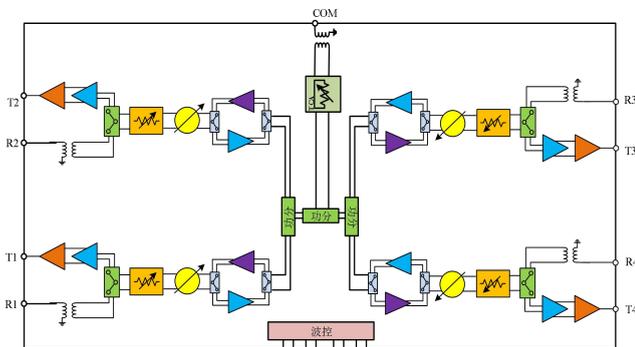


## 产品介绍

YCC69-0204C1 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 2.7GHz~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。YCC69-0204C1 采用陶瓷 BGA 封装，尺寸 10mm × 10mm。

## 应用领域

- 雷达
- 通信



YCC69-0204C1 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：2.7GHz~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：-4.5dB（Rn端口到COM端口）
- 发射增益：24.8dB（COM端口到Tn端口）
- 收发带内增益平坦度：±0.6dB
- 端口驻波比VSWR：<2.2
- 接收噪声系数NF：11dB
- 接收输入P-1dB：7.5dBm
- 发射输出Psat：24dBm
- RMS相移误差-单态：<2°
- RMS衰减误差-单态：<0.25dB
- 衰减附加相移-全态：<±4°
- 移相时幅度一致性-全态：<±0.5dB
- 收发切换时间：<100ns
- 单通道工作电流：70mA/230(300)mA/38mA @接收/静态发射（饱和）/负载
- 封装形式：陶封BGA10mmx10mm
- 工艺：SOICMOS

电气特性(测试条件为电源5V, 常温)

表 1 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	-5.1	-	-3.9	dB
发射线性增益	COM 端口到 Tn 端口	24.3	-	25.5	dB
带内增益平坦度		-0.6	-	0.6	dB
端口驻波比		-	-	2.2	—
接收噪声系数		10.8	-	11.2	dB
接收输入 P-1dB		7	-	8	dBm
发射输出 Psat		23.5	-	24.5	dBm
RMS 相移误差-单态		-	-	2	Deg
移相幅度一致性-全态		-0.5	-	0.5	dB
RMS 衰减误差-单态		-	-	0.25	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		-	70	-	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	-	300	-	mA
单通道负载态电流		-	38	-	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℃

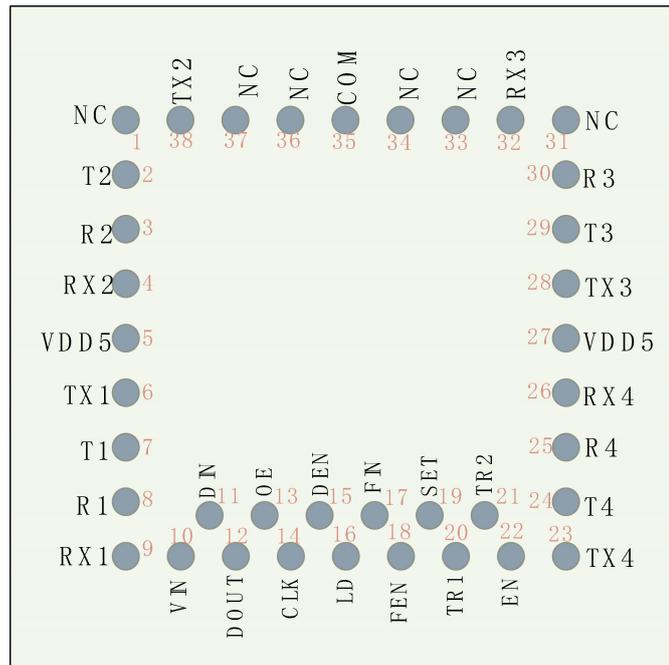
**注意:** 对以上所列的最大极限值, 如果器件工作在超过此极限值的环境中, 很可能对器件造成永久性破坏。

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

YCC69-0204C1防静电等级(人体模式HBM)至少为TBD。当拿取时,要采取合适的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

管脚功能信息表

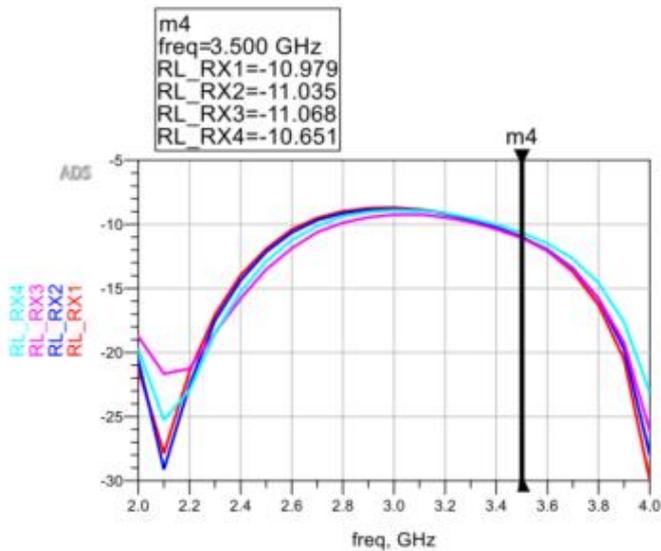
编号	名称	备注
1	NC	空置
2	T2	第二路射频发射端 (50 欧姆匹配)
3	R2	第二路射频接收端 (50 欧姆匹配)
4	RX2	第二路 LNA 电源调制输出端
5	VDD5	5V 电源 (约 200mA)
6	TX1	第一路发射对外控制信号 (5V 数字控制位)
7	T1	第一路射频发射端 (50 欧姆匹配)
8	R1	第一路射频接收端 (50 欧姆匹配)
9	RX1	第一路 LNA 电源调制输出端 (55mA)
10	VIN	感温电压输入
11	DIN	

