



中华人民共和国国家标准

GB/T 42715—2023

移动式储能电站通用规范

General specification for mobile energy storage power station

2023-05-23 发布

2023-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 分类及架构 2

5 使用条件 3

6 外观及机械性能 3

7 基本功能 4

8 电气性能 4

9 环保与安全 5

10 主要设备 6

11 试验 9

12 运行维护 17

13 标志、运输和贮存 18

附录 A（规范性） 移动式储能电站试验项目 20

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国电力储能标准化技术委员会(SAC/TC 550)归口、全国移动电站标准化技术委员会(SAC/TC 329)副归口。

本文件起草单位：中国电力科学研究院有限公司、兰州电源车辆研究所有限公司、贵州电网有限责任公司电网规划研究中心、国网江苏综合能源服务有限公司、国网江苏省电力有限公司经济技术研究院。

本文件主要起草人：陶以彬、杨波、吴福保、王德顺、周晨、李官军、任晓军、胡娟、李庆生、樊森、王旭、余豪杰、庄俊、冯鑫振、薛金花、陈巨龙、周显威、李妍、殷实、胡安平、李浩源、史明明、刘欢、李跃龙、陈国伟、桑丙玉、姬联涛、李克成、顾军、秦昊、居蓉蓉。

移动式储能电站通用规范

1 范围

本文件规定了移动式储能电站的分类及架构、使用条件、外观与机械性能、基本功能、电气性能、环保与安全、主要设备、试验、运行维护以及标志、运输和贮存的要求。

本文件适用于 10 kV 及以下电压等级,采用电化学电池、超级电容器、飞轮为电能存储介质的移动式储能电站的设计、制造、试验、检测、运行、维护和检修等。

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/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)
GB 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分:通用要求
GB/T 5338 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/T 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分:总则
GB/T 12326 电能质量 电压波动和闪变
GB/T 13729 远动终端设备
GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡
GB/T 15945 电能质量 电力系统频率偏差
GB/T 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 20138 电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级(IK 代码)
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 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 27748.1 固定式燃料电池发电系统 第 1 部分:安全
GB/T 27748.3 固定式燃料电池发电系统 第 3 部分:安装
GB/T 32509 全钒液流电池通用技术条件
GB/T 34120 电化学储能系统储能变流器技术规范
GB/T 34131 电化学储能电站用锂离子电池管理系统技术规范
GB/T 34133 储能变流器检测技术规程
GB/T 34872 质子交换膜燃料电池供氢系统技术要求
GB/T 36276 电力储能用锂离子电池
GB/T 36280 电力储能用铅炭电池
GB/T 36544 变电站用质子交换膜燃料电池供电系统

- GB/T 36545 移动式电化学储能系统技术要求
GB/T 36547 电化学储能系统接入电网技术规定
GB/T 36548 电化学储能系统接入电网测试规范
GB/T 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 50054 低压配电设计规范
GB/T 50064 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范
GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
GB 50370 气体灭火系统设计规范
GB 51048 电化学储能电站设计规范
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 995 继电保护和电网安全自动装置检验规程
DL/T 2080 电力储能用超级电容器
DL/T 2528 电力储能基本术语

3 术语和定义

DL/T 2528、GB/T 34120、GB/T 34131、GB/T 36545、GB/T 36547 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

移动式储能单元 mobile energy storage unit

能够独立实现电能存储、转换及释放的最小设备组合。

注：一般由移动平台、电能存储设备、储能变流器、监控系统及相关辅助设备等构成。

3.2

移动平台 mobile platform

用于移动式储能单元的运输载体。

注：一般包括底盘和箱体。

4 分类及架构

4.1 按照交流侧输出电压等级，移动式储能电站宜分为 0.38 kV、0.66 kV、1 kV、6 kV、10 kV。

4.2 按照电能存储设备类型，移动式储能电站可分为包含电化学电池、飞轮或超级电容中一种电能存储设备的储能电站，以及两种或两种以上电能存储设备混合型的储能电站。

4.3 移动式储能电站包括移动式储能单元、汇集线路和升压变压器等，其中移动式储能电站可由单台或多台移动式储能单元构成，架构见图 1。

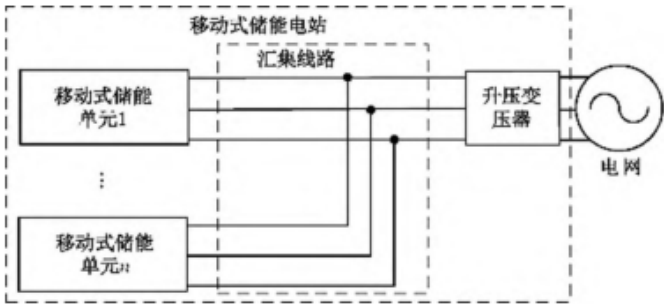


图 1 移动式储能电站架构图

5 使用条件

5.1 环境条件

5.1.1 移动式储能电站在以下环境条件下应能够按照额定功率正常运行：

- a) 环境温度： $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 海拔高度： $\leq 2\,000\text{ m}$ ；
- c) 相对湿度： $\leq 95\%$ 。

5.1.2 移动式储能电站在工作时，停放地点地面的承重能力及水平度应满足移动式储能电站的需求，其中地面纵向（前后）水平倾斜度不应大于 6° ，横向（左右）水平倾斜度不应大于 5° 。

