



中华人民共和国国家标准

GB/T 34131—XXXX

电力储能用电池管理系统

Battery management system for electrical energy storage

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 使用环境	2
4 技术要求	2
5 试验方法	10
6 检验规则	18
7 标志、包装、运输与贮存	21
8 测试报告	22
附 录 A （规范性） SOC/SOE 估算误差测试	23
附 录 B （规范性） 均衡性能试验	25
附 录 C （资料性） 电池系统典型充放电工况	27
附 录 D （资料性） 测试报告	28

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 34131-2017《电化学储能电站用锂离子电池管理系统技术规范》。与GB/T 34131相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了铅蓄电池和液流电池的电池管理系统的功能指标以及试验方法；
- 原标准未提出锂离子电池的电池管理系统试验方法，增加了锂离子电池电池管理系统技术要求的试验方法；
- 修改了使用环境条件；
- 增加了对所用测量仪器仪表的要求；
- 增加了贮存温度要求；
- 增加了海拔条件要求；
- 增加了4.1.3电池管理系统架构图；
- 增加了4.1.4规范化设计要求；
- 增加了4.1.5接地要求；
- 增加了4.1.6线束要求；
- 删除5.2测量要求，增加了4.2.1采集功能和4.3.1采集指标要求，增加了5.2状态参数试验；
- 删除5.3计算要求，增加了4.2.2状态估算功能和4.3.2状态估算指标要求，增加了5.3 SOC估算误差试验，5.4 均衡性能试验；
- 删除5.4状态参数信息上送功能；
- 增加了4.2.3均衡功能，4.3.3均衡功能指标要求和附录B均衡性能试验；
- 增加了4.2.4控制功能，4.3.4控制功能指标要求和6.5 控制指标试验；
- 删除5.5故障诊断功能，增加了4.2.7故障诊断，4.3.7故障诊断要求和5.8 故障诊断试验；
- 删除了5.6电池的电气保护功能，增加了4.2.5保护功能，4.3.5保护功能指标要求和5.6 保护功能试验；
- 删除了5.7管理功能；
- 删除了5.8统计功能；
- 删除了5.9通信功能，增加了4.2.6通讯功能，4.3.6通讯指标要求和5.7通讯功能试验；
- 删除5.11平均故障间隔时间，增加了4.3.10可靠性指标要求和5.10可靠性指标试验；
- 删除5.12定值设置功能；
- 删除5.13操作权限管理功能；
- 删除5.14事件记录功能，删除5.15存储功能，增加4.2.8数据存储，4.3.8数据存储要求和5.9数据存储试验；
- 删除5.16故障录波功能；
- 修改了4.2.9显示功能；
- 增加了软件升级功能

——修改了5.18电磁兼容，并调整至4.4.3电磁兼容适应性，增加了“辐射骚扰”、“直流电源输入端口纹波抗扰度试验”、“阻尼振荡波抗扰度试验”、“阻尼振荡磁场抗扰度试验”和“脉冲磁场抗扰度实验”；

——删除了5.19绝缘耐压性能，增加了4.4.3绝缘耐压试验要求和5.14绝缘耐压性能试验；

——删除5.20耐湿热性能，增加了4.4.1环境适应性要求，增加了高温运行、低温运行和耐盐雾性能要求，增加了5.11环境适应性试验，相应增加了高温运行、低温运行和耐盐雾性能的试验方法；

——在4.3.1采集指标要求中，修改了单体电压误差要求，修改了总电流误差要求，增加了液流电池总电流误差要求，增加了总电压误差和采样周期的要求，修改了温度误差要求，增加了液流电池温度误差要求，增加了液流电池系统压力、流量、液位的误差要求，增加了绝缘电阻误差和采样周期要求；

——增加了电池管理系统的SOC、SOE估算精度的测试方法；

——增加了电池管理系统的故障诊断功能及具体的故障诊断项目；

——增加了保护功能涵盖的范围，增加了与保护功能密切相关的自检功能、参数设定、掉电保持和元器件失效保持的功能，增加了液流电池的保护功能定义；

——增加了保护功能分级控制方法的要求，增加了保护功能的试验方法；

——增加了数据存储的数据种类、存储周期、存储分辨率和存储事件总量；

——增加了绝缘耐压测试中测试时间和测量部位，修改了绝缘耐压试验不同电压等级被测品施加的试验电压；

——增加电气性能测试：电源电压范围、电源中断、反向、短路等；

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。

本文件由全国电力储能标准化技术委员会（SAC/TC 550）提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

电力储能用电池管理系统

1 范围

本文件规定了电力储能用电池管理系统的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存。

本文件适用于电力储能用锂离子电池、铅蓄电池、液流电池和燃料电池的电池管理系统，其他类型电池储能的电池管理系统可参照执行。

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 191 包装储运图示标志
- 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（12h+12h循环）
- GB/T 2423.18 环境试验 第2部分：试验方法 试验Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）
- GB 4824 工业、科学与医疗设备 射频骚扰特性 限值和测量方法
- GB 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- 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 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.4 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 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.10 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.17 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口纹波抗扰度试验
- GB/T 17626.18 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验
- GB/T 17799.4 电磁兼容 通用标准 工业环境中的发射
- GB/T 20438.1 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第1部分：一般要求
- GB/T 28816 燃料电池 术语
- 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 36558 电力系统电化学储能系统通用技术条件
- DL/T 2488 电力储能基本术语

3 术语和定义

GB/T 28816、GB/T 36276、GB/T 36280、GB/T 36558、DL/T 2488 界定的术语和定义适用于本文件。

4 使用环境

使用环境要求如下：

- a) 工作温度：-20 ℃~+65 ℃；
- b) 贮存温度：-40 ℃~+85 ℃；
- c) 工作湿度：5%~95%RH，无凝露；
- d) 海拔高度：海拔高度≤2000 m；当海拔高度>2000 m时，应按照 GB 7251.1 标准执行。

