

122-06A0014-B01002_螺旋桨-操作使用 手册

目录

1. 安全警告	3
1.1. 警告	3
1.2. 注意	3
2. 概述	3
2.1. 主要功能	4
2.2. 工作条件	5
2.2.1 正常运行条件	6
2.2.2 非正常运行条件	8
3. 组成、技术特征及接口	11
3.1. 组成	11
3.2. 工作原理	12
3.3. 技术指标	13
3.4. 接口情况	14
3.5. 布置情况	16
4. 操作使用	17
4.1. 操作使用项目索引表	17
4.2. 操作程序	18
4.2.1 正常操作程序	18
4.2.2 应急操作程序	38
4.3 战位操作表	53
5. 使用期间安全防护及注意事项	56
5.1. 安全防护	56
5.2. 注意事项	57

1. 安全警告

安全警告页标明系统、设备在使用或维修期间可能出现安全事故的警告图示和文字。警告和注意旨在说明危险、最低预防措施和可能发生的后果。

1.1. 警告

【最高级别警告】情境意识：始终保持对船舶位置、周围交通、水文气象、船舶状态和仪器读数的全面了解。自满是最大的危险。

【最高级别警告】有效沟通：船-岸、驾驶台-机舱、驾驶台内部、舵手-引航员之间的沟通必须清晰、无误、复诵确认。语言障碍是重大事故根源。

【警告】严格遵守规则：必须严格遵守《国际海上避碰规则》、《国际海上人命安全公约》、《港口特殊规定》及公司安全管理体系。

【警告】疲劳管理：严禁在过度疲劳状态下值班或操作。合理安排休息，必要时立即报告。

1.2. 注意

【注意】记录与交接：所有重要操作、命令、事件必须在航海日志、轮机日志、电子海图记录中准确、及时记载。交接班必须充分、清晰。

2. 概述

本文档系统定义了螺旋桨的安装、启停、操作、维护、监测及故障处置的全部标准和程序。

舰船螺旋桨（推进器）是将主机动力转化为推力的核心装置。它通常由多个（常见 3-6 叶）桨叶组成，叶片复杂的曲面设计能高效搅动水流。

主要分为两大类：固定螺距螺旋桨（FPP）结构简单坚固；可调螺距螺旋桨（CPP）可通过转动桨叶改变螺距，无需改变主机转速即可调节推力大小和方向，机动性更优。

现代大型船舶螺旋桨多为特种铜合金铸造，直径可达 10 米以上。其设计、制造和安装精度要求极高，直接影响船舶的推进效率、振动和噪音水平。

2.1. 主要功能

舰船螺旋桨并非孤立部件，其高效、可靠运转依赖于一套精密的推进系统。以下是其核心子设备构成、功能特性及相互关系：

1) 螺旋桨本体

功能与特性：能量转换的核心。它将主机的旋转动能转化为水流的反作用力（推力）。其特性由材料（如镍铝青铜、锰青铜）、桨叶数（3-6 叶）、盘面比、螺距比等决定，直接影响效率、空泡和振动性能。

相互关系：直接安装在尾轴（螺旋桨轴）末端，其扭矩由尾轴传递，其推力通过推力轴承传递给船体。

2) 轴系

功能与特性：动力传递的桥梁。包括：

推力轴及推力轴承：承受螺旋桨产生的巨大轴向推力，并将其传递给船体结构，是决定船舶能否前进、后退的关键。

中间轴：连接主机输出端与推力轴/尾轴。

尾轴（螺旋桨轴）：穿过尾轴管，末端安装螺旋桨，工作环境恶劣（浸没海水中），通常需包覆铜套防腐。

相互关系：将主机的旋转输出与螺旋桨本体刚性连接，形成一个完整的动力传递链。推力轴承是轴系与船体结构之间的关键受力界面。

3) 尾轴管与密封系统

功能与特性：

尾轴管：固定于船体尾端，支撑尾轴并形成从船内（机舱）到船外（海水）的通道。

密封系统（首尾密封）：绝对关键的安全设备。防止海水沿尾轴流入机舱（尾密封），同时防止润滑油泄漏（首尾密封均有此功能）。通常采用唇式密封或面式密封，材料耐磨、耐腐蚀。

相互关系：为尾轴提供支撑和润滑（油润滑或水润滑），其密封系统直接保

护尾轴并确保机舱安全，与轴系和船体结构紧密集成。

4) 毂帽与导流罩

功能与特性：

毂帽：安装在螺旋桨毂后端，呈流线型，用于减少桨毂后部产生的涡流阻力，提高效率。

导流罩（如桨毂涡流消除器）：安装在桨毂前方，改善流入桨叶的水流状态，尤其适用于肥大船型，能提升效率、减少振动。

相互关系：直接安装在螺旋桨本体的毂上，是其水动力性能的优化附件。

系统相互关系总结：

主机驱动轴系旋转，轴系末端的尾轴带动螺旋桨本体旋转。螺旋桨产生的推力通过尾轴传递至推力轴承，最终作用在船体上使其运动。尾轴管及密封系统为这一旋转运动提供支撑、润滑和至关重要的水密保障。毂帽和导流罩则作为螺旋桨本体的附件，优化其水动力性能。所有子设备协同工作的核心目标，是确保主机功率被高效、平稳、可靠地转化为推进船舶前进的有效推力。任何一环失效（如密封泄漏、轴承损坏）都将导致整个推进系统瘫痪。

2.2. 工作条件

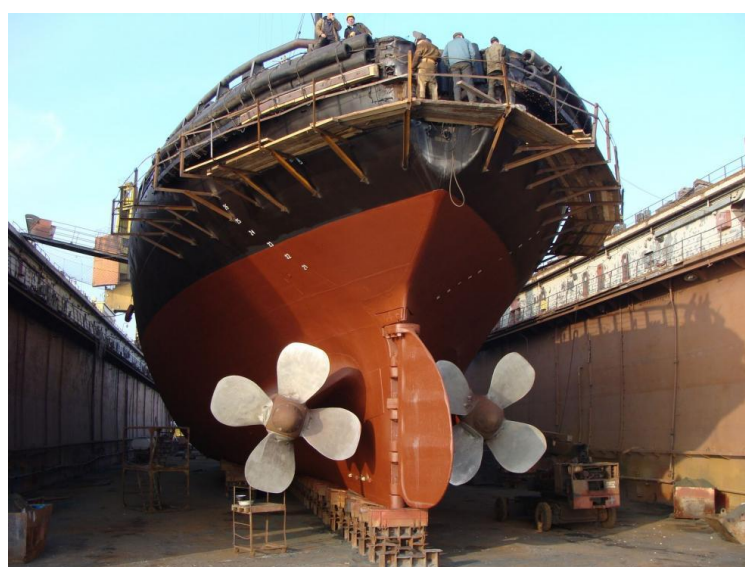


图 2.1 螺旋桨工作条件

2.2.1 正常运行条件

1) 环境条件

表 2.1 环境条件

条件类别	正常使用条件范围	说明与影响
振动	在全部工作转速范围内，轴系与船体尾部振动速度/位移低于 ISO 10816 或船级社规定的“良好”区域阈值。	异常振动是桨叶损坏、空泡、轴系对中不良、轴承磨损的征兆，会引发疲劳损伤和部件失效。
颠簸与冲击	无剧烈的瞬时冲击载荷（如桨叶撞击大型漂浮物、冰块）。	此类冲击可导致桨叶断裂、变形、崩边，或造成轴系、齿轮箱内部损伤。属于非正常工况，应避免。
空气温度	-25° C ~ +45° C （取决于材料）	主要影响在空气中的维护和桨叶材料的低温韧性。在水中工作时，水温是更相关的因素。极低温下材料可能变脆。
相对湿度	不直接构成限制条件。	高湿度环境主要加速裸露金属表面的电化学腐蚀，需通过涂层和阴极保护系统来应对。
大气压力	不构成限制条件。	螺旋桨在水下工作，其工作介质（水）不受水面以上大气压力变化的影响。
航速	从零（系泊试验）到最大设计服务航速。	核心限制是主机功率和转速。在高速时需特别关注空泡现象，它会导致效率下降、材料剥蚀和噪声激增。
摇摆	横摇/纵摇幅度在船舶设计稳性范围内，通常横摇±20° -30° 以	剧烈摇摆会使螺旋桨部分或周期性出水（“飞车”），导致主机负载急剧变化、转速飙升，

幅度	内。	对主机和轴系造成严重机械冲击，必须立即降速。
海况	通常适应于设计作业海况（如蒲氏风级 6-7 级及以下）。	恶劣海况（大风浪）通过引起船舶大幅摇摆（见上条）和浸没深度变化来影响螺旋桨。桨叶浸深不足会加剧空泡。此外，海浪导致船体运动，会使桨叶来流角度变化，增加交变应力。

2) 能源条件

表 2.2 能源条件

条件类别	正常使用的要求与功能	关键参数与影响
水	1. 冷却水： 用于冷却主机的缸套、空冷器等，间接保障驱动螺旋桨的动力源不过热。 2. 压载水/舱底水： 通过调节船舶吃水、稳性和纵倾，保证螺旋桨有足够的浸没深度，避免空泡和效率下降。 3. 海/江水（环境水）： 螺旋桨的工作介质。其密度、清洁度（无大量杂物）直接影响推力和效率。	水质： 冷却水需经处理防垢防腐。 浸深： 足够的水深是螺旋桨产生正常推力的物理前提。 水流： 均匀、平稳的来流是高效、低振动的保证。
电	1. 动力电： 为驱动螺旋桨的主电动机（电力推进船舶）或为主机服务的燃油泵、滑油泵、冷却水泵等辅助设备供电。 2. 控制电： 为推进控制系统、遥控系统、监测传感器（如轴功率仪、扭振仪）和报警系统供电。	电压/频率稳定： 保障主机和辅机稳定运行。 不间断供电： 控制系统断电将导致螺旋桨失控。 冗余设计： 确保主电源故障时，应急电源能维持关键设备运行。
油	1. 燃油： 主机（柴油机或燃气轮机）的“粮食”，是其输出功率、驱动螺旋桨旋转的能源基础。 2. 滑油： - 主机系统油： 润滑曲轴、轴承等。 - 气缸油： 润滑气缸壁。 - 减速齿轮箱油： （如有时）润滑齿轮。	油质： 清洁度、粘度、碱值等指标必须合格。劣质滑油会导致轴系、轴承磨损加剧甚至烧熔。 油压/油温： 必须在设定范围内，确保形成有效润滑膜。 油量： 循环柜油位充足。

	– 尾轴管轴承油： 润滑支撑螺旋桨轴的尾轴承，并形成油膜密封。	
气	1. 启动空气： 用于启动大型柴油主机，是让螺旋桨转起来的“第一推动力”。 2. 控制空气： 用于操控可调螺距螺旋桨的桨叶角度，或用于气动遥控系统、离合器。 3. 扫气/增压空气： 柴油机运行所需的加压新鲜空气，影响主机功率输出。	压力： 启动空气压力必须足够（通常 2.5-3.0 MPa）。控制空气压力需稳定。 干燥洁净： 空气需经干燥和过滤，防止管路腐蚀和阀件卡阻。
汽	（主要针对蒸汽轮机推进的船舶，如早期油轮、LNG 船或航母） 主蒸汽： 驱动蒸汽轮机转子旋转，进而通过减速齿轮箱驱动螺旋桨。是此类船舶的核心动力源。	蒸汽参数： 压力、温度、干度（饱和度）必须达到设计值，以保证轮机的输出功率和效率，并防止水击腐蚀叶片。

2.2.2 非正常运行条件

本节对螺旋桨非正常运行条件进行说明。明确外部输入条件的变化可能对螺旋桨造成的故障。同时描述螺旋桨因故障会导致非正常输出条件可能会导致其他设备故障。

表 2.3 非正常输入条件及产生后果

序号	项目	非正常输入条件	可能产生后果
1	水	1.1 螺旋桨浸深不足 1.2 水流中含有大量杂物、渔网、塑料等 1.3 冷却水温度过高或流量不足 1.4 压载水调节不当，船舶纵倾/横倾过大	1.1 推进效率下降、空泡加剧、振动噪声增大 1.2 桨叶缠绕、变形、崩边，导致动不平衡和轴系振动 1.3 主机过热降功率运行，间接导致螺旋桨推力不足 1.4 桨叶部分出水，主机负荷突变，可能引发“飞车”
2	电	2.1 主推进电机（电力推进）供电电压/频率不稳定 2.2 控制系统断电或信号	2.1 输出扭矩波动，螺旋桨转速不稳定，引起轴系扭振 2.2 螺旋桨控制失灵（CPP 无法调距）、

		异常 2.3 关键辅机泵（滑油泵、冷却水泵）电力中断	监测报警失效，安全隐患增大 2.3 主机或轴系润滑冷却失效，可能导致轴承烧损、主机停机
3	油	3.1 滑油（系统油、尾轴管油）污染、变质、含水 3.2 滑油压力过低或断流 3.3 燃油品质差、含水含杂质 3.4 尾轴管密封漏油	3.1 轴系、轴承磨损加速，尾轴承异常磨损会导致轴系下沉和振动 3.2 轴承油膜无法形成，引起干摩擦，短时间内导致轴承高温烧熔、轴颈损伤 3.3 主机燃烧不良，功率下降、部件磨损，间接影响螺旋桨出力 3.4 润滑油泄漏污染水域，同时可能导致轴承润滑不足，并引发海水倒灌
4	气	4.1 启动空气压力不足或含水 4.2 CPP 控制空气压力低、含杂质或泄漏 4.3 扫气/增压空气压力不足、温度过高	4.1 主机启动失败，螺旋桨无法投入运行 4.2 桨叶螺距调节迟缓、卡滞或不准确，船舶机动性变差 4.3 主机功率下降，螺旋桨无法达到预定转速和推力
5	汽	5.1 主蒸汽压力/温度低于设计值 5.2 蒸汽含水量高（干度低） 5.3 凝汽器真空度下降	5.1 蒸汽轮机输出功率降低，螺旋桨转速达不到要求 5.2 蒸汽轮机低压段叶片发生水蚀，长期运行损坏叶片，效率下降 5.3 汽轮机效率降低，同样蒸汽耗量下输出功率减少
6	机械与外部环境	6.1 螺旋桨桨叶受损（变形、裂缝、缺失） 6.2 轴系对中不良 6.3 恶劣海况导致螺旋桨频繁出水 6.4 船体尾部附件（如舵、导流罩）损坏或附着物过多	6.1 动平衡破坏，导致轴系和船体尾部剧烈振动，加速轴承磨损 6.2 轴承受力不均，引起异常磨损和振动，可能引发轴系疲劳断裂 6.3 主机负荷剧烈波动，转速突变，对主机和齿轮箱造成冲击 6.4 尾部流场紊乱，螺旋桨进流不均，导致效率下降和振动加剧

