

变电运维专业标准化体系建设与发展路径探析

李君游 黄发胜 魏文强

国网新疆电力有限公司哈密供电公司 新疆 哈密 839000

摘要: 本文系统探讨了变电运维专业标准化体系的建设与发展路径。文章首先阐述了标准化体系建设的必要性与紧迫性,深入剖析了当前存在的标准体系不健全、执行落地不充分、人才能力不匹配等核心问题。在此基础上,论文创新性地提出了以“顶层设计、分层架构、动态演进”为原则的标准化体系框架,详细论述了由基础通用标准、技术标准、管理标准和工作标准构成的四维一体结构。针对未来发展,本文前瞻性地规划了以智能化、数字化为驱动的“三步走”发展路径,并重点强调了国际化协同、队伍建设和评价改进机制三大支撑保障体系。研究表明,构建一个系统完备、科学先进、开放兼容且具备自我进化能力的标准化体系,是推动变电运维专业迈向高质量、现代化发展的必由之路。

关键词: 变电运维; 标准化体系; 发展路径; 智能化; 数字化; 国际标准

引言

电力系统是国家关键基础设施,在“双碳”目标驱动下,以新能源为主体的新型电力系统加速重构,对电网灵活性、韧性与智能化提出更高要求。变电站作为核心节点,其运维水平直接影响系统可靠性。传统人工巡检模式效率低、风险高、信息孤岛严重。当前,物联网、大数据、人工智能等技术推动运维向“主动预测”和“智能自主”转型。然而,缺乏统一标准易引发系统割裂、数据壁垒与重复建设。因此,亟需构建覆盖全面、技术先进、可操作性强的变电运维标准化体系,以规范作业、保障安全、提升效能,并支撑先进技术融合与全生命周期管理。本文旨在梳理现状挑战,设计体系架构,规划发展路径,为行业高质量发展提供理论与实践指引。

1 变电运维标准化体系建设的必要性与现状分析

1.1 标准化体系建设的必要性

1.1.1 保障电网安全稳定运行的根本要求

变电站内设备种类繁多、电压等级高、运行环境复杂,任何微小的操作失误或设备隐患都可能引发连锁故障,造成大面积停电事故。标准化体系通过统一的技术规范、作业流程和安全规程,将复杂的运维活动分解为可量化、可复制、可追溯的标准化动作,从根本上消除了因人员技能差异、理解偏差或习惯不同带来的安全风险,为电网构筑起一道坚实的安全防线。

1.1.2 提升运维效率与经济效益的内在驱动

随着电网规模的指数级增长,运维人力资源相对紧张的矛盾日益突出。标准化体系通过优化工作流程、固化最佳实践、减少冗余环节,能够显著提升单兵作战能力和

团队协同效率。同时,标准化的数据采集与分析为状态检修、精准投资提供了决策依据,有助于延长设备寿命、降低非计划停运次数,从而实现降本增效的目标。

1.1.3 支撑新技术融合应用的关键前提

智能化、数字化转型是变电运维的必然趋势。无论是无人机、机器人等智能终端的部署,还是在线监测、故障诊断等高级应用的开发,都需要统一的数据模型、通信协议和接口规范^[1]。标准化体系为这些新兴技术提供了“通用语言”和“连接器”,确保了不同厂商、不同系统之间的互联互通与互操作,避免了“信息烟囱”和“技术孤岛”的形成。

1.1.4 促进国际交流与合作的战略需要

在全球化背景下,中国电力企业积极参与“一带一路”等国际能源合作项目。一套与国际接轨、甚至引领国际的标准化体系,不仅能够提升我国电力装备和技术服务的国际竞争力,更能输出中国智慧和方案,增强在全球能源治理中的话语权。

1.2 当前面临的挑战与问题

1.2.1 标准体系结构性不完善

现有标准多集中于单一设备或特定作业环节,缺乏覆盖“规划设计-建设施工-运行维护-退役处置”全生命周期的顶层设计。国家标准(GB)、行业标准(DL/T)、企业标准之间衔接不够紧密,存在交叉重复或空白地带,未能形成有机统一的整体。

1.2.2 标准内容滞后于技术发展

新型电力电子设备、智能传感技术、边缘计算等新事物层出不穷,而标准的制修订周期相对较长,导致现有标准在应对新技术、新场景时显得力不从心,无法为

一线实践提供及时有效的指导。

1.2.3 标准执行与落地效果不佳

“重制定、轻执行”的现象依然存在。部分基层单位对标准的理解不深、重视不够，加之缺乏有效的监督、考核与激励机制，使得许多优秀的标准仅停留在纸面上，未能真正融入日常工作中。

