

中国团体标准

T/BEA 43003-2025

射频链路设备测试方法

Test method for radio frequency link equipment

2025—06—05 发布

2025—06—05 实施

北京电子仪器行业协会 发布

前 言

本标准由北京东方计量测试研究所提出。

本标准由北京电子仪器行业协会归口。

本标准主要起草单位：北京东方计量测试研究所。

本标准参与起草单位：北京信息科技大学，北京理工大学

本标准主要起草人：郭会平，于伟华，徐圣法，郑日新，贾东宇，傅雄军，孙厚军，邓长江、李田甜、刘禹岑、李爽玉、李千惠、刘鹏、邢景仪、徐春鹏。

全国团体标准信息平台

射频链路设备测试方法

1 范围

本规范规定了射频链路设备的性能指标、测试条件、测试项目、测试方法、测试结果的处理。本规范适用于新研制（新购置）、使用中、修理后的射频链路设备的测试。

2 引用及参考文件

本规范引用了下列文件

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件其最新版本适用于本规范。

- 交换处理转发测试开关矩阵测试细则
- QV 测控变频器测试细则

3 术语和定义

3.1 术语

链路测试设备:射频链路设备包含开关矩阵、变频器、TR 组件等，具有频率高、频段多、指标种类多、性能稳定等特点，实现卫星测控系统、数传系统等测试过程中上下行射频信号传输的链路切换、功率调整、相位调整等功能。

3.2 缩略语

VSWR - Voltage Standing Wave Ratio ，电压驻波比

IL - Insertion Loss, 插入损耗

PH - Phase, 相位

4 概述

射频链路设备一般集成链路切换、功率调整、相位调整等功能，应用过程中实现射频信号相关参数调整。同时设备具备 RJ45 网口等远控接口，可实现对设备的远程控制。

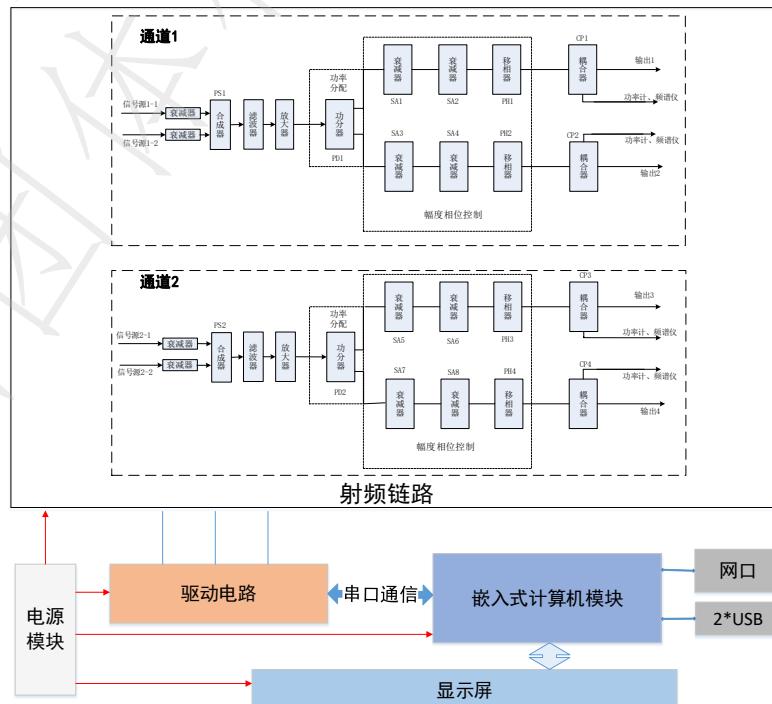


图1 设备原理框图

5 测试条件

5.1 测试项目

表 1 性能测试项目及相应条件与制约

性能测试项目	测试条件与制约
工作频率	1~40GHz;
端口驻波 (VSWR)	<1.5;
平坦度	≤0.5dB/300MHz;
链路插损 (IL)	≤30dB;
链路插损随温度漂移	≤0.2dB/5℃;
通道间隔离度	>70dB;
通道底噪	≤-110dBm/Hz
输入输出导通切换时间	<5ms;
输出端口切换相位平衡度	≤±3°
幅度调节	范围为 0~101dB, 步进 1dB;
相位调节	范围为 0~360°, 步进为 1°

