

智能电网发展中电力工程技术的集成与创新路径

许冀楠

中通服咨询设计研究院有限公司 江苏 南京 210019

【摘要】：智能电网的高效发展依赖电力工程技术的系统集成与持续创新，二者的深度融合是破解电网运行瓶颈、提升能源利用效能的核心支撑。电力工程技术集成需打破不同技术模块的壁垒，实现多领域技术的协同联动，而创新则需立足智能电网的实际运行需求，突破传统技术局限。本文聚焦智能电网发展需求，明确电力工程技术集成的核心导向与创新的核心方向，梳理集成过程中的关键要点与创新面临的现实阻碍，提出针对性的实施路径，为智能电网高质量发展提供技术层面的支撑与指引。

【关键词】：智能电网；电力工程技术；技术集成；创新路径

DOI:10.12417/2705-0998.26.04.039

引言

智能电网作为能源转型的核心载体，承载着优化能源配置、保障能源安全、推动低碳发展的重要使命，其发展质量直接关系到能源体系的升级成效。电力工程技术作为智能电网建设与运行的核心支撑，涵盖发电、输电、配电、用电等全流程，其集成水平与创新能力决定了智能电网的智能化、高效化程度。当前，电力工程技术各领域发展相对独立，集成协同不足，创新方向与智能电网实际需求衔接不够紧密，制约了智能电网功能的充分发挥。立足这一现实，需系统梳理电力工程技术集成的核心逻辑，探索贴合实际的创新路径，打通技术融合壁垒，推动电力工程技术与智能电网发展同频共振，为能源高质量发展注入动力。

1 智能电网发展中电力工程技术集成的核心内涵与现存问题

电力工程技术集成是将智能电网全流程的发电、输电、配电、用电、调度等领域技术有机整合，打破技术模块割裂状态，实现技术要素优化配置与协同联动。其核心是构建一体化技术体系，让各类技术相互适配支撑，形成合力满足智能电网多元化需求，集成过程中需兼顾兼容性与实用性，实现传统电力技术与新型智能化技术的互补共生。本质上，技术集成并非简单叠加，而是围绕智能电网高效、安全、低碳的核心目标，对技术进行重构、优化与融合，保障各环节衔接顺畅，提升电网整体效能，为智能电网规模化发展筑牢技术基础^[1]。当前技术集成面临诸多问题，核心是技术兼容性不足，不同主体研发的技术缺乏统一标准规范，接口与协议差异导致无缝对接困难，增加集成成本；同时缺乏系统性规划，部分工作聚焦单一环节，难以形成全流程协同体系；集成方案与实际运行需求脱节，重先进性轻实用性，导致技术难以落地，制约其实际价值。影响集成效果的关键因素包括技术标准、规划布局与需求匹配，其中标准不统一形成技术壁垒，规划不合理导致各环节脱节，需求匹配不足则造成资源浪费，进一步阻碍二者协同发展。

2 智能电网发展对电力工程技术集成的核心要求

2.1 全流程协同集成的要求

智能电网的运行涵盖发电、输电、配电、用电、调度等多个环节，各环节相互关联、相互影响，因此电力工程技术集成需满足全流程协同的要求。发电环节需实现传统发电技术与新能源发电技术的集成，确保能源供应的稳定性与多样性；输电环节需整合特高压、柔性直流等技术，提升电能传输的效率与安全性；配电环节需融入智能配电、故障快速处置等技术，优化配电网运行；用电环节需集成智能用电、需求响应等技术，实现用电效率的提升；调度环节需整合智能调度、全域监控等技术，保障电网整体运行的协同性。全流程协同集成要求打破各环节技术壁垒，实现技术要素在全流程的顺畅流动与优化配置，确保电网各环节运行衔接有序，提升整体运行效能。

2.2 技术兼容性与适配性要求

智能电网发展对电力工程技术集成的兼容性与适配性提出了明确要求，这是实现技术有效集成、发挥协同效能的基础。各类电力工程技术在集成过程中，需确保接口、协议、数据格式等方面的统一，实现不同技术、不同设备之间的无缝对接，避免出现技术冲突与衔接不畅的问题^[2]。同时，技术集成需适配智能电网的运行环境与实际需求，既要适配不同区域电网的运行特点，也要适配新能源大规模接入、新型负荷快速增长等新形势，确保集成后的技术体系能够灵活应对各类复杂场景。技术集成还需兼顾传统技术与新型技术的适配，在保留传统技术优势的基础上，融入智能化、数字化技术，实现技术体系的平稳升级与高效运行。

