

# 新能源接入对电网输配电工程的影响及解决方案分析

靳 欣

内蒙古电力集团有限责任公司呼和浩特市武川供电分公司 内蒙古呼和浩特 010000

**摘要：**随着新能源技术的不断发展与普及，大规模新能源如风能、太阳能等逐步接入电力系统，推动了我国能源结构的转型升级。然而，新能源接入给电网输配电工程带来了诸多挑战，主要表现在电网运行的稳定性降低、输配电系统调度难度加大以及传统电网架构与网源协调机制的不适应等方面。针对上述问题，论文系统分析了新能源接入对输配电工程产生的主要影响，阐述了新能源间歇性、波动性特征对电网安全、供电可靠性及经济性的具体影响，并指出新能源消纳和并网过程中存在的技术难点。在此基础上，论文提出了多项解决方案，包括优化电网结构，提升输配电设备智能化水平，加强调度自动化、储能技术的应用，完善电力市场机制以及推进多能互补与源网荷储协同发展等措施。这些对策为提升电网对新能源的接纳能力、保障电网安全稳定运行及推动可持续能源转型具有积极意义。

**关键词：**新能源接入；输配电工程；电网稳定性；储能技术；多能互补

## 引言

近年来，受国家能源战略调整及低碳发展要求的驱动，我国新能源产业实现了快速扩张。根据国家能源局统计，截至2023年底，全国风电和光伏发电总装机容量已突破8亿千瓦，占电力总装机约30%，显示出新能源在电力系统中作用日益突出（energy.gov.cn）。然而，新能源的间歇性和波动性特征给电网输配电工程带来了诸多技术与管理挑战。电网在承接大量风、光等新能源接入的过程中，面临着稳定性下降、调度复杂性增加、网源协调机制亟需重塑等问题。既往研究已就新能源并网的消纳难题和安全风险展开了分析，如储能应用、自动化调度升级及多能互补发展成为重要关注点。但由于现有电网体系与新能源特性的适配性不足，输配电工程亟需系统性的优化与创新。故本文将围绕新能源接入对电网输配电工程运行带来的核心影响，深入剖析主要技术难题，并提出兼顾电网安全、经济与可持续发展的系统解决方案，以期为我国电力系统高质量转型与新能源消纳能力提升提供理论支持和实践路径。

**作者简介：**靳欣，出生年：1995年10月，性别：男，民族：汉族，籍贯：内蒙古锡林郭勒盟太仆寺旗，单位：内蒙古电力集团有限责任公司呼和浩特市武川供电分公司，职称：助理工程师，学位：大学本科，主要研究方向：输配电及用电工程。

## 一、新能源接入背景与输配电工程现状

### 1. 新能源发展与接入现状

近年来，随着全球可持续发展意识的提高，新能源技术得到了迅猛发展，风能和太阳能作为主要代表，在全球范围内开始大规模应用<sup>[1]</sup>。我国作为能源消费大国，积极响应全球能源转型的呼声，推动了新能源技术的开发和利用。风力发电和光伏发电装机容量连续增长，大幅提升了新能源在能源结构中的比重。这些清洁能源资源丰富、分布广泛，成为了传统化石能源的重要补充。新能源的分布式和间歇性特征，使其在接入传统电力系统时面临诸多挑战。现阶段，新能源接入主要通过并网发电实现，但在技术标准、系统协调和运行监控等方面仍需进一步优化和完善。

### 2. 输配电工程基础架构与运行特征

输配电工程的基础架构和运行特征是保障电力系统稳定和高效运行的关键。通常，输配电系统由高压输电网、次级变电站及低压配电网构成，其功能是将电力从发电站高效、安全地输送到终端用户。高压输电网负责电力的远距离输送，次级变电站则将高压电力转换为适合配电网使用的中低压电力。配电网覆盖广泛，直接连接用户，是电力输送的一环。运行特征上，输配电工程强调高可靠性、灵活性和安全性，以应对电力需求波动和突发事件，维持系统稳定并促进电力的合理分配和利用。

