

指南编号/Guideline No.E-25(20240101)



E-25 船用集装箱式移动电源

生效日期/Issued date:2024 年 1 月 1 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: 初次发布

本版本主要修改内容及生效时间:

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	13
7 型式试验	15
8 单件/单批检验	19

船用集装箱式移动电源

1 适用范围

本指南适用于部分或全部作为船舶动力源的船用集装箱式锂离子移动电源。用于其他用途的集装箱式锂离子电源参照本指南相关要求执行。

2 规范性引用文件

2.1 CCS 《钢质海船入级规范》

2.2 CCS 《钢质内河船舶建造规范》

2.3 CCS 《内河船舶入级规则》

2.4 CCS 《船舶应用电池动力规范》

2.5 CCS 《混合动力船舶检验指南》

2.6 CCS 《集装箱检验规范》

2.7 CCS 《电气电子产品型式认可试验指南》（含 IACS UR E10）

2.8 IMO 《1972 年国际集装箱安全公约》（CSC 公约）

2.9 IMO 《国际耐火试验程序应用规则》（FTP 规则）

2.10 IMO 《国际消防安全系统规则》（FSS 规则）

2.11 IEC 60309-1:2021 《工业用插头插座和耦合器 第 1 部分：通用要求》

2.12 ISO 6469-1:2019 《电动道路车辆 安全规范 第 1 部分：可充电能量储存系统》

3 术语及定义

3.1 关于产品检验、认可、型式试验、单件/单批检验等术语的定义，请参考 CCS 《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章 3.1.2 条。

3.2 集装箱式移动电源（Containerized mobile power supply）：系指采用集装箱的箱体作为电池安装平台的蓄电池电源系统。（以下简称“箱式电源”）

3.3 换电（Battery swap）：系指通过专用装置或人工辅助快速更换箱式电源实现电池动力船舶电能补给的过程。

3.4 换电接口（Battery swap connector）：位于箱式电源上，用于连接箱式电

源与船舶系统或岸基系统，传输电能量、电信号、通信数据和热能介质的连接装置（一般包括电气接口，也可包括用于传输冷却介质的冷却接口，用于传输灭火介质的消防接口等一切需要在船舶与箱式电源之间衔接的接口）。

3.5 电池系统（**Battery System**）：系指能量存储装置，包括电池模块或电池包的集成、电池管理系统、高压电路、低压电路、热管理设备以及机械总成。

3.6 电池管理系统（**Battery Management System, BMS**）：系指监视蓄电池的状态（温度、电压、荷电状态等），可以为蓄电池提供通信、安全、蓄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。

3.7 高压箱（**High-voltage compartment**）：高压箱是连接电池系统电池簇和供电回路的管理模块，具有电池簇电压/电流采集、接触器控制和保护等功能。

4 图纸资料

4.1 箱式电源图纸审查时应将下列图纸资料提交 CCS 批准：

4.1.1 总体与结构

- (1) 箱式电源技术说明书；
- (2) 设备总布置图；
- (3) 箱体结构图；
- (4) 防火区域划分图；
- (5) 电池架结构图；
- (6) 防火绝缘/甲板辅料布置图；
- (7) 防火典型节点图。

4.1.2 通风系统（含应急排气系统）、温控系统（空调系统或水冷系统）和消防系统

- (1) 通风系统、温控系统原理图；
- (2) 通风系统、温控系统管系布置图；
- (3) 固定式灭火系统管系原理图；
- (4) 固定式灭火系统计算书；

(5) 消防设备布置图（含可燃气体探测、火灾探测和灭火设备）。

4.1.3 电力系统

(1) 电力系统图（包括电池系统、BMS 系统，以及辅助设备如照明、探测、消防等系统）；

(2) 电力系统原理图；

(3) 电力系统各设备面板布置图和外形图；

(4) 电力系统保护装置设定参数表(包含 BMS 控制策略及保护值设定)；

(5) 紧急切断系统图；

(6) 电力系统布置图；

(7) 箱式电源监测报警项目明细表。

4.2 应将下列图纸资料提交 CCS 备查：

(1) 主要零部件、材料清单；

(2) 紧急操作说明；

(3) 维护检查和功能测试说明；

(4) 整体风险评估报告（含电池系统危害的安全性说明）；

(5) 箱式电源铭牌图；

(6) 箱体结构强度计算书；

(7) 电池架结构强度计算书；

(8) 连接结构（如螺栓、焊缝等）强度计算书（如适用）；

(9) 通风系统计算书；

(10) 温控系统热负荷计算书；

(11) 消防系统功能说明；

(12) 通风系统、温控系统功能说明。

5 技术要求

5.1 工作条件

5.1.1 箱式电源应能在《钢质内河船舶建造规范》第3篇第1章第2、3节规定的工作条件下正常工作。如用于海船，应能在《钢质海船入级规范》第4篇第1章第2节规定的工作条件下正常工作。

