

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 1072—2020

危险品航空运输特定要求 原型及低产量
锂电池测试规范

Special requirements for dangerous goods air transport pre-production prototypes
and low production runs of lithium batteries or cells

2020-07-20 发布

2020-10-01 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 锂电池测试	1
4.1 测试范围	1
4.2 测试样品	2
4.3 测试程序和要求	2
5 包装件 1.8 m 跌落测试	6
5.1 目的	6
5.2 范围	7
5.3 试验条件	7
5.4 试验过程	7
5.5 要求	7
6 测试报告	7
附录 A (资料性附录) 锂电池测试报告	9
附录 B (资料性附录) 包装件 1.8 m 跌落测试报告	23

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国民用航空局运输司提出并负责解释。

本标准由中国民航科学技术研究院归口。

本标准起草单位：中国民航科学技术研究院、中国电子技术标准化研究院。

本标准主要起草人：杨强、何鹏林、刘刚、程东浩、赵宁宁、姬虹、陈军、王验。

危险品航空运输特定要求 原型及低产量

锂电池测试规范 锂电池测试规范

1 范围

本标准规定了《危险品航空运输批准和豁免管理程序》涉及的原型及低产量锂电池或电池芯的测试方法及其包装件跌落测试方法。

本标准适用于原型及低产量锂电池或电池芯危险品货物。

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。

MH/T 1020 锂电池航空运输规范

MH/T 1052 航空运输锂电池测试规范

3 术语和定义

MH/T 1020和MH/T 1052界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

原型锂电池或电池芯 **prototype lithium battery or cell**

通过航空运输用于试验的，且没有按《联合国试验和标准手册》第III部分38.3节的要求进行测试的，处于生产阶段之前的锂电池芯或电池芯原型。

[选自国际民航组织《危险物品安全航空运输技术细则》特殊规定A88，做了适当修改]

3.2

低产量锂电池或电池芯 **low production runs of lithium battery or cell**

年度生产量不超过100个，且没有按《联合国试验和标准手册》第III部分38.3节的要求进行测试的锂电池芯或电池。

[选自国际民航组织《危险物品安全航空运输技术细则》特殊规定A88，做了适当修改]

4 锂电池测试

4.1 测试范围

4.1.1 测试项目包括：

- a) T.1 高度模拟试验；
- b) T.2 温度试验；
- c) T.3 振动试验；
- d) T.4 冲击试验；
- e) T.5 外短路试验；

- f) T.6 撞击、挤压试验；
g) T.8 强制放电试验。

上述测试项目的测试程序和要求见4.3。

锂电池芯应进行T.1~T.6和T.8测试。锂电池应进行T.3~T.5测试，其组成电池芯应进行全套UN 38.3测试。

4.1.2 如果电池芯或电池在以下方面与已测试型号不同，应视为新的型号并进行所要求的测试：

- a) 对不可充电的电池芯和电池，阴极、阳极或电解液质量变化超过 0.1 g 或 20% (以较大者为准)；
b) 对可充电的电池芯和电池，额定能量变化超过 20% 或标称电压增加超过 20%；
c) 导致任一测试失败的变化。

注：导致与已测试型号不同的型号变化（如导致任一测试失败的变化）包括但不限于：

- 阳极、阴极、隔膜或电解液材料的改变；
- 保护装置的改变，包括硬件和软件；
- 电池芯或电池安全设计的改变，如排气阀；
- 组成电池芯数目的改变；
- 组成电池芯连接方式的改变；
- T.4 测试中峰值加速度低于 150 gn 的电池对 T.4 的测试结果产生不利影响并导致测试失败的质量改变。

4.1.3 如果一个电池芯或电池不符合一项或多项测试要求，则视为未通过测试。

4.2 测试样品

4.2.1 锂电池芯测试项目及样品数量和状态见表 1。

表1 锂电池芯测试项目及样品数量和状态汇总表

测试项目	不可充电	可充电
T.1~T.5	10 (满电)	5 (满电)
T.6	5 (满电)	3 (满电)
T.8	5 (完全放电)	10 (完全放电)
样品总数	20	18
样品状态	15 (满电) + 5 (完全放电)	8 (满电) + 10 (完全放电)
注：为缩短试验周期，不需要对样品进行充放电循环预处理。		

