

一种新型机构箱防雨罩

吴昆泰 刘岑 龚忠伟 梁勐 潘永杰

广东电网有限责任公司清远供电局 广东清远 511500

摘要: 本论文详细介绍了一种新型机构箱防雨罩的研发背景、技术原理、创新点以及应用前景等内容。该防雨罩旨在解决变电站隔离开关(刀闸)机构箱因进水导致的设备腐蚀和故障问题。通过独特的设计,包括顶部防雨罩与底座的结构创新、材料选择以及密封方式的优化,新型防雨罩有效提高了设备运行安全水平。本文还阐述了项目实施过程中的工作安排和经费预算,展示了该技术创新在电力系统中的重要意义和实际价值。

关键词: 机构箱防雨罩; 隔离开关; 设备安全; 技术创新

引言

变电站作为电力系统的关键组成部分,其设备的安全稳定运行对于电力供应的可靠性至关重要。隔离开关(刀闸)作为变电站的主要一次设备,在电力系统中起着控制电路通断、隔离电源等重要作用。然而,一些早期投运的隔离开关由于运行年限长、操作次数多,传动轴与机构箱磨损严重,导致连接部位密封性下降。在广东地区潮湿多雨的气候条件下,水分极易顺刀闸传动轴或箱顶表面流入机构箱。这不仅会腐蚀刀闸机构箱内的各类元器件,影响其正常功能,还可能因积水造成直流接地故障,严重威胁电力系统的安全稳定运行。为解决这一问题,研发一种高效、实用的机构箱防雨罩具有重要的现实意义。

1 新型机构箱防雨罩的研发

1.1 研发背景

随着电力需求的不断增长,变电站设备的稳定运行愈发关键。广东地区常年湿润多雨,给变电站隔离开关(刀闸)机构箱带来严峻考验。早期投运的刀闸,因长期运行和频繁操作,其传动轴与机构箱磨损严重,密封失效。每逢雨季,雨水顺着传动轴或箱顶表面流入箱内,致使箱内元器件遭受腐蚀,影响设备功能。更严重的是,积水可能引发直流接地故障,影响电网安全。因此,研发新型防雨罩迫在眉睫,以保障电力系统可靠运行。

1.2 传统防雨罩危害

传统防雨罩存在诸多劣势。其结构设计往往不够合理,可能仅对部分区域起到有限防护,无法全面阻止雨水侵入机构箱。在通用性方面较差,难以适配不同尺寸和类型的机构

箱,需定制多种规格,增加成本。安装过程繁琐复杂,耗费大量人力和时间。密封性能不佳,容易出现缝隙导致雨水渗漏。而且传统防雨罩材料性能有限,可能在恶劣环境下快速老化、损坏,无法长期有效防雨,需要频繁更换,增加了设备维护的工作量和成本。

1.3 设计思路

针对传统防雨罩的不足和实际运行中机构箱进水途径,新型防雨罩设计运用整体防护与局部优化思路,先剖析进水路径。整体上,把防雨罩分顶部和底座两部分,从上下全面防护机构箱。顶部防雨罩用对称金属壳体,防雨罩颈连传动轴,窗部兼顾观察与密封;底座胶圈适配机构箱并用玻璃胶密封。设计全程注重不同尺寸机构箱通用性和安装便捷性,使其适用于多种变电站隔离开关机构箱。

1.4 刀闸机构箱浸水危害

刀闸机构箱浸水会对设备元器件造成诸多具体危害。水分侵入会使金属元器件生锈腐蚀,加速绝缘材料老化,降低其绝缘性能,导致电气短路风险增加,还可能使继电器等控制元件误动作。这对检修工作增加了沉重负担,检修人员需花费更多时间排查故障原因,增加了检修频次和难度,同时需要更换受损元器件,延长了设备停电时间,降低了电力系统的供电可靠性。

