

一种高压击穿自动切换低压保持的放电管老化电路设计

李菁川

(武汉职业技术学院 机电工程学院华泰机械电子技术研究所,湖北 武汉 430074)

摘 要:对放电管两端施加电压直至击穿后,再以规定电流保持一段时间的放电状态,是其出厂前必经的老化处理过程。不同型号的放电管有着不一样的击穿电压和放电电流,采用直接高压击穿后放电维持的传统方法需消耗较大的能量。为此设计应用了一种高压击穿后能自动切换为低压老化的电路,有效地解决了传统老化方法中电能消耗过大的问题。

关键词:放电管的老化;高压击穿;低压老化

中图分类号: TM862 文献标识码: A 文章编号: 1671-931X (2020) 01-0117-03

一、放电管传统老化电路方案的问题

放电管老化的方法是在放电管两端加上电压,当电压达到一定数值时,放电管被击穿,同时保持一段时间的放电电流,以达到老化效果。同时,检测此时的放电电流,根据电流的大小即可判断放电管的好坏。

如图 1 所示是传统放电管老化的电路设计方案,G 为放电管,直接串联在电流互感器 L 的输出端,放电管 G 被高压击穿后导通,随即处于放电状态,不同型号的放电管击穿电压不一样,有的击穿电压可以达到 6000V,放电电流高达 7.5A。使用该电路方案时,6000V 的高压击穿放电管后,虽然放电管导通会使得其电压下降,但由于高电压将继续维持,放电管始终处于大电流导通状态,因而放电管击穿和放电保持过程将消耗大量的电能,既不利于降低企业能耗成本也会缩短电路器件寿命。为改善传统老化方法的能耗状况,使之能满足绿色生产的需要,本

文提出了一种改进方案的设计。

二、改进后的老化电路

如图 2 所示为高压击穿后低压老化的放电管测试系统电路改进设计方案。主要分为 5 个模块。其中模块 1——电压采样电路,模块 2——分压电路,模块 3——限流电路,模块 4——电流采样电路,模块 5——保护电路。

变压器 T1 的初级线圈连接电压输入端,T1 的次级线圈连接有串联的待测放电管 G 和保护电路 5,保护电路的两端连接电压采样电路的采样输入端,电压采样电路的输出端连接分压电路;次级线圈和放电管 G 之间设有电流互感器 L,电流互感器 L 通过电流采样电路连接 PLC;电压输入端通过变压器 T2 连接电压采样电路,同时通过变压器 T3 连接分压电路;分压电路连接电流互感器 L 靠近次级线圈的一端,分压电路还通过限流电路连接电压输入端。

收稿日期:2019-12-24

作者简介:李菁川(1984-),男,湖北武汉人,武汉职业技术学院机电工程学院讲师,研究方向:控制理论与控制工程、传感与检测技术、工业机器人技术应用。

模块 5 是保护电路, 其中并联的大电流二极管的截止电压约为 0.7V, 电压超过 0.7V 时时, 二极管损坏, 从而保护电压采样模块。6000V 高压由于可控硅的单向导通性不能反向流回低压(12V)电路损坏

采样信号输入端连接两路输出,第一路输出依次经过运算放大器 U1 和电阻 R7 连接电压比较器 U4 的负极输入端,电压比较器 U4 的正极输入端连接第二变压器 T2 的输出端,电压比较器 U4 的输出端连接三极管 Q3 和发光二极管 LED1。第二路输出依次经过运算放大器 U2、反向放大器 U3 和电阻 R8 之后连接电压比较器 U5 的负极输入端,电压比较器 U5 的正极输入端连接第二变压器 T2 的输出端,电压比较器 U5 的输出端连接三极管 Q4 和发光二极管 LED2。分压电路包括数个可控硅模块,数个可控硅模块的可控硅输入端并联,数个可控硅模块的可控硅输出端串联。



能。改进后的方案中,6000V 电压击穿放电管后,由电压采样电路(图 2 中的模块 1)采集电压信号,并将此信号作为触发分压模块(图 2 中的模块 2)的启动信号,分压模块开始工作后,其中的双向可控硅导通(在交流电压的正周期和负周期时,导通的方向相反),由于可控硅的单向导通性,此时放电管两端的电压由 6000V 切换为 400V,并能一直使得放电管保持击穿状态,达到老化效果。

本文中的测试电路用在实物设备上后,在实际生产中的老化速度为 15 只/分钟。按每只放电管的老化时间为 3s,老化维持电流按平均 3A 计算,则 1 分钟内计算结果如下:

传统老化测试方式消耗的电能为:

$$15 \times 6000V \times 3A \times 3/3600h = 0.225Kwh$$

用改进后的电路后,同等条件下消耗的电能为:

$$15 \times 400V \times 3A \times 3/3600h = 0.015Kwh$$

每分钟节约的电能为 0.21Kwh。

由于该企业为 24 小时连续生产制,所以 24 小时节约的电能为 $0.21 \times 60 \times 24 = 302.4Kwh$ 。

我们按照该企业一年的有效生产时间 300 天计算,电价按 0.6 元/Kwh 计算,则单台设备一年节约的

电费为 54432 元,如果企业老炼设备数量较多,则成本控制效果更为明显。

以上仅为改进后电路方案在放电管器件上的节能成效,还不包括整个电路其它器件上的耗能以及对电路器件寿命保护和延续所带来的成效。该改进后的电路设计已在生产实际上得到了稳定可靠的应用。

参考文献:

- [1] Xia Changliang, C.A. De La Cruz-Blas, G. Thomas-Erviti, J.M. Algueta-Miguel et al. CMOS analogue current-mode multiplier/divider circuit operating in triode-saturation with bulk-driven techniques[J]. Integration, the VLSI Journal, 2017, (59).
- [2] C. Boelhouwer, J. van Steenis, H. I. Waterman, Preparation of hydrogen atoms in an electric discharge tube[J]. Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas, 1996, (11).
- [3] 王石成,周杰,刘俊. 气体放电管中的残留电荷对残压的影响[J]. 电瓷避雷器, 2017, (3): 52-55.

[责任编辑:詹华西]

Design of Discharge Tube Aging Circuit with High Voltage Breakdown and Automatic Switching of Low Voltage Hold

LI Jing-chuan

(1.WuhanHuaTai Mechanical and Electrical Research Institution; 2.School of Mechanical and Electrical, Wuhan Polytechnic, Wuhan 430074, China)

Abstract: Applying voltage to both ends of the discharge tube until breakdown, and then maintaining the discharge state for a certain period of time with a specified current, is an aging process that must be performed before leaving the factory. Different types of discharge tubes have different breakdown voltages and discharge currents. The traditional method of maintaining discharge after direct high-voltage breakdown requires a large amount of energy. Therefore, a circuit that can automatically switch to low-voltage aging after high-voltage breakdown is designed and applied, which effectively solves the problem of excessive power consumption in traditional aging methods.

Keywords: aging of discharge tube; high voltage breakdown; low voltage aging