

中国科学院高能物理研究所
Institute of High Energy Physics, CAS



華中師範大學
CENTRAL CHINA NORMAL UNIVERSITY

季度考核

中国科学院高能物理研究所



报告人:

导师:

指导老师:

日期:

刘磊

严雄波、杨苹

叶竞波、李筱婷、李怀申

2026-4-23

目录

CONTENTS

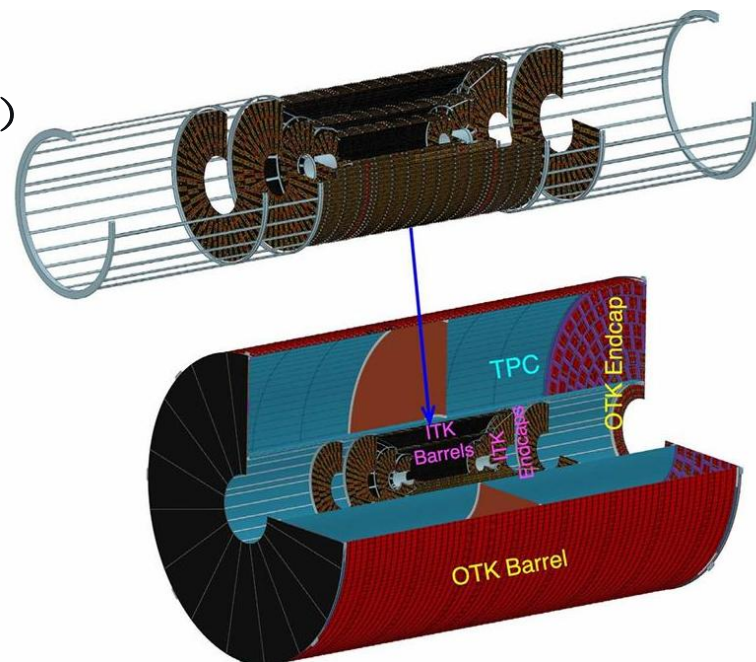
- 项目背景
- 工作进展
- 下一步计划

◆ 外围径迹探测器 (OTK)

- CEPC实验中tracker系统的最外围部分
- 使用AC-LGAD传感器同时实现高精度时间分辨 (50 ps) 和位置分辨 ($10\mu\text{m}$)

◆ LATRIC

- LGAD 8通道时间测量读出芯片
- 指标需求:
 - 高时间分辨 (芯片30ps, sensor 40 ps) & 自刻度功能
 - 单通道高度 $100\mu\text{m}$, 匹配LGAD的pitch
 - 探测器制冷要求芯片低功耗



工作规划

◆ LATRIC8（不接LGAD）

√ 基本测试已完成

- 单独验证LATRIC8功能及性能, 扫描测量所有通道的时间分辨率(TOA/TOT),
- 测量功耗,
- 通道间串扰(Crosstalk)。

◆ LATRIC8（接LGAD）

测试板已到

- **Test pulse** 测试模式, 验证四通道TDC core功能;
- **FE mode** 测试模式, lgad打线前, 验证四通道前放+TDC core功能;
- **CAL** 测试模式, 前放置为标定模式, 在lgad打线后, 独立验证latric功能。
- 功能验证无问题后扫描测量所有通道的时间分辨率(TOA/TOT),
- 测量功耗。

