

指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD04-2022



中国船级社

锂电池冷藏集装箱检验指南

2022

2022年4月1日生效

北京

目 录

第 1 章 通则	1
第 1 节 一般规定.....	1
第 2 章 技术要求	3
第 1 节 一般规定.....	3
第 2 节 基本要求.....	3
第 3 节 电池管理系统.....	4
第 4 节 电气装置.....	6
第 5 节 消防.....	7
第 6 节 机械通风.....	8
第 3 章 试验要求	9
第 1 节 电池单体和电池组.....	9
第 2 节 电池管理系统.....	9
第 3 节 其他试验.....	11
第 4 章 检验要求	13
第 1 节 一般规定.....	13

第1章 通则

第1节 一般规定

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 《锂电池冷藏集装箱检验指南》（以下简称“本指南”）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”）。

1.1.1.2 锂电池冷藏集装箱除满足本指南外，还应满足中国船级社（以下简称“CCS”）《集装箱检验规范》的适用要求以及主管机关的相关要求。

1.1.2 定义和术语

1.1.2.1 除另有规定外，CCS《集装箱检验规范》中的相关定义适用于本指南。

1.1.2.2 锂离子电池单体（以下简称“电池单体”）：系指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。

1.1.2.3 锂离子电池模块（以下简称“电池模块”）：系指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。

1.1.2.4 锂离子电池组（以下简称“电池组”）：通常系指包括电池单体、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”。

1.1.2.5 锂离子电池管理系统（以下简称“电池管理系统”）：系指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、安全监测、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。

1.1.2.6 锂离子电池系统（以下简称“锂电池系统”）：系指一个或一个以上的锂离子电池模块或电池组及相应附件（包括电池管理系统、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，且能独立工作。

1.1.2.7 电池控制单元：系指控制、管理、检测或计算锂电池系统的电和热相关的参数，并提供锂电池系统和其他控制器通讯的电子装置。

1.1.2.8 功率变换系统：系指与锂离子电池组配套，连接于电池组与用电负荷或充电口之间，向用电负荷供电或通过充电口向电池组充电的系统，主要由变流器及其控制系统构成。

1.1.2.9 锂电池舱：系指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。

1.1.2.10 热失控：系指锂离子电池单体放热连锁反应引起的电池温度不可控上升的现象。

1.1.2.11 热（失控）扩散：系指电池组或锂电池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。

第2章 技术要求

第1节 一般规定

2.1.1 一般要求

2.1.1.1 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。

2.1.1.2 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，以承受锂电池舱自重（包括锂电池系统及附属设备等）产生的载荷影响。

2.1.1.3 锂电池冷藏集装箱配备的接地装置、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。

2.1.1.4 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。

2.1.1.5 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，以及CCS《集装箱检验规范》7.3.3节的风雨密试验要求。

2.1.1.6 锂电池舱顶部宜设置泄压设施，泄压设施可采用轻质屋面板、轻质墙体或易于泄压的门、窗等结构。

第2节 基本要求

2.2.1 电池单体和电池组

2.2.1.1 电池单体和电池组应符合联合国《试验和标准手册》及其修订版第38.3节（以下简称“UN 38.3”）的相关要求，此外可根据作业工况和使用环境条件考虑满足CCS接受的标准（如GB 38031）的有关要求。

2.2.1.2 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。

2.2.1.3 电池组应装有防止外部短路的保护装置。

2.2.1.4 电池组应装有防反接装置。

2.2.1.5 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。

2.2.1.6 电池单体和电池组应按本指南3.1.1.1条进行型式认可试验，并取得CCS的型式认可证书。

2.2.2 锂电池系统

2.2.2.1 锂电池系统应固定安装在冷藏集装箱的锂电池舱内。

2.2.2.2 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。

2.2.2.3 锂电池系统应在预定的使用环境所能受到的冲击和振动情况下可靠地工作，并符合CCS接受的标准（如GB/T 21563中的1类B级、GB/T 36545）的有关要求。

