

煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材

煤炭工业职业技能鉴定指导中心 组织编审

# 矿井维修电工

(技师、高级技师)



煤炭工业出版社

煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材

# 矿井维修电工

(技师、高级技师)

煤炭工业职业技能鉴定指导中心 组织编审

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

**图书在版编目 (CIP) 数据**

矿井维修电工/煤炭工业职业技能鉴定指导中心组织  
编审. —北京: 煤炭工业出版社, 2007. 12  
煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材  
ISBN 978-7-5020-3215-9

I. 矿… II. 煤… III. 煤矿-矿山电工-职业技能  
鉴定-教材 IV. TD6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 162603 号

煤炭工业出版社 出版  
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)  
网址: [www.cciph.com.cn](http://www.cciph.com.cn)  
煤炭工业出版社印刷厂 印刷  
新华书店北京发行所 发行

\*  
开本 787mm×960mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张 22 插页 2  
字数 439 千字 印数 1—3,000  
2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷  
社内编号 6016 定价 58.00 元

**版权所有 违者必究**

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换  
(请认准封底纹理防伪标识, 查询电话: 4008868315)

# 前 言

为了进一步提高煤炭行业职工队伍素质，加快煤炭行业高技能人才队伍建设步伐，实现煤炭行业职业技能鉴定工作的标准化、规范化，促进其健康发展，根据国家的有关规定和要求，煤炭工业职业技能鉴定指导中心组织有关专家、工程技术人员和职业培训教学管理人员编写了这套《煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材》（技师、高级技师），作为国家职业技能鉴定考试的推荐用书。

本套技师、高级技师职业技能鉴定培训教材以相应工种的职业标准为依据，内容上力求体现“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导思想，突出职业培训特色。在结构上，针对各工种职业活动领域，按照模块化的方式，分技师、高级技师两个等级进行编写。教材的章对应于标准的“职业功能”，节对应于标准的“工作内容”，节中阐述的内容对应于标准的“技能要求”和“相关知识”。

本套教材此次出版7个工种，分别是：采煤工、巷道掘砌工、液压支架工、矿井维修电工、综采维修电工、综采维修钳工、矿山救护工。其他工种的技师、高级技师职业技能鉴定培训教材也将陆续推出。

技能鉴定培训教材的编写组织工作，是一项探索性工作，有相当的难度，加之时间仓促，缺乏经验，不足之处在所难免，恳请各使用单位和个人提出宝贵意见和建议。

煤炭工业职业技能鉴定指导中心

2007年4月

## 本书编审人员

- 主 编 张宏干
- 副主编 刘世伟 魏增亮 杨松君 秦建设 何景利  
蔡有章 陈华振 陈守友 邱福新 曹建华
- 编 写 周先锋 刘昶乾 曹留柱 陈国杰 高大中  
陈旭昌 张高民 房建平 郑建英
- 主 审 张慎勇 张 峰
- 副主审 罗治亚 顾大鸣 李国军
- 审 稿 (按姓氏笔画为序)
- 刘德兴 刘 澍 宋金发 张岩松 张瑞江  
邹松彪 陈唯建 陈 魁 赵福柱 唐庆祥  
涂振球 郭日民 高秋芬 崔贤涛 彭德军  
童国华 雷 昶

## 内 容 提 要

本书介绍了煤矿矿井维修电工技师、高级技师职业技能考核鉴定的技能要求及相关知识。内容包括设备的安装调试、检修与维护以及培训指导等方面的知识。

本书是矿井维修电工技师、高级技师职业技能考核鉴定前的培训和自学教材，也可作为各级各类技术学校相关专业师生的参考用书。

# 目 录

## 第一部分 矿井维修电工技师技能

第一章 工作前准备	3
第一节 读图与分析	3
第二节 工艺编制	29
第二章 检修与维护	39
第一节 电气故障检修	39
第二节 测绘	92
第三章 安装与调试	97
第一节 安装	97
第二节 调试	126
第三节 新技术应用	179
第四节 设计	182
第四章 指导操作	215
第五章 管理	217
第一节 技术管理	217
第二节 生产管理	224