1.2.4 复合型人才培养不足

智能化运维模式要求从业人员不仅要精通传统电气知识，还需掌握数据分析、软件操作、机器人控制等跨领域能力。当前的人才培养和培训体系尚未完全适应这一转变，导致标准化体系在实施过程中面临“人”的瓶颈。

2 变电运维专业化体系的框架构建

为有效应对上述挑战，亟需构建一个逻辑严密、层次分明、动态演进的标准化体系框架。该框架应遵循“顶层设计、分层架构、动态演进”的基本原则，形成由四个核心维度构成的“四维一体”结构。

2.1 基础通用标准层

此为整个体系的根基，旨在为上层标准提供共性支撑。基础通用标准层涵盖了术语与定义、符号与图形、安全与环保等基本要素。通过统一变电运维领域内的专业词汇、缩略语和技术概念，可以有效消除沟通歧义，确保信息传递的准确性。规范一次接线图、二次回路图、设备标识等的绘制规则，则能保证图纸的通用性和可读性，为设计、施工、运维各环节提供一致的视觉语言^[2]。而明确作业现场的安全距离、防护等级、应急处置流程以及环境保护要求，则是所有运维活动不可逾越的红线，为人员和设备安全提供了最根本的保障。

2.2 技术标准层

此为核心层，直接规定了设备、系统和作业的技术要求。技术标准层全面覆盖了从单体设备到复杂系统的各项技术规范。它包括了变压器、断路器、隔离开关、互感器等各类主辅设备的性能参数、试验方法、验收准则及在线监测技术规范，确保了设备从入网到退役全过程的技术可控。在系统层面，它定义了变电站自动化系统（SAS）、数据通信网关机、状态监测系统等的体系架构、功能要求、通信协议（如IEC 61850系列标准）和接口规范，确保各子系统能够无缝集成，形成一个高效协同的整体。面向未来，该层还必须前瞻性地纳入针对无人机巡检、机器人作业、数字孪生、AI故障诊断等新兴技术的应用场景、性能指标、数据格式和安全准入标准，为技术创新提供规范化的轨道。

2.3 管理标准层

此为保障层，规范了运维工作的组织、流程和资源

配置。管理标准层将抽象的管理理念转化为具体的制度安排。它首先明确了各级运维单位（如集控中心、运维班、检修班等）的职能定位、岗位设置和权责边界，解决了“谁来干”的问题。其次，它对设备巡视、倒闸操作、工作票管理、缺陷处理、应急管理核心业务流程进行标准化、流程化再造，形成了从任务发起到闭环反馈的完整链条，解决了“怎么干”的问题。最后，它还规范了备品备件、工器具、车辆、信息系统等资源的配置、使用、维护和更新策略，确保运维工作拥有充足的物质和信息保障，解决了“用什么干”的问题。这一系列管理标准共同构成了运维工作的制度骨架。

2.4 工作标准层

此为执行层，是前三个层次在具体岗位上的细化和落地。工作标准层将宏观的体系要求转化为微观的岗位行动指南。它为每个运维岗位（如值班员、巡检员、检修工）量身定制了详细的操作步骤、风险点提示和质量验收标准，形成了岗位作业指导书，使员工能够按图索骥，规范操作。针对高频次、高风险的作业任务（如主变取油样、开关柜局放检测），编制图文并茂、步骤清晰的典型作业卡，进一步降低了操作难度和出错概率^[3]。同时，建立与标准化作业挂钩的量化考核指标体系，将工作质量、效率、安全等纳入评价范畴，通过绩效评价标准将标准化的要求内化为员工的自觉行动，从而确保整个体系最终能够在每一个工作细节中得到忠实执行。

3 变电运维标准化体系的发展路径

3.1 夯实基础，实现全面覆盖（短期）

此阶段的核心任务是“补短板、强弱项”。重点在于围绕新型电力系统建设中的关键设备（如SVG、储能变流器）和新兴业务（如网络安全防护），加快制定一批急需的国家标准和行业标准，填补现有体系的空白。同时，大力推动现有标准的宣贯、培训和落地应用，通过建立示范站、标杆班组等方式，形成可复制、可推广的标准化作业模式。这一阶段的目标并非追求技术的最前沿，而是致力于解决覆盖面不足和执行不到位的问题，确保标准化对所有电压等级、所有设备类型、所有核心业务实现无死角的覆盖，为后续智能化升级打下坚实的制度和实践基础。

