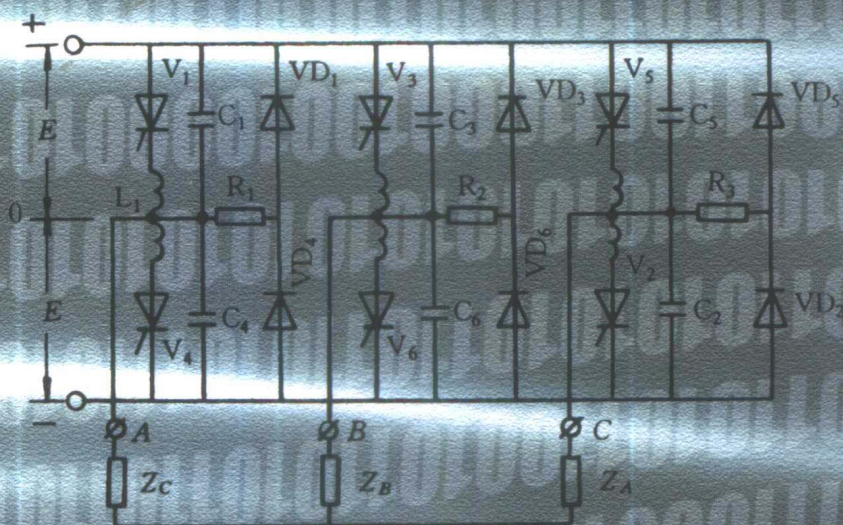


实用电气电路图识图技巧与应用丛书

实用晶闸管电路

方大千 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

实用电气电路图识图技巧与应用丛书

实用晶闸管电路

方大千 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书较系统全面地介绍了晶闸管电路及其保护电路。书中介绍的都是应用电路,实用性非常强。全书包括晶闸管触发电路和反馈电路,晶闸管开关电路和调节电路,晶闸管调压、调速电路,逆变电路和晶闸管保护电路,以及采用晶闸管技术的电焊、电解和电镀线路等五章。本书叙述通俗易懂,对每个电路,都详细地介绍了工作原理,主要元件的选择,图中元件均标明具体参数,以便于读者掌握和应用。

本书适合电气自动化专业人员、电工技师和中、高级电工阅读,也可供其他有关技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

实用晶闸管电路/方大千编著. —北京:中国水利水电出版社, 2002

(实用电气电路图识图技巧与应用丛书)

ISBN 7-5084-1196-X

I. 实… II. 方… III. 晶闸管-控制电路 IV. TN344

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 068949 号

书 名	实用电气电路图识图技巧与应用丛书 实用晶闸管电路
作 者	方大千 编著
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京密云红光印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 13.5 印张 317 千字
版 次	2002 年 10 月第一版 2002 年 10 月北京第一次印刷
印 数	0001—4100 册
定 价	37.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前言

晶闸管技术既是一门老技术,又是一门新技术。自从20世纪70年代开始至今,晶闸管普遍应用于工业自动控制及各行各业。晶闸管的容量、耐压、性能及品种也在不断发展。当今推广的变频器技术,其中离不开晶闸管。因此可以说,晶闸管技术是自动控制的基本技术,从事电气、自动化工作的人员,必须熟悉它、掌握它。

本书较系统全面地介绍了晶闸管触发电路和反馈电路,晶闸管开关电路、调节电路和慢起动电路,硅及晶闸管调压、调速电路,直流电动机、滑差电动机、力矩电动机调压、调速电路,逆变电路和晶闸管保护电路,晶闸管变流装置的抗干扰措施,以及采用晶闸管技术的电焊、电解和电镀线路等。在编写中作者充分注意了新技术在晶闸管电路中的应用。

该书作者从事电气、自动化工作三十多年,参加过许多国内外自动生产线的电气安装、调试工作,开发出多种应用晶闸管技术的自动控制设备。作者深感弄懂电子电路的工作原理对快速检修电气、电子设备和开发新产品的好处。因此在编写此书中强调阐明电路的工作原理。书中的电路经作者精心选择,类型较齐全,原理介绍准确、明了。书中的名词术语、电气图形符号和文字符号均采用新的国家标准。

协助参加本书编写工作的有鲍俏伟、郑鹏、方亚平、方欣、朱征涛、张荣亮、那罗丽和许纪秋等同志,全书由方大中高级工程师审校。

限于作者的水平,不妥之处在所难免,望广大读者批评指正。

作者

2002年10月

目 录

前 言

第一章 晶闸管触发电路和反馈电路	1
第一节 触发电路	1
一、阻容移相触发电路	2
二、三相阻容移相触发电路	6
三、单结晶体管触发电路	6
四、程控单结晶体管 (PUT) 触发电路	10
五、电容降压的单结晶体管触发电路	13
六、单结晶体管宽脉冲触发电路	13
七、单结晶体管带单稳态触发器的触发电路	14
八、移相范围宽且不受电网波动影响的单结晶体管触发电路	14
九、带晶闸管脉冲放大器的触发电路	16
十、电容充放电进行移相的晶体管触发电路	19
十一、正弦同步电压垂直控制的晶体管触发电路	20
十二、带有阻容正反馈的正弦同步电压垂直控制的晶体管触发电路	21
十三、带尖脉冲正弦波同步电压垂直控制的晶体管触发电路	22
十四、锯齿波移相的晶体管触发电路	23
十五、同步信号为三角波的晶体管触发电路	25
十六、大功率晶体管脉冲放大电路	26
十七、带脉冲分配器的触发电路	26
十八、自整角机移相触发电路	28
十九、光电耦合器触发电路	29
二十、集成触发电路	33
二十一、触发电路的输出环节	37
二十二、双向晶闸管触发电路	38
第二节 反馈电路	41
一、电动机电枢电压负反馈电路	41
二、测速机电压负反馈电路	42
三、微分负反馈电路	42
四、带双 T 滤波器的抑制振荡电路	43
五、电流截止反馈电路	44

