

中华人民共和国国家标准

船用可调螺距螺旋桨技术条件

GB/T 13411—92

Technical requirements for marine
controllable pitch propellers

1 主题内容与适用范围

本标准规定了船用可调螺距螺旋桨(以下简称调距桨)的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装和贮存等。

本标准适用于船舶主推进系统用调距桨。对于非主推进系统用调距桨,亦可参照使用。

2 引用标准

- GB 443 L-AN 全损耗系统用油
- GB 2423.4 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Db: 交变湿热试验方法
- GB 2423.10 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Fc: 振动(正弦)试验方法
- GJB 4.2 舰船电子设备环境试验 高温试验
- GJB 4.3 舰船电子设备环境试验 低温试验
- GJB 4.5 舰船电子设备环境试验 恒定湿热试验
- GJB 4.8 舰船电子设备环境试验 颠震试验
- GJB 4.9 舰船电子设备环境试验 冲击试验
- GJB 4.10 舰船电子设备环境试验 霉菌试验
- GJB 4.11 舰船电子设备环境试验 盐雾试验
- GJB 4.13 舰船电子设备环境试验 外壳防水试验
- GJB 13 舰船电气规范
- GJB 14.1A 舰船轮机规范 水面舰艇
- GJB 37.1 舰船自动控制规范 动力装置
- CB* 265 船用金属螺旋桨技术条件
- CB 970 军用舰船铜合金螺旋桨补焊规则
- CB 1102.4 船用液压系统通用技术条件 清洗
- CB* 3093 弯管技术条件
- CB* 3095 民用铜合金螺旋桨补焊规则
- CB/Z 98 钢管、铜管、铝管的化学清洗

3 术语

3.1 桨毂 hub

调距桨承装桨叶并容纳转叶机构的部件。

3.2 配油器 oil distribution box

液压式调距桨中向旋转着的轴内供调距用压力油的注油器。其中有开有注油孔的短轴。

3.3 桨螺距 propeller pitch

调距桨在无滑脱工况下旋转一周时,从 0.7 桨半径剖面上测得的理论进程。

3.4 桨设计螺距 design pitch

当调距桨桨叶具有制造图纸规定的径向螺距分布、剖面型值、叶形轮廓、桨直径等几何特征时,0.7 桨半径剖面的几何螺距值。

3.5 全正车螺距 full ahead pitch

由调距系统控制实现的对应于全功率工况的桨螺距整定值。

3.6 全倒车螺距 full astern pitch

由调距系统控制实现的对应于螺旋桨最大倒车功率工况的桨螺距整定值。

3.7 螺距角 pitch angle

螺距与计量半径上的点绕桨中心线旋转一周的路程比的反正切,取 0.7 桨半径处的螺距角为桨叶螺距角。

3.8 桨半径 radius of propeller

当调距桨桨叶处于设计螺距位置时的螺旋桨半径。

3.9 全功率 full power

调距桨可持续工作的最大功率。

3.10 额定转速 rated speed

对应于全功率运行工况的轴系转速。

4 产品分类

4.1 按调距动力传递方式的调距桨分类。

Y 型调距桨——具有液压或液压机械式桨叶调距机构的调距桨。

J 型调距桨——具有机械式桨叶调距机构的调距桨。

4.2 按调距桨制造精度分级见表 1。

表 1

级别标记	制造精度	推荐的适用范围
T	特高精度	高速舰船
A	高精度	除 T 级外航速大于 18 kn 的海船及其他特殊要求船舶
B	中等精度	航速 8~18 kn 的海船及大于 18 km/h 的内河船舶
C	低精度	不属于 T、A、B 级的船舶

4.3 标志示例:

Y 型调距桨,制造精度为 T 级。

YT GB/T 13411—92

5 技术要求

5.1 一般使用要求

5.1.1 在主机的工况范围内,调距桨系统工作应稳定可靠。

5.1.2 在主机的工况范围内,调距桨可保持在全程调距范围内的任一调定位置上。

5.1.3 调距桨在额定转速下自全正车至全倒车(或反向)的调距时间应符合表 2 的要求(除另有要求外)。

表 2

全功率,kW	调距时间,s
≤11 000	≤25
>11 000	≤30

对于 Y 型调距桨,应是只使用主泵或只用备用泵时的调距时间。按自动控制方式工作的轴带调距液压泵也应满足上述条件。

5.1.4 系统电源故障时,应不影响机械部件的必要润滑条件。

5.1.5 当轴系用盘车装置或其他方法反转时,调距桨任何部件不应损坏。

5.1.6 在液压系统故障时能将调距桨桨叶锁定在一定的正车螺距位置,并能作为定距桨工作。

5.2 环境条件

5.2.1 环境温度:调距桨工作的海水温度为 $-2\sim 35^{\circ}\text{C}$,环境气温为 $0\sim 55^{\circ}\text{C}$ 。

