



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 39655.1—2020/ISO 484-1:2015

---

## 造船 船用螺旋桨 制造公差 第 1 部分：直径大于 2.5 m 的螺旋桨

Shipbuilding—Ship screw propellers—Manufacturing tolerances—  
Part 1: Propellers of diameter greater than 2.5 m

(ISO 484-1:2015, IDT)

2020-12-14 发布

2021-07-01 实施

---

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会



## 前 言

GB/T 39655《造船 船用螺旋桨 制造公差》分为 2 个部分：

——第 1 部分：直径大于 2.5 m 的螺旋桨；

——第 2 部分：直径在 0.8 m 至 2.5 m 的螺旋桨。

本部分为 GB/T 39655 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 484-1:2015《造船 船用螺旋桨 制造公差 第 1 部分：直径大于 2.5 m 的螺旋桨》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——GB/T 131—2006 产品几何技术规范 (GPS) 技术产品文件中表面结构的表示法 (ISO 1302:2002, IDT)。

本部分由全国海洋船标准化技术委员会 (SAC/TC 12) 提出并归口。

本部分起草单位：中国船舶工业综合技术经济研究院、招商局邮轮研究院 (上海) 有限公司、上海外高桥造船有限公司。

本部分主要起草人：程楠、朱佳帅、胡贤甫、罗文臣、李嘉宁、叶超。



# 造船 船用螺旋桨 制造公差

## 第 1 部分:直径大于 2.5 m 的螺旋桨

### 1 范围

GB/T 39655 的本部分规定了直径大于 2.5 m 的船用螺旋桨的制造公差。

注:在某些情况下,允许根据客户或设计方和客户的判断,对偏差进行一些调整。

### 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。

ISO 1302 产品几何技术规范(GPS) 技术产品文件中表面结构的表示法[Geometrical Product Specifications(GPS)—Indication of surface texture in technical product documentation]

### 3 适用范围

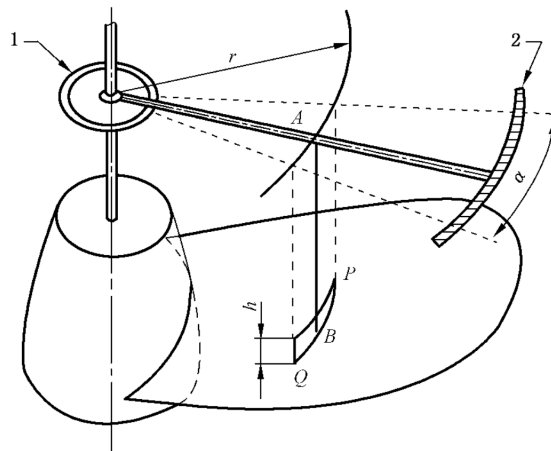
本部分适用于整体式、组合式定距桨和可调螺距式的螺旋桨。

### 4 螺距测量方法

4.1 测量方法的原理是沿半径  $r$  的螺旋线测定与预定角度  $\alpha$  相对应的长度  $PQ$ ,并测量出点  $P$  和点  $Q$  相对于参考面的高度差  $h$ (见图 1)。

$PQ$  的长度按 4.1.1、4.1.2 或 4.1.3 的方法进行测量。

注:必要时,可使用满足精度要求的其他方法。



说明:

1——小刻度环;

2——大刻度环。

图 1 螺距的测量

4.1.1 使用划线规

应使用划线规测出线段  $PQ$  长度。

4.1.2 刻度环法

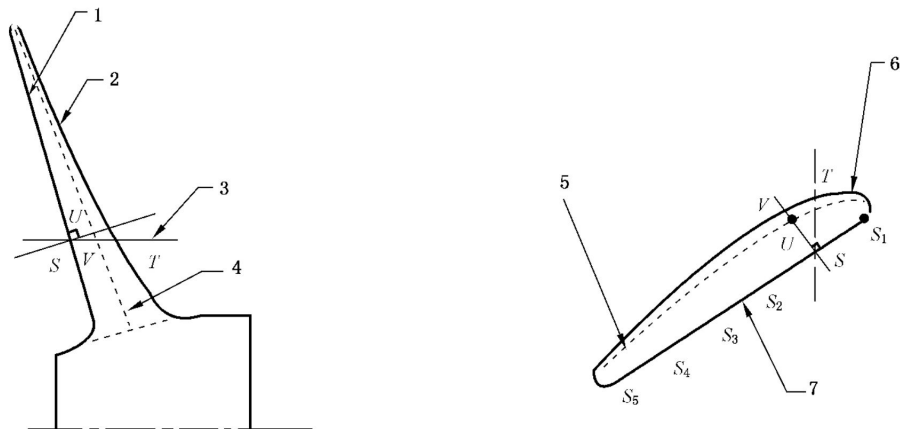
应使用具有合适半径的刻度环,通过角度  $\alpha$  测定  $PQ$  长度(见图 1)。

