

ICS 55.180.10  
CCS A85

团 体 标 准

T/CCIASD 10014—2024

## 锂离子电池动力冷藏集装箱技术条件

Technical requirements for lithium-ion battery powered refrigerated container

2024-12-10 发布

2024-12-16 实施

中国集装箱行业协会 发布



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	4
4 缩略语 .....	6
5 一般要求 .....	6
6 材料要求 .....	7
7 技术要求 .....	7
8 主要接口 .....	10
9 试验 .....	12
10 涂装与标记 .....	13
附录 A（规范性） 冷藏集装箱用锂离子电池系统技术规范 .....	15
附录 B（规范性） 远程监控系统技术规范 .....	24
附录 C（规范性） 电气装置技术规范 .....	26
参考文献 .....	28

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国集装箱行业协会提出并归口。

本文件起草单位：中车长江运输设备集团有限公司科技开发分公司、中车长江车辆有限公司、中国船级社武汉规范研究所、广州大学、中国铁道科学研究院集团有限公司、中铁特物流股份有限公司、宁德时代新能源科技股份有限公司、惠州亿纬锂能股份有限公司。

本文件主要起草人：何远新、温克学、常海、张俊、王新锐、黄政贤、姜瑞金、岳胜娥、黄煦、冯旭、罗欣、李进、孙恒源、刘广海、张四梅、雷青平、郭骏、吴帅、黄圣、孙纯旭、金家坤、祝沈珂、李彦、夏瑶瑶、苗晓雨、杨瑞、吴静静、黄雪燕、王言、陈波、赵益。

# 锂离子电池动力冷藏集装箱技术条件

## 1 范围

本文件规定了锂离子电池动力冷藏集装箱的一般要求、材料要求、技术要求、主要接口、涂装与标识、试验方法等。

本文件适用于锂离子电池动力冷藏集装箱的设计、制造。钠离子电池动力冷藏集装箱可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件；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。

- GB/T 1836 集装箱 代码、标识和标记
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB 4806.1 食品安全国家标准 食品接触材料及制品通用安全要求
- GB/T 5338.1 系列1 集装箱 技术要求和试验方法 第1部分：通用集装箱
- GB/T 5338.2 系列1 集装箱 技术要求和试验方法 第2部分：保温集装箱
- GB/T 11918 工业用插头插座和耦合器
- GB 14050 系统接地的型式及安全技术要求
- GB/T 15846 集装箱门框密封条
- GB/T 17271 集装箱运输术语
- GB/T 16895.6 低压电气装置 第5-52部分：电气设备的选择和安装布线系统
- GB/T 19596 电动汽车术语
- GB/T 20234.3 电动汽车传导充电用连接装置 第3部分：直流充电接口
- GB/T 20626.1-2017 特殊环境条件 高原电工电子产品 第1部分：通用技术要求
- GB/T 21145 运输用制冷机组
- GB/T 21413.1 铁路应用 机车车辆电气产品 第1部分：一般使用条件和通用规则
- GB/T 21414 铁路应用 机车车辆 电气隐患防护的规定
- GB/T 21562 轨道交通可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例
- GB/T 21563-2018 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验
- GB/T 22239 信息安全技术网络安全等级保护基本要求
- GB/T 24338.4 轨道交通 电磁兼容 第3-2部分：机车车辆设备

T/CCIASD 10014-2024

- GB/T 24338.5 轨道交通 电磁兼容 第4部分：信号和通信设备的发射和抗扰度
- GB/T 25119-2021 轨道交通 机车车辆电子装置
- GB 26920 商用制冷器具能效限定值及能效等级
- GB/T 27930 电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议
- GB 38031-2020 电动汽车用动力蓄电池安全要求
- GB/T 31484-2015 电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及试验方法
- GB/T 31486-2024 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法
- GB/T 32347.1-2015 轨道交通 设备环境条件 第1部分：机车车辆设备
- GB/T 32350.1 轨道交通绝缘配合 第1部分：基本要求电工电子设备的电气间隙和爬电距离
- GB/T 38661 电动汽车用电池管理系统技术条件
- GB/T 40363 冷藏集装箱和冷藏保温车用聚氨酯泡沫塑料
- JT/T 810 集装箱涂料
- JT/T 1172.1 系列2集装箱 技术要求和试验方法 第1部分：通用货物集装箱
- JT/T 1172.2 系列2集装箱 技术要求和试验方法 第2部分：保温集装箱
- JT/T 1463 系列2集装箱 代码、识别和标记
- JB/T 4430 制冷和空调设备噪声的测定
- TB/T 1484.1 机车车辆电缆 第1部分：动力和控制电缆
- TB/T 1979 铁道车辆用耐大气腐蚀钢
- TB/T 2702 铁道客车电器设备非金属材料的阻燃要求
- TB/T 3138 机车车辆用材料阻燃技术要求
- TB/T 3550.2 机车车辆强度设计及试验鉴定规范 车体 第2部分：货车车体
- TB/T 3562-2020 铁路保温车
- EN 45545-2 铁路应用-铁路车辆防火 第2部分：材料及元件的火灾行为要求 (Railway applications – Fire protection on railway vehicles – Part 2: Requirements for fire behavior of materials and components )
- SAE J1939-11 商用车控制系统局域网络(CAN)通信协议 第11部分：物理层, 250kbps, 屏蔽双绞线 (Serial Control and Communications Heavy Duty Vehicle Network (CAN)—Part 11: Physical Layer, 250 Kbps, Twisted Shielded Pair)
- SAE J1939-21 商用车控制系统局域网络(CAN)通信协议 第21部分：数据链路层 (Serial Control and Communications Heavy Duty Vehicle Network(CAN)—Part 21: Data Link Layer)
- 中国船级社《集装箱检验规范》
- 中国船级社《锂电池冷藏集装箱检验指南》

### 3 术语和定义

GB/T 17271和GB/T 19596界定的及以下术语和定义适用于本文件。

## 3.1

**锂离子电池动力冷藏集装箱** lithium-ion battery powered refrigerated container

采用锂离子电池作为机械式制冷装置（或有加热装置），或机械制冷和加热通用装置动力能源的冷藏集装箱。（简称：锂电池冷藏箱）

## 3.2

**纯电动变频制冷机组** pure electric variable frequency refrigeration unit

一种以直流或交流电作为动力，利用变频技术实现节能，用于冷藏集装箱运输易腐货物过程中货物温度控制的机械式制冷（或加热），或机械制冷和加热通用装置。（简称：制冷机组）

**注：**主要包括变频压缩机、风冷冷凝器组件、蒸发器组件、制冷管路及配套阀件、电气、控制系统等。

## 3.3

**箱载充电机** box mounted charger

固定安装在冷藏集装箱上运行，将交流电变换为直流电能，采用传导方式为冷藏集装箱锂离子电池系统充电的专用装置。

## 3.4

**充电连接器** charging connector

冷藏集装箱采用地面电源或充电设备充电时，连接冷藏集装箱和供电设备的组件，除电缆外，还可能包括供电接口、集装箱接口、缆上控制保护装置和盖帽等部件。

## 3.5

**锂离子电池包** lithium-ion battery pack

具有从外部获得电能并可对外输出电能的单元。（简称：电池包）

**注：**通常包括电池单体、电池管理模块、消防灭火模块、电池箱及相应附件（加热部件、连接线缆、排气泄压装置、接线端子等）。

## 3.6

**锂离子电池簇** lithium-ion battery cluster

一个或一个以上的锂离子电池包及相应附件（电池管理系统、电池控制单元、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。（简称：电池簇）

