



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 587—2020

---

## 气象观测专用技术装备测试规范 高空 气象观测仪器

Specifications for tests of technical equipment specialized for meteorological  
observation—Upper-air meteorological observation instrument

2020-12-29 发布

2021-04-15 实施

---

中 国 气 象 局 发 布



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 测试要求 .....	2
5 外观和结构检查 .....	3
6 功能检测 .....	4
7 电气性能测试 .....	4
8 安全性试验 .....	7
9 静态测量性能测试 .....	7
10 动态比对试验 .....	12
11 环境适应试验 .....	14
12 电磁兼容试验 .....	14
13 可靠性试验 .....	14
14 维修性试验 .....	14
15 测试结果与评定 .....	14
参考文献 .....	15

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国气象仪器和观测方法标准化技术委员会(SAC/TC 507)提出并归口。

本标准起草单位:中国气象局气象探测中心、内蒙古自治区气象局、云南省气象局、湖北省气象局、河北省气象局。

本标准主要起草人:郭启云、杨荣康、蔺汝罡、杨国彬、杨维发、刘立辉、杨加春、夏元彩、李欣。

# 气象观测专用技术装备测试规范 高空气象观测仪器

## 1 范围

本标准规定了高空气象观测仪器的测试要求与测试方法。

本标准适用于基于气球载体的高空气象观测仪器的设计、生产、试验和检验等的测试。

## 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。

GB/T 37467 气象仪器术语

QX/T 222—2013 气象气球 浸渍法天然胶乳气球

QX/T 526—2019 气象观测专用技术装备测试规范 通用要求

中国气象局. 常规高空气象观测业务规范[M]. 北京:气象出版社,2010

## 3 术语和定义

GB/T 37467 和 QX/T 526—2019 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**[无线电]探空仪 [radio]sonde**

用运载工具携带升空,在空中运动中探测大气温度、气压、湿度等气象要素,并用无线电信号将探测结果传送到地面接收和处理设备,以获得所测气象要素分布的仪器。

注:改写 GB/T 37467—2019,定义 4.1.1。

### 3.2

**探空仪地面跟踪定位设备 radiosonde ground track and position equipment**

跟踪探空仪、测量其空中位置坐标的设备。

注:如测风雷达和无线电经纬仪等。

### 3.3

**探空仪地面信号接收处理设备 radiosonde ground signal receiving and processing equipment**

接收探空仪发出的信号,通过数据处理、储存和输出原始探空数据,生成业务数据文件的接收机、计算机及软件。

### 3.4

**探空仪检测箱 radiosonde measure box**

配有温度、气压和湿度标准器,在探空仪施放前对其气象要素传感器进行校准的标准设备。

[GB/T 37467—2019,定义 4.1.11]

### 3.5

**气象气球 meteorological balloon**

气象观测领域中应用的各种气球。

注:主要用作高空气象仪器的运载工具,亦可用作高空风或云底高度的示踪物。

[GB/T 37467—2019,定义 4.3.4]

### 3.6

#### **位势高度 geopotential height**

单位质量的物体从海平面上升到某高度克服重力所作的功。

注:单位为位势米(gpm)。

### 3.7

#### **稳定性 stability of equipment operation**

被试产品保持其测量特性随时间或环境应力作用保持不变的能力。

## 4 测试要求

### 4.1 测试项目

探空仪、探空仪地面跟踪定位设备、探空仪地面信号接收处理设备、探空仪检测箱和气象气球的测试宜包括下列项目:

- 外观和结构检查;
- 功能检测;
- 电气性能测试;
- 安全性试验;
- 静态测量性能测试;
- 动态比对试验;
- 环境适应试验;
- 电磁兼容试验;
- 可靠性试验;
- 维修性试验。

### 4.2 测试方案

应符合 QX/T 526—2019 第 6 章的要求。

### 4.3 被试样品

4.3.1 样品类型应符合 QX/T 526—2019 中 4.1.1 的要求。

4.3.2 被试探空仪样品应不少于 120 只,其中 30 只用于电气性能和静态测量性能测试,60 只用于动态比对试验,15 只用于环境适应性试验,15 只用于以上测试的备份。如需进行探空仪的辐射误差试验,应另外提供 10 只探空仪。

4.3.3 被试探空仪地面跟踪定位设备样品和被试探空仪地面信号接收处理设备样品分别应至少提供 3 台,其中 2 台用于发射系统测试、伺服系统测试、接收系统测试、定位误差和探测性能测试、数据采集和处理软件测试、可靠性和维修性试验、电磁兼容性测试和安全性测试,1 台用于环境适应性试验。

4.3.4 被试探空仪检测箱样品应至少提供 3 台,其中 2 台用于探空仪传感器的静态测试、检测区温度场和湿度测试、检测区风速测量和数据传输测试,1 台用于环境适应性试验。

