

ICS 32.020
CCS T45

团体标准

T/CIAPS0018—2022

动力电池热失控泄露物检测方法与毒性分级

Composition Detection Method and Toxicity Classification of Traction Battery
Thermal Runaway Leakage

2022年6月22日发布

2022年7月1日实施

中国化学与物理电源行业协会 发布

T/CIAPS0018-2022

目 次

目 次	I
前 言	II
动力电池热失控泄露物检测方法 with 毒性分级	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 检测对象	1
3.2 热失控触发方法	1
4 缩略语和符号	1
4.1 缩略语	1
4.2 符号	2
5 实验室要求	2
5.1 监控设施	2
5.2 滤毒通风设施	2
5.3 消防器具	2
5.4 防爆设施	2
5.5 防护装备	2
6 仪器和设备	2
6.1 电池充放电仪	2
6.2 视频记录仪	2
6.3 燃烧箱	2
6.4 电热箱	3
6.5 过充电测试箱	3
6.6 气体分析仪	3
6.7 固态烟尘检测仪	3
7 检测方法	3
7.1 单体电池级别	3
7.2 模组级别	5
8 热失控泄漏物毒性分级	6
8.1 依据	6
8.2 剧毒	6
8.3 高毒	6
8.4 中毒	6
8.5 低毒	6
附录 A	7

前 言

本标准依据GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》给出的规则编写。

本标准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。

本标准由中国化学与物理电源行业协会提出并归口。

本标准主要起草单位：陆军防化学院。

本标准参与起草单位：中国电网电力科学院、中国科学院物理研究所、清华大学、中国汽车技术研究中心有限公司、北京理工大学、武汉大学、北京科技大学、苏州大学、北京化工大学、上海空间电源研究所、应急管理部上海消防研究所、天津蓝天特种电源科技股份公司、国联汽车动力电池研究院有限责任公司、宁德时代新能源科技股份有限公司、天津力神电池股份有限公司、福建星云电子股份有限公司、宇通客车股份有限公司、北京新能源汽车股份有限公司、弗迪电池有限公司、中航锂电（洛阳）有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、深圳普瑞赛思检测技术有限公司、欣旺达电动汽车电池有限公司、烟台创为新能源科技股份有限公司、深圳市北测检测技术有限公司、卡博特高性能材料（珠海）有限公司、惠州亿纬锂能股份有限公司、威睿电动汽车技术（宁波）有限公司。

本文件主要起草人：孙杰、李吉刚、周添、卫寿平、唐娜、党胜男、来小康、杨凯、高飞、陈立泉、李泓、胡勇胜、邱新平、卢兰光、冯旭宁、王芳、刘磊、马天翼、吴锋、吴川、李丽、艾新平、王新东、詹纯、杨瑞枝、徐斌、毛亚、黄昊、王希文、王燕、卢世刚、程云、陈小波、张红波、张俊英、刘震、管振峰、李宁、赵薇、郝亮、杨超、范亚飞、张志萍、徐中领、李明明、周信光、彭磊、魏泽席、刘玉、王卿。

本文件为首次制定。



动力电池热失控泄露物检测方法与毒性分级

1 范围

本文件规定了动力电池热失控泄露物的检测方法与毒性分级。

本文件适用于动力电池系统和搭载动力电池的热失控泄露物的检测方法与毒性分级,可为其它电池系统热失控泄露物的检测方法与毒性分级提供相关参考。

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 5044-1985《职业性接触毒物危害程度分级》
- GB 18352.6-2016《轻型汽车污染物排放限制及测量方法(中国第六阶段)》
- GB 38031-2020《电动汽车用动力蓄电池安全要求》
- GB 50016-2014《建筑设计防火规范》
- GBZ 230-2010《职业性接触毒物危害程度分级》
- GB/T 2900.41-2008《电工术语原电池和蓄电池》
- GB/T 19596-2017《电动汽车术语(ISO 8713:2002,NEQ)》
- GB/T 31467.2-2015《电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统第2部分:高能量应用测试规程》
- GTR-EVS/ECE/TRANS/WP.29/2017/138《关于电动汽车安全(EVS)的新全球技术法规的提案》
- 《世界卫生组织/化学安全国际项目:健康和安全管理用户手册》(WHO/IPCS: The User's Manual for the IPCS Health and Safety Guides)