5 技术要求

5.1 总则

5.1.1 电池管理系统应与电池的成组方式相匹配与协调，采用分层的拓扑配置方式，实现对全部电池运行状态的监测、控制和管理。

5.1.2 电池管理系统各层级的功能由电池管理系统的拓扑配置情况决定，各层级之间应具有相互数据交互功能。

5.1.3 锂电池和铅蓄电池的电池管理系统宜采用三层架构，见图 1。液流电池管理系统宜采用两层架构，见图 2。

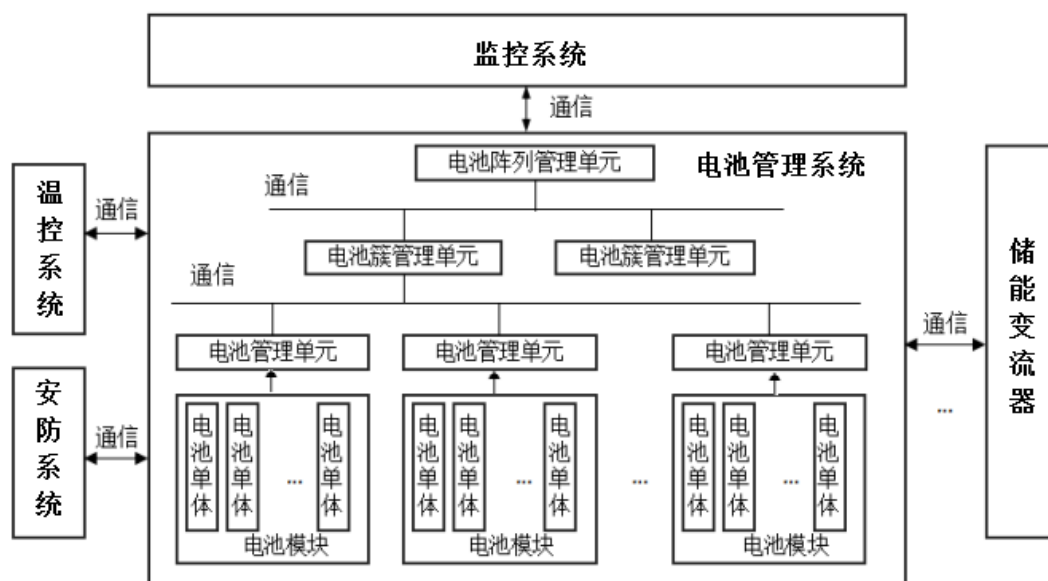


图 1 锂电池和铅蓄电池的电池管理系统典型架构图

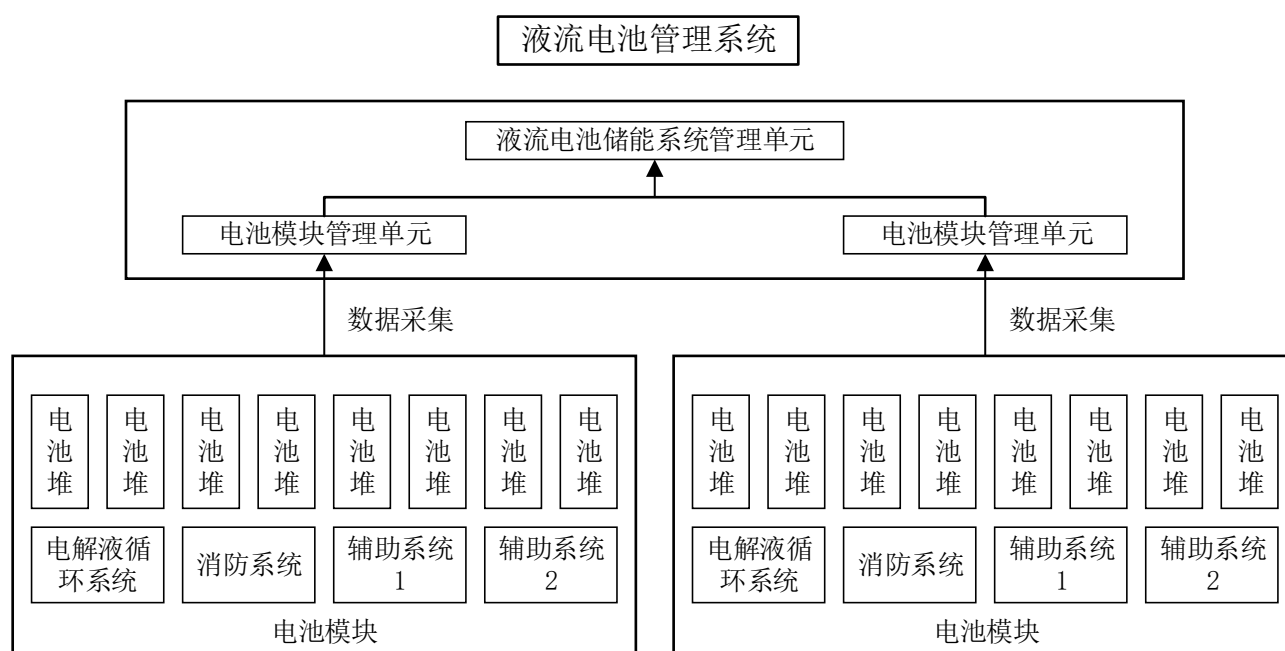


图 2 液流电池的电池管理系统典型架构图

5.1.4 电池管理系统应可靠接地。

5.1.5 电池管理系统线束应采用阻燃和防短路设计。

5.2 功能要求

5.2.1 电池管理系统应具有数据采集功能，具体如下：

- 锂电池和铅蓄电池的电池管理系统应能实时监测电池的相关数据，包括但不限于电池单体电压、电池模块电压、电池模块电流、电池簇电压、电池簇电流、电池单体温度、绝缘电阻等参数。
- 液流电池管理系统应能实时监测液流电池系统的相关数据，包括但不限于电堆或模块电压、电流和电解液温度、压力、流量、液位等参数。
- 电池管理系统 留有检测电池系统环境相关数据的接口，环境相关数据包括但不限于环境温度、环境湿度、可燃气体浓度、烟雾等参数。

5.2.2 电池管理系统应具有估算功能，具体如下：

- 电池管理系统应具有电池 SOC 的实时估算功能，宜具有 SOE、SOH 的估算功能。
- 电池管理系统宜具有可充放电电量估算功能，电量统计功能和电池单位时间温度变化计算功能。

5.2.3 电池管理系统应具有电能统计功能，包括并不限于累计充放电量、单次充放电量等。

5.2.4 锂电池和铅蓄电池的电池管理系统应具有均衡功能。

5.2.5 电池管理系统应具有控制功能，具体如下：

- 锂电池和铅蓄电池的电池管理系统应具有充放电功率控制和热管理控制功能，宜能与安防系统、温控系统等设备进行安全联动。
- 对于两簇以上电池直流端并联的锂电池和铅蓄电池，电池管理系统应具有电池簇间防环流保护功能，应能控制电池簇的投入和退出，实现对电池簇的维护。

- c) 液流电池管理系统应能控制电解液循环系统和热管理系统,能与相关环境监测设备进行安全联动。
- d) 液流电池管理系统应具有充放电功率响应功能,通过功率指标调节模块系统工艺参数,进行充放电。

5.2.6 电池管理系统应具有保护功能,具体如下:

- a) 电池管理系统应具有自检功能,应能对自身的参数和功能进行分析和判断,对严重影响使用和安全异常的情况给出预警,进行自我保护。
- b) 电池管理系统应具有参数设定功能,应能就地实现对电池系统运行参数、报警、保护值的设定,宜具备远程操作功能。
- c) 电池管理系统的计算数值应具有掉电保持功能。
- d) 当发生单一器件失效时,电池管理系统应能维持安全状态。
- e) 锂电池和铅蓄电池的电池管理系统应具有对电池系统的保护功能,当电池系统发生过压、欠压、压差过大、过流、过温、欠温、温差过大、绝缘、通讯等故障时,应能对系统进行保护,并发出告警信号或跳闸指令,实施故障就地隔离。
- f) 液流电池管理系统应具有对液流电池系统的保护功能,当电池系统发生电压、流量、压力、温度、液位、PH值、气体浓度等参数过高或过低,通讯、泄露等故障时,应能对系统进行保护,并发出告警信号或跳闸指令,实施故障就地隔离或相关保护。

5.2.7 电池管理系统应具有通讯功能,具体如下:

- a) 电池管理系统应具有与储能变流器、安防系统、温控系统、监控系统等设备进行信息交互的功能,通讯协议应遵循相关规范要求。
- b) 电池管理系统应具有备用通讯接口、数字量输入和输出的硬接点接口。
- c) 电池管理系统与储能变流器的通讯,接口形式宜采用 CAN 或 RS-485,宜支持 CAN2.0B /Modbus-RTU 通信协议,同时宜具备一个硬接点接口。
- d) 电池管理系统与监控系统宜采用以太网通讯接口,宜支持 Modbus TCP/IP 或 DL/T 860 或 DL/T 634.5104 协议。
- e) 接受电网调度的储能系统中的电池管理系统协议应采用双网冗余设计。

5.2.8 电池管理系统应具有故障诊断功能,能记录电池系统的故障信息,可根据故障信息完成相应的故障处理。

5.2.9 电池管理系统应具备数据存储功能,存储的数据包括但不限于实时数据、历史信息、故障信息、配置数据、关键数据等,

5.2.10 电池管理系统应具有显示功能,应能显示电池储能系统运行所需的信息。

5.2.11 电池管理系统应具有绝缘电阻检测功能,并支持与储能变流器的错时检测。

5.2.12 电池管理系统应具备对时功能,能接受 IRIG-B(DC)码对时或网络对时。

5.2.13 电池管理系统应具备就地升级功能,宜具备远程升级功能,可根据权限设定实现软件升级。

5.3 性能要求

5.3.1 采集数据指标要求

5.3.1.1 电池单体电压

对于锂离子电池和铅蓄电池，单体电压检测误差应不大于 $\pm 0.2\%FS$ ，且最大误差不大于 $\pm 5\text{ mV}$ ，采样周期不大于 100 ms 。

5.3.1.2 总电压

5.3.1.2.1 对于锂离子电池和铅蓄电池，，电池簇总电压检测误差应不大于 $\pm 1\%FS$ （小于 1000 V ）和不大于 $\pm 0.5\%FS$ （不小于 $1000V$ ），且最大误差不大于 $\pm 5\text{ V}$ ，采样周期不大于 100 ms 。

5.3.1.2.2 对于液流电池，电堆电压检测误差应不大于 $\pm 1\%FS$ （小于 100 V ）和不大于 $\pm 2\%FS$ （不小于 100 V ）。

5.3.1.3 总电流

5.3.1.3.1 对于锂离子电池和铅蓄电池，电池簇总电流检测误差应不大于 $\pm 0.5\%FS$ ，且最大误差不大于 $\pm 3\text{ A}$ ，采样周期不大于 50 ms 。

5.3.1.3.2 对于液流电池，电堆电流检测误差应不大于 0.3 A （小于 30 A ）和不大于 $\pm 1\%FS$ （不小于 30 A ）。

5.3.1.4 温度

5.3.1.4.1 对于锂离子电池储能系统，电池模块内温度采集通道数应不小于模块内电池单体电压采集的 50% ，宜与模块内电池单体电压采集数量相同，且在模块正负极处必须有温度采集点；在 $-20\text{ }^\circ\text{C}\sim+65\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内温度检测误差应不大于 $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ ，在 $-40\text{ }^\circ\text{C}\sim-20\text{ }^\circ\text{C}$ 和 $65\text{ }^\circ\text{C}\sim+125\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内温度测量误差应不大于 $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ ；采样周期应不大于 5 s 。

5.3.1.4.2 对于液流电池的储能系统，在 $-40\text{ }^\circ\text{C}\sim+80\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内温度检测误差应不大于 $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ ；采样周期应不大于 1 s 。

