

团 体 标 准

T/CIECCPA XXX—2025

混合储能系统经济性评价导则

Guidelines for economic evaluation of hybrid energy storage system

（征求意见稿）

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中 国 工 业 节 能 与 清 洁 生 产 协 会 发 布

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 评价总则 2

5 评价内容 2

6 评价方法 4

7 评价报告 5

附录 A（资料性）评价报告样例 7

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：国家能源集团新能源技术研究院有限公司、华电江苏能源有限公司、国电电力大连庄河发电有限公司、华电青岛发电有限公司等。

本文件主要起草人：陈彦桥、赵璐璐、苏新凯、李伯奎、陆盛昌、宿星会、郝宗鹏、石德盛。

混合储能系统经济性评价导则

1 范围

本文件规定了能量型与功率型混合储能系统经济性评价总则、评价内容、评价方法与评价报告。
本文件适用于含有两种及以上储能类型的电力混合储能系统经济性评价。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 20001.8	标准起草规则 第8部分：评价标准
GB/T 36549	电化学储能电站运行指标及评价
GB/T 42313	电力储能系统术语
GB/T 42318	电化学储能电站环境影响评价导则
GB/T 43512	全钒液流电池可靠性评价方法
GB/T 43687	电力储能用压缩空气储能系统技术要求
GB/T 44934	电力储能用飞轮储能单元技术规范
T/CNESA 1101	电力储能项目经济评价导则

3 术语和定义

GB/T 42313 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

储能系统 **energy storage system**

由一个或多个储能单元构成，能够独立实现电能存储、转换及释放功能的系统。

3.2

混合储能系统 **hybrid energy storage system**

由功率型储能设备（如超级电容、飞轮）与能量型储能设备（如锂离子电池、液流电池）通过动态功率分配策略集成，实现高频响应与长时调节互补的系统。

注：不包含同类设备扩容组合（如锂离子电池与铅酸电池混合）。

3.3

经济性评价 **economic evaluation**

运用科学的方法和指标体系，对混合储能系统在全生命周期内的成本投入、收益产出以及相关设备性能等方面进行综合分析和评估，以判断其经济可行性和合理性的过程。

3.4

全生命周期 **life cycle**

从储能系统的规划设计开始，到设备退役处置为止的完整过程。

3.5

全生命周期成本 **life cycle cost**

混合储能系统从规划设计、设备采购、建设安装、运营维护到退役处置整个生命周期内所发生的全

部成本总和，包括初始投资成本、运行维护成本、设备更换成本、退役处置成本等。

3.6

全生命周期收益 life cycle profit

混合储能系统在全生命周期内通过提供电能量与辅助服务、延缓电网升级、新能源消纳等业务所获得的全部收益总和。

4 评价总则

4.1 评价目的

通过对混合储能系统进行经济性评价，为项目投资决策、技术方案比选、运营策略优化提供数据支持和理论依据，促进混合储能系统资源的合理配置和高效利用，提高项目的经济收益和社会收益。

4.2 评价原则

4.2.1 科学性原则

采用科学合理的评价方法和指标体系，确保评价结果真实、准确、可靠。

4.2.2 全面性原则

综合考虑混合储能系统全生命周期内的成本、收益和设备性能等各个方面，进行全面系统的评价。

4.2.3 可比性原则

在评价过程中，统一评价标准和方法，保证不同项目之间的评价结果具有可比性。

4.2.4 动态性原则

充分考虑市场环境、技术发展、政策变化等因素对混合储能系统经济性的影响，进行动态分析和评价。

4.3 评价周期

混合储能系统经济性评价周期应涵盖项目全生命周期，一般从项目规划设计阶段开始，到项目退役处置结束。对于特殊项目，可根据实际情况适当调整评价周期，但需在评价报告中明确说明调整原因和依据。

5 评价内容

5.1 成本指标

5.1.1 初始投资成本

包括储能设备购置费用（如锂离子电池、超级电容器、飞轮等直流侧设备，以及变流器、变压器等交流侧设备的采购费用）、建筑工程费用（设备基础、配套生产楼等建设费用）、安装工程费用（设备运输、安装、调试等费用）、配套设施建设费用（能量管理系统、保护装置等配套设备的购置、安装和调试费用）、设计咨询费用（项目规划设计、技术咨询、并网实验等服务费用）、融资费用（贷款利息、债券发行费用等）以及其他相关费用（如土地征用费、青苗补偿费等）。