2.3 高效节能与低碳适配要求

低碳转型背景下，智能电网的发展以高效节能、低碳环保为核心导向，这一导向对电力工程技术集成提出了相应要求。技术集成过程中，需优先整合高效节能技术，优化电网运行流程，降低电能传输、分配过程中的损耗，提升能源利用效率。同时，需注重与低碳技术的集成，推动新能源发电技术与电网技术的深度融合，提升新能源消纳能力，减少化石能源消耗，

助力实现碳减排目标。技术集成还需适配储能技术的发展，通过整合储能技术与电网运行技术，解决新能源发电波动性、间歇性问题，保障电网安全稳定运行，推动智能电网向低碳化、高效化方向发展，契合能源转型的整体需求。

3 智能电网发展中电力工程技术的集成实施路径

3.1 完善统一的技术标准体系

完善统一的技术标准体系是推进电力工程技术集成的首要任务，也是打破技术壁垒、实现无缝集成的关键。需立足智能电网发展需求，统筹各类电力工程技术的研发与应用，制定统一的技术标准、接口规范与协议要求，明确不同领域技术的适配标准，确保各类技术、设备能够相互兼容、顺畅对接^[3]。同时，需加强行业协同，推动电力企业、科研机构、高校等主体共同参与技术标准的制定与完善，结合智能电网的发展趋势，及时更新技术标准，确保标准的科学性、前瞻性与实用性。通过统一技术标准，规范技术集成流程，降低集成难度与成本，为技术集成工作的有序推进提供制度保障，推动各类电力工程技术形成协同联动的整体格局。

3.2 构建全流程协同集成体系

构建全流程协同集成体系需立足智能电网全流程运行需求，打破各环节技术割裂的局面，实现发电、输电、配电、用电、调度等环节技术的统筹集成。发电环节重点推进传统火电、水电与新能源发电技术的集成，优化能源供应结构；输电环节聚焦特高压、柔性直流等技术的集成应用，提升电能远距离传输能力；配电环节整合智能配电、故障自愈等技术，完善配电网布局，提升配电可靠性；用电环节推动智能电表、需求响应等技术的集成，引导用户科学用电；调度环节集成智能调度、全域监控等技术，实现电网运行的精准调控。通过全流程协同集成，形成一体化的技术体系，确保各环节技术衔接顺畅，提升电网整体运行效率与稳定性。

3.3 强化集成技术的落地应用

强化集成技术的落地应用是发挥技术集成价值、推动智能电网发展的关键。需立足智能电网的实际运行场景，结合不同区域电网的运行特点与需求，制定针对性的技术集成方案，确保集成技术贴合实际、切实可行。同时，需加强试点示范建设，选择典型区域、典型场景开展技术集成试点，总结试点经验，优化集成方案，逐步推动集成技术的规模化应用。需加强技术集成后的运维管理，建立完善的运维体系，及时解决集成技术应用过程中出现的问题，保障集成技术持续稳定发挥作用。通过强化落地应用，让技术集成真正服务于智能电网的高效运行，切实提升电网的智能化水平与能源利用效能。

4 智能电网发展中电力工程技术的创新方向与实施策略

4.1 电力工程技术的核心创新方向

智能电网发展背景下，电力工程技术的创新需立足电网运行需求，聚焦核心痛点，明确创新方向。在发电技术领域，重点创新新能源发电技术，优化新能源发电效率与稳定性，推动新能源与储能技术的深度融合，破解新能源波动性难题。在输电技术领域，创新特高压、柔性直流等先进输电技术，提升电能传输的容量与效率，增强输电系统的灵活性与安全性^[4]。在配电技术领域，创新智能配电、故障快速定位与自愈技术，提升配电网的智能化水平与供电可靠性。在调度技术领域，创新智能调度与全域协同控制技术，实现电网运行的精准调控与高效协同。同时，推动数字化、智能化技术与电力工程技术的深度融合，提升电网运行的智能化、自动化水平。

4.2 技术创新的实施策略

电力工程技术创新需依托多主体协同发力，构建完善的创新体系，推动创新成果转化应用。加强科研投入，鼓励电力企业、科研机构、高校等主体加大技术创新投入，聚焦核心技术难题开展攻关，突破传统技术局限，研发贴合智能电网需求的新型技术与设备。加强人才培养，培养兼具电力工程技术与智能化技术的复合型人才，为技术创新提供人才支撑，推动创新理念与技术方法的传承与突破。加强产学研协同，推动科研机构与企业的深度合作，实现技术研发、成果转化与落地应用的无缝衔接，加快创新成果的产业化进程，让创新技术真正服务于智能电网发展，提升电网的核心竞争力。

