

江南大学图书馆



11321667

高等学校试用教材

# 半导体变流技术

实验大纲及习题解答

西安交通大学 黄俊 主编

全国高等学校工业自动化教育委员会



## 前言

半导体变流技术是全国高等学校一机部对口工业电气自动化专业的一门专业课。其试用教材《半导体变流技术》由机械工业出版社1980年7月出版。为了配合该课程的教学，全国高等学校工业自动化教育委员会建议由西安交通大学黄俊副教授编写本题解及实验指导书。内容包括实验大纲和各章习题解答，最后还附录教材第一次印刷的勘误表。

本书可作为高等学校工业自动化专业的教学辅助教材，也可供其他有关专业及工程技术人员参考。

由于编写时间仓促，错误与缺点在所难免，欢迎提出批评和改进意见。

全国高等学校工业自动化专业教育委员会

一九八一年三月

0327170

## 目 录

### 第一章 《半导体变流技术》实验大纲

- § 1—1单相桥式半控整流电路的性能研究..... ( 1 )
- § 1—2三相半波整流电路的研究..... ( 2 )
- § 1—3三相半波逆变电路(线绕型感应电动机串级调速)的研究..... ( 3 )
- § 1—4三相桥式半控整流电路的研究..... ( 5 )
- § 1—5三相桥式全控整流电路的研究..... ( 7 )

### 第二章 《半导体变流技术》习题解答

- § 2—1晶闸管..... ( 8 )
- § 2—2单相可控整流电路..... ( 13 )
- § 2—3三相可控整流电路..... ( 28 )
- § 2—4逆变电路..... ( 42 )
- § 2—5变频电路..... ( 45 )
- § 2—6斩波器和交流调压器..... ( 48 )
- § 2—7主电路元件的选择和保护..... ( 50 )
- § 2—8晶闸管的触发电路..... ( 55 )

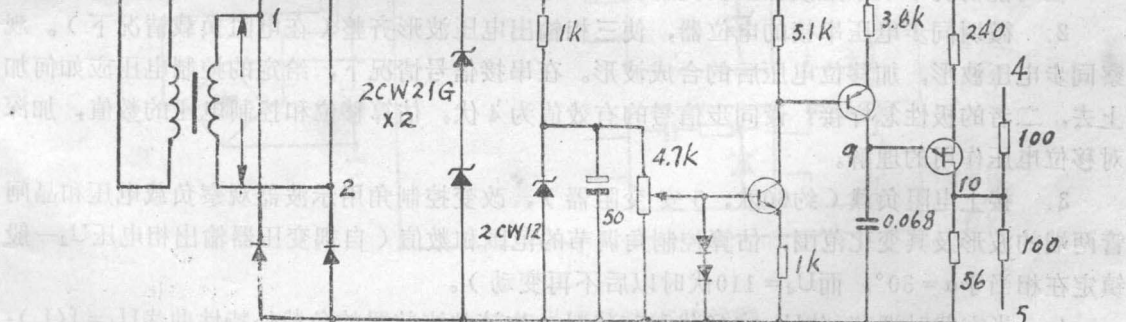
### 附 录

- 《半导体变流技术》1980年7月第一次印刷勘误表..... ( 57 )

|       |                    |
|-------|--------------------|
| 编 辑:  | 全国高等学校工业自动化专业教育委员会 |
| 地 址:  | 安徽省 合肥市 合肥工业大学     |
| 电报挂号: | 1122               |
| 电 话:  | 4711               |

1750

我部、UN、ET



单结管输出尖脉冲波形的移动情况并估算移相范围。

流管两端的电压波形。改变控制角的大小, 观察波形的变化。

电流的波形, 比较在不同控制角 $\alpha$ 和不同阻抗角 $\varphi$ 的情况下, 负载电流延续的情况。

。對照台語土音也同聲對讀

二极管时的失控现象。

6. 调节控制信号(改变控制角 $\alpha$ )，在示波器上估算 $\alpha$ 之值。在电阻负载情况下作出 $U_d/U_2 \sim \alpha$ 曲线。

7. 讨论和分析以上结果。

8. 估算上述实验线路参数。

## §1—2 三相半波整流电路的研究

### 一、实验目的

熟悉同步电压为正弦波的带阻容正反馈的单稳态触发器各元件的作用，观察其波形，加深对其工作原理的理解，并对三相半波整流电路在电阻负载，电阻电感负载和反电势负载的工作情况有全面的了解。

