

辽 宁 工 业 大 学

电力电子技术课程设计〔论文〕

题目： 串联多重12脉可控整流电路〔440 V / 200 A〕

院〔系〕： 电气工程学院

专业班级：

学 号：

学生姓名：

指导教师：

起止时间： 2023-12-24至2023-1-3

课程设计（论文）任务及评语

院（系）： 电气工程学院

教研室： 电气

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |  |      |  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|------|--|
| 学 号        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 学生姓名 |  | 专业班级 |  |
| 课程题目       | 串联多重12脉可控整流电路〔440V / 200A〕                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |  |      |  |
| 课程设计〔论文〕任务 | <p>课题完成的设计任务及功能、要求、技术参数</p> <p><b>实现功能</b></p> <p>承受多脉整流，以减小输出直流的脉动，为 1 台额定电压 440V、功率为 85kW 的直流电动机供给直流可调电源，以实现直流电动机的调速。</p> <p><b>设计任务</b></p> <p>1、方案的经济技术论证。2、主电路设计。3、通过计算选择整流器件的具体型号。4、确定变压器变比及容量。5、触发电路设计或选择。6、绘制相关电路图。7、进展 matlab 仿真。8、完成设计说明书。</p> <p><b>要求</b></p> <p>1、文字在 4000 字左右。</p> <p>2、文中的理论分析与计算要正确。</p> <p>3、文中的图表工整、标准。</p> <p>4、元器件的选择符合要求。</p> <p><b>技术参数</b></p> <p>1、沟通电源：三相380V。2、整流输出电压<math>U_d</math>在0~440V连续可调。3、整流输出电流最大值200A。4、直流电动机负载。5、依据实际工作状况，最小掌握角取20~30°左右。</p> |      |  |      |  |
| 进度打算       | 第 1 天：集中学习；第2 天：收集资料；第3 天：方案论证；第4 天：主电路设计；第 5 天：选择器件；第6 天：确定变压器变比及容量；第7 天：确定平波电抗器；第 8 天：触发电路设计；第 9 天：总结并撰写说明书；第 10 天：辩论                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |  |      |  |
| 指导教师评语及成绩  | <p>寻常：_____ 论文质量：_____ 辩论：</p> <p>总成绩：_____ 指导教师签字：</p> <p>年 月 日</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |  |      |  |

注：成绩：寻常20% 论文质量60% 辩论20% 以百分制计算

## 摘 要

随着科学技术的不断进步，电力电子技术进展快速，应用格外广泛，它改善了社会的生产方式和我们的生活方式，尤其是晶闸管的制造是电力电子技术的又一次革命。整流电路作为一种觉察最早的电力电子电路，它利用晶闸管的特性，可以将沟通电变为直流电供给用电设备，即〔AC-DC〕。但是随着生产技术的不断创，整流装置的功率也在不断加大，它所产生的谐波、无功功率对电网的干扰也越来越严峻，假设我们承受多重化整流电路〔串联或并联〕可削减输入电流谐波，提高总体功率因数，使输出电压更平滑。

本文用《电力电子技术》所学的学问承受串联多重 12 脉整流，为 1 台额定电压 440V、功率为 85kW 的直流电动机供给直流可调电源，以实现直流电动机的调速。首先设计串联多重 12 脉整流的主电路，用 multisim 画出主电路，分析触发电路对晶闸管的掌握，设计保护电路，然后对电路参数进展计算和分析并确定元器件型号，最终利用 matlab 进展电气仿真，对设计结果进展验证。

串联多重 12 脉整流是比较重要的一个整流电路，也是应用得比较广泛的电路，不仅应用于一般工业，也广泛应用于交通运输、电力系统、通信系统、能源系统等其他领域。

**关键词：**整流电路；触发电路；保护电路；12 脉整流

## 目 录

|       |    |
|-------|----|
| 1.1   |    |
| 1.2   |    |
| 2.1   |    |
| 2.2   |    |
| 2.2.1 |    |
| 2.2.2 |    |
| 2.2.3 |    |
| 2.3   |    |
| 2.3.1 |    |
| 2.3.2 |    |
| 2.3.3 |    |
| 2.3.4 |    |
| 2.4   |    |
| 2.4.1 |    |
| 2.4.2 |    |
| 2.4.3 |    |
| 附录 I  | 22 |
| 附录 II | 23 |

## 第1章 绪论

### 1.1 电力电子技术概况

可以认为，电力电子技术就是应用于电力领域的电子技术。它包括信息电子技术和电力电子技术两大分支。具体来说，是使用电力电子器件对电能进展变换和掌握的技术。电力变换分为四大类即沟通变直流，沟通变沟通，直流变直流，直流变沟通。电力电子技术的不断进步给电气工程现代化巨大推动力，是电气工程这一学科保持活力的重要源泉。

1956 年美国贝尔试验室制造了晶闸管，到 1957 年美国通用电气公司开发出第一支晶闸管产品，于 1958 年商业化，性能明显赛过贡弧整流器。是晶体管制造和应用后的又一次电子技术革命。电化学工业、铁道电气机车、钢铁工业、电力工业的快速进展也给晶闸管进展供给了用武之地。

