目 录

[1 概述 1](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895012)

[2 系统级自动化测试流程 1](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895013)

[2.1 G/T值测试 1](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895014)

[2.2 EIRP值测试 2](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895015)

[2.3 系统捕获时间 2](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895016)

[2.3.1 标准TT&C体制 2](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895017)

[2.3.2 非相干扩频 3](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895018)

[2.3.3 测控数传一体化 3](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895019)

[2.4 测距随机误差 4](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895020)

[2.4.1 标准TT&C体制 4](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895021)

[2.4.2 非相干扩频体制 5](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895022)

[2.4.3 测控数传一体化 5](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895023)

[2.5 测距系统误差 6](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895024)

[2.5.1 标准TT&C体制 6](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895025)

[2.5.2 非相干扩频体制 7](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895026)

[2.5.3 测控数传一体化 8](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895027)

[2.6 测速随机误差 9](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895028)

[2.6.1 标准TT&C体制 9](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895029)

[2.6.2 非相干扩频体制 10](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895030)

[2.6.3 测控数传一体化体制 10](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895031)

[2.7 遥测误码率 11](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895032)

[2.7.1 标准TT&C体制 11](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895033)

[2.7.2 非相干扩频体制 12](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895034)

[2.7.3 测控数传一体化体制 12](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895035)

[2.8 数传误码率 13](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895036)

[2.9 遥控小环检测正确率 14](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895037)

[3 天伺馈分系统自动化测试流程 14](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895038)

[4 发射分系统自动化测试流程 15](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895039)

[4.1 发射功率 15](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895040)

[4.2 功率稳定性测试 16](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895041)

[4.3 相位噪声测试 16](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895042)

[4.4 杂散及二次谐波测试 16](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895043)

[4.5 增益平坦度测试 17](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895044)

[5 高频接收分系统自动化测试流程 18](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895045)

[5.1 X频段接收链路 18](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895046)

[5.1.1 相位噪声测试 18](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895047)

[5.1.2 杂散测试 18](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895048)

[5.1.3 频率响应测试 19](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895049)

[5.2 Ka频段接收链路 20](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895050)

[5.2.1 相位噪声测试 20](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895051)

[5.2.2 杂散测试 21](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895052)

[5.2.3 频率响应测试 22](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895053)

[5.3 S频段接收链路 23](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895054)

[5.3.1 频率响应测试 23](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895055)

[6 射频数字化前端分系统自动化测试流程 24](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895056)

[6.1 非相干AGC控制范围、控制精度测试 24](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895057)

[6.2 非相干AGC时常数测试 25](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895058)

[6.3 相位噪声测试 26](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895059)

[6.4 输出杂散测试 26](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895060)

[6.5 上行数字信号传输时延、传输内容正确性与时标正确性 26](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895061)

[6.6 下行数字信号传输时延、传输内容正确性与时标正确性 27](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895062)

[7 测控基带自动化测试流程 27](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895063)

[7.1 AGC控制范围及精度测试 27](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895064)

[7.2 AGC时间常数测试 27](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895065)

[7.3 动态范围测试 27](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895066)

[7.4 调制度测试 28](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895067)

[7.5 扫描特性(含扫描范围、扫描速率)测试 28](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895068)

[7.6 环路带宽测试 28](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895069)

[7.7 遥测解调时延测试 28](file:///Z:\1--项目在研\RY17-136%20TK-4424（KY-07891）%20KaXS频段统一系统（秘密★）\接口控制文件\三亚站统一系统自动化测试流程（内部）.docx#_Toc534895070)

# 概述

# 系统级自动化测试流程

## G/T值测试

G/T值测试在偏馈校零环路下测试，具体测试流程如下：

1. 首先人工进行标定，记录测得的G/T值（G/T0）、测试频率F0；
2. 采用偏馈无线闭环方式，控制校零变频器工作在信标态、设置校零变频器输出频率为F0、校零变频器衰减为A(dB)时，用前端频谱仪测得此时S频段下行信号的归一化信噪比S/Φ0，将该值存储到系统监控计算机；
3. 在以后的自动测试过程中，系统监控计算机控制系统设备构建偏馈无线闭环方式，使校零变频器工作在信标态、设置校零变频器输出频率为F0、校零变频器衰减为A(dB)，将S频段下行信号经过射频开关矩阵监测口（X21）输出到前端频谱仪，通过测试计算机控制前端频谱仪测信号的S/Φx，测试计算机将S/Φx值上报系统监控计算机；
4. 系统监控计算机计算出G/T = G/T0 +（S/Φx - S/Φ0）；
5. 显示并记录测试结果。

## EIRP值测试

EIRP值测试在偏馈校零环路下测试，具体测试流程如下：

1. 首先人工进行标定，记录测得的EIRP值（EIRP0）；
2. 采用偏馈无线闭环方式，在功放输出功率为P(P≤50W)、校零变频器衰减为A(dB)、S频段高频箱衰减量为B（dB）时，用前端频谱仪测得此时S频段下行信号的幅度P0，将该值存储到系统监控计算机；
3. 在以后的自动测试过程中，系统监控计算机控制系统设备构建偏馈无线闭环方式，使功放输出功率为P、校零变频器衰减为A(dB)、S频段高频箱衰减量为B（dB），将S频段下行信号经过射频开关矩阵监测口（X21）输出到前端频谱仪，通过测试计算机控制前端频谱仪测信号幅度Px，测试计算机将Px值上报系统监控计算机；
4. 系统监控计算机计算出EIRP =EIRP0 -（Px - P0）；
5. 显示并记录测试结果。

## 系统捕获时间

### 标准TT&C体制

标准TT&C体制系统捕获时间自动化测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带测距音加调，主音调制度0.3rad，次音调制度0.3rad，最低侧音8Hz；

