



中国船级社

锂电池冷藏集装箱安全技术要求

(征求意见稿)

二〇二一年八月

目 录

1. 适用范围	1
2. 定义和术语	1
3. 一般要求	2
4. 电池单体和电池组	2
5. 锂电池系统	3
6. 电池管理系统	3
7. 电气装置	4
8. 消防要求	4
9. 通风要求	5
10. 试验要求	6

锂电池冷藏集装箱安全技术要求

1. 适用范围

1.1 本技术要求适用于在公路和铁路运输的仅以磷酸铁锂电池组向制冷机组供电的冷藏集装箱（以下简称为“锂电池冷藏集装箱”）。

1.2 锂电池冷藏集装箱除满足本技术要求外，还应满足中国船级社（以下简称“本社”）《集装箱检验规范》的适用要求以及主管机关的相关要求（如有时）。

2. 定义和术语

2.1 除另有规定外，本社《集装箱检验规范》的定义及下列定义和术语适用于本技术要求：

2.1.1 锂离子电池单体（以下简称“电池单体”）：利用锂离子作为导电离子，在阳极和阴极之间移动，将化学能与电能进行相互转换的基本单元装置，通常包括电极、隔膜、电解质、外壳和端子，并被设计成可充电。

2.1.2 锂离子电池模块（以下简称“电池模块”）：将一个以上锂离子电池单体按照串联、并联或串并联方式组合，并作为电源使用的组合体。

2.1.3 锂离子电池组（以下简称“电池组”）：通常包括电池单体、检测和控制电路、机械结构以及相应附件，具有从外部获得电能并可对外输出电能的单元，也可视为“电池包”。

2.1.4 锂离子电池管理系统（以下简称“电池管理系统”）：监视锂离子电池的状态（温度、电压、荷电状态等），可为锂离子电池提供通信、安全、电池单体均衡及管理控制，并提供与应用设备通信接口的系统。

2.1.5 锂离子电池系统（以下简称“锂电池系统”）：一个或一个以上的锂离子电池组及相应附件（电池管理系统、高压电路、低压电路、热保障系统等）构成独立的能量存储装置，能独立工作。

2.1.6 电池控制单元：控制、管理、检测或计算锂电池系统的电和热相关的参数，并提供电池系统和其它控制器通讯的电子装置。

2.1.7 锂电池舱：锂电池冷藏集装箱中专门用于储存锂电池系统的封闭处

所。

2.1.8 热失控：锂离子电池单体放热连锁反应引起的电池自温升速率急剧变化的过热、起火、爆炸现象。

2.1.9 热（失控）扩散：电池组或系统内由一个电池单体热失控引发的其余电池单体接连发生热失控的现象。

3. 一般要求

3.1 锂电池冷藏集装箱的设计、制造和使用应满足其预定的作业工况和使用环境条件。

3.2 与锂电池舱相连的锂电池冷藏集装箱的箱底和框架等结构应进行有效加强。

3.3 锂电池冷藏集装箱配备的消防系统、通风系统和制冷机组等附件应系固可靠或安装牢固。

3.4 锂电池舱的布置应满足锂电池系统及相关电气装置的防火、防爆和通风要求。

3.5 锂电池舱应能满足锂电池冷藏集装箱装卸和运输期间的相应防护要求，防护等级应不低于 IP22。

4. 电池单体和电池组

4.1 电池单体和电池组应符合本社接受的相关标准(如GB 38031等)的有关要求。

4.2 电池单体和电池组应装有安全排气装置，或在设计上能防止在运输期间发生意外事故的条件 下受力破裂。

4.3 电池单体和电池组应装有防止外部短路的保护装置。

4.4 电池组应装有防止反向电流造成危险所需的保护装置。

4.5 电池组应装设必要的系统来避免过度充电和过度放电。

4.6 电池组须牢固地连接在锂电池冷藏集装箱的内部结构中（如置于架子或柜子中），以防止锂电池冷藏集装箱在意外冲击、装卸、运输等过程中发生振动时，电池组发生短路、意外操作或显著位移。