六、反馈信号与给定信号的连接	46
第二章 晶闸管开关电路和调节电路	47
第一节 晶闸管开关电路	47
一、不用触发电路的晶闸管交流开关电路	47
二、三相晶闸管交流开关基本电路	49
三、零触发的晶闸管功率调整交流开关电路	50
四、采用零触发集成块的零触发电路	52
第二节 调节电路	57
一、给定积分电路	57
二、慢速起动器	58
三、斜波发生器	58
四、起动积分器及选择器	59
五、延时积分器	60
六、缓冲控制器	61
七、速度调节器	63
八、电流调节器	63
九、输出器	64
第三章 晶闸管调压、调速电路	66
第一节 硅及晶闸管整流调速、调压电路	66
一、常用晶闸管整流电路比较	66
二、各种晶闸管整流电路的波形及电流、电压的关系	66
三、各种整流电路的整流变压器的计算	71
四、硅整流+调压器的直流电源	72
第二节 实用晶闸管调压、调速电路	75
一、微型直流电动机晶闸管调速电路	75
二、小功率直流电动机不可逆调速电路	79
三、中小功率直流电动机可逆调速电路	84
四、电磁振动台(给料机)电路	86
五、三相整流调速电路	88
六、多用途晶闸管整流、调速电源	92
七、多单元调速系统中的位移检测器	92
八、四联半连续铸造机调速系统供电装置	96
九、炼钢电弧炉电极自动调节器性能比较	97
十、晶闸管-直流电动机式电弧炉电极自动调节器	99
十一、晶闸管-滑差电机式电弧炉电极自动调节器	102
十二、DZT-1型晶闸管-力矩电机式电弧炉电极自动调节器	105
十三、KZS10系列晶闸管半控桥式整流装置	108

十四、FKZ-I 型晶闸管半控桥式整流装置	112
十五、CYD 系列晶闸管全控桥式整流装置	116
十六、KGSA ^A -21 型晶闸管全控桥式整流装置	120
十七、滑差电机晶闸管无级调速电路	123
十八、多单元滑差电机同步运行调速系统	126
十九、同步电动机晶闸管整流励磁装置	128
二十、4kW 单相交流调压器	131
二十一、力矩电机晶闸管交流调速电路	132
第四章 逆变电路和晶闸管保护电路	138
第一节 晶闸管逆变电路	138
一、单相并联逆变器	138
二、单相串联逆变器	140
三、三相并联逆变器	142
四、三相串联逆变器	146
五、1kW 晶闸管三相逆变器	146
六、串联电感式三相变频调速电路	148
七、串联二极管式三相变频调速电路	152
第二节 整流元件及晶闸管保护	155
一、整流元件及晶闸管串、并联保护	155
二、整流元件及晶闸管的阻容保护	157
三、晶闸管过电压保护	158
四、晶闸管过电流保护	165
第三节 晶闸管变流装置的抗干扰措施	168
第五章 电焊、电解和电镀线路	171
第一节 电焊机线路	171
一、ZXG 系列整流器式直流弧焊机线路	171
二、交流弧焊机改成交直流两用弧焊机线路	173
三、采用 25kHz 晶闸管逆变器的弧焊机线路	174
四、CH-75 型氢原子焊机线路	176
五、GA-600 型氩弧焊机线路	177
六、钨极氩弧焊小功率脉冲引弧线路	179
七、CO ₂ 气体保护电磁振动电弧堆焊电源设备线路	180
八、晶闸管控制的接触式电焊机线路	182
九、脚踏式点焊机线路	182
十、用 CMOS 构成时间调节的点焊机线路	183
十一、电焊机拖动控制线路	187
十二、G-80 型空气等离子切割机线路	190

十三、晶闸管式交流弧焊机空载自停线路	191
第二节 电解、电镀电源线路	192
一、3000A/18V 三相晶闸管调压电解电源	192
二、500A/6V 单相晶闸管调压电镀电源	194
三、1500A/7V 三相晶闸管调压电镀电源	195
四、1200~6000A/10V 三相晶闸管调压电镀电源	197
五、硅整流电解、电镀电源的改进线路	197
六、单相晶闸管镀镍电源	201
七、KGDS 型单相晶闸管低温镀铁电源	201
八、KGDF-3 型低温镀铁电源	203
参考文献	207

第一章

晶闸管触发电路和反馈电路

第一节 触发电路

为了控制晶闸管的导通，必须在控制极至阴极之间加上适当的触发信号（电压及电流），完成此任务的就是触发电路。触发电路性能的好坏，对晶闸管控制系统的可靠性、稳定性、快速性，以及调节范围和精度都有很大影响。为此对触发电路提出以下要求：

