

抽水蓄能电站在新型电力系统中的调峰能力与经济性分析

薛 帅

河南新华五岳抽水蓄能发电有限公司 河南信阳

【摘要】新型电力系统的快速发展，调峰能力成为确保电力供应稳定的关键因素。抽水蓄能电站作为一种重要的调峰方式，能够有效平衡电网负荷波动，优化能源使用效率。在新型电力系统中，抽水蓄能电站不仅能够提高电网的调峰能力，还能够为可再生能源的消纳提供有效支持。本文通过对抽水蓄能电站在调峰过程中的作用进行分析，探讨了其在新型电力系统中的应用前景与经济性。抽水蓄能电站具备较高的调峰效率，并在经济性上表现出良好的回报。未来，随着技术的进步与政策的支持，抽水蓄能电站将在新型电力系统中扮演更加重要的角色。

【关键词】抽水蓄能电站；新型电力系统；调峰能力；经济性分析；可再生能源

【收稿日期】2025 年 2 月 20 日 **【出刊日期】**2025 年 3 月 18 日 **【DOI】**10.12208/j.jeea.20250086

Analysis of peak regulation capacity and economic performance of pumped storage power plants in new power systems

Shuai Xue

Henan Xinhua Wuyue Pumped Storage Power Generation Co., Ltd, Xinyang, Henan

【Abstract】 With the rapid development of new power systems, peak regulation capacity has become a key factor in ensuring the stability of power supply. As an important peak regulation method, pumped storage power plants can effectively balance the load fluctuations of the power grid and optimize the energy use efficiency. In new power systems, pumped storage power plants can not only improve the peak regulation capacity of the power grid but also provide effective support for the integration of renewable energy. This paper analyzes the role of pumped storage power plants in the peak regulation process and explores their application prospects and economic performance in new power systems. Pumped storage power plants have high peak regulation efficiency and show good economic returns. In the future, with the progress of technology and policy support, pumped storage power plants will play a more important role in new power systems.

【Keywords】 Pumped storage power plants; New power systems; Peak regulation capacity; Economic analysis; Renewable energy

引言

在全球能源结构转型的背景下，传统能源逐渐向清洁、可再生能源转型，尤其是风能和太阳能等可再生能源的比例不断增加。风能和太阳能的波动性和间歇性使得电力系统的调节能力面临前所未有的挑战。为了应对这一问题，抽水蓄能电站凭借其独特的工作原理和调峰能力，成为解决电力系统调节问题的有效途径。抽水蓄能电站不仅能够有效平衡负荷波动，还能在峰谷差异较大的情况下，通过合理调配电能，实现电力的高效利用。本文将深入

分析抽水蓄能电站在新型电力系统中的作用，并探讨其经济性，尤其是如何通过合理的政策与技术创新促进抽水蓄能电站的广泛应用。

1 抽水蓄能电站在新型电力系统中的角色与发展趋势

抽水蓄能电站在新型电力系统中扮演着至关重要的角色，特别是在当前全球能源转型的背景下。随着可再生能源比例的提高，电力系统的负荷波动性和间歇性问题日益突出。传统火电和核电在提供基载电力方面优势明显，但由于无法快速响应负荷

变化,难以适应现代电网对灵活性和调节能力的需求^[1]。不同,抽水蓄能电站通过其特有的能量存储与释放机制,可以在负荷低谷时储存电力,在需求高峰时释放电力,有效调节电力供需,保证电网的稳定性。抽水蓄能电站是电力系统中的重要调峰工具,对于平衡传统能源和可再生能源之间的差异具有不可替代的作用。

随着技术的进步与政策支持,抽水蓄能电站在新型电力系统中的发展前景愈加广阔。近年来,随着储能技术的不断创新与优化,抽水蓄能电站的效率和经济性得到了显著提升。尤其是在智能电网、数字化控制系统的应用下,电站的调节能力和响应速度得到了进一步增强。这不仅提高了电站的工作效率,还降低了运行成本。政策层面的支持也为抽水蓄能电站的建设提供了强有力的保障。许多国家和地区已经出台了相应的政策,鼓励发展高效、环保的抽水蓄能项目,以应对日益增长的电力需求和环境保护要求。在这一背景下,抽水蓄能电站的建设速度和规模也在持续增长。

