



2024年12月考核报告

报告人：李灿明

导师：赵京周

专业：核技术的应用

时间：2024.12.27



■ iRPC 前端电子学延迟参数研究

- FEE各通道TDC数据延迟分布研究
- 高压效率曲线研究
- 数据分析脚本功能扩展

■ iRPC 触发数据传输的固件开发

- 簇团查找结果mapping
- 10Gb/s速率GTH发送至EMTF

■ GBT协议传输测试

- 四路GBT单板自回环测试
- 四路GBT两板对传测试

■ BESⅢ触发核心板硬件调试

- 光纤收发测试
- Flash加载测试
- 基于phy芯片+sitcp实现千兆数据读出

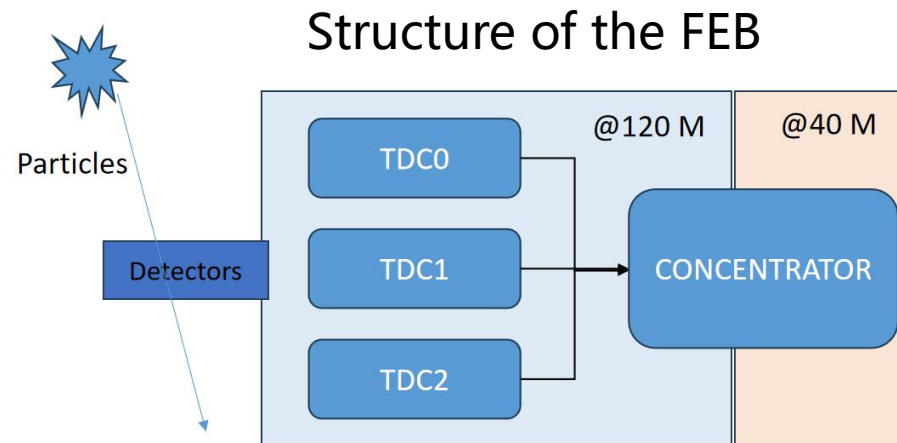
■ 其他工作

- MDC光纤发送插件面板设计
- CEPC Muon探测器结构调研



■ TDC数据发送延迟

- 定义：TDC数据被发送时间与产生时间的差值（BX）
- 两级延迟：
 - TDC至CONCENTRATOR传输时间；Buffer列队等待时间
- 发送延迟参数：Time disparity + Frame queue length



Config	Run number (不同本底)	Maximum Time disparity	Maximum Frame queue	Total sending delay(BX)
1	1991,1994,1995,1996,1990	127(0x7F)	63(0x3F)	106
2	2070,2074,2073,2072,2071	127(0x7F)	36(0x24)	79
3	1992,1997,2007,2003,2002	40(0x28)	20(0x14)	34
4	2013,2009,2008,2004,2012	24(0x18)	16(0x10)	24
5	2014,2017,2006,2005,2011	16(0x10)	12(0xC)	18

Total sending delay limit = maximum time disparity/3 + maximum frame queue length

