



中国船级社

船舶应用电池动力规范

2023

生效日期：2023年6月1日

北京

目录

第1章 通则.....	5
第1节 一般规定.....	5
1.1.1 适用范围.....	5
1.1.2 目标.....	5
1.1.3 功能.....	5
1.1.4 安全分级.....	6
1.1.5 附加标志.....	6
1.1.6 定义.....	7
1.1.7 图纸和资料.....	7
第2节 蓄电池及系统可靠性要求.....	9
1.2.1 蓄电池可靠性要求.....	9
1.2.2 电池系统可靠性要求.....	9
1.2.3 蓄电池的配备.....	9
第3节 检验.....	10
1.3.1 产品检验.....	10
1.3.2 船舶检验.....	11
1.3.3 替代检验.....	12
第2章 船舶布置.....	13
第1节 一般规定.....	13
2.1.1 一般要求.....	13
第2节 蓄电池的要求.....	13
2.2.1 一般要求.....	13
第3节 蓄电池箱（柜）.....	13
2.3.1 一般要求.....	13
2.3.2 蓄电池箱（柜）的布置.....	14
2.3.3 蓄电池箱（柜）的冷却.....	14
2.3.4 蓄电池箱（柜）的应急排气及可燃气体探测.....	14
2.3.5 蓄电池箱（柜）的温度监测与报警.....	15
2.3.6 蓄电池箱（柜）内设备要求.....	15
第4节 蓄电池舱.....	15
2.4.1 一般要求.....	15
2.4.2 蓄电池舱的布置.....	15
2.4.3 蓄电池舱的冷却.....	16
2.4.4 蓄电池舱的应急排气及可燃气体探测.....	16
2.4.5 蓄电池舱的温度监测与报警.....	16
2.4.6 蓄电池舱的探火与报警.....	17
2.4.7 蓄电池舱内设备要求.....	17
第3章 电池动力系统监测、报警和控制.....	18
第1节 船舶管理系统.....	18
3.1.1 一般要求.....	18
3.1.2 功率/能量管理系统.....	18
3.1.3 监测报警系统.....	19

第 2 节 岸基系统.....	19
3.2.1 一般要求.....	19
第 3 节 岸基监测平台.....	19
3.3.1 一般要求.....	19
3.3.2 监测数据管理要求.....	20
第 4 章 电池动力配电系统.....	21
第 1 节 一般规定.....	21
4.1.1 一般要求.....	21
第 2 节 直流配电系统.....	21
4.2.1 一般要求.....	21
第 3 节 交流配电系统.....	22
4.3.1 一般要求.....	22
第 5 章 消防.....	23
第 1 节 一般规定.....	23
5.1.1 一般要求.....	23
第 2 节 防火与探火.....	23
5.2.1 耐热和结构性分隔.....	23
5.2.2 通风系统.....	23
5.2.3 探火和报警.....	24
第 3 节 灭火.....	24
5.3.1 一般要求.....	24
5.3.2 蓄电池舱固定式灭火系统.....	25
5.3.3 蓄电池包火灾防控装置.....	25
5.3.4 手提式灭火器.....	25
第 4 节 脱险.....	26
5.4.1 出入口和通道.....	26
第 5 节 纤维增强塑料船的特殊要求.....	26
5.5.1 一般要求.....	26
5.5.2 结构材料.....	26
5.5.3 防火分隔.....	26
5.5.4 其他.....	26
第 6 章 蓄电池船用技术要求.....	27
第 1 节 一般规定.....	27
6.1.1 一般要求.....	27
第 2 节 蓄电池单体.....	27
6.2.1 蓄电池单体生产线工艺一般要求.....	27
6.2.2 蓄电池单体生产线环境条件要求.....	27
6.2.3 蓄电池单体要求.....	28
6.2.4 蓄电池单体品质要求.....	28
6.2.5 蓄电池单体健康要求.....	29
6.2.6 蓄电池单体安全要求.....	29
第 3 节 蓄电池模块.....	29
6.3.1 蓄电池模块生产线工艺一般要求.....	29
6.3.2 蓄电池模块品质要求.....	29

6.3.3	蓄电池模块健康要求	30
6.3.4	蓄电池模块安全要求	30
第 4 节	蓄电池包	30
6.4.1	蓄电池包品质要求	30
6.4.2	蓄电池包健康要求	30
6.4.3	蓄电池包安全要求	31
6.4.4	蓄电池包的铭牌及标识	31
第 5 节	电池管理系统 (BMS)	32
6.5.1	一般要求	32
6.5.2	基本功能	32
第 6 节	电池系统	35
6.6.1	一般要求	35
6.6.2	紧急关断装置	35
6.6.3	最小电量报警装置	35
6.6.4	船上文件要求	35
第 7 节	充电装置	36
6.7.1	一般要求	36
6.7.2	直流母排充电特殊要求	36
第 7 章	船舶应用箱式电源的补充规定	37
第 1 节	一般规定	37
7.1.1	适用范围	37
7.1.2	定义	37
第 2 节	箱式电源技术要求	37
7.2.1	一般要求	37
7.2.2	箱式电源箱体	38
7.2.3	箱式电源内部布置	38
第 3 节	箱式电源船上布置	38
7.3.1	一般要求	38
第 4 节	箱式电源换电要求	39
7.4.1	一般要求	39
7.4.2	船舶换电系统	39
7.4.3	换电接口/箱式电源汇接箱	40
第 5 节	消防	40
7.5.1	一般要求	40
7.5.2	结构	40
7.5.3	应急排气	40
7.5.4	灭火系统	40

第1章 通则

第1节 一般规定

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 《船舶应用电池动力规范》（以下简称“本规范”）适用于以蓄电池作为部分或全部动力源的船舶的设计、建造和检验以及蓄电池及其电池管理系统（BMS）的试验和检验。

1.1.1.2 本规范所指蓄电池包含锂离子蓄电池和能量型超级电容器。

1.1.1.3 本规范所指电池管理系统包含锂离子蓄电池管理系统和能量型超级电容器电容管理系统。

1.1.1.4 除1.1.1.5明确外，本规范适用于船体材料以钢或铝合金材料建造的船舶。

1.1.1.5 本规范适用于20m以下的纤维增强塑料船。对于船长大于等于20m的纤维增强塑料船，除满足本规范适用要求外，尚应通过试验和/或其他方式认定。船舶的安全水平除满足1.1.2和1.1.3要求的目标和功能要求外，还应考虑以下措施：

- (1) 针对船舶应用蓄电池造成的安全风险而采取相应的营运限制措施；
- (2) 针对船舶应用蓄电池造成的消防安全风险而采取相应的消防安全措施；
- (3) 针对船舶应用蓄电池造成的相关危险而采取相应的人员安全撤离措施。

1.1.1.6 本规范不适用于高速船。

1.1.1.7 本规范未涉及部分，应满足CCS相应规范的相关要求。

1.1.2 目标

1.1.2.1 本规范的目标是通过涉及对电池动力船舶的蓄电池提出产品品质要求、健康要求、安全技术要求、船舶布置要求、消防要求、检验与试验要求，以实现电池动力船舶在下列环境下的安全可靠运行：

- (1) 航行；
- (2) 进出港；
- (3) 靠离码头；
- (4) 作业；
- (5) 停泊；
- (6) 应急；
- (7) 充电；
- (8) 维护保养。

1.1.3 功能

1.1.3.1 为实现1.1.2.1的目标，电池动力船舶应达到1.1.3.2~1.1.3.5的功能目标。

1.1.3.2 电池系统应能与船舶管理系统实施有效通信，接受其管理，并上传重要参数。

1.1.3.3 电力推进系统应能够保证船舶的正常推进，应具有以下功能：

- (1) 推进设备控制与保护；
- (2) 系统监测与报警。

1.1.3.4 消防系统应能够将电池火灾和爆炸抑制、控制和扑灭在着火舱室内。

1.1.3.5 入级CCS的电池动力船舶应能将电池动力系统关键参数传送到CCS电池动力

船舶检验验证平台。

1.1.4 安全分级

1.1.4.1 安全分级的目的是为了让所有上船使用的蓄电池能够根据安全级别采取相应的防护措施，使得蓄电池能够根据自身特点在船上安全使用。安全分级应在蓄电池单体检验阶段完成。

1.1.4.2 适用于1.1.1.1的蓄电池必须提供风险评估报告，该报告需包含表1.1.4.6安全分级中包含的各要素并给出判断结果，所有判断需基于理论分析和试验数据。

1.1.4.3 蓄电池本身安全性存在隐患，即正常使用可能释放有毒、可燃气体或存在起火、爆炸、明显鼓胀、漏液风险的蓄电池禁止船用。

1.1.4.4 未通过热失控扩散试验的蓄电池禁止船用。热失控试验方法按CCS船用锂电池产品相关检验指南对应要求执行。

1.1.4.5 未通过热失控扩散试验的蓄电池禁止船用。热失控扩散试验方法按CCS船用锂电池产品相关检验指南对应要求执行，试验结果满足6.3.4.3的要求。

1.1.4.6 蓄电池应按照表1.1.4.6要求进行分级。安全级别从1~2级递增。安全等级为1的蓄电池通过严格的防护可船用；安全等级为2的蓄电池采用通用安全措施则可船用。

安全分级一览表

表1.1.4.6

安全等级	热失控		燃烧（爆炸）风险
	释放氧气	释放有毒可燃气体	
1	√	√	较高
2		√	较低

1.1.4.7 在热失控情况下正极材料释放氧气和有毒可燃气体，燃烧（爆炸）风险较高的蓄电池，安全等级为1。

1.1.4.8 在热失控情况下正极材料仅释放有毒可燃气体，燃烧（爆炸）风险较低的蓄电池，安全等级为2。

1.1.4.9 船长超过50米或载客人数超过150人的客船，以及所有载运（含散装和包装）危险货物的船舶、油船、液化气体运输船舶的蓄电池应为安全等级2的蓄电池，且蓄电池包防护等级应不低于IP67，温度调节措施和火灾防控措施应满足6.4.3.4和6.4.3.5的要求。

1.1.4.10 纤维增强塑料船的蓄电池应为安全等级2的蓄电池，且蓄电池包防护等级应不低于IP67，温度调节措施和火灾防控措施应满足6.4.3.4和6.4.3.5的要求。

1.1.5 附加标志

1.1.5.1 船舶正常运行过程中，仅采用电池作为推进动力，经船东或船厂/设计单位申请并经CCS审图与检验，确认符合本规范的相关要求后，可授予如下附加标志：

电池（动力）：Battery（Power）

1.1.5.2 船舶正常运行过程中，采用蓄电池作为部分推进动力或储能电源，经船东或船厂/设计单位申请并经CCS审图与检验，确认满足本规范及《混合动力船舶检验指南》的相关要求后，可授予如下附加标志：

电池（混动）：Battery（Power-h）

1.1.5.3 船舶具备将其电池动力系统、配电系统、电力推进系统参数发送至CCS电池动力船舶检验验证平台的能力，经船东或船厂/设计单位申请并经CCS审图与检验，确认能够满足本规范的相关要求，可授予如下附加标志：

电池动力系统远程监测：Power-R

1.1.6 定义

1.1.6.1 本规范所涉及的定义和术语如下：

(1) 锂离子蓄电池 (Lithium-ion Battery)：利用锂离子作为导电离子，在正极和负极之间移动，通过化学能和电能相互转化实现充放电的电池。

(2) 能量型超级电容器 (High Energy Density Supercapacitor)：系指以高比能量为特点，主要用于高能量输入、输出的电容器。

(3) 蓄电池单体 (Battery Cell)：系指蓄电池里面最小结构单元，直接将化学能转化为电能的基本单元装置，包括电极、隔膜、电解质、外壳和端子（又称极端）。

(4) 蓄电池模块 (Battery Module)：系指将一个以上蓄电池单体按照串联、并联或串并混联方式组合，且只有一对正负极输出端子，并作为电源使用的组合体。

