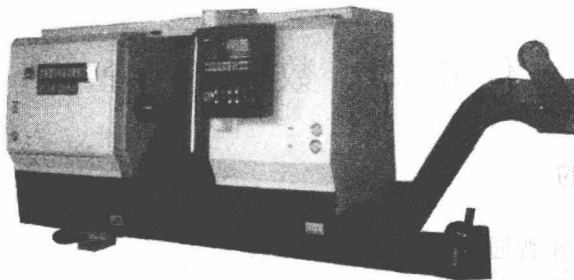


图 1.2 全功能型数控车床

(3) 车削中心。如图 1.3 所示，车削中心是以全功能型数控车床为主体，并配置刀库、换刀装置、分度装置、铣削动力头和机械手等，实现多工序复合加工的机床。在工件一次装夹后，它可完成回转类零件的车、铣、钻、铰、攻螺纹等多种加工工序。其功能全面，但价格较高。

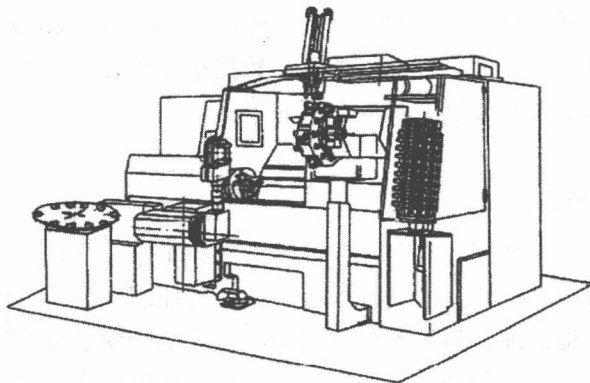


图 1.3 车削中心

(4) FMC 车床。如图 1.4 所示，FMC 车床实际上是一个由数控车床、机器人等构成的柔性加工单元。它能实现工件搬运、装卸的自动化和加工调整准备的自动化。

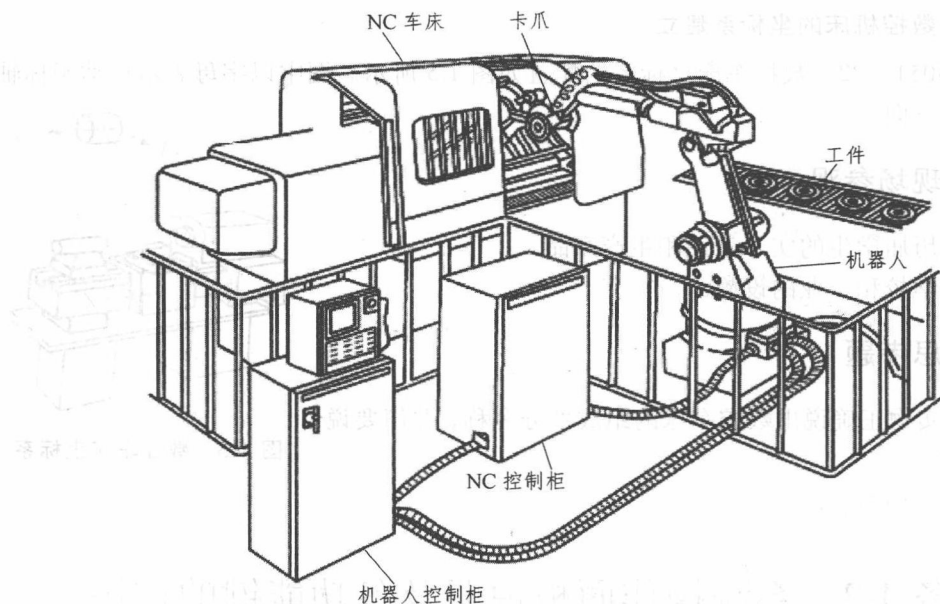


图 1.4 FMC 车床

2. 按主轴的配置形式分类

(1) 卧式数控车床。主轴轴线处于水平位置的数控车床。

(2) 立式数控车床。主轴轴线处于垂直位置的数控车床。

还有具有两根主轴的车床，称为双轴卧式数控车床或双轴立式数控车床。

3. 按数控系统控制的轴数分类

(1) 两轴控制的数控车床。机床上只有一个回转刀架，可实现两坐标轴联动控制。

(2) 四轴控制的数控车床。机床上有两个独立的回转刀架，可实现四轴联动控制。

对于车削中心或柔性制造单元，还要增加其他的附加坐标轴来满足机床的功能。目前，我国使用较多的是中小规格的两坐标连续控制的数控车床。

1.1.2.2 数控车床的组成

数控卧式车床由以下几部分组成：

(1) 主机。主机是数控车床的机械部件，包括床身、主轴箱、刀架、尾座、进给机构等。

(2) 数控装置。数控装置是数控车床的控制核心，其主体是一台计算机。

