电力系统中地下室配电房故障率降低技术研究

黄金华，张煜昊，邓　杰，谭剑春

（国网江西省电力有限公司宜春供电分公司，江西 宜春 336000）

摘　要：针对地下电力配电室因环境、设备和人为等因素导致的各类故障问题，从技术设备层面，提出了基于物联网的实时监控环境因素监测预警与除湿综合解决方案；从管理机制层面，提出与台停指标考核体系高度契合的“带保停”作业计划审批机制。通过工程实例证明，该方法在保障检修工作有序开展的同时，兼顾供电可靠性，具有良好的推广价值，可实现检修与供电的平衡，进一步提升供电服务质量。

关键词：地下电力配电室；环境因素；监测预警；供电服务

中图分类号：TM 773+.4　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1006-348X(2025)02-0067-05

0　引言

现代电力系统中，作为电力分配与供应的关键枢纽，地下配电房承担着为各类建筑和设施提供稳定电力的重任[1-2]，其运行可靠性直接关系到整个电力系统的稳定性和安全性，以及人们生产生活的正常秩序[3-5]。地下配电房为各类建筑、商业设施、工业厂房等提供稳定的电力支持，是保障社会正常运转的基础环节。以江西省宜春市为例，近两年来，配电房已成高压故障高发区。2023年的39起高压故障，其中14起就发生在地下配电房，造成故障时户数695个，严重影响供电可靠性。同年，共收到6张供电质量意见工单，其中5张均是因为地下配电房的短期频繁故障，引发用户频繁停电投诉。可见，地下配电房的故障隐患应该作为配网运维的重点，其运行的稳定性直接关系到城市的生产生活秩序。然而，地下配电房所处的特殊环境，给其稳定运行带来了诸多挑战。

文中深入剖析地下配电房故障的根源，对故障原因进行深入分析，针对性地采取措施，如优化设备选型、改进安装工艺、加强日常维护等，提高配电房设备的可靠性。从提高配电房安全性的角度出发，降低故障发生率，可以减少因故障引发的安全事故的可能性，保障人员和设备的安全。通过对地下配电房故障的研究，总结出故障发生的规律和特点，为制定更加科学、合理的标准和规范提供数据支持，进而提出切实可行的解决策略，降低故障发生频率，保障电力供应的稳定性与可靠性。

1　地下配电房高故障率原因剖析

1.1　环境因素

地下的特殊地理位置使其环境条件相对恶劣，对配电房设备的运行产生诸多不利影响。潮湿是地下配电房面临的突出问题之一[6]。当湿度过高时，配电设备表面容易形成凝露，大大降低设备的绝缘性能，增加漏电、短路等故障的发生概率；潮湿的环境还会加速金属部件的腐蚀，导致设备结构损坏，接触不良，进一步影响设备的正常运行。例如，从2023年6月17日、6月21日和6月24日，城北中心所辖某小区的地下配电房发生高压故障，短短7天内3次故障，导致2600余用户停电，800余户遭遇2次以上停电，直接引发2张供电质量类工单。7月2日，在综合检修时发现，配电柜内部布满水珠，多处电气设备有不同程度的氧化现象，图1为地下配电房现场。

收稿日期：2024-09-02

作者简介：黄金华(1975)，男，大学本科，高级工程师，特级技师，主要研究方向为供用电。

图1 某小区地下配电房现场

通风不良也是导致地下配电房故障率升高的重要原因[7-9]。配电设备在运行过程中会产生大量热量，需要良好的通风系统来散热。若通风不畅，热量无法及时散发，会使配电房内温度持续升高。过高的温度会加速设备绝缘材料的老化，降低其使用寿命。温度过高还会影响设备的正常性能，导致设备运行不稳定，甚至引发故障。

此外，地下配电房还可能会受到灰尘、鼠害等环境因素的影响。灰尘积聚在设备表面，会影响散热效果，同时可能进入设备内部，造成接触不良等问题[10]；鼠害则可能咬坏电缆、电线，引发短路故障，严重威胁配电房的安全运行。

1.2 设备因素

设备老化、设备质量不佳和设备选型不当均是地下变电房发生故障的主要原因[11-13]。此外，设备健康状态趋同性也是非常重要的故障诱因之一，单一配电房的设备健康状态往往显示出趋同性，以往惯例是将故障间隔快速合并至其他的“亚健康”间隔，忽视了整体环境的整治和全量设备的状态评估，最终导致“火烧连营”，间隔“并无可并”，丧失了快速修复的可能。

1.3 运维因素

维护不到位也是导致配电房故障率升高的重要原因。配电设备需要定期进行维护保养，以确保其正常运行。以宜春市为例：城北中心辖区地下配电房数量多达 102 个，存在明显的“点多面广”问题，广泛分布使得运维管理难以全面兼顾，日常“体感式”巡视有漏洞，巡视质量无法管控，难以及时发现温湿度异常。

同时，操作不规范、部分维护人员专业知识和技能不精，对配电设备的工作原理、操作方法、维护要点等了解不够深入，无法及时、准确地判断设备故障原因，并进行有效的处理，也会导致地下配电室问题的频发[14-15]。

