

# 课 程 设 计 资 料

TN 34  
无 锡 轻 工 业 学 院

一 九 八 〇 年 十 一 月

# 课程设计参考资料(I)

为了在进行课程设计的进程中，能对有关资料进行研究，及查阅，特编成册，以供参考，有错误请与本院机械系自动化教研组作联系。

## 目 录

- 一、国外双向可控硅情况简介
- 二、国外功率用集成组件情况简介
- 三、双向可控硅元件使用的一些体会
- 四、双向可控硅在真空碳管炉温控制系统上的应用
- 五、双向可控硅交流开关
- 六、可控硅半桥调光器
- 七、用双向可控硅控制异步电动机
- 八、双向可控硅及其保护 电压及功率
- 九、常用晶闸管极性的型号和主要参数
- 十、常用电阻、电感量和电容量的符号
- 十一、3CT5~500可控硅元件参数  
3CJS双向可控硅元件双向晶闸管元件
- 十二、元件保护装置的选择
- 十三、BG305固体组件简介
- 十四、

# 国外双向可控硅情况简介

近年来，在资本主义国家里，资本家为了获取超额利润以及为了扩军备战的需要，大发展可控硅元件，其中双向可控硅也有很大的发展，但是由于资本主义社会的腐朽性，致使其发展畸形。现将我们所见到的部分资料，作一简单介绍，由于我们水平有限，所见资料不多，特别是资本主义国家的广告和介绍带有强烈商业吹嘘性质，因此，所提供的情况一定有很多错误，供同志们批判地参攷。

## 一、双向可控硅元件（五层三端）的生产情况

五层三端双向可控硅元件自一九六四年由美国CE公司发表以来，迅速在市场上出现。几年来发展很快，产量的增加尤为迅速，如美国六五年至六八年三年间，双向元件的产值为400万美元，而至一九七二年预期可达2500万美元。据七一年不完全统计，资本主义国家的部分半导体生产厂所生产的各种型号规格的双向可控硅元件已达一千种以上，产量的迅速增长，主要是因为需求量大大幅度增加的结果，特别是民用产品中大量采用双向可控硅，致使小容量元件的生产量猛增。

1. 双向可控硅在单元件的电压、电流容量方面的发展速度与可控硅相比远远落后。这也与双向可控硅在大容量装置中应用有较大局限性有关。近年来，随着大功率应用方面的发展，如焊接用，航空加热用等，也发展了大容量的双向可控硅。现将较大容量的产品列于下表（一），以示双向可控在容量方面的生产水平。

由于大容量双向可控硅的应用，如作为开断负载的开关等，需要元件有很好的换流性能。即便是用于大功率整流系统中，由于需要采用三相桥线路，双向可控元件往往在很大电流下工作（ $dI/dt$ ）下，承受很大的换向电压上升率（ $dV/dt$ ）。

表(一)

| 国家及公司  | 型 号       | 电流(安)值 | 耐压(伏)   | $dV/dt$ (伏/微秒) | 备 注              |
|--------|-----------|--------|---------|----------------|------------------|
| 日本三菱   | BCR300A24 | 300    | 1350    | 100            | 71%试验成功          |
|        | BCR150A24 | 150    | 1350    |                |                  |
| INRC   | 2N5261    | 200    | 1200    |                |                  |
| 国际整流   | 100AC100  | 100    | 1100    | 50             |                  |
| RCA(美) |           | 80     | 200—600 |                | 240伏和400<br>标至两种 |
| 苏 联    |           | 150    | 1000    |                |                  |

对元件的换流性能要求也很严。因此，在发展大功率双向可控硅元件时，都特别注意提高其换流能力；但是，目前，这方面的性能仍远不及一对反并联的可控硅。

2. 在所生产的双向可控硅元件中，多数以占绝大多数的是小容量元件。一般电流在20安培以下，由于大多数用于市电电压（交流100伏~240伏），因此元件的耐压要求较低，多数在200伏~600伏之间。在小容量的元件生产方面，由于量大面广，以及资本主义的剧烈竞争，降低成本及价格已成为突出的问题。表(二)列举几种小容量元件的市场售价，以供参考。

| 生产公司            | 型 号    | 外 壳 式 样 | 电 流 (安) | 电 压     |         |         |
|-----------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                 |        |         |         | 200伏    | 400伏    | 600伏    |
|                 | SC240  | A       | 6       | \$ 1.63 | \$ 2.11 |         |
|                 |        | B       |         | 1.83    | 2.31    |         |
|                 |        | C       |         | 2.53    | 3.01    |         |
|                 | SC250  | A       | 15      | \$ 2.10 | \$ 2.49 |         |
|                 |        | B       |         | 2.30    | 2.69    |         |
|                 |        | C       |         | 3.00    | 3.39    |         |
| RCA(美)          |        | 金属壳     | 80      | \$ 2.5  |         | \$ 4.5  |
| Motorola<br>(美) | 2N6075 | 塑料      | 4       |         |         | \$ 2.10 |
|                 |        |         | 10      | \$ 1.15 |         | \$ 1.75 |
|                 |        | 金属壳     | 30      | 2.74    |         | \$ 5.00 |

注：A：金属壳压入式；B：金属壳螺栓式；C：金属壳绝缘翅板式。

降低成本方面，在电压较低的小功率元件生产中，采用便于大量生产的平面工艺，在成品率很高的情况下，现在特别注意简化封装结构。

首先大功率采用价格便宜，易于注塑成型的塑料封装结构，与金属壳相比，成本显著降低。如 Motorola 同为 10 安培级的元件，塑料封装的售价与金属壳售价的比较如下（表三）

（表三）

| 型 号       | 电流(安) | 电压(伏)     | 售价(美元)      | 封装型式        |
|-----------|-------|-----------|-------------|-------------|
| 2N6151—56 | 10    | 200 ~ 600 | \$1.15—1.75 | 塑料封装        |
| 2N6139—50 | 10    | 200 ~ 600 | \$1.64~2.22 | 金属壳、螺栓、绝缘材料 |

由于采用塑料封装，售价降低 30% 左右。

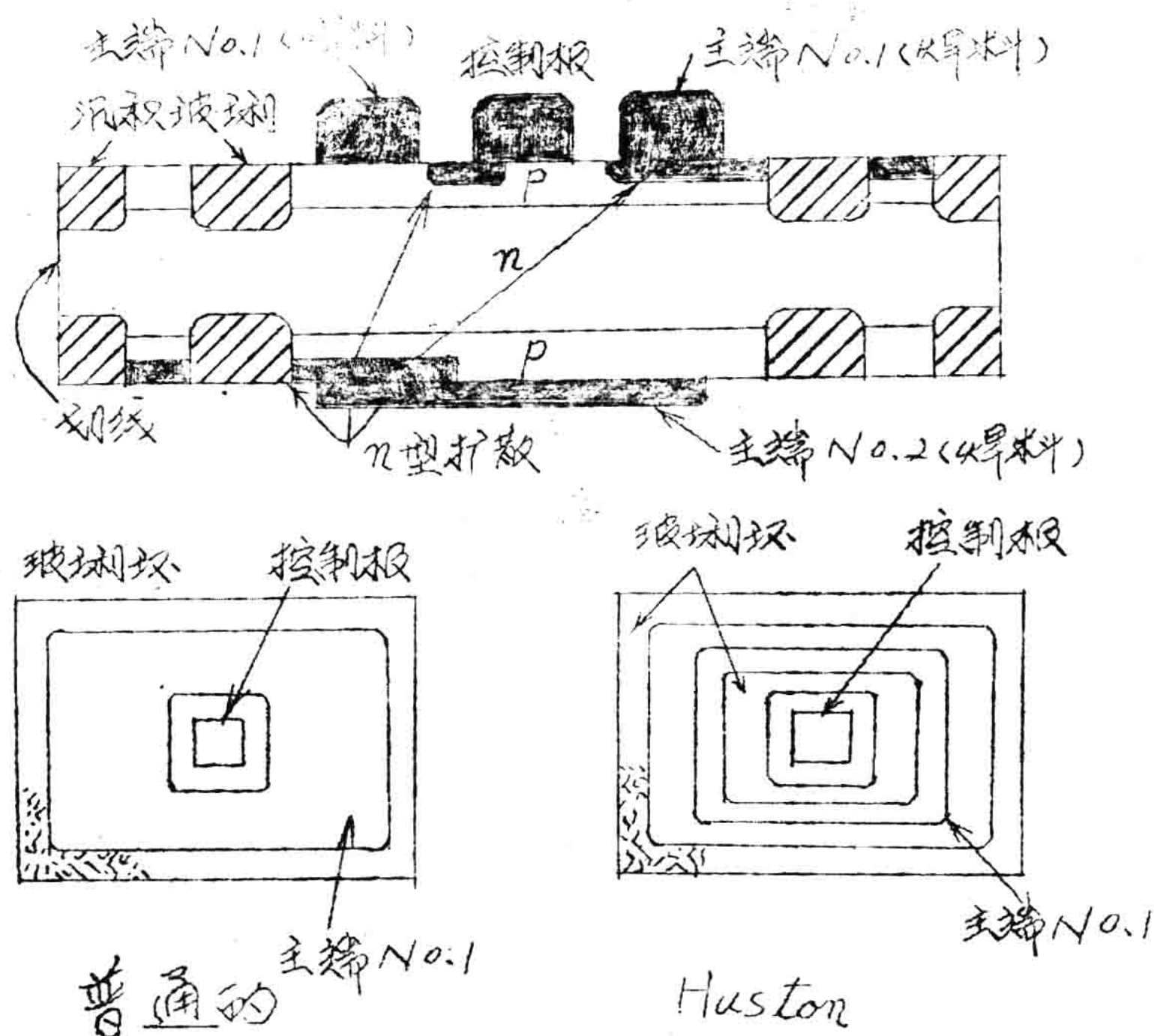
在保护方面，两节前出现了用玻璃保护的方法，据称有不少优点：密封性好，同时钝化结的表面，以及在硅片和玻璃之间不留缝隙。

