

顺序控制器資料汇编

第一机械工业部机械研究院机电研究所

一九七六年十二月

前 言

万里河山红旗展，八亿神州尽开颜。全国亿万人民最热烈地庆祝我们党又有了自己的领袖华国锋主席，最热烈地欢呼粉碎“四人帮”反党集团的伟大胜利。我们机械行业也和全国其他各条战线一样，决心在以华主席为首的党中央领导下，坚持以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，发扬“独立自主、自力更生”的精神，掀起“抓革命、促生产”的新高潮。

顺序控制器是近几年来出现的一种新型的主要用于执行开关量运算的通用控制装置。国内通常讲的顺序控制器系指电子式产品，这类控制器目前已有六十多个单位研制、生产，品种达七十种之多，产量近三千台。随着我国工业自动化水平的不断提高，它已逐步成为自动化技术的重要基础装置之一。为促进顺序控制器的进一步发展，我们出版了《顺序控制器资料汇编》，供有关同志参考。

《汇编》中介绍了国内五种顺序控制器，由于目前尚未颁布国内顺序控制器的标准，所以在《汇编》中产品的名称和型号，原则上保留了生产厂或研制单位的意见，未作大的变动。

在《汇编》出版过程中，得到很多单位的大力支持，我们表示深切谢意。但因篇幅所限，尚有一些单位的资料未被编入，在此仅表歉意，由于水平有限，加之时间仓促，文中难免有错误和不当之处，欢迎批评指正。

目 录

1. SK·M顺序控制器	(1)
2. SK ₂ 顺序控制器	(10)
3. JCKH—16简易程序控制器	(30)
4. ZBSK型组合式步进顺序控制器	(43)
5. SKJ系列顺序控制器	(77)

SK · M 顺序控制器

北京自动化技术研究所
北京市墙体材料工业公司

SK · M顺序控制器是北京自动化技术研究所与北京市墙体材料工业公司协作，在清华大学工业自动化系等兄弟单位的支持下，于1974年9月研制出顺序控制器样机，并在北京单店砖厂进行联调试验，经运行证明，情况良好。以后又有三合同型控制器在单店砖厂、西六砖厂和北京砖厂安装、运行。这一新型控制装置在码坯机上的使用，有力地推动了粘土砖厂的技术革新和技术革命。

SK · M顺序控制器是一种简易顺控装置，用分立元件构成各种电子线路，采用了有触点与无触点相结合的方式。它的输入可适用各种类型的开关讯号，逻辑组合采用二极管矩阵编码，程序编排灵活。为方便现场使用，输出级加了继电器放大，扩大了输出触点容量。

通过一年多的生产运行，进行了现场鉴定。实践证明，这是一种工作可靠，容易掌握，适应性和通用性较强的自动控制装置。可应用在单机自动、机械手和自动线等开关量输入的控制系统，因而可取代老式的继电器程序控制柜。

一、主要特点

1. 编程简便，程序的编排集中在一块矩阵板（组合网络）上，由二极管进行编码，因而编排和检查程序比较方便。
2. 设计、制造、调试周期短，设计、制造可同时进行，对于程序设计之错误可在调试过程中通过更改矩阵板上二极管的位置来更正，而无需改变其它硬件。
3. 灵活性强，适应任何开关量输入的控制对象和控制顺序。对于大系统还可采用多台并联方式。
4. 逻辑变化值“0”、“1”间电平差值大，抗干扰能力强。
5. SK · M顺序控制器插入了辅助单元（计数单元），使程序编码更趋简化，并由此而扩大了矩阵板的容量。

二、主要技术指标

1. 输入通道：20~28点
2. 输出通道：20~30点
3. 时序：10路

4. 计数环节: 2路
5. 电源电压: 220V $\pm 10\%$ 50HZ
6. 环境温度: $-10^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$
7. 相对湿度: 未作试验
8. 绝缘要求: 各插接件对机壳大于 $20\text{M}\Omega$, 500V摇表
交流电器各元件对机壳大于 $500\text{M}\Omega$, 500V摇表
9. 耐压试验: 未作试验
10. 工作方式: 连续式
11. 外型尺寸: 高 $\times$ 宽 $\times$ 深 = $2000 \times 750 \times 550$ 毫米
12. 重量: 约 120Kg

三、结 构、原 理

SK·M顺序控制器由输入、矩阵板(逻辑组合网络)输出、计数、计时、稳压电源、执行及显示等单元组成, 如原理框图(图1), 实现对码坯机的自动、手动、复位、起动、停止、计数、计时、接收与发送等控制。

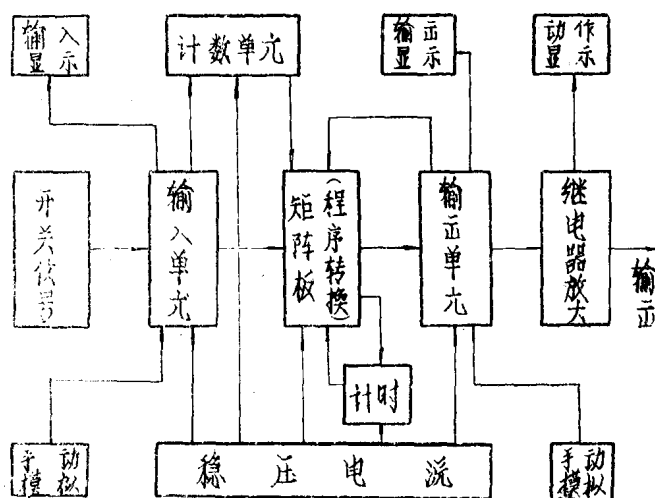


图 1

1. 输入单元

为了保证顺控器的稳定, 输入信号最好加一级输入转换环节, 它可为纯继电器式、晶体管继电器式和无触点开关式等几种形式。考虑到现场信号有弱电元件, 因而选用了晶体管继电器, 共28个晶体管继电器, 构成28条输入通道。每块线路板为10路, 共装三块线路板。通过输入单元将现场的开关讯号变成为矩阵所能接受的统一讯号。晶体管继电器X的触点, 其中一组常开、常闭触点引到矩阵板参与逻辑组合; 一组常开触点接通信号灯, 构成输入显示。

