



中华人民共和国国家标准

GB/T 36545—2023

代替 GB/T 36545—2018

移动式电化学储能系统技术规范

Technical specification of mobile electrochemical energy storage system

2023-12-28 发布

2024-07-01 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 2

4 分类和编码 3

5 正常工作条件 4

6 技术要求 4

7 试验方法..... 12

8 检验规则..... 30

9 标志、运输和贮存 33

附录 A（资料性） 移动式电化学储能系统结构 34

附录 B（规范性） 电气间隙和爬电距离 35

附录 C（资料性） 检验报告 39

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 36545—2018《移动式电化学储能系统技术要求》，与 GB/T 36545—2018 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了产品的“分类和编码”(见第4章)；
- b) 更改了“环境条件”中的海拔要求和增加了地面承载要求(见5.1, 2018年版的4.3.2.1)；
- c) 增加了“电化学储能系统的电池”“电池管理系统”“储能变流器”“监控系统”的一般要求(见6.1.1)；
- d) 更改了“安全标志”的要求(见6.1.2, 2018年版的4.3.10)；
- e) 增加了“启停机”“运行信息监测”“数据统计”和“数据显示与存储”的功能要求(见6.2.1, 6.2.8, 6.2.9, 6.2.10)；
- f) 增加了“保护”的要求，“禁充禁放保护、过温保护、过压欠压保护、过流保护、交流相序保护、通信故障保护、火灾报警与保护、温控系统故障保护”(见6.2.6)；
- g) 更改了“并网运行模式转换为离网运行模式”的切换时间要求(见6.3.2.1, 2018年版的5.5.1)；
- h) 增加了“离网运行模式转换为并网运行模式”的切换时间要求(见6.3.2.2)；
- i) 更改了“并网电能质量”的要求，增加了“谐波电压”“电压不平衡度”“电压偏差”的要求(见6.3.4, 2018年版的5.1)；
- j) 增加了“离网并联”的功能要求(见6.3.5)；
- k) 增加了“额定能量”的要求(见6.3.6)；
- l) 增加了“能量转换效率”的要求(见6.3.7)；
- m) 更改了“电磁兼容”的要求(见6.4, 2018年版的4.3.6)；
- n) 更改了“绝缘”的要求(见6.5.2, 2018年版的4.3.8)；
- o) 更改了“等电位连接与保护接地”的要求(见6.5.3, 2018年版的4.3.9)；
- p) 增加了“结构稳定性”的要求(见6.6.3)；
- q) 更改了“防振”的要求(见6.6.4, 2018年版的4.2.2)；
- r) 更改了“接口”的要求，增加了“直流充电接口”“具备远程监测无线通信接口”的要求(见6.7)；
- s) 增加了“车辆厢体及辅助系统”的要求(见6.8)；
- t) 增加了第7章“试验方法”(见第7章)；
- u) 更改了“检验规则”中试验项目表格的内容(见第8章, 2018版的第6章)；
- v) 增加了“附录B 电气间隙和爬电距离”的内容(见附录B)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国电力储能标准化技术委员会(SAC/TC 550)归口。

本文件起草单位：中国电力科学研究院有限公司、国网上海能源互联网研究院有限公司、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、国网浙江省电力有限公司、国网福建省电力有限公司、国网山东省电力公司电力科学研究院、广东产品质量监督检验研究院、龙岩市海德馨汽车有限公司。

本文件主要起草人：吴福保、陶以彬、杨波、王德顺、李官军、周晨、杨青斌、桑丙玉、余豪杰、范元亮、史明明、汪湘晋、何东升、李浩源、庄俊、刘维亮、李克成、冯鑫振、孙天奎、孙博、朱少杰、黄兴华、傅健、

薛金花、李崇、孙健、杨帆、屠晓栋、姬联涛、魏灵峰。

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 36545—2018；

——本次为第一次修订。

移动式电化学储能系统技术规范

1 范围

本文件规定了移动式电化学储能系统的基本功能、电气性能、电磁兼容、安全性能、外观及机械要求、接口、车辆厢体及辅助系统等技术要求,描述了相应的试验方法,规定了编码、正常工作环境、检验规则、标志、运输和贮存等要求。

本文件适用于以锂离子电池、铅炭电池、液流电池为电能存储介质,三相交流端口电压等级为 10 kV 及以下的移动式电化学储能系统的设计、制造、试验、检测、运行、维护和检修,其他电压等级的移动式电化学储能系统可参照执行。

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 1413 系列 1 集装箱 分类、尺寸和额定质量
- GB 1589 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值
- GB/T 2423.3 环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Cab:恒定湿热试验
- GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Db:交变湿热(12 h+12 h 循环)
- GB/T 2424.6 环境试验 第 3 部分:支持文件及导则 温度/湿度试验箱性能确认
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)
- GB 4824 工业、科学和医疗设备 射频骚扰特性 限值和测量方法
- GB/T 5273 高压电器端子尺寸标准化
- GB/T 5338.1 系列 1 集装箱 技术要求和试验方法 第 1 部分:通用集装箱
- GB 7258 机动车运行安全技术条件
- GB/T 11918.1 工业用插头插座和耦合器 第 1 部分:通用要求
- 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 16806 消防联动控制系统
- GB/T 16935.1 低压系统内设备的绝缘配合 第 1 部分:原理、要求和试验
- GB/T 17382 系列 1 集装箱 装卸和栓固
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

- GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
- GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 19582.3 基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范 第 3 部分:Modbus 协议在 TCP/IP 上的实现指南
- GB/T 20136 内燃机电站通用试验方法
- GB/T 20234.3 电动汽车传导充电用连接装置 第 3 部分:直流充电接口
- GB/T 20626.1 特殊环境条件 高原电工电子产品 第 1 部分:通用技术要求
- GB/T 20840.2 互感器 第 2 部分:电流互感器的补充技术要求
- GB/T 20840.3 互感器 第 3 部分:电磁式电压互感器的补充技术要求
- 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规范
- GB/T 34131 电力储能用电池管理系统
- GB/T 36548 电化学储能系统接入电网测试规范
- GB/T 36558 电力系统电化学储能系统通用技术条件
- GB/T 36572 电力监控系统网络安全防护导则
- GB/T 42715 移动式储能电站通用规范
- GB/T 42726 电化学储能电站监控系统技术规范
- GB/T 43526 用户侧电化学储能系统接入配电网技术规定
- GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
- DL/T 448 电能计量装置技术管理规程
- DL/T 634.5104 远动设备及系统 第 5-104 部分:传输规约 采用标准传输协议集的 IEC 60870-5-101 网络访问
- DL/T 860(所有部分) 电力自动化通信网络和系统
- DL/T 2528 电力储能基本术语
- QC/T 252 专用汽车定型试验规程
- QC/T 911 电源车

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

移动式电化学储能系统 **mobile electrochemical energy storage system; MEESS**

预装的以电化学电池作为电能存储设备,通过储能变流器进行可循环电能存储、释放的具备可移动特性的系统。

注:一般包含电化学电池、电池管理系统、储能变流器、监控系统、箱体及相关辅助系统等。

3.2

分离型移动式电化学储能系统 **independent MEESS**

箱体与机动车辆分离的移动式电化学储能系统。

3.3

一体型移动式电化学储能系统 **onboard MEESS**

箱体不与机动车辆分离的移动式电化学储能系统。

3.4

并网型移动式电化学储能系统 **on-grid mode MEESS**

与电网通过交流端口正常连接,并能够与电网进行能量交换的移动式电化学储能系统。

3.5

离网型移动式电化学储能系统 off-grid mode MEES

独立自主建立电压和频率,并与负载和其他设备进行能量供给或交换的移动式电化学储能系统。

3.6

并离网型移动式电化学储能系统 on-grid and off-grid switching MEES

具备并网运行、离网运行及并离网切换功能的移动式电化学储能系统。

4 分类和编码

4.1 系统分类

4.1.1 按与电网的连接关系

移动式电化学储能系统按与电网的连接关系可分为:

- 并网型;
- 离网型;
- 并离网型。

4.1.2 按接口电压等级

移动式电化学储能系统接口电压等级可分为:

0.38 kV、0.66 kV、1 kV、6 kV、10 kV。

4.1.3 按结构关系

移动式电化学储能系统按结构关系可分为分离型和一体型,系统结构见附录 A。

4.1.4 按额定功率

移动式电化学储能系统额定充电或放电功率宜采用以下系列:

30 kW、50 kW、100 kW、200 kW、250 kW、500 kW、630 kW、750 kW、1 000 kW、1 500 kW、2 000 kW。

4.2 产品编码

移动式电化学储能系统的编码定义见图 1。

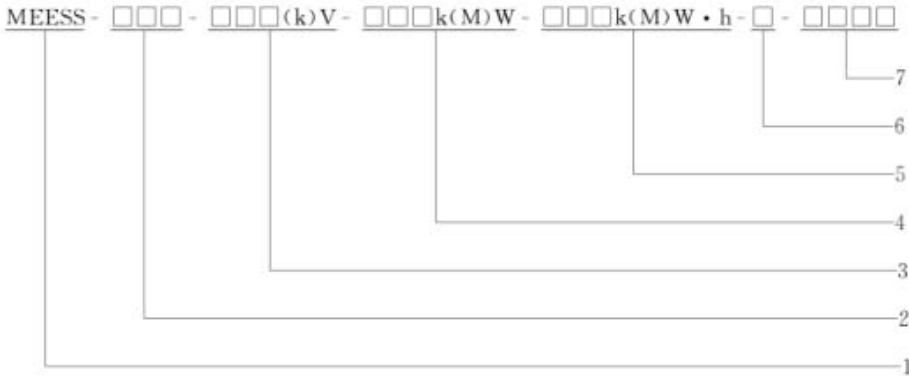


图 1 移动式电化学储能系统编码规则

标引序号说明：

- 1——移动式电化学储能系统。用“MEESS”5 位字母表示。
- 2——与电网连接关系。用最多 3 位字母表示,其中:N 表示并网型移动式电化学储能系统,F 表示离网型移动式电化学储能系统,NAF 表示并离网型移动式电化学储能系统。
- 3——交流额定电压。交流端口额定电压,用最多 3 位数字表示,单位为“V”或“kV”。
- 4——额定功率。用最多 3 位数字表示,单位为“kW”或“MW”。
- 5——额定能量。用最多 3 位数字表示,单位为“kW·h”或“MW·h”。
- 6——结构关系。用 1 位字母表示,其中:I 表示分离型移动式电化学储能系统,O 表示一体型移动式电化学储能系统。
- 7——产品其他信息。产品其他标志信息,用 4 位数字和字母的组合表示。

示例 1:

移动式电化学储能系统,并网型,交流额定电压 380 V,额定功率 50 kW,额定能量 100 kW·h,结构关系为分离型移动式电化学储能系统。标志为:MEESS-N-380V-50kW-100kW·h-I-××××。

示例 2:

移动式电化学储能系统,并离网型,交流额定电压 1 kV,额定功率 200 kW,额定能量 400 kW·h,结构关系为一体型移动式电化学储能系统。标志为:MEESS-NAF-1kV-200kW-400kW·h-O-××××。

图 1 移动式电化学储能系统编码规则(续)

5 正常工作条件

5.1 环境条件

移动式电化学储能系统在下列环境条件下应正常工作:

- a) 环境温度: $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: $\leq 95\%$, 无凝露;
- c) 海拔高度不大于 2 000 m, 对应用于 2 000 m 以上高海拔条件的移动式电化学储能系统符合 GB/T 20626.1 的相关规定;
- d) 停放地点地面的承重能力满足需求;
- e) 地面无严重倾斜,纵向(前后)水平倾斜不大于 6° ,横向(左右)水平倾斜度不大于 5° 。

