

数 控 五 轴 刻 字 机

《数控五轴刻字机》编写组 编

66

机 械 工 业 出 版 社

数控五轴刻字机

《数控五轴刻字机》编写组 编



机械工业出版社

本书主要介绍 SWK 型数控五轴刻字机的工作原理和机床结构特点。与一般数控机床相似之处仅作概要介绍。对数控五轴刻字机的主要特点,如自动进刀深度控制、自动编号控制、零点控制和内外圆补偿等均作了较为详细的论述。

本书内容通俗易懂,结合实际,可供从事数控技术和技改的工人、技术人员参考。

数控五轴刻字机

《数控五轴刻字机》编写组编

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)
(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32·印张 5·字数 107 千字

1980 年 9 月北京第一版·1980 年 9 月北京第一次印刷

印数 0,001—2,500·定价 0.42 元

*

统一书号: 15033·4742

前 言

我国照相机、电影机、光学仪器等行业的刻字工序，过去采用手工操作，劳动强度大，生产效率低，质量不稳定，成为生产中的薄弱环节。广大刻字工人迫切要求改变这种落后面貌。在一机部仪表局的领导下，组成了设计小组，在广泛地进行调研的基础上，从生产的实际情况出发，设计并试制成功了SWK型数控五轴刻字机，并于一九七五年初鉴定通过，投入小批量生产。

在三年多的生产实践中，SWK型数控五轴刻字机深受欢迎。我们在生产和使用过程中摸索出一点体会，编写成这本书，供有关人员参考。

本书第十三章机床结构特点由李家森同志编写，其余各章节均由叶发权同志编写。在编写过程中，得到沈阳仪器仪表研究所徐广忠、广西大学曹锦章、葛家翔两位老师及忻妙良等同志的大力支持和帮助，在此表示感谢。

对于数控这门新技术，有些问题我们还认识不足，再加上编者的水平有限，书中缺点和错误之处难免，恳切欢迎读者批评指正。

目 录

绪论	1
第一章 逻辑单元和单元线路	6
一、逻辑门	6
二、触发器	9
三、带有 RC 电路的环形振荡器	12
四、基本显示	13
第二章 输入与译码	15
一、输入	15
二、指令的编码和译码	25
第三章 控制器和运算器	40
一、控制器	40
二、运算器	48
第四章 J 计数器	57
一、送数	57
二、十进制减法计数器	60
三、 J 计数器译码显示	62
四、拨盘开关译码	63
五、 J 计数控制	64
第五章 自动编号控制	66
一、编号位数控制	68
二、循环移位十进制计数器及译码显示	70
三、编号末位控制	73
四、符合线路	74

五、手动预拨置号与编号清“0”	76
六、编号举例	78
第六章 工作台和夹具的零点及运动控制	81
一、 x 方向零点控制	81
二、 y 方向零点控制	85
三、 ϕ 方向零点控制	86
四、 x 方向运动控制	86
五、 y 方向运动控制	88
六、夹具运动控制	89
第七章 内外圆补偿	92
一、补偿译码	94
二、补偿可逆计数器及其控制线路	95
三、补偿给定开关与符合电路	99
第八章 间隙补偿	101
一、补偿脉冲计数器	102
二、补偿符合线路	104
三、间隙补偿控制	106
第九章 主轴控制	109
一、快、慢进刀和退刀控制	110
二、主轴脉冲控制	113
三、主轴进退电位控制	117
四、刀具接触信号电路	119
五、进刀故障保护电路	120
六、自动进刀深度控制	122
第十章 输出	125
一、环形分配器	125
二、驱动放大器	129
第十一章 程序编制	132
一、坐标系	132

二、程序格式	133
三、程序编制举例	139
第十二章 电源	141
一、+5V _A 电源简介	142
二、强电控制	144
第十三章 机床	145
一、机床的结构特点	145
二、机床电气	151

