



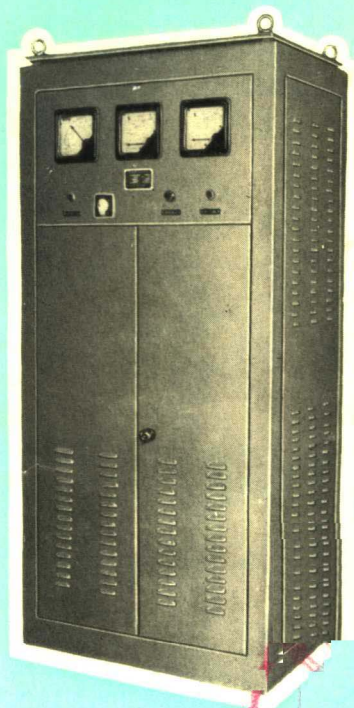
同步电动机

可控硅励磁装置

KGLF系列

说明书

TA11



北京整流器厂

KGLF 系列

同步电动机

可控硅励磁装置

使用、调试说明书

(强触发线路)

中华人民共和国
北京整流器厂

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

抓革命、促生产、促工作、
促战备。

中国人民有志气，有能力，
一定要在不远的将来，赶上和超
过世界先进水平。

目 录

一、概述.....	1
二、主要特性及说明.....	3
三、工作原理.....	6
四、整定、调试方法.....	13
五、系统试车及使用注意事项.....	18

一、概 述

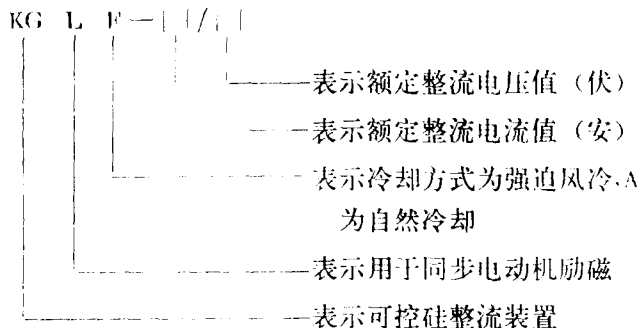
1. 用途:

本系列装置专供拖动轻载起动的同步电动机励磁。与 200 KW-4000 KW 容量范围内 TDK 系列同步电动机单机配套, 适用于拖动 化肥, 采矿等工业中的高压压缩机, 冷藏库拖动氨压缩机, 氧气站拖动空气压缩机, 循环压缩机, 冷冻压缩机等大型同步电动机。也适用于拖动轻载起动的其它同步电动机励磁, 如: 拖动轴流风机, 水泵等。

如果需要为拖动重载起动的同步电动机配套 (如拖动球磨机) 应选用 KGLFK 系列采用三相全控整流桥线路的可控硅励磁装置, 这里不详说明。

2. 命名与规格:

(1) 装置的命名:



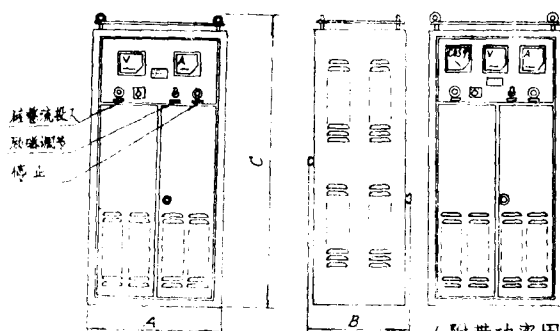
例如: 额定励磁电压 110 V, 额定励磁电流 300 A, 强迫风冷的可控硅励磁装置型号表示即为: KGLF—300/110

(2) 装置的规格划分: 本厂目前生产的本系列可控硅励磁装置共有以下规格:

KGLF-300/40	KGLF 300/50	KGLF 300/75
KGLF 300/90	KGLF 300/110	KGLF 300/150
KGLF 400/40	KGLF-400/50	KGLF 400/75
KGLF 400/90		

3. 外形尺寸、重量及安装孔尺寸:

