



8月季度考核报告

报告人：杨宣政

导师：朱科军

中国科学院高能物理研究所 触发与数据获取组

2024年8月30日



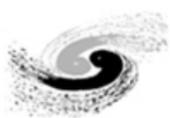
目 录

◆ HEPS-BPIX4 DAQ 开发

- 数据流升级方案实现
- 探测器整机DAQ功能开发
- DAQ功能验证与联调
- 序列化性能研究

◆ 其他工作

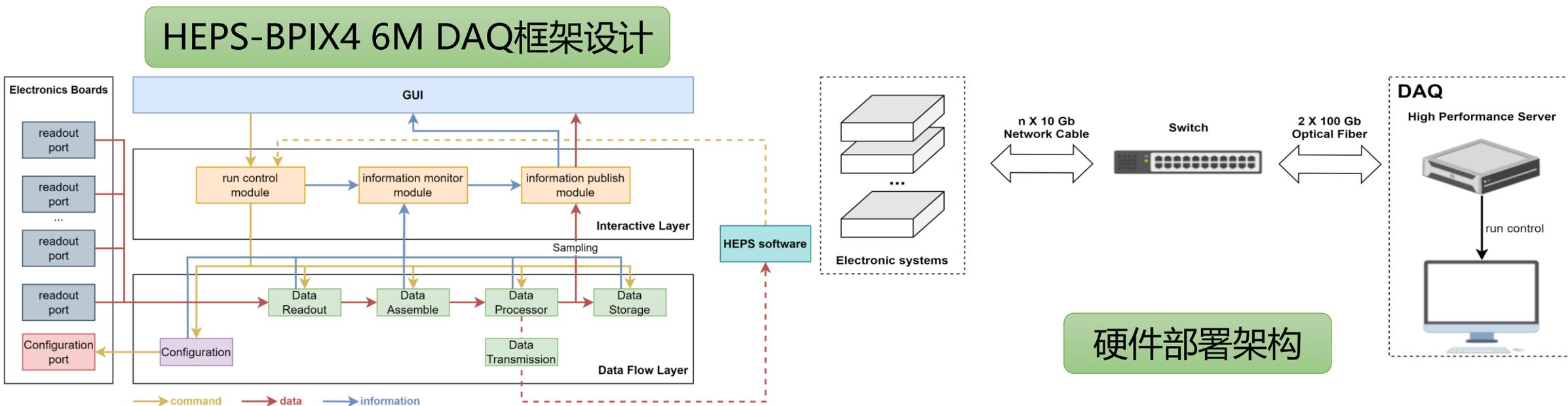
◆ 工作总结与下一阶段计划

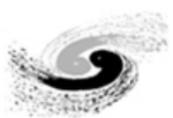


研究背景

HEPS-BPIX4 6M 是高能所正在进行自主研发的第四代硅像素探测器

- 工作围绕 HEPS-BPIX4 6M DAQ展开研究
- 探测器整机硬件架构：**前端模块 × 40 + 双模块读出板 × 20 + 服务器 × 1**





数据流升级方案实现

■ 调整数据流框架，提高集成度，消除冗余

- **数据处理**：多个进程分别实现 -> 一个进程统一实现
- **转tiff功能优化**：手动异步实现 -> TIFF库实时处理

■ 优化数据处理流程，提升性能表现

- 抽样函数的实现从拷贝构造 -> “零拷贝”
- 处理、存储等模块从线程数固定 -> **线程数灵活可变**

线程数固定

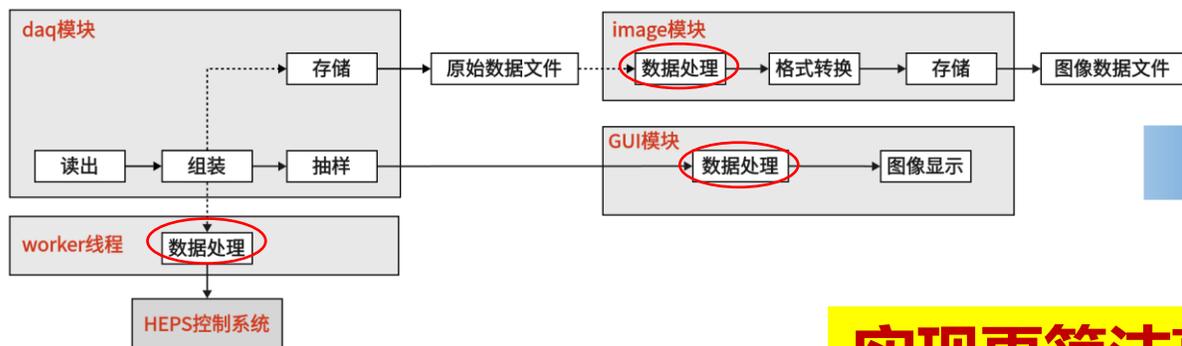
```
shared_ptr<vector<shared_ptr<Fragment>>>> m_saveQueue0;
ProtectedQueue<shared_ptr<vector<shared_ptr<Fragment>>>> m_saveQueue1;
ProtectedQueue<shared_ptr<vector<shared_ptr<Fragment>>>> m_saveQueue2;
ProtectedQueue<shared_ptr<vector<shared_ptr<Fragment>>>> m_saveQueue3;
ProtectedQueue<shared_ptr<vector<shared_ptr<Fragment>>>> m_saveQueue4;
```