12	DOUT	
13	OE	
14	CLK	
15	DEN	
16	LD	
17	FIN	数字输入输出接口
18	FEN	
19	SET	
20	TR1	
21	TR2	
22	EN	
23	TX4	第四路发射对外控制信号（5V 数字控制位）
24	T4	第四路射频发射端（50 欧姆匹配）
25	R4	第四路射频接收端（50 欧姆匹配）
26	RX4	第四路 LNA 电源调制输出端
27	VDD5	5V 电源
28	TX3	第三路发射对外控制信号（5V 数字控制位）
29	T3	第三路射频发射端（50 欧姆匹配）
30	R3	第三路射频接收端（50 欧姆匹配）
31	NC	空置
32	RX3	第三路 LNA 电源调制输出端
33	NC	空置
34	NC	空置
35	COM	射频信号公共端口（50 欧姆匹配）
36	NC	空置
37	NC	空置
38	TX2	第二路发射对外控制信号（5V 数字控制位）

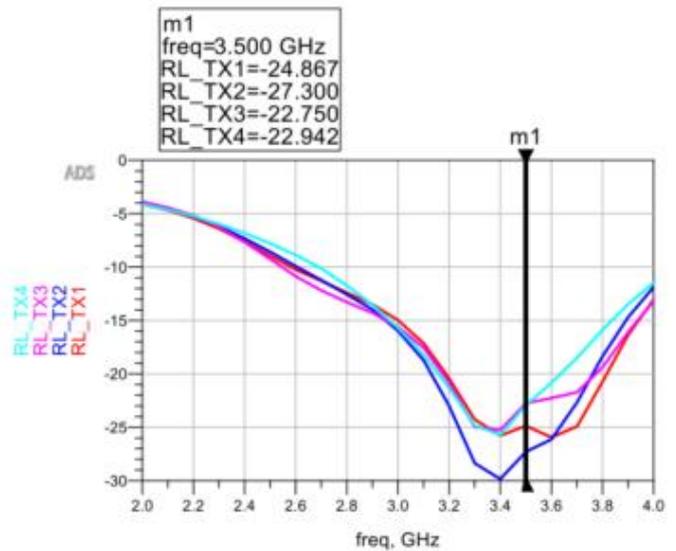
## 典型测试曲线

(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)