(3) 伺服驱动系统。伺服驱动系统是数控车床切削工作的动力部分，主要实现主运动和进给运动。它由伺服驱动电路和驱动装置组成，驱动装置主要有主轴电动机、进给系统的步进电动机或交、直流伺服电动机等。

(4) 辅助装置。辅助装置是指数控车床的一些配套部件，包括液压、气动装置及冷却系统、润滑系统和排屑装置等。

数控车床主轴安装有脉冲编码器，主轴的运动通过同步齿形带 1:1 地传到脉冲编码器。当主轴旋转时，脉冲编码器便发出检测脉冲信号给数控系统，使主轴电动机的旋转与刀架的切削进给保持同步关系，就可以实现螺纹加工时主轴旋转 1 周、刀架 Z 向移动一个导程的运动关系。

1.1.2.3 数控机床的坐标系建立

按照 JB 3051—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, 箭头表示其正方向。

1.1.3 现场参观

- (1) 参观历届学生的实习工件和生产产品。
- (2) 参观学校和企业的设施。

1.1.4 思考题

- (1) 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。
- (2) 完成实训报告。

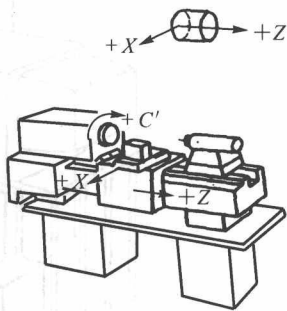


图 1.5 数控车床坐标系

任务 1.2 系统操作面板说明及各功能键的作用

1.2.1 实训目的

- (1) 熟悉系统操作面板各功能键的位置。
- (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。

1.2.2 实训指导

加工型数控车削系统 FANUC 0i Mate-TB 的 CRT-MDI 面板由 CRT 显示屏、MDI 键盘两部分组成, 如图 1.6 所示, 各组成单元功能如下。

