



Tr6K-2 型晶闸管三相开环移相控制触发板

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.....	2
五、 接线与使用.....	2
六、 控制器典型应用接线.....	3
七、 运行前调试.....	3
八、 使用注意事项.....	5
九、 附图.....	6
附图一 触发电路板电路原理图.....	7
附图二 主要元件位置图.....	8
附图三 三相桥式全可控整流电路接线示意图.....	9
附图四 三相桥式半控整流电路接线示意图.....	10
附图五 三相带平衡电抗器双反星型整流接线示意图.....	11
附图六 晶闸管反并联三相交流调压接线示意图一（变压器原边调压）.....	12
附图七 晶闸管反并联三相交流调压接线示意图二（电阻性负载调压）.....	13

一、概 述

Tr6K-2 型触发电路板，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型等晶闸管相控整流、直流调压装置以及采用晶闸管反并联组成的三相交流调压装置的控制触发单元。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。

触发板一般开环使用，也可以与能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，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/软停止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 IC2-2、IC2-3，电容 2C1 等元件与板外开关组成开机软启动/关机软停止电路。
- 3D1-3D4，SD1-SD5 等元件组成+5V、+10V、+15V 和-15V 稳压电路。
- 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 IC3-4C1 等元件组成脉冲列调制电路。
- 三极管 5T3-5T4 及 5C8-5WR3 等元件组成锯齿波发生电路。
- 运放 IC2-4、IC7 和 SCR 等元件组成过电流保护电路。
- 运放 IC8-1，可调电阻 9WR2 及外围元件组成 4-20mA/0-10V 转换电路。
- 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 8T1~8T6，变压器 8B1~8B6 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 JP4-5 端子输入，经电压跟随器 5T1 隔离，送 IC2-1 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：触发板与单片机、二次调节仪表及相应检测传感器可以组成闭环自动控制系统。

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，触发板具有软停机功能；当开关置 on 位，触发板无软停机功能。
- DIP2：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。
- DIP3：当开关置 on 位，触发板具有软启动功能；当开关置 off 位，触发板无软启动功

能。。

- **DIP4:** 直流分流器取样时, DIP 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, DIP 开关置 on 位, 电流放大器处于低增益。

4. 过流保护与外脉冲封锁功能:

- 经 IC2-4 放大隔离后的过电流信号, 与 6WR2 的过流设定值比较后输出高电平, SCR 导通, 将六路触发脉冲输出封锁, 过流指示灯 6DF1 亮, 同时通过 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。

- 外加+5V 的直流脉冲电压于 JP4-1、JP4-2(GND1)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. 输入控制电流: 4-20mA

8. 脉冲封锁信号: 5V

9. 软启动时间: 分 2S 或 10S 两档 (可根据用户的要求整定)

10. 软停止时间: <0.5S

11. 整机功耗: <15W

12. 适用环境: 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~附图七接线。

- 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取样信号， $\times \times / 5A$ 交流互感器与 $5A/100mA$ 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，其他控制线截面可选 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 $10-20K \Omega$ 。JP4-3/JP4-4/JP4-5 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:

- a. 主电路无变压器或主电路为晶闸管反并联三相交流调压时，跳线插头 J1 应插在字符“ $\rightarrow Y$ ”一侧(与负载接法无关)。
- b. 主电路为变压器组成的三相整流(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)电路，当变压器的原边绕组为 Δ 接法时，跳线插头 J1 应插在字符“ $\rightarrow \Delta$ ”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“ $\rightarrow Y$ ”一侧。

● 触发板指示灯

触发板设有“电源”、“失相”、“缺相”、“过流”和六个脉冲输出指示灯，以显示触发板的工作状态。触发板工作正常时，“电源”指示灯亮；工作异常时，“失相”指示灯亮。当触发脉冲正常时，六路脉冲输出指示灯 8DF1-8DF6 亮。

● 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 $220V/1A$ 。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。

● 外脉冲电压封锁功能

选用外脉冲电压封锁功能时，若触发板+10V 给定电源经电阻分压后参与控制，端子 JP4-2 (GND1) 与 JP4-4 (GND) 应用铜绝缘导线短接；如封锁脉冲电压采用独立电源供电，则接线端子不用导线短接。