2. 输出单元

SK·M顺序控制器具有20条输出通道。每块线路板为10路, 共两块线路板, 输出单元

由晶体管继电器Z组成，它的输入端由矩阵板的输出列（横）母线引来，继电器Z的触点分配如下：一组常开、常闭触点接矩阵输出列母线，通过它把从矩阵引来的输入讯号变成开关信号，统一为矩阵所接受，反馈回矩阵，以便构成逻辑组合；一组常开触点作为输出，经过一级继电器放大带动执行机构（电磁阀）；另一组常开触点接通信号灯，构成输出显示。

3. 计时(延时)单元

为了满足工艺上的延时要求及程序转换方便，本机设有10个晶体管时间继电器，它是利用RC充电的积分延时原理构成的。每块线路板5路，共两块线路板。

它的输入端由矩阵板输出列母线引来，继电器Y的触点分配如下：一组常开、常闭触点接输出列母线并把输入讯号变成开关信号后反馈回矩阵构成逻辑组合；一组常开触点接通信号灯，构成延时显示。

4. 计数单元

SK·M顺序控制器为简化程序编码，插入了两路计数单元作为子程序，其中一路用来累计切坯动作次数，一路用来累计和区分码放层数。

计数单元由三组分立元件构成的双稳态触发器组成为“二~十”进制计数环节，目前一组计数器为“1~6”循环，一组为“1~7”循环。“1~6”循环计数器的三组触发器采用了阻塞反馈达到计“6”的目的。它采用二极管、三极管与门译码电路，而后带动干簧继电器，用于簧继电器触点分别带动6个指示灯作为显示，最后一位“6”输出一个信号进矩阵参与逻辑组合。

“1~7”循环计数，它每位都有输出（码放层数），又有奇偶区分鉴别输出（转向与反转），而且还有累计输出（码放完毕后需要顶车）。在七计数单元中采用了二极管、三极管组成的与非门译码器，译码后直接输出给输入单元，由输入单元进矩阵进行逻辑组合。为达到计“7”的目的，采用了末位脉冲反馈构成“1~7”循环。

为改善计数器的通用性，已准备不作内部反馈复零，而由译码后采用外清零脉冲来达到复零目的，即所要求计的数满额后给一复零脉冲，这点由逻辑电路保证。

5. 矩阵板（逻辑组合网络或存储器）

矩阵板是顺控器的中心，程序的编排就要在它上面进行，它由分别印制在线路板两面的行（竖）、列（横）母线组成。行、列母线不连接，在行、列任一母线上打孔以便插焊二极管，接通任一行母线和列母线，便可进行逻辑组合。

列母线又分为输入列母线和输出列母线两部分，上部为输入列母线。接通输入继电器X的常开、常闭触点，即可将现场的相应状态反映到矩阵来。输入列母线数量为输入点数之两倍，下部列母线一部分接在输出单元的输入端上，一部分和输出继电器Z的常开、常闭触点相通，组成输出、反馈、自锁等。输出列母线数量为输出点数之三倍或更多。

本机矩阵板规格为：

输入列母线56条，输出列母线126条。

行母线一般为输出点之两倍或更多，本机选55条。顺序控制器的两条基本原理，一是“旁路原理”，一是“逻辑原理”。我们根据逻辑要求在矩阵板上行、列母线间的不同位置插焊二极管，组合“与”、“或”、“非”的函数式，来达到控制要求。

6. 稳压电路

SK·M顺序控制器由于有计数单元，因而采用了串联型调整晶体管稳压电路，选用了小

型C型铁芯变压器，桥式整流及BWY固体组件稳压单元。

电源输出电压等级为24V，2A，供继电器、放大器使用

24V，1A，计数电路用

+10V，1A，计数路电用

-10V，1A，计数电路用

6.3V，2A，小灯显示用

各档电压之检查可通过装于面板之电压转换开关S通过直流电压表来完成。

7.显示部分

为了将每个机械动作及其位置较直观地反映出来，每个继电器都有一组常开触点接到小信号灯上供显示用，通过它可发现动作正常与否。放大继电器触点接通面板上的光字牌，以显示动作过程。

8.手动模拟开关

每个灵敏继电器都接有一个钮子开关，一方面可以检查继电器的动作正常与否，另一方面可以模拟信号的输入、输出、计时以及进行整机的模拟调试。

9.交流系统

交流220V，50HZ电源，由外线经端子引入机柜，经保险馈电给总开关1CZ，启动开 机按钮5LA，使电源继电器1CZ得电。

(1)电压表V₁指示交流电压值，经分路保险分别向稳压电源及控制变压器送电，当稳压电源开关K₁打开后，则能向插件板馈送直流电。

(2)向分路继电器2CZ送电，它的一组触点经保险负责向电磁阀供电，一组触点经保险通过辫子线引到继电器板的1Z~20Z的一组常开触点，完成向放大继电器JZ的线卷JZ₁~JZ₂₀供电，放大继电器的一组触点接通电磁阀，一组触点接由控制变压器送来的6.3V (AC)，给盘面光字牌GZ₁~GZ₂₀，以显示动作过程。