外形与重量 规格	外形尺寸 (mm)			重量 (kg)	安装孔尺寸 (mm) (4孔 $\phi 20$)
	A	B	C		
KGLF 300/110、150 KGLF 400/75、90	975	780	1880	550~600	300×900
KGLF 系列其它型号	875	680	1880	450~550	300×800



(不带功率因数表的装置)

(附带功率因数表的装置)

二、主要特性及说明

1. 本装置有以下特点:

(1) 与同步电动机定子迴路没有直接的电气联系, 因此同步电动机可根据电网情况设计为高压 3~6 kV 或低压 380 V。全压起动与降压起动 (不得低于额定值 85%) 不受限制。

(2) 实现了同步电动机转子迴路固接励磁。

(3) 实现了按同步电动机转子滑差, 顺极性, 无触点自动投励。同步电动机起动后, 进入亚同步速, 转差到达 3~5% 时, 自动投励, 使同步机牵入同步运行。

(4) 具有按电网电压波动, 自动无级强励磁的作用。

(5) 同步电动机起动与停车时自行灭磁，并在同步电动机异步运行时（起动与失步过程），具有过电压保护，保证同步机及装置免受过压击穿。

(6) 可以手动调节励磁电压，进行功率因数调整，可从额定整流电压值的10%左右至额定值连续可调。

(7) 本装置电源为交流三相四线 380 V / 220 V，必须与同步电动机定子回路电源来自同一段母线。负反馈特性在电压波动 $-10\% \sim +5\%$ 范围内有效。

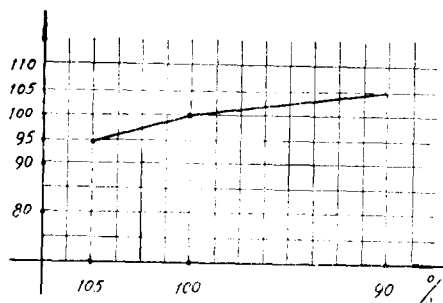
2. 两点说明:

(1) 自动无级强励特性:

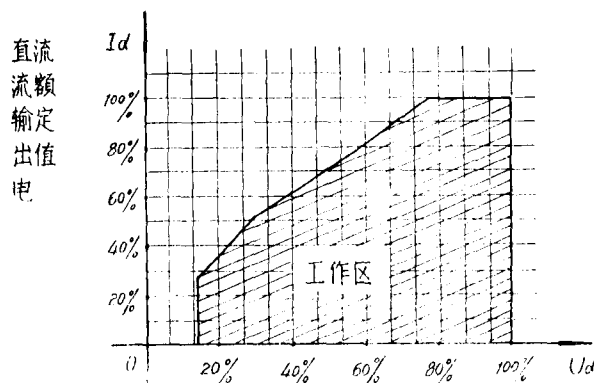
本装置按电网电压负反馈自动无级强励特性曲线见图一

(2) 本装置的额定整流电流值与整流电压值的关系:

整
流
定
值
的
直
流
分
输
出



(图一) 交流电源电压额定值波动的百分数



(图二) 直流输出电压额定值

工作区内。

在选配本系列装置时，应注意额定整流电流值与整流电压值这两个指标之间存在一定的关系，按照可控硅整流元件运行规范与本装置参数选择，通过试验得出以下工作曲线（图二），在选配本装置时，应保证同步电动机的额定励磁电压与额定励磁电流数值之交点在此

3. 同步电动机在同步运行和异步起动过程中不得超过下列数据:

(1) 整个起动过程中，转子励磁绕组所感应的交流电压，在放电电阻 R_{Fd}

两端不得大于 800 V (峰值), 如果高于此值, 应于订货时提出。

(2) 整个起动过程中, 转子励磁绕组所感应的交流电流通过放电电阻 R_{Fd} 回路, 不得大于 $(3.14 \times KGZ_1 \text{ 可控硅整流元件之额定电流})$ 峰值。

