

2024年度考核报告

李飞

正高级工程师

触发与数据获取组，组长

2024.11.20

报告提纲

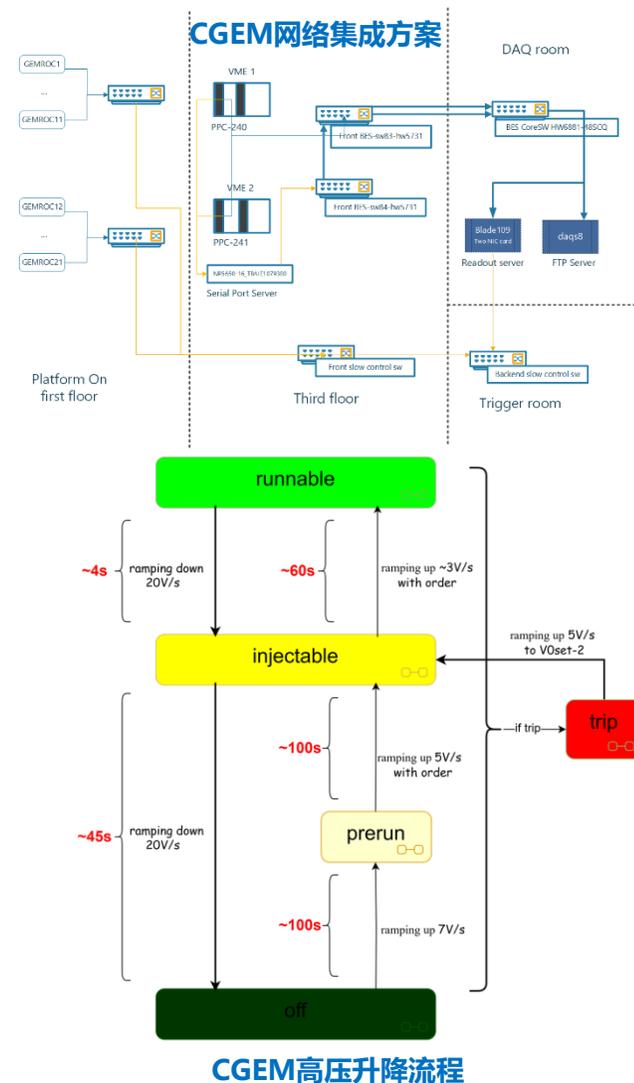
- 一、行政组管理
 - 1、组内承担工作
 - 2、本年度任务完成情况
 - 3、人员队伍与工作安排
 - 4、发表学术论文或创新性突出贡献
 - 5、学术发展规划、学术交流、经费情况
- 二、本人本年度科研任务完成情况
 - 1、本人研究工作
 - 2、本人研究成果与经费情况
- 三、存在问题
- 四、下年度工作计划

1、组内承担工作

- 现有实验触发与数据获取系统运行维护
 - BESIII触发、数据获取与慢控
 - LHAASO数据获取
 - CMS端盖RPC后端触发电子学
- 新实验触发与数据获取系统研制
 - JUNO/TAO实验数据获取与探测器控制
 - CMS Phase II升级iRPC探测器后端触发电子学
 - HEPS硅像素探测器数据获取系统研制
- 新实验和探测器预研
 - CEPC refDet TDR TDAQ编写和技术预研
 - CEPC顶点和径迹探测器预研数据获取
 - LACT和HUNT探测器预研数据获取

2. 本年度任务完成情况 — BESIII

- 通用设备、环境与安全 (郑建平、陈玛丽)
- DAQ运维与升级 (李飞、陈玛丽、季筱璐、曾婷轩)
 - CGEM软件开发, 完成实验室联调, 现场集成调试中
 - MDC维改硬件采购部署
- 慢控运维与升级 (马斯、张银鸿、闵建、叶梅)
 - CGEM慢控软件开发和联调: 高低压、气体、温湿度
 - 束流管拆除和测试相关
- 触发系统的运维和升级 (赵京周、龚文煊、刘振安、董胜)
 - 完成MDC触发前端板(MFT)第一版单板测试, 第二版设计中
 - 完成EMC触发前端板(TCBA)第一版测试, 固件测试中
 - 触发核心板9U第一版测试中, 6U设计中, CGEM触发信号调试