(1) 触发信号应有足够大的电压和电流，保证控制特性不一样的所有合格晶闸管均能可靠触发，但又不损坏控制极。一般要求触发电压在 $4\sim 10\text{V}$ 范围内，触发电流在十几至几百毫安之间，控制极上的平均损耗应小于允许值（ 5A 元件为 0.5W ， $10\sim 50\text{A}$ 元件为 1W ， $100\sim 200\text{A}$ 元件为 2W 等）。

(2) 触发脉冲前沿要陡峭，前沿陡度视桥臂电抗而定，在 $1\text{A}/\mu\text{s}$ 至 $0.25\text{A}/\mu\text{s}$ 之间选取。

(3) 触发脉冲必须有足够的宽度，因为晶闸管的开通时间一般在 $6\mu\text{s}$ 左右，故脉冲宽度应大于 $6\mu\text{s}$ ，最好是 $20\sim 50\mu\text{s}$ ，对于电感性负载，脉冲宽度还要加长至 $330\mu\text{s}$ 以上。

(4) 不触发时，触发电路的电压应小于 $0.15\sim 0.2\text{V}$ 。为提高抗干扰能力，避免误触发，必要时，可在控制极上加不大于 5V 的负偏压，一般加 $1\sim 2\text{V}$ 的负偏压即可。

(5) 在相位控制的触发电路中，触发脉冲应与主回路电源同步，脉冲发出时间的早晚，应能平稳地移动，并具有足够宽的移相范围。

触发电路种类很多，不同的晶闸管电路，对触发电路也有不同的要求，应根据实际需要加以选择。

常用几种触发电路的性能比较见表 1-1。

表 1-1 常用触发电路的性能比较

触发电路	脉冲宽度	脉冲前沿	移相范围	调整难易	可靠性	费用	应用范围
阻容移相电路	宽	极平缓	150°	易	高	最小	适用于简单的、要求不高的晶闸管整流装置
单结晶体管	窄	极陡	160°	易	高	较小	广泛用于各种单相、多相和中小功率的晶闸管整流装置
晶体管	宽	较陡	$>180^\circ$	复杂	稍差	最贵	适用于要求宽移相范围的晶闸管整流装置
小晶闸管	宽	较陡	取决于输入脉冲的移相范围	较易	较高	较贵	适用于大功率和多个大功率晶闸管串、并联使用的晶闸管整流装置

一、阻容移相触发电路

1. 阻容移相桥工作原理

由电位器 R、电容 C 和带中心抽头的同步变压器 T 组成的桥式电路就是最简单的一种触发电路，如图 1-1 所示。它本身就包含同步电压形成、移相、脉冲形成与输出三个部分。

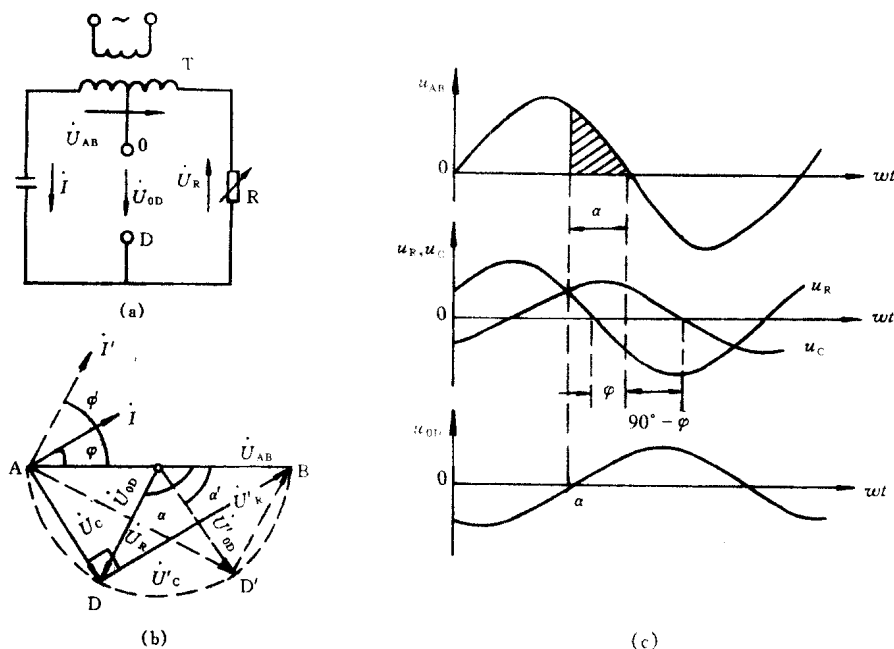


图 1-1 阻容移相桥触发电路及其矢量图

(a) 电路原理图；(b) 矢量图；(c) 电压波形图

同步变压器初级电压相位与晶闸管主电路电压相位相同，其次级有一个中心抽头 0 将次级绕组分成 0A、0B 两组作为桥路的两臂，桥路的另两臂是电阻 R 和电容 C。对角线 0D 为输出端。

工作原理：由电路可知

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_{AD} + \dot{U}_{DB} = \dot{U}_R + \dot{U}_C$$