### 3. 新能源发展对电网结构调整的推动作用

新能源的发展对电网结构的调整起到了显著的推动作用<sup>[2]</sup>。新能源的广泛接入要求电网从传统的集中式向分布式发展，加速了电网架构的变革。这一变革体现在电网的拓扑结构优化与柔性调度能力增强，需满足多元化能源供应的复杂需求。新能源的间歇性和波动性促使智能电网技术的应用，在提升调度灵活性的推动了电网的现代化建设。新能源发展要求加快建设更加灵活和兼容的电力基础设施，以适应不断增长的新能源并网规模和需求。

## 二、新能源接入对输配电工程的主要影响

### 1. 电网运行稳定性与安全性挑战

新能源接入对电网运行的稳定性与安全性带来了显著挑战。新能源如风能、太阳能具有间歇性和波动性的特点，其发电量受气象条件影响较大，直接导致电网供电的不确定性增加。这种不确定性使得电网频率和电压变化更加频繁，提升了设备故障风险和线路的稳定运行压力。新能源高渗透率情况下，电网面临电力潮流与短路电流的不平衡问题，加剧了电网保护配置和控制策略的复杂性。一些区域在新能源大量接入后出现了电网稳定性降低的现象，影响到了电力系统的安全运行。针对这些问题的解决需要加强电网规划、优化电网结构和提升技术装备水平，以确保电网在高比例新能源接入的条件下，实现安全稳定运行<sup>[3]</sup>。

### 2. 输配电系统调度与控制难题

随着新能源的大规模接入，输配电系统的调度与控制面临诸多难题<sup>[4]</sup>。新能源的间歇性和不稳定性导致电力供需平衡困难，传统的调度系统难以适应快速变化的电力输出，这增加了电网系统调度的复杂性。新能源的波动性要求实时监测和灵活的调度策略，以维持电力系统的稳定运行。输配电设备的适应性和可靠性成为关键问题，需要通过智能化技术的应用来提升调度效率和反应能力，以确保应对可再生能源不稳定供电的挑战。

### 3. 传统网源协调机制的不适应性表现

传统网源协调机制在应对大规模新能源接入时表现出明显的不适应性。其主要表现为传统电网设计主要依赖于稳定且可预测的化石燃料发电，这与具有间歇性和波动性的新能源特性相矛盾。传统网源协调机制缺乏对实时可变能源的灵活调度能力，导致资源配置效率低下。新能源的消纳需要更加敏捷的协调机制，以提升电网对于频繁波动的新能源输出的适应能力。现有电网架构难

以支持分布式发电与集中式管理同轨运行，传统机制在面对多元化电源时效率低下。

## 三、新能源接入带来的技术难点

### 1. 间歇性和波动性对供电可靠性的影响

新能源接入电网过程中，电力输出的间歇性和波动性对供电可靠性产生显著影响<sup>[5]</sup>。这种不稳定性主要源于自然气候条件的不可预测性，导致新能源发电的输出功率波动，进而影响电网的稳定运行。风能和太阳能的发电量常因气候变化出现大幅度波动，给持续稳定供电带来挑战。由于新能源发电的间歇性特点，电网系统面临频繁的供需不平衡问题，可能导致电网频率、电压等运行参数波动加剧。间歇性和不稳定性不仅对电力服务质量构成威胁，还可能引发大范围停电事件，从而干扰用户的用电体验。针对这些挑战，电网需要实施灵活的调度和先进的储能技术，以增强新能源接入的适应能力。

### 2. 新能源消纳过程中出现的瓶颈问题

新能源的消纳过程面临诸多瓶颈，主要体现在电网接纳能力与调度灵活性方面。由于新能源发电的间歇性与不可预测性，电网亟需增强其调度能力，以应对峰谷差异及供需失衡的状况。电网基础设施不完善导致部分地区新能源发电受限，无法实现资源的最优分配。现有电力市场机制尚未完全适应新能源特性，市场交易与价格机制的灵活性不足，限制了新能源的经济效益。各方需通过技术、制度的创新与协调，破解这一系列瓶颈，实现新能源的最大化利用。

