

# 台山中微子实验数据获取系统的 设计与开发

——TAO DAQ

报告人：张水涵

中国科学院高能物理研究所

日期：2023年07月12日

# 主要内容

- 台中微子实验 (JUNO-TAO)
- TAO DAQ 系统整体设计架构
- TAO DAQ 系统数据流设计开发
- TAO DAQ 系统在线软件设计开发
- 总结

# JUNO-TAO

## ■ 台山中微子实验, Taishan Antineutrino Observatory (TAO)

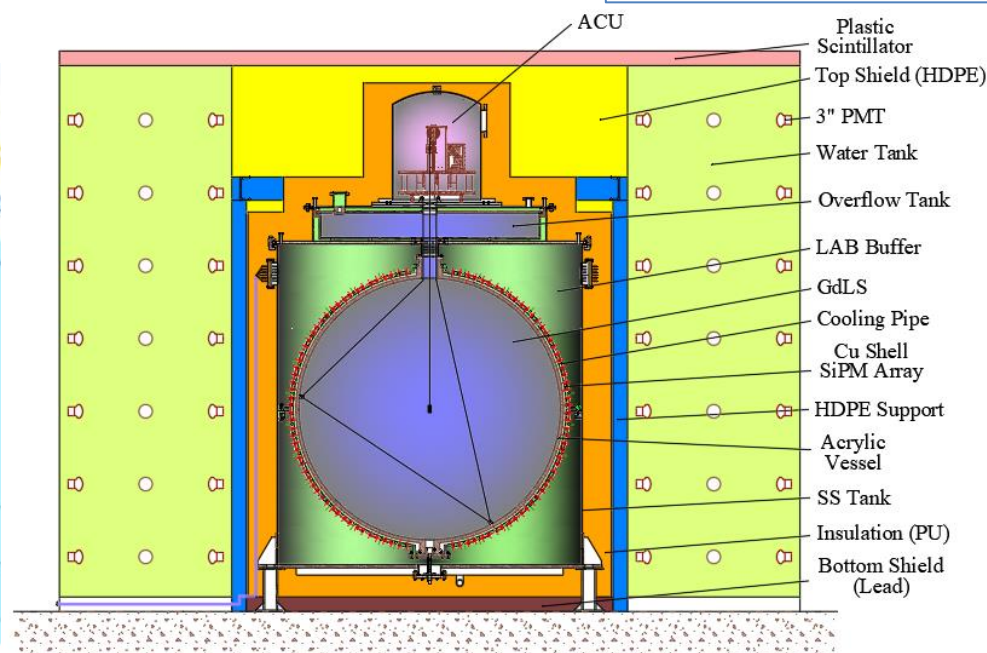
- 江门中微子实验 (JUNO) 的卫星实验
- 位置: 广东省台山市核电站, 距离反应堆~30m
- 目的: 测量高能量分辨率的反应堆中微子能谱