2.2.2.4 锂电池系统的外壳防护型式的选择，应与安装的场所和作业环境条件相适应。

2.2.2.5 锂电池系统应能全面检测电池的运行状态，包括电池单体/模块和电池系统电压、电流、温度和电池荷电量等，异常状态时发出报警。

2.2.2.6 锂电池系统应具备过充保护、过放保护、过压保护、欠压保护、过流保护、过温保护、输入反接保护和直流绝缘监测等功能。

2.2.2.7 电池组的成组方式及其连接拓扑应与功率变换系统的拓扑结构相匹配，并应减少电池并联个数。

2.2.2.8 锂电池系统可考虑设置能够远程操作的紧急关断装置，用于断开锂电池组的连接。

2.2.2.9 锂电池系统应设置防止凝露引起事故的安全措施。

2.2.2.10 锂电池系统相关设备，如电池组、电池管理系统、高低压电器柜等，其外壳应为不燃材料。

2.2.2.11 锂电池系统的布置应满足锂电池的防火、防爆和通风的要求，锂电池的温升应使其最高温度不超过制造商的限定值。

第3节 电池管理系统

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 电池管理系统应由低压蓄电池进行供电。

2.3.1.2 电池管理系统应满足CCS接受的标准（如GB/T 25119）的有关要求。

2.3.1.3 电池管理系统与充电设施的通信协议应满足CCS接受的标准（如GB/T 27930）的有关要求。

2.3.1.4 电池管理系统应按本指南3.2.1.1条进行型式认可试验，并取得CCS的型式认可证书。

2.3.2 基本功能

2.3.2.1 电池管理系统的基本功能包括参数测量、输出报警及保护控制，应包括但不限于表2.3.2.1所示功能信息，且应能就地或通过等效方式显示相关安全信息。

2.3.2.2 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 2.3.2.1 里的相关信息反馈至锂电池冷藏集装箱的箱载控制器。

电池管理系统的基本功能要求

表 2.3.2.1

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	电池荷电状态（SOC）估算
7		电池健康状态（SOH）评估
8	控制功能	开关控制
9		加热控制
10	能量管理	电池充、放电功率控制管理
11		均衡功能
12	报警功能	电池单体电压过压、欠压
13		电池串联回路电流过流
14		电池单体温度高
15		剩余电量（SOC）低
16		过充过放
17		应急排气故障（如有时）
18		保护功能故障
19		温度检测故障
20		充电故障
21		电池单元间电压不平衡
22		电池系统因故障停止运行
23		电池断路器/继电器不正常动作
24	安全保护功能	过流保护
25		过充过放保护
26		过高温保护
27		自检功能故障保护
28	信息管理	数据处理、存储和通信
29		诊断及程序更新功能

第4节 电气装置

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 用电负荷中，当中断供电将发生火灾和爆炸等情况，以及其他不允许中断供电的负荷，为特别重要的负荷（如2.4.1.4条所述）。应设置备用蓄电池，用于向特别重要负荷供电。

