



Tr6B-2A 型晶闸管三相整流触发板

使用说明书

北京瑞田达技贸有限责任公司电子器件厂

地址：北京市海淀区上地信息路一号国际创业园 1 号楼 302

销售电话：010-82895337

传真：010-82895621

工厂电话：010-62405380

目 录

一、 概述.....	1
二、 工作原理.....	1
三、 技术性能与参数.....	2
四、 结构与安装.....	3
五、 接线与使用.....	3
六、 控制器典型应用接线.....	3
七、 运行前调试.....	4
八、 使用注意事项.....	5
九、 附图.....	7
附图一、触发电路板电路原理图.....	8
附图二、主要元件位置图.....	9
附图三、三相桥式全可控整流电路接线示意图.....	10
附图四、三相桥式半控整流电路接线示意图.....	11
附图五、三相带平衡电抗器双反星形整流电路接线示意图.....	12
附图六、二氧化氯发生器专用电源接线示意图.....	13

一、概 述

Tr6B-2A 型晶闸管三相整流触发板，主要用作三相桥式全控、三相桥式半控、和三相带平衡电抗器双反星形等晶闸管相控整流、直流调压装置的主要控制触发单元。在电化学、电解、电镀、电氧化等中小功率直流电源设备和冶金电加热控制设备中得到广泛应用。

触发板可以开环使用，也以闭环使用，还能与转换成标准接口信号的单片机、二次控制仪表及相应检测传感器组成闭环自动控制系统。

采用先进的同步脉冲相位自动控制锁定技术和脉冲数字逻辑组合技术，触发板输出的六路触发脉冲对称度高，抗干扰能力强；双 PI 调节器，性能良好，调节平稳，控制精度高。

触发板由开机封锁电路、稳压电路、缺相识别和保护电路、正逆相序识别电路、锯齿波形成电路，移相脉冲发生电路、锁相控制电路、脉冲列调制和功率放大电路、输入缓冲放大电路、软启动/软停机电路与过流保护等单元电路组成。

触发板结构合理、工作可靠、功能齐全；触发脉冲对称度高、输出稳定；字符标示明确、接线简单、维修更换方便。

二、工 作 原 理

1. 电路构成（详附图一）：

- 2R6-2D5-2D6-1T1 等元件组成开机闭锁电路。
- 运放 IC2-1、IC2-4，电容 2C1 等元件与板外开关组成开机软启动/软停止电路。
- 3D1-3D4，SD1-SD5 等元件组成+5V、+10V、+15V 和-15V 稳压电路。
- 运放 IC3-1、5R1 等元件组成给定电压输入缓冲电路；运放 IC3-2、6D1-6D4、5WR1、6WR1 运放 IC3-1 等元件组成交直流电压输入缓冲电路；运放 IC3-2、7D1-7D6、5WR3 等元件组成交直流电流输入缓冲电路。
- 可编程集成电路 IC1、光电耦合器 GD1-GD4 及外围元件组成正、逆相序识别电路与缺相识别和保护电路。
- 运放 IC4-4C1 等元件组成脉冲列调制电路。
- 三极管 8T3、8T4 及 8C6-8WR3 等元件组成锯齿波发生电路。
- 运放 IC2-1、8T1、8T2 等元件组成移相脉冲比较放大器。
- 运放 IC2-2、8R2、8R3、8C1、8C2 等元件组成双 PI 调节放大电路。
- 运放 IC3-3、IC5-1，IC5-2 和 7T2 等元件组成过电压、过电流保护电路。
- 集成电路 IC6 与有关外围元件组成同步相位自动控制锁定电路。
- 集成电路 IC8 与有关外围元件组成脉冲组合电路。
- 集成电路 IC7 与有关外围元件组成触发脉冲分配电路。
- 由三极管 9T1~9T6，变压器 9B1~9B6 及有关外围元件组成触发脉冲功率放大电路。