它们的矢量关系如图 1-1 (b) 所示， u_{AB} 、 u_{OD} 、 u_R 、 u_C 波形如图 1-1 (c) 所示。从矢量图可以看出， $\dot{U}_{OD}$ 落后于 $\dot{U}_{AB}$ 一个角度 α ，当改变电阻 R 阻值时， α 也随之改变。例如，当减小 R 时，因为 $\dot{U}_R$ 与 $\dot{U}_C$ 的相位差始终等于 90° ，所以 $\dot{U}_R$ 、 $\dot{U}_C$ 的大小和方向都要随着改变（如图中的 $\dot{U}'_R$ 、 $\dot{U}'_C$ ），因此电流 $\dot{I}'$ 与电压 $\dot{U}_{AB}$ 的夹角 φ 变大，于是 α' 就减小。同时可以看出，D 一直在以 AB 为直径的半圆上移动，从而保证了 U_{OD} 在数量上永远等于 U_{AB} 的一半。如果以 $\dot{U}_{OD}$ 作为触发信号，就可以利用改变电阻 R 的大小，实现对晶闸管的移相控制。

由图 1-1 (c) 的电压波形图可知，在 α 角时晶闸管导通。

2. 单相阻容移相触发电路

单相阻容移相触发电路的特点是简单，但触发电压是正弦波，因此触发不够准确，移

相角受电网电压波动等影响较大，而且触发功率不大。

移相范围：极限范围 $<180^\circ$ ；使用范围 $<160^\circ$ ，一般为 150° 。

(1) 用变压器降压的阻容移相桥触发电路。移相桥触发电路简单，调节方便，但在移相桥直接触发的电路中，由于控制极触发电流较大，电压较低，为了保证足够的移相范围及减少移相时对角线电压的变动，必须加大电容值。这样一来会增加移相桥的重量和体积，以及功率损耗。为此，可采用变压器降压输出，电路如图 1-2 所示。这样可提高输出阻抗，减少对角线电流，使电容量得以减少。如果输出变压器有几个次级绕组，就可以同时控制几只晶闸管。

(2) 阻容移相桥-晶体管触发电路。电路如图 1-3 所示。该电路中，阻容移相桥只起移相作用，触发信号由三极管触发电路产生，这样既能减小阻容移相桥的输出电流，又能获得较好的触发信号。

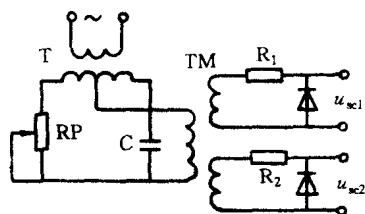


图 1-2 变压器降压的阻容移相桥电路

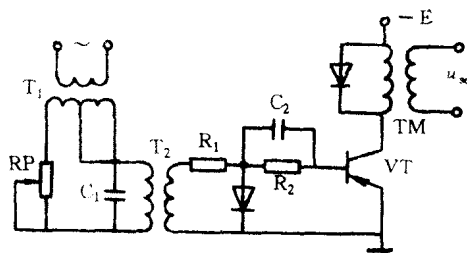


图 1-3 阻容移相桥-晶体管触发电路

(3) 用晶体管代替电位器的阻容移相桥触发电路。为了使移相能适应自动控制，需要将阻容移相桥电路中的电位器换成三极管，如图 1-4 所示。这样就可以改变三极管 VT 的基极电位（即控制信号 U_k ）来改变其集电极电流，使流过整流桥 VC 的电流也变化，这就相当于调节阻容移相桥电位器，从而达到移相的目的。

3. 单相半波阻容移相电路

电路如图 1-5 所示。调节电位器 RP，移相桥对角线输出电压 u_{od} 的相位就相应改变，于是负载 R_L 得到的整流功率也相应改变。各点的波形如图 1-5 (b) 所示。

图 1-5 中，R 为限流电阻，以限制晶闸管 V 控制极的电流；二极管 VD_1 、 VD_2 用来保护控制极免受过大的反向电压而击穿。

4. 单相全波阻容移相电路

电路如图 1-6 所示。移相原理同图 1-5，不同的是该电路采用桥式半控电路，故整流效率要提高一倍。各点的波形如图 1-6 (b) 所示。

5. 阻容移相桥的元件参数计算

移相桥的元件参数计算取决于控制极所需的触发电压及电流，以及触发信号的移相范围。在一般情况下，移相范围都较宽。为了获得适当的触发信号幅值和足够的移相范围，在直接触发时必须满足以下要求：

