

高压无功补偿及谐波抑制装置设计

李晓刚¹,程 勇²,崔 然¹

(1. 山东科技大学 现代教育中心,山东 青岛 266510;

2. 山东科技大学 信息科学与工程学院,山东 青岛 266510)

摘要: 针对已有高压无功补偿装置存在的不能对补偿电容进行有效保护、运行可靠性差、易造成谐波污染等不足,设计了一种集谐波检测、记忆、治理和过电压、超温度保护于一体,功能完善的新型高压无功电容补偿装置。谐波检测、记忆电路的频率在 150 Hz 或 250 Hz 左右时,启动相应电路进行保护,并使运算放大器始终输出高电位,记忆指示灯永久性点亮。高压滤波单元在工频状态时串联电抗器呈低阻抗,能量消耗小;出现谐波时,串联电抗器呈高阻抗,可限制电容电流的增加,当谐波超过允许值时,断开电力电容,对电容进行保护。当电压或温度超过设定值时,就会启动相应的过电压、超温度保护电路,对系统进行保护。该装置电路简单、运行安全可靠。

关键词: 无功补偿;谐波记忆;自我保护

中图分类号: TM 761

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2007)11-0101-03

设计了一种具有谐波记忆及完善的自我保护功能的高压无功电容补偿装置^[1-5]。该装置既能进行无功补偿,又能进行谐波治理,同时兼有自我保护功能,能很好地解决已有功率因数控制器抗干扰能力差、易出现显示混乱、控制失灵,甚至使电容器爆炸或漏电等不足。

1 主要功能单元的线路图及工作原理

1.1 高压交流滤波器

线路连接方式如图 1 所示。A 相的单元电路连接方式为电感线圈 L_1 与 L_2 同极性串联,电阻 R_1 与高频电容器 C_1 串联, R_1 与 L_1 并联, L_1 与 L_2 同极性串联后通过真空接触器的主触头 KM_1 与电力电容 C_{3W1} 串联^[6]。其它两相的单元连接方式类似。

系统送电时产生的操作过电压通过 R_1 、 C_1 吸收正常运行时 50 Hz 的工频过压峰值(RC 过压吸收回路),工频电流通过 L_1 、 L_2 向电力电容 C_{3W1} 充电

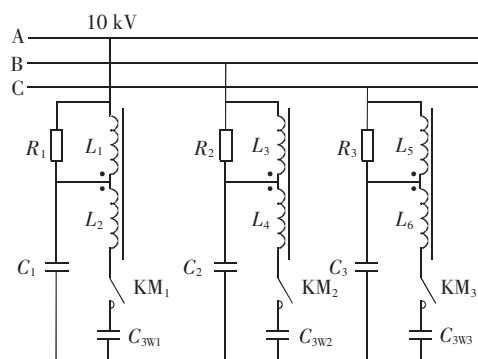


图 1 高压滤波单元

Fig.1 High voltage filtering unit

时呈低阻抗,使电抗器两端的压降很小,达到了节能目的。线路中有谐波出现时,电抗器 L_1 、 L_2 串联呈高阻抗,限制了电容电流的增加,同时谐波电流通过无感电阻向高频电容 C_1 充电,增加了滤波效果^[7]。若谐波电压幅值超过允许值时,谐波检测单元工作断开真空接触器的触头 KM_1 ,电力电容暂时退出运行,高频滤波器中, R_1 与 L_1 并联后再与电容 C_1 串联,