20 世纪 70 年月后期，尤其是 20 世纪 80 年月以后各种高速、大功率、全控型的器件先后问世，并获得快速进展。门极可关断晶闸管 GTO、电力晶体管 GTR、电力场效应晶体管 Power MOSFET 等。

电力电子技术不仅应用于一般工业，也广泛应用于交通运输、电力系统、通信系统、能源系统等其他领域。并且在减小体积和重量、提高效率、增加快速性以及增高电压、扩大电流、提高频率等方面均会有较大的进展，也被称为是节能技术。从人类对宇宙和大自然的探究到国民经济的各个领域，再到我们的衣食住行，都能感受到电力电子技术的魅力，一代又一代学者和工程技术人员不断突破，使今日的电力电子技术具有全面貌。

### 1.2 本文设计内容

随着整流装置的功率进一步增大，它所产生的谐波，无功功率等对电网的干扰也随之加大，为减轻干扰，可承受 12 脉、18 脉等整流电路。将几个整流电路多重联结可以削减沟通侧输入电流谐波，而对晶闸管多重整流电路承受挨次掌握的方法可提高功率因数。

本文是用《电力电子技术》所学的学问承受串联二重 12 脉整流，以减小输出直流的脉动，为 1 台额定电压 440V、功率为 85kW 的直流电动机供给直流可调电源，以实现直流电动机的调速。先设计 12 脉整流的主电路，阐述串联多重 12 脉

整流电路的工作过程及波形；分析触发电路对晶闸管的掌握；分析设计保护电路，然后对电路参数进展计算和分析并确定元件型号，并且依据所算出的各种参数值确定所用器件的额定值，娴熟把握晶闸管及整流管的工作特性，最终利用 matlab 进展电气仿真，对设计结果进展验证。

利用变压器二次侧绕组接法不同，使两组三相沟通电源间错开 $30^\circ$ ，输出电压在每个沟通电源周期中脉动 12 次。整流变压器二次绕组一个 Y 接，另一个角接构成相位相差  $30^\circ$ 、大小相等的两组电压，两组整流桥串联后再接到负载。，变压器的一次侧和两组二次侧绕组的匝数比为 1: 1:  $\sqrt{3}$  错误!未找到引用源。，输出电压  $U_d=U_{d1}+U_{d2}$ ，电流  $I_d=I_{d1}=I_{d2}$ 。承受多重联结并不能提高位移因数，但能使沟通输入电流谐波大幅减小，提高总体功率因数。

## 第2章 多重 12 脉可控整流电路设计

### 2.1 多重 12 脉可控整流电路总体设计方案

由于并联 12 脉波整流电路带有平衡电抗器，而串联 12 脉波整流电路没有，其对材料的消耗大于串联 12 脉波全控整流电路，它的本钱也比串联 12 脉波全控整流电路高，而且其接线也比串联 12 脉波全控整流电路简单。

依据以上分析比较，本次设计承受串联 12 脉波整流电路比较适宜。

整流电路主要由触发电路、保护电路和整流主电路组成。依据设计任务，将三相 380V 沟通电源经变压器变压后，再经整流电路整流输出带脉动的直流电，其中保护电路为保证此整流电路安全牢靠的工作，驱动电路是整流电路的触发电路，掌握整流后输出直流电压  $U_d$  在 0~440V 连续可调。