4.3 创新技术的保障措施

完善的保障措施是推动电力工程技术创新的重要支撑，需从政策、资金、机制等多个方面构建全方位的保障体系。在政策层面，出台针对性的扶持政策，鼓励技术创新与成果转化，为创新主体提供政策支持与引导，营造良好的创新环境。在资金层面，建立多元化的资金投入机制，整合政府资金、企业资金、社会资本等多种资源，为技术创新提供充足的资金保障，支撑核心技术攻关与创新成果落地。在机制层面，建立健全技术创新激励机制，完善创新成果评价与转化机制，鼓励创新主体积极开展技术创新，激发创新活力，同时加强知识产权保护，保障创新主体的合法权益，推动电力工程技术创新持续推进。

5 电力工程技术集成与创新的协同推进机制构建

5.1 构建多主体协同联动机制

电力工程技术集成与创新的协同推进，需构建多主体协同联动机制，整合电力企业、科研机构、高校、行业协会等各类主体的资源与优势，形成协同发力的良好格局。电力企业作为技术集成与创新的应用主体，需立足实际需求，提出技术集成与创新的具体方向，推动创新成果落地应用；科研机构与高校

作为技术研发的核心主体，需聚焦核心技术难题，开展技术攻关与创新研究，为技术集成与创新提供技术支撑；行业协会需发挥桥梁纽带作用，推动各主体之间的沟通协作，规范行业发展，促进技术交流与成果共享。通过多主体协同联动，实现资源优化配置，提升技术集成与创新的效率与质量。

5.2 建立集成与创新的衔接机制

建立技术集成与创新的衔接机制，是推动二者协同推进、提升整体效能的关键。技术创新需立足技术集成的实际需求，围绕集成过程中出现的技术短板与瓶颈开展创新，精准对接集成环节的适配需求，聚焦接口兼容、流程优化等核心痛点发力，确保创新成果能够有效适配技术集成需求，为技术集成提供精准、高效的支撑；技术集成需及时吸纳创新成果，将新型智能化、高效化技术融入现有集成体系，针对性优化集成方案，补齐技术短板，提升集成技术的先进性与实用性。同时，建立常态化的沟通反馈机制，明确沟通频次与反馈流程，及时梳理技术集成过程中存在的适配难题、运行漏洞等问题，精准反馈给创新主体，引导创新方向动态调整，确保技术集成与创新同频共振、协同推进，形成“创新支撑集成、集成推动创新”的良性循环，充分释放二者协同发展的综合效能。

5.3 完善协同推进的保障体系

完善协同推进的保障体系，需兼顾政策、资金、人才等多

个方面，为电力工程技术集成与创新的协同发展提供全方位支撑。在政策层面，完善相关法律法规，明确各主体在技术集成与创新中的职责与权益，引导各主体协同发力；在资金层面，加大对技术集成与创新协同发展的资金投入，重点支持核心技术攻关、集成方案优化与创新成果转化；在人才层面，加强复合型人才培养，培养既掌握电力工程技术，又具备创新能力与集成思维的专业人才，为协同推进提供人才保障^[5]。同时，加强行业监管，规范技术集成与创新行为，确保协同推进工作有序开展，推动电力工程技术集成与创新持续提升，支撑智能电网高质量发展。

6 结语

本文围绕智能电网发展中电力工程技术的集成与创新路径展开研究，明确了技术集成的核心内涵、现存问题与核心要求，提出了针对性的集成实施路径，梳理了技术创新的方向、策略与保障措施，构建了集成与创新的协同推进机制。电力工程技术的集成与创新是推动智能电网高质量发展的核心支撑，二者的协同推进能够打破技术壁垒、突破发展瓶颈，提升电网运行效能与核心竞争力。未来，需持续完善技术标准体系、强化创新成果落地、健全协同推进机制，推动电力工程技术集成与创新深度融合，助力智能电网实现高效化、智能化、低碳化发展，为能源转型与高质量发展提供有力支撑。

参考文献：

- [1] 荀国强.智能电网中电力招投标工程关键技术研究[J].中国招标,2025,(S2):8-10.
- [2] 刘港平,宋兴蓓,蒋冲.智能电网建设中电力工程技术运用研究[J].电力设备管理,2025,(22):230-232.
- [3] 米红玉.电力工程系统智能电网互动设计与验证[J].光源与照明,2025,(11):230-232.
- [4] 杜达法.基于智能电网的电力工程监理技术创新与应用[J].自动化应用,2025,66(22):175-178+182.
- [5] 杨勇.智能电网中的电力工程技术应用[J].电子技术,2025,54(11):244-245.