

# 团 体 标 准

T/CSNAME 206—2026

## 船用永磁低速轴带发电机安装质量要求和 效用试验

Quality requirements and utility testing for installation of marine permanent magnet  
shaft generator

2026 - 7 - 17 发布

2026 - 10 - 17 实施

中国造船工程学会 发 布

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国造船工程学会标准化学术委员会提出。

本文件由中国造船工程学会归口。

本文件起草单位：大连中远海运重工有限公司、上海中车汉格船舶与海洋工程有限公司、大连中远海运川崎船舶工程有限公司。

本文件主要起草人：徐新、李苗苗、豆庆民、金振楠、周轲、李宏伟、郭立昌、马登云、蔡君、邹德慧、丁奎龙、林富有、于德健、曲波、王树山、曹文彬、郑克雄、刘敏杰、刘俊涛、何金伟、周云龙、孙郅承、战延彬、曲鑫。



# 船用永磁低速轴带发电机安装质量要求和效用试验

## 1. 范围

本文件规定了船用永磁低速轴带发电机装船的安装质量要求和轴带发电机效用试验。  
本文件适用于船用整体式永磁低速轴带发电机装船的安装和试验。

## 2. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 34000—2016 中国造船质量标准

## 3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件

### 3.1

**变频柜 frequency converter panel**

由控制柜，滤波柜，功率柜，开关柜，水冷柜组成，轴带发电机控制系统安装在控制柜中，整流模块，逆变模块，IGBT等设备均安装其中。

### 3.2

**星点开关 star point protection cabinet**

专门用于在发生严重内部故障时关断永磁发电机定子绕组中性点的安全装置。

### 3.3

**顶举法 jack up method**

确定轴承静载荷的常用方法，轴承旁配置一台用于举升轴体的液压千斤顶，并安装测量用的百分表。在提升过程中，记录千斤顶力的变化及由此引起的竖直轴偏移量的变化，分别绘制出提升曲线和下降曲线。对这两条曲线的评估得出平均顶推力。静态轴承载荷是通过平均顶升力与顶升系数的乘积来计算的。

### 3.4

**假轴 dummy shaft**

为了避免中间轴或短轴在穿入轴带发电机定子时发生碰撞，将一段钢管或钢棒制成一端可与轴相连的工具，在穿轴时起到防止轴晃动的功能。

### 3.5

**效用试验 function test**

指成套系统的功能试验、报警试验、负荷试验等各类综合性能类试验的统称，是设备验收、质量认证、出厂交付的管控节点。

## 4. 安装质量要求

### 4.1 安装前的准备

4.1.1 安装作业人员应掌握轴带发电机相关的安装专业知识，并在安装前经过厂家技术人员的专业培训，包括安装的具体要求和施工要点，培训合格后持证上岗。

4.1.2 安装所需要的设备和工具已提前准备到位。如：吊车、脚手架、扳手和卷尺等。

4.1.3 安装前应准备好图纸、工艺技术文件以及安装零部件清单。

4.1.4 安装人员应做好安全防护，穿戴好安全帽、安全带和手套等。

4.1.5 确保轴带发电机安装基座、及周围结构、舾装件已按照相应图纸施工完毕。

## 4.2 各部件安装前要求

4.2.1 轴带发电机及附件应具有产品质量证明书及船级社要求的相关船舶检验证书。

4.2.2 轴带发电机的管路及电气系统经检查合格后方可安装。如有船级社检验要求，应经船级检验合格后才能安装。

4.2.3 确保增加轴带发电机后的轴系扭振计算和校中计算船级社已认可。

4.2.4 施工现场应干净整洁，不应进行钢材切割、焊接和研磨工作，除非发电机用三防布或保护墙等方式进行保护。

4.2.5 轴带发电机安装到船舶上时，环境温度应在 $-15^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ 之间。在对中前，与安装底座、螺旋桨轴和曲轴相比，发电机的温度和这些设备的温差应在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 范围内。

