

## 电力系统运行中自动化技术标准化应用

殷佳金

德宏师范学院, 云南 德宏州 678499

[摘要]电力系统规模不断扩大且运行复杂度日益提高,自动化技术在保障其安全稳定高效运行方面起到极为关键的作用,自动化技术标准化应用能提升系统运行的一致性和互操作性并有效削减管理与运维成本,统一通信协议、设备接口和数据采集格式,调度自动化、保护自动化以及监控系统就能协同运行,推动标准化进程对加快智能电网建设有益且能给电力系统运行效率和可靠性提供坚实技术支撑。

[关键词]电力系统运行; 自动化技术; 标准化; 智能电网; 调度控制

DOI: 10.33142/hst.v8i9.17710

中图分类号: TH137

文献标识码: A

## Standardization Application of Automation Technology in Power System Operation

YIN Jiajin

Dehong Normal University, Dehong, Yunnan, 678499, China

**Abstract:** As the scale of the power system continues to expand and the complexity of its operation increases, automation technology plays a crucial role in ensuring its safe, stable, and efficient operation. Standardized application of automation technology can improve the consistency and interoperability of system operation, effectively reduce management and operation costs, unify communication protocols, equipment interfaces, and data collection formats, and enable coordinated operation of dispatch automation, protection automation, and monitoring systems. Promoting standardization is beneficial for accelerating the construction of smart grids and can provide solid technical support for the efficiency and reliability of power system operation.

**Keywords:** power system operation; automation technology; standardization; smart grid; dispatch control

### 引言

国家能源命脉的电力系统在现代社会里运行安全和效率相当重要,电网结构复杂、负荷增长、新能源接入,面对这些挑战传统人工管理方式满足不了高效调度和精细运维的需求,自动化技术广泛应用是提升系统智能化水平的重要手段,要实现规模推广和协同运行标准化应用是关键路径,探索自动化技术标准化的系统应用既符合行业发展趋势又能给构建高质量智能电网提供坚实支撑。

### 1 电力系统运行面临的挑战与自动化需求

电力系统日益复杂使运行安全与高效性面临严峻考验,引入自动化技术是应对挑战、提升管理水平的关键途径,很有必要深入探讨其必要性 with 实施方向。

#### 1.1 电网结构复杂化带来的运行压力

城市化进程加快使得社会用电需求不断上升,电力系统网架结构不断扩展且电源结构日益多元化,分布式发电、大规模新能源接入等新型负荷不断涌现,传统电网因结构复杂调控能力受限制,系统运行的稳定性和协调性面临更高要求,不同类型发电源接入特性差异大导致电能质量管理难度增大,区域间功率频繁波动使调度系统响应速度和精度需更高要求,靠人工管理难以把控系统全局、实时、精细,得靠自动化技术介入,这是缓解运行压力提升整体性能的必要手段。

#### 1.2 运行数据激增对调度提出新需求

海量数据被现代电力系统用于状态评估、负荷预测和运行决策,数据采集种类从电压、电流拓展到频率、相角、气象参数、设备状态等多维度,而传统调度方式由于数据规模的爆炸式增长,在处理速度、数据整合与分析能力方面严重滞后,调度决策很难精准匹配当下系统状态且存在信息孤岛问题,自动化调度系统融合高级测量技术、边缘计算和人工智能分析模型,不仅能高效处理数据,还能自动识别系统异常、预测潜在风险,大大提升调度科学性和响应效率,数据驱动的调度智能化成了电力系统安全运行的核心需求之一,迫切需要全面部署自动化技术。

#### 1.3 智能电网发展倒逼自动化升级

智能电网概念全面推广,传统电网朝着高度信息化、互动化、分布式方向演进从而全面提升电力系统自动化程度,智能电网各环节要实时感知、智能分析、自适应控制就需广泛部署通信、监控与控制等自动化系统且统一协同以实现这些目标,没有高度自动化支撑就难以达成智能电网资源最优配置和用户需求响应,并且智能终端和用户侧参与进来时系统要有开放性和快速响应能力才能使电网自动化系统朝着标准化、模块化、高度集成方向发展得更快,智能电网推进是电力系统自动化升级的重要外部驱动力。

