



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

王传烨

指导老师：李筱婷、严雄波

导师：叶竞波、张雷

Electronics

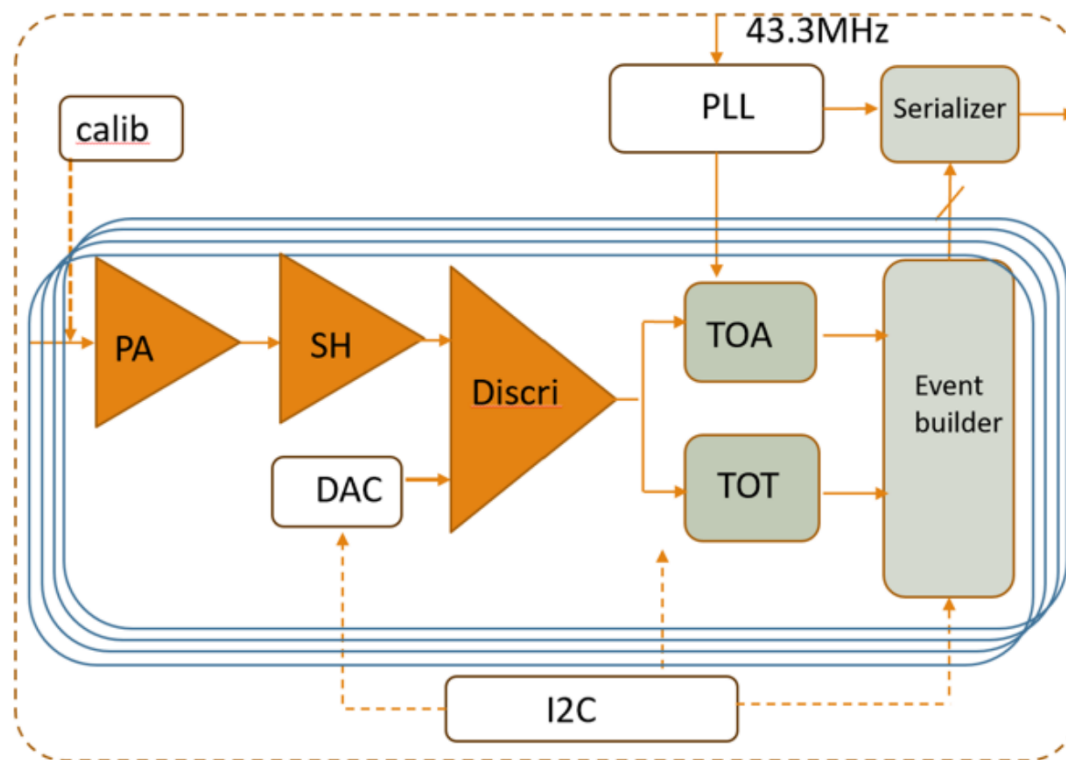
■ OTKROC

➤ CEPC 外围径迹探测器读出芯片 (OTKROC)

- 128通道, 单通道高度小于100u;
- 功耗 300 mW/cm²;
- 单通道包含前放、甄别器、时间数字转换器 (TDC) 。

➤ 性能需求:

- 单通道功耗小于20mW;
- 时间分辨好于30ps 。



OTKROC框图

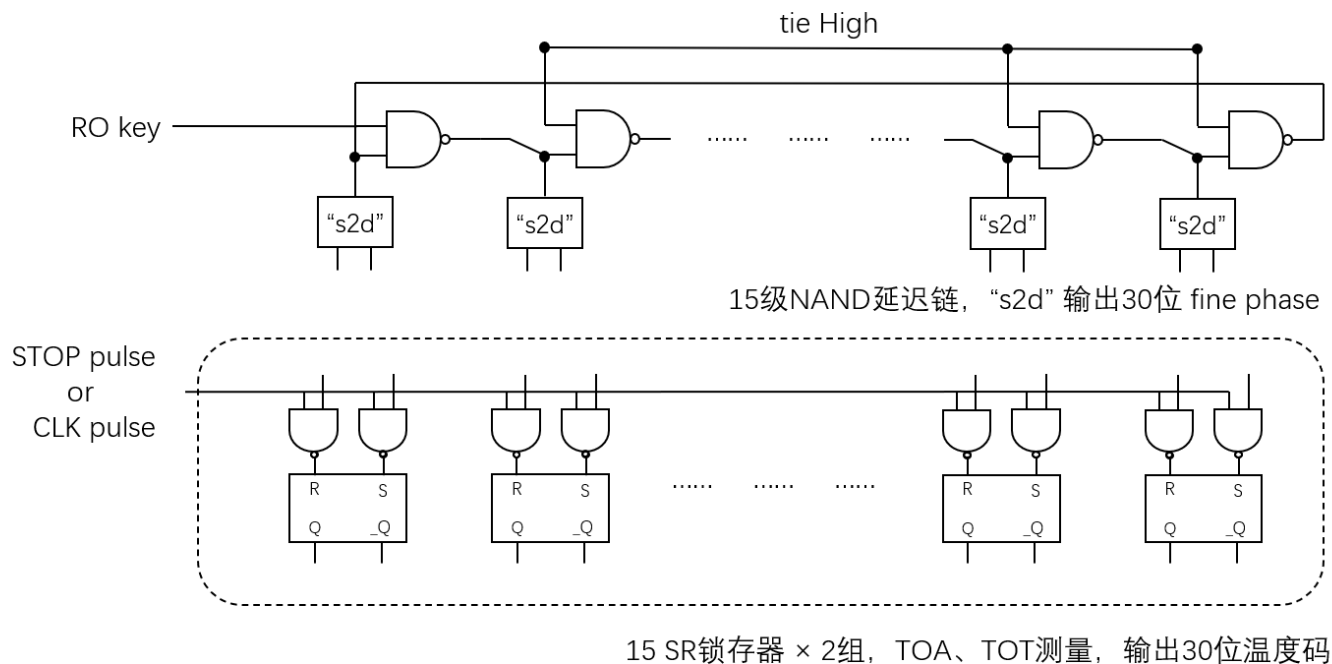
■ 单通道TDC延迟链及量化模块

➤ 事例驱动型环振

- TOT、TOA共用延迟链

➤ 1组15级与非门延迟链+“s2d”模块:

- 优化延迟信号占空比;
- 粗计数放在s2d后面, 减缓延迟单元不一致性;
- 30位fine phase。



➤ 2组SR锁存器实现量化和锁存（高电平跟随, 低电平锁存）:

- 对称结构, 减缓锁存导致的不一致性;
- 每组15个SR锁存器, 输出30位温度码;
- 两组SR锁存器分别量化、锁存TOA、TOT。

单通道延迟链及量化模块框图

TDC设计推进

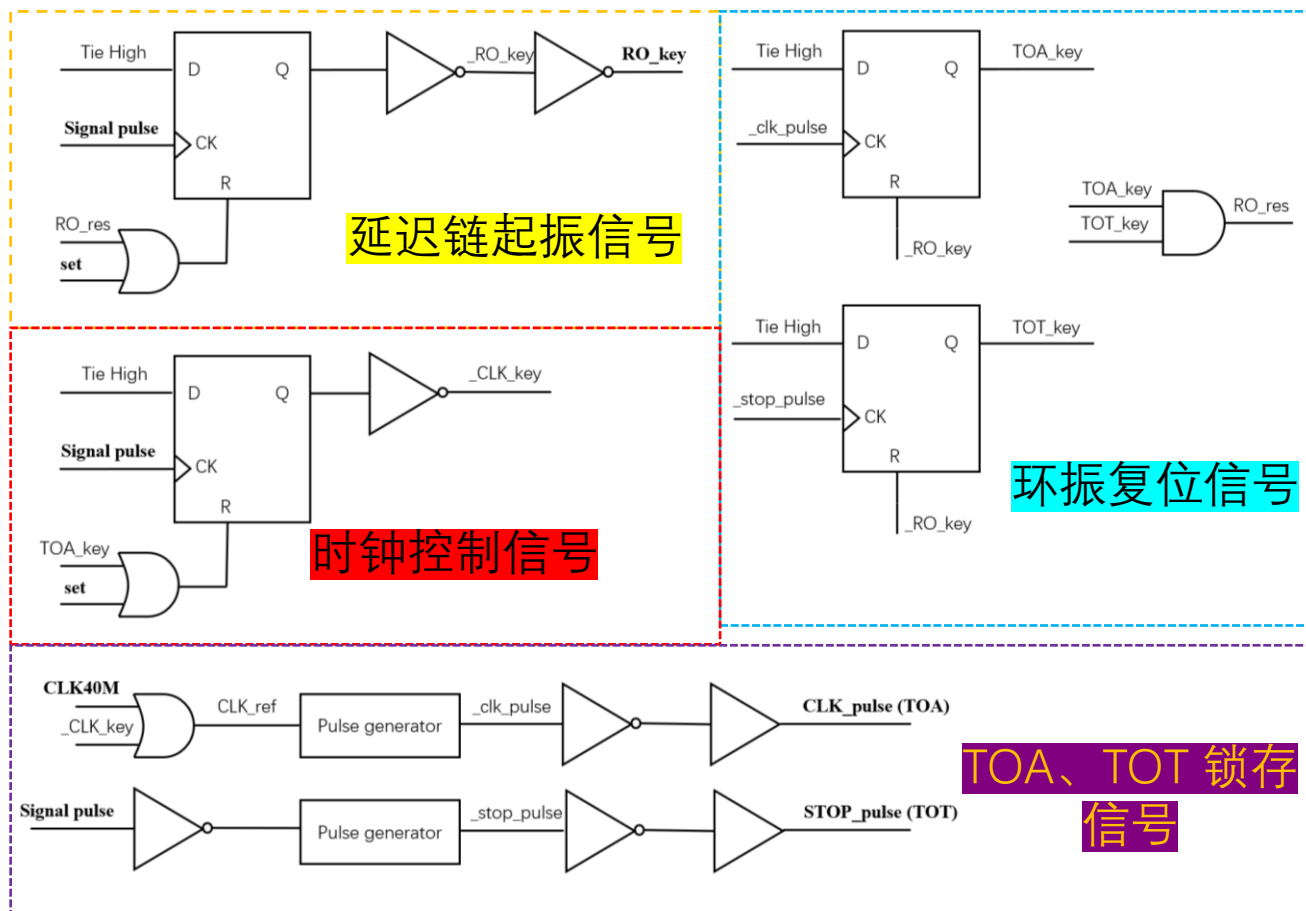
■ 数字控制模块

➤ 实现单通道内部环振启停(RO_key)

- Signal上升沿到来，环振开启震荡；
- TOA、TOT测量完成后环振关闭。

➤ 实现单通道内部参考时钟启停(CLK_ref)

- Signal上升沿到来，通道内门控时钟开启，保证上升沿准确；
- TOA测量完成关闭内部参考时钟；
- 若signal上升沿与CLK上升沿太靠近无法形成CLK pulse，则无法完成TOA测量，需要等待下次时钟上升沿。