2. 开环或闭环两种运行模式。

- 开环模式：触发板可以运行于开环模式。不接电流、电压反馈信号，给定信号从外接（电流或电压调节）电位器中点，经 JP4-4 端子输入，经电压跟随器 IC3-1 隔离，送 IC2-2 比较器，与电源同频的锯齿波进行比较后控制锁相环的工作。调节给定电压可以改变 IC7 发出的六路触发脉冲移相角度，即可改变晶闸管控制的主电路输出电压或电流的大小。

- 闭环模式：

- a. 触发板接入电流或电压反馈信号，触发板可以组成自闭环稳流或稳压控制系统，详附图

三。

- b. 触发板还可以与单片机、二次调节仪表及相应检测传感器组成外闭环自动控制系统。接线及使用注意事项详见附图六。

3. DIP 开关控制功能

触发板 DIP 开关控制功能如下

- DIP1: 当开关置 off 位, 触发板具有 10S 软启动时间; 当开关置 on 位, 触发板具有 2S 软启动时间。
- DIP2: 当开关置 off 位, 触发板没有软启动功能; 当开关置 on 位, 触发板有软启动功能。
- DIP3: 开环运行置 on 位, PI 放大器处低增益; 闭环运行时置 off 位, PI 放大器处高增益。
- DIP4: 直流分流器取样时, 开关置 off 位, 电流放大器处于高增益; 交流电流互感器取样时, 开关置 on 位, 电流放大器处于低增益。

4. 过压与过流保护功能

a. 过压保护

经 6WR1 取出的过电压信号 V_g , 送运放 IC5-2 同相端, 与 6WR2 中点过压设定值 V_s 进行比较, 当 $V_g > V_s$ 时, 6T1 导通, 过压指示灯 6DF1 亮, 可控硅 7T2 导通, 触发脉冲输出指示灯 9DF1-9DF6 熄灭, 脉冲输出封锁, 继电器 7J1 吸合, 输出外控接点。

b. 过流保护

经 5WR3 取出的过电流信号 V_i , 经 IC3-3、IC3-4 缓冲放大, 送运放 IC5-1 同相端, 与 7WR1 中点过流设定值 V_s 进行比较, 当 $V_i > V_s$ 时, 7T1 导通, 过流指示等 7DF1 亮, 可控硅 7T2 导通, 将六路触发脉冲封锁; 同时, 输出继电器 7J1 吸合, 通过 JP1-1、JP1-2、JP1-3 端子输出外控接点, 可供变流装置过流故障显示或整机断电功能选用。

过流保护同时具有板内复位或外复位两种功能。

5. 缺相保护功能:

当触发板输入的三相交流电某一相出现缺相故障时, 触发板的输入缺相检测单元输出一个“1”电平, 直接封锁板上六路触发脉冲输出。

6. 外脉冲封锁功能:

外加+5V 的直流脉冲电压于 JP4-1、JP4-2 端子即可直接封锁 6 路触发脉冲输出。

三、 技术性能与参数

1. 电源: 工频, 三相 380V±10%

2. 触发脉冲特征参数如下表:

表二

脉冲性质	脉冲列调制频率	脉冲宽度	脉冲峰值电压	脉冲峰值电流
六路双脉冲列	7 KHZ	>1.6ms	7.5V±0.5V	≥600mA

3. 给定电源电压: 10V

4. 移相控制电压: 0-10V

5. 移相范围: 0-170°

6. 输入控制电压: 0-10V

7. 脉冲封锁信号: 5V

8. 软启动时间: 分 2S 或 10S 两档 (可根据用户的要求整定)

9. 软停止时间: <0.5S

10. 反馈参数

a. 直流反馈电压: DC 12V 内阻大于 5KΩ;

b. 二次电流互感器接入: AC 100mA 1KΩ;

c. 直流分流器接入; DC 75mV

以上各参数是变流装置调节至额定负载输出时所对应反馈值。

- 11. 整机功耗: <15W
- 12. 使用环境:
 - 环境温度 0-40℃;
 - 相对湿度<85%;
 - 海拔 1000 米以下;
 - 无导电尘埃、无腐蚀性、爆炸性气体的场所。
- 13. 重量: 1.0kg