### 2 自动化技术在电力系统中的核心应用领域

电力系统各环节广泛应用自动化技术,这对提升系统

安全性、可靠性与智能化水平很关键，且凭借精准控制和高效响应深深融入系统核心运行机制。

### 2.1 调度自动化提升运行效率

电力系统的中枢神经是调度控制，它承担全网功率平衡、资源协调和紧急响应等关键任务。传统调度靠人工操作，响应滞后且易出差错，难以适应现代电网运行对实时性和精准性的高要求。调度自动化系统集成远程数据采集、状态监测、实时决策和自动指令下发等功能，能全面掌控电网运行状态并智能调配，在突发故障和负荷波动时能在毫秒级时间内判断、处置，显著提升电网的稳定性和安全性，其数据可视化和辅助决策功能也让调度人员压力大幅减轻，是现代电力系统不可或缺的重要组成部分。调度自动化还与新能源消纳、分布式电源接入和虚拟电厂调控等新业务紧密相连，可动态调整负荷分布，实现灵活响应和最优功率流配置，在融入人工智能和大数据算法后，调度系统智能化水平不断提高，为构建弹性强、适应性高的未来电网提供了坚实保障。

### 2.2 保护自动化增强系统安全

在电力系统运行时，电流突变、短路故障、设备损坏之类的突发性风险常出现，而传统保护装置反应慢、覆盖范围小且大多要靠人，有错误动作或者拒绝动作的风险，自动化技术一引进保护系统就从被动变成主动了，现代保护自动化装置以数字化继电保护和高速通信网络为基础，能快速准确地识别故障类型、位置和波及范围并及时切断故障元件以避免事故扩大，不同保护装置还能联动协调让系统各级防护策略科学有效，自动化保护系统推广后电力系统面对复杂运行环境时的安全防线明显增强了，这是保障电网稳定运行的关键，广域保护系统（WAPS）推广应用后保护系统能在多个电网区域协同防御，提高系统级应急响应和恢复能力且抗扰动能力和运行韧性也更增强了，以后融合 AI 识别技术和云边协同架构的保护系统判断会更准、响应更自主，朝着“自诊断、自修复、自进化”的方向发展。

### 2.3 监控自动化支撑智能运维

电力系统运行和维护时要掌握设备状态、发现异常隐患、实施故障诊断就得先做好实时监控，大量智能传感器和数据采集装置被监控自动化系统部署后就能对输电线路、变电站设备、配电环节等关键部位全天候监视，后台分析平台与可视化技术配合可实现电压、电流、温度、绝缘状况等关键指标的动态跟踪和趋势预警，智能告警系统能主动提示潜在故障从而大大提高运维效率和精准性。在无人值守站所越来越多、远程运维需求不断增长的背景下，自动化监控系统可降低人工巡检强度、让检修决策更科学且响应更及时，为智能化电网运维体系构建打下坚实基础，而且物联网和云计算的监控平台能对多站点集中管理以提升系统可视化程度和联动处置效率，引入数字孪生技术后电力企业可在虚拟环境里提前预演设备运行状态和故