## 3.7

**锂离子电池系统** lithium-ion battery system

一个或一个以上的锂离子电池簇及相应附件（管理系统、高压电路、低压电路、热保障系统、高低压控制箱等）构成独立的能量存储装置，能独立工作。（简称：电池系统）

### 3.8

#### 锂离子电池电子部件 lithium-ion battery electronics

采集或者同时监测锂离子电池包电和热数据的电子装置。（简称：电池电子部件）

**注：**锂离子电池电子部件可以包括单体控制器、灭火装置、加热装置和用于锂离子电池单体均衡的电子部件。锂离子电池单体间的均衡、锂离子电池包内灭火装置和加热装置的触发，可以由电池电子部件控制，或者通过锂离子电池控制单元控制。

## 4 缩略语和符号

### 4.1 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BMS：电池管理系统（battery management system）

BCU：电池控制单元（battery control unit）

BMU：电池管理单元（battery management unit）

CAN：控制器局域网（controller area network）

DC：直流（direct current）

AC：交流（alternating current）

PDU：功率分配单元（power distribution unit）

SOC：荷电状态（state of charge）

FCCU：箱载控制器（freight container control unit）

FUC：制冷机组控制器（refrigeration unit controller）

MRU：机械制冷装置（mechanical refrigeration unit）

### 4.2 符号

下列符号语适用于本文件。

$I_1$ ：1h率放电电流（A），其数值等于额定容量值。

## 5 一般要求

### 5.1 总则

5.1.1 锂电池冷藏箱及其零部件的设计、制造应符合本文件和中国船级社规定程序批准的产品图样及技术条件的规定要求，并取得认可证书。若锂电池冷藏箱涉及出口，还应符合当地国家所规定的标准要求，并取得认可证书。

5.1.2 系列1锂电池冷藏箱设计、制造应符合 GB/T 5338.2 的规定要求；系列2锂电池冷藏箱设计、制造应符合 JT/T 1172.2 的规定要求；用于铁路运输的，还应符合 TB/T 3550.2 中铁路冲击的规定要求。

5.1.3 锂电池冷藏箱能效等级应符合 GB 26920 的规定要求。

- 5.1.4 锂电池冷藏箱在静止状态时的综合传热系数(K值)应不大于  $0.27\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。
- 5.1.5 锂电池冷藏箱在静止状态时,箱内外压差为  $250\text{Pa} \pm 10\text{Pa}$  的标准条件下,箱体的漏气率不应超过  $5\text{m}^3/\text{h}$ 。

## 5.2 使用环境

- 5.2.1 使用环境温度  $-40^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 。其中,密封橡胶和尼龙等非金属材料应能适应  $-50^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$  的环境温度。

注:当电池系统在低于  $-30^\circ\text{C}$  环境温度长时间静置后,需外部充电装置为电池系统提供自加热所需电能,使其恢复自工作状态。

- 5.2.2 锂电池冷藏箱在海拔不超过  $2500\text{m}$  环境下应能正常工作,并符合 GB/T 32347.1-2015 中表 1 的 G2.5 的规定要求。

注:当运用海拔超过  $2500\text{m}$  时,对其电气装置进行系统的特殊设计,同时对制冷/加热系统功率进行相应的评估和修正。

- 5.2.3 在月平均最低温度为  $25^\circ\text{C}$  的条件下,最湿月月平均相对湿度不大于  $95\%$ 。
- 5.2.4 外部各功能装置在风沙、雨雪、日晒、雷电、大气腐蚀等自然条件下应能正常工作。

## 6 材料要求

- 6.1 用于锂电池冷藏箱箱体、框架结构等所用板材、型材、角件的力学性能应符合中国船级社《集装箱检验规范》的规定要求。
- 6.2 箱体角柱、顶底梁等结构件宜采用高强度耐候钢,其力学性能应符合 TB/T 1979 的规定要求。
- 6.3 箱体隔热层应采用吸水率小、导热系数小、透气性小的隔热材料,并具有阻燃、抗腐蚀和无刺激等特性,隔热材料性能应符合 GB/T 40363、TB/T 3138 的规定要求。
- 6.4 箱体内壁材料应符合 GB 4806.1 的规定要求。
- 6.5 箱体内风循环系统、内板、地板等部位宜采用非金属、铝合金等耐腐蚀材料,并应有良好的防水、耐磨和耐寒性能。
- 6.6 各支撑垫梁、连接梁和垫板宜采用隔热性好、强度高、不易腐蚀的非金属材料。
- 6.7 箱体门密封条的连接部位宜采用硫化连接,其物理性能应符合 GB/T 15846 的规定要求。
- 6.8 箱体门内侧密封条宜采用黑色海绵橡胶,外层宜采用三元乙丙橡胶。

## 7 技术要求

### 7.1 箱体

- 7.1.1 箱体底架、侧墙、端墙、箱顶、货物间门的隔热层和部件连接处均采用环保发泡料进行填实,并应具有防止水汽进入隔热层内部的措施。
- 7.1.2 箱体前端应设置独立的电池系统、制冷机组安装空间,电池系统与制冷机组之间宜

采用金属材料隔开。

7.1.3 箱体前端的电池系统安装空间应安装用于通风、散热的防水百叶窗，满足电池系统工作时自然散热的需求。

7.1.4 箱体侧壁、前墙和门应设有凹/凸导风槽，地板应设有凹型或 T 型导风槽，满足冷气或热气流循环的需求。

7.1.5 箱体内部应安装有温湿度传感装置、门开关报警装置，温湿度传感装置宜安装在箱体内部 1/2 位置和距箱门 500mm 处。

7.1.6 箱体内部地板前端和后端应设置能保证气密性能的排水孔。

7.1.7 箱门在关闭状态下应密封可靠，全开启状况下应设置避免意外转动的固定机构。

## 7.2 电池系统

7.2.1 电池系统性能及安全应符合附录 A 的规定要求。

7.2.2 电池系统的可靠性、可用性、可维修性和安全性设计应满足 GB/T 21562 的规定要求。

7.2.3 电池系统电量存储单元应采用模块化设计，可进行组合和拆解，满足锂电池冷藏箱在不同运输模式下的续航时间及实际运用的要求。

7.2.4 电池系统安装架的机械强度和刚度应符合 TB/T 3550.2 中铁路冲击的规定要求。

7.2.5 电池系统直流充电口、交流充电口和本地控制器宜设置在冷藏箱前端中部，距离箱体底部角件 1500mm 处，以方便地面充电作业人员操作。

7.2.6 电池系统组成单元电池包的安装方式应采用抽拉式设计，并采用螺栓固定在电池系统安装空间的支架上，固定螺栓规格应不小于 M10、性能等级应不低于 8.8 级。

7.2.7 监测和控制用铅酸蓄电池应采用 120Ah 及以上容量的长效低温免维护蓄电池，可反复充电。满足远程监测和控制连续 30 天供电需求，数据实时上传周期应不小于 60s。