表 2.4 设备故障非正常输出条件及可能产生后果

序号	故障	非正常输出条件	可能产生的后果（对其他设备的影响）
1	桨叶损坏 （变形、断裂、	1. 严重的不平衡质量	• 轴系与轴承： 引发剧烈径向振动，导致尾轴承、中间轴承异常磨损、过热

	崩边、腐蚀)	2. 不规则的水动力外形	甚至烧熔。 • 主机/齿轮箱： 传递过大的交变应力，可能导致曲轴、齿轮齿面点蚀或疲劳裂纹。 • 船体结构： 尾部船体结构（特别是桨毂上方）长期承受异常激励，可能导致疲劳裂纹。 • 密封系统： 剧烈振动会破坏尾轴管密封的贴合面，导致严重漏油或进水。
2	桨叶缠绕 (渔网、绳索、塑料)	1. 附加的旋转阻力矩 2. 局部质量不平衡 3. 流场阻塞	• 主机： 负载急剧增加，可能导致主机过载停车、缸内热负荷超标。 • 轴系： 传递异常的扭矩波动，可能引发轴系扭振，极端情况可能导致联轴节螺栓剪断或轴断裂。 • 监测系统： 轴功率、扭矩监测值异常升高。
3	空泡严重侵蚀	1. 推进效率显著下降 2. 高频振动与噪声 3. 桨叶表面逐渐缺损导致质量不平衡	• 船体： 高频振动和噪声通过水传递至船壳，影响全船，特别是居住舱室的舒适性。 • 声学设备： 干扰声呐等水下探测设备的正常工作。 • 长期影响同故障 1：最终转化为桨叶损坏，引发相应后果。
4	可调螺距螺旋桨(CPP)液压/控制故障	1. 桨叶螺距失控 2. 多桨叶螺距不同步	• 主机： 螺距与转速不匹配，导致主机严重超负荷（螺距过大）或飞车（螺距过小），造成机械损伤。 • 船舶操控性： 双桨船单桨螺距失控会导致严重的航向偏移和操纵困难。 • CPP 系统本身： 液压油缸、伺服机构可能因过载或卡阻而损坏。
5	尾轴承严重磨损或损坏	(注:此故障常是后果,但也会恶化输出条件) 1. 轴系中心线下沉/偏移 2. 振动加剧	• 螺旋桨本体： 轴线变化破坏最佳流场，加剧空泡和振动，形成恶性循环。 • 相邻轴承与密封： 承受额外载荷，导致连锁损坏。 • 轴系对中： 完全破坏，可能引发联轴节故障。
6	桨叶与船体附件干涉	1. 周期性机械碰撞或摩擦	• 干涉部件本身： 导致导流罩、舵叶损坏。

	(如与导流罩、舵叶间隙过小或碰撞)	2. 异常噪音与振动	• 轴系与轴承：产生周期性的冲击载荷，对轴承和轴颈造成严重损害。 • 船体：局部结构可能被磨损或击穿。
--	-------------------	------------	--

3. 组成、技术特征及接口

以下部分介绍螺旋桨的组成、工作原理、技术指标、接口情况、布置情况，从各方面知悉发动机的基本信息。

3.1.组成

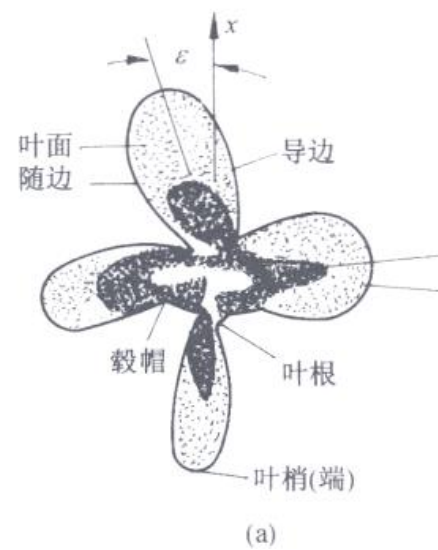


图 3.1 螺旋桨组成

表 3.1 发动机组成表

序号	组成部分	功能描述	数量
1	桨叶	核心推进部件，通过旋转推动水流产生反作用推力。其翼型、螺距和面积决定了推进效率。	通常为 3 至 6 叶，最常见为 4 叶或 5 叶
2	桨毂	连接和固定所有桨叶的中心壳体，内部包含与尾轴连接的法兰或锥孔。	1 个

3	桨毂帽	安装在桨毂后部的流线型罩盖，用于减少桨毂后部产生的涡流阻力，提升水动力效率。	1 个（非所有螺旋桨标配）
4	叶根（桨叶根部）	桨叶与桨毂连接的部位，承受最大的弯曲应力和扭矩，结构最为厚重。	与桨叶数量相同
5	随边与导边	桨叶的尾缘（随边）和先入水的边缘（导边），其形状对减少阻力和空泡至关重要。	每片桨叶各 1 对
6	叶梢	桨叶的末端尖端区域，转速最高，最容易发生空泡和腐蚀。	与桨叶数量相同
7	螺栓/固定键	用于将螺旋桨桨毂牢固地固定在尾轴（螺旋桨轴）上，传递巨大的扭矩和推力。	多套（通常为 6-12 套高强度螺栓）
8	整流帽罩（可选）	安装在桨毂前方的大型导流罩，常用于肥大船型，用以改善来流，提高效率并减振。	0 或 1 个

3.2. 工作原理

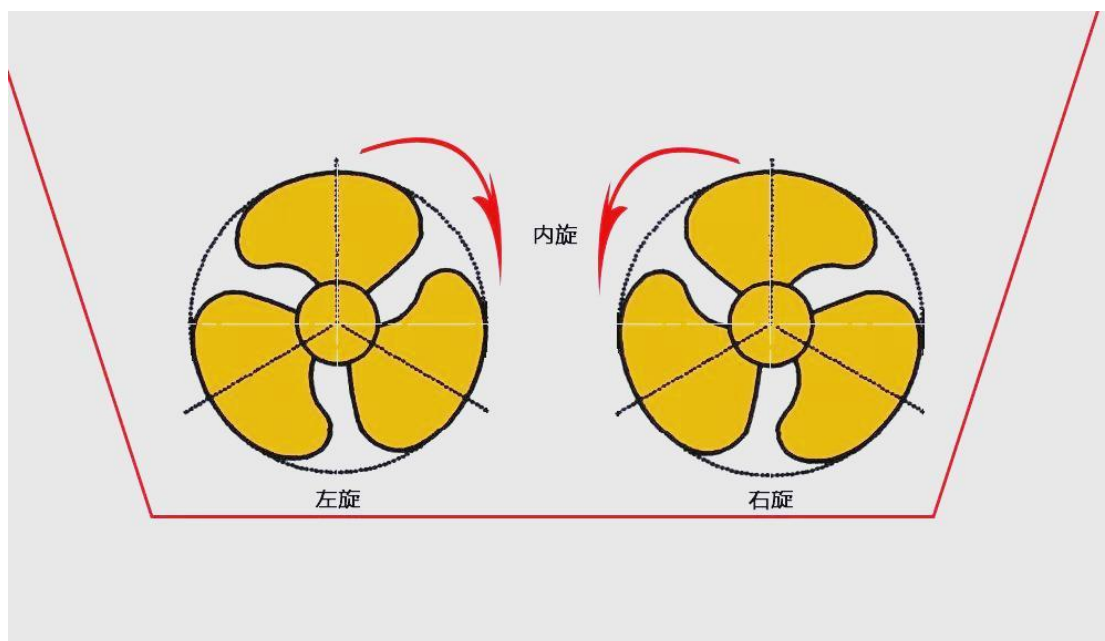


图 3.2 工作原理

螺旋桨旋转时，桨叶向后推水。根据“作用力与反作用力”定律，水就对桨叶产生一个向前的反推力。这个力通过轴系传递给船体，推动船舶前进。

每个桨叶的横截面都是一个机翼的翼型，这是理解其工作的关键。

1) 叶片的形状:

叶背（工作面）：类似于机翼上表面，弯曲度大。

叶面（吸水面）：类似于机翼下表面，较为平坦。

2) 推力的产生:

当螺旋桨旋转时，水流以一定角度（攻角）流向这个“水下机翼”。

水流在弯曲的叶背上流经的路径更长、速度更快，根据伯努利原理，此处压力降低。

水流在平坦的叶面上流速相对较慢，因此压力较高。

这样，在桨叶的前后形成了一个“压力差”—— 高压区（叶面）向低压区（叶背）推压。

3) 从“升力”到“推力”:

这个压力差在桨叶上产生一个总的流体动力（升力）。由于桨叶是倾斜安装的（有螺距角），这个力的方向并非垂直向上，而是可以分解为两个分力:

推力：沿着螺旋桨轴线向前方的分力。这是推动船舶前进的有效力量。

旋转阻力：与旋转方向相反的分力（切向力）。主机必须消耗功率来克服这个阻力矩，才能维持螺旋桨的转动。

螺旋桨的工作原理是一个能量转换过程:

主机的旋转机械能 → 通过桨叶的机翼效应和推水作用 → 转换为水的动能 → 同时产生反作用的推力（船舶的推进能）。

其高效与否，取决于桨叶的翼型设计、螺距分布、直径以及与船体尾部流场的匹配程度，目的都是在产生最大推力的同时，最小化空泡和振动。

3.3. 技术指标

表 3.2 技术指标

指标名称	参数值（示例/典型范围）
直径	3 米 - 11 米（民船常见）
桨叶数	3 叶、4 叶、5 叶、6 叶
螺距比	0.6 - 1.2（如 $P/D=0.8$ ）

盘面比	0.35 - 1.10（如 $A_e/A_o=0.7$ ）
旋向	右旋（多数单桨船）、左旋
设计转速	70 - 150 RPM（低速机直驱）
材料	镍铝青铜、锰铝青铜、不锈钢
重量	数吨至上百吨
设计效率	0.50 - 0.75（如 $\eta=0.65$ ）
最大持续推力	数十至数百吨力
叶梢间隙	0.15D - 0.25D（如 20%D）

3.4.接口情况

本节将系统说明螺旋桨与舰船及子设备之间的接口关系。螺旋桨作为推进系统的终端执行机构，其接口可分为物理/机械安装接口、能源与介质接口以及信息接口三大类。

一、物理/机械安装接口

此接口确保螺旋桨被刚性地、精确地固定在船体上，并能高效传递动力。

表 3.3 物理接口

接口对象	接口类型	接口方式与功能
舰船尾轴（螺旋桨轴）	机械连接/ 扭矩推力传递	方式：锥面配合 + 液压无键套合（主流），或法兰螺栓连接。 功能：将尾轴的旋转运动和扭矩无滑动地传递给螺旋桨，并将螺旋桨产生的推力通过尾轴传递至推力轴承。
舰船尾轴管	支撑与密封	方式：尾轴穿过尾轴管，螺旋桨安装在尾轴末端。 功能：尾轴管内的轴承为轴系（含螺旋桨）提供径向支撑；其首尾密封防止海水进入和润滑油泄漏。
船体外部线型	空间与流场	方式：螺旋桨安装于船尾特定位置。 功能：必须保证足够的叶梢间隙和浸没深度。船体尾部的线型决定了流入螺旋桨的流场质量，直接影响效率和振动。

二、能源与介质接口

此接口为驱动螺旋桨和维持其系统运行提供必要的能量和工质。

表 3.4 能源与介质接口

接口类别	输入源	接口功能与说明
主能源 (机械能)	主机（柴油机/蒸汽轮机/燃气轮机） 或 主推进电机	输入：高扭矩、低转速的旋转机械能。 路径：通过轴系（推力轴、中间轴、尾轴）直接输入至螺旋桨。这是最核心的“能量接口”。
控制能源	1. 液压系统（用于 CPP） 2. 压缩空气系统（用于控制或启动）	1. 对于 CPP：高压液压油通过贯穿尾轴的伺服油管输入桨毂内的伺服油缸，驱动桨叶变距。 2. 通用：压缩空气用于控制气动离合器或作为主机启动能源，间接控制螺旋桨的转动。
润滑介质	滑油系统	输入：洁净的润滑油。 功能：通过专用管路对尾轴管轴承和 CPP 桨毂机构进行强制润滑、冷却和压力密封。
工作介质	海水	输入/输出：螺旋桨与海水进行动量交换的介质。 功能：螺旋桨吸入海水并加速向后排出，产生反作用推力。海水的密度、清洁度和流动状态是关键的“环境输入”。

三、信息接口（检测、测试与通信）

此接口用于监控螺旋桨和推进系统的状态，实现控制和维护。

表 3.5 信息接口

接口类型	接口设备/系统	功能与数据流
状态监测接口	1. 轴功率/扭矩仪 2. 转速传感器 3. 振动加速度计 4. 轴承温度传感器	1. 测量轴传递的扭矩和功率，计算推进效率。 2. 测量螺旋桨实际转速。 3. 布置在尾轴承座或附近船体，监测由螺旋桨不平衡、空泡等引发的异常振动。 4. 监测尾轴承温度，预防因润滑失效或负荷过大导致的损坏。
控制指令接口	船舶集成自动化系统 / 驾驶台控制系统	对于 CPP：接收来自驾驶台的螺距指令信号（电信号），控制液压伺服机构动作，改变螺距。 对于 FPP：接收的是主机转速指令，通过调节主机转

		速间接控制推力。
数据通信接口	船舶网络（如以太网、CAN 总线等）	上行：将上述传感器采集的转速、扭矩、振动、温度等数据上传至集控室、驾驶台的监控终端和船舶数据记录系统。 下行：接收来自控制系统的指令。
测试与维护接口	1. 密封检查口 2. 润滑油取样阀	1. 用于在坞内或水下检查尾轴密封的磨损情况。 2. 用于定期提取尾轴管润滑油样本,送化验室分析,以判断轴承磨损状况和油质。

