

新型电力系统中储能与电网协同规划的成本—效益分析

张 科

国网河北省电力有限公司无极县供电分公司 河北石家庄 050000

摘 要：当前随着新能源在电力系统中占比的持续提升，其间歇性、波动性给电网的安全稳定运行带来了严峻的挑战，使得储能与电网的协同规划成为了构建新型电力系统的关键环节。本文便围绕着新型电力系统下储能与电网协同规划的成本—效益展开分析，先阐述了协同规划的重要意义，随后从成本和效益两个维度剖析了影响协同规划的关键因素，进而从规划优化、技术创新、政策保障、市场机制等方面提出了针对性的建议，旨在为提升储能与电网协同规划的经济性和有效性提供参考价值。

关键词：新型电力系统；储能；电网；协同规划；成本—效益

引言

在“双碳”目标的指引之下，我国能源结构正加速朝向清洁化、低碳化进行转型，风电、光伏等新能源发电的规模随之不断地扩大，新型电力系统建设已然进入了关键的阶段。然而新能源发电具有显著的间歇性、随机性和波动性特征，因此传统电网的调节能力难以完全适配新能源大规模并网的需求，导致弃风弃光现象时有发生，说明电网安全的稳定运行面临着巨大的压力。储能作为解决新能源消纳、平抑负荷波动、提升电网灵活性的核心手段，其与电网的协同发展是至关重要的。但当前储能与电网规划存在着“各自为战”的问题，且储能规划缺乏了与电网规划的有效衔接，电网规划也未充分地考虑到储能的潜在价值，导致二者的协同效应难以充分地发挥。如此不仅增加了整体建设成本，还降低了电力系统的运行效率。

1. 储能与电网协同规划的成本—效益影响因素分析

1.1 成本影响因素

1.1.1 规划协同度不足导致的成本增加

当前部分地区储能规划与电网规划分属不同的部门负责，期间缺乏了统一的协调机制和规划标准，导致二者在布局、容量等方面难以有效地匹配。例如储能设施选址远离负荷中心或新能源富集区域，需要额外建设输电线路以连接电网，进而增加了输电建设成本；又或者是储能容量规划与电网调峰、调频需求不匹配，要么容量不足无法满足电网调节的需求，要么容量过剩造成了投资浪费^[1]。此外由于规划缺乏协同，在后续的电网升级改造时可能还需要对已建的储能

设施进行调整，进一步增加了改造和搬迁成本。

1.1.2 技术选择不合理带来的成本压力

由于储能技术种类繁多，且不同技术的建设成本、运行效率、生命周期等存在着较大的差异，如锂电池储能建设成本相对较高但充放电效率高、响应速度快；抽水蓄能的建设成本较低但受地理条件限制较大、响应速度较慢。若在协同规划当中，未能根据电网的实际需求、新能源特性以及区域自然条件合理地选择储能技术，就可能会导致成本出现上升。比如对调峰速度要求较高的电网区域，如果盲目地选择抽水蓄能，就可能需要配套建设其他快速调峰设施，从而增加了整体成本。而在新能源出力波动较大的区域，若储能技术的循环寿命较短，将会导致储能设施更换比较频繁，这样会提高运行维护的成本。

1.1.3 全生命周期管理缺失推高综合成本

储能与电网的使用寿命存在着差异，通常电网设施的使用寿命在数十年，储能设施的使用寿命则相对较短，像锂电池储能的使用寿命一般为 10–15 年。实际在协同规划之中，若未充分地考虑到二者的生命周期匹配性，极有可能导致在电网使用寿命内需要多次更换储能设施，这无疑增加了重复投资成本。同时部分规划仅关注到了建设阶段的成本，忽视了运行维护、能耗、退役处置等全生命周期成本。如某些储能技术运行过程中能耗较高，长期运行将会产生较高的能源成。

1.2 效益影响因素

1.2.1 协同规划对新能源消纳效益的影响

新能源消纳在目前是新型电力系统建设的关键问题，因

为储能与电网的协同规划直接影响着新能源的消纳能力。只有协同规划合理,储能设施才能在新能源出力高峰时储存多余的电能,再在出力低谷时释放电能,以配合电网的输电调度能力,如此才能够有效地平抑新能源出力波动,减少弃风弃光量。反之若二者规划脱节,储能设施便无法及时地响应新能源出力变化,或者是电网输电能力不足无法将储能释放的电能输送至负荷中心,进而导致新能源消纳的效益降低。