(5) 蓄电池包 (Battery Pack)：系指由于电压或功率要求由多个蓄电池单体或蓄电池模块串、并联而成。蓄电池包内应含有为电池系统提供信息（如电压、温度等）的监测电路。

(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。

(7) 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。

(8) 船舶管理系统 (Ship Management System)：船舶管理系统可为功率管理系统 (Power Management System, PMS) 和/或能量管理系统 (Energy Management System, EMS) 和/或监测报警系统 (Alarming and Monitoring System, AMS)。

(9) 电池容量 (Battery Capacity, C)：系指电池存储电量的大小。一般企业提供的电池容量（室温下蓄电池以恒定电流 I_x (A)放电，可持续工作X小时）为额定电池容量。

(10) 健康状态 (State of Health, SOH)：健康状态是指电池当前的性能与正常设计指标的偏离程度。

(11) 电池荷电状态 (State of Charge, SOC)：系指当前蓄电池单体、模块、蓄电池包或系统中按照制造商规定的放电条件可以释放的电量占电池容量的百分比，也叫剩余电量。

(12) 放电深度 (Depth of Discharge, DoD)：在电池使用过程中，电池放出的容量占其标称容量的百分比。

(13) 热失控 (Thermal Runaway)：系指蓄电池单体放热连锁反应引起电池温度不可控上升的现象。

(14) 热失控扩散 (Thermal Runaway Propagation)：系指蓄电池包或系统内由一个蓄电池单体热失控引发的其余蓄电池单体接连发生热失控的现象。

(15) 故障模式和影响分析 (Failure Mode & Effects Analysis, FMEA)：是一种对系统进行分析，以识别潜在故障模式、故障原因及其对系统性能（包括部件、系统或过程的性能）影响的系统化程序。

1.1.7 图纸和资料

1.1.7.1 对于船舶检验，除CCS相关规范要求的图纸外，电池动力船舶尚应补充下列图纸资料提交CCS批准：

(1) 电力系统图（包括蓄电池、BMS系统以及配电板等构成的电路系统图）；

(2) 电力设备布置图（包括蓄电池、配电板等设备的安装位置）；

(3) 电力负荷计算书；

(4) 直流母排系统短路电流计算及保护协调性分析^①(适用于可能同时在网的储能系统所连接的变流器总功率大于200kW的船舶);

(5) 蓄电池舱、蓄电池箱(柜)布置图;

(6) 蓄电池舱、蓄电池箱(柜)通风系统(包括应急排气系统)图及计算书(如适用);

(7) 蓄电池舱、蓄电池箱(柜)温度调节装置图及计算书(如适用);

(8) 蓄电池舱防火结构图;

(9) 蓄电池舱固定式探火及失火报警系统图、布置图(可与全船固定式探火及失火报警系统图、布置图组合);

(10) 蓄电池舱灭火系统布置图及灭火剂量计算书;

(11) 可燃气体探测系统图、布置图;

(12) 温度监测与报警系统图、布置图。

1.1.7.2 对于电池动力船舶的风险评估,应根据其用途分别由电池生产厂商、电池系统集成商、船舶设计单位完成并提供CCS备查。风险评估应包括如下内容:

(1) 危险识别(所有可能潜在危险的清单);

(2) 风险评估(风险因素评估);

(3) 风险控制选项(设计控制和减少识别风险的措施);

(4) 必须采取的措施;

(5) 是否符合本规范的相关要求的说明、拟采用电池类型(化学)所代表的所有潜在危险,并至少包括:

① 蓄电池正常工作及热失控状态下主要原材料的化学反应方程式及可能释放气体成分清单;

② 气体蔓延风险(有毒、易燃、腐蚀性);

③ 火灾风险;

④ 爆炸风险;

⑤ 必要的检测和报警系统(气体检测、火灾检测等)和通风;

⑥ 外部风险(火灾、水侵入等);

⑦ 主要或重要服务的推进或辅助动力损失。

^①直流母排系统短路电流计算及选择性保护分析参见《船舶直流综合电力系统检验指南》第3章第4节相关要求。

第2节 蓄电池及系统可靠性要求

1.2.1 蓄电池可靠性要求

1.2.1.1 蓄电池的可靠性除应满足相应的国际、国内标准^①的要求，还应满足本规范第6章对应章节品质、健康、安全要求。

1.2.2 电池系统可靠性要求

1.2.2.1 系统电量小于100kWh的电池系统可靠性应满足国标GB 38031《电动汽车用动力电池安全要求》或等效标准的相关要求。

1.2.2.2 系统电量大于等于100kWh的电池系统的可靠性应满足国标GB/T36276《电力储能用锂离子电池》或等效标准的相关要求。

1.2.3 蓄电池的配备

1.2.3.1 为主电源和推进动力分别设置蓄电池的船舶，蓄电池需分别满足以下条件：

(1) 主电源至少应设置两组独立蓄电池组，每组蓄电池组的电量应在整个航程相适应的时间内，足以对保障船舶正常航行、船舶安全及冷藏货物所必需的设备供电。同时，最低舒适的居住条件也应得到保证，至少应包括适当的炊食、食品冷冻、机械通风、卫生和淡水设备的供电。每组蓄电池组的电量，至少能维持船舶安全所必须的用电设备4h的供电。

对于船长小于20m的内河船舶，主电源配备应满足《内河小型船舶建造规范》及相应法规要求；对于船长小于20m的海船，主电源配备应满足《小型海船入级规范》及相应法规要求；对于游艇，主电源配备应满足相应规范及法规要求。

(2) 电力推进电源蓄电池组至少应设置两组独立蓄电池组，每组蓄电池组的设计电量应相近，且应使其总电量满足船舶航程所需的电力。当任意一组蓄电池组发生故障时，其余蓄电池组的电量能维持船舶到达最近港口。

1.2.3.2 如设置公共电站兼做主电源和电力推进电源，应符合下列规定：

(1) 蓄电池组的配备、功能和总电量应满足1.2.3.1的规定；

(2) 电站的控制系统应保证在推进和日用负载之间安全地分配电力，若有必要，可以卸掉非重要负载和/或降低推进功率；

(3) 主汇流排至少分成两段，并按下列方式之一设置：

① 分段之间不连接，实行分区供电；

② 分段之间应采用母联保护装置连接，在主汇流排发生短路或类似故障时，母联保护装置应首先动作，保证非故障的一侧正常供电。母联保护装置宜采用固态开关，当采用其他型式的保护装置时，应提交证明材料说明在任何工况下，保护装置均能实现同样的选择性。

(4) 应尽可能将蓄电池组、推进系统设备及其他设备均分连接到主汇流排分段上；

(5) 主汇流排每一分段上至少应连接有一蓄电池组，任一分段的蓄电池组不工作时，剩余分段的蓄电池组应能满足推进系统和等效操舵设备对船舶的有效推进和操舵，以及其他设备的用电。同时应维持一定航速至船舶到达最近港口；

(6) 应采取有效的措施，避免单一故障导致全船失电；

(7) 应采取有效的措施，避免多个绝缘电阻监测装置同时工作。

1.2.3.3 混合动力船舶的电池系统的电池电量可不必满足1.2.3.1和1.2.3.2的要求。

^①如 GB38031-2020（电动汽车用动力电池安全要求）、GB / T36276-2018（电力储能用锂离子电池）或相关的标准。

1.2.3.4 混合动力船舶的电池系统主汇流排分段要求可不必满足1.2.3.2的要求。

1.2.3.5 蓄电池在规定的供电时间内，放电终止电压、放电终止电量（放电深度）应该满足厂家提供的技术规格书的要求。

1.2.3.6 船舶电池总电量应考虑电池在使用寿命内的容量衰减。

1.2.3.7 应急电源/临时应急电源的配置和电量应满足相关规范和法规要求。

第3节 检验

1.3.1 产品检验

1.3.1.1 申请产品检验的蓄电池企业（超级电容企业除外）应至少满足工信部《锂离子电池行业规范条件（2021年本）》和《锂离子电池行业规范公告管理办法（2021年本）》。

1.3.1.2 产品检验应满足CCS相关规范、规则和CCS船用锂电池产品相关检验指南对应用电池动力船舶相关产品的要求。

1.3.1.3 除另有规定外，船舶电池系统及其零部件应按表1.3.1.3要求持有证书。

船用电池系统持证清单 表1.3.1.3

序号	产品名称	证件类别		认可模式				审图
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	PA
1	电池系统	X	—	—	—	—	—	X
1.1	蓄电池模块/蓄电池包	X	—	—	X	—	—	X
1.1.1	蓄电池单体	X	—	—	X	—	—	X
1.1.2	电池管理系统（从控）	—	X	—	X	—	—	X
1.1.3	传感器	—	X ⁴	—	X ¹	—	—	X
1.1.4	电线电缆	—	X	—	—	—	X	X
1.1.5	火灾防控装置（蓄电池包部分，如设有）	X	—	—	X	—	—	X
1.2	高压箱（柜）	X	—	—	—	—	—	X
1.2.1	电池管理系统（主控）	X	—	—	X	—	—	X
1.2.2	断路器	—	X	—	X	—	—	X
1.2.3	直流断路器	—	X	—	X ³	—	—	X
1.2.4	电工仪表	—	X	—	X	—	—	X
1.2.5	接触器	—	X	—	X	—	—	X
1.2.6	电源变换装置（充电机、功率50kw及以上的变频器等）	X	—	—	X	—	—	X
1.2.7	继电器	—	X	—	X ³	—	—	X
1.2.8	熔断器	—	X	—	X ³	—	—	X
1.2.9	显示器	—	X ⁴	—	X ¹	—	—	X
1.2.10	电线电缆	—	X	—	—	—	X	X
1.3	电线电缆	X ²	—	—	—	—	X	X
1.4	火灾防控装置	X	—	—	X	—	—	X

备注：

1. 如外购件的持证无法满足要求，应与整体产品进行成套型式试验；
2. 系指用于电池包/电池模块外部连接用的电线电缆；
3. 经 CCS 特别同意可以接受；

4. 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。

(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。

对于上表中有产品证书要求的电池系统部件, 如由电池系统制造厂制造且仅用于该厂产品, 则应按照CCS要求进行检验, 可不单独签发产品证书。

1.3.2 船舶检验

1.3.2.1 检验程序、检验方式、检验种类、检验间隔期、检验条件、检验前准备、检验、试验要求和船舶图纸、资料、证书、记录和报告的保存等要求, 应按CCS有关规范执行。

1.3.2.2 建造中检验

1) 验船师应确认电池系统按表1.3.1.3的要求持有相应证书。电池系统证书中应注明蓄电池单体的安全等级。

2) 建造中检验除按CCS相关规范对机电设备、结构分隔检验的要求外, 尚应增加下列项目:

- (1) 蓄电池舱的通道检查;
- (2) 蓄电池舱/蓄电池箱(柜)内设备检查;
- (3) 蓄电池舱应急排气系统、蓄电池箱(柜)应急排气系统的检查与效用试验(如有时);
- (4) 蓄电池舱/蓄电池箱(柜)通风系统的检查与效用试验;
- (5) 蓄电池舱与其他舱室防火分隔的检查;
- (6) 蓄电池舱/蓄电池箱(柜)内探火与失火报警系统的检查与效用试验;
- (7) 蓄电池舱/蓄电池箱(柜)内可燃气体探测系统的检查与效用试验;
- (8) 蓄电池舱/蓄电池箱(柜)内消防设施的检查与效用试验(如有时);
- (9) 蓄电池舱/蓄电池箱(柜)内冷却装置的检验和效用试验(如有时);
- (10) 蓄电池舱内防爆型电气设备检查(如需要);
- (11) 电池系统的安装检验, 包括:
 - a) 电池系统各组成部件的外观检查;
 - b) 蓄电池的布置是否便于更换、检查、测试和清洁;
 - c) 蓄电池是否安装在可能遭受过热、过冷、水溅、蒸汽、其他损害其性能或加速其性能恶化影响的处所内。
- (12) 电池系统的功能检验, 包括:
 - a) 蓄电池的充放电装置功能试验;
 - b) 电池管理系统安全保护功能试验。
- (13) 直流配电系统的功能试验(详见《船舶直流综合电力系统检验指南》的相关要求);
- (14) 电力推进系统的功能试验(详见本社相应规范中的要求);
- (15) 电池系统与CCS检验验证平台数据传输功能检验;
- (16) 箱式电源产品送审图(如有时);
- (17) 箱式电源船上布置图(如有时);
- (18) 箱式电源应通过换电操作试验(如有时);
- (19) 箱式电源内对外传输信号的设备检验(如有时)。