(1) 同步变压器次级总电压 u_{AB} 应大于 2

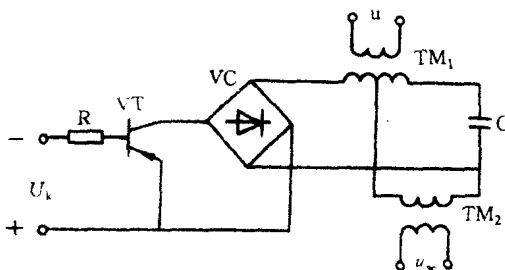


图 1-4 用晶体管代替电位器的移相桥电路

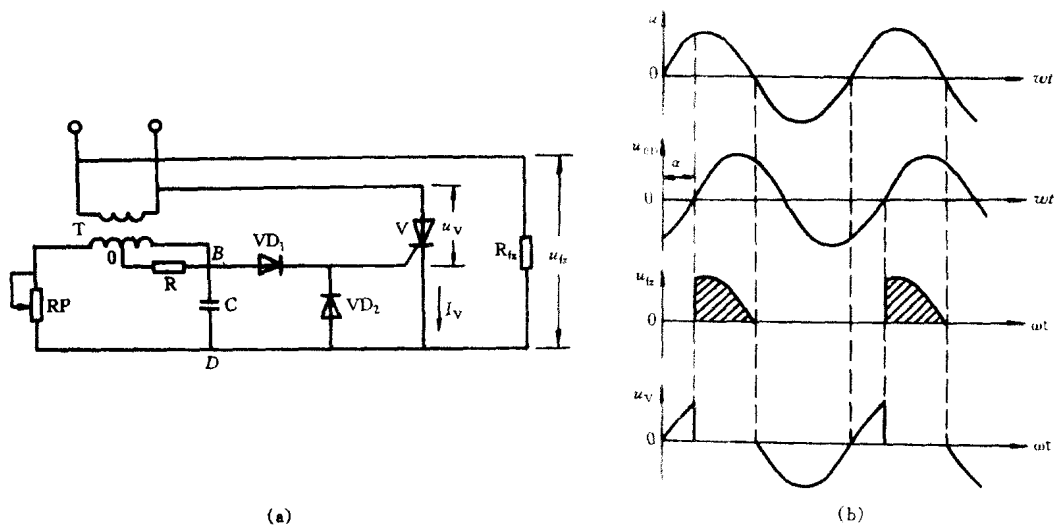


图 1-5 单相半波阻容移相电路

(a) 电路图; (b) 波形图

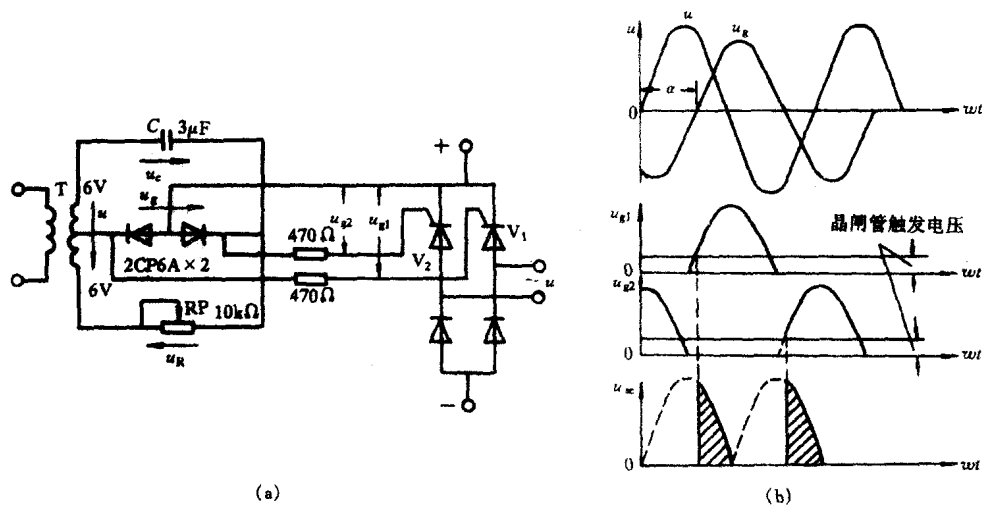


图 1-6 单相全波阻容移相电路

(a) 电路图; (b) 波形图

倍的控制极最起码的触发电压;

(2) 移相桥臂上电阻电容的电流应大于控制极最起码的触发电流;

(3) 电位器阻值应为电容器容抗的数倍以上。

移相桥电阻、电容的经验计算公式如下

$$C \geq \frac{3I_{0D}}{u_{0D}} (\mu F)$$

$$R \geq K_R \frac{u_{0D}}{I_{0D}} (k\Omega)$$

式中 u_{0D} 、 I_{0D} ——移相桥对角线电压和电流 (V、mA)；

K_R ——电阻系数，见表 1-2。

表 1-2

电 阻 系 数

输出电压调节倍数	2	2~10	10~50	50 以上
移相范围	90°	90°~144°	144°~164°	164°以上
电阻系数 K_R	1	2	3~7	7 以上

例：试计算 KP50 的阻容移相桥触发电路参数，其输出电压为 15~200V。

解：输出电压调节倍数为 13.3，取 $K_R=3$ 。

由 KP50 的产品参数查得，其最起码的触发电压为 3.5V，最起码的触发电流为 100mA。

故同步变压器次级电压应取大于 $2 \times 3.5V$ ，取 $u_{0D}=10V$ 。

取移相桥对角线电流 $I_{0D}=100mA$ ，则

$$\text{电容} \quad C \geq \frac{3I_{0D}}{u_{0D}} = \frac{3 \times 100}{10} = 30 (\mu F)$$

$$\text{电阻} \quad R \geq K_R \frac{u_{0D}}{I_{0D}} = 3 \times \frac{10}{100} = 0.3 (k\Omega)$$