iRPC 前端电子学延迟参数研究



TDC数据延迟分布

- Beam+1.8kHz/cm² γ



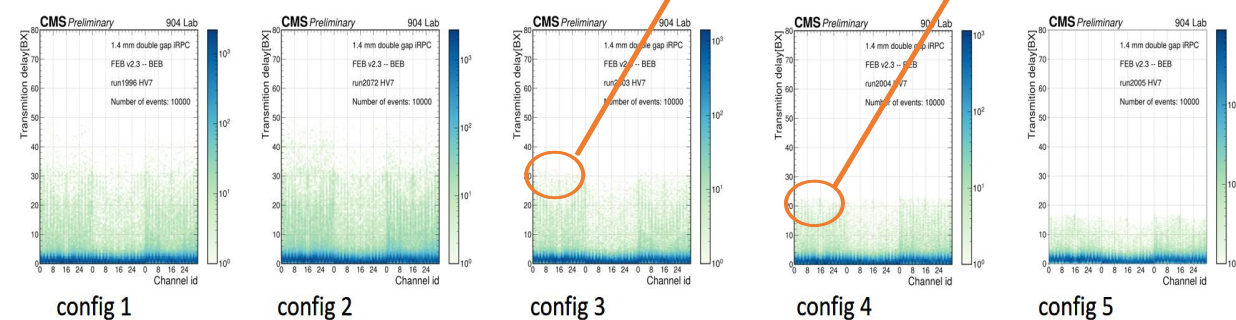
106 BX

79 BX

34 BX

24 BX

18 BX



研究结论

- TDC数据延迟分布符合参数设置预期
- Delay limit 设置严格时探测器效率有下降趋势

给出参数设置建议值, 计划在 RPC Electronic Meeting 上作报告

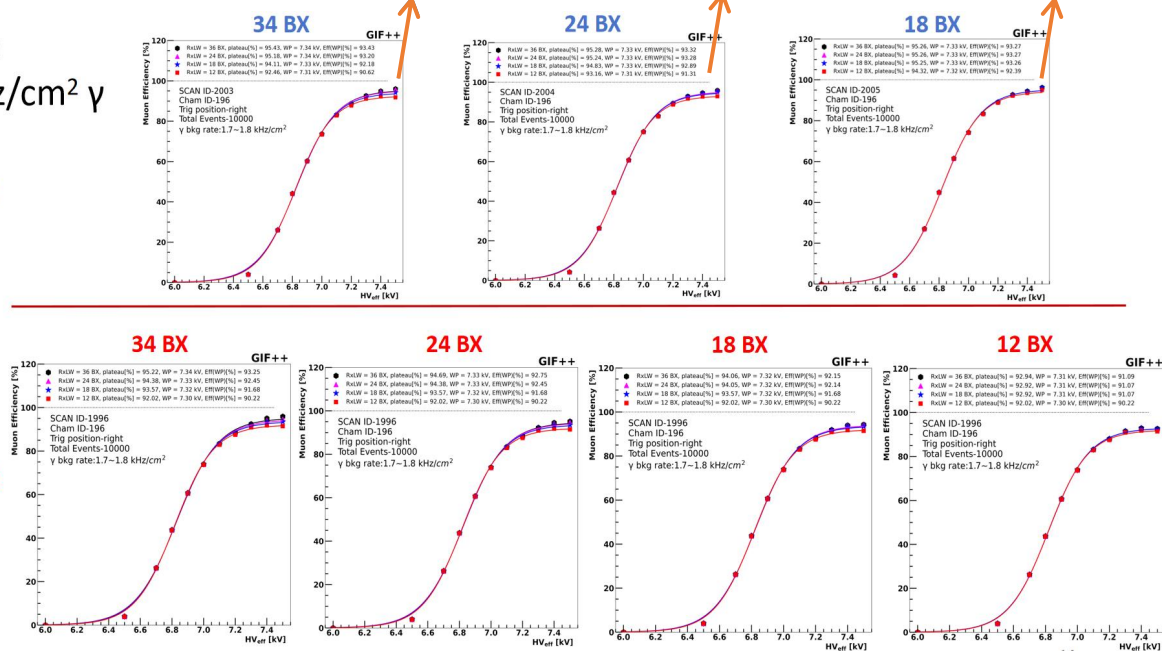
高压效率曲线

- Beam
+1.8kHz/cm² γ