2.4.1.2 备用蓄电池应按负荷性质、负荷容量及备用供电时间等要求选择。

2.4.1.3 备用蓄电池与电池组之间应采取防止并列运行的措施。

2.4.1.4 如设有消防负荷和应急通风负荷，应由备用蓄电池供电，或切换由备用蓄电池供电。

2.4.1.5 正常运行情况下，用电负荷端子处的电压偏差允许值，应符合CCS接受的标准（如GB 50055）的有关要求。

2.4.1.6 直流侧电压应根据电池特性、耐压水平、绝缘性能确定，不宜高于1kV。

2.4.2 电器

2.4.2.1 电器的额定电压、额定频率应与所在回路标称电压及标称频率相适应。

2.4.2.2 电器的额定电流不应小于所在回路的计算电流。

2.4.2.3 电器应适应所在场所的环境条件。

2.4.2.4 电器应满足短路条件下的动稳定与热稳定的要求。用于断开短路电流的电器，应满足短路条件下的通断能力。

2.4.2.5 当维护测试和检修设备需断开电源时，应设置隔离电器。隔离电器应具有将电气装置从供电电源绝对隔开的功能，并应采取保护措施，防止任何设备无意的通电。

2.4.2.6 配电线路采用的上下级保护电器，其动作应具有选择性，各级之间应能协调配合；对于非重要负荷的保护电器，可采用无选择性切断。

2.4.3 功率变换系统

2.4.3.1 功率变换系统的功能应符合下列要求：

（1）应采集功率变换系统交、直流侧电压、电流等模拟量和装置正常运行、报警故障等开关量信息。

（2）应接收电池管理系统的电池电压、温度、计算电量等模拟量和故障报警等开关量保护、联合控制所需信息。

（3）应完成功率变换系统运行状态的切换及控制逻辑，且应包括功率变换系统的启停、控制方式的切换、运行状态的转换。

（4）应具备保护功能，确保各种故障情况下的系统和设备安全。包括但不限于：直流

过压/欠压保护、直流过流保护、直流输入反接保护、交流过压/欠压保护、交流过流保护等。

2.4.3.2 功率变换系统应布置于易于通风和散热的位置。

第5节 消防

2.5.1 防火要求

2.5.1.1 锂电池舱应满足CCS接受的标准（如GB/T 6771）对防火措施结构规定的有关要求。

2.5.1.2 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。

2.5.1.3 锂电池系统内部的零部件应选用符合CCS接受的标准（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。

2.5.1.4 锂电池舱内若采用保温、铺地和装饰等材料时，其燃烧性能等级应为A级（即不燃材料）。

2.5.1.5 锂电池舱的隔墙上有管线穿过时，应使用以阻燃材料制成的贯穿件或具有阻燃性能的密封剂封堵孔隙，以保证隔墙的耐火完整性不被破坏。

2.5.1.6 若锂电池舱设有空调系统或机械通风装置时，通风管道、风口及阀门等组件应采用不燃材料制作，以防止火势通过通风管道蔓延。

2.5.2 探火要求

2.5.2.1 锂电池舱应设置满足CCS接受的标准（如GB 50116和GB 16806）的火灾探测报警装置。

2.5.3 灭火要求

2.5.3.1 锂电池舱应设置灭火系统，灭火系统应在发生火灾时自动启动，并能迅速扑灭锂电池舱的火灾和防止火灾复燃。若不能对电池组内部的火灾隐患采取防范措施，则建议在电池组内部采取相应的灭火措施。

2.5.3.2 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。

2.5.3.3 锂电池舱的灭火剂设计用量应满足CCS接受的标准（如GB 50370）的有关要求，采用新型灭火剂时其设计用量应经试验确定。

2.5.3.4 锂电池舱的灭火剂数量应根据冷藏集装箱的作业工况和使用环境条件考虑设计裕度，额外配备适当数量的灭火剂，且额外配备的每个灭火剂的容量应不小于锂电池舱单个灭火剂的设计用量。

2.5.3.5 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CCS提交相关试验报告。

第6节 机械通风

2.6.1 一般要求

2.6.1.1 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。

2.6.1.2 机械通风装置的风机应采用无火花型。

2.6.2 功能要求

2.6.2.1 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，还应按以下方法或者锂电池制造商提供的方法计算电池热交换的机械通风量：

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 ——锂电池舱与外界空气的最高温度差， $^{\circ}\text{C}$ ；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， $(\text{m}^3/\text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}) / \text{W}$ ，实际选择时取1.5~2。

2.6.2.2 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。

2.6.2.3 当发生上述2.6.2.1条情况时，机械通风装置可由锂电池系统进行供电。当发生上述2.6.2.2条情况时，机械通风装置应由锂电池系统以外的其他电源单独供电。

2.6.3 替代措施

2.6.3.1 若有资料证明自然通风或采用通风替代措施能保证锂电池舱内温升不会影响锂电池工作安全，或者当电池温度高于上述2.6.2.1条设定值时能立即自动关闭锂电池系统，则上述2.6.1.1条所述的正常情况下可免设机械通风装置。

