

ICS 国际标准分类号
CCS 中国标准文献分类号



团 标 准

T/CES XXX-XXXX

构网型电化学储能电站并网性能

评价方法

Evaluation method of grid-integration characteristics for electrochemical
grid-forming energy storage station

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-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 总体要求	2
5 评价项目与内容	2
5.1 并网设备评价	2
5.2 功能和基本性能评价	2
5.3 并网性能评价	3
6 并网设备评价	3
7 功能和基本性能评价	4
7.1 电站功能评价	4
7.2 充放电能力评价	4
7.3 运行状态评价	4
7.4 能效评价	4
7.5 调压、调频响应能力评价	5
8 并网性能评价	5
8.1 有功功率控制	5
8.2 无功功率控制	5
8.3 一次调频	6
8.4 惯量响应	6
8.5 阻尼控制	6
8.6 电网电压调节	6
8.7 相角跳变	6
8.8 故障穿越	6
8.9 电网适应性	9
8.10 过载能力	9
8.11 并网运行电能质量	9
8.12 并离网切换	9
8.13 构网/跟网控制切换	9
9 评价结论	10
附 录 A (资料性附录) 构网型电化学储能电站并网性能评价流程	11
附 录 B (资料性附录) 构网型电化学储能电站并网性能评价资料收集内容	12
附 录 C (资料性附录) 构网型电化学储能电站并网性能评价报告框架	13

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×××（**专业**）工作组归口。

本文件起草单位(****包括第一承担单位和参加起草单位,请按对标准的贡献大小排列****): ××××、
×××××、……。

本文件主要起草人 (**请按对标准的贡献大小排列**)： ×××、×××、……。

本文件为首次发布

构网型电化学储能电站并网性能评价方法

1 范围

本文件规定了构网型电化学储能电站并网性能评价的总体要求、评价项目与内容，以及并网设备评价、功能和基本性能评价、并网性能评价方法和评价结论。

本文件适用于通过 10(6)kV 及以上电压等级接入公用电网的构网型电化学储能电站的运行、调度、管理和评价，其他类型的构网型储能电站可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 12326 电能质量 电压波动和闪变
- GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
- GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡
- GB/T 24337 电能质量 公用电网间谐波
- GB/T 36547 电化学储能电站接入电网技术规定
- GB/T 36548 电化学储能电站接入电网测试规程
- GB/T 36549 电化学储能电站运行指标及评价
- T/CES 243 构网型储能系统并网技术规范
- T/CES 244 构网型储能系统并网测试规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

跟网型电化学储能电站 grid-following electrochemical energy storage station
跟随电网的电压和频率，以电流源特性运行的电化学储能电站。

3.2

构网型电化学储能电站 grid-forming electrochemical energy storage station
构建并维持输出电压和频率，以电压源特性运行，主动支撑电网的电化学储能电站。

3.3

惯量响应 inertia response

当电力系统频率快速变化时，构网型电化学储能电站响应于电力系统频率变化率调整有功功率的控制功能。

3.4

阻尼控制 damping control

当电力系统发生振荡时，构网型电化学储能电站抑制系统振荡调整有功功率的控制功能。

3.5

电网电压调节 grid voltage regulation

当电力系统电压偏离目标电压时，构网型电化学储能电站主动吸收或发出无功功率，以减少系统电压偏差的控制功能。

3.6

相角跳变 active phase jump power

构网型储能装置的内部电压源与并网点或用户端的相位角发生变化，可向整个电力系统瞬时补充或吸收有功功率并稳定供电能力。

3.7

构网/跟网控制切换 switching between grid-forming and grid-following control

电化学储能电站由构网控制模式切换至跟网控制模式或由跟网控制模式切换至构网控制模式。

3.8

调压、调频响应成功率 success rate of voltage and frequency regulation response

在评价周期内构网型电化学储能电站参与电力系统调压、调频实际执行成功次数与指令下达次数的比值。

4 总体要求

4.1 构网型电化学储能电站并网性能评价应包括构网型电化学储能电站并网设备评价、构网型电化学储能电站功能和基本性能评价以及构网型电化学储能电站并网性能评价。

4.2 构网型电化学储能电站并网性能评价应在构网型电化学储能电站并网运行且生产运维正常后定期开展，首次评价应在并网运行 12 个月以内开展，评价周期宜为 12 个月。

4.3 构网型电化学储能电站电池、电池管理系统、储能变流器等关键设备改造、软件升级、修改控制逻辑、控制参数或保护定值，以及并网点短路比发生变化等影响设备涉网性能时，应在更换或更新完成后 6 个月内重新评价。