当出现危及产品设备安全的情况下，操作2SN，使2CZ断电，机械手停止动作，2SN装于现场便于操作的地方，事故处理完毕后，继续启动2CZ，机械手可按中断的程序继续下去，而无需使动作回零。

只有当发生危及顺控器本身的危险时才停止1CZ，。机柜断电后若再开车，需使程序步与机械手相应位置相符方可。

四、调 试

1.输入、输出单元的调整

输入、输出单元是一简单的单管放大器，调整工作量较小。

(1)晶体管基极有了输入讯号后(约24V)，其V_{ce}≤0.3V。当高于此值或继电器不动作时可检查晶体管放大倍数是否在20倍以上。可按下式验算：

$$\frac{NI_c}{I_b} \leq \beta \quad I_c \geq 35\text{ma} \quad I_b = 3\text{ma} \quad N = 2 \sim 4$$

(2)抗干扰二极管正向压降是否合格(约1.4V左右)。

2. 延时单元的调整

延时单元主要应用RC充放电原理来达到延时之目的。在调整时，因C值已固定，故以调节 R_T 的方法来达到变化 $\tau = RC$ 的目的，以此改变延时之长短；顺时针旋转 R_T 时，阻值增大，延时长。

当输入端有了输入讯号后，A点电位 V_A 应不低于21V，而B点的电位为 $V_B = V_w + 3V_{be}$ ，详见图2。

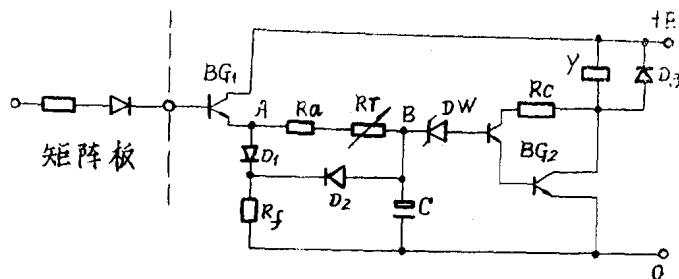


图 2

为提高延时精度，需注意选择稳压二极管DW，其击穿曲线越陡越好。为保证有足够的充电电流，则 $R_a + R_T < 320K$ ，不能太大，否则C充电达不到满值，DW不能击穿，致使延时继电器不能动作。

3. 计数单元的调整

计数单元的调试应在工装板上进行，它能使计数板接通电源，显示小灯、触发信号源（由多谐振荡器驱动DZ—144继电器作触发源）和清零触发源（由微动开关控制DZ—144继电器）。接通电源后，计数由“0”至“7”再到“0”，又由“0”到“7”，自动连续计数（以七计数器为例）。

首先调整清零微分电容 C_1 ，如图3所示。

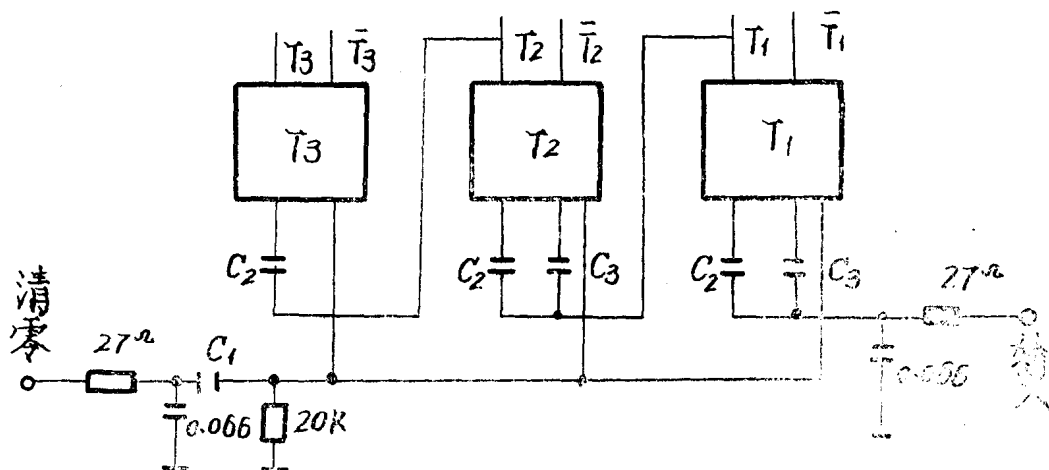


图 3

由“1”到“7”分别清零，如有清不动或不回“0”者，可将 C_1 值逐渐加大，以提高

能量（每板备150P、100P、82P、51P、27P、10P电容各2只，供调整清零及输入微分电容C1、C2、C3之用）。

其次由T3逐级向前调整输入微分电容C2、C3值，把触发信号源直接接到该级输入电容C2、C3前，而C2、C3要与前级断开。连续触发时，该级触发器应“0”、“1”，“0”、“1”，……连续翻转。分别调整C2、C3，使T2、T3、置“1”，置“0”触发电平下限均为12V，T1触发电平下限为6V。加大输入电容能使该端触发电平之下限降低，减小输入电容能使其下限升高。必须注意，调整T1时，触发信号应从线路板出脚处接入，经过积分抗干扰环节，调整T3时因无置“0”端，应与清“0”配合，调整C2。

输入电容调好后，再检查一下清零电容C1。

调试中要注意输入电容C2、C3，可能随晶体管及其它元件参数之不同而有所变动。

4. 稳压电源的调整

打开开关K₁后，接入交流220V时，指示灯HD应当亮，而后用万用表测量变压器输出电压及经整流后电压之大小，符合要求时，可将Bwy稳压块插入插件，测量经稳压后输出之电压值，当指示值与要求值之偏差不大时，通过改变参考回路分压比，即调整w（4.7K）电位器，使之达到额定值。

