配电网设备健康状态提升方案研究

肖健飞　李振波
天津天大求实电力新技术股份有限公司　天津　300000

摘　要：配电网设备普遍存在运行稳定性不足、管控协同性欠缺、新旧设备适配性矛盾突出、隐患处置不及时等诸多问题，长期制约电网安全平稳运行。本文从运维模式、全周期管理、技术支撑、资源配置四个层面梳理问题深层成因，结合设备运行特性制定性能优化、精细化运维、全流程管控、隐患前置防控及设备适配改造的整改方案，搭建人员、资源、机制三位一体的保障体系，持续改善配电网设备整体健康工况，提升电网运维管控质量。

关键词：配电网；设备健康状态；精细化运维；全周期管控；隐患防控

引言：配电网设备的健康水平是保障电力系统稳定供电、规范运维管理的关键核心。现阶段电网设备长期服役运行，逐步暴露出性能衰减、状态管控割裂、新旧设备适配不足及隐性隐患堆积等多项运行管控问题。各类管理与设备层面的短板持续累积，造成设备健康状态不断劣化，降低配电网运行可靠性。依托配电网设备运维现状，梳理现存核心问题并剖析深层成因，针对性制定全方位的提质增效方案，可有效补齐运维管理短板，稳固设备健康运行状态。

1 配电网设备健康状态现存核心问题梳理

1.1 设备运行状态稳定性不足

配电网主流设备长期处于连续运行工况中，会持续产生不同程度的运行状态波动问题。一次设备在长期负荷交替、电压波动的运行条件下，会逐步出现内部性能衰减、机械结构松动、绝缘性能下降等各类问题。二次设备会随运行时长增加，出现信号采集偏差、数据传输紊乱、逻辑响应滞后等运行异常现象。辅助配套设备也会出现功能衰退、部件损耗、运行精度下降等常态化缺陷。设备产生的状态异常问题会持续积累，直接降低设备整体运行稳定性[1]。不同品类的配电网设备运行原理与结构存在差异，但在长期服役过程中，均会出现性能逐步下滑、运行状态不稳定的共性问题，直接影响配电网整体运行的平稳性。

1.2 设备状态管控协同性欠缺

配电网设备全生命周期管控涵盖多个独立运行环节，各环节衔接流程存在明显漏洞。设备日常状态监测、运行数据统计、常规运维作业等工作独立开展，环节之间缺少有效衔接机制。运维统筹工作覆盖范围有限，无法对全网设备运行状态进行统一调度与规范管理。设备状态管控环节相互割裂，不同运维岗位、不同设备品类的管控工作无法形成有效联动。管控工作分散化问题较为明显，整体管控体系缺乏统一的运行逻辑。多环节、多设备的协同管控短板，会造成设备状态信息无法互通、运维资源无法统筹调配，制约配电网设备整体管控质量提升。

1.3 设备老化与适配性矛盾突出

电网存量老旧设备服役年限较长，本体核心性能出现明显退化。设备原有设计标准、运行参数与当前电网复杂运行工况存在偏差，无法完全适配现阶段电网负荷变化、运行方式调整的实际需求。老旧设备整体迭代更新速度偏慢，性能升级进度滞后于电网整体发展节奏。全新投运的电网设备具备先进运行性能与智能运行模式，但设备接口标准、运行逻辑与现有电网架构、传统配套系统存在差异。新旧设备交替运行过程中，会产生适配性不足、运行衔接不畅的隐患，影响配电网设备体系的稳定运行。

1.4 设备隐患处置及时性不足

配电网设备日常运行过程中会产生大量微小缺陷与潜在隐患，这类问题隐蔽性较强，难以通过常规巡检方式全面排查。现有管控模式对细微隐患的识别力度不足，存在较多管控盲区。隐患前置排查、提前预判的工作机制不够完善，无法实现对设备潜在故障的超前管控。多数微小缺陷会长期留存于设备运行过程中，逐步累积扩大为显性故障。设备故障防控工作多集中于问题出现后的整改处置，前置防控能力薄弱。隐患处置响应速度不足、防控流程不完善的问题，大幅降低设备健康状态管控的主动性。