总体运行稳定, 但硬件故障增多。年底前要完成CGEM集成调试, 维改升级开发进展顺利

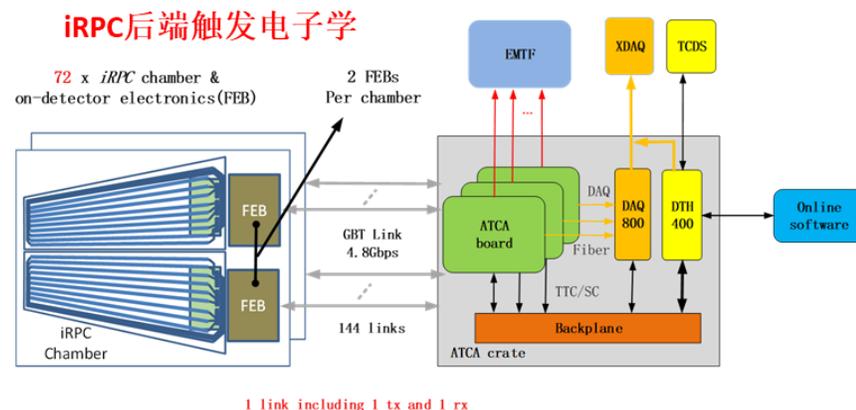
2. 本年度任务完成情况 — CMS

■ RPC端盖触发运行 (刘振安、赵京周、龚文煊)

