

DOI:10.3969/j.issn.1674-1951.2019.02.007

一种配电终端残压模块方案的设计与实现

Design and implementation of a residual voltage module scheme for
electricity distribution terminals

秦凯,高志勇
QIN Kai,GAO Zhiyong

(南京国电南自电网自动化有限公司,南京 210000)
(Nanjing SAC Power Grid Automation Company Limited, Nanjing 210000, China)

摘要:当前就地型馈线自动化技术引入了残压闭锁合闸的逻辑,以便能快速隔离故障。为实现这一目的,在馈线自动化终端上加入残压模块以实现残压闭锁功能。基于某公司配电终端产品完成了一种基于软硬件结合的残压模块的设计方案,实现电压电流时间型馈线自动化的保护逻辑,并经过测试符合国家电网有限公司发布的技术标准。

关键词:就地型;馈线自动化;残压模块

中图分类号:TM 76 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-1951(2019)02-0026-02

Abstract: Residual voltage lock-up closing logic is introduced into current in-situ feeder automation technology, which can quickly isolate faults. A residual voltage module is added to the feeder automation terminal to implement the residual voltage lock-up function. Based on electricity distribution terminal products of a company, a residual voltage module scheme which combines software and hardware is completed. It realizes the protection logic of voltage-current-time feeder automation and meets the technical standards issued by State Grid Company Limited according to tests.

Keywords: in-situ type; feeder automation; residual voltage module

0 引言

近年来,随着国家经济建设突飞猛进及人民生活水平的提高,人们对电力的需求日益增长,同时对供电可靠性和质量提出了更高的要求。如何减少用户的停电时间,提高用电的可靠性,是当前配电自动化关注的焦点。馈线自动化是配电自动化建设的核心之一,而就地型馈线自动化^[1]能极大地缩短配电线路故障检测、故障隔离、非故障区域恢复供电的时间^[2]。

目前使用较多的是电压-时间型馈线自动化方案。该方案是通过开关“无压分闸,来电延时合闸”^[3]的工作特性配合变电站出线开关二次合闸来实现就地型馈线自动化。一次合闸隔离故障区间,二次合闸恢复非故障段供电。但该方案在馈线上发生的瞬时性故障按照永久性故障的时间顺序来处理,短时间内无法恢复供电。

根据资料统计,线路上瞬时性故障出现的概率

较大,甚至达到线路故障的70%~80%,因此引出了电压电流时间型馈线自动化方案。此方案在电压时间型方案的基础上增加了对故障电流及接地电流的判别,遵循得电X时限合闸,X时限检测到残压闭锁合闸,合闸后Y时限内失压且检测到故障电流闭锁分闸的基本逻辑。

所以,需要在传统的配电馈线终端(FTU)上加入一个残压模块用来采集残压,并能在装置正常上电后告知FTU主中央处理器(CPU),从而完成反向闭锁的逻辑。

1 硬件方案

2017年8月国家电网有限公司发布了《国家电网公司一二次融合柱上开关及环网箱入网专业检测大纲》^[4](以下简称《检测大纲》)将瞬时电压反向闭锁试验作为一项测试内容。具体内容如下(本文中额定电压 U_n 为220V,额定电流 I_n 为5A)。

(1)终端失电后且无后备电源时,线路上有电压 $\geq 50\% U_n$,持续时间 ≥ 80 ms时,柱上负荷开关应能完成反向闭锁。

(2)终端失电后且后备电源有效时,线路上有电压 $\geq 30\% U_n$,持续时间 $\geq 80\text{ ms}$ 时,柱上负荷开关应能完成反向闭锁。

根据《检测大纲》的具体需求,提出的解决方案主要遵从以下原则:残压模块需要具备储能功能,在终端失电后,能将线路上瞬时来电储存起来,并能提供残压模块短时运行;残压模块需要一个轻量级的操作系统,启动及运行速度快,能及时判断残压逻辑并将残压信息记录下来;残压模块需要一个输入输出(IO),能在正常供电时通过 IO 口将残压信息发送给主 CPU。根据以上原则,残压模块硬件设计方案如图 1 所示。