4.4 构网型电化学储能电站并网性能评价应通过资料和数据收集、现场检查和试验、数据分析和处理等步骤进行，形成评价结论，完成评价报告，并网性能评价流程见附录 A。

4.5 构网型电化学储能电站并网性能评价应基于电站基本资料和运行数据进行，收集的基本资料见附录 B。缺少待评价项目历史数据时，可采用现场测试或仿真验证，测试方法应按照 T/CES 244 的要求进行，现场测试涉及电力调度管辖范围时应获得电网调度部门的许可。

4.6 构网型电化学储能电站并网性能评价应采用资料审查、现场核查、现场试验和仿真验证的方法进行，包括定量分析和定性分析。

4.7 构网型电化学储能电站并网性能评价结论应以符合性判定，对于不符合的项目，应给出改进措施或建议。

5 评价项目与内容

5.1 并网设备评价

5.1.1 构网型电化学储能电站并网设备评价包括并网设备资料完备性和符合性评价、并网设备状态评价。

5.1.2 并网设备资料完备性评价应评价储能电池本体、电池管理系统、储能变流器、能量管理系统等关键设备的资料完备性，继电保护及安全自动装置、消防系统，供暖通风与空气调节系统及其他一、二次设备等辅助设备的资料完备性，实际运行设备信息和上报调度机构备案的符合性。

5.1.3 并网设备状态评价应评价设备的启停机、开关设备开断功能、保护功能、远程和就地控制功能、接收和上传调度信息功能等情况的有效性。

5.2 功能和基本性能评价

5.2.1 构网型电化学储能电站功能和基本性能评价包括充放电能力评价、能效水平评价、设备运行状态评价和调压、调频响应能力评价。

5.2.2 构网型电化学储能电站功能评价应根据储能电站的实际使用需求进行。

5.2.3 充放电能力评价应评价构网型电化学储能电站实际可充放电功率、电站实际可充放电量等指标。

5.2.4 能效水平评价应评价构网型电化学储能电站综合效率、电站储能损耗、站用电率，变配电损耗率以及储能单元充放电能量效率等指标。

5.2.5 设备运行状态评价应评价构网型电化学储能电站调度响应成功率、运行小时数、等效利用系数、储能电站非计划停运系数和电站可用系数等指标。

5.2.6 调压、调频响应能力评价应评价构网型电化学储能电站参与电力系统调压、调频的响应成功率。

5.3 并网性能评价

5.3.1 构网型电化学储能电站并网性能评价包括有功功率控制、无功功率控制、一次调频、惯量响应、阻尼控制、电压调节、相角跳变、故障穿越、电网适应性、过载能力、并网运行电能质量、并离网切换、及构网/跟网控制切换等方面评价。

5.3.2 有功功率控制评价应包括以下内容：

- a) 稳态控制评价：评价构网型电化学储能电站完成有功功率调节后，并网点有功功率测量值和电力调度设定值的相对有功功率偏差；
- b) 动态响应特性评价：评价构网型电化学储能电站执行有功功率指令过程中，响应时间、调节时间、转换时间、功率变化率等有功功率动态响应指标；
- c) 自动发电控制(AGC)响应特性评价：评价储能电站参与电力系统AGC时的调节速率和调节精度等指标。

5.3.3 无功功率控制评价应包括以下内容：

- a) 稳态控制评价：评价构网型电化学储能电站完成无功功率调节后，无功功率调节精度指标；
- b) 动态响应特性评价：评价构网型电化学储能电站执行无功功率指令过程中，响应时间和电压控制偏差等无功功率动态响应特性指标；
- c) 自动电压控制(AVC)响应特性评价：评价构网型电化学储能电站参与电力系统AVC时的调节速率和控制精度等指标；
- d) 功率因数控制评价：评价构网型电化学储能电站在进行功率因数控制模式运行时的功率因数连续可调范围。

