



CHIP722B Metal Change

RF 性能报告

CONFIDENTIAL



版本 1.0

更新日期 20190808



1. 目录

1. 目录.....	2
1. CHIP722 问题总结.....	6
1.1 CHIP722 XTAL.XPD_RC=1 会影响 BIAS I2C 的读值.....	6
1.2 CHIP722 RXDC 问题.....	6
1.3 CHIP722 RFRX GAIN 问题.....	6
1.4 CHIP722 BB FILTER 问题.....	7
1.5 CHIP722 RFPLL 问题.....	7
2. RX GAIN.....	8
2.1 RFRX GAIN 测试.....	8
2.1.1 测试条件.....	8
2.1.2 RFRX GAIN 增益和信道的一致性.....	8
2.2 RX GAIN TABLE.....	11
2.2.1 RFRX GAIN 的选择.....	11
2.2.2 RX GAIN TABLE.....	12
2.3 不同系列芯片的 RX GAIN / NOISE 比较.....	15
2.3.1 CHIP722B & ESP32 RX GAIN / NOISE 比较.....	15
2.4 LNA/VGA_DCAP 对 RFRX GAIN 的影响.....	17
2.4.1 概述.....	17
2.4.2 RFRX_LNA_DCAP 寄存器对 RX GAIN 的影响.....	17
2.4.3 RFRX_VGA_DCAP 寄存器对 RX GAIN 的影响.....	19
2.4.4 RFRX_MX_DB 寄存器对 RX GAIN 的影响.....	21
3. TX GAIN.....	22
3.1 PA 曲线测试.....	22
3.2 PA GAIN 的增益和 EVM.....	22
3.3 TX BB GAIN 的增益和 EVM.....	23
3.4 DIGITAL GAIN 的增益和 EVM.....	23
3.5 TX GAIN TABLE.....	23
4. RXDC.....	24
5. TXDC.....	24
6. RF 匹配点.....	24
6.1 匹配点遍历.....	24
6.1.1 CHIP722B BB FILTER 下阻抗点遍历.....	24
6.1.2 CHIP722B RC FILTER 下匹配点遍历.....	25



6.2 CHIP722B METAL CHANGE 之前的匹配点.....	26
6.3 CHIP722A 匹配点遍历.....	26
6.4 CHIP722B 当前选用匹配值.....	27
7. RFPLL.....	28
7.1 RFPLL CAP / DAC 校准范围.....	28
7.1.1 RFPLL CAP 校准范围比较.....	28
7.1.2 RFPLL DAC 校准范围.....	29
7.1.3 RFPLL DAC 与 电流的关系.....	29
7.2 RFPLL CAP 校准时间.....	30
7.3 2430M 和 2432M 频点的 EVM 比较.....	30
7.3.1 测试结论.....	30
7.3.2 测试数据.....	30
7.4 PHASE NOISE.....	31
7.4.1 CHIP722 和 ESP32 的 PHASE NOISE 比较.....	31
7.4.2 RFPLL_DVCO_KVCO 对 PHASE NOISE 的影响.....	32
7.4.3 2430 MHZ 频点的 PHASE NOISE 较好.....	32
7.4.4 RFPLL ENT_VCO_BIAS 电压 对 PHASE NOISE 的影响.....	33
7.5 RFPLL CAP 对 EVM 的影响.....	35
7.5.1 测试说明.....	35
7.5.2 测试结论.....	35
7.5.3 测试数据.....	35
8. BB FILTER.....	37
8.1 TX BB FILTER 形状.....	37
8.2 RX BB FILTER 形状.....	38
9. POWER DETECT.....	39
9.1 B 版 POWER DETECT 的问题.....	39
9.2 A&B POWER DETECT SAR2 CODE 比较.....	39
9.2.1 REFERENCE CODE.....	39
9.2.2 DC CODE.....	40
9.2.3 SIGNAL CODE.....	40
9.3 B 版 POWER DETECT 修正后变正常.....	41
10. TX 性能.....	42
10.1 测试条件.....	42
10.2 最优 TX 性能的 I2C 配置.....	43
10.2.1 PA 寄存器.....	43
10.2.2 优化的 I2C 寄存器.....	44



10.3 TX BB FILTER 与 RC FILTER 的 EVM 比较.....	44
10.4 TX POWER & EVM.....	45
10.5 TX 频谱 MASK.....	46
10.6 TX IQ MISMATCH.....	46
11. RX 性能.....	47
11.1 RX 接收灵敏度 & 最大接收电平.....	47
11.2 RX 动态范围.....	48
11.3 RX 邻道抑制.....	48
11.4 RX 抗频偏能力.....	48
12. 认证问题.....	51
12.1 摘要.....	51
12.2 TX 4.8 GHZ 杂散.....	52
12.2.1 同耀认证实验室辐射测试结果.....	52
12.2.2 公司内部测试.....	52
12.2.3 LAYOUT 分析.....	53
12.2.4 PA 电源上串联电感.....	55
12.2.5 总结与分析.....	55
12.3 TX 3.2 GHZ 杂散.....	56
12.3.1 同耀认证实验室辐射测试结果.....	56
12.4 TX 800 MHZ 杂散.....	56
12.5 RX 3.2 GHZ 杂散.....	57
12.5.1 同耀认证实验室辐射测试结果.....	57
12.5.2 公司内部测试.....	57
12.5.3 总结与分析.....	58
13. FLASH 读写影响 RF 性能问题.....	60
14. TX / RX 电流.....	60
14.1 TX CURRENT.....	60
14.2 RX CURRENT.....	61
15. PHY 初始化的时间和电流.....	62
16. SLEEP 醒来的 TX / RX 性能.....	62
17. 高低温高低压测试.....	62
17.1 测试说明.....	62
17.2 I2C 读写时钟的变化.....	62
17.3 TXDC 校准的变化.....	62
17.4 RXDC 校准的变化.....	63



17.5 TX GAIN 的变化.....	63
17.6 RX GAIN 的变化.....	63
17.7 TX 性能的变化.....	63
17.8 RX 性能的变化.....	63
17.9 RFPLL CAP / DAC 校准的变化.....	63
17.9.1 RFPLL CAP 校准随温度变化.....	63
17.9.2 RFPLL CAP 校准随电压的变化.....	64
17.10 PHY INIT 过程是否正常.....	65
17.11 PHASE NOISE 的变化.....	65
17.11.1 测试方法.....	65
将 CHIP722MF 4 层板模组放置高低温箱。.....	65
分别在 -40°C、25°C、85°C、105°C 温度下上电。.....	65
设置 TX 频点为 2412MHZ，发 TONE 测试不同温度时的单边带相位噪声。.....	65
频谱仪设置为 PHASE NOISE 测试模式，FREQUENCY OFFSET SPAN 设置为 1KHZ-40MHZ，CENTER FREQUENCY 设置为 2412MHZ，扫描 10 次取平均值。.....	65
17.11.2 测试结果.....	65
18. TX SHORTGI AND LENGTH 测试.....	67
18.1 测试条件.....	67
18.2 SHORTGI 和 不同 LENGTH 的 EVM.....	67



1. CHIP722 问题总结

1.1 CHIP722 xtal.xpd_rc=1 会影响 bias i2c 的读值

- 在 3.3V, -40℃ 测试条件下, 小部分芯片会有一下情况:
 1. 当配置 xtal.xpd_rc=1, 读 bias i2c 寄存器会概率性读错为 0。
 2. 当配置 xtal.xpd_rc=0 时, bias i2c 寄存器不会读错为 0。
 3. 测试 bias I2C_clk 为 40MHz、20MHz、10MHz、5MHz, 只有 I2C_clk 为 20MHz 和 40MHz 时会 概率性的出现 bias 寄存器读错为 0。
- 以后在 PHY 初始化过程中, 写 I2C 地址中有 XPD 信号时, 都要把 XPD 信号直接置 1, 避免出现寄存器读错, 导致 XPD 信号置 0 的问题。

1.2 CHIP722 RXDC 问题

- CHIP722 RXDC 现象: A & B 的 RXDC 比较大, 有些芯片超出 DCO 的校准范围 [0:511]
 1. DAC-Filter-ADC LOOP 测试 RXDC 很小, 说明 RXDC 较大不是 Filter 引起的。
CHIP722 A & B & ESP32 现象一致。
 2. XPD_I2C_RFPLL=0 时, RXDC 会变小一点, 而 ESP32 上没有这个现象, 说明 CHIP722 上可能 有部分 RXDC 来源于 PLL。
 3. i2c_ckgen forece_tx_pd=1, PBUS_XPD_PA, XPD_I2C_RFTX 全部关闭, RXDC 不会变化。CHIP722 A & B & ESP32 现象一致。
 4. i2c_rfrx 中的 rfrx_mx_db 的值越大, RXDC 越大。CHIP722 A & B & ESP32 现象一致。

1.3 CHIP722 RFRX GAIN 问题

- CHIP722 A
 1. 小 Gain (0x184 等) 和大 Gain (0x1fe 等) 随 rfrx_lna_dcap 变化的曲线不一致
小 Gain 在 rfrx_lna_dcap=8~12 时, Gain 的效益最差。
大 Gain 在 rfrx_lna_dcap=8~12 时, Gain 的效益最好。



- CHIP722 B

1. i2c rfrx_lna_dcap=0 时 RFRX Gain 的效益最好。而 ESP32 在 rfrx_lna_dcap=8~12 时, Gain 的效益最好。
2. i2c rfrx_vga_dcap 的值变化, 对 RFRX Gain 没有影响。而 ESP32 和 CHIP722A 是 rfrx_vga_dcap= 8~11 效益最好。
3. PBUS VGA_DG_LOAD=1 没有效果, 而 ESP32 和 CHIP722A VGA_DG_LOAD=1 有 6db 增益。

1.4 CHIP722 BB Filter 问题

- TX Noise Floor 比 ESP32 高 10dB 左右
- 在相同功率下, MCS7 的 EVM 比 54M 差 1dB 左右
- TX 频谱两边不对称
- 使用 RC Filter 的 EVM 较好

1. ESP32 使用 RC Filter 的 EVM 优势有 0.68 db 左右
2. CHIP722A 使用 RC Filter 的 EVM 优势有 1~2 db 左右
3. CHIP722B 使用 RC Filter 的 EVM 优势有 1~3.5 db 左右

1.5 CHIP722 RFPLL 问题

- CHIP722 A & B

1. 当配置 ir_cap_ext 使 ent-vco-bias 电压接近 1.1V 时, TX EVM 最好, EVM 会好 1~2dB, 但是此时 or_pll_cap=2。所以使用 or_pll_cap=0 校准的 ir_cap_ext 值不是最优。
2. 当 ent-vco-bias 电压为 0.3~0.7V 时, or_pll_cap=0。
3. CHIP722 A: ir_cap_ext 增加 1, ent-vco-bias 电压增加 0.25~0.3V
4. CHIP722 B: ir_cap_ext 增加 1, ent-vco-bias 电压增加 0.1V

- ESP32

1. TX EVM 不随 ir_cap_ext 而变化。

- 2412~2484 Hz 的 PLL CAP 校准值的大概范围:



1. CHIP722 A 为 [30 : 60]
 2. CHIP722 B 为 [90 : 170]
 3. ESP32 为 [80 : 110]
- 2430 MHz 上的 EVM 比正常信道要好
 1. ESP32 在 2430MHz 上比 2432 的优势有 1 db 左右
 2. CHIP722A 在 2430MHz 上比 2432 的优势有 2~3 db 左右
 3. CHIP722B 在 2430MHz 上比 2432 的优势有 4~6 db

2. RX Gain

2.1 RFRX Gain 测试

2.1.1 测试条件

测试所有能使用的 RFRX Gain 的增益：0x180 ~ 0x1fe。

测试 RFRX Gain 在每个信道的一致性，测试信道：1~14。

仪器发 Tone 信号，芯片端计算接收到 Tone 信号的大小。

避免接收信号饱和或太小，需实时调节仪器发 Tone 信号的大小。

2.1.2 RFRX Gain 增益和信道的一致性

- RFRX Gain 在 1~14 信道之间的变化范围有 [-2:2] dB
- 表格数据参数说明

rfrx_gain: PBUS rfrx1 Gain 的配置。

bb_gain: PBUS BB Gain 的配置。

tone_power: 天线端的输入 Tone 信号大小，单位是 dbm。

rx_power: 芯片内部收到的信号大小，计算单位为 10 bits 的 ADC 满幅信号为 57db。



rx_noise: 天线端无输入信号时, 芯片内部计算得到的 RX 链路噪声信号大小, 计算单位为 10 bits 的 ADC 满幅信号为 57db。

rx_gain: 等于 rx_power - tone_power, 可得到 RX Gain 的相对大小, 且为 1~14 信道 Gain 的平均值。

max_delta, min_delta: 是 1~14 信道 RX Gain 与 mean_gain 相差的最大值和最小值, 可查看 1~14 信道 RX Gain 的变化范围。

表 2.1.2 RFRX Gain 增益和信道的一致性测试数据

rfrx_gain	bb_gain	tone_power	rx_power	rx_noise	rx_gain	max_delta	min_delta
0x180	0x0	-2	45.19	10.32	48.33	0.99	-1.14
0x182	0x0	-8	46.31	10.64	55.53	1.03	-1.22
0x184	0x0	-8	45.54	9.99	54.46	0.7	-0.92
0x186	0x0	-14	45.68	10.69	60.94	1	-1.26
0x188	0x0	-14	43.66	10.85	58.99	1.1	-1.33
0x18a	0x0	-14	43.83	11.01	59.16	1.1	-1.33
0x18c	0x0	-14	48.15	11.28	63.65	1.22	-1.5
0x18e	0x0	-14	48.26	11.97	63.79	1.24	-1.52
0x190	0x0	-14	48.14	9.81	62.33	0.47	-0.41
0x192	0x0	-20	49.06	11.97	69.34	0.45	-0.37
0x194	0x0	-20	48.47	11.77	68.57	0.56	-0.47
0x196	0x0	-26	48.18	13.94	74.6	0.4	-0.43
0x198	0x0	-26	46.29	13.05	72.65	0.39	-0.36
0x19a	0x0	-26	46.45	13.46	72.82	0.39	-0.37
0x19c	0x0	-32	44.65	15.43	77.22	0.43	-0.57
0x19e	0x0	-32	44.75	15.35	77.34	0.44	-0.59
0x1a0	0x0	0	41.25	9.17	43.14	1.6	-1.9
0x1a2	0x0	0	48.32	9.66	50.33	1.72	-2
0x1a4	0x0	0	47.59	10.4	49.25	1.36	-1.66
0x1a6	0x0	-6	47.37	11.03	55.41	1.64	-2.04
0x1a8	0x0	-6	45.32	10.67	53.44	1.73	-2.11
0x1aa	0x0	-6	45.48	11.28	53.61	1.75	-2.12
0x1ac	0x0	-6	49.82	11.91	58.11	1.83	-2.29
0x1ae	0x0	-6	49.91	11.34	58.23	1.82	-2.32
0x1b0	0x0	-18	48.36	9.99	66.47	0.54	-0.47
0x1b2	0x0	-24	49.43	10.37	73.64	0.49	-0.41
0x1b4	0x0	-24	48.53	10.87	72.4	0.66	-0.58
0x1b6	0x0	-30	48.8	12.17	79	0.45	-0.35
0x1b8	0x0	-30	46.94	11.55	77.2	0.41	-0.3
0x1ba	0x0	-30	47.11	12.03	77.37	0.4	-0.3
0x1bc	0x0	-36	45.26	13.38	81.7	0.33	-0.44



0x1be	0x0	-36	45.38	13.39	81.82	0.33	-0.44
0x1c0	0x0	-24	40.21	9.01	64.08	0.38	-0.47
0x1c2	0x0	-24	47.33	9.86	71.29	0.35	-0.41
0x1c4	0x0	-24	46.5	9.76	70.14	0.5	-0.67
0x1c6	0x0	-30	46.83	10.3	76.79	0.33	-0.44
0x1c8	0x0	-30	44.86	11.07	74.88	0.29	-0.36
0x1ca	0x0	-30	45.03	10.93	75.06	0.29	-0.35
0x1cc	0x0	-30	49.36	11.5	79.56	0.22	-0.25
0x1ce	0x0	-30	49.49	11.34	79.7	0.22	-0.25
0x1d0	0x0	-42	45.44	9.92	87.37	0.34	-0.39
0x1d2	0x0	-48	46.43	11.64	94.47	0.3	-0.31
0x1d4	0x0	-48	45.75	11.39	93.47	0.48	-0.62
0x1d6	0x0	-54	45.75	13.74	99.84	0.31	-0.33
0x1d8	0x0	-54	43.75	13.02	97.88	0.27	-0.25
0x1da	0x0	-54	43.92	12.69	98.06	0.29	-0.26
0x1dc	0x0	-54	48.13	15.07	102.46	0.21	-0.33
0x1de	0x0	-54	48.25	15.26	102.59	0.2	-0.34
0x1e0	0x0	-24	42.78	9.47	66.91	0.61	-0.61
0x1e2	0x0	-24	49.9	10.27	74.13	0.58	-0.54
0x1e4	0x0	-24	49.09	10.1	72.98	0.73	-0.8
0x1e6	0x0	-30	49.41	11.02	79.6	0.54	-0.56
0x1e8	0x0	-30	47.43	10.41	77.68	0.5	-0.47
0x1ea	0x0	-30	47.61	10.69	77.87	0.5	-0.47
0x1ec	0x0	-36	45.92	11.64	82.36	0.43	-0.44
0x1ee	0x0	-36	46.05	11.63	82.49	0.44	-0.44
0x1f0	0x0	-42	48.9	10.37	91.04	0.52	-0.49
0x1f2	0x0	-48	49.95	11.28	98.21	0.47	-0.38
0x1f4	0x0	-48	49.03	11.32	96.88	0.66	-0.71
0x1f6	0x0	-54	49.24	13.64	103.48	0.52	-0.44
0x1f8	0x0	-54	47.31	13	101.71	0.41	-0.41
0x1fa	0x0	-54	47.49	27.31	101.84	0.45	-0.37
0x1fc	0x0	-60	45.82	15.57	106.36	0.37	-0.54
0x1fe	0x0	-60	45.94	16.09	106.5	0.34	-0.56



2.2 RX Gain Table

2.2.1 RFRX Gain 的选择

- 根据（表 2.1.2）测得的结果，按照 rx_gain 从小到大排序，挑选合适的 RFRX 来生成 RX Gain Table。
- 挑选 RFRX Gain 的原则是：
 - 增益较大
 - Noise 较小
 - 相邻两个 RFRX 之间的 Gain 差距最好在 [3 : 6] db。原因是 RFRX Gain 之间的差距使用 BB Gain 来填补，BB Gain 会放大 RFRX 的 Noise。
- 因 CHIP722 Metal Change 版本中不能使用 pbus_rfrx[2]=0 的配置，所以只能选择 pbus_rfrx[2]=1 的配置。
- 下表中黄色填充部分为选择的 RFRX Gain。

表 2.2.1 RFRX Gain 的选择

rfrx_gain	bb_gain	tone_power	rx_power	rx_noise	mean_gain
0x1a4	0x0	0	47.59	10.4	49.25
0x184	0x0	-8	45.54	9.99	54.46
0x1a6	0x0	-6	47.37	11.03	55.41
0x1ac	0x0	-6	49.82	11.91	58.11
0x1ae	0x0	-6	49.91	11.34	58.23
0x186	0x0	-14	45.68	10.69	60.94
0x18c	0x0	-14	48.15	11.28	63.65
0x18e	0x0	-14	48.26	11.97	63.79
0x194	0x0	-20	48.47	11.77	68.57
0x1c4	0x0	-24	46.5	9.76	70.14
0x1b4	0x0	-24	48.53	10.87	72.4
0x1e4	0x0	-24	49.09	10.1	72.98
0x196	0x0	-26	48.18	13.94	74.6
0x1c6	0x0	-30	46.83	10.3	76.79
0x19c	0x0	-32	44.65	15.43	77.22
0x19e	0x0	-32	44.75	15.35	77.34
0x1b6	0x0	-30	48.8	12.17	79
0x1cc	0x0	-30	49.36	11.5	79.56
0x1e6	0x0	-30	49.41	11.02	79.6
0x1ce	0x0	-30	49.49	11.34	79.7