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. 三相桥式半可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. 晶闸管反并联三相交流调压电路接线示意图一（变压器原边调压）：详附图六
5. 晶闸管反并联三相交流调压电路接线示意图二（电阻性负载调压）：详附图七

七、运行前调试

1. 调试准备工作：

- a. 按附图七晶闸管反并联三相交流调压接线示意图二接线；
- b. 主电路输出端，选三只 $220V/300W$ 以上的灯泡或电炉作负载，星形接法；
- c. 在晶闸管输出端 A~B 相线间接一只 $0-450V$ 交流电压表；
- d. 暂不接交、直流电流反馈信号；
- e. 将触发板开关 DIP1 置于 OFF 位，DIP2 置于 OFF 位，DIP3 置于 ON 位，将外接软启/软停开关 P2 拨软启动位置；

- f. 跳线插头 J1 置于“→Y”一侧位置;
 - g. 将给定电位器按附图七接好并调回到零, 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 5DF1、过流指示灯 6DF1、缺相指示灯 1DF1 熄灭;
 - b. 测试给定电源 (JP4-3 对 JP4-4 端子) 电压应为 10V。调节外接给定电位器, 使 JP4-5 (给定输入) 对 JP4-4(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 JP4-5 对 JP4-4(GND)端子的电压回零。按下启动按钮, 接触器 Km 吸合。接通主电路电源, 调节电位器, 六路脉冲输出指示灯 8DF1-8DF6 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。
 - d. 按下停机按钮, 主电路断电, 输出仪表电压指示为 0。
3. 软启动/软停止电路调试
- a. 软启电路
 - 触发板开关 DIP₃ 置于 ON 位置, 开关 DIP₂ 置于 OFF 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, 主电路再次上电, 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:
- a. 按图七接入交流电流取样信号 (或在设制直流电源时, 可按图三从分流器接入直流电流取样信号);
 - b. 接入交流电流取样信号时, 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)。
 - c. 将触发板上 6WR₁、6WR₂ 顺时针调至最大;
 - d. 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);
 - e. 逆时针缓慢调节电位器 6WR₂ 使过流保护动作, 触发板上过流指示灯 6DF1 亮, 六路触发脉冲输出指示灯 8DF1-8DF6 熄灭;
 - f. 调节给定电位器, 减小移相电压, 按复位按钮 AN₁, 松手后, 过流指示灯 6DF1 熄灭, 六路触发脉冲输出指示灯 8DF1-8DF6 恢复发光。
 - g. 过流整定点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. 外脉冲封锁功能检查
- a. 根据图七接入脉冲封锁开关 K;
 - b. 短接开关 K, 触发板上六路触发脉冲被封锁, 输出指示灯 8DF1-8DF6 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。
6. 输出限幅整定
- a. 将给定电位器调至最大;
 - b. 调节触发板上 5WR1, 使主回路输出电压达到用户所需整定值。
7. 4-20mA/0-10V 转换整定
- 将二次仪表输出的 4-20mA 信号正极接至触发板 JP4-6 端子, 负极接至 JP4-4 端子, 用导线将 JP5-1 与 JP4-5 短接, 调节二次仪表模拟量输出, 触发板应能完成对变流装置的跟踪控制。

八、使用注意事项

1. 取样信号的接入

变流装置如需设置过流保护，可按附图三接入电流取样信号。

- 直流电流取样：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，接线详见附图三。
- 交流电流取样：请用户选用市售标准 BH0.66-30/5A 电流互感器与 5A/100mA 二次互感器串联后，从 JP5-3/JP5-4/JP5-5 端子接入触发板使用（接线参见附图五）。
- 在同一时间交流电流取样和直流电流取样只能接其中一种，不用的端子可空置不接线。

2. 变流装置的软启动

电路板上的开关 DIP₃ 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 DIP₃ 关置于 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。

3. 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	0.1 μ	0.15 μ	0.22 μ	0.25 μ	0.5 μ	1 μ	5 μ
电 阻	100 Ω	80 Ω	40 Ω	20 Ω	10 Ω	5 Ω	2 Ω

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 1.2~1.5 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)，该电压是指电源电压外的浪涌电压，按经验，一