1.3.2.3 建造后检验

1) 年度检验、中间检验：除应按CCS相关规范对机械和电气设备的年度检验、中间检验的要求（如适用时）进行检验外，尚应对下列项目进行检验：

(1) 检查蓄电池、电池管理系统运行记录。当寿命达到厂家规定的寿命或出现损坏时，应予以更换；

(2) 检查蓄电池舱/蓄电池箱（柜）内是否增加热源设备；

(3) 检查蓄电池单体温度探测装置是否正常工作；

(4) 检查蓄电池舱/蓄电池箱（柜）应急排气系统是否正常工作；

(5) 检查蓄电池舱通风系统是否正常工作；

(6) 检查蓄电池箱（柜）冷却系统是否正常工作；

(7) 检查电池管理系统各项功能是否正常工作；

(8) 检查电池系统与CCS检验验证平台数据传输功能的有效性；

(9) 箱式电源检验周期内基本数据分析报告（适用时）。

2) 特别检验：除应满足CCS相关规范中对机电设备特别检验的有关要求（如适用时）和1) 条的要求外，尚应包括：

(1) 蓄电池箱（柜）温度监测系统的效用试验；

(2) 蓄电池箱（柜）应急排气系统（应急排气系统）的效用试验；

(3) 蓄电池舱通风系统的效用试验；

(4) 电池管理系统的效用试验；

(5) 箱式电源应通过换电操作试验（适用时）。

1.3.3 替代检验

1.3.3.1 对于申请1.1.5.3所述附加标志的船舶，经CCS评估，1.3.2.3所述检验项目可视情实施等效替代检验。

第2章 船舶布置

第1节 一般规定

2.1.1 一般要求

2.1.1.1 船舶布置需考虑蓄电池的重量对船舶结构与稳性的影响，视情况进行结构强度校核。

2.1.1.2 船舶布置需考虑不同安全级别蓄电池的差异性。

第2节 蓄电池的要求

2.2.1 一般要求

2.2.1.1 蓄电池如作为起动用蓄电池、应急电源或临时应急电源，其布置与安装应满足CCS《钢质内河船舶建造规范》或《钢质海船入级规范》等CCS相关规范关于起动用蓄电池、应急电源或临时应急电源的相关要求。

2.2.1.2 在布置蓄电池时，应考虑到蓄电池总存储电量（存储电量为蓄电池额定容量与额定电压的乘积）：

(1) 总存储电量大于20kWh的蓄电池应安装在蓄电池舱内或开敞甲板上的蓄电池箱(柜)中；

(2) 总存储电量等于和小于20kWh但大于2kWh的蓄电池，可以安装在蓄电池箱(柜)中，在保证箱(柜)使用环境的情况下，可置于机舱中；

(3) 总存储电量等于和小于2kWh的蓄电池，可采用钢质外壳蓄电池包的形式，在保证包内使用环境的情况下，安装在通风良好的处所。

2.2.1.3 蓄电池应位于防撞舱壁以后的区域。

2.2.1.4 蓄电池不应安放于起居处所内。

2.2.1.5 蓄电池的布置应便于更换、检查、测试和清洁。船长小于20m的船舶，任意蓄电池最小快速维护可拆卸单元重量应小于等于130kg。

2.2.1.6 蓄电池不应安装在受过热、过冷、溅水、蒸汽、其他损害其性能或加速其性能恶化影响的处所内。其布置不应因其滥用造成的着火、爆炸，而导致人员遭受危险和设备遭受损坏。

2.2.1.7 蓄电池布置的相关区域，应张贴安全警示标志和禁止无关人员进入标志。

2.2.1.8 蓄电池专用舱室的门以及蓄电池的箱(柜)的外面，应有明显的“严禁烟火”标志。

第3节 蓄电池箱(柜)

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 蓄电池箱(柜)防护等级需满足相应处所要求，但不得低于IP22。

2.3.1.2 蓄电池箱（柜）应设有独立的温度调节装置，并满足2.3.3的相关规定；或借助其安装处所的温度调节装置进行温度调节。当借助其安装处所的温度调节装置时，蓄电池箱（柜）的结构及外壳防护型式应能确保温度调节的有效性。

2.3.1.3 当蓄电池以模块的形式安装在蓄电池箱（柜）内时，蓄电池箱（柜）应满足6.4.3.11的规定。

2.3.1.4 当设有蓄电池托架时，托架应采用钢质材料制造。

2.3.1.5 蓄电池箱（柜）应采用厚度不小于1mm的钢质材料制成，且箱（柜）内每层电池之间应采用水平钢质分隔。任一蓄电池箱（柜）最小分隔单元在水平投影面积应不超过1m²，但以下情况水平投影面积应不超过1.5m²：

- (1) 能量型超级电容器，或
- (2) 蓄电池箱（柜）垂直高度小于等于1m。

2.3.2 蓄电池箱（柜）的布置

2.3.2.1 布置在蓄电池舱内安全等级为2的蓄电池，以下情况可不必设蓄电池箱（柜）：

- (1) 蓄电池舱水平投影面积不超过1m²，或
- (2) 以蓄电池包的形式安装于托架上，且蓄电池包同时满足相应安全等级蓄电池箱（柜）的要求。

2.3.2.2 布置在开敞甲板上的蓄电池箱（柜）应考虑必要的安装、调试、检修、更换等维护空间及通道。

2.3.2.3 应设有供船员方便到达开敞甲板上蓄电池箱（柜）的通道。对于客船，该通道应独立于人员脱险通道。

2.3.2.4 布置在开敞甲板上的蓄电池箱（柜），其侧壁与载客处所舱壁之间至少留有900mm的间距（蓄电池箱（柜）或载客处所舱壁满足A-60防火分隔要求除外），并与载客处所门、窗、通风口等开口或出口的距离至少为1.5m。

2.3.2.5 布置在围蔽处所内的蓄电池箱（柜），应满足2.4.2的规定。

2.3.3 蓄电池箱（柜）的冷却

2.3.3.1 蓄电池箱（柜）设有独立的温度调节装置时，均采用机械通风或其他温度调节装置，以避免蓄电池箱（柜）内温度过高。

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 ——单个蓄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 ——蓄电池模块总数；

Δt ——蓄电池箱（柜）与外面空气的最高温度差，℃；

k ——风扇裕量常数，实际选择时取1.5~2。

2.3.3.2 采用其他温度调节装置（如空调）时，应充分考虑蓄电池和其他热源发热量。

2.3.4 蓄电池箱（柜）的应急排气及可燃气体探测

2.3.4.1 安全等级为1的蓄电池的箱（柜），应设置独立的无火花型应急排气系统，将可能产生的有毒/可燃气体直接排出。该排气系统应以蓄电池箱（柜）内环境为保护区域，

应急排气系统的排气管道需通向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,同时远离其他处所的进风口至少3米。

2.3.4.2 安全等级为2的蓄电池的箱(柜)防护等级不低于IP67时,应满足2.3.4.1的要求。

2.3.4.3 安全等级为1的蓄电池的箱(柜),应设置独立的可燃气体探测装置。当探测到蓄电池箱(柜)内可燃气体浓度大于其爆炸下限(体积分数)的20%时,应在就地、驾驶室及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气系统,并对箱(柜)内所有非防爆型电气设备断电。

2.3.4.4 可燃气体探测装置应与蓄电池在热失控状态下产生的可燃气体成分相适应。可燃气体探测器的数量及布置位置应确保能随时探测到产生的可燃气体。

2.3.4.5 可燃气体探测装置应由两路供电,其中一路应由其服务的蓄电池箱(柜)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。

2.3.4.6 安全等级为2的蓄电池的箱(柜)如布置在蓄电池舱以外的围蔽处所,应满足2.3.4.1和2.3.4.2的要求。

2.3.5 蓄电池箱(柜)的温度监测与报警

2.3.5.1 蓄电池箱(柜)内应设置独立的温度监测装置,温度探测器的数量和位置应充分考虑箱(柜)内结构型式。当蓄电池箱(柜)内的温度高于设定值时,应能在船舶经常有人值班处所发出听觉和视觉报警。

2.3.5.2 当蓄电池箱(柜)安装于蓄电池舱内,且箱(柜)内温度调节借助蓄电池舱的通风或其他温度调节装置完成时,可用2.4.5.1要求的蓄电池舱的温度监测及报警代替2.3.5.1要求的蓄电池箱(柜)的温度监测及报警。

2.3.6 蓄电池箱(柜)内设备要求

2.3.6.1 蓄电池箱(柜)内不应安装与蓄电池无关的热源设备。

2.3.6.2 蓄电池箱(柜)内,应避免安装与电池系统无关的电气设备。若必须安装时,应尽可能远离蓄电池,且应将电气设备的发热量计入蓄电池箱(柜)通风量的计算中。

第4节 蓄电池舱

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 对于船长大于15m的船舶,当推进用蓄电池在舱内布置时,应至少分设于两个专用舱内。每个专用舱室内蓄电池总存储电量不得大于2000kWh。

2.4.1.2 混合动力船舶的电池系统分舱布置要求可不必满足2.4.1.1的要求。但当在船长大于15米,电池系统在船舶某一特定工况下独立工作,且其他动力源在电池系统发生故障时无法即时投入的情况下,蓄电池需分舱布置。

2.4.1.3 蓄电池舱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。

2.4.2 蓄电池舱的布置

2.4.2.1 蓄电池舱与起居处所不应相邻布置,若确需相邻布置时,二者的共用限界面应尽可能减至最小,并采用满足5.2.1要求的分隔结构。

2.4.2.2 蓄电池舱门不应开向起居处所。

2.4.2.3 布置在蓄电池舱内的蓄电池箱(柜)或蓄电池包借助蓄电池舱进行通风散热时,蓄电池箱(柜)或蓄电池包与舱壁及上方甲板之间应留有足够的空间以利于蓄电池通风散热。对于船长大于等于20m的船舶,距舱壁的净距离应不小于150mm,且距舱壁加强结构的净距离应不小于100mm;距上方甲板的净距离应不小于500mm,且距上方甲板加强结构净距离应不小于150mm;对于船长小于20m的船舶,距舱壁和上方甲板的净距离均应不小于150mm,且距舱壁和上方甲板加强结构的净距离均应不小于100mm。

2.4.2.4 布置在蓄电池舱内的蓄电池箱(柜)、蓄电池包应牢固固定,并尽可能远离外舷侧,避免碰撞的影响。蓄电池箱(柜)、蓄电池包至船体外板及结构的最小水平距离应不小于500mm,至双体船片体内侧板及结构的最小水平距离应不小于300mm。对于船长小于20m的船舶,至船体外板及结构的最小水平距离可降为300mm,至双体船片体内侧板及结构的最小水平距离可降为150mm。

2.4.2.5 布置在蓄电池舱内的电池系统相关设备的布置应考虑必要的安装、调试、检修、更换等维护空间及通道。

2.4.3 蓄电池舱的冷却

2.4.3.1 蓄电池舱应采用机械通风或其他温度调节装置,以避免蓄电池周围环境温度过高。蓄电池舱采用机械通风时应满足5.2.2.1的要求。

2.4.3.2 采用机械通风时,除考虑蓄电池舱的正常通风外,尚应按厂家提供的方法进行电池热交换的机械通风计算,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 ——单个蓄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 ——蓄电池模块总数;