在此设计中承受串联 12 脉波整流，方框图如图 2.1 所示。

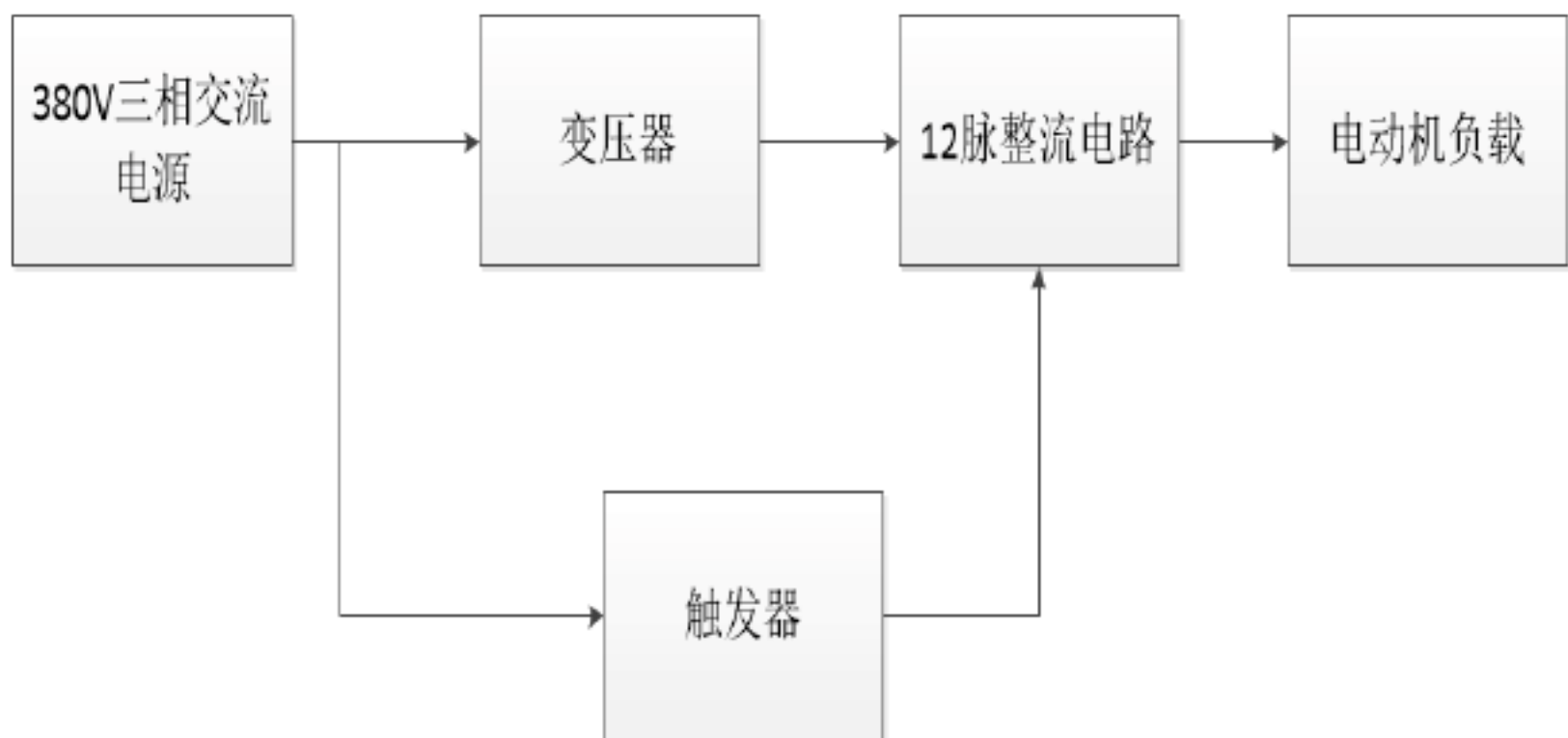


图 2.1 方框图

### 2.2 具体电路设计

#### 2.2.1 主电路设计

主电路用 multisim 绘制（其中触发电路对晶闸管掌握和保护电路也画出），二次侧为星接和角接两组桥串联。

## 触发电路

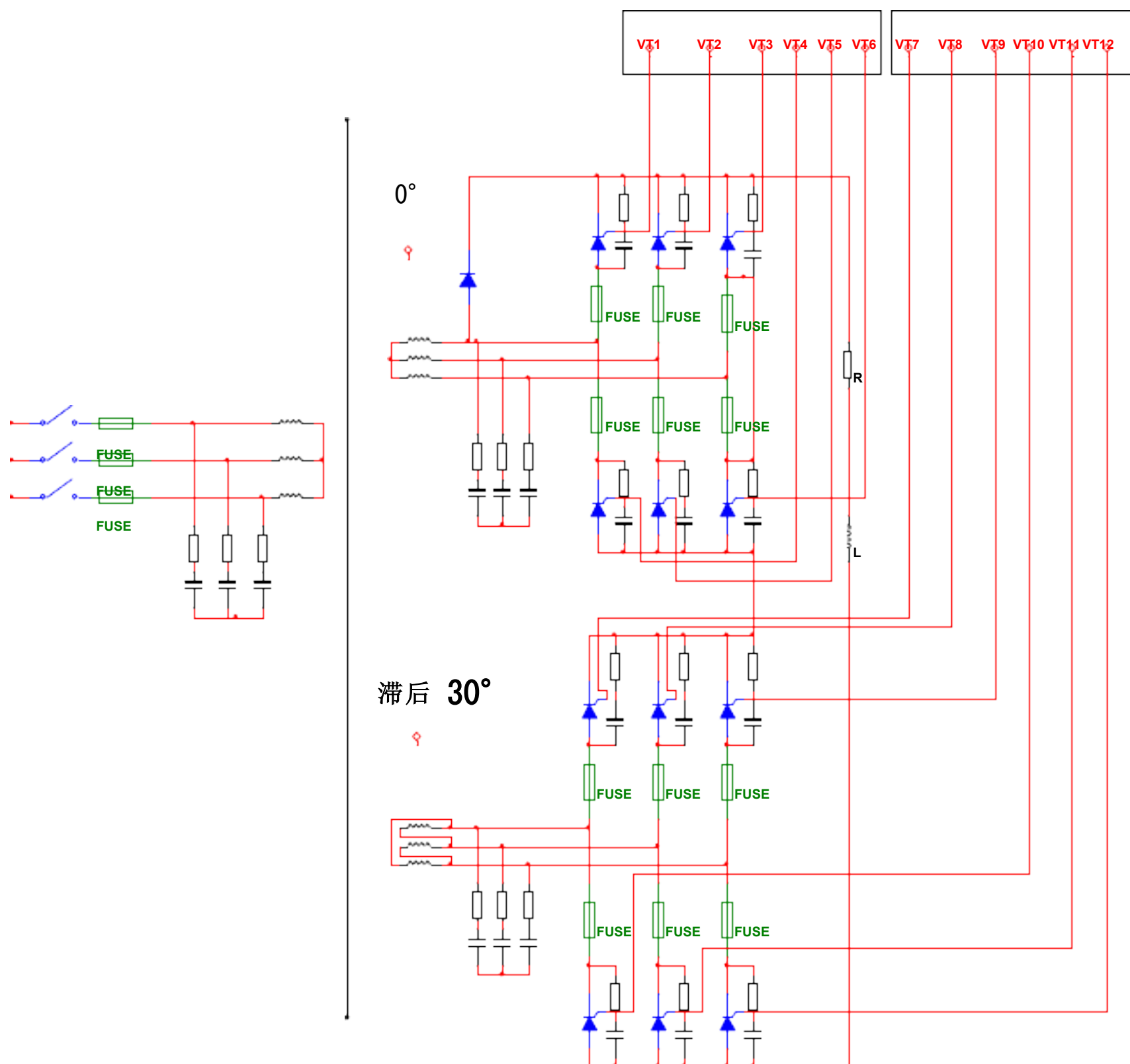


图 2.2 串联多重 12 脉整流电路主电路图

图 2.2 是移相  $30^\circ$  构成串联二重联结电路的原理图，利用变压器二次绕组接法的不同，分别承受Y 接和 $\Delta$ 接，使两组三相沟通电源间相位错开  $30^\circ$ ，其大小相等，从而使输出整流电压在每个沟通电源周期中脉动 12 次。