5. 整机的调整

首先检查交流引入线端子是否正确，再检查交流系统各按钮是否正确，接5LA、1CZ，接通电压表V，观察示值是否在 $220V \pm 10\%$ 范围内，打开稳压电源开关K，逆时针转动转换开关S，分档检查直流电压输出值，顺序为6.3V、-10V、+10V、24V、1A、24V、2A，正确后，可打开继电器板总开关61LK，使继电器板带电，手动1LK~60LK模拟开关，检查继电器1X~30X、1Y~10Y、1Z~20Z是否正常，有不正常者应该更换。用万用表检查插件座之引入电压是否正确，全部接线是否无误，插入调整好的插件板，接入矩阵板，连好辫子线，而后手动模拟开关作为输入信号，按设计程序进行模拟试验，以检查程序设计是否正确，各部件是否正常，接线是否有不当之处。手动38LK、39LK，观察8Y、9Y，的动作是否正确，同时观察计数单元动作是否正确（8Y、9Y继电器之触点即为计数单元的输入脉冲源），手动29LK、30LK，观察29X、30X对数字板的清零情况（该触点为清零脉冲源），当都正常时可进一步启动2CZ，接通输出回路，从模拟程序着手，一方面观察动作指示光字牌1GZ~20GZ，检查指示是否正确，一方面可观察交流继电器动作对计数单元之干扰情况。

模拟调整试验完毕后，就可运到现场与机械手联调，现场安装完毕后，通电顺序与整机模拟相同，着重检查接线之正确性，计数板之动作状况。然后手动外部行程开关，观察输入信号指示灯，以检查输入信号的正确与否，全部无误时可以手动调整按钮，分步检查机械手之动作，以调整行程开关之定位精度。符合要求后，可以进行空车联调试运行，以检查机械手及控制器的联调动作情况，空车运行时间不少于24小时。

空车调试完毕，就可让机械手做带载试验性运行，着重对升降定位进行调整，以保证砖坯码放的正确高度。

通过现场调试，我们体会到调整信号源（行程开关）是现场调试的关键一环，因而在行程开关与磁铁的安装上有X、Y、Z三个方向的调节量，以保证行程开关调试的方便性，调整时要注意各运动部分之惯量、速度对定位的影响。

五、安装、使用维护和一般故障检查

控制器最好安装在防尘的小控制室内，避免过多的灰尘、水汽对它的影响。小控制室远离大型电机及电焊机，信号线、动力线要分管敷设，控制柜要直立安装，立面倾斜度不大于200:1；周围环境温度不高于55℃。

控制柜安装完毕后，即可通电检查、调试，无误后即可投入运行。在使用过程中，要定期检查直流电压之数值，虽然采用了稳压电源，但线路允许电压波动 $\pm 10\%$ ，不超过此范围就允许继续运行（但要查清电压波动的原因）。为保证直流输出稳定，当输入交流电压变化超过规定值时，可考虑加装交流稳压器。

顺序控制器的日常维护工作量比较小，JZ继电器输出部分可按一般继电器控制柜处理，要定期清除灰尘，检查触点闭合情况。弱电控制部分DZ—144继电器可结合日常故障情况，用白金砂条修磨烧坏之触头，以保证继电器正常输出，对线路板要使其接触良好，当发现插件有锈蚀情况时，要及时更换。

一般故障的排除：

控制器在使用过程中所发生的故障是多种多样的，很难全面而确切地列举，现就调试、运行中发现的常见故障介绍如下：

1. 交流系统部分

(1) 当启动总电源开关1 CZ而无电压指示时，可检查进线保险RD30熔丝是否良好，或1 CZ是否有接触不良，或5 LA、6 LA触头是否不通等，查明原因后，进行修理或更换。如系保险丝烧断时，要查明原因，排除故障，而后再送电、启动。

(2) 交流放大继电器JZ部分

当直流继电器1 Z~20Z动作正常，而电磁阀不动时，可检查2 CZ是否牢固吸合以及3 LA、4 LA、SN 1、SN 2等按钮开关或RD 6~RD25是否良好，1 DC~20DC电磁阀引线是否正常。

2. 直流稳压电源部分

当打开稳压电源开关K₁而指示灯HD不亮时，可检查保险RD28及电源本身保险BX 1和外引线或开关K₁是否有问题。

转动电压转换开关S，当发现：

(1) 电压值偏高较大（因调试时已校准），系稳压单元故障，可用万用表检查稳压块接脚1与9、10之间的电阻值是否在30K左右，偏大或偏小都说明厚膜组件BT有问题，应更换。

(2) 电压值偏低时，可能稳压单元有问题（检查方法同上），或桥式整流二极管损坏，或滤波电容C损坏。

(3) 电压不稳：

① 交流电压波动值是否在220V $\pm 10\%$ 范围内；

② 过载；

③ 整流二极管损坏；

- ④参考电源回路不正常;
- ⑤稳压块 (Bwy) 损坏;
- ⑥滤波电容C变质。

(4) 为便于检查, 提供如下电源电压值:

参考电压AC85V	经整流滤波后直流值DC40~45V
标称24V、AC28V	经整流滤波后直流值DC32V
标称10V、AC15V	" " " " " " " " " "DC18V
标称6.3V、AC5.2V	" " " " " " " " " "DC6.5V

3. 程序转换部分

这部分包括输入、输出和计时回路。

程序的中断多数是由于输入、输出回路的故障引起的, 而矩阵板中二极管引起之故障不是多见的。由于输入、输出和矩阵板采用辫子线连接, 也会由于碰动而造成断线, 同样会引起程序的中断。

