

一种防反充电电压互感器并列装置的研制

李鹏, 钟著辉

(湖南常德供电公司, 湖南 常德 415000)

摘要: 电压互感器并列由于误操作或设备故障而引起的反充电事故时有发生。分析了传统电压互感器并列装置工作原理, 总结了其防反充电的不足, 并研制出一种以可编程控制器为核心的防反充电电压互感器并列装置。其并列条件增加了模拟量(电压)判据, 当同相电压差大于设定值时, 不允许并列运行。同时利用新型电子器件自恢复保险丝(PPTC), 在并列回路中增加可自行恢复的过流阻断电路, 当并列回路电流过大时自动解列, 故障解除时, 回路又能快速恢复导通。该装置能从根本上防止反充电导致空开脱扣及设备损坏等事故的发生, 有效保证了电网的安全稳定运行。

关键词: 电压互感器; 防反充电; 并列; 可编程控制器; 自恢复

Development of a PT parallel device used to prevent reverse charge

LI Peng, ZHONG Zhu-hui

(Changde Power Supply Company of Hunan Electric Power Company, Changde 415000, China)

Abstract: PT reverse charge incident always happens in power system due to incorrect operation or equipment failure. This paper analyzes the working principle of traditional PT parallel device, summarizes its deficiency in anti reverse charge, and develops an anti reverse charge device with programmable controller as core for PT parallel. The analog (voltage) criterion is increased to its parallel conditions. It does not allow to parallel when in-phase voltage difference is greater than the set value. At the same time, a self recovery circuit with new electronic device (PPTC) is designed in the parallel circuit, in order to block circuit when the parallel loop current is too large, then the circuit can automatically split. And when the failure is lift, the parallel loop circuit can renew to conduct. The developed device can fundamentally prevent reverse charge in parallel operation, thus it can prevent the air switch to trip and the equipment to be damaged, which ensures the safety and stability operation of the power grid.

Key words: PT; prevent reverse charge; parallel; programmable controller; self recovery

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2014)13-0135-04

0 引言

变电站中对于母线分段的接线, 为保证站内保护、计量等设备的二次电压和一次对应, 各段母线都装设有电压互感器(PT), 在二次设有电压并列回路。当某一段母线PT需检修或故障停运时, 可通过电压并列回路来继续为该段母线设备提供二次电压^[1]。但在现场倒闸操作、检修过程中, 经常出现因人员误操作或设备故障而引发的PT并列反充电事故^[2]。而现有的各种PT二次电压并列装置都是简单的继电器控制装置, 仅依靠空开脱扣截流做过载保护, 并不能防止反充电事故的发生。因此本文针对现有PT并列装置,

对其并列功能进行了改进, 提出了一种新的防反充电方法, 能从根本上杜绝PT并列反充电事故的发生。

1 传统PT并列装置工作原理与不足

传统PT并列装置工作原理如图1、图2所示, 图1为单母分段一次接线图。

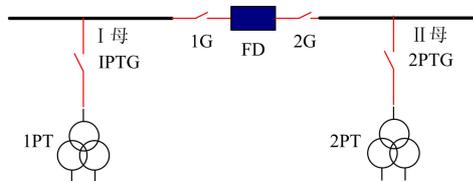


图1 单母分段一次接线图

Fig. 1 Primary winding of sectionalized single-bus diagram

图中 1G、2G 为母联断路器隔离刀闸，FD 为母联断路器；1PTG 为 I 母 PT 隔离刀闸，2PTG 为 II 母 PT 隔离刀闸。图 2 为传统 PT 并列回路图。

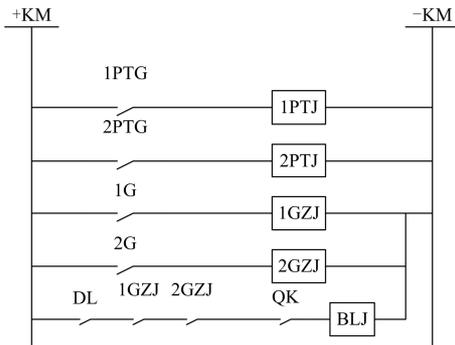


图 2 传统 PT 并列二次回路图

Fig. 2 Secondary loop of traditional PT parallel diagram

图 2 中 1PTJ、2PTJ 为 I 母、II 母 PT 隔离刀闸 1PTG、2PTG 的重动继电器，PT 二次回路空开在图中未画出。该 PT 并列装置工作原理如下^[3]：