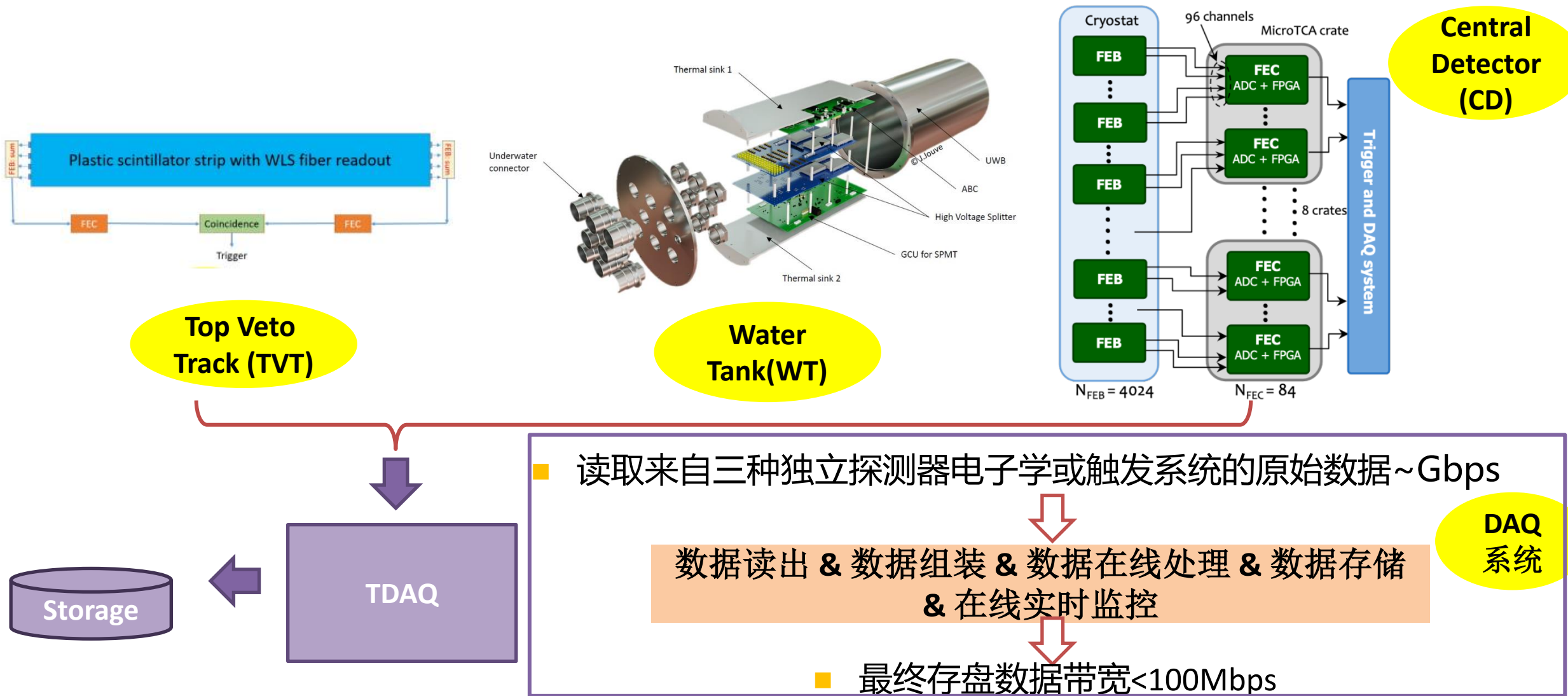
⇒ 为JUNO提供参考能谱

⇒ 为核数据库提供检验基准



TAO探测器概念设计





# TAO DAQ系统整体设计架构

## ■ 基于JUNO DAQ框架开发

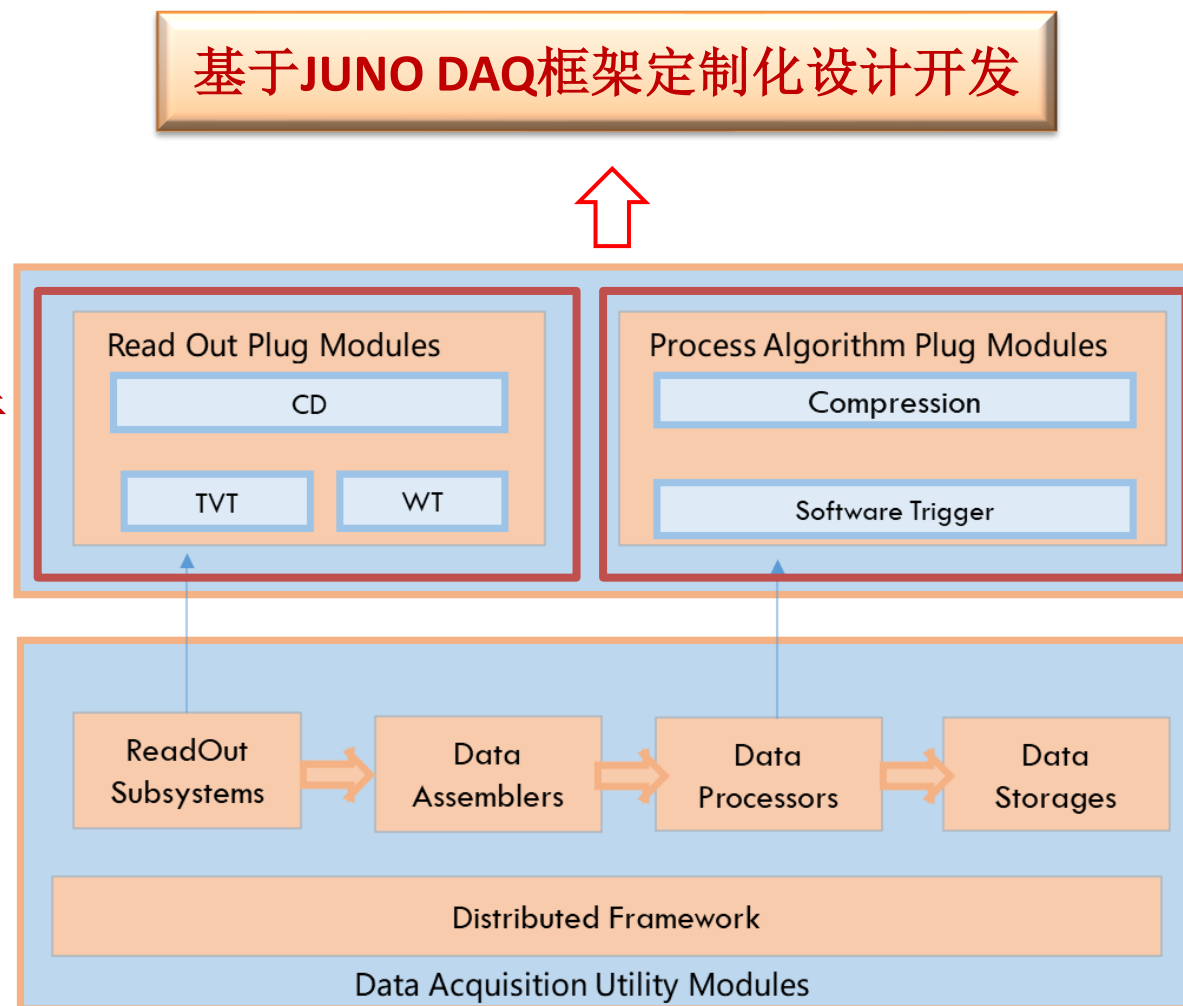
### ➤ 优势:

- 最大化兼容JUNO & 共同运行监控维护
- 共享数据文件格式和传输系统便于物理分析

### ➤ 分布式系统架构

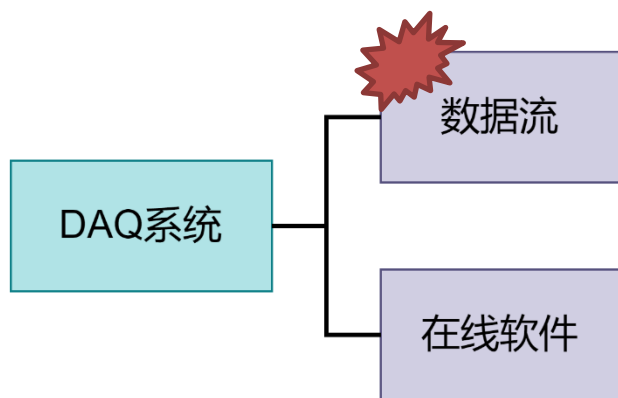
## ■ 定制化设计和实现

- 电子学配置
- 数据读出接口
- 定制化的在线数据实时处理算法……



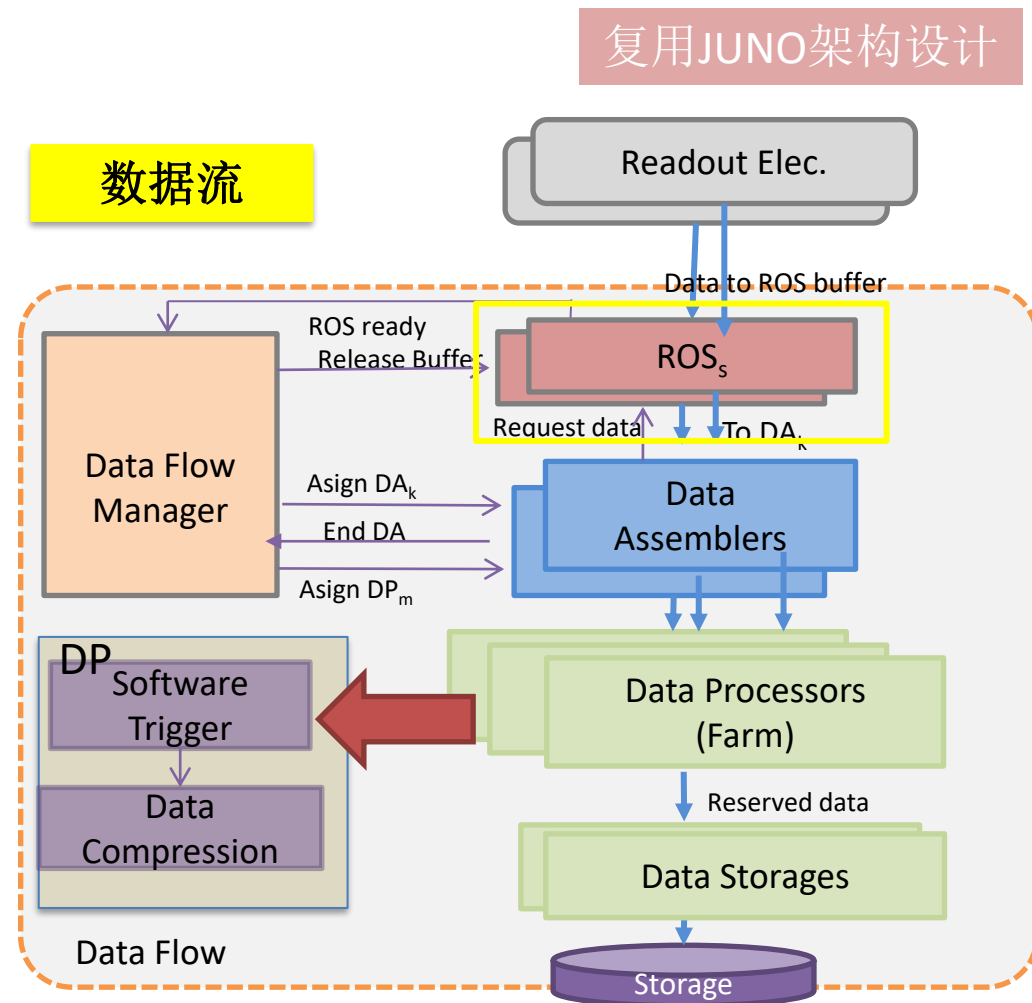
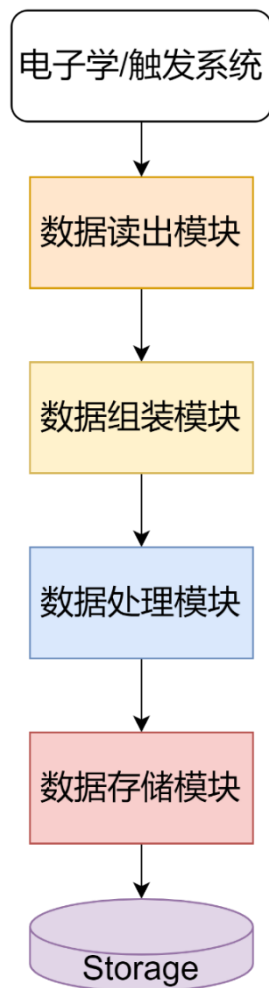
# TAO DAQ系统数据流设计