(3) 转子励磁绕组外接放电电阻 R_{Fd} , 其阻值不得小于

$$\frac{\text{额定励磁电压(V)}}{KGZ_1 \text{ 可控硅额定电流(A)}} (2)$$

但不得大于 10 倍的转子励磁绕组直流电阻值。

4. 本装置内以下元件的整定值在现场试车时复调:

(1) 可控硅整流器 KGZ_1 的导通开放电压为 G_1, G_2 两点电压为 300 V (峰值)。

(2) 投励环节 (插件三) 电容器 5 C 的充电时间应整定为 0.3 秒左右发出脉冲 (可更换电阻 16 R)

(3) 触发装置的对称度及自动无级强励特性。

5. 运行方式:

100% 连续。使用中各部位最高温升如下:

部 位	允许最高温升(°C)	测 量 方 法
整流变压器铁芯	70	点温计法
整流变压器线圈	55	电阻法
可控硅整流元件(结温)	60	热敏电压法
硅整流元件(结温)	100	热敏电压法
箱体表面	60	点温计法

6. 使用条件:

(1) 海拔高度不超过 1000 米。

(2) 环境温度 $\pm 40^\circ\text{C}$ 之内, 相对湿度小于 85%。

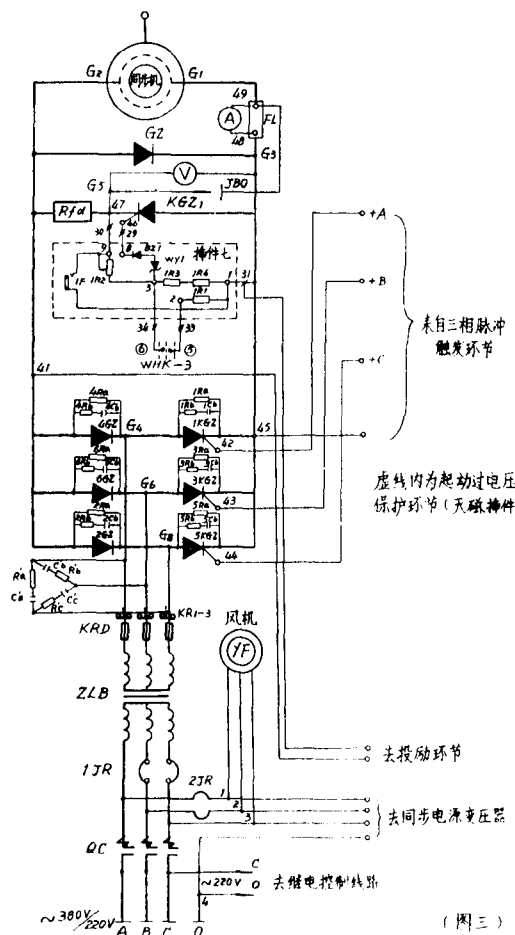
(3) 无爆炸危险及腐蚀性气体, 无冰雪, 雨水浸入箱体。

(4) 保证装置内风道流通及工作间的良好通风。

(5) 户内安装。

三、工 作 原 理

本系列装置由主电路，触发控制电路两大部份及风机，指示，开关继电器连锁线路组成。



(图三)

主电路部份包括：

- (1) 交流供电及整流环节
- (2) 过电压与过电流保护环

节

触发控制电路部份包括：

- (1) 三相脉冲触发环节
- (2) 移相调压环节
- (3) 自动投励环节
- (4) 灭磁环节

下面依次说明：

1. 主电路的工作原理：(见图三)