5.2 并网电气条件

移动式储能电站在并网点电网的电能质量应满足以下要求：

- a) 电压谐波不超过 GB/T 14549 规定的限值；
- b) 三相电压不平衡度不超过 GB/T 15543 规定的限值；
- c) 频率偏差不得超过 GB/T 15945 规定的限值；
- d) 电压偏差在 $-15\% \sim +15\%$ 范围内。

5.3 离网运行条件

移动式储能电站在下列条件下应正常离网运行：

- a) 负荷的功率不超过移动式储能电站额定放电功率；
- b) 移动式储能电站的功率和电量与负荷和分布式电源的功率和电量相匹配。

6 外观及机械性能

6.1 外观

箱体外观应符合 GB/T 36545 的规定。

6.2 防护等级

移动式储能单元至少应满足 IP54 的防护等级。

6.3 防振

移动式储能电站在垂直方向能够承受的振动频率、加速度、扫频循环数和持续时间，应满足表 1 的要求。

表 1 移动式储能电站防振要求

振动频率 Hz	加速度 m/s ²	扫频循环数 次	振动持续时间 h
10~150	10	20	2.5

7 基本功能

7.1 启停功能

移动式储能电站应具备启动和停止功能,能够根据控制开关或指令实现启机和停机,并具备独立供电功能,能够在无外接电源情况下实现自启动。

7.2 功率控制功能

移动式储能电站应具备有功功率控制、无功功率控制和功率因数调节等功率控制功能。

7.3 并网转离网功能

移动式储能电站应具备由并网模式转换为离网运行模式的切换功能,其中移动式储能单元的切换时间应小于 20 ms。

7.4 离网转并网功能

移动式储能电站应具备由离网模式转换为并网运行模式的同期并网功能。

7.5 通信功能

移动式储能电站宜具备与电力调度机构通信的功能,其通信方式、传输通道和信息传输应遵循电力调度机构相关规定,宜具备远程监测信息无线通信接口,通信网络安全防护应符合 GB/T 36572 的规定。

7.6 保护功能

移动式储能电站应具备保护功能,技术要求应符合 GB/T 36558 的相关规定。

7.7 电能计量

移动式储能电站应具备电能计量功能,应安装电能双向计量装置,装置配置和技术要求应符合 DL/T 448 的相关规定。

8 电气性能

8.1 并网电能质量

移动式储能电站并网运行电能质量应满足以下要求:

- a) 电流总谐波畸变率符合 GB/T 14549 的规定;
- b) 电流中的直流电流分量不超过其交流额定值的 0.5%;
- c) 并网运行时产生的电压闪变符合 GB/T 12326 的规定。

8.2 功率控制

功率控制性能应符合 GB/T 36545 的规定。

8.3 过载能力

过载能力应符合 GB/T 36545 的规定。

8.4 频率适应性

频率适应性应符合 GB/T 36545 的规定。

8.5 电压偏差

在空载和三相平衡额定阻性负载条件下,移动式储能电站交流侧输出电压幅值偏差不应超过额定电压的 $\pm 5\%$,相位偏差应小于 3° 。

8.6 频率偏差

在空载和三相平衡额定阻性负载条件下,移动式储能电站交流侧输出频率偏差不应超过额定频率的 $\pm 0.5\text{ Hz}$ 。

8.7 电压总谐波畸变率

在空载和三相平衡额定阻性负载条件下,移动式储能电站交流侧输出电压总谐波畸变率不应超过 3% 。

8.8 电压不平衡度

移动式储能电站在三相不平衡额定阻性负载条件下,输出电压不平衡度应小于 2% ,短时不应超过 4% 。

8.9 动态电压瞬变范围

在三相平衡阻性负载条件下,负载从 20% 上升至 100% 或从 100% 下降至 20% 突变时,移动式储能电站输出电压瞬变值应小于 10% 。

9 环保与安全

9.1 环保要求

9.1.1 移动式电化学储能电站中电池电解液发生意外泄漏时,应及时处理泄漏的电解液且不应直接外排,并回收处理泄漏的电池。

9.1.2 移动式储能电站额定充电功率或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 处的噪声不应大于 70 dB ;沿箱体径向方向两侧和箱体后侧 7 m 、距地面 1.6 m 处的噪声不应大于 65 dB 。

9.2 安全要求

9.2.1 灭火系统

灭火系统应满足以下要求:

- a) 移动式储能单元至少配置 1 具 E 类火灾灭火器,每具 E 类火灾灭火器的药剂充装量符合 GB 50370 的规定;
- b) 火灾自动报警系统要求符合 GB 51048 的规定;
- c) 移动式储能单元宜配备自动灭火装置。

9.2.2 温升

移动式储能单元内设备的温升应符合 GB/T 36545 的规定。

9.2.3 防雷接地

移动式储能电站内交流电气设备的防雷接地设计应符合 GB/T 50065 的规定。

9.2.4 绝缘

移动式储能电站绝缘设计应符合 GB/T 50064 的相关规定。

10 主要设备

10.1 移动平台

移动平台应满足以下要求:

- a) 箱体尺寸和额定质量采用 GB/T 1413 中所规定的尺寸和额定质量;
- b) 移动式储能电站的质量不超过移动平台载重限值;
- c) 箱体结构强度符合 GB/T 5338 中设计要求的相关规定。