5.2 系统组成

5.2.1 箱式电源一般应由集装箱（含 A-60 耐火结构）、电池系统（含 BMS 和高压箱）、电池架、通风系统（含应急排气系统）、温控系统（空调系统或水冷系统）、火灾探测系统、可燃气体探测系统、固定式灭火系统、照明系统、视频监视系统、综合报警显控系统、不间断电源 UPS、换电接口、数据传输单元等组成。

5.3 一般要求

5.3.1 除本指南特殊规定外，箱式电源内蓄电池的布置、安装、通风等要求皆应与《船舶应用电池动力规范》中船用主电源和/或推进电源对蓄电池及其舱室的要求保持一致。

5.3.2 箱式电源内单个电池舱中的蓄电池总存储电量不得大于 2000kWh。

5.3.3 箱式电源中禁止新装含有石棉的材料。

5.3.4 箱式电源内蓄电池包防护等级应不低于 IP67，其温度调节装置和火灾防控措施应满足《船舶应用电池动力规范》的相关要求。

5.3.5 箱式电源内布置的电气设备及箱式电源的接地应满足《钢质海船入级规范》或《内河船舶建造规范》中对电气设备接地的相关要求。

5.3.6 箱式电源蓄电池舱内，在可燃气体浓度高（20%LEL）情况下仍需工作的电气设备，应为合格的防爆型设备，如照明灯具、火灾探测器、可燃气体探测器、应急排风机等，其防爆类别和温度组别应不低于 IICT4。

5.3.7 用于非金属结构船舶或非金属桅杆船舶的箱式电源，应设置满足要求的避雷系统。

5.3.8 箱式电源应能在吊装、运输、岸基充电和存储期间对蓄电池单体温度、环境温度进行测量和显示，并在温度异常时能够就地发出视觉和听觉报警，同时能将报警信号发送至远程岸基监测平台。

5.4 持证要求

5.4.1 箱式电源应经审图和检验后持有船用产品证书，原材料及其零部件的具体持证要求详见第 6 条。

5.5 内部布置、箱体结构（包括电池架）和结构防火要求

5.5.1 用于箱式电源的集装箱应符合 CCS《集装箱检验规范》关于集装箱的适用部分规定。箱式电源箱体结构应考虑箱体内固定支架在各种工况下造成的局部应力影响。

5.5.2 电池架固定处的箱体结构及其连接构件如螺栓等均应满足船舶运动和箱体倾斜等工况下局部强度的要求。

5.5.3 电池架应采用钢质材料制成，其结构强度应能满足各种工况下的载荷作用。对围壁由防火门组成的集装箱，电池架的结构强度还应考虑船舶倾斜摇摆过程中的变形量，使其不作用于防火门。

5.5.4 箱式电源内所有设备应有效固定，包括但不限于：蓄电池箱（柜）/蓄电池包、汇流柜、高压箱、消防装置等。

5.5.5 布置在箱式电源内的蓄电池箱（柜）/蓄电池包借助箱式电源内公共空间进行通风散热时，蓄电池箱（柜）/蓄电池包距内部舱壁的净距离应不小于 150mm。内部舱壁的净距离指扣除箱内设备、加强筋及装饰板等之后的净距离。

5.5.6 箱式电源内蓄电池箱（柜）/蓄电池包距箱壁及箱顶的间距应不少于 150mm，且距箱壁及箱顶加强结构净距离均应不小于 100mm，以利于减少在吊装过程中的碰撞风险。

5.5.7 对于通用型箱式电源，蓄电池所在处所的限界面应为 A-60 级耐火分隔。若限界面耐火分隔的尺寸和结构形式与 FTP 规则中的 A 级标准构芯不一致，则应进行标准耐火试验；如耐火分隔的强度和刚度与标准构芯等效，包括板厚、加强材尺寸和布置间距，则可不进行标准耐火试验。