3.2 深度融合，驱动智能升级（中期）

此阶段的核心任务是“促融合、提效能”。标准化工作的重心将从“规范行为”转向“赋能智能”。重点在于制定和完善支撑预测性维护、自主化巡检、远程智能操作等高级应用的数据标准、模型标准和算法标准。这些标准将成为连接物理世界与数字世界的桥梁，推动标准化体

系与企业级数据中台、AI平台深度融合。例如，通过标准化的数据接口，将设备在线监测数据、历史台账、环境信息等多元异构数据汇聚，为AI模型训练提供高质量“燃料”^[4]。此时，标准不再仅仅是约束性的规则，更成为驱动智能决策的“活规则”，能够根据实时数据和预设逻辑，自动触发预警、生成工单、优化巡检路径，从而将运维效率和精准度提升到一个新的高度。

3.3 引领创新，塑造国际标杆（远期）

此阶段的核心任务是“创引领、树标杆”。依托我国在特高压、智能电网等领域的领先优势，积极推动国内成熟、先进的运维标准（如IEC TS 63042-401《特高压交流输电系统 第401部分：变电站维护》）上升为国际标准，将中国的工程实践和技术创新融入全球规则体系。同时，必须具备前瞻视野，布局具身智能、量子传感等前沿技术在运维领域的应用标准研究，抢占未来技术制高点。最终目标是形成一套由中国主导、全球认可的变电运维标准体系，使其不仅服务于国内电网，更能为世界能源转型贡献中国方案，真正实现从标准的跟随者、参与者向引领者的角色转变。

4 支撑保障体系

为确保上述发展路径顺利实施，必须构建坚实的支撑保障体系。

4.1 强化国际化协同

积极参与国际电工委员会（IEC）、电气和电子工程师协会（IEEE）等国际组织的活动，加强与各国专家的交流合作，是提升国际影响力的关键。鼓励国内龙头企业、科研院所牵头或深度参与国际标准的制修订工作，不仅能将中国的实践经验转化为国际规则，也能在第一时间掌握全球技术发展趋势，反哺国内标准体系的完善。这种双向互动的国际化协同机制，是确保我国变电运维标准体系始终站在时代前沿的重要保障。

4.2 构建现代化人才培养体系

打破传统单一技能培训模式，建立“理论+实操+数字化”的复合型人才培养体系是破解人才瓶颈的根本之策。依托电力院校、仿真培训中心和在线学习平台，开发模块化、场景化的标准化课程，能够满足不同层次员工的学习需求。推行“师带徒”、“岗位练兵”、“技

能比武”等多元化培训方式，并将标准化知识与技能纳入员工职业资格认证和晋升评价体系，可以有效激发全员学标准、用标准的内生动力。只有当每一位运维人员都成为标准化的践行者和推动者，整个体系才能真正焕发生机。

4.3 健全评价与持续改进机制

建立常态化的标准化工作评价与审计机制，是保持体系生命力的内在要求。通过定期对标、第三方评估、内部自查等方式，对标准体系的适用性、有效性进行系统性诊断，能够及时发现存在的问题和不足。设立畅通的反馈渠道，鼓励一线员工提出标准改进建议，可以确保标准始终贴近实际、服务实战。在此基础上，建立标准的动态维护和快速迭代机制，形成“制定-执行-反馈-修订”的闭环，确保标准体系能够与时俱进，始终保持其先进性和生命力，成为一个能够自我进化、持续优化的有机生命体。

5 结语

变电运维专业标准化体系建设是一项复杂的系统工程，是推动电网高质量发展的基础性、战略性工作。面对新型电力系统带来的机遇与挑战，我们必须以更高的站位、更宽的视野、更实的举措，系统性地构建一个覆盖全面、技术先进、执行有力、持续进化的标准化体系。通过“夯实基础、深度融合、引领创新”的三步走发展路径，并辅以国际化协同、人才队伍建设、评价改进机制三大保障，方能将标准化的“软实力”转化为保障大电网安全、提升运维质效、引领行业发展的“硬支撑”，为建设世界一流能源互联网企业提供坚强保障。

参考文献

- [1]李崇,陈海.输变电设备远程运维标准研究与验证平台建设[J].信息技术与标准化,2023,(12):79-84.
- [2]张明伟.基于一体化的变电标准运维模式探讨[J].大众标准化,2023,(06):10-12.
- [3]王海轮,赵志锋.新型电力系统下变电运维面临的挑战与对策[J].农电管理,2026,(01):30-31.
- [4]李哲斐,郑凯.智能变电站变电运维与设备维护措施[J].光源与照明,2025,(12):93-95.