

锂离子电池储能性能测试及评价规范

Specification for characteristics testing and evaluation for lithium-ion battery energy
storage

2025 - 02 - 14 发布

2025 - 03 - 14 实施

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 核心部件测试 2

 4.1 通则 2

 4.2 锂离子电池 2

 4.3 电池管理系统 3

 4.4 储能变流器 3

5 并网性能测试 4

 5.1 通用要求 4

 5.2 测试设备 4

 5.3 测试条件 5

 5.4 功率控制 5

 5.5 充放电时间 5

 5.6 额定能量 5

 5.7 额定能量效率 5

 5.8 电能质量 5

 5.9 一次调频 5

 5.10 惯量响应 6

 5.11 电网适应性 6

 5.12 故障穿越 7

 5.13 过载能力 7

 5.14 非计划孤岛保护 7

 5.15 其他 7

6 运行评价 7

 6.1 通则 8

 6.2 运行指标 8

 6.3 评价实施 9

 6.4 评价结论 9

附录 A（规范性） 抽检要求及抽检项目 10

 A.1 资料收集与文件核查 10

 A.2 设备实际供货批次抽检要求 10

 A.3 抽检项目 10

附录 B（资料性） 锂离子电池储能电站接入电网测试主要技术参数表 13

附录 C（资料性） 锂离子电池储能系统运行评价内容及得分标准 15

附录 D（资料性） 锂离子电池储能系统运行评价报告框架 17

参考文献 18

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。

本文件由山东省能源局提出并组织实施。

本文件由山东省能源标准化技术委员会归口。

锂离子电池储能性能测试及评价规范

1 范围

本文件规定了锂离子电池储能核心部件测试、锂离子电池储能电站并网性能测试以及锂离子电池储能运行评价等要求，描述了对应的证实方法。

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锂离子电池储能系统和锂离子电池储能电站，通过其他电压等级接入公用电网的储能系统和储能电站参照执行。

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 12325 电能质量 供电电压偏差
- 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 15945 电能质量 电力系统频率偏差
- GB/T 19862 电能质量监测设备通用要求
- GB/T 24337 电能质量 公用电网间谐波
- GB/T 34120 电化学储能系统储能变流器技术要求
- GB/T 34131 电力储能用电池管理系统
- GB/T 34133 储能变流器检测技术规程
- GB/T 36276 电力储能用锂离子电池
- 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—2018 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
- GB/T 42717—2023 电化学储能电站并网性能评价方法
- GB/T 42288 电化学储能电站安全规程
- DL/T 1870—2018 电力系统网源协调技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电池单体 cell

通过化学能和电能相互转换，实现充放电的基本单元。

注：一般由正极、负极、隔膜、电解质和壳体等组成。

[来源：DL/T 2528—2022，4.2.3.1，有修改]

3.2

电池模块 battery module

通过串联、并联或串并联方式连接，只有一对正负极输出端子的电池组合体。

[来源：DL/T 2528—2022，4.2.3.2]

3.3

储能变流器 power conversion system

电力储能系统中能够进行整流或逆变，实现对电能存储设备充放电的功率变换设备。

[来源：GB/T 42313—2023，5.2.2]

3.4

电池管理系统 battery management system; BMS

监测电池的电、热等参数，具有相应的控制、保护和通信等功能的装置。

[来源：DL/T 2528—2022，4.2.3.7]

3.5

锂离子电池储能单元 lithium ion battery energy storage unit

由锂离子电池、与其相连的功率变换系统以及电池管理系统组成的，独立实现电能存储、转换及释放的最小设备组合。

[来源：DL/T 2528—2022，3.1.1，有修改]

3.6

锂离子电池储能系统 lithium ion battery energy storage system

由一个或多个锂离子电池储能单元构成，可独立实现电能存储、转换及释放功能的系统。

[来源：DL/T 2528—2022，3.1.2，有修改]

3.7

并网点 point of connection; POC

储能系统与电网的连接点。

注：对于有升压变压器的储能系统，指升压变压器高压侧母线或节点；对于无升压变压器的储能系统，指储能系统的输出汇总点。

[来源：GB/T 42313—2023，4.3，有修改]

4 核心部件测试

4.1 通则

锂离子电池储能核心部件主要包括锂离子电池（包括电池单体、电池模块、电池簇）、电池管理系统、储能变流器等。

4.2 锂离子电池

4.2.1 试验条件

除GB/T 36276中另有规定外，试验环境应满足以下要求：

- a) 环境温度：15℃～40℃；
- b) 环境相对湿度：小于等于80%；
- c) 环境气压：86kPa～106kPa。

4.2.2 测试

4.2.2.1 测试项目及方法

锂离子电池检验分为出厂检验、型式检验及抽样检验。测试项目包括初始充放电性能试验、功率特性试验、高温适应性试验、低温适应性试验、过充电性能试验、过放电性能试验、热失控性能试验等。出厂检验、型式检验及抽样检验测试项目和试验方法按GB/T 36276的规定执行。

