

新能源开发背景下的新型电力系统建设策略分析

张博文, 武英杰

(国网北京市电力公司, 北京 100031)

摘要 在新能源大规模开发与利用的时代背景下, 传统电力系统面临诸多挑战, 建设新型电力系统成为当前的必然趋势。新能源的兴起在应对和解决气候变化、保证能源安全方面起到了积极的作用。随着能源的消耗及对各种资源需求量的不断提高, 建设新能源下的新型电力系统成为必然选择。本文聚焦新能源下新型电力系统建设, 阐述了电力系统可持续发展的重要性, 同时提出具体的建设措施, 以期能够为新型电力系统的建设工作提供有益的参考, 进而实现新能源高效消纳, 保障电力系统安全稳定运行。

关键词 新能源; 新型电力系统; 电动汽车; 储能系统

中图分类号: TM7

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.31.012

0 引言

在可再生能源优势不断明显的背景下, 可再生能源的大规模开发和利用已成为能源发展的重要趋势。新时期, 建设新能源下的新型电力系统成为必然选择。新型电力系统能够更好地适应新能源的接入和消纳, 提高电力系统的灵活性、稳定性与安全性, 同时能够实现能源的高效利用以及环境的有效保护。但现阶段新能源下新型电力系统的建设还面临着诸多挑战, 应深入探究新能源下新型电力系统建设的具体措施, 以更好地推动电力系统的绿色转型, 保证能源安全。

1 电力系统可持续发展的重要性

1.1 减少环境影响

传统电力生产模式在发展过程中过于依赖煤炭、石油等化石能源, 过程中会释放大量的温室气体及污染物二氧化硫、氮氧化物等, 这极易导致大气污染加剧、全球气候变暖以及酸雨等环境问题。相比之下, 大规模发展和应用太阳能光伏、风力发电以及抽水蓄能等可再生能源技术, 即能从源头上显著削减温室气体排放总量并有效改善区域空气质量, 为生物多样性保护及生态系统平衡的维系提供坚实的保障, 从而最大程度地缓解电力行业发展可能对生态环境造成的负面影响^[1]。

1.2 资源可持续性

化石燃料作为典型的不可再生资源, 在不断的开采和使用过程中总储量日渐减少, 并且其价格受多种因素的影响而出现剧烈波动态势, 这给电力行业的资

源保障带来了严峻挑战。这一背景下大力发展可再生能源, 并构建以可再生能源为主体的新型电力系统, 不仅能突破化石能源的有限性束缚, 同时可以有效满足未来不断增长的能源需求, 为电力系统的安全、可靠与可持续运行奠定稳固的资源根基。

1.3 提高能源安全性

当前许多国家和地区的传统电力系统在能源供给上对外部进口化石燃料存在高度依赖性。这种依赖性使其极易遭受国际能源市场价格剧烈波动、地缘政治冲突引发供应链中断等外部冲击的直接影响, 进而威胁国家能源安全与社会经济稳定。通过大力开发利用本土丰富的风能、太阳能以及生物质能等可再生能源, 能够显著降低电力系统对外部能源供应的依存度。这不仅有助于规避国际市场风险, 还能进一步增强国家能源供应体系的自主性、抗风险能力与整体稳定性。

2 新能源下新型电力系统建设的具体措施

2.1 推广电动汽车和储能系统

在新型电力系统框架下, 电动汽车 (EV) 已成为重要的交通工具, 成为集交通、能源与信息于一体的移动储能单元。随着电动汽车的大规模普及, 不仅能有效削减交通领域的化石燃料消耗与尾气排放, 其庞大的车载电池集群更可通过先进的电网互动技术, 转化为极具潜力的分布式需求响应资源, 为电网提供实时功率平衡与辅助服务。与之相辅相成的是多元化储能系统 (ESS), 其能够提升可再生能源就地消纳水平,

并保障电力系统安全稳定和高效运行。当前为充分发挥二者的协同作用,还应积极构建完善、便捷的电动汽车充换电服务生态体系,在一些人口密集区应加速推进公共充电网络的建设,科学规划并建设高功率直流快充站与交流慢充桩,提升充电服务的可获得性与便利性;可以建立统一的充电接口标准与通信协议,打破不同运营商之间的壁垒,实现跨平台、跨区域的充电信息共享、便捷支付与服务接入,进一步提高基础设施的利用效率;新时期还应支持多元化储能技术的创新与规模化应用。针对电化学储能(如锂离子电池、液流电池)、物理储能(如抽水蓄能、压缩空气储能)以及新兴储能技术,提供包括研发资助、补贴机制、税收优惠以及优先并网等在内的综合性政策支持,促进技术的发展并降低其成本^[2]。

