



2023年9月-12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：2023年12月28日

目录

■ JUNO-SPMT

- 固件升级（V2.3版本+TCP协议） -> DAQ测试系统联调
- 升级的系统成功应用于车队测试系统，将正式应用于江门现场下一轮避光测试

■ Taishan Antineutrino Observatory (TAO)

- 完成与FEC测试板波形的联调测试
- 工厂搭建1:1模型，DAQ系统部署搭建
- 使用仿真数据验证TVT整体触发算法的正确性

■ HEPS-BPIX4 DAQ

- 完成单机版测试系统在线监测部分实现，成功应用于专用光测试
- 正在开发40模块分布式DAQ系统

■ 通用版监测系统的设计开发

■ 其他工作 & 进度安排

与SPMT 新版电子学固件联调

■ 第四轮关灯测试（09.04）——ABC V2.2+GCU V1.0版本固件

- IPBus协议取数配置
- 远程协助成功完成56个GCU（7168串PMT）同时取数运行控制和在线监测
- 在线检查发现存在数据丢失和数据时间戳错误

■ 与新版SPMT电子学固件联调测试

- ABC V2.3 + GCU V2.0版本固件
 - 电子学配置：IPbus
 - 数据读出：TCP协议
- 配置部分：增加复位信号和寄存器状态回读，反复配置直至成功，增加ped模式下hitRate的配置
- 已成功完成电子学配置，并实现稳定取数运行两小时以上，数据检查未见异常

- 电子学配置和数据读出在同一个线程
- 配置失败无法显示在网页中实时查看
- 界面需反复启停DAQ程序和监测程序以实现run下取数运行



DAQ软件升级

- 配置部分增加日志记录并显示在网页上
- 配置和start命令独立
- 重新设计状态机，调整运行控制流程
- 取数部分性能优化
- 程序内部考虑不同run下的区别不需反复启停

与SPMT V2.3版本固件联调测试，目前已成功实现电子学配置且稳定取数

完善SPMT DAQ测试系统

■ 使用模拟源进行性能验证和优化

■ 配置部分

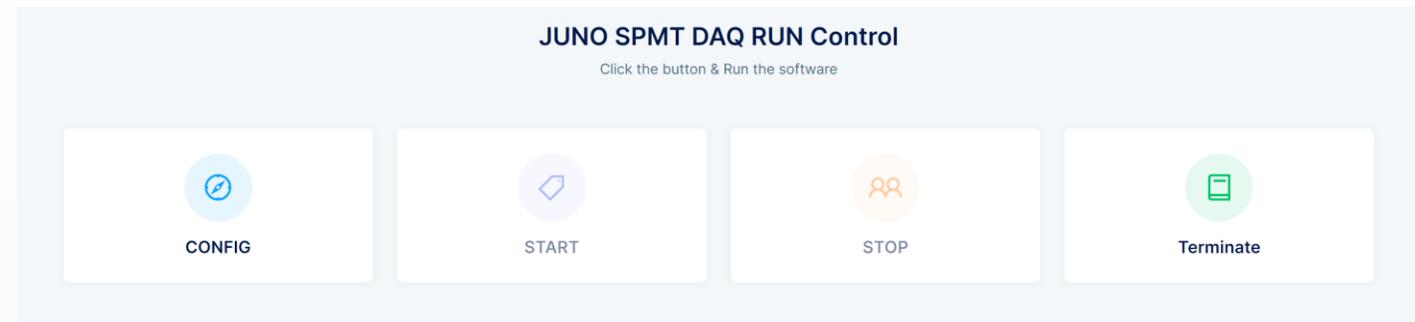
- 增加日志报警
- 配置错误信息显示在前端网页

■ 取数部分

- 多线程分别完成数据读出，数据检查，写入Redis和数据存盘
- 优化数据解析部分（目的：格式检查+统计待监测信息）
 - 检查逻辑重整，使用vector代替map等等
 - 一个buffer数据检查用时由5ms降低到180us
 - 单GCU不存盘最高可达~270MB/s，满足需求
- 优化写入Redis中的数据格式提高性能

