

广西沿海地区 10kV 高压开关柜 防凝露技术研究与实践

玉晴庆

(广西沿海铁路股份有限公司, 广西 南宁 530003)

摘要 随着广西沿海铁路的发展, 10kV 高压开关柜已普遍应用于铁路行车设备供电, 因此 10kV 高压开关柜的稳定性和可靠性十分重要, 否则将会影响铁路正常运输。但在实际运行过程中, 高压开关柜凝露现象发生的概率也随之增加, 尤其是广西沿海地区的春季、雨季, 空气潮湿, 使得设备、部件绝缘强度下降后, 易造成电气一、二次回路发生事故, 因此需要借由防凝露技术的研究与实践, 保障防凝露方案能够不断更新优化, 从而保证高压开关柜自身使用的安全性及可靠性。

关键词 广西沿海地区 10kV 高压开关柜 防凝露技术

中图分类号: TM591

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)07-0086-03

本文是通过针对沿海地区 10kV 高压开关柜内空气凝露原因的分析, 防凝露技术研究与实践的简介, 进而促使人们对于凝露异常具有高度的认知, 需在防凝露技术的应用环节深下功夫, 提升管控力度, 在细节之处做实做强, 才能够促使凝露问题得到有效的解决, 进而为 10kV 高压开关柜正常运行发挥极大的效力支持作用。

1 高压开关柜运行环境现状分析

广西沿海地区春季潮湿, 雨季周期长, 且昼夜温差较大, 开关柜正常运行过程中, 虽采用空调降温、除湿、自然通风等方式来保障铁路沿线电力配电间 10kV 开关柜各系统、各设备实现有序、稳定运行, 但是开关柜在实际运行过程中, 仍然在受到室外气候突变因素影响时, 电缆沟、电气盘柜结构件等部件产生凝露的问题就会凸显出来。这种情形下, 不仅使设备绝缘性能受到影响, 击穿的风险也随之增加, 而且促使设备氧化锈蚀, 加快设备老化的速度。在此过程中, 设备局部放电, 损坏元器件时, 设备故障发生的概率增加, 设备的安全性也将遭受严重的挑战。同时, 一旦设备发生故障, 维修投入的成本必将是巨大的, 如 2020 年玉铁线电力配电间多台 10kV 高压开关柜出现无法操作的现象, 影响了应急供电, 经检查, 均为柜体内长期产生凝露造成绝缘下降引起爬电、闪络事件, 维修困难, 只能整套更换高压柜。因此, 开关柜正常运行环境的保障尤为重要, 任何时候都不能有一丝的

马虎及懈怠。

以下是针对开关柜结构及运行环境的简介:

第一, 广西沿海地区冬、春季及汛期期间, 雨量充沛, 空气湿度非常大, 易产生凝露现象, 且开关柜进线电缆沟通常处于地下, 因此, 其温度与土壤温度息息相关, 同时, 电缆沟的沟底、沟壁等部位受水分渗透蒸发影响, 空气湿度要大得多。这种情形下, 一旦冬季开关柜内温度低于标准值时, 电缆沟内的潮湿空气就会乘虚而入, 在盖板内侧及开关柜底部形成凝露, 致使开关柜处于极大的隐患之中。夏季时, 一旦潮湿空气融入, 室内空气的露点温度将会升高, 当高于盖板温度时, 盖板上凝露的现象也将蔓延开来, 那么开关柜所受到的创伤将难以想象^[1]。

第二, 通常, 开关柜设计过程中, 为了达到提升安全性能的目的, 电缆进线处、柜间、母线室之间采取一定的封堵隔离措施, 但并没有完全做到全密封, 室内空气依然可以进入开关柜内部。此种情形下, 进入开关柜内部的空气碰到发热配件, 产生的水蒸气难以有效排出, 一旦壁板温度低于空气露点温度标准值时, 凝露就会产生, 长此以往, 凝露反复出现的概率将会持续大增。

目前, 针对开关柜防止凝露措施方面, 通常采用除湿干燥、强制通风、安装加热器、安装智能防凝露装置等辅助设备来实现。除湿干燥法是利用干燥剂吸掉柜内湿气, 避免凝露形成, 简单易用, 缺点是吸水量有限, 水分难以排出, 效果不明显。强制通风法是