般定为电源电压有效值的 3 倍。

● 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 $I_{rd} = I_{t(AV)}$ ，即 500A 的晶闸管选用 500A 的快熔 (I_t 为晶闸管正弦半波的平均值)。

4. 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，一般输出电压最大值为三相 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。

8. 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。

9. 感性负载的使用

● 晶闸管三相交流调压接电感性负载或通过变压器接电阻性负载时，应防止由于正负半波移相不对称而造成输出交流电压中出现较大的直流分量，从而引起过电流，损坏晶闸管和

变流设备。使用中要注意两点：第一，晶闸管的门极触发参数须配对使用；第二，调试中应检查正负半波晶闸管触发导通角的对称。

● 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。为了避免失控，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 5WR1，限制控制角 α ，避免失控现象发生。

● 选择在三相整流变压器原边进行晶闸管三相交流调压方案时，为减小开机铁心线圈激磁涌流的冲击，变流装置可采用以下两个解决方法：

- a. 设置软启动/软停机功能,接线详见各附图。
- b. 设置铁心线圈预消磁电路（略）。

7. 三相电源相序

a. 用户应严格按照各附图中触发板输出六路触发脉冲的标号与主电路晶闸管的相序对应关系接线；相序接线正确（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。

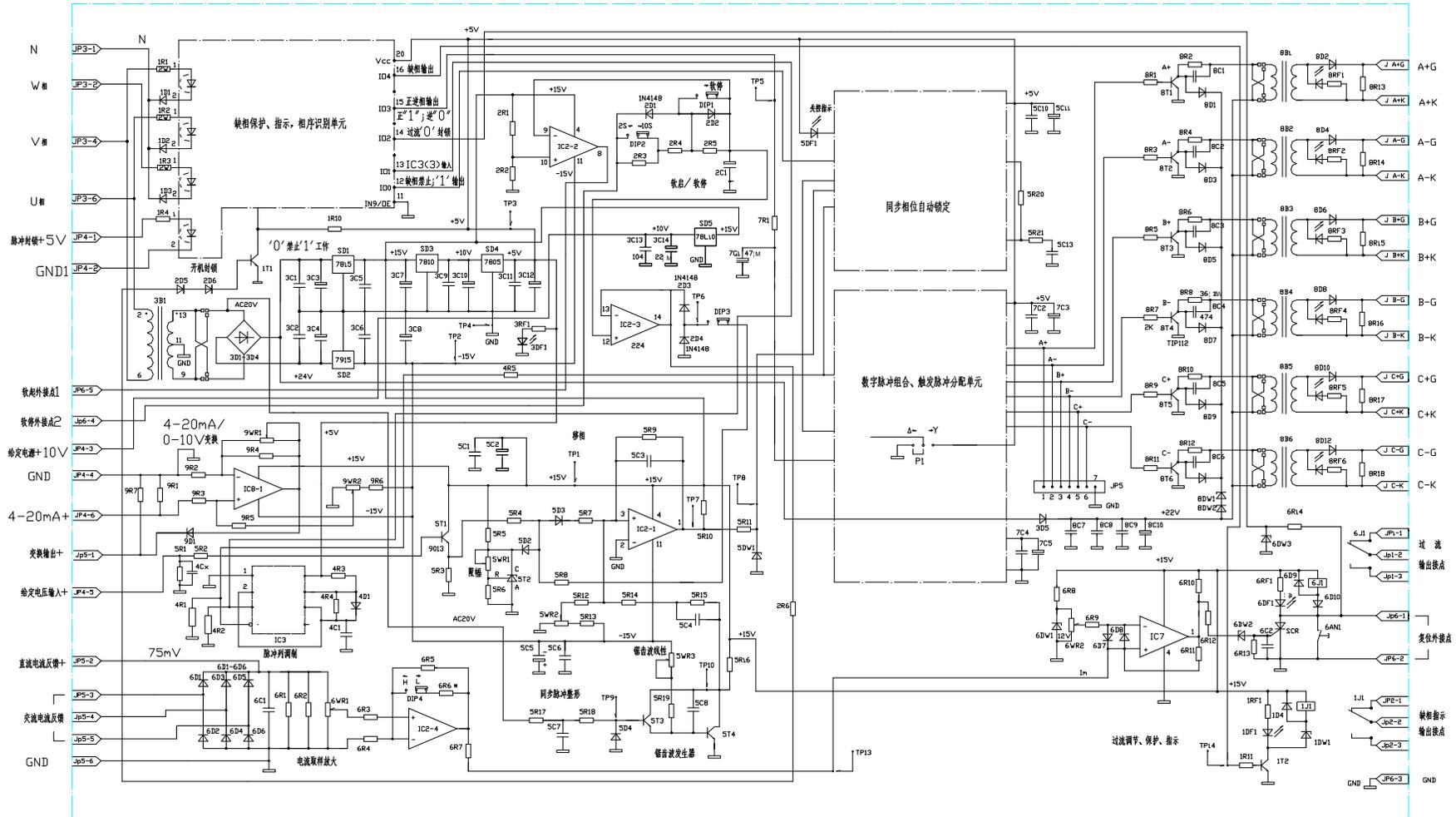
8. 过电流故障的恢复

短路或过电流故障发生，应立即停电，将调节电位器回零，用户应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。

