

可控硅技术資料汇编

山东省革委会生产指挥部科技办公室情报组

毛主席语录

**自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，
解放思想。**

**鼓足干劲，力争上游，多快好省地
建设社会主义。**

**中国人民有志气，有能力，一定要
在不远的将来，赶上和超过世界先进水
平。**

**人类总得不断地总结经验，有所发
现，有所发明，有所创造，有所前进。**

前 言

在史无前例的无产阶级文化大革命取得了伟大胜利的鼓舞下，我省广大工人、革命干部、革命科技人员，高举毛泽东思想伟大红旗，彻底地批判了叛徒、内奸、工贼刘少奇的“洋奴哲学”、“爬行主义”。发扬“独立自主、自力更生”的革命精神，敢想、敢干、敢于攀登科学技术高峰，在很短的时间里，对于可控硅技术的研究、推广和应用作出了很大的贡献。目前可控硅技术已在我省机械、电力、冶金、化工、交通运输及轻工等方面得到广泛的应用，并取得了显著的效果。

为了及时总结和交流经验，进一步推广应用可控硅先进技术，我们收集了本省部分地区有关单位生产实践的应用资料汇编成册。供广大的工人群众和科技人员参考。今后，我们准备陆续编印这方面的资料，希望有关单位积极供稿。

本资料在选题、编写和审核工作中，由于我们水平有限，难免存在缺点和错误，请同志们提出批评指正。

本资料请山东工学院电工学教研室的同志帮助审阅，在此表示感谢。

一九七一年十一月

目 录

一、可控硅在滑差电机中的应用	.....	济南第二印染厂 (1)
二、可控硅控制电磁轉差离合器无級调速在C616車床上应用	.....	青岛纺织机械厂 (9)
三、可控硅串激调速在五吨行車上的应用	.....	山东轻工机械厂 (15)
四、可控硅直流小功率电动机调速控制器	.....	青岛市纺织工业局 (24)
五、可控硅在焊接設備中的应用	.....	济南东风电焊机厂 (31)
六、可控硅直流弧焊机的試制	.....	济南铁路局机务段 (38)
七、长网多缸造紙机采用可控硅分部传动	.....	山东造纸总厂东厂 (40)
八、龙門刨床可控硅直流可逆调速无触点控制系統	.....	淄博周村机床厂 (46)
九、龙門刨床主拖动三相无环流可控硅供电系統	.....	济南第二机床厂 (60)
十、可控硅在小型X光机上的应用	.....	青岛医疗器械制修厂 (77)
十一、山东省可控硅技术应用簡訊	.....	(90)

可控硅在滑差电机中的应用

济南第二印染厂

通过无产阶级文化大革命，我厂广大革命职工觉悟空前提高，遵照毛主席“我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国”的伟大教导，发扬了“一不怕苦，二不怕死”的革命精神，狠批了“洋奴哲学”、“爬行主义”，在很短的时间内完成了对四台机器的技术改造，收到了良好的效果。这不但具有很大的经济意义，而且具有更重要的政治意义。

我厂设备改造的重点是用由可控硅控制的分部传动代替老式笨重的大皮带传动，用可控硅和硅整流器代替老式费电的电动发电机组。其优点是：

1. 提高产品质量，减少织物伸长：分部传动具有自动调速性能，各单元间的织物张力可借升降架的调节始终稳定一致，从而形成松式拖动，可以减少织物的伸长。根据测定与大皮带紧式拖动对比，伸长率可减少0.12%。

2. 便于操作，便于维修管理，有利于安全生产：大皮带传动，由于设备冗长单元多，开机时前后机速不易调整，常因水汽及室温等条件影响皮带打滑，增加了操作的困难和不安全因素。而采用分部传动后可以改善劳动条件，便于操作，开机停机处理故障迅速。

3. 有利于老厂改造：取消大皮带，缩小占地面积，可充分发挥厂房的利用率。

4. 节省钢材：这次几台传动的改革，省下钢铁近五十吨。

5. 节省电力：减少了传动部分的损耗。用硅整流代替电动发电机组，电力可节省20%。仅以我厂5.5KW的操作电源而言每年可节电上万度。

在我厂的分部传动中，滑差电机应用较多，它有两种分部传动型式，一为同步系统，一为随动系统。现分别将其原理部分简介如下：

一、滑差电机的结构及原理

滑差电机即电磁转差离合器，有的单位称V.S.马达（可调速度的电机）。其结构型式是多种多样的，这里只介绍一种目前最常用的型式，即整块电枢，交替磁极，单一轴向绕组式的滑差电机。其结构示意图如图1。

滑差电机的主要组成包括以下两部分：（1）电枢，它是由铁磁材料制成的圆筒；（2）感应子，由铁磁材料制成的磁极和线圈组成，线圈系轴向放置，装在两片磁极之间，形成一多极的交替磁极式感应子。这两部分中有一个是为主动部分，由异步电动机带动，以一定的转速旋转。另一个作为从动部分，用以拖动工作机械，它们之间并无机

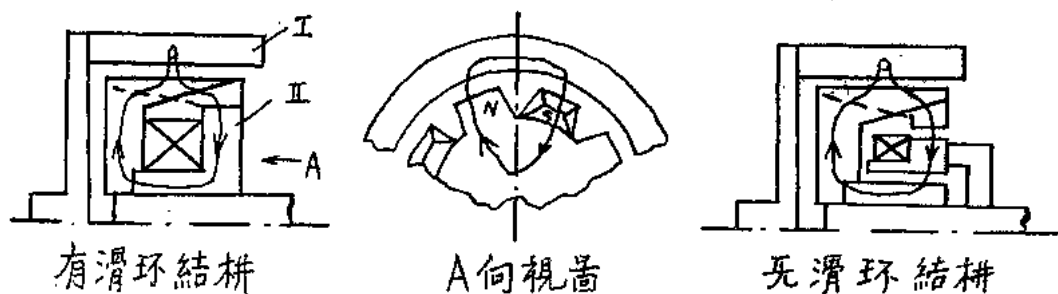


图 1

械连结，而是借助于电磁场的作用将主动轴的转矩传递给从动轴。从作用原理上来讲，任何一个都可以用来作为主动部分，但考虑到散热和转动惯量的问题，通常是把电枢作为主动部分，感应子作为从动部分。

