

# Discussion on the Direction of Power Grid Planning and Construction under the Background of New Energy Integration

Chong Duan Pengying Zhu

State Grid Jiangxi Nanchang Xinjian District Power Supply Branch, Nanchang, Jiangxi, 330100, China

## Abstract

Under the background of global energy transition and carbon neutrality goals, the rapid development of renewable energy has posed new challenges to traditional power grids, including intermittency, randomness, and distributed access issues. The paper systematically explores the key directions of the power grid in the integration of new energy from the perspective of planning and construction, proposes planning ideas for building flexible power systems, promoting smart grid layout, optimizing regional planning and energy storage design, as well as practical paths for strengthening transmission channels, intelligent transmission and distribution systems, and active distribution network construction. The paper also analyzes the technical support, policy guarantees, and investment and financing mechanisms required to achieve these planning and construction goals, and looks forward to the future development trends of new energy grids, providing theoretical guidance and practical references for promoting energy transformation and smart grid construction.

## Keywords

new energy integration; power grid planning; power grid construction; smart grid; energy transition

## 新能源接入背景下电网规划与建设方向探讨

段冲 朱鹏英

国网江西省南昌市新建区供电分公司, 中国 · 江西 南昌 330100

## 摘要

在全球能源转型和碳中和目标提出的背景下, 新能源的快速发展对传统电网体系提出了新的挑战, 包括间歇性、随机性以及分布式接入等复杂问题。论文从规划与建设的角度出发, 系统探讨了电网在新能源接入中的关键方向, 提出了构建灵活电力系统、推进智能电网布局、优化区域化规划和储能设计的规划思路, 以及强化输电通道、智能输变配电系统和主动配电网建设的实践路径。论文同时分析了实现这些规划与建设目标所需的技术支持、政策保障和投融资机制, 并展望了新能源电网未来的发展趋势, 为推动能源转型和智能电网建设提供理论指导和实践参考。

## 关键词

新能源接入; 电网规划; 电网建设; 智能电网; 能源转型

## 1 引言

近年来, 随着全球能源转型的加速推进, 清洁能源、低碳发展逐步成为世界各国能源战略的主导方向。面对气候变化和环境污染的双重压力, 各国纷纷提出碳达峰和碳中和的目标, 加速构建以新能源为主的现代能源体系。在这一背景下, 风能、太阳能等可再生能源的装机容量和并网规模大幅提升, 新能源占比持续扩大。

## 2 新能源接入对电网提出的新要求

随着新能源的大规模接入, 传统电网的规划与运行模式面临前所未有的挑战。新能源接入的特性以及由此带来的

影响使得电网在运行、调度、适应性等方面需要进行全面的升级和改进。本部分将从新能源接入的特性及其对电网的影响, 以及电网在这一背景下面临的核心问题两个方面进行详细探讨。

### 2.1 新能源接入的特性及对电网的影响

#### 2.1.1 间歇性和随机性对电网调节能力的要求

新能源 (如风能和太阳能) 具有显著的间歇性和随机性特征, 受气候、地理位置等外部因素的影响, 发电功率往往呈现不均匀性和不可控性。这对传统电网的调节和稳定运行提出了更高的要求, 尤其是需要提升电网对负荷波动和供需不平衡的快速响应能力以及安全裕度。

#### 2.1.2 分布式能源接入的规模化和去中心化趋势

近年来, 新能源的接入逐步呈现分布式、多点接入的特征, 这与传统集中式电网模式存在显著差异。分布式能源的大规模接入意味着电能的生产和消费逐渐趋于分散化, 电

【作者简介】段冲 (1990-), 男, 中国江西南昌人, 本科, 助理工程师, 从事电网建设研究。

网在供电规划、负荷预测以及末端管理等方面需要更加精细化。同时，去中心化趋势使得传统的电力输配系统需要全面革新，以适应区域性发电和消纳的新需求。

### 2.1.3 高比例直流电网接入的需求

新能源的大规模开发利用通常伴随着直流输电技术的广泛应用，尤其是在远距离、大容量输电场景中（如“西电东送”“北电南送”）。与交流输电系统相比，直流电网在技术特性、调控模式等方面具有显著差异，实现交直流混合电网的协同运行成为电网规划和运行的重要方向。

## 2.2 电网在新能源接入背景下面临的问题

### 2.2.1 输电网的适应性问题

传统输电网的规划设计主要服务于集中化的能源生产与输送。面对新能源的多点接入和动态负荷挑战，现有电网在适配能力上显得不足，电网容量、负荷分布与动态调整能力需要大幅提升，以匹配新能源高比例接入的需求。

### 2.2.2 调度灵活性与稳定性不足

在传统能源发电模式下，电网调度以刚性调控为主，而新能源的波动性特性使得发电不确定性增加。现行的电网调度体系难以快速响应新能源出力变化，容易诱发电力系统频率波动、线路过载等问题，从而影响供电稳定性。因此，需要建立更加灵活精准的电网调度机制，以保障电网供需实时平衡。