## 第二部分 矿井维修电工高级技师技能

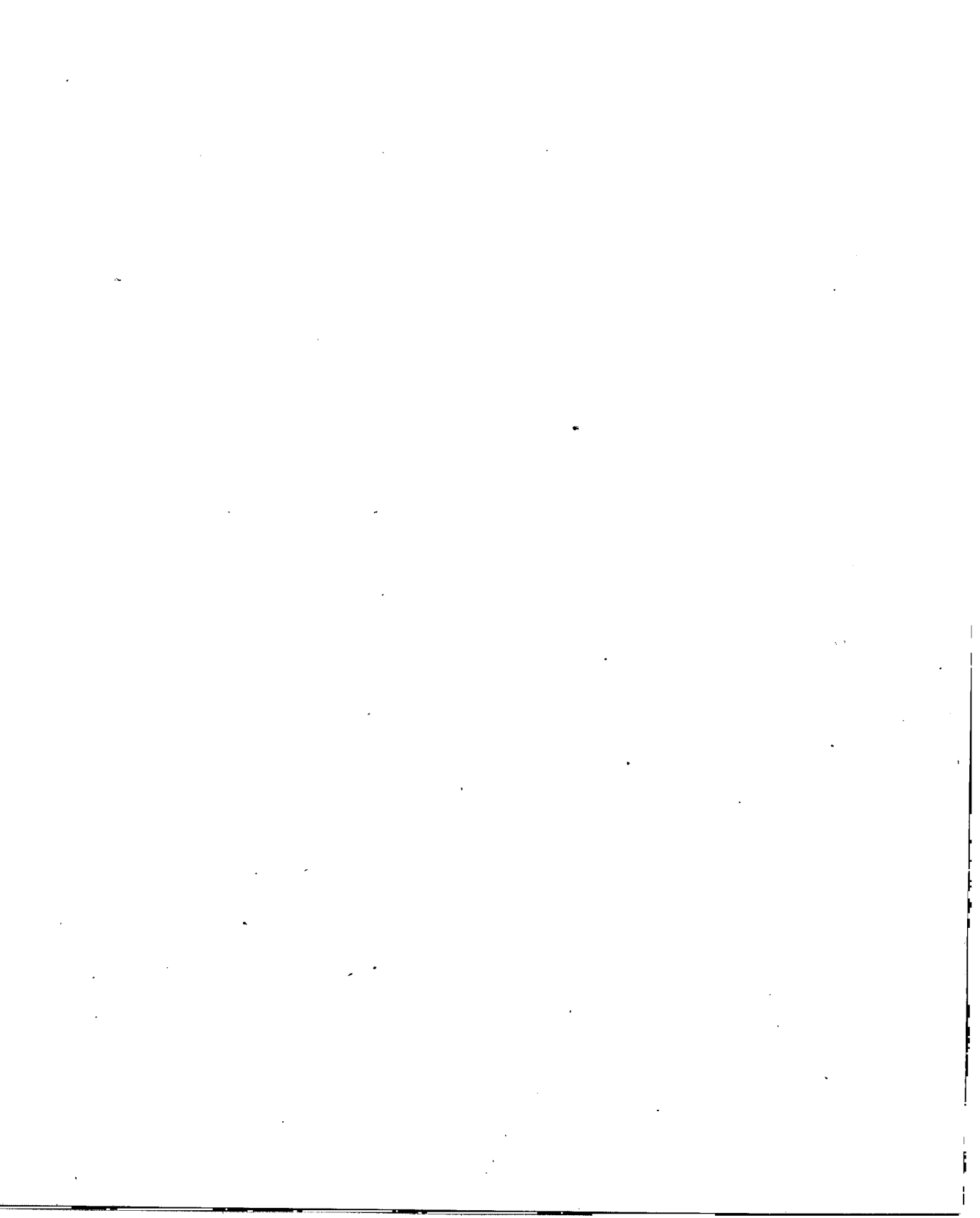
第六章 工作前准备	231
第一节 读图与分析	231
第二节 工艺编制	235
第七章 检修与维护	277
第一节 电气故障检修	277
第二节 测绘	300
第八章 安装与调试	304

第一节 调试.....	304
第二节 新技术应用.....	322
第三节 设计.....	324
第九章 培训指导.....	334
第十章 生产管理.....	336
参考文献.....	341