5.1.2 运行维护成本

包括日常运维费用（厂用电、设备维护保养、故障维修等费用）、人员成本（运维人员的工资、福利、培训等费用）、保险费用（为保障储能系统安全运行而购买的各类保险费用）等。

5.1.3 设备更换成本

在混合储能系统生命周期内，由于储能设备老化、性能下降等原因需要进行设备更换所产生的费用，包括新设备购置费用、旧设备拆除费用以及设备更换过程中的相关服务费用。

5.1.4 退役处置成本

混合储能系统退役后，对储能设备（特别是电池）进行回收、拆解、处理以及环境恢复等过程中发生的费用，包括退役设备运输费用、回收处理费用、环境治理费用等。

5.2 收益指标

5.2.1 电能量与辅助服务收益

5.2.1.1 调峰收益

混合储能系统通过参与电力系统调峰服务，根据调峰电量和调峰电价获得的收益。

5.2.1.2 调频收益

为电力系统提供调频服务，按照调频里程、调频容量等指标计算获得的收益。

5.2.1.3 备用容量收益

作为电力系统备用容量，根据备用容量大小和备用时长获得的补偿收益。

5.2.1.4 黑启动收益

为电力系统提供黑启动服务，根据黑启动次数和容量大小获得的补偿收益。

5.2.1.5 电能质量改善收益

通过改善电力系统电能质量（如电压稳定、频率稳定、谐波抑制等），减少因电能质量问题给电力系统的损失，从而获得的收益。

5.2.2 延缓电网升级收益

混合储能系统通过提高电网供电可靠性、降低电网峰值负荷，延缓电网升级改造需求而节省的电网建设投资费用，按照一定的分摊原则折算为混合储能系统的收益。

5.2.3 新能源消纳收益

混合储能系统通过存储并调节风能、太阳能等间歇性新能源电力，避免其因电网消纳能力不足而产生弃风、弃光现象，从而获取的经济收益和社会收益。

5.2.4 其他收益

包括政府补贴（如国家和地方政府为鼓励混合储能技术发展而给予的财政补贴、税收优惠等）、碳交易收益（通过减少碳排放，参与碳市场交易获得的收益）等。

5.3 设备指标

5.3.1 储能设备性能指标

5.3.1.1 额定能量

储能设备所存储的能量，反映储能设备的能量存储能力。

5.3.1.2 额定功率

储能设备能够输出的最大功率，体现储能设备的功率输出能力。

5.3.1.3 充放电效率

储能设备在充放电过程中，输出能量与输入能量的比值，衡量储能设备能量转换效率。

5.3.1.4 循环电量

储能设备在规定的充放电条件下，能够保持一定性能指标的放电量，反映储能设备的使用寿命。

5.3.1.5 健康状态

储能系统当前的最大容量与其原始容量的百分比，用于描述储能系统的老化或衰退程度。

5.3.2 设备匹配度指标

评估混合储能系统中不同类型储能设备之间在功率、能量、响应速度等方面的匹配程度，判断各储能设备能否协同工作，充分发挥系统整体性能。

5.3.3 设备可靠性指标

评价混合储能系统中储能设备的可靠性和稳定性，包括设备故障率、平均无故障时间、可维护性等。

相关细分指标的计算方面，锂离子电池、超级电容等按照 GB/T 36549 进行；全钒液流电池按照 GB/T 43512 进行；飞轮按照 GB/T 44934 进行；压缩空气储能按照 GB/T 43687 进行。未在上述储能范围中列明的，均应参考 GB/T 36549 中指标进行评价，但可对不相关指标进行删减。

6 评价方法

6.1 概述

评价方法以成本、收益、设备指标体系为基础，分别对三类指标进行归一化处理，消除量纲与数值跨度差异；再结合项目需求赋予差异化权重，最终通过加权求和得出综合评价得分，作为评价核心依据。