3）设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，设置测控基带输出单载波，将控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ|c值，调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=43dBHz；

4）监控计算机控制测控基带启动自动双捕，同时启动计时，测控基带上报距捕完成后停止计时，计时长度即为系统捕获时间；

5）显示并记录测试结果。

### 非相干扩频

非相干扩频体制系统捕获时间自动化测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带目标1遥测支路伪码码率为10230kc，Gold码参数如下：多项式A：197H，初相A：35AH，多项式B：81H，初相B：248H，遥测码率2kbps，码型NRZ-L，设置测控基带中频调制单元目标1遥测支路加调，其它目标去调，控制测控基带输出单载波；

3）设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，设置测控基带输出单载波，将控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ|c值，调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=37dBHz；

4）监控计算机控制测控基带中频调制单元目标1遥测支路加调、多普勒模拟开关开，多普勒模拟范围±150kHz，多普勒变化率7.5kHz/s，启动测控基带捕获时间自动化测试，测控基带上报距捕获时间测试结果；

5）显示并记录测试结果。

### 测控数传一体化

测控数传一体化系统捕获时间自动化测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带数传码率为1.049088Mbit/s，采用1/3TURBO码，码型NRZ-L，设置测控基带中频调制单元输出单载波；

3）设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，设置测控基带输出单载波，将控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ值，调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=62dBHz；

4）监控计算机控制测控基带中频调制单元加调、多普勒模拟开关开，多普勒模拟范围±90kHz，多普勒变化率5kHz/s，启动测控基带捕获时间自动化测试，测控基带上报捕获时间测试结果；

5）显示并记录测试结果。

6）分别设置测控基带数传码率262.272kbit/s、1/6TURBO码，码率10.960896Mbit/s、7/8LDPC，对应门限S/Φ|c=56dBHz、S/Φ|c=75dBHz，重复步骤3）~5）。

## 测距随机误差

### 标准TT&C体制

标准TT&C体制测距随机误差自动化测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带测距音加调，主音调制度0.3rad，次音调制度0.3rad，最低侧音8Hz；

3）设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，设置测控基带输出单载波，将控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ|c值，调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=43dBHz；

4）监控计算机控制测控基带启动自动双捕，测控基带上报距捕完成后，启动测控基带测距随机误差测试，测控基带测试完成后上报测试结果；

5）显示并记录测试结果。

### 非相干扩频体制

非相干扩频体制测距随机误差自动化测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带目标1测量支路伪码码率为5115kc，Gold码参数如下：多项式A：197H，初相A：35AH，多项式B：81H，初相B：248H，遥测码率1kbps，码型NRZ-L，设置测控基带中频调制单元目标1测量支路加调，其它目标去调，控制测控基带输出单载波；

3）设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，设置测控基带输出单载波，将控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ|c值，调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=50dBHz；

4）监控计算机控制测控基带中频调制单元目标1测量支路加调、多普勒模拟开关开，多普勒模拟范围±150kHz，多普勒变化率7.5kHz/s，启动测控基带测距随机误差统计，测控基带统计完成后上报距测距随机误差测试结果；

5）显示并记录测试结果。

### 测控数传一体化

测控数传一体化测距随机误差测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带数传码率为1.049088Mbit/s，采用1/3TURBO码，码型NRZ-L，设置测控基带中频调制单元输出单载波；

3）设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ值，调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=62dBHz；

4）监控计算机控制测控基带中频调制单元加调、多普勒模拟开关开，多普勒模拟范围±90kHz，多普勒变化率5kHz/s，启动测控基带测距随机误差统计，测控基带统计完成后，上报测距随机误差统计结果；

5）显示并记录测试结果。

6）分别设置测控基带数传码率262.272kbit/s、1/6TURBO码，码率10.960896Mbit/s、7/8LDPC，对应门限S/Φ|c=56dBHz、S/Φ|c=75dBHz，重复步骤3）~5）。

## 测距系统误差

### 标准TT&C体制

标准TT&C体制测距系统误差自动化测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带测距音加调，主音调制度0.3rad，次音调制度0.3rad，最低侧音8Hz；

3）设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，设置测控基带输出单载波，将控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ|c值，调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=60dBHz；

4）监控计算机控制测控基带启动自动双捕，测控基带上报距捕完成后，启动测控基带测距均值统计，测控基带统计完成后上报测试结果；

5）监控计算机调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=65dBHz、70dBHz、75dBHz、80dBHz，每种信噪比下控制测控基带统计测距均值，监控计算机根据测控基带上报的不同信噪比下的测距均值计算出ΔR1，记录并显示ΔR1；

5）监控计算机调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=80dBHz，控制测控基带载波多普勒分别为-150kHz、-120kHz、-90kHz、-60kHz、-30kHz、0kHz、30kHz、60kHz、90kHz、120kHz、150kHz，每种多普勒下控制测控基带统计测距均值，监控计算机根据测控基带上报的不同多普勒下的测距均值计算出ΔR2，记录并显示ΔR2；

6）监控计算机调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=80dBHz，每隔1小时控制测控基带统计一次测距均值，根据测控基带上报的13组测距均值计算出ΔR3，记录并显示ΔR3。

7）根据系统误差计算公式：ΔR＝SQRT(ΔR12＋ΔR22＋ΔR32)，计算测距系统误差ΔR，记录并显示ΔR。

### 非相干扩频体制

非相干扩频体制测距随机误差自动化测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带目标1测量支路伪码码率为5115kc，Gold码参数如下：多项式A：197H，初相A：35AH，多项式B：81H，初相B：248H，设置测控基带中频调制单元目标1测量支路加调，其它目标去调，控制测控基带输出单载波；