7.2.8 电池系统应具有铅酸蓄电池馈电充电措施。

7.2.9 电池系统宜符合表 1 中冷藏集装箱锂离子电池安装空间尺寸的限定。

表 1 锂离子电池安装空间尺寸

箱型	尺寸/mm (宽度×高度×纵向)
1CCC,2CCC	≤2280×1810×540
1AAA,2AAA	≤2180×1710×700
1EEE,2EEE	

注 1: 电池系统安装空间尺寸依据当前锂离子电池体积能量密度核算，随着锂离子电池体积能量密度的提升，其安装空间尺寸可进一步减小。

7.2.10 电池系统均衡方式宜采用主动均衡。

7.2.11 电池包外部应设置有插拔式手动维修开关、泄压阀，内部宜设置有气溶胶灭火装置。

7.2.12 电池包维保窗口宜设置于电池包长度方向，方便维护人员的检查及维保。

## 7.3 制冷机组

- 7.3.1 机组应具有制冷、制热、新风、除霜等功能，其性能应符合 GB/T 21145 的规定要求。
- 7.3.2 机组按照 JB/T 4330 的方法进行噪音测量，其噪音值应不超过 75dB (A)。
- 7.3.3 机组制冷能力应符合表 2 中规定的要求。

表 2 制冷机组制冷能力

箱型	降温时间/h	温度设定值/℃
1CCC,2CCC	≤3	-18
1AAA,2AAA		-18
1EEE,2EEE		-18

注：空箱静止状态下，环境温度 38℃条件下，箱内温度由 0℃降至-18℃，箱内空气温度达到均衡，且温差不得超过±2℃。

- 7.3.4 机组应支持 DC 和 AC 供电，既可使用电池系统输出的 DC 电源，也可使用外部输入的 3 相 AC 380V 电源。
- 7.3.5 机组应具有 DC 和 AC 供电互锁功能，保证 DC 和 AC 电源切换时机组的运行安全。
- 7.3.6 机组采用外接备电供电驱动时，电源制式应与供电设施相匹配。
- 7.3.7 机组应具有冷凝水接收和排水功能，冷凝水应不得溢出。
- 7.3.8 机组应具有制冷系统高低压、电机缺相等安全保护功能。
- 7.3.9 机组应具有自动变频节能功能。
- 7.3.10 机组结构布置应便于操作、维修。

#### 7.4 远程监控系统

7.4.1 远程监控系统的功能、性能及安全应符合附录 B 的规定要求。

7.4.2 远程监控系统由 FCCU 和多式联运运维平台共同组成。

FCCU 应具备 CAN 通信接口，满足对电池系统、制冷机组和消防系统等运行状态监控、数据采集。

7.4.3 FCCU 应具有无线网络通信功能，满足与锂电池冷藏箱多式联运运维平台数据交换的需求。

#### 7.5 循环通风系统

7.5.1 循环通风系统应具有独立的送风道和回风口。

7.5.2 循环通风系统送风道宜采用一体式非金属结构，两侧宜留有若干送风口，末端应留有风循环通道。

7.5.3 循环通风系统回风口应有防异物吸入结构。

#### 7.6 消防系统

7.6.1 消防系统防火安全设计和组成部件的性能应符合中国船级社《锂电池冷藏集装箱检验指南》的规定要求。

T/CCIASD 10014-2024

7.6.2 电池系统安装空间应设置消防系统，且具备与 FCCU 进行信息交互的功能。

## 7.7 电气装置

7.7.1 电气装置设计、性能及安全应符合附录 C 和中国船级社《锂电池冷藏集装箱检验指南》的规定要求。

7.7.2 电气装置承受的冲击振动应符合 GB 38031 的规定要求。用于铁路运输特殊工况时，还应符合 GB/T 21563—I 类 B 级冲击振动的规定要求。

7.7.3 电气装置在组装前应进行检验，型号规格应符合产品标准和技术文件的规定。

7.7.4 电气装置外露部分应符合 GB/T 4208 中规定的 IP56 及以上防护等级。

7.7.5 电气装置所使用电线电缆宜符合 TB/T 1484.1 的规定要求。

7.7.6 电气装置配线和布线应符合 GB/T 16895.6 的规定要求。

7.7.7 电气装置非金属材料的阻燃性宜符合 TB/T 2702 的规定要求。

7.7.8 所有电气及用电装置应具有接地保护措施，符合 GB 14050 的规定要求，且接地电阻值应不大于  $0.15\ \Omega$ 。

7.7.9 批量生产的同一种类型的电池系统、制冷机组和电气装置尺寸和布线应符合 TB/T 3562-2020 中 B1.4 的规定要求。

7.7.10 各种电气元件的安装固定应符合 TB/T 3562-2020 中 B1.5 的规定要求。

7.7.11 电线电缆的破损防护应符合 TB/T 3562-2020 中 B1.6 的规定要求。

7.7.12 电线电缆的线号标牌、线号数字和线号标注应符合 TB/T 3562-2020 中 B1.8 的规定要求。

7.7.13 铅酸蓄电池应有充电装置，充电装置满足三段式充电要求，并有安全可靠的保护措施。

7.7.14 所有电气装置应便于分解检修。

## 8 主要接口

8.1 锂电池冷藏箱主要接口示意图 1。

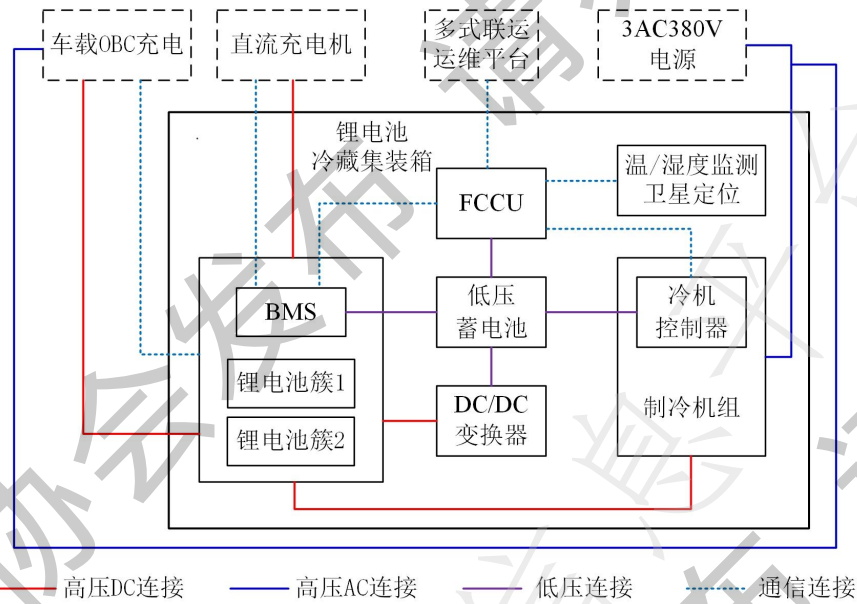


图 1 锂电池冷藏箱主要接口示意

- 8.2 电池系统为制冷机组提供电能，其输出电压应与制冷机组输入电压相匹配。
- 8.3 BMS、FCCU 及 FCU 工作电压宜采用 DC 12V，其标称电压应符合 GB/T 21413.1 的规定要求。
- 8.4 电池系统采用大功率直流充电机充电，充电接口应符合 GB/T 20234.3 的规定要求，充电设施及 BMS 间通信协议应符合 GB/T 27930 的规定要求。
- 8.5 当采用地面电源驱动制冷机组工作，并通过箱载充电机给电池系统充电，备电（或充电）接口应符合 GB/T 11918 的规定要求，供电制式为 3 相 4 线 AC 380V/50Hz，额定电流为 64A，插头及插座的防护等级应不低于 IP56。
- 8.6 FCCU 数据通信
- 8.6.1 FCCU 与 BMS 和 FUC 通信应符合 SAE J1939-11 和 SAE J1939-21 的 CAN 通信的规定要求，CAN 总线波特率应选择 250kbps。
- 8.6.2 通信协议中有多字节表示的数据时，应按 Intel 格式编写，低字节在前，高字节在后。
- 8.6.3 FCCU 从 BMS 和 FUC 获取的信息包括但不限于表 3 所示的内容。

