

# 新能源发展背景下的电网规划关键技术及其应用

张云

国网昆山市供电公司 江苏苏州 215300

DOI : 10.12238/jpm.v6i3.7804

**[摘要]** 随着新能源的快速发展,电力系统面临着巨大的挑战与机遇。为了应对新能源大规模接入对电网带来的波动性和不确定性,电网规划的关键技术逐渐成为研究的重点。本文从新能源发展背景出发,探讨了当前电网规划中面临的技术难题及其解决方案。文章详细分析了智能电网、储能技术、需求侧管理、柔性电网等关键技术的应用,并结合国内外的成功案例,提出了电网规划的未来发展方向。研究表明,只有通过创新的技术手段和合理的规划设计,才能实现电网的安全、可靠与高效运行,为新能源的可持续发展提供坚实的保障。

**[关键词]** 新能源; 电网规划; 智能电网; 储能技术; 柔性电网

## Key technologies and their application of power grid planning under the background of new energy development

Zhang Yun

State Grid Kunshan Power Supply Company, Kunshan City, Suzhou city, Jiangsu Province 215300

**[Abstract]** With the rapid development of new energy, the power system is facing great challenges and opportunities. In order to cope with the volatility and uncertainty brought by the large-scale access of new energy to the power grid, the key technologies of power grid planning have gradually become the focus of research. Based on the background of new energy development, this paper discusses the technical problems and their solutions in the current power grid planning. This paper analyzes the application of key technologies such as smart grid, energy storage technology, demand side management, flexible power grid, and combined with the successful cases at home and abroad, puts forward the future development direction of power grid planning. The research shows that only through innovative technical means and reasonable planning and design, can the safe, reliable and efficient operation of the power grid be realized, and provide a solid guarantee for the sustainable development of new energy.

**[Key words]** new energy; grid planning; smart grid; energy storage technology; flexible grid

### 引言:

随着全球能源结构的转型,新能源的比重逐年增高,风能、太阳能等可再生能源的利用已经成为各国能源政策的重要组成部分。然而,由于新能源的波动性和不确定性,传统电网在处理新能源接入时显现出诸多问题,尤其是在电力供应的可靠性和稳定性方面。电网的规划设计,尤其是在新能源接入后如何实现电网的优化与高效运行,已经成为电力行业面临的重大课题。近年来,随着新技术的发展,特别是智能电网、储能系统和柔性电网等新兴技术的不断突破,为电网规划提供了新的思路和解决方案。本文旨在探讨这些关键技术 in 电网规划中的应用,并提出未来电网发展方向。

### 一、新能源发展背景

#### 1.1 新能源的快速发展趋势

全球能源结构加速转型,新能源正成为可持续发展的核心。在中国,风能和太阳能的装机容量大幅增长。根据国家能源局的数据,到2024年底,中国风电和太阳能总装机容量分别突破4亿千瓦和5亿千瓦,已超越传统化石能源发电能力。政府出台了一系列政策,促进新能源发展。比如,《能源发展“十三五”规划》提出,到2020年非化石能源占一次能源消费比重达到15%以上,预计该目标将在2025年提前实现。新能源不仅带来了环境效益,也推动了产业技术进步和就业增长。然而,新能源的接入电网对电网稳定性提出了挑战,尤其是在电力波动和间歇性问题上。

#### 1.2 新能源接入对电网的影响

新能源发展加剧了电网接入的压力,尤其是风能和太阳能的波动性对电网稳定性构成严峻挑战。风力发电受气候影响较

大，太阳能发电也因天气变化、昼夜交替等因素波动。如何平衡这些不确定性成为电网规划中的关键问题。例如，2017 年中国风电装机首次突破 1 亿千瓦，尽管总量增长迅速，但在风电高峰时，内蒙古、新疆等地电力过剩，造成了大量弃风现象。根据中国电力企业联合会的统计，2018 年弃风率为 17.7%，反映出新能源接入对电网稳定性的影响。因此，提升电网适应新能源的能力，解决其波动引发的调度问题，已成为当前电网规划的重要挑战。

### 1.3 新能源电力系统的挑战与机遇

新能源电力系统面临的挑战主要有三点。首先，新能源发电受气候条件影响较大，导致电力供应不稳定。其次，由于风电和太阳能分布分散，如何有效整合这些分布式能源是电网规划中的重要问题。最后，传统电网缺乏足够的调度能力，无法有效应对大规模新能源接入，因此需要技术升级，提升电网柔性和适应性。然而，新能源电力系统的建设也带来了机遇。智能电网、储能技术、需求侧管理等新兴技术为解决这些问题提供了有效方案。中国国家电网公司已在多个项目中实施智能电网和柔性电网试点，这些项目在解决新能源并网和电力调度方面取得了积极进展。随着技术的不断发展，新能源电力系统有望克服现有挑战，推动电力系统向更加绿色、高效、智能的方向发展。

