

指南编号/Guideline No.E-06(201610)



E-06 蓄电池

生效日期/Issued date:2016 年 10 月 28 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

本指南是 CCS 规范的组成部分，规定船舶入级产品，授权法定产品检验适用技术要求，检验和试验要求。

本指南由 CCS 编写和更新，通过网页 <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 ps@ccs.org.cn

历史发布版本及发布时间：E-06(201610) 2015 年 10 月 20 日

本版本主要修改内容及生效时间：

勘误 E-06(201610)中文版生效时间

目 录

1	一般规定	4
2	图纸资料	4
3	设计技术要求	5
4	典型样品的选取	6
5	型式试验	6
6	单件/单批检验	15

1 一般规定

1.1 适用范围

本指南适用于固定安装的蓄电池。

1.2 规范性引用文件

1.2.1 IEC 60092-101-1980：船用电气设备 第 101 部分：定义及总要求；

1.2.2 IEC 60092-305-1980：第 305 部分：设备——蓄电池；

1.2.3 CCS《钢质海船入级规范》（以下简称《规范》）。

1.3 术语和定义

1.3.1 关于产品检验、认可、型式试验、样品、单件/单批检验等术语的定义，请参考 CCS《规范》第一篇第 3 章 3.1.2 条；

1.3.2 批次：特指由同一生产者在相同的生产线按相同的生产工艺生产的相同规格的产品。

2 图纸资料

2.1 应将下列图纸资料提交 CCS 批准：

- (1) 总图；
- (2) 主要零部件图，包括：外壳图、极板图；
- (3) 产品技术条件
- (4) 型式试验大纲。

2.2 应将下列图纸资料提交 CCS 备查：

- (1) 原材料清单；
- (2) 重点生产工艺（如和膏、涂片等）；
- (3) 产品使用说明书。

3 设计技术要求

3.1 所有极板应为刚性结构，并应设计成活性材料的实际脱落为最小。单体电池的结构应能防止倾斜达 40°时电解液外溢，并应防止散发酸雾或碱雾。

3.2 单体蓄电池应组装在结构坚固和用适当材料制成的壳体或托盘内，并具有便于搬运的措施。组装成的蓄电池组的重量最好不超过 100kg。这一要求不适用于由于重量重，不可能组装在上述壳体或托盘内的单体蓄电池。

3.3 应急蓄电池组的设计和安装，应保证在船舶正浮和横倾达 22.5°，或在首尾方向任何一端纵倾至 10°，或在前述各范围内作任何混合角度的倾斜时，均能在全额定功率下运行。