4.3.5 被试气象气球样品应至少提供 10 只,用于外观和结构检查试验和环境适应性试验;其中,外观和结构检查试验应包括规格尺寸测量和理化性能测试。

4.3.6 仅测试某一项目时,被试样品数量应不少于 4.3.2 至 4.3.5 要求的最少样品数量。

#### 4.4 测试流程

应符合 QX/T 526—2019 第 7 章的要求。

#### 4.5 记录

应符合 QX/T 526—2019 中 4.2.1 的要求。

#### 4.6 试验的终止/中止和恢复

应符合 QX/T 526—2019 中 4.4 的规定。

#### 4.7 测试条件

应符合 QX/T 526—2019 第 5 章的要求。

#### 4.8 测试报告

应符合 QX/T 526—2019 第 11 章的要求。

#### 4.9 资料的整理和归档

应符合 QX/T 526—2019 第 12 章的要求。

### 5 外观和结构检查

#### 5.1 探空仪

探空仪外观和结构检查除符合 QX/T 526—2019 中 8.1 的要求和方法外,还应:

- a) 至少抽检 5 只探空仪。如有明显缺陷,增加 10 只抽检;仍有缺陷时,作外观或结构不合格处理,终止试验。
- b) 进行探空仪放球绳抗拉强度试验时,试验拉力不小于被试探空仪施放重量的 20 倍。
- c) 检查气压测量元件的采样通道和采样点,观察气压测量元件的采样通道是否畅通、采样位置是否会受气球上升引起的气流动压影响;如不能确定,可进行风洞试验。
- d) 检查探空仪机壳材料和形状,观察温度和湿度测量元件是否会受机壳辐射和气流阻挡的影响。

#### 5.2 探空仪地面跟踪定位设备和探空仪地面信号接收处理设备

被试探空仪地面跟踪定位设备和被试探空仪地面信号接收处理设备除按 QX/T 526—2019 中 8.1 的要求和方法检查外,对于具有跟踪功能的定位设备的天线,还应检查其转动灵活性和有无卡滞、阻塞现象。

#### 5.3 探空仪检测箱

被试探空仪检测箱除按 QX/T 526—2019 中 8.1 的要求和方法检查外,如采用通风干湿表作为温度和湿度的标准器,还应检查湿球蒸发的水是否直接吹向被试温度元件和被试湿度元件。如发现湿球蒸发的水直接吹向了被试温度元件和被试湿度元件(没有经过湿度控制和调整装置),可直接评定被试探空仪检测箱整体不合格,终止试验。

#### 5.4 气象气球

通过目测的方法检查被试气象气球外观,按 QX/T 222—2013 中附录 B 的要求和方法测量、检查被

试气象气球的规格、尺寸。

## 6 功能检测

除按 QX/T 526—2019 中 8.2 的要求和方法检测外,还应:

- a) 探空仪地面跟踪定位设备和探空仪地面信号接收处理设备中如有发射系统,则根据《常规高空气象观测业务规范》和对应的系统功能规格需求书的要求和方法测试波瓣宽度、副瓣电平、发射频率、发射脉冲频谱和发射脉冲功率等参数;
- b) 探空仪地面跟踪定位设备和探空仪地面信号接收处理设备中如有伺服系统,则根据《常规高空气象观测业务规范》和对应的系统功能规格需求书的要求和方法测试跟踪范围、跟踪速度、跟踪加速度和方位角、俯仰角等参数;
- c) 气象气球的理化性能测试按 QX/T 222—2013 中 5.4 的要求和方法进行。

## 7 电气性能测试

### 7.1 测试内容和项目

应符合 QX/T 526—2019 中 8.3.1 的要求。

### 7.2 探空仪测试要求和方法

#### 7.2.1 载波频率

7.2.1.1 将被试探空仪的发射机置于微波暗室或宽敞的室内,用频谱仪获取感应信号直接测量,包括中心频率和频带宽度。

7.2.1.2 采用多频点的探空仪发射机,连续调整的每间隔 0.5 MHz 测量一个频点,定点调整的每个频点都应测量。

#### 7.2.2 载波频率稳定性

7.2.2.1 应分别在环境适应性和施放试验中进行。

7.2.2.2 环境适应性试验包括低温、高温、湿热和低温-低气压工作条件试验。将被试探空仪置于试验箱中,接通电源,在没有施加环境应力的条件下,用频谱仪接收探空仪信号并测量中心频率和频带宽度;然后将环境条件调整至技术指标规定的环境参数,再次测量,以两次测量的中心频率差和频带宽度的变化作为载波频率和频带宽度的偏移量。

7.2.2.3 施放试验过程中,记录探空仪地面信号接收处理设备显示的被试探空仪载波频率的最大值和最小值,至少记录 5 次施放的结果。频率稳定性用各次施放最大值与最小值的差值表示,给出 5 次施放中最大的差值绝对值作为载波频率偏移量。

#### 7.2.3 发射功率

7.2.3.1 直接测量法:在被试探空仪天线与发射机电路之间安装高频插件,首先用频谱仪检查探空仪信号是否正常,然后取下天线,将高频插件直接连接在功率计上测量,测量值即为发射功率。

7.2.3.2 替代法:应按下列要求和方法测量:

- a) 在微波暗室或宽敞的试验室进行,将探空仪置于专用测试支架上,使接收天线和探空仪发射天线平行,两者距离保持在 0.8 m~1.0 m;
- b) 接通被试探空仪发射机电源,用接收天线和检波(鉴频)器接收,在示波器上观察探空仪发射的