4.2.2 锂电池测试项目及样品数量和状态见表 2。

表2 锂电池测试项目及样品数量和状态和汇总表

测试项目	不可充电		可充电	
	大电池	小电池	大电池	小电池
T.3、T.4、T.5	2 (满电)	4 (满电)	2 (满电)	4 (满电)
样品总数	2	4	2	4
样品状态	满电	满电	满电	满电
注：为缩短试验周期，不需要对样品进行充放电循环预处理。				

4.3 测试程序和要求

4.3.1 测试流程

测试项目的流程见图1。应对同一电池芯或电池按顺序进行T. 1~T. 5测试，对未测试过的电池芯或电池进行T. 6和T. 8测试。

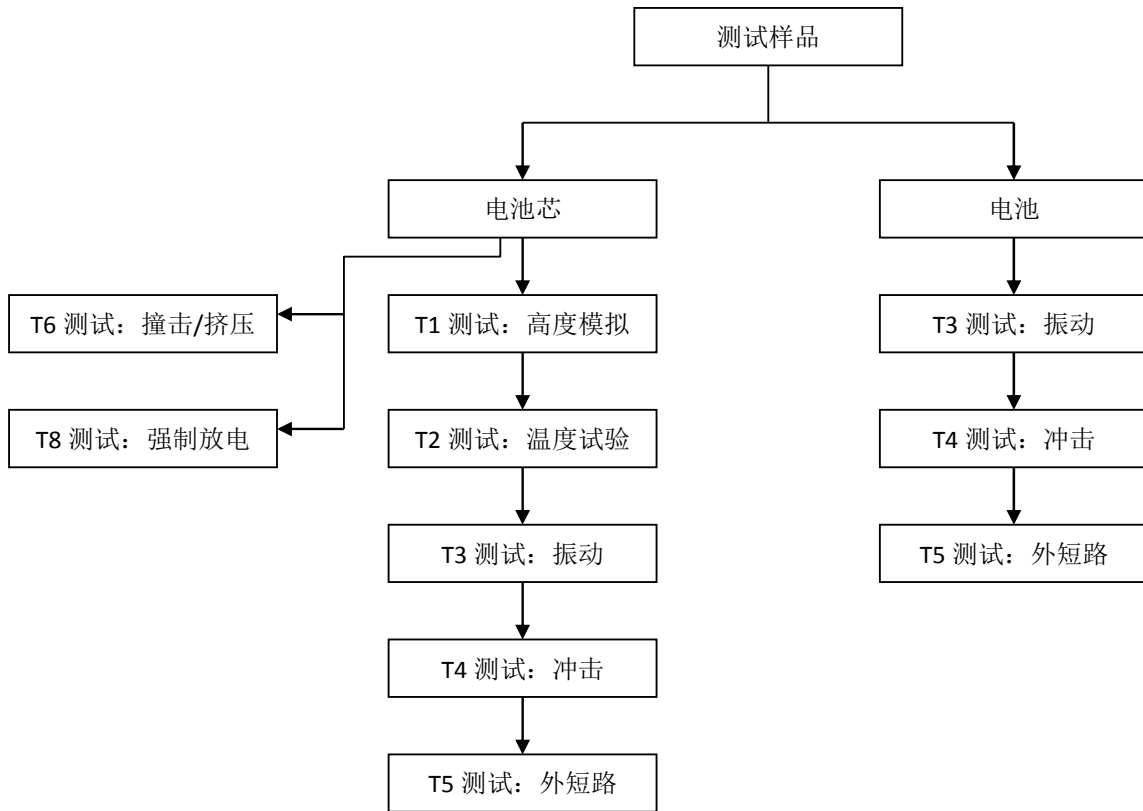


图1 测试流程图

4.3.2 高度模拟试验 T. 1

4.3.2.1 目的

本试验模拟空运中的低压条件。

4.3.2.2 试验过程

试验电池芯应在环境温度 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 、气压不大于11.6 kPa条件下，储存至少6 h。