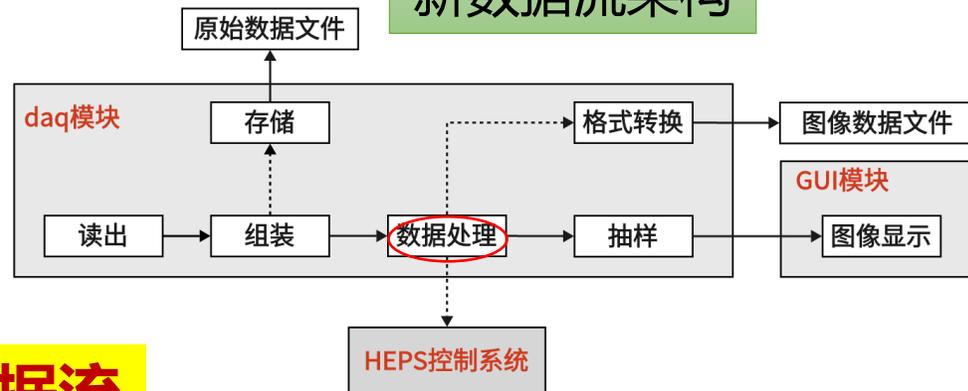
线程数灵活可变

```
ProtectedQueue<shared_ptr<vector<shared_ptr<Fragment>>>>>> m_saveQueues;
ProtectedQueue<shared_ptr<vector<shared_ptr<Fragment>>>>>> convertQueues;
std::vector<shared_ptr<ProtectedQueue<shared_ptr<vector<shared_ptr<Fragment>>>>>>> transmitQueues;
std::vector<shared_ptr<ProtectedQueue<shared_ptr<uint16_t>>>>>> transformQueues;
```

