

### 产品介绍

该芯片采用 SiGe 工艺制造，单片集成了四个通道的低噪放、衰减器、移相器、开关、驱动放大器、波控电路等模块。芯片具有 6 位移相和 6 位增益控制功能。本芯片所有对外接口均为单端输入输出，片内实现 50Ω 匹配，无须外接匹配电路。收发信号在内部通过功分器相连构成共用端口，每路通道的控制位相互独立，通过片内波控电路来控制芯片的移相和衰减。

### 关键技术指标

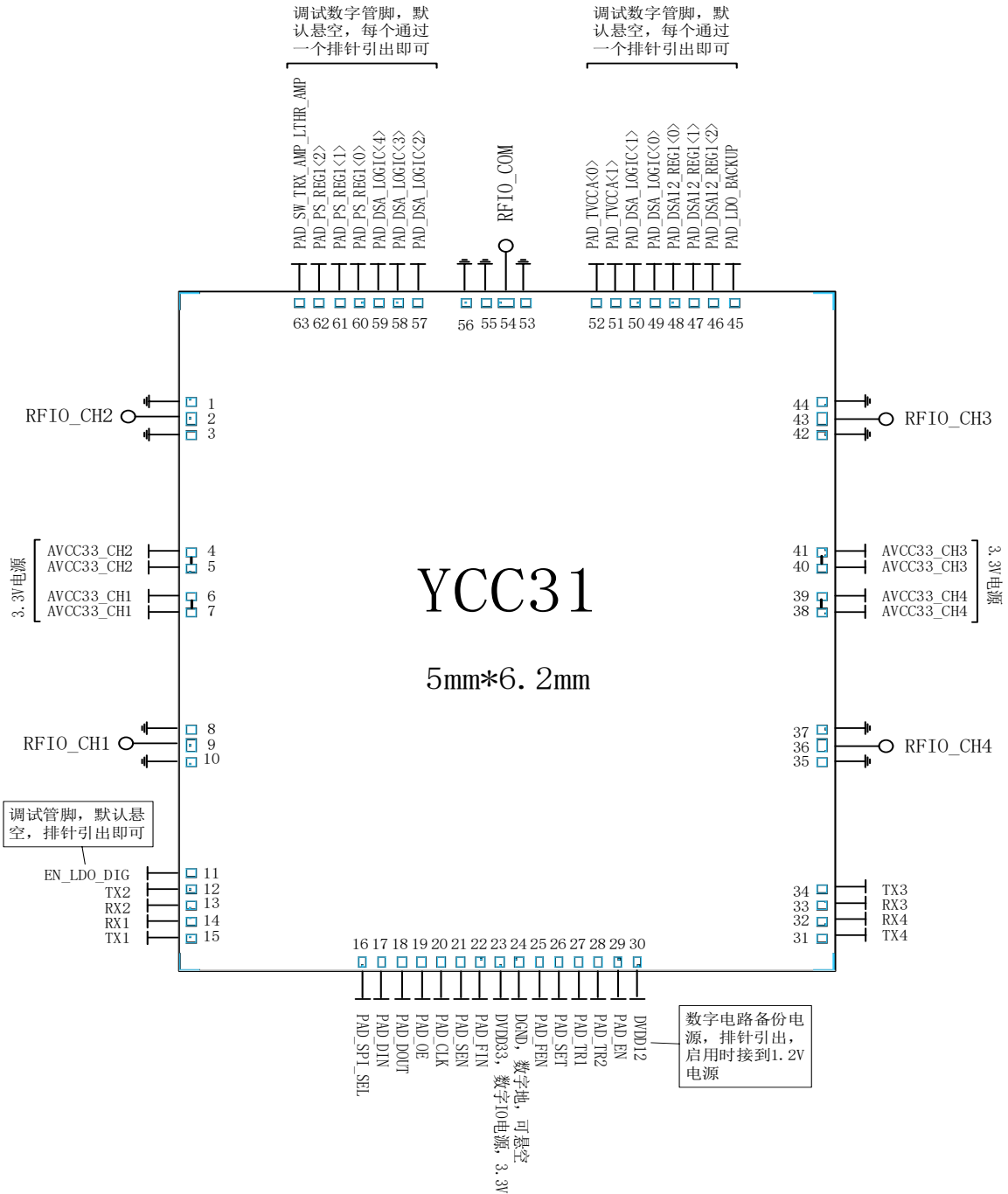
- 工作电源电压：3.3V
- 工作频率范围：14GHz-17GHz
- 6位衰减控制位，步进0.5dB
- 6位移相控制位，步进5.625°
- 接收增益：0dB
- 发射增益：8dB
- 端口驻波比VSWR：<2
- 接收输入P1dB：-2dBm
- 发射输出P1dB/Psat：14dBm
- 接收噪声系数NF：12dB
- RMS相移误差：<2°



**性能指标**

	参数	接收状态		发射状态	
		典型值	最差值	典型值	最差值
	功耗	225mW	234mW	350mW	410mW
	工作频率	14-18GHz			
	S11		-12.5		-9.5
	S22		-12		-13
发射特性	输出功率	-	-	14dBm	
	发射通道带内平坦度			±0.8	±0.9
	发射通道增益			9.74dB	7.15dB
接收特性	接收噪声系数	11.7dB	12.2dB		
	接收通道带内平坦度		±0.7dB		
	接收通道增益	0.4dB	0dB		
	接收输入 1dB 压缩点	>-2dBm	>-2dBm		
移相器特性	精度		5.625°		5.625°
	相位误差 RMS	2		2	
	幅度误差	±0.55	±1	±0.7	±1
	精度		0.5dB		0.5dB
	幅度误差 RMS	0.16	0.23	0.17	0.26
	相位误差	±4.5°	±4.95°	±4.95°	±5.2°