九、附 图

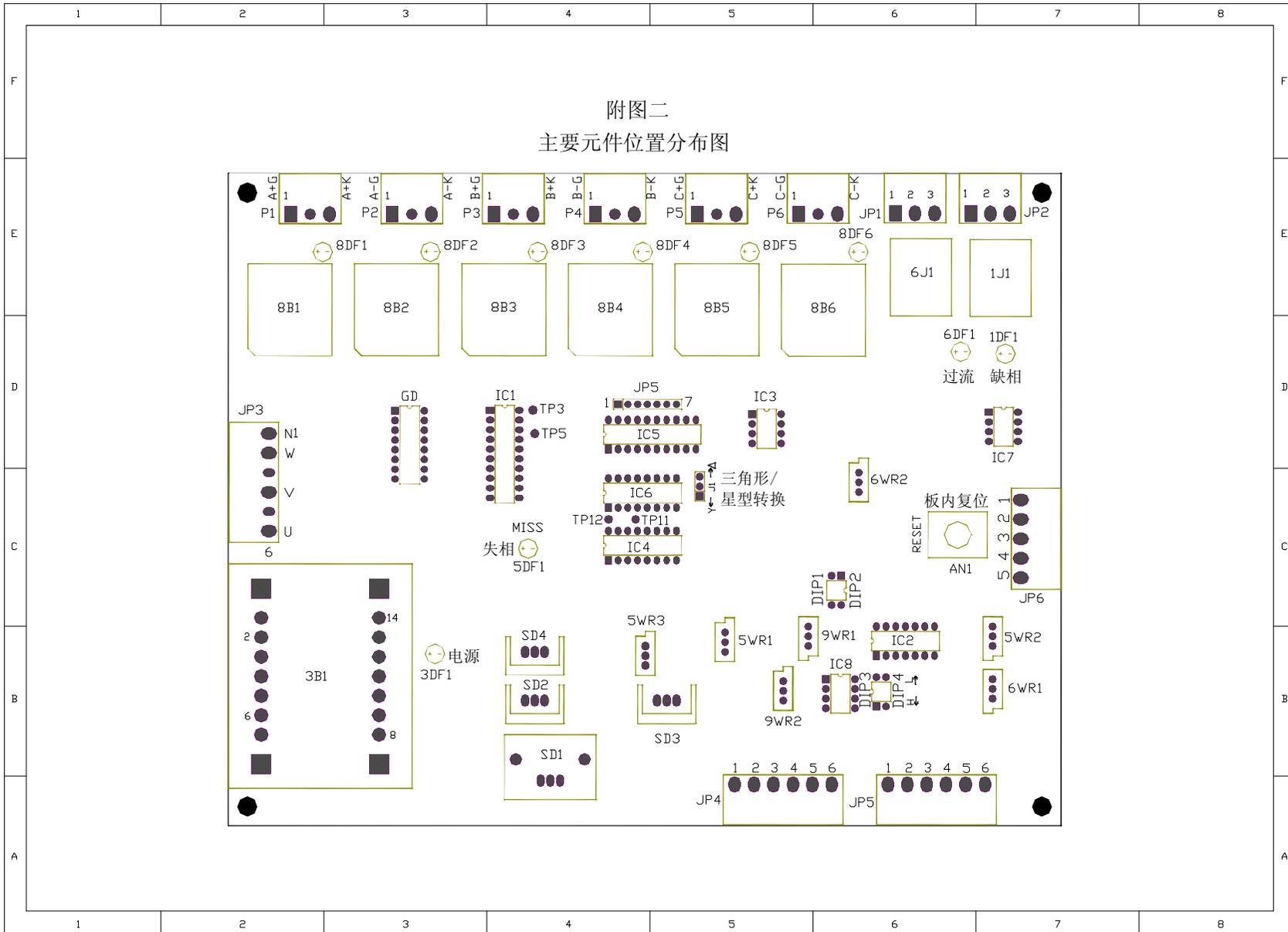
附图一

