



中华人民共和国国家标准

GB/T 39206—2020

固定式全回转舵桨装置 安装与调试规程

Code of practice for installation and commissioning
of fixed azimuth thruster

2020-10-11 发布

2021-05-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 安装前准备 3

 4.1 文件 3

 4.2 人员 3

 4.3 工装、工具及设备 3

 4.4 环境条件 3

 4.5 安装条件 3

5 安装质量要求 4

 5.1 安装精度要求 4

 5.2 完整性 4

 5.3 焊缝质量 4

 5.4 密封性 4

 5.5 紧固性 4

6 安装程序 5

 6.1 安装流程图 5

 6.2 确定基准点及舵桨装置定位标记 5

 6.3 开安装孔 5

 6.4 舵桨装置吊装 5

 6.5 舵桨装置固定 6

 6.6 中间轴对中 6

 6.7 推进电机对中及安装 6

7 安装检验 7

8 调试 7

 8.1 一般要求 7

 8.2 系泊调试 8

 8.2.1 调试目的 8

 8.2.2 调试用文件 8

 8.2.3 调试用仪表、仪器和工具 8

 8.2.4 调试人员 8

 8.2.5 调试环境 8

8.2.6 调试条件 8

8.2.7 调试 9

8.3 航行调试 12

8.3.1 调试目的 12

8.3.2 调试用文件 12

8.3.3 调试用仪表、仪器和工具 12

8.3.4 调试人员 12

8.3.5 调试环境 12

8.3.6 调试条件 12

8.3.7 调试 12

附录 A (资料性附录) 系泊调试记录表 15

附录 B (资料性附录) 航行调试记录表 21

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国海洋船标准化技术委员会(SAC/TC 12)提出并归口。

本标准起草单位：中船黄埔文冲船舶有限公司、中国船舶工业综合技术经济研究院、广船国际有限公司。

本标准主要起草人：姜本俭、付永丽、聂黎军、吴德梅、郑登勇、卓宁宁、刘伟、崔昌毅、马强、杨冠军、万超、许杨溢、潘喜春。



固定式全回转舵桨装置 安装与调试规程

1 范围

本标准规定了固定式全回转舵桨装置(以下简称舵桨装置)的安装前准备、安装质量要求、安装程序、安装检验及调试要求。

本标准适用于电力推进齿轮传动固定式全回转舵桨装置的安装和调试。常规动力推进和整体吊舱式全回转舵桨装置的安装与调试规程可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 3471 海船系泊及航行试验通则
- GB/T 34000—2016 中国造船质量标准
- CB/T 3190—2019 钢质船体结构焊接坡口型式及尺寸
- CB/T 3558 船舶钢焊缝射线检测工艺和质量分级
- CB/T 3559 船舶钢焊缝超声波检测工艺和质量分级
- CB/T 3802 船体焊缝表面质量检验要求
- CB/T 3909—2019 船舶电气设备安装工艺
- CB 20112 装船设备保护要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

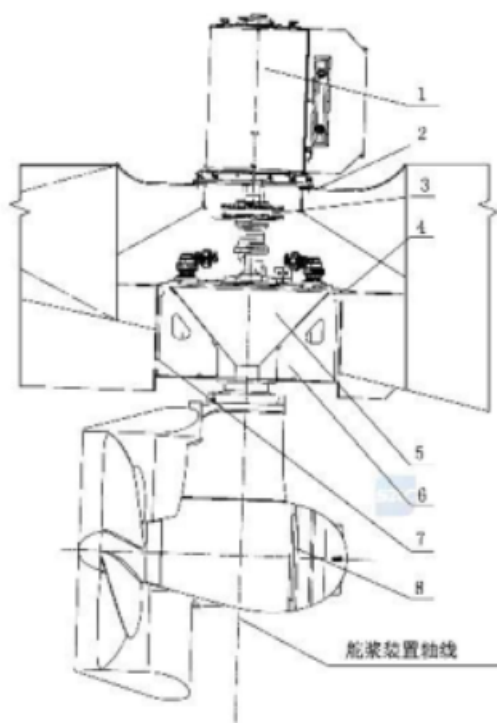
3.1

固定式全回转舵桨装置 fixed azimuth thruster

焊接或螺栓安装固定,可以绕垂直轴作 360°旋转并能够提供全方位推力的螺旋桨或导管推进器。

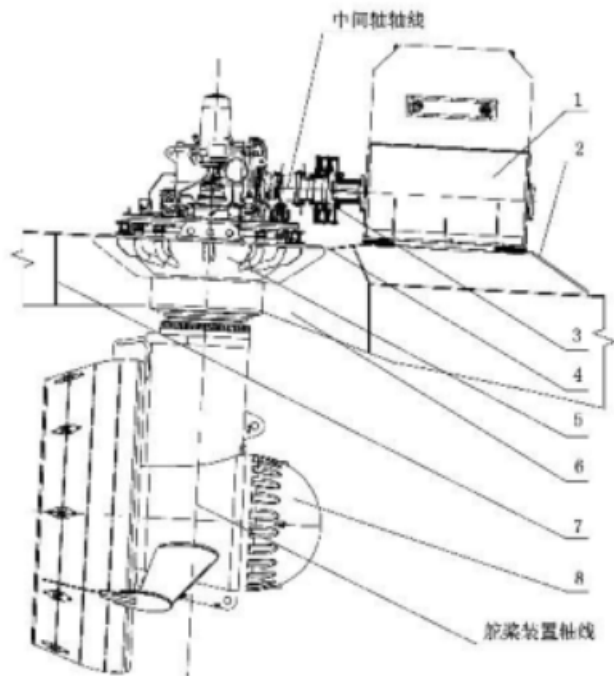
注:电力推进固定式全回转舵桨装置按照布置形式可分为以下两种:

- a) L 型:推进电机与全回转舵桨装置为 L 形动力传输方式,主要设备包括推进电机、中间轴、齿轮箱和水下部分四个部件,示意图见图 1。
- b) Z 型:推进电机与全回转舵桨装置为 Z 形动力传输方式,主要设备包括推进电机、中间轴、齿轮箱和水下部分四个部件,示意图见图 2。



- 说明：
- | | |
|----------------|--------------|
| 1——推进电机； | 5——齿轮箱； |
| 2——推进电机基座； | 6——加强筋板； |
| 3——中间轴； | 7——舵桨装置安装筒体； |
| 4——舵桨装置安装基座面板； | 8——水下部分。 |

图 1 L 型舵桨装置



- 说明：
- | | |
|----------------|--------------|
| 1——推进电机； | 5——齿轮箱； |
| 2——推进电机基座； | 6——加强筋板； |
| 3——中间轴； | 7——舵桨装置安装筒体； |
| 4——舵桨装置安装基座面板； | 8——水下部分。 |

图 2 Z 型舵桨装置

4 安装前准备

4.1 文件

舵桨装置安装前应准备好下列图样文件和工艺文件：

- a) 舵桨装置设备资料；
- b) 舵桨装置安装图；
- c) 舵桨装置安装工艺文件；
- d) 安装部位船体结构图及相关基座图；
- e) 焊接原则工艺。

4.2 人员

舵桨装置安装的人员要求如下：

- a) 从事舵桨装置安装的施工人员应熟悉相关图样文件；
- b) 施工人员应具备认定的相关专业技能资格,并经考核合格后持证上岗。

4.3 工装、工具及设备

4.3.1 舵桨装置安装用的主要工装包括：

- a) 吊运工装；
- b) 定位工装；
- c) 调整工装。

4.3.2 舵桨装置安装用的主要工具和设备包括：量具、起重工具、对中工具、扭矩工具、打磨及焊接工具等。工具及设备的量程、精度等级均应满足要求且在检定合格期内。

4.4 环境条件

4.4.1 安装场所应照明充足、通风良好,且具有满足要求的作业空间等。

4.4.2 舵桨装置中所有组成设备在仓储期间、装卸运输过程中,均应按照 CB 20112 的相关要求采取防尘、防潮、防震动、防火、防腐蚀、防油水滴落或喷射及机械损伤等保护措施。

4.5 安装条件

4.5.1 推进电机、舵桨装置可在整船成型后或总段阶段安装,船体建造状态应满足 GB/T 34000—2016 中 5.1 的相关要求。

4.5.2 船体建造部门所提交的船纵中线、基线、基准点等相关技术数据和位置应经报验合格。

4.5.3 舵桨装置周边区域船体装焊和火工矫正结束,并报验合格。

4.5.4 舵桨装置安装基座面板加工及安装精度符合相关图样文件要求,并报验合格。

4.5.5 舵桨装置安装筒体内孔加工及安装精度符合相关图样文件要求,并报验合格。

4.5.6 推进电机基座的加工及安装精度符合相关图样文件的要求,并报验合格。

4.5.7 检查设备的完整性和外观,核对设备的安装尺寸,应符合图样文件要求。

4.5.8 检查设备文件和证书应齐全,并做好记录。

4.5.9 核对推进电机、舵桨装置的旋向,应符合图样文件要求。

4.5.10 根据图样文件要求开出相应的工艺孔,并报验合格。

4.5.11 根据现场条件,提前制定合适的吊装方案,并经设备厂、船东和船厂安全部门认可。

5 安装质量要求

5.1 安装精度要求

舵桨装置安装精度应符合表 1 的要求。

表 1 舵桨装置安装精度要求

参数名称	允许偏差	备 注
舵桨装置安装基座面板平面度偏差	符合设备厂要求	
舵桨装置安装基座面板与理论安装面的高度偏差	$\leq \pm 5 \text{ mm}$	相对于理论线
中间轴、舵桨装置轴线安装的尺寸偏差	$\leq \pm 3 \text{ mm}$	相对于理论线
舵桨装置轴线安装的角度偏差	$\leq \pm 0.5^\circ$	相对于理论线
舵桨输入轴与推进电机对中或中间轴与推进电机对中轴向偏差	符合设备厂要求	
舵桨输入轴与推进电机对中或中间轴与推进电机对中径向偏差	符合设备厂要求	
舵桨输入轴与推进电机对中或中间轴与推进电机对中曲折偏差	符合设备厂要求	

5.2 完整性

舵桨装置的安装应符合相关图样文件和工艺文件的要求。

5.3 焊缝质量

5.3.1 焊缝尺寸应符合相关图样文件或 CB/T 3802 的要求,焊接应按照相应接头的焊接工艺规程进行,焊缝表面应成形均匀,焊道与焊道、焊道与母材之间应平滑过渡。

5.3.2 焊缝偏差应符合 GB/T 34000—2016 中 5.1.7 要求。

5.3.3 焊接坡口应满足相关图样文件或 CB/T 3190—2019 第 2 章、第 3 章要求。

5.3.4 装配及定位焊按照 GB/T 34000—2016 中 5.1.6 和 5.1.7.8 要求进行,焊点长度及间距应均匀。

5.3.5 焊缝不应存在裂纹、未焊透、夹杂、未填满、气孔、咬边、焊穿、焊坑和焊瘤等缺陷。射线检测质量达到 CB/T 3558 规定的Ⅲ级,超声波检测质量达到 CB/T 3559 规定的Ⅲ级。