Δt ——蓄电池舱与外面空气的最高温度差, °C;

k ——风扇裕量常数, 实际选择时取1.5~2。

2.4.3.3 采用其他温度调节装置(如空调)时,应充分考虑蓄电池和其他热源发热量。

2.4.4 蓄电池舱的应急排气及可燃气体探测

2.4.4.1 安装有安全等级为2的蓄电池的蓄电池舱,应设置满足5.2.2.2要求的应急排气系统。

2.4.4.2 安装有安全等级为2的蓄电池的蓄电池舱,应设置独立的可燃气体探测装置。该可燃气体探测装置在探测到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,应在就地、驾驶室及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气系统,并对蓄电池舱内所有非防爆型电气设备断电。

2.4.4.3 可燃气体探测装置应满足2.3.4.4和2.3.4.5的要求。

2.4.5 蓄电池舱的温度监测与报警

2.4.5.1 蓄电池舱内应设置独立的温度监测装置,温度探测器的数量和位置应充分考虑处所的类型。当蓄电池舱内的温度高于设定值时,应能在船舶经常有人值班处所发出听觉和视觉报警。

2.4.6 蓄电池舱的探火与报警

2.4.6.1 蓄电池舱探火及报警的设置，应满足5.2.3的要求。

2.4.7 蓄电池舱内设备要求

2.4.7.1 蓄电池舱内不应安装与蓄电池无关的热源设备及管路（蒸气、液体等）。当蒸气、液体等压力管路必须通过时，应禁止在蓄电池舱内设置其法兰接头，或采取可靠的防护措施。

2.4.7.2 蓄电池舱内，应避免安装与电池系统无关的电气设备。若必须安装时，应尽可能远离蓄电池，且应将电气设备的发热量计入蓄电池舱通风量的计算中。

2.4.7.3 蓄电池舱内，在蓄电池热失控状态下需维持工作的电气设备应为防爆型，如探火设备、固定式灭火剂施放预报警器、可燃气体探测装置及报警器、应急排气系统等，具体防爆要求（防爆类型，防爆类别，温度组别）应根据不同类型电池热失控产生气体的成分确定。并能切断蓄电池舱内无需工作的非防爆电气设备。

第3章 电池动力系统监测、报警和控制

第1节 船舶管理系统

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 船舶应设置船舶管理系统，用于对船舶动力系统（包括电池系统及其他动力设备、配电系统和推进系统）的监测、报警和控制。船舶管理系统应布置在船舶通常有人值班的处所。

3.1.1.2 根据船舶配备电池总电量的不同，船舶管理系统可为功率管理系统（PMS）或能量管理系统（EMS）或监测报警系统（AMS）。

3.1.1.3 蓄电池组总电量大于100kWh的电池动力船舶，应设置电站功率管理系统（PMS）或能量管理系统（EMS）作为船舶管理系统。

3.1.1.4 蓄电池组总电量小于等于100kWh的电池动力船舶，应设置监测报警系统（AMS）作为船舶管理系统。

3.1.1.5 船舶管理系统应具备数据存储功能，监测数据存档期限不低于年度检验周期。

3.1.1.6 船舶管理系统应具有数据远程传输功能，应能将本规范第6章第5节所要求BMS传送至船舶管理系统的参数、本社《船舶直流综合电力系统检验指南》中要求检测的船舶配电系统的参数、本社相应规范中对电力推进系统应予以检测的参数传送至CCS电池动力船舶检验验证平台，以便实现CCS电池动力船舶检验验证平台对电池动力系统的监控和管理。

3.1.1.7 当通信异常时，船舶管理系统应将采集的实时数据存储到存储介质中，待通信恢复后应进行数据补发。

3.1.1.8 数据远程传输如采用专用设备，该专用设备使用的计算机系统的相关硬件和软件应符合III类计算机系统的要求，且应持有船用产品证书或合格证或经本社认可。

3.1.2 功率/能量管理系统

3.1.2.1 PMS或EMS应能采集并显示电池系统和船舶分配电系统的重要参数，应包括但不限于以下内容：

- (1) 各组电池系统的充放电状态；
- (2) 各组电池系统的荷电状态（SOC）；
- (3) 各组电池系统充放电的功率；
- (4) 各组电池系统的总电压、总电流；
- (5) 蓄电池组、推进系统、日用负载电源变换器等分路断路器和汇流排母联（隔离）开关的状态；
- (6) 配电板汇流排电压；
- (7) 电池系统、配电系统和推进系统的所有故障信息，如另设有AMS，则只需显示严重故障信息；
- (8) 电池系统能实时提供其剩余电量尚能维持船舶航行的时间或里程。

3.1.2.2 PMS或EMS应能控制和调配本船全部电站及储能系统，在船舶航行、作业、停泊等工况下为船舶用电设备提供足够的电能，保证船舶安全航行和正常操作。

3.1.2.3 电站PMS或EMS应包含对电池系统和船舶分配电系统的监测、报警和保护功能，并对功率/能量管理提供完善的可视化功能。

3.1.2.4 PMS或EMS应具有但不限于以下功能：

- (1) 直流母线预充（如适用）；
- (2) 电池系统的投入/断开；
- (3) 电池系统的自动并网和负载分配；
- (4) 重载问询（如适用）；
- (5) 自动卸载非重要负载或降低推进负载功率的措施以防止蓄电池过载；
- (6) 重要设备的顺序起动（如适用）；
- (7) 逆功率保护，如果半导体变换器能闭锁任何功率回馈，则可免除；
- (8) 电池系统、配电系统和推进系统的监测、报警和保护；
- (9) 与BMS进行数据传输。

3.1.2.5 PMS或EMS的设计应保证当系统发生故障时不会导致发出错误的指令信号。

3.1.3 监测报警系统

3.1.3.1 AMS应能实现对电池动力系统的监测报警，应布置在船舶通常有人值班的处所。

3.1.3.2 AMS应能与BMS进行通信，能接受并处理BMS采集汇总的电池系统信息。

3.1.3.3 AMS应能显示电池系统、配电系统和推进系统的所有故障信息，并在发生故障时发出视觉和听觉报警。

第2节 岸基系统

3.2.1 一般要求

3.2.1.1 电池动力船舶的岸基系统主要包括交流岸电电源或直流充电装置。

3.2.1.2 交流岸电电源的监测、报警和控制应满足CCS相关规范的要求。

3.2.1.3 直流岸基充电装置的监测、报警和控制应满足本规范第6章第7节的相关要求。

第3节 岸基监测平台

3.3.1 一般要求

3.3.1.1 如船舶动力系统运营数据经岸基监测平台接入CCS电池动力船舶检验验证平台，岸基监测平台应经CCS认可。

3.3.1.2 岸基监测平台应设置在电池企业、船舶管理公司或第三方机构。

3.3.1.3 岸基监测平台能够对营运阶段的电池动力船舶运行状态进行监测。

3.3.1.4 监测数据存档期限不低于电池系统预期生命周期。

3.3.1.5 监测数据的更新应满足本规范的运行状态监测要求，监测数据的采集、传输、存储等活动应满足CCS《船舶与海上设施数字系统验证指南》相关要求，保证数据的可靠性、完整性和及时性。CCS定期对岸基监测平台留存的数据进行质量评估，数据质量应满足CCS《数据质量评估指南》。

3.3.1.6 监测数据应当按照有关法律法规规定在境内存储，如需向境外提供，应当通过数据出境安全评估。

3.3.1.7 对于申请1.1.5.3所述附加标志的电池动力船舶应按本规范要求将相关数据接入CCS电池动力船舶检验验证平台。

3.3.2 监测数据管理要求

3.3.2.1 船舶动力系统运营数据与岸基监测平台、CCS电池动力船舶检验验证平台间传输过程中的数据应加密，加密数据应具有保密性、完整性、准确性、可用性和防篡改性。

3.3.2.2 船舶运营数据与岸基监测平台、CCS电池动力船舶检验验证平台间的数据传输应以TCP/IP网络控制协议作为底层通信承载协议，数据信息应按照CCS《船舶数字化检验数据交换技术指南》要求的方式传输到CCS电池动力船舶检验验证平台。

3.3.2.3 传输数据包应提供精确日期和时间，时间误差应在 $\pm 5s$ 内。

3.3.2.4 岸基监测平台采集的船舶运营数据应是实时数据，重要监测数据采集频次应不低于1次/s，其他运营数据采集频次应不低于1次/5min。

3.3.2.5 岸基监测平台应按照最大不超过30s时间间隔将采集到的实时数据保持在存储介质中。当船舶运营数据出现严重报警时（如降功率、动力系统停止运行、越控等），应按照最大不超过1s时间间隔将采集到的实时数据保持在内部存储介质中。

3.3.2.6 船载端数据存储介质的容量应能保证循环存储至少1个月的数据量。岸基数据存储介质的容量应不低于船舶预期生命周期的数据需求。

3.3.2.7 岸基监测平台断电停止工作时，应完整保持断电前保存在存储介质的数据不丢失。

3.3.2.8 岸基监测平台在外部供电断开后，应保证仍可独立运行，且备用电源的容量可保证将最近30min的采集数据传输至CCS电池动力船舶检验验证平台。

3.3.2.9 当通信异常时，岸基监测平台应将采集的实时数据存储到存储介质中，待通信恢复后应进行数据补发，传输至CCS电池动力船舶检验验证平台。

3.3.2.10 岸基监测平台应具有自检功能，应对接受到的数据进行校验，保证数据信息传输、数据格式的正确性。

第4章 电池动力配电系统

第1节 一般规定

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 船舶动力电池配电系统除满足本规范外，还应满足CCS相关规范对船舶配电系统的有关要求。

4.1.1.2 船舶动力电池配电系统设计与布置，应使得船舶动力系统的安全性和可靠性不低于传统船舶。

4.1.1.3 在故障条件下，船舶动力电池配电系统及设备应具备适当的保护，以尽量避免下列情况发生：

- (1) 设备本身受损；
- (2) 连接到设备的其他设备损坏；
- (3) 船员和乘客受伤。

4.1.1.4 船舶动力电池配电系统的电压和频率波动，应符合CCS相关规范的要求。如果有更高的波动范围出现，制造厂应提供文件证明，该系统所涉及的全部设备能在较高的电压和频率波动下长期无故障地运行，经合同相关各方同意，CCS可特别考虑。

4.1.1.5 如系统中使用了熔断器，应提供适当的标识，并在船上存有备件，以及安装替换熔断器的说明。

4.1.1.6 服务于配电系统的冷却系统单一故障不应引起全船失电。

第2节 直流配电系统

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 船舶设置直流母排系统时，安全性和可靠性应与传统船舶处于同一水平。

4.2.1.2 保护设备应提供过流保护，包括短路保护。所使用的保护设备应具有完全的选择性，满足《船舶直流综合电力系统检验指南》第3章的有关要求，并符合6.6.1.4的要求。

4.2.1.3 直流配电系统的电磁兼容设计应按不低于CCS接受的标准^①进行分析和评估，包括外界电磁环境对系统的影响和系统内部自身强弱电设备间的互相影响（自兼容），满足《船舶直流综合电力系统检验指南》第5章的有关要求。

4.2.1.4 应用直流母排系统的电池动力船舶应在船上备有操作手册，手册应包含下列信息：

- (1) 系统的详情和说明；
- (2) 系统和设备的操作说明；
- (3) 设备安装布置的维护说明，包括但不限于：防止触电及电弧保护等；
- (4) 软件管理，包括系统中安装的所有软件的版本列表，以及系统或设备特定配置的参数列表等。