滑差电机的工作原理基本上与异步电动机相似，只是以机械旋转的磁场代替了三相绕组所产生的旋转磁场而已。当激磁线圈通以电流，并且以上两部分有相对速度时，则在电枢内将产生感应电流（对于整块电枢而言，将产生涡流），涡流与磁场相互作用的结果便产生一转矩，使从动部分向主动轴同一的方向旋转。从动部分的转速与激磁电流及负载力矩有关，但从动轴的转速 n_2 ，必须低于主动轴的转速 n_1 。因为唯有这样才能在

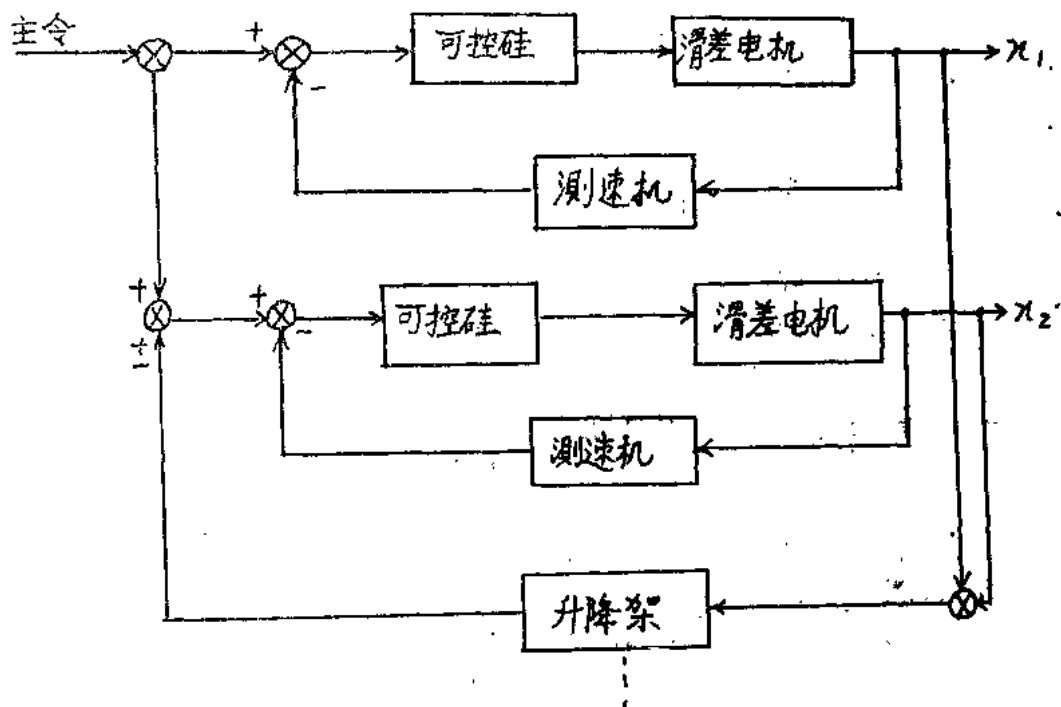


图 2

电枢中产生涡流，而滑差电机也因此而得名。

滑差电机并不是一种原动机，而只是传递力矩的一种装置。因为它自己不能产生力矩，而只能把主动轴的力矩通过电磁场的作用传递到工作机械上去，当激磁电流切断后，便可使工作机械与主动轴脱离，起到一个离合器的作用。

滑差电机的机械特性 $[n=f(M)]$ 很软，一般情况下不能满足生产工艺的需要，而且对恒转矩特性的负载来说，调速范围也不够广，只有对通风机特性的负载才能有较大的调速范围。所以为了保证工作转速基本上稳定和达到较大的调速范围起见，滑差电机在应用中一般的都采用闭环调速系统，最常见的为采用速度负反馈的有差调节系统。