■ 在线监测部分

- 重新设计状态机，升级运行控制
- 后端对接通用监测系统

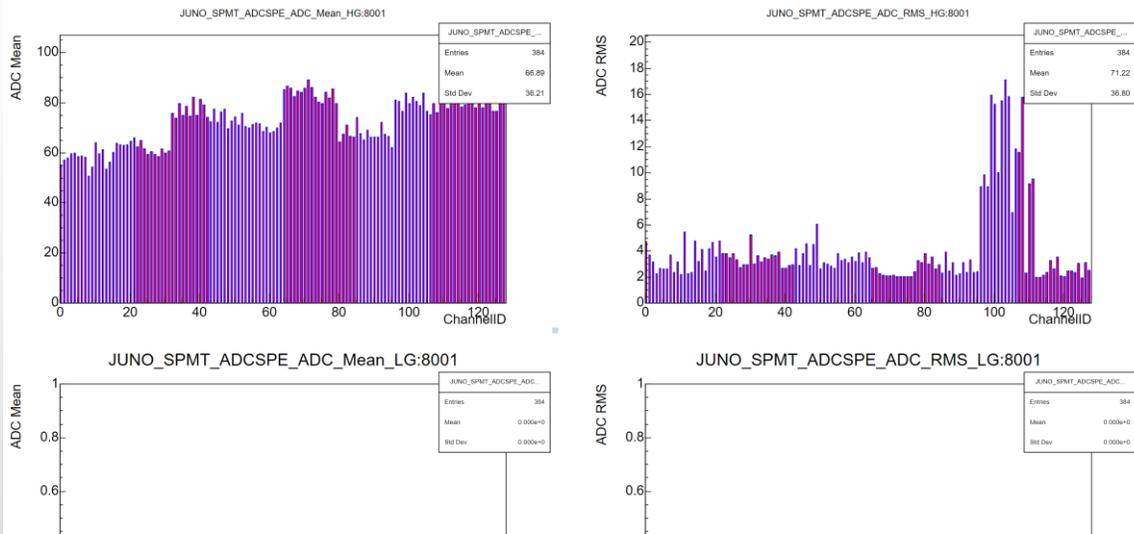


升级后的DAQ系统已使用模拟数据源进行验证，功能和性能满足现场取数测试需求

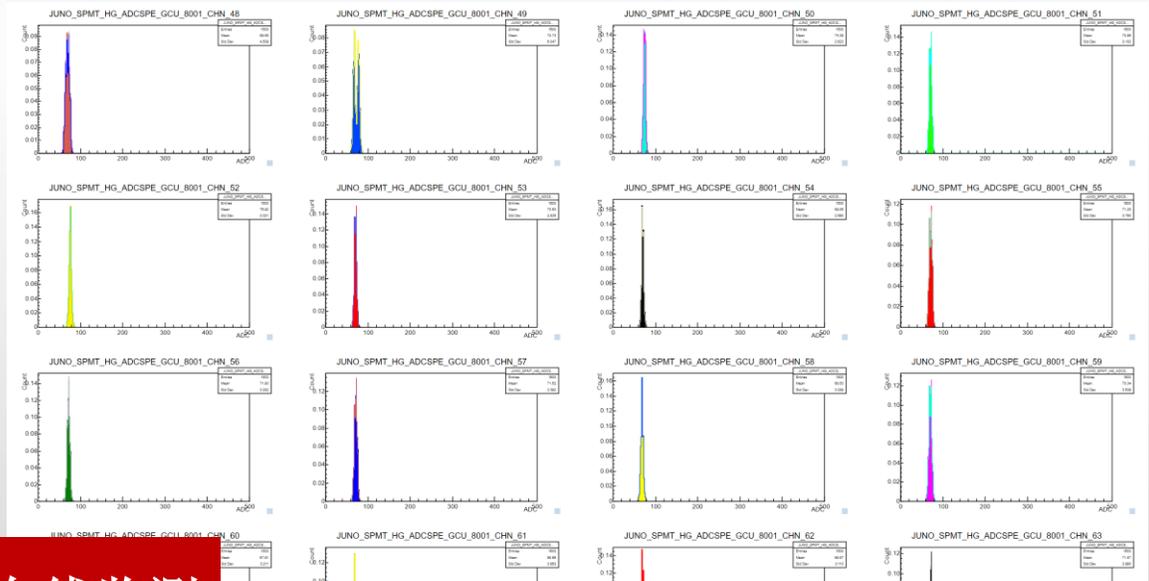
SPMT DAQ测试系统部署

- 开发支持TCP版本固件的前端界面
- 升级后的系统已部署于高能所车队，江门现场，台湾大学
- 提供程序运行说明文档
- 成功应用于联调测试

ADC MEAN & ADC RMS



ADC SPE



该套DAQ系统已经成功在多地部署且稳定运行和在线监测

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

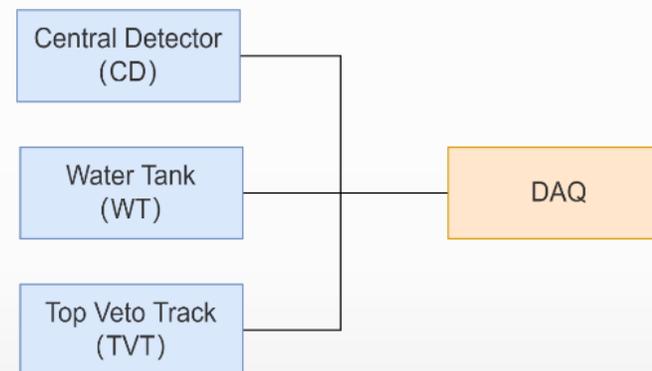
■ TAO数据流集成升级后的online软件

■ Online

- 服务器tao01上成功部署并裸机上稳定运行

■ 数据流

- 修改pack包，增加TAO探测器标识
- **CD**: ROS部分未按FEC通道划分，DP部分调整事例打包逻辑，相同时间戳的hit打包
- **TVT**: ROS部分按通道进行时间分片，DP部分增加4选2的软件触发算法



