



指导性文件
GUIDANCE NOTES
GDxx-20xx

中国船级社

氢能驱动船舶安全操作指南

(征求意见稿)

2025/7/28

目 录

第 1 章 通 则	2
第 1 节 一般规定	2
第 2 章 燃料电池系统	4
第 1 节 启动前检查	4
第 2 节 运行安全管理	4
第 3 节 日常维护	6
第 3 章 储供氢系统	9
第 1 节 系统组成	9
第 2 节 运行前检查	9
第 3 节 运行安全管理	9
第 4 节 日常检查	9
第 5 节 维护与保养	10
第 6 节 应急处理	10
第 4 章 配电系统	12
第 1 节 系统功能	12
第 2 节 运行安全管理	12
第 3 节 应急操作	14
第 4 节 维护保养	14
第 5 章 推进系统	15
第 1 节 系统组成	15
第 2 节 运行安全管理	15
第 3 节 常见故障处理	15
第 4 节 维护保养	16
第 6 章 应急预案与人员培训	17

第 1 章 通 则

第 1 节 一般规定

1.1.1 目的

1.1.1.1 本指南旨在规范氢能驱动船舶的安全操作程序，确保船舶及相关人员在氢燃料电池动力系统使用过程中的安全性与合规性。

1.1.2 适用范围

1.1.2.1 《氢能驱动船舶安全操作指南》（以下简称本指南）适用于船长 20m 及以上、国内航行、以氢燃料电池作为动力源的钢质及其他在结构强度、安全性能与耐氢环境适应性方面等效金属材料船舶（以下简称“氢能驱动船舶”）。船长小于 20m 的同类船舶可参照本指南执行。

1.1.2.2 船舶所有人、经营人、船员及相关人员应当遵守本指南，严格执行安全操作规程。

1.1.3 定义

1.1.3.1 除本节明确规定外，中国船级社（CCS）《船舶应用燃料电池发电装置指南》的相关定义适用于本指南。

1.1.3.2 燃料电池：将外部供应的燃料和氧化剂的化学能直接转化为电能（直流电）及生成热和反应产物的电化学装置。

1.1.3.3 燃料电池堆：由两个或者多个单电池和其他必要的结构件组成的、具有统一电输出的组合体，必要件包括：极板、集流板、端板、密封件等。

1.1.3.4 燃料电池系统：由燃料电池模块和必要的辅助部件组成的一个完整的可稳定运行的发电系统，通常简称为燃料电池系统。

1.1.3.5 氢燃料发电装置：系指氢燃料电池发电系统，以及用于向船舶提供电力所需的其他系统和组件，包括变流器及维持氢燃料电池运行的辅助系统。

1.1.3.6 气瓶：系指公称压力不大于 70MPa，用于存储压缩氢气的可重复充装气瓶。氢气瓶是压缩氢气燃料罐的一种。

1.1.3.7 单向阀：一种用来防止气体介质倒流的阀。

1.1.3.8 气瓶组合阀：集成于储氢气瓶上的多功能阀门组件。

1.1.3.9 加氢口：安装在加氢设备上，用于连接加氢枪与储氢系统的接口装置。

1.1.3.10 过滤器：用于去除氢气中杂质颗粒的装置。

1.1.3.11 氢气监测模块：集成氢气浓度传感器、温度传感器、压力传感器的监测装置。

1.1.3.12 氢控制器：氢气系统的中央控制单元。

1.1.3.13 高低压传感器：分别用于监测氢气系统高压和低压区域压力的传感器。

1.1.3.14 泄压阀：当氢气系统压力超过设定阈值时，自动开启泄放氢气，防止设备因超压失效的安全装置。

1.1.3.15 便携式氢检测仪：用于检测环境空气中氢气浓度的便携式检测设备。

1.1.3.16 主配电板：集成隔离开关、母线、分路开关及各类监测仪表的配电核心设备，可实现多种电源并车运行，同时具备故障切断保护功能，能将电能分配至全船大部分用电负荷，是船舶正常航行与作业时电能调度的关键枢纽。