### 二、实验内容

1. 用示波器测定主回路三相相序、同步电源相序和二者间的相位差。测量输出脉冲的宽度和幅值，测出可能的移相范围，见图1—2。

触发器的技术指标一般是：

输出脉冲幅值 $>3$ 伏

脉冲宽度 $>30^\circ$

移相范围 $0^\circ \sim 180^\circ$

在可能情况下观察触发器主要元件上的波形。

2. 微调同步电压串接的电位器，使三相输出电压波形齐整(在电阻负载情况下)。观察同步电压波形，加移位电压后的合成波形。在串接信号情况下，给定的控制电压应如何加上去，二者的极性怎样接？设同步信号的有效值为4伏，估算移位和控制电压的数值，加深对移位电压作用的理解。

3. 接上电阻负载(约60欧，5安变阻器)，改变控制角用示波器观察负载电压和晶闸管两端的波形及其变化范围，估算控制角调节的范围和数值(自耦变压器输出相电压 $U_2$ 一般镇定在相当于 $\alpha = 30^\circ$ ，而 $U_d = 110$ 伏时以后不再变动)。

4. 当空载时调节 $\alpha$ 使 $U_d = 110$ 伏和55伏时，作该整流装置的负载外特性曲线 $U_d = f(I_d)$ ；并计算该装置的电压调整率(当 $U_d = 110$ 伏时， $I_d$ 不超过10安； $U_d = 55$ 伏时 $I_d$ 之值应减小，变阻器串并联时应注意其定额)。

5. 接上电阻电感负载(变阻器串接平波电抗器)，用示波器观察负载电压、电流和晶闸管两端的波形，比较不同控制角 $\alpha$ 和不同阻抗角 $\varphi$ 情况下电流的延续情况。

6. 调节控制信号(改变控制角 $\alpha$ )，在示波器上估算 $\alpha$ 之值，分别在电阻负载和大电感负载 $\omega L \geq 3R$ 情况下作出 $U_d/U_2 \sim \alpha$ 曲线。

7. 接上直流他激机作负载，当 $U_d = 110$ 伏时，作该电动机的机械特性曲线。观察输出电压、电流、电抗器两端和电枢两端的波形。在可能情况下短接电抗器观察当电流不连续时发生的现象。