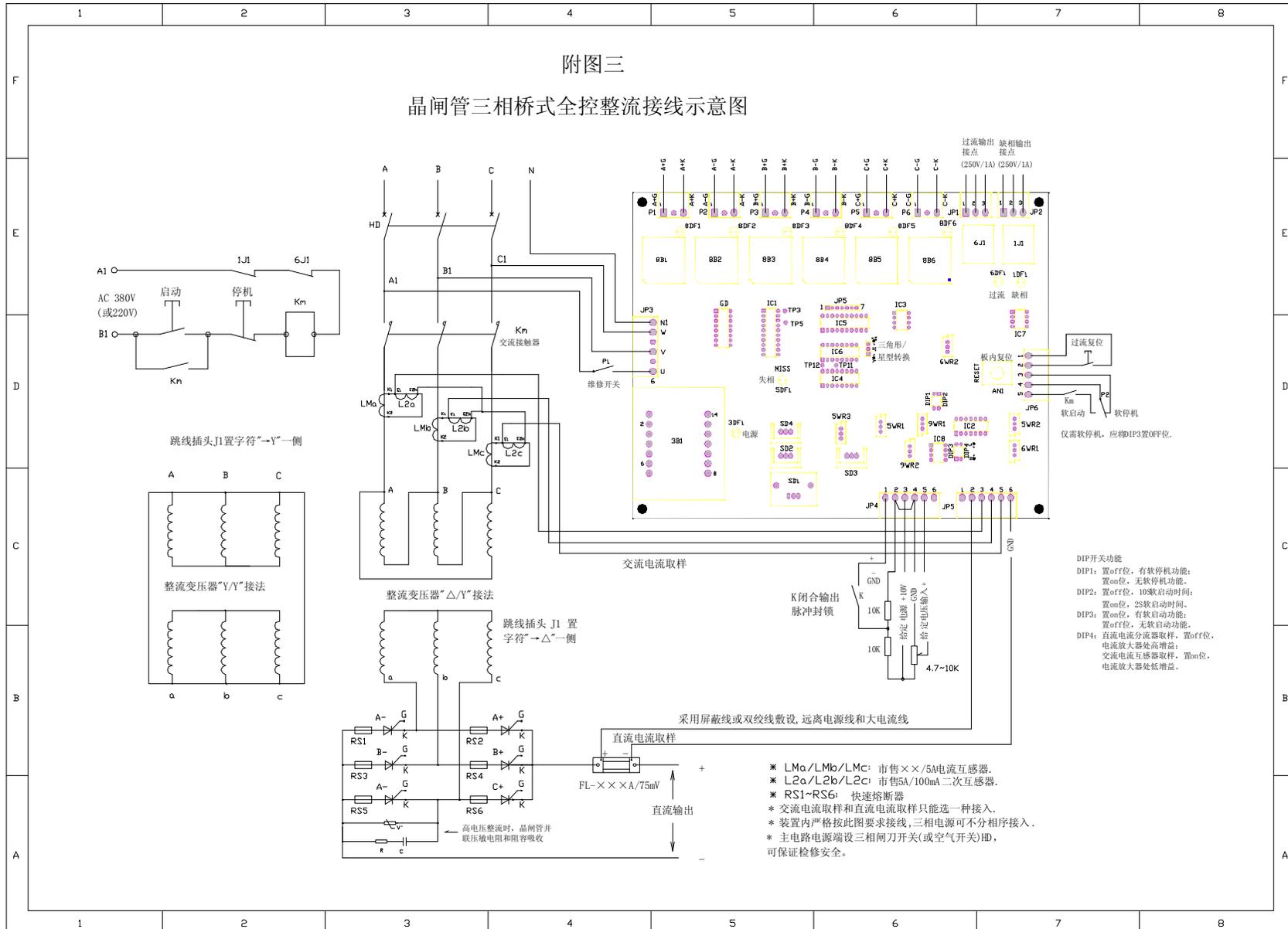
Tr6K-2 型三相晶闸管移相触发板电路原理图