如美国 Hutson 采用一种双台面结构，使小功率的双向可控硅不用铝片和外壳，直接焊到所需焊的地方去。大大降低了封装所需的成本，据称可靠性也很好。如图（一）所示。

3. 为了方便用户，也为了进一步降低双向可控硅的使用价格，目前出现了各种双向可控硅触发用集成电路。这些集成电路价格便宜，使用方便，进一步推动了双向可控硅的普遍采用。

例如 RCA 公司生产带有触发用集成电路，可用于照明电动机调速的双向可控硅集成装置，40431 型可在 120 伏电压下控制 720 瓦功率，售价 1.8 美元；40432 型可在 240 伏电压下控制 1440 瓦功率，售价 2.28 美元。

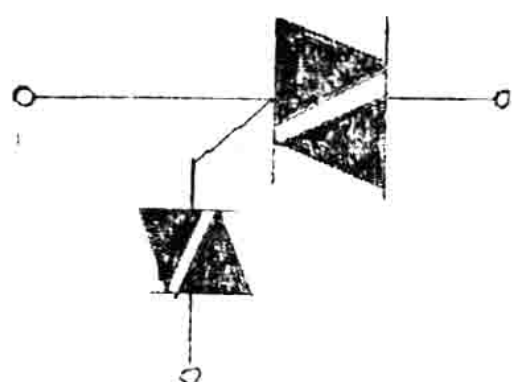
不少公司将所生产的双向元件及集成电路连同少数其它元件的印刷电路板，散热面封装成小型装置，这对用户来说极为方便。售价也很便宜，也曾给有进将双向可控硅元件与小型触发管做在一起的集成电路，如美国 Leviton MFG 公司的



图(-) Huston 双台面保护

现列所具各公司生产的触发双向可控硅集成电路以供参改:  
表(四)

| 公 司          | 生产的触发用集成电路型号  | 售 价         |
|--------------|---------------|-------------|
| Westinghouse | WC316D WC316T |             |
|              | WC185T        |             |
| CE           | PA424 PA436   |             |
| Sqraque      | ULN2300M      |             |
| RCA          | CA3059        |             |
| Motorola     | MFC8070       | 批发单价 \$1.75 |
| Fairchild    | UA742         | 批发单价 \$1.95 |



图(二)

“QUADRAC”元件，如图(二)所示。  
并用此制成混合集成电路，已用于150  
瓦调光器中。

为了简化双向可控硅的触发线路，  
现在大旁生产小型触发管。种类较少  
如 SBS, SUS, SSS 等，由于这些触发

管线路，对双向可控硅线路的简化，有很大作用，也受到重视。

## 二. 双向可控硅的应用情况：

在资本主义国家为了攫取巨额利润，大搞林新主导，互相竞争，造成了双向可控硅应用方面的畸形发展，小功率元件大量用于家庭生活方面，如风扇、洗衣机、各种电热设备的调速和控温，这方面的情况由于完全不适合于我们的国情，不在这里介绍，现就双向可控硅在工业部门及军工部门的应用情况，简单介绍如下：

### 1. 焊接：

大功率双向可控硅元件的比较成功的应用之一，是作焊机的无级调压开关。例如日本三菱的BCR150A元件，已大量用于焊机之中，其原理线路如图(三)所示：

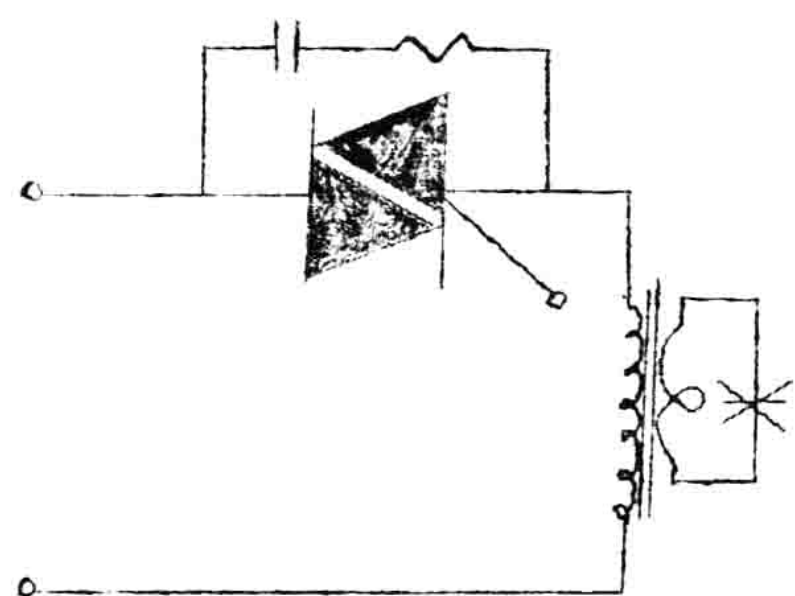


图 (三)

由于去掉了许多接触点及变压器抽头，使焊机结构大为简化，并可进行无级调压及同步开闭，有利于焊接质量及效率的提高。由于这些优点，并且对双向可控硅元件的性能要求并不十分严格，因而双向可控硅在焊接方面的应用已较为普遍。