1.2.2 对供电可靠性和电网运行效率的影响

通过协同规划能够提升电网的灵活性和调节能力,若电网出现了故障或负荷骤增,储能设施可快速地响应,为其提供应急供电或负荷调节服务,进而减少停电时间和范围,促使供电的可靠性得到提升。同时合理的协同规划还有助于优化电网的潮流分布,经由降低输电损耗,来提高电网运行效率。但若规划协同不足,储能设施就无法与电网调度系统进行有效地联动,其调节作用难以发挥,致使电网应对突发情况的能力减弱,供电可靠性随之出现下降。另外不合理的储能布局还可能会导致电网局部潮流拥堵,增加了输电损耗,最终降低了运行的效率^[2]。

1.2.3 环境效益的潜在影响

新型电力系统的核心目标之一是实现低碳发展,即储能与电网的协同规划通过提升新能源消纳能力,来减少化石能源的发电占比,从而降低碳排放和污染物排放,此举具有显著的环境效益。可如果在协同规划中忽视了环保因素,如选择的储能技术存在环境污染风险(如某些铅酸蓄电池退役后处置不当会造成重金属污染),又或者储能与电网建设过程中破坏生态环境,就会抵消部分环境效益。因此协同规划需兼顾环保要求,优先选择绿色环保的储能技术并优化建设方案,以确保能够最大限度地发挥出环境效益。

2. 新型电力系统中储能与电网协同规划的优化建议

2.1 强化顶层设计,构建协同规划体系

为实现储能与电网协同规划的系统性与科学性,需要从机制、标准、衔接三个层面构建完整的体系。展开来说:政府需明确能源主管部门、电网企业、储能企业等各方在协同规划中的具体职责,其负责牵头建立跨部门、跨主体的协调工作机制,而且要定期地组织召开协同规划会议,旨在推动各方沟通新能源发展进度、电网运行实际需求、储能建设规划等关键信息,并集中协商解决规划过程中出现的布局冲突、容量不匹配等矛盾和问题^[3]。相关部门则要结合新型电

力系统的中长期发展需求,牵头制定覆盖规划目标设定、核心技术指标、空间布局原则、全生命周期成本核算、综合效益评估等内容的统一协同规划标准,一般该标准需明确不同区域、不同新能源渗透率场景下的协同规划要求,如在新能源高渗透率区域规定储能容量配置的最低比例、充放电响应速度等关键指标,而在负荷密集中心区域要求储能布局与电网负荷分布相契合。而规划编制单位的任务书推动储能规划与电网总体规划、新能源开发规划等各类专项规划的有机衔接,关键是将储能设施建设纳入到电网整体规划体系之中,以确保储能项目建设与电网升级改造、新能源项目并网能够同步地谋划推进。

2.2 推动技术创新,降低协同规划成本

在实践当中,推动技术创新的目的是降低协同规划成本。为此要加大对储能技术研发的支持力度,采取实际措施鼓励企业、高校、科研机构合作开展锂电池、钠离子电池、抽水蓄能、压缩空气储能等关键技术研究,促使其重点突破材料、工艺、系统集成等瓶颈,进而降低储能技术的建设成本和运行成本。同时还要加强储能与电网调度、控制、通信等系统的融合技术研发,务必实现二者的无缝对接和协同运行。该部分的关键为研发智能调度控制系统,此系统能够根据电网负荷变化、新能源出力情况以及储能状态,自动地优化储能充放电策略,助力电网运行效率的提升。但也应积极地发展虚拟电厂技术,通过将分布式储能、新能源发电设施等聚合起来,使其参与电网调峰、调频等服务,进而提升储能与电网的协同响应能力。此外还应注重加快电网智能化的升级改造,面向全体电厂推广应用柔性直流输电、智能变电站、数字孪生等技术,促使电网的灵活性、可控性和自愈能力得到提升,使其能够为储能与电网协同运行提供技术层面的支撑。

2.3 完善政策保障,优化协同发展环境

首先政府应设立储能与电网协同发展专项资金,对于符合协同规划要求的储能项目和电网升级改造项目给予补贴或贷款贴息支持,进而降低企业的投资成本^[4]。举个例子,对在新能源富集区域建设的大型储能项目,可以按照建设成本的一定比例给予其补贴;对电网企业开展的与储能协同相关的智能化改造项目则提供贷款贴息。同时要保证落实税收优惠政策,对储能与电网协同发展相关的技术研发、设备制造等企业给予企业所得税减免、增值税即征即退等优惠,

