

电弧光保护在箱式变电站中的应用分析

苏莉娟

中铁电气化局集团第一工程有限公司第五分公司, 河北 石家庄 050081

摘要: 近几年来, 随着高速铁路的快速发展, 箱式变电站(以下简称箱变)在铁路电力系统中扮演者越来越重要的角色, 对于箱变中低压开关柜的电弧光故障也越来越关注。由于近年来箱变中低压开关柜电弧光短路故障引发的故障时有发生, 并且也发生过变压器由于遭受外部短路电流冲击损坏的事故, 经济损失严重; 另一方面, 铁路用电属于一级负荷, 对供电的可靠性要求也越来越高, 因此, 也就有了 10 kV 中低压开关柜的新型保护—电弧光保护。本文结合 Light-eye 弧光保护系统简要介绍弧光保护在箱变保护中的应用。

关键词: 铁路; 电力工程; 箱式变电站; Light-eye 弧光保护系统; 分析

中图分类号: TM773 文献标识码: A 文章编号: 1671-5659 (2017) 02-0224-02

1 电弧光发生的原因

1.1 电弧光发生的客观原因

(1) 绝缘材料老化或材质缺陷; (2) 载流回路不良; (3) 外来物体进入; (4) 系统谐振过电压。

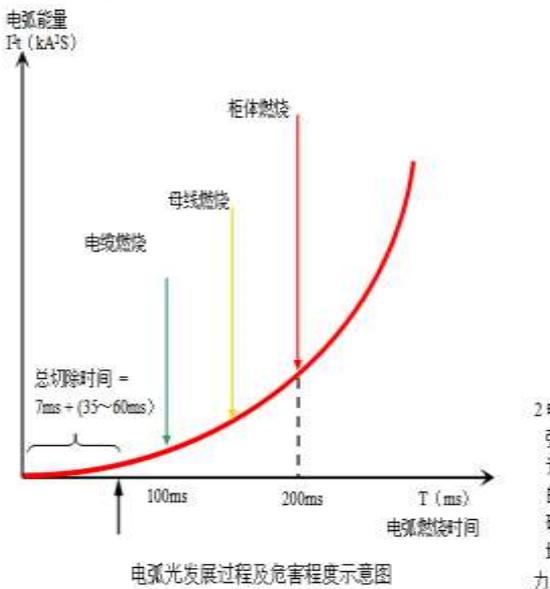
1.2 电弧光发生的主观原因

(1) 误入带电间隔; (2) 隔离开关带负荷操作; (3) 维修工具遗留在开关柜内; (4) 维修区域未做接地、验电等工作。

2 电弧光的危害

弧光特性:

开关柜内的发生短路弧光的功率可高达 100MW, 电弧燃烧所产生的能量与电弧的燃烧时间及短路电流变化值呈指数增长(如下图所示):



电弧光的破坏力

电弧温度可达 10000℃ 以上, 将导致铜排(铝排)熔毁、气化, 电缆燃烧; 过热导致压力上升, 使开关设备爆炸; 开关设备强烈振动, 使固定元件松脱; 弧光发生时的高温、强光及瞬间电离产生大量的有害气体, 会对现场工作人员的身体产生不利影响; 爆炸产生的强烈冲击波, 会对现场工作人员的耳膜、脏腑造成损伤, 严重时危及工作人员的生命安全; 开关柜的电气设备严重损坏, 致使铁路电力系统大面积停电, 造成巨大的经济损失和铁路运营的巨大风险。

3 装设电弧光保护的必要性

3.1 开关柜内部燃弧耐受时间分析

当开关柜内部弧光短路故障时, 就有可能产生电弧, 电弧的温度可超过 20000 K, 并且电弧能量可被转换为热量、气压和辐射, 危害极大。国标《额定电压 1kV 以上至 72.5kV (含) 交流金属封闭开关设备和控制设备》中规定开关柜内部燃弧时间是 100 ms, 也就是说, 开关柜内保护动作和断

路器切除故障的时间之和的允许时间应小于 100 ms, 这种情况下才能避免开关柜因电弧光原因而损坏。目前铁路工程所应用的气体或空气高压开关柜基本上是按照此标准设计生产的, 也就意味着铁路工程中的高压开关柜耐受电弧故障燃烧时间最多为 100 ms。

