



系列校本教材

数控铣削加工

编者：倪厚滨



上海市工业技术学校

前 言

中等职业教育担负着培养高素质劳动者的重要任务，其人才培养目标须从单一技能操作型向知识型、发展型转变，须从学校单一教育向校企合作培养方式转变，须从终结教育形式向终身教育方向转变。只有切实有效转变教学模式，优化课程结构，注重学生职业能力与人文素养教育，关注学生职业生涯发展，中等职业教育才能健康协调并适应社会经济发展的要求。

为贯彻落实教育部国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）和上海市中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）的精神，以“为了每一个学生的终身发展”的核心理念引领学校综合改革，并以上海市首批特色示范校建设为契机，进一步提高教育教学质量，学校积极探索“双证融通”、中职高职贯通、中职本科贯通试点教育，打造精品课程、精品专业，形成职教特色，发挥示范引领作用。

学校贯彻“以就业为导向，以能力为本位，以素质为基础”的指导思想，以“必需够用，兼顾发展”为原则，组织骨干教师开发编写具有职教特点与学校特色的校本教材。校本教材开发定位准确，并借鉴国外职业教育先进的教学模式，精心编撰，有所创新，有机统一知识性与实践性，职业性与人文性。校本教材注重学生综合素养的教育，文化基础知识的拓展，专业知识与技能点的融合，重视培养学生的兴趣与创新思维，实训内容按项目课题，系列展开，可操作性强。

此系列教材可用于中等职业学校教学，亦可作为学生拓展学习之用，并将根据各专业需要及现代职业教育发展方向与要求，不断更新和完善。



2014年10月

目 录

项目一、安全文明生产及数控铣床操作

- 活动一、安全文明生产教育
- 活动二、数控铣床（加工中心）结构及面板熟悉
- 活动三、数控铣床（加工中心）仿真面板熟悉
- 活动四、数控铣床（加工中心）操作
- 活动五、数控铣床（加工中心）仿真操作（一）
- 活动六、工量具使用
- 活动七、数控铣床（加工中心）仿真操作（二）
- 活动八、百分表的使用及工件找正（一）
- 活动九、练习与测验
- 活动十、百分表的使用及工件找正（二）

项目二、六面体的铣削加工

- 活动一、六面体加工工艺分析
- 活动二、工件的安装与找正
- 活动三、数控铣削基本编程指令（一）
- 活动四、数控铣削刀具的选择与安装
- 活动五、数控铣削基本编程指令（二）
- 活动六、平面铣削加工（一）
- 活动七、行切和环切的加工方法
- 活动八、平面铣削加工（二）
- 活动九、平面铣削质量分析与精度检验
- 活动十、六面体铣削练习

项目三、二维外轮廓零件铣削加工

- 活动一、二维外轮廓零件加工工艺分析
- 活动二、工件的安装与找正
- 活动三、刀具半径补偿指令
- 活动四、数控铣削对刀及参数设置
- 活动五、二维外轮廓零件程序编制
- 活动六、二维外轮廓零件铣削练习（一）
- 活动七、二维外轮廓零件仿真练习

