



指南编号/Guideline No.: E-22(202009)

E-22 锂原电池

生效日期/Issued date:2020 年 9 月 24 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

CCS 产品检验指南规定了拟申请 CCS 认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求,但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由 CCS 编写和更新,通过网址 <http://www.ccs.org.cn> 发布,使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 mp@ccs.org.cn

历史发布版本及发布时间: E-22(201712), 2017 年 12 月 7 日

本版本主要修改内容:

1. 按 IEC 60086-4:2019 修订的内容,对爆炸的定义和强制放电的适用对象进行了修订。
2. 按《船用产品检验指南编写及维护须知》对本指南的格式进行调整。
3. 编辑性修改。

目 录

1	适用范围.....	4
2	规范性引用文件.....	4
3	术语及定义.....	4
4	图纸资料.....	5
5	技术要求.....	7
6	原材料及零部件.....	18
7	型式试验.....	18
8	单件/单批检验.....	36

锂原电池

1 适用范围

1.1 本指南适用于船用通信用及其他非储备式的锂原电池（组）（以下简称“电池”）以及组成该电池的单体锂原电池（以下简称“单体电池”）。

1.2 对于锂原电池产品检验后所发产品证书, 未经设备原厂配机型式试验, EPIRB,two-way VHF 设备到期应更换的电池不得使用本产品进行替换。

2 规范性引用文件

2.1 中国船级社《钢质海船入级规范》;

2.2 IEC 60086-1: 2015《Primary batteries-Part1: General》;

2.3 IEC 60086-2: 2015《Primary batteries-Part2: Physical and electrical specifications》;

2.4 IEC 60086-4: 2019《Primary batteries-Part4: Safety of lithium batteries》。

3 术语及定义

3.1 总锂量：一个电池中包含的所有单体电池的总的锂含量；

3.2 原电池：装配有使用所必需的装置（如外壳、极端、标志及保护装置）的由一个或多个单体原电池构成的电池；

3.3 单体原电池：按不可以充电设计的、直接把化学能转变为电能的电源基本功能单元。由电极、电解质、容器、极端、通常还有隔离层组成；

3.4 单元电池：装入一个电池内的单体电池；

3.5 圆柱形单体电池：总高度等于或大于直径的圆柱形单体电池；

3.6 放电深度: 电池放出的容量占额定容量的百分比；

3.7 完全放电：电池放电深度为 100%时的荷电状态；

- 3.8 预期的使用：按供方提供的信息对产品、过程或服务的使用；
- 3.9 单体锂电池：负极为锂或含锂的非水电解质单体电池；
- 3.10 标称电压：用来标识某单体电池、电池或电化学体系的一个适当的电压近似值；
- 3.11 开路电压：放电电流为零时电池的电压；
- 3.12 泄漏：电解质、气体或其他物质从电池内意外逸出；
- 3.13 保护装置：诸如保险丝、二极管、或其他电气或电子的限流装置，用来切断电流、阻断某个方向的电流或限制电路中电流；
- 3.14 额定容量：在规定的条件下测得的并由制造商声明的电池容量；
- 3.15 可合理预见的误使用：未按供方的规定对产品、过程或服务的使用，但这种结果是由很容易预见的人为活动所引起的；
- 3.16 未放电的：电池放电深度为 0%时的荷电状态；
- 3.17 贮存寿命：规定条件下电池的贮存时间。在该贮存期结束时，电池仍具有规定的放电量；
- 3.18 终止电压：规定的电池放电终止时的闭路电压；
- 3.19 闭路电压：电池在放电时正负两极端间的电压；
- 3.20 泄放：单体电池受内压作用使安全装置动作而排出气体或液体，但壳体仍保持完整；
- 3.21 储备式电池：需激活才能使用的电池。

4 图纸资料

- 4.1 申请认可时，下列图纸资料应提交批准：
- 4.1.1 单体电池总图/单体电池结构图示意图；

4.1.2 电池（电池组）结构图示意图；

4.1.3 电池（电池组）接线图；

4.1.4 产品技术条件；

4.1.5 型式试验大纲。

4.2 申请认可时，下列图纸资料应提交备查：

4.2.1 产品铭牌及标志图；

4.2.2 产品主要零部件、材料明细表；

4.2.3 产品主要零部件图；

4.2.4 产品使用说明书；

4.2.5 产品制造工艺流程图。

4.3 其它应提交的资料：

4.3.1 工厂概况：工厂名称、地址、生产历史、生产能力、技术和检验人员、主要产品、隶属关系、产品商标等；

4.3.2 申请认可产品明细；

4.3.3 供方清单；

4.3.4 主要生产设备；

4.3.5 主要检测设备；

4.3.6 申请认可产品的简要生产工艺；

4.3.7 质量管理文件；

4.3.8 企业注册登记证明；

4.3.9 资质证明和/或生产许可证；

4.3.10 产品质量证明书样本；

4.3.11 质量控制计划(如适用)。

5 技术要求

5.1 通则

5.1.1 设计原则

原电池在设计时，应在电池尺寸的一致性和稳定性、电池的外形和电性能等方面特别留意，以确保电池在正常使用和可预见的误用条件下的安全性。锂电池的安全设计应满足 IEC60086-4 附录 A 的要求。

5.1.2 分类（电化学体系）

锂原电池按其化学体系分类应符合表 5.1.2。

已标准化的电化学体系

表 5.1.2

字母	负极	电解质	正极	标称电压 V	最大开路电压 V
B	锂 (Li)	有机电解质	一氟化碳聚合物 (CF) _x	3.0	3.7
C	锂 (Li)	有机电解质	二氧化锰 (MnO ₂)	3.0	3.7
E	锂 (Li)	非水无机物	亚硫酰氯 (SOCl ₂)	3.6	3.9
F	锂 (Li)	有机电解质	二硫化铁 (FeS ₂)	1.5	1.9
G	锂 (Li)	有机电解质	氧化铜 (II) (CuO)	1.5	2.3
W	锂 (Li)	有机电解质	二氧化硫 (SO ₂)	2.9	3.05
Y	锂 (Li)	非水无机物	硫酰氯 (SO ₂ Cl ₂)	3.9	4.1