5.5.8 绝缘材料和隔热材料的敷设应防止浸水对防火/隔热有效性的影响。

5.5.9 若电缆、消防管路、通风管路等穿过“A”级分隔，应采取措施保证耐火分隔的完整性。

5.5.10 箱式电源的外表面应有明显的“严禁烟火”、“无关人员禁止进入”的安全警示标志。

5.5.11 箱式电源内电池系统不应与配电板置于同一处所。用于配电系统逆变、

变压和分配电的设备应与电池系统分开布置。用于电池簇的控制设备，如高压箱（柜）等，可与电池系统布置在同一处所。

5.5.12 除预制式灭火系统外，箱式电源的固定式灭火系统灭火剂容器及灭火剂释放控制阀等部件应布置在电池处所外的专门处所内，该处所应设置应急照明。

5.5.13 箱式电源的整体设计应考虑便于电池系统相关设备的维护保养，采用内部维护时应有足够通道便于专业人员进行箱式电源检查、维修和处理紧急情况。对于人员可进入的蓄电池舱，其脱险通道的设置应符合主管机关对非 A 类机器处所（海船）或其他机器处所（内河船）脱险通道设置的相关规定。

5.5.14 蓄电池舱的门应保持关闭，当开启时应发出报警并远传至船上有人值班的处所，或采用自闭门，该门应为向外开启。

5.5.15 箱式电源内电池的布置应考虑吊装过程冲击力对蓄电池的有害影响。

5.5.16 箱式电源应满足 CCS 规范对于电气设备的耐盐雾要求。

5.5.17 箱式电源的设计应考虑内部冷凝现象对箱式电源的有害影响。

5.5.18 箱式电源箱体及外部开口应满足风雨密的要求。

5.6 温控系统要求

5.6.1 为避免在充放电、短时转运及存放过程中内部温度过高影响电池寿命，箱式电源内部应采取有效的温度控制。通常采用空调通风或水冷系统的方式，将集装箱内环境温度和电池的温度调节在电池工作所需的温度范围。

5.6.2 箱式电源的温控系统热负荷应考虑电池发热量和外部环境热负荷影响。

5.6.3 箱式电源的温控系统故障，如通风能力损失或水冷系统故障时，应能发出报警，并能将报警信号远传至驾驶室。

5.6.4 温控系统如采用空调通风，通风系统应满足《船舶应用电池动力规范》5.2.2 条的要求。

5.6.5 通风系统的布置应使蓄电池舱的所有空间均能得到有效通风。每一蓄电池舱的通风系统应独立，并与其他舱室通风系统完全分开。通风导管应采用钢或其他等效材料制成。通风口应有防止水和火焰进入的措施，进风口应远离出风口。

5.6.6 至少应设有两个能切断蓄电池舱风机的控制装置，其中之一必须设置在箱式电源外面操作位置处。

5.6.7 当采用冷却水等冷却介质接入电池包和高压箱的冷却方式时，集水器

流道的设计和布置要利于排出流道内的气体，以利于传热，水路应能予以切断，以利于电池包的更换。同时应设有冷却液泄漏监测和报警。

5.7 应急排气系统要求

5.7.1 箱式电源内部所设锂电池如出现热失控，会释放可燃危险气体，为及时排出蓄电池热失控情况下产生的可燃危险气体，对于设有安全等级为 2 的蓄电池舱，应设置独立的应急排风机，或由 5.6.4 条中的通风系统兼用。

5.7.2 应急排风量应根据评估确定，但不应小于 30 次/h 的换气次数。

5.7.3 应急排气系统应由两路电源供电，其中一路应由其服务区域以外的其他电源系统供电。供电时间满足相应规范对应急电源供电时间的要求。

5.7.4 应急排气风机应采用无火花型，电机如在通风管道或电池舱内，应采用合格防爆型设备。无火花风机应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 6 篇 3.3.5 的要求。

5.7.5 应急排气风机应与电池舱内设置的可燃气体探测系统进行联锁，当探测到电池舱内可燃气体浓度大于其爆炸下限（体积分数）的 20% 时，应自动启动应急排气风机。当电池舱中的灭火剂施放时，应自动停止应急排气风机。

