



2024年1月-4月工作报告

报告人：张水涵

导师：朱科军

实验物理中心，TDAQ组

时间：2024年04月29日

目录

■ JUNO-SPMT

- 江门现场第5次避光测试取数工作
- 新版数据格式集成数据流

■ Taishan Antineutrino Observatory (TAO)

- 数据流集成及DAQ存盘格式升级
- CD-debugging系统开发与软件触发算法的验证
- 与CD-Waveform & CD-TQ系统的联调测试
- 与TVT系统联调测试
- 与离线接口的开发与测试

■ HEPS-BPIX4 DAQ

- 开发40模块分布式DAQ系统

■ 其他工作 & 进度安排

SPMT——第五次避光测试

- 2轮全规模已安装PMT的开灯测试 + 1轮关灯测试
- 第五轮关灯测试（02.27）——**ABCV2.3+GCUV2.0版本固件**
 - 电子学配置：IPbus
 - **数据读出：TCP协议**
 - **成功完成86个GCU同时取数运行控制和在线监测**

两轮开灯测试发现问题：

- 多数GCU一次run有数，下一次run没数
- hitRate计算方式和离线分析结果不一致
- 阈值设低时，配置不成功，寄存器回读不正确
- 配置报警未暴露在网页
- 内网运行时网页加载较慢

DAQ软件升级



解决方案：

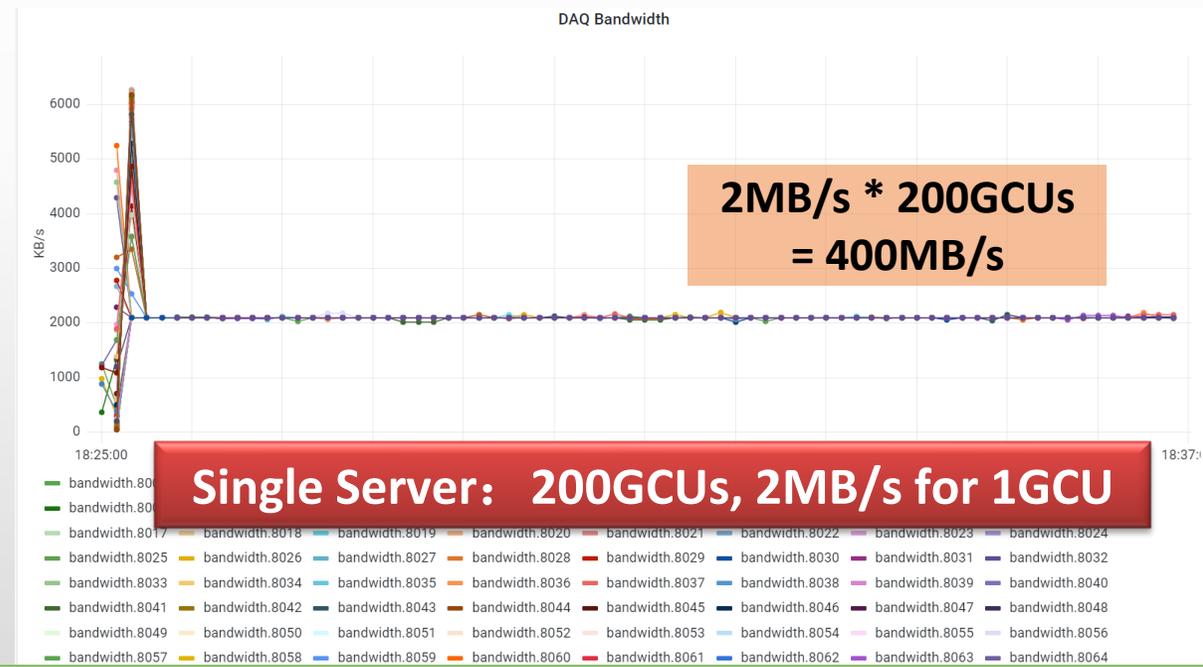
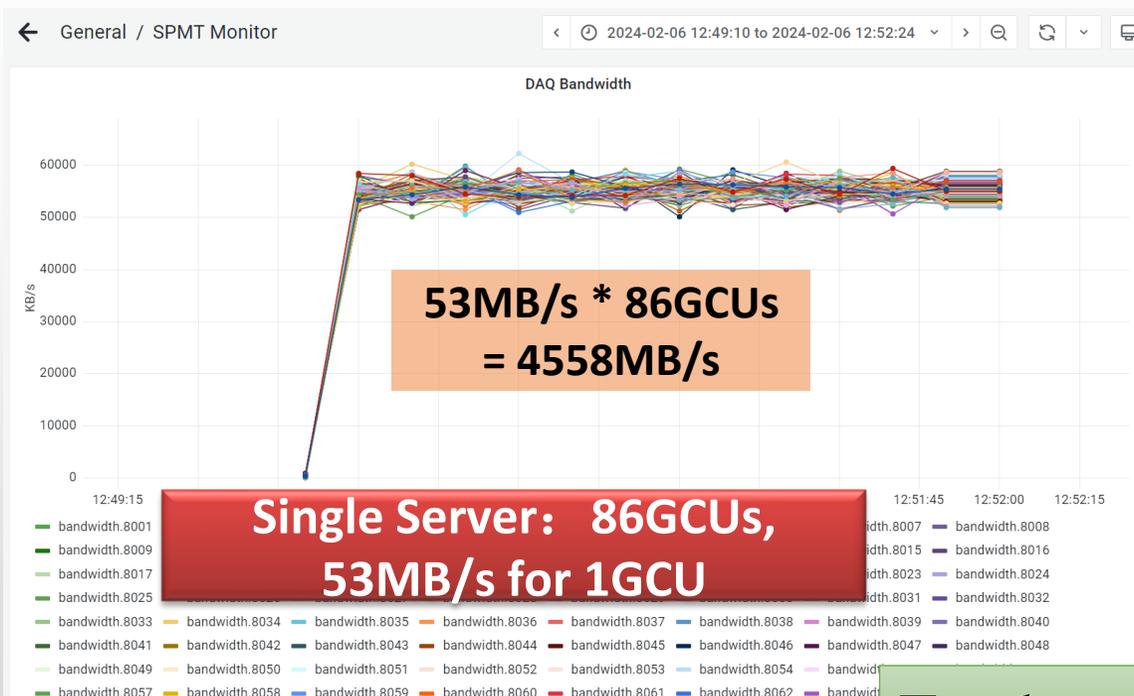
- 固件修改，电子学修改后可以实现稳定取数
- 使用数据中counter代替单独记录循环测试
- 高事例率情况下固件超出设定范围
- 增加更加报警信息展示在前端界面
- 下载离线文件避免在线加载