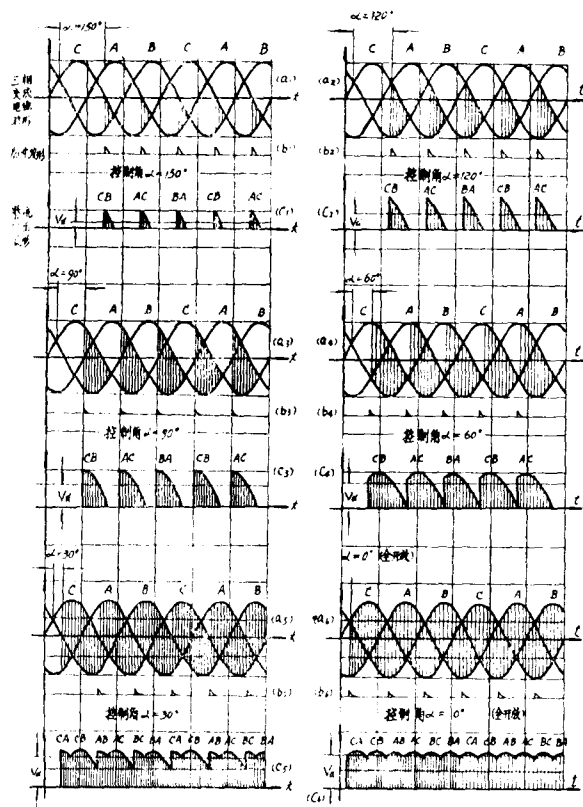
节

(1) 交流供电及整流环节：

a. 由整流变压器 ZLB 供给整流电压，经三相半控整流桥输出脉动直流。控制可控硅整流器 1、3、5 KGZ 的导通角(β)，便可以调节整流桥输出的直流电压，电流。

三相半控桥式线路的直流电压波形在不同的控制角(α)时如图四所示。

b. 大功率硅整流元件 GZ 在线路中起“续流”的作用：



(图 四) 三相半控桥式整流线路在不同控制角 α 时的各点波形

在直流励磁电压过零值时，由于转子励磁绕组电感放电，使整流桥应换相关断的可控硅整流元件维持导通，造成换相困难或失控，采用 GZ 与整流桥并联，给其电感放电造成通路，使主电路可控硅换相（或停机时）顺利关断，这样即可准确地控制整流励磁电压。

c. 直流电压表 V 与放电电阻 R_{fd} 串联后并接于整流桥的输出端，作为整流电压的测量，相对于电压表 V 的内阻， R_{fd} 阻值所造成的误差可省略不计，电压表 V 跨接于可控硅 KGZ_1 两端，对 KGZ_1 起到监视作用。同步电动机起动过程中， KGZ_1 在转子感应电压“经放电电阻半波”时导通，因此电压表 V 无指

示, 投励后 KGZ_1 关断, 电压表 V 指示出整流励磁电压。

d. 直流电流表 A 串接于励磁迴路内转子励磁绕组与“续流二极管 GZ ”之间, 同步电动机起动过程中, (未投励前) 电流表 A 指示出转子经“续流二极管 GZ ”“短接起动半波”的电流平均值。

(2) 过电压与过电流保护环节:

过电压保护:

a. 同步电动机在异步运行时, 转子绕组感应过电压由灭磁环节接入放电电阻 R_{fd} , 消除转子开路过电压 (工作原理在控制电路中详谈)。

b. 闭合或打开整流变压器 ZLB 一次侧交流接触器 QC 引起的操作过电压和快速熔断器 KRD 熔断时产生的过电压, 由整流变压器 ZLB 二次侧的三角形阻容吸收装置 ($R'_a, C'_a, R'_b, C'_b, R'_c, C'_c$) 进行保护。

c. 主电路可控硅整流元件与硅整流元件换向过电压保护采用 $1-6R_b, 1-6C_b$ 阻容保护。

d. 均压保护: 为使同相两桥臂上硅整流器 (如图一中 $1KGZ$ 与 $4GZ$) 合理分担同步机起动时的转子感应电压, 加装 $1-6R_a$ 均压电阻。

e. 低压击穿保险器 JBO 是当同步电动机起动和失步过程, 如果灭磁环节失灵, 可控硅 KGZ_1 停止工作, 转子感应电压将其击穿, 接入 R_{fd} 进行灭磁, 保证同步机及装置本身的安全, JBO 击穿电压为工频 50 周有效值 $250V \sim 300V$ 。