2.6.3.2 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，则上述2.6.1.1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。

第3章 试验要求

第1节 电池单体和电池组

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 电池单体和电池组应按照UN 38.3的要求进行型式认可试验，试验项目如表3.1.1.1所示。此外可根据作业工况和使用环境条件考虑按CCS接受的标准（如GB 38031）进行相关试验。

电池单体和电池组的试验项目

表 3.1.1.1

序号	试验项目	电池单体	电池组
1	高度模拟试验	√	√
2	温度试验	√	√
3	振动试验	√	√
4	冲击试验	√	√
5	外部短路试验	√	√
6	撞击/挤压试验	√	—
7	过度充电试验	—	√
8	强制放电试验	√	—

注：1. 带“√”的试验项目为适用要求，带“—”的试验项目可不适用。

2. 若制造商按CCS接受的标准进行上述试验项目，则试验要求应不低于UN 38.3的要求。

第2节 电池管理系统

3.2.1 一般要求

3.2.1.1 电池管理系统应按CCS接受的相关标准进行型式认可试验，如表3.2.1.1所示。

电池管理系统的试验项目

表 3.2.1.1

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	

序号	试验项目		试验方法参照标准
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	
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	传导骚扰	GB/T 38661
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	

注：1. 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。

第3节 其他试验

3.3.1 一般要求

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

3.3.1.2 锂电池冷藏集装箱若进行铁路运输或公铁联运时，应按CCS接受的标准（如TB/T 3550.2）进行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。

3.3.2 箱载控制器

3.3.2.1 锂电池冷藏集装箱应按CCS接受的标准（如GB/T 2423.22）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，受试设备均应能连续进行预期的工作，无性能降低或者功能丧失。

3.3.2.2 锂电池冷藏集装箱应按CCS接受的标准（如GB/T 21563中的1类B级）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，受试设备均能连续进行工作，没有性能降低或者功能丧失。

3.3.2.3 锂电池冷藏集装箱应按CCS接受的标准（如GB 4208）对箱载控制器进行外壳防尘和防水试验，防护等级应不低于IP56。

3.3.2.4 锂电池冷藏集装箱应按CCS接受的标准（如GB/T 20626.1）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。

3.3.2.5 锂电池冷藏集装箱应按CCS接受的标准（如GB/T 20626.1和GB/T 24338）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均未出现功能降级。

3.3.2.6 锂电池冷藏集装箱应按CCS接受的标准（如GB/T 17627）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。

3.3.3 整箱电气试验

3.3.3.1 锂电池冷藏集装箱应按CCS接受的标准（如GB/T 20626.1）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。

3.3.3.2 锂电池冷藏集装箱应按CCS接受的标准（如GB/T 20626.1、GB4943.1）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）。

3.3.3.3 锂电池冷藏集装箱应按CCS接受的标准（如GB/T 20645和GB/T 12817）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。

3.3.3.4 锂电池冷藏集装箱应按CCS接受的标准（如GB 4706.1）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。

第4章 检验要求

第1节 一般规定

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 锂电池冷藏集装箱的关键装置（如锂电池系统、电池管理系统、箱载控制器和灭火系统）应按CCS接受的标准（如GB 38031、GB/T 38661、GB/T 25119和XF 499.1）进行出厂检验，并取得CCS的出厂检验证书。

4.1.1.2 锂电池冷藏集装箱应具备有上述4.1.1.1条所述关键装置的维护（包括检查）和功能测试说明，应载明专业人员（一般是电池制造商或其授权人员）如何对系统和部件进行测试，测试的周期，以及其他详细说明。维护/检查后应留有记录，应制定维护周期记录表并保持更新。

4.1.1.3 上述4.1.1.2条所述的定期维护和功能测试包括但不限于以下内容：

- （1）电池管理系统中相关状态参数的采集精度；
- （2）系统安全保护功能；
- （3）电气连接是否完好；
- （4）火灾探测报警及灭火系统是否有效。