



中华人民共和国交通运输部部门计量检定规程

JJG(交通)XXX—XXXX

水运工程 旋桨式流速仪

Water Transport Engineering — Propeller-Type Current Meter

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

水运工程 旋桨式流速仪 检定规程

Verification Regulation of Water Transport
Engineering Propeller-Type Current Meter

JJG(交通) 031-××××

代替 JJG(交通) 031-2004

本检定规程经中华人民共和国交通运输部于××××年××月××日批准，并
自××××年××月××日起实施。

归口单位：交通行业计量技术委员会

主要起草单位：交通运输部天津水运工程科学研究院

参加起草单位：

本规程由交通运输部天津水运工程科学研究院负责解释

本规程主要起草人：

曹媛媛（交通运输部天津水运工程科学研究院）

高 辉（交通运输部天津水运工程科学研究院）

参加起草人：

李 妍（交通运输部天津水运工程科学研究院）

吴晓雪（交通运输部天津水运工程科学研究院）

目 录

引 言.....	II
1 范围	1
2 引用文献	1
3 术语	1
4 概述	1
5 计量性能要求	2
5.1 测量范围.....	2
5.2 起动流速.....	2
5.3 准确度.....	2
6 通用技术要求	2
6.1 外观质量	2
6.2 防护要求	2
6.3 整机结构	3
6.4 显示与记录	3
6.5 铭牌	3
7 计量器具控制	3
7.1 检定条件	3
7.2 检定项目	4
7.3 检定方法	4
8 检定结果处理	7
9 检定周期	7
附录 A 检定证书内页格式	8
附录 B 检定结果通知书内页格式	10

引 言

本规程编制所依据的规则是中华人民共和国国家计量技术规范《国家计量检定规程编写规则》（JJF1002-2010）。

本规程代替JJG（交通）031-2004《水运工程 旋桨式流速仪》。与JJG（交通）031-2004相比，主要技术变化如下：

- 修改了计量性能要求（见5）；
 - 修改了检定设备（见7.1.2）；
 - 修改了检定项目（见7.2）；
 - 删除了检定记录表（见2004年版的附录B）；
 - 删除了原附录A计算公式，将其部分移至正文（见7.3，2004年版的附录A）。
- JJG（交通）031-2004为首次发布。