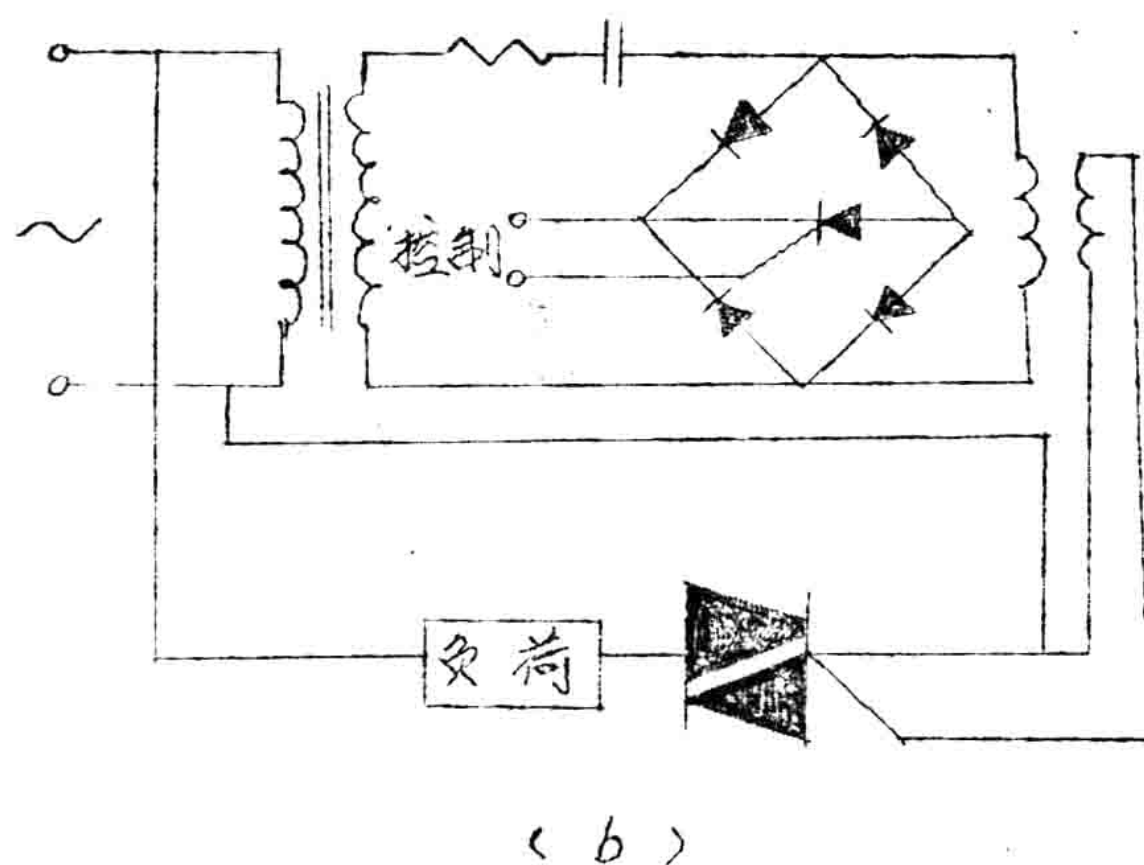
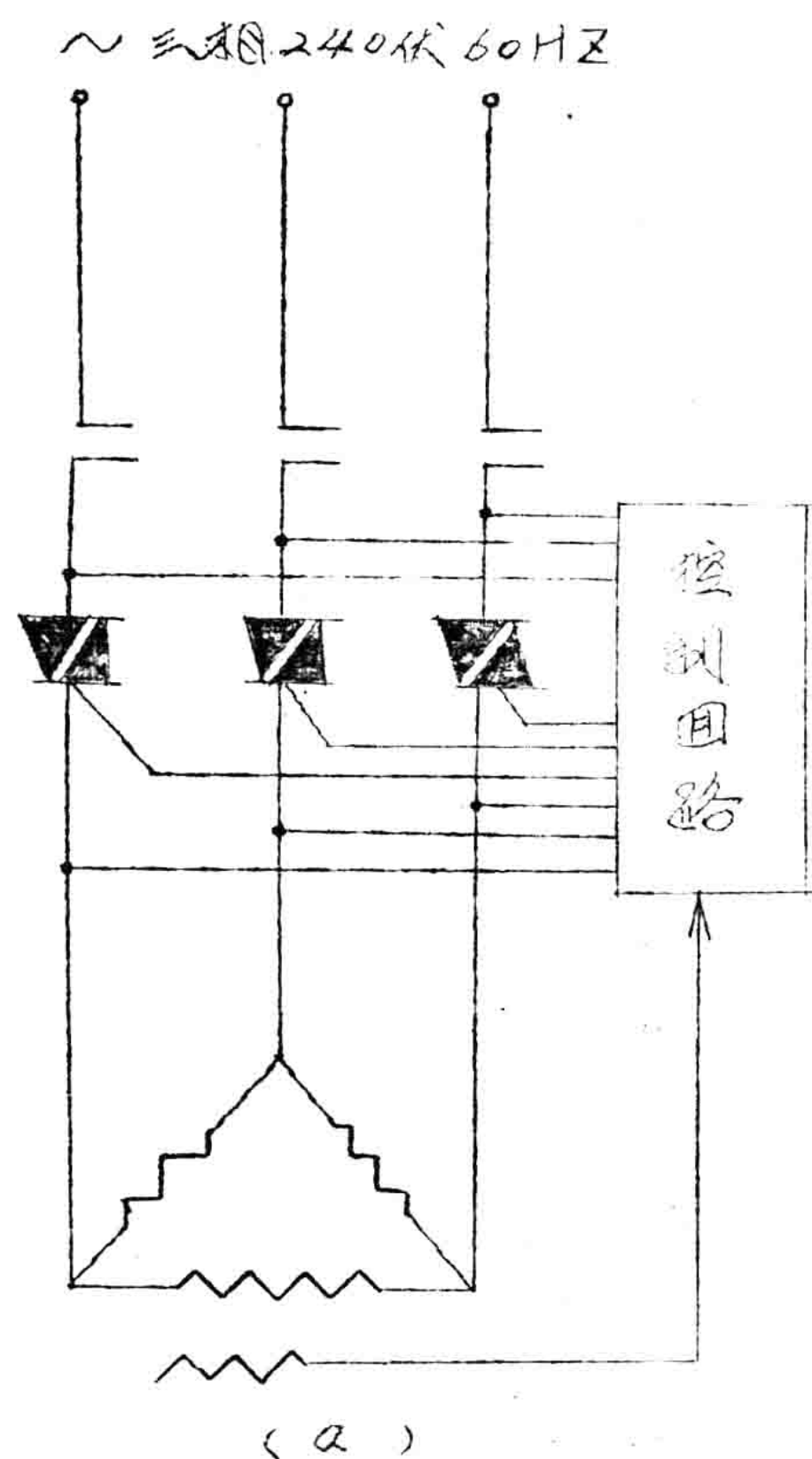
### 2. 控温：

双向可控硅在控温方面用得最多，装置及线路种类繁多，小到数百瓦的家庭电热用具，大到工业烘箱、电炉、航空加热元件，举不胜举。就其功率范围来说大致在数十千瓦以下，小功率的控温，主要采用另触发技术，避免了无线电干扰。

如美国有用200安1000伏元件制成实验室用10千瓦控温装置，采用另触发技术，其原理线路如图(四)所示。

又如德国西门子公司生产的电子实验室用的控温装置，亦采用双向可控硅，可在  $-25^{\circ}\text{C}$  到  $+60^{\circ}\text{C}$  范围内调节，并达到  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  的精度。

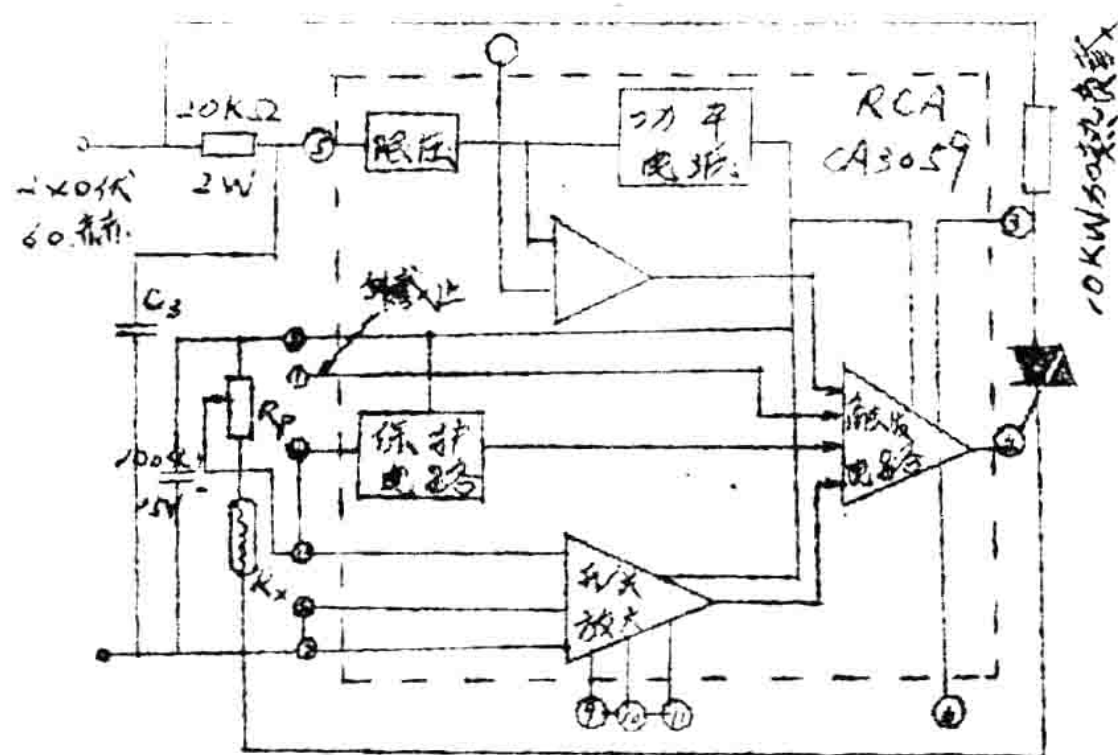
近年来，各公司生产了触发双向可控硅的专用集成电路，这些集成电路大都用于控温方面，多数采用另触发方式，一般可配 20 安以下的双向元件，由于价格便宜，使用极为方便，因此广泛用于烘箱及电热设备中，下举几图（五）（六）以供参考：