5.7.6 从应急排气风机排出的气体应引至开敞甲板上的安全地点，并远离有人居住或含有热源的处所，同时远离其它处所的进风口以及箱式电源的就地操作位置、消防间入口、电气间入口至少 3 米。

5.7.7 应急排气出口应设置自动防火风闸并具有自闭功能，且与应急排风机联动工作。如无法做到，箱式电源的应急排气口应通向船外且具有防雨水和海浪注入功能。如采用电动型防火风闸时应为合格防爆型，除非相关电气部件不在电池舱内，并且与排气口隔绝或离开排气口 3 米距离。

5.8 消防系统

5.8.1 蓄电池所在围蔽处所应设有下列固定式灭火系统之一进行保护：

(1) 七氟丙烷灭火系统，其灭火设计浓度应至少为 9%。该系统尚应配备与所需灭火剂同等数量的备用灭火剂、气瓶和相关管路附件，以便随时可用。如电池包内设有专用的火灾防控装置，则可不配备备用灭火剂。

(2) 二氧化碳灭火系统，其灭火剂数量应至少按该处所总容积的 40% 进行设计。该系统尚应配备与所需灭火剂同等数量的备用灭火剂、气瓶和相关管路附件，以便随时可用。如电池包内设有专用的火灾防控装置，则可不配备备用灭火剂。

5.8.2 七氟丙烷灭火系统应满足 IMO 《经修订的机器处所和货泵舱等效固定式气体灭火系统的认可指南》（MSC/CIRC.848 通函）及其修正案或《内河船舶法定检验技术规则》第 5 篇第 3 章第 8 节的要求。二氧化碳灭火系统应满足 IMO 《国际消防安全系统规则》第 5 章或《国内航行海船法定检验技术规则》第 4 篇第 2-2 章或《内河船舶法定检验技术规则》第 5 篇第 3 章第 8 节的要求。

5.8.3 箱式电源的固定式灭火系统（含备用灭火剂）除能就地控制外，还应具备遥控操作功能。

5.8.4 箱式电源内电池系统整体灭火不宜将水灭火（高压细水雾除外）作为第一选择。如采用水灭火系统，应采取相应保护措施，防止由于水灭火导致的二次灾害。

5.9 电气控制系统（电池系统（含 BMS）、照明、火灾探测、可燃气体探测、视频监控、报警连锁、不间断电源 UPS、应急切断等）

5.9.1 电池系统（含 BMS）应满足《船用锂离子电池》产品检验指南相关要求，选用的电池系统应与船舶使用工况相匹配。箱式电源内直接并联的电池子系统（最小独立供电单元）之间应设有保护措施防止内部环流。

5.9.2 箱体内应设置充足的照明以满足正常工作和检修的要求，电池舱内的照明灯具应为合格的防爆型产品。

5.9.3 箱式电源内电力电缆应尽量与通信电缆分开敷设。本质安全电路的电缆应与非本质安全电路的电缆分开敷设（例如：不应束聚在一起，不应放在同一罩壳或管道内，也不应用同一夹线板固定）。本质安全电路电缆的外护套应为蓝色或具有蓝色条纹标识，蓝色条纹应清晰可见。需在失火状态下工作的设备电缆，如固定式探火和失火报警系统、可燃气体探测系统、消防系统、紧急切断系统等，包括其供电电缆，如果穿过较大失火危险处所，则应使用耐火电缆。

5.9.4 箱式电源内电池舱和电气间（如设有）应安装满足《国际消防安全系统规则》（FSS 规则）或主管机关规定的固定式探火和失火报警系统。探火系统的设计和探测器的安装，应在舱室的任何部位以及在设备工作的正常状况和环境温度范围内所需的通风变化下，当开始发生火灾时能迅速地探出火灾征兆。蓄电池舱内不应仅设置感温探测器，推荐采用感温感烟组合型探测器。电池舱内安装的探测器应为合格的防爆型产品。电气间（如设有）应设置感烟探测器。

5.9.5 电池舱的固定式探火和失火报警系统应能远程逐一识别每一探测器。当系统不具备识别单个探测器的功能时，每个探测器应设置成独立的分路。固定式探火和失火报警系统应由两路供电。其中一路应由其服务区域以外的电源供电，供电时间满足相应规范对应急电源供电时间的要求。

