

ICS 29.220

CCS K 82

# 团 体 标 准

T/DZJN 80—2022

---

## 数据中心用锂离子电池设备产品技术标准

Technical standard of lithium-ion battery equipment for data centers

2022 - 03 - 30 发布

2022 - 05 - 01 实施

中国电子节能技术协会 发布

# 目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义、缩略语及安全分级.....	1
4 通用要求.....	5
5 整机安全要求.....	9
6 测试通用条件及方法.....	10
7 抽样及检测规则.....	17
8 标志、标识、包装、运输及存储.....	18
附 录 A .....	19
附 录 B .....	21
附 录 C .....	22

## 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这些专利的责任。

本文件由中国电子节能技术协会数据中心节能技术委员会提出。

本文件由中国电子节能技术协会归口。

本文件规定了数据中心不间断电源用电池设备的产品技术要求，包含产品功能要求、电池管理要求、产品安全设计要求及测试方法和规范要求。

本文件主要起草单位：中国建筑设计研究院有限公司、华为数字能源技术有限公司、中国电子节能技术协会数据中心节能技术委员会。

本文件参加起草单位：应急管理部天津消防研究所、中国中元国际工程有限公司、北京电信规划设计院有限公司、中元国际（上海）工程设计研究院有限公司、上海邮电设计咨询研究院有限公司、中国工商银行股份有限公司数据中心、中城建（北京）建筑设计有限公司、阿里巴巴集团阿里云智能、双登集团股份有限公司、联方云天科技（北京）有限公司、中兴通讯股份有限公司、深圳科士达科技股份有限公司、上海航天电源技术有限责任公司、深圳市方信电源技术有限公司、湖北及安盾消防科技有限公司、浙江佳贝思绿色能源有限公司、深圳市欣旺达综合能源服务有限公司、浙江南都电源动力股份有限公司、北京领智信通节能技术研究院。

本文件主要起草人：郭利群、李庆委、王波、吕天文、于东兴、江峰、浦廷民、杨威、王亮、丁聪、王超、王新芳、默鹏飞、孙全、曾旭东、邹才华、梁锡伍、周钦哲、马建平、张俊峰、毛松科、陈蔚、陈威、刘尧。

# 数据中心用锂离子电池设备产品技术标准

## 1 范围

本文件规定了数据中心UPS用锂离子电池设备的产品技术要求。数据中心用锂离子电池应磷酸铁锂电池。

本文件适用于磷酸铁锂电池设备的设计及评测，不适用一体化锂电以及48V供电架构的锂电产品。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。本技术要求与下列文件要求不一致时，以本技术要求为准。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2408-2008 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法

GB/T 2423.4-2008 电工电子产品环境试验第2部分

GB/T 2423.17-2008 电工电子产品基本环境试验规程试验KA盐雾试验方法

GB/T 2423.43 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 元件、设备和其他产品在冲击(Ea)、碰撞(Eb)、振动(Fc和Fd)和稳态加速度(Ga)等动力学试验中的安装要求和导则

GB 9254-2008 信息技术设备的无线电骚扰阻值和测量方法

GB/T 17626.2-2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验；等同采用IEC 61000-4-2

GB/T 17626.5-2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 19666-2019 阻燃和耐火电线电缆或光缆通则

GB/T 28046.4-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷

GB 38031-2020 电动汽车用动力蓄电池安全要求

GB 50016-2014（2018版） 建筑设计防火规范

IEC 62040-2-2018 Uninterruptible power systems (UPS) - Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements

IEC 62619:2017 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial application

UN 38.3(Rev.6) UN Manual of Tests and Criteria, Sixth Revised Edition Sub-Section 38.3

UL 9540A: 2019 Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Storage Systems

## 3 术语和定义、缩略语及安全分级

### 3.1 术语和定义

#### 3.1.1

电池单体 cell

化学能与电能间转化及储存能量的基本单元装置，包括电极、隔膜、电解质、外壳和端子。亦可以是指内部包含一只电池单体或若干只电池单体并联的最小可维护单元。

### 3.1.2

#### 电池模块 battery module

指用磷酸铁锂电池单体通过串联、并联或串并联连接，且只有一对正负极输出端子，并且有外壳的组合体。

### 3.1.3

#### 电池管理系统 battery management system (BMS)

保证电池系统和电池单体安全、可靠工作的电路系统的总称。该系统采集电池系统总电压、电池单体电压、电量、充放电电流、温度等参数，对电池充电、放电过程和状态进行监控，并具有有效的保护和告警功能。由采集和监控、保护、均衡电路、电气和通信接口等装置组成。