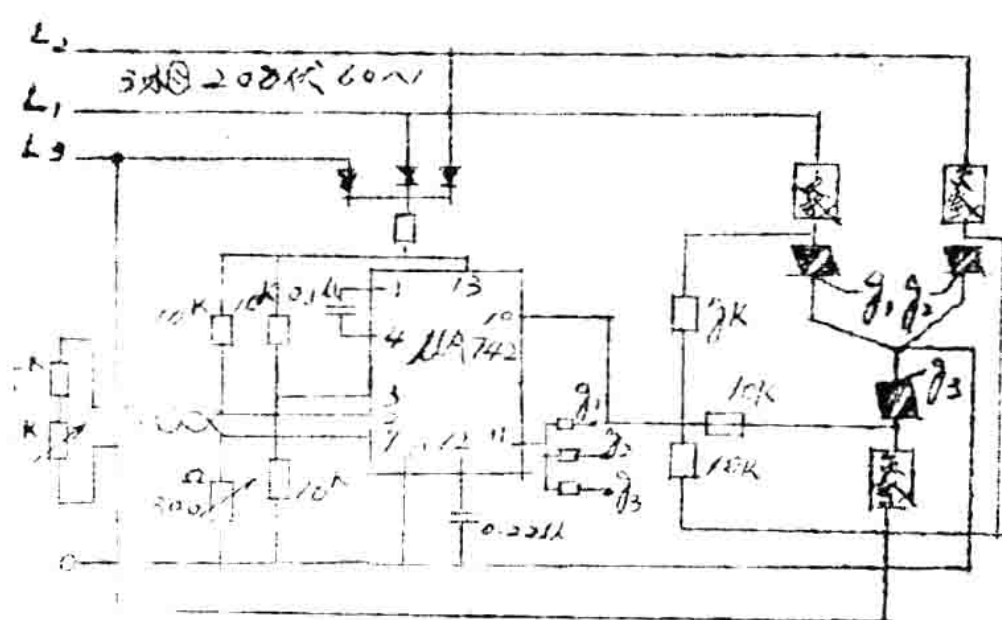
图(四)：(a)：控温装置主回路。  
(b)：单相触发线路原理图。

双向可控硅在航空方面应用甚多，据报导美国 RCA 专门生产 400 赫兹用的双向可控硅元件，容量最大达 80 安。在一架大型飞机上，用双向可控硅的地方有：

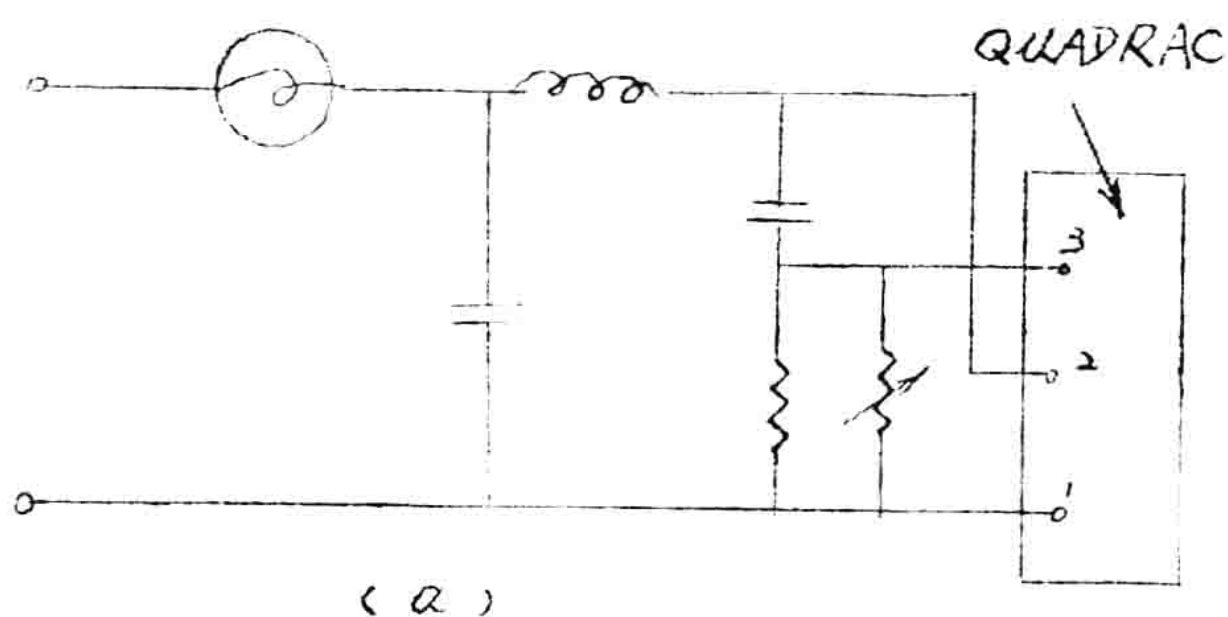
机仓加热；起落架指示；挡风玻璃加热；  
仪表仪表加热；炉温控制；机仓通风控制；  
自动机械方面的控制……等。



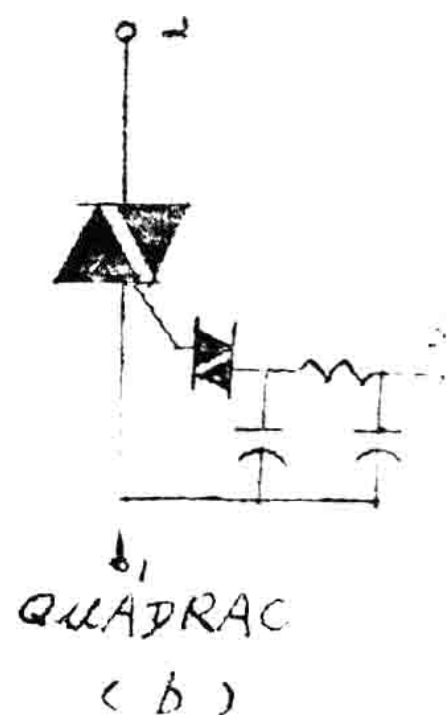
图(五) RCA CA3059 集成电路  
外部接线图



图(六) uA742 集成电路控温  
外部接线图



(a)



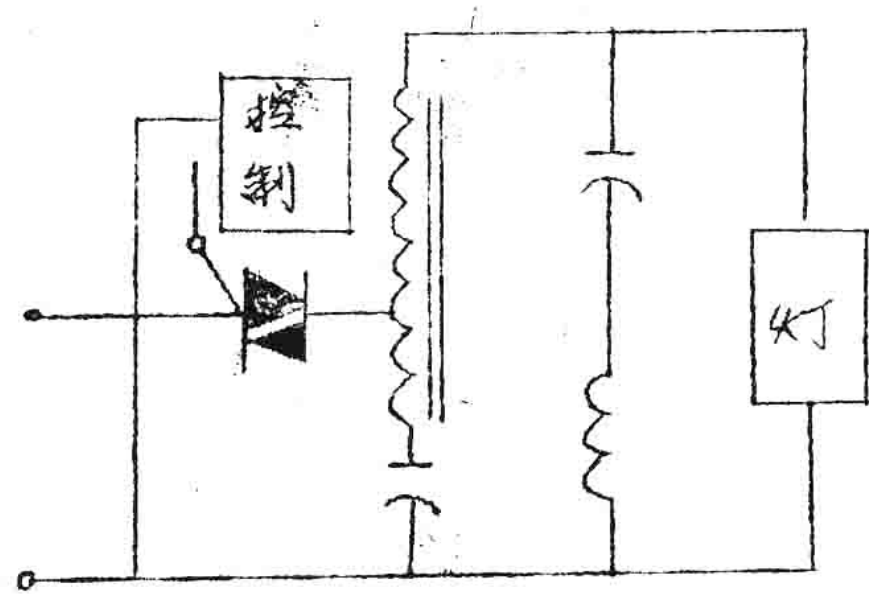
(b)

图(七) a) 小型调光器(用混合组件).  
b) 混合组件内部有效接线图.

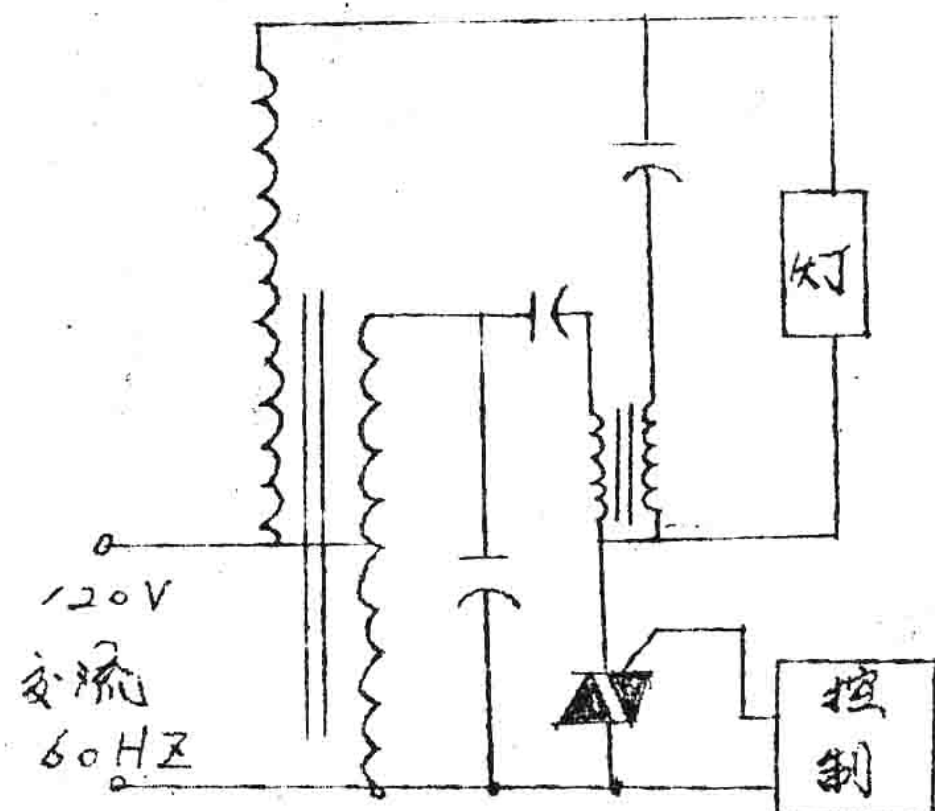
双向可控硅用于控温，代替磁饱和电抗器或有触点的继电器，不但体积小重量轻，而且易于维护和有较高的精度。采用零触发电技术可以避免无线电干扰。加以配套供应触发电用的集成电路，因而在中小电热控温中，采用双向可控硅已成为最主要的方式了。

