

同步电动机可控硅励磁装置的改进*

方 千 山

(华侨大学电气技术系, 泉州 362011)

摘要 阐述同步电动机可控硅励磁装置技术改造的思路、方法和原理, 指出改进后的可控硅励磁装置能完全满足同步电动机的运行要求。

关键词 同步电动机, 励磁装置, 灭磁

分类号

福建水泥股份有限公司是福建省水泥行业的支柱企业, 年产水泥百万吨, 拥有大、中型同步电动机数十台。与同步电动机配套的可控硅励磁装置来源于不同的制造厂家, 且大都是70年代的产品。限于当时的设计及器件水平, 这些励磁装置的设计对启动、运行、停机等诸多因素的考虑尚不完善, 致使装置的整体技术性能尚达不到实际运行的要求。同步电动机的安全运行性能得不到完全保证, 严重地影响了整条水泥工艺生产线, 亟须对其进行技术改造。为此, 我们对现场进行大量的调查和分析研究, 找出问题的关键所在, 从而对可控硅励磁装置的灭磁环节进行了改进。

1 同步电动机对灭磁环节的技术要求

根据同步电动机运行的理论, 其定子绕组应接三相交流电源。在旋转磁场的作用下, 转子作异步启动, 当转速达到亚同步时, 给转子励磁绕组通以直流电流, 产生励磁磁场将同步电动机牵入同步运行^[1]。由此可见, 应用变流技术而采用可控硅整流的励磁装置, 它可方便地实现这一要求。在实际运行中, 同步电动机对励磁装置的基本要求是: 当同步电动机启动和停机过程中, 励磁装置能将转子励磁绕组所产生的感应电压自动灭磁, 以免危及设备和装置。因此, 灭磁环节至关重要, 而 TDK-415(kW)-3(kV) 同步电动机及其配套的 KGLF-50(V)-200(A) 可控硅励磁装置, 正好在这一灭磁环节的设计中欠妥。原因是这种灭磁可控硅没有充分考虑到元器件的品质参数和实际运行情况, 以致经常出现故障, 发生烧坏放电电阻、甚至烧坏励磁线圈等现象。

2 技术改造的措施及原理

图1所示的是原可控硅励磁装置主电路图。从图中不难发现, 引起励磁装置安全性能不

* 本文 1997-02-05 收到

稳定的主要因素有两种。

(1) 灭磁可控硅 7VT. 在同步电动机启动及停机过程中, 励磁绕组感应的高电压几乎全施加其上, 如果可控硅本身性能不好, 或对其导通触发电压调整不当, 均有可能因承受过压而击穿. 在同步电动机启动完毕和励磁电流开始投励时, 若 7VT 未能及时关断, 也会引起励磁主回路过流跳闸事故。

(2) 放电电阻 RS. 在同步电动机启动及停机时, 励磁绕组中的感应电能均在其 RS 中消耗, 产生很大的热量, 严重地影响了其使用寿命。

据此技术分析, 我们相应地找出对策, 逐一加以解决和改进。

(a) 在灭磁回路中, 串接一个与原可控硅 7VT 参数相同的可控硅 8VT、以及相应的控制线路和元器件, 达到与 7VT 分压且工作一致的目的。

(b) 在放电回路中串接放电电阻 RS_2 , 以降低放电电流, 延缓放电电阻的使用寿命。

(c) 在灭磁回路与三相全控桥 A 相间, 联接一条导线, 此线称为灭磁线. 它保证了同步电动机在投励的一个周波内, 灭磁可控硅 7VT 和 8VT 准确关断. 从而增强了投励的安全性。