### 端口图



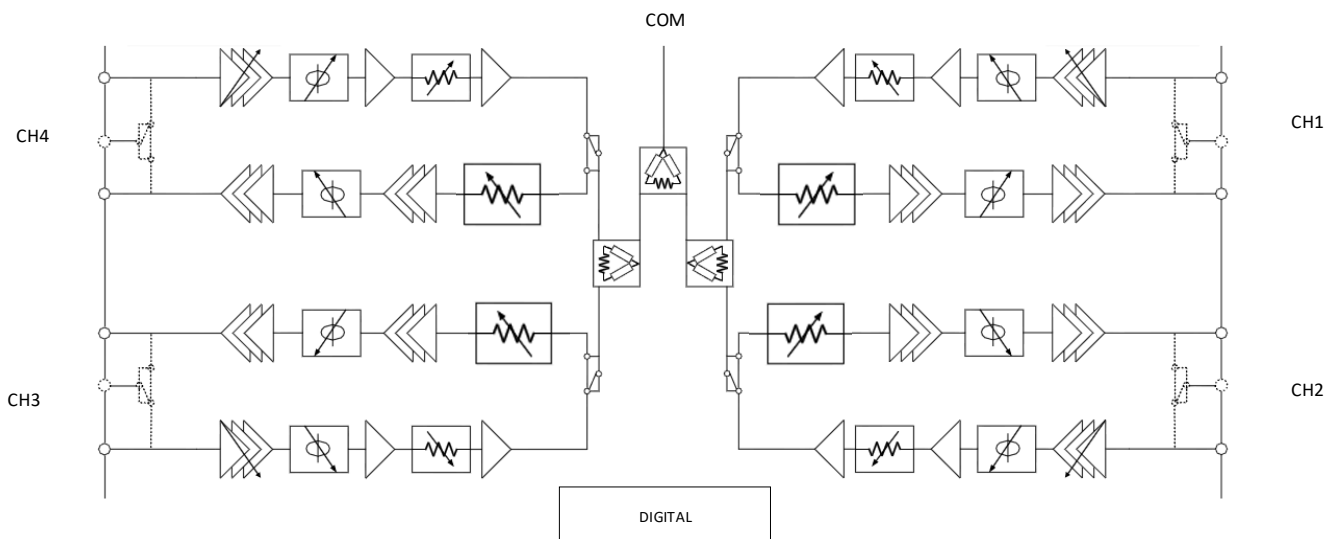
核心管脚管脚定义（其他管脚为调试，使用时悬空即可）

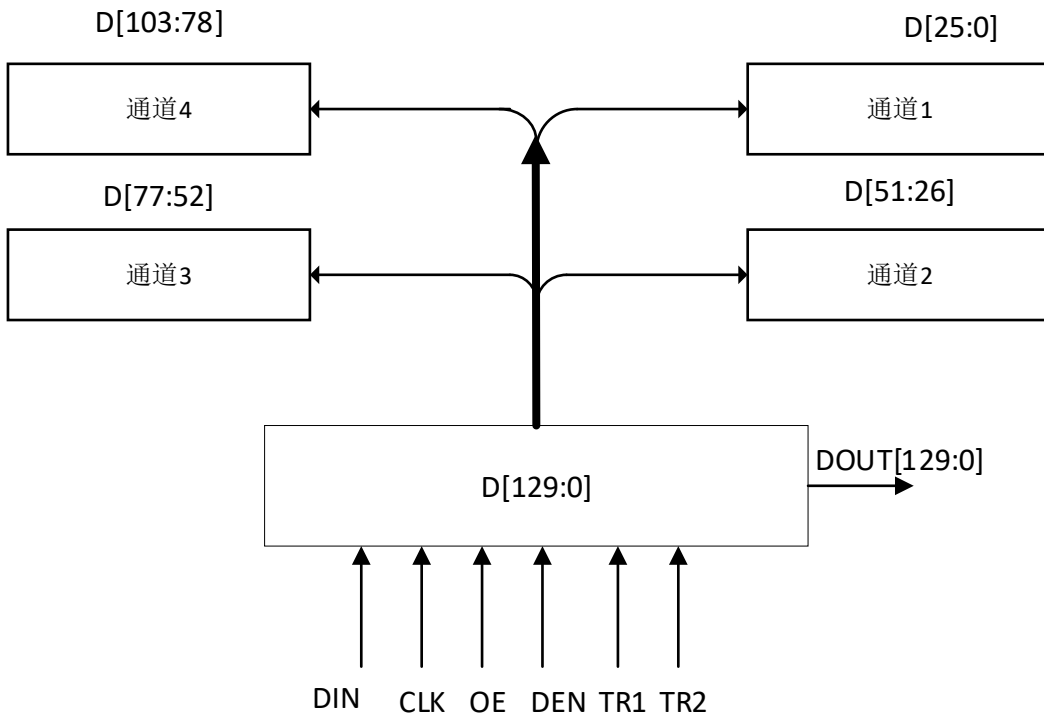
焊盘序号	焊盘名称	焊盘大小/um	焊盘中心坐标(x, y)/um	上下拉	I/O	管脚功能
1	GND	80*80	95.6, 5196	-	-	通道 2 信号端的地
2	RFIO_CH2	80*120	95.6, 5045	-	-	通过探针/K 头和线缆连接到仪器，不需要隔直
3	GND	80*80	95.6, 4893	-	-	通道 2 信号端的地
4	AVCC33_CH2	80*80	95.6, 3825	-	-	通道 1 和通道 2 电源管脚，在 PCB 上可以共用一根电源线，在最靠近 Pin 脚处放置 1pF//1nF//1uF 的滤波电容，电容容值越小越接近 Pin 脚放置
5	AVCC33_CH2	80*80	95.6, 3675	-	-	
6	AVCC33_CH1	80*80	95.6, 3425	-	-	
7	AVCC33_CH1	80*80	95.6, 3275	-	-	
8	GND	80*80	95.6, 2206	-	-	通道 1 信号端的地
9	RFIO_CH1	80*120	95.6, 2056	-	-	通过探针/K 头和线缆连接到仪器，不需要隔直
10	GND	80*80	95.6, 1904	-	-	通道 1 信号端的地
11	EN_LDO_DIG	80*80	95.6, 891	-	输入	数字 LDO 的控制信号，默认悬空，排针引出即可
12	TX2	80*80	95.6, 746	2mA 驱动	输出	数字控制输出信号，3.3V
13	RX2	80*80	95.6, 596	2mA 驱动	输出	数字控制输出信号，3.3V
14	RX1	80*80	95.6, 446	2mA 驱动	输出	数字控制输出信号，3.3V
15	TX1	80*80	95.6, 296	2mA 驱动	输出	数字控制输出信号，3.3V
16	SPI_SEL	70*100	1400, 78.5	下拉	输入	调试模式选择信号，默认悬空，排针引出即可
17	DIN	70*100	1550, 78.5	下拉	输入	数字串行输入
18	DOUT	70*100	1700, 78.5		输出	数据串行输出

