

1 主题内容与适用范围

本标准规定了船用金属螺旋桨（以下简称螺旋桨）的技术要求、试验方法、检验规则等。
本标准适用于整体、组装螺旋桨的制造，也适用于可调螺距螺旋桨桨叶的制造。

2 引用标准

- GB 1176 铸造铜合金技术条件
- CB 1163 钛合金螺旋桨铸件技术条件
- CB 818 螺旋桨用铜合金技术条件
- CB* 3095 民用船舶铜合金螺旋桨补焊规则
- CB* 3290 民用船舶铜合金螺旋桨着色探伤方法及评级

3 符号

本标准所用主要术语、符号列于表1。

表 1

序 号	名 称	符 号	单 位	
			名 称	符 号
1	螺旋桨直径	D	米	m
2	螺旋桨半径	R	毫米	mm
3	截面半径	R_s	毫米	mm
4	叶截面宽度	b	毫米	mm
5	总平均螺距	P	米	m
6	叶片螺距	P_b	毫米	mm
7	截面螺距	P_s	毫米	mm
8	局部螺距	P_l	毫米	mm

续表 1

序 号	名 称	符 号	单 位	
			名 称	符 号
9	盘面比	A_e/A_0		
10	桨叶夹角	α	度	(°)
11	叶截面厚度	t	毫米	mm
12	纵斜角	θ	度	(°)
13	静平衡挂重	G	千克	kg
14	螺旋桨重量	m	千克	kg
15	螺旋桨转速	n	转每分	r/min
16	螺旋桨缺陷面积	A	平方毫米	mm ²
17	局部螺距高差	Δh	毫米	mm

4 订货要求

- 4.1 图样或订货合同中应明确制造中必需的螺旋桨要素及有关技术条件。
4.2 如螺旋桨有其他特殊要求，可以在订货合同中补充技术要求。

5 技术要求

5.1 螺旋桨按直径可分为大、中、小三型：

- 大型螺旋桨 $D \geq 3.5\text{m}$ ；
中型螺旋桨 $D = 3.5 \sim 1.5\text{m}$ ；
小型螺旋桨 $D < 1.5\text{m}$ 。

5.2 螺旋桨的精度等级分为S级、1级、2级及3级，根据不同要求，按表2选用。

表 2

螺旋桨级别	制造精度等级
S级	特高精度
1级	高精度
2级	中等精度
3级	一般精度

5.3 根据不同要求，螺旋桨材料按表 3 选用。

表 3

级 别	材 料 牌 号	说 明
S 级	ZCuMn ₁₂ Al ₈ Fe ₃ Ni ₂ ZCuMn ₁₄ Al ₈ Fe ₃ Ni ₂ ZCuAl ₉ Fe ₄ Ni ₄ Mn ₂ ZCuAl ₈ Be ₁ Co ₁ (ZTA7) (ZTC4)	() 适用于小桨 [] 适用于中小桨
1 级	ZCuMn ₁₂ Al ₈ Fe ₃ Ni ₂ ZCuAl ₉ Fe ₄ Ni ₁ Mn ₂ [ZCuZn ₁₀ Mn ₃ Fe ₁]	
2 级	ZCuMn ₁₂ Al ₈ Fe ₃ Ni ₂ [ZCuZn ₁₀ Mn ₃ Fe ₁] (ZCuZn ₂₂ Al ₅ Mn ₂ Fe ₂)	
3 级	ZCuMn ₁₂ Al ₈ Fe ₃ Ni ₂ [ZCuZn ₁₀ Mn ₃ Fe ₁] (ZCuZn ₂₂ Al ₅ Mn ₂ Fe ₂)	

注：设计部门也可采用经中国船舶检验局认可的螺旋桨用其他金属材料。

5.4 表面粗糙度要求

5.4.1 螺旋桨表面粗糙度应符合表 4 的规定。

表 4

μm

适 用 范 围	螺旋桨规格	表面粗糙度 R_a			
		S 级	1 级	2 级	3 级
桨叶 0.3R 截面向外的表面	中、小型	1.6	3.2	6.3	12.5
	大型	3.2	6.3	6.3	12.5
桨叶 0.3R 截面向内的表面	中、小型	1.6	6.3	12.5	25
	大型	3.2	12.5	12.5	25
桨毂表面	大、中、小型	6.3	12.5	25	25