3.5. 布置情况

以下是螺旋桨及其关键关联设备在舰船上的具体位置说明：

表 3.6 布置情况

序号	设备名称	位置信息
1	螺旋桨本体	船体外部，尾部水线下。通常位于舵叶的前方，精确安装于船舶尾纵中剖面上（单桨船）或对称分布于两侧（多桨船）。其中心轴线与船舶基线基本平行。
2	尾轴（螺旋桨轴）	贯穿船体内部与外部。一端在船外连接螺旋桨本体，另一端在船内（机舱或尾轴隧内）通过联轴节与中间轴或齿轮箱输出端相连。其大部分长度位于尾轴管内。
3	尾轴管	船体尾部结构内部。是焊接在船体尾框架上的一个筒状结构，从机舱前壁（尾轴隧前端）或船体内壳延伸至船尾外部，用于支撑和容纳尾轴。
4	尾轴承	尾轴管内部。通常有两道：前轴承（靠近机舱侧）和后轴承（靠近船外海水侧），用于支撑尾轴和螺旋桨的重量，并承受径向力。
5	尾轴密封装置	尾轴管的两端。 首部密封位于尾轴管前端，靠近机舱，主要防止润滑油泄漏入机舱。 尾部密封位于尾轴管后端，靠近海水，主要防止海水侵入。
6	推力轴承	机舱内。通常位于主机输出端（或齿轮箱）与中间轴之间，用于承受螺旋桨产生的全部轴向推力，并将其传递给船体结构。

7	CPP 液压伺服单元	两部分组成： 1. 伺服机构：位于螺旋桨桨毂内部（水下）。 2. 液压动力单元与控制柜：位于机舱内，通过贯穿尾轴的中空油管与水下伺服机构连接。
8	轴系转速/扭矩传感器	机舱内，安装在中间轴或推力轴段上。用于非接触式测量轴的转速和扭转变形，从而计算扭矩和功率。
9	轴系振动监测探头	通常安装在尾轴承座、推力轴承座或附近船体结构上。用于监测由螺旋桨引起的轴系和船体振动。

4. 操作使用

4.1. 操作使用项目索引表

本索引表按操作阶段和关键系统进行分类，列出了核心操作项目。操作使用项目索引表包括正常操作使用项目、应急操作使用项目。

表 4.1 操作使用索引表

操作项目编号	使用操作项目名称	页码
OT001	航行前螺旋桨系统（轴系、轴承、密封）检查与备车	18
OT002	定距螺旋桨主机起动与转速控制（前进/倒车）操作	20
OT003	可调螺距螺旋桨（CPP）螺距与主机联合控制操作（含手柄操作）	22
OT004	航行中螺旋桨转速、扭矩、推力及系统参数监控	24
OT005	轴系与轴承温度、振动定期巡检与记录	26
OT006	尾轴管润滑油柜液位、温度检查与补充	28
OT007	CPP 液压系统压力、油位、油温检查与维护	30

OT008	不同海况与航速下的螺旋桨（主机）功率优化匹配操作	33
OT009	大风浪中防止螺旋桨飞车的降速与操控	35
OT010	到港后定距桨主机完车、CPP 回零位及系统停用检查	36
OT011	螺旋桨/轴系严重振动异常应急降速与报告程序	38
OT012	尾轴管密封严重泄漏（大量进水或漏油）应急操作	40
OT013	尾轴承高温报警应急响应与冷却措施	42
OT014	CPP 系统故障（螺距失控、液压失压）应急切换与锁定操作	44
OT015	螺旋桨缠绕渔网、缆绳等异物应急处置程序（禁止倒车）	47
OT016	单桨船螺旋桨卡阻或轴系断裂时的应急安全隔离	48
OT017	主机飞车（螺旋桨负荷骤降）紧急停车与故障排查	50

4.2. 操作程序

操作程序是针对表 4.1 操作使用索引表中操作使用项目进行详细描述，包括操作的安全注意事项、保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求、操作步骤等内容。

4.2.1 正常操作程序

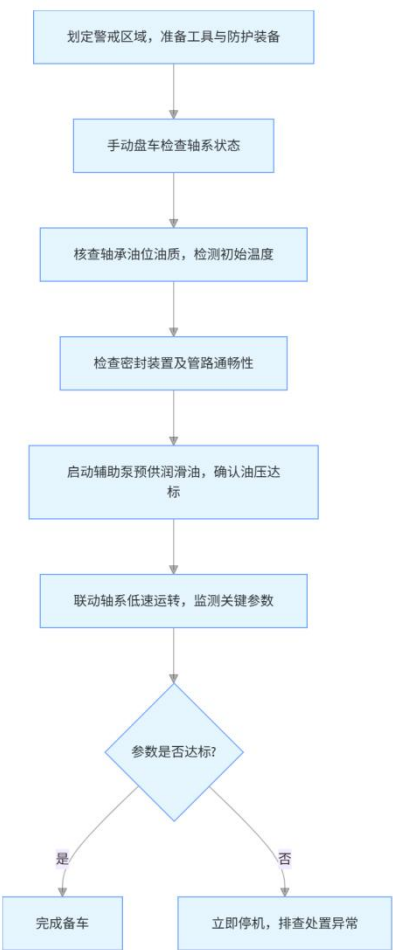
表 4.2 航行前螺旋桨系统（轴系、轴承、密封）检查与备车

项目编号	操作项目
------	------

OT001	航行前螺旋桨系统（轴系、轴承、密封）检查与备车			
安全防护 个人防护装备佩戴：检查区域内严禁明火、吸烟。				
注意事项 检查尾轴密封装置（如唇形密封、机械密封）无燃油 / 润滑油泄漏，密封件无老化、破损。				
保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求				
1) 保障设施、保障设备(工具)				
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	扭矩扳手	量程 0-500N•m，精度 ±3%	1 把	用于校验联轴器螺栓紧固力矩，适配轴系连接规格
2	油质检测仪	可检测水分、杂质、粘度，适配船舶润滑油型号	1 台	快速判断轴承润滑油质是否达标，避免劣质油导致磨损
3	密封检测工具套装	含压力测试仪、泄漏探测剂、密封胶，适配尾轴密封规格	1 套	检测密封装置密封性，应急修补轻微泄漏
4	红外测温仪	测量范围 - 20℃ ~500℃，精度 ±1℃	1 台	非接触式检测轴承、轴系温度，避免高温烫伤
5	手动盘车工具	适配船舶轴系接口，材质为高强度合金钢	1 套	人工转动轴系，检查有无卡滞或异常阻力
6	警戒标识与防护装备	反光警戒牌（A3 规格）、防滑鞋、防护手套、护目镜	1 套	划定检查区域，保障操作人员人身安全
7	润滑油补充套装	同型号船舶专用润滑油（5L / 桶）、加油壶、漏斗	1 套	轴承油位不足时及时补充，避免混加不同牌
2) 人力人员				
序号	专业	人数	技能等级	备注
1	船舶轴系检修专业	1 人	中级及以上	精通螺旋桨系统（轴系、轴承、密封）结构与检查标准，能判断异常问题并处置
2	船舶备车操作专业	1 人	初级及以上	熟悉备车流程，能操作辅助泵、监测设备参数，协助记录检查结果与备车数据

操作步骤.....

- 1) 先划定警戒区域，备好检测工具与防护装备。
- 2) 手动盘车检查轴系有无卡滞、异响；核查轴承油位油质，用测温仪测初始温度；检查密封装置无泄漏、管路通畅。
- 3) 启动辅助泵预供润滑油，油压达标后联动轴系低速运转，监测轴系转速、轴承温度及密封泄漏情况，达标则完成备车，异常立即停机处置。



操作流程圖

页码：3/3	版本号：1
--------	-------

表 4.3 定距螺旋桨主机起动与转速控制（前进/倒车）操作

项目编号	操作项目
OT002	定距螺旋桨主机起动与转速控制（前进/倒车）操作
安全防护 个人防护装备佩戴：检查区域内严禁明火、吸烟。	
注意事项	

备车状态下不得擅自离开操作岗位，应急停机按钮保持随时可操作状态。

保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求

1) 保障设施、保障设备(工具)

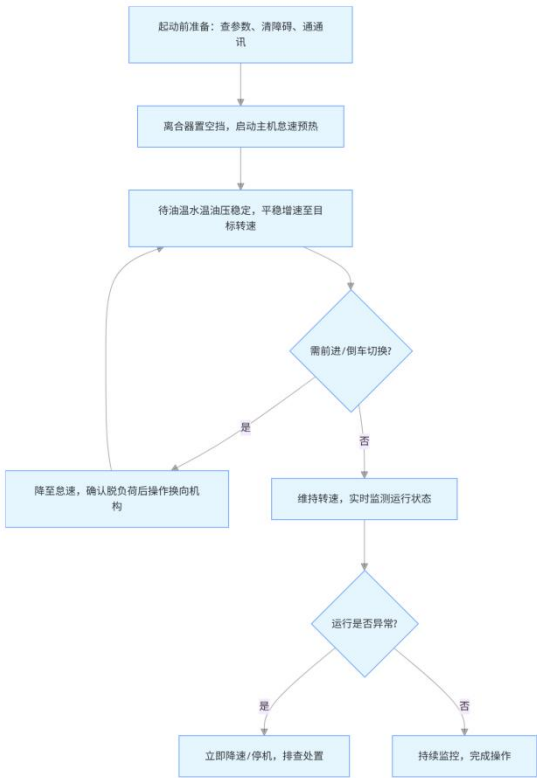
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	主机控制操作台	含转速调节旋钮、换向手柄、紧急停机按钮，适配定距螺旋桨主机型号	1 台	需定期校验旋钮、手柄灵敏度，确保指令响应准确
2	转速监测仪表	量程 0 - 1500r/min，精度 ± 1 r/min，支持实时显示与超限报警	1 套	安装于操作台显眼位置，便于操作人员实时盯控
3	通讯设备	防爆对讲机，有效通讯距离 ≥ 500 米，待机时间 ≥ 24 小时	2 部	分别配备给主机操作手与驾驶室值守人员，保持联动
4	应急停机装置	瞬时动作型，额定电流 $\geq$ 主机控制回路电流，IP65 防护等级	2 个	1 个安装于操作台，1 个安装于艏部应急位置
5	滑油 / 燃油参数检测仪	可检测油位、油温、油压，适配主机润滑 / 燃油系统	1 套	起动前快速校验系统参数是否达标
6	安全防护装备	防滑绝缘鞋、防机械伤害手套、护目镜	2 套	配备给主机操作手与辅助监测人员

2) 人力人员

序号	专业	人数	技能等级	备注
1	船舶主机操作专业	1 人	中级及以上	精通定距螺旋桨主机起动、换向、调速流程，能处置常见运行故障
2	主机运行监测专业	1 人	初级及以上	负责实时记录主机运行参数，与驾驶室联动传递状态信息，协助应急处置

操作步骤.....

- 1) 起动前确认油液、冷却水参数达标，螺旋桨无障碍物，与驾驶室联动通讯畅通。
- 2) 将离合器置空挡，启动主机怠速预热 3-5 分钟，待参数稳定后平稳增速。
- 3) 前进 / 倒车切换时，先降至怠速脱负荷，操作换向机构确认到位后，再逐步调节转速。
- 4) 运转中实时监测参数与设备状态，异常立即降速或停机。



操作流程图

页码：3/3	版本号：1
--------	-------

表 4.4 可调螺距螺旋桨（CPP）螺距与主机联合控制操作（含手柄操作）

项目编号	操作项目
OT003	可调螺距螺旋桨（CPP）螺距与主机联合控制操作（含手柄操作）
安全防护 个人防护装备佩戴：检查区域内严禁明火、吸烟。	
注意事项 若出现螺距调节卡滞、反馈偏差超 3%，立即降速至怠速排查，严禁强行操作。	

保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求

1) 保障设施、保障设备(工具)

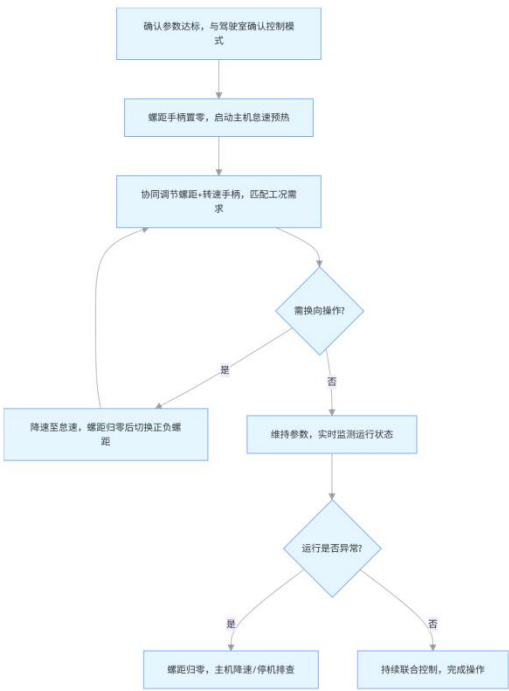
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	CPP 螺距与主机联合控制台	集成螺距调节手柄、转速调节手柄、螺距指示器、负荷率监测仪、应急归零按钮，适配船舶 CPP 型号	1 台	定期校验手柄灵敏度、指示器精度，确保指令响应无延迟
2	螺距调节系统液压检测仪	量程 0-25MPa，精度 ± 0.5 MPa，可检测油压、油温、油液清洁度	1 套	用于排查螺距调节卡滞、油压波动等故障
3	主机与螺距联动监测系统	支持实时显示转速、螺距值、主机负荷率、轴承温度，具备超限报警功能	1 套	数据同步上传驾驶室，实现机驾联动监控
4	防爆对讲机	有效通讯距离 ≥ 500 m，待机时间 ≥ 24 h，适配船舶机舱防爆环境	2 部	分别配备给机旁操作员与驾驶室指令员
5	应急螺距归零装置	手动液压泵 + 应急管路，适配 CPP 液压系统接口	1 套	液压系统故障时，手动将螺距强制归零
6	安全防护装备	防滑绝缘鞋、防机械伤害手套、护目镜	2 套	配备给机旁操作与监测人员

2) 人力人员

序号	专业	人数	技能等级	备注
1	船舶 CPP 与主机联合控制专业	1 人	中级及以上	精通 CPP 螺距调节原理与主机联动逻辑，能处置手柄操作卡滞、参数不匹配等故障
2	机舱设备运行监测专业	1 人	初级及以上	负责实时记录螺距、转速、负荷等参数，与驾驶室联动传递状态信息，协助应急处置

操作步骤.....