5.3.4 一次调频评价应评价构网型电化学储能电站参与一次调频过程中的死区设置、功率变化幅度、调差率、有功功率滞后时间、上升时间、调节时间和调节偏差等指标。

5.3.5 惯量响应评价应评价构网型电化学储能电站参与惯量响应过程中的等效惯量时间常数设置、并网点频率变化率、有功功率上升时间和控制偏差等指标。

5.3.6 故障穿越评价应评价构网型电化学储能电站的低电压穿越能力、高电压穿越能力、连续低电压穿越能力和连续低高电压穿越能力。

5.3.7 电网适应性评价应评价构网型电化学储能电站在电网频率正常和异常状态下、电网电压正常和异常状态下的适应能力。

5.3.8 过载能力评价应评价构网型电化学储能电站在110%、120%、150%和300%额定电流下持续运行的能力。

5.3.9 并网运行电能质量评价应评价构网型电化学储能电站并网运行时引起的电网谐波、间谐波、三相电压不平衡、电压波动和闪变等指标。

5.3.10 并离网切换能力评价应评价构网型电化学储能电站并离网运行模式切换和离网独立运行能力。

5.3.11 构网/跟网模式切换评价应评价构网型电化学储能电站在构网与跟网控制之间切换的能力。

5.3.12 电网适应性、并网运行电能质量、并离网切换、构网/跟网控制切换宜采用历史运行数据方法评价。

5.3.13 有功功率控制、无功功率控制、一次调频、电网电压调节、过载能力宜采用现场测试方法评价。

5.3.14 惯量响应、阻尼控制、相角跳变、故障穿越宜采用现场测试与仿真验证相结合的方法评价。

6 并网设备评价

构网型电化学储能电站并网设备评价按照下列方法进行：

- a) 现场查看构网型电化学储能电站并网关键设备铭牌标注的型号、名称、参数等与设备资料和上报调度机构命名的一致性；
- b) 现场查看构网型电化学储能电站并网关键设备安装、调试、检修和运行试验的资料齐全性；
- c) 现场查看构网型电化学储能电站辅助设施、继电保护及安全自动装置的实际安装，运行情况与所提交资料的符合性；
- d) 现场查看构网型电化学储能电站设备启停机、开关设备开断、紧急停机保护、远程和就地控制等功能和投用情况；
- e) 现场查看构网型电化学储能电站接收和上传调度信息正确性；
- f) 构网型电化学储能电站关键设备、辅助设施实际运行情况均与设备资料相符合应判定为合格，其中一项不符合则判定为不合格；储能电站设备能正常启停或关断、出现异常时能正常报警并进行相应保护动作、能正确接收和上传调度信息应判定为合格，其中一项不符合则判定为不合格。
- g) 现场查看构网型电化学储能电站电缆是否接线正确，有无错接、漏接情况。

7 功能和基本性能评价

7.1 电站功能评价

构网型电化学储能电站功能评价按照下列方法进行：

- a) 现场查看评价周期内构网型电化学储能电站按照设计功能运行的历史数据，标记按照设计功能连续运行一次为一个功能事件，选择不少于3个功能事件，记录每个功能事件开始和结束时间、构网型电化学储能电站的状态；
- b) 历史数据中没有有效的功能事件时，应在现场按照设计功能要求进行不少于3个连续功能循环试验，记录每个功能事件过程中构网型电化学储能电站的状态；
- c) 储能电站实际功能应符合设计文件或者相关合同规定，否则判定为不合格。

7.2 充放电能力评价

构网型电化学储能电站充放电能力评价按照下列方法进行：

- a) 现场查看评价周期内储能电站按照额定功率充放电的历史数据、标记按照额定功率连续充放电运行时间不少于标称时间为一个充放电事件，选择不少于3个充放电事件，记录每个充放电事件连续运行的最大充放电功率值和充放电能量值；
- b) 历史数据中没有有效的充放电事件时。应在现场以最大功率进行不少于3个连续充放电循环试验，直至达到充放电截止条件，记录每个充放电事件的充放电时间和充放电能量，计算每次能量保持率；
- c) 构网型电化学储能电站实际可充放电功率、实际可充放电能量和能量保持率应符合GB/T 36549的规定，其中一项不符合则判定为不合格。

7.3 运行状态评价

构网型电化学储能电站运行状态评价按照下列方法进行：

- a) 查看评价周期内调度机构向储能电站下达指令的次数、储能电站成功响应调度机构指令的次数、充电电量、放电电量、计划停运时间、非计划停运时间、可用时间等历史数据，按照GB/T 36549的规定计算调度响应成功率、电站等效运行小时数、非计划停运系数和可用系数等指标；
- b) 构网型电化学储能电站调度响应成功率、电站等效运行小时数、非计划停运系数和可用系数应符合GB/T 36549的规定，其中一项不符合则判定为不合格。

7.4 能效评价

构网型电化学储能电站能效评价按照下列方法进行：

- a) 查看评价周期内构网型电化学储能电站的日、月、年的上网电量和下网电量、储能电站总电能损耗、站用电率等历史数据，按照GB/T 36549的规定进行计算；

- b) 构网型电化学储能电站的储能损耗率和站用电率应符合 GB/T 36549 的规定，其中一项不符合则判定为不合格。

7.5 调压、调频响应能力评价

构网型电化学储能电站调节合格率评价按照下列方法进行：

- a) 查看评价周期内构网型电化学储能电站参与电力系统调压、调频实际执行成功次数与指令下达次数；
- b) 调压、调频响应成功率应满足相关电网调度运行管理规程。