2 配电网设备健康状态问题深层成因分析

2.1 运维管控模式固化

传统配电网运维工作长期沿用固定的管理框架与作业模式，整体运行机制缺少灵活调整空间。常态化巡检工作多遵循固有流程开展，巡检标准、作业频次、排查

范围长期保持固定状态，难以适配不同运行工况下的设备管控需求。状态管控工作偏向固化流程化管理，侧重常规运行指标的表层核查，忽略设备长期运行积累的隐性问题。粗放式运维管理思维普遍存在，作业开展依赖固有经验，管控标准细化程度不足[2]。僵化的作业模式无法针对设备动态变化的健康状态调整管控策略，持续制约设备运行稳定性与健康水平的长效维持，成为设备状态持续劣化的重要人为管理因素。

2.2 设备全周期管理衔接不畅

配电网设备全生命周期管理覆盖投运部署、日常运维、检修更新、退役更替多个关键阶段，各阶段管理工作独立划分、单独推进。各阶段缺少贯通的管理链路与衔接机制，阶段交接环节存在明显管理断层。投运阶段的设备参数资料、运行特性数据无法完整传递至运维阶段，运维工作缺少精准的数据支撑。检修更新环节的整改记录、性能优化信息无法有效对接后续运行管控工作。退役更替环节的设备评估数据也无法为新设备选型、部署工作提供有效参考。长期的流程割裂问题，让设备运行缺陷无法得到系统性治理，各类微小问题持续叠加，造成设备健康状态出现持续性、累积性的劣化。

2.3 技术支撑体系不完善

配电网设备健康管控的技术应用体系仍存在明显短板，整体建设进度滞后于电网运行发展需求。设备状态感知手段较为单一，监测覆盖范围存在局限，部分隐蔽性运行参数无法实现有效采集。运行监测技术偏向传统模式，智能化监测设备应用覆盖面不足，难以精准捕捉设备细微运行异常。缺陷研判工作多依托基础数据与人工经验开展，缺少系统化的智能分析技术支撑，研判精准度与效率存在局限。智能管控技术落地应用程度偏低，各类技术手段未形成系统化、一体化的支撑体系，无法为设备全维度健康管控提供有效技术保障。

2.4 运维资源配置不合理

配电网运维各类资源的统筹规划与动态调配机制不够成熟，资源整体利用效率处于较低水平。人力资源分配存在不均衡问题，重点区域、老旧设备集中区域运维人员配比不足，常规区域人力资源存在冗余闲置。物资储备体系缺乏针对性，专项运维耗材、故障替换部件储备量不足，无法适配设备检修、缺陷整改的实际需求。技术资源集中于核心运维环节，精细化管控、隐性缺陷治理等细分领域技术资源供给短缺。僵化的资源调度模式无法根据设备运行状态变化灵活调整资源配比，直接造成设备健康管控工作存在诸多短板，管控质量难以稳步提升。

3 配电网设备健康状态针对性提升方案

3.1 设备运行性能优化提升

配电网各类设备结构设计与运行逻辑存在明显差异，可依据设备自身运行特征制定个性化的性能维护与状态优化策略。设备长期运行会出现参数偏移、运行异常、零部件磨损等常见问题，常态化开展状态矫正与老化修复工作能够有效改善这类问题。标准化设备运行调校的操作流程，细化日常性能维护的工作内容，为一次、二次及辅助设备搭建专属的维护规范[3]。持续修正设备运行偏差，改善本体运行工况，消除性能波动滋生的运行隐患。有效稳住设备核心运行性能，延缓长期服役带来的性能衰减进程，筑牢配电网设备长效稳定运行的基础条件。

3.2 精细化运维模式优化升级

传统运维模式僵化问题突出，固有巡检机制、作业流程与管控标准已经难以适配当下电网运维需求。粗放式、统一化的运维思路缺乏针对性，无法适配不同设备的运维需求。可依据设备运行地位、服役时长、故障易发特性划分梯度化运维等级。老旧设备、核心供电设备、高频损耗设备需要倾斜运维资源，明确重点检查内容，细化专属运维作业细则。精准界定各类设备的巡检频次与作业标准，补齐粗放运维模式遗留的管控漏洞。以差异化、精细化运维模式替代传统固化作业模式，提升运维工作的落地质量与实际成效，全面升级设备日常管控水平。

3.3 设备全周期管控流程完善

配电网设备生命周期涵盖投运、运维、检修、更新、退役多个阶段，各阶段独立管理的模式容易形成管理壁垒。打通各阶段管理隔阂，搭建贯穿设备全生命周期的一体化管控链路。补齐阶段衔接中存在的流程漏洞，建立稳定的工作对接与信息传递机制。清晰界定设备不同运行阶段的管控标准与岗位权责，统一全流程作业规范与管控准则。减少流程割裂造成的管理盲区，杜绝衔接疏漏诱发的设备健康隐患。完整的闭环管理模式能够有效把控设备运行状态，实现全生命周期的规范化、精准化管控。