8. 校核该同步电压的合理性。

### §1—3 三相半波逆变电路的研究

## 一、实验目的

3

## 二、实验内容

1. 按实验装置线绕型感应电动机的参数估算欲从静止（零速）逐步调到额定转速逆变器须要的相电压 $U_2$ 以及晶闸管应具备的电压定额，见图1—3。

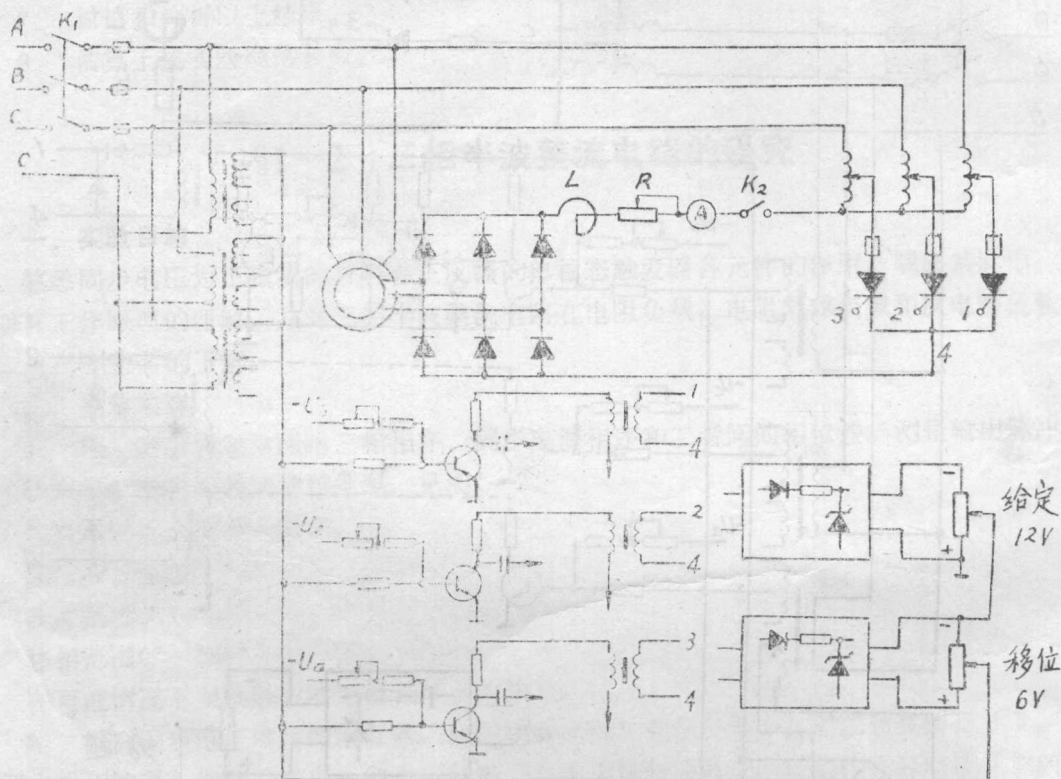


图1—3 三相半波逆变电路实验线路

2. 把逆变器改接使在电阻负载情况下工作于整流状态。首先调节自耦变压器的输出电压 $U_2$ , 使 $\alpha = 30^\circ$ 时 $U_d \approx 110$ 伏。以后 $U_2$ 就不要再变了。调节给定控制电压并使其工作在 $\alpha = 0 \sim 150^\circ$ 间(可借助调节移位电压,  $\alpha = 150^\circ$ 这一位置必须准确)。

3. 把线路恢复到逆变电路。直流电源取自感应电动机转子回路的整流源, 必须注意此直流电源的极性, 并在直流主回路里先串接约20欧(5安)的电阻器, 把给定控制信号置于 $\alpha = 150^\circ$ (即 $\beta = 30^\circ$ )处, 先接通交流主电路的 $K_1$ 闸刀(保证交流电源和触发脉冲), 再接通直流主回路 $K_2$ 闸刀。此时感应电动机开始起动, 可逐步切除主回路的电阻, 观察逆变电压波形。

4. 重复上述逆变电路起动感应电动机的过程（视起动时，起动电流的冲击值，主回路的电阻可切除）。调节给定的控制电压使之工作在  $\beta = 30^\circ \sim 90^\circ$  的范围内。观察并记录不同  $\beta$  值时逆变电压的波形，同时记录感应电动机的转速并分析之。注意不要越出  $\beta = 90^\circ$  的极限值，即在调节时密切注意逆变电压的波形，务使负部面积稍大于正部面积。

### 5. 讨论和分析上述结果。

6. 设计线绕型感应电动机串激调速的自动控制线路, 保证起动和停止的程序、 $\beta$  角的范围应限制在  $30^\circ \sim 90^\circ$  内。是否一定需要移位电压? 如何整定  $\beta$  值在限定范围?

## §1—4 三相桥式半控整流电路的研究

### 一、实验目的

熟悉三相桥式半控整流电路的接线, 所用元件和保护情况。观察在电阻负载、电阻电感负载和反电势负载时输出电压和电流的波形。明确续流二极管的作用。

### 二、实验内容

1. 熟悉所用装置的电路结构和元件。检查并联接主回路和控制回路的接线, 检查保险丝是否良好, 见图1—4。

2. 在负载端接有续流二极管的情况下, 分别观察不同控制角  $\alpha$  的情况下不同负载时的输出电压、电流波形。先调节自耦变压器使输出相电压  $U_2$  符合  $\alpha = 30^\circ U_d = 110$  伏, 以后不再变动。

电阻负载约接60欧(5安变阻器)

电阻电感负载: 上述变阻器加串接平波电抗器。

改变  $\omega L/R$  值, 观察输出电流脉动情况。

3. 空载时调节  $\alpha$  使  $U_d = 110$  伏, 接电阻负载逐步减小电阻, 作出整流装置负载外特性曲线  $U_d = f(I_d)$ , 算出其电压调整率 ( $I_d$  不超过10安, 注意变阻器串并联时的定额)。

4. 在负载端不接续流二极管的情况下, 再分别观察不同  $\alpha$  时电阻负载和电阻电感负载时的输出电压电流波形。分析其结果, 在可能情况下观察失控现象。

5. 调节控制给定电压(改变  $\alpha$  角), 在示波器上估算出  $\alpha$  的数值, 在电阻负载情况下测定不同  $\alpha$  值时的  $U_d$  值, 作出  $U_d/U_{d1} \sim \alpha$  曲线。