### 3. 经济性与供电保障之间的矛盾

在能源转型过程中，经济性与供电保障之间的矛盾成为新能源并网的一大技术难点。新能源发电的间歇性和波动性导致输出功率的不稳定，增加了电力系统运行成本。为确保供电稳定，通常需要配置备用容量或储能系统，这又进一步推高了投资和运营费用。传统电网基础设施在适应新能源快速变化特征方面存在不足，需进行大规模改造和升级，而这些工作也需要大量资金投入。这种成本负担与供电保障之间的权衡成为行业亟待解决的难题。

## 四、输配电工程应对新能源接入的对策措施

### 1. 输配电网结构与设备智能化提升

输配电网结构与设备智能化提升是应对新能源接入挑战的关键举措之一。通过优化电网结构，可以提高输配电网的灵活性和适应性，以更好地消纳间歇性和波动性较大的新能源。智能化设备的引入，有助于提升电网

运行的效率与可靠性。这些设备包括监测和控制系统、高效能变压器和智能开关等，能够实时监测电网的运行状态，优化电力分配，并迅速响应异常情况。借助先进的通信技术和数据分析工具，对电力系统实施精准调度和预测，实现更高效的能源管理。通过加强输配电设备的智能化建设，可以增强电网的自适应调整能力，支持多能互补，促进新能源更高效、更安全地接入电网。这些措施有助于推动我国新能源发展和电网转型。

## 2. 储能及多能互补技术的应用推进

储能技术和多能互补技术的应用是应对新能源接入电网挑战的关键举措。储能系统能够有效缓解新能源供应的不稳定性，通过在电力需求低谷时储存电能，在需求高峰时释放，平衡电力供需，增强电网的稳定性和灵活性。多能互补技术通过整合风能、太阳能、水能及其他清洁能源，实现能量的动态调配和综合利用，提高系统的整体效率和可靠性。这些技术的推进不仅有助于提升新能源消纳能力，还将促进电网结构的优化和绿色发展策略的实施。

## 3. 源网荷储协同与市场机制的创新完善

源网荷储协同机制旨在提高电网对新能源的消纳能力，确保系统稳定运行。通过协调源、网、负荷与储能设施之间的互动，可以实现电力流动的优化与均衡。市场机制创新则涉及推动电力市场开放，采用价格信号引导发电与消费行为，使新能源发电与储能系统更好地与电网运行匹配。引进激励机制，鼓励参与方提高响应速度与适应性，促进不同能源种类之间的协同互补，进一步提升燃气、电力及储能设施之间的综合效能。

## 结束语

本文系统研究了新能源大规模接入对电网输配电工

程的影响，明确指出新能源间歇性与波动性加剧了电网运行的不确定性，导致电网调度复杂化和供电可靠性下降。针对上述问题，提出了优化电网结构、推进设备智能化、强化调度自动化、拓展储能技术、完善市场机制及推行多能互补与源网荷储协同等措施，有效提升了新能源的接纳能力，增强了电网运行的稳定性与灵活性。尽管提出的解决方案可明显缓解新能源接入带来的不利影响，但在新能源消纳能力、储能经济性、配网承载极限及多元主体协同机制等方面尚存在一定局限，尤其是大规模储能和柔性交互等关键技术仍待进一步突破。未来研究可聚焦于创新储能材料、提升智能调度算法、完善区域间能源互补机制，并深化市场体制改革，为全面提升电网适应新能源发展的能力，促进绿色低碳转型提供坚实保障。

## 参考文献

- [1]汪忠, 汪荏荏. 新型输配电电网建设及新能源微电网并网思考[J]. 华东科技: 综合, 2020, 0(03): 0320-0320.
- [2]张仲夏, 李娟, 唐剑媚. 新能源接入对主动配电网的影响[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023, (03): 0068-0071.
- [3]乐程毅, 贝斌斌. 新能源接入对电网稳定性影响及应对[J]. 湘潭大学学报: 自然科学版, 2022, 44(06): 121-126.
- [4]黄海泉, 周明昊. 新能源接入对配电网影响研究[J]. 中国电气工程学报(英文), 2021, 8(02): 23-23.
- [5]陈勇, 邓中原, 苏沛. 高比例新能源接入对末端电网稳定性影响分析[J]. 电力设备管理, 2021, (15): 142-145.