

新型储能政策下动力电池在集装箱储能中的应用策略

罗积善

浙江众向电子科技有限公司 浙江 杭州 310000

【摘要】：动力电池梯次利用与集装箱储能结合被政策视为双碳路径的关键环节，一致性与安全性不足、系统匹配缺失、经济监管脱节构成三大障碍。退役电池 SOC 差异削弱输出稳定，阻抗不均埋下热失控隐患；接口协议散乱抬高调试成本，无统一设计规范致质量参差；回收费用高、套利空间收窄使投资回收周期拉长，跨部门数据壁垒加剧并网拖延。针对症结，数字孪生全周期管理、模块化标准构建、政策协同收益模式创新形成递进式破解方案，为规模化落地提供可行路线。

【关键词】：动力电池梯次利用；集装箱储能；一致性管理；标准化集成；政策协同

DOI:10.12417/2705-0998.26.01.065

引言

双碳目标把新型储能推向电力系统核心位置，政策明确将退役动力电池再利用列为增量供给来源。集装箱储能因其工厂预制、现场即插即用特性，被视作消纳退役电池的理想载体，可在用电高峰替代尖峰机组，亦可在分布式场景平抑光伏波动。然而，退役电池健康状态差异显著，热失控风险高于新电池，叠加集装箱内空间密闭、散热路径受限，安全矛盾突出；不同厂商电池与功率转换、温控、消防子系统接口互不兼容，导致项目调试周期拉长、成本攀升；补贴退坡后，峰谷价差收益难以覆盖高回收分拣费用，且退役电池溯源信息分散在商务、环保、能源多部门，并网审批环节重复，政策红利被层层稀释。厘清一致性与安全、集成匹配、经济监管三方面关键制约，并给出递进式优化路径，对释放退役电池储能潜力、完成政策装机目标具有直接现实意义。

1 新型储能政策导向与动力电池-集装箱储能技术耦合性分析

双碳目标推动下，国内出台了一系列新型储能相关政策。这些政策的核心导向包括明确储能装机规模的目标，优先支持安全可靠、经济适用的技术路线，以及鼓励开展退役动力电池梯次利用的管理工作。这些政策为动力电池在集装箱储能中的应用提供了方向指引和政策支持。其次，进行动力电池与集装箱储能技术特性的耦合性分析。动力电池能量密度较高、循环寿命较长的特性，与集装箱储能模块化、易部署、集成度高的特性相契合。集装箱储能能够将多个动力电池单元整合在一起，形成独立的储能系统，这种整合方式可充分发挥动力电池的能量优势，同时集装箱的设计也让整个系统更适宜在不同场景下快速部署。最后，说明两者结合的应用价值。动力电池与集装箱储能结合的系统，可用于电力调峰，帮助电网平衡负荷；也可用于分布式能源的消纳，让太阳能、风能等清洁能源产生的电力得到更有效的利用。这些应用场景符合政策鼓励的方向，也满足当前能源转型的需求，为后续的研究奠定了坚实的现实基础。

2 动力电池在集装箱储能应用中的现存核心挑战

(1) 动力电池梯次利用的一致性与安全性瓶颈退役动力电池来自不同的使用场景，衰减程度存在明显差异，这导致它们的 SOC 和 SOH 一致性不足。这种一致性问题会直接影响集装箱储能系统的能量输出稳定性，降低系统的循环寿命，使得系统无法稳定地参与电力调峰或分布式能源消纳。然后，退役电池内部阻抗不均、隔膜老化等情况会带来热失控的风险，而现有的电池管理系统对梯次电池开展状态监测时存在局限性，难以全面实时掌握电池的运行状态，无法及时发现潜在的安全隐患。政策对储能安全有强制要求，所以解决一致性与安全性问题是进行动力电池在集装箱储能中规模化应用的前提。如果这些问题得不到解决，系统的可靠性会大打折扣，也无法契合政策的安全标准，进而阻碍行业的规模化发展，无法实现政策设定的储能装机目标。