5.1.3 型号

原电池的型号是根据原电池外形尺寸参数、电化学体系以及必要时再加上修饰符来确定的。型号体系（命名法）详见 IEC60086-1 附录 C。

5.2 材料

5.2.1 金属

不参与电池基本电化学反应的所有金属应能抗腐蚀，或经处理后能抗腐蚀。

5.2.2 外壳材料

除非设计有特殊规定，电池的外壳应由不易燃的塑料制成，推荐采用 UL94-2001 中 HB 等级的塑料材料。

5.2.3 绝缘、浸渍、灌装和密封材料

用于绝缘、浸渍、灌装和密封的材料按 7.8.9.11 试验时，在 93℃ 下不应流动，在 -40℃ 下不应开裂，也不应从容器壁上脱离。使用的任何材料都应是不易燃和无毒的。材料不应限制电池安全装置的动作。

5.2.4 导线和连接片的绝缘材料

除非设计另有特别规定，单体电池和电池所有电气连接的导线及连接片都应覆盖绝缘材料，绝缘材料应具有如下特性：

- (1) 最低软化温度：150℃；
- (2) 最大纵向收缩率 3%；
- (3) 最小厚度：0.127mm。

材料应是不易燃和无毒的，并且不渗透电池的电解质。

5.3 设计与结构

5.3.1 电池设计

- (1) 电池的图样、结构、物理尺寸、重量和极端型式应符合设计要求。电池不宜采用单体电池并联的结构方式，如必须并联，应采用防止充电保护装置。
- (2) 不同的锂体系、不同的容量和不同的电池结构其安全性有很大差异。在电池设计时必须考虑各个方面的安全问题；锂电池安全设计应重点考虑以下方面：
 - ① 通过设计防止温度异常升高超过制造商规定的临界值；
 - ② 通过设计限制电流，从而控制电池的温度升高；
 - ③ 锂电池应设计成能释放电池内部过大的压力或能排除在运输、预期的使用和可合理预见的误使用情况下的严重破裂。

5.3.2 电池组装

电池应按照承制方规定的工序进行组装，工序应保证电池内部导体相互绝缘，以防止或避免电池内单体电池间产生短路。

5.4 外观

电池表面应平整光洁，无明显损伤和变形。

5.5 尺寸和重量

电池的尺寸应符合 IEC60086-2 的要求。电池的重量应符合设计规定。

5.6 颜色

当设备外观颜色有明确要求时，对其供电的电池的颜色应满足其要求。

5.7 极端型式

5.7.1 通则

极端应符合 IEC60086-2 中第 6 章规定。

极端的外形应设计成能确保电池在任何时候都能形成良好的接触。

极端应由具有适当导电性和抗腐蚀性的材料制成。

极端标志应能清楚地标明极端的极性。

5.7.2 抗接触压力

将 10N 的力通过直径 1mm 的钢球持续作用于电池的每个接触面的中央 10s, 不应出现可能导致妨碍电池正常工作的明显变形。

5.7.3 极端型式

(1) 帽与底座型极端

此极端适用于电池的圆柱面与正、负极端相绝缘的电池, 具体见 IEC60086-2 图 1 到图 7。

(2) 帽与外壳型极端

此极端适用于圆柱面构成电池正极端的一部分的电池, 具体见 IEC60086-2 图 8, 9, 10, 14, 15 和 16。

(3) 螺栓型极端

此类接触件由金属螺杆和金属螺母组合而成, 或由金属螺杆和绝缘的金属螺母组合而成。

(4) 平面接触型极端

此类接触件为基本扁平的金属面, 用适合的接触机构压在其上形成电接触。

(5) 平面弹簧或螺旋弹簧型极端

由金属片或绕制成螺旋状的金属线构成, 其形状能形成压力接触。

(6) 插座型极端

由金属接触件组件安装在绝缘的壳体或固定件中构成，与之配套的插头可插入其中。

(7) 子母扣型极端

由作为正极端的无弹性的子扣和作为负极端的有弹性的母扣组成。

该极端应由合适的金属制成，使其与外电路相应部件连接时能形成良好的接触。

子扣和母扣的尺寸及其间距应满足相关标准的规定。

5.7.4 导线

导线应当是带绝缘层的单股或多股可弯曲的镀锡铜导线。导线的绝缘层可以是棉质编织层或合适的塑料，正极端导线的外套应为红色，负极端应为黑色。

5.7.5 其他类型的弹簧式接触件或弹簧夹

当不能准确知道外电路上的相应连接件是何种状态时，电池通常采用此类接触件。此类接触件由黄铜弹簧片或具有相似性质的其他材料制成。

5.8 标志和铭牌

5.8.1 电池标志

除小电池外,每个电池上均应标明以下内容:

- (1) 型号;
- (2) 生产时间(年和月)和保质期,或建议的使用截止期限;
- (3) 正极极端的极性(+);

- (4) 标称容量;
- (5) 制造厂或供应商的名称和地址;
- (6) 商标;
- (7) 执行标准编号;
- (8) 安全使用注意事项(警示说明);
- (9) 含汞量(“低汞”或“无汞”)(适用时)。

标志的位置见表 5.8。

5.8.2 小电池的标志

- (1) 小电池主要是 IEC60086-2 中 6.3 和 6.4 所指的电池。小电池表面太小,无法标上 5.8.1.1 的所有内容,对于这类电池,5.8.1.1 a) 型号和 5.8.1.1 c) 极性应标在电池上; 5.8.1.1 中其他标志可标在电池的直接包装(销售包装)上而不标在电池上。
- (2) 应有防止误吞小电池的注意事项。具体见 IEC60086-4 相关要求。

标志要求

表 5.8

标志	电池	小电池
a) 型号	A	A
b) 生产时间(年和月)和保质期,或建议的使用截止期限	A	B
c) 正极极端的极性(+)	A	A
d) 标称电压	A	B
e) 制造厂或供应商的名称和地址	A	B
f) 商标	A	B
g) 执行标准编号	A	B
h) 安全使用注意事项(警示说明)	A	B
i) 含汞量(“低汞”或“无汞”)(适用时)	A	B
A:应标在电池上。		
B:可标在电池的直接包装(销售包装)上而不标在电池上。		
应有防止误吞小电池的注意事项。见 IEC60086-4 7.2、9.2 相关要求。		