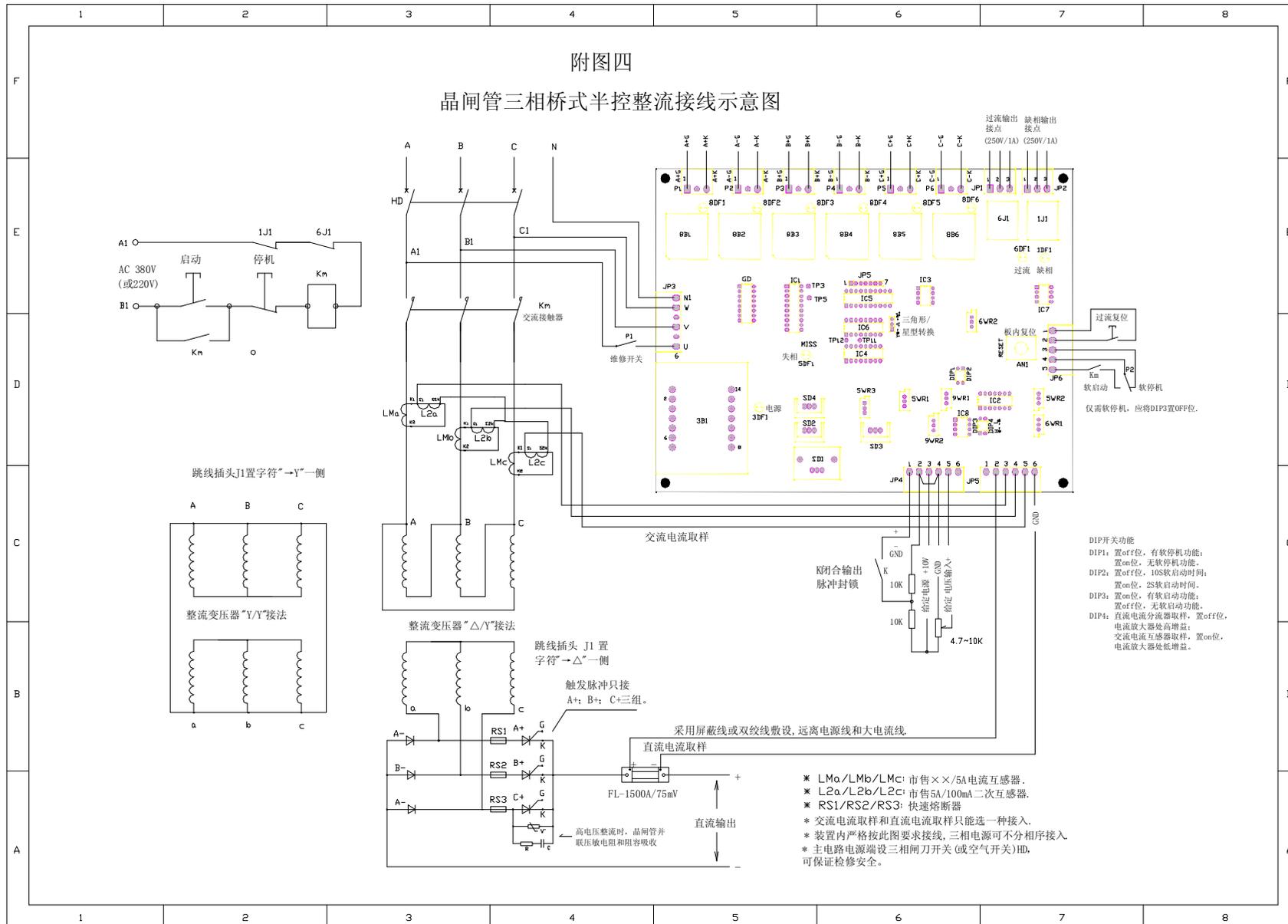


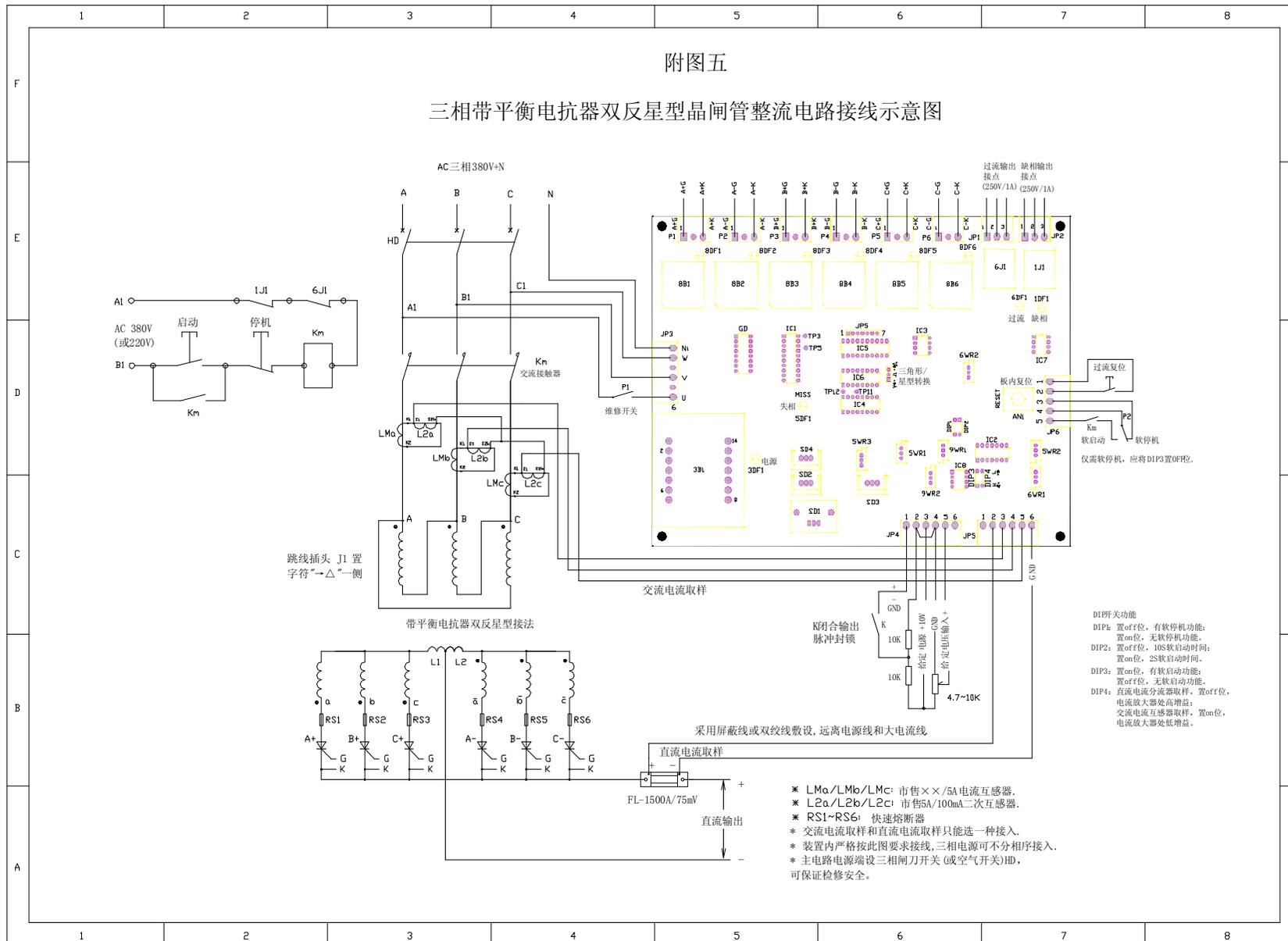
