



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 348—2016

X 波段数字化天气雷达

X-band digital weather radar

2016-09-29 发布

2017-03-01 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	2
4 组成和技术要求	2
5 检验方法	8
6 检验规则	14
7 标志、包装、运输、贮存	18
附录 A(资料性附录) 雷达方位和俯仰太阳法标定说明	20

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:中国气象局气象探测中心、新疆维吾尔自治区气象局。

本标准主要起草人:高玉春、陈玉宝、柴秀梅、李喆、黄晓、陈大任。

X 波段数字化天气雷达

1 范围

本标准规定了气象行业中使用的 X 波段数字化天气雷达的设计、生产、验收、包装、运输和贮存等方面的要求。

本标准适用于以云和降水为目标的 X 波段数字化天气雷达(以下简称雷达),不包括有多普勒和偏振信息探测能力的 X 波段天气雷达。

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 146.1 标准轨距铁路机车车辆限界
- GB 1589 道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值
- 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
- GB 3047.1 面板架和柜的基本尺寸系列
- GB 3047.4 高度进制为 44.45 mm 的插箱、插件的基本尺寸系列
- GB 3784—2009 电工术语 雷达
- GB 5080.7 设备可靠性试验
- GB/T 6378—2002 不合格品率的计量抽样检验程序及图表(适用于连续批的检验)
- GB/T 6593—1996 电子测量仪器质量检验规则
- GB 7269 电子设备控制台的布局、型式和基本尺寸
- GB 8702 电磁辐射防护规定
- GB/T 12649—1990 气象雷达参数测试方法
- GJB 7 微波辐射安全限值
- GJB 150.8A—2009 军用装备实验室环境试验方法 淋雨试验
- GJB 150.11A—2009 军用装备实验室环境试验方法 盐雾试验
- GJB 151A 军事设备和分系统电磁发射和敏感度要求
- GJB 152A 军事设备和分系统电磁发射和敏感度测量
- GJB 3071 雷达天线分系统性能测试方法
- GJB 5313 电磁辐射暴露限值和测量方法
- GJB 6556.3—2008 军用气象装备定型试验方法 高空探测仪器设备
- SJ 280 电子设备车辆通用技术条件
- SJ 2267 军用电子设备机械电气装配通用技术要求
- SJ 2785 雷达产品随机文件
- QX 4 气象台(站)防雷技术规范
- QX/T 8 气象仪器术语

3 术语和定义

GB/T 3784 和 QX/T 8 界定的术语和定义适用于本文件。

4 组成和技术要求

4.1 组成

雷达由天线系统、馈线系统、伺服系统、发射系统、接收和信号处理系统及数据显示和传输系统 6 个分系统组成。

4.2 总体要求

4.2.1 结构设计和外观要求

4.2.1.1 雷达装车或装箱运输尺寸应符合以下要求：

- 公路运输尺寸,按照 GB 1589 的规定；
- 铁路运输尺寸,按照 GB 146.1 的规定；
- 移动雷达车厢或方舱按照 SJ 280 的规定；
- 空运尺寸,应符合我国空运规定；
- 水运尺寸,应符合我国舰船运输规定。

4.2.1.2 标准化和结构设计应符合以下要求：

- 面板、架和柜的设计应符合 GB 3047.1 要求；
- 插箱、插件的设计应符合 GB 3047.4 要求；
- 控制台的设计应符合 GB 7269 要求；
- 雷达的一般电气和机械装配,应符合 SJ 2267 要求；
- 设备中相同的整件、部件应具有良好的互换性；
- 随机技术文件按照 SJ 2785 的要求执行。

4.2.1.3 雷达表面不应有碰伤、擦伤、划痕、锈蚀和涂覆层脱落,外表涂层、结构件、部件、元器件应具有抗盐雾的能力。

4.2.2 环境适应性

4.2.2.1 低温

4.2.2.1.1 室内设备可正常工作的最低温度不大于 0℃。

4.2.2.1.2 室外设备可正常工作的最低温度不大于 -40℃。

4.2.2.1.3 整套雷达设备可贮存的最低温度不大于 -50℃。

4.2.2.2 高温

4.2.2.2.1 室内设备可正常工作的最高温度不小于 40℃。

4.2.2.2.2 室外设备可正常工作的最高温度不小于 50℃。

4.2.2.2.3 整套雷达设备可贮存的最高温度不小于 55℃。

4.2.2.3 恒定湿热

4.2.2.3.1 室内设备可正常工作的最低相对湿度(RH)不小于 90%(30℃)。

4.2.2.3.2 室外设备可正常工作的最低相对湿度(RH)不小于95%(35℃)。

4.2.2.3.3 整套雷达设备可贮存的最低相对湿度(RH)不小于95%(35℃)。

4.2.2.4 低气压

雷达可正常工作最低大气压不大于650 hPa。

4.2.2.5 淋雨

雷达应能承受GJB 150.8A—2009中程序I和II规定的淋雨条件。

4.2.2.6 运输或行驶

固定式雷达在装箱运输过程中,移动式雷达在行驶过程中,应能承受以下条件,并能保持其性能:

——土路、碎石路车速为20 km/h~30 km/h;

——柏油路、混凝土路车速为30 km/h~40 km/h;

——运输或行驶的距离不小于200 km,通过的土路和碎石路面占总试验里程的比例应不少于60%。

4.2.2.7 抗风能力(阵风)

4.2.2.7.1 移动式雷达应在8级风条件下能正常工作;在10级风条件下不被损坏。

4.2.2.7.2 固定式雷达应在10级风条件下能正常工作,在12级风条件下不被损坏。

4.2.2.8 电源

在电源电压变化±15%、频率变化±5%以内时,雷达应能正常工作。

4.2.3 可靠性及维修性

4.2.3.1 连续工作时间不少于24 h。

4.2.3.2 平均故障间隔时间(MTBF)不小于400 h。

4.2.3.3 平均修复时间(MTTR)应不超过1 h。

4.2.4 电磁兼容性

雷达电磁兼容性要求应符合GJB 151A中陆军地面装备的要求。

4.2.5 安全性

4.2.5.1 电气安全

4.2.5.1.1 高压警告及防护

应包含以下内容:

——在高压电路中的电容器应有高压放电装置;

——高压部分应有明显的警告;

——标志发射机柜门打开后应自动切断高压;

——主电源开关应能保护性切断。

4.2.5.1.2 绝缘电阻

雷达各初级电源与大地间绝缘电阻应大于20 MΩ。

4.2.5.1.3 防雷措施

雷达应安装有防雷装置,避雷针单独接地,接地电阻不大于 $4\ \Omega$ 。

4.2.5.2 机械安全

4.2.5.2.1 天线俯仰超过规定范围时,应有切断电源和防碰撞的电气和机械安全保护装置。

4.2.5.2.2 天线装置上应有切断驱动机电源的手动安全开关。

4.2.5.2.3 当天线控制系统发生故障时,应设有驱动天线的应急电路。

4.2.5.2.4 雷达在架设、拆收、运输时,其活动部分均应能锁定。

4.2.5.3 安全信号联络

工作台与天线和电站间应有声、光信号联络。

4.2.5.4 微波辐射安全

操作部位和观察点的微波漏能功率密度应符合 GJB 7 的规定。

4.2.5.5 噪声安全

4.2.5.5.1 雷达架设现场和终端操作室均不大于 65 dB。

4.2.5.5.2 油机不大于 85 dB。

4.2.6 总功耗

总功耗不超过 10 kW。

4.2.7 探测能力

4.2.7.1 探测范围

4.2.7.1.1 探测距离不小于 150 km;

4.2.7.1.2 探测高度不小于 24 km。

4.2.7.1.3 方位角范围 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 。

4.2.7.1.4 俯仰角范围 $-2^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 。

4.2.7.2 探测允许误差

4.2.7.2.1 距离误差为不大于 150 m。

4.2.7.2.2 高度误差分别为:

—— $\pm 200\text{ m}$ (探测距离不大于 100 km)。

—— $\pm 300\text{ m}$ (探测距离大于 100 km)。

4.3 分系统要求

4.3.1 天线系统

4.3.1.1 天线直径可为 1.5 m, 2 m, 2.4 m, 3 m, 4.8 m。

4.3.1.2 波束宽度分别不小于 1.62° , 1.2° , 1.01° , 0.81° , 0.51° 。

4.3.1.3 天线增益分别不小于 39 dB, 41.8 dB, 43.3 dB, 45.3 dB, 49 dB。

4.3.1.4 主瓣和副瓣要求对称,第一旁瓣不大于 -25 dB 。

4.3.1.5 对于固定式雷达,天线罩衰减不大于 0.5 dB(双程)。

4.3.2 馈线系统

4.3.2.1 线性水平极化。

4.3.2.2 承受最大脉冲功率不小于 100 kW。

4.3.2.3 输入端电压驻波比不大于 1.5。

4.3.3 伺服系统

4.3.3.1 天线扫描方式

天线扫描方式分为:

a) 体扫,其中:

- 1) 方位角扫描范围 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$;
- 2) 方位角扫描速度 $0(^{\circ})/s\sim 36(^{\circ})/s$,连续可调;
- 3) 俯仰角可设定范围 $-2^{\circ}\sim 90^{\circ}$,设定角度个数不少于 30 个(手动设置)。

b) 平面扫描,其中:

- 1) 方位角扫描范围 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$;
- 2) 方位角扫描速度 $0(^{\circ})/s\sim 36(^{\circ})/s$,连续可调;
- 3) 俯仰角可设定范围 $-2^{\circ}\sim 90^{\circ}$ (手动设置)。

c) 剖面扫描,其中:

- 1) 方位角可设定范围 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ (手动设置);
- 2) 俯仰角扫描设定范围 $-2^{\circ}\sim 90^{\circ}$ (手动设置);
- 3) 俯仰角扫描速度 $0(^{\circ})/s\sim 12(^{\circ})/s$,连续可调。

d) 扇形扫描,其中:

- 1) 方位角扫描设定范围 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ (手动设置);
- 2) 方位角扫描速度 $0(^{\circ})/s\sim 36(^{\circ})/s$,连续可调;
- 3) 俯仰角可设定范围 $-2^{\circ}\sim 90^{\circ}$ (手动设置)。

e) 定点扫描,其中:

- 1) 方位角可设定范围 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ (手动设置);
- 2) 俯仰角可设定范围 $-2^{\circ}\sim 90^{\circ}$ (手动设置)。

4.3.3.2 天线扫描速度

4.3.3.2.1 方位扫描速度 $0(^{\circ})/s\sim 36(^{\circ})/s$,连续可调。

4.3.3.2.2 俯仰扫描速度 $0(^{\circ})/s\sim 12(^{\circ})/s$,连续可调。

4.3.3.3 天线控制方式

全自动、人工干预自动或手动控制。

4.3.3.4 天线定位允许误差

$\pm 0.2^{\circ}$ 。

4.3.3.5 天线控制允许误差

$\pm 0.1^{\circ}$ 。

4.3.3.6 天线控制字长

不小于 14 位。

4.3.3.7 角码数字字长

不小于 14 位。

4.3.4 发射系统

发射系统的主要参数应符合下述要求：

- a) 工作频率:9300 MHz~9500 MHz;
- b) 脉冲峰值功率:不小于 50 kW;
- c) 脉冲宽度:1.0 μ s;
- d) 最低脉冲重复频率:1000 Hz;
- e) 发射管寿命:不小于 500 h。

4.3.5 接收和信号处理器

接收和信号处理系统应符合下述要求：

- a) 天线直径不小于 2.4 m 的雷达,应采用数字中频技术,地杂波抑制能力不小于 30 dB;天线直径小于 2.4 m 的雷达,应采用三维杂波图处理方法,地杂波抑制能力不小于 25 dB。
- b) 单通道接收。
- c) 动态范围不小于 80 dB。
- d) 噪声系数不大于 4.0 dB。
- e) 最小可测功率(灵敏度)不大于-102 dBm(1 μ s)。
- f) 距离库长度为 150 m。
- g) 方位分辨力不大于 0.1°。
- h) 俯仰角分辨力不大于 0.2°。
- i) 信号累积平均次数为 32,64,128 可选。
- j) 强度估算误差不大于 1 dB。

4.3.6 数据显示与传输系统

4.3.6.1 实时显示雷达的工作状态和参数。

4.3.6.2 实时显示雷达回波图像等气象产品和历史资料等。

4.3.6.3 具有基于多种传输方式的远程数据传输功能,可使用无线网络和有线网络将雷达站的原始数据和气象产品分发到异地。

4.4 功能和应用产品

4.4.1 监控单元

4.4.1.1 可通过计算机控制：

- 雷达低压电源通/断；
- 发射高压通/断；
- 天线工作状态；
- 接收机工作状态；

- 信号处理器参数设置；
- 终端产品生成种类及数据存档方式；
- 工作状态显示。

4.4.1.2 本地控制具有最高优先权。

4.4.1.3 可监控的参数和故障有：

- 发射机灯丝电源故障；
- 发射机预热状态；
- 波导开关状态；
- 直流电源监控；
- 真空泵电源参数；
- 聚焦线圈参数；
- 机柜温度；
- 调制器过载；
- 放电脉冲参数；
- 充电故障监控。

天线限位状态监测和保护。

4.4.1.4 保护电路应能切断高压，高压电源连锁，确保高频大功率器件安全。

4.4.2 气象应用产品

气象应用产品至少应包括下述内容：

- a) 平面位置显示：雷达天线以固定俯仰角、全方位扫描的探测方式获取的数据，以极坐标的形式（以雷达为中心），用不同的彩色色标表示数据值的大小的图像产品。
- b) 距离高度显示：雷达天线以固定方位做俯仰扫描，获取的数据用不同色标表示数据的大小和方向，以极坐标的形式（以雷达为中心）显示出来的图像产品。
- c) 等高平面位置显示：雷达以不同俯仰角分别作全方位扫描探测时，所获取的不同俯仰角的平面位置显示产品数据，使用不同俯仰角在同一高度层上的数据，采用插值的方法获得同一高度上无实测值点的数据，以极坐标的形式（以雷达为中心），用不同的彩色色标表示数据值的大小的图像产品。
- d) 任意垂直剖面显示：雷达以不同俯仰角分别作全方位扫描探测时，所获取的不同俯仰角的平面位置显示产品数据，使用插值的方法，以平面位置显示产品上任意两点的连线作为基线，做出垂直剖面图像产品。
- e) 垂直最大回波强度显示：使用雷达以不同俯仰角分别作全方位扫描探测时，所获取的不同俯仰角的平面位置显示产品数据，以固定边长的正方形面积为底面积，从回波底直到回波顶的垂直柱体中，对所有位于该柱中的回波强度资料进行比较，挑选出最大回波强度。再计算最大回波强度位置的高度，从而得到最大回波强度及其所在高度的两幅分布图像产品。
- f) 回波顶高分布显示：使用雷达以不同俯仰角分别作全方位扫描探测时，所获取的不同俯仰角的平面位置显示产品数据，选择一定的回波强度阈值，在以某一定的底面积的垂直柱体中，自上而下地搜索阈值所在的高度，若该回波强度阈值在上下两个俯仰角的经线之间，则用插值方法得到所在高度的图像产品。