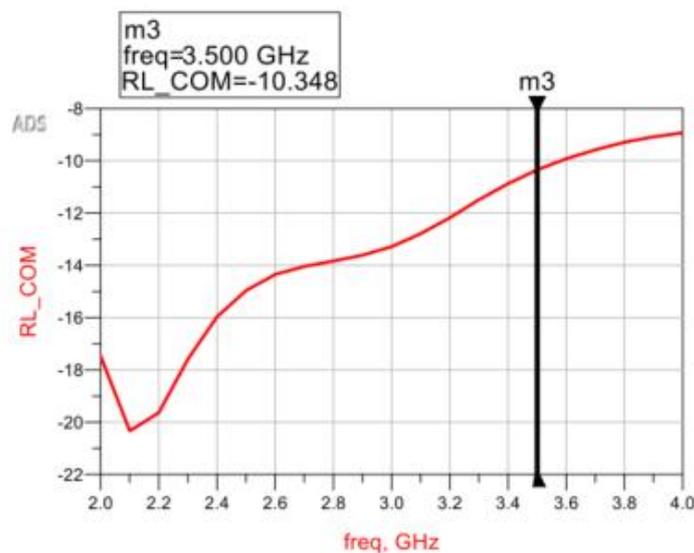
### 回波损耗



RX 通道输入



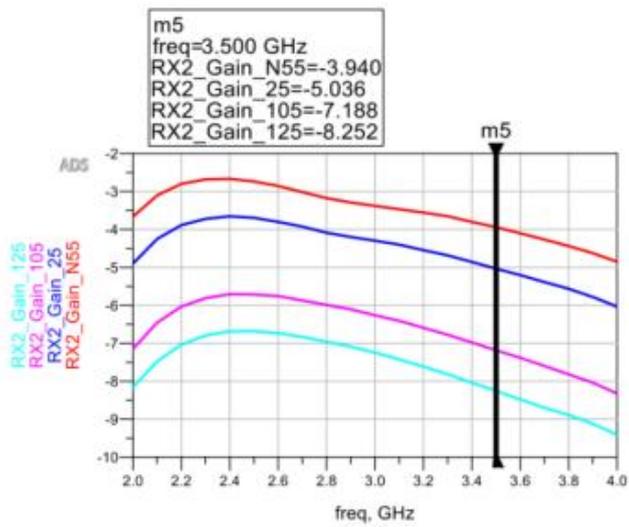
TX 通道输出



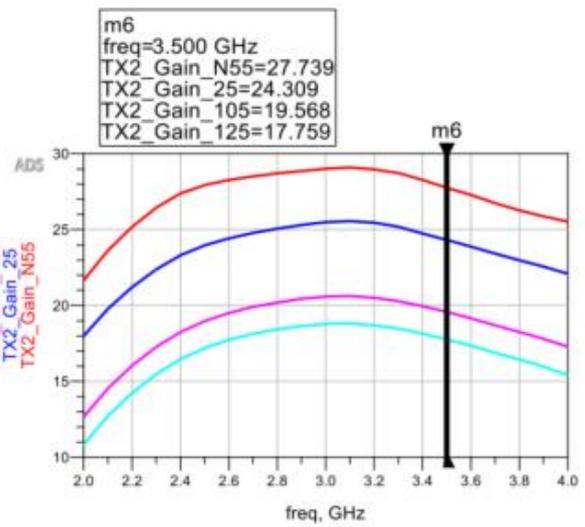
COM 端口

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

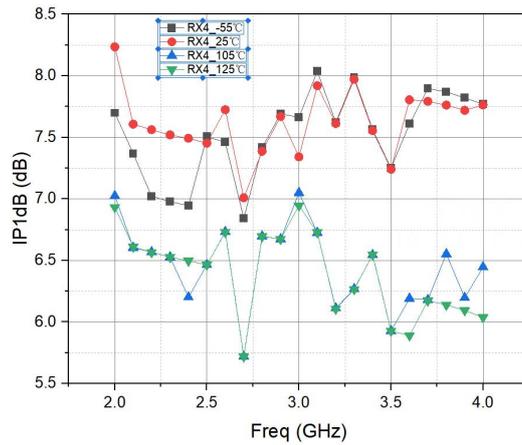


高低温下 RX 的增益

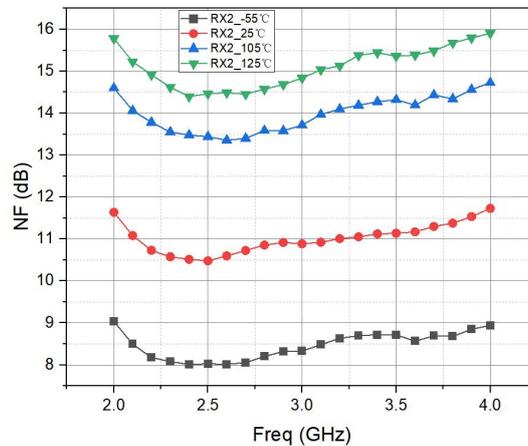


高低温下 TX 的增益

RX 噪声和功率性能

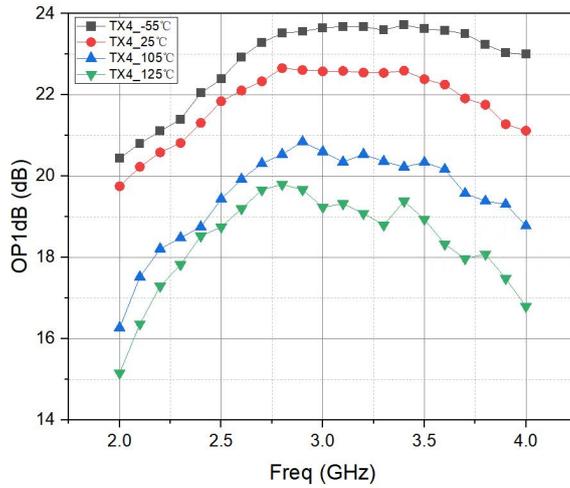


高低温下 RX 的 IP1dB 测试结果

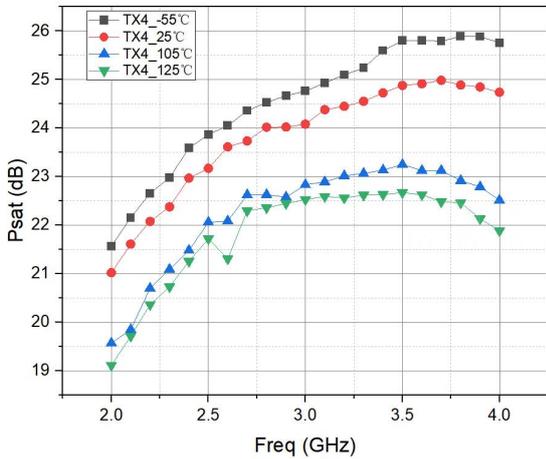