江门现场参与SPMT第5次避光测试，成功完成最多86套GCU的稳定取数运行和实时监测

SPMT——第五次避光测试

■ 性能测试

- 使用模拟数据源
- 86 GCU, 每个GCU ~ 53MB/s (模拟关灯期间电子学可支持的最大数据量)
- 200 GCU, 总数据量 ~ 375MB/s (模拟FDR带宽要求)



Test bench: 单台服务器可以满足关灯测试取数需求

SPMT——集成江门数据流

■ 2.4版本固件数据格式升级

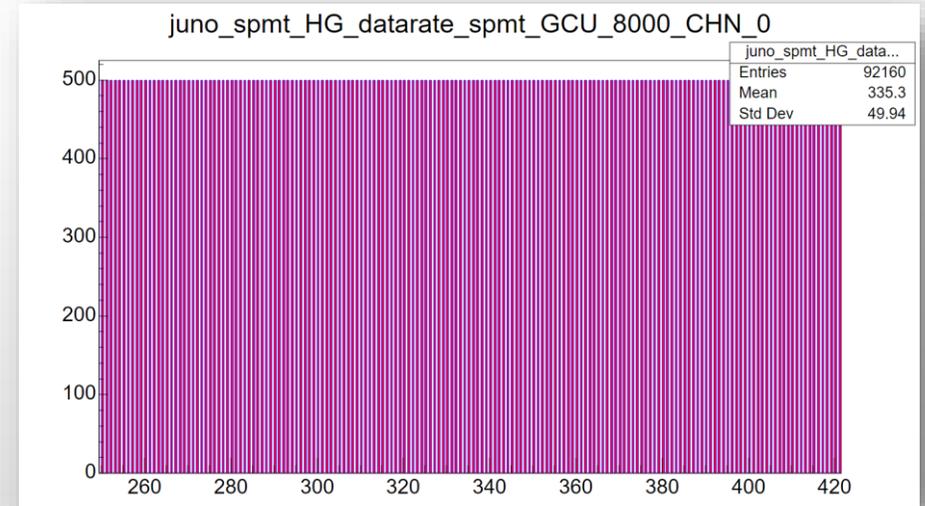
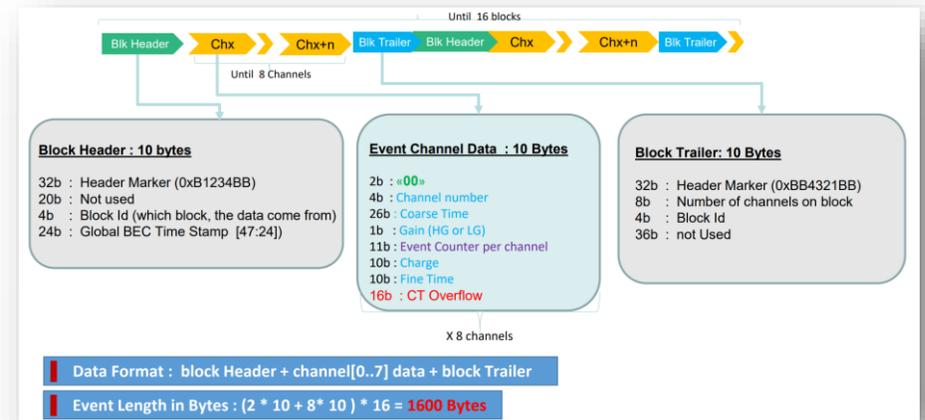
- 单位: 8B -> 10B
- 后续格式基本不会有较大变动

■ 集成数据流方案

- ROS: 拆分原有数据格式, 保证每个数据包定长
- DP: 1. CTU有触发后, 直接打包SPMT对应时间片
2. SPMT做Nhit软件触发
- 增加在线实时数据监测, hitRate通过online服务传递