障场景以辅助精准检修和运维决策，促使运维进一步从“被动响应”朝“主动预防”转变从而开启智能化电力运维新阶段。

## 3 标准化对电力自动化系统运行效率的影响

电力自动化系统高效协同与规模化应用的关键保障是标准化，其能提升系统兼容性、运维效率和技术可持续发展能力以对现代电网建设起到重要支撑作用。

### 3.1 统一接口规范提升兼容性

电力自动化系统里，各类设备和子系统往往由不同厂商设计制造，若没有统一的接口标准，很容易出现数据不通、信号不兼容的情况，甚至系统间有效协作都会很难；建立起统一的通信协议、数据格式和接口规范后，不同厂商的设备就能即插即用、无缝连接，系统集成效率和可扩展性会大幅提高，且能避免重复开发和接口适配造成的成本浪费，缩短工程实施周期，提升工程质量；在大规模调度自动化和分布式能源接入的背景下，推动接口标准化意义特别突出，为构建开放互联的电网自动化生态系统筑牢根基。

### 3.2 规范运维流程提升管理效能

电力系统运行时巡检、维护、故障处理以及调度操作众多，要是没标准化流程指引就很容易出现执行偏差、信息混乱和管理盲区。统一建立自动化运维标准，如设备状态判别标准、数据采集频率、报警阈值设置规范等，就能有效规范人员行为，提升操作的一致性与可控性。并且标准化运维流程容易形成可复制、可追溯的管理闭环，使运维工作变得更透明、精细、高效。智能系统进行自动识别与分析时若有标准化流程配合，就能推进故障处理自动化、数据诊断智能化，全面提升电力系统运营效率和响应能力。标准化流程可促进运维数据的沉淀与分析，为后续系统优化提供科学依据，促使智慧运维体系不断进化。

### 3.3 保障系统协同提升运行稳定

各层级自动化系统间的协调运行是电力系统高度依赖的，建立统一的运行规则与系统行为规范时标准化能起到助力作用进而让保护、调度、监控等子系统的协同运行变得更高效稳定，电力调度时数据一致性和系统同步性对运行决策精准性影响特别大而信息在不同系统间传输准确、响应及时可由标准化予以保障且能降低系统间不一致导致的误动作风险，故障响应策略、预警机制和恢复流程有了统一标准能提高系统面对突发事件的应急协同能力，标准化不但使系统整体运行效率提升而且能增强电网面对复杂运行环境时的安全韧性与自恢复能力。

## 4 自动化技术标准体系的构建与发展现状

完善的自动化技术标准体系的构建是推动电力系统迈向现代化与智能化的根本保障，当前相关标准体系发展正在加速但结构不全、实施不统一等现实挑战依然存在。

### 4.1 标准体系框架逐步成型

国家能源战略和智能电网建设近年来不断推进,电力自动化技术标准体系的框架结构逐步建立起来,这一框架结构涵盖通信协议、数据接口、功能分类、运维流程等多个维度,国家电网公司、南方电网公司、国家能源局以及不少科研院所都是标准制定机构,国家标准(GB)、行业标准(DL)、企业标准以及像 IEC 这样的国际标准是其主体,调度自动化、继电保护、远程监控等重点领域标准规范体系已经比较成熟,给设备制造、工程实施和系统运行提供了重要支撑,但不同标准之间交叉和重复的情况仍然存在,整体框架的系统性和协同性还需要进一步加强。

#### 4.2 关键标准内容持续完善

多项关键技术内容被当前已落地实施的核心标准涵盖,拿通信来说,变电站自动化系统已广泛应用 IEC61850 标准系列,实现多设备间的实时数据交互与统一控制,调度自动化领域基于 CIM(公共信息模型)标准的调度平台建设不断推进,实现信息结构与运行规则高度统一,设备互操作性、电能质量监测、保护动作标准等也一直在细化、迭代更新,要注意,边缘计算、人工智能等新兴技术引入后,标准制定朝着智能化、融合化发展,以此满足新场景、新业务的技术需求。

#### 4.3 标准实施仍存落地难题

标准体系虽然越来越完善,但实际工程应用时,执行不到位、设备不兼容、人员理解有偏差等落地难题依旧存在,基层单位和中小企业里存在对最新标准缺乏足够认知、技术实施和标准脱节的情况,部分标准条款适应性差、更新滞后,很难覆盖新型电力业务快速发展的需求,并且不同区域或者系统在标准执行层级、接口实现方面存在较大差异,影响电力系统整体的互通性和统一性,要解决这些问题,得加强标准宣贯培训,建设统一测试认证平台,推动标准和技术协同发展,从源头确保自动化系统建设规范化、高效性。