4.3.2.3 要求

电池芯如无泄漏、无排气、无解体、无破裂、无起火，且试验后每个被测电池芯的开路电压不低于试验前的90%，则满足试验要求。

4.3.3 温度试验 T. 2

4.3.3.1 目的

本试验评估电池芯的密封完善性和内部电连接。本试验通过快速和极端温度变化来进行试验。

4.3.3.2 试验过程

试验电池芯在试验温度 (72 ± 2) ℃下, 储存至少6 h, 然后在试验温度 (-40 ± 2) ℃下, 储存至少6 h。两个极端试验温度之间最大时间间隔为30 min。该过程重复直至10个完整循环结束。再将所有被测电池芯在环境温度 (20 ± 5) ℃下, 储存24 h。对大电池芯, 在极端温度下, 储存至少12 h。

4.3.3.3 要求

电池芯如无泄漏、无排气、无解体、无破裂、无起火, 且试验后每个被测电池芯的开路电压不低于试验前的90%, 则满足试验要求。

4.3.4 振动试验 T.3

4.3.4.1 目的

本试验模拟运输中的振动。

4.3.4.2 试验过程

电池芯或电池固定在振动设备平台上, 不应使电池芯或电池变形, 且可如实传导振动。振动应使用正弦波, 在7 Hz~200 Hz之间进行对数扫频, 15 min内回到7 Hz。该扫频循环应沿电池芯或电池的3个互相垂直的方向分别重复12次, 各3 h。其中一个振动的方向应垂直于电池芯或电池端子所在的平面。

对数扫频应对总重不大于12 kg的电池芯和小电池以及总重大于12 kg的大电池有以下区别:

- 对电池芯和小电池: 从7 Hz保持 $1g_n$ 直至达到18 Hz。保持振幅为0.8 mm(总偏移1.6 mm), 增加频率直至达到 $8g_n$ (约50 Hz)。再保持 $8g_n$ 直至频率增加至200 Hz;
- 对大电池: 从7 Hz保持 $1g_n$ 直至达到18 Hz。保持振幅为0.8 mm(总偏移1.6 mm), 增加频率直至达到 $2g_n$ (约25 Hz)。再保持 $2g_n$ 直至频率增加至200 Hz。

4.3.4.3 要求

如果电池芯和电池试验期间和试验后, 无泄漏、排气、解体、破裂或起火, 且第三个垂直面测试后每个被测电池芯或电池的开路电压不低于试验前的90%, 则满足试验要求。

4.3.5 冲击试验 T.4

4.3.5.1 目的

本试验评估电池芯和电池在冲击下的坚固性。

4.3.5.2 试验过程

被测电池芯和电池应紧固在试验设备上, 可以支撑每个被测电池的所有面。

每个电池芯应用峰值加速度 $150 g_n$ 、脉冲时间6 ms的半正弦波进行冲击。大电池芯可用峰值加速度 $50 g_n$ 、脉冲时间11 ms的半正弦波进行冲击。

每个电池应用不小于表3中峰值加速度的半正弦波进行冲击。小电池的脉冲时间为6 ms, 大电池的脉冲时间为11 ms。

每个电池芯或电池应在三个垂直面的正向各承受3次冲击, 负向再各承受3次冲击, 共18次。

4.3.5.3 要求

如果电池芯和电池无泄漏、排气、解体、破裂或起火, 且试验后每个被测电池芯或电池的开路电压不低于试验前的90%, 则满足试验要求。

表3 峰值加速度的选取

电池	最低峰值加速度	脉冲时间
小电池	$150g_n$ 或 $g_n = \sqrt{\frac{100850}{\text{质量}}}$ 中的较小者	6 ms
大电池	$50g_n$ 或 $g_n = \sqrt{\frac{30000}{\text{质量}}}$ 中的较小者	11 ms

注：质量单位为千克。 g_n 为标准重力加速度，取值 9.8 m/s^2 。

4.3.6 外短路试验 T.5

4.3.6.1 目的

本试验模拟外部短路。

4.3.6.2 试验过程

电池芯和电池应加热一段时间，外壳温度均一稳定在 $(57 \pm 4)^\circ\text{C}$ 后，再进行测试。因加热时间与电池芯或电池的大小和设计有关，应对加热时间进行评估和记录。如果不能评估加热时间，小电池应放置至少6 h，大电池应放置至少12 h。