活动八、二维外轮廓零件铣削练习（二）

活动九、二维外轮廓零件质量分析

活动十、精度检验与操作练习

项目四、二维内轮廓零件铣削加工

活动一、二维内轮廓零件加工工艺分析

活动二、工件的安装与找正

活动三、坐标平面选择指令

活动四、数控铣削对刀及参数设置

活动五、二维内轮廓零件程序编制

活动六、二维内轮廓零件铣削练习（一）

活动七、二维内轮廓零件仿真练习

活动八、二维内轮廓零件铣削练习（二）

活动九、二维内轮廓零件质量分析

活动十、精度检验与操作练习

项目五、孔系零件的铣削加工

活动一、孔系零件的基本知识

活动二、孔加工方法及刀具

活动三、孔系零件加工工艺分析

活动四、简单孔的加工

活动五、孔系零件固定循环指令

活动六、孔系零件铣削练习（一）

活动七、孔系零件的仿真练习

活动八、孔系零件铣削练习（二）

活动九、孔系零件质量分析

活动十、精度检验与操作练习

项目六、板类综合零件加工

活动一、板类综合零件工艺分析

活动二、板类综合零件示范与练习

活动三、板类综合零件程序编制

活动四、板类综合零件的程序输入与检验

活动五、板类综合零件仿真练习（一）

活动六、板类综合零件铣削练习（一）

活动七、板类综合零件仿真练习（二）

活动八、板类综合零件铣削练习（二）

活动九、练习与测量

活动十、板类综合零件铣削练习与质量分析

项目七、盘类综合零件加工

活动一、盘类综合零件工艺分析

活动二、盘类综合零件示范与练习

活动三、盘类综合零件程序编制

活动四、盘类综合零件的程序输入与检验

活动五、盘类综合零件仿真练习（一）

活动六、盘类综合零件铣削练习（一）

活动七、盘类综合零件仿真练习（二）

活动八、盘类综合零件铣削练习（二）

活动九、练习与测量

活动十、盘类综合零件铣削练习与质量分析

项目八、组合件加工

活动一、组合件的数控铣削加工工艺分析

活动二、数控铣床刀具安装及机床参数设置

活动三、组合件程序编制

活动四、组合件的程序输入与检验

活动五、组合件仿真练习（一）

活动六、组合件铣削练习（一）

活动七、组合件仿真练习（二）

活动八、组合件铣削练习（二）

活动九、组合件的质量分析

活动十、组合件的精度检验

项目一

安全文明生产及数控铣床操作

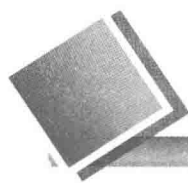
项目导入：让我

们走进实训车间，了

解数控铣床及其安全

操作规程。





活动一 安全文明生产教育

教学目标

知识目标

了解安全文明生产的基本内容

能力目标

掌握实训车间和数控铣床的安全操作规程

情感目标

激发学生学习本课程的兴趣，重视安全文明生产

工作任务

进入车间首先不是去熟悉和操作各种设备，而是要充分地掌握工厂的安全文明生产的法规和不同车间的安全操作规程。

本活动的任务就是掌握安全文明生产的法规、掌握数控铣床的安全操作规程以及具备企业职业道德素养。

实践操作



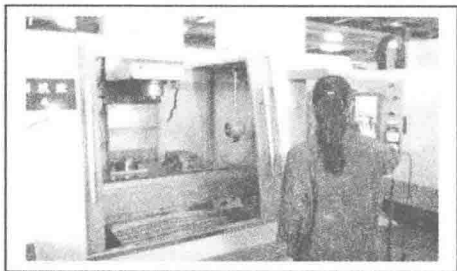
复习导入

俗话说“没有规矩不成方圆”，我们知道在学校中要遵守学校的规章制度，那么在车间里实训时又要注意些什么？要遵守哪些规章制度呢？



布置任务

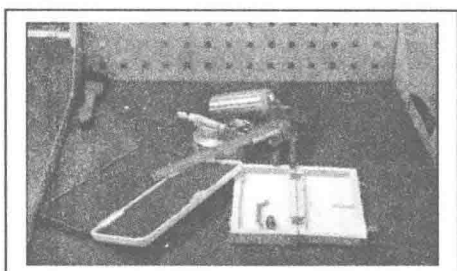
这些操作正确吗？规范吗？



女生的长发没有盘在工作帽内



在车间内打闹、嬉戏



工量具的摆放不整齐



任务分析

一、企业安全生产教育

1、企业安全生产教育的内容

企业安全生产教育一般分为思想、法规和安全技术教育三种主要内容。

思想教育，主要是正面宣传安全生产的重要性，选取典型事故进行分析，从事故的政治影响、经济损失、个人受害后果几个方面进行教育。

法规教育，主要是学习上级有关文件、条例、本企业已有的具体规定、制度和纪律条文。

安全技术教育，包括生产技术、一般安全技术的教育和专业安全技术的训练。其内容主要是本厂安全技术知识、工业卫生知识和消防知识，本班组动力特点、危险地点和设备安全防护注意事项；电气安全技术和触电预防；急救知识；高温、粉尘、有毒、有害作业的防护；职业病原因和预防知识；运输安全知识；保健仪器、防护用品的发放、管理和正确使用知识等。企业安全技术训练，是指对锅炉等受压容器，电、气焊接、易燃易爆、化

工有毒有害、微波及射线辐射等特殊工种进行的专门安全知识和技能训练。

2、企业安全生产教育的主要形式和方法

企业安全生产教育的主要形式有“三级教育”、“特殊工种教育”和“经常性的安全宣传教育”等形式。

三级教育：在工业企业所有伤亡事故中，由于新工人缺乏安全知识而产生的事故发生率一般为 50% 左右，所以对新工人、来厂实习人员和调动工作的工人，要实行厂级、车间、班组三级教育。其中，班组安全教育包括：介绍本班安全生产情况，生产工作性质和职责范围，各种防护及保险装置作用，容易发生事故的设备 and 操作注意事项。经常性的宣传教育：可以结合本企业本班组具体情况，采取各种形式；如安全活动日、班前班后会、安全交底会、事故现场会、班组园地或壁报等方式进行宣传。