在柜体底部安装抽风装置,柜体顶部安装排风装置,两者同时使用加快柜体内空气流动,避免凝露形成,缺点是柜体空间有限,安装抽排风装置比较困难,运行时有噪声,同时也容易将灰尘带入柜体内。安装加热器法是在柜体内安装加热器,空气湿度较高时启动加热,提高柜体内温度,降低柜内相对湿度;但由于柜体内排气不畅,加热产生的水蒸气不能及时排出,柜体内仍将可能形成凝露。安装智能防凝露装置法是通过将温湿度传感器嵌入抽湿机控制器内,根据温湿度波动控制抽湿机自动启动,将柜体内湿气抽入除湿风道,再经过半导体制冷组件将湿气冷凝为水并排出柜体外,从而抑制柜体内凝露的产生,是目前比较好的一种方法^[2]。

第三,广西沿海地区铁路沿线电力高压配电间因设计时没有考虑排风及空调降温,冬、春季及雨季高湿空气未有效排出,当开关柜长期处于高湿环境中运行时,凝露现象将呈现扩大化发展,致使开关柜正常运行处于极大的风险中,对可靠供电产生极大的影响。为此,在沿海地区对防凝露技术的研究及实践方面必须加强重视,通过资源的调配和相应制度所发挥的效力支持作用,促使防凝露技术根据开关柜的实况得到有效落实后,开关柜才能够正常运行,进而安全、稳定地为铁路行车设备供电^[3]。

2 凝露异常对于开关柜的影响分析

2.1 对于空气绝缘所带来的影响

经过人们不断的实践及研究发现,当温度保持不变,球间隙放电电压受高湿环境的影响较小,然而,一旦有凝露产生时,球间隙放电电压将会急剧锐减,产生的不利影响是非常明显的。

2.2 对于导体所产生的影响

通过针对大量开关柜内部绝缘故障的分析可以发现,故障开关柜内触头及母排氧化的现象较为常见,而致使氧化异常发生的罪魁祸首则是潮湿空气。在此过程中,一旦触头氧化,一方面,所产生的氧化物落入触头盒内后,爬电距离将会受到很大程度上的影响;另一方面,动静触头之间的接触电阻增大时,热故障发生的概率会突增,进一步使设备处于极大的风险中。

2.3 对绝缘材料所产生的影响

开关柜的绝缘部件、绝缘支柱等通常采用环氧树脂压铸的方式。一旦长期处于潮湿环境下,材料内部结构与水分子结合形成氢键后,导电性必将增加,带

来的影响是极大的。

柜内产生的凝露通常会在绝缘材料表面形成结晶水,进而促使绝缘材料的表面绝缘性能逐步降低。同时,伴随不断分解效应和闪络效应的累积,绝缘性能遭受破坏的情形将会持续加重,设备相间或对地短路的现象就有可能发生^[4]。

3 凝露机理分析

第一,针对湿空气进行研究时,湿量、相对湿度、露点温度的研究是必不可少的部分,在此过程中,只有充分地对这三者之间的关系进行深入的研究,才能够对湿空气、管控湿空气等方面发挥极大的支持作用。

第二,通常,湿量即为空气中水蒸气的含量,湿量超标时,带来的影响将是巨大的,为此,针对湿量的管控环节是重中之重。

第三,相对湿度即为湿空气的绝对湿度与最大绝对湿度之比,只有在了解及控制相对湿度的情形下,相对湿度产生的影响才能够得到有效的防控,进而降低凝露现象的发生概率。

第四,露点温度即为在保持含湿量和气压不变时,湿空气冷却到饱和时的温度值,同时,即为相对湿度100%对应的温度。在此过程中,如湿空气接触的设备或部件表面温度低于露点温度时,空气中的热量在传递给设备或部件后,空气温度会下降,同时,受两者之间热量升高速率不同的影响,设备或部件表面凝露的现象将突显出来,进而影响设备或部件的正常运行^[5]。

4 防止凝露发生的措施

通过针对凝露产生的原因进行深入的剖析发现,减少水分进入、防止温差产生的举措,能够有效阻止电缆沟内凝露的产生,同时,为有效地防止凝露在空气湿度较大的沿海地区10kV高压开关柜内产生,需要针对以下方面进行管控:

第一,控制电缆沟与电力高压配电间的温度差后,凝露发生的概率能够得以降低,在此过程中,为合理、科学地管控温度差,将二者空气进行混合的方式较为常用。通常,配电间上部区域的空气温度一般会高于配电间下部的温度,因此,将温度相对较高的空气输送入电缆沟内,电缆沟内的空气温度会升高,相对湿度得到有效性地控制,在此过程中,促使电缆沟内持续性拥有干燥空气,配电间内的空气温度均匀性得到有力管控后,凝露现象才能够得到有效的遏制^[6]。

第二,维持配电间内合理的气流组织,室内温度

的均匀性才能够得到有力的保障。在此过程中,根据配电间电气设备的发热特性,采用安装空调方式保证配电间下部空气温度较低,充分吸收开关盘柜的热量,保证开关柜间周围空气温度的均匀性,进而防止凝露现象的产生^[7]。