故取 $C=30\mu F$ 、 $R=300\Omega$ 就能满足移相要求。

6. 其他常用单相阻容移相触发电路

(1) 可变电阻式移相电路。电路及波形图如图 1-7 所示。

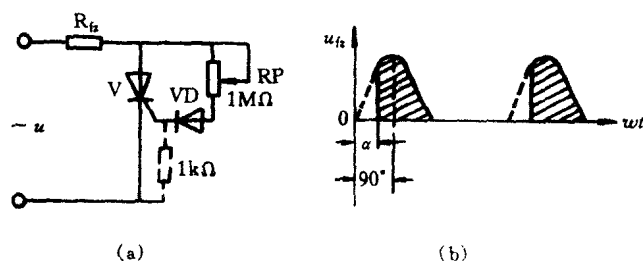


图 1-7 可变电阻式移相电路

(a) 电路图；(b) 波形图

电路特点：①简单，移相范围 $< 90^\circ$ ；②受温度影响大（指移相精度），适用于小功率、要求不高的场合。

(2) 阻容加二极管式移相电路。电路及波形图如图 1-8 所示。

电路特点：①简单，移相范围 $< 180^\circ$ ，实用范围为 170° ；②受温度影响较大，适用于小功率、要求不高的场合。

(3) 阻容加硅稳压管式移相电路。电路及波形图如图 1-9 所示。

电路特点：①简单，移相范围 $< 180^\circ$ ；②线性度较好，控制准确度较前两者好，适用于低电压，而又要求不高的电镀、电解电源等。

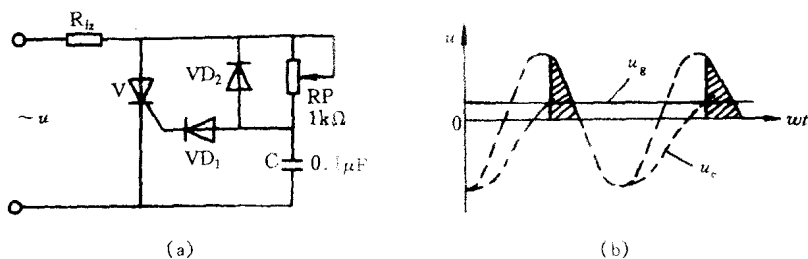


图 1-8 阻容加二极管式移相电路

(a) 电路图；(b) 波形图

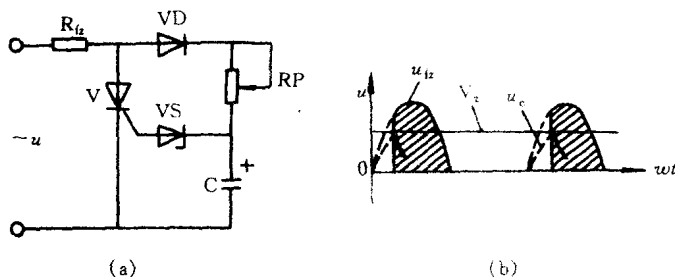


图 1-9 阻容加硅稳压管式移相电路

(a) 电路图；(b) 波形图

二、三相阻容移相触发电路

三相阻容移相触发电路能输出三相触发电压。采用三极管代替可变电阻移相，控制方便，并具有三极管脉冲整形和放大电路，触发功率可以增大。

移相范围：极限范围 $<180^\circ$ ，使用范围 $<160^\circ$ 。

应用场合：三相可控整流。应用于功率不太大，要求不太高的场合。

三相全控桥式整流电路采用阻容移相触发的电路如图 1-10 所示。

工作原理：整个电路由三个单相阻容移相电路组成。三相交流电源从同步变压器 T 输入，移相后的三相交流电从三只脉冲变压器 $TM_1 \sim TM_2$ 输出。

三个阻容移相桥产生六个相位互差 60° 、宽触发脉冲。三套移相桥共用一套三极管和整流电路，以代替移相桥上的三个电位器。当控制信号 U_k 增加时，经三极管 VT_1 放大后的集电极电流 I_{c1} 就增加，其集电极电位更负，三极管 VT_2 基极偏压更负，其集电极电流 I_{c2} 增加，即导通程度增加，也就是说 VT_2 的集-射极间的等效电阻减小，于是输出电压移相角减小。

该电路利用小晶闸管触发大晶闸管（图中未画出），而小晶闸管选用快速晶闸管，这样能提高脉冲前沿陡度，使触发较为准确。

该电路的脉冲输出相位直接受小晶闸管控制极特性（触发电压、电流，并受温度变化的影响）和电源电压波动的影响。前者容易引起各相触发不一致，造成整流电压波形不齐；后者增加了控制电路的负担。

