



团 体 标 准

T/UNP XXXX—2025

锂离子电池热失控预警方法

Thermal runaway warning method for lithium-ion batteries

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 1

5 预警测试环境 1

 5.1 环境条件 1

 5.2 测量仪器 2

6 预警监测参数 2

 6.1 温度 2

 6.2 内阻 2

 6.3 电压与电流 2

 6.4 内部压力 2

 6.5 特征气体与烟雾 2

 6.6 形变 2

7 预警等级 2

 7.1 温度 2

 7.2 内阻 3

 7.3 电压与电流 3

 7.4 内部压力 3

 7.5 特征气体与烟雾 3

 7.6 形变 3

8 预警测试方法 3

 8.1 温度监测预警 3

 8.2 内阻监测预警 3

 8.3 电压与电流监测预警 4

 8.4 内部压力监测预警 4

 8.5 特征气体与烟雾监测预警 4

 8.6 形变监测预警 5

 8.7 多参数融合预警 5

参考文献 6

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。

本文件由南京工业大学提出。

本文件由中国联合国采购促进会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

为助力中国企业参与国际贸易,推动企业高质量发展,中国联合国采购促进会依托联合国采购体系,制定服务于国际贸易的系列标准,这些标准在国际贸易过程中发挥了越来越重要的作用,对促进贸易效率提升,减少交易成本和不确定性,确保产品质量与安全,增强消费者信心具有重要的意义。

联合国标准产品与服务分类代码(UNSPSC, United Nations Standard Products and Services Code)是联合国制定的标准,用于高效、准确地对产品和服务进行分类。在全球国际化采购中发挥着至关重要的作用,它为采购商和供应商提供了一个共同的语言和平台,促进了全球贸易的高效、有序发展。

围绕UNSPSC进行相关产品、技术和服务团体标准的制定,对助力企业融入国际采购,提升国际竞争力具有十分重要的作用和意义。

本文件采用UNSPSC分类代码由6位组成,对应原分类中的大类、中类和小类并用小数点分割。

本文件UNSPSC代码为“26.11.17”,由3段组成。其中:第1段为大类,“26”表示“发电配电机械及配件”,第2段为中类,“11”表示“电池、发电机和动能传输”,第3段为小类,“17”表示“电池、电芯和配件”。

锂离子电池热失控预警方法

1 范围

本文件规定了锂离子电池热失控预警的基本要求、预警测试环境、预警监测参数、预警等级和预警测试方法。

本文件适用于锂离子电池热失控的预警和测试。

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。

SJ/T 11807 锂离子电池和电池组充放电测试设备规范

DB34/T 3377 电动汽车用动力锂离子电池单体热失控测试方法

DB43/T 2550 电力储能用锂离子电池箱欧姆内阻检测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

锂离子电池 lithium ion cell

依靠锂离子在正极和负极之间移动实现化学能与电能相互转化的装置，并被设计成可充电。

[来源：GB/T 42729—2023，3.1]

3.2

热失控 thermal runaway

锂离子电池在特定条件下，由于内部短路、外部短路、过充、过放、高温等引发的电池温度急剧升高，导致电池起火、爆炸等安全事故的现象。

4 基本要求

锂离子电池热失控预警符合以下要求：

- 预防为主，通过实时监测电池的关键参数，及时发现异常并采取措施，防止热失控事故的发生；
- 建立多级预警机制。根据电池状态的不同，设置不同的预警级别；
- 确保预警信息的准确性和可信度，避免误报和漏报；
- 确保收集到的数据准确、完整，数据记录和处理过程也应具备可靠性和完整性；
- 具备可扩展性和兼容性，适应不同类型和规格的锂离子电池；
- 定期进行维护和校准，提高预警的准确性和及时性。

5 预警测试环境

5.1 环境条件

环境条件应符合以下要求：

- 温度：15℃～35℃；
- 相对湿度：35%RH～75%RH；

- c) 大气气压：86 kPa~106 kPa。

5.2 测量仪器

测量仪器准确度应符合以下要求：

- a) 温度传感器精度为 0.2；
- b) 内阻测试仪精度为 0.5；
- c) 电压表精度为 0.5；
- d) 电流表精度为 0.5；
- e) 压力传感器精度为 0.5；
- f) 气体浓度检测仪精度为 0.05；
- g) 形变传感器精度为 0.1。