3.4 产品技术图纸描绘制作应符合有关标准要求。

3.5 船用蓄电池的端子形式有锥式和直角式两种。

3.6 船用蓄电池端子应有明显持久的极性符号正端子标记为+ 或 P 负端子标记为- 或 N。

3.7 船用蓄电池用于端极柱”及其材料应用铜或铜合金制造并在其上镀铅。

3.8 船用蓄电池壳体和电池盖应由坚固且耐腐蚀材料制成。

3.9 船用蓄电池壳体应安全地附有牢固的铭牌，并应有如下标志：

3.9.1 船用起动（或照明）铅酸蓄电池

3.9.2 产品型号；

3.9.3 容量（最好采用 5，10 或 20 小时率额定容量）；

3.9.4 电压；

3.9.5 产品编号或批号；

3.9.6 制造厂名；

3.9.7 制造日期；

3.9.8 船检标志。

4 典型样品的选取

型式试验时样品规格应至少包括具有最大容量的产品；每一规格应选择六只产品进行试验。

5 型式试验

5.1 蓄电池的型式试验应至少进行以下的试验项目：

5.1.1 外观检查(包括“外形尺寸检查”和“端子检查”)；

5.1.2 极性检查；

5.1.3 气密性检查（适用时）；

5.1.4 封口剂；

5.1.5 绝缘电阻；

5.1.6 容量（对起动用蓄电池应考核起动能力和储备容量）倾斜达 22.5° 的状态下；

5.1.7 耐最大放电电流（适用于通信、照明用蓄电池）；

5.1.8 耐过充电能力（适用于通信、照明用蓄电池）；

5.1.9 密封反应效率（适用于通信、照明用蓄电池）；

5.1.10 过充电寿命（适用于通信、照明用蓄电池）；

5.1.11 低温起动能力（适用于起动用蓄电池）；

5.1.12 充电接受能力（适用于起动用蓄电池）；

5.1.13 循环耐久能力（适用于起动用蓄电池）；

5.1.14 荷电保持能力；

5.1.15 防爆性；

5.1.16 防酸雾性；

5.1.17 耐倾斜性；

5.1.18 耐摇摆性；

5.1.19 耐振性。

5.2 试验方法：

5.2.1 测量仪器

(1) 电气仪表

- ① 所有仪表量程应与待测电压或电流相称，指针式仪表读数应在量程的后三分之一范围内。
- ② 电压表的精度不应低于 0.5 级，内阻不应小于 $300\ \Omega/V$ 。
- ③ 电流表的精度不应低于 0.5 级。

(2) 温度计

温度计应具有适当的量程，分度值不应大于 1°C ，标定精度不应低于 0.5°C 。

(3) 密度计

密度计应具有适当的量程，分度值不应大于 0.005g/cm^3 ，标定精度不应低于 0.005g/cm^3 。

(4) 计时器

计时器应按时、分、秒分度，精度应不低于 $\pm 1\text{s/h}$ 。

(5) 衡器

衡器的精度应不低于 $\pm 0.05\%$ 。

(6) 兆欧表

兆欧表的精度等级不应低于 1.5 级，电压等级不应低于 250V。

(7) 量具

量具的精度不应低于 1mm.

(8) 压力计

压力计的精度不应低于 0.25 级。

5.2.2 试验用蓄电池的预处理

- (1) 试验用蓄电池应采用制成后 3 个月以内的产品，并应以正立状态进行实验。
- (2) 试验前所有蓄电池必须经完全充电，干式荷电或湿荷电蓄电池要经激活。
- (3) 蓄电池的完全充电是在 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 环境中，以单体蓄电池电压为 $2.35\text{V} \pm 0.05\text{V}$ 进行充电，时间不少于 24h, 充电初期电流不应超过 $2I_{10}$ (在充电初期，当充电电流超过 $2I_{10}$ 时，允许适当降低充电电压)，在充电末期 4h 内，充电电流无明显变化，可以确定蓄电池已完全充电。

5.2.3 外形尺寸

用符合要求的量具测量蓄电池外形尺寸。结果应符合批准图纸的要求。

5.2.4 外观

用目视检查蓄电池外观。不应有裂纹、污迹及明显变形。

5.2.5 气密性试验

对未注电解液的蓄电池充入或抽出空气，使其内部与外部的压力差等于 4kPa （通讯、照明用铅酸蓄电池），或 20kPa （起动用铅酸蓄电池），观察压力计的示值。未注电解液的蓄电池在内部与外部的气压差为 4kPa （通讯、照明用铅酸蓄电池）或 20kPa （起动用铅酸蓄电池）时，压力计的读数应至少稳定 3s。

5.2.6 封口试验

- (1) 耐寒试验

将未注入电解液的蓄电池，放入低温箱或低温室内，在 $-30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 温度下保持 6h。当温度回升到 $-20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 时，将蓄电池从低温箱或低温室内取出，在 1min 内用目视观察封口剂的状况。封口剂在 -30°C 时不应出现裂纹，且不应与蓄电池槽、盖分离。

(2) 耐热试验

将做过耐寒的蓄电池，在室温下保持 6h 后，放入恒温箱，并使用蓄电池倾斜与水平面成 45° ，在 $65^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 温度下保持 6h，将蓄电池从恒温箱内取出，用目视观察封口剂的情况。封口剂在 65°C 时不应溢流。

5.2.7 绝缘电阻试验

在环境温度为 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 25%~75% 的条件下，将注入电解液的蓄电池外表擦洗干净，待其表面干燥后，置于金属板上，将兆欧表的一端接在蓄电池的任一端子上，兆欧表的另一端接到金属板上进行测量。加注电解液的蓄电池，其对地的绝缘电阻不应低于 $10\text{M}\Omega$ 。