三、单结晶体管触发电路

1. 单结晶体管弛张振荡器

由单结晶体管等组成的触发电路，又称单结晶体管弛张振荡器。单结晶体管触发电路

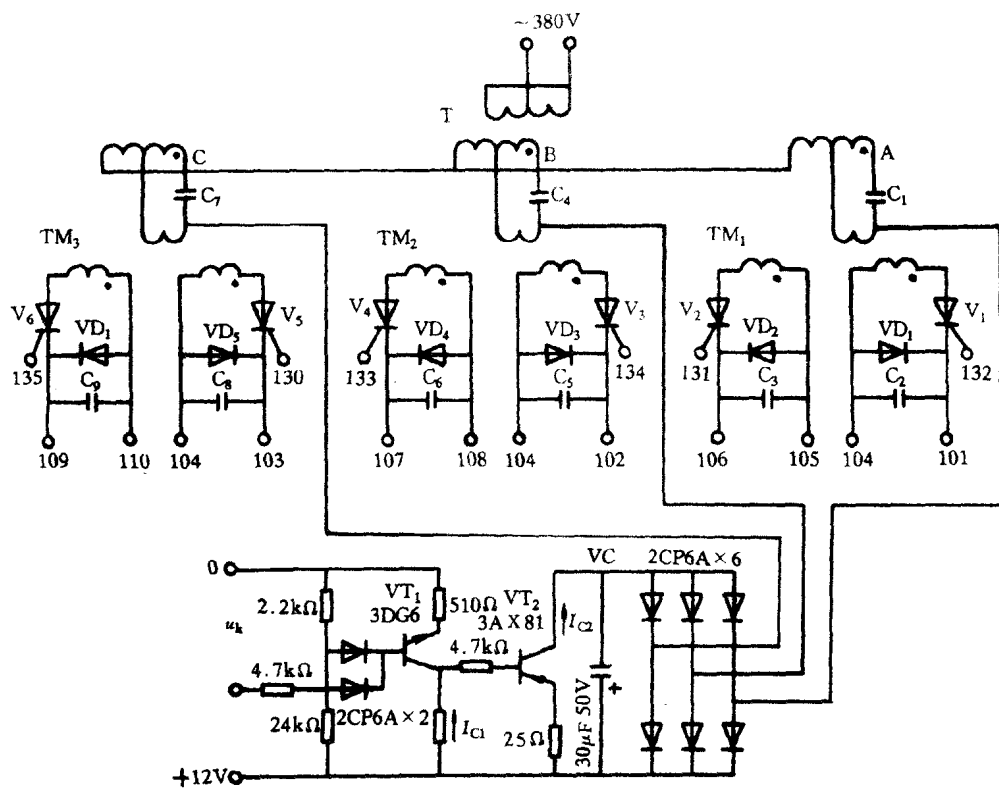


图 1-10 三相全控桥采用阻容移相触发的电路

简单易调，脉冲前沿陡，抗干扰能力强。但由于脉冲较窄，触发功率小，移相范围也较小，所以多用于 50A 及以下晶闸管的中、小功率系统中。

电路如图 1-11 所示；单结晶体管发射极特性曲线如图 1-12 所示。

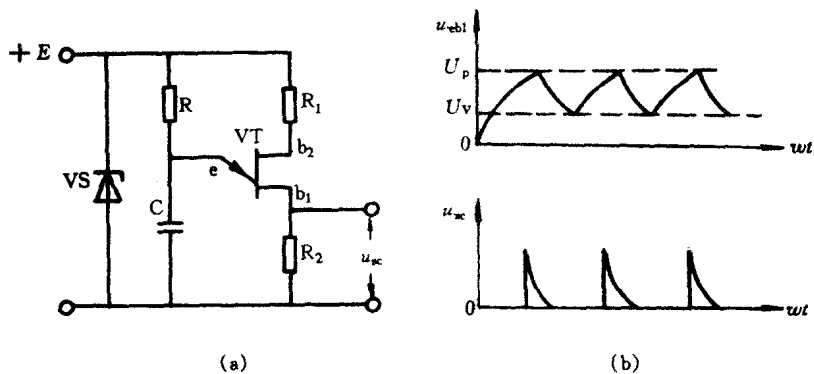


图 1-11 单结晶体管触发电路

(a) 基本电路；(b) 波形图

工作原理：接通电源后，电源电压 E 经电阻 R 向电容 C 充电，电容 C 两端电压 u_c 逐渐上升，当 u_c 上升至单结晶体管 V 的峰点电压 U_p 时，管子 $e-b_1$ 导通，电容 C 通过 $e-b_1$ 和

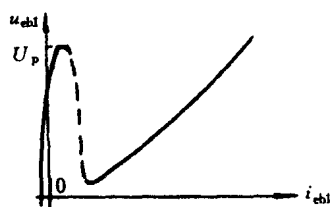


图 1-12 单结晶体管
发射极特性曲线

电阻 R_1 迅速放电, 在 R_1 上产生一脉冲输出电压。随着 C 的放电, u_c 迅速下降至管子谷点电压 V_v 时, $e-b_1$ 重新截止, 电容 C 重新充电, 并重复上述过程。于是在电阻 R_1 上产生如图 1-11 (b) 所示的一串周期性的脉冲。

采用稳压管 VS 是为了保证输出脉冲幅值的稳定, 并可获得一定的移相范围。 VS 的稳压值 V_z 会影响输出脉冲的幅值和单结晶体管正常工作。

电路各元件参数的选择:

(1) 电容 C 。 C 的容量太小, 放电脉冲就窄, 不易触开晶闸管; C 的容量太大, 会与电阻 R 的选择产生矛盾。一般 C 的选用范围为 $0.1 \sim 0.47 \mu F$, 触发大容量的晶闸管时可选大些。

(2) 放电电阻 R_1 。 R_1 的阻值太小, 会使放电太快, 尖顶脉冲过窄, 不易触发导通晶闸管; R_1 的阻值太大, 则漏电流 (约几毫安) 在 R_1 上的电压降就大, 致使晶闸管误触发。一般 R_1 的选用范围为 $50 \sim 100 \Omega$ 。

(3) 温度补偿电阻 R_2 。因为单结晶体管的峰点电压为 $V_p = \eta U_{bb} + U_D$, 其中, 分压比 η 几乎与温度无关, V_p 的变化是由等效二极管的正向压降 U_D 引起, U_D 具有 $-2mV/^\circ C$ 的温度系数。 V_p 变化会引起晶闸管的导通角改变, 这是不允许的。为了稳定 V_p , 接入电阻 R_2 , 此时基极间的电压将为

$$U_{bb} = \frac{R_{bb}}{R_1 + R_2 + R_{bb}} E$$

式中 R_{bb} ——基极间电阻 (Ω)。

R_{bb} 具有正的温度系数, 只要适当选择 R_2 的数值, 便可使 ηU_{bb} 随温度的变化恰好补偿 U_D 的变化量。 R_2 一般选用 $300 \sim 400 \Omega$ 。