4.4.3 软件基本功能

数据处理和应用软件至少应包括下述功能：

- 同屏多幅显示；

- 鼠标移动位置显示和数值以及相关产品信息显示；
- 局部放大,全屏幕放大；
- 地图分类分层显示,包括地图参数设置,色标、数据分层控制；
- 任意两点的距离；
- 基本产品动画(强度)；
- 图像处理(包括滤波、增强、旋转)；
- 产品数值分布的直方图显示；
- 屏幕保存(将当前的屏幕保存为图形)；
- 打印,支持在线帮助；
- 能够对产品数据进行分类存储管理；
- 主要产品显示软件可以在雷达不工作期间脱机运行。

4.4.4 软件运行环境

软件应在下述条件下运行：

- PC机；
- Windows系列/Linux系列；
- 自适应网卡带宽优于10 Mbit/s；
- TCP/IP协议；
- 显示器分辨率优于1024×768。

4.4.5 方位和俯仰的自动校准

能够利用太阳法对天线方位角和俯仰角自动检查。

5 检验方法

5.1 组成

手动及目测检查雷达的系统组成。

5.2 总体要求

5.2.1 结构设计和外观要求

5.2.1.1 在平整场地上,用卷尺对雷达的尺寸进行测量。

5.2.1.2 外观和表面防护措施、标准化和结构设计,采用目测或手感检查的方法,也可利用钢卷尺、放大镜、色卡等简单工具进行检测;采用实际更换整件、配件的方法检查互换性;用查阅相关文件和实际操作检查的方法,检查随机文件的完整性和适用性。

5.2.1.3 按GJB 150.11A—2009的试验方法进行防盐雾测试和评定。

5.2.2 环境适应性

5.2.2.1 低温

5.2.2.1.1 低温工作

其中：

- 室外设备的检测。试验在低温环境实验室中进行,将被试雷达室外部分置于实验室内,并与置

于实验室正常温度条件下的室内设备连接。环境实验室内以不超过 3℃/min 的速率将温度调至 -40℃,当温度稳定后,试验设备通电工作 4 h 后,用室内设备操作控制,检查雷达室外部分能否正常工作。

- 室内设备的检测。试验在低温环境实验室内进行,将被试雷达室内部分置于试验室内,并与置于正常温度条件下的室外设备连接。实验室内以不超过 3℃/min 的速率将温度调至 0℃,当温度稳定后,试验设备通电工作 4 h 后,检查雷达室内部分能否正常工作。

5.2.2.1.2 低温贮存

将被试雷达置于低温实验室内,使之处于正常连接的工作状态,对设备进行常温开机检测,然后关闭电源。实验室内以不超过 3℃/min 的速率将温度调至 -50℃,保持 48 h,试验结束后使温度恢复到室内正常条件,进行贮存前同样的检查。

5.2.2.2 高温

5.2.2.2.1 高温工作

其中:

- 室外设备的检测。试验在高温环境实验室内进行,温度 50℃,保持 4 h,按照室外设备低温工作检测的方法和要求进行。
- 室内设备的检测。试验在高温环境实验室内进行,温度 40℃,保持 4 h,按照室内设备低温工作检测的方法和要求进行。

5.2.2.2.2 高温贮存

试验在高温环境实验室内进行,温度 55℃,保持 48 h。按照低温贮存检验的方法和要求进行。

5.2.2.3 恒定湿热

5.2.2.3.1 湿热工作

其中:

- 室外设备的检测。将被测雷达的室外部分置于湿热实验室内,并与置于实验室正常温度条件下的室内设备连接,使之处于工作状态。将实验室环境温度调至 35℃,相对湿度(RH)调至 95%,待温度和湿度稳定后保持 4 h,在此期间,检查被试雷达能否正常工作。
- 室内设备的检测。将实验室温度调至 30℃,相对湿度(RH)调至 90%,将被试雷达室内部分也置于湿热实验室内,待温度和湿度稳定后保持 4 h,在此期间,检查被试雷达能否正常工作。

5.2.2.3.2 湿热贮存

将雷达整机置于湿热实验室内,使之处于正常连接的工作状态,对设备进行常温开机检测,然后关闭电源。将温度调至 35℃,相对湿度(RH)调至 95%,保持 48 h,试验结束后使温度恢复到室内正常条件。进行贮存前同样的开机检测。

