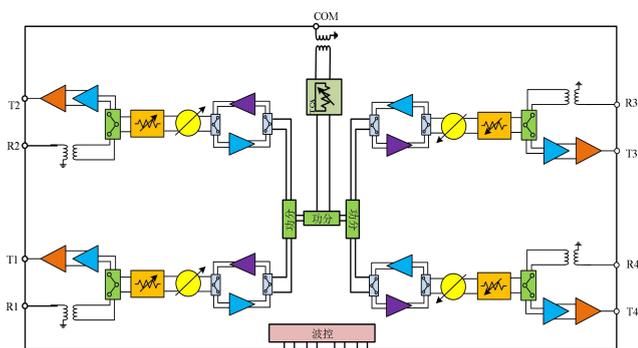


产品介绍

YCC69-0204C1B 是一款 S 波段高集成度四通道多功能芯片。5V 电源供电，工作频率范围 2.4GHz~3.5GHz，包括收发信号放大、衰减、移相、波控、射频前端芯片电源调制等功能。射频端口收发分开，便于前端连接低噪放和功放，支持 7 位衰减、移相。芯片内部包含温度补偿电路，降低了增益随温度的变化。芯片可以广泛应用于 S 波段射频收发分系统中，提高 T/R 组件集成度、系统的可靠性和可调试性。

应用领域

- 雷达
- 通信



YCC69-0204C1B 芯片模块示意图

关键技术指标

- 工作电源电压：5V
- 工作频率范围：2.4GHz~3.5GHz
- 7位衰减控制位，步进0.25dB
- 7位移相控制位，步进2.8125°
- 接收增益：-3.9dB（Rn端口到COM端口）
- 发射增益：24.5dB（COM端口到Tn端口）
- 收发带内增益平坦度：±0.6dB
- 端口驻波比VSWR：<2
- 接收噪声系数NF：10.5dB
- 接收输入P-1dB：8dBm
- 发射输出Psat：24.2dBm
- RMS相移误差-单态：<2°
- RMS衰减误差-单态：<0.2dB
- 衰减附加相移-全态：<±4°
- 移相时幅度一致性-全态：<±0.4dB
- 收发切换时间：<100ns
- 单通道工作电流：68mA/230(290)mA/37mA @接收/静态发射（饱和）/负载

电气特性(测试条件为电源5V, 常温)

基本电性能

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
频率范围		2.7	-	3.5	GHz
接收线性增益	Rn 端口到 COM 端口	-4.6	-	-3.2	dB
发射线性增益	COM 端口到 Tn 端口	23.9	-	25.1	dB
带内增益平坦度		-0.6	-	0.6	dB
端口驻波比		-	-	2	—
接收噪声系数		10.2	-	10.8	dB
接收输入 P-1dB		7.4	-	8.6	dBm
发射输出 Psat		24	-	24.4	dBm
RMS 相移误差-单态		-	-	2	Deg
移相幅度一致性-全态		-0.4	-	0.4	dB
RMS 衰减误差-单态		-	-	0.2	dB
衰减附加相移-全态		-4	-	4	Deg
收发切换时间		-	-	100	ns
单通道接收电流		-	68	-	mA
单通道静态发射电流		-	230	-	mA
单通道饱和发射电流	COM 口输入 4dBm	-	290	-	mA
单通道负载态电流		-	37	-	mA

极限参数

最大电源电压	5.5V
最大射频输入功率	TBD
存储温度	-65~150℃
使用温度	-55~125℃

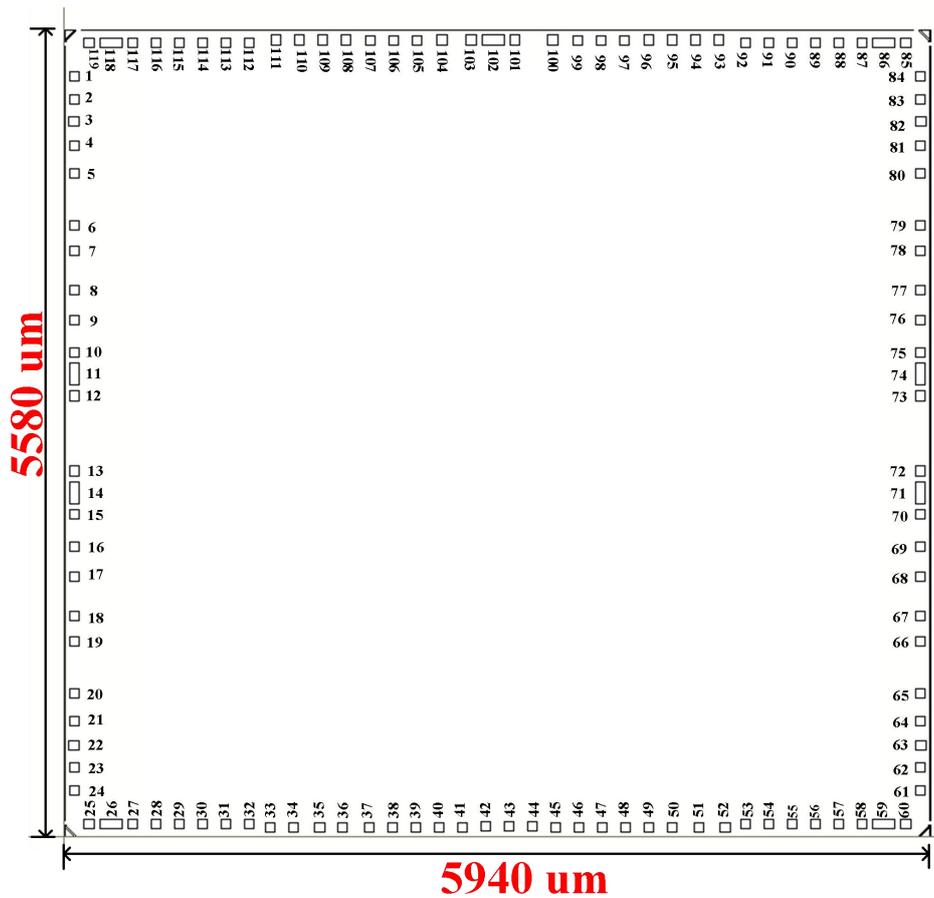
注意: 对以上所列的最大极限值, 如果器件工作在超过此极限值的环境中, 很可能对器件造成永久性破坏。