(4) 充电电阻 R 。为了获得稳定的振荡, R 的阻值应满足

$$\frac{U_{bb} - V_v}{I_v} < R < \frac{U_{bb} - V_p}{I_p}$$

式中 V_v 、 V_p ——谷点和峰点电压 (V);

I_v 、 I_p ——谷点和峰点电流 (A)。

为了便于调整, R 一般由一个固定电阻和一个电位器串联而成。

振荡器的振荡频率按下式计算

$$f = \frac{1}{RC \ln \frac{1}{1 - \eta}} \quad (\text{Hz})$$

式中 R ——电阻 (Ω);

C ——电容 (F)。

(5) 分压比 η 。一般选用单结晶体管的分压比 η 为 $0.5 \sim 0.85$ 。 η 太大, 触发时间容易不稳定; 太小, 脉冲幅值又不够高。

(6) 稳压管 VS 。稳压管的稳压值 V_z 若选得太低, 会使输出脉冲幅度减小造成不触发; 选得太高 (超过单结晶体管的耐压, 即 $30 \sim 60V$, 或使触发脉冲幅值超过晶闸管控制极的

允许值, 即 10V), 会损坏单结晶体管或晶闸管。一般选用 20V 左右。

2. 单结晶体管触发电路之一

电路如图 1-13 所示。该电路的移相范围小于 180° , 一般 $150^\circ \sim 160^\circ$ 。

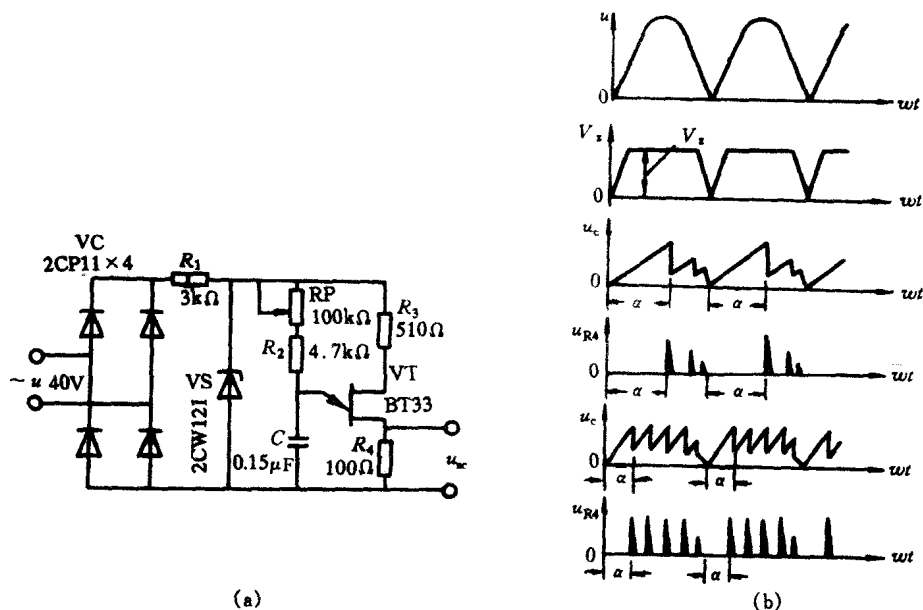


图 1-13 单结晶体管触发电路之一

(a) 电路图; (b) 波形图

工作原理: 交流正弦电压 u_1 经整流桥 VC 整流、电阻 R_1 降压、限流、稳压管 VS 削波, 得到梯形同步电压。该梯形波同步电压作为单结晶体管触发电路的电源, 并从电阻 R_4 输出一组组的触发脉冲 (每电源半周为一组), 每组的第一个脉冲使晶闸管触发导通, 后面几个脉冲对晶闸管的工作没有影响。调节电位器 RP, 可以改变电容 C 的充电速度, 因此也改变第一个脉冲出现的时间, 从而改变晶闸管导通角, 达到调压的目的。

脉冲与电源同步是这样实现的: 当梯形波电压过零点, 电容 C 的电压也为零, 因此电容每一次连续充放电的起点就是电源电压过零点, 这样就可保证输出脉冲的频率和电源频率保持一定的关系。

电源电压 u_1 影响移相范围, 可取 40~80V 左右。取得高些, 移相范围可大些, 但要加大 R_1 的阻值和功率。

3. 单结晶体管触发电路之二

电路如图 1-14 所示。由于增加了一级三极管放大电路, 所以控制性能比图 1-13 电路更加灵敏, 并可在输入端迭加其他控制信号 (如电压、电流、速度等反馈信号), 以满足系统的要求。

工作原理: 当控制信号 U_k 越大, 三极管 VT_1 的集电极电流 I_1 越大, 因而三极管 VT_2 的基极偏压越负, 其集电极电流 I_2 越大。这相当于 VT_2 的 ec 极间电阻变小, 所以电容 C_1 的充电速度加快, 使输出脉冲前移。