2 降低故障率的技术手段

2.1 数字赋能，实时监控

智能监控系统的引入为地下配电房的运行管理带来了革命性的变化，实时监测功能使运维人员能够随时随地掌握配电房内设备的运行状态。通过在设备上安装各种传感器，如电流传感器、电压传感器、温度传感器等，可实时采集设备的电流、电压、温度、湿度等参数，并将这些数据通过无线传输或有线网络传输至监控中心。运维人员通过监控中心的电脑或手机 APP，即可实时查看设备的运行情况。

当发现设备参数异常时，及时采取措施进行处理，避免故障的发生和扩大。利用大数据分析和人工智能技术，智能监控系统能够对采集到的大量设备运行数据进行深度分析，建立设备运行的正常模型。当设备的运行数据偏离正常模型时，预设安全阈值（湿度 65%），系统能够提前预测可能发生的故障，并发出预警信息。图2为物联网监测设备和阈值设定与报警短信。

a）物联网监测设备

b）阈值设定

c）报警短信

图2 物联网监测设备、阈值设定及报警短信

2.2 优化通风与除湿系统

通风与除湿系统对于地下配电房的稳定运行至关重要。高效通风设备的合理选用是改善配电房环境的基础。轴流风机具有风量大、结构简单、安装方便等优点，可用于快速排出内热空气；离心风机则风压较高，适用于通风管道较长或阻力较大的情况。

除湿技术的应用也是解决地下潮湿问题的关键。工业除湿机能够快速有效地去除空气中的水分，常见的有冷冻式除湿机和转轮式除湿机。冷冻式除湿机通过冷凝原理，将空气中的水汽凝结成水滴排出，适用于湿度较高且温度适中的环境，其优点是除湿速度快、成本相对较低。对于湿度常年较高且面积较大的地下配电房，可选用大型工业冷冻式除湿机，并搭配湿度传感器，实现自动控制除湿机的启停，将湿度保持在适宜的范围内，选择标准如表1所示。

表1 除湿机参数标准

配电房面积（m^2）	适配除湿量（L/D）
80-120	120
120-180	150
200-300	210
300-400	240

2.3 “带保停”作业计划审批管理机制

运行环境合格后，若放电问题仍未解决，则启动中心的“带保停”内审机制，随后开展综合检修工作。通过提前筹划、现场勘察、研讨论证，组织多专业制订“带保停”保电方案，反复论证发电车并网运行原理、操作方法、应急预案等，将整个并网操作过程逐步分解，对每个危险点制订预防措施，作业现场统一指挥，快速响应，有序开展作业；同时，作业人员提前一天对整个操作步骤进行模拟演练，确保当天同期并网保电顺利进行，图3为计划停电审批单。

图3 计划停电审批单

以2024年3月7日宜春市某小区施工现场为例，根据江西公司年初下发的台停指标考核体系（指标释义：江西公司现行供电可靠性统计方式为台区平均停电时长，具体分为故障停电时长以及计划停电时长，分别按80%及20%统计综合停电时长），率先制定了“带保停”作业计划审批单，涵盖了安全、服务、存量缺陷等关键环节的管控措施，取得了良好效果，图4为现场照片。

图4 “带保停”现场

3 案例分析

2024年2月5日11时12分，江西省宜春市10 kV大塘小区I线某小区01号配电房APP告警，如图5所示。中心派发特巡工单给责任班组，设备负责人于当日下午3时40分到达现场，随即开展特巡检测，检查过程中发现该配电房912、914间隔有放电现象，如图6所示。经过“带保停”内审，定于12月17日开展计划检修。

图5　系统告警

图6　现场特巡

检修过程中，发现该配电房911-914四个间隔的铜排、母排套管、小车动静触头都存在不同程度的氧化放电现象，按照“第三板斧”检修设备清单，经过约4个小时的作业后，于12时33分完成检修，恢复供电，同时在配电房内新增除湿机一台，加强除湿能力，现场如图7所示。

图7　检修现场

下午7时，在该小区负荷高峰时间段进行放电检测，配电房放电现象消除，检修取得良好效果，如图8所示，保障了小区近3 000户居民春节用电安全。

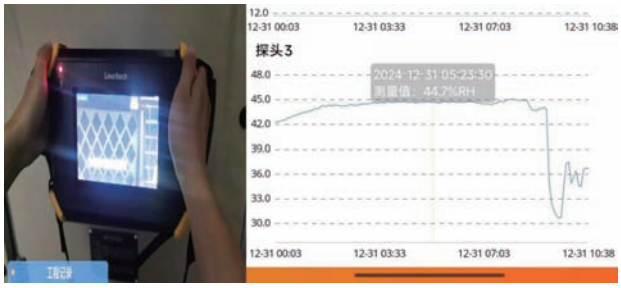

图8　放电复测和湿度曲线

基于文中提出的地下配电室故障率降低措施，2024年宜春市城北中心地下配电房仅发生2起故障，次数同比下降85.7%，因配电站房引起的故障时户数同比下降89%，相关频繁停电工单由5张下降为1张。城北中心综合停电时长由上年0.86下降为0.38，列全省第4、市县第1，进步13位；同比降幅达56%，列全省第3、市县第1，其中：故障停电时长方面，绝对值由上年的0.89下降为0.37，列全省第3，市县第1；故障时户数同比下降59%，列全省第3、市县第1；故障工单降幅47%。计划停电时长方面，在2024年检修计划同比增长19.6%的基础上，实现了绝对值下降47%，如图9所示。