5.8.3 关于废电池处理方法的标志

废电池处理方法的标志应符合我国法规的要求。

5.8.4 极端标志

电池采用连接器形式的极端时，所有的标志应与连接器位于同一表面上。采用其他形式的极端时，极端标志可位于带极端的面或侧面上，或者两面皆有。标志应清楚的标明极端的极性。

5.8.5 清晰度与耐久性

电池经受过本规范的相关环境试验后，标志和铭牌应该清晰、完整。标志和铭牌的颜色应能与背景形成区分。当铭牌内容和标志为蚀刻或模压时，文字的颜色可以与背景相同。

5.9 绝缘电阻

除非设计另有规定，电池按 7.8.5 测量时，其绝缘电阻不应低于 $50M\Omega$ 。

5.10 单体电池水分含量

单体电池内部的水分含量应符合设计规定。

5.11 贮存寿命

电池的贮存寿命应满足如下要求：

- (1) 电池按 7.8.9.14a) 试验，贮存结束后电池不应膨胀、泄气、泄漏、破裂或燃烧。对于全密封电池，贮存后其常温放电容量应不低于器额定容量的 95%，贮存后的低温放电容量和高温放电容量应符合设计规定；对于机械密封电池，贮存后其常温放电容量、低温放电容量和高温放电容量均应符合设计规定。
- (2) 电池按 7.8.9.14 b) 试验，承制方应保证（或证明）：全密封电池储存 5 年后常温放电容量不低于其额定容量的 90%；机械密封电池储存 5 年后常温放电容量应符合设计规定。

5.12 放电性能

原电池的放电性能应满足 IEC 60086-2 的规定

5.13 尺寸稳定性

电池在规定的标准条件下检验时,其尺寸应始终符合 IEC 60086-2 中的相关规定。

5.14 泄漏

在标准条件下贮存和放电时, 电池不应出现泄漏。

单体电池按本指南 7.8.9.11 试验, 在 7d 试验期间应不出现泄漏, 试验后全密封电池的泄漏量不应超过电解质总重量的 0.005%。机械密封单体电池的泄漏量不应超过电解质总重量的 1%。

5.15 电压

5.15.1 开路电压

(1) 电池的开路电压

按本指南 7.8.6 (1) ①测量时, 电池的最大开路电压应符合设计规定。

(2) 单体电池的开路电压

按本指南 7.8.6 (1) ②测量时, 其最大开路电压应符合设计规定。

5.15.2 负荷电压

(1) 电池负荷电压

电池按 7.8.6 (2) ①测量时, 其电压值应在 10s 内上升至设计规定的终止电压。

(2) 单体电池负荷电压

单体电池按 7.8.6 (1) ②测量时，其电压值应在 5s 内上升至设计规定的终止电压。

5.16 容量

电池初始期和贮存期的放电时间应符合设计要求，至少不得低于 IEC 60086-2 的规定。

进行电量检验，应选择阻值适当的负荷电阻，使放电时间大约为 30d。

如果在所要求的时间内不能获得电池的全部容量，则应选择阻值更高的负荷电阻，以便延长放电时间，但延长的时间应尽可能短。

电池按本指南 7.8.7 (2)②试验，放电时间应从电池电压达到初始电压的滞后值开始计算，电池不应出现下列任何一种情况。

- (1) 电池放电时间少于设计规定的最小放电容量的时间；
- (2) 在试验结束前，电池出现断路；
- (3) 初始电压滞后时间超过规定；
- (4) 放电后电池尺寸超差；
- (5) 在搁置、放电或试验后任一时刻，电池出现膨胀、泄气、泄漏、破裂或燃烧。

注：设计规定的电池常温放电容量应不低于其标示的额定容量。

初始电压滞后：

电池按本指南 7.8.7 (2)①试验时，连接负载后，电压上升到设计规定的初始电压滞后值的时间应不超过设计值。

5.17 环境适应性

5.17.1 振动

电池按本指南 7.8.8 (1)试验, 试验中应无质量损失、不泄漏、不泄放、不短路、不破裂、不爆炸、不着火。

5.17.2 冲击

电池按本指南 7.8.8 (2)试验后, 试验中应无质量损失、不泄漏、不泄放、不短路、不破裂、不爆炸、不着火。

5.17.3 自由跌落

电池按本指南 7.8.8 (3)试验后, 试验中及试验后 1h 观察期内应不泄放、不爆炸、不着火。

5.17.4 高空模拟

电池按本指南 7.8.8 (4)试验, 试验中应无质量损失、不泄漏、不泄放、不短路、不破裂、不爆炸、不着火。

5.17.5 热冲击

电池按本指南 7.8.8 (5)试验, 试验中应无质量损失、不泄漏、不泄放、不短路、不破裂、不爆炸、不着火。

5.17.6 热滥用

电池按本指南 7.8.8 (6)试验, 试验中应不爆炸, 不着火。

5.18 安全性

5.18.1 单体电池的安全装置

设计原电池时, 应考虑 IEC60086-4 所述的电池在指定的使用和可预见的误用条件下的安全要求。

单体电池壳体应具有安全装置, 按本指南 7.8.9.1 试验时, 当壳体承受与 96℃以下温度范围相当的内部压力时, 安全装置不应动作, 壳体保持密封; 壳体承受与 96℃~149℃温度范围相当的内部压力时, 安全装置应动作, 以避免单体电池燃烧或爆炸。试验中施加的压力值由承制方规定。

5.18.2 单体电池加热

单体电池按本指南 7.8.9 (2)试验，当单体电池承受 90℃温度时，安全装置不应动作，单体电池保持密封；单体电池承受 149℃温度时，安全装置应动作，单体电池泄放。