由于绕组接法不同，变压器一次绕组和二次绕组的匝数比为  $1: 1: \sqrt{3}$ 。将两组3 相桥串联，输出电压  $U_d=U_{d1}+U_{d2}$ , 电流  $I_d=I_{d1}=I_{d2}$ 。

多重整流电路，利用二次侧绕组接法不同可以大幅削减沟通侧输入电流谐波，能在肯定程度上提高总体功率因数，使输出电压更平滑，具有备用功能，在工业生产起着重要作用。

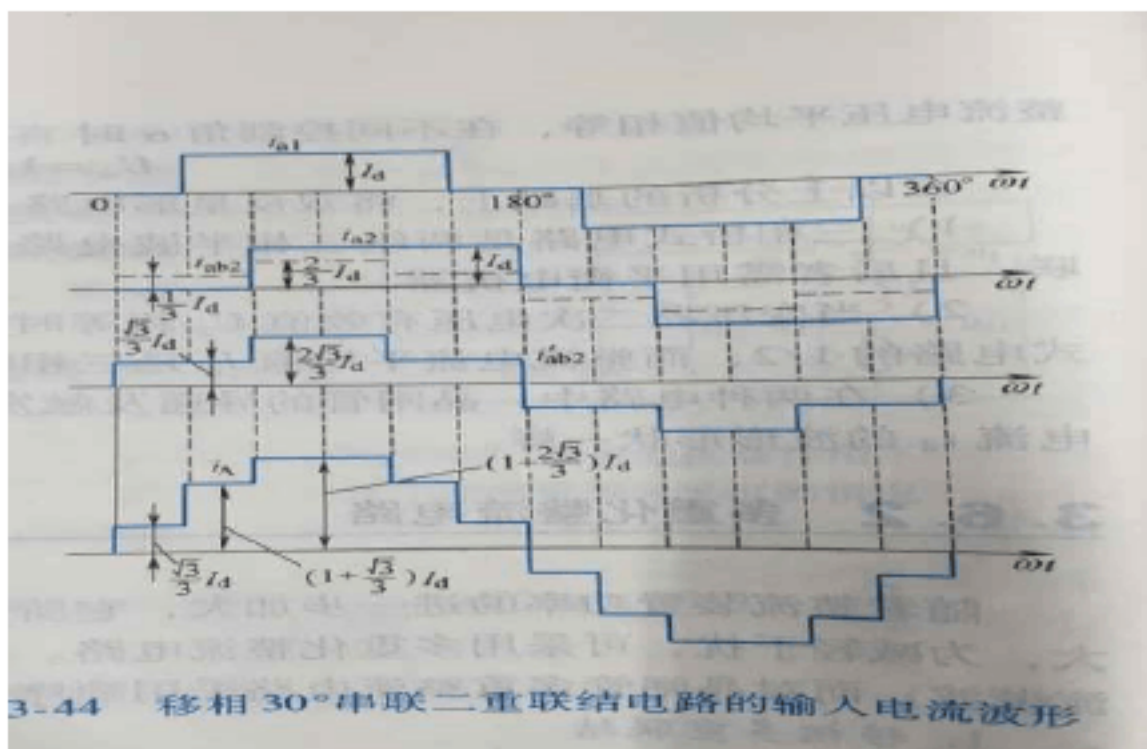


图 2.3 移相 30 串联 2 重联结电路的输入电流波形

### 2.1.1 触发电路设计

为了保证电路合闸后能工作，或在电流断续后再次工作，每个星接或者角接电路必需有两个晶闸管同时导通，对将要导通的晶闸管施加触发脉冲，由于星接和角接只是相位不同，原理一样都是三相桥式可控电路，故以下只要对其中一种进展争论即可。