高低温下 RX 的 NF 测试结果

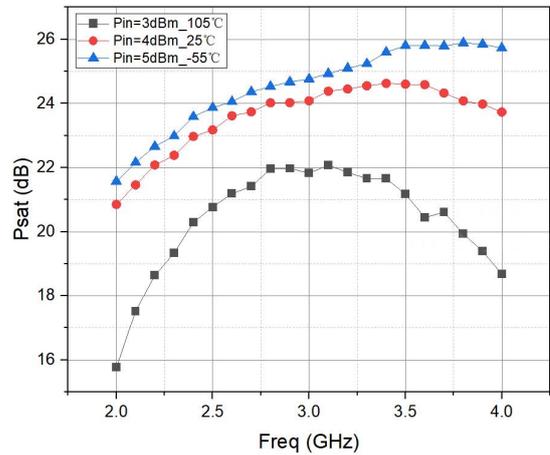
TX 功率性能



高低温下 TX OP1dB 测试结果



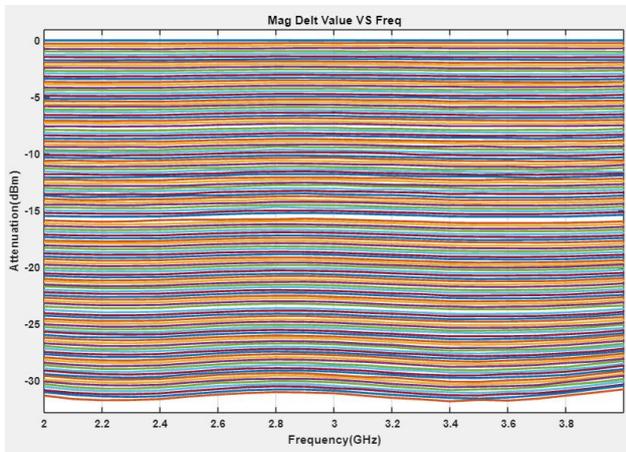
功率扫描 Psat



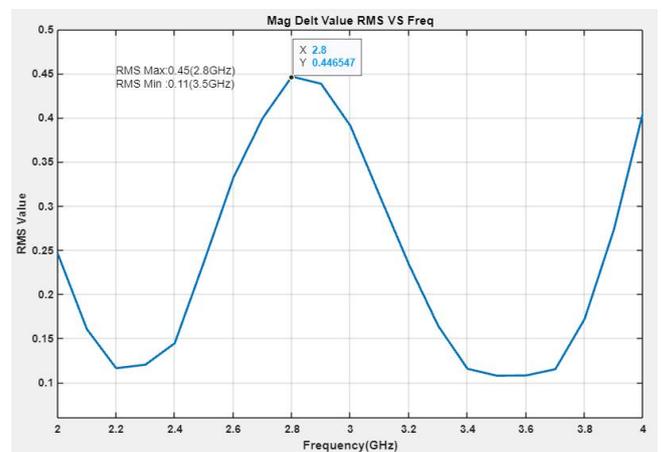
固定功率 Psat

高低温下 TX Psat 测试结果

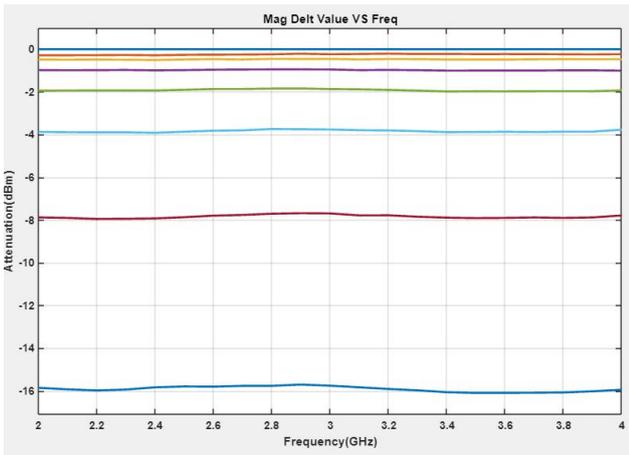
RX 衰减性能



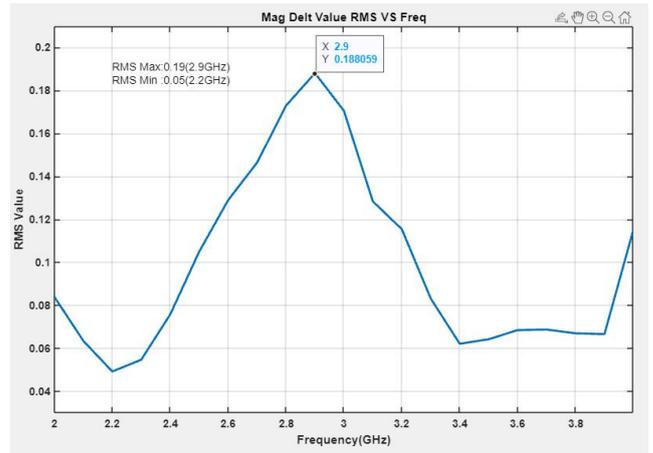
RX\_ATT\_相对衰减 (全态)



RX\_ATT\_累计误差 RMS (全态)

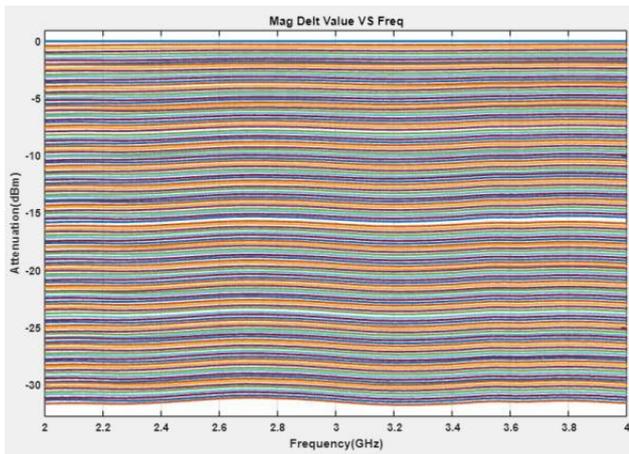


RX\_ATT\_相对衰减 (单态)

