

第16章 同步电动机励磁装置的修理

孙立光

同步电动机励磁装置用于同步电动机的转子励磁。本章以目前国内应用较多的 KGLF11 系列为例,介绍该装置的工作原理、调试与一般维修的方法。

第1节 晶闸管励磁装置的工作原理

同步电动机励磁装置的系统框图如图16-1-1所示。其基本工作原理为:同步电动机与三相电源接通后,利用转子磁极顶部的笼型绕组所产生的启动转矩启动,同时灭磁环节投入工作。转子线圈产生感应交变电流,其正负两个半波均通过放电电阻 R_1 和 R_2 以保证启动正常。在启动过程中,由于三相全控整流桥中所有晶闸管均无触发脉冲,故处于阻断状态。当电动机转子运转至接近同步转速时,投励环节自动发出投励脉冲,将移相给定电压加到脉冲环节上,脉冲环节发出触发脉冲至各相应

晶闸管上,装置向电动机投入励磁,同步电动机进入同步运行。

电压负反馈环节,将装置电源侧引入的电压信号反极性与给定信号综合,保证当电源电压降低时,使得整流输出的励磁电压保持不变,以实现电动机的恒定励磁。

逆变环节,当电动机正常停车时,给脉冲环节加入一控制信号,使励磁回路晶闸管从整流状态立即转入逆变状态,以保证电动机转子的顺利灭磁。

投励全压环节是为电机降压启动时设置的,此环节与投励环节完全相同,并取自同一的转子电压信号。该环节发出的脉冲通过一小晶闸管控制电动机定子侧的全压开关,使其按整定的转子转差率准确动作。

下面对系统各部分的工作原理分述如下:

(一) 励磁主电路

1. 整流电路

励磁主电路采用三相桥式全控整流电路,如图16-1-2所示。

改变三相整流桥上晶闸管 $1VT \sim 6VT$ 的延迟角 α ,即可输出不同的直流电压。延迟角 α 越大,输出的直流电压就越小,而输出电压的脉动率越大。

图16-1-3 示出了 $\alpha = 30^\circ$ 和 $\alpha = 90^\circ$ 时的整流电压波形。

由于同步电动机转子励磁绕组是一个较大的电感性负载,延迟角 $\alpha > 60^\circ$ 时,每个晶闸管仍能基本上维持导通 120° 。

当同步电动机正常停车或故障跳闸时,由附加插件提供的附加脉

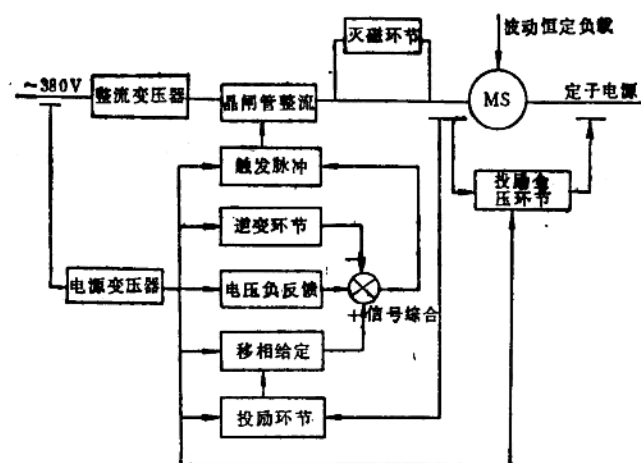


图16-1-1 励磁装置系统框图

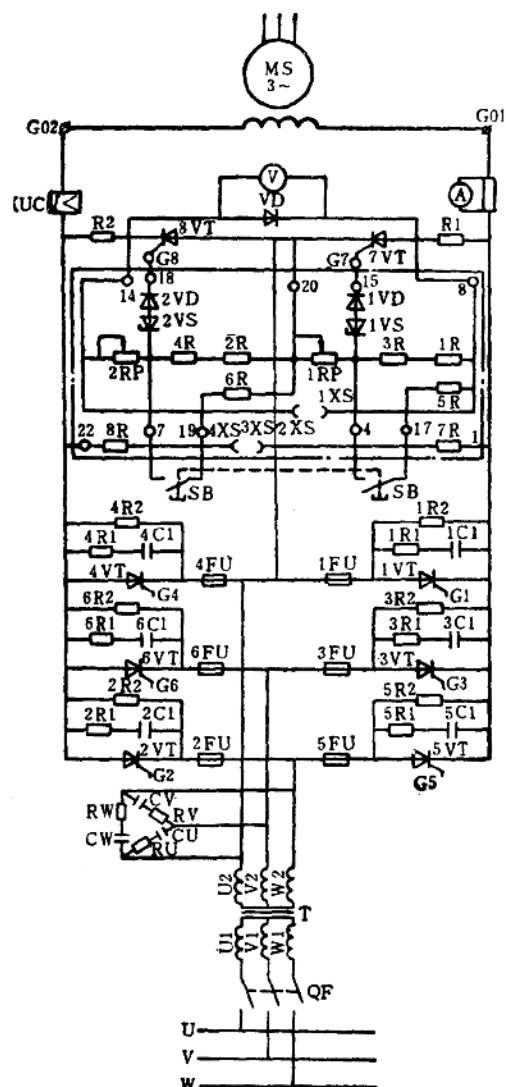


图16-1-2 励磁主电路

冲使晶闸管1VT~6VT的延迟角为 140° 左右,整流桥工作在“逆变”状态,不会因同步电动机停车,转子电感放电造成“续流”或“颠覆”而烧坏整流桥的晶闸管整流器。整流桥工作在“逆变”状态下的输出电压及励磁电流波形见图16-1-4。

直流电压表V与放电电阻R1、R2串联后接于整流桥的输出端,相对于电压表的内阻,R1、R2阻值所造成的误差可忽略不计。电压表与晶闸管7VT~8VT和硅整流器VD并联,对7VT~8VT

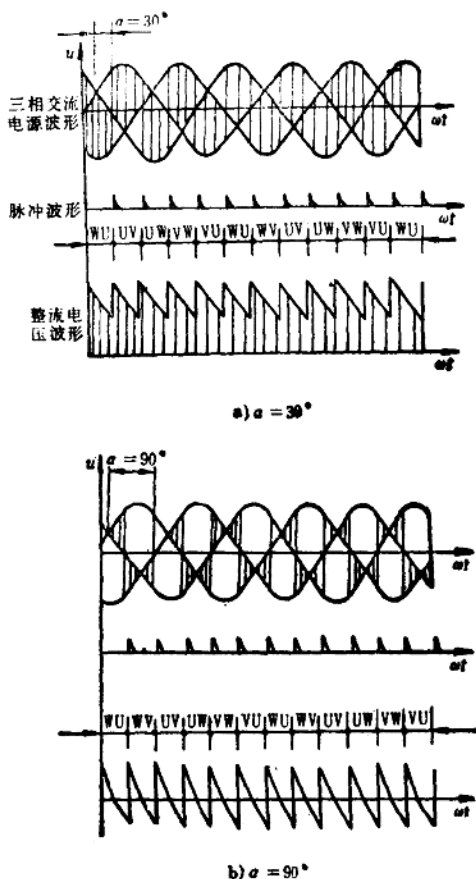


图16-1-3 整流电压波形

起到监视作用。在同步电动机起动过程中,转子感应的交变电压正负半周分别经过7VT~8VT和VD构成电流通路,电压表V被短接,无指示。投励后7VT~8VT关断,电压表V指示出直流励磁电压值。在正常励磁时,如果三相全控桥的延迟角 α 大于 60° ,整流电压出现正负两半波(见图16-1-3b)。对于电压表V来说,整流电压的负半波被整流器VD所短接,所以电压表V只测量到正半波的电压值,此时电压表V的读数有一定的误差。