电池芯或电池应在 $(57 \pm 4)^\circ\text{C}$ 、外阻小于 0.1Ω 的条件下，进行短路测试。

当出现以下两种情形之一时，试验终止：

- 电池芯或电池的外壳温度恢复到 $(57 \pm 4)^\circ\text{C}$ 后至少1 h；
- 在大电池的情况下，温度下降到峰值温升的一半，且不再升高。

短路和降温过程应在环境温度 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下进行。

4.3.6.3 要求

试验期间和试验后6 h内，如果电池芯或电池的外壳温度不超过 170°C ，并且无解体、破裂或起火，则满足试验要求。

4.3.7 撞击、挤压试验 T.6

4.3.7.1 目的

本试验模拟由于撞击或挤压引起的机械滥用而有可能造成内部短路的情况。

4.3.7.2 撞击试验

撞击试验适用于直径不小于18 mm的圆柱形电池芯。

注：直径是指设计直径（例如18650电池芯的直径为18.0 mm）。

将电池芯或组成电池芯试样放在平坦光滑的表面上。把一根直径为 $(15.8 \pm 0.1) \text{ mm}$ 的316型不锈钢棒横放在试样中心。钢棒的长度至少为6 cm。如果电池芯的最长尺寸大于6 cm，钢棒的长度取电池芯的最长尺寸。将一块 $(9.1 \pm 0.1) \text{ kg}$ 重物从 $(61.0 \pm 2.5) \text{ cm}$ 的高度落在钢棒和试样的交叉处，使用一个几乎没有摩擦

的、对下落重物阻力最小的垂直轨道或管道加以控制。垂直轨道或管道用来使下落重物同水平支撑面保持90°落下。

撞击试验试样的纵轴应与水平面平行，且与横放在试样中心的直径棒的弯曲表面的纵轴垂直。每个样品应只受一次撞击。

4.3.7.3 挤压试验

挤压试验适用于棱柱形、袋形和纽扣形电池芯以及直径不超过18 mm的圆柱形电池芯。

注：直径是指设计直径（例如18650电池芯的直径为18 mm）。

将电池芯或组成电池芯在两个平面间挤压。挤压在第一个接触点以约1.5 cm/s的速度进行，直到出现以下三种情况之一为止：

- a) 作用力达到 (13 ± 0.78) kN；
- b) 电池芯电压降至少达到 100 mV；
- c) 电池厚度和最初比较，变形至少 50%。

一旦达到最大压力、电压降超过100 mV或电池芯变形超过50%，解除压力。

对棱柱形或袋形电池芯，应对最宽面进行挤压。对纽扣电池芯，应对平面进行挤压。对圆柱形电池芯，应在纵轴的垂直方向进行挤压。

每个测试电池芯或组成电池芯应只经受一次挤压。测试样品应继续观察6 h。试验用电池芯或组成电池芯之前，应没有进行过其他试验。

4.3.7.4 要求

如果电池芯或组成电池芯外部温度不大于170 °C，且在试验中和试验后6 h内，无解体或起火，则满足试验要求。

4.3.8 强制放电试验 T.8

4.3.8.1 目的

本试验评估不可充电的电池芯或可充电的电池芯承受强制放电条件的能力。

4.3.8.2 试验过程

每个电池芯应在环境温度下，通过串联至12 V的直流电源进行强制放电。初始电流为生产商规定的最大放电电流。

通过尺寸和大小合适的负载和被测电池芯串联在一起产生放电电流。每个电池芯强制放电的时间（单位为小时）为其额定容量除以初始电流（单位为安培）。

4.3.8.3 要求

如果不可充电的电池芯或可充电的电池芯在试验期间和试验后6 h内，无解体或起火，则满足试验要求。

5 包装件 1.8 m 跌落测试

5.1 目的

本试验用于评估锂电池或电池芯货物包装件承受跌落测试的能力。

5.2 范围

使用包装说明PI 910的原型样品或低产量锂电池或电池芯货物包装件应进行1.8 m跌落测试。电池芯或电池被安装在设备中且包装件中无额外单独放置的锂电池或电池芯时，不必进行1.8 m跌落测试。