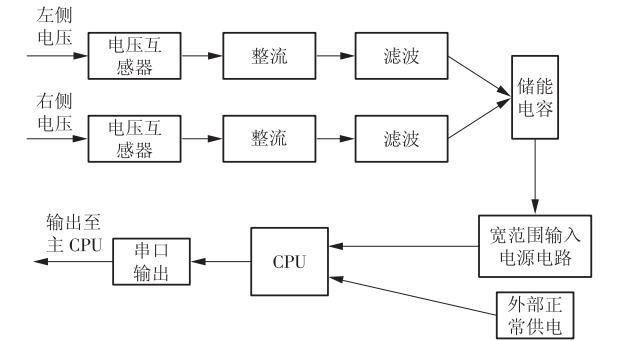


图 1 残压模块硬件设计方案
Fig.1 Hardware design of residual voltage module

由上述方案可知,采用两个电压互感器采集左右两侧的单相电压,经过整流和滤波后供给储能电容,然后通过一段宽范围输入电源电路后,输出 3.3 V、5.0 V 供给 CPU 芯片和串口芯片使用。储能电容可以将残压的电能存储起来,从而能使残压模块的 CPU 短时工作,完成包括采样、逻辑判断及残压信息存储等工作。

同时,残压模块扩展了一个串口,在终端正常上电后,残压模块可以将残压信息通过串口发送给主 CPU,以便主 CPU 将残压信息加入逻辑判断。

2 软件方案

根据《检测大纲》,残压模块只提供了短时电能(电压 $\geq 30\% U_n$,持续时间 $\geq 80\text{ ms}$)以供 CPU 运行,所以程序需要在上电后尽可能快地执行。在软件方案中,残压模块使用了飞思卡尔的 K64 平台,操作系统使用了一种轻量级的嵌入式操作系统(MQX),并尽可能裁剪掉使用不到的功能,只保留 MQX 内核及串口功能,从而保证在上电后的足够短时间内完成启动、采样、判断存储等一系列工作。残压模块软件设计方案如图 2 所示,图中: U_L 为左侧电压; U_R 为右侧电压。

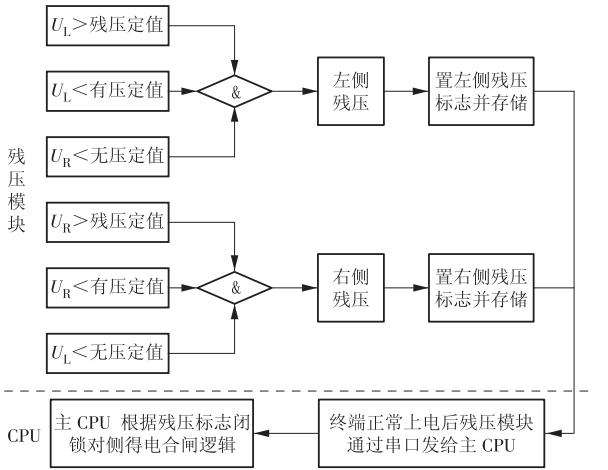


图 2 残压模块软件设计方案
Fig.2 Software design of residual voltage module

3 方案特点及测试结果

在国家电网有限公司发布《检测大纲》后,出现了两种技术方案。一种是通过纯硬件电路完成的残压模块,残压信息通过遥信的方式来通知主 CPU,这种方案的优势为简单,模块化程度高,不需要主 CPU 和残压模块之间通信,厂家可以将残压模块作为一个模块单独出售;缺点为所有的定值都是固定的,没有途径去更改有压定值、残压定值、时间定值等一系列参数,灵活度不够高。

另外一种方案就是本文提出的通过软硬件协同工作的方式来完成。缺点为模块化程序不够,需要主 CPU 和残压模块之间配合通信的方式来完成残压闭锁合闸的逻辑;优点为可根据不同的场景、不同的电压等级,灵活设置保护定值及其他参数,能够在不修改程序的前提下适配各种场景。方案完成及软硬件都具备后,执行如图 3 所示的场景测试。

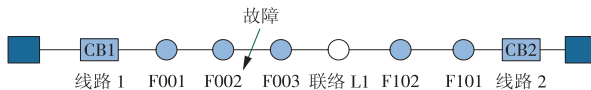


图 3 馈线自动化故障处理
Fig.3 Feeder automation troubleshooting

就地型馈线自动化^[5]故障隔离过程如下。

(1)F002 和 F003 之间发生故障,变电站出线断路器 CB1 检测到线路故障,保护动作跳闸,线路 1 所有开关执行无压分闸逻辑。

(2)CB1 重合闸,然后 F001、F002 依次执行来电延时合闸逻辑。

(3)合闸于故障,CB1 再次保护动作跳闸,此时开关 F002、F003 执行残压闭锁合闸,完成故障点的定位。
(下转第 31 页)