1.1.3.17 应急配电板：专门连接应急电源与应急负荷的配电设备，独立于主配电板运行，可在主电源缺失或故障时，确保关键安全设备持续获电，保障船舶应急工况下的基本安全运行。

1.1.3.18 分配电板：用于将主配电板和应急配电板输出的电能，就近输送到船舶指定区域或特定设备的配电装置。

1.1.3.19 隔离开关：集成于主配电板中的电气开关设备，主要功能是在电气回路中提供明显的断开点，便于在设备检修或故障处理时隔离电源，防止意外通电引发安全事故，同时可配合其他保护装置实现电路的安全控制。

1.1.3.20 母线：主配电板内部用于汇集和传输电能的导电部件，能将不同电源输出的电能集中后，再通过分路开关分配至各用电回路，是实现多电源并车运行和电能高效传输的核心载体。

1.1.3.21 逆变电源：配电系统中用于将直流电转换为交流电的设备，与隔离变压器配合完成日用负荷供电。

1.1.3.22 冷却柜：配电系统中的冷却设备，用于维持燃料电池系统、锂电池系统等关键设备的工作温度，保障其稳定运行。

1.1.3.23 岸电箱：船舶停泊靠岸时用于接入陆地电网电源的设备。

1.1.3.24 直流配电板：用于控制和分配直流电源的配电设备。

1.1.3.25 母联开关：设置在交流配电板中用于连接两侧交流母排的开关设备。

1.1.3.26 推进逆变器：用于将配电系统输出的电能转换为适合推进电机运行的交流电，可调节输出电流的频率和电压。

1.1.3.27 推进电机：推进系统的动力执行部件，接收推进逆变器输出的电能并将其转化为机械能。

第 2 章 燃料电池系统

第 1 节 启动前检查

2.1.1 启动前检查要求

- 2.1.1.1 检查核对氢燃料发电装置外壁及重点部位是否存在异常，确认合格标志清晰有效。
- 2.1.1.2 检查氢燃料发电装置指示仪表及监测报警装置是否处于正常状态。
- 2.1.1.3 检查压力释放系统是否标定正确并处于正常状态。
- 2.1.1.4 检查氢燃料发电装置与氢气罐接头处、气体阀件单元处所的密封设施是否完好。
- 2.1.1.5 检查面向气体危险区域的上层建筑内通风设备运转和甲板室端壁上的门、舷窗和窗等是否处于良好状态。
 - 2.1.1.6 检查自动及手动遥控紧急切断装置是否处于正常状态。
 - 2.1.1.7 检查氢燃料发电装置以及连接管路、接头支架等是否固定牢固，应予以特别注意。
 - 2.1.1.8 检查氢燃料罐处所、氢燃料加注站、燃料电池处所等相关处所的防火结构和布置是否一致。
 - 2.1.1.9 检查探火和灭火装置，以及灭火系统是否处于正常状态。

第 2 节 运行安全管理

2.2.1 初次启动安全操作

2.2.1.1 氢燃料电池发电装置首次试验，应对燃料电池发电装置和系统不同负荷状态（如启动、正常运行、满负荷、受控关闭和紧急关闭）进行测试，并至少验证在发生如下情况时，燃料电池系统能自动进入到安全状态：

- (1) 火灾、气体探测报警；
- (2) 电源、可编程控制器故障；
- (3) 保护系统或装置故障，或其触发条件满足。

2.2.2 氢燃料电池发电装置监控

2.2.2.1 系统正常运行期间，氢燃料供应系统及氢燃料发电装置会正常启用过压保护功能。当系统压力达到预设阈值时，操作人员应确认声光报警信号触发，且装置自动进入泄压保护状态。待系统故障排查完毕后，报警状态不得手动复位，需在氢燃料电池发电装置下一次启动时，自动恢复至正常运行状态。