0x1bc	0x0	-36	45.26	13.38	81.7
0x1be	0x0	-36	45.38	13.39	81.82
0x1ec	0x0	-36	45.92	11.64	82.36
0x1ee	0x0	-36	46.05	11.63	82.49
0x1d4	0x0	-48	45.75	11.39	93.47
0x1f4	0x0	-48	49.03	11.32	96.88
0x1d6	0x0	-54	45.75	13.74	99.84
0x1dc	0x0	-54	48.13	15.07	102.46
0x1de	0x0	-54	48.25	15.26	102.59
0x1f6	0x0	-54	49.24	13.64	103.48
0x1fc	0x0	-60	45.82	15.57	106.36
0x1fe	0x0	-60	45.94	16.09	106.5

2.2.2 RX Gain Table

- Gain Table 测试数据包含的内容有：
 - Gain Table 中 RFRX Gain 和 BB Gain 的组合情况。
 - 每一个 Gain 的增益大小，可以查看 RX Gain Table 是否按 1dB 递增。
 - 每一个 Gain 的 Noise 大小，如果 Noise 较大，会导致高速率丢包。

● 表格数据参数说明

rx_gain_force: 是 RX Gain Table 的 Index，可以看到最大 Gain Index 是 83。

rfrx_gain: PBUS rfrx1 Gain 的配置。

bb_gain: PBUS BB Gain 的配置。

tone_power: 天线端的输入 Tone 信号大小，单位是 dbm。

rx_power: 芯片内部收到的信号大小，计算单位为 10 bits 的 ADC 满幅信号为 57db。

rx_noise: 天线端无输入信号时，芯片内部计算得到的 RX 链路噪声信号大小，计算单位为 10 bits 的 ADC 满幅信号为 57db。

rx_gain: 等于 rx_power - tone_power，可得到 RX Gain 的相对大小。

gain_delta: 当前的 rx_gain 与前一个 rx_gain 的差别，可以查看 RX Gain Table 是否保证是 1db 递增。如果两档 Gain 的差别超过 3db，会影响接收性能。

表 2.2.2 CHIP722B RX Gain Table



rx_gain_force	rfrx_gain	bb_gain	tone_power	rx_power	rx_noise	rx_gain	gain_delta
0	0x1a4	0x0	-2	45.48	9.58	47.48	1
1	0x1a4	0x40	-2	46.48	10.43	48.48	1
2	0x1a4	0x80	-2	47.46	12.16	49.46	0.98
3	0x1a4	0xc0	-2	48.47	12.6	50.47	1.01
4	0x1a4	0x100	-2	49.43	13.22	51.43	0.96
5	0x1a4	0x140	-8	44.48	14.23	52.48	1.04
6	0x1a4	0x20	-8	45.46	15.14	53.46	0.99
7	0x184	0x0	-8	45.76	10.1	53.76	0.3
8	0x184	0x40	-8	46.75	10.76	54.75	0.99
9	0x1ae	0x0	-8	48.06	11.88	56.06	1.31
10	0x1ae	0x40	-8	49.04	12.37	57.04	0.98
11	0x1ae	0x80	-14	44.11	13.41	58.11	1.07
12	0x1ae	0xc0	-14	45.07	14.3	59.07	0.96
13	0x186	0x0	-14	45.84	10.36	59.84	0.77
14	0x186	0x40	-14	46.81	11.54	60.81	0.97
15	0x18e	0x0	-14	48.4	11.23	62.4	1.59
16	0x18e	0x40	-14	49.38	12.83	63.38	0.98
17	0x18e	0x80	-20	44.32	13.17	64.32	0.94
18	0x18e	0xc0	-20	45.3	14.19	65.3	0.98
19	0x18e	0x100	-20	46.3	15.2	66.3	1
20	0x18e	0x140	-20	47.27	15.96	67.27	0.97
21	0x18e	0x20	-20	48.23	16.43	68.23	0.96
22	0x18e	0x60	-20	49.21	18.17	69.21	0.98
23	0x194	0x0	-20	48.59	10.9	68.59	-0.62
24	0x194	0x40	-20	49.58	12.47	69.58	0.99
25	0x194	0x80	-26	44.59	12.93	70.59	1.02
26	0x194	0xc0	-26	45.58	13.38	71.58	0.99
27	0x1b4	0x0	-26	46.68	10.75	72.68	1.1
28	0x1b4	0x40	-26	47.66	10.92	73.66	0.98
29	0x1b4	0x80	-26	48.65	12.14	74.65	0.99
30	0x1b4	0xc0	-26	49.63	13.18	75.63	0.98
31	0x1c6	0x0	-32	44.74	10.33	76.74	1.11
32	0x1c6	0x40	-32	45.73	11.49	77.73	0.99
33	0x1e6	0x0	-32	47.38	10.59	79.38	1.65
34	0x1e6	0x40	-32	48.37	11.83	80.37	0.99
35	0x1e6	0x80	-32	49.36	12.64	81.36	0.99
36	0x1ee	0x0	-38	44.02	11.34	82.02	0.66
37	0x1ee	0x40	-38	45.01	12.46	83.01	0.99
38	0x1ee	0x80	-38	46	12.92	84	0.99
39	0x1ee	0xc0	-38	46.99	14.31	84.99	0.99
40	0x1ee	0x100	-38	47.99	15.25	85.99	1
41	0x1ee	0x140	-38	48.97	15.69	86.97	0.99



42	0x1ee	0x20	-38	49.94	16.26	87.94	0.97
43	0x1ee	0x60	-44	44.86	18.08	88.86	0.92
44	0x1ee	0xa0	-44	45.86	18.77	89.86	1.01
45	0x1ee	0xe0	-44	46.81	19.99	90.81	0.94
46	0x1ee	0x120	-44	47.81	20.62	91.81	1.01
47	0x1ee	0x160	-44	48.75	21.29	92.75	0.94
48	0x1d4	0x0	-44	49.84	10.78	93.84	1.08
49	0x1d4	0x40	-50	44.81	12.07	94.81	0.98
50	0x1d4	0x80	-50	45.8	12.51	95.8	0.99
51	0x1d4	0xc0	-50	46.78	13.63	96.78	0.98
52	0x1d4	0x100	-50	47.78	14.73	97.78	1
53	0x1d4	0x140	-50	48.76	15.72	98.76	0.98
54	0x1d6	0x0	-50	49.69	13.34	99.69	0.93
55	0x1d6	0x40	-56	44.78	14.82	100.78	1.09
56	0x1d6	0x80	-56	45.76	15.73	101.76	0.98
57	0x1f6	0x0	-56	47.34	15.36	103.34	1.58
58	0x1f6	0x40	-56	48.34	14.95	104.34	0.99
59	0x1f6	0x80	-56	49.31	15.72	105.31	0.98
60	0x1fe	0x0	-56	49.97	15.31	105.97	0.65
61	0x1fe	0x40	-62	44.99	17.89	106.99	1.02
62	0x1fe	0x80	-62	45.95	18.15	107.95	0.96
63	0x1fe	0xc0	-62	46.93	18.12	108.93	0.99
64	0x1fe	0x100	-62	47.92	18.99	109.92	0.99
65	0x1fe	0x140	-62	48.9	20.19	110.9	0.97
66	0x1fe	0x20	-62	49.87	20.88	111.87	0.97
67	0x1fe	0x60	-68	44.89	22.02	112.89	1.02
68	0x1fe	0xa0	-68	45.9	22.74	113.9	1.01
69	0x1fe	0xe0	-68	46.87	23.97	114.87	0.96
70	0x1fe	0x120	-68	47.87	24.97	115.87	1
71	0x1fe	0x160	-68	48.92	25.74	116.92	1.05
72	0x1fe	0x30	-68	49.78	26.77	117.78	0.86
73	0x1fe	0x70	-74	44.75	28.11	118.75	0.97
74	0x1fe	0xb0	-74	45.85	31.1	119.85	1.1
75	0x1fe	0xf0	-74	46.87	30.17	120.87	1.02
76	0x1fe	0x130	-74	47.68	32.69	121.68	0.82
77	0x1fe	0x170	-74	48.66	31.6	122.66	0.98
78	0x1fe	0x32	-74	49.78	32.58	123.78	1.12
79	0x1fe	0x72	-80	45.48	35.95	125.48	1.7
80	0x1fe	0xb2	-80	46.09	35.83	126.09	0.61
81	0x1fe	0xf2	-80	47.08	35.78	127.08	0.99
82	0x1fe	0x132	-80	48	36.96	128	0.92
83	0x1fe	0x172	-80	49.02	38.76	129.02	1.03



2.3 不同系列芯片的 RX Gain / Noise 比较

2.3.1 CHIP722B & ESP32 RX Gain / Noise 比较

- RX Gain 和 Noise 都有很大区别。

- 表格数据参数说明

rfrx_gain: PBUS rfrx1 Gain 的配置。

bb_gain: PBUS BB Gain 的配置。

rx_power: 芯片内部收到的信号大小，计算单位为 10 bits 的 ADC 满幅信号为 57db。

rx_noise: 天线端无输入信号时，芯片内部计算得到的 RX 链路噪声信号大小，计算单位为 10 bits 的 ADC 满幅信号为 57db。

表 2.3.1 CHIP722B & ESP32 RX Gain / Noise 比较

rfrx_gain	bb_gain	rx_noise CHIP722B	rx_gain CHIP722B	rx_noise ESP32	rx_gain ESP32
0x180	0x0	10.32	48.33	3.39	55.59
0x182	0x0	10.64	55.53	4.21	60.18
0x184	0x0	9.99	54.46	3.52	57.48
0x186	0x0	10.69	60.94	5.17	62.09
0x188	0x0	10.85	58.99	6.62	65.02
0x18a	0x0	11.01	59.16	11.22	70.2
0x18c	0x0	11.28	63.65	8.46	66.9
0x18e	0x0	11.97	63.79	13.1	72.12
0x190	0x0	9.81	62.33	4.08	70.69
0x192	0x0	11.97	69.34	7	76.26
0x194	0x0	11.77	68.57	5.52	72.75
0x196	0x0	13.94	74.6	8.55	78.2
0x198	0x0	13.05	72.65	11.48	81.76
0x19a	0x0	13.46	72.82	17.14	87.23
0x19c	0x0	15.43	77.22	13.48	83.7
0x19e	0x0	15.35	77.34	18.75	89.06
0x1a0	0x0	9.17	43.14	3.6	57.95
0x1a2	0x0	9.66	50.33	4.58	62.73
0x1a4	0x0	10.4	49.25	3.83	59.9
0x1a6	0x0	11.03	55.41	5.16	64.56
0x1a8	0x0	10.67	53.44	6.88	67.61
0x1aa	0x0	11.28	53.61	11.16	72.84
0x1ac	0x0	11.91	58.11	8.21	69.46
0x1ae	0x0	11.34	58.23	13.05	74.73



0x1b0	0x0	9.99	66.47	4.11	68.55
0x1b2	0x0	10.37	73.64	6.84	73.94
0x1b4	0x0	10.87	72.4	5.63	70.46
0x1b6	0x0	12.17	79	8.38	75.97
0x1b8	0x0	11.55	77.2	11.73	79.57
0x1ba	0x0	12.03	77.37	16.85	84.96
0x1bc	0x0	13.38	81.7	13.45	81.41
0x1be	0x0	13.39	81.82	18.96	86.85
0x1c0	0x0	9.01	64.08	3.97	82.67
0x1c2	0x0	9.86	71.29	4.98	88.17
0x1c4	0x0	9.76	70.14	3.65	84.52
0x1c6	0x0	10.3	76.79	5.41	90.12
0x1c8	0x0	11.07	74.88	7.8	93.85
0x1ca	0x0	10.93	75.06	12.58	99.23
0x1cc	0x0	11.5	79.56	9.17	95.74
0x1ce	0x0	11.34	79.7	14.46	101.18
0x1d0	0x0	9.92	87.37	7.04	97
0x1d2	0x0	11.64	94.47	12.84	102.5
0x1d4	0x0	11.39	93.47	8.46	98.91
0x1d6	0x0	13.74	99.84	13.31	104.4
0x1d8	0x0	13.02	97.88	16.63	107.82
0x1da	0x0	12.69	98.06	21.57	112.79
0x1dc	0x0	15.07	102.46	18.61	109.77
0x1de	0x0	15.26	102.59	23.32	114.61
0x1e0	0x0	9.47	66.91	3.2	81.2
0x1e2	0x0	10.27	74.13	4.95	86.8
0x1e4	0x0	10.1	72.98	4.4	83.15
0x1e6	0x0	11.02	79.6	5.45	88.64
0x1e8	0x0	10.41	77.68	8.21	92.37
0x1ea	0x0	10.69	77.87	13.02	97.72
0x1ec	0x0	11.64	82.36	8.99	94.19
0x1ee	0x0	11.63	82.49	14.43	99.6
0x1f0	0x0	10.37	91.04	7.14	94.73
0x1f2	0x0	11.28	98.21	11.25	100.2
0x1f4	0x0	11.32	96.88	9.31	96.69
0x1f6	0x0	13.64	103.48	12.89	102.18
0x1f8	0x0	13	101.71	16.1	105.43
0x1fa	0x0	27.31	101.84	23.9	110.34
0x1fc	0x0	15.57	106.36	18.06	107.34
0x1fe	0x0	16.09	106.5	24.68	112.23



2.4 LNA/VGA_DCAP 对 RFRX Gain 的影响

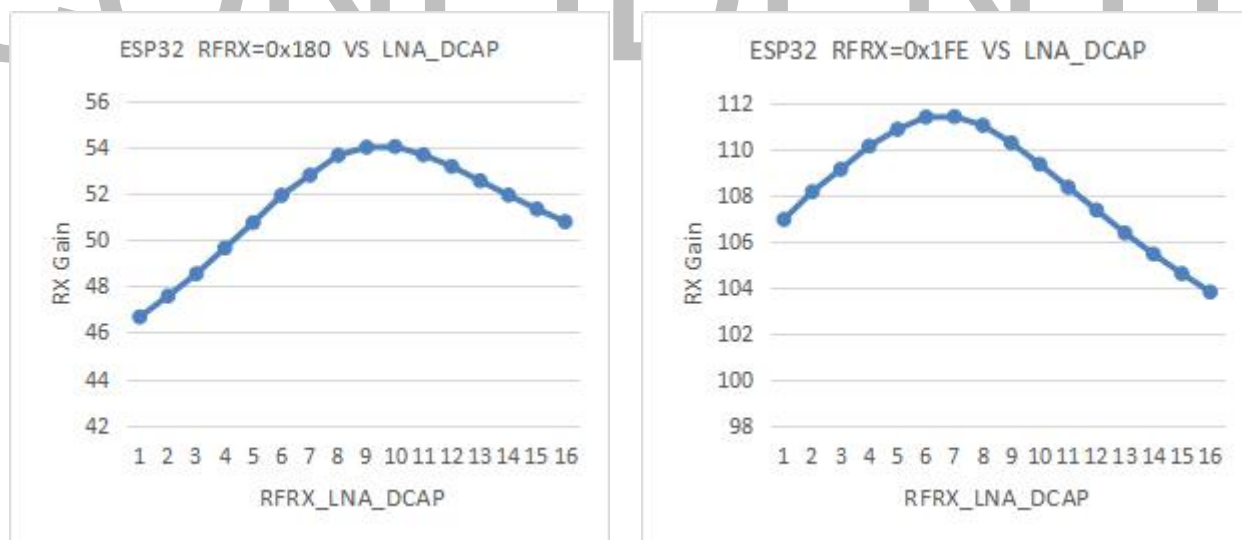
2.4.1 概述

- CHIP722 Metal Change 之前和之后的芯片对 RFRX 寄存器变化现象一样。
- 影响 RX Gain 和 Noise 的寄存器有: rfrx_lna_dcap, rfrx_vga_dcap, rfrx_mx_db。
- CHIP722 和 ESP32 对这 3 个寄存器的表现都不一样, 具体请查看下面的详细描述。

2.4.2 rfrx_lna_dcap 寄存器对 RX Gain 的影响

2.4.2.1 ESP32

所有 RFRX Gain 随 rfrx_lna_dcap 的变化曲线都是中间大两头小的凸形, 且变化范围大概有 7dB。如下两图所示。

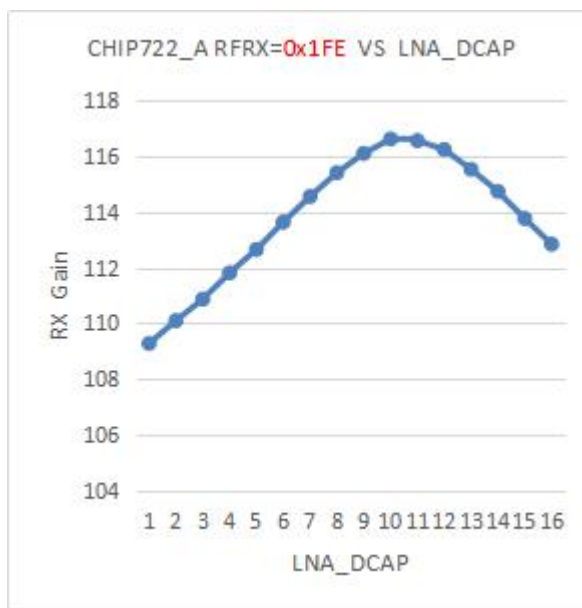
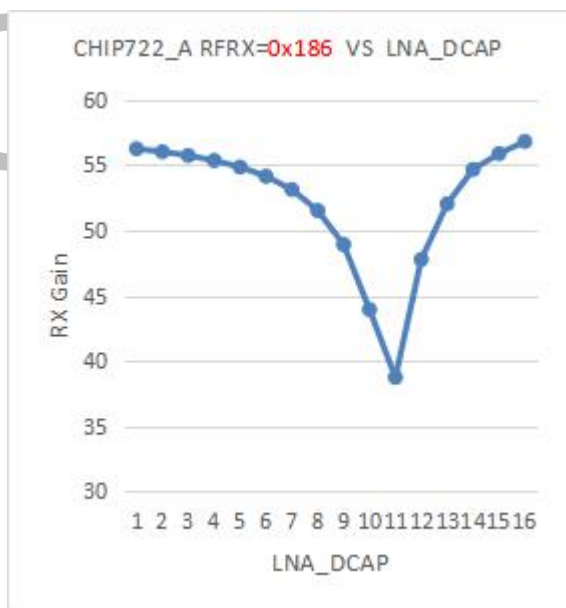
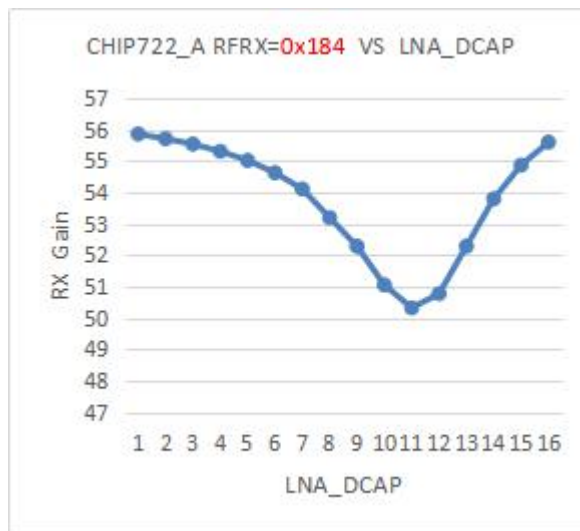
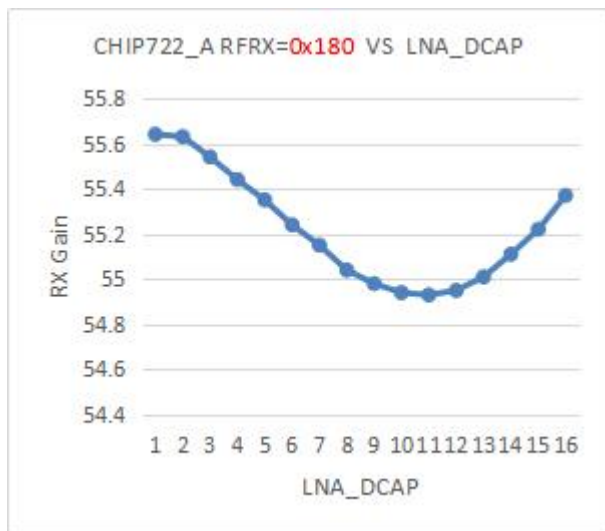