水运工程 旋桨式流速仪检定规程

1 范围

本规程适用于旋桨式流速仪的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文献

本规程引用下列文献：

JJF1015-2002 计量器具型式评价和型式批准规范

JT/T XXX-XXXX 水运工程 旋桨式流速仪

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 术语

JT/T XXX-XXXX 界定的术语和定义适用于本规程。

4 概述

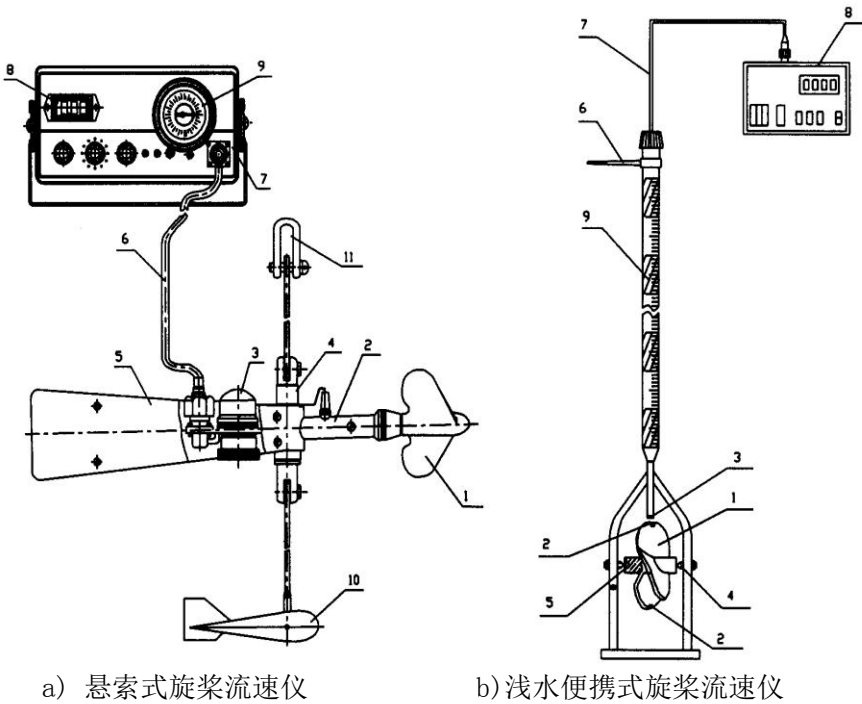


图1 旋桨式流速仪结构示意图

- | | | | | | |
|---------|---------|---------|-------|--------|--------|
| 1—旋桨 | 2—油室 | 3—流向传感器 | 1—旋桨 | 2—磁钢 | 3—磁敏元件 |
| 4—流向转轴 | 5—尾翼 | 6—多芯电缆 | 4—轴尖 | 5—宝石轴承 | 6—流向指针 |
| 7—水上显示器 | 8—流速显示 | 9—流向显示 | 7—信号线 | 8—显示器 | |
| 10—铅鱼 | 11—悬索卸扣 | | | | |

流速仪适用于江河、沿海、港口、航道和通航建筑物等天然水体中平均流速的测量。

流速仪是根据水流对旋桨的动量传递而进行工作的。在一定的水流速度范围内，流速仪的转速与水流速度呈现比较稳定的近似线性关系。通过使用专门计算旋桨转数的设备，运用相关方程计算出水流速度。

5 计量性能要求

5.1 测量范围

- a) 流速：0.03m/s～5m/s。
- b) 流向：0°～360°。

5.2 分辨力

- a) 流速：0.01m/s。
- b) 流向：1°。

5.3 起动流速 v_0

流速仪的起动流速 v_0 应比测速范围的下限值至少低10%。

5.4 准确度

5.4.1 各速度级相对误差

表1 流速各速度级相对误差

检定项目	速度级分段m/s			
	$v_k \sim 0.5$	0.5~1.5	1.5~3.5	>3.5
相对误差%	≤1.55	≤1.20	≤0.9	≤0.65
注： v_k —临界速度。				

5.4.2 全线相对均方差

流速与转速在临界流速以上呈线性关系可按检定公式计算，低速部分用实测点绘制 $v-n$ 曲线图，全线相对均方差应不大于±1.5%。

5.4.3 流向

最大允许误差为±3°。

5.5 重复性

重复性误差不大于最大允许误差的0.3倍。

6 通用技术要求

6.1 外观质量

流速仪表面涂层应牢固、均匀、不应有脱落、划伤、锈迹等缺陷，用于连接仪器设备的电缆表层应完好，不应有裂痕、破损等迹象。

6.2 防护要求

6.2.1 流速仪的水上设备应具备防潮、防尘、防盐雾的措施。

6.2.2 流速仪的旋转部分，转动灵活，停止徐缓，无卡阻现象。

6.2.3 流速仪在非包装状态下应能承受使用和搬动过程中的振动。

6.3 整机结构

流速仪的整机结构应便于运输、安装、使用和维修。

6.4 显示与记录

流速仪的信号应稳定、清晰、通断分明，含水上设备的流速仪其显示器读数应清晰准确。

6.5 铭牌

流速仪应有清晰的铭牌，标有产品名称、型号、编号、出厂日期、生产单位。

7 计量器具控制

计量器具控制适用于首次检定、后续检定和使用中检查。

7.1 检定条件

7.1.1 检定环境条件

7.1.1.1 温度与湿度条件

温度与湿度要求包括：

- a) 室温：5℃～25℃；
- b) 相对湿度：不大于95%。

7.1.1.2 供电电源

供电电源要求包括：

- a) 交流供电：220V，50Hz；电压允许偏差为±10%；
- b) 直流供电：12V，24V，允许偏差为-15%～+10%。

7.1.1.3 检定过程中流速仪不应受到强磁场和强电场的干扰。

7.1.2 检定设备

7.1.2.1 检定水槽

检定水槽要求包括：

- a) 直线静水明槽；
- b) 水槽有效检定距离长不小于 40m，宽度不小于 1.5m，深度不小于 1.2m。

7.1.2.2 检定车

检定车要求包括：

- a) 检定车应为自推进式，无级调速并配有电动驱动设备；
- b) 检定车速度范围：0m/s～5m/s；
- c) 配有标准车速专用测试设备。

7.1.2.3 钢卷尺

钢卷尺要求包括：

a) 测量范围：0 m ~100m；

b) 准确度等级：2级。

7.1.2.4 计时器

计时器要求包括：

a) 测量范围：0s~1×10⁶s；

b) 计时最大允许误差不大于±1×10⁻³s。

7.1.2.5 专用流向测试设备

专用流向测试设备要求包括：

a) 分度值为1°；

b) 刻度误差不大于0.5°。

7.2 检定项目

检定项目见表2。

表2 检定项目

序号	检定项目	检定方法	检定类别		
			首次检定	后续检定	使用中检查
1	外观质量	7.3.1	+	+	+
2	测速范围	7.3.2	+	+	+
3	分辨力	7.3.2	+	+	+
4	起动流速	7.3.2	+	+	+
5	各速度级相对误差	7.3.2	+	+	+
6	全线均方差	7.3.2	+	+	+
7	流向	7.3.2	*	*	*
8	重复性	7.3.3	+	+	+

