

QJ

中华人民共和国航天行业标准

FL 1610

QJ 20091—2012

卫星遥感数据传输系统通用规范

General specification for space-borne remote-sensing data transmission system

2013—01—04 发布

2013—05—01 实施

国家国防科技工业局 发布

目 录

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 要求.....	1
3.1 总则.....	1
3.2 组成.....	1
3.3 功能.....	2
3.4 重量.....	2
3.5 外观.....	2
3.6 标志.....	2
3.7 原材料.....	2
3.8 元器件.....	2
3.9 设计与结构.....	2
3.10 性能.....	3
3.11 接口.....	4
3.12 环境适应性.....	5
3.13 电磁兼容性.....	5
3.14 防静电放电.....	5
3.15 老炼.....	5
3.16 可靠性.....	5
3.17 安全性.....	5
3.18 抗辐照加固.....	6
3.19 功耗.....	6
3.20 寿命.....	6
3.21 工艺.....	6
3.22 接地和隔离.....	6
4 质量保证规定.....	6
4.1 检验分类.....	6
4.2 检验条件.....	6
4.3 鉴定检验.....	6
4.4 交收检验.....	7
4.5 检验方法.....	8
5 交货准备.....	16
5.1 文件资料.....	16
5.2 包装和装箱.....	16

QJ 20091—2012

5.3 运输.....	16
5.4 贮存.....	16
6 说明事项.....	17
6.1 预定用途.....	17
6.2 术语和定义.....	17
6.3 缩略语.....	17

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。

本规范主要起草人：杨新权、李 立、张建华、苟保卫。

卫星遥感数据传输系统通用规范

1 范围

本规范规定了卫星遥感数据传输系统的通用技术要求、质量保证规定及交货准备等。

本规范适用于卫星遥感数据传输系统（以下简称数传系统）的设计、生产、试验和验收。

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 191-2008 包装储运图示标志

GJB 150.15A-2009 军用设备实验室环境试验方法 第15部分：加速度试验

GJB 150.16A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第16部分：振动试验

GJB 150.18A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第18部分：冲击试验

GJB 151A-1997 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求

GJB 152A-1997 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量

GJB 421A-1997 卫星术语

GJB 1027A-2005 运载器、上面级和航天器试验要求

GJB 2998-1997 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

QJ 908A-1998 电子产品老炼试验方法

QJ 2630.1A-2012 卫星组件空间环境试验方法 第1部分：热真空试验

QJ 2664-1994 关键工序质量控制

QJ 3125-2000 航天产品材料、机械零件和工艺保证要求

CCSDS 401.0 无线电频率和调制系统——第1部分：地球站与航天器

CCSDS 732.0 AOS空间数据链路协议

3 要求

3.1 总则

数传系统应符合本规范和相应详细规范规定的所有要求。本规范的要求与详细规范不一致时，应以详细规范为准。

3.2 组成

数传系统一般由数据压缩器、数据处理器、记录回放设备、数传控制器、射频通道和数传天线组成。射频通道一般由调制器、滤波器、微波开关和功率放大器等组成。原理框图如图1所示。

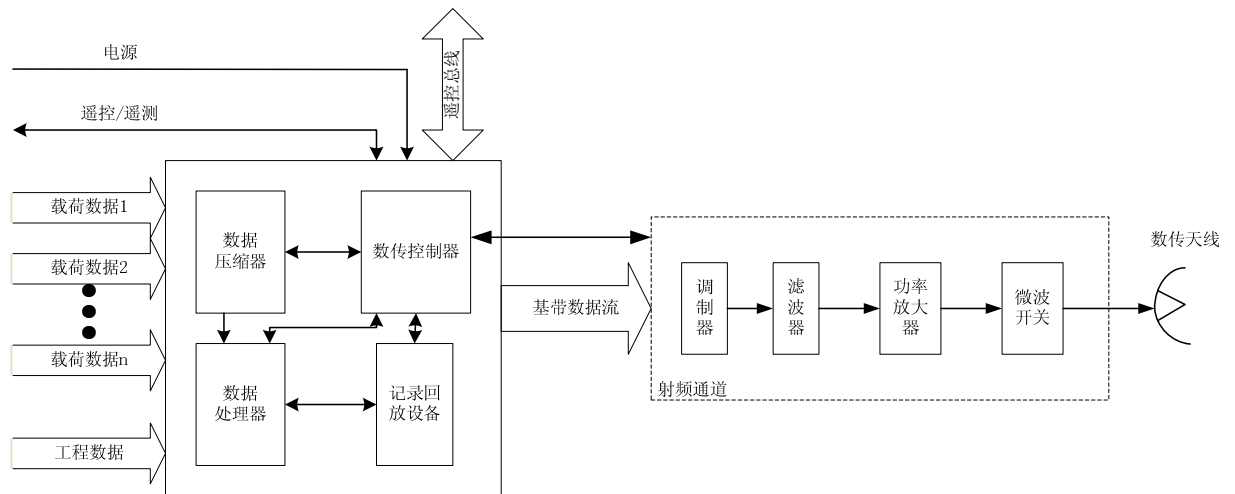


图1 数传系统原理框图

3.3 功能

数传系统的主要功能如下：

- 数传系统实时接收遥感器输出数据进行数据压缩，压缩后数据经数据处理器完成数据格式编排形成基带数据，基带信号调制、滤波和放大后，通过数传天线发射；
- 数传系统实时接收遥感器输出数据进行数据压缩，压缩后数据经数据处理器完成数据格式编排，编排后的数据存储在记录回放设备中；
- 回放记录的数据，数据调制、滤波和放大后，通过数传天线发射；
- 组合功能，以上三种工作模式任意组合。

