

QJ

中华人民共和国航天行业标准

FL 1610

QJ 20533—2016

星载 Ka 频段角跟踪接收机规范

Specification for spaceborne Ka-band angle tracking receiver

2016—01—19 发布

2016—03—01 实施

国家国防科技工业局 发布

目 次

前言.....III

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 要求.....2

3.1 功能.....2

3.2 组成.....2

3.3 尺寸.....2

3.4 重量.....2

3.5 外观.....2

3.6 标志和代号.....2

3.7 材料.....2

3.8 性能.....3

3.9 抗辐照.....4

3.10 防静电放电.....4

3.11 接地和隔离.....4

3.12 老炼.....4

3.13 寿命.....4

3.14 接口.....4

3.15 环境适应性.....6

3.16 电磁兼容性.....6

3.17 可靠性.....6

3.18 安全性.....6

3.19 元器件.....6

3.20 工艺.....6

4 质量保证规定.....6

4.1 检验分类.....6

4.2 检验条件.....7

4.3 鉴定检验.....7

4.4 交收检验.....7

4.5 检验方法.....9

5 交货准备.....13

5.1 文件资料.....13

5.2 包装和装箱.....14

5.3 运输.....	14
5.4 贮存.....	14
6 说明事项.....	14

前 言

本规范由中国航天科技集团公司提出。

本规范由中国航天标准化研究所归口。

本规范起草单位：中国空间技术研究院西安分院、中国航天标准化研究所。

本规范主要起草人：王珊珊、关 鹏、余晓川、袁国靖、黄齐波、王玉凡、姜明楠、宫景丰、吴挺、李红娟、许冬彦、杨显强。

星载 Ka 频段角跟踪接收机规范

1 范围

本规范规定了星载 Ka 频段角跟踪接收机的通用技术要求、质量保证规定及交货准备等。

本规范适用于中继卫星用 Ka 频段角跟踪接收机和安装在用户航天器上的中继用户终端用 Ka 频段角跟踪接收机（以下简称中继用户终端用 Ka 频段角跟踪接收机）的设计、生产、试验和验收。安装在其他用户航天器上的 Ka 频段角跟踪接收机可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包含勘误的内容）或修订版均不适用于本规范，然而，鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。

GB/T 191 包装储运图示标志

GJB 145 防护包装规范

GJB 150.5 军用装备实验室环境试验方法 第 5 部分：温度冲击试验

GJB 150.15 军用装备实验室环境试验方法 第 15 部分：加速度试验

GJB 150.16 军用装备实验室环境试验方法 第 16 部分：振动试验

GJB 150.18 军用装备实验室环境试验方法 第 18 部分：冲击试验

GJB 151 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求与测量

GJB 1027 运载器、上面级和航天器试验要求

GJB 1216 电连接器接触件总规范

GJB 1217 电连接器试验方法

GJB 1717 通用印制电路板电连接器总规范

GJB 2502.3 航天器热控涂层试验方法 第 3 部分：发射率测试

GJB 2998 卫星产品标志

GJB 3590 航天系统电磁兼容性要求

GJB/Z 35—1993 元器件降额准则

GJB/Z 55 宇航用电子元器件选用指南 半导体分立器件

GJB/Z 56 宇航用电子元器件选用指南 半导体集成电路

GJB/Z 83 宇航用电子元器件选用指南 微波元器件

GJB/Z 112 宇航用电子元器件选用指南 电容器

QJ 165 航天电子电气产品安装通用技术要求

QJ 201 印制电路板通用规范

QJ 548 电子产品零件制造和机械装配通用技术要求

QJ 831 航天用多层印制电路板通用规范

- QJ 908 电子产品老炼试验方法
- QJ 1903 电连接器总规范
- QJ 2630.1 航天器组件空间环境试验方法 第1部分：热真空试验
- QJ 2850 航天产品多余物预防和控制
- QJ 3057 航天器用电气、电子和机电（EEE）元器件保证要求
- QJ 3125 航天产品材料、机械零件和工艺保证要求

3 要求

3.1 功能

星载 Ka 频段角跟踪接收机利用单脉冲跟踪原理，接收星间中继链路天线输出的和、差信号，经低噪声放大、调制及单通道合成、变频及放大后，提取并分离方位差信号与俯仰差信号，送航天器其他分机。