注：“+”表示应检定，“*”表示根据具体产品型号列为必检项目。

7.3 检定方法

7.3.1 外观质量

采用目测和手检的方法进行，试验结果应符合6.1的规定。

7.3.2 测速范围、分辨力、起动流速、各速度级相对误差、全线均方差和流向

7.3.2.1 将旋桨式流速仪传感器固定在检定车下方，使旋桨水平轴保持水平，入水深度一般为0.3m,保证在最高车速时旋桨式流速仪传感器不会露出水面；

7.3.2.2 检定应在静水中进行，为避免水面波动对检定结果影响，检定车应待水槽水面相对静止后再启动。检定车的速度根据钢卷尺和计时器，测得的距离与时间的商值来确定；

7.3.2.3 检定点总数应根据测量范围设定，一般不少于16个，每个检定点至少读取5次测量值取平均值，其分布原则为：

a) 当流速 $V_i \leq 0.20\text{m/s}$ 检定速度时，每个检定点的速度间隔为0.02m/s~0.04 m/s；

b) 当 $0.20\text{m/s} < V_i \leq 1.00\text{m/s}$ 时，每个检定点间的速度间隔为0.10 m/s ~0.25m/s；

c) 当 $V_i > 1.00 \text{ m/s}$ 时, 每个检定点间的速度间隔为 $0.50 \text{ m/s} \sim 0.80 \text{ m/s}$ 。

7.3.2.4 使用钢卷尺测量每个计时点至零点的距离 L_i , 使用计时器测量检定车通过相邻两个计时点的时间 t_i , 采用公式 (1)、公式 (2) 计算测量段内的检定车速度标准值 v_{ti} 。流速仪线性段计算方法见公式 (3), 各检定点的相对误差、各速度级的相对误差和全线相对均方差计算方法见公式 (4)、(5) 和 (6), 各流速检定结果应符合 5.3.1, 5.3.2 的规定。

$$v_{iB} = \frac{L_i - L_{i-1}}{t_i} \quad (1)$$

$$v_{ti} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_{iB} \quad (2)$$

式中: L_i ——第 i 个计时点至零点的距离;

L_{i-1} ——第 $i-1$ 个计时点至零点的距离;

t_i ——检定车通过第 i 段距离的时间, s;

v_{iB} ——检定车第 i 段距离内的平均速度, m/s;

v_{ti} ——检定车速度标准值, m/s;

n ——检定车测量数据的个数。

$$v = Kn + C \quad (3)$$

式中: v ——流速, 单位为米每秒 (m/s);

K ——水力螺距, 单位为米 (m);

n ——转子转率, 等于旋桨总转数 N 与相应的测速历时 T 之比,

即 $n = N/T$, 单位为每秒 (s^{-1});

C ——仪器常数, 单位为米每秒 (m/s)。

$$\delta_i = \frac{\bar{v}_i - v_{ti}}{v_{ti}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\delta_{ii} = \frac{1}{N_i} \sum_{i=1}^N \left| \frac{\bar{v}_i - v_{ti}}{v_{ti}} \right| \times 100\% \quad (5)$$

式中: δ_i —— i 检定点相对误差;

δ_{ii} ——速度级相对误差;

\bar{v}_i —— i 检定点流速仪平均示值, 单位为米每秒 (m/s);

v_{ti} —— i 检定点检定车速, 单位为米每秒 (m/s);

N_i ——该速度级测点数。

$$m = \pm \sqrt{\sum \left(\frac{\bar{v}_i - v_{ii}}{v_{ii}} \right)^2 / (N_{ii} - 1)} \quad (6)$$

式中： m —全线相对均方差，%；

\bar{v}_i — i 检定点流速仪平均示值，单位为米每秒（m/s）；

N_{ii} —计算点数目。

7.3.2.5 起动流速

接通电源使流速仪处于工作状态，稍后缓缓增加车速，待旋桨由静止开始变为连续匀速转动时，立即停止加速并以此车速运行。连续测量五次，流速仪显示应稳定不变，如五次显示差别较大应再适量增加车速直至显示稳定，该车速即为流速仪起动流速，应符合5.2.1的规定。

