

季度工作汇报

报告人：宋崇耀（电子学组）
导 师：胡俊

- ◆ 1、完成硕士论文开题
- ◆ 2、毫米波测试
- ◆ 3、电源测试
- ◆ 4、下一步工作计划

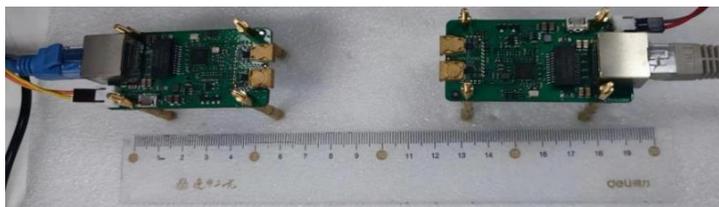


◆ 主要研究内容与预期目标

- 1、研制出一个通用的毫米波传输模块，该模块具有5Gbps的双向传输带宽，低功耗，一定的抗辐照性能。
- 2、针对高能物理实验环境的特点，对该模块进行抗辐照、数据传输带宽、传输距离等特性的测试。
- 3、结合具体的探测器以及读出电子学开展多模块之间以及模块与探测器之间的串扰等测试，以验证该模块应用在高能物理实验中的可行性。



◆ 评估板--SK202



➤ 带宽及传输距离测试

- 当距离小于5厘米时，传输速度可以达到900Mbps
- 当距离超过6厘米时，无法建立链接

传输距离 (cm)	带宽 (Mbps)	丢包率
1	914	0.031%
3	917	0.061%
5	915	0.05%
6	913	0.13%
>6	No link	No link

