

我国工商业储能投资评价体系构建

姜长帅

北京建筑大学, 北京市西城区, 100044;

摘要: 伴随着国家新型电力改革的展开, 新型电力系统在市场中蓬勃发展, 而储能成为了增强电力系统稳定性、调节电网侧峰谷负荷曲线、促进新能源发展的重要手段之一, 其中工商业储能在国家积极推进储能发展的背景下成为了一种必不可少的发展方式。文章通过构建综合评价指标, 基于各省市价格机制及经济性政策, 对工商业储能投资评价体系展开研究。

关键词: 工商业储能; 评价指标; 投资评价体系

DOI: 10. 64216/3080-1486. 25. 04. 023

1 工商业储能的发展现状分析

过去五年, 中国工商业储能市场经历了“从0到1”的爆发式增长。2020年市场规模仅有0.7GWh, 随后以年均增长率超过80%的速度一路飙升, 2021年达到1.2GWh, 2022年翻番到2.5GWh, 2023年在政策与需求共振下跃升至4.77GWh, 同比增长逾200%, 2024年预计进一步扩张至5.31GWh。短短五年, 市场体量增长近8倍, 中国已成为全球工商业储能增量最大、增速最快的市场。

伴随市场规模的膨胀, 工商业储能的新增装机亦呈几何级数增长。2020年新增装机仅0.1GW, 2021年翻番至0.2GW, 2022年突破0.5GW, 2023年在产业链成熟、商业模式跑通后, 新增装机猛增至1.8GW, 2024年1-10月全国新增并网项目已近950个, 全年新增装机预计达2.37GW, 相当于2020年的24倍。累计装机规模也从“几乎空白”跃升至2024年的约5GW, 奠定了国内用户侧储能的主体地位。

这一轮爆发由“政策—技术—市场”三重共振驱动。政策端, 2021年以来分时电价改革、高耗能企业电价上浮、各地需求侧响应补贴及容量补偿机制, 使工商业用户侧储能的套利空间快速打开; 技术端, 磷酸铁锂储能系统成本从2020年的1.8元/Wh降至2024年的0.8元/Wh左右, 循环寿命与能量密度同步提升, 项目IRR从低于6%提升到12%以上; 市场端, 限电、拉闸及“双碳”压力倒逼企业寻求备用电源与绿色电力解决方案, 虚拟电厂、共享储能、合同能源管理等创新商业模式降低了用户初始投资门槛。多重因素叠加, 使工商业储能从“可选”变为“必选”, 进入高速扩张通道。

2 评价体系建立

2.1 评价指标体系构建

2.1.1 评价指标选取原则

在构建工商业储能投资评价体系时, 科学合理地选取评价指标是体系有效性的基石。为此, 本次评价指标的遴选遵循一系列严谨且全面的原则:

全面性与综合性准则: 评价指标体系需广泛涵盖环境、经济、政策制度以及负荷特性等多层面要素。力求从多元维度、视角与方向对工商业储能投资目标展开剖析, 并在恰当范畴内对指标予以细化, 筛选出最具代表性的关键指标, 从而实现对投资状况的全方位考量。

科学性准则: 秉持科学严谨的态度, 运用科学合理的方法进行理论推导与归纳总结。构建逻辑严密、科学规范的综合评价指标体系, 以此精准、客观地对影响工商业储能投资的各类指标进行评定, 确保评价过程与结果具备坚实的科学依据。

系统性准则: 所选取的评价指标应构成一个有机的完整系统。整个评价指标体系由多个相互关联的子系统协同组成, 各评价指标之间存在紧密的逻辑联系, 形成清晰的层次结构。体系由微观至宏观逐步拓展, 从浅入深逐步深入剖析, 以全面反映工商业储能投资的系统性特征。

可行性与易操作性准则: 所选指标应简洁明了, 易于理解与把握。同时, 能够借助现有可靠、精准的数据资源以及成熟的工具手段进行科学量化测算, 并且在测算过程中保持较高的客观性, 进而保障评价结果的合理性与可信度, 便于实际应用与操作。