在实际运用中, 最好不要使器件工作在此极限值或超过此极限值的环境中。

ESD保护

YCC69-0204C1B属于静电敏感型器件。拿取时，需采取合适的ESD保护措施，以免造成性能下降或功能失效。

管脚配置



芯片管脚布局图

芯片焊盘位置及功能信息表

PAD 序号	PAD 名称	X 坐标 (um)	Y 坐标 (um)	大小 (um×um)	备注
1	GND	70	5260	65×65	射频地
2	GND	70	5100	65×65	射频地
3	addiEN_2	65.5	4944.5	65×65	PA 电流偏置支路使能
4	GND	70	4780	65×65	射频地
5	VDD5_2	70	4590	65×65	通道二 5V 电源
6	VDD5_LNA_2	70	4230	65×65	LNA2 调制电路 5V 电源
7	GND	70	4050	65×65	射频地
8	GND	70	3780	65×65	射频地
9	VDD5OUT_LNA_2	70	3570	65×65	LNA2 调制电路输出
10	GND	70	3350	65×65	射频地
11	R_2	70	3200	65×150	通道二接收输入
12	GND	70	3050	65×65	射频地
13	GND	70	2530	65×65	射频地
14	R_1	70	2380	65×150	通道一接收输入
15	GND	70	2230	65×65	射频地
16	VDD5OUT_LNA_1	70	2010	65×65	LNA1 调制电路输出
17	GND	70	1800	65×65	射频地
18	GND	70	1530	65×65	射频地
19	VDD5_LNA_1	70	1350	65×65	LNA1 调制电路 5V 电源
20	VDD5_1	70	990	65×65	通道一 5V 电源
21	GND	70	800	65×65	射频地
22	GND	70	635.5	65×65	射频地
23	addiEN_1	65.5	480	65×65	PA 电流偏置支路使能
24	GND	70	320	65×65	射频地
25	GND	170	90	65×65	射频地
26	T_1	320	90	65×150	通道一发射输出
27	GND	470	90	65×65	射频地
28	GND	630	90	65×65	射频地
29	VDD5_1	790	90	65×65	通道一 5V 电源
30	GND	950	90	65×65	射频地
31	GND	1110	90	65×65	射频地
32	GND	1270	90	65×65	射频地
33	VIN	1410	65.5	65×65	感温输入电压
34	tx_2	1572	65.5	65×65	通道二发射电源调制输出控制
35	tx_1	1752	65.5	65×65	通道一发射电源调制输出控制
36	DIN	1910	65.5	65×65	波控串行数据输入
37	DOUT	2092	65.5	65×65	波控串行数据输出
38	OE	2250	65.5	65×65	波控输出使能
39	CLK	2410	65.5	65×65	波控输入时钟

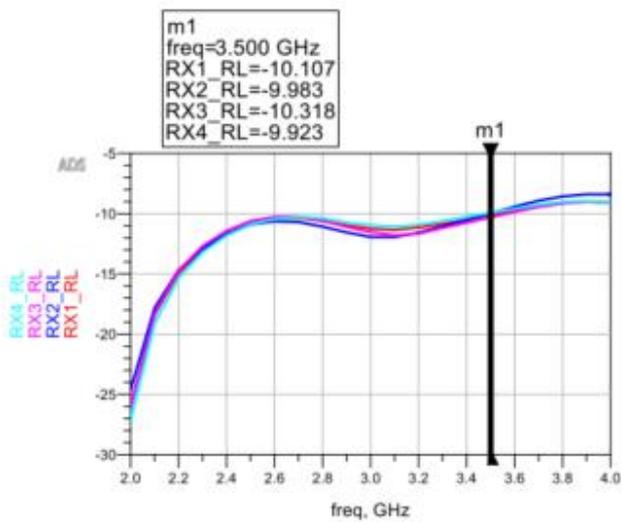
40	DEN	2570	65.5	65×65	波控信号, 为低时串行数据有效
41	LD	2730	65.5	65×65	波控信号, BIT 数据使能
42	VDD1p2_dig	2890	71	65×65	波控内核 1.2V 电源
43	GND_dig	3050	71	65×65	波控地
44	VDD5_dig	3210	71	65×65	波控 5V 电源
45	FIN	3370	65.5	65×65	波控功能寄存器数据输入
46	FEN	3530	65.5	65×65	波控功能寄存器数据有效
47	SET	3690	65.5	65×65	波控, set
48	TR1	3850	65.5	65×65	波控, tr1
49	TR2	4010	65.5	65×65	波控, tr2
50	EN	4170	65.5	65×65	波控, 使能控制
51	tx_4	4352	65.5	65×65	通道四发射电源调制输出控制
52	tx_3	4532	65.5	65×65	通道三发射电源调制输出控制
53	GND	4670	90	65×65	射频地
54	GND	4830	90	65×65	射频地
55	GND	4990	90	65×65	射频地
56	VDD5_4	5150	90	65×65	通道四 5V 电源
57	GND	5310	90	65×65	射频地
58	GND	5470	90	65×65	射频地
59	T_4	5620	90	65×150	通道四发射输出
60	GND	5770	90	65×65	射频地
61	GND	5870	320	65×65	射频地
62	GND	5870	480	65×65	射频地
63	addiEN_4	5874.5	635.5	65×65	PA 电流偏置支路使能
64	GND	5870	800	65×65	射频地
65	VDD5_4	5870	990	65×65	通道四 5V 电源
66	VDD5_LNA_4	5870	1350	65×65	LNA4 调制电路 5V 电源
67	GND	5870	1530	65×65	射频地
68	GND	5870	1800	65×65	射频地
69	VDD5OUT_LNA_4	5870	2010	65×65	LNA4 调制电路输出
70	GND	5870	2230	65×65	射频地
71	R_4	5870	2380	65×150	通道四接收输入
72	GND	5870	2530	65×65	射频地
73	GND	5870	3050	65×65	射频地
74	R_3	5870	3200	65×150	通道三接收输入
75	GND	5870	3350	65×65	射频地
76	VDD5OUT_LNA_3	5870	3570	65×65	LNA3 调制电路输出
77	GND	5870	3780	65×65	射频地
78	GND	5870	4050	65×65	射频地
79	VDD5_LNA_3	5870	4230	65×65	LNA3 调制电路 5V 电源
80	VDD5_3	5870	4590	65×65	通道三 5V 电源
81	GND	5870	4780	65×65	射频地

