HiSilicon

TSA80602

应用调测指导

文档版本　01

发布日期　2025-08-15

版权所有 © 海思技术有限公司 2025。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明

、HiSilicon、海思和其他海思商标均为海思技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受海思公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，海思公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

海思技术有限公司

地址：　上海市青浦区金泽镇培雅南路 100 号　邮编：201721

网址：　http://www.hisilicon.com/cn/

客户服务邮箱：　support@hisilicon.com

前 言

概述

本文档中内容包括测试的总结性报告、测试评估，测试问题报告和测试实测结果清单等内容。

读者对象

本文档（本指南）主要适用于以下工程师：

- 技术支持工程师
- 验证测试工程师

符号约定

在本文中可能出现下列标志，它们所代表的含义如下。

符号	说明
危险	表示如不避免则将会导致死亡或严重伤害的具有高等级风险的危害。
警告	表示如不避免则可能导致死亡或严重伤害的具有中等级风险的危害。
注意	表示如不避免则可能导致轻微或中度伤害的具有低等级风险的危害。
须知	用于传递设备或环境安全警示信息。如不避免则可能会导致设备损坏、数据丢失、设备性能降低或其它不可预知的结果。 “须知”不涉及人身伤害。
说明	对正文中重点信息的补充说明。 “说明”不是安全警示信息，不涉及人身、设备及环境伤害信息。

版权所有 © 海思技术有限公司

修订记录

修订记录累积了每次文档更新的说明。最新版本的文档包含以前所有文档版本的更新内容。

修订日期	版本	修订说明
2025-08-15	01	第 1 次正式版本发布。

版权所有 © 海思技术有限公司

目 录

前 言 i

目 录 iii

插图目录 v

表格目录 vi

1 概述 1

1.1 芯片简介 1

1.2 封装信息 1

2 芯片 Demo 板调测指导 2

2.1 芯片 Demo 板调测组网说明 2

3 线缆 SI 调测指导 4

3.1 线缆 SI 调测仪器仪表组网 4

3.2 线缆 SI 调测思路 5

4 交换机误码调测指导 6

4.1 交换机误码测试介绍及组网说明 6

4.2 交换机误码调测建议 7

4.2.1 快速误码调整 7

4.2.2 GreenBox 扫描 8

5 调测 FAQ 9

5.1 如何排查线缆虚焊 9

5.2 线缆直插入交换机不识别 9

5.3 如何保证芯片增益一致性 10

5.4 线缆插损不符合预期 12

版权所有 © 海思技术有限公司

5.5 ACC 线缆的 ILD 测试结果相较于 DAC 差异过大，曲线类型不同 12
5.6 误码测试 Tcode 问题分析 14
6 缩略语 15

 版权所有 © 海思技术有限公司

插图目录

图 1-1 管脚分布图（Top View） 1
图 2-1 芯片级 Demo 测试仪器仪表组网 2
图 3-1 线缆 SI 测试仪器仪表组网 4
图 3-2 线缆 SDD21 典型结果 5
图 4-1 交换机误码测试仪器及组网 6
图 4-2 GreenBox 扫描 8
图 5-1 线缆 IL 一致性校准效果 11
图 5-2 芯片与铜缆级联结果 13

版权所有 © 海思技术有限公司

表格目录

表 4-1 EQ 档位与寄存器对应关系 7

表 5-1 EEPROM 线缆类型信息烧录 9

版权所有 © 海思技术有限公司

1 概述

1.1 芯片简介

TSA80602 是一款双通道 ACC（Active Copper Cable）Redriver，主要用于数据中心领域机架和框间铜线互联模块，速率可支持最高 56GBaud，适用 PAM4（Pulse Amplitude Modulation）和 NRZ（Non-Return-to-Zero）信号；芯片可应用于 QSFP、QSFP-DD、SFP+等各种 MSA（MultiSource Agreement）模块；芯片内部集成 I2C 接口，提供多种调试功能和关键性能监控。

1.2 封装信息

管脚分布如图 1-1 所示。

图1-1 管脚分布图（Top View）

	1	2	3	4	5
A	GND	REFRES	PWR	VREG	GND
B	GND	ATP	DTP1	DTP2	GND
C	OUT1P	GND		GND	IN1P
D	OUT1N	GND	GND	GND	IN1N
E	NC	NC	DTP3	VCM	GND
F	OUT0P	GND	GND	GND	IN0P
G	OUT0N	RESETN		ADDR0	IN0N
H	GND	SCL	SDA	ADDR1	GND