2.4.2.2 CHIP722 A 版

比较小的 RFRX Gain 随 rfrx_lna_dcap 的变化是中间小两头大的凹形。

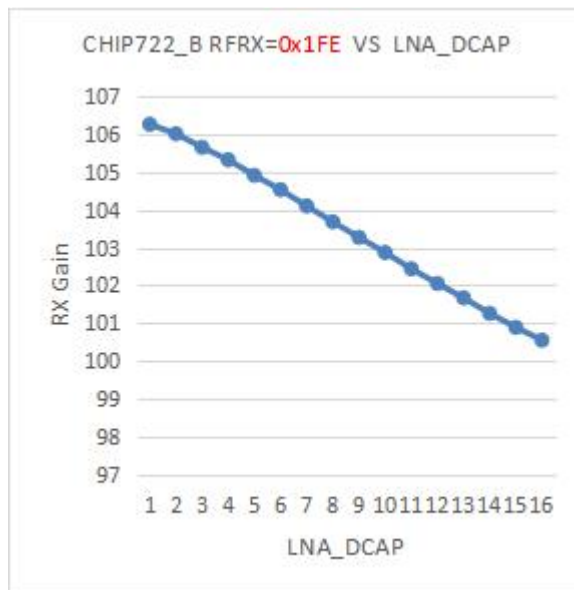
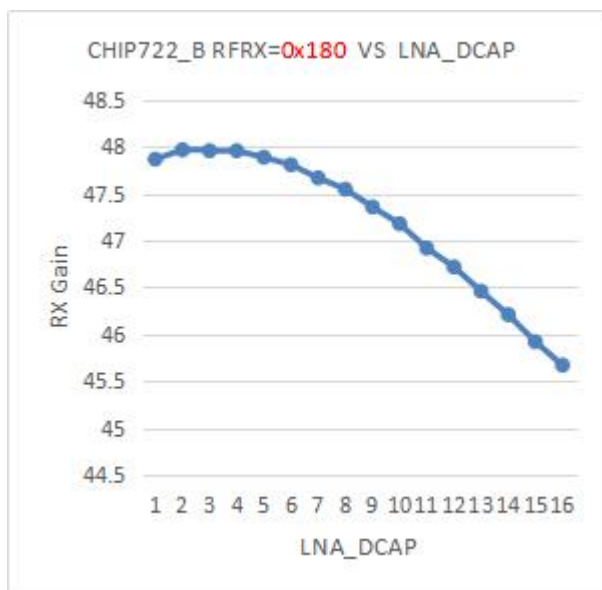
比较大的 RFRX Gain 随 rfrx_lna_dcap 的变化是中间大两头大的凸形。

如下四图所示。



2.4.2.3 CHIP722 B 版

所有 RFRX Gain 随 rfrx_lna_dcap 的变化曲线是逐渐下降的，但是小 Gain 和大 Gain 有一点点区别。如下两图所示。

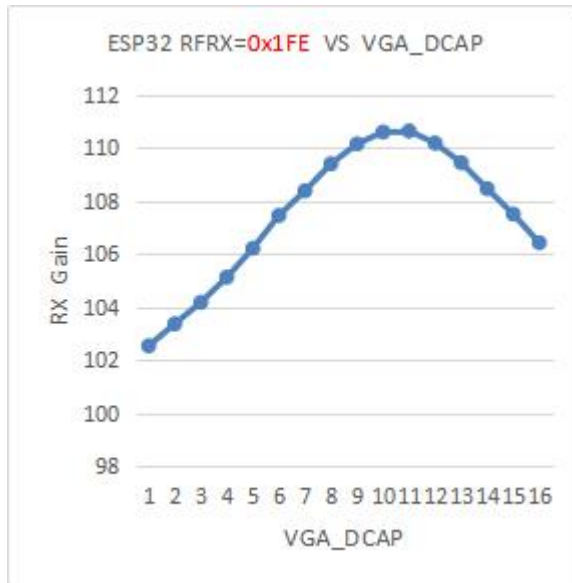
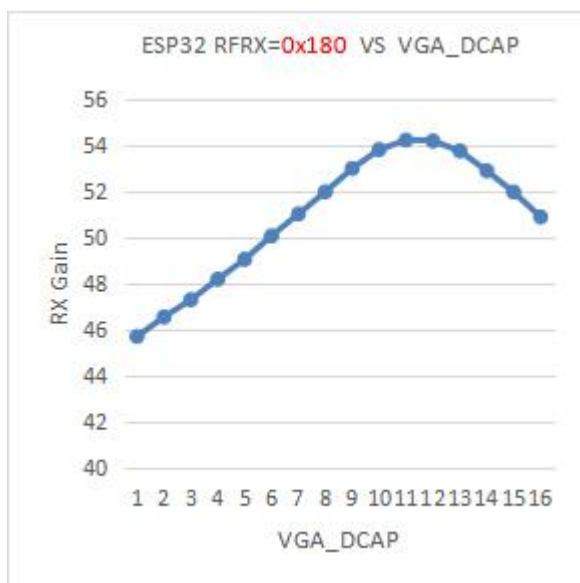


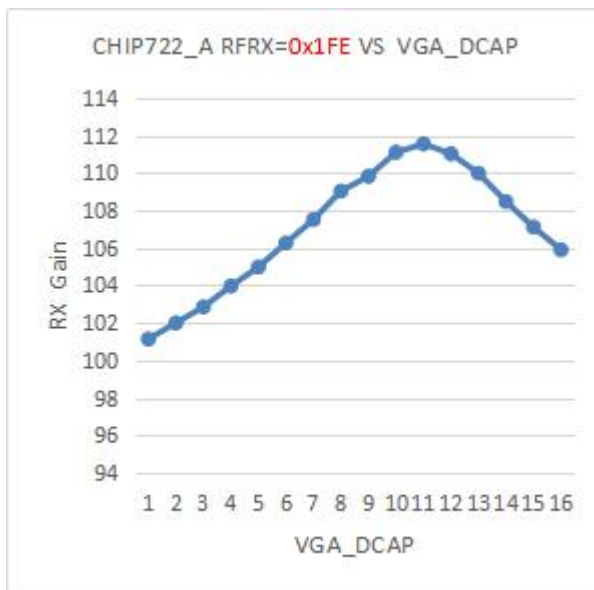
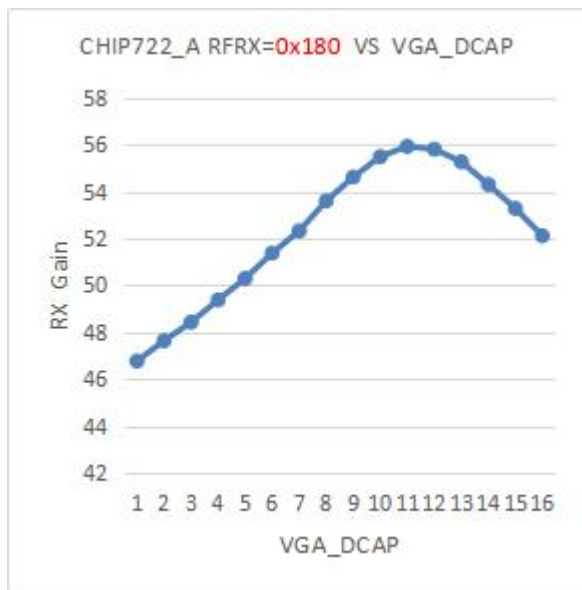
2.4.3 rfrx_vga_dcap 寄存器对 RX Gain 的影响

2.4.3.1 ESP32 and CHIP722_A

ESP32 和 CHIP722_A 随 rfrx_vga_dcap 变化的现象一样

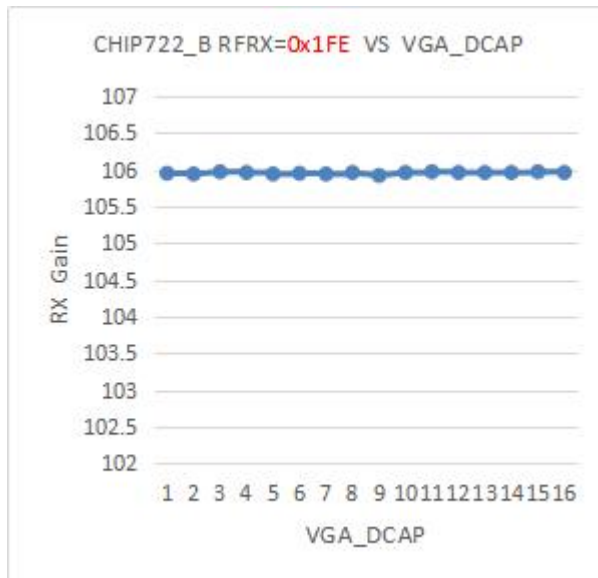
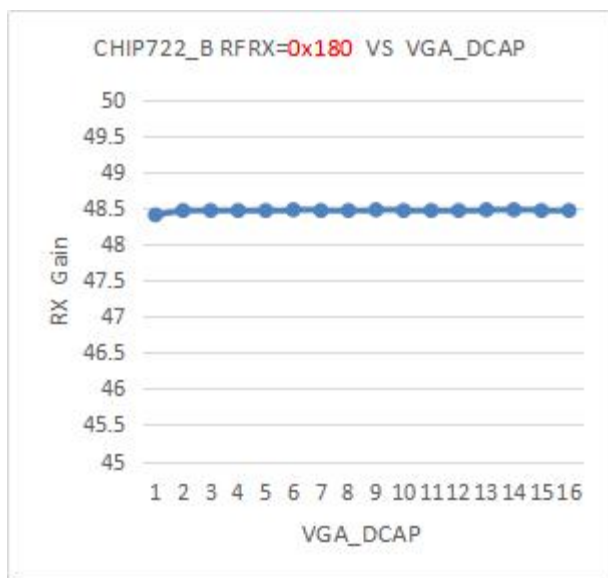
所有 RFRX Gain 随 rfrx_vga_dcap 的变化曲线都是中间大两头小的凸形，且变化范围大概有 8dB。如下四图所示。





2.4.3.2 CHIP722_B

所有 RFRX Gain 都不随 rfrx_vga_dcap 变化而变化。如下两图所示。





2.4.4 rfrx_mx_db 寄存器对 RX Gain 的影响

ESP32: mx_db=1 的 Gain 比 mx_db=0 大约 13dB,

mx_DB=1/2/3 时的 Gain 差不多。

CHIP722_A 和 CHIP722_B: mx_db=1 的 RX Gain 比 mx_db=0 大约 3dB,

mx_DB=1/2/3 时的 Gain 差不多。

如下表所示。

表 2.4.4 rfrx_mx_db 寄存器对 RX Gain 的影响

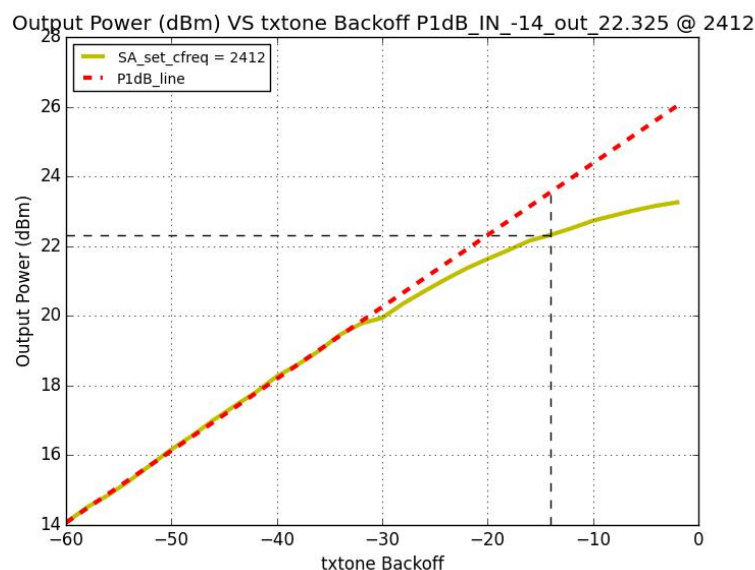
rfrx_mx_db	CHIP722_A RX Gain			CHIP722_B RX Gain			ESP32 RX Gain		
	RFRX 0x180	RFRX 0x1FE	gain delta	RFRX 0x180	RFRX 0x1FE	gain delta	RFRX 0x180	RFRX 0x1FE	gain delta
0	52.6	108.37		46.61	91.7		39.33	97.09	
1	55.47	111.14	2.77	48.63	95.21	3.51	53.14	109.88	12.79
2	55.82	111.45	0.31	48.69	95.59	0.38	53.89	110.38	0.5
3	55.99	111.62	0.17	48.64	95.78	0.19	54.06	110.65	0.27



3. TX Gain

3.1 PA 曲线测试

下图为 36+j6 附近，PA 曲线示意图：



P1dB 压缩点在 22dB 附近。

3.2 PA Gain 的增益和 EVM

对 Power = 10,12,13,14,17,18,19dBm 分别测试，遍历不同的 PA Gain (0x1f~0x7f)，BB gain (0x0~0xb0)下，调节 Dig Gain 达到相同功率时的 EVM。

(1) tx power > 12 dBm，PA Gain > 0x2f

(2) tx power > 18 dBm，PA Gain > 0x4f

以 13dB 功率来看 EVM，PA Gain: 0x2f ~ 0x7f，EVM 没有明显差异。



3.3 TX BB Gain 的增益和 EVM

对 Power = 10,12,13,14,17,18,19dBm 分别测试，遍历不同的 PA Gain (0x1f~0x7f)，BB gain (0x0~0xb0)下，调节 Dig Gain 达到相同功率时的 EVM。

PA Gain 和 Digital Gain 一定的情况下，不同的 filter gain 达到相同的输出功率，EVM 没有明显的变化。

rf_gain	bb_gain	digital_gain	frequency	data_rate	power(dBm)	EVM(dB)
0x1f	0xb0 (13dB)	1	2412	54m	9.83	- 31.53
0x7f	0x0 (0dB)	-8	2412	54m	10	- 31.46

3.4 Digital Gain 的增益和 EVM

Digital Gain 范围为 (-20, 20)，对 EVM 影响较小。

1. 当 Digital_atten < -20 , Digital Gain 太大，饱和造成 EVM 变差。
2. 受 bb filter 噪声影响，Digital_Gain 不能太小， Digital_atten < 20。

3.5 TX Gain Table

1. 当前 dig_gain 范围 (-20, 20) 较优，BB filter 改善后 Dig gain 可以下调。
2. tx power > 12 dBm , PA Gain > 0x2f; tx power > 18 dBm , PA Gain > 0x4f。
3. tx power = 13 dBm, BB Gain > 0x40; tx power = 18 dBm, BB Gain > 0x20



4. RXDC

5. TXDC

6. RF 匹配点

6.1 匹配点遍历

6.1.1 CHIP722B BB Filter 下阻抗点遍历

CHIP722B @ (2412MHz,54M)									
匹配方法1									
PA_Gain =0x5f,BB_gain = 0x120,dig_gain=12						调整Gian, 降功率为13dBm时			
Matching	P1dB(dBm)	power(dBm)	evm(dB)	evm_std	evm_max(dB)	power(dB)	evm(dB)	evm_std	evm_max(dB)
$z=53+j8.5$	23.21	16.4	-20.72	0.51	-19.92	13.03	-25.49	0.54	-24.45
$z=43+j12.5$	22.3	16.21	-22.92	0.47	-22.26	13.08	-25.1	0.81	-22.66
$z=36+j6$	22.32	15.62	-24.47	0.62	-23.39	13.03	-27.38	0.59	-26.17
$z=31+j8$	21.82	15.2	-25.7	0.73	-24.57	13.07	-27.53	0.83	-26.15
$z=26+j5$	21.56	14.23	-25.14	0.54	-23.83	13.13	-26.55	1.12	-24.64
$z=25-j1$	21.4	13.86	-27.66	0.96	-25.06	12.9	-27.82	1.41	-23.58
$z=23-j4.5$	21.69	13.87	-27.25	0.5	-26.3	12.89	-28.18	0.6	-26.73
$z=19-j7$	20.64	12.87	-28.16	0.75	-26.4	12.87	-28.25	1.13	-24.95

遍历 Chip722B_MF 的匹配点, EVM 均不满足要求, 且在小阻抗时, EVM 优于大阻抗;



6.1.2 CHIP722B RC Filter 下匹配点遍历

匹配方法2

改变测试方式，以2430MHz，RC filter并且看EVM在宽的power范围内的EVM变化情况

RC Filter 2430MHz @ 54MHz

Matching	$z=53+j8.5$		$z=43+j12.5$		$z=36+j6$		$z=31+j8$	
P1dB:	23.21		22.3		22.32		21.82	
	power(dBm)	EVM(dB)	power(dBm)	EVM(dB)	power(dBm)	EVM(dB)	power(dBm)	EVM(dB)
0xf	-0.31	-35	-1.15	-34.71	-1.94	-35.43	-2.27	-35.39
0x1f	5.6	-31.7	4.72	-31.5	3.98	-32.97	3.52	-33.14
0x2f	9.01	-28.36	8.21	-28.79	7.51	-30.45	6.99	-30.87
0x3f	11.35	-24	10.58	-26.38	9.95	-28.41	9.37	-29.23
0x4f	13.22	-22.82	12.46	-24.31	11.86	-26.25	11.25	-27.62
0x5f	14.76	-21.02	13.98	-22.41	13.41	-24.32	12.8	-25.7
0x6f	16.1	-19.52	15.32	-20.8	14.79	-21.84	14.14	-23.98
0x7f	17.23	-18.68	16.48	-19.65	15.96	-20.83	15.32	-22.34
	$z=26+j5$		$z=25-j1$		$z=23-j4.5$		$z=19-j7$	
P1dB:	21.56		21.4		21.69		20.64	
	power(dBm)	EVM(dB)	power(dBm)	EVM(dB)	power(dBm)	EVM(dB)	power(dBm)	EVM(dB)
0xf	-3.77	-36.08	-4.27	-35.63	-5.51	-36.23	-6.32	-35.8
0x1f	2.07	-33.95	1.56	-34.01	0.32	-34.54	-0.51	-34.33
0x2f	5.51	-32.04	4.97	-32.1	3.77	-32.52	2.92	-32.34
0x3f	7.94	-31.39	7.38	-31.47	6.17	-32.14	5.29	-32.05
0x4f	9.79	-30.89	9.25	-31.13	8.06	-31.91	7.2	-32.12
0x5f	11.33	-29.99	10.75	-30.8	9.57	-31.64	8.71	-32.08
0x6f	12.67	-28.86	12.08	-29.96	10.84	-31.38	9.99	-31.93
0x7f	13.83	-27.33	13.23	-28.92	11.98	-30.77	11.12	-31.46

1. 改变测试方式，在 2430MHz，RC filter 下看 EVM 在宽的 power 范围内的变化情况；
2. 遍历 20~50ohm 的阻抗点，并以 11dBm 的功率为参考，经测试发现，随着阻抗减小，1dB 压缩点呈变小趋势，但 EVM 却有所改善；



6.2 CHIP722B Metal Change 之前的匹配点

CHIP722B before metal fix @2590M					
PA_Gain =0x5f,BB_gain = 0x120,dig_gain=12,					
Matching	P1dB(dBm)	power(dBm)	evm(dB)	evm_std	evm_max(dB)
z=46+10j	21.69	13.36	-29.23	0.52	-27.78
z=39.6-8.2j	21.76	13.33	-29.01	0.72	-27.13
z=38.7+6j	21.93	13.37	-29.41	0.46	-28.15
z=33+7j	22.2	14.1	-29.14	0.47	-28.26
z=33-5j	21.73	13.07	-29.76	0.5	-28.56
z=31+8j	21.9	13.31	-29.8	0.53	-28.71
z=26+7j	20.68	13.2	-29.35	0.6	-27.94
z=25-7j	20.88	11.94	-29.88	0.51	-28.78
z=19.6+5j	21.21	12.71	-29.26	0.53	-28.49
z=17.7+0j	20.54	11.81	-29.82	0.64	-28.42

遍历 CHIP722B_Before MF 匹配点，EVM 在较宽的范围内都较好，综合 P1dB 压缩点和 Power、EVM，选择 33ohm 附近的阻抗点为最优