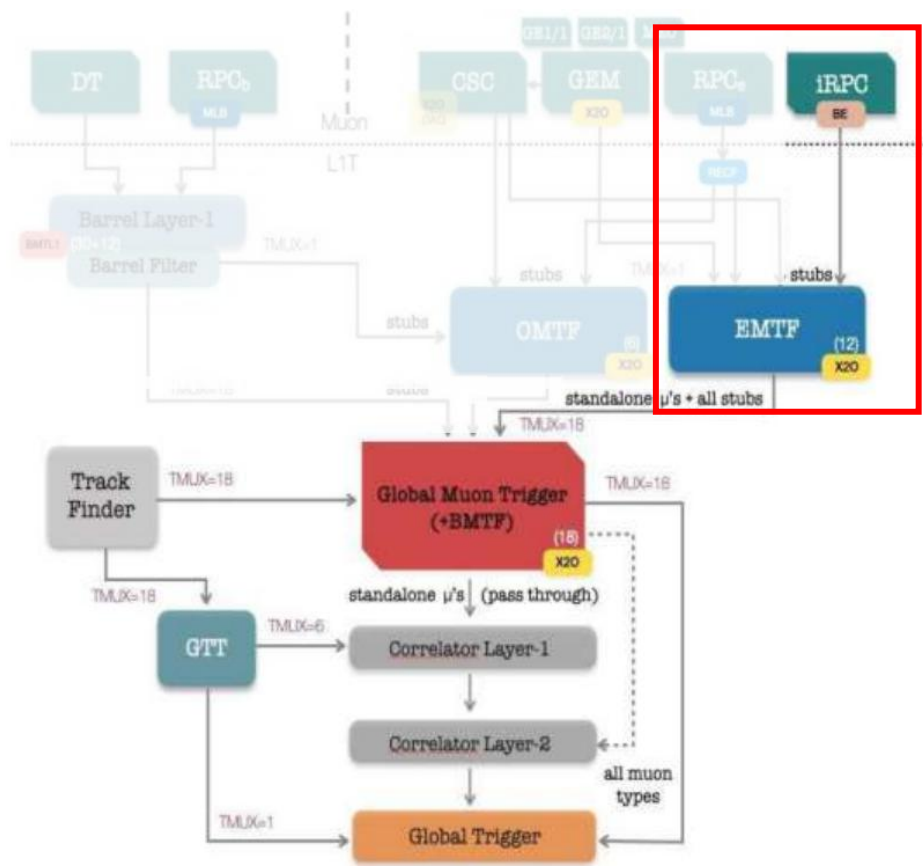
FEE cut

BEE cut

Eff(WP)[%] = 93.43 Eff(WP)[%] = 93.32 Eff(WP)[%] = 93.27



iRPC 触发数据传输的固件开发

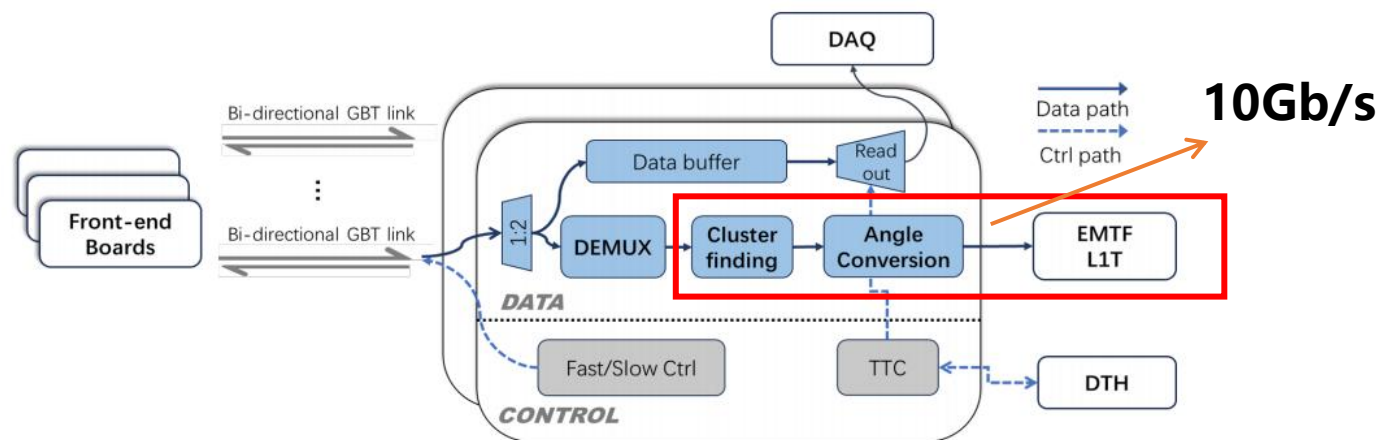


CMS 二期升级Muon探测器的触发系统结构

iRPC 触发数据传输

- 在完成簇查找以及角度转换之后，需以特定的格式和传输协议将数据发送至Level-1 触发系统的 EMTF 系统，和其他探测器的信息一起用来进行端盖区的Muon 径迹查找