5.18.3 单体电池短路

单体电池按本指南 7.8.9 (3)试验，电池在试验中以及在 6h 的观察期内应不爆炸、不着火。

5.18.4 单体电池强制放电

单体电池按本指南 7.8.9 (4)试验，电池在试验中以及在 7d 的观察期内应不泄气、不泄漏、不破裂、不着火。

5.18.5 电池外部短路

电池按本指南 7.8.9 (5)试验，电池在试验中以及在 6h 的观察期内应不过热、不破裂、不爆炸、不着火。

5.18.6 挤压

电池按 7 本指南.8.9 (7)进行试验，在试验时及试验后 6h 观察期内，不过热、不爆炸，不着火。

5.18.7 电池强制放电

电池按本指南 7.8.9 (4)试验，电池在试验中以及在 7d 的观察期内应不爆炸、不着火。

5.18.8 非正常充电

按本指南 7.8.9 (9)进行试验时，电池在检验中应不爆炸、不着火。

5.18.9 过放电

按本指南 7.8.9 (6)试验，单体电池在试验中应不爆炸、不着火。

5.18.10 不正确安装

按本指南 7.8.9 (10)试验，单体电池在试验中应不爆炸、不着火

5.18.11 重物撞击

电池按本指南 7.8.9 (8)进行试验，在试验时及试验后 6h 观察期内，不过热、不爆炸，不着火。

6 原材料及零部件

产品原材料及零部件应按照我社现行规范相关要求进行了控制。

7 型式试验

7.1 通则

锂电池产品的检验方法建议参照消费品性能测试标准方法（SMMP）制定。

7.2 检验结果的判断标准

7.2.1 短路

电池在检验后开路电压低于检验前开路电压的 90%的情况。

此要求不适用于完全放电态的受检电池。

7.2.2 过热

在检验中电池的外壳温度升高到 170℃以上。

7.2.3 泄漏

在检验中电池以非设计预期的形式漏出电解质、气体或其他物质。

7.2.4 质量损失

在检验中，电池质量的损失不超过表 3 所给出的质量损失最大极限值。电池的质量损失 $\Delta m/m$ 按下式计算：

$$\Delta m/m = (m - m_1) / m \times 100\%$$

式中：

m --检验前电池的质量

m_1 --检验后电池的质量

质量损失最大极限值

表 7.2.4

电池的质量 m	质量损失限 ($\Delta m/m$) /%
$m \leq 1g$	0.5
$1g < m \leq 75g$	0.2
$m > 75g$	0.1

7.2.5 泄放

在检验中，电池通过专门设计的功能部件泄出气体以释放内部过大压力。气体中可能裹挟着各种物质。

7.2.6 着火

在检验中被检电池发出火焰。

7.2.7 破裂

在检验中，由于单体电池的容器或电池外壳的损坏，导致气体排出、液体溢出或固体喷出，但未发生爆炸。

7.2.8 爆炸

当单体电池外壳或电池外壳被猛烈打开并且有固体物质被射出时，认为已经发生爆炸。在单体电池或单元电池喷出内部物质是可以接受的，但喷出物质的能量应被限制，如有要求，应按以下方法进行测量：

- (1) 在检验中，源自电池任何部件的固体物质不能穿破外侧距离单体电池 25cm 的金属网罩。该网罩用直径为 0.25mm 的退火铝丝编织而成，网格密度为每厘米（6~7）根铝丝。
- (2) 采用被证明等效于(1)的方法。

7.2.9 膨胀

在检验中，电池出现由于内部压力而向外扩张，发生明显变形。

7.3 试验条件

除另有规定外，所有检验应在如下条件进行：

- (1) 环境温度为 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- (2) 相对湿度为 $55\% \pm 25\%$ ；
- (3) 检验现场大气压力。

7.4 测量仪表和试验设备

7.4.1 通则

测量仪表和试验设备在精度、数量和质量上应能满足检验要求。所有仪表、设备应按国家有关计量检定规程或相关标准检定或计量合格，并在有效期内。

7.4.2 电压表和电流表

电压表和电流表应准确到满量程的 1% 以内。电压表的内阻应不小于 $10\text{k}\Omega/\text{V}$ 。

7.4.3 电阻

以电阻作为负载时，所有连续工作的测量仪表及导线的电阻也应计为负载。电阻应具有如下准确度：

(1) 阻值不大于 $1\text{M}\Omega$ ， $\pm 1.0\%$ ；

(2) 阻值大于 $1\text{M}\Omega$ ， $\pm 5.0\%$ 。

7.4.4 电源

放电试验所用的电源，其准确度应在 $\pm 1\%$ 之内。

7.4.5 计时器

所测量的时间长于 120s 时，计时器的准确度应在 0.1%之内，否则，计时器准确度应在 0.5%之内。

7.4.6 尺寸

所测量尺寸，其准确度应在 $\pm 1\%$ 之内。

7.5 典型样品的选取

若申请方一次申请多个型号规格的原电池的型式认可，原则上可以选取具有代表性的电池作为型式试验样品进行相关试验。试验应在认可的机构或实验室进行。型式试验的样品应是正常生产中通常使用的材料、设备和工艺生产的产品。

7.6 单体电池的型式试验

7.6.1 单体电池型式试验项目及样品选取原则

用于单体型式试验的电池样品，应是正常生产中通常使用的材料、设备和工艺生产的产品并经过随机抽样生成；检验的项目、顺序及样本大小按表 7.6.1 规定。

单体电池型式试验项目

表 7.6.1

序号	检验项目	要求的章条号	试验方法章条号	样品数量
1	单体电池开路电压	5.15.1 (2)	7.8.6(1) ②	20 只
2	单体电池负荷电压	5.15.2 (2)	7.8.6.(2) ②	20 只