当 PT 隔离刀闸 1PTG、2PTG 合上后，重动继电器 1PTJ、2PTJ 动作分别输出 I 母、II 母电压，当 1G、2G、FD 合上，且操作并列切换开关 QK，则并列继电器 BLJ 动作，I 母、II 母电压连通并列。

但该种并列回路存在下列问题：

1) 并列条件只判了开关量，没有判断模拟量（电压）是否正常，只要一次并列运行，即使停运 PT 的二次空开没有断开，PT 二次也可并列，从而发生反充电事故。

2) 并列前，当任意一台 PT 高压保险熔断或故障，引发电压有异常时，若不退故障 PT 强行并列，将会发生 PT 反充电，引起电压空开跳闸甚至烧毁 PT^[4]。

3) 当 I 母、II 母并列运行时，运行中若出现 PT 高压保险熔断，二次不能自动解列，会出现同样后果。

2 防反充电 PT 并列装置总体设计

为了防止 PT 反充电，其他继电保护工作人员也做了一些创新工作，譬如：

1) 改进典型操作票，增加对 PT 二次电压空开位置和隔离开关辅助触点位置的检查^[1]。

2) 在二次电压空开后，电压并列触点前增加小容量空开^[2]。

但是都有其缺点，改进操作票并不能从物理上防止反充电的发生；而增加小容量空开，容易出现与上级空开配合复杂等问题，且空开跳开后需要运行人员手动恢复，增加了工作量和潜在的安全风险。

本文针对上述问题对现有的 PT 并列装置进行了改进，选用带模拟量采样的可编程控制器为核心控制器，增加了利用 PT 并列二次回路同相电压差模拟量判据，同时利用新型电子器件自恢复保险丝（PPTC）^[5]，在并列电路中增加可自行恢复的过流阻断电路。改进后的并列装置总体结构如图 3 所示。

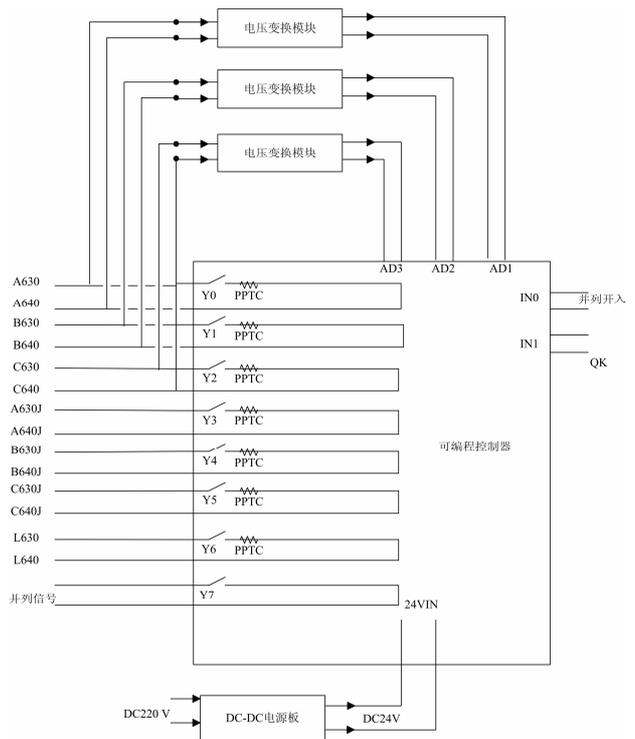


图 3 改进后并列装置总体结构图

Fig. 3 General structure diagram of improved parallel device

其具备的功能如下：

1) 在并列条件中增加模拟量（电压）判据，比较同相电压差，当任意一相电压差高于定值时，禁止并列。

2) 在并列回路中增加可自行恢复的过流阻断电路，运行中若出现 PT 二次电压异常，引起电流突然增大，快速自动阻断 I、II 母并列电路，强制解列。故障解除后阻断电路自我恢复，能有效防止空开脱扣和设备损坏。

3) 装置面板 LED 灯能显示并列状态，能输出信号触点接入后台监控，方便远方监视。

3 电压采集及变换模块设计

装置控制逻辑增加了模拟量电压判据, 则需要采集 I 母、II 母同相二次电压差, 譬如正常运行 I 母 A 相 PT 高压保险突然熔断, 则 I、II 母 A 相电压差由 0 V 上升为约 57 V, 而由于回路阻抗, 此时电压差可能会小于这一理论值, 图 4 为电压采集变换电路示意图。