LATRIC8_TOT测试

1.1 测试条件

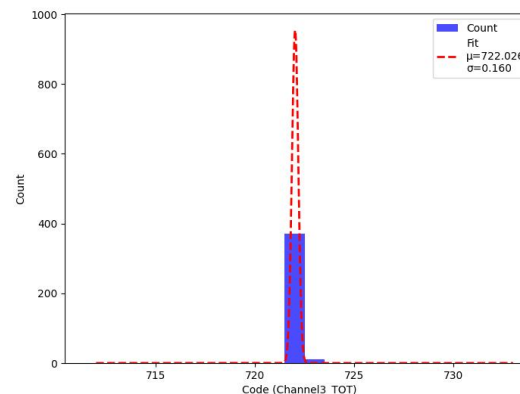
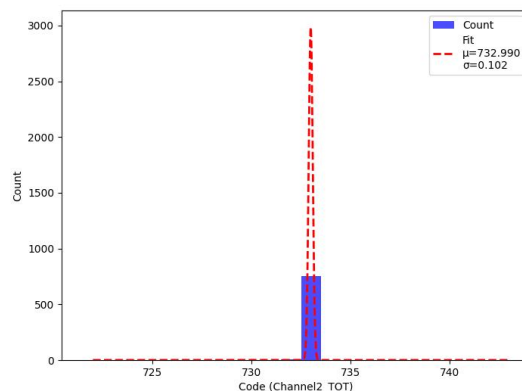
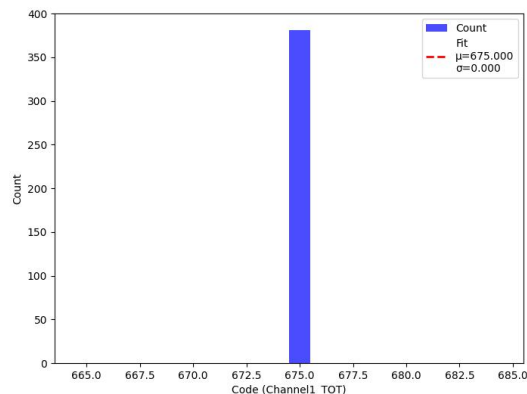
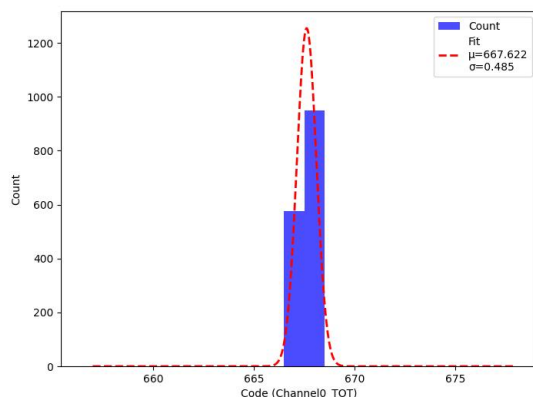
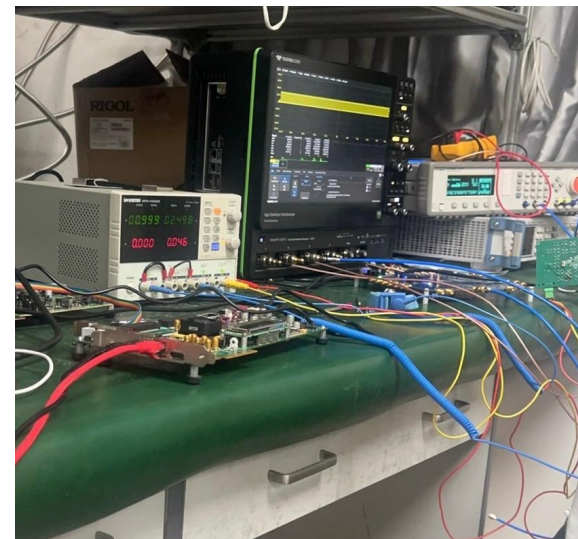
- Si5347时钟板产生：4M时钟触发pulse信号，40M参考时钟；
- 事例由两个四输出功分器接81130A输出产生；
- 四个通道同时进行测量；
- pulse信号脉宽20ns，相对触发时钟skew 0ns，delay 10ns，Amplify 1.3V，Offset 300mV。

1.3.1 TOT测试结果

➤ LSB

- 0、1通道LSB约 29.796ps，29.442ps；
- 2、3通道LSB约 27.092ps，27.584ps；

1.2 LATRIC8测试平台



2026-4-23

TOT多次测量分布

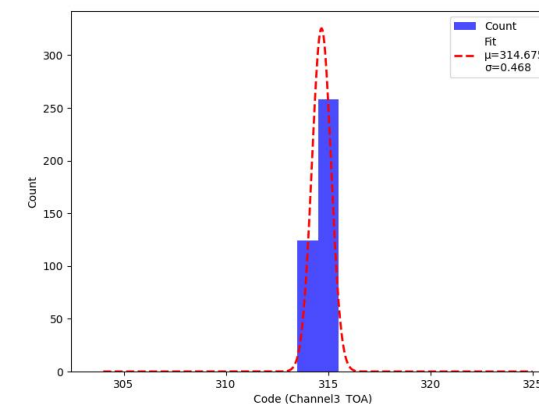
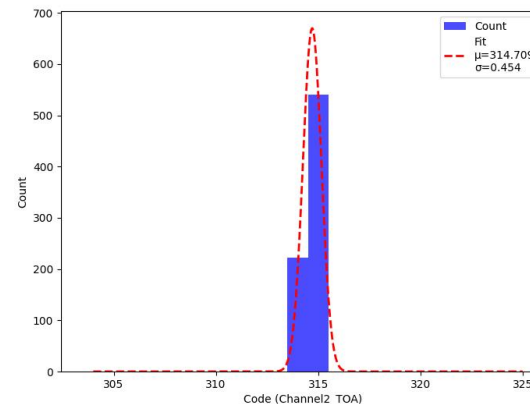
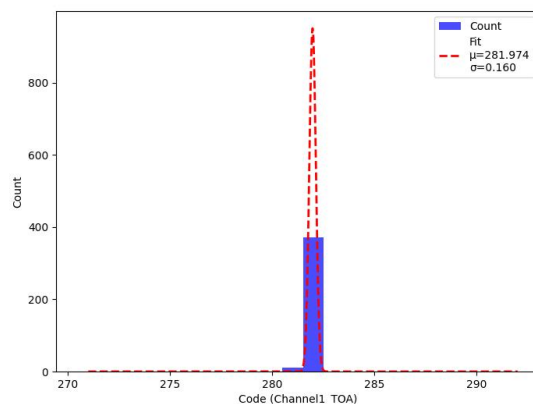
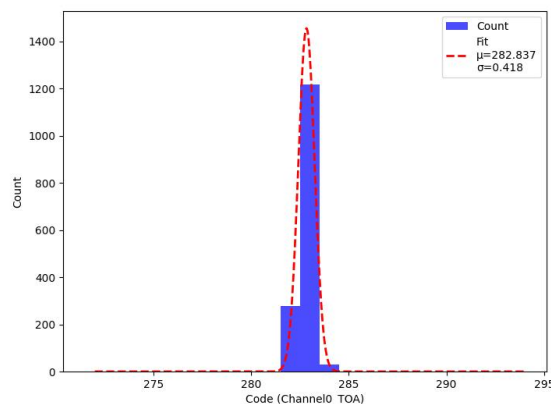
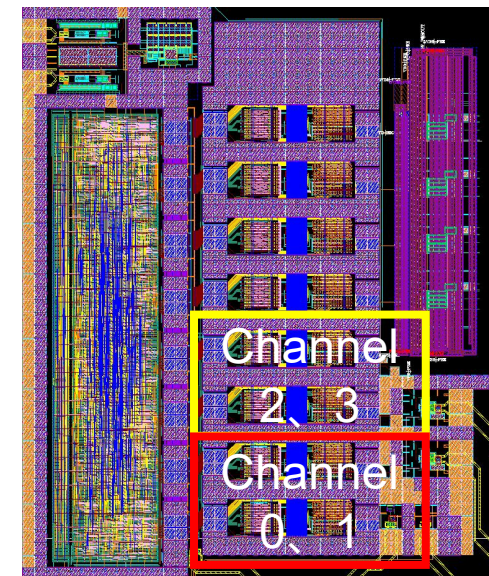
LATRIC8_TOA测试

1.3.2 TOA测试结果

➤ LSB

- 0、1通道LSB约 29.796ps, 29.442ps;
- 2、3通道LSB约 27.092ps, 27.584ps;

1.4 LATRIC8 Layout



2026-4-23

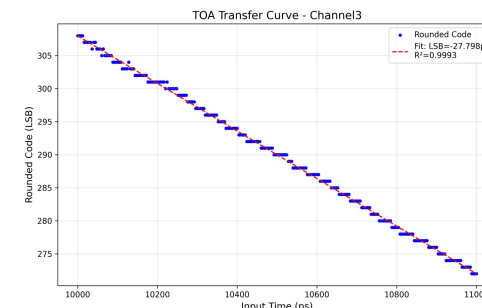
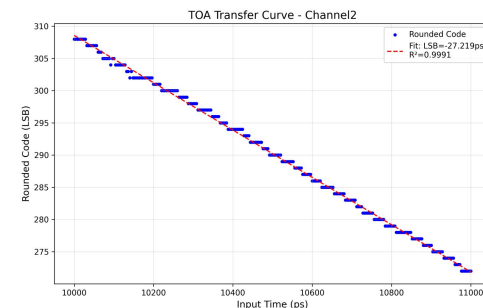
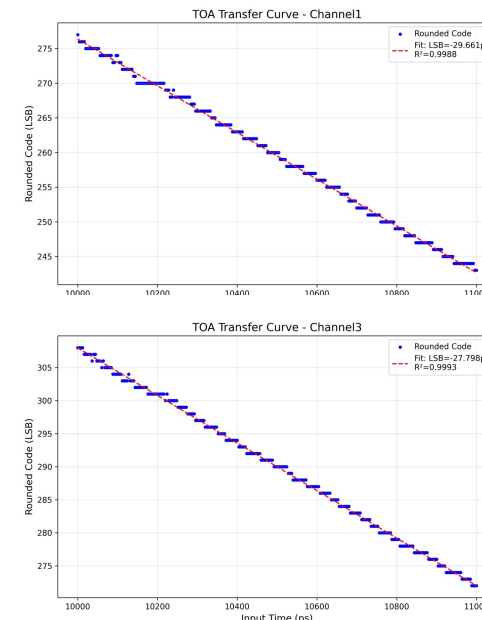
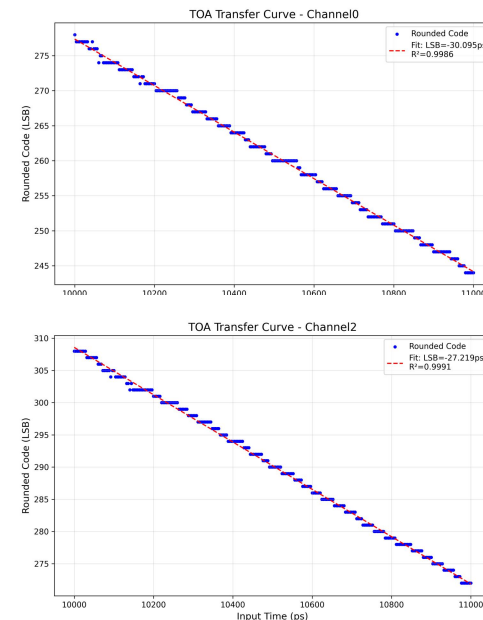
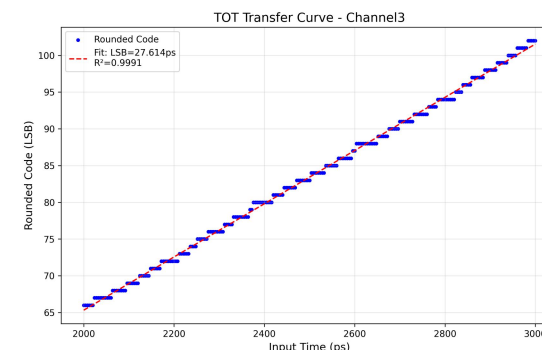
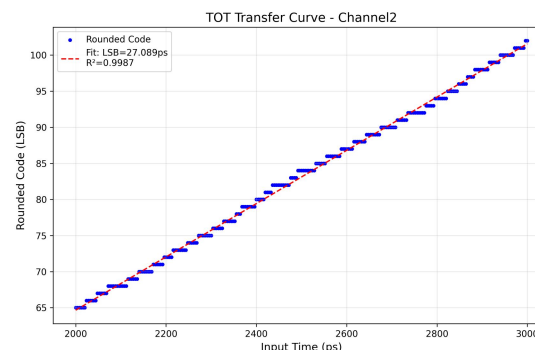
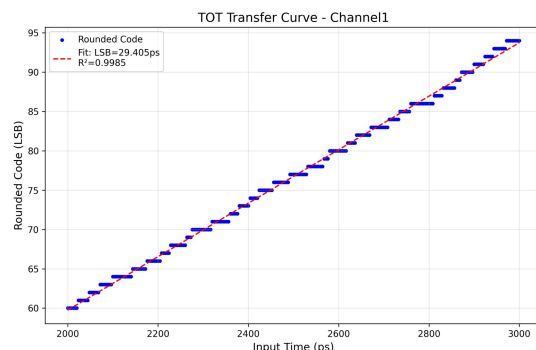
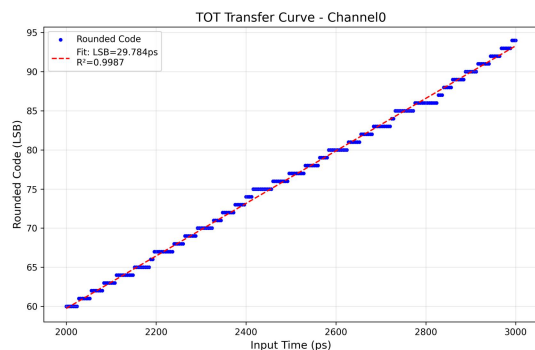
TOA多次测量分布

LATRIC8转移曲线测试

1.1 测试条件

- i5347时钟板产生：5M时钟触发pulse信号，40M参考时钟；
- 事例由一对四输出功分器接81130A输出产生；
- 四个通道同时进行测量(通道0-3)；
- 相对触发时钟skew 0ns, delay 0ns, Amplify 1.3 V Offset 300 mV；
- TOA转移曲线测量：pulse信号delay 10-11ns, step=4ps；
- TOT转移曲线测量：pulse信号width 2-3ns, step=4ps。

1.2 测试结果



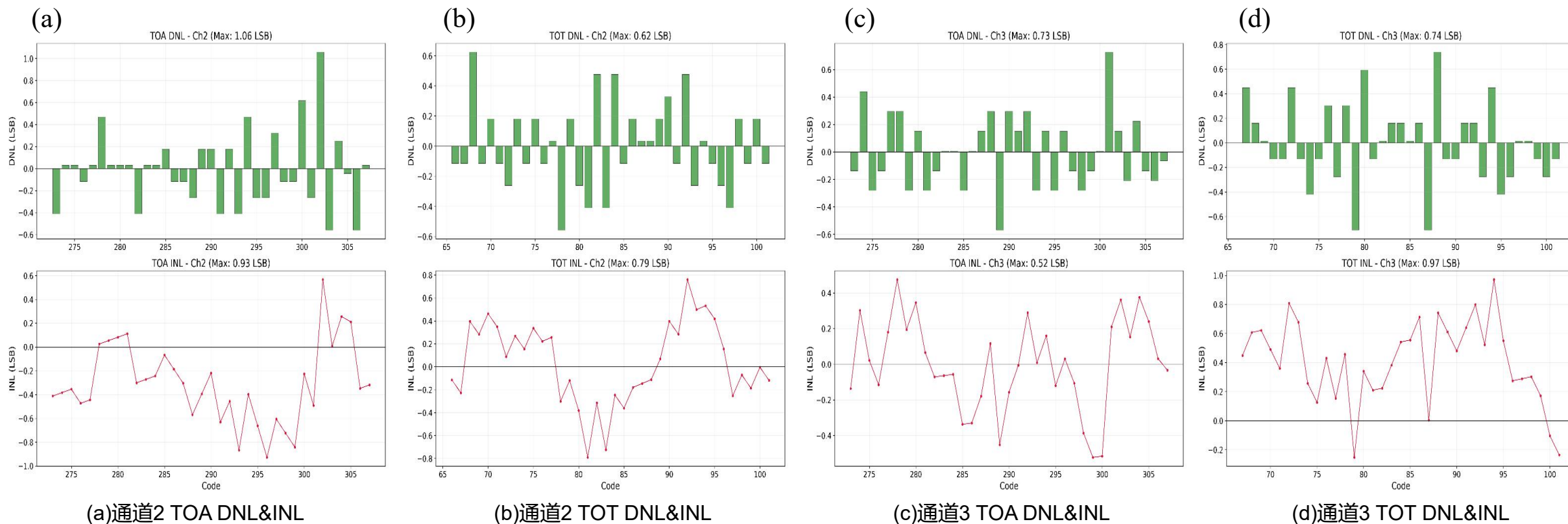
TOA转移曲线

TOT转移曲线

LATRIC8测试

1.3.1 LATRIC8非线性分析

➤ TOA TOT 的DNL INL $< \pm 1$ LSB;



LATRIC8_前放测试

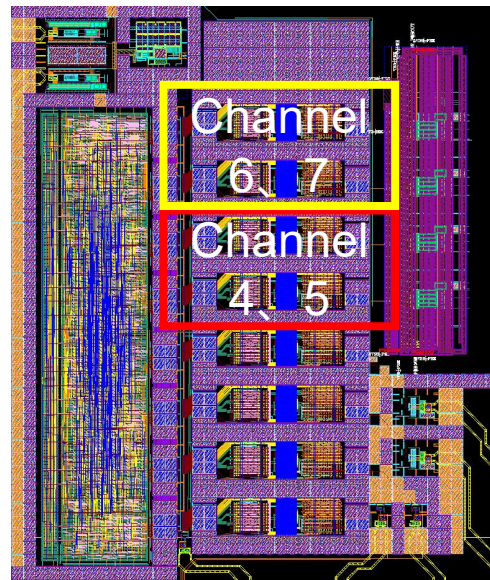
1.1 测试条件

- Si5347时钟板产生：400kHz时钟触发pulse信号，40M参考时钟；
- 触发信号由81130A产生，幅值为130mV，经过20dB衰减为**13mV**接入测试板；
- 四个通道同时测量；
- VTH:850mV。

1.2 阈值噪声范围扫描

通道	4	5	6	7
阈值范围 (mV)	781-862	784-859	840-872	777-857
噪声范围 (mV)	817-825	816-827	826-838	810-818
直流基线 (mV)	821	823	833	815

1.3 LATRIC8 Layout

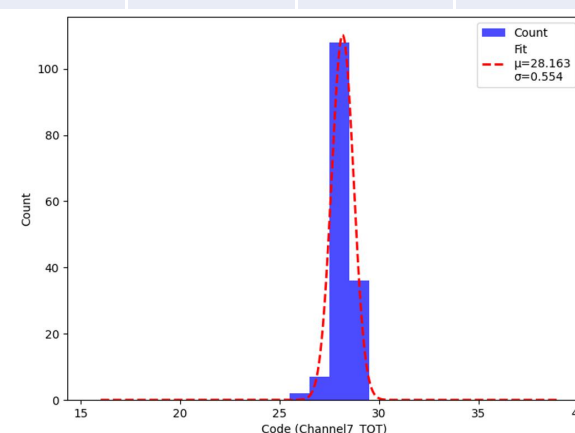
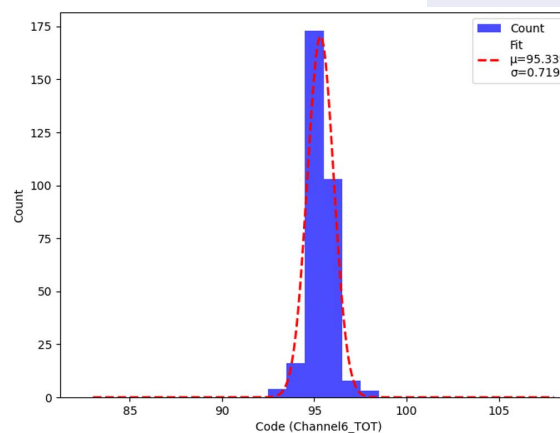
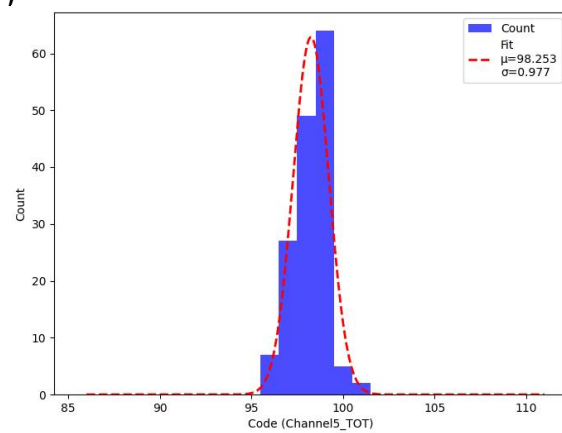
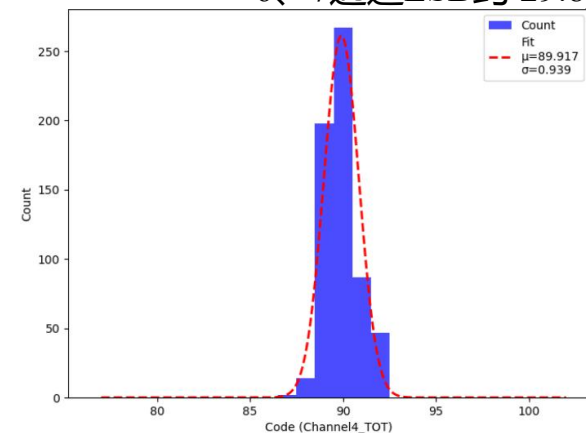


1.4 TOT、TOA测试结果

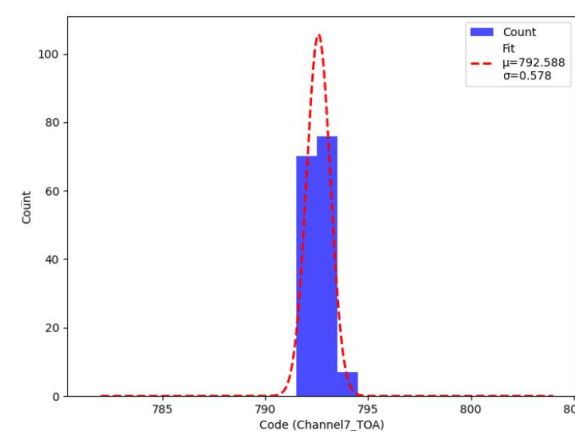
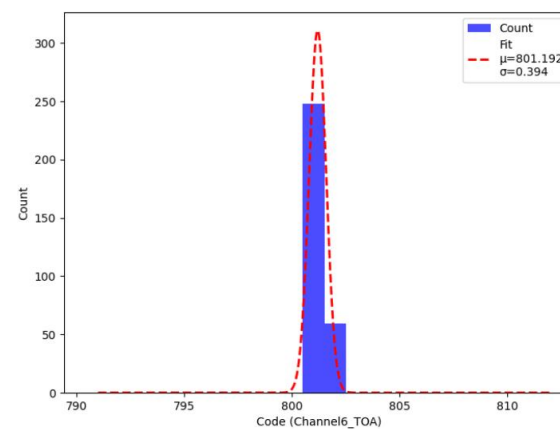
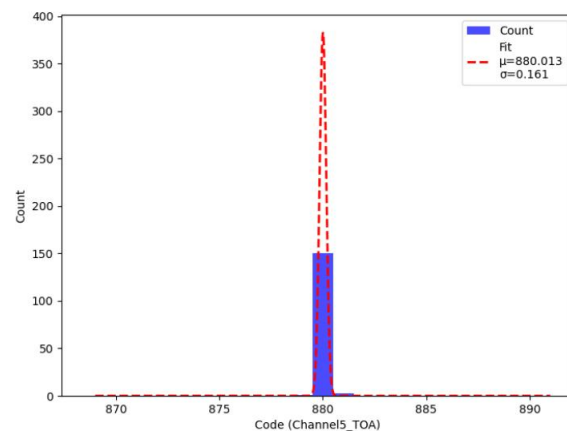
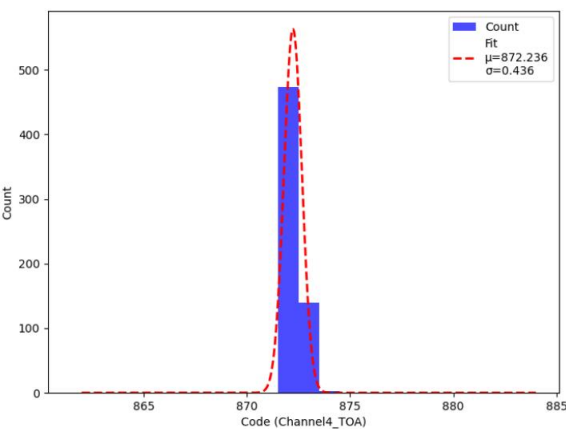
➤LSB