目前缺少此部分功能，需对此进行固件开发



后端触发电子学固件架构

iRPC 触发数据传输的固件开发



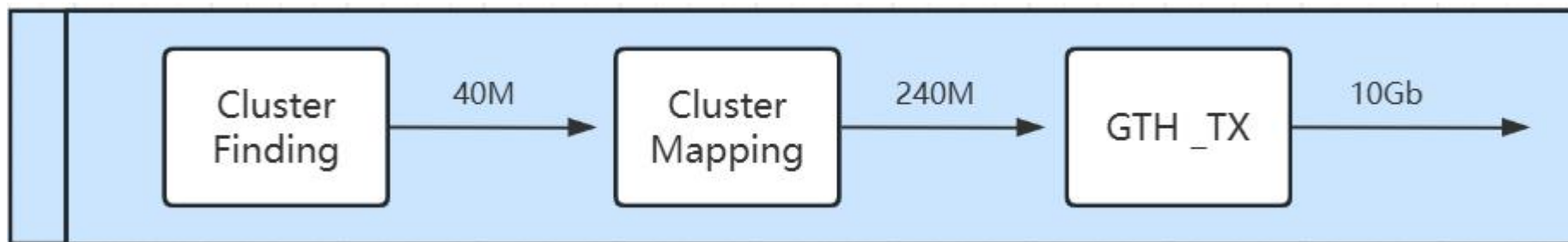
■ 簇团查找结果mapping

- **输入：**在目前的固件设计中，每块后端板连接两个iRPC chamber，共四块FEB，每块FEB通过一路光纤连接到后端版，每路每BX输出两个32bits cluster信息（40M）
- **输出：**每块后端板通过两路光纤将cluster信息以10Gb/s速率送入EMTF插件，每路对应一个iRPC chamber，发送频率为240M，需对cluster排列重组

■ 10Gb/s速率GTH发送

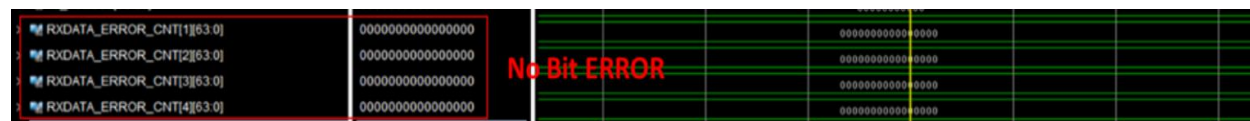
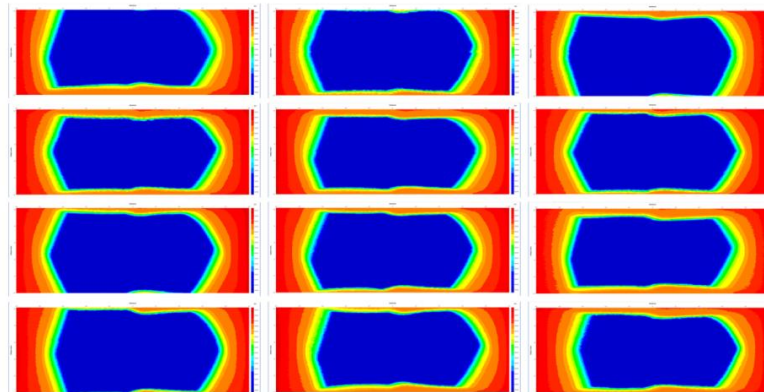
- 确定光纤通道的连接映射，参考RPC后端固件模块，保持传输速率一致

```
▼ BEE_top : iRPC2E_BEESim(Behavioral) (iRPC2E_BEESim.vhd) (10)
  > latency_measure : cdk_wiz_40_400 (cdk_wiz_40_400.xci)
  > ila_beelink : ila_8 (ila_8.xci)
  > crossclkfifo : fifo_18b (fifo_18b.xci)
  > ttc_gen : bee_ttcsim(Behavioral) (bee_ttcsim.vhd)
  > Beedag : BEE_DAG(Behavioral) (BEE_DAG.vhd) (4)
  > tx_to_EMTE : TX_to_EMTE(Behavioral) (TX_to_EMTE.vhd)
  > bee_process[1].fee_bee : BEE_link(Behavioral) (BEE_link.vhd) (7)
```



