



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 431—2014

轻便三杯风向风速表

Portable 3-cup Anemometers

2014-11-17 发布

2015-05-17 实施



国家质量监督检验检疫总局 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 计 量 检 定 规 程
轻便三杯风向风速表

JJG 431—2014

国家质量监督检验检疫总局发布

中国质检出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 32 千字
2015年2月第一版 2015年2月第一次印刷

书号:155026·J-2993 定价 21.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

轻便三杯风向风速表检定规程

Verification Regulation of
Portable 3-cup Anemometers

JJG 431—2014
代替 JJG 431—1986

归口单位：全国压力计量技术委员会

主要起草单位：浙江省大气探测技术保障中心

湖南省气象技术装备中心

参加起草单位：江苏省气象探测中心

本规程主要起草人：

罗 昶（浙江省大气探测技术保障中心）

李 晖（湖南省气象技术装备中心）

倪永胜（浙江省大气探测技术保障中心）

王建森（浙江省大气探测技术保障中心）

参加起草人：

张 正（江苏省气象探测中心）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 术语	(1)
3.2 计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(2)
6 通用技术要求	(2)
6.1 外观	(2)
6.2 风向系统机械性能	(3)
6.3 风速系统机械性能	(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)
7.4 检定结果的处理	(6)
7.5 检定周期	(6)
附录 A 标准风速计算方法	(7)
附录 B 轻便三杯风向风速表检定记录格式	(8)
附录 C 检定证书/检定结果通知书内页格式	(9)
附录 D 风洞试验段流场均匀性和稳定性检测方法	(12)

引 言

JJF 1002《国家计量检定规程编写规则》、JJF1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规程修订工作的基础性系列规范。

本规程是根据 JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》的规定,对 JJG 431—1986《DEM6 型轻便三杯风向风速表》进行修订的。与 JJG 431—1986 版相比,除编辑性修改外主要技术变化如下:

- 更改了规程名称,扩大了适用范围(见1);
 - 计量性能要求仅规定了示值误差要求(见5),通用技术要求中增加了风向标启动风速、风杯启动风速的要求(见6.2.2、6.3.2);
 - 更改了检定条件,修改了微压计和风洞的技术要求(见7.1.1);
 - 细化了检定方法(见7.3);
 - 更改了标准风速的计算公式(见附录A);
 - 删除了线性回归方程和非线性误差的数据处理;
 - 更改了检定周期(见7.5);
 - 删除了附录3、附录4、附录5和附录6;
 - 增加了“检定证书/检定结果通知书内页信息及格式”附录(见附录C);
 - 增加了风洞均匀性和稳定性的检测方法(见附录D)。
- 本规程的历次版本发布情况为:
- JJG 431—1986。

轻便三杯风向风速表检定规程

1 范围

本规程适用于测量上限不超过 30 m/s 的指针式轻便三杯风向风速表（以下简称指针式风速表）和数字式轻便三杯风向风速表（以下简称数字式风速表）的首次检定、后续检定和使用中检查。本规程不适用于矿用三杯风向风速表。

2 引用文件

本规程引用下列文件：

JJF 1001 通用计量术语及定义

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 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 风杯启动风速 starting wind velocity of cup

风杯由静止开始变为能够连续转动，风速表能指示或显示速度变化的最低风速。

3.1.2 风向标启动风速 starting wind velocity of vane

风向标由某一偏角释放返回到与气流方向相同时的最低风速。

3.1.3 阻塞比 blockage ratio

风洞试验段内风速表（包括安装支架、风速表启动杆等控制件）迎风面积与试验段均匀区横截面积之比。

3.2 计量单位

轻便三杯风向风速表使用的法定计量单位为米每秒，符号为 m/s。

4 概述

轻便三杯风向风速表（以下简称风速表）是用于测量风速和指示风向的便携式手持仪表，主要由风杯组、风速指示系统、风向系统和手柄等组成。

风杯组的三个风杯在风力的作用下转动，其角速度与风速成正比，风杯的转动通过机械传动或光电感应等方式进行转换输出风速值。当风的来向与风向标成某一交角时，风对风向标产生压力，该风压力矩使风向标旋转，直至风向标正对风的来向而停止转动，并指示出风向。