四、结构与安装

1. 结构

- 一体化结构: 集电源变压器、同步变压器、触发控制电路、脉冲变压器于一体。结构紧凑, 调试容易, 接线简单。
- 电路板四周配有可插拔的接线端子, 使用维修更换方便。

2. 外形尺寸与安装尺寸

- 外形尺寸:长 238×宽 188×高 70 mm;
- 安装尺寸:长 208×宽 160mm(孔: Φ5×4);

3. 安装方式.....用户可垂直安装在变流装置或电控柜中铁制的控制盒内。

五. 接线与使用

1. 变流装置与电控柜接线

- 不同控制要求, 不同线路, 可参照附图三~附图六接线。
- 用户应按照各附图的要求, 严格接触发板六路触发脉冲标号与主电路晶闸管的对应关系接线。
- 为避免电磁干扰, 给定控制线, 取样信号线与交流电源线、直流大电流线应分开敷设。有条件时, 给定控制线和取样信号线应采用双股绞合线或屏蔽线。在取样信号对控制装置的壳体有可能产生高的直流电位时, 用户应注意选择相应耐压的屏蔽线。
- 用户若需接入交流电流反馈信号, ××/5A 交流一次互感器与 5A/100mA 二次互感器接线所用铜绝缘导线截面应不小于 1.5 平方毫米; 根据生产厂家的不同要求, 一次互感器的二次线应穿绕二次互感器 (L2a~L2b) 1 或者 2 匝; 其他控制导线截面可选 0.5-1 平方毫米。

2. 触发板的使用

- 面板给定调节电位器的阻值为 10-20K Ω。JP4-2/JP4-3/JP4-4 是其输入接线端子, 可参考各附图接线。
- 跳线插头 J1 的正确位置选择:

主电路为整流变压器组成的三相整流电路(包括三相桥式全控、三相桥式半控、或三相带平衡电抗器双反星形等晶闸管相控整流在内), 当变压器的原边绕组为△接法时, 跳线插头 J1 应插在字符”→△”一侧; 当变压器的原边绕组为 Y 接法时, 跳线插头 J1 应插在字符”→Y”一侧;
- 两输出继电器的使用

缺相或过流保护两输出继电器的接点容量为 250V/1A。若用于大容量交流接触器的线包控制, 需加中间继电器扩展后, 才能接入电路使用。
- 选用外脉冲电压封锁功能时 (接线见附图), 触发板+10V 给定电源经电阻分压后接开关 K, 当控制开关 K 闭合时, 六路触发输出脉冲封锁, 脉冲输出指示灯 9Df1-9DF6 熄灭。

六、控制器典型应用接线

1. 三相桥式全可控整流电路接线示意图：详附图三
2. 三相桥式半控整流电路接线示意图：详附图四
3. 三相带平衡电抗器双反星形整流电路接线示意图：详附图五
4. 二氧化氯发生器专用电源接线示意图：详附图六

七、运行前调试

1. 调试准备工作：

- 按附图三“晶闸管三相桥式全可控整流电路接线示意图”接线；
- 选二只 220V/500W 以上的灯泡或电炉作负载，串联后接在主电路直流输出端的正负极之间；
- 在输出端接一只量程和规格合适的直流电压表；
- 暂不接交、直流电流取样信号，（触发板开环运行）；
- 将触发板开关 DIP1 置于 OFF 位，DIP2 置于 ON 位，DIP3 置于 ON 位，将外接软启/软停开关 P2 拨至软启动位置。
- 跳线插头 J1 置于”→△”一侧位置；
- 将给定电位器按附图三接好并调回到零，即可开始整机调试。