10.2 电能存储设备

10.2.1 电化学电池要求

电化学电池系统应满足以下要求:

- a) 电池系统选用锂离子电池、铅炭电池、铅酸电池或全钒液流电池时分别符合 GB/T 36276、GB/T 36280、GB/T 36558 和 GB/T 32509 的规定;
- b) 对于氢燃料电池系统,选用质子交换膜燃料电池符合 GB/T 36544 的规定,质子交换膜燃料电池供电系统通用安全符合 GB/T 27748.1 和 GB/T 27748.3 的相关规定,质子交换膜燃料电池供氢系统符合 GB/T 34872 的规定;
- c) 电池管理系统符合 GB/T 34131 的规定。

10.2.2 超级电容器要求

超级电容器系统应符合 DL/T 2080 的规定。

10.2.3 飞轮系统要求

飞轮系统应满足以下要求:

- a) 飞轮系统具备机械危险防护措施,转子失稳时不能对外界产生破坏性的影响,且具备紧急停机功能;
- b) 飞轮系统充放电循环效率不低于 80%,热备用待机功耗不超过额定功率输出的 5%;
- c) 飞轮系统设计寿命不低于 20 年或 10 万次充放电次数。

10.3 储能变流器

储能变流器应符合 GB/T 34120 的规定。

10.4 监控系统

10.4.1 数据采集

监控系统的数据采集应满足以下要求：

- a) 对电能存储设备的数据采集至少包括电压、电流、能量状态、温度等遥测信息，以及开关状态、报警信号等遥信信息；
- b) 对储能变流器的数据采集至少包括电压、电流、温度等遥测信息，以及开关状态、报警信号等遥信信息；
- c) 对电网的数据采集至少包括电网的电压、电流、相位、频率、有功功率、无功功率、功率因数、有功电量、无功电量等遥测信息，以及开关状态、报警信号等遥信信息；
- d) 其他设备的数据采集还包括电源系统、火灾预警系统等相关遥测和遥信信息。

10.4.2 控制与调节

10.4.2.1 启停控制

移动式储能电站监控系统应能控制电站的启动和停机。

10.4.2.2 有功功率控制

移动式储能电站监控系统应能够自动接收调度主站系统下发的有功功率控制指令，并能够对移动式储能单元有功出力进行合理分配，满足电站输出控制要求。

10.4.2.3 无功功率控制

移动式储能电站监控系统应能够自动接收调度主站系统下发的无功功率控制指令，并能够对移动式储能单元无功出力进行合理分配，满足电站输出控制要求。

10.4.2.4 并/离网切换控制

移动式储能电站监控系统应能够控制电站由并网模式切换为离网运行模式和由离网模式切换为并网运行模式。

10.4.3 报警

监控系统的报警应满足以下要求：

- a) 报警信息包括报警点名称、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) 监控系统具备状态变化、测量值越限、计算值越限、通信中断等触发报警功能；
- c) 监控系统具备报警信息历史查询功能。

10.4.4 人机界面

监控系统的人机界面应满足以下要求：

- a) 监控系统人机界面显示内容包括系统拓扑图、网络图、运行工况图和通信网络图等，图形展示可包括趋势图、柱状图、饼图等方式；

- b) 监控系统人机界面支持多屏显示、图形多窗口、无级缩放、漫游、拖拽、分层分级显示等；
- c) 监控系统人机界面具备图模库一体化的图形建模工具，具备网络拓扑管理工具，支持用户自定义设备图元和间隔模板，支持各类图元带模型属性的拷贝。

10.4.5 报表处理

监控系统的报表处理应满足以下要求：

- a) 监控系统历史数据存储不少于 3 个月；
- b) 监控系统具备根据需求选择历史数据、生成不同格式和类型报表的功能；
- c) 报表支持文件导出和打印等功能。

10.4.6 自诊断功能

监控系统应在线诊断各软件和硬件的运行工况，当发现异常和故障时能及时报警并存储。各类有冗余配置的设备发生软硬件故障时，应能自动切换至备用设备，切换过程不影响整个系统的正常运行。

10.5 辅助系统

10.5.1 配电系统要求

厢体内配电设计应符合 GB 50054 的规定。

10.5.2 车载辅助设备要求

车载辅助设备应满足以下要求：

- a) 移动式储能电站宜在底盘安装辅助支撑系统，支撑系统能承载车辆的最大总质量并实现手动或电控操作，每个支撑件能单独调节；
- b) 移动式储能电站厢体内温控设备具备手动和监控系统远程控制功能；
- c) 随车宜配备所需使用的动力电缆及电缆绞盘；
- d) 车厢内设有交、直流照明系统，车顶宜具有升降照明灯和场地照明装置；
- e) 车厢距离地面大于 600 mm 时，在车厢门下部配备登车梯。

10.6 接口要求

10.6.1 电气接口

移动式储能电站的电气接口应满足以下要求：

- a) 所有外部电气接口宜采用快插接口，便于接入电网；
- b) 快插接口电气间隙和爬电距离符合 GB/T 7251.1 的相关规定；
- c) 快插接口防护等级符合 GB/T 7251.1 的相关规定；
- d) 快插接口机械性能符合 GB/T 20138 的相关规定；
- e) 宜配备直流充电接口，接口符合 GB/T 20234.3 的相关规定。

10.6.2 通信接口

通信接口宜采用 CAN、RS-485 和以太网通信接口，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。