1.5 技术原理

新型防雨罩的技术原理基于对雨水侵入机构箱途径的深入分析以及相应的防护措施。顶部防雨罩由两块完全对称的金属壳体组成,包括防雨罩颈和防雨罩窗。防雨罩颈固定于传动轴,其内壁凹槽放置胶圈,并通过两端螺孔紧固,有

效阻止水分顺传动轴流入机构箱。防雨罩窗采用透明 PC 耐力板，四周设置密封垫和螺孔，在保证观察刀闸分合闸位置指示和传动轴抱箍的同时，确保了顶部的密封性。顶部防雨罩侧边沿的铰链结构和开合结构设计，方便了拆装，便于检修人员操作。两个壳体衔接处通过螺孔配合密封胶形成密封面，防止雨水从顶部衔接部位渗入。底座为空心圆台型胶圈，安装于机构箱表面，与传动轴保持一定间隙，阻断了水分从机构箱表面流入传动轴与机构箱缝隙的通道。安装时，在胶圈底部与切面涂满玻璃胶并合并压紧，进一步增强了密封效果。

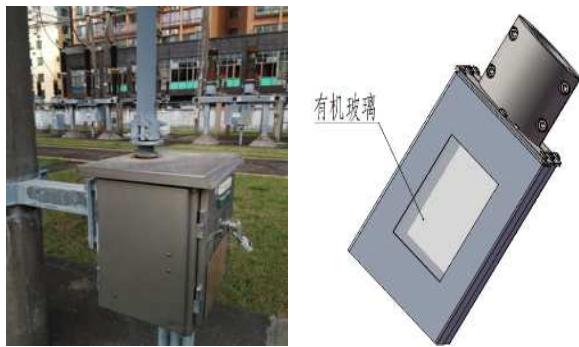


图 1 实景应用图

1.6 技术关键点及创新点

1.6.1 顶部防雨罩的优化设计

顶部防雨罩在防雨功能上进行了多方面优化。其采用的铰链设计方便了拆装过程，极大地提高了检修人员在对刀闸进行检修时的工作效率。同时，两面开窗并封以透明盖板的设计，既满足了检修与运行人员对分合闸指示和传动轴抱箍位置的观察需求，又保证了防雨罩整体的密封性。这种设计在方便设备运行维护的同时，有效防止了雨水从顶部进入机构箱。

1.6.2 底座密封胶圈的创新

底座密封胶圈采用玻璃胶密封是本防雨罩的重要创新点之一。玻璃胶具有良好的密封性能和耐候性，能够有效填补底座与机构箱表面之间的微小缝隙，形成可靠的密封层，杜绝了水分从机构箱平面流入的可能性，为机构箱底部提供了长期有效的防水保护。

1.6.3 广泛的适用性

防雨罩在设计上考虑了多种类型和尺寸的变电站机构箱，具有较强的通用性。通过合理的结构设计和尺寸调整，能够适应不同规格的隔离开关机构箱，无需针对每种型号单

独定制防雨罩，降低了生产成本，提高了产品的市场竞争力，同时也便于在不同变电站中推广应用。

1.6.4 材料性能优势

制造防雨罩选用的材料具有高强度特点，确保在恶劣环境下仍能保持稳定的性能。无论是高温、高湿还是强风等天气条件，防雨罩都能够牢固地安装在机构箱上，长期有效地发挥防雨作用，减少了因材料老化或损坏导致的防护失效风险，延长了防雨罩的使用寿命，降低了设备维护成本。

2 应用前景

2.1 解决实际问题

在本班组管辖的 36 个变电站中，有 21 个站的户外刀闸曾出现不同程度的机构箱传动轴处进水锈蚀现象，2 台有载开关机构箱也存在传动轴处进水问题。新型防雨罩的应用能够有效杜绝此类进水现象，防止因水分侵入导致的设备腐蚀和故障，提高设备的可靠性和使用寿命，减少设备维修和更换成本，保障电力系统的安全稳定运行。