■ 模拟数据源重新开发

- 原因: 江门数据流混合数据测试 & 数据格式改变
- 集成进现有江门模拟数据源
- 与江门波形的时间戳同步
- 支持动态调整发送频率, 并为每个通道增加随机时间



新版SPMT数据格式成功集成江门数据流, 并开发模拟数据源验证

SPMT——集成江门数据流

■ 功能测试

发现问题：

1. ROS一级组装时触发强制组装
2. ROS触发内存保护，运行几分钟后彻底堵死



解决方案：

1. 预处理结束传给一级组装的时间片个数过多，修改为各通道保持1s的数据即向后传
2. DP进程挂死导致ROS堵死，修改状态位设置，即使无oec算法也可以继续运行

■ 性能测试及优化

- ~180个核 -> ~131个核 -> ~125个核（需要2/3个节点）
- 线程数减少一半，线程数多导致CPU占用较大（180个核->131个核）
 - 分析时间分片时间：单通道处理速度27us/TF，一个时间片设置10ms，因此单线程最多负责2个GCU
- 算法逻辑重整优化（~131个核 -> ~125个核）
 - 减少内存拷贝的次数 & 减少移位操作

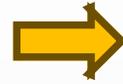
使用模拟数据源模拟全规模数据量下，验证SPMT全链路数据流可以稳定运行，需要2-3个节点

SPMT——集成江门数据流

■ 和江门数据流混合测试 (CTU & CD-Waveform & CD T/Q & WP-Waveform & SPMT)

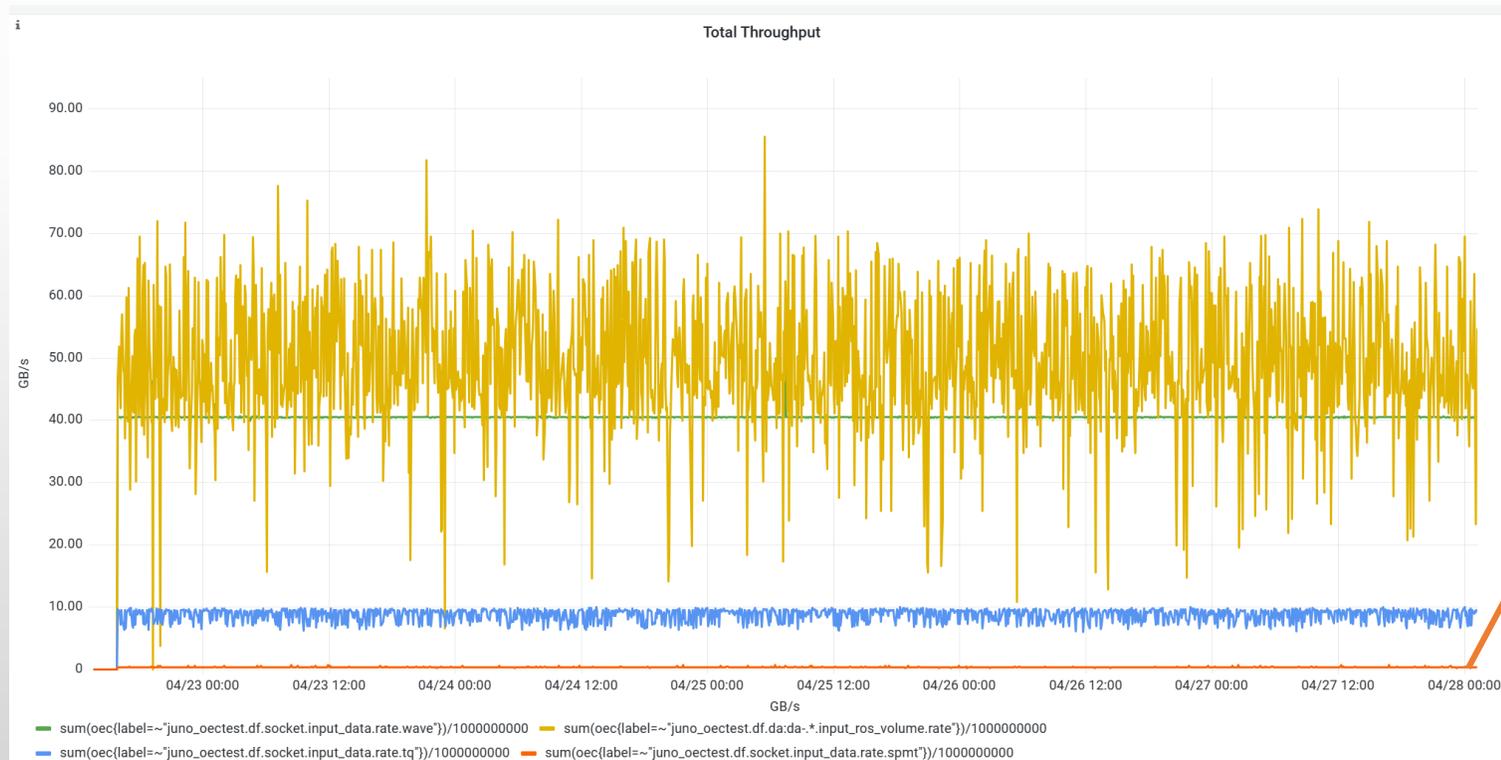
发现问题:

1. SPMT的ros显示无数据可读



解决方案:

1. SPMT模拟数据源未考虑48位时间戳循环, 导致循环时不发数据



SPMT: ~384MB/s

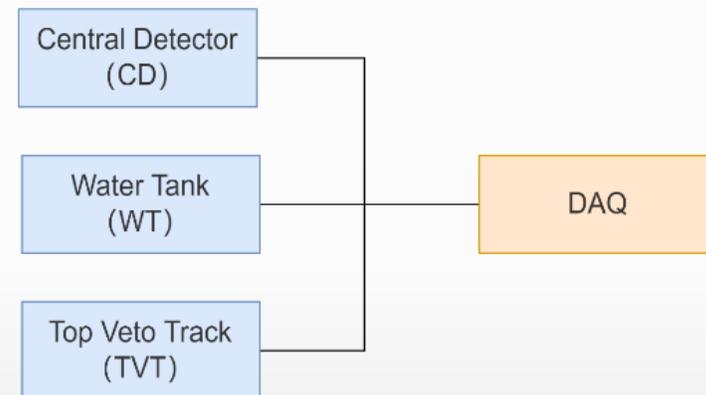
混合测试期间数据源SPMT
可以稳定运行七天以上

TAO DAQ工作进展

■ 台中微子实验 (Taishan Antineutrino Observatory) 江门中微子实验的子实验

■ TAO DAQ数据流DAQ数据格式升级

- 原有格式未考虑TAO数据兼容性和扩展性 & TFid位数不够
- 和江门数据流数据格式保持一致
- 数据流
 - CD & TVT: 旧版数据流基础上升级优化
 - WT: 复用JUNO-SPMT数据流代码, DP增加软件触发



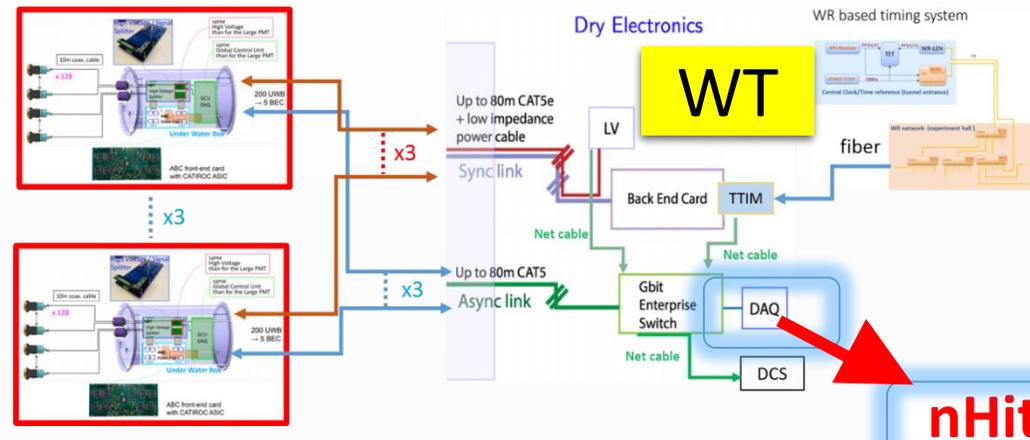
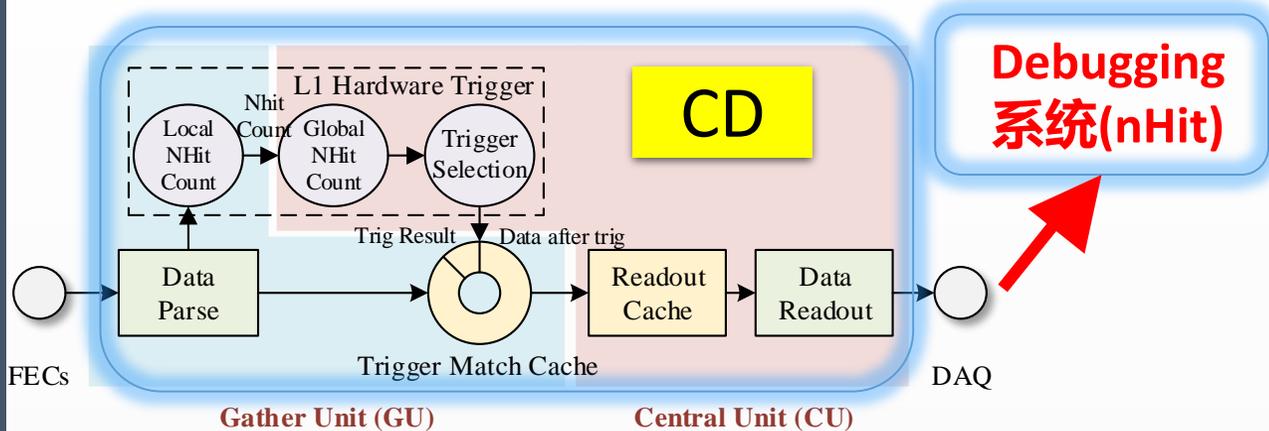
■ 为三种探测器分别开发模拟数据源

- 方便数据流整体全链路的功能和性能验证

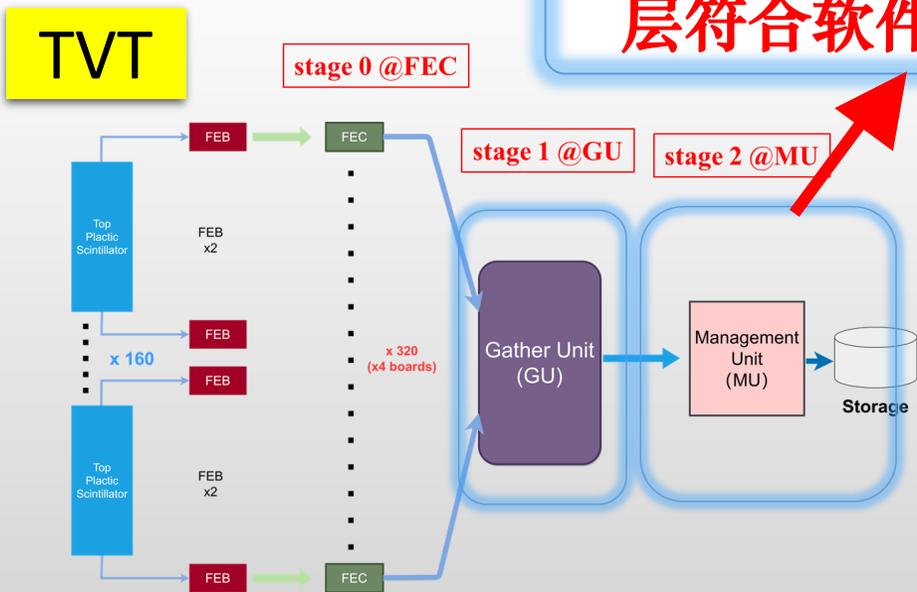
TAO DAQ数据流数据格式升级, 开发模拟数据源分别验证各探测器数据流的正确性

在线软件触发算法验证

软件触发——更加灵活，可扩展



层符合软件触发算法



- TVT —— 层符合软件触发算法
- WT & CD(debugging) —— nHit
- 提供“sorted hit” & “tabled hit”算法
 - 阈值，读出窗口，触发窗口可配
 - Crosscheck

在线软件触发算法验证

发现问题:

1. 本应触发的事例在软件触发中被剔除
2. 一个事例中存在多个重复通道算作不同hit
3. 发现存在有事例打包后少于阈值的情况



原因及解决方案:

1. 滑窗时存在异常, 未考虑尾巴的数据
2. 修改bug1时引入, 填表时操作错误
3. 两个事例间隔处的hit被打包在了上1个事例里, 修改事例打包逻辑左闭右开

```
bug1 SoftTrigger]$ ./compare
57603770 53995911
start compare
hardTri.txt more data: 12 228147399999960
hardTri.txt more data: 3 228147399999984
hardTri.txt more data: 11 228147399999992
hardTri.txt more data: 11 228179479999960
hardTri.txt more data: 12 228179479999968
hardTri.txt more data: 13 228179479999968
hardTri.txt more data: 4 228179479999992
cnt:0
```

```
bug2 -----eventId:286 22813173event time: 228131737674060-----
channelId:12 T:228131737674160 size:229
channelId:12 T:228131737674200 size:229
channelId:12 T:228131737674240 size:229
channelId:13 T:228131737674160 size:253
channelId:13 T:228131737674200 size:253
channelId:13 T:228131737674240 size:253
```

```
bug3 739event time: 228147390000000-----
0200 size:888
0200 size:767
channelId:10 T:228147390000128 size:965
channelId:11 T:228147390000120 size:1036
channelId:12 T:228147390000112 size:1031
channelId:13 T:228147390000120 size:1032
-----eventId:2 22814739event time: 228147390000100-----
-----eventId:4 22814739event time: 228147390000100-----
channelId:2 T:228147390000224 size:698
channelId:3 T:228147390000240 size:799
-----eventId:3 22814739event time: 228147390000377-----
channelId:9 T:228147390000576 size:802
channelId:10 T:228147390000552 size:965
channelId:11 T:228147390000544 size:1036
channelId:12 T:228147390000544 size:1031
```