绪 论

SWK 型数控五轴刻字机 (以下简称 SWK 机) 是一台高效精密专用自动机床。它特别适用于照相机、电影机和光学仪器等行业的刻字工序。它能在平面、外圆柱面和内外圆锥面的零件上雕刻各种图案、文字、数字和符号等。和单头仿型刻字机相比,提高工效 6~15 倍,刻字质量高,劳动强度小,改善了劳动条件,并能自动控制进刀深度和自动编号。每次可以同时加工五个相同的零件。除装卸零件手动外,一切加工自动进行,适于批量生产。

SWK 机由机床、电源柜和控制柜三部分组成。见图 0-1。

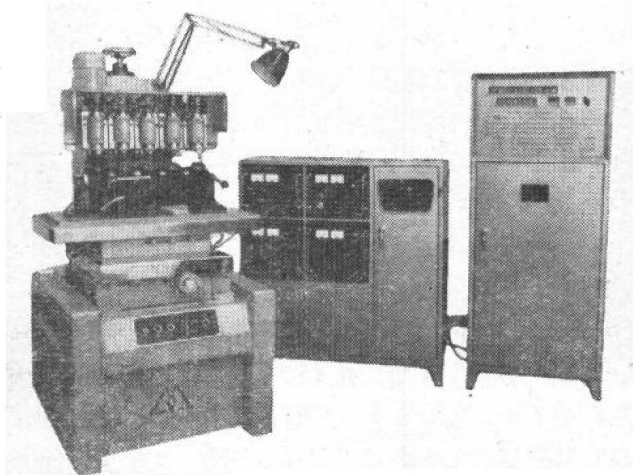


图 0-1 SWK 型数控五轴刻字机

机床部分包括床身、立柱、横梁、五个主轴、工作台和夹具箱六个部件。五个主轴装在同一横梁上，横梁可以手动升降，以适应雕刻各种不同零件的需要。每个主轴上装有一把刻字刀。五个步进电机通过五个丝杠带动五轴作垂直运动（称 z 向运动）。五个高速小电机带动五个主轴旋转实现切削。工作台（ x 拖板和 y 拖板）运动由两个步进电机分别经过一对齿轮，再经过滚珠丝杠带动拖板而实现进给。夹具箱放在工作台上。五个装卡零件的胎具与五个主轴相对应。夹具运动是由步进电机带动蜗轮副传到五个夹具轴。在雕刻字符和图案时，工作台按一定的规律运动，主轴带动刻字刀实现切削，每刻完一个字符或图案后，夹具转动一定角度（称夹具分度），又可以刻其它字符和图案了。

电源柜内装有供计算机用的主电源，供光电机用的光电电源和供步进电机绕组用的驱动电源。另外，还装有光电机、纸带盒、光电控制和步进电机驱动放大器等部分。

控制柜内装的是一台小型的专用电子计算机（亦称控制机）。它接受由光电输入机送来的各种信号，自动地进行运算，向机床发出进给信号，控制机床作各种动作。计算机采用国产的TTL系列集成电路元件，分为输入、输入译码、运算器、控制器、 J 计数器、工作台和夹具的零点控制及运动控制、自动编号、内外圆面补偿、间隙补偿和主轴控制等部分。其逻辑框图如图0-2所示。

SWK机采用逐点比较法，开环控制系统，具有圆弧和直线的插补功能。根据任何形状的字符和图案都可以分解为由若干段圆弧和直线所组成的特点，工作台只要能走出具有一定起点和终点的圆弧和直线，就能雕刻出各种字符和图案来，SWK机正是应用这一原理进行工作的。例如刻一个“0”字

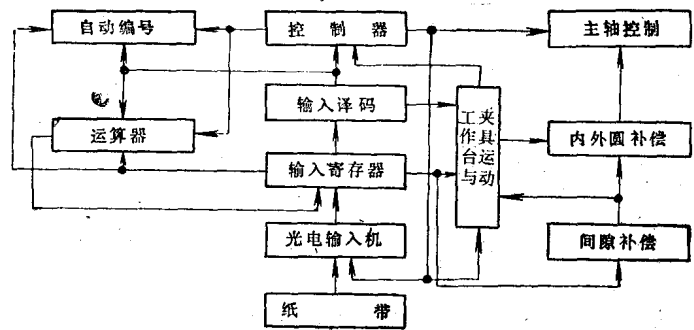


图 0-2 数控五轴刻字机逻辑框图

(见图 0-3a)从 1 点刻起, 1-2 是一段圆弧, 2-3 是一段直线, 3-4 是一段圆弧, 4-1 又是一段直线, 走完这两条圆弧和直线, “0” 字就刻出来了。又如刻一个 “m” 字母 (见图 0-3b), 工作台走完三段直线和两段圆弧, “m” 字母也就刻出来了。