TAO DAQ数据流已经集成升级后的online软件，等待上板验证并开发模拟数据源进一步进行功能和性能验证

三号厅波形联调测试——SiPM&FEC&DAQ

CD

■ 测试环境

- SiTCP, 工控机

■ 测试目的：初步验证DAQ系统与FEC测试板波形读出功能正常

■ 开发DAQ测试系统

- 电子学配置

- 支持配置阈值，读出窗口，触发窗口，nHit值，触发模式，全局复位

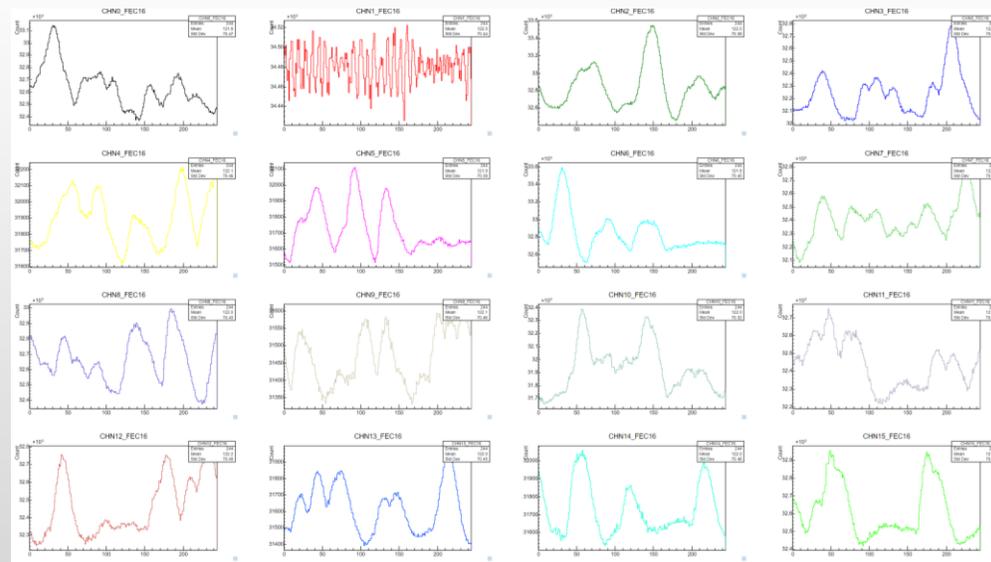
- 数据读出 & 数据检查 & 数据存储

- 增加维护run号，保存配置文件和运行日志

- 在线监测

- 增加触发率和带宽实时监测
- 增加波形实时显示

设计开发波形读出DAQ测试系统，已经成功完成数据读出检查和波形显示



三号厅波形联调测试——SiPM&FEC&DAQ

CD

- 测试环境
 - SiTCP, 工控机
- 测试目的：初步验证DAQ系统与FEC测试板波形读出功能正常

■ 增加模拟数据源验证系统性能

- 优化系统实现
- 优化后读出+检查+存盘+画图：~936Mbps
- 达到千兆网卡上限，满足测试需求
- 服务器磁盘性能测试满足千兆网需求
 - 单进程存盘 ~ 516MB/s
 - 单进程6个线程（模拟1:1原型系统）~1725MB/s（每个板子296MB/s）