(1) 输入回路部分

当发现输入中断而没有信号显示时, 可检查行程开关的状况是否良好, 进而检查输入单元是否良好, 或输入继电器 1X~30X 是否良好, 或中间引线情况怎样。

输入单元本身故障若为三极管及二极管损坏, 可能是由于过载或过电压造成的。

(2) 输出回路部分

当有输入信号而没有输出时, 可检查输出单元线路板、继电器 1Z~20Z 或辫子线。当都没有故障时, 可能由于元件老化, 晶体管放大倍数降低 ($\beta \geq 20$), 或矩阵板上二极管损坏所致。检查输出时可用模拟开关手动检查 1Z~20Z 继电器以后的部分是否正常, 以缩短检查时间 (应有输出的行母线是高电位)。

(3) 时间回路部分

这部分的故障可分为:

- ①没有输出, 可检查延时单元输入端所在行母线是否为高电位;
- ②第一级晶体管BG是否正常, 稳压管DW是否正常;
- ③时间不对, 检查电位器是否移位, 或电容C是否损坏或老化。

综上所述, 根据调试来看, 程序之中断, 多数故障由于输入环节有问题, 在没有意外的过流或过压情况出现时, 引线的好坏也是一个主要方面。

4. 计数部分

常见故障除元件损坏 (如三极管参数变化不再成对; 玻璃釉电容变成阻值不定之电阻等……) 和脱焊、虚焊外, 尚有插接不牢、触发、清零故障等, 但最常见的还是受干扰后计数器误翻转。

为了提高抗干扰能力可采用以下措施:

- (1) 触发输入与清零输入均采用阻容吸收, 即积分抗干扰环节, 详见图 4。

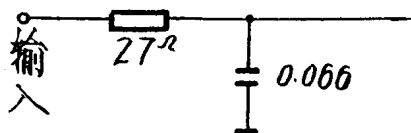


图 4

(2) 交流继电器、电磁阀的线圈并联一个电容，抑制反冲电势，清除干扰源，详见图 5。

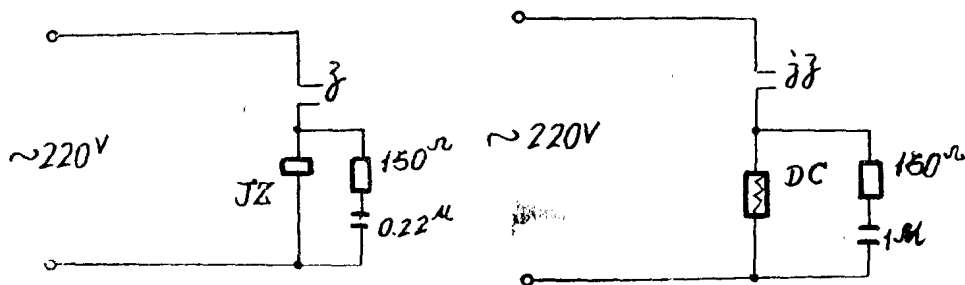


图 5

(3) 直流继电器线圈并联续流二极管，其并联位置以在继电器线圈附近效果比较明显，详见图 6。

(4) 触发器电源用阻容滤波，这一措施效果比较明显，能抑制电源方面的干扰脉冲，详见图 7。

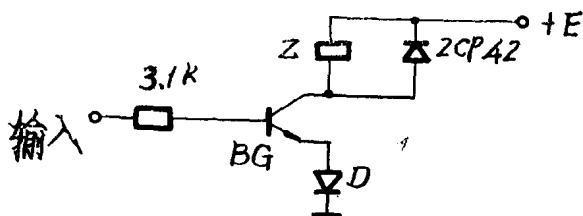


图 6

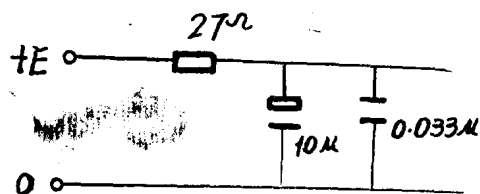


图 7

(5) 触发、清零继电器的触点采用阻容滤波，详见图 8。

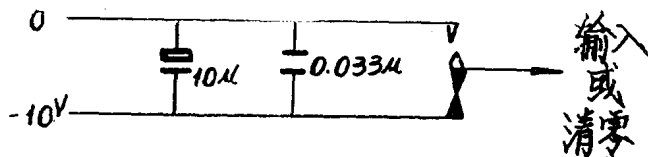


图 8

(6) 直流0V线截面用铜皮加大，可减少电位之变化。

(7) 由Y9、Y10、X29、X30触点引出的信号用金属屏蔽线引到计数板上。

(8) 触发器三极管的集电极用82P负载电容接地，选用β值较低的三极管，无加速电容，这些虽然不利于计数速度，但可提高抗干扰能力。

当发现计数单元故障时，除检查相应元件、焊点并采取以上措施外，还应按调试大纲进一步细致地调试，使触发器本身稳定。

SK₂ 顺序控制器

清华大学工业自动化系

一、工作原理

1. 设计思想

在电器控制中，输出信号是由输入信号和反馈信号逻辑组合而得来的，因此信号之间的关系相对来说比较复杂，所以设计电器控制线路就要麻烦一些，线路也复杂一些。

现以小车送料为例加以说明。

如图 1 所示，有一送料小车，要求启动后第一次前进到限位开关 xk_1 处就后退返回，返回到 xk_0 处，再第二次前进，第二次撞上 xk_1 后并不后退而继续前进，直到 xk_2 处才后退返回到 xk_0 。