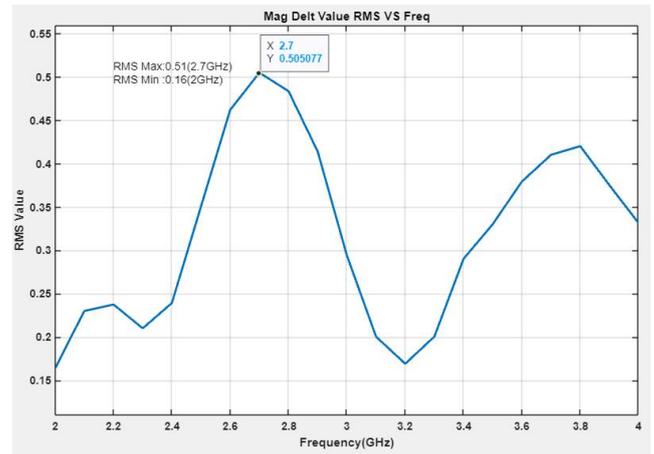


RX\_ATT\_累计误差 RMS (单态)

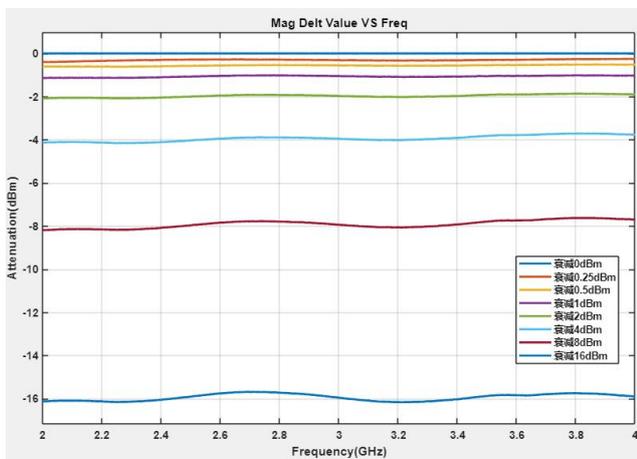
TX 衰减性能



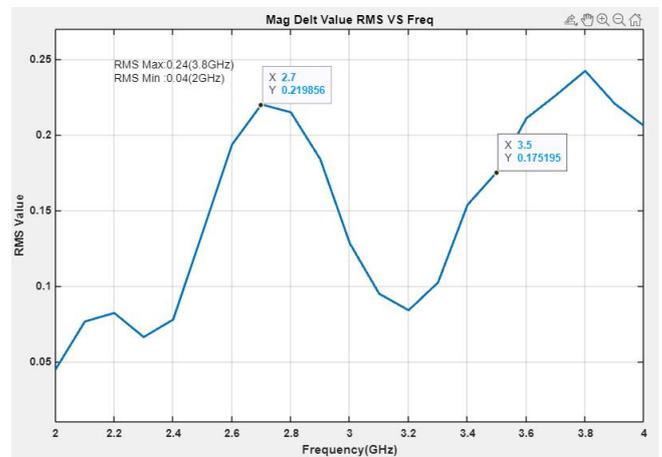
TX\_ATT\_相对衰减 (全态)



TX\_ATT\_累计误差 RMS (全态)

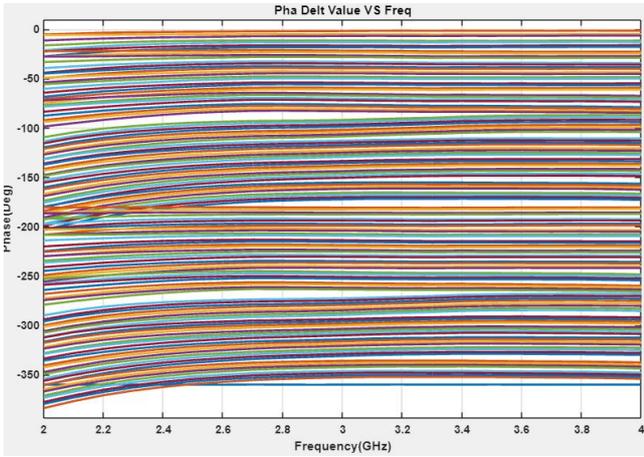


TX\_ATT\_相对衰减 (单态)

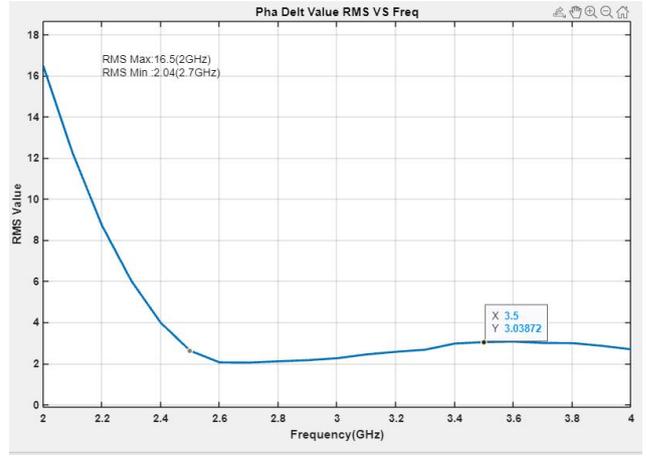


TX\_ATT\_累计误差 RMS (单态)