5.9.6 电池舱内应设置独立的可燃气体浓度探测装置。该可燃气体浓度探测装置应能在蓄电池舱内可燃气体浓度大于其爆炸下限（体积分数）的 20%时，在就地、驾驶室或其他船舶经常有人值班处所发出听觉和视觉报警，同时自动启动应急排风机，并自动切断电池系统。可燃气体探测器应为合格的防爆型产品。可燃气体浓度探测装置应由两路供电，其中一路应由其监控蓄电池外的电源供电。

5.9.7 若集装箱内允许人员工作或出入对集装箱电池舱内设备进行操作和检修时，应在电池舱内设有固定式气体灭火系统（CO₂/七氟丙烷）施放灭火剂的听觉和视觉自动报警装置，报警持续时间应考虑撤离该处所需的时间，应在灭火剂施放前至少工作 20s。灭火剂释放报警装置应由两路供电，其中一路应由其监控蓄电池外的电源供电。

5.9.8 灭火系统可设置为自动释放，当有人员进入集装箱电池舱内时，则应自动切换为手动释放，如通过进入舱内的门的限位或其他装置实现自动切换。灭火系统的自动释放应充分考虑到探火系统探测器、可燃气体浓度探测器以及电池系统报警（特别是单体过高温）以及舱室环境温度报警的动作。灭火系统释放前应自动切断电池舱内所有设备的供电。

5.9.9 如设计时未考虑对箱式电源在船上进行维护保养，应在箱式电源蓄电池舱内配置防爆型摄像头以便于内部调试和查看，同时，应能在就地、驾驶室和远程岸基监测平台显示。

5.9.10 箱式电源应设紧急切断装置，用于在故障模式下断开整个系统的运行，包括：电池系统、通风系统（含应急排气系统）、空调系统、箱内照明、视频监视系统等。紧急切断装置应设置在就地和驾驶室或其他船舶经常有人值班处，动作时应同时发出视觉和听觉信号。紧急切断装置应独立于控制系统，并设置防止误操作的保护。

5.9.11 箱式电源的固定式探火和失火报警系统、可燃气体探测系统、应急排气系统、电池管理系统（BMS）、报警系统应由两路独立电源供电，其中一路电源应由除本箱体主电源以外的其它电源系统供电，且供电时间满足相应规范对应急电源供电时间的要求。其中电池管理系统（BMS）电源应满足箱式电源可能存在的最长等待时间，两者取大者。可通过合适容量的不间断电源 UPS 进行供电，以确保箱式电源在转运、吊装等工况下维持上述系统的持续供电。

5.9.12 不间断电源 UPS 蓄电池的布置应满足《钢质海船入级规范》第 4 篇第 2 章或《钢质内河船舶建造规范》第 3 篇第 5 章中对蓄电池的布置要求。

5.9.13 电池系统主电路应在所有绝缘极上设置过载和短路保护。

5.9.14 电池系统与配电板连接的主电路应通过隔离开关或断路器连接至配

电系统母排，以便于维护检修时起隔离作用。

5.10 换电接口要求

5.10.1 箱式电源的换电接口一般包括电气接口（电力与通信）和水接口。接口的设计和选型应考虑插拔损耗。

5.10.2 换电接口表面不应有毛刺、异物、飞边及类似尖锐边缘。

5.10.3 换电接口应易于操作，并应设有锁紧装置，保证集装箱内电系统和水系统与船上系统连接牢固，防止松脱，并且有防止不正确耦合的结构或设计。

5.10.4 电力接口应具备正确的电气连接和断电顺序，避免换电过程中出现非预期的高、低压电路导通。电力接口的设计应能防止带电插拔。

5.10.5 电力接口的短时耐受电流应满足船舶电力系统短路电流计算的要求。

5.10.6 电力和通信接口应能监测各接口的连接状态。

5.10.7 通信接口应能将电池系统 BMS 的数据信息以及箱式电源的报警信息与船舶进行通信。同时，电池系统 BMS 的数据信息应能传送至岸基管理系统，以便在充电、转运、吊装等过程中对电池系统进行状态监控。