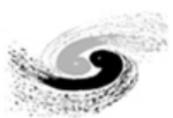
上一代数据流



新数据流架构



实现更简洁高效的数据流



40模块整机DAQ开发

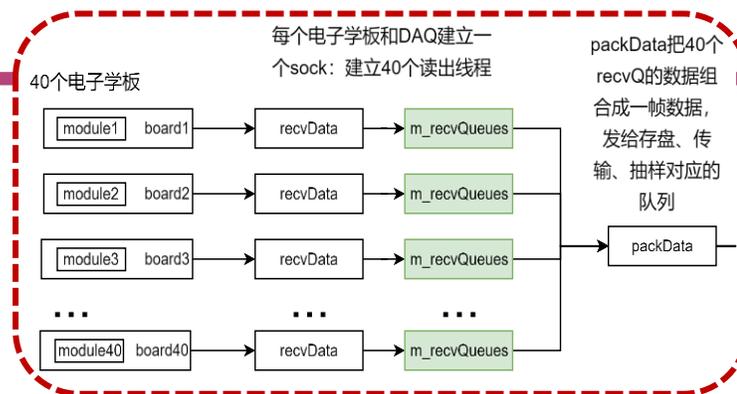
新固件：单模块读出链路 -> 双模块读出链路

40模块整机DAQ配置更改

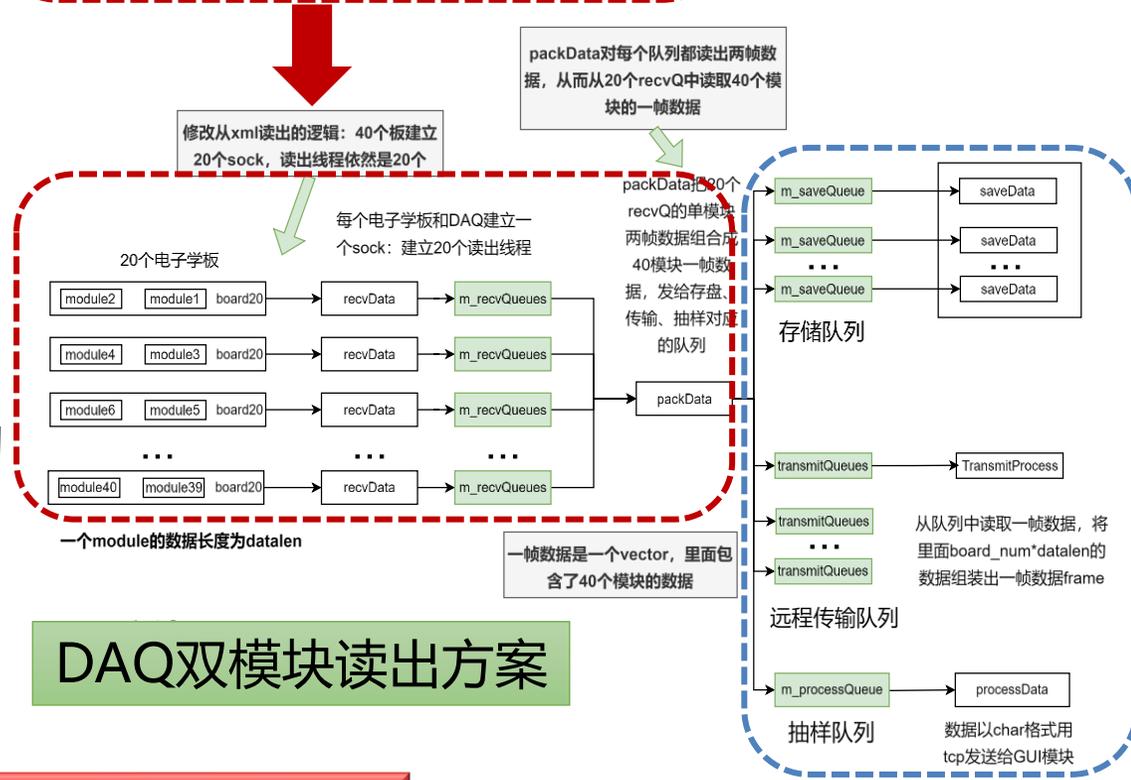
- 实现多线程并行配置 -> 缩短配置时间
- 实现灵活配置：各模块GDAC和LDAC可根据需要加载/不加载 -> 满足不同调试情况

40模块整机DAQ读出更改

- 处理部分逻辑**不变**，只修改读出组装 -> 减少代码改动，提升开发效率
- 优化读出逻辑，适配不同**读出链路**：增强DAQ通用性和灵活性，适应未来固件发展变化



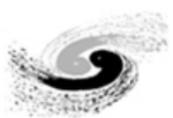
DAQ单模块读出方案



DAQ双模块读出方案

根据新固件实现40模块整机DAQ

处理部分不变



40模块整机DAQ开发

■ 细化日志报错，加速故障排查

- 数据流和在线软件间的信息交互出现故障时，根据**错误码 (errno)**在日志栏显示详细情况

■ 优化数据检查，保障数据完整性和正确性

- 对原始数据的帧头帧尾进行长度和格式检查
- 处理流程中为数据**添加包头**，并进行数据检查

■ 改善图像显示功能

- 伪彩图实现：手动配色 -> opencv 库，为用户**提供多种配色方案**
- **适配**模块旋转功能：正确显示40模块整机图像
- 升级平场校正功能，适配40模块探测器数据

日志栏显示详细错误信息

TIME	LEVEL	TYPE	INFO	CAUSE
2024-08-30 15:18:30 Friday	ERROR	NETWORK	connection reset by peer	
2024-08-30 15:15:42 Friday	WARNING	OPREATE	"file folder" is not set, no data file will be saved	NULL
2024-08-30 15:15:42 Friday	NORMAL	INFORMATION	Click 'Start' Button !	
2024-08-30 15:15:42 Friday	NORMAL	INFORMATION	Send Start Information to Remote Server Sucess!	
2024-08-30 15:15:40 Friday	NORMAL	INFORMATION	Click 'Configure' Button !	

```
warning!!! the headFlag is not 0x55aa, headFlag:45ac
```

打印帧头格式警告

DAQ SYSTEM

Parameter_Setting Real_Time_Display

Current State: eRUN

Event Count: 200

Event Rate: 9

Elapsed Time: 22

Run Number: 11811

Buttons: Configure, Start, Stop, Terminate

Region of Interest: x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 0

Integration Waveform: [Graph]