过电流保护:

a. 安装于整流变压器 ZLB 二次侧的快速熔断器 KRD 是作为直流侧短路和整流元件本身短路保护之用。 KRD 动作时, 通过附装其上的微动开关将励磁装置交流接触器 QC 与同步机定子迴路油断路器联锁跳闸。

b. 安装于整流变压器 ZLB 一次侧的热继电器 $1JR$ 可在过载或整流变压器二次侧短路时进行保护, 热继电器 $2JR$ 可在风机或同步电源变压器短路时进行保护。 $1JR$ 、 $2JR$ 的控制触头与励磁装置交流接触器 QC 联锁。

2. 触发控制电路的工作原理: 触发控制电路包括以下七个插件:

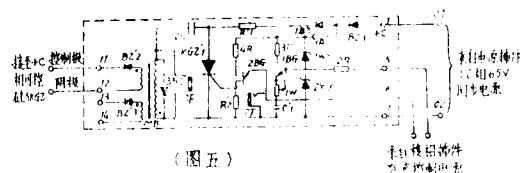
电源, 脉冲 (三相), 移相、投励、灭磁。

(1) 脉冲插件 (三相脉冲触发环节插件四、五、六)

脉冲插件共三组, $+A$ 、 $+B$ 、 $+C$ 脉冲插件分别控制主电路可控硅整流元

件1,3,5 KGZ, 其内部接线与原理均相同。下面以+C相为例说明: (见图五)

触发线路为加大触发功率采用带小功率可控硅整流器的触发线路。线路由脉冲发生, 脉冲放大及电源三部份组成。



本线路同步电源来自电源插件 (同步变压器 1~3 B)。

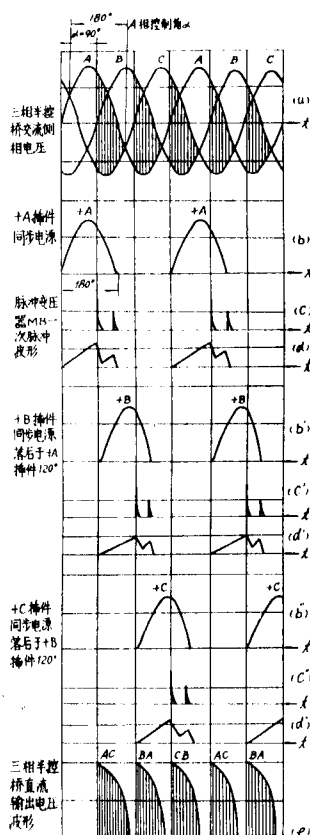
脉冲发生电路是一种同步振荡电路, 它是利用单结晶体管 2 BG, 电容器 C_1 , 三极管 1 BG 和电位器 1W, 电阻 R_2 等元件组成的充放电迴路来实现的。由移相插件来的直流控制信号改变三极管 1BG 的等效内阻, 从而改变了电容器 C_1 的充电时间的常数, 当电容器 C_1 上电压充到单结晶体管 2 BG 峰点电压 (V_p) 时, 2 BG 即导通, C_1 上电压即经 2 BG 的发射极 (e), 第一基极 (b_1) 电阻 R_2 放电, 从而在 R_2 上产生脉冲, 触发小可控硅整流器 KGZ₁。当 C_1 放电至 2 BG 谷点电压 ($V_v \approx 2V$) 时, 2 BG 封锁, C_1 重新充电, 重复上述过程。

脉冲放大电路是利用电容器 2 C, 小可控硅整流器 KGZ₁ 及输出脉冲变压器 MB 等组成的。经二极管 BZ₁ 整流后的同步电压, 流经电阻 R_1 对电容 2 C 充电, 为产生输出脉冲作准备。当来自脉冲发生电路的脉冲信号使小可控硅 KGZ₁ 触发开通时, 电容器 2 C 即经 KGZ₁ 和脉冲变压器 MB 的初级绕组放电, 从而产生本触发线路的输出脉冲。

因此, 改变移相插件来的直流控制信号的强弱, 就可改变脉冲发生电路产生第一只脉冲的时间, 从而使输出脉冲相位移, 使主电路可控硅导通角变化, 达到调节励磁电压的目的。

