

ICS 27.180
CCS F 19



中华人民共和国国家标准

GB/T 42717—2023

电化学储能电站并网性能评价方法

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

2023-05-23 发布

2023-12-01 实施



国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
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 能效评价	4
7.4 运行状态评价	4
8 并网性能评价	4
8.1 有功功率控制	4
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 电网适应性	6
8.6 并网运行电能质量	6
8.7 并离网切换	6
9 评价结论	7
附录 A (资料性) 储能电站并网性能评价流程	8
附录 B (资料性) 储能电站并网性能评价资料收集内容	9
B.1 基本资料	9
B.2 评价资料	9
附录 C (资料性) 储能电站并网性能评价报告框架	10
参考文献	11

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。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国电力储能标准化技术委员会(SAC/TC 550)归口。

本文件起草单位：中国电力科学研究院有限公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、浙江华云信息科技有限公司、国网冀北张家口风光储输新能源有限公司、国网湖南省电力有限公司电力科学研究院、国网青海省电力公司电力科学研究院、国网西藏电力公司电力科学研究院、国网青海省电力公司。

本文件主要起草人：许守平、李鹏、胡娟、刘家亮、张雪松、许君杰、吕振华、毛海波、袁晓冬、董栋、赵博超、严亚兵、王幼强、张波琦、高俊娥、付珊珊、闫雪生、赵文强、张真、周军、李强、李明、欧阳帆。

电化学储能电站并网性能评价方法

1 范围

本文件规定了电化学储能电站(以下简称“储能电站”)并网性能评价的总体要求、评价项目与内容和评价结论的技术要求,描述了储能电站并网设备性能、储能电站功能、储能电站并网性能的评价方法。

本文件适用于通过 10 kV 及以上电压等级与电网连接储能电站的运行、调度、管理和评价,其他类型的储能电站参照执行。

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 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 电化学储能系统接入电网技术规定
- GB/T 36548 电化学储能系统接入电网测试规范
- GB/T 36549 电化学储能电站运行指标及评价
- GB/T 40595 并网电源一次调频技术规定及试验导则
- DL/T 620 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合
- DL/T 2528 电力储能基本术语

3 术语和定义

DL/T 2528 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

启停机 start-stop

储能电站由停机状态转换为充电、放电或热备用状态,或者由充电、放电或热备用状态转换为停机状态的过程。

3.2

调度响应成功率 success rate of power grid dispatching response

一定周期内,储能电站对电力调度指令实际执行成功次数与调度指令下达次数的比值。

注:一定周期指年、季度或月。

3.3

等效运行小时数 equivalent operating hours

一定周期内,储能电站充电电量与电站额定充电功率的比值加上放电电量与电站额定放电功率的比值的和。

注：一定周期指年、季度或月。

3.4

非计划停运系数 **unplanned outage factor**

一定周期内，储能电站非计划停运时间与统计时间的比值。

注：一定周期指年、季度或月。

4 总体要求

4.1 储能电站并网性能评价应包括储能电站并网设备评价、储能电站功能和基本性能评价以及储能电站并网性能评价。

4.2 储能电站并网性能评价应在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 个月内开展，评价周期宜为 12 个月。

4.3 储能电站储能电池、电池管理系统、储能变流器等关键设备更换，软件版本发生更新或更换，影响到储能电站并网性能时，应在更换或更新完成后 6 个月内重新评价。

4.4 储能电站并网性能评价应通过资料和数据收集、现场检查 and 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 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，测试方法应按照 GB/T 36548 的要求进行，现场测试涉及电力调度管辖范围时应报请调度许可。

4.6 储能电站并网性能评价应采用资料审查、现场核查和现场试验的方法进行，包括定量分析和定性分析。

4.7 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 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、电池管理系统、储能变流器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、开关断路器开断功能、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 储能电站功能和基本性能评价包括电站功能评价、充放电能力评价、电站能效评价和运行状态评价。

5.2.2 储能电站功能评价应评价储能电站实际使用功能要求。

5.2.3 充放电能力评价应评价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等指标。

5.2.4 电站能效评价应评价储能电站综合效率、储能损耗率和站用电率等指标。

5.2.5 设备运行状态评价应评价储能电站调度响应成功率、等效运行小时数、非计划停运系数、可用系数等指标。

5.3 并网性能评价

5.3.1 储能电站并网性能评价包括有功功率控制评价、无功功率控制评价、一次调频能力评价、惯量响应能力评价、电网适应性评价、并网运行电能质量评价以及并离网切换能力评价。

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储能电站参与惯量响应过程中的频率和频率变化率死区设置、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 电网适应性评价应评价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。

5.3.7 并网运行电能质量评价应评价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。

5.3.8 并离网切换能力评价应评价具备离网运行能力的储能电站并离网运行模式切换和离网独立运行能力。

6 并网设备评价

储能电站并网设备评价按照下列方法进行：

- a) 现场查看储能电站并网关键设备铭牌标注的型号、名称、参数等与设备资料一致的符合性，与上报调度机构命名一致的符合性；
- b) 现场查看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) 现场查看储能电站设备启停机、开关断路器开断、紧急停机保护、远程和就地控制等功能和投用情况；
- e) 现场查看储能电站接收和上传调度信息正确性；
- f) 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。

7 功能和基本性能评价

7.1 电站功能评价

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、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

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) 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 能效评价

储能电站能效评价按照下列方法进行：

- a) 查看评价周期内储能电站的日、月、年的上网电量和下网电量、储能电站总电能损耗、站用电量等历史数据，按照 GB/T 36549 的规定进行计算；
- b) 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。

7.4 运行状态评价

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) 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。

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 15 min 为一次功率调节事件;有功功率下发值相比前一时间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 GB/T 36548 规定的方法进行测试;
- c) 储能电站有功功率偏差应符合 GB/T 36547 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量值,标记有功功率下发值相比前一时间下发值偏差超过 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 GB/T 36548 规定的方法进行测试;
- c) 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 GB/T 36547 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) 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,标记储能电站完成无功功率调节并维持稳定功率输出不小于 15 min 为一次功率调节事件;无功功率下发值相比前一时间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 GB/T 36548 规定的方法进行测试;
- c) 储能电站无功功率偏差应符合 GB/T 36547 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 GB/T 36548 规定的方法进行测试;
- c) 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) 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 GB/T 36548 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) 储能电站功率因数连续可调范围应符合 GB/T 36547 的规定,否则判定为不合格。

8.3 一次调频

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 GB/T 36548 或 GB/T 40595 规定的方法进行测试;
- d) 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,有功功率的滞后时间、调节时间、有功功率调节偏差等指标应符合 GB/T 36547 的规定,其中一项不符合则判定为不合格。

8.4 惯量响应

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频率和频率变化率死区设置、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 GB/T 36548 规定的方法进行测试;
- c) 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,有功功率变化量上升时间和允许偏差应符合 GB/T 36547 的规定,其中一项不符合则判定为不合格。

8.5 电网适应性

8.5.1 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。

8.5.2 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。

8.6 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) 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) 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。

8.7 并离网切换

具备并离网切换功能的储能电站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,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。

9 评价结论

9.1 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 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)

储能电站并网性能评价流程

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,包括储能电站基本信息、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、储能电站运维人员信息、储能电站运行管理制度、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;
- e) 历史数据及试验数据处理,计算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。

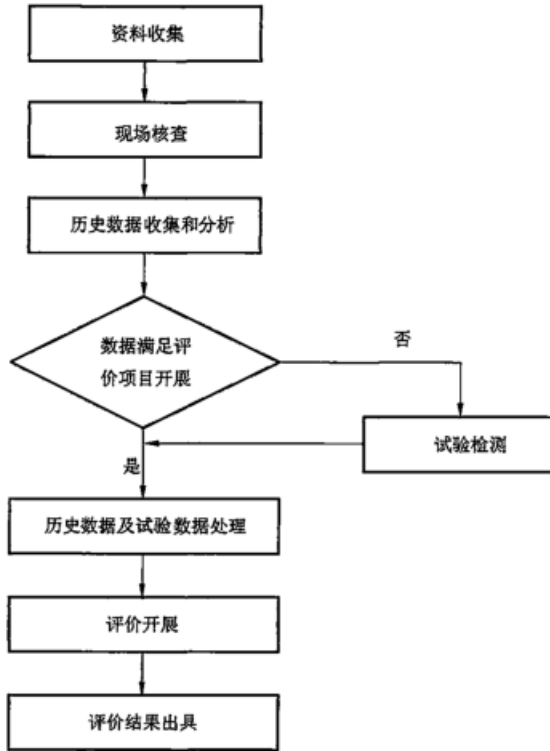


图 A.1 评价流程图

附录 B

(资料性)

储能电站并网性能评价资料收集内容

B.1 基本资料

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) 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

储能电站并网性能评价资料包括以下内容：

- a) 储能电站一次、二次设备整定保护定值；
- b) 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；
- c) 电站运行状态、储能设备及升压站设备运行状态历史数据；
- d) 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；
- e) 电站告警、限功率运行、限容量运行和保护动作记录；
- f) 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；
- g) 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；
- h) 调度机构出具的考核文件。

附录 C

(资料性)

储能电站并网性能评价报告框架

储能电站并网性能评价报告框架采用表 C.1 格式。

表 C.1 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

参 考 文 献

- [1] GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差
 - [2] GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
 - [3] GB/T 19862 电能质量监测设备通用要求
 - [4] GB/T 31464 电网运行准则
 - [5] GB/T 36558 电力系统电化学储能系统通用技术条件
 - [6] GB 38755 电力系统安全稳定导则
 - [7] GB/T 40594 电力系统网源协调技术导则
 - [8] DL/T 2246.7 电化学储能电站并网运行与控制技术规范 第7部分：惯量支撑与阻尼控制
-