

中国科学院高能物理研究所
INSTITUTE OF HIGH ENERGY PHYSICS, CAS

江门中微子实验数据获取系统 远程监控系统的设计

报告人：吴寅慧

高能物理研究所

时间：2023.07.11

主要内容

01

江门中微子实验获取系统 (JUNO-DAQ)

实验介绍 数据获取系统 在线软件

02

JUNO-DAQ远程监控系统总体设计

需求分析 架构技术 相关技术

03

JUNO-DAQ远程监控系统实现进展

运行控制 日志信息 图形显示 运行状态显示 用户登录模块

01 江门中微子实验的数据获取系统

实验介绍

➤ 江门中微子实验 (JUNO) 介绍

建设在中国广东江门市，探测器建设在700米深的地下

目标：明确不同种类中微子质量顺序

精确测量中微子混合参数

解释宇宙中物质与反物质的不对称现象

➤ JUNO探测器系统

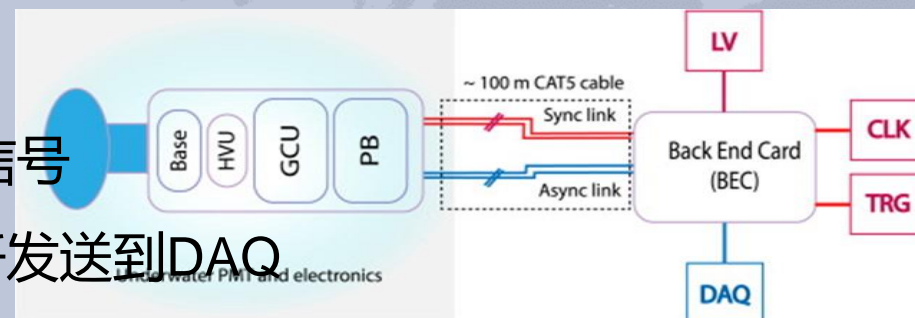
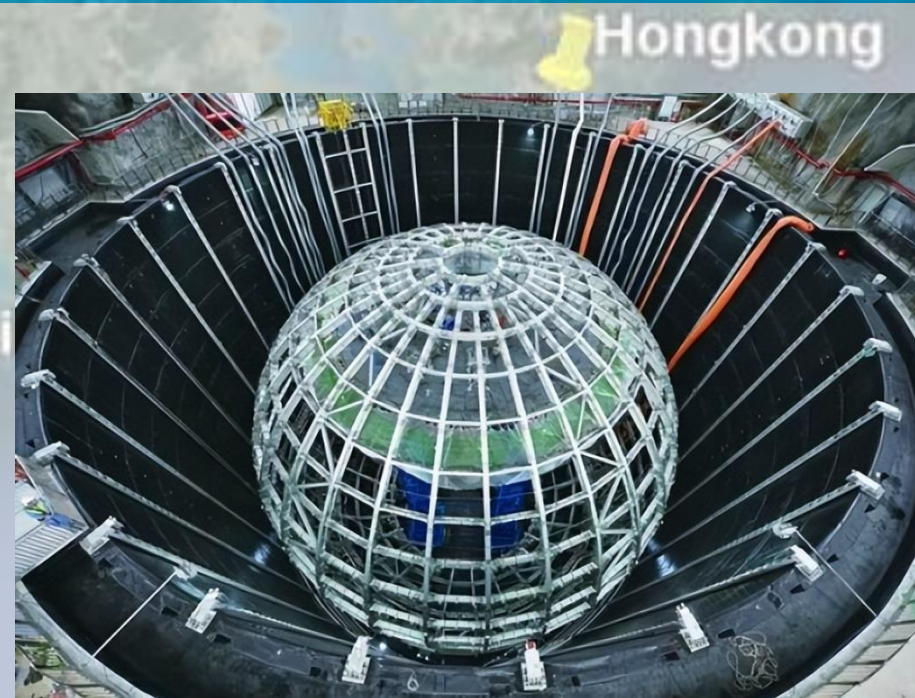
重量为两万吨的液体闪烁体探测器