Integral Frame Count: 1

Set Contrast: 1000

Image Color: 12

Number: 1

Max_X: 846, Max_Y: 14871

Target_X, Target_Y, Target_Value

Log: 2024-08-29 20:56:07 Thursday WARNING OPREATE "file folder" is not set, no data file will be saved NULL

2024-08-29 20:56:30 Thursday

升级和完善DAQ功能，满足实际使用需求



40模块整机DAQ开发

需要在多台工控机/服务器安装调试DAQ，而DAQ安装流程复杂，易出错

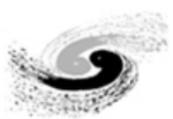
■ 优化DAQ离线/在线部署方案

- 分别开发DAQ离线/在线安装脚本，快速设置环境变量，解决软件依赖
- 同步更新DAQ安装和使用说明文档

■ 调研容器化部署方案

- 利用docker实现DAQ容器化部署，并总结了部署教程
- 用centos7、centos8作为容器成功部署，并生成daq镜像
- 在centos7、centos8、debian11系统成功导入daq镜像，实现容器化部署

简化DAQ安装流程，提升部署效率



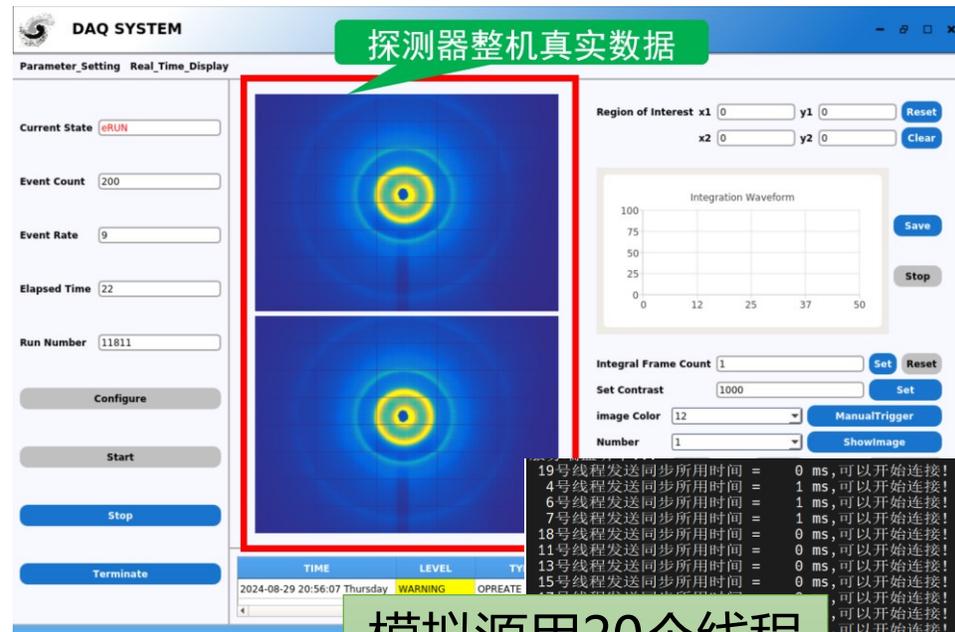
功能验证

联调时间有限，问题排查困难 -> 开发多套测试工具

对 DAQ 进行多方位、全流程测试

■ 在无模块和无电子学情况下全面验证 DAQ 功能

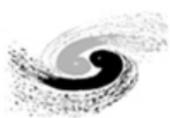
- 开发**处理脚本**：将40模块整机数据文件按读出板拆分，每个读出板的多帧数据合成一个文件
- **模拟数据源**升级：不同线程用处理脚本生成的不同读出板的文件，支持发送**40模块整机真实数据**
- 开发**循环测试脚本** -> 模拟不同运行情况，进行多轮测试，解决可能出现的问题



模拟源用20个线程
模拟20个电子学板
发送给DAQ

```
19号线程发送同步所用时间 = 0 ms, 可以开始连接!  
4号线程发送同步所用时间 = 1 ms, 可以开始连接!  
6号线程发送同步所用时间 = 1 ms, 可以开始连接!  
7号线程发送同步所用时间 = 1 ms, 可以开始连接!  
18号线程发送同步所用时间 = 0 ms, 可以开始连接!  
11号线程发送同步所用时间 = 0 ms, 可以开始连接!  
13号线程发送同步所用时间 = 0 ms, 可以开始连接!  
15号线程发送同步所用时间 = 0 ms, 可以开始连接!  
1号文件大小 = 562 MB  
2号文件大小 = 562 MB  
3号文件大小 = 562 MB  
4号文件大小 = 562 MB  
6号文件大小 = 562 MB  
5号文件大小 = 562 MB  
8号文件大小 = 562 MB  
7号文件大小 = 562 MB  
9号文件大小 = 562 MB  
10号文件大小 = 562 MB  
11号文件大小 = 562 MB  
12号文件大小 = 562 MB  
14号文件大小 = 562 MB  
13号文件大小 = 562 MB  
16号文件大小 = 562 MB  
15号文件大小 = 562 MB  
17号文件大小 = 562 MB  
18号文件大小 = 562 MB  
19号文件大小 = 562 MB  
Total bandwidth = 7.67 MB/s  
Total bandwidth = 19.20 MB/s
```

