



中华人民共和国国家标准

GB/T 33691—2017

杯式测风仪测试方法

Test method for cup anemometer

2017-05-12 发布

2017-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 测试条件	1
4 测试方法	2
附录 A (规范性附录) 标准风速计算方法	5
参考文献	6

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国气象局提出。

本标准由全国气象仪器与观测方法标准化技术委员会(SAC/TC 507)归口。

本标准起草单位:中国气象局气象探测中心、新疆气象技术装备保障中心、湖北省气象信息与技术保障中心、黑龙江省大气探测技术保障中心、江苏省无线电科学研究所有限公司。

本标准主要起草人:边泽强、陈曦、李松奎、刘昕、吴宁、曾涛、李帅、施继伟、朱庆春、徐群。

杯式测风仪测试方法

1 范围

本标准规定了杯式测风仪实验室风洞测试方法。
本标准适用于杯式测风仪的主要性能测试。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

风杯 wind cup

由于风速测量的半球状或锥状空杯。常用三个这样的风杯构成风速感应器。
[QX/T 8—2002,定义 5.4.26]

2.2

风向标 wind vane

用来指示风向带有尾翼的装置。
[QX/T 8—2002,定义 5.4.29]

2.3

风杯起动风速 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。
注:风杯起动风速的测量单位为米每秒(m/s)。
[JJG 431—2014,定义 3.1]

2.4

风向标起动风速 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。
注:风向标起动风速的测量单位为米每秒(m/s)。
[JJG 431—2014,定义 3.2]

2.5

阻塞比 blockage ratio

风洞试验段内仪器(包括安装支架、风速表起动杆等控制件)迎风面积与试验段均匀区横截面积之比。
[JJG 431—2014,定义 3.3]

3 测试条件

3.1 实验室环境

温度:15℃~30℃;
相对湿度:不大于85%;
大气压力:500 hPa~1 060 hPa。

3.2 标准仪器及配套设备

标准器及配套设备主要技术指标见表1。

表1 标准器及配套设备主要技术指标

分类	名称	主要技术指标
标准器	皮托静压管	$K: 0.999 \sim 1.002, U_{rel}$ 不大于 0.5%
	数字微压计	测量范围: 0 Pa ~ 2 500 Pa, 最大允许误差: ± 0.5 Pa
	万能角度尺	测量范围: $0^\circ \sim 360^\circ$, 最大允许误差: $\pm 5'$
配套设备	风洞	测量范围不小于 30 m/s, 流速稳定性不大于 0.5%, 流速均匀性不大于 1.0%, 阻塞比不大于 0.05
	温度计	测量范围: $0^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$, 最大允许误差: $\pm 0.5^\circ\text{C}$
	湿度计	测量范围: 10% ~ 95% RH, 最大允许误差: $\pm 8.0\%$ RH
	气压计	测量范围: 500 hPa ~ 1 100 hPa, 最大允许误差: 2 hPa

注: K 为皮托静压管系数, U_{rel} 为皮托静压管相对不确定度。

4 测试方法

4.1 测试项目

至少包括:

- a) 风向标起动风速;
- b) 风向测量误差;
- c) 风杯起动风速;
- d) 风速测量误差。

4.2 测试前准备

4.2.1 外观检查

用目测的方法,对杯式测风仪的外观进行检查。表面完好,标牌和标记完整、清晰;杯式测风仪风速传感器三个风杯及杯臂的几何形状应相同且无变形,风向标结构应完整,风向标平直。

4.2.2 机械性能检查

风杯旋转时应无异响,转动平稳,无跳动现象;风杯转轴处于水平状态时,拨动风杯至随机选择的位置,在自由状态下,风杯能随遇平衡。

风向标转动应灵活平稳,风向标处于水平状态时,拨动风向标,应能自然停止在水平任意状态。

4.2.3 标准器的安装

将皮托静压管牢固安装在风洞工作段流场均匀区内,皮托静压管探头朝向气流的来向,并与风洞轴线平行。皮托静压管的总压接头、静压接头分别与微压计的测试端、参考端通过管路相连。

数字微压计通电预热后至稳定并置零。

4.3 风向测试

4.3.1 风向标起动风速

将风向标垂直固定在风洞底座的水平旋转平台上,调节高度使风向标位于风洞工作段截面积中心位置,风向标转动平面位于皮托静压管后端(相对气流来向),避免风向标转动对皮托静压管测量造成影响。

将风向标分别转动至与风洞轴向成 20° 及 340° 的位置,用制动装置固定风向标,从 0.1 m/s 开始逐级提升风速进行试验,当给定风速稳定后释放制动装置,如风向标可以运动到风向与气流方向一致时,记录微压计示值和工作段内温度、湿度及气压值,计算标准风速(计算方法见附录A)。重复测量三次。