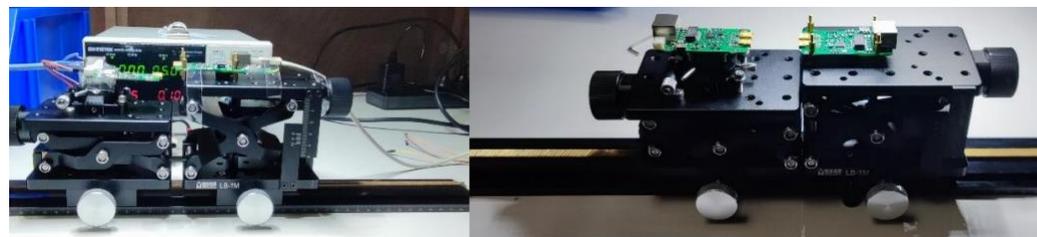
➤ 穿透性测试

- 电路板中的金属层可以屏蔽毫米波的传输
- 可以据此考虑对信号干扰的屏蔽方案

材料	厚度	穿透力
纸张	2mm	√
塑料	2mm	√
FR4 PCB	1.6mm	×
Flex	0.2mm	×

➤ 准直性测试

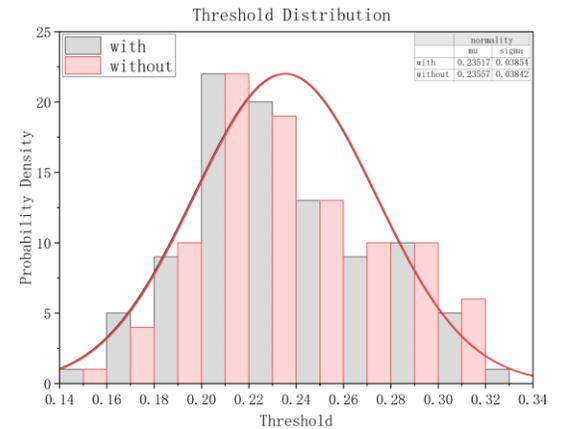
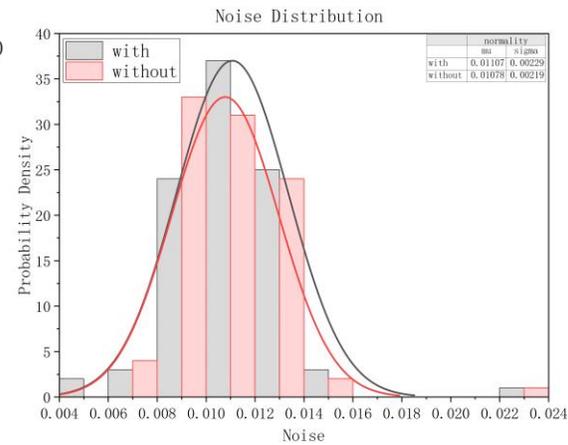
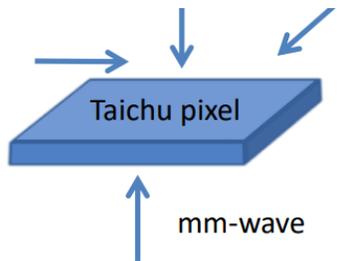
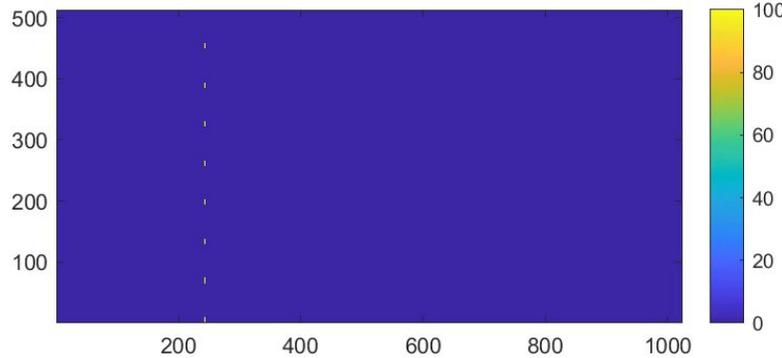
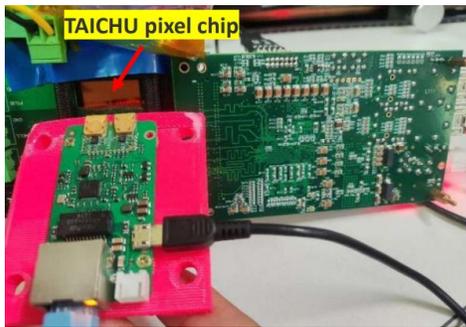
- 相较于光传输，毫米波对准直性要求较低



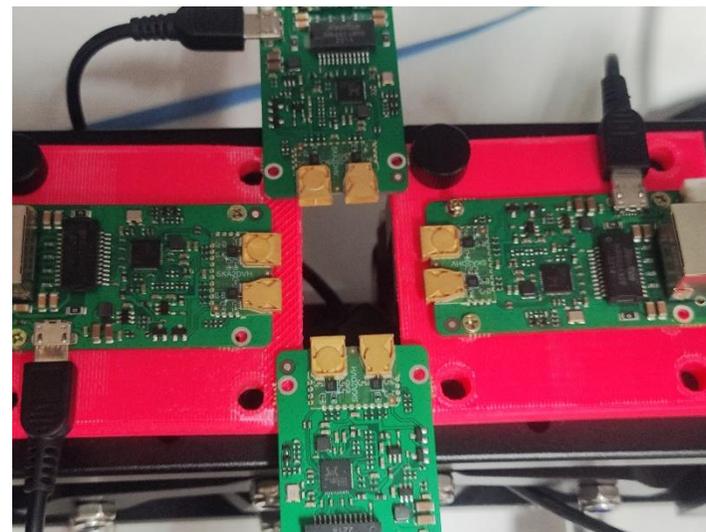
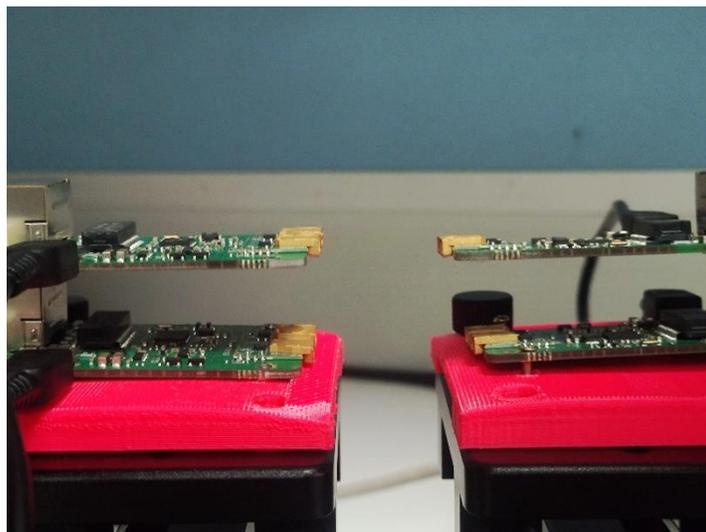
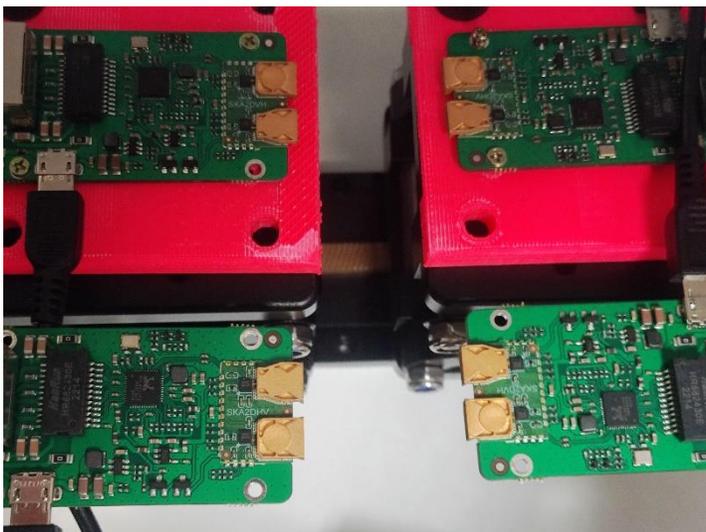
与探测器的干扰测试