继续运行,既达到吸收谐波,优化电压质量的效果,又起到无功补偿作用^[8]。其它两相工作原理相同。

1.2 高压谐波检测记忆装置

本装置主要由以下 4 个部分电路构成:

a. 一个由运算放大器 N_1 为主的 ≤ 150 Hz 谐波检测单元;

b. 一个由运算放大器 N_3 为主的 ≥ 250 Hz 高次谐波检测单元;

c. 一个由运算放大器 N_2 为主的 ≤ 150 Hz 谐波频率指示记忆单元;

d. 一个由运算放大器 N_4 为主的 ≥ 250 Hz 高次谐波频率指示记忆单元。

1.2.1 ≤ 150 Hz 谐波检测单元

谐波源的检测点是电压互感器 TV 的二次输出端,其中 R_4 、 R_5 、 L_7 为分压电路,如图 2 所示。

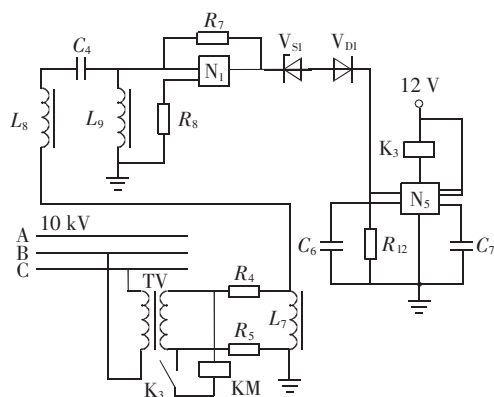


图 2 ≤ 150 Hz 的谐波检测单元

Fig.2 ≤ 150 Hz harmonic detection unit

由低频电感线圈 L_8 、 L_9 、电容 C_4 组成 150 Hz 左右的谐振电路,信号源取自 L_7 的热端,在 150 Hz 左右时, L_9 两端的电压输出最高,通过 N_1 放大,达到设定值时,稳压二极管 V_{S1} 击穿导通,通过“或”门二极管 V_{D1} 触发基电路 N_5 ,继电器 K_3 动作,其常闭触点 K_3 断开,高压真空接触器 KM 动作,其主触头断开 (KM_1 、 KM_2 、 KM_3 同时断开)。切断电容器电源,待谐波消除后,由电容 C_6 、 C_7 、 R_{12} 组成的延时电路使基电路 N_5 输出高电位,继电器失去电流,重新投入电容器组^[9-10]。

1.2.2 ≥ 250 Hz 高次谐波检测单元

由高频电感线圈 L_{10} 、电容 C_5 组成 ≥ 250 Hz 的高次谐波吸收回路,谐波频率越高 L_{10} 两端的电压降越大,超过设定值时,经运放 N_3 反向放大,使稳压二极管 V_{S2} 击穿^[11],通过“或”门二极管 V_{D4} 触发 N_5 重复上述 150 Hz 时的过程。

1.2.3 ≤ 150 Hz 谐波频率指示记忆单元

由运放 N_2 、二极管 V_{D3} 、设定电阻 R_{C1} 、 R_{13} 、指示发光二极管 V_L 及限流电阻组成 ≤ 150 Hz 指示记忆开关电路,如图 3 所示。

由 N_1 输出的谐波信号经隔离二极管 V_{D2} 触发运放 N_2 的同相输入端,经设定电阻 R_{C1} 、 R_{13} 整定,超过设定值时, N_2 输出高电位,由正反馈二极管将高电

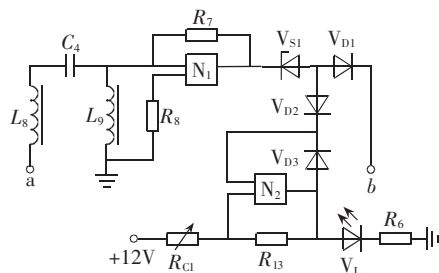


图 3 ≤ 150 Hz 谐波频率指示记忆单元

Fig.3 ≤ 150 Hz harmonic frequency instruction memory unit

位反馈给 N_2 的同相输入端,即使谐波源消失, N_2 始终输出高电位,记忆指示灯 V_L 永久性点亮^[12](待管理人员记录后,再关一下电源,重新送电,指示灯才能熄灭,即人工复位)。