4.7 电池单体和电池组应按本技术要求10.1.1条进行型式认可试验，并取得

本社的型式认可证书。

5. 锂电池系统

- 5.1 锂电池系统应固定安装在冷藏集装箱的锂电池舱内。
- 5.2 锂电池系统应配备与锂电池组性能相匹配的电池管理系统。
- 5.3 锂电池系统应在预定的使用环境所能收到的冲击和振动情况下可靠地工作，并符合本社接受的相关标准（如GB/T 21563和GB/T 36545等）的有关要求。
- 5.4 锂电池系统（包括电池组和电池管理系统等）的防护等级要求应符合本社接受的相关标准（如GB/T 4208中IP67）的要求。
- 5.5 锂电池系统应具备过流保护功能和短路保护功能。
- 5.6 锂电池系统的电气设计应充分考虑设备烧损的火灾隐患，采取必要的安全设计结构和措施，确保安全。
- 5.7 锂电池系统的温升应符合本社接受的相关标准（如GB/T 7251.1）的有关要求，系统外壳可触及部分的允许温度不应超过70℃。

6. 电池管理系统

- 6.1 电池管理系统应由低压蓄电池进行供电。
- 6.2 电池管理系统的基本功能要求应包括但不限于表6.1所示功能。

表 6.1 电池管理系统的基本功能要求

序号	功能分类	功能
1	电池状态监测	电池单体电压监测
2		电池总电压监测
3		充放电电流监测
4		电池温度监测
5		绝缘电阻监测
6	电池状态分析	SOC 估算
7	控制功能	开关控制
8		加热控制
9	能量管理	电池充、放电功率控制管理
10		均衡功能

序号	功能分类	功能
11	电池安全保护	保护报警机制
12		故障诊断及处理
13	信息管理	数据处理、存储和通信
14		诊断及程序更新功能

6.3 电池管理系统应满足本社接受的相关标准（如GB/T 25119等）的有关要求。

6.4 电池管理系统应具备将锂电池舱电池控制单元信息汇总的功能，并能将表6.1里的相关信息反馈至锂电池冷藏集装箱的箱载控制器。

6.5 电池管理系统与充电设施的通信协议应满足本社接受的相关标准（如GB/T 27930等）的有关要求。

6.6 电池管理系统应按本技术要求10.2.1条进行型式认可试验，并取得本社的型式认可证书。

7. 电气装置

7.1 电气装置的设计、制造和使用，应根据负荷分级和供电要求，明确电压选择、电能质量和负荷计算方法等，以确定电气装置、电源（包括应急电源）和低压配电保护的相关要求。

7.2 电气隐患的防护应符合本社接受的相关标准（如GB/T 21414等）的有关要求。

7.3 除锂电池系统外，电气设备外壳应符合本社接受的相关标准（如GB/T 4208中IP56）的防护等级。

7.4 电气和电子设备的电磁兼容性能应满足本社接受的相关标准（如GB/T 24338.4等）的有关要求。

8. 消防要求

8.1 锂电池舱应满足本社接受的相关标准（如GB/T 6771《电力机车防火和消防措施的规程》等）对防火措施结构规定的有关要求。

8.2 锂电池舱中用于固定电池单体或电池组的电池架，以及与锂电池舱接触的所有面应为不可燃烧的金属结构。

8.3 锂电池系统内部的零部件应选用符合本社接受的相关标准（如GB 8410、GB 32086、TB/T 3138 表A.1难燃级及以上或EN 45545-2 HL2及以上）所要求的材料。

