

高压开关柜绝缘性能优化分析

韩旭东

上海纳杰电气成套有限公司 上海

【摘要】为明确高压开关柜绝缘性能优化的高效举措，文章以“上海市北静安市北高新寿阳路88弄市北云力方公寓10kV普通住宅红线内接入工程（寿阳88弄站）”项目为例，通过对绝缘故障类型及高压开关柜绝缘性能优化设计的剖析，探明在本工程项目中10kV开关柜绝缘性能优化的必要性，并明确二次元件安全距离设计、绝缘距离设计等均直接影响开关柜绝缘性能，需设计人员重点关注。同时，可得出结论：高压开关柜的稳定运行与电力系统性能息息相关，因此需针对高压开关柜绝缘性能优化，采取针对性措施，以减少绝缘故障问题发生率、保证操作人员生命安全。

【关键词】高压开关柜；绝缘性能；绝缘距离

【收稿日期】2024年2月14日

【出刊日期】2024年4月23日

【DOI】10.12208/j.jeea.20240008

Optimization analysis of insulation performance of high voltage switchgear

Xudong Han

Shanghai Najie Electric Complete Set Co., LTD., Shanghai

【Abstract】In order to clarify the efficient measures to optimize the insulation performance of the high voltage switchgear, the article takes the project of "Shanghai North Yunlifang Apartment 10kV ordinary residential red line access project (Shouyang 88 Lane Station), North Jing 'and City North high-tech Shouyang Road 88 Lane) as an example, through the analysis of the insulation fault types and the insulation performance optimization design of the high voltage switchgear. The necessity of optimizing the insulation performance of 10kV switchgear in this project is proved, and it is clear that the safety distance design of secondary components and insulation distance design directly affect the insulation performance of the switchgear, and designers need to pay attention to it. At the same time, it can be concluded that the stable operation of high voltage switchgear is closely related to the performance of the power system, so it is necessary to optimize the insulation performance of high voltage switchgear and take targeted measures to reduce the incidence of insulation failures and ensure the safety of operators.

【Keywords】High voltage switchgear; Insulation performance; Insulation distance

前言

在我国电力行业的发展建设中，开关柜作为供电系统的核心，承担功率变换、发电输电、通断控制等功能。但在开关柜在长期使用中，经常出现绝缘劣化问题，导致设备绝缘性能产生明显下降，严重时甚至会造成设备断电事故，急需电力企业及工作人员对开关柜绝缘性能优化作出深入探索，并提出针对性解决对策^[1]。

高压开关柜整体一般由电缆室、仪表室、母排室、手车室四部分构成，主要发挥电能转换、输配电

等效用。在行业发展建设中，高压开关柜绝缘性能优良直接影响电网安全、稳定运行。绝缘事故发生会对电网造成巨大冲击、导致巨大经济损失。由此就能够看出，运用有效手段促进高压开关柜绝缘性能优化的必要性。基于此，文章将围绕“上海市北静安市北高新寿阳路88弄市北云力方公寓10kV普通住宅红线内接入工程（寿阳88弄站）”项目的高压开关柜绝缘性能优化进行深入分析与探讨。

1 高压开关柜绝缘故障类型

1.1 母排及穿盘管间放电

作者简介：陈锋（1977-）男，江苏镇江人，本科（土木工程专业），工程师（电气），研究方向：消防工程中的自动控制系统。

在“上海市北静安市北高新寿阳路 88 弄市北云力方公寓 10kV 普通住宅红线内接入工程（寿阳 88 弄站）”项目中，高压开关柜穿墙套管材料主要是一环氧树脂，该材料在实际使用中因具备机械强度大、重量轻等特点，因而得到广泛应用，但是这种材料也存在一定缺陷，那就是憎水性不足，如长期处在较为潮湿的环境中，极易导致沿面放电。沿面放电属特有气体放电，于架空绝缘套管端部等位置常见。

如果绝缘介质内层的场强小于电极边界气隙的场强，且绝缘介质沿面击穿电流也相对较小，沿面放电现象就会出现于绝缘介质表层^[2]。而在母排安装位置出现偏差问题、其运行振动导致移位问题的情况下，其和套管间即会有空气间隙不均匀情况的

发生，电场分布随之产生不均匀问题，最终会造成放电，这种情况在发生之后如果一直存在，就会对母排表面热缩套管的绝缘层造成破坏。

1.2 母排相间、相对地短路

在《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》中明确，10kV 带电母排相间、对地的安全距离需控制为 125mm。但很多情况下因为开关柜柜宽尺寸较小，就如本工程中柜宽仅有 650mm，在这种情况下，安全距离的控制方面，就难以契合标准规定，相对地短路、相间短路等问题就极易因此产生^[3]。针对这种情况的发生，需要厂家在相间增设绝缘隔板，来促进绝缘性能有效强化并满足安全距离设置要求，降低短路问题发生率，但也会造成其他绝缘现象的发生，具体如表 1 所示。

表 1 绝缘现象

序号	绝缘问题
问题 1	带电体和绝缘板间存在空气间隙过小问题，约在 10mm
问题 2	绝缘隔板材料选用“环氧树脂”，该材料表面憎水性差、易受潮
问题 3	在凝露条件下，绝缘隔板表面容易产生分布电压下降、电阻下降、空气间隙分布电压升高等一系列情况与问题，并且会产生放电，而后会逐渐发展成相间、相对地闪络击穿情况的发生