3.2 组成

星载 Ka 频段角跟踪接收机组成一般包括：低噪声放大模块、调制及单通道合成模块、变频及放大模块、角误差信号提取与分离模块、电源电路模块。组成示意图如图 1 所示。

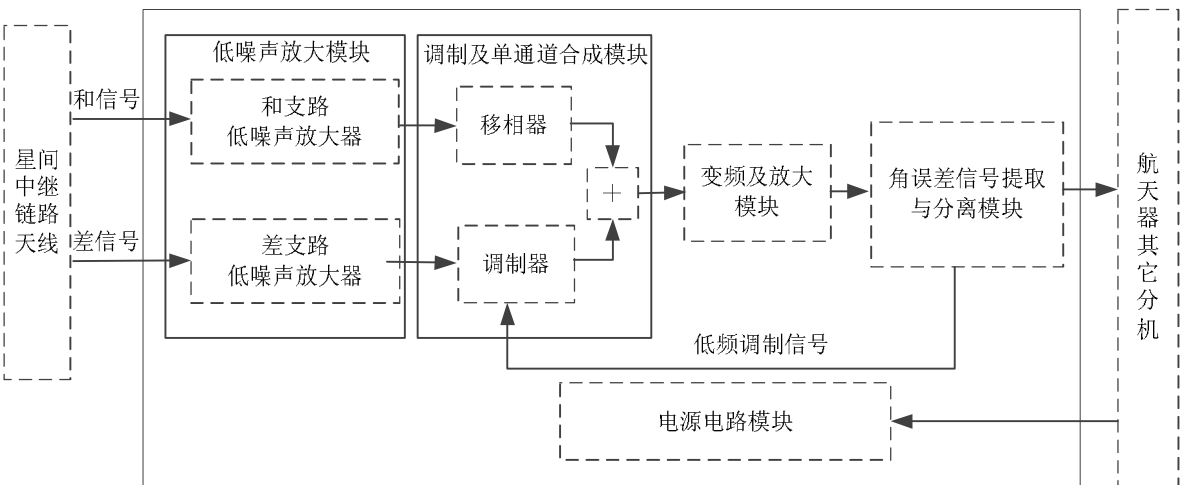


图 1 星载 Ka 频段角跟踪接收机组成示意图

3.3 尺寸

外形尺寸、安装尺寸及公差应符合专用技术文件的要求。

3.4 重量

重量应符合专用技术文件的要求。

3.5 外观

外观应符合专用技术文件的要求，外表面应无划伤、刻痕、裂纹、污染和其他机械损伤。

3.6 标志和代号

标志和代号应符合 GJB 2998 或专用技术文件的要求。

3.7 材料

所用材料一般在卫星优选目录材料范围内的原材料中选用，所有材料应有合格证并经过复检。

3.8 性能

3.8.1 工作频率

中继卫星用 Ka 频段角跟踪接收机工作频率范围：25.25GHz~27.50GHz。

中继用户终端用 Ka 频段角跟踪接收机工作频率范围：23.52GHz~23.55GHz。

具体频点按专用技术文件执行。

3.8.2 跟踪信号形式

中继卫星用 Ka 频段角跟踪接收机跟踪信号形式：单载波及数据对载波调相信号，适应的载波调制体制一般为 BPSK/QPSK/UQPSK/OQPSK/8PSK。

中继用户终端用 Ka 频段角跟踪接收机跟踪信号形式：单载波。

3.8.3 输入信号电平范围

中继卫星用 Ka 频段角跟踪接收机输入信号电平范围：-100dBm~-60dBm。

中继用户终端用 Ka 频段角跟踪接收机输入信号电平范围：-130dBm~-90dBm。

3.8.4 多普勒频移适应能力

多普勒频移适应范围： $\geq -780\text{kHz} \sim +780\text{kHz}$ 。

多普勒频移速率适应能力：优于 1kHz/s。

3.8.5 过激励电平

过激励电平： $\geq -40\text{dBm}$ 。

3.8.6 噪声系数

和支路噪声系数： $\leq 2.5\text{dB}$ 。

差支路噪声系数： $\leq 2.5\text{dB}$ 。

3.8.7 输入驻波比

和支路射频信号输入驻波比： $\leq 1.5:1$ 。

差支路射频信号输入驻波比： $\leq 1.5:1$ 。

本振参考信号可由产品内部产生，或由外部提供。外接本振参考信号输入驻波比： $\leq 2.0:1$ 。

3.8.8 载波锁定时间

中继用户终端用 Ka 频段角跟踪接收机载波捕获锁定时间： $\leq 4\text{s}$ （捕获概率不小于 99.5%）。

3.8.9 和差支路相位补偿精度

和差支路相位补偿精度一般优于 6° 。

3.8.10 和差支路相位变化离散性

合成前和差两路插入相移变化离散性： $\leq 8^\circ$ 。

3.8.11 和差支路增益变化离散性

合成前和差两路增益变化离散性： $\leq 1\text{dB}$ 。

3.8.12 输出角误差信号斜率

输出角误差信号斜率一般为 $10\text{V}/\theta_{3\text{dB}}$ 或 $20\text{V}/\theta_{3\text{dB}}$ 。

若输出角误差信号为数字量，则为相应的数字量化值。

具体按专用技术文件执行。

3.8.13 输出角误差信号抖动

角误差信号抖动优于 $\pm 180\text{mV}$ 。

该指标为统计值，定义为 3σ （标准差）。

若角误差信号输出为数字量，则角误差信号抖动为相应的数字量化值。

具体按专用技术文件执行。

3.8.14 功耗

产品功耗应符合专用技术文件的要求。

3.9 抗辐照