19	OE	70*100	1850, 78.5	下拉	输入	数据输出有效
20	CLK	70*100	2000, 78.5	下拉	输入	数字时钟信号
21	DEN	70*100	2150, 78.5	上拉	输入	数据有效
22	FIN	70*100	2300, 78.5	下拉	输入	功能寄存器输入（可悬空）
23	DVDD33	70*100	2450, 78.5			数字供电电源，3.3V，在最靠近 Pin 脚处放置 1pF//1nF//1uF 的滤波电容，电容容值越小越接近 Pin 脚位置放置
24	DGND	70*100	2600, 78.5			数字地，可悬空，内部已经接地
25	FEN	70*100	2750, 78.5	上拉	输入	功能寄存器有效（可悬空）
26	SET	70*100	2900, 78.5	下拉	输入	工作波位锁存
27	TR1	70*100	3050, 78.5	下拉	输入	接收门输入
28	TR2	70*100	3200, 78.5	下拉	输入	发射门输入
29	EN	70*100	3350, 78.5	下拉	输入	功能寄存器数据有效（可悬空）
30	DVDD12	70*100	3500, 78.5			数字核心电路备用电源，默认悬空，排针引出，在最靠近 Pin 脚处放置 1pF//1nF//1uF 的滤波电容，电容容值越小越接近 Pin 脚位置放置
31	TX4	80*80	4904, 296	2mA 驱动	输出	数字控制输出信号，3.3V（输出）
32	RX4	80*80	4904, 446	2mA 驱动	输出	数字控制输出信号，3.3V（输出）
33	RX3	80*80	4904, 596	2mA 驱动	输出	数字控制输出信号，3.3V（输出）
34	TX3	80*80	4904, 746	2mA 驱动	输出	数字控制输出信号，3.3V（输出）
35	GND	80*80	4904, 1904	-	-	通道 4 信号端的地

36	RFIO_CH4	80*120	4904, 2056	-	-	通过探针/K 头和线缆连接到仪器，不需要隔直
37	GND	80*80	4904, 2206	-	-	通道 4 信号端的地
38	AVCC33_CH4	80*80	4904, 3275	-	-	通道 3 和通道 4 电源管脚, 在 PCB 上可以共用一跟电源线, 在最靠近 Pin 脚处放置 1pF//1nF//1uF 的滤波电容, 电容容值越小越接近 Pin 脚放置
39	AVCC33_CH4	80*80	4904, 3425	-	-	
40	AVCC33_CH3	80*80	4904, 3675	-	-	
41	AVCC33_CH3	80*80	4904, 3825	-	-	
42	GND	80*80	4904, 4893	-	-	通道 3 信号端的地
43	RFIO_CH3	80*120	4904, 5045	-	-	通过探针/K 头和线缆连接到仪器，不需要隔直
44	GND	80*80	4904, 5196	-	-	通道 3 信号端的地

## 整体框图





D[129:D104]为备用数字码，暂无功能。

## 状态控制输出说明

收发状态控制，四个通道采用相同的逻辑控制输入，由各个通道的收发状态控制位分别输出相应通道的状态。

根据外部输入的 TR1 及 TR2 和内部配置的 MCT, MCR 信号。

### 通道收发状态控制（全通道收发同步控制）

输入				输出			
TR1	TR2	MCT	MCR	COM-RX	COM-TX	COM-负载	状态
0	0	0	0	导通	关断	关断	接收态
0	0	0	1	关断	关断	导通	负载态

0	0	1	0	导通	关断	关断	接收态
0	0	1	1	关断	关断	导通	负载态
0	1	0	0	关断	关断	导通	负载态
0	1	0	1	关断	关断	导通	负载态
0	1	1	0	关断	关断	导通	负载态
0	1	1	1	关断	关断	导通	负载态
1	0	0	0	-	-	-	过渡态
1	0	0	1	关断	关断	导通	负载态
1	0	1	0	-	-	-	过渡态
1	0	1	1	关断	关断	导通	负载态
1	1	0	0	关断	导通	关断	发射态
1	1	0	1	关断	导通	关断	发射态
1	1	1	0	关断	关断	导通	负载态
1	1	1	1	关断	关断	导通	负载态

- 芯片上电自动复位；
- 负载态时，芯片内部不关电；
- 过渡态码位建议回避，不要使用。

输入信号			输出信号
TR1	TR2	MCR	RX
0	0	0	0



0	0	1	3.3V
0	1	0	3.3V
0	1	1	3.3V
1	0	0	3.3V
1	0	1	3.3V
1	1	0	3.3V
1	1	1	3.3V

输入信号			输出信号
TR1	TR2	MCT	TX
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	3.3V
1	1	1	0

复位时，MCT=MCR=1，处于负载态；进行状态切换时需要对 MCR，MCT 进行相应的配置。

## 130 位数据定义

**第一通道**

D[25:20]	D19	D18	D[17:12]	D[11:6]	D[5:0]
AT1[5:0]	MCR1	MCT1	AR1[5:0]	PT1[5:0]	PR1[5:0]

**第二通道**

D[51:46]	D45	D44	D[43:38]	D[37:32]	D[31:26]
AT2[5:0]	MCR2	MCT2	AR2[5:0]	PT2[5:0]	PR2[5:0]

**第三通道**

D[77:72]	D71	D70	D[69:64]	D[63:58]	D[57:52]
AT3[5:0]	MCR3	MCT3	AR3[5:0]	PT3[5:0]	PR3[5:0]

**第四通道**

D[103:98]	D97	D96	D[95:90]	D[89:84]	D[83:78]
AT4[5:0]	MCR4	MCT4	AR4[5:0]	PT4[5:0]	PR4[5:0]

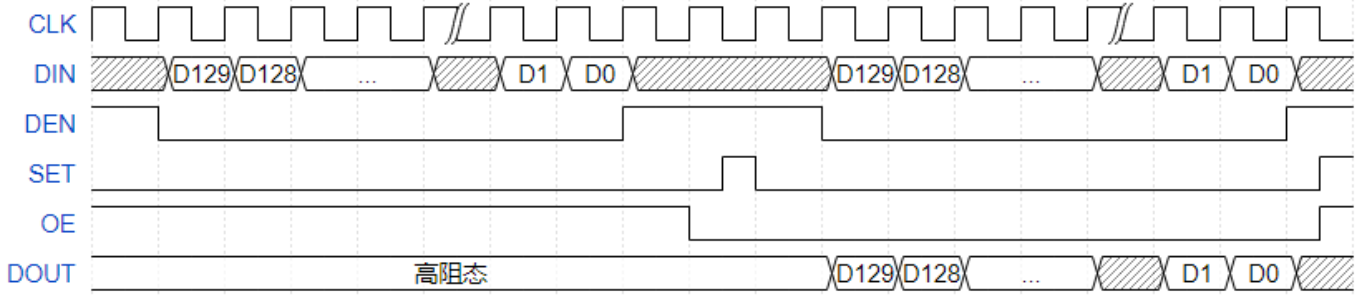
**第五通道（备用）**

D[129:124]	D123	D122	D[121:116]	D[115:110]	D[109:104]
AT5[5:0]	MCT5	MCR5	AR5[5:0]	PT5[5:0]	PR5[5:0]

正常控制 4 路通道时，第五通道功能可忽略。

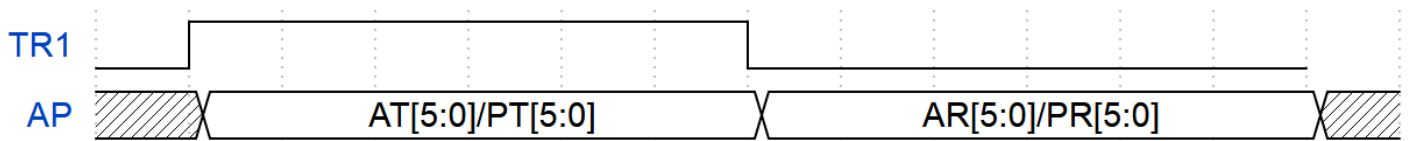
## 波控时序图

数据输入时序，时钟周期可为 1~40MHz。



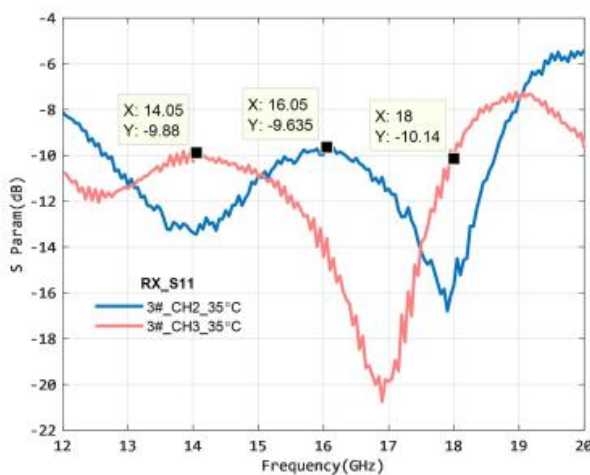
- DIN 共 130 位数字码，时钟下降沿采样；
- SET 为触发信号
- DEN 为低电平时数字样有效；
- DOUT 为数据串行输出，OE 高时为高阻态。