# 第一部分

矿井维修电工  
技师技能



# 第一章 工作前准备

## 第一节 读图与分析

### 一、KGLF11 系列同步电动机晶闸管励磁电路的读图

KGLF11 系列同步电动机晶闸管励磁电路由主电路、触发电路、移相控制电路、投励控制电路、全压控制电路等几部分组成。其工作原理如图 1-1 所示。

#### 1. 励磁主电路

励磁主电路由晶闸管全控整流桥、晶闸管保护元件及附加电阻等部分组成，如图 1-2 所示。

同步电动机异步启动时，转子励磁绕组产生的交流感应电势正半周（右正左负）时，晶闸管  $V_{S1}$ 、 $V_{S2}$  导通，负半周时二极管  $V$  导通，将附加电阻  $R_{A1}$ 、 $R_{A2}$  串入励磁回路，保证同步电动机固有的启动特性。当转子转速接近同步转速时，触发脉冲加在主控桥相应的晶闸管控制极上，整流桥开始工作，投入励磁，将电动机牵入同步。改变晶闸管控制角，即可改变励磁电压和电流的大小，以实现系统功率因数的调节。

停车时，调整晶闸管控制角，使整流桥工作在逆变状态，同步电动机转子励磁绕组中的磁场能量通过晶闸管返回电网，不致因励磁绕组释放磁场能量而烧坏晶闸管。

主控桥臂上的快速熔断器 FUS 为晶闸管和直流侧的短路保护，当 FUS 被熔断时，装在熔断口上的微动开关动作，通过控制电路及时断开主电路电源，起到保护晶闸管的作用。

当主控桥晶闸管正常换流或熔断器 FUS 熔断时，在整流元件上产生的过电压由  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $C_1$  组成的阻容吸收电路保护。

$R_a$ 、 $C_a$ 、 $R_b$ 、 $C_b$ 、 $R_c$ 、 $C_c$  组成的三角形阻容吸收电路，用于主控桥交流侧整流变压器 T 一次开关 QS 引起的操作过电压保护。

与二极管  $V$  并联的直流电压表用于显示主控桥输出的直流电压值。由于电压表内阻很大，所以附加电阻  $R_{A1}$ 、 $R_{A2}$  造成的误差可忽略不计。另外，电压表还可以监视二极管  $V$  和晶闸管  $V_{S1}$ 、 $V_{S2}$  在同步电动机启动过程中的工作情况。即当励磁绕组产生的交变感应