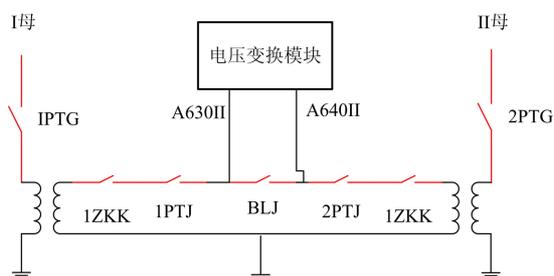


图 4 电压采集与变换示意图

Fig. 4 Voltage acquisition and transform diagram

该电压变换模块的输入电压范围为 0~57 V AC 交流信号, 需要转换为 0~5 V DC 的直流信号输入可编程控制器进行 A/D 转换, A/D 转换时间为 1 μ s。因此设计一个交流电压信号变换电路, 以低压侧 A 相为例, 输入电压为 A630II 和 A640II 的压差, 变换量程: 输入 0~100 V AC, 输出为 0~5 V DC, 且电压变换误差要进行补偿^[6], 使其线性度需满足设计要求。

4 自恢复电路设计

本文在并列电路中增加的自恢复电路是以新型电子器件 PPTC 为核心搭建的, 以反充电电流大小为判据, 需要收集 PT 二次电压回路正常运行时的电流及 PT 并列反充电时回路上故障电流数据, 并测试 PT 二次空开在不同电流下的脱扣时间, 以此选择合适型号的 PPTC 来搭建电路。

电压互感器可等效为一个内阻极小的电压源, 正常运行时, 负载为保护和计量等二次设备的电压线圈, 负载阻抗很大, 回路电流很小。当发生反充电时, 电压互感器二次回路几乎处于短路状态, 此时回路电流很大。

经过各变电站实地测量收集, 得到正常运行与故障时的 35 kV、10 kV 的 PT 二次保护回路电流和计量回路电流, 并收集了几种典型的空开, 测试了其不同电流下的脱扣时间。如表 1、表 2 所示。

表 1 PT 并列回路保护电流和计量电流

Table 1 Protection and measurement current of parallel loop

| | 电压等级 | 空开型号 | 保护电流/A | 计量电流/A |
|-------|-------|-------------------|------------|------------|
| 变电站 1 | 10 kV | NDB2Z-63 / C3 | 正常值: 0.06 | 正常值: 0.09 |
| | | | 故障值: 10.41 | 故障值: 10.65 |
| 变电站 2 | 35 kV | Multi9-c45 N / C3 | 正常值: 0.08 | 正常值: 0.14 |
| | 10 kV | Multi9-c45 N / C3 | 正常值: 0.04 | 正常值: 0.05 |
| | | | 故障值: 10.21 | 故障值: 10.89 |

表 2 自恢复电路阻断并列回路时间

Table 2 Time of recovery circuit block parallel loop

| 反充电电流/A | 回路阻断时间/s | 备注 |
|---------|----------|---------------------|
| 5 | 18 | 此电流下空开不能脱扣 |
| 10 | 0.87 | 此电流下空开不能脱扣 |
| 20 | 0.073 | 此电流下空开脱扣时间为 8.09 s |
| 30 | 0.071 | 此电流下空开脱扣时间为 0.091 s |

经过测试, 在反充电电流较小时, 上述两种空开不会脱扣, 而反充电电流超过 10 A 而不超过 20 A 时, 空开脱扣时间较长, 因此需要选择一种 PPTC, 在负荷电流下可持续工作, 不阻断回路, 而在较小反充电电流下能快速阻断二次回路, 且其耐压水平要大于 60 V。

根据要求选择了 3 种型号的 PPTC 进行测试, 分别测试了其阻断电流大小、阻断时间、恢复时间及空载电阻大小。最终选择其中一种 PPTC, 设计该电路时要考虑装置的抗电磁干扰能力, 防止装置误动^[7], 使其能在反充电电流较小时阻断并列回路, 而当反充电电流较大时能先于空开脱扣快速阻断回路, 且当回路恢复正常时, 能够自动恢复导通, 无需手动操作。

5 装置软件设计

本装置控制方式为在线反复扫描开入量和同相电压差, 软件控制流程如图 5 所示。

PT 二次回路同相电压差小于设定值时允许并列; 而大于设定值时不允许并列, 此时若处于并列运行中, 则并列回路自动解列。PT 二次回路电压差阈值设置为 15 V, 是考虑到 I 母和 II 母电压相位可能存在一定偏差, 不完全同相, 对应的电压相位差约为 15°。