BMS应包括三级，第一级：电池模块监控单元，第二级：电池柜管理系统，第三级：多台电池柜的并机管理系统。

### 3.1.4

#### 电池系统 battery system

由电池模块采用串联、并联或串并联连接方式，且与附属设施连接后实现独立运行的电池组合体，还宜包括电池管理系统、监测和保护电路、电气和通信接口等部件。

### 3.1.5

#### 充电终止电压 end-of-charge voltage

电池单体、电池系统正常充电时允许达到的最高电压。

### 3.1.6

#### 放电终止电压 end-of-discharge voltage

电池单体、电池系统正常放电时允许达到的最低电压。

### 3.1.7

#### 荷电状态 state-of-charge (SOC)

当前电池单体、电池模块、电池系统中按照制造商规定的放电条件可以释放的容量占实际容量的百分比。

### 3.1.8

#### 健康状态 state-of-health (SOH)

电池组在完全充电状态下，电池组实际容量与额定容量的比值，表征了电池组性能的衰减程度。

### 3.1.9

#### 爆炸 explosion

突然释放能量产生压力波或者喷射物，可能会对周边区域造成结构或物理上的破坏的现象。

### 3.1.10

#### 起火 fire

电池单体、电池系统任何部位发生持续燃烧（单次火焰持续时间大于1s），火花及拉弧不属于燃烧。

### 3.1.11

#### 外壳破裂 housing crack

由于内部或外部因素引起电池单体、电池系统外壳的机械损伤，导致内部物质暴露或溢出。

### 3.1.12

#### 泄露 leakage

有可见物质从电池单体、电池系统中漏出至试验对象外部的现象。

### 3.1.13

#### 热失控 thermal runaway

电池单体放热连锁反应引起电池温度不可控上升的现象。

### 3.1.14

#### 热扩散 thermal propagation

电池系统内由一个电池单体热失控引发的其余电池单体接连发生热失控的现象。

### 3.1.15

#### 安全风险等级 hazard severity level (HSL)

根据电池安全可靠性测试中的失效表现定义的安全风险的分级。

### 3.1.16

#### 灭火装置 Fire extinguishing assembly

电池系统内，在发生热失控后可以灭火的功能模块，一般由引发装置和灭火药剂两部分组成。

## 3.2 缩略语及符号

### 3.2.1 缩略语

FS: 满量程 (full scale)。

### 3.2.2 符号

下列符号适用于本文件。

In: n小时率放电电流 (A)。

Cn: n小时率放电容量 (AH)。

### 3.3 安全分级描述

3.3.1 电池单体及电池系统安全等级描述（HSL）应符合表 1 的描述。

表 1 电池系统的安全测试结果等级描述

危害等级 (HSL)	描述	判定条件
0	本征安全, 无功能损伤	1.环境可靠性测试, 无影响, 且功能正常; 2.热失控测试扩散目标电池无热失控; 3.被测单元中电池模块(组)箱体无变形, 无漏液 <sup>1</sup> 、无泄气、无冒烟、无起火、箱体无破裂、无爆炸; 4.被测单元最高温度 $T_{max} \leq$ 运行温度上限 $T_{up\ limit}$ (热失控扩散测试除外)。
1	可逆功能失效或可逆性保护动作、热失控无扩散	1.环境可靠性测试, 可逆功能失效(含可恢复性保护装置动作); 2.热失控扩展测试除目标电池被触发热失控外, 未扩展到其他相邻的电池; 3.被单元中电池模块(组)箱体无变形、无漏液、无泄气、无冒烟、无破裂、无起火、无爆炸; 4.被测单元监测最高温度 $T_{max} \leq$ 运行温度上限 $T_{up\ limit}$ (热失控扩散测试除外)。
2	不可逆功能失效、热失控无扩展、轻微泄气、轻微漏液、轻微冒烟	1.环境可靠性测试, 不可逆功能失效(含被动保护装置动作或功能器件损坏等); 2.被测单元中电池模块(组)轻微漏液 <sup>2</sup> 、泄气、轻微冒烟/白烟 <sup>3</sup> ; 3.热失控扩展测试除目标电池被触发热失控外, 未扩展到其他相邻的电池; 4.被测单元运行温度上限最高温度 $T_{max} > T_{up\ limit}$ (热失控扩散测试除外); 5.被测单元中电池模块(组)无变形、无起火/无碳化、无破裂、无爆炸。
3	碳化、热失控模组内扩展, 严重漏液或泄气, 大量冒烟	1.被测单元中电池模块(组)严重漏液 <sup>4</sup> 、泄气、严重冒烟/灰黑烟; 2.热失控扩展测试除目标电池被触发热失控外, 模组内部分扩展到相邻电池, 但模块(组)未热失控; 3.被测单元中电池模块(组)结构部件或电气部件碳化面积 $\leq 20\%$ , 无起火; 4.被测单元中电池模块(组)箱体轻微变形 <sup>5</sup> 、无破裂、无爆炸。
4	起火、模组热失控	1.被测单元中电池模块(组)起火; 2.热失控扩展测试, 除被测电池热失控外, 被测模块(组)热失控; 3.被测单元中电池模块(组)箱体严重变形 <sup>6</sup> 、轻微破裂无固体物质/碎片飞出、无爆炸; 4.与被测单元距离 100mm 距离的环氧树脂板表面温度温度升 $\delta T > 97^\circ\text{C}$ 且持续 3s 以上。
5	破裂	1.被测单元中电池模块(组)箱体严重变形、破裂、无爆炸; 2.被测单元中电池模块(组)起火, 与被测单元距离 100mm 距离的环氧树脂板表面温度温度升 $\delta T > 97^\circ\text{C}$ 且持续 3s 以上; 3.热失控扩展测试, 除被测电池热失控外, 被测模块(组)热失控, 但未扩展到相邻电池模块(组)。
6	爆炸	1.被测单元中电池模块(组)热失控爆炸; 2.热失控扩展测试, 除被测电池热失控外, 被测模块(组)热失控, 扩展到相邻电池模块(组)。

- 注1：无漏液：除预先设置的泄气装置之外，电池模块或电池组壳体发生机械破损开裂；
- 注2：轻微漏液：被测单元测试前后质量损失 $\leq$ 总注液量50%；
- 注3：冒烟：参考附录D 冒烟释放速率测试方法；
- 注4：严重漏液：被测单元测试前后质量损失 $>$ 总注液量50%；
- 注5：轻微变形：被测电池模块、电池模组或电池系统外观尺寸任意方向最大形变量 $<15\%$ ，且无结构损坏；
- 注6：严重变形：被测电池模块、电池模组或电池系统外观尺寸任意方向最大形变量 $\geq 15\%$ 或外壳结构开裂。

## 4 通用要求

### 4.1 使用环境要求

#### 4.1.1 一般要求

电池的工作环境应无腐蚀性、爆炸性和破坏绝缘的气体及导电尘埃，并远离高热源。

#### 4.1.2 环境温度、湿度及大气压力要求

##### 温度：

放电工作温度范围： $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；

充电工作温度范围： $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；

贮存温度： $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；

运输温度： $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

##### 湿度：

工作相对湿度范围： $\leq 95\%$ ；

储运相对湿度范围： $\leq 95\%$ 。

##### 大气压力：

大气压力范围为： $70\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

### 4.2 外观

电池系统外观应符合以下要求：

- a) 电池系统表面应清洁，无明显变形，无机械损伤，接口触点无锈蚀；
- b) 电池系统表面应有必需的产品标识，且标识清楚；
- c) 电池系统的正、负极端子及极性应有明显标记，接线方式应为前接线方式，便于连接；
- d) 电池系统的电源接口、通讯（或告警）接口应有清晰标识。

