

数控车床编程与操作

许兆丰等 编译



CNC PROGRAMMING
OPERATING BOOK
TURNING

中國勞動出版社

数控车床编程与操作

许兆丰等 编译

中国劳动出版社

(京)新登字 114 号

本书着重叙述数控 (CNC) 车床的编程和操作方法。内容包括: 数控车床的操作方法; 工件编程零点的确定、刀具数据的确定和输入; 数控车床的编程规则; G 代码和 M 代码的功能及编程方法和图像模拟显示等。对数控车床避免碰撞的方法也作了简要阐述。

本书图文并茂, 通俗易懂。书中还介绍了典型车削零件的编程和操作方法, 以供参考。

本书可作为数控车床编程操作人员岗位培训教材, 亦可作为机电一体化专业大、中专、技校学生学习数控车床编程与操作时的参考书。

数控车床编程与操作

许兆丰等 编译

责任编辑 陈卫国

中国劳动出版社出版

(北京市惠新东街 1 号)

地质出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

787×1092 毫米, 16 开本 11.75 印张 284 千字

1993 年 10 月北京第 1 版 1993 年 10 月北京第 1 次印刷

印数: 11000 册

ISBN 7-5045-1261-3/TG·116 (课) 定价: 6.50 元

前 言

当今世界，科学技术飞速发展，在机床行业中，由于数控（CNC）机床具有高柔性、高精度、高效率，已成为国内外机床的发展方向。最近几年，我国进口和自行设计制造了相当数量的数控机床。但是，掌握数控机床编程和操作的人员相对匮乏，培养数控机床编程操作人员已是当务之急。

本书通过从奥地利EMCO公司引进的较先进的数控教学车床及其编程教材《PROGRAMMING INSTRUCTION TURNING EMCOTRONIC TM02》等译编而成。该书较详细地介绍了数控车床的编程和操作方法。本机床使用编程语言为DIN66025，与ISO1056等效。因此，通过本书的学习，掌握了数控车床编程操作的基本方法后，对进一步掌握国内外数控车床的编程操作有实际指导意义。

上海机床厂厂长 陈美福

1993年4月

编 译 说 明

本书图文并茂，并列举了典型车削零件的编程方法，通俗易懂。书后附有 CNC 机床屏幕显示经常使用的英语词汇和中文译注，颇有实用价值。

本书主要由许兆丰编译，部分原稿的翻译及附录由杨乙姝编写，冯慧娟负责书中典型车削零件的编写工作，以及对本机床的操作方法进行试验论证。上海机床厂张有贵副厂长对该书的编译也给予了大力的支持，并仔细校审了全部书稿。

由于我国数控技术还处于开发阶段，再加上水平有限，经验不足，书中的缺点错误一定难免，恳切希望广大读者提出宝贵意见。

编 者

1993年4月

目 录

第一章 数控车床介绍.....	(1)
§ 1—1 数控车床的特点及应用.....	(1)
§ 1—2 数控车床的主要组成部分.....	(2)
§ 1—3 数控车床的主要规格.....	(2)
§ 1—4 数控车床的控制部分.....	(4)
复习题.....	(16)
第二章 数控车床参考点、零点偏置和刀具数据的输入.....	(17)
§ 2—1 数控车床参考点的确定.....	(17)
§ 2—2 刀具数据的输入.....	(19)
§ 2—3 工件编程零点的确定.....	(26)
复习题.....	(30)
第三章 数控车床的编程规则.....	(31)
§ 3—1 CNC程序结构.....	(31)
§ 3—2 编程规则.....	(32)
§ 3—3 绝对值编程和增量值编程.....	(33)
§ 3—4 机床的初始状态.....	(35)
§ 3—5 准备程序段和结束程序段.....	(35)
复习题.....	(37)
第四章 准备功能G代码.....	(38)
§ 4—1 G代码分组及功能.....	(38)
§ 4—2 G代码0组——轨迹功能.....	(39)
§ 4—3 G代码1组——主轴速度功能.....	(85)
§ 4—4 G代码2组——进给速度功能.....	(86)
§ 4—5 G代码3组与5组——零点偏置.....	(87)
§ 4—6 G代码4组——主轴转速限制和工件零点偏置.....	(87)
§ 4—7 G代码6组——子程序调用和程序转移.....	(88)
§ 4—8 G代码7组——长度计量单位的确定.....	(91)
§ 4—9 G代码8组——刀具轨迹补偿.....	(91)
复习题.....	(102)
第五章 辅助功能M代码.....	(106)
复习题.....	(107)
第六章 数控车床的操作.....	(108)