2.2.2.2 燃料电池发电系统以及相关设备应监控以下项目，并反馈到操作人员，运行值超出限定值时发出声光报警：

- (1) 氢燃料发电装置冷却出口高温；

- (2) 氢燃料发电装置热交换出口高温；
- (3) 氢燃料发电装置压缩机进口和出口的低压、高压；
- (4) 氢燃料发电装置总阀以及系统内阀体非正常状态；
- (5) 氢燃料发电装置系统内设备工作状态和故障状态；
- (6) 氢燃料发电装置系统工作参数；
- (7) 氢燃料发电装置工作介质工作状态，如温度、压力、流量、空燃比（如适用）、纯净度、气体浓度等，当超过限定值发出听觉和视觉报警，并及时切断氢燃料供应和能量输出，同时触发安全系统以实现氢燃料电池发电系统的保护。

(8) 燃料电池系统对各个监控值均设定三级故障报警，一级报警系统自动降载至 60%，二级报警系统运行正常关机流程，逐步断气断载，三级报警直接切断高压输出并停止部件运行。

2.2.3 冷却液更换

2.2.3.1 对于布置在驾驶室或连续有人值班的集控室或船舶安全中心，如涉及燃料加注，其冷却液的加注操作需同时两人操作配合，一人进行加注操作，另一人在加注操作控制位置或其他安全位置观察加注操作流程，如发生意外可立即进行加注停止并及时处置。

2.2.3.2 加注冷却液说明。冷却液专用容器，用来存放加注或者排放出的冷却液，并做明确区分：

(1) 冷却液加注操作

- ① 确认船舶/燃料电池系统已断电，系统冷却温度在接近环境温度（或停机静置 30min）；
- ② 准备工具：专业加注桶、真空加注机（推荐）、漏斗（带过滤网）、量被、清洁布；
- ③ 检查新冷却液：确认型号正确（适用温度范围）、未过期、无浑浊或沉淀；

④ 打开冷却系统膨胀水箱盖（提前压力释放）；

⑤ 将新冷却液导入专业加注桶内，适用真空加注连接膨胀水箱，或者缓慢导入，加注至膨胀水箱“MAX”刻度线；

- ⑥ 启动冷却泵，循环 5-10min，排除系统内空气，运行过程中，检查液位，补充至标准液位；
- ⑦ 盖紧膨胀水箱盖，清洗加注口附近的冷却液。

(2) 冷却液排放步骤

- ① 在冷却系统底部找到排放口（通常位于水泵或者散热器底部）；
- ② 将排放软管一段连接排放口，另外一段接入废液回收桶；
- ③ 打开排放阀，让冷却液自然流出；
- ④ 打开膨胀水箱盖，加速排出；
- ⑤ 排放完成后，关闭阀门，拆除软管；
- ⑥ 立即密封废液桶，贴上标签（系统编号、排放日期）；
- ⑦ 废液桶存放于危险品暂存区，联系有资质的危废处理公司回收；
- ⑧ 禁止将废液倒入垃圾桶或下水道。

2.2.4 燃料电池系统故障应急处置

2.2.4.1 氢气泄漏应急处置

(1) 立即停止氢气供应，关闭系统总阀及相关支路阀，切断燃料电池发电装置电源。

(2) 启动现场通风设备（如防爆风机），严禁开关任何电器、使用明火，疏散周边人员至安全区域。

(3) 用氢气检漏仪定位泄漏点，若泄漏量小且可控制，待压力泄放后排查密封件、接头；若泄漏量大，立即撤离现场并启动应急预案。

2.2.4.2 系统过压应急处置

- (1) 当声光报警触发、系统自动泄压时，操作人员需立即停止当前操作，暂停发电运行。
- (2) 检查泄压阀是否正常动作，确认压力缓慢下降，无卡滞、堵塞情况。
- (3) 排查过压原因（如压力传感器故障、阀门失灵），故障未排除前不得重启系统或恢复加氢。