KJ041 电路内部原理图如图 2.4，图中输出端假设接 3DK4 作功率放大，可得到 800mA 的触发脉冲电流。使用 2 块 KJ041 电路相应输入端并联，二个掌握端分别作为正反组掌握输入端，输出接 12 个功率放大管，这样就可组成一个 12 脉冲正反组掌握可逆系统，掌握端规律“0”电平有效

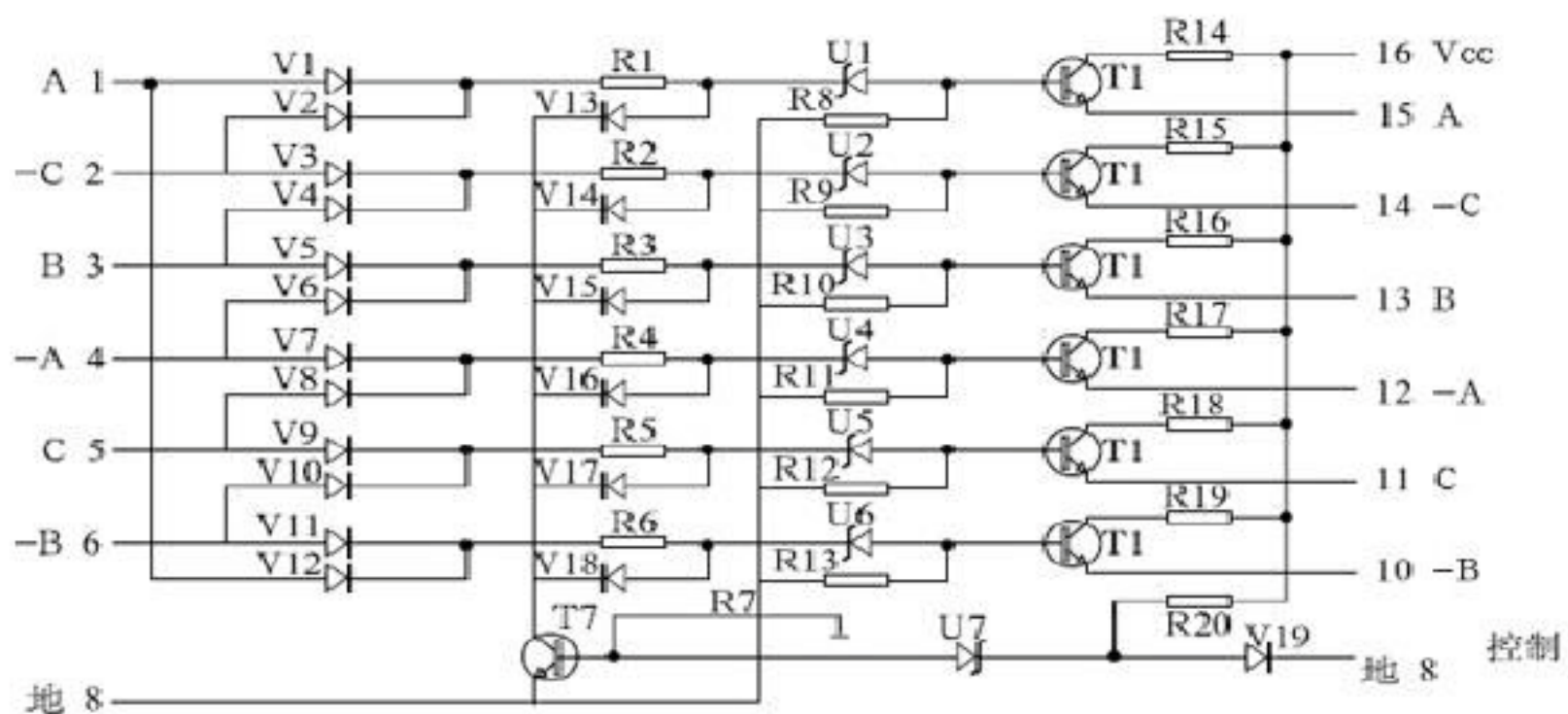


图 2.4 KJ004 内部原理图

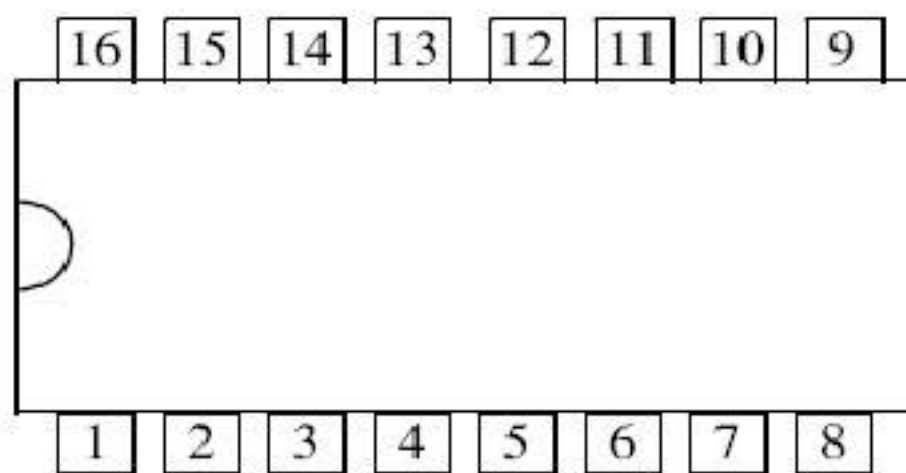


图 2.5 KJ041 引脚图

KJ004 电气参数：

1. 电源电压：直流+15V、-15V，允许波动 5%(10%时功能正常)。
2. 电源电流：正电流 15mA，负电流 10mA。
3. 同步电压：任意值。
4. 同步输入端允许最大同步电流：6mA(有效值)
5. 移相范围 1700(同步电压 30V,同步输入电阻 15k )
6. 锯齿波幅度：10V(幅度以锯齿波平顶为准)。
7. 输出脉冲：(1) 宽度：400S—2mS(通过转变脉宽阻容元件到达)。(2)幅度：13V.(3) 最大输出力量 100mA(流出脉冲电流)。(4) 输出管反压：BVCEO18V(测试条件  $I_e 100A$ )。
- 8.正负半周脉冲相位不均衡 30。
- 9.使用环境温度为四级：C：0—70 R： -55—85 E： -40—85 M： -55—125