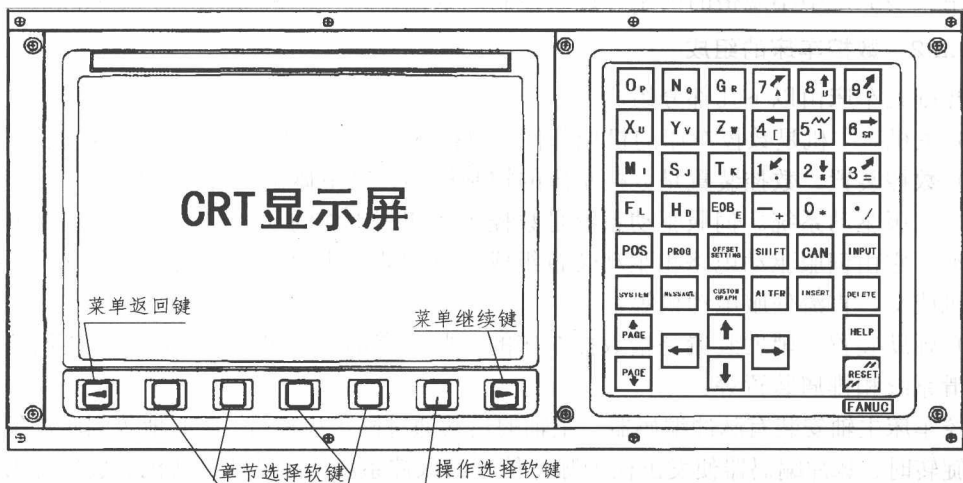


图 1.6 FANUC 0i Mate-TB 数控车削系统 CRT-MDI 面板

1. CRT 显示屏

它主要用来显示各功能画面信息，在不同的功能状态下，它显示的内容也不相同。在显示屏下方，有一排功能软键，通过它们可在不同的功能画面之间切换，显示用户所需要的信息。

2. MDI 键盘

如图 1.7 所示，各键的意义如下：

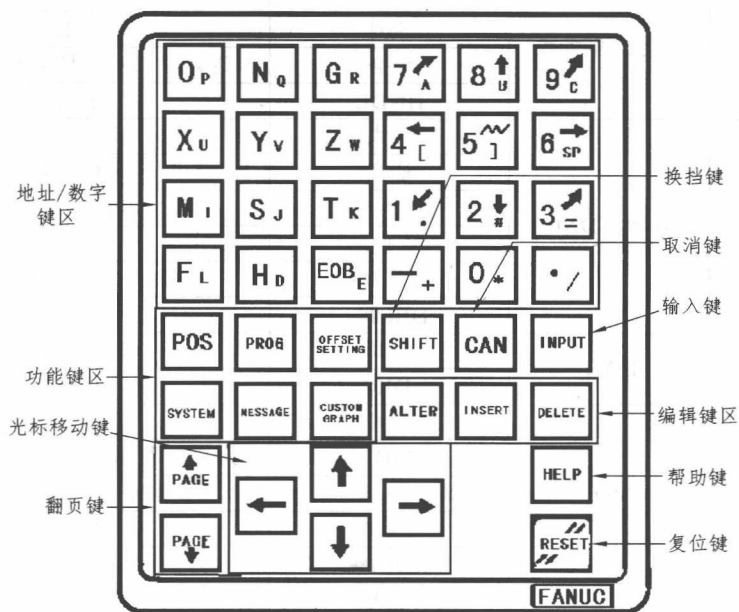


图 1.7 MDI 键盘

地址/数字键：按这些键可输入字母、数字以及其他字符。

POS：按此键显示位置画面。

PROG：按此键显示程序画面。

OFFSET/SETTING：按此键显示偏置/设置画面。

SYSTEM：按此键显示系统画面。

MESSAGE：按此键显示信息画面。

GRAPH：按此键显示图形画面。

CUSTOM：按此键显示用户宏画面。

光标移动键：用于在屏幕上移动光标。

翻页键（PAGE UP/DOWN）：用于将屏幕显示内容朝前或朝后翻一页。

换挡键（SHIFT）：当要输入地址/数字键中右下角字符时用此键。

取消键（CAN）：按此键可删除已输入到键的输入缓冲器的最后一个字符。

输入键（INPUT）：当要把键入到输入缓冲器中的数据拷贝到寄存器时，按此键。

编辑键：用于程序编辑。ALTER：替换；INSERT：插入；DELETE：删除。

帮助键（HELP）：按此键用来显示如何操作机床的信息画面。

复位键 (RESET): 按此键可使 CNC 复位, 消除报警等。

3. “功能键”菜单的常用选项

“功能键”的常用菜单选项 (仅介绍一级菜单) 如表 1.1。

表 1.1 “功能键”菜单的常用选项功能简介

功能键	系统工作方式	章节菜单选项	注 解
POS (位置)	任何工作方式	绝对	绝对坐标显示
		相对	相对坐标显示
		综合	绝对、相对、机械坐标同时显示
		HNDL	手轮中断
PROG (程序)	自动、DNC	程式	程序显示画面
		检视	程序检查显示画面
		现单节	当前程序段显示画面
		次单节	下一个程序段显示画面
		再开 ►	程序再启动显示画面
		DIR ►	显示文件目录画面
	EDIT	程式	程序显示画面
		DIR	显示程序目录画面
	MDI	程式	程序显示画面
		MDI	程序输入画面
		现单节	当前程序段显示画面
		次单节	下一个程序段显示画面
		再开 ►	程序再启动显示画面
	手轮、手动、步进、回参考点	程式	程序显示画面
		现单节	当前程序段显示画面
		次单节	下一个程序段显示画面
		再开 ►	程序再启动显示画面
OFFSET/SETTING (偏值/设定)	任何工作方式	补正	刀具偏值
		SETTING	设定
		坐标系	工件坐标系
		MACRO ►	宏变量画面
SYSTEM (系统)	任何工作方式	参数	系统参数
		诊断	故障诊断
		SYSTEM	系统配置
MESSAGE (信息)	任何工作方式	ALARM	报警显示
		MESSAGE	信息画面
		过程	报警履历
HELP (帮助)	任何工作方式	ALARM	详细报警画面
		OPERAT	操作方法
		PARAM	参数表画面
GRAPH (图形)	任何工作方式	参数	图形参数设定
		图形	刀具轨迹显示
		扩大	图形放大或缩小

