

抽水蓄能成本疏导分析及发展建议

Pumped Storage Cost Dredging Analysis and Development Suggestions

刘涛

Tao Liu

山东电力工程咨询院有限公司 中国·山东 济南 250000

Shandong Electric Power Engineering Consulting Institute Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250000, China

摘要: 随着能源需求的不断增长和可再生能源的快速发展,能源过程存储技术备受关注。抽水蓄能作为一种有效的能源过程存储方式,受到了广泛的关注与应用。然而,抽水蓄能系统的成本尤其是成本疏导一直是制约其发展的主要因素之一。论文从抽水蓄能系统的基本原理和成本分析出发,探讨其在能源过程存储中的作用和发展前景,并提出相应的发展建议。

Abstract: With the continuous growth of energy demand and the rapid development of renewable energy, energy storage technology has attracted much attention. Pumped storage, as an effective energy storage method, has been widely concerned and applied. However, the cost of the pumped storage system has always been one of the main factors restricting its development. Starting from the basic principles and cost analysis of pumped storage systems, this paper explores their role and development prospects in energy process storage, and proposes corresponding development suggestions.

关键词: 抽水蓄能; 成本疏导; 发展建议

Keywords: pumped storage; cost dredging; development suggestions

DOI: 10.12346/etr.v5i12.8860

1 引言

抽水蓄能作为中国能源存储的重要组成部分,对保障能源安全、促进清洁能源消纳和降低系统运行成本具有重要意义。然而,受制于抽水蓄能项目的高成本以及尚未完全成熟的成本疏导方式,其在电力系统的应用和推广面临一定的困境。为了更好地发挥抽水蓄能的作用,有必要对其成本疏导进行分析,并提出相应的发展建议。

2 抽水蓄能成本疏导分析

2.1 抽水蓄能系统概述

抽水蓄能系统是一种通过储存水能实现电能储存和再生生产的高效储能技术。其核心设备包括上下水库、水泵和发电机。在低负荷时段,利用低价电源驱动水泵,将水从下水库抽升到上水库储存能量。在高负荷时段,通过释放上水库的水,驱动水轮机发电。其运行过程大致分为两个阶段:储能和释能。储能阶段是将电能转化为水能,储存在水库中;释

能阶段是利用水能转化为电能供电系统使用。

2.2 抽水蓄能基本原理

抽水蓄能技术基于物理学上的机械能转化原理,利用水的重力势能进行储存和再生生产电能。在储能阶段,电能转化为水能,水通过水泵抽升到高位水库,潜在能储存在水库中。在释能阶段,通过释放储存的水能,水通过水轮机转化为电能。整个过程中,能量的转化效率取决于设备本身的效率和水库储能的水位差。抽水蓄能系统的成本主要包括固定成本和运行成本。其中,固定成本主要包括设备投资、工程建设、土地租赁等,运行成本主要包括电力消耗、维护保养等。这些成本的高低将直接影响抽水蓄能系统的经济性和市场竞争力^[1]。

抽水蓄能工作原理:抽水蓄能电站由上下水库、引水系统、电厂和机组等构成。在电力负荷低谷时,利用多余电能将下水库中的水抽到上水库储存起来,将电能转化为水的重力势能;在电力负荷高峰时放水发电,将势能转化为电能。

【作者简介】刘涛(1982-),男,中国山东平度人,本科,高级经济师,从事能源电力项目经济性分析研究。

如图 1 所示为抽水蓄能电站示意图。

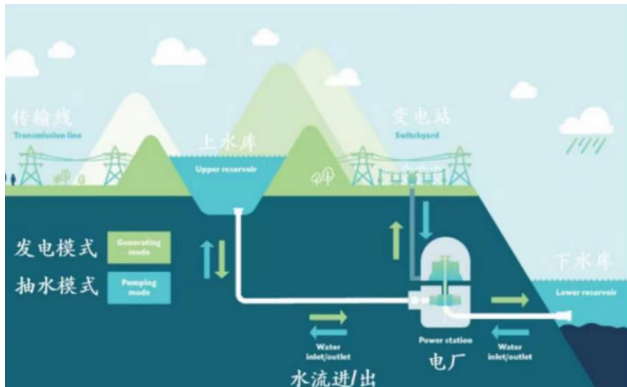


图 1 抽水蓄能电站示意图

3 抽水蓄能成本分析

3.1 初建投资成本

抽水蓄能项目的初建投资成本主要包括水库、水电站、输电线路等设施的建设费用。水库的建设涉及水土保持、环境保护、水利工程、土木工程等多方面的投入，建设工程量大、周期长且成本高。水电站是抽水蓄能的核心设施，其建设需要大量的机电设备和工程材料，对技术和人力资源的需求也很高。输电线路的建设需要考虑距离、输电容量、线路材料等因素，成本也不容忽视。因此，初建投资成本是抽水蓄能项目成本的重要组成部分。