4.2.2.2 抽样检验

除了符合GB/T 36276的规定外，锂离子电池抽样检验还应符合附录A及下列要求：

- a) 锂离子电池储能系统提供满足 GB/T 36276 要求的电池单体、电池模块、电池簇型式检验报告，报告由具备 CMA/CNAS 资质的第三方机构出具；
- b) 开展到货抽检，抽检时兼顾代表性、随机性原则；
- c) 抽检对象包括电池单体、电池模块和电池簇；
- d) 抽检针对同一型号产品，若存在多个型号，则每个型号均抽检；
- e) 锂离子电池储能系统额定能量之和不大于 100 MWh 时，电池单体、电池模块、电池簇抽样数量及抽检项目要求见表 A.1～表 A.3；锂离子电池储能系统额定能量之和大于 100 MWh 时，以 100 MWh 为一个抽样单元等比例增加抽样数量，不足 100 MWh 的部分按 100 MWh 计；
- f) 抽检中所有试验样品进行的试验项目全部满足要求，则判定为抽检合格；若有任何 1 个试验样品的任何 1 项试验项目不满足要求，则判定为抽检不合格；
- g) 抽检试验样品检测后不再继续使用。

4.3 电池管理系统

4.3.1 试验条件

除GB/T 34131中另有规定，试验环境应满足以下要求：

- a) 环境温度：15℃～35℃；
- b) 环境相对湿度：25%～75%。

4.3.2 测试

4.3.2.1 测试项目及方法

电池管理系统检验分为出厂检验、型式检验及抽样检验。测试项目包括数据采集、通信、绝缘电阻检测、绝缘耐压检验、电气适应性检验等。出厂检验、型式检验及抽样检验测试项目和试验方法按GB/T 34131的规定执行。

4.3.2.2 抽样检验

除了符合GB/T 34131和4.2.2.2 b)、4.2.2.2 d)、4.2.2.2 f)、4.2.2.2 g)的规定外，电池管理系统抽样检验还应符合下列要求：

- a) 锂离子电池储能系统提供满足 GB/T 34131 要求的电池管理系统型式检验报告，报告应由具备 CMA/CNAS 资质的第三方机构出具；
- b) 电池管理系统抽样数量满足 GB/T 34131 相关要求，抽检项目见表 A.4。

4.4 储能变流器

4.4.1 测试条件

4.4.1.1 环境条件

除GB/T 34133另有规定，试验环境应满足以下要求：

- a) 环境温度：0℃～40℃；
- b) 环境相对湿度：小于等于75%；
- c) 环境气压：86 kPa～106 kPa。

4.4.1.2 电气条件

当直接接入公共电网时，电网电能质量应满足以下要求：

- a) 谐波电压不超过 GB/T 14549 规定的限值；
- b) 间谐波电压不超过 GB/T 24337 规定的限值；
- c) 电网电压偏差不超过 GB/T 12325 规定的限值；
- d) 电压波动和闪变值不超过 GB/T 12326 规定的限值；
- e) 三相电压不平衡度不超过 GB/T 15543 规定的限值；
- a) 电网频率偏差不超过 GB/T 15945 规定的限值。

4.4.2 测试

测试项目及方法应符合下列要求：

- a) 储能变流器检验分为出厂检验和型式检验。测试项目包括外观检查、基本功能检测、电气性能检测、电气安全性能检测、电磁兼容检测等。测试项目和试验方法符合 GB/T 34120、GB/T 34133 的规定；
- b) 锂离子电池储能系统提供满足 GB/T 34120、GB/T 34133 要求的储能变流器型式检验报告，报告由具备 CMA/CNAS 资质的第三方机构出具。

5 并网性能测试

5.1 通用要求

- 5.1.1 锂离子电池储能电站接入电网测试前应收集储能电站技术资料，编制测试方案，并在测试前30日内报电网调度机构批准后实施。
- 5.1.2 锂离子电池储能电站接入电网测试前应编制应急方案，制定安全措施，测试工作安全应符合 GB/T 42288 的规定，并应配备临时消防设施和应急物资。
- 5.1.3 锂离子电池储能电站发生改（扩）建或设备改造、软件升级、涉网参数修改和控制逻辑变更等可能影响到储能电站接入电网性能时，应在更换或更新完成后3个月内重新对受影响项目进行测试。
- 5.1.4 锂离子电池储能电站接入电网测试过程中应记录测试数据和环境条件，测试完成后应出具测试报告，测试报告格式参照 GB/T 36548。
- 5.1.5 锂离子电池储能电站接入电网测试结果应满足 GB/T 36547、GB/T 40595 等标准要求，主要技术参数及参数要求见附录 B。