- 1) 操作前确认液压、主机参数达标，与驾驶室确认控制模式。
- 2) 将螺距手柄置零位，启动主机怠速预热。
- 3) 协同调节螺距与转速手柄：先小幅度增螺距，再匹配提升转速，避免单手柄大幅操作。
- 4) 换向时先降转速至怠速，螺距归零后切换正负螺距，再逐步调节。
- 5) 全程监测参数，异常则螺距归零、主机降速停机。



操作流程图

页码：3/3

版本号：1

表 4.5 航行中螺旋桨转速、扭矩、推力及系统参数监控

项目编号	操作项目
OT004	航行中螺旋桨转速、扭矩、推力及系统参数监控
安全防护 个人防护装备佩戴；检查区域内严禁明火、吸烟。	
注意事项 严禁带故障高负荷运行。	

保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求

1) 保障设施、保障设备(工具)

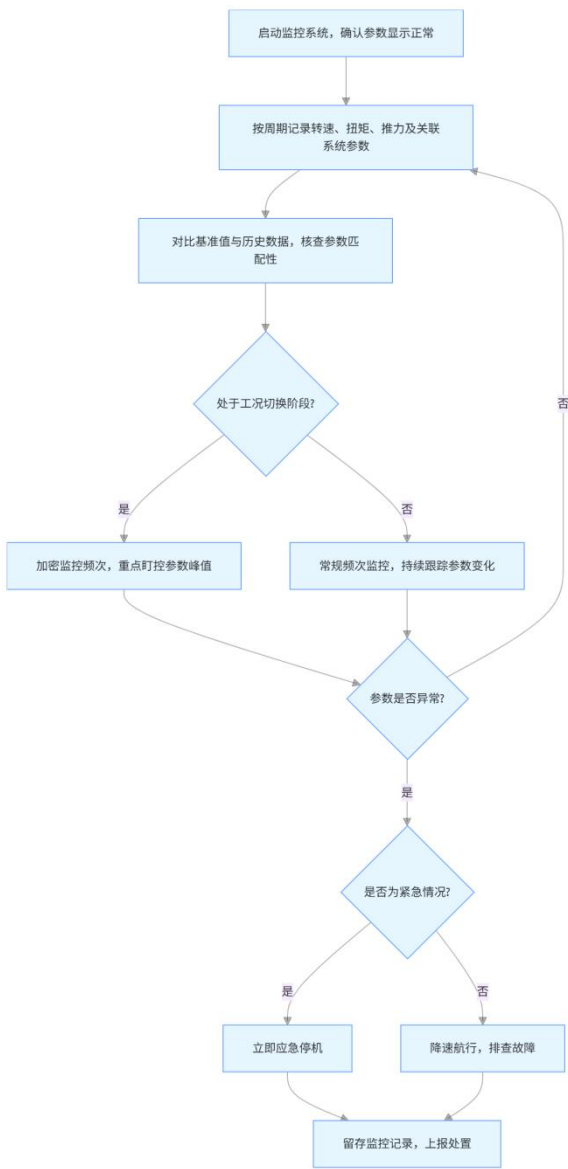
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	螺旋桨动力参数监测仪	可测转速 0-2000r/min、扭矩 0-50kN·m、推力 0-100kN, 精度 $\pm 1\%$	1 套	支持数据实时显示、存储及超限报警, 适配定距 / 可调螺距桨
2	轴系状态监测传感器组	含温度传感器 (量程 -20℃~200℃)、振动传感器 (量程 0-50mm/s)	1 组	安装于轴承、联轴器等关键部位, 数据接入中央监控系统
3	可调螺距桨液压检测仪	量程 0-30MPa, 可测油压、油温, 支持实时数据传输	1 台	仅适用于 CPP 系统, 监控螺距调节液压回路状态
4	数据记录仪	可存储 ≥ 72 小时全参数数据, 防水等级 IP65	1 台	监控系统故障时自动切换记录, 保障数据不丢失
5	防爆对讲机	有效通讯距离 $\geq 800\text{m}$, 待机时间 $\geq 24\text{h}$, 适配机舱环境	2 部	用于监控人员与驾驶室、机舱应急岗位联动通讯
6	应急操作工具箱	含扭矩扳手、测温仪、密封胶等, 适配船舶轴系规格	1 套	参数异常时, 用于快速排查和临时处置

2) 人力人员

序号	专业	人数	技能等级	备注
1	船舶动力系统监控专业	1 人	中级及以上	精通螺旋桨 - 主机联动参数逻辑, 能识别异常数据并定位故障
2	机舱设备运行辅助专业	1 人	初级及以上	负责记录监控数据、传递通讯信息, 协助应急处置操作

操作步骤.....

- 1) 开机后启动监控系统，确认转速、扭矩等参数显示正常。
- 2) 按规定周期记录参数，对比同工况基准值与历史数据，重点关注三者匹配性。
- 3) 工况切换时加密监控频次，同步盯控轴系温度、液压（CPP 专用）等关联参数。
- 4) 发现异常先降速，排查故障；紧急情况立即应急停机，全程留存监控记录。



操作流程圖

页码：3/3	版本号：1
--------	-------

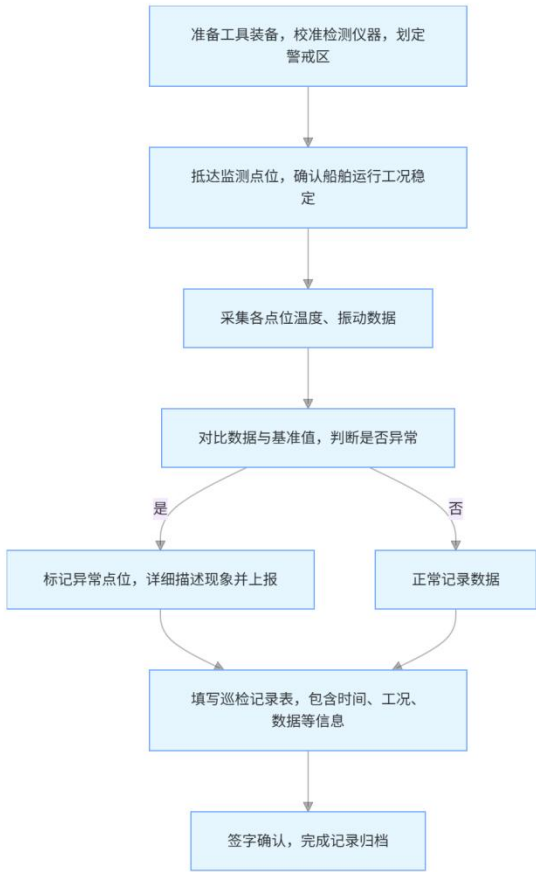
表 4.6 轴系与轴承温度、振动定期巡检与记录

项目编号	操作项目
OT005	轴系与轴承温度、振动定期巡检与记录

安全防护 个人防护装备佩戴：检查区域内严禁明火、吸烟。				
注意事项 确认巡检区域无障碍物、无泄漏风险，设置临时警戒标识。				
保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求 1) 保障设施、保障设备(工具)				
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	红外测温仪	测量范围 -20℃~500℃，精度 ±1℃，响应时间 ≤0.5s	1 台	非接触式测量轴承、轴系温度，避免高温烫伤
2	便携式振动检测仪	测量范围 0.1~100mm/s，频率范围 10~1000Hz，精度 ±5%	1 台	用于轴系、联轴器、轴承振动数据采集，支持数据存储
3	轴系巡检记录表	含巡检时间、工况、 点位名称、温度值、 振动值、异常描述栏	1 本 (50 页)	统一格式，便于数据归档与历史对比
4	安全防护装备	防滑绝缘鞋、防机械 伤害手套、护目镜、 安全帽	2 套	适配巡检人员人身防护需求，避免机械伤害与高温风险
5	临时警戒标识	反光式“正在巡检， 禁止靠近”警示牌， A3 规格	2 块	划定巡检区域，防止无关人员进入引发安全事故
6	通讯设备	防爆对讲机，有效通 讯距离≥500m，待机 时间≥24h	2 部	巡检中与机舱控制室保持联动，异常情况可及时上报
2) 人力人员				
序号	专业	人数	技能等级	备注
1	船舶轴系巡检专业	1 人	中级及以上	精通轴系与轴承结构，能规范操作检测工具，准确识别温度、振动异常并初步判断原因
2	巡检记录与辅助专业	1 人	初级及以上	负责准确记录巡检数据，协助准备检测工具与防护装备，传递通讯信息，配合异常处置

操作步骤.....

- 1) 巡检前备好校准合格的检测工具与防护装备，划定警戒区域。
- 2) 按既定路线抵达各监测点位，在相同工况下用红外测温仪测温度、振动检测仪采振动数据。
- 3) 实时对比数据与基准值，异常则标记并上报。
- 4) 准确填写巡检记录表，清晰记录相关信息，签字后归档。



操作流程图

页码：3/3	版本号：1
--------	-------

表 4.7 尾轴管润滑油柜液位、温度检查与补充

项目编号	操作项目
OT006	尾轴管润滑油柜液位、温度检查与补充
安全防护 个人防护装备佩戴；检查区域内严禁明火、吸烟。	
注意事项 补充后拧紧加油口盖，开启相关阀门恢复正常工况，观察有无泄漏。	

保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求

1) 保障设施、保障设备(工具)

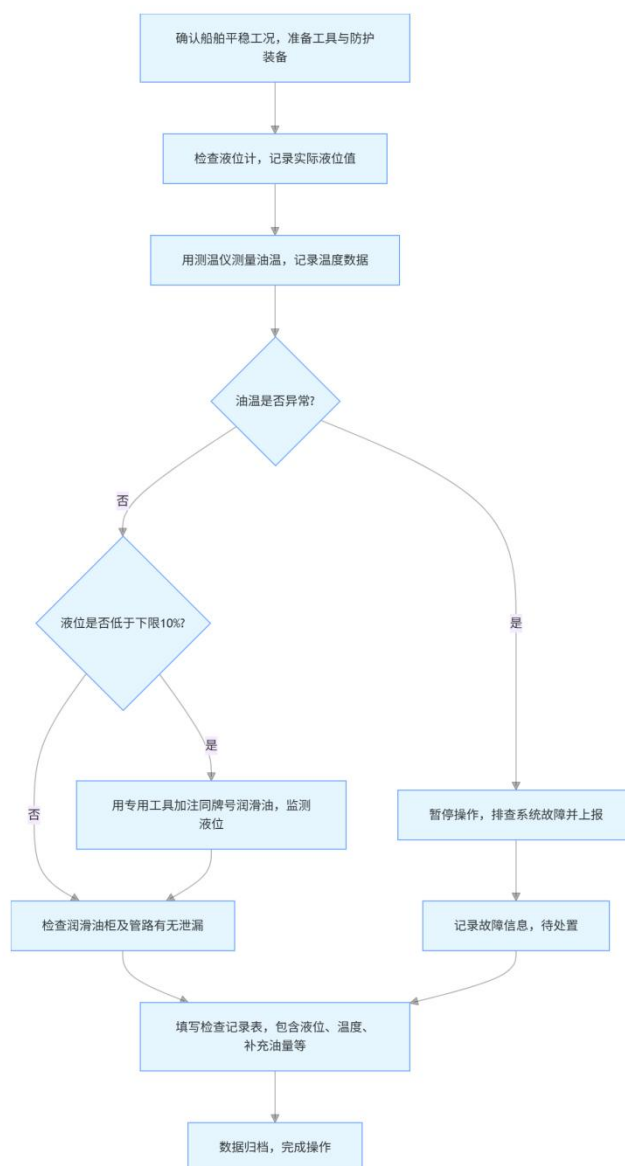
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	红外测温仪/ 接触式温度计	测量范围 -20℃~100℃，精度 ±1℃	1 台	用于检测润滑油柜油温，适配不同测量场景
2	专用加油壶/ 加油泵	容量 5L/10L，带过滤 装置，适配润滑油柜 加油口规格	1 套	用于润滑油补充，过滤杂质避免污染油液
3	液位测量辅助 工具	油位标尺（带刻度）、 透明量杯（500mL）	1 套	液位计故障时应急测量，确保读数准确
4	安全防护装备	防化手套、护目镜、 防滑鞋、吸油棉	1 套	保障操作人员安全，处理少量油液溢出
5	尾轴管润滑油	符合船舶设备手册规定 牌号，纯度≥99%	20L	备用补充，密封存放于干燥通风处
6	检查记录表	含检查时间、船舶工 况、液位值、温度值、 补充油量、异常描述 栏	1 本 (50 页)	统一格式，便于数据归档与追溯

2) 人力人员

序号	专业	人数	技能等级	备注
1	船舶润滑系统 操作专业	1 人	中级及以上	精通尾轴管润滑油系统结构，能规范完成液位、 温度检查与补充操作，识别油质与系统异常
2	操作辅助与记 录专业	1 人	初级及以上	负责准备工具与备用润滑油，协助监测操作过 程，准确填写检查记录表，处理少量油液溢出

操作步骤.....