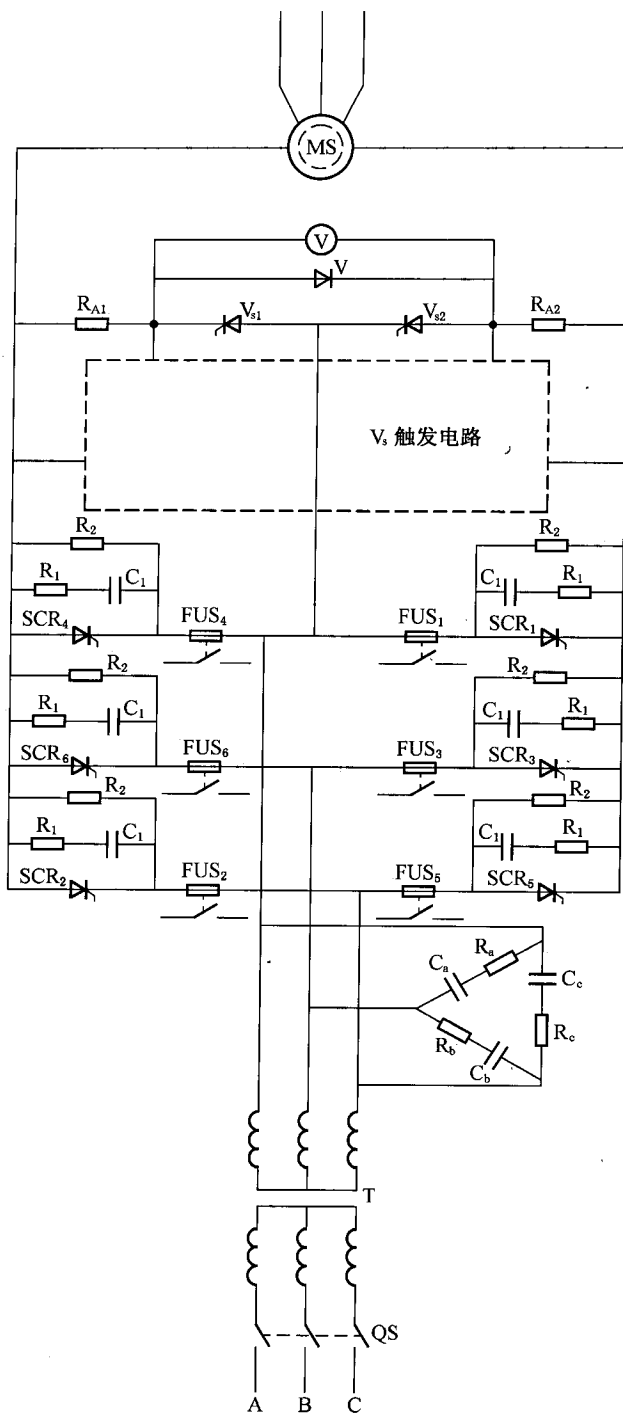


图 1-2 励磁主电路图

电势分别使二极管 V 和晶闸管  $V_{S1}$ 、 $V_{S2}$  导通时，电压表被短接无指示；否则，说明二极管 V 或晶闸管  $V_{S1}$ 、 $V_{S2}$  损坏。主控桥投励后， $V_{S1}$ 、 $V_{S2}$  关断，电压表指示出励磁电压值。

励磁回路靠近转子处所接的电流表（图 1-2），用于显示励磁电流数值。在同步电动机启动过程中，主控桥不工作，电流表在励磁绕组感应出的交变电流作用下指示为零，只有投入励磁后，电流表才指示励磁电流值。

### 2. 晶闸管 $V_{S1}$ 、 $V_{S2}$ 的触发电路

晶闸管  $V_{S1}$ 、 $V_{S2}$  的触发电路如图 1-3 所示。同步电动机启动过程中，主控桥不工作，晶闸管  $SCR_1 \sim SCR_6$  为关断状态。励磁绕组感应电势在正半周（左负右正）时，有电流从感应电势的正极经  $R_{A2} \rightarrow 1R_2 \rightarrow 1R_4 \rightarrow 1RP_2 \rightarrow 1R_1 \rightarrow 1R_3 \rightarrow 1RP_1 \rightarrow R_{A1} \rightarrow$  负极。由于该支路电阻很大，相当于励磁绕组开路，故电位器  $1RP_1$ 、 $1RP_2$  上的压降很高，使晶闸管  $V_{S1}$ 、 $V_{S2}$  触发导通。晶闸管导通后，短接电阻  $1R_2$ 、 $1R_4$ 、 $1RP_2$ 、 $1R_1$ 、 $1R_3$ 、 $1RP_1$ ，仅将附加电阻  $R_{A1}$ 、 $R_{A2}$  串入励磁回路。这时附加电阻  $R_A$  上的电压、电流波形如图 1-3b 中的实线所示。图 1-3b 中的虚线为励磁绕组开路时的感应电压波形。

在感应电压的负半周，二极管 V 导通，晶闸管被短接而自行关断，同时将附加电阻串入励磁回路。可见在感应电势的正负半周励磁绕组都串入了附加电阻，从而保证了同步电动机的启动性能。