§ 6—1	手动方式	(108)
§ 6—2	编辑方式	(111)
§ 6—3	自动方式	(127)
§ 6—4	数控车床避免碰撞的主要方法	(133)
§ 6—5	刀具的装夹	(134)
§ 6—6	刀具种类介绍	(136)
	复习题	(140)
第七章	图像模拟显示	(141)
§ 7—1	图像显示进行人机对话编程	(141)
§ 7—2	图像模拟运行显示	(148)
§ 7—3	图像模拟运行显示编程实例	(155)
§ 7—4	图像模拟运行显示的操作方法	(159)
	复习题	(166)
附录	一、报警编号及原因分析	(167)
	二、常用数控技术名词中英对照	(175)

第一章 数控车床介绍

数控车床又称CNC (Computer Numerical Control) 车床, 英文意思是用电子计算机数字化信号控制的车床。数控车床是将事先编好的程序输入机床专用的计算机中, 由计算机指挥机床各坐标轴的伺服电机去控制车床各运动部件的先后程序、速度和移动量, 并与选定的主轴转速相配合, 车出各种形状不同的工件。

§ 1—1 数控车床的特点及应用

随着科学技术和市场经济的不断发展, 对机械产品的质量、生产率和新产品开发的周期提出了越来越高的要求。

虽然许多大型生产企业(如汽车、拖拉机、家用电器等制造厂)已经采用了自动机床和专用自动生产线, 大大地提高了生产率和产品的质量, 降低了生产成本, 但是, 由于市场竞争日趋激烈, 企业必须不断开发新产品。在频繁地开发新产品中, 对于“刚性”(不可变)的自动化设备, 要改变其工艺过程是非常困难的。

另外, 在机械制造工业中并不是所有产品零件都具有很大的批量。据统计, 单件与小批生产约占加工总量的80%以上。对于单件、小批、复杂零件, 用“刚性”自动化设备加工, 不仅成本高、生产周期长, 而且很难达到较高精度。

为了解决上述问题, 满足新产品开发和多品种、小批量生产自动化的要求, 国内外已研制生产一种灵活、通用的、能适应产品频繁变化的数控机床。

下面介绍数控车床的主要特点。

一、高柔性

数控车床最大的特点是高柔性(可变的)。数控车床在更换工件时, 只需调用存储于计算机内的加工程序, 调整刀具数据和装夹工件即可。不像一般自动车床在更换工件时, 必须重新制造和更换凸轮等。因此, 数控加工能缩短生产周期, 大大提高生产效率, 特别适用于多品种、中小批量和复杂的成形面加工。

二、高精度

目前数控装置的脉冲当量(即每输出一个脉冲后滑板的移动量)一般为0.001mm, 高精度的数控系统可达0.0001mm, 能确保工件的精度。另外, 数控加工还可避免工人的操作误差, 使一批加工零件的尺寸同一性特别好, 大大提高了产品质量。

由于数控机床的高精度和灵活性, 能加工很多普通机床难以完成或者根本不能加工的复杂形面。因此, 数控机床首先被应用在航空、航天工业的机加工中。对各种复杂模具加工也显出其优越性。

三、高效率

数控机床除了高柔性所带来的高效率外, 从工件定额时间来分析, 数控加工可有效地

减少零件加工所需的机动时间和辅助时间。

一般数控车床的主轴转速和进给量都是无级变速的。因此,有利于选择最佳切削用量。数控机床都有快进、快退和快速定位等功能,可大大减少机动时间。

数控车床在更换工件时几乎不需要重新调整车床,而且工件一般都可以在1~2次装夹中完成车削任务。数控车床一般不需要使用专用夹具和工艺装备,缩短了辅助时间。因此,采用数控车床比普通车床可提高生产率3~5倍。对于复杂的成形面加工,生产率可提高十几倍,甚至几十倍。