直流电流表A串联于同步电动机转子励磁回路中,用来测量励磁电流。在同步电动机起动过程中(未投励前),电流表A在转子感应的交流电流作用下,没有指示。只有在投励后它才指示出励磁电流值。

2. 主电路的保护

(1) 过电压保护

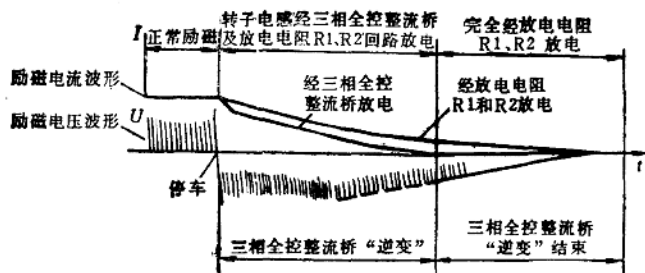


图16-1-4 逆变状态下电流、电压波形

1) 转子开路过电压保护 电动机异步起动过程中产生的转子开路过电压, 由灭磁环节(晶闸管 7VT、8VT)接入放电电阻 R_1 、 R_2 来消除。

2) 操作过电压保护 整流变压器电源断路器 QF 的拉合闸操作引起的操作过电压, 由三角形联结的阻容吸收装置 $R_u C_u$ 、 $R_v C_v$ 、 $R_w C_w$ 予以保护。

3) 晶闸管关断过程中的过电压保护 当整流桥的晶闸管 1VT~6VT 换相或熔断器 1FU~6FU 熔断时, 在相应晶闸管的两端上产生的过电压由与其并联的换相阻容吸收装置抑制。

(2) 均压保护 为使整流桥同相两臂上的整流器件(见图16-1-2中的1VT与4VT)均衡分担同步电动机起动时的转子感应电压, 设置了 $1R_2 \sim 6R_2$ 均压电阻。

(3) 过电流保护

1) 直流侧短路保护 整流桥臂上的快速熔断器 1FU~6FU 作为直流侧短路和整流器件 1VT~6VT 的保护用。1FU~6FU 熔断时, 使该熔断器上的微动开关 1SA~6SA 的常开触头闭合, 及时跳开同步电动机定子回路的断路器, 使其停车。

2) 交流侧短路与过载保护 这种保护由安装于整流变压器一次侧的自动空气断路器 QF 完成。它的热脱扣器, 主要用作整流变压器的过载保护, 它的动作电流应满足强励 30% 不脱扣的要求。

(4) 失磁保护 直流侧采用了电流继电器作为失磁保护。该继电器动作后, 指示灯 2HL 点亮。同时, 其辅助触头动作, 供用户利用。

(二) 触发控制电路

触发控制电路主要包括以下几个插件: 灭磁、脉冲、移相、投励、全压及附加插件等。

1. 灭磁插件

图16-1-2中点划线框内即为灭磁插件的电路。

同步电动机起动至投入励磁前的这段时间内, 整流桥的晶闸管 1VT~6VT 没有触发脉冲, 处于阻断状态。起动过程中, 转子励磁绕组感应出交变电动势, 在 G01 点(见图16-1-2)为正的半个周波中, 当感应电动势升到由 $1R_P$ 、 $2R_P$ 所整定的晶闸管 7VT、8VT 导通电压时, 7VT 和 8VT 立即导通, 使转子励磁绕组从相当于开路起动变为只

接入放电电阻 R_1 、 R_2 起动, 因此转子感应电动势就受到了抑制。在转子感应电动势未达到晶闸管 7VT、8VT 的导通电压以前, 感应电流是通过电阻 R_1 、 $1R$ 、 $3R$, 电位器 $1R_P$ 及电阻 $2R$ 、 $4R$, 电位器 $2R_P$, 放电电阻 R_2 构成回路的, 这样外接电阻为转子励磁绕组内阻的 3000 倍以上, 所以励磁绕组相当于开路起动, 感应电压就急剧上升, 当此半波结束(过零)时, 7VT 和 8VT 自动关断。

经 7VT、8VT 和放电电阻 R_1 、 R_2 起动的半波称为“经晶闸管起动半波”。在转子感应电动势变为 G02 点为正的半波中, 感应电流通过放电电阻 R_2 、硅整流器 VD、放电电阻 R_1 构成回路, 此半波称为“经硅整流器起动半波”。在同步电动机的整个起动过程中, 转子励磁绕组半波经晶闸管 7VT、8VT 灭磁, 半波经整流器 VD 灭磁, 直至起动加速至亚同步转速时, 顺极性无触点投励环节送入励磁, 把转子拖入同步。同时, 熄灭线将晶闸管 7VT、8VT 关断, 从而切除了放电电阻。

在同步电动机起动过程中, 转子励磁绕组感应电动势, 电流的波形变化如图16-1-5所示。

“熄灭线”将灭磁晶闸管关断的工作原理如下。

投入励磁之后, 如果灭磁晶闸管 7VT、8VT 没有关断, 那么当三相整流桥交流侧电源 U 相(U2 点)为正、V 相或 W 相(V2 点或 W2 点)为负。1VT 导通后, 由于熄灭线的作用, 使 7VT 承受反向电压而自行关断(见图16-1-6)。同理, 当 4VT 导通后, 8VT 关断。

7VT 和 8VT 的关断, 都是在投励时的第一个周波(0.02s)内完成的, 所以放电电阻 R_1 和 R_2 是在投励的瞬间就被切除了。

按钮 SB 用于检测灭磁环节工作是否正常。按

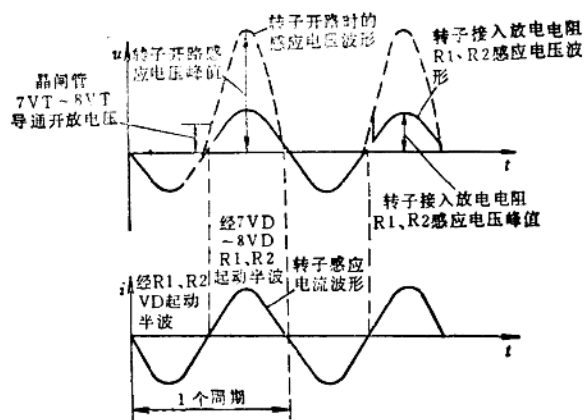


图16-1-5 起动过程中转子感应电动势、电流的波形

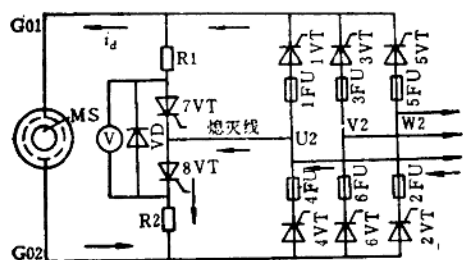


图16-1-6 熄灭线电气原理图

下按钮SB, 使电阻1R、3R与5R并联, 2R、4R与6R并联, 由于5R、6R的阻值较小, 相对增加了电位器1RP、2RP上的降压。检测时, 调节整流桥的输出电压为同步电动机所需的励磁电压值, 按下按钮SB, 灭磁晶闸管7VT和8VT导通, 电压表V的指示为零。松开按钮SB, 熄灭线将晶闸管7VT和8VT关断, 直流电压表V回到原来的调定值。

2. 触发脉冲插件

触发脉冲插件板共有三块(+U与-U, +V与-V, +W与-W), 分别控制三相整流桥的晶闸管1VT~6VT。三块触发脉冲插件板完全相同, 可以互换使用。

下面以+U与-U脉冲插件上的+U相触发电路为例, 说明其工作原理(图16-1-7为其电气原理图)。

触发电路由同步信号、脉冲形成与移相、脉冲放大等部分组成。

(1) 同步信号 同步信号来自小变压器1T。+U 1端作为产生脉冲的同步电源, +U 2端作为脉冲放大环节的电容2C的充电电源。+U 2端电压比+U 1端电压超前180°。

