



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 504—2019

---

## 地基多通道微波辐射计

Ground-based multi-channel profiling microwave radiometer

行业标准信息平台

2019-09-30 发布

2020-01-01 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 技术要求 .....	2
5 试验方法 .....	6
6 检验规则 .....	10
7 标志、标签和随行文件 .....	13
8 包装、运输、贮存和校准 .....	13
附录 A(资料性附录) 输出数据资料 .....	15
参考文献 .....	20

行业标准信息平台



## 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与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:西安电子工程研究所、北方天穹信息技术(西安)有限公司、中国气象局气象探测中心、兰州大学大气科学学院、中国电波传播研究所、中国兵器科学研究院、陕西省气象局、吉林省气象局。

本标准主要起草人:卢建平、雷连发、朱磊、茆佳佳、黄建平、张志国、晁坤、王东吉、白水成、崔莲。

行业标准信息平台



# 地基多通道微波辐射计

## 1 范围

本标准规定了地基多通道微波辐射计的技术要求,试验方法,检验规则,标志、标签和随行文件,包装、运输、贮存和校准等。

本标准适用于探测大气温度、湿度廓线的地基多通道微波辐射计。

## 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 5080.7—1986 设备可靠性试验 恒定失效率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

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

GJB 3310—1998 雷达天线分系统性能测试方法 方向图

GB/T 37467—2019 气象仪器术语

QX/T 1—2000 II型自动气象站

QX/T 348—2016 X波段数字化天气雷达

## 3 术语和定义

GB/T 37467—2019界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**地基多通道微波辐射计** **Ground-based multi-channel profiling microwave radiometer**

工作在微波-毫米波波段,采用完全被动接收的工作方式、探测大气热辐射噪声的气象遥感仪器,主要通过测量敏感频段多个频率通道的辐射强度来反演大气温度、湿度廓线等大气参数,以下简称为辐射计。

### 3.2

**亮温** **brightness temperature**

亮度温度的简称。实际物体在某一波长的辐射能力可等效成一个具有相同亮度的黑体(等效黑体),此等效黑体具有的温度。

注1:亮度为单位立体角、单位面积的辐射功率。

注2:单位为开尔文(K)。

### 3.3

**廓线** **profile**

大气的温度、湿度等参数随高度分布的数据曲线。

### 3.4

#### 液氮标定 liquid nitrogen calibration

利用液态氮对标定信号源致冷,通过辐射计观测获取输出量与输入量之间的关系,实现系统参数的校准。

## 4 技术要求

### 4.1 组成

辐射计的组成应包括:天线组件、接收机、信号处理单元、环境参数监测组件、环境控制组件、内置标定源、终端软件和必要的辅助设备。

### 4.2 外观及工艺

外观及工艺应满足如下要求:

- 设备外观整洁,表面无凹痕、划伤、裂痕、变形、毛刺及其他缺陷,表面涂层无起泡、龟裂、脱落,金属件无锈蚀及其他机械损伤;
- 标识和字符正确、完整、清晰、醒目;
- 线缆抗老化,满足长时间户外工作要求;
- 外表涂层、结构件、零部件具有抗盐雾能力;
- 对环境敏感的部件、元器件采取适当的保护措施,例如安装在防护罩内。

### 4.3 功能及数据产品

#### 4.3.1 工作模式控制

具有对流层观测、边界层观测及液氮标定等不同工作模式,可由用户指令切换。

#### 4.3.2 廓线探测功能

基于观测得到大气辐射亮温等基础数据,实时运算输出大气温度、湿度廓线等气象产品数据。

#### 4.3.3 终端显示

终端人机界面具有图形化的实时廓线、时空剖面和历史数据显示功能。

#### 4.3.4 环境参数监测

能实时监测设备所处的环境气温、气压、相对湿度等参数。

#### 4.3.5 自检监测

系统的关键组成、功能部件应具有实时的状态自检监测和出错报警功能,并在终端界面直观醒目显示。

#### 4.3.6 数据产品

实时输出设备观测产生的基础数据、气象产品数据和设备主要组成部件的状态数据。



## 4.4 探测性能

### 4.4.1 探测高度

探测高度应满足：

- 对流层观测模式： $\geq 10000$  m；
- 边界层观测模式： $\geq 2000$  m。

### 4.4.2 对流层温度廓线性能

对流层温度廓线性能应满足：

- 垂直分辨率： $\leq 50$  m(0 m~500 m)， $\leq 100$  m(500 m~2000 m)， $\leq 250$  m(2000 m~10000 m)；
- 均方根误差： $\leq 1.8$  K。

### 4.4.3 边界层温度廓线性能

边界层温度廓线性能应满足：

- 垂直分辨率： $\leq 25$  m(0 m~500 m)， $\leq 50$  m(500 m~2000 m)；
- 均方根误差： $\leq 1$  K。