5.3 试验条件

除另有规定外，本项试验应在以下环境条件下进行：

- a) 温度：(20±5)℃；
- b) 相对湿度：不大于75%。

5.4 试验过程

每个包装件从1.8 m的高度自由跌落至冲击板上。应对包装件的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。例如，箱式包装件应对底部、顶部、长侧面、短侧面、棱和角等6个方向各跌落一次。除平面着地的跌落外，包装件中心所做垂线应通过撞击点。如果在一次跌落测试中可能有一种以上的可选部位，应选择最易使包装件损坏的跌落部位。

跌落的靶面应为无弹性的水平表面，且应满足以下要求：

- a) 为一个厚重的整体，不易移动；
- b) 平坦，表面无可能影响试验结果的局部缺陷；
- c) 足够坚硬（如水泥板或钢板），在试验条件下，不变形，且不会因试验造成损坏；
- d) 足够大，保证试验包装件完全落在其表面上。

5.5 要求

包装件不出现以下情况，则满足试验要求：

- a) 内装电池芯或电池破损或泄漏；
- b) 内装物移动，使电池之间（或电池芯之间）接触或发生短路；
- c) 内装物外漏。

6 测试报告

6.1 测试报告包括由实施测试的机构出具的锂电池测试报告和锂电池货物包装件1.8 m跌落测试报告。

6.2 锂电池测试报告和包装件1.8 m跌落测试报告可以是两个独立的报告，也可合并为一份报告。

6.3 锂电池测试报告应包含以下内容：

- a) 报告的名称；
- b) 报告的唯一性标识（编号No.）；
- c) 委托测试单位全称；
- d) 测试机构全称；
- e) 锂电池的相关信息，包括锂电池的类型、名称、规格、型号、额定参数、外观描述、生产商或制造商等；
- f) 测试的相关说明，包括测试依据、测试项目、样品编号和状态、测试数据、测试结论、测试的分包情况和测试起止日期等；
- g) 锂电池芯和锂电池的关键部件/元件/材料清单（例如：正极材料、负极材料、电解液、隔膜、保护电路板、导线、PCB 板材、绝缘材料等）；

- h) 样品的外观照片（正面、背面、侧面等），对于电池样品还应提供其内部照片（包括但不限于关键部件/元件/材料的细节照片）；
- i) 必要时，包括含锂电池设备的相关信息；
- j) 相关人员的签字，如制表人、审核人、批准人等。

外部短路试验应记录每个样品详细的最高温升数据，不应仅做定性描述。

测试报告样例参加附录A。

6.4 锂电池货物包装件 1.8 m 跌落测试报告应包含以下内容：

- a) 报告的名称（即包装件 1.8 m 跌落测试报告）；
- b) 报告的唯一性标识（编号 No.）；
- c) 委托测试单位全称；
- d) 测试机构全称；
- e) 锂电池的相关信息，包括锂电池的类型、名称和型号、额定参数、外观描述、生产商或制造商、包装件尺寸、包装的材质和构型、包装件内电池数量和码放情况的详细说明等；
- f) 测试的相关说明，包括测试依据、测试项目、测试结论、测试的分包情况、测试日期等；
- g) 包装件尺寸、包装件外部照片、包装件内部照片，包括但不限于锂电池样品的照片、防短路措施等细节照片；
- h) 必要时，包括含锂电池设备的相关信息；
- i) 相关人员的签字，如制表人、审核人、批准人等。

包装件 1.8 m 跌落测试报告样例参见附录B。

附录 A
(资料性附录)
锂电池测试报告

编号: XXXXXXX

No.: XXXXXXX

锂电池测试报告

Test Report

样品名称: _____

Sample name: _____

委托单位: _____

Consignor : _____

XX 测试机构

XX Testing Company

样品名称 Sample name	中文 Chinese		
	英文 English		
样品编号 Sample No.	XXXXXX	样品型号 Sample model	
委托单位 Consignor			
委托单位地址 Consignor address		邮政编码 Post code	
制造商 Manufacturer			
生产厂商 Factory			
样品外观 Appearance		样品规格 Sample specification	
样品接收日期 Accepted date		测试起止日期 Test date	
测试方法 和判定标准 Test method and criteria	危险品航空运输特定要求 原型及低产量锂电池测试规范 Special requirements for dangerous goods air transport Pre-production prototypes and low production runs of lithium batteries or cells		
测试项目 Test items	高度模拟、温度试验、振动、冲击、外部短路、撞击/挤压、强制放电。 Altitude simulation, Thermal test, Vibration, Shock, External Short Circuit, Impact/Crush, Forced Discharge.		
测试结论 Conclusion	盖章 Stamp 签发日期: Date:		
备注 Comments			
委托单位地址 Consignor address		邮政编码 Post code	

