



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 609—2021

---

## 高空气象观测 L 波段二次测风探空雷达

Upper-air meteorological observation—L band secondary windfinding and sounding radar

2021-05-10 发布

2021-09-01 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 .....	1
4 缩略语 .....	1
5 通用要求 .....	2
5.1 组成 .....	2
5.2 功能要求 .....	2
5.3 性能要求 .....	3
5.4 环境适应性 .....	5
5.5 电磁兼容性 .....	6
5.6 电源适应性 .....	6
5.7 互换性 .....	6
5.8 安全性 .....	6
6 检验方法 .....	7
6.1 试验环境条件 .....	7
6.2 试验仪表和设备 .....	7
6.3 组成 .....	8
6.4 功能 .....	8
6.5 性能 .....	9
6.6 环境适应性 .....	12
7 检验规则 .....	15
7.1 检验分类 .....	15
7.2 检验设备 .....	15
7.3 检验项目 .....	15
7.4 定型检验 .....	15
7.5 出厂检验 .....	16
7.6 现场检验 .....	16
8 标识、标志和随行文件 .....	16
8.1 产品标识 .....	16
8.2 包装标识 .....	16
8.3 随行文件 .....	16
9 包装、运输和贮存 .....	17
9.1 包装 .....	17
9.2 运输 .....	17
9.3 存储 .....	17
附录 A(规范性) 业务及操作软件功能 .....	18
附录 B(规范性) 检验项目、技术要求和试验方法 .....	20
参考文献 .....	23

## 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：中国气象局上海物资管理处、南京大桥机器有限公司。

本文件主要起草人：孙宜军、赵伦嘉、隋一勇、丁君鸿、王枫、严德山。

# 高空气象观测 L 波段二次测风探空雷达

## 1 范围

本文件规定了调幅 L 波段二次测风探空雷达的技术参数、要求、检验方法、包装、运输和储存等方面的要求。

本文件适用于调幅 L 波段二次测风探空雷达的设计、生产和检验。

## 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 191—2008 包装储运图示标志

GB/T 3784—2009 电工术语 雷达

GB/T 12649—2017 气象雷达参数测试方法

GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件

## 3 术语和定义

GB/T 3784—2009 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**L 波段二次测风探空雷达 L band secondary windfinding and sounding radar**

工作在 1668.4 MHz~1675 MHz 频率范围内，通过与探空仪配合来获取地面至 30 km 高空范围内各层次的风向、风速、温度、气压、湿度等气象参数的探测系统。

### 3.2

**探测范围 the range**

雷达能发现并跟踪目标的空间距离范围，对目标位置测量时雷达方位角、俯仰角的最大工作范围。

### 3.3

**缺口 break**

探空仪应答器收到雷达发射机的询问后，其自身的振荡功率在瞬间所发生的跌落在测距显示的反映。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

MTBF:平均故障间隔时间(Mean Time Before Failure)

MTTR:平均修复时间(Mean Time To Repair)

RMSE:均方根误差(Root Mean Square Error)

## 5 通用要求

### 5.1 组成

系统包括天线分系统、发射分系统、接收分系统、跟踪分系统、状态故障检测分系统、显示控制分系统、电源分系统。

### 5.2 功能要求

#### 5.2.1 一般要求

应具有下列功能：

- a) 自动、连续运行；
- b) 本地、远程状态监视和控制；
- c) 根据天气实况自动跟踪目标自适应观测；
- d) 输出气象产品三级数据。

#### 5.2.2 控制与监控

##### 5.2.2.1 捕获模式

应具备天线手动控制或扇扫功能对探空仪信号进行扫描和捕获。

##### 5.2.2.2 跟踪模式

在捕获探空仪信号之后应具备自动跟踪功能。

##### 5.2.2.3 机内自检设备和监控

应满足如下要求：

- a) 机内自检设备和监控的参数应包括天线系统状态、接收系统状态、发射系统状态、电压及电流；
- b) 机内自检设备应具有报警功能，包括发射机故障报警、天线故障报警、驱动故障报警等。

##### 5.2.2.4 雷达及附属设备控制和维护

雷达应具有性能与状态监控单元，且满足下列要求：

- a) 控制终端支持 Windows 7 或更高版本；
- b) 终端硬件配置应能够满足数据接收和处理要求；
- c) 能够远程监控系统的运行及故障情况；
- d) 支持远程在线软件升级、远程运行监控功能。

##### 5.2.2.5 关键参数在线分析

应具有对监测的所有实时参数超限报警提示功能。

##### 5.2.2.6 实时显示

应具有如下功能：

- a) 以数据、表、图的形式多画面准实时显示设备工作状态及参数；
- b) 多画面准实时显示各级气象产品。

### 5.2.3 标定和检查

应为人工进行下列检查提供测试接口与支持功能：

- a) 发射机功率、输出脉冲宽度、输出频谱；
- b) 发射和接收支路损耗；
- c) 接收机最小可测功率、动态范围；
- d) 天线座水平度；
- e) 天线伺服扫描速度、加速度；
- f) 接收指向和接收链路增益；
- g) 天线方位角  $0^\circ$  标定；
- h) 天线俯仰角  $0^\circ$  标定；
- i) 测距标定；
- j) 电轴标定。

