

电弧光危害分析及保护系统设计

首先分析了电弧光产生的原因和特性；接下来从理论上深入分析了避免或减轻电弧光造成危害的方法；结合电弧光的原理和理论解决方法设计出一套具备可行性与可靠性的电弧光保护系统。

王力 尹大鹏 张春雷/国电南瑞科技股份有限公司

0 引言

目前，国内35 kV及以下电压等级的变电所中，低压开关柜大多数采用带有较大延时的变压器后备保护来切除母线上的故障，而未装设母线保护设备。弧光短路是配电网中最严重的故障之一，尤其是发生在中、低压开关柜内部的情形，由于电弧电阻的原因，短路电流往往达不到过电流、速断整定值而不能快速动作切断故障。开关柜的弧光短路故障若不能及时清除，发展为中压母线故障，将可能造成重要用户停电，甚至多组开关柜同时烧毁的“火烧连营”事故，主变压器由于遭受外部短路电流冲击也可能损坏。因此，在变电所中，低压开关柜内采取电弧光保护措施，快速检测事故发生时产生的弧光并及时切除故障，将会避免或降低故障引起的经济损失。

1 故障电弧产生的原因及特性分析

中、低压开关柜故障电弧产生的原因主要有以下几个方面：①中、低压开关柜绝缘材料爬距不足，未满足加强绝缘

要求；②开关柜绝缘材料发生老化等绝缘故障。由于一些电缆接头截面不够，紧固螺栓松动，手车柜触头接触不良，在大电流流过时引起发热，冒火进而引起相间、相对地击穿；③外来物体如小动物（老鼠等）进入开关柜内部；④人为错误操作；系统容量增大，接地方式改变，雷电入侵，保护及自控装置配置不当引起系统谐振过电压等。

电弧光故障的危害程度取决于电弧光电流的大小及切除时间长短，参考国外的研究成果，电弧光产生的能量与切除时间成指数规律快速上升。如图1所示。

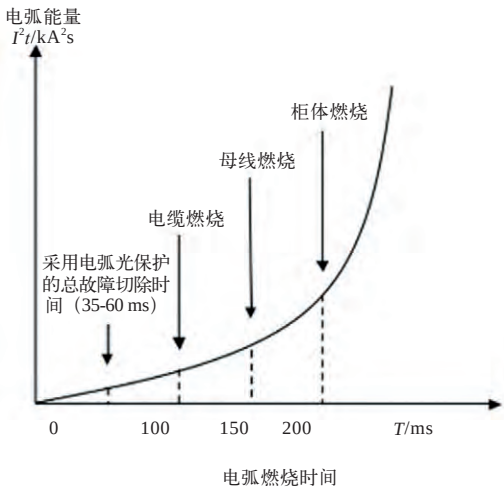


图1 电弧光能量随时间变化图

所以电弧光保护的第一个关键技术指标就是动作时间。动作时间越快，则造成的损失越少。这也是电弧光保护存在的意义。

2 装置的工作原理及特点

本文所描述的电弧光保护系统具有间隔就地保护和分布式保护两种模式。以适应不同的应用需求。



王力/工程师

关键词/Keywords

电弧光 ·
频谱分析 ·
中低压开关柜 ·

2.1 系统整体架构

间隔就地保护模式的总体架构图2所示。其主体是安装在各间隔的开关柜的间隔就地保护，间隔就地保护可独立完成本间隔设备的弧光保护功能。同时，间隔就地保护具有可与主控单元通信的接口，能上送本间隔状态量及其他数据，执行主控单元发出的跨间隔动作命令（如有必要）。间隔就地保护有两类设备：弧光保护设备和整合弧光保护的多合一设备。

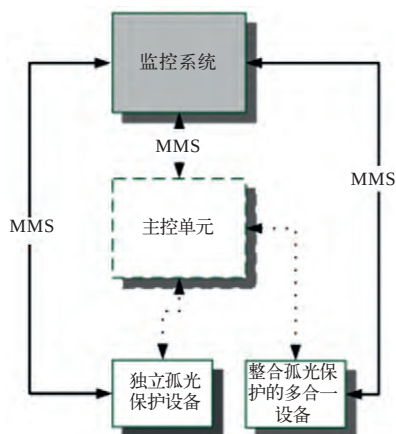


图2 间隔就地保护模式总体架构图

分布式保护模式的总体架构图3所示。其主体是在集控室组屏安装的主控单元，系统的计算、保护功能均由主控单元完成；间隔开关柜安装的采集单元仅完成就地输入信号采集和动作命令的执行。