按风速指示系统的不同，风速表可分为用指针指示风速值的指针式风速表和用数字显示风速值的数字式风速表二种。指针式风速表具有定时机构，控制测量风速的采样时间为 1 min，指示风速值为 1 min 的平均风速；数字式风速表测量瞬时风速。常见的指针式风速表风速部分外形结构如图 1 a) 所示，数字式风速表风速部分外形结构如图

1 b) 所示, 风速表风向部分外形结构如图 1 c) 所示。



图 1 风速表外形结构示意图

5 计量性能要求

示值误差:

最大允许误差为 $\pm (0.5 \text{ m/s} + 0.02 \times v)$ (v 为标准风速)。

6 通用技术要求

6.1 外观

6.1.1 标志

风速表应有仪器名称、制造厂家(或商标)、型号、测量范围、最大允许误差、出厂编号、出厂日期、制造计量器具许可证标志及编号等信息。

6.1.2 外形结构

6.1.2.1 风向标应平整, 并与风向指针处在同一垂直平面内, 风向标转动应灵活平稳, 风向指针转动应不碰护盖。

6.1.2.2 风向标方向罗盘表面应色泽均匀, 方位标志标线应正确、均匀、清晰、整齐, 不得有影响读数的斑点、划痕等缺陷。

6.1.2.3 风杯的护杯环应正直、不扭曲并相互垂直, 弧架平面与玻璃面成 45° 角。

6.1.2.4 各风杯的形状和尺寸应相同, 各风杯间的夹角应相等。风杯切口平面与风杯的转动平面应相互垂直, 风杯的转动平面与风速表中心轴线应相互垂直。

6.1.2.5 风杯组与风速指示系统连接应牢固, 不得有松动现象。

6.1.3 风速指示系统

6.1.3.1 数字式风速表各功能键应能正常工作,不应有影响计量性能的缺陷。

6.1.3.2 数字式风速表显示的数字应清晰完整。风杯停止时,其显示值应为“0.0”;风杯转动平稳时,其显示值不应有不规则的跳动。

6.1.3.3 指针式风速表的玻璃表蒙应无色透明,不得有影响读数的缺陷。

6.1.3.4 指针式风速表具有清零功能,清零后风速指针对零线的偏移量不得超过一个刻度的1/5。

6.1.3.5 指针式风速表的度盘应平整,分度值不大于0.2 m/s,表面颜色均匀,不得有影响读数的斑点、划痕等缺陷。所有标字标线应清晰、均匀、整齐。

6.1.3.6 指针式风速表的风速指针应平直,其指针尖端应盖住短刻线的1/2~3/4。风速指针转动应平稳无阻滞,不得与时间指针相互碰撞,也不得与度盘、表蒙相碰。

6.2 风向系统机械性能

6.2.1 风向标方向罗盘定位

方向罗盘应转动灵活,制动可靠。在自由状态下,其南方应指向地磁南极。

6.2.2 风向标启动风速

风向标启动风速不大于1 m/s。

6.3 风速系统机械性能

6.3.1 风杯转动平稳性

风杯转动应灵活平稳并随遇平衡,目视不得有轴向跳动或径向摆动。风杯转动轴处于水平状态时,风杯应能随遇平衡。

6.3.2 风杯启动风速

风杯启动风速应不大于0.8 m/s。

6.3.3 指针式风速表的控制工作时间

指针式风速表定时机构的控制工作时间应为 (60 ± 1) s。

7 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检查。

7.1 检定条件

7.1.1 检定用仪器设备

7.1.1.1 标准器

皮托静压管(以下简称皮托管)和微压计。皮托管应选用L型标准皮托静压管,校准系数为0.998~1.004;微压计的测量上限不低于700 Pa,最大允许误差为 ± 0.5 Pa。