82	addiEN_3	5874.5	4944.5	65×65	PA 电流偏置支路使能
83	GND	5870	5100	65×65	射频地
84	GND	5870	5260	65×65	射频地
85	GND	5770	5490	65×65	射频地
86	T_3	5620	5490	65×150	通道三发射输出
87	GND	5470	5490	65×65	射频地
88	GND	5310	5490	65×65	射频地
89	VDD5_3	5150	5490	65×65	通道三 5V 电源
90	GND	4990	5490	65×65	射频地
91	GND	4830	5490	65×65	射频地
92	GND	4670	5490	65×65	射频地
93	GND	4490	5510	65×65	射频地
94	GND	4330	5510	65×65	射频地
95	GND	4170	5510	65×65	射频地
96	GND	4010	5510	65×65	射频地
97	ENb_TX	3840	5505.5	65×65	发射 TCA 使能控制
98	B_TX	3680	5505.5	65×65	发射 TCA 控制
99	A_TX	3520	5505.5	65×65	发射 TCA 控制
100	GND	3350	5510	65×65	射频地
101	GND	3090	5510	65×65	射频地
102	COM	2940	5510	65×150	公共端口
103	GND	2790	5510	65×65	射频地
104	GND	2590	5510	65×65	射频地
105	A_RX	2420	5505.5	65×65	接收 TCA 控制
106	B_RX	2260	5505.5	65×65	接收 TCA 控制
107	ENb_RX	2100	5505.5	65×65	接收 TCA 使能控制
108	GND	1930	5510	65×65	射频地
109	GND	1770	5510	65×65	射频地
110	GND	1610	5510	65×65	射频地
111	GND	1450	5510	65×65	射频地
112	GND	1270	5490	65×65	射频地
113	GND	1110	5490	65×65	射频地
114	GND	950	5490	65×65	射频地
115	VDD5_2	790	5490	65×65	通道二 5V 电源
116	GND	630	5490	65×65	射频地
117	GND	470	5490	65×65	射频地
118	T_2	320	5490	65×150	通道二发射输出
119	GND	170	5490	65×65	射频地

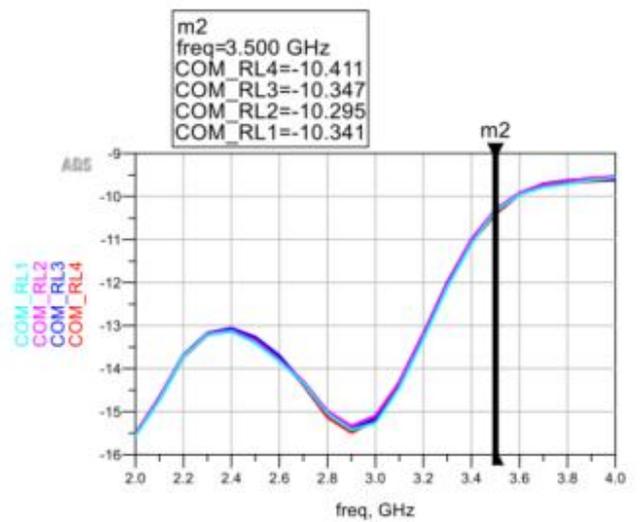
典型测试曲线

(如无特别说明，测试条件为电源电压 5V，常温环境。TX 移相性能和饱和输出功率是在 $p_{in}=4\text{dBm}$ 时所测，其他性能在 $p_{in}=-20\text{dBm}$ 所测)

