电力系统调度自动化技术在新能源并网中的应用

钟鸿伟

内蒙古电力 (集团) 有限责任公司乌海供电分公司　内蒙　乌海　016000

摘　要：新型电力系统建设进程中，风电、光伏等新能源规模化并网带来电源波动性、随机性问题，大幅提升电网调度运行难度。调度自动化技术作为电网智能调控的核心支撑，可实现新能源并网全过程数据感知、功率优化调配与电网稳态管控。本文结合新能源并网运行特性，探究调度自动化技术的核心应用场景与技术优势，剖析现存技术痛点，并提出针对性优化路径，为新能源高比例并网下电网安全高效运行提供技术支撑。

关键词：电力系统；调度自动化；新能源并网；功率调控；电网稳态

引言：电力行业绿色转型进程中，新能源并网规模在持续扩大，逐步替代传统火电成为主要供电来源；受环境与天气影响，新能源出力并不稳定，容易引发各类电网运行问题，传统调度方式难以适配当前工况，调度自动化技术，可动态适配新能源出力变化，以此稳定电网运行、提升新能源消纳水平。

1 新能源并网对电力系统调度运行的影响

新能源机组的运行方式，和常规火电、水电机组有着明显区别，大规模新能源并网，会从功率平衡、运行控制、资源调配等多个方面，对电网调度体系造成较大冲击，这也推动了传统调度模式向智能化方向转变。风电、光伏这类新能源电源的出力状态并不稳定，会在日内和日间产生较大幅度的波动，会让电网电源侧的可控能力有所降低；原本固定的调度方案，很难适配这种动态变化的出力状态，电网实时功率平衡的管控工作也会随之变难。新能源机组依靠电力电子设备完成并网运行，系统惯性与阻尼水平相对较弱，电网调频、调压的响应能力会有所下降，容易出现电压、频率波动等运行问题。新能源并网点位大多较为分散，传统调度系统的数据监测范围较为有限，无法全面采集各类并网设备的运行参数，会让调度决策存在一定滞后性与局限性；同时新能源电力消纳存在时空不均的特点，电网资源调配与余电消纳的压力持续增大，传统调度运行模式已经难以适配现阶段的电网运行工况[1]。

2 电力系统调度自动化核心技术体系

2.1 实时数据采集与监控技术

数据采集与监控技术是调度自动化体系的基础核心技术，主要承担新能源并网全过程、电网全节点运行数据的采集、传输与初步分析工作，为后续调度决策提供精准的数据支撑。该技术可实现对新能源机组出力、并网电压、电流、频率、设备运行状态、线路负荷等核心参数的全域实时采集，数据采集频次与精度可适配新能源出力快速波动的特性，彻底解决传统调度数据采集滞后、参数缺失的问题。依托标准化数据传输链路，各类运行数据可实时上传至调度主站系统，完成数据清洗、分类与校验，剔除异常数据与干扰数据，保障数据的真实性与有效性。同时，该技术具备状态实时研判功能，可快速识别新能源并网引发的电网参数异常波动，实现故障隐患的提前预警，为电网快速调控预留响应时间，从数据层面保障新能源并网电网的可控、可测、可调。

2.2 自动发电控制技术

自动发电控制技术是电网功率平衡调控的核心技术，核心功能是根据电网负荷变化与新能源出力波动，动态优化调整各并网机组的发电出力，维持电网频率稳定与全域功率供需平衡。在新能源并网场景下，该技术可精准捕捉风电、光伏的随机出力波动，动态匹配负荷侧用电需求，通过联动调控传统可控机组与新能源机组，弥补新能源出力缺口，平抑出力过剩波动，有效解决新能源间歇性出力引发的功率失衡问题。相较于传统人工调控模式，自动发电控制技术的响应速度更快、调控精度更高，可实现秒级动态调整，能够适配新能源出力的瞬时波动特性。同时，该技术可基于电网分区运行状态，实现区域间功率互济调配，优化新能源电力的时空分配，提升新能源就地消纳与跨区消纳能力，最大限度降低新能源出力波动对电网整体运行的冲击[2]。

2.3 自动电压控制技术

自动电压控制技术聚焦电网电压稳态管控，主要用于解决新能源并网过程中频发的电压偏移、波动、越限

等问题，保障电网电压运行在标准区间内。新能源机组出力的随机性，极易导致并网节点电压出现骤升骤降，尤其在分布式新能源集中并网区域，电压紊乱问题更为突出，严重影响电网供电质量与设备运行安全。自动电压控制技术依托全域电压数据感知，构建分层分区的电压调控模型，可精准定位电压异常节点，动态调控无功补偿设备、新能源机组无功出力，实现全域电压的协同优化管控。该技术摒弃了传统粗放式电压调控模式，能够根据新能源出力变化趋势提前预判电压波动趋势，实现预判式、主动式电压调控，有效抑制新能源并网引发的电压扰动，提升电网电压稳定性与供电电能质量，保障并网设备与用电终端的安全稳定运行。