6.2 成本收益分析

计算混合储能系统全生命周期内的总成本和总收益，通过比较两者的大小关系，判断项目的经济可行性。包括全生命周期成本和全生命周期收益。

计算时，全生命周期成本、收益均需折算为现值。

6.3 综合评价方法

根据所建立的成本指标、收益指标和设备指标评价体系，按照以下公式进行计算综合评分：

$$X_i = \sum_{j=1}^n (\delta_1 A + \delta_2 B + \delta_3 C) \dots\dots\dots (1)$$

$$X = \sum_{i=1}^m \frac{P_i}{P} \frac{Q_i}{Q} X_i \dots\dots\dots (2)$$

$$(A, B, C) = \frac{\sum (A, B, C)_i}{(A, B, C)_{\text{总}}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

X_i 是第 i 种储能形式的综合评估得分；

X 是混合储能系统最终评估得分；

A 、 B 、 C 分别第 i 种储能形式的成本指标得分、收益指标得分和设备指标得分，参照公式(3)计算；

δ_1 、 δ_2 、 δ_3 分别是第 i 种储能形式的成本指标权重、收益指标权重和设备指标权重。电网侧、电源侧、用户侧项目推荐指标权重见表 1。若应用场景不属于上述，则可根据需求自行调整。对指标权重的具体调整需在评价报告中详细说明，并列出具体的依据；

表 1 推荐指标权重

项目类型	调整原则	推荐指标权重		
		成本指标 δ_1	收益指标 δ_2	收益指标 δ_3
电网侧	提高设备指标权重	0.3	0.3	0.4
电源侧	提高收益指标权重	0.3	0.4	0.4
用户侧	提高成本指标权重	0.4	0.3	0.3

P_i 是第 i 种储能形式的额定功率；

P 是混合储能系统总功率；

Q_i 是第 i 种储能形式的额定容量；

Q 是混合储能系统总容量。

7 评价报告

7.1 基本要求

评价报告应采用规范的文档格式，书写语言应简洁明了，图表清晰准确、标注完整，需包含项目概述、评价依据与方法、成本指标分析、收益指标分析、设备指标分析、经济性评价、敏感性分析、结论与建议等章节，评价报告模板见附录A。

7.2 项目概述

介绍混合储能系统项目的基本情况，包括项目名称、建设地点、建设规模、储能类型及配置、项目建设目标等。

7.3 评价依据与方法

说明经济性评价所依据的相关标准、规范、政策文件以及采用的评价方法和指标体系，对评价过程中涉及的评价周期、评价原则、关键参数和假设条件进行详细说明。

7.4 成本指标分析

对混合储能系统全生命周期内的各项成本进行分析和计算，列出成本构成表。

7.5 收益指标分析

分析混合储能系统在全生命周期内的各项收益，计算收益指标，展示收益来源和收益变化情况。

7.6 设备指标分析

对储能设备指标进行分析和评价，说明设备性能对系统经济性的影响。

7.7 经济性评价

运用选定的评价方法，计算混合储能系统的经济性评价指标，给出项目经济性评价结论。

7.8 敏感性分析

分析峰谷价差波动、设备寿命缩短、贴现率等主要因素对评价指标结果的影响，给出系统对各敏感因素的敏感程度结论及风险应对提示。

7.9 结论与建议

总结混合储能系统经济性评价的主要结论，提出优化建议和改进措施，为项目投资决策、规划设计和运营管理提供参考。

附 录 A

（资料性）

评价报告样例

评价报告

（报告编号）

项目名称：

委托单位：

（评价单位）

××××年××月××日

注意事项

- 1. 未经本单位书面批准不得复制本评价报告（完全复制除外）。
- 2. 报告无评价单位印章无效。
- 3. 完全复制报告未重新加盖评价单位印章无效。
- 4. 评价报告无主评、审核、批准人签字无效。
- 5. 评价报告涂改无效。
- 6. 对评价报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向评价单位提出。
- 7. 评价报告仅对委托评价样品负责。

（评价单位）

评价报告

报告编号:

共 页 第 页

委托单位名称 及联系电话			
委托单位地址			
设备型号			
生产单位名称 及联系电话			
任务来源			
评价日期		评价人员	
开始时间		结束时间	
评价目标			
评价条件			
评价方法			
数据及处理			
判定标准			
评价结果分析			
评价结论	评价单位公章 签发日期： 年 月 日		
备注			

批准:

审核:

主评：