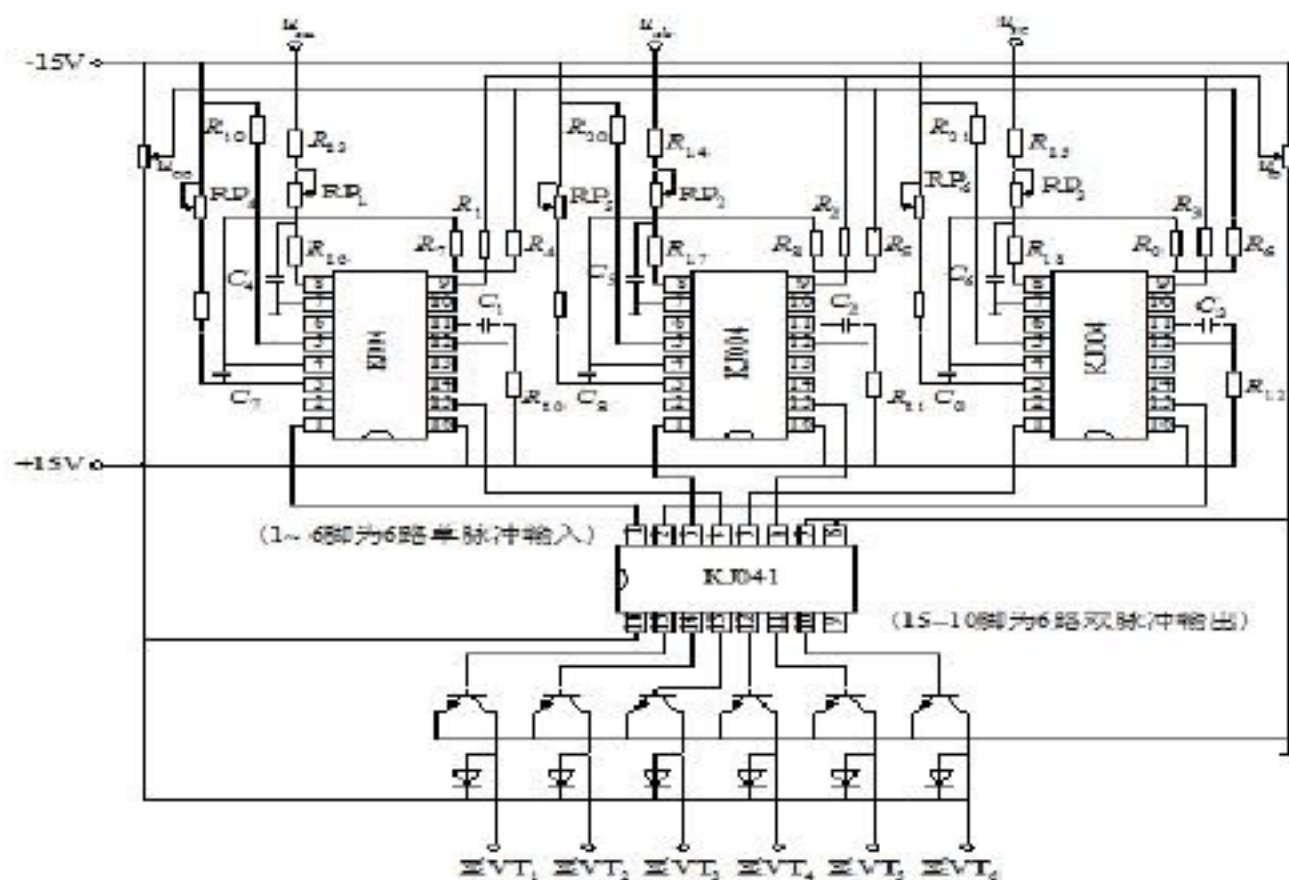


图 2.6 触发电路图〔6 脉〕

集成触发电路由 3 个 KJ004 集成块和 1 个 KJ041 集成块构成，可形成六路双脉冲，再由六个晶体管进展脉冲放大即可。KJ041 内部是由 12 个二极管构成的 6 个或门。VT1-VT6 为输出。选用两个集成触发并联就可以掌握 12 脉了。

### 2.1.1 保护电路设计

#### （一）过电流保护

电力电子电路运行不正常或发生故障时，可能会发生过电流。过电流分为过载和短路两种状况。可承受多种保护措施。其中快速熔断器，直流快速断路器和过电流继电器是较为常用的措施。