调制波形,调整示波器使信号波形稳定,记录信号强度;

- c) 将被试探空仪发射机从测试支架上取下,将信号源输出口与被试探空仪同样的发射天线连接好后,置于测试支架上,放置位置应与被试探空仪发射电路板和天线相同;
- d) 调整信号源的输出,使示波器上的信号强度与 b) 中记录的信号强度相同,此时信号源的输出功率即为探空仪的发射功率。

#### 7.2.4 天线方向图

7.2.4.1 在空旷的场地上,将被试探空仪悬挂在距地面 15 m 以上的高度,在天线中心铅锤点安置接收天线,使接收天线中心对准被试探空仪天线。通过移动接收天线的位置改变被试探空仪天线与铅垂线的夹角,从铅锤方向开始每隔  $10^\circ$  取一个测试点,直至  $90^\circ$ ,分别测量各测试点的信号强度。

7.2.4.2 用各测试点的测量值制作方向图。

#### 7.2.5 回答器触发(回答)灵敏度

7.2.5.1 将被试探空仪发射机置于专用测试支架上,使信号源的专用发射天线与探空仪发射天线平行,两者距离保持在 0.8 m~1.0 m。

7.2.5.2 逐渐减小信号源输出幅度,使被试探空仪处于有回答或无回答的临界状态,随后用功率计替代信号源专用天线,并测量信号源的输出功率,此功率即为被试探空仪的触发(回答)灵敏度。

#### 7.2.6 回答器触发(回答)延时时间

用双线示波器同时显示信号源的询问脉冲波形和被试探空仪回答器的回答脉冲波形,两个波形前沿的时间差即为触发(回答)延时时间。

#### 7.2.7 调制信号频率

使被试空仪处于工作状态,在发射板上用数字示波器直接测量调制信号频率。

#### 7.2.8 采样间隔和数据内容

7.2.8.1 在实际施放试验前,应检查被试探空仪的电路设计和数据采集程序,确定从探空仪气象测量传感器感应气象要素至从发射机发出并赋予时间标志的时间差。

7.2.8.2 在实际施放试验中,应检查计算机屏幕显示内容和储存原始数据文件的时间间隔、数据内容。

#### 7.2.9 供电

7.2.9.1 在  $-30^\circ\text{C}$  环境中,被试探空仪处于待施放状态,采用被试探空仪电源供电。接通电源时开始计时,并用频谱仪监测被试探空仪的发射信号,每间隔 15 min 测量 1 次电池的电压,直至被试探空仪信号不稳定或无信号输出时结束计时,此时间即为电池放电时间。

7.2.9.2 用 7.2.9.1 方法分别测量 5 只探空仪的放电时间,取平均值为最终测量结果。

### 7.3 探空仪地面跟踪定位设备和探空仪地面信号接收处理设备测试要求和方法

#### 7.3.1 接收系统调幅接收机灵敏度

7.3.1.1 调幅接收机灵敏度是描述测试接收机接收微弱信号能力的特征,采用接收机输入端可检测信号的最小功率表示。对测试环境和仪表的要求如下:

- a) 应在屏蔽房或微波暗室内进行测试。除信号源和被试接收机以外,无其他频率相近的干扰源或与接收机中频相近的能量源。

- b) 信号源的频率测量误差应在自频控剩余误差以内,信号源输出信号幅度和衰减器的误差应不大于 0.5 dBm,信号源的漏能功率应低于接收机输入信号功率。
- c) 信号源的输出信号有连续波信号、脉冲调制信号等,应按其产品使用说明进行操作。

7.3.1.2 接收机灵敏度(调幅)测试设备测试连接按图 1 布置。

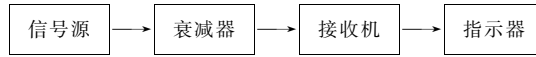


图 1 接收机灵敏度(调幅)测试设备连接示意图

7.3.1.3 测试步骤应符合下列要求:

- a) 将信号源输出频率调至接收机的中心频率  $f_0$ ;
- b) 接收机增益置于适当位置(一般在最大增益位置),关闭信号源输出,指示器上显示接收机的噪声值  $A_1$  dBm;
- c) 打开信号源输出,调节信号源的输出幅度或调整衰减器的衰减量,使接收机的输出值为  $A_2$  dBm、 $A_2/A_1$  的比值等效于功率比值 2,此时接收机输入端的信号功率即为测量结果;
- d) 重复测量数次,取平均值作为接收机灵敏度。

### 7.3.2 接收系统调频接收机灵敏度

7.3.2.1 接收机灵敏度(调频)测试设备测试连接按图 2 布置。

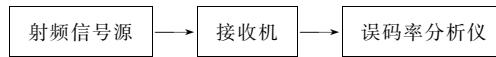


图 2 接收机灵敏度(调频)测试设备连接示意图

7.3.2.2 测试步骤应符合下列要求:

- a) 将信号源输出频率设定成与接收机工作频率相同,产生标准调制测试信号,并调整信号源输出幅度。
- b) 监测误码率分析仪,按公式(1)计算误码率:

$$R_{BE} = (X_{BT} - X_{RX})/X_{BT} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- $R_{BE}$  —— 误码率;
- $X_{BT}$  —— 传输的信息码元数;
- $X_{RX}$  —— 接收到的无错误的信息码元数。