修改前后触发事例数对比



修改前后触发事例率对比



算法修改前后完成阈值扫描

分别验证了三种探测器软件触发算法的正确性和数据流接口的灵活性

高能所工厂联调测试——SiPM&FEB&FEC&DAQ

CD

- 1: 1小模型实验
- 两种不同的全链路测试系统

触发率&带宽

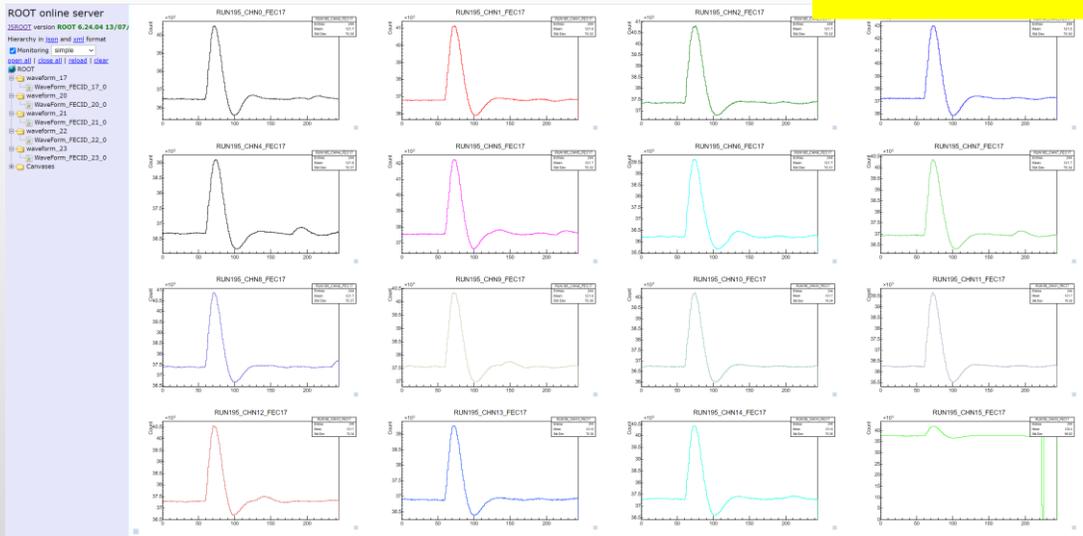
- SiPM & FEB & FEC & DAQ/TDAQ
- ADC板: IHEP/Italian
- 获取数据: 带有TQ的波形数据& 仅TQ数据



全链路测试基于IHEP ADC

- 测试条件: 连接6块FEC板 & 16通道/FEC
- 波形 + TQ数据
- 低事例率外触发模式连续稳定运行7天以上
- 共获取>3TB数据用于离线分析

实时波形展示



全链路测试基于意大利ADC

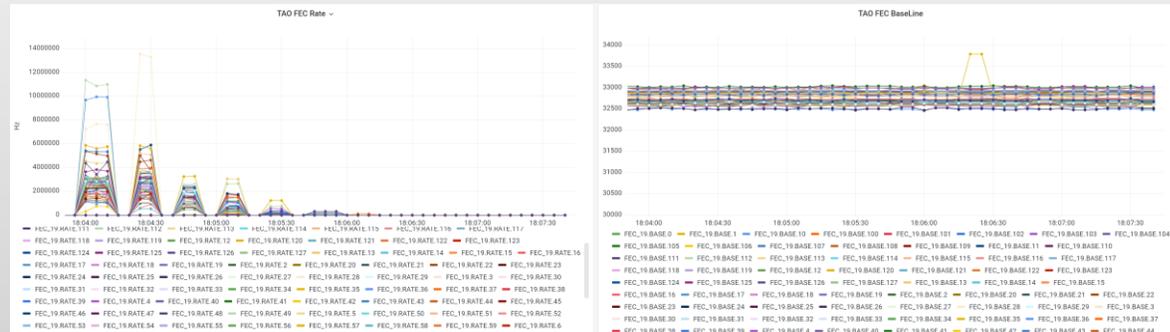
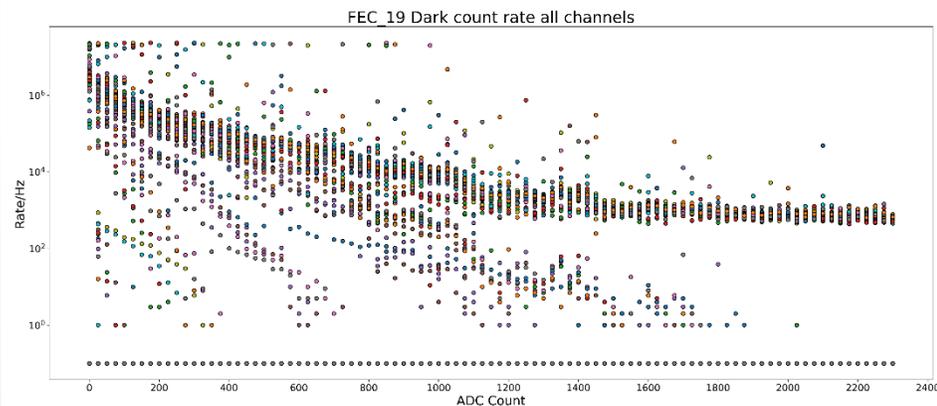
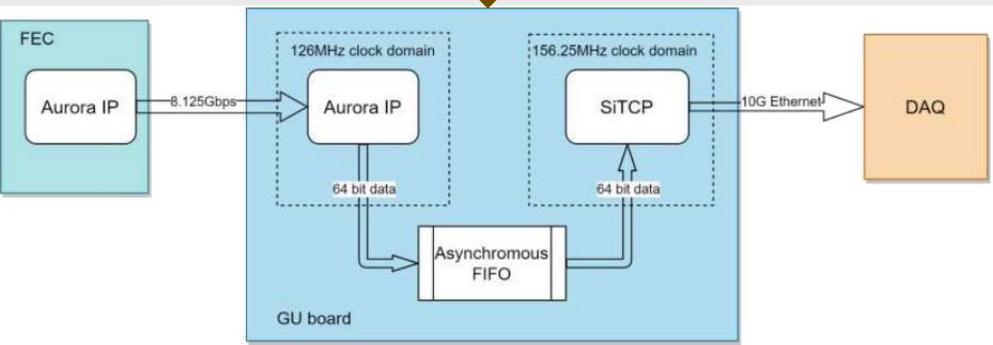
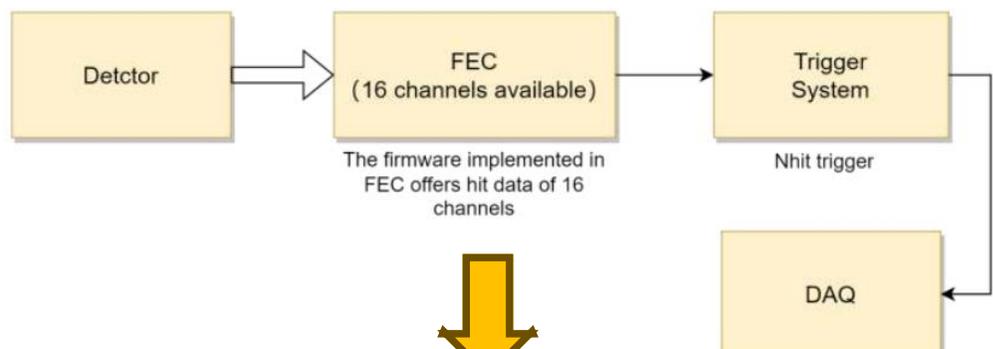
- 测试条件: 连接1块CU触发板 & 128通道/FEC
- 只有TQ数据, 修改电子学配置
- 数据获取失败, 硬件触发算法无法正常工作由于FEC原始数据存在异常