4.1.3 坐标测量器法

通过坐标测量器在确定的测量点获取彼此相关的高度坐标(确定螺距计算所需的高度差)。可交替使用笛卡尔坐标系  $(x, y, z)$  和极坐标系  $(\alpha, r, h)$ ,以确定测量点  $P$  和  $Q$ 。

5 截面厚度的测量方法

5.1 应沿  $SV$  方向测量  $S$  点处圆柱叶切面的厚度(见图 2),  $SV$  所在平面与同轴圆柱相切、与圆柱叶切面压力面的节线垂直(当以图中这种方式定义时,仅沿垂直于压力面表面的  $SU$  方向或平行于螺旋桨轴线的  $S$  方向)。



说明:

- 1——压力面;
- 2——吸力面;
- 3——圆柱叶切面;
- 4——与压力面垂直的最大厚度线;
- 5——垂直于压力面的展开截面;
- 6——圆柱叶切面;
- 7——压力面。

图 2 厚度的测量

5.2 每个半径处的最大厚度应用外卡钳进行测量,或通过  $S$ 、 $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  等不同点处绘制得到的厚度轮廓线来进行测量。

## 6 精度等级

精度等级应由客户选择。表 1 给出了可选择的精度等级。

表 1 制造精度

等级	制造精度
S	极高精度
I	高精度
II	中精度
III	低精度

## 7 螺距公差

7.1 如果相关方达成一致,可在不同的半径位置处至少测量表 3 中给出的各半径位置处的螺距。

7.2 进一步控制等级 S 和等级 I 的局部螺距测量见第 10 章。

7.3 表 2 中 a)、b) 给出的局部螺距和每片叶片各半径的平均螺距的公差,在  $0.4R$  或更小的截面处增加 50%。

表 2 螺距公差

螺距名称	等级			
	S	I	II	III
a) 局部螺距 但不小于	$\pm 1.5\%$ $\pm 10 \text{ mm}$	$\pm 2\%$ $\pm 15 \text{ mm}$	$\pm 3\%$ $\pm 20 \text{ mm}$	—
b) 每片叶片各半径的平均螺距 但不小于	$\pm 1\%$ $\pm 7.5 \text{ mm}$	$\pm 1.5\%$ $\pm 10 \text{ mm}$	$\pm 2\%$ $\pm 15 \text{ mm}$	$\pm 5\%$ $\pm 25 \text{ mm}$
c) 每片叶片平均螺距	$\pm 0.75\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1.5\%$	$\pm 4\%$
d) 螺旋桨平均螺距	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.75\%$	$\pm 1\%$	$\pm 3\%$
注：表 2 中 a)、b) 为与截面半径对应的设计截面螺距的百分数，c)、d) 为平均设计螺距的百分数。				

表 3 螺距的测量位置

等级	半径
S 和 I	轮毂附近 A 截面处、 $0.4R$ 、 $0.5R$ 、 $0.6R$ 、 $0.7R$ 、 $0.8R$ 、 $0.9R$ 、 $0.95R$
II	轮毂附近 A 截面处、 $0.5R$ 、 $0.6R$ 、 $0.7R$ 、 $0.8R$ 、 $0.9R$
III	轮毂附近 A 截面处、 $0.5R$ 、 $0.7R$ 、 $0.9R$
注：R 表示螺旋桨半径。	

