

2023年8-12月考核报告

报告人：徐畅

导 师：章红宇

专 业：核技术及应用

2023年12月28日

➤ SOI顶点探测器

- 调研学习
- 主要工作内容

➤ 参与实验

- 中能吸收谱快速扫描实验
- TaichuPix-3（辐照后芯片）同步辐射实验
- LGAD放射源实验

➤ 其他工作

- 谱仪机房升级整理
- 服务器系统升级
- 搭建efak（Kafka Eagle）服务
- IEEE Real Time 2024 会议摘要和支持材料提交（2篇）

调研学习

➤ 高精度SOI像素顶点探测器

- CEPC对最内层顶点探测器芯片提出了前所未有的综合性能要求
- 国家自然科学基金重点项目

➤ 学习和理解CPV-4芯片的电路设计

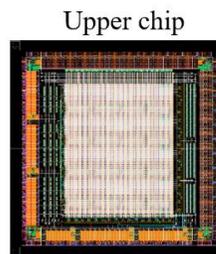
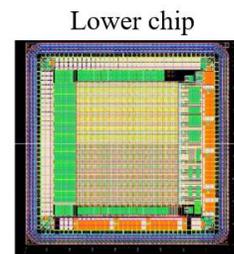
- 像素规模: 128×128
- 像素尺寸: $21.04 \mu\text{m} * 17.24 \mu\text{m}$
- 基于微球 (micro-bump) 工艺SOI-3D技术:
高分辨、低功耗
- 下层模拟芯片: PDD传感二极管+放大器/比较器
- 上层数字芯片: D-触发器+控制寄存器+ AERD读出
- 工艺的复杂性要求有功能更加完备的测试系统

➤ DAC控制模块

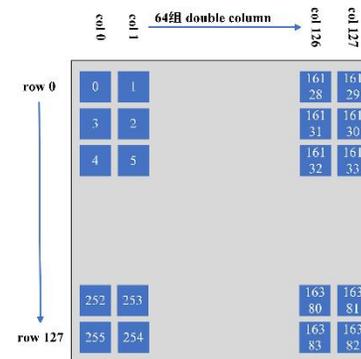
- 熟悉固件的工作原理
- 学习Verilog语言的使用方法

	CEPC vertex detector
Single point resolution μm	$3\mu\text{m}$
Thickness of sensor chips	$50\mu\text{m}$
Power consumption	$<50\text{Mw}/\text{cm}^2$
Time stamp precision	$\sim 1\mu\text{s}$
Radiation tolerance	TID, $3.4\text{Mrad}/\text{year}$ NIEL, $6.2 \times 10^{12} \text{ n}_{\text{eq}} / (\text{cm}^2 \text{ year})$

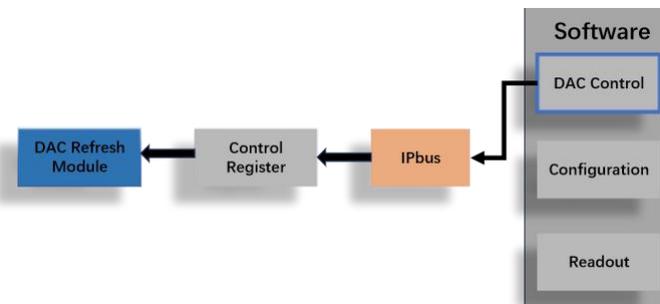
CEPC顶点探测器指标



3D-SOI芯片 (模拟芯片和数字芯片)



