



240017340057



中国认可  
国际互认  
检测  
TESTING  
CNAS L1379



编号: GZN25020290

# 检 验 报 告

样品名称: HNES(Y)-261KWH 分散式液冷储能系统

委托单位: 中和汇能(山东)电气科技有限公司

制造单位: 中和汇能(山东)电气科技有限公司

检验类别: 型式检验

国家输配电安全控制设备质量检验检测中心  
国网电力科学研究院有限公司实验验证中心

2025年5月12日

## 注 意 事 项

1. 报告无“检验检测专用章”或检验单位公章无效。
2. 未经本中心书面同意,不得部分复制本检验报告(全部复制除外)。
3. 委托(或受检)单位对检验报告的申诉期限为报告发送后 15 天止(报告发送日期以报告领取或签收日期为准)。
4. 本检验报告只对受检样品所检项目的符合性情况负责;检验有效期按检验依据参照执行;如产品有重大改变,应按检验依据重新检验。
5. 本检验报告中受检样品信息(如样品型号名称、委托单位/制造单位的名称及地址等)为委托单位提供,其真实性由委托单位负责,本中心不负责其信息的真实性。
6. 投诉电话:(025)81098528 投诉邮箱:itc@sgepri.sgcc.com.cn
7. 网址: <http://pal.sgepri.sgcc.com.cn/>

## 检验报告总表

检验类别	型式检验	样品型号	HNES(Y)-261KWH
		样品名称	分散式液冷储能系统
委托单位	中和汇能(山东)电气科技有限公司	委托单位地址	山东省泰安高新区正阳门大街28号高创中心西塔8层810室
制造单位	中和汇能(山东)电气科技有限公司	制造单位地址	山东省泰安高新区正阳门大街28号高创中心西塔8层810室
样品数量	1台	样品编号	GZN25020290
样品接收日期	2025年3月27日	样品接收状况	外观完好
软件版本号	/	软件校验码	/
样品规格	交流额定电压: 400V AC, 50Hz; 储能变流器额定功率: 125kW; 储能电池容量: 261kWh		
检验时间	2025年3月28日至2025年4月28日		
检验地点	南京市江宁区诚信大道19号		
检验依据	GB/T 43526-2023 用户侧电化学储能系统接入配电网技术规定 GB/T 44114-2024 电化学储能系统接入低压配电网运行控制规范 GB/T 44026-2024 预制舱式锂离子电池储能系统技术规范 HNES(Y)-261KWH 分散式液冷储能系统技术说明书(判定依据)		
结论	中和汇能(山东)电气科技有限公司的样品: HNES(Y)-261KWH 分散式液冷储能系统, 经检验, 检验结果符合检验依据要求		
签发	沈鼎申 沈鼎申	签发日期	2025年5月12日
备注	/		

## 样品照片

样品照片



## 目 录

1 外观 .....	9
2 尺寸 .....	9
3 启停 .....	9
4 并/离网切换 .....	10
5 过载能力 .....	10
6 电压适应性 .....	11
7 频率适应性 .....	12
7.1 频率偏差适应性 .....	12
7.2 频率变化率适应性 .....	15
8 电能质量适应性 .....	17
9 有功功率 .....	19
9.1 一般要求 .....	19
9.2 充放电响应时间 .....	19
9.3 充放电调节时间 .....	20
9.4 充放电转换时间 .....	21
9.5 有功功率控制偏差 .....	21
10 无功电压 .....	23
10.1 一般要求 .....	23
10.2 电压/无功控制 .....	23
10.3 功率因数控制 .....	24
10.4 恒无功功率控制 .....	25
11 电能质量 .....	26
11.1 电能质量监测 .....	26
11.2 电压偏差测试 .....	26
11.3 谐波、间谐波测试 .....	27
11.4 电压波动与闪变 .....	41
11.5 电压不平衡度 .....	43
12 低电压穿越 .....	44
12.1 单次低电压穿越 .....	44
12.2 连续低电压穿越 .....	46
13 高电压穿越 .....	48
14 额定能量效率 .....	50
15 继电保护 .....	51
15.1 一般要求 .....	51
15.2 非计划孤岛保护 .....	51
16 电能计量 .....	53

17 信息与通信 .....53

18 备用电源供电 .....53

19 运行管理 .....54

20 电气间隙 .....54

21 爬电距离 .....55

22 绝缘电阻 .....55

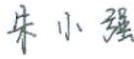
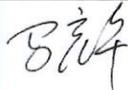
23 介质强度 .....56

24 冲击耐受电压 .....56

25 噪声 .....57

附录 A .....58

## 检验报告分表

样品型号	HNES(Y)-261KWH	样品名称	分散式液冷储能系统		
样品数量	1台	样品编号	GZN25020290		
样品接收日期	2025年3月27日	样品接收状况	外观完好		
软件版本号	/	软件校验码	/		
检验时间	2025年3月28日至2025年4月28日				
检验地点	南京市江宁区诚信大道19号				
检验依据	GB/T 43526-2023 用户侧电化学储能系统接入配电网技术规定 GB/T 44114-2024 电化学储能系统接入低压配电网运行控制规范 GB/T 44026-2024 预制舱式锂离子电池储能系统技术规范 HNES(Y)-261KWH 分散式液冷储能系统技术说明书(判定依据)				
主要检验仪器设备名称、型号、编号及有效期					
噪音计	945	PAL/J-01.0002	2026.03.05		
自动绝缘耐压测试仪	3153	PAL/J-01.0003	2025.08.13		
冲击耐压测试仪	PSURGE80000	PAL/J-01.0005	2025.08.12		
数显游标卡尺	0-300mm	PAL/J-01.0011	2025.08.13		
数字荧光示波器	DP03014	PAL/J-01.0023	2026.03.05		
功率分析仪	WT1806E	PAL/J-01.0139	2026.03.05		
温湿度表	WS2080B	PAL/J-01.0146	2026.03.05		
无线充电瞬态分析仪	SIRIUS R2DB	PAL/J-01.0226	2025.06.07		
结论	中和汇能(山东)电气科技有限公司的样品: HNES(Y)-261KWH 分散式液冷储能系统, 经检验, 所检项目: 外观、尺寸、启停、并离网切换、过载能力等, 检验结果符合检验依据要求。				
主检	朱小强 	校对	马彦华 	审核	桑林 
备注	/				

## 检验项目一览表

序号	检验项目		结论	备注
1	外观		合格	
2	尺寸		合格	
3	启停		合格	
4	并/离网切换		合格	
5	过载能力		合格	
6	电压适应性		合格	
7	频率适应性	频率偏差适应性	合格	
		频率变化率适应性	合格	
8	电能质量适应性		合格	
9	有功功率	一般要求	合格	
		充放电响应时间	合格	
		充放电调节时间	合格	
		充放电转换时间	合格	
		有功功率控制偏差	合格	
10	无功电压	一般要求	合格	
		电压/无功控制	合格	
		功率因数控制	合格	
		恒无功功率控制	合格	
11	电能质量	电能质量监测	合格	
		电压偏差测试	合格	
		谐波、间谐波测试	合格	
		电压波动与闪变	合格	
		电压不平衡度	合格	
12	低电压穿越	单次低电压穿越	合格	
		连续低电压穿越	合格	
13	高电压穿越		合格	
14	额定能量效率		合格	
15	继电保护	一般要求	合格	
		非计划孤岛保护	合格	
16	电能计量		合格	
17	信息与通信		合格	
18	备用电源供电		合格	
19	运行管理		合格	

序号	检验项目	结论	备注
20	电气间隙	合格	
21	爬电距离	合格	
22	绝缘电阻	合格	
23	介质强度	合格	
24	冲击耐受电压	合格	
25	噪声	合格	

### 1 外观

日期: 2025.3.28                      温度: 25°C                      相对湿度: 48%

技术要求: 用户侧电化学储能系统的外观应满足以下技术要求。

实测结果:

技术要求	检验结果
外观完整, 无结构形变、剥落、锈蚀及裂痕等现象;	√
舱门和开关操作灵活;	√
铭牌、标志、标记完整清晰。	√

注: 符号“√”表示满足技术要求, 符号“×”表示不满足技术要求, 符号“/”表示无此项。

本项结论: 合格

### 2 尺寸

日期: 2025.3.28                      温度: 25°C                      相对湿度: 48%

技术要求: 用户侧电化学储能系统的尺寸相对于标称值的偏差应满足以下技术要求。

实测结果:

技术要求		检验结果
产品外形尺寸范围	尺寸偏差技术要求	√
≤6000mm	±5mm	
>6000mm	±10mm	

注: 符号“√”表示满足技术要求, 符号“×”表示不满足技术要求, 符号“/”表示无此项。

本项结论: 合格

### 3 启停

日期: 2025.3.28                      温度: 25°C                      相对湿度: 48%

技术要求: 用户侧电化学储能系统的启停应满足以下技术要求。

实测结果:

技术要求	检验结果
用户侧电化学储能系统启停时所引起的电能质量变化应符合GB/T 43526-2023第8章电能质量的规定。	√
电力系统发生扰动, 用户侧电化学储能系统脱网后, 在配电网电压和频率恢复到正常运行范围之前用户侧电化学储能系统不允许并网。通过10(6)kV电压等级接入的用户侧电化学储能系统恢复并网应经电网调度机构允许, 通过380V电压等级接入的用户侧电化学储能系统应延时并网, 并网延时设定值应大于20s。	√

注: 符号“√”表示满足技术要求, 符号“×”表示不满足技术要求, 符号“/”表示无此项。

本项结论: 合格

## 4 并/离网切换

日期: 2025.3.31

温度: 23°C

相对湿度: 33%

技术要求: 用户侧电化学储能系统用于备用电源供电场景时, 应具备并离网切换功能。并离网切换试验按照下列步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启电池管理系统、热管理系统及消防系统, 闭合开关 S、S1, 开启储能变流器, 关闭防孤岛保护功能; b)设置交流负载功率为电化学储能系统的  $10\%P_n$ ; c)设置电化学储能系统以  $10\%P_n$  放电, 持续运行 2min; d)利用通信信号发生及采集装置或控制面板向电化学储能系统下发并网转离网运行指令, 持续运行 2min, 记录电化学储能系统运行状态、主动并离网切换开关状态; e)利用通信信号发生及采集装置或控制面板向电化学储能系统下发离网转并网运行指令, 持续运行 2min, 记录电化学储能系统运行状态、主动并离网切换开关状态; f)断开开关 S; g)持续运行 2min, 记录电化学储能系统运行状态、主动并离网切换开关状态。

实测结果:

切换指令	储能系统运行状态	主动并离网切换开关状态
主动并网转离网	由并网转为离网且正常运行	由闭合切换为断开
主动离网转并网	由离网转为并网且正常运行	由断开切换为闭合
被动并网转离网	由并网转为离网且正常运行	保持闭合

本项结论: 合格

## 5 过载能力

日期: 2025.4.9

温度: 20°C

相对湿度: 42%

技术要求: 电化学储能系统交流端口为额定电压时, 交流端口电流在  $110\%$ 额定电流条件下, 持续运行时间应不少于 10min; 交流端口电流在  $120\%$ 额定电流下, 持续运行时间应不少于 1min。过载能力试验按照下列步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启热管理系统、电池管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b)设置电化学储能系统以  $P_n$  充电至充电终止条件; c)设置电化学储能系统以  $110\%P_n$  放电, 持续运行 10 min; d)设置电化学储能系统以  $120\%P_n$  放电, 持续运行 1min; e)利用数据采集装置, 以 200ms 为滑窗周期同步记录电化学储能系统交流端口电压和电流有效值, 绘制电流-时间曲线; f)设置电化学储能系统以  $110\%P_n$  充电, 持续运行 10min; g)设置电化学储能系统以  $120\%P_n$  充电, 持续运行 1min; h)利用数据采集装置, 以 200 ms 为滑窗周期同步记录电化学储能系统交流端口电压和电流有效值, 绘制电流-时间曲线; i)设置电化学储能系统以  $P_n$  放电至放电终止条件; j)设置电化学储能系统以  $110\%P_n$  充电, 持续运行 10min; k)设置电化学储能系统以  $120\%P_n$  充电, 持续运行 1min; l)设置电化学储能系统以  $100\%P_n$  充电, 持续运行 5min; m)利用数据采集装置, 以 200ms 为滑窗周期同步记录电化学储能系统交流端口电压和电流有效值, 绘制电流-时间曲线; n)设置电化学储能系统以  $110\%P_n$  放电, 持续运行 10min; o)设置电化学储能系统以  $120\%P_n$  放电, 持续运行 1 min; p)利用数据采集装置, 以 200 ms 为滑窗周期同步记录电化学储能系统交流端口电压和电流有效值, 绘制电流-时间曲线。

试验照片: 见图 A.1~A.2

实测结果: 储能变流器交流侧电流在 110%额定电流下, 持续运行时间>10min, 储能变流器交流侧电流在 120%额定电流下, 持续运行时间>1min。

本项结论: 合格

## 6 电压适应性

日期: 2025.4.8

温度: 21°C

相对湿度: 32%

技术要求: 通过 380V 和 10(6) kV 电压等级接入的用户侧电化学储能系统, 电压适应性应满足下表的要求。电压适应性试验按照下列步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置, 开启电池管理系统、热管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b)设置电网模拟装置输出电压和频率为储能变流器交流端口额定电压和额定频率; c)设置电化学储能系统运行模式为放电模式; d)设置电化学储能系统以(10%~30%) $P_n$  运行; e)设置电网模拟装置的电压从  $U_n$  分别阶跃至 91% $U_n$ 、99% $U_n$  和 95% $U_n$ , 应用于用户侧的电化学储能系统增加阶跃至 86% $U_n$ , 保持至少 1min 后恢复到  $U_n$ , 利用数据采集装置记录电化学储能系统测试点电压和电化学储能系统运行状态; f)设置电网模拟装置的电压从  $U_n$  分别阶跃至 101% $U_n$ 、109% $U_n$  和 105% $U_n$  保持至少 1min 后恢复到  $U_n$ , 利用数据采集装置记录电化学储能系统测试点电压和电化学储能系统运行状态; g)设置电化学储能系统以(70%~100%) $P_n$  运行, 重复步骤 e)~f); h)设置电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 d)~g)。

电压范围 U	运行要求
$U < 85\%U_N$	应符合低电压穿越的规定
$85\%U_N \leq U \leq 110\%U_N$	应正常运行
$110\%U_N < U$	应符合高电压穿越的规定

注:  $U_N$  为电化学储能系统并网处的额定电压。

实测结果:

(放电状态-20% $P_n$ )

并网点设定电压 (V)	并网点实际测量电压 (V)	并网点电压持续时间 (s)	储能系统运行状态
86% $U_n$	344.63	65	正常运行
91% $U_n$	364.49	65	正常运行
95% $U_n$	380.45	65	正常运行
99% $U_n$	396.38	65	正常运行
101% $U_n$	404.61	65	正常运行
105% $U_n$	420.29	65	正常运行
109% $U_n$	437.22	65	正常运行

(放电状态-80%P<sub>n</sub>)

并网点设定电压 (V)	并网点实际测量电压 (V)	并网点电压持续时间 (s)	储能系统运行状态
86%U <sub>n</sub>	344.59	65	正常运行
91%U <sub>n</sub>	364.62	65	正常运行
95%U <sub>n</sub>	380.33	65	正常运行
99%U <sub>n</sub>	396.47	65	正常运行
101%U <sub>n</sub>	404.53	65	正常运行
105%U <sub>n</sub>	420.31	65	正常运行
109%U <sub>n</sub>	437.21	65	正常运行

(充电状态-20%P<sub>n</sub>)

并网点设定电压 (V)	并网点实际测量电压 (V)	并网点电压持续时间 (s)	储能系统运行状态
86%U <sub>n</sub>	344.21	65	正常运行
91%U <sub>n</sub>	364.32	65	正常运行
95%U <sub>n</sub>	379.96	65	正常运行
99%U <sub>n</sub>	396.10	65	正常运行
101%U <sub>n</sub>	404.18	65	正常运行
105%U <sub>n</sub>	419.70	65	正常运行
109%U <sub>n</sub>	436.62	65	正常运行

(充电状态-80%P<sub>n</sub>)

并网点设定电压 (V)	并网点实际测量电压 (V)	并网点电压持续时间 (s)	储能系统运行状态
86%U <sub>n</sub>	344.27	65	正常运行
91%U <sub>n</sub>	364.24	65	正常运行
95%U <sub>n</sub>	379.95	65	正常运行
99%U <sub>n</sub>	396.08	65	正常运行
101%U <sub>n</sub>	404.10	65	正常运行
105%U <sub>n</sub>	419.81	65	正常运行
109%U <sub>n</sub>	436.59	65	正常运行

本项结论: 合格

## 7 频率适应性

### 7.1 频率偏差适应性

日期: 2025.4.8

温度: 21°C

相对湿度: 32%

技术要求: 通过 380V 和 10(6) kV 电压等级接入的用户侧电化学储能系统, 频率偏差适应性应满足下表的要求。频率偏差适应性试验按照下列步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置, 开启电池管理系统、热管理系统及消防系统, 闭

合开关 S, 开启储能变流器; b)设置电网模拟装置输出电压和频率为电化学储能系统交流端口额定电压和额定频率; c)设置电化学储能系统运行模式为放电模式; d)设置电化学储能系统以(10%~30%) $P_n$ 运行; e)设置电网模拟装置频率从 50Hz 分别阶跃至 46.45Hz、46.55 Hz、47.50Hz 和 48.45Hz 保持至少 1min 后恢复到 50Hz, 利用数据采集装置记录电化学储能系统测试点频率和电化学储能系统运行状态; f)设置电网模拟装置频率从 50Hz 分别阶跃至 48.55Hz、50.05Hz 和 50.45Hz 保持至少 1min 后恢复到 50Hz, 利用数据采集装置记录电化学储能系统测试点频率和电化学储能系统运行状态; g)设置电网模拟装置频率从 50Hz 分别阶跃至 50.55Hz、51.00Hz、51.45Hz 和 51.55Hz 保持 1min 后恢复到 50Hz, 利用数据采集装置记录电化学储能系统测试点频率和电化学储能系统运行状态; h)设置电化学储能系统以(70%~100%) $P_n$ 运行, 重复步骤 e)~g); i)设置电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 d)~h)。

频率范围	运行要求
$f < 46.5\text{Hz}$	电化学储能系统不应处于充电状态, 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。
$46.5\text{Hz} \leq f < 48.5\text{Hz}$	处于放电状态的电化学储能系统应保持放电状态连续运行; 处于充电状态的电化学储能系统在 0.2s 内转为放电状态, 对于不具备放电条件或其他特殊情况, 在 0.2s 内脱网。
$48.5\text{Hz} \leq f \leq 50.5\text{Hz}$	正常充电或放电运行。
$50.5\text{Hz} \leq f \leq 51.5\text{Hz}$	处于充电状态的电化学储能系统应保持充电状态连续运行; 处于放电状态的电化学储能系统在 0.2s 内转为充电状态, 对于不具备充电条件或其他特殊情况, 在 0.2s 内脱网。
$51.5\text{Hz} < f$	电化学储能系统不应处于放电状态, 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 为电化学储能系统并网点的电网频率。	

实测结果:

(放电状态-20% $P_n$ )

并网点设定频率 (Hz)	并网点实际测量频率 (Hz)	并网点频率持续时间 (s)	储能系统运行状态
46.45	46.45	65	21.74ms 脱网
46.55	46.55	65	正常运行
47.50	47.50	65	正常运行
48.45	48.45	65	正常运行
48.55	48.55	65	正常运行
50.05	50.05	65	正常运行
50.45	50.45	65	正常运行
50.55	50.55	65	21.61ms 脱网
51.00	51.00	65	23.47ms 脱网
51.45	51.45	65	21.26ms 脱网
51.55	51.55	65	21.95ms 脱网

(放电状态-80%P<sub>n</sub>)

并网点设定频率 (Hz)	并网点实际测量频率 (Hz)	并网点频率持续时间 (s)	储能系统运行状态
46.45	46.45	65	21.69ms 脱网
46.55	46.55	65	正常运行
47.50	47.50	65	正常运行
48.45	48.45	65	正常运行
48.55	48.55	65	正常运行
50.05	50.05	65	正常运行
50.45	50.45	65	正常运行
50.55	50.55	65	21.04ms 脱网
51.00	51.00	65	21.93ms 脱网
51.45	51.45	65	23.12ms 脱网
51.55	51.55	65	21.56ms 脱网

(充电状态-20%P<sub>n</sub>)

并网点设定频率 (Hz)	并网点实际测量频率 (Hz)	并网点频率持续时间 (s)	储能系统运行状态
46.45	46.45	65	24.76ms 脱网
46.55	46.55	65	21.39ms 脱网
47.50	47.50	65	21.67ms 脱网
48.45	48.45	65	23.41ms 脱网
48.55	48.55	65	正常运行
50.05	50.05	65	正常运行
50.45	50.45	65	正常运行
50.55	50.55	65	正常运行
51.00	51.00	65	正常运行
51.45	51.45	65	正常运行
51.55	51.55	65	21.28ms 脱网

(充电状态-80%P<sub>n</sub>)

并网点设定频率 (Hz)	并网点实际测量频率 (Hz)	并网点频率持续时间 (s)	储能系统运行状态
46.45	46.45	65	21.92ms 脱网
46.55	46.55	65	21.47ms 脱网
47.50	47.50	65	21.83ms 脱网
48.45	48.45	65	21.61ms 脱网
48.55	48.55	65	正常运行
50.05	50.05	65	正常运行
50.45	50.45	65	正常运行
50.55	50.55	65	正常运行

51.00	51.00	65	正常运行
51.45	51.45	65	正常运行
51.55	51.55	65	22.81ms 脱网

本项结论: 合格

## 7.2 频率变化率适应性

日期: 2025.4.8

温度: 21°C

相对湿度: 32%

技术要求: 用户侧电化学储能系统在 500ms 的窗口时间内, 在正常运行频率范围内的频率变化率不大于 2Hz/s 时不应脱网。频率变化率适应性试验按照下列步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置, 开启电池管理系统、热管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b)设置电网模拟装置输出电压和频率为电化学储能系统交流端口额定电压和额定频率; c)设置电化学储能系统运行模式为放电模式; d)设置电化学储能系统以(10%~30%) $P_n$  运行; e)设置电网模拟装置频率从 50Hz 以 1.95Hz/s 的变化率降低至 48.5Hz 维持 1min, 再以 1.95Hz/s 的变化率升高至 50Hz, 利用数据采集装置采集电化学储能系统交流端口频率, 查看并记录运行状态; f)设置电网模拟装置频率从 50 Hz 以 2.05Hz/s 的变化率降低至 48.5Hz 维持 1min, 再以 2.05Hz/s 的变化率升高至 50Hz, 利用数据采集装置记录电化学储能系统测试点频率和电化学储能系统运行状态; g)设置电网模拟装置频率从 50 Hz 以 1.95Hz/s 的变化率升高至 50.50Hz 维持 1min, 再以 1.95Hz/s 的变化率降低至 50 Hz, 利用数据采集装置采集电化学储能系统交流端口频率, 查看并记录运行状态; h)设置电网模拟装置频率从 50 Hz 以 2.05Hz/s 的变化率升高至 50.50Hz 维持 1min, 再以 2.05Hz/s 的变化率降低至 50 Hz, 利用数据采集装置采集电化学储能系统交流端口频率, 查看并记录运行状态; i)设置电化学储能系统以(70%~100%) $P_n$  运行, 重复步骤 e)~h); j)设置电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 d)~i)。

实测结果:

(放电状态-20% $P_n$ )

并网点设定频率变化率 (Hz/s)	并网点设定频率变化时间 (ms)	储能系统运行状态
1.95 (50.00Hz 至 48.50Hz)	770	正常运行
1.95 (48.50Hz 至 50.00Hz)	770	正常运行
2.05 (50.00Hz 至 48.50Hz)	732	正常运行
2.05 (48.50Hz 至 50.00Hz)	732	正常运行
1.95 (50.00Hz 至 50.50Hz)	770	正常运行
1.95 (50.50Hz 至 50.00Hz)	770	正常运行
2.05 (50.00Hz 至 50.50Hz)	732	正常运行
2.05 (50.50Hz 至 50.00Hz)	732	正常运行

(放电状态-80%P<sub>n</sub>)

并网点设定频率变化率 (Hz/s)	并网点设定频率变化时间 (ms)	储能系统运行状态
1.95 (50.00Hz 至 48.50Hz)	770	正常运行
1.95 (48.50Hz 至 50.00Hz)	770	正常运行
2.05 (50.00Hz 至 48.50Hz)	732	正常运行
2.05 (48.50Hz 至 50.00Hz)	732	正常运行
1.95 (50.00Hz 至 50.50Hz)	770	正常运行
1.95 (50.50Hz 至 50.00Hz)	770	正常运行
2.05 (50.00Hz 至 50.50Hz)	732	正常运行
2.05 (50.50Hz 至 50.00Hz)	732	正常运行

(充电状态-20%P<sub>n</sub>)

并网点设定频率变化率 (Hz/s)	并网点设定频率变化时间 (ms)	储能系统运行状态
1.95 (50.00Hz 至 48.50Hz)	770	正常运行
1.95 (48.50Hz 至 50.00Hz)	770	正常运行
2.05 (50.00Hz 至 48.50Hz)	732	正常运行
2.05 (48.50Hz 至 50.00Hz)	732	正常运行
1.95 (50.00Hz 至 50.50Hz)	770	正常运行
1.95 (50.50Hz 至 50.00Hz)	770	正常运行
2.05 (50.00Hz 至 50.50Hz)	732	正常运行
2.05 (50.50Hz 至 50.00Hz)	732	正常运行

(充电状态-80%P<sub>n</sub>)

并网点设定频率变化率 (Hz/s)	并网点设定频率变化时间 (ms)	储能系统运行状态
1.95 (50.00Hz 至 48.50Hz)	770	正常运行
1.95 (48.50Hz 至 50.00Hz)	770	正常运行
2.05 (50.00Hz 至 48.50Hz)	732	正常运行
2.05 (48.50Hz 至 50.00Hz)	732	正常运行
1.95 (50.00Hz 至 50.50Hz)	770	正常运行
1.95 (50.50Hz 至 50.00Hz)	770	正常运行
2.05 (50.00Hz 至 50.50Hz)	732	正常运行
2.05 (50.50Hz 至 50.00Hz)	732	正常运行

本项结论: 合格

8 电能质量适应性

日期: 2025.4.9                      温度: 20°C                      相对湿度: 42%

技术要求: 当用户侧电化学储能系统并网点的闪变符合 GB/T 12326、谐波符合 GB/T 14549、三相电压不平衡度符合 GB/T 15543 的规定时, 电化学储能系统应能正常运行。电能质量适应性试验按照下列步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置, 开启电池管理系统、热管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b)设置电网模拟装置输出电压和频率为电化学储能系统交流端口额定电压和额定频率; c)设置电化学储能系统运行模式为放电模式; d)设置电化学储能系统以 100%P<sub>n</sub> 运行; e)设置模拟电网装置的闪变值至 GB/T 12326 中要求的最大值, 连续运行至少 10min, 查看并记录运行状态; f)设置模拟电网装置的谐波值至 GB/T 14549 中要求的最大值, 连续运行至少 1min, 查看并记录运行状态; g)设置模拟电网装置的三相电压不平衡度至 GB/T 15543 中要求的最大值, 连续运行至少 1min, 查看并记录运行状态; h)设置电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 d)~g)。

实测结果:

(闪变适应性)

充电状态				放电状态			
相位	设定短时 闪变值	测量短时 闪变值	储能系统 运行状态	相位	设定短时 闪变值	测量短时 闪变值	储能系统 运行状态
A-N 相	1.0	0.8912	储能系统 持续运行	A-N 相	1.0	0.9383	储能系统 持续运行
B-N 相	1.0	0.9568		B-N 相	1.0	0.9457	
C-N 相	1.0	0.9187		C-N 相	1.0	0.9426	

(谐波适应性)

谐波 次数	充电状态			放电状态		
	设定谐波电压 含有率 (%)	测量谐波电压 含有率 (%)	储能系统 运行状态	设定谐波电压 含有率 (%)	测量谐波电压 含有率 (%)	储能系统 运行状态
总	5.0	5.60	储能系统 持续运行	5.0	5.61	储能系统 持续运行
2nd	1.0	1.00		1.0	1.01	
3rd	2.0	2.13		2.0	2.11	
4th	1.0	1.02		1.0	1.03	
5th	2.0	1.99		2.0	1.99	
6th	1.0	1.05		1.0	1.02	
7th	2.0	2.03		2.0	2.04	
8th	1.0	1.01		1.0	1.01	
9th	2.0	2.01		2.0	2.00	
10th	1.0	1.02		1.0	1.01	
11th	2.0	2.04		2.0	2.03	
12th	1.0	1.03		1.0	1.03	
13th	2.0	2.02		2.0	2.04	

14th	/	0.06		/	0.06
15th	/	0.09		/	0.11
16th	/	0.05		/	0.05
17th	/	0.06		/	0.07
18th	/	0.05		/	0.05
19th	/	0.05		/	0.05
20th	/	0.06		/	0.06
21st	/	0.06		/	0.06
22nd	/	0.05		/	0.05
23rd	/	0.06		/	0.05
24th	/	0.05		/	0.05
25th	/	0.05		/	0.06

(三相电压不平衡适应性)

充电状态				
相位	注入电压幅值 (V)	注入电压相位 (°)	测量电压不平衡度 (%)	储能系统运行状态
A-N 相	231.39	0	2.13	储能系统 持续运行
B-N 相	224.48	239.00		
C-N 相	224.30	121.20		
A-N 相	231.41	0	4.08	储能系统 持续运行
B-N 相	218.28	238.16		
C-N 相	217.35	122.25		
放电状态				
相位	注入电压幅值 (V)	注入电压相位 (°)	测量电压不平衡度 (%)	储能系统运行状态
A-N 相	231.61	0	2.06	储能系统 持续运行
B-N 相	225.35	238.90		
C-N 相	224.84	121.09		
A-N 相	231.66	0	3.98	储能系统 持续运行
B-N 相	218.12	238.09		
C-N 相	218.17	122.02		

本项结论: 合格

9 有功功率

9.1 一般要求

日期：2025.4.8                      温度：21°C                      相对湿度：32%

技术要求：用户侧电化学储能系统的一般要求应符合以下技术要求。

实测结果：

技术要求	检验结果
用户侧电化学储能系统应根据应用模式和接入电压等级配置有功控制模式，包括就地自主控制和远方指令控制。	√

注：符号“√”表示满足技术要求，符号“×”表示不满足技术要求，符号“/”表示无此项。

本项结论：合格

9.2 充放电响应时间

日期：2025.4.8                      温度：21°C                      相对湿度：32%

9.2.1 充电响应时间测试

技术要求：用户侧电化学储能系统响应有功功率控制指令时，充/放电响应时间应不大于 500ms。在额定功率充放电条件下，将储能系统调整至热备用状态，测试充电响应时间 a) 记录储能系统收到控制信号的时刻，记为  $t_{C1}$ ； b) 记录储能系统充电功率首次达到 90%额定功率的时刻，记为  $t_{C2}$ ； c) 计算充电响应时间  $RT_C$ ； d) 重复 a) ~c) 两次，充电响应时间取 3 次测试结果的最大值。

$$RT_C = t_{C2} - t_{C1}$$

实测结果：

次数	响应时间 (ms)
1	19.00
2	19.22
3	19.18
充电响应时间：19.22ms	

本项结论：合格

9.2.2 放电响应时间测试

技术要求：用户侧电化学储能系统响应有功功率控制指令时，充/放电响应时间应不大于 500ms。在额定功率充放电条件下，将储能系统调整至热备用状态，测试放电响应时间 a) 记录储能系统收到控制信号的时刻，记为  $t_{D1}$ ； b) 记录储能系统放电功率首次达到 90%额定功率的时刻，记为  $t_{D2}$ ； c) 计算放电响应时间  $RT_D$ ； d) 重复 a) ~c) 两次，放电响应时间取 3 次测试结果的最大值。

$$RT_D = t_{D2} - t_{D1}$$

实测结果:

次数	响应时间 (ms)
1	20.02
2	20.39
3	20.22
放电响应时间: 20.39ms	

本项结论: 合格

## 9.3 充放电调节时间

日期: 2025.4.8

温度: 21°C

相对湿度: 32%

## 9.3.1 充电调节时间测试

技术要求: 用户侧电化学储能系统响应有功功率控制指令时, 充/放电调节时间应不大于 2s。在额定功率充放电条件下, 将储能系统调整至热备用状态, 测试充电调节时间 a)记录储能系统收到控制信号的时刻, 记为  $t_{C3}$ ; b)记录储能系统充电功率的偏差维持在额定功率 $\pm 1\%$ 以内的起始时刻, 记为  $t_{C4}$ ; c)按照下式计算充电调节时间  $AT_C$ ; d)重复 a)~c)两次, 充电调节时间取 3 次测试结果的最大值。

$$AT_C = t_{C4} - t_{C3}$$

实测结果:

次数	调节时间 (ms)
1	45.57
2	47.35
3	45.54
充电调节时间: 47.35ms	

本项结论: 合格

## 9.3.2 放电调节时间测试

技术要求: 用户侧电化学储能系统响应有功功率控制指令时, 充/放电调节时间应不大于 2s。在额定功率充放电条件下, 将储能系统调整至热备用状态, 测试放电调节时间 a)记录储能系统收到控制信号的时刻, 记为  $t_{D3}$ ; b)记录储能系统放电功率的偏差维持在额定功率 $\pm 1\%$ 以内的起始时刻, 记为  $t_{D4}$ ; c)按照下式计算放电调节时间  $AT_D$ ; d)重复 a)~c)两次, 放电调节时间取 3 次测试结果的最大值。

$$AT_D = t_{D4} - t_{D3}$$

实测结果:

次数	调节时间 (ms)
1	80.32
2	81.88
3	86.64
放电调节时间: 86.64ms	

本项结论: 合格

## 9.4 充放电转换时间

日期: 2025.4.8 温度: 21°C 相对湿度: 32%

## 9.4.1 充电到放电转换时间测试

技术要求: 用户侧电化学储能系统响应有功功率控制指令时, 充电到放电转换时间应不大于 500ms。在额定功率充放电条件下, 将储能系统调整至热备用状态, 进行充电到放电转换时间 a) 设置储能系统以额定功率充电, 向储能系统发送以额定功率放电指令, 记录从 90%额定功率充电到 90%额定功率放电的时间  $t_1$ ; b)重复 a)两次, 充电到放电转换时间取 3 次测试结果的最大值。

试验照片: 见图 A.3

实测结果:

次数	充电到放电转换时间 (ms)
1	17.53
2	17.51
3	17.52
充电到放电转换时间: 17.53ms	

本项结论: 合格

## 9.4.2 放电到充电转换时间测试

技术要求: 用户侧电化学储能系统响应有功功率控制指令时, 充电到放电转换时间应不大于 500ms。在额定功率充放电条件下, 将储能系统调整至热备用状态, 进行放电到充电转换时间 a) 设置储能系统以额定功率放电, 向储能系统发送以额定功率充电指令, 记录从 90%额定功率放电到 90%额定功率充电的时间  $t_2$ ; b)重复 a)两次, 放电到充电转换时间取 3 次测试结果的最大值。

试验照片: 见图 A.4

实测结果:

次数	放电到充电转换时间 (ms)
1	18.67
2	18.50
3	18.58
放电到充电转换时间: 18.67ms	

本项结论: 合格

## 9.5 有功功率控制偏差

日期: 2025.4.8 温度: 21°C 相对湿度: 32%

技术要求: 用户侧电化学储能系统响应有功功率控制指令时, 有功功率控制偏差不应超过额定功率的  $\pm 1\%$ 。有功功率控制试验按照下列步骤进行: a) 按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启热管理系统、电池管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b)设置电化学储能系统运行模式为充电模式; c)按照 GB/T

44026-2024 图 10 逐级设置电化学储能系统交流端口的有功功率值，以  $20\%P_n$  为调节幅度，在每个功率控制点保持连续运行 2min；d) 利用数据采集装置，记录功率控制指令下发时间，以 20ms 为滑窗周期记录电化学储能系统交流端口有功功率有效值；e) 按照 GB/T 44026-2024 附录 F 规定的方法，计算每个功率设置值的有功功率控制偏差、控制响应时间和调节时间；f) 设置电化学储能系统运行模式为放电模式；g) 按照 GB/T 44026-2024 图 11 逐级设置电化学储能系统交流端口的有功功率值，以  $20\%P_n$  为调节幅度，在每个功率控制点保持连续运行 2min；h) 利用数据采集装置，记录功率控制指令下发时间，以 20ms 为滑窗周期记录电化学储能系统交流端口有功功率有效值；i) 按照 GB/T 44026-2024 附录 F 规定的方法，计算每个功率设置值的有功功率控制偏差、控制响应时间和调节时间。

试验照片：见图 A.5~A.6

实测结果：

（充电状态）

设定功率基准值 $P_1$ (kW)	实测功率平均值 $P_2$ (kW)	控制偏差 (%)	响应时间 (ms)	调节时间 (ms)
$P_N=-125.00$	-125.45	-0.36	/	/
$0.80P_N=-100.00$	-100.36	-0.29	19.30	21.12
$0.60P_N=-75.00$	-75.31	-0.25	19.28	21.04
$0.40P_N=-50.00$	-50.24	-0.19	18.75	29.34
$0.20P_N=-25.00$	-25.19	-0.15	18.80	25.05
$P_N=-125.00$	-125.72	-0.58	19.56	31.69

（放电状态）

设定功率基准值 $P_1$ (kW)	实测功率平均值 $P_2$ (kW)	控制偏差 (%)	响应时间 (ms)	调节时间 (ms)
$P_N=125.00$	124.27	-0.58	/	/
$0.80P_N=100.00$	99.18	-0.66	17.34	20.26
$0.60P_N=75.00$	74.36	-0.51	17.33	20.13
$0.40P_N=50.00$	49.48	-0.42	19.54	20.97
$0.20P_N=25.00$	24.46	-0.43	17.87	20.51
$P_N=125.00$	124.20	-0.64	18.87	24.63

本项结论：合格

10 无功电压

10.1 一般要求

日期：2025.4.8                      温度：21°C                      相对湿度：32%

技术要求：用户侧电化学储能系统的无功电压一般要求应符合以下技术要求。

实测结果：

技术要求	检验结果
用户侧电化学储能系统应具有无功/电压控制、功率因数控制和无功功率控制等模式，宜具备在线切换控制模式的功能。	√
用户侧电化学储能系统并网点功率因数应在0.9（超前）~0.9（滞后）范围内连续可调。	√
用户侧电化学储能系统宜具备公共连接点电压、功率因数调节的能力。	√

注：符号“√”表示满足技术要求，符号“×”表示不满足技术要求，符号“/”表示无此项。

本项结论：合格

10.2 电压/无功控制

日期：2025.4.8                      温度：21°C                      相对湿度：32%

技术要求：用户侧电化学储能系统在不带功率可调节范围内，无功功率控制偏差不应超过额定功率的±3%。电压/无功控制试验按以下步骤进行：a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置，开启电池管理系统、热管理系统及消防系统，闭合开关 S，开启储能变流器；b)设置电化学储能系统运行模式为放电模式；d)设置电化学储能系统在有功功率为 50%P<sub>n</sub>，无功功率为 0 的工况下运行，按照 GB/T 44026-2024 图 13 曲线设置电压/无功控制参数；d)设置电网模拟装置，使电化学储能系统交流端口电压从 U<sub>n</sub> 分别阶跃至 91%U<sub>n</sub>、95%U<sub>n</sub>、105%U<sub>n</sub> 和 109%U<sub>n</sub>，每个阶跃点电压持续运行 2min 后恢复到 U<sub>n</sub>；e)利用数据采集装置，以 20ms 为滑窗周期记录电化学储能系统交流端口额定电压和无功功率有效值；f)按照 GB/T 44026-2024 图 13 曲线计算电化学储能系统电压/无功控制响应目标值；g)按照 GB/T 44026-2024 附录 F 规定的方法，计算电压/无功功率控制的控制偏差；h)设置电化学储能系统运行模式为充电模式，重复步骤 c)~g)。

试验照片：见图 A.7~A.8

实测结果：

（放电状态）

设定交流端口电压 (V)	实测交流端口电压 (V)	交流端口无功功率目标值 (kvar)	实测交流端口无功功率 (kvar)	控制偏差 (%)
91%U <sub>n</sub> =364.00	365.52	-37.50	-37.86	-0.29
95%U <sub>n</sub> =380.00	379.88	-18.75	-15.18	2.86
105%U <sub>n</sub> =420.00	420.88	+18.75	22.42	2.94
109%U <sub>n</sub> =336.00	436.51	+37.50	37.45	-0.04

注：符号“-”代表容性无功功率，符号“+”代表感性无功功率。

(充电状态)

设定交流 端口电压 (V)	实测交流 端口电压 (V)	交流端口无功 功率目标值 (kvar)	实测交流端口 无功功率 (kvar)	控制偏差 (%)
91%U <sub>n</sub> =364.00	365.17	-37.50	-37.77	-0.22
95%U <sub>n</sub> =380.00	379.36	-18.75	-19.19	-0.35
105%U <sub>n</sub> =420.00	420.75	+18.75	20.49	1.39
109%U <sub>n</sub> =336.00	436.13	+37.50	36.68	-0.66

注：符号“-”代表容性无功功率，符号“+”代表感性无功功率。

本项结论：合格

## 10.3 功率因数控制

日期：2025.4.17

温度：25°C

相对湿度：53%

技术要求：用户侧电化学储能系统在不功率可调节范围内，无功功率控制偏差不应超过额定功率的±3%。功率因数控制试验按以下步骤进行：a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网，开启热管理系统、电池管理系统及消防系统，闭合开关 S，开启储能变流器；b)设置电化学储能系统运行模式为放电模式；c)设置电化学储能系统有功功率在 50%P<sub>n</sub> 运行；d)按照 GB/T 44026-2024 图 14 设置储能变流器交流端口功率因数，在每个功率因数设置值持续运行 2min；e)利用数据采集装置，以 20ms 为滑窗周期记录电化学储能系统交流端口无功功率有效值；f)计算电化学储能系统有功功率为 50%P<sub>n</sub> 时，按照功率因数设置值，计算无功功率目标值；g)按照 GB/T 44026-2024 附录 F 规定的方法，计算无功功率的控制偏差；h)设置电化学储能系统运行模式为充电模式，重复步骤 c)~g)。

实测结果：

(放电状态)

设定交流 功率因数	实测交流 功率因数	交流端口无功 功率目标值 (kvar)	实测交流端口 无功功率 (kvar)	控制偏差 (%)
1.000	0.993	0.00	-0.39	-0.31
-0.980	-0.974	-12.69	-12.66	0.02
-0.950	-0.942	-20.54	-21.16	-0.50
-0.900	-0.892	-30.27	-30.93	-0.53
1.000	0.994	0.00	-0.36	-0.29
0.980	0.975	12.69	12.23	-0.37
0.950	0.946	20.54	20.05	-0.39
0.900	0.897	30.27	29.66	-0.49
1.000	0.993	0.00	-0.41	-0.33

注：符号“-”代表容性无功功率，符号“+”代表感性无功功率。

(充电状态)

设定交流功率因数	实测交流功率因数	交流端口无功功率目标值 (kvar)	实测交流端口无功功率 (kvar)	控制偏差 (%)
1.000	0.994	0.00	-0.23	-0.18
-0.980	-0.975	-12.69	-12.58	0.09
-0.950	-0.945	-20.54	-20.59	-0.04
-0.900	-0.897	-30.27	-30.23	0.03
1.000	0.994	0.00	-0.22	-0.18
0.980	0.974	12.69	12.63	-0.05
0.950	0.946	20.54	20.51	-0.02
0.900	0.897	30.27	30.19	-0.06
1.000	0.994	0.00	-0.24	-0.19

注: 符号“-”代表容性无功功率, 符号“+”代表感性无功功率。

本项结论: 合格

10.4 恒无功功率控制

日期: 2025.4.8

温度: 21°C

相对湿度: 32%

技术要求: 用户侧电化学储能系统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%。恒无功功率控制试验按以下步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启电池管理系统、热管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b)设置电化学储能系统运行模式为放电模式; c)设置电化学储能系统有功功率在 50%P<sub>n</sub> 运行; d)按照 GB/T 44026-2024 图 15 设置电化学储能系统交流端口无功功率, 在每个无功功率设置值持续运行 2min; e)利用数据采集装置, 记录功率控制指令下发时间, 以 20ms 为滑窗周期记录电化学储能系统交流端口无功功率有效值; f)按照 GB/T 44026-2024 附录 F 规定的方法, 计算无功功率控制的响应时间、调节时间和控制偏差; g)设置电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 c)~f)。

试验照片: 见图 A.9~A.10

实测结果:

(放电状态)

设定有功功率 (kW)	设定无功功率 (kVar)	实测无功功率 (kVar)	控制精度 (%)	响应时间 (ms)	调节时间 (ms)
50%P <sub>n</sub> =67.50	54.48	54.46	-0.02	18.19	20.13
50%P <sub>n</sub> =67.50	-54.48	-55.09	-0.49	18.08	20.02

(充电状态)

设定有功功率 (kW)	设定无功功率 (kVar)	实测无功功率 (kVar)	控制精度 (%)	响应时间 (ms)	调节时间 (ms)
50%P <sub>n</sub> =67.50	54.48	54.22	-0.21	17.87	19.81
50%P <sub>n</sub> =67.50	-54.48	-55.09	-0.49	18.36	20.29

本项结论: 合格

11 电能质量

11.1 电能质量监测

日期: 2025.4.21                      温度: 24°C                      相对湿度: 54%

技术要求: 用户侧电化学储能系统的电能质量监测宜符合以下技术要求。

实测结果:

技术要求	检验结果
通过380V电压等级接入的电化学储能系统的公共连接点宜装设具备电能质量在线监测功能的设备。	√

注: 符号“√”表示满足技术要求, 符号“×”表示不满足技术要求, 符号“/”表示无此项。

本项结论: 合格

11.2 电压偏差测试

11.2.1 并网电压偏差

日期: 2025.4.21                      温度: 24°C                      相对湿度: 54%

技术要求: 电化学储能系统在并网运行条件下, 交流端口的电压偏差应满足 GB/T 12325 的要求。电压偏差试验按以下步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启热管理系统、电池管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b)设置电化学储能系统运行模式为放电模式; c)设置电化学储能系统交流端口有功功率分别为 33%P<sub>n</sub>、66%P<sub>n</sub> 和 100%P<sub>n</sub>, 每个功率设置值持续运行 10min; d)利用数据采集装置, 按照 GB/T 12325 规定的方法试验并记录电压偏差; e)设置电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 c)~d)。

实测结果:

状态	有功功率	相别	并网电压幅值 测量值(V)	并网电压幅值 偏差(%)	并网电压相位 测量值(°)	并网电压相位 偏差(°)
放电	33%P <sub>n</sub>	AB	399.47	-0.13	0.00	0.00
		BC	399.12	-0.22	239.92	-0.08
		CA	399.57	-0.11	119.96	-0.04
	66%P <sub>n</sub>	AB	399.53	-0.12	0.00	0.00
		BC	399.31	-0.17	239.93	-0.07
		CA	399.64	-0.09	119.99	-0.01
	100%P <sub>n</sub>	AB	399.63	-0.09	0.00	0.00
		BC	399.43	-0.14	239.90	-0.10
		CA	399.76	-0.06	119.96	-0.04
充电	33%P <sub>n</sub>	AB	399.32	-0.17	0.00	0.00
		BC	398.87	-0.28	239.94	-0.06
		CA	399.32	-0.17	120.00	0.00
	66%P <sub>n</sub>	AB	399.08	-0.23	0.00	0.00
		BC	398.73	-0.32	239.96	-0.04
		CA	398.93	-0.27	120.00	0.00

	100%P <sub>n</sub>	AB	398.92	-0.27	0.00	0.00
		BC	398.59	-0.35	239.97	-0.03
		CA	398.71	-0.32	120.01	0.01

本项结论: 合格

### 11.2.2 离网电压偏差

日期: 2025.4.18

温度: 25°C

相对湿度: 60%

技术要求: 电化学储能系统在离网运行条件下, 空载和额定平衡阻性负载时交流端口的电压偏差绝对值应不大于额定电压的 5%, 相位偏差绝对值应小于 3°。离网模式电压偏差试验按照下列步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启热管理系统、电池管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b) 设置交流阻性负载功率分别为 0%P<sub>n</sub> 和 100%P<sub>n</sub>, 每个功率设置值持续运行 10 min; c)利用数据采集装置, 按照 GB/T 12325 规定的方法试验、记录电压偏差, 计算相位偏差值; d)取每个功率设置值的电压偏差和相位偏差作为试验结果。

实测结果:

负载条件	相别	离网电压幅值 测量值(V)	离网电压幅值 偏差(%)	离网电压相位 测量值(°)	离网电压相位偏差 (°)
空载	AB	398.21	-0.45	0.00	0.00
	BC	397.13	-0.72	239.87	-0.13
	CA	398.37	-0.41	119.86	-0.14
额定阻性负载	AB	395.30	-1.18	0.00	0.00
	BC	394.39	-1.40	239.72	-0.28
	CA	396.67	-0.83	119.92	-0.08

本项结论: 合格

### 11.3 谐波、间谐波测试

#### 11.3.1 谐波电流

日期: 2025.4.21

温度: 24°C

相对湿度: 54%

技术要求: 电化学储能系统在并网运行条件下, 交流端口注入的总谐波电流应不大于交流端口额定电流的 5%, 各次谐波限值应满足 GB/T 44026-2024 表 2 的要求, 注入的谐波电流不应包括交流电网谐波电压畸变引起的谐波电流。谐波电流试验按照以下步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启热管理系统、电池管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b)设置电化学储能系统运行模式为放电模式; c)设置电化学储能系统交流端口有功功率分别为 33%P<sub>n</sub>、66%P<sub>n</sub> 和 100%P<sub>n</sub>, 每个功率设置值持续运行 10min; d)利用数据采集装置, 按照 GB/T 14549 规定的方法试验并记录谐波电流; e)取每个功率设置值的各次谐波电流和总谐波电流值作为试验结果; f)设置电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 c)~e)。

实测结果:

(放电状态)

谐波次数	33%P <sub>n</sub>			66%P <sub>n</sub>			100%P <sub>n</sub>		
	A相 (A)	B相 (A)	C相 (A)	A相 (A)	B相 (A)	C相 (A)	A相 (A)	B相 (A)	C相 (A)
2nd	0.26	0.28	0.26	0.52	0.54	0.53	0.85	0.84	0.80
3rd	0.61	0.70	0.53	1.03	1.21	1.06	1.26	1.62	1.42
4th	0.16	0.17	0.17	0.34	0.34	0.34	0.53	0.51	0.51
5th	0.35	0.34	0.36	0.60	0.66	0.77	0.70	0.91	0.96
6th	0.30	0.34	0.20	0.66	0.87	0.41	0.54	0.44	0.44
7th	0.35	0.49	0.33	0.30	0.36	0.33	0.37	0.48	0.73
8th	0.13	0.15	0.15	0.27	0.30	0.22	0.29	0.28	0.30
9th	0.23	0.28	0.16	0.46	0.26	0.51	0.80	0.35	0.60
10th	0.14	0.14	0.14	0.24	0.21	0.22	0.29	0.27	0.27
11th	0.44	0.35	0.52	0.27	0.26	0.42	0.41	0.45	0.30
12th	0.28	0.31	0.13	0.37	0.54	0.19	0.60	0.45	0.21
13th	0.12	0.19	0.20	0.26	0.19	0.26	0.35	0.35	0.33
14th	0.11	0.09	0.10	0.22	0.18	0.15	0.19	0.17	0.19
15th	0.09	0.13	0.13	0.33	0.20	0.28	0.16	0.15	0.18
16th	0.08	0.10	0.08	0.14	0.15	0.13	0.21	0.17	0.21
17th	0.09	0.10	0.08	0.33	0.34	0.28	0.23	0.31	0.21
18th	0.07	0.12	0.06	0.13	0.12	0.11	0.15	0.14	0.15
19th	0.08	0.14	0.14	0.23	0.23	0.26	0.26	0.22	0.24
20th	0.07	0.05	0.08	0.13	0.10	0.09	0.13	0.12	0.12
21st	0.10	0.14	0.13	0.09	0.10	0.16	0.12	0.11	0.15
22nd	0.06	0.05	0.05	0.13	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09
23rd	0.05	0.06	0.06	0.18	0.08	0.11	0.27	0.10	0.12
24th	0.07	0.08	0.05	0.07	0.07	0.07	0.12	0.10	0.08
25th	0.16	0.18	0.16	0.09	0.11	0.09	0.11	0.12	0.15
26th	0.08	0.06	0.04	0.10	0.09	0.06	0.11	0.12	0.09
27th	0.27	0.37	0.43	0.11	0.08	0.07	0.08	0.11	0.07
28th	0.11	0.13	0.06	0.19	0.18	0.11	0.09	0.10	0.06
29th	0.18	0.21	0.22	0.17	0.11	0.06	0.16	0.23	0.18
30th	0.07	0.09	0.08	0.20	0.19	0.17	0.09	0.08	0.07
31st	0.07	0.11	0.13	0.11	0.09	0.07	0.35	0.37	0.25
32nd	0.06	0.06	0.04	0.11	0.15	0.11	0.15	0.07	0.06
33rd	0.17	0.16	0.18	0.20	0.22	0.17	0.32	0.36	0.25
34th	0.05	0.06	0.05	0.08	0.08	0.07	0.18	0.24	0.11

35th	0.19	0.18	0.19	0.20	0.19	0.19	0.23	0.25	0.21
36th	0.04	0.03	0.03	0.07	0.04	0.07	0.09	0.11	0.07
37th	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.07	0.08	0.08	0.07
38th	0.03	0.03	0.03	0.05	0.04	0.03	0.07	0.05	0.04
39th	0.05	0.05	0.04	0.06	0.04	0.04	0.09	0.09	0.06
40th	0.03	0.03	0.02	0.05	0.03	0.04	0.08	0.08	0.05
41st	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.07	0.08	0.05
42nd	0.03	0.02	0.04	0.05	0.03	0.03	0.06	0.09	0.04
43rd	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.07	0.08	0.06
44th	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04
45th	0.21	0.20	0.20	0.22	0.21	0.21	0.23	0.21	0.21
46th	0.03	0.02	0.02	0.05	0.05	0.03	0.06	0.07	0.05
47th	0.15	0.14	0.15	0.15	0.14	0.14	0.16	0.14	0.15
48th	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.08	0.03	0.04
49th	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.07	0.06	0.05
50th	0.04	0.02	0.02	0.05	0.04	0.03	0.06	0.04	0.04
THD	2.14%	2.36%	2.15%	1.66%	1.79%	1.62%	1.39%	1.45%	1.38%

(充电状态)

谐波次数	33%P <sub>n</sub>			66%P <sub>n</sub>			100%P <sub>n</sub>		
	A相(A)	B相(A)	C相(A)	A相(A)	B相(A)	C相(A)	A相(A)	B相(A)	C相(A)
2nd	0.09	0.11	0.14	0.16	0.21	0.35	0.43	0.42	0.52
3rd	0.76	0.67	1.00	1.07	1.02	1.28	1.28	0.96	1.29
4th	0.08	0.08	0.11	0.11	0.13	0.15	0.05	0.07	0.14
5th	0.20	0.22	0.42	0.76	0.84	0.57	1.05	1.43	1.16
6th	0.26	0.40	0.14	0.40	0.73	0.29	0.76	0.25	0.33
7th	0.16	0.32	0.38	0.13	0.15	0.41	0.10	0.29	0.59
8th	0.08	0.08	0.04	0.15	0.14	0.02	0.27	0.06	0.06
9th	0.37	0.31	0.44	0.13	0.22	0.18	0.24	0.58	0.41
10th	0.06	0.09	0.04	0.11	0.14	0.04	0.06	0.16	0.06
11th	0.36	0.34	0.22	0.19	0.11	0.15	0.43	0.21	0.48
12th	0.29	0.30	0.14	0.59	0.68	0.24	0.53	0.18	0.07
13th	0.38	0.40	0.40	0.27	0.24	0.40	0.27	0.25	0.19
14th	0.08	0.06	0.03	0.06	0.10	0.06	0.11	0.07	0.10
15th	0.07	0.03	0.10	0.18	0.25	0.29	0.06	0.05	0.17
16th	0.06	0.07	0.03	0.06	0.08	0.09	0.15	0.08	0.05
17th	0.15	0.21	0.17	0.21	0.21	0.19	0.13	0.09	0.17
18th	0.12	0.12	0.08	0.27	0.24	0.13	0.08	0.06	0.06

19th	0.14	0.20	0.23	0.27	0.23	0.22	0.40	0.44	0.29
20th	0.05	0.04	0.05	0.10	0.08	0.07	0.08	0.08	0.09
21st	0.07	0.09	0.16	0.10	0.07	0.04	0.20	0.11	0.08
22nd	0.07	0.03	0.03	0.05	0.06	0.05	0.10	0.06	0.04
23rd	0.08	0.08	0.11	0.09	0.06	0.15	0.23	0.25	0.28
24th	0.08	0.08	0.05	0.13	0.17	0.12	0.09	0.07	0.04
25th	0.14	0.22	0.31	0.08	0.06	0.06	0.09	0.04	0.10
26th	0.09	0.10	0.06	0.15	0.14	0.08	0.16	0.07	0.11
27th	0.28	0.36	0.51	0.20	0.12	0.08	0.21	0.31	0.21
28th	0.11	0.14	0.07	0.21	0.25	0.15	0.11	0.09	0.04
29th	0.14	0.18	0.23	0.14	0.15	0.03	0.34	0.25	0.18
30th	0.06	0.07	0.06	0.12	0.14	0.13	0.15	0.08	0.06
31st	0.05	0.06	0.11	0.15	0.14	0.10	0.16	0.20	0.15
32nd	0.07	0.03	0.04	0.11	0.07	0.04	0.16	0.19	0.09
33rd	0.16	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.21	0.25	0.19
34th	0.05	0.06	0.06	0.04	0.05	0.05	0.08	0.03	0.02
35th	0.20	0.19	0.20	0.20	0.19	0.20	0.20	0.19	0.19
36th	0.07	0.03	0.03	0.09	0.02	0.07	0.08	0.04	0.04
37th	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.06	0.05	0.04	0.06
38th	0.05	0.03	0.02	0.05	0.08	0.06	0.05	0.03	0.04
39th	0.06	0.05	0.04	0.06	0.06	0.05	0.08	0.09	0.07
40th	0.05	0.02	0.03	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04	0.03
41st	0.06	0.05	0.05	0.07	0.07	0.06	0.09	0.06	0.11
42nd	0.05	0.03	0.03	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02
43rd	0.06	0.03	0.04	0.06	0.04	0.05	0.07	0.07	0.07
44th	0.05	0.04	0.02	0.05	0.04	0.03	0.05	0.03	0.05
45th	0.20	0.18	0.19	0.19	0.19	0.18	0.20	0.18	0.19
46th	0.05	0.02	0.02	0.06	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05
47th	0.17	0.15	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.16	0.16
48th	0.05	0.02	0.02	0.04	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02
49th	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03
50th	0.07	0.02	0.02	0.05	0.02	0.02	0.06	0.02	0.04
THD	2.16%	2.25%	2.64%	1.46%	1.58%	1.47%	1.23%	1.18%	1.20%

本项结论: 合格

11.3.2 谐波电压

11.3.2.1 并网谐波电压

日期: 2025.4.21                      温度: 24°C                      相对湿度: 54%

技术要求: 电化学储能系统在并网运行条件下, 交流端口的电压总谐波畸变率应满足 GB/T 14549 的要求, 间谐波电压应满足 GB/T 24337 的要求。并网谐波电压试验按照下列步骤进行 a) 按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启热管理系统、电池管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b) 设置电化学储能系统运行模式为放电模式; c) 设置电化学储能系统交流端口有功功率分别为 33%P<sub>n</sub>、66%P<sub>n</sub> 和 100%P<sub>n</sub>, 每个功率设置值持续运行 10 min; d) 利用数据采集装置, 按照 GB/T 14549 规定的方法试验并记录谐波电压; e) 取每个功率设置值的各次谐波电压值作为试验结果; f) 设置电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 c)~e)。

实测结果:

(放电状态)

谐波次数	33%P <sub>n</sub>			66%P <sub>n</sub>			100%P <sub>n</sub>		
	A 相 (%)	B 相 (%)	C 相 (%)	A 相 (%)	B 相 (%)	C 相 (%)	A 相 (%)	B 相 (%)	C 相 (%)
2nd	0.07	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08
3rd	0.06	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.20	0.21	0.20
4th	0.07	0.06	0.08	0.09	0.07	0.09	0.09	0.07	0.09
5th	0.19	0.19	0.18	0.11	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10
6th	0.08	0.10	0.09	0.07	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08
7th	0.08	0.11	0.11	0.14	0.12	0.12	0.11	0.08	0.08
8th	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
9th	0.06	0.06	0.06	0.08	0.10	0.11	0.08	0.10	0.08
10th	0.11	0.10	0.11	0.11	0.10	0.11	0.11	0.10	0.11
11th	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.10	0.10	0.09
12th	0.08	0.09	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09
13th	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.08
14th	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07
15th	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06
16th	0.10	0.07	0.09	0.10	0.07	0.09	0.10	0.07	0.10
17th	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06
18th	0.08	0.11	0.09	0.08	0.10	0.09	0.08	0.10	0.09
19th	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
20th	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08
21st	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
22nd	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11
23rd	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06

24th	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07
25th	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06
26th	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07
27th	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06
28th	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
29th	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
30th	0.09	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09
31st	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07
32nd	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.09	0.08	0.09
33rd	0.14	0.11	0.13	0.14	0.11	0.13	0.13	0.11	0.13
34th	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08
35th	0.16	0.12	0.15	0.16	0.12	0.15	0.16	0.12	0.16
36th	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08
37th	0.12	0.13	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13
38th	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08
39th	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
40th	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10
41st	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
42nd	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
43rd	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12	0.12
44th	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09
45th	0.17	0.13	0.16	0.17	0.14	0.17	0.17	0.14	0.17
46th	0.08	0.08	0.08	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09
47th	0.13	0.10	0.12	0.12	0.10	0.12	0.12	0.10	0.12
48th	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08	0.08
49th	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07
50th	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09	0.07	0.09
THD	0.62%	0.61%	0.63%	0.63%	0.61%	0.64%	0.66%	0.66%	0.68%

(充电状态)

谐波次数	33%P <sub>n</sub>			66%P <sub>n</sub>			100%P <sub>n</sub>		
	A相 (%)	B相 (%)	C相 (%)	A相 (%)	B相 (%)	C相 (%)	A相 (%)	B相 (%)	C相 (%)
2nd	0.08	0.08	0.08	0.07	0.09	0.09	0.07	0.09	0.09
3rd	0.20	0.23	0.21	0.28	0.30	0.28	0.30	0.33	0.31
4th	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08
5th	0.11	0.12	0.10	0.07	0.08	0.08	0.09	0.11	0.11
6th	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08	0.07	0.08	0.08
7th	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.11	0.07	0.07	0.07

8th	0.08	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08
9th	0.05	0.06	0.06	0.10	0.10	0.09	0.10	0.13	0.12
10th	0.11	0.10	0.11	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.11
11th	0.07	0.08	0.07	0.05	0.06	0.06	0.09	0.09	0.09
12th	0.08	0.09	0.08	0.08	0.10	0.09	0.08	0.10	0.09
13th	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
14th	0.07	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09
15th	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06
16th	0.10	0.07	0.10	0.09	0.08	0.10	0.09	0.08	0.09
17th	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
18th	0.07	0.10	0.09	0.08	0.10	0.09	0.08	0.10	0.09
19th	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06
20th	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
21st	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
22nd	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.12
23rd	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06
24th	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09
25th	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
26th	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08
27th	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06
28th	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11
29th	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
30th	0.10	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08
31st	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
32nd	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08
33rd	0.13	0.11	0.13	0.13	0.11	0.13	0.13	0.11	0.13
34th	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08
35th	0.16	0.12	0.16	0.16	0.13	0.16	0.16	0.12	0.16
36th	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08
37th	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.13
38th	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08	0.08	0.09
39th	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07
40th	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
41st	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
42nd	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07
43rd	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14
44th	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08
45th	0.15	0.12	0.15	0.15	0.12	0.15	0.15	0.13	0.15

46th	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
47th	0.14	0.11	0.14	0.14	0.11	0.14	0.14	0.11	0.14
48th	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
49th	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
50th	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08
THD	0.65%	0.64%	0.66%	0.67%	0.68%	0.70%	0.69%	0.71%	0.72%

本项结论: 合格

11.3.2.2 离网谐波电压

日期: 2025.4.18

温度: 25°C

相对湿度: 60%

技术要求: 谐波电压试验按照下列步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启热管理系统、电池管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b)设置交流阻性负载功率分别为 0%P<sub>n</sub> 和 100%P<sub>n</sub>, 每个功率设置值持续运行 10 min; c)利用数据采集装置, 按照 GB/T 14549 规定的方法试验并记录谐波电压; d)取每个功率设置值的电压总谐波畸变率作为试验结果。

实测结果:

谐波次数	空载			100%P <sub>n</sub>		
	A 相 (%)	B 相 (%)	C 相 (%)	A 相 (%)	B 相 (%)	C 相 (%)
2nd	0.07	0.02	0.13	0.08	0.09	0.04
3rd	0.19	0.47	0.44	0.25	0.61	0.36
4th	0.02	0.04	0.15	0.01	0.10	0.03
5th	0.63	0.26	0.55	0.33	0.03	0.24
6th	0.06	0.10	0.25	0.10	0.20	0.14
7th	0.31	0.36	0.24	0.13	0.23	0.29
8th	0.01	0.03	0.08	0.05	0.04	0.03
9th	0.04	0.09	0.07	0.40	0.32	0.43
10th	0.02	0.04	0.05	0.03	0.03	0.02
11th	0.10	0.02	0.15	0.10	0.02	0.16
12th	0.05	0.10	0.40	0.16	0.04	0.22
13th	0.16	0.11	0.09	0.12	0.07	0.05
14th	0.06	0.02	0.04	0.04	0.03	0.02
15th	0.03	0.01	0.05	0.02	0.02	0.05
16th	0.05	0.07	0.04	0.04	0.06	0.03
17th	0.15	0.22	0.26	0.14	0.13	0.27
18th	0.15	0.22	0.25	0.06	0.04	0.04
19th	0.14	0.15	0.15	0.16	0.13	0.06
20th	0.09	0.07	0.09	0.12	0.10	0.12

21st	0.01	0.04	0.04	0.41	0.37	0.40
22nd	0.02	0.02	0.01	0.07	0.07	0.08
23rd	0.09	0.18	0.12	0.11	0.10	0.05
24th	0.06	0.07	0.04	0.08	0.09	0.09
25th	0.06	0.19	0.07	0.03	0.10	0.09
26th	0.05	0.07	0.02	0.02	0.04	0.02
27th	0.10	0.34	0.11	0.13	0.14	0.14
28th	0.04	0.08	0.03	0.01	0.04	0.03
29th	0.04	0.14	0.04	0.03	0.15	0.10
30th	0.01	0.05	0.02	0.01	0.03	0.08
31st	0.02	0.04	0.01	0.03	0.14	0.02
32nd	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.04
33rd	0.02	0.03	0.01	0.07	0.16	0.08
34th	0.01	0.03	0.02	0.02	0.05	0.03
35th	0.01	0.03	0.01	0.01	0.08	0.03
36th	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04	0.03
37th	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
38th	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
39th	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02
40th	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
41st	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00
42nd	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02
43rd	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
44th	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
45th	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
46th	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
47th	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01
48th	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01
49th	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
50th	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
THD	0.83%	0.09%	1.03%	0.84%	0.09%	0.94%

本项结论: 合格

### 11.3.3 间谐波电流

日期: 2025.4.21

温度: 24°C

相对湿度: 54%

技术要求: 电化学储能系统在并网运行条件下, 交流端口注入的总谐波电流应不大于交流端口额定电流的 5%, 各次谐波限值应满足 GB/T 44026-2024 表 2 的要求, 注入的谐波电流不应包括交流电网谐波电压畸变引起的谐波电流。谐波电流试验按照以下步骤进行: a) 按照 GB/T

44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启热管理系统、电池管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b) 设置电化学储能系统运行模式为放电模式; c) 设置电化学储能系统交流端口有功功率分别为  $33\%P_n$ 、 $66\%P_n$  和  $100\%P_n$ , 每个功率设置值持续运行 10min; d) 利用数据采集装置, 按照 GB/T 14549 规定的方法试验并记录谐波电流; e) 取每个功率设置值的各次谐波电流和总谐波电流值作为试验结果; f) 设置电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 c)~e)。

实测结果:

(放电状态)

频率 (Hz)	$33\%P_n$			$66\%P_n$			$100\%P_n$		
	A 相 (A)	B 相 (A)	C 相 (A)	A 相 (A)	B 相 (A)	C 相 (A)	A 相 (A)	B 相 (A)	C 相 (A)
25	0.49	0.49	0.50	1.00	0.99	1.01	1.51	1.50	1.52
75	0.44	0.44	0.45	0.91	0.91	0.92	1.39	1.40	1.40
125	0.36	0.36	0.36	0.74	0.75	0.75	1.15	1.16	1.16
175	0.29	0.29	0.29	0.60	0.60	0.60	0.94	0.95	0.95
225	0.26	0.26	0.26	0.50	0.50	0.50	0.78	0.78	0.78
275	0.24	0.24	0.24	0.42	0.42	0.42	0.64	0.65	0.65
325	0.23	0.23	0.22	0.37	0.37	0.37	0.54	0.54	0.54
375	0.22	0.22	0.22	0.35	0.35	0.35	0.49	0.49	0.49
425	0.21	0.21	0.21	0.33	0.33	0.33	0.45	0.45	0.45
475	0.19	0.19	0.19	0.30	0.30	0.31	0.40	0.40	0.40
525	0.18	0.17	0.17	0.29	0.29	0.29	0.37	0.37	0.37
575	0.16	0.16	0.16	0.27	0.27	0.27	0.34	0.34	0.34
625	0.15	0.15	0.15	0.24	0.24	0.24	0.31	0.31	0.31
675	0.13	0.13	0.13	0.22	0.22	0.22	0.28	0.27	0.27
725	0.12	0.12	0.12	0.20	0.20	0.20	0.25	0.25	0.25
775	0.11	0.11	0.11	0.19	0.19	0.19	0.23	0.23	0.23
825	0.10	0.10	0.10	0.17	0.17	0.17	0.21	0.21	0.20
875	0.10	0.09	0.09	0.16	0.15	0.15	0.19	0.19	0.19
925	0.09	0.09	0.09	0.14	0.14	0.14	0.18	0.17	0.17
975	0.08	0.08	0.08	0.13	0.13	0.13	0.17	0.16	0.16
1025	0.08	0.07	0.07	0.12	0.12	0.12	0.15	0.15	0.15
1075	0.07	0.07	0.07	0.12	0.11	0.11	0.14	0.14	0.14
1125	0.07	0.06	0.06	0.11	0.10	0.10	0.14	0.13	0.13
1175	0.06	0.06	0.06	0.10	0.10	0.10	0.13	0.12	0.12
1225	0.06	0.06	0.06	0.10	0.10	0.09	0.12	0.12	0.11
1275	0.06	0.05	0.05	0.09	0.08	0.08	0.12	0.11	0.10
1325	0.05	0.05	0.05	0.08	0.08	0.08	0.11	0.10	0.10

1375	0.05	0.05	0.05	0.08	0.07	0.07	0.11	0.10	0.09
1425	0.05	0.04	0.04	0.08	0.07	0.07	0.10	0.09	0.09
1475	0.05	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.10	0.09	0.08
1525	0.05	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.09	0.08	0.08
1575	0.04	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.09	0.08	0.07
1625	0.04	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.09	0.08	0.07
1675	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.05	0.08	0.07	0.07
1725	0.04	0.03	0.03	0.06	0.05	0.05	0.08	0.07	0.06
1775	0.04	0.03	0.03	0.06	0.05	0.05	0.08	0.07	0.06
1825	0.04	0.03	0.03	0.06	0.05	0.05	0.08	0.06	0.06
1875	0.04	0.03	0.03	0.06	0.05	0.04	0.08	0.06	0.06
1925	0.04	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04	0.07	0.06	0.05
1975	0.04	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04	0.07	0.06	0.05

(充电状态)

频率 (Hz)	33%P <sub>n</sub>			66%P <sub>n</sub>			100%P <sub>n</sub>		
	A相 (A)	B相 (A)	C相 (A)	A相 (A)	B相 (A)	C相 (A)	A相 (A)	B相 (A)	C相 (A)
25	0.05	0.01	0.02	0.04	0.02	0.02	0.06	0.05	0.04
75	0.05	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.05	0.04	0.05
125	0.04	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.05	0.05	0.04
175	0.05	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.05	0.04	0.03
225	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.05	0.04	0.03
275	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.05	0.04
325	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.05	0.05	0.04
375	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.05	0.05	0.04
425	0.05	0.03	0.03	0.04	0.03	0.02	0.05	0.05	0.04
475	0.06	0.05	0.03	0.04	0.03	0.02	0.05	0.05	0.04
525	0.06	0.05	0.03	0.04	0.03	0.02	0.06	0.05	0.04
575	0.06	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.06	0.05	0.04
625	0.06	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.05	0.05	0.04
675	0.06	0.04	0.02	0.04	0.03	0.02	0.05	0.05	0.04
725	0.05	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.05	0.05	0.04
775	0.05	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.05	0.05	0.04
825	0.05	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.05	0.05	0.04
875	0.05	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.05	0.05	0.04
925	0.05	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.05	0.04	0.04
975	0.05	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.05	0.04	0.03

1025	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.05	0.03	0.03
1075	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.05	0.03	0.02
1125	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.05	0.03	0.02
1175	0.05	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.05	0.04	0.03
1225	0.06	0.04	0.02	0.04	0.04	0.02	0.05	0.04	0.02
1275	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02
1325	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02
1375	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02
1425	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02
1475	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.05	0.03	0.02
1525	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02
1575	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.05	0.03	0.02
1625	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.05	0.03	0.02
1675	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02
1725	0.05	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01	0.04	0.03	0.02
1775	0.05	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01	0.05	0.03	0.02
1825	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.05	0.03	0.02
1875	0.05	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02
1925	0.05	0.03	0.02	0.05	0.05	0.02	0.04	0.02	0.02
1975	0.05	0.03	0.02	0.05	0.05	0.02	0.04	0.02	0.02

本项结论: 合格

#### 11.3.4 间谐波电压

日期: 2025.4.21

温度: 24°C

相对湿度: 54%

技术要求: 电化学储能系统在并网运行条件下, 交流端口的电压总谐波畸变率应满足 GB/T 14549 的要求, 间谐波电压应满足 GB/T 24337 的要求。间谐波电压试验按照下列步骤进行 a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启热管理系统、电池管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b)设置电化学储能系统运行模式为放电模式; c)设置电化学储能系统交流端口有功功率分别为  $33\%P_n$ 、 $66\%P_n$  和  $100\%P_n$ , 每个功率设置值持续运行 10 min; d)利用数据采集装置, 按照 GB/T 24337 规定的方法试验并记录间谐波电压; e)取每个功率设置值的各次间谐波电压值作为试验结果; f)设置电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 c)~e)。

实测结果:

(放电状态)

频率 (Hz)	33%P <sub>n</sub>			66%P <sub>n</sub>			100%P <sub>n</sub>		
	A相	B相	C相	A相	B相	C相	A相	B相	C相
25	0.09	0.10	0.09	0.10	0.11	0.09	0.10	0.11	0.10
75	0.07	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.08	0.09	0.08
125	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
175	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
225	0.07	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08
275	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
325	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
375	0.07	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08
425	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
475	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
525	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
575	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
625	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
675	0.07	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08
725	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
775	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
825	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
875	0.07	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08
925	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08	0.08	0.09	0.08
975	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08
1025	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1075	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1125	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1175	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1225	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08
1275	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1325	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1375	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1425	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08
1475	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1525	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09
1575	0.06	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08
1625	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1675	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1725	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08

1775	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1825	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1875	0.07	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08
1925	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1975	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08

(充电状态)

频率 (Hz)	33%P <sub>n</sub>			66%P <sub>n</sub>			100%P <sub>n</sub>		
	A相	B相	C相	A相	B相	C相	A相	B相	C相
25	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.09
75	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
125	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
175	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
225	0.06	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08
275	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
325	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
375	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
425	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
475	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
525	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
575	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
625	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
675	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
725	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
775	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
825	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
875	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
925	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
975	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08
1025	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1075	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1125	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1175	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1225	0.08	0.09	0.09	0.07	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09
1275	0.07	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08
1325	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1375	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1425	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1475	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08

1525	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1575	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1625	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1675	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1725	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08
1775	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1825	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1875	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1925	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
1975	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08

本项结论: 合格

11.4 电压波动与闪变

日期: 2025.4.17

温度: 25°C

相对湿度: 53%

11.4.1 持续运行

技术要求: 电化学储能系统在并网运行条件下, 交流端口的电压波动和闪变应满足 GB/T 12326 的要求。电压波动和闪变试验按照下列步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启热管理系统、电池管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b)设置电化学储能系统运行模式为放电模式; c)设置电化学储能系统交流端口有功功率从 10%P<sub>n</sub> 开始, 以 10%P<sub>n</sub> 为步长, 升高至 100%P<sub>n</sub>, 在每个功率设置值持续运行 10 min, 其中 100%P<sub>n</sub> 设置值持续运行 30min; d)利用数据采集装置, 分别记录每个功率设置值的 10 min 短时闪变值, 按照 GB/T 12326 规定的方法计算长时闪变值; e)取每个功率设置值的短时闪变值和最后计算得到的长时闪变值作为试验结果; f)设置电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 c)~e)。

实测结果:

A 相											
短时闪变 P <sub>st</sub>											长时闪变 P <sub>lt</sub>
运行状态	运行功率 (kW)										
	12.5	25.0	37.5	50.0	62.5	75.0	87.5	100.0	112.5	125.0	
充电	0.350	0.353	0.360	0.366	0.375	0.375	0.378	0.373	0.381	0.389	0.369
放电	0.339	0.338	0.350	0.370	0.387	0.397	0.407	0.410	0.412	0.411	0.379
B 相											
短时闪变 P <sub>st</sub>											长时闪变 P <sub>lt</sub>
运行状态	运行功率 (kW)										
	12.5	25.0	37.5	50.0	62.5	75.0	87.5	100.0	112.5	125.0	
充电	0.366	0.376	0.394	0.412	0.430	0.438	0.442	0.461	0.464	0.471	0.422
放电	0.369	0.372	0.370	0.388	0.402	0.407	0.425	0.445	0.464	0.467	0.400
C 相											

短时闪变 $P_{st}$											长时闪变 $P_{lt}$
运行状态	运行功率 (kW)										
	12.5	25.0	37.5	50.0	62.5	75.0	87.5	100.0	112.5	125.0	
充电	0.362	0.372	0.371	0.381	0.401	0.398	0.404	0.414	0.421	0.419	0.369
放电	0.369	0.365	0.371	0.387	0.383	0.395	0.395	0.407	0.413	0.416	0.386

本项结论: 合格

#### 11.4.2 启停机操作

技术要求: 电化学储能系统在并网运行条件下, 交流端口的电压波动和闪变应满足 GB/T 12326 的要求。电压波动和闪变试验按照下列步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启热管理系统、电池管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b)设置电化学储能系统运行模式为放电模式; c)设置电化学储能系统无功功率为 0; d)设置电化学储能系统待机 5 min, 启动电化学储能系统并在额定功率持续运行 10 min, 再停机并在待机状态持续 5min, 连续操作 12 次; e)利用数据采集装置, 分别记录每次启机前后 5 min 和停机前后 5 min 短时闪变值, 按照 GB/T 12326 规定的方法计算长时闪变值; f)取每次启机前后 5 min 和停机前后 5 min 短时闪变值和最后计算得到的长时闪变值作为试验结果; g)设置储能变流器运行模式为充电模式, 重复步骤 c)~f)。

实测结果:

闪变	充电状态						放电状态					
	A 相闪变		B 相闪变		C 相闪变		A 相闪变		B 相闪变		C 相闪变	
	停机- 启机	启机- 停机										
Pst-1	0.538	0.517	0.570	0.543	0.533	0.491	0.474	0.451	0.486	0.474	0.489	0.466
Pst-2	0.565	0.549	0.610	0.586	0.579	0.576	0.553	0.495	0.565	0.535	0.550	0.525
Pst-3	0.529	0.490	0.557	0.565	0.565	0.518	0.509	0.466	0.521	0.504	0.506	0.490
Pst-4	0.537	0.494	0.545	0.539	0.531	0.511	0.497	0.475	0.515	0.480	0.520	0.487
Pst-5	0.498	0.464	0.514	0.483	0.483	0.478	0.460	0.426	0.485	0.441	0.488	0.437
Pst-6	0.486	0.480	0.497	0.474	0.490	0.482	0.467	0.430	0.452	0.432	0.466	0.458
Pst-7	0.503	0.457	0.483	0.477	0.448	0.457	0.452	0.434	0.443	0.437	0.456	0.437
Pst-8	0.574	0.527	0.592	0.576	0.577	0.514	0.564	0.522	0.550	0.519	0.534	0.515
Pst-9	0.568	0.505	0.539	0.518	0.525	0.524	0.540	0.504	0.543	0.512	0.540	0.490
Pst-10	0.571	0.520	0.553	0.549	0.540	0.526	0.536	0.518	0.533	0.524	0.533	0.513
Pst-11	0.487	0.428	0.494	0.450	0.473	0.441	0.408	0.460	0.433	0.456	0.427	0.408
Pst-12	0.563	0.534	0.581	0.560	0.551	0.544	0.561	0.531	0.553	0.534	0.555	0.532
Plt	0.537	0.499	0.547	0.530	0.528	0.508	0.506	0.479	0.510	0.490	0.508	0.483

本项结论: 合格

## 11.5 电压不平衡度

## 11.5.1 并网电压不平衡

日期: 2025.4.21

温度: 24°C

相对湿度: 54%

技术要求: 电化学储能系统在并网运行条件下, 交流端口的电压不平衡度应满足 GB/T 15543 的要求。

电压不平衡度试验按照下列步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启热管理系统、电池管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b)设置电化学储能系统运行模式为放电模式; c)设置电化学储能系统交流端口有功功率分别为 33%P<sub>n</sub>、66%P<sub>n</sub> 和 100%P<sub>n</sub>, 每个功率设置值持续运行 10min; d)利用数据采集装置, 以 3s 为周期连续记录 10min 的负序电压不平衡度; e)计算每个功率设置值负序电压不平衡度测量值的 95%概率大值和最大值; f)取每个功率设置值负序电压不平衡度测量值的 95%概率大值和最大值作为试验结果; g)设置电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 c)~f)。

实测结果:

(放电状态)

运行功率 (%)	电压不平衡度 95% 概率值 (%)	电压不平衡度最大值 (%)	限值 (%)	短时限值 (%)
33%P <sub>n</sub>	1.16	1.20	2	4
66%P <sub>n</sub>	1.18	1.22	2	4
100%P <sub>n</sub>	1.20	1.24	2	4

(充电状态)

运行功率 (%)	电压不平衡度 95% 概率值 (%)	电压不平衡度最大值 (%)	限值 (%)	短时限值 (%)
33%P <sub>n</sub>	1.15	1.20	2	4
66%P <sub>n</sub>	1.17	1.22	2	4
100%P <sub>n</sub>	1.20	1.25	2	4

本项结论: 合格

## 11.5.2 离网电压不平衡

日期: 2025.4.18

温度: 25°C

相对湿度: 60%

技术要求: 电压不平衡度试验按照下列步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启热管理系统、电池管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; b)设置交流阻性负载功率分别为 0%P<sub>n</sub> 和 100%P<sub>n</sub>, 每个功率设置值持续运行 10 min; c)利用数据采集装置, 以 3s 为周期连续记录 10min 的负序电压不平衡度; d)计算每个功率设置值负序电压不平衡度测量值的 95%概率大值和最大值; e)取每个功率设置值负序电压不平衡度测量值的 95%概率大值和最大值作为试验结果。

实测结果:

运行功率	电压不平衡度 95% 概率值 (%)	电压不平衡度最大值 (%)	限值 (%)	短时限值 (%)
0%P <sub>n</sub>	0.60	0.61	2	4
100%P <sub>n</sub>	0.86	0.87	2	4

本项结论: 合格

## 12 低电压穿越

### 12.1 单次低电压穿越

日期: 2025.4.8

温度: 21°C

相对湿度: 32%

技术要求: 通过 380V 和 10(6)kV 电压等级接入的用户侧电化学储能系统应在 GB/T 43526-2023 图 1 所示阴影范围内不脱网连续运行, 低电压穿越应满足下列要求: 1)用户侧电化学储能系统并网点电压跌落至 0 时, 不脱网连续运行不少于 150ms; 2)用户侧电化学储能系统并网点电压跌落至额定电压的 20%时, 不脱网连续运行不少于 625 ms; 3)用户侧电化学储能系统并网点电压跌落至额定电压的 85%时, 不脱网连续运行不少于 2s; 4)用户侧电化学储能系统并网点电压跌落至 GB/T 43526-2023 图 1 中电压轮廓线及以上区域时, 电化学储能系统不脱网连续运行, 电化学储能系统并网点电压跌落至电压轮廓线以下时, 可与电网断开连接。低电压穿越试验按照下列步骤进行: a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置, 开启热管理系统、电池管理系统、消防系统等设备, 断开开关 S; b)设置电网模拟装置模拟线路三相对称故障, 电压跌落点满足 GB/T 44026-2024 中 10.19.1 的要求; c)设置电网模拟装置随机模拟 GB/T 44026-2024 表 18 中一种类型的不对称故障, 电压跌落点满足 GB/T 44026-2024 中 10.19.1 的要求; d)闭合开关 S; e)设置电网模拟装置输出电压和频率为电化学储能系统交流端口额定电压和额定频率; f)设置电化学储能系统运行模式为放电模式; g)设置电化学储能系统在(10%~30%)P<sub>n</sub> 范围内运行; h)利用电网模拟装置模拟线路三相对称故障的电压跌落; i)利用数据采集装置, 记录交流端口电压、有功电流和有功功率有效值, 至少记录电压跌落前 3s 到电压恢复正常后 6s 之间的数据; j)计算电压跌落持续时间以及故障结束后的有功功率恢复速率; k)设置电网模拟装置模拟一种不对称故障; l)记录电化学储能系统交流端口电压、有功电流和有功功率有效值, 至少记录电压跌落前 3s 到电压恢复正常后 6s 之间的数据; m)计算电压跌落持续时间以及故障结束后的有功功率恢复速率; n)重复 k)~m); o)设置电化学储能系统在(70%~100%)P<sub>n</sub> 范围内运行, 重复步骤 h)~m); p)设置电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 g)~p)。

试验照片: 见图 A.11~图 A.18

实测结果:

(放电-20%额定负载-三相对称低电压穿越)

故障类型	0.2P <sub>N</sub> - 三相对称低电压穿越					
跌落电压百分比	%	80	60	40	20	0
储能系统并网点额定电压	U/(V)	400	400	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	1894	1471	1048	625	150

储能系统设定运行功率	P/(kW)	25	25	25	25	25
有功功率恢复速率	kW/s	230.38	313.99	225.54	171.82	234.84
储能系统运行状态	不脱网连续运行					

(放电-20%额定负载-B相不对称低电压穿越)

故障类型	0.2P <sub>N</sub> - B相不对称低电压穿越					
跌落电压百分比	%	80	60	40	20	0
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	1894	1471	1048	625	150
储能系统设定运行功率	P/(kW)	25	25	25	25	25
有功功率恢复速率	kW/s	有功功率 保持不变	有功功率 保持不变	450.54	525.38	437.12
储能系统运行状态	不脱网连续运行					

(放电-80%额定负载-三相对称低电压穿越)

故障类型	0.8P <sub>N</sub> - 三相对称低电压穿越					
跌落电压百分比	%	80	60	40	20	0
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	1894	1471	1048	625	150
储能系统设定运行功率	P/(kW)	100	100	100	100	100
有功功率恢复速率	kW/s	2149.42	2200.72	1168.40	1152.55	1974.75
储能系统运行状态	不脱网连续运行					

(放电-80%额定负载-B相不对称低电压穿越)

故障类型	0.8P <sub>N</sub> - B相不对称低电压穿越					
跌落电压百分比	%	80	60	40	20	0
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	1894	1471	1048	625	150
储能系统设定运行功率	P/(kW)	100	100	100	100	100
有功功率恢复速率	kW/s	有功功率 保持不变	有功功率 保持不变	2031.78	2166.74	2027.94
储能系统运行状态	不脱网连续运行					

(充电-20%额定负载-三相对称低电压穿越)

故障类型	0.2P <sub>N</sub> - 三相对称低电压穿越					
跌落电压百分比	%	80	60	40	20	0
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	1894	1471	1048	625	150
储能系统设定运行功率	P/(kW)	25	25	25	25	25
有功功率恢复速率	kW/s	426.68	369.54	421.54	214.96	277.92
储能系统运行状态	不脱网连续运行					

(充电-20%额定负载-B相不对称低电压穿越)

故障类型	0.2P <sub>N</sub> -B相不对称低电压穿越					
跌落电压百分比	%	80	60	40	20	0
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	1894	1471	1048	625	150
储能系统设定运行功率	P/(kW)	25	25	25	25	25
有功功率恢复速率	kW/s	有功功率 保持不变	有功功率 保持不变	618.30	623.62	603.77
储能系统运行状态	不脱网连续运行					

(充电-80%额定负载-三相对称低电压穿越)

故障类型	0.8P <sub>N</sub> -三相对称低电压穿越					
跌落电压百分比	%	80	60	40	20	0
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	1894	1471	1048	625	150
储能系统设定运行功率	P/(kW)	100	100	100	100	100
有功功率恢复速率	kW/s	1840.00	2136.12	1311.83	601.35	1032.05
储能系统运行状态	不脱网连续运行					

(充电-80%额定负载-B相不对称低电压穿越)

故障类型	0.8P <sub>N</sub> -B相不对称低电压穿越					
跌落电压百分比	%	80	60	40	20	0
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	1894	1471	1048	625	150
储能系统设定运行功率	P/(kW)	100	100	100	100	100
有功功率恢复速率	kW/s	有功功率 保持不变	有功功率 保持不变	2133.06	2130.75	2494.63
储能系统运行状态	不脱网连续运行					

本项结论: 合格

## 12.2 连续低电压穿越

日期: 2025.4.9

温度: 20°C

相对湿度: 42%

技术要求: 通过 380V 和 10(6)kV 电压等级接入的用户侧电化学储能系统, 应至少能承受连续两次低电压穿越的能力, 其中相邻两次低电压穿越之间的时间间隔可根据其接入配电网的故障重合闸动作时间确定, 取值范围宜为 0.2s~2s。连续低电压穿越试验按照下列步骤进行:

a)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置, 开启热管理系统、电池管理系统、消防系统等设备, 断开开关 S; b)设置电网模拟装置模拟电压连续两次三相对称跌落故障, 相邻低电压穿越之间的时间间隔应在 0.2s~2s 之间选择, 电压跌落点满足 GB/T 44026-2024 中 10.19.1 的要求; c)闭合开关 S; d)设置电化学储能系统运行模式为放电模式; e)设置电化学储能系统在(10%~30%)P<sub>n</sub> 范围内运行; f)设置连续故障发

生装置模拟连续两次三相对称电压跌落故障; g)利用数据采集装置,以 1ms 为步长、20ms 为滑窗周期同步记录电化学储能系统交流端口电压、无功电流、有功电流和有功功率有效值,记录第一次电压跌落前 3s 到第二次电压恢复正常后 6s 之间的数据; h)重复 f)~g); i)设置电化学储能系统在(70%~100%) $P_N$  范围内运行,重复步骤 f)~h); j)设置电化学储能系统运行模式为充电模式,重复步骤 f)~j)。

试验照片: 见图 A.19~A.22

实测结果:

(放电-20%额定负载)

序号	0.2 $P_N$ 放电-连续低电压穿越			
	第 1 次跌落	时间间隔	第 2 次跌落	储能系统运行状态
1	0% $U_n$	2s	0% $U_n$	不脱网连续运行
2			20% $U_n$	不脱网连续运行
3	40% $U_n$		60% $U_n$	不脱网连续运行
4			80% $U_n$	不脱网连续运行

(放电-80%额定负载)

序号	0.8 $P_N$ 放电-连续低电压穿越			
	第 1 次跌落	时间间隔	第 2 次跌落	储能系统运行状态
1	0% $U_n$	2s	0% $U_n$	不脱网连续运行
2			20% $U_n$	不脱网连续运行
3	40% $U_n$		60% $U_n$	不脱网连续运行
4			80% $U_n$	不脱网连续运行

(充电-20%额定负载)

序号	0.2 $P_N$ 充电-连续低电压穿越			
	第 1 次跌落	时间间隔	第 2 次跌落	储能系统运行状态
1	0% $U_n$	2s	0% $U_n$	不脱网连续运行
2			20% $U_n$	不脱网连续运行
3	40% $U_n$		60% $U_n$	不脱网连续运行
4			80% $U_n$	不脱网连续运行

(充电-80%额定负载)

序号	0.8 $P_N$ 充电-连续低电压穿越			
	第 1 次跌落	时间间隔	第 2 次跌落	储能系统运行状态
1	0% $U_n$	2s	0% $U_n$	不脱网连续运行
2			20% $U_n$	不脱网连续运行
3	40% $U_n$		60% $U_n$	不脱网连续运行
4			80% $U_n$	不脱网连续运行

本项结论: 合格

13 高电压穿越

日期: 2025.4.9                      温度: 20°C                      相对湿度: 42%

技术要求: 通过 380V 和 10(6)kV 电压等级接入的用户侧电化学储能系统应在 GB/T 43526-2023 图 2 所示阴影范围内不脱网连续运行, 应满足下列要求: a) 用户侧电化学储能系统并网点电压升高至额定电压的 125%~130%时, 能不脱网连续运行不少于 500ms; b) 用户侧电化学储能系统并网点电压升高至额定电压的 120%~125%时, 能不脱网连续运行不少于 1s; c) 用户侧电化学储能系统并网点电压升高至额定电压的 110%~120%时, 能不脱网连续运行不少于 10s。高电压穿越试验按照下列步骤进行: a) 按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置, 开启热管理系统、电池管理系统、消防系统等设备, 断开开关 S; b) 设置电网模拟装置模拟线路三相电压抬升, 设置电网模拟装置参数, 电压抬升点满足 GB/T 44026-2024 中 10.19.1 的要求; c) 闭合开关 S; d) 设置电网模拟装置输出电压和频率为电化学储能系统交流端口额定电压和额定频率; e) 设置电化学储能系统运行模式为放电模式; f) 设置电化学储能系统在(10%~30%) $P_n$  范围内运行; g) 设置电网模拟装置, 模拟线路三相电压抬升; h) 利用数据采集装置, 记录交流端口电压、有功电流和有功功率有效值, 至少记录电压抬升前 3s 到电压恢复正常后 6s 之间的数据; i) 设置电化学储能系统在(70%~100%) $P_n$  范围内运行, 重复步骤 g)~h); j) 设置电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 f)~i)。

试验照片: 见图 A.23~A.30

实测结果:

(放电-20%额定负载-三相对称高电压穿越)

故障类型		0.2 $P_N$ - 三相对称高电压穿越		
跌落电压百分比	%	110	120	130
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	10000	1000	500
储能系统设定运行功率	P/(kW)	25	25	25
有功功率恢复速率	kW/s	649.46	621.15	691.74
储能系统运行状态		不脱网连续运行		

(放电-20%额定负载-B 相不对称高电压穿越)

故障类型		0.2 $P_N$ - B 相不对称高电压穿越		
跌落电压百分比	%	110	120	130
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	10000	1000	500
储能系统设定运行功率	P/(kW)	25	25	25
有功功率恢复速率	kW/s	有功功率保持不变	有功功率保持不变	577.46
储能系统运行状态		不脱网连续运行		

## (放电-80%额定负载-三相对称高电压穿越)

故障类型		0.8P <sub>N</sub> - B 相对称高电压穿越		
跌落电压百分比	%	110	120	130
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	10000	1000	500
储能系统设定运行功率	P/(kW)	100	100	100
有功功率恢复速率	kW/s	2704.67	2521.86	2643.82
储能系统运行状态		不脱网连续运行		

## (放电-80%额定负载-B相不对称高电压穿越)

故障类型		0.8P <sub>N</sub> - B 相不对称高电压穿越		
跌落电压百分比	%	110	120	130
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	10000	1000	500
储能系统设定运行功率	P/(kW)	100	100	100
有功功率恢复速率	kW/s	有功功率保持不变	有功功率保持不变	1618.33
储能系统运行状态		不脱网连续运行		

## (充电-20%额定负载-三相对称高电压穿越)

故障类型		0.2P <sub>N</sub> - 三相对称高电压穿越		
跌落电压百分比	%	110	120	130
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	10000	1000	500
储能系统设定运行功率	P/(kW)	25	25	25
有功功率恢复速率	kW/s	291.88	88.74	73.01
储能系统运行状态		不脱网连续运行		

## (充电-20%额定负载-B相不对称高电压穿越)

故障类型		0.2P <sub>N</sub> - B 相不对称高电压穿越		
跌落电压百分比	%	110	120	130
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	10000	1000	500
储能系统设定运行功率	P/(kW)	25	25	25
有功功率恢复速率	kW/s	有功功率保持不变	有功功率保持不变	672.80
储能系统运行状态		不脱网连续运行		

## (充电-80%额定负载-三相对称高电压穿越)

故障类型		0.8P <sub>N</sub> - 三相对称高电压穿越		
跌落电压百分比	%	110	120	130
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	10000	1000	500
储能系统设定运行功率	P/(kW)	100	100	100

有功功率恢复速率	kW/s	927.91	356.75	280.12
储能系统运行状态	不脱网连续运行			

(充电-80%额定负载-B相不对称高电压穿越)

故障类型		0.8P <sub>N</sub> - B相不对称高电压穿越		
跌落电压百分比	%	110	120	130
储能系统并网额定电压	U/(V)	400	400	400
设定跌落时间	t/(ms)	10000	1000	500
储能系统设定运行功率	P/(kW)	100	100	100
有功功率恢复速率	kW/s	有功功率保持不变	有功功率保持不变	1403.48
储能系统运行状态	不脱网连续运行			

本项结论: 合格

### 14 额定能量效率

日期: 2025.4.23~4.25

温度: 23°C

相对湿度: 59%

技术要求: 在稳定运行状态下, 储能系统在额定功率充放电条件下, 测试储能系统的额定功率能量转换效率 a)以额定功率放电至放电终止条件时停止放电; b)以额定功率充电至充电终止条件时停止充电, 记录本次充电过程中储能系统充电的能量 E<sub>C</sub> 和辅助能耗 W<sub>C</sub>; c)以额定功率放电至放电终止条件时停止放电, 记录本次放电过程中储能系统放电的能量 E<sub>D</sub> 和辅助能耗 W<sub>D</sub>; d)重复 b)~c)步骤两次, 记录每次充放电能量 E<sub>Cn</sub>、E<sub>Dn</sub> 和辅助能耗 W<sub>Cn</sub>、W<sub>Dn</sub>; e)按式计算能量转换效率。

$$\eta = \frac{1}{3} \left( \frac{E_{D1} - W_{D1}}{E_{C1} + W_{C1}} + \frac{E_{D2} - W_{D2}}{E_{C2} + W_{C2}} + \frac{E_{D3} - W_{D3}}{E_{C3} + W_{C3}} \right) \times 100\%$$

实测结果:

额定能量与额定功率能量转换效率测试表

充放电次数	充电能量 E <sub>C</sub> (kW·h)	辅助能量 W <sub>C</sub> (kW·h)	放电能量 E <sub>D</sub> (kW·h)	辅助能量 W <sub>D</sub> (kW·h)
1	289.85	3.32	250.78	2.14
2	287.43	3.55	248.82	1.46
3	284.79	3.47	252.91	2.65
额定充电能量 (E <sub>C</sub> ) (kW·h)		额定放电能量 (E <sub>D</sub> ) (kW·h)		
290.803		248.753		
转换效率				
85.56%				

本项结论: 合格

## 15 继电保护

### 15.1 一般要求

日期：2025.4.21                      温度：24°C                      相对湿度：54%

技术要求：用户侧电化学储能系统的继电保护应符合以下技术要求。

实测结果：

技术要求	检验结果
通过380V/220V电压等级接入的用户侧电化学储能系统，应在并网点安装易操作、具有明显开断指示、具备开断故障电流能力的开关设备，开关应具备过流保护、失压跳闸功能。	√
通过380V/220V电压等级接入的用户侧电化学储能系统，应配置剩余电流保护，动作电流和分断时间应符合GB/T 13955 中的规定。	√

注：符号“√”表示满足技术要求，符号“×”表示不满足技术要求，符号“/”表示无此项。

本项结论：合格

### 15.2 非计划孤岛保护

技术要求：用户侧电化学储能系统应具备孤岛检测功能，当检测到非计划孤岛时，应在2s内将储能系统与用户配电网断开，防孤岛保护应与用户配电网备用电源切换及公用电网配电线路重合闸相配合。电化学储能系统防孤岛保护试验按以下步骤进行：a)按GB/T 44026-2024中图18连接试验电路，开启电池管理系统、热管理系统及消防系统，闭合开关S，开启储能变流器，闭合开关 $Q_1$ 、 $Q_2$ ；b)设置电化学储能系统运行模式为放电模式；c)设置电化学储能系统交流端口有功功率 $P_{EUT}$ 在 $100\%P_n$ 运行；d)利用数据采集装置，以20ms为滑窗周期同步记录电化学储能系统交流端口电压有效值 $V_{EUT}$ 、电流有效值 $I_{EUT}$ 、有功功率有效值 $P_{EUT}$ 、无功功率有效值 $Q_{EUT}$ 和电网侧电流有效值 $I_{AC}$ ；e)设置感性负载 $Q_L=P_{EUT}$ ；f)设置容性负载 $Q_C=-Q_{EUT}-Q_L$ ；g)设置阻性负载，使RLC电路中消耗的功率为 $P_{EUT}$ ；h)试验过程中，按照GB/T 44026-2024公式(14)计算品质因数 $Q_r$ 不超过 $1\pm 0.05$ ；i)设置RLC可调交流负载使流过 $Q_1$ 的基波电流小于稳态时电化学储能系统额定电流1%，无功功率趋于零；j)断开 $Q_1$ ，计算从 $Q_1$ 断开至电化学储能系统电流下降并维持在额定电流1%以下时的时间间隔；k)闭合开关 $Q_1$ ，根据GB/T 44026-2024表19中的功率偏差值要求，调整可调交流负载的电阻值、电感值和电容值，重复步骤j)，任一次测得不平衡条件下的保护时间超过了平衡条件下测得的保护时间，则需要按照GB/T 44026-2024表20非阴影区的条件进行试验；l)闭合开关 $Q_1$ ，设置电化学储能系统交流端口有功功率 $P_{EUT}$ 在 $66\%P_n$ 运行，重复步骤d)~j)；m)闭合开关 $Q_1$ ，根据表19中的功率偏差值要求，调整可调交流负载的电感值或电容值，重复步骤j)，保护动作时间呈持续上升趋势时，继续以1%的增量扩大偏差范围，直至保护动作时间下降；n)闭合开关 $Q_1$ ，设置电化学储能系统交流端口有功功率 $P_{EUT}$ 在 $33\%P_n$ 运行，重复步骤d)~j)；o)闭合开关 $Q_1$ ，根据表19中的功率偏差值要求，调整可调交流负载的电感值或电容值，重复步骤j)，保护动作时间呈持续上升趋势时，继续以1%的增量扩大偏差范围，直至保护动作时间下降。

注：对于有自动并离网切换功能的电化学储能系统屏蔽自动并离网切换功能。

试验照片：见图A.31~图A.33

实测结果:

序号	储能系统 交流功率 (%)	设定负载 运行功率 (%)	负载不匹配有 功偏差百分比 (%)	负载不匹配 无功偏差 百分比 (%)	孤岛 运行时间 (ms)	实测 $P_{EUT}$ (kW)
1	100	100	0	0	634.84	124.30
2	66	66	0	0	170.35	81.40
3	33	33	0	0	730.41	41.10
4	100	100	-5	-5	148.22	123.90
5	100	100	-5	0	136.58	123.00
6	100	100	-5	+5	124.91	122.90
7	100	100	0	-5	260.33	123.00
8	100	100	0	+5	253.91	124.60
9	100	100	+5	-5	472.01	124.90
10	100	100	+5	0	514.29	124.80
11	100	100	+5	+5	478.23	124.00
12	66	66	0	-5	365.2	82.10
13	66	66	0	-4	370.02	82.00
14	66	66	0	-3	182.75	82.90
15	66	66	0	-2	297.66	82.30
16	66	66	0	-1	305.43	82.50
17	66	66	0	1	330.91	82.00
18	66	66	0	2	489.99	82.70
19	66	66	0	3	378.51	82.10
20	66	66	0	4	393.77	82.50
21	66	66	0	5	419.28	81.90
22	33	33	0	-5	143.01	41.20
23	33	33	0	-4	137.46	40.90
24	33	33	0	-3	146.55	41.30
25	33	33	0	-2	136.87	41.20
26	33	33	0	-1	140.59	41.10
27	33	33	0	1	127.61	41.50
28	33	33	0	2	144.23	41.30
29	33	33	0	3	156.02	41.00
30	33	33	0	4	149.88	41.20
31	33	33	0	5	154.21	41.10

本项结论: 合格

16 电能计量

日期: 2025.4.27                      温度: 22°C                      相对湿度: 53%

技术要求: 用户侧电化学储能系统的电能计量应符合以下技术要求。

实测结果:

技术要求	检验结果
用户侧电化学储能系统应在并网点设置具备双向有功、双向无功计量功能的电能表。	√
电能计量满足下列要求: a) 在并网点设置计量点, 电能表配置符合GB/T 50063的规定; b) 电能表符合GB/T 17215.321的规定, 通信协议符合DL/T 645或DL/T 698.45 的规定, 数据采集频度宜不小于15 min; c) 通过电量采集终端采集的信息包括但不限于并网点电压、电流、功率因数等负荷曲线以及日正/反向有功电量、日正/反向无功电量。	√

注: 符号“√”表示满足技术要求, 符号“×”表示不满足技术要求, 符号“/”表示无此项。

本项结论: 合格

17 信息与通信

日期: 2025.4.27                      温度: 22°C                      相对湿度: 53%

技术要求: 用户侧电化学储能系统的信息与通信应符合以下技术要求。

实测结果:

技术要求	检验结果
用户侧电化学储能系统应能采集并记录系统运行数据、电能量、遥控和遥调信息, 以及储能系统告警和保护动作信息。 a) 电气模拟量: 并网点的频率、电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数等。 b) 电能量及能量状态: 日充电电量、日放电电量、可充电量、可放电量、能量状态等。 c) 状态量: 系统运行状态、并网点开断设备状态、告警及故障信息、远动终端状态、通信状态等。 d) 遥控及遥调: 储能系统启/停、无功/电压控制模式、有功功率目标值、无功/电压目标值等。	√

注: 符号“√”表示满足技术要求, 符号“×”表示不满足技术要求, 符号“/”表示无此项。

本项结论: 合格

18 备用电源供电

日期: 2025.4.27                      温度: 22°C                      相对湿度: 53%

技术要求: 用户侧电化学储能系统的备用电源供电应符合以下技术要求。

实测结果:

技术要求	检验结果
用户侧电化学储能系统用于备用电源供电时, 应与其保供负荷组成可独立运行的子系统并通过一个电气连接点与用户配电网连接, 在该电气连接点应能进行供电电源切换。	√
用户侧电化学储能系统用于备用电源供电时, 宜具备并离网切换和黑启动功能, 并将储能系统切换为独立运行模式, 重新并网时, 宜采用不停电切换方式。	√

注: 符号“√”表示满足技术要求, 符号“×”表示不满足技术要求, 符号“/”表示无此项。

本项结论: 合格

## 19 运行管理

日期: 2025.4.27

温度: 22°C

相对湿度: 53%

技术要求: 用户侧电化学储能系统的运行管理应符合以下技术要求。

实测结果:

技术要求	检验结果
电化学储能系统不应变更并网容量、并网接入方式。	√
电化学储能系统的运行模式应包括需求响应、电压/功率因数控制、计划孤岛等。	√
电化学储能系统在需求响应模式下, 系统功率应在邀约有效期内跟踪响应需求。	√
电化学储能系统在电压/功率因数控制模式下, 应根据电压控制策略自动调节并网功率因数, 并满足GB/T 40427的要求。	√

注: 符号“√”表示满足技术要求, 符号“×”表示不满足技术要求, 符号“/”表示无此项。

本项结论: 合格

## 20 电气间隙

日期: 2025.4.28

温度: 23°C

相对湿度: 52%

技术要求: 电化学储能系统绝缘电气间隙应满足下列要求: a)暴露在电化学储能系统外部的设备满足污染等级 4 级条件下正常使用, 预制舱体内的设备满足污染等级 2 级条件下正常使用; b)电化学储能系统各电路之间以及带电部件、接地部件之间的功能绝缘、基本绝缘和附加绝缘的最小电气间隙满足 GB/T 44026-2024 表 B.2 的要求; 在海拔 2000m 及以上使用的电化学储能系统, 电气间隙根据 GB/T 44026-2024 表 B3 的修正因子进行修正; c)加强绝缘的电气间隙根据基本绝缘更高一级的冲击耐受电压、1.6 倍暂时过电压、1.6 倍工作电压三者中最严酷的工况确定。电气间隙和爬电距离试验按照下列步骤进行: a)利用游标卡尺或直角尺按照 GB/T 16935.1 的要求, 测量电化学储能系统设备正负极、各相部件与接地部件, 不同电压回路之间的功能绝缘、基本绝缘或附加绝缘和加强绝缘的电气间隙和爬电距离; b)记录各电路测量的电气间隙数值。

实测结果: 详见“电气间隙与爬电距离测试表”

本项结论: 合格

## 21 爬电距离

日期: 2025.4.28      温度: 23°C      相对湿度: 52%

技术要求: 电化学储能系统爬电距离应满足下列要求: a)功能绝缘、基本绝缘和附加绝缘的爬电距离满足 GB/T 44026-2024 表 B.4 的要求, 加强绝缘的爬电距离为 GB/T 44026-2024 表 B.4 查出的基本绝缘对应爬电距离的两倍; b)对于根据 GB/T 44026-2024 表 B.4 确定的爬电距离小于根据 GB/T 44026-2024 表 B.2 确定的电气间隙情况, 爬电距离按照 GB/T 44026-2024 表 B.2 确定的电气间隙执行。电气间隙和爬电距离试验按照下列步骤进行: a)利用游标卡尺或直角尺按照 GB/T 16935.1 的要求, 测量电化学储能系统设备正负极、各相部件与接地部件, 不同电压回路之间的功能绝缘、基本绝缘或附加绝缘和加强绝缘的电气间隙和爬电距离; b)记录各电路测量的爬电距离数值。

实测结果: 详见“电气间隙与爬电距离测试表”

电气间隙与爬电距离测试表

	电气间隙测量值 (mm)	电气间隙要求值 (mm)	爬电距离测量值 (mm)	爬电距离要求值 (mm)
交流对机壳	25.00	5.50	35.00	12.60
交流之间	13.00	5.50	27.00	12.60

本项结论: 合格

## 22 绝缘电阻

日期: 2025.4.28      温度: 23°C      相对湿度: 52%

技术要求: 电化学储能系统绝缘电阻应满足下列要求: a)电化学储能系统交流端口与保护接地极之间能承受绝缘电阻试验设备持续施加 1min 下表规定的直流电压, A1 类、B1 类、B2 类和 B3 类电化学储能系统绝缘电阻不小于 1 MΩ, A2 类电化学储能系统绝缘电阻与标称电压的比值不小于 1000Ω/V。b) 辅助供电端口与预制舱体保护接地极之间能承受绝缘电阻试验设备持续施加 1 min 下表规定的直流电压, 绝缘电阻不小于 1MΩ。绝缘电阻试验按照下列步骤进行: a)将电化学储能系统按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.2.2 完成初始化充电, 断开电化学储能系统与电网模拟装置或电网的连接; b)断开电化学储能系统的压敏电阻等过电压保护器件; c)将电化学储能系统交流端口各相依次与保护接地极连接至绝缘耐压试验装置, 关闭绝缘电阻检测功能; d)施加下表选取的试验电压, 持续 1 min, 记录试验电压与绝缘电阻数值; e)断开绝缘耐压试验装置与电化学储能系统的连接; f)将电化学储能系统交流端口各电路之间依次连接至绝缘耐压试验装置, 重复 d)~e); g)将电化学储能系统辅助供电系统端口、保护接地极连接至绝缘耐压试验装置, 重复 d)~e)。

额定绝缘电压 $U_i$	绝缘电阻试验电压
$U_i < 500$	500
$500 \leq U_i \leq 1\ 000$	1\ 000
$U_i > 1\ 000$	2\ 500

注:  $U_i$  为设备工作电压。

实测结果: 用户侧电化学储能系统交流端口与保护接地极之间的绝缘电阻值 $>1M\Omega$ ; 用户侧电化学储能系统辅助供电端口与保护接地极之间的绝缘电阻值 $>1M\Omega$ 。测试数据详见“绝缘性能表”。

本项结论: 合格

### 23 介质强度

日期: 2025.4.28      温度: 23°C      相对湿度: 52%

技术要求: 电化学储能系统交流端口各独立电路之间, 交流端口与保护接地极之间、辅助供电端口与保护接地极之间, 能承受连续施加按照 GB/T 44026-2024 表 8 规定 1min 的工频交流电压或直流电压, 不发生击穿或闪络现象, 漏电流小于 10mA。介质强度试验按照下列步骤进行: a)将电化学储能系统按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.2.2 完成初始化充电, 断开电化学储能系统与电网模拟装置或电网的连接; b)断开电化学储能系统的压敏电阻等过电压保护器件; c)将电化学储能系统交流端口各相依次与保护接地极连接至绝缘耐压试验装置; d)施加按 GB/T 44026-2024 表 8 选取频率为 45 Hz~62Hz 的正弦交流试验电压或直流电压, 持续 1 min, 记录试验电压与漏电流数值, 记录试验现象, 包括击穿、闪络; e)断开绝缘耐压试验装置与电化学储能系统的连接; f)将电化学储能系统交流端口各电路之间依次连接至绝缘耐压试验装置, 重复 d)~e); g)将电化学储能系统辅助供电系统端口、保护接地极连接至绝缘耐压试验装置, 重复 d)~e)。

实测结果: 用户侧电化学储能系统交流端口与保护接地极之间、辅助供电端口与保护接地极之间能承受 1min 的工频交流电压, 不发生击穿或闪络现象, 漏电流小于 1mA。测试数据详见“绝缘性能表”。

本项结论: 合格

### 24 冲击耐受电压

日期: 2025.4.28      温度: 23°C      相对湿度: 52%

技术要求: 电化学储能系统各电路的绝缘应能承受 GB/T 44026-2024 附录 B 中表 B.1 规定的冲击耐受电压和暂时过电压。冲击耐受电压试验按照下列步骤进行: a)将电化学储能系统按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.2.2 要求完成初始化充电; b)断开电化学储能系统的压敏电阻等过电压保护器件; c)将交流端口各相依次与保护接地极连接至冲击耐压试验装置; d)施加试验电压, 电压波形为 1.2/50  $\mu$ s 的脉冲电压波形, 试验电压见 GB/T 44026-2024 表 B.1; e)试验 3 次后更换试验电压正负极性, 再试验 3 次、每次试验电压的时间间隔应不小于 30s; f)记录试验过程中击穿或其他破坏性放电现场发生的情况; g)断开冲击耐压试验装置与电化学储能系统的连接; h)将交流端口各相间依次连接至冲击耐压试验装置, 重复 d)~g)。

实测结果: 用户侧电化学储能系统交流端口与保护接地极之间、辅助供电端口与保护接地极之间能承受冲击耐受电压, 试验过程中无击穿或者其他破坏性放电现象。测试数据详见“绝缘性能表”。

绝缘性能表

测试部位	绝缘电阻		工频耐压		冲击耐压	
	电阻 (MΩ)	实测结果	电压 (kV)	实测结果	电压 (kV)	实测结果
交流端口对保护接地极	>2000	√	AC 3.60	√	±4	√
辅助电源端口对保护接地极	>2000	√	AC 3.00	√	±4	√

本项结论: 合格

25 噪声

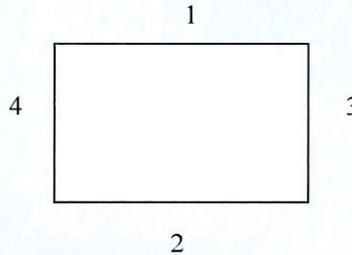
日期: 2025.4.22

温度: 24°C

相对湿度: 64%

技术要求: 电化学储能系统在额定功率运行时, 在距离水平位置 1m 处噪声应不大于 85dB; 当噪声大于 70dB 时, 应在电化学储能系统上标注 GB/T 44026-2024 表 C.1 的第 22 个标识符号。噪声试验按照下列步骤进行 a)将电化学储能系统按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.3.2 完成初始化放电; b)将电化学储能系统放置在距其四周 3m 范围内无反射面的水平地面; c)按照 GB/T 44026-2024 中 10.3.1.2 连接电化学储能系统与电网模拟装置或电网, 开启热管理系统、电池管理系统及消防系统, 闭合开关 S, 开启储能变流器; d)按照 GB/T 44026-2024 图 20 在电化学储能系统四周布置 4 个噪声测量点, 测量点距离电化学储能系统水平距离为 1m, 距离地面高度为 1.6 m; e)利用声级计在噪声测量点测量场地背景噪声, 声级计测量采用 A 记权方式; f)设置电化学储能系统以额定放电功率放电至放电终止条件, 静置 10 min, 以额定充电功率充电至充电终止条件; g)由电化学储能系统放电开始至充电结束, 每隔 20 min 记录测量时间与各测量点处噪声数据, 声级计测量采用 A 记权方式; h)取所有测量噪声数据中的最大值作为试验结果。

实测结果:



用户侧电化学储能系统噪声试验位置图

测量位置	噪声 (dB)
1	74.2
2	79.8
3	71.0
4	70.3

本项结论: 合格

以下无正文

附录 A

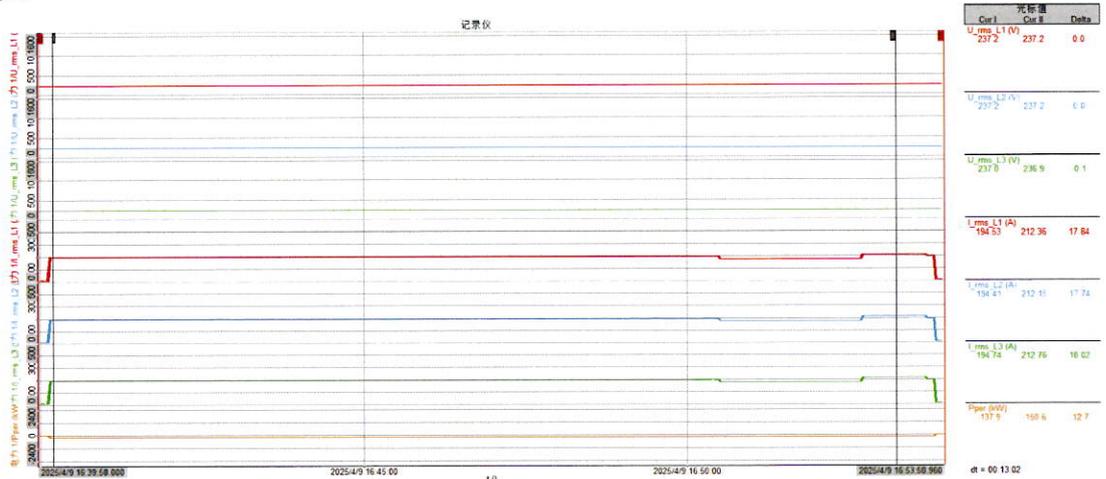


图 A.1 充电状态-过载能力

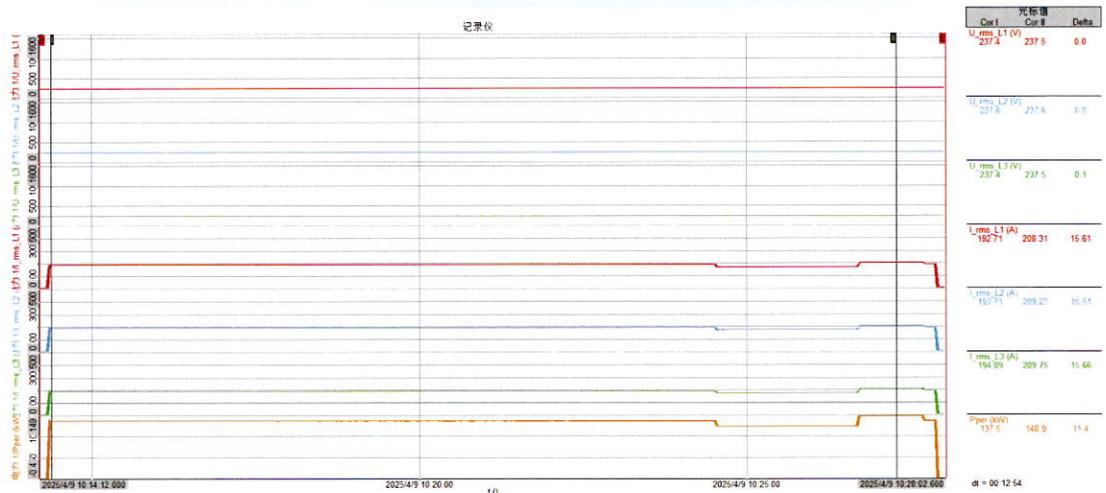


图 A.2 放电状态-过载能力

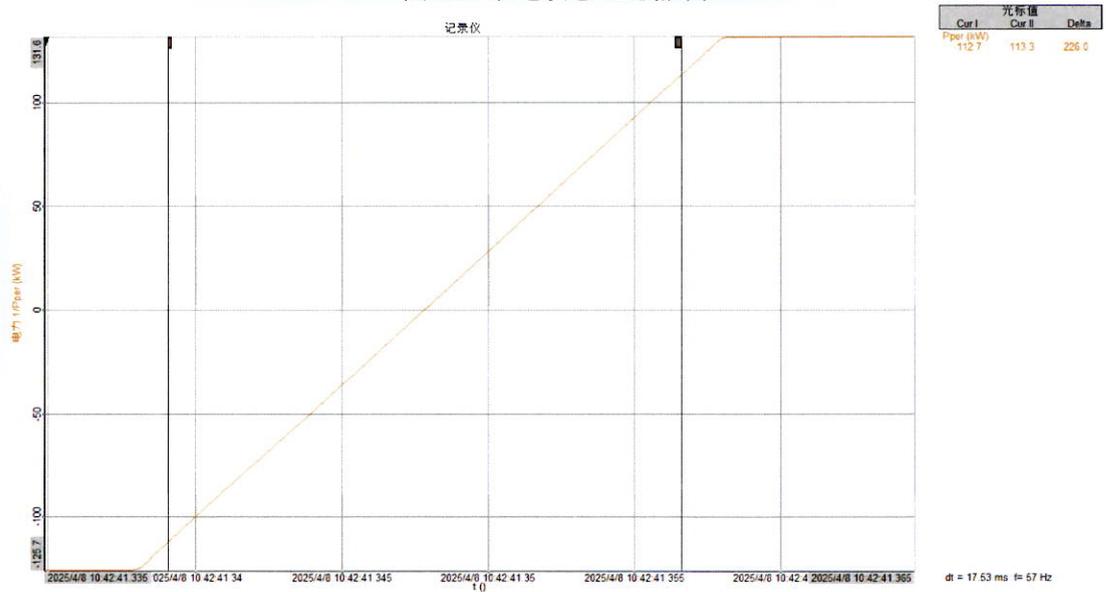


图 A.3 充电到放电转换时间

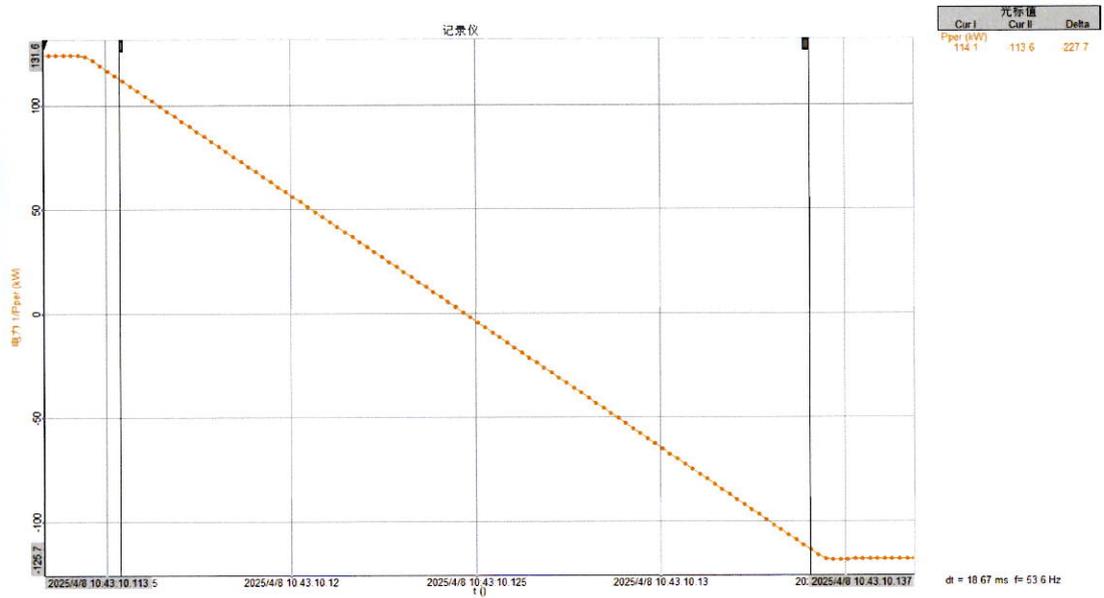


图 A.4 放电到充电转换时间

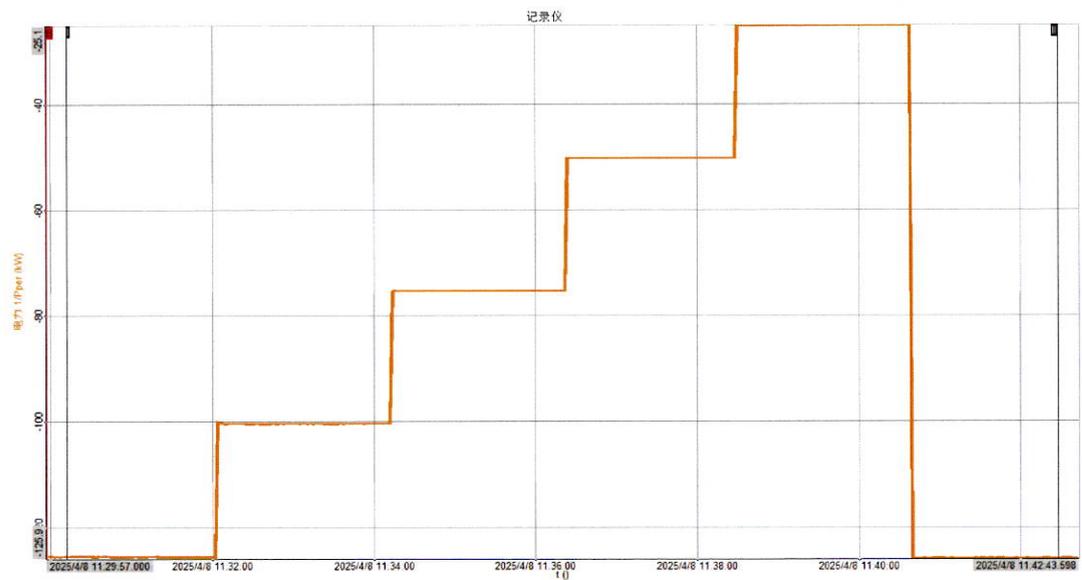


图 A.5 充电状态-有功功率控制

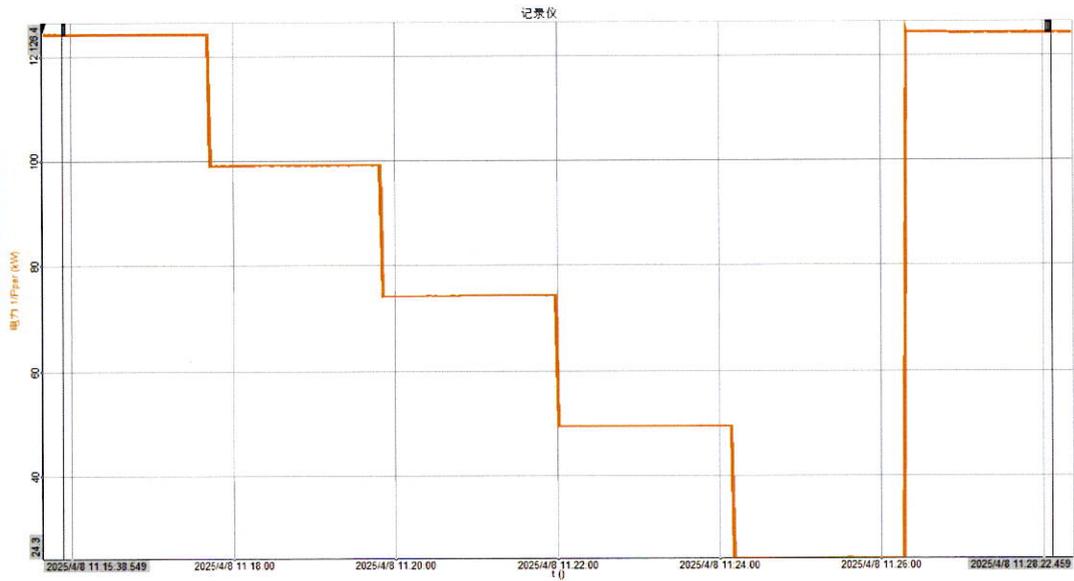


图 A.6 放电状态-有功功率控制

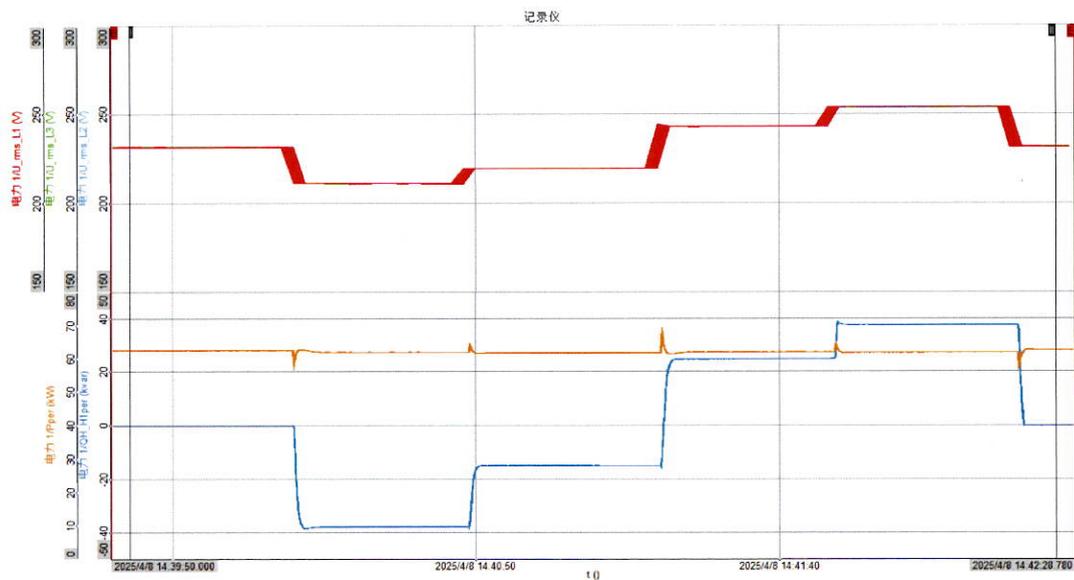


图 A.7 放电状态-电压/无功控制

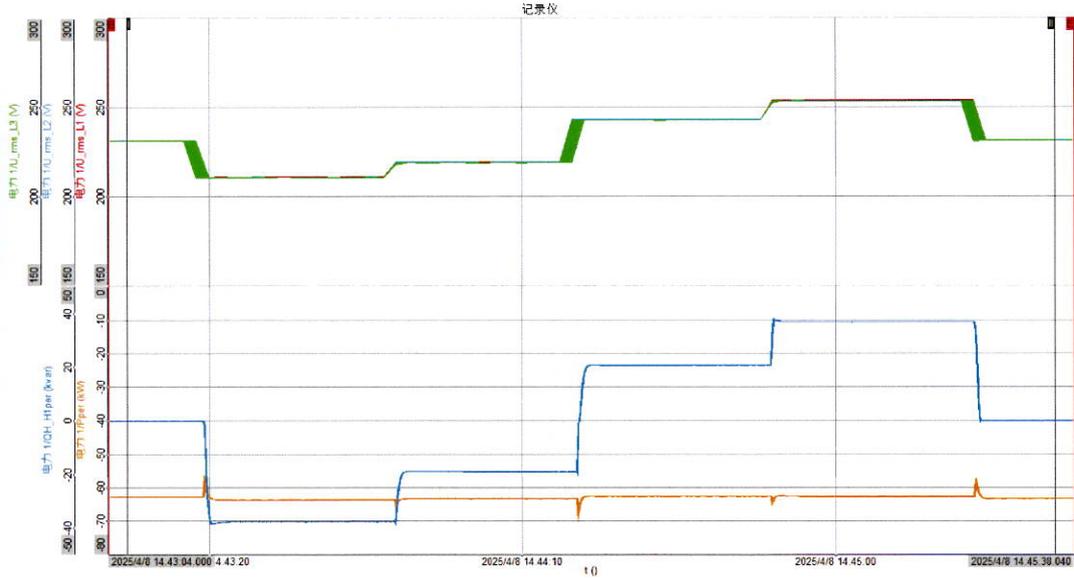


图 A.8 充电状态-电压/无功控制

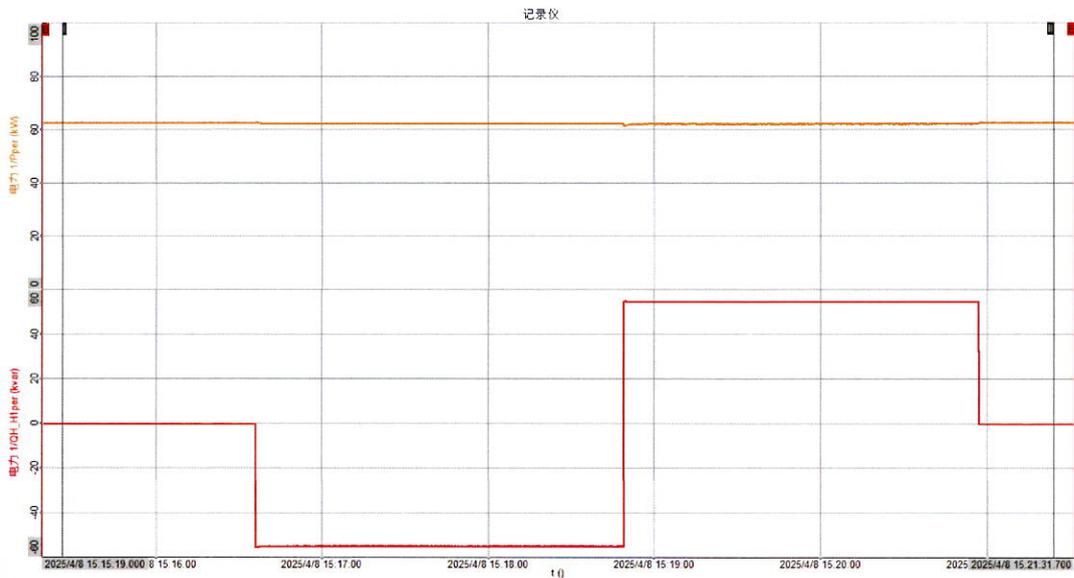


图 A.9 放电状态-恒无功功率控制

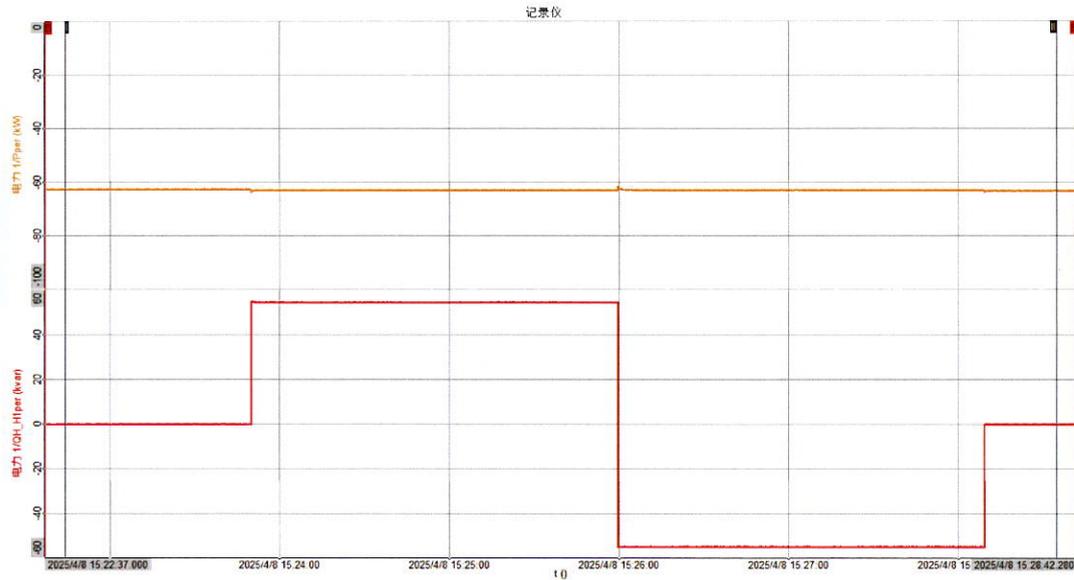


图 A.10 充电状态-恒无功功率控制

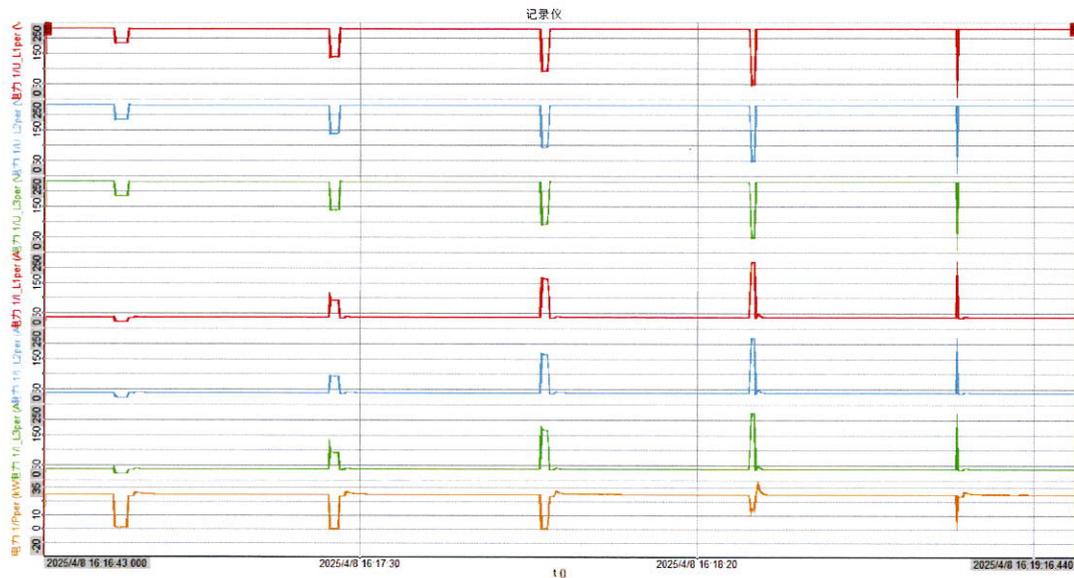


图 A.11 0.2P<sub>N</sub> 功率三相对称低电压穿越（放电状态）

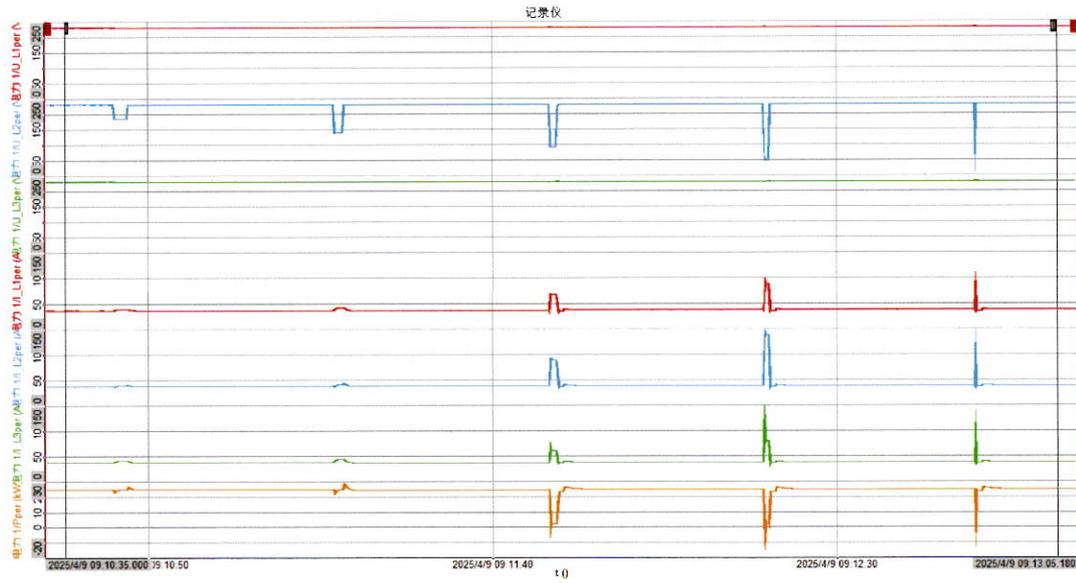


图 A.12 0.2P<sub>N</sub> 功率 B 相不对称低电压穿越 (放电状态)

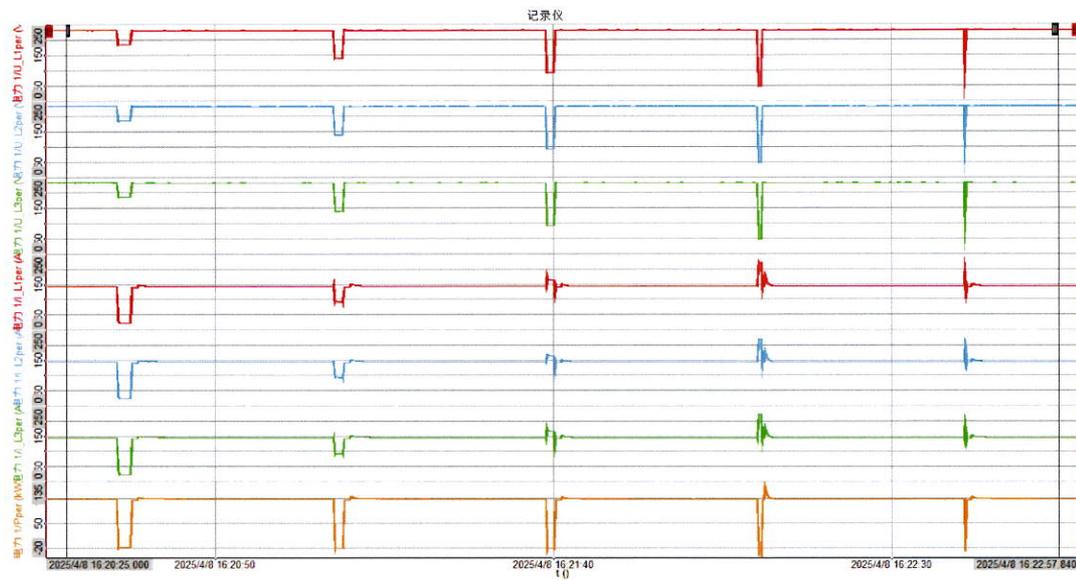
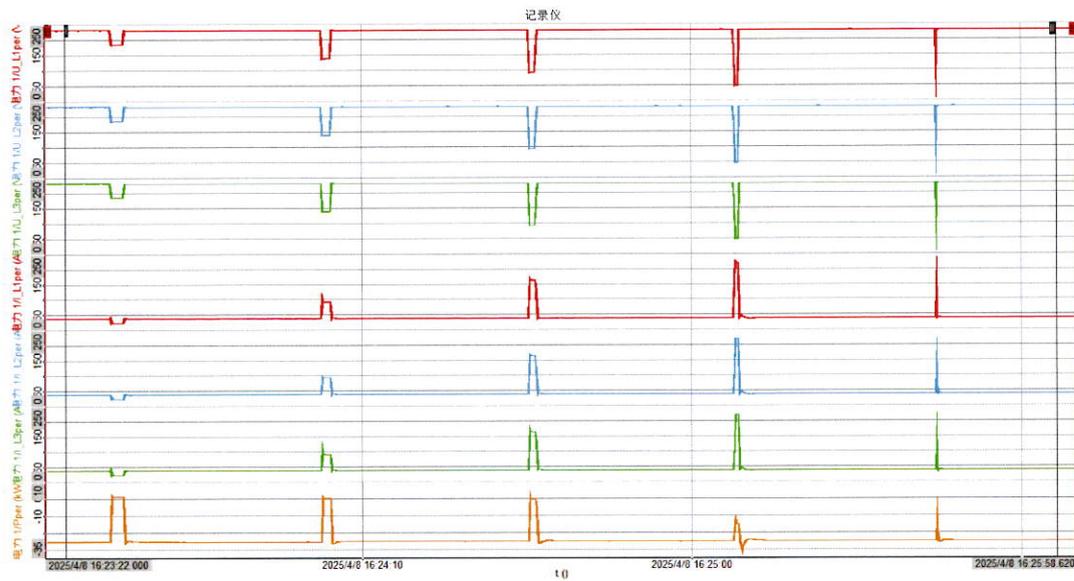
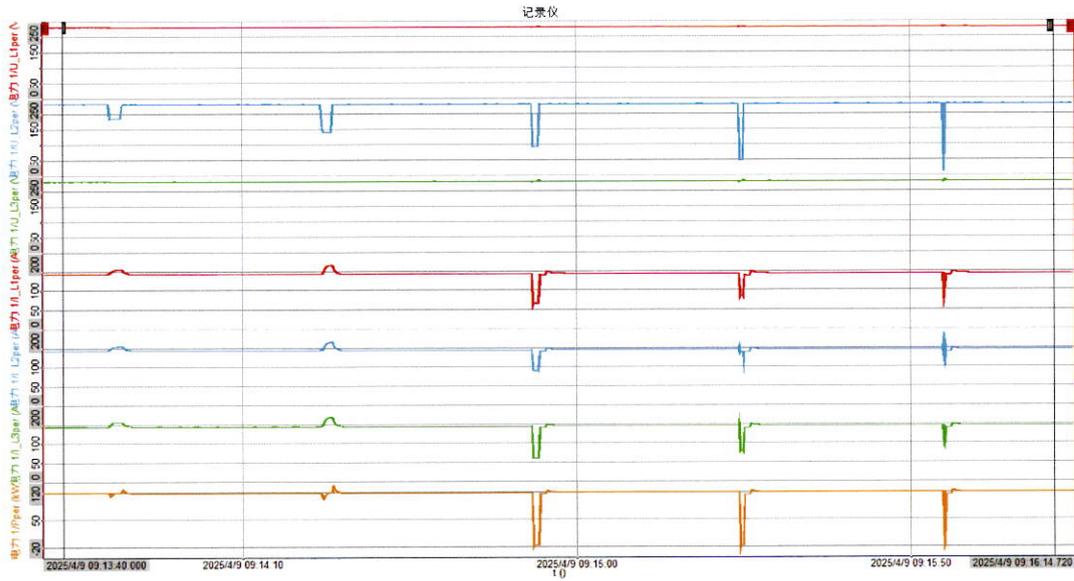


图 A.13 0.8P<sub>N</sub> 功率三相对称低电压穿越 (放电状态)





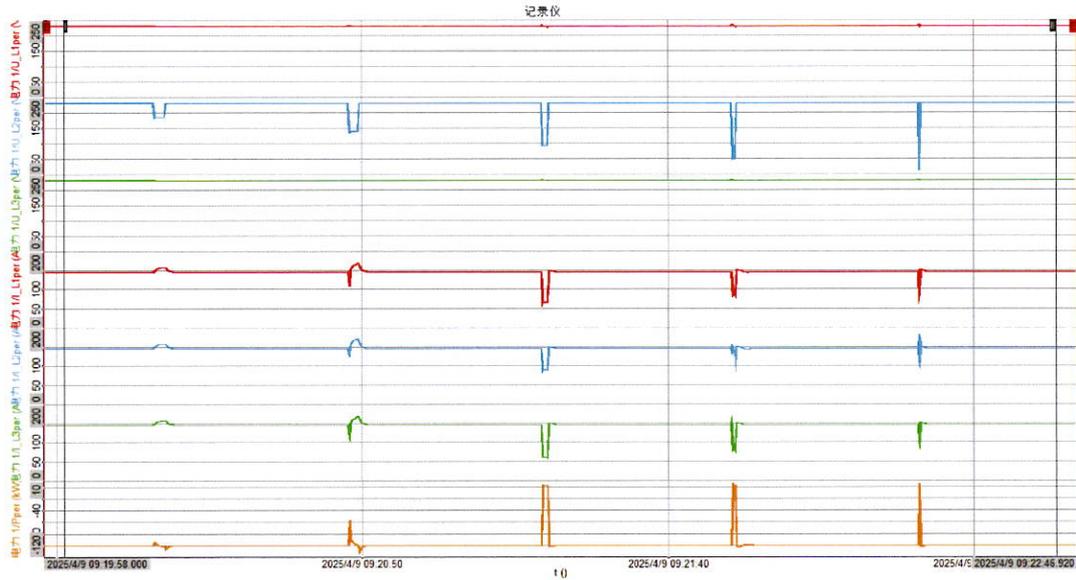


图 A.18 0.8P<sub>N</sub> 功率 B 相不对称低电压穿越 (充电状态)

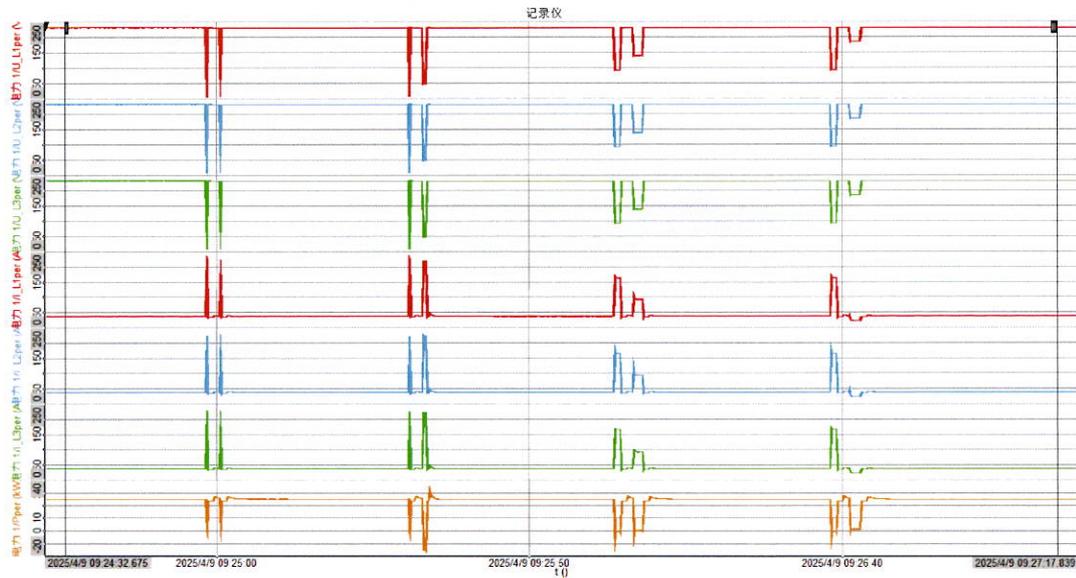
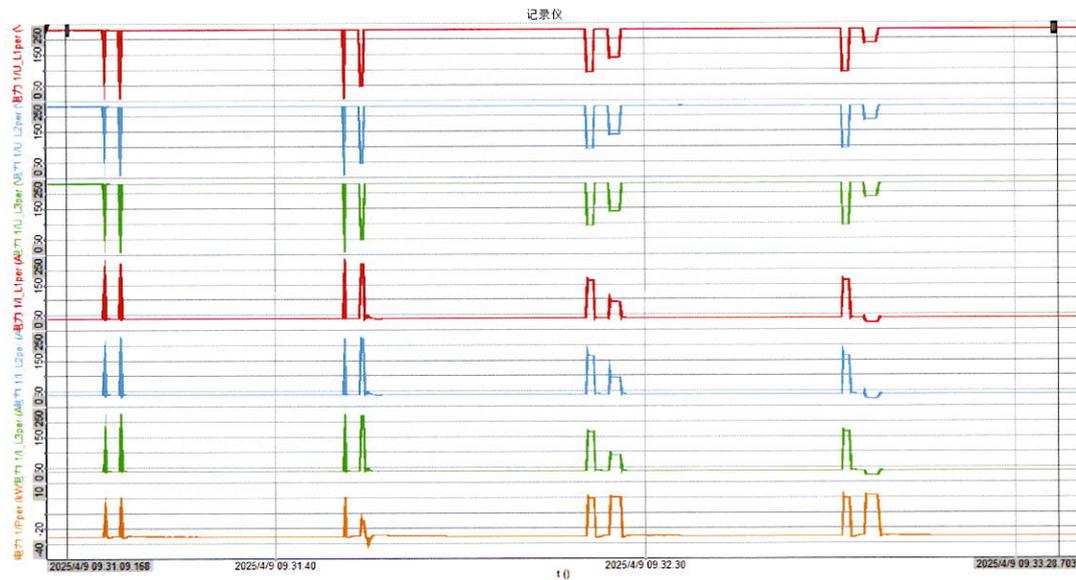
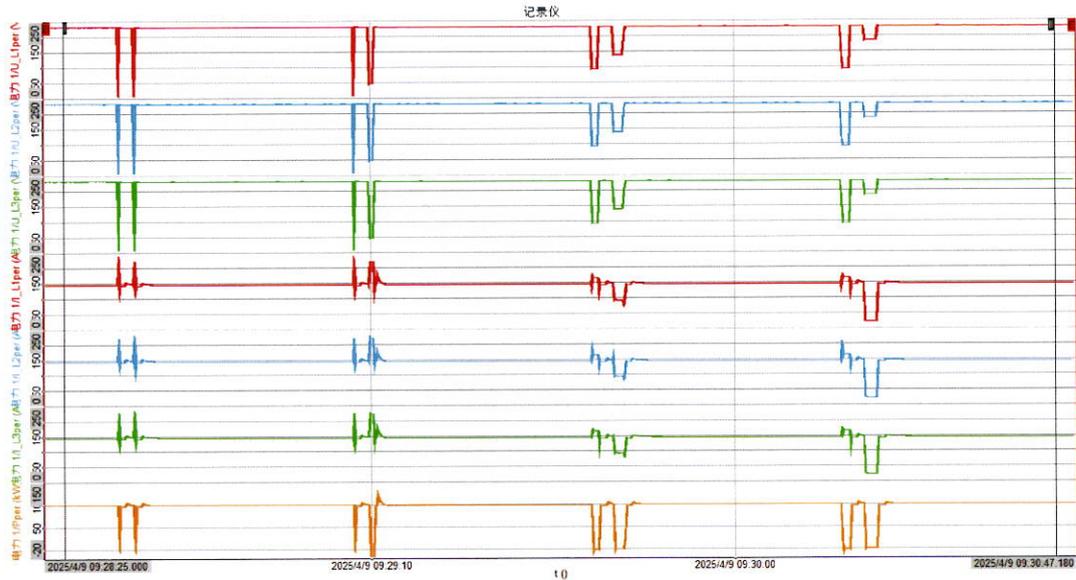


图 A.19 0.2P<sub>N</sub> 功率连续低电压穿越 (放电状态)



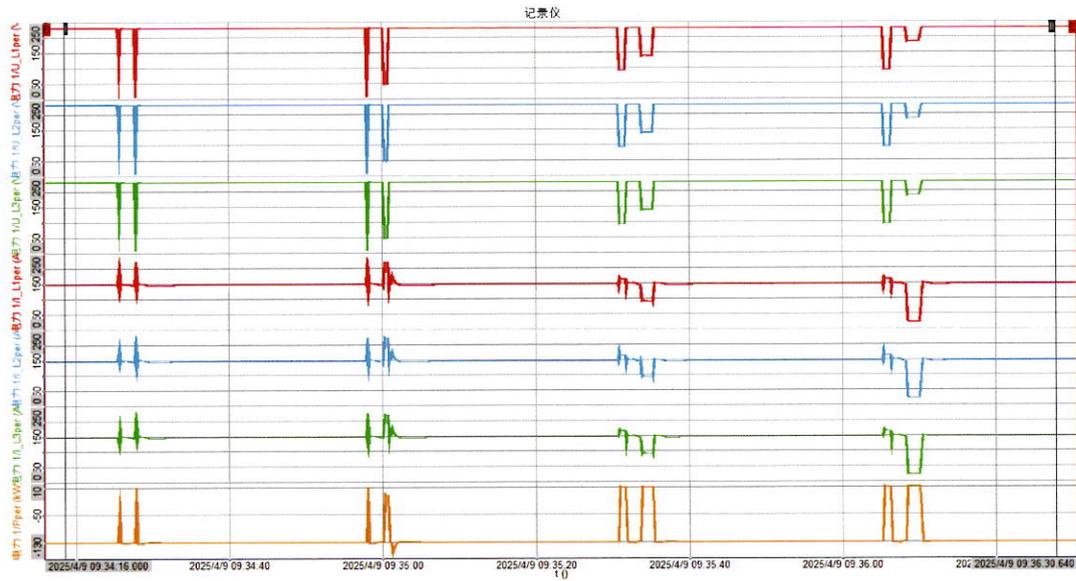


图 A.22 0.8P<sub>N</sub> 功率连续低电压穿越 (充电状态)

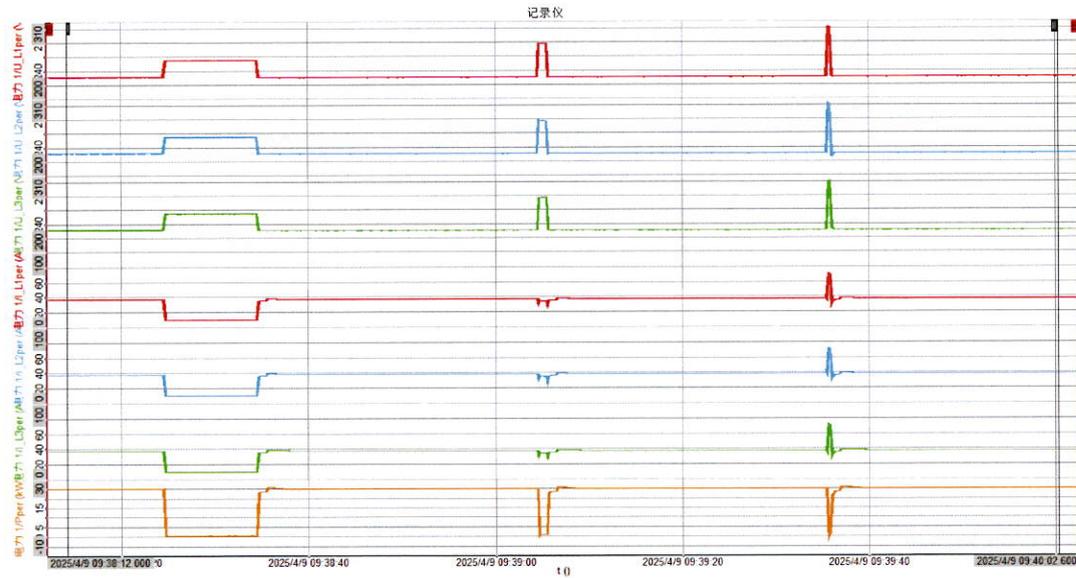
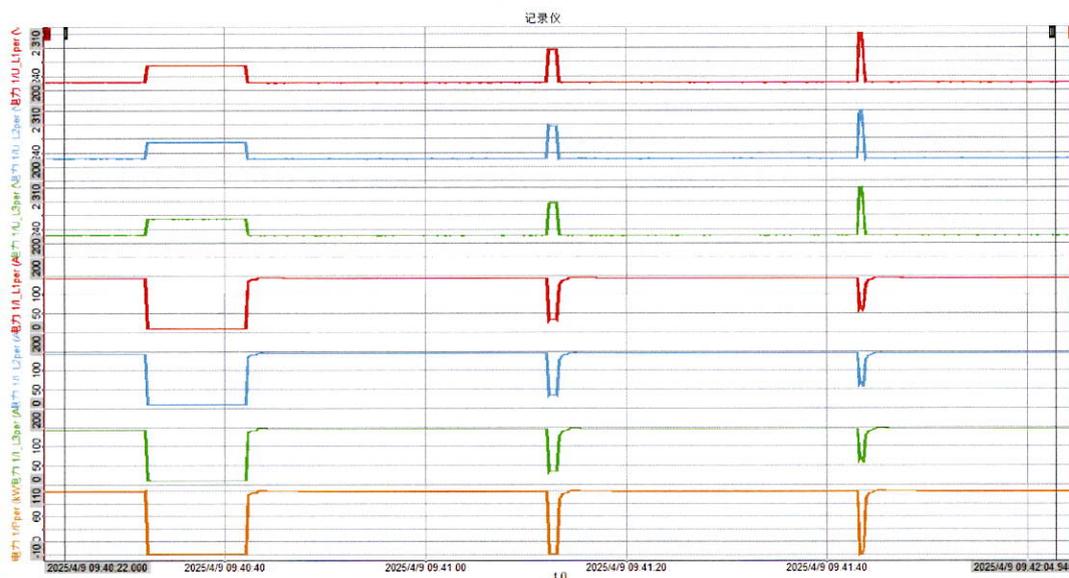
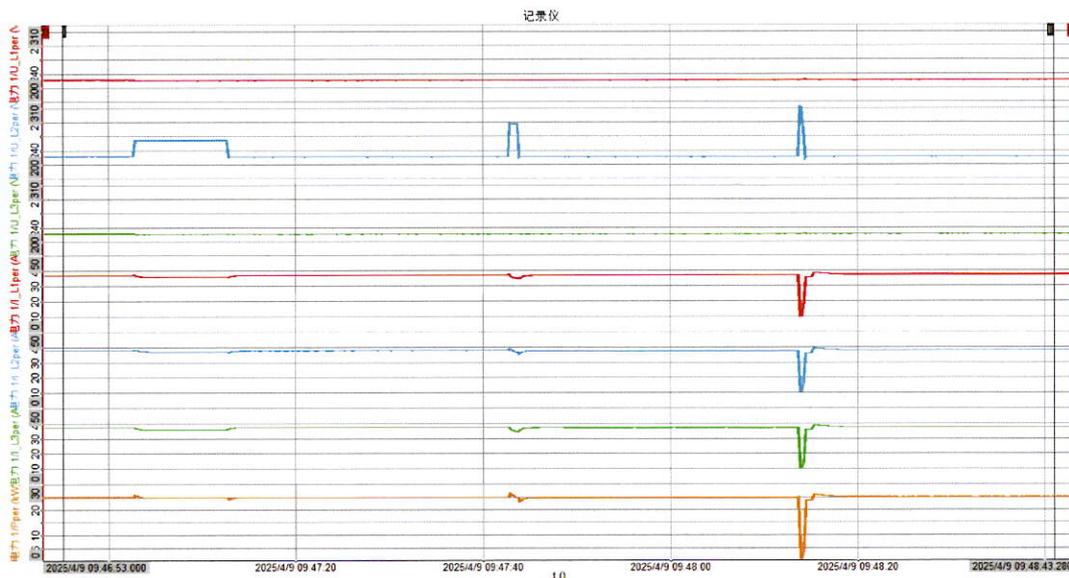


图 A.23 0.2P<sub>N</sub> 功率三相对称高电压穿越 (放电状态)



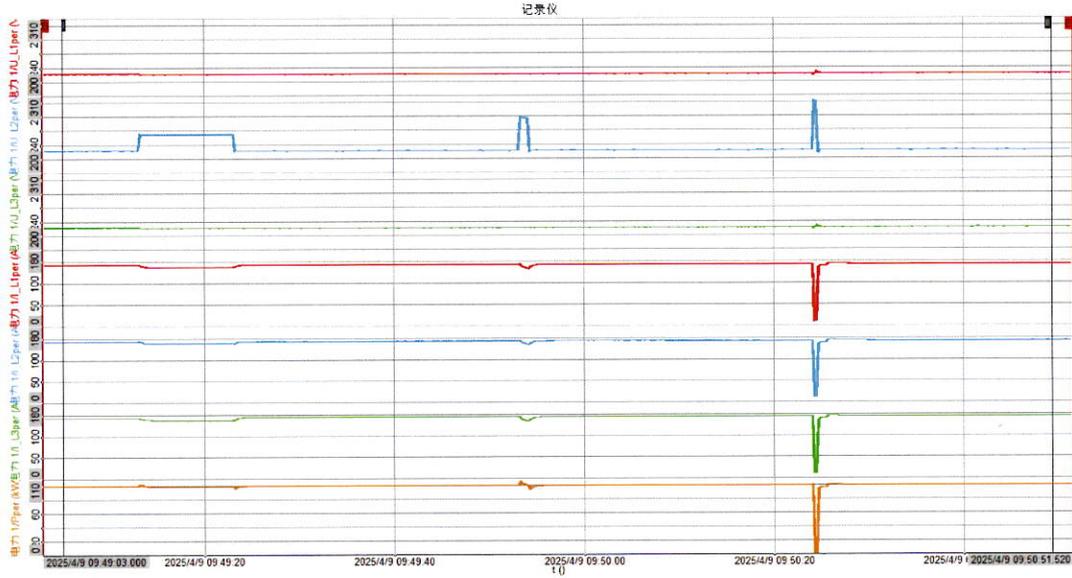


图 A.26 0.8P<sub>N</sub> 功率 B 相不对称高电压穿越 (放电状态)

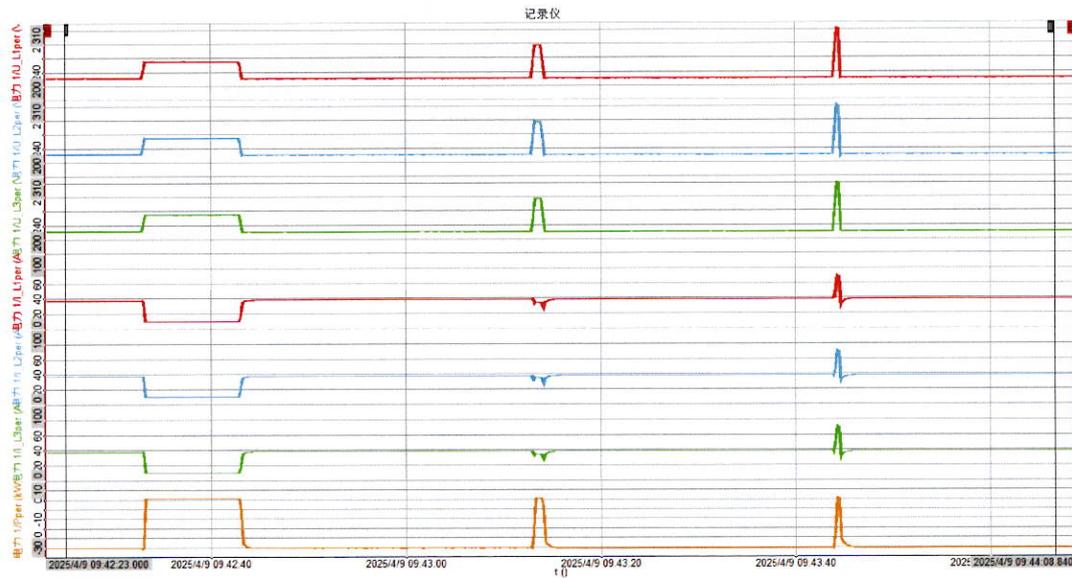
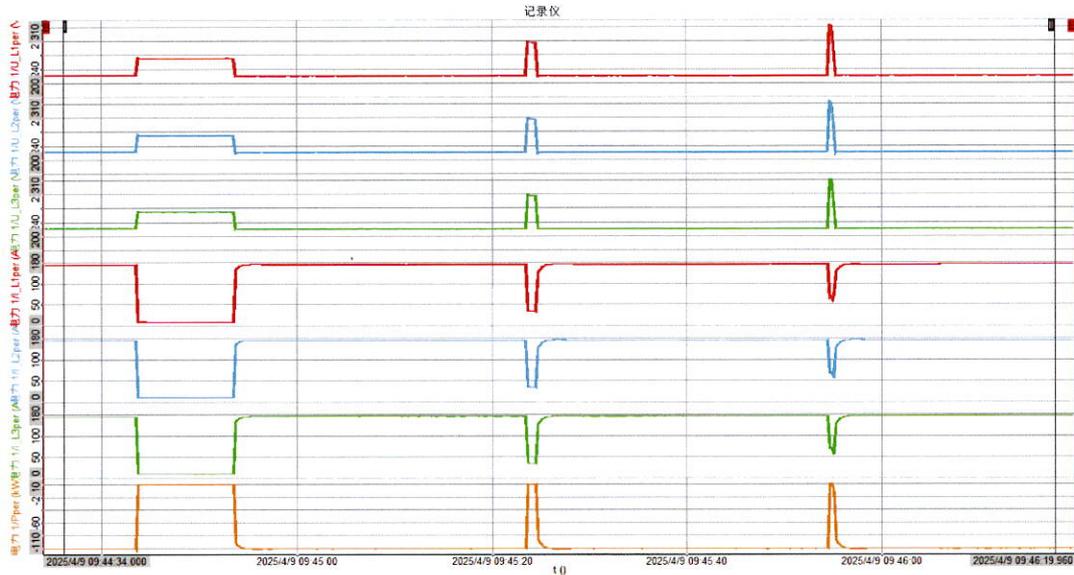
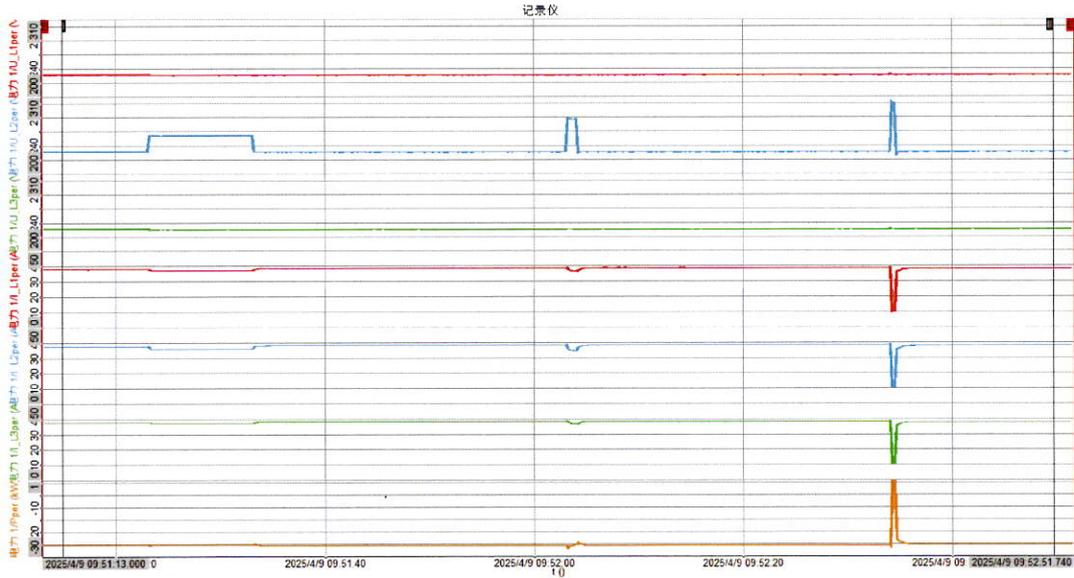


图 A.27 0.2P<sub>N</sub> 功率三相对称高电压穿越 (充电状态)



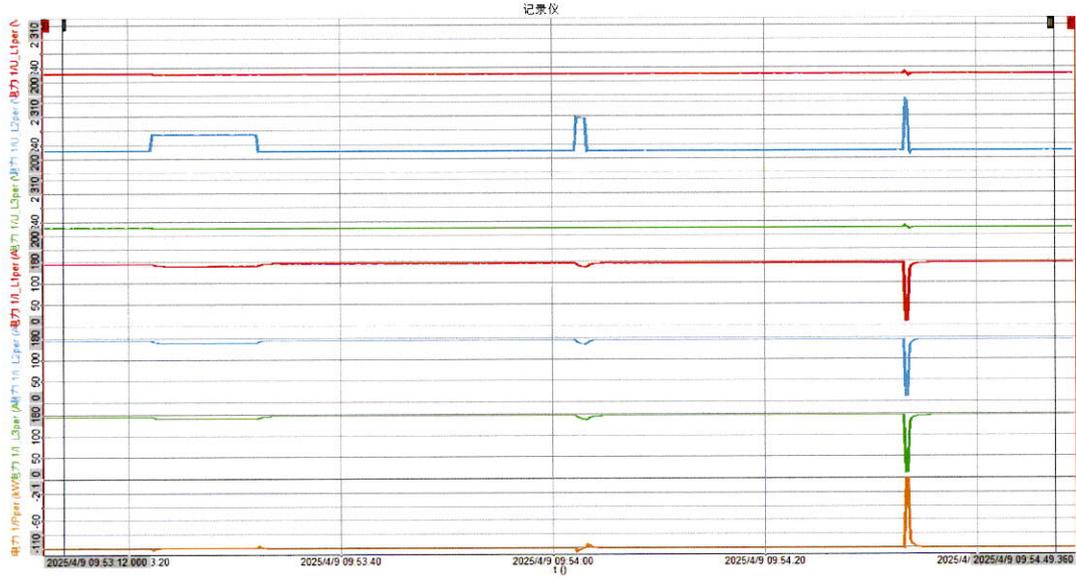


图 A.30 0.8P<sub>N</sub> 功率 B 相不对称高电压穿越 (充电状态)

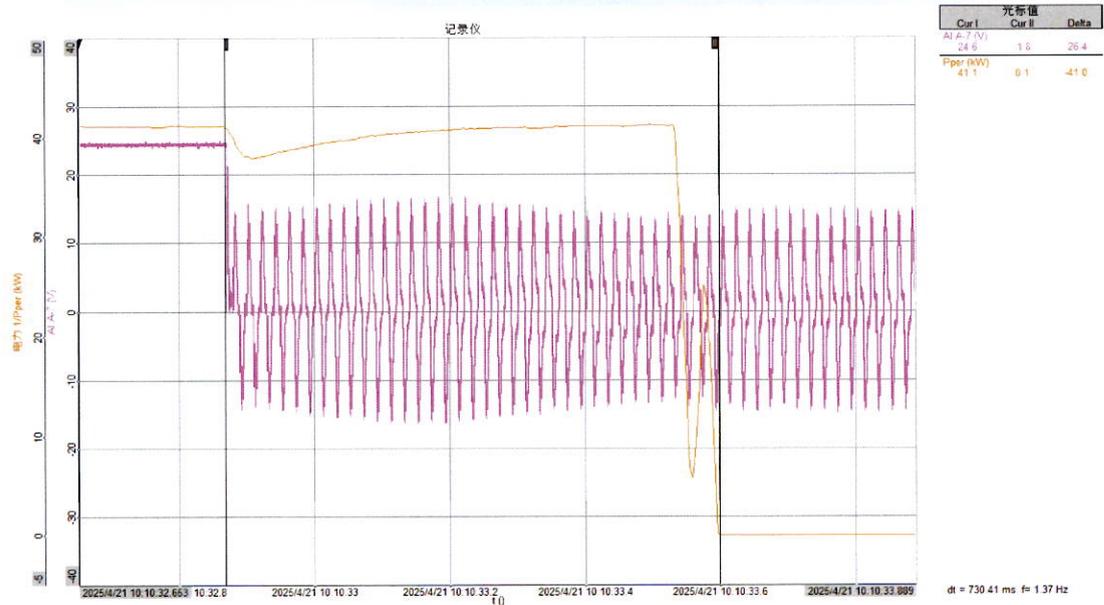


图 A.31 33%P<sub>N</sub>-非计划孤岛保护功能

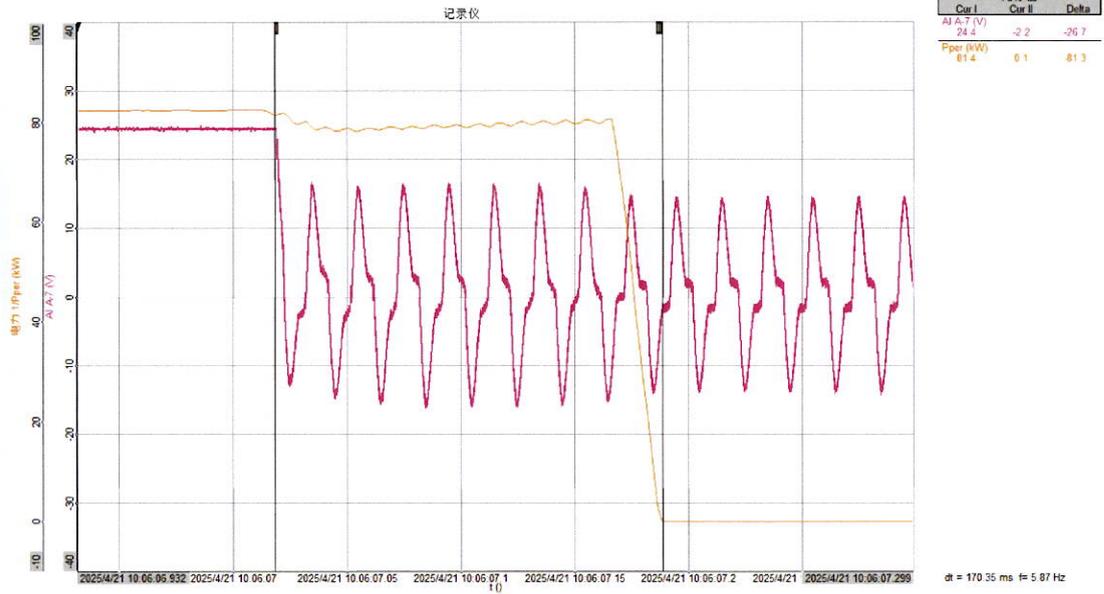


图 A.32 66%P<sub>N</sub>-非计划孤岛保护功能

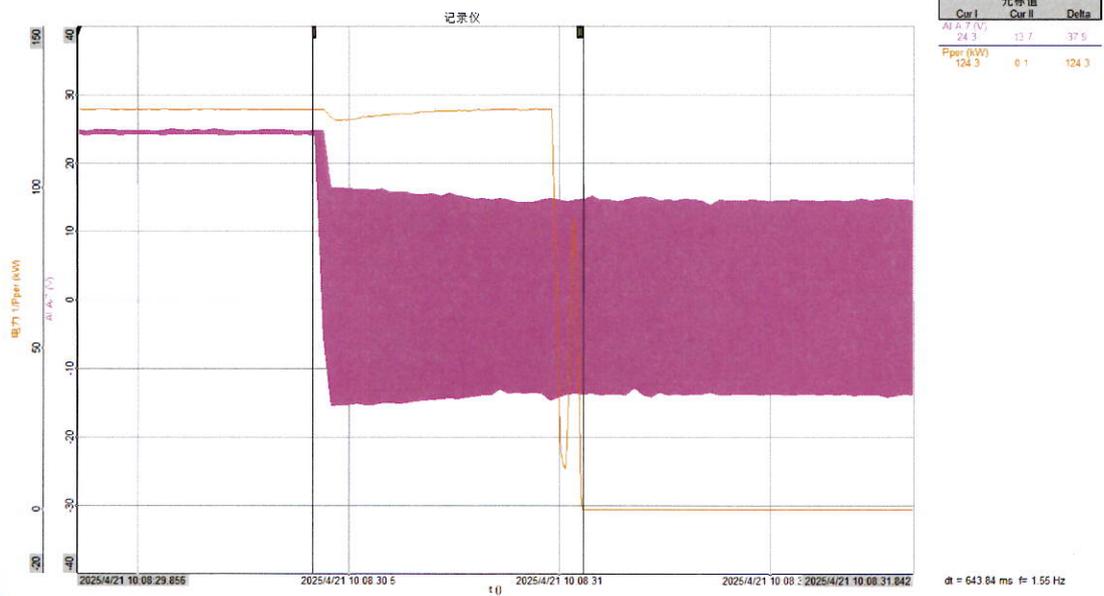


图 A.33 100%P<sub>N</sub>-非计划孤岛保护功能