5.10.8 电气接口连接完成后整体防护等级应满足相应处所的防护等级。如为露天甲板，则应满足 IP56 的外壳防护等级。换电接口应便于更换维修。

5.10.9 水接口（如有时）的介质意外泄漏时，不应引发电气接口绝缘故障和其他安全隐患。

6 原材料及零部件

集装箱箱体应取得《1972 年国际集装箱安全公约》（CSC）证书，并持有安全合格牌照。同时应注意集装箱取证时箱体的外部开口状态，尽量避免集装箱箱体取证后再产生影响结构强度的开口，否则应重新进行强度评估。

一般情况下，箱式电源内各部件的持证要求如下，其他原材料和零部件的持证要求详见《内河船舶入级规则》或《钢质海船入级规范》中对产品持证的要求：

序号	产品名称	证件类别		认可模式				审图	备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	PA	
1	A 级防火分隔	—	X	—	X	—	—	X	A-60 级耐火甲板/耐火舱壁

2	甲板敷料	—	X	—	—	—	X	—	
3	防火门	X	—	—	X	O	—	X	
4	防火风闸	X	—	—	X	O	—	X	
5	电池系统	X	—	—	—	—	—	X	具体详见《船舶应用电池动力规范》表 1.3.1.3
5.1	电池包	X	—	—	X	—	—	X	
5.2	电池管理系统 (BMS)	X	—	—	X	—	—	X	仅对主控模块要求持有 C/E 证件, 从控模块可持有 W 证件。
5.3	高压箱 (柜)	X	—	—	—	—	—	X	
5.4	汇流箱 (柜)	X	—	—	—	—	—	X	
5.5	电线电缆	X	—	—	—	—	X	X	对设备内部连接电缆, 如电池包内和高压箱内电缆, 证件类别可为 W。
5.5	火灾防控装置	X	—	—	X	—	—	X	
6	舱室风机	X	—	X	O	O	—	X	含排气风机
7	火灾报警控制器	X	—	—	X	O	—	X	
8	火灾报警探测器	X	—	—	X	O	—	X	
9	火灾手动报警按钮	X	—	—	X	O	—	X	
10	可燃气体探测器	X	—	—	X	O	—	X	
11	七氟丙烷灭火系统	X	—	—	X	O	—	X	
12	二氧化碳灭火系统	X	—	—	X	O	—	X	
13	照明灯具	—	X	—	X	—	—	X	
14	不间断电源 (UPS)	—	X	—	X	O	—	X	不间断电源(UPS)容量为 50kVA 及以上, 证件类别应为 C。
15	可编程控制器	—	X	—	X	—	—	X	含触摸屏
16	断路器	—	X	—	X	—	—	X	经 CCS 特别同意可以接受。
17	接触器	—	X	—	X	—	—	X	经 CCS 特别同意可以接受。

18	熔断器	—	X	—	X	—	—	X	经 CCS 特别同意可以接受。
19	电缆	X	—	—	—	—	X	X	设备间连接电缆
20	电源变换装置(功率模块)	X	—	—	X	O	—	X	功率 50kW 及以上
21	管系及附件	—	X	—	—	—	X	—	
22	A 级和 B 级分隔贯穿件(或贯穿装置)	—	X	—	X	—	—	X	包括: 1、(a)电缆贯穿装置; (b)管路贯穿件(贯穿套管系由厚度 3mm 及以上长度不小于 900mm 的钢或等效材料制成且无开口时,可不必持证)

符号说明:

(1) C—产品证书; E—等效证明文件; W—制造厂证明。

(2) DA—设计认可; TA—型式认可; WA—工厂认可; PA—审图。

(3) X—适用; O—可选; ———不适用。

(4) 如无“C/E”要求,制造厂在产品供货时应随制造厂证明(正本)提供相应的认可证书复印件。

注: 电池系统可单独取证,也可随箱式电源一并取证。

7 型式试验

7.1 同一规格型式的箱式电源首台产品应按照 7.2~7.5 的要求进行型式试验。

7.2 电池架若通过集装箱围壁予以固定,系固点的设计承载能力应不小于强度计算书中各工况的包络值。系固点的强度应在集装箱检验时通过集装箱货物系固试验予以验证。

7.3 电池架应选取典型结构带模拟电池包载荷进行强度试验,至少包括 GD22-2015《电气电子产品型式认可试验指南》中要求的振动和倾斜摇摆试验。如箱式电源在使用过程中有频繁的公路运输工况,电池架还应按 ISO 6469-1:2019《电动道路车辆 安全规范 第 1 部分:可充电能量储存系统》中的要求进行机械振动和机械冲击试验。机械冲击试验可通过仿真计算替代。