5.4.2 机加工后轴孔表面粗糙度，大、中型螺旋桨为 R_a 6.3μm；小型螺旋桨为 R_a 3.2μm。

5.5 螺旋桨几何尺寸公差

5.5.1 螺旋桨几何尺寸的公差按表 5 规定。

5.5.2 螺旋桨由桨叶的 $0.1R$ 开始（特殊要求桨由 $0.3R$ 开始）到叶根处各截面的截面螺距 P_s 、局部螺距 P_l 、截面宽度 b 和截面厚度 t 允许按表 5 规定的正负公差值加大50%。

5.5.3 经设计部门或订货部门同意后，允许采用变更螺旋桨直径 D 的方法来补偿螺距 P 的超差。

5.5.4 螺旋桨压力面叶根圆角，采用圆角样板在中线处作轴向检查，间隙应不大于1.0mm。

表 5

序号	检查项目	S 级	1 级	2 级	3 级	说 明
1	半径 R	$\pm 0.2''$	$\pm 0.3''$	$\pm 0.4''$	$\pm 0.5''$	导管螺旋桨的公差在图中规定
2	截面宽度 b	$\pm 0.75''$	$\pm 1.0''$	$\pm 1.5''$	$\pm 2.0''$	测量相应半径处桨叶截面在螺距面上的投影弧长
3	局部螺距 P_1	$\pm 1.5''$	$\pm 2.0''$	$\pm 2.5''$	$\pm 4.0''$	
4	截面螺距 P_s	$\pm 1.0''$	$\pm 1.5''$	$\pm 2.0''$	$\pm 3.5''$	为各 P_1 值的算术平均值
5	叶片螺距 P_b	$\pm 0.75''$	$\pm 1.0''$	$\pm 1.5''$	$\pm 3''$	叶片为等螺距时, 为各 P_s 值的算术平均值; 叶片为变螺距时, 可取 $0.7R$ 处 P_s 值来衡量
6	总平均螺距 P	$\pm 0.5''$	$\pm 0.75''$	$\pm 1.0''$	$\pm 2.5''$	为各桨叶 P_b 的算术平均值
7	截面厚度 l (以被测点的百分数计)	$14.5''$ 或 0.6mm $-3.5''$ 或 0.5mm	$+4.5''$ 或 1mm $-3.5''$ 或 1mm	$+5''$ 或 1.5mm $-4''$ 或 1.5mm	$+6''$ 或 2mm $-5''$ 或 2mm	应对 $0.3R$ 、 $0.4R$ 、 $0.6R$ 、 $0.8R$ 及 $0.95R$ (或 $0.9R$) 等 5 个截面测定, 且每个截面不少于 3 点 (特殊要求螺旋桨按图样要求测量)
8	桨叶夹角 α	0.5	0.5	0.5	0.5	
9	桨叶沿轴毂长度位置 (以轴毂长度的百分数计)	$\pm 0.8''$	$\pm 1''$	$\pm 1.5''$	$\pm 2''$	测量各叶片中线上 $0.5R$ 处点沿桨轴方向上 离轴毂端面上的偏差
10	桨叶纵斜 (以直径 D 计)	$\pm (0.1''D - 3\text{mm})$	$\pm (0.2''D + 3\text{mm})$	$\pm (0.3''D + 3\text{mm})$	$\pm (0.4''D + 3\text{mm})$	测量叶面中线在 $0.3R$ 和 $0.95R$ 处 (见图 1) 两点在桨轴线上投影距离上的偏差
11	桨叶间纵斜 (以直径 D 计)	$\pm (0.08''D - 2\text{mm})$	$\pm (0.1''D + 2\text{mm})$	$\pm (0.15''D - 2\text{mm})$	$\pm (0.2''D + 2\text{mm})$	测量各叶片中线上 $0.5R$ 处点沿桨轴方向上 的偏差