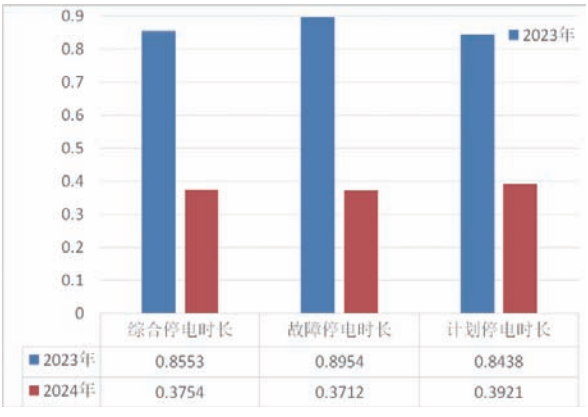

图9　近两年停电时长对比

4　结语

地下配电房采用温、湿度实时监控运维策略，成功实现对配电房故障的精准把控，从“失控”转变为“可控、在控、能控”，极大地提升了运维效率与可靠性，为地下配电房运维管理注入了新活力。在技术层面：基于温湿度实时监控的地下配电房运维检修策略，适用于城区供电所及集中小区供电所，投入小，成效高，可复制性强；地下配电房检修关键要点是通过

近两年来不断实践摸索总结出来的经验，具有普遍性，可供公司其他单位参考借鉴；在管理机制层面："带保停"作业计划审批机制与台停指标考核体系高度契合，既能保障检修工作有序开展，又能兼顾供电可靠性，具有良好的推广价值，可供其他单位借鉴，实现检修与供电的平衡，进一步提升供电服务质量。

参考文献：

[1] 岑梁，叶尚杰，卢峰.地下配电房环境变量远程监控系统的开发应用[J].上海电力学院学报，2014，30（增刊1）：18-20，28.
[2] 胡新福，林金亮.物联网传感技术在智能配电房中的应用分析[J].光源与照明，2023（6）：111-113.
[3] 高小容.物联网传感技术在智能配电房中的应用探索[J].长江信息通信，2021，34（8）：69-71.
[4] 张影侠.地下式配电房设计的重点[J].南方农机，2017，48（10）：174.
[5] 满振梅.电力物联网在智能配电网状态监测中的应用研究[J].电气技术与经济，2024（2）：332-334.
[6] 谷智伟.泛在电力物联网在智能配电系统中的应用[J].通信电源技术，2020，37（5）：146-147.
[7] 刘兵.物联网技术在智能配电网故障定位中的应用[J].现代信息科技，2020（13）：27.
[8] 余梅梅，李炳要，黄令忠.泛在电力物联网在智能配电系统应用综述及展望[J].电工技术，2020（18）：88-89，92.
[9] 惠晓林，孙振权.智能配电网与物联网的融合[J].物联网技术，2011，1（8）：31-35.
[10] 高速公路智能配电房监控物联网系统应用浅析[J].陈锦滨.中国交通信息化，2020（08）
[11] 尤纳，张帆，刘泉辉，等.智能配电房标准化建设及规范化管理应用研究[J].设备管理与维修，2024（1）：44-46.
[12] 李林强.基于智能配电房的关键技术研究[J].科技展望，2014（18）：157.
[13] 田茂学.电力物联网下智能配电房状态监测及故障防范研究[J].江西电力职业技术学院学报，2023，36（12）：17-19.
[14] 周战波.5G技术智能配电网发展方向研究[J].中国科技投资，2021（11）：62，91.
[15] 王晓冰，杨金双，李伟，等.面向大型城市综合体的泛在电力物联网建设思路[J].电气技术，2020，21（2）：71-76.

（上接第58页）

参考文献：

[1] 高竣，邱炜.某110 kV GIS盆式绝缘子局部放电检测与解体分析[J].四川电力技术，2023，46（5）：86-90.
[2] 周电波，许本茂.GIS固体绝缘缺陷所激发特高频信号时频特征研究[J].高压电器，2021，57（2）：33-41.
[3] 徐洋，刘卫东.GIS绝缘子内部缝隙的局部放电特性和机理研究[J].高压电器，2020，56（7）：116-122.
[4] 马飞越，王沛.GIS母线支撑绝缘子气隙放电综合诊断与分析[J].高压电器，2018，54（1）：147-152.
[5] 宋东波，秦少瑞.几起GIS绝缘件局部放电缺陷的检测与分析[J].高压电器，2018，54（11）：153-159