另外,还应深化电动汽车与储能系统的协同融合(V2G 技术路径),积极地研发并推广 V2G 核心技术,在技术的支持下,电动汽车在非行驶时段能够将其电池中存储的电能反馈至电网,从单纯的“电力消费者”转变为“可调度分布式电源”和“移动储能资源”,参与电力市场的辅助服务,或作为家庭以及办公的备用电源,实现车、网、桩、储的深度融合与价值共创,即可以有力推动电动汽车与储能系统在新型电力系统中的规模化、智能化以及市场化应用。

2.2 推动电力技术创新

在“双碳”战略目标的指引下,还应持续推动电力技术的突破性发展与规模化应用,以有效破解高比例新能源接入带来的系统性挑战,并构建安全高效、清洁低碳的能源体系。新时期应持续投入研发资源,深化风电以及光伏发电等可再生能源技术的效能提升、成本降低及并网适应性研究。通过技术进步与规模化应用的协同推进,加速新能源在发电侧对传统化石能源的经济性替代与结构性替代进程,夯实能源转型的供给侧基础。

同时,还应大力发展电化学储能、物理储能及新兴储能技术。重点推动其在需求侧的应用深度,利用储能系统实现用电负荷在时间维度的平滑转移(削峰填谷)、平抑新能源出力波动,并显著提升电力系统的整体灵活性^[3]。

另外,在新时期还应持续深化智能电网技术与信息物理系统融合,推进新一代智能电网技术研发与部署,涵盖高级量测体系(AMI)、广域测量系统(WAMS)、灵活输电技术(如 FACTS)以及基于信息物理融合(CPS)的智能调度控制平台,以大幅提升电网的感知能力、智能化决策水平和自动化运行水平,并为新型电力系

统复杂工况下的高效协同与安全运行提供坚实的技术支撑。

此外,还可以积极推动智能微网(含交直流混合微网)的规划建设与技术创新。重点提升其内部的智能调控能力、多源协调优化能力以及故障情况下的快速自愈重构能力。智能微网作为新型电力系统的有机组成部分,能有效提升局部区域供电的可靠性、抵御扰动的能力以及对分布式可再生能源的就地消纳水平。并鼓励并规范分布式光伏、分散式风电等分布式电源的规模化、有序化接入电网。研究并推广支持分布式电源即插即用、友好并网及主动参与系统调度的关键技术与市场机制。

2.3 建立电力系统安全稳定分析和预警机制

在新能源占比持续攀升、系统不确定性显著增加的背景下,亟需构建超越传统模式的多维动态安全分析与预警机制,以提升系统预判风险和抵御冲击的能力。这需要深化基于大数据与 AI 的广域供需平衡动态分析:通过融合电网实时运行监测数据(SCADA、PMU 数据)、气象数据、市场交易数据以及用户侧反馈等多维信息源,构建全系统运行状态的精准画像;同时可运用大数据挖掘、机器学习及深度学习等人工智能技术,对海量实时与历史数据进行处理分析,以建立高精度和时效性较高的能源电力供需平衡模型。模型需动态评估当前及短期内的供需态势,同时识别潜在的失衡风险点;在需求侧资源协同调控方面,将可调节负荷、分布式电源、储能系统以及电动汽车等需求侧响应资源纳入平衡分析框架,模拟其在不同调控策略下对供需平衡的贡献潜力,从而为动态调控提供决策依据。

在构建基于先进算法的实时风险智能预警与预测机制时,还应建立涵盖功角稳定、电压和频率稳以及备用容量不足和连锁故障风险等多维度的安全风险评估指标体系。并基于上述指标体系和实时分析结果,应用先进的人工智能算法以实现系统运行风险的实时、精准预警。预警信息需清晰指明风险类型、位置及其严重程度与演化趋势等。并在最后结合超短期负荷预测、新能源出力预测、网络拓扑变化预测等,对未来数分钟至数小时内的系统风险态势进行前瞻性预测,为预防性控制争取宝贵时间窗口。

另外,还应制定并集成动态安全稳定控制策略:针对不同预警信号和预测的风险场景,可预先研究并制定相应的安全稳定控制策略库。策略包括但不限于:发电功率紧急调整、负荷快速切除、储能系统紧急充放电控制以及跨区域紧急支援等。之后可基于实时风

险预警和预测结果,结合在线安全稳定分析,从策略库中自适应匹配并优化选择最优或次优控制策略,并快速下发至相应执行机构(如发电机励磁系统、FACTS装置以及储能变流器等),实现风险的主动防御与快速抑制。