### 3. 调光：

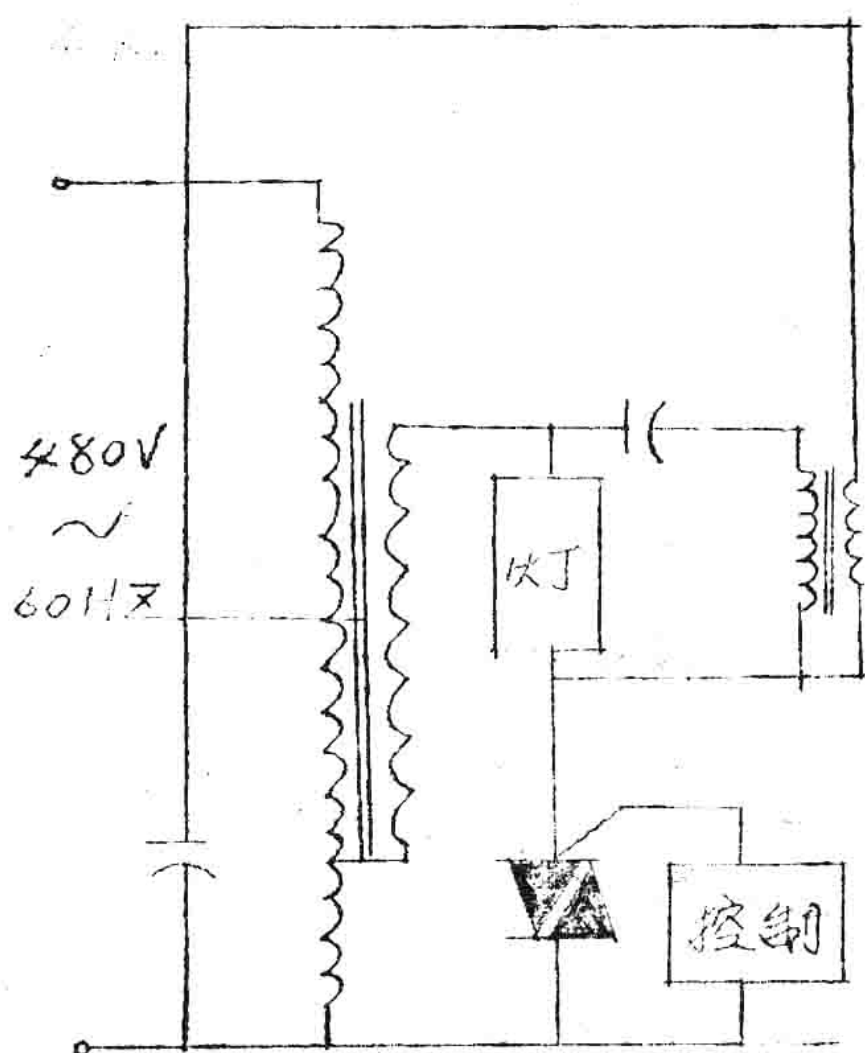
双向可控硅用于调光也是为普遍，但就其容量来说还是中小型。



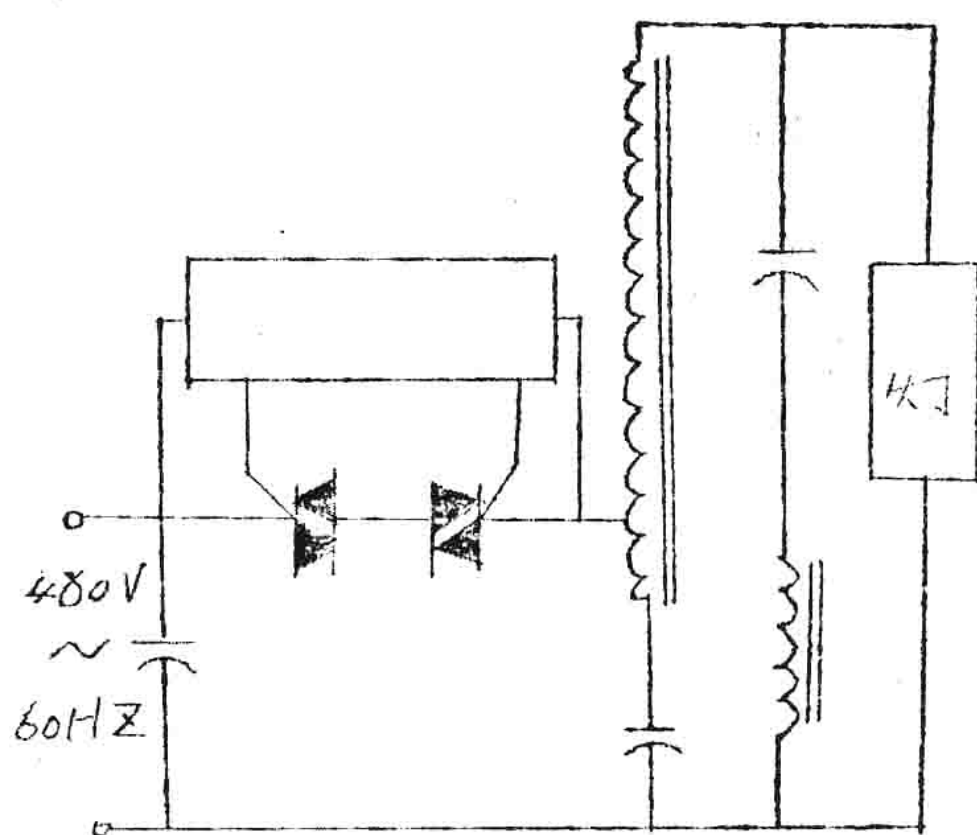
(a)



(b)



(c)



(d)

