

## 船用金属螺旋桨技术条件

## Specification for marine metallic propeller

## 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	$\alpha$	度	(°)
11	叶截面厚度	$t$	毫米	mm
12	纵斜角	$\theta$	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 <sup>2</sup>
17	局部螺距高差	$\Delta h$	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 <sub>12</sub> Al <sub>8</sub> Fe <sub>3</sub> Ni <sub>2</sub> ZCuMn <sub>14</sub> Al <sub>8</sub> Fe <sub>3</sub> Ni <sub>2</sub> ZCuAl <sub>9</sub> Fe <sub>4</sub> Ni <sub>4</sub> Mn <sub>2</sub> ZCuAl <sub>8</sub> Be <sub>1</sub> Co <sub>1</sub> (ZTA7) (ZTC4)	( ) 适用于小桨 [ ] 适用于中小桨
1 级	ZCuMn <sub>12</sub> Al <sub>8</sub> Fe <sub>3</sub> Ni <sub>2</sub> ZCuAl <sub>9</sub> Fe <sub>4</sub> Ni <sub>1</sub> Mn <sub>2</sub> [ZCuZn <sub>10</sub> Mn <sub>3</sub> Fe <sub>1</sub> ]	
2 级	ZCuMn <sub>12</sub> Al <sub>8</sub> Fe <sub>3</sub> Ni <sub>2</sub> [ZCuZn <sub>10</sub> Mn <sub>3</sub> Fe <sub>1</sub> ] (ZCuZn <sub>22</sub> Al <sub>5</sub> Mn <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> )	
3 级	ZCuMn <sub>12</sub> Al <sub>8</sub> Fe <sub>3</sub> Ni <sub>2</sub> [ZCuZn <sub>10</sub> Mn <sub>3</sub> Fe <sub>1</sub> ] (ZCuZn <sub>22</sub> Al <sub>5</sub> Mn <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> )	

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 $0.6\text{mm}$ $-3.5''$ 或 $0.5\text{mm}$	$+4.5''$ 或 $1\text{mm}$ $-3.5''$ 或 $1\text{mm}$	$+5''$ 或 $1.5\text{mm}$ $-4''$ 或 $1.5\text{mm}$	$+6''$ 或 $2\text{mm}$ $-5''$ 或 $2\text{mm}$	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 $\alpha$	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。

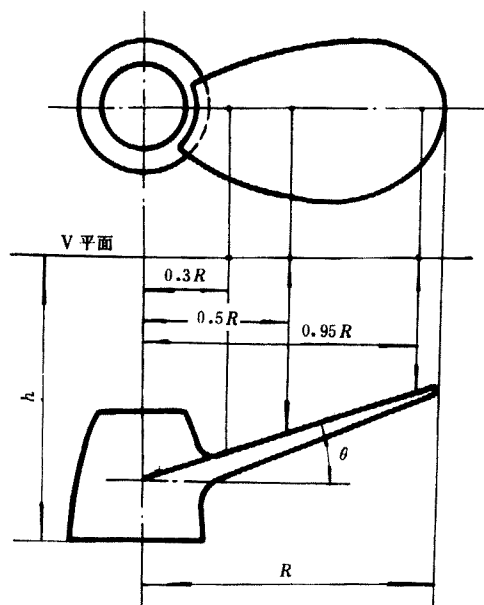


图 1

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)<sup>2</sup>, 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  $\alpha$  的  $m$ 、 $n$  两点的轴向高差  $\Delta h$  来计算 (见图 2)。