- 1) 确认船舶处于平稳工况，备好工具与防护装备。
- 2) 先平视液位计查液位，低于下限 10% 则准备补充；再用测温仪测油温，异常需先排查故障。
- 3) 补充时用专用工具加注同牌号润滑油，严控液位不超上限。
- 4) 操作后检查无泄漏，准确记录相关数据并归档。



操作流程圖

页码：3/3

版本号：1

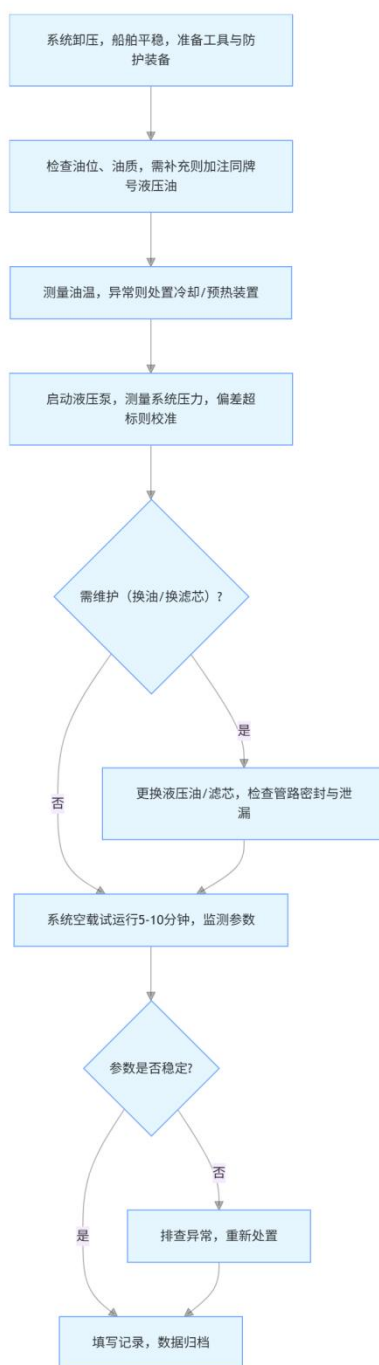
表 4.8 CPP 液压系统压力、油位、油温检查与维护

项目编号	操作项目
------	------

OT007	CPP 液压系统压力、油位、油温检查与维护			
安全防护 个人防护装备佩戴：检查区域内严禁明火、吸烟。				
注意事项 若出现压力骤降、油温骤升或油位快速下降，立即停机卸压，排查管路破裂、泵体故障或泄漏点。				
保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求				
1) 保障设施、保障设备(工具)				
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	液压系统压力表	量程 0-30MPa，精度 ±1%，带压力接头（适配 CPP 液压系统接口）	1 块	用于测量系统工作压力、调节压力，定期校准确保精度
2	红外测温仪	测量范围 -20℃~100℃，精度 ±1℃，响应时间 ≤0.5s	1 台	非接触式测量液压油温，避免接触高温部件烫伤
3	液压油维护工具套装	含加油泵、滤油机、油质检测仪、油箱清洗工具	1 套	用于液压油补充、更换、油质检测及油箱清洁
4	备用配件与油液	CPP 专用液压油（符合手册牌号，20L/桶）、液压滤芯、密封件（适配系统规格）	1 套	密封存放，便于应急更换与维护
5	安全防护装备	防化手套、护目镜、防滑鞋、吸油棉、应急警戒标识	1 套	保障操作人员安全，处理少量油液溢出
6	CPP 液压系统检查维护记录表	含参数记录栏、维护内容栏、异常描述栏、签字栏	1 本（50 页）	统一格式，便于数据归档与追溯
2) 人力人员				
序号	专业	人数	技能等级	备注
1	CPP 液压系统操作维护专业	1 人	中级及以上	精通 CPP 液压系统结构与原理，能规范完成参数检查、油液更换、滤芯更换等操作，准确识别并处置系统异常
2	维护辅助与记录专业	1 人	初级及以上	负责准备工具、备用油液与配件，协助卸压、清洁等操作，准确填写检查维护记录表，处理少量油液溢出

操作步骤.....

- 1) 先确认系统卸压、船舶平稳，备好工具与防护装备。
- 2) 平视液位计查油位与油质，低于下限则补充同牌号液压油；用测温仪测油温，异常需启停冷却 / 预热装置；启动泵体测压力，偏差超 $\pm 5\%$ 需校准。
- 3) 维护时按需换油、换滤芯，检查管路无泄漏。
- 4) 操作后空载试运行，记录数据归档。



操作流程圖

页码：4/4	版本号：1
--------	-------

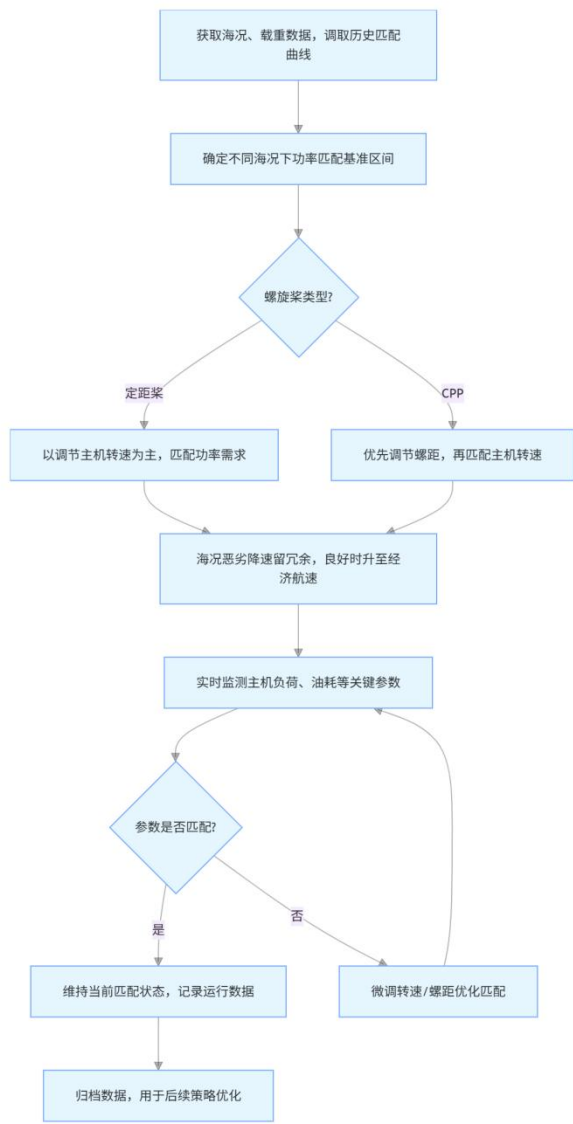
表 4.9 不同海况与航速下的螺旋桨（主机）功率优化匹配操作

项目编号	操作项目			
OT008	不同海况与航速下的螺旋桨（主机）功率优化匹配操作			
安全防护 个人防护装备佩戴；检查区域内严禁明火、吸烟。				
注意事项 禁止为追求航速而突破主机额定功率上限，避免机械部件疲劳损伤。				
保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求				
1）保障设施、保障设备(工具)				
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	船舶动力系统监测平台	可实时显示主机功率、转速、负荷率、燃油消耗率，支持数据对比分析	1 套	适配定距桨 / CPP 系统，具备海况 - 功率匹配曲线生成功能
2	海况监测设备	浪高仪（量程 0-10m，精度 ± 0.1m）、风速风向仪（量程 0-60m/s）	1 组	安装于船舶甲板，数据实时传输至驾驶室
3	主机功率分析仪	量程 0-5000kW，精度 ±1%，支持功率 - 转速 - 油耗联动分析	1 台	用于校验功率匹配的实际效果，优化操作参数
4	通讯导航设备	船载 GPS / 北斗定位仪、VHF 甚高频电台、海事卫星通信终端	1 套	用于获取实时海况、航线信息，保障船岸 / 船船联动
5	应急操作工具箱	含主机应急调速手柄、CPP 螺距应急调节装置、故障诊断仪	1 套	突发海况或设备故障时，手动干预功率匹配
6	数据记录与分析软件	支持存储≥1000 组不同海况 - 功率 - 航速匹配数据，具备趋势分析功能	1 套	安装于主机控制室电脑，便于后期策略优化
2）人力人员				
序号	专业	人数	技能等级	备注

1	船舶动力系统优化专业	1 人	中级及以上	精通不同海况下主机 - 螺旋桨匹配原理，能根据实时数据制定优化策略，处置功率不匹配故障
2	海况与航行监测专业	1 人	初级及以上	负责采集海况、航速、主机参数，记录匹配数据，协助操作手完成参数调整，传递航行指令

操作步骤.....

- 1) 先获取实时海况、船舶载重数据，结合历史匹配曲线确定功率基准区间。
- 2) 定距桨以调转速为主，CPP 优先调螺距再匹配转速，确保参数联动匹配。
- 3) 海况恶劣时降速留冗余，良好时逐步升至经济航速。
- 4) 实时监测主机负荷、油耗等参数，异常则微调优化，全程记录数据用于后续策略完善。



操作流程圖

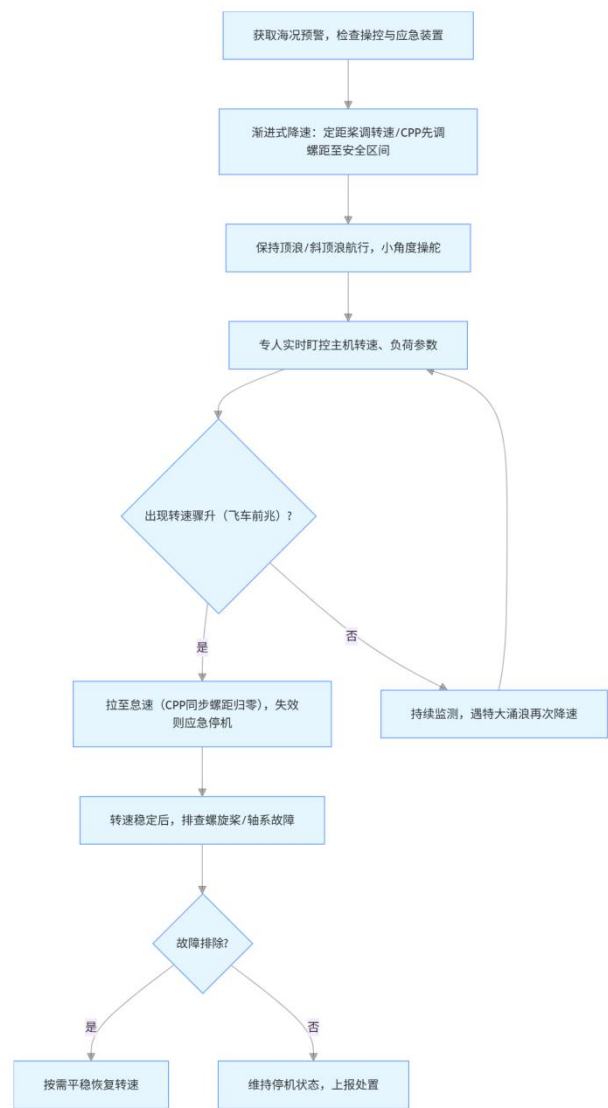
页码：3/3	版本号：1
--------	-------

表 4.10 大风浪中防止螺旋桨飞车的降速与操控

项目编号	操作项目			
OT009	大风浪中防止螺旋桨飞车的降速与操控			
安全防护				
个人防护装备佩戴：检查区域内严禁明火、吸烟。				
注意事项				
密切关注海面状态，遇特大涌浪提前再次降速，确保螺旋桨始终处于稳定负载状态。				
保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求				
1) 保障设施、保障设备(工具)				
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	主机转速监测与报警系统	量程 0-2000r/min,精度±1r/min，支持飞车（超额定 15%）声光报警	1 套	安装于驾驶室与机舱控制室，数据同步显示
2	应急停机装置	瞬时动作型，额定电流≥主机控制回路电流，IP65 防护等级	2 个	1 个安装于操作台，1 个为便携式，便于应急操作
3	海况监测设备	浪高仪（量程 0-10m,精度±0.1m）、涌流监测仪	1 组	实时传输海况数据，辅助预判飞车风险
4	CPP 螺距应急调节装置	手动液压泵+应急管路，适配 CPP 液压系统接口	1 套	液压系统故障时，手动将螺距归零或调至安全区间
5	通讯设备	防爆对讲机，有效通讯距离≥800m，待机时间≥24h	3 部	分别配备给驾驶室、机舱、艉部值守人员，保障联动处置
6	应急工具套装	含转速表、扭矩扳手、螺旋桨异物清理工具	1 套	飞车处置后，用于排查故障与清理异物
2) 人力人员				
序号	专业	人数	技能等级	备注
1	船舶主机与螺旋桨操控专业	1 人	中级及以上	精通大风浪中降速操控技巧，能预判飞车风险，熟练处置飞车应急情况
2	运行监测与应急辅助专业	1 人	初级及以上	负责实时监测转速、海况等参数，记录操作数据，传递通讯信息，协助应急处置

操作步骤.....

- 1) 提前获取海况预警，检查主机、螺旋桨控制及应急装置完好。
- 2) 采用渐进式降速，定距桨单次降幅 $\leq 50\text{r/min}$ ，CPP 优先调螺距至抗飞车区间再匹配转速。
- 3) 保持顶浪 / 斜顶浪航行，小角度操舵。
- 4) 专人盯控转速，遇转速骤升立即拉怠速（CPP 同步螺距归零），失效则应急停机。
- 5) 待稳定后排查故障，禁止盲目重启。



操作流程圖

页码：2/2	版本号：1
--------	-------

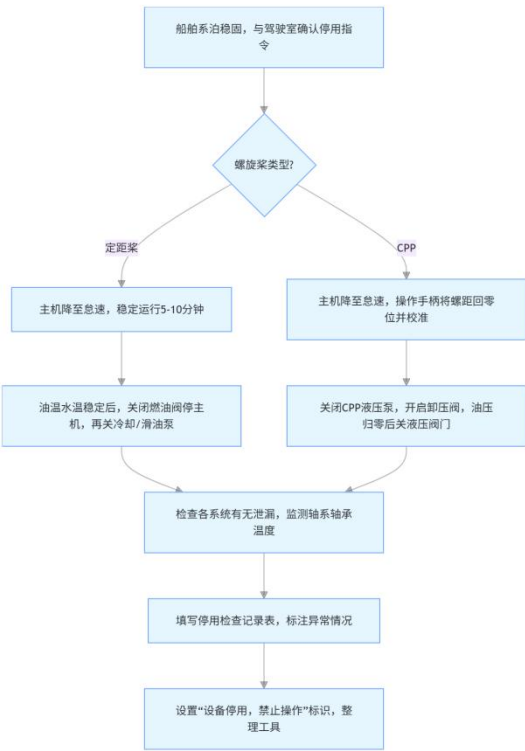
表 4.11 到港后定距桨主机完车、CPP 回零位及系统停用检查

项目编号	操作项目
OT010	到港后定距桨主机完车、CPP 回零位及系统停用检查

安全防护 个人防护装备佩戴：检查区域内严禁明火、吸烟。				
注意事项 关闭阀门时需平稳用力，严禁暴力操作。				
保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求 1) 保障设施、保障设备(工具)				
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	红外测温仪	测量范围 -20℃~200℃，精度 ±1℃	1 台	用于检测主机、轴承温度，确认符合完车条件
2	CPP 螺距校准工具	含零位校准器、反馈传感器测试仪，适配 CPP 型号	1 套	确保螺距回零位精准，偏差符合标准
3	液压系统卸压工具	含压力表（量程 0-30MPa）、卸压接头，适配 CPP 液压接口	1 套	用于 CPP 系统卸压，监测残压情况
4	安全防护装备	防滑绝缘鞋、防化手套、护目镜、停用标识牌	1 套	保障操作人员安全，警示他人禁止操作
5	完车/停用记录表	含设备型号、操作时间、工况参数、异常描述栏	1 本 (50 页)	统一格式，便于数据归档与追溯
6	应急工具套装	含扳手、螺丝刀、密封胶、吸油棉	1 套	用于处理少量泄漏、清理杂质等临时操作
2) 人力人员				
序号	专业	人数	技能等级	备注
1	船舶主机与螺旋桨操作专业	1 人	中级及以上	精通定距桨完车、CPP 回零位操作流程，能准确判断系统停用状态，处置轻微异常
2	操作辅助与记录专业	1 人	初级及以上	负责准备工具与防护装备，协助完成温度测量、螺距校准，准确填写停用记录表，处理少量油液溢出

操作步骤.....