4.2.1.5 应对直流母排系统进行安全评估，安全评估应包括以下步骤：

- (1) 列出所有正常以及可能发生的事故（故障）原因和结果，如启动、正常关机、停止

^①参见 IEC 60533 《船舶电气设备和电子设备的电磁兼容性》。

使用和故障保护等；

(2) 评估各风险因素，应考虑机械、电气和人为故障因素以及设计运行参数以外的误操作等；

(3) 风险控制措施；

(4) 需要采取的安全动作；

(5) 电气保护理念；

(6) 软件设计和安全性评价；

(7) 形成FMEA报告。

4.2.1.6 直流母排系统应提供功能说明，应包括如下资料：

(1) 电力推进系统构成，应包括构成系统的主要动力设备；

(2) 安装及布置说明，应包括系统的主要动力设备安装情况；

(3) 功能描述，应包括在正常情况和可以预见的异常情况下，系统的各项功能和性能符合规范的情况，包括但不限于：

① 异常情况下，各种降级模式下的操作；

② 负荷的管理及分配；

③ 系统接地原理；

④ 电气保护理念；

⑤ 系统稳定性；

⑥ 变流器及开关设备的动作。

(4) 技术规格，应包括系统技术细节，如电压、电流、功率等；

(5) 设备外形图和尺寸；

(6) 设备外部接线图；

(7) 测试报告。

4.2.1.7 直流母排系统应提供短路试验报告，设备和元件的短路电流承载能力的验证及分析应包含在试验报告中。当无法提供经现场验船师见证的试验报告时，应补充进行相应试验，这些试验可以在工厂完成，也可以在装船后完成。同型^①直流母排系统应用在后续其他船舶时，无需再次试验，仅提供首制船试验报告即可。

第 3 节 交流配电系统

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 船舶设置交流配电系统时，相关技术要求应满足CCS相应规范的要求。

^①同型即指系统拓扑结构、保护原理和控制逻辑无原则性变化。

第5章 消防

第1节 一般规定

5.1.1 一般要求

5.1.1.1 除满足本章要求外，船舶消防尚应满足CCS相关规范及主管机关的有关要求。

5.1.1.2 本章所要求的消防系统和设备应满足《国际消防安全系统规则》（FSS规则）或主管机关的要求。

5.1.1.3 如采用不同于本章要求的消防安全设计和布置，则应按CCS《船舶替代设计和布置应用指南》中消防安全替代设计的规定程序，通过试验或其他方法认定：该设计和布置与本章要求具有同等安全性能和功能要求（或优于本章要求）。

第2节 防火与探火

5.2.1 耐热和结构性分隔

5.2.1.1 蓄电池舱与其相邻处所之间的舱壁和甲板应为“A-60”级分隔的结构，但与空舱、卫生间及类似处所等极少或无失火危险的处所或开敞处所（货物处所和滚装处所除外）相邻时，上述分隔可为“A-0”级。

5.2.1.2 对于船长20m及以上的客船，蓄电池舱与外部脱险通道之间的舱壁和甲板应为“A-60”级分隔的结构。对于船长20m以下的客船，此类舱壁和甲板应为“A-0”级分隔的结构。

5.2.1.3 蓄电池舱与燃油或滑油舱柜之间应进行隔离，两者之间不应具有共同限界面。所载燃油闪点不大于60℃的燃油舱，其与蓄电池舱之间应采用至少900mm的隔离空舱进行隔离。

5.2.1.4 5.2.1.1和5.2.1.2不适用于纤维增强塑料船。

5.2.2 通风系统

5.2.2.1 蓄电池舱设置的动力通风系统应满足下列要求：

- (1) 通风导管应采用钢或其他等效材料制成；
- (2) 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；
- (3) 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；

(4) 对于船长20m及以上的船舶，蓄电池舱的通风导管不得穿过起居处所、服务处所、控制站、机器处所、滚装处所、车辆处所、特种处所或其他蓄电池舱。如满足5.2.2.1（6）的要求，则蓄电池舱的通风导管可穿过起居处所、服务处所（厨房除外）、控制站、机器处所或其他蓄电池舱；

(5) 对于船长20m及以上的船舶，起居处所、服务处所、控制站、机器处所、滚装处所、车辆处所或特种处所的通风导管不得穿过蓄电池舱。如满足5.2.2.1（6）的要求，则起居处所、服务处所（厨房除外）、控制站或机器处所的通风导管可穿过蓄电池舱；

(6) 上述（4）和（5）准许的导管应：

① 导管为钢质，如其宽度或直径为300mm及以下，所用钢板厚度至少为3mm；如其宽度或直径为760mm及以上，所用钢板厚度至少为5mm；如其宽度或直径在300mm和760mm

之间，所用钢板厚度按内插法求得；

② 导管有适当的支承和加强；

③ 在靠近导管穿过的限界面处设有自动挡火闸；和

④ 从其服务处所的边界到每个挡火闸以外至少5m范围内隔热至“A-60”级标准；

或

⑤ 导管为钢质，如其宽度或直径为300mm及以下，所用钢板厚度至少为3mm；如其宽度或直径为760mm及以上，所用钢板厚度至少为5mm；如其宽度或直径在300mm和760mm之间，所用钢板厚度按内插法求得；

⑥ 导管有适当的支承和加强；

⑦ 在其穿过的所有处所均按“A-60”级标准隔热，但穿过空舱、卫生间及类似处所等极少或无失火危险的处所的导管除外。

(7) 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；

(8) 驾驶室应设有显示所要求的通风能力任何损失的装置；

(9) 应设有可从蓄电池舱外的安全位置关闭动力通风系统的装置。

5.2.2.2 对于设有安全等级为2的蓄电池的每一舱室，应设置独立的应急排气系统，以便及时排出蓄电池热失控情况下产生的可燃气体。当探测到舱室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系统，从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，同时远离其他处所的进风口至少3米。应急排气量应按该处所换气次数不小于30次/h进行计算。应急排风机应采用不会产生火花的型式。应急排气管应由钢或其他等效材料制造，管路贯穿的细节应满足通风系统的相关要求。当应急排气系统由5.2.2.1所述的通风系统兼用时，该通风系统应同时符合本条要求。

5.2.2.3 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。

5.2.2.4 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蓄电池舱出口处外面。

5.2.3 探火和报警

5.2.3.1 蓄电池舱应安装固定式探火和失火报警系统。该类探火系统的设计和探测器的安装，应在蓄电池舱的任何部位以及在电池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。火灾探测器应适用于电池热失控所释放可燃气体与空气混合形成的爆炸性气体环境。

5.2.3.2 蓄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环路。

5.2.3.3 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。

第3节 灭火

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 对于设有水灭火系统的船舶，应在蓄电池舱或开敞甲板上蓄电池箱（柜）附近至少配备2只水柱/水雾两用型的水枪。应有措施保证当任一蓄电池舱或蓄电池箱（柜）失火时消防泵仍能正常工作。消火栓应设在船上适当位置，避免蓄电池舱或蓄电池箱（柜）的失火导致船员无法接近。应充分考虑应对蓄电池火灾所产生的大量水的排放，而不至于影响船

舶稳性。

5.3.1.2 对于未设置水灭火系统的船舶，应在蓄电池舱或开敞甲板上蓄电池箱（柜）附近至少备有2只带适当长度绳子的消防水桶，船上已配备消防水桶的除外。

5.3.2 蓄电池舱固定式灭火系统

5.3.2.1 除能量型超级电容器处所外，蓄电池舱应设置下列固定式灭火系统之一进行保护：

(1) 七氟丙烷灭火系统^①，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。如电池包内设有本节5.3.3所规定的装置，则可不必配备备用灭火剂；

(2) 二氧化碳灭火系统，其灭火剂数量应按该处所总容积的至少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。如电池包内设有本节5.3.3所规定的装置，则可不必配备备用灭火剂。

5.3.2.2 能量型超级电容器处所应设置固定式二氧化碳灭火系统或七氟丙烷灭火系统进行保护，所需的灭火剂数量应分别按该处所总容积的至少40%或按灭火设计浓度至少9%进行设计。

5.3.3 蓄电池包火灾防控装置

5.3.3.1 蓄电池包如设有专用的火灾防控装置，该装置应能对可能引发火灾的危险源征兆进行探测，并发出报警，自动和/或手动启动喷放灭火介质。此类装置的设计、制造和试验应满足公认的国际标准或国家标准的要求或经CCS同意。

5.3.3.2 蓄电池包火灾防控装置应至少满足下列要求：

(1) 应与所使用的电池化学特性相符；

(2) 如采用气体灭火剂，当所保护的蓄电池包数量大于8个时，应将这些蓄电池包划分为不同的分区进行控制，每一分区所保护的蓄电池包不应超过8个，每个装置所保护的蓄电池包总数不应超过40个；

(3) 采用手动释放时，应能在所保护的舱室外且人员便于达到的位置进行操作，并有防止误操作的措施。

5.3.4 手提式灭火器

5.3.4.1 对于甲板面积大于等于4m²的蓄电池舱，应至少配备4具手提式七氟丙烷或其他气体灭火器，其中应有1具设在该处所入口外附近处。

5.3.4.2 对于甲板面积小于4m²的蓄电池舱，可用足够数量的手提式七氟丙烷灭火器或其他气体灭火器代替5.3.2所要求的固定式灭火系统。在蓄电池舱舱壁上应设有喷放孔，便于人员使用灭火器对内释放灭火剂。布置在开敞甲板上或其他处所内的蓄电池箱（柜），应在其附近至少设置4具手提式七氟丙烷或其他气体灭火器。对于船长小于20m的船舶，可设置2具。在蓄电池箱（柜）上应设有喷放孔，便于人员使用灭火器对内释放灭火剂。

^①参见 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》（2019）第 5 篇第 3 章第 8 节。

第4节 脱险

5.4.1 出入口和通道

5.4.1.1 蓄电池舱的门应保持关闭，当开启时应在有人值班的处所发出报警，或采用自闭门，该门应为向外开启。

5.4.1.2 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。

5.4.1.3 对于人员可进入的蓄电池舱，当采用梯道用作脱险通道时，应为钢质材料且倾斜角不应大于65°，出入口及梯道净宽度应至少为600mm。对于净空高2m以下的蓄电池舱可采用直梯^①。

第5节 纤维增强塑料船的特殊要求

5.5.1 一般要求

5.5.1.1 除船旗国政府明确规定外，应用磷酸铁锂电池的纤维增强塑料船应满足本章及本节的要求。

5.5.2 结构材料

5.5.2.1 船体、上层建筑、结构舱壁、甲板、甲板室和立柱应以具有足够结构性能的不燃材料或阻燃材料建造。阻燃材料应按照《国际耐火试验程序规则》附件1第10部分通过试验予以确定。

5.5.3 防火分隔

5.5.3.1 蓄电池舱应采用阻燃分隔进行围闭，其舱壁和甲板应按照《国际耐火试验程序规则》附件1第11部分的要求进行试验，并至少具有60min的结构防火时间，还应具有承载能力，经试验确认能在该时间内不致使船体和上层建筑发生坍塌。隔热材料应在分隔两面敷设，但如果能够确认与无失火危险的处所（如空舱、卫生间或开敞处所等）相邻，舱壁和甲板的隔热材料可只在分隔面向蓄电池舱的一侧敷设。位于轻载水线以下与水接触的结构可不作要求，但应考虑到从与水接触的无隔热结构向水面以上有隔热结构的热传递的影响。

5.5.4 其他

5.5.4.1 船上不应设置明火设施或单台功率超过5kW的烹饪或食品加热设备。

^①直梯应满足相关国家或行业标准，如《船用钢制直梯》（GB 3892）、CB/T81-1999等。

第6章 蓄电池船用技术要求

第1节 一般规定

6.1.1 一般要求

6.1.1.1 蓄电池及其系统相关设备的设计、制造和检验应满足CCS相关规范、CCS船用锂电池产品相关检验指南、《电气电子设备型式认可试验指南》以及本规范有关规定。