二、滑差电机组成的同步运转系统

我厂平洗机，一步法染色机等，是由五至七个单元滑差电机组成的同步运转系统。其方框图如图 2 所示。

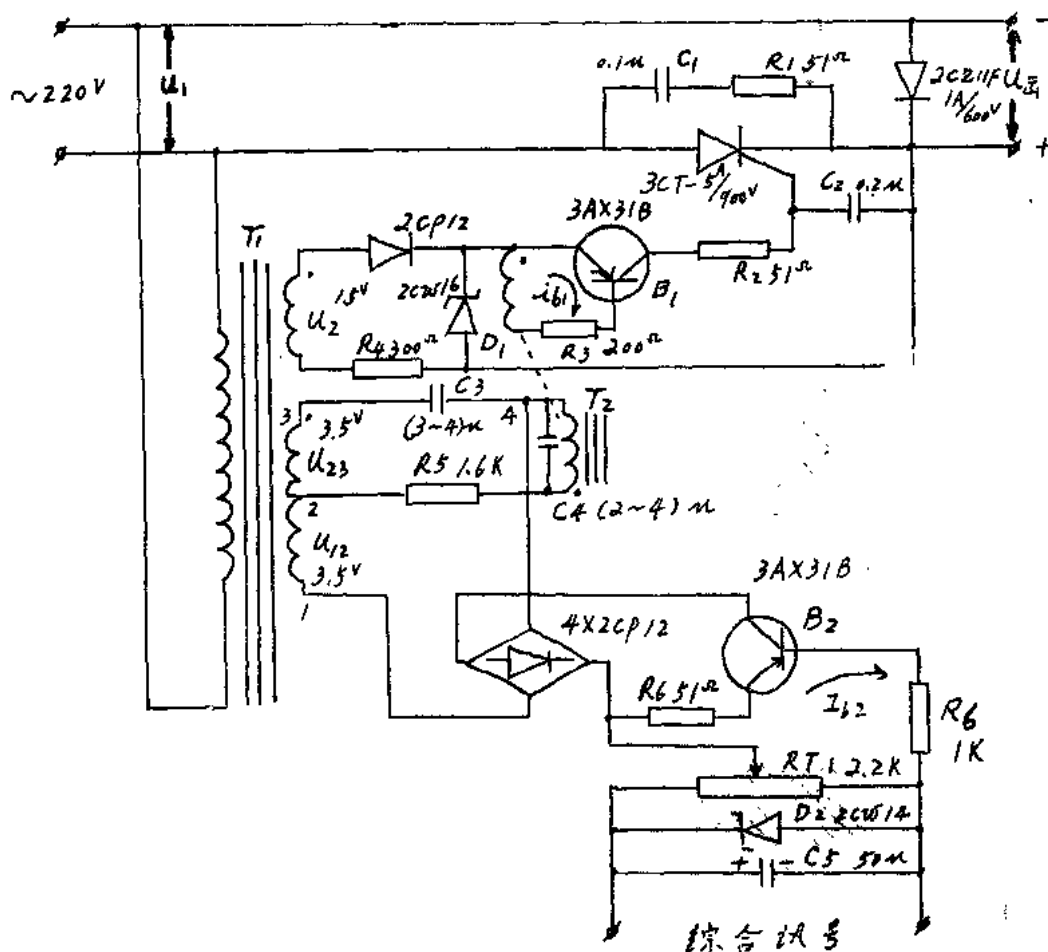


图 8

每一单元（部分）的控制方式是一样的，只是容量不同而已，由同一主令控制各个单元的调速。每一单元采用的是具有速度负反馈的闭环系统，升降架起辅助作用，由可控硅作为功率放大元件。其每一单元的电气原理图如图3所示。图中所标综合讯号是指主令、速度反馈，升降架讯号电压的电压代数数和。

此线路实为单相半波可控整流电路，电源采用220伏。移相触发电路采用RC移相电路与晶体管开关电路的组合线路。图中 C_s 、整流桥（ $4 \times 2CP12$ ）及晶体管 B_2 组成RC移相电路。以整流桥和晶体三极管 B_2 作为可变电阻。其作用原理如图4所示：