2.2.4.3 火灾/爆炸风险应急处置

(1) 立即切断氢气源和电源，使用氢气专用灭火器（如干粉、二氧化碳灭火器）对准火源根部灭火。

- (2) 若火势蔓延，立即撤离至安全区域，拨打消防电话，说明“氢气火灾”及现场情况。
- (3) 灭火后待设备冷却，排查火灾起因，经安全评估合格后方可复工。

2.2.4.4 发电效率下降

- (1) 检查氢气纯度、压力是否达标，若纯度不足需更换氢气源，压力异常则排查调压阀。
- (2) 检查空气过滤器、氢气过滤器是否堵塞，按需吹扫或更换，确保氧化剂、燃料供应充足。
- (3) 联系生产厂家进行问题综合分析。

2.2.4.5 系统报警频繁

- (1) 过压报警：排查压力设定值是否合理、传感器是否故障，校准仪表或调整阈值。
- (2) 液位报警（冷却液 / 电解液）：补充对应介质至标准液位，检查是否存在泄漏点。
- (3) 温度报警：确认冷却系统运行正常，清理散热器灰尘，调整环境通风条件。

2.2.4.6 无法启动或启动后立即停机

- (1) 检查氢气供应是否正常，阀门是否完全打开，压力是否满足启动要求。
- (2) 确认控制模块、传感器无故障报警，重启控制系统或校准传感器。
- (3) 排查电池堆是否存在不可逆损坏（如膜穿孔），必要时联系专业人员检测维修。

第 3 节 日常维护

2.3.1 日常检查

2.3.1.1 氢燃料电池发电装置在寿命周期内只需完成正常的外观检查、清扫、清洗等操作。

2.3.1.2 检查氢管路、接头及密封件，确保无氢气泄漏；检查燃料电池堆外观是否有渗漏液；检查过滤器是否有堵塞；检查冷却液是否低于标准下限等。

2.3.2 日常维护

2.3.2.1 氢燃料电池系统日常维护保养的内容包括：清洁、紧固和防护。应保持系统干净整洁，防止水和灰尘腐蚀零件。船舶适航一定里程后，要对燃料电池发动机各部件连接处的螺栓进行检查、调整；发现松动要按要求及时拧紧，防止事故隐患，保证适航安全。防护包括针对胶管在装配不同位置处表面的防护更换、及线束固定的扎带类等零部件的更换（防磨布破损、捆绑扎带断裂、减震垫失效等稳固零部件的更换）。定期维护保养项目如下：

定期维护保养

表 2.3.2.1

序号	保养项目	保养要点	每 1 个月	每 3 个月	每 6 个月	每 12 个月
1	氢循环泵转子	检查是否漏油、是否磨损	★	★	★	★
2	氢气循环泵滤网	检查是否有杂质			★	★
3	空压机	高压线束接插件是否发黑				★
4	空压机高压三相线束	更换				★
5	阀件、传感器	外观有无破损	★	★	★	★
6	PTC、水泵	外观有无破损、泄漏等	★	★	★	★
7	紧固件扭矩	无松动、复扭	★	★	★	★
8	系统悬置	检查减震垫是否破裂	★	★	★	★
9	高低压线束	检查是否皴裂和松动			★	★
10	空滤滤芯	更换	★	★	★	★
11	电导率	测量电导率是否合格	★	★	★	★
12	冷却液	更换				★
13	去离子器	更换	★	★	★	★
14	氢浓度传感器检查	更换			★	★
15	冷却水路过滤网	检查是否有杂质			★	★
16	氢气检漏	检查氢气是否泄漏	★	★	★	★
17	线束	检查线束是否扭曲异常	★	★	★	★