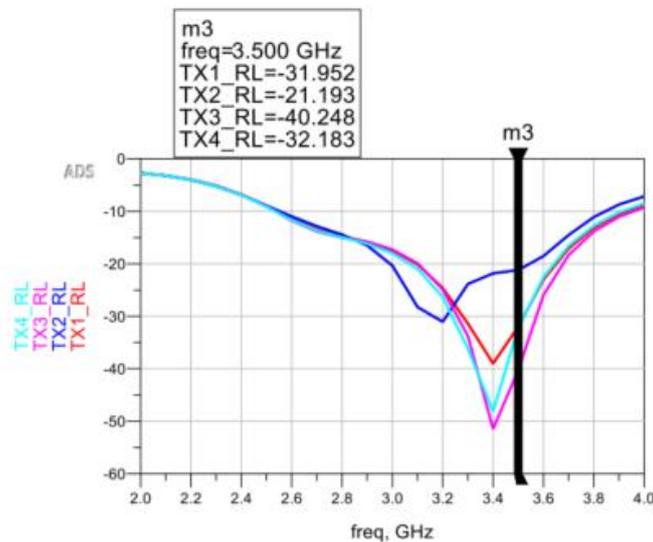
回波损耗



RX 通道输入



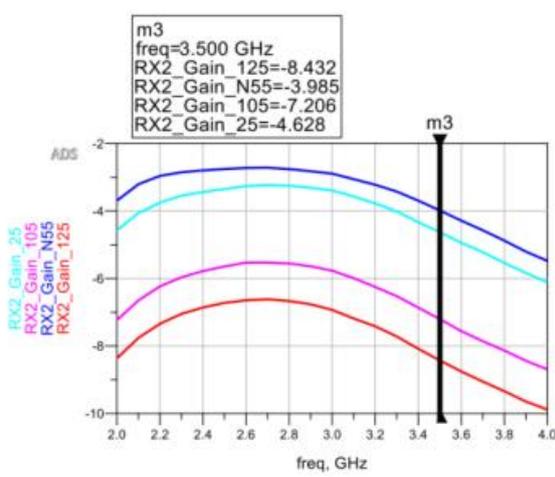
TX 通道输出



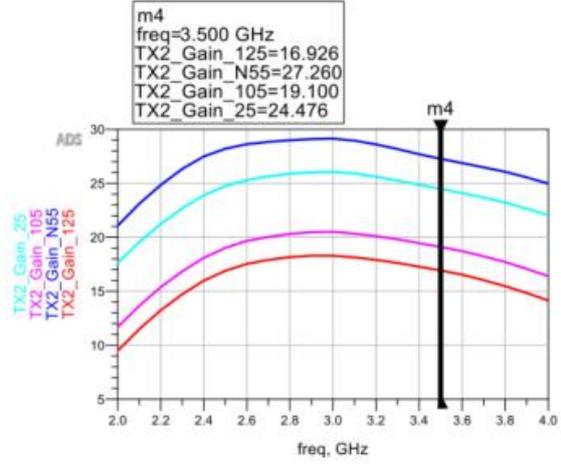
COM 端口

常温下 TX 和 RX 以及公共端口的回波损耗

高低温 TX 和 RX 增益性能

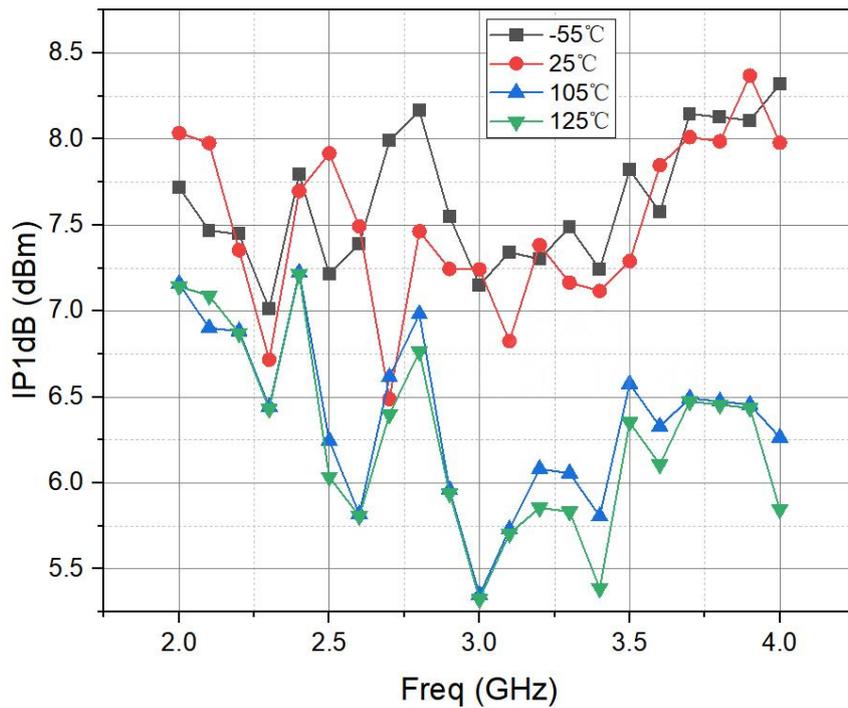


高低温下 RX 的增益

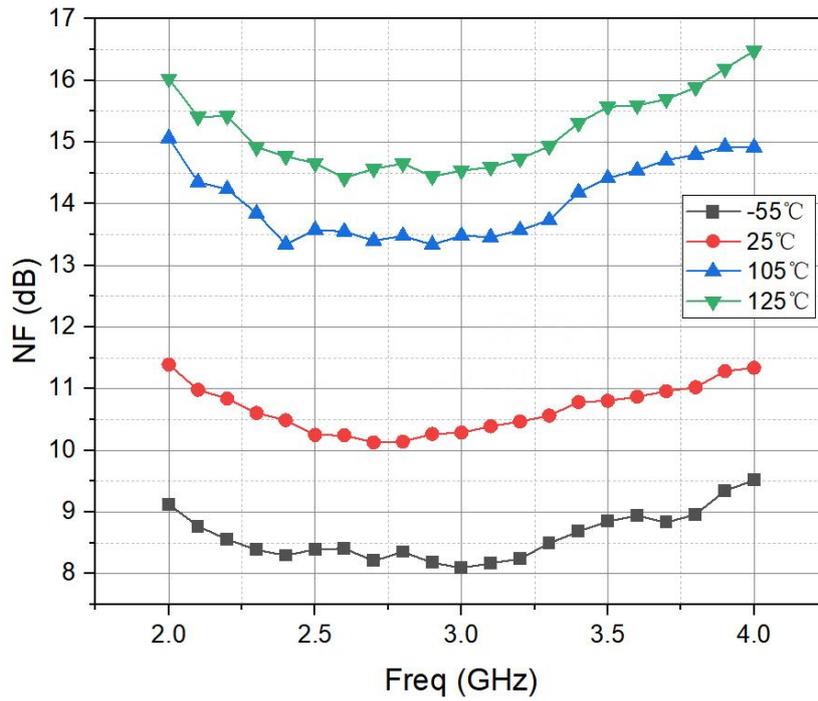


高低温下 TX 的增益

RX 噪声和功率性能

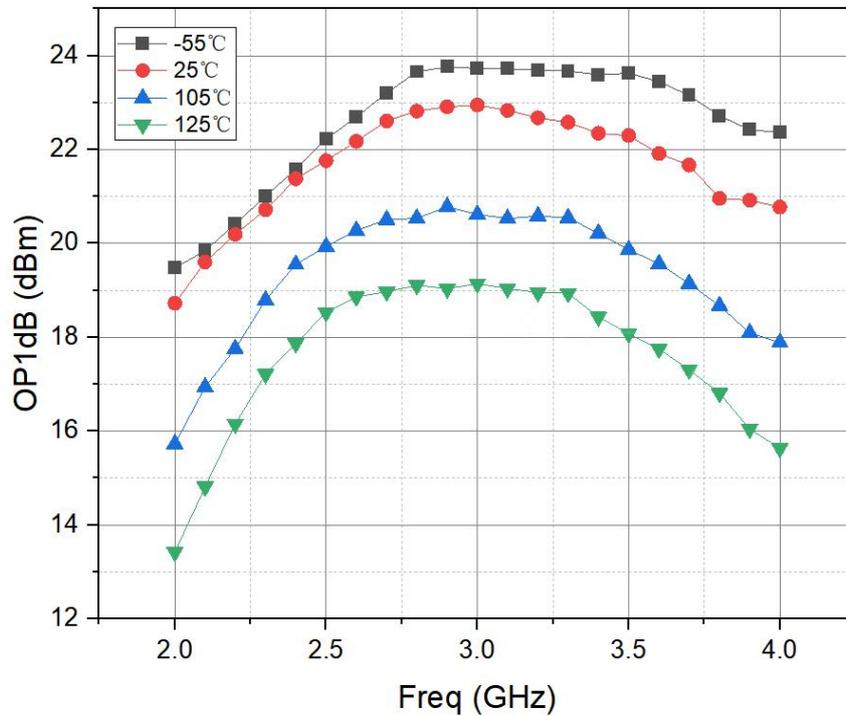


高低温下 RX 的 IP1dB 测试结果

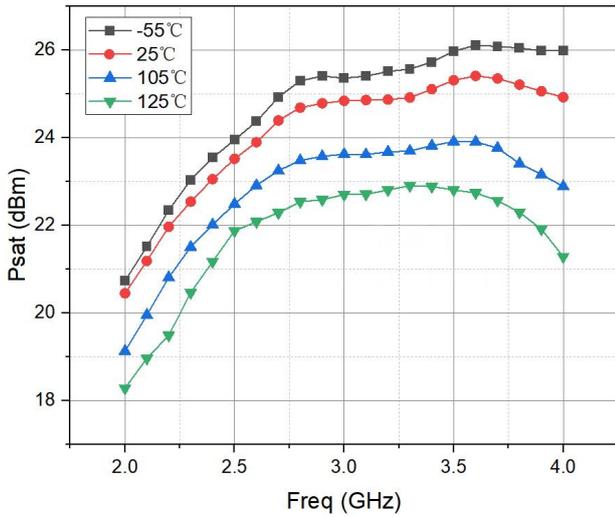


高低温下 RX 的 NF 测试结果