7.4 在客户同意的情况下，螺旋桨制造商可通过改变螺旋桨直径的方法对螺距的误差进行调整（包括内部或外部尺寸公差）。

7.5 设计螺距是下面定义的参考线的间距。

截面的设计螺距线是给出了正面和背面纵坐标截面的螺旋参考线。

它可以是一条连接截面端部和尾部的线，或其他易于定位的螺旋线。

7.6 B 点的局部螺距（见图 1）取决于  $P$ 、 $Q$  两点间的高度差，并用高度差乘以  $360/\alpha$ ，点  $P$  和  $Q$  为位于 B 点两侧且与 B 点距离相等的任意点（即  $BP=BQ$ ）。其值应与相同点的相对端部补偿后计算出的局部螺距进行对比。

注： $\alpha$  为  $P$ 、 $Q$  两点在水平面的夹角。

局部螺距测量中，任意两点间的距离可以在 100 mm 到 400 mm 的范围内。一个测量值靠近导边，一个靠近随边，且中间至少有两个其他测量值。螺距测量应尽可能连续。

7.7 将每个半径最远处测量点之间的高度差乘以  $360/\alpha$ ，以确定每个半径和每个叶片的螺距。

7.8 叶片的平均螺距由该叶片每个半径测得的螺距的算术平均值确定。

7.9 螺旋桨的平均螺距由每个叶片的平均螺距的算术平均值确定。

8 螺旋桨最大半径公差

8.1 表 4 给出了螺旋桨的半径公差。



表 4 半径公差

分类	等级			
	S	I	II	III
公差	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.4\%$	$\pm 0.5\%$

8.2 对于导管螺旋桨,表 4 中的公差可能需要减少。

## 9 叶片截面厚度公差

9.1 应在同一半径处测量厚度与螺距。

9.2 表 5 给出了局部厚度公差的百分数和最低限度。

表 5 叶片截面厚度公差

分类	等级			
	S	I	II	III
正公差 但不小于	+2% 2 mm	+2.5% 2.5 mm	+4% 4 mm	+6% 6 mm
负公差 但不小于	-1% -1 mm	-1.5% -1.5 mm	-2% -2 mm	-4% -4 mm

9.3 在扣除负公差后,图 2 中图纸标示的最大厚度应不小于入级船级社规定的厚度要求。

## 10 叶片截面形状的校核与公差

10.1 本要求只适用于 S 等级和 I 等级螺旋桨,而且叶片截面形状及公差的校核应与测量螺距在相同的螺旋桨半径处进行。

在制造商和用户之间达成一致后,在叶片和边缘的数控加工过程中可以不再对叶片截面的形状做进一步检查。

10.2 为了避免过度偏离整体曲面,从任意两处连续测量产生的百分比偏差的代数和不应超过 1.5 倍的允许公差(比如:如果偏差为 $\pm 2\%$ ;连续偏差的总和应在 $\pm 3\%$ 以内,见图 3)。

10.3 另外,圆柱叶切面连续性可使用合适的可弯曲模板来验证。

10.4 采用模板或等效装置对前、后边缘进行检查,以证明其准确性。模板应沿直线路径或形成测试面的螺距和半径进行计算。模板的长度约为叶片截面长度的 20%,但不宜超过 300 mm。

10.4.1 桨叶的叶面和叶背的每件模板应符合以下公差:

- S 级: $\pm 0.5$  mm;
- I 级: $\pm 0.75$  mm。

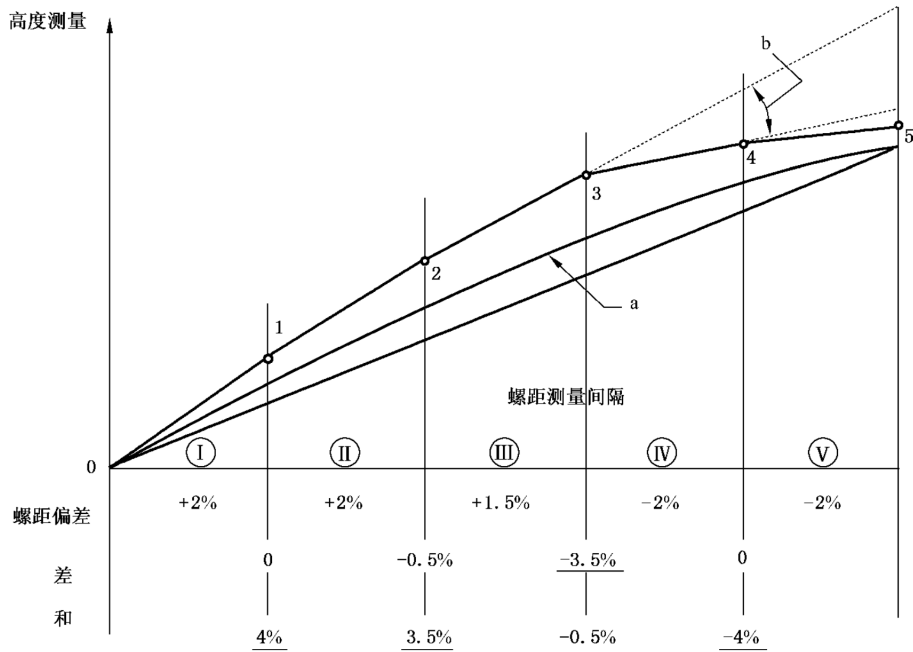
10.4.2 根据制造商和用户之间的协议,每个边缘可以用由三个部分组成的模板进行检查(见图 4),一个控制最终边缘的短前缘模板,两个从前缘分别到叶面和叶背的光顺模板,每个模板覆盖了叶片长度的 20%,但不宜超过 300 mm。这些模板应符合以下公差:

——S级:  $\pm 0.25$  mm;

——I级:  $\pm 0.35$  mm。

在叶片大倾角(倾斜角大于  $25^\circ$ )的情况下,通过制造商和用户的协议,LE模板(具有相应的形状)可以交替垂直附接于导边轮廓。这适用于  $0.7R$  到顶端的区域。模板应连接在叶片轮廓与标称试验半径的交叉点上,它们至少在两个用于检验在螺距和厚度等试验半径上重叠,但长度不超过 300 mm。

使用的模板数量与常规方法相同。



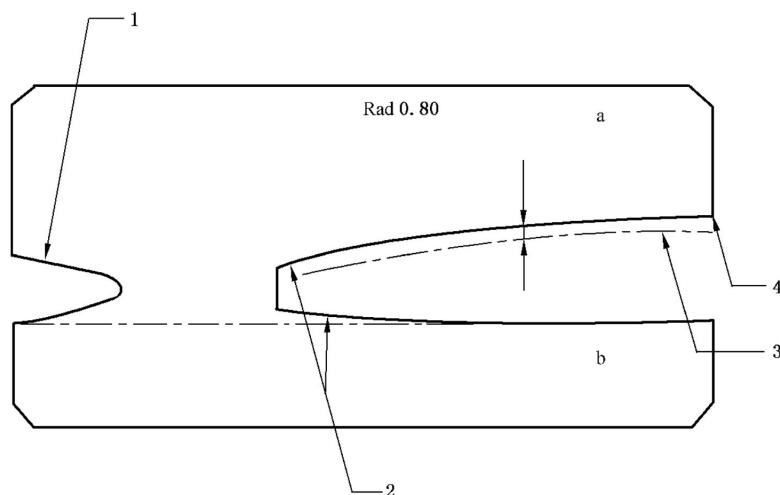
说明:

a——叶片截面理论轮廓;

b——偏差过大。

注: 在图 3 中,偏差乘以 20。过高的值加下划线。

图 3 叶片公差的设计和验证



说明:

- 1——短前缘模板,尺寸+最大公差;
- 2——压力面和吸力面形状模板,相隔 6 mm 以独立作用;
- 3——理论吸力面轮廓;
- 4——吸力面接触面;
- a——导边(+6 mm);
- b——压力面。

图 4 测量模板

## 11 叶片截面长度的公差

11.1 表 6 中的公差用以下比值的百分数表示:直径除以叶片数( $D/Z$ )。

11.2 每个叶片截面的长度应至少在 5 个半径上测量(例如:0.3R、0.5R、0.7R、0.8R、0.95R)。

表 6 叶片截面长度公差

分类	等级			
	S	I	II	III
公差	$\pm 1.5\%$	$\pm 2\%$	$\pm 3\%$	$\pm 5\%$
但不小于	7 mm	10 mm	13 mm	15 mm

