



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 767—2025

Ka 波段全固态测云雷达/仪技术要求

Technical requirements for Ka-band all-solid-state cloud radar/ceilometer

2025-05-19 发布

2025-10-01 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	2
5 分类和组成	2
5.1 分类	2
5.2 组成	2
6 技术要求	2
6.1 功能要求	2
6.2 性能要求	3
6.3 环境适应性	8
6.4 电磁兼容性	9
6.5 安全性	9
6.6 互换性	9
7 标识、标签和随行文件	9
7.1 产品标识	9
7.2 包装标识	10
7.3 随行文件	10
8 包装、运输和贮存	10
8.1 包装	10
8.2 运输	10
8.3 贮存	10
参考文献	11

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、北京无线电测量研究所、中国气象局气象探测中心、中国气象科学研究院、西安华腾微波有限责任公司。

本文件主要起草人：魏艳强、周亭亭、冯凯、王志锐、李萍、刘宏宇、刘黎平、陶法、胡树贞、刘丽华、冯双平、陈岩、王刚、国厦。

Ka 波段全固态测云雷达/仪技术要求

1 范围

本文件确立了 Ka 波段全固态测云雷达以及 Ka 波段全固态测云仪(以下简称为测云雷达/仪)的分类与组成,规定了技术要求,标识、标签和随行文件,包装、运输和贮存等要求。

本文件适用于采用脉冲压缩技术的测云雷达/仪的设计、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 191—2008 包装储运图示标志

GB/T 3784—2009 电工术语 雷达

GB 8702—2014 电磁环境控制限值

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

基数据 base data

以同相正交数据作为输入,结合目标物位置信息和雷达参数,经信号处理得到的数据。

[来源:QX/T 462—2018,3.3]

3.2

最小可测回波强度 minimum detectable echo intensity

最小可测回波反射率因子

雷达在一定距离上能探测到的最小反射率因子。

[来源:QX/T 462—2018,3.5]

注:最小可测回波反射率因子用来衡量雷达探测弱回波的能力,通常以 10 km 处能探测到的最小回波值(单位:dBZ)作为参考值。

3.3

脉冲压缩 pulse compression

在发射端发射已调制的宽脉冲,而在接收端用互相关解调的方式将宽脉冲信号压缩为窄脉冲,以提高雷达信噪比和距离分辨力的技术。

[来源:QX/T 610—2021,3.6]

3.4

云底高度 cloud base height

雷达所在观测点垂直向上不同高度云层的底部距观测点的垂直距离。

3.5

云顶高度 cloud top height

雷达所在观测点垂直向上不同高度云层的顶部距观测点的垂直距离。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

A/D: 模拟-数字 (Analog to Digital)

FFT: 快速傅里叶变换 (Fast Fourier Transform)

I/Q: 同相正交 (In-phase and Quadrature)

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

MTTR: 平均修复时间 (Mean Time To Repair)

PPI: 平面位置显示 (Plan Position Indicator)

PPP: 脉冲对处理 (Pulse Pair Processing)

RHI: 距离高度显示 (Range-Height Indicator)

SVS: 扇形体积扫描 (Sector Volume Scanning)

THI: 时间高度显示 (Time-Height Indicator)

VOL: 体积扫描 (Volume Scanning)

5 分类和组成

5.1 分类

测云雷达/仪根据扫描方式不同,分为扫描型 Ka 波段全固态测云雷达(以下简称扫描型)和垂直型 Ka 波段全固态测云雷达,也称为 Ka 波段全固态测云仪(以下简称垂直型)。

5.2 组成

主要包括天线、馈线、伺服转台(扫描型)、收发和数据处理控制等分系统,垂直型选配恒温系统。

6 技术要求

6.1 功能要求

6.1.1 控制和监控

应满足下列要求:

- a) 具有自动、连续运行能力;
- b) 具有本地、远程状态监视和控制能力;
- c) 扫描型具有扫描模式自动切换功能;
- d) 机内自检设备监控的参数包括系统标定状态、运行状态、关键参数等;
- e) 机内自检设备具有系统报警功能,同时能自动存储和上传主要性能参数、工作状态和系统报警记录。

6.1.2 气象产品生成

应满足下列要求。

- a) 扫描型生成的气象产品,包括:
 - 1) 功率谱数据;
 - 2) 信噪比、反射率因子、径向速度、速度谱宽、退偏振比、差分反射率因子、差分传播相移、差分传播相移率、相关系数;
 - 3) 云底高度、云顶高度、云量、云粒子相态。
- b) 垂直型生成的气象产品,包括:
 - 1) 功率谱数据;
 - 2) 信噪比、反射率因子、径向速度、速度谱宽、退偏振比;
 - 3) 云底高度、云顶高度。

6.1.3 气象产品显示

应满足下列要求:

- a) 扫描型:具有反射率因子、径向速度、速度谱宽、退偏振比、差分反射率因子、差分传播相移、差分传播相移率、相关系数等参数的 PPI、SVS、RHI、THI、VOL 实时显示功能;
- b) 垂直型:具有反射率因子、径向速度、速度谱宽、退偏振比等参数的 THI 实时显示功能。

6.1.4 数据存储和传输

应满足下列要求:

- a) 支持多路存储;
- b) 支持网络数据传输;
- c) 支持压缩传输和存储;
- d) 气象产品支持数据文件和图像两种输出方式。

6.2 性能要求

6.2.1 雷达系统

6.2.1.1 雷达体制

应满足下列要求:

- a) 扫描型:全固态,脉冲多普勒,双发双收线偏振(支持单发双收线偏振);
- b) 垂直型:全固态,脉冲多普勒,单发双收线偏振。

6.2.1.2 工作频率

34.5 GHz~35.5 GHz 内无线电管理机构划定的工作频率范围,频点可选,带宽不大于 200 MHz。

6.2.1.3 远距离最小可测回波反射率因子

不大于-30 dBZ@10 km(256 点 FFT 处理,不计大气衰减)。

6.2.1.4 扫描方式

应满足下列要求:

- a) 扫描型:PPI、SVS、RHI、THI、VOL、任意指向;
- b) 垂直型:垂直指向。

6.2.1.5 测量范围

应满足下列要求:

- a) 盲区距离:不大于 150 m;
- b) 探测距离:警戒不小于 20 km,定量不小于 15 km;
- c) 方位角: $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$;
- d) 俯仰角: $-2^{\circ}\sim 182^{\circ}$;
- e) 反射率因子: $-45\text{ dBZ}\sim 35\text{ dBZ}$;
- f) 径向速度: $-17\text{ m/s}\sim 17\text{ m/s}$;
- g) 速度谱宽: $0\text{ m/s}\sim 8\text{ m/s}$;
- h) 退偏振比: $-30\text{ dB}\sim 0\text{ dB}$;
- i) 差分反射率因子: $-8\text{ dB}\sim 8\text{ dB}$;
- j) 差分传播相移: $-180^{\circ}\sim 180^{\circ}$;
- k) 差分传播相移率: $-10^{\circ}/\text{km}\sim 10^{\circ}/\text{km}$;
- l) 相关系数: $0\sim 1$ 。

6.2.1.6 测量精度

应满足下列要求:

- a) 距离:不大于 30 m;
- b) 方位角:不大于 0.1° ;
- c) 俯仰角:不大于 0.1° ;
- d) 反射率因子: $-1\text{ dBZ}\sim 1\text{ dBZ}$;
- e) 径向速度: $-0.5\text{ m/s}\sim 0.5\text{ m/s}$;
- f) 速度谱宽: $-0.5\text{ m/s}\sim 0.5\text{ m/s}$;
- g) 退偏振比: $-0.2\text{ dB}\sim 0.2\text{ dB}$;
- h) 差分反射率因子: $-0.2\text{ dB}\sim 0.2\text{ dB}$;
- i) 差分传播相移: $-5^{\circ}\sim 5^{\circ}$;
- j) 相关系数: $-0.01\sim 0.01$;
- k) 云底高度:当云底高小于 1000 m 时, $-100\text{ m}\sim 100\text{ m}$,当云底高不小于 1000 m 时, $-10\%\sim 10\%$;
- l) 云顶高度:当云顶高小于 1000 m 时, $-100\text{ m}\sim 100\text{ m}$,当云顶高不小于 1000 m 时, $-10\%\sim 10\%$;
- m) 云量: $-20\%\sim 20\%$ 。

6.2.1.7 分辨力

应满足下列要求:

- a) 距离:30 m;
- b) 方位角:不大于 0.4° ;
- c) 俯仰角:不大于 0.4° ;
- d) 反射率因子: 0.1 dBZ ;
- e) 径向速度: 0.1 m/s ;
- f) 速度谱宽: 0.1 m/s ;
- g) 退偏振比: 0.1 dB ;
- h) 差分反射率因子: 0.1 dB ;
- i) 差分传播相移: 1° ;
- j) 差分传播相移率: $0.1(^{\circ})/\text{km}$;