二、实训过程安全生产教育

1、严格遵守实训的作息时间，做到不迟到，不早退，不无故缺席。

2、严格遵守实训守则，严格遵守机床的安全、文明操作规程。

3、实训过程中必须做到不奔跑、嬉戏、打闹、不开玩笑、不相互窜岗、不得擅自离开实训车间。

4、实训过程中一切行动必须服从老师的安排和指挥。

5、进入实训车间实习时，必须穿好工作服，大袖口要扎紧，衬衫要系入裤内。女同学要戴安全帽，并将发辫纳入帽内。不得穿凉鞋、拖鞋、高跟鞋、背心、裙子和戴围巾进入车间。禁止带手套操作机床。

6、某一项工作如需要俩人或多人共同完成时，应注意相互间的协调一致。

7、学生应在指定的机床和计算机上进行实习。

8、所有实训步骤须在实训教师指导下进行，未经实训教师同意，不许开动机床。其它机床设备、工具或电器开关等均不得乱动。

9、机床开动时，严禁在机床间穿梭，严禁离开工作岗位做与操作无关的事情。

10、注意不要移动或损坏安装在机床上的警告标牌。

三、数控铣床安全、文明操作规程

1、操作前必须熟悉数控铣床的一般性能、结构、传动原理及控制程序，掌握各操作按钮、指示灯的功能及操作程序。在未弄懂整个操作过程前，不要进行机床的操作和调节。

2、开动机床前，要检查机床电气控制系统是否正常，润滑系统是否畅通、油质是否良好，并按规定要求加足润滑油，各操作手柄是否正确，工件、夹具及刀具是否已夹持牢固，检查冷却液是否充足，然后开慢车空转 3~5 分钟，检查各传动部件是否正常，确认无故障后，才可正常使用。

3、机床启动后，打开急停装置，机床回零位，回归零位后，将 X、Y、Z 轴回到合适位置。

4、程序调试完成后，必须经指导老师同意方可按步骤操作，不允许跳步骤执行。未经指导老师许可，擅自操作或违章操作，成绩作零分处理，造成事故者，按相关规定处分并

赔偿相应损失。

5、加工零件前，必须严格检查机床原点、刀具数据是否正常并进行无切削轨迹仿真运行。

6、加工零件时，必须关上防护门，不准把头、手伸入防护门内，加工过程中不允许打开防护门。

7、严禁用力拍打控制面板、触摸显示屏。严禁敲击工作台、分度头、夹具和导轨，防止无序和野蛮操作损坏机床、刀具、工件。

8、严禁私自打开数控系统控制柜进行观看和触摸。

9、实习学生不得调用、修改其它非自己所编的程序，不得随意更改机床内部参数。

10、数控铣床除工作台上安放工装和工件外，机床上严禁堆放任何工、夹、刃、量具，工件和其它杂物，工作空间应足够大。

11、未经指导教师确认程序正确前，不许动操作箱上已设置好的“机床锁住”状态键。

12、禁止用手或其它任何方式接触正在旋转的主轴、工件或其它运动部位。

13、检查润滑油、冷却液的状态，及时添加或更换。

14、在程序运行中须暂停测量工件尺寸时，要待机床完全停止、主轴停转后方可进行测量，以免发生人身事故。

15、不允许采用压缩空气清洗机床、电气柜及 NC 单元。

16、每天实训前半小时进行机床保养，主要是：卸下工件、刀具等，并按规定整理和放置好，清点工具箱内的工量具等设备，清理铁屑、擦清机床，检查或添加润滑油，X、Y、Z 轴回到合适位置，关上安全门，退出系统，关闭总电源。