6.1.1.2 电池系统应具有必要的电磁兼容性^①。

6.1.1.3 蓄电池应配备电池管理系统（BMS）。

6.1.1.4 蓄电池应安装在一个环境可控的蓄电池舱等围蔽处所和/或蓄电池箱（柜）中。

6.1.1.5 蓄电池及连接电缆的布置应使得杂散磁场尽可能小。

6.1.1.6 蓄电池的维护和保养应按厂家提供的资料进行。

6.1.1.7 电池产品的辅助材料应为滞燃材料。

6.1.1.8 对于本章第2节和第3节涉及到需经CCS检验的要求，如现场检验困难，可通过上传相关记录到CCS电池动力船舶检验验证平台完成检验。

第2节 蓄电池单体

6.2.1 蓄电池单体生产线工艺一般要求

6.2.1.1 蓄电池单体的生产主要工艺过程一般应包括正负极材料的配料搅拌、涂布、辊压、分切、卷绕或叠片、入壳装配、注液、化成、半成品测试等。

6.2.1.2 考虑到蓄电池单体的一致性要求，蓄电池单体生产的主要工序应由自动化生产线完成。

6.2.1.3 注液前重、电压、容量、内阻、注液量等关键工艺应经CCS检验。企业若能实现容量预测，通过过程管控和容量预测可以实现容量不良不流出，且有相关准确率依据的企业，可以实施容量抽检预测。

6.2.1.4 生产设备异常报警数据应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台，部分数据如实现困难应当记录保存本地至少15年，以便追溯。

6.2.1.5 具有危险性的作业工序需保证现场作业安全，人员进出产线需佩戴必要的防护用具和防护鞋等。

6.2.2 蓄电池单体生产线环境条件要求

6.2.2.1 蓄电池单体生产线的环境温度应可控，不同工序温度控制浮动范围应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.2.2.2 蓄电池单体生产工艺的环境湿度应可控，不同工序湿度控制浮动范围应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.2.2.3 蓄电池单体生产线环境粉尘应可控，不同工序粉尘控制浮动范围应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

^①参见 IEC60533 出版物《船舶电气设备和电子设备的电磁兼容性》或相应标准。

6.2.2.4 蓄电池单体生产线环境异常报警信息应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台，部分数据如实现困难应当记录保存本地至少15年，以便追溯。

6.2.3 蓄电池单体要求

6.2.3.1 正负极材料的配料应符合蓄电池单体型号需求，粉料磁性物质和浆料磁性物质细度应经CCS检验。

6.2.3.2 正负极片的制作中极片面密度偏差、冷压厚度偏差、极片长度偏差（测量值-标称值）应经CCS检验。

6.2.3.3 模切、分条等工序应经CCS检验，超出极片表面的垂直毛刺应小于隔膜厚度的1/2。

6.2.3.4 单卷芯卷芯厚度偏差、卷芯宽度偏差应经CCS检验。

6.2.3.5 正负极极耳的焊接宜采用超声波自动焊接，应做到焊印清晰，极耳无虚焊、过焊、漏焊、极耳焊歪等不良情况。

6.2.3.6 蓄电池单体盖板焊接及注液孔密封后气密性应经CCS检验。

6.2.3.7 烘烤后极片水分含量应经CCS检验，设计值应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。水分含量应不高于设计值。

6.2.3.8 总注液量应符合蓄电池单体型号需求，总注液量偏差应经CCS检验，偏差浮动范围应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.2.3.9 蓄电池单体总重量应经CCS检验，偏差浮动范围应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.2.4 蓄电池单体品质要求

6.2.4.1 蓄电池单体产品的生产质量应保证同一批次具有良好的一致性。

6.2.4.2 同一批次生产的蓄电池单体产品，主要蓄电池单体材料如壳体、极片、隔膜的规格与材质、正负极材料、电解液的配比等应保证一致。如同一生产批次内有变更，需要记录并保证可追溯。

6.2.4.3 同一批次生产的蓄电池单体产品，机械性能与环境适应性等应满足CCS接受的相关标准，并具备良好的一致性。

6.2.4.4 同一批次生产的蓄电池单体产品，基本电性能参数，包括蓄电池单体容量、电压与阻抗等；安全性能，包括蓄电池单体充放电与短路特性等应满足CCS接受的相关标准，并具备良好的一致性。

6.2.4.5 同一批次生产的蓄电池单体产品，应保证循环过程中的温升、容量衰减、循环趋势等趋于一致。

6.2.4.6 同一批次生产的蓄电池单体产品应进行蓄电池单体电压、交流阻抗、容量、外观等全检，至少每年进行电池质量的周期性测试，测试项目包括但不限于：高温、低温、振动、自放电率测试，每个测试项目不少于2个蓄电池单体，测试数据应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。企业若能实现容量预测，通过过程管控和容量预测可以实现容量不良不流出，且有相关准确率依据的企业，可以实施容量抽检预测。

6.2.4.7 蓄电池单体成品容量应不低于额定容量，同一批次生产的蓄电池单体容量偏差应在给定范围内。偏差浮动范围应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.2.4.8 同一批次生产的蓄电池单体交流阻抗偏差应在给定范围内。偏差浮动范围应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.2.4.9 同一批次生产的蓄电池单体长宽高尺寸偏差应在给定范围内。偏差浮动范围应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.2.4.10 每个蓄电池单体出厂时应进行性能检测，对应电压、交流阻抗（ACR）、电池总重量、电池尺寸参数和蓄电池单体编码号应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.2.4.11 蓄电池单体产品直通率应按照厂家提供的计算方法进行评估，直通率应不低于94%。如厂家未提供直通率的计算公式，则按照以下方法计算直通率：直通率=工单产出/工单投入。

6.2.4.12 蓄电池单体表面应无电解液污染、壳体变形、凹点、损伤、防爆膜破损、焊接不良等不良情况。

6.2.5 蓄电池单体健康要求

6.2.5.1 蓄电池单体使用寿命末期的能量保有量不低于初始值的80%。

6.2.5.2 蓄电池单体（能量型超级电容器除外）在室温下，进行100%DoD循环，至蓄电池单体80%SOH时，循环寿命应不少于4000次。

6.2.5.3 能量型超级电容器比能量不低于85Wh/kg，比功率不低于10000W/kg，在室温下，进行100%DoD循环，至蓄电池单体80%SOH时，循环寿命不低于1万次，进行80%DoD循环，至蓄电池单体80%SOH时，循环寿命不低于5万次。

6.2.5.4 除6.2.5.5要求以外，蓄电池单体100%SOC下室温储存28天，荷电保持率应不小于95%，容量恢复率应不小于96%。蓄电池单体100%SOC下高温(55±2℃)储存7天，荷电保持率应不小于95%，容量恢复率应不小于96%。

6.2.5.5 能量型超级电容器以额定电压在室温下开路静置72h后，两端电压应不低于额定电压的98%。

6.2.5.6 蓄电池单体的工作环境温度应控制在蓄电池标称工作温度范围之内。

6.2.5.7 蓄电池单体上应附有可识别的产品编码号，便于管理、回收及追溯。产品编码号规则参照GB/T 34014-2017《汽车动力蓄电池编码规则》实施。

6.2.6 蓄电池单体安全要求

6.2.6.1 具有硬质金属或塑料外壳的蓄电池单体应设有安全阀或其他防爆措施。

6.2.6.2 具有复合薄膜制成的电池外壳和连接元件（电极）的蓄电池（以下简称“软包电池”）安装使用时每一个蓄电池单体外部应设有固定支架，以满足有效通风、强度等要求。

第3节 蓄电池模块

6.3.1 蓄电池模块生产线工艺一般要求

6.3.1.1 蓄电池模块焊接拉拔力的过程能力指数应经CCS检验，焊接拉拔力的过程能力指数应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.3.1.2 关键生产设备异常报警数据应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。维修、更换等数据应记录存档，存档时间不少于15年，以便于追溯。

6.3.2 蓄电池模块品质要求

6.3.2.1 同一蓄电池模块内蓄电池单体容量极差（蓄电池单体容量最大值-最小值）应在给定范围内。极差浮动范围应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.3.2.2 在静止条件下，同一蓄电池模块内蓄电池单体在SOC30%~40%状态下静态电压极差应在给定范围内。极差浮动范围应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.3.2.3 同一蓄电池模块内蓄电池单体之间内阻极差应在给定范围内。极差浮动范围应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.3.2.4 蓄电池模块外表面平整，无明显划伤，变形等缺陷。

6.3.2.5 蓄电池模块如采用底部散热的形式，底部平面度偏差应不大于0.5mm。有导热胶填充的除外。

6.3.2.6 蓄电池模块零部件坚固可靠，无锈蚀、毛刺、裂纹等缺陷和外伤。

6.3.2.7 蓄电池模块标识内容正确，完整、清晰。

6.3.3 蓄电池模块健康要求

6.3.3.1 蓄电池模块应在电池系统提供信息（如电压、温度等）的监测电路下使用。

6.3.3.2 蓄电池模块上应附有可识别的编码号，便于管理、回收及追溯。编码规则参照GB/T 34014-2017《汽车动力蓄电池编码规则》实施。

6.3.3.3 蓄电池模块在 $55\pm 2^{\circ}\text{C}$ 高温下以1C放电，在任一单体电压达到2.5V时，容量保持率应不小于95%。在 $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 低温下以1C放电，在任一单体电压达到2.0V时，容量保持率应不小于70%。

6.3.4 蓄电池模块安全要求

6.3.4.1 蓄电池模块的辅助材料应为滞燃材料。

6.3.4.2 蓄电池单体应能牢固的固定在电池模块中，电池模块应有足够的预紧力防止蓄电池单体对其造成的形变或开裂。

6.3.4.3 蓄电池包由一个蓄电池模块组成，蓄电池模块设计时应确保电池模块中任意蓄电池单体发生热失控时，不应引起其它蓄电池单体热失控；或者如果蓄电池包由两个及以上蓄电池模块组成，至少保证，当蓄电池单体热失控时可在其所在模块内蔓延，但不会传播至其他模块。应按下列方式之一进行验证试验：

(1)同一模块内的蓄电池单体之间不应导致热失控扩散，或

(2)各个蓄电池模块之间不应导致热失控扩散。

其中，可允许同一模块内蓄电池单体之间热失控扩散的单个模块最大电量应不超过4kWh。

第4节 蓄电池包

6.4.1 蓄电池包品质要求

6.4.1.1 蓄电池包内蓄电池单体容量极差和蓄电池包的容量极差应在给定范围内。极差浮动范围应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.4.1.2 蓄电池包内蓄电池单体之间交流阻抗极差应在给定范围内。极差浮动范围应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.4.1.3 蓄电池包外表面平整，无明显划伤，变形等缺陷。

6.4.1.4 蓄电池包零部件坚固可靠，无锈蚀、毛刺、裂纹等缺陷和外伤。

6.4.1.5 蓄电池包标识内容正确、完整、清晰。

6.4.2 蓄电池包健康要求

6.4.2.1 蓄电池包内蓄电池单体SOC应尽量保持在20%以上，低于该值需要对蓄电池包进行充电，能量型超级电容器除外。

6.4.2.2 当蓄电池单体电压极差超出限值时需要在蓄电池包层面进行均衡控制。

6.4.2.3 若蓄电池包工作环境温度在0℃及以下，应根据蓄电池充放电能力设置加热装置，蓄电池单体的温度达到设置温度（推荐值10℃）时，加热装置应停止加热。

6.4.2.4 蓄电池包内应含有为电池系统提供信息（如电压、温度等）的监测电路。

6.4.3 蓄电池包安全要求

6.4.3.1 蓄电池包应设有安全阀或其他防爆措施。

6.4.3.2 蓄电池包的外壳应为不燃材料。

6.4.3.3 蓄电池包设计时，热失控扩散应满足6.3.4.3的要求。

6.4.3.4 蓄电池包应设有温度调节措施。IP67的蓄电池包应设有与蓄电池舱、蓄电池箱（柜）独立的温度调节装置。当蓄电池包借助其所在的蓄电池舱或蓄电池箱（柜）的温度调节装置进行温度调节时，蓄电池包的外壳防护等级应能确保温度调节的有效性。