### 4.3 电池模块设计要求

#### 4.3.1 电池单体材质

锂离子电池须为磷酸铁锂锂离子电池，不应用梯次电池（退役动力电池）。内部若涉及塑胶件，塑胶件需满足GB/T 2408-2008 阻燃等级要求。

#### 4.3.2 安装

电池模块尺寸宜满足能安装在标准19英寸机柜内，或通过转接件满足安装要求。不应在开放式电池架上安装。

#### 4.3.3 内部组装防护要求

#### 4.3.3.1 电池单体组装要求

- a) 电池单体串并联连接应采用自动激光焊接工艺，焊接可靠防止松动脱落，汇流排与电池单体极柱焊接面积满足通流要求；
- b) 电池单体与外箱间、电池单体四周有绝缘和缓冲设计。

#### 4.3.3.2 线缆装配要求

- a) 电压采样线采用激光点焊工艺，且焊接后需增加点胶防护，插拔力宜不小于 3kgf；
- b) 电压采样线应采用阻燃电缆，阻燃等级需不低于 GB/T 19666-2019 中 ZB 的要求；
- c) 温度采样探头应紧贴电池端子（即极柱）或电池端子连接汇流排表面，宜使用导热固定胶固定；
- d) 采样线走线需配有走线通道，走线通道与周围带电部件有效隔离。

### 4.4 BMS 设计要求

#### 4.4.1 基本要求

##### 4.4.1.1 工作电压

额定工作电压为  $3.2V \times N \times M$ （N：电池模块内串联数量；M：机柜内电池模块串联数量）。

##### 4.4.1.2 开关机及维护功能

BMS 应具有开关机及维护功能，具体要求如下：

- a) 具有手动开机、关机功能；
- b) 自动保护关机；
- c) 与 BMS 有关的通讯接口、告警指示、状态指示应有明确标识。

##### 4.4.2 信息采集要求

BMS 前端采集设备应具有电池单体的电压、系统总电压、充/放电电流、电池温度检测的功能。

##### 4.4.3 信息测量精度

应能测量电池系统的充/放电状况、电池单体电压、系统电压、电流、温度等各种参数值，且与电池系统实际的参数值之间的误差应符合表 2 的要求。

表 2 BMS 测量精度

参数名称	技术要求
电压	电池单体电压误差 $\leq \pm 10\text{mV}$ ，电池系统电压精度 $\leq \pm 1\%$
电流	充放电电流误差 $\leq \pm 2\%$
温度	温度误差 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$

##### 4.4.4 BMS 管理功能

###### 4.4.4.1 充电限流管理

BMS 应具有自主限流充电功能，当充电电流大于电池系统的充电限流设置值时，充电电流维持在充电限流设置值不增加。

#### 4.4.4.2 电池过压保护

BMS 应具有电池单体过压保护功能，当充电到电池单体电压告警点时可实时发出告警信号，到保护点时启动过压保护，当单体电压下降到恢复点时恢复充电。

#### 4.4.4.3 电池欠压保护

BMS 应具有电池单体电压低保护功能，到单体电压告警点时可实时发出告警信号，到保护点时启动欠压保护，一段时间后电池系统应进入休眠模式。

#### 4.4.4.4 放电过流管理

BMS 应具有输出过流保护功能。若负载电流超出限流能力，切断电路并告警。保护后应能通过人工手动重启方式恢复工作。

#### 4.4.4.5 电池高温保护

BMS 自身应具有电池高温保护功能，当电池温度达到告警点时告警；到保护点时保护并断开回路，温度回落到一定值后，应能通过自动方式恢复或人工手动重启方式恢复工作。

#### 4.4.4.6 电池低温保护

BMS 自身应具有电池低温保护功能，当电池温度达到告警点时告警；到保护点时保护并断开回路，温度回升到一定值后恢复。应能通过自动方式恢复或人工手动重启方式恢复工作。

#### 4.4.4.7 BMS 高温保护

BMS 自身应具有 BMS 高温保护功能，当 BMS 温度达到保护点时保护并断开回路；温度回落到一定值后恢复。应能通过自动方式恢复或人工手动重启方式恢复工作。

#### 4.4.4.8 短路保护

BMS 应具有短路保护功能，配合柜内断路器实现切断电路并告警。  
应能通过人工手动方式恢复工作。

电池系统内保护装置应包含断路器和熔断器，当电池系统短路时实现双重保护，BMS 和电池单体应不损坏（包括不打火、变形、漏液、冒烟、起火或爆炸）。

### 4.5 电池系统设计要求

#### 4.5.1 电池系统监控要求

电池系统宜具备本地柜体屏幕查询系统状态的能力；

电池系统宜具备与上层管理系统连接的能力。

本地柜体屏幕查询及上报上层管理系统的监控功能包含如下：

- a) 状态信息：工作状态、温度、电流、电压、SOC、SOH；
- b) 告警：支持过压、欠压、过流、高低温等异常告警；
- c) 保护：支持过压、欠压、过流、高低温、电池单体故障、硬件故障等异常保护；
- d) 充放电控制：控制电池系统的接入、断开，充/放电限流；
- e) 信息上报：支持北向通讯，能够上传告警和状态数据。

电池系统应具有存储功能：

- a) 电池系统运行日志、保护与告警、保护与告警恢复时应能记录，能区分告警类别并以时间（年

/月/日/时/分)为基础记录如下参数:单体电压、总电压、SOC、充/放电电流、温度等;

- b) 除能正常记录保护与告警、保护与告警恢复信息外,需能记录一定时间段内的蓄电池参数:单体电压、总电压、充/放电容量、充/放电电流、温度等;
- c) 应具有一定的存储容量,存储容量不小于 10000 条运行记录。存储时间段、时间间隔可设,存储内容采取先进先出原则,存储内容可通过监控接口读取。