6 预警监测参数

6.1 温度

锂离子电池温度出现以下情况时进行预警：

- a) 单体电池表面温度 $\geq 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $\leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 模组表面温度 $\geq 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $\leq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 单体或模组内部温差 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.2 内阻

连续三次测量，每次间隔24 h，内阻增长超过初始值的5%时进行预警。

6.3 电压与电流

电压与电流出现以下情况时进行预警：

- a) 电压或电流波动幅度超过正常操作范围的 $\pm 5\%$ ；
- b) 单体电池间电压差超过 0.1 V。

6.4 内部压力

内部压力超过电池设计最大承受压力的80%时进行预警。

6.5 特征气体与烟雾

特征气体与烟雾出现以下情况时进行预警：

- a) 一氧化碳（CO）浓度 $\geq 50\text{ ppm}$ ；
- b) 氢气（H₂）浓度 $\geq 1\%$ 体积浓度；
- c) 挥发性有机物（VOCs）浓度总挥发性有机化合物浓度 $\geq 100\text{ ppm}$ ；
- d) 可见的烟雾或烟雾探测器报警。

6.6 形变

形变出现以下情况时进行预警：

- a) 电池尺寸超过其设计尺寸的 5%；
- b) 壳体变形导致内部压力指示器读数超过安全阈值。

7 预警等级

7.1 温度

温度的预警等级符合以下要求：

- a) 一级预警：单体电池表面温度 $\geq 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或模组表面温度 $\geq 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 二级预警：单体电池表面温度 $\geq 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或模组表面温度 $\geq 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 三级预警：单体电池表面温度 $\geq 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或模组表面温度 $\geq 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

7.2 内阻

内阻的预警等级符合以下要求：

- a) 一级预警：内阻增长超过初始值的 5%；
- b) 二级预警：内阻增长超过初始值的 10%；
- c) 三级预警：内阻增长超过初始值的 20%。

7.3 电压与电流

电压与电流的预警等级符合以下要求：

- a) 一级预警：电压或电流波动幅度超过正常操作范围的 $\pm 5\%$ 或单体电池间电压差超过 0.1 V；
- b) 二级预警：电压或电流波动幅度超过正常操作范围的 $\pm 10\%$ 或单体电池间电压差超过 0.15 V；
- c) 三级预警：电压或电流波动幅度超过正常操作范围的 $\pm 20\%$ 或单体电池间电压差超过 0.2 V。

7.4 内部压力

内部压力的预警等级符合以下要求：

- a) 一级预警：内部压力超过电池设计最大承受压力的 80%；
- b) 二级预警：内部压力超过电池设计最大承受压力的 90%；
- c) 三级预警：内部压力超过电池设计最大承受压力的 100%。

7.5 特征气体与烟雾

特征气体与烟雾的预警等级符合以下要求：

- a) 一级预警：一氧化碳(CO)浓度 ≥ 50 ppm，氢气(H₂)浓度 $\geq 1\%$ 体积浓度，VOCs 浓度 ≥ 100 ppm；
- b) 二级预警：一氧化碳(CO)浓度 ≥ 80 ppm，氢气(H₂)浓度 $\geq 1.5\%$ 体积浓度，VOCs 浓度 ≥ 150 ppm；
- c) 三级预警：一氧化碳(CO)浓度 ≥ 100 ppm，氢气(H₂)浓度 $\geq 2\%$ 体积浓度，VOCs 浓度 ≥ 200 ppm，或检测到烟雾。

7.6 形变

形变的预警等级符合以下要求：

- a) 一级预警：电池尺寸超过其设计尺寸的 5%；
- b) 二级预警：电池尺寸超过其设计尺寸的 8%；
- c) 三级预警：电池尺寸超过其设计尺寸的 10%或壳体严重变形。