5.2.2 船舶摇摆:调距桨在正常工作时应能承受表 3 规定的倾斜与摇摆。

表 3

倾摇情况	军 船	民 船
横摇	$\pm 45^{\circ}(3\sim 14\text{ s})$	$\pm 22.5^{\circ}$
横倾	$\pm 15^{\circ}$	$\pm 15^{\circ}$
纵摇	$\pm 10^{\circ}$	$\pm 7.5^{\circ}$
纵倾	$\pm 5^{\circ}$	$\pm 5^{\circ}$

5.3 设计要求

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 除轴段和轴内零件之外,位于船内的零部件应能在船不进坞的条件下作维修或更换,阀件的安装设计应易于更换。部件设计应考虑装拆时尽量少使用专用工具,并且能防止零部件的装配错误。

5.3.1.2 泵、阀、油滤器、冷却器和其他部件的布置应便于操作、检查和维修。压力表、温度表、示流器、液压计、螺距指示器和其他监控设备的布置应便于视读。

5.3.1.3 气液管路中的气液流速度不应超过下列规定值:

- | | |
|----------------------|---------|
| a. 以最快速充油时的油箱通气管气流速度 | 7.6 m/s |
| b. 海水流速(冷却系统用) | 2.8 m/s |
| c. 冷却器进口处的海水流速 | 2.3 m/s |
| d. 压力油流速 | 6.0 m/s |
| e. 泵吸油路及无正压头油路中的油流速 | 1.2 m/s |

5.3.1.4 零部件上可设置吊环螺栓等提吊设施。但除设计规定外,桨毂与轴段上不准设置吊环螺栓。

5.3.2 试验大纲

调距桨的试验大纲应包括:

- 零部件试验、型式试验、台架试验、台架负荷试验大纲。
- 安装调试与实船试验大纲。

试验大纲内容须包括试验所需专用工具、设备、仪器清单、安装调试说明、试验设备使用方法、图纸、试验程序、资料及验收规范。

5.4 桨叶及桨毂部件

5.4.1 两相邻桨叶转叶轴线的夹角公差对于 T、A 级桨为 $\pm 15'$;B、C 级桨为 $\pm 30'$ 。

5.4.2 同一桨毂上的一组桨叶装到桨毂上后相邻桨叶的螺距误差对于 T、A 级桨不应超过设计螺距值的 0.5% 或 25 mm, 取大值; 对于 B、C 级桨不应超过设计螺距值的 1% 或 40 mm, 取大值。检查仅在设计螺距位置上进行。

5.4.3 叶根法兰上与桨叶螺栓的接触平面与叶根轴承盘螺孔中心线的不垂直度应不大于 6'。

5.5 液压系统

5.5.1 单向阀等阀件上应设置其在系统中正确连接的永久性标记(如箭头等)。手动操作阀件的手作用力不应超过 40 N。除单向阀外,所有阀件不许用管路直接支承。旁通阀和卸荷阀的压力降不应超过 0.17 MPa。溢流阀应是可调的,精度为整定值的 9%,复位值不应低于整定值的 90%。

5.5.2 每条轴线调距桨的主液压系统一般应完全独立。系统应设有压力控制阀,以满足连续工作与保护的要求。油泵到溢流阀的管路尺寸与布置应使其上的总压降不超过溢流阀在最大容量下实际溢流压力值的 25%。溢流阀上的总背压不应超过整定压力值的 25%。

5.5.3 军舰调距桨液压系统的油温不应超过 70℃。

5.5.4 系统应设双联滤器或带旁通阀的精滤器,过滤精度应不低于 25 μm,其中带伺服阀回路的过滤精度应不低于伺服阀对过滤精度的要求。

5.5.5 主油箱的有效容积不应小于油泵(调距及润滑)每分钟排量的三倍或调距与润滑两系统的油量,取大者。

5.5.6 系统应设备用泵。备用泵应具有与主泵相适应的排量与压头。当主泵压力低于规定值时,备用泵能自动投入工作。备用泵须能连续工作。当备用泵投入工作后,主泵应自动卸荷或停止工作。当用电动泵时,每台泵电机应设有独立的控制器。