由于各插件所用元件 (1 BG, 2 BG, 1~2WY) 参数有差异, 将造成输出脉冲相位的不一致, 电位器 1W 就是为调节三个脉冲插件的输出脉冲, 使其对称。

二极管 1 BZ 是为消除放大电路对脉冲发生电路的干扰而设。插孔 2 F, 3 F 是供调试中观察电容器 C_1 充放电锯齿波与脉冲变压器初级脉冲波形 (图六中



(图六)

dc)。本线路同步电压底宽 180° ，未采取扩大移相范围的措施，对应于三相半控桥式整流线路，移相控制角 α 可在 150° 电角度范围内变化（见图四），实际上由于梯形波电压斜度的限制，要小于此范围。图六仅以控制角 $\alpha = 90^\circ$ 为例，说明三相脉冲插件中各点电压波形的关系。

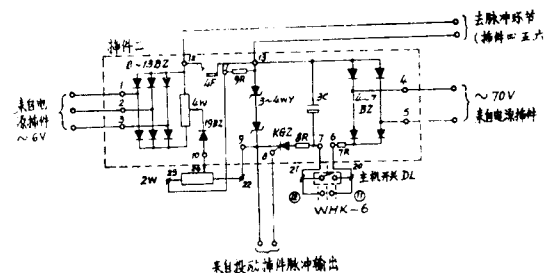
(2) 移相插件：

(见图七插件二)

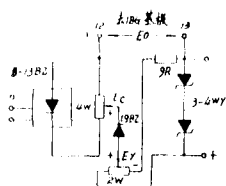
触发脉冲环节中，三极管 1BG 的直流控制信号来自移相插件，移相插件电源有两部份（图八中 EY 与 EG），由电位器 2W 与 4W 各取一部份电压，极性相反地串联后将差值输出，加到脉冲插件 1BG 的基极迴路上，EY 为稳压电源，EG 则与电网电压成比例，形成电压负反馈。调节 2W 即调节给定电压，改变励磁输出电压。调节 4W 即调节强励特性。EY、EG 与输出控制信号 (ED) 的波形见图八中 (c)， F_4 可用来观察 ED 波形。（ $ED = EY - EG$ ）

二极管 19BZ 为防止 $EY < EG$ 时，ED 反向输出，造成 1BG 的偏压反加。

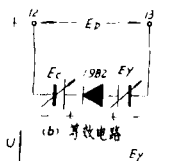
小可控硅 KGZ，作为 EY 的开关，在同步



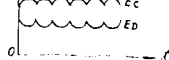
(图七)



(a) 给定电压与反馈电压串联



(b) 励磁电路

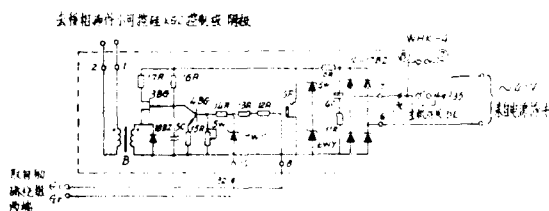


(c) E_c E_y E_d 的波形

(图八) 移相插件的
简化电路

电动机起动过程中, KGZ 处于阻断状态, 直至同步机进入亚同步速投励插件给 KGZ 控制极一触发脉冲时, KGZ 即导通, 移相插件即有输出, 从而投入励磁。

此环节 BY 回路, 还串入同步机定子回路油开关辅助接点, 供电气联锁。WHK~6 为万能转换开关接点, 供调试时代替定子回路开关辅助接点。



(图九)

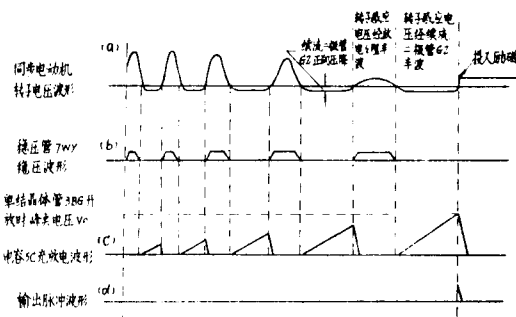
(3) 投励插件: (图九, 插件三)