8 并网性能评价

8.1 有功功率控制

8.1.1 有功功率稳态控制特性评价按照下列方法进行：

- a) 查看评价周期内电力调度有功功率下发值和并网点有功功率测量值，标记储能电站完成功率调节并维持稳定功率输出不小于 15min 为一次功率调节事件：有功功率下发值相比前一时刻下发值偏差超过额定功率 10% 时，记录为一次有效功率调节事件，随机查看不少于 5 个有效功率调节事件；
- b) 历史数据中没有有效的功率调节事件时，应在现场按照 T/CES 244 规定的方法进行测试；
- c) 构网型电化学储能电站有功功率偏差应符合 T/CES 243 的规定，其中一次有功功率偏差不符合则判定为不合格。

8.1.2 有功功率动态响应特性评价按照下列方法进行：

- a) 查看评价周期内电力调度有功功率下发值和并网点有功功率测值，标记有功功率下发值相比前一时刻下发值偏差超过 10% 额定功率为一次有效功率动态响应事件，随机查看不少于 5 个有效功率动态响应事件，记录每个有效功率动态响应事件的响应时间、调节时间、转换时间、功率变化率等指标，有功功率调节事件应包括充电功率的调增和调减事件、放电功率的调增和调减事件；
- b) 历史数据中没有有效的功率动态响应事件，应在现场按照 T/CES 244 规定的方法进行测试；储能电站功率控制的充/放电响应时间、充放电调节时间、充电到放电转换时间、放电到充电转换时间应符合 T/CES 243 的规定，其中一项不符合则判定为不合格。

8.1.3 AGC 响应特性评价按照下列方法进行：

- a) 随机查看评价周期内不少于 3 个响应 AGC 指令事件，记录每个 AGC 指令事件的运行范围、调节速率、调节精度等指标；
- b) 构网型电化学储能电站 AGC 投入容量范围应与上报调度机构数据一致，调节速率和调节精度应符合调度协议的规定，其中一项不符合则判定为不合格。

8.2 无功功率控制

8.2.1 无功功率稳态控制评价按照下列方法进行：

- a) 查看评价周期内无功功率下发值和并网点无功功率测量值，标记构网型电化学储能电站完成无功功率调节并维持稳定功率输出不小于 15min 为一次功率调节事件；无功功率下发值相比前一时刻下发值偏差超过无功功率额定值的 10% 时，记录为一次有效无功功率调节事件；随机选择不少于 5 个有效无功功率调节事件，无功功率调节事件应包括感性无功功率和容性无功功率调节事件；
- b) 历史数据中没有有效的功率调节事件，应在现场按照 T/CES 244 规定的方法进行测试；
- c) 构网型电化学储能电站无功功率偏差应符合 T/CES 243 的规定，否则判定为不合格。

8.2.2 无功功率动态响应特性评价按照下列方法进行：

- a) 查看评价周期内储能电站在电压故障穿越期间的无功功率响应事件，随机选择不少于 5 个有效无功功率动态响应事件，记录每个有效无功功率动态响应事件的响应时间、电压控制偏差、功率控制偏差等指标，无功功率调节事件应包括感性无功功率和容性无功功率调节事件；
- b) 历史数据中没有有效的无功功率动态事件，应在现场按照 T/CES 244 规定的方法进行测试；储能电站无功功率响应时间应满足电压故障穿越时的要求，否则判定为不合格。

8.2.3 AVC 响应特性评价按照下列方法进行：

- a) 随机查看评价周期内不少于 3 个储能电站响应 AVC 指令事件，记录每个 AVC 响应事件的调节范围、调节速率、调节精度等指标；
- b) 构网型电化学储能电站 AVC 投入容量范围应与上报调度机构数据一致，调节速率和功率控制偏差等指标应符合调度协议的规定，其中一项不符合则判定为不合格。

8.2.4 功率因数控制评价按照下列方法进行：

- a) 按照 T/CES 244 的规定在现场以功率因数控制模式运行，记录功率因数连续可调范围；
- b) 构网型电化学储能电站功率因数连续可调范围应符合 T/CES 243 的规定，否则判定为不合格。

8.3 一次调频

构网型电化学储能电站一次调频评价按照下列方法进行：

- a) 随机查看评价周期内不少于 3 个构网型电化学储能电站参与一次调频事件，记录每个参与一次调频事件的功率变化幅度、滞后时间、上升时间、调节时间和有功功率调节偏差等指标；
- b) 现场查询储能电站一次调频的死区设置范围和调差率；
- c) 历史数据中没有有效的一次调频事件，应在现场按照 T/CES 244 规定的方法进行测试；
- d) 构网型电化学储能电站一次调频的死区和调差率应符合调度协议的规定，有功功率的启动时间、响应时间、调节时间、有功功率调节偏差等指标应符合 T/CES 243 的规定，其中一项不符合则判定为不合格。