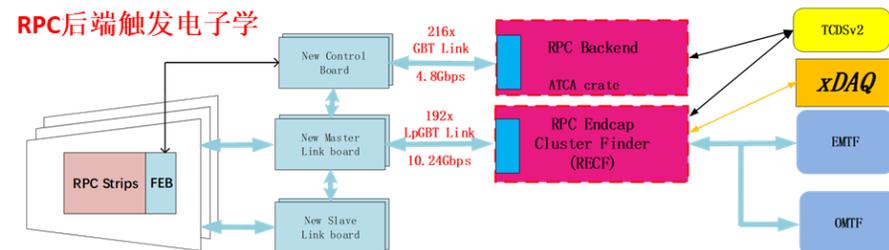
- 现场oncall正在移交给CMS物理组

■ Phase-II升级, RPC/iRPC后端触发电子学

- 触发电子学设计方案通过CMS评审
- iRPC完成新版簇查找算法的开发及束流测试验证
- 参与核心serenity板卡的开发
 - 开始小批量生产



ATCA Serenity样板

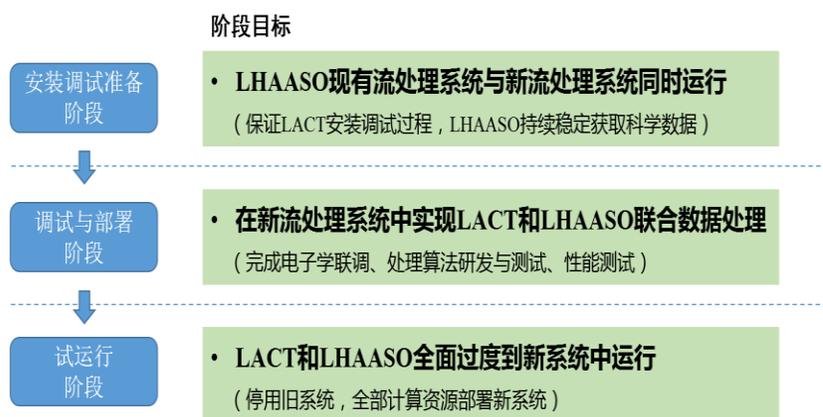


完成Phase II升级中触发电子学系统设计方案和评审, 完成簇团查找算法开发及测试