### 4.4.4 水汽密度廓线性能

水汽廓线性能应满足：

- 垂直分辨率： $\leq 50$  m(0 m~500 m)， $\leq 100$  m(500 m~2000 m)， $\leq 250$  m(2000 m~10000 m)；
- 均方根误差： $\leq 0.8$  g/m<sup>3</sup>。

### 4.4.5 相对湿度廓线性能

相对湿度廓线性能应满足：

- 垂直分辨率： $\leq 50$  m(0 m~500 m)， $\leq 100$  m(500 m~2000 m)， $\leq 250$  m(2000 m~10000 m)；
- 均方根误差： $\leq 15\%$  相对湿度。

### 4.4.6 积分水汽含量性能

均方根误差： $\leq 4$  mm。

### 4.4.7 时间分辨力

廓线数据的时间分辨力应满足： $\leq 2$  min。

## 4.5 环境参数监测性能

### 4.5.1 气压

气压监测性能应满足：

- 测量范围：600 hPa~1100 hPa；
- 准确度： $\pm 2$  hPa。

### 4.5.2 气温

气温监测性能应满足：

- 测量范围： $-40$  °C~ $50$  °C；

——准确度:  $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

#### 4.5.3 相对湿度

相对湿度监测性能应满足:

——测量范围:  $10\% \sim 100\%$ ;

——准确度:  $\pm 5\%$  相对湿度。

### 4.6 电气性能

#### 4.6.1 工作频率范围

天线和接收机的工作频率范围应包含水汽敏感频带和温度敏感频带,其中水汽频带位于  $22\text{ GHz} \sim 32\text{ GHz}$  范围内,温度频带位于  $51\text{ GHz} \sim 59\text{ GHz}$  范围内。

#### 4.6.2 天线主瓣宽度

天线的半功率波束宽度应满足:水汽通道  $\leq 5^{\circ}$ ,温度通道  $\leq 3^{\circ}$ 。

#### 4.6.3 天线旁瓣电平

天线的旁瓣电平应满足:偏离  $10^{\circ}$  以外,水汽通道  $\leq -25\text{ dB}$ ,温度通道  $\leq -28\text{ dB}$ 。

#### 4.6.4 波束扫描性能

辐射计的天线波束应具有俯仰扫描能力,性能应满足:

——扫描范围:覆盖天顶到地平方向;

——角度分辨力:  $\leq 0.2^{\circ}$ 。

#### 4.6.5 接收通道数量

辐射接收的通道数量应满足:水汽通道、温度通道均  $\geq 7$ 。

#### 4.6.6 通道分布宽度

通道分布宽度应满足:水汽通道、温度通道均  $\geq 7\text{ GHz}$ 。

#### 4.6.7 亮温量程

亮温量程应满足:  $0\text{ K} \sim 400\text{ K}$ 。

#### 4.6.8 亮温灵敏度

亮温灵敏度应满足:水汽通道  $\leq 0.2\text{ K}@1\text{ s}$  积分时间,温度通道  $\leq 0.3\text{ K}@1\text{ s}$  积分时间。

#### 4.6.9 亮温误差

均方根误差:  $\leq 1\text{ K}$ 。

#### 4.6.10 电源

适应交流  $220\text{ V}$  供电条件,在电源电压变化  $\pm 15\%$ 、频率变化  $\pm 5\%$  以内时,辐射计应能正常工作。

#### 4.6.11 功耗

主机功耗:  $\leq 800\text{ W}$  (最大值),  $\leq 300\text{ W}$  (稳定状态)。

## 4.7 环境适应性

### 4.7.1 低温

应满足如下条件：

- 极限工作温度： $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ （室外设备）， $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ （室内设备）；
- 极限贮存温度： $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

### 4.7.2 高温

应满足如下条件：

- 极限工作温度： $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ （室外设备）， $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ （室内设备）；
- 极限贮存温度： $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

### 4.7.3 湿度

应满足如下条件：

- 工作相对湿度： $\leq 95\%$ （室外设备）， $\leq 90\%$ （室内设备）；
- 贮存相对湿度： $\leq 95\%$ （无凝水）。

### 4.7.4 低气压

可正常工作大气压 $\geq 650\text{ hPa}$ 。

### 4.7.5 淋雨

应能承受 GJB 150.8A—2009 中程序 I 和 II 规定的淋雨条件。

### 4.7.6 抗风能力

应在 10 级风条件下能正常工作，在 12 级阵风条件下不被损坏。

### 4.7.7 运输

辐射计设备装箱承受以下运输条件后，应能保持其性能。其中：

- a) 车速：
  - 1) 土路、碎石路车速： $20\text{ km/h} \sim 30\text{ km/h}$ ；
  - 2) 柏油路、混凝土路车速： $30\text{ km/h} \sim 40\text{ km/h}$ 。
- b) 距离：运输距离不小于  $200\text{ km}$ 。
- c) 路况：通过的土路和碎石路面占总试验里程的比例应不少于  $60\%$ 。