四、大大减轻了操作者的劳动强度

数控车床对零件加工是按事先编好的程序自动完成的,操作者除了操作键盘,装卸工件和中间测量及观察机床运行之外,不需要进行繁重的重复性手工操作,可大大减轻操作者的劳动强度。

由于数控机床具有独特的优点,因此它已成为金属切削机床的发展方向。

但是,数控机床的编程操作比较复杂,对编程操作人员素质要求较高,否则很难发挥其优越性。另外,数控机床价格昂贵,如编程操作不慎,万一发生碰撞,其后果不堪设想。为此,必须重视编程操作人员的培训。

§ 1—2 数控车床的主要组成部分

数控车床一般由以下几个部分组成。

一、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。

二、控制部分(CNC装置)

控制部分是数控车床的控制核心。一般是一台机床专用计算机(包括印刷电路板、屏幕显示器、键盘、纸带、磁带等)。

三、驱动装置

驱动装置是数控车床执行机构的驱动部件,包括主轴电机、进给伺服电机等。

四、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和排屑装置等。

§ 1—3 数控车床的主要规格

下面以奥地利EMCO公司生产的TURN 120 CNC车床(图1—1)为例,介绍数控车床的主要技术规格。

一、主要尺寸

床身上最大回转直径	180mm
刀架上最大回转直径	25mm