组成：中央探测器 (CD)、水切伦科夫探测器、顶部径迹探测器

➤ JUNO电子学系统

任务：处理CD的光电倍增管信号以及切伦科夫光产生的信号

GCU数据会发送到后端电子学板，再经过万兆光纤发送到DAQ



➤ JUNO数据获取系统

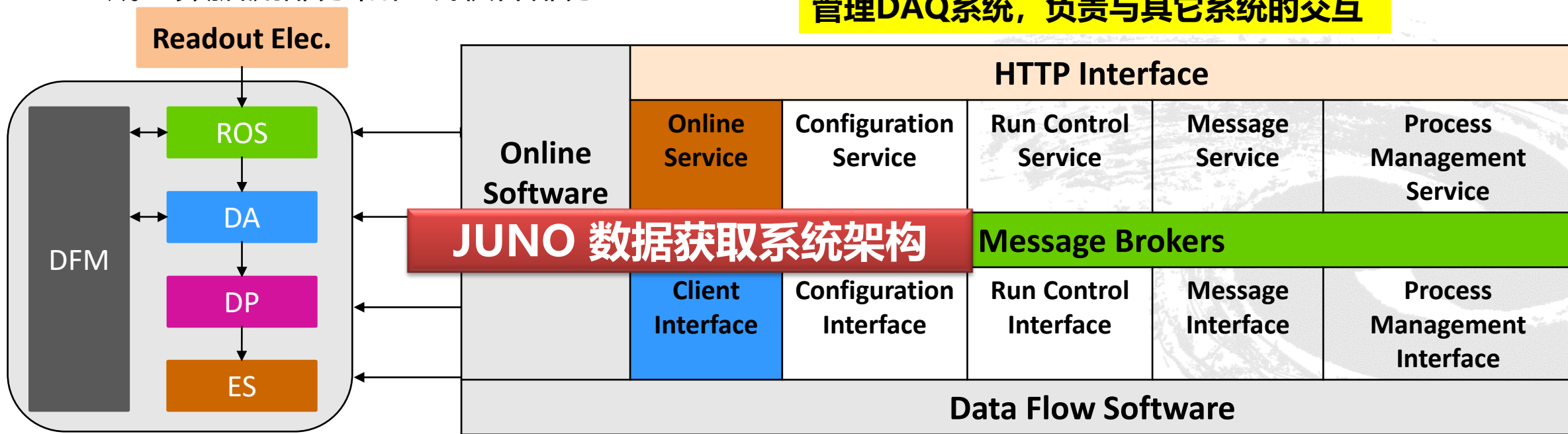
任务：记录物理事例（记录反中微子候选事件，为了解背景噪声，记录其他类型的事件）

运行控制，信息共享，分布式进程控制，配置管理，**监控**

对工作状态进行监测，**快速识别**和告知实验中可能的异常

组成：数据流部分和在线软件部分

管理DAQ系统，负责与其它系统的交互



➤ **在线软件**：将信息处理后交付给数据流软件或者反向地将数据流软件的信息交付给外部系统

➤ **架构**：服务层、消息代理层、接口层

➤ **隔离**：运行控制