8 预警测试方法

8.1 温度监测预警

8.1.1 原理

温度监测预警基于锂离子电池在热失控前的温度升高现象。通过实时监测电池表面或内部的温度，设定预警阈值，当温度超过设定值时触发预警。

8.1.2 测试条件

温度监测预警的测试条件应符合4.1、4.2的要求，并保持恒温恒湿，确保外界条件对测试结果无影响。

8.1.3 测试方法

温度监测预警按DB34/T 3377的规定进行测试，监测温度变化。

8.1.4 数据记录

记录测试过程中的温度数据，包括最高温度、温度梯度、温度变化趋势等。

8.2 内阻监测预警

8.2.1 原理

内阻监测预警基于锂离子电池在热失控前内阻的变化。通过实时监测电池内阻，设定预警阈值，当内阻异常增大时触发预警。

8.2.2 测试条件

内阻监测预警的测试条件应符合4.1、4.2的要求。

8.2.3 测试方法

内阻监测预警按DB43/T 2550的规定进行测试，监测锂离子电池内阻变化。

8.2.4 数据记录

记录测试过程中的内阻数据，包括初始内阻、内阻变化趋势等。

8.3 电压与电流监测预警

8.3.1 原理

电压与电流监测预警基于锂离子电池在热失控前电压和电流的异常波动。通过实时监测电池电压和电流，设定预警阈值，当电压或电流异常波动时触发预警。

8.3.2 测试条件

电压与电流监测预警的测试条件应符合4.1、4.2的要求。

8.3.3 测试方法

电压/电流监测预警按SJ/T 11807的规定进行测试，监测电压和电流变化测试方法如下。

8.3.4 数据记录

记录测试过程中的电压和电流数据，包括异常波动情况、压差变化等。

8.4 内部压力监测预警

8.4.1 原理

基于锂离子电池在热失控前内部压力的增加。通过实时监测电池内部压力，设定预警阈值，当内部压力异常增大时触发预警。

8.4.2 测试条件

内部压力监测预警的测试条件应符合4.1与4.2的要求。

8.4.3 测试方法

内部压力监测预警按SJ/T 11807的规定进行测试，监测内部压力变化。

8.4.4 数据记录

记录测试过程中的内部压力数据，包括最高压力、压力变化趋势等。

8.5 特征气体与烟雾监测预警

8.5.1 原理

基于锂离子电池在热失控前释放的特征气体和烟雾。通过实时监测电池周围的气体浓度和烟雾情况，设定预警阈值，当气体浓度异常升高或检测到烟雾时触发预警。

8.5.2 测试条件

特征气体与烟雾监测预警的测试条件应符合4.1、4.2的要求。

8.5.3 测试方法

特征气体与烟雾监测预警按SJ/T 11807的规定进行测试，监测气体浓度和烟雾情况。

8.5.4 数据记录

记录测试过程中的气体浓度和烟雾数据，包括异常气体浓度、烟雾出现时间等。

8.6 形变监测预警

8.6.1 原理

形变监测预警基于锂离子电池在热失控前电池膨胀和壳体压力变化的现象。通过实时监测电池尺寸和壳体压力的变化，设定预警阈值，当形变或压力异常时触发预警。

8.6.2 测试条件

形变监测预警的测试条件应符合4.1、4.2的要求。

8.6.3 测试方法

形变监测预警按SJ/T 11807的规定进行测试，监测形变和壳体压力变化。

8.6.4 数据记录

记录测试过程中的形变和壳体压力数据，包括最大形变量、壳体压力变化趋势等。

8.7 多参数融合预警

8.7.1 原理

通过综合监测电池的多个参数（如温度、电压、电流、内阻、气体、形变），利用机器学习或人工智能算法进行数据融合分析，提高预警的准确性和可靠性。通过算法对多个参数进行综合分析，识别热失控前的异常特征，并触发预警。

8.7.2 测试条件

多参数融合预警的测试条件应符合4.1、4.2的要求。

8.7.3 测试方法

多参数融合预警测试方法如下：

- a) 收集所有监测参数的数据；
- b) 对数据进行预处理，包括数据清洗、归一化等；
- c) 使用支持向量机、神经网络对数据进行训练，建立预警模型；
- d) 实时监测多个参数，并使用预警模型进行数据分析；
- e) 根据分析结果，触发预警并记录预警信息。

8.7.4 数据记录

记录测试过程中的所有监测参数数据以及预警模型的输出结果，包括预警触发时间、预警类型等。通过对数据的分析，优化预警模型，提高预警的准确性和可靠性。

参 考 文 献

- [1] GB/T 38331 锂离子电池生产设备通用技术要求
 - [2] GB/T 42728 锂离子电池组安全设计指南
 - [3] GB/T 42729 锂离子电池和电池组安全使用指南
-