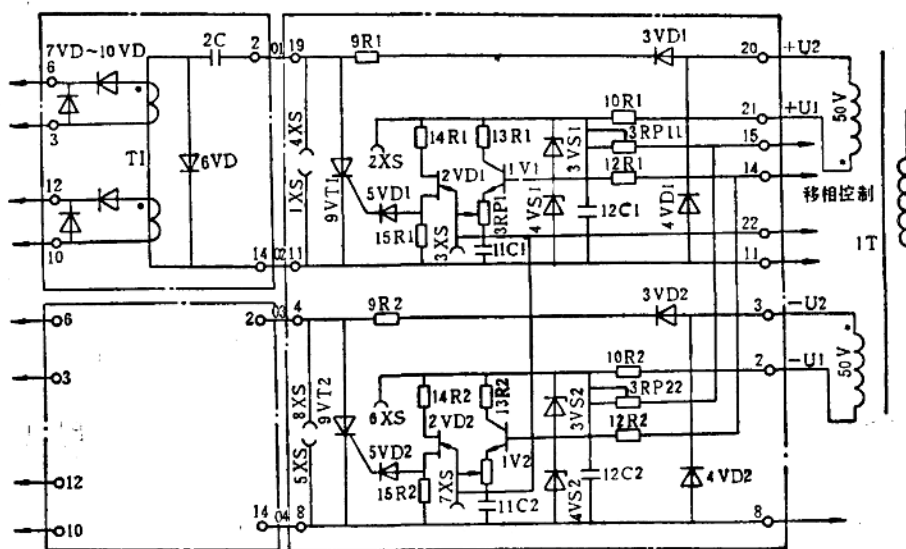


图16-1-7 脉冲插件电气原理图

(2) 脉冲形成与移相环节 脉冲形成环节是一个单结晶体管弛张振荡电路, 可参阅第4章第3节的有关说明。

来自移相插件的直流控制电压经插接端14接到1V1的基极上, 作为移相控制信号。改变移相控制信号的大小, 即可实现脉冲移相。

由于各触发脉冲插件所用半导体元器件(1V1、2V1、10V、11V等)的参数有差异, 从而造成各相输出脉冲相位不一致, 电位器3RP11可调节输出脉冲, 使其对称。

二极管6VD是使电容器2C的充电电流不流过脉冲变压器的一次绕组, 它是为脉冲变压器TI一次绕组放电而设置的。

电位器3RP11与附加插件的部分线路配合, 使电动机停止时整流桥工作在“逆变”状态(此时1VT~6VT的延迟角 α 为 140°)。

(3) 脉冲放大环节 脉冲放大环节由2C、9VT1及脉冲变压器TI组成。从插接端子20引入的交流电源+U比+U1端的同步电源超前 180° , 由二极管3VD1半波整流后, 经电阻9R1对电容器2C充电, 为产生放大的输出脉冲作准备。当脉冲形成环节在电阻15R1上产生脉冲时, 小晶闸管9VT1便触发导通, 电容器2C经9VT1及TI一次绕组迅速放电, 从而在TI二次绕组产生陡削并已放大的双脉冲, 去触发三相整流桥中对应的晶闸管1VT和6VT。

本装置采用了双脉冲触发的方法, 触发顺序依次为+U, -W, +V, -U, +W, -V。图16-1-8以 $\alpha = 60^\circ$ 为例, 示出了+U相触发电路中各点的电压波形。

3. 移相插件

移相插件电气原理图如图16-1-9所示。

移相插件由“移相给定”环节和“交流电网电压负反馈”环节两部分组成。

“移相给定”环节: 来自变压器4T的交流65V电源, 经二极管11VD~14VD、16R、3C、17R整流、滤波(晶闸管10VT作为开关用), 再经7VS、8VS削波稳压(见图16-1-10)后, 作为移相给定电源(15V)。

稳定的15V电压, 经电阻18R、19R加到电位器8RP上。在8RP滑动端输出一个可调节的稳定电压 E_s , 作为所有触发插件移相控制的给定电压。

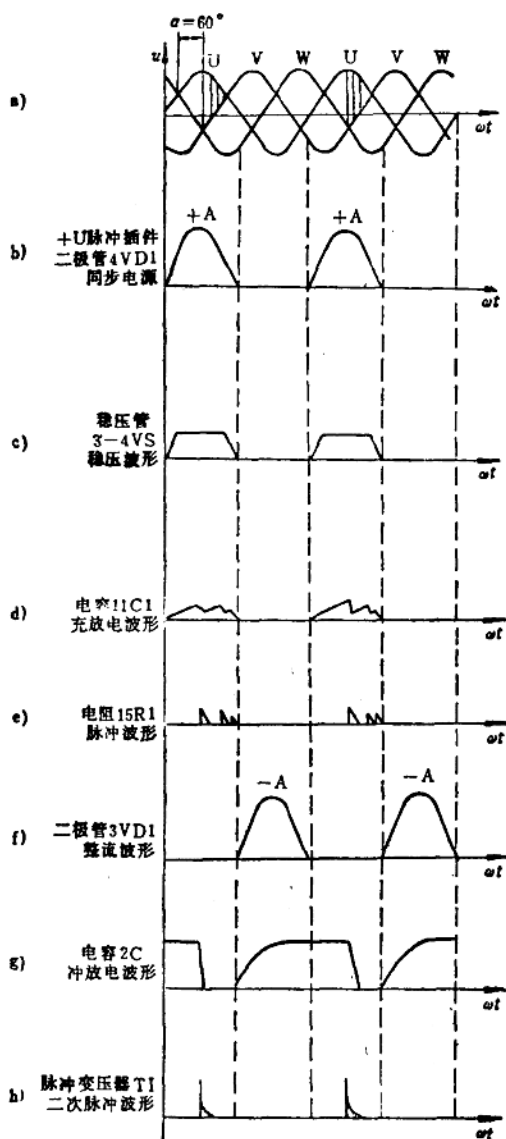


图16-1-8 触发电路波形图

“交流电网电压负反馈”环节: 来自1T~3T的三相交流6V相电压, 经二极管17VD~22VD整流、电阻20R降压后, 加在稳压管9VS上。当电网电压在390V以下时, 因加在9VS上的电压低于它的稳定电压, 则起不到稳压作用, 所以, 电位器5RP滑动端上的电压 E_s 是随电网电压的变化而成比例变化的。当交流电网电压升到390V以上时, 9VS才起到稳压作用, 这时5RP滑动端上的电压 E_s 基本保持不变。

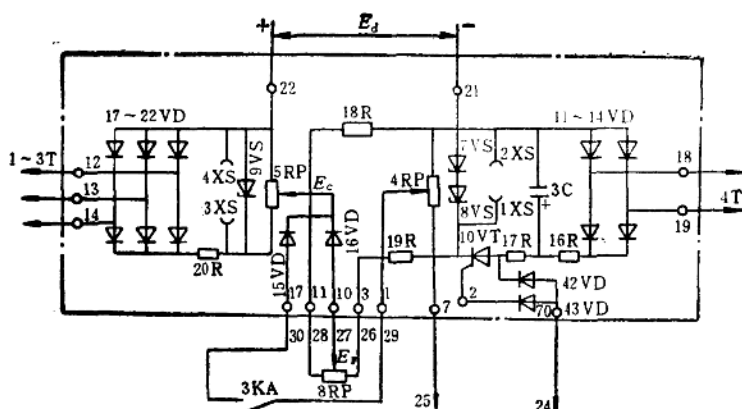


图16-1-9 移相插件电气原理图

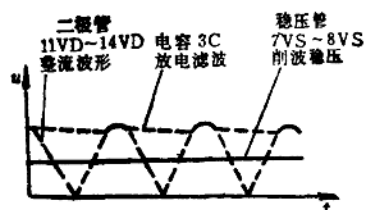


图16-1-10 移相给定电源波形图

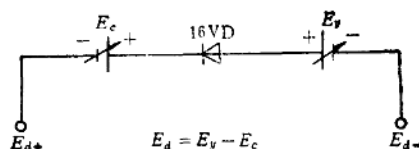


图16-1-11 移相插件控制信号示意图

电位器 8RP 和 5RP 的滑动端上的电压反极性串联后，将其差值输出（即 $E_d = E_y - E_c$ ），作为移相控制电压。由于 E_c 的负反馈作用，使励磁电压基本上保持恒定。