6. 负载端接平波电抗器和直流电动机时观察电抗器与电枢两端的电压波形。在观察输出电流的波形时分别观察接上电抗器和短接电抗器时的波形。

7. 讨论和分析以上结果。

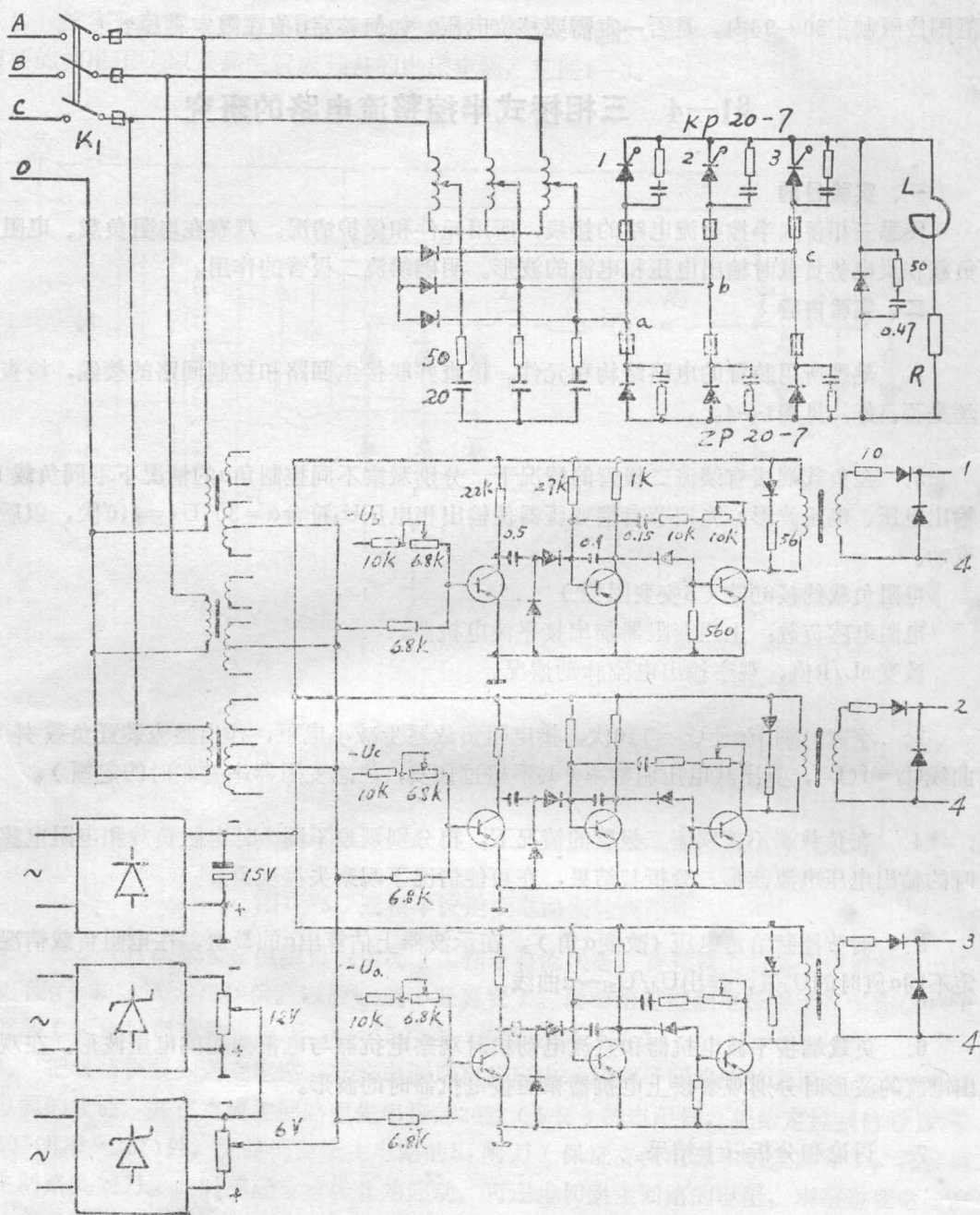


图1—4 三相桥式半控实验线路

## §1—5 三相桥式全控整流电路的研究

### 一、实验目的

熟悉三相桥式全控整流电路的接线，元件和保护情况。明确对触发脉冲提出的要求。观察在电阻负载、电阻电感负载和反电势负载情况下输出电压和电流的波形。

### 二、实验内容

1. 熟悉实验装置的电路结构和元件。检查并联主回路和控制回路的接线，检查保险丝是否良好，（见图1—5）

2. 测量主回路电源相序和同步电源相序，分析该组配合的合理性。

3. 测量触发脉冲的宽度和幅值，校核用该宽脉冲触发全控桥的合理性。调节给定信号，测量脉冲移相的范围。测触发器控制信号 $U_k=0$ 时的脉冲相位。

4. 分别观察不同控制角 $\alpha$ 时不同负载情况下的输出电压、电流波形。

电阻负载：约接60欧（5安）变阻器。

电阻电感负载：上述变阻器串接平波电抗器。

改变 $\omega L/R$ 值，观察输出电流脉动情况。

自耦变压器输出相电压 $U_2$ 整定在相应 $\alpha=30^\circ$ ， $U_d=110$ 伏处。

5. 观察当电流连续时，不同 $\alpha$ 角情况下晶闸管两端电压的波形。

6. 调节控制信号（改变 $\alpha$ 角），在示波器上估算出 $\alpha$ 之值并分别在电阻负载和大电感负载（ $\omega L \geq 3R$ ）的情况下测出不同 $\alpha$ 时的 $U_d$ 值，且作出 $U_d/U_{d1} \sim \alpha$ 的曲线。