2. 通电调试

a 合主电路电源开关 HD，接通触发板电源，触发板上电源指示灯 3DF1 亮，失相指示灯 8DF1、过流指示灯 7DF1、缺相指示灯 1DF1、过压指示灯 6DF1 熄灭；

b 测试给定电源（JP4-2 对 JP4-3 端子）电压应为 10V。调节外接给定电位器，使 JP4-4（给定输入）对 JP4-3(GND)端子的电压，可以顺时针由 0 调到+10V。

c. 调节给定电位器，使 JP4-4 对 JP4-3(GND)端子的电压回零。接通主电路电源，调节给定电位器，六路脉冲输出指示灯 9DF1-9DF6 亮；给定电压增加时，主电路输出电压应同步增加；反之，主电路输出电压应同步减小。

3. 软启动/软停机电路调试

a. 软启电路

- 触发板开关 DIP₃ 置于 OFF 位置，开关 DIP₂ 置于 ON 位置。将给定电位器调至最大值；
- 按下启动按钮，接触器 Km 吸合，主电路上电，这时从输出测量仪表或示波器上应能看到软启动时电压均匀上升的全过程。

b. 软停电路

- 软启功能检测完成后，拨动开关 P2 至软停位置。
- 从变流装置输出端所接测量仪表和示波器上，在 0.5S 的时间内应能看到软停机时电压均匀下降的全过程。

4. 过电流保护点的整定：

- 按图三接入交流或直流电流反馈信号；
- 接入交流电流反馈信号时，DIP4 置于 ON 位置（低增益）；接入直流电流取样信号时，DIP4 置于 OFF 位置（高增益）。
- 将触发板上 6WR₁、6WR₂ 顺时针调至最大；
- 调节给定电位器，增大负载电流至用户过流设定值(如 1.1 倍额定输出电流 I_e)；

- 逆时针缓慢调节电位器 $7WR_1$ 使过流保护动作, 触发板上过流指示灯 $7DF1$ 亮, 六路触发脉冲输出指示灯 $9DF1-9DF6$ 熄灭;
 - 调节给定电位器, 减小移相电压, 按复位按钮 AN_1 , 松手后, 过流指示灯 $7DF1$ 熄灭, 六路触发脉冲输出指示灯 $9DF1-9DF6$ 恢复发光。
 - 过流整定点已在出厂调试中已调整至最大值, 用户可在调试和运行中自行整定至需要值。
5. 过电压保护点的整定:
由于交、直流电压的过压整定点是不同的, 在出厂调试中已将整定点调至最大值, 用户在调试和运行中, 需调节 $6WR2$ 至用户所需整定值。
6. 外脉冲封锁功能检查
- 根据图三接入脉冲封锁开关 K ;
 - 短接开关 K , 触发板上六路触发脉冲被封锁, 输出指示灯 $9DF1-9DF6$ 熄灭, 主电路输出为零。
 - 断开开关 K , 触发脉冲封锁解除, 输出指示灯恢复发光, 主电路输出恢复正常。
7. 输出限幅整定
将给定电位器调至最大 (出厂时已至最大值); 调节触发板上 $8WR1$, 使主回路输出电压达到用户所需整定值。
8. 稳压运行试验
接入直流电压负反馈信号 U_f , 开关 $DIP3$ 置于 Off 位置, 使触发板处闭环运行模式; 开关 $DIP4$ 置于 ON 位置, 仔细调节触发板上电位器 ($5WR1$) 和给定调节电位器, 达到用户稳定电压值要求。
9. 稳流运行试验
- a. 稳流运行时, 通过分流器接入直流电流负反馈信号, 开关 $DIP4$ 置于 Off 位置;
 - b. 或通过市售 $\times\times/5A$ 交流电流互感器和 $5A/100mA$ 二次电流互感器接入交流电流反馈信号, 开关 $DIP4$ 置于 ON 位置;
 - c. 仔细调节电路板上电位器 ($5WR3$) 和给定调节电位器, 达到用户所需稳定电流值要求。
10. 高、低增益运行
闭环方式主要用于设备开环调试完毕后的试运行和正式运行。当开关 $DIP3$ 置“ON”位, 双 PI 调节器处于低增益状态, 电路稳定, 不易自激, 但调节精度低; 当开关 $DIP3$ 置“OFF”位, 双 PI 调节器处于高增益状态, 调节精度较高, 系统稳定性会变差; 如果整机布线不当, 或者调试中引入的负反馈过强或过弱有可能会引起设备出现低频震荡。用户可根据各自的具体情况决定选用。