10.7 保护与安全自动装置

移动式储能电站的保护与安全自动装置应符合 GB/T 36547 的规定。

11 试验

11.1 一般规定

移动式储能电站试验可通过选取移动式储能单元进行试验,同一类型、同一型号的移动式储能单元至少应选择一个进行试验,不同类型、不同型号的移动式储能单元均应选取并试验。

11.2 试验项目

移动式储能电站型式试验、出厂试验和现场试验的项目按照附录 A。

11.3 试验条件

11.3.1 环境条件

11.3.1.1 室内试验环境

室内试验应在以下环境条件下进行:

- a) 海拔高度: $\leq 2\,000\text{ m}$;
- b) 温度: $20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) 相对湿度: $\leq 95\%$ 。

11.3.1.2 室外试验环境

室外试验应在以下环境条件下进行:

- 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) 降雨量: $\leq 8\text{ mm/h}$;
- d) 承载移动式储能电站的地面纵向(前后)水平倾斜度不大于 6° ,横向(左右)水平倾斜度不大于 5° ;
- e) 相对湿度: $\leq 95\%$ 。

11.3.2 电气条件

11.3.2.1 电网电能质量

移动式储能电站接入的电网电能质量应符合 5.2 的规定。

11.3.2.2 电气安全

试验场地电气安全应符合 GB 4793.1 的规定。

11.4 试验设备

11.4.1 试验仪器仪表

电压、电流测量装置、温度计、湿度计、电能表和数据采集装置的精度等级至少应满足表 2 的要求,试验仪器仪表应满足以下要求:

- a) 电压互感器符合 GB/T 20840.3 的规定;
- b) 电流互感器符合 GB/T 20840.2 的规定;
- c) 数据采集装置采样频率不小于 10 kHz (电能质量测量时不小于 20 kHz);

- d) 频率测量精度至少达到 0.01 Hz。

表 2 测量设备仪器精度要求

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	$\pm 3\%$
电能表	0.2 级
数据采集装置	0.2 级

11.4.2 电网模拟装置

11.4.2.1 功能要求

电网模拟装置至少应具备以下功能：

- a) 各相电压值可独立调节及编程控制；
- b) 频率值可调节及编程控制；
- c) 电能可双向流动。

11.4.2.2 性能要求

电网模拟装置的性能指标应满足以下要求：

- a) 与移动式储能电站连接侧的电压谐波小于 GB/T 14549 中谐波允许值的 50%；
- b) 向电网注入的电流谐波小于 GB/T 14549 中谐波允许值；
- c) 输出电压基波偏差值小于 0.2%，输出电压可调节步长不大于被测设备可调节步长的 1/2；
- d) 输出频率偏差值小于 0.01 Hz，可调节步长至少为 0.05 Hz；
- e) 响应时间小于 0.02 s；
- f) 三相电压不平衡度小于 1%，相位偏差小于 1%；
- g) 额定功率不小于移动式储能电站额定功率的 1.2 倍。

11.4.3 模拟负载

模拟负载至少应满足以下要求：

- a) 电阻值、电感值、电容值可调节；
- b) 调整负载产生的最小电流变化步长不大于 0.1 A；
- c) 在各电压点的允许电流大于移动式储能电站的最大电流；
- d) 具备非线性负载和冲击性负载特性。

11.4.4 温度试验设备

温度试验设备应满足以下要求：

- a) 存储容量能够存储试验过程中的全部温度数据；
- b) 通道数量能够满足测温点的需要；
- c) 测温通道的测温范围至少满足 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 160\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，测温精度不低于 0.5 $^{\circ}\text{C}$ ；

- d) 各测温通道有统一的时间基准信号；
- e) 采样频率不低于 1 Hz。

11.5 外观及机械性能试验

11.5.1 外观

通过目测检查箱体外观的完整性。

11.5.2 防护等级

箱体的 IP 防护等级应按 GB/T 4208 规定的方法进行试验。

11.5.3 防振

移动式储能电站振动试验按下列行驶或运输条件进行,行驶试验结束后,检查箱体、内部设备及固定连接处的完整性:

- a) 里程:移动电化学储能系统试验行驶 50 km;
- b) 路面:不平整的土路及坎坷不平的碎石路面占测试里程的 60%,柏油(或水泥)路面占测试里程的 40%;
- c) 速度:不平整的土路及坎坷不平的碎石路面上为 20 km/h~30 km/h,柏油(或水泥)路面上为 30 km/h~40 km/h。

11.6 基本功能试验

11.6.1 启停功能

启停机试验按以下步骤进行:

- a) 按图 2 连接试验电路;
- b) 设置移动式储能单元运行在放电模式;
- c) 向移动式储能单元发出启动指令,输出功率上升至额定功率,稳定运行 2 min 后向移动式储能单元发出停机指令;
- d) 记录从发出启动指令到停机的移动式储能单元交流端口电压和电流,计算有功功率,绘制实测曲线,计算启动和停机时长;
- e) 设置移动式储能单元运行在充电模式,重复步骤 c)~d)。