- 1) 船舶系泊稳固后，与驾驶室确认停用指令。
- 2) 定距桨：主机降至怠速稳转 5-10 分钟，油温水温稳定后关燃油阀停主机，再关冷却、滑油泵。
- 3) CPP：先降主机怠速，将螺距手柄调至零位校准，关液压泵并卸压，关闭液压阀门。
- 4) 最后检查各系统有无泄漏，轴系轴承温度，记录数据，设置停用标识。



操作流程图

页码： 3/3

版本号： 1

4.2.2 应急操作程序

表 4.12 螺旋桨/轴系严重振动异常应急降速与报告程序

项目编号	操作项目
OT011	螺旋桨/轴系严重振动异常应急降速与报告程序
安全防护 个人防护装备佩戴；检查区域内严禁明火、吸烟。	
注意事项 备好应急工具，防止振动导致管路破裂、部件脱落引发次生事故。	

保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求

1) 保障设施、保障设备(工具)

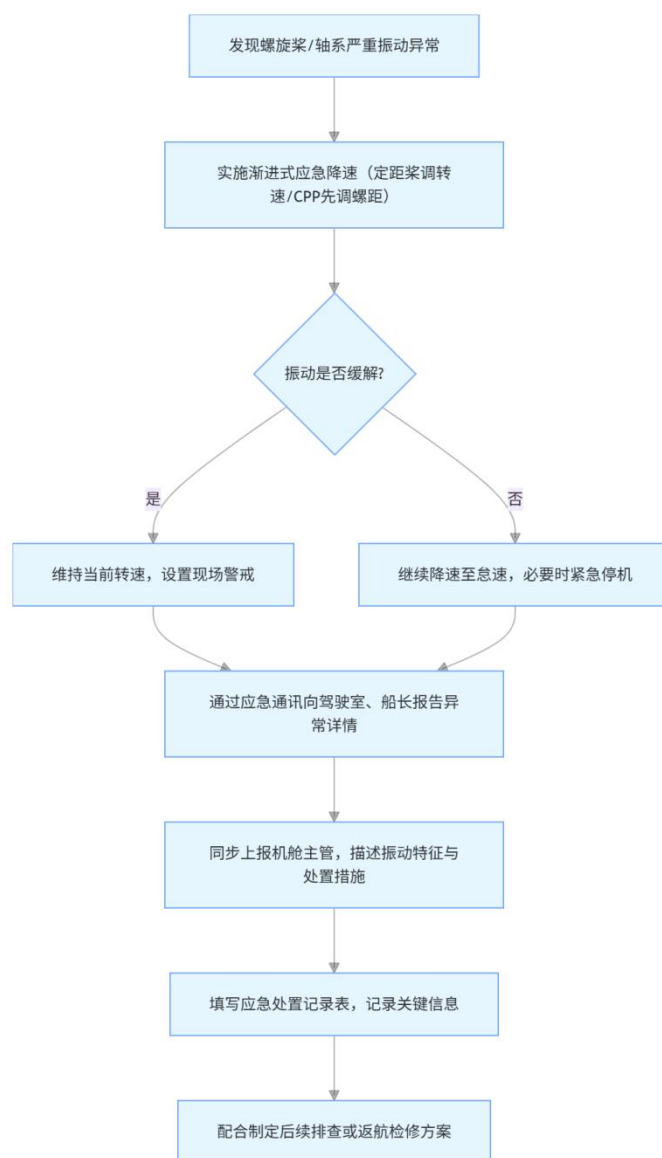
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	便携式振动检测仪	测量范围 0.1-200mm/s, 频率范围 10-1000Hz, 精度 $\pm 5\%$	1 台	用于精准测量振动幅值, 辅助判断异常程度
2	应急通讯设备	防爆对讲机（有效通讯距离 $\geq 800\text{m}$ ）、应急报警装置	2 套	保障操作人员与驾驶室、船长的实时联动
3	主机应急操控装置	含应急降速手柄、CPP 螺距应急调节机构、紧急停机按钮	1 套	常规操控系统故障时, 手动实施降速或停机
4	安全防护装备	防滑绝缘鞋、防机械伤害手套、护目镜、临时警戒标识	1 套	保障操作人员安全, 管控现场作业区域
5	应急处置记录表	含异常发生时间、工况、处置措施、报告对象、签字栏	1 本 (30 页)	统一格式, 确保报告与记录的规范性、追溯性
6	轴系故障排查工具	含红外测温仪、扭矩扳手、螺旋桨异物清理钩	1 套	用于初步排查振动原因, 配合后续处置

2) 人力人员

序号	专业	人数	技能等级	备注
1	船舶动力系统应急处置专业	1 人	中级及以上	精通螺旋桨/轴系振动异常处置流程, 能规范实施应急降速, 准确判断异常原因并按程序报告
2	应急辅助与记录专业	1 人	初级及以上	负责操作振动检测仪采集数据, 协助实施降速操作, 准确填写应急处置记录表, 传递通讯信息

操作步骤.....

- 1) 发现严重振动异常（幅值超额定 50%+ 异响 / 船体抖动），立即渐进式降速：定距桨单次降幅 $\leq 100\text{r/min}$ ，CPP 先调螺距至安全区间再降速，无缓解则降至怠速或紧急停机。
- 2) 降速稳定后，立即向驾驶室、船长报告详情，同步上报机舱主管，填写应急记录表，配合后续排查处置。



操作流程圖

页码：3/3

版本号：1

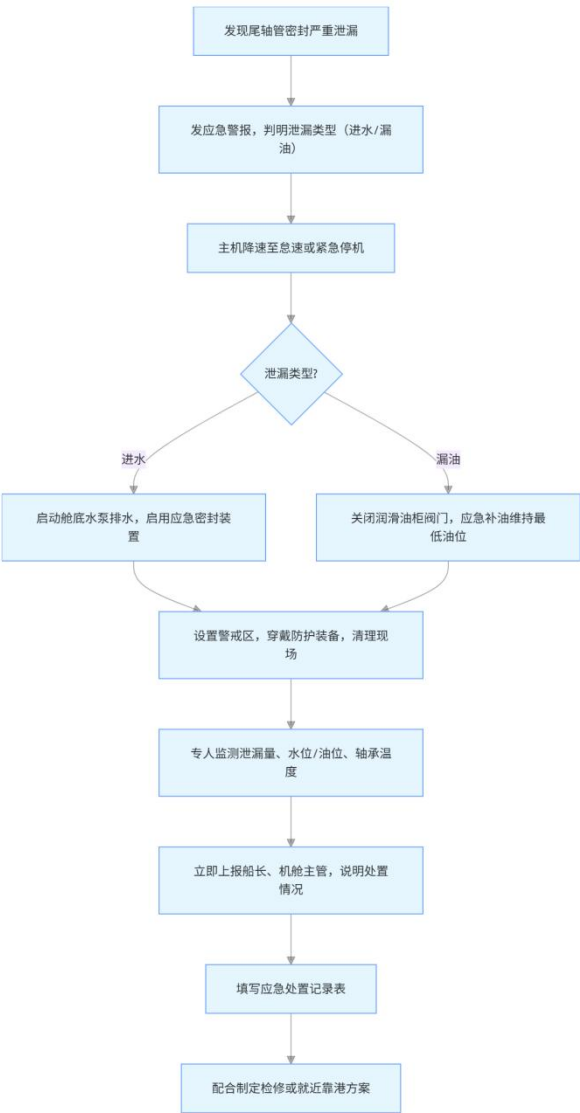
表 4.13 尾轴管密封严重泄漏（大量进水或漏油）应急操作

项目编号	操作项目
------	------

OT012	尾轴管密封严重泄漏（大量进水或漏油）应急操作			
安全防护 个人防护装备佩戴：检查区域内严禁明火、吸烟。				
注意事项 禁止盲目拆卸密封部件。				
保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求				
1) 保障设施、保障设备(工具)				
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	应急密封装置	适配尾轴管规格，含气囊密封套件、机械压紧工具	1 套	用于临时封堵密封泄漏，减少进水/漏油总量
2	排水与补油设备	舱底水泵（流量≥50m³/h）、应急补油泵（压力≥0.5MPa）	1 套	进水时排水，漏油时应急补油，维持轴系运行基础条件
3	安全防护与监测工具	防化手套、救生衣、防滑鞋、便携式气体检测仪（可测油气、有毒气体）	1 套	保障操作人员安全，防范燃爆、中毒风险
4	泄漏处理工具	吸油棉（10kg/包）、封堵胶、阀门扳手、应急警报装置	1 套	用于清理油迹、临时封堵泄漏点、发出应急警报
5	通讯与记录设备	防爆对讲机（有效通讯距离≥800m）、应急处置记录表	1 套	保障应急通讯畅通，规范记录处置过程
6	备用配件与油液	尾轴管专用润滑油（20L/桶）、密封垫片、O 型圈（适配轴系规格）	1 套	用于临时修复与应急补油，密封存放
2) 人力人员				
序号	专业	人数	技能等级	备注
1	船舶轴系应急处置专业	1 人	中级及以上	精通尾轴管密封结构，能准确判断泄漏类型，规范实施应急封堵、排水、补油等操作
2	应急辅助与监测专业	1 人	初级及以上	负责操作排水/补油设备、监测泄漏与水位数据，传递通讯信息，填写应急记录表，协助现场防护

操作步骤.....

- 1) 发现严重泄漏后立即发应急警报，判明泄漏类型（进水 / 漏油）。
- 2) 迅速将主机降至怠速或停机，减少轴系冲击。
- 3) 进水则启动舱底水泵排水，启用应急密封；漏油则关润滑油柜阀门，应急补油防干磨。
- 4) 设警戒区防护，专人监测泄漏与设备状态，立即上报船长 / 机舱主管，填写记录表配合后续处置。



操作流程图

页码：3/3	版本号：1
--------	-------

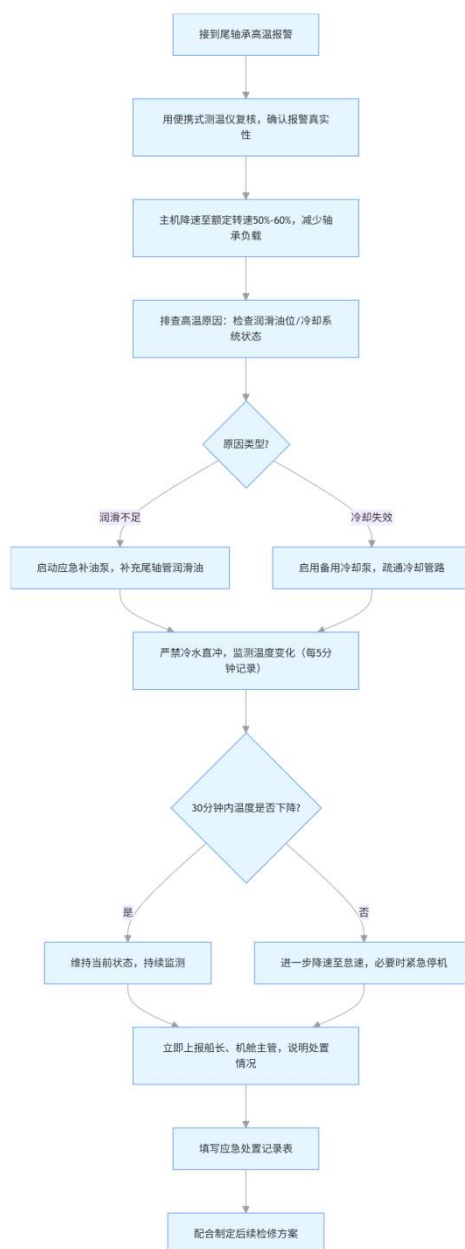
表 4.14 尾轴承高温报警应急响应与冷却措施

项目编号	操作项目
OT013	尾轴承高温报警应急响应与冷却措施

安全防护 个人防护装备佩戴：检查区域内严禁明火、吸烟。				
注意事项 禁止无关人员靠近尾轴承及轴系周边。				
保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求 1) 保障设施、保障设备(工具)				
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	便携式高温测温仪	测量范围 0-300℃, 精度±1℃, 支持非接触式测量	1 台	用于实地复核尾轴承温度, 确认报警真实性
2	应急冷却与润滑设备	备用冷却水泵(流量≥50m³/h)、应急补油泵(压力≥0.6MPa)	1 套	冷却或润滑系统失效时启用, 保障降温与润滑需求
3	安全防护装备	耐高温手套、防滑鞋、护目镜、临时警戒标识	1 套	保障操作人员安全, 管控现场作业区域
4	故障排查工具	润滑油油质检测仪、冷却管路疏通工具、扭矩扳手	1 套	用于初步排查高温原因(润滑/冷却/机械故障)
5	通讯与记录设备	防爆对讲机(有效通讯距离≥800m)、应急处置记录表	1 套	保障应急通讯畅通, 规范记录处置过程
6	备用油液与配件	尾轴管专用润滑油(20L/桶)、冷却管路密封件、滤芯	1 套	用于应急补油与冷却系统临时修复
2) 人力人员				
序号	专业	人数	技能等级	备注
1	船舶轴系应急处置专业	1 人	中级及以上	精通尾轴承结构与冷却润滑系统, 能准确判断高温原因, 规范实施降速、冷却、补油等应急操作
2	应急辅助与监测专业	1 人	初级及以上	负责操作测温仪、监测设备参数, 协助启动应急冷却/补油设备, 传递通讯信息, 填写应急记录表

操作步骤.....