### 5.2.4 气象产品生成和显示

#### 5.2.4.1 气象产品生成

生成的气象产品应包括附录 A 中表 A.1 所涉及的全部内容。

#### 5.2.4.2 气象产品格式

应满足相关气象产品格式标准和规范要求。

#### 5.2.4.3 气象产品显示

应能够按照业务规范要求显示数据，显示内容应符合表 A.1 要求。

#### 5.2.4.4 数据存储及传输

应满足下列要求：

- a) 能够按照业务规范要求存储、传输和打印报表；
- b) 数据传输采用 TCP/IP 协议(传输控制协议/因特网互联网协议)。

### 5.3 性能要求

#### 5.3.1 总体技术要求

##### 5.3.1.1 工作频率范围

1668.4 MHz~1675 MHz。

##### 5.3.1.2 跟踪范围

应符合下列要求：

- a) 距离范围:100 m~200 km；
- b) 方位角范围: $0^\circ\sim 360^\circ$ ；
- c) 俯仰角范围: $-6^\circ\sim 92^\circ$ 。

##### 5.3.1.3 跟踪精度

应符合下列要求：

- a) 俯仰角偏差:不大于  $0.08^\circ$  (仰角大于  $6^\circ$  条件下, RMSE);
- b) 方位角偏差:不大于  $0.08^\circ$  (仰角大于  $6^\circ$  条件下, RMSE)。

#### 5.3.1.4 测风精度

应符合下列要求。

- a) 风速偏差:1 m/s(风速小于或等于 10 m/s 条件下, RMSE);  
10% (风速大于 10 m/s)。
- b) 风向偏差: $5^\circ$ (风速大于 25 m/s 条件下, RMSE);  
 $10^\circ$ (风速小于或等于 25 m/s 条件下, RMSE)。

#### 5.3.1.5 连续工作时间

连续工作时间不小于 8 h。

#### 5.3.1.6 断电保障

雷达具有断电工作保障系统,确保断电 20 min 内探空记录不中断。

#### 5.3.1.7 整机功耗

整机功耗不大于 1 kW。

#### 5.3.1.8 可靠性

MTBF 不小于 200 h。

#### 5.3.1.9 维修性

MTTR 不大于 30 min。

#### 5.3.1.10 整机寿命

整机寿命 15 a。

### 5.3.2 天线分系统

应符合下列要求:

- a) 极化方式:垂直极化;
- b) 波瓣宽度:不大于  $6^\circ$ ;
- c) 副瓣电平( $\pm 14^\circ$ 以外): $-18$  dB;
- d) 驻波系数:不大于 1.5;
- e) 发射路馈线损耗:不大于 6 dB;
- f) 接收路馈线损耗:不大于 5.5 dB。

### 5.3.3 发射分系统

应符合下列要求:

- a) 发射频率:1668.4 MHz~1675 MHz;
- b) 脉冲宽度:0.7  $\mu$ s~0.9  $\mu$ s;
- c) 重复频率:600 Hz;
- d) 峰值功率:不小于 15 kW。



#### 5.3.4 接收分系统

应符合下列要求：

- a) 灵敏度：不大于 $-107$  dBm；
- b) 探空码解调：能够解调规定的 21 字节(1200 b/s)探空码。

#### 5.3.5 跟踪分系统

应符合下列要求：

- a) 方位角自动跟踪速度：不小于 $15(^{\circ})/s$ ；
- b) 俯仰角自动跟踪速度：不小于 $15(^{\circ})/s$ ；
- c) 距离自动跟踪速度：不小于 $200$  m/s；
- d) 方位角手动跟踪速度：不小于 $25(^{\circ})/s$ ；
- e) 俯仰角手动跟踪速度：不小于 $18(^{\circ})/s$ ；
- f) 距离手动跟踪速度：不小于 $2$  km/s。

### 5.4 环境适应性

#### 5.4.1 一般要求

应符合下列要求：

- a) 具有防尘、防潮、防霉、防盐雾、防虫措施；
- b) 适应海拔 $3000$  m 及以上高度的低气压环境。

#### 5.4.2 高温

应符合下列要求：

- a) 室外设备：可正常工作的最高温度 $50$   $^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 室内设备：可正常工作的最高温度 $30$   $^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 整套雷达设备：可贮存的最高温度 $60$   $^{\circ}\text{C}$ 。

#### 5.4.3 低温

应符合下列要求：

- a) 室外设备：可正常工作的最低温度 $-40$   $^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 室内设备：可正常工作的最低温度 $5$   $^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 整套雷达设备：可贮存的最低温度 $-50$   $^{\circ}\text{C}$ 。