说明：

(1) 滤芯的更换频率为空气质量为国家标准二级时，首保时清洁，A 保、B 保、C 保为更换，其他不同地区不同空气质量情况下，频率需调整，具体事宜请咨询氢燃料电池发电装置专业人员；

(2) 燃料电池发电装置装船适航后 1 个月为首保，3 个月为 A 保，6 个月为 B 保，12 个月为 C 保。

(3) 冷却液为微毒危险品，需用专用容器回收储存并交由有资质的专业公司处理，且冷却液只能使用专用或指定品牌的冷却液；

(4) 水滤滤网 8 万公里更换的前提条件是：整车管路及零部件（如入散热器、水箱等）需满足燃料电池发动机系统清洁度要求（①杂质重量每 10ml/单件：杂质重量 $\leq 0.2\text{mg}$ ，所有杂质总质量 $\leq 5\text{mg}$ ；②杂质颗粒大小每 10ml/单件： $0 < L \leq 400\mu\text{m}$ 不计颗粒数， $400 < L \leq 1000\mu\text{m}$ 颗粒数 ≤ 1 ，不能存在 $L > 1000\mu\text{m}$ 的杂质颗粒）；

(5) 去离子器更换频率为推荐值，在氢燃料电池发电装置无水停放、长期停放或其他恶劣使用条件下可能需提前更换；

(6) 扭矩检查标准

带宽宽度 (mm)	扭矩要求 (N.m)	扭矩范围 (N.m)
9 (直径 $\leq 20\text{mm}$)	2.5	+ 0.35 (偏上公差)

9 (直径>20mm)	3.5	+ 0.35 (偏上公差)
12	5.5	+ 0.35 (偏上公差)

(7) 扭矩检查标准

螺纹直径	节距	紧固扭矩 (Tf, N·m)		
		标准值	扭矩范围	性能等级
M3	0.5	1.5	1.2~1.8	8.8
M4	0.7	3.5	2.7~4.0	8.8
M5	0.8	7.0	5.6~8.4	8.8
M6	1	11	9.6~14.4	8.8
M8	1.25	25	18~34	8.8
M10	1.50	60	51~69	8.8
M12	1.75	100	85~115	8.8
M12	1.75	110	100~120	10.9

备注：特殊扭矩除外。

第 3 章 储供氢系统

第 1 节 系统组成

3.1.1 储供氢系统由压缩氢气储气瓶、气瓶组合阀、加氢口、过滤器、单向阀、氢气监测模块、调压组合阀、氢控制器、高低压传感器、泄压阀、加氢管路、供氢管路、泄压管路和接头等主要部件组成。

第 2 节 运行前检查

3.2.1 设备与系统检查

- 3.2.1.1 检查氢系统管路是否有明显气体泄露的声音。
- 3.2.1.2 使用便携式氢探测仪靠近氢系统时，确认是否报警。
- 3.2.1.3 检查氢系统电路接插件是否脱落。
- 3.2.1.4 检查氢系统管路是否连接良好，有无遭受外力破坏。
- 3.2.1.5 检查氢系统接地是否良好。