7. 负载端接平波电抗器和直流电动机时观察电抗器与电枢两端的电压波形，并分别观察接上电抗器与短接电抗器时电流的波形，注意电流断续时的现象。

8. 讨论和分析上述结果。

图1—5取自双环可逆系统，触发器具有 $\alpha_{\min}$ 、 $\beta_{\min}$ 保护，还有封锁信号，为简化起见，把放大器接成1:1，则转速与电流反馈信号不必接入，封锁信号亦不必接入。总之本课程先只研究系统的开环情况，闭环情况在下续课“自动控制系统”中去解决。

上述实验系举例性质，亦可调试一套锯齿波触发器或其他电路，逆变电路亦可采用全桥逆变，全控桥也可采用双窄脉冲触发。总之尽量利用校内实验室设备并与其他课程配套成龙。

## 第二章 半导体变流技术的习题解答

### §2—1 晶 闸 管

1. 使晶闸管导通的条件是什么?

**答** 使晶闸管能导通的条件是:

(1) 在晶闸管的阳极和阴极间加正向电压。

(2) 在门极与阴极间提供适量的触发电压和电流(适量的触发功率), 瞬刻提供后(毫秒级以下)即可去掉。

(3) 晶闸管导通后, 相当于一个接通的开关(管上有1伏左右的管压降), 通过晶闸管的电流由电源电压与回路阻抗决定, 其值应大于晶闸管规定的维持电流(考虑动态时应为掣住电流)。

上述条件应同时具备。

2. 晶闸管导通后, 除去门极电压, 晶闸管是否还能继续导通? 为什么?

**答** 晶闸管导通后, 表示其阳极保持正向电压, 其电流值大于维持电流值, 如果除去门极电压, 晶闸管仍能继续导通。这是因为晶闸管可看作一个PNP型三极管和一个NPN型三极管的复合作用管(见教材图1—4)。晶闸管一旦导通后, 即使除去门极电压, 使 $I_g = 0$ , 但复合管中的NPN(即 $N_1P_2N_2$ )仍保持着远大于触发电流的基极电流, 使晶闸管继续导通。

3. 维持晶闸管导通的条件是什么? 怎样才能由导通变为关断?

**答** 维持晶闸管导通的条件应有足够大的阳极电压和足够小的回路阻抗, 其结果使阳极电流大于晶闸管的维持电流。

减小阳极电压, 甚至加反压或增大回路阻抗, 结果使阳极电流小于维持电流, 晶闸管即关断。

4. 单相正弦交流电源, 晶闸管和负载电阻串联连接、交流电源电压的有效值为220伏, 试计算晶闸管实际承受的正反向电压最高是多少? 考虑晶闸管的安全余量, 其额定电压应如何选取?

**解** 电源电压的瞬时表达式可以是

$$u(\omega t) = \sqrt{2} \times 220 \sin \omega t = 311 \sin \omega t$$

电源电压正半周期, 晶闸管承受的最大正向电压为311伏。

在负半周期, 晶闸管承受的最大反向电压亦为311伏。

考虑2~3倍的安全余量, 晶闸管的额定电压应选 $(2 \sim 3) \times 311$ , 取700伏即可。

5. 若上题中晶闸管的通态平均电流为100安, 考虑晶闸管的安全余量试分别计算导通角为 $180^\circ$ (全导通)和 $90^\circ$ 时, 电路允许的峰值电流各是多少?