下图中表格为国外对各种燃弧持续时间下进行试验得出的对设备造成的损害程度。

表 1 不同燃弧持续时间下对设备造成的损坏

电弧燃烧时间/ms	设备损坏程度
35	没有明显的损坏, 一般可以在检验绝缘电阻后投入使用。
100	设备损坏较小, 在开关柜再次投入运行以前仅需要进行清洁或可能的某些小的修理。
500	设备损坏很严重, 现场工作人员可能受到严重伤害, 必须更换部分设备才可以再投入运行。

3.2 变压器动稳定时间及中低压母线保护动作时间的要求

国标规定变压器的热稳定允许时间为 2 s, 动稳定时间为 0.25 s。但实际上, 在低压侧出口短路故障时过流后备保护切除动作时间往往在 2 s 以上, 距变压器的动稳定时间要求 0.25 s 相差甚远, 这也是造成变压器损坏的重要原因。

3.3 现有的中低压母线保护方式及存在的问题

(1) 变压器后备过流保护: 由于考虑到与馈线和母线分段开关的配合, 保护跳闸时间一般整定为 1.0 - 1.4 秒, 有的甚至更长, 达 2.0 秒以上。这一动作速度很显然是远远不能满足快速切除中压母线故障要求的。

(2) 馈线过流保护闭锁变压器过流保护: 这是近年来国外提出的利用馈线过流元件闭锁变压器过流保护的一种保护方式, 是目前市场中应用较为广泛的过流闭锁式保护方案。这一方案的动作时间较之变压器后备过流保护方案有了明显的提高, 其动作时间为 300ms-400ms。但上述 3.1 条已经分析了, 开关柜的耐受燃弧时间不大于 100ms, 显然这种保护也不能满足开关柜在发生电弧光故障时的保护需要对。

总结: 上述保护措施均有致命的弱点就是动作时间太慢, 根据 IEC298 标准附录 AA 中规定的内部燃弧时间是 100ms, 保护装置动作时间小于 10ms, 才能有效的保护器件, 否则会产生不可修复的损坏, 从而延长故障修复时间。

4 Light-eye 弧光保护系统

4.1 Light-eye 的保护原理

弧光保护系统判断弧光故障产生时的两个物理量: 弧光和电流。经研究, 弧光在发生的初期是跳跃式增大的, 导致电流也是跳跃式的增大, 所以弧光保护的跳闸判据为“弧光 (下转第 236 页) ”

轻质碳酸钙的生产, 美国现仅存两个生产轻质碳酸钙的厂家。国外纳米碳酸钙已经形成大规模的工业化生产, 其产品及市场已较为成熟。由于看重纳米碳酸钙在涂料和造纸上的应用, 纳米级碳酸钙和活性碳酸钙的产量成倍增长; 日本在纳米碳酸钙的生产、新产品开发以及应用方面处于国际领先地位。目前已有纺锤形、立方形、球形、针形、锁链型以及无定形等纳米碳酸钙产品。

我国碳酸钙的生产研究起步较晚, 工业化开始于 1931 年是因橡胶工业兴起。近年来, 我国碳酸钙工业迅速发展, 已有 400 多家生产厂, 年产量约为 300 多万吨, 普遍应用在橡胶、造纸、塑料、涂料、油墨等二十多个行业。由于生产规模小、消耗指标高, 再加上设备老化陈旧、效率低, 以及控制手段简陋等原因, 产品质量得不到保障, 无法满足工业生产的要求。特别是适合于油漆、浅色橡胶塑料、涂料、高档纸业所使用的碳酸钙一直依赖于进口。纳米碳酸钙的生产几乎还是一个空白, 只有少量企业借助国外设备或者对原有设备进行改造以生产超细碳酸钙。目前我国的纳米级碳酸钙主要是从日本、台湾、英国等地进口。

现在我国纳米碳酸钙的开发研制和应用方面的技术不断提高, 应用领域不断扩大, 具有较好的前景。比如印刷油墨市场要求高性能的超细碳酸钙, 而且必须经过活化处理,

晶型一般为球形或者立方形。因碳酸钙的粒径对于油墨的光泽度和透明度均有重大的影响, 若粒径越大, 在油墨中分散越不均匀, 光泽度就越差, 遮盖力越强, 从而透明度也越差, 油墨的套印性能越不理想。经研究表明初级粒径为 20~60nm 的立方状碳酸钙经表面处理后, 应用于油墨后具有较高的屈服值, 可形成具备一定强度的胶质结构。此结构可以控制油墨使其渗入纸张纤维中, 使较多的树脂停留在纸张的表面, 从而使墨膜光泽度高并且透明性好。