2.2 成本效益分析

该防雨罩生产成本低，且几乎不会损坏，一次安装可长期使用。与传统防雨罩相比，其安装快捷方便，可大大缩短安装时间，减少人工成本。同时，由于其良好的防雨效果，能够有效减少因机构箱进水导致的设备故障维修次数和停电时间，提高供电可靠性，带来显著的经济效益。

2.3 推广价值

防雨罩具有广泛的应用前景，不仅适用于变电站隔离开关机构箱，还可应用于类似刀闸传动轴式的其他机构设备的防雨保护。其通用性强、安装便捷、防护效果好等特点，使其在电力系统以及其他相关行业中具有较高的推广价值，有望成为保障设备安全运行的重要防护措施之一。



图 2 实景应用图

3 新型机构箱防雨罩的实验验证与性能评估

为了确保新型机构箱防雨罩的实际性能和可靠性，我们进行了一系列实验验证与性能评估工作。

3.1 防雨性能测试

在模拟降雨环境下，对安装了新型防雨罩的隔离开关机构箱进行长时间喷淋实验。模拟不同降雨强度和角度，观察机构箱内部是否有雨水渗入。实验结果表明，新型防雨罩在各种恶劣降雨条件下均能有效阻挡雨水进入机构箱，顶部防雨罩与底座的密封设计以及各部件之间的衔接紧密，确保了全方位的防雨效果。

3.2 材料耐久性测试

对防雨罩所使用的材料进行加速老化实验，模拟高温、高湿、紫外线辐射等恶劣环境条件，以评估材料在长期使用过程中的性能变化。经过数千小时的测试后，发现材料的物理性能和化学性能保持稳定，无明显老化迹象，这意味着防雨罩在实际使用中能够长期耐受各种环境因素的影响，延长了使用寿命，减少了频繁更换的需求。

3.3 密封性能检测

采用专业的密封检测设备，对防雨罩与机构箱之间的密封界面进行压力测试，检测密封胶圈和密封垫的密封效果。测试结果显示，密封部位能够承受一定压力而不发生泄漏，证明了密封设计的可靠性。同时，对密封胶在不同温度和湿度条件下的密封性能进行了研究，确保在广东地区复杂多变的气候条件下，防雨罩始终能保持良好的密封状态。

4 新型机构箱防雨罩在不同气候区域的适应性分析

虽然新型防雨罩是针对广东地区潮湿多雨的气候条件设计研发的，但考虑到其在全国乃至全球范围内的推广应用潜力，我们对其在不同气候区域的适应性进行了分析。

4.1 干燥地区

在干旱少雨的地区，如西北地区，虽然降雨量相对较少，但风沙较大。新型防雨罩的高强度材料能够抵御风沙的侵蚀，防止沙尘进入机构箱，影响设备正常运行。同时，其良好的密封性能也能有效阻挡偶尔的降雨，确保设备在干燥环境下的长期稳定运行。

4.2 寒冷地区

在寒冷地区，如东北地区，低温环境对防雨罩材料和密封性能提出了挑战。我们对材料进行了低温性能测试，结果表明，在低温条件下，防雨罩材料仍能保持一定的柔韧性，

不会因脆性增加而损坏。密封胶圈和密封垫在低温下也能维持良好的密封效果，防止冰雪融化水渗入机构箱。

4.3 高温地区

在炎热高温地区，如华南部分地区夏季高温炎热，防雨罩材料的耐高温性能至关重要。实验证明，所选材料在高温环境下不会发生变形、软化等现象，确保了防雨罩结构的完整性和防雨性能。同时，高温环境下密封胶的稳定性也得到了验证，不会因高温而失去粘性，从而保证了密封效果。

5 新型机构箱防雨罩对电力系统稳定性的影响评估

5.1 减少设备故障率

通过有效防止雨水进入机构箱，避免了因水分导致的设备腐蚀、短路和误动作等问题，显著降低了隔离开关及相关设备的故障率。这意味着减少了因设备故障引起的停电事故，提高了电力系统的供电可靠性，保障了电力供应的连续性。