5.2 并网运行电气条件

移动式电化学储能系统在下列电网条件下应正常工作:

- a) 谐波电压的限值符合 GB/T 14549 的规定;
- b) 间谐波电压的限值符合 GB/T 24337 的规定;
- c) 电网电压偏差的限值符合 GB/T 42715 的规定;
- d) 电压波动和闪变的限值符合 GB/T 12326 的规定;
- e) 三相电压不平衡度的限值符合 GB/T 15543 的规定;
- f) 电网频率偏差的限值符合 GB/T 15945 的规定。

6 技术要求

6.1 一般要求

6.1.1 移动式电化学储能系统的电池、电池管理系统、储能变流器及监控系统应符合 GB/T 36558、GB/T 34131、GB/T 34120 和 GB/T 42726 的规定。

6.1.2 移动式电化学储能系统的安全标志应至少包含当心触电、当心火灾、当心中毒、未经许可不得入内、禁止烟火、注意通风、必须戴安全帽等,安全标志牌的要求应符合 GB 2894 的规定。

6.1.3 移动式电化学储能系统的通信网络安全防护应符合 GB/T 36572 的规定。

6.2 基本功能

6.2.1 启停机

移动式电化学储能系统应具备启停机功能,该功能应满足以下要求:

- a) 移动式电化学储能系统具备启停机控制功能,能够根据控制开关或指令实现系统的启机和停机;
- b) 移动式电化学储能系统具备急停功能,能够在紧急情况下通过急停按钮控制停机。

6.2.2 自启动

移动式电化学储能系统应具备自启动功能,能够在无外接电源情况下正常运行。

6.2.3 并离网切换

并离网型移动式电化学储能系统应具备并离网切换功能,能够按照设定条件由并网运行模式转入离网运行模式,并建立频率和幅值稳定的交流电压,能够按照上级指令由离网运行模式转入并网运行模式,并满足功率指令要求。

6.2.4 离网并联

移动式电化学储能系统宜具备离网并联运行功能。

6.2.5 功率控制

移动式电化学储能系统应具备有功功率控制、无功功率控制和功率因数调节功能,能够根据控制模式或接收的功率控制指令,实现有功功率和无功功率的连续平滑调节。

6.2.6 报警和保护

移动式电化学储能系统应具备异常和故障的报警和保护功能,该功能应满足以下要求:

- a) 移动式电化学储能系统具备报警功能,报警信息包括报警名称、报警内容、报警时间及确认状态,按照时间顺序排列,触发事故报警能推送画面和声音报警;
- b) 移动式电化学储能系统具备过压、过流、过温、消防、通信中断等报警功能以及报警信息历史查询功能;
- c) 移动式电化学储能系统至少具备禁充禁放保护、过温保护、过压欠压保护、过流保护、交流相序保护、通信故障保护、火灾报警与保护、温控系统故障保护等保护功能。

6.2.7 通信

并网型和并离网型移动式电化学储能系统宜具备与电力调度机构通信的功能。

6.2.8 运行信息监测

移动式电化学储能系统应能够实时监测以下运行信息:

- a) 电化学电池的电压、电流、能量状态、温度等信息,以及开关状态、报警信号等信息;

- b) 储能变流器的电压、电流、温度等信息,以及开关状态、报警信号等信息;
- c) 电网的电压、电流、相位、频率、有功功率、无功功率、功率因数、上网电量、下网电量等信息;
- d) 温控系统的温度、开关状态和报警信号等信息;
- e) 火灾报警系统的烟感温感、可燃气体探测的状态信息,以及报警信号等信息。

6.2.9 数据统计

移动式电化学储能系统应具备异常和故障信息统计功能,宜具备充电能量和放电能量统计功能。

6.2.10 数据显示和存储

移动式电化学储能系统应具备数据显示功能,能够存储系统运行状态、事件记录等信息,本地存储应不少于 180 d 的数据信息。

6.2.11 电能计量

移动式电化学储能系统宜在交流端口配置双向电能计量装置,装置配置和技术要求应符合 DL/T 448 的规定。

6.3 电气性能

6.3.1 过载能力

移动式电化学储能系统在 110% 的额定充电功率或额定放电功率下,持续运行时间应不少于 10 min,在 120% 的额定充电功率或额定放电功率下,持续运行时间应不小于 1 min。

6.3.2 并离网切换时间

6.3.2.1 并网转离网

移动式电化学储能系统由并网运行模式转换为离网运行模式的切换时间应不大于 20 ms。

6.3.2.2 离网转并网

移动式电化学储能系统应在满足同期条件后,由离网模式转换为并网运行模式,切换时间宜不超过 200 ms。

6.3.3 功率控制

移动式电化学储能系统应具备有功、无功和功率因数控制功能,控制性能应符合 GB/T 43526 的规定。

6.3.4 电能质量

6.3.4.1 谐波电流

移动式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 $5\%I_N$,各次谐波限值应满足表 1 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。

表 1 谐波电流限值

奇次谐波次数	谐波限值	偶次谐波次数	谐波限值
3 rd ~9 th	4% I_N	2 nd ~10 th	1% I_N
11 th ~15 th	2% I_N	12 th ~16 th	0.5% I_N
17 th ~21 st	1.5% I_N	18 th ~22 th	0.375% I_N
23 th ~33 th	0.6% I_N	24 th ~34 th	0.15% I_N
35 th ~49 th	0.3% I_N	36 th 以上	0.075% I_N
注： I_N 为移动式电化学储能系统交流端口额定电流。			

6.3.4.2 谐波电压

6.3.4.2.1 移动式电化学储能系统在并网运行时,交流端口的电压总谐波畸变率应符合 GB/T 14549 的规定,间谐波电压应符合 GB/T 24337 的规定。

6.3.4.2.2 移动式电化学储能系统在离网运行时,在空载和额定平衡阻性负载条件下,交流端口的电压总谐波畸变率应不超过 3%。

6.3.4.3 直流分量

移动式电化学储能系统在并网运行时,在额定功率条件下,交流端口电流中的直流电流分量应不超过交流端口额定电流的 0.5%。

6.3.4.4 电压偏差

6.3.4.4.1 移动式电化学储能系统在并网运行时,交流端口的电压偏差应符合 GB/T 12325 的规定。

6.3.4.4.2 移动式电化学储能系统在离网运行时,在空载和额定平衡阻性负载条件下,交流端口的电压偏差应不超过额定电压的±5%,相位偏差应小于 3°。

6.3.4.5 电压不平衡度

6.3.4.5.1 移动式电化学储能系统在并网运行时,交流端口的电压不平衡度应符合 GB/T 15543 的规定。

6.3.4.5.2 移动式电化学储能系统在离网运行时,在空载和额定平衡阻性负载条件下,交流端口的电压不平衡度应小于 2%,短时不应超过 4%。

6.3.4.6 电压波动和闪变

移动式电化学储能系统在并网运行时,交流端口的电压波动和闪变应符合 GB/T 12326 的规定。

6.3.4.7 动态电压瞬变

移动式电化学储能系统在离网运行时,在阻性负载条件下,当负载从 20%上升至 100%或从 100%下降至 20%时,移动式电化学储能系统输出电压有效值在 100 ms 内与额定电压值的偏差应不大于±30%额定电压,100 ms 后与额定电压值的偏差应不大于±10%额定电压。

6.3.5 离网并联

移动式电化学储能系统离网并联运行时,电能质量应满足 6.3.4 中的离网运行电能质量要求。

6.3.6 额定能量

在正常工作条件下,移动式电化学储能系统输出的能量应不低于标称的额定能量。

6.3.7 能量转换效率

在环境温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、海拔高度不超过 $1\ 000\text{ m}$ 、相对湿度不超过 95% (无凝露)的条件下,移动式电化学储能系统的能量转换效率应不低于 85% 。

6.3.8 噪声

在机动车辆熄火的情况下,移动式电化学储能系统以额定充电功率及额定放电功率运行时,沿箱体径向方向两侧和箱体后侧 1 m 、距地面 1.6 m 处的 A 计权声压级噪声应不大于 65 dB ;沿箱体径向方向两侧和箱体后侧 7 m 、距地面 1.6 m 处的 A 计权声压级噪声应不大于 60 dB 。

6.4 电磁兼容

移动式电化学储能系统的电磁兼容性能应满足表 2 的要求。

表 2 电磁兼容性能要求

序号	试验项目	符合标准	试验级别	性能判据
1	静电放电抗扰度	GB/T 17626.2	3 级	B
2	射频电磁场辐射抗扰度	GB/T 17626.3	3 级	A
3	电快速瞬变脉冲群抗扰度	GB/T 17626.4	3 级	B
4	浪涌(冲击)抗扰度	GB/T 17626.5	差模等级 2 级 共模等级 3 级	B
5	射频场感应的传导骚扰抗扰度	GB/T 17626.6	3 级	A
6	工频磁场抗扰度	GB/T 17626.8	4 级	A

6.5 安全性能

6.5.1 电气间隙和爬电距离

6.5.1.1 电气间隙

移动式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、基本绝缘或附加绝缘的最小电气间隙应满足附录 B 中表 B.2 的要求。海拔 $2\ 000\text{ m}$ 和以上使用的移动式电化学储能系统,电气间隙应根据表 B.3 的修正因子进行修正。

加强绝缘的电气间隙应根据基本绝缘更高一级的冲击耐受电压、1.6 倍的暂时过电压、1.6 倍的工作电压三者中最严酷的工况确定。

6.5.1.2 爬电距离

移动式电化学储能系统爬电距离应满足以下要求:

- a) 功能绝缘、基本绝缘和附加绝缘的爬电距离符合表 B.4 的要求,加强绝缘的爬电距离为表 B.4 查出的基本绝缘对应爬电距离的两倍;

- b) 当根据表 B.4 确定的爬电距离小于根据表 B.2 确定的电气间隙时,此时爬电距离按照表 B.2 确定的电气间隙执行。

6.5.2 绝缘

6.5.2.1 绝缘电阻

移动式电化学储能系统各独立电路与外露的可导电部分之间,以及与各独立电路之间,应能承受绝缘电阻试验设备施加按照表 3 规定的直流电压持续 1 min,绝缘电阻值应符合以下要求:

- a) 1 kV 及以下电压等级不小于 1 MΩ;
b) 1 kV 以上电压等级不小于 1 000 Ω/V。

表 3 绝缘电阻试验电压等级

单位为伏

额定绝缘电压等级 U_i (交流有效值/直流)	绝缘电阻试验电压
$U_i \leq 60$	250
$60 < U_i \leq 250$	500
$250 < U_i \leq 1\,000$	1\,000
$U_i > 1\,000$	2\,500
注: U_i 为被测电路工作电压。	

6.5.2.2 工频耐受电压

移动式电化学储能系统不同电路之间、电路与可接触外壳之间,应能承受工频耐受电压试验设备施加按照表 4 规定的工频耐受电压持续 1 min,电路绝缘不应发生击穿。

注: 对于出厂检验,持续时间为 1 s。

表 4 移动式电化学储能系统工频耐受电压试验电压

单位为伏

系统电压 (交流) (见表 B.1)	对基本绝缘电路进行型式试验 和所有出厂试验电压值		对双重绝缘或加强绝缘电路 进行型式试验电压值	
	交流有效值	直流	交流有效值	直流
≤ 50	1\,250	1\,770	2\,500	3\,540
100	1\,300	1\,840	1\,600	3\,680
150	1\,350	1\,910	2\,700	3\,820
300	1\,500	2\,120	3\,000	4\,240
600	1\,800	2\,550	3\,600	5\,090
1\,000	2\,200	3\,110	4\,400	6\,220
3\,600	10\,000	14\,150	16\,000	22\,650
7\,200	20\,000	28\,300	32\,000	45\,300