优化：

- 只在抽样显示(1Hz)时存入波形点，其他时候只记录波形点的offset，不遍历波形点
- 存盘时存入固态硬盘，不存home盘
- 单独开一个线程专门负责存盘

高能所工厂联调测试——SiPM&FEC&DAQ

CD

- 1: 1小模型实验
- 部署一台服务器在工厂
- 单板稳定性验证
 - 连续运行20小时以上
- 多板测试（连接3个FEC板）
 - 同时支持自触发模式和外触发模式
- 成功实现数据读出和在线实时数据监测
 - 完成了数据检查，无丢包
- 撰写系统使用文档交由电子学，可以独立进行取数测试

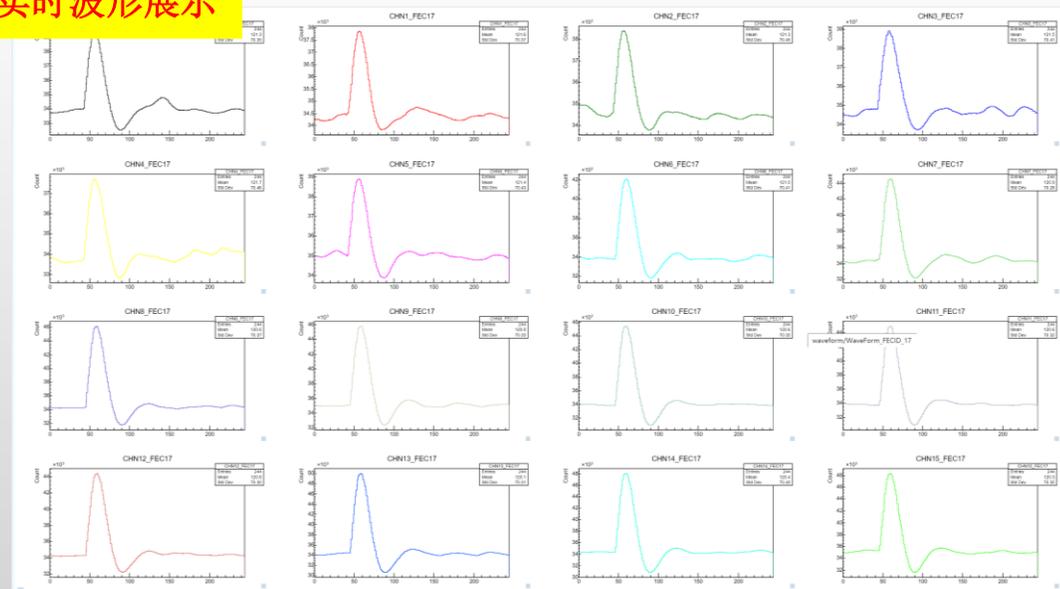
该套系统已成功应用于FEC的波形读出联调测试中，且目前运行稳定无异常



触发率&带宽



实时波形展示



验证TAO-TVT软件触发结果的正确性

■ 层符合软件触发算法（4层选2层）

■ 验证方案

1. ROS中原始数据文件——原始收到硬件触发后的数据
2. PS中软件触发后的数据
 - 存储每个事例对应的通道号，T，以及触发包大小
3. 撰写脚本比对丢失的事例是否符合算法逻辑

■ 验证结果

- 触发包个数：473916 (ROS) -> 439137 (DP)
- 丢失的事例符合触发算法逻辑
- 验证是否存在误触发
 - 每个事例都至少有两层的hit

使用现有仿真数据初步验证软件触发算法结果的正确性，后续需进一步验证算法正确性

打包成两个事例

```

event time: 10202648-----
size:40
channelId:124 T:10202667 size:40
-----event end-----
-----eventId:149 levent time: 10202936-----
channelId:15 T:10202953 size:40
channelId:55 T:10202955 size:40
-----event end-----
-----eventId:150 levent time: 10202946-----
channelId:96 T:10202956 size:40
channelId:134 T:10202956 size:40
-----event end-----
-----eventId:151 levent time: 10205600-----
channelId:18 T:10205619 size:40
channelId:51 T:10205619 size:40
-----event end-----