二极管 15VD、16VD 用于防止 $E_y < E_c$ 时， E_d 反向输出。

当交流电网电压下降至额定值的 80% 时，中间继电器 3KA 的触头（29~30）闭合，提高了“移相给定”电压（此时 E_y 是从电位器 4RP 滑动触头输出），从而使整流桥的输出提高到正常励磁电压

的 1.2 倍，进行强励磁。如强励磁进行 10 s 后，交流电网电压仍不回升，时间继电器（在定子回路控制设备上）动作，切除强励。

“移相给定”环节中的小晶闸管 10VT 作为开关用。在同步电动机起动过程中 10VT 处于阻断状态，直至起动至亚同步转速时，投励环节使 10VT 导通，移相插件才能有输出，从而投入励磁。

移相插件的简化电路如图 16-1-11 所示。

4. 投励插件

投励插件的电气原理图见图 16-1-12。

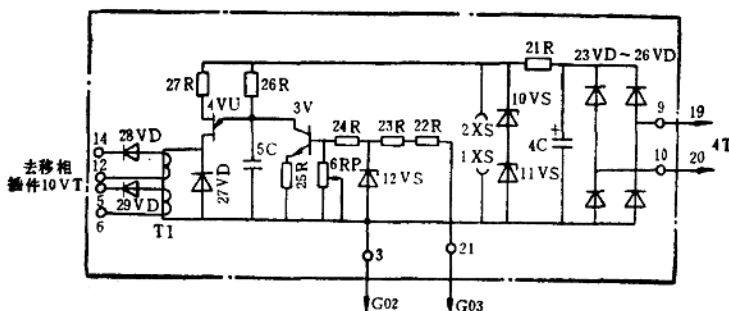


图16-1-12 投励插件电气原理图

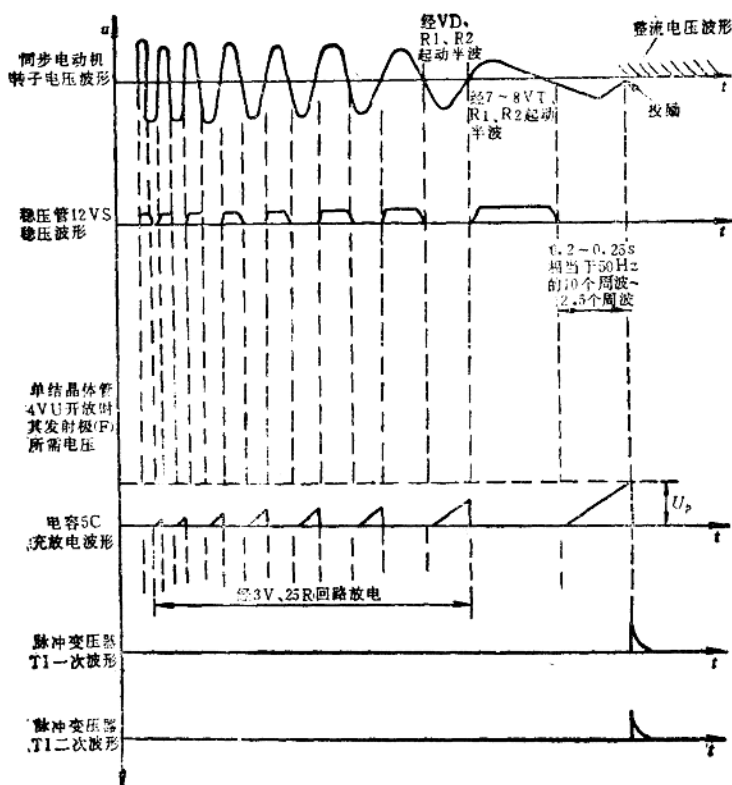


图16-1-13 投励插件波形图

在同步电机起动期间,当G3点为正半波时(见图16-1-12),转子感应电动势经电阻22R、23R降压,稳压管12VS削波稳压,使得三极管3V饱和导通。因此,电容器5C不能充电。当下一半波G02点为正时,感应电动势经稳压管12VS和电阻22R、23R使3V截止。由10VS、11VS稳压的28V电源就通过电阻26R向电容器5C充电。因同步电机刚起动时转子感应电动势的频率为50Hz,而5C的充电时间常数较大,所以在这个半波之内不能使5C充电至单结晶体管4VU的峰点电压 U_p 。在随后的G03点为正的半波内3V导通,经3V、25R、5C放电,以备下次重新从零开始充电。

在电机起动加速至亚同步转速之前,5C均不能充电至4VU的峰点电压。当达到亚同步转速时,转子感应电动势的频率已降至2~3Hz。这时,在G02点为正的半波内,5C已能充电至单结晶体管4VU的峰点电压,它的射极和第一基极导通,5C通过脉冲变压器T1的一次绕组放电,在T1的二次绕组输出脉冲。该脉冲触发移相插件的小晶闸管10VT,

接通给定电压 E_r 的电源,使脉冲插件发出脉冲,完成投励,从而使电动机同步运行。

投励插件在起动期间的有关波形见图16-1-13。

5. 全压插件

全压插件内部接线与投励插件完全一样,各元器件参数除电阻37R的阻值不同外,其余的均相同。其工作原理与投励插件一样,这里不再重复。

全压插件上的电阻37R一定要比投励插件上对应的电阻26R的阻值小,这样同步电动机减压起动至同步转速的90%左右时,全压插件发出脉冲去触发附加插件上的小晶闸管11VT。并使继电器2KA(图上未示出)吸合,其触头闭合,使同步电动机定子回路的全电压开关合闸。待同步电动机加速至亚同步转速时,投励插件发出脉冲,投入励磁,同步电动机进入同步运行。

全压插件只用于同步电动机减压起动,如果直接起动,那么全压插件可作为投励插件备用,但必须更换37R的阻值。

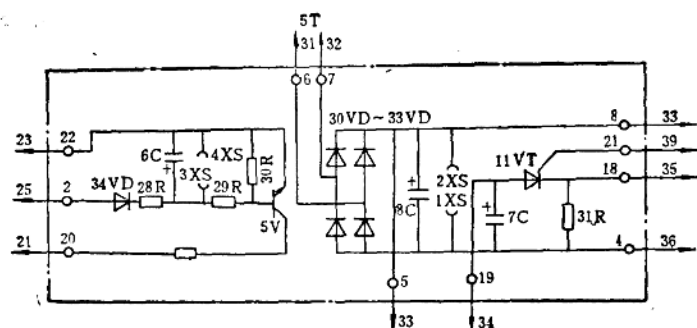


图16-1-14 附加插件原理图

6. 附加插件

(1) 全压断路器的控制 此环节电路如图16-1-14所示。由变压器5T来的交流14V电压，经二极管30VD~33VD整流，作为中间继电器2KA、3KA和4KA的直流电源。当同步电动机减压启动时，减压启动油断路器2Q的辅助触头(33-34)闭合。待启动至同步转速的90%左右时，全压插件发出脉冲触发小晶闸管11VT，中间继电器2KA吸合，其触头闭合，使电动机定子回路的全压油断路器1Q合闸。1Q合闸后，2Q分闸，其辅助触头(33-34)断开2KA的电源。电容器7C用于2Q触头(33-34)闭合时抑制加于11VT的电压上升率。电阻31R使11VT得到足够的维持电流。