7.1.1.2 配套设备

a) 风洞

风洞试验段技术指标应满足表1的要求。

表 1 风洞试验段技术指标

项 目	技术指标
调速范围	(0.4~30) m/s
均匀性	不大于 1%
稳定性	不大于 0.5%
注：均匀性和稳定性的描述见附录 D。	

b) 气压计

用于风洞流场气压测量，准确度等级为 0.2 级及以上。

c) 温度计

用于风洞流场温度测量，最大允许误差：±0.5℃。

d) 湿度计

用于风洞流场相对湿度测量，最大允许误差：±8%。

7.1.2 环境条件

温度：(15~30)℃；

相对湿度：不大于 85%。

7.2 检定项目

风速表检定检查项目见表 2。

表 2 风速表检定项目一览表

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
1	外观	+	+	—
2	风向标方向罗盘定位	+	+	+
3	风向标启动风速	+	—	—
4	风杯转动平稳性	+	+	+
5	风杯启动风速	+	+	+
6	指针式风速表控制工作时间	+	+	+
7	示值误差	+	+	+
注：“+”表示应检项目，“—”表示可不检项目。				

7.3 检定方法

7.3.1 检定前的准备工作

7.3.1.1 将皮托管牢固安装在风洞试验段，其测头轴线与风洞试验段轴线平行，并对准风的来向。将皮托管的总压接头、静压接头分别与微压计测试端、参考端相连。

7.3.1.2 将被检风速表牢固安装在风洞试验段均匀区内。风向标和风杯转动平面应水平。被检风速表距离标准风速测量点后端（相对气流来向）不小于 150 mm。

7.3.1.3 计算阻塞比。将被检风速表（包括安装支架和控制件）在迎风方向上的投影面积除以风洞试验段均匀区面积，其比值不大于 0.05 时，方可进行检定。

7.3.2 外观检查

目测手感。

7.3.3 风向标方向罗盘定位检查

解除方向罗盘制动,使其处于自由状态,检查罗盘指南方位是否指向地磁南极。

7.3.4 风向标启动风速检查

静风时将风向标分别转动至与风洞试验段轴线成 20° 及 340° 的位置,缓慢增加风洞流场风速并测出标准风速值(计算方法见附录 A),当标准风速为 1.0 m/s 时停止增加风速,观察风向标是否转动至气流方向相一致并保持平衡。

7.3.5 风杯转动平稳性检查

将风杯转轴分别处于垂直状态和水平状态,吹动风杯转动,观察风杯转动是否有轴向跳动或径向摆动,当风速降至零后,观察风杯是否能缓慢减速并自然地停止在任意位置。

7.3.6 风杯启动风速检查

缓慢增加风洞流场风速并测出标准风速值(计算方法见附录 A),当标准风速为 0.8 m/s 时停止增加风速,观察风杯是否由静止开始变为连续转动并能指示或显示速度变化。

7.3.7 指针式风速表控制工作时间检查

用秒表测量控制工作时间,重复测量二次,取其算术平均值作为风速表控制工作时间。

7.3.8 示值误差检定

7.3.8.1 检定点的选择。在风速表的测量范围内均匀地选取至少 7 个检定点,其中应包含测量范围上限点和下限点。各检定点可调在该检定点 $\pm 1 \text{ m/s}$ 范围内,但检定点上限可调低 $(1\sim 2) \text{ m/s}$ 。

7.3.8.2 调整风速至检定点,稳定 1 min 后启动风速表计数。指针式风速表计数期间,等时距读取微压计示值三次,取其算术平均值作为该检定点的微压计示值,时间指针停止转动后,读取被检表风速示值和试验段内温度、相对湿度及气压值;检定数字式风速表时,先读取微压计示值,再读取被检表风速示值,重复二次,期间读取试验段内温度、相对湿度及气压值,取二次微压计示值和被检表风速示值的算术平均值作为该检定点的微压计示值和被检表风速示值。风速表检定记录格式见附录 B。

7.3.9 数据处理

7.3.9.1 标准风速计算

根据示值误差检定时测得的空气温度、湿度、气压和微压计示值计算出各检定点的标准风速(计算方法见附录 A)。

7.3.9.2 示值误差计算

各检定点示值误差计算见式(1)。

$$\Delta v = v' - v \quad (1)$$

式中:

Δv ——示值误差, m/s ;

v' ——风速示值, m/s;

v ——标准风速, m/s。

7.4 检定结果的处理

经检定的风速表,其计量性能和通用技术要求符合本规程的规定为合格,并出具检定证书;检定不合格的风速表发给检定结果通知书,并注明不合格项目。

检定证书和检定结果通知书的格式参见附录 C。

7.5 检定周期

风速表的检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

标准风速计算方法

A.1 用风洞试验段内的空气温度按式 (A.1) 计算出饱和水汽压:

$$e_s = k \times e^{(AT^2 + BT + C + \frac{D}{T})} \quad (\text{A.1})$$

式中:

e_s —— T 温度下的饱和水汽压, Pa;

T ——试验段内空气温度, K;

$k=1$ Pa;

A 、 B 、 C 、 D 均为常数, 其值如下:

$A=1.237\ 884\ 7 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

$B=-1.912\ 131\ 6 \times 10^{-2} \text{ K}^{-1}$

$C=33.937\ 110\ 47$

$D=-6.343\ 164\ 5 \times 10^3 \text{ K}$

A.2 用风洞试验段内的空气温度、相对湿度和气压值按式 (A.2) 计算出空气密度。

$$\rho = 3.483\ 53 \times 10^{-3} \times \frac{1}{T} (P_0 - 0.378 H e_s) \quad (\text{A.2})$$

式中:

T ——试验段内空气温度, K;

P_0 ——试验段内气压, Pa;

H ——试验段内空气相对湿度, 用小数表示;

e_s —— T 温度下的饱和水汽压, Pa。

A.3 再将空气密度值和微压计示值代入式 (A.3) 计算出标准风速值。

$$v = \sqrt{\frac{2}{\rho} \rho \xi} \quad (\text{A.3})$$

式中:

v ——标准风速, m/s;

ρ ——空气密度, kg/m³;

ρ ——微压计示值, Pa;

ξ ——皮托管校准系数。

附录 B

轻便三杯风向风速表检定记录格式

送检单位				记录编号									
仪器名称				型号/规格									
仪器编号				生产厂家									
允许误差				检定地点									
检定依据				首次检定○ 后续检定○ 使用中检查○									
计量标准													
标准器													
环境参数	气压: (~) hPa, 温度: (~) °C, 相对湿度: (~) %												
阻塞比													
一、检定结果													
1. 外观: _____, 2. 风向标方向罗盘定位: _____, 3. 风向标启动风速: _____, 4. 风杯转动平稳性: _____, 5. 风杯启动风速: _____, 6. 风速表控制时间: _____, 7. 示值误差: _____													
检 定 点	微压计读数/ Pa				空气密度				标准 风速 m/s	被检表示值 m/s			示值 误差 m/s
	1	2	3	平均	温度 °C	湿度 %RH	气压 hPa	ρ kg/m ³		1	2	平均	
二、检定结论: _____, 有效期至: _____年 _____月 _____日; 证书号: _____。													
三、其他说明:													

检定员: _____ 检定日期: _____ 核验员: _____ 核验日期: _____

附录 C

检定证书/检定结果通知书内页格式

C.1 检定证书/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×页 共×页				

C.2 检定证书检定结果页

证书编号×××××××—××××

检定结果

1. 外观: _____
2. 风向标方向罗盘定位: _____
3. 风向标启动风速: _____
注: 仅首次检定时检查启动风速。
4. 风杯转动平稳性: _____
5. 风杯启动风速: _____
6. 风速表控制工作时间: _____
注: 仅指针式风速表需测量风速控制工作时间。
7. 示值误差: _____

单位为 m/s

序号	标准风速	示值	示值误差

8. 其他说明:

(以下空白)

第×页 共×页

C.3 检定结果通知书检定结果页

证书编号×××××××—××××

检定结果

1. 外观: _____

2. 风向标方向罗盘定位: _____

3. 风向标启动风速: _____

注: 仅首次检定时检查启动风速。

4. 风杯转动平稳性: _____

5. 风杯启动风速: _____

6. 风速表控制工作时间: _____

注: 仅指针式风速表需测量风速控制工作时间。

7. 示值误差:

单位为 m/s

序号	标准风速	示值	示值误差

检定结论:

不合格检定项目和内容为:

(以下空白)

