

团体标准

T/SHJNXH0021—2025

电化学储能电站运行综合能效等级及评价

Comprehensive Energy Efficiency Grade and Evaluation Standard
for Electrochemical Energy Storage Station

2025-07-17 发布

2025-07-17 实施

上海市节能协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
5 技术要求	2
5.1 电化学储能电站一级能效指标	2
5.2 电化学储能电站二级能效指标	2
5.3 电化学储能电站三级能效指标	2
6 能源统计边界、计量要求和评价流程	2
6.1 能源统计边界	2
6.2 计量要求	3
6.3 评价流程	4
7 计算方法	4
7.1 基本要求	4
7.2 储能单元电能损耗率	4
7.3 电站运行配套设备用电率	5
7.4 变配电传输电能损耗率	6
7.5 储能电站能效指标	6
8 节能管理措施	7
附录 A（规范性） 电化学储能电站能效评价计算方法	8
附录 B（资料性） 电化学储能电站能效评价所需数据	9
参考文献	10

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。

本文件由上海市能效中心提出，由上海市节能协会组织实施。

本文件由上海市节能协会归口。

本文件起草单位：上海市能效中心、上海理工大学、国网上海市电力公司、上海电力大学、上海交通大学、上海空间电源研究所。

本文件主要起草人：秦宏波、侯震寰、来鑫、张宇、王一竹、申祎航、李睿、杨炜婧、范志平、汤波、王皓靖、郑岳久、申婷婷、赵苗苗、鲍颖群。

本文件承诺执行单位：上海浦东港华数智能源发展有限公司、上海理工大学、国网上海市电力公司、上海电力大学、上海交通大学、上海空间电源研究所、上海联联睿科能源科技有限公司。

电化学储能电站运行能效等级及评价

1 范围

本文件规定了电化学储能电站能效评价的基本要求、技术要求、能源统计边界、计量要求和评价流程、计算方法、节能管理措施的内容。

本文件适用于以锂离子电池为主体的电化学储能电站（额定功率不小于500 kW且额定能量不小于500 kWh），其他类型及规模的储能电站可参照执行。

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 17215.321 电测量设备（交流） 特殊要求 第21部分：静止式有功电能表（A级、B级、C级、D级和E级）

GB/T 50063 电力装置电测量仪表装置设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电化学储能电站 electrochemical energy storage station

采用电化学电池作为储能元件，可进行电能存储、转换及释放的电站，由若干个不同或相同类型的电化学储能系统组成。

注：除储能系统外，还包括并网、新能源发电和维护检修等设施。

[来源：GB/T 36549—2018，3.1]

3.2

电化学储能单元 electrochemical energy storage unit

由电池模组、电池管理系统（BMS）、热管理系统、热失控防控系统等设备组成的集成化储能系统，不包括储能变流器和能量管理系统（EMS）等设备。

3.3

上网电量 on-grid energy

电化学储能电站向电网输送的电能量。

[来源：GB/T 36549—2018，3.6]

3.4

下网电量 off-grid energy

电化学储能电站从电网接收的电能量。

[来源：GB/T 36549—2018，3.7]

3.5

储能单元电能损耗率 rate of electrical loss for energy storage unit

储能单元运行过程的损耗电能与输入到储能电站的电能的比值，损耗包括电池充电、能量储存和放电过程的电能损耗。

3.6

变配电传输电能损耗率 rate of electrical lose for power distribution and transmission

储能电站内电能传输、变配电设备，以及功率变换系统中的电能损耗，与输入到储能电站的电能的比值。

3.7

电站运行配套设备用电率 rate of electrical consumption for auxiliary equipment

评价周期内维持储能电站运行的监控系统、照明动力及暖通空调等所耗的电量总和，与输入到储能电站的电能的比值。

3.8

能效指标 green and low-carbon efficiency performance

评价周期内在储能单元电能损耗率、变配电传输电能损耗率、电站运行配套设备用电率的基础上，综合考虑储能单元的容量衰减、站内可再生能源发电等因素，对电化学储能电站综合利用效率进行调整后的值。