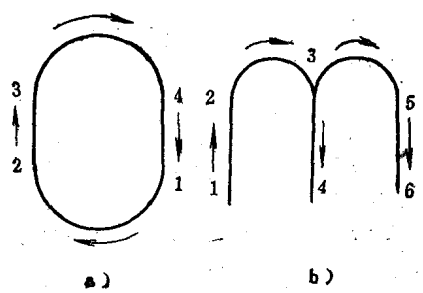


图 0-3

加工一个零件, 先由人工根据图纸上被加工零件的形状、尺寸和工艺要求, 编制一段一段的程序, 然后将编好的程序在纸带穿孔机上凿孔 (SWK 机用八单位穿孔纸带, 专用代码), 再将纸带送入光电输入机, 通过光电变换, 将纸带上的有孔无孔信号送至输入寄存器。输入寄存器接收这些信号后, 经过译码, 将各种信号的意义翻译出来, 并发出相应的输入译码控制信号, 打开有关的控制门。

计算机在输入一段程序的同时, 运算器进入输入运算, 将数码信号寄存在移位寄存器中。一段程序输入完毕后, 控制

器发出信号,一方面停止光电输入,另一方面指挥运算器进行插补运算,并发出一定的进给信号,控制机床动作。直到运算器插补完毕,控制器发出信号,停止插补,并启动光电机重新输入下一段程序,继续重复上述各种动作,如此反复,直到加工完零件为止。SWK 机的主频为 50KC, 字长 16 位,计数长度 999.99 mm, 串行运算。采取了若干抗干扰措施,可由电网直接供电。

SWK 机具有以下主要特点:

一、能自动地进行进刀深度控制,进刀深度从被加工零件表面计起,与刀具的长短和零件表面的高低无关。这就使刻字深浅均匀一致,保证了零件的刻字质量。

二、能对被加工零件进行自动编号,自动编号位数最大为七位。五轴同时刻五个零件时,前六位同时刻,最末一位分别刻,主轴 1 刻 0 或 5; 主轴 2 刻 1 或 6; 主轴 3 刻 2 或 7; 主轴 4 刻 3 或 8; 主轴 5 刻 4 或 9。编号各位逢十自动向高位进一。

三、在雕刻外圆柱面和内外圆锥面零件时,为保证零件刻字深浅基本一致,机器具有内外圆补偿的机能,根据零件曲率大小选择补偿量,补偿量的范围为 $1/1 \sim 1/63$ 。

四、机床设置有零点控制系统,便于程序编制和消除机床的累积误差。

五、工作台运动采用滚珠丝杠和滚珠导轨。步进电机消除间隙齿轮带动丝杠,具有运动轻便,间隙小的优点。

六、SWK 机采用八单位纸带穿孔机,速度为 250 行/秒,适于批量零件加工。加工成批量零件时,纸带可以循环使用。

该机还存在某些不足的地方,例如纸带编码采用非标准

代码;自动进刀深度控制还不能达到很准确的控制,如要求进刀 0.10 mm,实际上进刀量要比 0.10 mm 稍深一些;机床的油路在设计时也考虑不够周密。在使用范围上,雕刻非金属零件时,还要采取一些相应的措施等,这些都是在以后有待于改进和提高的地方。

SWK 机的主要技术参数如下:

一、雕刻范围:圆形零件的最大直径为 $\phi 115$ mm,平面零件的最大刻字面积为 140×80 mm。

二、主轴:转速为 6000~7000 转/分。手动行程 120 mm,自动行程 40 mm。运动速度快速为 10 mm/sec,慢速为 1 mm/sec。径向跳动不大于 0.03 mm。