最大车削长度	160mm
最大车削工件直径	90mm

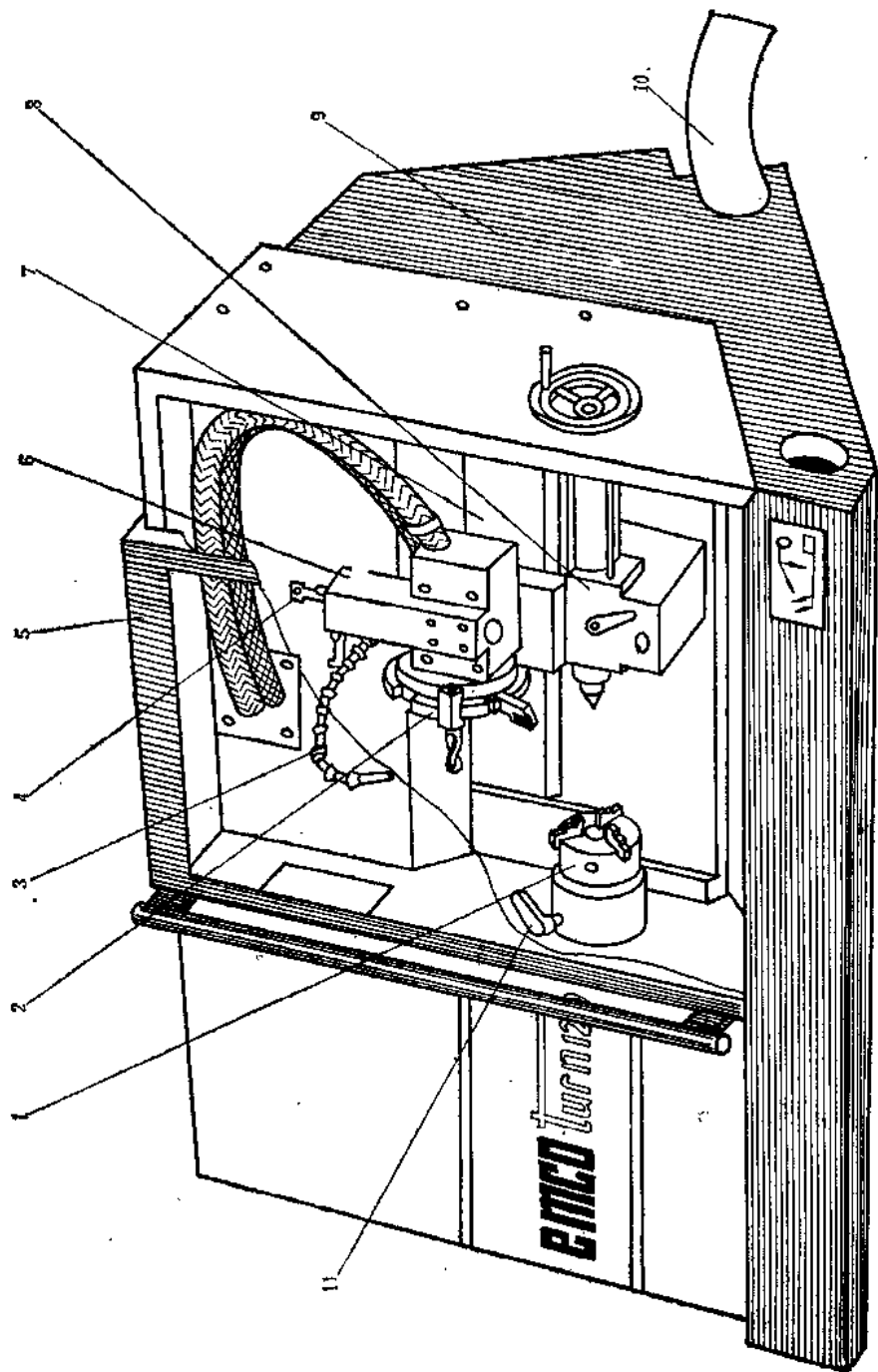


图 1-1 TURNING 120 CNC 车床外形图
 1—卡盘 2—转塔刀架 3—冷却管 4—参考点标记 5—防护门 6—横向滑板 7—纵向滑板
 (Z轴) 8—尾座 9—电缆盘 10—CNC装置电缆进口 11—光学对刀仪固定装置

二、主轴系统

主轴孔	21mm
转速 (无级调速)	150~4000 r/min
功率	2.6kW

三、进给系统

X轴、Z轴伺服电机进给量	1~1200mm/min
分辨率	0.0025mm
进给力	2000 N
快速移动速度	2000mm/min

四、刀具系统

转塔刀架可装刀数	8 把
刀杆高度	12mm
刀杆孔径	16mm
换刀时间	1.1 s

五、尾座

套筒直径	35mm
行程	120mm

六、外形尺寸

机床部分 (长×宽×高)	1035×853×750mm
电器控制箱 (长×宽×高)	810×745×715mm

七、重量

机床部分	225kg
电器控制箱	115kg

§ 1—4 数控车床的控制部分

数控车床的控制部分主要由一台专用计算机组成, 计算机的控制面板可分为控制键和屏幕显示器两大部分。

一、控制面板和控制键

EMCO TM02控制面板见图1—2。

各组键的主要功能介绍如下:

1. 方式键

方式键又称状态键。方式键共有四个, 见图1—3。

自动方式键——被加工工件程序编制、输入后, 需自动方式运行时, 必须按此键。在自动方式下可进行单步、跳步、空运转和图像显示等自动循环程序。

编辑方式键——程序的输入和修改, 刀具数据的输入和修改, 零点偏置的输入和修改以及磁带输入输出均需按此键。

执行方式键——可显示计算机的执行情况, 如显示刀具轨迹、进给量、主轴转速、和初始状态等。

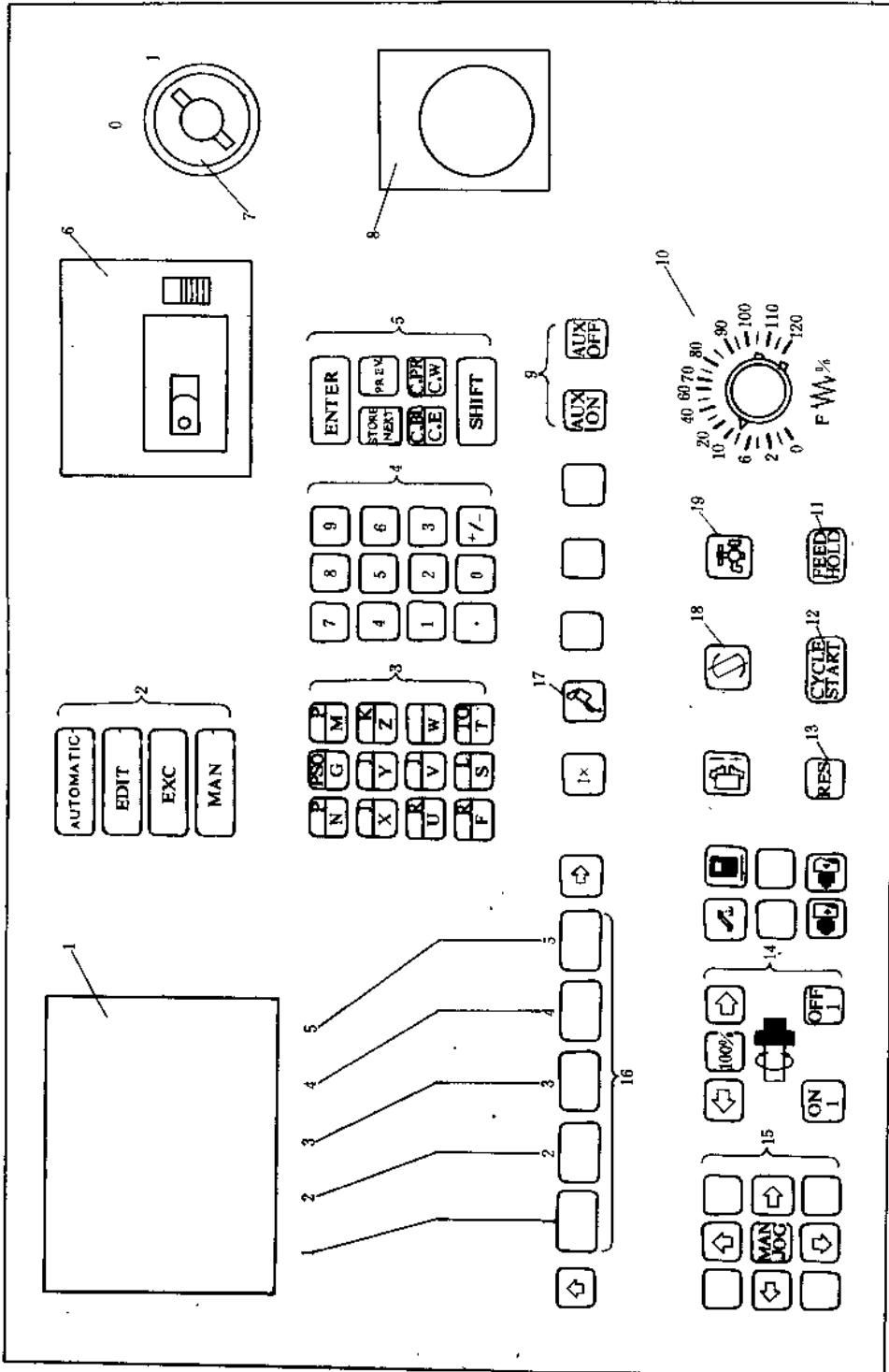


图 1-2 控制面板

1-屏幕显示器 2-方式键 3-地址键 4-数字键 5-功能键 6-盆式磁带 7-电源开关 8-急停键 9-辅助功能键 10-手动方式控制滑板运行键 11-进给保持键 12-循环启动键 13-复位键 14-主轴开关及速度修调 15-进给速度修调开关 16-进给保持键 17-润滑 18-刀架转位 19-冷却泵