此外,还应强化基于数据驱动模型迭代与风险动态评估:可利用积累的海量历史运行数据、仿真数据以及新发生的故障/扰动案例,持续训练和优化供需平衡模型、风险预测模型和控制策略模型,提升模型的准确性和泛化能力。同时形成风险“识别—预警—预测—控制—评估—反馈”的动态闭环管理机制。对每次风险事件的应对效果进行复盘评估,并将评估结果反馈至模型优化和策略库更新环节,使整个安全预警与防御体系具备自我进化和适应新形态风险的能力^[4]。

2.4 完善风险管理措施,保障网络安全和设备安全

为有效应对新型电力系统建设中的安全挑战,应系统性地完善风险防控体系。这需要健全电网安全风险管控框架,并严格贯彻并落实相关风险管理标准与规范,从而形成闭环管理。在技术防护层面,应深入开展安全隔离技术专项研究与应用,重点推进对电网关键基础设施实施物理隔离措施,即可以有效切断攻击者通过网络入侵实现级联控制的路径,有效防范因单点突破导致的全网瘫痪风险。另外,还应强化系统访问控制策略,综合运用多因素身份认证、精细化的访问控制列表(ACL)以及基于角色的权限管理(RBAC)等先进技术手段,确保所有接入和操作行为均由经过严格授权的人员执行,从而最大限度减少非授权访问风险。最后,可全面部署端到端加密通信与安全数据传输协议,对电网运行中的各类敏感信息流做好高强度加密,保障数据在传输过程中的机密性、完整性与真实性,杜绝数据被窃取篡改或注入等隐患问题的出现。

2.5 促进清洁能源的集成

在新能源主导的新型电力系统构建进程中,实现各类清洁能源的高效、稳定与规模化并网集成,是推动能源结构深度转型、提升系统整体可持续性的重要任务。为实现该任务,应实施系统化的集成策略:

首先,可构建与完善覆盖全面、技术先进以及层级清晰的清洁能源并网标准规范体系,体系应明确界定风电、光伏以及物质能等各类清洁能源并网的核心技术指标与性能要求,并通过制定并强制执行统一且具有前瞻性的技术标准,进一步降低清洁能源项目接入电网的技术门槛与工程成本,有效减少因标准不一导致的重复建设与兼容性问题。

其次,应大力推广分布式发电技术,使其在邻近用户侧进行电力生产。该模式能够显著缩短能源输送距离,并大幅降低长距离输电环节的线损,从而显著提升一次能源的终端利用效率。另外,还应同步发展微电网技术,构建具备局部自治能力的能源单元,即能够在其覆盖区域内实现多种能源的协同优化与自我平衡,在主电网因故障或扰动而失稳时,能够快速切换至孤岛运行模式,保障关键负荷的持续供电。

再次,应积极推动多能互补与综合能源系统的实践应用。通过技术耦合与策略优化,实现风光水储气(氢)等多种能源形式在空间和时间等领域的协同调度,从而有效平衡单一清洁能源固有的间歇性与波动性,显著提升整个电力系统功率平衡的稳定性和能量供给的可靠性^[5]。

最后,应持续深化电力体制改革,着力构建健全、高效且透明的清洁能源市场化交易与定价机制。这包括完善中长期交易与现货市场衔接、探索容量补偿机制以及发展绿色电力交易证书市场等。通过价格信号与财税政策协同激励,精准引导社会资本加大对清洁能源项目的投资与运营,科学驱动清洁能源在更大范围内的优化配置与高效消纳。

3 结束语

新能源下新型电力系统的建设是一项复杂而长期的系统工程,加强系统的建设有助于实现电力系统的可持续发展、保障能源安全并减少生产工作可能对环境的影响。新时期,应积极采取切实可行的新型电力系统建设措施,从推广电动汽车和储能系统、建立安全稳定分析和预警机制、完善风险管理措施以及促进清洁能源的集成等多方面出发,进一步优化电力系统建设,对实现能源的可持续发展以及环境保护起到积极的促进作用。

参考文献:

- [1] 王璐.“十五五”迎关键期新型电力系统建设加速攻坚[N].经济参考报,2025-09-30(003).
- [2] 刘虹.新型电力系统构建中煤电“刚柔并济”发展新态势[J].煤炭经济研究,2025,45(09):1.
- [3] 王璐.把握“十五五”关键期新型电力系统建设谋新突破[N].经济参考报,2025-09-24(003).
- [4] 梁浩,傅杰林.新型电力系统建设下配电网供电可靠性的提升措施[J].大众用电,2024,39(08):63-65.
- [5] 王雪.新型电力系统建设面临的挑战及应对措施[J].农村电工,2022,30(08):41.