3.4 重量

数传系统的重量应符合详细规范的要求。

3.5 外观

数传系统的外观应符合详细规范的要求，外表面无明显划伤、刻痕、裂纹、污染或其他机械损伤。

3.6 标志

数传系统的标志应清晰、齐全，符合 GJB 2998-1997 的规定，除产品代号、编号和阶段标志外还应有电连接器标志。

3.7 原材料

数传系统的金属材料和非金属材料应优先在卫星常用材料范围内选用，选用应符合卫星用材料选用目录的规定。所有材料均应有合格证并按有关规定复检。

3.8 元器件

数传系统元器件的选用应符合如下要求：

- 元器件应优先在卫星国产元器件目录中选用，进口元器件应符合卫星用电子元器件选用管理要求的规定；
- 选用元器件的参数及其允许使用环境时，应考虑在任何情况下不得超过其极限值或最大额定值，并应符合 GJB/Z 35-1993 的规定，满足 I 级降额要求；
- 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。

3.9 设计与结构

数传系统的设计应符合电气性能指标以及接口要求，并保证其机械性能。数传系统应结构简单、

体积小、重量轻，具有良好的工艺性和可维修性。数传系统在经受环境试验后不应产生有害塑性变形。

3.10 性能

3.10.1 数据格式

一般应符合CCSDS 732.0中的AOS数据格式，通过虚拟信道的方式完成1个或多个遥感器数据格式编排。

3.10.2 调制方式

一般应采用BPSK、QPSK、8PSK、GMSK、16QAM等调制方式。

3.10.3 载波频率稳定度

一般应满足如下要求：

- a) 短期稳定度优于 $1 \times 10^{-9}/0.1\text{s}$ （阿仑方差）；
- b) 长期稳定度优于 $\pm 2 \times 10^{-5}/\text{年}$ 。

3.10.4 发射频段

发射频段选择应遵守CCSDS 401.0的规定：根据遥感信息占用带宽的具体情况，分别选用S、X、Ka波段：

- S频段：频带范围2200MHz~2290MHz；
- X波段：频带范围8025 MHz~8400MHz；
- Ka波段：频带范围25.5GHz~27GHz。

3.10.5 信道射频幅频特性

信道射频幅频特性和带外抑制如图2所示。

信道射频幅频特性在信号要求的带内波动一般应不大于1dB。

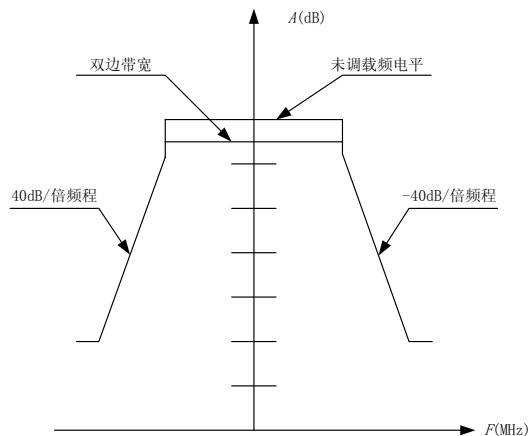


图2 射频幅频特性和带外抑制

3.10.6 载波相位噪声

载波相位噪声一般应满足表1的要求。

表 1 载波相位噪声要求

频段	频率	要求
S频段	100Hz	不大于-70dBc/Hz
	1kHz	不大于-76dBc/Hz
	10kHz	不大于-84dBc/Hz
	100kHz	不大于-92dBc/Hz
X频段	100Hz	不大于-60dBc/Hz
	1kHz	不大于-70dBc/Hz
	10kHz	不大于-80dBc/Hz
	100kHz	不大于-90dBc/Hz
Ka频段	100Hz	不大于-60dBc/Hz
	1kHz	不大于-70dBc/Hz
	10kHz	不大于-80dBc/Hz
	100kHz	不大于-90dBc/Hz