5.3.1.5 压力

对于液流电池储能系统，在 $-40\text{ }^\circ\text{C}\sim+80\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内压力检测误差应不大于 $\pm 2\%FS$ ；采样周期应不大于 1 s 。

5.3.1.6 流量

对于液流电池储能系统，在 $-40\text{ }^\circ\text{C}\sim+80\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内流量检测误差应不大于 $\pm 5\%FS$ ；采样周期应不大于 1 s 。

5.3.1.7 液位

对于液流电池储能系统，在 $-40\text{ }^\circ\text{C}\sim+80\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内液位检测误差应不大于 $\pm 10\%FS$ ；采样周期应不大于 1 s 。

5.3.1.8 绝缘电阻

5.3.1.8.1 对于锂离子电池和铅蓄电池的储能系统，电池簇总电压（标称）不小于 400 V ，绝缘电阻检测相对误差应不大于 $\pm 20\%$ ；电池簇总电压（标称）小于 400 V ，绝缘电阻检测相对误差应不大于 $\pm 30\%$ 。绝缘电阻大于 $1\text{ M}\Omega$ 的负向误差应不大于 20% ，正向误差应不大于 200% ，绝缘电阻不大于 $50\text{ k}\Omega$ ，检测误差应满足 $\pm 10\text{ k}\Omega$ 。

5.3.1.8.2 对于液流电池储能系统，绝缘电阻应不小于 $1\text{ M}\Omega$ 。

5.3.1.9 电池管理系统所测电池单元状态参数精度及采样周期要求见表1。

表1 电池单元状态参数测量精度及采样周期要求

电池类型	参数	精度要求	采样周期要求
锂离子电池和铅蓄电池	电池单体电压	$\leq \pm 0.2\%FS$ ，且最大误差 $\leq \pm 5\text{ mV}$	$\leq 100\text{ ms}$
	电池簇总电压	$\leq \pm 1\%FS$ ($<1000V$)， $\leq \pm 0.5\%FS$ ($\geq 1000V$)，	$\leq 100\text{ ms}$

电池类型	参数	精度要求	采样周期要求
		且最大误差 $\leq\pm 5\text{ V}$	
	电池簇电流	$\leq\pm 0.5\%FS$ ，且最大误差 $\leq\pm 3\text{ A}$	$\leq 50\text{ ms}$
	电池单体温度	分辨率 $\leq 1\text{ }^\circ\text{C}$ ，测量误差 $\leq\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ ； -40 $^\circ\text{C}$ ~-20 $^\circ\text{C}$ 和+65 $^\circ\text{C}$ ~+125 $^\circ\text{C}$ 范围内 不大于 $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$	$\leq 5\text{ s}$
	绝缘电阻	电池总电压 $\geq 400\text{V}$ ，相对误差 $\leq 20\%$ 电池总电压 $< 400\text{V}$ ，相对误差 $\leq 30\%$ 绝缘电阻 $\leq 50\text{ k}\Omega$ 时，最大误差 $\leq 10\text{ k}\Omega$ 绝缘电阻 $\geq 1\text{ M}\Omega$ 时，负向误差 $\leq 20\%$ ，正向误差 $\leq 200\%$ 。	/
液流电池	电堆电压	$\leq\pm 1\%FS$ ($< 100\text{V}$)， $\leq\pm 2\%FS$ ($\geq 100\text{ V}$)	$\leq 200\text{ ms}$
	电堆电流	$\leq\pm 0.3\text{ A}$ ($< 30\text{ A}$)， $\leq\pm 1\%FS$ ($\geq 30\text{ A}$)	$\leq 200\text{ ms}$
	温度	$\leq\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$	$\leq 1\text{ s}$
	压力	$\leq\pm 2\%FS$	$\leq 1\text{ s}$
	流量	$\leq\pm 5\%FS$	$\leq 1\text{ s}$
	液位	$\leq\pm 10\%FS$	$\leq 1\text{ s}$

5.3.2 状态估算指标要求

5.3.2.1 对于锂离子电池，SOC的估算误差应不大于 $\pm 5\%$ ，电能量计算误差应不大于 $\pm 3\%$ ；SOH的估算误差应不大于 $\pm 8\%$ ，SOE的估算误差应不大于 $\pm 8\%$ （若有）。

5.3.2.2 对于铅蓄电池和液流电池，SOC的估算误差应不大于 $\pm 8\%$ ，电能量计算误差应不大于 $\pm 3\%$ 。

5.3.3 均衡功能指标要求

5.3.3.1 对于锂离子电池的储能系统，均衡后，可放电容量差异应不大于5%可用容量。

5.3.3.2 对于铅蓄电池的储能系统，均衡后电池堆内各组之间的单体电压差异应不大于0.3%FS。

5.3.4 控制功能指标要求

5.3.4.1 对于锂离子电池和铅蓄电池，从检测参数达到设定值到电池管理系统发出命令的响应时间应不大于1s。

5.3.4.2 对于液流电池，从检测到电池系统温度、压力、流量、液位等参数达到设定值到动作执行完成时间应不大于1s，电池泵频率及阀门开度从指令发送到完成执行不大于10s。

5.3.5 保护功能指标要求

5.3.5.1 根据故障状态严重程度，电池管理系统的故障状态等级应至少由低到高由轻到重分为I级、II级、III级三个等级，根据故障状态等级进行相应处理。

5.3.5.2 电池管理系统在进行就地隔离故障源时，应能在故障报出5s内完成隔离动作。

5.3.5.3 对于锂电池和铅蓄电池，故障状态I级时，电池管理系统仅显示告警信息并上传；II级时，电池管理系统显示告警信息并上传，且在5s内进行保护动作；III级时，电池管理系统显示告警信息并上传，且在100ms内进行保护动作。

5.3.5.4 对于液流电池，电池管理系统的任意故障等级告警信息都实时上传并显示。除此之外，液流电池管理系统在检测到故障等级为II级时，应在5s内进行相关联动执行保护动作，故障等级III级时，应在100ms内执行保护动作。

5.3.6 通讯指标要求

5.3.6.1 电池管理系统的通信误码率应小于 3%；时钟误差不大于 1 s；压强测试 5s 自恢复。

5.3.6.2 采用 CAN 通信方式时，从主节点发出到收到对应的回复报文的响应时间不大于 50 ms，丢包率不大于 0.5%。

5.3.6.3 采用 RS-485 通信方式时，从主节点发出到收到对应的回复报文响应时间不大于 100 ms，丢包率不大于 0.5%。

5.3.6.4 采用以太网通讯接口方式时，模拟量信息响应时间（从 I/O 输入端至数据通信网关机出口）不大于 2 s，状态量变化响应时间（从 I/O 输入端至数据通信网关机出口）不大于 2 s，遥控执行响应时间（从监控系统命令发出至 I/O 出口）不大于 2 s，告警直传响应时间（从监控系统命令发出至 I/O 出口）不大于 1 s，丢包率不大于 0.3%。

5.3.7 故障诊断要求

电池管理系统对电池系统进行故障诊断的基本项目和可扩展项目应包含但不限于表 2、表 3 和表 4 中所列内容。

表 2 锂电池和铅蓄电池电池管理系统故障诊断基本项目

序号	故障状态	电池管理系统的故障诊断项目
1	电池单体（模块、簇）电压大于电压设定值	电池单体（模块、簇）电压高（应包含电池极限过压）
2	电池单体（模块、簇）电压低于电压设定值	电池单体（模块、簇）电压低（应包含电池极限欠压）
3	电池温度大于温度设定值	电池温度高（应包含电池极限过温）
4	电池温度低于温度设定值	电池温度低（应包含电池极限低温）
5	绝缘电阻小于设定值	绝缘电阻低
6	充电电流（功率）大于设定值	充电电流（功率）大
7	放电电流（功率）大于设定值	放电电流（功率）大
8	电池单体（模块、簇）一致性偏差大于设定条件	电池单体（模块、簇）一致性偏差大
9	高压回路无法断开/闭合	高压回路故障
10	过流保护器件断开	熔丝断开
11	温升故障	单体温升过快
12	电池管理系统通信故障	通信故障

表 3 液流电池管理系统故障诊断基本项目

序号	故障状态	电池管理系统的故障诊断项目
1	未能初始化	初始化异常
2	电堆单通道（某几个通道）电压大于电压设定值	电堆单通道（多通道）电压高
3	电堆单通道（某几个通道）电压小于电压设定值	电堆单通道（多通道）电压低