6.3 CHIP722A 匹配点遍历

CHIP722A @ (2412MHz, 54M)									
PA_Gain =0x5f,BB_gain = 0x120,dig_gain=12						调整Gain, 降功率为13dBm时			
Matching	P1dB(dBm)	power(dBm)	evm(dB)	evm_std	evm_max(dB)	power(dB)	evm(dB)	evm_std	evm_max(dB)
z=43-j5	22.15	13.23	-28.91	1.08	-25.98	13.05	-29.36	0.92	-27.05
z=40+j12	20.79	13.36	-28.94	0.85	-26.97	12.94	-29.53	0.6	-27.69
z=37-j2.5	22.45	13.01	-29.43	0.61	-28.48	13.02	-29.5	0.56	-28.51
z=36+j6	22.76	13.12	-29.22	0.83	-26.49	12.94	-29.42	0.84	-27.14
z=31+j8	22.04	12.59	-29.07	0.95	-26.49	13.13	-29.2	0.73	-27.22
z=31-j10	20.9	12.48	-29.34	1.13	-27	13.08	-29.58	0.58	-28.18
z=26+j5	21.15	11.65	-29.45	1.01	-25.95	12.89	-29.59	0.93	-26.81
z=22-j7	21.28	11.25	-29.37	0.79	-27.98	13.03	-29.67	0.85	-28.07

CHIP722A 的匹配点：在达到相同的功率 13dB 时，匹配点从 20 ~ 40 能到达的 EVM 没有很大的差异，综合 P1dB 压缩点和 Power、EVM，阻抗选择 36 附近。



6.4 CHIP722B 当前选用匹配值

当配置 ir_cap_ext 使 ent-vco-bias 电压接近 1.1V 时，匹配点在 20 和 36 附近都能达到较好的性能。

		Module V1.4版本				Module V1.3版本			
		CLC : 20+j10				CCL: 36-j1 2.4-5.6-1.8			
		sample 1		sample 2		sample 1		sample 2	
		power(dB)	EVM(dB)	power(dB)	EVM(dB)	power(dB)	EVM(dB)	power(dB)	EVM(dB)
1	mcs7	13.35	-28.99	12.95	-28.81	13.62	-27.88	13.44	-29.46
2	mcs7	13.42	-28.73	13	-29.19	13.53	-28.1	13.44	-29.17
3	mcs7	13.5	-28.78	13.04	-28.51	13.47	-28.96	13.46	-29.44
4	mcs7	13.29	-29.08	12.81	-29.35	13.48	-28.93	13.46	-28.84
5	mcs7	13.38	-28.83	12.93	-28.33	13.45	-28.25	13.4	-28.91
6	mcs7	13.23	-27.77	12.82	-28.78	13.45	-27.74	13.19	-28.99
7	mcs7	13.34	-28.06	12.94	-28.82	13.46	-27.98	13.18	-29.49
8	mcs7	13.19	-28.42	13.04	-28.24	13.45	-27.82	13.17	-29.01
9	mcs7	13.27	-28.5	13.09	-29.18	13.48	-28.94	13.09	-29.46
10	mcs7	13.37	-29.07	13.15	-28.18	13.52	-28	13.1	-29.29
11	mcs7	13.47	-28.69	13.19	-29.16	13.57	-28.81	12.87	-29.32
12	mcs7	13.51	-28.76	13.2	-29.14	13.62	-29.04	12.96	-29.22
13	mcs7	13.52	-28.51	13.17	-28.16	13.61	-28.34	12.95	-29.07
14	mcs7	13.56	-28.39	13.11	-28.12	13.7	-28.03	13.14	-28.66

结合 P1dB 压缩点和 Power、EVM，MASK，匹配点暂时用 Metal Fix 之前的匹配点，即 33ohm 附近。

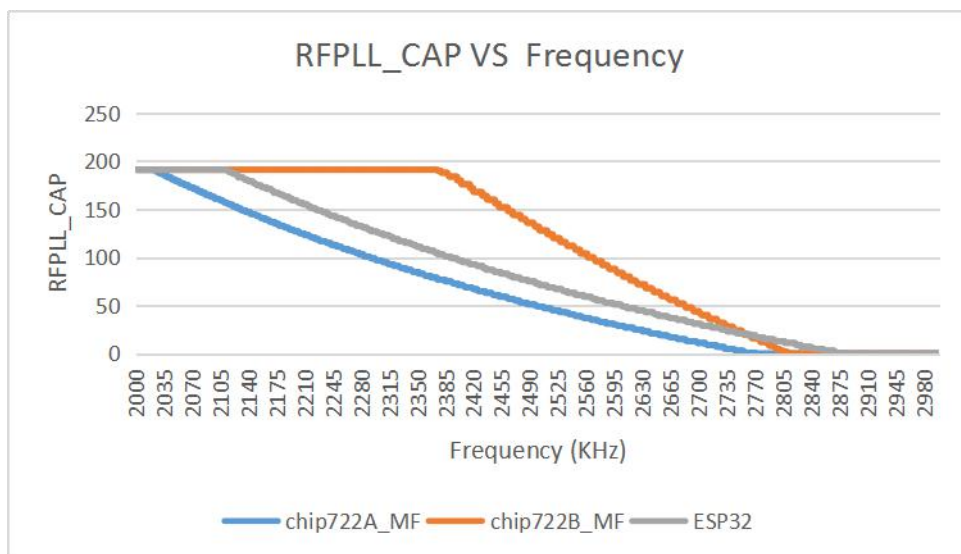


7. RFPLL

7.1 RFPLL CAP / DAC 校准范围

7.1.1 RFPLL CAP 校准范围比较

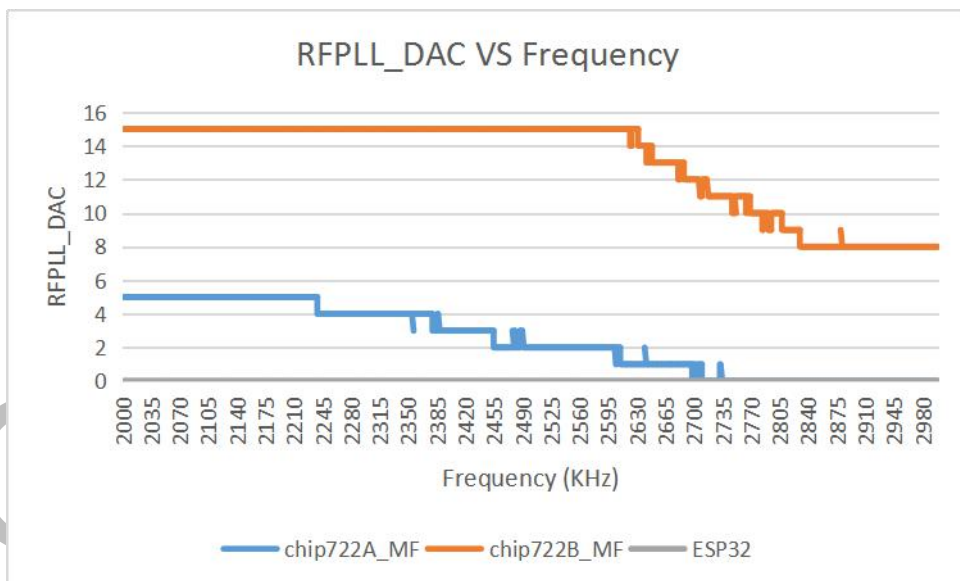
- 对比 CHIP722A /B ESP32 3 款芯片 or_pll_cap 的测试结果
 - 2.4GHz 信道频段对应的 PLL_CAP 值比较
 - ◆ CHIP722A 的 CAP 值在 60 左右
 - ◆ CHIP722B 的 CAP 值在 160 左右
 - ◆ ESP32 的 CAP 值在 80 左右。
 - 锁频范围比较
 - ◆ CHIP722A 的锁频范围：2024MHz -- 2769MHz
 - ◆ CHIP722B 的锁频范围：2375MHz -- 2812MHz
 - ◆ ESP32 的锁频范围：2113MHz -- 2883MHz





7.1.2 RFPLL DAC 校准范围

- 对比 CHIP722A /B ESP32 3 款芯片 or_pll_dac 的测试结果
 - CHIP722B 的 RFPLL DAC 值为 15 左右，比较偏高。



- 修改寄存器调整 DAC 值

CHIP722A: 设置 dvco_amp=0, dvco_amp_incw=0, ir_enb_dac_dec1=0, ir_enb_dac_dec2=0 时, 校准出来的 or_pll_dac=4

CHIP722B: 设置 dvco_amp=0, dvco_amp_incw=0, ir_enb_dac_dec1=0, ir_enb_dac_dec2=0 时, 校准出来的 or_pll_dac=11

7.1.3 RFPLL DAC 与 电流的关系

- DAC 越大 电流越大。

ir_enx_dac	ir_dac_ext	RX State Current	TX State Current
1	0	79.33 mA	159.20 mA
1	8	81.28 mA	161.65 mA
1	15	83.78 mA	164.26 mA



7.2 RFPLL CAP 校准时间

RFPLL 校准的稳定时间大概为 40~60us。

7.3 2430M 和 2432M 频点的 EVM 比较

7.3.1 测试结论

遍历测试 PA Gain, BB Filter Gain, Digital Gain, 寻找 EVM 最优值

- ESP32 在 2430MHz 上比 2432 的优势有 1 db 左右
- CHIP722A 在 2430MHz 上比 2432 的优势有 2~3 db 左右
- CHIP722B 在 2430MHz 上比 2432 的优势有 4~6 db 左右

7.3.2 测试数据

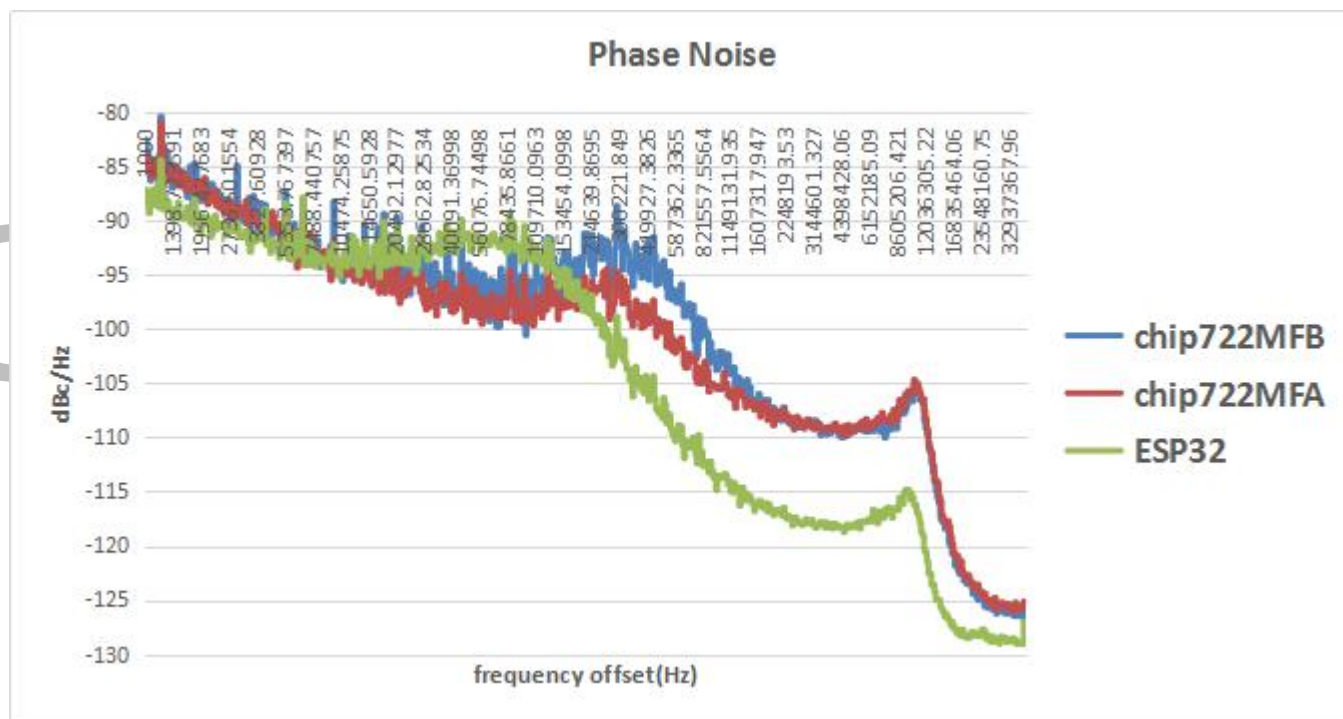
	RC Enable	2432 MHz EVM 最优值	2430MHz EVM 最优值	2430M 比 2432M 的 EVM 优势 (dB)
CHIP722_A	1	-33.76	-36.9	3.14
CHIP722_A	0	-32.42	-34.65	2.23
CHIP722_B	1	-30.58	-36.92	6.34
CHIP722_B	0	-29.38	-33.42	4.04
ESP32	1	-36.64	-37.7	1.06
ESP32	0	-35.96	-37.37	1.41



7.4 Phase Noise

7.4.1 CHIP722 和 ESP32 的 Phase Noise 比较

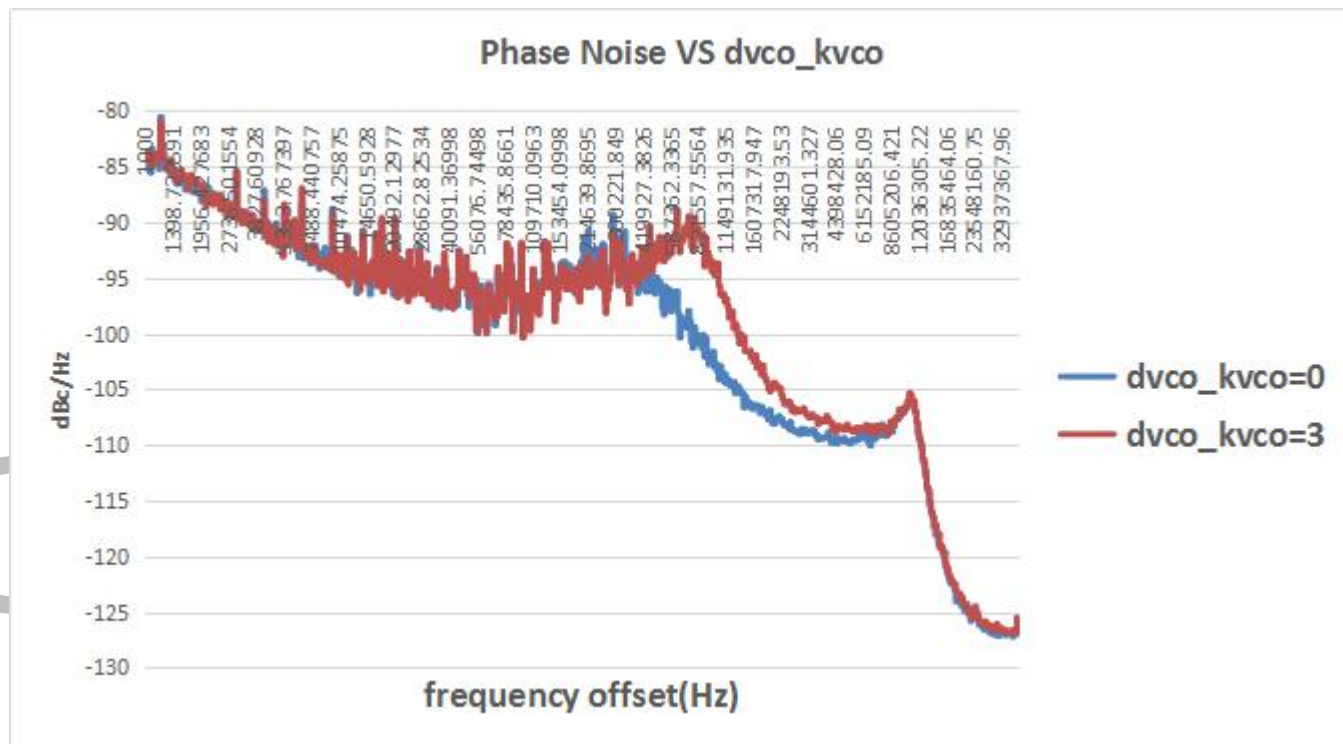
- CHIP722MF A 版比 B 版 Phase Noise 好一些
- 在 frequency offset 200KHz 后, ESP32 的 Phase Noise 优于 A 版。





7.4.2 rfpll_dvco_kvco 对 Phase Noise 的影响

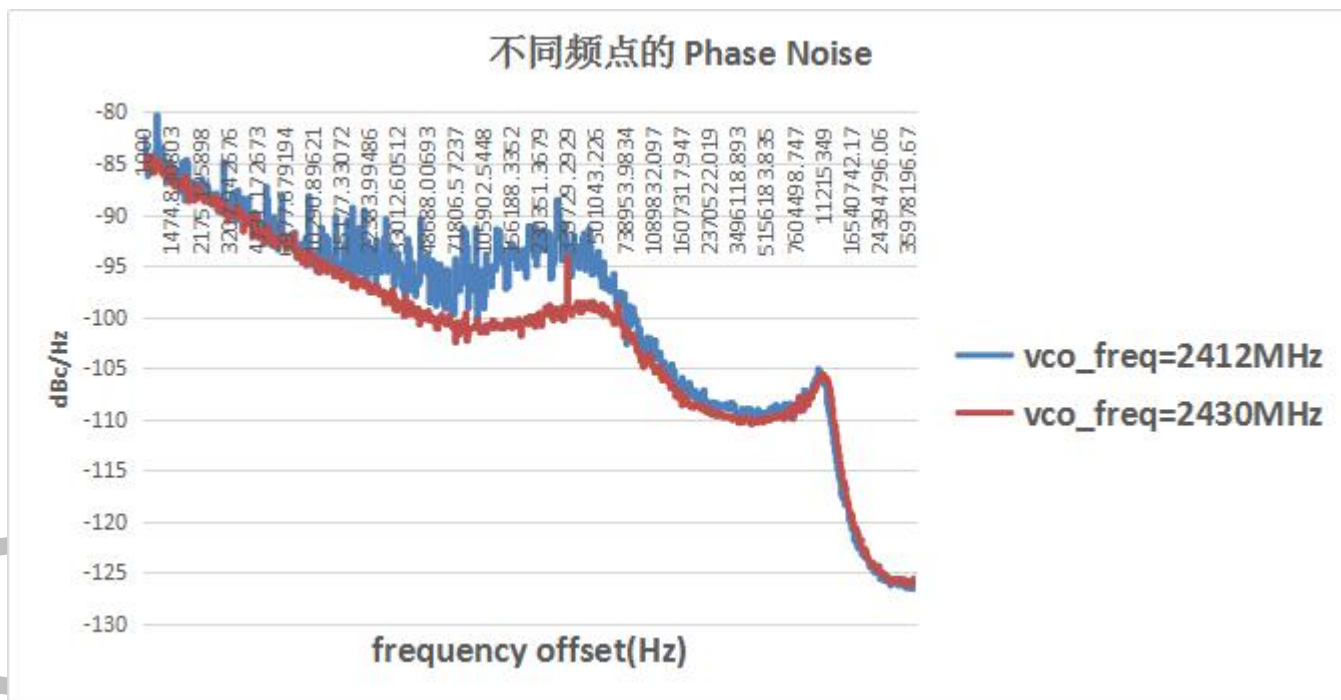
dvco_kvco 越大 Phase Noise 越差，如下图：



7.4.3 2430 MHz 频点的 Phase Noise 较好

2430MHz 频点的 Phase Noise 比其他频点好很多，

2430Mhz 频点处寄存器 dsdm_7_0、dsdm_15_8 为 0。



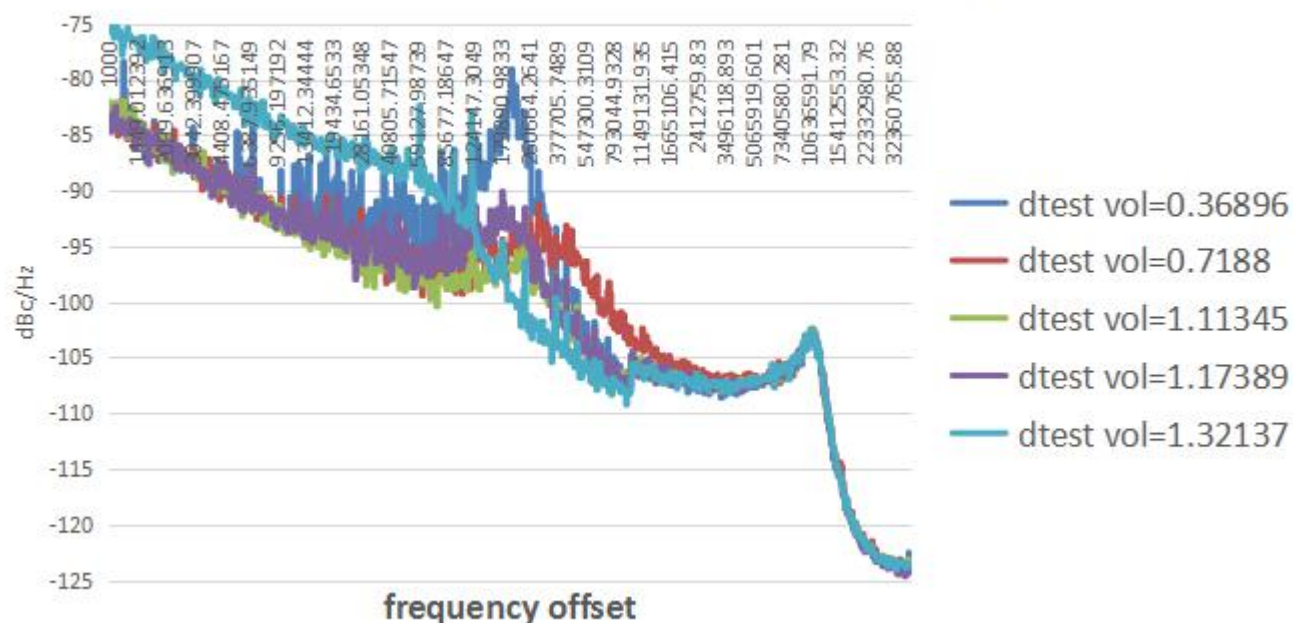
7.4.4 rfpll ent_vco_bias 电压 对 Phase Noise 的影响