(2) 集装箱储能系统的集成匹配与标准化缺失不同品牌和型号的动力电池与集装箱储能系统中的 PCS、温控、消防等子系统进行集成时，存在明显的匹配问题，PCS 作为连接电池与电网的核心部件，其与电池的通信协议往往存在差异，有的电池厂商采用 Modbus-RTU 协议，有的则使用 CAN 总线，而部分 PCS 设备仅支持特定协议类型，导致调试过程中需要额外开发适配接口或转换模块，不仅增加了项目的调试时间和人力成本，还可能因为协议转换的延迟影响系统的响应速度，温控系统方面，不同动力电池的最优工作温度区间不同，三元锂电池通常要求在 25-35°C 之间稳定运行，磷酸铁锂电池则可耐受 -20°C 至 55°C 的宽温范围，但集装箱储能系统的温控方案若未与电池类型精准匹配，会导致电池长期工作在非最优温度环境下，既缩短电池的循环寿命，也可能增加热失控的安全隐患，消防系统方面，不同电池的热失控特性差异显著，三元锂电池热失控时会释放大量有毒气体且燃烧温度高，磷酸铁锂电池则相对温和，对应的消防子系统需要采用不同的灭火介质（如气溶胶、水基灭火系统、惰性气体）和触发阈值，若消防系统与电池类型不匹配，可能无法在事故初期有效抑制火情，扩大事故损失。当前集装箱储能行业缺乏统一的设计规范和完善的测

试认证体系,设计规范方面,电池舱的布局没有统一标准,有的企业采用纵向堆叠方式提升空间利用率,有的则采用横向排列预留更多通风间隙,这不仅影响系统的空间利用效率,还会导致散热路径的差异,进而影响整体系统的散热效果,散热效率的评估指标也不统一,有的企业以电池舱内部最高温差作为核心指标,有的则以平均温度作为参考,导致产品宣传时的数据缺乏可比性,测试认证体系方面,从电池模组的出厂测试到储能系统的并网测试,不同机构采用的测试方法和评判依据存在差异,比如振动测试有的采用正弦扫频方式模拟运输过程中的振动环境,有的则采用随机振动模拟实际运行中的复杂工况,这不仅让企业难以满足多地区的市场准入要求,也导致市场上的产品质量参差不齐,消费者难以辨别优劣,标准化缺失还直接阻碍了新型储能政策的落地,比如储能项目备案时,相关部门因缺乏统一的技术参数要求,需要花费更多时间审核项目的合规性,并网验收时,不同地区的电网公司对系统的稳定性、兼容性测试标准不统一,导致项目验收周期延长,影响项目的推进速度,进而制约整个行业的健康发展,无法满足政策设定的储能装机规模和应用场景拓展要求。

(3) 政策落地中的经济性与监管协同不足动力电池-集装箱储能项目存在多个经济性痛点。退役电池的回收分拣成本较高,需要投入大量的人力和设备进行筛选和检测;储能系统的初始投资大,包括电池采购、集装箱建设和子系统配置等费用;补贴退坡后,峰谷套利的收益难以覆盖运营成本,使得企业的投资回报周期变长。然后,监管层面存在协同不足的问题。退役电池溯源体系不完善,跨部门数据不通,无法有效追踪电池的来源和状态;储能项目并网审批流程繁琐,涉及能源、环保、安监等多个部门,增加了项目的时间成本;梯次利用产品的市场准入标准不明确,导致企业难以开展相关业务。这些问题会制约政策目标的实现,影响行业的规模化发展,无法达到双碳目标下的储能建设要求。

3 新型储能政策下动力电池在集装箱储能中的应用优化策略

(1) 基于数字孪生的动力电池梯次利用全生命周期管理策略开展利用数字孪生技术构建动力电池从退役到储能应用全生命周期模型的工作。通过物联网传感器进行电池状态数据的采集,包括电压、电流、温度等信息,开展健康评估算法的建立工作来实时预测电池的状态。然后基于数字孪生系统开展电池簇分组策略的优化工作,将状态相近的电池进行分组,提高系统的一致性。接着进行智能充放电控制策略的设计工作,根据电池的实时状态调整充放电参数,降低热失控风险。该策略能够契合政策对储能安全与梯次利用效率的要求,还能延长系统的寿命。通过这种全生命周期的管理方式,可以有效解决退役电池一致性不足的问题,提高集装箱储能系统的稳定性,满足政策设定的储能发展目标,推动动力电池在集装箱储能中

的规模化应用,为新型储能行业的发展提供有力支撑。同时,该模型还能实现对电池运行过程的实时监测,及时发现潜在的安全隐患,进一步保障系统的安全运行。

(2) 集装箱储能系统的模块化集成与标准化构建路径开展集装箱储能系统模块化集成方案的设计工作。将动力电池簇、PCS、温控单元和消防系统等开展标准化模块的设计工作,实现快速组装与更换,降低系统的调试成本和时间。然后推动行业开展统一标准的制定工作,包括电池接口协议、集装箱设计规范、系统测试认证流程等,提高产品的兼容性和质量稳定性。同时依托政策引导,比如提供标准制定补贴、支持示范项目建设和,推动标准化落地,降低集成成本和市场准入门槛。标准化的构建能够提高系统的可靠性,契合政策对储能项目的要求,促进集装箱储能系统的规模化应用,满足政策设定的储能装机目标,推动新型储能行业的健康发展。此外,统一的标准还能简化项目备案和并网验收的流程,加快政策的落地速度,为企业的发展创造良好的环境,进一步提升行业的整体竞争力。