八、使用注意事项

1. 反馈信号的接入
- 直流电流反馈:
开关 $DIP4$ 置于 OFF 位置, 主电路中分流器经 $JP5-2$ 、 $JP5-6$ 端子接入, 接线时, 应注意电流取样信号的极性, 接线详附图三。
 - 交流电流反馈:
请用户选用市售标准 ($\times\times\times A/5A$) 一次电流互感器与 ($5A/100mA$) 二次互感器。接线时, 一次互感器输出的 $5A$ 线, 根据各生产厂家的不同要求, 在二次互感器上穿绕 1 或者 2 匝, 其二次互感器输出信号从 $JP5-3/JP5-4/JP5-5$ 端子接入触发板使用 (接线参见附图五)。
 - 直流电压反馈信号:
接直流电压反馈时, 直流输出回路经 R_f 和 R_o 两分压电阻降压后从控制器 $JP5-1$ 、 $JP4-3(GND)$ 端子接入 (接线参见附图三)。

直流电压反馈电阻 R_o 可取 $1K\Omega$ ，功率为 $1W$ 。

直流电压分压电阻 R_f 的阻值的计算：

$$R_f = (V_o \div 15) - 1 \text{ (K}\Omega\text{)}$$

V_o 为直流额定输出电压，单位为 V 。

常用直流输出电压 V_o 与分压电阻的对应关系如下：

V_0	12	15	18	24	36	48	60	75	90
R_f	0	0	200Ω	620Ω	$1.5K$	$2k$	$3K$	$3.9K$	$5.1K$
V_0	110	150	180	220	280	320	360	440	
R_f	$6.2K$	$9.1K$	$12k$	$15k$	$18K$	$20k$	$24K$	$27K$	

直流电压分压电阻 R_f 的功率可以按每 $K\Omega/0.5W$ 估算。

- 在同一时间交流电流取样和直流电流取样只能接入其中一种；交流电压取样和直流电压取样也只能接入其中一种，不用的端子可空置不接线。

2. 双 PI 调节放大器增益的选择

设置触发板开关 DIP_3 的不同位置,可以选择双 PI 调节放大器的增益。当开关 DIP_3 置于“ON”位时，调节器处低增益状态，系统较稳定但调节精度低；开关 DIP_3 置于“OFF”位时，调节器处高增益状态，系统调节精度高，但有时会引起振荡，用户可根据不同情况决定选用。

3. 变流装置的软启动

电路板上的开关 DIP_2 置于 ON 位，控制器具有开机软启动功能。当控制不需要开机软启动功能时，可将开关 DIP_2 置于 OFF 位，但要求每次关机前须将给定电位器回零。选用开机软启动功能时能在很大程度上有效避免开机引起的电压和电流的冲击。

4. 晶闸管保护元件的选用

- 阻容吸收元件的选用

在三相变流装置中，如果晶闸管是接在交流 $220V$ 或 $380V$ 的电路中使用，需在晶闸管两端接入过电压阻容吸收电路。

选用阻容元件经验数据如下（供参考）：

晶闸管的额定电流	10A	20A	50A	100A	200A	500A	1000A
电 容	0.1μ	0.15μ	0.22μ	0.25μ	0.5μ	1μ	5μ
电 阻	100Ω	80Ω	40Ω	20Ω	10Ω	5Ω	2Ω

注：①电容：无极性电容；耐压一般选用晶闸管的正向转折电压的 $1.2\sim 1.5$ 倍。

②电阻功率计算公式为： $P_x = F * C * U_m^2 \times 10^6$ (W)