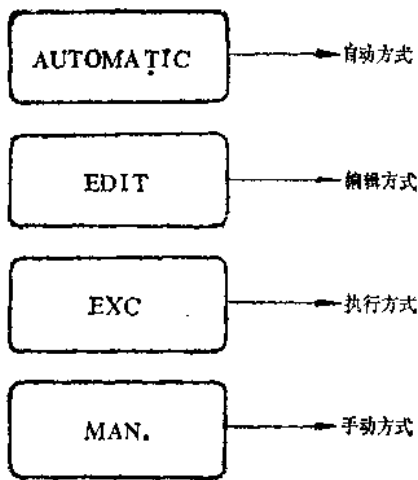


图 1-3 方式键

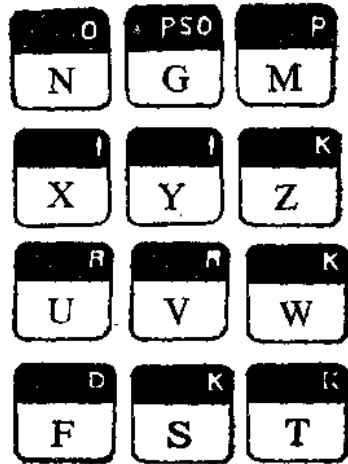


图 1-4 地址键



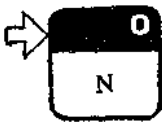
手动方式键——手动操作时使用此键。

2. 地址键

地址键见图1-4。

地址键的一个键上分上档和下档两个符号，它具有双重功能，见表1-1说明。

表 1-1 地址键的双重功能

键	功 能
	按 N，下档地址被选择
 	按 SHIFT 键，再按 O 键，即 O 地址被选择

地址键的功能见表1-2。

3. 数字键










数字键见图1-5。数字键为 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、± 数字等符号。

数字的输入用数字键。该机床用小数点输入。如输入 X=30 mm，必须输入 X30.000，如只输入 X30，忘记输入小数点，则屏幕显示 X000.030。正号可不输入，负号必须输入“-”号。

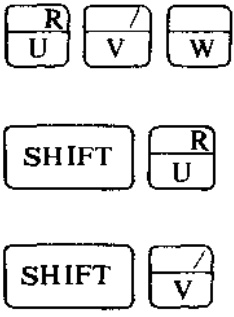

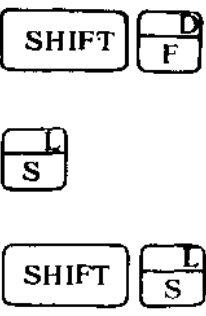
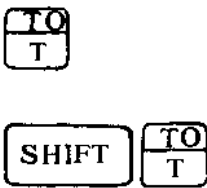
4. 功能键

表 1—2

地址键的功能

键	功 能
 	<p>N 地址 表示程序段号如: N 0000~N 9999</p> <p>O 地址 表示程序号如: O 0001~O 0099等</p>
 	<p>G 地址 表示准备功能如: G 01;G 02;G 03;G 84 等</p> <p>PSO 地址 表示零点偏置寄存器</p>
 	<p>M 地址 表示辅助功能如: M03;M04;M30等</p> <p>P 地址 G 功能循环中的有关参数</p>
  	<p>X、Y、Z 轴地址 绝对值编程时 X、Y、Z 轴坐标数据地址(车床 Y 轴不用) 如: X 30.253 Z 2.000</p> <p>I、K 地址 圆弧中心坐标参数</p>

(续)

键	功 能
	<p>U、V、W 地址 增量值编程时的坐标数据地址 (V 轴车床不用)</p> <p>R 地址 操作者监视方式下的地址, 如改变参考点时需调入 R 参数</p> <p>/表示删除 跳步时使用, 紧接在程序段号后</p> <p>如: N 0080/G 01 X 30.0 Z 12.0</p>
	<p>F 地址 表示:</p> <ol style="list-style-type: none">1. 进给量 $\mu\text{m}/\text{r}$, mm/min2. 螺纹导程 如 $F = 1500 \mu\text{m}$ 即螺纹导程为 1.5 mm
	<p>D 地址 表示 G 功能循环中的有关参数</p> <p>S 地址 表示主轴转速或速度</p> <p>如: S 2000r/min 或 S 300 m/min</p> <p>L 地址 查询存储于计算机中程序号及程序数目</p>
	<p>T 地址 表示刀具地址 (即刀具号)</p> <p>TOOL DATA 地址 表示刀具数据地址</p> <p>如: 刀具长度, 刀尖半径及形状等</p>