(d) 在三相全控整流桥的脉冲触发器增加逆变线路, 将同步电动机停机时励磁绕组中的电能反馈给电网, 既减轻了放电电阻的压力, 又节约了能源。

改进后的可控硅励磁装置主电路原理图, 如图 2 所示. 下面阐述其工作原理。

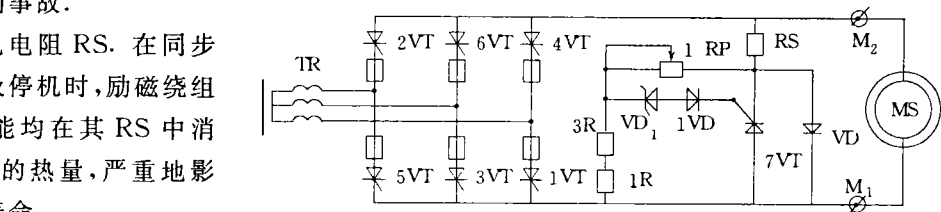


图1 KGLF可控硅励磁装置主电路图

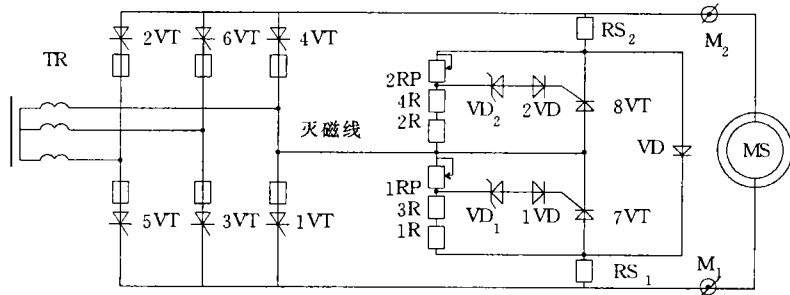


图2 同步电动机可控硅励磁主回路原理图

由放电电阻 RS_1 和 RS_2 , 二极管 VD, 可控硅 7VT 和 8VT, 构成了自动灭磁装置. 而由硅二极管 1VD 和 2VD, 稳压管 VD_1 和 VD_2 , 电位器 1RP 和 2RP, 电阻 1R, 2R, 3R 和 4R 组成了灭磁控制回路。

在同步电动机启动至投励这一段时间内, 整流装置的 1VT~6VT 没有得到触发脉冲而处于阻断状态. 此时, 同步电动机转子励磁绕组中感应的交变电压, 使得当 M_1 点为正半波时, 感应电压未达到 7VT 和 8VT 所整定的导通开放电压. 它的感应电流, 通过 $RS_1 \rightarrow 1R \rightarrow 3R \rightarrow 1RP$ 及 $2R \rightarrow 4R \rightarrow 2RP \rightarrow RS_2$ 回路. 这样, 上接电阻比转子励磁绕组阻抗大数千倍, 励磁绕组相当于开路启动, 感应电压急剧上升. 当感应电压峰值为 7VT 和 8VT 的导通并放电压时, 电位器 1RP 和 2RP 的压降, 分别等于稳压管 VD_1 和 VD_2 的稳压值、硅二极管 1VD 和 2VD 的正向压

降、7VT 和 8VT 控制极与阴极上的压降,此时 7VT 和 8VT 便导通工作. 短接了电阻 1R, 2R, 3R, 4R 及电位器 1RP 和 2RP, 使同步电动机转子励磁绕组从相当于开路起动, 变为只接入放电电阻 RS_1 和 RS_2 的起动. 因此, 感应电压峰值就大为减弱, 直至此半波结束. 由于没有续流通过, 故 7VT 和 8VT 便关闭阻断. 调整电位器 1RP 和 2RP 的阻值, 可使 7VT 和 8VT 在不同的感应电压下导通工作; 接入放电电阻 RS_1 和 RS_2 , 以获得最佳的起动特性. 这种同步电动机起动过程中转子励磁绕组感应的交变电压和电流, 它在一个周期内的波形变化如图 3 所示. 图中 a 为可控硅 7VT 和 8VT 导通开放电压的峰值; b 为同步电动机转子接入放电电阻时感应电压; c 为同步电动机转子开路时的感应电压; d 为同步电动机转子感应电压波形; e 为经 RS_1 , RS_2 和 VD 的半波; f 为经 7VT, 8VT 及 RS_1 , RS_2 的半波; g 为同步电动机转子感应电流波形.

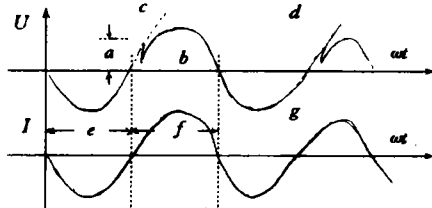


图3 同步电动机起动过程中转子励磁绕组感应电压电流波形图

同步电动机起动完毕并投励, 若 8VT 没有关断、出现 A 相为正(B, C 相为负)时, 则 RS_1 及 7VT 被灭磁线所短接, 7VT 没有电流流过就会自动关闭阻断. 等下半波电源换相, A 相从正变为负, 流经 8VT 及 2RP 电流 I_t 也将正到负, 当 I_t 过零值的瞬间, 8VT 没有电流通过也会自动关闭阻断. 这就保证了在投励后, 同步电动机牵入同步运行的一个周波之内, 灭磁可控硅 7VT 和 8VT 能自动关闭阻断. 进入同步运行之后, 虽然整流电压分别加在 7VT, 8VT 上, 但是 1RP 和 2RP 所得的分压不足以使其触发导通, 所以放电电阻 RS_1 和 RS_2 相当于被切除, 直流电源向同步电动机转子励磁绕组供电使其同步运行.