- 1) 接到尾轴承高温报警，立即用便携式测温仪复核温度，确认非假报警。
- 2) 迅速将主机降速至额定转速 50%-60%，减少轴承负载。
- 3) 润滑不足则启动应急补油泵补油；冷却失效则启用备用冷却泵、疏通管路。
- 4) 严禁冷水直冲高温轴承，每 5 分钟记录温度等参数，无降温趋势则怠速或停机。
- 5) 立即上报并填写处置记录，配合后续排查。



操作流程圖

页码：3/3

版本号：1

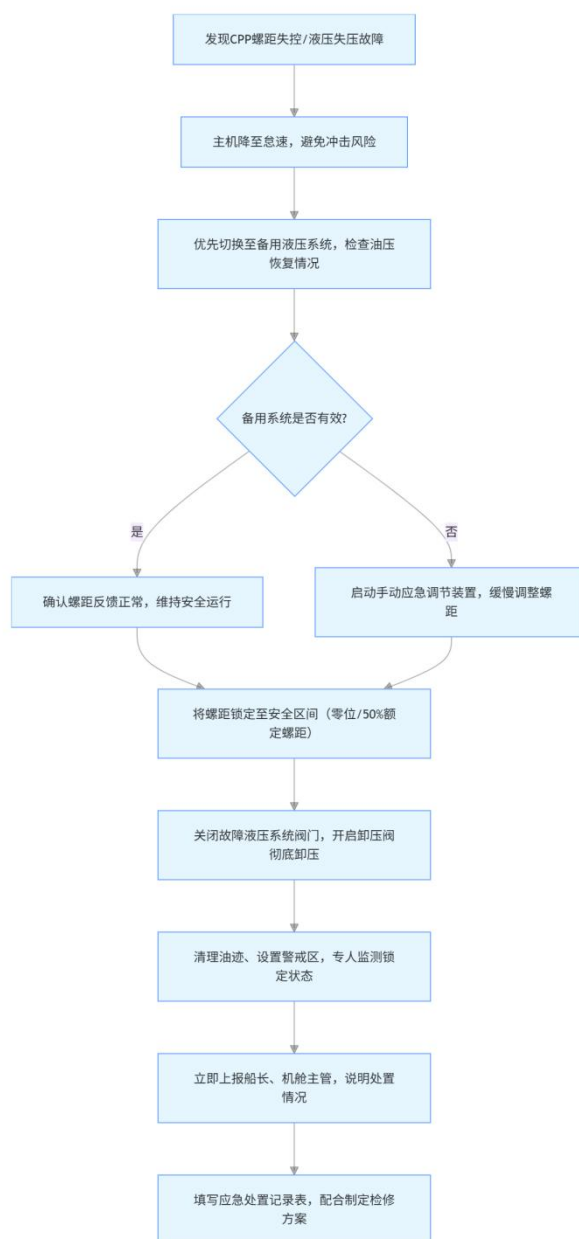
表 4.15 CPP 系统故障（螺距失控、液压失压）应急切换与锁定操作

项目编号	操作项目
------	------

OT014	CPP 系统故障（螺距失控、液压失压）应急切换与锁定操作			
安全防护 个人防护装备佩戴：检查区域内严禁明火、吸烟。				
注意事项 若伴随液压油泄漏，立即清理现场油迹。				
保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求				
1) 保障设施、保障设备(工具)				
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	手动应急调节装置	含手动液压泵（压力≥25MPa）、机械传动手柄，适配 CPP 系统规格	1 套	液压失压或螺距失控时，手动调节并锁定螺距
2	螺距锁定与监测工具	机械锁定销（适配轴系规格）、便携式油压表（量程 0-30MPa）、螺距校准仪	1 套	用于锁定螺距、核实油压状态及螺距反馈精度
3	安全防护装备	防化手套、护目镜、防滑鞋、吸油棉、临时警戒标识	1 套	保障操作人员安全，处理液压油泄漏，管控现场区域
4	应急通讯与记录设备	防爆对讲机（有效通讯距离≥800m）、CPP 故障应急处置记录表	1 套	保障应急通讯畅通，规范记录故障处置全过程
5	备用配件与油液	CPP 专用液压油(20L/桶)、密封垫片、液压锁止阀（适配系统规格）	1 套	用于应急补油、临时修复轻微泄漏或阀门故障
6	备用液压系统组件	备用液压泵（流量≥10L/min）、应急电源（适配泵体启动）	1 套	部分船舶配置，用于快速切换替代故障液压系统
2) 人力人员				
序号	专业	人数	技能等级	备注
1	CPP 系统应急处置专业	1 人	中级及以上	精通 CPP 液压系统与机械结构，能准确判断故障类型，规范实施应急切换、螺距锁定操作
2	应急辅助与监测专业	1 人	初级及以上	负责操作监测工具、协助启动备用系统/手动装置，传递通讯信息，填写应急记录表，处理液压油泄漏

操作步骤.....

- 1) 发现 CPP 螺距失控或液压失压，立即将主机降至怠速。
- 2) 优先切换至备用液压系统，检查油压与螺距反馈；备用系统失效则启动手动应急调节装置。
- 3) 缓慢将螺距调至安全区间（零位 / 50% 额定螺距），用机械锁定销等装置锁定。
- 4) 关闭故障系统并卸压，清理泄漏油迹，设警戒区。
- 5) 立即上报并填写处置记录，配合后续检修。



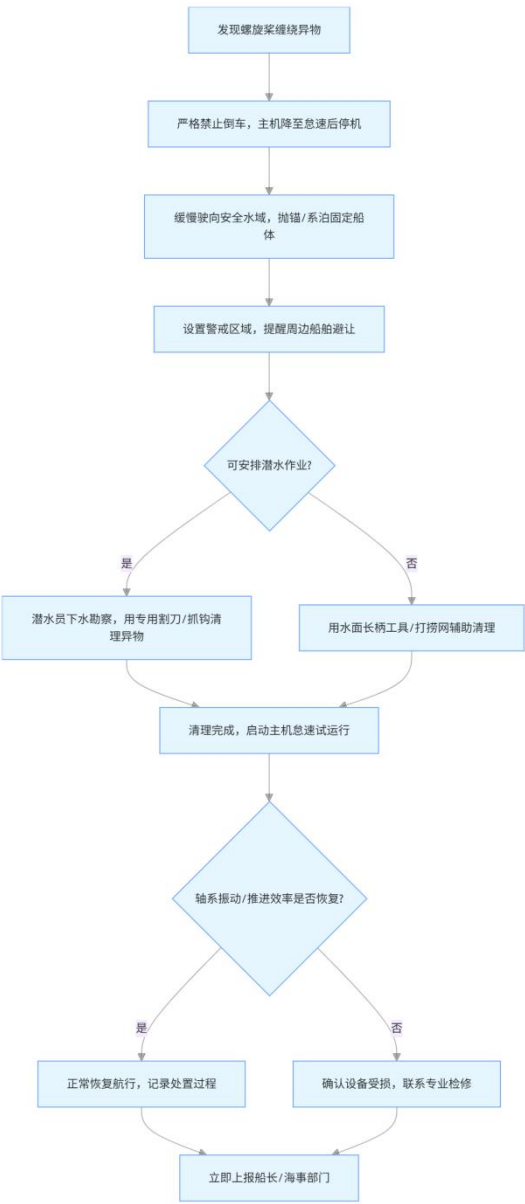
操作流程圖

表 4.16 螺旋桨缠绕渔网、缆绳等异物应急处置程序（禁止倒车）

项目编号	操作项目			
OT015	螺旋桨缠绕渔网、缆绳等异物应急处置程序（禁止倒车）			
安全防护 个人防护装备佩戴：检查区域内严禁明火、吸烟。				
注意事项 划定作业警戒区域，禁止无关人员靠近船尾。				
保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求				
1）保障设施、保障设备(工具)				
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	水下清理工具套装	含潜水员专用割刀（液压/电动）、抓钩、绳索、水下照明设备	1 套	用于潜水员水下勘察与异物切割、清理
2	水面辅助打捞工具	长柄割刀（长度≥5m）、伸缩抓钳、打捞网，适配船尾作业	1 套	无法潜水时，从水面辅助清理浅层缠绕异物
3	安全防护与警示设备	潜水服、救生衣、便携式对讲机、警戒灯、警示标志	1 套	保障潜水员安全，划定作业警戒区域
4	船舶固定设备	应急锚（重量≥50kg）、系泊缆绳（直径≥20mm）	1 套	清理作业时固定船体，防止船体漂移
5	通讯与记录设备	船用 VHF 电台、应急处置记录表、相机（拍摄异物情况）	1 套	保障船岸/船舶通讯，记录处置过程与异物情况
6	设备监测工具	便携式振动检测仪、转速表	1 套	清理后监测主机、轴系运行状态，确认故障排除
2）人力人员				
序号	专业	人数	技能等级	备注
1	船舶动力应急处置专业	1 人	中级及以上	精通螺旋桨/轴系结构，能制定科学清理方案，把控“禁止倒车”核心要求，处置清理过程中的设备异常
2	现场作业与辅助专业	1 人	初级及以上	负责操作打捞工具、协助潜水员作业，设置警戒区域，传递通讯信息，记录处置过程与设备状态

操作步骤.....

- 1) 发现螺旋桨缠绕异物，严格执行禁止倒车要求，立即将主机降至怠速后停机。
- 2) 缓慢驶至安全水域抛锚 / 系泊，设警戒区提醒周边避让。
- 3) 优先安排专业潜水员下水勘察，用专用工具清理；无法潜水则用水面打捞工具辅助。
- 4) 清理后主机怠速试运行，检查振动和推进效率。
- 5) 立即上报并填写处置记录，受损则联系检修。



操作流程图

页码：2/2	版本号：1
--------	-------

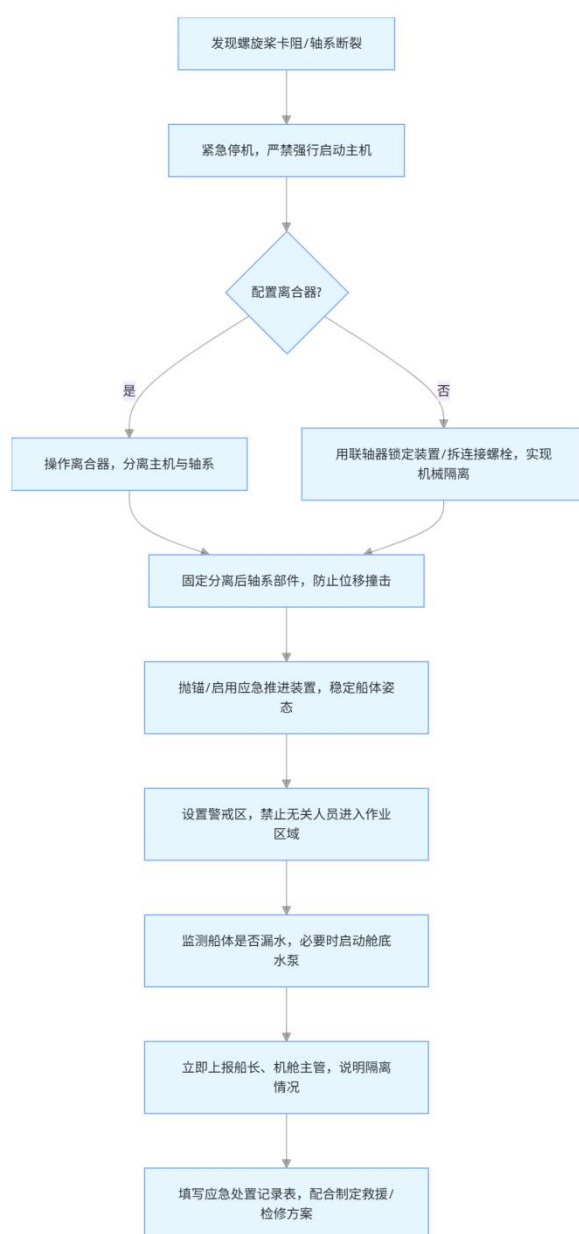
表 4.17 单桨船螺旋桨卡阻或轴系断裂时的应急安全隔离

项目编号	操作项目
------	------

OT016	单桨船螺旋桨卡阻或轴系断裂时的应急安全隔离			
安全防护 个人防护装备佩戴；检查区域内严禁明火、吸烟。				
注意事项 禁止无关人员靠近主机、轴系及船尾作业区域。				
保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求				
1) 保障设施、保障设备(工具)				
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	轴系隔离专用工具	含离合器操作手柄、联轴器锁定销、螺栓拆卸工具套装，适配船用轴系规格	1 套	用于主机与轴系的机械隔离、部件固定
2	应急安全防护设备	防滑鞋、防护手套、安全帽、应急照明设备、临时警戒标识	1 套	保障操作人员安全，管控现场作业区域
3	船体稳定与排水设备	应急锚（重量≥50kg）、舱底水泵（流量≥50m³/h）、系泊缆绳	1 套	用于稳定失控船体，防范轴系断裂引发的漏水风险
4	故障监测与通讯设备	便携式振动检测仪、转速表、船用 VHF 电台、防爆对讲机	1 套	用于故障确认、隔离效果监测及应急通讯
5	应急处置记录与辅助工具	应急处置记录表、相机（拍摄故障现场）、手电筒、急救包	1 套	用于记录处置过程、留存故障证据及应对突发人员伤害
6	备用隔离部件	联轴器备用螺栓、锁定销、密封垫片，适配船用规格	1 套	用于隔离操作中部件损坏的临时替换
2) 人力人员				
序号	专业	人数	技能等级	备注
1	船舶动力系统应急隔离专业	1 人	中级及以上	精通单桨船主机与轴系结构，能准确判断故障类型，规范实施应急安全隔离操作，把控隔离过程中的核心风险
2	应急辅助与现场管控专业	1 人	初级及以上	负责操作监测工具、协助实施隔离操作，设置警戒区域，传递应急通讯信息，填写处置记录表，配合船体稳定工作

操作步骤.....