ent_vco_bias 电压为 1.1V 时，Phase Noise 最优。

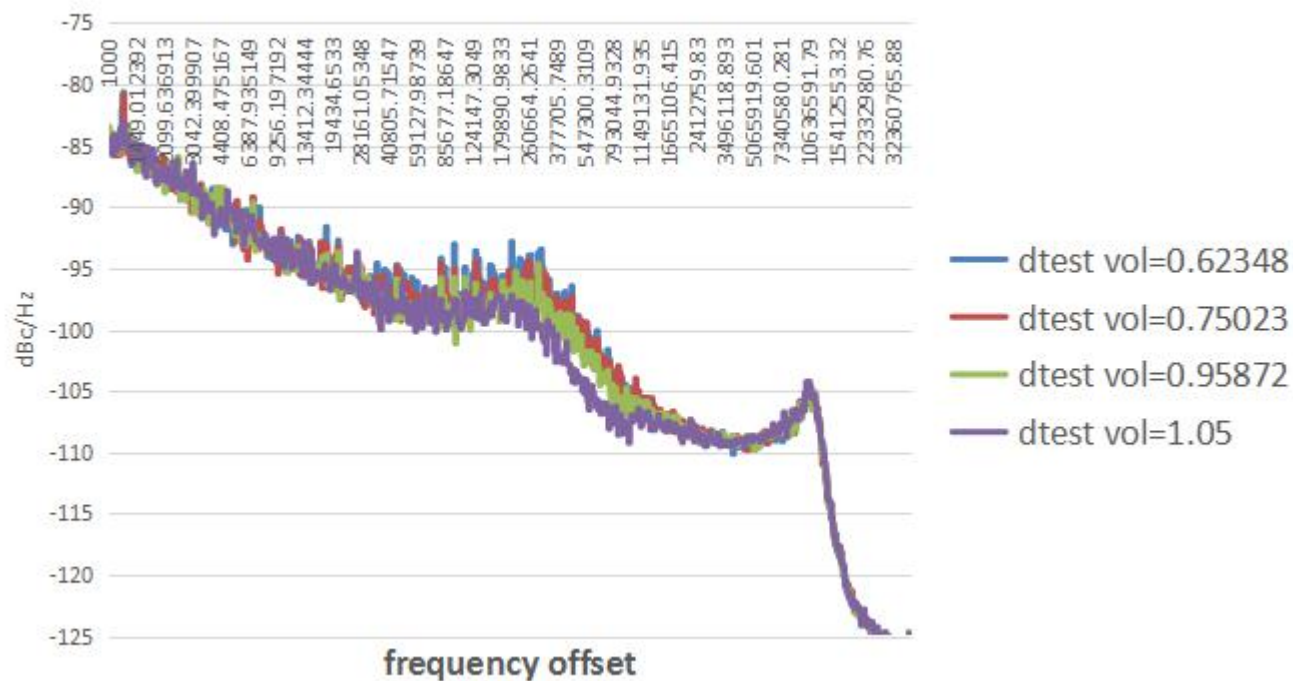
ent_vco_bias 不同电压点的 Phase Noise 如下图：



chip722MFB phase noise VS dtest voltage



chip722MFA phase noise VS dtest voltage





7.5 RFPLL CAP 对 EVM 的影响

7.5.1 测试说明

RFPLL ir_cap_ext 的 ent_vco_bias 电压变化测试

- 电压寄存器配置：I2C RFPLL 中 dtest=1，ent_vco_bias=1。
- 使用 SARADC2 测试 ent_vco_bias 电压，命名为 ent_vco_bias_vol。
- CHIP722 A 版和 B 版各测试 5 块。

7.5.2 测试结论

- CHIP722 A & B 现象一样
 - 当 ent_vco_bias 电压接近 1.1V 时, TX EVM 最好, EVM 会好 1~2dB。查看黄色数据。
 - ent_vco_bias 电压接近 1.1V 时, or_pll_cap=2。所以使用 or_pll_cap=0 校准的 ir_cap_ext 值不是最优。
 - 当 ent_vco_bias 电压为 0.3~0.7V 时, or_pll_cap=0。
- CHIP722 A & B 现象不一样
 - CHIP722 A: ir_cap_ext 增加 1, ent_vco_bias 电压增加 0.25~0.3V
 - CHIP722 B: ir_cap_ext 增加 1, ent_vco_bias 电压增加 0.1V

7.5.3 测试数据

CHIP722 B							
channel	rate	power	ir_enx_cap	ir_cap_ext	or_pll_cap	ent_vco_bias_vol	evm
1	54m	10.21	1	162	1	0.07	-24.3
1	54m	10.19	1	163	1	0.2	-28.12
1	54m	10.18	1	164	0	0.3	-28.77
1	54m	10.18	1	165	0	0.4	-28.95
1	54m	10.17	1	166	0	0.5	-28.65
1	54m	10.17	1	167	0	0.6	-28.62
1	54m	10.16	1	168	0	0.64	-28.96



1	54m	10.16	1	169	2	0.74	-28.7
1	54m	10.16	1	170	2	0.84	-29.42
1	54m	10.15	1	171	2	0.94	-30.01
1	54m	10.15	1	172	2	1.04	-30.54
1	54m	10.14	1	173	2	1.21	-28.7
1	54m	10.15	1	174	2	1.32	3.81
6	54m	10.13	1	150	1	0.15	-27.39
6	54m	10.13	1	151	0	0.29	-28.66
6	54m	10.12	1	152	0	0.34	-28.4
6	54m	10.11	1	153	0	0.45	-28.43
6	54m	10.12	1	154	0	0.55	-28.53
6	54m	10.12	1	155	0	0.64	-28.89
6	54m	10.11	1	156	0	0.73	-28.89
6	54m	10.11	1	157	2	0.83	-29.25
6	54m	10.1	1	158	2	0.94	-29.93
6	54m	10.1	1	159	2	1.06	-30.36
6	54m	10.11	1	160	2	1.05	-30.49
6	54m	10.1	1	161	2	1.24	-29.83
6	54m	10.1	1	162	2	1.32	-0.04
11	54m	10.12	1	138	1	0.14	-28.58
11	54m	10.1	1	139	0	0.3	-28.83
11	54m	10.11	1	140	0	0.39	-28.69
11	54m	10.11	1	141	0	0.5	-28.47
11	54m	10.1	1	142	0	0.6	-28.42
11	54m	10.1	1	143	0	0.71	-29.1
11	54m	10.09	1	144	0	0.71	-28.64
11	54m	10.09	1	145	2	0.81	-29.1
11	54m	10.1	1	146	2	0.92	-29.7
11	54m	10.09	1	147	2	1.05	-30.65
11	54m	10.09	1	148	2	1.19	-29.15
11	54m	10.06	1	149	2	1.32	1.02

CHIP722 A							
channel	rate	power	ir_enx_cap	ir_cap_ext	or_pll_cap	ent_vco_bias_vol	evm
1	54m	9.86	1	64	1	0	1.79
1	54m	9.84	1	65	1	0	1.02
1	54m	9.84	1	66	1	0.01	1.15
1	54m	9.83	1	67	1	0	-4.86
1	54m	9.79	1	68	0	0.44	-30.98
1	54m	9.76	1	69	0	0.73	-30.77
1	54m	9.73	1	70	2	0.98	-31.94



1	54m	9.71	1	71	2	1.43	-0.1
6	54m	9.75	1	58	1	0.01	0
6	54m	9.77	1	59	1	0.01	9.04
6	54m	9.76	1	60	1	0.01	9.73
6	54m	9.73	1	61	0	0.31	-30.76
6	54m	9.71	1	62	0	0.61	-30.88
6	54m	9.69	1	63	2	0.88	-31.58
6	54m	9.68	1	64	2	1.14	-31.34
6	54m	9.6	1	65	2	1.42	4.63
11	54m	10.01	1	52	1	0.01	0
11	54m	10	1	53	1	0.01	0
11	54m	9.98	1	54	1	0.01	-0.03
11	54m	9.97	1	55	0	0.38	-30.68
11	54m	9.96	1	56	0	0.56	-30.43
11	54m	9.95	1	57	2	0.83	-31.12
11	54m	9.94	1	58	2	1.11	-31.5
11	54m	9.91	1	59	2	1.42	4.71

8. BB Filter

8.1 TX BB Filter 形状

CHIP722MF A&B 版的 TX filter 形状正常，如下图所示。

图 8.1.1 CHIP722A TX Filter 形状

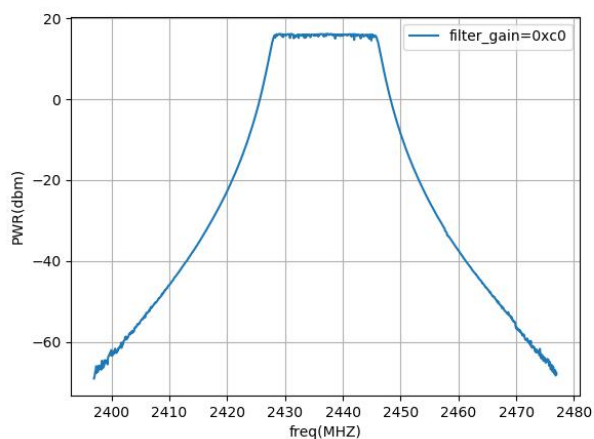
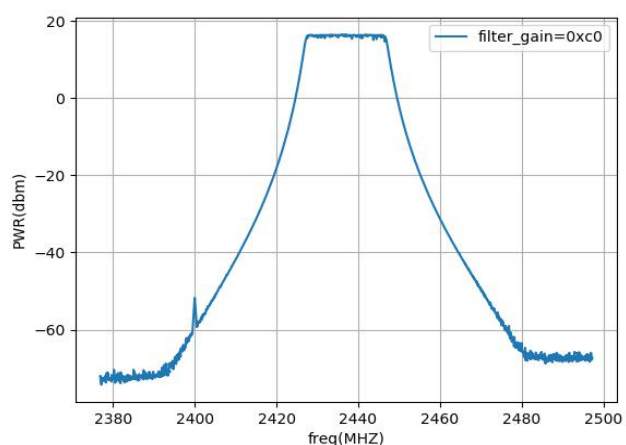


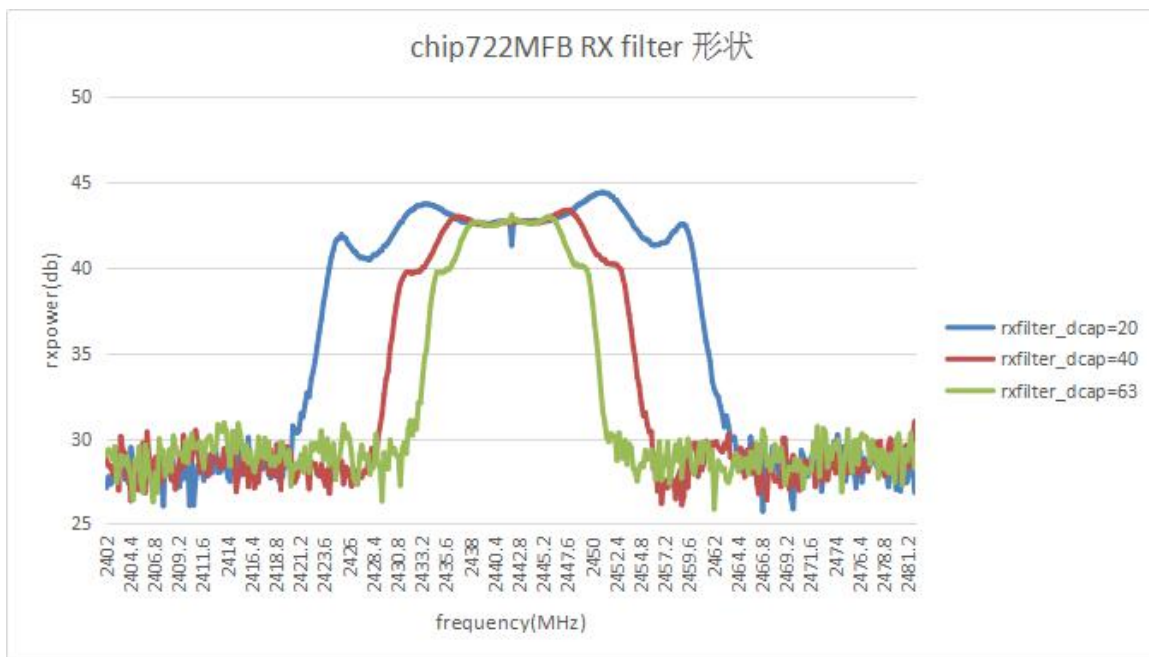
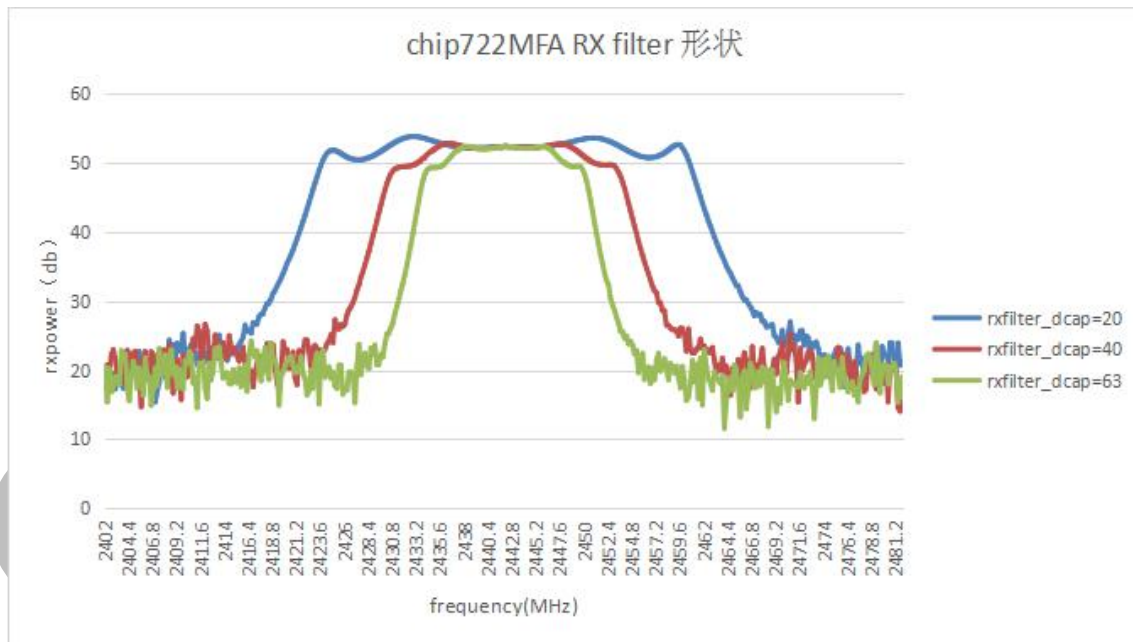
图 8.1.2 CHIP722B TX Filter 形状





8.2 RX BB Filter 形状

RX filter 形状异常，带内凹凸不平，如下图所示。



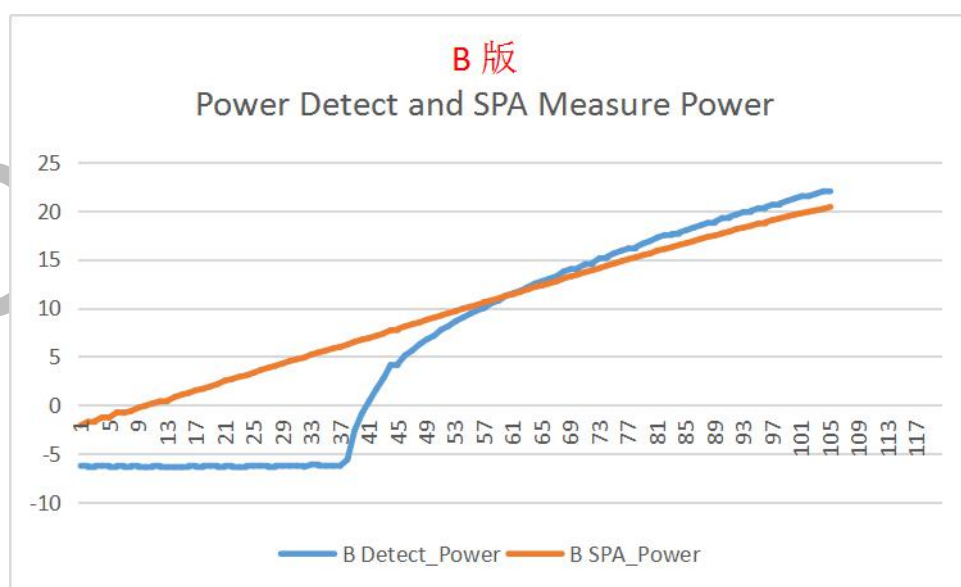


9. Power Detect

9.1 B 版 Power Detect 的问题

B 版的 Power Detect 测量值非线性，只有在 12 dBm 附近才与 频谱仪测量 Power 接近，且低 Power 测量值为小于 0，见下图。

在低功率的时候，B 版 Power Detect 测量出来的 Power<0，是因为 Signal Code 比 DC Code 小。



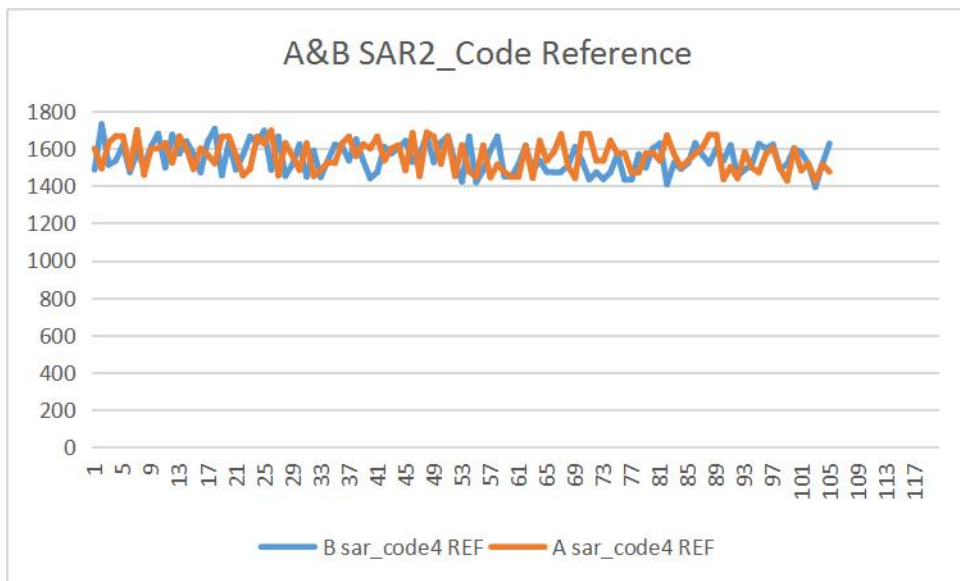
9.2 A&B Power Detect SAR2 Code 比较

Power Detect 会测量 3 个信号，DC，Signal，Reference。

$$\text{Power} = 10 * \text{np.log10}((V_{\text{Signal}} - V_{\text{DC}}) / (V_{\text{Reference}} - V_{\text{DC}})) + \text{offset}。$$