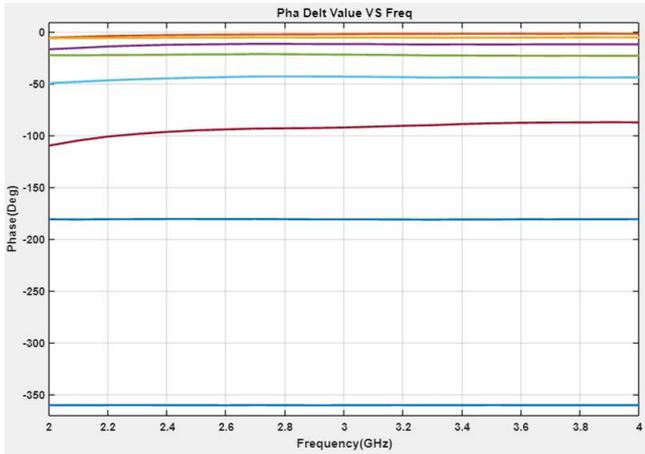
RX 移相性能



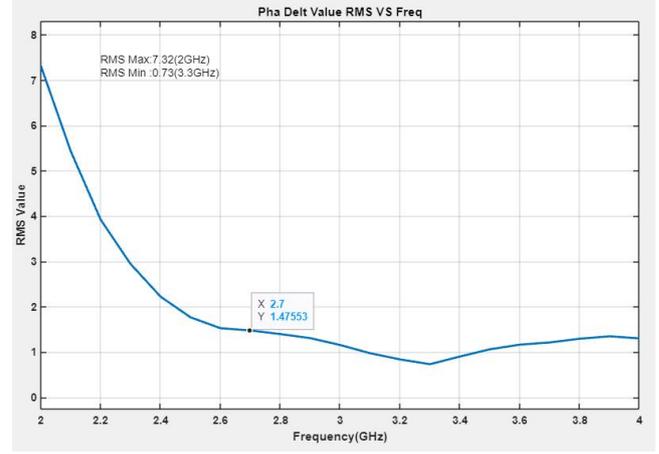
RX\_PS\_相对相移 (全态)



RX\_PS\_累计误差 RMS (全态)

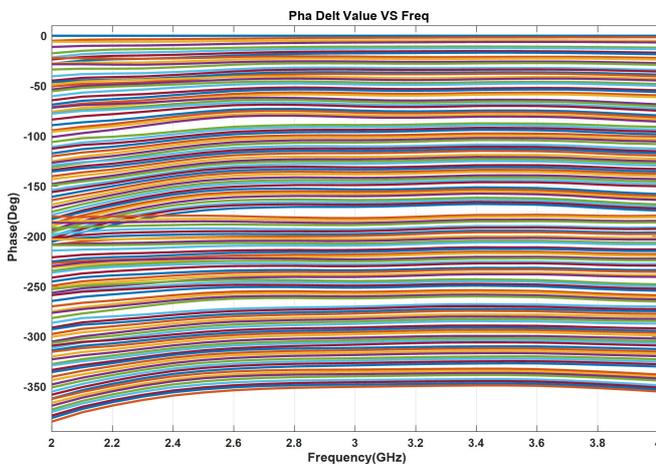


RX\_PS\_相对相移 (单态)

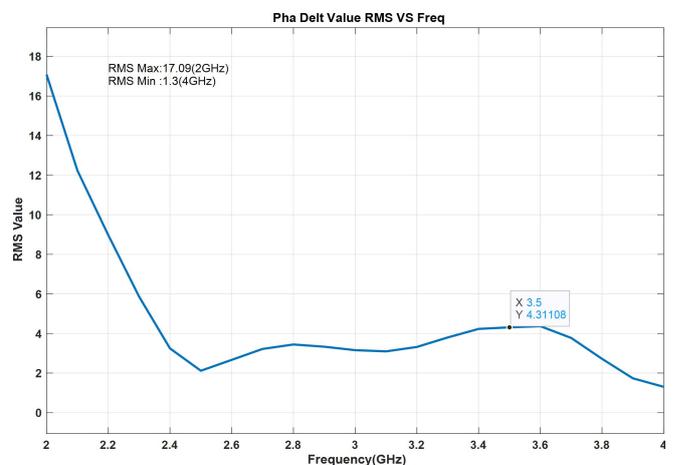


RX\_PS\_累计误差 RMS (单态)

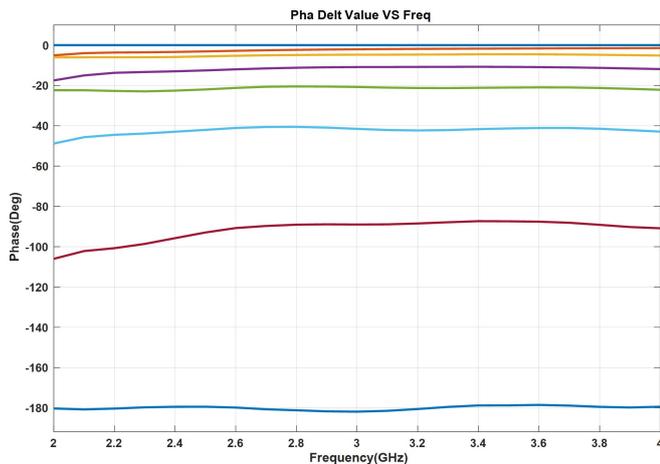
TX 移相性能



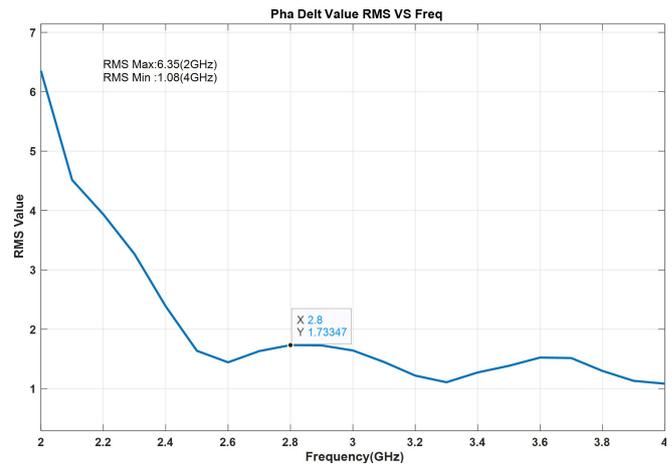
TX\_PS\_相对相移 (全态)