3.4 设备隐患前置防控体系构建

设备微小缺陷与隐性隐患具备隐蔽性强、排查难度高的特点，常规运维手段存在管控盲区。搭建常态化隐患排查治理机制，构建完整的缺陷识别、隐患分类、问题处置工作链条。转变传统故障整改的被动运维思维，落实前置干预、提前防控的主动管理模式。加大设备细微运行偏差的排查力度，深挖常规巡检难以发现的隐性

故障风险。建立隐患分级处置机制，按照缺陷危害等级制定对应治理方案。快速识别并处置设备运行潜在风险，及时完成设备状态修复，从源头遏制设备健康状态下滑，降低各类故障的发生概率。

3.5 设备适配性升级改造

电网运行工况始终处于动态调整状态，负荷水平与运行模式会随供电需求产生变化。存量老旧设备普遍存在性能滞后、工况适配度不足的问题，需系统性开展适配性改造工作。逐步淘汰性能落后、无法适配现行运行工况的老旧设备，推进落后设备迭代更新。严格优化新增设备的选型标准与入网规范，重点校核设备参数与电网整体架构的匹配程度，规避新设备接入产生的运行冲突。解决设备工况适配不足引发的运行异常，提升全网设备对电网运行环境的适应能力，稳固配电网整体运行状态。

4 配电网设备健康状态提升保障体系建设

4.1 运维人员能力保障

运维人员综合能力决定配电网设备运维质量与管控成效。运维岗位需要持续的技能输入与经验积累，常态化技能提升机制可以长期维持运维队伍的专业水准。针对设备精细化运维操作、智能技术实操运用、隐患辨识与缺陷处置等关键工作内容设置专项提升内容，开展定向技能训练。不断补齐运维作业中的操作短板，更新专业知识储备，强化现场问题处理能力[4]。稳步提升运维队伍整体专业素养与作业水平，构建综合素质过硬、适配现代配电网运维需求的专业化管控队伍，支撑设备健康治理工作稳定推进。

4.2 运维资源保障

完备的运维资源条件是各项设备健康提升工作落地的重要基础。对运维物资、作业工具、技术资源进行整体统筹梳理，调整现有资源配置结构。优化资源调度运行模式，改善资源分配不均、调度僵化的常见问题，提升各类资源的利用效率。健全专项运维资源储备体系，细化储备品类与管理标准，填补设备改造、隐患治理、性能优化等重点工作的资源缺口。规范资源存放、领用、补给全流程，保障各类运维工作拥有充足稳定的资源供给，夯实设备健康状态提升的硬件与技术基础。

4.3 常态化管控机制保障

稳定规范的管理体系能够维持设备健康管控工作的长效性。搭建设备健康状态常态化管控模式，设置定期复盘与动态优化的工作环节，持续更新运维管理方式。细化各个岗位对应的设备管控工作内容与执行标准，明确岗位管辖范围与工作责任，减少管理漏洞与责任盲区。搭建完整的闭环管理链路，针对运维工作暴露的问题持续优化管控流程，逐步形成权责划分清晰、执行流程标准、落地效果扎实的设备健康管理工作机制，保障各项管控举措长效落地。

结束语

配电网设备健康状态管控涉及设备运行、运维管理、技术支撑、资源调配多个核心维度，是系统性的电网运维提质工作。通过梳理设备运行与全流程管控中的现存问题，厘清运维模式固化、周期衔接不畅、技术体系薄弱、资源配置失衡等核心成因，配套落实设备性能优化、精细化运维、全周期闭环管控、隐患前置防控及设备适配改造等提升举措，辅以完善的人员、资源、机制保障体系，可有效化解各类设备运行与管控难题，持续优化配电网设备健康状态与运维管控水平。

参考文献

[1]刘颖异,袁海文,马钊,等.配电网海量配电设备健康状态评价预测技术的发展与思考[J].中国科技成果,2023,24(21):23-24,27.

[2]郭燚,郭子壮,谢军,等.计及设备健康值和重要度的中低压配电网健康状态评估[J].上海海事大学学报,2025,46(4):122-132.

[3]苏明,杨会轩,李欣,等.配电网一次设备健康状态评估方法[J].电力设备管理,2023(8):197-199.

[4]孙黎霞,王中一,戴洪,等.计及网络结构的配电网健康状态评估方法研究[J].电力系统保护与控制,2022,50(4):64-74.