4.2.6 为确保轴带发电机顺利安装，安装前应准备合适载重的吊车、钢丝绳、假轴（如需）、轴临时支撑、扳手、套筒、锤子、磁力钻、钻头、扭矩扳手等。

4.2.7 确保轴带发电机基座强度计算满足轴带发电机厂家推荐要求。

## 4.3 轴带发电机安装步骤

4.3.1 将中间轴穿入轴带发电机，用临时螺栓将中间轴与轴带发电机紧固，放置在机舱尾部拟安装位置，最终进舱方案可根据现场实际情况调整。

- a) 制作假轴与中间轴连接，轴带发电机制作临时底座。
- b) 假轴穿过轴带发电机。
- c) 缓慢吊起中间轴约 20 mm，静置 5 min，调整轴线至水平，卸掉支撑件，调整轴带发电机与中间轴同心，继续穿轴至法兰面拂配位置，放置支撑工装，通过手拉葫芦调整轴线与轴带发电机同心并水平，螺栓孔匹配，用临时螺栓固定中间轴和轴带发电机。
- d) 将轴带发电机和中间轴吊运至机舱安装位置。起吊前应确认轴带发电机和中间轴连接体的重量以及重心位置。在起吊和吊装过程中，须注意设备的平衡。使用可调节的吊具使得吊钩在吊物重心上方。吊具起吊能力的选择必须满足吊装要求。轴带发电机吊装见图 1。

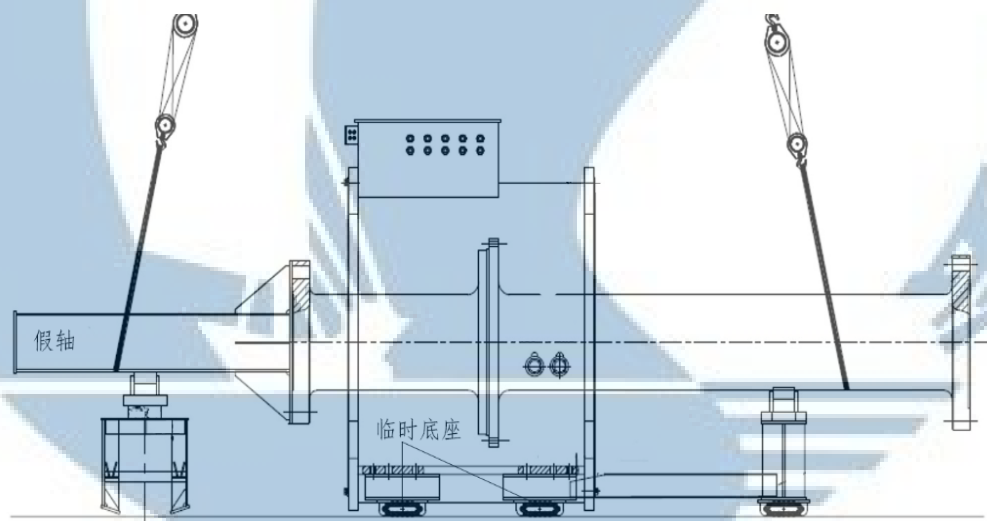


图1 轴带发电机吊装

4.3.2 拆除轴带发电机两端的外盖板以及转子与中间轴的临时上紧螺栓，使中间轴落在轴系临时支撑上。

4.3.3 船舶下水后，根据校中计算报告中不带轴带发电机转子状态，依次将螺旋桨轴、中间轴、主机排列完毕。

4.3.4 使用绞制螺栓连接轴系各段及主机。

4.3.5 用顶举法对尾管前轴承、中间轴承和主机后三道轴承不带转子时的各轴承负荷进行测量确认，不符合时，通过调整中间轴承的位置改变各轴承的负荷，轴承负荷测量方法及数据见图 2。