对于晶闸管初开通时引起的较大的 $di/dt$ ，可在晶闸管的阳极回路串联入电感进展抑制；对于整流桥内部缘由引起的过流可以承受接入快速熔断器进展保护。

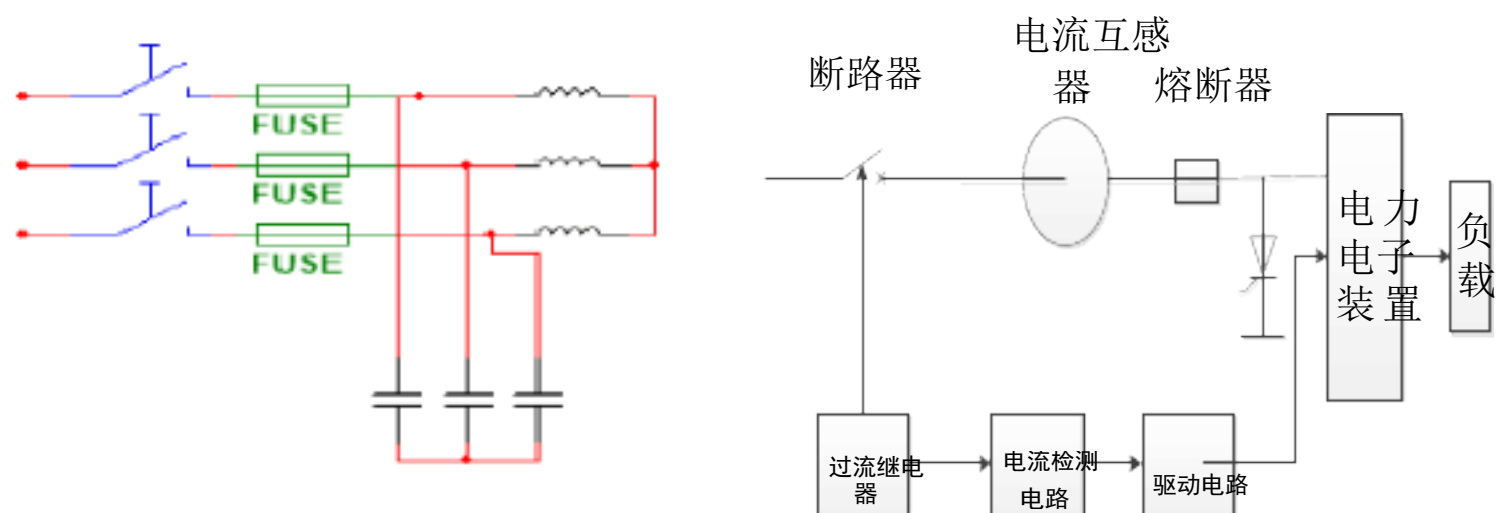


图 2.7 过电流保护

#### （二）过电压保护

电力电子装置中可能发生的过电压分为外因过电压和内因过电压两类。外因过电压主要来自雷击和系统中的操作过程等外部缘由，包括：操作过电压，雷击过电压。内因过电压主要来自电力电子装置内部器件的开关过程，包括：换向过电压和关断过电压。为使元件免受换相过电压的危害，一般在元件的两端和变压器二次侧并联 RC 电容。