- 使用顶点像素原型芯片TAICHU3
- 从不同方向和距离进行测试
- 对阈值与噪声的影响较小

对师兄留下的Verilog代码进行分类整理，修改部分代码使其与Taichu3芯片建立通信，并通过python对芯片进行配置，最终使用matlab读取数据



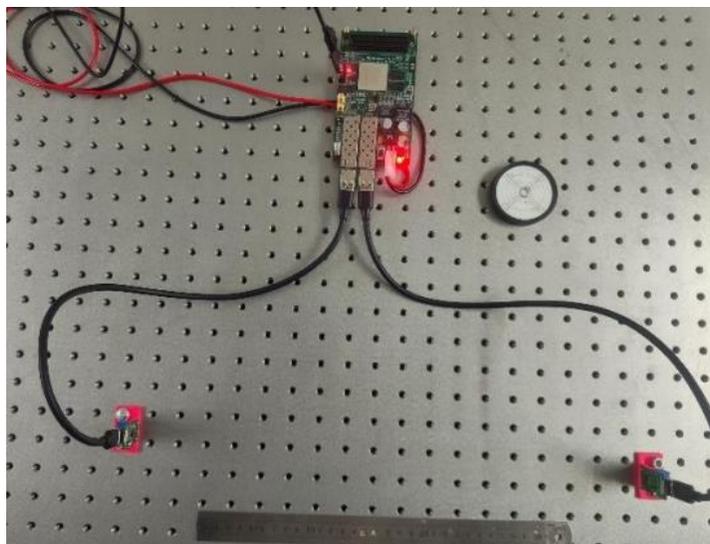
➤ 通道间的串扰测试



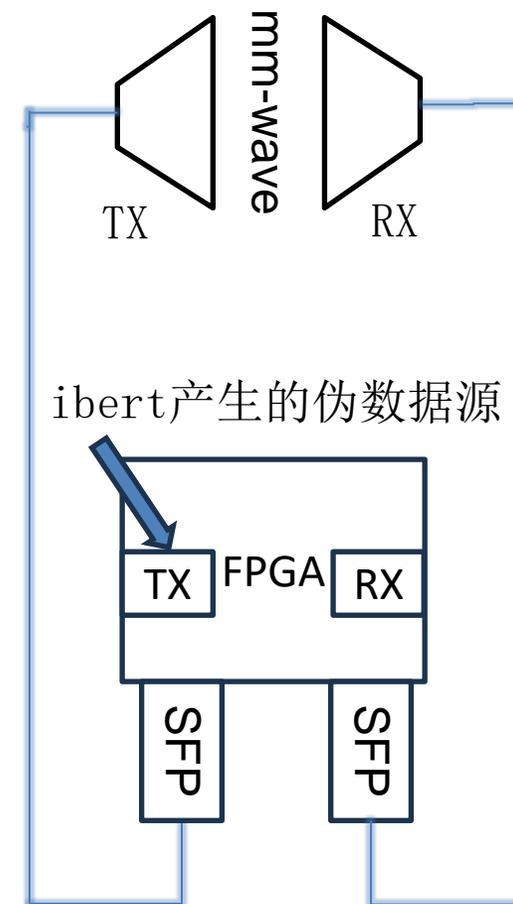
- 无论是垂直还是水平放置，在间距3cm范围时，不会影响传输
- 高密度排布成为可能