附录 D

风洞试验段流场均匀性和稳定性检测方法

D.1 范围

本方法适用于检定轻便三杯风向风速表用风洞试验段流场的均匀性和稳定性的检测。

D.2 检测条件

D.2.1 环境温度： $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ；

D.2.2 环境相对湿度：小于 80%。

D.3 检测设备

D.3.1 L 型标准皮托静压管

校准系数： $0.998\sim 1.004$ 。

D.3.2 数字式微压计

选用测量范围为 $(0\sim 1\,000)\text{Pa}$ ，准确度等级为 0.05 级及以上的数字式微压计或测量上限不低于 700Pa ，最大允许误差为 $\pm 0.5\text{Pa}$ 的数字式微压计。

D.3.3 温度测量仪器

测量范围： $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ；

最大允许误差： $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 。

D.3.4 相对湿度测量仪器

测量范围： $10\%\sim 90\%$ ；

最大允许误差： $\pm 8\%$ 。

D.3.5 气压测量仪器

测量范围： $500\text{hPa}\sim 1\,060\text{hPa}$ ；

最大允许误差： $\pm 0.4\text{hPa}$ 。

D.4 检测方法

D.4.1 均匀性

D.4.1.1 测量点的布置

取试验段安装被检仪器位置的横截面作为检测截面。将其分成面积相等的数十个正方形，每个正方形的中心为流速测量点位置（各测点间距为 $50\text{mm}\sim 100\text{mm}$ ）。圆形试验段截面等间距法测量点布置如图 D.1 所示，其他形状试验段截面测量点位置参考圆形截面布置。

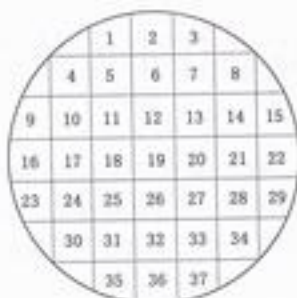


图 D.1 圆形试验段截面等间距法测量点布置图

D.4.1.2 流速点的选择

至少选择 10 m/s、20 m/s 两种流速点检测。

D.4.1.3 检测步骤

将皮托管固定安装在选定的测量点位置。调节风场流速，使试验段风速稳定在选定流速点。流速稳定后，记录该测量点位置的微压计示值，以及风场温度、湿度和气压值，并按附录 A 计算出该测量点标准风速。然后将皮托管依序安装在下一测量点位置，直至完成整个检测截面测量点的流速测量。

D.4.1.4 数据处理

各流速点检测截面平均流速 $\bar{V}$ 按式 (D.1) 计算。

$$\bar{V} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad (\text{D.1})$$

式中：

V_i ——第 i 测量点流速值，m/s。

n ——测点数；

i ——1, 2, 3, ..., n 。

各流速点检测截面的均匀性 μ 按式 (D.2) 计算。

$$\mu = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta V_i / \bar{V})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (\text{D.2})$$

式中：

ΔV_i ——第 i 测量点流速与被测截面平均流速之差，m/s；

$\bar{V}$ ——检测截面平均流速，m/s；

n ——测点数；

V_i ——第 i 测点流速，m/s；

i ——1, 2, 3, ..., n 。

取各流速点检测截面均匀性 μ 中的最大值作为该风洞的均匀性。

D.4.2 稳定性

D.4.2.1 流速点的选择

5 m/s, 10 m/s, 15 m/s, 20 m/s, 25 m/s。

D.4.2.2 检测步骤

将皮托管安装在试验段截面中心。调节风场流速，使试验段风速稳定在选定流速点。稳定后每隔 5 s 读一次微压计示值，以及风场温度、湿度和气压值，并按本规程附录 A 计算出标准风速，测量时间为 1 min，各流速点下测量三次。

D.4.2.3 数据处理

各流速点每分钟的流速稳定性 η 按式 (D.3) 计算。

$$\eta = \frac{|V_i - \bar{V}|_{\max}}{\bar{V}} \times 100\% \quad (\text{D.3})$$

式中：

V_i ——所选流速点中第 i 个瞬时流速，m/s；

$\bar{V}$ ——所选流速点一分钟的平均流速，m/s；

i ——1, 2, 3, ..., 12。

以三次测量的每分钟流速稳定性 η 的算术平均值作为该流速点稳定性。

取各流速点稳定性中的最大值作为该风洞的稳定性。



JJG 431-2014

版权所有 侵权必究

书号: 155026 · J-2993

定价: 21.00 元