5.4 密封性

舵桨装置安装面与安装基座面板连接部位密性应满足该处船体密性要求,并密试报验合格。

5.5 紧固性

设备各连接螺栓扭矩应满足相关图样文件或表 2 的技术要求。

6 安装程序

6.1 安装流程图

固定式舵桨装置的安装流程见图 3。

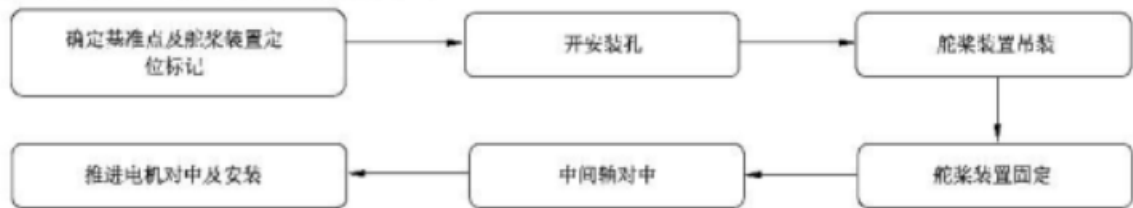


图 3 舵桨装置安装流程图

6.2 确定基准点及舵桨装置定位标记

6.2.1 确定基准点

根据船体基准线和舵桨装置布置图，确定舵桨装置轴线和中间轴轴线的基准点坐标。

6.2.2 确定舵桨装置定位标记

在船体结构上按照下列步骤，作出舵桨装置定位标记：

- a) 根据舵桨装置轴线和中间轴轴线，在上下、前后对应的船体结构板上开拉线工艺孔（若需要）；
- b) 焊装拉线架；
- c) 通过舵桨装置轴线定位基准点，拉钢丝，检查舵桨装置基座面板安装偏差，应满足 5.1 要求，并做好记录；
- d) 根据钢丝线，在舵桨装置安装基座上，作出舵桨装置安装法兰前后、左右四个方向的对应定位标记；
- e) 通过中间轴轴线定位基准点，拉钢丝，作推进电机的安装定位标记；并检查拉线钢丝的偏差，做好记录；
- f) 重复 a)～e) 步骤对其余舵桨装置和中间轴进行拉线定位。

6.3 开安装孔

以舵桨装置轴线为中心，用样板或样条在船底外板上（或甲板面上）划好舵桨装置吊装孔的开孔线，经检查确认正确后开孔。开孔时应注意孔边与面板垂直，并严格控制圆度，打磨后要进行测量检查，圆度应满足船体相关建造质量要求或设备厂相关要求。

6.4 舵桨装置吊装

- 6.4.1 将舵桨装置吊入舱后（再次核查左、右机，以及设备的前后方向），在筒体内（或者是安装基座下）前后、左右四个方向焊装专用工装，用于调整舵桨装置前后、左右的位置及角度等。
- 6.4.2 调整舵桨装置角度和高度，使舵桨装置安装法兰上的前后、左右标记与基座面板上预设的四个定位标记位置一致，检查舵桨装置安装法兰与安装基座面板的对齐情况。
- 6.4.3 经报验合格后，将舵桨装置定位，然后移交下道工序。

6.5 舵桨装置固定

6.5.1 固定方式

舵桨装置固定一般采用焊接固定或螺栓固定两种方式。

6.5.2 焊接固定

- 6.5.2.1 制定好各焊接部位的焊接形式、对称焊接顺序等。
- 6.5.2.2 控制好焊接温度、焊接电流，避免电流通过设备。
- 6.5.2.3 依次焊接：舵桨装置安装法兰、舵桨装置加强筋板、底部封板（或依据设备厂工艺要求进行）。
- 6.5.2.4 焊接时采用低焊层和低电流方式，焊接过程中要注意监测焊接根部舵桨本体的温度，间歇焊接，不应一次全部焊接完成，防止舵桨本体温度过高，引起内部元件损坏。
- 6.5.2.5 焊接过程中，应全程监控舵桨装置的定位数据，发现有偏移等现象，应及时调整焊接顺序及焊接位置。
- 6.5.2.6 当舵桨装置分上、下部件供货及安装时，按照 6.5.2.1～6.5.2.5 焊接固定上部件并报验合格后，再将下部件与上部件进行组装。

6.5.3 螺栓固定

- 6.5.3.1 舵桨装置安装法兰与船体安装基座面板之间应选用正确的密封方式，允许使用液态密封胶进行密封。
- 6.5.3.2 核对固定螺栓规格、拧紧力矩和顺序，按相关图样文件或表 2 要求依次安装拧紧。
- 6.5.3.3 需焊接部分按照 6.5.2 相关要求执行。
- 6.5.3.4 当舵桨装置分上、下部件供货及安装时，按照 6.5.3.1～6.5.3.3 固定上部件并报验合格后，再将下部件与上部件进行组装。

6.6 中间轴对中

中间轴对中按照 GB/T 34000—2016 中 3.3.1 和 5.3.1 相关要求进行，或按相应设备说明要求进行。

6.7 推进电机对中及安装

- 6.7.1 推进电机输出轴与中间轴轴向偏差、径向偏差、对中平面度偏差，应满足 5.1 要求，或按 GB/T 34000—2016 中 5.3.1 相关要求。
- 6.7.2 紧固螺栓的强度等级，扭紧力矩应满足相关图样文件或表 2 要求。
- 6.7.3 当推进电机为两台（或以上）时，应核对旋转方向，即核对左右机安装的正确性。
- 6.7.4 推进电机与外部连接管宜采用柔性连接。
- 6.7.5 推进电机为减振安装时，应满足减振设计相关要求。