### 2.2.3 能量存储与传输的瓶颈

新能源发电具有产能与用电需求在时空分布上的不匹配特点，这使得电能存储和超远距离输送成为电网运行的核心瓶颈。在现有技术环境下，储能装置成本较高、效率偏低；长距离输电则受限于线路传输能力和能量损耗，亟需技术突破和解决方案支持电能的大规模传输和消纳。

综上，新能源接入背景下的电网运行与规划面临多重挑战。只有深入研究新能源特性及其对电网的影响，全面解决输电网适应性问题、提升调度灵活性与能量存储能力，才能保障高比例新能源接入后的电网稳定性和安全性，为推动能源转型和低碳发展奠定坚实基础。

## 3 电网规划方向探讨

随着新能源接入规模的持续扩大，电网的规划需要紧扣新能源发展的特点和需求，转变传统的规划模式，通过构建更加灵活高效的电力系统、推进智能化布局、实现区域化与分布式协同以及优化输电与储能设计，全面提升电网适应和支撑新能源发展的能力。

### 3.1 构建以新能源为主体的灵活电力系统

在新能源成为电力系统主体能源的背景下，电网规划需要优先考虑系统的灵活性和适应性。一方面，新能源具有波动性和间歇性，其接入对电力系统的调度平衡和稳定运行提出了更高要求。因此，规划中需要大力提高电网的调节能力，包括增加灵活调节电源的比例、优化需求响应机制和发展虚拟电厂等手段，提升新能源消纳能力。另一方面，需注

重提升现有电网的承载性能，通过改造传统输电网络配置、强化电网节点灵活性以及优化跨区域输电能力建设，从整体上构建更加兼容新能源特性的电力系统。

### 3.2 推进智能电网布局

智能电网以信息化、数字化和自动化为基础，通过现代电力电子技术、通信技术以及人工智能的深度融合，能够有效应对多元化和复杂化的供需环境。在电网规划方面，应加速智能电网的布局，通过分区分层的设计提高系统运行效率与可靠性。具体来说，应推动智能感知终端的广泛应用，实时感知新能源发电的动态状态与电力需求的变化；同时，提高电网的自愈能力和运行智能化水平，如通过引入基于大数据分析和机器学习的动态调度系统，优化电力流向与实时负荷分配。此外，智能电网布局还应考虑支持大规模分布式电源接入，建设分布式控制中心，形成更加高效的信息交互和响应机制，满足新能源接入后对电网运行的新要求。

### 3.3 区域化与分布式电网规划

区域化和分布式电网的发展是当前电网规划的主要趋势之一，也是适应新能源高渗透率条件下的有效策略。在规划中，应鼓励因地制宜地构建区域电网和分布式能源系统，充分挖掘各地区的新能源资源潜力，形成供需相匹配的局域能源利用格局。例如，在风能或太阳能资源丰富的区域，规划可以侧重于发展以风光互补为核心的区域供电系统，并结合就地储能和电力平衡措施提高系统可靠性。而在负荷集中区域，可以优先发展分布式电网，通过多分布式能源的相互协同，缓解集中式电力供应压力，提升电网整体的适应能力和运行效率。此外，区域化与分布式规划还可通过智能微电网的建设，实现局部电力的自我平衡与独立运作，进一步降低对主电网的依赖性。

## 4 电网建设方向探讨

在新型能源接入的背景下，构建适应多元、灵活的电网体系成为必要。电网建设需要从输电网络优化、市场机制完善、智能技术应用以及配电网升级等多个方向着手，以应对新能源机组输出波动大、分布广等挑战。以下从四个方面进行讨论。

### 4.1 强化输电通道建设

加强输电通道建设是解决能源供需错配的重要手段。针对此问题，需要优化超高压（UHV）和特高压（EHV）输电线路的布局，构建高效、可靠的跨区域输电网络。在中国能源资源分布“西富东贫”“北富南贫”的格局下，大力推进“西电东送”“北电南送”国家级骨干通道工程的建设，能够实现能源资源在时间和空间的优化配置。此外，输电通道建设还需要考虑新能源发电分布不均的问题，合理化输电线路与新能源发电点的连接布局，从而提升资源利用效率。

### 4.2 发展电力市场和跨区域协作机制

面对新能源接入电网带来的调度复杂与不确定性，电力市场和跨区域协作机制的完善至关重要。一方面，应进一

步推动电力市场化改革,完善中长期合同与短期交易并行的电力市场体系,鼓励多元化主体积极参与市场交易;另一方面,跨区域电力调配机制需要着重提升灵活性与协调性,确保电能跨区流通的平稳与可靠。此外,电力现货市场的进一步发展和灵活调度能力的提升,可以有效缓解发电单元输出不稳定对电网的冲击,为新能源的消纳提供更可靠的保障。