#### 4.5.2 电池荷电状态(SOC)

电池系统应具备动态荷电量计算功能,环境温度 20℃-30℃下,计算值与电池实际电量的误差应不大于 10%。

#### 4.5.3 均衡功能

当电池单体最低电压 $\geq 3.0V$ 且电压极差 $\geq 20mV$ ,电池系统应启动均衡。

#### 4.5.4 并机扩容要求(可选)

可与存量电池系统直接并联使用,通过 BMS 控制使新旧电池达到放电终止电压时间接近,满足电池利旧、分期扩容需求。

#### 4.5.5 多柜均流要求

同批次同 SOC/SOH 电池系统,可通过 BMS 控制,控制多柜并联时的不均流度不超过 3%。

#### 4.5.6 容错工作要求

单柜/多柜并联下通过 BMS 管理,一个电池模组故障,剩余电池模组重新组合后能继续工作。满足备件等待期间继续工作的要求。

#### 4.5.7 分组核容要求

多柜并联时,通过 BMS 管理,宜具备单柜核容测试功能,避免核对容量结束后备电时间丢失风险。

### 4.6 电池安全设计要求

#### 4.6.1 电池安全设计要求

电池单体按 IEC 62619 要求通过过充、过放、短路测试,满足不超过本标准安全等级 HSL4 要求。

#### 4.6.2 电池灭火设计要求

电池系统应安装独立的灭火装置,能够实现自动灭火功能,应采用以下灭火装置之一。

##### 4.6.2.1 模块内灭火装置

电池模块内部应安装独立的灭火装置,能够实现自动灭火功能,能够满足全天候火灾防护。

灭火装置可跟随电池运输,满足 UN38.3 标准中关于环境适应性、机械冲击、振动等测试要求,测试中灭火装置不出现泄漏,测试完成后可正常实现功能;

灭火装置可通过高温高湿及快速温度循环长期寿命验证,测试中灭火装置不出现泄漏,测试完成后可正常实现功能。

##### 4.6.2.2 机柜内灭火装置

电池系统机柜内应安装火探管配合灭火气瓶作被动灭火,能够实现自动灭火功能,能够满足全天候

火灾防护。

电池模块内电池单体热失控，不扩散到相邻电池模块。电池模块热失控后被引燃，不扩散到柜外。临近机柜表面温度温升满足 UL 9540A 中 Table 9.1 要求。

需配置压力显示仪表及干接点信号，能反映灭火装置压力状态。

除上述机柜内装置外的其他有效灭火装置：

电池系统机柜内应安装其他类型灭火装置，能够实现自动灭火功能，能够满足全天候火灾防护。

需配置压力显示仪表及干接点信号，能反映灭火装置状态。

灭火材质：

灭火材质宜使用全氟己酮或七氟丙烷。

#### 4.6.2.3 电池舱式水浸没灭火装置

电池模块可布置在半封闭式的电池仓内，通过火探管报警，联动注水浸没电池灭火，达到持续降温控制热失控的目的。

## 5 整机安全要求

### 5.1 机柜安全要求

#### 5.1.1 电气安全要求

- a) 电池系统按照本标准规定进行绝缘强度试验，应无击穿、无飞弧；
- b) 电池系统按照本标准规定进行绝缘电阻试验，电池正、负极接口分别对电池金属外壳的绝缘电阻不小于  $2M\Omega$ 。

#### 5.1.2 机柜接地设计

机柜应形成一个良好的等电势体，外露可导电部分与电平台之间的连接阻抗不大于  $0.1\Omega$ ，电位均衡通路中，任意两个可以同时被人碰触到的外露可导电部分，即距离不大于  $2.5m$  的两个可导电部分间电阻应不大于  $0.2\Omega$ 。

#### 5.1.3 IP 防护要求

机柜应满足 IP20 设计。

### 5.2 机械安全要求

电池系统进行机械安全试验时，满足不超过本标准安全等级 HSL4 要求。

### 5.3 电磁兼容性

#### 5.3.1 静电放电抗扰性

BMS 应满足 GB/T 17626.2-2018 等级 3 或 IEC 61000-4-2:2008 Level3 的要求。

#### 5.3.2 传导骚扰限值

BMS 的传导骚扰限值应符合表 3 的要求(满足 GB 9254-2008 中第 5.1 条要求,或 IEC 62040-2-2018 C3)。

表 3 A 级 ITE 电源端子传导骚扰限值

频率范围/MHz	限值/dB( $\mu$ V)	
	准峰值	平均值
0.15~0.50	79	66
0.50~30	73	60
注：在过渡频率（0.5MHz）处应采用较低的限值。		

### 5.3.3 辐射骚扰限值

BMS 的辐射骚扰限值应符合表 4 的要求（满足 GB 9254-2008 中第 6.1 条中表 5 要求，或 IEC 62040-2-2018 C3）。

表 4 A 级 ITE 在测量距离 R 处（10m）的辐射骚扰限值

频率范围/MHz	准峰值限值/dB( $\mu$ V/m)
30~230	40
230~1000	47
注1：在过渡频率（230MHz）处应采用较低的限值。 注2：在发生干扰时，允许补充其他的规定。	

### 5.3.4 浪涌（冲击）抗扰性

BMS 通信端口和电源端口应采用相应的隔离措施，通信端口线对线应满足 GB/T 17626.5-2019 等级 2（开路试验电压 0.5kV）的要求，线对地应满足 GB/T 17626.5-2019 等级 2（开路试验电压 1kV）的要求或 IEC 62040-2-2018 2nd Ed。

### 5.4 热安全要求

电池系统进行热安全试验时，满足不超过本标准安全等级 HSL4 要求；

电池系统按照本标准对应章节进行电池系统热扩散试验，电池系统在由于电池单体热失控时不会导致电池系统热失控，在柜级测试时在引发电池模块热失控后不会扩散导致相邻的模块热失控。

### 5.5 环境可靠性要求

电池系统进行环境可靠性试验时，满足不超过本标准安全等级 HSL4 要求。

## 6 测试通用条件及方法

### 6.1 一般条件

除另有规定外，试验环境温度为  $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 10%~90%，大气压力为 86kPa~106kPa。电池系统在所有测试前或部分测试后需包括必要的操作文件，以及和测试设备相连所需的接口部件，如匹配线缆等，制造商需提供电池系统的安全工作值。

安全测试项目，除有特殊规定，试验对象均以 6.3.1 规定的充电方法充至完全充电态进行测试。

## 6.2 测量仪器要求

### 6.2.1 测量仪器、仪表准确度

应不低于以下要求：

- a) 电压测量装置：±0.5%FS；
- b) 电流测量装置：±0.5%FS；
- c) 温度测量装置：±0.5℃；
- d) 时间测量装置：±0.1%FS；
- e) 尺寸测量装置：±0.1%FS；
- f) 质量测量装置：±0.1%FS。