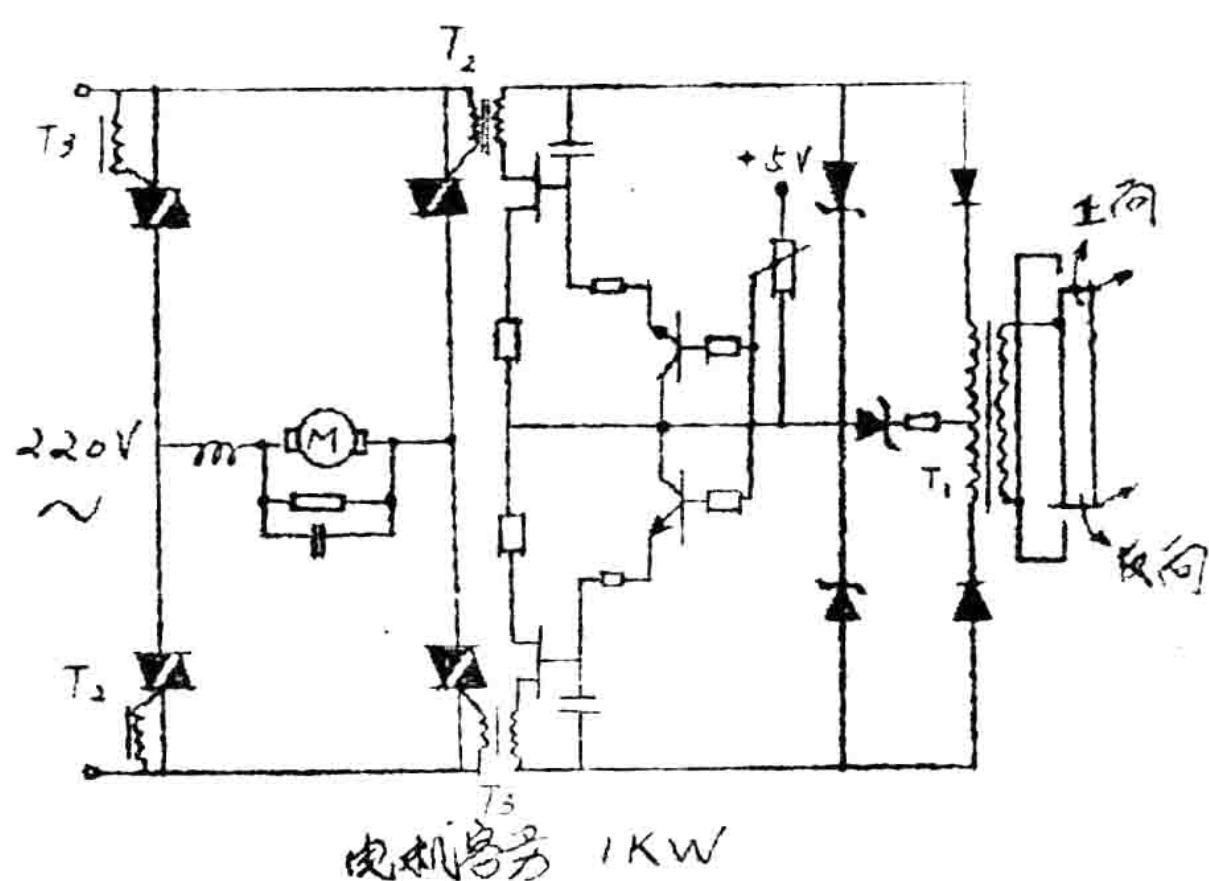
图(八) 高压荧光灯用各种镇流电路。

#### 4. 调速:

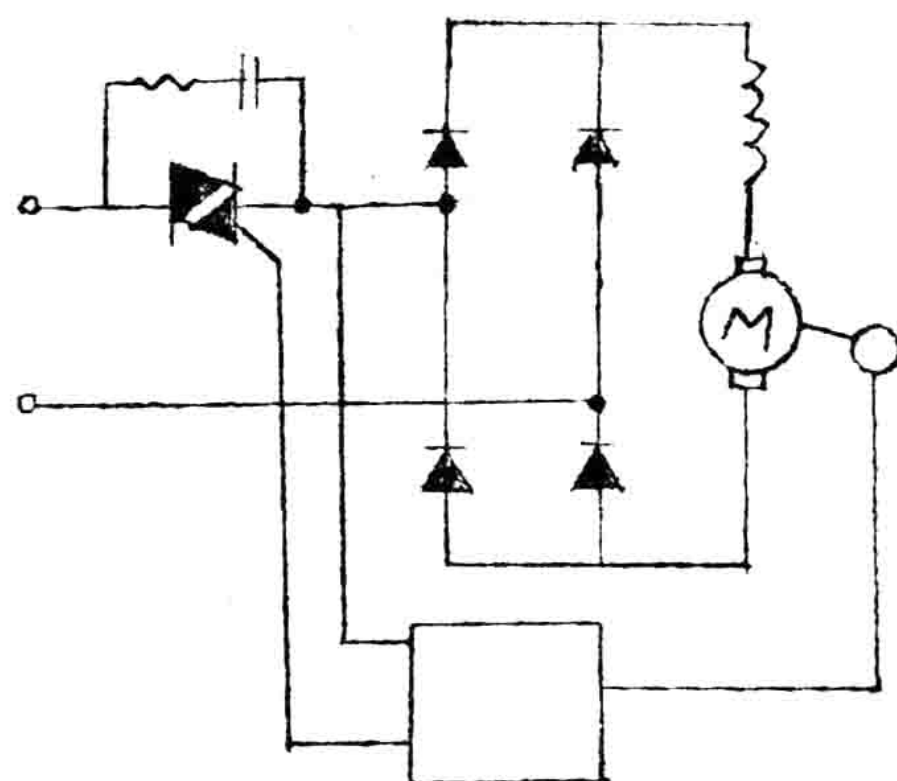
据称国外已用双向可控硅作成交流调压, 交流—交流, 直接变频及可逆全流置放, 还用于交直流电动机的调速。但所见到具体的调速装置的介绍, 都是中小容量的, 特别是要求体积小场合。

如: Siemens 的电子控制的 X 射线发生机, 其机件的传动部分用双向可控硅控制直流电动机进行可逆调速, 其线路如图(九)所示, 比用可控硅更方便轻巧。

小功率的直流调速还有采用如图(十)所示的线路:



图(九) X射线发生电机传动装置线路图



图(十)

由于工业自动化方面的迅速发展,应用大器的调速电动机,又要求维护简单。用双向可控硅控制小型鼠笼电机进行有限的调速,为此提供了一个简单的解决办法。

Siemens 公司介绍了用双向可控硅进行感应电动机调速的特性,所用线路如图(十一)所示:

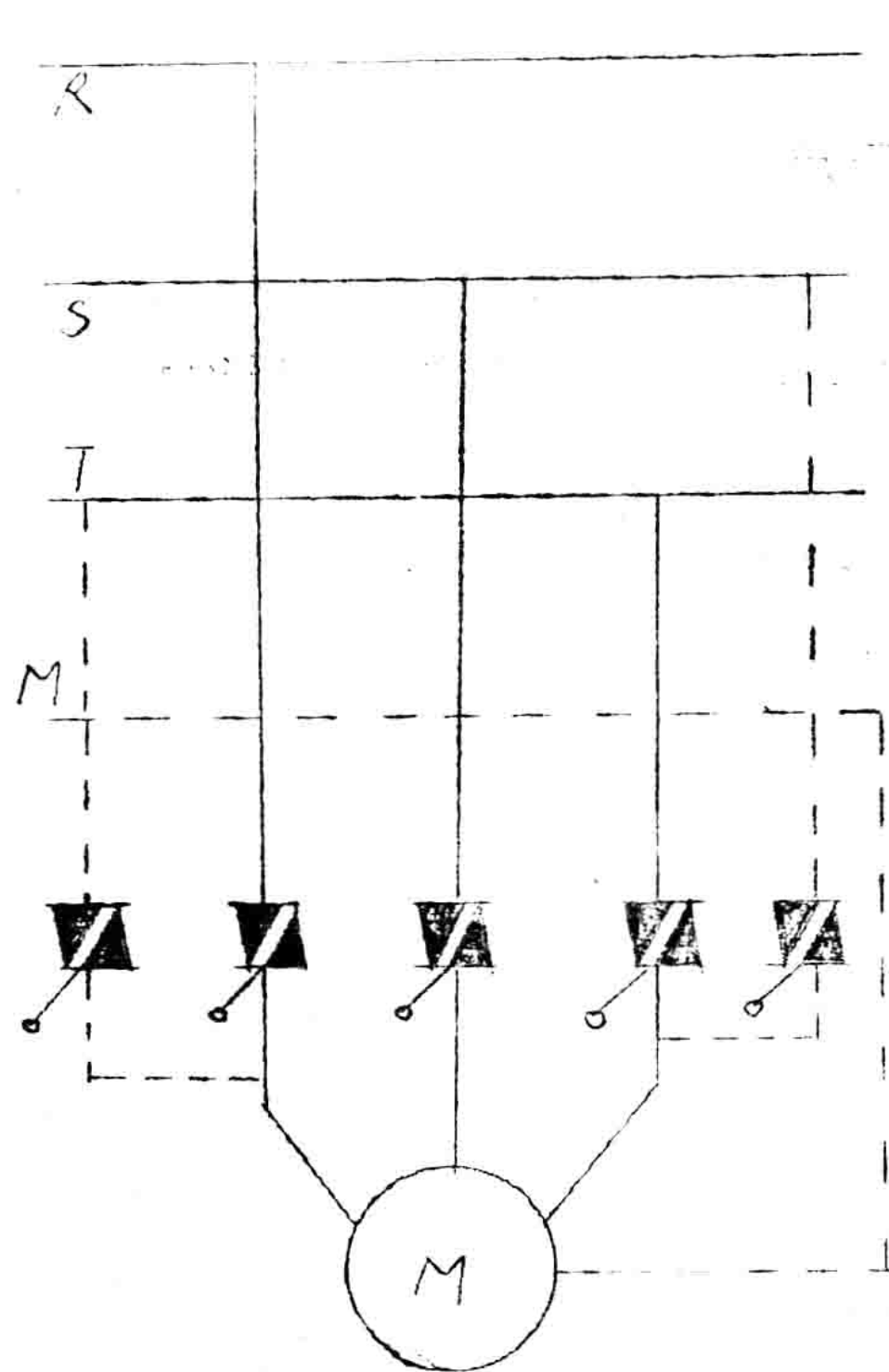
已用图(十一)所示的线路进行感应电机及起重机电速,据称功率在 20 匹左右,有的 60 匹。