5.2.8 容量试验

- (1) 整个试验期间，蓄电池均放置在温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的水槽中，蓄电池上缘露出水面不得超过 25mm，蓄电池之间及蓄电池与水槽壁之间的距离，均不得少于 25mm。
- (2) 普通式蓄电池在完全充电结束后 1h~24h 内，当电解液温度达到 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 时，10 小时率容量用电流 I_{10} 放电到单体蓄电池平均电压为 1.80V；1 小时率容量用电流 I_1 放电到单体蓄电池平均电压为 1.75V 时终止，记录放电时间。
- (3) 密封式蓄电池在完全充电结束后 1h~24h（起动蓄用电池应在 1h~5h）内，当蓄电池端柱表面温度达到 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 时，10 小时率容量用电流 I_{10} 放电到单体蓄电池平均电压为 1.80V；1 小时率容量用电流 I_1 放电到单体蓄电池平均电压为 1.60V 时终止，记录放电时间。
- (4) 容量用放电电流乘以放电到终止电压的时间来计算。
- (5) 放电开始时，若温度不是基准温度 25°C ，则将实测容量按公式（1）换算成基准温度 25°C 时的容量。

$$C_e = \frac{C_t}{1 + K(t - 25)} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

C_e ——蓄电池在基准温度 25℃时的容量, Ah;

C_t ——蓄电池的实测容量, Ah;

K ——温度系数, 10 小时率容量实验时, $K=0.006/^\circ\text{C}$; 1 小时率容量实验时, $K=0.01/^\circ\text{C}$;

t ——放电开始时的温度, $^\circ\text{C}$ 。

- (6) 蓄电池 10 小时率容量和 1 小时率容量在 5 次容量试验内至少应有一次不低于额定容量的 95%。

5.2.9 耐最大放电电流试验

蓄电池在完全充电结束后 1h~24h 内, 当普通式蓄电池电解液温度(密封式蓄电池端柱表面温度)达到 $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 时, 用电流 $30I_{10}$ 放电 5s, 或用电流 $15I_{10}$ 放电 1min, 用目视观察极柱外观。蓄电池用电流 $30I_{10}$ 放电 5s, 或用电流 $15I_{10}$ 放电 1min 时, 其导电部件不应熔断, 外观不应有明显变形。

5.2.10 耐过充电能力试验

- (1) 进行耐过充电能力试验的蓄电池 10 小时率容量应符合“蓄电池 10 小时率容量和 1 小时率容量在 5 次容量试验内至少应有一次不低于额定容量的 95%”的要求, 并经完全充电。
- (2) 在温度为 $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 的环境中用电流 $0.3I_{10}$ 连续充电 160h, 静置 1h, 用目视视察蓄电池外观。
- (3) 用电流 $0.3I_{10}$ 连续充电 160h 时, 蓄电池不应漏液和明显变形。

5.2.11 荷电保持能力试验

- (1) 进行荷电保持能力试验的蓄电池 10 小时率容量应符合“蓄电池 10 小时率容量和 1 小时率容量在 5 次容量试验内至少应有一次不低于额定容量的 95%”的要求, 并经完全充电。
- (2) 在温度为 $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 的环境中开路保存 28d 后, 不经再充电按 6.5.2.8 试验并计算 10 小时率容量。
- (3) 按公示 (2) 计算蓄电池荷电保持能力。

$$R = \frac{C_b}{C_{10}} * 100 \dots \dots \dots (2)$$

式中:

R —— 荷电保持能力

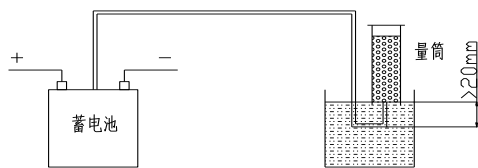
C_b —— 保存后 10 小时率容量, Ah;

C_{10} —— 10 小时率额定容量, Ah。

(4) 试验结果应符合“蓄电池荷电保持能力不应低于 95%”的要求。

5.2.12 密封反应效率试验

- (1) 进行密封反应效率试验的蓄电池 10 小时率容量应符合 4.10 的要求, 并经完全充电。
- (2) 在温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境中, 用 $0.1I_{10}$ 电流连续充电 96h。按 5.2.10 做过耐过充电能力试验的蓄电池, 这一充电可以省略。
- (3) 用电流 $0.05I_{10}$ 继续连续充电。充电 1h 后, 开始收集气体 1h。收集气体时充电仍继续。气体收集示意图见图 1。