6.4.3.5 软包电池的蓄电池包或安全等级为1的蓄电池包防护等级应不低于IP67，如蓄电池单体间热失控扩散不可避免，蓄电池包应设有与蓄电池舱/蓄电池箱（柜）灭火独立的火灾防控措施。如火灾防控措施选用安装火灾防控装置，应能对可能引发火灾的危险源征兆进行探测，并发出视觉和听觉报警，自动和/或手动启动喷放抑制介质。应提供试验报告证明所用灭火剂对于扑灭电池火灾的有效性。

6.4.3.6 除软包电池以外，安全等级为2的蓄电池包防护等级至少为IP22，当蓄电池包借助其所在的蓄电池舱或蓄电池箱（柜）的灭火介质灭火，且其设计的IP等级不利于外部消防介质进入时，如蓄电池单体间热失控扩散不可避免，蓄电池包应设置6.4.3.5要求的火灾防控措施。

6.4.3.7 软包电池及安全等级为1的蓄电池必须以蓄电池包的形式安装在蓄电池箱（柜）中使用，安装安全等级为1的蓄电池的蓄电池箱（柜）防护等级应不低于IP67。

6.4.3.8 IP67的蓄电池包应能承受住蓄电池单体热失控产生的高温和压力而不破损（蓄电池包的防爆装置除外）。

6.4.3.9 蓄电池包接插口应有明确标识，此外，正负极需设置可防呆的连接器。

6.4.3.10 蓄电池包需设置有效的接地装置，外部接插件外壳应为滞燃材料，蓄电池包之间的连接电缆应满足滞燃要求。

6.4.3.11 安全等级为2的蓄电池若以模块的形式安装于蓄电池箱（柜）中，则蓄电池箱（柜）应同时满足相应安全等级蓄电池包的要求。

6.4.4 蓄电池包的铭牌及标识

6.4.4.1 蓄电池包外壳上应安全地附有牢固的铭牌，铭牌标志至少包含以下信息：

船用推进（主电源或起动或照明）xxx电池/能量型超级电容器

蓄电池单体型号	
蓄电池单体电压	V
蓄电池单体容量	Ah
蓄电池模块/蓄电池包标称电压	V
蓄电池模块/蓄电池包标称电量	kWh
蓄电池模块/蓄电池包重量	kg
蓄电池模块/蓄电池	

包型号	
产品编码号	
生产日期	年 月 日

其中，xxx系指不同类型锂离子电池。例如：船用推进（或主电源）磷酸铁锂电池。

6.4.4.2 蓄电池包上应附有可识别的产品编码号，便于管理、回收及追溯。产品编码号规则参照GB/T 34014-2017《汽车动力蓄电池编码规则》实施。

第5节 电池管理系统（BMS）

6.5.1 一般要求

6.5.1.1 BMS应由两路电源供电，其中一路应由其监控蓄电池外的其他电源系统供电。

6.5.1.2 BMS需根据蓄电池层级配备电池控制单元和电池监测电路。

6.5.1.3 电池控制单元应能够接收蓄电池模块/蓄电池包内监测电路采集的信息（如电压、温度等）。

6.5.1.4 BMS必须具备将电池系统中电池控制单元信息汇总的功能。BMS应设有与船舶管理系统的数据传输接口，且能通过此传输接口将6.5.2.1~6.5.2.4所列信息反馈给船舶管理系统并接受其管理，可通过船舶管理系统实现BMS的远程（船舶经常有人值班处所）显示及报警功能。

6.5.2 基本功能

6.5.2.1 BMS应能对下列项目进行监测，并在就地及远程（船舶经常有人值班处所）显示下列信息（包含但不限于）：

- (1) 电池系统电压；
- (2) 蓄电池单体电压；
- (3) 蓄电池单体温度；
- (4) 电池串联回路电流；
- (5) 环境温度；
- (6) 电池系统绝缘电阻；
- (7) 电池系统电池荷电状态（SOC）；
- (8) 电池系统健康状态（SOH）；
- (9) 电池系统能量流动状态（充电和放电过程）。

6.5.2.2 BMS应在就地及远程（船舶经常有人值班处所）设置下列分项视觉和听觉报警（包含但不限于）：

- (1) 蓄电池单体电压过压、欠压；
- (2) 蓄电池串联回路电流过流；
- (3) 蓄电池单体温度高；
- (4) 环境温度过高/过低；
- (5) 电气绝缘电阻低；
- (6) 剩余电量（SOC）低；
- (7) 过流保护；
- (8) 过充过放保护；
- (9) 过高温保护；
- (10) 蓄电池包/箱（柜）热管理（机械通风或其他温度调节装置）故障（如有时）；

- (11) 蓄电池箱（柜）应急排气故障（如有时）；
- (12) 保护功能故障；
- (13) 温度检测故障；
- (14) 充电故障；
- (15) 蓄电池单体或蓄电池模块间的电压或SOC不平衡；
- (16) 电池系统因故障停止运行；
- (17) 电池断路器/继电器不正常动作；
- (18) BMS与PMS/EMS/AMS通信失败。

6.5.2.3 可能引起电池（子）系统停止运行的电池故障（详见表6.5.2.14）应在其达到极限状态之前发出预报警。

6.5.2.4 BMS应至少具有以下控制及安全保护功能，除(1)、（2）外，应在执行相应保护动作时发出视觉和听觉报警：

- (1) 对电池的充、放电及其充放电设备进行控制；
- (2) 对蓄电池单体间、蓄电池模块间的均衡进行控制；
- (3) 过流保护；
- (4) 过充过放保护；
- (5) 过高温保护（蓄电池单体温度、环境温度）；
- (6) 自检功能故障保护。

6.5.2.5 BMS应能与充电设备进行通信，并满足6.7.1.6的要求。BMS应检测充电插座电池端的温度，用于实现充电接口的温度监测和过高温保护功能。

6.5.2.6 过流时，BMS应发出降功率信号或停止电池（子）系统。

6.5.2.7 过充时，BMS应能断开充电装置；过放时，BMS应能停止电池（子）系统。

6.5.2.8 BMS应设置低温充电限制。

6.5.2.9 过高温保护应能将蓄电池控制到安全状态，如采取通风、降功率、停止电池系统等措施。过高温保护应独立于其他温度指示、报警和控制功能的部件（包括传感器、线路、监测及控制部件等）。

6.5.2.10 BMS应当具备校准功能。校准功能应至少包括对电池充电末端SOC动态校准和SOC搁置校正。

6.5.2.11 BMS应有通信连续性检测功能。

6.5.2.12 BMS应当具有自检功能。自检功能故障包括但不限于：保护功能故障、电压检测故障、温度检测故障、蓄电池包/蓄电池箱（柜）冷却故障（如有时）、充电故障。当出现保护功能故障和温度检测故障时，电池系统应停止运行；当出现充电故障时，BMS应控制充电设备停止充电。

6.5.2.13 作为船舶动力的蓄电池，其BMS应能实现蓄电池在船上使用期间的全生命周期监控。在蓄电池未工作期间，应至少能够对蓄电池单体温度、环境温度进行测量和显示，并在温度异常时能在就地及远程（通过船舶管理系统在船舶经常有人值班处所）发出视觉和听觉报警。24V、48V容量较小（10kWh以内）的可替换式移动动力蓄电池可仅在就地发出视觉和听觉报警。

6.5.2.14 BMS功能要求如表6.5.2.14所示。

BMS功能要求一览表

表6.5.2.14

序号	监测参数	显示 [®]	报警	保护	相应保护动作 [®]
1	电池系统电压	√			
2	蓄电池单体电压	√	√	√	进行均衡控制、

序号	监测参数	显示 ^②	报警	保护	相应保护动作 ^④
					降功率 ^③ 、电池（子）系统停止运行
3	蓄电池串联回路电流	√	√	√	降功率 ^③ 、电池（子）系统停止运行
4	蓄电池单体温度 ^①	√	√	√	温度调节和降功率、电池（子）系统停止运行
5	环境温度	√	√	√	温度调节和降功率
6	电气绝缘电阻	√	√	√	电池（子）系统停止运行
7	电池荷电状态（SOC）	√	√	√	降功率、电池（子）系统停止运行
8	电池健康状态（SOH）	√			
9	电池能量流动状态	√			
10	过流保护	√	√	√	降功率、电池（子）系统停止运行
11	过充过放保护	√	√	√	断开充电装置/电池（子）系统停止运行
12	过高温保护 （蓄电池单体温度）	√	√	√	温度调节和降功率、电池（子）系统停止运行
13	过高温保护 （环境温度）	√	√	√	温度调节和降功率、电池（子）系统停止运行
14	蓄电池包/箱（柜）热管理故障 （如有时）	√	√		
15	蓄电池箱（柜）应急排气故障 （如有时）	√	√		
16	保护功能故障	√	√	√	电池（子）系统停止运行
17	温度检测故障	√	√	√	电池（子）系统停止运行
18	充电故障	√	√	√	停止充电
19	电池模块间的电压或 SOC 不平衡	√	√	√	启动均衡控制和降功率、电池（子）系统停止运行
20	电池系统因故障停止运行	√	√		
21	电池断路器/继电器不正常动作	√	√		
22	BMS 与 PMS/EMS/AMS 通信失败	√	√	√	降功率、电池（子）系统停止运行
23	BMS 电源指示及故障	√	√		

注：

①单体温度监测需满足 6.5.2.15 的要求。

②满足 6.5.2.1~6.5.2.4 的要求。

③本表格中的降功率应与第 3 章中功率/能量管理系统相协调，在保证航行安全的前提下执行降功率保护。

④报警及保护动作设定值应分级进行，相应保护动作中不同保护动作设定值也应分级进行，其中温度调节与降功率可为同一级。降功率由 BMS 向 PMS/EMS/AMS 发出降功率信号；温度调节由 BMS 启动电池系统内的温度调节装置（如设有）或向蓄电池安装处所的温度调节装置（风机、空调等）发出启动信号。

6.5.2.15 BMS应能逐一监测每一蓄电池单体的温度。如采用等效监测手段，应提供相应的证明材料供CCS认可。

6.5.2.16 BMS供电电源供电的状态应能在PMS/EMS/AMS中显示，并在发生故障时在船舶经常有人值班处所发出视觉和听觉报警。

第6节 电池系统

6.6.1 一般要求

6.6.1.1 电池系统相关设备的外壳应为不燃材料。

6.6.1.2 电池系统控制功能相关技术要求见本章第5节。

6.6.1.3 电池系统的主电路应通过隔离开关或不带脱扣机构的断路器、开关连接至配电系统母排，以便于维护检修时起隔离作用。

6.6.1.4 电池系统应通过具有短路和过流保护的保護设备连接到配电系统母排。

6.6.1.5 电池系统的单一故障不应引起全船失电。

6.6.1.6 应根据蓄电池充放电特性设定最佳充放电倍率建议值，减少电池系统高充放电倍率的次数，相关数据应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.6.1.7 电池系统SOC范围应尽可能控制在20%~80%之间。当低于20%时，需要及时充电，能量型超级电容器除外。

6.6.1.8 电池系统SOC数据应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.6.1.9 电池系统SOH数据应上传至CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.6.1.10 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。

6.6.1.11 电池子系统应能连续在线监测绝缘电阻，并满足1.2.3.2（7）的要求，避免多个绝缘电阻监测同时工作，造成干扰。

6.6.2 紧急关断装置

6.6.2.1 标称电量超过50kWh的电池系统应设置独立的紧急关断装置，用于断开电池系统的连接，并满足下列要求：

(1) 紧急关断装置应设在驾驶室和蓄电池舱外易于到达之处，动作时应同时发出视觉和听觉信号。

(2) 紧急关断功能应由硬件电路执行，并与控制、显示和报警系统相互独立。

6.6.3 最小电量报警装置

6.6.3.1 作为船舶推进用和/或主电源的电池系统的总电量在达到船舶正常操作所需要的最小电量时应当发出视觉和听觉报警信号。该报警信号的报警装置应与其他报警装置独立；该报警信号应区别于单个电池系统的放电终止电量（制造厂推荐的最小电量），由船舶管理系统发出。

