

电气自动化技术在新能源并网中的应用

蒋汀

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司 410014

DOI: 10.32629/ems.v8i7.21208

[摘要] 双碳目标与新型电力系统建设背景下,风电、光伏等新能源装机规模持续激增,新能源高比例并网已成为电力系统发展新常态。文结合 2024 年新能源并网发展现状,系统阐述电气自动化技术在新能源并网中的应用价值与应用场景,梳理当前技术应用存在的适配性不足、协同控制薄弱、运维体系滞后、技术标准不完善等突出问题,针对性提出优化应用与长效发展对策。

[关键词] 电气自动化技术; 新能源并网; 新型电力系统

引言

随着我国能源结构深度转型,电力新能源产业实现跨越式发展,大规模风电、光伏、储能分布式、集中式项目批量并网,彻底改变了传统电网单向供电、稳定运行的格局^[1]。当前电气自动化技术已广泛应用于新能源并网各个环节,但在高比例、高渗透率新能源并网场景下,仍存在技术适配不足、多设备协同性差、智能化深度不足等问题。基于此,本文系统剖析电气自动化技术在新能源并网中的应用现状、核心价值、现存短板与优化路径,为新能源并网技术升级与电网安全高效运行提供实践支撑。

1 新能源并网发展与电气自动化应用现状

1.1 新能源并网发展态势

当前我国新能源并网规模持续扩大,并网模式呈现集中式基地并网与分布式就近并网协同发展的格局。西北大型风光基地依托特高压通道实现远距离并网输送,东部城乡、工业园区分布式光伏、分散式风电就近并网、就地消纳,新能源并网覆盖范围、装机容量、发电占比持续攀升。2024 年全国新能源发电量同比大幅增长,光伏、风电发电量增速分别达到 43.6%、12.5%,新能源电力已成为电力增量主体。但高

速发展背后,新能源高渗透率并网带来的系统波动、并网冲击、消纳困难、电能质量下降等问题日益凸显,对电力系统自动化、智能化调控水平提出了更高要求^[2]。

1.2 电气自动化技术应用整体现状

目前电气自动化技术已全面覆盖新能源并网监测、调控、保护、运维全流程,形成相对完善的技术应用体系。数据采集与监控系统、智能变频调控系统、自动继电保护系统、最大功率点跟踪技术、柔性并网控制技术等已成为新能源并网标配技术,可有效实现新能源出力实时监测、并网参数动态调节、电网故障自动隔离。同时,人工智能、大数据与电气自动化技术深度融合,初步实现新能源并网工况智能预判、波动提前预警、负荷精准匹配,大幅提升了新能源并网的稳定性与可控性,为高比例新能源并网提供了坚实技术保障^[3]。

2 电气自动化技术在新能源并网中的核心应用

2.1 智能监测与数据采集技术,实现并网全程可控

电气自动化数据采集与智能监测技术是新能源并网稳定运行的基础。通过在风机、光伏逆变器、并网开关柜、输电线路部署高精度传感器,可实时采集电压、电流、频率、功率、温度等核心并网参数,依托 5G、物联网技术将数据实时

上传至后台监控平台。相较于传统人工定时巡检模式，自动化监测可实现 24 小时不间断动态监测，精准捕捉新能源并网瞬间波动与微小异常，解决了人工监测滞后、误差大、覆盖不全的问题。同时，系统可自动生成并网运行数据报表，为并网调度优化、设备运维、故障溯源提供精准数据支撑，实现新能源并网全过程可视化、可控化管理。

2.2 MPPT 最大功率跟踪技术，提升并网发电效能

光伏、风电出力受光照、风速、温度等环境因素影响波动极大，传统固定工况运行模式易导致发电效率偏低、并网功率不稳定。MPPT 最大功率点跟踪技术作为核心电气自动化技术，可通过智能算法实时追踪新能源设备最大出力点，动态调整机组运行参数与输出功率。光伏系统依托扰动观察法、电导增量法优化光电转换效率，风电系统通过变桨控制、转速调节适配风速变化，确保不同工况下新能源机组始终维持高效运行状态。该技术可有效减少新能源发电冗余与弃能损耗，稳定并网输出功率，提升新能源并网消纳效率与发电经济性。

2.3 柔性并网与智能调控技术，平抑并网波动

针对新能源并网波动性、间歇性引发的电网电压、频率偏移问题，柔性并网与智能自动化调控技术发挥关键作用。电气自动化调控系统可实时根据电网负荷变化与新能源出力波动，动态调节逆变器输出的有功、无功功率，实现功率解耦精准控制，快速平抑并网功率震荡。同时，构网型自动化控制技术逐步替代传统跟网型控制，可主动支撑电网电压与频率稳定，提升新能源机组并网主动调节能力。通过智能潮流优化调控，可有效规避新能源并网引发的电网潮流紊乱问题，保障并网运行平稳，大幅降低新能源并网对主网的冲击