◆ 长距离收发模组

- 天线尺寸及物质量显著减小
- 最远传输距离达到67.5cm @1.25Gbps
- 最大线速率达到6.6Gbps @22.5cm
- 天线设计在5Gbps附近优化以达到最远传输距离，此时对齐要求 $\pm 2.5\text{cm}$ @45 cm 距离



测试图



原理图

◆ 误码率测试

Name	TX	RX	Status	Bits	Errors	BER	BERT Reset	TX Pattern	RX Pattern	TX Pre-Cursor	TX Post-Cursor	TX
Ungrouped Links (0)												
Link Group 0 (1)												
Link 0	Quad_115/MGT_X0Y0/TX (xc7k325t_0)	Quad_115/MGT_X0Y0/RX (xc7k325t_0)	4.000 Gbps	1.105E11	0E0	9.047E-13	Reset	PRBS 7-bit	PRBS 7-bit	1.67 dB (00111)	0.68 dB (00011)	10

Name	TX	RX	Status	Bits	Errors	BER	BERT Reset	TX Pattern	RX Pattern	TX Pre-Cursor	TX Post-Cursor	TX
Ungrouped Links (0)												
Found Links (1)												
Auto detected link 1	Quad_115/MGT_X0Y0/TX (xc7k325t_0)	Quad_115/MGT_X0Y1/RX (xc7k325t_0)	1.250 Gbps	1.364E13	0E0	7.332E-14	Reset	PRBS 7-bit	PRBS 7-bit	1.67 dB (00111)	0.68 dB (00011)	10

Name	TX	RX	Status	Bits	Errors	BER	BERT Reset	TX Pattern	RX Pattern	TX Pre-Cursor	TX Post-Cursor	TX
Ungrouped Links (0)												
Link Group 0 (1)												
Link 0	Quad_115/MGT_X0Y0/TX (xc7k325t_0)	Quad_115/MGT_X0Y0/RX (xc7k325t_0)	5.000 Gbps	1.017E12	0E0	9.832E-13	Reset	PRBS 7-bit	PRBS 7-bit	1.67 dB (00111)	0.68 dB (00011)	10

Name	TX	RX	Status	Bits	Errors	BER	BERT Reset	TX Pattern	RX Pattern	TX Pre-Cursor	TX Post-Cursor	TX
Ungrouped Links (0)												
Link Group 0 (1)												
Link 0	Quad_115/MGT_X0Y0/TX (xc7k325t_0)	Quad_115/MGT_X0Y0/RX (xc7k325t_0)	6.600 Gbps	1.014E12	0E0	9.861E-13	Reset	PRBS 7-bit	PRBS 7-bit	1.67 dB (00111)	0.68 dB (00011)	10

在1.25Gbps、4Gbps、5Gbps、6Gbps的速率下，都能实现稳定可靠传输，误码率小于 1×10^{-12}

误码率测试

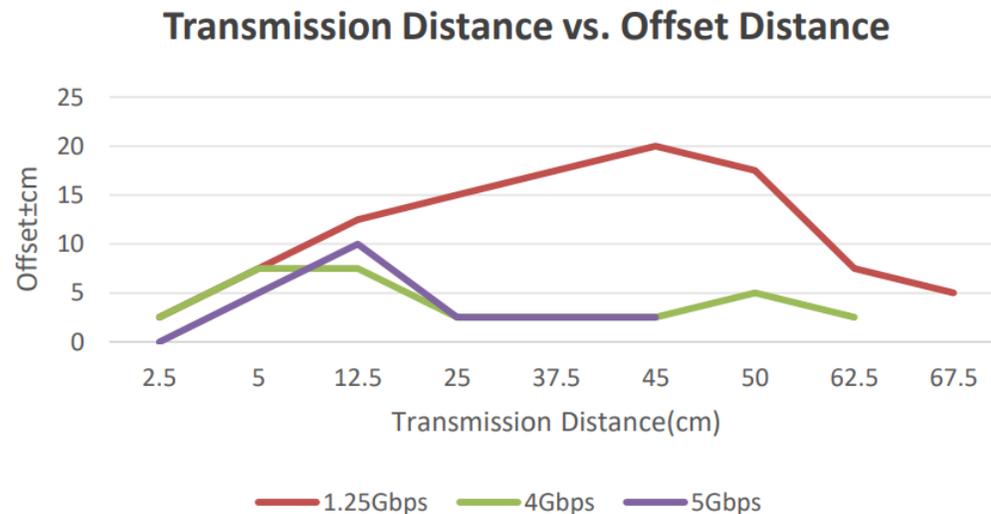


毫米波测试

◆ 传输距离、穿透以及准直性测试

Line rate (Gbps)	Stable distance (cm)	Connection distance (cm)
1.25	67.5	80
4	50	70
5	45	60
6.6	22.5	37.5

相较SK202，传输距离更远，穿透能力更强，但依然会被电路板阻断



对准直性要求不高



电源测试——筛选抗辐照的商用低压差稳压电源

➤ $DR = k_D \times ID$

● $DR = Dose\ Rate$

● $k_D = 52.0725 \frac{rad}{min \times nA}$ (by CERN)

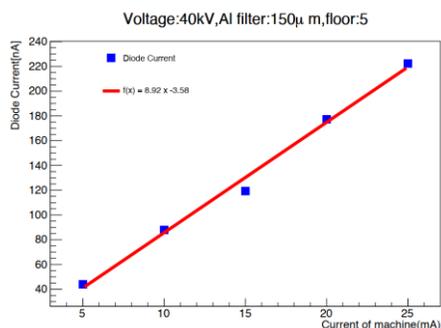
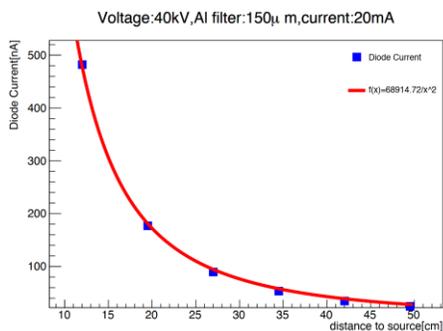
● $ID = diode\ current$

➤ 测量光机在不同设置情况下的二极管电流

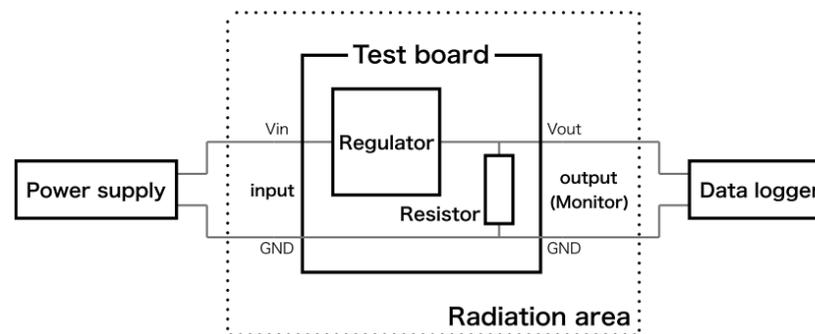
- 辐射与距离之间为平方反比关系
- 辐射与X射线电流之间为线性关系



X光机



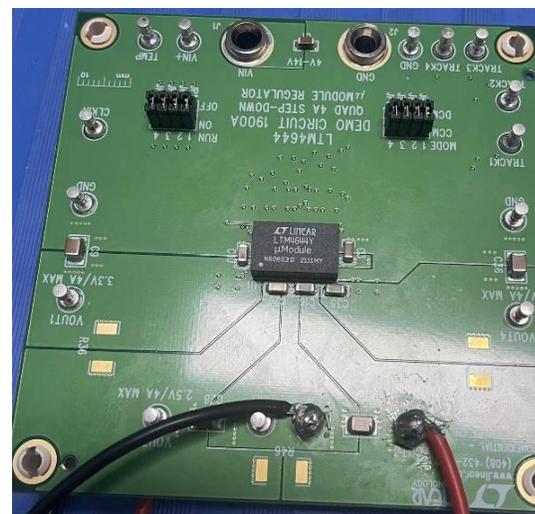
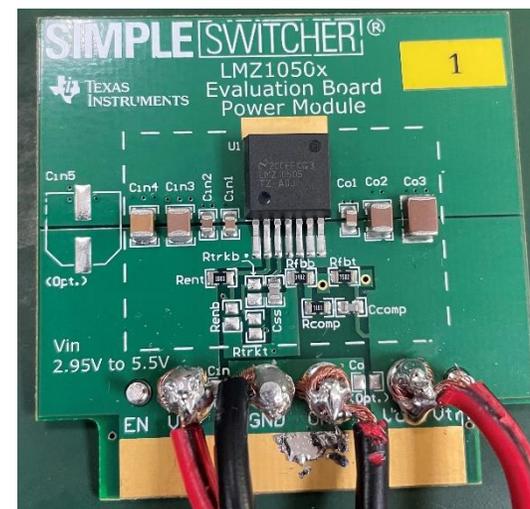
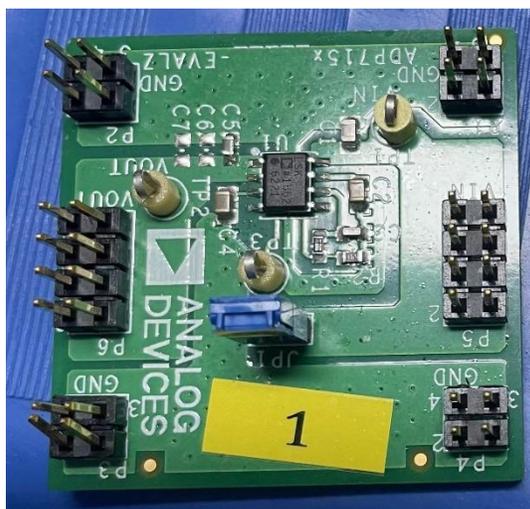
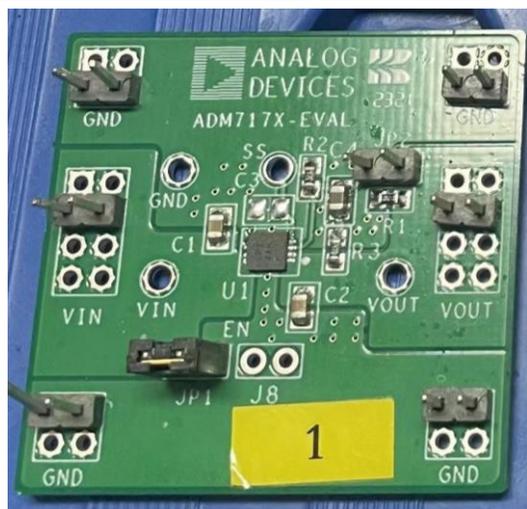
$$T = \frac{5 \times 10^6 rad}{dose\ rate} = 3.9h$$