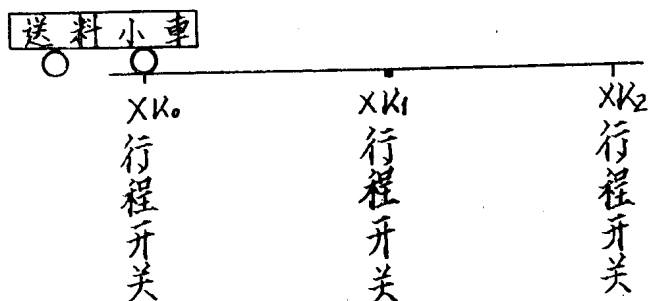


图 1

之后按上述过程重新进行下一循环，即第三次前进到 xk_1 后返回，第四次前进到 xk_2 返回……依次类推。

图 2 就是满足上述要求的电器控制线路。

为了区分电器控制线路中的线圈、常开触点和常闭触点，用大写字母代表线圈，如 Z_1 、 Z_2 和 Y_t ；用小写字母代表常开触点，如 z_1 、 z_2 、 y_t 、 xk_0 等等；小写字母上打一横杠代表常闭触点，如 $\overline{z_1}$ 、 $\overline{z_2}$ 、 $\overline{y_t}$ 、 $\overline{xk_1}$ 等。

控制过程如下：

按下起动按钮 QA， Z_1 动作，此时由于 $\overline{xk_1}$ 和 $\overline{xk_2}$ 闭合，所以 Z_1 由 z_1 自锁，送料小车第一次前进，到达 xk_1 处， xk_1 撞开，因 y_t 打开， Z_1 释放，小车停止前进，同时 xk_1 合上，因 $\overline{y}$ 闭合， Z_2 吸合，小车后退。

xk_1 合上，还使 y 吸合，为了确保在 xk_1 合上后 Z_1 断开， Z_2 吸合， y_t 采用延时继电器，在 xk_1 合上后延时片刻吸合， Y 由 y_t 自锁。

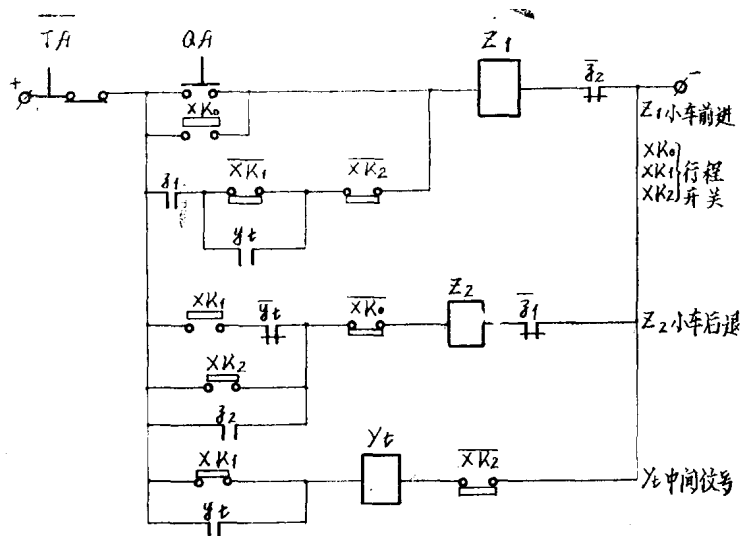


图 2

小车后退到 xk_0 处， xk_0 打开， Z_2 释放， xk_0 合上， Z_1 吸合，小车第二次前进，前进到 xk_1 处，撞上 xk_1 。虽然 xk_1 打开，因为 Y_t 吸合， y_1 合上， Z_1 仍由 z_1 自锁，继续前进。虽然 xk_1 合上，但 Z_2 却因 y_1 打开不能吸合，小车不能后退。

直到小车到达 xk_2 时， $\overline{xk_2}$ 打开， Z_1 释放，小车停止前进， xk_2 合上， Z_2 吸合，小车后退。

xk_2 打开，还使 y 释放，恢复到小车第一次前进时的状态。所以小车退回到 xk_0 处，第三次前进的过程与第一次相同。之后，第四次前进与第二次相同。

上述电器控制线路和设计是利用逻辑组合原理，所有的电器都接上电源，而每个电器能否得电或断电是通过电器之间的触点串并联组合来实现的，因此，必不可少的自锁、互锁、记忆等等环节就使控制线路比较复杂，图2中有两处用到 xk_1 和 xk_2 ，如果行程开关只有一对触点，就满足不了这个要求，还要增加中间信号。

如果能按控制要求的步骤逐个把应该接通的电器接到电源上去，那么就可以不必考虑各电器之间的复杂关系，有利于简化控制线路。

以送料小车为例，如果能设计下面这样一个开关（见图3）：

第1步按起动按钮QA，开关K倒向“1”位， Z_1 吸合，小车第一次前进。

第2步小车到 xk_1 位置，K倒向“2”， Z_2 吸合，小车返回。

第3步小车到 xk_0 位置，K倒向“1”， Z_1 吸合，小车第二次前进。

第4步小车到 xk_2 位置，K倒向“2”， Z_2 吸合，小车返回。

开关K的作用是将电源按步分配给 Z_1 或 Z_2 ，称它为步进器，在SK₂顺序控制器中用分配器来完成。步进器的动作是受输入信号QA、 xk_0 、 xk_1 和 xk_2 等通过一个二极管矩阵来控制的，这个二极管矩阵称为“输入矩阵”。为了扩大功能，步进器又通过一个二极管矩阵去控制输出信号 Z_1 和 Z_2 ，这个矩阵称为“输出矩阵”。