- c) 当误码率接近  $10^{-3}$  (不大于  $10^{-3}$ ) 时,该信号电平即为参考灵敏度电平。
- d) 在接收机接收频率范围内,分别设定不同频点进行测试。
- e) 重复测量数次,取平均值作为接收机灵敏度。

### 7.3.3 接收系统接收频率范围

7.3.3.1 应在调幅接收机测试(见 7.3.1)或调频接收机测试(见 7.3.2)的基础上测试。

7.3.3.2 根据被试接收机技术指标中所标示的频率范围,将信号源输出频率分别调至上限频率和下限频率,重新进行调幅接收机测试或调频接收机测试,得到上限灵敏度和下限灵敏度。

7.3.3.3 当上限灵敏度或下限灵敏度不符合技术指标要求时,应减小上限信号源频率或增加下限信号源频率,再重新测试,确定接收灵敏度符合要求的频率范围。

## 7.4 测试结果评定

### 7.4.1 合格评定

7.4.1.1 当所有电气参数的影响量测试结果符合要求时,应评定为合格。

7.4.1.2 当个别电气参数的影响量测试结果不符合要求而可靠性和最大探测距离、最大探测高度均符合要求时,应评定为合格,并提出改进建议。

### 7.4.2 不合格评定

当可靠性和最大探测距离、最大探测高度的影响量测试结果中一项不符合要求时,应评定为不合格。

## 8 安全性试验

按 QX/T 526—2019 中 8.4 的要求和方法进行。

## 9 静态测量性能测试

### 9.1 一般要求

应符合下列要求:

- a) 测试仪表具有有效的检定证书、校准证书或检测证书;
- b) 测量性能测试的环境条件符合 QX/T 526—2019 中 5.1 和 5.2 的要求;
- c) 测试样本大小符合 QX/T 526—2019 中 8.5.1 的要求。

### 9.2 探空仪

#### 9.2.1 测试项目

探空仪静态测量性能测试项目应包括但不限于下列项目:

- 温度;
- 湿度;
- 气压。

#### 9.2.2 温度

9.2.2.1 温度静态测量性能测试应采用数字式铂电阻温度计作为标准器,测试设备使用恒温槽。测试时将测量元件置于恒温槽中,测量电路板置于恒温槽外;用探空仪数据采集器采集测量电路的输出信号作为温度测量值。

9.2.2.2 温度静态测量性能测试按 9.1c) 的要求选取测试点和确定测试次数。 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  为必选测试点;测试应从  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  开始,最后再做一次  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  测试。

9.2.2.3 温度测试可选用下列方法之一:

- a) 定点测试法:在每个温度测试点稳定后,将被试探空仪的温度元件依次置于各定点恒温槽中,待稳定后读取数据;每个探空仪在每个测试点上连续读取 3~5 次数据,取平均值作为被试探空仪温度测量结果,同时读取标准温度值。
- b) 连续测试法:在同一个恒温槽中设置目标测试点,待恒温槽在设定测试点温度恒定的情况下,

用数据采集器连续读取 3~5 次数据,取平均值作为被试探空仪温度测量结果,同时读取标准温度值。

9.2.2.4 如需测定温度时间常数,应在室内常温条件下的风洞中进行,风速为 6 m/s~7 m/s。测试过程中先用热源使温度传感器示值迅速升高 20 °C 以上,然后移除热源并开始计时。温度传感器的示值下降到相当于该环境温度阶跃量的 63.2% 所用的时间即为温度时间常数。

### 9.2.3 湿度

9.2.3.1 湿度静态测量性能测试应采用满足被试样品湿度测量范围和温度适应性要求的双压法标准湿度发生装置或其他动态湿度发生器。测量时应将探空仪的湿度测量元件置于测试设备的测试室中,测量电路置于测试室外,用探空仪数据采集器采集测量电路的输出信号作为湿度传感器测量值。

9.2.3.2 按 9.1c) 的要求选取测试点和确定测试次数。至少应在湿度传感器温度适应范围选取 3 个测试温度条件进行各测试点的测试,应避免在 -5 °C~5 °C 范围选择温度测试条件。湿度传感器温度适应范围应选取上限温度点和下限温度点。如测试标准设备不能满足湿度测试的下限温度条件,测试下限温度应不高于 -30 °C。

9.2.3.3 如被试探空仪的湿度测量元件为湿敏电容,且与温度测量元件连接在一个支杆上,应另外抽取探空仪进行湿度测试,不应使用已做过温度测试的湿度传感器。

9.2.3.4 待各选定测试温度稳定后,按高湿至低湿或者低湿至高湿的顺序依次进行测试,测试过程中应待测试湿度稳定后再读取标准湿度值和被试探空仪测量值。

9.2.3.5 如需进行时间常数测定,应在双压法标准湿度发生装置中进行,测试温度条件分别为 30 °C 和 -30 °C。将湿度传感器时间常数测试装置置于双压法的测试室内,给湿度传感器以阶跃的相对湿度变化  $\Delta U$ ,且  $\Delta U \geq 40\%RH$ ,记录传感器达到  $\Delta U \times 63.2\%$  值所用的时间,分别为传感器升湿时间常数或降湿时间常数。

### 9.2.4 气压

9.2.4.1 气压静态测量性能测试采用数字气压计、气压调整装置和压力-温度试验箱。

9.2.4.2 气压静态测量性能测试按 9.1c) 的要求选取测试点和确定测试次数。1013 hPa 为必选测试点;应在气压传感器温度适应范围内选取至少 3 个测试温度条件进行测试。气压传感器温度适应范围上限温度点和下限温度点为必选测试点。

9.2.4.3 如气压传感器在施放过程中是保温的,其下限温度点采用保温后的温度。气压传感器保温后的环境温度应通过实际施放或模拟环境试验来确定。

9.2.4.4 将被试探空仪的气压传感器置于压力-温度试验箱中,气压数据通过设备上的密封插头输出至数据采集器。待各选定测试温度稳定后,按高压至低压的顺序依次进行测试。测试过程中应待测试气压稳定后再读取标准压力值和被试探空仪测量值。

## 9.3 探空仪检测箱

### 9.3.1 测试项目

探空仪检测箱静态测量性能测试项目应包括但不限于下列项目:

- 检测区温度;
- 检测区湿度;
- 检测区风速。

### 9.3.2 检测区温度

#### 9.3.2.1 稳定性应按下列要求和方法测试：

- a) 在室内正常温度条件下,用被试探空仪检测箱温度标准器直接测量。
- b) 测试应分别在被试探空仪检测箱内湿度为 33%RH 和 76%RH 两个条件下进行,并分别用氯化镁和氯化钠饱和盐溶液控制。
- c) 开启被试探空仪检测箱的通风器,1 min 后开始测试,每间隔 20 s 读取一次数据,持续 5 min。用温度最大值减去最小值、除以 2 得到被试探空仪检测箱的温度稳定性。

#### 9.3.2.2 均匀性测试分两种情况:如被试探空仪检测箱的标准器为通风干湿表,可用被试样品的干球温度表和湿球温度表进行测试;如被试探空仪检测箱的标准器为非通风干湿表,应另外配备 1 只数字温度计。测试应按下列要求和方法进行:

- a) 将两只温度传感器分别置于被试探空仪检测箱温度标准器测量位置和被试探空仪温度测量元件的安置位置。
- b) 在室内正常温度条件下进行;开启被试探空仪检测箱通风器,1 min 后开始测试,每间隔 20 s 读取一次数据,持续 5 min;然后交换两只温度传感器的位置进行同样的测量。
- c) 将两次测量同一位置所得温度值取平均,并计算二者间的温度差,即是检测区温度场的均匀性对应的温度值。
- d) 测试分别在被试探空仪检测箱内湿度为 33%RH 和 76%RH 两个条件下进行,测得两种湿度条件下的温度场均匀性数据。

#### 9.3.2.3 温升应按下列要求和方法测试:

- a) 在温度稳定性测试的同时进行检测区温升测试。用最后一次测量的温度减去第一次测量的温度,所得温度差值即为检测区温升。
- b) 测试分别在被试探空仪检测箱内湿度为 33%RH 和 76%RH 两个条件下进行,测得两种湿度条件下的温升数据。

### 9.3.3 检测区湿度

#### 9.3.3.1 稳定性应按下列要求和方法测试:

- a) 在室内正常温度条件下,用被测探空仪检测箱的湿度标准器直接测量。
- b) 测试分别在被测探空仪检测箱内湿度为 33%RH 和 76%RH 两个条件下进行,并分别用氯化镁和氯化钠饱和盐溶液控制。
- c) 启动被试探空仪检测箱的通风器,1 min 后开始测试,每间隔 20 s 读取一次数据,持续 5 min。用湿度最大值减去最小值、除以 2 得到被试探空仪检测箱内的湿度稳定性。

#### 9.3.3.2 均匀性。应按下列要求和方法测试:

- a) 常规探空仪检测箱:
  - 1) 取下被试探空仪检测箱的湿度标准器,用两只经过校准的湿度传感器分别置于被试探空仪检测箱标准湿度测量位置和被试探空仪湿度测量元件的安置位置。
  - 2) 测试过程在室内正常温度条件下进行。启动探空仪检测箱通风器,1 min 后开始测试,每间隔 20 s 读取一次数据,持续 5 min。然后交换两只湿度传感器的位置进行同样的测量。
  - 3) 将同一位置两次测量所得湿度值取平均,并计算二者间的湿度差,即为检测区湿度场的均匀性对应的湿度值。
  - 4) 测试分别在被试探空仪检测箱内湿度为 33%RH 和 76%RH 两个条件下进行,测得两种湿度条件下的湿度场均匀性数据。
- b) 非常规探空仪检测箱:当被试探空仪检测箱为采用自然湿度不进行湿度控制、且以通风干湿表

提供湿度标准值时,还需测试湿度上升值;在 30%RH 以下的湿度条件下,开机 5 min 后读取湿度上升值数据。

#### 9.3.3.3 升湿速率和降湿速率。应按下列要求和方法测试:

- a) 测试在室内正常温度和湿度条件下,将被试探空仪检测箱的测试室置于通风状态,使测试室湿度与自然大气湿度平衡。
- b) 取额定值高于 30%RH 的饱和盐溶液控制检测箱内湿度;启动通风器,用被试探空仪检测箱的湿度标准器读取检测箱内的湿度值,记录被试探空仪检测箱内湿度区域稳定所需的时间。
- c) 取额定值低于自然大气湿度且超过 30%RH 的饱和盐溶液控制检测箱内湿度;启动通风器,用被试探空仪检测箱的湿度标准器读取箱内的湿度值,记录箱内湿度区域稳定所需的时间。
- d) 用 b)和 c)测试方法测得的湿度变化量分别除以自启动通风器至湿度达到稳定所需的时间为升湿速率和降湿速率。

#### 9.3.4 检测区风速

9.3.4.1 检测区风速测试应使用数字式微差压计和专用静压管作为标准器,测量被试探空仪检测箱的温度标准器和湿度标准器所在位置的风速值。

9.3.4.2 静压管可顺向或逆向对准气流,测量被试探空仪检测箱内气流所对应的风压值,并计算风速值。计算风速所用的温度值、湿度值和气压值应分别采用铂电阻、通风干湿表和数字气压计测量。

#### 9.4 测风模块

##### 9.4.1 测试项目

卫星导航探空仪测风模块应测试接收天线和数据处理芯片的性能参数。测试项目应包含但不限于下列项目:

- 冷启动定位时间;
- 重新捕获时间;
- 热启动定位时间;
- 定位性能。

##### 9.4.2 冷启动定位时间

冷启动定位时间测试可选用下列方法之一:

- a) 将 24 h 以内未加电的被试探空仪放置在空旷处,然后给被试探空仪加电同时用秒表从零开始计时,待出现稳定定位数据时停止计时,读取秒表记录的时间作为冷启动定位时间;
- b) 将 24 h 以内未加电的探空仪安放在卫星导航模拟器发出的信号环境中,同时用秒表从零开始计时,待出现稳定定位数据时停止计时,读取秒表记录的时间作为冷启动定位时间。

##### 9.4.3 重新捕获时间

重新捕获时间测试可选用下列方法之一:

- a) 将探空仪安放在空旷处并给探空仪加电,待导航卫星出现稳定的定位数据后,将探空仪导航接收天线屏蔽。待确定没有定位数据后,去除屏蔽同时用秒表从零开始计时;待再次出现稳定的定位数据时停止计时,读取秒表记录的时间作为重新捕获时间。
- b) 将探空仪安放在卫星导航模拟器发出的信号环境中并给探空仪加电,待导航卫星出现稳定的定位数据后,关闭卫星导航模拟器。待确定没有定位数据后,打开卫星导航模拟器,同时用秒表从零开始计时;待再次出现稳定的定位数据时停止计时,读取秒表记录的时间作为重新捕获

时间。

#### 9.4.4 热启动定位时间

热启动定位时间测试可选用下列方法之一：

- a) 测风模块有备电时,在卫星导航模拟器发出的信号环境中,探空仪定位 12.5 min 后,卫星导航模拟器保持工作状态,关闭探空仪等待不超过 2 h;然后给探空仪加电,同时用秒表从零开始计时,待再次出现稳定的定位数据时停止计时,读取秒表记录的时间作为热启动定位时间。
- b) 测风模块无备电时,在卫星导航模拟器发出的信号环境中,探空仪通过控制线缆与计算机连接,稳定定位 12.5 min 后,探空仪保持通电工作状态,关闭模拟器信号等待不超过 2 h;然后通过线缆给探空仪发送重启指令,同时打开模拟器信号,用秒表从零开始计时,待再次出现稳定的定位数据时停止计时,读取秒表记录的时间作为热启动定位时间。

#### 9.4.5 定位性能

9.4.5.1 应包括定位的经度、纬度和高度测量误差。

9.4.5.2 采用卫星导航探空仪测风模块接收卫星导航模拟器的信号,检验卫星导航模拟器的标准定位信息;检验结果采用批量统计方法计算卫星导航探空仪测风模块定位误差。

9.4.5.3 测试定位误差除 9.4.5.2 的方法外,可结合探空仪施放试验测试。测试时,被试探空仪由系留气球携带升空至距离地面 10 m~15 m 后,读取被试探空仪的定位信息;然后按前、后、左、右、上、下移动被试探空仪的位置,位移距离应大于被试探空仪定位允许误差的绝对值。

#### 9.5 稳定性

应按下列要求和方法测试：

- a) 稳定性测试采用周期性的静态复测进行性能检查。
- b) 测量性能的静态复测按 QX/T 526—2019 中 8.5.3 的要求进行。
- c) 被试样品测量性能的稳定性数据用初始测试和复测的被试样品的误差计算,按 QX/T 526—2019 中附录 C.4.3 的要求和方法进行。
- d) 被试样品技术指标(产品说明书)中有长期稳定性规定或检定周期、校准周期规定的被试样品,应进行测量性能的静态复测。静态复测的时间由被试样品技术指标中规定的稳定时间或检定周期、校准周期决定,在测试方案中明确复测时间和截止时间。
- e) 被试样品技术指标(产品说明书)中无长期稳定性规定且试验时间较长的被试样品,可选一稳定的被试样品每隔一段时间(大于 1 个月)进行一次测量。用被试样品  $n$  组测量值的平均值作为本次测量结果;用同样方法测量  $m$  次( $m \geq 4$ ),并用  $m$  次测量结果中的最大值和最小值之差,作为被试样品在该时间段内的稳定性,其值应小于被试样品允许误差的绝对值。