配置管理

消息报告

进程管理

负责处理控制，配置，监控三种信息

通过Kubernetes管理数据流进程

实现远程监控系统，提供远程值班服务

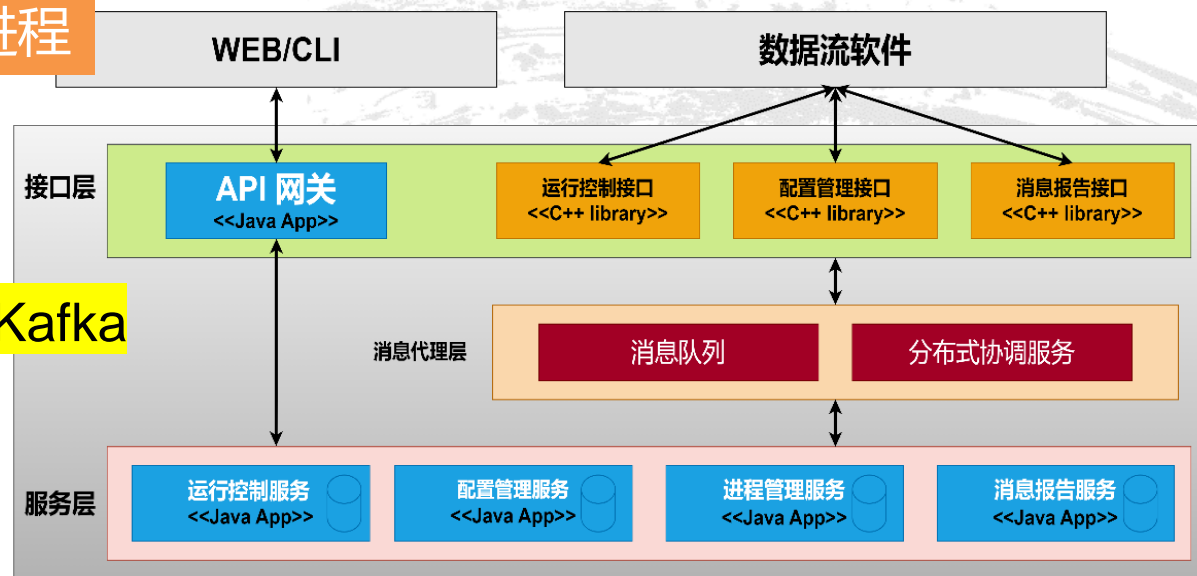
➤ **消息代理**

使系统中的信息被**异步处理**，避免浪费资源

分布式协调服务**Zookeeper** 面向消息的中间件**Kafka**

➤ **统一接口**

使用**RESTful**接口，以HTTP协议访问



调研之前实验监控系统，结合JUNO实际情况，完成设计方案

- 目的：实现**实时**、**准确**、**全面**的DAQ信息的展示
实现**有效**、**全面**的动态监测

- 功能性需求：**运行控制**（各个组件同步进行状态转换）

日志信息

运行状态显示与运行参数显示和修改

图形显示（数据流曲线，直方图）