(2) 整流桥的“逆变”控制 见图16-1-14和图16-1-7，现以+U相为例予以说明。

当三相可控整流桥工作在整流状态(即延迟角 α 为 $0^\circ \sim 120^\circ$)时，电容器11C1的充电是由脉冲插件上的1V1和附加插件上的5V共同控制的。因为5V的基极偏压是恒定的(来自移相插件的稳压电源)，所以由5V给电容器11C1充电的电流是恒定的。11C1的充电电流主要由1V1所控制，所以改变1V1的基极偏压便可以改变11C1的充电时间常数，使延迟角的相位在 $0 \sim 120^\circ$ 范围内移动，以达到调节励磁电压的目的。

当同步电动机停车时，控制变压器4T断电，移相插件也同时失去电源。这时脉冲插件的1V1因基极无偏压而截止，但附加插件的5V基极的偏压却由电容器6C缓慢放电而继续维持5s，所以脉冲插件的电容器

11C1此时由附加插件的5V单独进行充电。调节电位器3RP11使延迟角 α 为 140° 。这样，当电动机停车时，在转子励磁绕组放电的作用下，整流桥便工作在“逆变”状态。

第2节 晶闸管励磁装置的调试

(一) 灭磁器件的检查和整定

用50Hz交流电压模拟同步电动机启动时的转子感应电动势，分别加在灭磁晶闸管7VT和8VT的阳-阴极间，使其导通工作。该装置出厂时，对7VT、8VT导通工作电压已按表16-2-1所示数据进行了整定。因此，应按表16-2-1进行检查。如不相符时，再予以重新整定。

调试接线如图16-2-1所示。所需调试设备为：

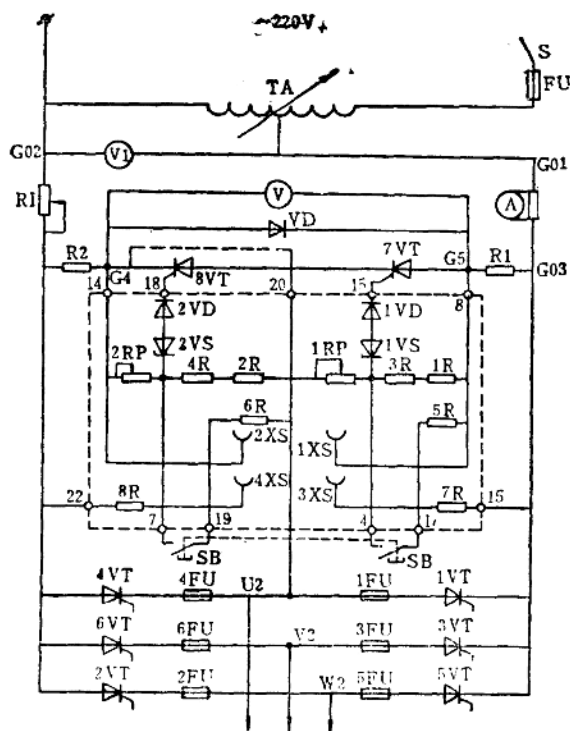


图16-2-1 调试电气原理图

表16-2-1 晶闸管7KGZ、8KGZ导通电压

装置额定励磁电流(A) /励磁电压(V)	晶闸管7KGZ、8KGZ导通工作电压	
	瞬时值(V)	工频有效值(V)
300 A/45 V	$45 \times 2.5 = 112.5$	$112.5/\sqrt{2} \approx 80$
500 A/50 V	$50 \times 2.5 = 125$	$125/\sqrt{2} \approx 90$
300 A/60 V	$60 \times 2.5 = 150$	$150/\sqrt{2} \approx 110$
300 A/75 V	$75 \times 2.5 = 187.5$	$187.5/\sqrt{2} \approx 135$
300 A/90 V	$90 \times 2.5 = 225$	$225/\sqrt{2} \approx 160$
300 A/110 V	$110 \times 2.5 = 275$	$275/\sqrt{2} \approx 195$
300 A/130 V	$130 \times 2.5 = 325$	$325/\sqrt{2} \approx 230$
300 A/160 V	$160 \times 2.5 = 400$	$400/\sqrt{2} \approx 284$
450 A/50 V	$50 \times 2.5 = 125$	$125/\sqrt{2} \approx 90$
450 A/75 V	$75 \times 2.5 = 187.5$	$187.5/\sqrt{2} \approx 135$
450 A/130 V	$130 \times 2.5 = 325$	$325/\sqrt{2} \approx 230$

S——单极刀开关, 15A

FU——熔断器, 15A

V1——交流电压表, 0~500V

RI——滑线变阻器, 10A, 30Ω

TA——单相自耦调压器, 3kVA, 220/0~250V

P——慢扫指示波器 1台

调试方法: 如图 16-2-1 所示, 用截面不小于 2.5mm² 的铜导线, 将晶闸管 8VT 的阴极和阳极短接, 将示波器接至灭磁插件插孔 1XS 和 2XS 上 (示波器外壳不要接地), 示波器的正极接 1XS、负极接 2XS。该装置的电源断路器 QS 置于断开位置。

1) 合上刀开关 S, 调节调压器 TA 二次侧输出电压至 10V (电压表 V 1 读数) 左右。此时装置上的直流电压表 V 的读数约为交流电压表 V 1 读数的 1/2。示波器若出现如图 16-2-2 a 所示的波形, 即为正常。然后, 缓慢升高 TA 输出电压至灭磁晶闸管 7VT 所需整定的导通工作电压, 即交流电压表 V 1 的读数应为表 16-2-1 中所示的工频电压有效值。此时, 示波器应出现如图 16-2-2 b 所示波形。否则, 可调节“触发电压”电位器 1RP 的阻值, 使其出现图 16-2-2 b 所示的波形。这时表明 7VT 已被交流电压峰值导通工作 (此种状态不要持续过长), 然后微降 TA 输出电压, 应出现图 16-2-2 a 的波形, 表明 7VT 处于关断状态 (此时, 电压表 V 读数

= 电压表 V1 读数 / 2。继而将 TA 输出电压降至 7VT 导通电压的 50%, 按下按钮 SB, 应出现图 16-2-2 b 所示波形。松开 SB, 则恢复图 16-2-2 a 所示波形, 此时才算正常。否则, 须按上述方法反复调整。重复上述按下、松开调试按钮 SB 的过程, 如无异常, 可锁紧“触发电压”电位器 1RP。

2) 断开刀开关 S, 将 2.5mm² 铜导线改接至晶闸管 7VT 阳-阴极间, 将 7VT 短接。仍按上述办法对晶闸管 8VT 的导通工作电压进行检查和整定。

