

光伏发电对电力调控的影响

阳 璟

国网湖北省电力有限公司宣恩县供电公司 湖北恩施 445500

【摘要】光伏发电的波动性导致电力系统需要更加灵活地进行调度和运行，以应对日常波动和突发情况。在电力系统中，传统的调度方式可能需要进行调整，以更好地整合光伏发电并确保系统稳定。为了提高光伏发电的利用率和电力系统的稳定性，可以采取多种措施，如增加储能装置、优化调度算法、加强市场机制等。光伏发电对电力调控的影响是一个复杂的系统工程问题，需要在技术、政策和市场等多个方面进行综合考虑和解决。通过深入研究光伏发电的特点及其与电力系统的互动关系，可以为未来的电力调控提供重要的参考和指导，推动清洁能源的更广泛应用和可持续发展。

【关键词】光伏发电；电力调控；影响分析；有效措施

引言

光伏发电作为一种清洁、可再生能源，与传统的火力发电相比，光伏发电具有一定的波动性和不确定性，主要受到天气条件的影响，这给电力系统的调控带来了新的挑战。在过去的几十年里，电力系统一直依赖于可控的燃煤、燃气等能源来平衡供需，但随着光伏发电行业的快速发展，传统的调度和调控方式可能需要进行调整和优化。光伏发电的波动性意味着电力系统需要更加灵活地应对不断变化的发电量，以确保系统的稳定运行。这包括日常的负载平衡和突发情况下的应急调度，如天气突变或光照不足等。传统的调度算法和市场机制可能无法充分适应光伏发电的特点，因此需要引入新的技术和策略来更好地整合光伏发电资源，并确保电力系统的安全性和可靠性。

1 双碳背景下我国光伏发电的关键技术现状与发展前景

1.1 双碳背景下我国光伏发电的关键技术现状

光伏发电技术的关键在于太阳能电池的研发和制造，我国在晶硅、多晶硅、单晶硅等太阳能电池领域具有较强的实力，但在薄膜太阳能电池等新型技术方面尚有待提升。此外，光伏组件的效率和稳定性也是当前技术发展的重点。在光伏发电系统集成方面，我国需要进一步提高光伏发电系统的设计、安装和运维水平，以提高系统的整体性能和可靠性。

此外，光伏发电的分布式应用将更加广泛，包括屋顶光伏、农村光伏和光伏扶贫等领域，促进光伏发电的普及和

应用。（1）光伏电池技术：我国光伏电池技术在多晶硅、单晶硅和薄膜等领域处于国际领先地位。尤其是在多晶硅电池领域，中国企业拥有成熟的生产工艺和大规模生产能力，具备了强大的竞争优势。（2）光伏组件技术：我国光伏组件技术水平不断提高，生产工艺不断改进，组件转换效率不断提升。同时，智能化、高效化的组件生产线逐渐成熟，提高了生产效率和产品质量。（3）光伏系统集成技术：光伏系统集成技术在我国也取得了显著进展，包括光伏电站设计、建设、运维等方面。智能监测与管理系统的应用不断推进，提高了光伏系统的运行效率和可靠性。

（4）智能光伏技术：智能光伏技术是光伏发电领域的新趋势，包括智能阵列布局、智能清洗系统、智能电站运维等。这些技术的应用可以提高光伏发电系统的效率和智能化水平。

1.2 双碳背景下我国光伏发电的发展前景

未来，我国光伏发电技术有望在以下几个方面取得进展。首先是技术创新方面，我国需要加大在太阳能电池材料、结构设计、工艺制造等方面的研发投入，提高太阳能电池的转换效率和稳定性。其次是智能化技术的应用，随着人工智能、物联网等技术的发展，智能化监测和控制系统将更加普及，提高光伏发电系统的管理效率和运行稳定性。同时，光伏发电与储能技术的结合也是未来的发展方向之一。储能技术可以缓解光伏发电的间歇性和波动性，提高系统的供电可靠性和灵活性。未来，我国光伏发电技术将继续升级与创新，包括提高光伏电池和组件的转换效

率、降低成本、延长使用寿命等方面。同时，新型材料的应用和先进工艺的开发将推动光伏技术不断向前发展。智能化技术将在光伏发电领域得到更广泛的应用，包括智能光伏电站设计与管理、智能能源调度与优化等。