8.4 惯量响应

构网型电化学储能电站惯量响应评价按照下列方法进行：

- a) 随机查看评价周期内不少于 3 个构网型电化学储能电站参与惯量响应事件，记录每个参与惯量响应事件的等效惯量时间常数设置、并网点频率变化率、有功功率上升时间和控制偏差等指标；
- b) 历史数据中没有有效的惯量响应事件，应在现场按照 T/CES 244 规定的方法进行测试；
- c) 构网型电化学储能电站参与惯量响应的频率和频率变化率死区设置应符合调度协议的规定，惯量响应时间和有功功率变化量允许偏差应符合 T/CES 243 的规定，其中一项不符合则判定为不合格。

8.5 阻尼控制

通过仿真验证的方法核查构网型电化学储能电站对低频振荡的抑制能力，阻尼控制响应应符合 T/CES 243 的规定。

8.6 电网电压调节

构网型电化学储能电站电压调节特性评价按照下列方法进行：

- a) 随机查看评价周期内不少于 3 个构网型电化学储能电站参与电压调节事件，记录每个参与电压调节事件的电压和无功功率响应时间、上升时间和调节时间等指标；
- b) 历史数据中没有有效的电压调节事件，应在现场按照 T/CES 244 规定的方法进行测试；
- c) 构网型电化学储能电站参与电压调节的无功调压系数和调压死区设置应符合调度协议的规定，无功功率响应时间和允许偏差应符合 T/CES 243 的规定，其中一项不符合则判定为不合格。

8.7 相角跳变

通过现场测试与仿真验证相结合的方法核查构网型电化学储能电站相角跳变耐受能力，相角跳变耐受能力应符合 T/CES 243 的规定。

8.8 故障穿越

构网型电化学储能电站故障穿越能力包括低电压穿越能力、高电压穿越能力和连续故障穿越能力，宜采用仿真验证的手段进行评价。

8.8.1 模型要求

构网型电化学储能电站模型应符合下列要求：

- a) 构网型电化学储能电站电气仿真模型根据实际电气结构和参数在电力系统仿真软件中建模，为机电暂态仿真模型；
- b) 构网型电化学储能电站电气仿真模型结构见图 1，包括构网型储能单元（含电池、变流器、单元升压变压器等）、集电线路、构网型电化学储能电站主升压变压器、构网型电化学储能电站继电保护等模型；
- c) 外部电网模型可采用电压源加等效阻抗的方式进行等效，模型参数至少包括短路容量和电网等效阻抗，电网等效模型结构见图 2；
- d) 构网型电化学储能电站电气仿真模型计算步长宜为 1ms~10ms。

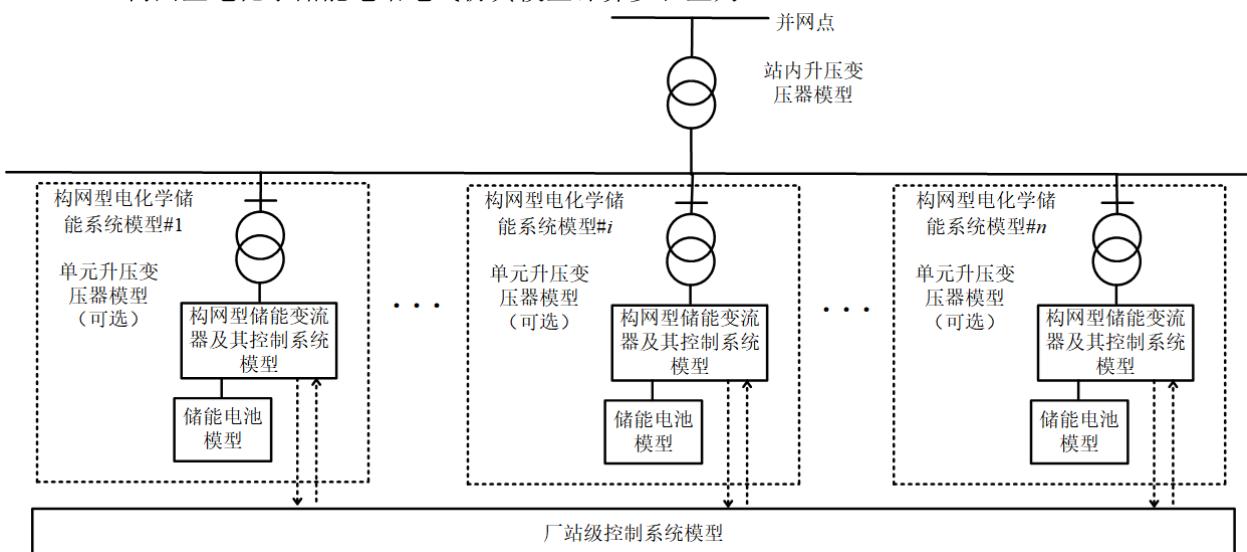


图1 构网型电化学储能电站模型典型结构图

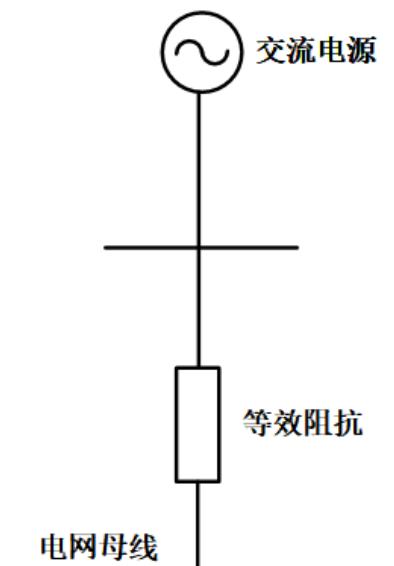


图2 电网等效模型结构示意图

表1 构网型电化学储能电站故障穿越能力仿真工况

故障类型	有功功率	并网点电压 (p. u.)	持续时间 (ms)
三相短路、两相短路	$P \geq 0.7P_n$ 、 $0.1P_n \leq P \leq 0.3P_n$ 、 $P \leq -0.7P_n$ 、 $-0.3P_n \leq P \leq -0.1P_n$ ；	0	150
		0.20	625
		0.35	920
		0.50	1214
		0.75	1705

		1. 20	10000
		1. 25	1000
		1. 30	500

表 2 连续低电压穿越检测故障区间

低压穿越阶段	并网点电压(p. u.)		并网点电压(p. u.)	
低电压穿越阶段 1	0		0. 20	
低电压穿越阶段 2	0	0. 20	0	0. 20

表 3 低-高连续穿越测试故障区间

穿越阶段	并网点电压(p. u.)			并网点电压(p. u.)		
低电压穿越阶段	0			20		
高电压穿越阶段 2	1. 20	1. 25	1. 30	1. 20	1. 25	1. 30

8.8.2 低电压穿越能力仿真评价

低电压穿越能力仿真评价按以下步骤开展：

- 按照表 1 的工况设置构网型电化学储能电站并网点电压跌落故障，进行仿真计算；
- 记录故障前至少 1s 到故障消失且有功功率、无功功率稳定后至少 1s 的仿真结果，包括构网型电化学储能电站并网点和变流器端口电压、有功功率、无功功率和无功电流的基波正序分量；
- 根据储能变流器的保护定值，核查每个工况下故障期间和故障消失后的电压峰值及持续时间，判断储能变流器是否会脱网；
- 计算每个工况下构网型电化学储能电站动态无功电流注入的响应时间、稳态值和比例系数，判定构网型电化学储能电站的动态无功支撑能力是否满足 T/CES 243 的要求。

8.8.3 高电压穿越能力仿真评价

高电压穿越能力仿真评价按以下步骤开展：

- 按照表 1 的工况设置构网型电化学储能电站并网点电压升高故障，进行仿真计算；
- 记录故障前至少 1s 到故障消失且有功功率、无功功率稳定后至少 1s 的仿真结果，包括构网型电化学储能电站并网点和变流器端口电压、有功功率、无功功率和无功电流的基波正序分量；
- 根据储能变流器的保护定值，核查每个工况下故障期间和故障消失后的电压峰值及持续时间，判断储能变流器是否会脱网；
- 计算每个工况下构网型电化学储能电站动态无功电流注入的响应时间、稳态值、比例系数和恢复时间，判定构网型电化学储能电站的动态无功支撑能力是否满足 T/CES 243 的要求。

8.8.4 连续低电压穿越能力仿真评价

连续低电压穿越能力仿真评价按以下步骤开展：

- 按照表 2 的工况设置构网型电化学储能电站并网点连续低电压穿越故障，进行仿真计算；
- 记录故障前至少 1s 到故障消失且有功功率、无功功率稳定后至少 1s 的仿真结果，包括构网型电化学储能电站并网点和变流器端口电压、有功功率、无功功率和无功电流的基波正序分量；
- 根据储能变流器的保护定值，核查每个工况下故障期间和故障消失后的电压峰值及持续时间，判断储能变流器是否会脱网；
- 计算每个工况下构网型电化学储能电站动态无功电流注入的上升时间、稳态值和比例系数，判定构网型电化学储能电站的动态无功支撑能力是否满足 T/CES 243 的要求。

8.8.5 连续低-高电压穿越能力仿真评价

连续低-高电压穿越能力仿真评价按以下步骤开展：

- 按照表 3 的工况分别设置构网型电化学储能电站并网点两次低电压穿越故障和连续三次低-高电压穿越故障，进行仿真计算；

- b) 记录故障前至少 1s 到故障消失且有功功率、无功功率稳定后至少 1s 的仿真结果，包括构网型电化学储能电站并网点和储能变流器端口电压、有功功率、无功功率和无功电流的基波正序分量；
- c) 根据储能变流器的保护定值，核查每个工况下故障期间和故障消失后的电压峰值及持续时间，判断储能变流器是否会脱网。

8.9 电网适应性

8.9.1 频率适应性评价按照下列方法进行：

- a) 查看评价周期内储能电站运行数据、保护动作、并网点功率运行状态变化记录；
- b) 储能电站在频率正常运行范围内，未发生保护动作，并网点功率运行状态未自动切换；在频率异常运行情况下，储能变流器发生动作、并网点功率运行状态变化应符合 GB/T 36547 的规定，其中一项不符合则判定为不合格。

8.9.2 电压适应性评价按照下列方法进行：

- a) 查看评价周期内储能电站运行数据、保护动作、并网点功率运行状态变化记录；
- b) 储能电站在电压正常运行范围内，未发生保护动作，并网点功率运行状态未自动切换；在电压异常运行情况下，储能电站应进行故障穿越，故障穿越时的技术参数应符合 GB/T 36547 的规定，否则判定为不合格。

8.10 过载能力

通过现场测试核查构网型电化学储能电站过载能力，过载能力应符合 T/CES 243 的规定。

8.11 并网运行电能质量

并网运行电能质量按照下列方法进行评价：

- a) 查看构网型电化学储能电站电能质量在线监测装置并网运行时的历史数据；
- b) 构网型电化学储能电站未安装电能质量在线监测装置，应在现场按照 GB/T 36548 的规定方法进行测试，并进行记录；
- c) 构网型电化学储能电站谐波应符合 GB/T 14549 的规定，间谐波符合 GB/T 24337 的规定，三相电压不平衡度应符合 GB/T 15543 的规定，电压波动和闪变应符合 GB/T 12326 的规定，其中一项不符合则判定为不合格。

8.12 并离网切换

并离网切换按照下列方法进行评价：

- a) 查看评价周期内储能电站运行数据，记录储能电站计划性并网转离网切换操作和离网转并网操作过程中的继电保护动作记录、电压和频率信号；
- b) 历史数据中没有有效的并离网切换事件，应在现场进行并网转离网切换测试，并记录电压、频率和功率等指标；
- c) 储能电站计划性并网转离网和离网转并网过程中，满足未发生继电保护动作、未发生负荷非计划断电、切换过程电压应符合 DL/T 620 操作过电压规定判定为并离网切换功能合格，其中一项不符合则判定为不合格。

8.13 构网/跟网控制切换

构网/跟网控制切换按照下列方法进行评价：

- a) 查看评价周期内构网型电化学储能电站运行数据，记录构网型电化学储能电站构网转跟网控制和跟网转构网控制操作过程中的继电保护动作记录、电压和频率信号；
- b) 历史数据中没有有效的构网/跟网控制切换事件，应在现场进行构网/跟网控制切换测试，并记录电压、频率和功率等指标；
- c) 构网型电化学储能电站在构网控制模式下，有功功率和无功功率控制应符合 T/CES 243 的规定。在跟网控制模式下，有功功率和无功功率控制均应符合 GB/T 36547 的规定，其中一项不符合则判定为不合格。

9 评价结论

9.1 构网型电化学储能电站并网性能评价完成后，应根据分项评价结果给出单项评价结论和总体评价报告，单项评价结论宜采用并网性能评价表。

9.2 构网型电化学储能电站总体评价报告应包含电站概况、依据标准、评价项目和内容、评价方法，最后给出评价结论和建议，评价报告框架见附录 C。

9.3 评价结论应记录单项评价结果，对评价内容逐项给出评价结论，对不合格的单项给出改进措施或建议。

附录 A
(资料性附录)
构网型电化学储能电站并网性能评价流程

构网型电化学储能电站并网性能评价流程见图 A.1，包括以下内容：

- a) 资料收集，包括构网型电化学储能电站基本信息、构网型电化学储能电站与电网调度机构签订的并网调度协议和购售电合同、构网型电化学储能电站运维人员信息、构网型电化学储能电站运行管理调度、构网型电化学储能电站评价周期内运行数据、安装调试记录、调度记录、运行维护记录等；
- b) 现场核查，核查现场收集的资料与构网型电化学储能电站实际运行信息的一致性；
- c) 历史数据收集和分析，收集并分析评价周期内构网型电化学储能电站运行历史数据、调度记录等；
- d) 试验检测，对缺乏运行数据支撑的指标，按照相关标准和要求开展现场测试和仿真验证；
- e) 历史数据及试验数据处理，计算构网型电化学储能电站并网运行的关键指标；
- f) 评价结果出具，出具带有评价结果的评价报告。