TAO DAQ系统分为数据流和在线软件两部分



## 优势:

- 灵活的模块化数据流架构，便于TAO集成定制或升级
- 各模块提供接口，支持动态调整，具备可扩展性



# TAO DAQ系统在线实时处理模块设计

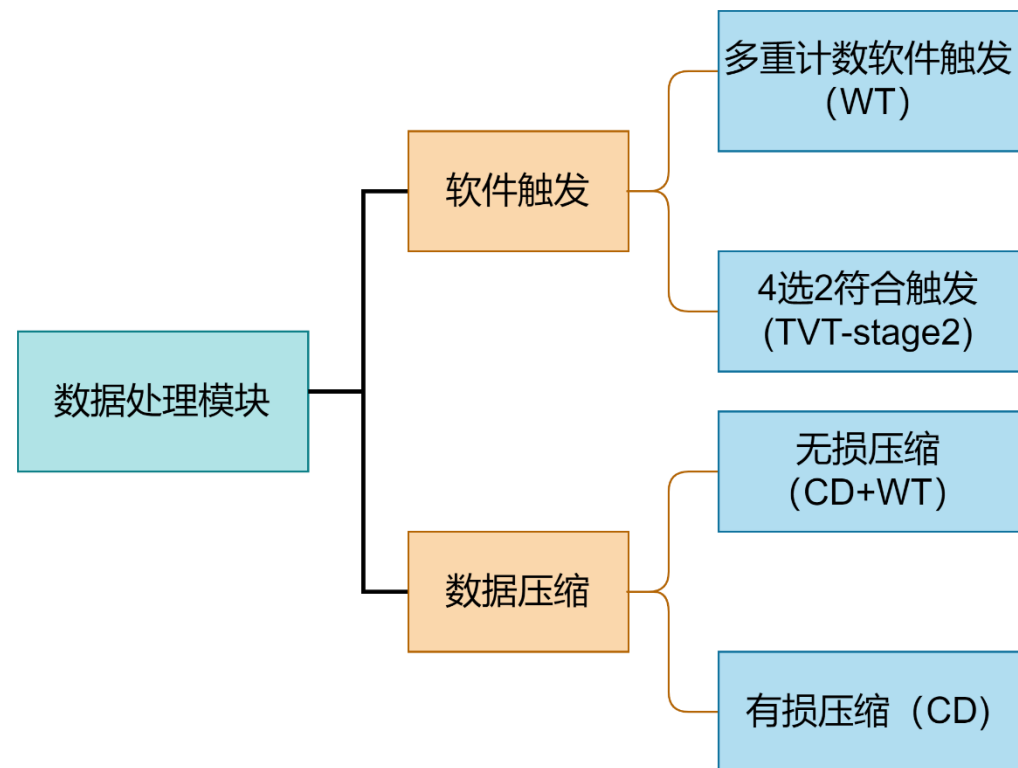
- 数据流框架为软件触发算法提供接口支持，可动态灵活调整算法

- 软件触发

- WT: 多重计数软件触发 (Nhit软件触发)
- TVT: 4选2符合触发 (Stage2)
  - $(L_1 \&\& L_2) \parallel (L_1 \&\& L_3) \parallel (L_1 \&\& L_4) \parallel (L_2 \&\& L_3) \parallel (L_2 \&\& L_4) \parallel (L_3 \&\& L_4)$

- 数据压缩

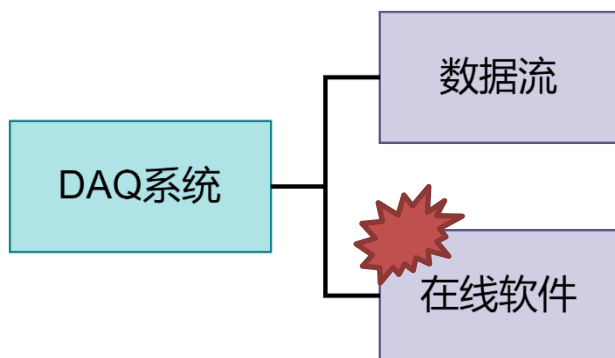
- 有损压缩 (CD)
  - 去除数据包中冗余信息以节省存储空间
- 无损压缩 (整个数据流, CD+WT)
  - Lz4, bzip2, gzip, zlib .....



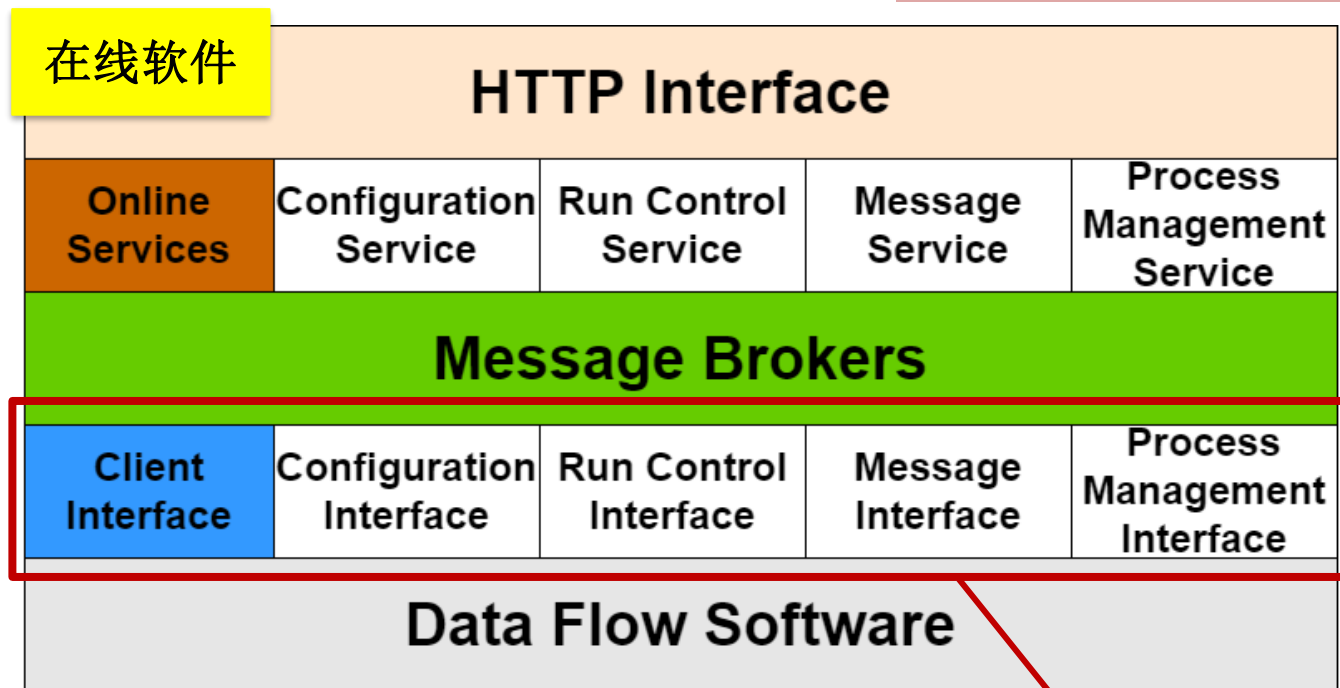
数据流提供高性能实时在线数据处理

# TAO DAQ系统在线软件设计

复用JUNO架构设计



- 在线软件向DAQ数据流框架提供各种接口和服务
- 在线软件主体架构:
  - 配置服务 & 运行控制
  - 消息服务 & 进程管理
- 需要高可靠性的远程在线监控系统
  - 实验现场位于核电站核心区域，无法现场值班