3.2 运营维护成本

抽水蓄能项目的运营维护成本主要包括设备维护费用、人力成本、水资源费用等。抽水蓄能电站的设备维护费用较高，需要定期对水泵、发电机、变压器等设备进行检修和更换，以保证设备的长期稳定运行。人力成本主要包括管理人员、维护人员等人员工资和福利费用，随着项目规模的增加而增加。水资源费用是指因抽水蓄能电站的运行需要消耗大量的水资源，需要支付相应的水资源费用。运营维护成本是抽水蓄能项目运行的重要保障，但也是影响项目盈利能力的重要因素。

3.3 效益分析

抽水蓄能系统的效益主要体现在两个方面：一是在能源调峰方面，由于抽水蓄能系统具有储能和释能的功能，可以在能源需求高峰时段释放储存的能量，从而降低能源成本。二是在电网调度方面，抽水蓄能系统可以对电网进行平稳调度，减少电网运行过程中的波动，提高电网的稳定性和安全性。然而，抽水蓄能系统的建设和运营成本较高，其效益需要一定时期才能得到回报^[2]。

4 抽水蓄能在能源存储中的作用和发展前景

抽水蓄能是一种重要的能源存储技术，主要通过利用水的重力势能进行能量存储和释放。其具有存储容量大、循

环效率高、响应速度快、寿命长等优点，适用于调峰填谷、备用能源和可再生能源等应用场景。随着可再生能源的快速发展和电力系统的转型，抽水蓄能技术在能源存储领域的作用日益凸显，已成为提升电力系统灵活性和可靠性的重要手段。根据国际能源署（IEA）的数据，全球抽水蓄能容量已经超过 150GW，其中欧洲和北美地区占据了绝大部分。而在中国，抽水蓄能技术也得到了广泛应用，已形成多个大型抽水蓄能站群。未来，随着可再生能源比重的增加和电力系统需求的变化，抽水蓄能技术的需求将进一步扩大，具有较好的发展前景。

5 抽水蓄能成本疏导的发展建议

5.1 积极争取合理的容量电价

在当前的两部制电价机制下，抽水蓄能电站的收益主要取决于容量电价，因为容量电价覆盖了几乎全部运营成本。因此，合理的容量电价对于抽水蓄能电站的发展至关重要。首先，在容量电价核定阶段，需要做好对变动成本的评估，尽量全面考虑所有的变化因素，包括水压、水量、设备维护等成本。其次，需要注意容量电价核定规则，对不合理部分提出完善建议，最大程度涵盖所有合理成本，从而提高容量电价水平。最后，可以针对以下几个方面提出建议：

完善成本核算体系：建立健全的抽水蓄能电站成本核算体系，充分考虑抽水蓄能电站特殊的成本结构，包括设备维护、运营管理等方面的成本，确保容量电价能够覆盖所有合理成本。

提高容量电价透明度：加强对容量电价形成机制的透明度，确保电力市场主体充分了解容量电价的形成规则和标准，避免出现不合理的容量电价核定。推动政策支持：积极争取政府支持，争取税收优惠、补贴等政策，降低抽水蓄能电站的运营成本，使其更具竞争力。

加强行业协作：抽水蓄能行业各方应加强协作，共同争取合理的容量电价，并积极向政府部门提出相关政策建议，推动抽水蓄能产业健康发展。通过以上建议，可以更好地解决抽水蓄能成本疏导的问题，为抽水蓄能产业的发展提供更好的支持。

5.2 重视中长期市场连续开市

首先，重视中长期市场连续开市是解决抽水蓄能成本疏导问题的关键。中长期市场正在向连续运营转变，其目标就是要实现与现货市场的有效衔接。中长期市场连续开市后，为市场主体提供了多周期交易合约调整的机会，在多年到多日的周期跨度，市场主体可以不断调整交易策略优化自身收益。抽蓄电站要从购方、售方两个角度对市场价格走势进行判断，根据对交易方式的分析，多选择双边交易方式与发电主体交易、选择集中方式与用户交易，有利于降低购电成本和提高售电收入。不断提升中长期多周期运营策略优化能力，形成与市场规则相适应的运营策略，从而降低抽蓄电站

的运营成本,提高其收益。其次,抽水蓄能技术需要紧跟市场发展趋势,不断优化运营策略以适应市场规则的变化。随着能源市场的不断发展和变化,抽蓄电站需要不断调整其运营策略,以适应市场规则的变化。例如,结合市场需求和资源禀赋,采取多种交易方式,以降低成本、提高收益。最后,利用先进的数据分析和预测技术,对市场价格走势进行精准判断,从而优化交易策略,提高运营效率和收益。同时,抽蓄电站还应该不断优化设备和技术,提高能量转换效率,降低运营成本。