4	模块电压大于电压设定值	模块电压高
5	模块电压小于电压设定值	模块电压低
6	正极电解液温度大于温度设定值	正极电解液温度高
7	负极电解液温度大于温度设定值	负极电解液温度高
8	正极电解液温度小于温度设定值	正极电解液温度低
9	负极电解液温度小于温度设定值	负极电解液温度低
10	正极流量大于流量设定值	正极流量高
11	负极流量大于流量设定值	负极流量高
12	正极流量小于流量设定值	正极流量低
13	负极流量小于流量设定值	负极流量低
14	正极压力大于设定值	正极压力高
15	负极压力大于设定值	负极压力高
16	正极压力小于设定值	正极压力低
17	负极压力小于设定值	负极压力低
18	正极液位大于设定值	正极液位高（应包括极限过液位）
19	负极液位大于设定值	负极液位高（应包括极限过液位）
20	正极液位小于设定值	正极液位低（应包括极限欠液位）
21	负极液位小于设定值	负极液位低（应包括极限欠液位）
22	气体浓度高于设定值	气体浓度高
23	电堆一致性偏差大于设定值	电堆一致性偏差大
24	充电电流大于设定值	充电电流大
25	放电电流大于设定值	放电电流大
26	电池管理系统通信故障	电池管理系统通信故障

表 4 电池管理系统故障诊断扩展项目

序号	故障状态	电池管理系统的故障诊断项目
1	SOC 大于设定值	SOC 高
2	SOC 小于设定值	SOC 低
3	SOC 发生不连续变化	SOC 跳变
4	外部通信接口电路故障（与 PCS 通信故障）	外部通信接口故障
5	外部通信接口电路故障（与监控系统或监控系统通信故障）	外部通信接口故障

	障)	
6	内部通信接口电路故障	内部通信接口故障
7	电压采集线路故障	电压采集线故障
8	温度采集线路故障	温度采集线故障
9	电池系统内部温度差大于设定值	电池系统温差大
10	电池系统内部电压差大于设定值	电池系统压差大
11	热失控故障	电池单体、电池模块、机柜发生热失控
12	功率回路虚接	功率回路异常
13	均衡功能失效	均衡电阻或模块均衡失效
14	采样故障诊断	采样值错误

5.3.8 数据存储要求

5.3.8.1 电池管理系统应能在线存储不少于 180 天的信息，在充放电状态下存储周期不大于 10 s，在静置状态下存储周期不大于 60 s，宜采用队列方式存储。

5.3.8.2 电池管理系统应能实时记录系统运行的数据信息，数据信息包括但不限于运行参数、告警信息、保护动作、充电和放电开始/结束时间、累计充放电电量等

5.3.8.3 电池管理系统宜有故障录波功能，能够对故障前后的状态量有效记录，电流量记录周期宜不大于 50ms，电压量记录周期不大于 1s，温度量记录周期不大于 5s。记录时间不宜少于 10min。

5.3.9 绝缘耐压性能要求

5.3.9.1 电池管理系统不工作时与电池系统相连的带电部件和其壳体之间的绝缘电阻值应不小于 10 M Ω ；电池管理系统工作时与电池系统相连的带电部件和其壳体之间的绝缘电阻值除以电池系统的最大工作电压，应不小于 1000 Ω/V 。

5.3.9.2 电池管理系统进行绝缘耐压试验后应能正常工作，且各项参数应满足 5.3.1 中采集数据指标要求。

5.3.10 可靠性指标要求

5.3.10.1 电池管理系统应能在供电电源电压上限和下限时，持续运行 1 h，且状态参数测量误差满足要求。

5.3.10.2 电池管理系统寿命宜不小于 15 年，平均故障间隔时间宜不小于 100000 h。

5.4 适应性要求

5.4.1 环境适应性要求

5.4.1.1 高温运行

电池管理系统在高温运行试验中和试验后应能正常工作，且满足 5.3.1 中采集数据指标要求。

5.4.1.2 低温运行

电池管理系统在低温运行试验中和试验后应能正常工作，且满足 5.3.1 采集数据指标要求。

5.4.1.3 耐湿热性能

电池管理系统在耐湿热性能试验过程中和试验后应能正常工作，且满足 5.3.1 采集数据指标要求。

5.4.1.4 耐盐雾性能

5.4.1.4.1 电池管理系统进行耐盐雾试验，不得有盐水进入壳体，在试验过程中和试验后应能正常工作，且满足 5.3.1 采集数据指标要求。

5.4.1.4.2 对于在非海洋气候条件下工作的测试对象可不进行耐盐雾试验。

5.4.1.4.3 对于安装在电池舱内部的受试对象，如果舱体防护等级达到 IP67，可不进行耐盐雾试验。

5.4.2 电气适应性要求

5.4.2.1 直流工作电压范围

5.4.2.1.1 对于额定工作电压为 24 V 的电池管理系统，直流供电电压范围应在 18 V~32 V 范围内。

5.4.2.1.2 对于额定工作电压为 48 V 的电池管理系统，直流供电电压范围应在 45 V~57 V 范围内。

5.4.2.2 长时间过压

电池管理系统在长时间过压试验后，应能够自动恢复到正常状态。

5.4.2.3 反向电压

电池管理系统在反向电压试验后，应能够自动恢复到正常状态。

5.4.2.4 信号与负载回路短路

电池管理系统在信号与负载回路短路试验后，应能够自动恢复到正常状态。

5.4.3 电磁兼容适应性

5.4.3.1 辐射发射

电池管理系统在极限辐射骚扰信号作用下工作，状态应符合 GB/T 17799.4 中表 1 要求。

5.4.3.2 静电放电抗扰度

电池管理系统在静电放电信号干扰下工作，状态应满足严酷等级为三级的要求。

5.4.3.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

电池管理系统在电快速瞬变脉冲群干扰信号作用下工作，状态应满足严酷等级为三级的要求。

5.4.3.4 浪涌（冲击）抗扰度

电池管理系统在浪涌干扰信号作用下工作，状态应满足严酷等级为三级的要求。

5.4.3.5 工频磁场抗扰度

电池管理系统在工频磁场信号作用下工作，状态应满足严酷等级为四级的要求。

5.4.3.6 阻尼振荡波抗扰度

电池管理系统在阻尼振荡波信号作用下工作，状态应满足严酷等级为三级的要求。

5.4.3.7 直流电源输入端口纹波抗扰度

电池管理系统在直流电源纹波干扰信号作用下工作，状态应满足严酷等级为三级的要求。

5.4.3.8 阻尼振荡磁场抗扰度

电池管理系统在阻尼振荡磁场干扰信号作用下工作，状态应满足严酷等级为三级的要求。

5.4.3.9 脉冲磁场抗扰度

电池管理系统在脉冲磁场干扰信号作用下工作，状态应满足严酷等级为三级的要求。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 环境条件

除另有规定外，电池管理系统试验应在在下列环境下开展测试：

- a) 环境温度：25 °C ±5 °C；
- b) 环境湿度：15%~90%；
- c) 大气压力：86 kPa~106 kPa。

6.1.2 试验用仪器仪表

5.1.2.1 测试仪器仪表应满足以下要求：

- a) 所有测试仪表、设备应具有足够的精度和稳定性,其精度应高于被测指标精度一个数量级或误差小于被测参数允许误差的 1/3；
- b) 测试仪器仪表应检验合格，并在有效期内；
- c) 测试仪器仪表准确度要求见表 5。

5.1.2.2 电池模拟系统应满足以下条件：

- a) 单体电压模拟设备稳压精度小于 1 mV；
- b) 总电流模拟设备稳流精度小于 0.1%；
- c) 总电压模拟设备稳压精度小于 0.1%。

表 5 测试仪器仪表准确度要求 核对一下仪器设备

名称	准确度等级	备注
电压测量装置	0.05 级	FS（满量程）
电流测量装置	0.1 级	FS（满量程）
温度计	±0.5℃	/
湿度计	±3%	相对湿度
数据采集装置	0.2 级	数据带宽 ≥10MHz
压力表	0.5 级	FS（满量程）
流量计	1%	FS（满量程）
标准模拟量液位计	≤3mm	/

6.1.3 试验准备

6.1.3.1 将电池系统按正常工作要求装配、连接或者通过电池模拟系统提供电池管理系统需要监测的电气信号，正确安装布置检测设备的电压、电流、温度、绝缘电阻，接通电池管理系统工作电源。

6.1.3.2 将电池管理系统采集的数据(电池单体或电芯组电压和温度采集通道均不少于一个独立电源供电的采样单元)与检测设备检测的对应数据进行比较。

6.1.3.3 除另有规定外，试验温度均指受试对象电池管理系统所处环境温度。

6.1.3.4 使用电池系统测试时，如电池系统无法满足测试设定值要求,可重新确定测试点，差异性内容需在试验报告中说明。

6.2 状态参数试验

6.2.1 电池单体电压测量试验

电池单体电压测量步骤如下：

- a) 将电池管理系统与电池系统或电池模拟系统相连；
- b) 将电池管理系统置于温控环境内，设置温度至 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 静置1 h；
- d) 对于锂离子电池，将电池系统/电池模拟系统电压调至1.5 V、2.5 V、3.5 V和4.5 V（或根据实际情况协商确定）；对于铅酸和铅炭电池，将电池系统/电池模拟系统电压调至1.5 V、2 V和2.5 V（或根据实际情况协商确定）；电池管理系统分别测试每个测试点处的电压值并记录；
- e) 将温度分别调节至 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $65\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，重复步骤c)-d)。