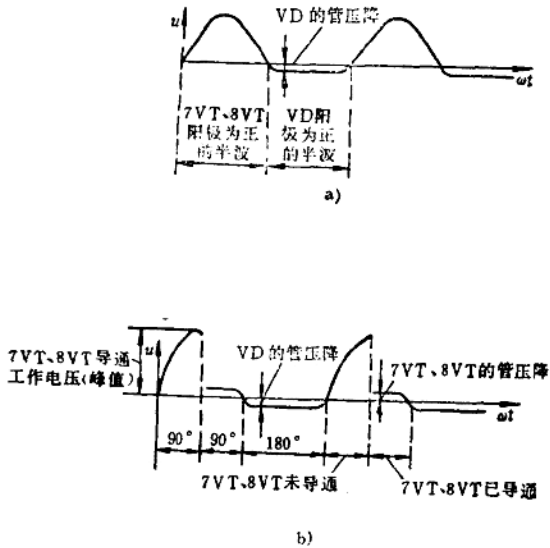


图16-2-2 7VT、8VT、VD管电压波形

最后锁紧“触发电压”电位器2RP。灭磁插件的检查和整定工作完成后，拆除所有附加调试设备。

(二) 其他插件的检查和整定

检查和整定时，可按图16-2-3所示进行接线（三相自耦调压器1TA必须接零，以防零点移动）。

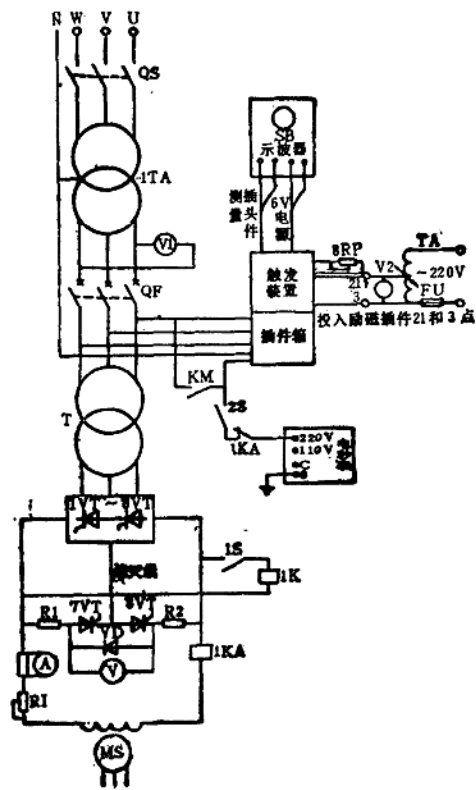


图16-2-3 检查整定接线图

图16-2-3中所用附加设备为：

- 1) V1、V2——交流电压表；
- 2) 1TA——三相自耦调压器 6kVA，380～430 V；
- 3) TA——单相自耦调压器 0.5kVA，220～250 V；
- 4) QS——三极单掷刀开关，500 V，15 A；
- 5) 1S、2S——单极单掷刀开关 250 V，5 A；
- 6) 1KA——直流中间继电器 DZ51，12 V；
- 7) RI——滑线变阻器，30 Ω，6 A；
- 8) FU——熔断器，250 V，5 A；
- 9) 电秒表；

10) SB-14型示波器。

1. 各插件测量插孔波形的检查

三相自耦调压器1TA二次侧输出保持在380 V，使转换开关SA（图上未示出）处于“调定”位置，用示波器观察各插件的插孔所显示的波形，看是否正确。各插孔的正确波形如图16-2-4所示。

2. 桥臂晶闸管触发导通对称度的检查

顺时针调节“输出调整”电位器8RP，用示波器观察，在一个周期内（360°电角度）应出现6个对称的整流电压波形。如不对称，可将其中一个电压波形的最低点（设为P1点）与示波器所设的零线相交。然后，依次调节其余5个脉冲插件的“调节对称”电位器3RP使相对的每个电压波形的最低点（即P1～P6点）都刚好与零线相交，如图16-2-5 a所示。再顺时针调节电位器8RP，使装置上的直流电压表读数为装置铭牌的额定励磁电压的1.2倍，波形应如图16-2-5 b所示。这时P1～P6各点间隔应大致相等（均为60°）。如偏差较大，可微调电位器3RP使其对称。然后，反时针调电位器8RP，使直流电压表V的读数为装置额定励磁电压的25%。此时，由于6个触发电路所用电子元器件参数的分散性，整流电压可能出现如图16-2-5 c所示的不对称波形，但在同步电动机励磁中，这样低的整流电压实际是不用的，虽然不对称，也无关紧要，可不再调。

3. 投励、全压插件动作时间的检查和整定

装置出厂时，投励时间整定为0.2～0.25 s（即转子转差率为5%～4%），投全压时间整定为0.14～0.16 s（即转子转差率为7.14%～6.25%）。

检查前的准备（见图16-2-3）：

1) 合三极单掷刀开关QS，再合空气断路器QF和“控制电源”主令开关，调三相自耦调压器1TA，使二次侧输出电压为380 V。

2) 使转换开关SA处于“调定”位置，调节“输出调整”电位器8RP，使直流电压表V的读数为中间继电器1KA的吸合电压值（12 V）。然后再将转换开关SA调到零位。

3) 合上单极单掷刀开关1S、2S，将电秒表拨至零位。

完成上述准备工作后，即可对投励时间和全压时间分别进行检查和整定。

1) 投励插件投励时间的检查和整定 将转换开关SA拨到“调定”位置，交流接触器KM吸合，

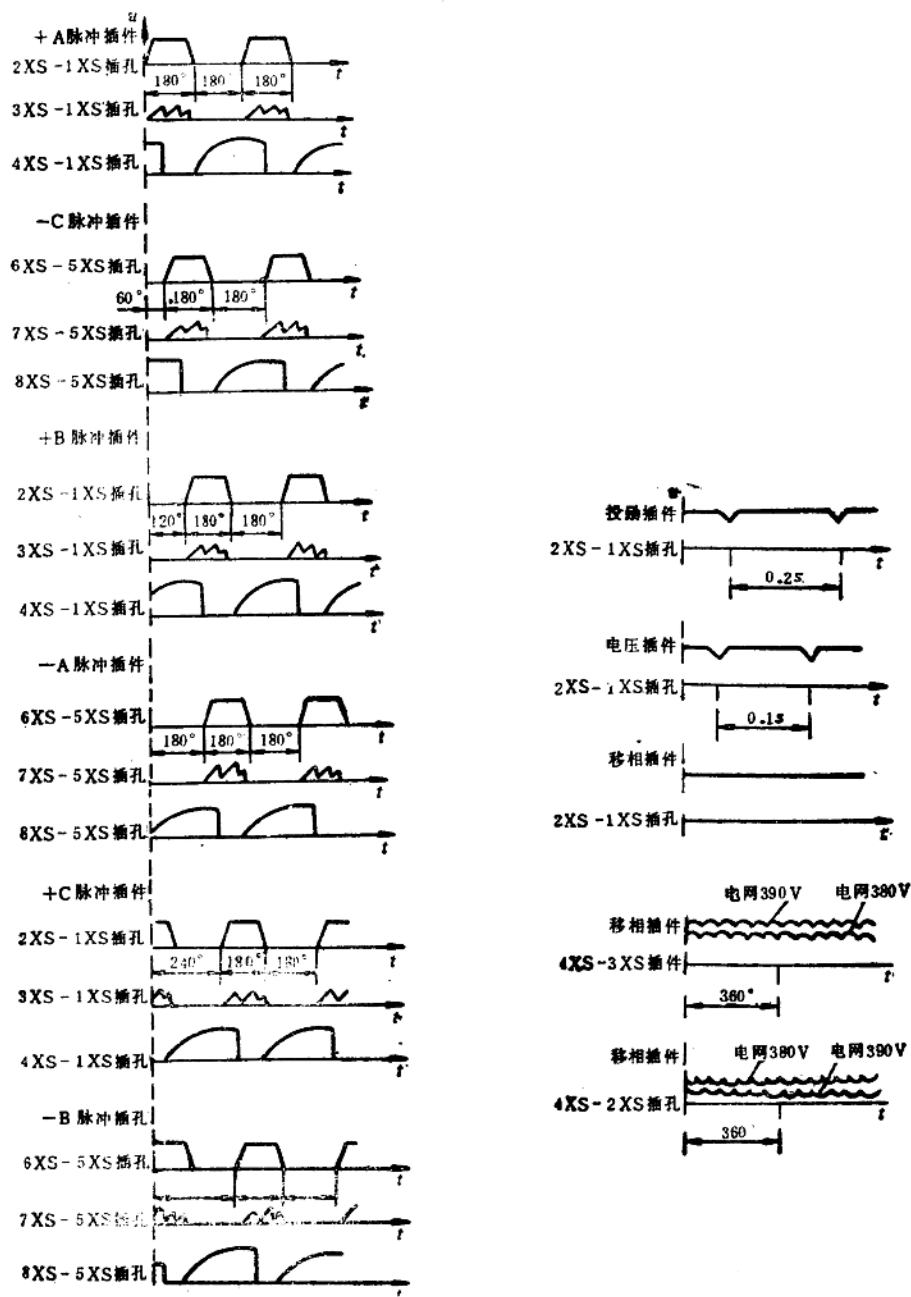


图16-2-4 装置插件各類孔波形

小变压器4T得电。投励插件的稳压电源经电阻26R开始对电容器5C充电(见图16-1-12)，“电秒表”同时开始记录5C的充电时间。待5C充电至单结晶体管4VU的峰点电压时，整流输出直流电压中间继电器1KA吸合，“电秒表”计时停止。“电