**解** 因为  $I_T = 100$  安, 故元件允许通过电流的有效值为  $I = I_K = 1.57 \times I_T = 1.57 \times 100 = 157$  安, 一般可根据有效值相同发热亦相同的原则求解。

(1) 当导通角  $\theta = 180^\circ$  时, 先不考虑安全余量, 设允许通过的峰值电流为  $I_{m1}$ , 可以下列二方面求解  $I_{m1}$ :

1) 从通态平均电流的定义;

$$I_T = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi I_{m1} \sin \omega t \, d(\omega t) = \frac{I_{m1}}{\pi} = I_{d1} = 100 \text{ 安}$$

故  $I_{m1} = 100 \times \pi = 314$  安。 ( $I_{d1}$  为此时流过的平均电流)

2) 从发热有效值相等的原则;

$$I = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^\pi (I_{m1} \sin \omega t)^2 \, d(\omega t)} = \frac{I_{m1}}{2} = 157 \text{ 安}$$

故  $I_{m1} = 2 \times 157 = 314$  安

如考虑安全余量  $1.5 \sim 2$ , 取  $2$ , 则允许的峰值电流为  $\frac{1}{2} \times 314 = 157$  安。

(2) 当导通角为  $90^\circ$  时, 先仍不考虑安全余量, 设允许通过的峰值电流为  $I_{m2}$ , 则根据等效发热相等的原则, 可列出方程

$$I = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} (I_{m2} \sin \omega t)^2 \, d(\omega t)} = \frac{I_{m2}}{2\sqrt{2}} = 157 \text{ 安}$$

故  $I_{m2} = 2\sqrt{2} \times 157 = 444$  安

而此时该晶闸管 (通态电流  $100$  安) 容许流过的平均电流祇有

$$I_{d2} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} I_{m2} \sin \omega t \, d(\omega t) = \frac{I_{m2}}{2\pi} = \frac{444}{2\pi} = 70.7 \text{ 安。}$$

考虑安全余量  $1.5 \sim 2$ , 取  $2$ , 则允许的峰值电流为  $\frac{1}{2} \times 444 = 222.5$  安。

6. 图2—1中阴影部分表示晶闸管导电区间。各波形的电流最大值均为  $I_m$ , 试计算各波形的电流平均值  $I_{d1}$ ,  $I_{d2}$ ,  $I_{d3}$ ,  $I_{d4}$ ,  $I_{d5}$ 。电流有效值  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_5$  和它们的波形系数  $K_{f1}$ ,  $K_{f2}$ ,  $K_{f3}$ ,  $K_{f4}$ ,  $K_{f5}$ 。

**解** 根据定义  $I_d = \frac{1}{T} \int_{\theta_1}^{\theta_2} i_d \, d(\omega t)$

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{\theta_1}^{\theta_2} i_d^2 \, d(\omega t)}$$

$$K_f = \frac{1}{I_d}$$

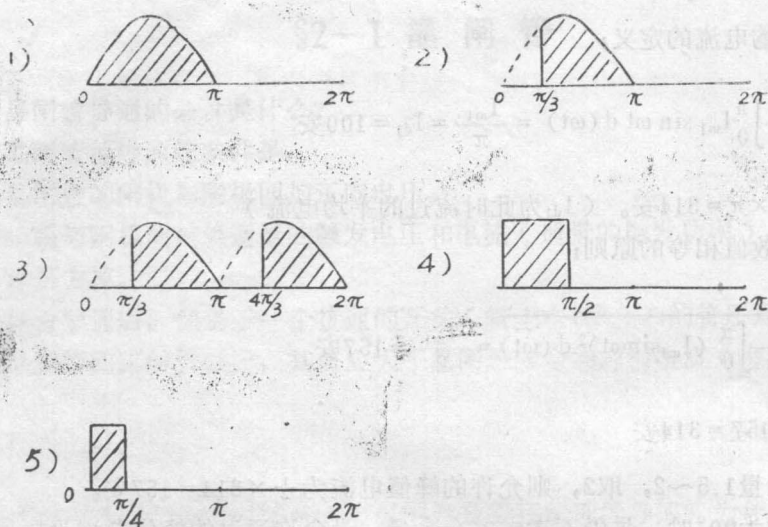


图2—1 晶闸管导电波形

式中  $T$ ——周期

$\theta_1$ 和 $\theta_2$ 分别为开始导通角和终止导通角。

$$(1) I_{d1} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{1}{\pi} I_m = 0.32 I_m$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} (I_m \sin \omega t)^2 d(\omega t)} = \frac{1}{2} I_m$$

$$K_{f1} = \frac{I_1}{I_{d1}} = \frac{\frac{1}{2} I_m}{\frac{1}{\pi} I_m} = \frac{\pi}{2} = 1.57$$

$$(2) I_{d2} = \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} I_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{3}{4\pi} I_m = 0.24 I_m$$

$$I_2 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} (I_m \sin \omega t)^2 d(\omega t)} = 0.46 I_m$$