已完成

未完成



单板自回环及两板对传眼图张开度良好，链路误码数为0

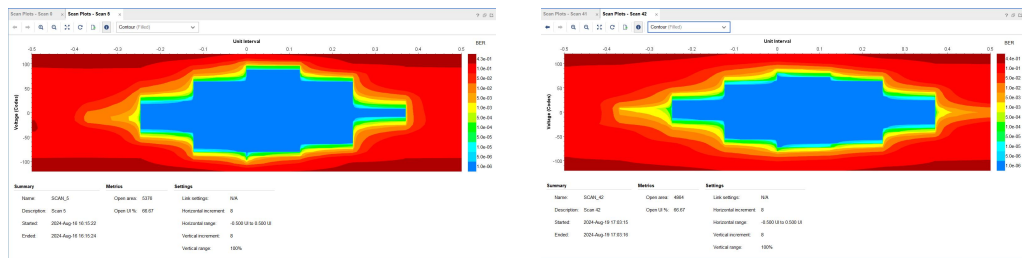
- 后续计划在实验室搭建整套iRPC emulator系统, 熟悉上位机软件以及数据获取流程

BESIII触发核心板硬件调试



32路光纤收发ibert测试

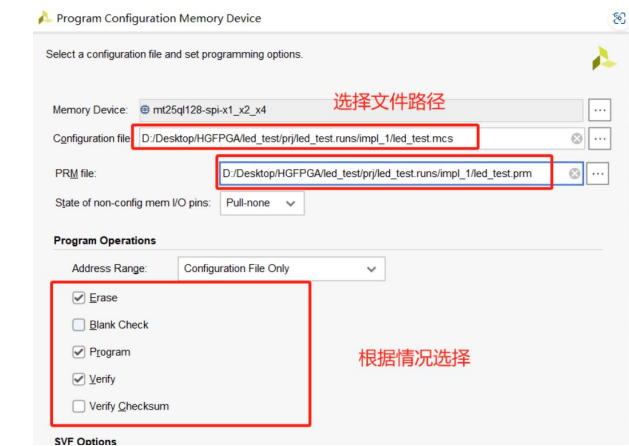
- 测试速率：10.5Gb/s、14.5Gb/s



眼图张开度良好，光模块具备10Gb以上线速率传输能力

Flash加载测试

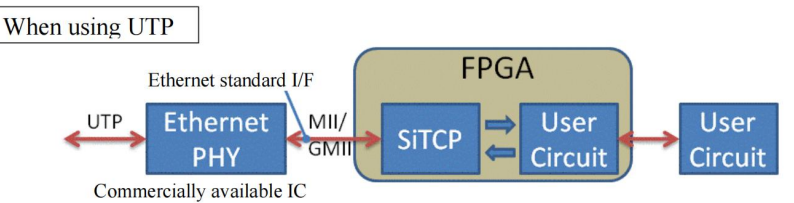
- 烧录、擦除、上电自加载



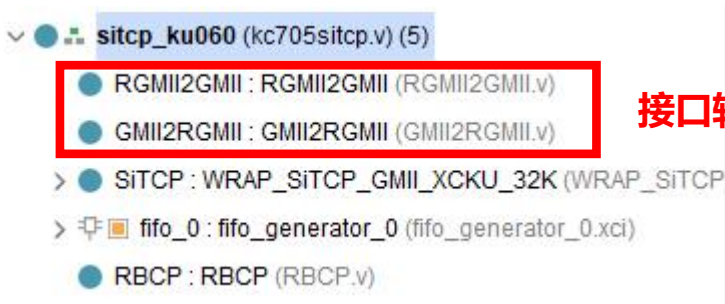
Flash芯片功能正常