#### 5.4.4 恒定湿热

应符合下列要求：

- a) 室外设备：可正常工作的最高相对湿度(RH) $95\%$ ( $35$   $^{\circ}\text{C}$ )；
- b) 室内设备：可正常工作的最高相对湿度(RH) $90\%$ ( $30$   $^{\circ}\text{C}$ )；
- c) 整套雷达设备：可储存的最高相对湿度(RH) $95\%$ ( $35$   $^{\circ}\text{C}$ )。

#### 5.4.5 淋雨

室外设备在下列条件下应能正常工作：

- a) 淋雨角度： $45^{\circ}$ ；

- b) 淋雨强度:4 mm/min~6 mm/min;
- c) 持续时间:1 h。

#### 5.4.6 抗风和冰雪载荷

应符合下列要求:

- a) 抗持续风能力:工作时风速不小于 25 m/s,不工作时风速不小于 35 m/s;
- b) 抗阵风能力:不低于持续风速的 1.5 倍;
- c) 抗冰雪载荷能力:不小于 220 kg/m<sup>2</sup>。

#### 5.4.7 运输和行驶

雷达在装箱运输过程中应能承受下列条件,并能保持其性能:

- a) 土路、碎石路车速为 20 km/h~30 km/h;
- b) 柏油路、混凝土路车速为 30 km/h~40 km/h;
- c) 运输和行驶的距离不小于 200 km,通过的土路和碎石路面占试验里程的比例应不少于 60%。

### 5.5 电磁兼容性

应符合下列要求:

- a) 雷达具有足够的抗干扰能力,不受其他设备的电磁干扰而影响工作;
- b) 雷达与大地的连接安全可靠,有设备地线、动力电网地线和避雷地线,避雷针与雷达公共接地线使用不同的接地网。

### 5.6 电源适应性

应符合下列要求:

- a) 供电电压:187 V~242 V;
- b) 供电频率:48.5 Hz~51.5 Hz。

### 5.7 互换性

同型号雷达的部件、组件和分系统,应保证电气功能、性能和接口的一致性,均能在现场替换,并保证雷达正常工作。

### 5.8 安全性

#### 5.8.1 一般要求

应符合下列要求:

- a) 使用对环境无污染,不损坏人体健康和设备性能的材料;
- b) 保证人员及雷达的安全。

#### 5.8.2 电气安全

应符合下列要求:

- a) 电源线之间及与大地之间的绝缘电阻大于 1 M $\Omega$ ;
- b) 电压超过 36 V 处有警示标识和防护装置;
- c) 配备紧急断电保护开关。

### 5.8.3 机械安全

应符合下列要求：

- a) 在架设、拆收、运输、维护、维修时，活动装置能锁定；
- b) 天线俯仰角超过规定范围时，有防碰撞的安全保护措施。

## 6 检验方法

### 6.1 试验环境条件

#### 6.1.1 室内测试环境条件

室温在 15 °C ~ 25 °C，空气相对湿度不大于 70%。

#### 6.1.2 室外测试环境条件

空气温度在 5 °C ~ 35 °C，空气相对湿度不大于 80%，风速不大于 5 m/s。

### 6.2 试验仪表和设备

试验仪表和设备见表 1。

表 1 试验仪表和设备

序号	名称	主要性能要求
1	示波器	带宽:100 MHz
2	矢量信号源	频率:250 kHz~20 GHz 功率:18 dBm~-130 dBm 频率精度:小于 $1 \times 10^{-7}$
3	直流电源	电压:0 V~30 V 电流:0 A~3 A
4	数字三用表	准确度: 直流电压 $\pm 0.8\%$ (4 V~400 V) 直流电流 $\pm 1.2\%$ (40 mA~400 mA)
5	微波功率计	频率:50 MHz~18 GHz 功率:-20 dBm~18 dBm
6	矢量网络分析仪	频率:300 kHz~3 GHz 频率准确度: $5 \times 10^{-6}$ 反射·传输跟踪精度: $\pm 0.019$ dB
7	频谱分析仪	频率:3 Hz~18 GHz 分辨率带宽:1 Hz~8 GHz
8	微波信号源	频率:10 MHz~20 GHz 功率精度: $\pm 0.5$ dB
9	三用表	精度:0.5 级

### 6.3 组成

目测检查雷达的系统组成。

### 6.4 功能

#### 6.4.1 一般要求

操作演示检查。

#### 6.4.2 捕获模式

操作演示检查。

#### 6.4.3 跟踪模式

操作演示检查。

#### 6.4.4 机内自检设备和监控

操作检查参数的显示,演示报警功能。

#### 6.4.5 雷达及附属设备控制和维护

实际操作检查。

#### 6.4.6 关键参数在线分析

实际操作检查。

#### 6.4.7 实时显示

实际操作检查。

#### 6.4.8 标定和检查

人工操作检查是否提供下列测试接口与支持功能:

- a) 发射机功率、输出脉冲宽度、输出频谱;
- b) 发射和接收支路损耗;
- c) 接收机最小可测功率、动态范围;
- d) 天线座水平度;
- e) 天线伺服扫描速度、加速度;
- f) 接收指向和接收链路增益;
- g) 天线方位角 0°标定;
- h) 天线俯仰角 0°标定;
- i) 测距标定;
- j) 电轴标定。

#### 6.4.9 气象产品生成

逐条演示气象产品的生成。

#### 6.4.10 气象产品格式

审阅气象产品格式文档和产品样例文件。

#### 6.4.11 气象产品显示

操作演示检查。

#### 6.4.12 数据存储和传输

操作演示检查。

### 6.5 性能

#### 6.5.1 工作频率

用标准天线连接射频源,当射频源输出信号频率在 1668.4 MHz~1675 MHz 范围内连续变化时,雷达能调谐接收,则工作频率的范围符合 5.3.1.1 的要求。

#### 6.5.2 跟踪范围

按照 GB/T 12649—2017 中 5.1 的试验方法进行测试,计算和评定,应符合 5.3.1.2 要求。

#### 6.5.3 跟踪精度

标准天线连接射频源,射频源输出信号置 1675 MHz、0 dBm,手动转动天线使天线大致对准标准天线,再将天线置自动跟踪状态,分别连续读取此时天线方位角、俯仰角(约 100 组),计算其标准偏差应符合 5.3.1.3 的要求。

#### 6.5.4 测风精度

在大气探测综合试验基地进行动态放球试验,记录雷达全程的测风数据(含风向和风速),计算其标准偏差,应符合 5.3.1.4 的要求。

#### 6.5.5 连续工作时间

在常温下,整机连续工作 8 h 后,按表 2 内容检查,应符合 5.3.1.5 的要求。

表 2 正常工作的检查

画面	图形正确稳定
数字显示	显示正常
终端控制	控制正常,相应指示正常
角度跟踪	能自动跟踪目标
距离跟踪	能自动跟踪距离应答信号

#### 6.5.6 断电保障

市电供电雷达正常工作后,切断市电 20 min,应符合 5.3.1.6 的要求。

6.5.7 整机功耗

在雷达正常工作时,读取交流电压表及电流表的读数,并计算耗电功率,应符合 5.3.1.7 的要求。

6.5.8 可靠性

L 波段雷达探空系统的 MTBF 不小于 200 h。采用定时截尾法,按照表 3 选择试验方案。

表 3 定时截尾试验方案

方案号	名义值		鉴别比 <sup>a</sup> (d)	MTBF 的倍数	允许最大故障数
	承制方决策风险 (α)	订购方决策风险 (β)			
1	10	10	1.5	45.0	36
2	10	20	1.5	29.9	25
3	20	20	1.5	21.5	17
4	10	10	2.0	18.8	13
5	10	20	2.0	12.4	9
6	20	20	2.0	7.8	5
7	10	10	3.0	9.3	5
8	10	20	3.0	5.4	3
9	20	20	3.0	4.3	2
10	30	30	1.5	8.1	6
11	30	30	2.0	3.7	2
12	30	30	3.0	1.1	0

<sup>a</sup> MTBF 上下限的比。

6.5.9 维修性

在有备件的情况下,对 MTTR 进行统计,应符合 5.3.1.9 的要求。

6.5.10 极化方式

用目测方法检查馈源极化方向标识,应符合 5.3.2 a) 的要求。

6.5.11 波瓣宽度

变换天线方向,测出相应波瓣最大值,并在最大值相应两侧找出半功率点角度,其角度差即为波瓣宽度。应满足 5.3.2 b) 的要求。

6.5.12 副瓣电平(±14°以外)

变换天线测出波瓣最大值  $V_{max}$  及偏离电轴 ±14° 以外的最大电压值  $V_1$ , 根据公式(1), 计算各方向上的副瓣电平, 并符合 5.3.2 c) 的要求。

$$SLL = 20 \lg(V_1 / V_{max}) \dots\dots\dots(1)$$

式中：

$SLL$  ——副瓣电平,单位为分贝(dB)；

$V_1$  ——最大电压值,单位为伏(V)；

$V_{max}$  ——波瓣最大值,单位为伏(V)。

### 6.5.13 驻波系数

驻波检验设备按图 1 连接。

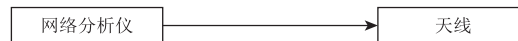


图 1 驻波测试连接图

网络分析仪设置为测驻波状态,测试天线的驻波系数(包括各类连接电缆),应符合 5.3.2 d) 的要求。

### 6.5.14 馈线损耗

6.5.14.1 发射路馈线损耗检验设备包括扫描频谱仪和相关连接线。先用扫描频谱仪测出测试电缆等连接设备的损耗,然后连接并测出总损耗值(包括各类连接电缆单根的损耗)。总损耗值与测试电缆等连接设备的损耗的差为发射路馈线损耗,应符合 5.3.2 e) 的要求。