- 4、5通道LSB约 27.5ps;
- 6、7通道LSB约 29.8ps;

通道	4	5	6	7
$\sigma(\text{TOT})$	0.939	0.977	0.719	0.554
$\sigma(\text{TOA})$	0.436	0.161	0.394	0.578



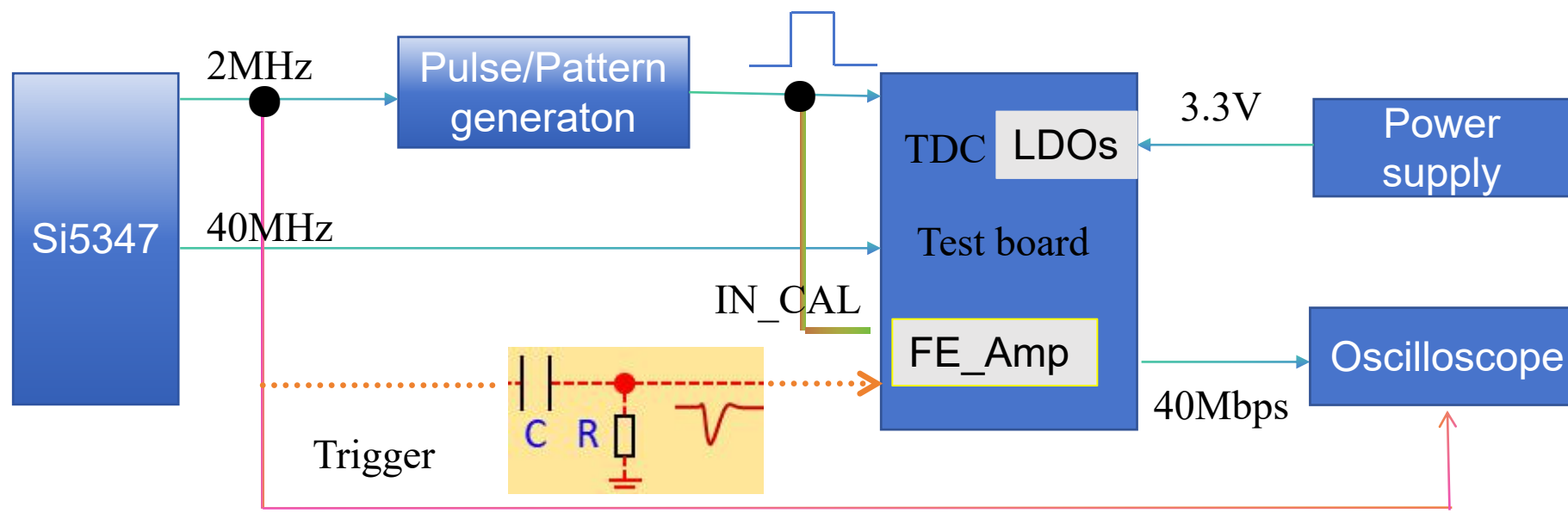
TOT多次测量分布



TOA多次测量分布

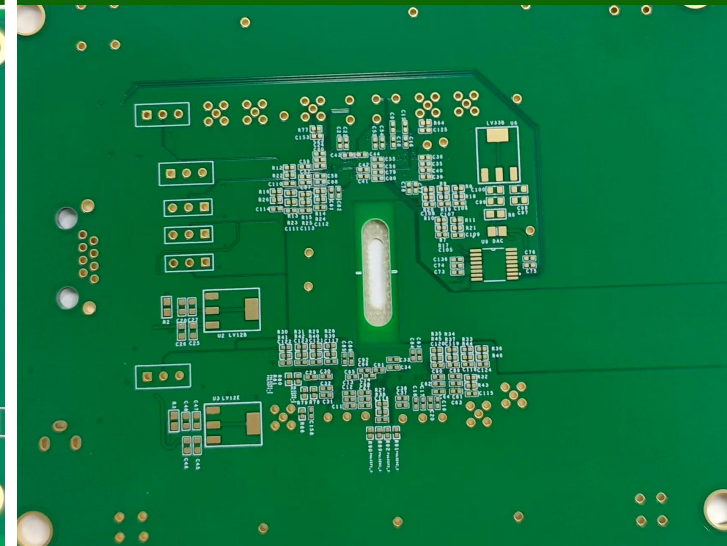
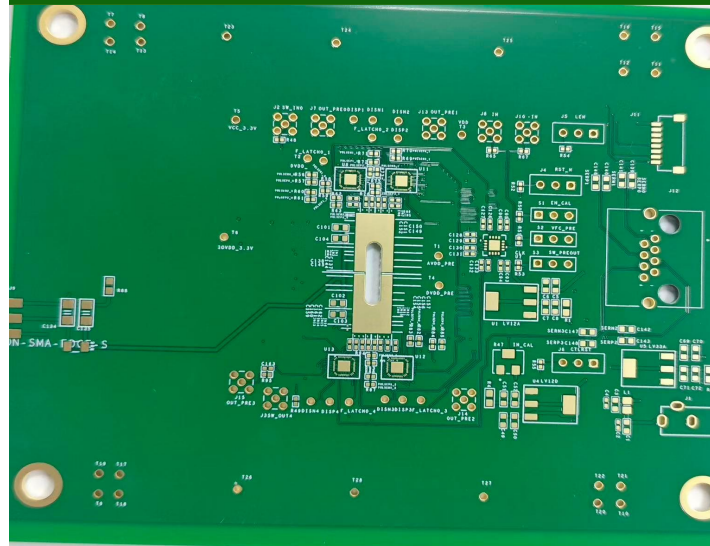
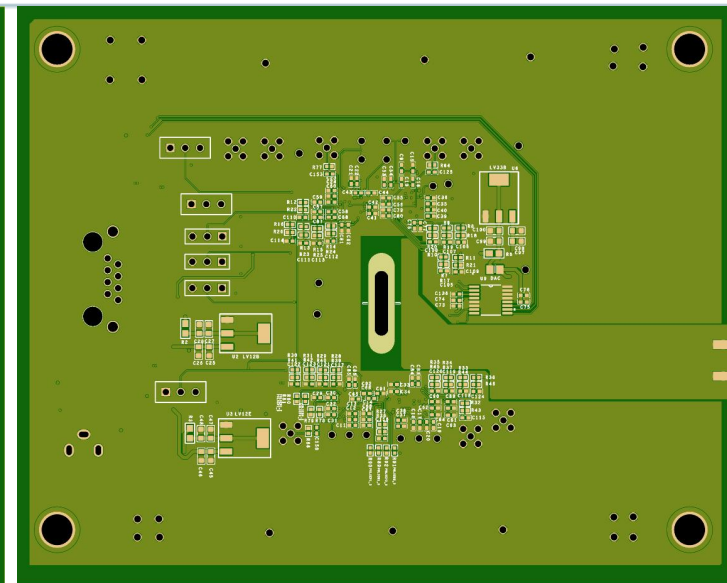
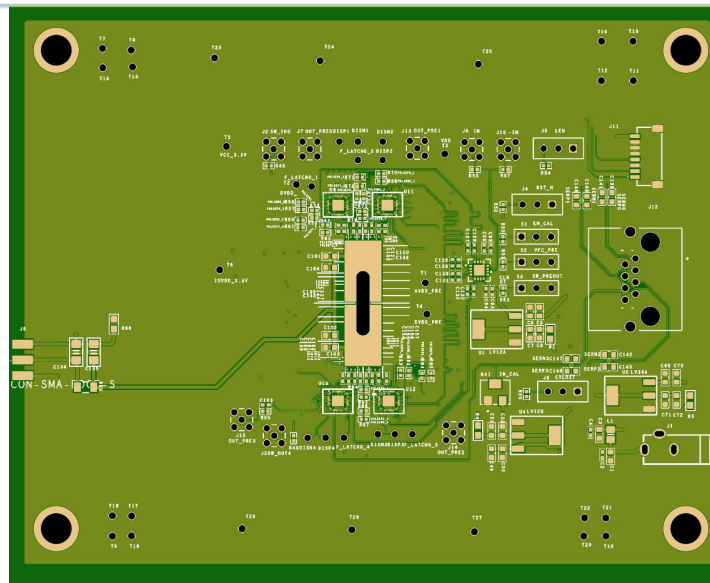
LATRIC-LGAD测试整体框图

- Test pulse 测试模式，验证四通道TDC core功能；
- FE mode 测试模式，lgad打线前，验证四通道前放+TDC core功能；
- CAL 测试模式，前放置为标定模式，在lgad打线后，独立验证latric功能。



LATRIC-LGAD (PCB布局)

- LGAD有16个通道，每条间距100um，分别给四块LATRIC的四通道(含前放);
- PCB尺寸:12.35cm*9.96cm;
- 电源5V供电，通过LDO转成3.3V给CLK和DAC，3.3V再通过LDO转成1.2V给LATRIC8;
- DAC的三个SPI接口接到插座上边;
- latric8串行器输出接到下边;



下一步计划

- 继续测试LATRIC8性能;
- 4月底完成LGAD_LATRIC转接板;
- LGAD_LATRIC测试板打线;
- LGAD_LATRIC联合测试, 为束流做好准备。

请各位老师批评指正