3.9

能效指标等级 green and low-carbon efficiency performance level

评价电化学储能电站能效指标高低的等级，划分为一级、二级、三级，供电化学储能电站用户参考使用。

4 基本要求

4.1 电化学储能电站的能效评价应在电站竣工验收合格，正式移交生产管理，并且生产运维正常进行后定期开展。

4.2 储能电站能效评价宜以年为周期，具体评价周期由电站运行情况而定。

4.3 电化学储能电站能效评价应遵循科学性、公正性、综合性和适用性原则，根据实际情况对电站进行客观评价。

4.4 电化学储能电站能效评价应全面收集电站基本情况和运行数据资料，并根据主要评价指标的统计结果，评价电化学储能电站能效等级。

4.5 储能电站能效评价前收集的运行数据等资料的时间段应与评价周期一致。

4.6 储能电站运行评价所涉及的计量表计应有校验合格记录。

5 技术要求

5.1 电化学储能电站一级能效指标

电化学储能电站一级能效指标，表示能源利用效率已达到行业先进水平，一级能效指标不应小于 0.90。

5.2 电化学储能电站二级能效指标

电化学储能电站二级能效指标，表示能源利用效率达到行业的节能水平，二级能效指标不应小于 0.85。

5.3 电化学储能电站三级能效指标

电化学储能电站三级能效指标，是行业较低水平，低于该等级要求的电化学储能电站应进行整改，三级能效指标不应小于 0.75。

6 能源统计边界、计量要求和评价流程

6.1 能源统计边界

电化学储能电站能源统计边界，包括所有与储能直接或间接相连的设备和传输线路，以电网与电站之间连接节点为划分界限，对电站内部能源统计计量。

主要包括：

a) 电能：由电网传输到电站的所有电能，应包括市电及其他单位供本储能电站的电能；

- b) 内部新能源发电量：由电化学储能电站内部建设的可再生能源、风能发电的电量。
注：统计期原则上为一个自然年。

6.2 计量要求

6.2.1 计量位置

电化学储能电站原则上采用固定的测量仪表对能耗进行计量，电化学储能电站电能统计量点的设置应参照图1所示的各计量点的位置进行，其中：

- A 节点为电化学储能电站与电网进行电能传输的节点，统计测量的数据为上网电量 E_{on} 和下网电量 E_{off} 。
- B1 节点为储能单元与电站交流配电系统连接节点，统计测量的数据为储能单元的充电量 $E_{B1,c}$ 和放电量 $E_{B1,d}$ ，包括在充放电过程中的电能损耗。
- B2 节点为电站运行配套设备与电站交流配电系统连接节点，统计测量的数据为电站运行配套设备消耗电能 E_{B2} 。
- B3 节点为可再生能源发电的变流器交流侧与电站配电系统连接的节点，统计测量的数据为可再生能源发电变流器交流侧传输到电站交流配电系统的电能 E_{B3} ，此处测量数据用于可再生能源占比调节，如电站无可再生能源发电设备，则 B3 的测量不作要求。
- C1 节点为储能单元与储能变流器直流侧连接的节点，统计测量的数据为储能单元的充电量 $E_{C1,c}$ 和放电量 $E_{C1,d}$ 。
- C2 节点为可再生能源发电设备与变流器直流侧连接的节点，统计测量的数据为可再生能源发电设备传输到变流器直流侧的电能 E_{C2} ，相比于 B3 节点包括在变流器中损耗的电能。