当同步电动机停机时, 因其转子励磁绕组是一个大电感加电阻的负载, 故在整流桥的脉冲触发环节中增加了逆变线路, 使得三相全控整流桥可控硅 1VT~6VT 的触发控制角为 140° 左右. 可控硅整流桥工作在逆变状态, 将励磁绕组中的储能反馈给电网^[2]. 这样的逆变线路原理图如图 4 所示.

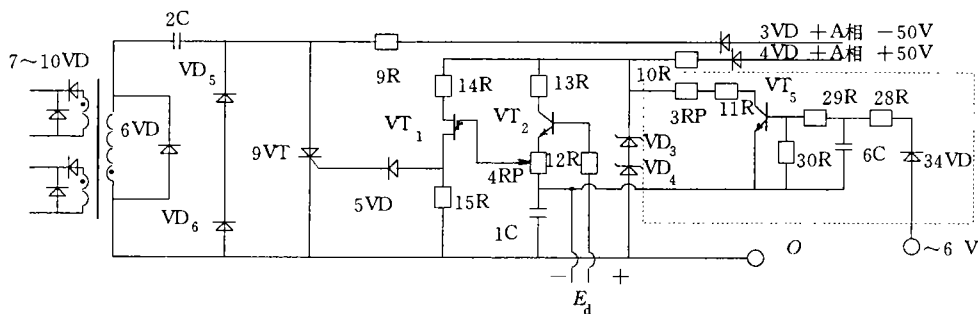


图4 逆变线路原理图

图 4 中虚线框内即为新增加的逆变线路. 当同步电动机停机时, 控制电源断电、移相环节来的信号 E_d 为零. 此时脉冲环节 VT_1 没有工作电压而封锁, VT_5 基极的偏压由电容器 6C 缓慢地放电而维持约 5 s 的时间. 所以, 脉冲环节中的电容器 1C 经 4VD, 3RP, 11R, VT_5 的集电极及发射极回路进行充电. 由于 11R 的阻值很大(约 $30k\Omega$), 1C 缓慢充电使得脉冲环节输出相位推移, 控制角 α 增大至 140° 左右, 使 1VT~6VT 处于逆变状态.

3 励磁装置的调整与校对

(1) 灭磁可控硅 7VT 和 8VT 导通开放电压校对和整定. 分别在灭磁可控硅 7VT 和 8VT 阴极与阳极间外加交流电压, 模拟同步电动机起动时的感应电压, 使其导通开放. 每个灭磁可控硅导通开放电压的瞬时值, 根据经验, 一般整定为装置额定励磁电压的 2.5 倍为宜, 也就是 125 V. 分别调节电位器 1RP 和 2RP 的滑触头位置, 直至达到标准为止.

(2) 逆变控制角 α 的调较. 将示波器插头接至脉冲环节可控硅 9VT 的两端, 缓慢调节电位器 3RP 滑触头的位置, 使示波器出现如图 5 所示的波形. 此时, 脉冲环节所发出的脉冲相位就是 140° 左右.

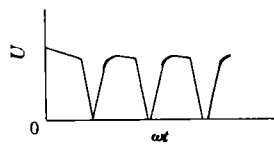


图5 逆变控制的调校波形图

4 结束语

通过对 TDK416(kW) 和 3(kV) 同步电动机的 KGLF-50(V)-200(A) 可控硅励磁装置的技术改造, 使同步电动机的技术性能得到进一步的提高. 改进后的可控硅励磁装置, 经实际运行测试, 其各项技术性能指标均符合同步电动机的实际运行要求, 取得了可喜的改进效果. 这是一项值得推广和应用的技术改进成果.

参 考 文 献

- 1 顾绳谷. 电机拖动基础. 北京: 机械工业出版社, 1980. 145~165
- 2 黄 俊. 半导体变流技术. 北京: 机械工业出版社, 1980. 117~136

Improving the Silicon Controlled Excitation Device of Synchronous Motor

Fan Qianshan

(Dept. of Electric Technique, Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract With respect to the technological transformation of the silicon controlled excitation device of synchronous motor, the author sets forth its thinking, method and principle; and points out that the improved silicon controlled excitation device will meet the needs of the operation of synchronous motor.

Keywords synchronous motor, excitation device, demagnetization