表 2 螺栓扭矩表 单位为牛米

螺栓	组 1(8,8 级)		组 2(不锈钢)		组 3(10,9 级)		组 4(12,9 级)	
	干式	湿式	干式	湿式	干式	湿式	干式	湿式
M3	1.25	0.9	0.87	0.66	1.75	1.3	2.1	1.55
M4	2.85	2.1	2	1.5	4	3	4.8	3.6
M5	5.6	4.2	3.9	2.95	7.8	5.8	9.4	7



表 2（续）单位为牛米

螺栓	组 1(8.8 级)		组 2(不锈钢)		组 3(10.9 级)		组 4(12.9 级)	
	干式	湿式	干式	湿式	干式	湿式	干式	湿式
M6	9.7	7.3	6.8	5.2	13.5	10	16.5	12
M8	23.5	17	16.5	12.5	33	24	39	29
M10	47	35	33	25	66	49	79	59
M12	81	60	57	43	115	86	135	100
M14	130	95	90	68	180	135	215	160
M16	195	145	185	135	275	200	330	240
M18	270	200	255	190	380	280	460	340
M20	380	280	350	265	530	390	640	480
M24	650	490	610	460	920	690	1 100	800
M27	950	700	890	660	1 350	1 000	1 600	1 200
M30	1 300	950	1 200	910	1 800	1 360	2 200	1 600
M36	2 250	1 650	2 100	1 550	3 200	2 400	3 800	2 800
M39	2 900	2 150	2 700	2 000	4 100	3 000	4 900	3 600
M42	3 600	2 700	3 400	2 500	5 100	3 800	6 100	4 500
M48	5 400	4 000	5 100	3 800	7 600	6 700	9 100	6 800

7 安装检验

- 7.1 检查设备型号、规格的正确性及设备的完整性。
- 7.2 利用百分表或塞尺检验舵桨装置、中间轴、推进电机的校中、定位情况，结果应满足相关图样文件或 5.1 的要求。
- 7.3 对各主要焊缝采取磁粉、超声波或其他有效方法进行无损探伤检验，结果应满足 5.3 的相关要求。
- 7.4 使用扭力仪或其他有效方法检测固定螺栓的拧紧力矩，结果应满足 5.5 的相关要求。
- 7.5 使用欧姆表(电流表)检测推进电机接地情况，结果应满足 CB/T 3909—2019 第 10 章的相关要求。
- 7.6 确认舵角零位和桨叶零螺距(适用于调距桨)状态。

8 调试

8.1 一般要求

- 8.1.1 调试前，按照设备厂提供的检查表完成各项检查，并经设备服务工程师签字确认。
- 8.1.2 调试前，相关舱室通风、照明应满足安全要求。
- 8.1.3 调试前，油、气、水等辅助系统完整性、密性、清洁度等应报验合格。
- 8.1.4 调试使用的各种测试仪器和仪表，其精度等级应具有检验资质单位鉴定的合格证明。
- 8.1.5 在试验中应做好各种测试记录，记录好设备、元件各参数以及各测试报警点等，整理出有关技术文件和试验报告，作为检验、交船的技术文件和资料提交。

8.2 系泊调试

8.2.1 调试目的

在系泊状态下,检查舵桨装置及其附属设备的安装正确性、完整性以及主要功能、性能指标等符合规定的要求。

8.2.2 调试用文件

系泊调试用文件主要如下:

- a) 舵桨装置布置安装图;
- b) 舵桨装置液压系统原理布置图;
- c) 舵桨装置润滑系统原理布置图;
- d) 舵桨装置遥控和监测、报警项目汇总表;
- e) 舵桨装置遥控和监测、报警电气线路图;
- f) 舵桨装置使用说明书;
- g) 系泊调试大纲;
- h) 相关试验技术文件。

8.2.3 调试用仪表、仪器和工具

系泊调试用仪表、仪器和工具包括:万用表、绝缘表、钳表、转速表、秒表、测温枪、对讲机、力矩扳手、温度校验仪、压力校验仪、振动检验仪等工具。

仪表、仪器和工具的量程、精度等级均满足要求且在检定合格期内。

8.2.4 调试人员

舵桨装置系泊调试的人员要求如下:

- a) 从事舵桨装置安装的系泊调试人员应熟悉相关的图样文件和试验文件;
- b) 系泊调试人员应具备认定的相关专业技能资格,并经考核合格后持证上岗。

8.2.5 调试环境

系泊调试环境应满足如下要求:

- a) 码头系缆设施安全可靠,满足装置负荷试验要求,试验水域无漂杂物;
- b) 试验水域满足负荷试验要求;
- c) 相关设备舱室内格栅、铺板、扶手等铺设完整,垃圾和油污水清理干净,无安全隐患。

8.2.6 调试条件

8.2.6.1 船舶条件

系泊调试开始前船舶应达到如下条件:

- a) 船舶状态符合系泊调试要求;
- b) 船舶吃水满足舵桨正常运转要求;
- c) 所有为舵桨装置服务的辅助系统应能可靠工作,试验期间冷却水、供气及供电应正常。

8.2.6.2 舵桨装置的调试条件

舵桨装置的试验条件如下:

- a) 舵桨装置安装及密性检验合格,相关电缆敷设、管路安装验收合格,调试结束;
- b) 为舵桨装置服务的辅助机械装置、泵及管系已经系泊调试合格;
- c) 试验用的滑油、液压油、油脂等,应符合舵桨装置使用说明书的要求,管路串油合格并加注完毕;
- d) 舵桨装置的舵角指示器按要求调整完毕并锁定。

8.2.7 调试

8.2.7.1 调试项目

系泊调试项目一般包括:

- a) 润滑系统调试;
- b) 液压系统调试;
- c) 报警系统调试;
- d) 锁轴装置调试;
- e) 系统与遥控单元的接口调试;
- f) 监测通信接口调试;
- g) 螺距校准调试;
- h) 转速校准调试;
- i) 全回转调试(操舵调试);
- j) 负荷试验;
- k) 控制位置转换调试;
- l) 自动舵接口调试。

8.2.7.2 润滑系统调试

8.2.7.2.1 齿轮箱润滑系统调试过程如下:

- a) 利用绝缘表测量各润滑油泵组电气设备试验前、后的冷、热态绝缘电阻。
- b) 在规定工况下,泵组结合舵桨装置运转试验连续运转不小于 30 min。测量试验中电动机的启动电流、工作电流、工作电压和转速,记录泵的吸入、排出压力。
- c) 检查泵组、管系和仪表有无异常振动、响声、发热和泄漏现象。
- d) 按设计要求调整泵和管路上安全阀的动作压力,连试 3 次,均应正确可靠(阀可在车间内完成调试),合格后铅封。

参照附录 A 中表 A.1 填写调试结果。

8.2.7.2.2 桨轴油封系统调试过程如下:

- a) 检查密封油柜工作可靠性,应压力稳定,无漏油、漏气现象发生;
- b) 检查油封装置工作可靠性,应无异常振动、响声、发热及泄漏、海水倒灌等现象发生。

参照表 A.1 填写调试结果。

8.2.7.3 液压系统调试

8.2.7.3.1 液压泵和备用液压泵调试过程如下:

- a) 利用绝缘表测量各液压泵组电气设备试验前、后的冷热态绝缘电阻;
- b) 各液压泵组启、停各 3 次,测量泵电动机的启动电流和电压;
- c) 各液压泵组空载运转时间不少于 30 min,调试中测量电动机的工作电流、电压和转速,并记录液压泵工作压力;

d) 各液压泵组、管系和仪表应无异常的振动、响声、发热和泄漏现象。

参照表 A.2 和 A.3 填写调试结果。

8.2.7.3.2 安全阀调试过程如下：

按要求调试液压系统的溢流阀、缓冲阀、程序阀等的安全阀起跳压力，连续试验 3 次均应合格。

参照表 A.3 填写调试结果。

8.2.7.4 报警系统调试

报警系统调试过程如下：

a) 按照舵桨装置及其附属设备提供的报警、监测点表，逐个进行电源、控制、压力、温度、液位和压力差值报警试验，包括动力源失电、断相、过载、控制电源失电、油泵失压、油柜低油位及自动偏舵等；

b) 记录各报警点的数值偏差、报警延迟时间、声光报警信号和动作的正确性。

参照表 A.4 填写调试结果，或按设备厂提供的检查表格填写。

8.2.7.5 锁轴装置调试

锁轴装置调试过程如下：

a) 检查锁轴装置状态指示，应与实际状态一致；

b) 进行锁轴装置同舵桨启动装置的联锁效能试验，当锁轴装置处于锁止状态时，舵桨应无法启动；

c) 进行锁轴效用试验，在舵桨装置停止工作时，启用锁轴装置，检查装置的工作状态，应贴合紧密无间隙或松动。

8.2.7.6 系统与遥控单元的接口调试

系统与遥控单元的接口调试过程如下：

a) 调试本地与遥控的位置切换功能；

b) 调试遥控启停、应急停止功能；

c) 调试系统到遥控的回转命令信号、舵角反馈、显示等信号；

d) 调试系统到遥控的报警、互锁等信号。

8.2.7.7 监测通信接口调试

监测通信接口调试过程如下：

a) 调试系统到机舱监测系统各通信接口测试；

b) 调试系统到机舱监测报警功能；

c) 调试系统到机舱监测运行、停止、舵角等显示功能；

d) 调试遥控启停泵组功能（如设计有该功能）。

8.2.7.8 螺距校准调试

进行调距功能试验（如具备调距功能），并核查螺距信息是否实际操作保持一致。允许偏差 $\pm 1\%$ 。

参照表 A.5 填写调试结果。

8.2.7.9 转速校准调试

按要求利用转速表测定舵桨装置转速值，转速指示器显示值与测定值允许偏差 $\pm 1\%$ 。

参照表 A.6 填写调试结果。

8.2.7.10 全回转调试(操舵试验)

8.2.7.10.1 操舵试验过程中,螺旋桨转速应为零或桨角为零。

8.2.7.10.2 调整组合操纵手柄并检验舵桨装置转向应与预定方向相同,手柄操作应灵活、可靠。

8.2.7.10.3 操舵试验过程如下:

- a) 分别操纵各舵,检查舵角指示仪的精确性;
- b) 检查机械指示仪和驾驶台指示仪的一致性。

8.2.7.10.4 连续操舵试验过程如下:

轮流启动每套电动液压泵组,每套机组由主控台操纵连续运行不少于 30 min(或不少于 10 个循环)。在驾驶室主控台处,在一舷满舵至另一舷满舵之间反复进行随动操舵,0°→右舷 360°转舵;右舷 360°→0°;0°→左舷 360°转舵;左舷 360°→0°;回转速度应满足设计要求。

8.2.7.10.5 试验中应分别检查如下方面:

- a) 组合操纵手柄操舵方向与舵转动方向的一致性。
- b) 测量电动机的电压、启动电流、工作电流、转速。
- c) 操满舵时电气、机械及液压限位装置工作的准确性和可靠性。
- d) 检查刻度盘指针的位置与主推的实际位置,其偏差应符合技术文件规定的要求,正舵时应无偏差,其他任何位置应不大于±1°。检查时自中间位置向两舷,舵角每增加 5°核对一次,并作记录。
- e) 调试时检查各部件是否出现异常响声、发热和振动现象。