视图方向：Top View，即从封装的顶部往下看，贴着 PCB 侧的 PIN 为底部。

版权所有 © 海思技术有限公司

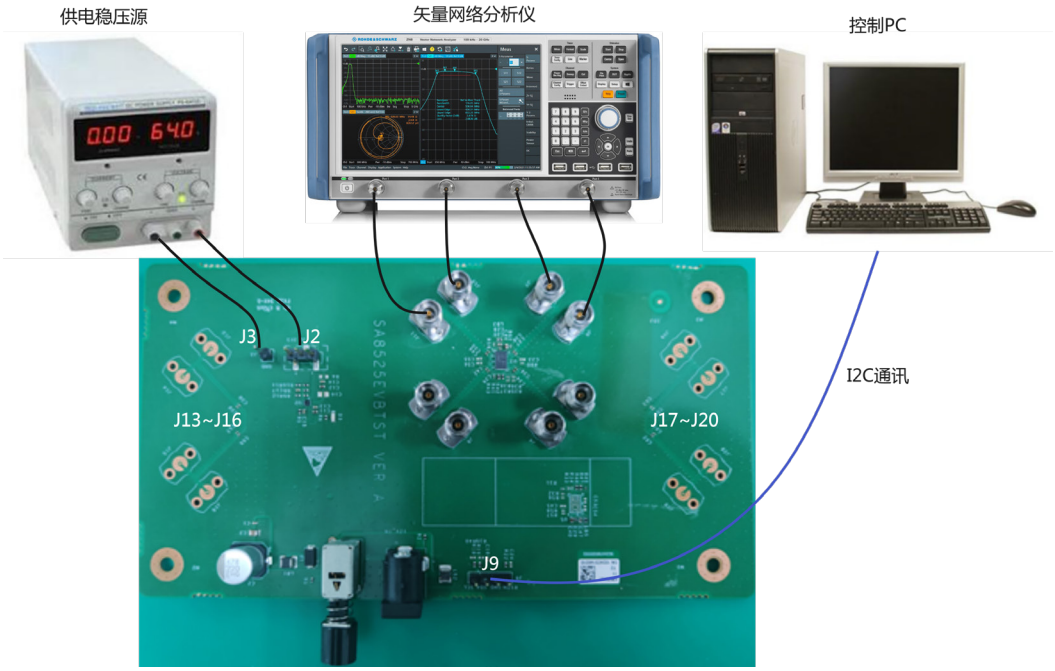
2 芯片 Demo 板调测指导

芯片的 Demo 板用于评估单芯片指标，包括且不限于增益、回损、1dB 压缩点等。该 Demo 板上布置有 4 颗 TSA80602 芯片，其中 1 颗将高速信号引出至 SMA 连接器，可用于测试芯片模拟指标，也可配合 MCU 板进行软件开发工作。

2.1 芯片 Demo 板调测组网说明

对于芯片的 Demo 板测试，其仪器仪表组网如图 2-1 所示。

图2-1 芯片级 Demo 测试仪器仪表组网



先对 4 端口网络分析仪进行校准：Demo 板的测试频率为 0~37GHz，以该频率为网络分析仪的起始、终止频率；同时，网络分析仪的输出信号功率应设置为小于-20dBm。

版权所有 © 海思技术有限公司

Demo 板可通过 12V 电源供电，将 12V DC 电源插入 J2 位号的 12V DC 电源插座，然后使用跳线帽连接 J2 的 1、2 管脚，芯片即上电。

也可以通过稳压源供电，稳压源输入 3.3V，正极连接 J2 的 2 管脚，GND 连接 J3。该供电方案可以通过稳压源观测芯片功耗，同样可以基于此连接方案对芯片做电压拉偏，观测芯片在 3.3V±0.2V 下性能指标。

Demo 板的 J13~J16；J17~J20 为去嵌线，在完成网络分析仪校准后，使用去嵌线进行直通（2xthru）去嵌。完成去嵌后，使用网络分析仪测试去嵌线 S 参数，SDD21 在整个测试频段中损耗波动不应超过 0±1dB。