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）

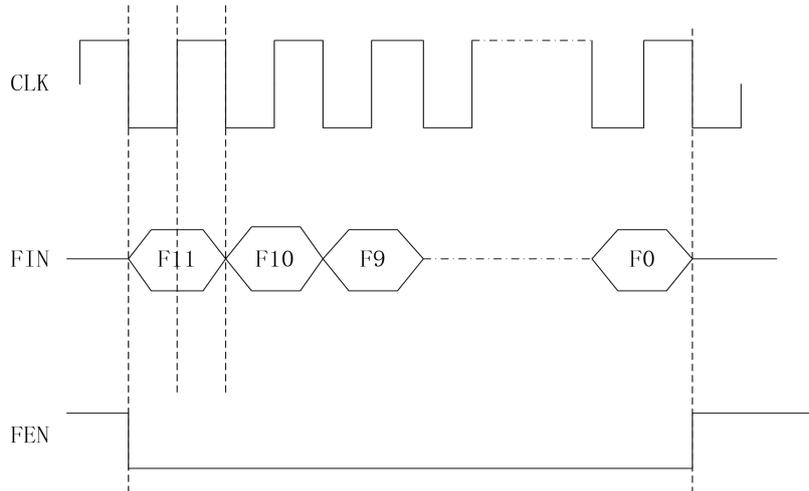
温度保护参数如表 11 所示。

表 11 温度保护参数

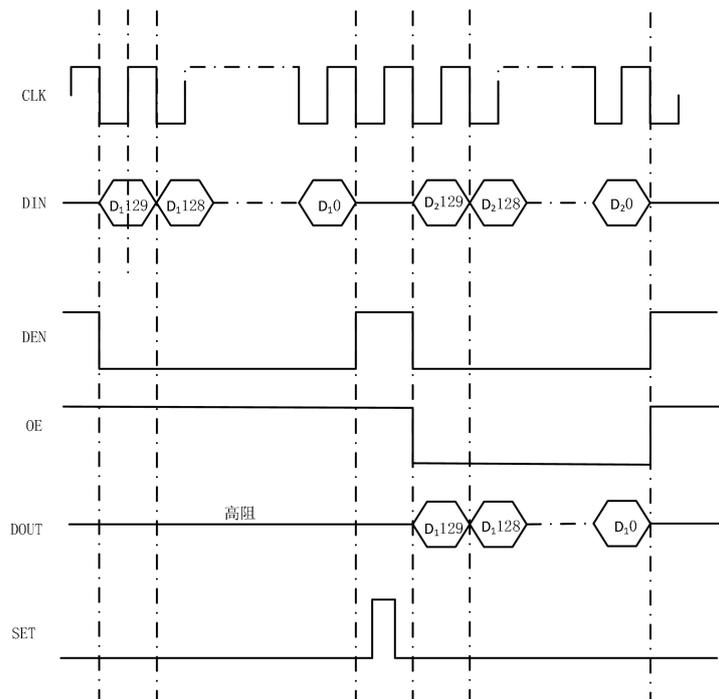
参数名称	参数定义	参数位置	说明
温度传感器使能	te_en	reg_fun2[10][7]	1 表示传感器使能有效
温度保护使能	te_pro_en	reg_fun2[10][6]	1 表示保护使能有效