第 3 节 运行安全管理

3.3.1 启动阶段（从停机到全功率运行）

3.3.1.1 系统自检。开启船用总系统，确认氢系统控制器无故障代码报警。

3.3.2 逐步开启电堆，观测氢系统控制器反馈数据有无异常。

3.3.2.1 全功率航行时需实时监控，记录关键参数。

3.3.2.2 停泊阶段（从运行到停机）应逐步降载，减少供氢量，直到完全关闭供氢端口。

第 4 节 日常检查

3.4.1 每日检查

3.4.1.1 检测氢系统区域内的通风装置是否正常运行。

3.4.1.2 查看氢控制系统有无故障代码报警。

3.4.2 每月检查

3.4.2.1 每月通过肥皂液检测法对氢系统管路、阀门接口进行检漏。

3.4.2.2 每月清洁过滤器、查看压力传感器数值是否异常。

3.4.2.3 检查瓶阀管路连接处扭矩，确认防松标记无错位。

3.4.2.4 检查手动阀开关是否卡阻。

第 5 节 维护与保养

3.5.1 维护原则与安全要求

3.5.1.1 安全优先。预防氢气泄露和设备失效。

3.5.1.2 合规性。严禁带压操作，所有涉氢部分的操作必须用惰性气体置换完成后再操作。

3.5.2 安全操作规范

3.5.2.1 环境控制。维护保养区域应强制通风，并使用氢气浓度检测仪实时监控。

3.5.2.2 防护装备。操作人员应穿戴防静电服、防爆手套，使用非火花工具，佩戴护目镜。

3.5.3 日常维护

3.5.3.1 对加氢口进行清洁维护，保持其洁净度。

第 6 节 应急处理

3.6.1 氢气泄露

3.6.1.1 小范围泄露（浓度 $<1\%$ ）：关闭泄漏点上游阀门，启动局部通风系统，使用防爆工具修复。

3.6.1.2 大规模泄露（浓度 $\geq 2\%$ ）：触发全船警报，疏散无关人员至安全区域，远程切断气源，打开通风口，禁止启闭非防爆电气设备。

3.6.2 火灾处置

3.6.2.1 初期火灾：使用干粉灭火器或二氧化碳灭火，禁止直接喷射高压氢气火焰。

3.6.2.2 火势失控：启动全船消防系统，封闭火灾区域，联系岸基救援。

3.6.3 异常处理

3.6.3.1 电堆或者氢系统出现异常后，可根据控制器的策略做出相应动作（电堆或船在应急情况下可给出指令关闭供氢系统的阀门开关）。

第 4 章 配电系统

第 1 节 系统功能

4.1.1 燃料电池系统放电控制

4.1.1.1 在经济航速下，燃料电池系统根据能量管理系统计算的当前船舶总用电需求和当前锂电池系统荷电状态（SOC），实时调节燃料电池系统输出功率。

4.1.1.2 在高速航行工况下，由燃料电池和锂电池并联供电，燃料电池系统提供最大输出功率，锂电池补充超出部分功率。

4.1.1.3 氢气耗尽后，燃料电池系统停止工作，切换为锂电池供电模式。

4.1.2 锂电池充放电管理功能

4.1.2.1 锂电池充放电由能量管理系统控制，控制变换器输出电压和电流实现锂电池的充放电。

4.1.2.2 船舶停泊靠岸时，由岸电箱直接为船舶供电。

4.1.3 推进负荷管理

4.1.3.1 推进功能在推进控制系统、推进逆变器、推进电机、全回转舵桨联合完成。

4.1.3.2 推进功能包含遥控和就地两种模式。

4.1.3.3 推进负荷的加载性能与电池系统的动态响应时间和加载能力相匹配，通过推进控制系统和能量管理系统的标准软件参数实现，并将在试航中进一步调整。

4.1.4 日用负荷管理

4.1.4.1 日用负荷供电通过逆变电源和隔离变压器联合完成。

4.1.4.2 逆变电源的启动包含遥控和就地两种模式，遥控在驾控台操作，就地在交流配电板上操作。

4.1.4.3 逆变电源应具有过压、过流、欠压、过负载、过温、三相输出不平衡、自检、绝缘监测等保护功能。

4.1.4.4 交流配电板中的各级开关具有选择性，满足选择性保护要求。

第 2 节 运行安全管理

4.2.1 电源起停操作

4.2.1.1 操作前应确认配电板当前选择的操作模式。

4.2.1.2 配电板操作模式为自动时：

- (1) 确认配电板操作模式处于自动模式，且无绝缘低报警；
- (2) 确认燃料电池系统控制、锂电池系统控制、冷却柜处于遥控模式；
- (3) 确认燃料电池系统、锂电池系统处于就绪状态；
- (4) 确认交流配电板上逆变电源模式开关处于遥控模式。在驾控台或集控室操作面板上确认船舶处于非岸电状态且无报警后，按下对应左右舷的启动按钮；
- (5) 正常启动后，在驾控台显示屏上观察燃料电池、锂电池、直流母线、DCDC 模块、逆变电源和水冷柜等设备运行状态。