5.3 密切关注现货市场进展

密切关注现货市场进展是至关重要的,现货市场是电量价格发现的关键市场,在抽蓄电站的电量收益中扮演着关键角色。对于抽水蓄能项目而言,密切关注现货市场低谷价格和峰谷价差水平变化尤为重要。因此,建议抽蓄电站运营方要积极参与现货交易规则的制定和意见反馈,以避免过度影响超额利润回收等规则,减小市场价差水平。同时,运营方还需加强对新能源与负荷变化特性的分析,提高短周期预测的精准性,抓住现货市场价格波动的规律,提升抽蓄电站的多日和日前运营优化能力。这将有助于抽水蓄能项目更好地应对市场价格的波动,确保稳定的收益。其次,抽水蓄能运营方还应密切关注现货市场的交易规则和新能源与负荷的随机性。这些因素是直接影响电价的关键因素。不同的出清机制和限价约束可以直接影响现货市场价格水平^[3]。因此,运营方需要加强对这些因素的研究和分析,以便更好地应对市场的变化情况。

5.4 做好辅助服务市场与电能量市场的协调优化

伴随现货市场建设,辅助服务市场交易品种逐步从调频向调频、备用等过渡,调频服务的收益将是总体收益的重要组成部分。抽蓄电站只有发电时段可以提供调频服务,这里就有电量市场与辅助服务市场的容量分配问题,要综合考虑两个市场的收益空间预留适当的调频容量。调频服务的结算规则和系统调频服务需求空间决定了调频市场的总收益,所以要积极参与市场规则制定,引导形成合理的补偿价格,减少对抽蓄电站参与竞争的制约条款。抽蓄电站参与辅助服务市场的各交易品种都有自身优势,要加强边际价格预测能力,在规则允许的范围内靠近边际价格申报,以获得最大价格。

5.5 关注新的交易品种

市场建设阶段会出现较多特定的交易品种,允许越来越多的新型市场主体加入市场中,尤其是在负荷侧市场主体数量增加最为迅猛,抽蓄电站运营要充分利用市场规则,灵活

转换购售角色,充分挖掘发电企业、电力用户、售电公司的市场需求,降低抽水成本,提高售电价格,进一步扩大收益空间。在关注新的交易品种方面,首先应该关注绿电绿证交易。绿色电力是指通过可再生能源发电并符合相关标准的电力,具有可再生能源属性的电力,而绿证是可再生能源电站每产生1MW时电力所赋予的一种可再生能源发电证明。抽水蓄能可以结合可再生能源发电,通过购买和储存绿电,然后在市场需求高峰时期售出,从而实现利润最大化。其次,应该关注容量交易。容量交易是指市场主体在投标期内向市场管理方报价并确定投标容量,最终根据市场机制获得相应的收益。抽水蓄能可以通过提供容量来获取相应的收益,因此需要密切关注容量交易相关的市场规则和机制,并根据市场需求灵活调整自身的投标容量和报价。最后,抽水蓄能运营方还需要做好参与交易的准备工作。这包括了解市场规则、了解市场需求、分析市场趋势等工作。只有充分了解市场情况,才能够制定出相应的运营策略,降低抽水成本,提高售电价格,进一步扩大收益空间。

5.6 加强市场交易人才和技术储备

抽水蓄能系统在能源市场中的运营和管理需要专业的人才和先进的技术支持,因此,应当加强市场交易人才和技术储备的建设。这包括培养专业的交易人才、推广先进的交易技术和系统以及提供相关的培训和支持服务。通过加强市场交易人才和技术储备的建设,可以提升抽水蓄能系统在能源市场中的竞争力,降低其成本压力。与此同时,应鼓励不同领域之间的合作与交流,促进技术创新和经验分享。通过与其他行业的专业人士合作,可以为抽水蓄能系统引入更先进的管理和运营理念,提高效率,降低成本。

6 结语

综上所述,抽水蓄能项目在保障中国能源安全、促进清洁能源消纳方面具有重要作用。然而,高成本成为制约抽水蓄能项目发展的瓶颈。为此,政府和企业应共同努力,从政策、市场、技术等多方面入手,加强抽水蓄能成本疏导,推动抽水蓄能项目的健康发展。

参考文献

- [1] 黄健,董浩,高新萍.双碳背景下抽水蓄能在山东省的发展前景与规划建议[J].河南科学,2021,39(12):6.
- [2] 刘飞,车琰瑛,田旭,等.新型电力系统下的抽水蓄能电站成本疏导机制:综述与展望[J].上海交通大学学报,2023,57(7):757-768.
- [3] 潘冉洁,李文哲,黄仁先.新型电力系统背景下抽水蓄能电站成本疏导回收机制研究[J].科技创新导报,2022,19(26):182-185+202.