单体电池型式试验项目

续表 7.6.1

3	单体电池泄漏	5.14	7.8.9(12)	20 只
4	单体电池加热	5.18.2	7.8.9(2)	5 只
5	单体电池安全装置	5.18.1	7.8.9(1)	5 只单体电池壳体
6	绝缘、浸渍、灌装和密封材料	5.2.3	7.8.9(11)	每批一次
7	单体电池水分含量	5.10	7.8.9(13)	协商确定 ^①
8	高空模拟	5.17.4	7.8.8(4)	未放电的电池 10 只；完全放电的电池 10 只
9	热冲击	5.17.5	7.8.8(5)	
10	振动	5.17.1	7.8.8(1)	
11	冲击	5.17.2	7.8.8(2)	
12	外部短路	5.18.3	7.8.9(5)	
13	重物撞击 ^②	5.18.11	7.8.9(8)	未放电的电池 5 只 (扣式和圆柱电池)10 只 (矩形电池) 完全放电的电池 5 只(扣式和圆柱电池)10 只 (矩形电池)
14	挤压 ^②	5.18.6	7.8.9(7)	
15	强制放电	5.18.4	7.8.9(4)	完全放电的电池 10 只
16	非正常充电	5.18.8	7.8.9(9)	未放电的电池 5 只
17	自由跌落	5.17.3	7.8.8(3)	未放电的电池 5 只
18	热滥用	5.17.6	7.8.8(6)	未放电的电池 5 只
19	不正确安装 ^③	5.18.10	7.8.9(10)	未放电的电池 5 (+15) 只 ^④
20	过放电 ^⑤	5.18.9	7.8.9(6)	50%放电深度的电池 5 (+15) ^④ ； 75%放电深度的电池 5 (+15) ^④

注：

① 单体电池水份含量的检验时机与检验范围由承制方与订购方协商确定。

② 重物撞击和挤压两项中选做一项，如何选择取决于那一项更适合模拟受检电池类型的内部短路。

③ 不正确安装试验仅适用于 CR17345、CR15H270 和具有卷绕式结构的、有可能发生不正确安装并被充电的相似类型的电池。

④ 括号中是未放电的附加电池。

⑤ 过放电试验仅适用于 CR17345、CR15H270 和具有卷绕式结构的、有可能过放电的相似类型类型的电池。

7.6.2 单体电池的型式试验合格判定

任何一只单体电池试验项目不能满足要求时，应判样品试验不合格。生产方应该查明原因并采取纠正措施。采取纠正措施后可重新进行抽样试验。若抽样检验再次不合格，则判定为单体电池的型式试验不合格，且不允许再次试验。

7.7 电池的型式试验

电池的型式试验分为电性能/常规试验和安全性试验，应分别抽样进行型式试验。型式试验的样品应是正常生产中通常使用的材料、设备和工艺生产的产品，其所使用的单体电池经生产检验合格。

7.7.1 电池型式试验项目及样品选取原则

电性能/常规试验的项目及顺序见表 7.7.1。

电池型式试验项目

表 7.7.1

序号	检验项目	要求的章条号	试验方法章条号	样品数
1	外观、标志和铭牌	5.4; 5.8	7.8.1	9
2	颜色	5.6.1	7.8.3	
3	极端形式	5.7	7.8.4	
4	电池开路电压	5.15.1 (1)	7.8.6 (1) Φ	
5	电池负荷电压	5.15.1 (2)	7.8.6.(2) Φ	
6	绝缘电阻	5.9.1	7.8.5	
7	尺寸和重量	5.5	7.8.2	
8	常温容量/最小平均放电	5.16	7.8.7	
9	贮存寿命	5.11	7.8.9 (14)	6

续表 7.7.1

10	高空模拟	5.17.4	7.8.8(4)	未放电的电池 4 只 [♠] 完全放电的电池 4 只 [♠]
11	热冲击	5.17.5	7.8.8(5)	
12	振动	5.17.1	7.8.8(1)	
13	冲击	5.17.2	7.8.8(2)	
14	外部短路	5.18.5	7.8.9(5)	
15	非正常充电	5.18.8	7.8.9(9)	未放电的电池 5 只
16	自由跌落	5.17.3	7.8.8(3)	未放电的电池 5 只
17	热滥用	5.17.6	7.8.8(6)	未放电的电池 5 只

7.7.2 电池的型式试验合格判定

如果一个或多个样品在任一项试验项目中不合格，则电池的型式试验不合格。

7.8 试验方法

7.8.1 外观、标志和铭牌

目视检查电池的外观、标志和铭牌，应符合 5.4 和 5.8 要求。

7.8.2 尺寸和重量

(1) 尺寸

采用具有适当量程和准确度的量具测量电池的尺寸，应符合本指南 5.5 规定。如果采用匣式量规，量规的尺寸应是规定的电池最大外形尺寸，电池最大施加 2.3kg 重量后应能顺利通过相应的量规口，对于圆柱形电池，可采用符合上述规定的过式量规进行测量。

(2) 重量

采用具有适当量程和准确度的量具称量电池的重量，应符合本指南 5.5.1 规定。

7.8.3 颜色

目视检查电池颜色，应符合本指南 5.6.1 规定

7.8.4 极端形式

目视或采用适宜的量具检查电池的极端形式，应符合本指南 5.7 规定

7.8.5 绝缘电阻

在电池任意两个无电连接的极端之间以及任何一个极端与地或电池外壳之间加 $500V \pm 20V$ 直流电压测量其绝缘电阻。测量非金属外壳电池的绝缘电阻时，应使用 1 块大小适当的铜板与外壳形成物理接触后进行，铜板可放在电池不带极端的任何一个面的任何位置，并紧贴电池表面。电池的绝缘应符合 5.9.1 规定。

7.8.6 电压

(1) 开路电压

① 电池开路电压

采用具有适当量程且符合本指南 7.4.2 规定的直流电压表测量电池的开路电压。

② 单体电池开路电压

采用具有适当量程且符合本指南 7.4.2 规定的直流电压表测量单体电池的开路电压。

(2) 负荷电压

① 电池负荷电压

对电池施加设计规定的负载，放电 10s，采用具有适当量程且符合本指南 7.4.2 规定的直流电压表测量电池电压。

② 单体电池负荷电压

对电池施加设计规定的负载，放电 5s，采用具有适当量程且符合本指南 7.4.2 规定的直流电压表测量电池电压。

7.8.7 容量

(1) 试验要求

进行容量试验时电池在搁置期间及放电试验前不应加负载，放电时施加的负载值应根据设计规给出。电池在规定的放电环境条件下稳定后开始放电，试验时应连续记录环境温度以保证其准确性。放电时所有电池之间应保持 50mm 间隔。如果电池带有荷电状态指示器，每次容量试验后应检查该装置是否指示为最低档位。电池应在放电结束后的 24h 内进行 5.16 d)、5.16 e)、5.16 f) 所要求的内容的检验。