3）设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，设置测控基带输出单载波，控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ|c值，调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=60dBHz；

4）监控计算机调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=60dBHz、65dBHz、70dBHz、75dBHz、80dBHz，每种信噪比下控制测控基带统计测距均值，监控计算机根据测控基带上报的不同信噪比下的测距均值计算出ΔR1，记录并显示ΔR1；

5）监控计算机调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=80dBHz，控制测控基带载波多普勒分别为-150kHz、-120kHz、-90kHz、-60kHz、-30kHz、0kHz、30kHz、60kHz、90kHz、120kHz、150kHz，每种多普勒下控制测控基带统计测距均值，监控计算机根据测控基带上报的不同多普勒下的测距均值计算出ΔR2，记录并显示ΔR2；

6）监控计算机调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=80dBHz，每隔1小时控制测控基带统计一次测距均值，根据测控基带上报的13组测距均值计算出ΔR3，记录并显示ΔR3。

7）根据系统误差计算公式：ΔR＝SQRT(ΔR12＋ΔR22＋ΔR32)，计算测距系统误差ΔR，记录并显示ΔR。

### 测控数传一体化

测控数传一体化测距随机误差测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带数传码率为1.049088Mbit/s，采用1/3TURBO码，码型NRZ-L，设置测控基带中频调制单元输出单载波；

3）设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，设置测控基带输出单载波，控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ值，调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=65dBHz；

4）监控计算机调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=65dBHz、70dBHz、75dBHz、80dBHz，每种信噪比下控制测控基带统计测距均值，监控计算机根据测控基带上报的不同信噪比下的测距均值计算出ΔR1，记录并显示ΔR1；

5）监控计算机调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=80dBHz，控制测控基带载波多普勒分别为-150kHz、-120kHz、-90kHz、-60kHz、-30kHz、0kHz、30kHz、60kHz、90kHz、120kHz、150kHz，每种多普勒下控制测控基带统计测距均值，监控计算机根据测控基带上报的不同多普勒下的测距均值计算出ΔR2，记录并显示ΔR2；

6）监控计算机调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=80dBHz，每隔1小时控制测控基带统计一次测距均值，根据测控基带上报的13组测距均值计算出ΔR3，记录并显示ΔR3。

7）根据系统误差计算公式：ΔR＝SQRT(ΔR12＋ΔR22＋ΔR32)，计算测距系统误差ΔR，记录并显示ΔR。

## 测速随机误差

### 标准TT&C体制

标准TT&C体制测距随机误差自动化测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带输出单载波信号，设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ|c值，调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=43dBHz；

3）监控计算机控制测控基带启动自动双捕，双捕完成后，启动测控基带测速随机误差测试，测控基带测试完成后上报测试结果；

4）显示并记录测试结果。

### 非相干扩频体制

非相干扩频体制测速随机误差自动化测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带目标1测量支路伪码码率为5115kc，测速采样率20Hz，Gold码参数如下：多项式A：197H，初相A：35AH，多项式B：81H，初相B：248H，设置测控基带中频调制单元目标1测量支路加调，其它目标去调，控制测控基带输出单载波；

3）设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ|c值，调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=50dBHz；

4）监控计算机控制测控基带中频调制单元目标1测量支路加调，启动测控基带测速随机误差统计，测控基带统计完成后上报距测速随机误差测试结果；

5）显示并记录测试结果。

### 测控数传一体化体制

测控数传一体化测速随机误差测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带数传码率为1.049088Mbit/s，采用1/3TURBO码，码型NRZ-L，设置测控基带中频调制单元输出单载波；

3）设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ值，调整校零变频器衰减量使下行信号S/Φ|c=62dBHz；

4）监控计算机控制测控基带中频调制单元加调，启动测控基带测速随机误差统计，测控基带统计完成后，上报测速随机误差统计结果；

5）显示并记录测试结果。

6）分别设置测控基带数传码率262.272kbit/s、1/6TURBO码，码率10.960896Mbit/s、7/8LDPC，对应门限S/Φ|c=56dBHz、S/Φ|c=75dBHz，重复步骤3）~5）。

## 遥测误码率

### 标准TT&C体制

标准TT&C体制遥测误码率自动化测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带测遥测加调，遥测调制度0.3rad，调制数据类型为随机码；

3）监控计算机根据遥测码率、码型计算1×10-5误码率对映的载噪比，具体计算方法如下：

码型为NRZ-L、M、S时：

码型为BIΦ-L、M、S、DBiΦ-M、S时：

4）设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，设置测控基带输出遥测加调信号，控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ值，调整校零变频器衰减量使下行信号为步骤3）计算的门限S/Φ；

5）监控计算机控制测控基带启动遥测误码率测试，测控基带上报测试码元数、误码率测试结果，监控计算机判断测控基带统计遥测码元数≥1×106后控制测控基带停止误码率统计；

6）显示并记录测试结果。

### 非相干扩频体制

非相干扩频体制遥测误码率自动化测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带中频调制单元目标1遥测加调，其它目标去调，调制数据类型为随机码；

3）监控计算机根据遥测码率计算1×10-5误码率对映的载噪比，具体计算方法如下：

4）设置测控基带中频调制单元目标1遥测支路输出单载波，设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ值，调整校零变频器衰减量使下行信号为步骤3）计算的门限S/Φ；

5）监控计算机控制测控基带目标1遥测支路加调，启动遥测误码率测试，测控基带上报测试码元数、误码率测试结果，监控计算机判断测控基带统计遥测码元数≥1×106后控制测控基带停止误码率统计；

6）显示并记录测试结果。

### 测控数传一体化体制

非相干扩频体制遥测误码率自动化测试流程如下：

1）控制测控基带、射频前端、高功放、校零变频器，构建无线偏馈环路；

2）设置测控基带中频调制单元工作模式为数传模拟源，调制数据类型为随机码；

3）监控计算机根据遥测码率获取1×10-5误码率对映的载噪比，具体对应关系如下：

Rb=1.049088Mbit/s S/Φ=62dBHz;

Rb=262.272kbit/s S/Φ=56dBHz;

Rb=10.960896Mbit/s S/Φ=72dBHz;

4）设置测控基带中频调制单元输出单载波，设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，控制射频开关矩阵，将下行信号输出到射频开关矩阵监测口（X21），监控计算机通知测试计算机控制前端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ值，调整校零变频器衰减量使下行信号为步骤3）计算的门限S/Φ；

5）监控计算机控制测控基带数传模拟源加调，启动遥测误码率测试，测控基带上报测试码元数、误码率测试结果，监控计算机判断测控基带统计遥测码元数≥1×106后控制测控基带停止误码率统计；

6）显示并记录测试结果。

## 数传误码率

数传误码率自动化测试采用射频有线闭环方式，测试框图如下：



图 1 数传误码率测试框图

具体测试流程如下：

1）监控计算机按要求控制测试上变频器工作频率与下变频工作频率一致；

2）监控计算机设置数传基带编码方式为不编码，根据码率计算对映S/Φ，具体计算方法如下：

3）设置数传基带中频调制单元输出单载波，设置校零变频器衰减，使下行信号为中强电平，控制中频开关矩阵，将下行中频信号输出到中频开关矩阵监测口，控制后端测试开关网络，将1.2GHz中频信号送后端频谱仪，监控计算机通知测试计算机控制后端频谱仪标定下行信号S/Φ，根据测试计算机上报的当前S/Φ值，调整校零变频器衰减量使下行信号为步骤2）计算的门限S/Φ；

4）监控计算机控制数传基带数传模拟源加调，启动数传误码率测试，数传基带上报测试码元数、误码率测试结果，监控计算机判断数传基带统计遥测码元数≥1×106后控制测控基带停止误码率统计；

5）显示并记录测试结果。

6）监控分系统控制相关设备停止发射信号；

7）测试结束。

## 遥控小环检测正确率

1）监控计算机控制射频数字化前端工作频率、功放发射功率（P≤50W），控制在线功放功率去负载；

2）监控计算机控制发射射频开关网络小环信号类型为功放小环；

3）监控计算机控制测控基带启动遥控小环误指令测试；

4）测控基带将遥测小环误指令测试条数、误令率条数发送监控计算机，监控计算机进行显示，当判断测试条数到达10000条后，监控计算机控制测控基带停止遥控小环误指令测试。

5）监控计算机显示并存储测试结果；

6）测试结束。

# 天伺馈分系统自动化测试流程

天伺馈分系统测试项目包括：伺服带宽；动态特性(最大速度、最大加速度)；收敛特性。

天伺馈分系统指标的测试在监控分系统的控制下由天伺馈分系统ACU控制执行测试，测试完毕，将测试结果上报监控分系统，监控分系统完成测试结果的保存、处理、显示、打印等功能。

# 发射分系统自动化测试流程

发射分系统自动化测试框图如下：



图 2 发射分系统自动化测试框图

## 发射功率

发射功率自动化测试流程如下：

1）设备安装完成后，用信号源、频谱仪标定高功放测试耦合口经发射射频开关网络、S频段射频开关矩阵到前端频谱仪的路径损耗A（dB），将路径损耗存储到测试计算机；

2）监控计算机设置测控基带输出单载波信号，设置射频数字化前端输出工作频率为要求值，设置发射射频开关网络小环信号类型为功放小环；

3）监控计算机控制S频段射频开关矩阵，将X21监测口与小环监测输入连通，控制高功放输出功率为P（dBm），功率输出去负载；

4）监控计算机向测试计算机发送发射功率测试命令（包含工作频率参数），测试计算机收到发射功率测试命令后，控制前端频谱仪中心频率和SPAN，测量出信号幅度为Px，根据下式计算发射功率测试结果：

5）测试计算机向监控计算机发送发射功率测试结果；

6）监控计算机显示并存储测试结果；

7）监控计算机控制功放去功率，测试结束。

## 功率稳定性测试

1）监控计算机设置测控基带输出单载波信号，设置射频数字化前端输出工作频率为要求值，设置发射射频开关网络小环信号类型为功放小环；

3）监控计算机控制S频段射频开关矩阵，将X21监测口与小环监测输入连通，控制高功放输出功率为P（dBm），功率输出去负载；

4）监控计算机向测试计算机发送发射功率稳定性测试命令（包含工作频率参数），测试计算机收到发射功率稳定性测试命令后，控制前端频谱仪中心频率和SPAN，每隔1小时测量出信号幅度为Px，测量25组幅度值，计算出25组幅度值最大值与最小值之差ΔPmax。

5）测试计算机向监控计算机发送发射功率稳定性测试结果ΔPmax；

6）监控计算机显示并存储测试结果；

7）监控计算机控制功放去功率，测试结束。

## 相位噪声测试

1）监控计算机设置测控基带输出单载波信号，设置射频数字化前端输出工作频率为要求值，设置发射射频开关网络小环信号类型为功放小环；

3）监控计算机控制S频段射频开关矩阵，将X21监测口与小环监测输入连通，控制高功放输出功率为50W，功率输出去负载；

4）监控计算机向测试计算机发送相位噪声测试命令（包含工作频率参数），测试计算机收到发射功率稳定性测试命令后，控制前端频谱仪测试工作频率偏移10Hz、100Hz、1kHz、10kHz、100kHz处的相位噪声值，记录并存储测试结果。

5）测试计算机向监控计算机发送相位噪声测试结果；

6）监控计算机显示并存储测试结果；

7）监控计算机控制功放去功率，测试结束。

## 杂散及二次谐波测试

1）监控计算机设置测控基带输出单载波信号，设置射频数字化前端输出工作频率为要求值，设置发射射频开关网络小环信号类型为功放小环；

3）监控计算机控制S频段射频开关矩阵，将X21监测口与小环监测输入连通，控制高功放输出功率为50W，功率输出去负载；

4）监控计算机向测试计算机发送杂散及二次谐波测试命令（包含工作频率参数），测试计算机收到命令后，设置频谱仪的中心频率、带宽及参考电平，控制频谱仪进行输出杂散及二次谐波的测试，测试载波信号和杂散信号及二次谐波的幅度值的差值，记录并存储测试结果。

5）测试计算机向监控计算机发送杂散及二次谐波测试结果；

6）监控计算机显示并存储测试结果；

7）监控计算机控制功放去功率，测试结束。

## 增益平坦度测试

1）监控计算机设置测控基带输出单载波信号，设置射频数字化前端输出工作频率为要求值，设置发射射频开关网络小环信号类型为功放小环；

3）监控计算机控制S频段射频开关矩阵，将X21监测口与小环监测输入连通，控制高功放输出功率为50W，功率输出去负载；

4）监控计算机向射频数字化前端发送上行频率扫描命令，控制射频前端输出射频信号在f0±20MHz范围内扫描，向测试计算机发送带内平坦度测试命令（包含工作频率参数、带宽参数±9MHz）；

5）测试计算机收到命令后，设置频谱仪的中心频率、带宽（40MHz）及参考电平，并使其处于曲线最大保持状态，设置频谱仪扫描时间（1S）；

6）测试时间到后，测试计算机 记录频谱仪在中心频率±9MHz带宽内，选出曲线变化最大的两点，变化量为ΔdB，则增益平坦度=1/2ΔdB/±9MHz，记录并存储测试结果。

7）测试计算机向监控计算机发送测试结果；

8）监控计算机显示并存储测试结果；

9）监控计算机控制功放去功率，射频数字化前端停止扫描，测试结束。

# 高频接收分系统自动化测试流程

## X频段接收链路

### 相位噪声测试

X频段接收链路相位噪声测试框图如下图所示。



图 3 X频段接收链路相位噪声自动化测试框图

测试流程如下：

1）监控计算机设置X频段下变频器工作频率，根据工作频率计算本振频率，计算方法如下：fLO=f0-1200MHz；

2）监控计算机设置X频段高频箱监测信号输出为待测试变频器本振信号，设置后端测试开关网络输出信号为X频段监测信号，设置仪器切换开关输出信号为TK4XXX测试信号；

3）监控计算机向测试计算机发送X频段数传链路相位噪声测试命令（包含本振频率参数），测试计算机收到测试命令后，控制后端频谱仪测试本振频率偏移10Hz、100Hz、1kHz、10kHz、100kHz处的相位噪声值，记录并存储测试结果。

4）测试计算机向监控计算机发送相位噪声测试结果；

5）监控计算机显示并存储测试结果；

### 杂散测试

X频段接收链路杂散测试框图如下图所示。



图 4 X频段接收链路杂散自动化测试框图

测试流程如下：

1）监控计算机设置X频段下变频器工作频率，控制X频段高频箱输入信号为耦合测试信号场放；

2）监控计算机设置测试高频箱X频段测试信号来源为信号源、控制X频段高频箱输出到X频段微波开关测试信号输出，控制中频开关矩阵将下变频输出与1.2GHz监测口联通，设置后端测试开关网络输出信号为1.2GHz监测信号，设置仪器切换开关输出信号为TK4XXX测试信号；

3）监控计算机向测试计算机发送X频段数传链路杂散测试命令（包含工作频率参数），测试计算机收到测试命令后，控制前端信号源输出单载波信号（频率为工作频率），控制后端频谱仪的中心频率、带宽及参考电平，控制频谱仪进行输出杂散的测试，测试载波信号和杂散信号的幅度值的差值，记录并存储测试结果。

4）测试计算机向监控计算机发送杂散测试结果；

5）监控计算机显示并存储测试结果；

### 频率响应测试

X频段接收链路频率响应测试框图如图4所示，测试流程如下：

1）监控计算机设置X频段下变频器工作频率，控制X频段高频箱输入信号为耦合测试信号场放；

2）监控计算机设置测试高频箱X频段测试信号来源为信号源、控制X频段高频箱输出到X频段微波开关测试信号输出，控制中频开关矩阵将下变频输出与1.2GHz监测口联通，设置后端测试开关网络输出信号为1.2GHz监测信号，设置仪器切换开关输出信号为TK4XXX测试信号；

3）监控计算机向测试计算机发送X频段数传链路频率响应测试命令（包含工作频率参数），测试计算机收到测试命令后，控制前端信号源输出扫频信号（中心频率为工作频率，扫频范围±660MHz）

4）控制后端频谱仪的中心频率为工作频率、SPAN为1320MHz；

5）搜寻频谱上的幅度最大点，读取Marker对应的电平值，记为P1；

6) 设置频谱仪为跟踪电平最大点状态，使其处于曲线最大保持状态；

7) 当最大电平降到P1-1dB时，其对应的频率值为f1、f2。1dB带宽BW1dB＝f2-f1，将结果保存到相应位置以备查询；

8) 当最大电平降到P1-3dB时，其对应的频率值为f1、f2，3dB带宽BW3dB＝f2-f1，将结果保存到相应位置以备查询。

9）记录频谱仪在中心频率±660MHz带宽内，选出曲线变化最大的两点，变化量为ΔdB，则增益平坦度=1/2ΔdB/±660MHz，记录并存储测试结果。

10）测试计算机向监控计算机发送测试结果；

11）监控计算机显示并存储测试结果；

## Ka频段接收链路

### 相位噪声测试

Ka频段接收链路相位噪声测试框图如下图所示。



图 5 Ka频段接收链路相位噪声自动化测试框图

测试流程如下：

1）监控计算机设置Ka频段下变频器工作频率；

2）监控计算机设置Ka频段高频箱监测信号输出为待测试变频器本振信号，设置后端测试开关网络输出信号为Ka频段监测信号，设置仪器切换开关输出信号为TK4XXX测试信号；

3）监控计算机向测试计算机发送Ka频段数传链路相位噪声测试命令（包含本振频率参数），测试计算机收到测试命令后，控制后端频谱仪测试本振频率偏移10Hz、100Hz、1kHz、10kHz、100kHz处的相位噪声值，记录并存储测试结果。

4）测试计算机向监控计算机发送相位噪声测试结果；

5）监控计算机显示并存储测试结果；

### 杂散测试

Ka频段接收链路杂散测试框图如下图所示。



图 4 X频段接收链路杂散自动化测试框图

测试流程如下：

1）监控计算机设置Ka频段下变频器工作频率，控制Ka频段高频箱输入信号为耦合测试信号场放；

2）监控计算机设置测试高频箱Ka频段测试信号来源为信号源、控制测试高频箱输出到Ka频段微波开关测试信号输出，控制中频开关矩阵将下变频输出与1.2GHz监测口联通，设置后端测试开关网络输出信号为1.2GHz监测信号，设置仪器切换开关输出信号为TK4XXX测试信号；

3）监控计算机向测试计算机发送Ka频段数传链路杂散测试命令（包含工作频率参数），测试计算机收到测试命令后，控制前端信号源输出单载波信号（频率为工作频率），控制后端频谱仪的中心频率、带宽及参考电平，控制频谱仪进行输出杂散的测试，测试载波信号和杂散信号的幅度值的差值，记录并存储测试结果。

4）测试计算机向监控计算机发送杂散测试结果；

5）监控计算机显示并存储测试结果；

### 频率响应测试

Ka频段接收链路频率响应测试框图如图5所示，测试流程如下：

1）监控计算机设置Ka频段下变频器工作频率，控制Ka频段高频箱输入信号为耦合测试信号场放；

2）监控计算机设置测试高频箱Ka频段测试信号来源为信号源、控制测试高频箱输出到Ka频段微波开关测试信号输出，控制中频开关矩阵将下变频输出与1.2GHz监测口联通，设置后端测试开关网络输出信号为1.2GHz监测信号，设置仪器切换开关输出信号为TK4XXX测试信号；

3）监控计算机向测试计算机发送Ka频段数传链路频率响应测试命令（包含工作频率参数），测试计算机收到测试命令后，控制前端信号源输出扫频信号（中心频率为工作频率，扫频范围±760MHz）

4）控制后端频谱仪的中心频率为工作频率、SPAN为1520MHz；

5）搜寻频谱上的幅度最大点，读取Marker对应的电平值，记为P1；

6) 设置频谱仪为跟踪电平最大点状态，使其处于曲线最大保持状态；

7) 当最大电平降到P1-1dB时，其对应的频率值为f1、f2。1dB带宽BW1dB＝f2-f1，将结果保存到相应位置以备查询；

8) 当最大电平降到P1-3dB时，其对应的频率值为f1、f2，3dB带宽BW3dB＝f2-f1，将结果保存到相应位置以备查询。

9）记录频谱仪在中心频率±760MHz带宽内，选出曲线变化最大的两点，变化量为ΔdB，则增益平坦度=1/2ΔdB/±660MHz，记录并存储测试结果。

10）测试计算机向监控计算机发送测试结果；

11）监控计算机显示并存储测试结果；

## S频段接收链路

### 频率响应测试

S频段接收链路测试框图如下图所示。



图 7 S频段接收链路频率响应自动化测试框图

测试流程如下：

1）监控计算机设置射频数字化前端下行工作频率，控制S频段高频箱输入信号为耦合测试信号场放；

2）监控计算机设置测试高频箱S频段测试信号来源为信号源、控制测试高频箱输出到S频段微波开关测试信号输出，控制测控基带将下行70MHz监测信号输出，设置后端测试开关网络输出信号为测控基带70MHz模拟监测信号，设置仪器切换开关输出信号为TK4XXX测试信号；

3）监控计算机向测试计算机发送S频段数传链路频率响应测试命令（包含工作频率参数），测试计算机收到测试命令后，控制前端信号源输出扫频信号（中心频率为工作频率，扫频范围±20MHz）

4）控制后端频谱仪的中心频率为工作频率、SPAN为40MHz；

5）搜寻频谱上的幅度最大点，读取Marker对应的电平值，记为P1；

6) 设置频谱仪为跟踪电平最大点状态，使其处于曲线最大保持状态；

7) 当最大电平降到P1-1dB时，其对应的频率值为f1、f2。1dB带宽BW1dB＝f2-f1，将结果保存到相应位置以备查询；

8) 当最大电平降到P1-3dB时，其对应的频率值为f1、f2，3dB带宽BW3dB＝f2-f1，将结果保存到相应位置以备查询。

9）记录频谱仪在中心频率±20MHz带宽内，选出曲线变化最大的两点，变化量为ΔdB，则增益平坦度=1/2ΔdB/±20MHz，记录并存储测试结果。

10）测试计算机向监控计算机发送测试结果；

11）监控计算机显示并存储测试结果；

# 射频数字化前端分系统自动化测试流程

## 非相干AGC控制范围、控制精度测试

射频数字化前端AGC控制范围、控制精度测试框图如图8所示。



图 8射频数字化前端AGC控制范围、控制精度自动化测试框图

射频数字化前端AGC控制范围、控制精度测试利用射频数字化前端输出的射频模拟源信号，通过S频段射频开关矩阵构建射频有线环路，具体测试流程如下：

1）监控计算机控制S频段射频开关矩阵，将射频数字化前端射频模拟源输出与3路射频输入联通；

2）监控计算机控制射频数字化前端启动AGC控制范围、控制精度自动化测试；

3）数字射频化前端接收基带分系统送来的一幅度可变的单载波信号，然后在信号处理模块中计算非相干AGC电路控制后输出的单载波信号幅度，可直接测出电路非相干AGC控制范围和控制精度，计算完成后将测试数据及最后的统计结果上报给监控计算机；

4）监控计算机记录、显示测试结果；

5）测试结束。

## 非相干AGC时常数测试

射频数字化前端AGC时间常数测试框图如图9所示。



图 9射频数字化前端AGC时常数自动化测试框图

射频数字化前端AGC时常数测试利用射频数字化前端输出的射频模拟源信号，通过S频段射频开关矩阵构建射频有线环路，具体测试流程如下：

1）监控计算机控制S频段射频开关矩阵，将射频数字化前端射频模拟源输出与3路射频输入联通；

2）监控计算机控制测控基带、射频数字化前端启动非相干AGC时常数自动化测试；

3）射频数字化前端和基带自动设置相关参数，实现基带接收机正常锁定，由基带模拟源输出一AM信号，通过射频数字化前端与基带光纤闭环送回基带，射频数字化前端比对非相干AGC控制后的AM信号的调制信号频率与非相干AGC电压曲线的波动频率从而求得重新完成非相干AGC控制的时间，测试结果上报给监控分系统；

4）监控计算机记录、显示测试结果；

5）测试结束。

## 相位噪声测试

1）监控计算机设置测控基带输出单载波信号，设置射频数字化前端输出工作频率为要求值，设置发射射频开关网络小环信号类型为射频前端小环；

3）监控计算机控制S频段射频开关矩阵，将X21监测口与小环监测输入连通；

4）监控计算机向测试计算机发送相位噪声测试命令（包含工作频率参数），测试计算机收到发射功率稳定性测试命令后，控制前端频谱仪测试工作频率偏移10Hz、100Hz、1kHz、10kHz、100kHz处的相位噪声值，记录并存储测试结果。

5）测试计算机向监控计算机发送相位噪声测试结果；

6）监控计算机显示并存储测试结果，测试结束。

## 输出杂散测试

1）监控计算机设置测控基带输出单载波信号，设置射频数字化前端输出工作频率为要求值，设置发射射频开关网络小环信号类型为射频前端小环；

3）监控计算机控制S频段射频开关矩阵，将X21监测口与小环监测输入连通；

4）监控计算机向测试计算机发送杂散测试命令（包含工作频率参数），测试计算机收到测试命令后，控制前端频谱仪测试载波信号和杂散信号的幅度值的差值，记录并存储测试结果，记录并存储测试结果。

5）测试计算机向监控计算机发送杂散测试结果；

6）监控计算机显示并存储测试结果，测试结束。

## 上行数字信号传输时延、传输内容正确性与时标正确性

1）基带监控软件自动化测试模块启动上行数字信号传输时延、传输内容正确性与时标正确性测试，上行时延=前端解包时刻-基带该包打包时刻（基带填在上行数据字段中）；

2）传输有效性：该通道数据丢包计数（判断帧计数连续性）为零且CRC校验正确判为有效；

3）在测试过程中的测试数据及最后的统计结果上报基带监控进行显示；

4）测试结果上报给监控分系统；

5）测试结束。

## 下行数字信号传输时延、传输内容正确性与时标正确性

1）基带监控软件自动化测试模块启动下行数字信号传输时延、传输内容正确性与时标正确性测试，下行时延=基带解包时刻-前端该包打包时刻（基带填在上行数据字段中）；

2）传输有效性：该通道数据丢包计数（判断帧计数连续性）为零且CRC校验正确判为有效；

3）在测试过程中的测试数据及最后的统计结果上报基带监控进行显示；

4）测试结果上报给监控分系统；

5）测试结束。

# 测控基带自动化测试流程

## AGC控制范围及精度测试

基带通过AGC控制将输入信号控制到期望电平，并通过控制量计算输入信号电平得到AGC电压，AGC电压通过网络传输给测试分系统，自动测试分系统记录AGC控制电压和基带接收机的锁定情况。

测试分别在最大输入信号电平和最小输入电平进行，如果最大输入信号电平和最小输入信号电平基带AGC显示和锁定情况正常，则最大电平减去最小电平得到AGC控制范围。

在固定输入电平计算AGC后信号电平上报监控软件，实现AGC控制精度的统计。

## AGC时间常数测试

基带分系统在接收机锁定后，控制接收机改变AGC控制量，测量接收机重新完成AGC闭环控制的时间，上报基带监控软件，实现AGC时间常数的测量。

## 动态范围测试

基带分系统在射频闭环状态下，改变模拟源分别控制信号输出、按照任务书要求预置相应的多普勒频率、设置相应的扫描范围及扫描速率。通过调节基带模拟源输出信号幅度、射频数字化前端设备的衰减值和下行链路的衰减值，使基带设备输入端的信噪比为基带分系统的门限值。测试接收机是否锁定。增大模拟源的输出信号，改变下行链路的衰减值，测试结果上报基带监控软件。