在未来的电力系统中,随着对灵活性、稳定性要求的提升,抽水蓄能电站将成为电网中不可或缺的一部分。尤其是随着全球对碳中和目标的推动,低碳、绿色、可持续的能源形式成为发展趋势,抽水蓄能电站因其优越的环保特性和高效的能量转换能力,必将在电力系统中发挥更大的作用。通过持续的技术创新和产业政策的支持,抽水蓄能电站将在保障电力供应、提高系统调节能力、促进可再生能源消纳等方面发挥更加重要的作用,为实现电力系统的智能化、绿色化发展贡献力量。

2 抽水蓄能电站的调峰能力与技术优势

抽水蓄能电站的调峰能力是其最重要的技术优势之一,这使其在现代电力系统中具有不可替代的地位。电力系统中的调峰要求在电力需求波动较大时,能够快速响应并有效平衡负荷。抽水蓄能电站利用其独特的工作原理,通过储存低谷时段的电能并在需求高峰时释放,平滑了电网的负荷曲线^[2]。这种调节能力使其能够有效应对电网中因可再生能源(如风能、太阳能)波动所带来的不确定性,保证电力供应的稳定性。相比传统的火电和核电站,抽水蓄能电站具有更灵活、更迅速的响应能力,能够在较短时间内提供大规模的电力输出,为电网的实时

调节提供强有力的支持。

在技术优势方面,抽水蓄能电站不仅具有较高的调峰效率,还具备较长的使用寿命和较低的运行维护成本。与其他类型的储能技术相比,抽水蓄能电站具有较高的能量转换效率,这使得其在调节过程中能够最大限度地减少能量损失。抽水蓄能电站的运行周期较长,设备的耐用性强,通常可以运行数十年,较少需要更换或大规模维护,降低了长期运营成本。从技术角度来看,抽水蓄能电站的建设和运维技术不断得到提升,智能化控制和自动化操作进一步增强了电站的运行效率和安全性。

除了调峰能力和高效性,抽水蓄能电站在环境友好性方面也具备显著优势。与传统的化石燃料发电站相比,抽水蓄能电站几乎不排放污染物,对环境的影响相对较小。抽水蓄能电站的水资源利用也符合可持续发展的原则,特别是在具有丰富水资源的地区,能够通过合理的水能资源开发实现绿色能源的高效利用。在推动低碳经济和实现碳中和目标的过程中,抽水蓄能电站不仅具备重要的调峰功能,还在促进清洁能源消纳和减缓气候变化方面发挥着关键作用。这些技术优势使得抽水蓄能电站在未来的电力系统中占据了举足轻重的地位。

3 抽水蓄能电站的经济性分析与成本效益

抽水蓄能电站的经济性主要体现在建设成本、运行成本和经济效益上。尽管初期投资较大,包括土建工程、设备和设施的建设,但其较长的使用寿命和低维护成本使得长期回报具有竞争力。与其他储能技术相比,抽水蓄能电站的单位电能储存成本较低,特别是在水资源丰富的地区,投资回报周期较短。通过提供调峰、调频和备用服务,抽水蓄能电站提高了电力系统的灵活性和稳定性,特别是在高比例可再生能源接入的电力系统中,其经济效益更加明显,有助于消纳波动性的可再生能源,降低电力过剩或缺口带来的经济损失。

除了初期投资,抽水蓄能电站的运行成本也是评估其经济性的重要因素。抽水蓄能电站的运行成本主要包括水资源利用费用、设备维护费用及电力购买费用。相比传统燃煤电站等发电方式,抽水蓄能电站的燃料成本几乎为零,这一特点大大降低了其对外购电的依赖,尤其在低谷电价时段储能的电量可以用于高峰时段售电,从而提高了其盈利能力

[3-7]。抽水蓄能电站通常依赖于自然资源，水库和泵站的建设费用虽高，但水资源利用的持续性和低运营成本使其在长期运作中的经济效益明显。结合电力市场的灵活性定价，抽水蓄能电站在不同电价波动下的调节能力将为其带来额外的经济收益，特别是在电力需求较为波动的市场中，其收益空间更大。