(2) 容量试验

① 初始电压滞后

容量试验中放电开始时，应最大以秒为计时单位对每只电池进行监测，以测量其在施加设计规定的负载后，电压值升至设计规定的放电终止电压的时间。

② 常温容量/最小平均放电时间

为了检验电池放电性能的符合性。可选择 IEC 60086-2 中规定的任何应用检验或放电量检验。最小平均放电时间规定值的计算方法参见 IEC 60086-2 附录 D。

检验应按如下步骤进行：

- a) 检验 9 个电池；
- b) 不排除任何结果计算平均值；
- c) 如果平均值大于或等于规定值，而且放电时间小于规定值之 80% 的电池数不大于 1，则电池的放电量符合要求；

- d) 如果平均值小于规定值和（或）小于规定值之 80% 的电池数大于 1, 则另取 9 个样品电池再做检验并计算平均值;
- e) 如果第二次检测的平均值大于或等于规定值, 而且放电时间小于规定值之 80% 的电池数不大于 1, 则电池的放电量符合要求;
- f) 如果第二次检验的平均值小于规定值和（或）小于规定值之 80% 的电池数大于 1, 则电池的放电量不符合要求, 并且不允许再次检验。

注: 原电池的放电性能在 IEC 60086-2 中规定。

7.8.8 环境适应性

(1) 振动

以能如实传递振动但不致电池变形的方式将被检电池牢牢固定在振动设备的振动平台上。按表 7.8.8 (1) 的规定对被检电池进行正弦波振动, 表中给出了大电池的不同加速度振幅值。在三个互相垂直固定的方位上每个方位进行了 12 次循环, 每个方位循环时间共计 3h。其中的一个方位应垂直于电池的极端面。

用做过热冲击检验的电池做该项试验。

振动波形（正弦曲线）

表 7.8.8 (1)

频率范围		幅值	对数扫频循环时间 (7Hz~200Hz~7Hz)	轴向	循环次数
从	到				
$f_1=7\text{Hz}$	f_2	$a_1=1g_n$	15min	X	12
f_2	f_3	$s=0.8\text{mm}$		Y	12
f_3	$f_4=200\text{Hz}$	a_2		Z	12
最后回到 $f_1=7\text{Hz}$				总计	36
注: 振动幅值是位移或加速度的最大绝对值。例如: 0.8mm 的位移幅值相当于 1.6mm 的峰-峰值位移。					
表中:					

f_1, f_4 —下限、上限频率

f_2, f_3 —交越点频率 ($f_2 \approx 17.62\text{Hz}$, $f_3 \approx 49.84\text{Hz}$, 大电池 $f_3 = 24.92\text{Hz}$)

a_1, a_2 —加速度幅值

$a_2 = 8 g_n$ 大电池 $a_2 = 2 g_n$

s-位移幅值

(2) 冲击

用做过振动试验的电池做机械冲击试验；未放过电和放电完全的电池都应进行冲击试验。电池用能支撑被检电池所有固定面的刚性支座将被测电池固定在检测设备上。每只被试电池在三个互相垂直固定的方位各经受 3 次冲击，共计 18 次。各次冲击参数见表 7.8.8 (2)。

冲击参数

表 7.8.8(2)

电池类型	波形	峰值加速度	脉冲持续时间	每个半轴冲击次数
小电池	半正弦	150 g_n	6ms	3
大电池	半正弦	50 g_n	11ms	3
备注： $g_n = 9,80665 \text{ m/s}^2$				

(3) 自由跌落

受检电池从 1m 的高度跌落在混凝土表上，每只电池跌落 6 次，矩形电池的 6 个面朝下各一次，圆柱型电池在三个轴向上，每个轴向上各跌落两次，然后将受检电池放置 1h。

用未放过电的电池进行该项试验。

(4) 高空模拟

环境温度下，将电池放入低气压箱中，箱内保持不大于 11.6kPa 的压力至少 6h。

(5) 热冲击

被检电池在温度为 75℃ 的环境下至少放置 6h，然后在 -40℃ 的环境下至少放置 6h。不同温度的转换时间应不超过 30min。每个被检验电池进行 10 个循环后，在环境温度下至少放置 24h。大电池在检验温度下的存放时间至少应为 12h 而非 6h。用做过高空模拟检验的电池来进行该项试验。

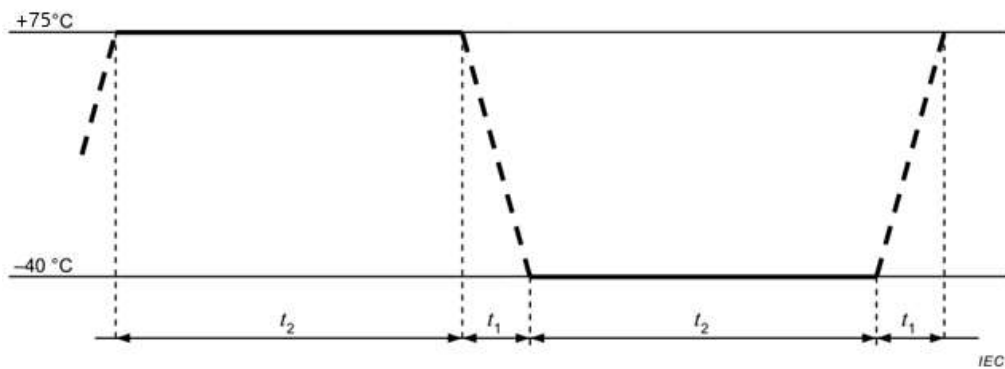


图 7.8.8 (5) 热冲击步骤

(6) 热滥用

将电池放入烘箱中，以 5℃/min 的速度升温至 130℃ 并在此温度下保持 10min。

7.8.9 安全性

(1) 单体电池的安全装置

单体电池壳体采用气体密封条密封，然后使其内部压力上升至相对于 96℃ 时的值，观察壳体状态；再将其内部压力上升至 149℃ 是的水平，观察壳体状态。

(2) 单体电池加热

单体电池放入试验箱中，试验箱内的温度以 5℃/min 的速率上升，在 90℃时恒温 2h 观察单体电池状态；以相同的速率继续升温，至 149℃是恒温 2h，观察单体电池状态。