表 4 移动式电化学储能系统工频耐受电压试验电压（续）

单位为伏

系统电压 (交流) (见表 B.1)	对基本绝缘电路进行型式试验 和所有出厂试验电压值		对双重绝缘或加强绝缘电路 进行型式试验电压值	
	交流有效值	直流	交流有效值	直流
12 000	28 000	39 600	44 800	63 350
17 500	38 000	53 700	60 800	85 900
24 000	50 000	70 700	80 000	113 100
36 000	70 000	99 000	112 000	158 400

6.5.3 等电位连接和保护接地

6.5.3.1 内部等电位保护连接

内部等电位保护连接应采用以下连接方式之一：

- 通过金属部件直接接触；
- 通过使用时不会被拆卸的其他导电部件连接；
- 通过专用等电位保护连接导体连接；
- 可接触导电部件通过等电位保护连接到外部保护接地极的电阻不超过 0.1Ω 。

6.5.3.2 外部保护接地导体

移动式电化学储能系统应配有专用的箱体接地装置，接地电阻不应大于 4Ω 。

6.6 外观及机械要求

6.6.1 外观

移动式电化学储能系统的外观应满足以下要求：

- 箱体各焊接部位牢固、焊缝均匀，无漏焊、咬边、气孔、飞溅等缺陷；
- 箱体外部油漆表面光滑、平整、颜色均匀，无流挂、漏底、针孔等缺陷；
- 箱体表面具有防腐蚀镀层或涂层。

6.6.2 防护等级

移动式电化学储能系统的防护等级应满足以下要求：

- 移动式电化学储能系统箱体采用整体全封闭结构，箱体的防护符合 GB/T 4208 中 IP54 防护等级的规定；
- 工业用插头插座的防护等级符合 GB/T 4208 中 IP65 的规定。

6.6.3 结构稳定性

移动式电化学储能系统箱体的结构稳定性应满足以下要求：

- 箱体与其连接平台可靠连接，箱体的纵向中心平面与其连接平台的纵向中心平面重合，其偏移量在箱体全长范围内不大于 5 mm ；
- 集装箱箱体机械接口为角件，角件数量、位置、强度、尺寸符合 GB/T 5338.1 的规定。

6.6.4 防振

移动式电化学储能系统按照表 5 规定的里程、路面和速度行驶后,应满足以下要求:

- a) 各组件、零部件无损伤;
- b) 紧固件、焊缝及铆钉无松动、开焊、损坏;
- c) 工具、备附件不损坏;电器器件连接不松动;
- d) 厢体内无明显进尘。

表 5 移动式电化学储能系统防振试验工况

试验条件	试验要求
里程	不低于 1 500 km
路面	四级公路为试验里程的 60%,高速公路为试验里程的 40%
速度	四级公路路面上为 20 km/h~30 km/h,高速公路路面上为 60 km/h~70 km/h

6.7 接口

6.7.1 电气接口

电气接口满足以下要求:

- a) 电气接口宜采用板型接线端子或工业用插头插座;
- b) 板型接线端子的材料和工艺应符合 GB/T 5273 的规定;
- c) 工业用插头插座的电气间隙和爬电距离应符合 GB/T 11918.1 的规定;
- d) 移动式电化学储能系统宜配备直流充电接口,接口要求应符合 GB/T 20234.3 的规定;
- e) 插座接口的相序按从左到右或顺时针方向排列。

注:插座接口的相序从面向插座的方向观察。

6.7.2 通信接口

通信接口满足以下要求:

- a) 通信接口宜采用 CAN、RS-485、以太网通信接口和无线通信接口;
- b) 通信协议应符合 DL/T 634.5104、DL/T 860(所有部分)和 GB/T 19582.3 等标准的规定。

6.8 车辆厢体及辅助系统

6.8.1 移动式电化学储能系统的外廓尺寸、轴荷及质量限值应符合 GB 1589 的规定,车辆的运行安全应符合 GB 7258 的规定。

6.8.2 集装箱厢体应满足以下要求:

- a) 尺寸和额定质量符合 GB/T 1413 的规定;
- b) 厢门设置锁具和限位装置。

6.8.3 辅助系统应满足以下要求:

- a) 移动式电化学储能系统的温控系统能够实时监控并调节厢内的环境温度,厢内最高环境温度不超过 40 ℃,最低环境温度不低于 5 ℃;
- b) 移动式电化学储能系统电气线路布置符合 QC/T 911 的规定;
- c) 移动式电化学储能系统车厢内设有交、直流照明系统,车顶具有升降照明灯和场地照明装置;
- d) 移动式电化学储能系统的辅助支撑系统符合 QC/T 911 的规定;

- e) 移动式电化学储能系统安装烟感、温感和可燃气体探测器,配备自动灭火装置和火灾自动报警系统,火灾探测、自动灭火装置及消防报警的设计符合 GB 50116 的规定。

7 试验方法

7.1 试验环境

除另有规定,试验环境应满足以下要求:

- a) 海拔高度: $\leq 2\,000\text{ m}$;
- b) 温度: $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) 相对湿度: $\leq 95\%$;
- d) 停放地点地面的承重能力满足移动式电化学储能系统的需求;
- e) 地面纵向(前后)水平倾斜不大于 6° ,横向(左右)水平倾斜度不大于 5° 。

7.2 试验仪器设备

7.2.1 一般要求

试验仪器设备应满足以下要求:

- a) 试验仪器设备通过计量检定或校准,并在有效期内;
- b) 试验仪器设备的测量范围覆盖被测量的测量范围。

7.2.2 仪器仪表

电压/电流传感器、温湿度计、声级计和数据采集装置的精度等级应至少满足表 6 的要求,检测仪器、仪表应满足以下要求:

- a) 电压传感器符合 GB/T 20840.3 的规定;
- b) 电流传感器符合 GB/T 20840.2 的规定;
- c) 电压电流传感器响应时间不大于 $10\text{ }\mu\text{s}$,带宽不小于 100 kHz ;
- d) 数据采集装置的采样频率不小于 10 kHz ,在电能质量测量时数据采集装置的采样频率不小于 20 kHz 。

表 6 检测仪器精度要求

名称	精度等级
电压传感器	0.2 级
电流传感器	0.2 级
温度计	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
湿度计	$\pm 3\%$
声级计	$\pm 1\text{ dB}$
数据采集装置	0.2 级
注:温湿度计用于检测环境条件。	

7.2.3 电网模拟装置

电网模拟装置应满足以下要求:

- a) 电网模拟装置输出最大电压不小于被测移动式电化学储能系统额定电压 1.15 倍；
- b) 具备各相电压幅值和相位可独立调节，并可编程控制的功能；
- c) 具备频率值可调节，并可编程控制的功能；
- d) 电能可双向流动；
- e) 输出端口的电压谐波小于 GB/T 14549 中谐波允许值的 50%；
- f) 向电网注入的电流谐波小于 GB/T 14549 中谐波允许值；
- g) 输出电压基波偏差值小于移动式电化学储能系统交流额定电压的 0.2%，可调节步长不大于额定电压的 0.01% 和 0.5 V 两者中的较大值；
- h) 输出频率偏差值小于 0.01 Hz，可调节步长不大于 0.01 Hz；
- i) 响应时间小于 0.02 s；
- j) 三相电压不平衡度小于 1%，相位偏差小于 0.5°。

7.2.4 交流负载

交流负载应满足以下要求：

- a) 能实现阻值、感值、容值可调；
- b) 调整负载产生的最小电流变化步长不大于 0.1 A；
- c) 额定功率不小于被测移动式电化学储能系统额定功率的 1.2 倍；
- d) 额定电压不小于被测移动式电化学储能系统额定电压；
- e) 具备非线性负载和冲击性负载特性。

7.2.5 温度检测设备

温度检测设备应满足以下要求：

- a) 数据存储容量能够存储检测过程中的全部温度数据；
- b) 测温通道数量具有足够的通道数量满足测温点的需要；
- c) 测温范围至少满足 $-30\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，测温精度不低于 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 各测温通道有统一的时基信号；
- e) 采样频率不低于 1 Hz。

7.2.6 环境模拟装置

环境模拟装置应符合 GB/T 2424.6 的规定。

7.2.7 信号发生及采集装置

信号发生及采集装置应满足以下要求：

- a) 具备 CAN、RS-485、网口等通信接口及通信功能；
- b) 支持对应通信协议，下发控制信号，采集并显示通信数据；
- c) 具备 CAN 波特率选择配置功能，波特率至少包括 250 kbps、500 kbps、1 000 kbps 档位选择；
- d) 具备 RS-485 串口波特率选择配置功能，波特率至少包括 9 600 bps、19 200 bps、115 200 bps 档位选择；
- e) 具备网口波特率选择配置功能，波特率至少包括百兆 bps、千兆 bps 档位选择。

7.2.8 电磁兼容性检测设备

电磁兼容性检测设备应符合 GB 4824、GB/T 17626.2、GB/T 17626.3、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5、GB/T 17626.6、GB/T 17626.8 的规定。

7.3 试验前准备

移动式电化学储能系统试验前,应复核电化学储能电池、电池管理系统、储能变流器、监控系统的型式试验报告,以及车厢、支撑系统、温控系统、照明装置、消防系统、电能计量装置的合格证书。

7.4 基本功能

7.4.1 启停机

启停机试验按以下步骤进行:

- a) 按图 2 连接检测电路,闭合开关 Q1;
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式;
- c) 通过移动式电化学储能系统监控系统向移动式电化学储能系统下发启动指令;
- d) 移动式电化学储能系统启动后,待输出功率上升至额定功率,保持额定功率运行 2 min 后,向移动式电化学储能系统下发停机指令;
- e) 利用数据采集装置,以 200 ms 为滑窗周期记录从下发启动指令到停机过程中移动式电化学储能系统交流端口的有功功率有效值,绘制功率曲线;
- f) 核对移动式电化学储能系统是否具备启停机功能;
- g) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式,重复步骤 c)~f);
- h) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式;
- i) 重新启动移动式电化学储能系统,待输出功率上升至额定功率,保持额定功率运行 2 min 后,向移动式电化学储能系统下发急停指令;
- j) 利用数据采集装置,以 200 ms 为滑窗周期记录从下发启动指令到急停过程中移动式电化学储能系统交流端口的有功功率有效值,绘制功率曲线;
- k) 核对移动式电化学储能系统是否具备急停功能;
- l) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式,重复步骤 i)~k)。

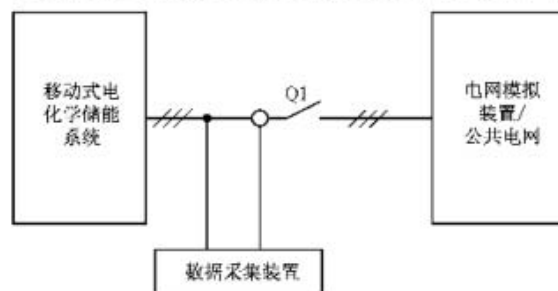


图 2 并网检测电路示意图

7.4.2 自启动

自启动功能试验按以下步骤进行:

- a) 按图 3 连接检测电路;
- b) 设置移动式电化学储能系统为停机状态,调节交流阻性负载功率至移动式电化学储能系统的额定功率;
- c) 切断外接电源;
- d) 移动式电化学储能系统启动后,利用数据采集装置以不大于 200 ms 为滑窗周期记录从下发启动指令到运行 30 s 的交流端口有功功率有效值,绘制功率曲线;

e) 核对移动式电化学储能系统是否具备自启动功能。

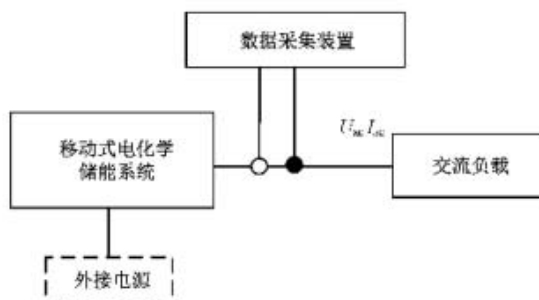


图3 离网检测电路示意图

7.4.3 报警和保护

7.4.3.1 禁充禁放

禁充禁放报警与保护试验按以下步骤进行：

- 按图2连接检测电路,闭合开关Q1;
- 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式;
- 控制移动式电化学储能系统交流端口输出额定功率至放电截止电压;
- 记录移动式电化学储能系统运行状态和报警信息;
- 核对移动式电化学储能系统是否具备禁放报警与保护功能;
- 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式;
- 控制移动式电化学储能系统交流端口输出额定功率至充电截止电压;
- 记录移动式电化学储能系统运行状态和报警信息;
- 核对移动式电化学储能系统是否具备禁充报警与保护功能。

7.4.3.2 交流相序

交流相序报警与保护试验按以下步骤进行：

- 按图2连接检测电路,断开开关Q1;
- 将移动式电化学储能系统交流端口任意两相相序反接;
- 闭合开关Q1,启动移动式电化学储能系统;
- 记录移动式电化学储能系统运行状态和报警信息;
- 断开开关Q1;
- 将移动式电化学储能系统交流端口相序正接;
- 闭合开关Q1,启动移动式电化学储能系统;
- 记录移动式电化学储能系统运行状态和报警信息;
- 核对移动式电化学储能系统是否具备交流相序报警与保护功能。

7.4.3.3 交流端口过电流

交流端口过电流报警与保护试验按以下步骤进行：

- 按图2连接检测电路,闭合开关Q1;
- 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式;
- 调节电网模拟装置输出电压为移动式电化学储能系统交流端口额定电压;
- 设置移动式电化学储能系统交流端口过电流保护限值为90%额定电流;

- e) 控制移动式电化学储能系统交流端口输出电流高于90%额定电流；
- f) 记录移动式电化学储能系统交流端口过流保护动作值和报警信息；
- g) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式，重复步骤c)~f)；
- h) 核对移动式电化学储能系统是否具备交流端口过电流报警与保护功能。

7.4.3.4 过温

过温报警与保护试验按以下步骤进行：

- a) 按图2连接检测电路，闭合开关Q1；
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式或充电模式；
- c) 停止或限制部分冷却系统或加热系统工作制造过温工况，达到过温限值；或通过将温度检测元件加热和制冷至预期的保护动作点；或通过降低过温保护限值的方法模拟过温工况；
- d) 记录移动式电化学储能系统运行状态和报警信息；
- e) 核对移动式电化学储能系统是否具备过温报警与保护功能。

7.4.3.5 通信故障

通信故障报警与保护试验按以下步骤进行：

- a) 按图2连接检测电路，闭合开关Q1；
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式或充电模式；
- c) 手动断开移动式电化学储能系统与监控系统或电池管理系统之间的连接，模拟通信故障；
- d) 记录移动式电化学储能系统运行状态和报警信息；
- e) 核对移动式电化学储能系统是否具备通信故障报警与保护功能。

7.4.3.6 温控系统故障

温控系统故障报警与保护试验按以下步骤进行：

- a) 按图2连接检测电路，闭合开关Q1；
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式或充电模式；
- c) 移动式电化学储能系统运行至温控系统工作并记录工况；
- d) 控制移动式电化学储能系统停机；
- e) 停止或部分限制温控系统工作：
 - 风冷系统：完全堵住或部分堵住进风口，堵转或断开冷却风扇；
 - 液冷系统：停止或部分限制冷却液系统工作；
- f) 设置移动式电化学储能系统在额定功率运行；
- g) 记录移动式电化学储能系统运行状态和报警信息；
- h) 核对移动式电化学储能系统是否具备温控系统故障报警与保护功能。

7.4.3.7 过压

过压报警与保护试验按以下步骤进行：

- a) 按图2连接检测电路，闭合开关Q1；
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式；
- c) 设置移动式电化学储能系统运行在不小于10%额定功率；
- d) 调节电网模拟装置输出电压，从移动式电化学储能系统过压保护设定值的95%开始，以最大交流电压的0.5%为调节步长，升至移动式电化学储能系统过压保护动作；
- e) 记录移动式电化学储能系统过压保护动作值和报警信息；

- f) 核对移动式电化学储能系统是否具备过压报警与保护功能；
- g) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式，重复步骤 c)～f)。

7.4.3.8 欠压

欠压报警与保护试验按以下步骤进行：

- a) 按图 2 连接检测电路，闭合开关 Q1；
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式；
- c) 启动移动式电化学储能系统运行在不小于 10% 额定功率；
- d) 从移动式电化学储能系统欠压保护设定值的 105% 开始，以最大直流电压的 0.5% 为调节步长，调节电网模拟装置输出电压，降至移动式电化学储能系统交流欠压保护动作；
- e) 记录移动式电化学储能系统直流欠压保护动作值和报警信息；
- f) 核对移动式电化学储能系统是否具备欠压报警与保护功能；
- g) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式，重复步骤 c)～f)。

7.4.3.9 火灾报警与保护

火灾报警与保护按照 GB 16806 规定的方法进行检测。

7.4.4 运行信息监测

运行信息监测功能试验按以下步骤进行：

- a) 按图 2 连接检测电路；
- b) 闭合开关 Q1，启动移动式电化学储能系统；
- c) 通过监控系统向移动式电化学储能系统分别下发启停机和功率控制指令；
- d) 分别记录移动式电化学储能系统执行启停机和功率控制指令响应情况；
- e) 通过监控系统调节移动式电化学储能系统在不小于 10% 额定功率运行；
- f) 检查监控系统采集的移动式电化学储能系统的电化学电池信息、储能变流器信息、电网信息和温控系统、火灾报警系统等运行信息；
- g) 核对移动式电化学储能系统是否具备运行信息监测功能。

7.4.5 数据显示、统计与存储

数据显示、统计与存储功能试验按以下步骤进行：

- a) 按图 2 连接检测电路；
- b) 闭合开关 Q1，启动移动式电化学储能系统；
- c) 通过监控系统向移动式电化学储能系统分别下发启停机和功率控制指令；
- d) 查看并记录启停机和功率控制功能检测过程中移动式电化学储能系统的运行状态、运行参数、保护参数、事件记录等信息；
- e) 通过历史查询功能查看并记录报警、保护功能检测过程中故障信息情况；
- f) 通过查询功能查看并记录移动式电化学储能系统的充电能量和放电能量统计信息；
- g) 核对移动式电化学储能系统是否具备数据显示、统计与存储功能。

7.4.6 电能计量

电能计量功能试验按以下步骤进行：

- a) 按图 2 连接检测电路，闭合开关 Q1；
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式；

- c) 启动移动式电化学储能系统运行在不小于 10% 额定功率, 运行 2 min;
- d) 查看及记录电能计量数据;
- e) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 c) 和 d);
- f) 核对移动式电化学储能系统是否具备电能计量功能。

7.5 电气性能

7.5.1 过载能力

过载能力试验按以下步骤进行:

- a) 按图 2 连接检测电路, 闭合开关 Q1;
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式;
- c) 调节电网模拟装置输出电压为移动式电化学储能系统交流端口额定电压;
- d) 设置移动式电化学储能系统无功功率输出为 0;
- e) 设置移动式电化学储能系统输出功率逐渐增大到 110% 额定功率, 在 110% 额定功率保持运行 10 min;
- f) 设置移动式电化学储能系统输出功率逐渐降低到额定功率, 稳定运行在额定功率保持运行 2 min;
- g) 设置移动式电化学储能系统输出功率逐渐增大到 120% 额定功率, 稳定运行在 120% 额定功率保持运行 1 min;
- h) 利用数据采集装置, 以每 200 ms 为周期同步记录移动式电化学储能系统交流端口电压、有功功率和无功功率;
- i) 绘制电压、有功功率和无功功率曲线;
- j) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 c)~i)。

7.5.2 并离网切换

7.5.2.1 主动并网转离网切换时间

主动并网转离网切换时间试验按以下步骤进行:

- a) 按图 4 连接检测电路, 闭合并网开关;
- b) 设置移动式电化学储能系统运行在并网待机状态;
- c) 调节交流阻性负载功率至移动式电化学储能系统的额定功率;
- d) 待移动式电化学储能系统持续运行 2 min 后, 通过移动式电化学储能系统监控系统向移动式电化学储能系统下发离网运行指令;
- e) 利用数据采集装置记录负载电压 U_{load} 、网侧电压 U_{ac} ;
- f) 计算从接收到离网运行指令时刻起, 到移动式电化学储能系统交流端口的电压稳定在负载额定电压的 $\pm 5\%$ 以内的时间间隔;
- g) 分别调节交流负载功率为移动式电化学储能系统额定功率的 66% 和 33%, 重复步骤 d)~f);
- h) 取每个功率点下的切换时间最大值作为检测结果;
- i) 设置移动式电化学储能系统运行在并网额定功率放电状态, 分别调节交流负载功率为移动式电化学储能系统额定功率的 100%、66% 和 33%, 重复步骤 d)~h);
- j) 设置移动式电化学储能系统运行在并网额定功率充电状态, 分别调节交流负载功率为移动式电化学储能系统额定功率的 100%、66% 和 33%, 重复步骤 d)~h)。

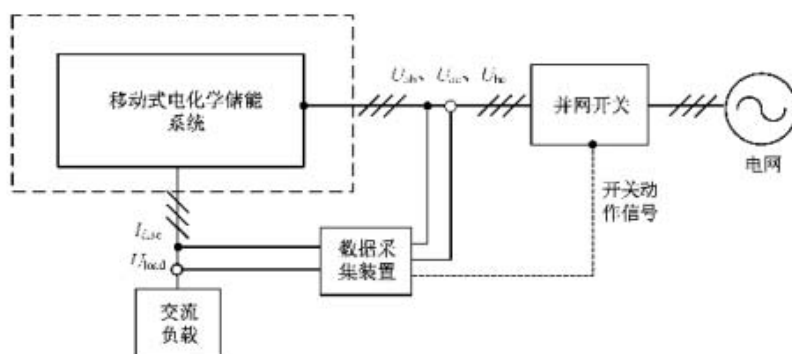


图4 并网切换检测回路示意图

7.5.2.2 被动并网转离网切换时间

被动并网转离网切换时间试验按以下步骤进行：

- 按图4连接检测电路，闭合并网开关；
- 设置移动式电化学储能系统并网运行在并网待机状态；
- 调节交流阻性负载功率至移动式电化学储能系统的额定功率；
- 待移动式电化学储能系统持续运行2 min后，断开并网开关；
- 利用数据采集装置记录负载电压 U_{load} 、网侧电压 U_{ac} ；
- 计算从并网开关断开时刻起，到移动式电化学储能系统交流端口的电压稳定在负荷额定电压的 $\pm 5\%$ 以内的时间间隔；
- 分别调节交流阻性负载功率为移动式电化学储能系统额定功率的66%和33%，重复步骤d)~f)；
- 取每个功率点下的切换时间最大值作为检测结果；
- 设置移动式电化学储能系统运行在并网额定功率放电状态，分别调节交流负载功率为移动式电化学储能系统额定功率的100%、66%和33%，重复步骤d)~h)；
- 取每个功率点下的切换时间最大值作为检测结果；
- 设置移动式电化学储能系统运行在并网额定充电状态，分别调节交流负载功率为移动式电化学储能系统额定功率的100%、66%和33%，重复步骤d)~h)；
- 取每个功率点下的切换时间最大值作为检测结果。