支持**动态监测**参数、支持自动校验

提供在线评估，**故障分析**显示，发布**警报**

- 非功能需求：安全性需求

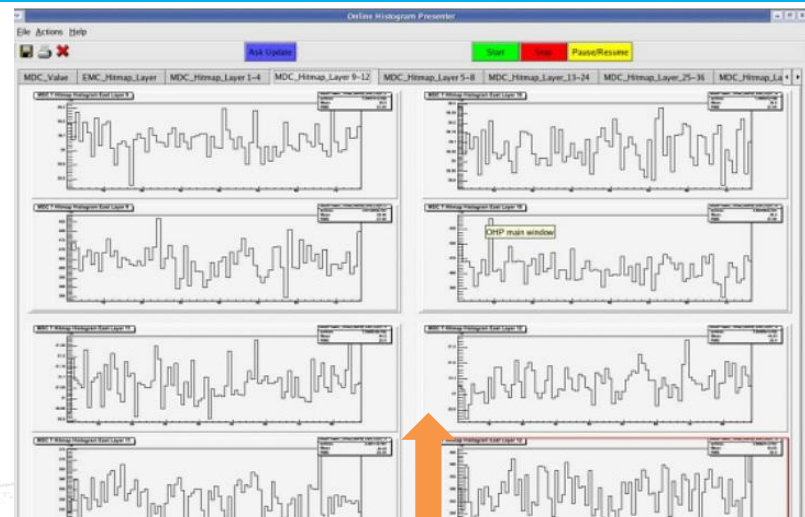
登录自动获取权限

性能需求

可操作性

可靠性

耦合性



调研大亚湾和BESIII的监控系统

Run control panel

Run parameter panel

Run control tree

Individual controller control panel

系统根据用户角色的不同实现不同的功能

值班人员

实时监控整个系统的运行状态

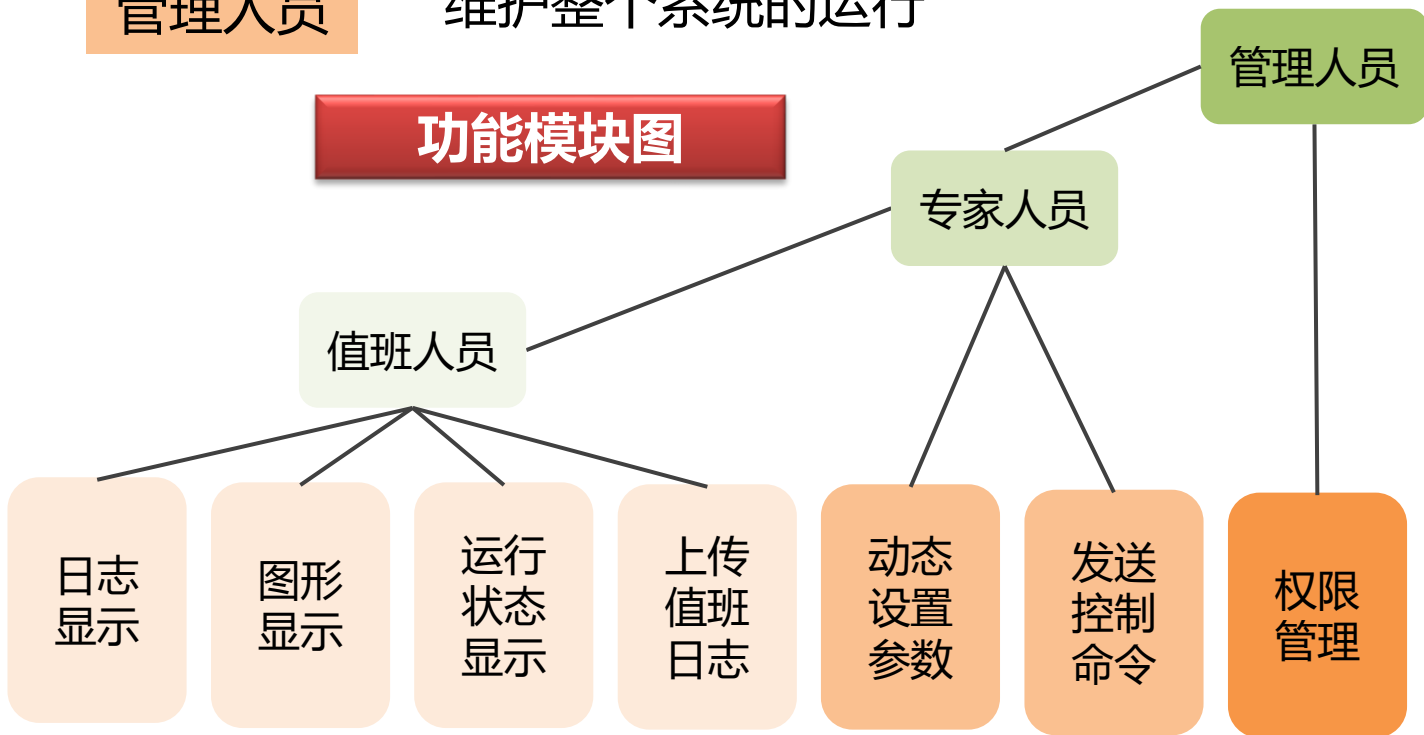
各类专家

观察各系统的性能和数据质量

管理人员

维护整个系统的运行

功能模块图