```

不满足4选2逻辑

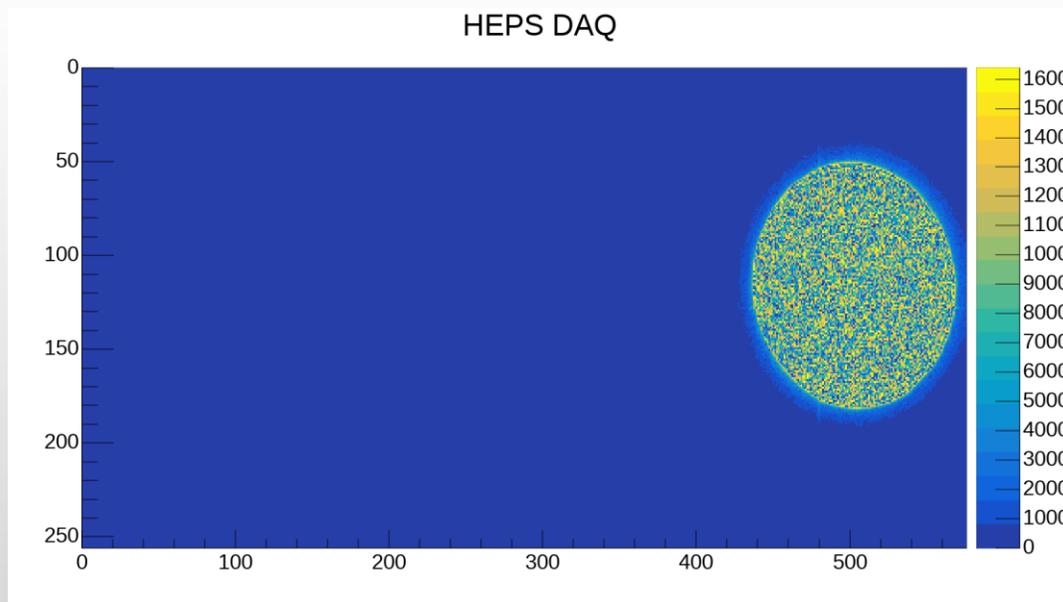
```

event time: 10001064-----
channelId:73 T:10001074 size:40
channelId:118 T:10001075 size:40
channelId:152 T:10001075 size:40
-----event end-----
-----eventId:1 levent time: 10001874-----
channelId:6 T:10001891 size:40
channelId:127 T:10001893 size:40
-----event end-----
-----eventId:2 levent time: 10003665-----
channelId:21 T:10003682 size:40
channelId:141 T:10003684 size:40
-----event end-----

```

HEPS BPIX4 DAQ

- 参与单模块系统联调（测试版软件）
 - 协助刚入所的师弟完成配置和取数部分
 - 使用JSROOT完成图像展示部分
 - 接口采用tcp协议实现取数和展示部分的数据交互
 - 图像按1Hz抽样展示
- 目前该套测试系统已成功应用于10月份的**专用光测试**