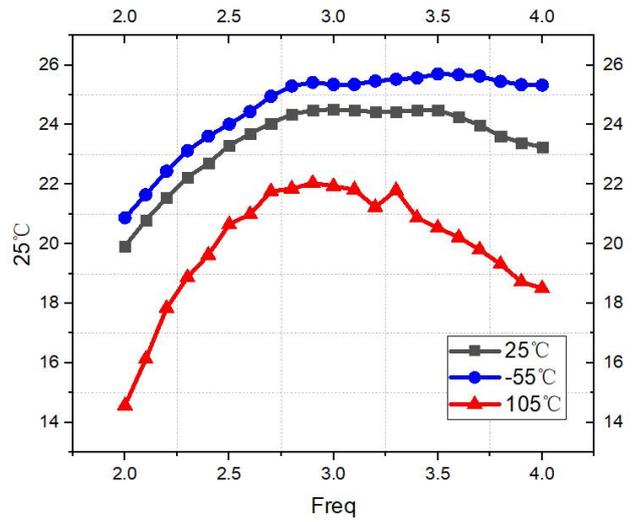
TX 功率性能



高低温下 TX OP1dB 测试结果



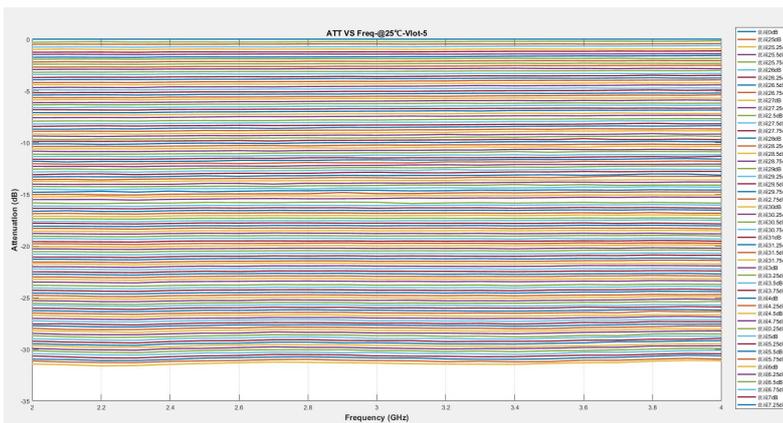
功率扫描 Psat



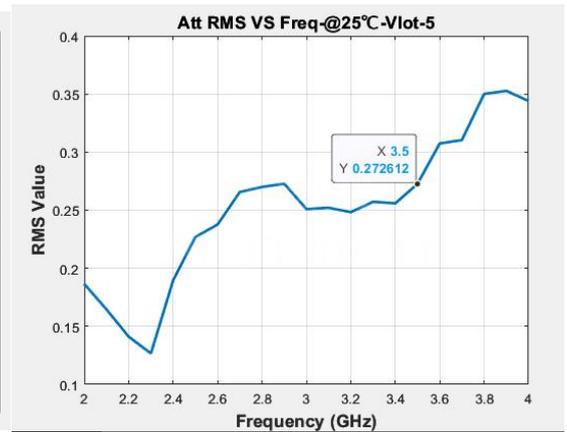
固定功率 Psat

高低温下 TX Psat 测试结果

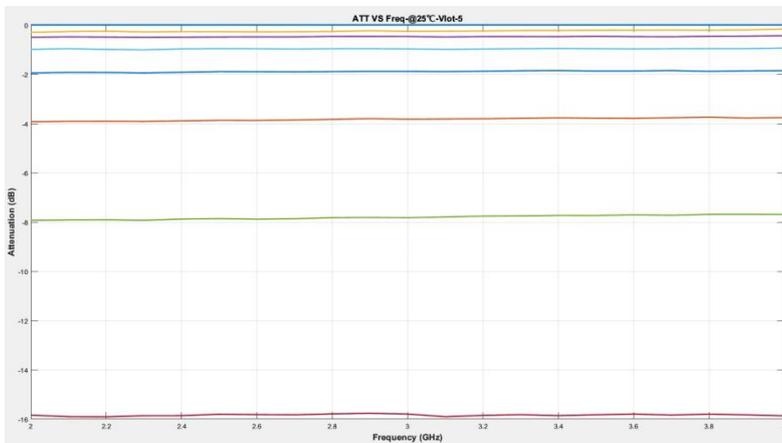
RX 衰减性能



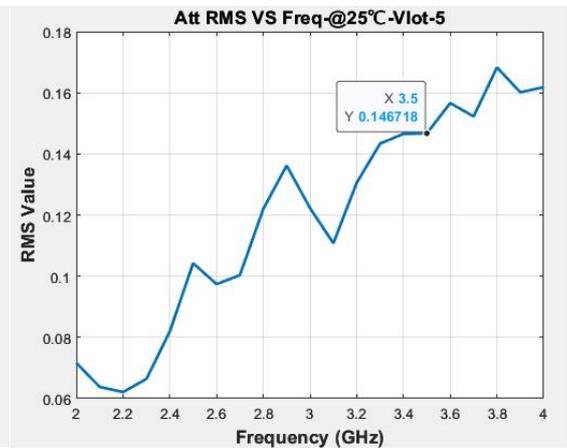
RX_ATT_相对衰减 (全态)



RX_ATT_累计误差 RMS (全态)

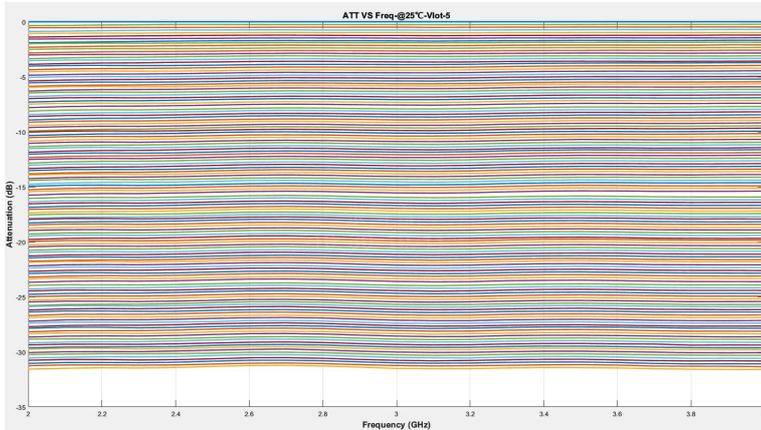


RX_ATT_相对衰减 (单态)

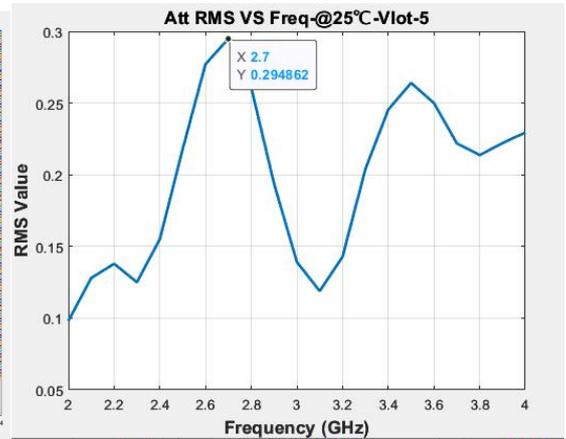


RX_ATT_累计误差 RMS (单态)