5 结语

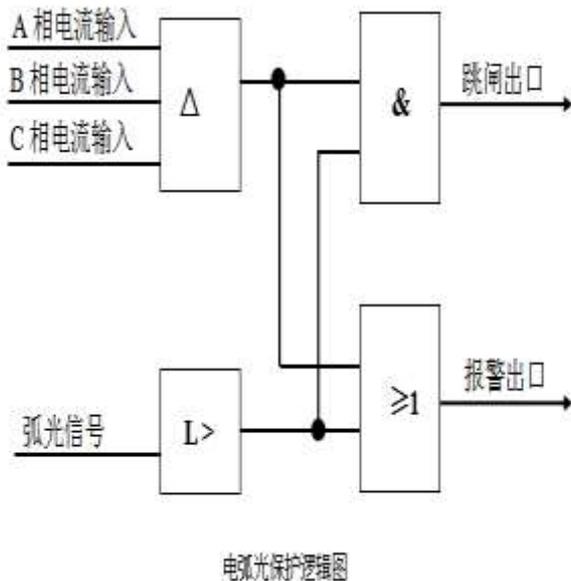
通过上文对碳酸钙的理解开始论述, 进而分析了碳酸钙的分类及表面改性方法, 最后分析了碳酸钙的相关应用, 希望碳酸钙的相关技术能有所提高, 提高其使用性。

参考文献

- [1]陆东东, 曹石林, 马晓娟, 等. 淀粉包覆型碳酸钙填料的制备及其在造纸中的应用[J]. 造纸科学与技术, 2015 (3): 42-48.
- [2]刘晓红, 毛艳红, 潘逸凡. 谷氨酸接枝纳米碳酸钙的合成[J]. 南昌大学学报(工科版), 2016, 38 (2): 118-121.
- [3]张艳林, 胡劲, 李军, 等. 应用于造纸法再造烟叶的碳酸钙改性研究[J]. 材料导报, 2016, 30 (3): 60-64.

(上接第 224 页)

和电流增量”, 且同时出现。如下图所示:



电弧光保护逻辑图

4.2 Light-eye 的特点

(1) 动作迅速可靠: 采用了可靠的快速算法, 可以在短时间内判断弧光变化信号和电流变化信号并迅速出口, 从发现故障到出口跳闸时间间隔优于 7ms, 确保开关柜内设备的弧光在 100ms 以内切除。

(2) 全数字化设计: 装置采用全数字化设计, 配置灵活, 动作精度高, 而且排除了由于旋钮或其他机械计导致的

误差隐患。

(3) 保护原理简单、合理: 根据弧光产生时的特点, 装置采用弧光和电流双重判据, 判据简单且可以有有效的保证动作的准确性。

(4) 强大的电气性能: 故障弧光探头、连接线全部采用耐高温、阻燃的高分子材料, 具有超强的电气隔离效果。装置完全满足 EMC 的标准, 保证了弧光保护系统的整体稳定性和动作的可靠性。

(5) 故障信息记录全面: 在故障弧光发生并引起装置跳闸后, 主控单元或馈线保护单元可以准确的记录是哪个弧光探头检测到了故障弧光, 且可以详细记录动作时刻的三相电流值以及动作时刻的故障弧光光强。

(6) 多种辅助保护功能: 主控单元不但有弧光保护, 还有过流保护, 接地保护、断路器失灵等辅助保护, 这些保护是弧光保护的合理配置和有效补充。

4.3 Light-eye 弧光保护系统组成

Light-eye 弧光保护系统是一个模块化系统, 包括: 主控单元、采集单元、弧光单元、弧光传感器。

5 结语

电弧光保护能快速切除中低压母线故障, 保证箱式变电站的安全运行。目前, 铁路电力工程的箱式变电站中弧光保护系统暂时没有应用记录, 但是在国家电网的相关工程中已安装应用了一部分电弧光保护系统, 运行效果良好, 并可作为参考, 在未来的铁路电力工程中广泛地应用在箱式变电站中低压母线保护上, 发挥其应有的作用。

参考文献

- [1]郑威. VAMP321 电弧光保护系统在电力系统中的应用和研究[J]. 机电技术, 2012 (5): 102-103.