三、工作台:运动速度为 1~6 mm/sec,逐级可调。运动行程 x 拖板为 80 mm, y 拖板为 140 mm。 x 拖板和 y 拖板在全行程的运动精度不大于 0.02 mm。

四、夹具:转动速度为 $72^\circ/\text{sec}$,回零精度不大于 0.1° 。

五、脉冲当量: x 、 y 、 z 三个方向为 0.01 mm/脉冲。 ϕ 方向为 0.05°/脉冲。

六、电力消耗:单相 3000 VA。

第一章 逻辑单元和单元线路

任何复杂的电子计算机，都是由一些基本的逻辑线路组成。而基本逻辑线路又是由基本单元和单元线路所构成的。因此，先了解逻辑单元和单元线路的逻辑功能，进一步认识整机的逻辑关系，是符合事物的认识规律的。SWK 机采用 TTL 系列集成电路，常用的逻辑单元和单元线路有逻辑门电路、触发器等。下面对 SWK 机的逻辑门电路和触发器逐一加以概要的介绍。

一、逻辑门

逻辑门有与非门、与扩展器、与非驱动器和与或非门等。

1. 与非门

与非门是一个具有多个输入端(最多五个输入端)一个输出端的最简单的逻辑门。图 1-1 是一个具有两个输入端的与非门的逻辑符号。



图 1-1 与非门逻辑符号

表 1-1 真值表

输入端		输出端
A	B	Z
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	1

在 SWK 机中有两种电位信号，即高电位信号(2.7 V~4.2 V)，用“1”或符号“┐”表示；低电位信号(≤ 0.35 V)，用“0”或符号“└”表示。称高电位为规定信号，低电位为非规定信号，这种规定称之为正逻辑。

图 1-1 与非门的逻辑关系为 $L = \overline{A \cdot B}$ 。

如果两个输入端 $A=1, B=1$ ，则 $L=0$ ；如果 $A=1, B=0$ 或 $A=0, B=1$ 或 $A=0, B=0$ 则 $L=1$ 。这种关系如表 1-1 所示。

从表 1-1 可知，对与非门而言，如果所有的输入端均为高电位，输出端则为低电位；如果输入端有一个以上为低电位，输出端则为高电位。

在电子计算机和控制系统中，与非门用作译码和控制门。

在 SWK 控制线路中，经常碰到与非门内带有一个黑点的逻辑符号，如图 1-2 所示。这表示它的集成电路结构仍是一个与非门，但打黑点表示输入信号肯定有一个负脉冲(如 \bar{A})，则输出 $L = A$ 。所以打黑点表示负脉冲能通过，反相后变为 A (正脉冲)，而 $B、C、D、E$ 禁止通过。利用逻辑定律可以证明：

$$\begin{aligned} L &= \overline{\bar{A} \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E} = \bar{\bar{A}} + \bar{B} + \bar{C} + \bar{D} + \bar{E} \\ &= A + \bar{B} + \bar{C} + \bar{D} + \bar{E} \end{aligned}$$

上式表明：从负逻辑观点看，正逻辑的与非门即为负逻辑的负或非门。如果 A 端输入为负脉冲，其余输入端均悬空或接高电位，那么输出 L 就是正脉冲信号。

2. 与扩展器

与扩展器不能单独使用。当输入端增多时，和与非门配



图 1-2 禁止与非门

合使用。因此，与扩展器是作为扩大输入端用的。与扩展器和与非门配合使用时的逻辑符号如图 1-3 所示，其逻辑关系完全和与非门一样，即：

$$L = \overline{A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F}$$

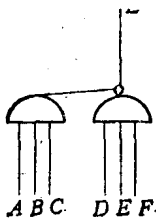


图 1-3 与扩展器和与非门逻辑符号



图 1-4 与非驱动器符号

3. 与非驱动器

在计算机和控制线路中，往往需要用一个逻辑门带动多个与非门。例如移位寄存器的置“0”线路。这是一般的与非门所不能胜任的。所以需要有一个专门的驱动器，即与非驱动器，也叫与非功率门。图 1-4 是与非驱动器的逻辑符号，它的最后一极能提供较大的电流，因而能带动较多的负载。一般能驱动 16~24 个与非门。其逻辑关系完全和与非门一样。即：

$$L = \overline{A \cdot B \cdot C \cdot D}$$

4. 与或非门

与或非门也是一个具有多个输入端和一个输出端的逻辑门。图 1-5a) 为一个具有两个输入端的与或非门的逻辑符号，其逻辑关系为 $L = \overline{A + B}$