1: 1小模型实验

开发CD-debugging系统

- 原因：提高联调效率 & 方便和硬件触发结果校对
- 传输FEC原始数据到DAQ，不做硬件触发
- 利用**DAQ软件触发**，已成功获取数据

- 连接~60个FEC通道
- 获取原始数据，监测带宽
 - 通过GU & DAQ接口
- 监测Rate和基线，阈值扫描
 - 通过FEC & DAQ接口



高能所工厂联调测试——塑闪&FEB&FEC&TDAQ

TVT

■ 1: 1小模型实验

■ TVT全链路系统联调测试

- 塑闪 & FEB & FEC & TGU & DAQ

■ 数据流

- 首次连接真实电子学板完成全链路数据流运行
- 全链路数据流带有层符合软件触发算法稳定运行2h以上
- 层符合触发前后的事例率符合预期

- 连接4个FEC通道
- 监测触发率和带宽，完成阈值扫描
 - 通过TGU & DAQ接口



连接真实电子学板全链路数据流带有层符合软件触发算法可以稳定运行2h以上

TAO——与离线的数据库接口测试

- 新建postgresql数据库在tao01上，并添加表格
- 全链数据流验证可以存入相应数据库
- 完成和离线人员的接口测试
- 目前可以成功获取数据库中内容

表 (4)

- > run_partition
- > run_run
- > run_storageinfo
- > **transfer**
- > 视图

触发器函数 (1)

- sync()