批准:
Approver:

审核:
Checker:

编制:
Compiler:

电池的关键部件/元件/材料清单 List of key component/part/material of batteries				
名称	型号	规格	生产厂	认证情况
电池芯		电压, 容量		
保护电路板				
PTC		规格		
导线		(线径, 燃烧等级)		
PCB 板材		材料牌号、阻燃等级		
外壳 (如有)		材料牌号、阻燃等级		
绝缘材料 (如有)		厚度, 阻燃等级		
热电偶 (如有)				
过流保护器件 (如有)				
热熔断体 (如有)		熔断温度		
.....				
电池的组成方式 Battery connection mode				
电池芯的关键部件/元件/材料清单 List of key component/part/material of cell				
名称	型号	规格	生产厂	认证情况
正极材料				
负极材料				
电解液				
隔膜				
热熔断体 (如有)				
PTC 等限流元件 (如有)				
.....				

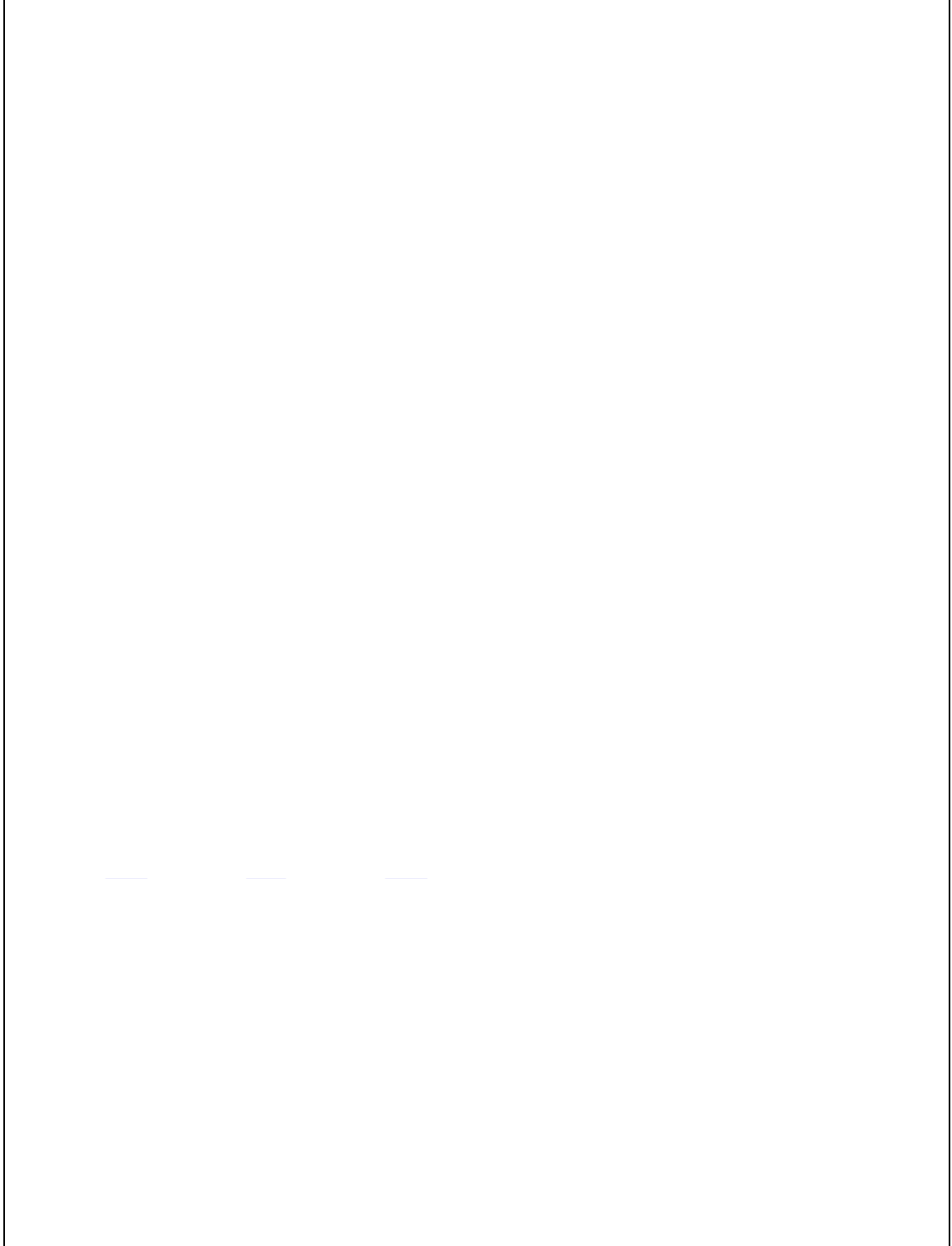
测试项目及结果列表

List of test item and result

序号 No.	测试项目名 称 Name of test	标准要求或标准条款号 Standard requirement or the clause number of standard	测试结果 Test result	本项结论 Test conclusion	备注 Remarks
1	高度模拟 Altitude simulation		见附表 1 See Appendix 1		
2	温度试验 Thermal test		见附表 2 See Appendix 2		
3	振动 Vibration		见附表 3 See Appendix 3		
4	冲击 Shock		见附表 4 See Appendix 4		
5	外部短路 External short-circuit		见附表 5 See Appendix 5		
6	撞击/挤压 Impact/Crush		见附表 6 See Appendix 6		
7	强制放电 Forced discharge		见附表 7 See Appendix 7		
测试环境条件 Test environment condition		环境温度： Ambient temperature: 环境湿度： Ambient humidity:			

样品的外观照片及标识

Photos of appearance and markings of the samples



<p>样品的内部照片 Photos of the interior of samples</p>

包装件外部及内部照片 Photos of the exterior and interior of the package	
包装件尺寸 Package size	

附录 B
(资料性附录)
包装件 1.8 m 跌落测试报告

编号: XXXXXXX

No.: XXXXXXX

1.8 米跌落测试报告

1.8m Drop Test Report

样品名称: _____