(4) 按公式 (3) 和公式 (4) 计算密封反应效率。

$$V = \frac{P}{P_0} * \frac{298}{(t + 273)} * \frac{v}{Q} \dots \dots \dots (3)$$

式中:

V —— 环境温度 25℃, 大气压强为 1 个标准大气压, 充电电量 1Ah, 蓄电池排出的气体量, ml/Ah;

P —— 收集气体时的大气压强, kPa;

P_0 —— 标准大气压, 101.3 kPa;

t —— 量筒处的环境温度, ℃;

v —— 收集到的蓄电池排出的气体量, ml;

Q —— 其他收集期间向蓄电池充电的电量, Ah.

$$\eta = \left(1 - \frac{v}{684}\right) * 100 \dots\dots\dots(4)$$

式中:

η —— 密封反应效率, %;

684 —— 环境温度为 25 ℃, 大气压强为 1 个标准大气压, 充电量 1Ah, 蓄电池的理论气体发生量, ml/Ah。

- (5) 试验结果应符合“蓄电池经过完全充电后, 用电流 0.1I₁₀ 连续充电 96h, 再用电流 0.05I₁₀ 连续充电 1h 后, 蓄电池密封反应效率不应低于 90%”的要求。

5.2.13 排气阀动作试验

排气阀动作试验仅对部件进行。在排气阀上逐渐加上空气压力, 测定开阀时的压强, 通过自然放置减压, 测定关阀时的压强。结果应符合“蓄电池排气阀的开阀压应在 49kPa 以下, 闭阀压应在 1 kPa 以上”的要求。

5.2.14 过充电寿命试验

- (1) 进行过充电寿命试验的蓄电池 1 小时率容量应符合容量试验的要求, 并经完全充电。
- (2) 在温度为 25℃ ±5 ℃ 的环境中, 用电流 0.2I₁₀ 连续充电, 每 30d 按 5.2.8 进行 1 小时率容量试验, 当蓄电池容量低于 1 小时率额定容量的 80% 且经证实, 即为寿命终止。
- (3) 计算蓄电池充电的总天数。结果应符合“蓄电池用电流 0.2I₁₀ 连续充电, 每 30d 作为 1 个循环。密封式蓄电池过充电寿命不应低于 240d; 普通式蓄电池过充电寿命不应低于 360d”的要求。

5.2.15 防爆性试验

蓄电池经完全充电后, 用电流 0.15I₁₀ 进行充电, 1h 后在排气部位附近用 24V 直流电源熔断 1A 保险丝产生火花, 反复试验两次, 结果应符合“在排气部位附

近产生火花时，蓄电池本体不应爆炸”的要求。

5.2.16 防酸雾性试验

蓄电池经完全充电后，用电流 I_{10} 进行充电待电解液强烈析出气体时，用经蓄电池用水润湿的 PH 试纸，悬挂于离逸气部位 5mm 处，历时 2h，观察试纸是否变红色。结果应符合“蓄电池经完全充电后，以电流 I_{10} 进行充电时，蓄电池不应有酸雾逸出”的要求。

5.2.17 耐倾斜性试验

- (1) 将完全充电的蓄电池开路放置 4h。
- (2) 将蓄电池紧固在试验台上，用电流 I_{10} 连续放电，放电电流偏差应维持在 $\pm 1\%$ 规定值的范围内，将蓄电池向前、后、左、右各个方向按下列条件依次倾斜：
 - ① 蓄电池在 1s 内由垂直位置倾斜 40° ；
 - ② 蓄电池在倾斜 40° 的位置保持 15min；
 - ③ 蓄电池在 1s 内恢复垂直位置。
- (3) 试验结果应符合“蓄电池前、后、左、右倾斜 40° ，各保持 15min，蓄电池放电电流应稳定，电压应正常，电解液应无渗漏或溅出现象”的要求。