### 6.2.2 测量过程误差

控制值（实际值）与目标值之间的误差要求如下：

- a) 电压：±1%；
- b) 电流：±1%；
- c) 温度：±2℃。

### 6.2.3 数据记录与记录间隔

除在某些具体测试项目中另有说明外，测试数据（如时间、温度、电流和电压等）的时间间隔应不大于 100s。

## 6.3 实验准备

### 6.3.1 充电方法

#### 6.3.1.1 电池单体/电池模块标准充电方法：

- a) 在（25℃±3℃）下搁置 5h 或检测电池模块温度波动≤2℃；
- b) 以恒流放电或恒定功率放电至任一电池或模块（组）的放电终止电压，搁置 30min；
- c) 以恒流充电至总电压或单颗电池电压达到制造商规定的终止电压或跳转电压，转恒压充电至电流降至 0.05I<sub>n</sub>。

#### 6.3.1.2 电池系统标准充电方法：

- a) 在（25℃±3℃）下搁置 5h 或检测温度波动≤2℃；
- b) 以恒流电流或恒定功率放电至任一电池或模块（组）的放电终止电压或 BMS 停止放电，搁置 30min；
- c) 以恒流充电至制造商规定的终止电压或跳转电压，转恒压充电至电流降至 0.05I<sub>n</sub> 或直至电池系统达到 BMS 停止充电。

### 6.3.2 放电方法

#### 6.3.2.1 电池单体/电池模块标准放电方法：

- a) 在（25℃±3℃）下搁置 5h 或被测样品表面温度在 30min 内变化≤2℃，被测样品温度达到稳定；
- b) 以制造商规定的放电电流或恒定功率放电至任一电池或模块（组）的放电终止电压。

### 6.3.2.2 电池系统标准放电方法：

- a) 在  $(25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C})$  下搁置 5h 或被测样品表面温度在 30min 内变化  $\leq 2^{\circ}\text{C}$ ，被测样件温度达到稳定；
- b) 以制造商规定的放电电流或恒定功率放电至任一电池或模块（组）的放电终止电压或 BMS 停止放电。

## 6.4 试验方法

### 6.4.1 BMS 保护功能

#### 6.4.1.1 充电限流保护

电源的电流设定值大于测试设备的限流值，以该限流值参考 6.3.1 标准充电方法为测试设备充电至满电态，检测充电过程中的电流值。结果应符合 4.4.4.1 要求。

#### 6.4.1.2 过压告警及保护

电池系统按 6.3.1 充满电后，逐步增大充电电压，记录电压高告警电压和保护动作电压，当总电压下降到恢复点时恢复充电，记录恢复充电电压。结果应符合 4.4.4.2 要求。

#### 6.4.1.3 欠压告警及保护

电池系统按 6.3.1 充满电后，以最大持续放电电流放电，记录电池系统电压低告警电压和保护动作电压。结果应符合 4.4.4.3 要求。

#### 6.4.1.4 放电过流保护

电池系统按 6.3.1 充满电后，以 1.1 倍最大持续放电电流放电，记录电池系统反应。结果应符合 4.4.4.4 要求。

#### 6.4.1.5 高温告警及保护

将具有连续记忆功能的点温计探头贴于电池表面，再将电池放入高温箱中，进行测试，对电池充电，调节高温箱的温度以  $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$  上升至高温保护点，保持 10min，下调温度至高温恢复点。记录电池系统反应。结果应符合 4.4.4.5 要求。

#### 6.4.1.6 低温保护及恢复

将具有连续记忆功能的点温计探头贴于电池表面，再将电池放入低温箱中，进行测试；对电池系统充/放电，调节低温箱的温度以  $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$  至低温保护点，保持 10min，上调温度至低温恢复点。记录电池系统反应。结果应符合 4.4.4.6 要求。

#### 6.4.1.7 BMS 高温保护

单独对 BMS 加热至高温保护点，记录电池系统反应。结果应符合 4.4.4.7 要求。

#### 6.4.1.8 电池系统短路测试

将试验对象的正极端子和负极端子相互连接，使回路中短路电阻不超过  $10 \pm 5\text{m}\Omega$ 。保持短路状态，直至符合下列任一条件，结束试验：

- a) 试验对象保护功能起作用；
- b) 或达到安全分级 4 级以上。

完成以上试验步骤后，在试验环境温度下观察 1h。结果应符合 4.4.4.8 要求。

## 6.4.2 电池系统功能

### 6.4.2.1 基本功能

开关机及维护功能满足 4.4.1 要求。

### 6.4.2.2 监控功能

监控功能满足 4.5.1 要求。

### 6.4.2.3 并柜扩容

两柜并联，SOH 分别为 80%和 100%，电池系统充满电后，以额定电流放电，记录各柜电流，以及放电结束时各柜 SOC 值，电池系统工作应符合 4.5.4 要求。

### 6.4.2.4 多柜均流

两柜并联，电池系统充满电后，以额定电流放电，记录电各柜电流，电池系统工作应符合 4.5.5 要求。

### 6.4.2.5 容错工作

两柜并联，去掉其中一柜中一个电池模块，重新串联组合后开机，电池系统工作应符合 4.5.6 要求。

### 6.4.2.6 分组核容

两柜并联，电池系统充满电后，选择其中一柜进行核对性容量测试，另外一柜不参与。电池系统工作应符合 4.5.7 要求。

## 6.4.3 电池安全测试

### 6.4.3.1 电池单体安全

#### 1) 电池单体过充测试

电池单体按 6.3.1 充满电后，以最大持续充电电流恒流充电至终止电压的 1.1 倍或 115%SOC 后停止充电，完成以上试验步骤或保护动作或达到安全分级 4 级以上，优先发生即停止测试。

在实验环境下观察 1 小时。结果应符合 4.6.1 要求。

#### 2) 电池单体深度放电测试

电池单体按 6.3.1 充满电后，以最大持续放电电流放电 90 分钟，完成以上试验步骤或保护动作或达到安全分级 4 级以上，优先发生即停止测试。

在实验环境下观察 1 小时。结果应符合 4.6.1 要求。

#### 3) 电池单体的外部短路测试

电池单体按 6.3.1 充满电后，将试验对象正极端子和负极端子经外部短路 10min，外部线路电阻小于  $10 \pm 5m\Omega$ ，完成以上试验步骤或保护动作或达到安全分级 4 级以上，优先发生即停止测试。