9.2.1 Reference Code

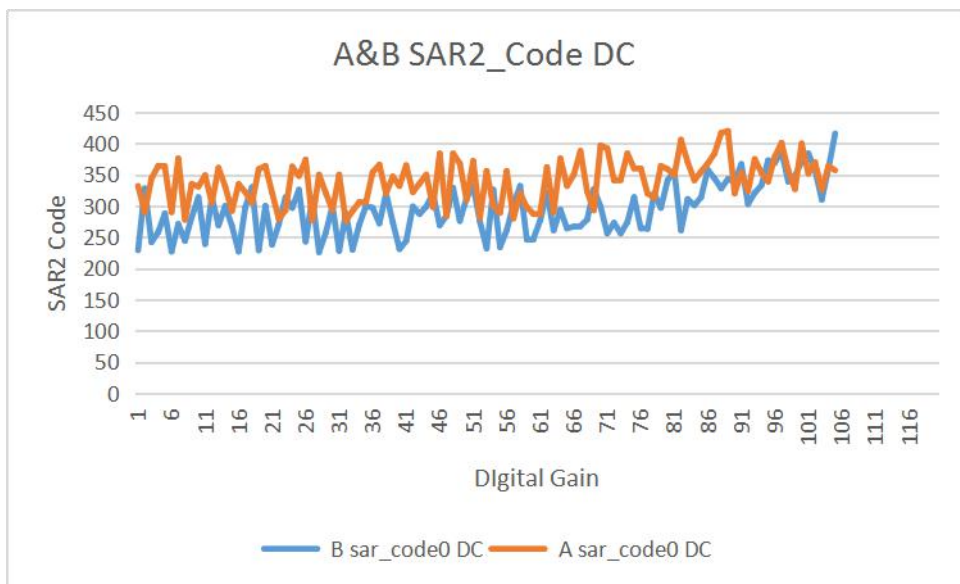
B 版同 A 版一样，见下图。



9.2.2 DC Code

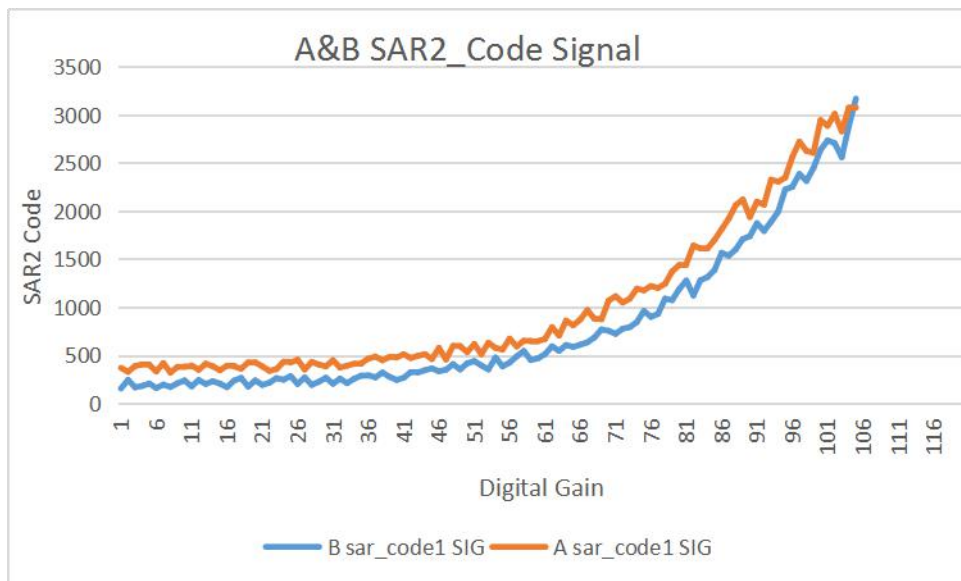
当 Power 大于 17dbm 时，B 版 与 A 版一样。

当 Power 小于 17dbm 时，B 版 比 A 版小，见下图。



9.2.3 Signal Code

B 版 比 A 版小，见下图。



9.3 B 版 Power Detect 修正后变正常

从 9.2.1 看出，B 版的 REF Code 与 A 版一样。

从 9.2.2 和 9.2.3 看出，A 版的 DC Code 和 SIG Code 比 B 版有一个固定的差值。

因此，对 B 版的 DC Code 和 SIG Code 分别加上一个 Offset 进行修正：

DC Code 增加 51

SIG Code 增加 164

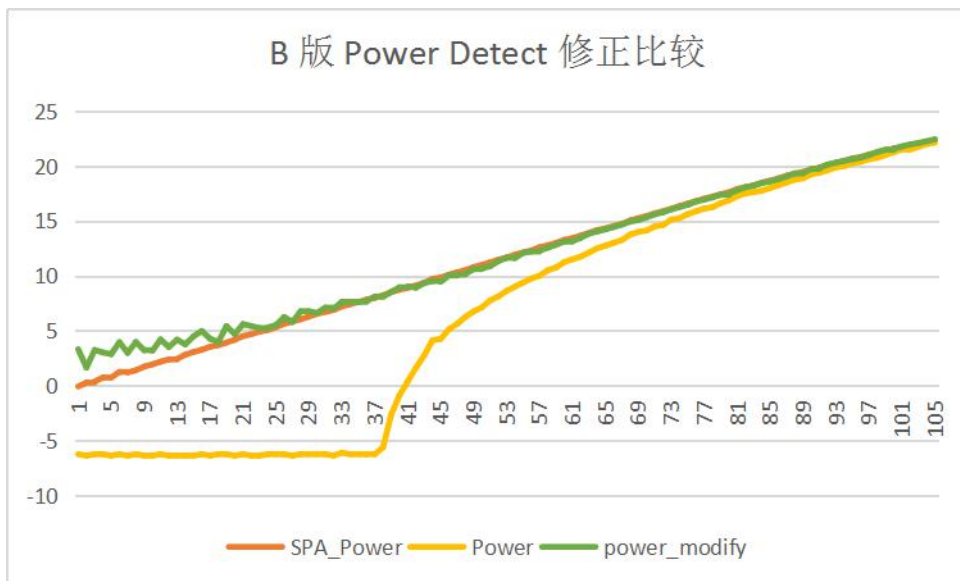
使用修正后的 Code 计算出来的 Power，与频谱仪测试的 Power 比较接近，可以达到 A 版的水平。

下图中：

橘色 SPA_Power：表示 频谱仪测试得到的 Power。

黄色 Power：表示修正前 Detect Code 计算出的 Power。

绿色 Power_modify：表示修正后 Detect Code 计算出的 Power。



10. TX 性能

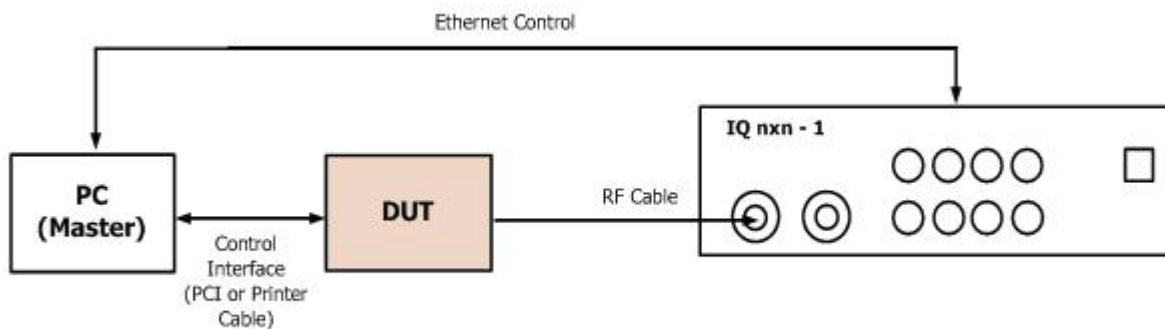
10.1 测试条件

测试方式：传导测试

测试电压：3v3

测试温度：常温

测试示意图如下：





10.2 最优 TX 性能的 I2C 配置

10.2.1 PA 寄存器

PA register 修改前后配置 TX 性能对比

PA_register	default	current_setting	
TMX2G_CCT_LOAD	7	11	calibration
TMX2G_RCT_LOAD	0	1	For better EVM
PA2G_CCT_STG1	7	11	calibration
PA2G_CCT_STG2	0	4	calibration
PA2G_ICT_STG0	8	8	EVM better
PA2G_ICT_STG0_CGM	3	3	EVM better
PA2G_ICT_STG1	4	4	EVM better
PA2G_ICT_STG1_CGM	9	9	EVM better
PA2G_ICT_STG2	10	10	Not obvious
PA2G_CCT2F_STG0	0	0	Not obvious
PA2G_MCT_CLASSB	0	0	EVM better
PA2G_RCT_STG2	0	1	For better EVM
PA2G_STG1_SEL_ICGM	0	0	better EVM
PA2G_STG1_SEL_ICGM_N	1	1	better EVM
PA2G_VCT_CSC_STG0	8	8	better EVM
PA2G_VCT_CSC_STG1	4	4	better EVM
PA2G_VCT_CSC_STG2	10	10	Not obvious
PWDET_VTH_TUNE	4	4	Not obvious
SPARE_TX	5	5	Not obvious

PA register 修改前后配置 TX 性能对比。

在固定 Gain 下测试 PA_gain=0x5f, bb_gain=0x120, dig_gain=12, default setting, 功率偏低。

Setting	channel	rate	power	evm	evm_std	evm_max
default setting	2412	54m	8.29	-31.11	0.48	-29.68
default setting (dig_gain= -2)	2412	54m	11.96	-29.39	0.55	-27.7



current_setting	2412	54m	11.95	-31.06	0.55	-29.61
-----------------	------	-----	-------	--------	------	--------

10.2.2 优化的 I2C 寄存器

CHIP722B 与 CHIP722A 可优化的寄存器为 **cp1p6_dreg = 0** 和 **lf_hbw = 0**，EVM 对比数据如下：

i2c_ctrl_name	i2c_data	backoff_qdb	channel	rate	power	evm	evm_std	evm_max
cp1p6_dreg	0	2	1	mcs7	13.04	-28.31	0.45	-27.58
cp1p6_dreg	1	4	1	mcs7	12.87	-25.88	0.42	-25.06
cp1p6_dreg	2	4	1	mcs7	13.03	-23.5	0.28	-23.09
cp1p6_dreg	3	5	1	mcs7	12.99	-22.2	0.27	-21.84
lf_hbw	0	2	1	mcs7	13.03	-28.04	0.64	-26.98
lf_hbw	1	2	1	mcs7	13.03	-27.41	0.63	-26.52

10.3 TX BB Filter 与 RC Filter 的 EVM 比较

Filter	Frequency	ESP32	CHIP722A_MF				CHIP722B_MF		
		Sample_1	Sample_2	Sample_1	Sample_2	Sample_1	Sample_2	Sample_3	
RC filter	2430M	-37.7	-35.6	-36.9	-35.2	-36.92	-33.23	-36.51	
	2432M	-36.64	-34.5	-33.76	-32.2	-30.58	-29.94	-30.07	
BB filter	2430M	-37.37	-35.4	-34.65	-32.8	-33.42	-33.22	-33.27	
BB_gain =	2432M	-35.96	-33.4	-32.42	-30.8	-29.38	-29.95	-28.98	

EVM	ESP32	CHIP722A_MF	CHIP722B_MF
Delta (2430MHz - 2432MHz)	1dB 左右	2~3 dB	3~6dB
Delta (RCfilter - BBfilter)	1dB 左右	1~2dB	1~3.5dB

综合上面的数据：

1. 三种芯片在 2430MHz 的 EVM 均优于 2432MHz，其中，Chip722B_MF 差异最大，Chip722A_MF 次之；
2. 三种芯片使用 RC filter EVM 均优于 BB filter，其中，Chip722B_MF 差异最大，Chip722A_MF 次之。



10.4 TX Power & EVM

经过阻抗调试后测试 Chip722 B Tx 测试结果如下表所示。

Mode	Rate	TxPower (dBm)	EVM (dB)
11b	1m	19.5	-26.5
	2m	19.5	-26.5
	5.5m	19.5	-25.5
	11m	19.5	-25.5
11g	6m	18	-20
	9m	18	-20
	12m	18	-20
	18m	18	-20
	24m	16.5	-20
	36m	16.5	-23
	48m	15.3	-26
	54m	14	-28
11n_20	mcs0	18	-19.5
	mcs1	18	-18
	mcs2	18	-20
	mcs3	16.5	-23
	mcs4	16.5	-23
	mcs5	15.3	-24
	mcs6	14	-26
	mcs7	13.5	-27.5
11n_40	mcs0_40	18	-20
	mcs1_40	18	-20
	mcs2_40	18	-20
	mcs3_40	16.5	-23
	mcs4_40	16.5	-23
	mcs5_40	15.3	-24
	mcs6_40	14	-26
	mcs7_40	13.5	-27.5



10.5 TX 频谱 Mask

Chip722B 高功率频谱模板测试结果如下表所示。11n 频谱模板余量小于 1dB。

Rate	Channel	lower4_marg	lower3_marg	lower2_marg	lower1_marg	upper1_marg	upper2_marg	upper3_marg	upper4_marg
MCS0_20	1	1.93	3.15	2.47	2.93	1.31	1.01	5.44	3.7
	13	1.24	2.97	2.56	3.01	1.26	0.63	5.12	3.69
MCS0_40	3	16.12	6.13	2.54	5.72	3.56	2.04	6.14	18.73
	9	13.95	2.74	1.18	5.22	2.40	0.84	3.97	17.16
6m	1	8.67	9.07	5.66	5.4	5.69	4.31	9.88	11.92
	13	7.92	8.27	5.5	5.47	5.52	3.93	9.14	12.24
11n	1	null	null	3.62	12.57	10.57	6.22	null	null
	13	null	null	2.42	12.88	9.87	5.16	null	null

10.6 TX IQ Mismatch

Chip722B IQ mismatch 测试结果如下表所示。

channel	rate	iq_imb_amp(dB)	iq_imb_phase(deg)
1	mcs7	-0.04	0.08
5	mcs7	-0.04	0.06
9	mcs7	-0.03	0.1
13	mcs7	-0.03	-0.05
1	mcs0	-0.1	0.36
5	mcs0	-0.12	0.33
9	mcs0	-0.11	0.28
13	mcs0	-0.13	0.31
1	54m	-0.03	0.1
5	54m	-0.04	0.09
9	54m	-0.03	0.08
13	54m	-0.04	0.01
1	6m	-0.11	0.3
5	6m	-0.11	0.39
9	6m	-0.1	0.31
13	6m	-0.12	0.39
1	11m	0.04	0.19
5	11m	0.04	-0.16
9	11m	0.04	0.14



13	11m	0.04	-0.06
1	1m	0.01	0.31
5	1m	0	0.02
9	1m	0.01	0.02
13	1m	0	-0.29
1	mcs7_40	0.05	0.18
5	mcs7_40	0.05	0.2
9	mcs7_40	0.04	0.18
13	mcs7_40	0.04	0.26
1	mcs0_40	-0.07	1.07
5	mcs0_40	-0.08	1.21
9	mcs0_40	-0.08	1.26
13	mcs0_40	-0.07	1.2

11. RX 性能

11.1 RX 接收灵敏度 & 最大接收电平

Chip722B Rx Sensitivity 及 Maxlevel 测试结果如下表所示：

Channel	Rate	Sens(dBm)	MaxLevel(dBm)
14	1m	-91	10
14	2m	-92	10
14	5.5m	-91	10
14	11m	-87	10
14	6m	-87	10
14	9m	-87	10
14	12m	-85	10
14	18m	-82	7
14	24m	-81	4
14	36m	-77	2
14	48m	-71	-3
14	54m	-71	-5
14	mcs0	-86	10
14	mcs1	-84	10
14	mcs2	-84	7



14	mcs3	-81	8
14	mcs4	-77	1
14	mcs5	-72	-2
14	mcs6	-71	-3
14	mcs7	-70	-3
14	mcs0_40	-83	10
14	mcs1_40	-83	10
14	mcs2_40	-81	6
14	mcs3_40	-79	3
14	mcs4_40	-75	1
14	mcs5_40	-69	-1
14	mcs6_40	-68	-2
14	mcs7_40	-66	-3

11.2 RX 动态范围

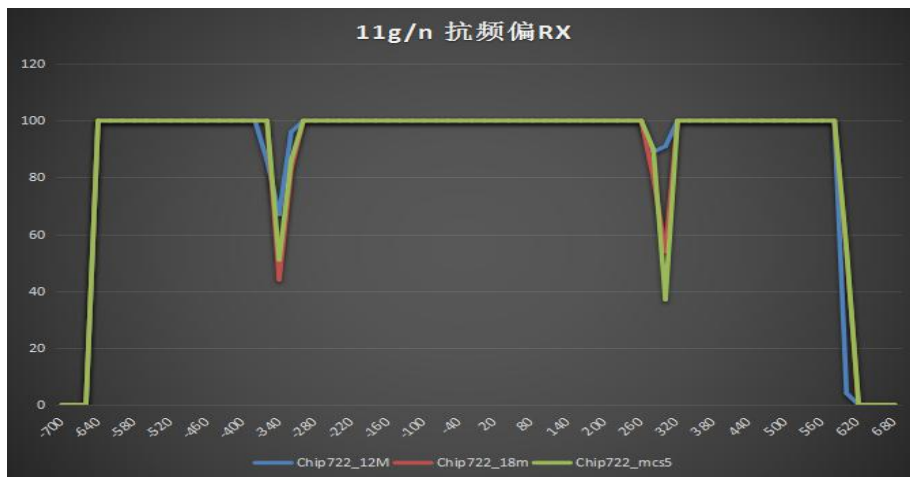
11.3 RX 邻道抑制

11.4 RX 抗频偏能力

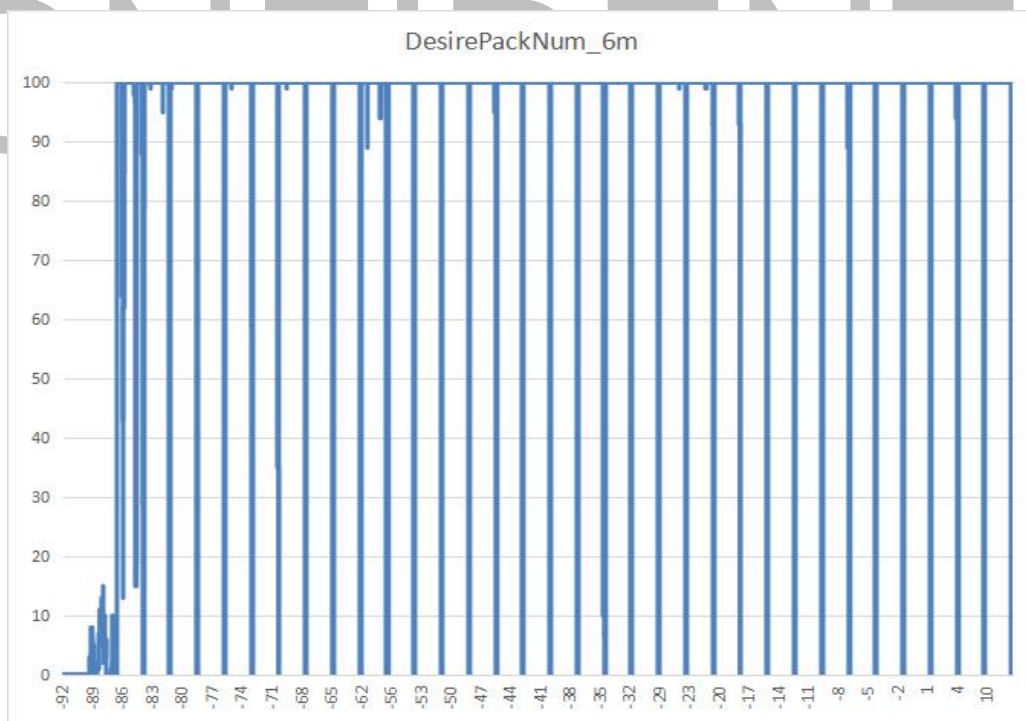
1. 11b 模式下，RX 抗频偏能力如下表所示：

Chip722B			
Rate	rfpwr(dBm)	LF(KHz)	HF(KHz)
1m	-50	-520	480
2m	-50	-520	480
5.5m	-50	-260	220
11m	-50	-260	220