5.5.7 除轴上安装的泵之外,轴(或齿轮箱)带动的泵应在泵传动系统中设置机械式离合器。螺旋桨工作时,离合器应能脱开或啮合。

5.5.8 每台调距桨应设置桨毂润滑油箱。润滑油箱放置高度应保证船满载吃水时桨毂内的静压力比海水高 0.014 MPa,油箱容积应不小于桨毂内的油容量。

5.5.9 在固定安装结构、轴上固定件、弹性安装结构之间的连接管路应采用挠性连接。

5.5.10 桨毂润滑系统除保证毂部调距机构的轴承、滑块、及摩擦副润滑之外,还应保证调距时叶根密封处仍然相对于海水有正压头,以防止海水漏入。

5.5.11 当桨叶有通气系统时,分隔油-气的密封应不致有二者间的任何相互渗漏。

5.5.12 弯管应符合 CB* 3093 的规定。

5.5.13 液压管路在安装前,按 CB/Z 98 进行清洗。

5.5.14 管路敷设后,按 CB 1102.4 进行循环清洗。

5.6 电控系统

5.6.1 电控系统应满足调距桨达到 5.1 条规定的要求,应对调距桨的超速和过载予以保护,并具有适当的可调设施,不同操纵部位的控制应相互连锁。

5.6.2 配油器或机旁控制设备上应设手动螺距控制器。手动螺距控制器在应急和调试时使用,调距范围能在全程调距范围内可行,电控系统螺距控制与手动螺距控制器应相互连锁。

5.6.3 报警系统应能及时发出故障警告信号,下列项目设声光报警。

- a. 主油箱油位过低;
- b. 主油箱油位过高(双层底内置主油箱);
- c. 调距油路压力过低;
- d. 调距油路压力过高;
- e. 滤器压差太大;
- f. 桨毂润滑油箱油位过低;
- g. 油温过高;

h. 调距功能失效(按任务书要求);

i. 电源失压。

5.6.4 当按任务书要求设置“调距功能失效报警系统”时,只要发生下列的任一情况,“系统”就应发出声光警报。

a. 调距系统不能跟踪指令调距;

b. 调距方向与指令方向相反;

c. 未曾给出指令而螺距自行变动(无论是正车或倒车方向)。

上述“指令”二字是指螺距(或联合)控制手柄的位移。调距功能失效报警系统需具有试验系统。

5.6.5 配油器或机旁螺距控制台处应设有机械式螺距指示设施,并按遥控部位的需要设置螺距传感器与远程自动同步型螺距指示器。

5.6.6 电动机的磁力起动器应具有失电压保护、过电流保护。电机的绝缘等级、允许温升、防护类型应按使用要求确定。

5.7 材料和零部件

5.7.1 选用的材料应符合国家标准或专业标准的规定,并满足规范要求。

5.7.2 脆性材料($\delta_s < 10\%$)只能用于不受力的零件或已由机械冲击试验证明适用的场合。

5.7.3 软管及其接头的最小爆破压力按 GJ B 14.1A 中 4.4.3.1 的规定。

5.7.4 与液压油接触的零件表面涂漆应用耐油漆。对不允许涂漆的表面应作专门规定,与海水接触的表面不应涂漆。

5.8 静平衡

5.8.1 桨毂、桨叶以及与桨毂中心线共轴而重量超过带桨叶桨毂(干)重 0.5% 的旋转零件的最大许静不平衡量由下列公式确定:

$$P = K \frac{G}{R}$$

式中: P ——静不平衡量,kg;

G ——零件实重,t;

R ——螺旋桨半径,m;

K ——系数。按螺旋桨每分钟转数 n 及级别系数 F 确定:

$$n \leq 200 \text{ r/min}, K = F$$

$$n > 200 \text{ r/min}, K = \left(\frac{200}{n}\right)^2 F$$

级别系数 F 按调距桨制造精度选取,见表 4。

表 4

制造精度	T	A	B,C
F	0.75	1.0	2.0

注:进行静平衡时应用适当方法消除静平衡工具摩擦的影响。

当桨叶是在工具桨毂上作静平衡检查时,则工具桨毂也按上述要求检查静平衡。

5.8.2 当桨叶具有互换性,而又不作整个螺旋桨的静平衡检查时,应用上述计算结果和图纸允许的(桨叶)零件偏心位置变化来确定桨装配件的最不利组合公差。

5.9 备件、备品

5.9.1 容易损耗的零件、部件(如保险丝、指示灯灯泡、垫圈、密封圈)应按使用量的 1~2 倍配备。一次性精滤芯按使用量 6 倍配备,可清洗滤芯按使用量 3 倍配备。