k) 相关系数:0.01。

6.2.1.8 系统相位噪声

不大于 0.4° 。

6.2.1.9 地物杂波抑制比

不小于 42 dB。

6.2.1.10 可靠性

平均故障间隔时间(MTBF)不小于 2000 h。

6.2.1.11 可维护性

平均修复时间(MTTR)不大于 0.5 h(有备件情况下)。

6.2.1.12 供电

在单相交流电源(220 ± 22) V、(50 ± 2.5) Hz 时,雷达能够正常工作。

6.2.1.13 功耗

整机峰值功耗不大于 3 kW。

6.2.1.14 重量

标准配置(不包括天线罩)时重量不大于 2000 kg。

6.2.2 天线分系统

应符合表 1 的技术指标要求。

表 1 天线分系统技术指标

技术指标名称	技术指标要求	备注
工作频率	见 6.2.1.2	—
天线形式	卡塞格伦	—
天线口径	1.8 m	—
波束宽度	$\leq 0.4^{\circ}$	水平波束和垂直波束,3 dB 波束宽度
增益	≥ 52 dB	水平波束和垂直波束
第一副瓣电平	≤ -23 dB	—
远端副瓣电平	≤ -40 dB	$\pm 10^{\circ}$ 以外
天线驻波比	≤ 1.5	—
极化方式	线性水平、垂直极化	—
交叉极化隔离度	≥ 30 dB	—
波束宽度差	$\leq 0.05^{\circ}$	—
波束指向方向差	$\leq 0.05^{\circ}$	电轴
增益差	≤ 0.3 dB	—
天线罩双程损耗	≤ 2 dB	—

6.2.3 馈线分系统

应符合表 2 的技术指标要求。

表 2 馈线分系统技术指标

技术指标名称	技术指标要求	备注
工作频率	见 6.2.1.2	—
水平/垂直支路系统损耗	≤ 3 dB	—
双通道馈线损耗差	≤ 0.5 dB	—
馈线驻波比	≤ 1.5	—

6.2.4 伺服转台分系统

应符合表 3 的技术指标要求。

表 3 伺服转台分系统技术指标

技术指标名称	技术指标要求	备注
天线控制方式	预置全自动、人工干预自动/手动控制	—
天线扫描方式	PPI、SVS、RHI、THI、VOL、任意指向	—
天线扫描范围	方位： $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 连续扫描 俯仰： $-2^{\circ} \sim 182^{\circ}$ 往返扫描	—
天线扫描速度	方位： $0(^{\circ})/s \sim 24(^{\circ})/s$ ，误差不大于 5% 俯仰： $0(^{\circ})/s \sim 12(^{\circ})/s$ ，误差不大于 5%	—
天线定位精度	$\leq 0.1^{\circ}$	—
天线控制精度	$\leq 0.1^{\circ}$	—
角度编码器字长	≥ 14 位	—

6.2.5 收发分系统

收发分系统由发射机、接收机、恒温系统和定标模块等组成，接收机由接收前端和数字中频信号处理器等组成，应符合表 4—表 7 的技术指标要求。

表 4 发射机技术指标

技术指标名称	技术指标要求	备注
工作频率	见 6.2.1.2	—
发射机形式	全固态功率合成	—
脉冲峰值功率	扫描型	≥ 100 W
	垂直型	≥ 20 W
脉冲重复频率	1000 Hz~10000 Hz	—

表 4 发射机技术指标(续)

技术指标名称	技术指标要求	备注
机内功率检测波动	≤ 0.2 dB	—
脉冲宽度	$0.2\ \mu\text{s} \sim 40\ \mu\text{s}$ (可调), $0.2\ \mu\text{s}$ 必选	—
发射谐波和杂散抑制	≥ 40 dB	—
极限改善因子	≥ 40 dB	—

表 5 接收机技术指标

技术指标名称	技术指标要求	备注
工作频率	见 6.2.1.2	—
噪声系数	≤ 5 dB	不含环形器和限幅器
线性动态范围	≥ 80 dB	带宽 1 MHz
最小可测功率	≤ -100 dBm	带宽 5 MHz
镜频抑制度	≥ 60 dB	—
数字中频 A/D 位数	≥ 16 位	—

表 6 恒温系统技术指标

技术指标名称	技术指标要求	备注
环境温度低于 $0\ ^\circ\text{C}$ 时收发分系统机箱内部温度	$\geq 0\ ^\circ\text{C}$	—
环境温度大于或等于 $0\ ^\circ\text{C}$ 时收发分系统机箱内部温度	$30\ ^\circ\text{C} \pm 5\ ^\circ\text{C}$	—

表 7 数字中频信号处理器技术指标

技术指标名称	技术指标要求	备注
脉冲压缩主副瓣比	≥ 40 dB	脉压比大于或等于 100
距离库长度	30 m	—
距离库数	≥ 1000 个	—
处理方式	FFT(FFT 点数: $32 \sim 1024$)/PPP(处理对数: $16 \sim 1024$)	—
相关系数处理方式	一阶相关或多阶相关	—
地物杂波抑制比	≥ 42 dB	—
距离退折叠方法	相位编码或其他等效方法	—
速度退模糊方法	双重频或其他等效方法	—

6.2.6 数据处理控制分系统

6.2.6.1 一般要求

数据处理控制分系统应具有数据处理、状态监测、远程控制、业务过程管理、数据查询与显示等功能。

6.2.6.2 气象产品

数据处理控制分系统应提供并能存储下列产品。

a) 扫描型生成的气象产品,包括:

- 1) 功率谱数据;
- 2) 信噪比、反射率因子、径向速度、速度谱宽、退偏振比、差分反射率因子、差分传播相移、差分传播相移率、相关系数;
- 3) 云底高度、云顶高度、云量、云粒子相态。

b) 垂直型生成的气象产品,包括:

- 1) 功率谱数据;
- 2) 信噪比、反射率因子、径向速度、速度谱宽、退偏振比;
- 3) 云底高度、云顶高度。

6.3 环境适应性

6.3.1 温度

应满足下列要求:

- a) 室内: $0\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 室外: $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.3.2 湿度

应满足下列要求:

- a) 室内:不大于 90% ($30\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- a) 室外:不大于 95% ($30\text{ }^{\circ}\text{C}$)。

6.3.3 抗风

应满足下列要求:

- a) 球形天线罩: 60 m/s 风速时不损坏;
- b) 锥形天线罩: 30 m/s 风速时不损坏。

6.3.4 淋雨

具备承受不小于 6 mm/min 降水强度的淋雨能力。

6.3.5 低气压

适应海拔 4000 m 及以上高度的低气压环境。

6.3.6 其他环境适应性

应具备防水、防盐雾、防霉和防沙尘能力。

6.4 电磁兼容性

应满足下列要求：

- a) 设备内部各分系统不互相干扰；
- b) 设备具有市电滤波和防电磁干扰的能力，不因其他设备的电磁干扰而影响正常工作；
- c) 设备正常工作时，不干扰附近设备的正常工作；
- d) 设置静电屏蔽、电磁屏蔽，模拟地线、数字地线和安全地线严格分开，油机地线和避雷地线单独接地；
- e) 接地电阻不大于 $4\ \Omega$ ，电源线输入端加装防雷滤波器，室外电缆一律采用屏蔽电缆或光缆。

6.5 安全性

6.5.1 一般要求

应满足下列要求：

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

6.5.2 电气安全

应满足下列要求：

- a) 设备所有强电部位在人员可能接触到的地方不裸露，并且有醒目的警告标识；
- b) 设备强电接地采取保护接地的方式；
- c) 设备弱电接地采取数字地和模拟地分开设置，在机柜汇流条汇总引至大地；
- d) 设备具有雷电防护装置，安装位置经过雷电防护设计。

6.5.3 机械安全

应满足下列要求：

- a) 抽屉或机架式组件配备锁紧装置；
- b) 在架设、拆收、运输、维护、维修时，活动装置能锁定；
- c) 扫描型的天线座转动装置具有紧急制动功能。

6.5.4 电磁辐射安全

电磁辐射应符合 GB 8702—2014 第 4 章的规定。

6.6 互换性

应满足下列要求：

- a) 同样规格、性能的零件、部件、组件和功能单元能在现场更换；
- b) 备件更换时间不大于平均修复时间，并在现场更换后能正常工作。

7 标识、标签和随行文件

7.1 产品标识

应包含下列标识：

- a) 生产厂商；

- b) 产品名称和型号；
- c) 出厂序列号；
- d) 出厂日期。

7.2 包装标识

应包含下列标识：

- a) 包装箱编号；
- b) 产品名称；
- 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。

7.3 随行文件

应包括但不限于下列内容：

- a) 产品合格证；
- b) 产品说明书,需包含技术说明、标校、操作使用、维护等内容；
- c) 产品电原理图；
- d) 装箱单；
- e) 随机备附件清单。

8 包装、运输和贮存

8.1 包装

应满足下列要求：

- a) 符合陆地、空中或海上运输要求；
- b) 遇一般震动、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。

8.2 运输

运输过程中应做好剧烈震动、挤压、雨淋及化学物品侵蚀等防护措施。

8.3 贮存

包装好的产品应贮存在环境温度 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、空气相对湿度小于90%的室内,且周围无腐蚀性挥发物。

参 考 文 献

- [1] GB/T 12648—1990 天气雷达通用技术条件
 - [2] QX/T 462—2018 C波段双线偏振多普勒天气雷达
 - [3] QX/T 610—2021 X波段双偏振多普勒天气雷达
 - [4] 中国气象局. 全固态 Ka 波段双偏振云雷达功能规格需求书[Z], 2023 年 3 月
 - [5] 中国气象局. 全固态 Ka 波段毫米波测云仪(基本型)功能规格需求书: 修订版[Z], 2019 年 9 月
-

中 华 人 民 共 和 国
气 象 行 业 标 准
Ka 波段全固态测云雷达/仪技术要求
QX/T 767—2025

*

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 字数:30 千字
2025 年 6 月第 1 版 2025 年 6 月第 1 次印刷

*

书号:135029-6449 定价:25.00 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