J9 为 I2C 通讯管脚和板上芯片的复位控制管脚。使用上位机（控制 PC）连接 I2C 控制板，连接上述管脚对芯片进行配置下发。

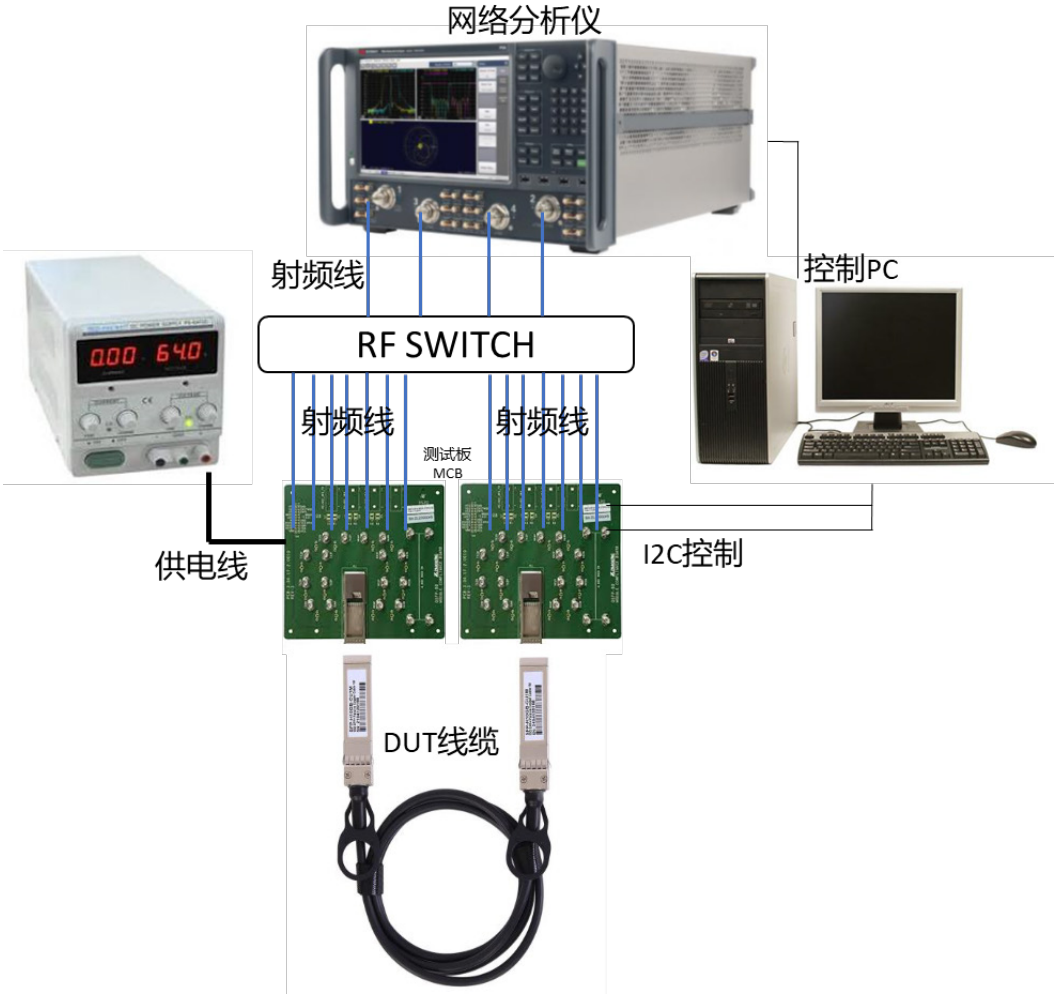
版权所有 © 海思技术有限公司

3 线缆 SI 调测指导

3.1 线缆 SI 调测仪器仪表组网

对于线缆 SI 测试，其仪器仪表组网如图 3-1 所示。

图3-1 线缆 SI 测试仪器仪表组网



版权所有 © 海思技术有限公司

测试步骤如下：

步骤 1 校准并去嵌测试环境，若使用射频开关，则去嵌操作需要覆盖至射频开关+MCB 测试板。

步骤 2 连接好测试系统，DUT 线缆插入测试板中，稳压源启动，给两块测试板上电。

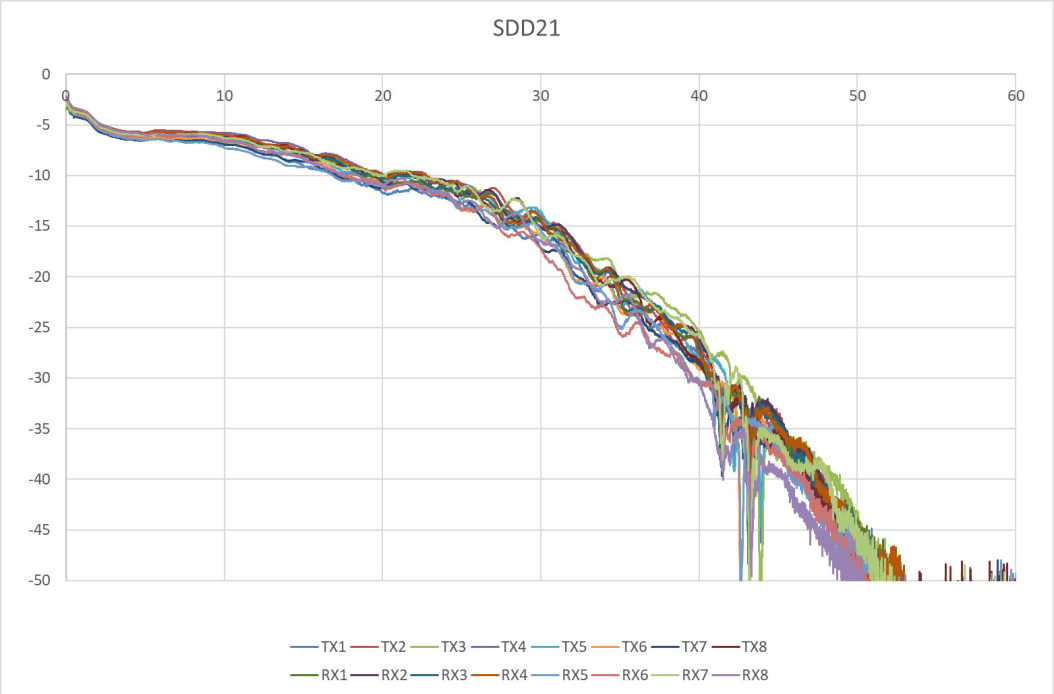
步骤 3 PC 测试软件控制 RF_SWITCH 切换通道。

步骤 4 PC 测试软件控制矢量网络分析仪读取 S 参数并记录。

----结束

3.2 线缆 SI 调测思路

图3-2 线缆 SDD21 典型结果



SDD21 调优结果如图 3-2 所示。

将 SDD21 控制在图示范围内且基本保持单调。

- 插损下限：保证信号完整性，控制码间干扰。
- 插损上限：保证不过补偿，同时控制噪声幅度。

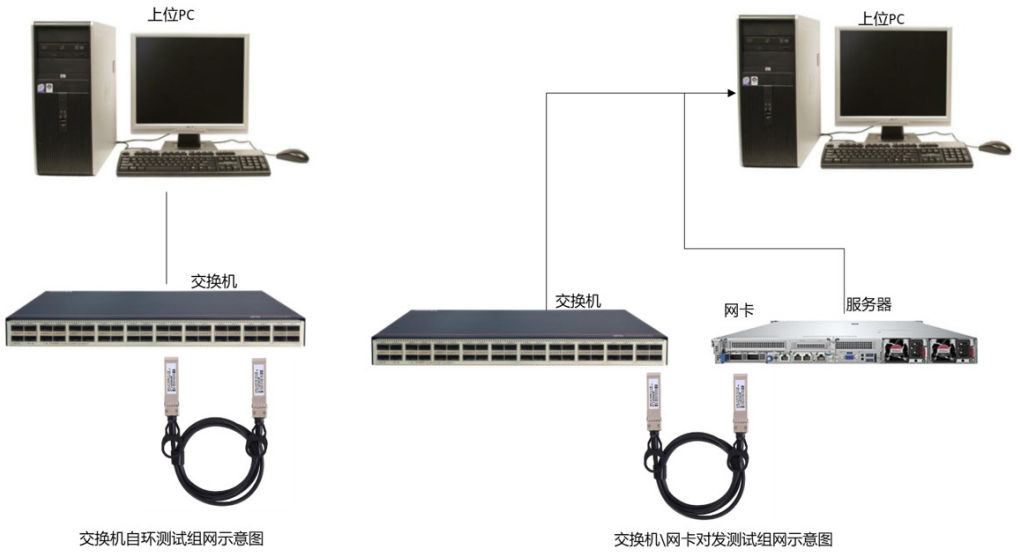
版权所有 © 海思技术有限公司

4 交换机误码调测指导

4.1 交换机误码测试介绍及组网说明

对于线缆在交换机上的误码测试，其所需仪器及组网如图 4-1 所示。

图4-1 交换机误码测试仪器及组网



交换机自环/交换机&网卡对发测试条件：

- 测试码型：PAM4 PRBS31~PRBS57
- 速率：106.25Gpbs
- 温度：常温测试、温循测试

测试步骤如下：

步骤 1 获取交换机自环或者交换机-网卡对发测试所需要的指令，包括对发/自环指令，误码统计指令，码型选择指令等。

版权所有 © 海思技术有限公司

步骤 2 连接好测试系统，对于交换机自环测试，线缆 DUT 插入待测交换机端口 PORTA，端口 PORTB；对于交换机/网卡对发测试，线缆 DUT 插入待测交换机端口 PORTA，服务器端口 PORTB。

步骤 3 PC 控制交换机，服务器，运行测试指令。

步骤 4 数据发送完成后，记录测试结果。

----结束

4.2 交换机误码调测建议

4.2.1 快速误码调整

按 VGA→HF1→HF2→MF→DC att 的顺序调参，即：在 VGA 初始值±2~±4CODE 下扫测误码率，获取最优误码结果下 VGA 配置值；在该值基础上，以 HF1 初始值±2~±4CODE 下扫测误码率，获取最优误码下 HF1 配置；以此类推，从而获取局部误码率最优的配置。

VGA→HF1→HF2→MF→DC att 对应寄存器如表 4-1 所示。

表4-1 EQ 档位与寄存器对应关系

频率	寄存器地址		寄存器推荐配置	可调范围	备注	调整规律
	CH0	CH1				
50MHz	0x64[6:4]	0x84[6:4]	0x4A	0x0A-0x7A	DC BOOST	随 Code 值增加，增益减小
200MHz~450MHz	0x65[7:5]	0x85[7:5]	0x20	0x00,0x20,0x40,0x60,0x80,0xA0,0xC0,0xE0	VLF BOOST	随 Code 值增加，增益增大
6GHz~10GHz	0x64[3:0]	0x84[3:0]	0x4A	0x40-0x4F	MF BOOST	随 Code 值增加，增益增大
20GHz~35GHz	0x63[2:0]	0x83[2:0]	0xD0	0xD0-0xD7	HF2 BOOST	随 Code 值增加，增益增大
20GHz~40GHz	0x63[7:4]	0x83[7:4]	0xD0	0x00-0xF0	HF1 BOOST	随 Code 值增加，增益增大
整体增益	0x61[3:0]	0x81[3:0]	0x7E	0x70-0x7F	VGA Gain	随 Code 值增加，增益增大

版权所有 © 海思技术有限公司

4.2.2 GreenBox 扫描

若上述快速误码调整的结果不足以满足系统级误码率需求，可尝试进行 GreenBox 扫描操作，确认系统需求是否超出系统能力。

GreenBox 扫描，即为选定两个 EQ 档位调整项，分别作为 X-Y 两坐标轴，进行误码率扫描。如图 4-2 所示。

图4-2 GreenBox 扫描

HF2 = 0； 其他为默认配置					
2.5M_线缆A-两头共16CH_平均误码					
HF2=0	HF1=6	HF1=9	HF1=B	HF1=D	HF1=F
VGA=6	1.25E-06	5.53E-08	1.06E-07	1.67E-09	1.63E-08
VGA=9	3.93E-07	5.45E-08	2.49E-08	3.64E-09	2.80E-09
VGA=B	2.39E-08	9.49E-09	3.64E-09	1.29E-09	2.10E-09
VGA=D	3.61E-09	6.14E-09	1.53E-09	1.51E-09	2.47E-10
VGA=F	1.50E-08	3.00E-09	1.64E-09	2.46E-10	5.89E-10
2.5M**线缆A**-两头共16CH_**最差通道误码**					
HF2=0	HF1=6	HF1=9	HF1=B	HF1=D	HF1=F
VGA=6	5.06E-06	2.33E-07	5.24E-07	7.66E-09	8.40E-08
VGA=9	1.97E-06	2.98E-07	1.71E-07	1.89E-08	1.78E-08
VGA=B	1.67E-07	5.79E-08	2.36E-08	9.07E-09	1.68E-08
VGA=D	2.57E-08	3.84E-08	1.28E-08	1.21E-08	1.98E-09
VGA=F	1.09E-07	2.46E-08	1.35E-08	2.27E-09	5.91E-09

重点关注 VGA/HF1 GreenBox 表现，这两个 EQ 档位是对误码率影响最大的配置。GreenBox 完成后可以获得全局最优配置，在全局最优的 VGA/HF1 下，对 HF2→MF→DC att 进行扫描。

版权所有 © 海思技术有限公司

5 调测 FAQ

5.1 如何排查线缆虚焊

线缆是否虚焊，可通过网分 SI 测试做初步排查。线缆 SI 测试详见 3 线缆 SI 调测指导。

若线缆某通道 SDD21 低频下相较于预期降低 6dB，然后随着频率升高，SDD21 与其他通道汇合，则说明该通道差分对中单线存在焊点虚焊，相当于引入串联小电容，导致低频幅度减半，IL 增大 6dB；并随着频率提升，与其他通道汇合。

5.2 线缆直插入交换机不识别

先进行 5.1 如何排查线缆虚焊操作，确认是否存在线缆虚焊问题。

其次，检查线缆的 EEPROM 信息与交换机信息是否匹配。部分交换机未对 ACC 线缆做适配工作，线缆插入交换机光口后，交换机读取线缆 EEPROM 信息后判断线缆规格不符，终止建链。

以某 QSFP-DD 线缆举例：该线缆接入某交换机后不识别，其 EEPROM 线缆类型信息烧录如表 5-1 所示。

表5-1 EEPROM 线缆类型信息烧录

A0h Data Address/ A0h 数据地址		Name of Field/ 字段名称	Value(hex)/值(十六进制)	Value Description/取值含义说明
85	ALL	Module Type Encodings	04	00h: Undefined 01h: Optical Interfaces: MMF 02h: Optical interfaces: SMF 03h:Passive Cu 04h:Active Cable 005h:Base-T

版权所有 © 海思技术有限公司

A0h Data Address/ A0h 数据地址		Name of Field/ 字段名称	Value(hex)/值(十六进制)	Value Description/取值含义说明
86	ALL	Module Host Electrical interface codes(ApSel: 0001b)	1C	1A: 100GBASE-CR4 NRZ 1D: 400G CR8 PAM4

通过取值含义可以看出，该线缆在 page 中定义类型为 Active Cable。将线缆信息从 ACC 修改为 DAC 后，绕过交换机的线缆类型检测，此后可以正常建链打流，做误码测试等操作。

须知

将 ACC 线缆的类型信息修改为 DAC 属于排障手段，在线缆的导入流程中，若出现上述问题，还是需要推动用户完成交换机线缆类型兼容性的适配。否则有可能会影响交换机的 EQ 自适应等功能。

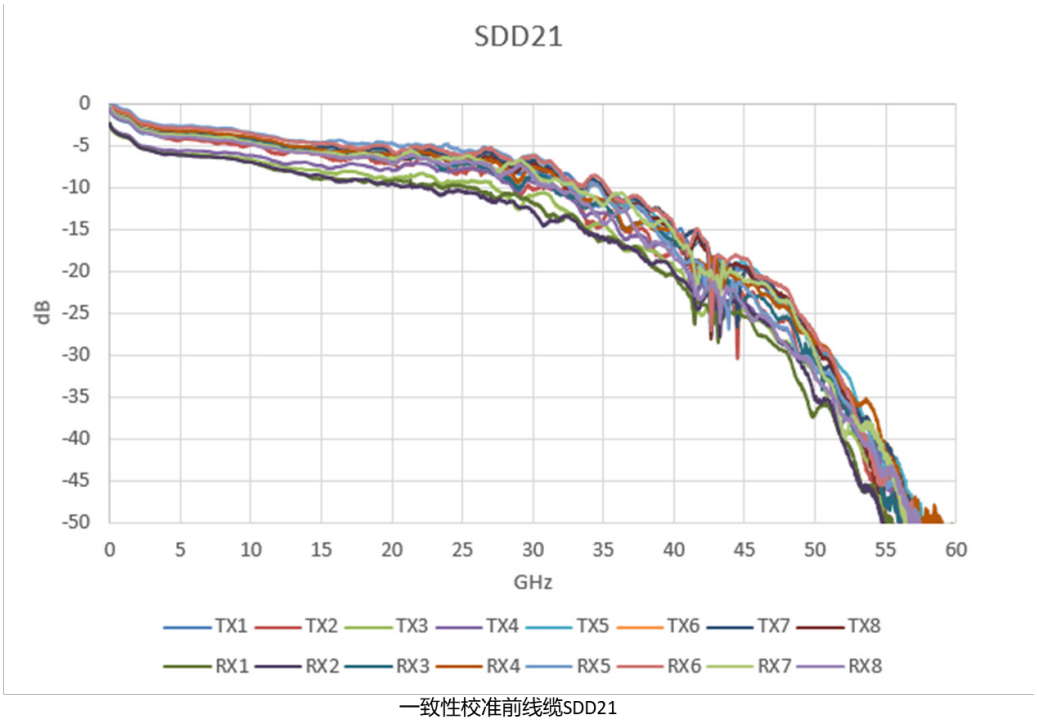
5.3 如何保证芯片增益一致性

芯片在出厂时，由于工艺差异，会导致在相同配置下，芯片增益上下波动。一致性校准便是基于出厂测试的结果，将增益偏大/偏小的具体值写入芯片的 EFUSE 中。在使用时，通过读取 EFUSE 中 0x4D 的增益信息，用 MCU 软件处理的方式将增益配置的偏差值合入客户配置。具体补偿方案详见用户手册增益校准章节。

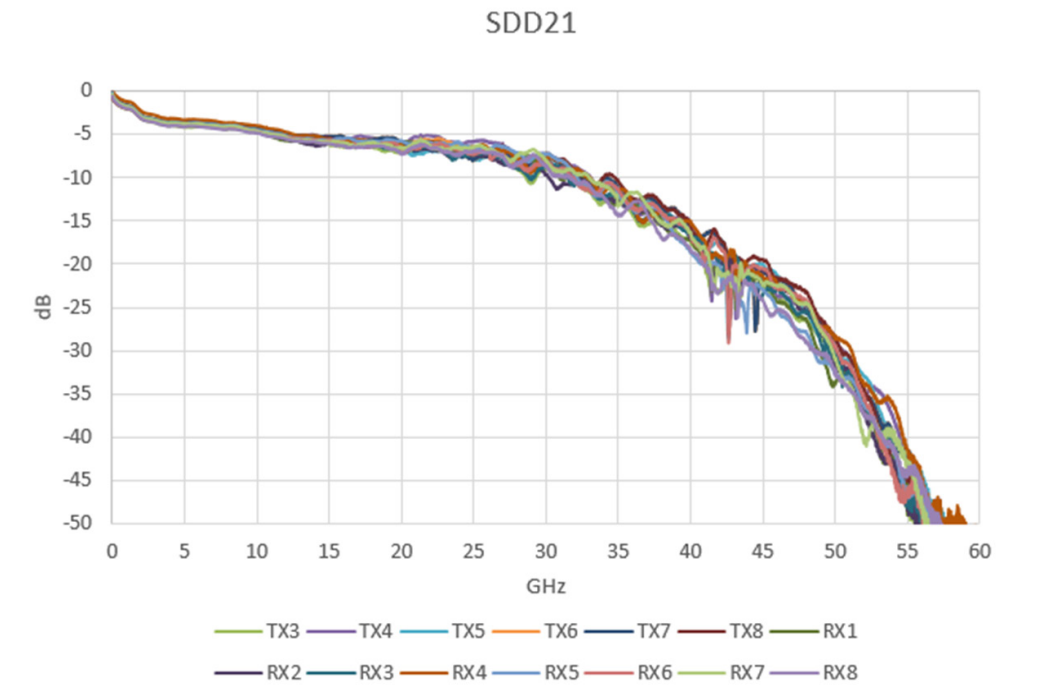
校准后线缆 IL 一致性效果如图 5-1 所示。

版权所有 © 海思技术有限公司

图5-1 线缆 IL 一致性校准效果



一致性校准前线缆SDD21



一致性校准后线缆SDD21

版权所有 © 海思技术有限公司

5.4 线缆插损不符合预期

线缆插损不符合预期很有可能是芯片驱动电流配置异常，可以从两个方面复核验证：

- 直接检查相关寄存器配置

  检查以下寄存器是否按照初始值配置：

  寄存器地址：0x61/0x81 中 bit[7:4] = 0x7；0x62/0x82 = 0xBC；0x6B/0x8B = 0x09。

  上述寄存器为芯片后级电路驱动电流配置，若配置异常会导致线缆增益低于预期。

- 无法读取寄存器情况下亦可检测线缆功耗，快速判断

  若驱动电流配置异常，通常情况下，ACC 线缆功耗会低于预期值：以 OSFP 线缆为例，线缆一侧布置有 4 颗 TSA80602 芯片，单颗芯片所需供电电流约为 95~100mA，则 4 颗芯片供电电流约为 380~400mA，估算 MCU 所需供电电流约为 10mA，则线缆一端总供电电流约在 400mA 左右。

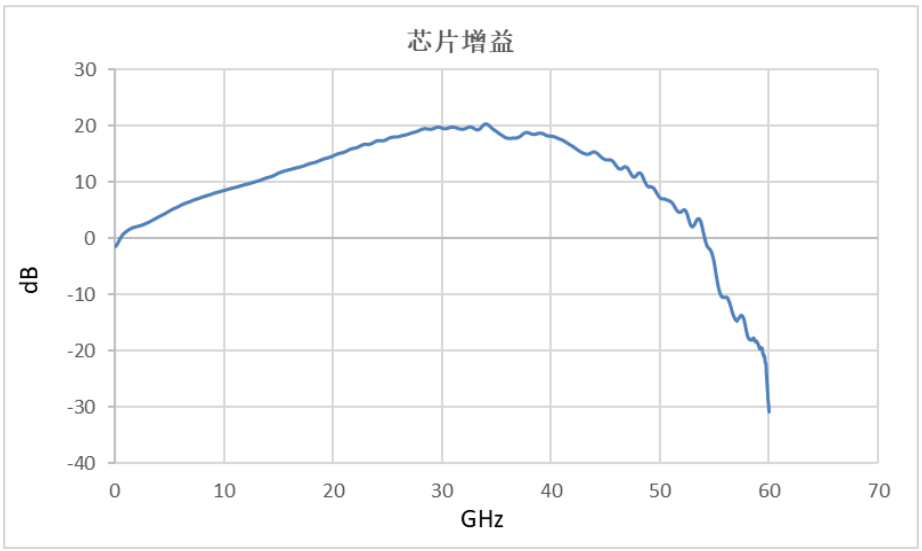
  若供电电流小于预期，如低于 370mA，则需核对寄存器是否配置错误。

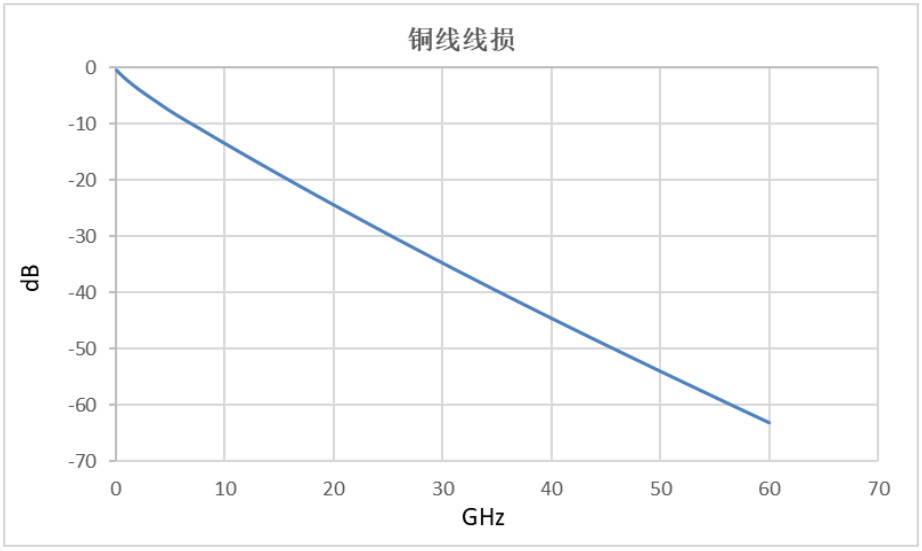
5.5 ACC 线缆的 ILD 测试结果相较于 DAC 差异过大，曲线类型不同

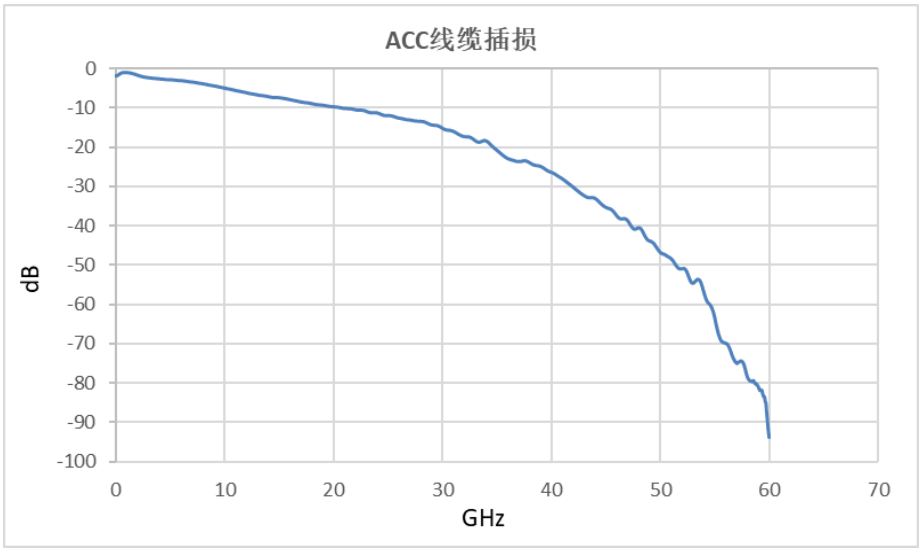
相较 DAC 线缆，ACC 线缆中 TSA80602 为有源器件，故 ACC 线缆的 IL 曲线是 2 芯片 Demo 板调测指导中单芯片增益和裸铜线插损相加后的结果，如图 5-2 所示。

版权所有 © 海思技术有限公司

图5-2 芯片与铜缆级联结果







版权所有 © 海思技术有限公司

其中，因为 Redriver 芯片为有源器件，在达成基频点*1.2 倍系数的频点后，其增益会加速降低，以防止高频噪声的放大。所以在高频 peaking 后，线缆的 IL 斜率会逐步降低，ILD 呈下降趋势。该现象为 ACC 线缆特有性质，ILD 评估不应完全照搬 DAC 指标。

5.6 误码测试 Tcode 问题分析

Tcode 本质为单个数据包中用于前向纠错消耗的资源量。若误码测试中存在跳点问题，很大概率是发生连续误码。

误码测试中，需关注误码率和 Tcode 间对应关系：

- 若误码率和 Tcode 均偏高，Tcode 未出现跳点问题，则说明整系统裕量不足，已经超过了当前配置下 ACC 线缆的能力。需要通过线缆调参解决上述问题。
- 若 Tcode 相较于误码率偏高，且存在跳点问题，则大概率存在误码团聚现象。该现象很可能由线缆阻抗一致性引入，可以先将线缆进行 TDR 测试，检查其阻抗是否存在大幅跳动。

版权所有 © 海思技术有限公司

6 缩略语

缩写	英文解释	中文解释
ACC	Active Copper Cable	有源铜缆
BER	Bit Error Rate	比特差错率，即误码率
CTLE	Continuous Time Linear Equalizer	连续时间线性均衡
DAC	Direct Attach Cables	直联电缆
DUT	Device Under Test	被测器件
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory	电可擦可编程只读存储器
FEC	Forward Error Correction	前向纠错
I2C	Inter-Integrated Circuit	集成电路间电路
IL	Insertion Loss	插入损耗
ILD	Insertion Loss Difference	插入损耗偏差
MCB	Module Compliance Board	模块一致性测试板
MSA	MultiSource Agreement	多元协议
NRZ	Non-Return-to-Zero	不归零解码
OSFP	Octal Small Form Factor Pluggable	小型可插拔光模块封装
PAM4	Pulse Amplitude Modulation	Pulse Amplitude Modulation
VNA	Vector Network Analyzer	矢量网络分析仪
PRBS	Pseudo-Random Binary Sequence	伪随机二进制序列
QSFP	Quad Small Form Factor Pluggable	四通道小型封装可插拔封装
QSFP-DD	Quad Small Form Factor Pluggable-Double Density	四通道小型封装可插拔封装-双倍密度
SFP	Small Form-factor Pluggable	小型可插拔
SI	Signal Integrity	信号完整性
Tcode	Transaction Code	特征码

版权所有 © 海思技术有限公司