ICS 27.180
CCS F 19

中华人民共和国国家标准

GB/T 36547—2024
代替 GB/T 36547—2018

电化学储能电站接入电网技术规定

Technical requirements for connecting electrochemical energy storage station to power grid

2024-05-28 发布　　2024-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

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　总体要求 …… 2
5　功率控制 …… 3
6　一次调频 …… 3
7　惯量响应 …… 4
8　故障穿越 …… 4
9　运行适应性 …… 8
10　电能质量 …… 9
11　继电保护与安全自动装置 …… 9
12　调度自动化与通信 …… 9
13　仿真模型 …… 10
14　接入电网测试和评价 …… 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。

本文件代替GB/T 36547—2018《电化学储能系统接入电网技术规定》，与GB/T 36547—2018相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

——更改了文件的适用范围，将“适用于额定功率100 kW及以上且储能时间不低于15 min的电化学储能系统”更改为“适用于通过10(6) kV及以上电压等级接入公用电网的新建、改建和扩建的电化学储能电站的建设、接入、调试、试验、检测、运行、维护和检修”(见第1章，2018年版的第1章)；

——增加了“一次调频”“一次调频响应滞后时间”“一次调频上升时间”“一次调频调节时间”“惯量响应”等术语和定义，删除了与DL/T 2528重复的术语和定义(见第3章，2018年版的第3章)；

——更改了“总体要求”(见第4章，2018年版的第4章)；

——删除了“功率控制”中的“一般规定”(见2018年版的6.1)；

——更改了“有功功率控制”要求，增加了“紧急功率支撑能力”的技术要求(见5.1，2018年版的6.2)；

——更改了“无功功率控制”要求，增加了“无功功率控制的技术指标”(见5.2，2018年版的6.3)；

——增加了“过载能力”要求(见5.3)；

——增加了“一次调频”技术要求(见第6章)；

——增加了“惯量响应”技术要求(见第7章)；

——更改了“低电压穿越”技术要求(见8.1，2018年版的7.2.1)；

——更改了“高电压穿越”技术要求(见8.2，2018年版的7.2.2)；

——增加了“连续故障穿越”技术要求(见8.3)；

——增加了“电压适应性”要求(见9.1)；

——增加了“电能质量适应性”要求(见9.2)

——更改了“频率适应性”要求(见9.3，2018年版的7.1)；

——增加了“电压波动和闪变”要求(见10.3)；

——删除了“直流分量”要求(见2018年版的5.5)；

——更改了“继电保护与安全自动装置”要求(见第11章，2018年版的第8章)；

——更改了“调度自动化与通信”要求(见第12章，2018年版的第9章)；

——删除了“电能计量”要求(见2018年版的第10章)；

——增加了“仿真模型”要求(见第13章)；

——更改了“接入电网测试和评价”要求(见第14章，2018年版的第12章)。

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、国家电网有限公司、广东电网有限责任公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、华为数字能源技术有限公司、阳光电源股份有限公司、国网甘肃省电力公司电力科学研究院、南方电网电力科技股份有限公司、深圳市科陆电子科技股份有限公司、上

海电力设计院有限公司、上能电气股份有限公司、北京索英电气技术股份有限公司。

本文件主要起草人：惠东、许守平、牟佳男、杨银国、张怡、张雪松、刘宝其、杜荣华、胡娟、何飞、李智、甄文喜、阮海明、周才期、陆秋瑜、叶诚明、李鹏、赵波、伍双喜、朱军卫、赵龙、李佳垒、吴小可、王淑超、黄萍、闫雪生、毛海波、顾辰方、黎忠琼、王仕城。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2018 年首次发布为 GB/T 36547—2018；

——本次为第一次修订。

电化学储能电站接入电网技术规定

1 范围

本文件规定了电化学储能电站接入电网的总体要求，以及功率控制、一次调频、惯量响应、故障穿越、运行适应性、电能质量、继电保护与安全自动装置、调度自动化与通信、仿真模型、接入电网测试和评价的技术要求。

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新建、改建和扩建的电化学储能电站的建设、接入、调试、试验、检测、运行、维护和检修。

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，标注日期的引用文件，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 14050 系统接地的型式及安全技术要求

GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程

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 19862 电能质量监测设备通用要求

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 24337 电能质量 公用电网间谐波

GB/T 26399 电力系统安全稳定控制技术导则

GB/T 31464 电网运行准则

GB/T 36548 电化学储能电站接入电网测试规程

GB/T 36572 电力监控系统网络安全防护导则

GB 38755 电力系统安全稳定导则

GB/T 42716 电化学储能电站建模导则

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB/T 50063 电力装置电测量仪表装置设计规范

GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范

DL/T 448 电能计量装置技术管理规程

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

一次调频　primary frequency control;PFC

当电力系统频率偏离目标频率时,电化学储能电站响应于电力系统频率偏差自动调节有功功率的控制功能。

[来源:GB/T 40595—2021,3.1,有修改]

3.2

一次调频响应滞后时间　delay time of PFC

从电力系统频率超出一次调频死区开始,电化学储能电站实际输出有功功率变化量达到有功功率目标值和初始值之差的10%所需的时间。

[来源:GB/T 40595—2021,3.10,有修改]

3.3

一次调频上升时间　rise time of PFC

从电力系统频率超出一次调频死区开始,电化学储能电站实际输出有功功率变化量达到有功功率目标值和初始值之差的90%所需的时间。

[来源:GB/T 40595—2021,3.11,有修改]

3.4

一次调频调节时间　settling time of PFC

从电力系统频率超出一次调频死区开始,电化学储能电站实际输出有功功率与有功功率目标值之差的绝对值始终不超过允许偏差的最短时间。

[来源:GB/T 40595—2021,3.12,有修改]

3.5

惯量响应　inertia response

当电力系统频率快速变化时,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。

[来源:DL/T 2246.7—2021,3.1,有修改]

4　总体要求

4.1　电化学储能电站应具有参与电力系统调峰、调频、调压等能力,其安全稳定运行应符合GB 38755、GB/T 31464的规定。

4.2　电化学储能电站应具备四象限功率控制功能,并具有接收并执行电网调度机构发送控制指令的能力。

4.3　电化学储能电站接入电网的电压等级应按照储能电站装机容量、电网网架结构等条件,经综合技术经济比选后确定。

4.4　电化学储能电站网络安全防护应符合GB/T 36572的规定。

4.5　电化学储能电站的接地方式应与其所接入电网的接地方式相适应,防雷与接地应符合GB 14050、GB 50057和GB/T 50065的技术规定。

4.6　电化学储能电站接入电网应按照GB/T 42716的要求建立电磁暂态、机电暂态和中长期动态仿真模型。

4.7　电化学储能电站应具有明确的电能计量点,电能计量点应设在并网点,配置双向电能计量装置,具备电能计量信息远传功能,技术要求应符合GB/T 50063、DL/T 448的规定。

4.8　电化学储能电站的充电能量和放电能量不应低于额定充电能量和额定放电能量。

4.9　电化学储能电站并网运行前应进行接入电网性能测试,测试方法应按照GB/T 36548规定的方法进行。

5 功率控制

5.1 有功功率控制

5.1.1 电化学储能电站应具备有功功率控制能力，应能接受就地和远方有功功率控制指令，实现有功功率的连续调节。

5.1.2 电化学储能电站响应就地有功功率控制指令时，充/放电响应时间不应大于 500 ms，充/放电调节时间不应大于 2 s，充电到放电转换时间、放电到充电转换时间不应大于 500 ms，有功功率控制偏差不应超过额定功率的±1%。

5.1.3 电化学储能电站应能响应自动发电控制(AGC)指令，调节速率和控制精度应满足电网调度机构的要求。

5.1.4 电化学储能电站应具备紧急功率支撑的能力，应在 200 ms 内达到最大可放电或可充电功率。

5.2 无功功率控制

5.2.1 电化学储能电站应具有无功功率调节和电压控制能力，应能接受就地和远方控制指令，实现无功功率/电压的连续调节。

5.2.2 电化学储能电站应具有功率因数、无功功率和电压控制的控制模式，并具备在线切换控制模式的功能。

5.2.3 电化学储能电站并网点功率因数应在 0.9(超前)～0.9(滞后)范围内连续可调。

5.2.4 电化学储能电站在无功功率可调节范围内，无功功率控制偏差不应超过额定功率的±3%。

5.2.5 电化学储能电站应能响应自动电压控制(AVC)指令，自动调节电化学储能电站无功功率/电压，调节速率和控制精度应满足电网调度机构的要求。

5.3 过载能力

电化学储能电站应具备过载能力，在标称电压下，运行 110%额定功率时间不应少于 10 min，运行 120%额定功率时间不应少于 1 min。

6 一次调频

6.1 电化学储能电站应具有一次调频功能，可根据电力系统需要通过本地或远方控制投入或退出该功能。

6.2 电化学储能电站应将一次调频的投退信号、动作状态信号上传至电网调度机构。

6.3 电化学储能电站一次调频的死区宜设定为±(0.03～0.05)Hz。当电力系统频率偏差大于死区范围时，电化学储能电站应按照公式(1)调整有功功率输出。

$$\Delta P_t = -\frac{1}{\delta} \times \frac{\Delta f}{f_N} \times P_N \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

ΔP_t ——电化学储能电站有功功率变化量，单位为千瓦(kW)或兆瓦(MW)；

δ ——一次调频调差率；

Δf ——电化学储能电站并网点频率偏差，单位为赫兹(Hz)；

f_N ——电力系统额定频率，单位为赫兹(Hz)；

P_N ——电化学储能电站额定有功功率，单位为千瓦(kW)或兆瓦(MW)。

6.4 当电力系统频率下降且超过调频死区时，电化学储能电站应根据一次调频曲线增大放电有功功率

或减少充电有功功率。

6.5 当电力系统频率上升且超过调频死区时，电化学储能电站应根据一次调频曲线减小放电有功功率或增大充电有功功率。

6.6 电化学储能电站一次调频功率变化幅度不宜进行限制，必要时限幅应不小于额定功率的20%。

6.7 电化学储能电站一次调频调差率应为0.5%～3%。

6.8 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，达到稳定时，有功功率控制偏差不应超过额定功率的±1%。

7 惯量响应

7.1 电化学储能电站应具备惯量响应功能，可根据电力系统需要通过本地或远方控制投入或退出该功能。

7.2 电化学储能电站应将惯量响应的投退信号、动作状态信号上传至电网调度机构。

7.3 电化学储能电站惯量响应的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。当电力系统频率变化大于死区范围，电化学储能电站应在满足公式(2)条件下提供惯量响应能力，根据频率变化率，改变有功功率输出。

$$\Delta f \times \frac{df}{dt} > 0 \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：

Δf ——电化学储能电站并网点频率偏差，单位为赫兹(Hz)；

f ——电化学储能电站并网点频率，单位为赫兹(Hz)；

t ——时间，单位为秒(s)。

7.4 惯量响应时，电化学储能电站有功功率变化量应满足公式(3)的要求。

$$\Delta P_1 = -\frac{T_J}{f_N}\frac{df}{dt}P_N \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：

ΔP_1 ——电化学储能电站有功功率变化量，单位为千瓦(kW)或兆瓦(MW)；

T_J ——电化学储能电站等效惯量时间常数，单位为秒(s)，宜设置为4 s～14 s；

f_N ——电力系统额定频率，单位为赫兹(Hz)；

P_N ——电化学储能电站额定有功功率，单位为千瓦(kW)或兆瓦(MW)。

7.5 电化学储能电站惯量响应时间应不大于1 s，有功功率的控制偏差不应超过额定功率的±1%。

8 故障穿越

8.1 低电压穿越

8.1.1 电化学储能电站在并网点电压发生跌落时应具备低电压穿越能力，在图1所示阴影范围内不脱网连续运行，具体要求如下。

a) 电化学储能电站并网点电压跌落至零时，应不脱网连续运行不少于150 ms。

b) 电化学储能电站并网点电压跌落至标称电压的20%时，应不脱网连续运行不少于625 ms。

c) 电化学储能电站并网点电压跌落至标称电压的90%时，应不脱网连续运行不少于2 s。

d) 电化学储能电站并网点电压跌落在图1中阴影范围及电压轮廓线以上区域，电化学储能电站应不脱网连续运行；电化学储能电站并网点电压跌落在电压轮廓线以下时，可与电网断开连接。

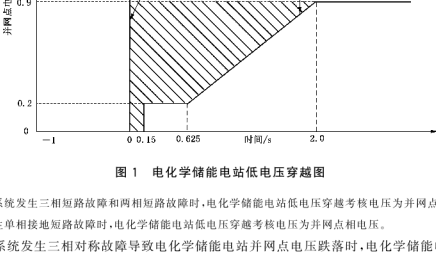


图 1　电化学储能电站低电压穿越图

注：电力系统发生三相短路故障和两相短路故障时，电化学储能电站低电压穿越考核电压为并网点线电压，电力系统发生单相接地短路故障时，电化学储能电站低电压穿越考核电压为并网点相电压。

8.1.2　电力系统发生三相对称故障导致电化学储能电站并网点电压跌落时，电化学储能电站应具备动态无功支撑能力，具体要求如下。

a）　当电化学储能电站并网点电压低于标称电压的 90%时，电化学储能电站向电网输出无功电流应为电压跌落前正常运行时的无功电流值 I_0 与动态无功电流增量 ΔI_t 之和，动态无功电流增量应响应并网点电压变化，并应满足公式(4)的要求。

$$\Delta I_t = K_1 \times (0.9 - U_t) \times I_N, (0 \leqslant U_t \leqslant 0.9) \cdots\cdots (4)$$

式中：

ΔI_t ——电化学储能电站动态无功电流增量，数值为正代表输出感性无功，数值为负代表输出容性无功，单位为安(A)；

K_1 ——电化学储能电站动态无功电流比例系数；

U_t ——电化学储能电站并网点电压标幺值；

I_N ——电化学储能电站交流侧额定电流，单位为安(A)。

b）　电化学储能电站动态无功电流比例系数 K_1 可根据电力系统实际情况确定，取值范围宜为 1.5～3。

c）　并网点电压跌落期间，电化学储能电站无功电流的最大输出能力应不低于储能电站交流侧额定电流 I_N 的 1.05 倍。

d）　自并网点电压跌落出现的时刻起，电化学储能电站动态无功电流的响应时间不大于 30 ms；自并网点电压恢复至标称电压 90%以上的时刻起，电化学储能电站应在 30 ms 内退出动态无功电流增量。

8.1.3　当电力系统发生三相不对称短路故障导致电化学储能电站并网点电压跌落时，电化学储能电站应具备动态无功支撑能力，具体要求如下。

a）　当电化学储能电站并网点电压正序分量在标称电压的 60%～90%时，电化学储能电站向电网注入的正序无功电流应为电压跌落前正常运行时的正序无功电流输出值 I_0^+ 与动态正序无功电流增量 ΔI_t^+ 之和，从电网吸收的负序无功电流应为电压跌落前正常运行时的负序无功电流输出值 I_0^- 与动态负序无功电流增量 ΔI_t^- 之差，动态正、负序无功电流增量应响应并网点电压变化，并满足公式(5)的要求。

$$\begin{cases}\Delta I_1^+ = K_2^+ \times (0.9 - U_1^+) \times I_N, (0.6 \leqslant U_1^+ \leqslant 0.9) \\ \Delta I_1^- = K_2^- \times U_1^- \times I_N \end{cases} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

式中：

ΔI_1^+ ——电化学储能电站注入的正序动态无功电流增量，单位为安(A)；

ΔI_1^- ——电化学储能电站吸收的负序动态无功电流增量，单位为安(A)；

K_2^+ ——电化学储能电站动态正序无功电流比例系数；

K_2^- ——电化学储能电站动态负序无功电流比例系数；

U_1^+ ——电化学储能电站并网点电压正序分量标幺值；

U_1^- ——电化学储能电站并网点电压负序分量标幺值；

I_N ——电化学储能电站交流侧额定电流，单位为安(A)。

b) 动态正、负序无功电流比例系数 K_2^+、K_2^- 可根据电力系统实际情况确定，宜不小于 1.0。

c) 电化学储能电站正、负序动态无功电流响应时间应不大于 30 ms。

d) 并网点电压跌落期间，电化学储能电站无功电流的最大输出能力应不低于额定电流 I_N 的 1.05 倍。

e) 当并网点电压正序分量小于标称电压的 60%时，电化学储能电站应在不助增并网点电压不平衡度的前提下，向电网注入合适的正序动态无功电流及从电网吸收合适的负序动态无功电流。

8.1.4 对电压跌落期间没有与电力系统断开的电化学储能电站，在故障清除后，应具有有功功率快速恢复能力，有功功率恢复的变化率宜不小于 30%P_N/s。

注：P_N 是电化学储能电站额定有功功率，单位为千瓦(kW)或兆瓦(MW)。

8.2 高电压穿越

8.2.1 电化学储能电站在并网点电压发生升高时应具备高电压穿越能力，在图 2 所示阴影范围内不脱网连续运行，具体要求如下：

a) 电化学储能电站并网点电压升高至标称电压的 125%～130%时，应能不脱网连续运行不少于 500 ms；

b) 电化学储能电站并网点电压升高至标称电压的 120%～125%时，应能不脱网连续运行不少于 1 s；

c) 电化学储能电站并网点电压升高至标称电压的 110%～120%时，应能不脱网连续运行不少于 10 s；

d) 电化学储能电站并网点电压升高期间，在满足动态无功电流支撑能力的前提下，宜保持故障前的有功功率值，且电化学储能电站的最大输出充放电电流能力应不低于额定电流 I_N 的 1.05 倍。

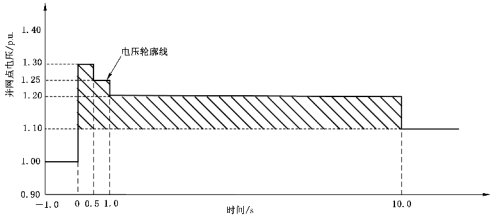


图 2　电化学储能电站高电压穿越图

8.2.2　当电化学储能电站并网点电压升高时，电化学储能电站应具备动态无功支撑能力，具体要求如下。

a)　当电化学储能电站并网点电压在标称电压的 110%～130%时，电化学储能电站向电网输出的无功电流应为电压升高前正常运行时的无功电流值 I_0 与动态无功电流增量 ΔI_t 之差，动态无功电流增量应响应并网点电压变化，并应满足公式(6)的要求。

$$\Delta I_t = K_3 \times (U_t - 1.1) \times I_N, (1.1 \leqslant U_t \leqslant 1.3) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (6)$$

式中：

ΔI_t ——电化学储能电站注入的动态无功电流增量，单位为安(A)；

K_3 ——电化学储能电站动态无功电流比例系数；

U_t ——电化学储能电站并网点电压标幺值；

I_N ——电化学储能电站交流侧额定电流，单位为安(A)。

b)　电化学储能电站动态无功电流比例系数 K_3 可根据电力系统实际情况确定，宜不小于 1.5。

c)　自并网点电压升高的时刻起，电化学储能电站动态无功电流响应时间应不大于 30 ms；自并网点电压恢复至标称电压 110%以下的时刻起，电化学储能电站应在 30 ms 内退出主动提供的动态无功电流增量。

8.2.3　对电压升高期间没有与电力系统断开且没有保持故障前有功功率值的电化学储能电站，在故障清除后，应具有有功功率快速恢复能力，有功功率恢复的变化率宜不小于 30%P_N/s。

8.3　连续故障穿越

8.3.1　连续低电压穿越

电化学储能电站应具备连续低电压穿越的能力，具体要求如下：

a)　电化学储能电站应具备承受至少连续两次低电压穿越的能力；

b)　相邻两次低电压穿越之间的时间间隔宜为 0.2 s～2 s，可根据其送出线路及接入电力系统的故障重合闸动作时间确定；

c)　每次低电压穿越的特性和支撑能力应满足 8.1 的要求。

8.3.2　连续低-高电压穿越

接入特高压直流送端近区的电化学储能电站应具备连续低-高电压穿越能力，具体要求如下：

a)　电化学储能电站应具备低电压穿越恢复后立即通过高电压穿越的能力；

b) 电化学储能电站应具备至少连续三次低-高电压穿越的能力；

c) 自低电压阶段恢复时刻至进入高电压阶段时刻之间的过渡时间，相邻两次低-高电压穿越之间的时间间隔可根据电力系统交直流故障特性确定。

9 运行适应性

9.1 电压适应性

电化学储能电站的电压适应性应满足表1的要求。

表1 电化学储能电站的电压适应性表

电压(U)范围	运行要求
$U<90\%U_N$	符合低电压穿越的规定
$90\%U_N\leqslant U\leqslant 110\%U_N$	正常运行
$110\%U_N<U$	符合高电压穿越的规定
注：U_N是电化学储能电站并网点处的标称电压，U是电化学储能电站并网点处电网电压。	

9.2 电能质量适应性

当电化学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，电化学储能电站应正常运行。

9.3 频率适应性

9.3.1 电化学储能电站的频率适应性应满足表2的要求。

表2 电化学储能电站的频率适应性表

频率(f)范围	运行要求
$f<46.5$ Hz	电化学储能电站不应处于充电状态； 电化学储能电站应根据允许运行的最低频率或电网调度机构要求与电网脱离
46.5 Hz$\leqslant f<$48.5 Hz	处于放电状态的电化学储能电站应保持放电状态，连续运行； 处于充电状态或静置状态的电化学储能电站应在0.2 s内转为放电状态，并持续放电
48.5 Hz$\leqslant f\leqslant$50.5 Hz	正常充电或放电运行
50.5 Hz$< f\leqslant$51.5 Hz	处于充电状态的电化学储能电站应保持充电状态，连续运行； 处于放电状态或静置状态的储能电站应在0.2 s内转为充电状态，并持续充电
$f>51.5$ Hz	电化学储能电站不应处于放电状态； 电化学储能电站应根据允许运行的最高频率或电网调度机构要求与电网脱离
注：f是电化学储能电站并网点的电网频率。	

9.3.2 电化学储能电站在正常运行频率范围内，在0.5 s的时间窗口内的频率变化率不大于±2 Hz/s时应不脱网连续运行。

10 电能质量

10.1 谐波与间谐波

电化学储能电站接入并网点的谐波值应符合 GB/T 14549 的规定。电化学储能电站接入后，引起并网点的间谐波应符合 GB/T 24337 的规定。

10.2 电压偏差

电化学储能电站接入后，引起并网点的电压偏差应符合 GB/T 12325 的规定。

10.3 电压波动和闪变

电化学储能电站接入后，引起并网点的电压波动和短时闪变值应符合 GB/T 12326 的规定。

10.4 电压不平衡度

电化学储能电站接入后，引起并网点的电压不平衡度应符合 GB/T 15543 的规定。

10.5 监测及治理要求

电化学储能电站应装设满足 GB/T 19862 要求的电能质量监测装置；当电化学储能电站的电能质量指标不满足要求时，应安装电能质量治理设备。

11 继电保护与安全自动装置

11.1 电化学储能电站继电保护、安全自动装置及二次回路的设计和配置应满足电力网络结构、储能电站电气主接线的要求，应符合电力系统和反事故措施的有关规定。

11.2 电化学储能电站继电保护及安全自动装置的配置应与电网侧保护、电网侧重合闸相配合，并符合 GB/T 14285 的规定，满足可靠性、选择性、灵敏性、速动性的要求。

11.3 电化学储能电站并网点应配置并网点测控保护装置，具备过流、过负荷、零序过流，过压、欠压、过频、欠频等保护功能。

11.4 通过 220 kV 及以上电压等级接入电网的电化学储能电站，并网线路应配置两套全线速动主保护，二次回路、通信通道应满足双重化要求。具备光纤通道条件时，全线速动主保护宜采用纵联电流差动保护。

11.5 电化学储能电站应配置防孤岛保护。电化学储能电站运行在并网模式下，当检测到非计划孤岛时，应在 2 s 内将电化学储能电站与电网断开。

11.6 通过 35 kV 及以上电压等级接入的电化学储能电站应配置故障录波设备，接入的模拟量及开关量应满足远程控制的要求，并应具有足够的记录通道，应记录故障前 10 s 到故障后 60 s 的情况，录波信息应远传至电网调度机构。

11.7 电化学储能电站应根据接入方案的安全稳定计算结果，按照 GB 38755 和 GB/T 26399 的规定配置安全自动装置。

12 调度自动化与通信

12.1 电化学储能电站应配置计算机监控系统、电能计量系统、二次系统安全防护设备、数据网接入设备等调度自动化设备。

12.2 电化学储能电站调度自动化系统远动信息采集范围应满足电力系统调度自动化能量管理系统远动信息接入规定的要求。

12.3 电化学储能电站与电网调度机构之间的传输通道、传输方式和信息传输内容应符合电网调度机构的相关规定，包括提供遥测信号、遥信信号、遥调信号、遥控信号、继电保护及安全自动装置的信号，以及提供信号的方式和实时性要求等。

12.4 电化学储能电站应向电网调度机构提供以下信息：

a) 电气模拟量：并网点的频率、电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、电能质量等；

b) 电能量及能量状态：可充/可放电量、充电电量、放电电量、电站能量状态等；

c) 状态量：并网点开断设备状态、充放电状态、故障信息、远动终端状态、通信状态等；

d) 其他信息：并网调度协议要求的其他信息。

12.5 电化学储能电站应部署网络安全防护设备，并将信息接入电网调度机构，网络安全防护应满足GB/T 22239、GB/T 36572以及电力监控系统安全防护规定的要求。

12.6 通过110(66) kV及以上电压等级接入电网的电化学储能电站应具备两条独立的光缆通信通道。

12.7 通过220 kV及上电压等级接入电网的储能电站应配置同步相量测量装置。

12.8 电化学储能电站应配置全站统一的时钟同步系统，对站内系统和设备的时钟进行统一授时。

13 仿真模型

13.1 电化学储能电站宜建立可用于电力系统仿真计算的储能装置、集电线路、变压器和场站控制系统的机电暂态、电磁暂态和中长期动态仿真计算模型及参数，且模型应通过验证。

13.2 电化学储能电站宜建立电站短路电流计算模型，且模型应通过验证。

14 接入电网测试和评价

14.1 电化学储能电站申请接入电网前，应完成电化学储能电站接入电网测试，电化学储能电站改(扩)建后影响到储能电站的并网性能时，应重新对受影响项目进行测试。

14.2 电化学储能电站接入电网测试前，应完成电化学储能电站仿真模型验证。

14.3 电化学储能电站接入电网的测试点应为电化学储能电站并网点。

14.4 电化学储能电站应在储能电站并网运行3个月内，完成电化学储能电站接入电网测试报告和模型评价报告。

14.5 电化学储能电站接入电网测试内容包括但不限于以下内容：

a) 充电能量和放电能量测试；

b) 有功功率控制能力测试；

c) 无功功率/电压控制能力测试；

d) 惯量响应和一次调频测试；

e) 故障穿越能力测试/评价；

f) 运行适应性测试/评价；

g) 电能质量测试。

参 考 文 献

[1] GB/T 40595—2021 并网电源一次调频技术规定及试验导则

[2] DL/T 2246.7—2021 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