(3) 单体电池短路

在被检单体电池的外壳温度稳定在 55℃后，在此温度下对电池进行外部短路，外电路的总电阻应小于 0.1 欧姆，持续短路至电池外壳温度回落到 55℃后至少再继续短路 1h。

继续观察样品 6h。

用做过冲击试验的电池进行该项试验。

(4) 单体电池强制放电

单体电池在环境温度下与 12V 直流电源串联连接，以电池制造商规定的最大持续放电电流作为初始电流强制放电。

将一个大小和功率适合的负载电阻与被检单体电池以及直流电源串联以获得规定的放电电流。每一个单体电池/电池被强制放电的时间 t_d 等于

$$t_d = C_r / I_i$$

式中：

T_d --放电时间

C_r --电池的额定容量

I_i --放电的初始电流

用完全放电的电池进行该项试验。

在强制放电结束后，观察受检电池 7d。

(5) 电池短路

在被检电池的外壳温度稳定在 55℃ 后，在此温度下对电池进行外部短路，外电路的总电阻应小于 0.1 欧姆，持续短路至电池外壳温度回落到 55℃ 后至少再继续短路 1h。

继续观察样品 6h。

用做过冲击试验的电池进行该项试验。

(6) 过放电

被检验电池预放 50% 放电深度后和三个同型号、未放电的电池串联连接。

电阻 R_1 按图 3 与电池组串联， R_1 的阻值见表 7.8.9 (6)。

过放电的负载电阻 表 7.8.9 (6)

电池型号	负载电阻 R_1 Ω
CR17345	8.20
CR15H270	8.20
FR14505	3.60
FR10G445	3.60

注：当其他卷绕式的电池标准化后，该表将被修订和扩充。
 示例：在对 CR17345 和 CR15H270 电池标准化时， R_1 的值是根据图 3 中电池组的终止电压并按下列公式计算得出的：
 $R=4 \times 2.0V/1A$
 式中：
 2.0V-IEC60086-2 中规定的该电池的终止电压；
 1A-检验电流
 R 值经四舍五入后最接近于 IEC60086-1 中表 4 的某个值确定为 R_1 值。

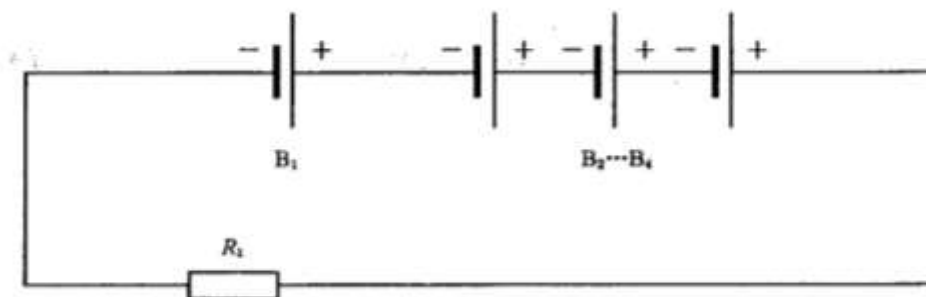


图 3 过放电的电路示意图

B₁--受检电池，分别进行 50% 预放电和 75% 预放电两次检验；

B₂...B₄--未放电的附加电池；

R₁--负载电阻。

将被检电池放电 24h，或放电至电池外壳温度恢复到环境温度。

用预放 75% 放电深度的电池重复进行该项试验。

(7) 挤压

通过台钳或具有圆柱形活塞的液压油缸施加压力，使受检的单体电池或单元电池在两个平面之间被挤压。从最初的接触点开始，以约 1.5cm/s 速度持续进行挤压，当达到如下条件立即释压。

① 挤压力达到 13 kN ±0.78 Kn； 或

例：可通过活塞直径为 32mm 的液压油缸产生压力，直至压力达到 17MPa（约 13kN）。

② 电池电压降低至少 100 mV； 或

③ 电池变形量达到其初始厚度的至少 50%。

对于圆柱型电池，挤压时电池的长轴应平行与挤压装置的挤压面；对于矩形电池，挤压力应施加于垂直于电池长轴的两个轴向中的一个，下次再挤压另一轴向，对于扣式电池，则挤压其平面。每一个单体电池或单元电池只挤压一次。

用未做过其他检验的单体电池或单元电池进行该项检验。

观察电池至少 6h 以上。

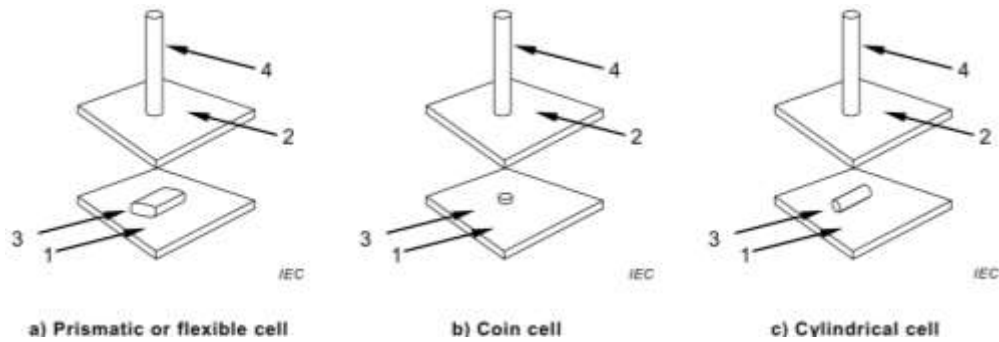


图 4 挤压示意图

1-试验表面 2-试验表面 3-被试电池 4-挤压活塞

(8) 重物撞击

冲击试验适用于直径大于 20 毫米的圆柱形电池。

将被检验的单体电池或单元电池放在一平板上，在样品中央横放一根直径 15.8mm 的不锈钢棒（长度 60mm 或被试电池的长度，取大者），使一 9.1kg 的重物从 $61\text{cm} \pm 2.5\text{cm}$ 的高度落在此不锈钢棒上。