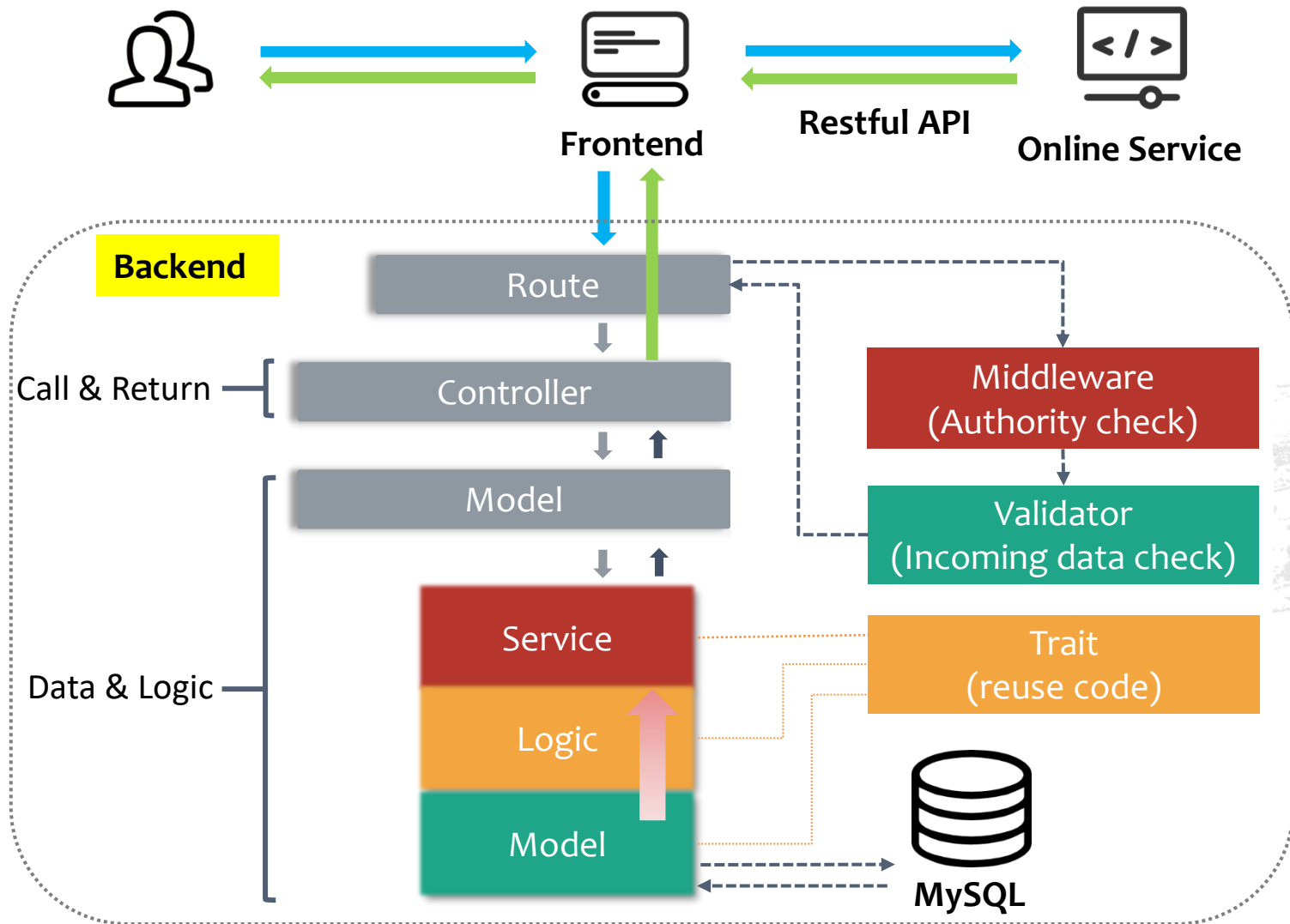
模块化设计 松散耦合，独立运行

- ◆ 信息系统模块
- ◆ 消息报告模块
- ◆ 运行控制模块
- ◆ 图形显示模块
- ◆ 用户权限模块

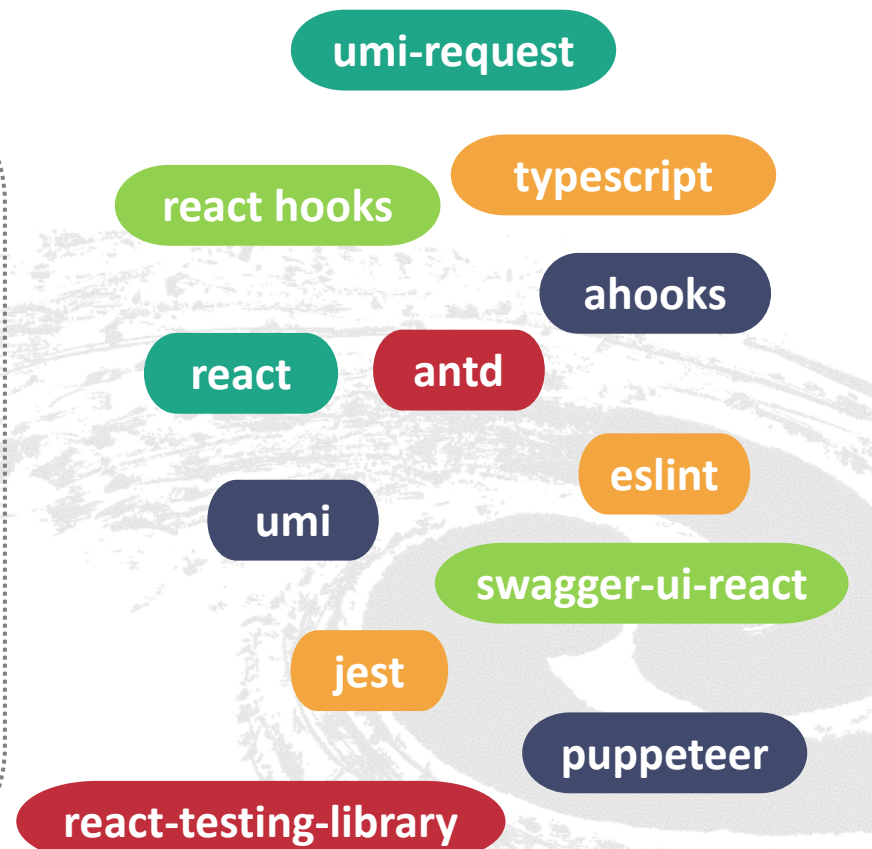


02JUNO-DAQ远程监控系统的总体设计

相关技术



工具库



03 JUNO-DAQ远程监控系统的部分实现

运行控制

运行分区

运行控制

进程管理

配置管理

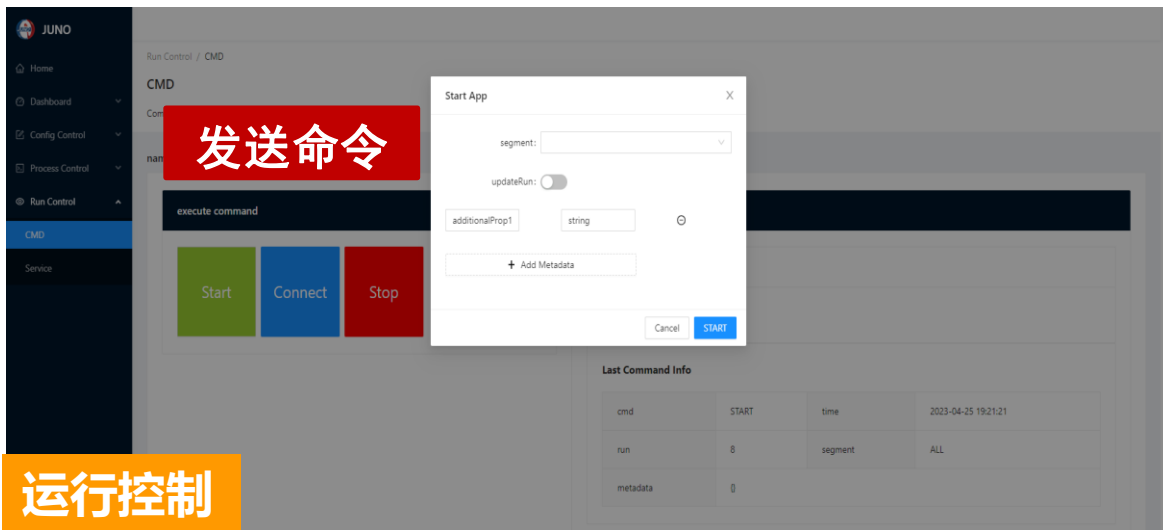
信息共享

- **运行分区:** 同时运行多套数据流软件
逻辑上实现**隔离**
- **运行控制:** **分发**命令
查看运行状态, 查看命令历史记录
- **进程管理:** 对进程进行**管理**和**监控**



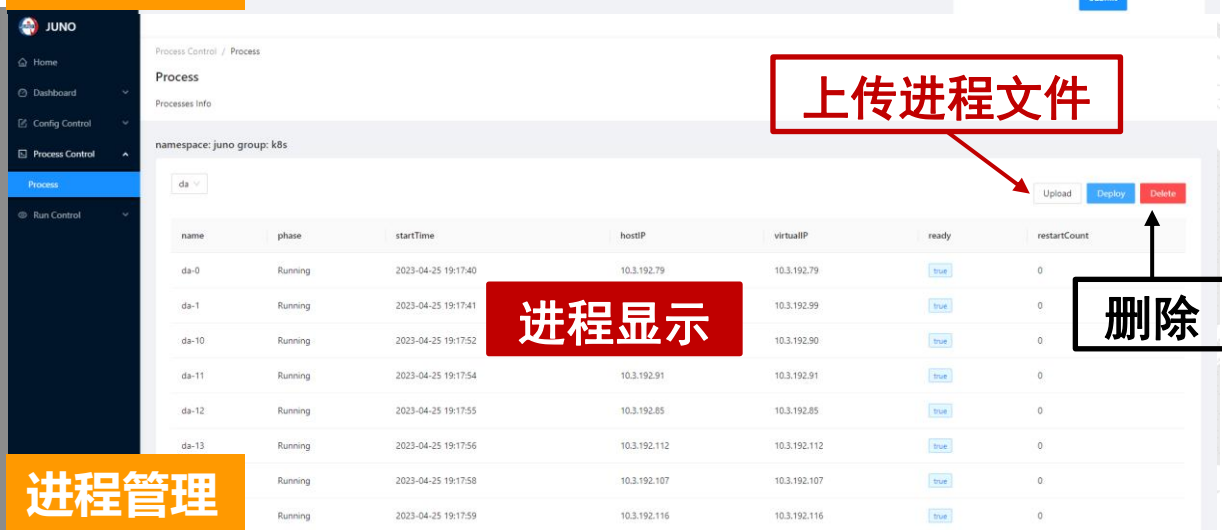
运行分区

显示分区



发送命令

运行控制



上传进程文件

进程显示

删除

进程管理

03 JUNO-DAQ远程监控系统的部分实现

日志信息

运行分区

运行控制

进程管理

配置管理

信息共享

➤ 配置管理

查看或创建配置信息，配置发布，配置归档

➤ 信息共享

数据流软件日志，数据流运行软件参数

进程运行状态

支持动态监测参数的变化√

信息共享

APP运行状态

进程状态

日志 Fatal级别

在监控系统中完成数据流的启动和停止

配置管理

配置显示

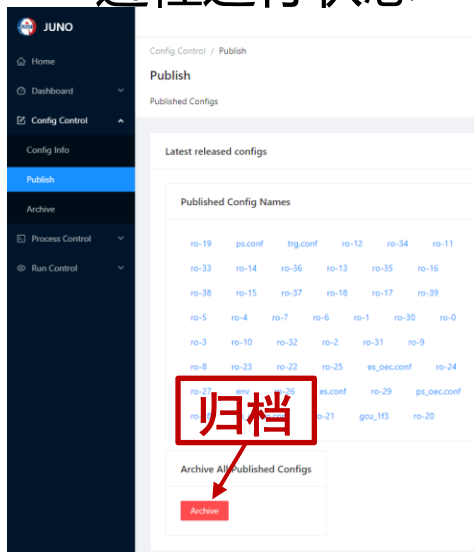
发布

撤回

删除

归档

上传



➤ JUNO探测器实时运行状态3D图显示

动态监测探测器的一些重要参数的变化

探测器读出异常报警显示

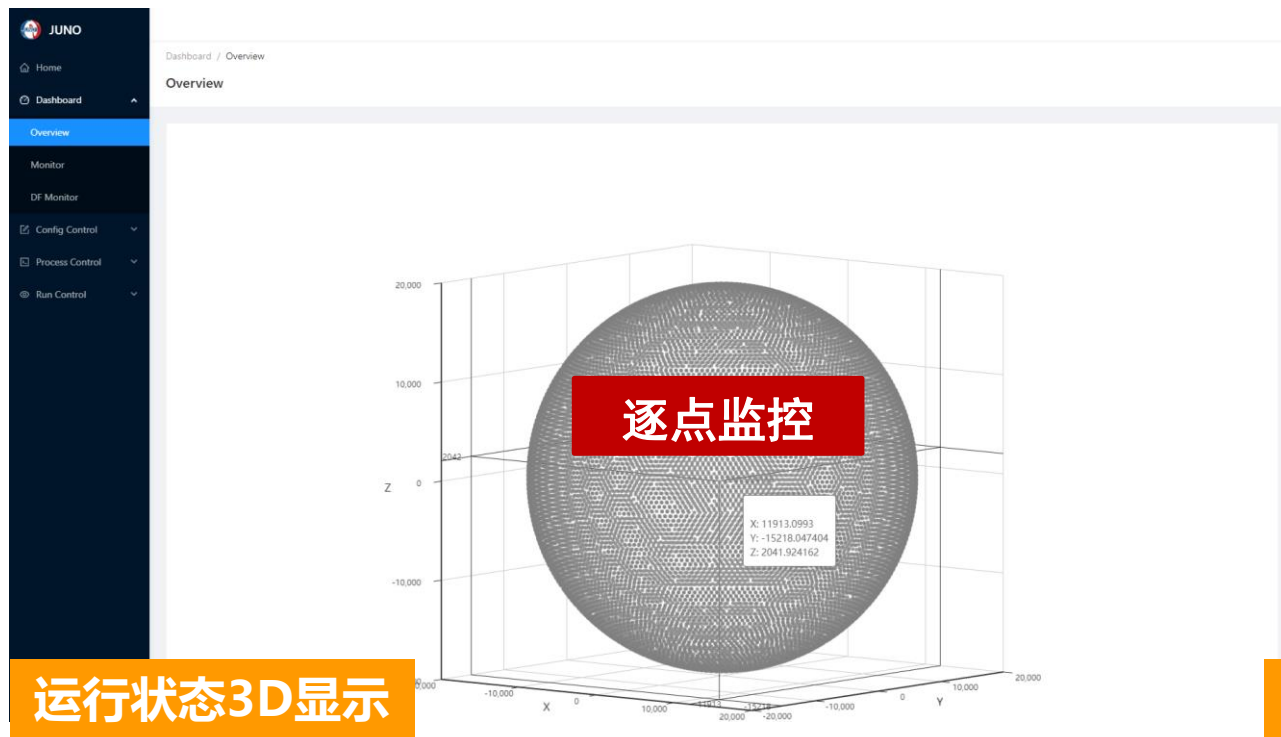


运行探测器数量，异常探测器数量显示