5.2 测试设备

- 5.2.1 锂离子电池储能电站接入电网测试所需的电网模拟装置、频率信号发生装置以及仪器仪表等测试仪器设备应满足 GB/T 36548 有关规定。
- 5.2.2 交流负载满足以下要求：
 - a) 具备可独立控制的阻性、感性和容性负载；
 - b) 阻性、感性和容性负载的容量宜相同；
 - c) 宜具备三相独立调节功能。

5.3 测试条件

5.3.1 锂离子电池储能电站各设备在完成现场调试后，方可进行接入电网的现场测试。

5.3.2 测试期间，锂离子电池储能电站的主要设备应处在正常工作条件。

5.3.3 锂离子电池储能电站接入电网的电能质量应满足以下要求：

- a) 谐波电压不超过 GB/T 14549 规定的限值；
- b) 间谐波电压不超过 GB/T 24337 规定的限值；
- c) 电压偏差不超过 GB/T 12325 规定的限值；
- d) 电压波动和闪变值不超过 GB/T 12326 规定的限值；
- e) 三相电压不平衡度不超过 GB/T 15543 规定的限值；
- f) 频率偏差不超过 GB/T 15945 规定的限值。

5.4 功率控制

5.4.1 锂离子电池储能电站升/降有功功率、无功功率、功率因数调节能力测试方法应按照 GB/T 36548，同时应满足 GB/T 36547 规定的相关功能、性能要求。

5.4.2 参与电力系统调频时功率爬坡率不应低于 10%额定功率/100 ms，参与电力系统调峰时功率爬坡率不低于 10%额定功率/1 s。

5.4.3 功率因数调节能力应满足以下要求：锂离子电池储能电站功率因数应在 0.9（超前）～0.9（滞后）范围内连续可调。实际测试中，应在电站电压保护动作限值内，按功率因数最大调节范围进行测试。

5.5 充放电时间

锂离子电池储能电站充放电时间测试方法应按照 GB/T 36548，同时应满足 GB/T 36547 规定的相关性能要求。

5.6 额定能量

锂离子电池储能电站额定能量测试方法应按照 GB/T 36548。

5.7 额定能量效率

5.7.1 锂离子电池储能电站额定能量效率测试方法应按照 GB/T 36548，同时应满足相关性能要求。

5.7.2 锂离子电池储能电站额定能量效率应满足以下要求：储能电站交流侧效率不低于 85%，放电深度不低于 85%。

5.8 电能质量

5.8.1 锂离子电池储能电站电能质量测试方法应按照 GB/T 36548，同时应满足 GB/T 36547 规定的相关性能要求。

5.8.2 锂离子电池储能电站应配置满足 GB/T 19862 要求的电能质量监测设备，当锂离子电池储能电站电能质量指标不满足要求时，应安装电能质量治理设备。

5.9 一次调频

5.9.1 接入 35 kV 及以上电压等级的锂离子电池储能电站一次调频测试方法应按照 GB/T 36548、GB/T 40595，对于通过其他电压等级并网的锂离子电池储能电站，参照执行。

5.9.2 锂离子电池储能电站一次调频能力应满足 GB/T 36547、GB/T 40595 等标准要求。

- a) 新能源场站配建锂离子电池储能应在新能源机组有功功率控制环节加入附加一次调频控制环节，储能系统应提供所需参考功率，以满足 DL/T 1870—2018 中 B.2 要求。

- b) 新能源场站配建锂离子电池储能应具备和新能源场站联合一次调频的功能。新能源场站通过保留有功备用及配置储能系统，利用相应的有功控制系统或加装独立控制装置来实现一次调频功能，优先选用储能系统进行一次调频。当系统频率偏差大于死区范围（风电场宜设定为 $\pm 0.03 \text{ Hz} \sim \pm 0.1 \text{ Hz}$ ，光伏电站宜设定为 $\pm 0.02 \text{ Hz} \sim \pm 0.06 \text{ Hz}$ ），应满足以下要求：
- 1) 新能源场站配建锂离子电池储能输出新能源场站惯量响应有功功率变化量后，在保证自身一次调频能力的同时，为新能源场站一次调频提供有功功率支撑；
 - 2) 新能源场站一次调频过程中，如储能系统输出新能源场站惯量响应及自身一次调频所需有功功率后，仍可输出新能源场站一次调频有功功率变化量，则新能源场站一次调频由储能系统独立完成；
 - 3) 新能源场站一次调频过程中，如储能系统输出新能源场站惯量响应及自身一次调频所需有功功率后，不能输出一次调频有功功率变化量，则新能源场站一次调频由储能系统及新能源场站备用有功联合完成。
- c) 新能源场站配建锂离子电池储能代替或联合新能源场站输出一一次调频有功功率时，动态性能应满足以下要求：
- 1) 风电场：滞后时间不大于 2 s，上升时间不大于 9 s，调节时间不大于 15 s；
 - 2) 光伏电站：滞后时间不大于 1 s，上升时间不大于 5 s，调节时间不大于 15 s。

5.10 惯量响应

5.10.1 接入 10 (6)kV 及以上电压等级且由电网调度机构调度管理的锂离子电池储能电站的惯量响应测试方法应按照 GB/T 36548，对于通过其他电压等级并网的锂离子电池储能电站，参照执行。

5.10.2 对于新能源场站配建锂离子电池储能，当系统频率变化量大于死区范围时（可设定为 0.05 Hz，频率变化量采样周期宜不大于 200 ms），新能源场站应在满足公式（1）条件下优先选用储能系统提供惯量响应，并且储能系统有功功率变化量 ΔP 应满足公式（2）。

$$\Delta f \times \frac{df}{dt} > 0 \dots\dots\dots (1.)$$

$$\Delta P = -\frac{T_J}{f_N} \times \frac{df}{dt} \times P_t \dots\dots\dots (2.)$$

式中：

Δf ——新能源场站并网点频率变化量，单位为赫兹（Hz）；

$\frac{df}{dt}$ ——频率变化率，单位为赫兹/秒（Hz/s）；

ΔP ——储能系统有功功率变化量，单位为瓦（W）；

T_J ——储能系统等效惯性时间常数，单位为秒（s），可根据电力系统实际情况确定；

f_N ——系统额定频率，单位为赫兹（Hz）；

P_t ——新能源场站实际运行功率，单位为瓦（W）。

5.11 电网适应性

5.11.1 锂离子电池储能电站电网适应性测试方法应按照 GB/T 36548，同时应满足相关性能要求。

5.11.2 锂离子电池储能电站的频率适应性应满足表 1 的频率范围运行要求。

表1 锂离子电池储能电站频率适应性要求

频率范围 f Hz	要求
$f \leq 46.5$	不应处于充电状态
$46.5 < f \leq 47.0$	允许运行时间应大于 5 s，不应处于充电状态
$47.0 < f \leq 47.5$	允许运行时间应大于 20 s，不应处于充电状态
$47.5 < f \leq 48.0$	允许运行时间应大于 60 s，不应处于充电状态
$48.0 < f \leq 48.5$	允许运行时间应大于 300 s，不应处于充电状态
$48.5 < f \leq 50.5$	连续运行
$50.5 < f \leq 51.0$	允许运行时间应大于 180 s，不应处于放电状态
$51.0 < f \leq 51.5$	允许运行时间应大于 30 s，不应处于放电状态
$51.5 < f$	不应处于放电状态

5.11.3 电压适应性

锂离子电池储能电站电压适应性应满足GB/T 36547规定的相关要求。

5.11.4 电能质量适应性

锂离子电池储能电站电能质量适应性应满足GB/T 36547规定的相关要求。

5.12 故障穿越

5.12.1 锂离子电池储能电站故障穿越测试方法应按照 GB/T 36548，同时应满足相关功能、性能要求。

5.12.2 通过 10（6）kV 及以上电压等级接入公用电网的锂离子电池储能电站应具备 GB/T 36547 规定的低电压穿越能力、高电压穿越能力以及连续故障穿越能力。

5.12.3 新能源场站配建锂离子电池储能的低电压、高电压穿越能力不应低于新能源发电机组的穿越能力，支撑新能源发电机组满足低电压、高电压穿越要求。

5.13 过载能力

锂离子电池储能电站过载能力测试方法应按照GB/T 36548，同时应满足GB/T 36547规定的相关性能要求。

5.14 非计划孤岛保护

5.14.1 锂离子电池储能电站非计划孤岛保护测试方法应按照 GB/T 36548—2018，同时应满足相关性能要求。

5.14.2 锂离子电池储能电站非计划孤岛保护应满足以下要求：并网运行模式下，锂离子电池储能电站应具备快速检测孤岛且立即断开与电网连接的能力，防孤岛保护动作时间应不大于 2 s，且防孤岛保护应与电网侧线路保护相配合。

5.15 其他

自动发电控制（AGC）、自动电压控制（AVC）、紧急功率支撑等测试应满足GB/T 36548的相关技术要求。

6 运行评价

6.1 通则

6.1.1 锂离子电池储能系统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。

6.1.2 运行评价应全面收集电站基本情况和运行数据资料，收集内容应满足 GB/T 36549 的规定，收集的运行数据等资料的时间段应与评价周期一致。

6.1.3 运行评价所涉及的计量表计应有校验合格记录。

6.2 运行指标

6.2.1 指标分类

运行指标应包括电力电量指标、能效指标及可靠性指标三类。

6.2.2 电力电量指标

6.2.2.1 电力电量指标应包括储能电站上网电量、下网电量、站用电量、实际可充放电功率、实际可充放电量、运行系数、等效利用系数和能量保持率。

6.2.2.2 上网电量、下网电量、站用电量、实际可充放电功率、实际可充放电量、等效利用系数和能量保持率按照 GB/T 36549—2018 中第 5 章规定的方法计算。

6.2.2.3 运行系数按公式 (3) 计算：

$$\alpha_{SF} = \frac{h_{SH}}{h_{PH}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

α_{SF} ——运行系数；

h_{SH} ——运行小时，即锂离子电池储能系统或电站处于运行状态的小时数，单位为小时（h）；

h_{PH} ——统计期间小时，即锂离子电池储能系统或电站处于使用状态的小时数，单位为小时（h）。

6.2.3 能效指标

6.2.3.1 能效指标应包括电站综合效率、储能损耗率、站用电率、变配电损耗率和储能单元充放电量转换效率等。

6.2.3.2 电站综合效率、储能损耗率、站用电率、变配电损耗率、储能单元充放电量转换效率按照 GB/T 36549—2018 中第 5 章规定的方法计算。

6.2.4 可靠性指标

6.2.4.1 可靠性指标应包括可用系数、计划停运系数、非计划停运系数、储能单元电池失效率、电池簇年平均故障次数、电池簇相对故障次数、调度响应成功率等。

6.2.4.2 计划停运系数、非计划停运系数、储能单元电池失效率和调度响应成功率按照 GB/T 36549—2018 中第 5 章规定的方法计算。

6.2.4.3 可用系数按公式 (4) 计算：

$$\alpha_{AF} = \frac{h_{AH}}{h_{PH}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

α_{AF} ——可用系数；

h_{AH} ——可用小时，即锂离子电池储能系统或电站处于可用状态的小时数，可用小时等于运行小时与备用小时之和，单位为小时（h）。

6.2.4.4 电池簇年平均故障次数按公式（5）计算：

$$N_{MTOC} = \frac{N_{FTOC}}{h_{PH}} \times h_{ACH} \dots\dots\dots(5)$$

式中：
 N_{MTOC} ——电池簇年平均故障次数；
 N_{FTOC} ——电池簇故障次数；
 h_{ACH} ——年日历小时数，单位为小时（h）。

6.2.4.5 电池簇相对故障次数按式（6）计算：

$$N_{RTOP} = \frac{N_{FTOP}}{M_{BPN}} \dots\dots\dots(6)$$

式中：
 N_{RTOP} ——电池簇相对故障次数；
 N_{FTOP} ——统计期间电池簇故障次数；
 M_{BPN} ——总的电池簇数量。

6.3 评价实施

6.3.1 一般规定

- 6.3.1.1 锂离子电池储能系统运行评价应包括充放电能力评价、能效评价、可靠性评价和并网性能评价，见附录 C。
- 6.3.1.2 运行评价周期宜为 12 个月。
- 6.3.1.3 锂离子电池储能系统储能电池、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，影响到系统并网性能时，应在更换或更新完成后 6 个月内重新评价。

6.3.2 评价内容

- 6.3.2.1 锂离子电池储能系统充放电能力评价指标应包括运行系数、等效利用系数和能量保持率等。
- 6.3.2.2 锂离子电池储能系统能效评价指标应包括电站综合效率、储能损耗率和站用电率等。
- 6.3.2.3 锂离子电池储能系统可靠性评价指标应包括可用系数、非计划停运系数、储能单元电池失效率、电池簇相对故障次数、电站调度响应成功率等。
- 6.3.2.4 锂离子电池储能电站并网性能评价应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，应按照 GB/T 42717—2023 的要求开展。

6.4 评价结论

- 6.4.1 锂离子电池储能系统运行评价综合得分为各评价项目得分的平均分，各评价项目得分可取对应评价指标的平均分，评价指标得分标准应按照 GB/T 36549。
- 6.4.2 锂离子电池储能系统综合得分大于 90 分的为优级；得分为 80 分~90 分的为良级；得分为 70 分~80 分的为中级；得分为 60 分~70 分的为合格；得分低于 60 分的为不合格。
- 6.4.3 锂离子电池储能系统运行评价完成后，应根据分项评价结果给出运行评价报告，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 D。

附录 A
(规范性)
抽检要求及抽检项目

A.1 资料收集与文件核查

资料收集和文件核查应符合下列要求：

- a) 收集齐全锂离子电池储能系统相关的资料和信息，包括但不限于：招标和投标技术规范书、合同和技术协议，主要部件、设备及装置的检验报告、说明书或规格书，锂离子电池（包括单体、模块、簇）、电池管理系统、储能变流器等设备的型式检验等报告；
- b) 核查锂离子电池、电池管理系统、储能变流器等核心部件的型式检验报告，报告应真实、合理、有效，出具报告的检测机构应具备电力行业国家级 CMA/CNAS 储能专业检验检测资质；
- c) 资料收集与文件核查完成并确认符合要求后，开展性能符合性文件核查；
- d) 对照型式检验报告、招标和投标技术规范书核查锂离子电池、电池管理系统、储能变流器等设备的性能指标是否满足本文件的要求。

A.2 设备实际供货批次抽检要求

设备实际供货批次抽检应符合下列要求：

- a) 性能符合性文件核查完成并确认符合要求后，开展核心部件实际供货批次抽检；
- b) 制定针对锂离子电池储能系统核心部件的抽样实施方案，并经设备供应方、业主或建设方、检测单位三方确认；
- c) 跟随锂离子电池单体、电池模块、电池簇、电池管理系统的生产过程同步开展抽检，实际供货批次的电池单体、电池模块、电池簇、电池管理系统生产完成时即进行抽检，由第三方权威检测机构出具 CMA/CNAS 抽样检验检测报告；
- d) 对照型式检验报告，核查核心部件抽检结果，抽检结果应满足相关标准及本文件的要求。

A.3 抽检项目

A.3.1 电池单体抽检

电池单体抽检项目见表A.1。

表A.1 电池单体抽检项目表

抽检对象	序号	检验项目		检验形式及样品数量
电池单体	1	外观、尺寸和质量检验		随机抽检：15 个 (1#~15#)
	2	初始充放电性能试验	25℃初始充放电性能试验	
			45℃初始充放电性能试验	
			5℃初始充放电性能试验	
	3	高海拔初始充放电性能试验 (仅适用于高海拔条件应用的电池)		13#、14#、15#
	4	倍率充放电性能试验		7#、8#、9#
	5	高温适应性试验		1#、2#、3#
	6	低温适应性试验		4#、5#、6#

表 A.1 电池单体抽检项目表（续）

抽检对象	序号	检验项目	检验形式及样品数量
电池单体	7	过充电性能试验	1#、2#、3#
	8	过载性能试验	4#、5#、6#
	9	短路性能试验	7#、8#、9#
	10	绝热温升特性试验	10#、11#、12#
	11	热失控性能试验	13#、14#、15#

A.3.2 电池模块抽检

电池模块抽检项目见表A.2。

表A.2 电池模块抽检项目表

抽检对象	序号	检验项目		检验形式及样品数量	
电池模块	1	外观、尺寸和质量检验		随机抽检：5个 (1#~5#)	
	2	初始充放电性能试验	25℃初始充放电性能试验		
			45℃初始充放电性能试验		1#
			5℃初始充放电性能试验		2#
	3	倍率充放电性能试验		3#	
	4	高温适应性试验		1#	
	5	低温适应性试验		2#	
	6	绝缘性能试验		4#	
	7	耐压性能试验			
	8	高海拔绝缘性能试验 (仅适用于高海拔条件应用的电池)			
	9	高海拔耐压性能试验 (仅适用于高海拔条件应用的电池)			
	10	过充电性能试验			1#
	11	过载性能试验		2#	
	12	液冷管路耐压性能试验 (仅适用于采用液体冷却方式应用的电池)		3#	
	13	短路性能试验		3#、5#	
14	热失控扩散性能试验		4#		

A.3.3 电池簇抽检

电池簇抽检项目见表A.3。

表A.3 电池簇抽检项目表

抽检对象	序号	检验项目	检验形式及样品数量
电池簇	1	外观、尺寸检验	随机抽检：1个 (1#)
	2	报警和保护功能试验	
	3	初始充放电性能试验	
	4	绝缘性能试验	