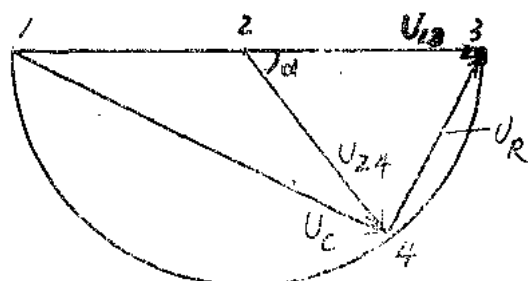


图4

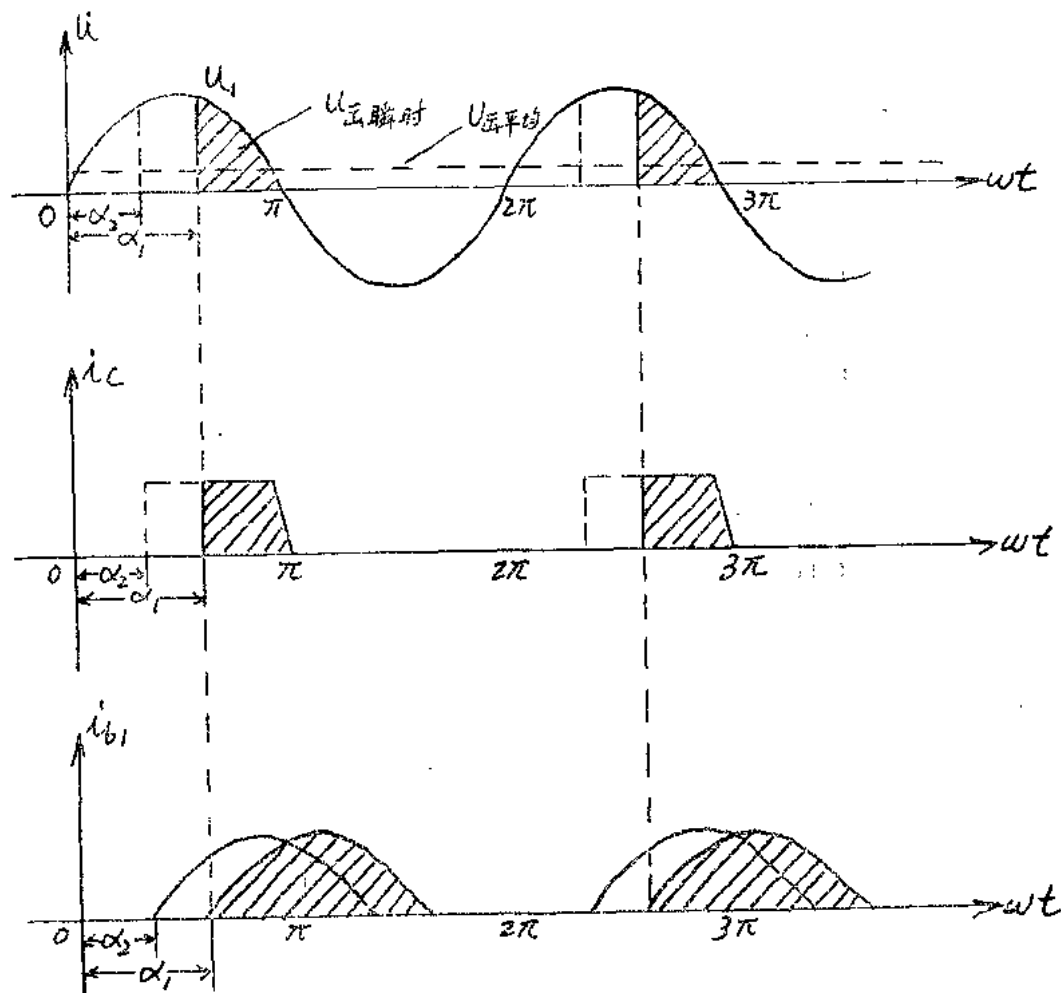


图5

C_3 与 B_2 组成RC移相电桥, U_{13} 加于其上, 移相电桥的输出为 U_{24} , 改变晶体管 B_2 基极电流 I_{b2} 即改变其内阻, 改变了 U_{24} 与 U_{13} 的相位角 α 。由图4可见理论上可以使移相角在 B_2 内阻由 $\infty \rightarrow 0$ 变化时其可从 $180^\circ \rightarrow 0^\circ$ 。 U_{24} 是加在变压器 T_2 的原边, T_2 的副边接在晶体管 B_1 的基极上。因此, 改变 I_{b2} 即可控制晶体管 B_1 的导通时间。晶体管 B_1 工作在开关状态, 输出一个电流脉冲而触发可控硅, 控制了可控硅的导通时刻。在空载情况下可控硅整流输出平均值和交流电压的关系为 $0.225E_a(1 + \cos\alpha)$ 此处 $E_a = 220V$ 。滑差电机的激磁电压一般在90V以下, 所以此线路可以满足要求。线路中各元件的波形图如图5所示。由上可知改变 I_{b2} 即可改变可控硅的输出电压, 改变滑差电机的激磁电流, 从而达到了调速的目的。

三、滑差电机组成的随动系统

我厂印花机是由交流整流子电机与滑差电机组成的随动系统, 滑差电机拖动烘干机, 跟随机头(交流整流子电机)作随动运转。其方框图如图6所示:

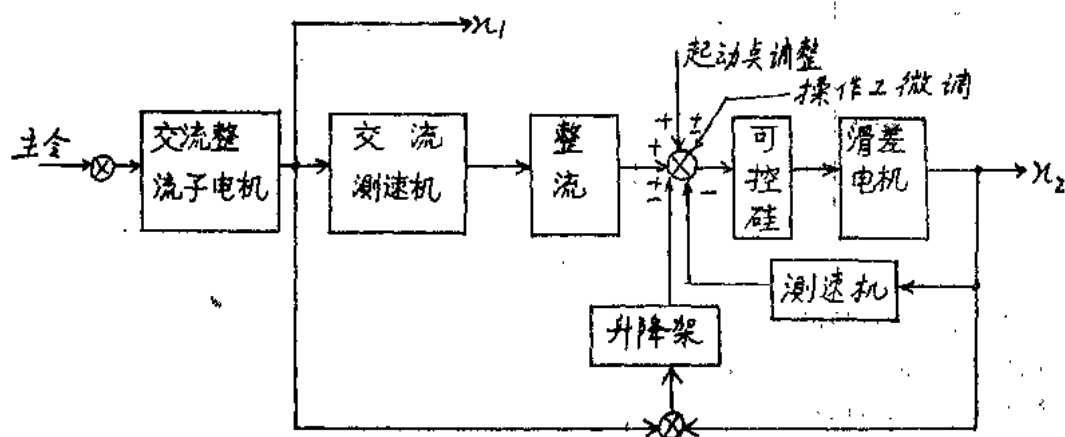


图6

滑差电机由可控硅控制。可控硅是由单结晶体管控制。综合讯号是主令, 速度反馈, 微调, 升降架, 起始点等电压的电压代数。其线路图如图7所示。

从图中可见, 滑差电机的激磁电流是采用单相全波整流, 将50周的交流电变为100周波的脉动直流电, 再用一只可控硅作为开关, 控制其激磁电流的大小, 可控硅的控制角可以从 $0^\circ \rightarrow 180^\circ$ 之间变化。当控制角 $\alpha = 0^\circ$ 时, 可控硅全开放, 输出电压最高; 当控制角 $\alpha = 180^\circ$ 时, 可控硅不开放, 输出电压为0; 当控制角 α 从 180° 到 0° 变化时, 可控硅的开放角可以从 0° 到 180° 变化, 从而改变了滑差电机激磁电流的大小, 达到了调速的目的。在空载情况下本线路输出电压的平均值为:

$$U_{\text{平均}} = 0.45E_a (1 + \cos\alpha)$$

式中: E_a 是交流电压, 此处是120V。

可知可以满足滑差电机对激磁电压的要求。

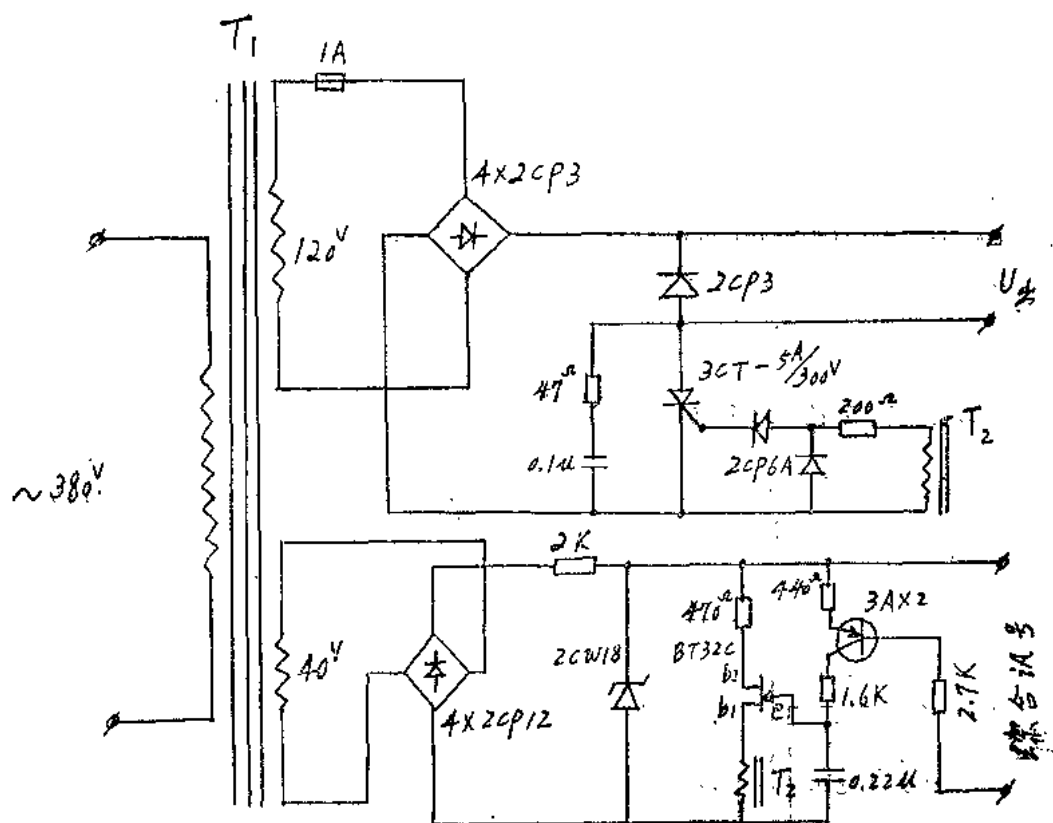


图 7

本线路的特点是用一只可控硅，即可控制全波整流，而可控硅不承受反电压。在要求同样输出直流电压平均值时，与单相半波线路对比可以选用电压较低的可控硅。这是其优点。但本线路也有其缺点，即可控硅每 360° 导通两次，当输出较大时，过零时间甚短，对电感性负载容易失控。所以对滑差电机激磁线圈供电时必须加续流二极管，而且要选用维持电流较大的可控硅。

图 7 中同步电源取用 40V，经 2K 电阻限流在 2CW18 两端形成全波梯形波，给单结晶体管供电，放大元件即可变电阻是 3AX2，控制其基极电压，即可改变电容器 0.22μ 的充电时间，改变单结晶体管输出脉冲的相角，因而可控硅输出电压改变，达到了使滑差电机调速的目的。

印花机的原理如图 8 所示：

四、我们的经验

1. 可控硅体积小，反应快，与磁放大器相比，它较稳定，投资小，调整方便。
2. 可控硅控制的滑差电机可以满足调速范围为 1:10 (120~1200 转/分)，速度变