4.2.1.3 一键停止

- (1) 确认直流配电板模式处于自动模式，推进系统处于停止状态；
- (2) 按下停止按钮后，在驾控台显示屏上可查看相关设备运行状态。

4.2.1.4 配电板操作模式为手动时：

- (1) 确认配电板模式处于手动模式，无绝缘低报警；
- (2) 确认燃料电池系统控制、锂电池系统控制、冷却柜处于本地模式，燃料电池系统处于就绪状态；
- (3) 确认交流配电板上逆变电源模式开关处于本地模式；
- (4) 依次启动锂电池系统、交流配电板逆变电源、交流配电板隔离变压器、冷却柜、燃料电池系统。

4.2.2 充电操作

- (1) 确认岸电已插好，合上岸电开关（岸端），确认直流配电板模式处于自动模式，配电板无绝缘低报警；
- (2) 插拔充电枪时，应保证岸电电源已断开，直流配电板整流开关处于分断状态；
- (3) 确认锂电池系统管理开关、冷却柜模式开关、交流配电板上逆变电源模式开关、充电柜处显示屏上模式开关均处于遥控模式；
- (4) 在操作面板上确认船舶处于非岸电状态且无报警，充电柜柜门上开关上电；
- (5) 在显示屏上观察设备运行状态；
- (6) 自动充满电或者在触摸屏上点击充电停止按钮后，系统按照充电启动的逆过程顺序停止设备，充电结束。

4.2.3 电源转换操作

4.2.3.1 船电转岸电操作

- (1) 岸电投入前，确认逆变电源的开关状态，否则岸电开关因连锁无法合闸；
- (2) 手动合上岸电开关；
- (3) 观察交流配电板电压表数据。

4.2.3.2 岸电转船电

- (1) 自动模式下，先断开岸电开关，再按电源启动流程启动船电；
- (2) 手动模式下，依次在直流配电板屏上顺序启动锂电池组系统、逆变电源，断开岸电开关后，合上隔离变压器副边开关，启动冷却柜。

第 3 节 应急操作

4.3.1 系统急停

4.3.1.1 在电源面板或电池舱口上拍下紧停按钮，电池系统紧停操作后，需到电池舱断掉控制电源后再恢复消除紧停故障。

4.3.2 配电板母联开关

4.3.2.1 确认处于停机状态，断开母联开关。当本侧母排有电时，对应的母联隔离开关因连锁无法合闸。

4.3.3 交流母排合闸

4.3.3.1 正常情况下，交流配电板采用分区供电，当一侧电源故障时，可手动合上交流母联开关，通过一侧给全船供电，保障供电的连续性。

第 4 节 维护保养

4.4.1 冷却柜

4.4.1.1 每三个月进行一次冷却回路检查，确认冷却水的液位、颜色和压力是否正常。

4.4.1.2 发现冷却液液位或压力下降时，应立即补充。

4.4.1.3 舱室温度低于 0°C 时，应将内部冷却液放空。

4.4.2 配电板

4.4.2.1 一般检查

- (1) 检查各屏状态指示灯是否显示正确；
- (2) 在安全条件下清除各屏内一切尘埃和脏物；
- (3) 检查各屏电器元件、测量仪表的紧固零件是否松动，若有发现则在安全条件下紧固；
- (4) 检查各屏测量仪表的测量结果是否准确、表针是否卡碰；如有此现象发生，无法断电维修时，应在大修时进行调整、更换；
- (5) 检测各屏控制回路中控制电源是否符合要求；
- (6) 检查接地装置是否完好，接地螺钉是否松脱，发现异常应立即修复。