表 A.3 电池簇抽检项目表（续）

抽检对象	序号	检验项目	检验形式及样品数量
电池簇	5	耐压性能试验	随机抽检：1 个 (1#)
	6	高海拔绝缘性能试验 (仅适用于高海拔条件应用的电池)	
	7	高海拔耐压性能试验 (仅适用于高海拔条件应用的电池)	
	8	液冷管路耐压性能试验 (仅适用于采用液体冷却方式应用的电池)	

A.3.4 电池管理系统抽检

电池管理系统抽检项目见表A.4。

表A.4 电池管理系统抽检项目表

抽检对象	序号	检验项目		检测形式及样品数量	
电池管理系统	1	数据采集	电池电压	随机抽检：3 套 样品编号：1#～3#	
	2		电池簇/电堆电流		
	3		温度		
	4		压力		
	5		流量		
	6		液位		
	7		气体浓度		
	8	通信			
	9	报警和保护			
	10	控制			
	11	绝缘电阻检测			
	12	绝缘耐压	绝缘性能		
	13		介质强度		
	14	电气适应性	供电电压		
	15		过电压		
	16		反向电压		
	17		通信线回路短路		

附录 B

(资料性)

锂离子电池储能电站接入电网测试主要技术参数表

表B.1为锂离子电池储能电站接入电网测试主要技术参数表。

表B.1 锂离子电池储能电站接入电网测试主要技术参数表

序号	测试项目	技术参数	参数要求
1	功率控制	参与电力系统调频时功率爬坡率	不应低于 10%额定功率/100 ms
		参与电力系统调峰时功率爬坡率	不低于 10%额定功率/1 s
		有功功率控制偏差	不应超过额定功率的±1%
		紧急功率支撑能力	应在200 ms内达到最大可放电或可充电功率
		无功功率控制偏差	不应超过额定功率的±3%
		并网点功率因数	应在 0.9(超前)~0.9(滞后)范围内连续可调
2	充放电时间	充/放电响应时间	不大于 500 ms
		充/放电调节时间	不大于 2 s
		充电到放电转换时间、放电到充电转换时间	不大于 500 ms
3	额定能量效率	储能电站交流侧效率	不低于 85%
		放电深度	不低于 85%
4	电能质量	谐波	应符合 GB/T 14549 的规定
		间谐波	应符合 GB/T 24337 的规定
		电压偏差	应符合 GB/T 12325 的规定
		电压波动和闪变	应符合 GB/T 12326 的规定
		电压不平衡度	应符合 GB/T 15543 的规定
5	一次调频	一次调频的死区范围	宜设置在±0.03 Hz~±0.05 Hz 范围内
		一次调频功率变化幅度	不宜进行限制,必要时限幅不应小于额定功率的 20%
		一次调频调差率	应为 0.5%~3%
		一次调频响应滞后时间	应不大于 1 s
		一次调频上升时间	应不大于 3 s
		一次调频调节时间	应不大于 4 s
		有功功率控制偏差	不应超过额定功率的±1%
		新能源场站配建锂离子电池储能代替或联合新能源场站输出一一次调频有功功率时动态性能	a) 风电场: 滞后时间不大于 2 s, 上升时间不大于 9 s, 调节时间不大于 15 s; b) 光伏电站: 滞后时间不大于 1 s, 上升时间不大于 5 s, 调节时间不大于 15 s

表 B.1 锂离子电池储能电站接入电网测试主要技术参数表（续）

序号	测试项目	技术参数	参数要求
6	惯量响应	等效惯量时间常数	宜设置为 4 s~14 s
		频率变化死区	宜根据电力系统实际情况确定，宜设定为±(0.03~0.05)Hz，计算频率变化的时间窗口宜为 100 ms~200 ms
		惯量响应时间	应不大于 1s
		有功功率的控制偏差	不应超过额定功率的±1%
7	电网适应性	频率适应性	应满足 5.11.2 规定的频率范围运行要求
		电压适应性	在并网点电压 $U_T < 0.9$ 倍额定电压时，应满足低电压穿越能力要求； 在 $0.9 \leq U_T \leq 1.1$ 倍额定电压内，应正常运行； 在 $U_T > 1.1$ 倍额定电压时，应满足高电压穿越能力要求
		电能质量适应性	当锂离子电池储能电站并网点的闪变值满足 GB/T 12326、谐波值满足 GB/T 14549、三相电压不平衡度满足 GB/T 15543 的规定时，锂离子电池储能电站应正常运行
8	故障穿越	低电压穿越能力	并网点电压跌落至零时，不脱网连续运行时间不少于 150 ms； 并网点电压跌落至标称电压的 20%时，不脱网连续运行时间不少于 625 ms； 并网点电压跌落至标称电压的 90%时，不脱网连续运行时间不少于 2 s
		高电压穿越能力	并网点电压升高至标称电压 125%~130%之间时，不脱网连续运行时间不少于 500 ms； 并网点电压升高至标称电压 120%~125%之间时，不脱网连续运行时间不少于 1 s； 并网点电压升高至标称电压 110%~120%之间时，不脱网连续运行时间不少于 10 s
9	过载能力	在标称电压下，运行 110%额定功率时间	不应少于 10 min
		在标称电压下，运行 120%额定功率时间	不应少于 1 min
10	非计划孤岛保护	防孤岛保护动作时间	应不大于 2 s

附 录 C
(资料性)

锂离子电池储能系统运行评价内容及得分标准

表C. 1为锂离子电池储能系统运行评价内容及得分标准表。

表C. 1 锂离子电池储能系统运行评价内容及得分标准表

评价项目	评价指标	得分标准
充放电能力 评价	运行系数	1) 运行系数为 100%，得 100 分； 2) 运行系数为 95%，得 90 分； 3) 运行系数为 90%，得 80 分； 4) 运行系数为 85%，得 70 分
	等效利用系数	1) 等效利用系数不小于 95%，得 100 分； 2) 等效利用系数为 90%，得 90 分； 3) 等效利用系数为 85%，得 80 分； 4) 等效利用系数为 80%，得 70 分
	能量保持率	1) 能量保持率为 100%，得 100 分； 2) 能量保持率为 95%，得 90 分； 3) 能量保持率为 90%，得 80 分； 4) 能量保持率为 85%，得 70 分
能效评价	电站综合效率	1) 电站综合效率不小于 90%，得 100 分； 2) 电站综合效率为 80%，得 90 分； 3) 电站综合效率为 70%，得 80 分； 4) 电站综合效率为 60%，得 70 分
	储能损耗率	1) 储能损耗率不大于 10%，得 100 分； 2) 储能损耗率为 20%，得 95 分； 3) 储能损耗率为 30%，得 90 分； 4) 储能损耗率为 40%，得 85 分
	站用电率	1) 站用电率不大于 5%，得 100 分； 2) 站用电率为 10%，得 90 分； 3) 站用电率为 15%，得 80 分； 4) 站用电率为 20%，得 70 分
可靠性评价	可用系数	1) 可用系数为 100%，得 100 分； 2) 可用系数为 95%，得 90 分； 3) 可用系数为 90%，得 80 分； 4) 可用系数为 85%，得 70 分
	非计划停运系数	1) 非计划停运系数为 0，得 100 分； 2) 非计划停运系数为 5%，得 90 分； 3) 非计划停运系数为 10%，得 80 分； 4) 非计划停运系数为 15%，得 70 分

表 C.1 锂离子电池储能系统运行评价内容及得分标准表（续）

评价项目	评价指标	得分标准
可靠性评价	储能单元电池失效率	1) 储能单元电池失效率不大于 2%，得 100 分； 2) 储能单元电池失效率为 5%，得 95 分； 3) 储能单元电池失效率为 10%，得 90 分； 4) 储能单元电池失效率为 15%，得 85 分
	调度响应成功率	1) 调度响应成功率不小于 99%，得 100 分； 2) 调度响应成功率为 98%，得 90 分； 3) 调度响应成功率为 97%，得 80 分； 4) 调度响应成功率为 95%，得 70 分
并网性能评价	有功功率控制	应满足 GB/T 42717 的要求，合格为 100 分，不合格为 0 分
	无功功率控制	应满足 GB/T 42717 的要求，合格为 100 分，不合格为 0 分
	一次调频	应满足 GB/T 42717 的要求，合格为 100 分，不合格为 0 分
	惯量响应	应满足 GB/T 42717 的要求，合格为 100 分，不合格为 0 分
	电网适应性	应满足 GB/T 42717 的要求，合格为 100 分，不合格为 0 分
	并网运行电能质量	应满足 GB/T 42717 的要求，合格为 100 分，不合格为 0 分
	并离网切换	应满足 GB/T 42717 的要求，合格为 100 分，不合格为 0 分
注：除并网性能评价外，指标得分值要根据评价指标统计结果所在的区间采用线性插入法计算		

附 录 D
(资料性)

锂离子电池储能系统运行评价报告框架

锂离子电池储能系统运行评价报告框架采用表D. 1格式。

表D. 1 锂离子电池储能系统运行评价报告框架

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	充放电能力评价
3.2	能效评价
3.3	可靠性评价
3.4	并网性能评价
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 42313—2023 电力储能系统术语
 - [2] DL/T 2528—2022 电力储能基本术语
-