3.10.7 谐波

谐波一般应小于-30dBc。

3.10.8 杂波

杂波一般应小于-50dBc。

3.10.9 星上 EIRP

星上EIRP应符合详细规范的规定。

3.10.10 静态幅度不平衡度

幅度不平衡度一般应小于1dB。

3.10.11 静态相位不平衡度

相位不平衡度一般应小于5°。

3.10.12 通道误码率

无图像压缩时传输通道误码率一般应不大于 1×10^{-6} ，有图像压缩时传输通道误码率一般应不大于 1×10^{-7} 。

3.10.13 系统码速率

系统码速率应符合详细规范的规定。

3.10.14 记录回放设备存储量

记录回放设备存储量应符合详细规范的规定。

3.10.15 记录回放设备误码率

记录回放设备误码率应不大于 1×10^{-10} 。

3.11 接口

3.11.1 机械接口

数传系统的外形尺寸、安装尺寸及公差应符合产品详细规范的规定。

3.11.2 电接口

3.11.2.1 遥感数据

遥感数据接口用于接收遥感原始数据、门控、时钟信号。传输电平一般采用差分电平或TTL电平。差分电平包括ECL、LVDS和RS422等。

3.11.2.2 遥控指令

遥控指令类型包括开关指令、工作模式指令和数据注入指令。遥控指令的条数应符合详细规范的规定。

3.11.2.3 遥测参数

遥测参数类型包括双端模拟信号、热敏电阻信号、串行数字信号和数字双电平信号。遥测参数的条数应符合详细规范的规定。

3.11.2.4 电源接口

供电电源应符合详细规范的规定，一次电源电压一般应为28V、42V或100V。

3.11.3 热接口

数传系统的表面应进行热控处理，安装面不作阳极氧化或喷漆处理。

脚印尺寸应符合详细规范的规定。

3.12 环境适应性

3.12.1 加速度

鉴定级加速度环境应符合GJB 1027A-2005中6.4.10的要求。

3.12.2 随机振动

鉴定级随机振动环境应符合GJB 1027A-2005中6.4.5的要求。交收级随机振动环境应符合GJB 1027A-2005中7.4.4的要求。

3.12.3 正弦振动

鉴定级正弦振动环境应符合GJB 1027A-2005中6.4.5的要求。

3.12.4 冲击

鉴定级冲击环境应符合GJB 1027A-2005中6.4.7的要求。

3.12.5 热循环

鉴定级热循环环境应符合GJB 1027A-2005中6.4.3的要求。交收级热循环环境应符合GJB 1027A-2005中7.4.2的要求。

3.12.6 热真空

鉴定级热真空环境应符合GJB 1027A-2005中6.4.4的要求。交收级热真空环境应符合GJB 1027A-2005中7.4.3的要求。

3.13 电磁兼容性

数传系统的电磁兼容性应符合GJB 151A-1997的规定。

3.14 防静电放电

数传系统的防静电放电能力应符合详细规范的规定。

3.15 老炼

数传系统应按QJ 908A-1998的规定进行老炼试验。老炼时间一般不小于240h，老炼试验前后，数传系统的指标不应有明显变化。

3.16 可靠性

数传系统的可靠性一般大于0.999。

3.17 安全性

数传系统的安全性要求如下：

- a) 电源输入等包含有“危险”内容信号的电连接器应设计为在实际中不应因人为误动作而插错；
- b) 电源输入设计应有保护措施，设备自身的故障不应损坏航天器上其他设备；
- c) 数传系统因某种原因短路或电流突然增大时不应影响整星的供电；

d) 数传系统外露部分和表面在任何时候均应保证为零电位。

3.18 抗辐照加固

数传系统的抗辐照能力一般应不小于 1×10^4 (RadSi)。

3.19 功耗

数传系统整机工作功耗应符合详细规范的要求。

3.20 寿命

寿命应符合详细规范的要求。一般应满足在地面储存 2a，总装电测 1.5a，在轨工作应符合详细规范要求，一般不少于 3a。

3.21 工艺

工艺要求如下：

- a) 应满足 QJ 3125-2000 的规定；
- b) 关键工序应满足 QJ 2664-1994 的规定；
- c) 关键工序一般包含 8 层板以上 PCB 多层板加工、细间距管脚元器件焊接。

3.22 接地和隔离

一次地应与设备机壳隔离，一次地与二次地之间绝缘电阻应大于 $2M\Omega$ 。

设备壳体六个面应保证处于等电位，六个面间的接触电阻应小于 $10m\Omega$ 。

4 质量保证规定

4.1 检验分类

本规范规定的检验分类如下：

- a) 鉴定检验；
- b) 交收检验。

4.2 检验条件

4.2.1 检验环境

除另有规定外，应在下列环境条件下进行检验：

- a) 温度： $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：30%~70%；
- c) 压力： 试验室当地大气压；
- d) 洁净度：100000 级。

4.2.2 检验仪器及设备

检验用仪器、设备要求如下：

- a) 检验用仪器、设备应经计量部门检定合格，并在有效期内使用；
- b) 检验用仪器、设备的测量范围和准确度应符合产品测试要求；
- c) 专用测试设备应预先校准，检验合格。

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较大变化需要重新生产的产品进行鉴定检验。

4.3.2 检验项目和顺序

鉴定检验的检验项目应按表1的规定进行。检验顺序按详细规范规定。

4.3.3 受检样品数

鉴定检验的数量为一套，在同批次产品中任意抽样。

4.3.4 合格判据

表2规定的所有检验项目均符合要求，判定为鉴定检验合格。如出现不合格项，应查明原因并采取设计或工艺纠正措施后，允许有一次对修复后的产品的不合格项进行重检。若重检仍未通过，即判定鉴定检验不合格。

对一次检验中出现的问题应查明原因，并进行故障分析，采取有效的纠正措施，方允许进行第二次检验。在确保不影响产品质量时，第二次只检验出现故障的项目和尚未检查的项目；若无法确保不影响产品质量时，应按全部检验项目重新进行检验。

4.4 交收检验

4.4.1 检验时机

所有产品，除抽取作鉴定检验者外，应全部进行交收检验。

4.4.2 检验项目和顺序

交收检验的检验项目应按表2的规定进行。检验顺序按详细规范规定。

4.4.3 合格判据

表2规定的所有检验项目均符合要求，判定为交收检验合格。如出现不合格项，应查明原因并采取设计或工艺纠正措施后，允许有一次对修复后的产品的不合格项进行重检。若重检仍未通过，即判定鉴定交收检验不合格。

对一次检验中出现的问题应查明原因，并进行故障分析，采取有效的纠正措施，方允许进行第二次检验。在确保不影响产品质量时，第二次只检验出现故障的项目和尚未检查的项目；若无法确保不影响产品质量时，应按全部检验项目重新进行检验。

表2 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	重量	●	●	3.4	4.5.1	
2	外观	●	●	3.5	4.5.2	
3	标志	●	●	3.6	4.5.3	
4	原材料	●	●	3.7	4.5.4	
5	元器件	●	●	3.8	4.5.5	
6	设计与结构	●	●	3.9	4.5.6	
7	性能	数据格式	●	●	3.10.1	4.5.7.1
		调制方式	●	●	3.10.2	4.5.7.2
		载波频率稳定度	●	●	3.10.3	4.5.7.3
		发射频段	●	●	3.10.4	4.5.7.4
		信道射频幅频特性	●	●	3.10.5	4.5.7.5
		载波相位噪声	●	●	3.10.6	4.5.7.6
		谐波	●	●	3.10.7	4.5.7.7
		杂波	●	●	3.10.8	4.5.7.8
		星上 EIRP	●	●	3.10.9	4.5.7.9
		静态幅度不平衡度	●	●	3.10.10	4.5.7.10
		静态相位不平衡度	●	●	3.10.11	4.5.7.10
		通道误码率	●	●	3.10.12	4.5.7.11
		系统码速率	●	●	3.10.13	4.5.7.12
		记录回放设备存储量	●	●	3.10.14	4.5.7.13
记录回放设备误码率	●	●	3.10.15	4.5.7.14		
8	机械接口	●	●	3.11.1	4.5.8.1	

表 2 (续)

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
9	电接口	遥感数据	●	●	3.11.2.1	4.5.8.2
10		遥控指令	●	●	3.11.2.2	4.5.8.2
11		遥测参数	●	●	3.11.2.3	4.5.8.2
12		电源接口	●	●	3.11.2.4	4.5.8.2
13	热接口		●	●	3.11.3	4.5.8.3
14	环境适应性	加速度试验	○	—	3.12.1	4.5.9.1
		随机振动试验	●	●	3.12.2	4.5.9.2
		正弦振动试验	●	—	3.12.3	4.5.9.3
		冲击试验	●	—	3.12.4	4.5.9.4
		热循环试验	●	●	3.12.5	4.5.9.5
		热真空试验	●	●	3.12.6	4.5.9.6
15	电磁兼容性		●	—	3.13	4.5.10
16	防静电放电		●	—	3.14	4.5.11
17	老炼		●	●	3.15	4.5.12
18	可靠性		●	●	3.16	4.5.13
19	安全性		●	●	3.17	4.5.14
20	抗辐照加固		○	—	3.18	4.5.15
21	功耗		●	●	3.19	4.5.16
22	工艺		○	—	3.21	4.5.17
23	接地和隔离		●	●	3.22	4.5.18
注：●检验项目；○订购方和承制方协商检验项目；—不检验项目。						

4.5 检验方法

4.5.1 重量

用符合精度要求的衡器称量产品的重量。

4.5.2 外观

用目视方法对产品外观进行检查。

4.5.3 标志

用目视方法对产品标志进行检查。

4.5.4 原材料

按照工艺文件审查使用的材料是否合格，质量是否受控。

4.5.5 元器件

检查元器件的合格证及复验合格证。

4.5.6 设计与结构

检查结构与设计分析报告，检查材料复验单等文件。

4.5.7 性能

4.5.7.1 数据格式

4.5.7.1.1 数据格式测试框图如图 3 所示。

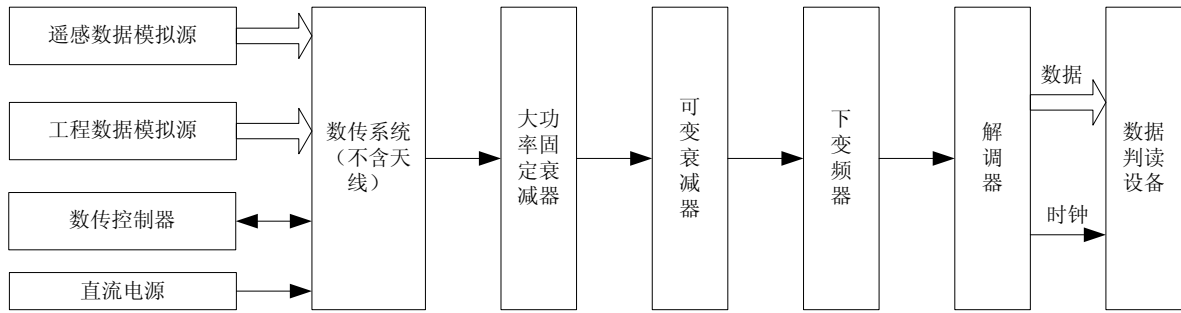


图3 数据格式测试框图

4.5.7.1.2 在数传系统处于正常工作状态下，将数传系统的输出信号经大功率固定衰减器送可变衰减器，可变衰减器输出经下变频器变为中频调制信号，中频调制信号送解调器解调，解调器输出数据送数据判读设备。

4.5.7.1.3 调节可变衰减器，使下变频器输入的信号功率符合详细规范规定的值。

4.5.7.1.4 解调器输出数据送数据判读设备完成数据格式测试。

4.5.7.2 调制方式

4.5.7.2.1 调制方式测试框图如图4所示。

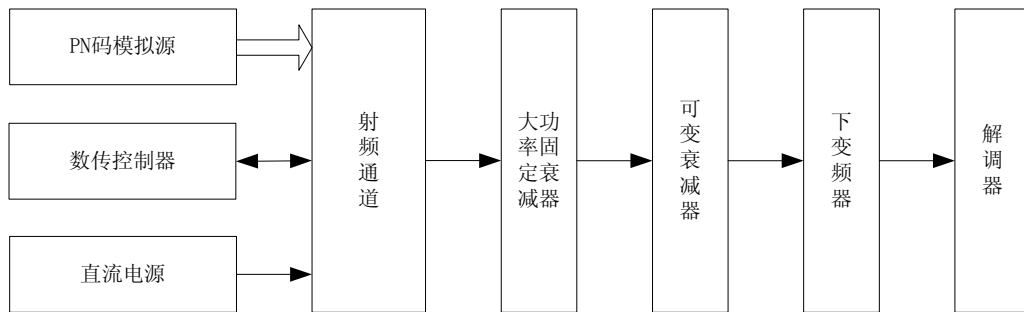


图4 调制方式测试框图

4.5.7.2.2 在射频通道处于正常工作状态下，将射频通道的输出信号经大功率固定衰减器送可变衰减器，可变衰减器输出经下变频器变为中频调制信号，中频调制信号送解调器。

4.5.7.2.3 调节可变衰减器，使下变频器输入的信号功率符合详细规范规定的值。

4.5.7.2.4 根据数传系统的调制方式，选择解调器的解调方式。

4.5.7.3 载波频率稳定度

4.5.7.3.1 载波频率稳定度测试框图如图5所示。

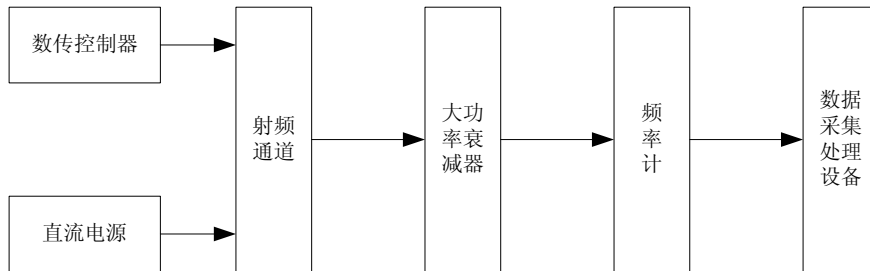


图5 载波频率稳定度测试框图

4.5.7.3.2 在射频通道处于单载波正常工作状态下，将射频通道的输出信号经大功率衰减器与频率计相连，数据采集处理设备和频率计相连。

4.5.7.3.3 选择合适的大功率衰减器，使频率计输入的信号功率在频率计正常范围内。

4.5.7.3.4 通过数据采集处理设备采集频率计数据，通过软件计算频率稳定度。

4.5.7.4 发射频段

4.5.7.4.1 发射频段测试框图如图 6 所示。

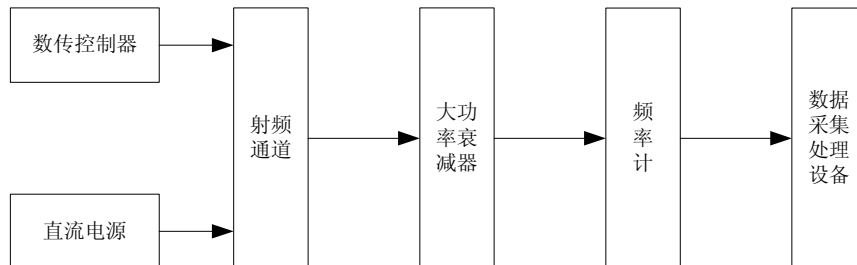


图 6 发射频率测试框图

4.5.7.4.2 在射频通道处于单载波正常工作状态下，将射频通道的输出信号经大功率衰减器与频率计相连。

4.5.7.4.3 选择合适的大功率衰减器，使到达频率计的信号功率在频率计正常范围内。

4.5.7.4.4 通过频率计直接读取测试值。

4.5.7.5 信道射频幅频特性

4.5.7.5.1 信道射频幅频特性测试框图如图 7 所示。

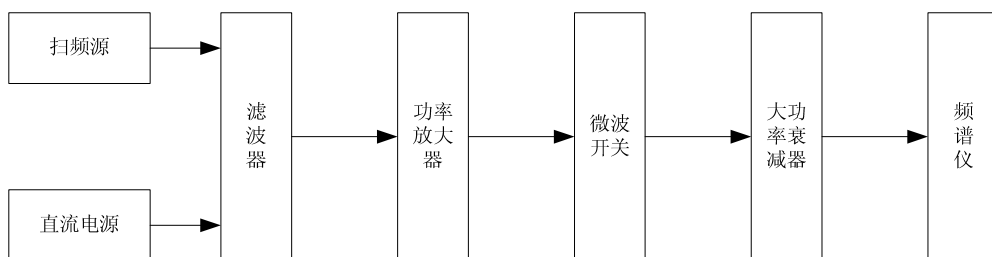


图 7 信道射频幅频特性测试框图

4.5.7.5.2 在微波开关处于正常工作状态下，将扫频源与滤波器输入口相连，将功率放大器的输出信号经微波开关和大功率衰减器与频谱仪相连。

4.5.7.5.3 选择合适的大功率衰减器，使到达频谱仪的信号功率在频谱仪正常范围内。

4.5.7.5.4 设置频谱仪的中心频率为数传系统单载波信号频率，扫描带宽为详细规范规定的测试带宽。

4.5.7.5.5 调整频谱仪的分辨率带宽和视频带宽到便于观测的状态，参考电平和纵坐标刻度值一般设置为 1dB/div。

4.5.7.5.6 把扫频源的扫描频宽设置为数传系统输出信号的测试带宽。

4.5.7.5.7 在频谱仪上测得数传系统带内输出幅度随频率变化的特性，并利用仪器的标志功能标出特性曲线上最大最小的分贝差值，得到带内波动。

4.5.7.6 载波相位噪声

4.5.7.6.1 载波相位噪声测试框图如图 8 所示。

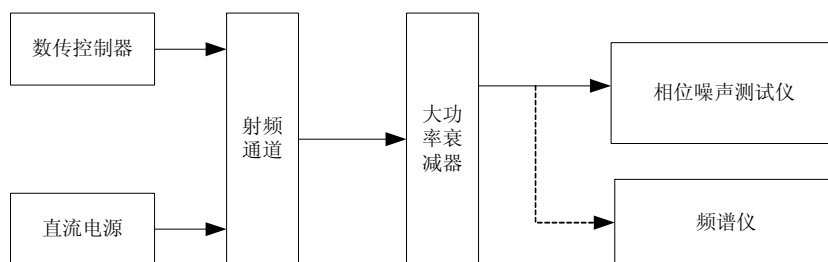


图 8 相位噪声测试框图

4.5.7.6.2 在射频通道处于单载波正常工作状态下，将射频通道的输出信号经大功率衰减器与相位噪声测试仪或频谱仪相连。

4.5.7.6.3 选择合适大功率衰减器，输入的信号功率在相位噪声测试仪或频谱仪正常范围内，通过频谱仪或相位噪声测试仪测试并读取载波相位噪声。

4.5.7.7 谐波

4.5.7.7.1 谐波测试框图如图 9 所示。

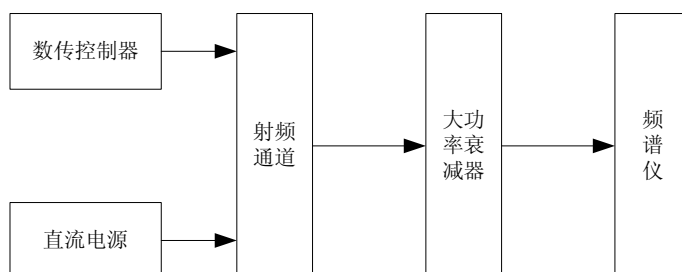


图 9 谐波测试框图

4.5.7.7.2 在射频通道处于单载波正常工作状态下，将射频通道的功率放大器的输出信号经大功率衰减器与频谱仪相连。

4.5.7.7.3 设置频谱仪的中心频率为数传系统单载波信号频率，扫描带宽为详细规范规定的测试带宽。

4.5.7.7.4 调整频谱仪的分辨率带宽和视频带宽到便于观测的状态。

4.5.7.7.5 将频谱仪的中心频率改置为数传系统单载波信号频率的 n 倍 ($n=2, 3, 4, \dots$)，并置 Δ 标志点，置峰值标志点在载波信号的峰值点上，在频谱仪上直接读的谐波电平低于信号电平的分贝数，即数传系统 n 次谐波特性。

4.5.7.8 杂波

4.5.7.8.1 杂波测试框图如图 10 所示。

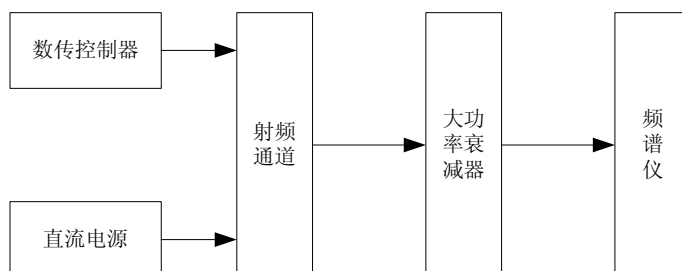


图 10 杂波抑制制度测试框图

4.5.7.8.2 在射频通道处于单载波正常工作状态下，将射频通道的功率放大器的输出信号经大功率衰减器与频谱仪相连。

4.5.7.8.3 设置频谱仪的中心频率为数传系统单载波信号频率，扫描带宽为详细规范规定得测试带宽。

4.5.7.8.4 调整频谱仪的分辨率带宽和视频带宽到便于观测的状态，置峰值标志点在载波信号的峰值点上，并置△标志点。

4.5.7.8.5 用频谱仪的标志功能测得数传系统通带内最大杂波电平低于信号电平的分贝数，即数传系统杂波特性。

4.5.7.9 星上 EIRP

4.5.7.9.1 星上 EIRP 测试框图如图 11 所示。

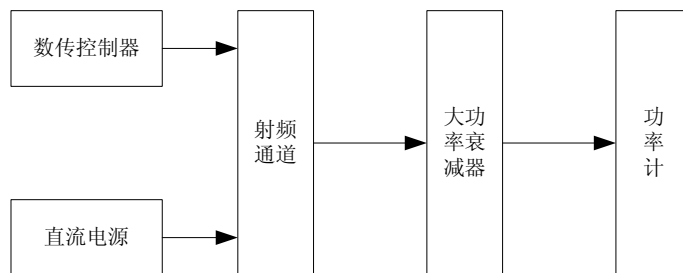


图 11 星上 EIRP 测试框图

4.5.7.9.2 首先校准功率计。在射频通道处于正常工作状态下，将射频通道的功率放大器的输出信号经大功率衰减器与功率计相连。

4.5.7.9.3 选择合适的大功率衰减器，使到达功率计的信号功率在功率计正常范围内。

4.5.7.9.4 设置功率计测试功率。

4.5.7.9.5 通过功率计直接读取功放测试值。

4.5.7.9.6 星上 EIRP 按公式 (1) 计算。

$$E=P+G-L \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E ——星上EIRP的值，单位为分贝瓦（dBW）；

P ——功率放大器的功率值，单位为分贝瓦（dBW）；

G ——天线净增益值，单位为分贝（dB）；

L ——馈线损失，单位为分贝（dB）。

4.5.7.10 静态幅度不平衡度和静态相位不平衡度

4.5.7.10.1 静态幅度不平衡度和静态相位不平衡度测试框图如图 12 所示。

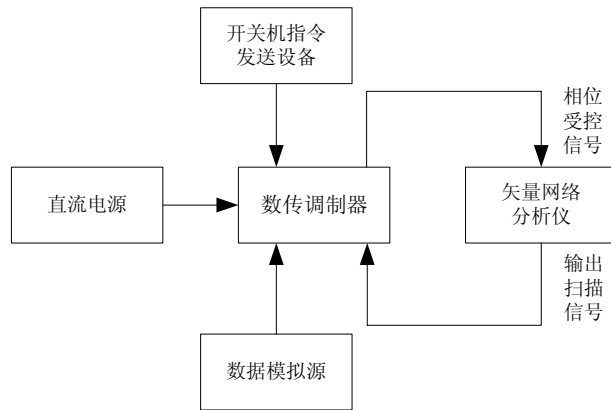


图 12 静态幅度不平衡度和静态相位不平衡度测试框图

- 4.5.7.10.2 在调制器处于正常工作状态下，将调制器的载波输入和输出与矢量网络分析仪相连。
- 4.5.7.10.3 设置矢量网络分析仪中心频率和测试带宽。
- 4.5.7.10.4 通过控制数据模拟源数据输出，使 BPSK、QPSK、8PSK 或 16QAM 调制器模块对单路、两路、三路、四路数据调制，每一路数据分别取“0”、“1”两种状态。
- 4.5.7.10.5 通过对 BPSK、QPSK、8PSK 或 16QAM 各自所有输入状态进行测试，记录所有情况下的幅度和相位数据，通过计算得到幅度不平衡和相位不平衡。

4.5.7.11 通道误码率

4.5.7.11.1 通道误码率测试框图如图 13 所示。

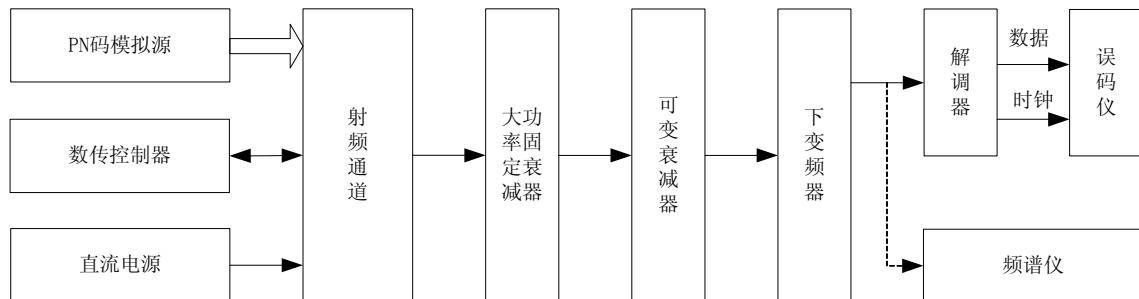


图 13 通道误码率测试框图

4.5.7.11.2 在射频通道处于正常工作状态下，将数传系统的输出信号经大功率固定衰减器送可变衰减器，可变衰减器输出经下变频器变为中频调制信号，中频调制信号送解调器解调，解调器输出数据送误码仪。

4.5.7.11.3 选择合适大功率衰减器，通过误码仪测试误码率。在测试误码率条件下用频谱仪测试 C/N_0 的值，其中 C 为载波功率， N_0 为噪声谱密度。

4.5.7.12 系统码速率

4.5.7.12.1 系统码速率测试框图如图 14 所示。

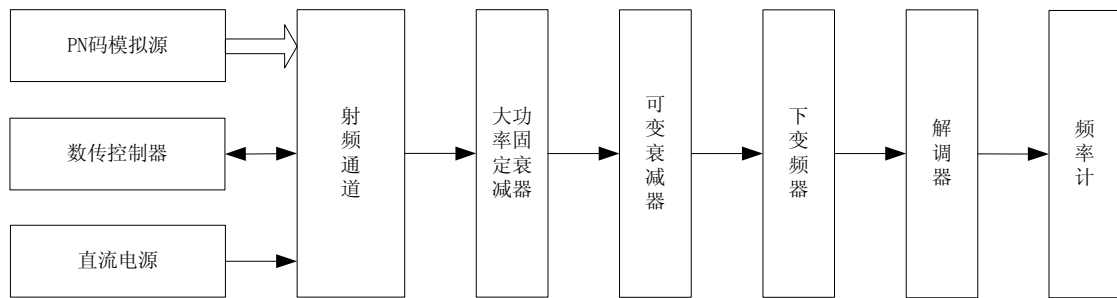


图 14 系统码速率测试框图

4.5.7.12.2 在射频通道处于正常工作状态下，将射频通道的功率放大器的输出信号经专用检测设备相连。

4.5.7.12.3 选择合适大功率衰减器，通过频率计测试解调器输出时钟频率。由时钟频率得到码速率。

4.5.7.13 记录回放设备数据存储量

在设定记录速率状态下，记录回放设备存储量按公式（2）计算。

$$S=R \times T \dots\dots\dots (2)$$

式中：

S ——记录回放设备存储量值，单位为兆比特（Mbit）；

R ——回放速率值，单位为兆比特每秒（Mbps）；

T ——回放时间值，单位为秒（s）。

4.5.7.14 记录回放设备误码率

4.5.7.14.1 记录回放设备误码率测试框图如图 15 所示。

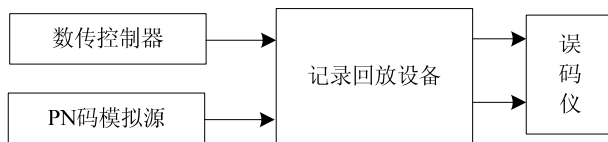


图 15 记录回放设备误码率测试框图

4.5.7.14.2 在记录回放设备处于正常工作状态下，将 PN 码模拟源和记录回放设备的输入口相连，记录回放设备的输出信号和误码仪相连。

4.5.7.14.3 PN 码模拟源输出模拟遥感数据给记录回放设备记录。

4.5.7.14.4 误码仪接受记录回放设备回放的数据测试误码率。

4.5.8 接口

4.5.8.1 机械接口

用平台、塞规、直尺、卡尺、千分尺检查产品外形尺寸、安装尺寸，用目视方法检查产品表面状况。

4.5.8.2 电接口

使用万用表测试电流和电压值，计算功耗。使用万用表测试数传系统的接地情况。

使用频率计、示波器及专用检测设备检查数传系统与外部设备的接口（包括遥感数据、遥控指令、遥测参数），测试框图如图 16 所示。测试时钟频率、时钟占空比、门控信号、钟码关系、控制信号电平，并检查数传系统的测试报告。