5.9.2 重要零、部件(如控制系统主要电气元件、印刷板完整件、液压系统的重要阀件等)军船至少按一

桨的使用量配备备件,民船按中华人民共和国《钢质海船建造规范》要求配备。

5.9.3 控制系统一般插件板军船按至少每型一件配备,民船按《钢质海船建造规范》要求配备。

6 试验方法

6.1 电控设备试验

6.1.1 民船调距桨电控设备的型式试验。

民船调距桨电控设备的型式试验按中华人民共和国船舶检验局《船用电工电子产品型式试验规程》有关要求进行。

6.1.2 军船调距桨电控设备试验。

6.1.2.1 外观检查。调距桨电控设备的外观检查包括油漆装饰、安装尺寸、装配质量、成套性、接线、标志、接地情况、电气间隙和零部件的防蚀保护等,应无异常现象。

6.1.2.2 效用试验。调距桨电控设备于正常状态与受控设备配套联调,试验允许用模拟配套方法进行。

6.1.2.3 常温下的绝缘电阻试验。按规定的电压等级用兆欧表测量所有带电部件对地以及不同相(极)之间的绝缘电阻,应满足表 5 的要求。试验不包括半导体器件部分。

表 5

额定电压,V	兆欧表电压,V	绝缘电阻,MΩ
≤50	250	10
>50	500	20

6.1.2.4 介电强度试验。按规定的电压等级在规定部位将试验电压加到接地框架和带电部分之间,从 45~62 Hz 间的任一频率下,用耐压测试仪测试时,在规定试验内应无击穿和闪络现象。试验电压应满足表 6 的要求。试验时不包括半导体器件部分。

表 6

额定电压,V	试验电压,V	试验时间,min
≤50	500	1
>50	1 000 V+2 倍额定电压,至少为 1 500 V	1

6.1.2.5 电磁干扰试验。调距桨电控设备按中华人民共和国船舶检验局《船用电工电子产品型式试验规程》中自动化设备类进行电磁干扰试验。当具有模拟或数字技术设备时,须按该类要求进行干扰测量与抗扰度试验。

6.1.2.6 高温试验。调距桨电控设备按 GJ B 4.2 的要求与方法进行试验。

6.1.2.7 低温试验。调距桨电控设备按 GJ B 4.3 的要求与方法进行试验。

6.1.2.8 恒定湿热试验。调距桨电控设备按 GJ B 4.5 的要求与方法进行试验。试验后经 2 h 恢复,其绝缘电阻应满足表 7 的要求。

表 7

额定电压, V	2 h 恢复后的绝缘电阻, M Ω
≤ 50	1
> 50	2

在征得订货方同意后,可不作此项试验。

6.1.2.9 交变湿热试验。调距桨电控设备按 GB 2423.4 中的 55℃、6 周期进行试验。试验后经 2 h 恢复,其绝缘电阻应满足表 7 的要求。

6.1.2.10 振动试验。调距桨电控设备按 GB 2423.10 的规定进行试验。试验频带及振幅、加速度按 GJ B 37.1 的规定。

6.1.2.11 倾斜、摇摆试验。调距桨电控设备按 GJ B 13 附录 I “舰船电气设备倾斜、摇摆试验方法”的规定进行试验。

6.1.2.12 颠震试验。快艇调距桨电控设备按 GJ B 4.8 的规定进行试验。试验后对设备外观、电性能和机械性能进行检验。

6.1.2.13 霉菌试验。调距桨电控设备按 GJ B 4.10 的规定进行试验。允许生霉等级应符合 GJ B 37.1 的规定。如制造厂具有绝缘材料和涂料的防霉合格试验报告,或所用件属于船用件时,可免做此项试验。

6.1.2.14 盐雾试验。调距桨电控设备按 GJ B 4.11 的规定进行试验。试验时间为 96 h。试验结束后试品表面不应产生过分腐蚀和质变。如果制造厂具有金属零、部件材料的盐雾试验合格报告,或所用件属船用件时,可免做此项试验。

6.1.2.15 外壳防水试验。调距桨电控设备按 GJ B 4.13 的规定进行试验。外壳防水等级按产品型式试验大纲规定。试验结束时,设备应立即能正常工作。

6.1.2.16 冲击试验。调距桨电控设备按 GJ B 4.9 的规定进行试验。试验等级按 GJ B 37.1 的规定,试验中不应出现危险误动作,试验后应对设备的外观、电气性能、机械性能作检查。