影响^[4]。

3 电气自动化技术在新能源并网应用中存在的问题

3.1 高渗透并网场景技术适配性不足

当前多数电气自动化控制算法、调控参数适配传统低比例新能源并网场景，在新能源高渗透率并网工况下，系统多变量耦合、非线性波动特征显著，传统固定参数调控模式难以适配快速动态变化的并网工况，易出现调控滞后、精准度不足、波动抑制效果不佳等问题。同时，海上风电、储能并网、分布式微网并网等新型场景的专用自动化控制技术储备不足，场景化适配短板突出。

3.2 多设备协同控制能力薄弱

新能源并网系统包含风机、光伏组件、逆变器、储能设备、输配电装置等大量电力电子设备，各类设备自动化控制系统相对独立，数据互通不畅、调控逻辑不统一，缺乏一体化协同调控机制。单一设备自动化优化调控易引发系统整体工况失衡，出现局部优化、整体失稳的问题，无法实现新能源并网系统全局最优运行，制约并网稳定性与整体能效提升。

3.3 智能化深度不足，故障预判能力有限

目前多数新能源并网自动化系统以数据监测、被动处置为主，依托固定逻辑完成调控与保护，基于人工智能的主动预判、智能优化能力不足。对极端气象引发的大规模出力波动、设备隐性故障、并网谐波累积问题预判能力薄弱，无法提前规避系统性并网风险，仍存在一定的运行安全隐患。同时，部分中小型新能源项目自动化设备老旧，智能化升级滞后，技术应用水平参差不齐^[5]。

4 电气自动化技术赋能新能源网网的优化发展对策

4.1 研发适配高渗透并网的定制化调控技术

聚焦高比例新能源并网动态波动特性，优化升级电气自动化控制算法，引入自适应、自学习智能调控模型，实现调控参数随并网工况、环境条件实时动态调整，解决传统调控滞后、适配性差的问题。针对海上风电、分布式微网、储能耦合并网等新型场景，研发专用柔性并网控制、电能质量治理、故障智能保护技术，补齐场景化技术短板，全面适配新型电力系统并网运行需求。

4.2 构建一体化协同调控体系

打破各类自动化系统独立运行壁垒，搭建统一的新能源并网智能管控平台，打通风机、光伏、储能、电网调度、负荷终端数据通道，实现多设备、多环节数据互通、信息共享。建立源网荷储协同自动化调控逻辑，统筹功率调节、电压频率控制、故障保护、能耗优化等功能，实现新能源并网系统全局智能优化，杜绝局部调控失衡问题，全面提升并网系统稳定性与运行能效^[6]。

4.3 深化智能化技术融合，提升主动防控能力

推动大数据、人工智能、物联网与电气自动化技术深度融合，搭建新能源并网出力预测、故障预警、风险预判智能模型，实现从被动处置向主动预判、提前防控转型。全面推进中小型新能源项目自动化、智能化设备升级改造，淘汰老旧高滞后设备，统一设备监测、调控精度。通过智能算法精准预判极端天气、设备老化带来的并网风险，提前优化并网调度方案，从源头降低新能源并网安全隐患^[7]。

结语

电气自动化技术是保障新能源安全、稳定、高效并网的核心技术支撑，在并网监测、功率调控、电能质量治理、故

障保护、智能调度等环节发挥着不可替代的作用，有效破解了新能源波动性、间歇性并网难题，为高比例新能源接入电网提供了坚实保障。当前行业技术应用仍存在场景适配不足、协同调控薄弱、智能化深度不够、标准体系不完善等问题。未来需持续推进电气自动化技术迭代升级、场景化优化、一体化协同应用，完善行业标准与运维保障体系，助力新型电力系统高质量构建与双碳目标稳步落地。

[参考文献]

[1] 韦一力，盛叶弘，周凌. 电气自动化在可再生能源并网中的关键技术研究[J]. 中国设备工程，2026，(08)：213-215.

[2] 李树宁. 电气自动化技术在新能源并网中的应用[J]. 光源与照明，2026，(03)：160-162.

[3] 黄康明. 电气自动化技术在新能源发电中的应用[J]. 通讯世界，2026，33 (03)：111-113.

[4] 郑文. 新能源并网中电气自动化技术的协调控制与稳定性分析[A]第二届数字技术赋能工程建设领域数字化转型学术交流论文集[C]. 广西大学广西县域经济发展研究院，广西大学广西县域经济发展研究院，2026：2.

[5] 范彦扬. 新能源并网中电气自动化技术对电力系统稳定性的影响研究[J]. 电气应用，2025，44 (11)：83-88.

[6] 李国平. 电气自动化在可再生能源并网中的关键技术研究[J]. 石化技术，2024，31 (11)：154-156.

[7] 刘涛. 电力节能技术方案与电气新能源开发策略之研究[J]. 建材与装饰，2019，(28)：237-238.