SK₂的简单原理框图如图4所示，虚线框内便是SK₂。它包括输入、输出和控制器三部分，控制器的基本单元便是步进器、输入矩阵和输出矩阵。

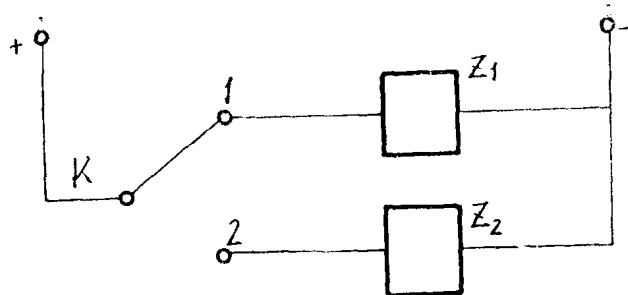


图 3

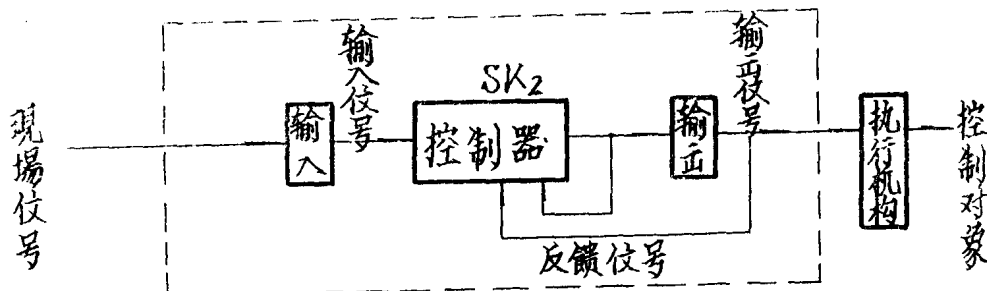


图 4

现场信号，通过输入部分加到控制器中，控制器对输入信号和反馈信号进行逻辑运算，通过输出部分产生输出信号去推动执行机构去驱动控制对象。

SK₂控制器的基本框图，如图 5 所示。

2. 基本电路

SK₂的基本电路图如图 6 所示，其中输入信号直接用现场信号 xk_0 、 xk_1 和 xk_2 ，省略输入部分。由于在SK₂中，利用旁路原理，即常闭触点 xk_0 、 xk_1 和 xk_2 等打开，才使步进器动作，否则常闭触点将步进器跳步电源旁路。

这一点和电器控制中的直接控制相反，因此，表示的符号和电器控制线路相反，用小写字母表示常闭触点，而小写字母上加横杠表示常开触点。

SK₂中步进器的作用是按步送出高电位，它是SK₂顺序控制器的主要部件，如图 6 中步进器分四步，按 1 → 2 → 3 → 4 依次将高电位送到矩阵A、B、C、D上去，即第 1 步A点接上电源，第 2 步B点接上电源，第 3 步C点接上电源，第 4 步D点接上电源，步进器如何能做到这一点将在下面详细介绍。

输入矩阵和输出矩阵都是二极管矩阵，二极管矩阵是顺序控制的核心部件，与输入输出信号连接的水平方向导线称为列母线，与电阻R相连的垂直方向导线称为行母线。

列母线和行母线互不相交，而是根据工艺要求在相应位置上用二极管连接，二极管的阳极接行母线。阴极就接到列母线。不同的工艺要求就提出不同的控制要求，只要改变二极管

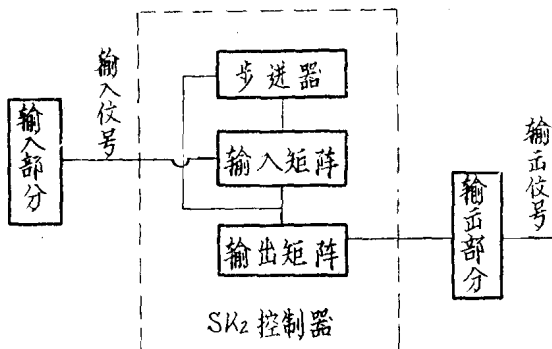


图 5

的连接位置就能满足不同的控制要求。这样就提高了SK₂的通用性。

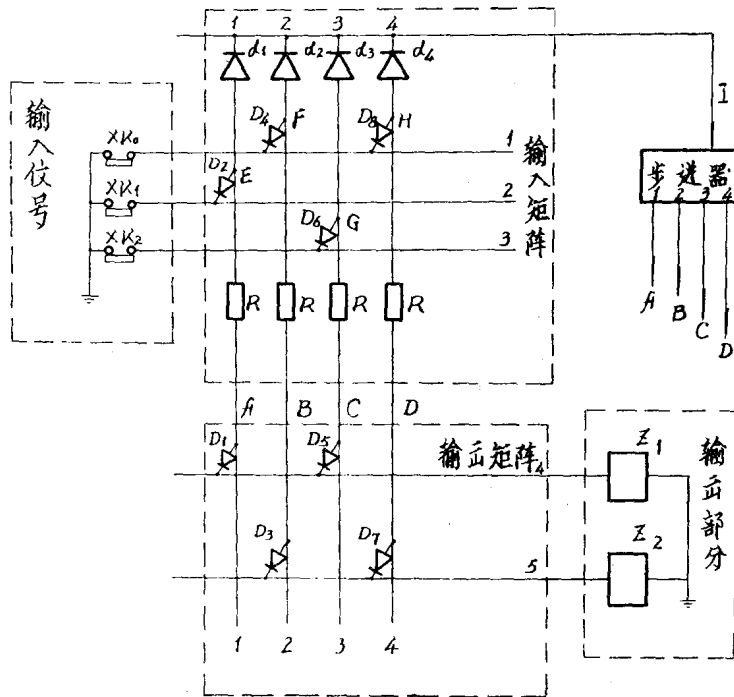


图 6

以送料小车为例来说明如何插二极管，以及SK₂是如何工作的。

按下启动按钮，步进器停在第1步，A点就接上高电位（约20V左右）。由于第1条行母线和第4条列母线之间接了二极管D₁，A点高电位就经D₁加到Z₁上，使Z₁吸合，小车第一次前进。