中继卫星用 Ka 频段角跟踪接收机的抗辐照能力一般不小于 $2 \times 10^7 \text{Rad(Si)}$ 。

中继用户终端用 Ka 频段角跟踪接收机的抗辐照能力一般不小于 $2 \times 10^5 \text{Rad(Si)}$ 。

抗辐照设计余量一般不小于 2。

3.10 防静电放电

防静电放电能力应符合专用技术文件的要求。

3.11 接地和隔离

接地和隔离要求如下：

- a) 产品应设置接地桩，接地桩与壳体导通电阻不大于 $5\text{m}\Omega$ ；
- b) 一次母线回线应与部件壳体隔离，其隔离电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ ；一次电源母线回线应与二次地隔离，隔离电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ ；
- c) 指令电源地应与壳体隔离，隔离电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ 。

3.12 老炼

按专用技术文件的要求进行老炼试验后，产品应满足 3.3、3.5、3.8 等要求。

3.13 寿命

寿命要求如下：

- a) 地面非工作存储期限一般少于 3a；
- b) 总装测试一般少于 2a；
- c) 在轨工作满足专用技术文件的要求。

3.14 接口

3.14.1 机械接口

3.14.1.1 结构

结构要求如下：

- a) 在满足电性能及接口要求的条件下，产品的机械性能在经受环境试验后应不产生有害塑性变形，且结构简单、体积小、重量轻，并具有良好的工艺性和可维修性；
- b) 基频大于 100Hz 。

3.14.1.2 安装面

安装面要求如下：

- a) 平面度： $< 0.1\text{mm}/(100\text{mm} \times 100\text{mm})$ ；
- b) 表面粗糙度： $< 3.2\mu\text{m}$ 。

3.14.1.3 透气孔

机壳上应有一个或多个透气孔，透气孔的位置、数目及大小根据发射上升阶段的气压变化率、电磁兼容、射频泄漏和热控实施等要求进行选择。

3.14.2 电接口

3.14.2.1 电源接口

一次电源母线电压：一般为 25V~32V、26V~42.5V 或 90V~110V。

3.14.2.2 射频电连接器接口

和支路信号输入、差支路信号输入接口一般采用 BJ260 波导形式，连接法兰一般采用 BJ260 标准法兰形式。

若采用外接本振参考信号，输入接口一般采用 SMA-F 连接器形式。

3.14.2.3 低频电连接器接口

低频电连接器一般设置在部件顶部或侧部，可选用 J36A、J14 等系列，低频电连接器的选型和接点分配应符合专用技术文件的要求。

3.14.2.4 遥控接口

遥控接口包括：离散指令、OC 指令和正脉冲指令，其要求如下：

a) 离散指令，包括：

- 1) 脉冲幅度：一般为 3V~5V 或 10V~12V；
- 2) 脉冲宽度：80ms±10ms、98ms±2ms 或 104ms±8ms；
- 3) 输入阻抗： $\geq 10\text{k}\Omega$ （若接口采用光耦器件的电路，输入阻抗不小于 5k Ω ）。

b) OC 指令，包括：

- 1) 指令母线电压：一般为 28.5V~30V，负脉冲有效；
- 2) 脉冲宽度：80ms±10ms；
- 3) 输入阻抗： $\geq 150\Omega$ 。

c) 正脉冲指令，包括：

- 1) 指令母线电压：一般为 28V±1V，正脉冲有效；
- 2) 脉冲宽度：80ms±10ms；
- 3) 指令线导通饱和压降： $\leq 1.5\text{V}$ ；
- 4) 指令最大负载电流：180mA。

3.14.2.5 遥测接口

遥测接口包括：数字量遥测、模拟量遥测，其要求如下：

a) 数字量遥测，包括：

- 1) 输出电压：逻辑“0”电平为 0V~0.2V，故障情况下不低于-0.5V；逻辑“1”电平为 10V~12V，故障情况下不高于+15V；
- 2) 输出阻抗： $\leq 10\text{k}\Omega$ 。

b) 模拟量遥测，包括：

- 1) 输出电压范围：0V~5V。在本身故障的情况下，输出极限电压：-0.5V~+10V；
- 2) 输出阻抗：一般模拟量信号输出阻抗小于 5k Ω ；有精度要求的模拟量遥测输出阻抗小于 1k Ω 。以 0V~5V 模拟量信号检测产品工作状态的，测量的是状态信息，输出阻抗小于 20k Ω 。

3.14.2.6 通信接口

通信接口一般采用 RS422 总线。具体按照专用技术文件执行。

3.14.3 热接口

表面进行热控处理，要求热控涂层的半球发射率不小于0.85，安装面除外。

3.15 环境适应性

按照GJB 1027或专用技术文件要求的试验条件进行环境适应性试验，一般包括加速度、随机振动、正弦振动、冲击、热循环及热真空等。

试验前和试验后对产品的性能进行检测，试验过程中对3.8要求的指标进行监测，性能满足要求。

3.16 电磁兼容性

电磁兼容性应符合 GJB 3590 或专用技术文件的要求。

另外还应考虑对发射频段杂波的抑制、与其他射频系统的兼容性等。

3.17 可靠性

可靠性应符合专用技术文件的要求，在产品无备份的情况下一般失效率不大于 1000fit。

3.18 安全性

安全性要求如下：

- a) 电连接器应进行防误操作设计；
- b) 产品外露部分在任何时候均要保证为零电位；
- c) 产品自身的故障不应影响星上其他部件。

3.19 元器件

元器件的选用和使用要求如下：

- a) 元器件应优先在 GJB/Z 55、GJB/Z 56、GJB/Z 83 和 GJB/Z 112 规定的范围内选用；
- b) 元器件保证应满足 QJ 3057 的规定；
- c) 在选用元器件的参数及其可使用环境时，应考虑在任何情况下都不超过其极限值或最大额定值，并符合 GJB/Z 35—1993 中的 I 级降额要求；
- d) 电连接器应符合 GJB 1216、GJB 1717 和 QJ 1903 的规定，按 GJB 1217 规定的试验合格后，方可使用；
- e) 禁止使用已知不稳定或可能导致可靠性风险或安全性危险的元器件。

3.20 工艺

研制过程中尽可能采用经过飞行验证的工艺。工艺要求如下：

- a) 印制电路板应符合 QJ 201 和 QJ 831 的规定；
- b) 各种零件的制造，部件的装配应符合 QJ 548 的规定；
- c) 电气安装应符合 QJ 165 的规定；
- d) 在制造装配过程中，多余物控制应符合 QJ 2850 的规定；
- f) 不应使用已知不稳定或可能导致可靠性风险或安全性危险的工艺。

4 质量保证规定

4.1 检验分类

本规范规定的检验分为：

- a) 鉴定检验；
- b) 交收检验。

4.2 检验条件

4.2.1 检验环境条件

除另有规定外，检验应在下述条件下进行：

- a) 温度： $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：30%~60%；
- c) 压力：一般为试验室气压，如有特殊要求应作专门规定；
- d) 洁净度：10 万级。

4.2.2 检验仪器及设备

检验用仪器、设备应有资质的计量部门检定合格，并在有效期内使用。检验用仪器、设备的测量范围和准确度应满足产品测试要求。

4.3 鉴定检验

4.3.1 检验时机

新研制的产品或图样、材料、加工工艺、元器件和装配过程发生变化重新生产的产品应进行鉴定检验。

4.3.2 检验项目和顺序

鉴定检验的项目应按表 1 的规定进行。检验顺序按专用技术文件执行。

4.3.3 受检样品数

鉴定检验的数量不少于 1 个。

4.3.4 合格判据

表 1 规定的所有检验项目均符合要求，判定鉴定检验合格。可有一次对不合格项进行重检，重检仍未通过的，并确认属该产品自身质量方面的原因，则判定鉴定检验不合格，应查明原因并采取设计或工艺纠正措施，重新提交鉴定检验。

4.4 交收检验

4.4.1 检验项目和顺序

交收检验的项目应按表 1 的规定进行。检验顺序按专用技术文件执行。

4.4.2 受检样品数

所有产品（含备份件），应全部进行交收检验。

4.4.3 合格判据

表 1 规定的所有检验项目均符合要求，判定该产品合格。可有一次对不合格项进行重检，重检仍未通过的，并确认属该产品自身质量方面的原因，则判定该产品不合格。

表1 检验项目表

序号	检验项目		鉴定检验	交收检验	要求章条号	检验方法章条号
1	尺寸		●	●	3.3	4.5.1
2	重量		●	●	3.4	4.5.2
3	外观		●	●	3.5	4.5.3
4	标志和代号		●	●	3.6	4.5.4
5	材料		●	●	3.7	4.5.5
6	性能	工作频率	●	●	3.8.1	4.5.6.1
7		跟踪信号形式	●	●	3.8.2	4.5.6.2
8		输入信号电平范围	●	●	3.8.3	4.5.6.3
9		多普勒频移适应能力	●	●	3.8.4	4.5.6.4
10		过激励电平	●	○	3.8.5	4.5.6.5
11		噪声系数	●	●	3.8.6	4.5.6.6
12		输入驻波比	●	●	3.8.7	4.5.6.7
13		载波锁定时间	●	●	3.8.8	4.5.6.8
14		和差支路相位补偿精度	●	●	3.8.9	4.5.6.9
15		和差支路相位变化离散性	●	●	3.8.10	4.5.6.10
16		和差支路增益变化离散性	●	●	3.8.11	4.5.6.11
17		输出角误差信号斜率	●	●	3.8.12	4.5.6.12
18		输出角误差信号抖动	●	●	3.8.13	4.5.6.13
19		功耗	●	●	3.8.14	4.5.6.14
20	抗辐照		●	●	3.9	4.5.7
21	防静电放电		●	●	3.10	4.5.8
22	接地和隔离		●	●	3.11	4.5.9
23	老炼		●	●	3.12	4.5.10
24	寿命		●	●	3.13	4.5.11
25	机械接口	结构	●	●	3.14.1.1	4.5.12.1.1
26		安装面	●	●	3.14.1.2	4.5.12.1.2
27		透气孔	●	●	3.14.1.3	4.5.12.1.3
28	电接口	电源接口	●	●	3.14.2.1	4.5.12.2.1
29		射频电连接器接口	●	●	3.14.2.2	4.5.12.2.2
30		低频电连接器接口	●	●	3.14.2.3	4.5.12.2.3
31		遥控接口	●	●	3.14.2.4	4.5.12.2.4
32		遥测接口	●	●	3.14.2.5	4.5.12.2.5
33		通信接口	●	●	3.14.2.6	4.5.12.2.6
34	热接口		●	●	3.14.3	4.5.12.3
35	环境适应性		●	●	3.15	4.5.13
36	电磁兼容性		●	●	3.16	4.5.14
37	可靠性		●	●	3.17	4.5.15
38	安全性		●	●	3.18	4.5.16
39	元器件		●	●	3.19	4.5.17
40	工艺		●	●	3.20	4.5.18
注：●必检项目；○订购方和承制方协商检验项目。						

4.5 检验方法

4.5.1 尺寸

用精度符合要求的量具（米尺、卡尺、千分尺）检查产品外形尺寸、安装尺寸。

4.5.2 重量

用符合精度要求的衡器称量产品的重量。

4.5.3 外观

用目视法检查产品的外观。

4.5.4 标志和代号

用目视法对照接口数据单检查产品标志和代号的符合性。

4.5.5 材料

检查材料合格证及复验合格证，并审查是否在有效期内。

4.5.6 性能

4.5.6.1 工作频率

在产品电性能测试时，工作频率作为输入条件，在有关项目的测试中通过设置信号源的输出频率及扫频范围予以实现。

4.5.6.2 跟踪信号形式

在产品电性能测试时，跟踪信号形式作为输入条件，在有关项目的测试中通过设置测试设备的输出信号形式予以实现。

4.5.6.3 输入信号电平范围

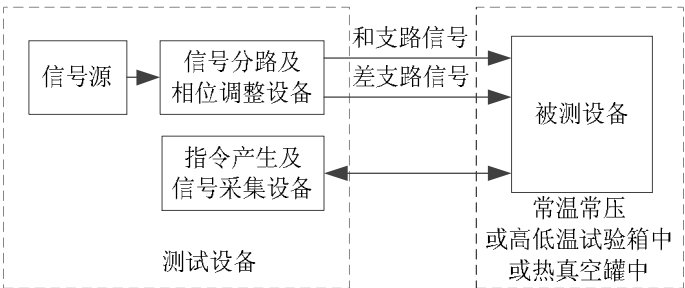


图 2 测试示意框图

测试步骤如下：

- a) 按照图 2 连接仪器设备；
- b) 设置信号源输出信号频率为工作频率，输出信号功率按被测设备的输入信号电平范围进行扫描，输出角误差信号应满足要求。

4.5.6.4 多普勒频移适应能力

测试步骤如下：

- a) 按照图 2 连接仪器设备；
- b) 根据被测设备的输入信号电平范围要求设置信号源的输出信号功率，分别在高、中、低三种电平下，信号源以最大多普勒频移速率在最大多普勒频移范围内进行扫描，输出角误差信号应满足要求。

4.5.6.5 过激励电平

测试步骤如下：

- a) 按照图 2 连接仪器设备；
- b) 根据被测设备的过激励电平要求设置信号源的输出信号功率，并维持 24h；
- c) 重新设置信号源的输出信号功率，输入信号电平范围满足 3.8.3 的要求，测试被测设备，其性能应满足 3.8 的要求。

4.5.6.6 噪声系数

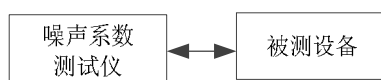


图 3 噪声系数测试示意框图

测试步骤如下：

- a) 按照图 3 连接仪器设备；
- b) 按照工作频率和工作状态设置噪声系数测试仪并校准；
- c) 将差支路低噪声放大器断电，噪声系数测试仪测试电缆连接到和支路信号输入端，读取工作带宽内最大值为和支路噪声系数；将和支路低噪声放大器断电，噪声系数测试仪测试电缆连接到差支路信号输入端，读取工作带宽内最大值为差支路噪声系数。

4.5.6.7 输入驻波比

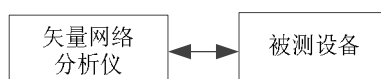


图 4 输入驻波比测试示意框图

测试步骤如下：

- a) 按照图 4 连接仪器设备；
- b) 按照工作频率设置矢量网络分析仪，并按照驻波测试要求校准矢量网络分析仪；
- c) 分别将矢量网络分析仪测试电缆连接到产品和支路信号输入端、差支路信号输入端、本振参考信号输入端（若采用外接本振参考信号），读取工作带宽内驻波值。

4.5.6.8 载波锁定时间

测试步骤如下：

- a) 按照图 2 连接仪器设备；
- b) 根据被测设备的输入信号电平范围要求设置信号源的输出信号功率，分别在高、中、低三种电平，多普勒频移范围内，多普勒频移速率 1kHz/s 的状态下，按专用技术文件的要求次数进行输入信号通断操作，通过测试设备记录输入信号输出至载波锁定遥测输出之间的时间间隔即为载波锁定时间。

4.5.6.9 和差支路相位补偿精度

若产品实现采用数字移相方案，审查方案和代码。

若产品实现采用模拟移相方案，测试步骤如下：

- a) 按照图 4 连接仪器设备（调制及单通道合成模块）；
- b) 根据被测设备的测试要求设置矢量网络分析仪并校准；
- c) 通过遥控指令控制相位调整，记录相位步进，相位步进的一半即为相位补偿精度。

4.5.6.10 和差支路相位变化离散性

测试步骤如下：

- 按照图 2 连接仪器设备；
- 根据被测设备的输入信号电平范围要求设置测试设备和、差支路信号的输出功率；设置测试设备输出和支路信号、差支路信号的初始相位都为 0° ；
- 调整被测设备相移因子使其输出的方位差最大，俯仰差为 $0V$ ；
- 在温度试验过程中，按照专用技术文件要求的温度步进间隔，对被测设备输出误差信号进行判读，如俯仰差不为 $0V$ ，则调整测试设备差支路信号初始相位，使俯仰差为 $0V$ ；
- 计算各温度段初始相位调整总和即为和差支路相位变化离散值。

4.5.6.11 和差支路增益变化离散性

该指标在产品调试过程中测试。测试步骤如下：

- 按照图 5 连接仪器设备；
- 设置信号源 1 输出中心频率为 f_1 、信号源 2 输出中心频率为 f_2 ，要求 f_1 、 f_2 均在产品工作频率范围内；
- 根据被测设备变频频率设置频谱分析仪；
- 在温度试验过程中，按照专用技术文件要求的温度步进间隔，对被测设备输出信号功率进行测试；
- 计算全温度范围内两输出信号功率变化差值之和，即为和差支路增益变化离散值。

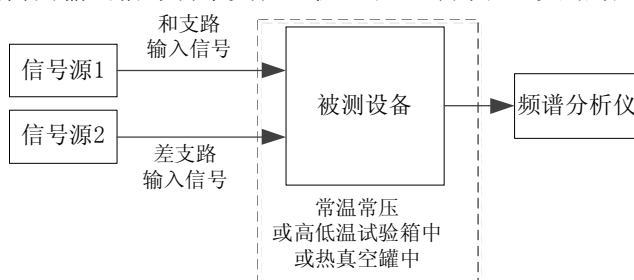


图 5 和差支路增益变化离散性测试示意框图

4.5.6.12 输出角误差信号斜率

测试步骤如下：

- 按照图 2 连接仪器设备；
- 调整和差支路相位补偿值，使方位差信号最大，俯仰差信号为 0 ；
- 设置测试设备，使输入信号调制度在 0 至天线偏半波束宽度对应最大调制度范围内变化；
- 在 3.8.3 要求的输入信号电平范围内，分别在高、中、低三种电平下，测试角误差信号输出，求得方位差信号斜率；
- 调整和差支路相位补偿值，使俯仰差信号最大，方位差信号为 0 ；
- 重复步骤 c)、d)，求得俯仰差信号斜率。

4.5.6.13 输出角误差信号抖动

测试步骤如下：

- 按照图 2 连接仪器设备；
- 差支路信号输入口连接负载；

- c) 在 3.8.3 要求的输入信号电平范围内, 分别在高、中、低三种电平下各测试不少于 3min, 利用测试设备记录角误差信号输出值, 分别对记录的方位差、俯仰差数据求标准差 σ , 以 3σ 为最终测试结果输出。

4.5.6.14 功耗

在规定的电源电压范围的高、中、低端, 分别通过电流表或测试设备测量产品工作电流值, 计算功耗。

4.5.7 抗辐照

对产品的抗辐照防护性能进行分析、计算, 评审抗辐照设计报告。

对抗辐照指标未知的元器件、原材料需按专用技术文件要求的试验方法获取其抗辐照数据。

4.5.8 防静电放电

审查产品的防静电放电设计报告。

4.5.9 接地和隔离

用毫欧表检查产品的接地, 用兆欧表测试相关隔离特性。

4.5.10 老炼

按照 QJ 908 或专用技术文件执行。

4.5.11 寿命

审查产品的设计分析报告。

4.5.12 接口

4.5.12.1 机械接口

4.5.12.1.1 结构

审查产品的力学设计报告。

4.5.12.1.2 安装面

用专用平台和塞尺或刀口尺测量产品安装面平整度。

4.5.12.1.3 透气孔

按专用技术文件的要求检查产品透气孔的数量。

4.5.12.2 电接口

4.5.12.2.1 电源接口

在规定的电源电压范围的高、中、低端分别测试产品 3.8 要求的性能指标, 验证产品对电源电压的适应性。

4.5.12.2.2 射频电连接器接口

对照接口数据单, 用目视法检查射频电连接器的型号和安装位置的符合性。

4.5.12.2.3 低频电连接器接口

对照接口数据单, 用目视法检查低频电连接器型号和安装位置的符合性, 采用万用表检查低频接点的符合性。

4.5.12.2.4 遥控接口

通过测试设备进行遥控脉冲幅度和宽度拉偏, 观测对应遥测及产品工作状态, 验证遥控功能的正确性。

通过在遥控接点与回线之间外加串联合适的电阻和电压源,在相应接点用检测电压的方法确认遥控输入阻抗。

4.5.12.2.5 遥测接口

采用万用表测试遥测输出电压,验证产品遥测输出正确性。

通过阻值测试设备测量遥测接点与相应回线之间的阻值,测得遥测静态输出阻抗。

通过在遥测接点与相应回线之间外加串联合适的电阻,在相应接点用检测电压的方法确认遥测动态输出阻抗。

4.5.12.2.6 通信接口

利用标准通信测试板进行接口通信协议测试,或利用示波器检测通信信号特性,具体通信协议内容按照专用技术文件的要求进行测试。

4.5.12.3 热接口

通过测试同批次喷涂热控涂层的半球发射率,检验产品的热控涂层特性。

半球发射率按 GJB 2502.3 规定的方法进行测试。

4.5.13 环境适应性

按表 2 或专用技术文件的要求进行环境适应性试验,审查环境试验报告。

表 2 环境试验方法

检验项目	检验方法标准
加速度试验	GJB 150.15 或专用技术文件
随机振动试验	GJB 150.16 或专用技术文件
正弦振动试验	GJB 150.16 或专用技术文件
冲击试验	GJB 150.18 或专用技术文件
热循环试验	专用技术文件
热真空试验	QJ 2630.1 或专用技术文件

4.5.14 电磁兼容性

电磁兼容性按 GJB 151 或专用技术文件要求的方法进行测试。

4.5.15 可靠性

审查相关报告,按照具体任务或一般要求,对产品可靠性设计与分析的过程和结果进行审查复核。

4.5.16 安全性

评审相关报告,按照具体任务或一般要求,对产品安全性设计与分析的过程和结果进行审查复核。

4.5.17 元器件

检查元器件合格证及复验合格证,并审查是否在有效期内。

4.5.18 工艺

按 QJ 3125 检查产品的工艺文件,检查装配过程中的记录和检验报告。

5 交货准备

5.1 文件资料

产品验收交付时文件资料应完整、齐全、真实,一般包括:

- a) 产品技术说明书;
- b) 产品使用维护说明书;
- c) 产品验收测试细则;
- d) 产品清单和附件明细表;
- e) 测试、操作技术安全文件;
- f) 产品环境试验证明;
- g) 产品测试试验数据包;
- h) 产品研制报告;
- i) 产品研制质量报告, 含研制过程的质量问题汇总表和质量问题归零报告;
- j) 产品可靠性、安全性分析报告;
- k) 产品质量评审证明书;
- l) 产品测试覆盖性检查结果报告;
- m) 产品证明书;
- n) 产品履历书。

5.2 包装和装箱

交付的产品应有完好的包装箱, 箱内应有减震、防潮、防静电措施, 并符合 GJB 145 的规定。

包装箱外应标明产品名称、代号、箱体体积、毛重、制造厂家和出厂日期, 包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定。

5.3 运输

产品应放在包装箱内运输, 运输过程中应轻拿轻放, 避免雨雪的直接淋袭或机械损伤, 不应与酸、碱等腐蚀性物品一起运输。

5.4 贮存

5.4.1 贮存环境

贮存环境条件如下:

- a) 贮存场所: 通风良好, 无腐蚀性气体, 无强磁场, 无明显机械振动;
- b) 贮存环境条件: 温度 $-5^{\circ}\text{C}\sim+35^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 30%~60%; 气压 86kPa~106kPa;
- c) 洁净度: 不低于 10 万级;
- d) 放置要求: 产品应正放, 勿倒置。

5.4.2 贮存期

从验收合格之日起, 贮存期一般不超过3a。

在贮存期限内, 定期检查产品的健康状态, 在使用之前根据产品的具体情况重复全部或部分的验收试验。

6 说明事项

本规范规定的 Ka 频段角跟踪接收机预定用于中继卫星和安装中继用户终端的中低轨各类卫星、飞船、空间站等, 其他航天器可参照使用。

中华人民共和国航天行业标准

星载 Ka 频段角跟踪接收机规范

QJ 20533—2016

*

中国航天标准化研究所出版

北京市丰台区小屯路 89 号

邮政编码：100071

中国航天标准化研究所

印务发行部印刷、发行

版权专有 不得翻印

*

2016 年 2 月出版

定价：38 元