圆柱形或矩形电池在经受重物撞击时，其纵轴应平行于平板，同时又垂直于放在样品上中央位置的不锈钢棒的纵轴。矩形电池还应绕其纵轴旋转 90° ，以保证其宽、窄两面均经受重物撞击。扣式电池在经受重物撞击时，其扁平面对应平行于平板，钢棒横放在电池的中心。

每个被检验电池只经受一次重物撞击。

用未做过其他检验的单体电池或单元电池进行该项检验。

观察电池至少 6h 以上。

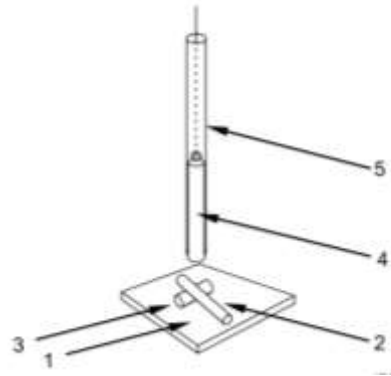


图 5 重物撞击示意图

1-试验表面 2-不锈钢棒 3-被试电池 4-重物 5-重物下落通道

(9) 非正常充电

每个电池反向接于一直流电源，经受三倍于制造商规定的非正常充电电流 I_c 。除非该直流电源可以设定电流，则应当在电池上串联一个阻值和功率恰当的电阻器来获得规定的充电电流。

检验时间由下式算得：

$$t_d = 2.5 \times C_n / (3 \times I_c)$$

式中：

t_d --检验时间。为了加快检验，允许调整检验参数，使得检验时间 t_d 不超过 7d；

C_n --标称容量；

I_c --由制造商规定的进行该项检验的非正常充电电流。

(10) 电池的不正确安装

一个受检电池和 3 个未放电的、相同型号的内含一个单体电池的附加电池以如图所示的方式串联连接，受检电池与其他电池反向连接。

回路的电阻不大于 0.1Ω 。

接通该电路 24h, 或者直至电池外壳的温度恢复到环境温度。

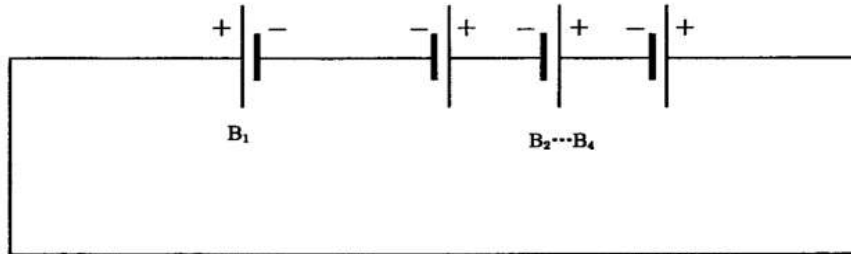


图 6 不正确安装的电路

B_1 --受检电池;

$B_2\dots B_4$ --未放电的附加电池。

(11) 绝缘、浸渍、灌装和密封材料

材料置于一个尺寸为 $150\text{mm} \times 80\text{mm} \times 20\text{mm}$ 的容器中, 材料离容器口应不超过 13mm 并且允许按承制方的标准工艺加以固化。容器内材料的温度应升至 $93^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 并倒置 24h, 观察其流动性。然后材料应在 $-40^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 下至少搁置 8h, 观察其收缩性。

(12) 单体电池泄漏

进行试验的单体电池不应有护套或封装物质。

每只单体电池在灌注电解质之前或之后均应进行称重并记录其重量。然后电池在 $55^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 的环境温度下贮存 7d, 7d 贮存结束后取出单体电池, 目视检查其是否出现泄漏, 再将单体电池放入干燥器中, 在室温下至少冷却 2h, 对每只单体电池重新进行准确至 0.1mg 的称重并记录其重量。如果发现 7d 贮存期间产生了泄漏, 则判检验不合格; 如果未泄漏所有单体电池应放入试验箱, 在 $55^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 的环境温度下贮存 21d。21d 贮存结束后, 取出单体电池放入干燥器中, 在室温下至少冷却

2h, 再对每只单体电池进行准确至 0.1mg 的称重并记录其重量。计算 7d 和 28d 之间电解质的重量损失。

(13) 单体电池水分含量

由承制方在生产过程中控制单体电池的水分含量并提供报告, 报告由订购方确认。

(14) 贮存寿命

电池的贮存寿命应按如下规定进行试验:

- ① 电池在 $55^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下贮存 30d (相当于室温条件下储存 1 年), 贮存期间应连续记录环境温度以证实贮存温度的准确性。50% 的电池应以相反的极性位置 (相对于另外 50% 的电池) 贮存。贮存结束后应检查电池是否膨胀、泄气、泄漏、破裂或燃烧。然后按 7.7.7.2.2 规定检验常温放电容量, 电池应符合 5.11a) 规定。
- ② 电池 7.2 规定的环境条件下储存 60 个月后, 按承制方规定的方法进行放电试验, 应符合 5.11 b) 规定。

7.9 配机试验

在完成电池的配机试验后, 才能作为 GMDSS 设备电池使用。在做配机试验时, 应按设备的标准工况进行放电试验, 以确定电池的容量 (或根据设备厂家提供的数据进行负载匹配, 完成容量估算)。对于需要在低温 (非常温工况) 工作的设备, 必须考虑低温对电池容量的影响, 应通过低温容量试验验证所配电池的容量满足设备的供电要求。

8 单件/单批检验

8.1 认可后单批产品如需申请本社发给船用产品证书, 单件/单批检验工作应在生产企业完成出厂试验后进行。

8.2 单件/单批检验时, 锂电池每型号应按批次进行至少 1% 抽检检验, 但不少于 10 只, 不超过 20 只。检验项目至少应包括:

- (1) 外观、标志和铭牌
- (2) 颜色
- (3) 极端形式
- (4) 电池开路电压
- (5) 电池负荷电压
- (6) 绝缘电阻
- (7) 尺寸和重量