模拟芯片像素布局



DAC控制流程



DAC各通道示数

主要工作内容

工作目标

- 对现有SOI像素顶点探测器原型机数据获取系统进行完善
- 对SOI像素顶点探测器中使用的CPV-4芯片的功能进行测试验证

工作内容

对CPV-4数字芯片功能进行初步测试

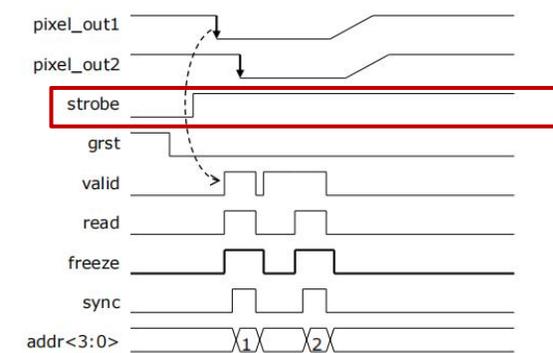
- 触发模式、连续模式

在FPGA板上完成数字芯片的仿真器 (Emulator) 的开发

- 在FPGA板上实现数字芯片的所有功能
- 将数据获取系统的开发与芯片的开发过程解耦



触发读出过程



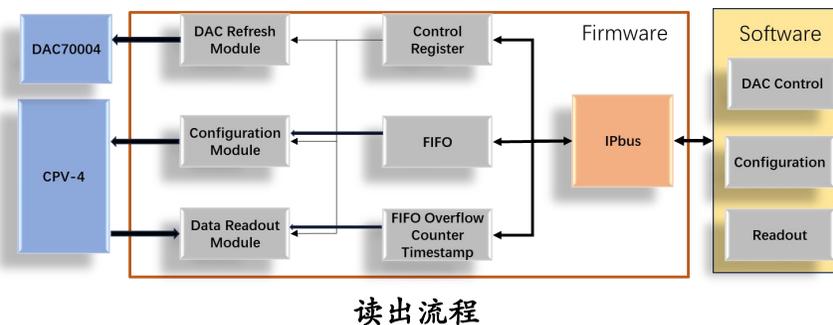
连续读出过程

工作进度

任务名称	任务状态	目前进度
CPV-4 数字芯片测试	暂停	目前已成功复现之前出现过的测试结果(数字芯片)
在FPGA板上实现数字芯片的仿真器的开发	已完成	成功实现128×32规模像素阵列的数字芯片仿真器

➤ CPV-4 数字芯片测试

- CPV-4数字芯片 $\xleftrightarrow[\text{配置参数}]{\text{击中信息}}$ 数据获取软件



工作模式	少量像素模块	单行单列	全阵列读出	多次击中脉冲
触发模式	成功读出	成功读出	成功读出	成功读出
连续模式	成功读出	成功读出	有噪点，持续给出击中信号	少数像素响应不正常

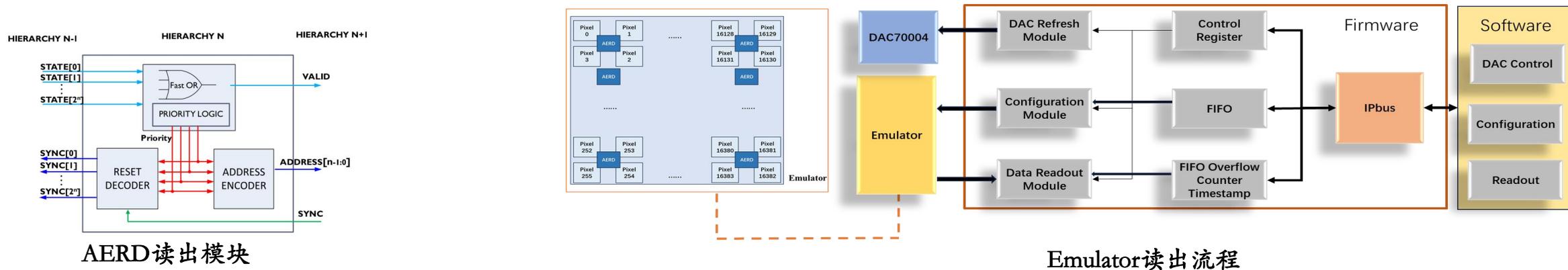
- 使用触发模式，读出结果基本正确
- 使用连续模式，读出时可能会出现少数像素点重复读出的问题