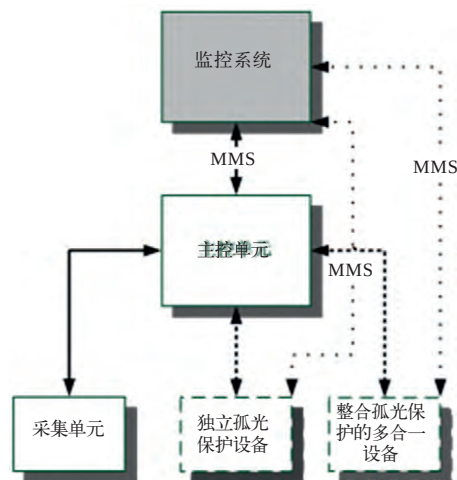


图3 分布式保护模式总体架构图

2.2 支持两种模式的系统硬件架构图

系统硬件架构图如图4所示。

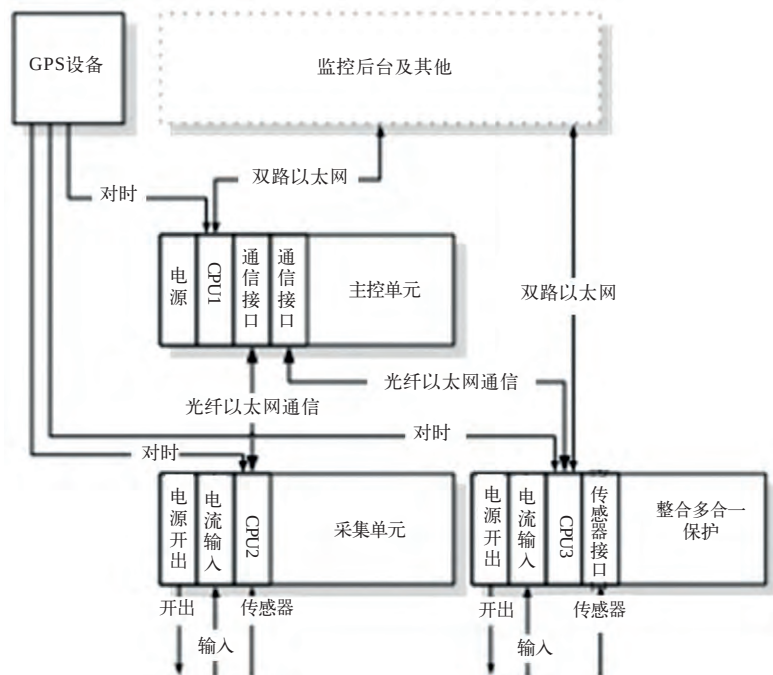


图4 硬件架构图

2.3 主要板卡概要设计

弧光传感器插件是电弧光保护系统中最重要的板件之一。本板件面向产品开发，用于弧光保

护系统中的就地保护设备（独立弧光保护及整合弧光保护的多合一设备），实现弧光光强信号的采集。

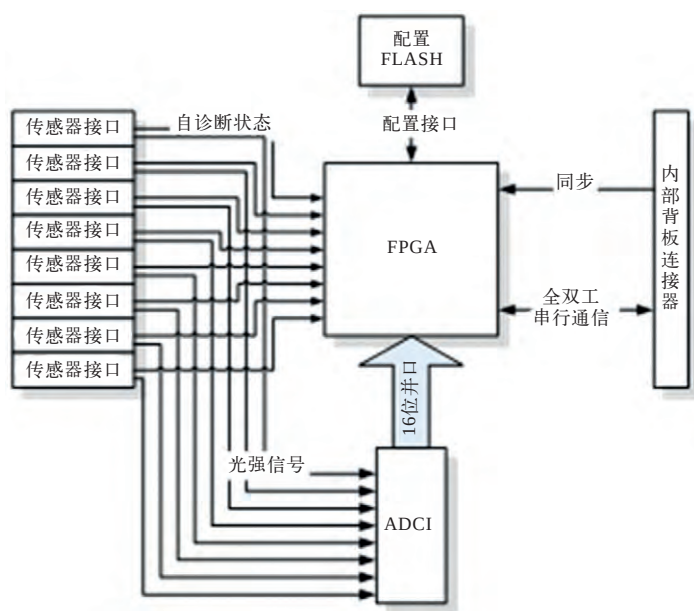


图5 弧光床传感器插件结构图

板件结构如图5所示，FPGA通过内部系统中断信号同步，由ADC1采集8路光强信号，通过IO读取传感器的自诊断状态，组帧，在固定时延后向CPU板卡发送数据。FPGA与CPU间的全双工通信协议则为底层封装。

3 装置的测试方法及应用

由于电弧光保护产品国内尚无正式发布的标准可以遵循，所以测试方法尤其重要。对这套新型电弧光保护系统测试的关键是弧光保护功能测试。目前我们采用的测试配置如图6所示。

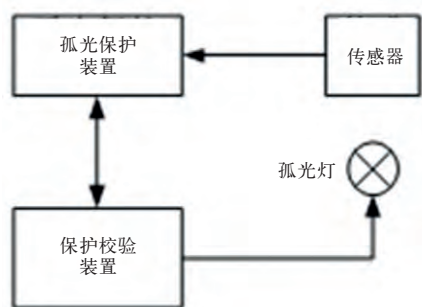


图6 弧光保护功能测试配置图

这种直接的闭环测试方法可以准确测试出来保护装置对弧光发生的灵敏度及可靠性。

另外目前中国电力行业标准《弧光保护装置技术要求》（征求意见稿）中提供了一种弧光测试箱的测试方法，如图7所示。