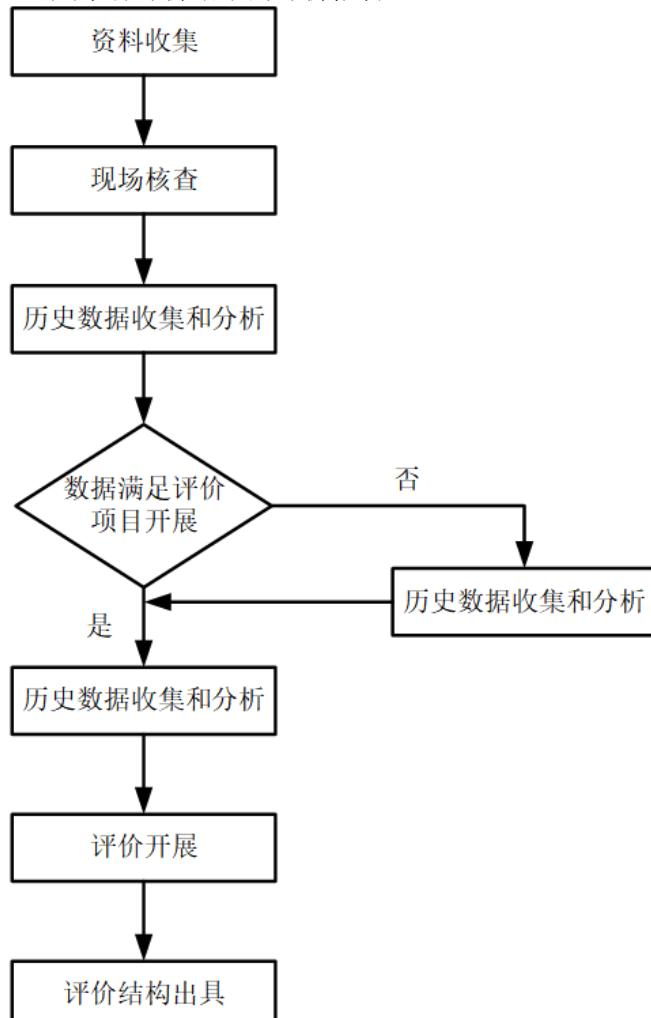


图 A.1 评价流程图

附录 B
(资料性附录)
构网型电化学储能电站并网性能评价资料收集内容

B.1 基本资料

构网型电化学储能电站的基本资料包括以下内容:

- a) 业主单位或建设单位名称、地理位置、电站名称、电站功能定位;
- b) 构网型电化学储能电站额定功率和额定能量;
- c) 一次电气接线拓扑图、并网电压等级和并网位置;
- d) 可行性研究报告、电站施工图、初步设计文件;
- e) 储能电池、电池管理系统、储能变流器、监控系统等设备规格参数、型式试验报告、出厂试验报告、抽检报告;
- f) 消防系统、供暖通风与空气调节系统、升压站(开关站)等设备的规格参数、型式试验报告、出厂试验报告;
- g) 调试报告、安全评估报告(若有)、并网检测报告;
- h) 电站备案文件、并网调度协议、购售电合同、消防备案或审批文件等。

B.2 评价资料

构网型电化学储能电站并网性能评价资料包括以下内容:

构网型电化学储能电站一次、二次设备整定保护值;

- a) 电站运行电气、电量、事件顺序记录和电能质量在线监测历史数据;
- b) 电站运行状态、储能设备及升压站设备运行状态历史数据;
- c) 电站启停、功率遥调、应用模式切换和功率计划等控制指令记录, 上一级运行控制系统及就地远动装置下发的功率控制指令记录;
- d) 电站告警、限功率运行、限容量运行和保护动作记录;
- e) 储能变流器、电池管理系统、通信自动化、消防系统、供暖通风与空气调节系统等设备运行数据和维护、检修记录;
- f) 电站运行值班、操作、维护及检修工作记录, 缺陷与故障记录、消缺记录;
- g) 调度机构出具的考核文件。

附录 C
(资料性附录)
构网型电化学储能电站并网性能评价报告框架

表 C.1 构网型电化学储能电站并网性能评价报告框架

章条编号	章条名称
1	评价目的与依据
1. 1	评价目的
1. 2	评价范围
1. 3	评价依据
2	电站概况
2. 1	电站基本情况
2. 2	电站运行情况
3	评价内容
3. 1	并网设备基本性能评价
3. 2	功能和基本性能评价
3. 3	并网运行性能评价
4	评价结论和建议
4. 1	评价结论
4. 2	评价建议