## 4.8 可靠性及维修性

### 4.8.1 连续工作能力

连续工作能力：连续。

### 4.8.2 可靠性

平均故障间隔时间： $\geq 2500\text{ h}$ 。

### 4.8.3 维修性

平均修复时间： $\leq 1\text{ h}$ 。

#### 4.8.4 设计寿命

设计寿命： $\geq 10$  a。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验要求

试验应满足如下要求：

- 辐射计探测性能的试验需有一个可施放探空气球、并可供辐射计持续对空观测的场地；
- 被测辐射计架设应与探空仪处于同一环境，且两者之间的水平距离不应超过 100 m（宜小于 50 m），高度差不宜超过 4 m；
- 被测辐射计需采用同场地的历史探空资料完成算法训练，并按设备要求进行标定；
- 选择大气状态稳定的天气条件开展试验；
- 辐射计电气性能、环境适应性等的试验需在具备测试条件的实验室内进行。

#### 5.2 组成

手动及目测检查辐射计的系统组成。

#### 5.3 外观及工艺

采用目测、手感检查及查阅产品相关技术文件的方法，还可用放大镜、色卡等辅助工具进行检测。

#### 5.4 功能及数据产品

##### 5.4.1 工作模式控制

对辐射计设备进行实际操作，通过操作运行过程、终端显示情况及生成数据的观察和检查，评定设备对于各种工作模式的实现情况。

##### 5.4.2 廓线探测功能

使辐射计设备运行在观测模式下，通过终端显示情况及生成数据的观察和检查，评定探测功能的实现情况。

##### 5.4.3 终端显示

使辐射计设备运行在对流层观测模式下，终端显示界面应具备规定的数据显示功能。

##### 5.4.4 环境参数监测

使辐射计设备运行在观测模式下，通过终端显示及生成数据的观察和检查，评定辐射计环境参数监测功能的实现情况。

##### 5.4.5 自检监测

模拟典型故障发生时的情形，通过运行过程和终端显示情况的观察和检查，评定设备自检监测功能的实现情况。

##### 5.4.6 数据产品

通过终端显示及生成数据的观察和检查，判定辐射计是否实时输出观测得到基础数据、气象产品数

据和设备主要组成部件的状态数据。输出数据产品格式参见附录 A。

## 5.5 探测性能

### 5.5.1 探测高度与廓线垂直分辨力

通过检查观测过程生成的数据记录文件,获得辐射计探测高度范围、大气温度、湿度层结数量以及垂直高度具体刻度值,然后对规定范围内的高度值对应的大气温度、湿度数据进行误差性能检验,据此对探测高度和垂直分辨力性能进行评价。

### 5.5.2 温湿度廓线误差

大气温度、湿度廓线应逐个层结进行计算。任意一个层结的测量误差  $e(Y)$  采用式(1)计算:

$$e(Y) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (Y_i - X_i)^2} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$N$  ——该层结的有效观测次数;

$Y_i$  ——对于该层结大气温度、湿度,辐射计的第  $i$  次测量值;

$X_i$  ——对于该层结大气温度、湿度,探空仪的第  $i$  次测量值。

### 5.5.3 积分水汽含量误差

采用式(1)计算大气积分水汽含量的误差,只需要对式中变量的含义进行更改即可:

$N$  ——大气积分水汽含量的有效观测次数;

$Y_i$  ——对于大气积分水汽含量,辐射计的第  $i$  次测量值;

$X_i$  ——对于大气积分水汽含量,探空仪的第  $i$  次测量值。

### 5.5.4 时间分辨力

检查观测过程生成的记录文件或终端屏幕显示,温湿度廓线数据更新一次所需的时间即为辐射计的时间分辨力。

## 5.6 环境参数监测性能

### 5.6.1 气压

采用 QX/T 1—2000 的 6.6.1 的方法进行测试和评定。

### 5.6.2 气温

采用 QX/T 1—2000 的 6.6.2 的方法进行测试和评定。

### 5.6.3 相对湿度

采用 QX/T 1—2000 的 6.6.3 的方法进行测试和评定。

## 5.7 电气性能

### 5.7.1 天线工作频率

辐射计天线性能的测试应在专业的微波天线测试场所进行,采用如下方法进行测试:

a) 测试条件及测试装置的架设、连接方法见 GJB 3310—1998 的第五章的方法 101;

b) 设置天线测试系统的发射、接收设备的工作频率,在规定的频率范围内测试天线的电气性能。

#### 5.7.2 天线主瓣宽度

按 GJB 3310—1998 的第五章的方法 101 进行测试。

#### 5.7.3 天线旁瓣电平

按 GJB 3310—1998 的第五章的方法 101 进行测试。

#### 5.7.4 波束扫描性能

按产品指标控制辐射计天线指向,检查天线波束扫描性能。

#### 5.7.5 接收工作频率

在规定的工作频率范围内测试辐射计的亮温量程、灵敏度及测量误差等各项电气性能。

#### 5.7.6 接收通道数量和通道分布宽度

按照如下方法进行测试和计算:

- a) 逐一测试辐射计各通道的亮温量程、灵敏度及测量误差等各项电气性能,满足指标要求的通道为合格通道,可计入接收通道数量;
- b) 检查合格通道的辐射计工作频率,水汽带的通道分布宽度等于水汽频带内的最高频率值减去最低频率值,温度带的通道分布宽度等于温度频带内的最高频率值减去最低频率值。

#### 5.7.7 亮温量程

按照如下方法进行测试和计算:

- a) 使用液氮致冷低温标定源作为输入信号源,控制辐射计天线指向低温标定源,记录低温源的辐射亮温以及辐射计对应的输出亮温电压。
- b) 使辐射计天线指向高温标定源,记录高温源的辐射亮温以及辐射计对应的输出亮温电压。
- c) 按照指标规定的亮温量程下限和上限,采用式(2)进行计算。

$$\begin{cases} U_1 = U_h - \frac{T_h - T_1}{T_h - T_c} \times (U_h - U_c) \\ U_2 = U_h - \frac{T_h - T_2}{T_h - T_c} \times (U_h - U_c) \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $U_1$  ——亮温下限  $T_1$  对应的辐射计输出电压极值,应不小于设计最小值,单位为毫伏(mV);
- $U_2$  ——亮温上限  $T_2$  对应的辐射计输出电压极值,应不大于设计最大值,单位为毫伏(mV);
- $U_h$  ——辐射计观测高温标定源时的输出亮温电压,单位为毫伏(mV);
- $U_c$  ——辐射计观测低温标定源时的输出亮温电压,单位为毫伏(mV);
- $T_h$  ——高温源的辐射亮温,单位为开尔文(K);
- $T_c$  ——低温源的辐射亮温,单位为开尔文(K);
- $T_1$  ——指标要求的亮温下限,单位为开尔文(K);
- $T_2$  ——指标要求的亮温上限,单位为开尔文(K)。

#### 5.7.8 亮温灵敏度

按照如下方法进行测试和计算:

- a) 使用液氮致冷低温标定源作为输入信号源,按照规定条件设置积分时间,并使辐射计天线指向低温标定源,连续执行  $N$  次观测 ( $N \geq 15$ ),记录低温标定源的辐射亮温以及辐射计对应的输出亮温电压。
- b) 使辐射计天线指向高温标定源,同样连续执行  $N$  次观测,记录高温源的辐射亮温以及辐射计对应的输出亮温电压。
- c) 采用式(3)计算辐射计亮温灵敏度:

$$\Delta T_{\min} = \frac{s_c + s_h}{2} \times \frac{\bar{T}_h - \bar{T}_c}{\bar{U}_h - \bar{U}_c} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\Delta T_{\min}$  ——辐射计亮温灵敏度,单位为开尔文(K);

$s_c$  —— $N$  次观测低温源所得亮温电压的标准差,计算方法见式(4);

$s_h$  —— $N$  次观测高温源所得亮温电压的标准差,计算方法见式(5);

$\bar{T}_h$  —— $N$  次观测高温源所得辐射亮温的均值,单位为开尔文(K);

$\bar{T}_c$  —— $N$  次观测低温源所得辐射亮温的均值,单位为开尔文(K);

$\bar{U}_h$  —— $N$  次观测高温源所得亮温电压的均值,单位为毫伏(mV);

$\bar{U}_c$  —— $N$  次观测低温源所得亮温电压的均值,单位为毫伏(mV)。

$$s_c = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (U_{i,c} - \bar{U}_c)^2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$U_{i,c}$  ——辐射计观测低温源时,第  $i$  次读取的输出亮温电压,单位为毫伏(mV)。

$$s_h = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (U_{i,h} - \bar{U}_h)^2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$U_{i,h}$  ——辐射计观测高温源时,第  $i$  次读取的输出亮温电压,单位为毫伏(mV)。

#### 5.7.9 亮温误差

设置辐射计天线指向标准辐射源,连续  $N$  次 ( $N \geq 15$ ) 读取辐射计的亮温观测值和标准辐射源的亮温示值,辐射计任意一个通道的亮温测量误差  $e(Y)$  采用式(6)计算:

$$e(Y) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (Y_i - X_i)^2} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$Y_i$  ——第  $i$  次读取的辐射计亮温观测值,单位为开尔文(K);