表 3 FCCU 数据通信项点

序号	信息分类	信息内容	获取方式
1	电池系统信息	额定容量	BMS
2		额定电压	
3		额定总能量	
4		BMS 生命信号	
5		电池系统 SOC	

表 3 FCCU 数据通信项点 (续)

6	电池系统信息	电池系统绝缘状态	BMS	
7		电芯电压最大值、最小值和平均值		
8		单次充电电量		
9		累计充、放电电量		
10		电池类型		
11		冷却方式		
12		电池厂家和通信协议版本		
13	电池系统故障报警信息	电芯温差异常		
14		电芯温度过高		
15		总电压过压		
16		总电压欠压		
17		SOC 过低		
18		单体电压过高		
19		单体电压欠压		
20		绝缘		
21	BMS 状态信息	主继电器状态		
22		BMS 当前高压状态		
23		BMS 当前均衡状态		
24		直流充电枪连接状态		
25		充电状态		
26	制冷机组运行信息	运行状态	FUC	
27		出风口温度		
28		回风口温度		
29		除霜温度		
30		排气温度		
31		制冷机组故障报警信息		进风口温度传感器断路
32				出风口温度传感器断路
33	高压开关粘连			
34	管路压力过高			
35	管路压力过低			

## 9 试验

9.1 锂电池冷藏箱应按照表 4 的规定进行各项试验。

表 4 锂电池冷藏集装箱试验项目

试验编号	试验项目	备注
1	堆码试验	-
2	顶角件起吊试验	-
3	底角件起吊试验	-
4	纵向拴固试验	-
5	端壁强度试验	-
6	侧壁强度试验	-
7	顶板强度试验	-
8	底板强度试验	-
9	横向刚性试验	-
10	纵向刚性试验	-
11	叉举试验	适用时
12	挡杆试验	适用时
13	风雨密性试验	-
14	气密试验	-
15	漏热试验	-
16	机械制冷装置在制冷条件下的保温集装箱性能试验	适用时
17	保温集装箱在高温环境下用MRU制冷的功能试验	适用时
18	保温集装箱在设定环境温度下用MRU制冷的能耗	-
19	机械制冷装置在制冷条件下的保温集装箱能效等级测试	-
20	铁路冲击试验	适用时

9.2 表 3 所列试验 1 至试验 13 的试验方法, 系列 1 锂电池冷藏箱应按照 GB/T 5338.1 的规定进行; 系列 2 锂电池冷藏箱应按照 JT/T 1172.1 的规定进行。

9.3 表 3 所列试验 14 至试验 18 的试验方法, 系列 1 和系列 2 锂电池冷藏箱均应按照 GB/T 5338.2 的规定进行。

9.4 表 3 所列试验 19 的试验方法, 系列 1 和系列 2 锂电池冷藏箱均应按照 GB 26920 的规定进行。

9.5 表 3 所列试验 20 的试验方法应按照 TB/T 3550.2 的规定进行。

9.6 表 3 所列试验 15 用来测定锂电池冷藏箱的漏热率, 以确定保温集装箱类别。

9.7 表 3 所列试验 16、17 和 18 规定了机械式冷藏箱在不同条件下的性能试验。

9.8 表 3 所列试验 13、14 和 15 应安排在试验 1 至试验 12 之后, 并在前一项试验合格后依次进行。

9.9 锂电池冷藏箱箱内的试验载荷或加载应均匀分布。

## 10 涂装与标记

T/CCIASD 10014-2024

### 10.1 涂装

箱体使用的碳钢的型材和板材用钢丝切丸进行打砂除锈预处理，表面粗糙度达到 Sa2.5 级后，方可进行油漆喷涂，油漆干膜总厚度不小于 130  $\mu\text{m}$ ，应符合 JT/T 810 的规定要求。

### 10.2 标志

不同系列锂电池冷藏箱标志应分别符合 GB/T 1836、JT/T 1463 的规定要求。

## 附录 A

(规范性)

## 冷藏集装箱用锂离子电池系统技术规范

## A.1 一般要求

- A.1.1 电池系统应采取相应的系统、可靠性设计，确保电池系统及其零部件的可靠性。
- A.1.2 电池系统的设计应有利于维保，各主要零部件应尽可能等寿命。
- A.1.3 电池系统的零部件在设计中应考虑换修的方便性，各组件应采用模块化结构，各零部件应具有良好的通用性和互换性。
- A.1.4 电池系统设计应考虑运行时的安全性，并具有一定的安全余量。
- A.1.5 电路设计应具有故障保护措施，影响系统正常和安全运行的故障应能立即识别和实时上传。
- A.1.6 电气设计应充分考虑设备短路、损坏时的火灾隐患，应通过安全结构设计和保护措施，确保电池系统安全。
- A.1.7 电池系统及零部件均应按照相关规定进行严格的试验验证，确保安全。
- A.1.8 电池系统连接接口、高压动力线束、低压通信线束应具有明显的标识。

## A.2 性能要求

- A.2.1 电池系统额定容量应满足冷藏集装箱续航时间及实际运用的需求，并余留一定的安全余量，实际额定容量由供需双方协商确定。
- A.2.2 电池簇或系统或带有管理系统的电池包按照A.6.1规定的试验方法进行相关测试时，其测试结果应符合GB/T 31486-2024中5.2的规定要求。
- A.2.3 电池簇或系统或带有管理系统的电池包按照A.6.1规定的试验方法进行标准循环寿命测试时，其测试结果应符合GB/T 31484-2015中5.2的规定要求。

## A.3 安全要求

- A.3.1 电池包或簇或系统按照A.6.2规定的试验方法进行相关试验时，其测试结果应符合GB 38031-2020中5.2的规定要求。
- A.3.2 电池包或簇或系统按照A.6.2规定的试验方法进行热扩散试验时，触发对象发生热失控，但不应发生外部起火或爆炸。
- A.3.3 电池系统中两熔断器之间的电池包按照A.6.2规定的试验方法进行短路试验时，应不起火、不爆炸。
- A.3.4 带采样线束的电池包及相关附件按照A.6.2规定的试验方法进行线束短路试验时，应不起火、不爆炸。

A.3.5 电池系统内部的零部件的防火阻燃性能宜选用符合TB/T 3138-2018表A.1难燃级及以上要求的材料或符合EN 45545-2 HL2及其以上要求的材料。

