

强化系统本质安全 持续保障稳定运行

中国工程院院士 舒印彪

习近平总书记强调，能源保障和安全事关国计民生，是须臾不可忽视的“国之大者”。党中央提出“双碳”目标以来，各行各业迅速行动，积极推动建设清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能的新型电力系统，电力系统生产结构、运行机理、功能形态等发生深刻复杂变化，面临电力保供与系统稳定两大安全挑战。一方面，电源结构由可控连续出力的煤电装机占主导向强不确定性、弱可控出力的新能源发电装机占主导转变，新能源出力“靠天吃饭”，对电力保障支撑能力弱，同时未来较长一段时期内电力消费仍将刚性增长，负荷特性由刚性、纯消费型向柔性、生产与消费兼具型转变，发电和负荷随机性、波动性增强，电力供需形势日趋复杂，供应安全面临长期压力。另一方面，新能源、直流等大量替代常规机组，电动汽车、分布式能源、储能等交互式用能设备广泛应用，电力系统呈现高比例可再生能源、高比例电力电子设备的“双高”特征，系统转动惯量和支撑能力下降，抗扰动能力弱，故障特性和连锁反应更加复杂，系统安全运行面临挑战。

国家发展改革委、国家能源局、国家数据局印发《加快构建新型电力系统行动方案（2024—2027年）》（以下简称《行动方案》），提出9大专项行动，其中“电力系统稳定保障行动”聚焦系统两大安全问题，从源、网、荷、技术四方面，明确了下阶段新型电力系统安全保障总体要求和重点任务，为各地区和能源电力行业进一步夯实系统稳定运行的物理基础，提供了重要的指导作用。

从电网侧看，要优化加强主网架，打造清洁能源优化配置平台。推进能源清洁低碳转型，关键是加快发展非化石能源，尤其风电、太阳能发电等新能源。我国95%左右的非化石能源主要通过转化为电能加以利用。电网连接生产和消费，是保障电力送得出、用得好的关键平台，是电力系统安全运行的物理基础，是构建新型电力系统的关键环节。随着我国电力需求的快速增长和能源结构的加速转型，电网局部地区还存在薄弱环节，骨干网架的脆弱性和控制复杂程度显著增加，大电网的优化配置资源能力仍需进一步增强。《行动方案》提出了优化加强电网主网架，补齐结构短板，保障电力可靠供应和新能源高质量发展的总体要求。一方面要完善电力规划机制。目前电力系统各环节统一规划还不够，尤其是电源与电网、新能源与常规电源、新能源与调节电源的发展协同性不足，影响系统整体效率。要协调政府主管部门、电网企业、发电企业等建立沟通机制，科学统筹制定新增电源装机规模、结构、布局和建设时序，加强源网荷储协同规划，强化规划方案安全稳定和供电充裕性的系统性论证，提升规划方案的适应性与安全性。另一方面要持续补强特高压交直流网架。当前电网还存在强直弱交问题，交直流发展协调性不足，影响系统整体安全，也不利于输电能力的发挥。要完善区域特高压交流主网架，优化500千伏网架，实现区域内各500千伏分区电力余缺互济。加快特高压直流（含柔性直流）建设，提高沙戈荒等能源基地外送支撑能力和受端负荷中心电力供应能力。结合交流网架承载能力，合理控制同送同受直流群规模。此外，要提升电网抵御自然灾害能力。近年来极端天气、自然灾害频发，影响电力系统安全运行，影响新能源发电支撑能力和电力尖峰负荷，供需不稳定性不确定性增加。要在自然条件恶劣、密集通道、同一气象带、冻雨覆冰等区域，针对重点区段、重点部位提升杆塔、地线等输变电设备的差异化设计，提升工程可靠性和抵御灾害能力。同时，深化极端情况下的供需平衡分析，及时提出保供措施建议。

