



中华人民共和国交通运输部部门计量检定规程

JJG(交通) 031—2020

旋桨式流速仪

Propeller-Type Current Meter

2020-04-28 发布

2020-07-01 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

旋桨式流速仪 检定规程

Verification Regulation of
Propeller-Type Current Meter

JJG(交通) 031—2020
代替 JJG(交通) 031—2004

归口单位:全国水运专用计量器具计量技术委员会

主要起草单位:交通运输部天津水运工程科学研究所
国家水运工程检测设备计量站
天津水运工程勘察设计院

参加起草单位:长江航道测量中心
长江武汉航道局

本规程由全国水运专用计量器具计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

高 辉(交通运输部天津水运工程科学研究所)
杨 鲲(天津水运工程勘察设计院)
曹玉芬(交通运输部天津水运工程科学研究所)
柳义成(国家水运工程检测设备计量站)
韩鸿胜(交通运输部天津水运工程科学研究所)
赵 晖(国家水运工程检测设备计量站)

参加起草人：

曹媛媛(国家水运工程检测设备计量站)
梁武南(长江航道测量中心)
江山洪(长江武汉航道局)
杨传华(长江武汉航道局)
张瑞波(交通运输部天津水运工程科学研究所)
刘 杰(天津水运工程勘察设计院)
吴晓雪(国家水运工程检测设备计量站)
李 妍(国家水运工程检测设备计量站)
高术仙(国家水运工程检测设备计量站)
周振杰(国家水运工程检测设备计量站)

目 录

引言	II
1 范围	1
2 术语	1
3 概述	1
4 计量性能要求	2
5 通用技术要求	2
6 计量器具控制	2
附录 A 旋桨式流速仪检定记录表格式	6
附录 B 旋桨式流速仪检定证书内页格式	8
附录 C 旋桨式流速仪检定结果通知书内页格式	10

引 言

本规程依据 JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》编写。

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,除编辑性修改外,主要技术变化如下:

- 增加了旋桨式流速仪与起动流速的术语定义(见第 2 章);
- 删除了引用文献(见 2004 年版的第 2 章);
- 修改了计量性能要求中的测量范围、准确度(见第 4 章,2004 年版的第 4 章);
- 修改了各速度级相对误差、全线相对均方差和流向示值误差参数(见第 4 章,2004 年版的 4.3);
- 删除了通用技术要求中的防护要求、显示器和出厂要求(见 2004 年版的第 5 章);
- 删除了原检定设备中关于检定水槽、试验车及附属设备的要求,增加了钢卷尺和计时器等检定设备(见 2004 年版的 6.1.2);
- 修改了检定方法和计算公式(见 6.3,2004 年版的 6.3、附录 A);
- 修改了旋桨式流速仪检定记录表(见附录 A,2004 年版的附录 B)。

JJG(交通)031—2020 的历次版本发布情况为:

- JJG(交通)031—2004。

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 术语

下列术语和定义适用于本规程。

2.1

旋桨式流速仪 **propeller-type current meter**

以旋桨作为转子,绕着与水流方向平行的水平轴转动,其转速与周围水体流速成单值对应关系的流速测量仪器。

2.2

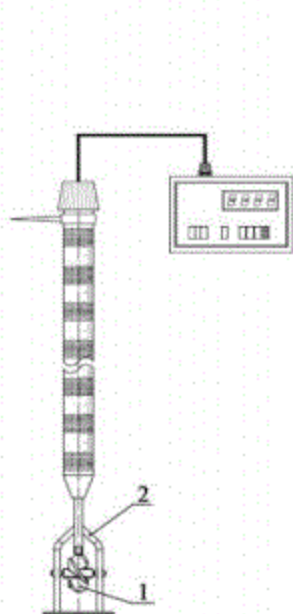
起动流速 **starting speed**

使旋桨开始连续转动的最低水流速度。

3 概述

旋桨式流速仪(以下简称“流速仪”)适用于江河、沿海、港口、航道和通航建筑物等水运工程水域内或模型试验水域内平均流速的测量。

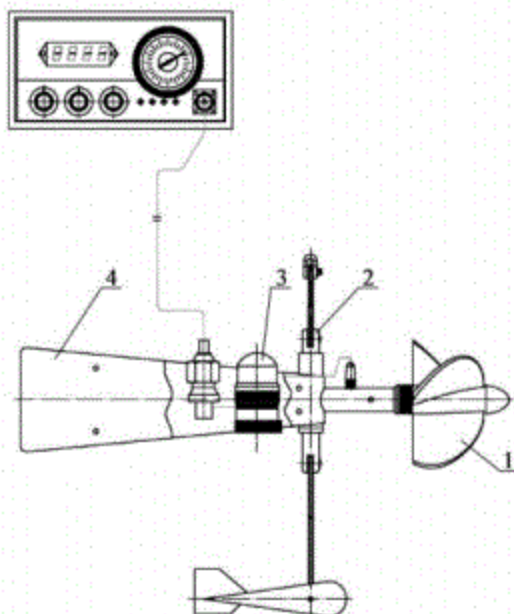
流速仪一般分为测杆便携式与悬索悬挂式两种。测杆便携式流速仪由旋桨和悬挂部分组成,结构示意图如图1所示;悬索悬挂式流速仪由旋桨、悬挂部分、流向传感器和定向尾翼组成,结构示意图如图2所示。



说明:

1——旋桨; 2——悬挂部分。

图1 测杆便携式流速仪



说明:

1——旋桨; 3——流向传感器;
2——悬挂部分; 4——定向尾翼。

图2 悬索悬挂式流速仪

水流作用到流速仪的旋桨时,旋桨产生回转运动,在一定的流速范围内,流速仪旋桨回转速率与流速之间存在线性关系,流速仪通过测量旋桨回转速率,经系数换算得到流速值。

4 计量性能要求

4.1 测量范围

4.1.1 流速:0.03m/s ~ 5m/s。

4.1.2 流向:0° ~ 360°。

4.2 分辨力

4.2.1 流速:0.01m/s。

4.2.2 流向:1°。

4.3 起动流速

流速仪的起动流速(v_0)应小于测速范围下限值的10%。

4.4 各速度级相对误差

流速仪速度级分段及其相对误差要求见表1。

表1 流速仪速度级分段及其相对误差要求

准确度等级	速度(v)级分段(m/s)			
	$v_0 \leq v < 0.5$	$0.5 \leq v < 1.5$	$1.5 \leq v < 3.5$	$v \geq 3.5$
1级	0.95%	0.70%	0.50%	0.35%
2级	1.25%	0.95%	0.70%	0.50%
3级	1.55%	1.20%	0.90%	0.65%

4.5 全线相对均方差

流速仪全线相对均方差绝对值应不大于1.5%。

4.6 流向示值误差

流速仪流向示值最大允许误差 $\pm 3^\circ$ 。

4.7 重复性

4.7.1 流速仪流速重复性应不大于其对应速度级示值误差的0.3倍。

4.7.2 流速仪流向重复性应不大于其最大允许误差的0.3倍。

5 通用技术要求

5.1 外观

流速仪表面涂层应牢固、均匀,不应有脱落、划伤、锈迹等缺陷,流速仪的旋转部分应转动灵活,停止徐缓,无卡阻现象。

5.2 铭牌

流速仪应有清晰的铭牌,标有产品名称、型号、生产厂家、出厂编号及出厂日期等。

6 计量器具控制

6.1 检定条件

6.1.1 检定环境条件

环境条件要求如下:

- a) 温度: $20^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: 应不大于 95%;
- c) 检定过程中流速仪应不受到强磁场和强电场的干扰;
- d) 交流供电: 电压 220V, 允许偏差 $\pm 10\%$, 频率为 50Hz, 允许偏差 $\pm 6\%$;
- e) 直流供电: 电压 12V、24V、48V, 允许偏差 $\pm 10\%$ 。

6.1.2 检定设施及设备

检定设施及设备要求如下:

- a) 检定水槽: 长度应不小于 40m, 宽度应不小于 1.5m, 深度应不小于 1.2m;
- b) 钢卷尺(或激光测距仪): 测量范围 0m ~ 100m, 准确度等级 2 级;
- c) 计时器: 测量范围 0s ~ 1×10^6 s, 最大允许误差 ± 0.001 s;
- d) 角度转盘: 与流速仪安装支架同轴, 测量范围 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$, 最大允许误差 $\pm 0.1^{\circ}$;
- e) 试验车, 要求如下:
 - 1) 试验车可设置运行速度, 速度范围 0.01m/s ~ 5.0m/s;
 - 2) 试验车可加速至设定速度并匀速运行, 直至减速停止于水槽另一端。

6.2 检定项目

检定项目见表 2, 检定记录表见附录 A。

表 2 检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
外观	+	+	+
铭牌	+	+	+
起动流速	+	+	+
各速度级相对误差	+	+	+
全线均方差	+	+	+
流向示值误差	+	+	+
流速重复性	+	+	-
流向重复性	+	+	-

注: “+”表示需要检定的项目,“-”表示不需要检定的项目。

6.3 检定方法

6.3.1 外观

采用目测和手检的方法检查外观。

6.3.2 铭牌

采用目测的方法检查铭牌。

6.3.3 试验前准备

试验车从水槽一端启动, 根据运动状态将水槽导轨分为加速段、匀速段和减速段, 在匀速段内设置 2 个固定信号点作为流速测量的起点和终点。

6.3.4 起动流速

起动流速检定步骤如下:

- a) 安装流速仪在试验车的安装支架上,调节流速仪入水深度为 0.3m;
- b) 启动试验车和流速仪,设定试验车加速度为 0.05m/s^2 ;
- c) 当流速仪的旋桨开始匀速转动时,此时试验车的速度即为流速仪的起动流速(v_0)。

6.3.5 各速度级相对误差

6.3.5.1 根据试验车的运动状态将水槽导轨分为加速段、匀速段和减速段,在匀速段内设置 2 个固定信号点作为流速测量的起点和终点。

6.3.5.2 检定水槽水体静止无明显波动后启动试验车。

6.3.5.3 检定点总数应根据测量范围设定,一般不少于 16 个,流速(v_i)要求如下:

- a) 当 $v_i \leq 0.20\text{m/s}$ 时,检定点之间的速度间隔为 $0.02\text{m/s} \sim 0.04\text{m/s}$;
- b) 当 $0.20\text{m/s} < v_i \leq 1.00\text{m/s}$ 时,检定点之间的速度间隔为 $0.10\text{m/s} \sim 0.25\text{m/s}$;
- c) 当 $v_i > 1.00\text{m/s}$ 时,检定点之间的速度间隔为 $0.50\text{m/s} \sim 0.80\text{m/s}$ 。

6.3.5.4 试验步骤如下:

- a) 按照已分布好的检定点依次进行流速试验。
- b) 试验车通过流速测量起点时,触发信号启动计时器,试验车通过流速测量终点时,触发信号停止计时器,计时器测量并记录试验车通过两点的时间。
- c) 读取计数器中的时间数据,用钢卷尺(或激光测距仪)测量流速测量起点和终点之间的距离,按式(1)计算试验车的平均速度作为标准流速值。

$$v_B = \frac{L_1 - L_0}{t} \quad (1)$$

式中: v_B ——试验车的平均速度(m/s);

L_1 ——流速测量终点距离水槽边壁的距离(m);

L_0 ——流速测量起点距离水槽边壁的距离(m);

t ——试验车通过流速测量起点和终点的时间(s)。

- d) 每个检定点记录 5 个流速仪示值,按式(2)计算出 $v_0 \leq v < 0.5\text{m/s}$ 、 $0.5\text{m/s} \leq v < 1.5\text{m/s}$ 、 $1.5\text{m/s} \leq v < 3.5\text{m/s}$ 、 $v \geq 3.5\text{m/s}$ 时各速度级的相对误差。

$$\delta_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{\bar{v}_i - v_{ti}}{v_{ti}} \right| \times 100\% \quad (2)$$