$X_i$  ——第  $i$  次读取的标准辐射源的亮温示值,单位为开尔文(K)。

#### 5.7.10 电源

交流 220 V 电源供电时,将输入辐射计的电源电压和频率分别改变至正负偏差极限值,开机检查辐射计应能正常工作。

#### 5.7.11 功耗

用交流功率测量仪测量辐射计主机工作时的电源功率消耗。

### 5.8 环境适应性

采用 QX/T 348—2016 的 5.2.2 的方法进行环境适应性的试验及评定。

## 5.9 可靠性及维修性

### 5.9.1 连续工作能力

使辐射计不间断工作不少于 24 h,每隔 8 h 检查各项功能和状态信息应保持正常。

### 5.9.2 可靠性

按照 GB 5080.7—1986 的要求和方法进行设备可靠性的试验及评定。

### 5.9.3 维修性

用可靠性试验中出现的故障,进行平均修复时间的统计。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

辐射计产品的检验分为定型(鉴定)检验和质量一致性检验,质量一致性检验又分为逐件检验和周期检验。

### 6.2 检验项目和要求

检验项目和要求见表 1。

表 1 检验项目和要求

序号	检验项目名称	技术要求 条文号	试验方法 条文号	定型(鉴定)检验	质量一致性检验	
					逐件检验	周期检验
1	系统组成	4.1	5.2	●	●	●
2	外观及工艺	4.2	5.3	●	●	●
3	工作模式控制功能	4.3.1	5.4.1	●	○	●
4	廓线探测功能	4.3.2	5.4.2	●	●	●
5	终端显示功能	4.3.3	5.4.3	●	●	●
6	环境参数监测功能	4.3.4	5.4.4	●	●	●
7	自检监测功能	4.3.5	5.4.5	●	○	●
8	数据产品	4.3.6	5.4.6	●	●	●
9	探测高度	4.4.1	5.5.1	●	○	●
10	对流层温度廓线垂直分辨力	4.4.2	5.5.1	●	○	●
11	对流层温度廓线误差	4.4.2	5.5.2	●	○	●
12	边界层温度廓线垂直分辨力	4.4.3	5.5.1	●	○	●
13	边界层温度廓线误差	4.4.3	5.5.2	●	○	●
14	水汽密度廓线垂直分辨力	4.4.4	5.5.1	●	○	●
15	水汽密度廓线误差	4.4.4	5.5.2	●	○	●



表 1 检验项目和要求(续)

序号	检验项目名称	技术要求 条文号	试验方法 条文号	定型(鉴定)检验	质量一致性检验	
					逐件检验	周期检验
16	相对湿度廓线垂直分辨力	4.4.5	5.5.1	●	○	●
17	相对湿度廓线误差	4.4.5	5.5.2	●	○	●
18	积分水汽含量性能	4.4.6	5.5.3	●	○	●
19	时间分辨力	4.4.7	5.5.4	●	●	●
20	气压环境参数监测性能	4.5.1	5.6.1	●	—	○
21	气温环境参数监测性能	4.5.2	5.6.2	●	—	○
22	相对湿度环境参数监测性能	4.5.3	5.6.3	●	—	○
23	天线工作频率	4.6.1	5.7.1	●	○	●
24	天线主瓣宽度	4.6.2	5.7.2	●	○	●
25	天线旁瓣电平	4.6.3	5.7.3	●	○	●
26	波束扫描性能	4.6.4	5.7.4	●	—	○
27	接收工作频率	4.6.1	5.7.5	●	●	●
28	接收通道数量	4.6.5	5.7.6	●	●	●
29	通道分布宽度	4.6.6	5.7.6	●	●	●
30	亮温量程	4.6.7	5.7.7	●	—	○
31	亮温灵敏度	4.6.8	5.7.8	●	●	●
32	亮温误差	4.6.9	5.7.9	●	●	●
33	电源	4.6.10	5.7.10	●	—	●
34	功耗	4.6.11	5.7.11	●	●	●
35	低温	4.7.1	5.8	●	○	●
36	高温	4.7.2	5.8	●	○	●
37	湿度	4.7.3	5.8	●	—	○
38	低气压	4.7.4	5.8	●	—	—
39	淋雨	4.7.5	5.8	●	—	○
40	抗风能力	4.7.6	5.8	●	—	—
41	运输	4.7.7	5.8	●	—	○
42	连续工作能力	4.8.1	5.9.1	●	●	●
43	可靠性	4.8.2	5.9.2	●	—	—
44	维修性	4.8.3	5.9.3	●	—	—
45	标志	7.1	7.1	●	●	●
46	标签	7.2	7.2	●	●	●
47	随行文件	7.3	7.3	●	●	●

注：“●”表示必检项目；“○”表示生产方与订购方协商是否需要检验的项目；“—”表示不检验项目。

### 6.3 检验条件

包括：

- 环境适应性检验应在本标准规定的环境条件下进行；
- 其他检验应在本标准的 5.1 规定的环境条件下进行；
- 检验场地应避免对被检验产品造成损害或性能下降的电磁干扰源；
- 检验所用的测试仪表、标准装置应经过计量检定并处于有效期内。