定性与定量分析结合准则: 定量指标能够直观、明确地对影响工商业储能投资的部分因素进行量化评定。然而, 鉴于工商业储能投资评价体系极为复杂庞大, 影响因素繁多, 难以对所有指标实现完全量化。故而需结合定性分析方法, 使定量与定性指标相互补充印证, 从而构建更为完备、全面的评价指标体系。

动态性与稳定性兼容准则：评价指标需具备一定的时间敏感性，能够及时响应政策制度动态变化以及行业发展新趋势所带来的影响。与此同时，在特定的评价周期内，指标体系应保持相对稳定，以确保评价结果的可比性与连贯性。

特殊性准则：鉴于各省份针对工商业储能投资所推行的政策存在差异，指标体系的构建必须紧密贴合国家宏观政策导向以及地方具体政策要求，充分考虑区域政策特殊性，使评价体系更具针对性与适应性。

2.1.2 评价指标初步确定

选取初步识别的四项评价指标理由分析如下：

峰谷时段及价格机制体现国家电网官方的政策性导向，可直观体现出某地基本的工商业储能收益情况，可从此项指标得出某地工商业储能收益情况是否良好，此项指标为工商业储能投资的根本因素。

负荷用电体现出某企业的用电量，可直观体现出某企业的经营、业务、运营、排产情况，可从此项指标得出企业是否具备投资价值，此项指标为工商业储能投资的核心因素。

变压器情况体现出某企业的整体容量配置情况，可直观体现出此企业工商业储能的发展前景，可从此项指标得出是否可配置储能、可配置多少容量，此项指标为工商业储能投资规模的决定因素。

本文基于全寿命期理论及可持续发展理论，初步识别的评价指标见表 1。

表 1 初级指标选取

Table 1 Primary Indicator Selection

一级指标
峰谷时段及价格机制
负荷用电
变压器情况

2.1.3 评价指标最终确定

为了让评价指标体系既完整精炼又具代表性，本次研究邀请了 31 位业内专家参与调研。这些专家分别来自高校、设计院和储能头部厂家，基本实现了储能行业产业链的全面覆盖。

调研采用电子问卷的形式，问卷打分设置为 5 分制，1-5 分依次对应特别不重要、不重要、一般重要、重要、特别重要。在问卷结果统计时，若超过半数专家给某指标打 2 分及以下，该指标将被剔除；若有三分之二及以上专家给某指标打 3 分及以上，该指标则予以保留；若超过三分之一的专家提议增设某指标，且经半数及以上专家同意，就会考虑新增该指标。此次调研共开展了 2 轮。

经过 2 轮专家问卷调查，对初步形成的评价指标进行整合，最终确定了工商业储能投资评价指标体系。该体系包含 3 类一级指标、7 个二级指标、12 个三级指标，充分考量了影响工商业储能投资的各类因素，评价范围涉及成本、收益、发展、实际消纳情况等全体系要素，同时确保了评价体系的适应变化能力。相关评价指标体系具体内容详见表 2。

2.2 评价指标权重确定

本文采用层次分析法确定指标权重。选取了 31 位储能方面的专家。得到的各指标权重计算结果见表 2。

表 2 评价指标体系

Table 2 evaluation index system

一级指标	二级指标	三级指标	评价性质	数据来源（定量）/打分主体（定性）	权重
峰谷时段及价格机制	日内充放电次数	一充一放	定性	日充放电次数	10%
		两充两放	定性	日充放电次数	10%
	一/二次充放电价差	电价差高低水平	定量	地区国网官网	10%
负荷用电	负荷数据情况	15/60 分钟负荷数据	定量	地区供电局	10%
	高/低电价负荷数据	N 小时可消纳电量	定量	项目工厂	10%
		N 小时可充电量	定量	项目工厂	10%
变压器容量	变压器情况	变压器总容量	定量	项目工厂	10%
		变压器剩余容量	定量	项目工厂	10%
	基本电费	容量电费	定性/定量	项目工厂电费单	10%
		需量电费	定性/定量	项目工厂电费单	10%
	一次电气图纸	电气线路连接情况	定性	项目工厂	10%
		接入电压	定性	项目工厂	10%

