



中国科学院高能物理研究所
Institute of High Energy Physics
Chinese Academy of Sciences



季度考核报告

王传焯

指导老师：李筱婷、严雄波

导师：叶竞波、张雷

Electronics

■ 项目背景

➤ CEPC外围径迹探测器——OTK

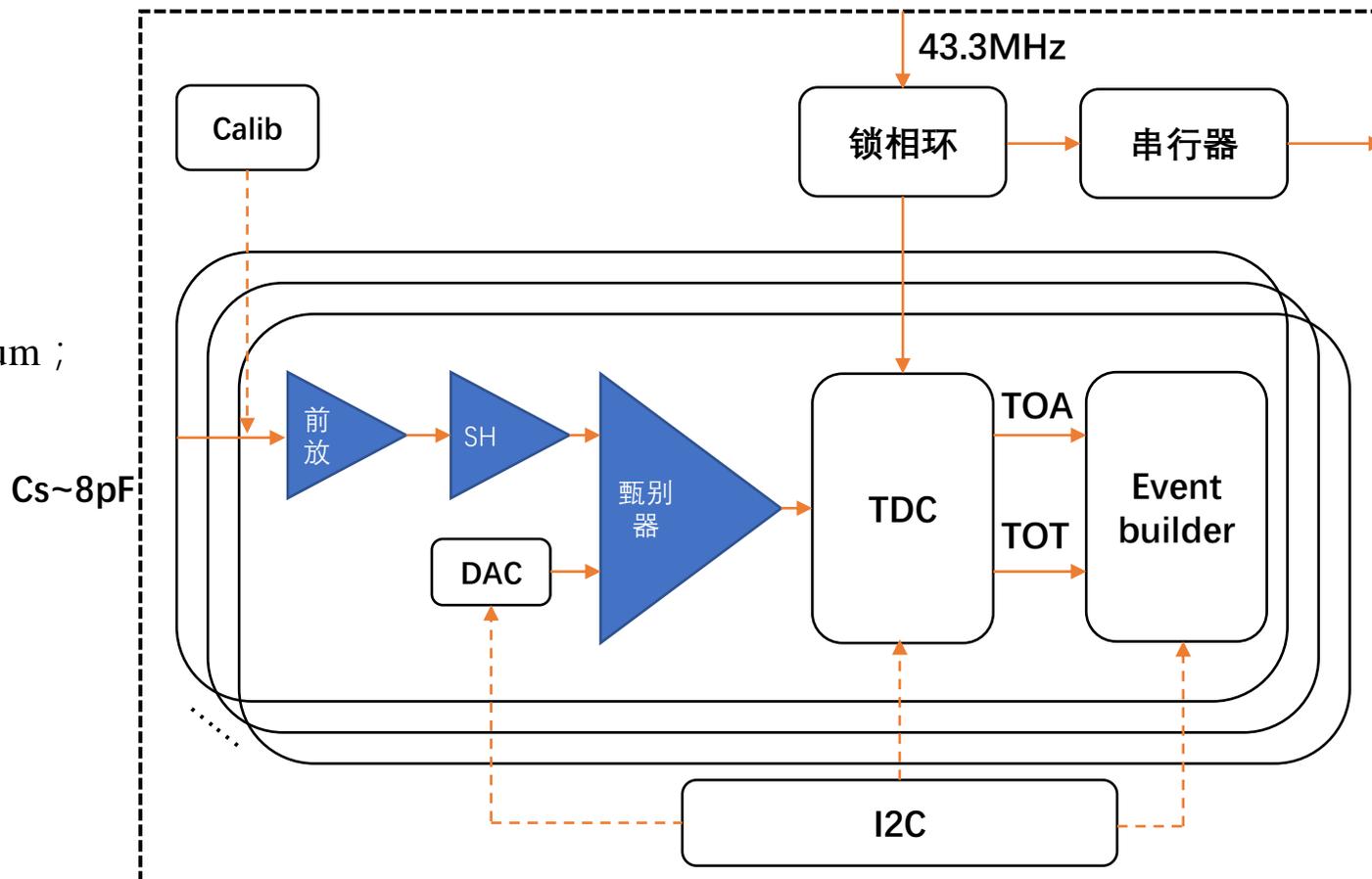
- 传感器——AC_LGAD;
- 高精度时间和位置分辨。

➤ OTK读出芯片 (LATRIC)

- 多通道——128通道, 单通道高度小于100um ;
- 高时间分辨——系统 50 ps;
- 低功耗——300 mW/cm²;
- 单通道包含前放、甄别器、TDC等。

➤ 芯片性能需求:

- 单通道功耗小于20 mW;
- 时间分辨好于30 ps 。



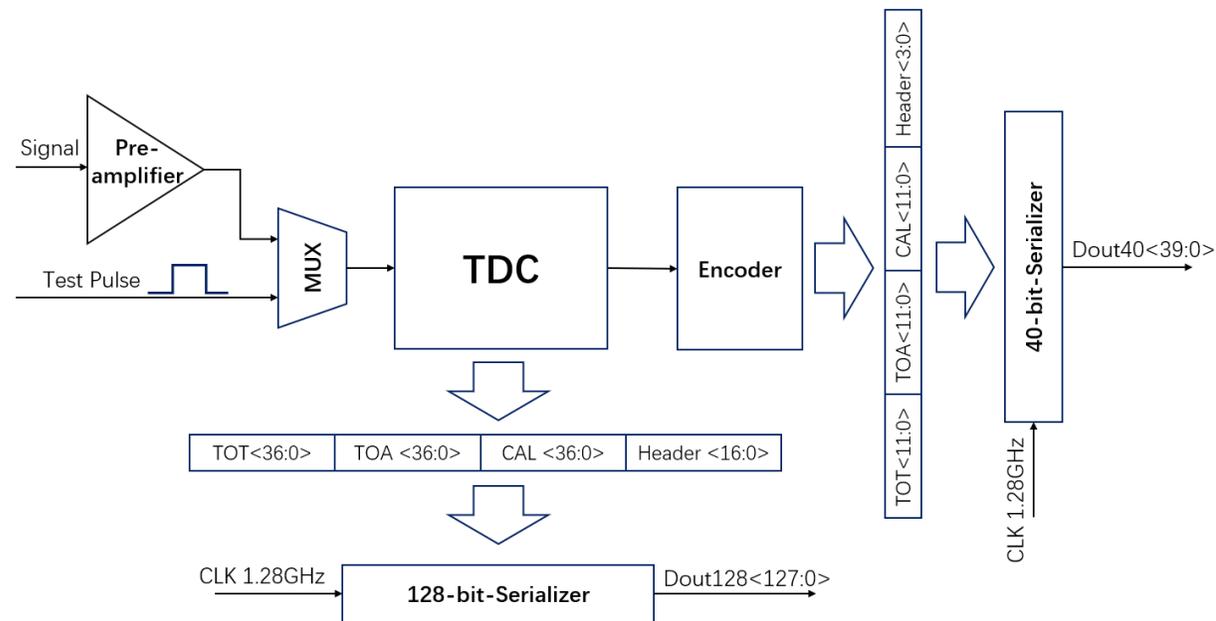
LATRIC框图

■ 测试芯片LATRICO

➤ 已于4月初提交流片

➤ 芯片结构

- 为实现核心模块功能验证，包括前放、TDC、编码器、128位串行器、40位串行器五部分；
- Test pulse 与前放输出选通后作为待测信号；
- Encoder由数字工具实现，TDC的量化输出编码前后分别由128位串行器、40位串行器串行输出，两者对照用于气泡问题研究，以及Encoder可靠性验证；
- 测试芯片实际集成了2个TDC，分别基于lvt和svt的环振；
- IO数量：70。



测试芯片框图

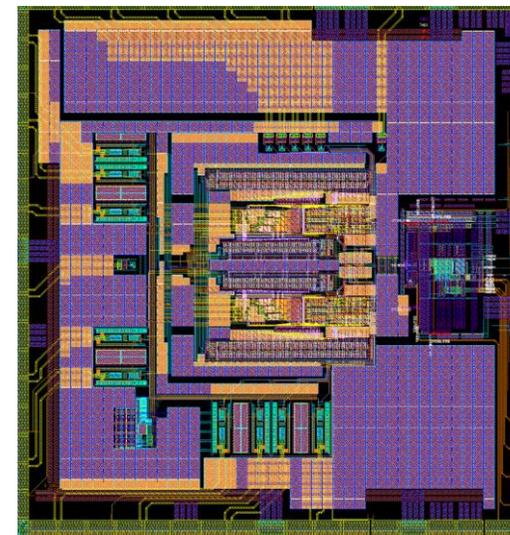
■ 测试芯片LATRICO

➤ 时间测量精度

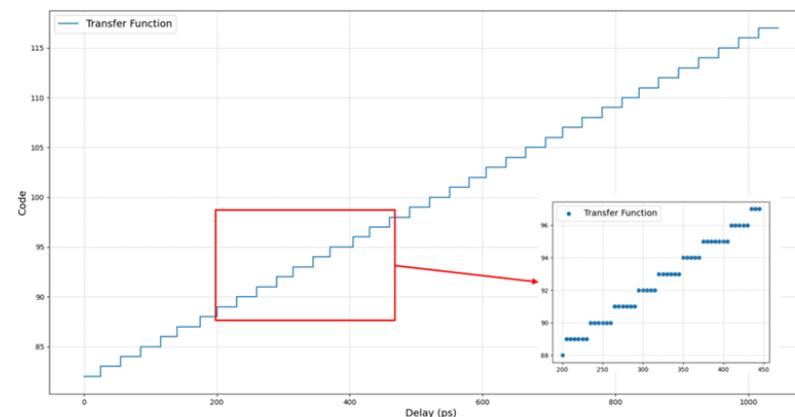
- TOA、TOT共用延迟链，具有相同的LSB = 28.9 ps (1vt环振)；
- TOT动态测量范围75 ps~50 ns，TOA动态测量范围0~50 ns；
- 优化了量化锁存单元，后仿真转移曲线线性度良好，INL、DNL好于0.2 LSB；
- TDC时间测量精度约14.2 ps ($\sigma_{clk} < 1$ ps, $\sigma_{pulse} < 5$ ps时)

$$\sigma_{rms} = \sqrt{\frac{LSB^2}{12} + \sigma_{DNL}^2 + \sigma_{INL}^2 + \sigma_{pulse}^2 + \sigma_{clk}^2 + \sigma_{preAMP}^2}$$