### 6.4 检验中断处理

出现下列情况之一时，应中断检验：

- 检验现场出现了不满足检验条件的情况；
- 受检产品的任一项主要性能不符合技术指标要求，且在规定的时间内不能恢复；
- 发生了意外情况影响继续检验。

在确定影响检验的原因已排除后，检验可继续进行。

### 6.5 定型(鉴定)检验

定型(鉴定)检验要求如下：

- 出现下列情况之一时，需进行定型(鉴定)检验：
  - 新研制的产品定型鉴定时；
  - 产品转厂生产和结构、工艺有重大改变时。
- 定型检验应包括表 1 列出的所有项目，全部项目都判定为合格，方能通过定型检验。
- 新研制的产品至少应有一台进行全部试验，其他性质的试验样本应从不少于三台的批量产品中随机抽取，样本量为两台。
- 对定型检验中出现的不合格项目应及时查明原因，提出改进措施，并重新进行该项目及相关项目的检验，若经两次重新检验仍有不合格项目，应终止试验并按整体不合格处理。
- 可靠性试验采用现场测量的方法进行统计，给出可靠性的观测值。
- 缺陷判定按照 GB/T 6587—2012 第 3 章的规定执行。

### 6.6 质量一致性检验

#### 6.6.1 逐件检验

逐件检验要求如下：

- 逐件检验是对生产方交付的所有产品进行的检验，检验项目见表 1；
- 逐件检验由生产方质量检验部门进行，检验时应通知订购方参加；
- 逐件检验的所有产品全部检验项目合格后方可出厂；
- 经逐件检验和周期检验合格的产品，若入库贮存超过一年再出厂，应重新进行逐件检验；
- 逐件检验若发现不合格项目，生产方可进行修理或调整，经两次修理或调整仍有不合格的项目的产品应予剔除。

#### 6.6.2 周期检验

周期检验要求如下：

- 有下列情况之一时，应进行周期检验：
  - 当产品主要设计、工艺、材料、零部件有较大改变，可能影响产品性能时；

- 成批生产或连续生产 10 台以上时；
- 产品停产一年后,恢复生产时；
- 上级主管部门提出周期检验要求时。

——周期检验的样本应在逐件检验合格的产品中随机抽取,检验项目见表 1；

——详细的检验方案参照 GB/T 6587—2012 的 6.4 执行。

## 7 标志、标签和随行文件

### 7.1 标志

在设备的明显位置应设有产品标志牌,并清晰标明以下内容：

- 产品名称、型号；
- 制造厂家；
- 出厂日期及编号。

### 7.2 标签

在设备的适当位置,应设置必要的标签,分为以下两种：

- 必要的警示标签；
- 设备信息二维码标签。

### 7.3 随行文件

设备应包含以下随行文件：

- 产品合格证；
- 装箱单；
- 随机备附件清单；
- 使用维护说明书；
- 软件操作说明书；
- 技术说明书；
- 合同规定的其他文件。

## 8 包装、运输、贮存和校准

### 8.1 包装

包括：

- a) 设备的附件、配件应配备齐全,易损件要有足够的备件,或按合同要求执行；
- b) 若有可动部件,在包装运输前应加锁定装置；
- c) 应随设备提供最基本的工具,以使用户完成设备架设、撤收等工作。

### 8.2 运输

设备在包装完好的条件下,应能适应铁路、公路、航空等运输方式。但在运输过程中,应避免碰撞及机械损伤。

### 8.3 贮存

#### 8.3.1 一般要求

设备贮存的一般要求如下：

- 禁止与腐蚀性或危险性物品同库存储；
- 不允许露天储存；
- 储存期内应按有关规定定期检查；
- 出库时，应以先进先出的原则进行。

#### 8.3.2 长期贮存场所及条件

长期存储(存储1个月以上)场所应符合下列条件：

- 气温： $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 相对湿度： $30\%\sim 70\%$ ；
- 通风良好，不含有酸性、碱性或其他化学腐蚀性气体。

### 8.4 标定与校准

#### 8.4.1 液氮标定

液氮标定是辐射计校准工作的重要内容，操作过程应严格按照生产厂家提供的规定进行。当如下任何一种情况发生，系统在继续开展观测工作之前应进行液氮标定：

- 系统首次完成安装或站址迁移；
- 距离上次液氮标定超过6个月；
- 开展重大试验；
- 其他需要进行液氮标定的情况。

#### 8.4.2 环境传感器校准

参考 QX/T 1—2000 的方法对辐射计系统配备的环境温度、湿度、气压传感器进行校准。

附 录 A  
(资料性附录)  
输出数据资料

### A.1 探测资料文件及其命名

辐射计系统正常执行探测工作时,每日自动生成一组新的探测资料文件,分为基础数据文件、气象产品数据文件和设备状态数据文件,所有文件的数据均为探测过程中实时生成并存储,从而允许用户随时调阅和转储。探测资料文件命名参照 QX/T 129—2011 规定,采用如下规则:

- a) 基础数据文件命名格式:Z\_UPAR\_I\_IIiii\_yyyymmdd\_O\_YTHP\_设备型号\_CP.CSV。

示例 1:

Z\_UPAR\_I\_54406\_20170628\_O\_YTHP\_PPPPP\_CP.CSV。

- b) 气象产品数据文件命名格式:Z\_UPAR\_I\_IIiii\_yyyymmdd\_P\_YTHP\_设备型号\_CP.CSV。

示例 2:

Z\_UPAR\_I\_54406\_20170628\_P\_YTHP\_PPPPP\_CP.CSV。

- c) 设备状态数据文件命名格式:Z\_UPAR\_I\_IIiii\_yyyymmdd\_R\_YTHP\_设备型号\_CP.CSV。

示例 3:

Z\_UPAR\_I\_54406\_20170628\_R\_YTHP\_PPPPP\_CP.CSV。

上述文件名中的各字符含义详见表 A.1。

表 A.1 文件名编码表

字段	标识	说明
pflag	Z	国内交换文件
productidentifier	UPAR	高空资料
oflag	I	按台站区站号进行编码
originator	IIiii	区站号
yyyyMMddhhmmss	yyymmdd	文件生成时间(年月日)
ftype	O	资料属性,表示观测数据
	P	资料属性,表示产品数据
	R	资料属性,表示状态文件
deviceidentification	YTHP	设备 ID 号
equipmenttype	设备型号	生产厂家自定义,不超过 5 个字符
datatype	RAW	数据类型,表示基础数据
	FFT	数据类型,表示谱数据
	CP	数据类型,表示气象要素数据
type	BIN:表示二进制文件 CSV:表示文本文件	文件类型

## A.2 探测资料文件内容及格式

### A.2.1 一般要求

辐射计的探测资料文件内容及格式应符合以下要求：

- 文件为直接可读的 ASCII 文本文件，其中符号采用英文半角类型；
- 文件可包含多个数据行，每行结束时直接回车换行；
- 每个数据行由多个字段组成，采用半角逗号“,”作为字段之间的分隔符；
- 文件可包含一个或多个表头行，用于各个字段的命名；
- 探测数据按时间顺序分为多行，内容与表头行相对应；
- 一个表头行及其对应的数据行称为一个数据组，一个数据文件可包含一个或多个数据组；
- 同一文件中，除表头行以外的所有数据行统一编制记录序号，且记录序号从“1”开始；
- 新的数据总是追加到对应的文件末尾。

### A.2.2 基础数据文件

基础数据文件应包含亮温数据组，还可包含其他有用的数据。其中，亮温数据组包含一个表头行和多个数据行，内容格式为：

Record,DateTime,Temp,RH,Pa,Tir,Rain,Ch1,Ch2,Ch3,……,Chn。

具体含义及规定详见表 A.2。

表 A.2 亮温数据组含义及规定

字段	含义	表头行内容	数据行内容
Record	记录序号	Record	具体值
DateTime	记录日期及时间	DateTime	具体值，格式为 yyyy-mm-dd hh:mm:ss 规则详见表 A.3
Temp	环境温度	Temp(℃)	具体观测结果，单位为摄氏度(℃)
RH	环境相对湿度	RH(%)	具体观测结果，单位为百分率(%)
Pa	大气压力	Pa(hPa)	具体观测结果，单位为百帕(hPa)
Tir	红外温度	Tir(℃)	具体观测结果，单位为摄氏度(℃)
Rain	是否降水	Rain	具体观测结果，1=有降水，0=未降水
Ch1	频率 1 通道亮温	Ch1	具体观测结果，单位为开尔文(K)
Ch2	频率 2 通道亮温	Ch2	具体观测结果，单位为开尔文(K)
……	……	……	……
Chn	频率 n 通道亮温	Chn	具体观测结果，单位为开尔文(K)

表 A.3 探测资料文件中的记录时间规则

字符	含义
yyyy	记录生成年份,采用四位阿拉伯数字
mm	记录生成月份,采用二位阿拉伯数字
dd	记录生成日,采用二位阿拉伯数字
hh	记录生成时刻小时(24 小时制),采用二位阿拉伯数字
mm	记录生成时刻分钟,采用二位阿拉伯数字
ss	记录生成时刻秒,采用二位阿拉伯数字

## A.2.3 气象产品数据文件

气象产品数据文件应包含气象产品数据组,还可包含站址信息等其他有用的数据。其中,气象产品数据组包含一个表头行和多个数据行,内容格式为:

Record, DateTime, DataType, Tamb, Rh, Pres, Tir, Rain, Vint, Lqint, CloudBase, H1, H2, ....., H<sub>n</sub>。