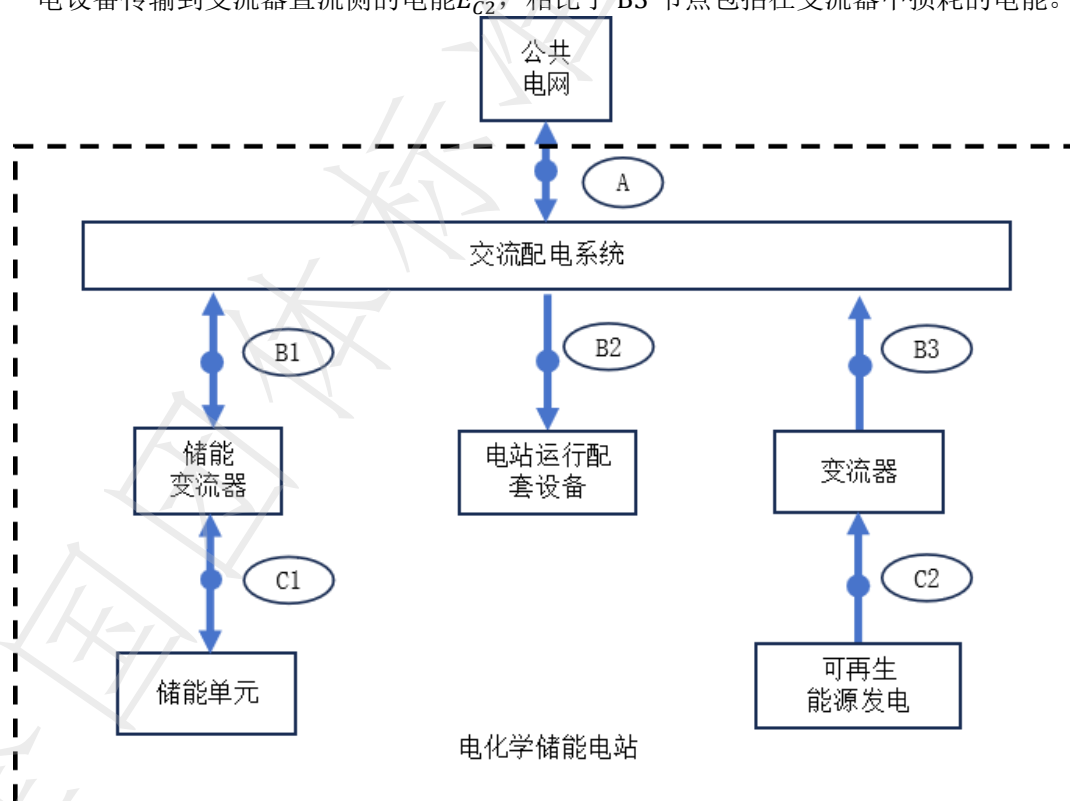


图1 电化学储能电站电能消耗测量点示意图

6.2.2 计量仪表

现场计量仪表应具备计算电化学储能电站能效指标所需数据的采集能力，具体要求包括：

- 电能计量仪表应符合 GB/T 17215.321 的技术要求，准确度等级应不低于 1.0 级；
- 电流互感器应符合 GB/T 50063 的技术要求，准确度等级应不低于 0.5 级。

6.3 评价流程

6.3.1 评价活动包括资料审查、现场检查、现场测试等，可通过查阅资料、现场调查、分析评价、现场询问、现场测试等方式展开。评价过程应记录评价打分和评价对象。

6.3.2 评价前，应首先进行评价资料收集并确定评价内容。资料性审查应明确审查的文档类型、内容范围和重点；现场检查应明确检查的具体项目、检查标准和方法；现场测试应明确测试的具体参数、测试工具和测试方法等。

6.3.3 评价过程中，应保持公正、客观的态度，避免主观臆断或受到外界干扰，详细记录评价打分过程，确保每一步都有明确的依据，并明确记录评价对象的具体信息，以便后续追溯和复查。

6.3.4 评价结论，应对评价项目（储能单元、电站运行配套设备、电站整体）进行总结，对于确实存在的问题和不符合要求的项目，应客观描述，对于在评价过程中已经完成整改的问题项，应实地核实其整改效果，经核实后按最终情况写入评价结论。

6.3.5 评价完成后，应出具评价报告，包括电站概况、评价内容、评价结论、评价建议等部分，确保报告内容的完整性和系统性。在报告中应突出评价的重点和关键问题，对于电站能效的优劣进行客观评价，并提出具体的改进建议。

7 计算方法

7.1 基本要求

电化学储能电站能效评价主要涉及储能单元能量损耗率、交配电传输能量损耗率、电站运行配套设备用电率等指标的计算，框架图详见图2。

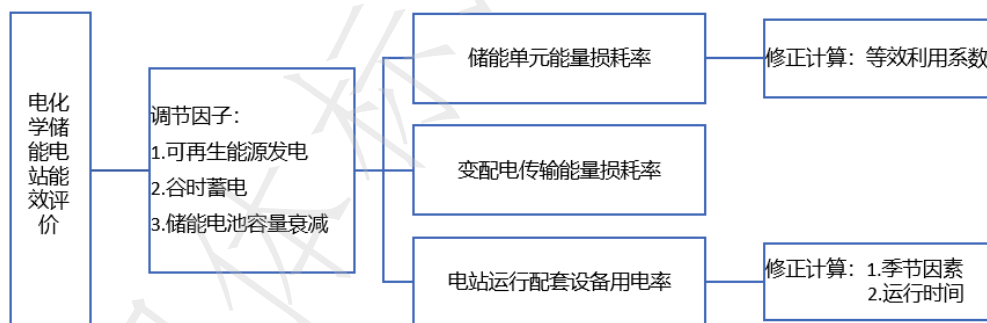


图2 电化学储能电站能效评价结构框图

7.2 储能单元电能损耗率

7.2.1 等效利用系数

等效利用系数是评价周期内储能单元充电量和放电量之和与储能单元额定功率和运行时间之积的比值，用于衡量储能单元的利用率，按式（1）计算：

$$\alpha = \frac{E_{C1.d} + E_{C1.c}}{P \times PH} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

α ——储能单元等效利用系数，%；

$E_{C1.c}$ ——评价周期内储能单元总的充电量，单位为千瓦时（kW·h）；

$E_{C1.d}$ ——评价周期内储能单元总的放电量，单位为千瓦时（kW·h）；

P ——储能单元的额定功率，单位为千瓦（kW）；

PH ——评价周期内设备运行状态下的工作小时数，单位为小时（h）。

如储能电站由多个储能单元组成，需分别统计各储能单元在评价周期内的等效利用系数，再按各储能单元的额定功率加权平均。

7.2.2 储能单元电能损耗率

7.2.2.1 储能单元电能损耗率应为，评价周期内储能系统运行过程的损耗电能与输入到储能电站的电能的比值，以图 1 中 C1 节点统计测量数据为准，按式（2）计算：

$$\eta_1 = \frac{E_{C1.c} - E_{C1.d}}{E_{off} + E_{B3}} \times \alpha \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- η_1 ——储能单元电能损耗率，%；
- $E_{C1.c}$ ——评价周期内储能单元总的充电量，单位为千瓦时（kW·h）；
- $E_{C1.d}$ ——评价周期内储能单元总的放电量，单位为千瓦时（kW·h）；
- E_{B3} ——评价周期内可再生能源发电传输到电站交流配电系统的电量，单位为千瓦时（kW·h）；
- α ——储能单元等效利用系数，%；
- E_{off} ——评价周期内储能电站的下网电量，单位为千瓦时（kW·h）。

7.2.2.2 考虑到不同运行时间、不同季节储能单元能量消耗的差异，可通过表 1 中的修正系数进行修正。

表1 储能单元电能损耗率修正计算

修正类型	定义	修正系数		说明
等效利用系数 α	评价周期内储能单元充电量和放电量之和与储能单元额定功率和运行时间之积的比值	0%~25%	0.90	储能单元电能损耗率与充放电量有直接的关系，利用等效利用系数对储能单元的能量转换效率进行修正计算。
		25%~50%	0.95	
		50%~75%	0.98	
		75%~100%	1.00	

7.3 电站运行配套设备用电率

7.3.1 电站运行配套设备用电率应为，评价周期内电站运行配套设备消耗电量与电站下网电量、可再生能源发电电量之和的比值。可按式（3）进行计算：

$$\eta_2 = \frac{E_{B2}}{E_{off} + E_{B3}} \times \alpha_1 \times \alpha_2 \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- η_2 ——电站运行配套设备用电率，%；
- E_{B2} ——评价周期内电站运行配套设备消耗电量，单位为千瓦时（kW·h）；
- E_{B3} ——评价周期内可再生能源发电传输到电站交流配电系统的电量，单位为千瓦时（kW·h）；
- E_{off} ——评价周期内储能电站的下网电量，单位为千瓦时（kW·h）。

7.3.2 考虑到不同运行时间、不同季节储能单元能量消耗的差异，可通过表 2 中的修正系数进行修正。

表2 电站运行配套设备用电率修正计算

修正类型	定义	修正系数		说明
运行时间占比 α_1	电站实际运行时间与评价周期的比值	0%~25%	0.80	电站的实际运行时间与电站的电站运行配套设备的用电率有直接的关系，应按照电站的实际运行时间对电站运行配套设备的用电率进行修正计算。
		25%~50%	0.85	
		50%~75%	0.90	
		75%~100%	1.00	

表2 电站运行配套设备用电率修正计算（续）

修正类型	定义	修正系数		说明
季节修正 α_2	以春秋季能耗为基准,对其他季节能耗进行修正	春、秋季	1.00	电站运行配套设备在不同季节能耗相差较大,若统计数据不满一年则按此修正系数进行修正计算。本标准参考上海市电化学储能电站的季节能耗制定,其他地区可参考执行。
		夏季	1.20	
		冬季	0.80	