6.2.2 总电压测量试验

总电压测量试验步骤如下：

- a) 将电池管理系统与电池系统/电池模拟系统相连；
- b) 将电池管理系统置于温控环境内，设置温度至 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 静置1 h；
- d) 将总电压分别调至满量程允许电压的25%、50%、75%、100%（或根据实际情况协商确定），电池管理系统分别测试每个测试点处的电压值并记录；
- e) 将温控环境分别调节至 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $65\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，重复步骤c)-d)。

6.2.3 电流测量试验

电流测量试验步骤如下：

- a) 将电池管理系统与电池系统/电池模拟系统相连；
- b) 将电池管理系统置于温控环境内，设置温度至 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 静置1 h；
- d) 将总电流分别调至满量程电流的 $\pm 10\%$ 、 $\pm 50\%$ 和 $\pm 100\%$ （或根据实际情况协商确定），电池管理系统分别测试每个测试点处的电流值并记录；
- e) 将温控环境分别调节至 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $65\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，重复步骤c)-d)。
- f) 将电池管理系统采集数据与检测设备监测数据进行比较。

6.2.4 温度测量试验

5.2.4.1 锂离子电池温度测量试验步骤如下：

- a) 将电池管理系统与电池系统/电池模拟系统相连；
- b) 将电池管理系统置于温控环境内，设置温度至 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 静置1 h；
- d) 将电池管理系统测温传感器探头与检测设备的测温传感器探头同时置于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ （）；电池管理系统分别测试每个温度点处的温度值并记录；
- e) 将温度分别调节至 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $65\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，重复步骤c)-d)。

5.2.4.2 液流电池温度测量试验步骤如下：

- a) 将液流电池管理系统与温度变送器相连；
- b) 将液流电池管理系统置于常温常压环境内；

- c) 静置 1 h;
- d) 将温度变送器测温传感器探头与检测设备的测温传感器探头同时置于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ （或根据实际情况协商确定）；液流电池管理系统分别测试每个温度点处的温度值并记录；
- e) 将温度分别调节至 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，重复步骤c)-d)。
- f) 将液流电池管理系统采集数据与检测标准表数据进行比较。

6.2.5 压力测量试验

液流电池压力测量试验步骤如下：

- a) 将液流电池管理系统与压力变送器相连；
- b) 将液流电池管理系统置于常温常压环境内；
- c) 静置 1 h；
- d) 将压力变送器测压传感器探头与检测设备的测压传感器探头同时置于变送器量程40%、60%、80%和100%（或根据实际情况协商确定）；液流电池管理系统分别测试每个压力点处的压力值并记录；
- e) 将温度分别调节至 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，重复步骤c)-d)。
- f) 将液流电池管理系统采集数据与检测标准表数据进行比较。

6.2.6 流量测量试验

液流电池流量测量试验步骤如下：

- a) 将液流电池管理系统与流量变送器相连；
- b) 将液流电池管理系统置于常温常压环境内；
- c) 静置1小时；
- d) 将流量变送器测流量部件与检测设备的测流量部件同时置于变送器量程40%、60%、80%和100%（或根据实际情况协商确定）；液流电池管理系统分别测试每个流量点处的流量值并记录；
- e) 将温度分别调节至 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，重复步骤c)-d)；
- f) 将液流电池管理系统采集数据与检测标准表数据进行比较。

6.2.7 液位测量试验

5.2.7.1 模拟量液位测量

液流电池模拟量液位测量试验步骤如下：

- a) 将液流电池管理系统与液位变送器相连；
- b) 将液流电池管理系统置于常温常压环境内；
- c) 静置 1 h；
- d) 将液位变送器的测液位部件与检测设备的测液位部件同时置于变送器量程0%、20%、40%、60%和80%（或根据实际情况协商确定）；液流电池管理系统分别测试每个液位点处的液位值并记录；
- e) 将温度分别调节至 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，重复步骤c)-d)。
- f) 将液流电池管理系统采集数据与监测标准表数据进行比较。

5.2.7.2 数字量液位测量

液流电池数字量液位测量试验步骤如下：

- a) 将液流电池管理系统与液位开关相连；

- b) 将液流电池管理系统置于常温常压环境内，安装液位开关至容器相应位置；
- c) 静置1小时；
- d) 向容器中缓慢加入水，直至没过液位开关测量点，液流电池管理系统记录液位开关(0/1)状态；
- e) 将温度分别调节至 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，重复步骤c)-d)。
- f) 将液流电池管理系统采集数据与液位开关实际状态进行比较。

6.2.8 绝缘电阻测量试验

绝缘电阻测量试验步骤如下：

- a) 将电池管理系统与电池系统/电池模拟系统相连；
- b) 将电池管理系统置于室温环境，静置1小时；
- c) 将电池总电压分别调至满量程电压的50%、75%和100%；
- d) 将电池系统总正对地及总负对地分别接入绝缘电阻测试设备，按照 $80\text{ }\Omega/\text{V}$ 、 $100\text{ }\Omega/\text{V}$ 、 $300\text{ }\Omega/\text{V}$ 、 $500\text{ }\Omega/\text{V}$ 和 $2\text{ k}\Omega/\text{V}$ 分别控制绝缘电阻测试设备输出不同的电阻值，记录电池管理系统采集的电阻数据和绝缘电阻测试设备输出的电阻值；
- e) 将电池管理系统采集数据与绝缘电阻阵列实际输出的电阻值进行比较。

6.3 SOC 估算误差试验

按照附录A进行SOC估算误差试验。

6.4 均衡性能试验

按照附录B进行均衡性能试验。

6.5 控制指标试验

向电池管理系统发出模拟信号或控制指令，监测输出响应，并记录响应时间。

6.6 保护功能试验

通过电池模拟系统，建立满足章节5.3.5所涉及的保护条件，记录相应的保护项目及其触发条件以及电池管理系统相应的动作。

6.7 通讯功能试验

通讯功能试验如下：

- a) 一般测试：通过相关通讯测试工具发送并接收30秒报文ID或相关指令，监测CAN、RS-485串口和网口30秒报文，记录对应的结果；
- b) 对于CAN总线的压强测试：向总线每秒注入10000帧报文，观测总线是否挂死；若未挂死则按照50000帧/s的步长增加报文注入量，直至总线挂死，总线挂死后撤销报文注入，观察总线自恢复时间。

6.8 故障诊断试验

通过电池模拟系统，建立满足表2、表3和表4所列故障项目的触发条件，记录相应故障项目及其触发条件以及电池管理系统相应的动作。

6.9 数据存储试验

数据存储试验步骤如下：

- a) 通过电池模拟系统，模拟故障，检查数据存储指标；

- b) 事件顺序记录时间分辨率符合5.3.8的要求;
- c) 检查一次完整的充放电过程, 检查实时数据存储时间分辨率符合5.3.8的要求;
- d) 条件允许的情况下, 加大事件顺序记录和实时数据存储频率, 检查估算存储容量符合5.3.8的要求。

6.10 可靠性指标试验

6.10.1 老化试验

老化试验测试步骤如下:

- a) 将电池管理系统与电池系统/电池模拟系统相连;
- b) 将电池管理系统置于温箱内, 设置温箱温度至85℃高温环境;
- c) 在此环境下进行加速老化实验, 运行70天;
- d) 试验后所有功能应满足设计要求。

6.10.2 平均无故障间隔时间试验

平均无故障间隔时间试验步骤如下:

- a) 将电池管理系统与电池系统/电池模拟系统相连;
- b) 按照GB/T 5080.7—1986的规定进行试验;
- c) 试验后所有功能应满足设计要求。

6.11 环境适应性试验

6.11.1 高温运行试验

高温运行试验步骤如下:

- a) 将电池管理系统放入初始温度为室温的环境中, 温度上限设定为85℃, 按3℃/min的速率进行升温, 达到工作温度上限且稳定后, 再通电启动运行, 持续运行1 h;
- b) 试验过程中记录电池管理系统采集的数据;
- c) 将记录的数据与检测设备检测的对应数据进行对比。

6.11.2 低温运行试验

低温运行试验步骤如下:

- a) 将电池管理系统放入初始温度为室温的环境中, 温度下限设定为-40℃, 按3℃/min的速率进行降温, 达到工作温度下限且稳定后, 再通电启动运行, 持续运行1 h;
- b) 试验过程中记录电池管理系统采集的数据;
- c) 将记录的数据与检测设备检测的对应数据进行对比。

6.11.3 耐湿热性能试验

耐湿热性能试验步骤如下:

- a) 按照GB/T 2423.4的规定对电池管理系统进行耐湿热性能试验(高温温度为55℃)。试验时间为2个循环(48 h);
- b) 室温下恢复2 h, 记录电池管理系统采集的电压、电流和温度数据;
- c) 将记录的数据与检测设备检测的对应数据进行比较。

6.11.4 盐雾试验

烟雾试验步骤如下:

- a) 按照GB/T2423.17的规定进行，电池管理系统在试验箱内按照储能系统实际安装状态或其基本等同条件安装，接插件处于正常插接状态。试验持续时间为16 h；
- b) 室温下恢复2 h，再通电使电池管理系统处于工作状态，记录电池管理系统采集的数据；
- c) 将记录的数据与检测设备检测的对应数据进行比较。

6.12 电气适应性试验

6.12.1 直流供电试验

直流供电试验步骤如下：

- a) 若额定供电电压为24V，将供电电源的电压从18 V~32 V之间选择3个电压值进行测试，其中18 V、32 V必测；
- b) 若额定供电电压为48V，将供电电源的电压从45 V~57 V之间选择3个电压值进行测试，其中45 V、57 V必测；
- c) 记录电池管理系统的运行状态。

6.12.2 过电压试验

将供电电源电压调至额定工作电压的1.5倍，持续运行1 h，将供电电压恢复至正常工作范围，记录电池管理系统的运行状态。

6.12.3 反向电压试验

将供电电源电压设定为反接电压值，持续运行1 min，将供电电源电压恢复至正常状态，记录电池管理系统的运行状态。

6.12.4 信号与负载回路短路试验

信号与负载回路短路试验步骤如下：

- a) 将信号线引脚和负载线引脚依次对电源和地短路60 s；
- b) 将连接状态恢复至正常状态，记录电池管理系统的运行状态。

6.13 电磁兼容试验

6.13.1 辐射发射

电池管理系统在正常工作状态下，按照GB/T 17799.4的表1规定并在下述条件下进行试验：

- a) 测试方法：根据GB/T 17799.4表1中规定的测试方法进行测量；
- b) 测试环境：选用GB/T 17799.4表1中规定的测试方法进行测量；
- c) 测试频率：根据GB/T 17799.4表1中规定的要求选择合适的测试频率；
- d) 测试端口：外壳端口。

6.13.2 静电放电抗扰度试验

电池管理系统在正常工作状态下，按照GB/T 17626.2的规定并在下述条件下进行试验：

- a) 试验电压：接触放电6 kV，空气放电8 kV；
- b) 测试端口：外壳整体；
- c) 每个敏感试验点放电次数：正负极性各10次，每次放电间隔至少为1 s。

6.13.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

电池管理系统在正常工作状态下，按照GB/T 17626.4的规定并在下述条件下进行试验：

- a) 试验电压：±2 kV（电源端口、I/O端口），±1 kV（通信端口）；
- b) 测试端口：电源端口，I/O端口，通信端口；

- c) 重复频率: 5 kHz;
- d) 持续时间: 60 s。

6.13.4 浪涌(冲击)抗扰度试验

电池管理系统在正常工作状态下,按照GB/T 17626.5的规定并在下述条件下进行试验:

- a) 试验电压: ± 2 kV(共模), ± 1 kV(差模);
- b) 测试端口: 电源端口、I/O端口、通信端口;
- c) 极性: 正、负;
- d) 试验次数: 正负极性各5次;
- e) 最大重复率: 1次/min。

6.13.5 工频磁场抗扰度试验

电池管理系统在正常工作状态下,按照GB/T 17626.8的规定并在下述条件下进行试验:

- a) 试验场强: 30 A/m(稳定持续方式)或300 A/m(短时方式);
- b) 装置放置状态: 在三个相互垂直的方位上(平躺、长边侧立、短边侧立);
- c) 持续时间: 稳定持续方式为60 s,短时方式为3 s。

6.13.6 阻尼振荡波抗扰度试验

电池管理系统在正常工作状态下,按照GB/T 17626.18的规定并在下述条件下进行试验:

- a) 严酷等级: ± 2.5 kV(共模)、 ± 1 kV(差模);
- b) 振荡频率: 100 kHz;
- c) 测试端口: 电源端口、I/O端口;
- d) 持续时间: 60 s(试验频率以2 s开、2 s关,进行15个循环)。

6.13.7 直流电源输入端口纹波抗扰度试验

电池管理系统在正常工作状态下,按照GB/T 17626.17的规定并在下述条件下进行试验:

- a) 严酷等级: 纹波电压幅值为2.4 V;
- b) 振荡频率: 50 Hz;
- c) 测试端口: 电源端口。

6.13.8 阻尼振荡磁场抗扰度试验

电池管理系统在正常工作状态下,按照GB/T 17626.10的规定并在下述条件下进行试验:

- a) 严酷等级: 阻尼振荡磁场强度为10 A/m;
- b) 振荡频率: 0.1(1 \pm 10%) MHz;
- c) 重复率: 每秒至少40个衰减振荡波;
- d) 持续时间: 2 s(试验频率以2 s开、2 s关,进行15个循环);
- e) 测试端口: 电源端口、I/O端口。

6.13.9 脉冲磁场抗扰度试验

电池管理系统在正常工作状态下,按照GB/T 17626.9的规定并在下述条件下进行试验:

- a) 严酷等级: 脉冲磁场强度为100 A/m;
- b) 脉冲波形: 6.4/16 μ s;
- c) 极性: 正极性和负极性;
- d) 测试端口: 电源端口、I/O端口。

6.14 绝缘耐压性能试验

6.14.1 绝缘性能试验

绝缘性能试验步骤如下：

- a) 在与电池系统相连的带电部件和其壳体之间按照表6施加直流电压，持续时间60 s。
- b) 在完成湿热循环试验后，在室温中静置30min，在与电池系统相连的带电部件和其壳体之间按照表6施加直流电压，持续时间60 s。

表6 绝缘试验电压等级

电池系统最大工作电压 U_N V	绝缘电阻测试仪器的电压 V
$U_N < 500$	500
$500 \leq U_N \leq 1000$	1000
$1000 \leq U_N \leq 1500$	2500

6.14.2 耐压性能试验

耐压性能试验步骤如下：

- a) 在电池管理系统的电压采集电路和壳体及其它独立回路之间施加频率为50 Hz的正弦波形交流电压或等于规定交流电压峰值的直流电压进行试验，试验电压（有效值）按照表7施加，历时1 min。
- b) 在电池管理系统的供电电源端子和其最近的电压采集电路之间施加频率为50 Hz的正弦波形交流电压或等于规定交流电压峰值的直流电压进行试验，试验电压（有效值）按照表7施加，历时1 min。
- c) 在电池管理系统的通信线路和其最近的电压采集电路之间施加频率为50 Hz的正弦波形交流电压或等于规定交流电压峰值的直流电压进行试验，试验电压（有效值）按照表7施加，历时1 min。

表7 耐压试验电压等级

电池系统最大工作电压 U_N V	试验电压-交流电压有效值 V	试验电压-直流电压有效值 V
$U_N \leq 60$	1000	1415
$60 < U_N \leq 300$	1500	2120
$300 < U_N \leq 690$	1890	2570
$690 < U_N \leq 800$	2000	2830
$800 < U_N \leq 1000$	2200	3110
$1000 < U_N \leq 1500$	2700	3820

7 检验规则

7.1 类型

检验类型分为出厂检验、型式检验和现场抽检。

7.2 出厂检验

每套产品都应进行出厂检验。在出厂检验时,若有一项或一项以上不合格时,应将该产品退回返工,然后再次提交验收。若再次检验仍有一项或一项以上不合格,则判定该产品为不合格。

电池管理系统应经制造商质量检验部门检验合格后方可出厂,并附产品质量检验合格证。

7.3 型式试验

7.3.1 有下列情况之一必须进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂的试验定型鉴定;
- b) 当产品的设计、工艺或所用材料的改变会影响产品性能时;
- c) 产品长期停产后恢复生产时;
- d) 出厂试验结果与上次型式试验有较大差异时;
- e) 用户提出特殊要求,经制造商同意时;
- f) 合同规定;
- g) 上级质量监督检验机构提出型式检验要求时。

7.3.2 型式检验的样品应采用与正常生产相同的材料、设备和工艺并随机抽取的产品。

7.3.3 判定规则

在型式检验中,若有不合格项目时,则应从该批次电池管理系统中加倍抽样:对不合格的项目进行复检,复检再不合格则该次型式检验为不合格,应停止生产,查明原因后,重新提交型式检验,待合格后方可恢复生产。

7.4 抽检

对实际供货批次进行抽检。实际供货批次的电池管理系统生产完成时即进行抽检,对照型式试验报告,核查核心部件抽检结果是否满足相关要求。抽检时,若有不合格项目,则应从该批次电池管理系统中加倍抽样:对不合格的项目进行复检,复检再不合格则该批次产品为不合格,应停用,改换另一批次产品进行抽检,抽检合格后,方能应用。

