

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T XXXX—XXXX

航空运输锂电池防火包装箱测试技术规范

Test specification for fire containment packaging of lithium batteries transported by
air

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国民用航空局 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	1
4 技术要求	1
4.1 一般要求	1
4.2 结构强度	2
4.3 防火性能	2
5 测试要求	2
5.1 一般要求	2
5.2 样品要求	2
5.3 跌落测试	3
5.4 堆码测试	3
5.5 振动测试	3
5.6 提吊测试	4
5.7 静态热强度测试	4
5.8 电池燃烧测试	5
6 测试报告	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。

本文件由中国民用航空局运输司提出。

本文件由中国民航科学技术研究院归口。

本文件起草单位：中国民航科学技术研究院。

本文件主要起草人：赵宁宁、刘刚、程东浩、杨强、高文超、王验、欧阳立成。

航空运输锂电池防火包装箱测试技术规范

1 范围

本文件规定了航空运输锂电池防火包装箱的技术要求、测试要求以及测试报告的内容要求。
本文件适用于航空运输锂电池防火包装箱的设计及性能测试。

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。

- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 706 热轧型钢
- GB/T 2520 冷轧电镀锡钢板及钢带
- GB/T 2679.7 纸板 戳穿强度的测定
- GB/T 6544 瓦楞纸板
- GB/T 12626.2 湿法硬质纤维板 第2部分：对所有板型的共同要求
- GB/T 22647 软包装用铝及铝合金箔

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

防火包装箱 **fire containment packaging**

依据相关标准和法规，专门设计制造的具有隔热、泄压、滤毒等防护性能的航空运输锂电池包装箱。

注：锂电池包括锂离子电池和锂金属电池。

3.2

荷电状态 **state of charge**

锂离子电池芯或锂离子电池中的剩余电量，以锂离子电池芯或锂离子电池额定容量的百分比表示。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 防火包装箱主体材料，应使用合格的金属、纤维板或柔性材料，其中金属材料应符合 GB/T 700、GB/T 706、GB/T 2520 等文件规定的要求，纤维板应符合 GB/T 6544、GB/T 12626.2 等文件规定的要求，柔性材料应符合 GB/T 22647 等文件规定的要求。

4.1.2 防火包装箱主体材料应具有阻抗能力，减缓紫外线辐射、气候条件或所装物质造成的老化及强度下降。

4.1.3 正常运输条件下，防火包装箱材料应与所装锂电池相容，不应发生化学或其他反应，不应含有与锂电池易产生危险的成分，以避免发生有害反应或明显削弱防火包装箱的性能。

4.1.4 防火包装箱各部件连接部分应使用防水的胶条或粘结剂牢固固定，或使用金属 U 形钉或其他等效的方法紧固。使用金属 U 形钉时，应完全贯通所有被紧固的部分，其形式和保护方法应保证防火包装箱的内衬不会被其磨破或戳穿。

4.1.5 防火包装箱应配置减压装置，以防止在使用过程中内压过大导致容器破裂。

4.1.6 防火包装箱的整体托盘底或可以拆卸的托盘，应便于装卸，并应能够承受防火包装箱规定的最大许可总质量。

4.2 结构强度

- 4.2.1 防火包装箱应能承受通过 1.8 m 跌落测试。
- 4.2.2 适用于堆码的防火包装箱，应能通过 3 m 堆码测试，其堆码的受力面应能安全地将负荷分散。
- 4.2.3 净重超过 400 kg，或容量超过 450 L 但体积不超过 3 m³ 的防火包装箱应通过提吊测试，提吊和紧固装置应具有能承受正常装卸和运输条件而不会发生整体变形或断裂的强度。这些装置应位置得当，不应应对包装的任何部位造成过大的应力。
- 4.2.4 防火包装箱主体材料完全浸泡水中 24 h 后，其拉伸强度应大于或等于湿度 67% 及以下该材料拉伸强度的 85%。
- 4.2.5 防火包装箱容器壁，包括顶部和底部，应满足 GB/T 2679.7 规定的强度为 15 J 的戳穿强度要求。

4.3 防火性能

- 4.3.1 防火包装箱应通过静态热强度测试。
- 4.3.2 防火包装箱应能承受与所装载最大锂电池能量相适应的电池燃烧测试。

5 测试要求

5.1 一般要求

5.1.1 测试项目

拟盛装锂电池的防火包装箱，应进行本章规定的测试并测试合格。测试项目包括：

- a) 跌落测试；
- b) 振动测试；
- c) 堆码测试（适用时）；
- d) 提吊测试（适用时）；
- e) 静态热强度测试；
- f) 电池燃烧测试。

5.1.2 测试环境

测试现场应通风良好，具有安全隔离措施，并配备消防灭火设备等设备设施。

测试现场应具备应对突发情况的条件，测试中及测试后应采取措​​施做好人员、财产和环境防护。

5.1.3 测试仪器设备

5.1.3.1 热电偶系统

热电偶可测最高温度应大于 1 200 °C，误差不应超过 2.0 °C 或 0.75%。

配套的温度记录仪响应时间应小于 1 s，记录间隔应小于 1 s。

5.1.3.2 红外在线热成像仪

红外在线热成像仪可测最高温度应大于 1 200 °C。

5.1.3.3 摄像机

应提供不低于 6 h 的持续摄像记录。

5.2 样品要求

5.2.1 样品数量

各项测试中样品数量要求如下：

- a) 跌落测试：每种设计型号应至少提供 6 个测试样品；
- b) 堆码测试、振动测试、提吊测试、静态热强度测试及电池燃烧测试：每种设计型号应至少提供 3 个测试样品；

c) 除非另有规定,在不影响下次测试的前提下,测试样品可重复进行测试。

5.2.2 跌落测试样品预处理

纤维板材质的防火包装箱测试样品应在降雨量大于或等于5 cm/h的环境下暴露至少1 h。

5.2.3 内装物

进行跌落测试、堆码测试、振动测试、提吊测试及电池燃烧测试时,防火包装箱测试样品内装物应为拟实际运输的锂电池,锂电池荷电状态应大于或等于30%。

应按实际运输的包装形式对锂电池进行包装,包装重量应达到防火包装箱重量限值。

5.3 跌落测试

5.3.1 目的

本测试用于评估防火包装箱承受跌落的能力。

5.3.2 冲击板要求

冲击板应满足如下要求:

- a) 为无弹性的水平表面;
- b) 为一个厚重的整体,不易移动;
- c) 平坦,表面无可能影响试验结果的局部缺陷;
- d) 足够坚硬(如水泥板或钢板),在测试条件下不变形,不会因测试造成损坏;
- e) 足够大,保证测试样品完全落在其表面上。

5.3.3 测试方法

测试样品应从1.8 m的高度自由跌落到冲击板上。

应对测试样品的底部、顶部、长侧面、短侧面、棱和角等重点部位进行测试以模拟在实际运输过程中可能出现的情况。

除平面着地的跌落外,测试样品重心所做垂线应通过撞击点。

如果在一次跌落测试中存在一种以上的可选部位,应选择最易使测试样品损坏的跌落部位。

5.3.4 合格判据

测试样品在试验期间和试验后不应发生结构性破损,内装物应始终完全置于测试样品内且不应发生起火和冒烟的现象。

5.4 堆码测试

5.4.1 目的

本测试用于评估防火包装箱承受堆码的能力。

5.4.2 测试方法

向测试样品的上表面施加负荷并保持24 h,所施加的负荷应等于在运输中可能堆码在其上面的相同包装件的总重量,堆积的最低高度包括试样在内应为3 m。

5.4.3 合格判据

测试样品不应发生任何影响运输安全的损坏,不应出现降低测试样品强度或影响测试样品堆码稳定性的变形,内装物应始终完全置于测试样品内且不应出现起火或者冒烟现象。

5.5 振动测试

5.5.1 目的

本测试用于评估防火包装箱承受振动的能力。

5.5.2 测试方法

测试样品应固定在振动设备的平台上，不应导致测试样品变形，并可准确传递振动。

不超过12 kg的测试样品应按表1中的参数进行正弦振动测试；超过12 kg的测试样品应按表2中的参数进行正弦振动测试。每个方向应进行12个循环，每个方向循环时间共计3 h。

表1 不超过12 kg的测试样品的正弦振动条件

频率 Hz		振动参数	对数扫频循环时间 7 Hz~200 Hz~7 Hz	轴向	振动周期数
起始	至				
7	18	$a_1=1g_n$	15 min	X	12
18	50	$S=0.8\text{ mm}$		Y	12
50	200	$a_2=8g_n$		Z	12
返回至7 Hz				总计	36
注1：振动参数是指位移或者加速度的最大绝对数值。例如：位移量为0.8 mm，对应的峰—峰值的位移量为1.6 mm。 注2： a_1 、 a_2 ——加速度幅度。 注3：S——位移幅度。					

表2 超过12 kg的测试样品的正弦振动条件

频率 Hz		振动参数	对数扫频循环时间 7 Hz~200 Hz~7 Hz	轴向	振动周期数
起始	至				
7	18	$a_1=1g_n$	15 min	X	12
18	25	$S=0.8\text{ mm}$		Y	12
25	200	$a_2=2g_n$		Z	12
返回至7 Hz				总计	36
注1：振动参数是指位移或者加速度的最大绝对数值。例如：位移量为0.8 mm，对应的峰—峰值的位移量为1.6 mm。 注2： a_1 、 a_2 ——加速度幅度。 注3：S——位移幅度。					

5.5.3 合格判据

测试样品在测试期间和测试后不应出现结构性破损，内装物应始终完全置于测试样品内且不应出现起火或冒烟现象。

5.6 提吊测试

5.6.1 目的

本测试用于防火包装箱承受提吊的能力。

5.6.2 测试方法

将吊带穿过测试样品下部支撑连接件并固定，利用叉车通过吊带以小于或等于1 m/min速度将测试样品吊起距地面3 m处，在空中停留5 min，再从该位置以小于或等于0.5 m/min速度吊至地面。

5.6.3 测试合格判据

测试样品包括其底盘，不应出现任何会危及运输安全的永久性变形，内装物应始终完全置于测试样品内且不应出现起火或冒烟现象。

5.7 静态热强度测试

5.7.1 目的

本测试用于评估防火包装箱耐受静态高温的能力。

5.7.2 测试方法

选取通过振动试验后的测试样品，按下面方法进行测试。

- a) 在测试样品内布置加热体，加热体的功率和布置位置应确保箱内中心位置及顶盖内侧面的温度可加热至 $1\ 000\pm 20^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 应在测试样品以下结构位置布置测温装置：
 - 1) 加热体；
 - 2) 箱内中间位置；
 - 3) 箱盖的开合处；
 - 4) 每个排气孔、排气口接触面；
 - 5) 侧棱、脚垫立柱及支撑点；
 - 6) 包装箱顶盖的内外面、底部外面、一个侧面外面；
 - 7) 其他结构脆弱处。
- d) 应合理布置影像记录装置，影像记录装置的数量和布置位置应确保可以记录测试期间测试样品除底面外其他所有表面可能出现的变化。
- e) 关闭测试样品箱盖，进行加热，加热速率不低于 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，箱内中心位置或顶盖内侧面任一热电偶达到 $1\ 000^{\circ}\text{C}$ 时，在 $(1\ 000\pm 20)^{\circ}\text{C}$ 保持 6 h。
- f) 记录从测试开始到监控结束时测试样品外表面的温度变化数据，记录时间不少于 6 h。

5.7.3 合格判据

测试过程中，测试样品未发生破损或结构性损伤导致热量逃逸的现象，且测试样品外表面测量点温度在整个测试过程中始终低于 200°C ，超过 150°C 的时间不超过 3 min。

5.8 电池燃烧测试

5.8.1 目的

本测试用于评估防火包装箱承受锂电池热失控及燃烧的能力。

5.8.2 测试方法

选取通过振动试验后的测试样品，在排除风速、温湿度干扰的试验环境条件下，按下面步骤进行测试。

- a) 应详细记录测试用锂电池、测试样品及包装辅助材料的情况并拍照，包括测试用锂电池的电量、电压、尺寸、串并联方式；测试样品的尺寸、重量、结构；包装辅助材料的成分、重量、方式等。
- b) 合理布置加热方式，应确保能触发测试样品中所有锂电池的电池芯热失控。
- c) 应在测试样品以下结构位置布置测温装置：
 - 1) 箱盖的开合处；
 - 2) 每个排气孔、排气口接触面及气流路线上的不等距测量点；
 - 3) 侧棱、脚垫立柱及支撑点；
 - 4) 包装箱顶盖的内外面、底部外面、侧面上部外表面；
 - 5) 其他结构脆弱处。
- d) 应合理布置影像记录装置，影像记录装置的数量和布置位置应确保可以记录以下情况：
 - 1) 覆盖所有气体、粉尘、火焰、液体及部件的预期出口或释放口；
 - 2) 测试期间测试样品表面的形变；
 - 3) 测试期间测试样品的结构变化。
- e) 布置电压测试装置，引燃电池。
- f) 测试过程全程录像，记录时长不低于 6 h；观察测试样品箱体的 5 个面（除了底面）的情况；测量烟尘最大时刻的气体及烟尘成分、含量；记录测试数据及现象，重点关注测试样品结构脆弱点及出现变化的细节处。

5.8.3 合格判据

测试样品应同时满足以下所有要求：

- a) 测试过程中及测试后测试样品箱体不应发生爆炸，且不应出现明显的结构性损伤，导致热量逃逸；
- b) 不应出现火焰从测试样品中逸出现象；
- c) 不应出现电解液或粉尘从测试样品（排气口除外）逸出现象；
- d) 测试样品表面测量点温度在整个试验过程中应始终低于 200 °C；
- e) 离排气口不小于 0.4 m 的气路上的测量点，测量温度应始终低于 100 °C；
- f) 排放到测试样品箱体外的有害气体和粉尘量，不应造成人体健康急性伤害，其中距离排气口 0.4 m 气路上 HF 气体的浓度不应超过 95 ppm。

6 测试报告

6.1 防火包装箱测试报告应包括以下内容：

- a) 防火包装箱测试机构的名称和地址；
- b) 防火包装箱测试申请人的名称和地址；（适用时）
- c) 测试报告的唯一性标识；
- d) 测试样品数量；
- e) 测试样品接收日期和测试日期；
- f) 测试报告的日期；
- g) 防火包装箱制造商的名称和地址；
- h) 防火包装箱的标记；（适用时）
- i) 防火包装箱类型的说明，包括内包装和外包装的尺寸、材料、封盖、厚度等；
- j) 防火包装箱最大容积；
- k) 被测锂电池的特性，包括电池材料、电池净重、额定瓦特小时数、锂电池荷电状态等；
- l) 防火包装箱测试之前和之后的内部及外观照片；
- m) 测试描述和结果；
- n) 防火包装箱使用说明；
- o) 防火包装箱生产日期；
- p) 测试、审核及批准者的签字。

6.2 测试报告还应包括以下陈述：

- a) 测试结果只对来样负责；
- b) 未经测试机构书面同意，复印部分报告无效；
- c) 使用不符合 6.1 节中 g) -i) 的其他包装方式或部件可致使报告作废。

6.3 测试报告应至少保存两年，以供检查。