双碳背景下，我国光伏发电技术面临着巨大的发展机遇和挑战。通过持续的技术创新、智能化应用和政策支持，我国光伏发电有望在未来实现更加可持续、高效、智能的发展，为我国能源转型和碳减排作出更大的贡献。

2 光伏发电对电力调控产生的实际影响

光伏发电作为清洁能源的重要组成部分，在电力调控中发挥着越来越重要的作用，其实际影响是多方面的。

2.1 供电可靠性提高

光伏发电的分布式特点使得能源更加分散，有助于降低供电系统的脆弱性。在有光照的情况下，光伏系统能够直接提供电能，减轻传统发电厂的负荷压力，提高了供电可靠性。光伏发电的出力具有昼夜变化和季节性波动的特点，这给电力系统的调度和运行带来了挑战。在白天光照充足时，光伏发电出力较高，可以有效减轻电网负荷，降低火电机组的运行负荷，从而降低碳排放和燃煤消耗。但在夜间或天气恶劣时，光伏发电出力减小甚至中断，需要其他发电方式如火电、水电等来弥补能源缺口，增加电网的调度难度。

2.2 电力系统灵活性增强

光伏发电具有快速启动和停止的能力，能够灵活应对电网负荷的变化。这种灵活性有助于平衡电力系统中的波动负荷，提高了电力系统的稳定性和灵活性。由于光伏发电的间歇性和波动性，其并网运行可能导致电力系统的频率和电压波动，影响系统的稳定运行。因此，需要加强对光伏发电的监测和控制，通过调整其他发电方式的运行来平衡电网负荷，确保系统的稳定性和安全性。

2.3 需求侧管理与储能需求增加

光伏发电的波动性促进了对需求侧管理和储能技术的需求增加。目前，光伏发电的成本逐渐降低，已经具备了与传统火电竞争的能力，逐渐成为电力市场的重要参与者。光伏发电的并网上网电价和补贴政策也对电力市场价格产生影响，可能导致电力价格的波动和变化，对发电企业和电力用户的利益产生影响。

2.4 技术创新与智能化发展：

光伏发电的挑战也催生了技术创新和智能化发展。智能预测和控制系统、先进的储能技术等不断涌现，为光伏发电的集成和调控提供了更多解决方案。此外，光伏发电的智能化应用对电力调控也带来了新的机遇和挑战。随着人工智能、物联网等技术的发展，智能光伏发电系统可以实现对光伏电站的远程监控和管理，提高光伏发电系统的运行效率和可靠性，为电力调控提供更多的数据支持和决策参考。

3 光伏发电在电力调控中存在的不足

3.1 间歇性和波动性较强

光伏发电受日照强度、天气条件等因素影响，其出力具有明显的昼夜变化和季节性波动，这给电力系统的调度和运行带来了一定的挑战。特别是在天气恶劣或夜间时，光伏发电的出力减小甚至中断，需要其他发电方式如火电、水电等来弥补能源缺口，增加了电网的调度难度。

3.2 影响电力系统的稳定和安全

光伏发电作为可再生能源的重要来源，对电力系统的调控产生了实际影响。由于光伏发电的间歇性和波动性，其并网运行可能导致电力系统的频率和电压波动，影响系统的稳定运行。光伏发电的并网可能导致电力系统出现瞬态过电压和短时频率偏差等问题，对电力设备和电网安全造成一定影响，需要加强对光伏发电的监测和控制，以确保系统的稳定性和安全性。

3.3 阻滞光伏发电的并网接入和规划

由于光伏发电资源的地域分布不均，部分地区的光照条件较差，导致光伏发电的发展受到一定限制。此外，光伏发电的并网接入也面临一些技术和政策上的障碍，如电网容量限制、并网标准不统一等问题，限制了光伏发电的规模和速度。另外，光伏发电的发展还受到成本和效率的影响。尽管光伏发电的成本逐渐降低，但与传统火电相比，仍存在一定的成本差距。同时，光伏发电的转换效率还有提升的空间，需要进一步加强对太阳能电池材料、工艺制造等方面的研发，降低光伏发电的成本，提高其竞争力。