7.3.2.6 流向检定

流向检定可以与流速检定分开在室内进行。

检定前用罗盘校准方位盘，方位盘应水平安装，周围不应存放磁性材料，使0°对准地磁N极，180°对准S极。将正常工作中的流速仪传感器固定在方位盘的转盘上，使其轴线通过方位盘的圆心，转动转盘使流速仪尾向对准方位盘的0°，读取流向值，然后顺时针转动30°转盘，使流速仪尾向对准方位盘的30°点，进行30°点的检定。

每隔30°设一检定点。依次进行一次顺时针检定，再进行一次反时针检定，读数要求精确到0.1°，检定值按附录B表要求记录，各检定点的流向示值误差计算方法见公式（6），计算结果应符合5.1.2和5.3.2的规定。

$$\Delta\theta_i = \theta_i - \theta_{0i} \quad (6)$$

式中： $\Delta\theta_i$ — i 检定点的流向示值误差，单位为度（°）；

θ_i — i 检定点流向读数，单位为度（°）；

θ_{0i} — i 检定点的实际流向，单位为度（°）。

7.3.3 重复性

在流速仪测量范围内选定某一车速，车速保持不变，用单点式流速仪连续测量10次，求出测量数据标准差，计算方法见公式（7）和公式（8），应符合5.5的规定。

$$\delta_R = \frac{(2 \sim 3)s}{Y_{F.S}} \times 100\% \quad (7)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2}{n-1}} \quad (8)$$

$$\bar{v} = v_1 + v_2 + \cdots + v_n / n$$

式中： δ_R —重复性误差；

$Y_{F.S}$ —仪器全量程，单位为米每秒 (m/s)；

S —重复性标准差，单位为米每秒 (m/s)；

v_i —任一次流速示值，单位为米每秒 (m/s)；

\bar{v} — n 次流速仪示值的平均值，单位为米每秒 (m/s)；

v_n —第 n 次流速示值；

n —测量次数。

8 检定结果处理

依照JJF 1015-2002文件的规定，所有主要检定项目经过检定均合格、满足计量性能要求的旋桨式流速仪发给检定证书，其内页格式见附录A；经过检定其中有一项不合格的旋桨式流速仪，发给检定结果通知书，其内页格式见附录B。

9 检定周期

旋桨式流速仪的检定周期一般不超过1年。

附录 A

检定证书内页格式

检定证书第 2 页

证书编号××××××-××××				
检定机构授权说明				
检定环境条件及地点：				
温 度	℃	地 点		
相对湿度	%	其 他		
检定使用的计量（基）标准装置				
名 称	测量范围	不确定度/准确 度等级/最大 允许误差	计量（基）标准 证书编号	有效期至
检定使用的标准器				
名 称	测量范围	不确定度/准确 度等级/最大 允许误差	计量（基）标准 证书编号	有效期至
第 2 页 共 3 页				

检定证书第 3 页

证书编号××××××-××××

检 定 结 果

序号	被检项目	检定结果	结论
1	外观质量		
2	测速范围		
3	分辨力		
4	各速度级相对误差		
5	全线均方差		
6	起动流速		
7	流向		
8	重复性		

注:

- 1 本报告检定结果仅对该计量器具有效;
- 2 本证书未加盖“XXXXXX”无效;
- 3 下次检定时请携带(出示)此证书。

未经授权, 不得部分复印本证书。

以下空白

附录B

检定结果通知书内页格式

检定结果通知书第 2 页

证书编号××××××-××××				
检定机构授权说明				
检定环境条件及地点：				
温 度	℃	地 点		
相对湿度	%	其 他		
检定使用的计量（基）标准装置				
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量（基）标准证书编号	有效期至
检定使用的标准器				
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量（基）标准证书编号	有效期至
第 2 页 共 3 页				

检定结果通知书第 3 页

证书编号××××××-××××

检 定 结 果

序号	被检项目	检定结果	合格判断
1	外观质量		
2	测速范围		
3	分辨力		
4	各速度级相对误差		
5	全线均方差		
6	起动流速		
7	流向		
8	重复性		

注：

- 1 本报告检定结果仅对该计量器具有效；
- 2 本证书未加盖“XXXXXX”无效；
- 3 下次检定时请携带（出示）此证书。

未经授权，不得部分复印本证书。

附加说明

说明检定结果不合格项

以下空白