参照表 A.7 填写调试结果。

8.2.7.10.6 应急手动操舵试验过程如下:

在舵桨装置舱内用应急手动操纵装置进行操舵试验,装置应灵活、可靠。

8.2.7.11 负荷试验

8.2.7.11.1 舵桨装置负荷试验时,舵角应始终保持在确定的位置,不得进行转舵操作。

8.2.7.11.2 负荷试验过程如下:

- a) 舵桨装置系泊状态下在码头允许的最大负荷下,从低扭矩到最大扭矩(或低转速至最大转速),逐渐作变速运行试验。
- b) 检查各部分运转情况,应无异常振动和噪声。具体试验工况可结合设备厂的要求进行。

参照表 A.8 填写调试结果。

8.2.7.12 控制位置转换调试

舵桨装置控制位置转换调试过程如下:

- a) 在驾驶室控制台、机舱集控台和舵桨装置就地控制面板之间进行操舵转换,应能方便迅速地进行,且不准许引起舵桨装置运行状态的明显变化;
- b) 在任何情况下只有一个控制站有效,且在任何控制站均能显示当前控制站的位置;转换时,各指示灯、蜂鸣器均应按规定发出声光信号;
- c) 检验主推进装置控制面板上的预报警功能;按下“越控”按钮,进行越控功能测试。

参照表 A.9 填写调试结果。

8.2.7.13 自动舵接口调试

用模拟信号核对舵桨装置与自动舵接口,其各项技术性能应符合产品技术条件的规定。

8.3 航行调试

8.3.1 调试目的

在航行状态下,检查舵桨装置及其附属设备的工作协调性、稳定性、安全性以及主要功能、性能指标等是否符合规定的使用要求。

8.3.2 调试用文件

航行试验用文件主要如下:

- a) 舵桨装置布置安装图;
- b) 舵桨装置液压系统原理布置图;
- c) 舵桨装置润滑系统原理布置图;
- d) 舵桨装置遥控和监测、报警项目汇总表;
- e) 舵桨装置遥控和监测、报警电气线路图;
- f) 舵桨装置使用说明书;
- g) 航行试验大纲;
- h) 相关试航技术文件。

8.3.3 调试用仪表、仪器和工具

航行调试用仪表、仪器和工具包括:万用表、绝缘表、钳表、转速表、秒表、测温枪、对讲机、力矩扳手、温度校验仪、压力校验仪、振动检验仪等工具。

仪表、仪器和工具的量程、精度等级均满足要求且在检定合格期内。

8.3.4 调试人员

舵桨装置航行调试的人员要求如下:

- a) 从事舵桨装置安装的航行调试人员应熟悉相关的图样文件和试验文件;
- b) 航行调试人员应具备认定的相关专业技能资格,并经考核合格后持证上岗。

8.3.5 调试环境

航行调试应满足以下环境要求:

- a) 试验水域开阔,水深满足试验要求,水域无漂杂物;
- b) 试验海况符合设计要求的规定;
- c) 相关设备舱室内格栅、铺板、扶手等铺设完整,垃圾和油污水清理干净,无安全隐患。

8.3.6 调试条件

航行调试应满足以下条件:

- a) 舵桨装置系泊调试合格;
- b) 船舶试验状态满足设计要求的规定。

8.3.7 调试

8.3.7.1 调试项目

航行调试项目如下:

- a) 降负荷(降螺距)调试;

- b) 应急停车调试;
- c) 负荷调试;
- d) 操舵调试;
- e) 应急手动操纵调试;
- f) 控制位置转换调试;
- g) 控制调试;
- h) 润滑油油质复检调试。

8.3.7.2 降负荷(降螺距)调试

降负荷(降螺距)调试主要包括:

- a) 降负荷(降螺距)调试:用模拟信号发生器或其他合适的方式(如人为加热传感器等),向舵桨装置发出降负荷(降螺距)请求,观察装置动作情况,应予设定程序要求保持一致;
- b) 停车功能调试:用模拟信号发生器或其他合适的方式(如人为加热传感器等),向舵桨装置发出停车请求,观察装置动作情况,应予设定程序要求保持一致。

参照附录 B 中表 B.1 填写调试结果。

8.3.7.3 应急停车调试

分别在本地控制箱、集控室、驾驶室,按下应急停车按钮,进行应急停车调试,完成后复位。

8.3.7.4 负荷调试

负荷调试按照如下步骤进行:

- a) 调试工况可按照 GB/T 3471 或设备厂要求进行;
- b) 调试时检查舵桨装置及其附属设备在各个工况下的运转情况,各部件是否出现异常响声、发热和振动现象;
- c) 在工况 100% 时,测量并记录舵桨装置冷却水、滑油、液压油的压力及温度;在其他工况中,每个负荷点调试结束时即进行测量并记录。

参照表 B.2 填写调试结果。

8.3.7.5 操舵调试

调试在天气晴好,海面平静,小海流和微风不超过蒲氏 4 级的情况下,按照以下步骤进行:

- a) 在最大运营航速下,船舶在预定航向上稳速直航 2 min~3 min,在保证船舶安全的前提下,从小舵角开始进行操舵调试,观测船舶横倾角;逐渐加大舵角,直至船舶达到最大允许横倾角,记录该时对应的舵角为最大允许操舵角(标记为 α)。
- b) 在最大运营航速下,在预定航向上稳速直航 2 min~3 min。测定并记录推进器从一侧最大允许操舵角 α 转至另一侧最大允许操舵角 α 的时间,应满足设计要求。

