

团 体 标 准

T/QGCML 5087—2026

相控阵卫星通信设备技术规范

Technical specification for phased array satellite communication equipment

2026 - 03 - 26 发布

2026 - 04 - 10 实施

全国城市工业品贸易中心联合会 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 组成 1

5 技术要求 1

6 试验方法 3

7 检验规则 5

8 标志、包装、运输与贮存 6

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。

本文件由博浩科技有限公司提出。

本文件由全国城市工业品贸易中心联合会归口。

本文件起草单位：博浩科技有限公司、星展测控科技股份有限公司、北京爱科迪通信技术股份有限公司。

本文件主要起草人：张玲玲、柳拓乾、王洪涛。

本文件为首次发布。

相控阵卫星通信设备技术规范

1 范围

本文件规定了相控阵卫星通信设备的组成、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本文件适用于应急通信、移动车载、野外作业等场景下的相控阵卫星通信设备设计、生产与检验。

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 包装储运图示标志

GB/T 2423.1 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 A：低温

GB/T 2423.2 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 B：高温

GB/T 2423.10 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Fc：振动（正弦）

GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 4956 磁性基体上非磁性覆盖层厚度测量 磁性法

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 11299.1 卫星通信地球站无线电设备测量方法 第一部分：分系统和分系统组合通用的测量
第一节：总则

GB/T 11299.3 卫星通信设备测量方法 第 3 部分：极化特性测量

GB/T 11299.6 卫星通信设备测量方法 第 6 部分：发射机测量

GB/T 11299.7 卫星通信设备测量方法 第 7 部分：接收机测量

GB/T 14013 移动通信设备 运输包装

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第 1 部分：一般定义及试验要求

YD/T 1475 卫星通信网传输速率测试方法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 组成

相控阵卫星通信设备应包括：

- 相控阵天线：含电扫模块、机械转台（可选）；
- 射频单元：发射机、接收机、本振模块；
- 调制解调器：支持高通量卫星接入；
- 控制单元：PC/手机端控制软件；
- 供电模块：AC/DC 输入，多接口输出；
- 配套附件：运输箱、线缆、连接器。

5 技术要求

5.1 功能要求

- 相控阵卫星通信设备应满足以下核心功能：
- 动态资源管理：支持卫星带宽动态分配，与亚太 6D 等关口站互联互通；
 - 自动对星：一键启动，静态捕星时间应小于 93 s，动态捕星时间应小于 125 s；
 - 多模跟踪：支持高/中/低轨卫星切换，低轨需具备星历跟踪功能；
 - 安全控制：天线失锁时自动禁止载波发射。

5.2 性能指标

相控阵卫星通信设备的性能应符合表1的各项要求。

表 1 性能指标

序号	项目	要求
1	工作频段	上行 13.7 GHz~14.5 GHz，下行 10.7 GHz~12.75 GHz
2	EIRP	≥42 dBW（法向，12.7 GHz）
3	G/T	≥9.4 dB/K（法向，14.5 GHz）
4	跟踪精度	≤0.22°（RMS）
5	极化方式	全线极化（0°~180°可调）
6	波束切换时间	<155μs
7	传输速率	上行≥30 Mbps，下行≥120 Mbps
8	防护等级	IP66（车载振动条件下）
9	工作温度	-44℃~+58℃

5.3 结构要求

5.3.1 应采用一体化设计，主机重量≤10 kg，机械转台（选配）重量<5 kg。

5.3.2 接口应支持 D-SUB、Type-C、USB，外置 Modem 切换功能。

5.4 环境适应性

5.4.1 防护等级

设备在车载振动条件下防护等级需达到IP66。

5.4.2 温度适应性

设备工作温度范围为-44℃~+58℃，在此温度区间内设备应能正常运行，无功能异常。

5.4.3 海拔适应性

设备应满足在海拔高度≥7 200 m时能正常工作。

5.4.4 盐雾防护

5.4.4.1 按照 6.4.4 进行 96 h 中性盐雾试验后，外露金属部件应满足：

- a) 无基材腐蚀（如锈蚀、镀层剥落等）；
- b) 防护层无起泡、开裂或脱落；
- c) 关键功能部位（如接插件、紧固件）仍可正常操作。

5.4.4.2 表面防护层厚度≥50 μm，关键部位≥80 μm。

5.4.5 抗振动性能

按照6.4.5进行振动试验后，相控阵卫星通信设备应满足下列要求：

- a) 无松动、变形、裂纹或连接器脱落；
- b) 通信速率（上行≥30 Mbps，下行≥120 Mbps）正常；
- c) 天线跟踪精度≤0.22°（RMS）；
- d) 防护等级仍满足 IP66（防尘、防水）。
- e) 电气安全：绝缘电阻≥1 MΩ，接地电阻≤0.1 Ω。

5.5 电气安全

5.5.1 绝缘与耐压

5.5.1.1 设备绝缘电阻应 $\geq 10\text{ M}\Omega$ （500VDC 测试电压），耐压测试应通过 2 000 V AC/1 min 无击穿。

5.5.1.2 接地电阻 $\leq 0.1\ \Omega$ ，接地导体截面积 $\geq 4\text{ mm}^2$ ，并标注清晰接地标识。

5.5.2 供电保护

5.5.2.1 供电模块应具备以下保护功能，触发后自动切断输出并报警：

- a) 过压保护：输入电压超过 265VAC 或 35VDC 时动作；
- b) 过流保护：负载电流超过额定值 120% 时动作；
- c) 短路保护：响应时间 $\leq 100\text{ ms}$ ；
- d) 过热保护：内部温度 $\geq 85\text{ }^\circ\text{C}$ 时停机。

5.5.2.2 电池组应配置 BMS 系统，实时监控单体电压、温度，异常时主动隔离故障电芯。

5.5.3 电磁辐射安全

5.5.3.1 辐射限值

工作状态下，设备周边 1 m 处电磁辐射强度应满足：

- a) 电场强度 $\leq 10\text{ V/m}$ （10 MHz~30 GHz 频段）；
- b) 功率密度 $\leq 0.4\text{ W/m}^2$ （6 min 平均值）；
- c) 提供第三方 CMA/CNAS 认证的 SAR（比吸收率）测试报告。

5.5.3.2 防护措施

5.5.3.2.1 天线辐射主瓣方向应设置明显警示标识，作业时人员保持 $\geq 2\text{ m}$ 距离；

5.5.3.2.2 设备外壳应采用金属屏蔽设计，缝隙处加装导电衬垫，确保屏蔽效能 $\geq 60\text{ dB}$ 。

5.5.4 机械安全

5.5.4.1 车载安装时，设备应通过随机振动测试（5 Hz~200 Hz，1.5 mm 振幅，三轴向各 30 min），无结构变形或功能异常。

5.5.4.2 可接触边缘应倒圆角处理（ $R \geq 1\text{ mm}$ ），避免划伤。

5.5.4.3 独立使用时，设备重心高度与底座宽度比 $\leq 1:2$ ，或在底座加配重块（ $\geq$ 设备重量 20%）。

5.5.5 环境安全

5.5.5.1 室外单元应内置气体放电管（响应时间 $\leq 100\text{ ns}$ ）和 TVS 二极管，耐雷击能力 $\geq 5\text{ kA}$ （8/20 μs 波形）。

5.5.5.2 电池仓应采用阻燃材料（UL94 V-0 级），并设置泄压阀。

5.5.5.3 设备内部线缆应通过阻燃认证。

5.5.6 操作安全

5.5.6.1 控制软件应在异常状态（如过压、高辐射）时弹出红色警示框并伴随声光报警。

5.5.6.2 设备应配备硬件急停按钮（红色蘑菇头式），触发后 0.5 s 内切断所有电源输出。

6 试验方法

6.1 功能试验

6.1.1 动态资源管理测试

连接亚太6D卫星关口站，验证带宽动态分配功能，观察是否能实现带宽动态调整和互联互通。

6.1.2 自动对星测试

6.1.2.1 设备静止状态下启动自动对星功能，记录捕星时间。

6.1.2.2 设备运动状态下启动自动对星功能，记录捕星时间。

6.1.3 多模跟踪测试

模拟高/中/低轨卫星切换场景进行验证。

6.1.4 安全控制测试

人为制造天线失锁状态，验证系统能否自动禁止载波发射。

6.2 性能试验

6.2.1 工作频段测试

按照GB/T 11299.1的规定，使用频谱分析仪测量上下行频段

6.2.2 EIRP 测试

按照GB/T 11299.6的规定，在12.7 GHz频点测量法向EIRP值。

6.2.3 G/T 值测试

按照GB/T 11299.7的规定，在14.5 GHz频点测量法向G/T值。

6.2.4 跟踪精度测试

使用高精度经纬仪比对实际指向与理论值。

6.2.5 极化方式测试

按照GB/T 11299.3的规定，使用极化控制器从0°开始，以10°为步进调整极化角度至180°，发射端测量输出信号的极化纯度，接收端测量接收信号的极化隔离度，记录各角度点的测试数据。

6.2.6 波束切换时间测试

使用高速示波器测量切换时间。

6.2.7 传输速率测试

按照YD/T 1475的规定，测量上下行传输速率。

6.3 结构检验

6.3.1 目视检查设备结构，确认各功能模块（天线、射频单元、调制解调器、控制单元等）是否集成于同一主机箱内。

6.3.2 检查接口布局是否符合人机工程学要求，操作是否便捷。

6.3.3 使用精度±0.1 kg的电子秤分别测量主机和选配机械转台的重量。

6.3.4 使用标准连接器插拔各接口（D-SUB、USB、Type-C）100次，检查是否出现松动或接触不良。

6.3.5 功能测试按下列步骤进行：

- a) D-SUB：传输控制信号，验证扫描模式切换功能；
- b) USB/Type-C：连接外设（如存储设备、调制解调器），验证数据传输速率；
- c) 外置 Modem 切换：通过控制软件切换内外置调制解调器，验证通信链路稳定性。

6.4 环境试验

6.4.1 防护等级测试

按照GB/T 4208的规定进行试验。

6.4.2 温度适应性测试

6.4.2.1 按照 GB/T 2423.1 的规定进行-44℃低温测试。

6.4.2.2 按照 GB/T 2423.2 的规定进行+58℃高温测试。

6.4.2.3 观察试验过程中及试验后设备功能。

6.4.3 海拔适应性测试

在模拟海拔 ≥ 7200 m环境下测试，观察设备能否正常工作。

6.4.4 盐雾试验

按照GB/T 10125的规定及下列试验条件进行：

- a) 试验时间：96 h；
- b) 试验温度： $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ ；
- c) 盐溶液浓度： $(5 \pm 1)\%$ 。

6.4.5 振动试验

按照GB/T 2423.10的规定及下列试验条件进行：

- a) 随机振动：5 Hz $\sim$ 100 Hz，PSD 0.04 g^2/Hz ；
- b) 正弦振动：5 Hz $\sim$ 13.2 Hz：位移 ± 1 mm；13.2 Hz $\sim$ 100 Hz：加速度 1.5 g。

6.4.6 防护层厚度测试

按照GB/T 4956的规定进行测定。

7 检验规则

7.1 检验分类

设备检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 出厂检验项目包括 5.1、5.2、5.3。

7.2.2 所有检验项目合格方可出厂，不合格产品需返修后重新检验。

7.3 型式检验

7.3.1 出现下列情况之一时应进行型式检验：

- a) 新产品定型或老产品转厂生产时；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有重大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产时，每 2 年进行一次（电池等易损耗部件需每年检验）；
- d) 产品长期停产后恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 国家质量监督机构提出型式检验要求时。

7.3.2 型式检验项目应为第 5 章全部技术要求。

7.3.3 从出厂检验合格的产品中随机抽取 2 台作为样本，采用 GB/T 2829 的一次抽样方案，判别水平为 II，不合格质量水平（RQL）设定为：

- a) 关键项目（如安全指标、核心性能）：RQL=10；
- b) 一般项目（如非关键功能、外观）：RQL=40。

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

8.1.1 应在部件设备的适当位置装有清晰、耐久的标志。标志内容应包括：

- a) 制造厂（所）的名称和商标；
- b) 产品名称和型号；
- c) 生产序号和出厂（所）日期；
- d) 检验合格标记或质量等级。

8.1.2 有源设备或部件机壳上应标有电源的性质、额定电源电压、电源频率和功率。产品的所有控制、开关、连接端子均应有标志或符号。

8.2 包装

8.2.1 防护等级及防护包装要求

部件设备的封存和包装的防护等级采用 I 级，并应满足 GB/T 14013 中第 3 章和 4.2.1 的要求。

8.2.2 随机包装文件

部件包装箱内除按规定装置好设备及附件外还应随箱装入下列文件：

- a) 装箱单；
- b) 产品合格证；
- c) 产品说明书；
- d) 随机设备附件清单。

8.2.3 包装箱外标志

包装箱的外标志应包含以下信息：

- a) 产品名称和型号；
- b) 制造厂（所）名称或标志（商标）；
- c) 产品的数量、重量、体积；
- d) 装箱日期；
- e) 检验员；
- f) 运输、贮存中的注意事项，如“小心轻放”、“防湿”、“重心点”、“向上”等图标，应符合 GB/T 191 的规定。

8.3 运输

装有部件设备的包装箱允许用一般运输工具运输，但应避免水浸、曝晒，严禁剧烈震动和跌落，不应雨淋、尘砂、严禁违章装卸。

8.4 贮存

相控阵卫星通信设备的贮存应符合以下要求：

- a) 存放设备的库房应通风良好，无腐蚀性气体，无强日晒、无漏水雨淋；
 - b) 存放时间超过六个月时，应由技术人员做定期加电检查；
 - c) 有特殊要求的，如电池等，其贮存条件及方法按其相关标准和要求执行。
-