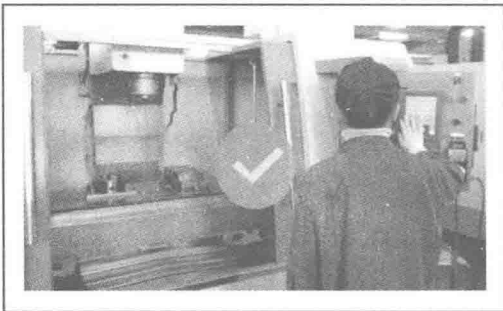
17、实训结束后，应清扫机床及周边环境，保持实训车间清洁卫生。

18、禁止进行尝试性操作。

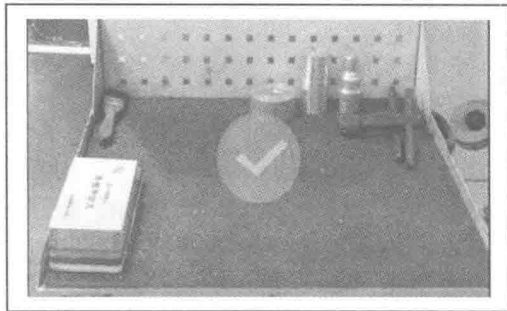


学生练习

正确的规范：



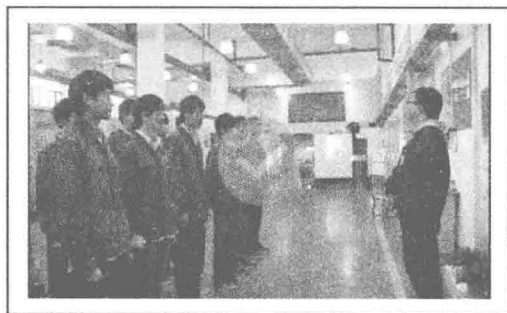
女生要戴安全帽，并将发辫纳入帽内



工量具使用完毕后，要摆放整齐



学生须排队整齐地进入实训车间



学生必须服从教师的安排和指挥



小结点评

- ❖ 实训学生要正确穿戴工作服和相关防护用品。
- ❖ 实训学生要遵守实训过程安全生产规范。
- ❖ 实训学生要牢记数控铣床安全、文明的操作规程。



课后思考



复习实训车间操作
规程及注意事项。

知识拓展

企业现场管理 6S (HSE) 制度

20 世纪,日本丰田公司提出倡导并实施 5S 管理,87 年中国企业开始引进 5S 管理。2000 年,中国在 5S 的基础上,由朱镕基总理签署的“安全”管理,随后企业就将安全纳入 5S 管理内容,也就形成了今天的 6S 管理。“6S”指的是日语的罗马拼音 SEIRI(整理)、SEITON(整顿)、SEISO(清扫)、SEIKETSU(清洁)、SHITSUKE(素养)及英语 SAFETY(安全)这 6 项,因为六个单词的第一个字母都是“S”,所以统称为“6S”。是在生产现场中对人员、机器、材料、行为、环境等生产要素进行有效管理的一种方法。

★ SEIRI (整理)：就是按物品的使用频率，以取用方便，尽量把寻找物品时间缩短为 0 秒为目标，将人、事、物在空间和时间上进行合理安排，这是开始改善现场的第一步，也是 6S 中最重要的一步。如果整理工作没做好，以后的 4 个 S 便形同沙土上建起的城堡一般不牢靠。这项工作的重点在于培育心理强度，坚决将现场不需要的物品彻底清理出去。现场无不常用物，行道畅通，减少了磕碰和可能的错拿错用，这样既可以保证工作效果，还可以提高工作效率，更重要的是可以保障现场的工作安全。所以有的公司就提出口号：效率和安全的始于整理！

★ SEITON (整顿)：在整理的基础上再把需要的人、事、物加以定量、定位，创造一个一目了然的现场环境。将现场物品按照方便取用的原则进行合理摆放后，操作中的对错便能更易于控制和掌握，有利于提高工作效率，保证产品品质，保障生产安全。

★ SEISO (清扫)：认真进行现场、设备仪器和管道的卫生清扫，在一个干干净净的环境中，通过设备点检，管道巡视，异常现象便能迅速发现并得到及时处理，使之恢复正常，这是安全隐患得到发现和治理的重要方法，也是“安全第一，预防为主”方针的最好落实和贯彻。清扫工作之所以如此必要，是因为在生产过程中产生的灰尘、油污、铁屑、垃圾等，会使现场变脏、设备管道污染，导致设备精度降低，故障多发，影响产品质量，使安全事故防不胜防；脏的现场更会影响员工的工作情绪，产生懈怠麻痹思想，认真不够，操作失误，排障不彻底、不及时，导致安全事故的发生。因此，必须通过清扫活动来清除脏污，营造一个明快、舒畅、高效率的工作现场。