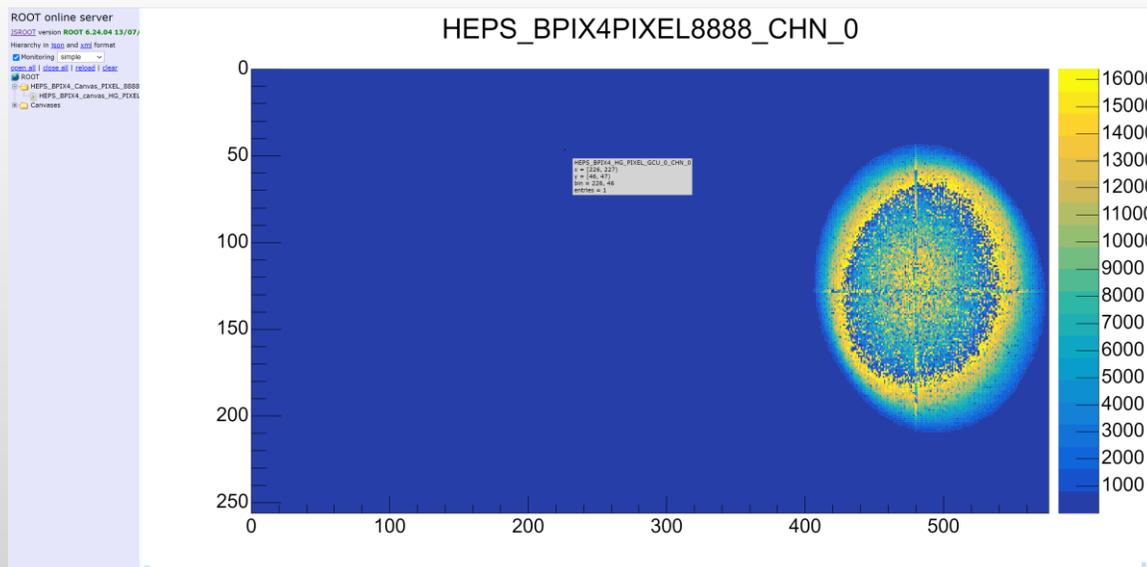
id [PK] integer	path character varying (256)	data_file character varying (256)	data_file_size double precision	status character varying (3)	time_open timestamp with time zone	time_close timestamp with time zone	run_id integer	need_transmission boolean
1	/home/daq/runtime/tao_test2023/data	RUN.155.TAODAQ.TEST.ds-0.20240331154600.001.dat	2000030000	CLO	2024-03-31 15:46:00+08	2024-03-31 15:53:11+08	1	true
2	/home/daq/runtime/tao_test2023/data	RUN.155.TAODAQ.TEST.ds-0.20240331155311.002.dat	0	OPE	2024-03-31 15:53:11+08	2024-03-31 15:53:11+08	1	true
3	/home/daq/runtime/tao_test2023/data	RUN.156.TAODAQ.TEST.ds-0.20240402164648.001.dat	2004481600	CLO	2024-04-02 16:46:48+08	2024-04-02 16:46:57+08	2	false
4	/home/daq/runtime/tao_test2023/data	RUN.156.TAODAQ.TEST.ds-0.20240402164659.002.dat	2004490624	CLO	2024-04-02 16:46:59+08	2024-04-02 16:47:06+08	2	false
5	/home/daq/runtime/tao_test2023/data	RUN.156.TAODAQ.TEST.ds-0.20240402164706.003.dat	2004490624	CLO	2024-04-02 16:47:06+08	2024-04-02 16:47:16+08	2	false
6	/home/daq/runtime/tao_test2023/data	RUN.156.TAODAQ.TEST.ds-0.20240402164716.004.dat	2004490624	CLO	2024-04-02 16:47:16+08	2024-04-02 16:47:25+08	2	false
7	/home/daq/runtime/tao_test2023/data	RUN.156.TAODAQ.TEST.ds-0.20240402164725.005.dat	2004490624	CLO	2024-04-02 16:47:25+08	2024-04-02 16:47:34+08	2	false
8	/home/daq/runtime/tao_test2023/data	RUN.156.TAODAQ.TEST.ds-0.20240402164736.006.dat	0	OPE	2024-04-02 16:47:36+08	2024-04-02 16:47:36+08	2	false

id [PK] integer	path character (256)	data_file character (256)	transfer_status character (256)
1	/home/daq/runtime/tao_test2023/data ...	RUN.155.TAODAQ.TEST.ds-0.20240331154600.001.dat ...	[null]
2	/home/daq/runtime/tao_test2023/data ...	RUN.155.TAODAQ.TEST.ds-0.20240331155311.002.dat ...	[null]

HEPS BPIX4 DAQ

■ 开发升级分布式DAQ系统

- 使用Radar框架
- 原有数据流问题修复：
 - ✓ ROS数据读出部分，修改为目前单模块数据格式
 - ✓ 调整时间分片策略，不应按照100个帧分成一个时间片
 - ✓ 去除一级数据组装时，有些操作缺失，并没有真实往后传递数据
 - ✓ 取消现有数据流中ROS和时间分片加的数据头，只增加size和channelTag向后传给builder
 - ✓ DP增加映射转换，并增加实时像素矩阵监测



40模块分布式系统的开发升级正在进行中，目前已经完成初步代码开发，需使用模拟数据源进行全规模的全链路数据流性能测试

其他工作 & 进度安排

■ 其他工作

- 参加[23rd江门合作组会](#)并报告SPMT DAQ进展
- 参加[IEEE Real Time 2024](#)会议并提交Mini Oral + Poster
- TAO DAQ小论文已经提交内部审核，已反馈修改意见

■ 进度安排

- 继续进行TAO CD & TVT全链路系统联调测试
- TAO DAQ数据流混合数据测试
- 增加TAO DAQ数据流直方图监测和Grafana监测，对接ROBOT系统
- 继续进行HEPS 6M样机分布式DAQ的开发和40模块的联调测试

Thanks!

Backup——SPMT集成数据流性能分析

■ SPMT和TQ对比:

- 读出线程

- ✓ SPMT: 1个节点, 100GCU/50thread, 2GCU/thread, 10GCU/ROS, 可以跑到800Hz (~300MB/s)
- ✓ TQ: 1个节点, 1000GCU/50thread, 20GCU/thread, 500GCU/ROS, ~1.4GB/s

- 预处理线程

- 一级数据组装

- ✓ SPMT: 1个ROS负责1280个通道的数据组装
- ✓ TQ: 1个ROS负责1500个通道的数据组装

■ 主要差异都在预处理线程

- 划分通道 (用时无明显差异)

- ✓ SPMT: 分0.5s (处理250个包) 的数据用时~1us
- ✓ TQ: 分0.6s的数据(处理~16k个包) 用时~40us

- 时间分片 (用时无明显差异)

- ✓ SPMT: 1个时间片用时~27us
- ✓ TQ: 1个时间片用时~30us

- 主要差异点:

- ✓ 比较单线程的差异
- ✓ SPMT需要划分256个通道时间片, tq仅需划分60个通道的时间片
- ✓ SPMT进程数多于tq