6.5.14.2 接收路馈线损耗检验设备包括扫描频谱仪和相关连接线。先用扫描频谱仪测出测试电缆等连接设备的损耗,然后连接并测出总损耗值(包括各类连接电缆单根的损耗),总损耗值与测试电缆等连接设备的损耗的差为接收路馈线损耗,应符合 5.3.2 f) 的要求。

### 6.5.15 发射频率

用频谱仪测量发射机的频谱主峰中心频率,应符合 5.3.3 a) 的要求。

### 6.5.16 发射脉冲宽度与重复频率

将发射信号检波输出接至示波器,在示波器上观察脉冲波形和脉冲重复频率,应满足 5.3.3 b)、5.3.3 c) 的要求。

### 6.5.17 峰值功率

测试前,先将发射机输出端与定向耦合器及  $50\ \Omega$  负载连接好。发射机通电预热 3 min 后,按下发射机控制开关使发射机处于正常工作状态。用标定好的同轴电缆把定向耦合器输出端与功率计的输入端连接好,用功率计测量发射机的脉冲功率,应符合 5.3.3 d) 的要求。

### 6.5.18 接收机灵敏度

接收机的高放输入端连接射频信号源,检波输出接三用表直流电压挡。将射频源频率置 1675 MHz,输出功率置  $-97\ \text{dBm}$ 。调整接收机增益使三用表指示在整个量程的中间位置,调整接收机频率使三用表指示最大。关断射频源输出,读取三用表上接收机的噪声电压  $U_0$ 。开启射频源并调整其输出,使三用表的指示为  $U_0$ ,此时射频源的输出功率即为接收机的灵敏度,应符合 5.3.4 a) 的要求。

### 6.5.19 探空码解调

接收机接收探空仪信号,能够正常解调 21 字节探空码数据,则符合 5.3.4 b) 的要求。

6.5.20 角度自动跟踪最大速度

将模拟驱动信号送至天线控制系统,然后缓慢增加信号源幅度,天线摆动幅度也随之缓缓增大。当天线摆动范围达 30°时(且天线转动自如不失步),则天线自动跟踪最大速度应符合 5.3.5 a)、5.3.5 b) 的要求。

6.5.21 距离自动跟踪最大速度

测试按图 2 连接,用雷达的发射触发脉冲作为脉冲信号源外同步触发,并将脉冲信号输出送至射频信号源外调制输入端,用此射频信号询问探空仪回答器。手动调整雷达的距离跟踪,使“缺口”落在示波器 2 km 显示的两暗点附近,将距离跟踪置“自动”,则“缺口”应仍落在两暗点中间。然后手动调整脉冲信号源的输出脉冲延时,使延时速度大于 1.4 μs/s,即延时速度为 210 m/s,若“缺口”仍能落在两暗点中间(即距离自动跟踪正常)。则距离自动跟踪最大速度应符合 5.3.5 c)要求。

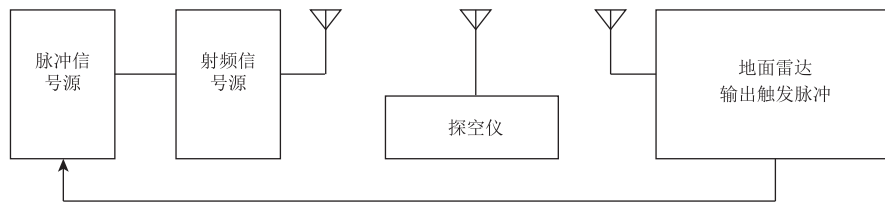


图 2 雷达距离测试连接图

6.5.22 角度手动跟踪最大速度

将天线手动控制装置推至最快档,记下天线转动 360°所用时间,可计算出角度手动跟踪最大速度,应符合 5.3.5 d)、5.3.5 e)的要求。

6.5.23 距离手动跟踪最大速度

操纵距离手动控制键分别朝“增大”和“减少”方向变化,记下 10 s 内距离变化值,可计算出距离手动跟踪最大速度,应符合 5.3.5 f)的要求。

6.6 环境适应性

6.6.1 一般要求

目视检查防护措施。

6.6.2 环境适应性试验要求和检验项目

环境适应性试验检测项目见表 4。

表 4 环境适应性检验项目表

序号	检测项目	高温	低温	恒定湿热	淋雨	运输和行驶
1	发射频率	●	●	●		●
2	接收机灵敏度	●	●	●		●
3	角度跟踪				●	●





试验应按照下列步骤进行：

- a) 将雷达放置在正常大气条件下的试验室内；
- b) 进行初始检测；
- c) 以平均值为  $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的速率将试验箱温度降至  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  (室内试件降温至  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ )，待温度稳定后，雷达通电工作并保温 4 h；
- d) 进行中间检测；
- e) 以平均值  $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的速率降温，使试验箱内温度为  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，并保温 24 h。然后以平均值  $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的速率，将雷达恢复到正常的试验大气条件；
- f) 进行最后检测；
- g) 批生产验收产品，只做低温(通电)工作试验。

#### 6.6.5 恒定湿热

试验应按照下列步骤进行：

- a) 将雷达放置在正常大气条件下的试验室内；
- b) 进行初始检测；
- c) 将温度调至规定值  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  并保持 2 h 后，对试验室加湿，达到规定的相对湿度，保持 48 h；
- d) 使试验室环境自然恢复到正常大气条件，恢复时要采取去湿措施；
- e) 进行试验后的检测。

#### 6.6.6 淋雨

试验应按照下列步骤进行：

- a) 将雷达天线装置置于淋雨区内，雷达呈工作状态；
- b) 调整喷头的角度和淋雨强度，满足要求，淋雨 1 h；
- c) 试验结束，擦掉天线装置外表的雨水，目检天线座等密封处是否渗漏雨水，并按表 2 的项目检查。

#### 6.6.7 抗风和冰雪载荷

用专业仿真软件计算雷达的冰雪和风环境适应能力，如承制方提出抗风试验的要求，性能样机可作风洞试验，以检查雷达系统的抗风能力，应符合 5.4.6 的要求。生产验收中不作此项试验。

#### 6.6.8 运输和行驶

根据下列条件进行试验，并在试验前和试验后按照表 3 内容进行测试：

- a) 土路、碎石路车速为  $20\text{ km/h}\sim 30\text{ km/h}$ ；
- b) 柏油路、混凝土路车速为  $30\text{ km/h}\sim 40\text{ km/h}$ ；
- c) 运输和行驶的距离不小于 200 km，通过的土路和碎石路面占试验里程的比例应不少于 60%。

#### 6.6.9 电磁兼容性

测量屏蔽体接地电阻并目视检查。

#### 6.6.10 电源适应性

雷达用交流发电机或专用调频调压电源供电，按电压和频率的四种组合： $242\text{ V}$  和  $51.5\text{ Hz}$ ， $187\text{ V}$  和  $51.5\text{ Hz}$ ， $242\text{ V}$  和  $48.5\text{ Hz}$ ， $187\text{ V}$  和  $48.5\text{ Hz}$ ，分别供电 10 min。雷达应能正常工作，应符合 5.6 的要求。

#### 6.6.11 互换性

现场检验时,抽取不少于3个组件或部件,进行互换测试。

#### 6.6.12 安全性

现场演示检查和测量。

#### 6.6.13 电气安全

现场演示检查和测量。

#### 6.6.14 机械安全

现场演示检查。

### 7 检验规则

#### 7.1 检验分类

检验分为下列三类:

- a) 定型检验;
- b) 出厂检验;
- c) 现场检验。

#### 7.2 检验设备

所使用的试验与检验设备应在检定有效期内。

#### 7.3 检验项目

见附录B的表B.1。

#### 7.4 定型检验

##### 7.4.1 检验条件

定型检验在下列情况下进行:

- a) 新产品定型;
- b) 主要设计、工艺、组件和部件有重大变更。

##### 7.4.2 检验项目

见表B.1。

##### 7.4.3 判定规则

应按照下列步骤进行:

- a) 所有出厂检验项目全部符合表B.1的要求,判定出厂检验合格;
- b) 在检验过程中发现不符合要求时,应暂停检验,被检方应迅速查明原因,采取有效可靠措施纠正后,可继续进行检验,同一项目若经二次检验仍不合格,则本次检验不合格。

## 7.5 出厂检验

### 7.5.1 检验项目

见表 B.1。

### 7.5.2 判定规则

按照下列步骤进行：

- a) 所有出厂检验项目全部符合表 B.1 的要求，判定出厂检验合格；
- b) 在检验过程中发现不符合要求时，应暂停检验，被检方应迅速查明原因，采取有效可靠措施纠正后，可继续进行检验，同一项目若经二次检验仍不合格，则本次检验不合格。

## 7.6 现场检验

### 7.6.1 检验项目

见表 B.1。

### 7.6.2 判定规则

按照下列步骤进行：

- a) 所有出厂检验项目全部符合表 B.1 的要求，判定出厂检验合格；
- b) 在检验过程中发现不符合要求时，应暂停检验，被检方应迅速查明原因，采取有效可靠措施纠正后，可继续进行检验，同一项目若经二次检验仍不合格，则本次检验不合格。

## 8 标识、标志和随行文件

### 8.1 产品标识

应包含下列标识：

- a) 生产厂商，
- b) 设备名称和型号，
- c) 出厂序列号，
- d) 出厂日期。

### 8.2 包装标识

应包含下列标识：

- a) 包装箱编号，
- b) 设备名称，
- c) 生产厂商，
- d) 外形尺寸，
- e) 毛重，
- f) “向上”“怕雨”“禁止堆码”等符合 GB/T 191—2008 规定的标识。

### 8.3 随行文件

应包含但不限于以下内容：

- a) 产品合格证,
- b) 产品说明书,
- c) 产品电原理图,
- d) 装箱单,
- e) 随机备附件清单。

## 9 包装、运输和贮存

### 9.1 包装

应满足符合下列要求:

- a) 符合陆地、空中或海上运输要求;
- b) 遇一般振动、冲击和气压变化无损坏;
- c) 尺寸、重量和材料符合 GB/T 13384—2008 的规定;
- d) 每个包装箱内都有装箱单。

### 9.2 运输

运输过程中遇到剧烈振动、挤压、雨淋及化学物品侵蚀等防护措施;搬运时应轻拿轻放,码放整齐,应避免滚动和抛掷。

### 9.3 存储

应满足符合下列要求:

- a) 温度:  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- b) 相对湿度:  $45\%\sim 80\%$ ;
- c) 通风良好、周围空气中应不含有酸性、碱性或其他化学腐蚀性气体。

附 录 A  
(规范性)  
业务及操作软件功能

表 A.1 业务及操作软件功能表

序号	功能名称
1 雷达控制、监测、数据采集功能要求	
1	显示雷达方位、仰角、斜距值(图形数据方式)
2	显示雷达、接收机频率、增益值(图形数据方式)
3	可对雷达状态进行全面控制,雷达状态用图形和数据方式直观地显示出来
4	显示待放探空仪序列号
5	监视雷达计算机之间的通信状态
6	故障显示、报警、定位(声音图形方式)
7	具备雷达高度和气压反算高度数据实时显示功能(并具备当两者相差一定数值时的报警功能)
8	具备在放球过程中显示温、压、湿曲线及数据能力
9	具备在放球过程中显示球坐标曲线及数据能力
10	具备在放球过程中自动修改和人工修改各种数据的能力
11	具备在放球过程中显示风廓线的能力
12	具备录取每秒球坐标数据的能力
13	具备显示气球飞行轨迹的能力
14	具备显示气球升速曲线的能力
15	放球过程中具有自动备份数据功能
16	保存未经处理的所有原始数据
17	兼容综合探测、单测风、无斜距测风工作方式
18	具有补测功能
2 数据处理功能要求	
19	具备浏览任意次所探测的温、压、湿和球坐标数据的能力。
20	具备删除、修改、平滑、恢复数据的能力
3 图形显示要求	
21	能显示气球升速曲线
22	能显示处理前后探空曲线对比图
23	能显示处理前后球坐标曲线对比图
24	显示风随高度的变化曲线
4 一次气象产品要求	
25	计算规定标准气压层要素值

表 A.1 业务及操作软件功能表(续)

序号	功能名称
26	计算加密规定标准气压层要素值
27	计算任意气压层要素值
28	计算对流层
29	计算零度层
30	选特性层,挑选最大风层
31	制作规定报文(TTAA、TTBB、TTCC、TTDD、PPAA、PPBB、PPCC、PPDD、高空气候报)
32	计算量得风层
33	计算规定高度上的风(距雷达、距海平面)
34	计算任意高度上的风
35	计算等间隔高度上的各要素值
36	制作探空测风月报表,G文件
37	制作高空探测质量月报表
38	制作月值班日志
39	软件应支持中国气象局有关空间、时间计算和扩充编码要求

## 附 录 B

(规范性)

## 检验项目、技术要求和试验方法

表 B.1 检验项目、技术要求和试验方法

序号	检验项目名称	试验要求条文号	试验方法条文号	定型检验	出厂检验	现场检验
5.1 组成						
1	组成	5.1	6.3	●	—	●
5.2 功能要求						
2	一般要求	5.2.1	6.4.1	●	●	●
3	捕获模式	5.2.2.1	6.4.2	●	●	●
4	跟踪模式	5.2.2.2	6.4.3	●	●	●
5	机内自检设备和监控	5.2.2.3	6.4.4	●	●	●
6	雷达及附属设备控制和维护	5.2.2.4	6.4.5	●	●	●
7	关键参数在线分析	5.2.2.5	6.4.6	●	●	●
8	实时显示	5.2.2.6	6.4.7	●	●	●
9	发射机功率、输出脉冲宽度、输出频谱	5.2.3a)	6.4.8a)	●	●	—
10	发射和接收支路损耗	5.2.3b)	6.4.8b)	●	●	—
11	接收机最小可测功率、动态范围	5.2.3c)	6.4.8c)	●	●	—
12	天线座水平度	5.2.3d)	6.4.8d)	●	—	●
13	天线伺服扫描速度、加速度	5.2.3e)	6.4.8e)	●	●	—
14	接收指向和接收链路增益	5.2.3f)	6.4.8f)	●	●	—
15	天线方位角 0° 标定	5.2.3g)	6.4.8g)	●	—	●
16	天线俯仰角 0° 标定	5.2.3h)	6.4.8h)	●	—	●
17	发射机测距标定	5.2.3i)	6.4.8i)	●	—	●
18	雷达电轴标定	5.2.3j)	6.4.8j)	●	—	●
19	气象产品生成	5.2.4.1	6.4.9	●	●	●
20	气象产品格式	5.2.4.2	6.4.10	●	●	●
21	气象产品显示	5.2.4.3	6.4.11	●	●	●
22	数据存储及传输	5.2.4.4	6.4.12	●	●	●
5.3.1 总体技术要求						
23	工作频率范围	5.3.1.1	6.5.1	●	●	—
24	跟踪范围	5.3.1.2	6.5.2	●	●	—
25	跟踪精度	5.3.1.3	6.5.3	●	—	—



表 B.1 检验项目、技术要求和试验方法(续)

序号	检验项目名称	试验要求 条文号	试验方法 条文号	定型检验	出厂检验	现场检验
26	测风精度	5.3.1.4	6.5.4	●	—	—
27	连续工作时间	5.3.1.5	6.5.5	●	—	—
28	断电保障	5.3.1.6	6.5.6	●	—	—
29	整机功耗	5.3.1.7	6.5.7	●	—	—
30	可靠性	5.3.1.8	6.5.8	●	—	—
31	维修性	5.3.1.9	6.5.9	●	—	—
5.3.2 天线分系统						
32	极化方式	5.3.2 a)	6.5.10	●	●	—
33	波瓣宽度	5.3.2 b)	6.5.11	●	●	—
34	副瓣电平	5.3.2 c)	6.5.12	●	●	—
35	驻波系数	5.3.2 d)	6.5.13	●	●	—
36	发射路馈线损耗	5.3.2 e)	6.5.14 a)	●	●	—
37	接收路馈线损耗	5.3.2 f)	6.5.14 b)	●	●	—
5.3.3 发射分系统						
38	发射频率	5.3.3 a)	6.5.15	●	●	—
39	脉冲宽度	5.3.3 b)	6.5.16	●	●	—
40	重复频率	5.3.3 c)	6.5.16	●	●	—
41	峰值功率	5.3.3 d)	6.5.17	●	●	—
5.3.4 接收分系统						
42	灵敏度	5.3.4 a)	6.5.18	●	●	—
43	探空码解调	5.3.4 b)	6.5.19	●	●	—
5.3.5 跟踪分系统						
44	方位角自动跟踪速度	5.3.5 a)	6.5.20	●	●	—
45	俯仰角自动跟踪速度	5.3.5 b)	6.5.20	●	●	—
46	距离自动跟踪速度	5.3.5 c)	6.5.21	●	●	—
47	方位角手动跟踪速度	5.3.5 d)	6.5.22	●	●	—
48	俯仰角手动跟踪速度	5.3.5 e)	6.5.22	●	●	—
49	距离手动跟踪速度	5.3.5 f)	6.5.23	●	●	—
5.4 环境适应性						
50	一般要求	5.4.1	6.6.1	●	●	—
51	高温	5.4.2	6.6.3	●	●	—
52	低温	5.4.3	6.6.4	●	●	—
53	恒定湿热	5.4.4	6.6.5	●	—	—

表 B.1 检验项目、技术要求和试验方法(续)

序号	检验项目名称	试验要求 条文号	试验方法 条文号	定型检验	出厂检验	现场检验
54	淋雨	5.4.5	6.6.6	●	●	—
55	抗风	5.4.6	6.6.7	●	—	—
56	运输和行驶	5.4.7	6.6.8	●	●	—
5.5 电磁兼容性						
57	电磁兼容性	5.5	6.6.9	●	—	—
5.6 电源适应性						
58	电源适应性	5.6	6.6.10	●	—	—
5.7 互换性						
59	互换性	5.7	6.6.11	●	—	—
5.8 安全性						
60	一般要求	5.8.1	6.6.12	●	—	—
61	电气安全	5.8.2	6.6.13	●	—	—
62	机械安全	5.8.3	6.6.14	●	—	—
注:●为必检项目;—为不检项目。						

参 考 文 献

- [1] QX/T 461—2018 C 波段多普勒天气雷达
  - [2] QX/T 463—2018 S 波段多普勒天气雷达
  - [3] QX/T 524—2019 X 波段多普勒天气雷达
-

中华人民共和国  
气象行业标准  
高空气象观测 L 波段二次测风探空雷达  
QX/T 609—2021

\*

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:1.75 字数:52.5 千字  
2021 年 6 月第 1 版 2021 年 6 月第 1 次印刷

\*

书号:135029-6242 定价:35.00 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