➤ 系统使用说明界面

具备友好的软件界面

操作简单化



运行状态3D显示



使用说明界面

03 JUNO-DAQ远程监控系统的部分实现

图形显示模块

➤ **数据流曲线显示:** 单曲线和多曲线数据流图形

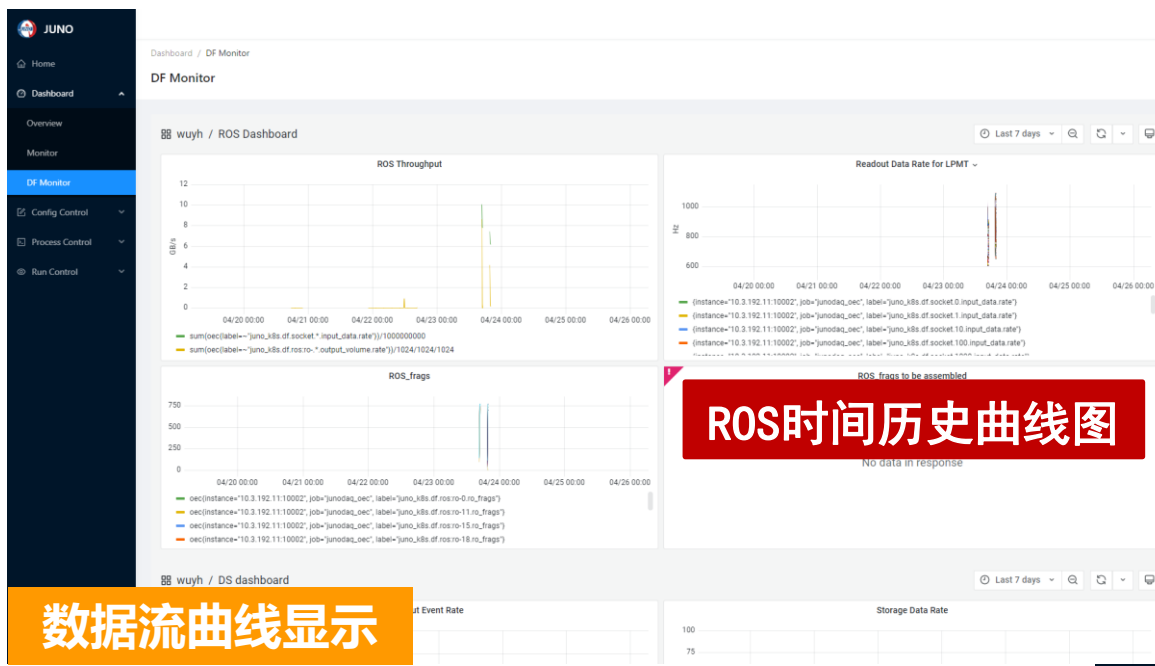
对曲线进行**局部放大**查看

➤ **直方图显示:**

直方图是高能物理实验中广泛使用的完成在线数据质量检测任务的工具

参考直方图和实时直方图

减轻值班人员工作量



数据流曲线显示



直方图显示

检查后及时作出诊断并发出报警

03 JUNO-DAQ远程监控系统的后续实现

用户权限模块

- **目的：**控制用户的权限，实现为不同级别的用户提供不同的功能
- **级别：**值班人员、专家人员、管理人员

为各级用户设置密码保护

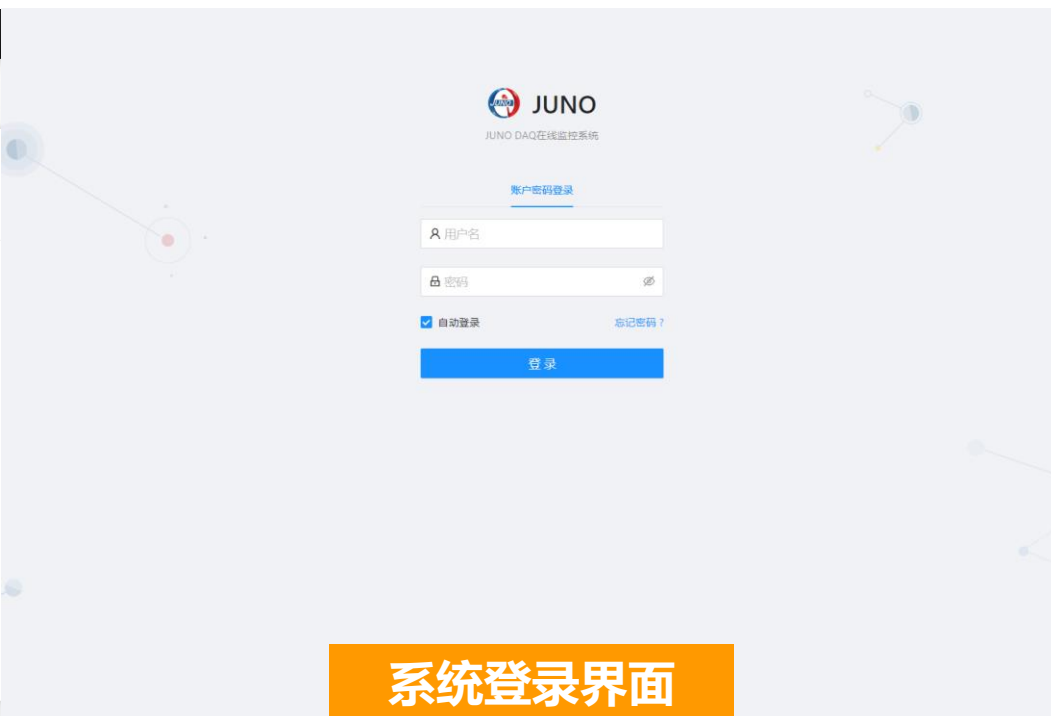
提供用户无感身份认证，使用IHEP SSO登录，无需注册新账号，无需考虑身份角色