按系统指标要求，改变调制器的多普勒频偏，在射频闭环状态下测试相应基带达到的频率动态范围。

## 调制度测试

测控基带输出经射频数字化前端DA后，经前端测试开关网络切换接入频谱仪，设置好频谱仪带宽，控制调制器输出副载波的调制度，在频谱仪上读取副载波与载波信号之间的幅度差值，再查贝塞尔函数表，即可得到调制度测试结果。

## 扫描特性(含扫描范围、扫描速率)测试

基带监控软件自动化测试模块启动扫描特性测试，令基带自动设置相关参数，

测试计算机利用频谱仪可测出实际扫描速率和扫描范围；

在测试过程中的测试数据及最后的统计结果上报基带监控进行显示；

测试结果上报给监控分系统；

测试结束。

## 环路带宽测试

基带监控软件自动化测试模块启动环路带宽测试，自动设置相关参数。

在测试过程中的测试数据及最后的统计结果上报基带监控进行显示；

测试结果上报给监控分系统；

测试结束。

## 遥测解调时延测试

测控基带计算机控制测控基带遥测模拟源注入带时间码的数据，遥测接收机解调并输出打上时标的遥测解调信息，两个时间码进行比对，即可得到遥测解调时延。

# 自动化标校流程

## AGC-S/Φ曲线标定

1. 监控分系统控制信号源输出功率和频率；
2. 监控分系统控制接收链路的工作频率，并将工作频率发往基带让其做好标定准备；
3. 监控分系统控制测试开关网络配置；
4. 测试计算机设置频谱仪中心频率为射频频率，并设置带宽以及参考电平；
5. 测试计算机控制信号源改变输出功率值为预先装订的数值；
6. 测试计算机控制频谱仪测试出S/Φ值；
7. 测试计算机根据测出的S/Φ值与要标定的最大S/Φ值之差，算出信号源要输出的对应的功率值s1；
8. 测试计算机控制信号源改变输出功率值为要输出的对应的最大信号功率值s1；
9. 测试计算机发送当前S/Φ值给监控分系统；
10. 监控分系统收到测试计算机发送过来的的S/Φ值，取出基带送来的当前的AGC电压值，将S/Φ值与AGC电压值对应起来，并存储；
11. 监控分系统判断标定是否结束。如未结束，发测试命令给测试计算机，测试计算机控制信号源的输出功率值（在上一次输出的信号功率值上减1dB）；测试计算机发送当前S/Φ值给监控分系统。重复j，k两个过程，直至标定结束；
12. 测试计算机显示测试结果，同时存储结果；
13. 向监控分系统发送测试结果。

## 自动校相

对星快速校相方式下，监控设置上下行链路、天伺馈分系统、基带的参数；根据任务跟踪需要，可分别向天伺馈发送S频段或Ka频段的天线校相命令，天伺馈与基带配合完成快速校相，并将校相结果发送给基带，由基带保存校相值；监控接收天伺馈的校相结果，在本地进行显示并保存；控制天伺馈设备完成向灵敏度和交叉耦合检查（可选），校相结束。

## 定向灵敏度

1. 天伺馈分系统、基带分系统处于远控状态，检查远程标校监控通信正常与否，必须在远程标校监控、天伺馈分系统、基带分系统与系统监控台通信正常并且处于远控状态下时才满足自动校相启动条件。
2. 系统监控单元通过命令控制天伺馈分系统对星进行自跟踪，并记录自跟踪零点。
3. 系统监控单元通过命令控制天线方位拉偏（S频段2mil，Ka频段0.3mil），天伺馈分系统在天线到位后响应天线到位命令，经监控分系统转发到基带分系统，基带分系统的跟踪接收机记录相应误差电压值，并存储上报该误差电压值。结束后，上报监控分系统，监控分系统收到响应后，控制天线回零。
4. 监控分系统收到数据后判断相应的天线拉偏量对应误差电压值是否满足幅度和对称性要求；如果不满足要求，提示灵敏度超标，并停止定向灵敏度的标定；人工调整基带误差电压的输出，直到误差电压输出满足要求，存储该误差电压值；人工启动后面的标定过程。如满足要求则存储该误差电压值，并进行后面的标定。

## 距离零值

1. 设置系统工作频点、极化方式和设备组合，完成系统链路状态和工作参数的配置；
2. 在天线朝天状态下，发射分系统发射单载波信号，发射功率10W左右通过中心体内的测距校零变频器实现系统闭环；
3. 通过频谱仪监视中频接收信号的强度，调整发射功率，使接收系统工作在中强电平，并完成接收信号定标；
4. 上行测距信号加调，基带设备正常捕获、解调下行信号，完成距捕后向监控台发送测距数据，在基带设备测距界面下统计系统的距离均值、随机误差，并进行数据记录；
5. 改变系统工作频点和设备组合，重复上述步骤；
6. 分析、处理以上测距数据统计结果，扣除校零变频器、收发馈线零值、偏馈天线到等相面距离时延，即可得到地面设备零值。

## 光电失配

1. 在正镜状态下，系统监控单元控制天伺馈分系统进行闭环自跟踪；
2. 用望远镜观察天线偏离光标的方位、俯仰值，多次求平均得到ΔAL、ΔEL；
3. 在倒镜状态下，系统监控单元控制天伺馈分系统进行闭环自跟踪；
4. 用望远镜观测天线偏离光标的方位、俯仰值，多次求平均得到ΔAR、ΔER；
5. 根据ΔAL、ΔAR求得ΔA，根据ΔEL、ΔER求得ΔE。