抽水蓄能电站的成本效益则体现在其对电力系统运行效率的提升及对可再生能源的促进作用上。通过调节电网负荷，抽水蓄能电站能够显著提高电网的安全性和稳定性，避免了频繁启停传统发电设备的高成本，也减少了燃料消耗及排放。抽水蓄能电站为可再生能源（如风电、光伏）的消纳提供了重要支撑，缓解了因其波动性导致的电力过剩或短缺问题。通过灵活的调度，抽水蓄能电站能够在可再生能源发电过剩时进行储能，在电力需求高峰时释放储存的电力，有效降低了电网运营中的负担。在这一过程中，抽水蓄能电站不仅改善了电力系统的经济效益，也有助于推动绿色低碳能源的发展。抽水蓄能电站的经济性不仅仅局限于其自身的直接利润，还体现在提升电力系统整体运行效益和促进能源转型方面的长期价值。

4 推动抽水蓄能电站应用的政策与技术路径

为了推动抽水蓄能电站的应用，政策支持起着至关重要的作用。政府应通过一系列政策措施激励投资和技术创新，降低项目的初期建设成本，特别是在电网基础设施建设方面。政府可以通过提供财政补贴、低息贷款等形式支持抽水蓄能电站的建设，同时对投资者提供税收优惠、绿色信贷等激励措施，以吸引更多资本进入这一领域。针对抽水蓄能电站在电力市场中的重要作用，政策制定者还可以引导电力市场定价机制的改革，完善电力市场中的调峰、调频服务收费标准，为电站提供可持续的盈利模式。

技术创新是推动抽水蓄能电站广泛应用的核心动力。随着智能电网、数字化控制系统和大数据技术的不断发展，抽水蓄能电站的运行效率和调节能力得到了显著提升。通过智能化调度系统，电站能够更精准地响应电力需求波动，提高储能和放电过程中的能量利用效率^[8]。技术的进步还使得抽水蓄能电站的环境适应性得到了增强，特别是在水资源条件相对有限的地区，先进的泵站和水轮机设计可

以减少对自然资源的依赖，优化水资源的利用效率。随着储能技术的不断发展，抽水蓄能电站的设备更新和技术迭代使得系统的整体可靠性和经济性得到了提升。

未来，推动抽水蓄能电站应用还需要通过加强跨部门合作与国际经验借鉴来优化实施路径。各国政府、科研机构和企业应携手合作，推动抽水蓄能技术的标准化和模块化建设，使得项目能在更短的时间内高效落地。吸取国际上成熟的经验，并结合本国的电力系统特点，定制化发展抽水蓄能电站的技术路径，提升技术可行性与经济可行性。通过政策引导和技术创新的双轮驱动，抽水蓄能电站将能够在全球范围内更好地应用，推动全球能源转型和电力系统的可持续发展。

5 结语

抽水蓄能电站作为新型电力系统中的关键调峰手段，其技术优势和经济性使其在现代电力系统中具有重要地位。通过政策支持和技术创新的推动，抽水蓄能电站将进一步提高电网的稳定性和灵活性，促进可再生能源的消纳与应用。随着智能化和数字化技术的发展，抽水蓄能电站将在全球能源转型中发挥更加重要的作用，成为实现低碳、绿色、可持续电力系统的关键支撑力量。

参考文献

- [1] 李泓泽,李栩萌.新型电力系统下抽水蓄能电站高质量发展探究[J].华北电力大学学报(社会科学版),2024,(04): 51-59.
- [2] 吴关叶,刘展志,徐玲君.新型电力系统下华东电网抽水蓄能电站效益分析[J].水电与抽水蓄能,2024,10(03):21-27.
- [3] 肖玲娟,李俊彪,段敬东,等.抽水蓄能在新型电力系统中的功能定位和发展建议[J].中国电力企业管理,2024,(04): 39-41.
- [4] 刘晔,王晓夫.新型电力系统建设下湖南抽水蓄能电站的发展[J].大众用电,2023,38(12):50-51.
- [5] 杨若朴,范展滔.抽水蓄能电站在新型电力系统中的应用与展望[J].中外能源,2023,28(09):12-17.
- [6] 张祥成,田旭,张桂红,等.新型电力系统下抽水蓄能电站容量效益分析[J].哈尔滨理工大学学报,2023,28(01):

105-113.

(10):68-70.

- [7] 倪晋兵,张云飞.抽水蓄能在新型电力系统中发展的思考[J].水电与抽水蓄能,2022,8(06):5-7.
- [8] 汪致洵,方仍存,詹智红,等.新型电力系统下抽水蓄能电站的价格机制及影响研究[J].中国电力企业管理,2022,

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS