

# 电力系统中新能源接入的影响与优化策略

高晓飞

国家电投集团山东能源发展有限公司 山东 济南 250001

**摘要:** 随着全球对可再生能源的日益重视, 新能源如太阳能、风能等在电力系统中的接入已成为趋势。然而, 这种转型并非一帆风顺, 新能源的接入对电力系统带来了多方面的挑战。本文将从技术、经济、运营等多个角度, 深入探讨新能源接入对电力系统的影响, 并针对这些影响提出一系列具体而详细的优化策略。

**关键词:** 新能源; 电力系统; 稳定性; 优化策略; 可再生能源

## 引言

在全球能源结构转型的大背景下, 新能源以其清洁、可再生的特点受到了广泛关注。然而, 新能源的大规模接入并非易事, 其波动性和间歇性对电力系统的稳定运行提出了严峻挑战。本文旨在全面分析新能源接入的影响, 并提出切实可行的优化策略。

## 1 新能源接入对电力系统的影响

### 1.1 调峰能力的挑战

新能源接入对电力系统的影响主要表现在多个方面, 其中调峰能力的挑战尤为突出。由于新能源如太阳能和风能等具有天然的波动性和间歇性, 这使得电力系统的供需平衡变得更加复杂。具体来说, 新能源发电在阳光充足或风力强劲时可能产生大量电能, 而在天气条件不佳时则可能发电量锐减。这种发电量的不稳定性直接导致了电力供需的波动。在电力需求高峰时段, 如白天工业用电和居民用电高峰期, 如果此时新能源发电量不足, 传统的水力、火力发电站就需要迅速增加出力以满足需求。然而, 这些传统发电站的调峰能力是有限的, 特别是在短时间内大幅提升出力的能力受到限制。因此, 在新能源接入比例较高的电力系统中, 调峰能力的不足可能导致高峰时段的电力供应紧张, 甚至出现供电不足的情况<sup>[1]</sup>。另一方面, 在电力需求低谷时段, 如夜间或节假日, 新能源发电量可能依然保持较高水平, 而此时电力需求却大幅下降。这就会导致过剩电能的产生, 如果没有有效的储能手段或电力外送通道, 这些过剩电能可能会造成资源的浪费, 甚至对电力系统的稳定运行构成威胁。因此, 新能源接入对电力系统的调峰能力提出了更高要求。为了应对这一挑战, 电力系统需要采取一系列措施, 如加强储能技术的研发和应用、优化电力调度策略、提高传统发电站的调峰能力等, 以确保电力系统的稳定运行和供需平衡。

### 1.2 电压与频率稳定性的挑战

新能源发电设备的启动与停止以及风能和太阳能的间歇性确实对电力系统的电压和频率稳定性带来了显著挑战。这些新能源发电方式的特点使得电力输出不再是稳定且连续的, 而是变得动态和多变, 这直接影响了电力系统的稳定运行。具体来说, 当新能源发电设备突然启动或停止时, 会瞬间改变电网中的有功和无功功率的平衡状态。这种突变会导致电网电压的瞬时波动, 如果波动幅度过大, 可能会损坏电网中的敏感设备, 如变压器、电容器等, 甚至引发连锁反应, 导致更大范围的电网故障。同时, 风能和太阳能的间歇性也意味着电力输出会随风速和光照强度的变化而快速变化。在风速或光照突然增强时, 大量的电能会瞬间注入电网, 导致电网频率的上升; 反之, 当风速或光照减弱时, 电力输出会迅速下降, 可能导致电网频率的下降。这种频率的波动不仅会影响电网中设备的正常运行, 还可能对用户端的电器设备造成损害, 如电动机转速不稳、照明设备闪烁等。更为严重的是, 如果新能源发电设备在电网中的占比过高, 这种电压和频率的不稳定性会更加明显<sup>[2]</sup>。因此, 电力系统需要采取一系列措施来应对这些挑战, 如引入先进的控制策略、配置无功补偿设备、优化储能设备的配置与运行等, 以确保电力系统的电压和频率稳定, 从而保障电网的安全经济运行。

### 1.3 运行成本的挑战

新能源接入电力系统后, 确实带来了运行成本方面的挑战。具体来说, 为了应对新能源发电的波动性和间歇性, 电力系统需要进行一系列的适应性改造和增设设备, 这些举措不可避免地增加了运行成本。首先, 由于新能源发电的不稳定性, 电力系统需要引入储能设备来平衡供需波动。这些储能设备, 如电池储能系统或抽水蓄能电站, 不仅购置成本高, 而且还需要定期进行维护和更换, 这无疑增加了电力系统的初始投资成本和后续的运维费用。其次, 新能源发电设备的接入往往需要对

现有的变电站进行升级。这包括增设变压器、开关设备等,以适应新能源发电的高波动性和不确定性。这些升级操作不仅需要大量的资金投入,还需要专业的技术人员进行安装和调试,进一步推高了运行成本。再者,为了适应新能源发电的远距离输送和分散接入,电力系统可能需要对现有的输电线路进行改造或增设新的线路。这不仅包括线路的建设成本,还包括线路的运维和检修费用。特别是在地理环境复杂或人口密集的地区,线路的改造和增设难度更大,成本也更高。

#### 1.4 电网规划的挑战

新能源发电设备的接入确实给电网规划带来了前所未有的挑战,特别是考虑到这些设备通常分布在地理位置偏远、环境复杂的区域。这一特点显著增加了电网规划的复杂性和难度。首先,偏远地区的基础设施建设相对薄弱,交通不便,这给电网建设材料的运输、设备的安装以及后期的维护都带来了不小的困难。在规划过程中,必须充分考虑这些因素,确保电网的可靠性和稳定性。其次,新能源发电设备的接入需要优化输电线路的布局。由于新能源发电站往往距离主要负荷中心较远,因此需要合理规划输电线路的路径和容量,以确保电能的高效传输。这涉及到线路的走向、塔基的选择、导线的选型等多个方面,都需要进行精细化的设计和优化。此外,减少电能损耗也是电网规划中的一个重要考虑因素。长距离的电能传输必然会产生一定的损耗,这不仅降低了电能的利用效率,还增加了运营成本。因此,在电网规划中,需要采用先进的技术手段,如提高电压等级、使用高效节能的输电设备等,来降低电能损耗。

### 2 新能源接入的优化策略

#### 2.1 提升调峰能力

针对新能源接入带来的调峰能力挑战,采取有效的优化策略至关重要。以下将详细阐述两种关键策略:储能技术的应用和需求侧管理。首先,储能技术在提升电力系统调峰能力方面发挥着举足轻重的作用。通过大规模应用储能技术,如电池储能和抽水蓄能等,电力系统能够在新能源发电高峰时将多余的电能储存起来,在电力需求增加或新能源发电低谷时释放这些储存的电能。这种策略不仅有效地平衡了供需波动,还提高了电力系统的稳定性和调节能力。具体来说,电池储能系统具有响应速度快、效率高、灵活性强等优点,能够在短时间内吸收或释放大量电能,非常适合用于电力系统的调峰。而抽水蓄能则是一种大规模的储能方式,通过在电力需求低谷时将水抽到高处储存,在电力需求高峰时放水发电,从而实现电能的时空转移<sup>[1]</sup>。其次,需求侧管理

也是提升调峰能力的重要手段。通过实施峰谷电价、可中断负荷等措施,可以引导用户在电力需求高峰时减少用电,从而减轻电力系统的调峰压力。峰谷电价制度通过设定不同时段的电价,鼓励用户在电力需求低谷时段使用电能,而在高峰时段减少使用,这样可以有效降低电力系统的负荷峰值。此外,可中断负荷策略也是一种有效的需求侧管理手段。通过与用户签订合同,允许电力系统在必要时中断部分负荷以减轻调峰压力。这种策略在保障用户基本用电需求的同时,为电力系统提供了更大的调峰裕度。

#### 2.2 保障电压与频率稳定

为了保障电力系统的电压与频率稳定,在新能源大量接入的当下,必须采取一系列有效措施。其中,引入先进的控制策略和配置无功补偿设备是两项至关重要的举措。在引入先进控制策略方面,自适应控制和鲁棒控制等技术的运用显得尤为关键。这些先进控制策略能够实时监测电力系统的运行状态,包括电压、电流、功率等关键参数,并根据这些实时数据动态调整系统的运行方式。例如,当系统电压出现波动时,自适应控制策略可以迅速调整变压器的分接开关位置或改变发电机的励磁电流,以稳定系统电压。同样,当系统频率出现偏差时,这些控制策略也可以通过调整发电机的出力或负荷的分配来维持频率的稳定。自适应控制策略的核心在于其能够根据电力系统的实时状态进行智能决策,从而实现对该系统的精准控制。这种控制策略不仅提高了电力系统的稳定性,还有效地延长了设备的使用寿命,降低了运维成本。而鲁棒控制策略则更注重系统的抗干扰能力,它能够在电力系统受到外部干扰时,迅速作出反应,确保系统的稳定运行。在配置无功补偿设备方面,静止无功补偿器(SVC)和静止无功发生器(SVG)等设备的运用对于维护系统电压稳定具有显著效果。这些设备能够根据系统的无功需求,动态地提供或吸收无功功率,从而有效地维持系统的电压水平。SVC通过调整其内部的电容器和电抗器的组合,可以改变其输出的无功功率,实现对系统电压的精确控制。而SVG则通过先进的电力电子技术,能够迅速响应系统的无功需求,提供必要的无功支持。这些无功补偿设备的配置不仅提高了电力系统的电压稳定性,还有助于减少系统的有功损耗,提高电能的传输效率。