我们在实际测试过程中对此保护测试箱在细节上进行了优化，并加以应用。

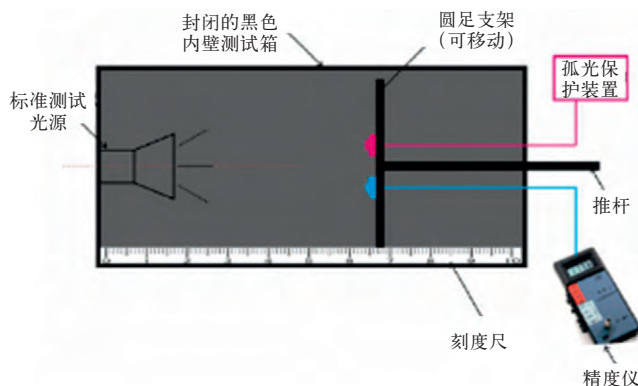


图7 弧光测试箱

4 结束语

当前电弧光保护产品在市场上需求量较大，同时部分网省公司比如云南电网公司已经明确发文要求中低压变电站均要配备此保护，在不远的未来整个南网以及国网必将全面铺开弧光保护的配置。看的更久远些，电弧光保护有可能将成为中低压开关柜的标准配置。尤其是本文描述的整合弧光保护的多合一设备，使开关柜上无需增加新设备，减少系统复杂度，具有明显的实用性和经济型，更易投入推广。

参考文献

- [1]黄鹏. 高速电弧光保护系统及应用研究 [D]. 广州: 华南理工大学, 2012.
- [2]李霞. 电弧光保护系统中低压母线保护中的应用 [D]. 南昌: 南昌大学, 2007.
- [3]牛洪海, 严伟, 王杰. 中低压母线电弧光保护设计与应用[J]. 江苏电机工程, 2014(1): 56-59.
- [4]辛佩宏. 弧光保护系统在35 kV变电站中的应用[J]. 电力科技, 2014(31): 201.
- [5]吴振跃, 肖登明. 新型弧光保护装置的设计[J]. 电力技术, 2014(5): 5-11.

(收稿日期: 2015-05-15) EA

作者简介

王力 (1983-), 男, 硕士研究生, 工程师, 从事继电保护研究。

尹大鹏 (1984-), 男, 大学本科, 助理工程师, 从事继电保护研究。