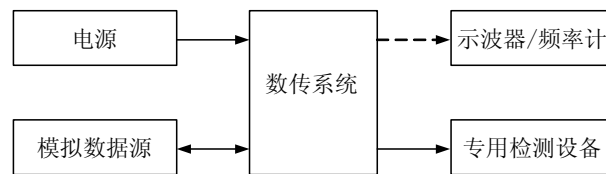


图 16 电接口测试框图

4.5.8.3 热接口

提供工作温度范围、热耗等分析及试验合格证明书。

4.5.9 环境适应性

4.5.9.1 加速度

加速度试验按GJB 150.15A-2009中规定的试验方法进行。

4.5.9.2 随机振动

随机振动试验按GJB 150.16A-2009中规定的试验方法进行。

4.5.9.3 正弦振动

正弦振动试验按GJB 150.16A-2009中规定的试验方法进行。

4.5.9.4 冲击

冲击试验按GJB 150.18A-2009中规定的试验方法进行。

4.5.9.5 热循环

热循环试验按GJB 1027A-2005中6.4.3及7.4.2规定的试验方法进行。

4.5.9.6 热真空

热真空试验按QJ 2630.1A-2012中规定的试验方法进行。

4.5.10 电磁兼容性

电磁兼容性试验按GJB 152A-1997或详细规范的规定进行，交付产品时检查电磁兼容性测试报告。

4.5.11 防静电放电

防静电放电试验按照 GJB 3590 中相关规定进行。对数传系统的防静电放电能力进行分析，检查防静电放电设计报告。

4.5.12 老炼

老炼试验按QJ 908A-1998中规定的试验方法进行。

4.5.13 可靠性

预计可靠度应满足可靠性指标，检查可靠性设计和保障措施，以及可靠性预计报告、材料和元器件使用清单要求。可靠性验收按详细规范的规定进行。

4.5.14 安全性

检查安全性设计文件和保障措施，安全性验收按详细规范的规定进行。

4.5.15 抗辐照加固

对数传系统的辐照防护情况进行分析、计算，检查抗辐照设计报告。

4.5.16 功耗

在不同工作模式下，通过用万用表测试电压值和电流值计算功耗。

4.5.17 工艺

数传系统工艺的正确性体现为数传系统总体性能指标是否满足要求。

检查产品的工艺文件。

4.5.18 接地和隔离

使用兆欧表检查一次地与数传系统机壳之间的绝缘电阻。

使用毫欧表检查壳体六个面与数传系统接地桩的接触电阻。

5 交货准备

5.1 文件资料

产品验收交付时应提交的文件、资料如下：

- 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) 产品清单和备附件明细表；
- e) 测试、操作技术安全文件；
- f) 产品环境试验证明；
- g) 产品研制报告；
- h) 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；
- i) 产品可靠性、安全性、维修性验证报告；
- j) 产品质量评审证明书；
- k) 产品测试覆盖性检查结果报告；
- l) 产品证明书；
- m) 产品质量履历书。

5.2 包装和装箱

5.2.1 数传系统包装和装箱应符合卫星产品包装基本要求的规定。

5.2.2 数传系统应有完好的包装箱，箱内应有减震、防潮、防静电措施，包装箱正面喷涂产品代号、编号和标志，并应符合有关规定。

5.2.3 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。

5.2.4 包装标志应符合 GB/T 191-2008 的规定。

5.3 运输

数传系统应放在包装箱内运输。运输过程中应轻拿轻放，严禁碰撞和雨淋，不允许与酸、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：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 0℃~30℃，相对湿度不大于 75%；气压 86kPa~106kPa；
- c) 放置要求：产品应正放，勿倒置。

5.4.2 贮存期

在相关详细规范规定的储存期限内，产品性能应符合规定要求。在贮存期内，每隔半年应对产品的电性能进行复检，并对产品的外观和表面状态进行检查。

6 说明事项

6.1 预定用途

按本规范研制、生产的数传系统可应用于各类遥感卫星。

6.2 术语和定义

GJB 421A-1997确立的术语和定义适用于本规范。

6.3 缩略语

下列缩略语适用于本规范。

8PSK——8 Phase Shift Keying, 八相相移键控;

16QAM——16 Quadrature Amplitude Modulation, 正交幅度调制;

AOS——Advanced Orbiting System, 高级在轨系统;

BPSK——Binary-Phase Shift Key, 两相相移键控;

CCSDS——Consultative Committee for Space Data Systems, 空间数据系统咨询委员会;

EIRP——Equivalent isotropic radiated power, 等效全向辐射功率;

ECL——Emitter Couple Logic, 发射极耦合逻辑;

GMSK——Gaussian Minimum Shift Keying, 高斯最小频移键控;

RS422——Recommended Standard 422, 422 串行接口;

TTL——Transistor-Transistor Logic, 晶体管-晶体管逻辑;

LVDS——Low-Voltage Differential Signaling, 低电压差分信号;

QPSK——Quad-Phase Shift Key, 四相相移键控。

中华人民共和国航天行业标准

卫星遥感数据传输系统通用规范

QJ 20091—2012

*

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

*

2013 年 5 月出版

定价：20 元