秒表”所记录的时间即为投励时间。如此重复数次，“电秒表”每次记录的时间应在0.2~0.5s范围内(因1KA有动作误差)，取其平均值作为投励时间。偏差较大时，可重新选择电阻26R的阻值。其阻值一般在120~200kΩ。

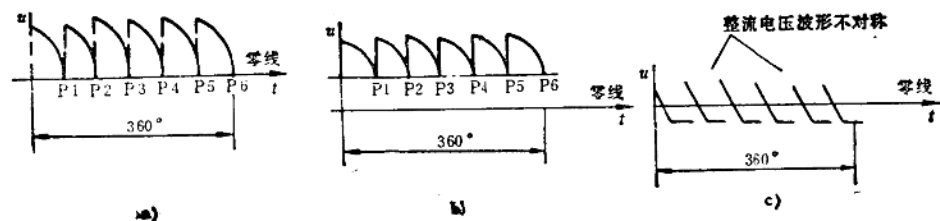


图16-2-5 1VT~6VT触发对称度调整波形

2) 全压插件投全压时间的检查和整定 拔出投励插件, 将全压插件插入投励插件的位置, 然后按上述方法进行检查。“电秒表”每次记录的时间应在0.14~0.16 s, 取其平均值作为投全压时间, 如偏差较大时, 可重新选择电阻37R的阻值。其阻值一般在100~150kΩ。检查整定完毕后, 将两插件分别插回原处。

4. 投励、全压插件动作电压的检查和整定

投励及全压插件的电压出厂时整定为8~10V, 可分别进行检查和整定。

1) 投励电压的整定 (见图16-2-3)

① 断开三相全控整流桥输出端, 接上投励插件端子3、21两点连接线 (线号为G02、G03), 接上单相调压器TA, 把TA的输出电压先调至0V。开关1S、2S置于断开位置。

② 拔出全压插件。

③ 转换开关SA置于“调定”位置。合上空气断路器QF, 调“输出调整”电位器8RP, 使装置有直流电压输出。然后, 再将SA置于零位。

④ 断开空气断路器QF, 将单相调压器TA的输出电压调至10V以上。

⑤ 再将SA置于“调定”位置, 合上空气断路器QF, 此时装置直流输出电压为0V。然后慢慢降低单相调压器TA的输出电压, 直至低于10V时, 装置有直流电压输出。交流电压表V2的读数应为出厂时整定的投励电压 (8~10V)。

如投励电压不在此范围内, 且偏差较大时, 可调节“信号调节”电位器6RP。

2) 投全压电压的整定。将投励插件拔出, 插全压插件于投励插件位置上。附加设备接线不动, 仍按上述步骤(1)~(5)进行。

如全压插件的电压不在8~10V范围内, 且偏差较大时, 可调节“信号调节”电位器7RP (即图16-1-12上6RP)。

检查与整定完后, 拆除单相调压器TA, 仍将

整流桥输出端与3、21两点线连接回原处。

5. 恒定励磁特性的检查和整定

参看图16-2-3, 只接入以下设备: 三极单掷开关QS; 三相调压器1TA; 交流电压表V1; 滑线电阻R1。其余各附加设备的连线拆除, 对应装置上的连接线接回原处。

1) 合上三极单掷刀开关QS、空气断路器QF、“控制电源”开关。将三相调压器1TA输出电压调至380V。

2) 将移相插件“电压反馈”电位器5RP的滑动端调至中间位置。

3) 将转换开关SA置于“调定”位置。调“输出调整”电位器8RP, 使直流电压表V的读数为装置额定励磁电压或同步电动机带负载时的运行励磁电压 (现场调试)。

4) 改变三相调压器1TA输出电压。当电压在380V的110%~80%的范围内变动时, 直流电压表V的读数变动不大于原先调定值的±10%。如不相符, 且偏差较大时, 可适当调整移相插件的“电压反馈”电位器5RP, 重调“输出调整”电位器8RP, 使直流电压表V的读数仍为第③条规定的值, 再按第④条的要求重新整定, 直至满意为止。

6. 强励磁特性的检查和整定

强励磁特性的检查和整定所需接线和恒定励磁特性检查和整定所用接线相同。

1) 合上三极刀开关QS、空气断路器QF、“控制电源”开关, 将三相调压器1TA输出电压调至380V。

2) 转换开关SA置于“调定”位置, 调“输出调整”电位器8RP, 使直流电压表V的读数为装置的额定励磁电压或同步电动机负载运行时的励磁电压 (现场调试)。

3) 将调压器1TA的输出电压调至304V (额定电压380V的80%)。

4) 人为使强励磁触头(33-54)闭合, 观看直流

电压表V的读数,其值应为原调定值的1.2倍。否则可用移相插件的强励给定电位器4RP,一直调整到满意为止。

7. “逆变”环节的检查

参看图16-2-3,除保留滑线变阻器外,其余的附加调试设备全部拆除。然后将“输出调整”电位器8RP滑动端的接线断开。

将示波器接至脉冲插件的插孔5XS上,合上空气断路器QF与“控制电源”开关。示波器上应出现如图16-2-6a的波形。然后将转换开关SA置于“调定”位置,示波器上的波形应变为图16-2-6b所示波形。否则,用脉冲插件上的3RP予以调整。此时脉冲插件所发出的脉冲相位约为 140° 。为验证是否如此,可将示波器接至灭磁插件插孔3XS和4XS上,示波器应没有整流电压波形。

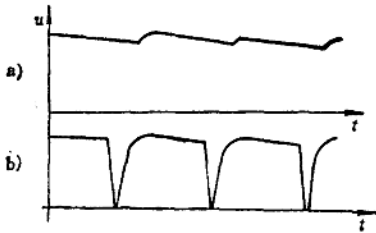


图16-2-6 脉冲插件5XS插孔波形

所有脉冲插件应分别按上述方法进行整定调试。完成后,将“输出调整”电位器8RP滑动端的连线接上。

(三) 系统试车

1. 试车前的检查与注意事项

1) 同步电动机铭牌所示的满励磁电压、满励磁电流不得大于该装置铭牌数据。

2) 测量电动机转子励磁绕组的直流电阻值,放电电阻R1和R2的阻值是它的5~10倍。调试时不得随意更换。

3) 试车前,必须进行绝缘电阻测试。测试时,先将触发控制装置P型插头拔出,各插件取下。在主电路及有触点二次回路与柜壳间,用1000V兆欧表测量,其绝缘电阻应不低于 $2M\Omega$ 。然后将P型插头插回原处,在触发控制装置与柜壳间,用250V兆欧表测量,其绝缘电阻不应低于 $0.5M\Omega$ 。