★ SEIKETSU (清洁)：为保持维护整理、整顿、清扫的成果，使现场保持安全生产的适宜状态，引入被赋予全新内涵的“清洁”概念，即是通过将前三项活动的制度化来坚持和深入现场的管理改善，从而更进一步地消除发生安全事故的根源，即为“治本”，以创造一个以人为本至上的工作环境，使员工能愉快无忧地工作。

★ SAFETY (安全)：以 HSE 管理体系，执行行为准则，建立安全的工厂、科学的管理、安全的设备、安全的工作行为。安全就是消除工作中的一切不安全因素，杜绝一切不安全现象。就是要求在工作中严格执行操作规程，严禁违章作业。时刻注意安全，时刻注重安全。

★ SHXTSUKU (素养)：素养即平日之修养，指正确的待人接物处事的态度。实验得出结论：一种行为被多次重复就有可能成为习惯。通过制度化的现场管理改善推进，规范员工行为，培养良好职业风范，并辅以自觉自动工作生活的文化宣导，达到全面提升员工素养的境界。培养工作、安全无小事的认真态度，有制度就严格按制度行事的职业风范，持续改善的进取精神，已成为“6S”管理螺旋式上升循环永远的起点和终点。在具有这样高素养员工的组织中，关注细节，持续改善，寓于无数细节之中的安全，则无一处不在掌控之中了。

活动二 数控铣床结构及面板熟悉

教学目标

知识目标

介绍和了解数控铣床的特点和基本结构

能力目标

熟悉并掌握 FANUC 数控铣床的面板操作

情感目标

激发学生的主观能动性

工作任务

在加工零件前，必须对加工该零件所选用的机床的性能及相关要求非常熟悉。
本活动的任务就是熟练掌握数控铣床的结构、基本性能特点及操作面板的用法。

实践操作



复习导入

- ☐ 回顾实训车间安全规程。
- ☐ 回顾数控铣床安全、文明操作规程。

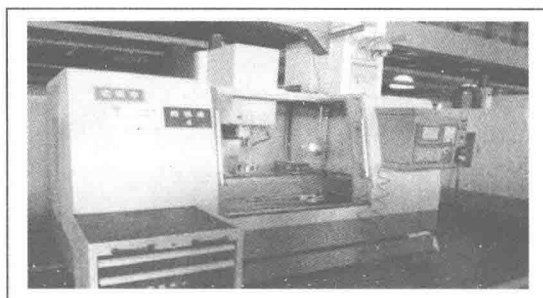


布置任务

观察普通铣床和数控铣床，指出其不同之处。



普通铣床



数控铣床



任务分析

一、数控铣床的特点

1、加工精度高、加工质量稳定

数控铣床的机械传动系统和结构都有较高的精度、刚度和热稳定性。数控铣床可以加工复杂的零件，零件的精度和质量由机床保证，完全消除了操作者的人为误差。所以数控铣床的加工精度高，加工误差一般都控制在 $0.005 \sim 0.01\text{mm}$ 之内，而且同一批零件加工尺寸的一致性好，加工质量稳定。

2、加工生产效率高

数控铣床结构刚性好、功率大，能自动进行切削加工，所以能选择较大的、合理的切削用量，并自动连续完成整个切削加工过程，能大大缩短机动时间。在数控铣床上加工零件，只需使用通用夹具，又可免去划线等工作，能大大缩短加工准备时间。因为数控铣床的定位精度好，可省去加工过程中对零件的中间检测，减少了停机检测时间，生产效率高。

3、减轻劳动强度，改善劳动条件

数控铣床加工，除了装卸零件、操作面板、观察机床运行外，其余步骤都是按照加工程序要求自动连续地进行切削加工，操作者不需要进行繁重的手工操作，大大减轻了工人劳动强度，改善了劳动条件。

4、对零件加工的适应性强、灵活性好

因数控铣床能实现多轴联动，加工程序可按照加工零件的要求变换，所以它的适应性和灵活性很强，可以加工普通机床无法加工的形状复杂的零件。

5、有利于生产管理现代化

数控铣床加工，能准确地计算零件的加工工时，并有效地简化刀、夹、量具和半成品的管理工作。加工程序是用数字信息的标准代码输入，有利于与计算机联接，构成由计算机来控制和管理的生产系统。