3 案例分析

为保证工商业储能投资评价体系的合理性和可操

作性，本文选取了三个现有工商业储能投资案例进行实际分析。

案例分别位于浙江、河北、辽宁三地，项目覆盖了

国内典型的高、中、低收益地区、国网不同政策典型地区，并实现了由南到北的地域性涵盖，能较好地对投资评价体系的合理性进行全面衡量。

案例一为浙江区域电子厂项目，该电子厂全年设备运行 360 天以上，变压器容量充足，基本电费为按容计费，增加储能设备不会产生额外基本电费，此电子厂消纳情况优秀，补电能力良好，结合浙江地区的峰谷时段差价，该项目收益率较高；

案例二为河北区域玛钢管件项目，该玛钢管件厂全年设备运行 350 天以上，变压器容量充足，基本电费为按容计费，增加储能设备不会产生额外基本电费，，此电子厂消纳情况优秀，但此变压器剩余容量较少，补电能力稍差，结合河北地区的峰谷时段差价，该项目收益率中等；

案例三为辽宁区域汽配厂项目，该汽配厂全年设备运行 300 天以上，变压器容量充足，基本电费为按需计

费，增加储能设备可能产生额外基本电费，此汽配厂消纳情况优秀，但补电能力很差，结合辽宁地区的峰谷时段差价，该项目收益率较低。

通过参考行业相关规范并结合相关现有案例的试评价情况，经过专家咨询法和专家打分法将百分制评价法下工商业储能投资评价的集中给分区间设定为（60，100）。为方便推广及使用，工商业储能投资评价等级分为 4 个等级，并根据等分公式将区间进行划分，等分公式为：

$$S_i = S_{i-1} - (S_1 - S_{n-1}) / (n-2) \quad (i=2, \dots, n-1; n=5)$$

因此，评价等级得分区间范围为 [60, 70]，[70, 80]，[80, 90]，[90, 100]，分别对应铜级、银级、金级、铂金级可投资水平。

案例评价结果如表 3 所示。

表 3 案例评价结果

Table 3 Results of the case evaluation

三级评价指标	评分依据	评分标准（分）	案例一（浙江）	案例一（河北）	案例一（辽宁）
一充一放/两充两放	按属地日可充放电次数	10	10	8	6
电价差高低水平	依据价差高低水平	10	10	8	6
15/60 分钟负荷数据	依据数据稳定性、准确性	10	10	8	7
N 小时可消纳电量	依据消纳能力	10	9	10	6
N 小时可充电量	依据充电能力	10	9	6	7
变压器总容量	依据容量适配性	10	9	8	6
变压器剩余容量	依据剩余容量合理性	10	9	6	7
容量电费/需量电费	依据电费性价比	10	9	8	6
电气线路连接情况	按承载能力	10	10	8	7
接入电压	依据电压稳定性	10	9	6	6
合计总分	/	100	94	76	64

通过评价结果可知，案例一得分为 94，为铂金级；案例二得分为 76，为银级；案例三得分为 64，为铜级。三个项目均能以此评价体系进行有效评分，并且评分与实际投资影响因素息息相关，充分体现了该评价体系的合理性。因此，本文所建立的工商业储能投资评价体系能较为合理的对工商业储能项目进行合理评价，具备一定的科学性、合理性、有效性和可操作性。

4 结语

本文分析了工商业储能发展现状，基于影响工商业储能的因素，构建了投资评价体系，并且以浙江、河北、辽宁三地储能项目为案例进行测算。主要工作及结论有如下几点：

1）基于 AHP 理论和文献研究、案例分析方法从多个层面构建工商业储能投资评价指标体系，运用层次分

析法确定指标权重。

2）以浙江、河北、辽宁三地储能项目为案例展开分析，证明构建工商业储能投资评价体系对实际储能项目案例具有指导和参考意义。

参考文献

- [1] 张航, 薛冬良, 夏炎锋, 等. 分布式储能在工商业用户侧的应用分析[J]. 大众用电, 2024, 39(07): 31-33.
- [2] 王宝, 叶斌, 朱刘柱, 等. 峰谷电价与用户侧储能成本动态联动模型[J]. 供用电, 2021, 38(08): 77-82+90. DOI: 10.19421/j.cnki.1006-6357.2021.08.011.

作者简介：姜长帅（1997.06），性别：男，民族：汉族，籍贯：河北省承德市，学历：本科，职位：无，研究方向：工程项目管理。