该套测试系统目前已经成功应用于专用光测试，
测试期间稳定运行，满足现场实验需求

HEPS BPIX4 DAQ

■ 进行前端网页开发（进行中）

- 目前支持滑动条调节对比度，提供输入框获取某个像素点的值
- 1Hz频率实时更新当前像素最大值

■ 开发升级分布式DAQ系统（进行中）

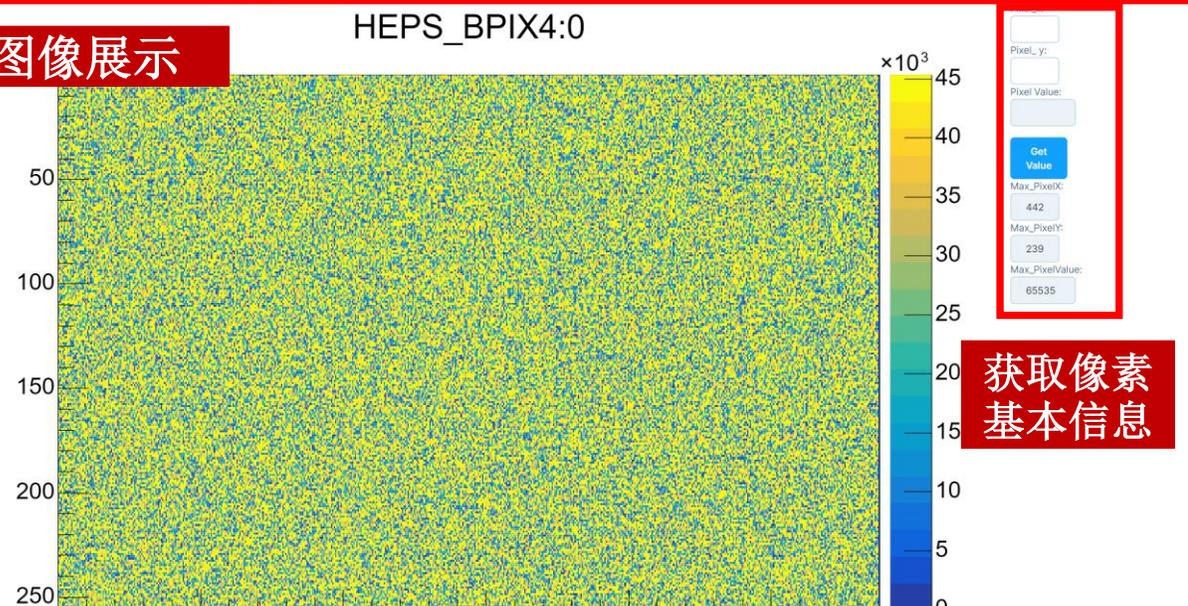
- 使用江门的数据流框架
- 数据流使用版本过旧，需要升级完善
- 存在一些问题，需要升级优化
- 界面无法查看eventrate等基本信息
- 未做映射转换等，没有图像展示