参照表 B.3 填写调试结果。

8.3.7.6 应急手动操纵调试

在原动机半速下(或按船东、船检认可的转速)航行时,在下列操舵角下,进行舵桨装置的机旁应急手动操纵调试:

- a) $0^\circ \rightarrow$ 右 α , 保持 10 s;
- b) 右 $\alpha \rightarrow$ 左 α , 保持 10 s;
- c) 左 $\alpha \rightarrow$ 右 α , 保持 10 s;

- d) 右 $\alpha \rightarrow 0^\circ$, 保持 10 s;
 - e) $0^\circ \rightarrow$ 左 α , 保持 10 s;
 - f) 左 $\alpha \rightarrow 0^\circ$, 保持 10 s;
 - g) 同时测定自一舷 α 转至另一舷 α 所需的时间。
- 参照表 B.4 填写调试结果。

8.3.7.7 控制位置转换调试

按照以下步骤进行舵桨装置控制位置转换调试:

- a) 驾驶室控制台、机舱集控台和舵桨装置就地控制面板之间的操舵转换应能方便迅速地进行, 且不准许引起舵桨装置运行状态的明显变化;
- b) 在任何情况下只有一个控制站有效, 且在任何控制站均能显示当前控制站的位置; 转换时, 各指示灯、蜂鸣器均应按规定发出声光信号;
- c) 检验主推进装置控制面板上的预报警功能, 按下“越控”按钮, 进行越控功能测试。

参照表 B.5 填写调试结果。

8.3.7.8 控制调试

在驾驶室控制站和机舱集控站对主推进系统进行所有运转工况范围内的各种控制调试。调试方法和时间按设备厂提供的程序进行(至少在驾驶室控制站进行二个循环的控制, 在机舱集控室控制站进行一个循环的控制)。

8.3.7.9 润滑油油质检验

调试结束后, 检查舵桨装置各部分润滑油的油质, 并检查各处密封装置性能的安全可靠。



附 录 A
(资料性附录)
系泊调试记录表

A.1 润滑系统调试记录表见表 A.1。

表 A.1 润滑系统调试记录表

序号	项 目			试验结果		
1	电气设备 绝缘电阻	电动机	试验前 MΩ			
			试验后 MΩ			
		控制箱	试验前 MΩ			
			试验后 MΩ			
2	电动机		启动电流 A			
			工作电流 A			
			工作电压 V			
			转速 r/min			
	泵		吸入压力 MPa			
			排出压力 MPa			
3	安全阀试验		开启压力 MPa			
			关闭压力 MPa			
4	桨轴油封系统工作检查					
调试人员：						

A.2 电气设备绝缘电阻测试记录表见表 A.2。

表 A.2 电气设备绝缘电阻测试记录表

序号	项 目		绝缘电阻值 MΩ	
			规定值	测量值
1	主液压泵组电动机	试验前		
		试验后		
2	备用液压泵组电机	试验前		
		试验后		
3	主控制箱	试验前		
		试验后		
4	备用控制箱	试验前		
		试验后		
调试人员：			调试日期：	

A.3 主液压泵(或备用液压泵)运转调试记录表见表 A.3。

表 A.3 主液压泵(或备用液压泵)运转调试记录表

序号	项 目	规定值	测量值		
			1	2	3
1	启动电流 A				
2	工作电流 A				
3	启动电压 V				
4	工作电压 V				
5	液压泵转速 r/min				
6	液压泵工作压力 MPa				
7	运转时间 min				
8	安全阀(溢流阀)起跳压力 MPa				
调试人员：			调试日期：		

A.4 报警系统调试记录表见表 A.4。

表 A.4 报警系统调试记录表

序号	项 目		报警内容	驾驶室控制站		辅控制站	
				试验要求	试验结果	试验要求	试验结果
1	电源故障		失电	声、光		声、光	
2	报警系统电源		失电	声、光		声、光	
3	应急电源故障		失电	声、光		声、光	
4	重要故障		—	声、光		声、光	
5	一般故障		—	声、光		声、光	
6	主控制系统电源		失电	声、光		声、光	
7	过载报警		失电	声、光		声、光	
8	润滑系统	润滑油	高温	声、光		声、光	
		润滑油	低位	声、光		声、光	
		滤器压差	Δp 按设计要求 MPa	声、光		声、光	
		流量	按设计要求	声、光		声、光	
9	液压系统	油 位	最低油位	声、光		声、光	
		油压过低	按设计要求 MPa	声、光		声、光	
		油 温	按设计要求 ℃	声、光		声、光	
		滤器压差	Δp 按设计要求 MPa	声、光		声、光	
		最高油压	Δp 按设计要求 MPa	声、光		声、光	
10	柴油油封 系统油柜	气源压力过低	按设计要求 MPa	声、光		声、光	
		气源压力过高	按设计要求 MPa	声、光		声、光	
调试人员：							

A.5 螺距校准调试记录表见表 A.5。

表 A.5 螺距校准调试记录表

序号	项 目	实测偏差值 %	允许偏差值 %	试验结果
1	螺距校准调试		±1	
2				
3				
4				
调试人员：		调试日期：		

A.6 转速校准调试记录表见表 A.6。

表 A.6 转速校准调试记录表

序号	项 目	转速指示器显示值 r/min	实测值 r/min	允许偏差值 %
1	转速校准调试			±1
2				
3				
4				
调试人员：		调试日期：		