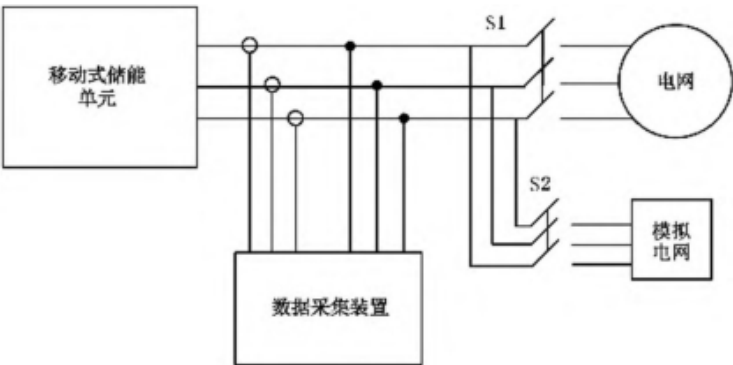


图 2 试验电路接线图

11.6.2 并网转离网运行

11.6.2.1 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 3 连接试验回路,设置移动式储能电站工作在阻感性负荷(功率因数为 0.8)的运行条件下,且功率大小为被测移动式储能电站额定功率的 100%；
- 设置移动式储能电站工作在并网额定功率充电运行条件下；
- 移动式储能电站运行稳定后,断开并网开关；
- 利用数据采集装置测量并记录负载电压 U_{Load} 、网侧电压 U_{ac} 的数据与波形；
- 测量从并网开关断开时刻起到移动式储能电站放电电流 I_F 达到额定电流 90%的时间间隔；
- 分别调整负荷功率为被测移动式储能电站额定功率的 30% 和 60%，重复步骤 b)～e)，并记录试验结果；
- 设置移动式储能电站工作在额定功率放电运行条件下,重复步骤 c)～f)；
- 设置移动式储能电站工作在阻容性负荷(功率因数为 0.8)的运行条件下,且功率大小为被测移动式储能电站额定功率的 100%，重复步骤 b)～g)。

11.6.2.2 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：

- 按图 3 连接试验回路,断开被测移动式储能电站的主动并网开关；
- 设置移动式储能电站工作在阻感性负荷(功率因数为 0.8)的运行条件下,且功率大小为被测移动式储能电站额定功率的 100%；
- 设置移动式储能电站工作在并网额定功率充电运行条件下；
- 移动式储能电站运行稳定后,断开并网开关；
- 利用数据采集装置测量并记录负载电压 U_{Load} 、网侧电压 U_{ac} 的数据与波形；
- 测量从移动式储能电站接收到离网指令时刻起到放电电流 I_F 达到额定电流 90%的时间间隔；
- 分别调整负荷功率为被测移动式储能电站额定功率的 30% 和 60%，重复步骤 b)～e)，并记录试验结果；
- 设置移动式储能电站工作在额定功率放电运行条件下,重复步骤 c)～g)；
- 设置移动式储能电站工作在阻容性负荷(功率因数为 0.8)运行条件下,且功率大小为被测移动式储能电站额定功率的 100%，重复步骤 b)～h)。

11.6.3 离网转并网运行

离网转并网运行试验按以下步骤进行。

- 按图 3 连接试验回路,断开主动并离网开关,将被测移动式储能电站设置为离网运行模式。
- 设置移动式储能电站工作在阻感性负荷(功率因数为 0.8)的运行条件下,且功率大小为被测移动式储能电站额定功率的 100%。
- 设置移动式储能电站工作在并网额定功率放电运行条件下。
- 移动式储能电站运行稳定后,下发主动并网指令。
- 利用数据采集装置测量移动式储能电站的输出电压波形和数据。
- 按照公式(1)计算主动离网转并网运行时输出电压动态瞬变值：

$$\epsilon_U = \frac{\Delta U}{U_N} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ε_{U} ——增加或减少负载时输出电压动态瞬变范围；

ΔU ——增加或减少负载后移动式储能电站交流侧电压有效值与额定值的最大偏差，单位为伏(V)；

U_N ——额定电压输出值，单位为伏(V)。

- g) 分别调整负荷功率为被测移动式储能电站额定功率的 30% 和 60%，重复步骤 c)~f)，并记录试验结果。
- h) 设置移动式储能电站工作在阻容性负荷(功率因数为 0.8)运行条件下，且功率大小为被测移动式储能电站额定功率的 100%，重复步骤 c)~g)。

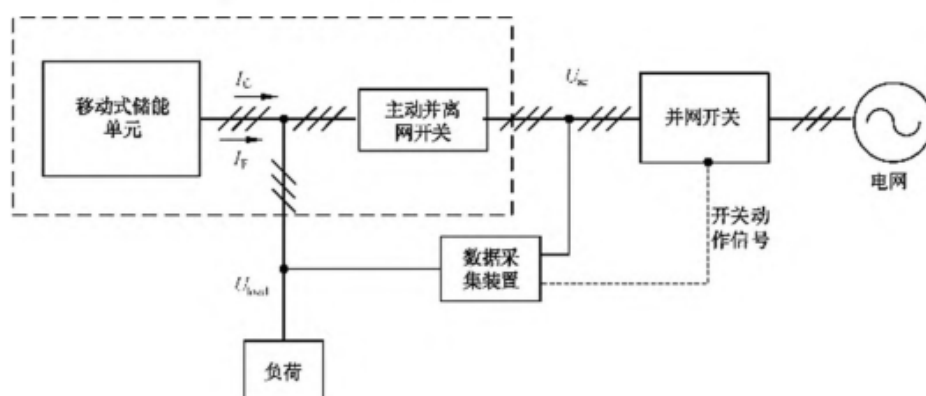


图3 并网切换试验回路示意图

11.6.4 涉网保护功能

按照 DL/T 995 规定的方法开展移动式储能电站涉网保护功能试验。

11.6.5 通信功能

按照 GB/T 13729 规定的方法开展移动式储能电站通信功能试验。

11.7 电气性能试验

11.7.1 额定能量试验

按照图 2 连接额定能量试验电路，在稳定运行状态下，储能系统在额定充电功率充电和额定放电功率放电条件下，试验储能系统的充电能量和放电能量。额定能量试验按以下步骤进行：