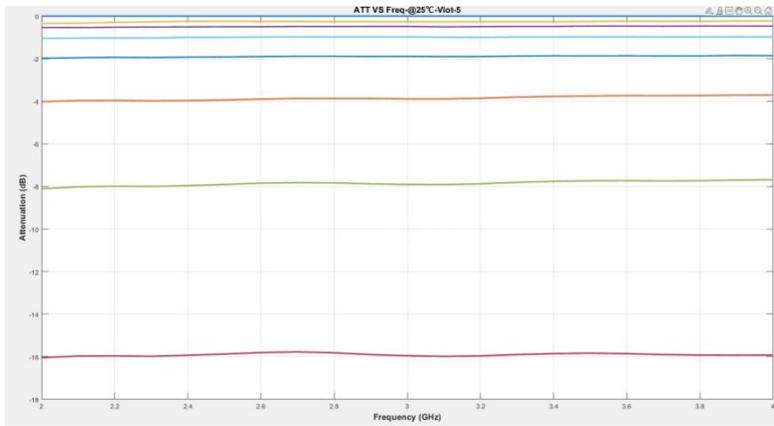
TX 衰减性能



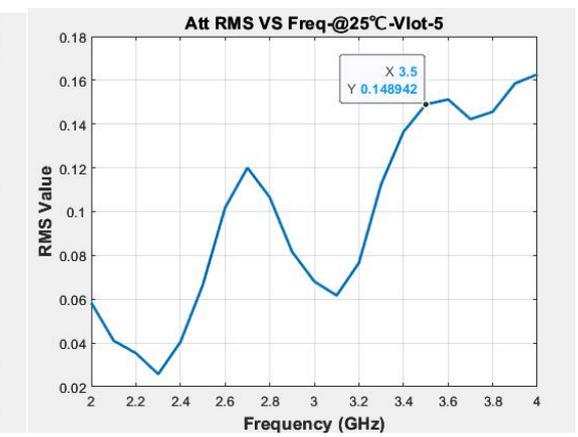
TX_ATT_相对衰减 (全态)



TX_ATT_累计误差 RMS (全态)

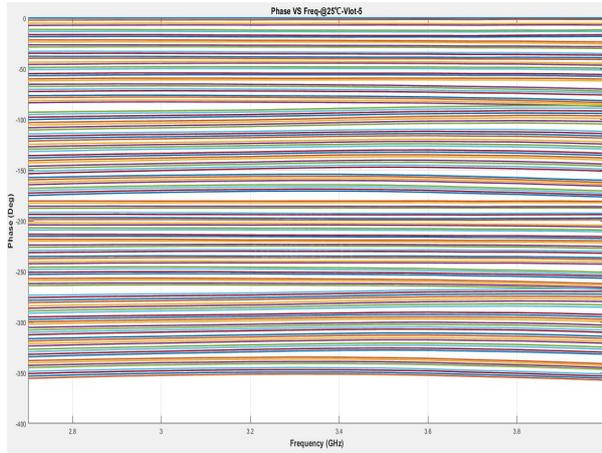


TX_ATT_相对衰减 (单态)

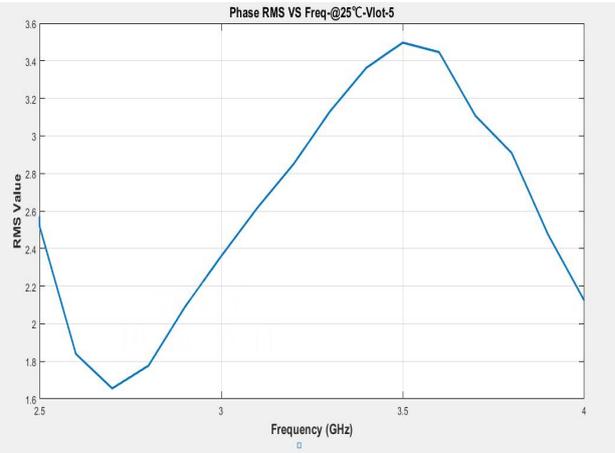


TX_ATT_累计误差 RMS (单态)

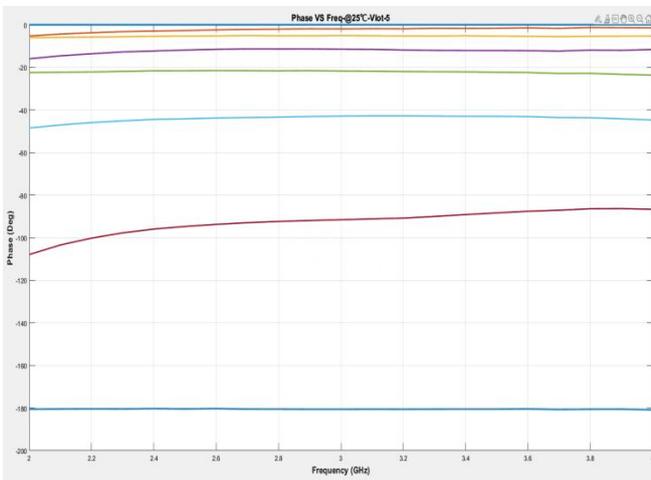
RX 移相性能



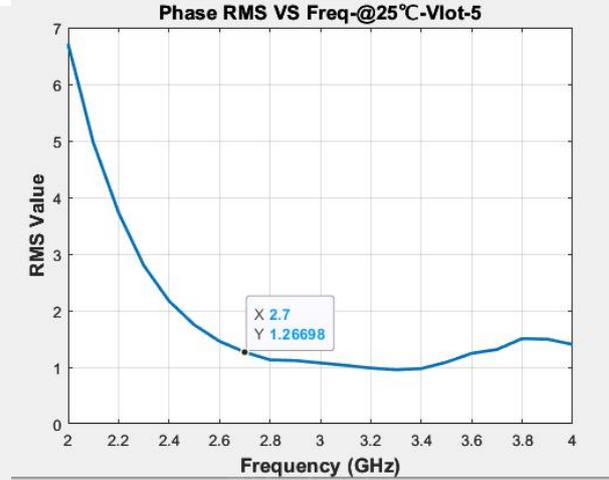
RX_PS_相对相移 (全态)



RX_PS_累计误差 RMS (全态)

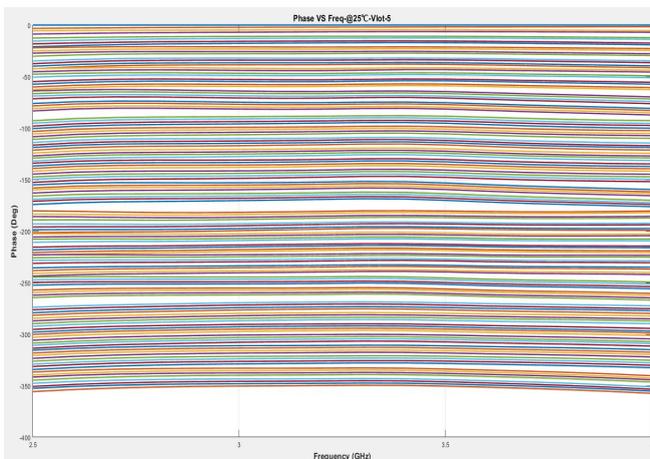


RX_PS_相对相移 (单态)