数字控制模块框图

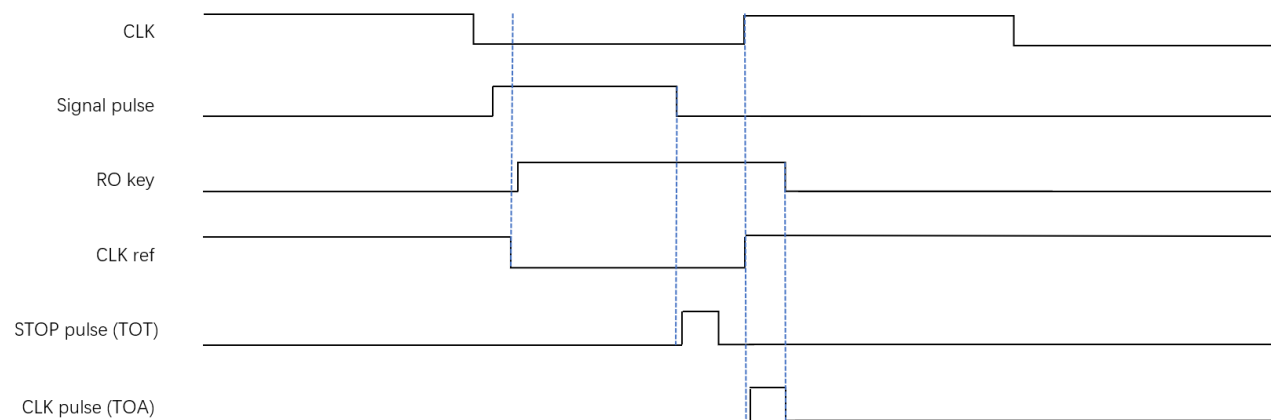
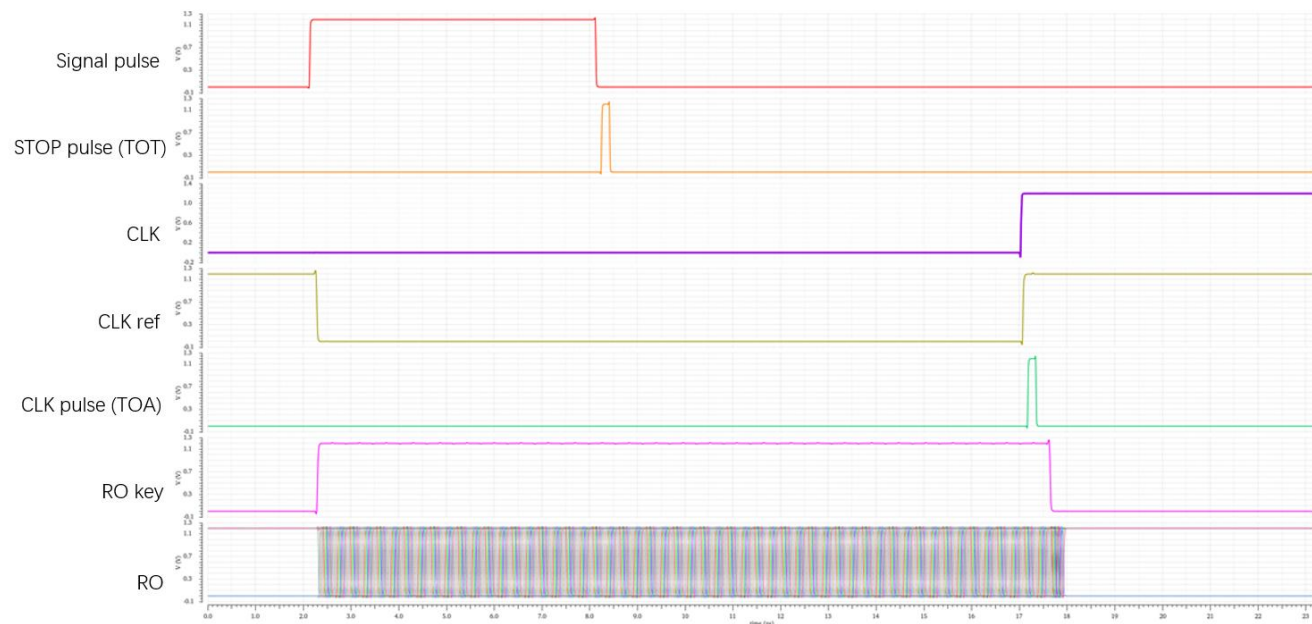
■ 数字控制模块

➤ 实现单通道内部环振启停(RO_key)

- Signal上升沿到来，环振开启震荡；
- TOA、TOT测量完成后环振关闭。

➤ 实现单通道内部参考时钟启停(CLK_ref)

- Signal上升沿到来，通道内门控时钟开启，保证上升沿准确；
- TOA测量完成关闭内部参考时钟；
- 若signal上升沿与CLK上升沿太靠近无法形成CLK pulse，则无法完成TOA测量，需要等待下次时钟上升沿。



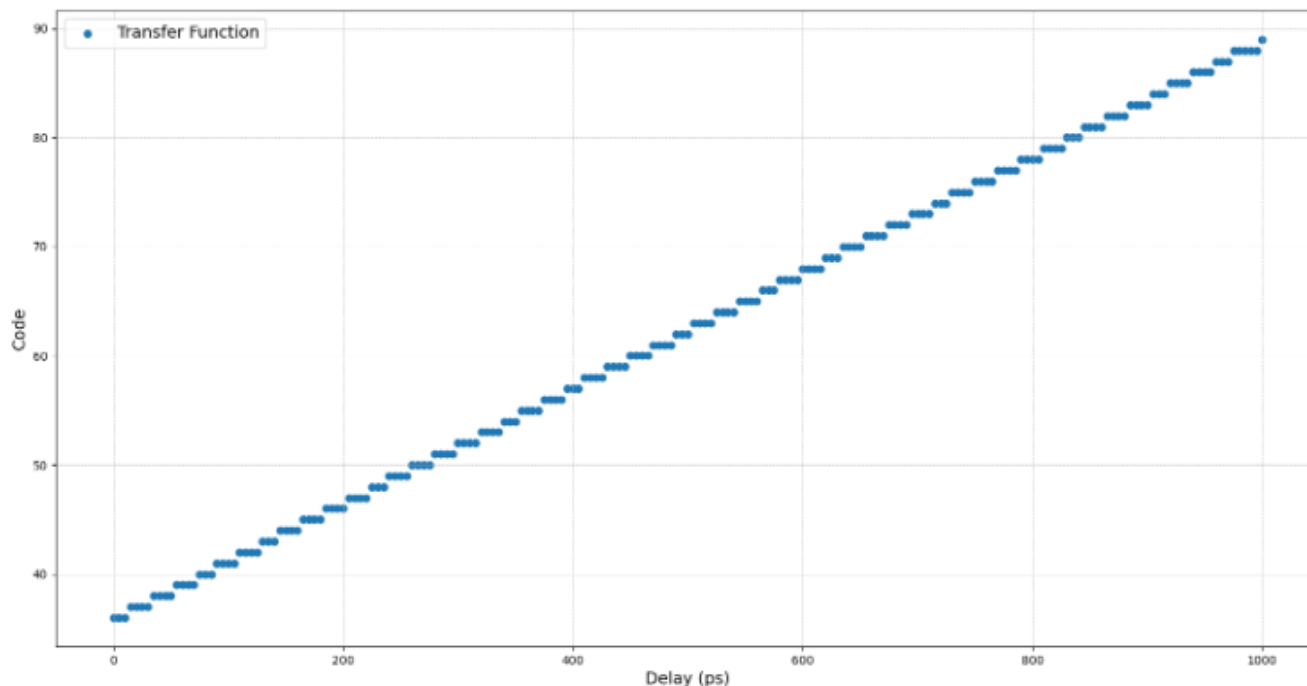
■ 前仿真结果

➤ 功耗（数字控制模块、延迟链粗细计数、锁存）：

- 动态电流——1 mA
- 静态电流——1 μ A
- 最大瞬态电流——5 mA

➤ 转移曲线一致性良好：

- 瞬态仿真范围1 ns delay, step 5 ps;
- Bin size < 20 ps;
- 转移曲线拟合LSB = 18.87 ps。



转移曲线（TOA）

■ 后续计划

- 当前基本完成单通道TDC原理图设计，需添加校准功能、串行输出；
- 25年三月中旬完成layout和后仿真验证；
- 25年四月初单通道方案流片。

Thank you!