- a) 以额定放电功率放电至放电截止条件时停止放电；
- b) 以额定充电功率充电至充电截止条件时停止充电，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 ；
- c) 以额定放电功率放电至放电截止条件时停止放电，记录本次放电过程中储能系统放电能量 E_D 和辅助能耗 W_D ；
- d) 重复 b) 和 c) 步骤两次，记录每次充放电能量 E_{C1} 、 E_{D1} 和辅助能耗 W_{C1} 、 W_{D1} ；
- e) 按照公式(2)、公式(3)计算 3 次平均值， E_C 和 E_D 为储能系统的额定充电能量和额定放电能量：

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

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

式中：

E_{Ch} ——第 n 次循环的充电能量，单位为瓦时（W·h）；

E_{Dh} ——第 n 次循环的放电能量，单位为瓦时（W·h）；

W_{Ch} ——第 n 次循环充电过程的辅助能耗，单位为瓦时（W·h）；

W_{Dh} ——第 n 次循环放电过程的辅助能耗，单位为瓦时（W·h）。

注 1：对于辅助能耗由自身供应的储能系统， $W_{Ch}=0$ ， $W_{Dh}=0$ 。

注 2：放电截止条件和充电截止条件采用电压、电流和温度等参数，试验中截止条件唯一且与实际保持一致。

11.7.2 温升

温升试验按以下步骤进行：

- a) 利用温度试验设备在箱体内部 6 个面分别至少安装 1 个测量点，在箱体内部的电池柜体表面和储能变流器柜体表面分别至少安装 3 个测量点；
- b) 移动式储能电站在额定功率运行条件下，箱体表面和内部温度连续 15 min 内变化不超过 1℃ 时，记录当前各个测量点的温度值。

11.7.3 过载能力

过载能力试验按以下步骤进行：

- a) 按图 2 连接试验电路；
- b) 设置移动式储能单元交流端口电压为额定值；
- c) 控制移动式储能单元功率逐渐增大到 110% 额定功率，稳定运行在 110% 额定功率保持 10 min；
- d) 控制移动式储能单元功率逐渐降低到额定功率，稳定运行在额定功率保持 2 min；
- e) 控制移动式储能单元功率逐渐增大到 120% 额定功率，稳定运行在 120% 额定功率保持 1 min；
- f) 记录检测过程中移动式储能单元交流端口电压和有功功率。

11.7.4 噪声

噪声试验按以下步骤进行：

- a) 按图 4 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，设置移动式储能电站在额定功率充电状态下运行；
- b) 取距地面 1.6 m，图 4 所示 A1、A2、A3 处，测得 1 m 处的噪声取平均值；
- c) 取距地面 1.6 m，图 4 所示 B1、B2、B3 处，测得 7 m 处的噪声取平均值；
- d) 设置移动式储能电站在额定功率放电状态下运行，重复 b) 和 c)。

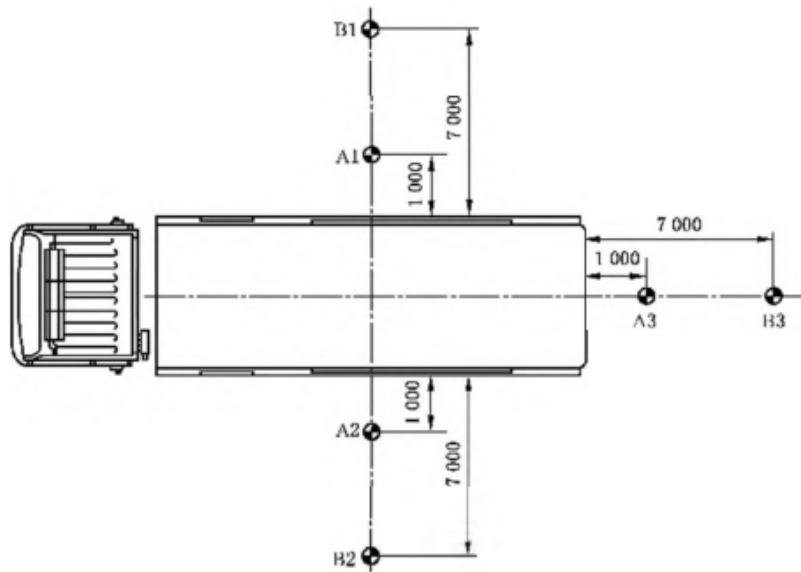


图4 噪声试验示意图

11.7.5 电流总谐波

按图2连接试验电路,按照 GB/T 34133 规定的方法开展并网运行电流总谐波畸变率试验。

11.7.6 并网运行电流直流分量

并网运行电流直流分量试验按以下步骤进行:

- 按图2连接试验电路;
- 设置交流侧输出额定功率,连续测量并记录 10 min 交流侧电流数据;
- 计算 10 min 平均直流分量值。

11.7.7 电压闪变

按照 GB/T 34133 规定的方法开展电压闪变试验。

11.7.8 有功功率控制

有功功率控制试验按如下步骤进行:

- 按图2连接试验电路;
- 按照图5的设置曲线控制移动式储能电站有功功率,且在每个功率基准值保持 2 min;
- 在移动式储能电站交流侧测量时序功率,以每 0.2 s 有功功率平均值为 1 个点,拟合实测功率曲线;
- 以每次有功功率变化后的第 2 个 1 min 数据计算 1 min 有功功率平均值。

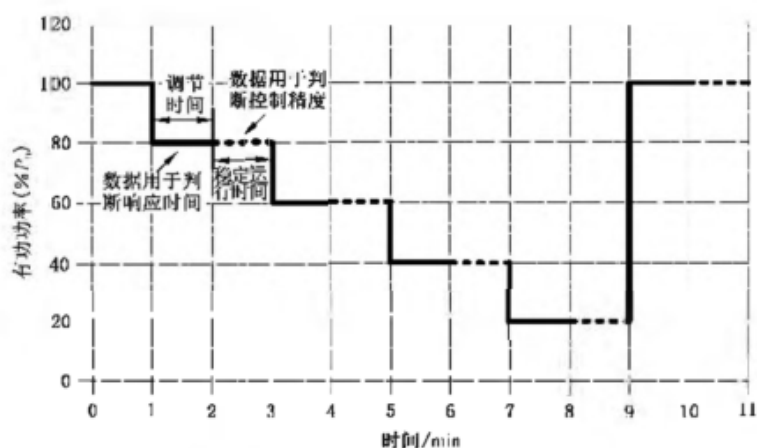


图5 有功功率控制曲线

11.7.9 无功功率控制

无功功率控制试验按如下步骤进行：

- 按图 2 连接试验电路；
- 从移动式储能电站持续正常运行的最小功率开始，以每 10% 的额定有功功率作为一个区间进行试验；
- 设置移动式储能电站输出的感性无功功率至输出限值，记录至少 2 个 1 min 感性无功功率和有功功率数据；
- 设置移动式储能电站输出的容性无功功率至输出限值，记录至少 2 个 1 min 容性无功功率和有功功率数据；
- 以每 0.2 s 数据计算一个无功功率平均值和一个有功功率平均值，利用所有计算所得 0.2 s 功率平均值绘制无功功率-有功功率特性曲线。

11.7.10 频率适应性

按图 2 连接试验电路，按照 GB/T 36548 规定的方法开展频率适应性试验。

11.7.11 电压偏差

电压偏差试验按以下步骤进行。

- 按照图 6 连接试验回路。
- 设置移动式储能电站运行在离网模式。
- 空载条件下，利用测量装置测量并记录交流输出电压值。
- 额定输出功率条件下，设置模拟负载分别为三相纯阻性、三相阻感性（功率因数为 0.7）和三相阻容性（功率因数为 0.7），利用测量装置测量并记录交流输出电压值和相位偏差值。
- 按公式(4)计算移动式储能电站离网运行输出电压偏差率：

$$\delta_U = \frac{U_r - U_N}{U_N} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

δ_U ——输出电压偏差率；

U_r ——实际电压输出值，单位为伏(V)；

U_N ——额定电压输出值，单位为伏(V)。

- f) 将移动式储能电站交流侧任意两相分别接额定功率 33% 的阻性负载,其余一相不接负载,利用测量装置测量并记录交流侧电压值,计算交流侧电压三相不平衡度。
- g) 将移动式储能电站交流侧任意一相连接到额定功率 33% 的阻性负载,其余两相不接负载,利用测量装置测量并记录交流侧电压值,计算交流侧电压三相不平衡度。

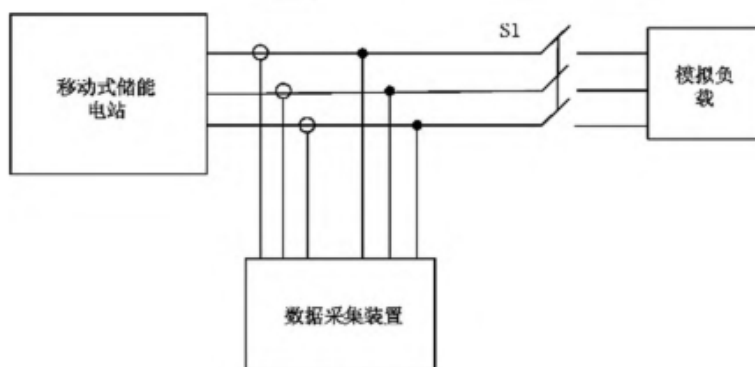


图6 离网性能试验连接图

11.7.12 电压动态瞬变值

电压动态瞬变值试验按以下步骤进行:

- 按照图 6 连接试验回路;
- 设置移动式储能电站运行在离网模式,交流侧电压为额定电压;
- 将阻性负荷从 20% 额定功率增加到 100% 额定功率,记录移动式储能电站的输出电压波形和数据;
- 按公式(1)计算负荷增加时输出电压动态瞬变值;
- 计算并测量从负荷增加开始至电压第一次恢复至初始值偏差 $\pm 3\%$ 的时间;
- 设置阻性负荷从 100% 额定功率减少到 20% 额定功率,记录移动式储能电站的输出电压波形;
- 按公式(1)计算负荷减少时输出电压动态瞬变值;
- 计算并测量从负荷减少开始至电压第一次恢复至初始值偏差 $\pm 3\%$ 的时间。