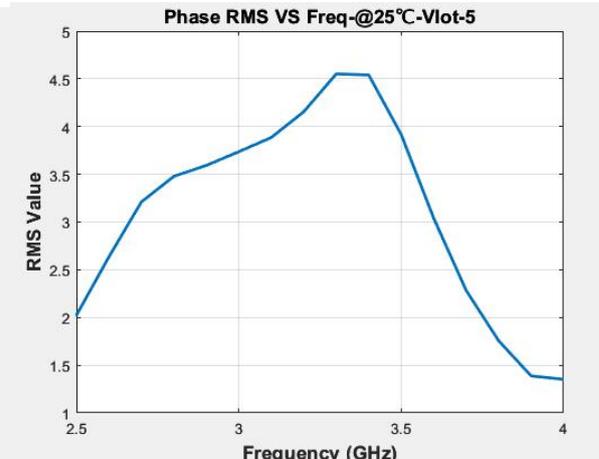


RX_PS_累计误差 RMS (单态)

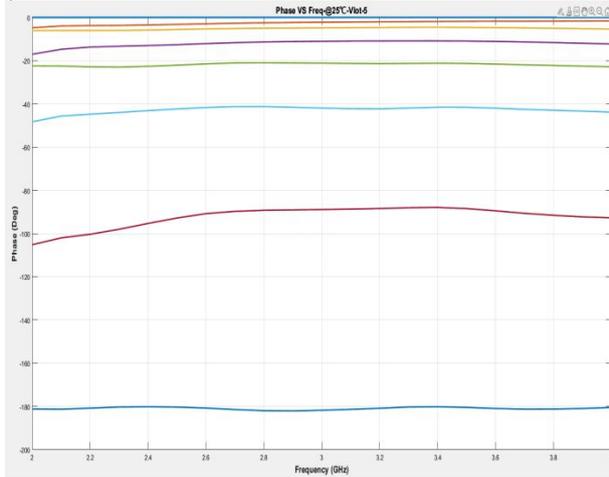
TX 移相性能



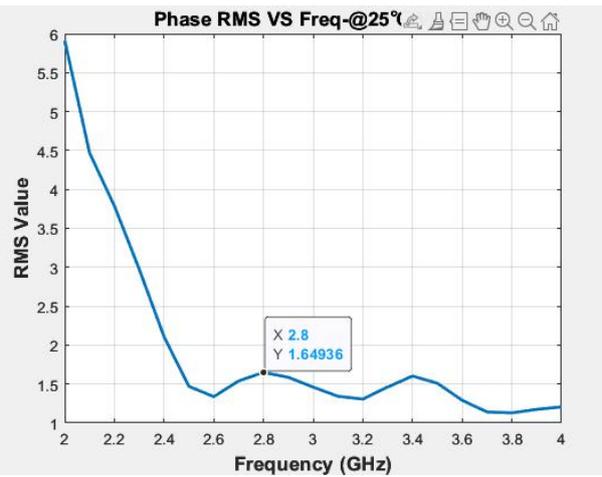
TX_PS_相对相移 (全态)



TX_PS_累计误差 RMS (全态)



TX_PS_相对相移（单态）



TX_PS_累计误差 RMS（单态）

数字波控功能说明

内部寄存器设置

- 1) 5 组 26 位串行数据寄存器 reg_data1 [25:0];
- 2) 串行输出寄存器 reg_dout;
- 3) 5 组 32X26 位二级数据寄存器 reg_data2[31:0][25:0];
- 4) 5 组 26 位三级数据寄存器 reg_data3 [25:0];
- 5) 12 位串行功能寄存器 reg_fun1[11:0];
- 6) 16X8 位二级功能寄存器 reg_fun2[15:0][7:0];
- 7) 32 位脉宽保护计数器 pro_cnt[31:0];
- 8) 保护输出寄存器 pro_out;

逻辑功能

1) 串行数据寄存器

串行数据输入：DEN 为低，LD 为低，CLK 上升沿，数据从 DIN 端口依次写入第 1 组寄存器的 reg_data1[0]，其它组寄存器 reg_data1[25] 写入下一组 reg_data1[0]；reg_data1 中原有数据依次从 reg_data1[0] 移往 reg_data1[25]；

串行数据输出：CLK 下降沿，数据从第 5 组 reg_data1[25] 写入 reg_out 输出寄存器；

reg_dout 寄存器通过 DOUT 端口输出，DOUT 端口在 OE 为低时正常输出，OE 为高时输出高阻态；

自检数据加载：LD 为高，CLK 上升沿，将由 reg_fun2[2][7:0] 寄存器指定的自检数据写入串行寄存器。

2) 功能寄存器 (reg_fun1, reg_fun2)

串行数据输入: FEN 为低, CLK 上升沿, 数据从 FIN 端口依次写入 reg_fun1[0], reg_fun1 中原有数据依次从 reg_fun1[0]移往 reg_fun1[11];

功能寄存器选择锁存: 根据 reg_fun1[11:8]确定的地址, 在 FEN 上升沿将 reg_fun1[7:0]数据写入 reg_fun2 寄存器指定位置。

3) 二级、三级数据寄存器 (5 组)

数据选择输入: 在 den 上升沿, 将串行数据寄存器 (reg_data1) 中的数据写入功能寄存器 reg_fun2[0][4:0]选定的二级寄存器 (reg_data2);

数据选择寄存: 在 SET 上升沿, 将二级数据寄存器 (reg_data2) 中功能寄存器 reg_fun2[1][4:0]选定的一组数据写入三级数据寄存器 (reg_data3)。

三级数据寄存器 (reg_data3) 中数据定义如下:

表 3 第 1 通道 reg_data3 数据定义

第 1 通道 reg_data3[25:0]中数据定义																									
D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
AT1[6]	AT1[5]	AT1[4]	AT1[3]	AT1[2]	AT1[1]	MC T1	MC R1	AR1[6]	AR1[5]	AR1[4]	AR1[3]	AR1[2]	AR1[1]	PT1[6]	PT1[5]	PT1[4]	PT1[3]	PT1[2]	PT1[1]	PR1[6]	PR1[5]	PR1[4]	PR1[3]	PR1[2]	PR1[1]

表 4 第 2 通道 reg_data3 数据定义

第 2 通道 reg_data3[25:0]中数据定义																									
D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
AT2[6]	AT2[5]	AT2[4]	AT2[3]	AT2[2]	AT2[1]	MC T2	MC R2	AR2[6]	AR2[5]	AR2[4]	AR2[3]	AR2[2]	AR2[1]	PT2[6]	PT2[5]	PT2[4]	PT2[3]	PT2[2]	PT2[1]	PR2[6]	PR2[5]	PR2[4]	PR2[3]	PR2[2]	PR2[1]