并口输出时序（TR 切换）

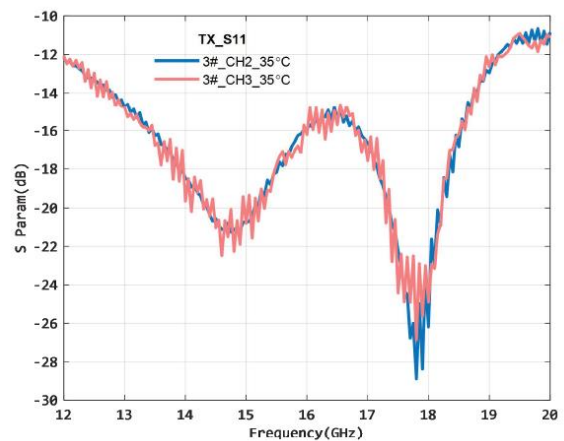


## 常温测试结果

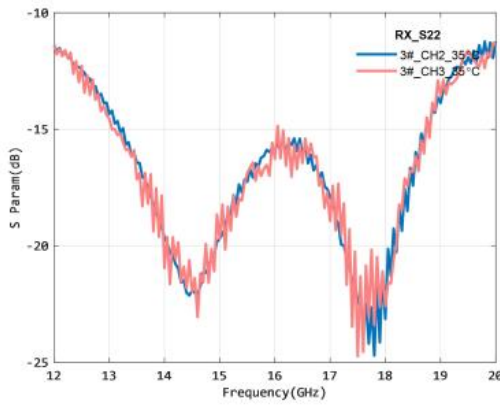
### ● 小信号测试结果



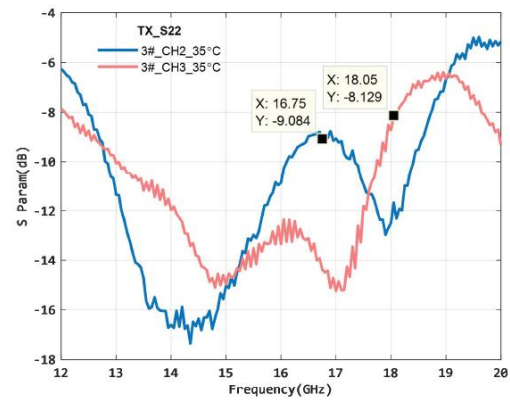
接收通道 S11



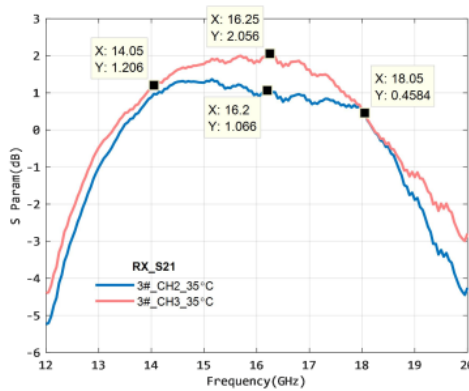
发射通道 S11



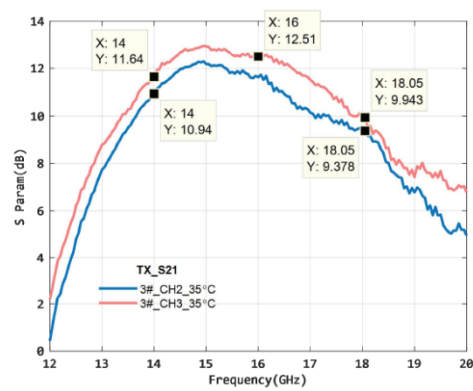
接收通道 S22



发射通道 S22

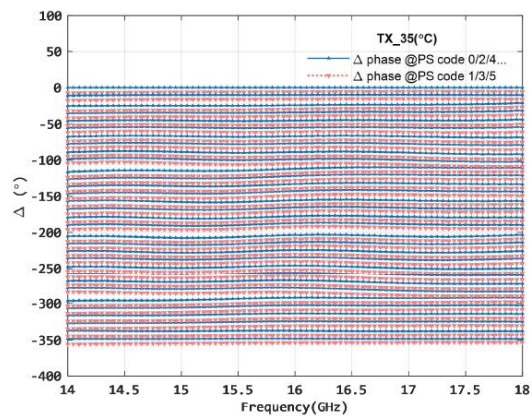
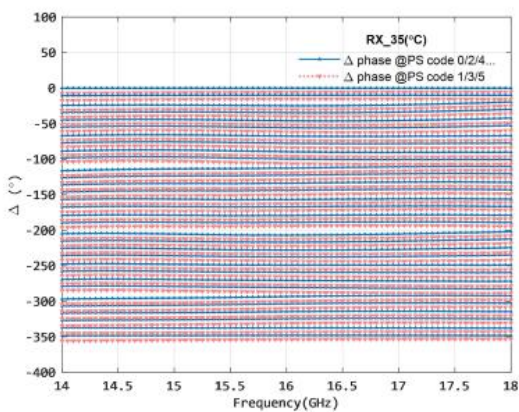


接收通道 S21



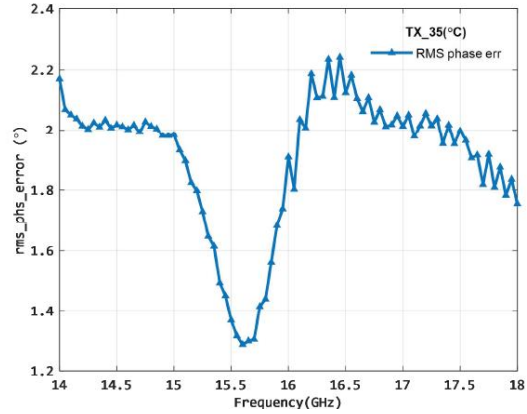
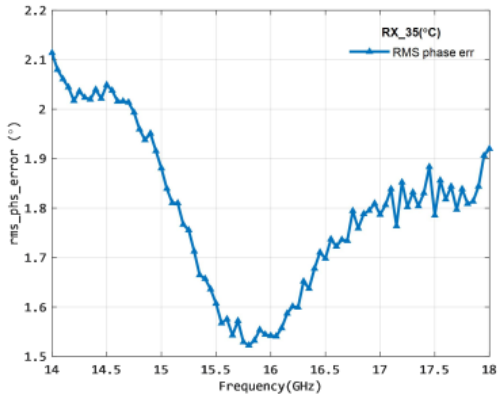
发射通道 S21

● 移相测试结果



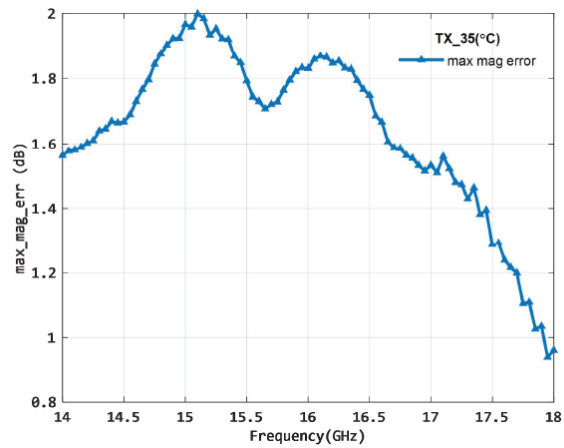
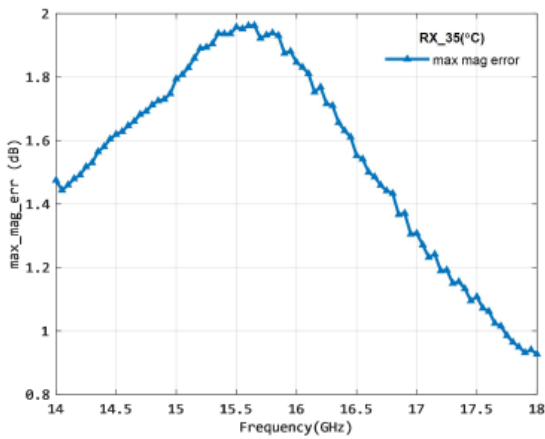
接收相对移相曲线

发射相对移相曲线



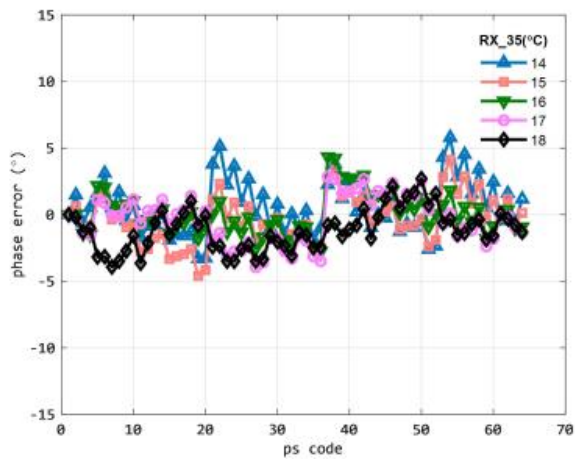
接收均方根相位误差

发射均方根相位误差

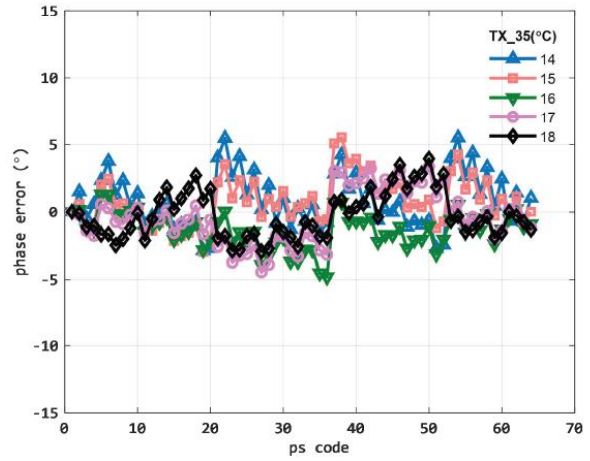


接收 **64** 态移相最大幅度误差

发射 **64** 态移相最大幅度误差

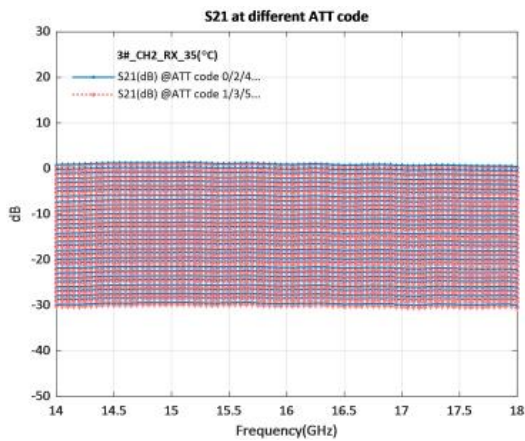


接收移相误差随步进变化

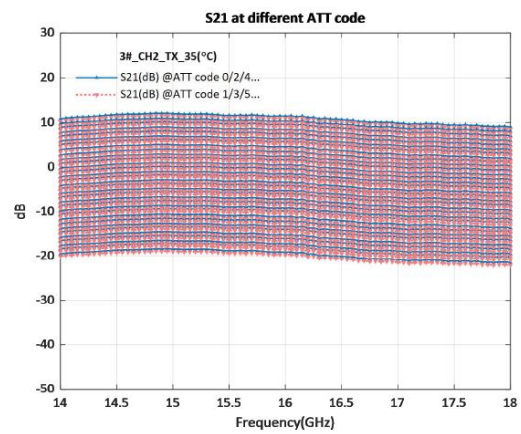


发射移相误差随步进变化

● 衰减器测试

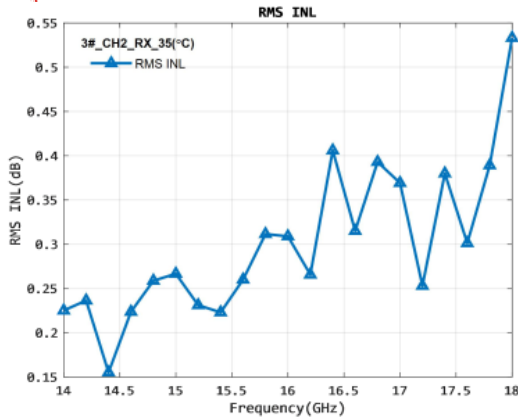


接收 64 位衰减曲线

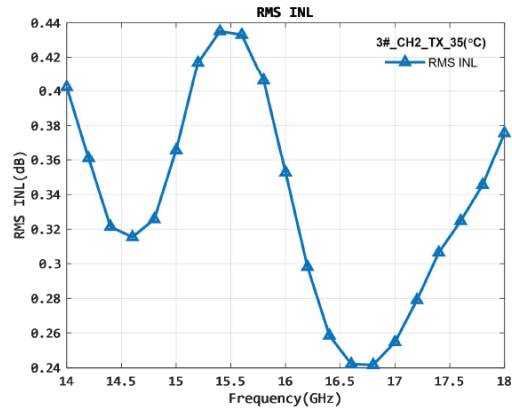


发射 64 位衰减曲线

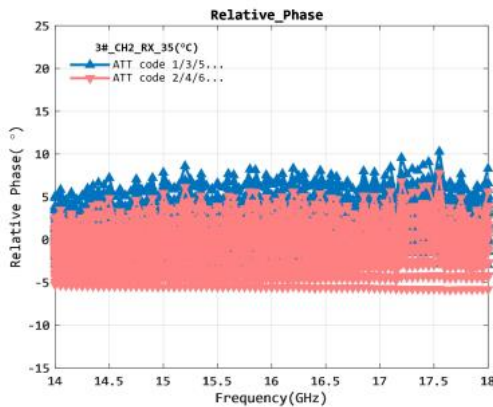




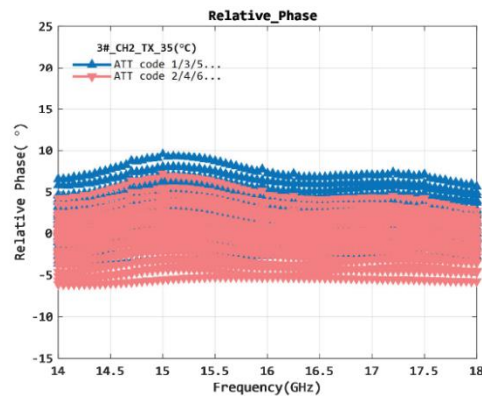
接收衰减均方根误差



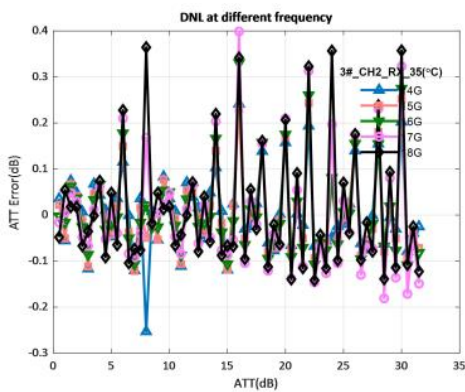
发射衰减均方根误差



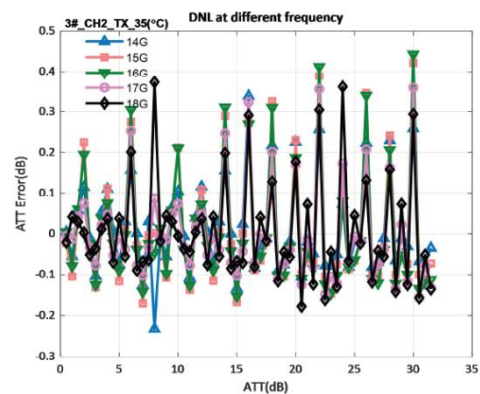
接收 64 位衰减相位偏移



发射 64 位衰减相位偏移

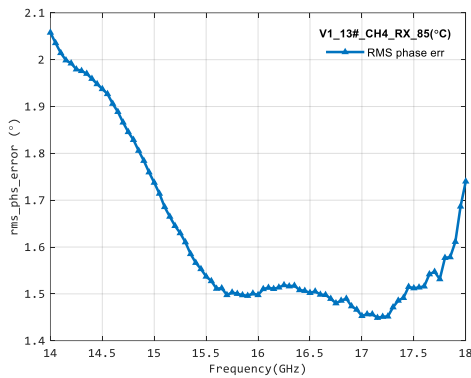


接收衰减步进误差

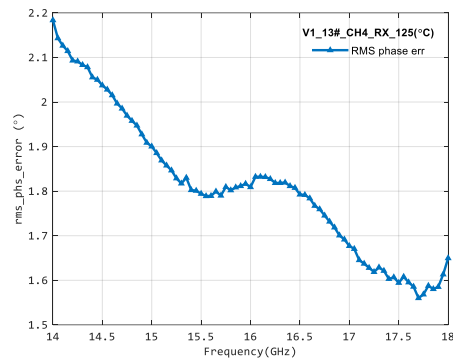


发射衰减步进误差

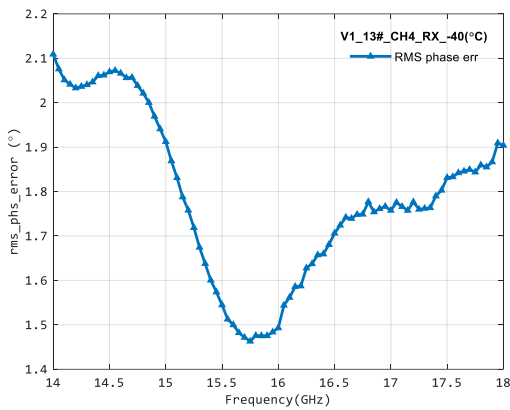
高低温测试结果:



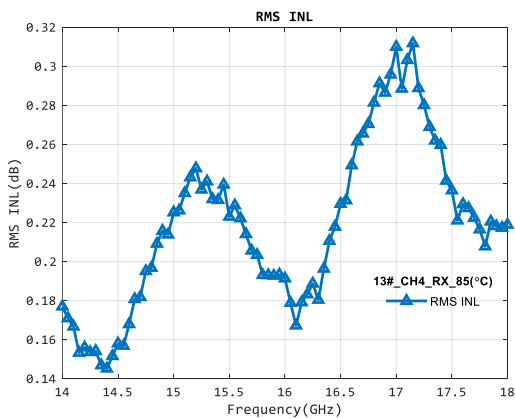
85°C-均方根相位误差



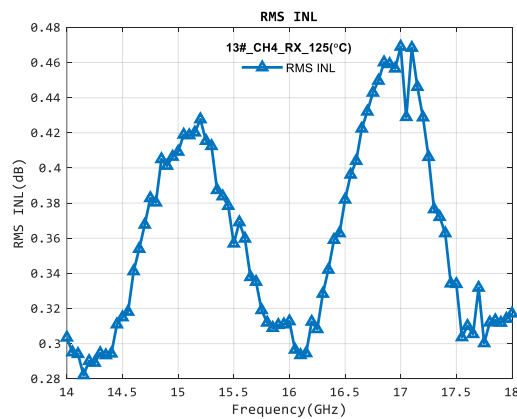
125°C-均方根相位误差



-40°C-均方根相位误差

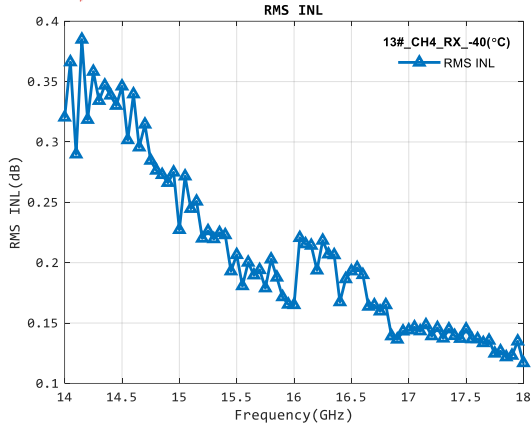


85°C-均方根衰减误差

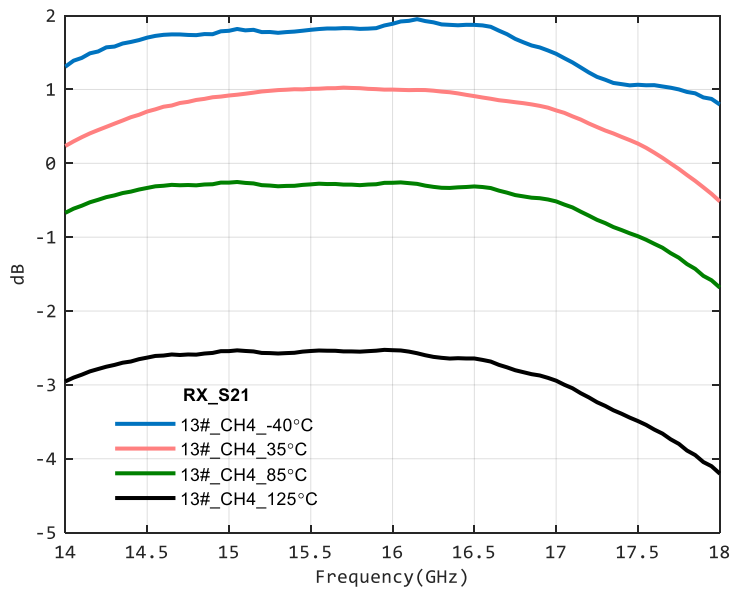


125°C-均方根衰减误差

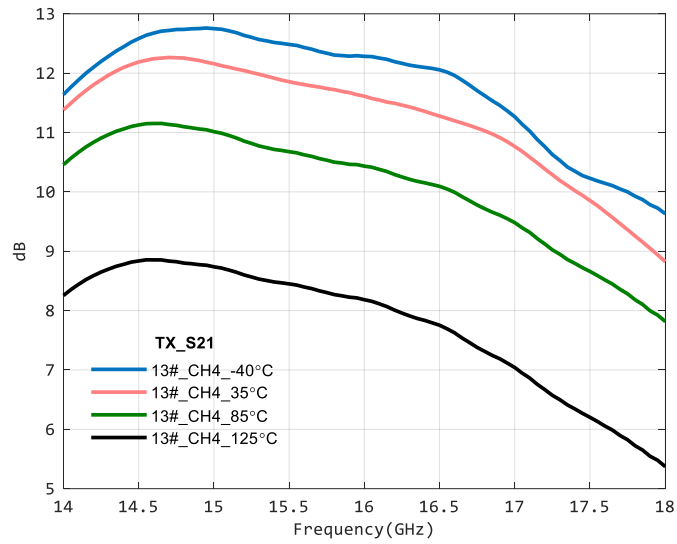




-40°C-均方根衰减误差



不同环境温度下接收增益 S21 测试曲线 (RX-CH4)



不同环境温度下发射增益 S21 测试曲线 (TX-CH4)