#### 4.3 加速智能输变配电系统落地

智能化是电网发展的重要方向之一。首先,应大力推广柔性输电技术,包括高压直流输电(HVDC)及灵活交流输电(FACTS)技术,以提升输电网络的调控能力,从容应对新能源接入后的电力波动问题。其次,智能变电站的建设是电网智能化的重要环节。通过引入先进的感知、监测与通信技术,可实现电网运行状态的实时监控与智能分析。最后,还需推动智能终端在输电、配电环节的广泛应用,借助数字化管理进一步优化电网结构及运行效率。

### 5 实现路径与保障措施

随着新能源接入规模的逐步扩大和电网规划建设复杂性的提升,科学合理的实现路径与有效的保障措施显得尤为重要。本部分从政策支持与顶层设计、技术创新驱动、投融资机制完善以及人才队伍培养四个方面提出建议。

#### 5.1 政策支持与顶层设计

新能源的快速发展离不开科学的政策引导与系统性的顶层设计。首先,应制定与新能源接入需求相适应的行业标准和技术规范,尤其针对分布式能源、储能以及柔性输电等新兴技术领域,完善运行准则和评价机制,为电网规划和建设提供参考依据。其次,健全激励机制,鼓励电网企业和相关产业主体开展技术创新及示范应用。例如,通过税收减免、补贴支持等形式降低企业在研发阶段的资金压力,提升其投入积极性。最后,应明确主管部门职责分工,协调发展目标,通过制定长期战略规划,确保新能源与电网建设的协调推进。

#### 5.2 技术创新驱动

科技进步是实现电网现代化和适应新能源接入的关键动力。首先,应在储能技术、柔性输电设备、新型高压输电结构设计等关键领域加大研发力度,通过集中攻关解决技术瓶颈,提升中国在前沿电网技术上的领先优势。此外,推动数字化技术与电网的深度融合至关重要。通过物联网、大数据、人工智能等新兴技术的应用,构建面向新能源高比例接入的智慧电网,提升电网运行的可观测性与可控性,优化调度效率,增强电力的稳定性与可靠性。同时,利用创新技术促进能源管理的智能化,实现供需平衡的动态优化。

#### 5.3 投融资机制完善

充足的资金支持是保障电网规划和建设的基础。针对当前电网建设投资压力大的问题,应拓宽多元化投融资渠道,吸引社会资本参与。例如,通过设立基础设施投资基金或通过政府与社会资本合作(PPP模式)的方式,实现资金的多元化供给与风险的合理分担。此外,公共财政应加大支持力度,将新能源相关电网基础设施建设纳入优先发展领域,并通过专项资金补贴和政策性贷款,为电网开发与设施升级提供长期资金保障。同时,应优化投融资环境,降低企业融资成本,促进资金流向新能源与电网相关项目,形成可持续良性循环。

### 6 结论与展望

新能源的快速发展改变了传统电网运行的格局,对电网规划与建设提出了全新的挑战与要求。通过本文的探讨,可以得出以下结论:首先,新能源的大规模接入不仅带来了容量和结构上的调整需求,还引发了电网运行模式和资源优化配置方式的深刻变革;其次,电网规划需要打破传统模式,更多地融合灵活性、电力电子技术以及数字化手段,以应对新能源接入的不确定性和间歇性;最后,电网投融资模式与建设路径的创新是实现规划目标的关键。

展望未来,随着能源变革和低碳战略的进一步推进,新能源电网系统将朝着更智能、更互联和更绿色的方向发展。在技术趋势方面,新型储能技术、多能互补系统、虚拟电厂以及区块链技术的广泛应用将有效提升电网的运行效率与安全性;以人工智能为核心的智能调度和优化技术将在电网运行中扮演重要角色。在建设方向上,城乡电网的融合发展以及能源互联网的全面落地将成为重要突破口。

未来的电网不仅是能源的供给基础,更将成为多元能源协同发展的综合平台。在新能源接入背景下,建立安全可靠、灵活智能、经济高效的现代化电网体系是确保能源安全、推进绿色转型的必由之路。展望新时代电力系统的发展,依托科技创新与政策引导,电网与新能源的深度融合必将为实现“双碳”目标和可持续发展提供强有力的支撑。

#### 参考文献

- [1] 金鑫.基于新能源发展的电网规划关键技术分析[J].产业创新研究,2024(22).
- [2] 贾旭波,贾雪松.分布式光伏接入对地区电网规划的影响[J].低碳世界,2023(12).
- [3] 李晔,吕海霞.面向新能源消纳的电网规划方法分析[J].电气技术与经济,2023(9).
- [4] 王银平.电网规划中新能源电力接入问题及优化策略[J].光源与照明,2024(3).