2 高压开关柜绝缘性能优化设计

2.1 避雷装置安装设计

在本工程项目中，10kV 开关柜为小型化柜，共 16 仓，出线 1 回，单列布置；0.4kV 开关柜选用小型化智能 MILAV 开关柜，共 9 仓，单列布置。其柜体设置中的电压互感器柜、馈线柜等均需做好避雷器安装设计，以保证柜体安全稳定运行。常规情况下，高压开关柜柜体的设计工作开展，会针对柜体内绝缘安全距离的规划，作出优先考量。大多数情况下，很少考虑在电缆安装完成之后，柜体和其他元件安全距离的分析、考虑，这种情况的存在就容易造成避雷装置安装孔位设置较低问题的发生，在这种问题的影响下，工程项目如果没有进线电缆，试验就会顺利通过。但是，如需进行电缆安装，就会造成电缆端头与避雷装置安全距离设置不足问题的产生，严重时甚至会导致电缆头耐压击穿现象^[4]。这就需要在避雷装置安装设计中，重点关注其元器件安装距离有效控制，并需关注到施工后用电安全问题、柜体绝缘间距有效把控等。除此之外，在《电缆安装规程》之中有明确要求，在避雷装置安装设计

之中，需在确保电缆剥切线芯、屏蔽的基础前提下，使电缆线芯会沿着绝缘表面来到金属护套端部位置上，并使二者之间保持的最小安全距离，契合表 2 的标准要求。

表 2 电缆安装终端、接头最小安全距离

额定电压	最小距离
100kV	6mm
35 kV	250mm
10 kV	125mm

由于高压电缆屏蔽层的设置，要引至地排接地，避雷器安装需做到和导流体 A 相、B 相、C 相一一对应，因此就能够判定电缆头为主作为接地端存在、避雷器需做到和高压侧对应。这里需要注意屏蔽层接地需在电缆头制作过程中实现。而避雷器安装孔较低情况的发生，会导致避雷器与电缆头绝缘安全距离的不足，不符合 10kV 高压设备对地与相间最小安全净距需控制为 125mm 的标准要求，因而易导致事故发生率的提升。针对这种情况的改进，需在设计方案设计中，重点考虑避雷装置及现场电缆安

全净距设置,所规划设计安装孔位,需在柜体底部 $\geq 0.6\text{m}$ 位置。

2.2 绝缘距离设计

10kV 开关柜主要作用于三相交流电的传送控制及有效分配,基于此,柜体内部导流体相对地、相间也需做好安全距离设计,以规避短路问题威胁电力系统稳定运行。一般情况下,绝缘距离可划分为空气净距、爬电距离:(1)空气净距:以“空气”为绝缘介质,考量绝缘安全距离,需保证其在125mm及以上;(2)爬电距离:指和高压带电体连接的套管、绝缘子等元器件相关的技术要求。在绝缘件选定中,首先需选取知名厂家产品,而后需做好母排安装后状态模拟,以便开展工频耐压测试,规避击穿、无闪络现象产生^[5-8]。

2.3 绝缘部件改善设计

在本研究工程项目的绝缘部件改善设计中,需主要围绕开关柜绝缘部件性能下降情况展开,需做好同类型绝缘部件更换工作,保证穿柜套管具备优良憎水性、阻燃性等优势,最好以“环氧树脂材质+屏蔽均压设计”形式为主,改善绝缘件性能。同时,最好以强绝缘型电流互感器替代普通电流传感器,主要是因为强绝缘电流传感器具备周围保护裙边范围大、CT尺寸小等优势,能够增加爬电距离并保护周围接头。此外,需及时检查高压开关柜柜体内部是否出现部件松脱情况,避免机械固定部件松动,并且要注重全面清扫柜内设备、母线^[9,10]。

3 结论

综上所述,高压开关柜绝缘性能调整、优化与电站整体平稳运行直接相关。在本研究中,基于“上海市北静安市北高新寿阳路 88 弄市北云力方公寓 10kV 普通住宅红线内接入工程(寿阳 88 弄站)”项目的高压开关柜绝缘性能优化展开全面分析,明晰了在高压开关柜性能优化探索中,需针对“避雷装置安装设计”、“二次元件安全距离设计”、“绝缘距离设计”等要点进行重点关注,以提升高压开关

柜绝缘性能优化效果,并为工程项目电网运行稳定性、安全性提供强有力的保障。

参考文献

- [1] 梁谦,李旭,刘香江,等.固体开关柜绝缘老化与状态检测分析研究综述[J].高压电器,2023,59(6):13-24.
- [2] 郭光海,潘培华,宋林梅.35 kV 开关柜绝缘性能分析与改进[J].机电工程技术,2023,52(6):227-230.
- [3] 任彤.电力高压开关柜绝缘事故原因分析及对策[J].电力系统装备,2020(19):104-105.
- [4] 李传纪,鉴曙光,鞠福道,等.35 kV 高压开关柜绝缘性能优化[J].莱钢科技,2021(3):14-16.
- [5] 任美杰,谢启源,宋思齐.高压开关柜阻燃绝缘件在役老化诱发着火事故的综合分析[J].火灾科学,2022,31(2):120-128.
- [6] 唐彬,张龙飞,梁沁沁,et al.空气绝缘高压开关柜内固体绝缘材料过热性故障判断方法.CN202211110133.5[2024-05-24].
- [7] 郭光海,潘培华,宋林梅.35 kV 开关柜绝缘性能分析与改进[J].机电工程技术,2023,52(6):227-230.
- [8] 唐彬,张龙飞,梁沁沁,等.户内式空气绝缘高压开关柜内放电性故障判断方法及系统.CN202211110134.X[2024-05-24].
- [9] 贺建明,刘坚钢,易非凡,等.开关柜绝缘故障仿真与检测系统研究[J].高压电器,2022,58(3):6.
- [10] 段平安,颜世涛.高压开关柜绝缘事故原因及对策分析[J].中国设备工程,2023(20):176-178.

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS