

团 体 标 准

T/QGCML 5086—2026

远端站卫星通信系统技术规范

Technical specification for remote station satellite communication system

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 网络安全	4
8 工程施工	4
9 检验规则	6
10 标志、包装、运输和贮存	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。

远端站卫星通信系统技术规范

1 范围

本文件规定了远端站卫星通信系统的组成、技术要求、试验方法、网络安全、工程施工、检验规则、标志、包装、运输。

本文件适用于固定站的设计、制造、安装、调试和验收。

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 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB 50057 建筑物防雷设计规范

YD/T 1711 2GHz TD-SCDMA 数字蜂窝移动通信网直放站技术要求和测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

有效全向辐射功率 effective isotropic radiated power

天线向规定方向辐射时，在该方向上的辐射功率与天线增益的乘积。

3.2

品质因数 (G/T) figure of merit

天线增益与接收系统噪声温度的比值，表征地球站接收系统的性能。

3.3

旁瓣电平 sidelobe level

天线方向图中，除主瓣以外的其他瓣的电平值，通常以相对于主瓣最大值的分贝数表示。

3.4

偏轴 EIRP 谱密度 off-axis EIRP spectral density

地球站天线在主波束之外角度上发射的 EIRP 谱密度，为地球站发射功率谱密度与天线发射偏轴增益之和。

4 组成

远端站系统由以下单元构成：

- a) 天线系统：1.0 m 环焦抛物面碳纤维反射体、俯仰轴、方位轴、极化轴等机械结构，以及馈源、LNB 等射频部件；
- b) 射频系统：全自动卫星天线、高功率放大器 (BUC)、低噪声下变频器 (LNB)；
- c) 基带单元：卫星调制解调器（内置 4G 优化模块）；
- d) 网络互联设备：千兆以太网交换机；
- e) 配套设备：中频馈线、防雷接地装置、电源分配单元 (DCDU)。

5 技术要求

5.1 全自动卫星天线

5.1.1 天线增益

在 14.25 GHz 时，天线发射增益 ≥ 42.31 dBi；在 12.5 GHz 时，接收增益 ≥ 40.21 dBi。

5.1.2 旁瓣电平

线面设计包络线应符合卫星通信地球站相关国家标准要求，旁瓣峰值总数的 90% 应不超过 $32g\Phi$ (dBi) $-251g\Phi$ (dBi)。

注：其中 Φ 为偏离方向与波束主轴方向之间的夹角，且 $\alpha \leq \Phi \leq 20^\circ$ 。 α 取值为 $100(\lambda/D)$ ， λ 为载波波长， D 为天线直径。

5.1.3 跟踪精度

跟踪精度不应大于接收半功率波束宽度的 $1/8$ ，典型值为 0.15° 。

5.2 射频系统要求

5.2.1 BUC 性能

系统的 BUC 性能应满足下列要求：

- 输出功率： ≥ 42 dBm（饱和功率，16W 等效功率）；
- 频率范围：14.0 GHz~14.5 GHz；
- 三阶互调： ≤ -25 dBc（@3dB 回退点）。

5.2.2 LNB 性能

系统的 LNB 性能应满足下列要求：

- 噪声系数：典型值 ≤ 0.8 dB；
- 增益： ≥ 60 dB。

5.3 系统性能指标

5.3.1 EIRP 值

最大 EIRP=PT+GT-Lf-L，指向损耗为 54.04 dBW，其中 PT 为功放输出功率 12.04 dBW，GT 为天线发射增益 42.31 dBi，Lf 为发射支路损耗 0.31 dB。

5.3.2 G/T 值

在仰角 20° ，11.5 GHz 时，全系统 G/T 值 ≥ 19.15 dB/K。

5.3.3 偏轴 EIRP 谱密度

在不同偏轴角度下，偏轴 EIRP 谱密度应满足以下要求：

- $2^\circ \leq \Phi \leq 7^\circ$ ： $33g\Phi$ dBW/40 kHz~ $251g\Phi$ dBW/40 kHz；
- $7^\circ < \Phi \leq 9.2^\circ$ ：12 dBW/40 kHz；
- $9.2^\circ < \Phi \leq 48^\circ$ ： $361g\Phi$ dBW/40 kHz~ $251g\Phi$ dBW/40 kHz；
- $48^\circ < \Phi \leq 180^\circ$ ：-6 dBW/40 kHz。

5.4 电磁兼容性要求

5.4.1 电磁辐射限值

5.4.1.1 在 100 kHz~1 GHz 频段内，杂散辐射功率 ≤ -36 dBm；在 1 GHz~12.75 GHz 频段内， ≤ -30 dBm。

5.4.1.2 距设备外壳 1 m 处，电场强度 ≤ 30 V/m（30 MHz~1GHz）， ≤ 15 V/m（1 GHz~12.75 GHz）。

5.4.2 抗干扰能力

5.4.2.1 设备应能承受 -10 dBm 连续波干扰信号，在工作频段内接收灵敏度下降 ≤ 3 dB。

5.4.2.2 静电放电（ESD）：符合 GB/T 17626.2，接触放电 ± 6 kV，空气放电 ± 8 kV，设备功能正常。

5.5 环境适应性要求

5.5.1 温度适应性

在下列温度条件下系统应能正常工作：

- a) 室外单元工作温度：-40 °C ~ +65 °C；
- b) 室内单元工作温度：-10 °C ~ +55 °C；
- c) 存储温度：-50 °C ~ +70 °C（无电源状态）。

5.5.2 湿度适应性

在下列湿度条件下系统应能正常工作：

- a) 工作湿度：5%~95%（非凝露）；
- b) 存储湿度：5%~95%（非凝露）。

5.6 电磁兼容性（EMC）要求

5.6.1 辐射发射限值

辐射发射限值应满足下列要求：

- a) 天线杂散辐射：100 kHz~1 GHz \leq -36 dBm, 1GHz-12.75 GHz \leq -30 dBm；
- b) 设备外壳辐射：距设备 1 m 处，30 MHz-1GHz \leq 30 V/m, 1 GHz-12.75 GHz \leq 15 V/m。

5.6.2 抗干扰能力

抗干扰能力应满足下列要求：

- a) 连续波干扰：承受-10 dBm 干扰信号，接收灵敏度下降 \leq 3 dB；
- b) 静电放电（ESD）：接触放电 \pm 6 kV，空气放电 \pm 8 kV，符合 GB/T 17626.2；
- c) 电快速瞬变脉冲群： \pm 2 kV 干扰下设备无故障，符合 GB/T 17626.4。

5.7 可靠性与可维护性

5.7.1 可靠性指标

5.7.1.1 平均故障间隔时间（MTBF）：

- a) 天线系统：56603.7h（基于各组件 MTBF 计算）；
- b) 调制解调器： \geq 100,000h；
- c) BUC/LNB： \geq 80,000h；
- d) 系统整体： \geq 30,000h；

5.7.1.2 系统链路可用性 \geq 99.5%（含雨衰余量）。

5.7.2 可维护性

- a) 平均修复时间（MTTR）： \leq 2 h（常规故障）；
- b) 备件更换时间： \leq 30 min（BUC/LNB 等模块化部件）；
- c) 远程维护响应：7×24 h 在线支持，1 h 内响应。

6 试验方法

6.1 天线增益测试

采用远场测试法，按以下步骤进行：

- a) 按测试框图连接测试系统，包括待测天线、发射天线、标准喇叭、信号源和频谱仪；
- b) 使标准喇叭对准发射天线，记录频谱仪测量的标准喇叭信号功率电平 P_s ；
- c) 使待测天线对准发射天线，记录频谱仪测量的待测天线信号功率电平 P_x ；
- d) 根据标准喇叭标称的增益读取对应频点的喇叭标准增益 G_s ，按公式 $G(\text{dB}) = P_x(\text{dBm}) - P_s(\text{dBm}) + G_s(\text{dB})$ 计算待测天线增益。

6.1.1 G/T 值测试

6.1.1.1 天线增益测试

同 6.1 步骤。

6.1.1.2 Y 因子测试

- a) 搭建 Y 因子测试环境，包括待测天线、标准负载和频谱仪；
- b) 驱动待测天线，使天线口面相较于地面 20° 仰角，并指向冷空；
- c) 使用频谱仪读取待测天线噪声电平，重复 5 次，记录平均值 P 冷空；
- d) 将 LNB 连接匹配标准负载，读取频谱仪噪声电平值 P 负载；
- e) 按公式 $Y \text{ (dB)} = P \text{ 负载} - P \text{ 冷空}$ 计算 Y 因子。

6.1.1.3 G/T 值计算

根据 Y 因子、LNB 噪声系数等参数，按公式 $G/T = G \text{ 天线} - 10 \lg(T_0 + TLNB) + Y$ 计算 G/T 值，其中 T_0 为环境温度 (K)， $TLNB$ 为 LNB 噪声温度 (K)。

6.2 跟踪精度测试

- a) 手动锁星稳定后，按下频谱仪单扫键，保存频谱仪采样数据，计算电平平均值 P_0 ；
- b) 使天线进入圆锥扫描跟踪状态，等待 30 s 后，用频谱仪以 10 Hz 的采样频率记录信标接收机的电平值；
- c) 计算系统跟踪精度即信号电平误差的均方根值 ΔP ；
- d) 根据公式计算跟踪精度，其中 $2\Delta\theta_{0.5}$ 为天线接收半功率波束宽度。

6.3 偏轴 EIRP 谱密度测试

偏轴 EIRP 谱密度测试按照下列步骤进行：

- a) 搭建远场测试环境，调整测试转台使待测天线对转源天线，设置测试频率为 14.5GHz；
- b) 测试待测天线 14.5GHz \pm 180° 方向图，采集并处理数据，得到天线增益方向图数据 G_ϕ (dB)；
- c) 计算天线最大发射带宽 BW (Hz) = 符号速率 (Hz) \times (1 + 滚降系数)；
- d) 计算 BUC 发射功率谱密度 PD (dBW/Hz) = P (dBW) - $10 \times \lg_{10}(BW \text{ (Hz)})$ ；
- e) 按公式 $EIRPD_\phi = PD$ (dBW/Hz) + G_ϕ (dB) 计算天线在各偏轴角度的 EIRP 谱密度，并转换为 dBW/40kHz 单位。

7 网络安全

7.1 接入认证要求

- 7.1.1 卫星终端与关口站应采用数字证书实现双向身份认证，确保通信实体合法性。
- 7.1.2 应基于 MAC 地址、IP 地址及端口号实现三元组 ACL 访问控制，禁止非授权设备接入。
- 7.1.3 应支持 802.1X、RADIUS 认证协议，并兼容 LDAP 集成，满足集中式身份管理需求。

7.2 数据加密要求

- 7.2.1 业务数据传输应采用 IPsec VPN 隧道模式，加密算法需使用 AES-256，确保数据传输安全性。
- 7.2.2 GTP-C 信令需采用 TLS 1.3 协议加密，防止信令交互过程中数据泄露。
- 7.2.3 动态密钥更新周期应 ≤ 15 min，支持密钥生命周期自动化管理。

7.3 全审计要求

- 7.3.1 应实时记录操作日志、告警日志及安全事件日志，覆盖设备配置变更、异常访问等关键事件。
- 7.3.2 日志数据存储周期应 ≥ 6 个月，满足追溯和审计需求。
- 7.3.3 应支持 DDoS 攻击检测功能，且检测阈值可根据业务需求配置，具备实时告警能力。

8 工程施工

8.1 基础制作

8.1.1 选址要求

- 8.1.1.1 设备终端安装在机房附近，天线基础位置应保证卫星天线在静止卫星轨道可用弧段（东经 87.5~138 度）内的工作仰角范围内不受遮挡。
- 8.1.1.2 选择较安静环境，避免在飞机场、火车站及有较大震动和强噪声的工业企业附近。
- 8.1.1.3 天线安装位置应远离当地风口。

8.1.2 基础制作要求

- 8.1.2.1 天线基础由采购方施工制造，用混凝土浇注水泥基座，作为天线安装平台，并预埋地脚螺栓。
- 8.1.2.2 浇注前通过大地测量确定安装方向，天线对星方向朝向南方，出线方向朝向北方，根据当地磁偏角修正指南针测出的地磁南极。
- 8.1.2.3 地脚螺栓通过模板定位，浇筑时保护螺栓外露螺纹。

8.2 设备安装

8.2.1 天线安装

- 8.2.1.1 天线安装垂直度偏差 $\leq 0.5^\circ$ 。
- 8.2.1.2 天线与立柱通过螺母和预置基础的地脚螺栓连接，可根据需要选配增高法兰。
- 8.2.1.3 安装避雷针，高度 \geq 天线最高点 2 m，接地电阻 $\leq 4\ \Omega$ 。

8.2.2 线缆敷设

- 8.2.2.1 中频馈线采用 CT400 电缆，70 米损耗 ≤ 1.5 dB，穿金属波纹管防护。
- 8.2.2.2 电源线采用 RVVP 2 \times 2.5 mm² 双绞屏蔽线，与信号线间距 ≥ 30 cm。
- 8.2.2.3 网线采用六类屏蔽网线，传输距离 ≤ 100 米，水晶头做防水处理。

8.3 接地系统

- 8.3.1 接地电阻 $\leq 4\ \Omega$ ，采用 $\angle 50\times 2500$ 热镀锌角钢或热镀锌钢管作为垂直接地体，水平接地体采用 40 \times 4 热镀锌扁钢。
- 8.3.2 天线底座法兰处安装绝缘放电避雷针，高度 1.8 米，避雷针法兰做绝缘处理。

8.4 施工质量

8.4.1 基础施工

基础施工应满足下列要求：

- a) 混凝土基座：采用 C30 商品混凝土浇筑，基座厚度 ≥ 300 mm，地基承载力 ≥ 80 kN/m²；
- b) 预埋件定位：地脚螺栓中心偏差 ≤ 2 mm，平面高程偏差 ≤ 3 mm，采用全站仪定位；
- c) 平整度要求：基座上表面水平度 ≤ 1 mm/m，整体平面度 ≤ 3 mm，使用水平仪检测。

8.4.2 设备安装工艺

- 8.4.2.1 天线安装后垂直度偏差 $\leq 0.5^\circ$ ，采用高精度电子水平仪校准。
- 8.4.2.2 线缆敷设应满足下列要求：
 - a) 中频电缆 CT400 弯曲半径 ≥ 20 倍直径，70 米损耗 ≤ 1.5 dB；
 - b) 电源线与信号线间距 ≥ 30 cm，穿金属波纹管防护；
 - c) 网线采用六类屏蔽线，水晶头做防水处理，传输距离 ≤ 100 m。

8.4.3 接地系统施工

接地系统施工应满足下列要求：

- a) 接地电阻：工作接地 $\leq 4\ \Omega$ ，保护接地 $\leq 4\ \Omega$ ，防雷接地 $\leq 10\ \Omega$ ，采用三极法测量；
- b) 接地材料：水平接地体为 40 mm \times 4 mm 热镀锌扁钢，垂直接地体为 50 mm \times 50 mm \times 5 mm 热镀锌角钢；
- c) 避雷针安装：高度 \geq 天线最高点 2 m，与天线间距 ≥ 3 m，接地引下线截面积 ≥ 50 mm²。

8.5 维护

8.5.1 维护周期

系统的维护应按照表 1 的规定进行。

表 1 系统维护要求

项目	周期	内容	指标
天线对准	每月	频谱仪测试信标电平	波动 ≤ 1 dB
接地电阻	每季度	接地电阻仪测量	$\leq 4 \Omega$
设备温度	每季度	红外测温	\leq 设备最高允许温度
线缆检查	半年	目视检查老化破损	无异常

8.5.2 备件管理

8.5.2.1 关键模块应按 15% 储备，BUC/LNB 每站 1 套，调制解调器主控板每 5 站 1 块。

8.5.2.2 备件到位时间 ≤ 24 h。

8.5.2.3 备件入库应全部进行功能测试。

9 检验规则

9.1 出厂检验

每台设备出厂前应进行以下检验：

- a) 外观检查：设备表面无损伤，标识清晰；
- b) 功能测试：各功能模块工作正常；
- c) 性能测试：EIRP、G/T 值、跟踪精度等主要性能指标符合要求。

9.2 现场验收检验

设备安装调试完成后，进行现场验收检验，包括：

- a) 安装质量检查：基础、天线、线缆敷设等符合要求；
- b) 系统功能测试：业务功能正常，网络连通性良好；
- c) 性能指标测试：EIRP、G/T 值、时延等指标符合要求。

10 标志、包装、运输和贮存

10.1 标志

设备应在明显位置标注以下内容：

- a) 产品名称、型号；
- b) 制造厂名、商标；
- c) 制造日期、出厂编号；
- d) 电源参数、重量等技术指标。

10.2 包装

10.2.1 包装应符合防潮、防震、防腐蚀要求，确保设备在运输过程中不受损坏。

10.2.2 包装箱内应有以下文件：

- a) 产品合格证；
- b) 产品使用说明书；
- c) 装箱清单；
- d) 附件及备件清单。

10.3 运输

10.3.1 运输过程中应避免剧烈震动、撞击和雨雪淋袭。

10.3.2 搬运时应按包装箱上的标志进行，不得倒置和翻滚。

10.4 贮存

10.4.1 设备应贮存在干燥、通风、无腐蚀性气体的仓库内。

10.4.2 贮存温度： $-50\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $\leq 95\%$ （非凝露）。

10.4.3 设备存放应离地面 $\geq 20\text{ cm}$ ，离墙壁 $\geq 50\text{ cm}$ 。