2.4 电网智能预警与调度决策技术

智能预警与调度决策技术是调度自动化体系的核心智能化模块，依托大数据分析与智能算法，实现电网运行状态的深度研判与调度方案的自主优化生成。该技术可整合新能源出力数据、电网运行参数、负荷变化数据等多维度信息，构建电网运行态势感知模型，精准研判新能源并网后电网的运行风险与薄弱环节，对功率失衡、电压越限、线路过载等潜在运行隐患实现提前预警。同时，基于实时运行态势，系统可自主生成最优调度方案，统筹协调新能源机组、传统电源、输电线路、负荷资源的协同运行，实现电网资源的精细化配置。相较于传统经验式调度决策，该技术有效规避了人工决策的主观性与滞后性，大幅提升调度决策的科学性、精准性与时效性，适配高比例新能源并网下电网复杂多变的运行工况。

3 调度自动化技术在新能源并网中的具体应用

3.1 新能源并网全域态势感知应用

高比例新能源并网的核心管控难点在于电源侧运行状态不可预判、波动无规律，传统调度体系仅能实现重点站点数据监测，无法覆盖全域分布式、集中式新能源并网站点，存在大量监测盲区，导致调度运行处于被动应对状态。调度自动化技术依托全域数据采集与监控体系，构建起全覆盖、高精度、实时化的新能源并网态势感知体系，彻底打破传统监测壁垒，实现新能源并网运行状态的全方位掌控。该应用模式下，调度系统可实时采集集中式风电、光伏电站与分布式新能源并网节点的出力参数、设备运行状态、并网电气参数，同时联动负荷侧运行数据，形成源荷双侧全域数据矩阵。通过对多维度数据的实时分析与深度挖掘，可精准捕捉新能源出力的短时波动、日内变化规律与时空分布特征，实现新能源出力状态的可测、可追溯、可预判。依托态势感知能力，调度运行可从传统的被动故障处置转变为主动态势管控，提前掌握新能源并网带来的电网运行变化，为后续功率调配、风险防控、资源优化提供全面的数据支撑，从根源上解决新能源并网管控信息不对称、研判不精准的问题，大幅提升电网对新能源并网工况的适配能力[3]。

3.2 新能源并网功率动态平衡调控应用

功率供需平衡是电网稳定运行的核心基础，而新能源出力的间歇性、随机性、波动性，是导致电网功率失衡、弃风弃光问题的核心诱因。传统固定时序的发电调度方案无法适配新能源动态出力特性，难以实现源荷精准匹配，不仅影响电网运行稳定性，还会造成新能源资源的大量浪费。调度自动化体系中的自动发电控制技术，可实现新能源并网场景下电网功率的动态、精准、实时平衡调控，构建适配新能源波动特性的柔性功率调控机制。系统基于实时采集的新能源出力数据与全网负荷数据，动态测算电网功率盈余与缺口，通过智能算法优化各电源机组的发电计划，动态调整传统可控机组出力，精准平抑新能源出力波动带来的功率扰动。在新能源出力高峰时段，系统可联动优化负荷调配、跨区输电通道功率分配，最大化消纳富余新能源电力，降低弃风弃光率；在新能源出力低谷时段，可快速调动备用电源补全功率缺口，保障电网电力供应的连续性与稳定性。同时，该技术可实现秒级、分钟级的分层功率调控，适配新能源短时、瞬时的出力波动，实现全网功率的动态最优平衡，既保障电网稳态运行，又最大限度挖掘新能源发电潜力，提升新能源并网消纳水平。

3.3 新能源并网电压稳定管控应用

电压稳定性是衡量新能源并网电网供电质量与运行安全的核心指标，新能源机组依托电力电子设备并网，其无功调节能力有限，且出力大幅波动会直接引发并网节点电压震荡、偏移、越限等问题，尤其在偏远地区集中式新能源电站、分布式新能源集群并网区域，电压异常问题尤为突出，极易造成电网设备损耗、供电质量下降，严重时会引发并网设备脱网故障。调度自动化体系的自动电压控制技术，可构建精细化、协同化的全域电压调控体系，实现新能源并网电压的稳态管控与动态优化。该技术摒弃了传统单节点、固定式的电压调控模式，采用分层分区协同调控机制，将全网新能源并网节点、输电节点、负荷节点纳入统一电压调控体系。系统实时监测各新能源并网站点的电压、无功功率运行参数，结合新能源出力变化趋势，动态优化调控无功补偿装置、新能源机组无功出力以及电网调压设备运行状态，精准抵消新能源出力波动引发的电压扰动。针对新