5.2 降低维护成本

由于防雨罩减少了设备因进水而受损的情况，相应地减少了设备维修和更换的频率，降低了维护工作量和成本。同时，其长寿命和低维护需求的特点，也为电力企业节省了长期的运营成本，提高了经济效益。

5.3 提高电力系统运行效率

稳定运行的设备有助于电力系统的优化调度和运行，减少了因设备故障导致的电网波动和损耗。新型防雨罩的应用间接地提高了电力系统的整体运行效率，促进了电力资源的合理分配和利用。

6 新型机构箱防雨罩的市场竞争力分析

6.1 与传统防雨罩对比

与传统防雨罩相比，新型防雨罩在防雨性能、通用性、安装便捷性、材料性能和使用寿命等方面均具有明显优势。其卓越的防雨效果和长期稳定的性能，能够为用户提供更可靠的设备防护解决方案，降低了用户的总拥有成本，具有更强的市场竞争力。

6.2 市场需求与潜力

随着电力行业的不断发展和对设备可靠性要求的提高，以及其他相关行业对类似设备防雨保护需求的增长，新型机构箱防雨罩的市场需求呈现出不断上升的趋势。其广泛的适用性使其能够在多个领域得到应用，具有广阔的市场前景。

6.3 技术创新带来的竞争优势

作为一项具有创新性的技术成果，新型防雨罩的专利

技术和独特设计为企业在市场竞争中提供了差异化优势。企业可以通过持续创新和优化，进一步提升产品性能，拓展市场份额，在防雨设备市场中占据有利地位。

7 结语

新型机构箱防雨罩的研发成功为解决变电站隔离开关机构箱进水问题提供了有效解决方案。通过创新的设计、合理的技术方案以及严谨的项目实施过程，该防雨罩在提高设备运行安全水平、降低维护成本、保障电力供应可靠性等方面具有显著优势。其应用前景广阔，不仅能为本单位带来实际效益，也为电力行业设备防护技术的发展提供了有益的参考和借鉴。随着技术的不断进步和应用经验的积累，相信新型防雨罩将在电力系统中发挥越来越重要的作用，为电力设备的安全稳定运行提供更可靠的保障。同时，后续研究可进一步优化防雨罩的性能，拓展其应用范围，推动电力设备防护技术的不断创新和发展。

8 进一步研究方向与展望

随着电力系统的不断发展和技术的持续创新，对变电站设备防护的要求也日益提高。在新型机构箱防雨罩的基础上，未来可从以下几个方面展开进一步研究。一方面，探索更先进的材料，如具有自清洁功能的纳米材料，使其表面不易沾染灰尘和污垢，从而始终保持良好的防雨性能，减少因杂质堆积影响密封效果的可能性。另一方面，结合智能化

技术，研发能够实时监测防雨罩状态（如密封性能、结构完整性等）的传感器，并与电力系统的监控平台相连接，实现远程监控和预警，以便及时发现潜在问题并进行维护。此外，还可以针对极端恶劣天气条件（如暴雨、台风、暴雪等）进行专项优化设计，确保防雨罩在各种极端环境下仍能稳定可靠地运行，为变电站隔离开关机构箱及其他相关设备提供全方位、多层次的防护，进一步提升电力系统的安全性和稳定性。

参考文献：

- [1] 林莘,徐建源,齐伟夫.高压隔离开关的发展方向 [J].高压电器,2010
- [2] 王鹏,刘教民,孙晓云等.基于改进粒子群优化算法的变电站设备状态评估 [J].电力系统保护与控制,2012
- [3] 王希林,张友鹏,董海鹰等.基于模糊综合评判的变电站设备状态评估研究 [J].计算机工程与应用,2011,47(34):239–242.
- [4] 严璋,朱德恒.高电压绝缘技术 [M].北京:中国电力出版社,2007.
- [5] 陈化钢.电气设备预防性试验方法 [M].北京:中国水利水电出版社,2009.
- [6] 李建基.高压开关设备实用技术 [M].北京:中国电力出版社,2013.