• 工作进度

任务名称	任务状态	目前进度
CPV-4 3D芯片测试	暂停	目前已成功复现之前出现过的测试结果
在FPGA板上实现数字芯片的仿真器的开发	已完成	成功实现128×32规模像素阵列的数字芯片仿真器

➤ SOI数字芯片仿真器 (Emulator) 实现情况

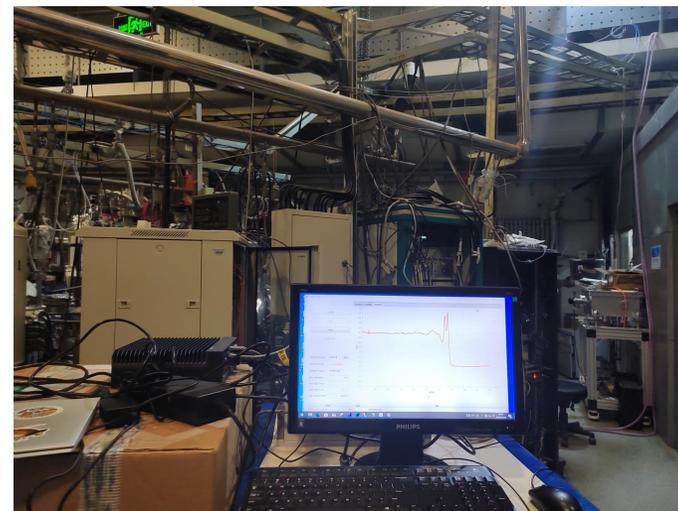
- 规模: 128×32 (全规模的1/4)
- 已实现AERD (Address-Encoder and Reset-Decoder data-driven readout)、像素模块、外围电路的功能
- 数字芯片本身设计复杂、FPGA资源消耗较大、生成比特流文件耗时过长, 暂时停止实现128×128规模Emulator



• 中能吸收谱快速扫描实验



QXAFS_10月19日实验

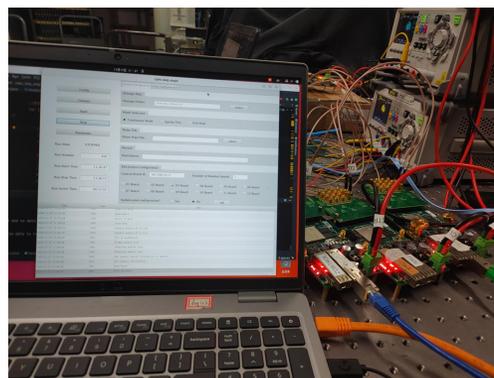


QXAFS_12月18日实验

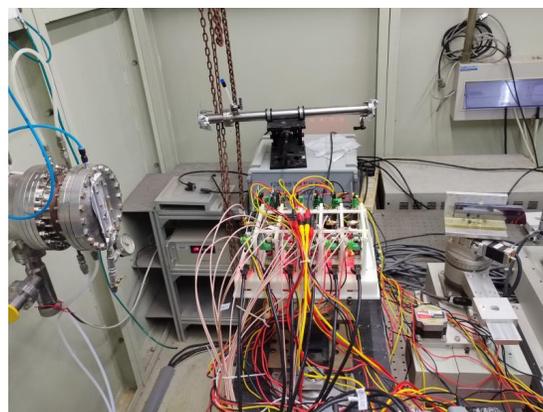
- 复用QXAFS电子学硬件，移植改写原来QXAFS数据获取软件
- 在10月中旬的实验中多次出现循环扫描读出不能正常结束的问题，电机不能正常停止
- 在12月中旬的实验中调整DAQ系统停止读数的逻辑，将等待时间延长，降低问题出现的频率