注: 表中直径 D 以毫米计。

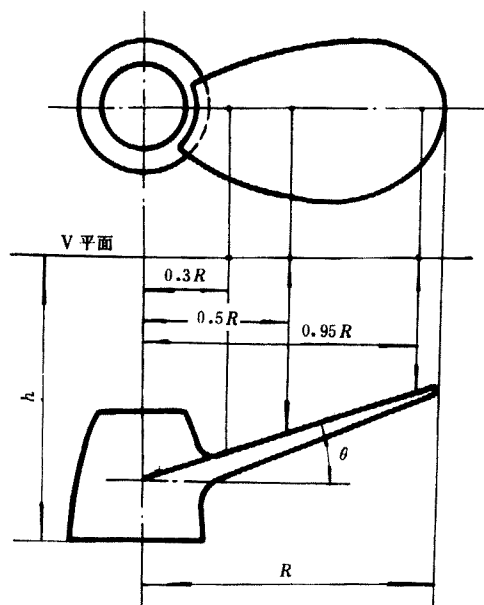


图 1

6 检测工具的要求

- 6.1 检测螺旋桨轴孔加工的锥度样板或塞规的大头应刻有进线和止线,两条线的间距应不小于3 mm。
- 6.2 S级、1级螺旋桨的导边及随边边缘须用样板进行检验,样板本身误差应不大于0.15mm、间隙不大于0.5mm,长度为被检测截面宽度的10%~15%。
- 6.3 各种测量工具允许的最大误差,不应超过被测螺旋桨尺寸或被测之量的公差值的1/2,或者在尺寸测量时,大、中型螺旋桨不超过0.5mm,小型螺旋桨不超过0.25mm,两者选用大值。

7 试验方法及检验规则

7.1 螺旋桨的静平衡试验

7.1.1 螺旋桨在作静平衡之前,应先进行随遇平衡检验,然后再按公式(1)计算G值作挂重试验:

$$G = C \frac{m}{Rn^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中: G——计算挂重, kg;

m——螺旋桨质量, kg;

R——螺旋桨半径, m;

n——转速, r min;

C——系数,按螺旋桨转速n及螺旋桨级别系数K而定。

当n ≥ 180 r min时, C = K

当n ≤ 180 r min时, C = K · (n/180)², 系数K值见表6。

表 6

螺旋桨级别	S 级	1 级	2 级	3 级
K	15	25	10	7.5

7.1.2 当螺旋桨直径 $D \leq 1.5\text{m}$ 时, 可以按公式 (2) 计算 G 值。

$$G = 0.025 D^2 + 0.02 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中: G ——计算挂重, kg;
 D ——螺旋桨直径, m。

7.1.3 检验静平衡用装置的心轴的摩擦力矩应不大于公式 (3) 中 M 值。

$$M = \frac{G}{2} R \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中: G ——计算挂重, kg;
 R ——螺旋桨半径, m。

7.1.4 螺旋桨作静平衡检验时, 在试验台上将挂重分次挂于各桨叶叶梢最大厚度标记点上, 然后将挂重的桨叶叶梢最大厚度标记点转到水平位置并使其静止, 当去掉支承后, 挂重的桨叶向下转动即为合格。

7.2 局部螺距的测量

测局部螺距 P_1 时, 可按压力面上同一半径处放射夹角为 α 的 m 、 n 两点的轴向高差 Δh 来计算 (见图 2)。

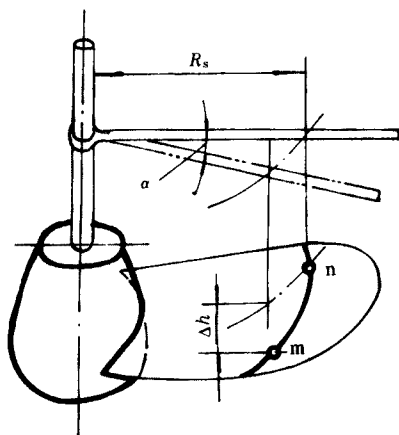


图 2

7.2.1 当截面展开后压力面为一曲线时 (见图 3), 局部螺距值 P_1 见公式 (4)。

$$P_1 = \frac{360}{2} (h_2 - h_1) \quad \dots\dots\dots(4)$$

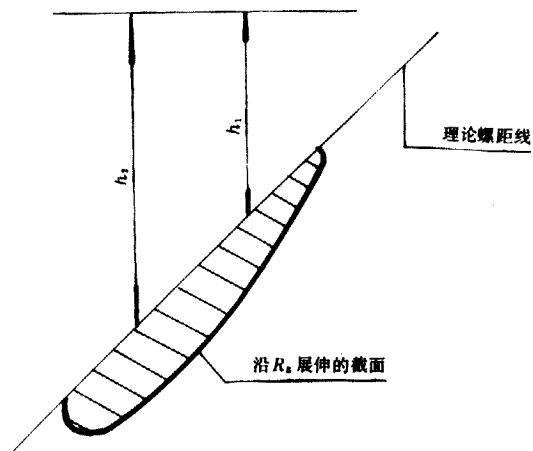


图 3

7.2.2 当截面展开后压力面为一曲线时 (见图 4、图 5), 此时局部螺距值 P_1 见公式 (5)。

$$P_1 = \frac{360}{2} [(h_2 \pm R_2) - (h_1 \pm R_1)] \dots\dots\dots (5)$$

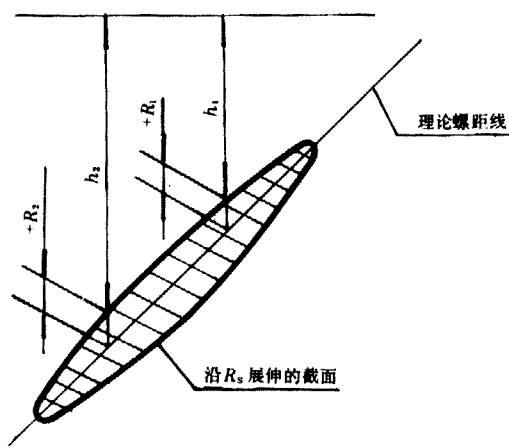


图 4

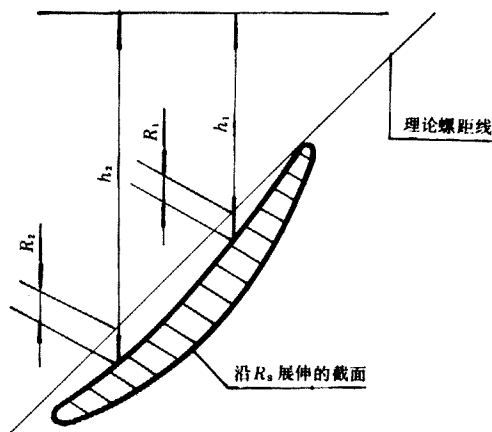


图 5

7.3 截面厚度的测量

测量截面厚度 t 的方法是：在压力面 R_s 线上确定轴向各测点 m （图6a），然后从 m 点所在截面的理论螺距线的垂直方向上测量（图6b）。

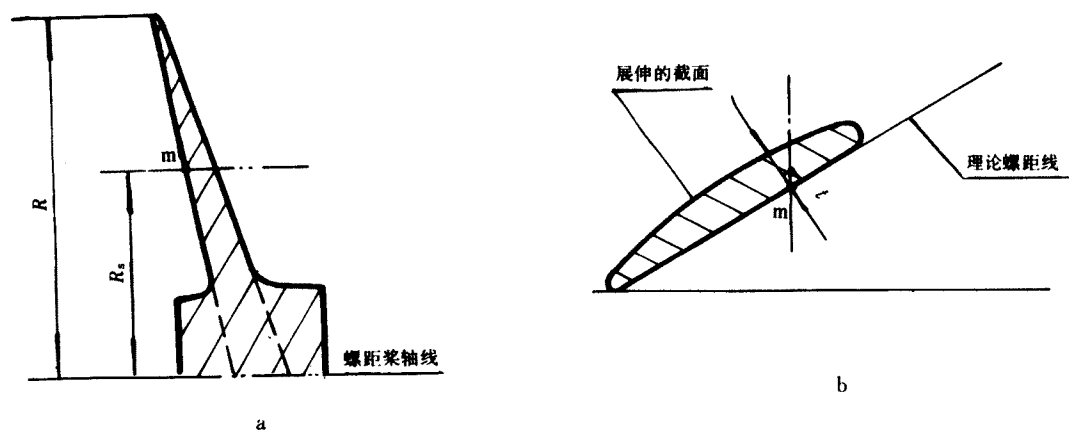


图 6

7.4 轴孔锥度检验

制造厂根据锥度量规加工螺旋桨轴孔，完工后检验锥度间隙，达到制造技术要求则为合格

7.5 材料检查和验收

7.5.1 螺旋桨材料用的试样类型、检验项目等均按材料有关规范标准及合同的规定进行

7.5.2 凡已合格准备出厂的螺旋桨，在材料的化学成分分析和力学性能试验的报告单上，都应有验船部门或验船部门委托的全权代表签字认可，不经验船部门验收的螺旋桨，须由制造厂检验部门的负责人在报告单上签字认可。

8 缺陷的修整

8.1 螺旋桨表面存在直径不大于1mm非密集性（每平方米不多于4点）的气孔、渣孔等铸造缺陷时，可不作修整。

8.2 当螺旋桨的桨毂端面或内孔存在局部气孔、渣孔，而对铸件强度无影响时，在对有缺陷的区域作当处理之后，可用合适的塑料填料填充这些气孔、渣孔。

8.3 螺旋桨表面存在直径大于1mm的气孔、渣孔或刀痕等缺陷时，可用铲刀打磨的方法去除缺陷，允许单个凹陷最大范围见表7规定。凹陷的部位应向四周光顺过度，然后用着色探伤方法检查以证明合格。

表 7 允许单个凹陷最大范围

项 目	大 桨	中 桨	小 桨	说 明
面积 × 深度 mm ² × mm	900 × 4	625 × 3	100 × 2	长宽比不作规定

注：凹陷深度不允许超过截面厚度的负公差。

8.4 压力面或吸力面凹陷的总面积应小于压力面或吸力面面积的1.5‰。

8.5 若单个凹陷面积超过，而深度未超过表7规定，经验船师同意后，可按8.3规定处理。

8.6 若螺旋桨表面缺陷需要补焊时，按有关补焊技术条件处理。

8.7 制造厂应作好缺陷及其修整的详细记录，归档备查。

9 标志、保管和运输

9.1 经检验合格的螺旋桨，应在靠近桨毂小端、两叶之间的回转面上，刻印下列标志（包括商标）：

- a. 制造厂名；
- b. 直径 D ；
- c. 螺距 P ；
- d. 盘面比 A_e, A_0 ；
- e. 旋向；
- f. 材料牌号；
- g. 重量；
- h. 炉号；
- i. 制造日期。

叶片序号钢印打在桨毂小端的回转面上。

9.2 验船部门的检验钢印应打在显眼位置。

9.3 钢字的规格为：大型桨用10号、中型桨用7号、小型桨用5号或3号。

9.4 完工的螺旋桨在库存或运输过程中，应采取防锈、防损等措施。

10 其他

每个螺旋桨出厂时，都应附有合格证书，证书上除注明9.1的内容外，还须注明材料标准号（包括试验项目和检验结果）及其他还应说明事项。

附加说明：

本标准由中国船舶工业总公司提出。

本标准由上海船舶研究设计院归口。

本标准由中国船舶工业总公司武汉重型铸锻厂负责起草。

本标准主要起草人刘诗一、杜忠维、密政琴、杜福生、覃克诚。

自本标准实施之日起，CB*265—79《船用金属螺旋桨技术条件》作废。