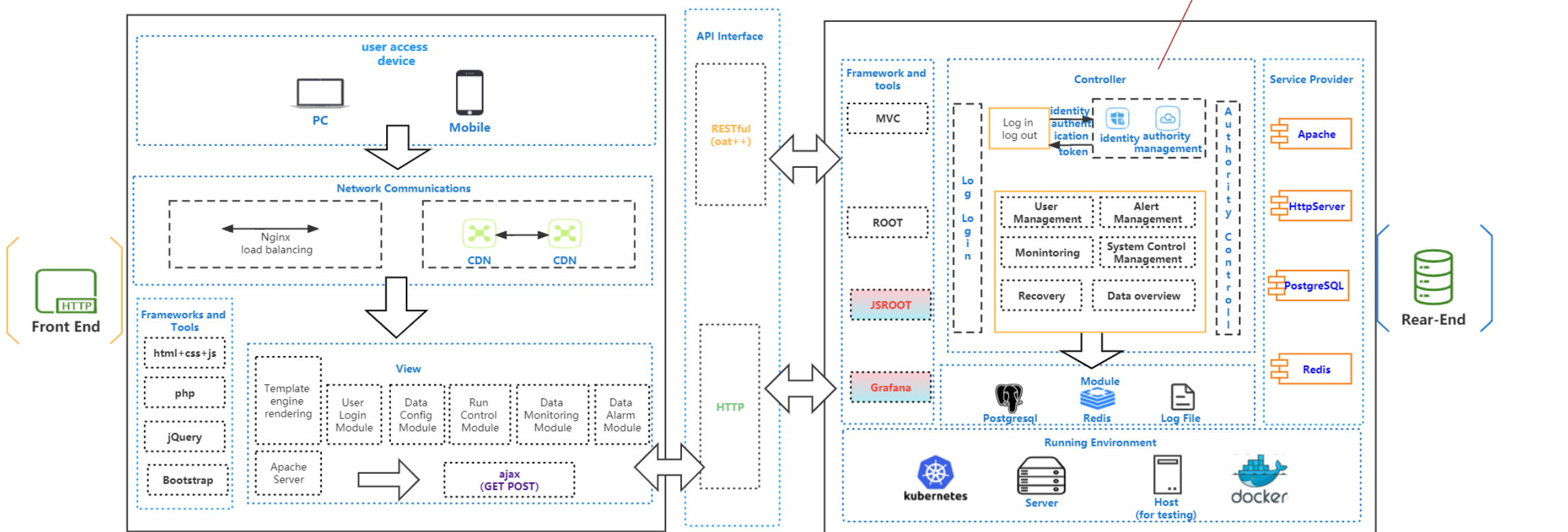
提供接口便于数据流和在线监控系统使用



# TAO DAQ系统在线远程监控系统

远程在线监控

- **优势:** 直接移植即复用于其他系统, 具备可复用性;
- 模块化设计, 具有低耦合性; 易于部署和升级;