第三,为防止热湿空气在开关柜内积聚,只有增强开关柜内外的通风效果,才能够避免凝露异常的产生。然而,现下大多数开关柜并没有设置通风装置,在这种情形下,如有潮湿空气进入,必将会充斥于开关柜内部,致使柜体内外温度受到影响,促使凝露现象多发。因此,柜内通风效果环节的管控需要进一步研究^[8]。

高压开关柜在使用过程中,不仅需要针对防尘、防潮的要求进行严控,还需要设置合理的通风设施,才能够确保开关柜的正常稳定运行。在此过程中,经过人们不断的实践和积累经验发现,如通过定制预留喷气孔,利用过滤进风机加压等方面的举措,可以提升开关柜通风的效果,促进室内空气流动,使柜体内整个空间处于干燥环境中。同时安装智能防凝露装置增强了除湿、防潮、防凝露等方面的功效作用,为开关柜安全可靠运行提供有力的保障。并且设备故障率减少后使用寿命也得到了延长,更能产生更大的效益及价值。

5 解决高压开关柜凝露异常产生的技术方案实例

5.1 优化方案设计

基于高压开关柜凝露发生的机理,结合沿海地区的特性和开关柜的实况,在进行开关柜的采购时,要求设备厂家增加防凝露技术的方案。新建电力配电间或既有电力配电间改造时要增加环境控制设备和排风设备的设计方案,对配电间上下部空气进行循环处理,促使进入到电缆沟内的空气与内部空气实现对流换热,电缆沟内空气湿度才能够有效降低。同时,配电间通过环境控制设备自动调整回风和新风比例的举措,将热湿空气有效排除,凝露产生的概率才能有效降低。

5.2 运行过程监控

通过环境控制、排风装置等设备的集成,获得智能化系统平台,依靠平台所发挥出来的效力支持作用,促使自动调整新风、回风风量等方面的功效作用有效地发挥出来,进一步保持室内干燥,凝露异常发生的概率,使开关柜正常工作。

同时,需要针对以下环节进行严控:

第一,为有效地检测及管控开关柜运行效果,要实现对环境控制设备和排风设备的智能化远程控制,确保对电缆沟和配电间的环境参数能够实时监控和调整,在发现异常时能够及时告警和处理。

第二,安装智能防凝露装置,通过管控防凝露装置内抽湿机运行时间的举措,确保高压柜内温湿度处于均衡状态,凝露异常发生的概率才能够得以降低。

2021年初,通过在沿海铁路凝露较为严重的个别电力配电间试点安装空调、排风设备及智能防凝露装置后,观察近一年以来未见该配电间高压柜再次出现凝露现象,同时该配电间10kV高压柜相比其它未试点的配电间故障率也大为减少,设备稳定可靠运行,说明防凝露技术方案应用是非常有效的。

6 结语

10kV高压开关柜在广西沿海地区运行过程中,由于天气潮湿,凝露现象发生的情形不可避免,为此,电力设备管理单位必须在高压开关柜防凝露技术的研究、应用环节下功夫,通过个别配电间试点成功后逐步向管辖的高低压配电间推广,确保高压开关柜安全可靠运行,为铁路运输发展提供有力保障。

参考文献:

- [1] 张瑞贺,胡晓康,胡彦双.高压开关柜新型防凝露系统的研究与应用[J].建筑工程技术与设计,2018(24):4465.
- [2] 罗军,皮志勇,罗皓文,等.高压开关柜防凝露系统的组成与实践[J].现代工业经济和信息化,2015,05(21):20-22.
- [3] 彭红霞,李涛,牛硕丰,等.高压开关柜绝缘监测及防凝露调控系统设计[J].电气自动化,2021,43(03):26-28,58.
- [4] 刘莹,王浩.12kV高压开关柜受潮凝露机理及防治关键技术探讨[J].百科论坛电子杂志,2019(06):521.
- [5] 王喆,李品德,高伟,等.35kV高压配电室全智能防凝露系统的开发及应用[J].电网与清洁能源,2019,35(11):13-19,29.
- [6] 郭沁,张炜琦,郭雨,等.温湿度对户外设备凝露现象的影响研究[J].高压电器,2018,54(08):60-64.
- [7] 张池川,姜龙,吴征彦.变电所高压中置柜凝露问题现状及对策分析[J].山东工业技术,2017(08):193.
- [8] 林彩云.小动物、潮气引起的高压开关柜异常、故障分析及预防[J].中国战略新兴产业,2018(22):224-225.