7.5 试验项目

具体检验项目分组见表8、表9或由制造商和检测结构协商确定。

表8 锂电池的电池管理系统检验项目

序号	检验项目	要求条文号	检验方法条文号	出厂检验	型式检验	抽检
1	电池单体电压	4.3.1.1	5.2.1	√	√	√
2	总电压	4.3.1.2	5.2.2	√	√	√
3	总电流	4.3.1.3	5.2.3	√	√	√
4	温度	4.3.1.4	5.2.4	√	√	√
5	绝缘电阻	4.3.1.8	5.2.8	√	√	√
6	SOC/SOE估算误差	4.3.2	5.3	√	√	
7	均衡功能	4.3.3	5.4	√	√	
8	控制功能	4.3.4	5.5	√	√	√
9	保护功能	4.3.5	5.6	√	√	√
10	通讯	4.3.6	5.7	√	√	√

11	故障诊断	4.3.7	5.8	√	√	√
12	数据存储	4.3.8	5.9	√	√	
13	绝缘耐压	4.3.9	5.14	√	√	√
14	直流供电	4.4.2.1	5.12.1	√	√	
15	过电压	4.4.2.2	5.12.2	√	√	√
16	反向电压	4.4.2.3	5.12.3	√	√	√
17	信号与负载回路短路	4.4.2.4	5.12.4	√	√	√
18	高温运行	4.4.1.1	5.11.1		√	√
19	低温运行	4.4.1.2	5.11.2		√	√
20	耐湿热	4.4.1.3	5.11.3		√	√
21	辐射骚扰抗扰度	4.4.3.1	5.13.1		√	
22	静电放电抗扰度	4.4.3.2	5.13.2		√	
23	电快速瞬变脉冲群抗扰度	4.4.3.3	5.13.3		√	
24	浪涌（冲击）抗扰度	4.4.3.4	5.13.4		√	
25	工频磁场抗扰度	4.4.3.5	5.13.5		√	
26	阻尼振荡波抗扰度	4.4.3.6	5.13.6		√	
27	直流电源输入端口纹波抗扰度	4.4.3.7	5.13.7		√	
28	阻尼振荡磁场抗扰度	4.4.3.8	5.13.8		√	
29	脉冲磁场抗扰度	4.4.3.9	5.13.9		√	
30	耐盐雾性能	4.4.1.4	5.11.4		√	
31	可靠性	4.3.10	5.10		√	

表9 液流电池的电池管理系统检验项目

序号	检验项目	要求条文号	检验方法条文号	出厂检验	型式检验	抽检
1	总电流	4.3.1.3	5.2.3	√	√	√
2	温度	4.3.1.4	5.2.4	√	√	√
3	压力	4.3.1.5	5.2.5	√	√	
4	流量	4.3.1.6	5.2.6	√	√	
5	液位	4.3.1.7	5.2.7	√	√	
6	绝缘电阻	4.3.1.8	5.2.8	√	√	√
7	SOC/SOE估算误差	4.3.2	5.3	√	√	
8	控制功能	4.3.4	5.5	√	√	√
9	保护功能	4.3.5	5.6	√	√	√
10	通讯	4.3.6	5.7	√	√	√
11	故障诊断	4.3.7	5.8	√	√	√
12	数据存储	4.3.8	5.9	√	√	
13	绝缘耐压	4.3.9	5.15	√	√	√
14	直流供电	4.4.2.1	5.12.1	√	√	
15	过电压	4.4.2.2	5.12.2	√	√	√
16	反向电压	4.4.2.3	5.12.3	√	√	√

17	信号与负载回路短路	4.4.2.4	5.12.4	√	√	
18	高温运行	4.4.1.1	5.11.1		√	√
19	低温运行	4.4.1.2	5.11.2		√	√
20	耐湿热	/	/		/	√
21	辐射骚扰抗扰度	4.4.3.1	5.13.1		√	
22	静电放电抗扰度	4.4.3.2	5.13.2		√	
23	电快速瞬变脉冲群抗扰度	4.4.3.3	5.13.3		√	
24	浪涌(冲击)抗扰度	4.4.3.4	5.13.4		√	
25	工频磁场抗扰度	4.4.3.5	5.13.5		√	
26	阻尼振荡波抗扰度	4.4.3.6	5.13.6		√	
27	直流电源输入端口纹波抗扰度	4.4.3.7	5.13.7		√	
28	阻尼振荡磁场抗扰度	4.4.3.8	5.13.8		√	
29	脉冲磁场抗扰度	4.4.3.9	5.13.9		√	
30	耐盐雾性能	4.4.1.4	5.11.4		√	
31	可靠性	4.3.10	5.10		√	

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

8.1.1 产品标志

电池管理系统应有明显的标志，应保证铭牌字迹在整个使用期内不易磨灭，铭牌宜放在显著位置，包含但不限于下列内容：

- a) 产品名称、型号、商标或产品代号；
- b) 产品主要技术参数；
- c) 出厂编号；
- d) 制造日期(批号)；
- e) 制造厂名、厂址；
- f) 使用年限。

8.1.2 包装标志

电池管理系统的外包装上应有收发货标志、包装储运标志和警示标志，按GB/T 191的相关规定执行。

8.2 包装

8.2.1 随同产品供应的技术文件

供应的技术文件包括：

- a) 装箱清单；
- b) 产品使用维护说明书；
- c) 安装说明书；
- d) 软硬件版本号；

- e) 产品质量合格证;
- f) 出厂检验记录;
- g) 交货明细表;
- h) 保修卡;
- i) 用户意见调查表。

8.2.2 产品包装

产品包装应符合GB/T 13384的规定。

8.3 运输

电池管理系统运输应满足以下条件:

- a) 包装好的户内使用的产品在运输过程中的温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于95%。
- b) 产品在运输过程中，不应有剧烈振动、撞击、倾斜或倒置。某些部件对运输有特殊要求时应注明，以便运输时采取措施。

8.4 贮存

电池管理系统贮存应满足以下条件:

- a) 包装好的产品应贮存在环境温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于95%，周围空气中不含有腐蚀性、火灾及爆炸性物质的室内。
- b) 如附带有水冷却设备，应排出试验时残留的冷却水。
- c) 产品运到现场后，应按制造厂规定贮存，长期存放时应按产品技术条件进行维护。

9 测试报告

测试报告格式参照附录D编写。

附录 A (规范性) SOC/SOE 测试

A.1 通则

A.1.1 按照正常工作要求装配被测电池系统和电池管理系统。

A.1.2 在 $10\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 三个温度点分别进行试验，分别以顺序进行A.2和A.3的内容。

A.1.3 当测试环境温度改变时，被测对象需在新环境温度下静置至少5 h，直到电池系统内电池单体的表面温度与环境温度的差值小于 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；静置过程中电池管理系统可以不工作。

A.1.4 SOC精度误差计算式为： $|\text{SOC}_{\text{真值}} - \text{SOC}_{\text{测量}}|$ ，SOE精度误差计算式为： $|\text{SOE}_{\text{真值}} - \text{SOE}_{\text{测量}}|$ 。

A.2 可用容量测试

可用容量按照以下步骤进行：

- a) 以 $1I_3$ (A) 电流恒流放电至制造商规定的放电终止条件；
- b) 静置1 h；
- c) 以 $1I_3$ (A) 电流恒流充电至制造商规定的充电终止条件；
- d) 静置1 h；
- e) 以a) 同样的放电规范进行放电，记录放电过程总的放电量 Q_{01} (单位Ah)；
- f) 静置1 h；
- g) 重复c)~e) 2次，放电量分别为 Q_{02} 和 Q_{03} ，则三次放电量的算术平均值为 Q_0 。如果 Q_{01} 、 Q_{02} 和 Q_{03} 与 Q_0 的偏差均小于2%，则 Q_0 为该电池系统的可用容量。如果 Q_{01} 、 Q_{02} 和 Q_{03} 与 Q_0 的偏差有不小于2%的情况，则需要重复进行可用容量测试过程，直至连续三次的放电量满足容量确认的条件。

A.3 SOC估算误差测试

SOC按照以下步骤进行：

- a) 以可用容量测试时所采用的充电规范将电池系统充电至满电状态；
- b) 静置1小时；
- c) 以 $1Q_0$ (A) 放电30 min；
- d) 静置60 min；
- e) 采用附录C中的工况循环N次，N不小于10；
- f) 记录电池管理系统上报SOC值 $\text{SOC}_{\text{测量}}$ ；
- g) 以可用容量测试时所采用的放电规范将电池系统放电，记录放电量 Q_1 ；
- h) $\text{SOC}_{\text{真值}}$ 按 $(Q_1/Q_0 \times 100\%)$ 计算。