3 术语和定义

GB/T 2900.41-2008、GB/T 19596-2017、GB 38031-2020中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 检测对象 detection object

待检测的电池单体、电池模组,待测电池单体或电池模组的总能量不大于5kWh。

3.2 热失控触发方法 thermal runaway trigger method

指火焰触发、电热触发或过充电触发。

4 缩略语和符号

4.1 缩略语

SOC: 荷电状态。

4.2 符号

I_1 : 1h 率放电电流 (A), 其数值等于额定容量值。

I_{10} : 10h 率放电电流 (A), 其数值等于额定容量值的 1/10。

I_s : 截止放电电流 (A), 其数值等于额定容量值的 1/100。

RT: 室温 (22 ± 5) °C。

5 实验室要求

5.1 监控设施

实验室监控设施主要包括以下四部分:

- a) 环境监测设备: 能及时记录实验室环境温度、湿度、氧含量等数据;
- b) 视频监控设备: 能实时记录实验室内部实时画面, 存储内容至少保持 30 日;
- c) 实验室展示设备: 能实时显示视频监控设备采集的图像;
- d) 数据存储设备: 具备环境温度、湿度、氧含量, 视频资源, 实验室热失控实时监测数据的不间断存储能力。

5.2 滤毒通风设施

实验室应具备滤毒通风设备, 日常情况下应保证合适的新风供应, 热失控后场地处理过程中应至少满足足量的换气量, 排放的气体应经过滤毒系统, 检测合格后方可排放。

5.3 消防器具

- a) 灭火: 应具备消防安全标准的喷淋灭火设备;
- b) 隔离: 实验室四周应预留 5m 隔离空间防止火灾失控蔓延, 配备灭火毯、灭火器;
- c) 消防水源: 实验室外应配备消防栓或在合适位置安置合适大小的水池, 注满水备用;
- d) 沙箱: 实验室外应安置消防沙箱, 备用。

5.4 防爆设施

实验室应具备适当的防爆能力, 配置相关防爆设施。

5.5 防护装备

实验室防护装备主要指个人防护装备, 主要包括防护面罩、防毒面具、防毒衣、防护服等。

6 仪器和设备

6.1 电池充放电仪

采用电池充放电测试仪对检测对象进行充放电, 将检测对象调整至实验所需的荷电状态, 对检测对象充放电过程中的电流、电压、时间和容量进行设置和实时记录。

6.2 视频记录仪

采用高清高速摄像头对电池热失控过程进行记录, 以备后续分析。

6.3 燃烧箱

适用于火焰触发发热失控。定制燃烧箱，适用于火焰触发发热失控，材质为不锈钢，箱体上部有排气孔，燃烧口位于底部，箱体尺寸可根据待测对象尺寸进行调整。

6.4 电热箱

适用于电热触发发热失控。定制电热箱，适用于电热触发发热失控，材质为不锈钢，箱体上部有排气孔，电加热片位于底部或箱体侧壁，箱体尺寸可根据待测对象尺寸进行调整。

6.5 过充电测试箱

适用于过充电触发发热失控。定制过充电测试箱，适用于过充电触发发热失控，材质为不锈钢，箱体上部有排气孔，充放电连接位于底部，箱体尺寸可根据待测对象尺寸进行调整。

6.6 气体分析仪

6.6.1 气质联用仪

台式气相色谱-质谱联用仪或便携式气相色谱-质谱联用仪。

6.6.2 CO 检测仪

用于实时监测CO浓度。分辨率：1ppm，检测精度：±1%，重复精度±1%，响应时间：1s。

6.6.3 HF 检测仪

用于实时监测HF浓度。分辨率：1ppm，检测精度：±1%，重复精度±1%，响应时间：1s。

6.6.4 复合气体检测仪

用于实时监测H₂S、LEL、O₂等浓度。分辨率：1ppm，检测精度：±1%，重复精度±1%，响应时间：1s。

6.7 固态烟尘检测仪

根据客户要求，体现在检测报告中。

7 检测方法

7.1 单体电池级别

7.1.1 样品

检测对象中的单体电池可选做以下热失控方法的任一种以及以下三个充电态，进行热失控泄漏产物检测，即选择三个相同型号批次电池，电池在充电前应首先在RT的环境温度下以I₁₀进行放电至终止电压，搁置5min后备用。根据7.1.2充放电制度，通过充放电仪使电池分别处于30%SOC、50%SOC、100%SOC。

