



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 720—2024

机载下投探空系统

Airborne dropsounding system

2024-08-16 发布

2024-12-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 组成 2

5 技术要求 2

 5.1 外观与结构 2

 5.2 功能 2

 5.3 测量性能 2

 5.4 可靠性 4

 5.5 维修性 4

 5.6 环境适应性 4

 5.7 电磁兼容性 5

6 检验方法 5

 6.1 检验条件 5

 6.2 外观与结构 6

 6.3 功能 6

 6.4 测量性能 8

 6.5 可靠性 16

 6.6 维修性 16

 6.7 环境适应性 16

 6.8 电磁兼容性 17

7 检验规则 17

 7.1 检验条件 17

 7.2 检验中止、终止和恢复 17

 7.3 检验分类 17

 7.4 检验项目 17

 7.5 鉴定检验 19

 7.6 质量一致性检验 20

 7.7 问题修复 22

8 标志、包装、运输、贮存 22

 8.1 标志 22

 8.2 包装 23

 8.3 运输 23

 8.4 贮存 23

附录 A(资料性) 一致性指标计算方法 24

附录 B(资料性) 计算公式 25

 B.1 降落伞摆角 25

B.2 降落伞下降速度 25

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国气象仪器与观测方法标准化技术委员会(SAC/TC 507)提出并归口。

本文件起草单位：航天新气象科技有限公司、中国气象局气象探测中心。

本文件主要起草人：彭文武、黄晓杰、张亚乾、郭振杰、张雪芬、杨荣康、郭然、郭启云、杨森麟、邓娟、王文清、朱静、王忆如。

机载下投探空系统

1 范围

本文件确立了机载下投探空系统(以下简称“下投系统”)的组成和检验规则,规定了下投系统的技术要求,给出了相应的检验方法,规定了其产品标志、包装、运输、贮存等的要求。

本文件适用于下投系统的研制、生产和验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GJB 150.2A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第2部分:低气压(高度)试验

GJB 150.3A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第3部分:高温试验

GJB 150.4A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第4部分:低温试验

GJB 150.8A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第8部分:淋雨试验

GJB 150.9A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第9部分:湿热试验

GJB 150.15A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第15部分:加速度试验

GJB 150.16A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第16部分:振动试验

GJB 150.18A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第18部分:冲击试验

GJB 151B—2013 军用设备和分系统 电磁发射和敏感度要求与测量

GJB 181B—2012 飞机供电特性

GJB 899A—2009 可靠性鉴定和验收试验

GJB 2072—1994 维修性试验与评定

GJB 2405—1995 探空仪通用规范

GJB 2746—1996 机载天线通用规范

QX/T 36—2005 GTS1 数字探空仪

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

下投式探空仪 dropsonde

从空中飞行平台投下,由响应风场变化的降落伞携带,在下降过程中连续测量温度、湿度、气压、风场等气象要素的仪器。

4 组成

下投系统主要由控制与接收装置、下投式探空仪、数据处理单元以及地面检测装置等组成。其中：

- 控制与接收装置主要由下投式探空仪存储箱(需要时)、控制与接收装置、探空信号接收天线、卫星信号转发装置以及近程通信装置等组成；
- 下投式探空仪主要由专用降落伞、导航定位模块、温度传感器、湿度传感器、气压传感器、采集控制模块、处理器、发射机、发射天线、开伞器、激活模块、电池组等组成；
- 数据处理装置主要由显控设备和数据处理软件等组成；
- 地面检测装置主要由测试腔体以及温度、湿度、气压标准器、近程通信装置组成。

5 技术要求

5.1 外观与结构

5.1.1 外观

表面涂层应均匀、无脱落,结构件无机械损伤,表面无裂痕;标志、标识应清晰、正确。

5.1.2 结构

各零部件应安装正确,牢固可靠,操作部分不应有迟滞、卡死、松脱现象。

5.2 功能

5.2.1 下投系统应能够自动投放下投式探空仪,并连续获取空间位置的大气温度、湿度、气压、风速、风向等数据;应能够在地面对下投式探空仪温湿压传感器进行检测。

5.2.2 下投式探空仪应支持北斗或其他主流卫星导航系统信号;应能够自动开伞。

5.2.3 数据处理软件应能够对探测数据进行数据处理和质量控制、实时显示探测数据与廓线、保存和生成探测数据产品。

5.3 测量性能

5.3.1 总体技术指标

应符合表 1 的要求。

表 1 总体技术指标要求

项目	技术指标要求
工作频率	400.15 MHz~406 MHz
最大工作高度	≥ 12 km
接收距离	≥ 120 km
投放成功率	$\geq 90\%$

5.3.2 控制与接收装置

应符合表 2 的要求。

表2 控制与接收装置技术指标要求

项目		技术指标要求
供电电压		满足 GJB 181B—2012 中关于 28 V 直流系统的相关要求
下投式探空仪出舱相对速度		$\geq 2.5 \text{ m/s}$
接收信道数		≥ 8
接收灵敏度		$\leq -120 \text{ dBm}$ (数据传输速率 2 400 bps 时,误码率不大于 0.1%)
接收机邻道抑制		$\geq 65 \text{ dB}$
接收机频率跟踪范围		工作频率 $\pm 10 \text{ kHz}$
频谱扫描	动态范围	$-110 \text{ dBm} \sim -20 \text{ dBm}$
	频率分辨率	$\leq 6 \text{ kHz}$
探空接收天线增益		$\geq 0 \text{ dBi}$
数据存储容量		$\geq 100 \text{ MB}$
近程通信距离		$\geq 10 \text{ m}$

5.3.3 下投式探空仪

应符合表 3 的要求。

表3 下投式探空仪技术指标要求

项目		技术指标要求
工作频率		400.15 MHz~406 MHz
采样周期		$\leq 0.5 \text{ s}$
温度	测量范围	$-75 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$
	允许误差	$\pm 0.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$
相对湿度	测量范围	10%~95%
	允许误差	$\pm 3\%$
气压	测量范围	50 hPa~1060 hPa
	允许误差	$\pm 1.3 \text{ hPa}$ (500 hPa~1060 hPa)
		$\pm 0.7 \text{ hPa}$ (50 hPa~500 hPa)
风速	范围	0 m/s~150 m/s(测量值可大于 150 m/s)
	允许误差	$\pm 1 \text{ m/s}$
风向	范围	$0^{\circ} \sim 360^{\circ}$
	允许误差	$\pm 10^{\circ}$ (风速大于 5 m/s)
一致性	温度	$\leq 0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
	相对湿度	$\leq 5\%$
	气压	$\leq 1.5 \text{ hPa}$
	风速	$\leq 1 \text{ m/s}$
	风向	$\leq 10^{\circ}$ (风速大于 5 m/s)
工作时间		$\geq 40 \text{ min}$

表 3 下投式探空仪技术指标要求(续)

项目		技术指标要求
质量		$\leq 500\text{ g}$
平均发射功率		$\leq 200\text{ mW}$
专用降落伞	降落伞摆角	$\leq 10^\circ$
	海平面下降速度	$11\text{ m/s} \pm 1\text{ m/s}$

5.3.4 地面检测装置

温度、湿度、气压标准器应符合表 4 要求。

表 4 地面检测装置标准器技术指标要求

项目		技术指标要求
温度标准	测量范围	$-10\text{ }^\circ\text{C} \sim 50\text{ }^\circ\text{C}$
	最大允许误差	$\pm 0.1\text{ }^\circ\text{C}$
湿度标准	相对湿度测量范围	$0\% \sim 95\%$
	相对湿度最大允许误差	$\pm 2\%$
气压标准	测量范围	$450\text{ hPa} \sim 1060\text{ hPa}$
	最大允许误差	$\pm 0.3\text{ hPa}$

5.4 可靠性

平均故障间隔时间(MTBF):大于或等于 500 h。

5.5 维修性

平均修复时间(MTTR):小于或等于 0.5 h。

5.6 环境适应性

5.6.1 温度

应符合表 5 的要求。

表 5 温度要求

项目		技术指标要求
贮存温度		$-55\text{ }^\circ\text{C} \sim 65\text{ }^\circ\text{C}$
工作温度	下投式探空仪	$-75\text{ }^\circ\text{C} \sim 50\text{ }^\circ\text{C}$
	接收与控制装置	$-55\text{ }^\circ\text{C} \sim 60\text{ }^\circ\text{C}$
	室内设备	$-10\text{ }^\circ\text{C} \sim 50\text{ }^\circ\text{C}$

5.6.2 湿热

5.6.2.1 下投式探空仪应符合 QX/T 36—2005 环境适应性中相对湿度的要求。

5.6.2.2 控制与接收装置应具有在高温和高湿环境条件下的适应性,并满足下列要求:

- a) 高温高湿段:温度 60 °C,相对湿度 95%;
- b) 低温高湿段:温度 30 °C,相对湿度 95%;
- c) 试验周期:240 h。

5.6.3 低气压

5.6.3.1 下投式探空仪:50 hPa~1060 hPa。

5.6.3.2 控制与接收装置:应符合 GJB 150.2A—2009 的相关规定。

5.6.4 振动

下投系统振动要求应符合 GJB 150.16A—2009 的相关规定。

5.6.5 冲击

下投系统冲击要求应符合 GJB 150.18A—2009 的相关规定。

5.6.6 加速度

下投系统加速度要求应符合 GJB 150.15A—2009 的相关规定。

5.6.7 淋雨

下投系统淋雨要求应符合 GJB 150.8A—2009 的相关规定。

5.7 电磁兼容性

电磁发射和敏感度和测量要求按 GJB 151B—2013 的规定,并至少满足 GJB 151B—2013 中 CE102、CS101、CS114、CS115、CS116、RE102、RS103 的测试项要求。

6 检验方法

6.1 检验条件

6.1.1 常规检验条件

常规检验环境条件应满足下列要求:

- a) 温度:15 °C~35 °C;
- b) 湿度:45%~75%;
- c) 气压:800 hPa~1060 hPa。

应记录检验时的实际环境条件。

6.1.2 检验设备要求

检验用仪器设备应符合表 6 的规定,检验所用的仪器设备应经检定或校准。

表 6 检验设备要求

序号	仪器设备名称	检验项目	技术要求
1	频谱仪	频率范围	10 kHz~3 GHz
2	直流稳压电源	电压	0 V~15 V
		输出电压	二路
		最大输出电流	3 A
3	信号源	频率范围	0 GHz~3 GHz
		能够产生高斯频移键控调制信号	
		输出射频信号幅度	-130 dBm~10 dBm
4	电子秤	称量范围	≥500 g
		精度	≤10 g
5	温度校准设备	范围	-90 ℃~50 ℃
		水平方向均匀性	≤0.03 ℃
		垂直方向均匀性	≤0.03 ℃
6	湿度校准设备	范围	10%~95%
		精度	≤2%
7	气压校准设备	范围	5 hPa~1060 hPa
		稳定性	≤0.2 hPa/10 min
8	测速仪	范围	0 m/s~20 m/s
9	卷尺	范围	0 m~10 m
		精度	≤3 cm
10	全球导航卫星系统(GNSS) 卫星信号模拟器	能够编程轨迹模拟发送北斗等导航卫星信号	

6.2 外观与结构

6.2.1 外观

用目测进行检查。

6.2.2 结构

用目测和实操结合进行检查。

6.3 功能

6.3.1 自动投放功能和探测

在飞行测试中进行检验。

6.3.2 支持北斗及其他主流导航信号

按照下列步骤进行检验：

- a) 按照图 1 准备和连接设备,下投式探空仪处于控制与接收机装置待发射位置,激活下投式探空仪,将控制与接收机装置、下投式探空仪频率设置成一致,测试计算机可接收到下投式探空仪数据;
- b) 设备上电保持正常工作,依次设置 GNSS 卫星信号模拟器为北斗模式和其他主流导航信号,观察测试计算机接收到下投式探空仪的卫星定位情况并记录;
- c) 下投式探空仪卫星定位结果应与卫星模拟器给出位置相符。

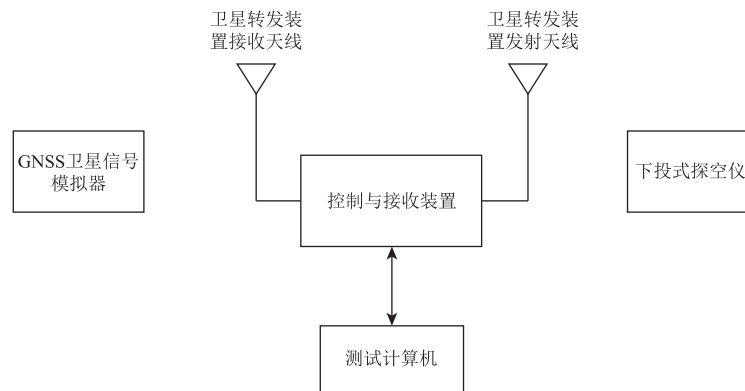


图 1 卫星信号测试框图

6.3.3 自动开伞

按照下列步骤进行检验:

- a) 降落伞处于开伞器内,将下投式探空仪激活,并从高空投放或抛下下投式探空仪;
- b) 控制与探空接收机实时接收下投式探空仪数据,根据监测到的降速判断下投式探空仪是否是在下降 10 s 以后才开始出现减速,且减速后,在相同高度上被测下投式探空仪降速与下投式探空仪理论降速偏离不超过 ± 3 m/s;
- c) 若满足条件 b),则下投式探空仪具备自动开伞功能,否则判为不具备自动开伞功能。

6.3.4 数据处理软件

按下列步骤进行检验:

- a) 开启下投式探空仪模拟发送探测数据,其中随机将部分下投式探空仪发射数据修改为错误值,检查数据处理软件数据处理和质量控制功能;
- b) 开启下投式探空仪模拟发送一次完整探测数据,检查数据处理软件的数据和廓线实时显示功能;
- c) 在数据处理软件中调入历史测量数据,检查数据产品保存和生成等功能。

6.3.5 地面检测功能

按下列步骤进行检验:

- a) 将下投式探空仪温湿传感器部位置于地面检测装置测试腔体内部,地面检测装置与测试计算机连接(见图 2);
- b) 通过测试计算机向地面检测装置发送指令,地面检测装置通过近程通信模块可无线激活和关断下投式探空仪;
- c) 通过测试计算机向地面检测装置发送频率设置指令,地面检测装置向测试计算机反馈接收到的下投式探空仪数据,地面检测箱可根据地面检测装置中温度、湿度、气压标准器值和下投式

探空仪温度、湿度、气压测量数据的差异,显示下投式探空仪地面检测是否合格。

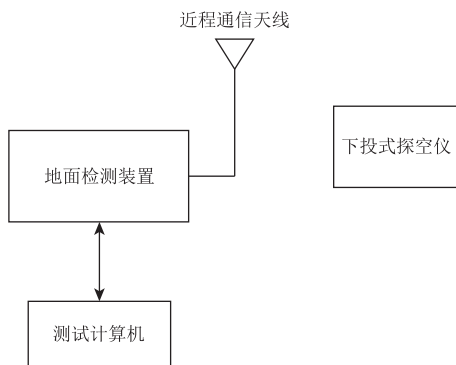


图 2 地面检测装置测试框图

6.4 测量性能

6.4.1 总体技术指标

6.4.1.1 工作频率

按照下列步骤进行检验:

- 按照图 3 连接设备;
- 通过测试计算机设置控制与接收装置第一信道工作频率为 400.15 MHz;
- 控制与接收装置发送激活指令后,根据信道当前频率自动设置下投式探空仪频率,待测试计算机测试软件连续接收到接收分系统对应信道上传的下投式探空仪数据后,记录频谱仪上下投式探空仪信号的频率值,要求下投式探空仪频率值与设置频率值相差不超过 ± 4 kHz;
- 依次按照 b)设置控制与接收装置其他七个信道工作频率为 400.15 MHz,检查各信道均可连续接收到下投式探空仪数据;
- 关闭下投式探空仪电源,重复以上步骤分别测试工作频率 403 MHz 和 406 MHz 的接收情况。

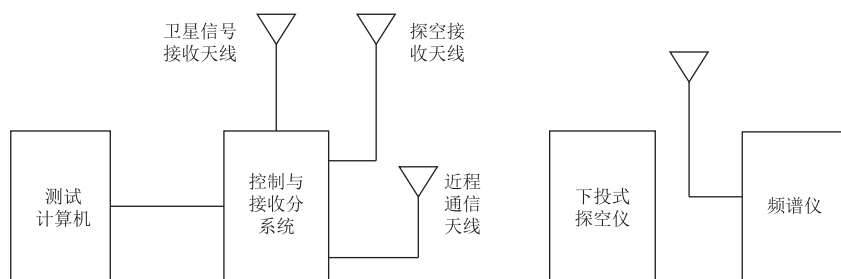


图 3 工作频率测试框图

6.4.1.2 最大工作高度

按照下列步骤进行检验:

- 若飞行测试可飞行到最大工作高度以上,则采用实际飞行验证下投系统在最大工作高度上工作;
- 若 a)不满足,则采用温度/气压综合试验来模拟最大工作高度环境条件,测试下投系统是否正常工作,其中气压和温度均设置为最大工作高度上的气压和温度。

6.4.1.3 接收距离

按照下列步骤进行检验：

- a) 根据飞机飞行航线,选取下投式探空仪信号布置点,布置点应与航线最大直线距离超过 120 km,且与飞机通视状况良好,将下投式探空仪放置在离地 1.5 m 或以上,下投式探空仪发射功率 200 mW;
- b) 飞机飞行保持在 1 km 高度以上,发送指令设置控制与接收装置的频率与下投式探空仪一致,监测并记录飞机下发的下投式探空仪数据和飞机坐标位置,根据下投式探空仪与飞机的坐标计算两者之间的距离,并取其中最大值,最大值即为接收距离的下限。

6.4.1.4 投放成功率

被测试下投式探空仪应选取地面检测合格的下投式探空仪,控制与接收装置飞行前状态检测应正常。投放成功率按照下列步骤进行检验：

- a) 记录每次飞行测试或探测任务中实际投放次数及投放成功的次数,并分别累计求和;
- b) 当实际执行投放下投式探空仪的次数累计不少于 30 次以后,按公式(1)计算投放成功率 R 。

$$R = \frac{N_s}{N_c} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

N_s —— 投放成功的总次数；

N_c —— 投放的总次数。

6.4.2 控制与接收装置

6.4.2.1 供电电压

按照 GJB 181B—2012 规定的方法进行,且结果满足 GJB 181B—2012 的相关规定。

6.4.2.2 下投式探空仪出舱相对速度

按下列步骤进行检验：

- a) 控制系统满容量装载下投式探空仪；
- b) 依次投放下投式探空仪,用测速仪测量所有下投式探空仪的投放速度并记录；
- c) 统计最小投放速度。

6.4.2.3 接收信道数

按下列步骤进行检验：

- a) 按照图 3 连接设备,其中控制与接收装置与下投式探空仪距离不超过 10 m；
- b) 在 400.15 MHz~406 MHz 范围内,选取 8 个频点,同时准备 8 只下投式探空仪；
- c) 通过测试计算机设置控制与接收装置分别设置 8 个接收信道频率；
- d) 统计接收到的下投式探空仪的数量即为接收机信道数。

6.4.2.4 接收灵敏度

按下列步骤进行检验：

- a) 按图 4 连接设备,设置信号源调制方式、数据速率、调制频偏等参数与下投式探空仪参数一致；
- b) 通过信号源模拟发送下投式探空仪数据帧格式的数据；

- c) 将接收机各信道和信号源频率依次设置为 400.15 MHz、403 MHz、406 MHz,按下述方法测试:将输出幅度调节至-120 dBm,打开信号源射频输出,同时记录并保存接收到的各信道返回的数据,比较接收数据与信号源发送的数据,统计各信道接收到的错误数据个数,并按公式(2)计算误码率 BER;

$$BER = \frac{N_{err}}{N_{total}} \times 1000\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

N_{err} ——接收错误的数据总数;

N_{total} ——发送的数据总数。

- d) 所有信道测试得到误码率的最大值,应不大于门限值 1‰。

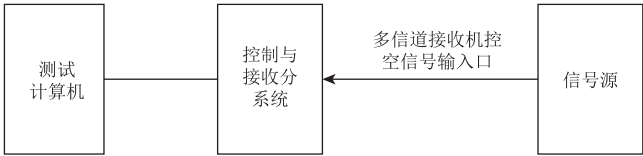


图 4 灵敏度测试图

6.4.2.5 接收机邻道抑制

按下列步骤进行检验:

- a) 如图 5 所示连接设备,信号源 1 输出探空调制信号,使接收机输入信号幅度为接收机灵敏度功率值,记为 P_1 ,同时关闭信号源 2 输出;
- b) 将信号源 1 产生的有用信号在灵敏度的基础上加大 3 dB;
- c) 然后在接收机的相邻信道(上邻道)上使用信号源 2 产生标准调制信号,即无用信号,并通过合路器与有用信号合成一路输入到地面接收机,保持有用信号功率不变,逐渐加大或减小无用信号的功率,直到接收机信号的误码率(BER)处于超出门限与门限之内的分界点,记录此时射频信号源 2 的功率值为 P_2 ;
- d) 按照公式(3)计算上邻通道抑制,并记录;

$$P_{上} = | P_2 - P_1 | \quad \dots\dots\dots(3)$$

- e) 选择另外一侧相邻信道(下邻道),重复上述步骤,按照公式(4)计算下邻通道抑制,并记录;

$$P_{下} = | P_2 - P_1 | \quad \dots\dots\dots(4)$$

- f) 按照上述方法依次测试 400.175 MHz、403.025 MHz、405.975 MHz 下各信道的上下邻道选择性,选择其中最小值作为接收机邻道抑制。

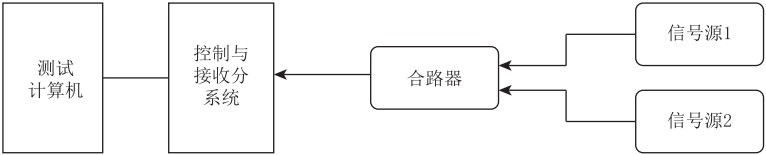


图 5 邻道抑制测试连接图

6.4.2.6 接收机频率跟踪范围

按下列步骤进行检验:

- a) 按照图 3 所示连接信号源与控制与接收装置,设置接收机频率为 400.165 MHz,将信号源设定

在接收机的设定频率产生测试信号,并调整信号为比接收灵敏度高 50 dBm;

- b) 调整信号源中心频率,调整频率为 1 kHz/(10 s),直至测试软件接收不到探空信号,记录此时信号源的频率,其与接收机设定频点的差值,即为接收机频率跟踪范围;
- c) 按照上述步骤分别测试 403.015 MHz、405.985 MHz 时的接收机频率跟踪范围;
- d) 取所有测试结果中的最小值作为最终的接收机频率跟踪范围。

6.4.2.7 频谱扫描

按下列步骤进行检验:

- a) 按照图 4 所示,将信号源设定到接收机的标称频率状态下,产生测试信号;
- b) 调整信号源中心频率和输出强度,选择频点分别为 400.15 MHz、403 MHz、406 MHz,每个频点输出幅度从 -110 dBm 开始调节,直至最大输出 0 dBm;
- c) 监测测试软件显示的频谱是否可清晰识别到信号,记录可识别的最小输入信号幅度和最大幅度即为频谱仪接收动态范围;
- d) 将信号源输出频率调整 ± 6 kHz,记录频谱显示的频率值,频率值的最小变化作为分辨率。

6.4.2.8 探空接收天线增益

探空信号接收天线的最大增益按照 GJB 2746—1996 中 4.8.11 规定的方法进行。

6.4.2.9 数据存储容量

检查接收机中存储卡的容量大小。

6.4.2.10 近程通信距离

按下列步骤进行检验:

- a) 在空旷无电磁干扰的场地,使用皮尺测量近程通信装置能够正常激活和静默下投式探空仪的最大距离;
- b) 近程通信装置与下投式探空仪之间的距离为近程通信距离。

6.4.3 下投式探空仪

6.4.3.1 工作频率

按下列步骤进行检验:

- a) 将下投式探空仪激活,并依次设置下投式探空仪频率为 400.15 MHz、403 MHz、406 MHz;
- b) 使用频谱仪检测下投式探空仪工作时的发射频率应与设置一致。

6.4.3.2 采样周期

按下列步骤进行检验:

- a) 按照图 3 准备和连接设备;
- b) 设备上电,处于正常工作状态,软件正常运行;
- c) 下投式探空仪上电且定位,软件能够正常接收并显示探空数据;
- d) 连续记录 10 s 的探空数据,统计探空数据的数量 N (海拔高度、温度、湿度、气压数据均正常记为 1 条有效探空数据);
- e) 计算采样周期为 10 除以 N 。

6.4.3.3 温度

6.4.3.3.1 测量范围

将温度测量范围的边界值作为测试点,见 6.4.3.3.2。

6.4.3.3.2 允许误差

按下列步骤进行检验:

- 将被测下投式探空仪温度传感器部分置于温度校准设备中,在 $-90\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间选取 5 个点(应包含测量范围上下限),相邻两点之间温差不小于 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下测试,温度测量顺序由低到高;
- 在每个测试点上,连续同时采样标准器温度示值和下投式探空仪温度测量值 10 次;
- 用标准器 10 次示值的平均值加上修正值作为标准值,用被测下投式探空仪温度测量值 10 次平均值减去标准值作为该测试点上的示值误差;
- 给出各测试点的示值误差;
- 用被测样品各测试点上示值误差的最小值和最大值作为温度测量允许误差的评定依据。

6.4.3.4 相对湿度

6.4.3.4.1 测量范围

将湿度测量范围的边界值作为测试点,见 6.4.3.4.2。

6.4.3.4.2 允许误差

按下列步骤进行检验:

- 在常温 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$,将被测下投式探空仪湿度传感器部分置于湿度校准设备中,选取 $95(\pm 3)\%$, $50(\pm 3)\%$, $10(\pm 3)\%$,按降湿顺序测量;
- 在每个测试点上,连续同时采样标准器湿度示值和下投式探空仪湿度测量值 10 次;
- 用标准器 10 次示值的平均值加上修正值作为标准值,用被测下投式探空仪湿度测量值 10 次平均值减去标准值作为该测试点上的示值误差;
- 给出各测试点的示值误差;
- 用被测样品各测试点上示值误差的最小值和最大值作为湿度测量允许误差的评定依据。

在鉴定检验时增加温度 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时在相对湿度(以冰面湿度表示) $95(\pm 3)\%$, $50(\pm 3)\%$, $10(\pm 3)\%$ 条件下的测试。

6.4.3.5 气压

6.4.3.5.1 测量范围

将气压测量范围的边界值作为测试点,见 6.4.3.5.2。

6.4.3.5.2 允许误差

按下列步骤进行检验:

- 将被测下投式探空仪气压传感器部分置于气压校准设备中,在常温和 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$,选取 50 hPa 、 150 hPa 、 300 hPa 、 600 hPa 、 900 hPa 、 1060 hPa ,按升压顺序进行测试;
- 在每个测试点上,连续同时采样标准器气压示值和下投式探空仪气压测量值 10 次;

- c) 用标准器 10 次示值的平均值加上修正值作为标准值,用被测下投式探空仪气压测量值 10 次平均值减去标准值作为该测试点上的示值误差;
- d) 给出各测试点的示值误差;
- e) 用被测样品各测试点上示值误差的最小值和最大值作为气压测量允许误差的评定依据。

6.4.3.6 风速

6.4.3.6.1 测量范围

按下列步骤进行检验:

- a) 使用 GNSS 卫星信号模拟器对下投式探空仪的风速测量范围进行测试;
- b) 按照图 6 准备和连接好设备,设备上电并保持正常工作,运行接收软件,能够接收到探空数据;
- c) 分别设置 GNSS 卫星信号模拟器的速度下限为 0.0 m/s 和上限为 150.0 m/s;
- d) 当下投式探空仪定位后,分别采集 10 组速度测量值并记录;
- e) 用测量值的最小值和最大值分别作为测量的下限值和上限值;
- f) 统计的下限示值和上限示值即为测量范围的边界。

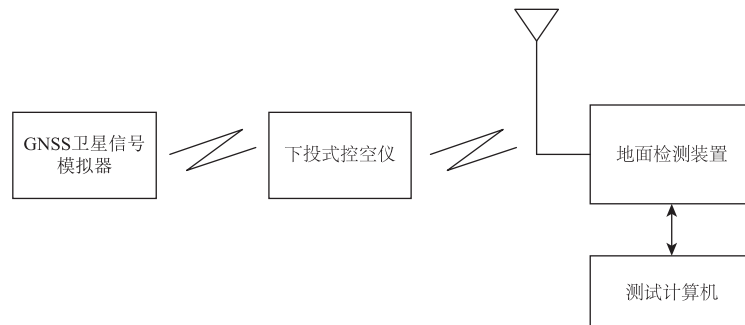


图 6 风场测试框图

6.4.3.6.2 允许误差

按下列步骤进行检验:

- a) 下投式探空仪置于空旷场地,保持定位,统计 5 min 内测得的速度最大值,最大值应小于允许误差的绝对值;
- b) 使用 GNSS 卫星信号模拟器,按图 6 连接好测试设备,模拟产生水平速度 10 m/s、20 m/s、40 m/s、80 m/s、100 m/s、150 m/s 作为测试点,GNSS 卫星信号模拟器产生卫星信号强度应与实际地面接收到的卫星信号强度相当;
- c) 统计下投式探空仪定位后 1 min 内测量的速度值的平均值,平均值减去理论值作为该测试点的示值误差;
- d) 给出各测试点的示值误差;
- e) 用被测样品各测试点上示值误差的最小值和最大值作为风速测量允许误差的评定依据。

6.4.3.7 风向

6.4.3.7.1 测量范围

按下列步骤进行检验:

- a) 使用 GNSS 卫星信号模拟器对下投式探空仪的风速测量范围进行测试;

- b) 按照图 6 准备和连接好设备,设备上电并保持正常工作,运行接收软件,能够接收到探空数据;
- c) 分别设置 GNSS 卫星信号模拟器的轨迹为圆周;
- d) 当下投式探空仪定位后,采集至少 3 个周期的方向测量值并记录;
- e) 用测量值的最小值和最大值分别作为测量的下限值和上限值;
- f) 统计的下限示值和上限示值。

6.4.3.7.2 允许误差

按下列步骤进行检验:

- a) 使用 GNSS 卫星信号模拟器,按图 6 连接好测试设备,模拟产生水平速度 5 m/s、20 m/s、40 m/s、80 m/s、100 m/s,每个速度分别按 0°、60°、120°、180°、240°、300°方向运动,GNSS 卫星信号模拟器产生卫星信号强度应与实际地面接收到的卫星信号强度相当;
- b) 统计下投式探空仪定位后 1 分钟内测量的方向值的平均值,平均值减去理论值作为该测试点的示值误差;
- c) 给出各测试点的示值误差;
- d) 用被测样品各测试点上示值误差的最小值和最大值作为风向测量允许误差的评定依据。

6.4.3.8 一致性

按下列步骤进行检验:

- a) 飞行过程中,同时投放 2 枚下投式探空仪,投放时间差不超过 5 s;
- b) 下投式探空仪正常开伞后的数据为有效探测数据并开始记录,直至下投式探空仪落地,结束记录,记为 1 次有效比对数据;
- c) 按照抽样要求,完成规定次数的有效比对数据;
- d) 分别统计同组 2 枚探空数据在相同海拔高度上温度、湿度、气压、风速、风向测量值差值,并统计计算所有样本下投式探空仪温度、湿度、气压、风速、风向测量值的合成标准偏差;
- e) 计算下投式探空仪温度、湿度、气压、风速、风向测量值的动态测量误差测试结果,计算方法见附录 A。

6.4.3.9 工作时间

按下列步骤进行检验:

- a) 下投式探空仪在 -10 °C 条件下稳定 1 h,然后上电,处于正常探测工作状态且发射功率满足产品规范条件开始,计时为 T_1 ;
- b) 使用频谱仪监测发射功率,到监测到的平均功率变小 6 dB 为止,计时为 T_2 ;
- c) 统计下投式探空仪稳定后的工作时间 $T = T_2 - T_1$ 为下投式探空仪工作时间。

6.4.3.10 质量

按照抽样方案,对规定数量的下投式探空仪使用电子秤进行称重,记录并统计最大值作为下投式探空仪质量测量值。

6.4.3.11 平均发射功率

将下投式探空仪发射天线与发射机电路断开,在发射机电路与天线连接端口用高频接插件直接连接功率计,测量平均发射功率。

6.4.3.12 降落伞摆角

按下列步骤进行检验:

- a) 将下投式探空仪激活后,从高空投放或抛投;
- b) 采集下投式探空仪降落伞完全打开状态下的水平速度数据,统计速度数据中明显的摆动周期(统计平均值)和摆动幅度(偏离摆动周期内的均值的平均幅度);
- c) 参照附录 B 计算降落伞摆角;
- d) 统计样品测试数据计算的最大值作为降落伞摆角。

6.4.3.13 海平面下降速度

按下列步骤进行检验:

- a) 采用高空投放下投式探空仪的方式测量;
- b) 对原始数据的降速进行分析,记录正常开伞的下投式探空仪落地前的降速数值,若高度与海平面高度不一致,根据密度推算海平面的降速(见 B.2);
- c) 按照抽样方案,完成规定数量下投式探空仪的降落速度测试;
- d) 统计海平面高度上降落伞的平均降速,即为海平面下降速度。

6.4.4 地面检测装置

6.4.4.1 温度

按下列步骤进行检验:

- a) 将被测地面检测装置的温度探头置于温度校准设备中,选取 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 进行测试;
- b) 当每个测试点的温度值达到稳定后,连续采集 10 组测量值和 10 组标准器值;
- c) 用 10 次标准器值的平均值加上修正值作为标准值,用温度测量值 10 次平均值减去标准值作为该测试点上的示值误差;
- d) 给出各测试点的示值误差;
- e) 用被测样品各测试点上示值误差的最小值和最大值作为检测装置温度测量允许误差的评定依据。

6.4.4.2 湿度

按下列步骤进行检验:

- a) 将被测地面检测装置的湿度探头置于湿度发生器中,选取 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下 10%、25%、55%、75%、90%作为测试点;
- b) 当每个测试点的湿度值达到稳定后,连续采集 10 组测量值和 10 组标准器值;
- c) 用 10 次标准器值的平均值加上修正值作为标准值,用湿度测量值 10 次平均值减去标准值作为该测试点上的示值误差;
- d) 给出各测试点的示值误差;
- e) 用被测样品各测试点上示值误差的最小值和最大值作为检测装置湿度测量允许误差的评定依据。

6.4.4.3 气压

按下列步骤进行检验:

- a) 将被测地面检测装置的气压传感器置于气压发生器中,选取 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下 1060 hPa、900 hPa、650 hPa、450 hPa 作为测试点;
- b) 当每个测试点的气压值达到稳定后,连续采集 10 组测量值和 10 组标准器值;
- c) 用 10 次标准器值的平均值加上修正值作为标准值,用气压测量值 10 次平均值减去标准值作

为该测试点上的示值误差；

d) 给出各测试点的示值误差；

e) 用被测样品各测试点上示值误差的最小值和最大值作为检测装置气压测量允许误差的评定依据。

6.5 可靠性

按照 GJB 899A—2009 的相关方法进行检验。

6.6 维修性

按照 GJB 2072—1994 的相关方法进行检验。

6.7 环境适应性

6.7.1 概述

环境适应性试验只对控制与接收装置、下投式探空仪、地面检测装置部分进行,其中控制与接收装置按使用环境确定为舱外设备或舱内设备,地面检测装置为室内部分。

6.7.2 温度

控制与接收装置和地面检测装置按 GJB 150.4A—2009 中 7.2.1.2、7.2.2.1 和 GJB 150.3A—2009 中 7.2.1、7.2.2 规定的方法进行检验,试验前后设备应正常工作;下投式探空仪按照 GJB 2405—1995 规定的方法进行检验。

6.7.3 湿热

控制与接收装置设备按 GJB 150.9A—2009 规定的方法进行检验;下投式探空仪按照 GJB 2405—1995 中规定方法进行检验。

6.7.4 低气压

控制与接收装置设备按 GJB 150.2A—2009 中 7.3.2 条规定的方法进行检验;下投式探空仪按照 GJB 2405—1995 规定的方法进行检验。

6.7.5 振动

按 GJB 150.16A—2009 中 7.3.1 或 7.3.4 规定的方法进行检验。

6.7.6 冲击

按 GJB 150.18A—2009 中 7.2.1 或 7.2.2 规定的方法进行检验。

6.7.7 加速度

控制与接收装置设备(内装下投式探空仪)按 GJB 150.15A—2009 规定的方法进行检验。

6.7.8 淋雨

控制与接收装置设备(内装下投式探空仪)按 GJB 150.8A—2009 中程序 I 的要求进行检验。

6.8 电磁兼容性

控制与接收装置设备按 GJB 151B—2013 规定的方法进行检验。

7 检验规则

7.1 检验条件

性能特性检验应在自然环境试验条件下进行,其他检验在室内自然条件下进行。

检验用的仪器、设备应经计量检定合格,并在检定有效期内;且其允许误差应不超过被测参数允许误差的 1/3。

7.2 检验中止、终止和恢复

7.2.1 中止

出现下列情况之一时,应中断检验:

- 检验现场出现不符合规定的检验条件时;
- 检验中发现受检产品不符合规定的校验条件;
- 发生意外情况影响继续检验。

7.2.2 终止

出现下列情况之一时,应终止检验:

- 受检产品任一项主要性能不符合要求,且在规定的时间内不能恢复;
- 检验中出现了致命缺陷或失效;
- 出现了危及人身和测试设备安全的情况。

7.2.3 恢复

中止检验采取必要的措施,符合检验条件时可以随时恢复检验;若终止检验应上报管理部门,若恢复应重新下达检验任务。

7.3 检验分类

检验分为:

- a) 鉴定检验;
- b) 质量一致性检验(A组、B组、C组、D组)。

7.4 检验项目

应按照表 7 的规定进行检验。

表 7 检验项目

序号	检验项目		鉴定检验	质量一致性检验				要求 章条号	检验方法 章条号
				A 组	B 组	C 组	D 组		
1	外观		●	●	—	—	—	5.1.1	6.2.1
2	结构		●	●				5.1.2	6.2.2
3	功能	自动投放功能和探测	●	●	—	—	—	5.2	6.3.1
4		支持北斗及其他主流导航信号	●	●	—	—	—	5.2	6.3.2
5		自动开伞	●	—	—	—	●	5.2	6.3.3
6		数据处理软件	●	●	—	—	—	5.2	6.3.4
7		地面检测功能	●	●	—	—	—	5.2	6.3.5
8	总体技术指标	工作频率	●	●	—	—	—	5.3.1	6.4.1.1
9		最大工作高度	●	—	—	—	○	5.3.1	6.4.1.2
10		接收距离	●	—	—	—	○	5.3.1	6.4.1.3
11		投放成功率	●	—	—	—	○	5.3.1	6.4.1.4
12	控制与接收装置	供电电压	●	—	—	●	—	5.3.2	6.4.2.1
13		下投式探空仪出舱相对速度	●	—	●	—	—	5.3.2	6.4.2.2
14		接收信道数	●	—	●	—	—	5.3.2	6.4.2.3
15		接收灵敏度	●	—	●	—	—	5.3.2	6.4.2.4
16		接收机邻道抑制	●	—	●	—	—	5.3.2	6.4.2.5
17		接收机频率跟踪范围	●	—	●	—	—	5.3.2	6.4.2.6
18		频谱扫描	●	—	●	—	—	5.3.2	6.4.2.7
19		探空接收天线增益	●	—	●	—	—	5.3.2	6.4.2.7
20		数据存储容量	●	—	—	○	—	5.3.2	6.4.2.9
21		近程通信距离	●	—	●	—	—	5.3.2	6.4.2.10
22	下投式探空仪	工作频率	●	—	●	—	—	5.3.3	6.4.3.1
23		采样周期	●	—	●	—	—	5.3.3	6.4.3.2
24		温度	●	—	●	—	—	5.3.3	6.4.3.3
25		相对湿度	●	—	●	—	—	5.3.3	6.4.3.4
26		气压	●	—	●	—	—	5.3.3	6.4.3.5
27		风速	●	—	—	—	○	5.3.3	6.4.3.6
28		风向	●	—	—	—	○	5.3.3	6.4.3.7
29		一致性	●	—	—	—	○	5.3.3	6.4.3.8
30		工作时间	●	—	●	—	—	5.3.3	6.4.3.9
31		质量	●	—	●	—	—	5.3.3	6.4.3.10
32		平均发射功率	●	—	●	—	—	5.3.3	6.4.3.11
33		降落伞摆角	●	—	—	—	○	5.3.3	6.4.3.6
34		海平面下降速度	●	—	—	—	○	5.3.3	6.4.3.13
35	地面检测装置	温度	●	—	●	—	—	5.3.4	6.4.3.6
36		湿度	●	—	●	—	—	5.3.4	6.4.4.2
37		气压	●	—	●	—	—	5.3.4	6.4.3.6

表 7 检验项目(续)

序号	检验项目		鉴定检验	质量一致性检验				要求 章条号	检验方法 章条号
				A 组	B 组	C 组	D 组		
38	可靠性		●	—	—	—	○	5.4	6.5
39	维修性		●	—	—	—	○	5.5	6.6
40	环境 适应性	温度	●	—		●	—	5.6.1	6.7.2
41		湿热	●	—	—	○	—	5.6.2	6.7.3
42		低气压	●	—	—	○	—	5.6.3	6.7.4
43		振动	●	—	—	●	—	5.6.4	6.7.5
44		冲击	●	—	—	●	—	5.6.5	6.7.6
45		加速度	●	—	—	●	—	5.6.6	6.7.7
46		淋雨	●	—	—	○	—	5.6.7	6.7.8
47	电磁兼容性		●	—	—	●	—	5.7	6.8
注：“●”为必检项目；“○”为订购方与承制方协商检验项目；“—”为不检项目。									

7.5 鉴定检验

7.5.1 检验时机

应在下列情况发生时进行鉴定检验:

- 产品定型时;
- 产品停产两年或以上,恢复生产时;
- 产品设计、制造工艺、关键元器件和材料有重大变化,可能影响产品的技术性能时;
- 产品转厂生产时;
- 检验结果与上次鉴定检验结果有较大差异时。

7.5.2 样品数量

受检单位至少应提供 60 套下投式探空仪,两套控制与接收装置、地面检测装置 1 套。

其中下投式探空仪温度、湿度、气压性能测试随机抽样 10 只,动态测试误差随机抽样 10 组(每组 2 只下投式探空仪),其他性能测试 10 只,环境试验 3 只。两套控制与接收装置选取一套做淋雨、电磁兼容性,另外一套做可靠性,其他项目两套全做。地面检测装置只做性能测试和温度试验。

7.5.3 检验项目

检验项目见表 7,检验顺序按先室内功能、性能测试,后环境试验、电磁兼容试验,最后开展外场测试:开伞方式、下降速度、动态测量误差、投放成功率、数据传输距离、最大工作高度,其中可靠性试验时间包括环境试验时间、飞行试验时间等。

7.5.4 合格判据

鉴定检验的样机按表 7 规定的项目检验后,检验项目全部达到规定的要求为合格;如果不能达到规定的要求时,应判定鉴定检验不合格。

7.5.5 不合格品处理

对鉴定检验不合格的产品,承制方应在经过采取措施并证明样机存在的问题确实得到解决后,方可按 6.4 条的规定重新提交鉴定检验,重新鉴定检验的项目由鉴定单位决定。

7.6 质量一致性检验

7.6.1 检验分组

质量一致性检验分为 A 组检验、B 组检验、C 组检验、D 组检验。

7.6.2 缺陷分类

分为致命缺陷、严重缺陷和轻缺陷。

7.6.2.1 致命缺陷

对产品的使用、维修或保管等有关人员会造成危害或不安全,以及对产品的基本功能有致命影响的缺陷。

7.6.2.2 严重缺陷

下列性质的缺陷为严重缺陷:

- a) 检测的性能特性指标不符合规定的范围;
- b) 突然的电气或结构失效引起的产品单一功能丧失,但可以通过更换部件恢复的。

7.6.2.3 轻缺陷

产品有一定的变形、镀层脱落、掉漆、发霉,一般参数指标轻微超差,其他不影响产品使用性能的缺陷。

7.6.3 A 组检验

7.6.3.1 检验项目

检验项目及检验方法见表 7。

7.6.3.2 检验时机

产品出厂前。

7.6.3.3 抽样方案

下投式探空仪检验按照 GB/T 2828.1—2012 一般检验水平 II 抽样,其他设备全数检验。

7.6.3.4 合格判定

满足下列条件判定合格:

- a) 未发现致命缺陷;
- a) 未发现严重缺陷;
- b) 轻缺陷数取接收质量水平(AQL)为 2.5。

7.6.3.5 不合格品处理

第 1 次 A 组检验不合格时,退回承制方修复。在查明原因采取措施后,经承制方检验部门重新检

验合格后可以提交重新检验。如修复内容不涉及已检项目,则不对已检项目重新进行检验;如修复内容涉及已检项目,则对涉及的已检项目进行重复检验。若第2次检验仍不合格,判为A组检验不合格,拒收。

7.6.4 B组检验

7.6.4.1 检验项目

检验项目及检验方法见表7。

7.6.4.2 检验时机

在A组检验合格后进行。

7.6.4.3 抽样方案

B组检验样本应从A组检验合格批中随机抽取。

下投式探空仪和地面检测设备温度、湿度、气压测量性能采用计量检验方案。AQL为4.0。温度和气压检验水平为Ⅱ,湿度检验水平为Ⅰ。下投式探空仪其他项目按照GB/T 2828.1—2012的规定,采用一般检查水平Ⅱ,二次抽样方案,严重缺陷AQL取值1.0,轻缺陷AQL取值2.5。

地面检测设备与控制与接收装置采用全数检验。

7.6.4.4 合格判定

下投式探空仪和地面检测设备测量性能时,当被检传感器在各检测点均满足技术要求时判定合格,否则判为不合格。

计数检验项目,当在样本中发现的缺陷数小于或等于规定的合格判定数时,判该批产品B组检验合格,否则判不合格。

7.6.4.5 不合格品处理

B组检验不合格的批次,承制方应对该批次产品进行分析、查找原因,并采取相应纠正措施。经证明所采取的措施有效可靠,并且对B组检验所代表的全部产品均已实施。再经A组检验合格后,方可重新进行B组检验。

若重新检验合格,则判该批次产品B组检验合格;若重新检验后仍不合格时,则判该批次产品为B组检验不合格。

7.6.5 C组检验

7.6.5.1 检验项目

检验项目及检验方法见表7。

7.6.5.2 检验时机

A、B组检验合格后。

7.6.5.3 抽样方案

C组检验的样本应从经A组和B组检验合格批的产品中随机抽取。除另有规定外,其中湿热、淋雨、电磁兼容试验抽取1套,控制与接收装置温度、低气压、冲击、振动、加速度全数检验,下投式探空仪按照GB/T 2828.1—2012采用一般检验水平Ⅰ,一次抽样方案,AQL取值2.5。地面检测箱抽取一套做

温度试验,其他项目不做。

7.6.5.4 合格判定

根据检验结果,当在样本中发现的缺陷数小于或等于规定的合格判定数时,判该批产品 C 组检验合格,否则判该批产品 C 组检验不合格。

7.6.5.5 不合格品处理

C 组检验不合格,承制方应对其进行全面分析、查找原因,并采取相应纠正措施。经订购方认可所采取的措施有效可靠,并对该检验批的所有产品均已实施,可重新进行 C 组检验。

若重新检验合格,则判该批次产品 C 组检验合格;若重新检验后仍不合格时,则判该批次产品为 C 组检验不合格,并将其情况通知上级有关部门。

7.6.6 D 组检验

7.6.6.1 检验项目

检验项目及检验方法见表 7。

7.6.6.2 检验时机

除另有规定外,仅在设备的主要设计、工艺、关键器件及原材料改变而影响设备性能时,进行检验。

7.6.6.3 抽样方案

D 组检验样品应从经 A 组和 B 组检验合格批的产品中随机抽取,下投式探空仪抽取 30 只(投放成功率统计时,将动态测量误差试验的下投式探空仪数量纳入),控制与接收装置抽取一套。

7.6.6.4 合格判定

所有项目均满足技术要求时即判定为合格。

7.6.6.5 不合格品处理

若 D 组检验不合格,则应停止产品的验收和交付。承制方应将不合格情况通知上级有关部门,在采取纠正措施之后,根据上级有关部门的意见,重新进行全部 D 组检验,或只对不合格项目进行 D 组检验。若检验仍不合格,则应将不合格情况通知上级有关部门。

7.7 问题修复

对发现有缺陷的产品,承制方应负责修复,经复检达到本文件的相关规定后,可作为合格品。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

在控制与接收装置的前面板或后面板上应标明下列信息:

- a) 制造厂名;
- b) 产品名称和型号;
- c) 出厂编号;
- d) 出厂日期。

8.2 包装

设备应在经检验合格、随机文件齐套并对设备做好防护及内包装后,方可进行装箱,并且:

- a) 装箱时,应按照装箱明细表和装箱图进行,做到文、图与实物相符,按照产品包装设计文件和工艺文件的要求,对箱内设备采取分隔、缓冲、支撑、垫平、卡紧、固定和防水等措施,做到内外包装紧凑、防护周密、安全可靠;
- b) 装箱检验后,封箱应牢固,并进行编号、标志,配套设备的包装也应采用统一的编号和标志。

8.3 运输

按要求包装后,可水运或公路、铁路运输。

8.4 贮存

设备长期贮存(贮存 6 个月以上)的库房环境应符合下列要求:

- 温度:0℃~35℃;
- 相对湿度:20%~80%;
- 无强电磁干扰。

附 录 A
(资料性)
一致性指标计算方法

A.1 单个比对组样本标准偏差分别按公式(A.1)、公式(A.2)、公式(A.3)计算。

$$x_i = x_{1,i} - x_{2,i} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_1^n x_i \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

x_i ——下投式探空仪 1 和下投式探空仪 2 待统计变量在相同高度上的差值序列, $i=1, \dots, n$;

$x_{1,i}$ ——下投式探空仪 1 的待统计变量的高度序列, $i=1, \dots, n$, 待统计变量为温度、湿度、气压、风速、风向中一项;

$x_{2,i}$ ——下投式探空仪 2 的待统计变量的高度序列, $i=1, \dots, n$;

$\bar{x}$ ——下投式探空仪 1 和下投式探空仪 2 差值平均值;

n ——序列中元素个数;

s ——标准偏差。

A.2 多个比对组样本合成标准偏差按公式(A.4)统计。

$$S_{DH} = \sqrt{\sum_{i=1}^N k_i s_i^2 / \sum_{i=1}^N k_i} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

S_{DH} ——合成样本标准偏差;

N ——比对次数;

k_i ——第 i 次比对差值序列的个数, $i=1, \dots, N$;

s_i ——第 i 次比对的标准偏差, $i=1, \dots, N$ 。

A.3 一致性按公式(A.5)计算。

$$S_D = \frac{\sqrt{2}}{2} S_{DH} \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

S_D ——一致性;

S_{DH} ——合成样本标准偏差。

附 录 B

(资料性)

计算公式

B.1 降落伞摆角

将下投式探空仪的摆动简化为单摆运动,按公式(B.1)计算其摆角。

$$\theta = \frac{180}{\pi} \arctan \left(1 - \frac{2 \pi^2 V_{\max}^2}{T^2 g^2} \right) \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$V_{\max}$ ——下投式探空仪摆动最大速度值,单位为米每秒(m/s);

T ——下投式探空仪摆动周期值,单位为秒(s)。

g ——重力加速度值,单位为米每二次方秒(m/s²);

B.2 降落伞下降速度

降落伞下降速度按经验公式(B.2)计算。

$$V_d = \sqrt{\frac{2mg}{\rho S C_d}} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

V_d ——降落伞下降速度,单位为米每秒(m/s);

m ——物伞系统质量,单位为千克(kg);

ρ ——为空气密度,单位为千克每立方米(kg/m³);

S ——降落伞横截面积,单位为平方米(m²);

C_d ——阻力系数,无量纲。

中 华 人 民 共 和 国
气 象 行 业 标 准
机 载 下 投 探 空 系 统
QX/T 720—2024

*

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:2 字数:60 千字
2024 年 8 月第 1 版 2024 年 8 月第 1 次印刷

*

书号:135029-6401 定价:40.00 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