P_x : 电阻功率 (W)

F : 电源频率 50HZ

C : 电容容量 (μF)

U_m : 电路峰值电压 (V)

- 快速熔断器的选用

在触发板中，虽然设计了过流保护电路，但是由于晶闸管的过电流能力比一般电子元件差很多，加上各个用户的控制要求和和使用对象的各不相同，建议用户在晶闸管桥臂上串联快速熔断器。为了保证使用可靠和选用方便，非冲击性负载，用户快速熔断器一般选用额定电流 $I_{rd} = I_{(AV)}$ ，即 $1000A$ 的晶闸管选用 $1000A$ 的快熔 (I_t 为晶闸管正弦半波的平均值)。

5. 负载电流的选用

晶闸管通过交流电，必须在每一个周期的正负半波对门极触发一次，只有晶闸管中通过的电流大于晶闸管的擎住电流，去掉触发脉冲后，才能维持元件继续导通。调试时如果不带负载或所带的负载太小，通过晶闸管的电流有可能小于其擎住电流，变流装置是不能正常工作的。考虑到元件参数的离散性，设备调试时，如果最高输出电压为三相 $380V$ 时，可选用三个大于

300W 的灯泡或电炉（Y 形接法）作临时负载；低压大电流的变流设备，需选用 $>1A$ 电流的阻性负载，设备才能正常工作。

6. 强腐蚀环境中的使用

如变流设备在强酸环境中使用，触发电路板单元应安装于铁板全封闭结构中，以防止电路板被腐蚀损坏。

7. 负载的使用

带感性负载时，当控制角 α 调到小于或等于负载功率因素角 ϕ 时，晶闸管就工作于全导通，引起变流设备输出失控。这是在调试运行中必须要注意避免的。三相晶闸管可控整流电路接感性负载时，除应在负载两端并接续流二极管外，可以调节触发板限幅电位器 **8WR1**，限制控制角 α ，避免失控现象发生。

8. 三相电源相序

a. 用户接线正确（且跳线插头 **J1** 位置设置正确）时，调节给定电位器，主电路输出端所接的电流或电压表指示从零逐渐平滑上升、无间断或跳跃现象；而在示波器上正弦波波形的导通角从零向全导通的方向逐渐上升，三相均匀变化，没有缺相现象，表明相序正确，否则说明接线相序对应关系不对。

b. 触发板设有正逆相序自动识别电路，板内脉冲组合分配电路能根据电源进线的相序，自动调整六路触发脉冲的触发顺序，故采用本触发板作主控单元的变流装置，对进线电源无按相序接入要求。

9. 过电流故障的恢复

短路或过电流故障发生，用户应立即断开电源，将调节电位器回零，仔细检查并找出故障原因后，才能按复位按钮，恢复设备正常运行，以免扩大故障。

10. 电流或电压的稳定精度

一个整流装置的电流或电压的控制、稳定精度，不仅决定于触发板中的双 **PI** 调节器的控制调节精度，还由以下几个方面的因数决定：

a. 接入触发板的电流或电压负反馈值的大小

负反馈量增大，双 **PI** 调节器的增益和调节作用降低；负反馈量减小，调节器的增益变大容易引起自激，影响装置的稳定性。

b. 整流变压器负载特性及二次电压 U_2 的高低

- 变压器铁心选择如果偏小，负载特性不好，影响装置的控制调节精度。
- 变压器二次电压 U_2 过高，负载特性好，整流器输出的高次谐波和波形畸变增大；
- 二次电压 U_2 过低，晶闸管完全导通后，输出的电压或电流值可能会达不到额定值要求；。