测试原理图



电源测试——筛选抗辐照的商用低压差稳压电源

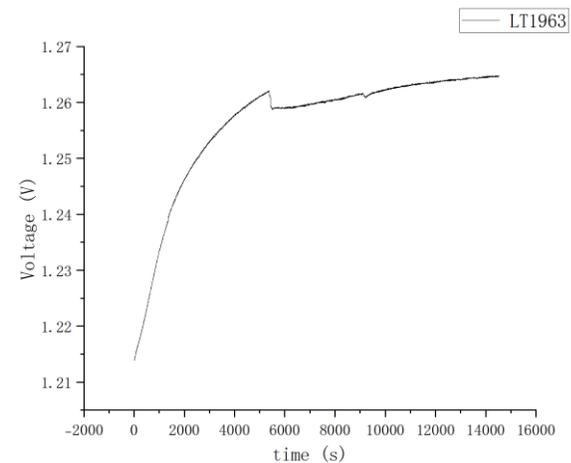
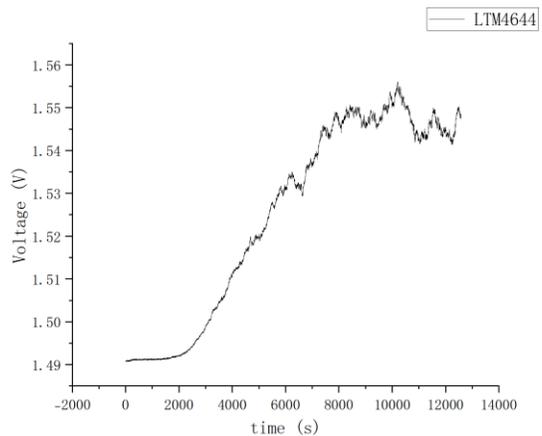
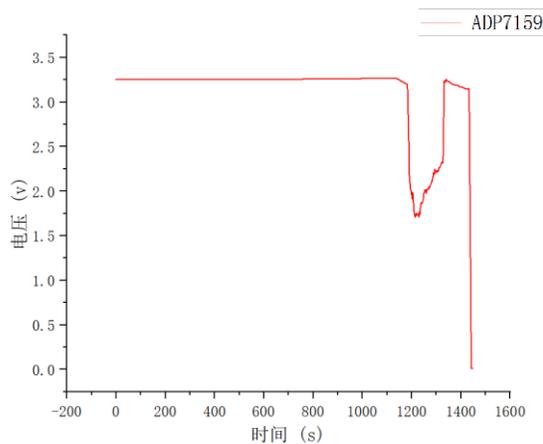
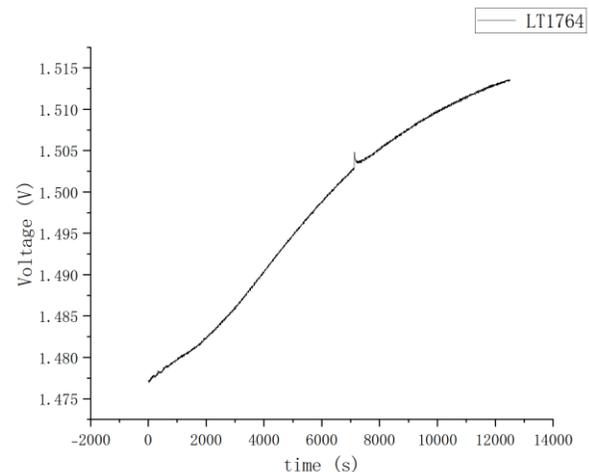
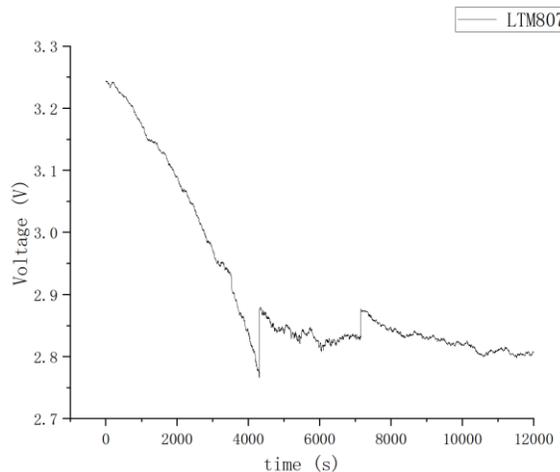
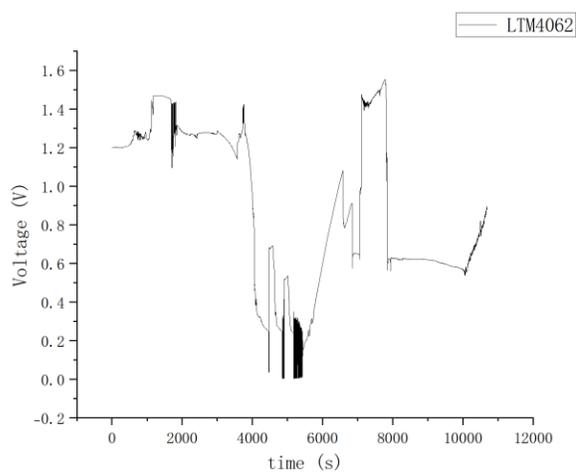


选取的部分商用器件



电源测试——筛选抗辐照的商用低压差稳压电源

通过X光机辐照测试版，进行带电测试，实时读取并记录电压数据

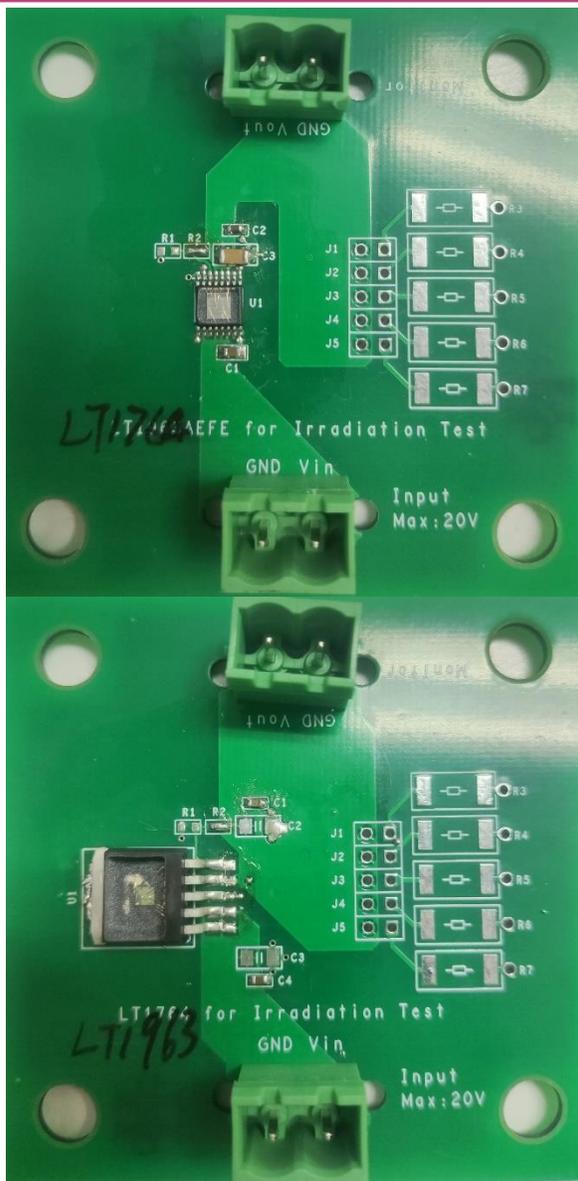


测试结果

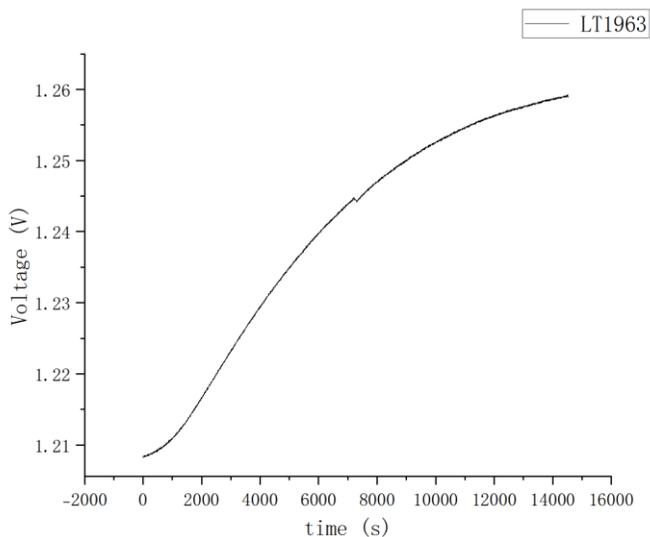
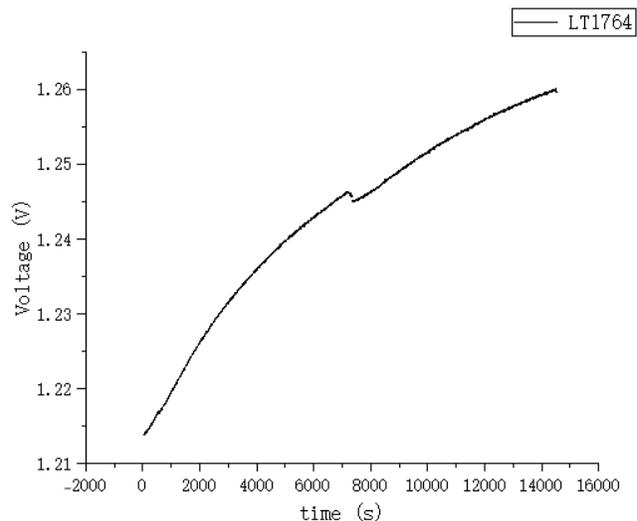


电源测试——筛选抗辐照的商用低压差稳压电源

去掉封装后的测试板



测试结果



去掉封装后，电压基本无变化，可排除封装对辐照的影响



- 整理并分析电源测试数据，做出完整的测试报告，发一篇文章
- 测试GaN功率管的性能
- 完成毫米波模块测试板的初版设计



感谢各位老师，请批评指正