#### A.4 试验条件

##### A.4.1 一般条件

A.4.1.1 除另有规定外，试验应在温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度15%~90%，大气压力为86 kPa~106kPa环境中进行。本文件要求所提到的室温，是指 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

A.4.1.2 当测试对象测试环境温度改变时，在进行测试前测试对象应完成环境适应过程：在低温下静置不少于24h；在高温下静置不少于16h；或测试对象自身温度与目标环境温度差值不超过 $2^{\circ}\text{C}$ 。

A.4.1.3 如果电池系统由于某些原因（如尺寸、质量等）不适合进行某些测试，锂电池冷藏箱制造商应与客户（或检测机构）方协商一致后可以用电池包或簇或系统的子系统代替作为试验对象，进行全部或部分测试，但作为试验对象的子系统应包含系统原有成套接插件以及与外部有固定关系的电气设备。

A.4.1.4 电池包或簇或系统在所有测试前和部分试验后需进行绝缘电阻测试。测试位置为：正极和外壳，负极和外壳。要求绝缘电阻应不小于 $100\ \Omega/\text{V}$ 。

A.4.1.5 调整SOC至实验目标值 $n\%$ 的方法：按锂离子电池制造商提供的充电方式将电池包或系统充满电，静置1h，以 $1I_1$ 电流恒流放电 $(100-n)/100\text{h}$ ，或者采用锂离子电池制造商提供的方法调整SOC。每次SOC调整后，在新的测试开始前测试对象需要静置30min。

A.4.1.6 在进行振动、冲击和碰撞安全性试验前，测试对象的SOC状态应调至不低于锂离子电池制造商规定的正常SOC工作范围的50%。

A.4.1.7 电池包或系统放电电流符号为正，充电电流符号为负。

A.4.1.8 电池包或系统的额定容量应符合锂离子电池制造商提供的产品技术条件。

A.4.1.9 除有特殊规定，试验对象均以锂离子电池制造商规定的完全充电状态进行测试。

##### A.4.2 测量仪器、仪表准确度

测量仪器、仪表准确度应符合 GB 38031-2020 中 6.2 的规定要求。

##### A.4.3 测试过程误差

测试值（实际值）与目标值之间的误差应符合 GB 38031-2020 中 6.3 的规定要求

#### A.5 试验准备

在室温试验条件下，电池包或簇或系统应按照 GB 38031-2020 中 7.2 的规定要求进行试验准备。其中，放电和充电电流不小于  $0.5I_1$ 。

#### A.6 试验方法

## A.6.1 性能试验方法

### A.6.1.1 室温放电容量

电池簇或系统或带有管理系统的电池包按照A.5试验准备和GB/T 31486-2024中6.2.5规定的试验方法进行室温放电容量测试。

注：试验开始前，试验对象应在室温环境下充分静止，直至试验对象恢复至室温。

### A.6.1.2 低温放电容量

电池簇或系统或带有管理系统的电池包按照A.5试验准备和GB/T 31486-2024中6.2.8规定的试验方法进行 $-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 或更低温度（如果锂电池冷藏箱制造商有特殊需求）放电容量测试。

### A.6.1.3 高温放电容量

电池簇或系统或带有管理系统的电池包按照A.5试验准备和GB/T 31486-2024中6.2.9规定的试验方法进行 $55^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 或更高温度（如果锂电池冷藏箱制造商有特殊需求）放电容量测试。

### A.6.1.4 室温荷电保持与容量恢复能力

电池簇或系统或带有管理系统的电池包按照A.5试验准备和GB/T 31486-2024中6.2.10.1规定的试验方法进行室温荷电保持与容量恢复能力测试。

### A.6.1.5 高温荷电保持与容量恢复能力

电池簇或系统或带有管理系统的电池包按照A.5试验准备和GB/T 31486-2024中6.2.10.2规定的试验方法进行高温荷电保持与容量恢复能力测试。

注：测试对象在进行高温荷电保持与容量恢复能力测试过程中，对测试对象进行室温条件下的二次充电时，试验对象应在室温环境下充分静止，使试验对象的自身温度与环境温度差值小于等于 $2^{\circ}\text{C}$ 。

### A.6.1.6 储存容量损失性能

电池簇或系统或带有管理系统的电池包按照A.5试验准备和GB/T 31486-2024中6.2.11规定的试验方法进行储存容量损失性能测试。

注：测试对象在进行储存容量损失性能测试过程中，测试对象应断开高压连接、低压连接，关闭低温加热系统及其他必要的连接装置。

注：测试对象在进行储存容量损失性能测试过程中，对测试对象进行室温条件下的二次充电时，试验对象应在室温环境下充分静止，使试验对象的自身温度与环境温度差值小于等于 $2^{\circ}\text{C}$ 。

### A.6.1.7 标准循环寿命

电池簇或系统或带有管理系统的电池包按照A.5试验准备和GB/T 31484-2015中6.4规定的试验方法进行电池标准循环寿命测试。

## A.6.2 安全性试验方法

### A.6.2.1 振动

电池包或簇或系统依据在集装箱内安装位置，按照GB 38031-2020中8.2.1规定的试验方法进行试验。

**注：**若需满足铁路特殊运用工况，电池包或簇或系统还应按照GB/T 21563-2018中8规定的 I 类B级试验条件进行试验，试验后观察2小时。

### A.6.2.2 冲击

电池包或簇或系统依据试验对象在集装箱内安装位置，按照GB 38031-2020中8.2.2规定的试验方法进行试验。

**注：**若需满足铁路特殊运用工况，电池包或簇或系统还应按照GB/T 21563-2018中10规定的 I 类B级试验条件进行试验，试验后观察2小时。

### A.6.2.3 模拟碰撞

电池包或簇或系统按照GB 38031-2020中8.2.3规定的试验方法进行试验。

**注1：**若需满足铁路特殊运用工况，电池包或簇或系统还应按照TB/T 3550.2的试验方法进行试验。

**注2：**若试验条件无法满足，根据冷藏集装箱质量、运行速度、箱体结构、电池系统安装结构、材料刚性和强度等对电池系统进行模拟碰撞的仿真计算，分析电池系统在碰撞时的受力情况，并提供分析报告。

**注3：**若采用强度仿真替代模拟碰撞，需说明电池系统设计强度与紧固程度满足碰撞时的受力需求，证明测试对象不会因碰撞而发生较大位移或结构松动。

### A.6.2.4 挤压

电池包或簇或系统按照GB 38031-2020中8.2.4规定的试验方法进行试验。

**注：**挤压方向和挤压程度根据锂离子电池包或簇或系统在整箱布局确定。若试验条件无法满足，可提供锂离子电池包在整箱的布局及受力分析报告。

### A.6.2.5 湿热循环

电池包或簇或系统按照GB 38031-2020中8.2.5规定的试验方法进行试验。

**注：**若需满足铁路特殊运用工况，电池包或簇或系统还应按照GB/T 25119-2021中12.2.6的规定进行试验。

### A.6.2.6 浸水

电池包或簇或系统按照GB 38031-2020中8.2.6规定的试验方法进行试验。

### A.6.2.7 外部火烧

电池包或簇或系统按照GB 38031-2020中8.2.7.1规定的试验方法进行试验。

#### A.6.2.8 热扩散

电池包或簇或系统按照GB 38031-2020中8.2.7.2规定的试验方法进行试验。

注1:若采用针刺触发, 针尖角度为 $40^{\circ}$  ~  $60^{\circ}$ , 针刺速度为 $10\text{mm/s}$ ~ $100\text{mm/s}$ 。