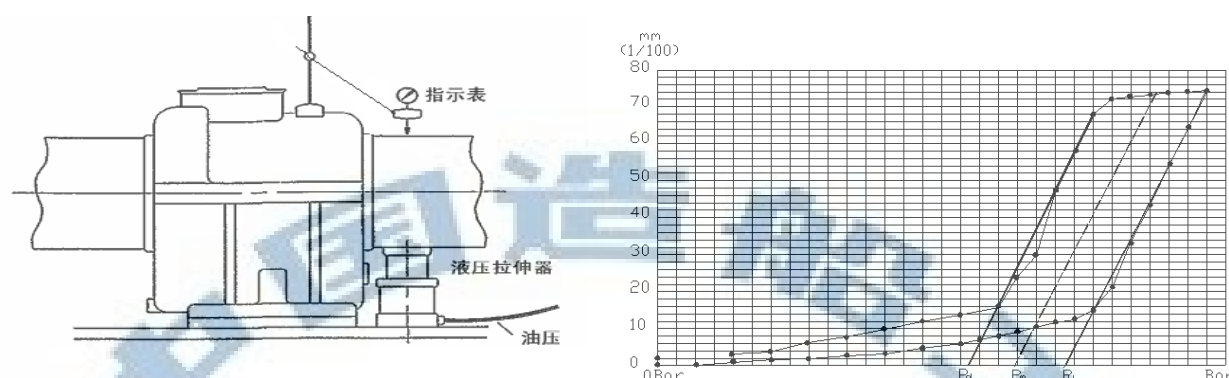


图2 轴承负荷测量方法及数据

4.3.6 各负荷数据符合标准后，用调整螺栓调节轴带发电机位置，将转子与中间轴用正式螺栓固定，拆除轴带发电机定子和转子之间的固定块。

4.3.7 测量轴带发电机定子和转子之间的间隙，如超出厂家要求，通过调节调整螺栓使间隙满足要求。

4.3.8 用顶举法对尾管前轴承、中间轴承和主机后三道轴承带转子时的各轴承负荷进行测量确认，不符合时，通过调整中间轴承的位置改变各轴承的负荷。

4.3.9 各负荷数据符合标准后，主机进行环氧树脂浇筑，安装中间轴承、轴带发电机垫块，然后把紧螺栓，轴带发电机与底座之间垫块拂配、安装应满足 GB/T 34000—2016 中一级辅机安装要求。

4.3.10 用顶举法对尾管前轴承、中间轴承和主机后三道轴承浇筑后带转子时的各轴承负荷进行测量确认。

#### 4.4 轴带发电机安装技术要求

4.4.1 轴带发电机定、转子间气隙范围通常在 5~8 mm 之间，应查阅设备资料获取具体值。

4.4.2 根据校中计算报告排轴时，检查各对法兰偏移和开口，其误差一般应不超过  $\pm 0.08$  mm。

4.4.3 采用顶举法测量轴承实际负荷，实测负荷与计算值的误差应不超过计算值的  $\pm 20\%$ 。

### 5 轴带发电机效用试验

#### 5.1 试验前的准备

5.1.1 效用试验应在系泊试验或试航状态下进行。

5.1.2 按照图纸要求检查轴带发电机系统安装正确性和完整性，包括电缆、设备及管路附件等。

5.1.3 船舶主机备车完成，具备运行条件。

5.1.4 所有柴油发电机检查完成，具备运行条件。

5.1.5 主配电板(PMS)检查完成，具备运行条件。

5.1.6 机舱监测报警系统(AMS)检查完成，具备运行条件。

5.1.7 轴带发电机控制系统软件检查完成，轴带发电机、变频柜、隔离变压器、星点柜、轴带发电机接入屏等设备检查完成，具备运行条件。

5.1.8 轴带发电机冷却系统水泵、控制箱、阀门及管路附件检查完成。

#### 5.2 轴带发电机效用试验内容和要求

##### 5.2.1 轴带发电机冷却系统功能试验

5.2.1.1 冷却系统中的水泵运行正常，可实现就地和遥控启停。

5.2.1.2 在故障状态下可实现水泵的自动切换。

5.2.1.3 冷却水泵可在轴带发电机控制系统自动控制，报警功能可在机舱监测报警显示。

5.2.2 轴带发电机控制系统功能试验

- 5.2.2.1 轴带发电机功能试验，确认供电电源正常，定子加热电源正常，绕组温度传感器正常及出口温度正常等。
- 5.2.2.2 变频柜功能试验，确认机侧和网侧变频器输入和输出正常，变频柜冷却单元运行正常，漏电监测正常。
- 5.2.2.3 隔离变压器功能试验，确认隔离变频器输入和输出正常。
- 5.2.2.4 星点柜功能试验，确认星点柜开关正常。
- 5.2.2.5 轴带发电机接入屏功能试验，确认接入屏与变频柜连接和功能正常，确认接入屏与主配电板连接与功能正常。
- 5.2.2.6 轴带发电机控制系统软件功能试验，确认轴带发电机控制系统软件显示、报警、操作和通讯功能正常。
- 5.2.2.7 以上试验，设备正常运行即可视为试验正常。