另外 GE 公司生产了用双向可控硅调速的手提钻,由于体积小,完全可以装在手握式小型手提钻内。

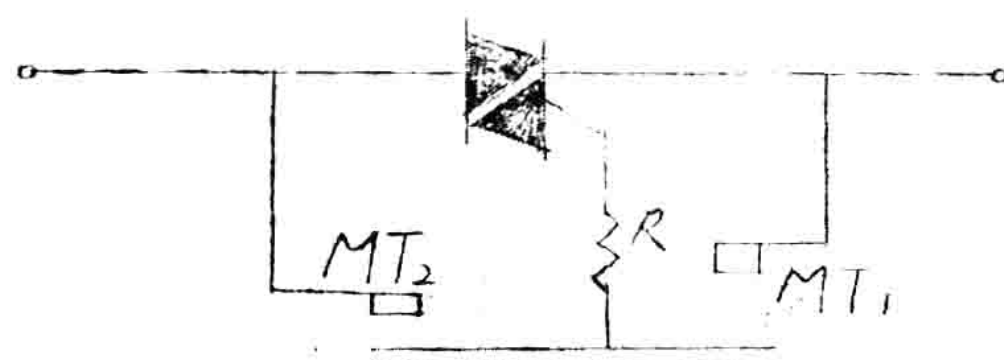
双向可控硅大器用于电容式电动机的调速,这种电机功率很小。但功率很大,主要用于电风扇,洗衣机,吸尘机、小型电动工具等,具体线路很多,不一一列举了。

## 5. 开关:

由于双向可控硅的特性,很适合于开闭交流电路,因此双向可控硅常被用来作为交流无触点开关。如日本用双向可控硅、晶闸管控制大型感应调速电机的同轴电机,见图(十二)



图(十一)



图(十二)

图(十三)

所示，采用图(十二)控制，可使大型感应调压器的电压输出保持一定。

又如国外生产的 70~1001 型交流固体开关，又作电压 115 伏交流 50/60 赫兹，电流 5 安，售价 15.55 美元。

还有用双向可控硅与有触点开关并联，利用双向可控硅过零开断的特性，保持主触点不受电弧烧损的用法如图(十三)所示。

# 参考文献

1. D.A.T.A Diode and S.C.R D.A.T.A Book FALL 1971
2. 电子科学 Vol 18·No8. 1968.
3. 电子材料 第10卷 第8号. 1971.
4. Electronics Vol 44·No 9
5. Electronics Vol 44·No 15
6. Electronic Design Vol 19 No 22 1971
7. 国外功率用集成组件情况简介——(西安金流田研究所情报室)
8. 硅功率器件国外情况简介——西安金流田研究所情报室
9. EDN Vol 13 No 4 1968
10. 三菱电机技报 Vol 45·No 4 1971
11. EDN Vol 13 No 3 1968
12. E.E. 1971. 4.
13. Siemens Review Vol 37 No 10 1970
14. Westinghouse Engineer Vol 31 No 1 1971
15. Siemens Review Vol 38 No 1 1971
16. Siemens Review Vol 38 No 3 1971
17. 电子科学 Vol 20 No 7. 1970.
18. サイリヌタの応用 小津厚二郎・横田博共著.

# 国外功率用集成组件情况简介

## 一、用于触发可控硅及双向可控硅的单片集成电路

集成电路是六十年代初期出现的一种新款电子元件。它打破了原有的分立元件的传统设计方法，取消了元件和电路之间的界线，而是把元件以及元件之间的连接以不可分割的状态制作在一块基片上，实现了材料、元件、电路三位一体。

集成电路与过去由分立元件连成的电路相比较，具有体积小、重量轻、成本低、性能好、功耗低等优点，更为重要的是由于焊接点的减少，可靠性大大地提高了。

集成电路可分为三种：

半导体集成电路（又称单片集成电路）：在一块或多块半导体材料上，用特殊的结构使晶体管、二极管、电阻和电容等元件在电性能上相互隔离并在材料表面已上元件互连的微型结构就是半导体集成电路。半导体材料一般用硅；晶体管和二极管的制法与分立型半导体元件相同；电阻是根据一定的长宽比，把其它杂质离子扩散到被隔离的半导体部分的某一区而制成；电容是利用半导体元件中的P-N结电容，或者利用被覆于元件表面的二氧化硅层作绝缘层，两面被覆导体层和硅这样一结构而制成；互连则由蒸发在表面的铝导体层制成。这种微型结构是目前集成电路使用最广泛的一种方式。半导体集成电路也可以叫作单片集成电路。

混合集成电路：这是把半导体技术和薄膜技术结合起来的集成电路。在这种混合集成电路中：

- (1) 电阻、电容器都采用精密度良好的薄膜元件；
- (2) 晶体管、二极管分别选用最适合电路功能的元件。

薄膜集成电路：指集成电路的晶体管、二极管、电阻和电容由同一元件以及连接这些元件的连线全部由厚度1微米以下的金属或金属氧化物薄膜直接而成的微型结构。但由于采用与上述元件相同的材料不能制成特性极良好的晶体管、二极管等有源元件。因此仍采用目前分立晶体管和二极管。如上所述，由晶体管、二极管、电阻制成的单片集成电路并不难制造，所以首先应用于电阻精度要求不高的数字电路而取得进展，并在这一方面显示出惊人的适应性。

模拟集成电路比较复杂，对电路中的元件要求很严，而单片集成电路的电阻和电容精度不高，不适于模拟电路，所以它的发展较慢。不过虽然单片集成电路的电阻绝对值精度很低，但在同一晶片中两个电阻的比值却可达到较高的精度，因此，其增益取决于电阻比的差分放大电路已开始实际应用。

一九七〇年上半年美国模拟集成电路产值占全部集成电路总产值的比重由一九六四年（系模拟集成电路发展初期）的15%弱提高到20%弱。

模拟集成电路使用领域宽广，但通用性较差，一种电路往往只能用于较窄的范围，故其品种繁多，价格必然高些。一九六四年平均单价为37.68美元，一九七〇年上半年则下降为1.86美元，与数字集成电路相差不多。

可控硅（及双向可控硅）触发用的单片集成电路是近年来才发展起来的一种功率模拟集成电路。它与被控可控硅功率的大小几乎无关，单片可控硅触发器的输出功率要求大致可以认为是不变的。因此这种集成电路的通用性很强，国外认为这种电路将有较大发展。