4.4.2.2 大修

- (1) 切断动力系统供电电源，将配电板内的断路器分闸；
- (2) 紧固所有电气元件、测量仪表、接地螺钉、母排联接螺栓及各屏的安装板螺钉。

第 5 章 推进系统

第 1 节 系统组成

5.1.1 推进系统包括推进逆变器、推进电机、推进控制箱、推进面板、转舵变频柜、转舵机旁控制箱等。

第 2 节 运行安全管理

5.2.1 电机起停

5.2.1.1 操作面板操作优先级最高，在相应的操控面板上按下起动按钮，可以起动推进电机。

5.2.1.2 若起动条件不具备，则无法正常起动。需检查推进控制面板的启动条件状态。

5.2.1.3 起动失败时，按下停止按钮，使状态还原。

5.2.1.4 电机起动后，由手柄控制速度。

5.2.2 应急模式与随动模式

5.2.2.1 推进应急模式与随动模式的切换在控制面板上完成。

5.2.2.2 进入应急模式时，手柄失去控制功能，改由升速降速按钮进行调速。

5.2.3 速度跟随

5.2.3.1 当推进电机手柄控制权由两操控台之间切换时、由应急模式切回随动模式时、由功率模式切回速度模式时，电机将继续保持当前转速。

5.2.3.2 手柄给定跟上当前转速时，手柄才会生效。两手柄切换时，速度跟随未完成前，上一手柄仍然有效。

第 3 节 常见故障处理

5.3.1 常见故障处理

5.3.1.1 收到漏水报警后，应检查设备本体或信号线路。

5.3.1.2 收到过问报警后，应检查散热。

5.3.1.3 收到绝缘低故障后，应检查对应设备绝缘。

5.3.1.4 收到逆变器故障后，应查看逆变器故障代码或报警代码，按提示排查。

5.3.1.5 若长时间未送电，首次送电时，推进系统会报出若干逆变器自定义故障，如可依次复位，则属正常现象。

第 4 节 维护保养

5.4.1 维护保养

5.4.1.1 推进系统长期待机状态时，应开启各设备的防冷凝加热器。

5.4.1.2 保持推进系统设备清洁，定期除尘。

5.4.1.3 尽量保持环境空气清洁干燥，空气中不能含有金属导电粉尘。

5.4.1.4 系统不运行时，应接通各设备的防凝露加热器。

第 6 章 应急预案与人员培训

6.1.1 应急预案

6.1.1.1 根据船舶实际情况，制定完善的应急预案，明确事故等级，细化相应等级对应的处置流程。

6.1.1.2 应急预案应包括应急响应程序、人员疏散路线、救援措施、设备抢修方案等内容。

6.1.1.3 规定相应等级事故报告程序。

6.1.2 应急演练

6.1.2.1 定期组织应急演练。

6.1.2.2 提高船员对应急预案的熟悉程度和应急处理能力，确保紧急情况下能够迅速、准确地执行应急预案。

6.1.3 人员培训

6.1.3.1 只有经过培训合格的人员，方可从事各设备的安装、起动、操作、故障排除或维修。

6.1.3.2 安装和连接设备必须遵守相关安全规定，正确选择电缆截面和相应保护措施，正确地以确保设备运行的安全性和可靠性。

6.1.3.3 应对操作人员进行系统组成、系统功能、系统操作的培训。

6.1.3.4 在进行目视检查和测量之前，必须断开设备的动力电源。断电前设备及主回路带有危险电压。

6.1.3.5 带电测量时，不允许触摸电器设备电路部分和连接部分。

6.1.3.6 操作带电设备时，应站在绝缘的平面上，确保人身安全。

6.1.3.7 应能按照制定的安全规范对装置进行通电、断电，对线路和装置进行接地和接线。

6.1.3.8 经培训后，应能按制定的安全规范正确使用和维护设备。