7.1.2 充放电制度

7.1.2.1 30%SOC

在RT的环境温度下，以I₁进行充电18min后搁置5min备用。

7.1.2.2 50%SOC

在RT的环境温度下，以I₁进行充电30min后搁置5min备用。

7.1.2.3 100%SOC

在RT的环境温度下，以 I_1 进行充电，当电池端电压达到充电限制电压时，改为在限制电压下恒压充电，直到充电电流小于 I_5 或恒压充电时间大于8h，停止充电搁置5min备用。

7.1.3 热失控触发方法

7.1.3.1 火焰触发

将充好电的电池放置于燃烧箱内，固定，点火引发热失控。

电池被火焰接触位置：软包类电池的前端，圆柱形电池的中部，硬方壳电池的前端。

7.1.3.2 电加热触发

将充好电的电池放置于电热箱内，固定，电加热引发热失控。

电池热失控触发参考条件：

加热部位选择：软包类电池的前端，圆柱形电池的中部，硬方壳电池的前端；程序升温条件：升温速率： $3^{\circ}\text{C}/\text{s}\sim 10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ，电热板加热直至触发热失控，并记录热失控温度。

7.1.3.3 过充电触发

将准备好的电池放置于过充电测试箱内，固定，以 I_1 进行充电，直至触发热失控，并记录热失控时间和充电状态。

7.1.4 触发方法的选择

根据需求，任选以上三种触发方法的一种、两种或三种。

7.1.5 热失控泄漏物检测方法

7.1.5.1 称重

监控检测对象的质量变化，测量精度不大于1g。

7.1.5.2 测温

监控热失控过程中检测对象的表面温度和测试箱的内部温度，测量精度不大于 0.1°C ，数据采集间隔不大于1s。

7.1.5.3 采样

a) 气态物质采样：

1) 检测设备实时采集气态物质；

2) 采用大气采样器，定时定点抽气至集气袋，备测。

b) 固态物质采样：热失控完成后收集电池残渣及热失控室内固体残渣备测。

7.1.5.4 产物分析

根据热失控后产物的不同形态、特性，采取相对应的分析方法，以对不同热失控产物进行定性和定量的分析。

a) 气体产物分析：

1) 实时分析：实时监测热失控室中的各种气体成分、含量信息；

2) 离线分析：通过分析仪器分析集气袋中气体成分、含量信息。

b) 固体产物分析

7.1.6 单体电池级别检测报告

单体电池级别的测试报告应该包含以下内容：

- a) 电池制造商名称和电池型号；
- b) 电池额定储能容量（例如安时）；
- c) 电池调整过程中获得的开路电压与SOC；
- d) 电池测试开始时电池的开路电压；
- e) 需求方选用的触发热失控的方法；
- f) 热失控触发后的最高温度；
- g) 热失控前的电池表面温度（和最高温度的位置）；
- h) 有毒产物的生成和组分测量；
- i) 电池热失控泄漏物的毒性分级；
- j) 电池热失控泄漏物的量。

7.2 模组级别

7.2.1 模组形式

检测对象中的模组采用出厂的串并联方式，或非单体的任意组合模式，不做组合电池数量的限制，但总输出能量不大于5kWh。

7.2.2 样品

每种模组可选做以下热失控方法的任一种以及三个充电态下的任一种，进行热失控泄漏产物检测，即提供两组相同模组，根据7.1.2充放电制度，通过充放电仪使模组的荷电态分别处于30%SOC、50%SOC、100%SOC。