线路更改，恕不通知

附图二
主要元件位置分布图



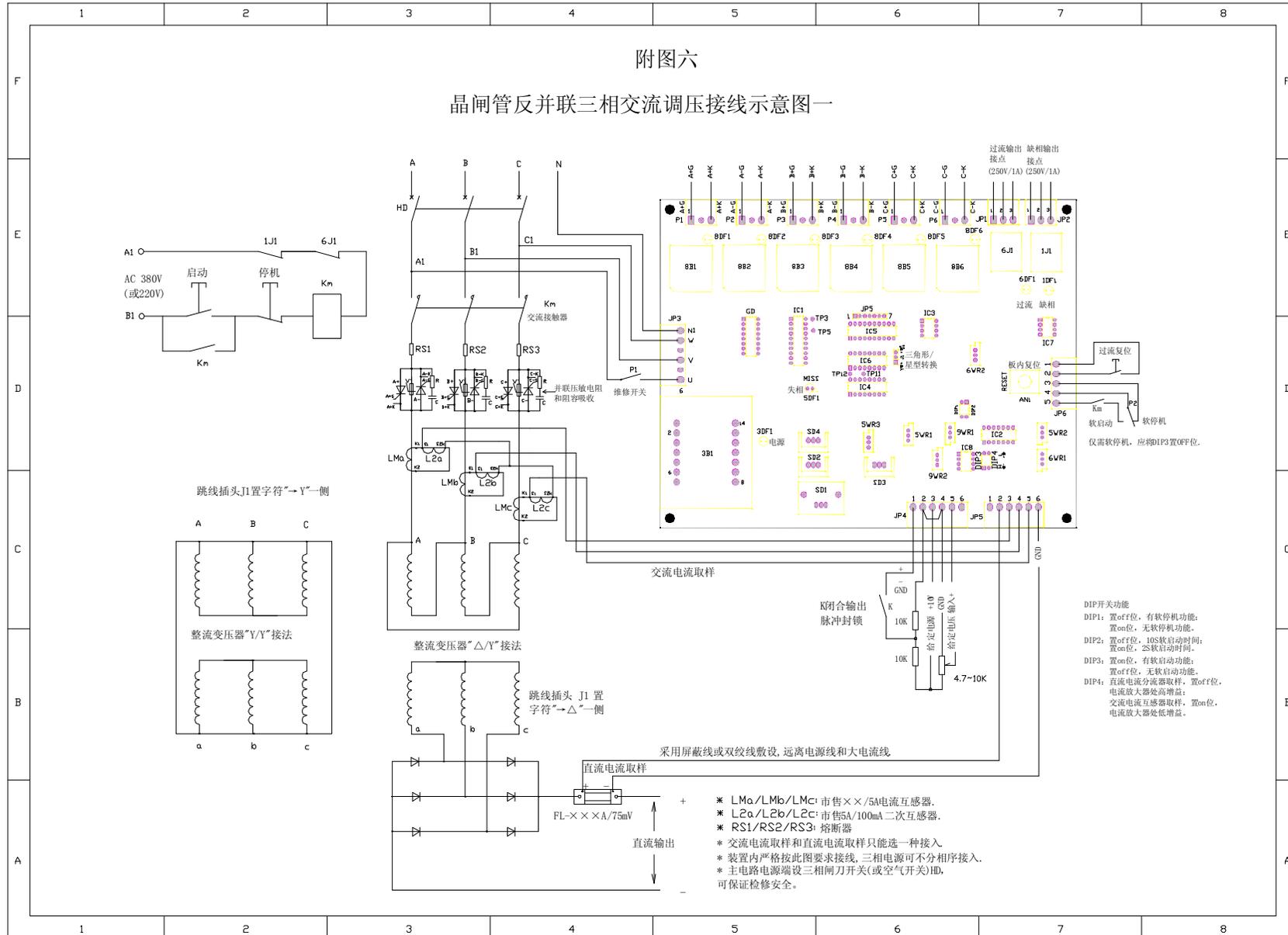






附图六

晶闸管反并联三相交流调压接线示意图一



附图七

晶闸管反并联三相交流调压接线示意图二