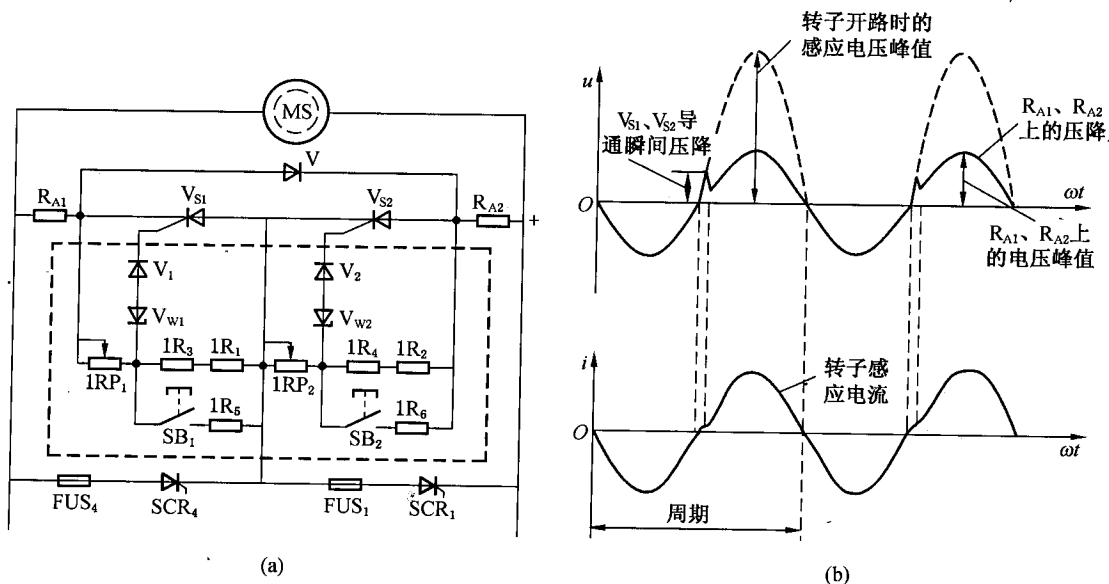


图 1-3  $V_{S1}$ 、 $V_{S2}$  的触发电路及  $R_A$  上的波形

a—触发电路；b— $R_A$  上的电压、电流波形

同步电动机启动结束时投入励磁，如果晶闸管  $V_{S1}$ 、 $V_{S2}$  尚未关断，可在主控桥晶闸管  $SCR_1$  导通时， $V_{S2}$  被短接而自行关断。这时流经  $V_{S1}$  的电流，将从  $SCR_1$  的阳极通过  $V_{S1}$  和  $V_{S2}$  流至整流电源的负极。随着  $SCR_1$  阳极交流电位的降低，流过  $V_{S1}$  的电流减小，当该电流降低于晶闸管  $V_{S1}$  的维持电流时， $V_{S1}$  关断。可见，在主控桥励磁后的第一个周波内， $V_{S1}$ 、 $V_{S2}$  就能自动关断。

正常励磁后，由于励磁电压较低，该电压在电位器  $1RP_1$ 、 $1RP_2$  上的压降不足以使再被导通，从而可保证励磁电路正常工作。按钮  $SB_1$ 、 $SB_2$  用于检测触发电路工作情况。按下  $SB_1$  时， $1RP_1$ 、 $1R_3$  串联后与  $1R_5$  并联，相对增大了电位器  $1RP_1$  上的压降；同理，按下  $SB_2$  使  $1RP_2$  上的压降增大。检测时，控制主控桥输出一个低电压，若电路各元件正常时，按下按钮  $SB_1$ 、 $SB_2$ ，晶闸管  $V_{S1}$ 、 $V_{S2}$  即可导通，电压表指示为零或晶闸管的正向压降；松开按钮后，电压表指示原数值。

### 3. 投励磁控制电路

投励磁控制电路的作用是：当同步电动机转子速度接近同步转速时，发出脉冲信号，使移相控制电路中的晶闸管  $3V_s$  导通，输出移相电压，通过触发电路和主控桥实现准确投励磁。

投励磁插件控制电路如图 1-4 所示，它由稳压电路和触发电路两部分组成。图中交流电压经二极管  $4V_{D2} \sim 4V_{D5}$  整流，电容  $4C_1$  滤波，电阻  $4R_1$ 、稳定管  $4V_{W1}$  稳压后向触发电路提供稳定的工作电压。触发电路由三极管  $4V_{T1}$ 、单结晶体管  $4V_{T2}$ 、脉冲变压器  $4T_m$  及有关电阻、电容等元件组成。

在同步电动机启动过程中，转子励磁绕组中的感应电势经电阻  $4R_2$ 、 $4R_3$ 、 $4R_4$  和电位器  $4RP$  构成回路。正半周时（右正左负）感应电势在电位器  $4RP$  上的压降使三极管  $4V_{T1}$  饱和导通；负半周时稳压管  $4V_{W2}$  导通，使三极管  $4V_{T1}$  截止。三极管截止时，电容  $4C_2$  经