(3) 政策协同下的经济性提升与市场化运营模式创新开展动力电池-集装箱储能项目经济性提升策略的制定工作。开展退役电池回收分拣与集装箱储能运营产业链的整合工作,降低回收分拣成本,提高项目的收益空间。然后利用政策工具,比如允许储能项目进行辅助服务市场的参与、扩大峰谷电价差等,提高项目的收益水平。接着进行市场化运营模式的创新工作,比如共享储能模式和电池银行模式,满足不同用户的需求。此外,通过政策协同保障模式落地,比如开展跨部门溯源平台的建设工作、简化并网审批流程等,解决监管协同不足的问题。该策略能够提高项目的经济性,契合政策对储能发展的要求,推动动力电池在集装箱储能中的规模化应用,实现政策目标与市场效益的双赢,为新型储能行业的可持续发展提供有力支撑。同时,创新的运营模式还能吸引更多企业参与,扩大储能市场的规模,促进行业的快速发展,进一步提高储能行业的整体竞争力。此外,政策协同还能打通跨部门的数据壁垒,实现退役电池的有效溯源,保障梯次利用产品的质量安全。

(4) 技术适配性优化与安全监管体系完善针对动力电池梯次利用于集装箱储能的技术适配性问题,需开展电池性能评估与系统集成方案的优化工作,根据退役电池剩余容量、循环寿命等参数分类匹配集装箱储能系统的功率需求,避免因电池性能差异导致的系统稳定性问题;同时强化集装箱储能系统的安全防护设计,包括热管理系统升级、消防装置智能化改造等,降低电池热失控风险。此外,完善安全监管体系,构建覆盖电池生产、梯次利用、退役回收全生命周期的安全标准体系,明确各环节责任主体,要求储能运营企业定期开展电池状态监测与安全评估并同步数据至监管平台;联合行业协会建立梯次利用电池质量认证机制,对达标产品给予市场准入便利,提升行

业整体安全管理水平，还要加强从业人员安全培训，组织储能系统运维人员参加电池安全操作与应急处置技能培训，提高一线人员风险防范能力。

4 结语

一致性与安全、集成匹配、经济监管三大难题相互交织，构成退役动力电池进入集装箱储能的现实门槛。数字孪生贯穿退役、分拣、成组、运行各环节，用实时数据替代经验判断，

先解决状态不清导致的安全隐患；模块化标准把电池簇、功率、温控、消防拆成可替换单元，用统一接口消除调试冗余，再化解集成效率低的痛点；政策协同通过辅助服务市场开放、跨部门数据互通、共享储能准入，最后打通收益与监管堵点。三项策略层层递进，既回应政策对安全、规模、经济的综合要求，也为企业提供了可复制的实施路线，退役电池储能由此有望从示范走向规模化，为双碳目标贡献持续、低成本的灵活电力资源。

参考文献：

- [1] 马剑,李渊文,彭璇.新型电力系统下的储能技术[J].中国科技信息,2025,(23):101-103.
- [2] 朱鑫祥,高岚.双模式下的直流组网船舶储能变流器控制策略[J].舰船科学技术,2025,47(22):148-154.
- [3] 袁文辉,张学东.退役动力电池回收体系政策与技术发展研究[J].有色金属(中英文),2025,15(06):1081-1086.
- [4] 刘继春,刘可欣,柯贤波,唐志远,邓建华.新型电力系统下储能参与电能量-惯量-一次调频多市场交易方法[J].电网技术,2025,49(03):1018-1031.
- [5] 王上行,官亦标,李相俊.电化学储能电站出力置信度对电网不同场景运行效果的影响分析[J].储能科学与技术.
- [6] 李媚,陈其慎,张艳飞,邢佳韵,龙涛,王琨,任鑫,赵红坤,张晔,张宇民.基于系统动力学的储能金属产业系统动态演化模型与模拟仿真——以锂、钒为例[J].地球学报.
- [7] 温兆银,李泓.全固态电池面临新的机遇与挑战[J].硅酸盐学报,2025,53(06):1403-1404.