8.4 锂电池舱应设置满足本社接受的相关标准（如GB 50116《火灾自动报警系统设计规范》等）的火灾探测报警装置。

8.5 锂电池舱应设置灭火系统，灭火系统应在发生火灾时自动起动，并能迅速扑灭锂电池舱的火灾和防止火灾复燃。

8.6 锂电池舱的灭火系统宜采用适用于扑灭锂电池火灾的气体灭火介质，如采用其他灭火介质，则该灭火介质应适用于扑灭锂电池火灾。

8.7 锂电池舱的灭火剂设计用量应满足本社接受的相关标准（如GB 50370《气体灭火系统设计规范》）的有关要求，采用新型灭火剂时其设计用量应经试验确定。

8.8 锂电池舱应根据冷藏集装箱的作业工况和使用环境条件，配备适当数量的备用灭火剂。

8.9 锂电池舱的灭火系统应通过灭火效用试验验证其有效性，并向本社提交相关试验报告。

9. 通风要求

9.1 锂电池舱应设有机械通风装置，以避免电池组周围环境温度过高影响电池工作安全，以及将锂电池热失控或热扩散情况下产生的可燃气体及时排出，以避免锂电池舱内形成爆炸性气体环境。

9.2 机械通风装置的风机应采用不会产生火花的型式。

9.3 当电池管理系统监测的电池温度高于设定值，应自动启动机械通风装置。除考虑锂电池舱的自然通风外，还应按锂电池厂家提供的方法进行电池热交换的机械通风量计算，若厂家未提供计算方法，则按以下方法计算通风量：

通风量 q' 不应小于下式计算所得之值：

$$q' = k(nQ + Q_1) / (0.335\Delta t) \quad \text{m}^3/\text{h}$$

式中： Q ——单个电池模块工作时自身产生的发热量，W；

Q_1 ——其他热源发热量，W；

n ——电池模块总数;

Δt ——锂电池舱与外面空气的最高温度差, °C; 其中, 最高温度取锂电池冷藏集装箱正常营运时可能出现的最高环境温度。

k ——风扇裕量常数, 实际选择时取1.5~2。

9.4 当锂电池舱内设置的可燃气体探测器探测到可燃气体浓度大于其爆炸下限(体积分数)的20%时, 亦应自动启动机械通风装置。该紧急情况下, 通风量应不小于10次/小时的换气次数。

9.5 当发生上述9.3情况时, 机械通风装置可由锂电池系统进行供电。当发生上述9.4情况时, 机械通风装置应由锂电池系统以外的其它电源单独供电。

9.6 若有资料证明锂电池舱在最恶劣情况下(包括可能的最高外部环境温度和锂电池系统发热最严重情况)的舱内温升不会影响锂电池工作安全, 则9.1条所述的正常情况下可免设机械通风装置。

9.7 若有替代措施防止锂电池热失控或热扩散情况下产生的可燃气体发生积聚, 则9.1条所述的锂电池热失控或热扩散情况下亦可免设机械通风装置。

10. 试验要求

10.1 电池单体和电池组

10.1.1 电池单体和电池组应按照联合国《试验和标准手册》及其修订版第38.3节的要求或本社接受的相关标准(如GB 38031等)进行型式认可试验。具体的试验项目如表10.1.1所示。

表 10.1.1 电池单体和电池组的试验项目表

序号	试验项目	电池单体	电池组
1	低气压试验	——	√
2	温度循环试验	√	——
3	振动试验	——	√
4	冲击试验	——	√
5	外部短路试验	√	√
6	挤压试验	√	√
7	过充电试验	√	√
8	过放电试验	√	——

序号	试验项目	电池单体	电池组
9	加热试验	√	——
10	模拟碰撞试验	——	√
11	湿热循环试验	——	√
12	热稳定性试验	——	√
13	浸水试验	——	√
14	温度冲击试验	——	√
15	盐雾试验*	——	√

注：带*的试验项目可根据电池组的使用环境条件考虑免做。

10.2 电池管理系统

10.2.1 电池管理系统应按本社接受的相关标准进行型式认可试验,如表10.2.1所示。

表10.2.1 电池管理系统的试验项目表

序号	试验项目		试验方法参照标准
1	外观检查	外观	GB/T 25119
2	状态参数测量精度	总电压	GB/T 38661
3		总电流	
4		单体（电芯组）电压	
5		温度	
6		绝缘电阻	
7	SOC估算	SOC估算精度	GB/T 38661
8	故障诊断	电池故障诊断	GB/T 38661
9	绝缘性能	绝缘电阻	GB/T 38661
10		耐电压	
11	电气适应性能	直流供电电压	GB/T 38661
12		过电压	
13		叠加交流电压	
14		供电电压缓降和缓升	
15		供电电压瞬态变化	
16		反向电压	
17		短路保护	
18		断电试验	GB/T 25119