Sample name: _____

委托单位: _____

Consignor : _____

XX 测试机构

XX Testing Company

样品名称 Sample name	中文 Chinese		
	英文 English		
样品编号 Sample No.			
委托单位 Consignor			
委托单位地址 Consignor address		邮政编码 Post code	
制造商 Manufacture			
生产厂商 Factory			
测试方法和判定标准 Test method and criteria	危险品航空运输特定要求 原型及低产量锂电池测试规范 Special requirements for dangerous goods air transport Pre-production prototypes and low production runs of lithium batteries or cells		
样品外观 Appearance			
包装情况说明 Packing method		包装件毛重 Gross weight	
样品接收日期 Accepted date		测试日期 Test date	
测试项目 Test items	1.8 m 跌落试验 1.8m drop test		
测试结论 Conclusion	盖章 Stamp 签发日期: Date:		
备注 Comments			
委托单位地址 Consignor address		邮政编码 Post code	

批准:
Approver:

审核:
Checker:

编制:
Compiler:

测试项目及结果列表

List of test item and result

测试项目名称 Name of test	标准要求或标准条款号 Standard requirement or the clause number of standard	测试结果 Test result		本项结论 Test conclusion	备注 Remarks
1.8 m 跌落试验 1.8 m drop test	危险品航空运输特定要求 原型及低产量锂电池测试 规范 Special requirements for dangerous goods air transport Pre-production prototypes and low production runs of lithium batteries or cells	面 跌落			
		棱 跌落			
		角 跌落			
测试环境条件 Test environment condition	环境温度： Ambient temperature:		环境湿度： Ambient humidity:		
分包检验情况 Subcontracted test condition	检验项目 Test items				
	分包实验室 Subcontracted laboratory	名称 Name		邮编 Post code	
		地址 Address		电话 Tel	
包装件外部及内部照片					

Photos of the exterior and interior of the package	
包装件尺寸 Package size	