A.4 SOE估算误差测试

SOE按照以下步骤进行：

- a) 以可用容量（能量）测定时所采用的充电规范将电池系统充电至满电状态，后静置；
- b) 以 I_1 放电 6min，后静置；
- c) 采用 I_4 恒流（或 25%恒功率）放电工况，将电池系统放电至实际 SOC 接近 10%。或采用附录 C 中的循环工况加 I_4 恒流（或 25%恒功率）放电工况，将电池系统放电至实际 SOC 接近 10%后静置；
- d) 采用 I_4 恒流（25%恒功率）充电工况，将电池系统充电至实际 SOC 接近 90%，或附录 C 中的循环工况加 I_4 恒流（或 25%恒功率）充电工况，将电池系统充电至实际 SOC 接近 90%，后静置；
- e) 按 c) ~d) 循环 5 次，第 5 次循环充电时采用 I_4 恒流（25%恒功率）充电工况，将电池系统充电至实际 SOC 处于 40%~80%，后静置；
- f) 记录电池管理系统上报 SOE 值；
- g) 以可用容量（能量）测试时所采用的放电规范将电池系统放电，记录放电量 E_1 ；
- h) SOE 真值按 $(E_1/E_0 \times 100\%)$ 计。

附 录 B
(规范性)
均衡性能试验

B.1 电池模块内电池单体间均衡试验

B.1.1 均衡试验环境准备

均衡试验环境准备如下：

- a) 均衡试验宜选择至少二个均衡管理单元，均衡试验电池串联电压不低于48 V。 Q_0 为附录A中的可用容量；
- b) 针对均衡试验电池环境，依次对每节电池按A.2方法确定每节电池的实际容量 Q_{01} 、 Q_{02} 、 \dots 、 Q_{0n} ；
- c) 可用容量测试，按A.2方法测试可用容量 Q_0 ；
- d) 均衡试验电池环境初始容量一致性，计算电池之间的初始容量最大差异 Q_{diff0} 为： $(\max(Q_{01}$ 、 Q_{02} 、 \dots 、 $Q_{0n}) - \min(Q_{01}$ 、 Q_{02} 、 \dots 、 $Q_{0n})) \times 100\% / Q_0$ 。

B.1.2 均衡试验容量调整步骤

均衡试验容量调整步骤如下：

- a) 将每只电池单体以 $1I_3$ (A) 电流恒流放电至制造商规定的放电终止条件；
- b) 静置1 h；
- c) 每只电池单体以 $1I_3$ (A) 电流恒流充电，充电容量达到 $0.5Q_0$ 时截止；
- d) 静置1 h；
- e) 将其中4只电池单体做如下处理：1只电池单体以 $1I_3$ (A) 放电18 min，1只电池单体以 $1I_3$ (A) 放电9 min，1只电池单体以 $1I_3$ (A) 充电18 min，1只电池单体以 $1I_3$ (A) 充电9 min；
- f) 静置1 h。

B.1.3 均衡试验循环步骤

均衡试验循环步骤如下：

- a) 将所有电池单体连接成组，按照正常工作条件接入电池管理系统；
- b) 以 $1I_3$ (A) 电流恒流充电至电池制造商规定的充电截止条件；
- c) 静置1 h；
- d) 以 $1I_3$ (A) 电流恒流放电至电池制造商规定的放电终止条件；
- e) 静置1 h；
- f) 重复b)~e)，循环至制造商要求的次数但不得大于 $25\%Q_0$ (取整数) 次；
- g) 可用容量测试，按A.2方法测试均衡后可用容量 Q_2 ；
- h) 均衡改善后的效果用公式 $\eta = Q_2 / Q_0 \times 100\%$ 衡量。

B.2 电池簇内电池模块间均衡试验

B.2.1 均衡试验环境准备

均衡试验环境准备如下：

- a) 选择电池模块为均衡管理单元，均衡试验中电池簇内电池模块串联数不低于5。
- b) 按A.2方法确定每个电池模块的实际容量 Q_{01} 、 Q_{02} 、 \dots 、 Q_{0n} 。
- c) 按A.2方法测试电池簇的可用容量 Q_0 。
- d) 计算电池模块之间的初始容量最大差异 Q_{diff0} 为： $(\max(Q_{01}, Q_{02}, \dots, Q_{0n}) - \min(Q_{01}, Q_{02}, \dots, Q_{0n})) \times 100\%/Q_0$ 。

B.2.2 均衡试验容量调整步骤

均衡测试容量调整步骤如下：

- a) 将每个电池模块以 $1I_3$ (A) 电流恒流放电至制造商规定的放电终止条件；
- b) 静置1 h；
- c) 每个电池模块以 $1I_3$ (A) 电流恒流充电，充电容量达到 $0.5Q_0$ 时截止；
- d) 静置1 h；
- e) 将其中4个电池模块做如下处理：1个电池模块以 $1I_3$ (A) 放电18 min，1个电池模块以 $1I_3$ (A) 放电9 min，1个电池模块以 $1I_3$ (A) 充电18 min，1个电池模块以 $1I_3$ (A) 充电9 min；
- f) 静置1 h；

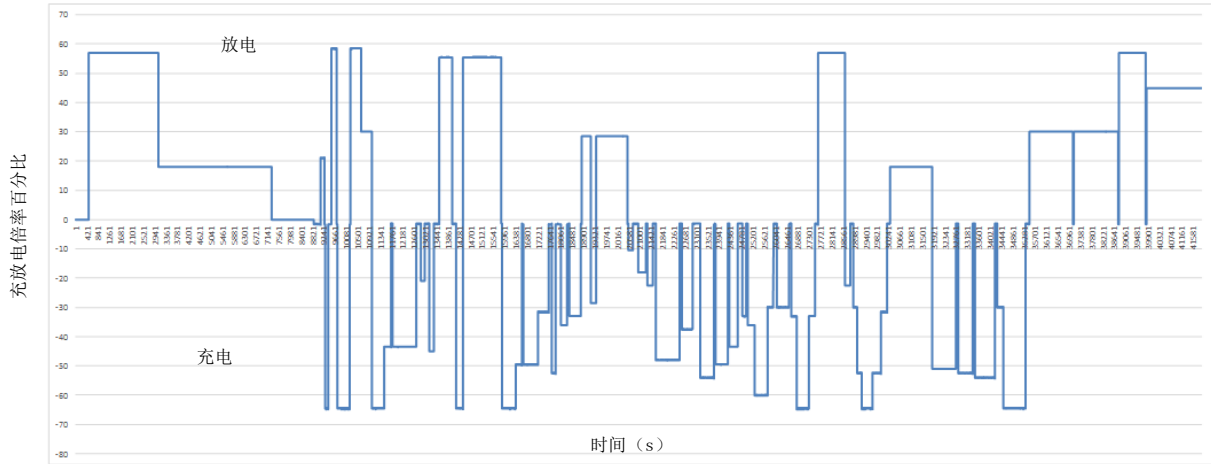
B.2.3 均衡试验循环步骤

均衡试验循环步骤如下：

- a) 将所有电池模块连接成组，按照正常工作条件接入电池管理系统；
- b) 以 $1I_3$ (A) 电流恒流充电至电池制造商规定的充电截止条件；
- c) 静置1 h；
- d) 以 $1I_3$ (A) 电流恒流放电至电池制造商规定的放电终止条件；
- e) 静置1 h；
- f) 重复b)~e)，循环至制造商要求的次数但不得大于 Q_0 (取整数) 次；
- g) 以 $1I_3$ (A) 电流恒流充电18 min；
- h) 每个电池模块以 $1I_3$ (A) 电流恒流放电至电池制造商规定的放电截止条件；记录每个电池模块的放电容量量 Q_1 、 Q_2 、 \dots 、 Q_n ；则电池之间的SOC最大差异为： $(\max(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) - \min(Q_1, Q_2, \dots, Q_n)) \times 100\%/Q_0$ 。
- i) 以上循环，每次应充满和放空，分别记录每次的电池模块电压，压差、容量等。

附录 C
(资料性)
电池系统典型充放电工况

充放电工况如图C.1所示。



图C.1 充放电工况

附录 D

(资料性)

测试报告

D.1 概述

根据所做测试，测试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6章中所有的数据。报告有两种形式，摘要式和详细式。每种类型的报告都应包含相应的标题页和内容目录。

D.2 测试报告内容

D.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) 测试者；
- e) 报告日期；
- f) 测试的场所；
- g) 测试的名称；
- h) 测试日期；
- i) 电池管理系统鉴定机构和制造商的名称；
- j) 用于测试的电池管理系统的种类；
- k) 测试申请单位。

D.2.2 目录

每种类型的报告都应提供一个目录。

D.2.3 测试报告形式

D.2.3.1 摘要式报告

摘要式报告应包括下列各项信息：

- a) 测试的目的；
- b) 测试的种类、仪器和设备；
- c) 所有的测试结果；
- d) 结论。

D.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) 电池管理系统的类型，操作方式和测试系统框图；
- 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) 用图或表的形式说明测试结果；

e) 测试结果的讨论分析。