在实验环境下观察 1 小时。结果应符合 4.6.1 要求。

### 6.4.3.2 系统灭火测试

#### 1) 模块内灭火装置测试

a) 测试对象：针对模块内单颗电池单体，通过过充、加热等方法进行热失控触发测试。

- b) 试验条件：  
 环境温度：25℃±3℃；  
 相对湿度：15%~90%；  
 大气压力：86Kpa~106Kpa；  
 风速：不大于 3m/s 或室内。
- c) 仪器设备：测量仪器满足下列要求：  
 时间测量设备量程不小于 120min，分度值不大于 1s；  
 电池充电设备充电倍率在 0~5C 可调，电压在 0~100V 连续可调（设备电压需保证电池充满）；  
 加热片最大功率超过 300W，外接 220V 电源，加热功率连续可调。
- d) 电池系统按照 6.3.1 充满电之后，使用标称功率 300W 加热片对被测电池模组外侧电池单体进行加热，通电持续加热使电池单体升温，模拟电池单体热失控，至冒出可燃气体后断开加热片电源。  
 采用电子点火或明火引燃的模式对可燃气体进行点火，至模组出现明火。  
 判定：模组内灭火装置启动后 5s 内扑灭明火，之后 24h 内不应复燃。结果应符合 4.6.2 要求。
- 2) 机柜内灭火装置测试
- a) 测试对象：针对机柜内单个模块内单颗电池单体，通过过充、加热等方法进行热失控触发测试。
- b) 试验条件：  
 环境温度：25℃±3℃；  
 相对湿度：15%~90%；  
 大气压力：86Kpa~106Kpa；  
 风速：不大于 3m/s 或室内。
- c) 仪器设备：测量仪器满足下列要求：  
 时间测量设备量程不小于 120min，分度值不大于 1s；  
 电池充电设备充电倍率在 0~5C 可调，电压在 0~100V 连续可调（设备电压需保证电池充满）；  
 加热片最大功率超过 300W，外接 220V 电源，加热功率连续可调。
- d) 电池系统按 6.3.1 充满电后，使用标称功率 300W 加热片对被测电池模块其中一个电池单体进行加热；  
 通电持续加热使电池单体升温，模拟电池单体热失控，至冒出可燃气体，后断开加热片电源。  
 本电池模块电池单体热失控后不自燃，不扩散到相邻电池模块，结果应符合 4.6.2 要求。
- e) 电池系统按 6.3.1 充满电后，使用标称功率 300W 加热片对被测电池模块外侧电池单体进行加热。  
 通电持续加热使电池单体升温，模拟电池单体热失控，至冒出可燃气体，后断开加热片电源。  
 采用电子点火的方式对可燃气体点火，直到电池单体起火出现明火。  
 判定：柜内灭火装置启动，明火扑灭不应超过 30 s，之后 24h 内不应复燃。临近机柜表面温度温升≤97℃。整个过程无火焰扩散到机柜外，结果应符合 4.6.2 要求。
- 3) 机柜内灭火装置故障后测试
- a) 测试对象：针对机柜内单个模块内单颗电池单体，通过过充、加热等方法进行热失控触发测试。  
 无灭火装置的电池设备。
- b) 试验条件：  
 环境温度：25℃±3℃；  
 相对湿度：15%~90%；  
 大气压力：86Kpa~106Kpa；  
 风速：不大于 3m/s 或室内。

## c) 仪器设备：测量仪器满足下列要求：

时间测量设备量程不小于 120min，分度值不大于 1s；

电池充电设备充电倍率在 0~5C 可调，电压在 0~100V 连续可调（设备电压需保证电池充满）；  
加热片最大功率超过 300W，外接 220V 电源，加热功率连续可调。

房间级灭火设备（宜用 HFC-227ea），配套相应的管路，喷头，控制器。

## d) 重复 6.4.3.2 4) 和 5) 实验操作。

柜内灭火装置故障后，房间级消防系统动作。电池单体热失控后使用电子点火器点火，房间级灭火装置应有效熄灭明火，结果应符合 4.6.2 要求。

## 6.4.4 电气安全

### 6.4.4.1 电池系统绝缘电阻测试

电池系统按 6.3.1 充满电后，用绝缘电阻测试仪以直流 500V 的测试电压，对被测电池正、负极端子对电池金属外壳进行测试，允许拆除电池系统浪涌保护器件，电池系统正、负极接口分别对电池系统金属外壳的绝缘电阻不小于 2MΩ。结果应符合 5.1 要求。

### 6.4.4.2 电池系统绝缘强度测试

电池系统按 6.3.1 充满电后，用耐压测试仪以 50Hz、有效值 500V 的交流电压或 710V 的直流电压，对被测的电池正、负极端子与电池系统金属外壳进行测试，允许拆除电池系统浪涌保护器件。结果应符合 5.1 要求。

## 6.4.5 机械安全

### 电池系统振动测试

将试验对象的 SOC 状态调至不低于制造商规定的正常 SOC 工作范围的 50%。参考试验对象在机柜中的安装条件和 GB/T 2423.43 的要求，将试验对象安装在振动台上，在 Z、Y、X 每个方向分别施加振动载荷，从 10Hz~55Hz 循环扫频振动 90min~100min，扫频速率为 1oct/min，位移幅值（单振幅）为 0.8mm。结果应符合 5.2 要求。

## 6.4.6 电磁兼容

### 6.4.6.1 电池系统的冲击测试

将试验对象的 SOC 状态调至不低于制造商规定的正常 SOC 工作范围的 50%。参考试验对象在机柜中的安装条件和 GB/T 2423.43 的要求，将试验对象安装在冲击台上，对电池系统以最大加速度 50g 和脉冲持续时间 11 毫秒的半正弦波冲击，电池系统需要在三个互相垂直的电池安装方位的正方向经受 3 次冲击，接着在反方向经受 3 次冲击，总共受 18 次冲击；结果应符合 5.3 要求。

### 6.4.6.2 静电放电抗干扰

BMS 按 GB/T 17626.2-2018 等级 4 规定的试验方法进行测试，结果应符合 5.3.1 要求。

### 6.4.6.3 传导骚扰阻值

按 GB 9254-2008 等级 A 规定的试验方法进行测试，结果应符合 5.3.2 要求。

#### 6.4.6.4 辐射骚扰阻值

按 GB 9254-2008 等级 A 规定的试验方法进行测试，结果应符合 5.3.3 要求。

#### 6.4.6.5 浪涌冲击

按 GB/T 17626.5-2019 规定试验方法进行测试，结果应符合 5.3.4 要求。

#### 6.4.7 热安全

##### 6.4.7.1 电池模块加热测试

电池模块按 6.3.1 充满电后，将试验对象至于温箱中，以 5°C/min 的速率由环境温度升至 (130 ± 2) °C 并保持 30 分钟。测试样品不应在测试中及测试后出现起火、爆炸现象。