加载页显示



高能所统一认证



系统登录界面

03 JUNO-DAQ远程监控系统的后续实现

➤ 进一步实现JUNO-DAQ远程监控系统

完善和优化实时运行状态的3D显示

异常自动检测

实现参考直方图与实时直方图**自动检验** 

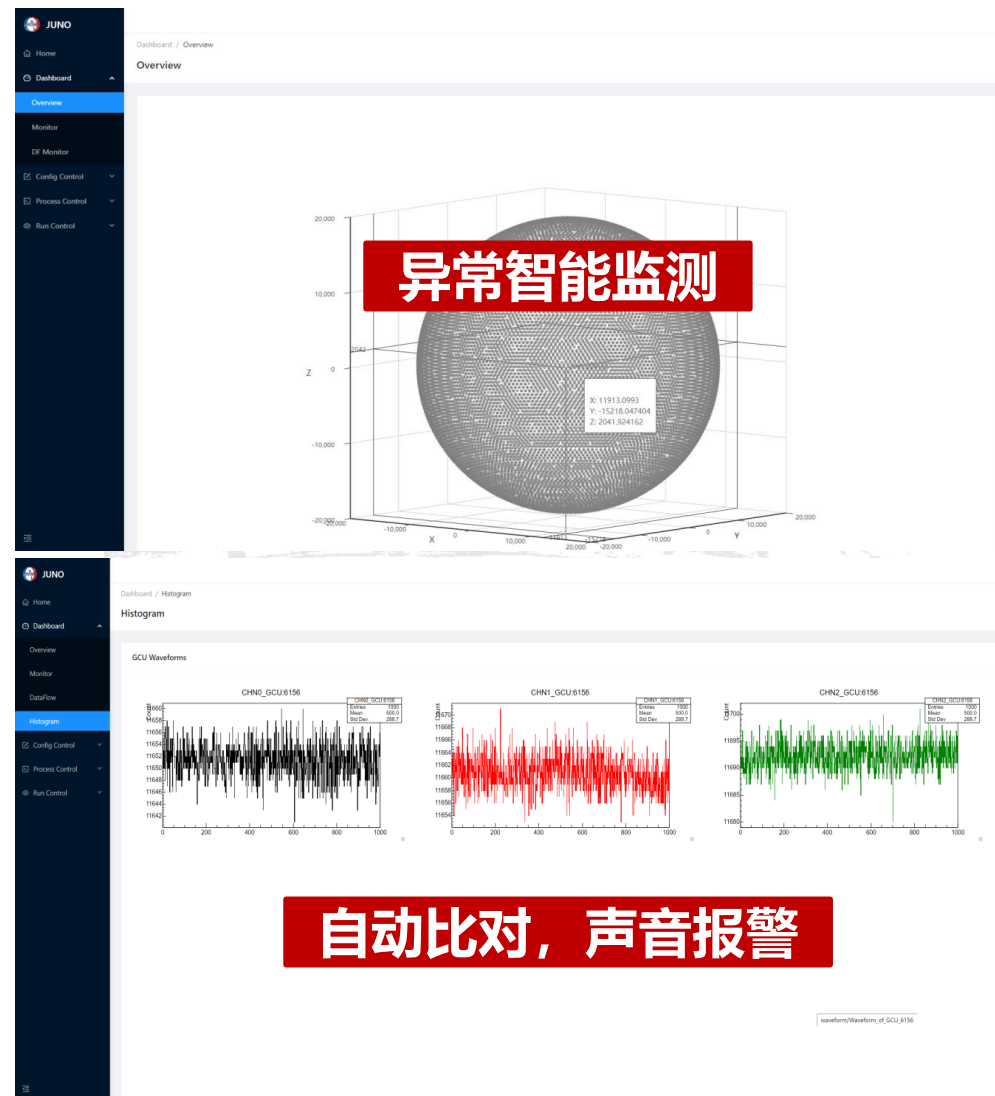
发布**报警**信号 

实现**在线评估**，故障分析显示 

启用**离线**的应用

提升系统性能，实现快速交互响应

在终端用户的有益反馈中逐渐走向完善





谢谢大家!