此插件作用: 保证同步机起动后转差到达一定值时, 顺极性自动投励。此插件脉冲发生原理与三相触发脉冲插件相同, 以单结晶体管 3 BG 为核心, 构成振荡电路。5 C 的充放电时间常数受 16 R 与三极管 4 BG 控制。16 R 的阻值大小, 直接影响 5 C 的充电快慢。当 4 BG 关断时, 由 5~6 WY 输出的稳压电源可以经 16 R 对 5 C 充电, 从而输出脉冲, 导通移相插件中小可控硅 KGZ, 当 4 BG 饱和导通时, 则稳压电源经过 16 R→4 BG 的集电极 C 与发射极 e→15 R 构成通路, 5 C 充不上电, 投励插件就不能产生脉冲。

在同步机起动过程中, 三极管 4 BG 基极信号来自转子励磁绕组两端, 其感应电压是交变的 (此交变电压频率随转速升高而降低, 由刚起动时的 50 周, 逐渐降至亚同步速时的 1.5~2.5 周左右)。在 G_2 点为正, G_1 点为负, 转子继续流二极管 GZ“短接起动半波”时, 4 BG 基极无信号, 处于关断, 稳压电源可经 16 R 向 5 C 充电, 本装置整定 5 C 充电至单结晶体管 3 BG 峰点电压 (V_p) 需在 0.26~0.4 秒时间范围内, 同步机未进入亚同步速前, G_2 点为正的半波

时间达不到0.26~0.4秒,所以无脉冲输出。在 G_1 点为正, G_2 点为负转子“经放电电阻 R_{Ed} 起动半波”时,4BG接受正信号,饱和导通,5C不能充电,并且将上半波已充上的电经4BG,15R放掉。同步机起动进入亚同步速后, G_2 为正的半波时间达到0.26~0.4秒,5C即可充电至3BG峰点电压(V_p),则5C经3BG与脉冲变压器B放电一次,产生输出脉冲,触发了移相插件中的小可控硅KGZ,从而投入励磁。

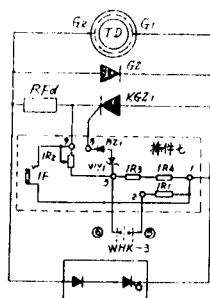
按转子频率顺极性自动投励的波形变化如图十所示:



(图十)

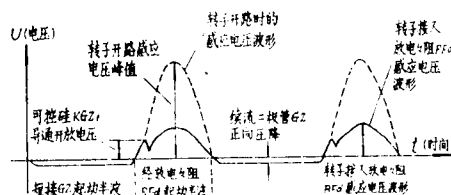
整定电位器5W,可以避免电机未进入亚同步速时,4BG提前截至,造成误投励。此插件工作电源经过定子迴路油开关辅助接点接通,保证主开关合闸后才开始工作。WHK~4为万能转换开关接点,供调试时使用。

(4) 灭磁插件(插件七,图十一中虚线部份)



(图十一)

同步机起动过程中,转子励磁绕组中感应出的交变电压,当 G_2 点为正时,经GZ短接,当 G_1



(图十二)

点为正时, 便由 KGZ_1 将放电电阻 RFd 接入, 从而大大降低起动时转子感应的过电压 (见图十二)。同步机进入亚同步速后, KGZ_1 自动关断, 将 RFd 切除。

当 G_1 点为正而转子绕组感应电压未达到 KGZ_1 所整定的导通电压值 (300 V 峰值) 之前, 转子只能经过 $1R_2, 1R_3, 1R_4, RFd$, 形成回路, 由于此回路电阻值很大, 转子相当于开路起动, 感应电压急剧上升至 KGZ_1 整定导通电压, 此时电位器 $1R_2$ 上分到的电压降 U_{R2} , 等于稳压管 WY_1 的稳压值 U_{WY1} 与二极管 BZ_1 的正向压降 U_{BZ1} 及可控硅 KGZ_1 控制极可触发电压 U_g 之和, 即:

$$U_{R2} = U_{WY1} + U_{BZ1} + U_g$$

此时, KGZ_1 控制极得到可触发电压 U_g , 立即导通, 到 G_1 点为正的半波结束时, KGZ_1 由于阳极电压过零而自行关断, 待同步机起动至相当转速后, 转子感应的开路电压达不到 KGZ_1 的整定导通值, KGZ_1 即不再导通, 相当于切除了放电电阻 RFd (因 $RFd, 1R_2, 1R_3, 1R_4$ 回路串联阻值很大)。