- 前放此前已流片测试，实测jitter 8 ps (无外加探测器电容)，当前正着手与LGAD联合测试。



测试芯片版图

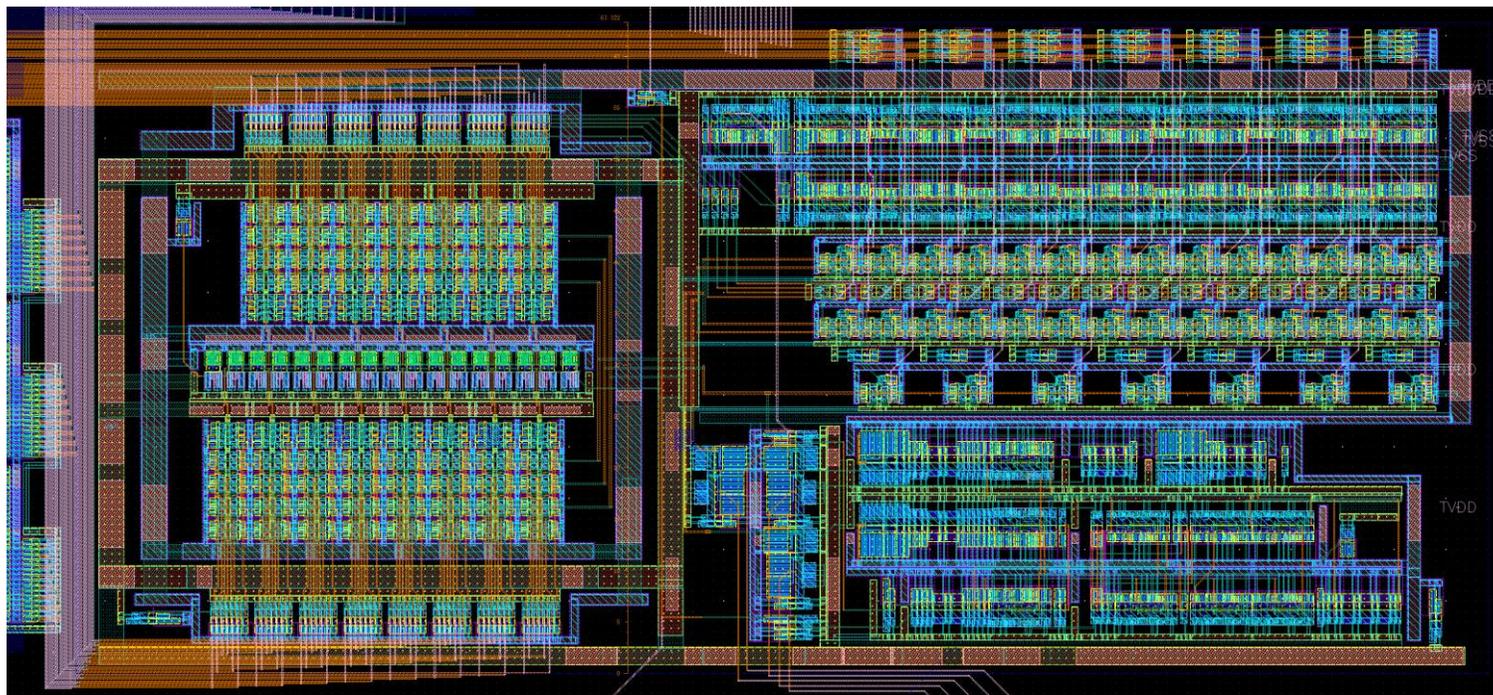


TOA后仿真转移曲线 (step 5ps)

■ 测试芯片LATRICO

➤ 功耗及面积

- 事例驱动型环振，单次测量平均功耗 $< 1 \text{ mW}$ ，击中率低于100 k时平均功耗 $< 100 \text{ uW}$ ；
- 前放实测功耗约6 mW；
- TDC核心高度 $< 65 \text{ um}$ ，35 um余量添加填充电容做通道间隔离。



■ 后续工作

➤ 测试工作

- 五月中旬给出完整测试方案;
- 五月底完成测试板设计;
- 八月开始正式芯片测试工作。

➤ 芯片设计

- Event builder设计;
- 八通道TDC设计, 十月流片。

Thank you!