序号	试验项目		试验方法参照标准
19	环境适应性能	正弦振动*	GB/T 38661
20		随机振动	
21		机械冲击	
22		低温性能	
23		高温性能	
24		温度梯度	
25		温度循环	
26		耐盐雾*	
27		湿热试验	
29		电磁兼容性能	
30	辐射骚扰		
31	电源线瞬态传导抗扰度		
32	信号线/控制线瞬态传导抗扰度		
33	电快速瞬态脉冲群抗扰度		
34	辐射抗扰度		
35	静电放电		
36	浪涌试验		GB/T 25119

注：带*的试验项目可根据电池管理系统的使用环境条件考虑免做。

10.3 其他试验

10.3.1 锂电池冷藏集装箱按本社《集装箱检验规范》进行各项结构试验时,应考虑锂电池舱（包括锂电池系统及附属设备等）自重产生的集中载荷影响。

10.3.2 锂电池冷藏集装箱应按本社接受的相关标准（如TB/T 3550.2等）进行公路/铁路运输工况的冲击试验，锂电池冷藏集装箱各部件和装置在试验后应能正常工作，结构无变形，连接部位无松动。

10.3.3 锂电池冷藏集装箱应按本社接受的相关标准（如GB/T 2423.22等）对箱载控制器进行温度循环试验，温度循环试验过程中和试验后，受试设备均能连续的进行预期的工作，无性能降低或者功能丧失。

10.3.4 锂电池冷藏集装箱应按本社接受的相关标准（如GB/T 21563等）对箱载控制器进行冲击和振动试验，在试验过程中和试验后，受试设备均能

连续的进行工作，没有性能降低或者功能丧失。

10.3.5 锂电池冷藏集装箱应按本社接受的相关标准（如GB 4208等）对箱载控制器进行外壳防尘和防水试验，防尘试验后，样品内部无尘进入；防水试验后，向外壳各方向喷水无影响，样品内部无水进入。

10.3.6 锂电池冷藏集装箱应按本社接受的相关标准（如GB/T 20626.1等）对箱载控制器进行温升试验，试验过程中箱载控制器内部部件的温度不应超过限值。

10.3.7 锂电池冷藏集装箱应按本社接受的相关标准（如GB/T 20626.1和GB/T 24338等）对箱载控制器进行静电放电测试，6kV接触放电，8kV空气放电，试验过程中和试验后未出现功能降级。

10.3.8 锂电池冷藏集装箱应按本社接受的相关标准（如GB/T 17627.1等）对箱载控制器进行介电性能试验，试验过程中应能承受其可能经受的瞬态过电压，试验期间不应有闪烁出现。

10.3.9 锂电池冷藏集装箱应按本社接受的相关标准（如GB/T 20626.1等）进行整箱电气间隙试验，测试高压盒带电端子到可触及接地外壳的电气间隙应满足要求。

10.3.10 锂电池冷藏集装箱应按本社接受的相关标准（如GB/T 20626.1、GB4943.1等）进行整箱电气温升试验，试验过程中箱载控制器、高压盒、锂电池组的可触及外表面和外壳温度不应超过限值；可触及外表面和外壳的温度不应超过：70℃（对于金属）；80℃（对于玻璃，瓷料和釉料）；95℃（对于塑料和橡胶）。

10.3.11 锂电池冷藏集装箱应按本社接受的相关标准（如GB/T 20645和GB/T 12817等）进行整箱电气介电性能（工频耐受电压和绝缘电阻）试验；工频耐受电压试验期间不应出现击穿，绝缘电阻应不小于2MΩ。

10.3.12 锂电池冷藏集装箱应按本社接受的相关标准（如GB 4706.1等）进行整箱电气接地电阻及连续性检测，在规定的低电阻试验中，电阻值应不超过0.1Ω。