具体含义及规定详见表 A.4。

表 A.4 气象产品数据组含义及规定

字段	含义	表头行内容	数据行内容
Record	记录序号	Record	具体值
DateTime	记录日期及时间	DateTime	具体值,格式为 yyyy-mm-dd hh:mm:ss 规则详见表 A.3
DataType	廓线类型码	10	具体码值,详见表 A.5
Tamb	环境温度	Tamb(℃)	具体观测结果,单位为摄氏度(℃)
Rh	环境相对湿度	Rh(%)	具体观测结果,单位为百分率(%)
Pres	大气压力	Pres(hPa)	具体观测结果,单位为百帕(hPa)
Tir	红外温度	Tir(℃)	具体观测结果,单位为摄氏度(℃)
Rain	是否降水	Rain	具体观测结果,1=有降水,0=未降水
Vint	积分水汽	Vint(mm)	具体观测结果,单位为毫米(mm)
Lqint	积分云液水	Lqint(mm)	具体观测结果,单位为毫米(mm)
CloudBase	云底高度	CloudBase(km)	具体观测结果,单位为千米(km)
H1	第1层结数据	xxx(km) <sup>a</sup>	具体观测结果,详见表 A.5
H2	第2层结数据	xxx(km) <sup>a</sup>	具体观测结果,详见表 A.5
.....	.....	.....	.....
H <sub>n</sub>	第n层结数据	xxx(km) <sup>a</sup>	具体观测结果,详见表 A.5
注:廓线数据类型有4种,对应的层结数据也分为4种,因此每一组廓线数据实际包含4个数据行,详见表 A.5。			
<sup>a</sup> 该层结的具体高度,且单位为千米(km)。			

表 A.5 气象产品数据组廓线数据规定

类型码	廓线数据类型	廓线数据的单位
11	温度廓线	摄氏度(℃)
12	水汽密度廓线	克每立方米(g/m <sup>3</sup> )
13	相对湿度廓线	百分率(%)
14	液态水廓线	克每立方米(g/m <sup>3</sup> )

站址信息数据组包含一个表头行和一个数据行,记录在文件数据开头,内容格式为:

Record,DateTime,DataType,longitude,latitude,attitude

具体含义及规定详见表 A.6。

表 A.6 站址信息数据组含义及规定

字段	含义	表头行内容	数据行内容
Record	记录序号	Record	具体值
DateTime	记录日期及时间	DateTime	具体值,格式为 yyyy-mm-dd hh:mm:ss 规则详见表 A.3
DataType	数据行类型码	20	具体码值(21)
longitude	经度	longitude	具体值,单位为度(°)
latitude	纬度	latitude	具体值,单位为度(°)
attitude	海拔	attitude	具体值,单位为米(m)

#### A.2.4 设备状态数据文件

设备状态数据文件记录系统各个重要部件及分系统的工作状态,应包含设备状态数据组,还可包含其他有用的数据。其中,设备状态数据组包含一个表头行和多个数据行,内容格式为:

Record,DateTime,Met,Tir,Rain,GNSS,BIB,RCV0,RCV1,EServo,AServo,LO,ECM

具体含义及规定详见表 A.7。

表 A.7 设备状态数据组含义及规定

字段	含义	表头行内容	数据行内容
Record	记录序号	Record	具体值
DateTime	记录日期及时间	DateTime	具体值,格式为 yyyy-mm-dd hh:mm:ss 规则详见表 A.3
Met	温湿度传感器	Met	0:正常,1:异常,-1:无此项
Tir	红外观测设备	Tir	0:正常,1:异常,-1:无此项
Rain	降雨传感器	Rain	0:正常,1:异常,-1:无此项
GNSS	卫星接收机	GNSS	0:正常,1:异常,-1:无此项
BIB	内建标定源	BIB	0:正常,1:异常,-1:无此项



表 A.7 设备状态数据组含义及规定(续)

字段	含义	表头行内容	数据行内容
RCV0	水汽观测接收机	RCV0	0:正常,1:异常,-1:无此项
RCV1	温度观测接收机	RCV1	0:正常,1:异常,-1:无此项
EServo	俯仰转台	EServo	0:正常,1:异常,-1:无此项
AServo	方位转台	AServo	0:正常,1:异常,-1:无此项
LO	接收本振	LO	0:正常,1:异常,-1:无此项
ECM	环境控制组件	ECM	0:正常,1:异常,-1:无此项

行业标准信息平台

#### 参 考 文 献

- [1] GJB 6302—2008 军用地面气象自动观测设备通用要求
  - [2] QX/T 129—2011 气象数据传输文件命名
  - [3] 中国气象局.地基多通道微波辐射计功能规格需求书(试行)[Z],2013
  - [4] 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
- 

行业标准信息服务平台



中 华 人 民 共 和 国  
气 象 行 业 标 准  
地基多通道微波辐射计

QX/T 504—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:1.75 字数:52.5千字  
2019年10月第一版 2019年10月第一次印刷

\*

书号:135029-6081 定价:26.00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