5.2.2.4 低气压

将雷达架设在大气压低于 650 hPa 的环境下,设备通电连续工作 48 h,在此期间,检查被测试雷达能否正常工作。

5.2.2.5 淋雨

将雷达整机置于淋雨实验室中,按照 GJB 150.8A 中程序 I 和 II 的要求和方法进行。

5.2.2.6 运输和行驶

先将被试雷达进行初始检测,确定其工作是否正常;检查正常后,车载式雷达,使其处于运输状态进行实际的行驶试验;非车载式雷达,用包装箱将各部分包装牢固地固定在汽车货箱底板上进行运输。行驶或运输中间紧急刹车三次,试验后检查被试雷达能否正常工作。

5.2.2.7 抗风能力

检测如下:

- 把雷达架设在风洞中,当风速达到允许工作的最大风速之后,使雷达处于工作状态,累计工作时间大于 12 h 后,检查雷达的性能参数是否满足要求。
- 把雷达架设在风洞中,当风速达到不被破坏的最大风速之后,累计时间大于 12 h 后,风速降为 0 后,使雷达处于工作状态,检查其性能参数是否满足要求。

5.2.2.8 电源

交流 220 V 供电时,将输入雷达的电源电压和频率分别改变至正负偏差极限值的过程中,开机检查雷达能正常工作。

5.2.3 可靠性和维修性

5.2.3.1 平均故障间隔时间(MTBF)

按照 GB 5080.7 的要求和方法进行。

5.2.3.2 连续工作时间

试验在雷达正常安装使用的条件下进行,开机连续工作 24 h 后,对主要技术指标进行检查。

5.2.3.3 平均修复时间(MTTR)