4) 各插件上的电位器一经整定后,必须锁

紧,不要随意调动。

5) 同步电动机起动过程中,定子回路不允许有断电现象。如果采用减压起动方式,则减压起动开关的分闸必须在全电压起动开关合闸之后,否则将造成装置的误投励。

6) 同步电动机起动过程中,不允许用示波器直接观察灭磁插件插孔2XS~4XS波形,以免损坏示波器。

2. 系统试车

(1) 试车前的准备

1) 按本装置的电气原理图和接线图,检查装置的对外接线。即将“输出+”和“输出-”两铜排接到转子绕组引出线上,380V、50Hz的交流电源按顺相序接到左下侧三根电源线上,左右端子板的所有对外接线必须准确无误。

2) 将“输出调整”电位器8RP按逆时针方向旋到零位。

3) 合上空气断路器QF,“主电路”红色信号灯亮。

4) 合上“控制电源”开关,“风机停止”,绿色信号灯亮。

5) 将转换开关SA置于“调定位置”,接触器KM动作,“风机停止”绿色信号灯3HL熄灭,“风机运行”红色信号灯31HL亮,风机运行,风向自上而下。

6) 沿顺时针缓慢调节“输出调整”电位器8RP,使直流电压表V和直流电流表A的读数为同步电动机运行的励磁电压和电流值。

7) 按下“灭磁检测”按钮SB,直流电压表读数为零。松开按钮后,直流电压表V的读数复原。

8) 将转换开关SA置于“允许”位置,装置输出为零。

(2) 试车和操作

1) 合上油断路器1Q,起动同步电动机。

2) 调节“输出调整”电位器8RP,使励磁电流达到所要求的功率因数。

3) 停机时,先断开油断路器1QF,本装置直流电压表V和直流电流表A降至零值。再把各开关和旋钮旋到原位,断开空气断路器QF。

4) 再次起动时,重复上述试车前的准备及操作顺序。

第3节 晶闸管励磁装置 维护和检修

(一) 装置的维护

晶闸管励磁装置由晶闸管整流器、触发电路和一些控制及保护电路组成。因其结构紧密,所以对尘埃和湿度应进行重点检查,同时由于半导体装置承受过电压的性能较差,热容量小,因此对浪涌吸收回路、冷却回路、各种保护回路、稳压电源及给定电源等都应定期进行维护检修。

维护的主要工作是清扫,因晶闸管整流器电源的很多故障是由于灰尘引起短路而造成的。清扫灰尘时,一定要断开电源,采用吸尘或吹拭的方法。应避免压缩空气的压力过强而损坏零件和布线,对吹不掉的附着物可用布擦去。清扫工作的原则是由上而下进行。

(二) 一般故障的检修

1. 故障分析

晶闸管励磁装置与其他电气设备一样,在安装、调试和运行中总会出现很多故障,其原因是多方面的,如控制线路接线有误,电器元件质量差,或运行中元件损坏,绝缘不良等。但就其设备本身的特殊性来说,能用眼睛看到事故机会很少,要想及时排除故障,就必须做到如下几点:

1) 熟悉各插件板及整个装置的工作原理和调试方法。

2) 发现故障,首先要弄清原因,切不可无目的地乱找。这样不仅不能迅速排除故障,相反可能人为地将故障扩大,造成严重事故,增加修理难度。

3) 应对故障的具体现象,加以分析判断,定出故障的大致范围,然后再用正确的检查方法逐步缩小怀疑圈,直至找到故障的确切部位,予以排除为止。

4) 经常向操作者询问,并亲自观察电气设备运行情况,特别要注意各种异常现象,针对异常现象采取预防措施。一旦出现故障,处理也就有了线索。

5) 因电气设备各种性能是互相联系的,因此在处理故障时要特别注意,不能顾此失彼,处理此

处而影响它处。

6) 处理故障后还要做一些必要的动作试验和测量,一方面检查故障消除的情况,另一方面亦是通过实践,进一步认识电气装置发生故障的条件与后果,从而为预防和处理故障积累经验,以备查考。

同步电动机晶闸管励磁装置的故障现象大致可分为:励磁不稳;励磁大幅度下降,甚至失电压。这些故障大部分是由于插件引起的,其影响最大的插件是给定插件(移相插件)和投励插件或附加插件的逆变环节。

2. 检查方法

(1) 外观检查 可以从表面观察、查找、发现简单故障,如电阻烧焦,变压器冒烟,元器件脱焊,紧固松动等。

(2) 测量电阻值 在不通电的情况下,用万用表测量电路中有关各点的直流电阻值。例如熔断器熔断后,一般不宜再送电,此时就应该用万用表测量是否有短路或阻值过小的现象。还可万用表测量晶体管各极间的正、反向电阻值,这也能大致判别晶体管的好坏。

(3) 测量电压 电压检查是常用的检查方法之一。因为某一级工作正常与否和该级的直流输出电压大小和正负有关。

(4) 替换元器件或单元插件的检查 用完好的元器件替换相应的元器件进行检查,也可以进一步证实故障的确切部位。例如怀疑某一电容失效,可以用相同参数电容并联,如果并联后恢复正常,则说明原来电容已开路失效。但是如果怀疑电容漏电或短路,则不能用并联的方法,而应将原有电容拆下后再将好的电容接上检查。不过替换元器件检查的方法应尽量少用,以免多次拆装将印制板铜箔损坏。已判断出某块单元插件有故障时,可用备用单元换上,从而减少停机时间。

(5) 仪器检查。仪器检查是比较重要的方法,它能比较准确地检查出故障部位及故障程度,例如,用示波器可以检查脉冲情况及直流输出等,从而可迅速采取措施,将故障排除。

3. 检修时的注意事项

1) 拆下元器件时,不应使印制板铜箔脱落。接上新的元器件时,应保证焊接质量,还要注意元器件之间不能互碰,以免引起新的故障。

2) 替换元器件时,必须符合原设计要求。

3) 排除故障后, 内部调整元件应调整到正确位置。

4) 系统装置的主要性能一定要复查, 看其是否符合原装置要求。

4. 常见故障及排除方法实例

例16-3-1 装置输出的励磁电压在较大幅度内波动或下跌, 使同步电动机正常运转受到威胁, 甚至失步跳车。

故障现象: 直流输出波形不稳、跳动。

故障分析: 引起直流输出不稳的主要原因, 是触发脉冲不稳定, 控制电压波动。

排除的方法: 因控制电压不稳, 进而判断是给定插件故障。经检查是插件中的可调电位器7RP接触不良所致。将7RP换下后, 重新调整, 控制电压稳定, 用示波器观察输出波形稳定, 同步电动机运行正常。

例16-3-2 励磁装置失压引起同步电动机失步跳车。

故障现象: 直流输出波形不稳, 有时没有输出。

出。

故障分析: 引起输出不稳和失压的主要现象是脉冲不稳或脉冲提前发出。可能引起的原因是给定插件损坏或触发插件故障。

排除方法: 1) 检查给定插件, 结果一切正常; 2) 检查脉冲插件, 六块脉冲插件板中, 其中一块的4V1有问题。

由于六块触发插件板的3端和4端都连在一起, 同时受 E_D 控制。因此其中一块插件板的4V1特性发生改变, 使集电极电流明显加大, 这除了将引起本插件的电容4C2充电加快而过分提前发出脉冲外, 还会因为过大的充电电流在本插件的4RP2和4R3上产生较大的电压降, 此电压降往往会比给定插件送来的移相控制电压 E_D 大得多, 那么此时移相控制电压便由故障插件的4RP2和4R3以及4V1的e、b极间电压之和来代替。这样就等于其他触发插件的移相控制电压加大, 所以脉冲提前发出, 从而造成输出波形波动以致失电压。将此插件4V1换为好的器件后, 故障就排除。