## 12 叶片位置、基准线和叶片轮廓的公差

### 12.1 基准线标记

基准线是一条过压力侧  $M$  点与螺旋桨轴线上  $O$  点的直线。

点  $M$  应标注在圆柱段外  $0.5R$  以外,若可能,应接近  $0.7R$ 。

原则上,这样可使直线  $OM$  与最大数量的叶片截面相交。

角  $\varphi_E$ (导边)和角  $\varphi_S$ (随边)的系数见图 5。

制造螺旋桨上的点  $M'$  应根据图中半径处的比率  $\varphi_E/\varphi_S$  确定(见图 6)。

$OM$  大于  $0.5R$ 。

$\varphi_E/\varphi_S$  的值如图中尺寸所示。

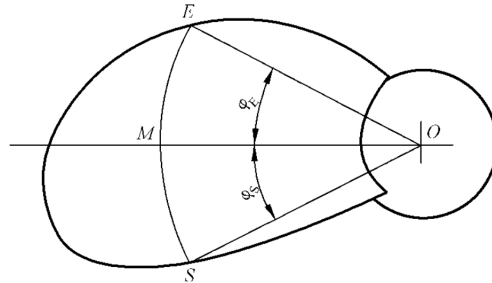


图 5 导边和随边的角度

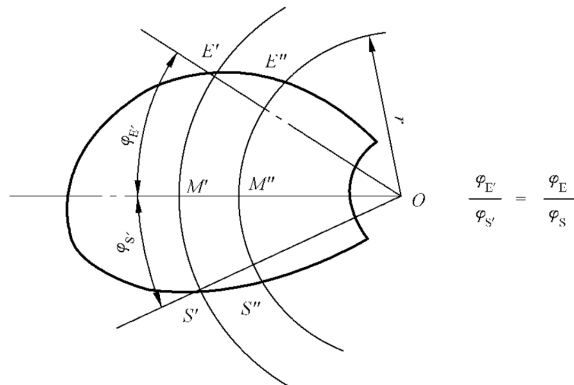


图 6 基准线

通过点  $M'$  的参考面用于检查导边和侧斜的形状以及叶片角度偏差。

注：有关侧斜的定义，参见 ISO 3715。

## 12.2 导边轮廓公差

应根据表 3 在相应的圆弧上计算半径处的公差，公差对弧长  $E''M''$  有效。数值见表 6 中  $D/Z$  的百分数( $D$  = 直径,  $Z$  = 叶片数)。

如果叶片边缘的轮廓是平顺的,  $E''M''$  的公差为表 6 中数值的两倍。

## 12.3 两个连续叶片之间的角度偏差的公差

公差应按以下方式给出：

——S 级和 I 级： $\pm 1^\circ$ ；

——II 级和 III 级： $\pm 2^\circ$ 。

## 13 连续叶片的纵倾、轴向位置和相对轴向位置的公差

纵倾是由基准线  $PP'$  的位置体现的[见图 7a)]。它是由到平面  $W$  的距离来测量，平面  $W$  (至少)在  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个点处垂直于螺旋桨的旋转轴线。 $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个点分别位于  $0.3R$  或  $0.4R$ ， $0.6R$  或  $0.7R$ ， $0.9R$  或  $0.95R$ 。

叶片截面的中心线可作为基准线  $PP'$  [见图 7b)], 以计算高侧斜螺旋叶片 (侧斜角  $> 25^\circ$ ) 的纵倾。

表 7 给出了这些距离的公差:  $d(A)$ 、 $d(B)$ 、 $d(C)$ , 表示为螺旋桨直径  $D$  的百分数以控制叶片轴向位置。对于同一叶片、同一公差 (不是双倍公差) 适用于例如  $d(B) - d(C)$  的差值以控制纵倾, 对于两个连续叶片, 同一公差适用于例如  $d_1(C) - d_2(C)$  差值以控制相对轴向位置。