调整电位器 $1R_2$ 即可改变 KGZ_1 的整定导通电压值。

$WHK \sim 3$ 为此插件外接万能转换开关接点, 供检测此环节正常与否。

当 $WHK \sim 3$ 接点闭合时, 使 $1R_1$ 与 $1R_3, 1R_4$ 并联, 由于 $1R_1$ 阻值很小, 相对增加了 $1R_2$ 上的压降, 调节装置在较低的输出电压时, 可控硅 KGZ_1 即可导通, 电压表 V 指示为零, 电流表 A 读数不变。

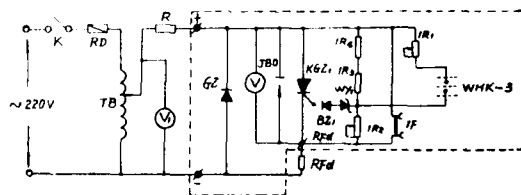
四、整定、调试方法

1. 灭磁环节:

(1) 整定电压选择: 在可控硅 KGZ_1 阳极与阴极间外加交流电压, 模拟同步机起动时转子感应电压, 使其导通开放。导通开放电压选择在 300 V (峰值)。(有效值为 213 V)

(2) 调试设备:

如图十三所示: $K \sim$ 刀开关 (15 A)。 $RD \sim$ 熔断器 (15 A)。 $V_1 \sim$ 交流电压表 (0~250 V)。 $R \sim$ 电阻 (30~60 Ω 10 A 可用电炉丝)。 $TB \sim$ 单相自耦调压器 (3 KVA. 220 V/0~250 V)



(图十三) (虚线内表示本装置内部接线, 以下均同)

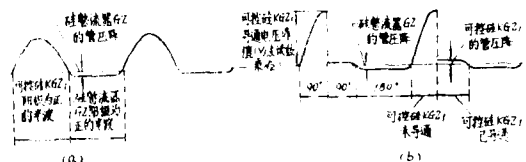
另需: SB-14 示波器或其它型阴极射线电子示波器。

(3) 调试方法:

照图十三接线，将示波器接至“灭磁插件”插孔 1 F 上，（示波器外壳千万不可接地）；将励磁装置总电源切掉；将面板上万能转换开关放到“调定₍₂₎”位置，使 WHK-3 接点分离。

合刀开关 K, 调节调压器 TB 二次侧输出电压, 至 10 V 左右, 此时示波器出现图十四(a)波形, 即示正常, 然后缓慢上升 TB 输出电压, 至电压表 V_1 指示 210 V 左右时 (此值为有效值, 相当于 300 V 峰值), 示波器出现图十四(b)波形, (此种状态不要持续时间过长), 然后微降 TB 输出电压, 又出现图十四(a)波形。将 TB 输出电压降至 50 V 左右, 把面板上万能转换开关放到“检测₍₁₎”位置, 使 WHK-3 接点闭合, 即出现图十四(b)波形, 万能转换开关又复回“调定₍₂₎”位置, 波形也变化为图十四(a)。

以上介绍为复测方法, 如改变 KGZ_1 导通电压, 需调节 $1R_2$, 即可达到。



(图十四)

2. 三相脉冲触发环节:

(1) 按图十五接线：在本装置输出端子上接入放电电阻（5 倍左右的转子励磁绕组阻值），假负载电阻（其阻值选定在将输出电流限在 $\frac{1}{2}$ 额定电流左右，可用高温炉丝或电阻片，需保证容量）。