#### 9.6 影响特性

当被试样品静态测量性能测试所处的环境条件不能涵盖技术指标规定的环境适用范围时,应测试影响特性。测试要求和方法如下：

- a) 温度传感器的影响特性测试可分为：
  - 1) 如温度传感器的测量元件与转换、计算部分是分离的,不能在同一环境中测试;应测试转换器的温度影响特性,不应在传感器温度适应范围的上限、下限和 0 °C 环境条件下测试;
  - 2) 如温度传感器的测量元件与转换、计算部分是一体的,可在同一环境中测试。
- b) 湿度传感器、气压传感器和太阳辐射传感器的影响特性测试,除进行正常温度条件的测试外,宜在其温度适应范围的上限和下限进行测试;有其他技术要求时,可在中间增加 1~2 个温度

测试环境条件。

- c) 其他类型的测量传感器的影响特性测试,应根据被试产品的影响特性和技术指标要求确定。
- d) 在被试样品技术指标(产品说明书)规定的任一条件下,如被试产品的影响特性测试不合格,则被试产品的总体测量性能评定为不合格。

## 9.7 数据处理与评定

按 QX/T 526—2019 第 9 章和第 10 章的要求进行。

## 10 动态比对试验

### 10.1 试验项目

除符合 QX/T 526—2019 中 8.6.1 的要求外,至少还应得到下列比对试验结果:

- 被试探空仪同球施放的一致性误差;
- 被试探空仪与比对标准探空仪之间的误差;
- 被试探空仪与业务探空仪之间的可比性误差。

### 10.2 环境条件

应符合 QX/T 526—2019 中 5.2 的要求。

### 10.3 试验时间

应符合 QX/T 526—2019 中 5.3 的要求。

### 10.4 标准器

10.4.1 应符合 QX/T 526—2019 中 5.4 中对于动态比对试验的比对标准器的要求。

10.4.2 在动态比对试验中,比对标准探空系统的数据采集间隔,应不超过被试探空系统的数据采集间隔,其输出文件的平均时段、平滑时段和模式应与被试探空系统相同,应选用下列比对标准器:

- a) 评估被试探空仪的动态测量误差,应选用经定期比对试验确定较好的探空仪和相应的探测系统作为比对标准;
- b) 评估被试探空仪的辐射误差,应采用温度标准探空仪或辐射误差可以忽略的其他探空仪和相应的探测系统作为比对标准;
- c) 评估被试探空仪与业务探空仪是否具有可比性,应选用气象观测在用探空仪和相应的探测系统作为比对标准。

### 10.5 试验方法

10.5.1 多台探空仪同球施放的试验应符合 QX/T 526—2019 中 8.6 的要求和方法,还应:

- a) 每次应至少施放 2 台被试探空仪。如标准探空仪和业务探空仪的自比较标准偏差未知,应增加 2 台标准探空仪参加施放试验。如被试探空仪与比对标准探空仪同球施放相互干扰,可分别组合试验。
- b) 在统计被试探空仪与标准探空仪或业务探空仪之间辐射误差的差异时,试验施放时次应遵循 02 时、08 时、14 时和 20 时(北京时,下同)高空探测标准时次,每个时次有效施放次数应相同。
- c) 根据数据采集的需要,可增加或减少施放时次。增加施放时次时,增加的时次应在 2 个标准时次中间;减少施放时次时,02 时和 14 时应保留。
- d) 试验应在不同天气条件下施放,包括降水、穿云、高空极低温度和地面高湿等。比对试验结果



(见 10.1 中列项)的数据至少应有 5 次为在自然降水条件下的施放,达到被试探空仪技术指标(产品说明书)规定的温度和气压测量范围下限值的施放次数应不少于 5 次。

- e) 每次试验施放前所有被试探空仪都应进行与地面气象要素瞬时观测值的相容性检验。地面气象观测仪器的允许误差应不超过被试探空仪允许误差的 1/2。
- f) 每次施放试验应记录施放时的地面气温、相对湿度、气压、风向、风速和主要天气现象,特别记录开始施放至入云的时刻和云的种类。
- g) 如一个施放试验场不能满足被试探空仪全部施放环境条件要求,可选择不同试验场地。
- h) 应记录采样时间间隔不超过 1 s 的原始采样数据,包括探空和定位测风原始数据等。原始数据应以电子数据文档格式存储,支持从计算机中快速导出。