1.2.3 操作练习

参照机床的操作说明书,熟悉各功能键的使用方法。

1.2.4 注意事项

- (1) 机床启动时要检查是否有故障。
- (2) 操作时要严格按照操作说明书上的操作顺序进行。
- (3) 红色的急停键不要轻易按下,只有在出现异常情况下,才能按下此键。
- (4) 注意功能键操作时应处的状态,并观察 CRT 显示器显示的内容。
- (5) 操作过程中出现故障,应立即向指导教师反映,切忌盲目操作。

1.2.5 思考题

- (1) 写出各功能键的操作顺序。
- (2) 说出各功能键的含义及作用。
- (3) 完成实训报告。

任务 1.3 数控车床的操作

1.3.1 实训目的

- (1) 熟悉机床操作面板各按键的名称、位置及作用。
- (2) 根据操作规程正确使用各功能键。
- (3) 熟悉数控车床工件坐标系的建立和刀具偏置补偿。
- (3) 掌握文明、安全生产的要求。

1.3.2 实训指导

1.3.2.1 控制面板简介

以数控车床 CK6140 的操作面板为例,如图 1.8 所示,各按键功能如表 1.2。

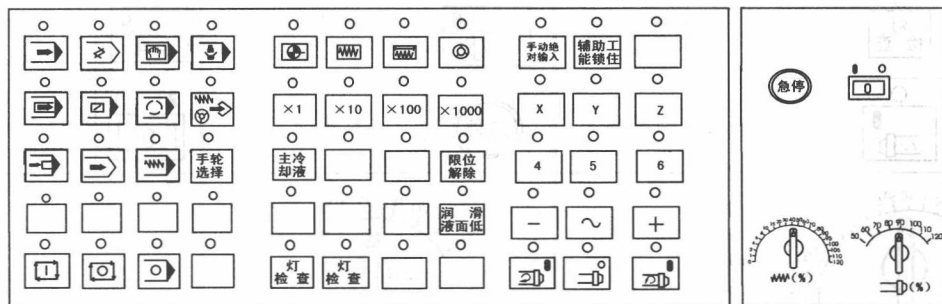
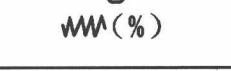
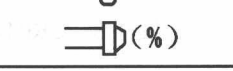


图 1.8 CK6140 的操作面板

表 1.2 CK6140 操作面板的按键功能

按键	功能	按键	功能	按键	功能
	自动运行方式		程序编辑方式		MDI 方式
	DNC 运行方式		手动回参考点		手动运行方式
	手动增量方式		手轮方式		手动绝对输入
	机床辅助功能锁住		程序单段		跳选程序段
	M01 选择停止		手轮示教方式		倍率 0.001
	倍率 0.01		倍率 0.1		倍率 1
	X 轴		Z 轴		程序再启动
	进给锁住运行		空运行		手轮方式选择
	冷却液电机开关		超程解除		润滑油面低报警指示
	坐标轴负向		快速进给		坐标轴正向
	循环启动		进给保持		M00 程序停止
	维修灯检查		主轴正转		主轴停
	主轴反转		机床急停		程序写保护
	进给修调		主轴转速修调		

1.3.2.2 机床的开启与关机

1. 开机

- (1) 打开机床主机上强电控制柜开关。
- (2) 在确认急停按钮处于急停状态下, 开启数控系统。
- (3) 解除急停按钮, 稍待片刻 (约 3 s), 再按复位键。
- (4) 进行手动回参考点操作后, 即可进行机床的正常操作。

2. 关机

- (1) 检查操作面板上循环启动的指示灯 LED, 循环启动应在停止状态。
- (2) 检查 CNC 机床的所有可移动部件都处于停止状态。
- (3) 关闭与数控系统相连的外部输入/输出设备。
- (4) 关闭数控系统电源。
- (5) 切断机床主机电源。