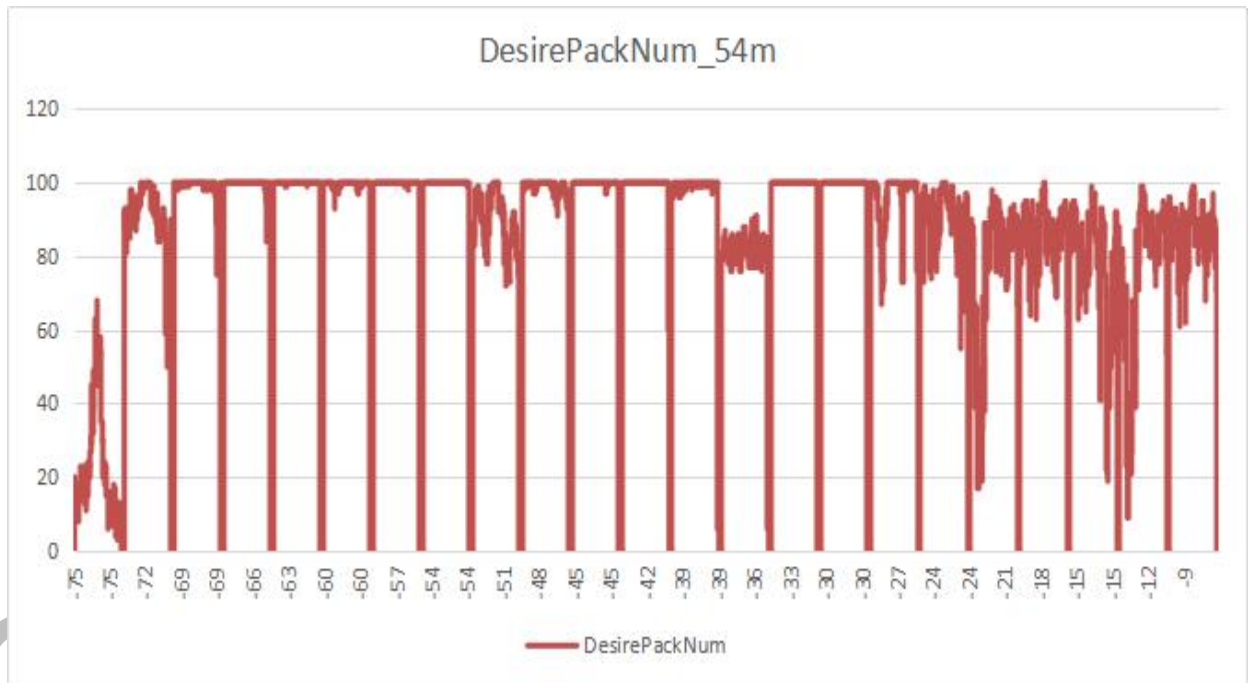
2. 11g , 11n mode 下，会出现在 $\pm 300\text{kHz}$ 左右忽然丢包又收到全包的现象。



3. 修改寄存器优化后, 11gn 高功率下, 小信号以及-59dB 发包功率下, 仍有丢包现象, 如下表所示。



高速率下, 收包结果如下, 中间信号和两边信号均有丢包现象。





12. 认证问题

12.1 摘要

芯片认证问题主要有以下三点：

- RX 3.2 GHz 杂散超标。
- TX 4.8 GHz 杂散超标。
- 高低信道发射的边带问题。

CHIP722 B 在 3.2G 接收杂散和 4.8G 发射杂散上均有改善。

- 3.2G 接收杂散与认证要求有 10dB 余量。
- 4.8G 发射杂散与认证要求有 2dB 余量。

RX 3.2GHz 杂散				
CHIP	认证要求 dBm	测量值 dBm	与认证要求的余量	结论
ESP32-SOLO-1	-47	-48.4	1.4	余量小 易超出认证要求
CHIP722A	-47	-47.1	0.1	余量不足 易超出认证要求
CHIP722B	-47	-57.2	10.2	余量充足 满足认证要求
TX 4.8GHz 杂散				
CHIP	认证要求 dBm	测量值 dBm	与认证要求的余量	结论
ESP32-SOLO-1	54	58.2	-4.2	超出认证要求 需要降功率发射
CHIP722A	54	63.5	-9.5	超出认证要求 需要降功率发射
CHIP722B	54	52.3	1.7	有余量 不需要降功率发射



12.2 TX 4.8 GHz 杂散

12.2.1 同耀认证实验室辐射测试结果

在默认不降功率情况下，保证芯片输出功率一样，测试 TX 辐射 4.8GHz 杂散。

从下表中红色字体看出，CHIP722 B 比 ESP32 小 6db 左右，比 CHIP722 A 小 11db 左右，与认证要求有 1.7 dB 的 Margin 余量。

DUT	Channel	Rate	Backoff/ Power	avg_limit dBuV/m	Vco leakag @ 3.2G		2nd Harmonic @4.8G	
					avg dBuV/m	avg margin	avg dBuV/m	avg margin
ESP32-SOLO-1	1	CCK 1M	0/	54	43.4	10.6	58.2	-4.2
CHIP722 A	1	CCK 1M	0/	54	53.2	0.8	63.5	-9.5
CHIP722 B	1	CCK 1M	0/	54	49.5	4.5	52.3	1.7

12.2.2 公司内部测试

12.2.2.1 探针接触式测量

使用探针接触式测量，扫描所有 GPIO 上的 4.8G 发射杂散，结果如下：

	ESP32-SOLO-1	CHIP722 A	CHIP722 B
4.8GHz 发射杂散 (dBm)	-34	-29	-41

探针测量结果与同耀认证实验室测试结果一致，CHIP722 B 比 ESP32 小 7 dB，比 CHIP722 A 小 12 dB。



12.2.2.2 RF 传导测量

模组都是采用 CLC 匹配方式，传导方式测试 RF 链路上 4.8GHz 杂散，结果如下：

	ESP32-SOLO-1	CHIP722 A	CHIP722 B
4.8GHz 发射杂散 (dBm)	-47	-45	-52

RF 传导测量的结果比 GPIO 接触式测量至少小 10 dB。

所以与 3.2G 接收杂散一样，4.8G 发射杂散主要是从 GPIO 辐射出来。

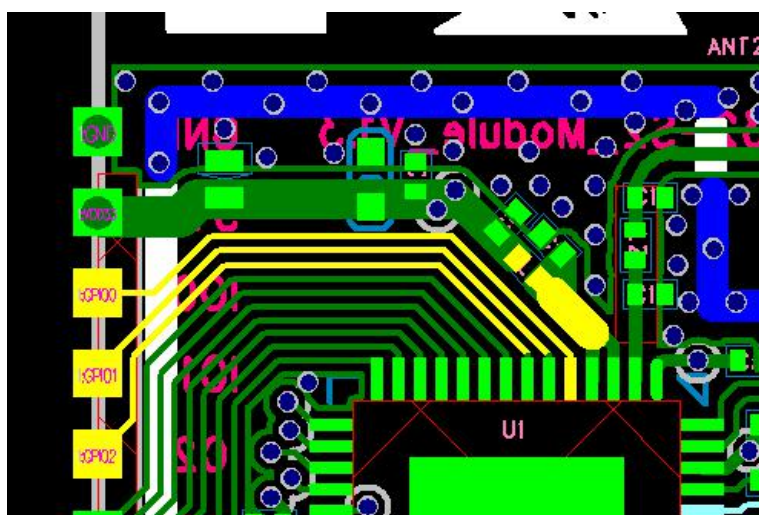
12.2.3 Layout 分析

- CHIP722 A&B 模组 Layout 分析

使用探针接触式测量方式发现 CHIP722 A&B 的 4.8 GHz 杂散较大的几个 GPIO 是：

GPIO0、GPIO1、GPIO2。

查看模组 Layout 发现这几个 GPIO 走线与 PA 电源走线较近且平行，PA 电源线上的 Noise 很容易耦合到这些 GPIO 走线上。见下图黄色显示。

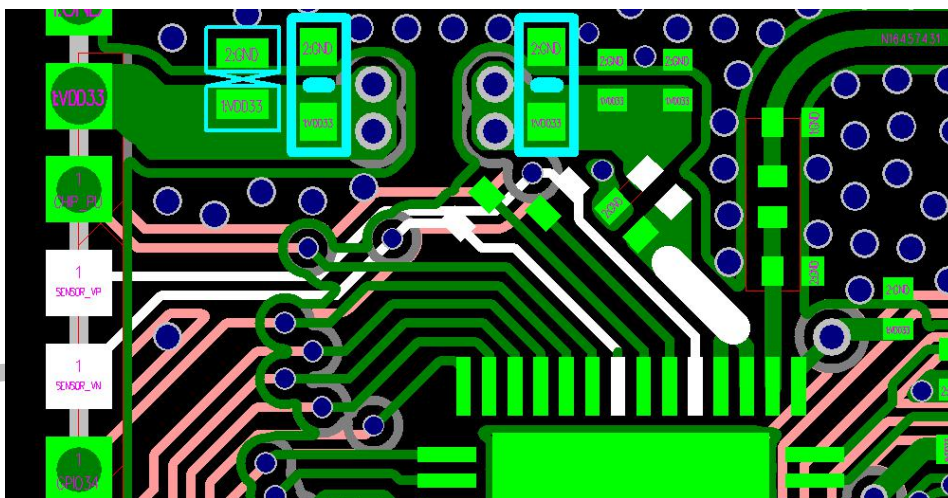


- ESP32-SOLO-1 模组 Layout 分析



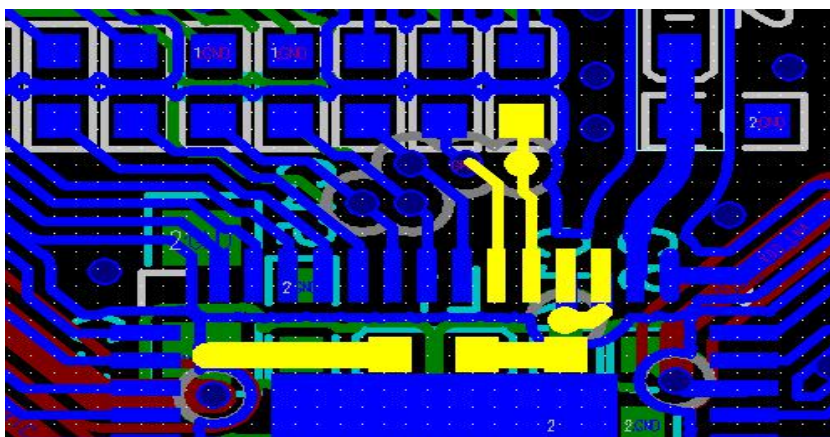
使用探针接触式测量方式发现 ESP32-SOLO-1 模组 4.8GHz Noise 较大的几个 GPIO 是：GPIO36、GPIO39。

查看 Layout，这几个 GPIO 走线与 PA 电源走线较近且平行，与 CHIP722 模组一样。见下图白色显示。



- CHIP722 A 电流版 Layout 分析

CHIP722 A 电流版的 PA 电源走线与旁边的 GPIO 走线没有平行且中间有一层地隔离，如下图黄色显示部分。与模组的 Layout 有很大的区别。



- CHIP722 A 电流版与模组版的 4.8GHz 杂散比较

探针测量两种不同 layout 方式耦合到 GPIO 上的 4.8GHz Noise 对比：



	CHIP722 A 电流版	CHIP722 A 模组版
4.8GHz 发射杂散 (dBm)	-32	-29

从测试数据看出，**电流版的 4.8GHz 发射杂散比模组版要小 3dB。**

所以 PA 电源走线与 GPIO 走线较近且平行会导致耦合到 GPIO 上的 4.8GHz Noise 变差 3dB。

12.2.4 PA 电源上串联电感

当 PA 电源上串联的电感越大，GPIO 耦合的 Noise 就会越大。

CHIP722 A 模组的 PA 电源上串联 0 Ω 、2nH、4.3nH 时 GPIO 上耦合的 Noise 测试结果如下：

PA 电源串联器件	0 Ω	2nH	4.3nH
GPIO 上的 4.8GHz Noise (dBm)	-35	-29	-23

PA 电源上串联 0 Ω 时，GPIO 上耦合的杂散相对较小，但是可能在电源走线上扩散噪声。

所以目前选择使用串联 2nH 电感的方式。

12.2.5 总结与分析

- CHIP722 B 的 4.8G 发射杂散与认证要求有 1.7dB 的余量，在认证的时候不再需要降低发射功率。
- 4.8GHz 杂散 Layout 改善措施
 - 模组上 PA 电源走线附近避免有平行的走线，最好保持 5W 原则。
- 芯片内部走线分析



CHIP722 A & B 模组从 PA 电源出来的 4.8GHz Noise 大小一样，模组 Layout 也一样，而 B 版比 A 版在 GPIO 耦合的 4.8GHz Noise 要小 10dB 左右，可能是芯片内部这几个 GPIO 走线与 PA 电源走线有差别。

12.3 TX 3.2 GHz 杂散

12.3.1 同耀认证实验室辐射测试结果

在默认不降功率情况下，保证芯片输出功率一样，测试 TX 辐射 3.2GHz 杂散.

DUT	Channel	Rate	Backoff/ Power	avg_limit dBuv/m	Vco leakag @ 3.2G		2nd Harmonic @4.8G	
					avg dBuv/m	avg margin	avg dBuv/m	avg margin
ESP32-SOLO-1	1	CCK 1M	0/	54	43.4	10.6	58.2	-4.2
CHIP722 A	1	CCK 1M	0/	54	53.2	0.8	63.5	-9.5
CHIP722 B	1	CCK 1M	0/	54	49.5	4.5	52.3	1.7

12.4 TX 800 MHz 杂散



12.5 RX 3.2 GHz 杂散

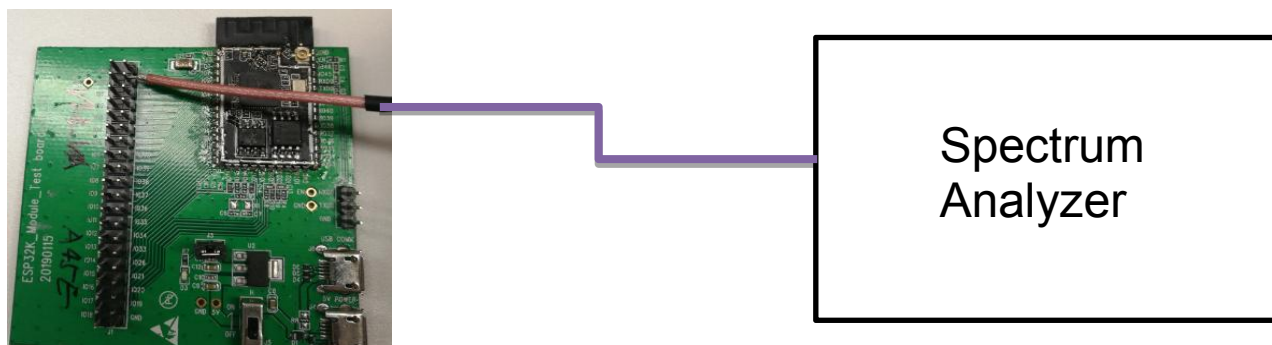
12.5.1 同耀认证实验室辐射测试结果

从 Peak-dBm 看出, CHIP722 B 的接收杂散最小, 比 ESP32 小 8db 左右, 比 CHIP722 A 小 10db 左右, 与认证要求有 10dB 的 Margin 余量。

DUT	Channel	Vco leakage/over/dB			
		3.2GHz/peak			
		peak_limit-dBm	peak-dBuv/m	peak-dBm	peak_margin
ESP32-SOLO-1	1	-47	46.8	-48.4	1.4
CHIP722 A	1	-47	48.1	-47.1	0.1
CHIP722 B	1	-47	38.4	-57.2	9.8

12.5.2 公司内部测试

12.5.2.1 探针接触式测量



Spectrum Analyzer 设置: CF=3216MHz, span=100MHz, RBW=100KHz

探针接触底板 GPIO 管脚, Max Hold 记录 3.2GHz 杂散大小。

使用探针扫描所有 GPIO 上 3.2GHz 杂散, 测量结果如下:



	ESP32-SOLO-1	CHIP722 A	CHIP722 B
3.2 GHz 接收杂散 (dBm)	-48	-50	-61

使用探针测量的数据与同耀认证实验测试结果差不多，**CHIP722 B 模组耦合到 GPIO 上的 3.2GHz 杂散最小。**

12.5.2.2 RF 传导测量

	ESP32-SOLO-1	CHIP722 A	CHIP722 B
3.2 GHz 接收杂散 (dBm)	-60	-53	-61

ESP32-SOLO-1 模组 RF 传导测量的 3.2GHz 杂散比 GPIO 接触测量的小 10dB 左右。

CHIP722 A 模组 RF 传导测量的 3.2GHz 杂散比 GPIO 接触测量的小 3 dB 左右。

CHIP722 B 模组 RF 传导测量的 3.2GHz 杂散比 GPIO 接触测量的的大小一样。

CHIP722 B 与 ESP32-SOLO-1 RF 传导测量的 3.2GHz 杂散大小差不多，而认证实验室辐射测试 CHIP722 B 比 ESP32-SOLO-1 小 8 dB 左右，且两个模组的天线是一样。

所以推断辐射 3.2GHz 接收杂散主要是从 GPIO 辐射出来的。并且底板上的 GPIO 走线大于 $\lambda/4$ 且悬空，极易形成天线效应将高频 Noise 辐射出去。

12.5.3 总结与分析

- CHIP722 B 的 3.2G 接收杂散比 CHIP722 A 和 ESP32 有很大改善，且与认证要求余量很大。
- GPIO 辐射管脚与 VDD_ANA 相关

CHIP722 A&B 模组 3.2GHz 杂散耦合较大的 GPIO 为：GPIO46、GPIO45、RXD0、TXD0。



ESP32-SOLO-1 模组 3.2GHz 杂散耦合较大的 GPIO 为：GPIO23、GPIO22、GPIO21、GPIO19、GPIO18。

这些 GPIO 管脚都是在 VDD_ANA 管脚附近，推测是从芯片内部 VCO 的供电耦合到 GPIO 上的。

CHIP722 B 的 3.2G RX 辐射杂散比 CHIP722 A 小很多，可以对比一下这两款芯片的不同之处。

CONFIDENTIAL



13. Flash 读写影响 RF 性能问题

使用两层板，验证不同 SPI 驱动下，Flash 读写造成干扰问题。

1. 当 SPI 驱动减低为 0 时, RX/Tx 性能最好, 但跟 flash 读写 off 比较, RX 仍会有 4~6 dB 的差异性;
2. 如在 模组 SPI clk 上串联电阻会有效改善 RxSens 性能的作用, 但 SCLK 上串联电阻不可超过 560ohm 且驱动强度要>1, 否则 QVL 测试会 fail。
 - 当 SPI 驱动为 0 时, 串联 560 ohm 以上的电阻 ,RxSens 可满足要求;
 - 当 SPI 驱动为 1 时, 串联 680 ohm 以上的电阻, RxSens 可满足要求;
 - 当 SPI 驱动为 3 时, 串联 820 ohm 以上的电阻, RxSens 可满足要求;

14. TX / RX 电流

14.1 TX Current

测试条件：常温 25 度，电源电压为 3.3V，TX 占空比为 50%。

参数：Max_Curr 表示最大电流， Avg_Curr 表示平均电流。

Rate	Power(dBm)	Max_Curr(mA)	Avg_Curr(mA)
1m	19.2	380.35	228.97
2m	19.15	379.52	228.63
5.5m	19.35	393.72	235.79
11m	19.05	373.49	225.62
6m	17.76	303.41	188.86
9m	17.74	293.67	185.06
12m	17.72	302.8	188.58
18m	17.7	296.72	185.6
24m	16.75	285.06	179.76
36m	16.74	286.57	180.44
48m	15.75	269.45	171.96
54m	13.72	241.93	158.22
HT20 MCS0	17.52	299.43	187.01
HT20 MCS1	17.5	297.84	186.16
HT20 MCS2	17.48	301.82	188.22
HT20 MCS3	16.55	282.4	178.46
HT20 MCS4	16.54	290.43	182.64
HT20 MCS5	15.57	280.01	177.46



HT20 MCS6	13.55	235.53	155.27
HT20 MCS7	12.56	239.95	157.43
HT40 MCS0	17.17	275.05	179.67
HT40 MCS1	17.14	293.46	188.88
HT40 MCS2	17.12	295.13	189.69
HT40 MCS3	16.27	264.56	174.17
HT40 MCS4	16.24	277.35	180.83
HT40 MCS5	15.33	252.73	168.52
HT40 MCS6	13.38	230.94	157.3
HT40 MCS7	12.4	218.47	151.41