注：测试条件与制约内参数可根据实际调整。

5.2 环境条件

环境温度：20℃±5℃；环境湿度：<80%；

供电电源：交流电压 220V±10V，频率 50Hz±1Hz；

其他：周围无影响测量系统正常工作的机械振动和电磁干扰。

5.3 测试用设备

测试用设备应经计量技术机构检定（校准），满足使用要求，并在有效期内。测试用设备的测量范围应覆盖被校保通道测试设备的测量范围，并具有足够的分辨力、准确度和稳定性。各测试设备在测试之前需要预热 30 分钟以上方可进行测试。

表 2 测试所需设备清单

序号	仪器名称	性能指标	数量
1	矢量网络分析仪	频率范围覆盖：1GHz~40GHz 端口数量：2	1 台
2	信号源	频率范围覆盖：1GHz~40GHz	1 台
3	频谱仪	频率范围覆盖：1GHz~40GHz	1 台

6 测试方法

6.1 工作频率测试

本项指标要求为输入频率：1GHz~40GHz。

1) 测试方法

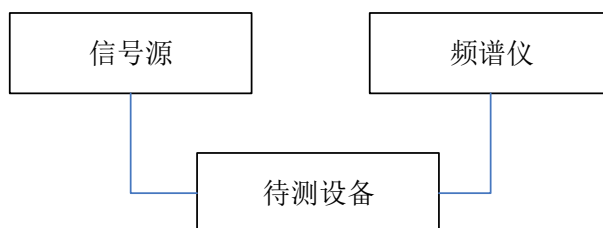


图 2 测试框图

- 被测设备与测试仪器加电正常工作 10 分钟；
- 按上图所示，将信号源连接至设备通道的输入，频谱仪连接至设备通道的输出；
- 设置设备输入为 1GHz；
- 设置信号源输出频率为 1GHz，单载波，输出功率-10dBm，设置频谱仪中心频率为 1GHz，SPAN 为 10MHz，检查频谱仪上输出信号频率是否为 1GHz；

- e) 按照以上步骤，测试输入频率为 40GHz 频点；
- 2) 判定标准

当上述测试均正确时，即为合格。

6.2 端口驻波测试

本项指标要求 VSWR: <1.5 ;

- 1) 测试方法



图 3 端口驻波测试框图

- a) 被测设备与测试仪器加电正常工作 10 分钟；
- b) 设置矢量网络分析仪频率范围为 1GHz~40GHz，设置输出功率北京东方计量测试研究所率-10dBm；
- c) 校准矢量网络分析仪 (S11、S22)；
- d) 按照上图所示，将矢量网络分析仪的端口 1 连接至设备输入，将矢量网络分析仪的端口 2 连接至设备输出；

- e) 曲线 S11 为输入端口 VSWR，曲线 S22 为输出端口 VSWR；
- f) 记录矢量网络分析仪驻波曲线的带内最大值 MAX 值；

- 2) 判定标准

当 VSWR: <1.5 时，即为合格。

6.3 平坦度测试

本项指标要求平坦度: $\leq 0.5\text{dB}/300\text{MHz}$ (工作频率范围内任意 300MHz 带宽)；

- 1) 测试方法



图 4 端口驻波测试框图

- a) 被测设备与测试仪器加电正常工作 10 分钟；
- b) 设置矢量网络分析仪频率范围为 1GHz~40GHz，设置输出功率-10dBm；
- c) 校准矢量网络分析仪 (S11、S22)；
- d) 按照上图所示，将矢量网络分析仪的端口 1 连接至设备输入，将矢量网络分析仪的端口 2 连接至设备输出；

- e) 工作频率范围内任意 300MHz 带宽测试最小插损与最大插损幅度差；
- f) 记录测试数据；

- 2) 判定标准

平坦度: $\leq 0.5\text{dB}/300\text{MHz}$ 。

6.4 链路插损测试

本项指标要求链路 IL: $\leq 30\text{dB}$;