7.4 变配电传输电能损耗率

变配电传输电能损耗率应为评价周期内,储能电站中为储能系统配套的输变电设备在运行过程中的电能损耗率,分为下网变配电传输电能损耗率和上网变配电传输电能损耗率,分别各占总的变配电传输电能损耗率的50%,下网变配电损耗为储能单元充电电能、电站运行配套设备所耗电能之和与下网电能的比值,上网变配电传输电能损耗率为上网电能与储能单元放电电能、可再生能源发电电能之和的比值,可按式(4)计算:

$$\eta_3 = 1 - \frac{E_{on}}{E_{off} + E_{B3}} - \frac{E_{C1.c} - E_{C1.d}}{E_{off} + E_{B3}} - \frac{E_{B2}}{E_{off} + E_{B3}} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- η_3 ——变配电传输电能损耗率, %;
- $E_{C1.c}$ ——评价周期内储能单元的实际充电量,单位为千瓦时(kW·h);
- $E_{C1.d}$ ——评价周期内储能单元的实际放电量,单位为千瓦时(kW·h);
- E_{B2} ——评价周期内电站运行配套设备消耗电量,单位为千瓦时(kW·h);
- E_{B3} ——评价周期内可再生能源发电传输到电站交流配电系统的电量,单位为千瓦时(kW·h);
- E_{on} ——评价周期内储能电站的上网电量,单位为千瓦时(kW·h);
- E_{off} ——评价周期内储能电站的下网电量,单位为千瓦时(kW·h)。

7.5 储能电站能效指标

电化学储能电站能效指标应为评价周期内,储能单元电能损耗率、变配电设备能源利用效率以及电站运行配套设备用电效率按照其所耗能源的进行计算所得。因电能利用效率调节因子应综合考虑采用可再生能源、峰谷蓄电等技术对电化学储能电站自身及城市整体能效提升的影响,以及电化学储能电站设备负荷使用率等影响因素。各项调节因子可按表3选取,新建、扩建和改建的电化学储能电站的调节因子加总应不超过0.08,已建成运营的电化学储能电站调节因子加总应不超过0.1。可按式(5)计算:

$$\eta = 1 - \eta_1 - \eta_2 - \eta_3 + \sum \gamma_i \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- η ——储能电站能效指标, %;
- η_1 ——储能单元电能损耗率, %;
- η_2 ——电站运行配套设备用电率, %;
- η_3 ——变配电传输电能损耗率, %;
- γ_i ——调节因子。

表3 能效指标调节因子

调节类型	定义	调节因子		说明
可再生能源发电占比 γ_1	评价周期内电站可再生能源发电电量与下网电量、可再生能源发电电量之和的比值	0%~5%	0	能源的来源类型与能效评价有直接的关系,应根据可再生能源发电占比对能效评价进行直接调节。
		5%~10%	0.01	
		10%~30%	0.03	
		30%~50%	0.05	
		>50%	0.08	

表3 能效指标调节因子（续）

调节类型	定义	调节因子		说明
峰谷蓄电 γ_2	评价周期内电站在谷时的下网电量与总的下网电量的比值	0%~30%	0.00	不同时间的电能的能源效率是不同的, 电站在电网负荷谷时的下网电能的占比与能效的评价有着直接关系, 应根据峰谷蓄电的占比对能效评价进行直接调节。
		30%~50%	0.01	
		50%~80%	0.03	
		80%~100%	0.05	
电池容量衰减 γ_3	储能单元在评价周期内的容量衰减, 即为当前储能单元容量与储能单元标准容量的比值	0%~5%	0.00	评价周期内, 储能单元为电化学储能电站设备主体, 其容量衰减占能源损耗的主要部分, 应将储能电站的电池容量衰减作为能效评价指标, 对能效评价进行直接调节。
		5%~10%	-0.01	
		10%~15%	-0.03	
		15%~20%	-0.05	
		>20%	-0.08	

8 节能管理措施

8.1 电化学储能电站运营单位应进行管理方案优化, 合理配置资源, 提高电化学储能电站的能效指标, 满足本标准所规定的一级能效指标。

8.2 对于已建成的电化学储能电站应对低效率、高能耗设备进行更新升级, 在储能单元、变配电、BMS等方面积极引入先进节能技术与措施, 有效提升能效水平。对于现有不满足电能利用效率最低标准的电化学储能电站进行节能技术改造。