#### 10.5.2 定位误差应按下列要求和方法试验:

- a) 测风雷达定位误差为方位、仰角和距离,无线电经纬仪定位误差为方位和仰角,所测位势高度误差在探空仪测量性能试验中测试;
- b) 采用跟踪系统配套的探空仪与卫星导航探空仪同球施放的方法,以卫星导航探空仪所测不同时刻探空仪空间坐标作为比对标准值,将两个定位系统所测相同时刻的方位、仰角和距离进行比对;
- c) 如被试样品为测风雷达或无线电经纬仪,定位误差试验前应对被试样品和标准设备进行校准,包括跟踪装置的水平、仰角、方位和三轴一致性等;
- d) 比对施放试验应不少于 30 次,每秒读取 1 组比对数据;
- e) 可根据秒间隔数据的波动情况进行纠错和平滑处理,比对双方的平滑时段应相同;
- f) 采用规定等压面分组统计被试跟踪系统的系统误差和标准偏差,以误差区间作为定位误差的测量结果。

#### 10.5.3 最大探测距离试验至少应有 3 次达到或超过技术指标要求的距离,按下列要求和方法试验:

- a) 最大探测距离试验用比对施放的结果统计,用配套的探空仪地面信号接收处理设备接收探空仪信号,探空和测风数据应完整。
- b) 如探空仪的比对施放试验不能满足最大探测距离试验的要求,可采用远距离施放探空仪的方法,将施放气球的地点移至探空仪地面跟踪定位设备的下风方向施放,两者间的距离根据施放地点的天气条件确定。气球达到探空仪地面跟踪定位设备的最大距离时,其仰角应大于其最低工作仰角。

#### 10.5.4 最小探测距离按下列要求和方法试验:

- a) 采用系留气球携带探空仪的方法,使被试探空仪由近至远移动,通过多次试验确定跟踪系统能够正常显示方位、仰角、距离和探空仪信号接收正常时的最小距离;
- b) 探空仪在空中的仰角应大于探空仪地面跟踪定位设备的最低工作仰角。

10.5.5 最大探测高度试验应选择能够达到探空仪地面跟踪定位设备技术指标规定的最大探测高度的气球,用施放试验的数据进行统计。探测高度采用探空温度、湿度和气压计算的基于海平面的地心坐标位势高度。

10.5.6 最低工作仰角结合最大探测距离进行试验,可利用空中风较大的天气条件,也可以采用平漂气球或者远距离放球的方法,验证最低工作仰角时的探测能力。

10.5.7 数据采集和处理软件的用户界面、安装、卸载、监测、数据采集和处理功能、业务数据文件等,应符合《常规高空气象观测业务规范》的要求。

### 10.6 数据处理与测试结果评定

10.6.1 应按 QX/T 526—2019 附录 C 和第 10 章的要求和方法进行。

10.6.2 纳入气象观测网使用的被试样品,动态比对试验应给出下列结果:

- 读取数据的完整性；
- 同型号仪器测量结果的一致性；
- 与比对标准间的动态测量误差；
- 与气象观测网同类仪器观测数据的可比较性。

10.6.3 如试验方案规定了被试样品与指定仪器的可比较性要求,还应给出与指定仪器的比对试验结果。没有在气象观测网使用的被试样品,按技术指标的要求进行评定。

10.6.4 温度传感器的比对试验应按不同的观测时间分别给出系统误差和标准偏差,也可用图形表示,说明被试样品的辐射特性与比对标准器之间的差异。

10.6.5 被试样品的系统误差和影响特性的统计结果可提出修正建议。如确认无法修正,导致被试样品的一致性、动态测量误差和可比较性不能在整个影响量范围内符合技术指标要求,评定为不合格。

10.6.6 如被试样品测量性能的测试结果符合技术指标要求,而动态比对试验所得动态误差较大,应进行分析,当确定为非随机误差时应补充试验,确定被试样品动态与静态特性之间的差异。

10.6.7 根据动态比对试验中的操作和数据采集、显示、输出、存储数据等情况评定被试样品的使用性能。

## 11 环境适应试验

按 QX/T 526—2019 中 8.7 的要求和方法进行。

## 12 电磁兼容试验

按 QX/T 526—2019 中 8.8 的要求和方法进行。

## 13 可靠性试验

按 QX/T 526—2019 中 8.9 的要求和方法进行。

## 14 维修性试验

按 QX/T 526—2019 中 8.10 的要求和方法进行。

## 15 测试结果与评定

按 QX/T 526—2019 第 10 章的要求对被试样品进行评定。按 QX/T 526—2019 第 11 章的要求编制测试报告。

参 考 文 献

- [1] GB 31222—2014 气象探测环境保护规范 高空气象观测站
  - [2] QX/T 36—2005 GTS1 型数字探空仪
  - [3] World Meteorological Organization. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation; WMO No. 8[Z], 2013
-

中华人民共和国  
气象行业标准  
气象观测专用技术装备测试规范 高空气象观测仪器  
QX/T 587—2020

\*

气象出版社出版发行  
北京市海淀区中关村南大街46号  
邮政编码:100081  
网址:<http://www.qxcbs.com>  
发行部:010-68408042  
北京建宏印刷有限公司印刷

\*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1.25 字数:37.5千字  
2021年1月第1版 2021年1月第1次印刷

\*

书号:135029-6211 定价:30.00元

如有印装差错 由本社发行部调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68406301