7.5.2.3 离网转并网切换时间

离网转并网切换时间试验按以下步骤进行：

- 按图4连接检测电路，断开并网开关；
- 设置移动式电化学储能系统为离网运行模式；
- 设置移动式电化学储能系统交流端口电压为额定电压；
- 移动式电化学储能系统给出满足同期条件的标志位信号；
- 调节交流阻性负载功率至移动式电化学储能系统的额定功率；
- 待移动式电化学储能系统持续运行2 min后，通过移动式电化学储能系统监控系统向移动式电化学储能系统下发离网转并网运行指令；
- 利用数据采集装置记录负载电压 U_{load} 、网侧电压 U_{ac} 、移动式电化学储能系统放电电流 I_{disc} 和同期标志位信号；
- 计算从满足同期条件时刻起，到移动式电化学储能系统交流端口放电电流 I_{disc} 稳定在最终稳

态值的 $\pm 10\%$ 额定电流内的时间间隔；

- i) 分别调节交流阻性负载功率为移动式电化学储能系统额定功率的 66% 和 33% ,重复步骤 f)~h)；
- j) 取每个功率点下的切换时间最大值作为检测结果。

7.5.3 功率控制

移动式电化学储能系统的功率控制性能按照 GB/T 36548 规定的方法进行检测。

7.5.4 谐波电流

谐波电流试验按以下步骤进行：

- a) 按图 2 连接检测电路,闭合开关 Q1；
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式；
- c) 调节电网模拟装置输出电压为移动式电化学储能系统交流端口额定电压；
- d) 设置移动式电化学储能系统交流端口输出有功功率分别为 $33\%P_n$ 、 $66\%P_n$ 和 $100\%P_n$,每个功率点保持运行 10 min；
- e) 利用数据采集装置,记录 10 min 内各次谐波电流,计算总谐波电流 THC,总谐波电流的计算方法按照 GB/T 14549 规定的方法；
- f) 取每个功率点的各次谐波电流和总谐波电流作为检测结果；
- g) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式,重复步骤 d)~f)。

7.5.5 间谐波电压

间谐波电压试验按以下步骤进行：

- a) 按图 2 连接检测电路,闭合开关 Q1；
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式；
- c) 调节电网模拟装置输出电压为移动式电化学储能系统交流端口额定电压；
- d) 设置移动式电化学储能系统交流端口输出有功功率分别为 $33\%P_n$ 、 $66\%P_n$ 和 $100\%P_n$,每个功率点保持运行 10 min；
- e) 利用数据采集装置,按照 GB/T 24337 规定的方法检测间谐波电压；
- f) 取每个功率点的各次间谐波电压作为检测结果；
- g) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式,重复步骤 d)~f)。

7.5.6 谐波电压

7.5.6.1 并网模式

并网模式下谐波电压试验按以下步骤进行：

- a) 按图 2 连接检测电路,闭合开关 Q1；
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式；
- c) 调节电网模拟装置输出电压为移动式电化学储能系统交流端口额定电压；
- d) 设置移动式电化学储能系统交流端口输出有功功率分别为 $33\%P_n$ 、 $66\%P_n$ 和 $100\%P_n$,每个功率点保持运行 10 min；
- e) 利用数据采集装置,按照 GB/T 14549 规定的方法检测谐波电压；
- f) 取每个功率点的各次谐波电压含有率和电压总谐波畸变率作为检测结果；
- g) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式,重复步骤 d)~f)。

7.5.6.2 离网模式

离网模式下谐波电压试验按以下步骤进行：

- 按图 3 连接检测电路；
- 设置移动式电化学储能系统运行模式为离网模式；
- 调节交流阻性负载功率分别为 $0\%P_n$ 和 $100\%P_n$ ，每个功率点保持运行 10 min；
- 利用数据采集装置，按照 GB/T 14549 规定的方法检测谐波电压；
- 取每个功率点的电压总谐波畸变率作为检测结果。

7.5.7 直流分量

直流分量试验按以下步骤进行：

- 按图 2 连接检测电路，闭合开关 Q1；
- 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式；
- 调节电网模拟装置输出电压为移动式电化学储能系统交流端口额定电压；
- 设置移动式电化学储能系统交流端口输出额定有功功率，保持运行 10 min；
- 利用数据采集装置，以每 200 ms 为周期记录移动式电化学储能系统交流端口电流直流分量有效值；
- 取 10 min 内所有数据的平均值作为检测结果。

7.5.8 电压偏差

7.5.8.1 并网模式

并网模式下电压偏差试验按以下步骤进行：

- 按图 2 连接检测电路，闭合开关 Q1；
- 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式；
- 调节电网模拟装置输出电压为移动式电化学储能系统交流端口额定电压；
- 设置移动式电化学储能系统交流端口输出有功功率分别为 $33\%P_n$ 、 $66\%P_n$ 和 $100\%P_n$ ，每个功率点保持运行 10 min；
- 利用数据采集装置，按照 GB/T 12325 规定的方法检测电压偏差；
- 取每个功率点的电压偏差作为检测结果；
- 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式，重复步骤 d)～f)。

7.5.8.2 离网模式

离网模式下电压偏差试验按以下步骤进行：

- 按图 3 连接检测电路；
- 设置移动式电化学储能系统运行模式为离网模式；
- 调节交流阻性负载功率分别为 $0\%P_n$ 和 $100\%P_n$ ，每个功率点保持运行 10 min；
- 利用数据采集装置，按照 GB/T 12325 规定的方法检测电压偏差，并记录相位偏差值；
- 取每个功率点的电压偏差和相位偏差作为检测结果。

7.5.9 电压不平衡度

7.5.9.1 并网模式

并网模式下电压不平衡度试验按以下步骤进行：

- a) 按图 2 连接检测电路,闭合开关 Q1;
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式;
- c) 调节电网模拟装置输出电压为移动式电化学储能系统交流端口额定电压;
- d) 设置移动式电化学储能系统交流端口输出有功功率分别为 $33\%P_n$ 、 $66\%P_n$ 和 $100\%P_n$,每个功率点保持运行 10 min;
- e) 利用数据采集装置,按照 GB/T 15543 规定的方法检测电压不平衡度;
- f) 取每个功率点电压不平衡度测量值的 10 min 方均根值的 95% 概率大值和最大值作为检测结果;
- g) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式,重复步骤 d)~f)。

7.5.9.2 离网模式

离网模式下电压不平衡度试验按以下步骤进行:

- a) 按图 3 连接检测电路;
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为离网模式;
- c) 调节交流阻性负载功率分别为 $0\%P_n$ 和 $100\%P_n$,每个功率点保持运行 10 min;
- d) 利用数据采集装置,按照 GB/T 15543 规定的方法检测电压不平衡度;
- e) 取每个功率点电压不平衡度测量值的 10 min 方均根值的 95% 概率大值和最大值作为检测结果。



7.5.10 电压波动和闪变

7.5.10.1 持续运行

电压波动和闪变试验按以下步骤进行:

- a) 按图 2 连接检测电路,闭合开关 Q1;
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式;
- c) 调节电网模拟装置输出电压为移动式电化学储能系统交流端口额定电压;
- d) 设置移动式电化学储能系统无功功率输出 $Q=0$;
- e) 设置移动式电化学储能系统交流端口输出有功功率从 10% 额定功率开始,以每 10% 额定功率为一个功率点,在每个功率点保持运行 10 min,其中 100% 额定功率点保持运行 30 min;
- f) 利用数据采集装置,分别记录每个功率点的 10 min 电压波动 d 和短时闪变值 P_{st} ,计算长时闪变 P_{lt} ,计算方法按照 GB/T 12326 规定的方法;
- g) 取电压波动、短时闪变值的最大值和长时闪变值作为检测结果;
- h) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式,重复步骤 e)~g)。

7.5.10.2 停机操作

电压波动和闪变试验按以下步骤进行:

- a) 按图 2 连接检测电路,闭合开关 Q1;
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式;
- c) 调节电网模拟装置输出电压为移动式电化学储能系统交流端口额定电压;
- d) 设置移动式电化学储能系统无功功率输出 $Q=0$;
- e) 设置移动式电化学储能系统交流端口输出有功功率为额定功率,每 10 min 启动移动式电化学储能系统 1 次,持续运行 10 min 后关机,连续操作 12 次;
- f) 利用数据采集装置,分别记录每个功率点的 10 min 电压波动 d 和短时闪变值 P_{st} ,计算长时闪

变 P_n , 计算方法按照 GB/T 12326 规定的方法;

- g) 取电压波动、短时闪变值的最大值和长时闪变值作为检测结果;
- h) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式, 重复步骤 e)~g)。

7.5.11 动态电压瞬变

动态电压瞬变试验按以下步骤进行。

- a) 按图 3 连接检测电路。
- b) 设置移动式电化学储能系统运行模式为离网模式。
- c) 调节交流阻性负载功率从 $20\%P_n$ 变化到 $100\%P_n$, 保持运行 2 min, 调节交流阻性负载功率从 $100\%P_n$ 变化到 $20\%P_n$, 保持运行 2 min。
- d) 利用数据采集装置, 以每 20 ms 为周期记录移动式电化学储能系统交流端口电压有效值, 按公式(1)计算负载增加和减少时 100 ms 内的动态电压瞬变值以及 100 ms 后的稳态电压偏差。

$$U_{div} = \frac{\Delta U}{U_n} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

U_{div} —— 动态电压瞬变系数;
 ΔU —— 交流端口电压与额定电压的最大偏差;
 U_n —— 交流端口额定电压。

- e) 取负载增加和减少过程中动态电压瞬变值和稳态电压偏差的最大值作为检测结果。

7.5.12 离网并联

离网并联试验按以下步骤进行(以 2 套系统并联运行为例):

- a) 按照图 5 连接检测回路;
- b) 设定两套移动式储能系统运行在离网模式, 交流端口电压为额定电压;
- c) 调节交流阻性负载功率分别为 $0\%P_n$ 和 $100\%P_n$, 每个功率点保持运行 10 min;
- d) 利用数据采集装置, 按照 GB/T 14549 规定的方法检测谐波电压;
- e) 取每个功率点的电压总谐波畸变率作为检测结果;
- f) 调节交流阻性负载功率分别为 $0\%P_n$ 和 $100\%P_n$, 每个功率点保持运行 10 min;
- g) 利用数据采集装置, 按照 GB/T 12325 规定的方法检测电压偏差, 并记录相位偏差值;
- h) 取每个功率点的电压偏差和相位偏差作为检测结果;
- i) 调节交流阻性负载功率分别为 $0\%P_n$ 和 $100\%P_n$, 每个功率点保持运行 10 min;
- j) 利用数据采集装置, 按照 GB/T 15543 规定的方法检测电压不平衡度;
- k) 取每个功率点电压不平衡度测量值的 10 min 方均根值的 95% 概率大值和最大值作为检测结果;
- l) 调节交流阻性负载功率从 $20\%P_n$ 变化到 $100\%P_n$, 保持运行 2 min, 调节交流阻性负载功率从 $100\%P_n$ 变化到 $20\%P_n$, 保持运行 2 min;
- m) 利用数据采集装置, 以每 20 ms 为周期记录移动式电化学储能系统交流端口电压有效值, 按公式(1)计算负载增加和减少时 100 ms 内的动态电压瞬变值以及 100 ms 后的稳态电压偏差;
- n) 取负载增加和减少过程中动态电压瞬变值和稳态电压偏差的最大值作为检测结果。