表 3 管材力学性能试验结果

Tab.3 Test results of mechanical properties of pipes

试样编号及标准		屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	断后伸长率/%
试样	10-11-1(背火)	375	560	30.0
	10-11-1(向火)	345	535	35.0
	10-11-2(背火)	380	575	32.0
	10-11-2	340	545	33.0
	10-10(背火)		725	24.0
	10-10(向火)		690	22.0
ASME SA-213—2010		≥415	≥585	≥20.0

标准要求,组织老化较轻,说明不是炉膛燃烧超温引起的过热。

综上所述,此次爆管泄漏的主要原因是长时过热,并且整段管子均存在过热,组织老化,性能下降。分析认为,末级过热器出口段右数第 10 屏前数第 11 根管内部由于某些原因导致汽水流通面积减小,介质流量减小,从而影响了传热效果,管子长时间处于超温运行状态,加速了氧化皮的生成,进一步影响传热,形成恶性循环,经过一段时间运行后,引起材料蠕变损伤,导致长时过热爆管。

4 对策

运行仅 12 079 h 的 T91 高温过热器发生长时过热爆管,期间未进行检修换管,下部弯头检查发现氧化皮数量不多,说明异物堵塞发生在制造或安装阶段。由于过热器管子较长,管径较小,异物未将管子堵死,对于异物的查找存在困难。鉴于抢修时间较

短,对该管子进行解列,待到检修时更换整根管子。此次事故给我们以下警示^[2]。

(1)制造阶段应注重主联箱内部清洁度的检查,封堵前应仔细检查和清理联箱内部,彻底清除“草帽圈”铁丝、棉纱、工具等杂物,特别是块状金属;加强对受热面管焊接质量的检查,防止产生焊瘤等超标缺陷,避免因焊口局部途径过小而造成异物堵塞。

(2)安装阶段应采取措施防止异物落入联箱和管子,严格进行通球检查,加强成品保护意识。

(3)严格控制机组的蒸汽吹管工艺。超临界锅炉吹管宜采取稳压与降压吹管相结合的方式,以提高吹管效果;吹管后应对各锅炉各集箱和受热面进行全面检查,将未吹出系统的杂物进行彻底清理,保证系统内部清洁。

(4)适当增加过热器和再热器的壁温测点,掌握管屏的温度分布,为运行控制提供依据。

参考文献:

[1]锅炉、过热器和换热器用无缝铁素体和奥氏体合金钢管子:ASME SA-213-2010[S].
[2]蔡文河,严苏星.电站重要金属部件的失效及其监督[M].北京:中国电力出版社,2009.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

柯浩(1980—),男,湖北武汉人,高级工程师,从事电力工业金属材料性能检测及失效分析工作(E-mail:56356643@qq.com)。

(上接第 27 页)

使用继电保护测试仪的状态序列模拟 F002, F003 的故障处理过程,在电压为 30% U_n ,电流为 I_n ,持续时间为 50 ms 时,测试 10 次,残压模块都能顺利完成残压信息的判断及存储,终端主 CPU 能正确执行闭锁合闸逻辑,测试结果优于测试标准的 80 ms。

4 结束语

就地型馈线自动化不依赖主站,不依赖配电终端之间的相互通信,通过线路重合器与分段器之间的逻辑配合和时序配合,实现线路故障的就地识别,隔离和非故障线路的恢复供电,具有简单可靠的特点。但为了保证识别某些故障,终端需要更多的判据去识别故障特点。本文主要论述了一种残压模块的软硬件的实现方案,用来给终端提供残压信息这个判据,来实现就地自动化中闭锁合闸的逻辑,从而加速故障隔离的过程。

参考文献:

[1]盛万兴,孟晓丽,宋晓辉.智能配电网自愈控制基础[M].北京:中国电力出版社,2012.
[2]徐丙垠.馈线自动化技术[J].电网技术,1998,22(22):54-60.
[3]国家电网有限公司.就地型馈线自动化技术原则[Z].2017.
[4]中国电力科学研究院.国家电网公司一二次融合成套柱上开关及环网箱入网专业检测大纲[Z].2017.
[5]刘健,赵树仁,张小庆.中国配电自动化的进展及若干建议[J].电力系统自动化,2012,36(19):6-10.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

秦凯(1983—),男,江苏启东人,高级工程师,从事研究配电自动化方面的工作(E-mail:kai-qin@sac-china.com)。
高志勇(1979—),男,江苏涟水人,高级工程师,从事研究配电自动化方面的工作(E-mail:zhiyong-gao@sac-china.com)。