5.2.18 耐摇摆性试验

- (1) 将完全充电的蓄电池开路放置 4h。
- (2) 将蓄电池紧固在试验台上，用电流 I_{10} 连续放电，放电电流偏差应维持在 $\pm 1\%$ 规定值的范围内，以前后、左右两个水平轴向 $\pm 22^\circ 30'$ ，周期 10s，各摇摆 10min。
- (3) 试验结果应符合“蓄电池放电电流应稳定，电压应正常，电解液应无渗漏或溅出现象”的要求。

5.2.19 耐振性试验

- (1) 将完全充电的蓄电池开路放置 4h。
- (2) 将蓄电池紧固在试验台上，用电流 I_{10} 连续放电，放电电流偏差应维持在 $\pm 1\%$ 规定值的范围内，以频率为 30Hz~34Hz，加速度为 30ms⁻² 垂直振动 2h，且振动尽可能接近正弦波形。
- (3) 试验结果应符合“蓄电池应无机械损伤，放电电流应稳定，电压应正常，电解液应无渗漏或溅出现象”要求。

5.2.20 充电接受能力试验

- (1) 完全充电的蓄电池在温度为 0℃~30℃ 的条件下，以电流 I_0 放电 5 h。
- (2) 电流 I_0 按公式(5)计算

$$I_0 = C_{10}/10 \dots \dots \dots (5)$$

式中 C_{10} 为按容量试验的三次试验中的最大值。

- (3) 放电结束后，立即将蓄电池放入温度为 0℃ \pm 1℃ 的低温箱或温室放置 20 h~25 h。
- (4) 蓄电池在低温箱或低温室取出后 1 min 内，6 V 蓄电池用恒压 7.20 V \pm 0.02V，12 V 蓄电池用恒压 14.40 V \pm 0.05 V 充电，经 10 min 后，测记充电电流值 I_{CC} 。 I_{CC} 应不小于 $2I_{20}$ 。

5.2.21 低温起动能力试验

蓄电池完全充电后 1 h~5 h 内，将蓄电池放入温度为 -18℃ \pm 1℃ 的低温箱或低温室内冷却至少 20 h，或直到中间单体蓄电池电解液温度达到 -18℃ \pm 1℃。蓄电池在低温室或温箱取出后 1 min 内，以起动电流 I_S 放电 60 s。放电过程中，放电电流的偏差应维持 $\pm 1\%$ 规定值的范围内，测记蓄电池端电压。结果应符合“在连续三次的放电过程中，至少有一次的单体电压应高于 1.4V”的要求。

5.2.22 环耐久能力试验

- (1) 整个试验期间，除低温起动能力试验外，蓄电池均按 5.2.8.1 规定的条件放置在温度为 40℃ \pm 2℃ 的水浴中，然后连接到连续循环试验装置上。
- (2) 完全充电的蓄电池以电流 $2I_{20}$ 放电 1 h。随后立即用电流 $2I_{20}$ 充电 5 h，组成一次循环。蓄电池连续进行 36 次选样的循环后，在 5.2.22.1

的环境中开路静置 96 h，然后以起动电流 I_s 放电至单体蓄电池平均电压降至 1.33 V 时终止。放电结束后，立即将蓄电池完全充电并调整电解液密度和液面高度。

- (3) 上述过程组成一个循环耐久能力试验单元。
- (4) 蓄电池从循环耐久能力试验的第三个单元开始，在 36 次循环和开路静置 96 h 后，在没有再充电的情况下，接 5.2.21 进行低温起动能力试验，放电 60 s，测记蓄电池端电压。然后将蓄电池完全充电并调整电解液密度和液面高度，进行下一试验单元。当低温起动放电 60 s，单体蓄电池平均电压低于 1.00V。试验结束，该单元不计入承受循环耐久能力试验的单元。蓄电池应能承受至少 3 循环单元。

6 单件/单批检验

6.1 获得型式认可 B 后，单件/单批检验工作应在生产企业完成安装和出厂试验后进行。

6.2 企业的出厂试验报告应随检验申请书同时报 CCS。

6.3 单件/单批检验时，在工厂进行 100% 出厂检查的基础上，验船师应按批次进行至少 1% 抽检检验，但不少于 2 只；对于无法确定批次，应按每规格抽 10% 但不少于 1 只的方式进行。

6.4 单件/单批检验项目应包括：

- (1) 外形尺寸；
- (2) 外观检查；
- (3) 极性；
- (4) 气密试验。