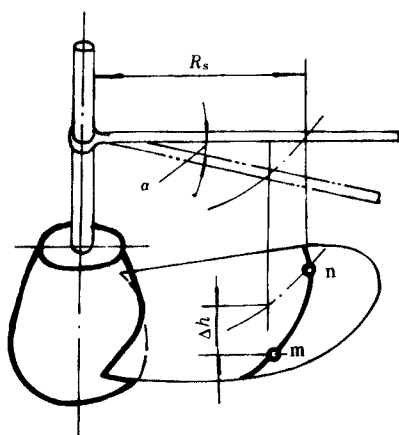


图 2

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)。

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

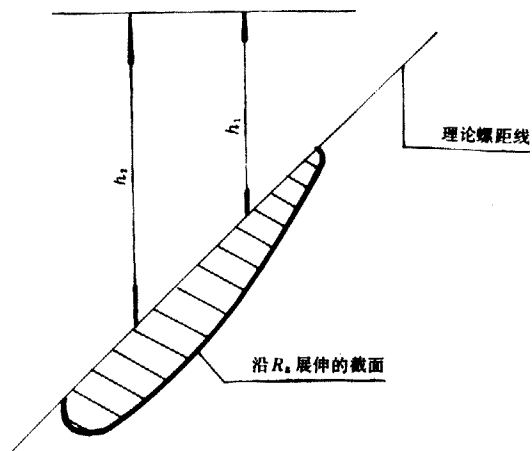


图 3

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)。

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

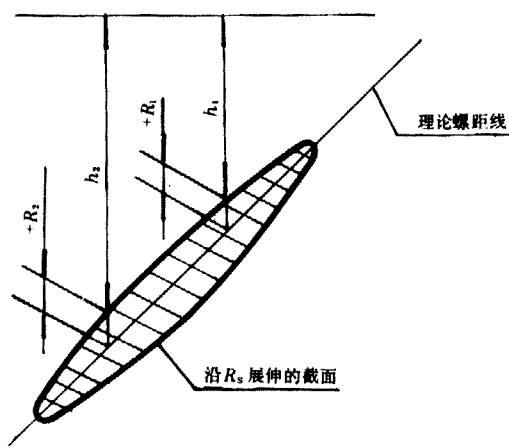


图 4

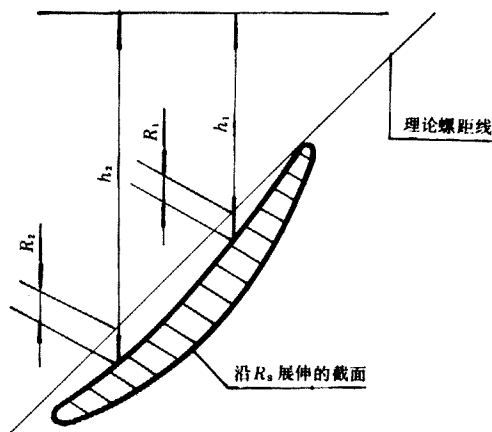


图 5



### 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）。

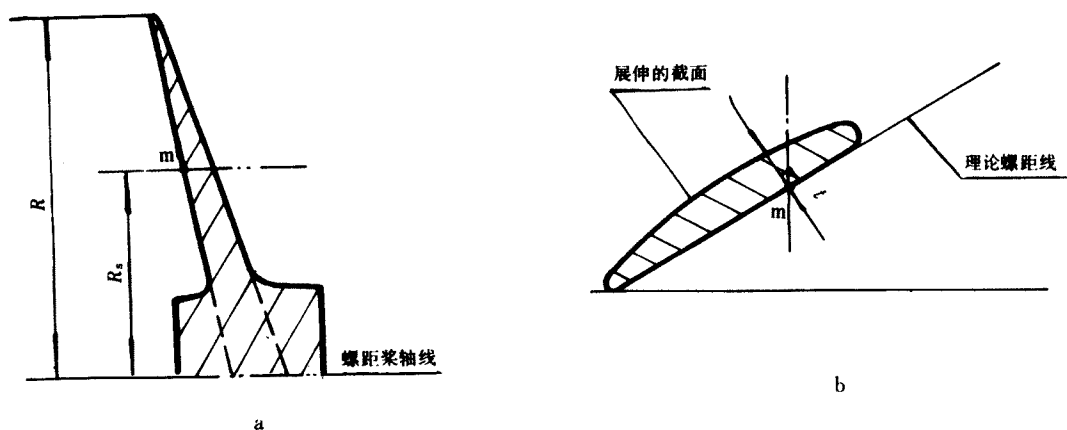


图 6

### 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 <sup>2</sup> × 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。