能源集中并网区域的电压薄弱节点，系统可实现预判式调控，提前根据气象条件预判新能源出力变化，提前调整电压调控策略，从源头抑制电压波动。通过全域电压协同管控，有效解决新能源并网引发的电压紊乱问题，稳定电网电压运行水平，提升新能源并网的安全性与可靠性，保障电网供电质量达标[4]。

3.4 新能源并网运行风险智能防控应用

新能源高比例并网彻底改变了传统电网的运行特性，电网运行不确定性因素大幅增加，功率失衡、频率偏移、电压越限、线路过载、设备脱网等运行风险频发，传统人工巡检、事后处置的风险防控模式，无法适配新能源并网复杂多变的运行工况，风险防控的时效性与精准性严重不足。调度自动化智能预警与风险研判技术，可构建全时段、全方位、主动化的新能源并网运行风险防控体系，实现风险提前预判、精准定位、快速处置。系统依托大数据分析能力，长期积累新能源并网运行数据，挖掘新能源出力波动与电网运行风险的关联规律，构建多维度风险研判模型，可精准识别新能源出力突变、负荷骤变、设备异常等各类潜在风险隐患。针对识别出的风险问题，系统可自动分级预警，精准定位风险发生区域、风险类型与影响范围，同时联动生成对应的调控处置方案，引导调度系统快速完成风险干预。相较于传统风险防控模式，该技术实现了从被动处置到主动预防的转型，能够提前规避新能源并网引发的各类电网运行故障，大幅降低电网运行事故发生率，提升高比例新能源并网电网的安全稳定运行冗余度。同时，系统可完成故障后的运行数据复盘分析，持续优化风险研判模型与防控策略，实现风险防控体系的动态迭代升级。

3.5 源网荷协同优化运行应用

新能源规模化并网后，电力系统源、网、荷各环节的运行耦合性大幅提升，传统源网荷独立调控的模式极易造成资源错配、消纳不足、调度效率低下等问题。调度自动化技术依托全域数据协同与智能调度能力，可打破源网荷各环节的运行壁垒，构建一体化协同优化运行体系，全面提升新能源并网电网的资源配置效率与整体运行水平。在电源侧，系统统筹新能源机组与传统可控机组的运行特性，优化各类电源的发电时序与出力配比，充分发挥新能源清洁发电优势，同时依托传统机组的可控性弥补新能源出力短板，实现多类型电源互补运行。在电网侧，系统结合新能源并网布局与出力特性，优化输电线路、变电设备、配电网络的运行方式，合理分配电网输电负荷，盘活电网输电资源，提升新能源电力的传输效率，避免局部线路过载、输电阻塞等问题。在负荷侧，系统可根据新能源出力时空分布特征，引导柔性负荷动态适配新能源发电节奏，实现荷随源动，提升新能源就地消纳能力。通过源网荷三方协同优化，彻底解决新能源并网后电网资源配置不均衡、源荷匹配度低、调度运行碎片化等问题，实现电力系统整体运行效率与新能源消纳水平的双重提升，适配新型电力系统的发展运行需求[5]。

结束语：新能源大规模并网，是电力行业绿色升级的主要方向，这类电源出力波动、电网管控难度增加等问题，也对电力调度运行体系提出了新的挑战；调度自动化技术具备全面监测、动态调节、风险防控、协同配置的基础能力，可有效化解新能源并网的各类运行难题，能够保障电网平稳运行，也可以提升新能源资源利用效率，后续还需不断完善该技术体系，适配新能源并网发展需求，助力新型电力系统稳步建设。

参考文献

[1] 马浩铭. 电力系统调度自动化技术在新能源并网中的应用 [J]. 现代工业工程,2026,(2):15-18.

[2] 魏滔. 电力系统自动化技术在新能源并网中的应用研究 [J]. 电气技术与经济,2026,(1):119-121.

[3] 房立超, 蔡春亮, 谷枫, 等. 电力系统自动化在新能源并网中的应用分析 [J]. 电站系统工程,2026,42(4):54-56.

[4] 毕晓林. 电力自动化配电技术在新能源并网中的应用 [J]. 光源与照明,2026,(3):157-159.

[5] 臧巍. 新型电力系统背景下电网调度自动化关键技术 [J]. 今日自动化,2026,(3):76-78.