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



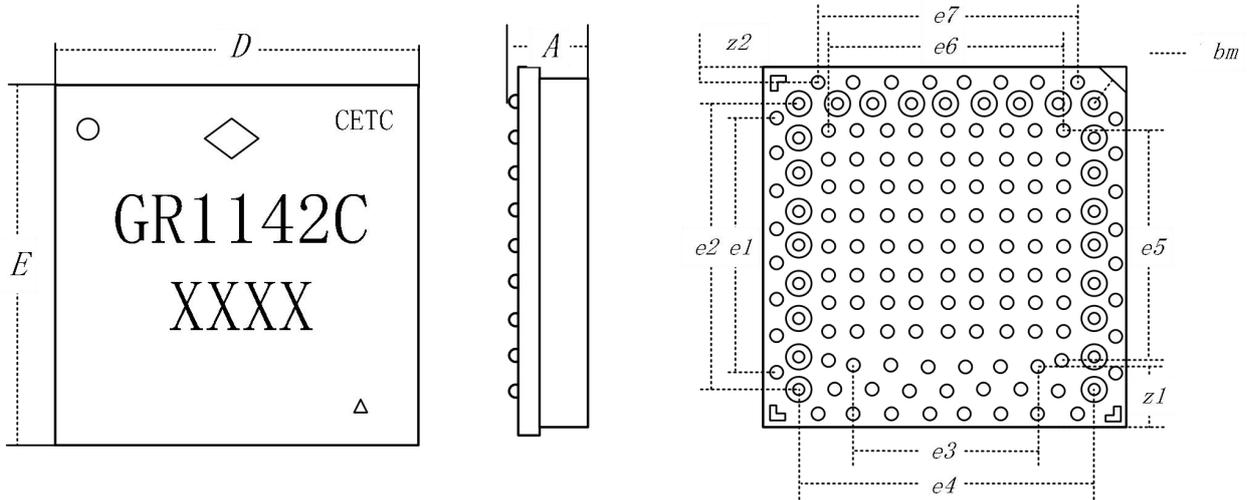
功能寄存器输入时序



串行数据寄存器输入输出时序

### 封装方案

YCC69-0204C1 芯片采用陶瓷 BGA 10×10 封装,封装采用 HTCC 基板,尺寸 10mm×10mm。封装相关详细尺寸信息如下图和下表所示。



顶视图侧视图底视图

YCC69-0204C1 封装示意图

表 12 封装详细尺寸信息

尺寸符号	数值		
	最小	公称	最大
<i>D</i>	9.80	10.00	10.20
<i>E</i>	9.80	10.00	10.20
<i>A</i>	2.10	2.30	2.50
<i>e1</i>	-	7.00	-
<i>e2</i>	-	8.00	-
<i>e3</i>	-	5.00	-
<i>e4</i>	-	8.00	-
<i>e5</i>	-	6.40	-
<i>e6</i>	-	6.40	-
<i>e7</i>	-	7.00	-
<i>z1</i>	-	4.65	-
<i>z2</i>	-	0.40	-
<i>bm</i>	-	0.50	-

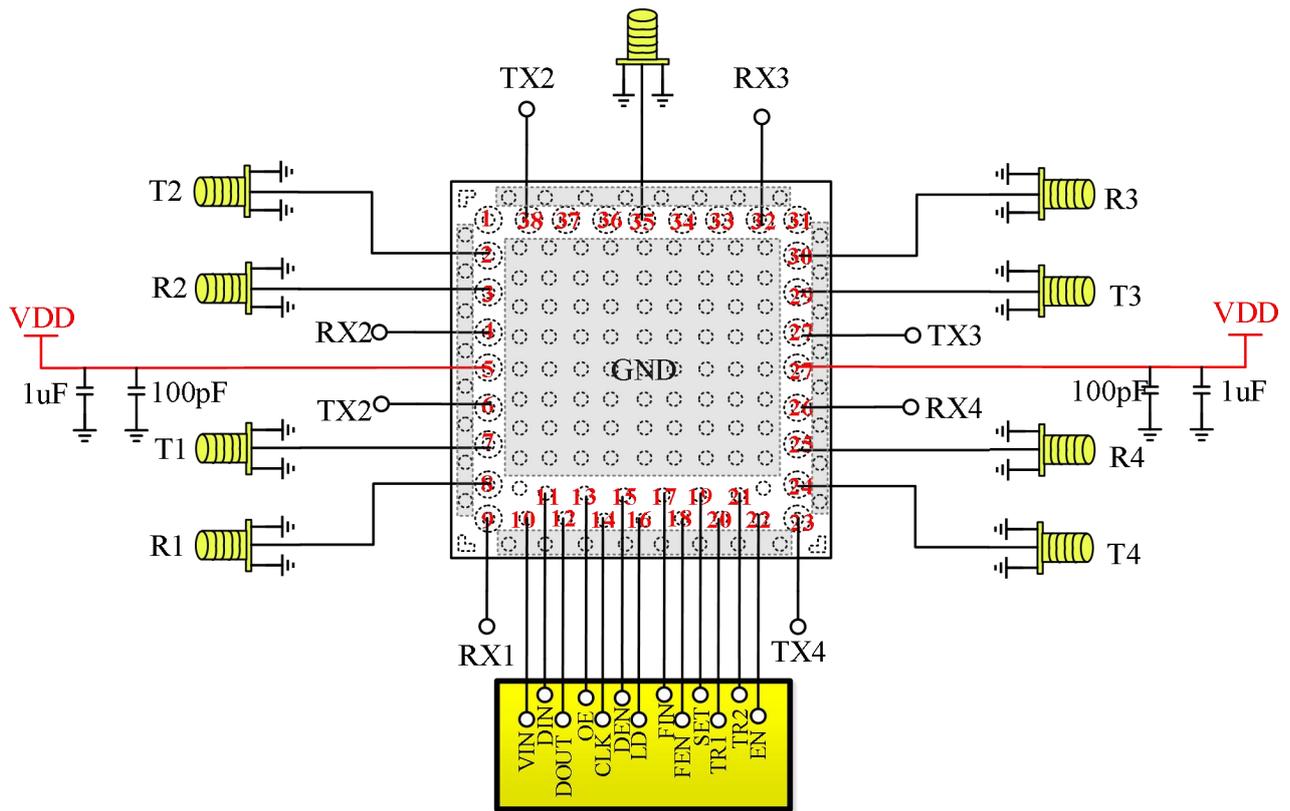
### 典型应用和装配示意图

下图为 YCC69-0204C1 芯片典型的应用电路和装配示意图。

各通道的射频端口和公共端口需要 50 欧姆传输线引出，无需片外隔直，注意应用板上不同通道间以及 RF 与 COM 间的走线需要良好的板上隔离度。

所有 GND 引脚均需要与下方的地平面良好接触。

本芯片的电源电压为 5V，芯片工作时，需先给电源端口 VDD 上电，再给波控 I/O 口控制信号。



波束控制

典型应用和装配示意图