从电源侧看，要提升新主体并网性能，提高对系统稳定运行的支撑能力。电动汽车、新型储能等主体快速发展，各类新型主体并网性能差异化明显，弱抗扰动性和弱支撑性对于系统稳定运行带来极大风险。未来新能源成为供给主体，负荷侧新要素不断涌现，必须提升并网性能，增强对电力保供和运行安全的支撑能力，推动公平承担安全和成本责任。《行动方案》提出了制修订相关标准与管理要求，提高新型主体并网性能、加强入网检测的重点工作举措。一方面要强化技术与标准引领。充分发挥标准对于新技术发展的指导作用，深化集中式/分布式新能源、新型储能、电动汽车充电基础设施等新型主体接入电力系统的交互影响研究，构建新型主体并网标准体系，加快推进相关标准制修订。另一方面要加强新型主体并网检测。新型主体涉及众多生产厂家海量型号，严把设备入网关是保障其并网性能的关键环节。需要明确新型主体并网检测流程、检测技术标准、检测资质要求，持续完善新型储能、电动汽车充换电设施接入电网检测手段。此外，要压实新型主体并网管理责任。当前新型主体并网尚未形成明确的安全管控责任边界。亟需落实电网企业、相关业主、设备制造单位在新型主体并网运行管理全流程中的职责，构建集型式试验、到货抽检、电站调试、并网检测、建模仿真、运行维护与评价为一体的新型主体安全与质量全流程管控体系。

从新技术看，要推进构网型技术应用，提升系统整体安全效率水平。沙戈荒风光基地大都分布在远离主网的无人区或少人区，本地支撑较为薄弱；受端负荷中心多直流馈入替代同步发电机，常规电源装机不足，“空心化”问题突出，系统调频和动态无功支撑能力减弱。构网型技术对于电网送端“沙戈荒”高比例新能源地区、受端“空心化”地区均有广泛的应用需求。《行动方案》提出要针对系统运行需求应用构网型控制技术，提升电网支撑能力的总体要求。一方面要因地制宜配置构网型设备。构网型设备控制策略与参数的灵活性使其可以适用于多场景稳定问题。要明确不同地区电网运行的主要矛盾，在沙戈荒等高比例新能源外送地区可配置构网型技术设备抑制暂态过电压，在负荷中心

可配置构网型技术设备提升系统短路容量，在弱交流电网可试点配置构网型设备提升保供能力和有功快速调节能力。另一方面要加强对构网型设备的技术风险管控。构网型设备各厂家性能差异大，设备与系统间不协调可能存在弱阻尼振荡等稳定运行风险。要积极、稳妥地推动构网型技术试点落地应用，依据实际应用效果，加快推动一批构网型设备技术标准，规范构网型设备支撑能力要求。此外，要完善支持构网型技术应用的机制建设。目前，构网型技术快速发展，但相关配套机制较为滞后。要进一步健全适应构网型技术主体开展交易和调度的基本规范，完善电力辅助服务市场产品体系、准入条件、交易方式和补偿标准，体现构网型技术主动支撑电网电压、频率、功角稳定和新能源配置消纳的多维度价值。

从负荷侧看，要持续提升电能质量，适应新型负荷的随机性波动性。大量电力电子逆变器主导的新型负荷持续接入电网，负荷特性多变，对于电力系统电能质量管理提出了更高挑战。同时，随着分布式新能源快速发展，新型用能形式不断涌现，配电网有源化特征明显，局部区域电压越限、设备反向重过载等问题突出。《行动方案》提出了压实各方电能质量管理责任，加强电能质量常态化管理的总体工作部署。一方面要攻关新型电力系统电能质量问题防治技术。当前防治技术主要针对单一干扰源，对于多电力电子设备耦合带来的电能质量问题手段不足。要组织电力行业科研院所开展新能源、电力电子设备大规模接入后电压越限、宽频振荡及谐波综合防治技术研究，研制谐波/振荡抑制装置，提升电网电能质量水平。另一方面要构建新型电力系统电能质量技术标准体系。当前电能质量相关标准对于新型主体并网下电能质量评估适应性方面尚需完善。需要修订电压偏差、谐波等电能质量指标限值标准，分行业细化电能质量评估标准。此外，要压实电能质量管理各方责任。加强发电、用电设备电能质量特性检测认证，压实发电企业、电网企业和电力用户在电能质量管理中的主体责任，遵循“谁干扰，谁治理”的原则及时处理电能质量问题，建立常态化管控机制和规范化流程。

总的来看，《行动方案》对加快推动新型电力系统稳定保障工作作出了系统部署，提出的各项行动举措务实有力，为实现我国能源加速转型背景下电力系统安全稳定运行奠定了坚实基础。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/213851.html>