7.4 电气接口(包括电力接口和通信接口)应按 GD22-2015《电气电子产品型式认可试验指南》中室外设备的要求进行倾斜和摇摆试验、振动试验、高温试验、低温试验、交变湿热试验、盐雾试验 Kb、绝缘电阻测量、耐电压试验、外壳防护等级试验、滞燃试验(如适用)。电力接口还应参照 IEC 60309-1《工业用插头插座和耦合器》中的要求至少进行正常操作试验、联锁功能试验、温升试验、软电缆及其连接试验、机械强度试验、螺钉、载流部件和连接试验、爬电距离、电气间隙和穿通密封胶距离测量、耐热和耐电痕化试验、耐腐蚀与防锈、限

制短路电流耐受试验。

7.5 箱式电源的试验应按照施工装配工序分步进行，至少应包含以下试验项目：

7.5.1 箱体及结构件检查。在集装箱箱体及结构件制作完成后，对箱体及结构件进行检验。核查集装箱证书，核验集装箱状况是否与证书保持一致。对结构构件与图纸的一致性进行检查。对构件尺寸、焊接工艺，焊缝质量进行检查。

7.5.2 A-60 防火绝缘检查。在 A-60 防火绝缘材料敷设完毕后，进行 A-60 防火绝缘检查。对 A-60 防火绝缘材料、防火密封条、防火门等进行证书核查。对绝缘材料的厚度和敷设方式与图纸和证书的一致性进行检查，对绝缘材料的敷设工艺、敷设完整性进行检验。

7.5.3 管路液压试验。集装箱内部流体管路在车间加工完成后，应进行管路液压试验。液压试验应在制造完工后、包扎绝热材料或涂上涂层前进行。液压试验的试验压力应不低于设计压力的 1.5 倍，保压时间 10min，管路不应渗漏、变形或损坏。管路的液压试验也可在箱体内管路装配完成后，与密性试验一起进行。

7.5.4 管路密性试验。所有管路安装完毕后应进行密性试验，以检查渗漏情况。进行管路密性试验时，应逐步缓慢加压至试验压力，试验压力应不低于设计压力，持续时间 5min，管道各处应无渗漏。

7.5.5 通风系统（含应急排气系统）功能试验。通风系统在安装完毕后应进行以下试验：

(1) 通风附件效用检查：通风系统内各个带有气动/电动执行器的防火风闸以及通风阀门进行效用试验，操作各防火风闸、通风阀门开、闭各三次。

(2) 风机效用试验：风机运行时间不小于 30min，检查风机的运行情况和振动情况。效用试验后，风机电动机应测量热态绝缘电阻，不低于 $1\text{M}\Omega$ 。

(3) 风速测量：用风速仪测量风道左右各 3 个位置的风速，并记录数据，计算出的实际通风量应不小于设计通风量。应急排气系统应满足 30 次/h 换气次数的要求。

7.5.6 电池系统（含 BMS）试验。电池系统安装完毕后应进行功能试验，应至少包含以下试验项目：

(1) 外观及结构检查

(2) BMS 功能试验

- (3) 过高温保护
- (4) 过流保护
- (5) 外部短路保护模拟
- (6) 过充电保护
- (7) 过放电保护
- (8) 绝缘电阻测量
- (9) 紧急关断功能试验（超过 50kWh）
- (10) 容量测试（至少选取一簇进行，以蓄电池系统额定充放电电流进行 1 次）

如电池系统（含 BMS）已单独取证，可简化电池系统和 BMS 的试验项目。

7.5.7 温控系统功能试验。在温控系统安装完成后进行以下功能试验：

(1) 温控系统冷媒水附件效用试验（如适用）：对冷媒水管路上的传感器进行整定，进行电动阀门的效用试验。操作各电动阀门开、闭各三次。

(2) 如温控系统采用空调通风系统，效用试验如下：将电池系统按箱式电源技术说明书中规定的额定电流进行充放电试验。设定空调开启温度，观察达到设定温度后空调系统是否能正常启动。开启空调系统后，利用空调降低集装箱内温度直至达到目标温度。达到目标温度后继续运行空调系统一段时间，观察集装箱内部温度变化，试验时间不少于 4h，并至少进行一次充放电循环。记录集装箱内环境初始温度、电池包内电池初始温度、高压箱初始温度和外部环境初始温度，记录达到目标温度的降温时间。每隔 15min，测量集装箱内、外部环境温度、电池包内电池温度、高压箱温度以及空调系统的各项参数。确认在充放电循环过程中空调通风系统对电池系统的冷却有效性。