此外，数控铣床对设备使用维护人员的技术水平要求高、加工难以人工调整、设备初期投资较大和能生产良好的经济效益等特点。

二、数控铣床的组成

数控机床是一种利用数控技术、准确地按照事先安排的工艺流程，实现规定加工动作的金属切削机床。

数控铣床由控制介质、数控装置、伺服系统和机床四部分组成。

1、控制介质

它建立了人与数控机床之间的某种联系。

它将加工工件时，刀具相对于工件的位置和机床的全部动作信息，按照规定的格式和代码编写盛工件的加工程序输入到计算机数控装置。

常用的控制介质有穿孔带、穿孔卡、磁盘和磁带。

2、数控装置

数控装置是数控机床的中枢。

数控装置由输入装置、控制器、运算器、存储器、输出装置组成。

输入装置接受由穿孔带阅读机送入的代码信息，经过识别与译码之后送到指定存储区，作为控制与运算的原始数据。再经过译码和数据运算处理后，由输出装置输出。

3、伺服系统

伺服系统式数控系统的执行部分。其作用是把来自数控装置的运动指令转变成机床移动部件的运动，使工作台按规定轨迹移动或精确定位。

4、机床

机床是高精度和高生产率的自动化加工机床，它能自动加工出所需要的零件。

三、数控铣床开关机一般步骤

1、开机

- (1) 开外部总电源；
- (2) 启动空压机；
- (3) 开 CNC 本身机体电源；
- (4) 开 CNC 电脑电源开关；
- (5) 当屏幕出现字体后，释放紧急停止钮；
- (6) 将模式开关置于原点复归，让机床走极限，直至各轴指示灯亮；
- (7) 原点复归后将机床移至离机械原点 75 mm 以上；（原点复归后将机床 X、Y、Z 三轴移至机床中间位置处）
- (8) 检查记忆保护开关是否在编辑位置。

2、关机

- (1) 将各轴移至中间位置，确认主轴停止运转；
- (2) 将编辑锁定开关关闭；
- (3) 按下紧急停止钮；
- (4) 关 CNC 电脑电源；
- (5) 关 CNC 本身机体电源；
- (6) 关空压机。

四、数控铣床的面板操作（以 FANUC Series 0i-MC 系统为例）



数控铣床



机床面板

1、CRT/MDI 操作面板

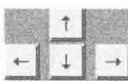


上图所示为 CRT 界面（左半部分）和 MDI 键盘（右半部分）。

CRT 界面用于显示程序、坐标等内容。

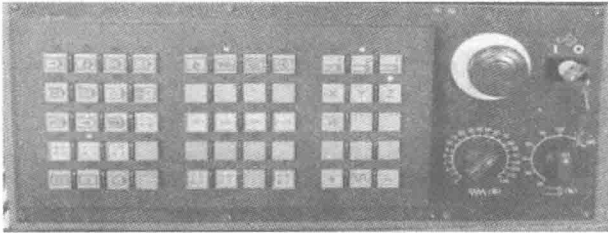
MDI 键盘用于程序编辑、参数输入等功能。

MDI 键盘上各个键的功能列表如下：

MDI 软键	功能
	软键  实现左侧 CRT 中显示内容的向上翻页；软键  实现左侧 CRT 显示内容的向下翻页。
	移动 CRT 中的光标位置。软键  实现光标的向上移动；软键  实现光标的向下移动；软键  实现光标的向左移动；软键  实现光标的向右移动。
	实现字符的输入，点击  键后再点击字符键，将输入右下角的字符。例如：点击  将在 CRT 的光标所处位置输入“O”字符，点击软键  后再点击  将在光标所处位置处输入 P 字符；软键  中的“EOB”将输入“；”号表示换行结束。

	实现字符的输入，例如：点击软键  将在光标所在位置输入“5”字符，点击软键  后再点击  将在光标所在位置处输入“j”。
	在 CRT 中显示坐标值。
	CRT 将进入程序编辑和显示界面。
	CRT 将进入参数补偿显示界面。
	本软件不支持。
	本软件不支持。
	在自动运行状态下将数控显示切换至轨迹模式。
	输入字符切换键。
	删除单个字符。
	将数据域中的数据输入到指定的区域。
	字符替换。
	将输入域中的内容输入到指定区域。
	删除一段字符。
	本软件不支持。
	机床复位。

2、机床操作面板



机床操作面板上各个键的功能列表如下：

按钮	名称	功能说明
	自动运行	此按钮被按下后，系统进入自动加工模式。
	编辑	此按钮被按下后，系统进入程序编辑状态。
	MDI	此按钮被按下后，系统进入 MDI 模式，手动输入并执行指令。