6.2 零部件检验

6.2.1 材料及零部件的检验与试验由制造厂或材料供应方的检验部门负责,并保留检验结果。金属与非金属材料的化学成分分析与机械性能指标试验方法与要求应以相应的国家(或专业)标准为准。舰规或舰规有专门规定的零件材料的性能指标及试验方法也应满足。

6.2.2 作超声波探伤检查、磁粉探伤检查、着色探伤检查的零件,应附有相应的检验报告。对铜质螺旋桨铸件进行缺陷补焊后的探伤检查,军船应满足 CB 970、民船应满足 CB* 3095 的要求。

6.2.3 进行静液压强度试验的零部件,应附有相应的检验报告。试验压力为系统最大压力的 1.5 倍,试验持续时间不少于 10 min。静液压强度试验应在零件精加工后进行。

6.2.4 作静液压密封试验的零部件,应附有相应的检验报告。试验压力为系统最大压力的 1.25 倍,试验时间为 10 min;叶根密封试验压力为桨毂工作压力的 1.5 倍,试验时间为 24 h。对于非转动型密封,不许有油漏出设备外部。

6.2.5 凡取决于装配状态的重要尺寸,或影响工作性能的重要装配尺寸都要作最终检查(装配前)与记录。如:

- a. 桨叶安装面至轴中心线的距离;
- b. 调距主油路控制随动滑阀与阀套的配合尺寸;
- c. 配油器高压密封的配合间隙等。

6.2.6 单桨叶或其桨毂上装配后的尺寸检查报告应包括:

- a. 规定测量点的局部螺距及其偏差;

- b. 各测量半径剖面的平均螺距及其偏差；
- c. 每片桨叶平均螺距及其偏差；
- d. 每只桨的桨叶成套后的总螺距值；
- e. 桨叶的实际最大高度与装在桨毂上后的半径值；
- f. 规定测量点的剖面厚度及其偏差；
- g. 各测量半径剖面的弦长及其偏差；
- h. 导边、随边边缘圆角半径及其偏差；
- i. 桨叶安装后的纵倾、倾斜、桨叶间夹角及轴向位置值，同时记录单桨叶时的上述数值；
- j. 桨叶表面及叶根部的外观检查结果，包括波纹理、光洁度、边缘光顺性等；
- k. 对于可互换桨叶尚须记录静力矩及重量。

桨叶及其在桨毂上装配状态下的测量结果要求按专门技术文件规定。

6.3 台架试验

6.3.1 台架试验分级。调距桨的台架试验分 A、B、C 三级。

6.3.2 A 级台架试验。

6.3.2.1 一般要求。在完成零、部件的检验与试验之后，再进行各部套的清洗、装配、调整。成套调距桨在专门试验台上组装后仍须先进行系统的冲洗，再进行轴可转动的试验。试验与检验应包括下列内容：

- a. 检查零件间配合的正确性与部件装配的完整性；
- b. 检查必须进行的调整与修正的正确性；
- c. 检查各种转速、螺距位置、油温组合条件下的螺距指示精度与控制精度；
- d. 调距速度与全程调距时间试验；
- e. 对控制指令的响应速度与正确性试验；
- f. 报警系统的正确性试验；
- g. 系统连续工作能力试验；
- h. 固定密封与回转密封正常性检查；
- i. 通气系统(有的话)试验。

6.3.2.2 样机台架试验。首创样机的 A 级台架试验包括桨(包括桨叶)、轴系(可用台架轴代替)、配油器(其中可能带有机旁螺距控制设备)、液压系统、电控系统等完整装船装置。试验时包括轴转动的试验。试验要求如下：

- a. 部件外部连接管路可以使用软管和非标准管路，但在规定流量下不得超过实船条件下的降压；
- b. 需设置适当的指示与记录仪器，以验明系统的功能特性、动作协调性以及报警的正确性；
- c. 用油样分析验明系统用油符合规范要求；
- d. 在完成轴非旋转状态下的各项技术指标检验后，便进行 100 h 轴旋转的试验，最后应达到 110% 设计轴速；
- e. 按每个规定转速下调距速度作全程调距，至少一半试验时间的调距频率为每小时不少于 15 次(不调距时，应将桨叶置于设计正车螺距位置)；
- f. 结束 100 h 试验后，再进行一次与进行前相同的轴非旋转条件下的试验，以证明系统的可重复性与是否存在系统品质下降现象。
- g. 100 h 试验，应是连续进行的，但中间允许作两次各 30 min 的停机，以便作少量检修与检查。