1) 测试方法

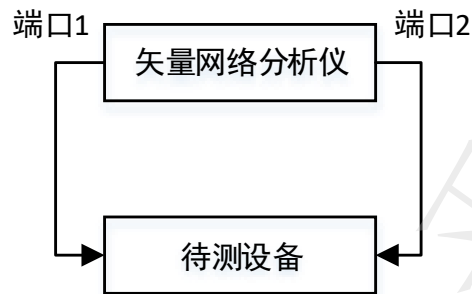


图 5 链路插损测试框图

- a) 被测设备与测试仪器加电正常工作 10 分钟;
- b) 设置矢量网络分析仪频率范围为 1GHz~40GHz, 设置输出功率-10dBm;
- c) 校准矢量网络分析仪 (S21);
- d) 按照上图所示, 将矢量网络分析仪的端口 1 连接至设备输入, 将矢量网络分析仪的端口 2 连接至设备输出;

e) 记录测试数据

2) 判定标准

链路 IL: $\leq 30\text{dB}$ 。

6.5 链路插损随温度漂移测试

本项指标要求链路插损随温度漂移: $\leq 30\text{dB}$;

1) 测试方法

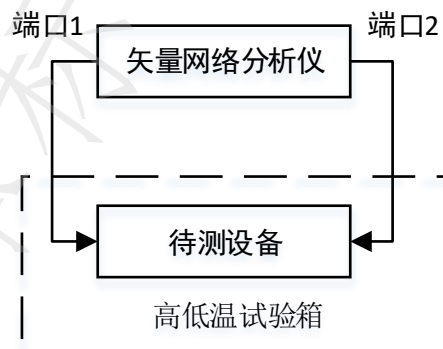


图 6 链路插损随温度漂移测试框图

- a) 将待测设备放入高低温试验箱;
- b) 被测设备与测试仪器加电正常工作 10 分钟;
- c) 设置矢量网络分析仪频率范围为 1GHz~40GHz, 设置输出功率-10dBm;
- d) 校准矢量网络分析仪 (S21);
- e) 按照上图所示, 将矢量网络分析仪的端口 1 连接至设备输入, 将矢量网络分析仪的端口 2 连接至设备输出;

f) 分别测试被测设备在 20°C、25°C 点的链路插损;

g) 记录测试数据;

2) 判定标准

链路插损随温度漂移: $\leq 0.2\text{dB}/5^\circ\text{C}$;

6.6 通道间隔离度测试

本项指标要求通道间隔离度: $> 70\text{dB}$;

1) 测试方法

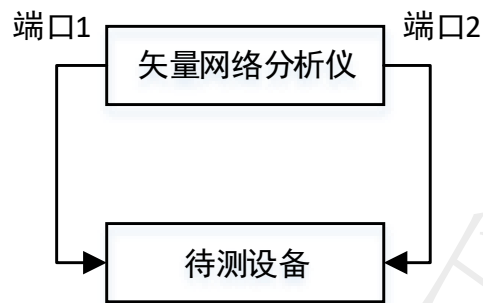


图 7 链路通道间隔度测试框图

- a) 被测设备与测试仪器加电正常工作 10 分钟；
- b) 设置矢量网络分析仪频率范围为 1GHz~40GHz，设置输出功率-10dBm；
- c) 校准矢量网络分析仪（S21）；
- d) 按照上图所示，矢网 1 端口接设备输入口，2 端口接设备其他输出口；
- e) 记录测试数据；

2) 判定标准

通道间隔度：>70dB；

6.7 通道底噪测试

本项指标要求通道底噪：≤-110dBm/Hz；

1) 测试方法

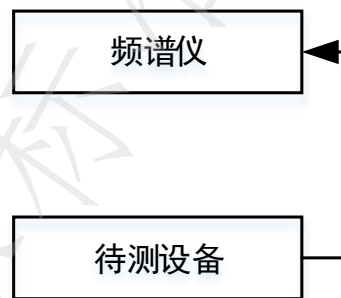


图 8 通道底噪测试框图

- a) 被测设备与测试仪器加电正常工作 10 分钟；
- b) 设置频谱仪频率范围为 1GHz~40GHz；
- c) 按照上图所示，将设备输出接口连接至频谱仪输入端口；
- d) 依次测量 1GHz、20GHz、40GHz 频点噪底；
- e) 记录测试数据；

2) 判定标准

通道底噪：≤-110dBm/Hz；

6.8 输入输出导通切换时间测试

本项指标要求输入输出导通切换时间：<5ms；

1) 测试方法

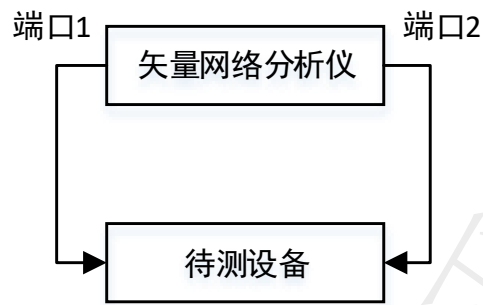


图 9 输入输出导通切换时间测试

- a) 被测设备与测试仪器加电正常工作 10 分钟；
- b) 设置矢量网络分析仪频率范围为 1GHz~40GHz，设置输出功率-10dBm；
- c) 校准矢量网络分析仪（S21）；
- d) 按照上图所示，矢网 1 端口接设备输入口，2 端口接设备其他输出口；
- e) 通过矢量远程控制软件控制矢网，关闭信号输出；
- f) 打开信号输出，同时读取链路插损，通道控制软件监测到“信号输出至链路插损正常”时间差即为输入输出导通切换时间；

g) 记录测试数据；

2) 判定标准

输入输出导通切换时间：<5ms；

6.9 输出端口切换相位平衡度测试

本项指标要求输出端口切换相位平衡度：≤±3° 范围；

1) 测试方法



图 10 链路插损随温度漂移测试框图

- a) 被测设备与测试仪器加电正常工作 10 分钟；
- b) 设置矢量网络分析仪频率范围为 1GHz~40GHz，设置输出功率-10dBm；
- c) 校准矢量网络分析仪（S21）；
- d) 按照上图所示，矢网 1 端口接设备任意输入 1、2 端口接设备输出 1；
- e) 将输入 1 和输出 1 连通，测试相位值，作为基准相位；
- f) 依次测量入 1 和其他输出链路相位值，并计算与基准相位的差值；
- g) 依次记录其他输入口相位平衡度；

h) 记录测试数据；

2) 判定标准

输出端口切换相位平衡度：≤±3° 范围；

6.10 幅度调节测试

本项指标要求为幅度调节：范围为 0~101dB，步进 1dB。

1) 测试方法

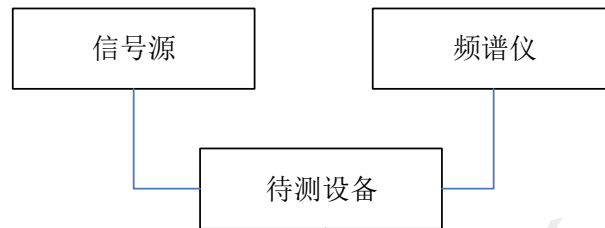


图 11 测试框图

- a) 被测设备与测试仪器加电正常工作 10 分钟；
- b) 按上图所示，将信号源连接至设备通道的输入，频谱仪连接至设备通道的输出；
- c) 设置信号源输出频率为 40GHz，单载波，输出功率-10dBm，设置频谱仪中心频率为 1GHz，SPAN 为 10MHz，检查频谱仪上输出信号频率是否为 40GHz；
- d) 通过控制软件，按衰减范围及步进调节链路内衰减器衰减量
- e) 记录各衰减量下测试数据；
- f) 依次测量其他链路幅度调节测试值；

2) 判定标准

当上述幅度调节范围为 0~101dB，步进 1dB 时，即为合格。

6.11 相位调节测试

本项指标要求相位调节范围为 0~360°，步进为 1°；

1) 测试方法

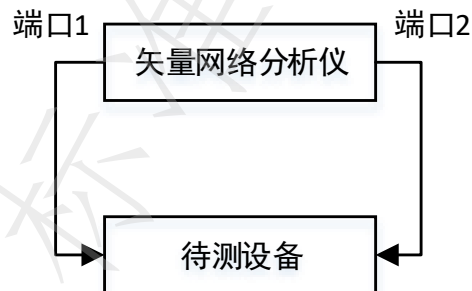


图 12 端口驻波测试框图

- a) 被测设备与测试仪器加电正常工作 10 分钟；
- b) 设置矢量网络分析仪频率范围为 1GHz~40GHz，设置输出功率-10dBm；
- c) 校准矢量网络分析仪（S11、S22）；
- d) 按照上图所示，将矢量网络分析仪的端口 1 连接至设备输入，将矢量网络分析仪的端口 2 连接至设备输出；
- e) 在测试频点，以各通道 0 衰减量 0 相位量状态为参考，测量相对值。分别记录矢网相位测试结果填入表格；
- f) 通过控制软件，按相位调节范围及步进调节链路内移相器；
- g) 依次测量其他链路相位调节测试值；
- h) 依次设置各通道衰减值为 0、1、2、3···10、

2) 判定标准

当相位调节范围为 0~360°，步进为 1° 时，即为合格。

7 测试结果处理和测试周期

7.1 测试结果处理

经测试的射频链路设备应出具测试报告，测试报告的记录格式可见附录。

7.2 测试周期

建议复测时间间隔为一年。

附录：测试记录表格

附表 1 工作频率测试记录表

序号	链路名称	频率设定值	频率测量值 (GHz)	符合情况
1	上行输入 1-上行输出 1			
2	上行输入 2-上行输出 1			
3	上行输入 3-上行输出 1			
.....			
.....			

附表 2 端口驻波测试记录表

序号	端口	指标要求	1GHz 驻波	20GHz 驻波	40GHz 驻波	最大驻波	是否合格
1	上行输入 1	$\leq 1.5:1$					
2	上行输入 2	$\leq 1.5:1$					
3	上行输入 3	$\leq 1.5:1$					
4	上行输入 4	$\leq 1.5:1$					
.....	$\leq 1.5:1$					
.....	$\leq 1.5:1$					

附表 3 平坦度测试记录表

序号	输出端口	输入端口	指标要求	实测最大平坦度	是否合格
1					
2					
.....					
.....					

附表 4 链路插损测试记录表

序号	输出端口	输入端口	指标要求	最大插入损耗	是否合格
1					
2					
3					
.....					
.....					
.....					

附表 5 链路插损随温度漂移测试记录表

序号	输出端口	输入端口	指标要求	插入损耗随温度漂移	是否合格
1					
2					
3					

.....					
.....					

附表 6 通道间隔高度测试记录表

序号	输出端口	输入端口	指标要求	实际测试指标	是否合格
1					
2					
3					
.....					
.....					

附表 7 通道底噪测试记录表

序号	输出端口	输入端口	指标要求	实际测试指标	是否合格
1					
2					
3					
.....					
.....					

附表 8 输入输出导通切换时间测试记录表

序号	输出端口	输入端口	指标要求	实际测试指标	是否合格
1					
2					
3					
.....					
.....					

附表 9 输出端口切换相位平衡度测试记录表

序号	输出端口	指标要求	实际测试指标	是否合格
1				
2				
3				
.....				
.....				
.....				

附表 10 幅度调节范围测试记录表

链路名称															
衰 减 档 dB	实 际 值 dB	精 度	符 合 情 况	衰 减 档 dB	实 际 值 dB	精 度	符 合 情 况	衰 减 档 dB	实 际 值 dB	精 度	符 合 情 况	衰 减 档 dB	实 际 值 dB	精 度	符 合 情 况
0				6				30				90			
1				7				40				100			
2				8				50				101			
3				9				60							
4				10				70							
5				20				80							

全国团体标准信息网