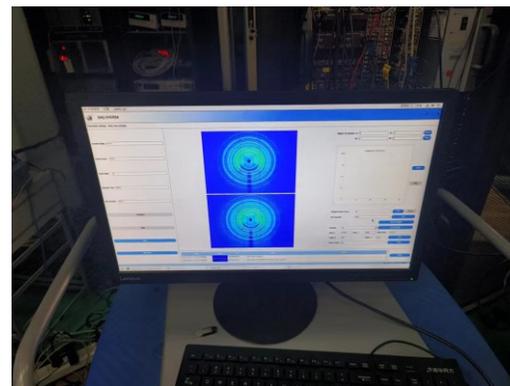
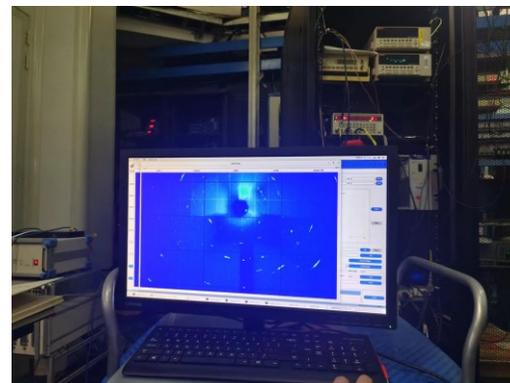
全面模拟真实实验情况，充分验证DAQ功能 -> 提高系统联调效率，加快工程进度



6.27-6.28 利用同步光对探测器整机功能进行验证

■ 40模块探测器整机首次上光测试

- 支持50hz帧率读出 (达到10Gb网卡上限)
- 探测器系统以1hz帧率连续运行超过7小时
- 测试多种样品的成像情况, 得到2TB数据用于离线分析



探测器整机上光验证

HEPS-BPIX4 6M DAQ 运行稳定 → 保障项目顺利推进



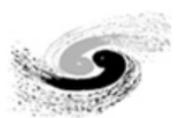
■ 和HEPS软件组调试远程数据传输接口

- 调整dummy HEPS接口程序和数据校验脚本，验证接口正确性
- 在服务器部署模拟源，在无电子学情况下与heps软件进行联调
- 开发auto_frame功能：取固定帧数后自动停止，在无触发电子学情况下满足接口调试需求

■ 配合电子学开发触发模式

- 已实现手动软触发

初步完成电子学->DAQ和DAQ->heps软件的链路验证



■ 远程数据传输要求使用序列化完成

- 和heps软件接口调试采用json序列化, 优化后性能: 14MB/s -> 42MB/s, 只能实现2Hz数据传输
- 调研cbor序列化方案, 在daqheps服务器实测序列化速度: 218MB/s
- 后续远程传输将用cbor替代json进行序列化



■ 调研DPDK+LWIP方案->实现高性能网络栈

- 传统的Linux IP栈具有较高开销，无法充分利用硬件资源，在多核处理器上的性能远低于专用的商用IP栈。
- LwIP协议栈与DPDK集成-> 实现高吞吐量的网络数据包处理
- 阅读相关论文，部署dpdk和lwip

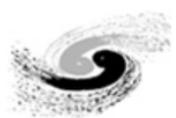
■ 参与 heps DAQ 新功能开发

- 参与无损图像压缩算法研究 -> 高效压缩数据，减轻传输压力，提高性能
- 在DAQ上部署在线图像数据压缩功能 -> 减轻后续数据处理和传输的压力



季度工作总结

- 实现HEPS-BPIX4 6M DAQ 数据流升级
- 开发40模块整机DAQ
- 完成40模块探测器整机的上光验证测试
- 利用模拟源，完成与HEPS软件接口的远程控制与传输测试



下一步计划

- 10月和电子学、heps软件进行100hz 探测器整机全链路的联调测试
- 配合电子学实现软触发功能的开发与调试
- 对DAQ数据流进行完整的性能评估

THANKS