6.3.2.3 后续桨的台架试验。后续桨的 A 级台架试验，除转动试验是 24 h 连续外，其他均与首制桨相同的。24 h 试验结束后，取油样化验。

6.3.2.4 拆检。样机台架试验后，应对零件的磨损度、摩擦副咬合情况、材料失效是否存在等作观察和检查。后续桨台架试验后一般不作拆检。

6.3.3 B 级台架试验

6.3.3.1 一般要求。在完成零、部件的检验与试验之后,再进行各部套的清洗、装配、调整。成套调距桨在专门试验台上组装后仍须先进行系统的冲洗,再进行轴不转动的试验。B级台架试验应包括下列内容:

- a. 零件配合正确性与部件的装配完整性检查;
- b. 必须进行的调整与修正的正确性检查;
- c. 螺距指示精度与控制精度的初步检查;
- d. 调距时间初步检查;
- e. 部分报警系统的正确性;
- f. 固定密封与回转密封正常性检查。

6.3.3.2 B级台架试验的设备应包括桨(包括桨叶)、轴系(可用台架轴系代替)、配油器(其中可能带有机旁螺距控制设备)、液压系统、电控系统等完整装船装置。全装置的台架试验是在轴不转动的条件下进行的。试验应能说明系统的调距性能(调距速度、调距时间、系统稳定性等)。液压系统在不超过规定流量下压降的条件下,可以使用软管与非标准管路。试验检查内容应包括限位的正确性、机械指示的精度、管路(设备内部及外接口)连接的静液压紧密性等。

6.3.3.3 拆检。台架试验后,应对零件的磨损、摩擦副咬合情况,以及材料是否有失效现象等情况作检查。

6.3.4 C级台架试验

调距桨的C级台架试验只作部件的台架试验,如桨(带桨叶或不带桨叶)、配油器、液压系统的阀组、电控设备中央控制箱等部件的单独试验。与部件性能试验相关而又为试验所需的设备可用试验装置或模拟装置代替。

6.4 台架负荷试验(适用于A、B、C级台架试验方式的桨)

当设计任务书或订货合同有明确规定时,首制桨应作对调距系统加载的负荷试验。试验时,至少一只桨叶上加有模拟桨工作时的水动力与离心力载荷,以确定零件的相应承载能力。

6.5 装船调试

6.5.1 一般要求。调试须按5.3.2规定的试验大纲进行。

6.5.2 液压系统清洗。全套设备在船上初步安装完毕后,应对系统进行管路清洗与系统冲洗,以除去污物、焊渣、铁锈、金属屑、水分、防腐剂及其他杂物。系统冲洗时间至少为24h,可分三次进行,每次连续时间不少于4h。应用油样分析来验证液压系统的清洁度。

6.5.3 静液压密封性试验。管路接头处应以1.25倍最大工作压力作密封性检查,保持10min不能有压力降或可见泄漏。桨毂润滑油路的管接头也应以1.25倍最大桨毂压力作密封性检查。静液压密封性试验也可在总装完成之前进行。如果发生接头损坏,则应在复装后重做试验。

6.5.4 电控系统检查。用低压试验仪器或其他仪表对电控系统接线正确性检查。作报警系统及指示灯系统的检查。电机等强电设备要做绝缘电阻测试。

6.6 系泊试验

6.6.1 一般要求。系泊试验应按5.3.2规定的试验大纲进行。

6.6.2 试验内容:

- a. 调距系统的功能检查(包括应急功能);
- b. 如带转速、负荷控制时,也须作功能检查;
- c. 全程调距时间、调距系统稳定性检查;
- d. 各种限位正确性检查,联锁正确性检查;
- e. 各种报警设施功能检查;
- f. 桨毂润滑系统连接正确性检查;
- g. 液压系统各部套、管路的密封性检查;

h. 桨零螺距位置的初步调整。

6.7 航行试验

6.7.1 一般要求。航行试验应按 5.3.2 规定的试验大纲进行。

6.7.2 航行试验条件。调距桨的航行试验包括调距桨本身的性能试验与船航速试验。在完成调距桨的系泊试验认可后,即认为调距桨本身已具备航行试验条件。但船航速试验需同时具备海况、船体状态、装载状态、主机状态的航行试验条件,测速方法与常规定距桨船的测速方法相同。

6.7.3 航行试验内容:

- a. 液压(及气动)系统接头紧密性检查;
- b. 各种工况下的螺距指示精度检查;
- c. 螺距限位、联锁设施正常性检查;
- d. 桨毂润滑(及冲洗)系统正常性检查;
- e. 液压及气动系统调整及溢流阀、流量阀、联锁、报警工作检查。
- f. 电控系统调整及其与其他设备联锁、协调性检查;
- g. 最高调距油压测定;
- h. 零螺距整定。全正车螺距、全倒车螺距确定;
- i. 额定转速下的全正车至全倒车(及反之)的调距时间测定;
- j. 各种使用操作方法验证;
- k. 其他调距功能指标及发热设计指标验证;
- l. 在整个使用螺距范围内螺距、轴功率、轴转速、船速以及其他须试项目参数相互关系的检验;
- m. 航速试验;
- n. 应急停船及应急倒航、应急正航试验;
- o. 作定距桨使用的应急装置试验。

7 检验规则

调距桨制造方在向使用方提交产品前应按下列顺序完成各种试验与检验,并提交相应试验报告和合格证书副本。

7.1 零部件检验

零部件检验报告应包括下列内容:

- a. 材料化学成分、机械性能试验报告;
- b. 零件超声波、磁粉、着色检验报告;
- c. 静液压强度检验报告;
- d. 静液压密封性检验报告;
- e. 重要零(部)件尺寸检查报告;
- f. 静平衡检查报告;
- g. 按图纸或试验大纲规定的专项检验报告。

7.2 型式检验

7.2.1 调距桨的设备(主要指电控系统设备)有下列情况之一者,应进行型式检验:

- a. 新产品或者产品转厂生产的试制定型;
- b. 结构、材料、工艺改型设计,可能影响产品性能时;
- c. 批生产的产品每隔 4 年时间。

7.2.2 型式检验项目:

- a. 外观检查;
- b. 效用检验;

- c. 绝缘电阻测定与介电强度检验；
- d. 电磁干扰检验；
- e. 高温检验；
- f. 低温检验；
- g. 恒定湿热检验；
- h. 交变湿热检验；
- i. 振动检验；
- j. 倾斜、摇摆检验；
- k. 颠震检验；
- l. 霉菌检验；
- m. 盐雾检验；
- n. 外壳防护检验；
- o. 冲击检验；
- p. 台架检验。

7.3 出厂检验

7.3.1 每台调距桨出厂前均应进行台架检验,承制厂须将试验报告至少保存五年,台架检验的目的在于检验调距桨各部件及其相互之间联系的工作正常性,考核主要技术性能是否达到技术任务书规定的要求。

7.3.2 调距桨的出厂检验按台架试验的 A、B 两级进行。

7.3.3 调距桨的负荷试验在台架试验时进行,是台架试验的一部分,调距桨的台架负荷试验一般只在 T 级调距桨样机研制中进行。机械强度的负荷试验只模拟调距桨在稳态工况下的负荷。负荷试验也可在 A、B、C 级调距桨台架试验中进行。

8 标志、包装、装箱和贮存

8.1 标志

8.1.1 产品标志

每套装置应在明显部位钉以铭牌,其尺寸应符合 JB 828 规定。铭牌上应标有下列内容:

- a. 制造厂名称；
- b. 产品名称；
- c. 产品型号或标记；
- d. 出厂日期；
- e. 船检标记；
- f. 产品主要参数；
- g. 产品质量等级。

8.1.2 包装标志

每件装箱件均应有如下标志:

- a. 所属调距桨装置的名称、型号；
- b. 设备名称；
- c. 编号；
- d. 箱容积和质量；
- e. 发送和接收单位名称和地址；
- f. 装箱日期；
- g. 装运时应予注意的通用标记；

h. 重心位置及吊装部位标记。

8.2 包装

8.2.1 电控设备(控制台、接线箱、电气元件箱、螺距传感器、负荷传感器、电气元件备件等)应用塑料袋封装,内放干燥剂。

8.2.2 当液压机组不采用充油存放时,精密液压件(电液伺服阀、比例阀等)应从机组上拆下单独包装。包装前应用无水工作油注入阀内,盖上密封护板,外部用干燥空气吹干,再用石腊纸包裹后装入塑料袋,内放干燥剂。

8.2.3 每只桨毂内都应充满正常工作油液。必要时需设置膨胀油箱,保证在任何时间任何温度下均充满油。所有桨毂开口处都应密封。可动部件应锁紧或卡牢。不具有上轴承盘而桨叶又是分开存放时,应用假法兰盘代替叶根法兰。外部表面在涂上保护性油脂层后再包以防油脂护层。同时,每只桨毂上应挂有标签,表明该桨毂内充有正常工作油,同时写明搬运、贮存注意事项。