14.2 RX Current

测试条件：常温 25 度，电源电压为 3.3V。

参数：Max_Curr 表示最大电流，Avg_Curr 表示平均电流。

Rate	Max_Curr(mA)	Avg_Curr(mA)
1m	78.61	78.3
2m	78.82	78.41
5.5m	78.82	78.39
11m	78.77	78.26
6m	78.71	78.23
9m	78.77	78.29
12m	78.66	78.28
18m	78.77	78.26
24m	78.61	78.17
36m	78.71	78.33
48m	78.71	78.29
54m	78.82	78.26
HT20 MCS0	78.66	78.28
HT20 MCS1	78.66	78.26
HT20 MCS2	78.71	78.37
HT20 MCS3	78.66	78.28
HT20 MCS4	78.66	78.3
HT20 MCS5	78.66	78.34
HT20 MCS6	78.55	78.32
HT20 MCS7	78.71	78.3
HT40 MCS0	85.05	83.75
HT40 MCS1	85.16	83.77
HT40 MCS2	85.16	83.77
HT40 MCS3	85.16	83.77
HT40 MCS4	85.11	83.73
HT40 MCS5	85	83.71
HT40 MCS6	84.95	83.66
HT40 MCS7	85.05	83.77



15. PHY 初始化的时间和电流

16. Sleep 醒来的 TX / RX 性能

17. 高低温高低压测试

17.1 测试说明

测试温度：-40 度，25 度，105 度。

测试电压：2.7V，3.3V，3.6V。

温度和电压进行组合测试。

17.2 I2C 读写时钟的变化

17.3 TXDC 校准的变化

CHIP722 MF A TXDC 在不同温度电压下校准无明显变化，结果如下：

VDD	temperature	txdci	txdcq	txdci_f	txdcq_f
2.7V	-40℃	216	232	257	249
	25℃	219	232	257	255
	105℃	219	232	255	255
3.3V	-40℃	217	232	253	246
	25℃	220	233	255	254
	105℃	220	232	256	254
3.6V	-40℃	217	230	257	263
	25℃	220	233	255	252
	105℃	221	232	256	257



17.4 RXDC 校准的变化

17.5 TX Gain 的变化

17.6 RX Gain 的变化

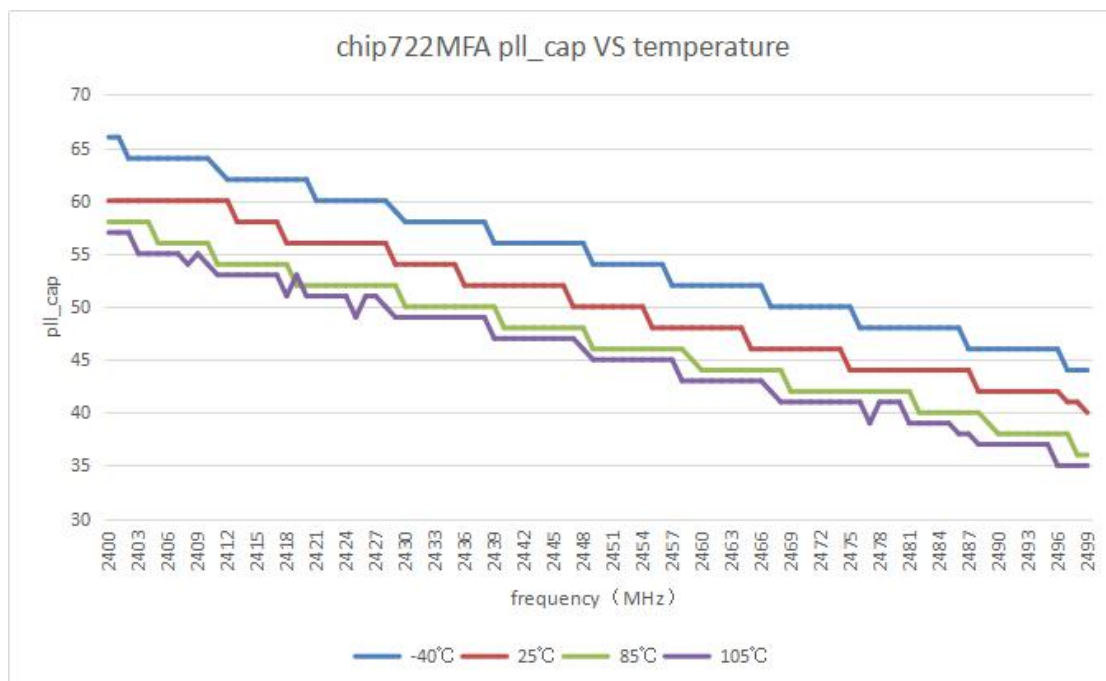
17.7 TX 性能的变化

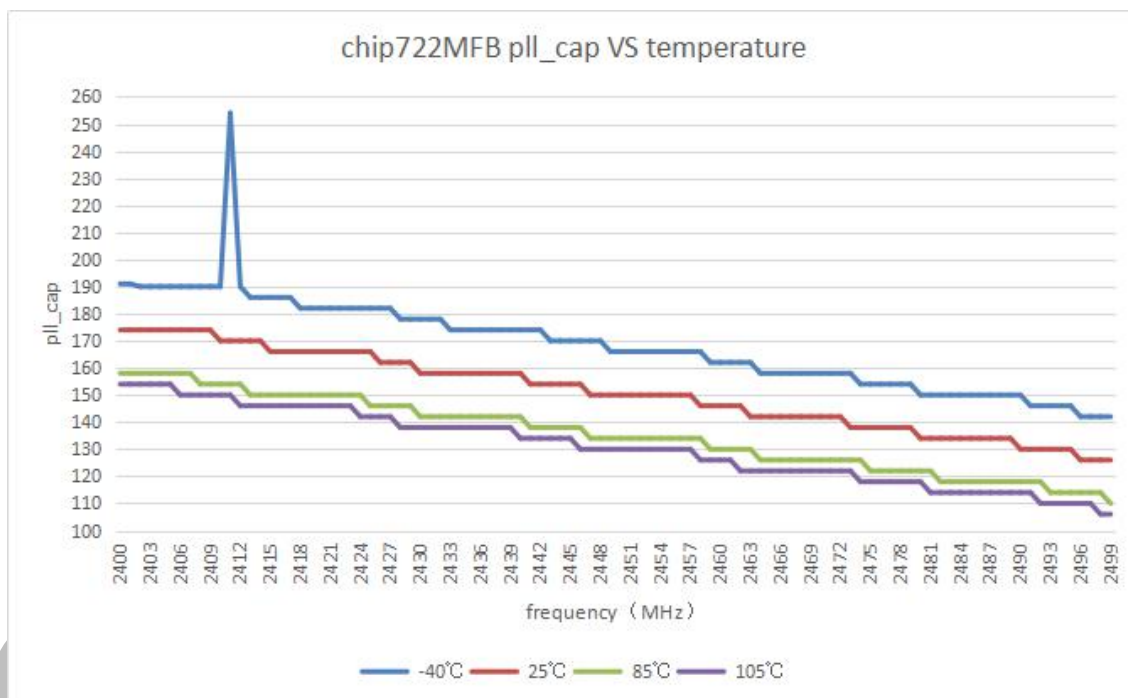
17.8 RX 性能的变化

17.9 RFPLL CAP / DAC 校准的变化

17.9.1 RFPLL CAP 校准随温度变化

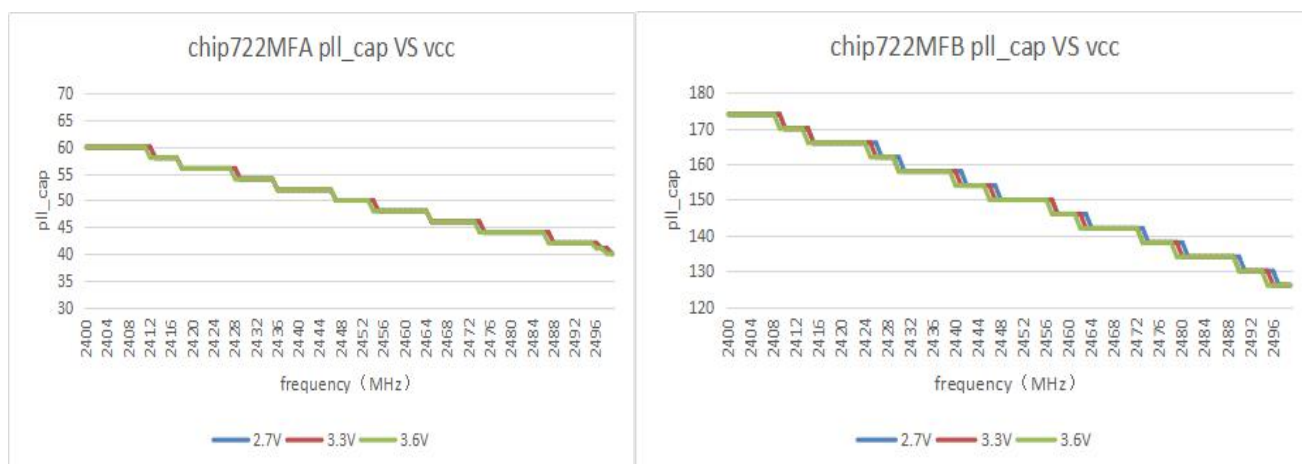
- RFPLL CAP 会随温度变化





17.9.2 RFPLL CAP 校准随电压的变化

- RFPLL CAP 会随电压变化不明显





17.10 PHY INIT 过程是否正常

17.11 Phase Noise 的变化

17.11.1 测试方法

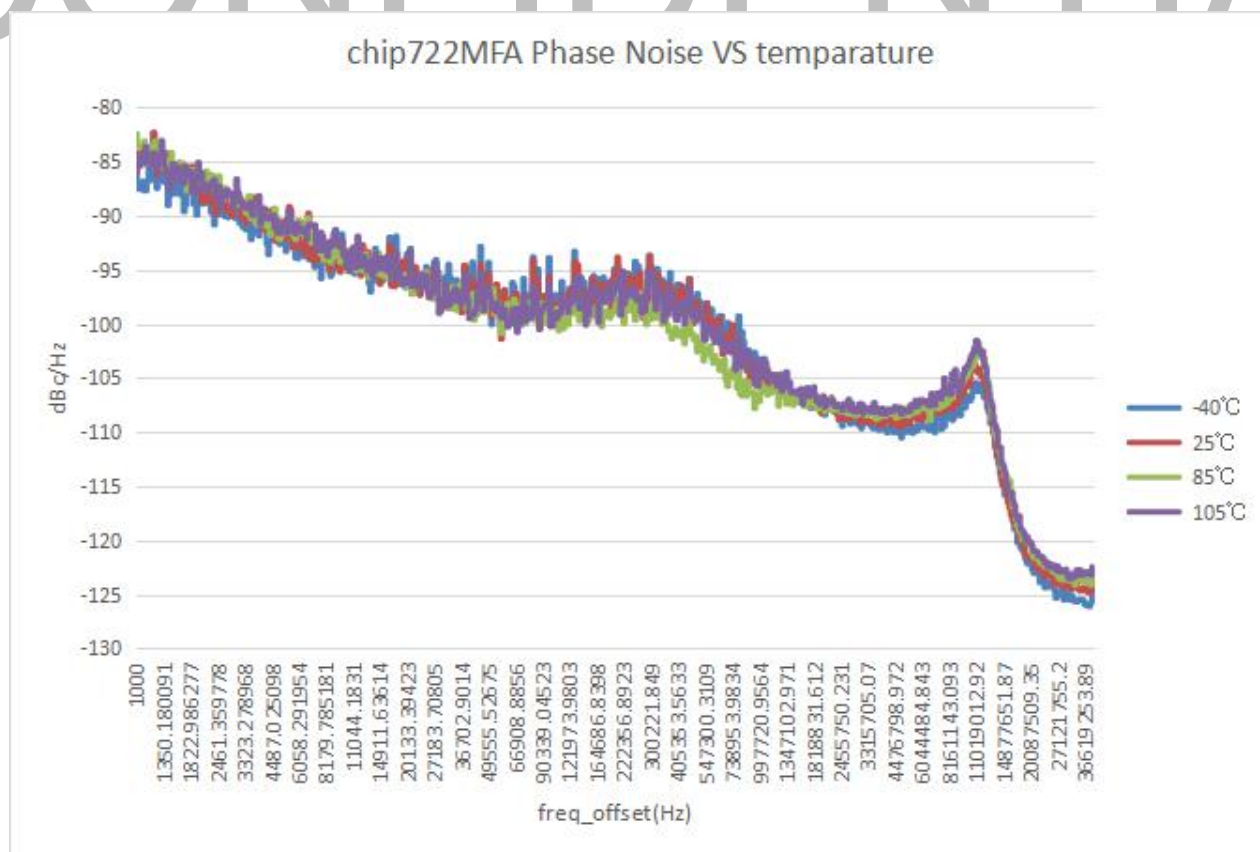
将 CHIP722MF 4 层板模组放置高低温箱。

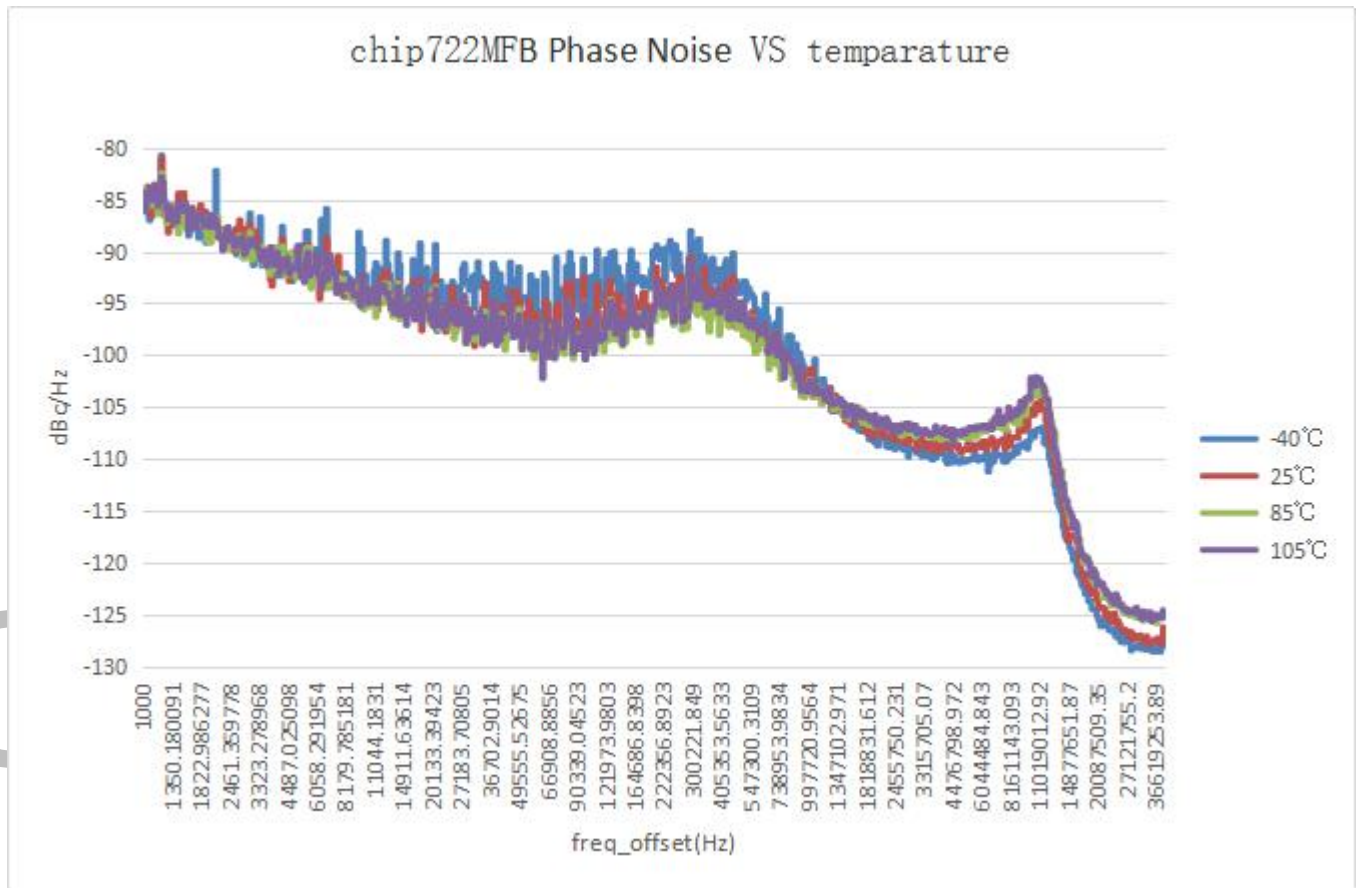
分别在 -40°C、25°C、85°C、105°C 温度下上电。

设置 TX 频点为 2412MHz，发 Tone 测试不同温度时的单边带相位噪声。

频谱仪设置为 Phase Noise 测试模式，frequency offset span 设置为 1KHz--40MHz，center frequency 设置为 2412MHz，扫描 10 次取平均值。

17.11.2 测试结果







18. TX ShortGI and Length 测试

18.1 测试条件

测试 11b/g/n 所有速率

测试长度：

11b/g: [100, 1024, 4095, 12095];

11n: [100, 1024, 4095, 12095]

测试信道： 14

18.2 ShortGI 和不同 Length 的 EVM

Short GI 和 Long GI 的 EVM 是一致的。

channel	cbw40	short_gi	rate	Pocket_length	power	evm
14	0	0	11m	100	18.46	-25.11
14	0	0	11m	1024	18.57	-25.2
14	0	0	11m	4095	18.52	-25.22
14	0	0	11ms	100	18.59	-24.97
14	0	0	11ms	1024	18.61	-25.2
14	0	0	11ms	4095	18.53	-25.09
14	0	0	6m	100	18.37	-18.97
14	0	0	6m	1024	18.38	-18.21
14	0	0	6m	4095	18.39	-17.82
14	0	0	54m	100	14.15	-29.37
14	0	0	54m	1024	14.12	-28.58
14	0	0	54m	4095	14.19	-27.72
14	0	0	mcs0	100	18.15	-17.99
14	0	0	mcs0	1024	18.18	-18.12
14	0	0	mcs0	4095	18.21	-18.05
14	0	0	mcs0	12095	18.23	-17.86
14	0	1	mcs0_sgi	100	18.04	-18.15
14	0	1	mcs0_sgi	1024	18.09	-18.26
14	0	1	mcs0_sgi	4095	18.11	-18.2
14	0	1	mcs0_sgi	12095	18.13	-17.97
14	1	0	mcs0_40	100	17.84	-18.68
14	1	0	mcs0_40	1024	17.87	-19.31
14	1	0	mcs0_40	4095	17.89	-19.27



14	1	0	mcs0_40	12095	17.91	-18.79
14	1	1	mcs0_40_sgi	100	17.81	-18.75
14	1	1	mcs0_40_sgi	1024	17.83	-19.38
14	1	1	mcs0_40_sgi	4095	17.85	-19.25
14	1	1	mcs0_40_sgi	12095	17.87	-18.95
14	0	0	mcs7	100	12.93	-29.77
14	0	0	mcs7	1024	12.94	-29.75
14	0	0	mcs7	4095	12.96	-28.98
14	0	0	mcs7	12095	12.99	-28.25
14	0	1	mcs7_sgi	100	12.85	-29.59
14	0	1	mcs7_sgi	1024	12.85	-29.54
14	0	1	mcs7_sgi	4095	12.88	-29.42
14	0	1	mcs7_sgi	12095	12.91	-28.56
14	1	0	mcs7_40	100	13.1	-29.6
14	1	0	mcs7_40	1024	13.11	-28.82
14	1	0	mcs7_40	4095	13.12	-28.34
14	1	0	mcs7_40	12095	13.08	-28.48
14	1	1	mcs7_40_sgi	100	13.08	-29.49
14	1	1	mcs7_40_sgi	1024	13.08	-28.67
14	1	1	mcs7_40_sgi	4095	13.08	-28.53
14	1	1	mcs7_40_sgi	12095	13.04	-28.47

从以上表格中看到：

- ShortGI 和 LongGI 的 EVM 相同。
- 长度为 100 bytes 时的 EVM 比长度较长时好 1dbm，原因待查。



CONFIDENTIAL

版本 1.0

版权 © 2019