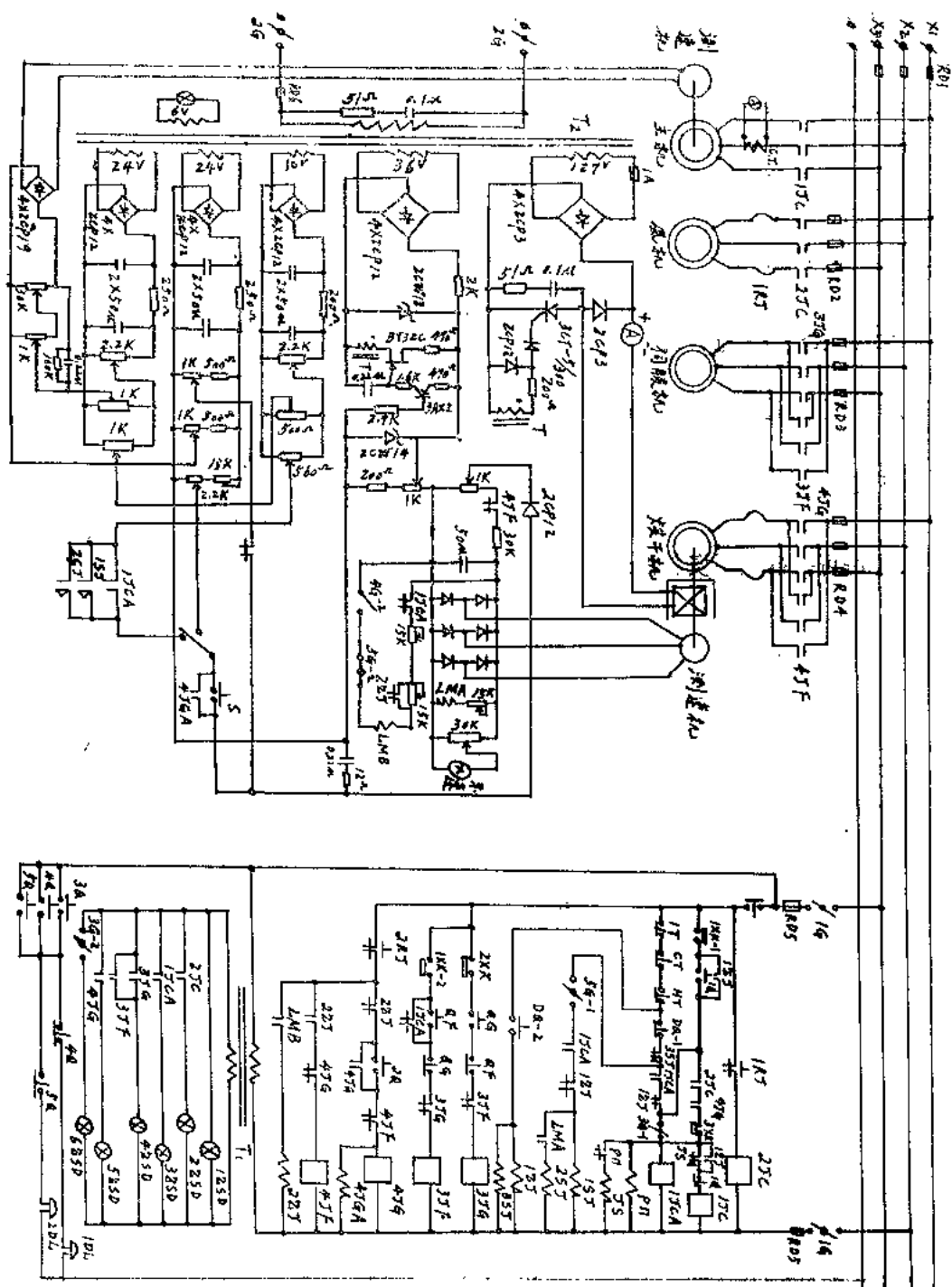


图 8

动率为 $\Delta n = 10\%$ 的要求。

3.可控硅的干扰问题一般的可以在放大器的输入端加阻容环节加以克服或消除。

4.可控硅的过压保护必须有，即使是在作试验时也要加上，否则可控硅往往会被击穿。

5.可控硅的短路保护不一定要用快速熔断器，在无快速熔断器的情况下，也可用旋入式保险，但容量要适当降低。

“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”可控硅的应用，在我厂还仅仅是开始，我们一定要在现有的基础上，认真学习兄弟单位的先进经验，使可控硅在我厂的应用再加提高一步。

五、参 考 资 料

1.可控硅控制JZT多单元同步运行控制装置试验研究报告。

天津市电机研究所

2.JZC调速系统设计手册

纺织工业部棉印染机设计工作组

3.上海可控硅应用资料汇编

上海科学技术情报研究所

可控硅控制电磁转差离合器 无级调速在 C616 车床上应用

青 岛 纺 织 机 械 厂

一、电磁转差离合器系统闭环调速原理：

改变电磁转差离合器的激磁电流可以改变它的输出力矩，从而调节输出转速的变化。激磁电流固定不变时，转差离合器的自然机械特性很软，也就是说转速随着负载力矩的增加会大大降低。为了使转速不变，必须在增加负载时增加激磁电流。为此，我们采用了转速负反馈的速度自动调节系统（系统的方框图见图 1，电路图见图 2）。

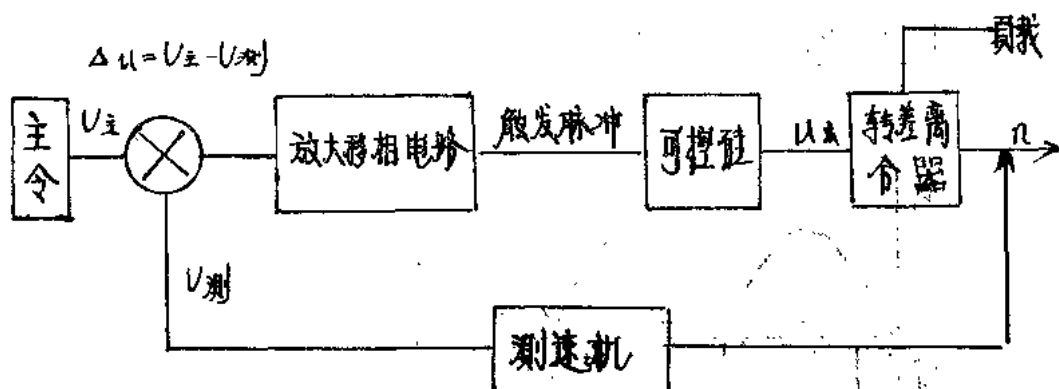


图 1 系统方框图

用可控硅元件调节激磁电流的大小。可控硅是一种晶体闸流管，当在它的阳阴极间加上正向电压时，它不会导通，只有在它的控制极导入一定的控制电流才能使它导通，而一旦导通后，即使取消控制电流，它也继续导通（这时就象普通二极管一样），一直要到阳极电流小于某一值时（称为维持电流，一般为几十毫安），它又恢复阻断。从图 2 可见，用四个二极管把 220 伏交流电源变为脉动电源，其波形见图 3 中的 u_1 ，若可控硅的控制电流 I_g 为零，它不导通，没有电流流过电磁离合器的激磁线圈。若加入脉冲控制电流（图 3 中 I_g ）则可控硅在相应的瞬间导通，它两端的电压波形如图 3 中 u_1 的阴影线所示，图中也画出了电流 I 的波形。改变脉冲与电源电压的相位（即改变导通角 θ ），可以控制流过电磁转差离合器激磁线卷的电流。导通角 θ 愈大，流过激磁线卷的电流也愈大。