8.3 新建电化学储能电站应从布局规划、设计、管理等方面采取节能减排措施。

附录 A
(规范性)
电化学储能电站能效评价计算方法

表A.1给出了电化学储能电站能效评价计算方法。

表A.1 电化学储能电站能效评价计算方法

储能单元电能损耗率 η_1				
计算内容	等效利用系数 α			储能单元能量转换效率 η_1
定义	评价周期内，储能单元充电量和放电量之和与储能单元额定功率和运行时间之积的比值			评价周期内，储能单元放电量与充电量的比值，通过等效利用系数进行修正
公式	$\alpha = \frac{E_{C1.d} + E_{C1.c}}{P \times PH}$			$\eta_1 = \frac{E_{C1.c} - E_{C1.d}}{E_{off}} \times \alpha \times 100\%$
所需数据	储能单元充电量、放电量；额定功率、电站运行时间			储能单元放电量、充电量
电站运行配套设备用电率 η_2				
计算内容	运行时间占比 α_1	季节修正 α_2		电站运行配套设备用电率 η_2
定义	电站实际运行时间与评价周期的比值	以春秋季能耗为基准，对其他季节能耗进行修正		评价周期内，储能配套设备、电站运行配套设备消耗电量与电站下网电量、可再生能源发电电量之和的比值
公式	$\alpha_1 = \frac{PH}{TH} \times 100\%$	无		$\eta_2 = \frac{E_{B2}}{E_{off} + E_{B3}} \times \alpha_1 \times \alpha_2 \times 100\%$
所需数据	储能电站运行时间、评价周期总时间（单位均为时/h）	评价周期内，运行时间在各个季节的占比		储能配套设备、电站运行配套设备消耗电量；电站下网电量；可再生能源发电电量
变配电传输电能损耗率 η_3				
计算内容	变配电传输电能损耗率			
定义	储能电站中储能系统配套的输变电设备在运行过程中的电能损耗率			
公式	$\eta_3 = 1 - \frac{E_{on}}{E_{off} + E_{B3}} - \frac{E_{C1.c} - E_{C1.d}}{E_{off} + E_{B3}} - \frac{E_{B2}}{E_{off} + E_{B3}}$			
所需数据	储能单元放电量、充电量；电站运行配套设备消耗电量；可再生能源发电电量；上网电量、下网电量			
能效指标 η				
调节因子	新建、扩建和改建重要电化学储能电站的调节因子加总应不超过 0.05； 已建成运营的电化学储能电站调节因子加总应不超过 0.1			
计算内容	可再生能源发电占比 γ_1	峰谷蓄电 γ_2	电池容量衰减 γ_3	能效指标 η
定义	评价周期内电站可再生能源发电电量与下网电量、可再生能源发电电量之和的比值	评价周期内电站在谷时的下网电量与总的下网电量的比值	储能单元在评价周期内的容量衰减，即当前储能单元容量与储能单元标准容量的比值	评价周期内，储能单元电能损耗率、变配电设备能源利用效率以及电站运行配套设备用电效率按照其所耗能源的总量进行加权平均所得
公式	$\gamma_1 = \frac{E_{B3}}{E_{off} + E_{B3}} \times 100\%$	$\gamma_2 = \frac{E_{off}}{E_{off}} \times 100\%$	$\gamma_3 = \frac{Cap_{now}}{Cap_{ini}} \times 100\%$	$\eta = 1 - \eta_1 - \eta_2 - \eta_3 + \sum \gamma_i$
所需数据	可再生能源发电电量；下网电量	谷时的下网电量、下网电量	当前储能单元容量；储能单元标准容量	所有数据

附录 B
(资料性)
电化学储能电站能效评价所需数据

表B.1给出了电化学储能电站能效评价所需数据的内容。

表B.1 电化学储能电站能效评价所需数据

现场测试数据				
项目	储能单元实际容量 C_{now} kW·h			
数据				
电站设备数据				
项目	储能单元额定功率 P kW	储能单元标准容量 C_{int} kW·h		
数据				
历史记录数据				
项目	下网电量 E_{off} kW·h	上网电量 E_{on} kW·h	储能单元 充电量 $E_{C1.c}$ kW·h	储能单元 放电量 $E_{C1.d}$ kW·h
数据				
项目	谷时下网 电量 \bar{E}_{off} kW·h	电站运行 时间 PH h	电站运行配套设备消耗 电量 E_{B2} kW·h	可再生能源 发电电量 E_{B3} kW·h

参 考 文 献

- [1] GB/T 36276—2023 电力储能用锂离子电池
 - [2] GB/T 36549—2018 电化学储能电站运行指标及评价
 - [3] GB/T 36558—2023 电力系统电化学储能系统通用技术条件
 - [4] GB/T 43686—2024 电化学储能电站后评价导则
 - [5] GB/T 43918—2024 交流标准电能表
 - [6] GB/T 51048—2014 电化学储能系统设计规范
-

全国团体标准信息平台