5.2.3 PMS 控制功能和报警试验（此试验建议在系泊阶段进行）

按照技术要求，对主配电板(PMS)进行如下报警试验，报警试验项目应至少包括表1的各项内容，模拟各报警状态，确认系统工作时的显示、报警和动作状态应符合技术文件要求。

表1 PMS 报警试验项目

| 功能描述    | 来自        | 到达        |
|---------|-----------|-----------|
| 启动      | 主配电板      | 轴带发电机控制系统 |
| 停止      | 主配电板      | 轴带发电机控制系统 |
| 预充回路    | 主配电板      | 轴带发电机控制系统 |
| 主开关状态反馈 | 主配电板      | 轴带发电机控制系统 |
| 增加频率    | 主配电板      | 轴带发电机控制系统 |
| 减少频率    | 主配电板      | 轴带发电机控制系统 |
| 解列      | 主配电板      | 轴带发电机控制系统 |
| 并网      | 主配电板      | 轴带发电机控制系统 |
| 备完      | 轴带发电机控制系统 | 主配电板      |
| 运行/停机   | 轴带发电机控制系统 | 主配电板      |
| 综合故障    | 轴带发电机控制系统 | 主配电板      |
| 主机转速低报警 | 轴带发电机控制系统 | 主配电板      |

5.2.4 机舱监测报警系统报警试验（此试验建议在系泊阶段进行）

按照技术要求，对机舱监测报警系统(AMS)进行如下报警试验，报警试验项目应至少包括表2的各项内容，模拟各报警状态，确认系统工作时的显示、报警和动作状态应符合技术文件要求。

表2 AMS 报警试验项目

| 报警描述        | 报警类型                                                                                                                                                                                  | 适用范围                                |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 系统故障/报警信号   | 1) 综合故障<br>2) 综合报警<br>3) 通讯丢失<br>4) 启停失败                                                                                                                                              | 轴带发电机控制系统<br>网侧变频器<br>机侧变频器<br>水冷单元 |
| 系统状态信号      | 1) 备完<br>2) 运行<br>3) 停止<br>4) 辅助设备运行<br>5) 开关合闸<br>6) 启动连锁<br>7) 停机连锁<br>8) 轴带发电机/变频器输出电压<br>9) 轴带发电机/变频器输出频率                                                                         | 轴带发电机控制系统                           |
| 系统设备故障/报警信号 | 1) 开关状态丢失<br>2) 开关未合闸/跳闸<br>3) 逆功报警/逆功故障<br>4) 机内漏水报警/机内绝缘低<br>5) 主机停车故障/降速报警<br>6) 模块温度高位/高高位报警                                                                                      | 轴带发电机控制系统<br>网侧变频器<br>机侧变频器         |
| 水冷单元报警信号    | 1) 水冷泵故障<br>2) 水冷流量低位/低低位报警<br>3) 水冷温度高位/高高位报警<br>4) 水冷压力低位/低低位报警                                                                                                                     | 水冷单元                                |
| 轴带发电机报警信号   | 1) 轴带发电机绕组 (UVW) 温度高位/高高位报警<br>2) 轴带发电机进水/出水温度高位/高高位报警<br>3) 轴带发电机磨轴报警/故障<br>4) 轴带发电机漏液报警<br>5) 轴带发电机停机 (低速/温度高/海况恶劣)<br>6) 轴带发电机实际转速<br>7) 轴带发电机实际功率<br>8) 轴带发电机实际电压<br>9) 轴带发电机实际电流 | 轴带发电机                               |