A.7 操舵调试记录表见表 A.7。



表 A.7 操舵调试记录表

序号	项 目		转舵角			
			0°→右 360°	右 360°→0°	0°→左 360°	左 360°→0°
	() 机组					
1	测试时间 min					
2	操舵次数	主控台				
		其余部位				
3	电动机电压 V					
4	电动机电流 A					
5	电动机转速 r/min					
6	润滑油油温 ℃	试验前				
		试验后				
7	液压系统油压 MPa	试验前				
		试验后				
8	齿轮箱温度 ℃	试验前				
		试验后				
9	舵桨舱室温度 ℃	试验前				
		试验后				
10	舵角指示器 误差检查	驾控台舵角显示器				
		驾驶室舵角指示器				
		舵桨舱舵角指示器				
		舵桨装置实际舵角				
调试人员：			调试日期：			

A.8 负荷调试记录表见表 A.8。

表 A.8 负荷调试记录表

序号	项 目		工况负荷						备注				
1	测试时间 h												
2	电机转速 r/min												
3	电机负荷 %												
4	推进器功率或扭矩 kW 或 Nm												
5	润滑系统	润滑油泵电动机	启动电流 A										
			工作电流 A										
			工作电压 V										
			转速 r/min										
		齿轮箱滑油温度(冷却器入口) ℃											
		齿轮箱滑油温度(冷却器出口) ℃											
		滑油箱油位 m											
		齿轮箱滑油压力 MPa											
		安全阀起跳压力 MPa											
	自控元件	油箱液位开关											
		滤器压差开关											
		油温开关											
		压力开关											
6	柴油密封油箱液位												
	柴油密封油箱压力												
调试人员：										调试日期：			

A.9 控制位置转换调试记录表见表 A.9。

表 A.9 控制位置转换调试记录表

序号	控制位置	调试要求	试验结果
1	驾控台→集控室	声、光信号	
		设备运行状态	
2	驾控台→就地控制面板	声、光信号	
		设备运行状态	
3	集控室→驾控台	声、光信号	
		设备运行状态	
4	驾控台→集控室	声、光信号	
		设备运行状态	
5	就地控制面板→驾控台	声、光信号	
		设备运行状态	
6	就地控制面板→集控室	声、光信号	
		设备运行状态	
调试人员：		调试日期：	

附 录 B
(资料性附录)
航行调试记录表

B.1 降负荷(降螺距)调试记录表见表 B.1。

表 B.1 降负荷(降螺距)调试记录表

序号	项 目		试验结果
1	降负荷(降螺距)调试		
2			
3			
4			
5	停车功能调试		
6			
7			
8			
调试人员：		调试日期：	

B.2 负荷调试记录表见表 B.2。

表 B.2 负荷调试记录表

序号	项 目			工况负荷							备注
1	测试时间 h										
2	电机转速 r/min										
3	电机负荷 %										
4	推进器功率或扭矩 kW 或 Nm										
5	润滑系统	润滑油泵电动机	启动电流 A								
			工作电流 A								
			工作电压 V								
			转速 r/min								

表 B.2（续）

序号	项 目				工况负荷								备注	
5	润滑系统	齿轮箱滑油温度(冷却器入口) ℃												
		齿轮箱滑油温度(冷却器出口) ℃												
		滑油箱油位 mm												
		齿轮箱滑油压力 MPa												
		安全阀起跳压力 MPa												
		自控 元件	油箱液位开关											
			滤器压差开关											
			油温开关											
			压力开关											
桨轴密封油箱液位 mm														
桨轴密封油箱压力 MPa														
6	液压油系统	液压油温度 ℃												
		液压油箱油位 mm												
		液压油工作压力 MPa												
		安全阀起跳压力 MPa												
7	绝缘电阻	润滑 油泵	电动机 MΩ	试验前				试验后						
			控制箱 MΩ											
		液压 油泵	电动机 MΩ											
			控制箱 MΩ											
调试人员：														调试日期：

B.3 操舵调试记录表见表 B.3。

表 B.3 操舵调试记录表

艏吃水____m,舭左吃水____m,舭左吃水____m,舭右吃水____m,舭右吃水____m
大气温度____℃,海水温度____℃
海面状况____风向____风力____流向____流速____测试区水深____m

序号	项 目		测 试 数 据					
1	推进电机	测试时间 h						
		转 速 r/min						
		负 荷 %						
		功率(扭矩) kW(Nm)						
2	船舶航速 kn							
3	操舵方式							
4	操舵顺序		1	2	3	4	5	6
5	操舵角度 (°)							
6	操舵时间 s							
7	船舶横倾角 (°)	最 大						
		稳 定						
8	液压系统油压 MPa							
9	液压泵组 电机参数	工作电流 A						
		最大电流 A						
		电 压 V						
		转 速 r/min						
10	安全阀起跳压力 MPa							
11	自控 元件	油箱液位开关						
		滤器压差开关						
		油温开关						
		压力开关						
调试人员：			调试日期：					

B.4 应急手动操纵调试记录表见表 B.4。

表 B.4 应急手动操纵调试记录表

序号	液压系统 油压 MPa	转舵时间						
		s						
		0°→右α	右α→0°	0°→左α	左α→0°	0°→右α	右α→左α	左α→右α
1								
2								
3								
4								
5								
6								
调试人员：调试日期：								

B.5 控制位置转换调试记录表见表 B.5。

表 B.5 控制位置转换调试记录表

序号	控制位置	调试要求	试验结果
1	驾控台→集控室	声、光信号	
		设备运行状态	
2	驾控台→就地控制面板	声、光信号	
		设备运行状态	
3	集控室→驾控台	声、光信号	
		设备运行状态	
4	驾控台→集控室	声、光信号	
		设备运行状态	
5	就地控制面板→驾控台	声、光信号	
		设备运行状态	
6	就地控制面板→集控室	声、光信号	
		设备运行状态	
调试人员：		调试日期：	