用 6.5.5 中可靠性试验中出现的故障,进行平均修复时间的统计。

5.2.4 电磁兼容性

按照 GJB 152A 中的陆军地面装备的试验要求进行。

5.2.5 安全性

5.2.5.1 电气安全

5.2.5.1.1 高压警告及防护

检查雷达的高压、发射机柜和主电源等部分是否有电气安全设置。

5.2.5.1.2 绝缘电阻

用 1.0 级 500 V 的兆欧表检测电源引入端子与机壳间的绝缘电阻。

5.2.5.1.3 防雷措施

按照 QX 4 的规定检验防雷措施。

5.2.5.2 机械安全

检查雷达的天线机械及控制部分是否有安全防护措施。

5.2.5.3 安全信号联络

实际操作检测工作台与天线和电站的声、光信号联络是否正常。

5.2.5.4 微波辐射安全

根据 GJB 5313 和 GB 8702 的要求,对雷达环境电磁场进行检测。

5.2.5.5 噪声安全

雷达工作时,用噪声测量仪器在架设地点、工作间和油机旁进行实际测量。

5.2.6 总功耗试验

用电度表测量雷达正常工作时 1 h 内的平均功率。

5.2.7 探测能力检查

5.2.7.1 探测范围

按 GB/T 12649—1990 中 5.1 的试验方法进行测试、计算和评定。

5.2.7.2 探测允许误差

按 GB/T 12649—1990 中 5.2 的试验方法进行测试、计算和评定。

5.2.8 标志

目测检查。

5.2.9 包装

目测检查。

5.3 分系统要求

5.3.1 天线系统

5.3.1.1 直径

用卷尺测量。

5.3.1.2 波束宽度

按 GB/T 12649—1990 中 5.4.1 进行测试和评定。

5.3.1.3 天线增益

按 GB/T 12649—1990 中 5.4.3 进行测试和评定。

5.3.1.4 主瓣和副瓣

按 GB/T 12649—1990 中 5.4.1 和 5.4.2 进行测试和评定。

5.3.1.5 天线罩衰减

按 GB/T 12649—1990 中 5.5 进行测试和评定。

5.3.2 馈线系统

5.3.2.1 极化方式

按 GJB 3071 中的要求进行测试和评定。

5.3.2.2 承受最大脉冲功率

按 GB/T 12649—1990 中的 5.10 进行测试和评定。

5.3.2.3 输入端电压驻波比

按 GB/T 12649—1990 中的 5.9 进行测试和评定。

5.3.3 伺服系统

5.3.3.1 天线扫描方式

实际操作检查。

5.3.3.2 天线扫描速度

采用实际操作和秒表计时的方法检查和计算。

5.3.3.3 天线控制方式

预置全自动、人工干预自动/手动控制,按 GB/T 12649—1990 中 5.33 的方法检查。

5.3.3.4 天线定位允许误差

按 GJB 6556.3—2008 中 10.3 的要求和方法进行测试和评定。

5.3.3.5 天线控制允许误差

按 GB/T 12649—1990 中 5.34 的要求和方法进行测试和评定。

5.3.3.6 天线控制字长

检查天线控制程序的原始数据。

5.3.3.7 角码数字字长

检查天线角码盒的原始数据。

5.3.4 发射系统

5.3.4.1 工作频率

按 GB/T 12649—1990 中 5.11 进行测试。

5.3.4.2 脉冲峰值功率

按 GB/T 12649—1990 中 5.13 进行测试。

5.3.4.3 脉冲宽度

按 GB/T 12649—1990 中 5.15 进行测试。

5.3.4.4 最低脉冲重复频率

按 GB/T 12649—1990 中 5.16 进行测试。

5.3.4.5 发射管寿命

厂家要在有资质的检测机构对发射管的寿命进行测试,并向雷达用户提供检测证书的原件和复印件。

5.3.5 接收系统和信号处理器

5.3.5.1 数字化技术和地杂波抑制能力

5.3.5.1.1 数字中频技术

采用数字中频技术的数字化天气雷达应基于正交通道的数据进行地物杂波的过滤,包括基于时域的递归滤波器的滤波算法和频域自适应滤波算法。

递归滤波器的滤波算法根据预先定义的一组或多组滤波器系数对正交通道的数据进行过滤,以抑制因地物和超折射等引起的零频信号部分,滤波器的滤波宽度用户可定义。

频域自适应地物滤波算法首先对正交通道的数据进行快速傅里叶变换处理,获得信号的功率谱,然后按照高斯模型对功率谱零频附近的数据进行剔除(过滤宽度可由用户设置以获得不同的滤波能力),为了恢复可能被抑制的天气信号,算法再次采用高斯模型利用周边非零频数据对被剔除点进行数据重建和恢复。

5.3.5.1.2 三维杂波图处理方法

未采用数字中频技术的数字化天气雷达应采用三维杂波图处理方法进行地物杂波的滤除,首先将整个雷达作用范围按距离库分成若干杂波图单元,对每个单元利用其自身有限次的回波输入进行反复迭代,得出该单元处的检测阈值,最后对该空域的目标回波可用其所在单元的存储检测值进行检测。

5.3.5.2 接收通道数

实际操作检查。

5.3.5.3 动态范围

按 GB/T 12649—1990 中 5.22 进行检查。

5.3.5.4 噪声系数

按 GB/T 12649—1990 中 5.18 进行检查。

5.3.5.5 最小可测功率

按 GB/T 12649—1990 中 5.17 进行测试。

5.3.5.6 距离库长度

采用实际操作的方法检查。

5.3.5.7 方位分辨力

查看雷达输出的数据文件。

5.3.5.8 俯仰角分辨力

查看雷达输出的数据文件。

5.3.5.9 信号累积平均次数

实际操作和检查软件代码。

5.3.5.10 强度估算允许误差

通过从雷达天线馈源处灌入标准信号,使用雷达发射机实测信号大小,计算强度估算允许误差。

5.3.6 数据显示与传输系统

实际操作检查。

5.4 功能和应用产品

5.4.1 监控单元

实际操作检查。

5.4.2 气象应用产品

实际操作检查。

5.4.3 软件基本功能

实际操作检查。

5.4.4 软件运行环境

实际操作检查。

5.4.5 方位和俯仰的自动校准

雷达应能进行太阳法自动标定,参见附录 A。

6 检验规则

6.1 检验分类

雷达检验分为定型检验和质量一致性检验,质量一致性检查又分为逐件检验和周期检验。

6.2 检验项目和顺序

检验项目见表 1。检验通常按照组成、结构设计和外观要求、环境适应性、电气安全性、可靠性和维修性和主要技术性能的顺序进行。

表 1 各类检查项目和要求

序号	检验项目名称	技术要求条文号	试验方法条文号	定型 检验	质量一致性检验	
					逐件检验	周期检验
1	组成	4.1	5.1	●	●	●
2	结构设计和外观要求	4.2.1	5.2.1	●	●	●
3	低温	4.2.2.1	5.2.2.1	●	—	—
4	高温	4.2.2.2	5.2.2.2	●	—	—
5	恒定湿热	4.2.2.3	5.2.2.3	●	—	—
6	低气压	4.2.2.4	5.2.2.4	●	—	—
7	淋雨	4.2.2.5	5.2.2.5	●	—	—
8	运输或行使	4.2.2.6	5.2.2.6	●	—	—
9	抗风能力	4.2.2.7	5.2.2.7	●	—	—
10	电源	4.2.2.8	5.2.2.8	●	●	—
11	可靠性和维修性	4.2.3	5.2.3	●	—	—
12	电磁兼容性	4.2.4	5.2.4	●	—	—
13	电气安全	4.2.5.1	5.2.5.1	●	—	—
14	机械安全	4.2.5.2	5.2.5.2	●	●	—
15	安全信号联络	4.2.5.3	5.2.5.3	●	●	●
16	微波辐射安全	4.2.5.4	5.2.5.4	●	●	●
17	噪声安全	4.2.5.5	5.2.5.5	●	●	●
18	总功耗	4.2.6	5.2.6	●	●	●
19	探测范围	4.2.7.1	5.2.7.1	●	—	—
20	探测允许误差	4.2.7.2	5.2.7.2	●	—	○
21	标志	7.1	5.2.8	●	●	●
22	包装	7.2	5.2.9	●	●	●
23	天线直径	4.3.1.1	5.3.1.1	●	—	●
24	波束宽度	4.3.1.2	5.3.1.2	●	—	●
25	天线增益	4.3.1.3	5.3.1.3	●	—	●
26	主副瓣要求	4.3.1.4	5.3.1.4	●	—	●
27	天线罩衰减	4.3.1.5	5.3.1.5	●	—	●
28	馈线极化方式	4.3.2.1	5.3.2.1	●	—	●
29	馈线承受最大脉冲功率	4.3.2.2	5.3.2.2	●	—	—
30	输入端电压驻波比	4.3.2.3	5.3.2.3	●	—	—
31	天线扫描方式	4.3.3.1	5.3.3.1	●	●	●
32	天线扫描速度	4.3.3.2	5.3.3.2	●	●	●
33	天线控制方式	4.3.3.3	5.3.3.3	●	●	●