### 5.2.5 轴带发电机控制系统功能试验（此试验建议在试航阶段进行）

5.2.5.1 船舶试航过程中，在船舶主机转速稳定在规定转速的范围内，按船级社规范要求，对轴带发电机控制系统进行功能试验并记录，确认满足要求。

5.2.5.2 控制系统本地模式试验，在轴带发电机变频柜，对轴带发电机进行启动、停止和紧急停止试验。

5.2.5.3 控制系统遥控模式试验，在轴带发电机接入屏，对轴带发电机进行启动、停止和紧急停止试验。

5.2.5.4 在船舶试航过程中，根据船舶实际运行情况对轴带发电机进行负荷试验，按附录 A 要求记录数据。需在不同主机转速下，至少进行 2 次负荷试验。

5.2.5.5 在船舶试航过程中,根据船舶实际运行情况对轴带发电机进行负荷突加突卸试验,并检查轴带发电机运行状况。

5.2.5.6 在船舶试航过程中,根据船舶实际运行情况对轴带发电机进行轴带发电机并网试验,在启动轴带发电机和一台柴油发电机情况下,进行轴带发电机的并网与解列试验,并网时间不小于0.5 h,并具有逆功率保护功能。

5.2.5.7 在船舶试航过程中,根据船舶实际运行情况对轴带发电机进行负荷转移试验,在启动轴带发电机和一台柴油发电机情况下,进行负荷从柴油发电机转移到轴带发电机试验,验证轴带发电机与柴油发电机之间的负载平衡。

5.2.5.8 在船舶试航过程中,根据船舶实际运行情况对轴带发电机进行轴带发电机失电启动备用柴油发电机试验,此试验需在轴带发电机处于孤网运行状态,记录失电到备用发电机启动并网时间,最长不超过单台45s。

5.2.5.9 在船舶试航过程中,进行轴接地测量及记录,避免轴带发电机处形成电弧孤岛造成轴损伤,正常接地后,轴与船体之间电位应不高于各品牌主机的限制要求。

5.2.5.10 在船舶试航过程中,按照厂家标准进行轴带发电机系统报警及保护试验,测试在模拟故障(至少包括轴带发电机绕组温度超限,工作转速/频率范围超限)状态下的启动闭锁及报警显示。每个故障模拟后,尝试启动变频器,观察系统是否禁止启动并正确报警,故障复位消失后,确认系统可恢复正常启动逻辑。



附录A

A. 1 轴带发电机系统负荷试验项目数据记录表

主机转速：     rpm（根据不同主机机型转速范围确定）

| 轴带发电机负荷(%) | 功率 (kW) | 持续时间 (min) | 实际功率 (kW) | 电压 (V) | 频率 (Hz) | 电流 (A) |
|------------|---------|------------|-----------|--------|---------|--------|
| 25         |         | 10         |           |        |         |        |
| 50         |         | 10         |           |        |         |        |
| 75         |         | 10         |           |        |         |        |
| 100        |         | 30         |           |        |         |        |
| 75         |         | 10         |           |        |         |        |
| 50         |         | 10         |           |        |         |        |
| 25         |         | 10         |           |        |         |        |

主机转速：     rpm（根据不同主机机型转速范围确定）

| 轴带发电机负荷(%) | 功率 (kW) | 持续时间 (min) | 实际功率 (kW) | 电压 (V) | 频率 (Hz) | 电流 (A) |
|------------|---------|------------|-----------|--------|---------|--------|
| 25         |         | 10         |           |        |         |        |
| 50         |         | 10         |           |        |         |        |
| 75         |         | 10         |           |        |         |        |
| 100        |         | 30         |           |        |         |        |
| 75         |         | 10         |           |        |         |        |
| 50         |         | 10         |           |        |         |        |
| 25         |         | 10         |           |        |         |        |

注1：根据海况和船舶情况，额定功率可能达不到，低一点的功率可以接受。  
注2：不同主机转速下，分别进行负荷试验并记录。

A.2 XXXXXX 记录表

| 时间 (min) | 冷却水进口<br>温度℃ | 冷却水出口<br>温度℃ | 上绕组 U1 温<br>度℃ | 上绕组 V1 温<br>度℃ | 上绕组 W1 温<br>度℃ | 下绕组 U2 温<br>度℃ | 下绕组 V2 温<br>度℃ | 下绕组 W2 温<br>度℃ |
|----------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0        |              |              |                |                |                |                |                |                |
| 10       |              |              |                |                |                |                |                |                |
| 20       |              |              |                |                |                |                |                |                |
| 30       |              |              |                |                |                |                |                |                |

注1：冷却水进口温度报警值建议为：45℃~50℃  
注2：绕组温度高温报警值建议为：135℃  
在100%负载时，每10分钟记录一次系统中各设备的温度。