## 二、电网规划的关键技术

### 2.1 智能电网技术

智能电网技术是指通过信息通信技术（ICT）、自动化技术和数据分析手段，对电网进行全面监控和实时调度，从而提高电网的可靠性和灵活性。中国在智能电网建设方面取得了显著进展，尤其是在电力调度、需求响应、负荷预测等方面。中国国家电网公司通过实施“智能电网示范工程”，在多个城市和地区开展了智能电网的建设，包括北京、上海、广州等地的智能电表和智能配电网建设，这些项目大大提高了电力的调度效率和供电可靠性。例如，北京市智能电网项目通过对电网负荷的实时监测，成功将供电可靠性提高了 5% 以上，同时有效减少了能源浪费。智能电网通过实时数据采集、传输、分析，能够实现负荷预测、故障自动诊断与恢复，提高了电网的运行效率，尤其是在新能源发电接入较多的地区，智能电网技术可以根据风力和光照的变化调整电力流向，保证电网的平稳运行。

### 2.2 储能技术的应用

储能技术是解决新能源接入电网波动性的关键技术之一。它通过储存多余的电力，待需求高峰时释放，从而平衡电网负荷，提高电网的稳定性。在中国，储能技术的应用逐步成熟，多个项目展示了其在电网中的重要作用。以国家电网公司为例，在 2017 年启动了“南方储能示范项目”，该项目通过建设大型储能系统，帮助南方电网应对风电和光伏发电的波动性。该项目的储能系统容量为 100MW，能够在风电和太阳能发电不稳定时提供平衡电力，大大减少了弃风弃光现象。根据项

目运营数据，储能系统的投入使用后，南方电网的供电稳定性提升了 15%，且有效避免了约 30% 的电力弃用情况。储能技术不仅能够平衡电网的负荷波动，还能够提高新能源的利用率，推动电力系统的绿色转型。

### 2.3 柔性电网与电网互联

柔性电网技术是一种可以通过调整电网结构和运行方式，灵活应对新能源波动的技术。它通过可调节的电网设备，如柔性直流输电（HVDC）系统，灵活调节电网中的电力流向，从而保证电力传输的稳定性。中国在柔性电网建设方面取得了显著成果，特别是在电网互联方面。例如，2016 年，中国南方电网与北方电网通过建设柔性直流输电线路，实现了东西部电力的互联互通，成功打破了地区间电力传输的瓶颈。这一项目的成功应用，不仅优化了电力资源的配置，还增强了电网的安全性和稳定性。通过电网互联，柔性电网能够在不同区域之间平衡电力负荷，尤其在新能源发电不稳定的情况下，能够通过远距离输电调剂不同地区的电力资源，从而有效平衡电网负荷，减少弃电现象。

## 三、智能电网的应用与发展

### 3.1 智能电网的基本概念

智能电网是指基于现代信息技术、自动化控制技术和智能化调度系统，通过对电网进行实时监控、控制和优化调度的电力系统。智能电网的核心是信息技术与电力系统的深度融合，其基本组成包括智能变电站、智能配电网、智能计量系统、智能调度中心等。智能电网不仅能够提高电网的自愈能力，还能优化电力资源的配置，提升电网的运行效率。通过高效的信息处理系统，智能电网能够实时掌握电网运行状态，根据负荷变化和供电需求动态调节电力流向，避免了传统电网中人为调度可能带来的延误和错误。

### 3.2 智能电网在电力调度中的作用

在电力调度中，智能电网能够提供实时数据支持，实现对电力需求和供给的精准预测。通过大数据分析，智能电网能够识别负荷波动规律并做出快速反应。在中国，智能电网技术已被广泛应用于电力调度系统。例如，华北电力调度中心采用智能电网技术，通过大数据平台实时监控全网负荷，精准预测未来电力需求，优化电力资源分配。根据 2019 年数据，智能电网系统使得电力调度准确度提高了 18%，减少了约 5% 的系统运营成本。此外，智能电网还可以通过需求响应机制，调节消费者端负荷，尤其是在高峰负荷时段，智能电网能够动态调节电力供应，提高电网的可靠性。

### 3.3 智能电网的未来发展趋势

随着技术的不断进步，智能电网将向着更加智能化、自动化的方向发展。未来，智能电网将集成更多的先进技术，包括人工智能、物联网、大数据等，通过深度数据分析和机器学习算法，实现更精确的电网调度和故障预警。根据《2025 智能电网发展规划》中的预测，到 2025 年，智能电网将覆盖全国主

要地区，全面提升电网的调度能力、抗灾能力和自愈能力。此外，随着电动车充电桩的普及，智能电网将进一步与电动交通系统进行融合，通过动态电网调度优化电动汽车的充电需求，推进绿色出行的普及。

#### 四、储能技术在电网中的应用

##### 4.1 储能技术的种类与特点

储能技术主要包括机械储能、电化学储能、热能储能等几大类，其中电化学储能（如锂电池）和机械储能（如抽水蓄能）是目前应用最广泛的两类。电化学储能技术的优点是响应速度快、能量密度高，适合用于短时负荷调节；而抽水蓄能则适用于大规模、长时间的能量存储，具有较高的效率和稳定性。在中国，抽水蓄能和锂电池储能已经在多个项目中取得应用。根据 2023 年数据，中国的抽水蓄能装机容量已经达到 33GW，占全球总装机容量的 40%以上，成为世界领先的储能技术应用国。锂电池储能系统的优势在于体积小、重量轻，适合于城市和分布式能源系统中，越来越多的光伏发电和风电项目开始集成锂电池储能系统，以提高电力供应的稳定性和可调度性。