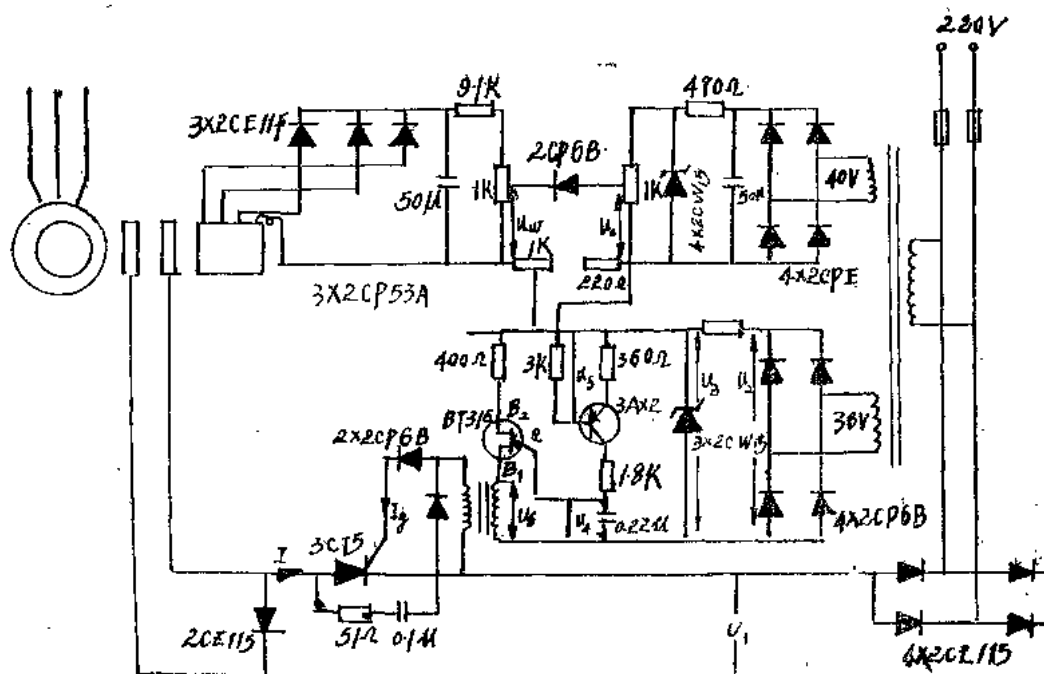


图2 电路图

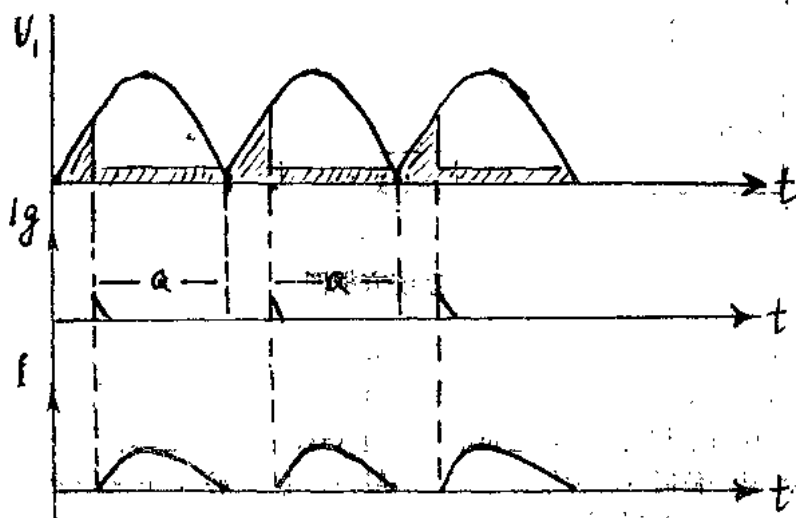


图3 脉冲导通可控硅的电流电压波形

采用单结晶体管构成同步脉冲移相电路，单结管（又称双基极管）具有两个基极（ B_1 与 B_2 ）一个发射极（ e ）。使用时在 B_2 与 B_1 间加正电压 E （ B_1 与 B_2 间电阻一般为 $5 \sim 10K\Omega$ ）若 e 与 B_1 的电压 u_e 不超过 ηE 时（ η 是单结管的一个特殊参数，一般为 $0.5 \sim 0.7$ ）

0.7) e 与 B_1 间电阻很大, 当 $u_4 > u_3$ 时, e 与 B_1 间电阻变得很小, 使电容 C 很快通过脉冲变压器原绕组放电, 输出一个尖脉冲。整个电路的工作波形图见图 4。用四个二极管把 36V 交流整流成脉动电压 (图中 u_2 所示) 经过 470Ω 电阻与稳压二极管变成平顶梯形电压波 (u_3 所示), 由三极管组成向电容器充电的恒流电路 (充电电流近似地等于 $\frac{u_5}{360}$) 充电电流受 u_5 成正比控制。当电容器两端电压升至 ηE 时, 通过单结管发射极与基极 B_1 向脉冲变压器短暂放电 (见 u_4 波形)。若改变电压 u_5 大小, 就可以改变 u_4 上升的速度, 也就成比例地改变了输出脉冲的相位角。(即导通角 θ) u_5 愈大, θ 也愈大。