表 5 第 3 通道 reg_data3 数据定义

第 3 通道 reg_data3[25:0]中数据定义																									
D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
AT3[6]	AT3[5]	AT3[4]	AT3[3]	AT3[2]	AT3[1]	MC T3	MC R3	AR3[6]	AR3[5]	AR3[4]	AR3[3]	AR3[2]	AR3[1]	PT3[6]	PT3[5]	PT3[4]	PT3[3]	PT3[2]	PT3[1]	PR3[6]	PR3[5]	PR3[4]	PR3[3]	PR3[2]	PR3[1]

表 6 第 4 通道 reg_data3 数据定义

第 4 通道 reg_data3[25:0]中数据定义																									
D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
AT4[6]	AT4[5]	AT4[4]	AT4[3]	AT4[2]	AT4[1]	MC T4	MC R4	AR4[6]	AR4[5]	AR4[4]	AR4[3]	AR4[2]	AR4[1]	PT4[6]	PT4[5]	PT4[4]	PT4[3]	PT4[2]	PT4[1]	PR4[6]	PR4[5]	PR4[4]	PR4[3]	PR4[2]	PR4[1]

表 7 第 5 通道 reg_data3 数据定义

第 5 通道 reg_data3[25:0]中数据定义																									
D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
N	N	AT4[0]	AT3[0]	AT2[0]	AT1[0]	N	N	N	N	AR4[0]	AR3[0]	AR2[0]	AR1[0]	N	N	PT4[0]	PT3[0]	PT2[0]	PT1[0]	N	N	PR4[0]	PR3[0]	PR2[0]	PR1[0]

4) 控制输出（4 组）

表 8 开关控制输出逻辑

输入						输出				状态
EN	te_pro_state	TR1	PTR2	MCTi	MCRi	RX	TX0	SW1	SW2	
0	0	0	0	*	0	1	0	0	1	接收态
0	0	1	0	*	0	0	0	1	0	过渡态
0	0	1	1	0	*	0	1	1	0	脉冲发射态
其他组合						0	0	0	0	负载态

表 9 移相及衰减控制输出逻辑

输入	输出		状态
TR1	PH[6:0]	ATT[6:0]	
1	PT[6:0]	AT[6:0]	发射态
0	PR[6:0]	AR[6:0]	接收态

5) 控制保护（5 组）

脉冲保护参数如表 10 所示。

表 10 脉冲保护配置参数

参数名称	参数位置	参数位置	说明
保护使能	pro_en[4:0]	reg_fun2[3][4:0]	每个通道 1bit, 可单独打开、关闭保护功能
累加数	pro_add[7:0]	reg_fun2[4][7:0]	保护占空比=pro_dec/(pro_add+pro_dec)
递减数	pro_dec[7:0]	reg_fun2[5][7:0]	
保护门限	pro_threshold[31:0]	{reg_fun2[9][7:0], reg_fun2[8][7:0], reg_fun2[7][7:0], reg_fun2[6][7:0]}	保护脉宽=pro_threshold/ (pro_add*clk)

6) 温度保护（1 组）

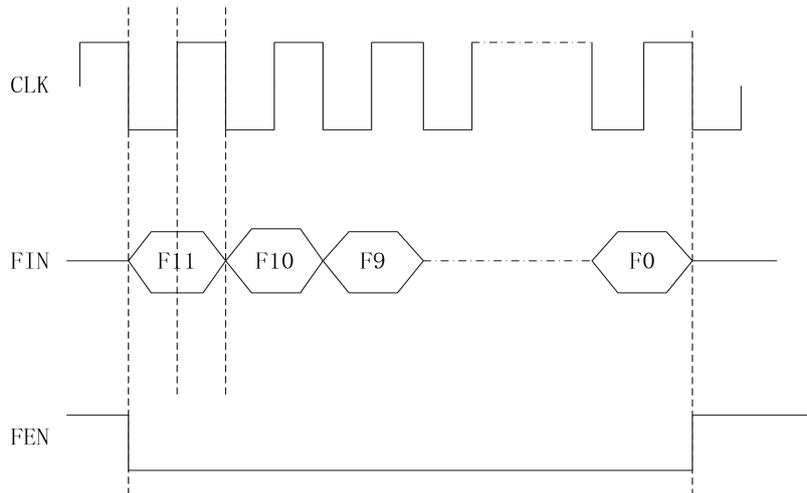
温度保护参数如表 11 所示。

表 11 温度保护参数

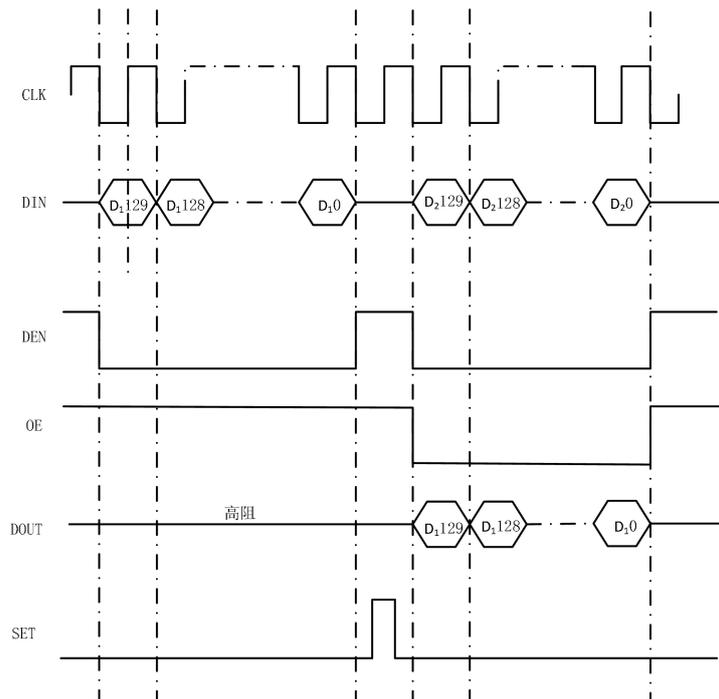
参数名称	参数定义	参数位置	说明
温度传感器使能	te_en	reg_fun2[10][7]	1 表示传感器使能有效
温度保护使能	te_pro_en	reg_fun2[10][6]	1 表示保护使能有效

温度保护门限	te_pro_threshold[5:0]	reg_fun2[10][5:0]	-50~150℃
温度反馈值	te_value[5:0]	reg_fun2[11][5:0]	-50~150℃
温度保护标志	te_pro_state	reg_fun2[11][6]	0 表示保护生效

7) 输入输出时序图



功能寄存器输入时序



串行数据寄存器输入输出时序