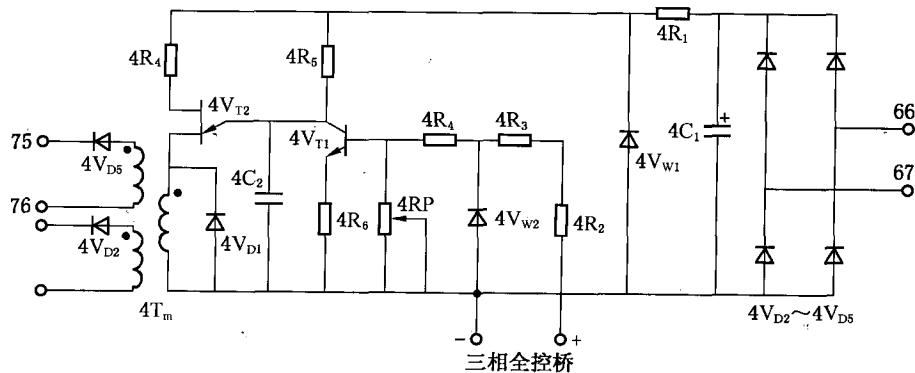


图 1-4 投励磁插件控制电路

电阻  $4R_5$  充电；三极管导通时， $4C_2$  通过电阻  $4R_6$  放电。

同步电动机开始启动时，由于励磁绕组中的感应电势频率很高，三极管  $4V_1$  导通和截止的时间很短，而且电阻  $4R_5$  远远大于  $4R_6$ ，所以，在此期间电源电压大部分降在电阻  $4R_5$  上，电容  $4C_2$  几乎充不上电。

随着电动机转子速度的上升，感应电势频率降低，三极管  $4V_{T1}$  导通和截止的时间加长，感应电势的频率降到  $2\sim 3\text{Hz}$ ，这时电容  $4C_2$  上的电压达到单结晶体管  $4V_{T2}$  的峰点电压，而使单结晶体管突然导通，电容  $4C_2$  经脉冲变压器放电，形成触发脉冲输出。

可见这种投励磁方法属转子感应电势控制方式，它能使主控整流电路准确地投入励磁将电动机牵入同步。

#### 4. 移相控制插件电路

移相控制插件电路用于向触发电路提供移相电压，以改变主控晶闸管控制角的大小。移相电路由给定环节和电压负反馈环节两部分组成。

为了防止因电源电压波动引起的励磁电压不稳定，移相控制电路采用反馈环节自动调整励磁电压，其控制框图如图 1-5 所示。

当交流电源电压变化时，通过三相主控桥将会使输出励磁电压发生变化。反馈电路可将变化的电源电压引到触发电路的输入回路，与给定电压进行比较。由框图可见，加在触发电路三极管  $2V_{T1}$  基极的电压  $U_B$  为

$$U_B = U_g - U_f$$

式中  $U_g$ ——给定环节输出电压，该电压是不随电网电压变化的恒定电压；

$U_f$ ——负反馈环节输出电压，其大小随电网电压的变化而变化。

当电网电压升高时，励磁电压将增大，但反馈电压  $U_f$  亦升高，由于给定电压  $U_g$  固定不变，则触发电路输入电压  $U_B$  将减小，即三极管  $2V_{T1}$  的基极偏压降低，电容  $2C$  的充电电流减小，延长了充电时间而增大了控制角，促使整流励磁电压下降。反之，当电网电压降低引起励磁电压减小时，同样能通过负反馈环节使励磁电压回升，从而保证励磁电压不受电网电压波动的影响。

移相插件控制电路如图 1-6 所示。给定环节由二极管  $3V_{D3}\sim 3V_{D6}$  组成的单相桥式整流电路提供电源，经电阻  $3R_1$ 、 $3R_2$  和电容  $3C$  组成的  $\pi$  型电路滤波、降压，稳压管  $3V_{W1}$ 、 $3V_{W2}$  稳压后，在电位器  $3RP_1$ 、 $3RP_2$  上形成稳定的给定电压  $U_g$ 。

反馈信号取自同步变压器  $T_1$  二次侧的三相交流电压，该电压经全波整流后，从电位器  $3RP_3$  上输出。稳压管  $3V_{W3}$  是为了防止电网电压过高时，影响电路正常工作而设，所