表 1 各类检查项目和要求(续)

序号	检验项目名称	技术要求条文号	试验方法条文号	定型检验	质量一致性检验	
					逐件检验	周期检验
34	天线定位允许误差	4.3.3.4	5.3.3.4	●	●	●
35	天线控制允许误差	4.3.3.5	5.3.3.5	●	●	—
36	天线控制字长	4.3.3.6	5.3.3.6	●	●	—
37	角码数字字长	4.3.3.7	5.3.3.7	●	●	—
38	发射机工作频率	4.3.4 a)	5.3.4.1	●	●	●
39	脉冲峰值功率	4.3.4 b)	5.3.4.2	●	●	●
40	脉冲宽度	4.3.4 c)	5.3.4.3	●	●	●
41	最低脉冲重复频率	4.3.4 d)	5.3.4.4	●	●	●
42	发射管寿命	4.3.4 e)	5.3.4.5	●	—	○
43	数字化技术和低杂波抑制能力	4.3.5 a)	5.3.5.1	●	●	●
44	接收通道数	4.3.5 b)	5.3.5.2	●	●	●
45	动态范围	4.3.5 c)	5.3.5.3	●	●	●
46	噪声系数	4.3.5 d)	5.3.5.4	●	●	●
47	最小可测功率	4.3.5 e)	5.3.5.5	●	●	●
48	距离库长度	4.3.5 f)	5.3.5.6	●	●	●
49	方位分辨力	4.3.5 g)	5.3.5.7	●	●	●
50	俯仰角分辨力	4.3.5 h)	5.3.5.8	●	●	●
51	信号累积平均次数	4.3.5 i)	5.3.5.9	●	●	●
52	强度估算允许误差	4.3.5 j)	5.3.5.10	●	●	●
53	数据显示与传输系统	4.3.6	5.3.6	●	●	●
54	监控单元	4.4.1	5.4.1	●	●	●
55	气象应用产品	4.4.2	5.4.2	●	●	●
56	软件基本功能	4.4.3	5.4.3	●	●	●
57	软件运行环境	4.4.4	5.4.4	●	●	●
58	方位和俯仰的自动校准	4.4.5	5.4.5	●	●	●

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

6.3 检验条件

应在下列条件下进行所有检验：

- a) 环境适应性检验应在本标准规定的环境条件下进行。
- b) 其他检验应在室内正常环境条件下进行：
 - 1) 气温：15℃～35℃；
 - 2) 相对湿度(RH)：45%～100%；

- 3) 气压:860 hPa~1060 hPa。
- c) 检验场地应避免对被检产品造成损害或性能下降的电磁干扰源。
- d) 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:

- a) 检验现场出现了不符合规定的检验条件;
- b) 检验中发现受检产品不符合规定的检验条件;
- c) 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;
- d) 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 定型检验

6.5.1 出现下列情况之一时,需进行定型检验:

- a) 新研制的产品定型鉴定时;
- b) 产品转厂生产和结构、工艺有重大改变时。

6.5.2 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。

6.5.3 新研制的产品至少应有一台仪器进行全部试验,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。

6.5.4 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,应终止试验做整体不合格处理。

6.5.5 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。若不合格记为致命故障。

6.6 质量一致性检验

6.6.1 逐件检验

6.6.1.1 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。

6.6.1.2 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。

6.6.1.3 逐件检验的所有产品全部检验项目合格后方可出厂。

6.6.1.4 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。

6.6.1.5 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

6.6.2.1 有下列情况之一时,应进行周期检验:

- a) 当产品的主要设计,工艺、材料、零部件有较大改变,可能影响产品性能时;
- b) 成批生产或连续生产 10 台以上时;
- c) 产品停产一年后,恢复生产时;
- d) 上级主管部门提出周期检验要求时。