##### 4.2 储能系统对电网的优化作用

储能系统对电网优化的作用主要体现在以下几个方面：首先，储能系统可以平衡电网的供需，尤其是解决新能源发电的波动性问题。通过储能，电网可以在新能源发电过剩时存储电能，在需求高峰时释放，避免了电力的浪费。其次，储能系统能够提高电网的可靠性，避免由于风电、太阳能等新能源波动性引起的电网不稳定。根据 2019 年国家电网的数据，储能系统的应用使得电网的稳定性提升了 12%以上，尤其在新疆、内蒙古等风电和光伏发电较为集中的地区，储能系统有效减少了弃风弃光现象，提升了电网的运行效率。

##### 4.3 储能技术的发展前景

储能技术的发展前景十分广阔，随着技术的不断进步，储能系统的成本正在逐步下降，储能效率不断提高。未来，随着电动汽车的普及以及能源互联网的发展，储能技术将在电网规划中扮演更加重要的角色。预计到 2030 年，中国的储能市场规模将达到数千亿元人民币，成为全球储能技术应用的重要市场之一。储能技术不仅将推动电网的绿色转型，还将为电力用户提供更多灵活的电力消费方式，如虚拟电厂和需求响应等服务。

#### 五、电网规划的未来发展方向

##### 5.1 多能源协同优化

未来的电网规划将更加注重多能源的协同优化，即风能、太阳能、天然气等多种能源形式的融合。通过构建多能源系统，电网能够在不同能源之间实现动态平衡，减少对单一能源的依赖，从而提高电力系统的安全性和稳定性。在中国，多个地区已经开始试点多能源协同优化。例如，河北省在 2019 年启动了多能源综合能源服务示范项目，该项目通过将风能、太阳能、天然气发电与储能系统结合，成功实现了区域能源的高效调度。根据项目数据，该项目的实施使得新能源的利用率提升了

15%，同时降低了电网的运行成本。

##### 5.2 电网与分布式能源的融合

分布式能源系统的快速发展为电网的优化提供了新的方向。通过推动分布式光伏、分布式风电等能源的并网，可以有效分散能源供应的风险，减少输电损耗，提高电力系统的弹性。以广东省为例，该省在多个城市推广了分布式光伏发电项目，在 2022 年已经累计装机超过 3000MW，成为全国领先的分布式能源应用示范区。分布式能源的融合不仅减少了对中心电网的依赖，还提升了电网的灵活性和应急能力。

##### 5.3 智能化、电气化和绿色化发展趋势

电网规划的未来发展趋势将是智能化、电气化和绿色化的结合。随着电动汽车、储能技术、智能电网等技术的发展，未来的电网将变得更加智能化、自动化，不仅能实时监控电网的运行状况，还能够根据需求变化进行自我调整。根据《智能电网发展规划》的预期，到 2030 年，中国的电网将实现全覆盖智能电网，推动电力系统更加绿色、高效和低碳。电气化的进程也将加速，特别是在交通、建筑、工业等领域，电气化将成为实现低碳发展的关键路径。

#### 六、结语

综上所述，本文围绕新能源背景下的电网规划关键技术展开讨论，分析了智能电网、储能技术、柔性电网等技术对电网优化和运行效率提升的关键作用。在新能源接入日益增加的情况下，如何在确保电网安全、稳定运行的前提下充分利用可再生能源，是未来电网规划的重要任务。通过合理规划和应用先进技术，能够有效提升电网的适应性和弹性，促进能源的清洁、绿色发展。未来，电网将更加智能化、灵活化和高效化，在全球能源转型的过程中发挥更加重要的作用。

#### [参考文献]

- [1]新形势下新能源电力接入对电网规划的影响探究.童灿；谢飞；姚治国；张红亮；孙莉娟；刘高强.电子元器件与信息技术，2024（05）
- [2]智能电网条件下的多目标输电规划.石亮；张可.山东工业技术，2017（11）
- [3]新能源发展背景下电网规划核心技术探析.黄鹏.电力设备管理，2024（22）
- [4]新能源发展中的电网规划关键技术分析.黄欣；吴伟杰；张伊宁；高晓彬.电子技术，2022（10）
- [5]分布式光伏接入对地区电网规划的影响.贾旭波；贾雪松.低碳世界，2023（12）
- [6]面向新能源消纳的电网规划方法分析.李晔；吕海霞.电气技术与经济，2023（09）
- [7]电网规划中新能源电力接入问题及优化策略.王银平.光源与照明，2024（03）
- [8]电网规划中新能源电力接入问题及策略研究.赵磊.光源与照明，2024（03）