1.3.2.3 手动操作

1. 手动返回参考点

按机床操作面板上的“回参考点”键, 选择“回参考点”工作方式→进给修调开关打至中挡→选坐标轴 X→按方向键“+”→X 轴即返回参考点, 对应的 LED 将闪烁; 选坐标轴 Z→按方向键“+”→Z 轴即返回参考点, 对应的 LED 将闪烁。

注意: 机床回参考点时, 必须先回 X 轴, 然后再回 Z 轴, 否则, 可能会造成刀架与机床尾座干涉。

2. 手动连续进给 (JOG)

按机床操作面板上的“手动”键→调整进给修调开关, 选择合理的进给速度→根据需要选相应的坐标轴 (X 或 Z)→按住方向键“+”或“-”不放→机床将在对应的坐标轴和方向上产生连续移动; 在按某一方向键的同时, 按下“快移键”, 机床将在对应方向上产生快速移动, 其速度亦可通过进给修调开关调整。

3. 增量进给

按机床操作面板上的“增量”键, 选择“增量进给”工作方式→选取所需的增量倍率 ($\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 或 $\times 1000$)→选择坐标轴 (X 或 Z)→按方向键“+”或“-”, 每按一下方向键, 刀具将在对应的方向上产生一个增量位移, 每一步可以是最小输入增量单位的 1 倍、10 倍、100 倍或 1000 倍 (即 0.001、0.01、0.1 或 1 mm)。

4. 手轮进给

方法一: 按机床操作面板上的“手轮”键, 选择“手轮”工作方式→接通“手轮选择”钮→在手轮进给盒上选择所需的轴 (X 或 Z)→在手轮进给盒上选取增量倍率单位 ($\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$)→顺时针 (正向) 或逆时针 (负向) 旋转手轮→每摇一个刻度, 刀具在对应的轴向上移动 0.001、0.01、0.1 mm。

方法二: 按机床操作面板上的“手轮”键, 选择“手轮”工作方式→在机床操作面板上选择所需的坐标轴 (X 或 Z)→在机床操作面板上选取所需的增量倍率 ($\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$)→顺时针

(正向)或逆时针(负向)旋转手轮→每摇一个刻度,刀具在对应的轴向上移动 0.001、0.01、0.1 mm。

说明:机床操作面板上的“手轮选择”按钮接通时,手轮进给盒上的轴向和倍率选择有效;机床操作面板上的“手轮选择”按钮断开时,机床操作面板上的轴向和倍率选择有效。

1.3.2.4 自动运行

1. 程序的调入

按机床操作面板上的程序编辑(EDIT)键,选择“程序编辑”工作方式→按 MDI 面板上程序(PROG)键→在 MDI 键盘上输入要调入的程序文件名(O××××)→按 CRT 显示屏下的“O 检索”软键→CRT 显示屏上将显示出程序内容。

2. 程序的校验

按机床操作面板上的自动运行(AUTO)键,选择“自动运行”工作方式→根据需要按下“程序单段”、“进给锁住”、“空运行”、“辅助功能(MST)锁住”键→按 MDI 键盘上的“图形(GRAPH)”键→按 CRT 显示屏下的“参数”软键,设置合理的图形显示参数→再按“图形”软键,显示屏上将出现一个坐标轴图形→在机床操作面板上选取合理的进给倍率→按机床操作面板上的“循环启动”键,即可进行程序校验,屏幕上将同时绘出刀具运动轨迹。

说明:

(1)“程序单段”、“进给锁住”、“空运行”、“辅助功能(MST)锁住”,可根据需要单独选取或同时选取。

(2)若选取了“程序单段”,则系统每执行完一个程序段就会暂停,此时必须反复按“循环启动”键。

3. 自动加工

(1)根据零件的尺寸、精度及加工工艺和技术要求,选择合适的工件毛坯材料。

(2)选择合适的装夹方式装夹工件。

(3)根据程序要求对刀。

(4)在“编辑(EDIT)”工作方式下调入程序→系统工作方式打到“自动”→通过校验确认程序准确无误后,选择合理的进给倍率和加工过程显示方式→按下机床操作面板上的“循环启动”键,即可进行自动加工。