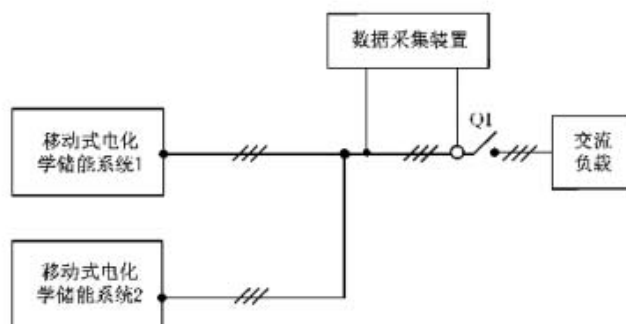


图5 离网并联功能检测回路框图

7.5.13 额定能量

额定能量试验按以下步骤进行：

- 按图2连接检测电路，闭合开关Q1；
- 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式，调节移动式电化学储能系统交流端口输出有功功率为 $100\%P_n$ ，以额定功率放电至放电终止条件时停止放电；
- 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式，调节移动式电化学储能系统交流端口输出有功功率为 $100\%P_n$ ，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_C 和辅助能耗 W_C ；
- 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式，调节移动式电化学储能系统交流端口输出有功功率为 $100\%P_n$ ，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_D 和辅助能耗 W_D ；
- 重复c)和d)步骤两次，记录每次充放电能量 E_{Cn} 、 E_{Dn} 和辅助能耗 W_{Cn} 、 W_{Dn} 。
- 按照公式(2)、公式(3)计算移动式电化学储能系统的额定充电能量 E_C 和额定放电能量 E_D 。

$$E_C = \frac{E_{C1} + W_{C1} + E_{C2} + W_{C2} + E_{C3} + W_{C3}}{3} \dots\dots\dots (2)$$

$$E_D = \frac{E_{D1} - W_{D1} + E_{D2} - W_{D2} + E_{D3} - W_{D3}}{3} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

E_{Cn} ——第 n 次循环的充电能量，单位为瓦时(W·h)；

E_{Dn} ——第 n 次循环的放电能量，单位为瓦时(W·h)；

W_{Cn} ——第 n 次循环充电过程的辅助能耗，单位为瓦时(W·h)；

W_{Dn} ——第 n 次循环放电过程的辅助能耗，单位为瓦时(W·h)。

7.5.14 能量转换效率

能量转换效率试验按以下步骤进行：

- 按图2连接检测电路，闭合开关Q1；
- 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式，调节移动式电化学储能系统交流端口输出有功功率为 $100\%P_n$ ，以额定功率放电至放电终止条件时停止放电；
- 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式，调节移动式电化学储能系统交流端口输出有功功率为 $100\%P_n$ ，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_C 和辅助能耗 W_C ；
- 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式，调节移动式电化学储能系统交流端口输出

有功功率为 $100\%P_n$ ，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_D 和辅助能耗 W_D ；

- e) 重复 c) 和 d) 步骤两次，记录每次充放电能量 E_{Cn} 、 E_{Dn} 和辅助能耗 W_{Cn} 、 W_{Dn} ；
f) 按照公式(4)计算移动式电化学储能系统的能量转换效率：

$$\eta = \frac{1}{3} \left(\frac{E_{D1} - W_{D1}}{E_{C1} + W_{C1}} + \frac{E_{D2} - W_{D2}}{E_{C2} + W_{C2}} + \frac{E_{D3} - W_{D3}}{E_{C3} + W_{C3}} \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

η —— 能量转换效率；

E_{Cn} —— 第 n 次循环的充电能量，单位为瓦时(W·h)；

E_{Dn} —— 第 n 次循环的放电能量，单位为瓦时(W·h)；

W_{Cn} —— 第 n 次循环充电过程的辅助能耗，单位为瓦时(W·h)；

W_{Dn} —— 第 n 次循环放电过程的辅助能耗，单位为瓦时(W·h)。

7.5.15 噪声

噪声试验按以下步骤进行：

- a) 关闭机动车辆发动机，启动移动式电化学储能系统风机或温控系统；
b) 按图 6 所示，测量点处背景噪声值小于该点作业噪声允许值 10 dB 以下，设置移动式电化学储能系统运行在额定充电功率状态；
c) 取距地面 1.6 m，图 6 所示 A1、A2、A3 处，测得 1 m 处的 A 计权声压级噪声取平均值，该噪声平均值应满足表 7 的要求；
d) 取距地面 1.6 m，图 6 所示 B1、B2、B3 处，测得 7 m 处的 A 计权声压级噪声取平均值，该噪声平均值应满足表 7 的要求；
e) 设置移动式电化学储能系统运行在额定放电功率状态，重复 b) 和 c)。

单位为毫米

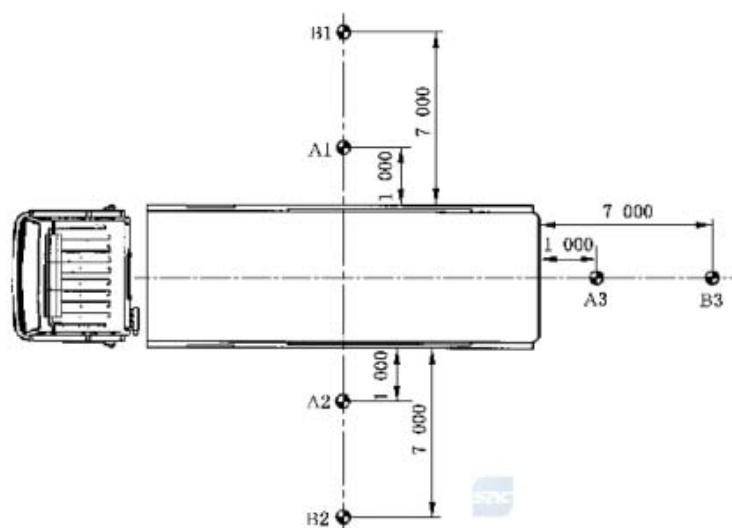


图 6 噪声检测示意图

表 7 噪声值要求

噪声级(声压级) ^a dB	噪声级(声压级) ^b dB
≤65	≤60
^a 1 m 处噪声值。 ^b 7 m 处噪声值。	

7.6 电磁兼容

7.6.1 静电放电抗扰度

在移动式电化学储能系统正常运行工况下,按照 GB/T 17626.2 规定的方法进行检测。

7.6.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度

在移动式电化学储能系统正常运行工况下,按照 GB/T 17626.4 规定的方法进行检测。

7.6.3 射频电磁场辐射抗扰度

在移动式电化学储能系统正常运行工况下,按照 GB/T 17626.3 规定的方法进行检测。

7.6.4 浪涌(冲击)抗扰度

在移动式电化学储能系统正常运行工况下,按照 GB/T 17626.5 规定的方法进行检测。

7.6.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度

在移动式电化学储能系统正常运行工况下,按照 GB/T 17626.6 规定的方法进行检测。

7.6.6 工频磁场抗扰度

在移动式电化学储能系统正常运行工况下,按照 GB/T 17626.8 规定的方法进行检测。

7.7 安全性能

7.7.1 电气间隙和爬电距离

电气间隙和爬电距离试验按以下步骤进行:

- 拆除或断开移动式电化学储能系统对外连线,并接地放电;
- 按照 GB/T 16935.1 规定的方法使用游标卡尺或直角尺测量移动式电化学储能系统各电路之间以及带电部件、接地部件之间功能绝缘、基本绝缘或附加绝缘和加强绝缘的电气间隙和爬电距离;
- 取所有测得的电气间隙和爬电距离作为检测结果。

7.7.2 绝缘电阻

绝缘电阻试验按以下步骤进行:

- 拆除或断开移动式电化学储能系统对外连线,并接地放电;
- 断开压敏电阻等过电压保护器件;

- c) 在移动式电化学储能系统各电路与接地部件之间,以及与各电路之间施加直流试验电压并持续 1 min,直流试验电压见表 8,记录绝缘电阻值;
- d) 取所有测得的绝缘电阻最小值作为检测结果。

表 8 绝缘电阻试验电压等级

单位为伏

额定绝缘电压等级 U_i (交流有效值/直流)	绝缘电阻试验电压
$U_i \leq 60$	250
$60 < U_i \leq 250$	500
$250 < U_i \leq 1\,000$	1\,000
$U_i > 1\,000$	2\,500
注: U_i 为被测电路工作电压。	

7.7.3 工频耐压

工频耐压试验按以下步骤进行:

- a) 拆除或断开移动式电化学储能系统对外连线,并接地放电;
- b) 断开压敏电阻等过电压保护器件;
- c) 在移动式电化学储能系统不同电路之间、电路与可接触外壳之间施加交流试验电压,试验电压的波形为 50 Hz 标准正弦波形,施加试验电压时可逐渐上升或下降,达到规定试验电压后持续 1 min,当试验路径中有电容器时,试验可采用直流电压,试验电压见表 9;
- d) 记录击穿或者其他破坏性放电现象发生的情况作为检测结果。

表 9 移动式电化学储能系统工频耐受电压试验电压

单位为伏

系统电压 (交流) V	对基本绝缘电路进行型式试验 和所有出厂试验电压值 V		对双重绝缘或加强绝缘电路 进行型式试验电压值 V	
	交流有效值	直流	交流有效值	直流
≤ 50	1\,250	1\,770	2\,500	3\,540
100	1\,300	1\,840	1\,600	3\,680
150	1\,350	1\,910	2\,700	3\,820
300	1\,500	2\,120	3\,000	4\,240
600	1\,800	2\,550	3\,600	5\,090
1\,000	2\,200	3\,110	4\,400	6\,220
3\,600	10\,000	14\,150	16\,000	22\,650
7\,200	20\,000	28\,300	32\,000	45\,300
12\,000	28\,000	39\,600	44\,800	63\,350

7.7.4 保护连接

保护连接试验按以下步骤进行：

- a) 拆除或断开移动式电化学储能系统对外连线，并接地放电；
- b) 断开接地端子与外部接地线之间的保护连接；
- c) 将接地电阻测试仪的两极分别接在保护接地端子和可接触导电部位，选取距离保护接地端子最远端的金属导体；
- d) 试验电流应为过电流保护值 2 倍和 32 A 中的较大值，试验电流持续时间见表 10；
- e) 测量记录保护连接的电阻值以及试验电流耐受的情况作为检测结果。

表 10 保护连接试验持续时间

过电流保护装置等级 A	试验持续时间 min
<16	2
16~30	2
31~60	4
61~100	6
101~200	8
>200	10

7.7.5 接地

接地试验按以下步骤进行：

- a) 检查并记录带绝缘护套接地线的长度和截面积、接地棒的长度和直径；
- b) 接地线一端连接箱体外壳，另一端接地；
- c) 检查移动式电化学储能系统内部所有电气设备的接地情况，测量并记录接地电阻值。

7.8 外观及机械性能

7.8.1 外观

外观检查按以下步骤进行：

- a) 标牌、标志和标记的完整性和清晰度；
- b) 文字和符号的整齐性、规范性和正确性；
- c) 外观及结构的变形、剥落、锈蚀及裂痕现象。

7.8.2 防护等级

箱体的 IP 防护等级按 GB/T 4208 规定的方法进行检测。

注：不具备试验条件时，采用提供样机的方法进行等效检测。

7.8.3 结构稳定性

结构稳定性试验按以下步骤进行：

- a) 按照 GB/T 5338.1 的规定的方法，检测集装箱机械接口；

- b) 按照 QC/T 252 的规定的方法,检测箱体固定连接方式;
- c) 检查箱体门、锁灵活性,查看侧开门板限位装置;
- d) 测量并记录箱体的纵向中心平面与其连接平台的纵向中心平面的尺寸;
- e) 将移动式电化学储能系统分别置于纵向水平倾斜 6° 和横向水平倾斜 5° 条件下,启动移动式电化学储能系统在额定充电或放电功率下连续运行 30 min,检查并记录系统运行情况。

7.8.4 防振

防振试验按以下步骤进行:

- a) 以 20 km/h~30 km/h 的速度在四级公路路面上行驶 900 km;
- b) 以 60 km/h~70 km/h 的速度在高速公路路面上行驶 600 km;
- c) 行驶试验结束后,检查各部件、零部件及系统外观;
- d) 复检启停机功能试验,记录启停机功率曲线。

7.9 接口

7.9.1 电气接口

电气接口试验按以下步骤进行:

- a) 检查板型接线端子或工业用插头插座接口的完整性;
- b) 检查直流充电接口的完整性;
- c) 检查电气接口相序:按 GB/T 20136 规定的方法,将电气接口分别与相序指示器对应端子连接,启动移动式电化学储能系统,检查相序与标识的一致性。

7.9.2 通信接口

通信接口试验按以下步骤进行:

- a) 在室温环境下,连接移动式电化学储能系统和信号发生及采集装置;
- b) 接通移动式电化学储能系统供电电源,检查移动式电化学储能系统的显示信息;
- c) 通过信号发生及采集装置发送并接收 30 s 报文 ID 或相关指令,监测 CAN、RS-485 串口和网口 30 s 报文,检查移动式电化学储能系统的通信接口并核对通信协议。

7.10 车辆、箱体及辅助系统

7.10.1 移动式电化学储能系统车辆基本性能试验按照 QC/T 252 规定的方法进行试验。

7.10.2 集装箱箱体尺寸和额定质量按照 GB/T 5338.1 规定的方法进行试验。

7.11 环境适应性

7.11.1 低温适应性

低温适应性试验按以下步骤进行:

- a) 将移动式电化学储能系统放置于环境模拟装置中,连接移动式电化学储能系统交流端口供电电源线,交流端口不供电;
- b) 环境模拟装置温度调节至 -30°C ,在 -30°C 环境温度条件下静置 16 h;
- c) 环境模拟装置温度以不高于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率恢复至 -20°C ,在 -20°C 环境温度条件下静置 2 h;
- d) 在 -20°C 环境温度条件下,开启移动式电化学储能系统加热设备,待厢内温度上升至 5°C 时接通交流端口供电;

- e) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式,保持额定功率运行 1 h;
- f) 以 1 min 为周期记录 1 h 的移动式电化学储能系统交流端口有功功率,查看并记录移动式电化学储能系统的报警情况;
- g) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式,保持额定功率运行 1 h,重复步骤 f)。

7.11.2 高温适应性

高温适应性试验按以下步骤进行:

- a) 将移动式电化学储能系统放置于环境模拟装置中,连接移动式电化学储能系统交流端口供电电源线,交流端口不供电;
- b) 环境模拟装置温度调节至 40℃,在 40℃环境温度条件下静置 16 h;
- c) 在 40℃环境温度条件下,开启移动式电化学储能系统冷却设备,接通交流端口供电;
- d) 设置移动式电化学储能系统运行模式为放电模式,保持额定功率运行 1 h;
- e) 以 1 min 为周期记录 1 h 的移动式电化学储能系统交流端口有功功率,查看并记录移动式电化学储能系统的报警情况;
- f) 设置移动式电化学储能系统运行模式为充电模式,保持额定功率运行 1 h,重复步骤 e)。

7.11.3 湿热适应性

7.11.3.1 交变湿热

交变湿热试验按以下步骤进行:

- a) 将移动式电化学储能系统放置于环境模拟装置中,连接移动式电化学储能系统交流端口供电电源线,交流端口不供电;
- b) 按照 GB/T 2423.4 规定的方法进行交变湿热检测,高温温度为 40℃,试验时间为 48 h;
- c) 室温环境下静置 2 h;
- d) 复检绝缘电阻,查看并记录移动式电化学储能系统的运行状态。

7.11.3.2 恒定湿热

恒定湿热试验按以下步骤进行:

- a) 将移动式电化学储能系统放置于环境模拟装置中,连接移动式电化学储能系统交流端口供电电源线,不通电;
- b) 按照 GB/T 2423.3 规定的方法进行恒定湿热检测,温度为 40℃±2℃,相对湿度为 93%±3%,试验时间为 48 h;
- c) 室温环境下静置 2 h;
- d) 复检绝缘电阻,查看并记录移动式电化学储能系统的运行状态。

8 检验规则

8.1 检验类型

移动式电化学储能系统的检测应包括型式检验和出厂检验。

8.2 型式检验

8.2.1 型式检验要求

8.2.1.1 有以下情况之一应进行型式检验:



- a) 新产品或老产品转厂试验定型鉴定；
- b) 当产品的设计、工艺或材料改变会影响产品性能时；
- c) 产品长期停产后恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时；
- f) 客户有特殊要求时。

8.2.1.2 型式检验样品数量应为 1 套，应采用与正常生产相同的材料、设备和工艺并随机抽取产品。

8.2.2 判定规则

检验样品的检验项目全部满足要求时，则判定为型式检验合格；任何一项检验项目不满足要求，则判定为型式检验不合格。

8.3 出厂检验

8.3.1 出厂检验要求

每套产品均应进行出厂检验。

8.3.2 判定规则

被检产品存在任何一项检验项目不满足要求时，则判定为出厂检验不合格。

8.4 检验项目

检验项目应符合表 11 的规定。

表 11 移动式电化学储能系统检验项目

序号	检验项目		技术要求 章条号	试验 方法 章条号	型式检验			出厂检验		
					并网型	离网型	并离 网型	并网型	离网型	并离 网型
1	基本 功能	启停机	6.2.1	7.4.1	√	√	√	√	√	√
2		自启动	6.2.2	7.4.2	√	√	√	√	√	√
3		报警和保护	6.2.6	7.4.3	√	√	√	√	√	√
4		运行信息监测	6.2.8	7.4.4	√	√	√	√	√	√
5		数据显示、统计与存储	6.2.9 6.2.10	7.4.5	√	√	√	√	√	√
6		电能计量	6.2.11	7.4.6	√	√	√	√	√	√
7	电 气 性 能	过载能力	6.3.1	7.5.1	√	√	√	√	√	√
8		并离网切换	6.3.2	7.5.2	—	—	√	—	—	√
9		功率控制	6.3.3	7.5.3	√	—	√	—	—	—
10		谐波电流	6.3.4.1	7.5.4	√	—	√	—	—	—
11		间谐波电压	6.3.4.2	7.5.5	√	—	√	—	—	√
12		谐波电压	6.3.4.2	7.5.6	√	√	√	—	—	—

表 11 移动式电化学储能系统检验项目 (续)

序号	检验项目	技术要求 章条号	试验 方法 章条号	型式检验			出厂检验			
				并网型	离网型	并离 网型	并网型	离网型	并离 网型	
13	电 气 性 能	直流分量	6.3.4.3	7.5.7	✓	✓	✓	—	—	—
14		电压偏差	6.3.4.4	7.5.8	✓	✓	✓	—	—	—
15		电压不平衡度	6.3.4.5	7.5.9	✓	✓	✓	—	—	—
16		电压波动和闪变	6.3.4.6	7.5.10	✓	✓	✓	—	—	—
17		动态电压瞬变	6.3.4.7	7.5.11	—	✓	✓	—	—	—
18		离网并联	6.3.5	7.5.12	—	✓	✓	—	—	—
19		额定能量	6.3.6	7.5.13	✓	✓	✓	—	—	—
20		能量转换效率	6.3.7	7.5.14	✓	✓	✓	—	—	—
21		噪声	6.3.8	7.5.15	✓	✓	✓	✓	✓	✓
22	电 磁 兼 容	静电放电抗扰度	6.4	7.6.1	✓	✓	✓	—	—	—
23		电快速瞬变脉冲群抗扰度	6.4	7.6.2	✓	✓	✓	—	—	—
24		射频电磁场辐射抗扰度	6.4	7.6.3	✓	✓	✓	—	—	—
25		浪涌(冲击)抗扰度	6.4	7.6.4	✓	✓	✓	—	—	—
26		射频场感应的传导骚扰抗扰度	6.4	7.6.5	✓	✓	✓	—	—	—
27		工频磁场抗扰度	6.4	7.6.6	✓	✓	✓	—	—	—
28	安 全 性 能	电气间隙和爬电距离	6.5.1	7.7.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
29		绝缘电阻	6.5.2.1	7.7.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
30		工频耐压	6.5.2.2	7.7.3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
31		保护连接	6.5.3.1	7.7.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
32		接地	6.5.3.2	7.7.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
33	外 观 及 机 械 性 能	外观	6.6.1	7.8.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
34		防护等级	6.6.2	7.8.2	✓	✓	✓	—	—	—
35		结构稳定性	6.6.3	7.8.3	✓	✓	✓	—	—	—
36		防振	6.6.4	7.8.4	✓	✓	✓	—	—	—
37	接 口	电气接口	6.7.1	7.9.1	✓	✓	✓	—	—	—
38		通信接口	6.7.2	7.9.2	✓	✓	✓	—	—	—
39	车 辆 厢 体 及 辅 助 系 统	车辆基本性能	6.8.1	7.10.1	✓	✓	✓	—	—	—
40		集装箱尺寸和额定质量	6.8.2	7.10.2	✓	✓	✓	—	—	—

表 11 移动式电化学储能系统检验项目（续）

序号	检验项目		技术要求 章条号	试验 方法 章条号	型式检验			出厂检验		
					并网型	离网型	并离 网型	并网型	离网型	并离 网型
41	环境 适应 性	低温适应性	5.1	7.11.1	√	√	√	—	—	—
42		高温适应性	5.1	7.11.2	√	√	√	—	—	—
43		湿热适应性	5.1	7.11.3	√	√	√	—	—	—

8.5 检验报告

移动式电化学储能系统完成型式检验或出厂检验后，检测机构应出具检验报告，报告的内容和形式见附录 C。

9 标志、运输和贮存

9.1 标志

移动式电化学储能系统应有明显的标志，铭牌应在整个使用期内不易磨灭，铭牌宜放在显著位置，应包含以下内容：

- a) 名称或商标；
- b) 主要技术参数至少包含以下内容：电能存储设备类型、额定功率、额定能量、额定电压、消防类型；
- c) 在特殊环境下使用的移动式电化学储能系统包括环境使用条件；
- d) 出厂编号；
- e) 制造日期；
- f) 制造厂名、厂址；
- g) 使用年限。

9.2 运输

移动式电化学储能系统运输过程中满足以下要求：

- a) 分体型移动式电化学储能系统的运输、装卸和栓固作业应符合 GB/T 17382 的规定，一体型移动式电化学储能系统应符合 QC/T 911 中关于运输的规定；
- b) 电化学电池、储能变流器、监控系统应处于关闭断电状态；
- c) 运输环境温度宜为－25℃～40℃，空气相对湿度宜小于 95%。

9.3 贮存

移动式电化学储能系统的贮存满足以下要求：

- a) 地面无严重倾斜，承载力符合要求；
- b) 环境温度宜为－30℃～50℃，空气相对湿度宜小于 95%；
- c) 环境周围无高腐蚀、高盐雾、易燃易爆物品；
- d) 每贮存 6 个月宜进行电化学电池能量状态维护；
- e) 环境周围通风、防潮、防暴晒、无腐蚀气体侵害及具备消防设施。

附录 A

(资料性)

移动式电化学储能系统结构

A.1 分离型移动式电化学储能系统结构见图 A.1、图 A.2。其中,图 A.1 所示系统厢体可与机动车辆整体分离。图 A.2 所示系统厢体与底部承载装置固定,系统运行时厢体及其承载装置可与机动车辆车头部分分离。