目的是鼓励企业加大投入。其次要出台具有针对性的政策文件,借助文件引导储能与电网协同规划和建设。最后是建立科学合理的储能电价机制,在其中明确储能参与电网调峰、调频、备用等服务的价格形成机制,为储能企业的合理收益提供保障。

2.4 健全市场机制,激发协同发展活力

只有健全的市场机制,才能激发出协同发展的活力。一方面应构建多元化的储能市场主体,鼓励社会资本参与到储能建设和运营之中,以此形成电网企业、储能专业运营商、新能源企业等多元化市场主体共同发展的格局。另一方面是要完善储能辅助服务市场,进一步地扩大储能辅助服务市场范围,并丰富服务的品种,可以将调峰、调频、备用、黑启动等服务纳入市场交易范畴之中。此时应该同步建立公平竞争的市场准入机制,仅允许符合条件的储能项目参与辅助服务市场交易。不仅如此,还应该推动储能与新能源、电力用户的协同互动,基于储能与新能源发电、电力用户之间的协同互动机制,鼓励储能参与新能源消纳和电力需求侧管理。例如推动储能企业与新能源企业签订长期购售电协议,然后在新能源出力高峰时储存电能,低谷时向用户进行供电,从而实现新能源消纳和用户用电成本降低的双赢^[5]。

2.5 加强全生命周期管理,提升综合效益

在协同规划阶段当中,建议引入全生命周期的成本效益分析方法,即对储能与电网的建设、运行、维护、退役等全生命周期成本和效益进行全面地评估。然后根据评估结果选择出性价比最高的储能技术和电网建设方案,确保二者的生命周期相匹配,进而减少重复投资和资源浪费。例如在规划抽水蓄能电站时,需综合地考虑到其建设成本、运行维护成本、使用寿命以及对电网的长期贡献,并与其他储能技术进行对比分析,从中选择最优的方案。该阶段也离不开储能与电网协同运行维护机制,借此机制能够整合双方的运维资源,在提高运维效率的同时降低运维成本。其中电网企业和储能企业需共享运行数据,共同制定运维计划,且开展联合巡检、故障诊断和维修等工作。比如利用电网企业的远程监控系统对储能设施运行状态进行实时地监测,保障能够及时地发现并处理故障;储能企业则为电网设备提供应急供电支

持,负责保障电网运维期间的供电可靠性。另外在规划时,一定要提前考虑到储能设施退役后的环境处置问题,优先选择环境友好、易于回收的储能技术和材料。

3. 结语

新型电力系统的建设离不开储能与电网的协同发展,而科学合理的协同规划便是实现二者高效协同的前提和基础。实践中储能与电网协同规划的成本—效益分析涉及多个维度和因素,因此需要从规划体系、技术创新、政策保障、市场机制和全生命周期管理等多个方面进行系统地优化。具体来说:通过强化顶层设计构建协同规划体系,才能够确保规划的科学性和统一性;而推动技术创新可降低协同规划的成本,提升技术的支撑能力;完善政策保障则能为协同发展创造良好环境;若具有健全的市场机制,便可激发市场主体的参与活力;最后加强全生命周期管理的目的是提升协同规划的综合效益。

参考文献:

- [1] 董淑文.面向新型电力系统的输电网扩展规划方法研究[D].北京市:华北电力大学(北京),2023.DOI:10.27140/d.cnki.ghbbu.2023.000584.
- [2] 毛恒山.新型电力系统下接入储能位置对配电网影响的分析[J].电气技术与经济,2025,(05):332-334.
- [3] 魏旭,刘东,高飞,等.双碳目标下考虑源网荷储协同优化运行的新型电力系统发电规划[J].电网技术,2023,47(09):3648-3658.DOI:10.13335/j.1000-3673.pst.2022.1966.
- [4] 房珂,周明,武昭原,等.面向低碳电力系统的长期储能优化规划与成本效益分析[J].中国电机工程学报,2023,43(21):8282-8294.DOI:10.13334/j.0258-8013.pcsee.221636.
- [5] 方逸航,王承民,谢宁,等.面向新型配电网的能观性分析与精细化协同规划方法[J].电力自动化设备,2024,44(02):42-49.DOI:10.16081/j.epae.202307018.

作者简介: 张科,(198702-),男,汉,河北省石家庄市无极县,本科,中级工程师,电网电力规划方面的研究。