式中: δ_i ——速度级相对误差;

$\bar{v}_i$ ——第 i 个检定点流速仪示值平均值(m/s);

v_{ti} ——第 i 个检定点试验车速度标准值(m/s);

N ——速度级测点数。

6.3.6 全线相对均方差

根据各速度级相对误差的计算结果,按式(3)计算全线相对均方差。

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N_i} |(\bar{v}_i - v_{ti}) / (v_{ti})|^2}{N_i - 1}} \times 100\% \quad (3)$$

式中: m ——全线相对均方差;

N_i ——全速度级测点数。

6.3.7 流向示值误差

流向示值误差检定步骤如下:

- a) 安装流速仪至试验车的安装支架上,使流速仪零度指示方向与试验车运行方向重合,作为 0° 标准流向值。
- b) 设定试验车速度 1.0m/s ,连续读取并记录流速仪在匀速测量段的10个流向示值计算算术平均值($\bar{\theta}_s$)。
- c) 按式(4)计算流向示值误差。

$$\Delta\theta = \bar{\theta}_s - \theta_B \quad (4)$$

式中: $\Delta\theta$ ——流速仪流向示值误差($^\circ$);

θ_B ——标准流向值(角度转盘读数)($^\circ$)。

- d) 转动角度转盘,使角度依次为 30° 、 60° 、 90° 、 120° 、 150° 、 180° ,按6.3.6b)~c)步骤完成全部角度的流向检定试验,取示值误差中绝对值最大值作为流向示值误差的检定结果。

6.3.8 重复性

设定试验车速度 1.0m/s 和流向 180° 开展试验,按6.3.4和6.3.6的方法重复测量10次,按式(5)计算流速重复性,按式(6)计算流向重复性。

$$S_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2}{n-1}} \quad (5)$$

式中: S_v ——流速重复性(m/s);

v_i ——第 i 次测量的流速示值(m/s);

$\bar{v}$ ——流速算术平均值(m/s);

n ——测量次数。

$$S_\theta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\theta_i - \bar{\theta})^2}{n-1}} \quad (6)$$

式中: S_θ ——流向重复性($^\circ$);

θ_i ——第 i 次测量的流向示值($^\circ$);

$\bar{\theta}$ ——流向算术平均值($^\circ$)。

6.4 检定结果的处理

经检定合格的流速仪,发给检定证书,检定证书内页格式见附录B;检定不合格的流速仪,发给检定结果通知书,并注明不合格项目,检定结果通知书内页格式见附录C。

6.5 检定周期

流速仪的检定周期一般不超过1年。

附录 A

旋桨式流速仪检定记录表格式

证书编号:

器具名称				规格型号							
出厂编号				制造单位							
送检单位											
检定地点				环境条件		温度:_____湿度:_____					
外观检查				铭牌检查							
启动流速											
序号	车速 (m/s)	流速仪示值 (m/s)					平均值 (m/s)	绝对 误差	相对 误差	速度级 相对误差 (%)	全线相对 均方差 (%)
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											

第1页 共2页

序号	流向(°)	顺时针方向值	逆时针方向值	平 均 值	示 值 误 差
1	0				
2	30				
3	60				
4	90				
5	120				
6	150				
7	180				
流速重复性					
标准流速值(m/s)		流速示值(m/s)			
1.0					
平均值					
标准偏差					
流向重复性					
标准流向值(°)		流向示值(°)			
180					
平均值					
标准偏差					

检定人员：_____ 核验人员：_____ 检定日期：_____

附录 B

旋桨式流速仪检定证书内页格式

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	检定/校准证书编号	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		
2	铭牌		
3	起动流速		
4	各速度级相对误差		
5	全线均方差		
6	流向示值误差		
7	流速重复性		
8	流向重复性		

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“××××××”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 C

旋桨式流速仪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	检定/校准证书编号	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		
2	铭牌		
3	起动流速		
4	各速度级相对误差		
5	全线均方差		
6	流向示值误差		
7	流速重复性		
8	流向重复性		

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“× × × × × ×”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