7.2.3 热失控触发方法

7.2.3.1 火焰触发

将充好电的模组放置于燃烧箱内，固定，点火引发热失控。
模组被火焰接触位置：模组的前端，靠近密封接口处。

7.2.3.2 电加热触发

将充好电的模组放置于电热箱内，固定，电加热引发热失控。
模组热失控触发参考条件：

加热部位选择：模组底端；程序升温条件：升温速率：3°C/s~10°C/s，电热板加热直至触发热失控，并记录热失控温度。

7.2.3.3 过充电触发

将准备好的电池放置于过充电测试箱内，固定，以 I_1 进行充电，直至触发热失控，并记录热失控时间和充电状态。

7.2.4 热失控泄露物检测方法

按照7.1.5的方法进行检测。

7.2.5 模组级别检测报告

模组级别的测试报告应该包含以下内容：

- a) 电池制造商名称和模组中单体电池型号；
- b) 模组额定储能容量（例如安时）；
- c) 模组调整过程中获得的开路电压与SOC；
- d) 模组测试开始时的开路电压；
- e) 需求方选用的触发热失控的方法；
- f) 气体首次排放时的模组表面温度；
- g) 热失控过程中测试箱内检测到的最高气体温度；
- h) 有毒产物的生成和组分测量；
- i) 模组热失控泄漏物的毒性分级；
- j) 模组热失控泄漏物的量。

8 热失控泄漏物毒性分级

8.1 依据

综合依据GB5044-1985《职业性接触毒物危害程度分级》、GB/Z230-2010《职业性接触毒物危害程度分级》和WHO/IPCS关于化学品急性毒性分级标准，对热失控泄露产物毒性进行分级。见附录A。

将每种热失控泄漏毒物的毒性分为剧毒、高毒、中毒、低毒和无毒五种。

8.2 剧毒

大鼠经口 $LD_{50} \leq 25 \text{ mg/kg}$
大鼠经皮 $LD_{50} \leq 50 \text{ mg/kg}$
大鼠吸入(4h) $LC_{50} \leq 200 \text{ mg/m}^3$

8.3 高毒

大鼠经口 $25 \text{ mg/kg} < LD_{50} \leq 200 \text{ mg/kg}$
大鼠经皮 $50 \text{ mg/kg} < LD_{50} \leq 400 \text{ mg/kg}$
大鼠吸入(4h) $200 \text{ mg/m}^3 < LC_{50} \leq 500 \text{ mg/m}^3$

8.4 中毒

大鼠经口 $200 \text{ mg/kg} < LD_{50} \leq 2000 \text{ mg/kg}$
大鼠经皮 $400 \text{ mg/kg} < LD_{50} \leq 2000 \text{ mg/kg}$
大鼠吸入(4h) $500 \text{ mg/m}^3 < LC_{50} \leq 2500 \text{ mg/m}^3$

8.5 低毒

大鼠经口 $2000 \text{ mg/kg} < LD_{50} \leq 20000 \text{ mg/kg}$
大鼠经皮 $2000 \text{ mg/kg} < LD_{50} \leq 20000 \text{ mg/kg}$
大鼠吸入(4h) $2500 \text{ mg/m}^3 < LC_{50} \leq 20000 \text{ mg/m}^3$

附录 A

(资料性附录)

毒性分级依据的标准

A.1 《GB 5044-1985: 职业性接触毒物危害程度分级》

A.2 《GBZ230-2010: 职业性接触毒物危害程度分级》

A.3 《世界卫生组织/化学安全国际项目：健康和安全管理用户手册》(WHO/IPCS: The User's Manual for the IPCS Health and Safety Guides)

本标准中对动力电池热失控泄露物的毒性的分级遵循表 1 中标准进行：

表 1 毒性分级依据的标准

分级	GB5044			GBZ230					WHO		
	吸入	经皮	经口	吸入			经皮	经口	经口	经皮	吸入
	LC50	LD50	LD50	LC50	LC50	LC50	LD50	LD50	LD50	LD50	LC50
				气体	蒸气	气溶胶					
	mg/m ³	mg/kg	mg/kg	cm ³ /m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/m ³ ,4h
剧毒	<200	<100	<25	<100	<500	<50	<5	<50	<25	<50	<500
高毒	200-2000	100-500	25-500	100-500	500-2000	50-500	5-50	50-200			
中毒	2000-20000	500-2500	500-5000	500-2500	2000-10000	500-1000	50-300	200-1000	25-200	50-400	500-2000
有害									200-2000	400-2000	2000-20000
低毒	>20000	>2500	>5000	2500-20000	10000-20000	1000-5000	300-2000	1000-2000			
有毒				>20000	>20000	>5000	>2000	>2000			