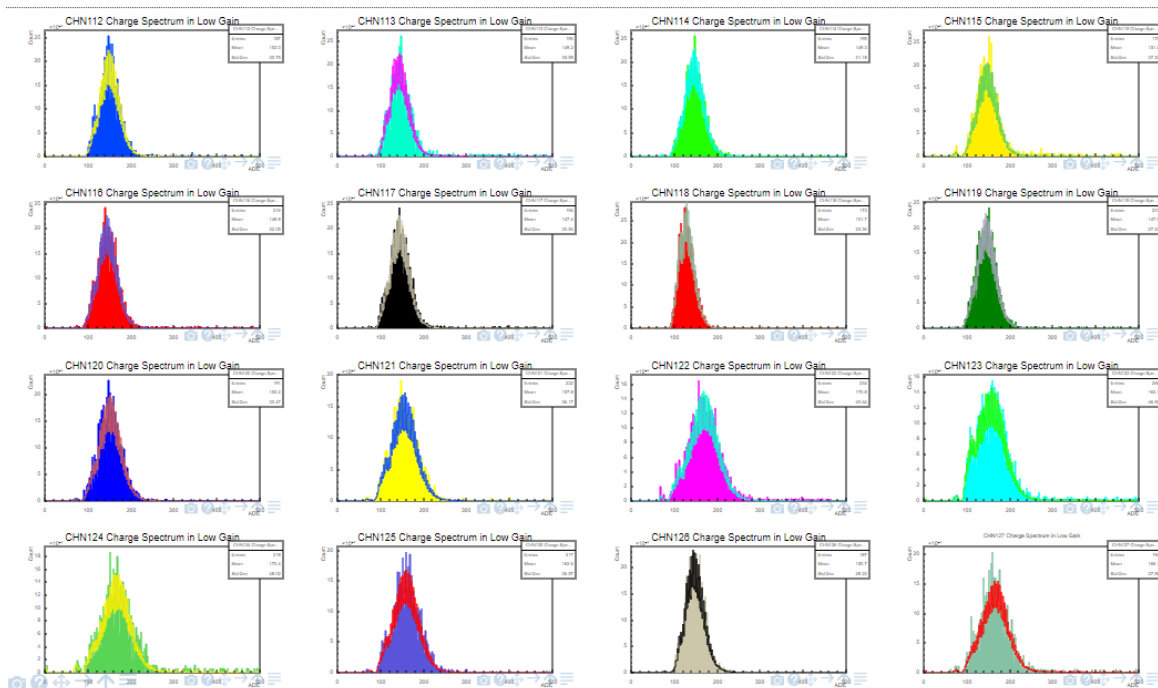


◆ 提供身份权限认证, 数据配置, 运行状态和直方图信息监测和实时报警等基本功能

及时准确的帮助物理人员定位问题来源, 便于快速解决异常情况

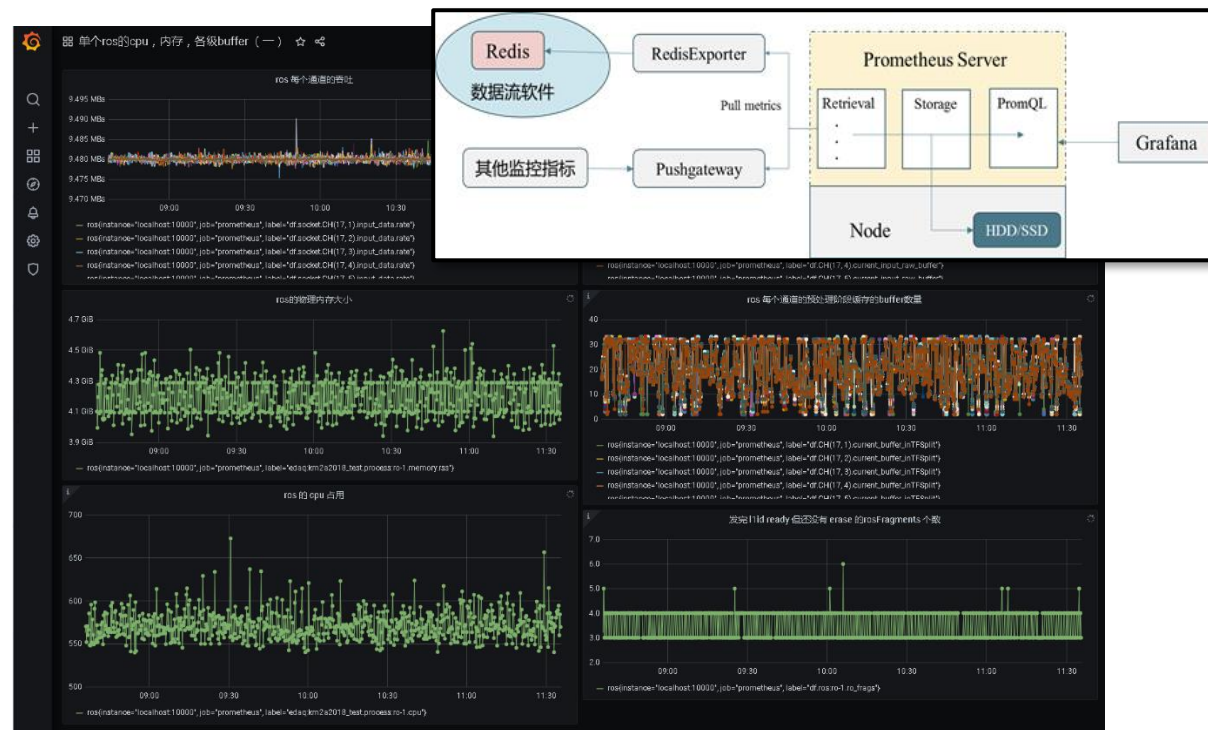
### ➤ ROOT & JSROOT

- 基于WEB的可视化和数据分析
- 方便科研人员进行物理分析
- 跨平台，易于使用，可定制化
- 零学习使用成本，物理人员熟悉ROOT工具
- 开放源代码和社区支持



### ➤ Redis-exporter & Prometheus & Grafana

- 完整的监控和可视化解决方案
- 参数采集 & 定期采样 & 可视化显示
- 丰富的图表和仪表盘类型，强大的报警机制
- 支持查看历史，可创建动态，交互式 and 美观的监控仪表盘