本装置有 2 路开入，图 1 中并列开入 IN0 为分段位置，由 1DL、1G、2G 位置串联开入。开入 IN1 从现有 PT 并列装置并列 QK 把手接入。3 路模拟量输入 AD0、AD1、AD2，分别由 A、B、C 相母线二次同相电压差经电压变换后接入，Y0-Y6 分别为保护电压和计量电压并列开出，Y9 为并列成功开出信号。

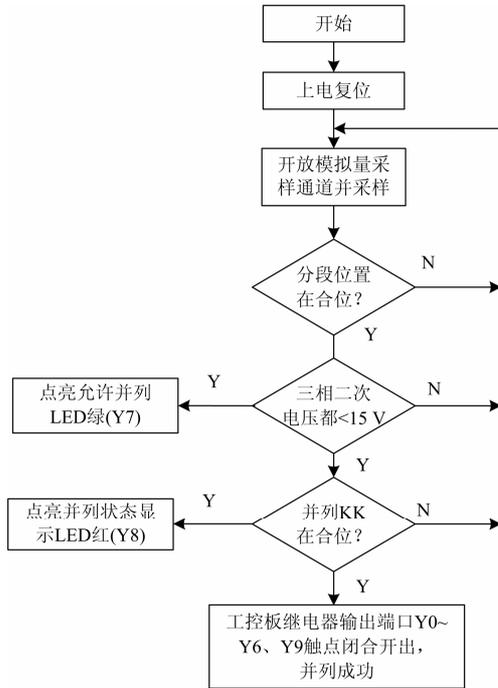


图 5 装置软件流程图

Fig. 5 Software flow chart of the device

6 结语

随着我国电网的不断发展，安全可靠供电的要求越来越高，而由于倒闸误操作或设备故障引起的二次反充电事故损坏切换、并列装置及正常母线一次设备的事故时有发生，因此本文从改进并列原理出发，增加模拟量（电压）判据，并在并列回路中串接一个自恢复电路，在故障时能快速阻断回路，故障消除时回路又能恢复导通，减少了运行人员工作量与操作风险，从根本上杜绝了反充电的发生，从而大幅提高站内一次及二次设备的安全稳定性，将带来巨大的安全经济效益。

参考文献

[1] 刘建勇, 胡岸武. 一起电压互感器反充电事件的分析[J]. 电力系统及其自动化学报, 2011, 23(2): 81-84.
LIU Jian-yong, HU An-wu. Analysis of one potential transformer anti-charging incident[J]. Proceedings of

the CSU-EPSSA, 2011, 23(2): 81-84.
[2] 吴建辉, 郑新才. 一种防止电压互感器二次侧反充电空气开关的探讨与研究[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(24): 182-184.
WU Jian-hui, ZHENG Xin-cai. Discussion and research of air switch used to prevent the secondary reverse charge of voltage transformer[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(24): 182-184.
[3] 吴建辉, 李孟超. 两起电压互感器反充电引起的思考[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(13): 124-125.
WU Jian-hui, LI Meng-chao. Thinking of two anti-charging incidents voltage transformer's anti-charging[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(13): 124-125.
[4] 张丰, 郭碧媛. 10 kV 三相电磁式电压互感器并列运行时烧毁原因分析[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(21): 108-111.
ZHANG Feng, GUO Bi-yuan. Analysis of the two electromagnetic three-phase potential transformers burnt-out when operated in juxtaposition mode in 10 kV system[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(21): 108-111.
[5] 张新丰, 杨殿阁. 车载电源管理系统设计[J]. 电工技术学报, 2009, 24(5): 209-214.
ZHANG Xin-feng, YANG Dian-ge. Automotive electrical power management system design[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2009, 24(5): 209-214.
[6] 胡华波, 武建文. 电信号有效值测量综合误差分析与模型[J]. 电工技术学报, 2012, 27(12): 172-177.
HU Hua-bo, WU Jian-wen. Composite measurement error analysis and model research of electrical signals RMS[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2012, 27(12): 172-177.
[7] 王建华, 荣命哲. 数字化电力设备的概念与内涵[J]. 电工技术学报, 2009, 24(6): 138-143.
WANG Jian-hua, RONG Ming-zhe. Concept and connotation of digital electrical equipment[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2009, 24(6): 138-143.

收稿日期: 2013-07-04; 修回日期: 2013-10-28

作者简介:

李 鹏 (1987-), 男, 硕士, 助理工程师, 从事继电保护研究工作; E-mail: lipengzqbx@163.com

钟著辉 (1966-), 男, 本科, 高级技师, 长期从事继电保护研究工作。