#### 2.3 降低运行成本

降低新能源接入电力系统的运行成本,是确保新能源可持续发展的关键环节。首先,优化储能设备的配置与运行对于降低运行成本至关重要。由于新能源发电

具有波动性和间歇性，储能设备在平衡供需、稳定电网运行方面扮演着重要角色。然而，储能设备的投资和运维成本也相对较高。因此，根据新能源发电的预测数据来合理配置储能设备的容量和位置，显得尤为重要。具体来说，可以利用大数据分析和人工智能技术，对新能源发电进行精准预测。基于这些预测数据，可以计算出所需的储能容量，并确定储能设备的最佳布局位置。这样不仅可以避免储能设备的过度配置，减少不必要的投资，还可以确保其在电力系统中发挥最大的效用。同时，通过智能监控和维护系统，可以实时监测储能设备的运行状态，及时进行维护和更换，从而降低运维成本。其次，提高设备利用率也是降低运行成本的有效途径。智能电网技术的应用为实现设备的优化调度和协同控制提供了可能。通过智能电网技术，可以实时监测和分析电力系统的运行状态，根据实际需求对设备进行智能调度。这不仅可以确保设备在高效状态下运行，还可以避免设备的闲置和浪费。此外，智能电网技术还可以实现设备之间的协同控制。通过数据共享和信息交互，各个设备可以更加高效地配合工作，从而提高整个电力系统的运行效率。这种协同控制方式不仅可以减少设备的磨损和故障率，还可以延长设备的使用寿命，进一步降低运维成本。

#### 2.4 合理规划电网布局

在新能源接入的背景下，合理规划电网布局显得尤为重要。为了应对新能源发电设备通常分布在偏远地区所带来的挑战，我们需要采取一系列精细化、高效化的规划策略。首先，引入地理信息系统（GIS）技术是提升电网规划科学性和精准性的关键。GIS技术能够整合地理空间数据和电网运行数据，为规划人员提供一个直观、全面的视图。通过GIS技术对电网进行空间分析，可以识别出适合建设变电站和架设输电线路的最佳位置。这种技术还能帮助我们评估不同地点的地质、气象等条件，以确保电网设施的安全性和稳定性。在GIS技术的辅助

下，我们可以对电网的容量进行合理规划。通过对历史用电数据的分析和未来电力需求的预测，结合新能源发电的特点，可以计算出各区域的电力供需平衡，从而确定变电站和输电线路的容量。这样不仅可以避免电网设施的过载运行，还能确保其在满足当前需求的同时，具备一定的扩展性，以适应未来电力需求的增长<sup>[4]</sup>。此外，对于远距离输电场景，采用高压直流输电（HVDC）技术具有显著的优势。HVDC技术通过直流电的方式进行电能传输，相比交流输电，其在远距离传输过程中能够显著减少电能损耗。这不仅提高了电能的利用效率，还降低了运营成本。同时，HVDC技术的线路走廊宽度较小，减少了土地占用，降低了对环境的影响。在电网规划中，HVDC技术的应用还可以提高电网的稳定性和调节能力。由于其独特的传输方式，HVDC技术可以有效地隔离故障区域，防止故障扩散，从而保障电网的整体安全。

#### 结语

新能源接入对电力系统带来了多方面的挑战，但通过采用先进的储能技术、控制策略、智能电网技术等优化策略，可以有效地应对这些挑战。未来，随着新能源技术的不断进步和电力系统智能化水平的提高，我们有理由相信电力系统将更加稳定、高效和环保。同时，政府、企业和科研机构应继续加大投入，推动新能源和电力系统的融合发展，为实现全球能源结构的可持续转型贡献力量。

#### 参考文献

- [1]金国新.新能源电厂并网对电力系统稳定性的影响与优化策略探讨[J].建筑与施工,2024,3(3):11-12.
- [2]李训忠.探讨新能源接入对电网安全稳定的影响[J].电气技术与经济,2023,(08):35-37.
- [3]刘泊静.提升高比例新能源电力系统的可持续发展能力[N].中国电力报,2022-07-01(002).
- [4]曹成强.电网规划中新能源电力接入存在的问题及优化措施[J].光源与照明,2021(12):76-77.