对图像展示部分进行逐步完善，正在进行网页部分的开发和未来40模块分布式系统的开发升级

对比度调节

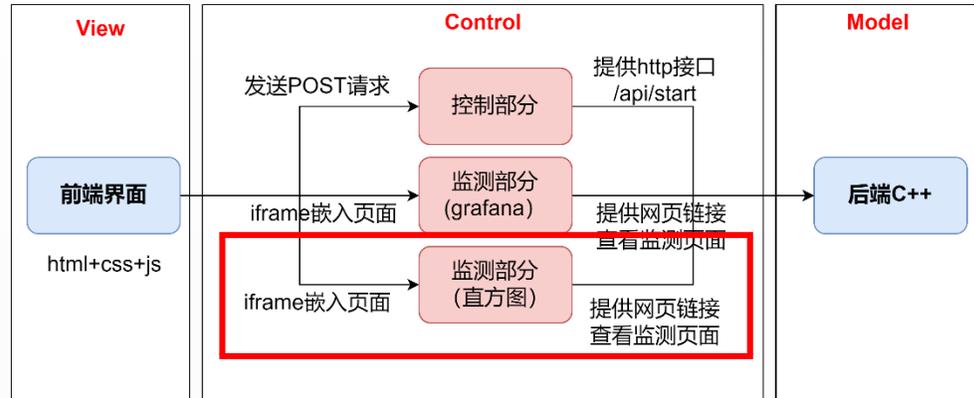


图像展示

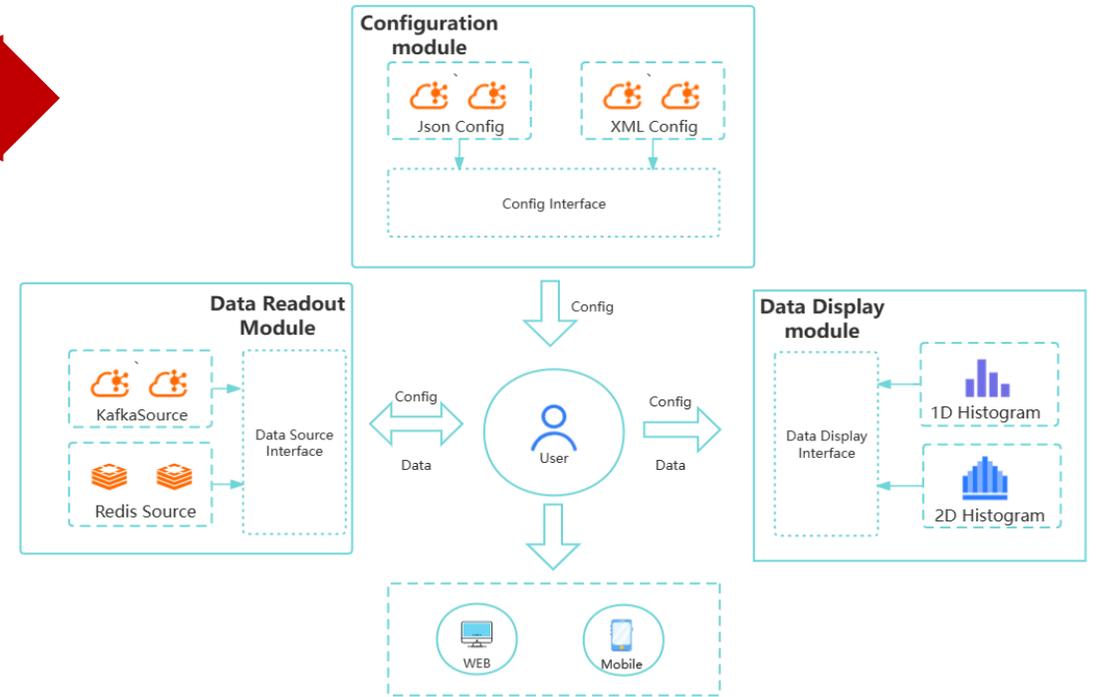
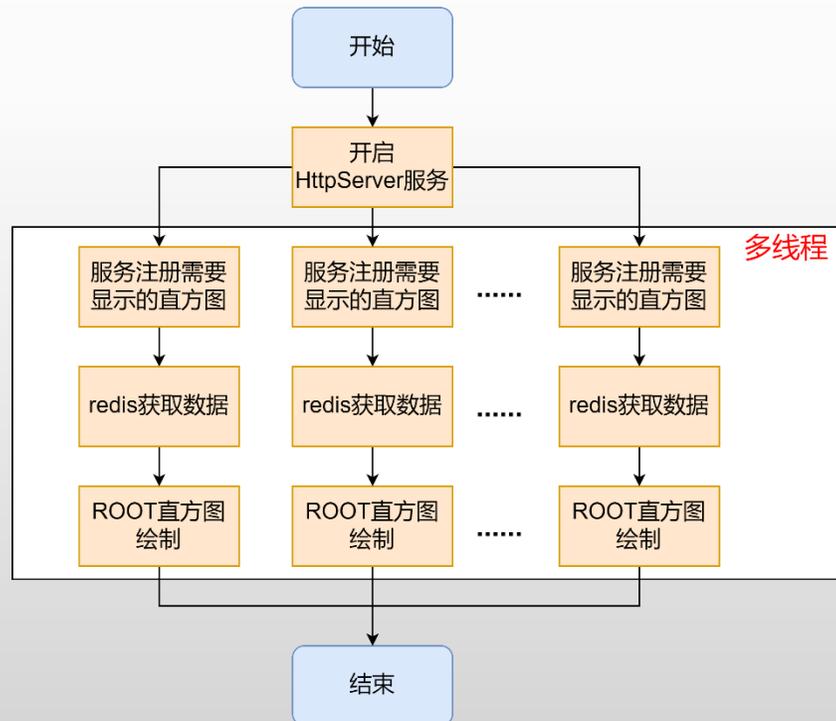


获取像素
基本信息

基于ROOT的通用在线数据监测系统开发



- 目的: 解决在线监测系统直方图的重复设计绘制问题, 提供针对不同实验通用的**直方图在线监测**方案
- 技术: 基于JSROOT实现 (C++)
- 整体设计架构