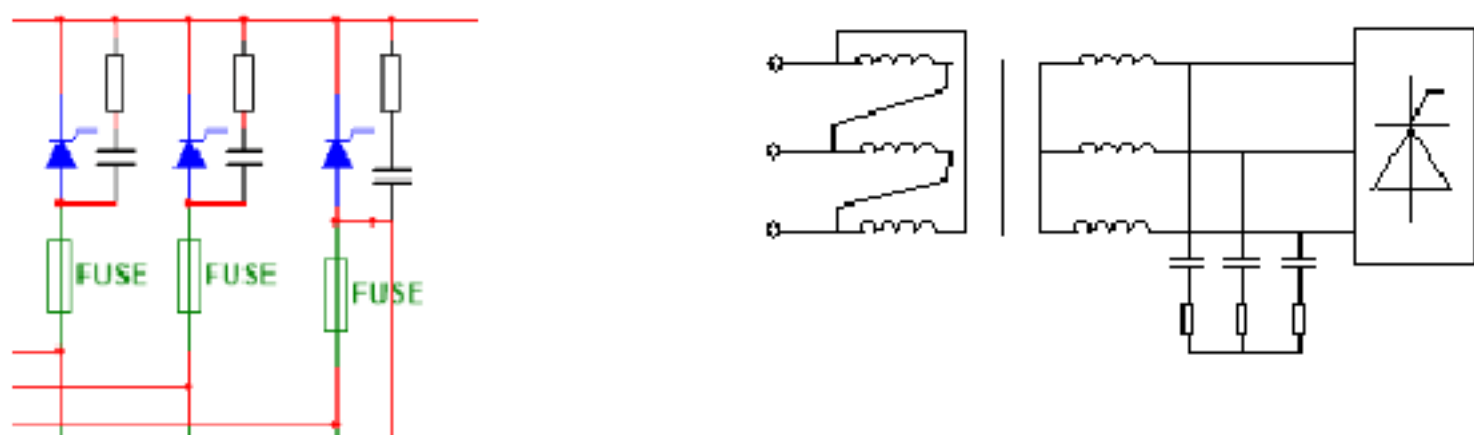


图 2.8 阻容过电压保护

## 2.2 元器件型号选择

### 2.2.1 晶闸管参数计算与选择

输出电压： $U_d = U_{d1} + U_{d2}$ ，电流： $I_d = I_{d1} = I_{d2}$

$$U_d = \frac{6\sqrt{6}}{\pi} U_2 \cos \alpha, \quad U_d = 0 \sim 440V, \quad I_d \leq 200A$$

$$\text{晶闸管的有效值: } I_{vt} = \frac{i_d}{\sqrt{3}} = \frac{200}{\sqrt{3}} \leq 116A$$

$$\text{晶闸管通态平均电流: } I_{dvt} = \frac{i_d}{3} = \frac{200}{3} \leq 67A$$

$$\text{所选晶闸管电流值为: } I = \frac{(1.5 \sim 2) \cdot 116}{1.57} \leq 110.8 \sim 148A$$

在三相桥式整流电路中，晶闸管所承受最大反向电压值为  $\sqrt{6}U_2$ ， $U_2$  为二次侧相电压有效值。

$$\text{由 } U_d = U_{d1} + U_{d2}, \quad U_d = 2.34U_2 \cos \alpha, \quad \text{可得 } U_{12} = \frac{U_d}{2.34 \cos \alpha}$$

其中  $U_d = 0 \sim 440V$ ,  $U_{d1} = U_{d2} \leq 220V$ ，为牢靠换相，取  $\alpha = 30^\circ$ ，则

$$U_{12 \min} = \frac{U_{d1}}{2.34 \cos 30^\circ} = \frac{220}{2.34 \cos 30^\circ} \approx 108.6V$$

$$\text{由于存在 } \pm 10\% \text{ 的波动, 则 } U_{12} = \frac{U_{12 \min}}{0.9} = \frac{108.6}{0.9} \approx 120.7$$

$$\text{所求晶闸管电压值 } U_{\max} = \sqrt{6}U_2 \approx 295V$$

安全裕量  $K_f = 2 \sim 3$ ，则所选晶闸管电压值为  $590 \sim 885V$ 。

所以，星接三相全控整流电路的晶闸管应选取 200A，1000V 的晶闸管，型号由网上查得为 KP200-1000。

### 2.2.2 变压器参数计算与选择

变压器的一次侧和两组二次侧绕组的匝数比为  $1:1:\sqrt{3}$ 。对  $i_A$  进展傅里叶分析，可得其基波幅值  $I_{m1}$  和  $n$  次谐波幅值  $I_{mn}$  公式：

$$I_{m1} = \frac{4\sqrt{3}}{\pi} I_d \quad \left( \text{单桥时为 } \frac{2\sqrt{3}}{\pi} I_d \text{ 错误!未找到引用源。} \right)$$

$$I_{mn} = \frac{1}{n} \frac{4\sqrt{3}}{\pi} I_d \quad n = 12k \pm 1, \quad k = 1, 2, 3$$

即输入电流谐波次数为  $12k \pm 1$ ，其幅值与次数成反比而降低。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/027031152106006120>