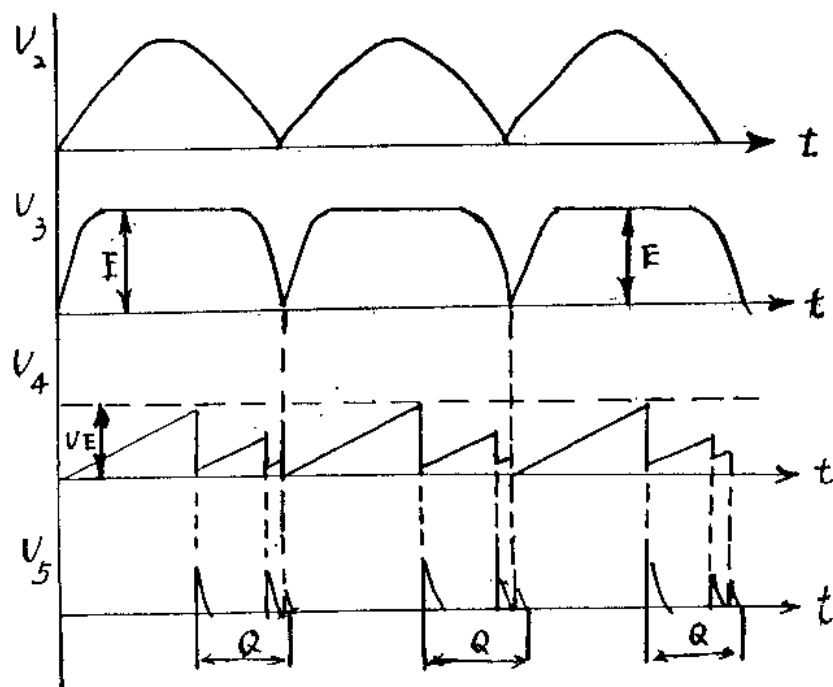


图 4 同步脉冲移相电路工作波形

用三相交流测速发电机, 经三相桥式整流并通过 50 微法电容滤波后, 得到一个与输出转速成正比的直流电压 u_w , 它与给定电压 u_0 (用桥式整流经过滤波稳压后获得, 它的大小由 $1k$ 电位器调节) 比较, 其误差电压即为 $u_s = u_0 - u_w$, 用它来控制脉冲移相电路, 达到控制激磁电流 I 的目的。自动调节过程如下: 若输出轴上负载力矩增加则转速降低, u_w 减小, 这时 u_s 增加, 它使脉冲导通角增加, 也就使激磁电流 I 增加, 从而使输出转速回升, 达到稳速的目的。

图中脉冲变压器付端两只二极管是为了阻止负向脉冲进入可控硅控制极而设计的。

可控硅阳阴极间的串联电阻电容与激磁绕组内端并联的整流二极管是为了防护过电压对可控硅的损坏。

二、C616車床MCC71—200电磁转差离合器的额定数据:

额定转矩: 2.6公斤—米;

激磁电流: 0.43安;

转 速: 1200~120转/分;

测速机线电压: 110~11伏。

三、C616車床MCC71—200电磁转差离合器的实测数据:

1. 测速机示速特性:

转/分	1,500	1,400	1,300	1,200	1,100	1,000	900	800
线电压	185	174	160	150	138	128	110	98
转/分	700	600	500	400	300	200	100	
线电压	85	76	61	49.5	38	26	17.5	

2. 开环特性: (所测转矩包括磅称的起始值为0.8Kg—M)

(1) 激磁电流在0.1安培时:

转速 (转/分)	1,395	1,150	670	100
转矩 (Kg—M)	0.17	0.67	1.17	1.33

(2) 激磁电流在0.15安培时:

转速 (转/分)	1,440	1,300	1,185	940	52
转矩 (Kg—M)	0.17	0.67	1.17	1.67	2.17

(3) 激磁电流在0.2安培时:

转速 (转/分)	1,460	1,380	1,265	1,140	1,020	780	270
转矩 (Kg—M)	0.17	0.67	1.17	1.67	2.17	2.67	3.17

(4) 激磁电流在0.3安培时:

转速 (转/分)	1,475	1,390	1,330	1,265	1,195	1,100	890
转矩 (Kg—M)	0.17	0.67	1.17	1.67	2.17	2.67	3.67

(5) 激磁电流在0.4安培时:

转速 (转/分)	1,490	1,445	1,395	1,330	1,280	1,218	1,160	1,090
转矩 (Kg—M)	0.17	0.67	1.17	1.67	2.17	2.67	3.17	3.67

(6) 激磁电流在0.5安培时:

转速 (转/分)	1,490	1,460	1,400	1,360	1,310	1,265	1,218
转矩 (Kg—M)	0.17	0.67	1.17	1.67	2.17	2.67	3.17

(7) 激磁电流在0.6安培时:

转速 (转/分)	1,500	1,470	1,410	1,395	1,330	1,290	1,240
转矩 (Kg—M)	0.17	0.67	1.17	1.67	2.17	2.67	3.17

3. 闭环特性:

(1) 当 $u_z = 5.9V$ 时, $u_{测} = 17V$ (120转/分), 硬度: 2.08%

uc	4.8	4.8	4.8	4.9
M	3.17	2.5	2.0	1.1

(2) 当 $u_z = 6V$ 时, $u_{测} = 18V$ (125转/分), 硬度: 2.04%

uc	4.9	4.95	5.0	
M	3.37	2.5	1.1	

(3) 当 $u_z = 11.9V$ 时, $u_{测} = 45V$ (400转/分), 硬度: 0.925%

uc	10.8	10.8	10.9	10.9	10.9
M	3.5	3.0	2.5	2.0	1.1

(4) 当 $u_z = 19.1V$ 时, $u_{测} = 82V$ (800转/分), 硬度: 0.542%

uc	18.4	18.4	18.4	18.4	18.5
M	3.5	3.0	2.5	2.0	1.1

(5) 当 $u_z = 28.9V$ 时, $u_{测} = 127V$ (1240转/分), 硬度: 0.356%

uc	28.1	28.1	28.1	28.1	28.2
M	3.5	3.0	2.5	2.0	1.1

注: 1. 试验时比较电位的电阻在2820 Ω ;

2. 所测转矩Kg—M包括磅称的起始值为0.8Kg—M。