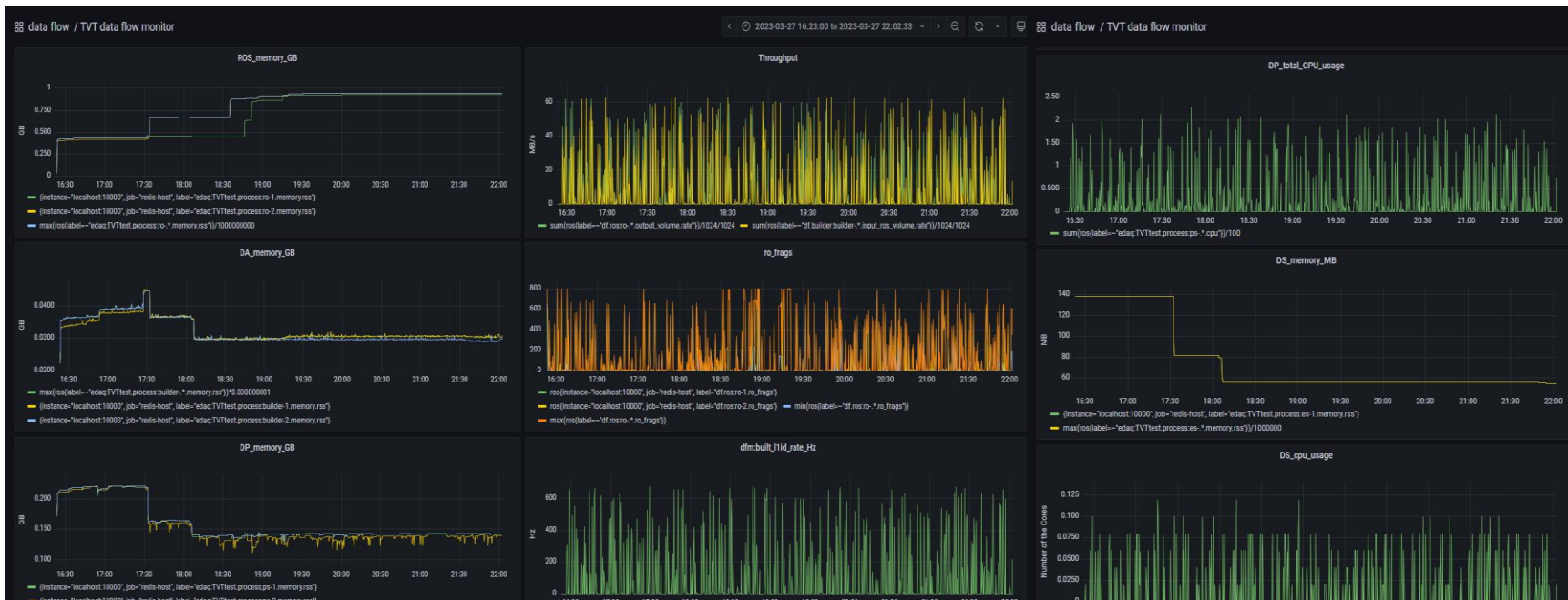
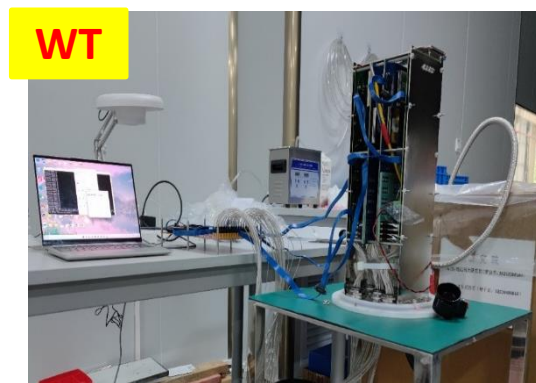
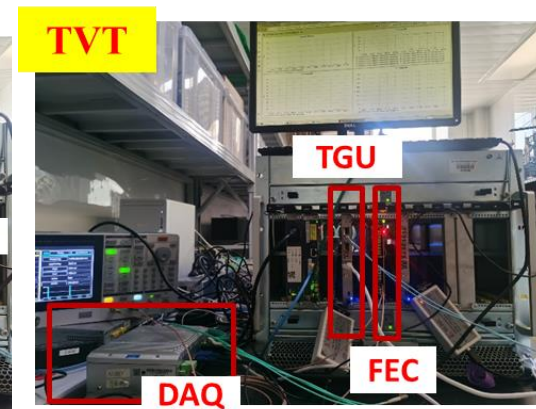
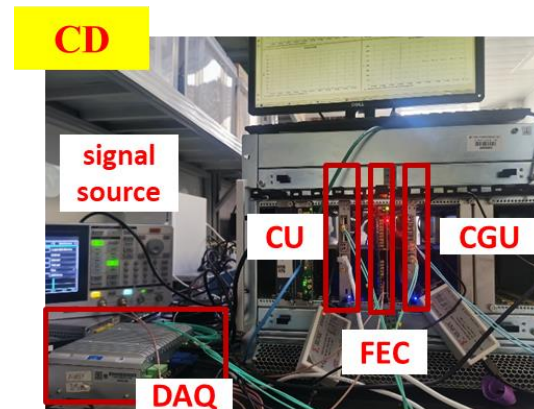
# TAO DAQ系统开发

初步验证了设计方案的可行性

## 与各系统分别进行联调测试

- 验证了数据流读出接口
- 验证了在线监控系统的可行性
- JUNO+TAO DAQ可直接复用和扩展升级

## 使用模拟数据源验证了数据流各模块功能



当前运行状态

初步验证了在线监控系统设计方案的可行性

The screenshot displays the 'TAO DAQ RUN Control' web interface. The main content area features three large buttons: 'START' (blue icon), 'STOP' (orange icon), and 'MONITOR' (green icon). Below these buttons is a list of links: 'What are the benefits of WT DAQ system?', 'Reusable System', and 'How to use the system?'. The left sidebar contains several sections: 'RUN STATUS' (STOPPED, RunNo:2107, Start:2023-07-01 17:4:32, RunTime:63s), 'RUN CONTROL' (Control), 'USER MONITORING' (Hit Rate for DAQ, Hit Rate, ADC Mean, ADC RMS, ADC), 'DAQ MONITORING' (BandWidth), and 'RUNNING ALERT' (Alert). Annotations in red callout boxes point to the 'STOP' button (labeled 'DAQ启停控制'), the 'RUN CONTROL' section (labeled '运行控制'), the 'USER MONITORING' section (labeled '在线监测'), and the 'RUNNING ALERT' section (labeled '报警监测'). A gear icon is visible in the top right corner.

TAO DAQ RUN Control

Click the button & Run the software

START STOP MONITOR

What are the benefits of WT DAQ system?

Reusable System

How to use the system?

运行控制

在线监测

报警监测

DAQ启停控制

Dashboard

RUN STATUS

STOPPED

RunNo:2107

Start:2023-07-01 17:4:32

RunTime:63s

RUN CONTROL

Control

USER MONITORING

Hit Rate for DAQ

Hit Rate

ADC Mean

ADC RMS

ADC

DAQ MONITORING

BandWidth

RUNNING ALERT

Alert

Copyright © 2022-2023 Zhangsh. All rights reserved.