注2:温度监测传感器尖端的直径应小于 $1\text{mm}$ 。

注3:如果很难直接安装温度传感器, 则将其布置在能够探测到触发对象连续温升的位置。

注4:在热失控触发过程中或触发后 $1\text{h}$ 内, 如果发生起火、爆炸现象, 则试验终止。

#### A.6.2.9 温度冲击

电池包或簇或系统按照GB 38031-2020中8.2.8规定的试验方法进行试验。

注:试验温度宜采用 $(-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C})$  ~  $(85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C})$ , 如果锂电池冷藏箱制造商有特殊需求, 可采用其他试验温度。

#### A.6.2.10 盐雾

电池包或簇或系统按照GB 38031-2020中8.2.9规定的试验方法进行试验。

注: 若需满足铁路特殊运用工况, 电池包或簇或系统还应按照GB/T 25119中12.2.11的规定进行试验。

#### A.6.2.11 高海拔

电池包或簇或系统按照GB 38031-2020中8.2.10规定的试验方法进行试验。

注1:测试环境气压为 $74.7\text{KPa}$  (模拟海拔高度 $2500\text{mm}$ 的气压条件), 如果锂电池冷藏箱制造商有特殊需求, 应根据海拔高度对应的标准气压条件作为测试要求。

注2:测试开始前, 电池包或簇或系统在测试环境下搁置 $5\text{h}$ , 然后对试验对象以 $1I_1$ 的电流放电至锂离子电池制造商规定的放电截止条件。

#### A.6.2.12 过温保护

电池簇或系统按照GB 38031-2020中8.2.11规定的试验方法进行试验。

注:试验温度应从 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 开始逐渐升高, 直到达到规定的温度。如果锂电池冷藏箱制造商有特殊需求, 可采用更高的试验温度。

#### A.6.2.13 过流保护

电池簇或系统在 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下, 按照GB 38031-2020中8.2.12规定的试验方法进行试验。

#### A.6.2.14 过充电保护

电池簇或系统在 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下, 按照GB 38031-2020中8.2.14规定的试验方法进行试验。

#### A.6.2.15 过放电保护

电池簇或系统在 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下,按照GB 38031-2020中8.2.15规定的试验方法进行试验。

#### A.6.2.16 短路保护

电池簇或系统在 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下,按照GB 38031-2020中8.2.13试验方法进行试验。

#### A.6.2.17 短路

A.6.2.17.1 测试对象为电池系统中两熔断器之间的所有电池(不含熔断器)。

A.6.2.17.2 试验步骤如下:

- a) 测试对象按 A.5.1 方法充电和 A.5.2 方法预处理;
- b) 将测试对象正、负极经外部短路 10min, 外部线路电阻不应大于  $5\text{m}\Omega$ ;
- c) 完成以上试验步骤后, 在试验环境温度下观察 1h。

#### A.6.2.18 线束短路

A.6.2.18.1 测试对象为带采样线束的电池包及相关附件。

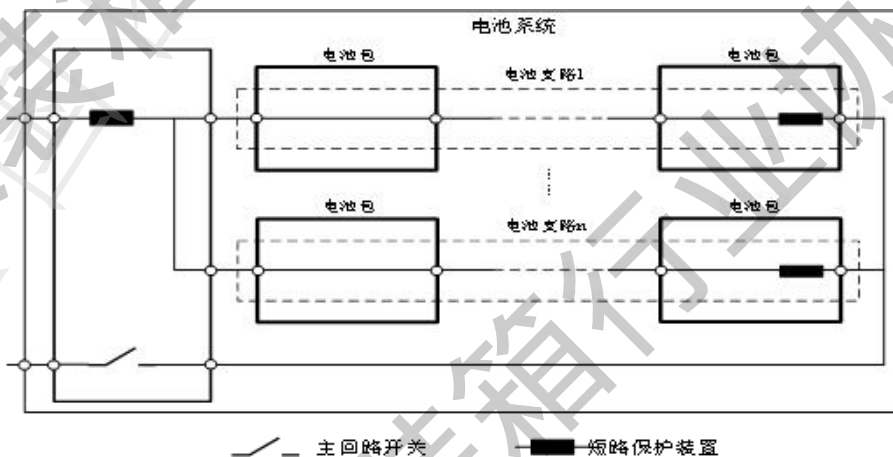
A.6.2.18.2 试验步骤如下:

- a) 测试对象按 A.5.1 方法充电和 A.5.1 方法预处理;
- b) 将测试对象采样线束在采样端另一侧通过接插件短路;
- c) 完成以上试验步骤后, 在试验环境温度下观察 1h。

### A.7 其它要求

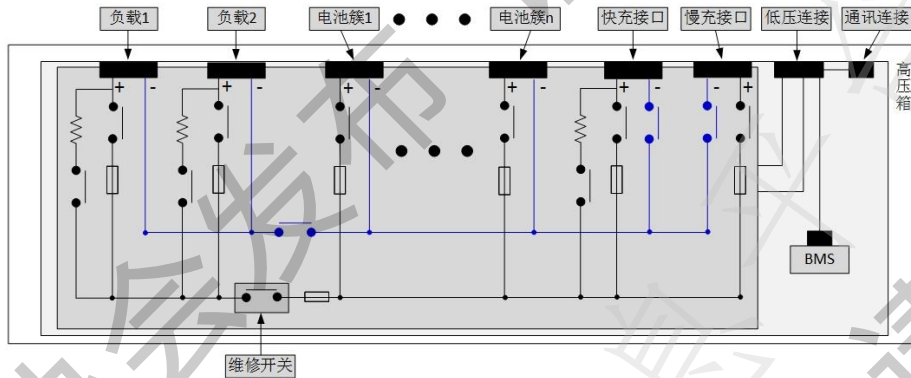
A.7.1 电池系统(电池包、PDU、BMS和接插件)的防护等级应符合GB/T 4208中IP67的规定要求。

A.7.2 电池系统主回路应具有过流和短路保护功能, 应设置有降低回路电流或切断主回路开关, 且每个电池支路应至少设置一个短路保护装置, 如图A.1。



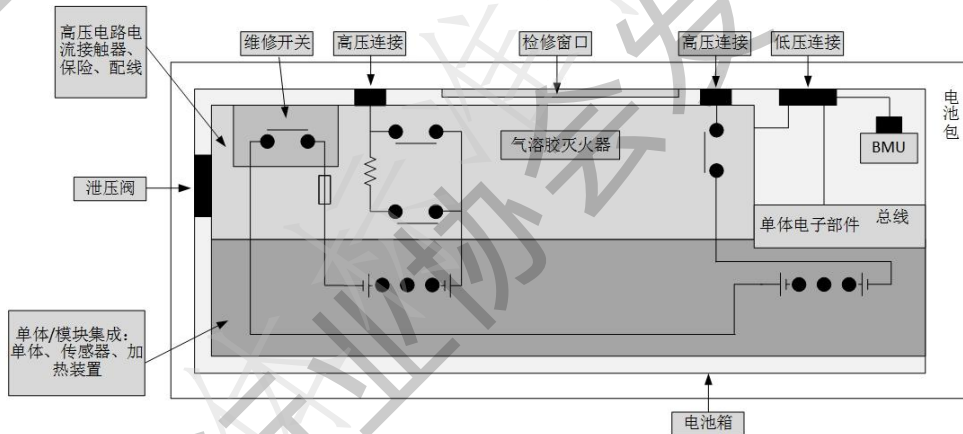
图A.1 电池系统主回路保护示意

A.7.3 高低压盒应包括继电器开关、预充电阻、高压电路、低压电路、电池管理系统及与其他外部系统的接口（如高压、辅助低压和通信等）。高低压盒的典型结构如图A.2。