在图 1-5a) 中：

如果 $A=1$ 、 $B=1$ ，则 $L=0$ ；

如果 $A=1$ 、 $B=0$ ，则 $L=0$ ；

如果 $A=0$ 、 $B=1$ ；则 $L=0$ ；

表 1-2 真值表

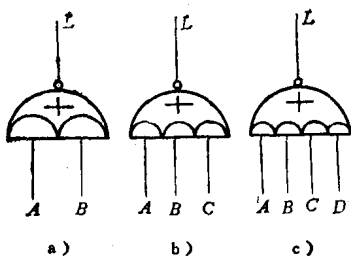


图 1-5 与或非门逻辑符号

输入端		输出端
A	B	L
1	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1

如果 $A=0$ 、 $B=0$ ，则 $L=1$ 。

上述关系如表 1-2 所示。从表 1-2 可知：对与或非门，当输入端有一个以上为高电位时，输出端为低电位；当输入端全为低电位时，输出端为高电位。

除了图 1-5a) 的与或非门外，还有图 1-5b) 和 c) 的与或非门，它们的逻辑功能都是类似的，分别为： $L = \overline{A+B+C}$ 和 $L = \overline{A+B+C+D}$ 。

在计算机和控制线路中，与或非门用作译码和控制门。

除上述四种逻辑门外，还有双与或非门和双与非功率门，它们只是将两个单门集成在一个固体片内。

二、触 发 器

SWK 机采用的触发器有 $R-S$ 触发器、 JK 触发器和单稳态触发器三种。

1. $R-S$ 触发器

$R-S$ 触发器由两个与或非门组成。它的逻辑图和逻辑符号如图 1-6a) 和 b) 所示。 Q 和 \bar{Q} 代表触发器的两个输出端， R 和 S 代表触发器的输入端。根据与非门的逻辑关系，得出 $R-S$ 触发器的逻辑关系如下：

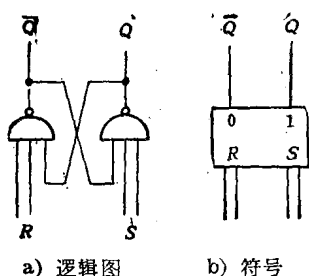


图 1-6 R-S 触发器

表 1-3 真值表

S	R	Q
1	0	0
0	1	1
1	1	不变
0	0	不定

当 S 端都为“1”， R 只要有一个输入端为“0”时，则 $\bar{Q}=1, Q=0$ ，称触发器为“0”状态；

当 R 端都为“1”， S 只要有一个输入端为“0”时，则 $Q=1, \bar{Q}=0$ ，称触发器为“1”状态；

当 R 和 S 端都为“1”时，触发器保持原有状态不变；

当 R 和 S 只要各有一个输入端为“0”时，触发器输出状态不定。因为当两个输入端加上低电位时，触发器两个输出端都为“1”，破坏了触发器的逻辑关系。在低电位撤消后，触发器不能肯定是处于“1”状态还是“0”状态，称之为逻辑混乱。

上述关系如表 1-3 所示。

R - S 触发器具有两个稳定状态，因此具有记忆功能，可用作寄存器来寄存信号。

2. JK 触发器

JK 触发器的逻辑符号如图 1-7 所示。

其中 J 和 K 为输入端， Q 和 \bar{Q} 为互补输出端；

R ——置“0”端；

S ——置“1”端；

CP ——时钟脉冲输入端。

JK 触发器可以直接用 S 端和 R 端置“1”和置“0”。在需