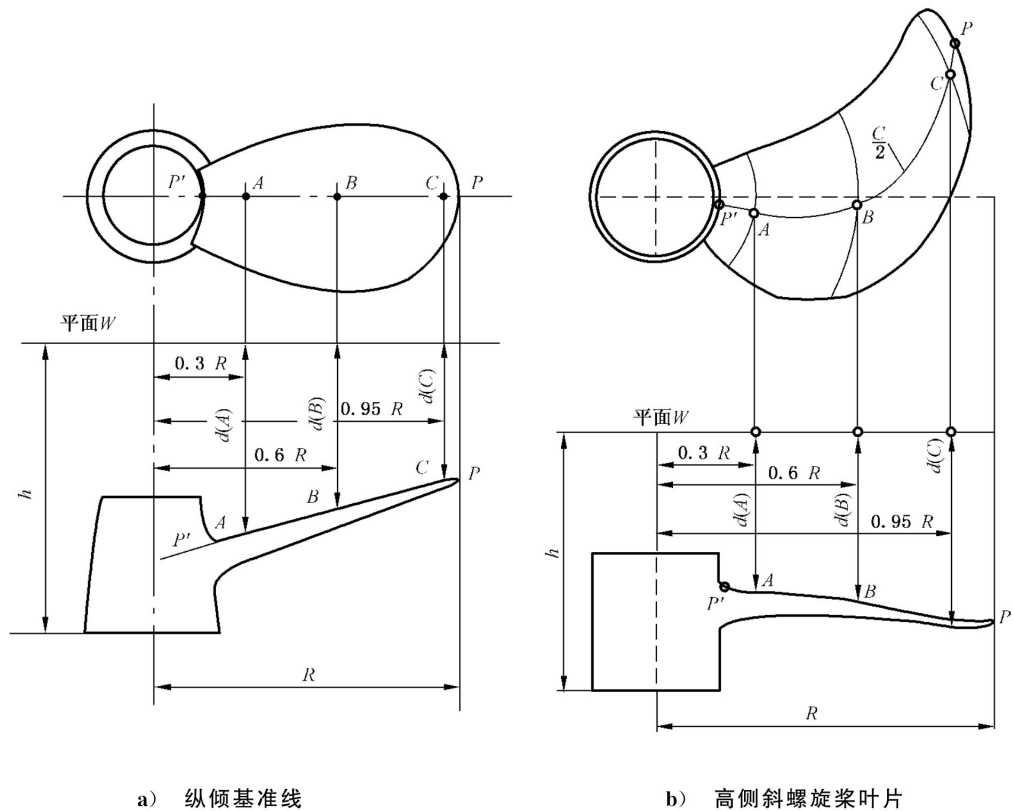


图 7 叶片纵倾和基准线

表 7 纵倾公差

分类	等级			
	S	I	II	III
对于垂直于轴的平面 $W$ , 在每个叶片上在点 $A, B$ 和 $C$ (位于 $0.3R$ 、 $0.6R$ 和 $0.95R$ ) 的绘图偏差	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1.5\%$	$\pm 3\%$

14 表面粗糙度

叶片表面的粗糙度应符合 ISO 1302, 用  $Ra$  表示, 单位为微米, 取算术平均值并不大于以下规定:

- $2\ \mu\text{m}$ , S 级螺旋桨的轮毂;
- $3\ \mu\text{m}$ , I 级螺旋桨半径  $0.3R$  处;

- 5 μm, II 级螺旋桨半径 0.4*R* 处;
- 8 μm, III 级螺旋桨半径 0.5*R* 处。

15 静平衡

15.1 测量结束后,所有螺旋桨应保持静平衡。

螺旋桨叶片尖端的最大允许失衡质量 *P* (单位为千克)按公式(1)计算:

$$P = \frac{C \cdot m}{R \cdot n^2} \dots\dots\dots (1)$$

或者  $P = Km$ ,取较小者。

式中:

- m* ——叶片的质量,单位为千克(kg);
- R* ——叶片尖端处半径,单位为米(m);
- n* ——设计的螺旋桨每分的转数;
- C* 或 *K* 取决于表 8 中给出的级别因子。

表 8 精度等级

级别	S	I	II	III
<i>C</i>	15	25	40	75
<i>K</i>	0.000 5	0.001	0.001	0.001

15.2 在可调螺距或组装的定距螺旋桨的情况下,制造商应让用户确信组装好的螺旋桨符合本章要求。

注:本要求只适用于传统卧式静平衡测量方法。

16 测量设备

测量设备的最大允许误差应不超过被测螺旋桨几何参数或被测量尺寸公差的一半,或 0.5 mm,两者取较大值。

参 考 文 献

- [1] ISO 484-2 Shipbuilding—Ship screw propellers—Manufacturing tolerance—Part 2: Propeller of diameter between 0.80 m and 2.50 m inclusive
- [2] ISO 3715<sup>1)</sup> Ships and marine technology—Propulsion plants for ships
- 

---

1) 已废止。