对单片可控硅触发器的技术要求是：具有高输入阻抗，高增益，高灵敏度，高稳定性，此外还要求备有防止触发电压随温度发生变化的补偿措施。

下面将国外典型产品做一简单介绍

### 1. WC316D WC316T 型单比可控硅触发器

美国西屋公司产品，前者是双列直插式封装，后者是圆壳封装。其特性及电路则完全相同，参见表1及图1

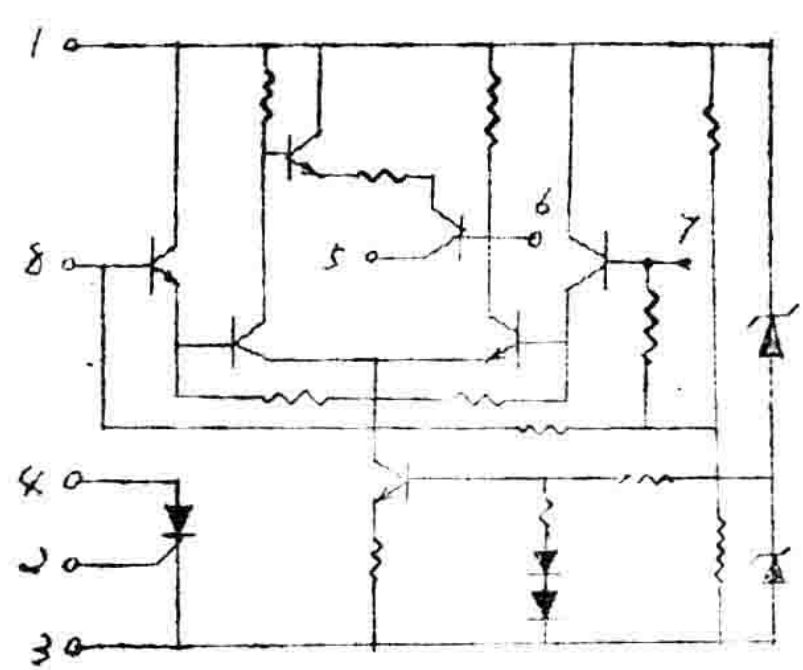


图1 WC316D (WC316T) 电路图

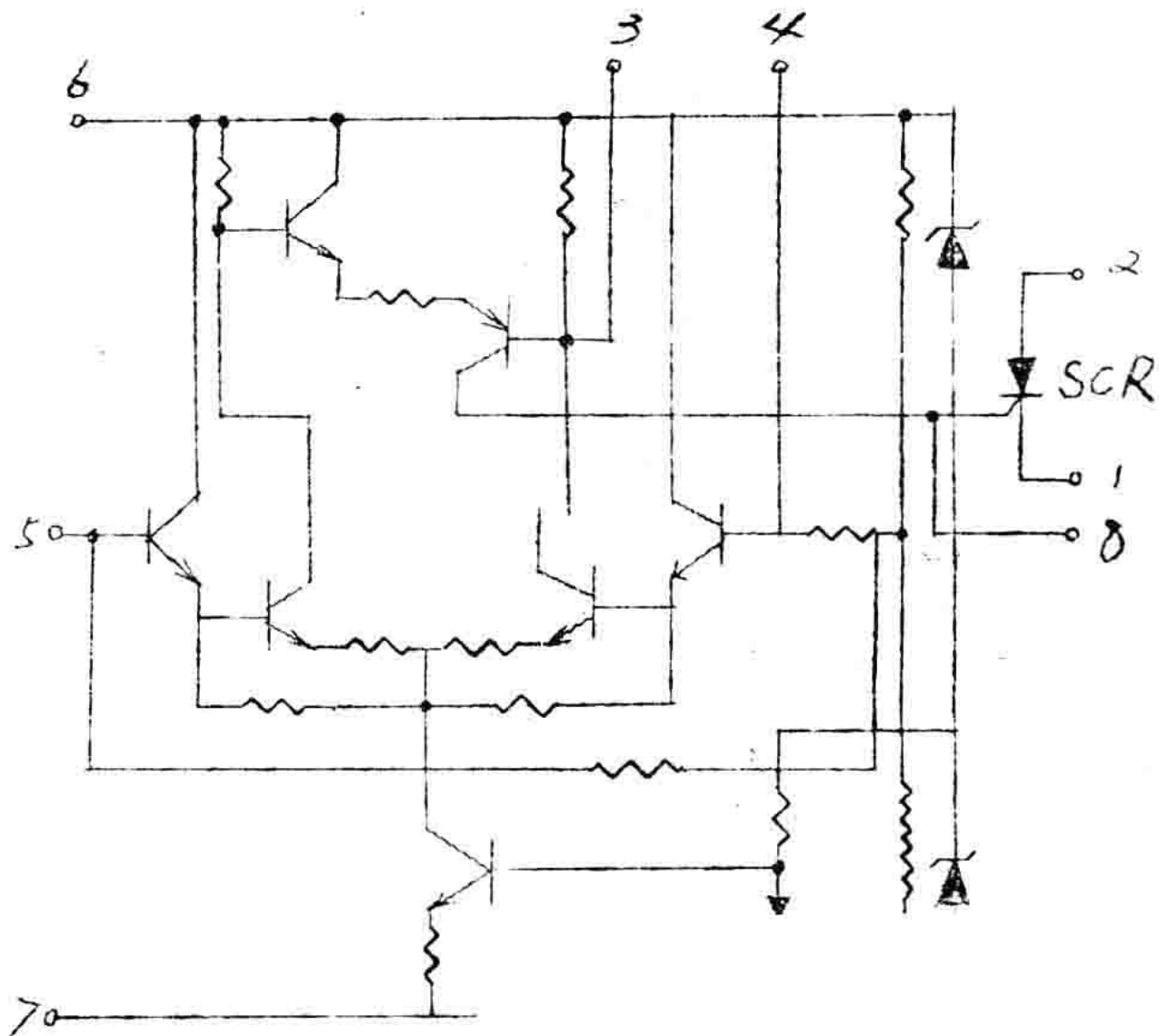


图2 WC

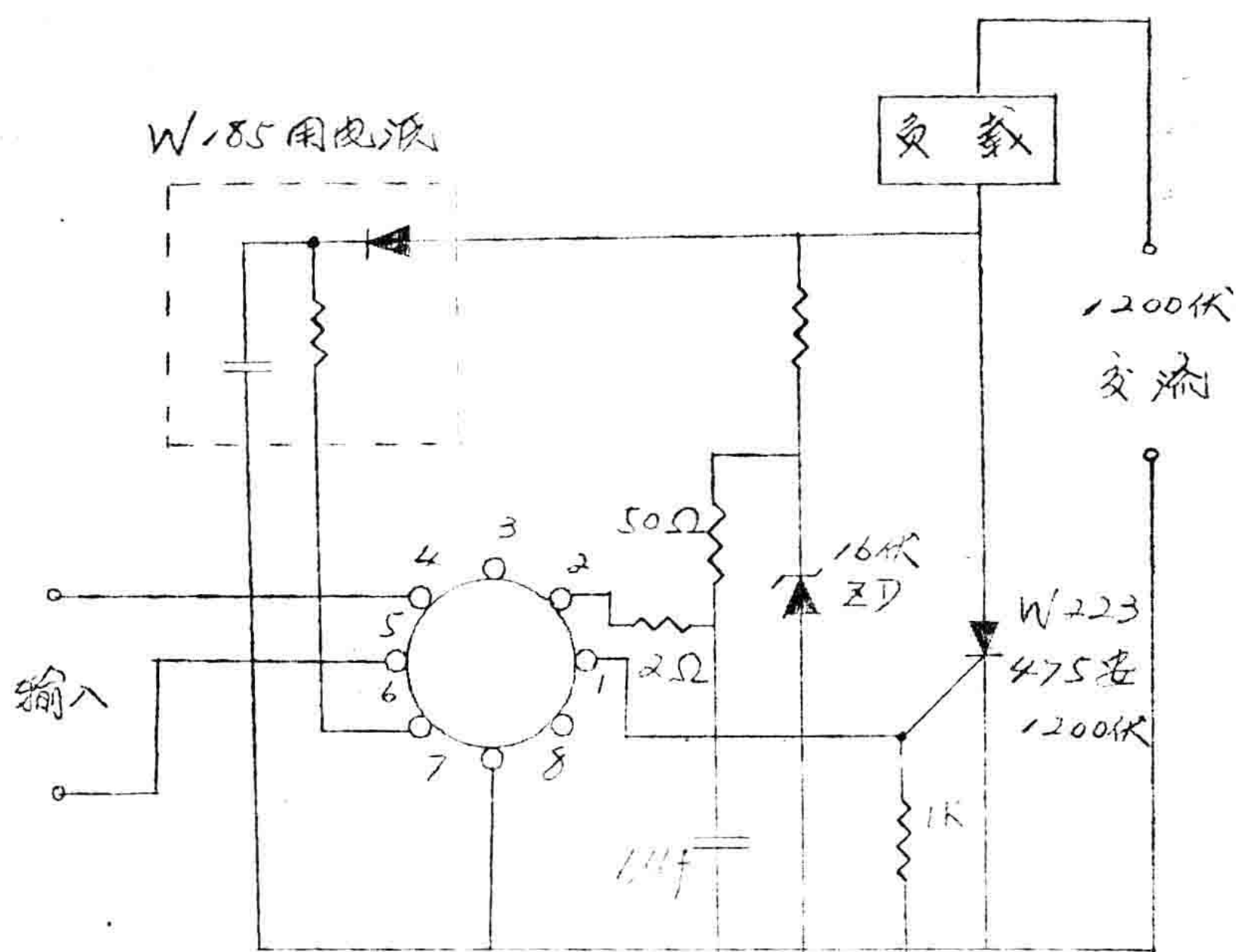


图3 用WC185T驱动大功率可控硅

### 2. W316D 型单电可控硅触发器

美国通用公司产品，电路参见图2，特性参见表1。在同一基板上制有6只NPN晶体管，1只PNP晶体管，3只齐纳二极管及一只小功率可控硅，它可直接控制6瓦功率。当需要更大功率时，可由它直接驱动大功率可控硅，接线如图3所示。

表1

| 型 号                 | W316D, 316T |
|---------------------|-------------|
| 工作温度范围 (°C)         | 0 — +70     |
| 电压增益 (分贝)           | 最大30, 最小25  |
| 共态抑制比 (分贝)          | 70          |
| 输入阻抗 (千欧)           | 40          |
| 可控硅电流 $I_P$ (安)     | 0.3         |
| 正向闭锁电压 $V_{FB}$ (伏) | 30          |

表2

| 型 号             | W185T |
|-----------------|-------|
| 电源电压            | 18伏   |
| 输入阻抗            | 80千欧  |
| 频带宽度 (3分贝)      | 80千赫  |
| 差动放大增益 (1千赫)    | 33分贝  |
| 共态抑制比           | 80    |
| 触发电压 (有效值)      | 40毫伏  |
| 可控硅稳态电流         | 250毫安 |
| 可控硅脉冲电流 (10微秒)  | 3安    |
| 可控硅维持电流         | 1.7毫安 |
| 可控硅正向闭锁电压       | 50伏   |
| 可控硅正向压降 (150毫安) | 2.0伏  |

### 3. PA424 型单电 SCR 触发器

美国通用电气公司产品，特性、电路见表3及图4。

| 型 号       | PA424         |
|-----------|---------------|
| 输入漏电流     | 62微安          |
| 输入电流      | 80毫安          |
| 输出脉冲延时    | 60微秒          |
| 输入电流 (直流) | 2.2毫安         |
| 功耗        | 440毫瓦         |
| 储存温度      | 150°C         |
| 工作温度      | -20°C — +70°C |