



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 526—2019

气象观测专用技术装备测试规范 通用 要求

Specifications for tests of technical equipment specialized for meteorological
observation—General requirements

2019-12-26 发布

2020-04-01 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	2
4 基本要求	3
5 测试条件	4
6 测试方案	5
7 测试流程	5
8 测试项目及要 求	6
9 数据的处理与分析	11
10 测试结果与评定	11
11 测试报告	11
12 资料的整理和归档	12
附录 A(规范性附录) 可靠性试验	13
附录 B(规范性附录) 环境试验的要求和方法	17
附录 C(规范性附录) 数据的处理与分析	20
参考文献	26

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。

本标准主要起草人:莫月琴、王小兰、张雪芬、陈瑶、张明、任晓毓、王天天、郭启云、巩娜。

气象观测专用技术装备测试规范 通用要求

1 范围

本标准规定了气象观测专用技术装备测试的基本要求、测试条件、测试方案、测试流程、测试项目及
要求、数据的处理与分析、测试结果与评定、测试报告及资料的整理和归档等内容。

本标准适用于气象观测专用技术装备的测试和评定,不适用于气象卫星相关装备及人工影响天气
作业的技术装备的测试与评定。

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 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A:低温
- GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B:高温
- GB/T 2423.3—2016 环境试验 第2部分:试验方法 试验Cab:恒定湿热试验
- GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Db:交变湿热(12 h +
12 h 循环)
- GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ka:盐雾
- GB/T 2423.21—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验M:低气压
- GB/T 2423.24 环境试验 第2部分:试验方法 试验Sa:模拟地面上的太阳辐射及其试验导则
- GB/T 2423.25 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Z/AM:低温低气压综合
试验
- GB/T 2423.37—2006 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验L:沙尘
- GB/T 2423.38—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验R:水试验方法和
导则
- GB 5080.7—1986 设备可靠性试验 恒定失效假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验
方案
- GB/T 6587—2012 电子测量仪器通用规范
- GB/T 9414.3—2012 维修性 第3部分:验证和数据的收集、分析与表示
- GB/T 11463—1989 电子测量仪器可靠性试验
- GB/T 13983 仪器仪表基本术语
- GB/T 17626.2 电磁兼容试验和测量技术 静电放电抗扰度试验要求
- GB/T 17626.3 电磁兼容试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验
- GB/T 17626.6 电磁兼容试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验
- GB/T 17626.8 电磁兼容试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.11 电磁兼容试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
- GB 31221—2014 气象探测环境保护规范 地面气象观测站

GB/T 37467 气象仪器术语
GJB 899A—2009 可靠性鉴定和验收试验
JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

3 术语和定义

GB/T 13983 和 GB/T 37467 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

气象观测专用技术装备 meteorological observation special technical equipment
专门用于气象观测领域的装备、仪器、仪表、消耗器材及相应软件系统的统称。

3.2

动态比对试验 dynamic state test

在自然环境条件下,对气象观测专用技术装备进行试验,并评定其观测数据的完整性、准确性,设备运行的稳定性、可靠性,相同型号仪器测量结果的一致性和与气象观测网的可比较性等。

注:动态比对试验观测数据的准确性与实验室测试数据的准确性不同。动态比对试验中有明确比对标准的,准确性是指与该比对标准的一致程度;没有明确比对标准的,准确性是指与比对仪器的变化趋势的一致程度(相关性)。

3.3

观测数据的完整性 integrity of observation data

表征被试产品获取观测数据能力的参数。

注1:在本标准中简称完整性,用某观测时段被试样品数据终端实际观测数据个数与应观测数据个数的百分数表示,完整性(%)=(实际观测数据个数/应观测数据个数)×100%。

注2:也可用缺测率表示,即用被试样品缺测数据个数与应观测数据个数的百分数表示,缺测率(%)=(缺测数据个数/应观测数据个数)×100%。

3.4

观测数据的准确性 accuracy of observation data

反映被试产品获取数据的质量。

注1:在本标准中简称准确性。

注2:用误差区间来表征,通常用 $(\bar{x}-ks, \bar{x}+ks)$ 的形式表示,其中 \bar{x} 为系统误差, s 为标准偏差, k 为置信因子。

3.5

设备运行的稳定性 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。

注:在本标准中简称稳定性。

3.6

设备运行的可靠性 reliability of equipment operation

被试产品在规定的条件下和规定的时间内,完成规定功能的能力。

注:在本标准中简称可靠性。

3.7

测量结果的一致性 consistency of measurement result

在相同测量条件下,同型号多台(2台或以上)被试样品同时测量同一被测气象要素时,测量结果之间的一致程度。

注:在本标准中简称一致性。

3.8

可比较性 comparability

被试样品与气象观测网的同类仪器或指定同类仪器,同时测量同一气象要素时,测量结果的一致

程度。

注：在本标准中简称可比性。

4 基本要求

4.1 被试样品

4.1.1 样品类型

下列情形的气象观测专用技术装备应进行测试：

- 新研制开发的；
- 原理、技术、方法、结构、材料及工艺等方面有重大改进的；
- 功能或测量性能有明显改变的；
- 拟纳入气象业务应用的，包括进口产品；
- 其他委托测试评定的。

4.1.2 抽样方法

大型设备提供 1 台或以上被试样品，其余应提供 3 台或以上。一次性观测仪器或消耗性器材，则应根据测试需要适当增加被试样品的数量。当需要从一批被试产品中抽取部分产品进行测试时，应由测试方随机抽样确定被试样品。

示例 1：大型设备，如天气雷达、测风雷达、风廓线雷达等。

示例 2：一次性观测仪器或消耗性器材，如探空仪、气球等。

4.2 测试规定

4.2.1 记录应符合下列要求：

- 被试样品的检查、测试、安装、试验、维护、修理和撤收等都应记录在专用记录册或电子文档内，记录内容至少应包括：起止时间，主要内容，环境条件，结果摘要等；
- 测试过程中所有的原始数据、记录以及计算、整理、校对等产生的纸质文件，均应有经手人签字或登记，如有误记，不得涂、描、刮等，应将误记内容用横线划去，正确内容写在划改数据的旁边，并应有更改人签字，若有其他问题应另行文字说明；
- 测试时，实验室的温度、湿度和气压应进行测量并记录。

4.2.2 测试期间，被试方在测试方认为必要时承担被试样品的技术保障，但不得干预测试工作。

4.3 交接检查

4.3.1 交接检查时，被试方和测试方的人员都应在场，确认被试样品及其配套，包括必要的使用或维护说明。

4.3.2 由被试方交付测试方，填写客户委托单或签订测试服务合同。交付后，被试样品由测试方负责保管。

4.3.3 如果被试样品没有明确编号，可给予重新编号，编号应在被试样品外部明显处做出牢固、可靠的标记。

4.4 试验的终止/中止和恢复

4.4.1 出现下列情况之一应终止试验：

- 主要功能检查结果不合格；

- 重要测量性能测试结果不合格；
- 主要环境试验结果不合格；
- 测试中出现严重的故障或缺陷；
- 有影响观测和危及人身安全的缺陷；
- 未经许可,被试方擅自调试或修改试验中的被试产品。

4.4.2 对于短期内能在试验现场解决的不合格项目或可排除的故障、缺陷,中止试验后可恢复试验,但对不合格项目或受影响的其他项目,应重新进行测试。若试验现场不能解决或出现了 4.4.1 给出的情况,应终止试验。

4.4.3 对于影响正常观测或被试样品本身维修性、测试性的外观和结构缺陷可判定为不合格,终止试验。

5 测试条件

5.1 实验室环境条件

通常保持实验室自然环境条件,实验室内或周围不应有影响标准器、测试设备及被试样品测量性能和数据采集的干扰源,如电磁辐射、热辐射、振动和噪音等。

5.2 现场环境条件

5.2.1 地面测量仪器的探测环境通常应符合 GB 31221—2014 中 3.2 的规定。如有特殊要求,另行规定。

5.2.2 天气雷达、测风雷达、风廓线雷达、探空信号接收机等,其安装现场周围物体、地物不应有对测量结果有明显影响,也不应有影响被试样品正常工作的干扰源,如电磁辐射、振动等。

5.2.3 试验地点应根据被试样品的环境适应性要求进行选择,尽量选择接近被试样品使用环境要求的气象参数的极限值。

5.2.4 试验地点的数量应根据样品的抽样情况确定。大型设备根据实际情况确定;拟在全国观测站网使用的被试样品,应在 2 个或以上不同气候区域进行试验;用于特殊地区的被试样品,应在相应的区域进行。

5.3 动态比对试验时间

按附录 A 中表 A.1 确定试验时间,且不少于 3 个月;若动态比对试验的时间超过了可靠性试验的截止时间,应按照动态比对试验的时间结束试验。对于要求全天候长期连续工作的被试样品,至少应跨春(秋)夏冬 3 个季节;季节性使用的被试样品应在相应的季节进行;断续使用的被试样品可在实际应用条件下进行不少于 3 个月的试验。若有其他规定,按规定进行。

5.4 标准器和测试设备

5.4.1 静态测试和动态比对试验所用标准器/比对标准器,应具有溯源性,应有有效的检定、校准或检测证书。所用测试设备和附属装置引起的附加误差,不应降低其准确度等级。

5.4.2 动态比对试验所用比对标准器,应首先选用世界气象组织或国务院气象主管机构规定在自然大气条件下的标准测量仪器。

5.4.3 动态比对试验所用比对标准器至少应与被试样品属于同一准确度等级。

6 测试方案

- 6.1 测试方应根据被试产品的有关标准或规定的技术要求和本标准制定测试方案,测试方案包括技术方案(或测试大纲)和工作方案。
- 6.2 原则上凡是有关标准或规定的技术要求中有的功能要求、测量性能、环境适应性、可靠性和维修性、安全性和其他规定的项目都应进行测试。如果确实不需要测试的项目,或测试条件不满足的,或需要增加的项目,应在技术方案中说明。
- 6.3 对于测试方没有测试条件的项目,可委托有测试资质的单位进行,并由其提供相应的测试报告或证书。
- 6.4 每项测试都应提供测试方法。有测量误差要求的测试项目应说明采用的标准器/比对标准器、测试设备、测试条件、测试点及各测试点测量次数和采样间隔,以及数据计算和处理的方法。
- 6.5 各种测量性能的测试,应首先进行静态测试,对测量范围、分辨力和允许误差等进行合格判定。静态测试合格的被试样品方可进行动态比对试验。
- 6.6 技术方案中应给出具体的环境试验项目、应力及作用时间,以及各项试验对被试样品的预处理、初始测试、性能检测、恢复和最终检测的方法和要求等。
- 6.7 工作方案的内容主要包括:试验时间、地点和维护等事项。试验地点应根据被试产品对环境适应性的要求进行选择,在工作方案中应提出对试验场地的要求和具体试验地点的建议。
- 6.8 测试方案制定后,应与被试方商讨其可行性。

7 测试流程

7.1 测试通常按照下列步骤进行:

- a) 外观和结构检查;
- b) 功能检测;
- c) 电气性能测试;
- d) 安全性试验;
- e) 测量性能测试;
- f) 环境试验(气候环境和机械环境);
- g) 电磁兼容试验;
- h) 动态比对试验;
- i) 测量性能复测;
- j) 数据处理与分析;
- k) 编写测试报告;
- l) 资料整理归档。

7.2 7.1中 a)~g)和 i)通常在实验室进行,h)通常在使用现场进行。

7.3 根据工作条件和试验项目的不同,可适当调整测试流程。若测试的主要目的是检验被试产品的环境适应性,可将7.1中 f)环境试验或 g)电磁兼容试验放在 e)测量性能测试之前;若环境试验的极限条件可能对被试产品的测量性能有不良影响,f)环境试验或 g)电磁兼容试验可在 i)测量性能复测项目之后;对于一次性观测仪器或消耗性器材,如探空仪、气球等,则不进行 i)测量性能复测项目。

8 测试项目及要求

8.1 外观和结构检查

- 8.1.1 外观检查通常采用目测的方法,主要检查表面涂层和产品标志等。
- 8.1.2 结构检查通常采用目测结合手动调整的方法,必要时可使用工具,主要检查结构是否合理,有无机械损伤和转动卡滞等。
- 8.1.3 必要时,可包括检查被试样品的尺寸和重量。
- 8.1.4 外观和结构检查后,如有必要,可将被试样品的调整测量基点的部件做加封处理。
- 8.1.5 有互换性要求的,应进行互换性检查。

8.2 功能检测

- 8.2.1 采用实际操作的方法进行功能检测,可结合外观和结构检查同时进行,也可专门设置检测项目。功能通常应包含但不限于下列项目:

- 瞬时观测值的采样、计算和储存方法;
- 数据处理方法;
- 数据显示和打印;
- 数据接口和信号传输;
- 供电方式和电源适应性;
- 时钟走时误差;
- 故障检测和报警;
- 技术要求规定的其他功能。

- 8.2.2 被试样品录取数据的采样间隔时间、平均/平滑时间和方法应进行实际验证,并与技术指标相对应的数据进行比较。

- 8.2.3 被试样品的数据处理软件,包括气象要素极值挑选,导出量和业务应用参数的计算等,应对其计算公式的正确性进行检查,必要时可给出计算误差。

- 8.2.4 被试样品的数据接口、信号传输功能应进行可靠性检查,必要时可通过实际的数据传输试验,给出传输速率和错误率等具体参数。

- 8.2.5 以北京时间为准,在实际工作中测量时钟走时误差。

- 8.2.6 故障检测和报警功能应进行实际检测,可人为设置故障和报警条件进行观察和判断,必要时,可给出故障检测率和报警错误率或正确率。

- 8.2.7 对于测试结果不符合技术要求的项目应允许调整,重新设置,若仍不合格,应终止试验。

8.3 电气性能测试

- 8.3.1 电气性能通常包括但不限于下列项目:

- 被试样品整体和分系统的功耗;
- 蓄电池的续航时间;
- 有线传输的阻抗、带宽、速率和时间间隔;
- 无线传输的发射频率、功率、频谱、脉冲宽度和天线方向性图;
- 无线传输的接收机、有线传输的终端设备的灵敏度、带宽和实际接收效果;
- 规定的其他电气性能参数。

- 8.3.2 通常用测量电源输入电压和电流的方法计算功耗。若被试样品的功耗较大或为电感、电容负载

应采用电度表,测量应持续 2 h 以上,用电度表记录的耗电度数(kW·h)除以时间计算功耗。

8.3.3 蓄电池的续航时间测量:

——在实际使用中测量,在放电回路中并联电压表和串联电流表,记录放电时间,同时可计算出实际容量(A·h);

——测量蓄电池的实际容量(A·h),再用该实际容量和设备功耗计算续航时间。根据电池的放电曲线进行实际容量测试,测试过程中要避免电池过度放电。

示例:在蓄电池输出端连接阻抗较小的发热型电阻,增大放电电流 I (安培,A),在放电回路中串联电流表,记录放电时间 t (小时,h),则蓄电池容量 P (安培小时,A·h)的计算为 $P = I \times t$ 。

8.3.4 无线传输参数的试验参见 GB/T 12649—2017。

8.4 安全性试验

8.4.1 安全性主要包括:接触电流、介电强度和保护接地。

8.4.2 接触电流按照 GB/T 6587—2012 中 5.8.1 进行试验和评定;介电强度按照 GB/T 6587—2012 中 5.8.2 进行试验和评定;保护接地按照 GB/T 6587—2012 中 5.8.3 进行试验和评定。

8.5 测量性能测试

8.5.1 样本大小

8.5.1.1 样本大小包括测试点和各测试点的测量次数。测试点应在被试样品整个测量范围内选择。对于输出特性呈线性或接近线性的,测试点通常均匀分布。若输出特性是非线性的,应在被试样品输出特性曲线的曲率较大的部分适当增加测试点,在曲率较小部分适当减少测试点。

8.5.1.2 对于所测气象要素范围内经常用的测量段可适当增加测试点,不常用的测量段,可适当减少测试点。

8.5.1.3 被试样品测量范围上限、下限和对其测量特性有代表性的测量点必须选取。如 0 °C、1013.25 hPa 等。

8.5.1.4 若被试方已提供了被试样品输出特性的检定/校准曲线并提供了检定/校准点,测试点应尽量避免或远离被试方提供的检定/校准点。

8.5.1.5 各测试点的测量次数通常应不少于 10 次,所有测试点的测量次数应相同。

8.5.2 测试要求

8.5.2.1 若被试样品的输出特性可能产生迟滞/回程误差,测试应采用循环法,每个测试点都应有升、降不同趋势的数据,升、降趋势的测量次数应相同。测试应按照测试点的大小顺序进行。

8.5.2.2 若被试样品的迟滞/回程误差可以忽略,或用循环法可能产生附加误差,可采用定点测试法,即在每个测试点连续录取该点所需的全部样本。每次录取数据前,都应确保每次的测试数据具有独立性。

8.5.2.3 若被试样品的测量传感器采用的是只允许一次性使用的敏感元件,应采用多个(10 个或以上)被试样品分别测量的方法,每个被试样品在每个测试点上只测量一次。

8.5.2.4 测试点的稳定时间根据被试样品的时间常数确定,稳定时间应超过时间常数的 5 倍。当不同时间常数的几种被试样品同时测量时,应以其中时间常数最大值确定稳定时间。

8.5.3 复测

8.5.3.1 只对测量性能中与稳定性有关的项目进行复测,在动态比对试验结束后进行。

8.5.3.2 被试样品在没有得到重新维护情况下,即保持动态比对试验的原始状态,不应进行维修、校准

和调整,进行环境污染腐蚀情况检查。复测时可以进行表面除尘等简单维护。

8.5.3.3 复测所用的标准器、测试设备、测试方法和测试条件与初始测试应保持一致。复测结果不应修正。

8.5.3.4 通常复测与初始测试的测试点和各测试点的测量次数应相同,也可根据需要适当减少测试点和测试点的测量次数。

8.5.3.5 若复测结果不合格,可进行维护,但不应重新校准。维护后,可再进行一次复测,若仍不合格,作被试样品的测量结果不合格处理。

8.6 动态比对试验

8.6.1 动态比对试验通常在自然大气条件下进行,根据不同的试验目的,选择不同的试验项目。通常在下列项目中选择试验:

- a) 数据获取的完整性;
- b) 测量准确性;
- c) 设备运行的稳定性;
- d) 同型号被试样品测量结果的一致性;
- e) 设备的可靠性和维修性;
- f) 与气象观测网在用同要素观测仪器的可比性;
- g) 与使用方指定的特定仪器或观测方法的可比性;
- h) 各种影响因素对被试样品测量结果的影响量。

8.6.2 所有的被试样品都应进行 8.6.1 中 a)项、c)项、d)项和 e)项试验;有动态比对标准器的,进行 b)项试验;若被试样品拟纳入现有气象观测网使用或可能组成新的气象观测网,应进行 f)项试验;是否选取 g)项试验,根据用户要求确定;必要时进行 h)项试验。a)一h)项试验同时进行。

8.6.3 被试样品与比对标准器应安装在同一观测场内,且安装方式保持基本一致。任何一台仪器,都不应破坏另外任何一台仪器附近的空气自然流场,其安装位置不应针对任何气象要素的观测相互影响。

8.6.4 检验同型号被试样品测量结果的一致性,在同一试验地点应同时安装 2 台或以上被试样品。

8.6.5 主动遥感产品的一致性试验可采用多台交替探测的方法录取数据,避免相互干扰。

8.6.6 探空仪的一致性比对试验采用调开频率,同球施放多台被试探空仪的方式。

8.6.7 在整个试验期间不应对被试样品的软、硬件做任何调整或校准,不应改变被试仪器的修正值或计算测量结果所用的计算机软件。否则稳定性试验应重新进行。

8.6.8 无论是被试样品还是比对标准器,动态比对试验的数据都应取其终端输出值作为测量结果。各比对仪器采集数据的时间间隔、平均/平滑时间应相同。若要录取不同采样间隔,不同平均/平滑时间的数据以分析比较双方的动态特性差异,应预先制定数据处理和评定方案。

8.6.9 对于随时观测或可以通过程序设置改变观测时间的被试样品,每相邻两次观测的间隔时间,应大于比对标准器和被试样品中最大时间常数的 5 倍。被试样品的时间常数应包括传感器及其信号处理的时间。

8.6.10 若被测量的变化较小,可适当增加录取数据的时间间隔,反之可适当减小时间间隔。各台仪器应同时录取数据。

8.6.11 采用接触式测量传感器的地面气象观测仪器,安装后的第一次比对观测,应待其与自然环境条件充分平衡后进行。

8.6.12 对于地面气象观测仪器,动态比对试验的数据样本应不少于 60 个;探空仪器的比对施放应不少于 30 次;连续高密度采集数据的遥感设备的数据样本应不少于 1000 个。

8.6.13 动态比对的数据采集可以根据需要间断进行,但被试样品在规定的试验周期内应始终架设在试验现场,不应移至室内或在其他试验场地重新架设。

8.6.14 在动态比对试验期间,应连续观测和记录试验现场的气压、气温、湿度及风向、风速的变化并记录降水等主要天气现象。

8.6.15 动态比对试验期间,应按照要求进行维护。

8.7 环境试验

8.7.1 试验项目

环境试验通常包括但不限于下列项目:

a) 气候环境:

- 低温试验;
- 高温试验;
- 恒定湿热试验;
- 交变湿热试验;
- 低气压试验;
- 淋雨试验;
- 盐雾试验;
- 沙尘试验;
- 模拟地面上的太阳辐射试验。

b) 机械环境:

- 振动试验;
- 冲击试验;
- 包装运输试验。

8.7.2 试验要求

8.7.2.1 气候环境的各项试验应区分工作条件试验和贮存条件的试验。

8.7.2.2 被试样品环境试验项目按照技术要求确定,若技术要求没有明确规定,对于野外使用的被试样品或其野外架设部分,低温、高温、恒定湿热和包装运输试验是强制试验项目。必要时,可增加交变湿热试验。

8.7.2.3 无论技术指标有无规定,高空探测仪器的施放部分,应进行低温低气压试验;与海洋相关的仪器,应进行盐雾试验和交变湿热试验;与热带海岛相关的仪器,必要时,可增加模拟地面上的太阳辐射试验;在沙漠使用的仪器,应进行沙尘试验;船舶用仪器应进行倾斜和摇摆试验。

8.7.2.4 试验顺序根据实际情况确定。若要求尽快得到是否合格的结论,应把严酷的试验项目放在前面,若要求得到被试样品对各种环境适应性尽量多的信息,应把严酷的试验项目放在后面。

8.7.2.5 气候环境试验应先进行工作条件试验,再进行贮存条件试验;湿热试验应先进行恒定湿热试验,再进行交变湿热试验。

8.7.2.6 环境试验项目应优先采用相关国家/行业标准进行试验,并结合被试样品使用环境条件和运输、贮存的实际情况确定试验应力和试验方法。

8.7.3 试验方法

应按附录 B 进行环境试验。

8.8 电磁兼容试验

8.8.1 试验项目

电磁兼容试验项目通常包括但不限于下列项目：

- a) 静电放电抗扰度试验；
- b) 射频电磁场辐射抗扰度试验；
- c) 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验；
- d) 浪涌(冲击)抗扰度试验；
- e) 射频场感应传导抗扰度试验；
- f) 工频磁场抗扰度试验；
- g) 电压跌落、短时中断试验。

8.8.2 试验方法

8.8.2.1 8.8.1 中 a)项试验按照 GB/T 17626.2 进行,检验被试样品遭受直接来自操作者和邻近静电放电的抗扰度能力。

8.8.2.2 8.8.1 中 b)项试验按照 GB/T 17626.3 进行,检验被试样品对射频电磁场辐射的抗扰度能力。

8.8.2.3 8.8.1 中 c)项试验按照 GB/T 17626.4 进行,检验被试样品对重复性电快速瞬变的抗扰度能力。

8.8.2.4 8.8.1 中 d)项试验按照 GB/T 17626.5 进行,检验被试样品对由开关和雷电瞬变过电压引起的单极性浪涌(冲击)的抗扰度能力。

8.8.2.5 8.8.1 中 e)项试验按照 GB/T 17626.6 进行,检验被试样品对来自 9 kHz~80 MHz 频率范围内射频发射机电磁骚扰的传导抗扰度能力。

8.8.2.6 8.8.1 中 f)项试验按照 GB/T 17626.8 进行,检验被试样品对来自周边的工频磁场骚扰的抗扰度能力。

8.8.2.7 8.8.1 中 g)项试验按照 GB/T 17626.11 进行,检验被试样品对电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度能力。

8.9 可靠性试验

8.9.1 可靠性试验分为可靠性鉴定试验和可靠性验证试验两种,本标准的可靠性试验为可靠性验证试验。

8.9.2 可靠性试验的环境条件通常采用自然环境条件,在动态比对试验中同时进行。

8.9.3 应按附录 A 进行可靠性试验。

8.10 维修性

8.10.1 试验分类

维修性试验分为定性检查和定量试验两种。一般采用定性检查,若技术要求规定了平均修复时间(MTTR)的具体参数,应进行维修性定量试验。

8.10.2 定性检查

维修性定性检查,主要包括下列内容：

——维修可达性；

- 检测诊断(故障判断)的方便性与快速性；
- 零部件的标准化和互换性；
- 防差错措施与识别标记；
- 工具操作空间和工作场所的维修安全性；
- 对维修人员素质的要求；
- 故障自动报警功能的可靠性；
- 维修工具和检测仪表的适用性；
- 维修手册规定作业程序的正确性；
- 测试点识别标记及其方便性；
- 维修的技术难度和维修资源的完备性。

8.10.3 定量试验

按照 GB/T 9414.3—2012 中第 6 章的规定进行。

9 数据的处理与分析

应按附录 C 进行数据的处理与分析。

10 测试结果与评定

10.1 被试样品是否合格的判断依据是所有检查和测试结果是否符合有关标准或规定的技术要求。

10.2 被试样品的测量性能、数据获取的完整性、准确性、测量结果的一致性、设备运行的稳定性、可靠性和设备的可维修性、环境适应性、电磁兼容性、安全性等有一项不合格即判定为被试样品整体测量性能不合格。其他项目,除发现致命缺陷或故障外,可提出改进建议,不作为不合格处理。

10.3 功能不全或数据处理软件错误,在测试过程中可进行完善和修改,若经重新检查、补充试验或验证符合要求,可以评定为合格。

10.4 应结合功能检查和动态比对试验,对被试样品现场安装、观测方法、操作方法、数据传输、计算方法的正确性进行评定,并依此对被试样品在气象业务中的适用性进行评价。

10.5 可比性的试验结果,仅用于判断是否能够纳入气象观测网的使用或能否组成新的气象观测网,不作为被试样品是否合格的依据。但应在测试报告中说明,必要时,可给出资料同化的方法和建议。

10.6 被试样品静态、动态测试数据各项统计结果,在给出各项测量误差的同时,应列出计算误差所用的样本大小和测量结果的扩展不确定度。

11 测试报告

11.1 测试报告内容应全面、具体、客观。

11.2 测试报告的基本信息通常应包括:

- 被试样品名称、型号和实物照片等信息；
- 被试方单位名称；
- 数字样本的取样方式、数量；
- 实施时间与地点；
- 测试依据；
- 测试说明,包括测试项目、选用的标准及设备、测试与评定方法；

- 测试结果与评定结论；
- 测试人员。

11.3 下列测试结果、资料和必要的说明应列入报告：

- 重要技术指标的测试方法；
- 重要数据的计算方法；
- 测试中所发生故障的分析和说明；
- 合格和不合格的测试项目。

11.4 若测试报告内容过多，可将基本信息、测试结果和结论编入主报告，具体测试方法、数据处理过程、分项试验报告或测试记录等可作为报告的附件。

11.5 对于不合格项目，应进行分析并说明不合格原因，必要时可提供具体数据。

11.6 可用图表、曲线的形式表示测量结果的稳定性及其变化情况以及测量结果的影响特性等。

12 资料的整理和归档

12.1 测试过程中的所有技术文件资料，均应归档留存。主要包括：测试方案，测试过程记录，检查测试的原始记录，测量数据，测试报告，专家咨询、论证、评审的意见和专家组名单(如果有)等。应编写档案目录、装订成册。

12.2 电子文档应制成 PDF 文件以防更改，必要时可加密处理并存盘归档。

12.3 归档保存前，应有相关人员的签字。

附 录 A
(规范性附录)
可靠性试验

A.1 试验方案

A.1.1 按照 GB/T 5080.7 和 GJB 899A—2009 的规定,气象观测专用技术装备的寿命特征通常按指数分布处理,可靠性通常采用定时截尾试验方案。

A.1.2 根据被试样品技术指标规定的平均故障间隔时间(MTBF),确定检验下限值 θ_1 。

A.1.3 定时截尾试验方案根据生产方风险 α 、使用方风险 β 、检验下限 θ_1 和鉴别比 d 确定试验时间 T 和试验中允许出现的责任故障 r 。各符号的具体含义如下:

- 检验下限 θ_1 :拒收的 MTBF 值,统计试验方案以高概率拒收其真值接近 θ_1 的产品;
- 检验上限 θ_0 :可接收的 MTBF 值,统计试验方案以高概率接收其真值接近 θ_0 的产品;
- 生产方风险 α :可靠性真值等于其检验上限 θ_0 时产品被拒收的概率;
- 使用方风险 β :可靠性真值等于其检验下限 θ_1 时产品被接收的概率;
- 鉴别比 d :指数分布统计试验方案的鉴别比 d 等于检验上限与检验下限的比值($d=\theta_0/\theta_1$)。

A.1.4 可靠性试验首先应明确被试样品技术指标规定的平均故障间隔时间(MTBF)的检验下限值 θ_1 。在试验前由测试方和被试方商定试验所采取的生产方风险 α 和使用方风险 β 以及鉴别比 d ,并在测试方案中明确。

A.1.5 按照 GB/T 5080.7—1986 中表 12 和 GJB 899A—2009 中表 A6 和表 A7 的规定,定时截尾试验方案的特征参数通常在表 A.1 中选取。

表 A.1 定时截尾试验方案和相应的特征参数

方案类型	方案号	决策风险/%				鉴别比 $d = \theta_0/\theta_1$	试验时间 T		接收故障数 r (\leq)
		标称值		实际值			θ_1 的倍数	θ_0 的倍数	
		α	β	α'	β'				
标准型	12	10	10	9.6	10.6	2.0	18.8	9.4	13
	15	10	10	9.4	9.9	3.0	9.3	3.1	5
	11	20	20	19.7	19.6	1.5	21.5	14.1	17
	14	20	20	19.9	21.0	2.0	7.8	3.9	5
	17	20	20	17.5	19.7	3.0	4.3	1.46	2
短时 高风险	19	30	30	29.8	30.1	1.5	8.1	5.3	6
	20	30	30	28.3	28.5	2.0	3.7	1.84	2
	21	30	30	30.7	33.3	3.0	1.1		0

注:表中的方案号、 θ_1 的倍数与 GJB 899A—2009 中表 A6 和表 A7 相同。

A.1.6 若采用其他试验方案,应在 GB 5080.7 和 GB/T 11463—1989 的规定中选取。

A.1.7 试验的总时间由采用的试验方案确定。在做出合格判定时,每台被试样品的试验时间都应不少于各台被试样品应试平均时间的一半。若被试样品发生故障时,不超过应试平均时间的一半应修复

并继续试验。

A.2 试验结果

A.2.1 试验总时间

试验总时间 T 为所有被试样品试验时间的总和,用公式(A.1)计算。

$$T = \sum_{j=1}^M t_j \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

式中:

M ——被试样品的总数;

t_j ——第 j 台被试样品的试验时间。

A.2.2 MTBF 观测值的计算

MTBF 的观测值(点估计值) $\hat{\theta}$ 用公式(A.2)计算。

$$\hat{\theta} = \frac{T}{r} \quad \dots\dots\dots(A.2)$$

式中:

T ——被试样品的试验总时间,为所有被试样品试验期间各自工作时间的总和;

r ——总责任故障数。

A.2.3 MTBF 置信区间的估计

A.2.3.1 置信区间是指在规定的置信度下,包含被试样品可靠性指标真值的边界估计值。推荐采用置信度 $C=(1-2\beta)\times 100\%$,即当使用方风险 $\beta=10\%$ 时,置信度 $C=80\%$;当使用方风险 $\beta=20\%$ 时,置信度 $C=60\%$;当使用方风险 $\beta=30\%$ 时,置信度 $C=40\%$ 。

A.2.3.2 根据责任故障数 r 和置信度 C ,由表 A.2 查取置信上限系数 $\theta_U(C', r)$ 和置信下限系数 $\theta_L(C', r)$ 。其中, $C' = (1+C)/2 = 1-\beta$,为表 A.2 中与置信度 C 相对应的置信下限系数和置信上限系数中的参数。

A.2.3.3 MTBF 的置信区间下限值 θ_L 用公式(A.3)计算。

$$\theta_L = \theta_L(C', r) \times \hat{\theta} \quad \dots\dots\dots(A.3)$$

A.2.3.4 MTBF 的置信区间上限值 θ_U 用公式(A.4)计算。

$$\theta_U = \theta_U(C', r) \times \hat{\theta} \quad \dots\dots\dots(A.4)$$

A.2.3.5 MTBF 的置信区间表示为 (θ_L, θ_U) (置信度为 C)。

A.2.3.6 如果表 A.2 中数据不够,按照 GB/T 5080.7 和 GB/T 11463—1989 中的方法计算。

A.2.3.7 若责任故障数为 0,只给出置信下限值,用公式(A.5)计算。

$$\theta_L = T/(-\ln\beta) \quad \dots\dots\dots(A.5)$$

式中:

T ——被试样品的试验总时间,为所有被试样品试验期间各自工作时间的总和;

β ——使用方风险。

这里的置信度应为 $C = 1 - \beta$ 。

表 A.2 定时试验接收时 MTBF 验证区间的置信上(下)限系数、置信度

故障数 r	$C=40\%$		$C=60\%$		$C=80\%$	
	$\theta_L(0.7, r)$	$\theta_U(0.7, r)$	$\theta_L(0.8, r)$	$\theta_U(0.8, r)$	$\theta_L(0.9, r)$	$\theta_U(0.9, r)$
1	0.410	2.804	0.334	4.481	0.257	9.941
2	0.553	1.823	0.467	2.426	0.376	3.761
3	0.630	1.568	0.544	1.954	0.449	2.722
4	0.679	1.447	0.595	1.742	0.500	2.293
5	0.714	1.376	0.632	1.618	0.539	2.055
6	0.740	1.328	0.661	1.537	0.570	1.904
7	0.760	1.294	0.684	1.479	0.595	1.797
8	0.777	1.267	0.703	1.435	0.616	1.718
9	0.790	1.247	0.719	1.400	0.634	1.657
10	0.802	1.230	0.733	1.372	0.649	1.607
11	0.812	1.215	0.744	1.349	0.663	1.567
12	0.821	1.203	0.755	1.329	0.675	1.533
13	0.828	1.193	0.764	1.312	0.686	1.504
14	0.835	1.184	0.772	1.297	0.696	1.478
15	0.841	1.176	0.780	1.284	0.705	1.456
16	0.847	1.169	0.787	1.272	0.713	1.437
17	0.852	1.163	0.793	1.262	0.720	1.419

示例:如 $\beta=10\%$,则 $C'=0.9, C=80\%$;如 $\beta=20\%$,则 $C'=0.8, C=60\%$;如 $\beta=30\%$,则 $C'=0.7, C=40\%$ 。

A.2.4 试验结论

A.2.4.1 按照试验中可接收的故障数(见 A.1)判断可靠性是否合格。

A.2.4.2 可靠性试验无论是否合格,都应给出产品平均故障间隔时间(MTBF)的观测值 $\hat{\theta}$ 和置信区间估计的上限 θ_U 和下限 θ_L ,表示为 (θ_L, θ_U) 。

A.3 故障的认定和记录

A.3.1 被试样品发生下列情况之一应记为故障(责任故障):

- 整体、分机、部件、组件不能完成规定的功能;
- 不能显示或记录规定的测量数据;
- 显示或记录的测量数据超出了技术指标规定的允许误差限;
- 出现危及被试样品或人身安全的情况。

A.3.2 责任故障应按下列原则进行统计:

- 由同一原因引起的间歇故障记为一次故障。
- 由同一原因引起的多种故障模式时,整个事件记为一次故障。
- 由一个元器件的失效引起的另一些元器件失效时,所有元器件的失效合记为一次故障;否则每

个元器件的失效记为一次独立的故障。

——相同部位多次发生相同性质和相同原因的重复故障,若故障已经排除并通过验证,只记为一次责任故障;如若是软件且已经排除并通过验证,不记为责任故障。

A.3.3 在下列情况下发生的故障为非责任故障:

——环境应力超出了被试样品技术指标的规定;

——安装、操作或调整不当;

——所用元器件超过了规定的使用期限;

——标准器或试验设备不符合要求;

——被试样品技术指标规定不参加试验的配套设备故障;

——一个故障发生时引起的相关的从属故障。

A.3.4 被试样品在试验期间的每次故障,包括所有的责任故障和非责任故障都应记录,应包括下列内容:

——故障发生的时间;

——故障现象;

——故障发生原因;

——故障所在部位;

——故障排除方法和更换元器件的名称、型号;

——故障排除所用的时间、工具、仪器、人数及对难易程度的评定;

——故障修复后恢复试验的时间。

附录 B
(规范性附录)
环境试验的要求和方法

B.1 环境试验的一般步骤

B.1.1 试验步骤

各环境试验项目的实施,通常应包括下列步骤:

- a) 预处理;
- b) 初始检测;
- c) 性能检测;
- d) 贮存试验;
- e) 恢复;
- f) 最终检测。

B.1.2 预处理

预处理是在试验前为消除被试样品因贮存、运输及前一次试验的影响所做的工作。包括气候环境试验前对被试样品的外观和结构检查及其调整、表面除尘、通电等;机械环境试验前对被试样品进行包装和加固处理等。

B.1.3 初始检测

通电检查被试样品的主要电气参数和工作特性,确定其能否正常工作。若考察环境应力对被试样品测量性能的影响,应对被试样品进行静态测试或比对试验。

B.1.4 中间检测

对于气候环境的工作条件试验,当环境应力达到规定值并稳定后,使被试样品处于工作状态,进行功能检查和测试,检测后即可结束试验;贮存条件的气候环境试验和机械环境试验不进行中间检测。

B.1.5 恢复

气候环境试验的恢复,是在停止施加环境应力后,使被试样品与室内自然大气条件达到平衡的过程;机械环境试验的恢复,是将被试样品解除包装、固定并将其置于室内自然大气条件,使之处于工作状态的过程。

恢复,同时也是在某项试验之后,对被试样品进行的处理,目的是使被试样品的性能在最后检测之前保持稳定,以便确定环境应力造成的不可逆影响。

B.1.6 最终检测

最终检测是在恢复后对被试样品进行的外观、电气性能、机械性能、测量性能和功能等进行的检查,以确定环境试验是否对被试样品造成了影响以及影响的性质和大小。

若要考察环境应力对被试样品测量性能的影响,应按照初始检查的方法进行计量检定、静态测试或比对试验。

这里环境试验包括气候环境试验和机械环境试验。

B.2 气候环境试验

B.2.1 低温试验

按照 GB/T 2423.1—2008 中 6.6, 根据被试样品的实际应用要求选择试验温度和持续时间; 根据 GB/T 2423.1—2008 中第 4 章对散热和非散热的被试样品采取不同的热平衡及检测措施, 按照 GB/T 2423.1—2008 中第 5 章和第 6 章进行试验、检测和评定。

B.2.2 高温试验

按照 GB/T 2423.2—2008 中 6.5, 根据被试样品的实际应用要求选择试验温度和持续时间; 根据 GB/T 2423.2—2008 中第 4 章对散热和非散热的被试样品采取不同的热平衡及检测措施, 按照 GB/T 2423.2—2008 中第 5 章和第 6 章进行试验、检测和评定。

B.2.3 恒定湿热试验

按照 GB/T 2423.3—2016 中表 1, 根据被试样品的实际应用要求选择温度和湿度组合条件, 按照 GB/T 2423.3—2016 中第 5—10 章进行试验、检测和评定。

B.2.4 交变湿热试验

按照 GB/T 2423.4—2008 中第 5 章, 根据被试样品的实际应用要求选择温度和湿度组合条件及循环次数, 按照 GB/T 2423.4—2008 中第 6—10 章进行试验、检测和评定。

B.2.5 低气压试验

按照 GB/T 2423.21—2008 中表 1, 根据被试样品的实际应用要求选择低气压极限值和试验时间。地面气象测量仪器试验时的温度通常取室内正常条件。

高空探测仪器的施放部分, 应按照 GB/T 2423.25 进行低温/低气压综合试验。根据 GB/T 2423.25 中表 1 和被试样品的实际应用要求选择温度、气压和持续时间的组合, 按照 GB/T 2423.25 中第 5—11 章进行试验、检测和评定。试验的最低温度取被试样品技术指标规定的下限值。试验时, 可选择不同温度点进行, 在每个温度点上都应先降温后降压。

通常不进行低气压条件的贮存试验, 工作条件的试验以被试样品能够正常工作评定为合格。

B.2.6 淋雨试验

按照 GB/T 2423.38—2008 中 5.2 的要求, 结合被试样品的使用情况确定降水强度及试验方法。对于在自然条件下测量的被试样品, 试验时应处于测量状态; 在降水条件下不工作的仪器设备, 只进行密封性检查。

还可根据被试样品的使用情况, 参照 GB/T 4208—2008 进行试验、检测和评定。

B.2.7 盐雾试验

该试验仅适用于与海洋相关的被试样品。按照 GB/T 2423.17—2008 中 6.6 选择试验时间, 按照 GB/T 2423.17—2008 中第 4—8 章进行试验和评定。

B.2.8 沙尘试验

按照 GB/T 2423.37—2006 中表 1, 选择试验 Lb(自由降尘)的沙尘类型、粒子尺度和沙尘浓度, 按

照 GB/T 2423.37—2006 中第 5 章进行试验、检测和评定。

B.2.9 模拟地面上的太阳辐射试验

按照 GB/T 2423.24 进行试验、检测和评定。

B.3 机械环境试验

B.3.1 振动试验

按照 GB/T 6587—2012 中表 6, 根据被试样品的使用要求选取振动试验条件。按照 GB/T 6587—2012 中 5.9.3.2—5.9.3.4 进行试验和结果评定。

B.3.2 冲击试验

按照 GB/T 6587—2012 中表 7, 根据被试样品的使用要求选取冲击试验条件。按照 GB/T 6587—2012 中 5.9.4.2—5.9.4.4 进行试验和结果评定。

B.3.3 包装运输试验

按照 GB/T 6587—2012 中表 8, 根据被试样品的使用要求选取运输试验条件。按照 GB/T 6587—2012 中 5.10.2 和 5.10.3 进行试验和评定。

若被试样品的技术指标和测试方案没有明确要求, 运输试验应采用运输环境模拟设备进行试验, 通常不采用车辆直接运输的方法。

B.3.4 电源适应性试验

若被试样品由电网电源供电, 在电源频率 $50(1\pm 5\%)$ Hz、电源电压 $220(1\pm 10\%)$ V 条件下应能正常工作, 如对电源频率和电源电压有特殊要求, 其要求应在产品标准中另行规定。按照 GB/T 6587—2012 中 5.12.2 进行试验和评定。

若被试样品用直流供电, 应在室内正常条件或自然环境条件下, 采用技术指标规定的上限和下限电压分别工作 1 h, 被试样品能正常工作评定为合格。

附录 C
(规范性附录)
数据的处理与分析

C.1 数据的质量控制

在对原始数据进行处理时,无论数据误差大小,下列情况下录取的数据都应作为异常值予以剔除:

- 标准器或测试设备或被试样品非正常工作或操作不当录取的数据;
- 被试样品超过校准周期或部件、组件超过规定使用期限时录取的数据;
- 经确认受到人为或其他外来干扰时录取的数据;
- 测试环境不符合测试条件要求时录取的数据;
- 对于异常值,原始记录不可剔除,只作出标记。数据处理时应予以剔除,并记录剔除原因。

C.2 数据处理

对已经过质量控制的数据进行统计处理。

C.2.1 差值的计算

计算被试样品与比对标准器的差值。差值计算应采用相同要素、同一时次的测量数据,用公式(C.1)计算,得出一组数据。

$$x = A - A_0 \quad \dots\dots\dots(C.1)$$

式中:

- x ——被试样品与比对标准器测量数据的一次差值;
- A ——被试样品的测量值;
- A_0 ——比对标准器的测量值。

C.2.2 数据统计

C.2.2.1 正态分布的系统误差和标准偏差的计算

C.2.2.1.1 通常应进行差值的分布检验,确定是否服从正态分布或其他已知的分布,按照分布进行数据统计。

C.2.2.1.2 对于正态分布的一组差值,系统误差 \bar{x} 用公式(C.2)计算,标准偏差 s 用公式(C.3)计算。

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \dots\dots\dots(C.2)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \dots\dots\dots(C.3)$$

式(C.2)、式(C.3)中:

- x_i ——各次测量所得差值;
- \bar{x} ——一组差值的平均值;
- n ——测量次数, $i = 1, 2, 3, \dots, n$ 。

C.2.2.1.3 误差区间表示为 $(\bar{x} - ks, \bar{x} + ks)$, 其中 k 为置信系数,通常 $k = 1, 2, 3$ 。 $k = 1$ 时对应的置信

概率(置信度)为 68.3%, $k=2$ 时为 95.4%, $k=3$ 时为 99.7%。

C.2.2.2 粗大误差剔除

C.2.2.2.1 若不能判定为 C.1 的情况,可采用统计方法剔除测量结果中的粗大误差。

C.2.2.2.2 对于正态分布,且测量次数大于或等于 10 时,通常用三倍标准偏差法(拉依达准则)剔除粗大误差。粗大误差应一一剔除,反复进行,直到测量结果中不再包含粗大误差为止。

C.3 测量性能测试中的主要参数计算

C.3.1 测量范围

C.3.1.1 被试样品测量范围上限和下限测试点的误差应不超过技术指标要求。

C.3.1.2 测量范围不合格的被试样品,允许被试方进行调整,调整后应重新进行静态测试,若仍不合格应终止试验。

C.3.2 分辨力

C.3.2.1 采取数字显示、打印或存储方式给出气象要素测量结果的被试样品,其分辨力为显示、打印或存储数据最小间隔对应的气象量值,即能有效辨别的最小示值差;采用机械刻度的测量仪器,其分辨力为最小刻度间隔的一半。

C.3.2.2 若被试样品整个测量范围的分辨力不一致,应分段测量和计算。

C.3.3 允许误差

C.3.3.1 允许误差的测量结果通常表示为误差区间($\bar{x} - ks, \bar{x} + ks$)。若被试样品技术指标无明确规定,静态测试通常取 $k=2$ 。

C.3.3.2 被试样品允许误差的测量结果是否合格,以各测试点示值误差的误差区间进行评定。误差区间的数值范围应不超过允许误差的范围。

C.3.3.3 若初始测试发现被试样品的允许误差不合格,是由系统误差造成的,可进行系统误差修正,修正可采用重新校准的方法,也可采用软件修正的方法。但修正后应重新进行初始测试,原数据作废。

C.3.4 灵敏度

灵敏度 K 是传感器在稳态工作时,输出变化量 Δy 与相应的输入变化量 Δx 的比值,用公式(C.4)计算。

$$K = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \dots\dots\dots(C.4)$$

若传感器的特性用线性方程表示,则拟合直线的斜率即为传感器灵敏度;对于输出特性为非线性的传感器,灵敏度可分段给出,每段的灵敏度都可用公式(C.4)计算。

C.3.5 线性度(非线性)

传感器的线性度为传感器校准曲线与最小二乘法直线间的最大偏差所对应的气象量值。设传感器的最小二乘法直线方程为: $y = a + bx$, 斜率 b 用公式(C.5)计算:

$$b = \frac{\sum_{j=1, i=1}^{m, n} (x_{j, i} - \bar{x})(y_{j, i} - \bar{y})}{\sum_{j=1, i=1}^{m, n} (x_{j, i} - \bar{x})^2} \quad \dots\dots\dots(C.5)$$

式中：

$x_{j,i}$ ——第 j 个测试点第 i 次读数的被试传感器测量结果；

$y_{j,i}$ ——第 j 个测试点第 i 次读数的气象量的实际值；

\bar{y} ——所有测试点气象量实际值的平均值；

\bar{x} ——被试传感器所有测试点测量结果的平均值；

m ——测试点数 ($j=1,2,3,\dots,m$)；

n ——各测试点的测量次数 ($i=1,2,3,\dots,n$)。

截距 a 用公式(C.6)计算：

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \dots\dots\dots(C.6)$$

用被试样品各测试点的实际输出值代入线性方程,得到其理论输出值,理论输出值与实际输出值间的差值即为线性度。取所有测试点中最大的差值绝对值作为线性度的测试结果,必要时也可提供各测试点的值。

C.3.6 迟滞/回程误差

被试样品的回程误差应用循环法测试,回程误差 x_h 用公式(C.7)计算：

$$x_h = \bar{x}_z - \bar{x}_f \dots\dots\dots(C.7)$$

式中：

\bar{x}_z ——同一测试点正行程差值的平均值；

\bar{x}_f ——同一测试点反行程差值的平均值。

被试样品的回程误差用所有测试点中回程误差最大值表示,必要时也可提供各测试点的值。

C.3.7 相关系数

相关系数用以表示被试样品输出量与输入量之间相关的程度。当考察两个量是否存在某种联系时,相关系数的大小表示它们之间相联系的程度。相关系数不大于 1。

两个量之间的相关系数用公式(C.8)计算：

$$r_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}} \dots\dots\dots(C.8)$$

式中：

x_i ——输入量；

y_i ——输出量；

\bar{x} ——输入量的平均值；

\bar{y} ——输出量的平均值；

n ——测量的次数, $i = 1,2,3,\dots,n$ 。

C.4 动态比对和业务应用

C.4.1 测量数据的完整性

C.4.1.1 被试样品测量数据的完整性应在统计方法剔除粗大误差之前进行。

C.4.1.2 被试样品测量数据的完整性为实际观测数据个数与应观测数据个数比值的百分数;或用观测数据的缺测率表示,缺测率为缺测数据个数与应观测数据个数比值的百分数。

C.4.1.3 各气象要素的数据完整性应分别统计,应采用动态比对试验的全部数据。必要时,可对特定环境条件的数据单独统计,以便对被试样品不同环境条件的测量性能进行分析。

C.4.1.4 被试样品的测量要素中有任一项数据的缺测率不合格,即判定为被试样品的该项指标不合格。

C.4.2 动态测量误差

C.4.2.1 被试样品与世界气象组织规定的动态测量标准器或由使用方指定的其他动态标准器的比对结果,用于表示被试样品的动态测量误差,用公式(C.1)计算。

C.4.2.2 动态测量误差用动态比对试验被试样品对于标准器的误差区间($\bar{x}-ks, \bar{x}+ks$)表示,若测试方案没有明确规定,置信系数取 $k=1$ 。

C.4.2.3 动态测量误差可根据试验时的不同环境条件分组,也可按照不同测量范围分组,应在试验测试方案中明确。被试样品的动态测量误差用各组系统误差的平均值和合并样本标准偏差计算。

C.4.2.4 若测试方案规定了被试样品动态误差的数值要求,按照测试方案的要求进行评定。若无数值要求,只进行动态误差分析,同时提供误差区间的数据。

C.4.3 设备运行的稳定性

C.4.3.1 静态测试方法

在初测试合格的基础上,通过一定时间的现场比对试验后,不对被试仪器作任何调整和维护,进行测试性能的复测。用两次测量结果进行对比。

如果有稳定性指标,且为百分数,用公式(C.9)计算稳定性;如果没有稳定性指标,则用公式(C.10)计算稳定性。

$$w = \frac{x_1 - x_0}{x_0} \quad \dots\dots\dots(C.9)$$

$$w = x_1 - x_0 \quad \dots\dots\dots(C.10)$$

式(C.9)、式(C.10)中:

w ——稳定性;

x_0 ——初次测量值或示值误差或系数;

x_1 ——复测时的测量值或示值误差或系数。

有稳定性指标,按稳定性指标判断。如果没有稳定性指标,公式(C.10)的计算结果应在允许误差限内。

C.4.3.2 现场比对试验方法

C.4.3.2.1 在动态比对试验中,定时(如月、半月、旬等)与标准器比较(用公式(C.10)计算),其平均值不超出允许误差要求,可判断其稳定性合格。

C.4.3.2.2 不论稳定性是否合格,都应在同一直角坐标系内分别绘制各测量要素对应各测试点误差区间的变化曲线,以直观显示各测试点及整个测量范围误差区间的变化情况,并置于测试报告中。

C.4.3.2.3 对于稳定性不合格的被试样品,应根据整个测量范围误差的变化情况,在试验报告中说明不合格的原因或测量特性改变的类型。同时给出被试样品测量特性改变的具体数据。

C.4.4 测量结果的一致性

C.4.4.1 测量结果的一致性用被试样品在自然大气条件下,同时测量同一气象要素时,用相同被试样品比较的系统误差和标准偏差分别表示。

C.4.4.2 多台被试样品测量结果的一致性,应先计算各被试样品同一时次的测量结果的平均值,再计算各台被试样品测量结果对该平均值的系统误差和标准偏差。两台被试样品的一致性,则用两台仪器测量值的差值进行系统误差和标准偏差的计算。

C.4.4.3 当多台被试样品比较一致性时,如果有个别测量结果严重偏离其平均值,不应参与平均值计算。

C.4.4.4 若系统误差的绝对值大于被试样品技术指标规定允许误差半宽的三分之一,或标准偏差的绝对值大于技术指标规定允许误差的半宽,其测量结果的一致性判定为不合格。被试样品有一台不合格,判定为被试样品整体不合格。

C.4.4.5 若被试样品的一致性不合格,应对测量数据和测量环境进行分析,排除环境条件不一致的影响,必要时,可交换被试样品安装的相对位置进行验证,以消除不同测量位置间气象要素本身的系统误差。

C.4.5 可比性

C.4.5.1 可比性用相同时刻被试样品与业务观测网相同要素测量仪器(参考仪器)测量值的差值的系统误差和标准偏差表示。

C.4.5.2 若同一地点被试样品和参考仪器都为多台仪器,在计算差值以前,应先计算被试样品和参考仪器多台仪器测量结果的平均值,用对应的平均值计算差值,然后计算系统误差和标准偏差。

C.4.5.3 若可比性的系统误差绝对值超过被试样品技术指标规定允许误差半宽的二分之一,或标准偏差大于允许误差的半宽,应认为被试样品的动态测量数据与参考值之间没有可比性,否则认为具有可比性。

C.4.5.4 被试样品的观测数据与参考值没有可比性的判断,应根据不同气候区,不同季节的试验结果综合考虑。若不同气候区或不同季节比对结果,对于可比性数据的判决结论不同,应进行影响量的统计,以查明原因。

C.4.5.5 在作出被试样品与参考值没有可比性的最终判断以前,应查明各种影响量的影响,必要时,可核查比对双方的计算数学模型是否存在差异,也可进行补充试验,以作进一步判定。

C.4.5.6 对于最后判断与参考仪器没有可比性的被试样品,应在试验报告中说明。必要时,可通过影响量的统计数据,补充试验或软件审查的结果,给出进行修正和资料同化方法。

C.4.6 影响特性的统计

C.4.6.1 对被试样品影响特性,应根据被试样品动态比对数据的误差分布特征进行统计和分析,统计和分析项目主要有:

- 动态比对试验期间被试样品是否有测量基点改变现象;
- 对于气象量的不同变化趋势,被试样品动态响应时间是否不同;
- 电测传感器自身供电电流产生的热量是否使测量元件本身的温度升高;
- 被试样品的测量结果是否受不同气象参数、环境条件或其他自然因素的影响。

C.4.6.2 对于连续进行动态比对测量被试样品,应按照时间顺序进行各种误差的统计,以发现试验期间是否存在测量误差随时间改变的现象。必要时,可以制作误差随时间变化的分布图,以观察误差随时间变化的类型。

C.4.6.3 若发现被试样品的测量误差随时间改变,应进一步进行影响量的统计。选一个或多个可能对被试样品测量结果有影响的非被测量,进行分组统计,根据不同分组的系统误差变化进行分析。

C.4.6.4 对于误差分散性较大的情况,应进行被试样品与参考仪器测量结果的相关性统计分析,必要时,可制作被试样品与参考仪器测量结果对应关系的图形和拟合曲线进行观察。

C.4.6.5 被试样品动态测量误差和可比性的测量结果和结论,应在影响特性的统计分析结果的基础

上给出,被试样品影响特性的评定结果也应在测试报告中给出分析评定结果。

C.4.6.6 根据影响量的统计分析结果,说明被试样品各测量要素动态测量特性方面的缺陷,以给出不合格的原因,也可提出改进或进行补充试验的建议。

C.5 测量结果的不确定度

C.5.1 对于每项试验的测量结果都应进行不确定度评定,并给出扩展不确定度的具体数值。必要时,可给出不确定度报告。

注:测量不确定度评定分为 A 类评定和 B 类评定,分类及通用方法参见 JJF 1059.1。

C.5.2 对于用误差区间表示的被试样品的测量误差,不确定度的 A 类评定应是系统误差和标准偏差两部分不确定度的合成结果。

C.5.3 系统误差不确定度 A 类评定的数值 u_{AX} 用公式(C.11)计算;标准偏差不确定度 A 类评定的数值 u_{AS} 用公式(C.12)计算。

$$u_{AX} = s/\sqrt{n} \dots\dots\dots(C.11)$$

$$u_{AS} = s/\sqrt{2(n-1)} \dots\dots\dots(C.12)$$

式中:

n ——测量次数;

s ——统计不确定度 A 评定数值用的一组差值的标准偏差。

用误差区间表示被试样品测量误差的标准不确定度 A 类分量 u_A 用公式(C.13)计算。

$$u_A = \sqrt{u_{AX}^2 + u_{AS}^2} \dots\dots\dots(C.13)$$

C.5.4 误差区间标准不确定度的 B 类分量至少应包括以下来源:

- 所用标准器或比对标准器的量值传递误差;
- 被试样品的数据分辨力;
- 标准器的数据分辨力;
- 静态测试模拟气象要素参数的不稳定性;
- 静态测试模拟气象要素参数的不均匀性;
- 标准器或比对标准器的时间稳定性;
- 动态比对试验中未修正影响量。

C.5.5 不确定度的 B 类分量,根据不同的分布特性,按照 JJF 1059.1 的要求和规定计算具体数值并合成总的 B 类标准不确定度 u_B 。

C.5.6 以公式(C.14)计算合成标准不确定度 u_c ,用公式(C.15)计算扩展不确定度 U 。

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} \dots\dots\dots(C.14)$$

$$U = ku_c \dots\dots\dots(C.15)$$

若无特殊要求,通常静态测试取 $k=2$,动态试验 $k=1$ 。

C.5.7 根据测量结果的不确定度对被试样品的各项测量结果进行符合性评定,若测量结果的误差区间上限加 U 或下限减 U 超出技术指标规定的允许误差的范围,其绝对值不大于允许误差半宽的三分之一,仍可评定为合格,否则认为根据测试结果对允许误差的判定处于“待定区”。

C.5.8 若合格判定处于“待定区”的原因是某不确定度分量太大造成的,应采取措施减小该不确定度分量的影响量值,并重新进行测试。

注:“待定区”的定义为:被试样品的示值误差既不符合合格判据又不符合不合格判据时,为处于待定区(定义和说明参见 JJF 1094—2002 中 5.3.1.6c)。

参 考 文 献

- [1] GB/T 4208—2008 外壳防护等级(IP 代码)
 - [2] GB/T 12649—2017 气象雷达参数测试方法
 - [3] JJF 1094—2002 测量仪器特性评定
-

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 通用要求
QX/T 526—2019

*

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
北京中科印刷有限公司印刷

*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:2 字数:60千字
2020年1月第1版 2020年1月第1次印刷

*

书号:135029-6117 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