基于ROOT的通用在线数据监测系统开发

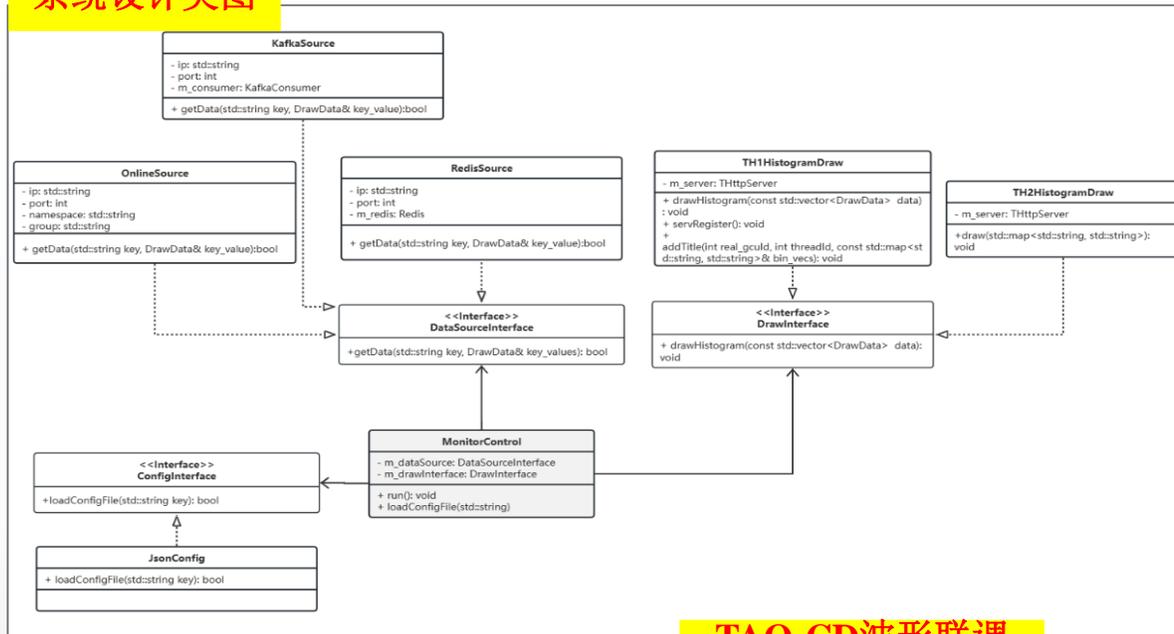
■ 系统设计类图

- 配置接口
 - Json文件
- 数据源接口
 - Redis
 - Kafka
- 图形绘制接口
 - 一维直方图
 - 二维直方图

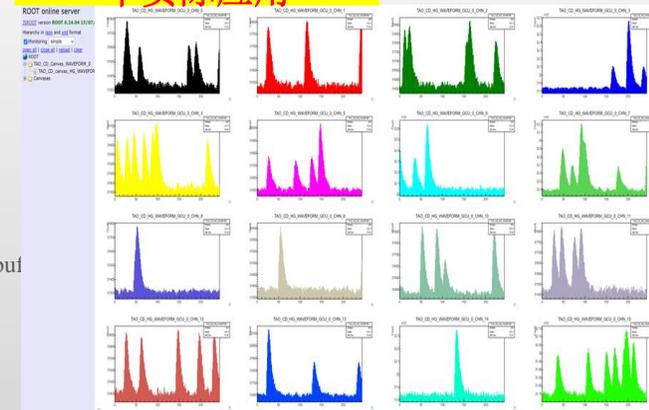
■ 数据传递格式

- 同时支持JSON格式和protobuf格式
- JSON: 可读性更好
- Protobuf: 性能更好

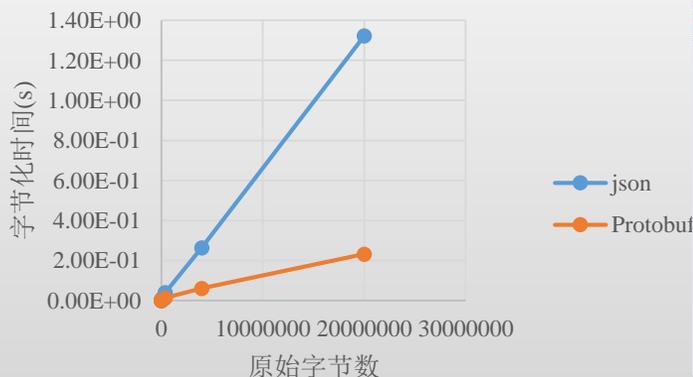
系统设计类图



TAO-CD波形联调中实际应用



JSON & Protobuf



该套系统目前已初步完成系统设计实现，成功应用于JUNO-SPMT和TAO-CD的现场联调测试中，后续将根据实际需求进一步优化，并验证系统性能

其他工作 & 进度安排

■ 其他工作

- 远程参加[TIPP2023](#)会议并进行报告
- 撰写[IEEE Real Time 2024](#)会议摘要并提交
- 正在撰写TAO DAQ小论文
- 部署工地服务器并配置网络和系统环境

■ 进度安排

- 确定最终版JUNO-SPMT的数据格式，完成数据流的集成开发
- 继续进行TAO CD & TVT全链路系统联调测试
- 验证TAO DAQ数据流运行的正确性和稳定性
- 继续进行HEPS 6M样机分布式DAQ的开发和联调测试
- 继续完善优化通用在线数据监测系统以正式应用于工程实验

Thanks!