Term & Conditions Privacy & Policy

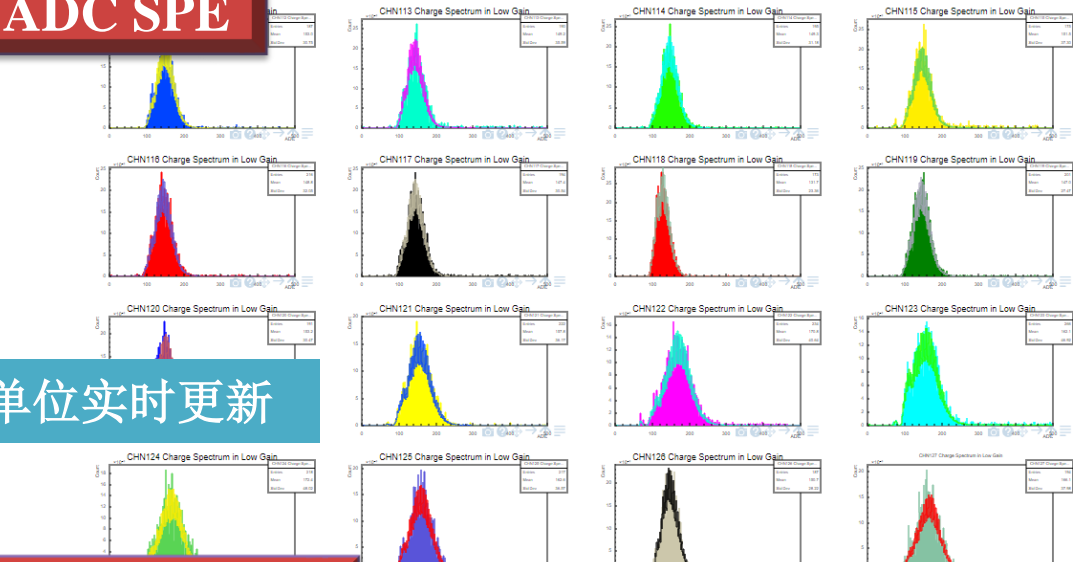
# TAO DAQ系统开发现状

在线监测界面

## Hit Rate

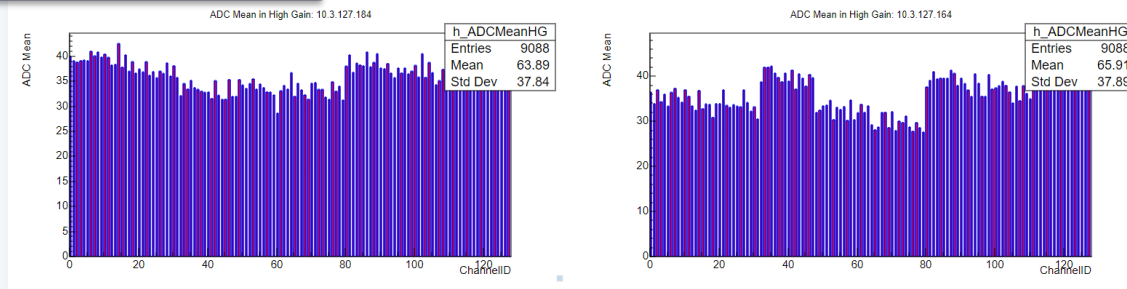


## ADC SPE



界面以十秒为单位实时更新

## ADC MEAN



## Real-time Alert

GCU ID	Error Type	Time
8053	GCU_WAIT_FOR_TIMEOUT!	2023-06-19 02:57:52
8053	GCU_WAIT_FOR_TIMEOUT!	2023-06-19 02:58:03
8053	GCU_WAIT_FOR_TIMEOUT!	2023-06-19 02:58:14
8053	GCU_WAIT_FOR_TIMEOUT!	2023-06-19 02:58:31
8053	GCU_WAIT_FOR_TIMEOUT!	2023-06-19 02:58:42
8132	GCU_WAIT_FOR_TIMEOUT!	2023-06-19 02:57:52
8132	GCU_WAIT_FOR_TIMEOUT!	2023-06-19 02:58:03
8132	GCU_WAIT_FOR_TIMEOUT!	2023-06-19 02:58:17
8132	GCU_WAIT_FOR_TIMEOUT!	2023-06-19 02:58:28
8132	GCU_WAIT_FOR_TIMEOUT!	2023-06-19 02:58:45

支持按列排序

支持按关键字检索

分页机制

已成功应用于实验室联调和江门现场安装测试，初步验证了在线数据获取系统设计方案的可行性以及探测器电子学系统的正常工作

# 总结

- TAO DAQ基于JUNO DAQ设计开发，便于**系统集成定制或升级**
- 数据流框架**提供接口支持软件触发**算法，便于灵活动态的算法调整
- TAO DAQ提供高性能的实时在线数据处理
- 在线监控软件使用JSROOT + Grafana结合方式便于物理人员分析和历史数据的界面化查看，且该框架**可直接复用于JUNO+TAO DAQ**
- **目前该系统已成功应用于实验室联调和江门现场安装测试，验证了数据获取系统架构设计方案的可行性，为探测器和电子学触发系统的工作运行状态验证提供了有效支持**
- 计划年底准备进行TAO现场正式安装运行

Thanks!

# Backup

- JUNO数据流代码仓库: <https://code.ihep.ac.cn/juno-daq/dataflow>
- JSROOT仓库: <https://github.com/root-project/jsroot/>
- Prometheus文档支持: <https://prometheus.io/docs/introduction/overview/>
- Redis-exporter下载平台: <https://grafana.com/oss/prometheus/exporters/>