##### 6.4.7.2 电池系统过热保护测试

将具有连续记忆功能的点温计探头贴于电池表面，再将电池放入高温箱中，进行测试，对电池系统充电，调节高温箱的温度以 3°C/min 上升至高温保护点，保持 10min，下调温度至高温恢复点。当符合以下任一条件时，结束试验：

- a) 试验对象自动终止或限制充电或放电；
- b) 试验对象发出终止或限制充电或放电的信号；
- c) 试验对象的温度稳定，温度变化在 2h 内小于 6°C。

完成以上试验步骤后，在试验环境温度下观察 1h。

##### 6.4.7.3 电池系统热扩散

将试验对象的 SOC 状态调至不低于制造商规定正常 SOC 工作范围的 50%。对模组中外侧电池单体以 300W 进行加热通电持续加热使电池单体达到热失控条件后断开加热片电源，静置观察 24h，测试电池不应出现起火、爆炸及电池外壳破裂现象。

热失控判定方法，基于 GB 38031：

- a) 触发电池单体产生电压降，且下降值超过初始电压的 25%；
- b) 监测点温度达到制造商规定的最高工作温度；
- c) 监测点的温升速率  $dT/dt \geq 1 \text{ } ^\circ\text{C/s}$ ，且持续 3 s 以上。

当 a+c 或 b+c 发生时，判定电池单体发生热失控。结果应符合 5.4 要求。

#### 6.4.8 环境可靠性

##### 6.4.8.1 低气压测试

电池系统在 25°C ± 3°C，大气压力不大于 11.6kPa 的环境下储存不少于 6h。

##### 6.4.8.2 电池系统恒定湿热

电池系统按 6.3.1 充满电后，将其放入 60°C ± 2°C、相对湿度为 90%~95% 的恒温恒湿箱中静置 12h 后，再将其取出在环境温度 25°C ± 3°C 的条件下静置 2h，目测其外观，再以最大持续放电电流放电至终止电压终止电压。

##### 6.4.8.3 电池系统交变湿热

电池系统按 6.3.1 充满电后，按照 GB/T 2423.4 执行试验 Db，变量如图 1 所示，其中最高温度 60°C，

循环 5 次。

#### 6.4.8.4 盐雾

电池系统按 6.3.1 充满电后，按照 GB/T 28046.4-2011 中 5.5.2 的测试方法和 GB/T 2423.17 的测试条件进行试验。

盐溶液采用氯化钠（化学纯、分析纯）和蒸馏水或去离子水配置，其浓度为 5%±1%（质量分数），35℃±5℃下测量 PH 值在 6.5-7.2 之间。

将试验对象放入盐雾箱按图 2 所示循环进行试验，一个循环持续 24 小时，在 35℃±5℃下对试验对象喷雾 8 小时，然后静置 16h，在一个循环的第 4 小时和第 5 小时之间进行低压上电监控。

共进行 1 个循环。

结果应符合 5.5 要求。

## 7 抽样及检测规则

安全测试检验主要为型式试验，检验项目与样品数量应符合表 5 规定，检验方法见本文件 6.4。

表 5 安全测试检验规则

序号	检验类型	检验样品	检验项目	型式试验	样品数量
1	电气安全	电池单体	过充	√	3
2		电池单体	过放	√	3
3		电池单体	外部短路	√	3
4		电池系统	过充	√	1
5		电池系统	过放	√	1
6		电池系统	短路	√	1
7		电池系统	绝缘电阻	√	1
8		电池系统	绝缘强度	√	1
9	机械安全	电池系统	振动	√	1
10		电池系统	地震	√	1
11		电池系统	冲击	√	1
12	热安全	电池单体	加热	√	3
13		电池系统	过热保护	√	1
14		电池系统	热扩散	√	1
15	环境可靠性	电池系统	低气压	√	1
16		电池系统	恒定湿热	√	1
17		电池系统	交变湿热	√	1
18		电池系统	盐雾	√	1
19	BMS 保护及告警	BMS（一级）	过压告警及保护	√	1
20		BMS（一级）	欠压告警及保护	√	1
21		BMS（二级）	过流告警及保护	√	1

表5 安全测试检验规则（续）

序号	检验类型	检验样品	检验项目	型式试验	样品数量
22		BMS（一级）	高温告警及保护	√	1
23		BMS（一级）	低温保护及恢复	√	1
24		BMS（二级）	BMS 高温保护	√	1
25		BMS（二级）	充电限流保护	√	1
26		BMS（二级）	系统短路测试	√	1
27		BMS（三级）	并柜扩容	√	2
28		BMS（三级）	多柜均流	√	2
29		BMS（三级）	容错	√	2
30		BMS（三级）	分组核容	√	2

## 8 标志、标识、包装、运输及存储

### 8.1 标志

每个电池系统上应有下列中文标志：产品名称、型号、所采用电池的化学类型、标称电压、标称容量、制造日期或批号、制造厂名、商标和警示说明，其中允许将执行标准编号、厂址、邮编和联系电话标识印刷在包装或使用说明书中。

说明书内容包括但不限于：执行标准编号、产品规格参数、安装与配置说明、使用、维护及常见故障处理方法、注意事项、厂址、邮编和联系电话等。

### 8.2 标识

应在电池系统机械电气单元外壳设备上显著位置用文字和二维码标识产品名称、产品型号、额定电压、额定容量、出厂时间、制造厂名等相关信息；其中允许将厂址、邮编和联系电话标识印刷在包装或使用说明书中。

### 8.3 包装

每个电池系统都应有外包装，电池系统包装后放置在干燥、防尘、防潮、防震的包装箱内；外包装箱上标志包括：“小心轻放”“向上”“防雨”“防晒”“重心”“层数极限”“禁止翻滚”“第九类危险品标识”；且应附有产品使用说明书、合格证、装箱单等。