另外, ≥ 250 Hz 谐波频率指示记忆单元中,组成结构及工作过程与上述 ≤ 150 Hz 谐波频率指示记忆单元类似,此处略。

1.3 过电压保护电路

本装置具有过电压保护功能,电路由设定电阻 R_{C3} 、稳压二极管 V_{S3} 和“或”门二极管 V_{D8} 组成^[13],如图 4 所示。

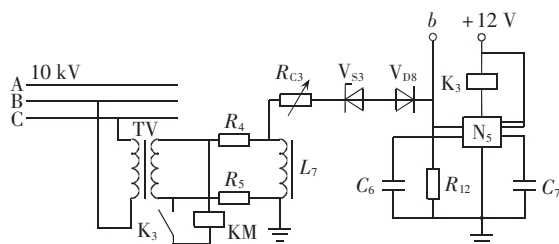


图 4 过电压保护单元

Fig.4 Over-voltage protection unit

电压互感器 TV 二次侧的电压随系统电压的升高而升高,电感线圈 L_7 的热端电位随之增高,经设定可调电阻 R_{C3} 的整定,达到允许值之内时,稳压二极管 V_{S3} 不导通,电压超过允许值时, V_{S3} 击穿导通,经“或”门二极管 V_{D8} 触发, N_5 输出端为低电位,继电器 K_3 动作,断开电容器组电源,待电压恢复到正常电压时,重新合闸,给电力电容供电^[14]。

1.4 超温保护电路

本装置的温度保护电路由温度传感器 R_{V0} 、温度设定可调电阻 R_{C4} 和“或”门二极管 V_{D7} 组成,见图 5。

安装的温度传感器

R_{V0} 有随温度的升高其阻值随着变低的特点,通过调整可调电阻 R_{C4} ,在温度超过设定值时,电源电流通过 R_{V0} 、 R_{C4} 和 V_{D7} 触发, N_5 输出低电位,使继电器 K_3 动作,其触点 K_3 断开,真空接触器线圈失

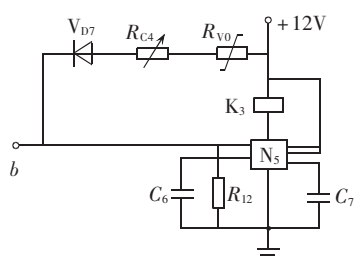


图 5 超温保护单元

Fig.5 Over-temperature protection unit

压,断开电力电容电源^[15](必要时可用继电器的另一组常开触点接通排风扇,待降温后再重新投入运行)。

2 结语

该装置基本消除了电力线路中的谐波成分,提高了电能质量,减小了线路中的电压损失,提高了电能输送能力。解决了电力电容器因谐波造成的过电流发热的情况,从而防止了电容器爆炸。谐波经指示记忆功能,为及时解决电力污染问题提供了可靠的依据,同时本装置具有自我保护功能,大幅度提高了设备的使用寿命。

装置集谐波抑制、过压、超温保护和无功补偿于一体,电路简单、可靠、有效,可以单一功能工作,也可以多项功能同时工作,已被多家大型企业采用。

参考文献:

- [1] 李晓刚,王思顺. 高压无功补偿成套设备:中国,200510103346.5[P/OL].2006-02-08[2006-08-01]. [http://search.sipo.gov.cn/sipo/zljs/hyjs-yx-new.jsp?recid=CN200510103346.5&Leixin=fmzl&title=高压无功补偿成套设备&ipc=H02J3/18\(2006.01\)I](http://search.sipo.gov.cn/sipo/zljs/hyjs-yx-new.jsp?recid=CN200510103346.5&Leixin=fmzl&title=高压无功补偿成套设备&ipc=H02J3/18(2006.01)I).
- [2] 罗安. 电网谐波治理和无功补偿技术及装备[M]. 北京:中国电力出版社,2006.
- [3] 吴安官,倪保珊. 电力系统线损[M]. 北京:中国电力出版社,1996.
- [4] 苑舜. 配电网无功优化及无功补偿装置[M]. 北京:中国电力出版社,2003.
- [5] 王兆安,杨君,刘进军. 谐波抑制与无功功率补偿[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [6] 熊元新,蒋叶强,司龙. 基于开关运放的低功耗滤波器设计[J]. 武汉大学学报:工学版,2005,38(3):116-118,144.
XIONG Yuan-xin,JIANG Ye-qiang,SI Long. Basing on switch operational amplifier low power consumption filter design[J]. Journal of Wuhan University:Natural Science,2005,38(3):116-118,144.
- [7] 刘建戈,李晓凤. 低压无源滤波器的设计 and 应用[J]. 电气应用,2006,25(11):67-70.
- LIU Jian-ge,LI Xiao-feng. Low voltage passive filter design and application[J]. Electrotechnical Application,2006,25(11):67-70.
- [8] 丁毓山,徐义斌. 无功补偿岗位培训教材[M]. 北京:中国水利水电出版社,2002.
- [9] 王合贞. 高压并联电容器无功补偿实用技术[M]. 北京:中国电力出版社,2006.
- [10] 韩顺杰. 电气控制技术[M]. 北京:中国林业出版社,2006.
- [11] 李跃华,谌贵辉. 电力系统谐波和无功电流检测综述[J]. 电气应用,2006,25(11):87-89.
LI Yue-hua,CHEN Gui-hui. Electrical power system harmonic and idle current examination summary[J]. Electrotechnical Application,2006,25(11):87-89.
- [12] 李定宣. 开关稳定电源设计与应用[M]. 北京:中国电力出版社,2006.
- [13] 梁森,王侃夫,黄杭美. 自动检测与转换技术[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [14] 顾仲飞. 一款带过压保护的漏电断路器及其检修[J]. 无线电,2006(11):60.
GU Zhong-fei. A kind of residual current circuit breaker with overvoltage protection and its overhaul[J]. Wireless,2006(11):60.
- [15] 陈良生,洪志良,闵昊,等. CMOS 工艺下的温度检测电路的设计[J]. 固体电子学研究 with 进展,2005,25(2):231-234.
CHEN Liang-sheng,HONG Zhi-liang,MIN Hao,et al. The temperature detecting circuit design under the CMOS technics[J]. Solid Electronics Research and Progress,2005,25(2):231-234.

(责任编辑:康鲁豫)

作者简介:



李晓刚

李晓刚(1974-),男,山东泰安人,工程师,硕士,主要从事电力系统自动化、节能技术等方面的研究(E-mail:kdldxg@163.com);

程勇(1952-),男,山东齐河人,教授,主要从事自动控制方面的研究;

崔然(1965-),男,江苏海安人,高级工程师,主要从事信息技术方面的研究。

Design of HV reactive compensation and harmonic suppression equipment

LI Xiao-gang¹,CHENG Yong²,CUI Ran¹

(1. Modern Education Center,Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510,China;2. College of Information Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510,China)

Abstract: As the existing high voltage reactive compensation devices do not effectively protect their compensating capacitors,causing harmonic pollution and lower operational reliability,a device with comprehensive functions is designed,which integrates the harmonic detection,memory and control with the over-voltage and over-temperature protections. When the frequency is about 150 Hz or 250 Hz,the harmonic detection and memory circuit enables the relevant protective circuit,setting the output of operational amplifier high and the memory indicator lamp on. In normal working state,the serial reactor of the high voltage filtering unit presents low impedance with low energy consumption;when there are harmonics,the reactor presents high impedance to limit capacitor current;when harmonics are beyond the permitted values,the capacitor groups are switched off. When the voltage or temperature is over its setting point,the over-voltage and over-temperature protection circuit enables the relevant protective circuit. The device designed has simple circuits and runs reliably.

Key words: reactive compensation; harmonic memory; self-protection