sitcp千兆数据读出

- 搭建测试平台
- 实现基于phy芯片+sitcp的千兆数据读出功能

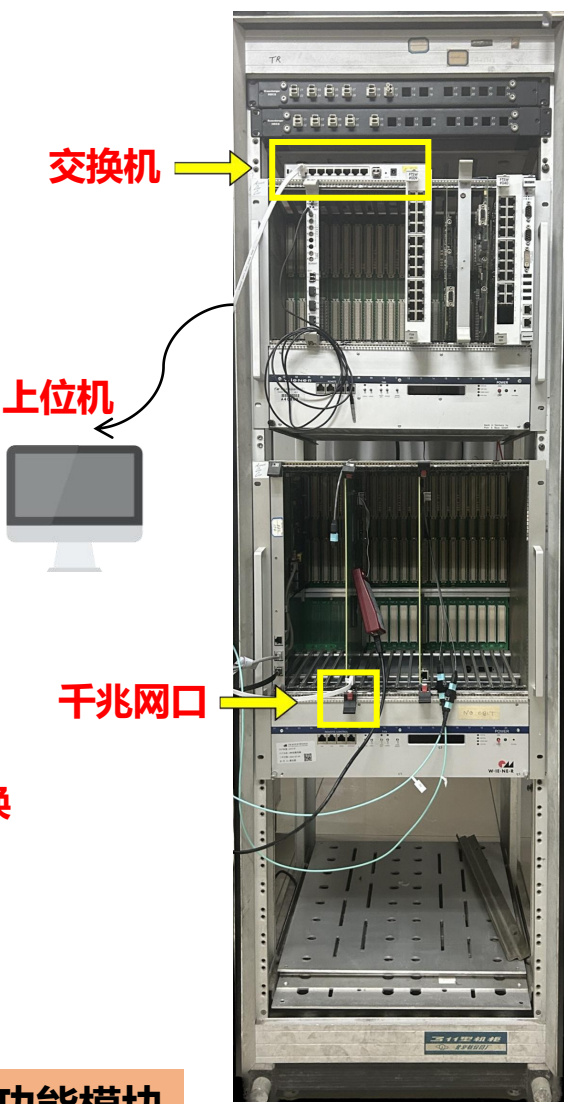


整体固件框架



接口转换

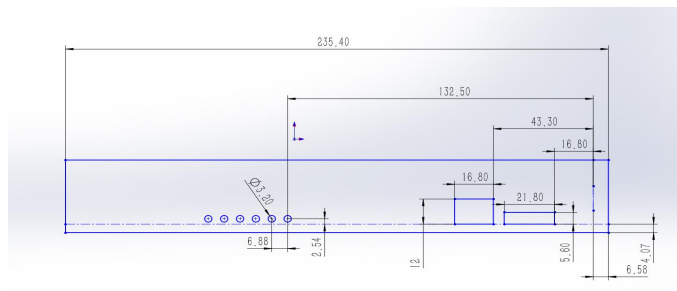
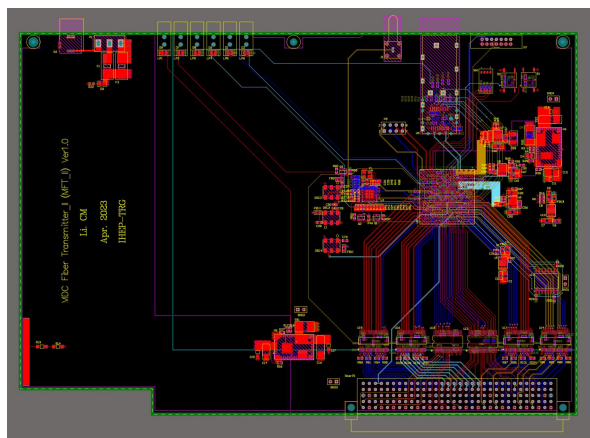
实现1000Mb/s 数据读出功能模块





■ MFT插件面板设计

- 本科毕设完成了PCB设计，后续工作由王浩鑫接手
- 针对小批量生成设计了面板



■ 后续工作计划

- 继续完成iRPC 触发数据传输的固件开发
- 继续搭建iRPC emulator系统
- 将当前iRPC后端数据分析代码从2路扩展至4路

■ CEPC相关

- 参与 Muon 探测器结构调研

感谢各位老师和同学!