



团体标准

T/CES XXX-XXXX

电化学储能电站性能与安全运行 评价规范

Specification for performance and safety operation evaluation of electrochemical
energy storage stations

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国电工技术学会 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 符号、代号和缩略语.....1

5 指标体系.....2

 5.1 设备指标2

 5.2 系统指标8

6 评价方法.....12

 6.1 设备评价12

 6.2 系统评价12

 6.3 综合评价12

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》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会储能技术工作组归口。

本文件起草单位：国网综合能源服务集团有限公司、宁德时代新能源科技股份有限公司、国家市场监督管理总局缺陷产品召回技术中心、上海交通大学。

本文件主要起草人：郝添翼、李振、王楠、彭勇、吴思帆、孙伟华、任籽铮、张诗喆、黄伟光、李雅泊、张卫卫、彭秀全、岳婧琦、周一凡、任超、董红磊、赵星、李冕、黄任可、郑瑞祥。

本文件为首次发布。

电化学储能电站性能与安全运行评价规范

1 范围

本文件规定了电化学储能电站性能与安全运行评价指标体系和评价方法。

本文件适用于单站额定功率不小于 6 MW 的锂离子电池储能电站的评价，其他规模以及其他类型的电化学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，凡是注日期的引用文件，仅所注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 1094.2-2013 电力变压器 第 2 部分：液浸式变压器的温升

GB/T 1094.11-2022 电力变压器 第 11 部分：干式变压器

GB/T 34120-2023 电化学储能系统储能变流器技术要求

GB/T 34131-2023 电力储能用电池管理系统

GB/T 34133-2023 储能变流器检测技术规程

GB/T 36276-2023 电力储能用锂离子电池

GB/T 36549-2018 电化学储能电站运行指标及评价

GB/T 40090-2021 储能电站运行维护规程

GB/T 42288-2022 电化学储能电站安全规程

GB/T 42726-2023 电化学储能电站监控系统技术规范

GB/T 43695-2024 锂离子电池和电池组能源转换效率要求和测量方法

GB/T 44026-2024 预制舱式锂离子电池储能系统技术规范

GB/T 6451-2023 油浸式电力变压器技术参数和要求

DL/T 2528-2022 电力储能基本术语

电化学储能电站安全运行评价指标（试行）（中电联电动交通与储能分会，2023.6）

3 术语和定义

DL/T 2528 确定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

功率保持率 power capacity retention rate

储能电站实际可输出的最大功率与电站额定功率的比值，以百分数表示。

3.2

能量保持率 energy capacity retention rate

储能电站实际可放电能量与电站额定能量的比值，以百分数表示。

4 符号、代号和缩略语

下列符号、代号和缩略语适用于本文件。

BMS：电池管理系统（battery management system）

PCS：变流器系统（power conversion system）

EMS：能量监控/管理系统（energy monitoring/management system）

AGC：自动发电控制（automatic generation control）

5 总则

5.1 电化学储能电站（以下简称“储能电站”或“电站”）的性能与安全运行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。

5.2 储能电站性能与安全运行评价宜以年为周期。

5.3 储能电站性能与安全运行评价应全面收集电站基本情况和运行数据资料，并采用专用仪器对接地、绝缘等安全状态和 BMS 单体电压测量精度等性能状况等进行现场测量，再根据主要指标的统计结果和测量结果，评价电站性能与安全运行状况和效果。

5.4 储能电站的基本情况、运行数据等资料主要包括：

- a) 储能电池类型，储能单元额定功率、额定能量和系统结构等；
- b) 变配电设施的电压等级、电气主接线、主设备型号与参数、站用电系统等；
- c) 电站监控系统与电池管理系统结构及主要监控项目；
- d) 电站及储能单元功率、电压、电流、电量等运行数据；电站电力系统调度记录；
- e) 电站及储能单元运行故障、检修记录。

5.5 评价前收集的性能及运行数据等统计资料的时间段应与评价周期一致。

5 指标体系

5.1 设备层

5.1.1 一般规定

设备层下的指标分类应包括涉网设备、电池设备、变流器设备、电池管理系统、监控系统、消防系统、暖通空调及热管理系统 7 类。

5.1.2 涉网设备类

5.1.2.1 变配电损耗率

变配电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占下网电量的百分比，可按式(1)计算：

$$R_i = (E_{\text{off}} - \sum E_s - \sum E_c + \sum E_D - E_{\text{on}}) / E_{\text{off}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中，

R_i ：变配电损耗率，%；

E_{off} ：评价周期内储能电站的下网电量，单位为千瓦时（kWh）；

E_{on} ：评价周期内储能电站的上网电量，单位为千瓦时（kWh）；

$\sum E_s$ ：评价周期内储能电站总的站用电量，单位为千瓦时（kWh）；

$\sum E_c$ ：评价周期内储能电站各储能单元的充电量总和，单位为千瓦时（kWh）；

$\sum E_D$ ：评价周期内储能电站各储能单元的放电量总和，单位为千瓦时（kWh）。

5.1.2.2 升压变温升

升压变温升应为评价周期内各升压变运行时的特征温度与周围环境温度差值的最大值，可按式（2）计算：

$$T_t = \max \{ (T_{t,1} - T_{a,1})_{\max}, (T_{t,2} - T_{a,2})_{\max}, \dots, (T_{t,N} - T_{a,N})_{\max} \} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中，

T_t ：升压变温升，单位为摄氏度（℃）；

N ：升压变的数量，单位为台；

$T_{t,i}$ ：第 i 台升压变运行时的特征温度，单位为摄氏度（℃）；

$T_{a,i}$ ：第 i 台升压变运行时所处的环境温度，单位为摄氏度（℃）。

注：

1) 针对绝大多数的液浸式（油浸式）升压变压器，采用顶层油温作为升压变运行时的特征温度，再与升压变周围环境的温度求差值。取评价周期内的最大差值。

2) 针对干式升压变压器，采用绕组平均温度作为升压变运行时的特征温度，再与升压变周围环境的温度求差值。取评价周期内的最大差值。

3) 本指标取各升压变温升的最大值。

4) 此外，升压变稳定运行到每小时温升变化 < 1 ℃时视为热稳定，取此时相应的温度值。

5.1.2.3 升压变可用系数

升压变可用系数应为评价周期内升压变（如有）的正常可用时间占评价周期总时间的百分比，可按式（3）计算：

$$AFT = \frac{AH_t}{PH} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中，

AFT ：升压变可用系数，%；

AH_t ：评价周期内升压变可用小时数，单位为小时（h）；

PH ：评价周期总小时数，单位为小时（h）。

5.1.2.4 AGC 可用系数

AGC 可用系数应为评价周期内 AGC（如有）的正常可用时间占评价周期总时间的百分比，可按式（4）计算：

$$AFG = \frac{AH_{AGC}}{PH} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中，

AFG ：AGC 可用系数，%；

AH_{AGC} ：评价周期内 AGC 可用小时数，单位为小时（h）；

PH ：评价周期总小时数，单位为小时（h）。

5.1.3 电池设备类

5.1.3.1 电池阵列充放电循环效率

电池阵列充放电循环效率应为评价周期内各电池阵列放电能量总和占充电能量总和的百分比。可按式（5）计算：

$$\eta_{BA} = \frac{\sum E_{DBA}}{\sum E_{CBA}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

其中，

η_{BA} ：电池阵列充放电循环效率，%；

$\sum E_{DBA}$ ：评价周期内各电池阵列的放电能量总和，单位为千瓦时（kWh）；

$\sum E_{CBA}$ ：评价周期内各电池阵列的充电能量总和，单位为千瓦时（kWh）。

5.1.3.2 电池簇内单体电压极差

电池簇内单体电压极差应计算评价周期内最近一次充放电中，充电结束时每个电池簇内不同电池单体的最高电压与最低电压之差、放电结束时每个电池簇内不同电池单体的最高电压与最低电压之差，取最大值。可按式（6）计算：

$$\Delta U_{\max} = \max \left\{ (U_{1,\max} - U_{1,\min})_{C\text{-end}}, (U_{2,\max} - U_{2,\min})_{C\text{-end}}, \dots, (U_{M,\max} - U_{M,\min})_{C\text{-end}}, \right. \\ \left. (U_{1,\max} - U_{1,\min})_{D\text{-end}}, (U_{2,\max} - U_{2,\min})_{D\text{-end}}, \dots, (U_{M,\max} - U_{M,\min})_{D\text{-end}} \right\} \quad (6)$$

其中，

$\Delta U_{\max}$ ：电池簇内单体电压极差；

M ：电池簇的数量，单位为个；

$(U_{i,\max} - U_{i,\min})_{C\text{-end}}$ ：最近一次充电结束时第 i 个电池簇内电池单体电压极差，单位为伏（V）；

$(U_{i,\max} - U_{i,\min})_{D\text{-end}}$ ：最近一次放电结束时第 i 个电池簇内电池单体电压极差，单位为伏（V）。

5.1.3.3 电池簇内单体温度极差

电池簇内单体温度极差应计算评价周期内最近一次充放电中，充电结束时每个电池簇内不同电池单体的最高温度与最低温度之差、放电结束时每个电池簇内不同电池单体的最高温度与最低温度之差，取最大值。可按式（7）计算：

$$\Delta T_{\max} = \max \left\{ (T_{1,\max} - T_{1,\min})_{C\text{-end}}, (T_{2,\max} - T_{2,\min})_{C\text{-end}}, \dots, (T_{M,\max} - T_{M,\min})_{C\text{-end}}, \right. \\ \left. (T_{1,\max} - T_{1,\min})_{D\text{-end}}, (T_{2,\max} - T_{2,\min})_{D\text{-end}}, \dots, (T_{M,\max} - T_{M,\min})_{D\text{-end}} \right\} \quad (7)$$

其中，

$\Delta T_{\max}$ ：电池簇内单体电压极差；

M ：电池簇的数量，单位为个；

$(T_{i,\max} - T_{i,\min})_{C\text{-end}}$ ：最近一次充电结束时第 i 个电池簇内电池单体温度极差，单位为摄氏度（℃）；

$(T_{i,\max} - T_{i,\min})_{D\text{-end}}$ ：最近一次放电结束时第 i 个电池簇内电池单体温度极差，单位为摄氏度（℃）。

5.1.3.4 电池簇相对故障次数

电池簇相对故障次数应为评价周期内平均单个电池簇的年度故障次数。可按式（8）计算：

$$RTOP = \frac{FTOP}{BPN \cdot PA} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中，

RTOP：电池簇相对故障次数，单位为次/（簇·年）；

FTOP：评价周期内储能电站的电池簇故障总次数，单位为次；

BPN：整站电池簇总数量，单位为簇；

PA：评价周期总年数，单位为年。

5.1.3.5 电池模块绝缘电阻

电池模块绝缘电阻应为电池模块正极、负极分别与外部裸露可导电部分之间的绝缘电阻。一般使用绝缘电阻测试仪/绝缘耐压试验装置进行测试，要求其电阻值与标称电压的比值均不应小于 1000 Ω/V。试验电压按照 GB/T 36276 中表 16 “绝缘电阻性能试验电压”要求设定。

5.1.4 变流器设备类

5.1.4.1 变流器整流效率

变流器整流效率应为变流器（PCS）在储能电站充电过程中的能量转换效率。可按式（9）计算：

$$\eta_{PCS-R} = \min \left\{ \frac{(E_{C-DC})_i}{(E_{C-AC})_i} \times 100\% \right\} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中，

η_{PCS-R} ：变流器整流效率，%；

E_{C-DC} ：充电时段第 i 个 PCS 直流侧电量；单位为千瓦时（kWh）；

E_{C-AC} ：充电时段第 i 个 PCS 交流侧电量，单位为千瓦时（kWh）。

注：针对最近 1 天或 1 周，通过各 PCS 交流侧、直流侧的计量装置统计电量，计算各 PCS 的整流效率后，取最小值；或使用功率分析仪等构成的测试系统进行测试后，取最小值。

5.1.4.2 变流器逆变效率

变流器逆变效率应为变流器（PCS）在储能电站放电过程中的能量转换效率。可按式（10）计算：

$$\eta_{PCS-I} = \min \left\{ \frac{(E_{D-AC})_i}{(E_{D-DC})_i} \times 100\% \right\} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中，

η_{PCS-I} ：变流器逆变效率，%；

E_{D-AC} ：放电时段第 i 个 PCS 交流侧电量，单位为千瓦时（kWh）；

E_{D-DC} ：放电时段第 i 个 PCS 直流侧电量；单位为千瓦时（kWh）。

注：针对最近 1 天或 1 周，通过各 PCS 交流侧、直流侧的计量装置统计电量，计算各 PCS 的逆变效率后，取最小值；或使用功率分析仪等构成的测试系统进行测试后，取最小值。

5.1.4.3 变流器相对故障次数

变流器相对故障次数应为评价周期内平均单台变流器（PCS）的年度故障次数。可按式（11）计算：

$$RTOS = \frac{FTOS}{SN \cdot PA} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中，

RTOS：变流器相对故障次数，单位为次/（台·年）；

FTOS：评价周期内储能电站的变流器故障总次数，单位为次，从 EMS 读取或人工统计；

SN：整站变流器总数量，单位为台；

PA：评价周期总年数，单位为年。

5.1.4.4 变流器平均故障修复时长

变流器平均故障修复时长应为评价周期内变流器（PCS）平均单次故障的修复时长。可按式（12）计算：

$$MDOS = \frac{FDOS}{FTOS} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中，

MDOS：变流器平均故障修复时长，单位为天/次；

FDOS：评价周期内变流器（PCS）故障总修复时间，单位为天，从 EMS 读取或人工统计；

FTOS：变流器（PCS）故障总次数，单位为次，从 EMS 读取或人工统计。

5.1.4.5 变流器绝缘电阻

变流器绝缘电阻应为变流器（PCS）各独立电路与外露可导电部分之间、以及与各独立电路之间的绝缘电阻。一般使用绝缘电阻测试仪/专用兆欧表，测试各 PCS 各独立电路与外露可导电部分之间、以及与各独立电路之间的绝缘电阻。要求所测绝缘电阻值应满足 GB/T 34120-2023 “8.2.1.2.1 绝缘电阻”的要求，即 A1、A2、B1、B2、B3 类变流器不小于 $1M\Omega$ ，A2 类变流器不小于 $1000\Omega/V$ 。施加的试验电压按照 GB/T 34120 中表 5 “绝缘电阻试验电压”要求设定。

5.1.5 电池管理系统类

5.1.5.1 电池管理系统相对故障次数

电池管理系统相对故障次数应为评价周期内平均单套电池管理系统（BMS）的年度故障次数。可按式（13）计算：

$$RTOB = \frac{FTOB}{BN \cdot PA} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中，

RTOB：电池管理系统相对故障次数，单位为次/（套·年）；

FTOB：评价周期内储能电站的电池管理系统故障总次数，单位为次，从 EMS 读取或人工统计，把非预期、影响功能/安全、需要干预的事件计为一次故障；短暂瞬变、可自恢复且不影响运行的，一般不算故障，只算告警/异常；

BN：整站电池管理系统总数量，单位为套；

PA：评价周期总年数，单位为年。

5.1.5.2 电池管理系统平均故障修复时长

电池管理系统平均故障修复时长应为评价周期内电池管理系统（BMS）平均单次故障的修复时长。可按式（14）计算：

$$MDOB = \frac{FDOB}{FTOB} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中，

MDOB：电池管理系统平均故障修复时长，单位为天/次；

FDOB：评价周期内电池管理系统（BMS）故障总修复时间，单位为天，从 EMS 读取或人工统计；

FTOB：电池管理系统（BMS）故障总次数，单位为次，从 EMS 读取或人工统计。

5.1.6 监控系统类

5.1.6.1 监控系统相对故障次数

监控系统相对故障次数应为评价周期内监控系统在单位时间的故障次数。可按式（15）计算：

$$RTOE = \frac{FTOE}{PA} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中，

RTOE：监控系统相对故障次数，单位为次/年；

FTOE：评价周期内监控系统故障总次数，单位为次，从 EMS 读取或人工统计；

PA：评价周期总年数，单位为年。

5.1.6.2 监控系统平均故障修复时间

监控系统平均故障修复时长应为评价周期内监控系统（EMS）平均单次故障的修复时长。可按式（14）计算：

$$MDOE = \frac{FDOE}{FTOE} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中，

MDOE：监控系统平均故障修复时长，单位为天/次；

FDOE：评价周期内监控系统（EMS）故障总修复时间，单位为天，从 EMS 读取或人工统计；

FTOE：监控系统（EMS）故障总次数，单位为次，从 EMS 读取或人工统计。

5.1.7 消防系统类

5.1.7.1 消防设施维保情况

消防设施维保情况为储能电站每年对消防设施进行维保检测的情况。具体要求如下：

储能电站应定期对消防设施进行维护保养检测，提供维保检测记录和设备到期更换记录；

储能电站应每年至少进行一次消防设施的全面检测，出具年度检测报告，覆盖火灾报警系统、灭火器材、应急照明、疏散通道等所有设施和工器具。

5.1.7.2 防爆措施情况

防爆措施情况为储能电站的防爆措施执行情况。具体要求如下：

储能电池舱（室）的通风系统应采用防爆型；

电池设备舱（室）与外界连接的电缆沟道应封堵严密；

电池设备舱（室）、隔墙、隔板等管线开孔部位和电缆进出口应采用防火封堵材料封堵严密。

5.1.8 暖通空调及热管理系统类

5.1.8.1 暖通空调及热管理系统可用系数

暖通空调及热管理系统可用系数应为评价周期内暖通空调及热管理系统的正常可用时间占评价周期总时间的百分比，可按式（15）计算：

$$AFH = \frac{AH_H}{PH} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中，

AFH：暖通空调及热管理系统可用系数，%；

AH_H：评价周期内暖通空调及热管理系统可用小时数，单位为小时（h），应分别统计评价周期内各台空调、各台液冷机的可用时间，并按照各台设备的额定功率加权平均；

PH：评价周期总小时数，单位为小时（h）。

5.1.8.2 暖通空调及热管理系统平均故障修复时长

暖通空调及热管理系统平均故障修复时长应为评价周期内暖通空调及热管理系统平均单次故障的修复时长。可按式（16）计算：

$$MDOH = \frac{FDOH}{FTOH} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中，

MDOH：暖通空调及热管理系统平均故障修复时长，单位为天/次；

FDOH：评价周期内暖通空调及热管理系统故障总修复时间，单位为天，从 EMS 读取或人工统计；

FTOH：暖通空调及热管理系统故障总次数，单位为次，从 EMS 读取或人工统计。

5.2 系统层

5.2.1 一般规定

系统层下的指标分类应包括系统容量水平、系统能效水平、系统利用水平、系统管理水平 4 类。

5.2.2 系统容量水平类

5.2.2.1 储能电站功率保持率

储能电站功率保持率应为评价周期内储能电站实际可输出的最大放电功率与电站额定功率的比值，以百分数表示。可按式（17）计算：

$$PRR = \frac{PA}{Pe} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中，

PRR：储能电站功率保持率，%；

PA：评价周期内储能电站实际最大可放电功率，单位为千瓦（kW），应为储能电站实际可连续运行 15 min 及以上的最大功率值；

Pe：储能电站额定功率，单位为千瓦（kW）。

5.2.2.2 储能电站能量保持率

储能电站能量保持率应为储能电站实际可释放的电量与电站额定能量的比值，以百分数表示。可按式（18）计算：

$$ERR = \frac{EA}{Ee} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中，

ERR：储能电站能量保持率，%；

EA：储能电站实际可放电量，单位为千瓦时（kWh），应为电站中各储能单元实际可放电量的总和，可放电量应基于实际放电深度（DOD）设置确定；

Ee：储能电站额定能量，单位为千瓦时（kW），即各储能单元铭牌标识额定能量之和。

5.2.3 系统能效水平类

5.2.3.1 储能电站综合效率

储能电站综合效率应为评价周期内储能电站上网电量占下网电量的百分比。可按式（19）计算：

$$\eta_{\text{EESS}} = \frac{E_{\text{on}}}{E_{\text{off}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中，

η_{EESS} ：储能电站综合效率，%；

E_{on} ：评价周期内储能电站上网电量，单位为千瓦时（kWh）；

E_{off} ：评价周期内储能电站下网电量，单位为千瓦时（kWh）。

5.2.3.2 储能单元充放电转换效率

储能单元充放电转换效率应为评价周期内储能电站各储能单元的总放电量占总充电量的百分比。可按式（20）计算：

$$\eta_{\text{ESU}} = \frac{E_{\text{D}}}{E_{\text{C}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (20)$$

式中，

η_{ESU} ：储能单元充放电能量转换效率，%；

E_{D} ：评价周期内各储能单元的总放电量，单位为千瓦时（kWh）；

E_{C} ：评价周期内各储能单元的总充电量，单位为千瓦时（kWh）。

5.2.3.3 储能电站站用电率

储能电站站用电率应为评价周期内储能电站站用电量占下网电量的百分比。可按式（21）计算：

$$R_{\text{S}} = \frac{E_{\text{S}}}{E_{\text{off}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (21)$$

式中，

R_{S} ：储能电站站用电率，%；

E_{S} ：评价周期内储能电站总的站用电量，单位为千瓦时（kWh）；

E_{off} ：评价周期内储能电站下网电量，单位为千瓦时（kWh）。

5.2.4 系统利用水平类

5.2.4.1 储能电站利用率指数

储能电站利用率指数应为储能电站按照额定功率折算的利用时间占电站设计充放电时间的百分比。可按式（22）及（23）计算：

$$UTRI = \frac{UTH}{DH} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (22)$$

其中：

$$UTH = \frac{ACE+ADE}{Pe} \quad \dots\dots\dots (23)$$

式中，

UTRI：储能电站利用率指数，%；

UTH：评价周期内储能电站利用小时数，单位为小时（h）；

DH：评价周期内储能电设计充放电小时数，单位为小时（h），从可研/设计文件获取；

ACE：评价周期内储能电站实际充电电量，单位为千瓦时（kWh）；

ADE：评价周期内储能电站实际放电电量，单位为千瓦时（kWh）；

Pe：储能电站额定功率，单位为千瓦（kW）。

5.2.4.2 储能电站年均等效放电次数

储能电站年均等效放电次数应为储能电站年均实际放电电量与额定能量的比值。可按式（24）计算：

$$EDCT = \frac{ADE}{Qe \times Y} \quad \dots\dots\dots (24)$$

式中，

EDCT：储能电站年均等效放电次数，单位为次/年；

ADE：评价周期内储能电站实际放电电量，单位为千瓦时（kWh）；

Qe：储能电站额定能量，单位为千瓦时（kWh）；

Y：评价周期年数，单位为年。

5.2.4.3 储能电站可用系数

储能电站可用系数应为储能电站的可用时间占评价周期总时间的百分比。可按式（25）计算：

$$AF = \frac{AH}{PH} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (25)$$

式中，

AF：储能电站可用系数，%；

AH：评价周期内储能电站可用小时数，单位为小时（h），应分别统计评价周期内各储能单元的可用时间，并按照各储能单元的额定功率加权平均；

PH：评价周期总小时数，单位为小时（h）。

5.2.4.4 储能电站非计划停运系数

储能电站非计划停运小时与评价周期总小时数的比值

储能电站非计划停运系数应为储能电站非计划停运时间占评价周期总时间的百分比。可按式（26）计算：

$$UOF = \frac{UOH}{PH} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (26)$$

式中，

UOF：储能电站非计划停运系数，%；

UOH：评价周期内储能电站非计划停运小时数，单位为小时（h），由电站人工日志统计；

PH：评价周期总小时数，单位为小时（h）。

5.2.4.5 储能电站调度响应成功率

储能电站调度响应成功率应为储能电站对调度指令实际执行成功次数占调度指令下达次数的百分比。可按式（27）计算：

$$DRSR = \frac{DRSC}{DC} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (27)$$

式中，

DRSR：储能电站非计划停运系数，%；

DRSC：评价周期内储能电站对调度指令实际执行成功次数，可简称为储能电站调度执行成功次数，单位为次；

DC：评价周期内调度指令下达次数，可简称为调度次数，单位为次。

5.2.5 系统管理水平类

5.2.5.1 储能电站规章制度覆盖率

储能电站规章制度覆盖情况应为储能电站规章制度和预防机制的覆盖情况。检查储能电站规章制度，要求内容应至少包括现场运行规程、现场维护规程、检修规程、工作票、操作票、巡视检查制度、交接班制度、设备定期试验和轮换制度，以及岗位责任制、人员管理制度、设备管理制度、特种设备管理制度、动火管理制度、安全设施和安全工器具管理制度、环境管理制度、危险物品安全管理制度、危险源安全管理制度、安全监督检查制度、消防安全管理制度、反违章工作管理制度等。同时，储能电站应构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，定期开展危险源辨识和风险评价并做好反事故措施。

5.2.5.2 储能电站运维记录归档情况

储能电站运维记录归档情况应为储能电站运维记录及资料归档的完整性。检查评价周期内储能电站的运维记录，要求内容应包括：设备运行状态、运行操作、异常及故障处理、维护；同时应对运行维护记录进行归档。

5.2.5.3 储能电站人员持证情况

储能电站人员持证情况应为储能电站的运维人员取得电工证等特种作业操作证的情况。运维人员应按工作内容和作业需求取得电工证等特种作业操作证，一般要求应每人都取得高压电工证，至少有1人取得消防操作证。

5.2.5.4 储能电站巡查检查情况

储能电站巡查检查情况应为储能电站进行日常巡检、防火巡查检查的情况。要求如下：

一是检查评价周期内储能电站日常巡检频次。

要求日常巡检应每天至少1次，且涵盖防火巡查；宜每班巡视检查。

二是检查评价周期内储能电站每月进行防火检查的次数。

要求防火检查应每月至少 1 次。检查内容应至少包括消防通道畅通性、消防水源情况、器材维护状态、用火用电有无违章情况等，重点排查火灾隐患。

同时，要求消防系统关键功能参数达标。关键功能参数包括消防水池液位、消防管网末端水压、灭火剂瓶压力等。

同时，要求具有巡查检查记录。

5.2.5.5 储能电站应急演练情况

储能电站应急演练情况应为储能电站应急救援演练场景的覆盖情况。检查评价周期内储能电站应急救援演练情况，要求场景应至少涵盖电池热失控、火灾与爆炸、人身触电、机械伤害、突发环境、电网异常等事故事件，并且评价周期内火灾事故演练每半年至少组织 1 次，每三年把所有场景都演练 1 次。

6 评价方法

6.1 设备层评价

6.1.1 电化学储能电站设备层的性能与安全运行评价应包括涉网设备、电池设备、变流器设备、电池管理系统、监控系统、消防系统、暖通空调及热管理系统 7 个分类的评价，具体见 6.1.2 至 6.1.9。。

6.1.2 涉网设备评价应包括电站变配电损耗率、升压变温升、升压变可用系数、AGC 可用系数 4 个指标的评价。

6.1.3 电池设备评价应包括电池阵列充放电循环效率、电池簇内单体电压极差、电池簇内单体温度极差、电池簇相对故障次数、电池模块绝缘电阻 5 个指标的评价。

6.1.4 变流器设备评价应包括变流器整流效率、变流器逆变效率、变流器相对故障次数、变流器平均故障修复时长、变流器绝缘电阻 5 个指标的评价。

6.1.5 电池管理系统评价应包括电池管理系统相对故障次数、电池管理系统平均故障修复时长 2 个指标的评价。

6.1.6 监控系统评价应包括监控系统相对故障次数、监控系统平均故障修复时长 2 个指标的评价。

6.1.7 消防系统评价应包括消防设施维保情况、防爆措施情况 2 个指标的评价。

6.1.8 暖通空调及热管理系统评价应包括暖通空调及热管理系统可用系数、暖通空调及热管理系统平均故障修复时长 2 个指标的评价。

6.2 系统层评价

6.2.1 电化学储能电站系统层的性能与安全运行评价应包括系统容量水平、系统能效水平、系统利用水平、系统管理水平 4 个分类的评价。具体见 6.2.2-6.2.5。

6.2.2 系统容量水平评价应包括储能电站功率保持率、储能电站能量保持率 2 个指标的评价。

6.2.3 系统能效水平评价应包括储能电站综合效率、储能单元充放电转换效率、储能电站站用电率 3 个指标的评价。

6.2.4 系统利用水平评价应包括储能电站利用率指数、储能电站年均等效放电次数、储能电站可用系数、储能电站非计划停运系数、储能电站调度响应成功率 5 个指标的评价。

6.2.5 系统管理水平评价应包括储能电站规章制度覆盖情况、储能电站运维记录归档情况、储能电站人员持证情况、储能电站巡查检查情况、储能电站应急演练情况 5 个指标的评价。

6.3 综合评价

6.3.1 指标权重

电化学储能电站性能与安全运行评价指标层级和指标分类的权重划分可按表 1 推荐，每个分类下一般涉及性能子类、安全子类。评价指标权重划分和评分规则可按表 2 推荐，评分区间采用线性插值计算。

对于电源侧电化学储能电站，可适当提高电池设备、变流器设备、监控系统、系统容量水平等分类的指标权重。

对于电网侧电化学储能电站，可适当提高涉网设备、监控系统、消防系统、系统容量水平、系统利用水平等分类的指标权重。

对于用户侧电化学储能电站，可适当提高电池设备、电池管理系统、消防系统、暖通空调系统、系统能效水平等分类的指标权重。

6.3.2 评分原则

6.3.2.1 电化学储能电站性能与安全运行评价指标中，涉及统计期的指标宜以最近一年为期计算平均值，根据实际需要可按季度、月、周等计算；涉及状态的指标宜以最近一次检测状态为准。

6.3.2.2 电化学储能电站性能与安全运行评价综合得分根据各指标得分和相应权重系数，按式(28)计算。

$$S = \sum (k_i \times F_i) \dots\dots\dots (28)$$

式中：S——电化学储能电站性能与安全运行综合评价得分；

k_i——指标 i 所占权重，见表 2、表 3；

F_i——指标 i 得分计算，见表 2、表 3。

表 1 指标层级和指标分类推荐表

序号	指标层级	指标层级的总体权重	指标层级来源及权重依据	指标分类项	指标数量	指标分类	占所在层级权重	指标数量
1	设备层	70%	1. 指标来源：《电化学储能电站安全运行评价指标（试行）》（中电联电动交通与储能分会，2023.6）在可靠性指标中对设备进行了分项设置。 2. 权重依据：涵盖设备性能、安全。	7	22	涉网设备	10%	4
						电池设备	30%	5
						变流器设备	20%	5
						电池管理系统	15%	2
						监控系统	15%	2
						消防系统	5%	2
						暖通空调及热管理系统	5%	2
2	电站层	30%	1. 指标来源：《电化学储能电站运行指标及评价》（GB / T 36549-2018）对全站系统级指标进行了分项设置。 2. 权重依据：涵盖电站性能、安全。	4	15	系统容量水平	35%	2
						系统能效水平	35%	3
						系统利用水平	20%	5
						系统管理水平	10%	5
合计		100%	/	11	37	/		

表 2 设备层评价指标权重划分和评分规则推荐表

序号	指标分类		指标名称	指标含义	推荐权重 (占指标分类)	主要设置依据	计算方法/公式	满分 分值	评分规则
1	涉网设备 (占设备 层权重的 10%)	性能类	电站变配电 损耗率	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 损耗占下网电量的 百分比。	30%	GB/T 36549-2018 《电化学 储能电站运行指标及评价》 之 5.2.5。	$R_i = (E_{\text{off}} - ES - EC + ED - E_{\text{on}}) / E_{\text{off}} \times 100\%$ 式中， E _{off} : 评价周期内储能电站下网电量， kWh； E _{on} : 评价周期内储能电站上网电量， kWh； ES: 评价周期内储能电站总的站用电 量，kWh； EC: 评价周期内各储能单元的充电量总 和，kWh； ED: 评价周期内各储能单元的放电量总 和，kWh。	100	变配电损耗率≤ 3%，得 100 分； 变配电损耗率 3%-5%，得 100-90 分； 变配电损耗率 5%-10%，得 90-80 分； 变配电损耗率 10%-20%，得 80-60 分； 变配电损耗率> 20%，得 0 分。
2			升压变温升	评价周期内各升压 变运行时的特征温 度与周围环境温度 的差值的最大值。	30%	GB/T 1094.2-2013 《电力 变压器 第 2 部分：液浸式 变压器的温升》； GB/T 1094.11-2022 《电力 变压器 第 11 部分：干式变 压器》。	测量各升压变运行时的特征温度与周 围环境温度的差值，其中： 针对绝大多数的液浸式（油浸式）升压 变压器，采用顶层油温作为升压变运行 时的特征温度，再与升压变周围环境的 温度求差值。取评价周期内的最大差 值。 针对干式升压变压器，采用绕组平均温 度作为升压变运行时的特征温度，再与 升压变周围环境的温度求差值。取评价 周期内的最大差值。 最后，取各升压变温升的最大值。 注：升压变稳定运行到每小时温升变化 <1 K 时视为热稳定，取此时相应的温 度值。	100	针对液浸式（油浸式）升压变压器，顶层 油温升如满足以下条件，得 100 分： 自然/风冷（ONAN/ONAF）：≤55K 强迫油循环（OFAF/ODAF）：≤40K 全密封结构：≤60K 否则，得 0 分。 针对干式升压变压器，绕组平均温升如满 足以下条件，得 100 分： F 级≤100 K B 级≤80 K 否则，得 0 分。

序号	指标分类		指标名称	指标含义	推荐权重 (占指标分类)	主要设置依据	计算方法/公式	满分 分值	评分规则
3	安全类		升压站可用率	评价周期内升压变（如有）的正常可用时间占评价周期总时间的百分比。	20%	《电化学储能电站安全运行评价指标体系（试行）》（中电联电动交通与储能分会，2023.6）之 31。	$AFT = AHT / PH \times 100\%$ 。 式中， AFT：升压变可用系数； AHT：评价周期内升压变可用小时数，从调度获取或从电站记录获取； PH：评价周期总小时数。	100	可用系数 $\geq 99.9\%$ ，得 100 分； 可用系数 99.7%–99.9%，得 90–100 分； 可用系数 99.5%–99.7%，得 80–90 分； 可用系数 99.0%–99.5%，得 70–80 分； 可用系数 98.0%–99.0%，得 60–70 分； 可用系数 $< 98.0\%$ ，得 0 分。
4			AGC 可用率	评价周期内 AGC（如有）的正常可用时间占评价周期总时间的百分比。	20%	《电化学储能电站安全运行评价指标体系（试行）》（中电联电动交通与储能分会，2023.6）之 30。	$AFG = AHG / PH \times 100\%$ 。 式中， AFG：AGC 可用系数； AHG：评价周期内 AGC 可用小时数，从调度获取或从电站记录获取。 PH：评价周期总小时数。	100	可用系数 $\geq 98.5\%$ ，得 100 分； 可用系数 98.0%–98.5%，得 90–100 分； 可用系数 97.0%–98.0%，得 70–90 分； 可用系数 $< 97.0\%$ ，得 0 分。
5	电池设备 (占设备层权重 30%)	性能类	电池阵列充电循环效率	评价周期内电池阵列放电能量占充电能量的百分比。	30%	GB/T 36549-2018 《电化学储能电站运行指标及评价》之 5.2.6； GB/T 36276-2023 《电力储能用锂离子电池》之 5.3； DL_T2528-2022 《电力储能基本术语》之 4.2.3.5； 工程运行经验。	电池阵列充放电循环效率 = 评价周期内各电池组放电能量总和 / 各电池组充电能量总和 $\times 100\%$ 。	100	效率高于 92%，得 100 分； 效率 88%–92%，得 90–100 分； 效率 84%–88%，得 80–90 分； 效率 80%–84%，得 60–80 分； 比值 $< 80\%$ ，得 0 分。
6			电池簇内单体电压极差	电池簇内的电池单体的最高电压与最低电压之差。	25%	GB/T 36276-2023 《电力储能用锂离子电池》之 5.3.1.3，及工程运行经验。	计算评价周期内最近一次充放电中，充电结束时每个电池簇内不同电池单体的最高电压与最低电压之差、放电结束时每个电池簇内不同电池单体的最高电压与最低电压之差，取最大值。	100	极差 $\leq 10\text{mV}$ ，得 100 分； $10\text{mV} < \text{极差} \leq 30\text{mV}$ ，得 [90, 100) 分； $30\text{mV} < \text{极差} \leq 50\text{mV}$ ，得 [80, 90) 分； $50\text{mV} < \text{极差} \leq 70\text{mV}$ ，得 [70, 80) 分； $70\text{mV} < \text{极差} \leq 100\text{mV}$ ，得 [60, 70) 分； 极差 $> 100\text{mV}$ ，得 0 分。
7			电池簇内单体温度极差	电池簇内的电池单体的最高温度与最低温度之差。	25%	GB/T 36276-2023 《电力储能用锂离子电池》之 5.3.1.3，及工程运行经验。	计算评价周期内最近一次充放电中，充电结束时每个电池簇内不同电池单体的最高温度与最低温度之差、放电结束时每个电池簇内不同电池单体的最高温度与最低温度之差，取最大值。	100	极差 $\leq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，得 100 分； $3\text{ }^{\circ}\text{C} < \text{极差} \leq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，得 [80, 100) 分； $5\text{ }^{\circ}\text{C} < \text{极差} \leq 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，得 [70, 80) 分； 极差 $> 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，得 0 分。

序号	指标分类		指标名称	指标含义	推荐权重 (占指标分类)	主要设置依据	计算方法/公式	满分 分值	评分规则
8	安全类		电池簇相对故障次数	评价周期内平均单个电池簇的年度故障次数。	10%	GB/T 36549-2018 《电化学储能电站运行指标及评价》之 5.3.7。	电池簇相对故障次数 = 评价周期内年度电池簇故障总次数 / 整站电池簇总数。	100	相对故障次数小于 0.01，得 100 分； 相对故障次数[0.01, 0.02)，得 60 分。 相对故障次数[0.02, 0.03)，得 40 分。 相对故障次数[0.03, 0.05)，得 20 分。 相对故障次数≥0.05，得 0 分。
9			电池模块绝缘电阻	电池模块正极、负极分别与外部裸露可导电部分之间的绝缘电阻。	10%	GB/T 36276-2023 《电力储能用锂离子电池》之 5.6.1.5.1。	使用绝缘电阻测试仪/绝缘耐压试验装置，抽样测量各电池模块正、负极与外部裸露可导电部分之间的绝缘电阻，其电阻值与标称电压的比值均不应小于 1000 Ω/V。试验电压按照 GB/T 36276 中表 16“绝缘电阻性能试验电压”要求设定。 (试验电压根据电池簇最大工作电压而确定，当电池簇最大工作电压小于 500V 时，测试电压为 500 V；当电池簇最大工作电压大于等于 500 V 而小于 1000V 时，测试电压为 1000 V；当电池簇最大工作电压大于等于 1000 V，测试电压为 2500 V。)	100	所有抽样模块的测试值均≥1000 Ω/V，得 100 分； 否则，得 0 分。
10	变流器设备 (占设备层权重的 20%)	性能类	变流器整流效率	变流器(PCS)在储能电站充电过程中的能量转换效率。	30%	GB_T 34120-2023 《电化学储能系统储能变流器技术要求》之 8.1.11； DL / T 2528-2022 《电力储能基本术语》之 4.1.1； 工程运行经验。	变流器整流效率 = 充电时段 PCS 直流侧电量 / 充电时段 PCS 交流侧电量。 注：针对最近 1 天或 1 周，通过各 PCS 交流侧、直流侧的计量装置统计电量，计算各 PCS 的整流效率后，取最小值； 或使用功率分析仪等构成的测试系统进行测试后，取最小值。	100	效率≥98%，得 100 分； 效率 90%–98%，得 80–100 分； 效率 80%–90%，得 60–80 分； 效率<80%，得 0 分。
11			变流器逆变效率	变流器(PCS)在储能电站放电过程中的能量转换效率。	30%	GB_T 34120-2023 《电化学储能系统储能变流器技术要求》之 8.1.11； DL / T 2528-2022 《电力储能基本术语》之 4.1.1； 工程运行经验。	变流器逆变效率 = 放电时段 PCS 交流侧电量 / 放电时段 PCS 直流侧电量。 注：针对最近 1 天或 1 周，通过各 PCS 交流侧、直流侧的计量装置统计电量，计算各 PCS 的逆变效率后，取最小值； 或使用功率分析仪等构成的测试系统进行测试后，取最小值。	100	效率≥99%，得 100 分； 效率 90%–99%，得 80–100 分； 效率 80%–90%，得 60–80 分； 效率<80%，得 0 分。

序号	指标分类		指标名称	指标含义	推荐权重 (占指标分类)	主要设置依据	计算方法/公式	满分 分值	评分规则
12	安全类		变流器相对故障次数	评价周期内平均单台变流器（PCS）的年度故障次数。	20%	《电化学储能电站安全运行评价指标体系（试行）》（中电联电动交通与储能分会，2023.6）之 36； 借鉴 GB/T 36549-2018 《电化学储能电站运行指标及评价》之 5.3.7。	变流器相对故障次数 = 评价周期内年度变流器故障总次数 / 整站变流器总数。	100	相对故障次数小于 0.1 次/(台·年)的，得 100 分； 相对故障次数 0.1-0.2 次/(台·年)的，得 100-90 分； 相对故障次数 0.2-0.3 次/(台·年)的，得 90-80 分； 相对故障次数 0.3-0.4 次/(台·年)的，得 80-60 分； 相对故障次数大于 0.4 次/(台·年)的，得 0 分。
13			变流器平均故障修复时长	评价周期内变流器（PCS）平均单次故障从发生到恢复正常工作所需的时间长度。	10%	《电化学储能电站安全运行评价指标体系（试行）》（中电联电动交通与储能分会，2023.6）之 37。	变流器平均故障修复时长 = 评价周期内变流器故障总修复时长 / 变流器故障总次数。	100	修复时间小于 1 天/次的，得 100 分； 修复时间 1-3 天/次的，得 100-90 分； 修复时间 3-5 天/次的，得 90-80 分； 修复时间 5-10 天/次的，得 80-70 分； 修复时间 10-20 天/次的，得 70-60 分； 修复时间大于 20 天/次的，得 0 分。
14			变流器绝缘电阻	变流器（PCS）各独立电路与外露可导电部分之间、以及各独立电路之间的绝缘电阻。	10%	GB/T 34120-2023 《电化学储能系统储能变流器技术要求》之 8.2.1.2.1。	使用绝缘电阻测试仪/专用兆欧表，测试各 PCS 各独立电路与外露可导电部分之间、以及与各独立电路之间的绝缘电阻。要求所测绝缘电阻值应满足 GB/T 34120-2023 “8.2.1.2.1 绝缘电阻”的要求，即 A1、A2、B1、B2、B3 类变流器不小于 1MΩ，A2 类变流器不小于 1000Ω/V。施加的试验电压按照 GB/T 34120 中表 5 “绝缘电阻试验电压”要求设定。	100	所有 PCS 的绝缘电阻均满足要求，得 100 分； 否则，得 0 分。

序号	指标分类		指标名称	指标含义	推荐权重 (占指标分类)	主要设置依据	计算方法/公式	满分 分值	评分规则
15	电池管理系统 (占一级 指标权重的 10%)	安全类	电池管理系统相对故障次数	评价周期内平均单套电池管理系统(BMS)的年度故障次数。	60%	《电化学储能电站安全运行评价指标体系(试行)》(中电联电动交通与储能分会, 2023.6)之 34; 借鉴 GB/T 36549-2018《电化学储能电站运行指标及评价》之 5.3.7。	电池管理系统相对故障次数 = 评价周期内年度电池管理系统故障总次数 / 整站电池管理系统总数。 其中, 电池管理系统包括 BMS 软、硬件设备等。	100	相对故障次数小于 0.1 次/(套·年)的, 得 100 分; 相对故障次数 0.1-0.2 次/(套·年)的, 得 100-90 分; 相对故障次数 0.2-0.3 次/(套·年)的, 得 90-80 分; 相对故障次数 0.3-0.4 次/(套·年)的, 得 80-60 分; 相对故障次数大于 0.4 次/(套·年)的, 得 0 分。
16			电池管理系统平均故障修复时长	电池管理系统平均单次故障从发生到恢复正常工作所需的时间长度。	40%	《电化学储能电站安全运行评价指标体系(试行)》(中电联电动交通与储能分会, 2023.6)之 35。	电池管理系统平均故障修复时长 = 评价周期内电池管理系统故障总修复时长 / 评价周期内电池管理系统故障总次数。	100	修复时间小于 0.5 h/次, 得 100 分; 修复时间 0.5-1 h/次, 得 100-90 分; 修复时间 1-2 h/次, 得 90-80 分; 修复时间 2-3 h/次, 得 80-60 分; 修复时间大于 3 h/次, 得 0 分。
17	监控系统 (占设备 层权重的 15%)	安全类	监控系统相对故障次数	评价周期内监控系统在单位时间的故障次数。	60%	《电化学储能电站安全运行评价指标体系(试行)》(中电联电动交通与储能分会, 2023.6)之 38, GB/T 36549-2018《电化学储能电站运行指标及评价》之 5.3.7。	监控系统相对故障次数 = 评价周期内监控系统故障总次数 / 评价周期年数。 其中, 监控系统包括 EMS 软、硬件设备等。	100	相对故障次数小于 2 次/年, 得 100 分; 相对故障次数 2-3 次/年, 得 90 分; 相对故障次数 4-5 次/年, 得 80 分; 相对故障次数 6-7 次/年, 得 60 分; 相对故障次数大于 7 次/年的, 得 0 分。
18			监控系统平均故障修复时长	监控系统从故障发生到恢复正常工作所需的平均时间长度。	40%	《电化学储能电站安全运行评价指标体系(试行)》(中电联电动交通与储能分会, 2023.6)之 39。	监控系统平均故障修复时长 = 评价周期内监控系统总修复时长 / 评价周期内监控系统总故障次数。	100	修复时间小于 1 min/次, 得 100 分; 修复时间 1-3 min/次, 得 100-90 分; 修复时间 3-5 min/次, 得 90-80 分; 修复时间 5-10 min/次, 得 80-60 分; 修复时间大于 10 min/次, 得 0 分。

序号	指标分类		指标名称	指标含义	推荐权重 (占指标分类)	主要设置依据	计算方法/公式	满分 分值	评分规则
19	消防系统 (占设备 层权重的 5%)	安全类	消防设施维 保情况	储能电站对消防设 施进行维保检测的 情况。	25%	《中华人民共和国消防法》 第十六条； 防止电力生产事故的二十 五项重点要求（2023 版）之 2.12.9； GB/T 42288-2022 《电化学 储 能 电 站 安 全 规 程 》 之 6.5.2； T/CEC 373-2020 《预制舱 式磷酸铁锂电池储能电站 消防技术规范》之 6.2.3。	现场检查储能电站每年对消防设施进 行维保检测的情况。要求如下： 储能电站应定期对消防设施进行维护 保养检测，提供维保检测记录和设备到 期更换记录； 储能电站应每年至少进行一次消防设 施的全面检测，出具年度检测报告，覆 盖火灾报警系统、灭火器材、应急照明、 疏散通道等所有设施和工器具。	100	不能提供近两年内消防设施维护保养检 测记录的，扣 40 分； 不能提供近一年内全面检测记录及检测 报告的，扣 60 分； 全面检测报告的覆盖范围，火灾报警系 统、灭火器材、应急照明、疏散通道这 4 项，每少 1 项，扣 20 分，扣完为止。
20			防爆措施情 况	储能电站的防爆措 施执行情况。	50%	《防止电力生产事故的二十 五项重点要求(2023 版)》 (国能发安全(2023)22 号) 之 2.12.5，2.12.8； GB/T 42288-2022 《电化学 储 能 电 站 安 全 规 程 》 之 5.7.1、5.9.6； T/CEC 373-2020 《预制舱 式磷酸铁锂电池储能电站 消防技术规范》之 4.4.1， 4.4.3； GB 55037-2022 《建筑防火 通用规范》之 6.3.4； GB 51048-2014 《电化学储 能 电 站 设 计 规 范 》 之 11.3.3； DB11/T1893-2021 《电力储 能系统建设运行规范》之 5.7.8.1。	要求如下： 储能电池舱（室）的通风系统应采用防 爆型。 电池设备舱（室）与外界连接的电缆沟 道应封堵严密。 电池设备舱（室）、隔墙、隔板等管线开 孔部位和电缆进出口应采用防火封堵 材料封堵严密。	100	未设置防爆型通风系统的，扣 50 分； 任意一处电池设备舱（室）与外界连接的 电缆沟道未进行防火封堵或封堵不严密 的，扣 20 分； 管线开孔部位和电缆进出口防火封堵破 损的，或材料不符合标准的，扣 5 分/处， 扣完为止。

序号	指标分类		指标名称	指标含义	推荐权重 (占指标分类)	主要设置依据	计算方法/公式	满分 分值	评分规则
21	暖通空调及热管理系统 (占设备层权重的5%)	安全性	暖通空调及热管理系统可用系数	电池舱暖通空调及热管理系统的可用小时数占评价周期总小时数的百分比。	60%	借鉴《电化学储能电站安全运行评价指标体系(试行)》(中电联电动交通与储能分会, 2023.6)之20。	电池舱暖通空调及热管理系统可用系数 = 评价周期内电池舱暖通空调及热管理系统可用小时数 / 评价周期总小时数 × 100%。 其中, 电池舱空调及热管理系统可用小时数应分别统计评价周期内各台空调、吸风机、排风机、液冷机的可用时间, 并按照各台设备的额定功率加权平均。	100	可用系数高于 99%, 得 100 分; 可用系数 95%-99%, 得 90-100 分; 可用系数 90%-95%, 得 80-90 分; 可用系数 85%-90%, 得 70-80 分; 可用系数 80%-85%, 得 60-70 分; 可用系数低于 80%, 得 0 分。
22			暖通空调及热管理系统平均故障修复时长	电池舱暖通空调及热管理系统平均单次故障从发生到恢复正常工作所需的时间长度。	40%	借鉴《电化学储能电站安全运行评价指标体系(试行)》(中电联电动交通与储能分会, 2023.6)之39。	电池舱暖通空调及热管理系统平均故障修复时长 = 评价周期内电池舱暖通空调及热管理系统总修复时长 / 故障总次数。	100	修复时间小于 1 天/次, 得 100 分; 修复时间 1-3 天/次, 得 100-90 分; 修复时间 3-5 天/次, 得 90-80 分; 修复时间 5-10 天/次, 得 80-70 分; 修复时间 10-20 天/次, 得 70-60 分; 修复时间大于 20 天/次, 得 0 分。

表 3 系统层评价指标权重划分和评分规则推荐表

序号	指标分类		指标名称	指标含义	推荐权重 (占指标分类)	主要设置依据	计算方法/公式	满分 分值	评分规则
23	系统容量 水平 (占系统 层权重的 35%)	性能类	储能电站功率容量水平	测量电池预制舱的接地电阻，一般要求小于 4 Ω。	50%	GB/T 365499-2018《电化学储能电站运行指标及评价》之 6.2.2，参考 6.2.4。	储能电站实际可输出的最大放电功率与电站额定功率相除，即： $PRR = PA / Pe \times 100\%$ 式中： PRR：储能电站功率保持率，%； PA：评价周期内储能电站实际最大可放电功率，kW； Pe：储能电站额定功率，kW。 其中，储能电站实际最大可放电功率 PA 应为储能电站实际可连续运行 15 min 及以上的最大功率值。	100	比值≥100%，得 100 分； 90%-100%，得 90-100 分； 80%-90%，得 80-90 分； 70%-80%，得 70-80 分； 比值<70%，得 0 分。
24			储能电站能量容量水平	查看直流舱直流端口、交流舱交流端口，要求应配置浪涌保护器。	50%	GB/T 365499-2018《电化学储能电站运行指标及评价》之 6.2.4。	储能电站实际可放电量与电站额定能量相除，即： $ERR = EA / Ee \times 100\%$ 式中： ERR：储能电站能量保持率，%； EA：评价周期内储能电站实际可放电量，kWh，应为电站中各储能单元实际可放电量的总和，可放电量应基于实际放电深度（DOD）设置确定； Ee：储能电站额定能量，kWh，即各储能单元铭牌标识额定能量之和。	100	比值≥100%，得 100 分； 90%-100%，得 90-100 分； 80%-90%，得 80-90 分； 70%-80%，得 70-80 分； 比值<70%，得 0 分。

序号	指标分类		指标名称	指标含义	推荐权重 (占指标分类)	主要设置依据	计算方法/公式	满分 分值	评分规则
25	系统能效水平 (占系统 层权重的 35%)	性能类	储能电站综合效率	统计期间实际最大可放电功率与储能电站额定功率的比值。	50%	GB/T 36549-2018 《电化学储能电站运行指标及评价》之 5.2.2； GB_T 36558-2023 《电力系统电化学储能系统通用技术条件》之 5.4。	评价周期内储能电站上网电量与下网电量的比值，即： $\eta_{ness} = E_{on} / E_{off} \times 100\%$ 式中， η_{ness} ：储能电站综合效率，%； E_{on} ：评价周期内储能电站上网电量，kWh。 E_{off} ：评价周期内储能电站下网电量，kWh。	100	比值 $\geq 85\%$ ，得 100 分； 80%-85%，得 90-100 分； 70%-80%，得 70-90 分； 比值 $< 70\%$ ，得 0 分。
26			储能电站储能损耗率	统计期间实际可放电量与储能电站额定能量的比值。	30%	GB/T 36549-2018 《电化学储能电站运行指标及评价》之 5.2.6。	评价周期内储能电站各储能单元的总放电量与总充电量的比值，即： $\eta_{ESU} = ED / EC \times 100\%$ 式中， η_{ESU} ：储能单元充放电能量转换效率，%。 ED ：评价周期内各储能单元的总放电量，kWh； EC ：评价周期内各储能单元的总充电量，kWh。	100	比值 $\geq 95\%$ ，得 100 分； 85%-95%，得 90-100 分； 75%-85%，得 80-90 分； 比值 $< 75\%$ ，得 0 分。
27			储能电站站用电率	统计期间储能电站上网电量与下网电量的比值。	20%	GB/T 36549-2018 《电化学储能电站运行指标及评价》之 5.2.4。	评价周期内储能电站站用电量与下网电量的比值，即： $RS = ES / E_{off} \times 100\%$ 式中， RS ：储能电站站用电率，%； ES ：评价周期内储能电站总的站用电量，kWh； E_{off} ：评价周期内储能电站下网电量，kWh。	100	比值 $\leq 5\%$ ，得 100 分； 5%-10%，得 100-90 分； 10%-15%，得 90-80 分； 15%-20%，得 80-70 分； 20%-25%，得 60-70 分； 比值 $> 25\%$ ，得 0 分。

序号	指标分类		指标名称	指标含义	推荐权重 (占指标分类)	主要设置依据	计算方法/公式	满分 分值	评分规则
28	系统利用水平 (占系统 层权重的 20%)	安全类	储能电站利用率指数	计算评价周期内所有储能单元总放电量与总充电量的比值,以表征储能单元的充放电转换效率。	25%	《电化学储能电站安全运行评价指标体系(试行)》(中电联电动交通与储能分会,2023.6)之5。	$UTRI = UTH / DH \times 100\%$ 其中, $UTH = (ACE + ADE) / Pe$ 式中, UTRI: 储能电站利用率指数, %; UTH: 评价周期内储能电站利用小时数, h。 DH: 评价周期内储能电设计充放电小时数, h (从可研/设计文件获取)。 ACE: 评价周期内储能电站实际充电电量, kWh; ADE: 评价周期内储能电站实际放电电量, kWh; Pe: 储能电站额定功率, kW。	100	UTRI≥100%, 得 100 分; 90%-100%, 得 90-100 分; 80%-90%, 得 80-90 分; 70%-80%, 得 70-80 分; 60%-70%, 得 60-70 分; UTRI 低于 60%, 得 0 分。
29			储能电站年均等效放电次数	储能电站年均实际放电电量与额定能量的比值。	25%	《电化学储能电站安全运行评价指标体系(试行)》(中电联电动交通与储能分会,2023.6)之6。	$EDCT = ADE / (Qe \times Y)$ 式中, EDCT: 储能电站年均等效放电次数, 单位为次/年; ADE: 评价周期内储能电站实际放电电量, kWh; Qe: 储能电站额定能量, kWh。 Y: 评价周期年数, 年。		EDCT ≥ 280 次, 得 100 分; 220-280 次, 得 90-100 分; 160-220 次, 得 80-90 分; 100-160 次, 得 70-80 分; EDCT < 100 次, 得 0 分。
30			储能电站可用系数	储能电站等效运行小时数与统计期间小时的比值。其中, 等效运行小时数 = (累计放电电量+累计充电电量)/额定功率。	25%	GB/T 36549-2018 《电化学储能电站运行指标及评价》之 5.3.4。	评价周期内储能电站可用小时数与评价周期总小时数的比值, 即: $AF = AH / PH \times 100\%$ 式中, AF: 储能电站可用系数, %; AH: 评价周期内储能电站可用小时数, h; PH: 评价周期总小时数, h。 其中, 可用小时数应分别统计评价周期内各储能单元的可用时间, 并按照各储能单元的额定功率加权平均。	100	AF=100%, 得 100 分; 95%-100%, 得 90-100 分; 90%-95%, 得 80-90 分; 85%-90%, 得 70-80 分; AF 低于 85%, 得 0 分。

序号	指标分类		指标名称	指标含义	推荐权重 (占指标分类)	主要设置依据	计算方法/公式	满分 分值	评分规则
31			储能电站非计划停运系数	统计期间储能电站调度响应成功次数与调度次数的比值。	15%	GB/T 36549-2018 《电化学储能电站运行指标及评价》之 5.3.3。	评价周期内储能电站非计划停运小时数与评价周期总小时数的比值，即： $UOF = UOH / PH \times 100\%$ 式中， UOF ——储能电站非计划停运系数，%； UOH ——评价周期内储能电站非计划停运小时数，h； PH ——评价周期总小时数，h。 其中，非计划停运小时数由电站人工日志统计。	100	UOF=0，得 100 分； 0-5%，得 100-90 分； 5%-10%，得 90-80 分； 10%-15%，得 80-70 分； UOF 大于 15%，得 0 分。
32			储能电站调度响应成功率	统计期间储能电站站用电量与下网电量的比值。	10%	GB/T 36549-2018 《电化学储能电站运行指标及评价》之 6.5.2。	评价周期内储能电站的调度执行成功次数与评价周期总小时数相除，即： $DRSR = DRSC / DC \times 100\%$ 式中， DRSR：储能电站调度响应成功率，%； DRSC(Nsuccess)：评价周期内储能电站对调度指令实际执行成功次数，可简称为储能电站调度执行成功次数，次； DC(Ndispatch)：评价周期内调度指令下达次数，可简称为调度次数，次。	100	DRSR≥99%，得 100 分； 98%-99%，得 90-100 分； 97%-98%，得 80-90 分； 95%-97%，得 70-80 分； DRSR 低于 95%，得 0 分。

序号	指标分类		指标名称	指标含义	推荐权重 (占指标分类)	主要设置依据	计算方法/公式	满分 分值	评分规则
33	系统管理 水平 (占系统 层权重的 10%)	安全类	储能电站规 章制度覆盖 情况	储能电站规章制度 和预防机制的覆盖 情况。	20%	GB/T 42288-2022 《电化 学储能电站安全规程》之 4. 1、 4. 2； GB/T 40090-2021 《储能电 站运行维护规程》之 4. 5。	检查储能电站规章制度，内容应至少包 括现场运行规程、现场维护规程、检修 规程、工作票、操作票、巡视检查制度、 交接班制度、设备定期试验和轮换制 度，以及岗位责任制、人员管理制度、 设备管理制度、特种设备管理制度、动 火管理制度、安全设施和安全工器具管 理制度、环境管理制度、危险物品安全 管理制度、危险源安全管理制度、安全 监督检查制度、消防安全管理制度、反 违章工作管理制度等。 同时，储能电站应构建安全风险分级管 控和隐患排查治理双重预防机制，定期 开展危险源辨识和风险评估并做好反 事故措施。	100	储能电站各项规章制度中，每缺少 1 项， 扣 10 分； 储能电站如未建立安全风险分级管控和 隐患排查治理双重预防机制，扣 20 分； 分数扣完为止。
34			储能电站运 维记录归档 情况	储能电站运维记录 及资料归档内容的 完整性。	20%	GB/T 40090-2021 《储能电 站运行维护规程》之 4. 9、 4. 10、6. 9。	检查评价周期内储能电站的运维记录， 内容应包括：设备运行状态、运行操作、 异常及故障处理、维护； 同时应对运行维护记录进行归档。	100	运维记录内容中的设备运行状态、运行操 作、异常及故障处理、维护这 4 类中，每 缺少 1 类，扣 20 分，对运行维护记录未 归档，扣 20 分。
35			储能电站人 员持证情况	储能电站的运维人 员取得电工证等特 种作业操作证的 情况。	20%	应急管理部 30 号令之第三 条、第五条、附件《特种作 业目录》； GB/T 43868-2024 《电化 学储能电站启动验收规程》之 5. 1、5. 2； GB 25506-2010 《消防控制 室通用技术要求》之 4. 2. 1。	运维人员应按工作内容和作业需求取 得相关的特种作业操作证和消防设施 操作员证。具体要求应每人都取得高压 电工证，至少有 1 人取得消防设施操作 员证。	100	运维人员未取得高压电工证的，扣 20 分 /人；无人取得消防操作证的，扣 40 分， 扣完为止。

序号	指标分类		指标名称	指标含义	推荐权重 (占指标分类)	主要设置依据	计算方法/公式	满分 分值	评分规则
36	安全类		储能电站巡查检查情况	储能电站进行日常巡检、防火巡查检查的情况。	20%	《中华人民共和国消防法》第十七条，《机关、团体、企业、事业单位消防安全管理规定》第二十五条、二十六条；GB/T 40090-2021 《储能电站运行维护规程》之 5.4。	要求如下： 一是检查评价周期内储能电站日常巡检频次。 要求日常巡检应每天至少 1 次，且涵盖防火巡查；宜每班巡视检查。 二是检查评价周期内储能电站每月进行防火检查的次数。要求防火检查应每月至少 1 次。检查内容应至少包括消防通道畅通性、消防水源情况、器材维护状态、用火用电有无违章情况等，重点排查火灾隐患。同时，要求消防系统关键功能参数达标。关键功能参数包括消防水池液位、消防管网末端水压、灭火器压力等。 同时，要求具有巡查检查记录。	100	每天巡检次数大于 1 次，不扣分； 每天巡检次数等于 1 次，扣 20 分； 每天巡检次数小于 1 次，扣 100 分； 日常巡检未涵盖防火巡查，扣 100 分； 每月防火检查次数低于 1 次，扣 30 分； 防火检查内容的消防通道畅通性、消防水源情况、器材维护状态、用火用电有无违章情况这 4 项，每少 1 项，扣 20 分； 扣完为止。 同时，检查关键参数是否符合规范要求，如有 1 项不符合，得分直接减到 0； 同时，如无巡查检查记录，得分直接减到 0。
37			储能电站应急演练情况	储能电站应急救援演练场景的覆盖情况。	20%	GB/T 42317-2023 《电化学储能电站应急演练规程》之 4.1、4.3；Q/GDW 12505-2025 《电化学储能电站安全风险评估规范》之 4.4.1、4.4.2。	检查评价周期内储能电站应急救援演练情况，要求场景应至少涵盖电池热失控、火灾与爆炸、人身触电、机械伤害、突发环境、电网异常等事故事件，并且评价周期内火灾事故演练每半年至少组织 1 次，每三年把所有场景都演练 1 次。	100	应急演练缺少电池热失控、火灾与爆炸场景的，扣 50 分/项；缺少其他项的，扣 30 分/项； 评价周期内火灾与爆炸事故演练每半年组织不足 1 次，扣 50 分；三年内未把所有场景都演练 1 次，扣 50 分。 扣完为止。

6.3.2.3 电化学储能电站安全运行评价综合得分宜按照表 4 进行评价。

表 4 综合得分区间分级表

综合得分区间	得分 < 60 分	60 分 ≤ 得分 < 70 分	70 分 ≤ 得分 < 80 分	80 分 ≤ 得分 < 90 分	得分 ≥ 90 分
评价	不合格	合格	中级	良级	优级