### 5 推动电力系统自动化标准化应用的实施路径与对策

构建现代智能电网时,推动电力系统自动化标准化应用成为关键任务,若科学路径和系统对策协同推进就能让系统协同、高效运行并持续升级。

#### 5.1 强化顶层设计推动标准统一

系统性的顶层设计和统筹规划是有效推进标准化工作所必须依赖的,国家能源主管部门要牵头联合电网企业、科研机构以及设备厂商建立起统一的电力自动化标准框架和实施路线图以保证各类标准相互衔接、协调统一,设计时得明确技术演进方向和适用边界并按照不同地区电网规模、发展水平和实际需求进行分级分类指导,且要加强跟国际标准的对接以推动像 IEC 这样的国际规范在本土转化融合从而提高我国电力自动化标准体系在全球的适应力和引领能力,完善的顶层制度设计能给标准化应用提供制度保障和行动指引。

#### 5.2 推动标准落地强化试点示范

标准制定仅仅是个开端,核心在于落地实施,要打通从标准制定到工程应用的“一公里”就得在重点区域、关键环节进行标准化示范工程建设,典型场景试点,像变电站自动化升级、智能配电网建设、分布式能源接入等,能检验标准的可行性与适配度,为标准优化迭代积攒实践经验,试点时要同步配套标准化建设指南、测试评估机制以及绩效考核制度以提高标准执行力与系统兼容性,要让龙头企业充分发挥引领作用,促使设备厂家依据统一标准研发、测试和生产,构建标准先行、技术支持、成果推广的闭环机制,给大范围推广打基础。

#### 5.3 加强人才建设与协同机制

标准化应用的推动,光靠制度和技术不行,还必须要有专业人才和协作机制的保障。要在高校课程体系和职业培训中加入标准化相关内容,多培养电力系统自动化、标准化实施、设备集成等多学科复合型人才以提高从业人员理解和应用标准的能力,并且要构建多层级协同推进机制,建立标准制定单位、电网企业、设备供应商和科研机构之间的联动平台,定期开展标准共建、技术研讨和成果评估,通过跨部门协作、知识共享,让标准更符合工程实际且更快适应电力技术发展需求,从而形成上下贯通、内外协同的标准化实施体系。

### 6 结语

自动化技术的深度应用对电力系统安全高效运行不可或缺,而要实现系统协同、提升运行质量,标准化是根本保障,当下电网结构越来越复杂且智能化进程在加快,构建和落地自动化技术标准体系已成为行业发展的必然趋势,统一接口规范、完善运行流程、强化顶层设计和试点示范,电力系统就能逐步达成高效、安全、智能的运行目标,要加强人才培养、多方协同以构建标准化长期发展机制,只有不断推进标准化应用,才能够支撑智能电网建设,全面提高我国电力系统现代化管理水平和综合竞争力。

#### [参考文献]

- [1]李树科.电力系统运行中电气自动化的应用探讨[J].低碳世界,2017(19):91-92.
- [2]陈汉锐.电力系统自动化技术安全管理研究[J].科技创新与应用,2017(32):134-136.
- [3]黄卓.电力系统中电气自动化技术的应用及发展方向探讨[J].科学技术创新,2019(35):165-166.
- [4]赵文东.电力系统领域自动化的实施分析[J].中国高新科技,2021(3):48-50.
- [5]石洪岩.电力系统运行中自动化技术标准化应用[J].大众标准化,2025(8):131-133.

作者简介:殷佳金(1987.9—),单位名称:德宏师范学院,毕业学校和专业:内蒙古工业大学;电气工程。