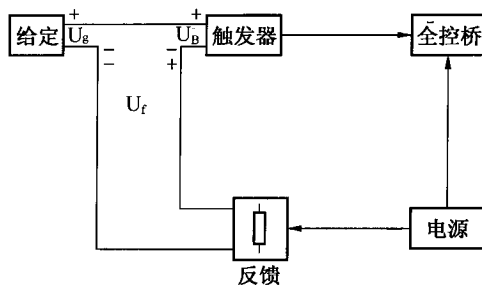
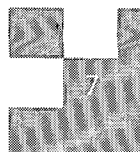


图 1-5 励磁电压反馈控制框图



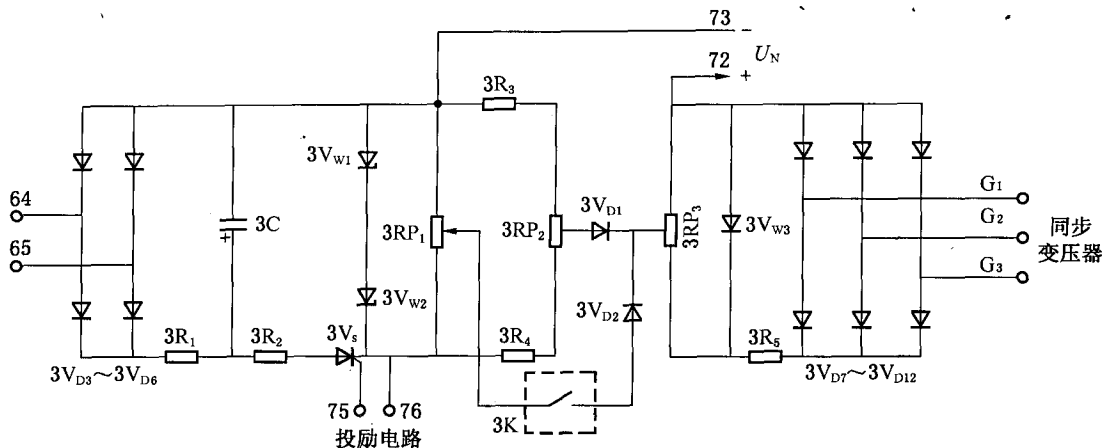


图 1-6 移相插件控制电路

以，当电网电压高于390V时，稳压管  $3V_{w3}$  才起作用。电路中的二极管  $3V_{D1}$ 、 $3V_{D2}$  用于防止  $U_i > U_g$  时，造成触发电路中的三极管  $2V_{T1}$  基极电压反偏而损坏三极管。

同步电动机正常运行时，调节电位器  $3RP_2$  可改变给定电压的大小，以改变主控桥励磁电压的高低，使电动机工作在不同的励磁状态，从而实现功率因数的调节。

电路中的晶闸管  $3V_s$  作为同步电动机的投磁开关，在电动机启动过程中， $3V_s$  为关断状态，移相控制电路输出电压为零，触发电路无脉冲输出，主控桥晶闸管不工作。当电动机转子速度接近同步转速时，投励磁电路将发出触发信号使  $3V_s$  导通，移相电路有电压输出，通过触发电路，使主控桥晶闸管开始工作投入励磁。

电路中的继电器触点  $3K$  和电位器  $3RP_1$  用于强励控制。当电网电压下降到某一整定值时，继电器  $3K$  动作，发出强励磁信号，其触点  $3K$  闭合，较高的给定电压  $U_g'$  通过二极管  $3V_{D2}$  和反馈电压  $U_i$  比较后，加在触发电路输入端，使主控桥输出电压很快增大，加强励磁从而避免电动机失步。调节电位器  $3RP_1$  改变  $U_g$  的大小，以实现不同的强励。

### 5. 主控桥触发电路

主控桥臂中的6个晶闸管是按一定顺序工作的，因而它们的触发电路完全相同。如图1-7所示为+A相脉冲触发电路。+A相脉冲触发电路主要是向三相交流电源A相上的1号晶闸管  $SCR_1$  提供脉冲触发信号。它的电源取自同步变压器  $T_1$  A相绕组二次侧的+A、-A及其中点N线。

+A相交流正弦电压经二极管  $2V_{D2}$  半波整流，电阻  $2R_1$  降压，稳压管  $2V_{w1}$ 、 $2V_{w2}$  稳压后，形成梯形波向弛张振荡器供电。弛张振荡器由三极管  $2V_{T1}$ 、单结晶体管  $2V_{T2}$  及相