当小车未到xk₁前由于第1条行母线和第2条列母线之间接入二极管D₂，xk₁闭合，A点高电位经R和D₂接地，E点被钳位在0.7V，步进器的输入端I处于低电位，步进器不动作，仍停留在第一步。

当小车到了xk₁位置时，xk₁打开，A点高电位直接经R和二极管d₁送到步进器输入端I，步进器接受从低电位变到高电位的正跳变。这个正跳变就是使步进器动作的步进脉冲。来一个步进脉冲，步进器就跳一步，此刻从第1步进入第2步，A端由高电位下跳到低电位（约0.3V），使Z₁释放，小车停止前进。在B点由低电位上跳到高电位，经二极管D₃使Z₂吸合，小车后退。由于第2条行母线与第1条列母线之间的二极管D₄，在小车后退到xk₀前，B点高电位经R和D₄接地，F点又钳位在0.7V，步进器输入端I处，在正跳变后又回到0.7V，产生负跳变。但这个负跳变不影响步进器动作。所以此刻步进器仍停留在第2步。

当小车退到xk₀时，xk₀打开，B点高电位直接经R和d₂加到I点，发出步进脉冲，使步进器又从第2步进入第3步。B点由高变低，使Z₂释放，小车停止后退，而C点由低变高，经二极管D₅使Z₁又吸合，小车第二次前进。

在小车第二次前进过程中，只要还未到xk₂处，不管是否到了xk₁处，二极管D₆的阳极G点总是钳位在0.7V，步进器仍停留在第三点，直到小车到达xk₂，xk₂打开，C点的高

电位才送入I点发出步进脉冲，使步进器从第3步进入第4步，则C点由高变低，使 Z_1 释放，D点由低变高，经 D_7 使 Z_2 吸合，小车后退。

小车退到 xk_0 ， xk_0 打开，H点由低变高，发生步进脉冲，使步进器从第4步回到第1步，重复上述循环。

通过上面的分析可以看出，使步进器动作的步进脉冲是靠行母线上的高电位和本条行母线上的控制信号共同决定的，二者缺一不可，因此步进器处于第3步时，送料小车第二次前到 xk_1 时，虽然第三条行母线上有高电位，但是第三条行母线和第二列母线之间并没有接二极管，所以这一步和 xk_1 无关，第3步不受 xk_1 影响，而在电器控制线路中却必须考虑这个影响，所以要加上延时的中间信号Y继电器，以记忆 xk_1 的动作发生过没有。

其次，用了步进器，也不需要自锁和互锁等环节了。

再则，每个输入信号还可以多次利用，并不需要增加元件，如图6中， xk_0 用了二次，却只要一个 xk_0 常闭触点，而在图2的电器控制线路中， xk_1 和 xk_2 用了二次就要用二对触点，触点不够又得增加中间继电器，所以 SK_2 可以简化线路。

通常为了使输入信号统一，将所有的现场信号都通过输入继电器，然后再用输入继电器的触点作为输入信号加到输入矩阵上去，如图7所示。

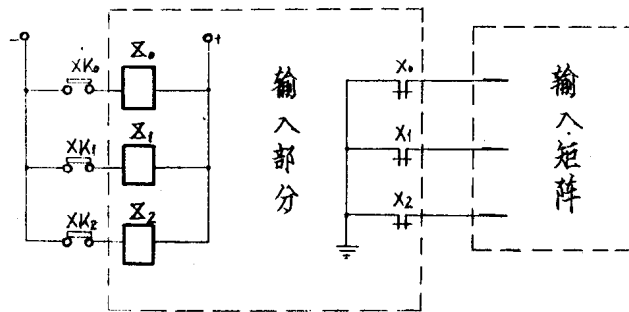


图 7

现场信号 xk_0 、 xk_1 和 xk_2 控制输入继电器是直接控制的，即 xk_0 闭合， Z_0 就动作， xk_0 打开， Z_0 就不动作，所以 xk_0 、 xk_1 和 xk_2 分别代表常开触点，而输入继电器的常闭触点送入输入矩阵去控制步进器动作的情况相反， xk_0 打开，步进器动作， xk_0 闭合，步进器就不动作，所以用 x_0 、 x_1 和 x_2 表示常闭触点。

增加输入部分除了可以统一输入信号外，还有两个作用，一是便于显示。现场信号的有无，可以用输入继电器的常开触点如图8直接控制指示灯L，指示灯L的亮、暗便直观地显示现场信号的有无。



图 8

另一作用是，有了输入继电器，只要取现场的正信号就可以了，反信号可以在输入继电器的触点中反映出来，例如现场信号 xk_0 和 $\overline{xk_0}$ ，如果没有输入继电器，则 xk_0 的常开触点和常闭触点都要引入控制器，而用了输入继电器，只要引入 xk_0 常开触点即可，如图9所示， x_0 代表了 xk_0 ，而 $\overline{x_0}$ 代表了 $\overline{xk_0}$ ，这样，既减少了现场信号的种类，又减少了现场信号到控制器之间的连线。