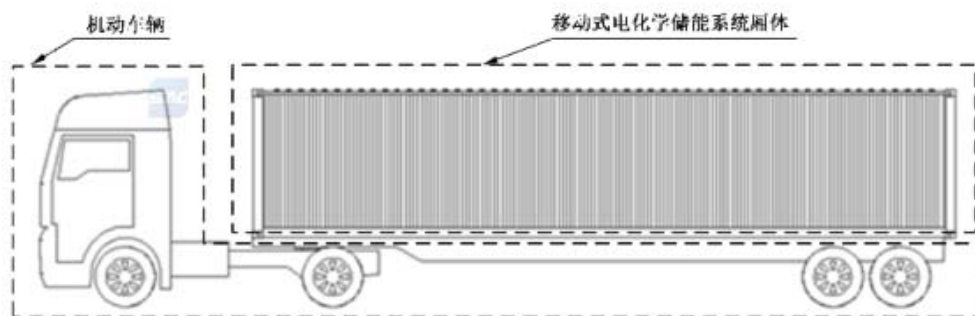


图 A.1 厢体与整车分离型移动式电化学储能系统结构示意图

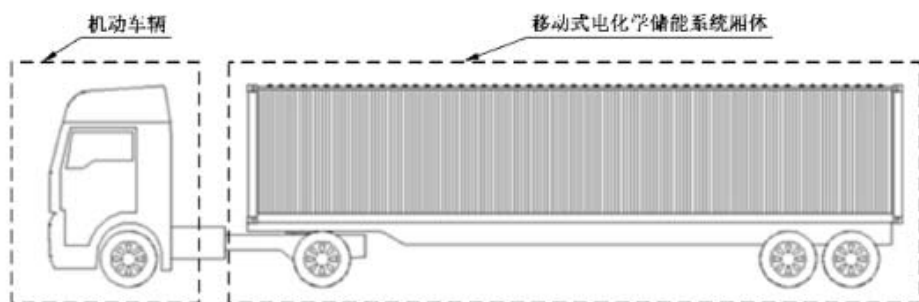


图 A.2 厢体与车头分离型移动式电化学储能系统结构示意图

A.2 一体型移动式电化学储能系统结构的图例说明见图 A.3。移动式电化学储能系统厢体部分不可与机动车辆分离。

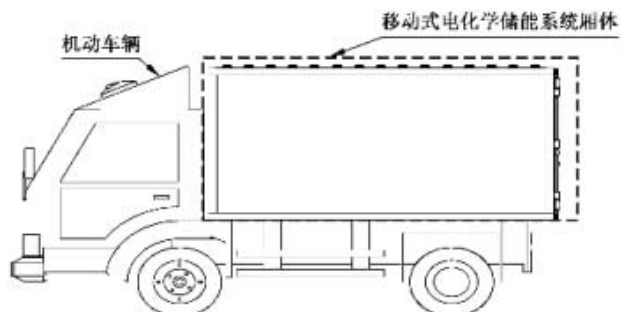


图 A.3 一体型移动式电化学储能系统结构示意图

附录 B
(规范性)
电气间隙和爬电距离

B.1 冲击耐受电压和暂时过电压

冲击耐受电压和暂时过电压见表 B.1。

表 B.1 冲击耐受电压和暂时过电压

序号	系统电压 (交流有效值/直流) V	冲击耐受电压 V				暂时过电压 (峰值/有效值) V
		过电压等级				
		I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	
1	50/75	330	500	800	1 500	1 770/1 250
2	100/150	500	800	1 500	2 500	1 840/1 300
3	150/225	800	1 500	2 500	4 000	1 910/1 350
4	300/450	1 500	2 500	4 000	6 000	2 120/1 500
5	600/900	2 500	4 000	6 000	8 000	2 550/1 800
6	1 000/1 500	4 000	6 000	8 000	12 000	3 110/2 200
7	3 600/5 400	9 000	16 000	20 000	40 000	14 150/10 000
8	7 200/10 800	17 500	29 000	40 000	60 000	28 300/20 000
9	12 000/18 000	29 000	42 500	60 000	75 000	39 600/28 000
直接与电网连接的电路不准许插值,其他电路允许插值。 注 1: 移动式电化学储能系统直流端口按照过电压等级Ⅱ,交流端口按照过电压等级Ⅲ判定。 注 2: 直流端口系统电压指最大输入直流电压。 注 3: 确定冲击耐受电压时,对于交流端口有中性点的移动式电化学储能系统,系统电压为额定相电压(相对地)有效值。 注 4: 确定冲击耐受电压时,对于交流端口无中性点的移动式电化学储能系统,序号 1 行~6 行系统电压为相对虚拟中性点间的额定相电压(相对地)有效值,序号 7 行~9 行系统电压为额定线电压(相对相)有效值。 注 5: 确定暂时过电压时,系统电压为额定线电压(相对相)有效值。						

B.2 电气间隙

电气间隙见表 B.2。

表 B.2 电气间隙

冲击耐受电压 (见表 B.1) V	暂时过电压(峰值) 仅用于确定基本绝缘、附加绝缘和 加强绝缘 V	工作电压(重复峰值) V	最小电气间隙 mm			
			污染等级			
			1	2	3	4
330	330	260	0.01	0.20*	0.80	1.6
500	500	400	0.04			
800	710	560	0.10			
1 500	1 270	1 010	0.50			
2 500	2 220	1 770	1.5			
4 000	3 430	2 740	3.0			
6 000	4 890	3 910	5.5			
8 000	6 060	4 840	8.0			
12 000	9 430	7 540	14			
20 000	12 000	7 600	25			
40 000	26 000	16 000	60			
按冲击耐受电压查表时,直接与电网连接的电路不准许插值,其他电路允许插值。按暂时过电压和工作电压查表时允许使用插值。						
注:根据冲击耐受电压、暂时过电压和工作电压的值查表,取电气间隙最大值。						
* 印制电路板的限值应为 0.04 mm。						

B.3 电气间隙海拔修正

海拔在 2 000 m~5 000 m 的电气间隙修正因子见表 B.3。

表 B.3 海拔在 2 000 m~5 000 m 的电气间隙修正因子

海拔 m	标准大气压强 kPa	电气间隙的修正因子
2 000	80,0	1,00
3 000	70,0	1,14
4 000	62,0	1,29
5 000	54,0	1,48

B.4 爬电距离

爬电距离见表 B.4。



表 B.4 爬电距离

单位为毫米

工作电压 有效值 V	印制电路板 ^a 的 爬电距离		其他绝缘部位的爬电距离								
	污染 等级 1 ^b	污染 等级 2 ^c	污染 等级 1 ^b	污染等级 2				污染等级 3			
				绝缘材 料 I	绝缘材 料 II	绝缘材 料 III a	绝缘材 料 III b	绝缘材 料 I	绝缘材 料 II	绝缘材 料 III a	绝缘材 料 III b
≤2	0.025	0.04	0.056	0.35	0.35	0.35		0.87	0.87	0.87	
5	0.025	0.04	0.065	0.37	0.37	0.37		0.92	0.92	0.92	
10	0.025	0.04	0.08	0.40	0.40	0.40		1.0	1.0	1.0	
25	0.025	0.04	0.125	0.50	0.50	0.50		1.25	1.25	1.25	
32	0.025	0.04	0.14	0.53	0.53	0.53		1.3	1.3	1.3	
40	0.025	0.04	0.16	0.56	0.80	1.1		1.4	1.6	1.8	
50	0.025	0.04	0.18	0.60	0.85	1.20		1.5	1.7	1.9	
63	0.04	0.063	0.20	0.63	0.90	1.25		1.6	1.8	2.0	
80	0.063	0.10	0.22	0.67	0.95	1.3		1.7	1.9	2.1	
100	0.10	0.16	0.25	0.71	1.0	1.4		1.8	2.0	2.2	
125	0.16	0.25	0.28	0.75	1.05	1.5		1.9	2.1	2.4	
160	0.25	0.40	0.32	0.80	1.1	1.6		2.0	2.2	2.5	
200	0.40	0.63	0.42	1.0	1.4	2.0		2.5	2.8	3.2	
250	0.56	1.0	0.56	1.25	1.8	2.5		3.2	3.6	4.0	
320	0.75	1.6	0.75	1.6	2.2	3.2		4.0	4.5	5.0	
400	1.0	2.0	1.0	2.0	2.8	4.0		5.0	5.6	6.3	
500	1.3	2.5	1.3	2.5	3.6	5.0		6.3	7.1	8.0	
630	1.8	3.2	1.8	3.2	4.5	6.3		8.0	9.0	10.0	
800	2.4	4.0	2.4	4.0	5.6	8.0		10.0	11	12.5	—
1 000	3.2	5.0	3.2	5.0	7.1	10.0		12.5	14	16	
1 250	4.2	6.3	4.2	6.3	9	12.5		16	18	20	
1 600			5.6	8.0	11	16		20	22	25	—
2 000	—	—	7.5	10.0	14	20		25	28	32	
2 500			10.0	12.5	18	25		32	36	40	
3 200			12.5	16	22	32		40	45	50	—
4 000	—	—	16	20	28		40	50	56	63	
5 000			20	25	36		50	63	71	80	
6 300			25	32	45	63		80	90	100	—
8 000	—	—	32	40	56	81		100	110	125	
10 000			40	50	71	100		125	140	160	

表 B.4 爬电距离（续）

单位为毫米

工作电压 有效值 V	印制电路板 ^a 的 爬电距离		其他绝缘部位的爬电距离								
	污染 等级 1 ^b	污染 等级 2 ^c	污染 等级 1 ^b	污染等级 2				污染等级 3			
				绝缘材 料 I	绝缘材 料 II	绝缘材 料 III a	绝缘材 料 III b	绝缘材 料 I	绝缘材 料 II	绝缘材 料 III a	绝缘材 料 III b
12 500	—	—	50	63	90	125		—	—	—	
16 000			63	80	110	150					
20 000			80	100	140	200					
25 000	—	—	100	125	180	250		—	—	—	
32 000			125	160	220	320					

爬电距离允许使用插值法。

注 1：1 250 V 以上印制电路板的爬电距离选取参照其他绝缘材料的爬电距离。

注 2：绝缘材料分为以下四组：

- 对于绝缘材料组别 I， $CTI \geq 600$ ；
- 对于绝缘材料组别 II， $600 > CTI \geq 400$ ；
- 对于绝缘材料组别 III a， $400 > CTI \geq 175$ ；
- 对于绝缘材料组别 III b， $175 > CTI \geq 100$ 。

^a 适用于印制电路板上的元器件和零部件。

^b 适用于所有类型的绝缘材料。

^c 适用于除 III b 以外的绝缘材料。

附录 C

(资料性)

检验报告

C.1 通则

根据所做检验,检验报告应提供足够多的正确、清晰和客观的数据用来进行分析和参考。报告应包含第7章中所有的数据。报告有摘要式和详细式两种形式。每种类型的报告都应包含相应的标题页和内容目录。

C.2 检验报告内容

C.2.1 标题页

标题页应包括下列各项信息:

- a) 报告编号(可选择);
- b) 报告的类型(摘要式、详细式);
- c) 报告的作者;
- d) 检验者;
- e) 报告日期;
- f) 检验的场所;
- g) 检验的名称;
- h) 检验日期;
- i) 鉴定机构和制造商的名称;
- j) 检验申请单位。

C.2.2 目录

每种类型的报告都应提供一个目录。

C.2.3 检验报告形式

C.2.3.1 摘要式报告

摘要式报告应包括下列各项信息:

- a) 检验的目的;
- b) 检验的种类、仪器和设备;
- c) 所有的检验结果;
- d) 结论。

C.2.3.2 详细式报告

详细式报告除包含摘要式报告的内容外,还应包括下列各项数据:

- a) 系统主要技术参数、操作方式和检测系统框图;
- b) 仪器和设备的安排、布置和操作条件的描述;

- c) 仪器设备校准情况；
 - d) 检验环境参数；
 - e) 用图或表的形式说明检验结果；
 - f) 结论。
-