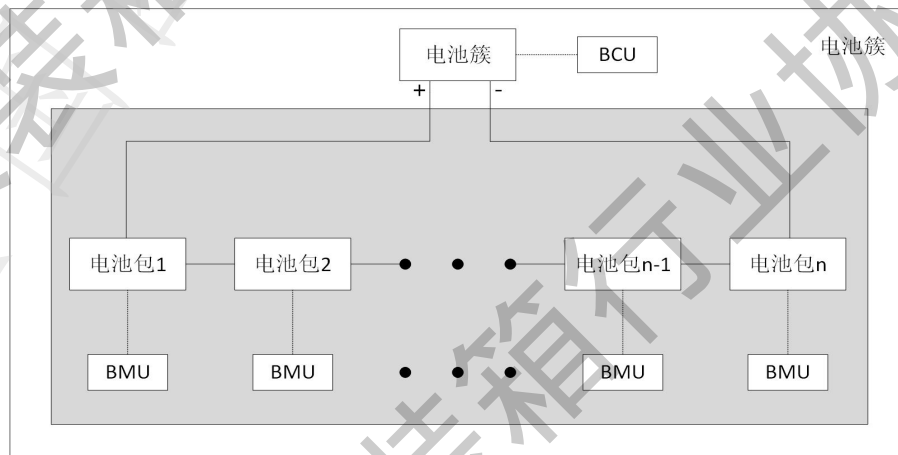
图A.2 高低压盒典型结构

A.7.4 电池包应包括电池单体、部件、高压电路、过流保护装置、检查维护窗、气凝胶灭火装置及与其他外部系统的接口（如高压、辅助低压和通信等）。电池包的典型结构如图A.3。



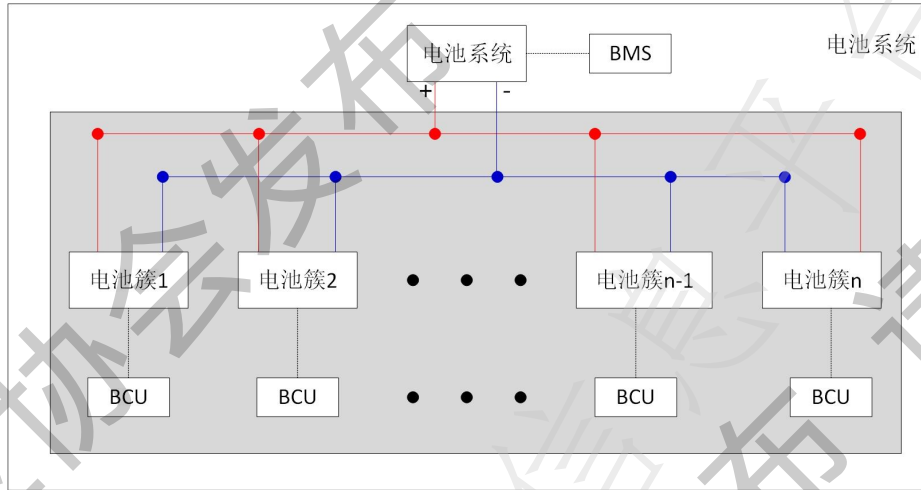
图A.3 电池包典型结构

A.7.5 电池簇应包括电池单体或电池包、高压电路及与其他外部系统的接口（如高压、辅助低压和通信等）。电池簇的典型结构如图A.4。



图A.4 电池簇典型结构

A.7.6 电池系统应包括电池包或电池簇、高压电路、消防灭火装置和电控单元（如电池控制单元、电流接触器、过流保护装置、高压、辅助低压和通信等）。电池系统的典型结构如图A.5。



图A.5 电池系统典型结构

#### A.7.7 电池管理系统

A.7.7.1 电池管理系统功能和性能应符合GB/T 38661和《锂电池冷藏集装箱检验指南》的规定要求。

A.7.7.2 电池管理系统的绝缘性能应符合GB/T 25119的规定要求。

A.7.7.3 电池管理系统的电磁兼容性能应符合GB/T 24338.4和GB/T 24338.5的规定要求。

A.7.7.4 电池管理系统检测的绝缘电阻状态参数测量精度在绝缘电阻大于100 kΩ时，绝缘电阻检测精度应为-20%~20%；绝缘电阻小于100kΩ时，绝缘电阻检测误差应为-20kΩ~0kΩ。

A.7.7.5 电池管理系统SOC估算的累计误差应不大于5%。

#### A.8 标志

A.8.1 电池系统外表面应具有永久性标识铭牌，字迹应规范、清晰、易读不易磨损。铭牌内容应包括：产品名称、产品型号或规格、产品编码号、额定能量（kWh）、额定容量（Ah）、标称电压（V）、额定放电电流（A）、峰值放电电流（A）、额定充电电流（A）、质量（kg）、生产厂商、厂址、生产批号、生产日期。

A.8.2 电池系统的标志应置于电池系统装载在冷藏集装箱上的第一观察面，清晰可见，且标志不易脱落。

A.8.3 电池系统表面应有符合GB 2894规定的警示标志。

A.8.4 电池系统需要标识极性，极性识别标记应位于接近端子柱的位置，可采用下列标识符：

- a) 正极端子——用符号“+”或文字“正极”。
- b) 负极端子——用符号“-”或文字“负极”。

#### A.9 贮存

电池系统存储环境温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ 。

电池系统长期储存（超过 1 个月）时，建议的存储环境温度为 $0^{\circ}\text{C}\sim30^{\circ}\text{C}$ ，SOC 40%~60%，环境湿度 5%~95%，每 6 个月将电池系统充电至 SOC60%以上。

附录 B  
(规范性)  
远程监控系统技术规范

B.1 一般要求

- B.1.1 监控系统控制方式应满足本地操作和远程操作的要求。
- B.1.2 监控系统应具备各系统关键数据保存、查询功能。
- B.1.3 箱载控制器和多式联运运维平台的数据通信应采用TCP协议,宜采用国密算法进行加密传输。