$$K_{f2} = \frac{I_2}{I_{d2}} = \frac{0.46 I_m}{0.24 I_m} = 1.92$$

$$(3) \quad I_{d3} = \frac{1}{\pi} \int \frac{1}{3} \pi I_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{3}{2\pi} I_m = 0.48 I_m$$

$$I_3 = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int \frac{1}{3} \pi (I_m \sin \omega t)^2 d(\omega t)} = 0.63 I_m$$

$$K_{f3} = \frac{I_3}{I_{d3}} = \frac{0.63 I_m}{0.48 I_m} = 1.31$$

$$(4) \quad I_{d4} = \frac{1}{2\pi} \int \frac{\pi}{2} I_m d(\omega t) = \frac{1}{4} I_m$$

$$I_4 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int \frac{\pi}{2} I_m^2 d(\omega t)} = \frac{1}{2} I_m$$

$$K_{f4} = \frac{I_4}{I_{d4}} = \frac{\frac{1}{2} I_m}{\frac{1}{4} I_m} = 2$$

$$(5) \quad I_{d5} = \frac{1}{2\pi} \int \frac{\pi}{4} I_m d(\omega t) = \frac{1}{8} I_m = 0.125 I_m$$

$$I_5 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int \frac{\pi}{4} (I_m)^2 d(\omega t)} = \sqrt{\frac{1}{8}} I_m = 0.35 I_m$$

$$K_{f5} = \frac{I_5}{I_{d5}} = \frac{0.35 I_m}{0.125 I_m} = 2.83$$

可见导通角愈小，波形系数就愈大。

7. 上题中如果不考虑安全余量，问100安的晶闸管能送出平均电流  $I_{d1}$ ,  $I_{d2}$ ,  $I_{d3}$ ,  $I_{d4}$  和  $I_{d5}$  各多少？这时，相应的电流最大值  $I_{m1}$ ,  $I_{m2}$ ,  $I_{m3}$ ,  $I_{m4}$  和  $I_{m5}$  各多少？

**解**  $I_T = 100$  安的晶闸管，其允许的电流有效值为  $I = 1.57 \times 100 = 157$  安。根据发热容量相等即在不同波形系数下，其有效值只有一个即  $I$ ，故  $I_d = \frac{I}{K_f}$ ，又从上题已解出有效值与

最大值之间关系，可直接求出电流最大值。

$$(1) I_{d1} = \frac{I}{K_{f1}} = \frac{157}{1.57} = 100 \text{ 安}$$

$$I_1 = I = \frac{1}{2} I_{m1} \quad \text{所以}$$

$$I_{m1} = 2I = 2 \times 157 = 314 \text{ 安}$$

$$(2) I_{d2} = \frac{I}{K_{f2}} = \frac{157}{1.92} = 81.8 \text{ 安}$$

$$I_2 = I = 0.46 I_{m2}$$

$$I_{m2} = \frac{1}{0.46} \times 157 = 341 \text{ 安}$$

$$(3) I_{d3} = \frac{I}{K_{f3}} = \frac{157}{1.31} = 119.8 \text{ 安}$$

$$I_3 = I = 0.63 I_{m3}$$

$$I_{m3} = \frac{1}{0.63} \times 157 = 249.2 \text{ 安}$$

$$(4) I_{d4} = \frac{I}{K_{f4}} = \frac{157}{2} = 78.5 \text{ 安}$$

$$I_4 = I = 0.5 I_{m4}$$

$$I_{m4} = \frac{1}{0.5} \times 157 = 314 \text{ 安}$$

$$(5) I_{d5} = \frac{I}{K_{f5}} = \frac{157}{2.83} = 55.48 \text{ 安}$$

$$I_5 = I = 0.35 I_{m5}$$

$$I_{m5} = \frac{1}{0.35} \times 157 = 448.6 \text{ 安}$$

可见同一元件，流过电流的波形不同，导通角不同，允许通过的电流平均值及其峰值均不相同。

## § 2—2 单相可控整流电路

1. 某一电热装置(电阻性负载), 要求直流平均电压75伏, 电流20安, 采用单相半波可控整流电路, 直接从220伏电网供电。计算晶闸管导通角 $\theta$ 、电流有效值并选用晶闸管元件定额。

**解** 计算当输出 $U_d = 75$ 伏时的控制角 $\alpha$ 。

$$\cos \alpha = \frac{2U_d}{0.45U_2} - 1 = \frac{2 \times 75}{0.45 \times 220} - 1 \approx 0.5$$

所以  $\alpha = 60^\circ$

导通角为  $\theta = 180^\circ - \alpha = 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$