取不同位置测得的标准风速平均值中的最大值作为风向标起动风速。

4.3.2 风向测量误差

测试点: 0° 、 30° 、 90° 、 180° 、 240° 、 270° 。也可根据要求自主选择测试点。

将风向标垂直固定在风洞底座的水平旋转平台上,调节高度使风向标位于风洞工作段截面积中心位置,风向标转动平面位于皮托静压管后端(相对气流来向),避免风向标转动对皮托静压管测量造成影响。

以 5 m/s 风速进行试验,按照风向测试点顺序转动旋转平台,用制动装置固定风向标,当给定风速稳定后释放制动装置,风向标运动到风向与气流方向一致时,用万用角度尺测量旋转角度作为标准风向值,记录风向标输出值作为被测风向值。

各测试点测量误差计算见式(1):

$$\Delta D = D' - D \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

ΔD —— 风向测量误差,单位为度($^{\circ}$);

D' —— 被测风向值,单位为度($^{\circ}$);

D —— 标准风向值,单位为度($^{\circ}$)。

4.4 风速测试

4.4.1 风杯起动风速

将风杯垂直固定在风洞底座的水平旋转平台上,调节高度使风杯位于风洞工作段截面积中心位置,风杯转动平面位于皮托静压管后端(相对气流来向),避免风杯转动对皮托静压管测量造成影响。

在风杯处于静止状态下,以 0.1 m/s 逐级缓慢增加风速,当风杯由静止变为连续转动时,停止增加风速,记录微压计示值和工作段内温度、湿度及气压值,计算标准风速(计算方法见附录A)。重复测量三次。取三次标准风速平均值作为风杯起动风速。

4.4.2 风速测量误差

风速测试点: 2 m/s 、 5 m/s 、 10 m/s 、 15 m/s 、 20 m/s 、 25 m/s 、 30 m/s 。也可根据要求自主选择测试点。

将风杯垂直固定在风洞底座的水平旋转平台上,调节高度使风杯位于风洞工作段截面积中心位置,风杯转动平面位于皮托静压管后端(相对气流来向),避免风杯转动对皮托静压管测量造成影响。

按风速测试点顺序调整风速,风速稳定后记录微压计示值和工作段内温度、湿度及气压值,计算标准风速(计算方法见附录A),记录风杯输出值作为被测风速值。

各测试点测量误差计算见式(2):

$$\Delta v = v' - v \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

- Δv —— 测量误差,单位为米每秒(m/s);
- v' —— 被测风速值,单位为米每秒(m/s);
- v —— 标准风速,单位为米每秒(m/s)。

附 录 A
(规范性附录)
标准风速计算方法

A.1 按式(A.1)计算出饱和水汽压:

$$e_w = p_w \times e^{(AT^2+BT+C+\frac{D}{T})} \dots\dots\dots(A.1)$$

式中:

e_w —— T 温度下的饱和水汽压,单位为帕(Pa);

T —— 工作段内空气温度,单位为开尔文(K);

$p_w = 1$ Pa;

A 、 B 、 C 、 D 均为常数,其值如下:

$A = 1.237\ 884\ 7 \times 10^{-5} \text{ K}^{-2}$;

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

$C = 33.937\ 110\ 47$;

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

A.2 按式(A.2)计算出空气密度:

$$\rho = 3.483\ 53 \times 10^{-3} \times \frac{1}{T} (P_0 - 0.378He_w) \dots\dots\dots(A.2)$$

式中:

T —— 工作段内空气温度,单位为开尔文(K);

P_0 —— 工作段内气压,单位为帕(Pa);

H —— 工作段内空气相对湿度,用小数表示;

e_w —— T 温度下的饱和水汽压,单位为帕(Pa)。

A.3 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:

$$v = K \sqrt{\frac{2p}{\rho}} \dots\dots\dots(A.3)$$

式中:

v —— 标准风速,单位为米每秒(m/s);

ρ —— 空气密度,单位千克每立方米(kg/m^3);

p —— 微压计示值,单位为帕(Pa);

K —— 皮托静压管系数。

参 考 文 献

- [1] JJF 1001—2011 通用计量术语及定义
 - [2] JJF 1431—2013 风电场用磁电式风速传感器校准规范
 - [3] JJG 431—2014 轻便三杯风向风速表检定规程
 - [4] QX/T 8 气象仪器术语
 - [5] QX/T 84—2007 气象低速风洞性能测试规范
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
杯式测风仪测试方法
GB/T 33691—2017

*

中国标准出版社出版发行
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)68533533 发行中心:(010)51780238
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 0.75 字数 16 千字
2017年5月第一版 2017年5月第一次印刷

*

书号: 155066·1-55924 定价 16.00 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



GB/T 33691—2017