B.2 基本要求

B.2.1 箱载控制器

- B.2.1.1 箱载控制器应包含手动控制电源开关。
- B.2.1.2 箱载控制器的安装位置,应方便人员操作和查看,同时应具有防误操作和防恶意操作措施。
- B.2.1.3 箱载控制器显示器应采用大屏幕显示,阳光下可读,具有良好的人机交互界面,显示信息应包含电池系统、制冷机组、箱内温湿度等运行数据、工作状态、故障类别等。
- B.2.1.4 箱载控制器应具备自检功能,检测锂电池冷藏箱各系统是否存在故障。
- B.2.1.5 箱载控制器应具备卫星和基站授时及自动校时的功能。
- B.2.1.6 箱载控制器应具有移动数据通信功能,具备数据(含国际)漫游功能。
- B.2.1.7 箱载控制器应具备单北斗卫星定位功能。
- B.2.1.8 箱载控制器应具有对系统重要设置参数的断电记忆功能,避免参数因断电丢失或重新设置。
- B.2.1.9 箱载控制器应具有实时上传各子系统的状态信息、故障报警信息的功能。
- B.2.1.10 箱载控制器应具有断点续传功能,保证数据传输的连续性,当网络不畅时,将数据存储至本地存储单元,存储容量应满足最近15日数据的要求。
- B.2.1.11 箱载控制器应具备收到多式联运运维平台下发的指令的功能,如系统的开关机、新风开关、除霜开关、更新频率等参数。
- B.2.1.12 箱载控制器在收到多式联运运维平台下发的指令后,应对指令进行时间戳和指令校验,确保指令为正确数据。
- B.2.1.13 箱载控制器在执行指令后,向多式联运运维平台上传指令确认及是否执行的信息。
- B.2.1.14 箱载控制器应具备远程升级程序的功能。

B.2.1.15 箱载控制器在离线情况下，不应影响其本地操作和各系统的正常运行。

## B.2.2 多式联运运维平台

B.2.2.1 运维平台应符合 GB/T 22239 的规定要求，应至少达到网络安全等级保护第二级安全要求。

B.2.2.2 运维平台应支持国产操作系统，宜适配国产操作数据库，部署宜采用前后端分离。

B.2.2.3 服务器应关闭高位端口，按最小原则开放服务端口。

B.2.2.4 运维平台对于用户身份、重要监测数据等宜采用国密算法进行加密存储。

B.2.2.5 运维平台应具有多因子认证，支持数据权限管理，按最小原则进行授权。

B.2.2.6 运维平台进行登录、授权、控制指令下发等敏感操作应进行二次确认，并记录操作日志。

B.2.2.7 运维平台应支持 Web 端和移动端访问，宜采用 HTTPS 访问。

B.2.2.8 运维平台应具有友好的人机交互页面，支持可视化展示。

B.2.2.9 运维平台每下发一条控制指令，应带有时间戳标记和唯一指令编码。

B.2.2.10 运维平台应具有指令重发功能。

**注：**在下发指令一段时间内（时间可配置），未收到回执确认信息，尝试重发指令，若多次（次数可配置）重发仍未收到回执确认信息，则应及时告警并记录指令下发失败的日志。

B.2.2.11 运维平台应对箱载监控器进行数据上传前的身份验证。

B.2.2.12 运维平台应具备设备的远程升级功能。

B.2.2.13 远程监控系统的平均响应时间应低于 5 秒。

## B.3 其他要求

B.3.1 远程监控系统正式投入使用前，应通过第三方专业测评机构的安全评估。

B.3.2 远程监控系统应支持 7\*24 小时可靠服务，不应存在严重错误。

## 附录 C

(规范性)

## 电气装置技术规范

## C.1 一般要求

C.1.1 锂电池冷藏箱的电池系统、制冷机组和箱载充电机等有关电气部分应能满足本标准的规定。

C.1.2 电气装置的安全防护应符合GB/T 21414的规定要求。

C.1.3 电池系统、制冷机组和箱载充电机应设有安全保护装置。

C.1.4 电池系统和制冷机组应便于叉车或专用吊具安装。

## C.2 检查与试验方法

## C.2.1 电气装置性能试验

各种电气装置装箱前应进行通电运行，检查其主要性能是否符合设计要求。

箱内温度传感器在装车前应按照TB/T 3562-2020中B2.1的要求进行校对，其误差不应超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，装箱后整机误差不应超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

## C.2.2 电气装置外观检查

电气装置在安装前，应按照TB/T 3562-2020中B2.2的要求进行外观检查。

## C.2.3 绝缘电阻试验

回路各相之间及各相对地之间的绝缘电阻试验电压等级值不低于表C.1的规定，检查测量值不低于表C.2的规定。

表 C.1 绝缘电阻试验电压等级

直流额定绝缘电压 $U_N$ / V	绝缘电阻测试仪器的电压 / V
$U_N < 500$	500
$500 \leq U_N \leq 1000$	1000

注：针对使用环境海拔超过 2500mm，试验电压等级应按照 GB/T 20626.1-2017 中 5.5.1 中表 3 进行修订。

表 C.2 绝缘电阻值

单位为兆欧

电线类别	相对湿度		
	<60%	$\geq 60\% \sim 85\%$	>85%
低于100V的回路（除温湿度传感器检测线路外）	2	2~0.3	0.3
高于100V低于400V的回路	10	10~2	2

表 C.2 绝缘电阻值 (续)

单位为兆欧

温湿度检测线路	2	1.5	1
注：相对湿度60%~85%间的绝缘电阻值用线性内插法计算。			

**C.2.4 耐受电压试验**

电气和电气设备的耐受电压应符合GB/T 25119的规定要求。

注：如果测试环境海拔与使用环境海拔存在差异时，耐受电压等级应根据GB/T 20626.1-2017中5.5.1中表3进行修正。

**C.2.5 电气兼容和抗扰度试验**

电气和电气设备的电磁兼容和抗扰度应符合GB/T 24338.4的规定要求。

**C.2.6 电气间隙和爬电距离试验**

电气和电气设备的电气间隙、爬电距离应符合GB/T 32350.1的规定要求。

**C.2.7 制冷机组的检查与试验**

C.2.7.1 制冷机组应按照TB/T 3562-2020中B2.5的要求进行检查和试验。

**C.2.8 电池系统的检查与试验**

C.2.8.1 电池包及电气附件外表无明显划痕、破损，安装牢固。

C.2.8.2 依据电池系统故障列表及通信协议逐一对运行数据上传、充电、放电、低温加热等功能进行测试，电池系统工作正常。

C.2.8.3 通过人为设置或故障模拟的方式对电池系统故障报警显示和故障保护功能进行测试，电池系统故障保护措施正常。

**C.2.9 远程监控系统的检查及试验**

C.2.9.1 依据远程控制操作使用说明逐一进行远程开关机、温度设置、新风系统开闭等功能测试，锂电池冷藏箱各系统均能正常工作。

C.2.9.2 锂电池冷藏箱正常工作时，通过多式联运运维平台对箱载控制器采集及上传数据进行核对，各项数据应正常传输和显示。

### 参 考 文 献

- [1] TB/T 2977-2016 铁道车辆金属部件的接地保护
  - [2] Q/CRRC J 37.1 轨道交通车载储能系统测试方法 第1部分：动力电池系统
  - [3] Q/CRRC J 39 轨道交通动力电池单体和模块
  - [4] TJ/JW 124 机车、动车组牵引用动力电池系统安全性设计要求暂行技术规范
  - [5] TJ/JW 127 机车、动车组用锂离子动力电池试验暂行技术规范 第2部分：电池包和系统
-