• TaichuPix-3 辐照后测试

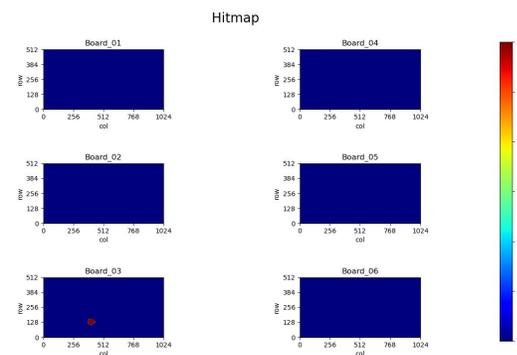
- 帮助恢复数据获取系统
- 按照实验需求修改存储文件规模、对实时图像显示标尺进行修改



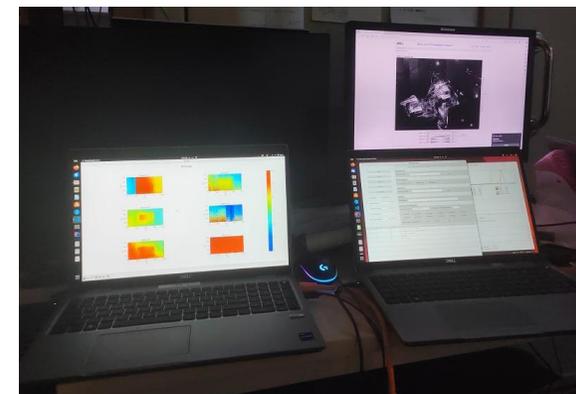
TaichuPix激光测试



同步辐射线站多板读出测试



TaichuPix激光测试结果

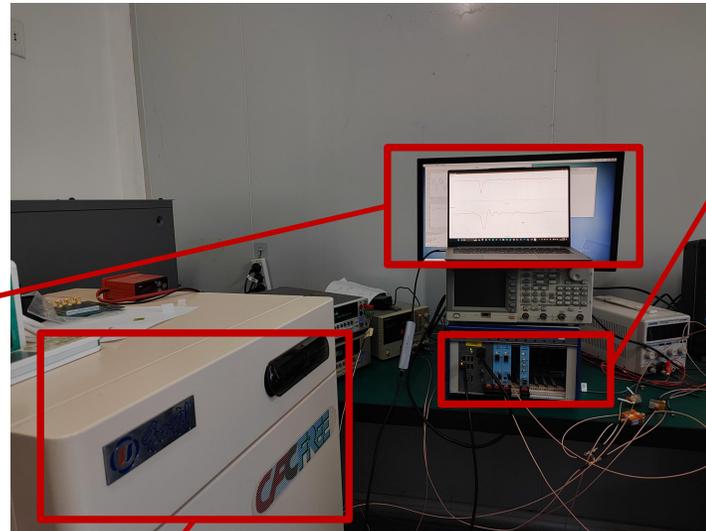


正在工作的DAQ系统

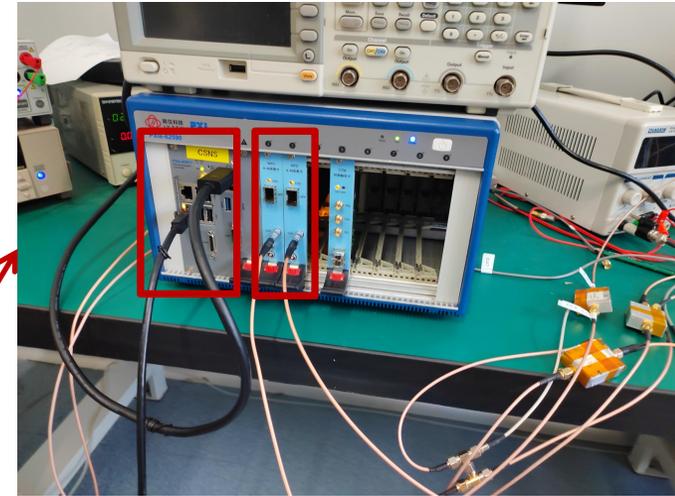
• LGAD放射源实验

- 学习实验流程，为工作交接做准备

正在工作的数据获取系统



探测器及 α 源存放位置

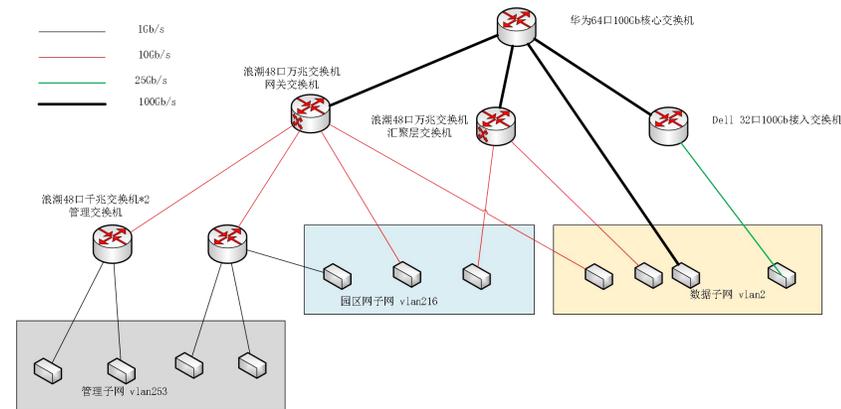


读出控制器、6.4Gbps采集卡



探测器原型机

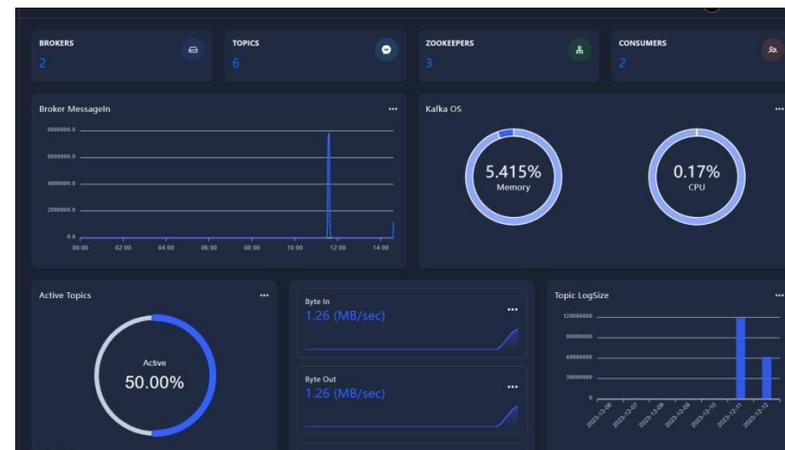
- 参与谱仪机房的升级整理工作
- 参与谱仪机房服务器系统的升级工作
 - 在daq20上搭建PXE+kickstart服务，实现无人值守批量部署
- 在hd09上搭建efak (Kafka Eagle) 服务
 - 对hd10-hd12上Kafka的运行情况进行监测
- 完成IEEE Real Time 2024会议摘要和材料的提交
 1. DAQ system for CEPC Vertex detector prototype
 2. Test and data acquisition software for CPV-4



升级后谱仪机房网络拓扑图



AlmaLinux安装成功界面



efak服务界面

- **SOI顶点探测器**
 - 用已实现的数字芯片Emulator与数据获取系统进行联调，对现有的数据获取系统进行改进和完善
- **CEPC Vertex Detector Prototype数据获取系统**
 - 尝试在数据获取软件中加入在线软件触发功能，降低光子事例，与电子学FPGA实现的算法、离线算法进行交叉验证
- **中能吸收谱快速扫描实验**
 - 与线站和电子学配合，解决在实验中发现的问题，实现中能吸收谱学线站的快扫功能

感谢各位老师，请批评指正