说明:加工过程中,可根据需要选择所需的显示方式,如图形(刀具运动轨迹)显示、程序内容显示、坐标位置显示等。

4. 加工过程处理

(1)加工暂停:按“进给保持”键暂停执行程序→按“点动”键将系统工作方式切换到“点动”→按“主轴停”可停主轴。

(2)加工恢复:在“点动”工作方式下按“主轴正转”键→将工作方式重新切换到“自动”→按“循环启动”键即可恢复自动加工。

(3)加工取消:加工过程中若想退出,可按 MDI 键盘上的“复位”(RESET)键退出加工。

1.3.2.5 MDI 运行

按机床操作面板上“MDI”键,选择“MDI”工作方式→按 MDI 键盘上“程序”(PROG)

键→通过 MDI 键盘手工输入若干个程序段（不能超过 10 段，每输入完一个程序段，按 INPUT 键确认）→将光标移至程序头→按机床操作面板上的“循环启动”键，系统即可执行 MDI 程序。

1.3.2.6 DNC 运行

DNC 加工，也叫在线加工。将机床与计算机或网络联机→按机床操作面板上 DNC 键，选择“DNC”工作方式→按 MDI 面板上“程序”（PROG）键→按机床操作面板上“循环启动”键→光标闪烁等待“QUICK”输出一个程序→在计算机中通过“QUICK”软件将加工程序传输给 CNC→按“循环启动”键，即可进行 DNC 加工。

1.3.2.7 程序编辑

（1）创建新程序。选择“程序编辑”工作方式→按 MDI 键盘上的“程序”（PROG）键→通过 MDI 键盘输入新程序文件名（O××××）→按 MDI 键盘上的“INSERT”键→通过 MDI 键盘输入程序，内容将在 CRT 屏幕上显示出来。

（2）程序查找。选择“程序编辑”工作方式→按 MDI 键盘上的“程序”（PROG）键→通过 MDI 键盘输入要查找的程序文件名（O××××）→按 CRT 屏幕下方的“O 检索”软键，屏幕上即显示要查找的程序内容。

（3）程序修改。选择“程序编辑”工作方式→按 MDI 键盘上的“程序”（PROG）键→通过 MDI 键盘输入要查找的程序文件名（O××××）→按 CRT 屏幕下方的“O 检索”软键，屏幕上即显示要查找的程序内容→使用 MDI 键盘上的光标移动键和翻页键，将光标移至要修改的字符处→通过 MDI 键盘输入要修改的内容→按 MDI 键盘上的程序编辑键“ALTER”、“INSERT”、“DELETE”对程序内容进行“替代”、“插入”或“删除”等操作。

（4）程序删除。选择“程序编辑”工作方式→按 MDI 键盘上的“程序”（PROG）键→通过 MDI 键盘输入要删除的程序文件名（O××××）→按 MDI 键盘上的“删除”（DELETE）键，即可删除该程序文件。

（5）程序字符查找。选择“程序编辑”工作方式→按 MDI 键盘上的“程序”（PROG）键→通过 MDI 键盘输入要查找的程序文件名（O××××）→按 CRT 屏幕下方的“O 检索”软键，屏幕上即显示要查找的程序内容→通过 MDI 键盘输入要查找的字符→按屏幕下方的“检索↑”或“检索↓”软键，即可按要求向上或向下检索到要查找的字符。

1.3.2.8 工件坐标系的建立

以 G54 为例，如图 1.9 所示，将工件右端面的圆心点 O 设为 G54 原点，操作方法如下：

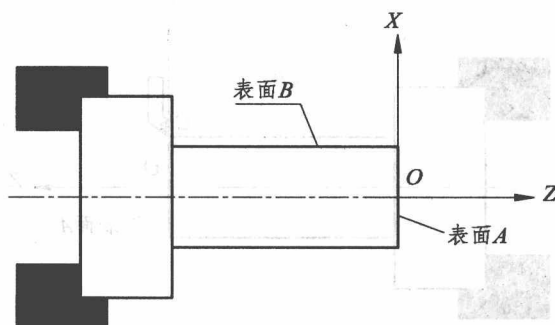


图 1.9 G54 坐标原点设置