4 提高光伏发电在电力调控应用有效措施

光伏发电对电力调控的影响也需要综合考虑其经济性、环境影响以及社会可持续性等因素。在推动光伏发电发展

的同时，必须制定合理的政策和规范，确保光伏发电系统与传统能源系统的协调运行，最大限度地实现清洁能源的利用效益。

4.1 优化智能化调度和控制系统

引入先进的智能化调度和控制系统，利用大数据、人工智能等技术实时监测光伏发电的出力情况，光伏发电的间歇性和不确定性使得电力系统需要更加灵活的调度和调控机制，以应对其波动性。我国需要加强对光伏发电的规划和管理，合理配置光伏发电资源，优化电力系统结构，提高电力系统的灵活性和适应性，以应对光伏发电的间歇性和波动性，确保电力系统的安全稳定运行。

4.2 积极应用储能技术

加大对储能技术的研发和应用力度，将储能设备与光伏发电系统相结合，利用储能技术对光伏发电进行调峰填谷、提高发电平滑度、调节电网频率等，增强光伏发电系统的灵活性和可调性，减轻对传统发电方式的依赖，提高光伏发电的利用率和经济性。同时，还需要加强光伏发电与其他能源形式如风电、储能等的协调配合，形成多元化、高效的电力供应体系，推动我国电力系统朝着清洁、低碳、智能的方向发展。

4.3 多能互补与综合利用

发展多能互补系统，将光伏发电与其他可再生能源如风电、水电等相结合，构建多元化的能源供应体系，实现不同能源之间的互补和平衡，降低能源波动对电力系统的影响，提高能源利用效率。同时，加大对电网规划和建设的投入，优化电网布局和结构，提高电网的承载能力和适应能力，增加光伏发电的并网容量，降低光伏发电的限制因素，推动光伏发电的规模化发展。

4.4 加强政策支持

制定完善的政策支持措施，建立健全的市场机制，包括提高光伏发电的上网电价补贴、推动光伏发电与电力市场的融合、加强对光伏发电项目的扶持和引导等，激发光伏发电的发展动力，促进光伏发电在电力调控中的更广泛应用。同时，密切加强光伏发电技术创新和产业协作，不断提高光伏发电的转换效率、降低成本、延长寿命等，推动光伏发电技术的进步和应用，提高光伏发电的竞争力和市

场占有率。

4.5 人才培养与交流合作

加强人才培养和交流合作，培养具有光伏发电领域专业知识和技能的人才队伍，推动科研机构、企业和政府部门之间的交流合作，促进光伏发电技术的创新和应用，推动光伏发电在电力调控中的更广泛应用。同时，光伏发电也在推动电力市场向更加开放、灵活的方向发展，促使各方面利益相关者更加积极地参与到市场竞争和资源配置中。

积极措施的综合应用，可以有效提高光伏发电在电力调控中的应用效率，推动光伏发电行业的健康快速发展，为建设清洁低碳的能源体系作出积极贡献。

5 结语

光伏发电作为清洁能源的重要组成部分，对电力调控产生了深远的影响。通过引入大量的分布式光伏发电系统，电力系统的供给端得到了极大的扩展，但同时也带来了挑战。传统的电力系统调度算法和市场机制需要不断优化和更新，以适应光伏发电的特点。在电力调控方面，光伏发电的普及促使人们更加重视可再生能源的整合与协调。新兴的调度技术和智能电网系统不断涌现，为光伏发电的有效管理和利用提供了更多可能性。通过不断的技术创新和制度完善，我们有信心克服光伏发电带来的种种挑战，实现电力系统的更加稳定、可靠和可持续发展。

参考文献：

- [1] 李森圣,何润民,王富平,等. “双碳”目标下川渝地区天然气与新能源融合发展对策研究[J]. 天然气技术与经济, 2022, 16 (1): 60-66, 72.
- [2] 姜薇,曹炯明. 新能源发展形势下的煤电与光伏储能联动发展[J]. 新能源科技, 2021 (10): 30-32
- [3] 李淳伟,胡露,樊阳波,等. 光伏组件回收利用现状研究及标准探讨[J]. 中国标准化, 2020 (S1): 163-168.
- [4] 李颖雯,邓鑫,罗多,等. 光伏组件回收处理国内外现状调研[J]. 绿色建筑, 2021, 13 (6): 21-23, 32.

作者简介：

阳璟(1978.10-),女,土家族,湖北宣恩,本科工程师(中级),研究方向:电网安全相关。