11.7.13 电压总谐波畸变率

按图 6 连接试验电路,按照 GB/T 34133 规定的方法开展离网运行时电压总谐波畸变率试验。

11.7.14 电压不平衡度

按图 6 连接试验电路,按照 GB/T 34133 规定的方法开展离网运行时三相电压不平衡度试验。

12 运行维护

12.1 电站运行

- 移动式储能电站接入电网前,其运行管理方与电网企业/用户应签订用电协议。
- 移动式储能电站放置地点应明确划出电站所在区域,与周围的设备保持安全距离,配有醒目的“当心触电”标识,且无积水并预留足够的物流、维护、消防通道。
- 移动式储能电站在运行前应保证所有一次和二次线缆可靠连接,设备状态和通信正常。
- 移动式储能电站在运行过程中,应实时监测设备开关的状态、设备容量的状态、负荷的状态,根据状态调整运行策略,不能随意改变并网开断设备的配置和参数。

12.1.5 移动式储能电站在运行结束后,应断开所有设备电气连接,收起支撑脚,拆除一次、二次线缆以及接地棒,关闭所有车门和接口处盖板。

12.1.6 移动式储能电站发生异常或故障情况时,运行人员应立即停运故障设备并隔离故障现场,并向调度值班人员和相关管理人员汇报。

12.1.7 当移动式储能电站发生冒烟、起火等严重故障时,运行人员应立即停运相关储能系统,疏散周边人员,并立即启动灭火系统,同时切断除安保系统外的全部电气连接并联系消防部门。

12.2 电站维护

12.2.1 移动式储能单元内部布置应留出设备巡视、检修的通道和操作空间。

12.2.2 移动式储能电站的主要设备周围不应堆积易燃易爆物品,设备本身及环境应通风散热良好,设备积尘及污物应及时清理。

12.2.3 移动式储能电站主要设备上的各种警示标识应保持完整。

12.2.4 对于移动式电化学储能电站,应按照计划周期对电池容量进行核定和电池性能评估,长期不使用的情况下应定期充放电。

12.2.5 移动式储能电站宜安装振动监测设备,对设备在运输过程中的振动情况进行监测,运输结束后应对重要设备螺丝松动情况进行检查。

12.2.6 移动式储能电站宜接入远程运维管理平台,平台应具备运行状态监测和性能评估能力。

13 标志、运输和贮存

13.1 标志

13.1.1 安全标志

安全标志至少应包含“严禁烟火”“当心触电”“禁止带载操作”以及相关的接地和逃生等标志。

13.1.2 铭牌

移动式储能单元铭牌应保证字迹在使用期内清晰可见且宜放在显著位置,至少应包含以下内容:

- 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、额定容量、能量效率、质量;
- c) 在特殊环境下使用的移动式储能单元铭牌还包括环境使用条件;
- d) 出厂编号;
- e) 制造日期;
- f) 制造厂名、厂址;
- g) 使用年限。

13.2 运输

移动式储能单元的运输应满足以下要求:

- a) 移动式储能单元内所有电气设备处于断电状态;
- b) 移动式储能单元可直接驾驶运输;
- c) 移动式储能单元可根据需要能水路运输、空中运输和铁路运输。

13.3 贮存

移动式储能电站的贮存应满足以下要求:

- a) 地面无严重倾斜,承载力符合要求;
- b) 环境温度宜 $-25^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$,空气相对湿度宜小于88%;
- c) 环境周围无高腐蚀、高盐雾、易燃易爆物品。

附 录 A
(规范性)
移动式储能电站试验项目

移动式储能电站试验项目见表 A.1。

表 A.1 移动式储能电站试验项目

序号	试验类别	试验项目名称	型式试验	出厂试验	现场试验
1	系统结构检查	1.1 外观检查	√	—	—
		1.2 IP 防护等级测试	√	√	—
		1.3 振动测试	√	—	—
2	基本功能试验	2.1 启停功能测试	√	—	—
		2.2 主动和被动并网转离网切换时间测试	√	—	—
		2.3 离网转并网运行测试	√	√	—
		2.4 涉网保护功能测试	√	√	—
		2.5 通信功能测试	√	√	—
3	电气性能试验	3.1 额定能量测试	√	—	—
		3.2 温升测试	√	—	—
		3.3 过载能力测试	√	—	√
		3.4 噪声测试	√	—	—
		3.5 电流总谐波测试	√	√	—
		3.6 并网运行电流直流分量测试	√	√	—
		3.7 电压闪变测试	√	√	—
		3.8 有功和无功功率控制性能测试	√	√	√
		3.9 频率适应性测试	√	—	—
		3.10 离网运行电压偏差测试	√	—	—
		3.11 离网运行动态电压瞬变范围测试	√	—	—
		3.12 离网运行电压总谐波测试	√	—	—
		3.13 离网运行电压不平衡度测试	√	—	—
注：若移动式储能单元的储能变流器的型式试验报告包含 3.5~3.12 的试验项目,不做重复测试要求。					