根据 $\alpha = 60^\circ$ , 从教材上查表2—1或图2—3可得  $\frac{I_2}{I_d} = 1.88$

故  $I_2 = 1.88I_d = 1.88 \times 20 = 37.6$  安

也可利用公式计算 $I_2$

$$\frac{I_2}{I_d} = \frac{\sqrt{\pi \sin 2\alpha + 2\pi(\pi - \alpha)}}{\sqrt{2}(1 + \cos \alpha)} = \frac{\sqrt{\pi \sin 120^\circ + 2\pi(\pi - \frac{1}{3}\pi)}}{\sqrt{2}(1 + \cos 60^\circ)} = 1.88$$

或者  $I_2 = \frac{U_2}{R} = \sqrt{\frac{1}{4\pi} \sin 2\alpha + \frac{\pi - 2}{2\pi}}$

其中  $R = \frac{U_d}{I_d} = \frac{75}{20} = 3.75$  欧

计算结果相同。计算时应注意单位,  $\alpha$ 有时需化作弧度计算。

因系单相半波, 所以 $I_2 = I_k$ , 相当此值的通态平均电流为 $\frac{I_k}{1.57}$ , 考虑余量故最后晶闸管的通态平均电流为

$$I_T = (1.5 \sim 2) \frac{37.6}{1.57} \quad \text{取 } I_T = 50 \text{ 安。}$$

晶闸管承受的最大正反向电压为 $\sqrt{2} \times 220 = 310$ 伏。考虑余量, 晶闸管的峰值电压可取 $V_{DRM} = V_{RRM} = (2 \sim 3) \times 310$  取值700伏。

选用KP50-7

2. 某一电阻性负载, 电阻值为0.8欧, 要求直流平均电压在0~24伏范围内连续可调。

如果用 220 伏交流电网直接供电或者用降压变压器，其次级电压为 60 伏供电，都采用单相半波可控整流电路。比较这两种方案对晶闸管的定额，导通角，对电源要求的容量以及功率因数等方面的数据。

解 两者接线如图 2—2 a) 和 b) 所示：

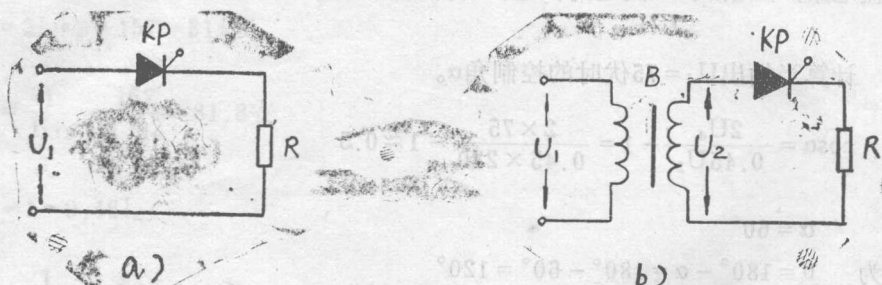


图 2—2 单相半波供电方案

(1) 电网 220 伏直接供电要求  $U_d = 0 \sim 24$  伏连续可调。

当  $U_d = 0$  时， $\alpha = 180^\circ$ ， $\theta = 0^\circ$ 。

当  $U_d = 24$  伏时，利用公式或查表，得

$$\cos \alpha = \frac{2U_d}{0.45U_2} - 1 = \frac{2 \times 24}{0.45 \times 220} - 1 = -0.5$$

$$\text{所以 } \alpha = 120^\circ \quad \theta = 180^\circ - 120^\circ = 60^\circ$$

$\alpha$  的调节范围应是  $180^\circ \sim 120^\circ$ ， $\theta$  是  $0 \sim 60^\circ$

$$\text{当 } \alpha = 120^\circ \text{ 时，查表 2—1 得 } \frac{I_2}{I_d} = 2.78$$

$$\text{此时，} I_d = \frac{U_d}{R} = \frac{24}{0.8} = 30 \text{ 安}$$

$$\text{所以 } I_2 = I_K = 2.78 \times 30 = 83.4 \text{ 安}$$

$$I_T = (1.5 \sim 2) \frac{I_K}{1.57} = (1.5 \sim 2) \times \frac{83.4}{1.57} \quad \text{取 } 100 \text{ 安}$$

$$V_{DRM} = V_{RRM} = (2 \sim 3) \sqrt{2} \times 220 \quad \text{取 } 700 \text{ 伏}$$

可选用 KP100-7 晶闸管。

要求的电源容量  $S = U_2 I_2 = 220 \times 83.4 = 18.35$  千伏安，查表 2—1， $\alpha = 120^\circ$  时的功率因数

$$\cos \phi = 0.302$$