(3) 如温控系统采用水冷系统，效用试验如下：电池系统按箱式电源技术说明书中规定的额定电流进行充放电试验。测量水冷系统的流量、压力和进水温度与设计是否相符。试验时间不少于 4h，并至少进行一次充放电循环。记录集装箱内环境初始温度、电池包内电池初始温度、高压箱初始温度和外部环境初始温度。每隔 15min，测量集装箱内、外部环境温度、电池包内电池温度、高压箱温度以及水冷系统的各项参数。确认在充放电循环过程中水冷系统对电池系统的冷却有效性。

7.5.8 消防系统效用试验。消防系统安装完工后，对系统作外部检视，检查系统各部件的完整性、布置和结构、灭火剂容量是否符合批准图纸和计算书的要

求。检查各部件的制造与安装质量及其固定情况。进行应急机械开启装置效用试验（不释放灭火剂），消防系统手动/自动启动及系统联动试验，包括自动切断功能。同时验证遥控施放功能。

7.5.9 报警系统试验。报警系统试验至少包含以下内容：

- (1) 探火和失火系统报警试验；
- (2) 可燃气体探测系统报警试验；
- (3) 固定式灭火系统释放报警试验；
- (4) 箱内环境温度监测报警试验；
- (5) 其他相关安全连锁报警试验。

7.5.10 紧急切断系统试验。在充放电过程中按下急停按钮，检查各部件动作情况。同时验证遥控紧急切断功能。

7.5.11 接口系统试验。接口系统试验应包含充放电接口和水系统接口试验。接口系统应满足第 5.10 条的要求。

7.5.12 不间断电源 UPS 系统试验。检查 UPS 的容量及供电负载是否与图纸相符。断开 UPS 供电电源，检查各供电负载的工作情况。

7.5.13 照明系统试验。检查照明系统的安装完整性和正确性，进行效用试验。

7.5.14 视频监视系统试验。检查视频监视系统的安装完整性和正确性，进行效用试验。

7.5.15 主电路保护功能试验。检查主电路各保护元器件保护功能的可用性。

7.5.16 绝缘电阻测量。测量各系统的绝缘电阻，阻值应不低于《电气电子产品型式认可试验指南》中的相关要求。

7.5.17 箱体风雨密试验。在集装箱门及其他开口关闭的状态下对集装箱体外表面门端、框端和外部开口进行冲水，检查集装箱是否能够达到风雨密效果。风雨密试验的喷嘴内径不小于 12.5mm，喷嘴出口水压不小于 0.1MPa，喷嘴至箱体受试表面的距离 1500mm，喷嘴移动速度 100mm/s。箱体在试验中与试验后，均应不出现任何渗漏现象。

7.5.18 完工检查。检查箱式电源的外观结构、设备安装、油漆状况和标志标识等。本项目应在所有试验及检查项目完成，产品达到完工状态时进行。

8 单件/单批检验

8.1 箱式电源的原材料和零部件应按第 6 条中的要求持证。

8.2 同一规格型式的首台产品的试验应按本指南第 7 条要求进行型式试验。在工厂完成自检试验的基础上，后续产品的检验按单件/单批检验试验项目进行。

8.3 单件/单批检验前，制造厂应提交箱体及结构件工厂检验报告、管路液压试验工厂检验报告供验船师审核。

8.4 单件/单批检验原则上应逐件检验，检验试验项目应至少包括：

- (1) A-60 防火绝缘检查；
- (2) 管路密性试验；
- (3) 通风系统（含应急排气系统）功能试验；
- (4) 电池系统（含 BMS）试验；
- (5) 温控系统功能试验；
- (6) 消防系统效用试验；
- (7) 报警系统试验；
- (8) 紧急切断系统试验；
- (9) 接口系统试验；
- (10) 不间断电源 UPS 系统试验；
- (11) 照明系统试验；
- (12) 视频监视系统试验；
- (13) 主电路保护功能试验；
- (14) 绝缘电阻测量；
- (15) 箱体风雨密试验；
- (16) 完工检查。