包装箱外应标明产品名称、型号、数量、毛重、制造厂商、出厂日期，其包装储运图示标志应符合 GB/T 191 要求。

### 8.4 运输要求

产品运输时应符合以下要求：

- a) 运输温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 产品包装成箱后再运输，运输过程中电池的荷电态为 20~50%或符合制定要求；
- c) 在运输过程中应防止剧烈振动、冲击或挤压，防止日晒雨淋，不得倒置。

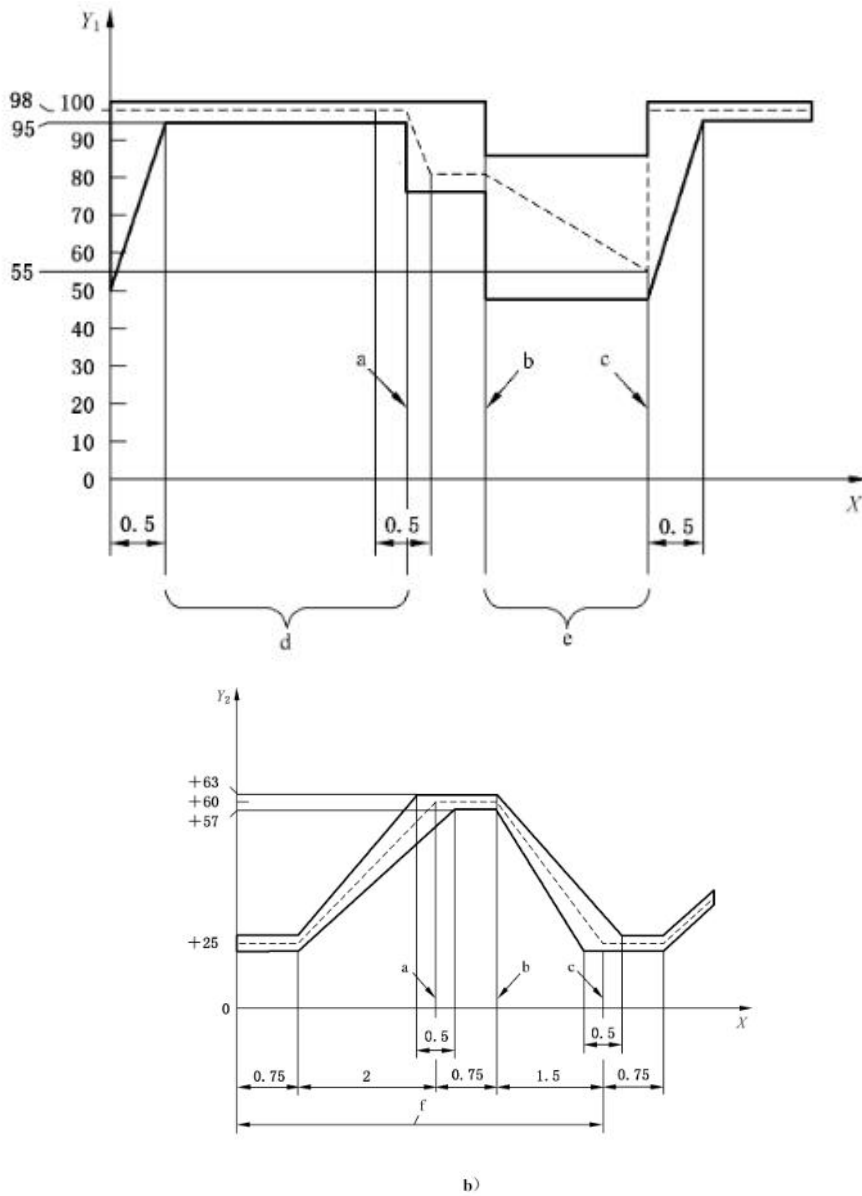
## 8.5 储存

- a) 电池系统通常以 40%~50%荷电状态储存在环境温度为 0°C~40°C、相对湿度不大于 95%的清洁、干燥、通风的室内；
- b) 产品储存时不得倒置，并避免机械冲击或重压；
- c) 产品储存时不受光照直射、避免与腐蚀性介质接触，远离火源及热源；
- d) 存储要求：SOC 宜为 40%~50%；
- e) 存储补充电要求：温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$ ，应每 12 个月时补充电；当温度为 30~40°C时，应每 8 个月补充电。

附录 A

(资料性)

图 A.1 电池系统交变湿热



说明:

$Y_1$ ——相对湿度, %;

$Y_2$ ——温度, °C;

$X$ ——时间, h;

a——升温结束;

b——降温开始;

c——推荐温湿度值;

d——冷凝;

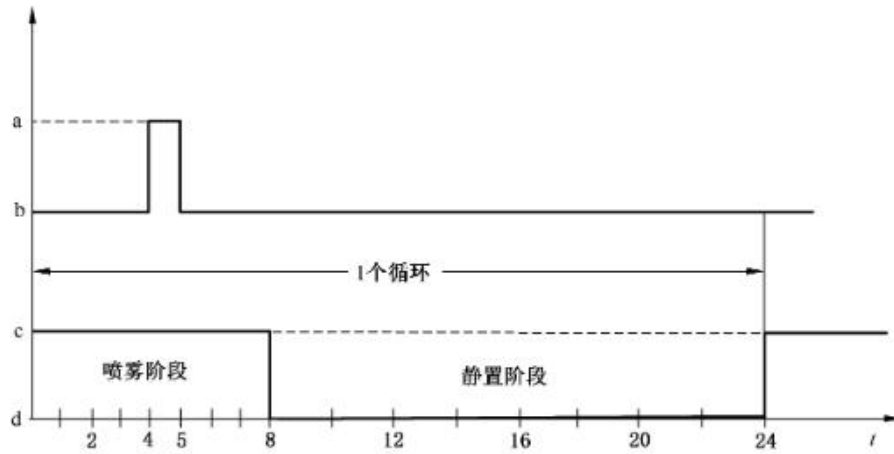
e——干燥;

f——一个循环周期。

## 附录 B

(资料性)

图 B.1 盐雾



T——时间，h；

a——低压上电监控；

b——连接线束完毕，不通电；

c——打开（喷盐雾）；

d——关闭（停喷盐雾）。

## 附 录 C

(资料性)

### 设备间火灾危险分类

设备间火灾危险分类按 GB 50016-2014 (2018 版) 建筑设计防火规范。  
数据中心用锂离子电池设备间, 火灾危险分类按戊类、耐火等级按二级。

---