- 1) 发现螺旋桨卡阻或轴系断裂，立即紧急停机，严禁强行启动。
- 2) 优先操作离合器分离主机与轴系；无离合器则用联轴器锁定装置或拆除连接螺栓实现机械隔离，固定好分离后轴系部件。
- 3) 抛锚或启用应急推进装置稳定船体，设警戒区。
- 4) 专人监测船体漏水情况，立即上报并填写处置记录，配合后续救援检修。



操作流程圖

页码：3/3

版本号：1

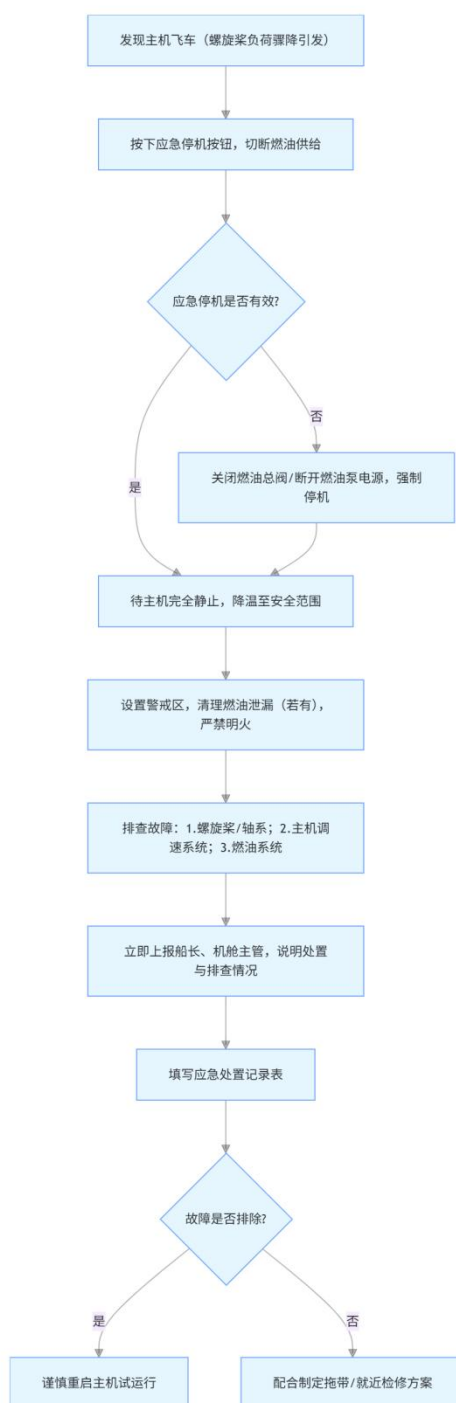
表 4.18 主机飞车（螺旋桨负荷骤降）紧急停车与故障排查

项目编号	操作项目
------	------

OT017	主机飞车（螺旋桨负荷骤降）紧急停车与故障排查			
安全防护 个人防护装备佩戴；检查区域内严禁明火、吸烟。				
注意事项 停机后待主机完全静止、温度降至安全范围，再开展排查。				
保障设施、保障设备（工具）、人力人员需求				
1）保障设施、保障设备(工具)				
序号	名称	规格 / 型号	数量及单位	备注
1	紧急停机与控制设备	应急停机按钮（瞬时动作型）、燃油总阀（耐压≥1.6MPa）、便携式断电开关	1 套	用于快速切断主机动力，强制停机
2	故障排查专用工具	便携式转速表、燃油系统压力表、螺旋桨异物探测仪、轴系振动检测仪	1 套	用于排查飞车原因（螺旋桨/轴系/调速系统/燃油系统故障）
3	安全防护与应急设备	安全帽、防滑鞋、防护手套、吸油棉、应急照明设备、临时警戒标识	1 套	保障操作人员安全，处理燃油泄漏，管控现场区域
4	通讯与记录设备	防爆对讲机（有效通讯距离≥800m）、应急处置记录表、相机（拍摄故障现场）	1 套	保障应急通讯畅通，规范记录故障处置全过程
5	备用配件与辅助工具	燃油系统密封垫片、调速器易损件、应急堵漏胶、扳手套装	1 套	用于现场处理轻微故障或临时修复
6	消防与应急救援设备	便携式灭火器（ABC型，容量≥4kg）、急救包	1 套	防范燃油泄漏燃爆风险，应对突发人员伤亡
2）人力人员				
序号	专业	人数	技能等级	备注
1	主机应急处置与故障排查专业	1 人	中级及以上	精通主机结构与调速系统，能规范实施紧急停车操作，准确排查飞车核心原因（螺旋桨/轴系/燃油系统等故障）
2	应急辅助与现场管控专业	1 人	初级及以上	负责操作监测工具、协助排查故障，设置警戒区域，处理燃油泄漏，传递通讯信息，填写应急处置记录表

操作步骤.....

- 1) 发现主机飞车（转速超额定 15%+ 振动 / 轰鸣），立即按应急停机按钮断燃油；失效则关燃油总阀 / 断燃油泵电源强制停机。
- 2) 待主机静止、温度安全后排查：优先查螺旋桨负荷骤降原因（出水 / 异物断裂 / 轴系故障），再检调速 / 燃油系统。
- 3) 设警戒区防燃爆，立即上报并填写记录，未排除故障严禁重启。



操作流程圖

4.3 战位操作表

表 4.19 战位操作表

序号	战位操作项目	战位操作人员	操作设备或控制台名称	安全注意事项	战位职责
1	动力系统启动前检查与准备	螺旋桨操作员/机电班长	主控制台、本地控制面板	1. 确认所有人员已离开危险区域（如桨叶旋转区）。 2. 检查设备接地良好，无漏电现象。 3. 确认所有防护罩、盖板已安装到位。 4. 检查润滑油位、液压油位在正常范围。	1. 按照检查清单，完成螺旋桨及关联系统（润滑、液压、控制）的启动前状态检查。 2. 报告检查结果至指挥战位，申请启动。
2	螺旋桨启动与低速运转	螺旋桨操作员	主控制台（转速控制单元）	1. 缓慢增加转速，避免突加负荷。 2. 监听异常振动与噪音。 3. 密切监视轴承温度、油压等初始参数。	1. 接收启动指令后，按规程启动螺旋桨驱动系统。 2. 使螺旋桨进入低速（如怠速）运转状态，并进行稳定性观察。 3. 监控并记录初始运行参数，确认无异常。
3	运行参数监控与调整	螺旋桨操作员/监控员	主控制台、参数显示屏、监测仪表	1. 严禁参数（转速、温度、压力）超过红色安全限值。 2. 发现参数异常时，按预案处置，必要时紧急停车。 3. 避免频繁、大幅度的操作。	1. 持续监控螺旋桨转速、振动值、各部位温度（轴承、齿轮箱）、润滑系统压力/流量、液压系统压力等关键参数。 2. 根据指令或工况需求，平稳调整螺旋桨转速或桨距（如可变桨距螺旋桨）。 3. 准确记录运行日志。

4	变距操作（如适用）	螺旋桨操作员	桨距控制杆/控制单元	1. 明确当前模式（手动/自动），避免误操作。 2. 变距时注意观察功率变化，防止驱动设备过载。 3. 注意液压系统压力波动是否正常。	1. 接收并执行关于改变螺旋桨桨距的指令，以优化效率或满足不同工况（如推进、制动）。 2. 监控变距机构的响应速度和稳定性，报告任何延迟或卡滞现象。
5	应急停车操作	螺旋桨操作员/任何在场人员	紧急停车按钮（主控台及本地）	1. 紧急情况下，优先人身安全，立即按下急停。 2. 急停后，需报告指挥战位并记录原因。 3. 未查明原因并排除故障前，禁止重新启动。	1. 在发生超速、超温、剧烈振动、火情、人员危险或接到紧急停车指令时，毫不犹豫执行紧急停车程序。 2. 停车后，协助进行初步状况评估。
6	日常运行巡视与点检	巡检员	无（携带点检工具、测温仪、听针等）	1. 佩戴好安全帽、耳塞等防护用品。 2. 与旋转部件保持绝对安全距离，严禁触碰。 3. 注意地面油污，防止滑倒。 4. 遵循规定的巡视路线。	1. 按规定周期和路线，对螺旋桨驱动装置、齿轮箱、联轴器、润滑冷却系统、底座紧固件等进行外观、声音、温度、泄漏的检查。 2. 识别并报告跑冒滴漏、异常声响、松动、过热等潜在问题。 3. 补充简单的润滑点油液（若规程允许）。
7	润滑与冷却系统监控	螺旋桨操作员/辅助人员	润滑系统控制面板、冷却系统控制面板	1. 检查系统时防止高温部件烫伤。 2. 添加油液时使用专用工具，防止污染。 3. 确保冷却通道畅通，风机等	1. 监控润滑油温度、压力、滤器压差，确保润滑系统工作正常。 2. 监控冷却水温度、流量或风机运行状态，确保散热有效。 3. 根据维护计划，协助进行油液取样或滤芯更换准

				运转正常。	备工作。
8	故障识别与初步处置	螺旋桨操作员/机电员	控制台、监测系统、本地设备	1. 处置前必须停机、停电、挂牌（上锁），并释放残余压力。 2. 使用合适的工具，禁止野蛮操作。 3. 对电气故障，必须由电工处理。	1. 能够根据报警信息、参数趋势和物理现象，识别常见故障（如润滑不良、轴承磨损、不对中、叶片损伤等）。 2. 执行规程授权的初步故障排查和处置，如切换备用泵、清洁滤网、紧固螺栓等。 3. 对无法处理的故障，立即上报并详细描述现象，配合维修人员工作。
9	交班与记录	交班和接班操作员	运行日志、交接班记录本	1. 交接必须在设备现场进行，情况交待不清不接班。 2. 异常情况和待办事项必须书面记录并双方确认。	1. 交班者：详细介绍本班次运行情况、完成的操作、出现的异常及处理措施、遗留问题、工具设备状态。 2. 接班者：认真查阅记录，现场核对主要参数和设备状态，确认无误后签字接班。 3. 双方共同确保运行日志填写准确、完整、及时。
10	系统停车与后处理	螺旋桨操作员/机电班长	主控制台、辅助系统控制面板	1. 按正常顺序逐步降速、停车，避免急停（紧急情况除外）。 2. 系统完全停止后，按规定进行盘车等操作（如适用）。 3. 关闭相关电源、油路、水路，做好设备保养。	1. 接收停车指令后，按操作规程执行平稳停车程序。 2. 停车后，监控设备惰转至完全停止，检查有无异常。 3. 关闭非必要的辅助系统，进行停车后的例行检查（如泄漏检查）。 4. 填写停车记录，为下次启动做好准备。

5. 使用期间安全防护及注意事项

5.1. 安全防护

表 5.1 安全防护

序号	操作使用项目	安全防护要求	备注
1	日常巡视与检查	1. 必须佩戴安全帽、防滑劳保鞋。 2. 在旋转区域附近时，必须佩戴防护耳塞或耳罩。 3. 禁止佩戴手套、围巾等可能被卷入的松散衣物饰品，长发必须盘入帽内。 4. 携带强光手电、点检工具，保持与旋转部件 1 米以上的安全距离。	遵循“听、看、摸、闻”原则，但“摸”仅限已停机、冷却的静态部件，且需确认无触电风险。
2	启动前准备	1. 确认所有防护罩、盖板均已牢固安装。 2. 检查工作区域，确保无人员、无工具、无杂物遗留，特别是桨叶旋转平面内。 3. 在控制台/启动器处悬挂“正在检查，禁止操作”警示牌。 4. 检查并确保急停装置功能完好、易于触及。	执行“唱票”或“双人确认”制度，确保每一步安全检查到位。
3	运行与监控	1. 操作员需通过培训，熟知所有仪表、报警灯、急停按钮的位置与含义。 2. 监控时如发现异常（异响、振动、异味、参数超标），应立即按规程降速或停车，严禁带病运行。 3. 严禁在运行中跨越、接触任何旋转轴系和传动部件。	监控室/操作台应保持整洁，禁止放置无关物品，防止误碰操作杆或按钮。
4	维护与检修	1. 必须严格执行“停电、挂牌、上锁”程序。切断动力源（电、液压），并挂上“有人工作，禁止合闸”警示牌。	涉及高空、临边、有限空间、动火等作业时，必须办理相应特种作业许可，并落实专项安全措施。

		2. 对液压、气压系统进行泄压。 3. 使用专用工具和合格的登高、起重设备。 4. 至少两人一组，一人作业，一人监护。	
5	桨叶清洁/除冰/检查	1. 确保发动机已熄火，并执行“停电、挂牌、上锁”程序。 2. 在桨叶下方放置轮挡，防止意外转动。 3. 使用稳固的工作平台或脚手架，禁止攀爬桨叶或站立在可能转动的部件上。 4. 注意叶片边缘可能锋利，戴防割手套。	对于航空或大型风机螺旋桨，此操作风险极高，必须遵循制造商的专项安全手册，通常需由专业团队执行。
6	紧急情况处置	1. 任何人发现直接危险（如起火、断裂、人员将被卷入），均有权利和义务立即按下最近的急停按钮。 2. 熟悉灭火器位置和使用方法，知道应急撤离路线。 3. 发生事故后，首先确保人员安全，再进行设备抢救，并保护现场。	定期进行应急演练，确保每位人员清楚自己的应急职责和行动步骤。

5.2. 注意事项

表 5.2 注意事项

序号	操作使用项目	注意事项	备注
1	启动	1. 冷启动时，需按规程进行预热或盘车（如允许），避免突加高负荷。 2. 启动指令发出前，必须高声警示（如喊“启动！”）并观察确认周围安全。 3. 转速应平缓增加，密切观察各系统压力、温度建立是否正常。	环境温度过低时，需特别关注润滑油粘度，确保润滑系统先于主机建立正常循环。
2	运行	1. 避免在临界共振转速区长时间运	熟悉设备的“转速-功率-扭矩”

	调速	行。 2. 增减转速或桨距时，操作应平稳、缓慢，防止对动力装置和传动系统造成冲击。 3. 注意功率匹配，防止主机（如发动机）过载或喘振。	特性曲线，在高效安全区间运行。
3	参数监控	1. 交叉核对不同仪表的显示值，防止单一仪表失灵导致误判。 2. 不仅要看瞬时值，更要关注参数变化趋势（如温度缓慢升高、振动值逐步增大）。 3. 对于报警信息，必须查明原因、处理完毕并复位后方可继续运行，严禁屏蔽报警。	养成定期记录运行参数的习惯，便于故障分析和性能评估。
4	停车	1. 正常停车应逐步降速，待各辅助系统（如滑油泵）继续运行一段时间后再完全关闭，以使设备均匀冷却。 2. 紧急停车后，必须记录停车时间、原因、现象，并立即报告。 3. 停车后，应进行盘后检查（如适用），查看有无异常。	非紧急情况，严禁使用急停按钮作为正常停车手段。
5	交接班	1. 必须现场交接，共同查看设备状态和运行参数。 2. 交班人员必须说清本班运行情况、发生的异常、处理经过及待解决问题。 3. 接班人员有疑问时必须提出，情况不清可不接班，并由双方上级协调。	交接班记录是重要的法律和技术文件，必须如实、详尽填写并双方签字确认。
6	环境与外来物	1. 在大风、雷暴、结冰等恶劣天气下，需根据规程采取降负荷运行或提前停车等措施。 2. 确保工作区域整洁，防止工具、零件、包装物等被吸入或卷入螺旋桨。 3. 鸟类、无人机等外来物撞击风险需纳入监控和防范计划。	建立针对特殊天气和环境的应急预案。对于航空和风电领域，FOD（外来物损伤）防范是重中之重。
7	人员与沟通	1. 所有相关作业必须保持有效沟通，使用对讲机或规定手势，确保指令清晰无误。 2. 禁止无关人员进入螺旋桨工作区	明确指挥链，在多人协同作业时，指定唯一现场指挥者。

		域。 3. 新员工或实习人员必须在有资质人员全程监护下进行观察和学习，不得独立操作。	
--	--	--	--