6.6.2.2 周期检验的样本应在逐件检验合格的产品中随机抽取,按 GB/T 2828.1—2012 的要求进行。检验项目见表 1。

6.6.2.3 检验样本数量见 GB/T 6593—1996 中表 2 和表 3,采用检验水平 S-1,轻缺陷合格质量水平 AQL=25,重缺陷合格质量水平 AQL=6.5。缺陷判定按照 GB/T 6593—1996 中 4.7 的规定执行。

6.6.2.4 检验中若发现轻缺陷应对全部产品逐个进行检查,消除或纠正后可作为合格产品提交;若发现重缺陷,应对全部产品进行检查、测试、调整或维修,消除缺陷后,应重新进行检验,重新检验时应加倍抽取样本,若仍有不合格整批拒收;若发现致命缺陷直接判定为不合格整批拒收。

6.6.2.5 若周期检验拒收应重新进行周期检验。若再次周期检验仍不合格,产品应停止出厂;已出厂产品的处理由生产方与订购方协商解决。

6.6.3 计量性能检验

6.6.3.1 计量性能检验是对雷达测量性能的检验,包括方位角、俯仰角、距离和高度允许误差的检验。

6.6.3.2 计量性能检验中对被测雷达允许误差的是否合格的判定,按照 GB/T 6378—2002 中的方法统计。

6.6.3.3 计量性能检验以每台的检验结果进行判定,若方位角、俯仰角、距离或高度允许误差有任一项目不合格,则判定为该台产品的测量性能不合格。对于不合格的产品允许修理和调整,仍不合格时做致命缺陷处理。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

7.1.1 车载雷达明显处应有以下标志:

- a) 商标;
- b) 产品型号和名称;
- c) 制造厂名;
- d) 制造日期或产品序列号。

7.1.2 固定式雷达的包装箱应有以下标志:

- a) 产品名称(包装物名称);
- b) 包装箱编号(No.);
- c) 包装储运图示标志;
- d) 外形尺寸(长×宽×高);
- e) 毛重(kg);
- f) 制造厂名;
- g) 制造日期或产品序列号;
- h) 到站名称。

7.2 包装

7.2.1 装箱应按设计图纸的要求。根据各包装箱的具体情况,其外表明显处,应注明防雨、防晒、防潮、防磁、防辐射等要求。

7.2.2 车载雷达系统的天线应能收起,以保证避免运输中的受潮与损伤;固定式雷达应分部件包装后运输。

7.2.3 雷达车或包装箱内应有完整的随机文件,包括:

- a) 装箱或部件清单;
- b) 产品合格证书;
- c) 技术说明书;
- d) 使用维护说明书;

e) 其他随机文件。

7.3 运输

车载式雷达可由铁路运输或直接行驶至用户,固定式雷达装箱后的可以航空、公路、铁路和水运运输,运输装卸过程中应避免高温日晒、雨雪淋湿和强烈撞击。

7.4 贮存

雷达的贮存环境应:

- 相对湿度(RH)不大于 95%(35℃);
- 温度在-50℃~55℃并且没有急剧变化;
- 贮存场所应通风良好和无腐蚀性有害气体;
- 无强烈的机械振动、冲击、强电磁场作用。

附 录 A
(资料性附录)

雷达方位和俯仰太阳法标定说明

在雷达的标定软件系统中输入雷达天线的位置信息,包括经度、纬度和海拔高度,确保雷达计算机系统时间精确到 1 秒,并且要求太阳的仰角相对于待标定雷达在 8° 和 50° 之间。

太阳法标定过程,首先用雷达站点的经纬度、海拔高度和当前的时间计算出太阳的理论位置,然后移动天线指向该位置;天线到达太阳理论位置后,首先控制天线以太阳理论位置为中心执行一个从左到右的 PPI 扫描(从太阳中心位置的方位角度左偏移一定角度到太阳中心位置的方位角度右偏移一定角度。这个角度由用户自定义,默认是 3°),再执行一个从下到上的 RHI 扫描(从太阳中心位置的俯仰角度下偏移 3° 到太阳中心位置的俯仰角度上偏移 3°);在扫描的同时程序自动记录下天线角度和太阳的噪声功率值。每一次扫描过程都将计算最大的太阳噪声功率,通过比较最大功率位置的天线实际角度和理论太阳角度,得到角度修正值,通过 PPI 扫描获得太阳方位角度的修正值,通过 RHI 扫描获得俯仰角度的修正值。

在获得天线方位和俯仰角度的修改值后,系统可以通过天线伺服的拨码开关或雷达控制程序对数码进行补偿,以完成太阳法标定。



中华人民共和国
气象行业标准
X波段数字化天气雷达

QX/T 348—2016

*

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
北京中新伟业印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本:880×1230 1/16 印张:1.75 字数:52.5千字
2017年1月第一版 2017年1月第一次印刷

*

书号:135029-5856 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