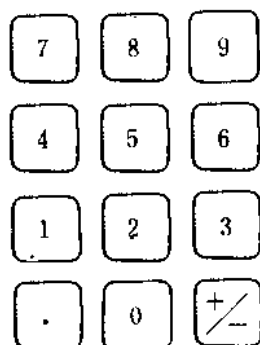


图 1—5 数字键

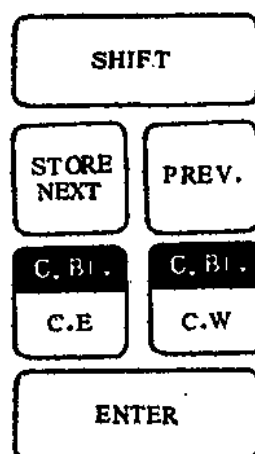


图 1—6 功能键

功能键见图1—6。其作用见表1—3。

5. 辅助功能键

辅助功能键的作用见表1—4。

6. 手动方式滑板运动键

手动方式滑板运动键见图1—7。

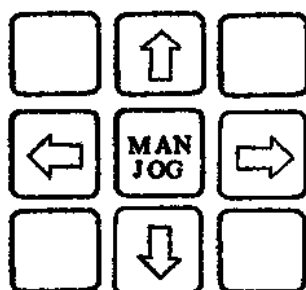


图 1—7 手动方式滑板运动键

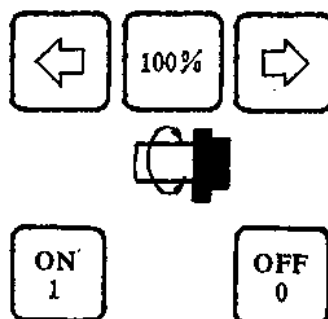


图 1—8 主轴开关

图中箭头表示滑板移动的方向。滑板移动时，必须同时按MAN JOG键和要求滑板移动的方向箭头键。

7. 主轴开关

主轴开关及主轴速度修调开关见图1—8。

手动方式要求主轴开停时，可按此键。

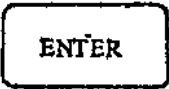

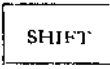

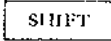

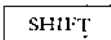




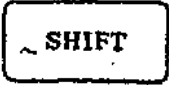




例 1—1 试在开机后、手动方式下，选择主轴转速500 r/min运转。

解：可按图1—9程序进行。

主轴开关上面左右两个箭头可进行主轴速度修调，修调范围为50~120%。按右边箭头速度增加；按左边箭头速度降低；按中间100%键主轴以100%速率旋转。主轴修调旋钮在手动方式及自动方式运行时均能应用。

表 1-3

功能键的作用

键	作用
	表示进入。作用如下： 1. 进入缓冲寄存器中 如：G 01 [ENTER]，则 G 01 进入缓冲寄存器中； 2. 编辑方式中，光标右跳动； 3. 输入、修改刀具数据和零点偏置数据
	表示转换。作用如下： 1. 按  →  ，则 O 地址被执行； 2. 在手动方式下，按   则主轴反转； 3. 在编辑方式下，如光标处在后面，按   ，光标跳向程序段开始处。
 	STORE 表示存入主存储器或记忆。 NEXT 表示下一个。 作用： 1. 当一个程序段输入结束时，必须按此键，使程序段存入主存储器中； 2. 在编辑方式时，程序段向后翻； 3. 当程序结束输入 M 30 后，必须按此键，否则，程序将不进入主存储器中 PREV (PREVIOUS) 表示前页 当需向前翻阅程序段时，按此键
	C、E (Clear Entry) 作用： 1. 消除已输入的数字； 2. 消除报警信息
 	C、BL (Clear Block) 作用：清除程序段
	C、W (Clear Word) 作用：清除“字” 如：需要清除“G 01”，只要光标移至 G 字，再按 C、W，则 G 01 被清除
 	C、PR (Clear Program) 作用：清除整个程序