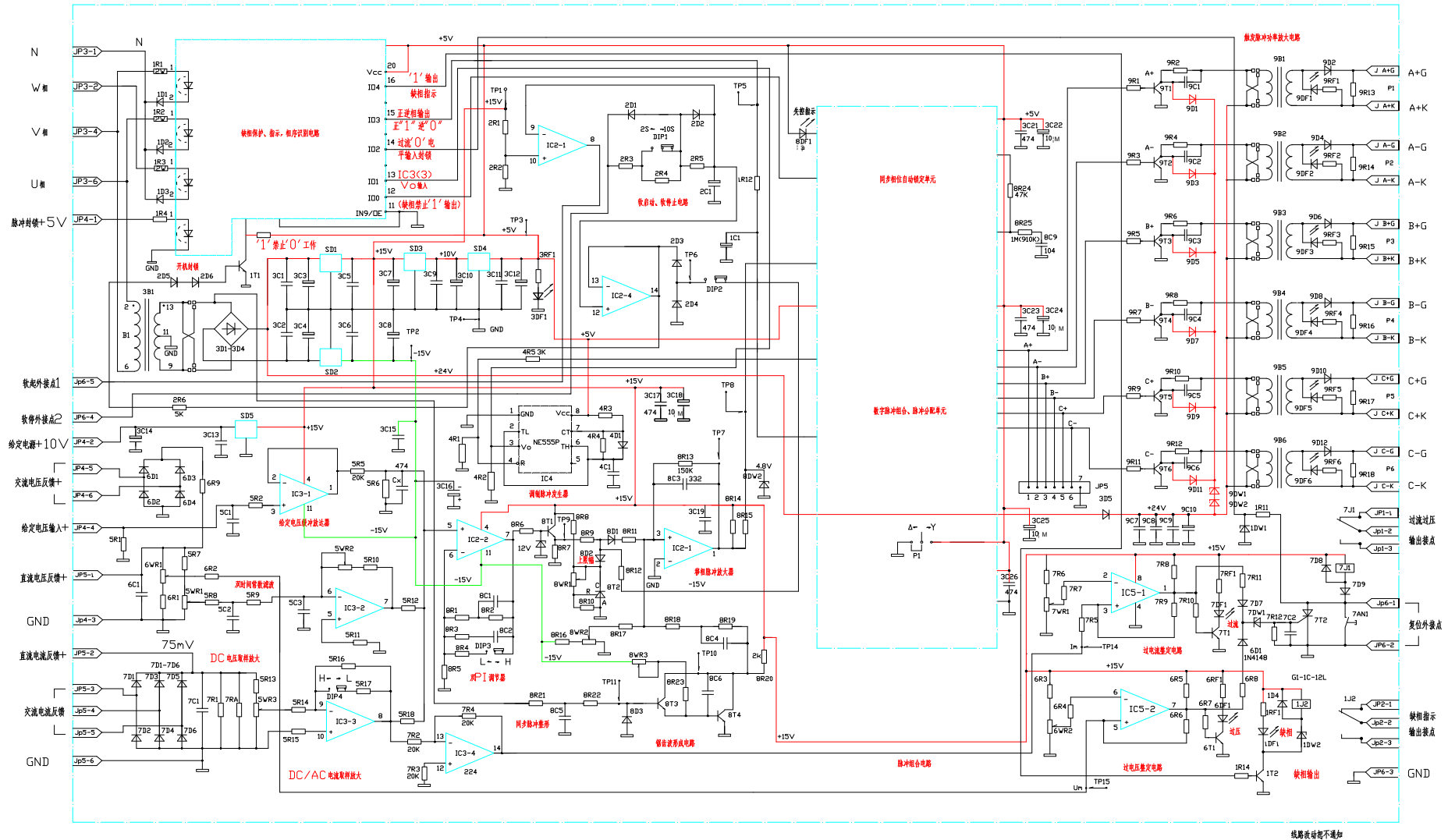
c. 装置额定输出时晶闸管的控制角是否合适

晶闸管的控制角如果过小，低市电电压时装置容易失控；晶闸管的控制角太大，整流器输出的高次谐波和波形畸变增大。

以上几点，用户在设制整流装置时应予以重视。

九、附 图

Tr6B-2A 型三相晶闸管触发电板电路原理图



线路仅供参考