6.6.4 船上文件要求

6.6.4.1 采用电池作为推进动力的纯电池动力船舶应在船上备有下列文件：

(1) 电池系统的应急操作说明：应包括发生外部火灾和电池系统内部发生热失控时的处理程序。

(2) 电池系统的维护（包括检查）和功能测试说明：应说明专业人员（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保持更新, 或有远程数据记录的场合, 必须保存60天或以上的电池状况记录。

(3) 电池系统的安全性说明: 应包含所有潜在的危害分析, 至少包括以下内容:

- ① 可能产生的泄漏(有毒、易燃、腐蚀等);
- ② 可能产生的气体(有毒、易燃、腐蚀等);
- ③ 火灾危险性;
- ④ 爆炸危险性, 包括电池在通风和热失控时释放气体的说明;
- ⑤ 蓄电池舱/蓄电池箱(柜)的气体探测及报警系统;
- ⑥ 蓄电池舱的火灾探测及报警系统;
- ⑦ 蓄电池舱的通风速率;
- ⑧ 推荐的灭火方式;
- ⑨ 电池内部故障/热失控;
- ⑩ 电池内部及外部短路;
- ⑪ 过流、过压及欠压保护;
- ⑫ 外部热源/火灾;
- ⑬ 安全的充/放电特性;
- ⑭ 减轻风险的安全预防措施。

第7节 充电装置

6.7.1 一般要求

6.7.1.1 电池系统应配有足够容量的充电装置。充电装置应有抑制无线电干扰的措施。

6.7.1.2 充电装置应设有过流保护, 包括短路保护。

6.7.1.3 充电装置上或临近位置、船舶经常有人值班处所至少应设有能指示充放电电流、电压、温度、SOC等参数的仪表。相关数据应传输到船舶管理系统, 相应报警信息应上传到CCS电池动力船舶检验验证平台。

6.7.1.4 电池系统的充电装置应与BMS设有接口, 并在BMS限定的条件下运行。

6.7.1.5 若充电岸电经由充电连接装置(如充电枪、充电连接器等)与船上充电设备(包括岸电箱)连接, 则应满足下列要求:

(1) 充电连接装置应设有机电联锁, 防止带电插拔及充电过程中充电电缆脱落;

(2) 在正常和故障条件下, 充电连接装置应设有防电击的安全措施;

(3) 充电连接装置的设计应考虑便于操作, 与岸电装置连接时无需使用专用工具, 且不会触及到任何带电部件。

6.7.1.6 充电装置应设置温度监控装置, 该装置应根据温度变化传送相应信号给充电控制系统, 用于实现充电枪端的温度监测和过高温保护功能。

6.7.1.7 充电装置附近不应有易燃材料。

6.7.2 直流母排充电特殊要求

6.7.2.1 电池系统若通过直流母排充电, 应设有适当的措施, 避免直流母排系统的故障对蓄电池造成损伤。

第7章 船舶应用箱式电源的补充规定

第1节 一般规定

7.1.1 适用范围

7.1.1.1 本章适用于船用集装箱式移动电源（以下简称“箱式电源”）的设计、建造和检验。

7.1.1.2 箱式电源内电池系统及相应产品应满足1.3.1.3的持证要求，其他系统配套产品应满足CCS相关规范持证要求。

7.1.1.3 箱式电源应持有船用产品证书。

7.1.2 定义

7.1.2.1 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。

7.1.2.2 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。

7.1.2.3 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）。

7.1.2.4 箱式电源汇接箱（Containerized mobile power supply junction box）：位于船端，用于连接箱式电源与船舶系统，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）。

7.1.2.5 船舶换电系统（Ship battery swap system）：用于船舶换电操作或与换电功能相关的部件及设备所组成的系统，简称换电系统。可包括换电接口、箱式电源汇接箱以及两者之间连接的部分，也可包括位置监测等功能的辅助电气装置。

第2节 箱式电源技术要求

7.2.1 一般要求

7.2.1.1 除本节特殊规定外，箱式电源内蓄电池的布置、安装、通风等要求皆应与船用主电源和/或推进电源对蓄电池及其舱的要求保持一致。

7.2.1.2 箱式电源的集装箱材料及焊接，结构强度和布置，试验方法、检验等要求在满足本章要求的前提下，应符合CCS《集装箱检验规范》关于通用集装箱的适用部分规定。

7.2.1.3 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。

7.2.1.4 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。

7.2.1.5 箱式电源蓄电池舱内,在蓄电池热失控状态下需维持工作的电气设备应为防爆型,如探火设备、固定式灭火剂施放预报警器、可燃气体探测装置及报警器、应急排气系统等,具体防爆要求(防爆类型,防爆类别,温度组别)应根据不同类型电池热失控产生气体的成分确定。并能自动切断蓄电池舱内无需工作的非防爆电气设备。

7.2.1.6 箱式电源内蓄电池包防护等级应不低于IP67,温度调节措施和火灾防控措施应满足6.4.3.4和6.4.3.5的要求。

7.2.1.7 箱式电源应能在吊装、运输、岸基充电和储存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及在远程岸基监测平台发出视觉和听觉报警。

7.2.2 箱式电源箱体

7.2.2.1 箱式电源应采用专门设计的适用于箱式电源的集装箱箱体。

7.2.2.2 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。

7.2.2.3 箱式电源应整体满足CCS相关规范对于电气设备的防盐雾要求。

7.2.2.4 箱式电源箱体应考虑防冷凝水设计。

7.2.2.5 箱式电源箱体应满足风雨密要求。

7.2.3 箱式电源内部布置

7.2.3.1 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。

7.2.3.2 在箱式电源各种工况下,箱式电源内蓄电池箱(柜)的结构强度应能承受相应的冲击。

7.2.3.3 布置在箱式电源内的蓄电池箱(柜)或蓄电池包借助箱式电源内公共空间进行通风散热时,箱式电源内蓄电池箱(柜)/蓄电池包距内部舱壁的净距离应不小于150mm。

7.2.3.4 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。

7.2.3.5 箱式电源的设计应便于电池系统相关设备的维护保养。如设计时未考虑船上维护保养,应在箱式电源蓄电池舱内配置防爆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(如设有时)显示。

7.2.3.6 箱式电源内电池系统不应与配电板置于同一处所。

7.2.3.7 箱式电源的固定式探火和失火报警系统、可燃气体探测装置、应急排气系统、BMS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。

7.2.3.8 箱式电源内强电流线束应尽量与通信电缆远离。

7.2.3.9 箱式电源内配电室应设置烟雾探测和报警装置。

第3节 箱式电源船上布置

7.3.1 一般要求

7.3.1.1 箱式电源不应放置在危险区域。

7.3.1.2 箱式电源不应与货物放置于同一货舱区域。

7.3.1.3 箱式电源应尽可能远离船舶外舷侧，避免碰撞的影响。其至舷侧的水平距离应不小于500mm。

7.3.1.4 箱式电源的布置应考虑吊装过程中船上其他设施和货物集装箱（如有时）对箱式电源所造成的碰撞影响。

7.3.1.5 箱式电源的布置应尽可能远离居住处所和人员活动区域。所在区域应有相应措施禁止非专业人员靠近箱式电源。同时，箱式电源箱体应有高压危险标志及非专业人员禁止进入标志。

7.3.1.6 箱式电源应尽可能远离应急电源室。

7.3.1.7 箱式电源所在区域应有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。

7.3.1.8 箱式电源如放置在露天甲板，应有防雷措施以避免箱式电源失效及故障。

7.3.1.9 箱式电源应有固定措施并满足船舶航行所可能经受恶劣天气的影响。

7.3.1.10 箱式电源的应急排气系统的排气管道需通向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，同时远离其他处所的进风口至少3米。

7.3.1.11 箱式电源的进风口应尽量远离油漆间和蓄电池间的排风口，避开危险区域。

7.3.1.12 箱式电源如与普通货物集装箱相邻，其与货物集装箱的距离应不小于600mm，如应急排气口朝向货物集装箱，还应考虑可燃气体的危险性。

7.3.1.13 箱式电源侧壁与载客处所舱壁之间至少留有900mm的间距（与箱式电源侧壁相邻的载客处所舱壁为“A-60”级分隔结构的除外），并与载客处所门、窗、通风口等开口或出口的距离至少为1.5m。

7.3.1.14 箱式电源布置处的船舶结构强度应满足其载荷的要求。视情况进行结构强度校核。

7.3.1.15 箱式电源安装处所应避免由于甲板积水对电池的影响。

7.3.1.16 箱式电源外面，应有明显的“严禁烟火”标志。

7.3.1.17 箱式电源附近应设置一只消火栓，并至少配备2只水柱/水雾两用水枪。

7.3.1.18 箱式电源附近应至少配备4具手提式七氟丙烷或其他气体灭火器。

第4节 箱式电源换电要求

7.4.1 一般要求

7.4.1.1 箱式电源每次换电应有相应检查流程，防止受损箱体的使用。

7.4.2 船舶换电系统

7.4.2.1 船舶换电系统的设计制造应满足安全、快速、可靠更换箱式电源的要求。

7.4.2.2 船舶换电系统在设计寿命周期内应具有满足互操作性的电气、通信、热管理等功能。

7.4.2.3 箱式电源在船舶上应通过机械装置或电气监控装置保持箱式电源处于正常位置，可采用箱式电源位置、船舶换电系统或电气接口的连接状态等电气信号检测箱式电源的松动和意外解锁。

7.4.2.4 船舶换电系统如存在易损耗零部件，应在箱式电源维护保养手册中给出易损耗零部件的范围、维护和更换要求。

7.4.2.5 船舶换电系统应同时具备专用装置自动解锁功能和手动解锁功能。应采用两个

及以上步骤解锁，过程应连续可靠，避免误操作。使用工具扳拧螺纹的操作视为多步解锁。

7.4.3 换电接口/箱式电源汇接箱

7.4.3.1 换电接口/箱式电源汇接箱表面不应有毛刺、异物、飞边及类似尖锐边缘。

7.4.3.2 电气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。

7.4.3.3 冷却接口（如有时）中的冷却剂意外泄漏时，不应引发电气接口绝缘故障和其他安全隐患。

7.4.3.4 消防水接口（如有时）中的水意外泄漏时，不应引发电气接口绝缘故障和其他安全隐患。

7.4.3.5 换电接口/箱式电源汇接箱中的电气接口防护等级应满足电气设备在相应处所的防护等级。换电接口应便于更换维修。

7.4.3.6 换电接口/箱式电源汇接箱的接插件应有防止不正确耦合的结构或设计。并且能牢固连接，防止松脱。

第 5 节 消防

7.5.1 一般要求

7.5.1.1 除本节规定外，箱式电源的消防应满足5.2.2、5.2.3、5.3.2、5.3.3、5.4.1的要求。

7.5.2 结构

7.5.2.1 箱体（包括门或其它开口）应采用钢质材料制造。

7.5.2.2 蓄电池所在围壁处所的限界面应为A-60级耐火结构。隔热材料应为不燃材料。

7.5.3 应急排气

7.5.3.1 箱式电源应急排气口应设置防火风阀并具有自闭功能。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。

7.5.4 灭火系统

7.5.4.1 箱式电源的固定式灭火系统，除预制式灭火系统^①外，其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。

7.5.4.2 箱式电源的固定式灭火系统除能就地控制外，还应具备在驾驶室或消防控制站遥控操作的功能。

^① 预制式灭火系统系指按一定的应用条件，将灭火剂储存装置和喷放组件等预先设计、组装成套的灭火系统。