8.2.4 轴的外表应在涂上保护性油脂层后再包以防油脂保护层。轴内孔充正常工作油后两端用封盖密封。

8.2.5 对于轴内油管管段,如是不锈钢或表面防锈处理的管段,仅两端封装防止水气进入;否则应内部充油,外表涂防锈油脂后再包覆。

8.2.6 桨叶。同时是轴承工作面的叶根安装面应涂以防锈油脂,再包上塑料纸。非装箱运输或非专用仓库存放的桨叶叶缘需作防护,若是通气型桨叶,则通气孔应贴好不干胶纸,直到下水前才可除去封纸。

8.2.7 配油器。密封型的配油器应充满工作油。所有外通开口都应密封。非密封型的配油器应在“热”状态下将所有外通开口密封。可动部件应锁紧或卡牢。无防锈能力的外露表面应涂防锈油脂再包以防油脂护罩,每只配油器应有标签,表示该配油器内充(或不充)有工作油,同时写明搬运、贮藏注意事项。

8.2.8 液压泵组、主液压油箱、阀组件。所有的油管口、阀口、泵吸排口都应用木塞或其他妥善方法封牢。油箱内应存有 1/3 正常工作液位的工作油,能充油的管路应尽量充油。非涂漆外表面应涂防锈油脂后再用防油纸包好。部件应分别带上标签,表示该件充(或不充)正常工作油,同时写明搬运、贮藏注意事项。

8.3 装箱

8.3.1 包装好的电控设备部件应装入带有防水里衬的木质箱内,里衬可采用油毛毡,装箱件在箱内应固定或六面卡紧。重量超过 90 kg 的设备应设有安装支架或直接固定在箱子底座上。

8.3.2 包装好的精密液压件应装入带有防水里衬的木质箱内,并用泡沫塑料四周卡牢。

8.3.3 包装好的桨毂、配油器、液压泵组、主油箱、阀板组件装箱时,重量超过 90 kg 的设备都应用支架固定于底座上,当配油器等设备的安装面作装箱固定表面时,与木头接触表面应垫设中性隔离材料,应单件分别装箱。木箱需有防水里衬。

8.3.4 轴装箱时允许仅用底座装箱(无顶面及侧面)作运输。装箱支承面不应是轴承工作面,底座及支承设置须防止轴段变形。轴承面及配合表面同时包以纵向木条栅。

8.3.5 包装好的轴内油管允许成束捆紧装于箱内。木箱需有防水里衬。

8.3.6 桨叶装箱时应考虑同一桨毂上桨叶的成组装箱,叶根法兰与木箱底之间应垫以中性隔离材料。桨叶至少要用两只螺栓固定于底座上,木箱须带防水里衬。

8.3.7 附件及拆下零件的装箱应参照上述要求同批装箱。

8.3.8 备件可按分类装箱,备件油封与非备件相同。

8.3.8.1 桨叶及与桨叶有关的分装件备件应与相应桨叶随同装箱。

8.3.8.2 桨毂安装螺栓及有关桨毂部件上拆下的零件应随同该桨毂装箱,若每套桨毂装成几个箱子,每只箱子上都应标出组件号与序号。

8.3.8.3 密封圈等零星备件装箱允许不按部件分类分箱,但箱内必须附有清单,且每只备件上都须挂

有识别标记。

8.3.9 工具可按使用方便分类装箱。

8.3.10 交货随机资料与证明文件可使用专用文件箱。文件箱须保证装运过程中资料不会发生变质、物理损坏、漏失等现象。

8.3.10.1 随机图纸应包括：

- a. 装置布置总图；
- b. 电控系统原理图；
- c. 电控系统接线图；
- d. 液压系统原理图；
- e. 液压系统管路连接图；
- f. 装置各部套及重要分部件总图；
- g. 主要设备安装及外形图。

8.3.10.2 随机文件应包括：

- a. 装置供应技术条件(含备品、备件、专用工具清单及说明)；
- b. 装置使用维护说明书；
- c. 船上安装调试说明书；
- d. 履历簿；
- e. 实船调试及试验大纲；
- f. 产品及重要零部件、外购件检验合格证书；
- g. 出厂检验报告。

8.3.11 装箱清单应随同货物发运,并放入文件箱内。

8.4 贮存

8.4.1 设备到达接收单位后,须存放在库房内,不得露天堆放,存放电控设备的库房应符合电气产品存放库房的要求。

8.4.2 供货方保证的设备到接收单位后的有效存放期为12个月,超过有效存放期的设备需作中间保养。

附加说明：

本标准由中国船舶工业总公司提出。

本标准由中国船舶工业总公司第七研究院704所、武汉船用机械厂负责起草。

本标准主要起草人黄少梅、刘训腾、单玉林、裘宪庄、王志祥。