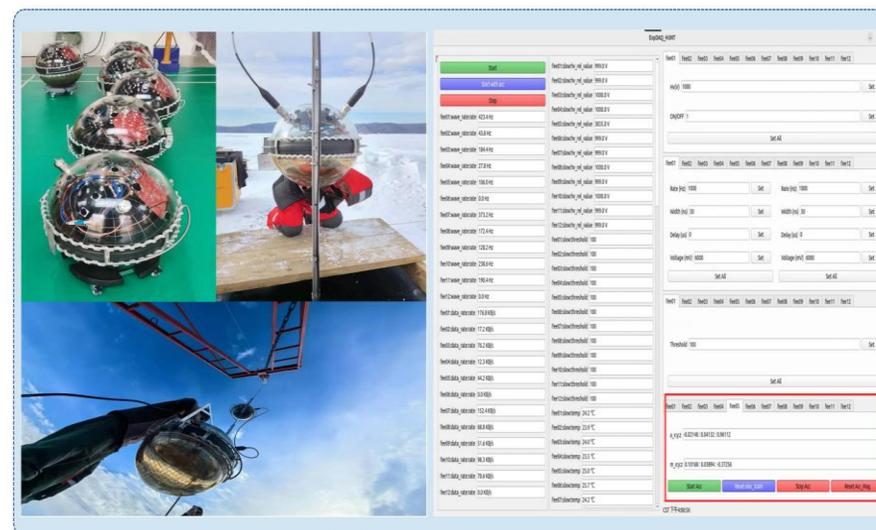
2. 本年度任务完成情况——天体项目

■ LHAASO数据获取系统运行（顾旻皓）

- 常规取数运行相对稳定，高原环境硬件故障率较高



目标：实现联合数据获取与在线数据处理，同时**不能影响LHAASO科学运行**

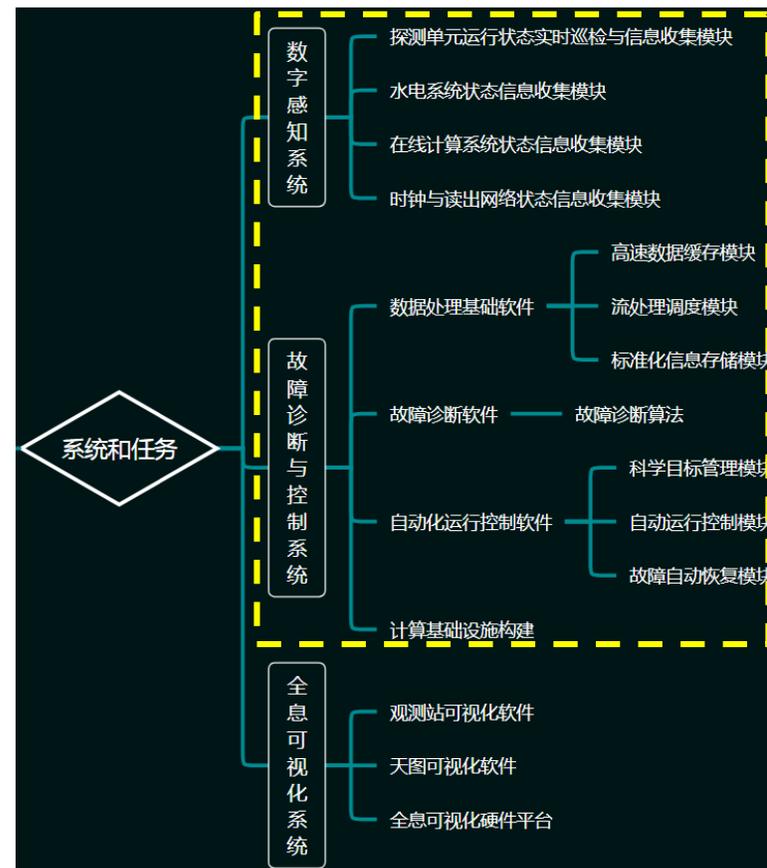
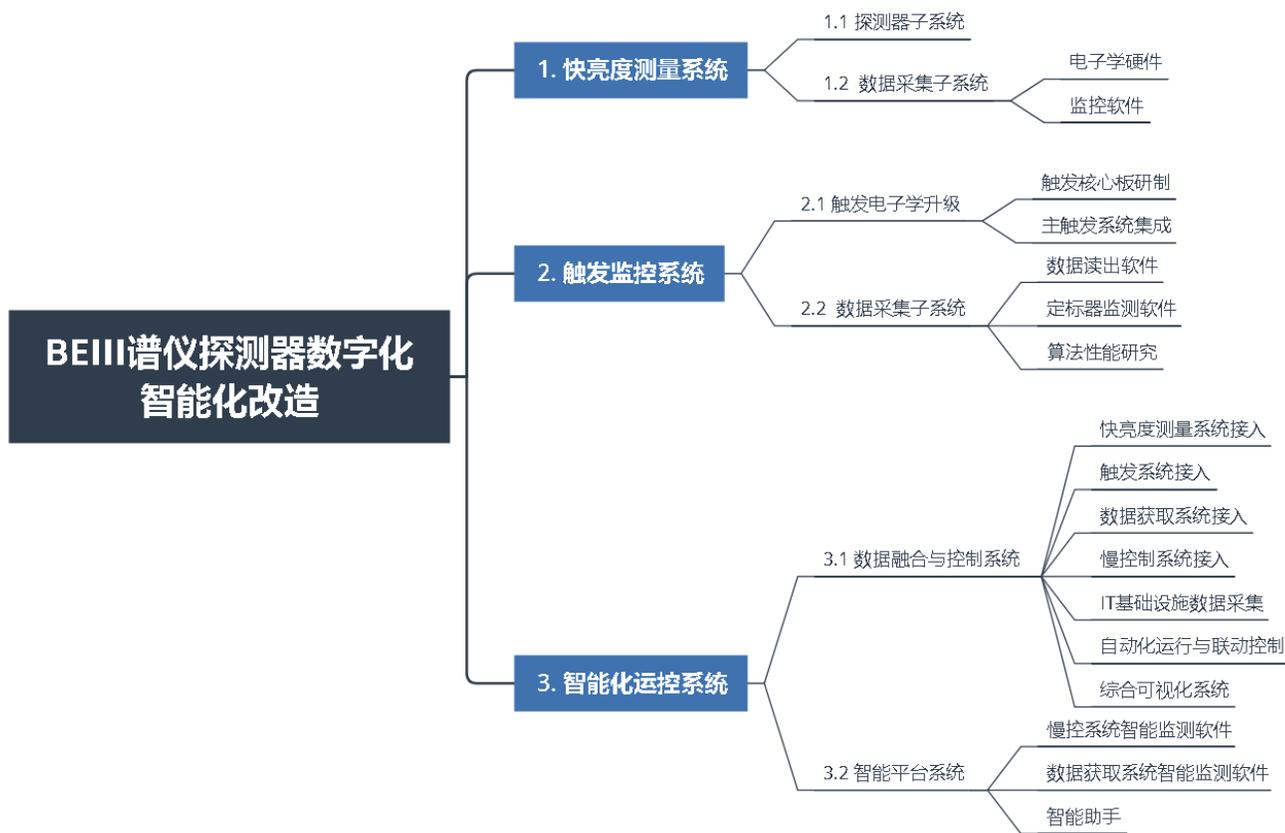


■ LACT项目预研，申请获批（230万，+马斯）

■ HUNT预研贝加尔湖实验数据获取

常规运行基本稳定，相关项目开展通用软件开发和新架构预研

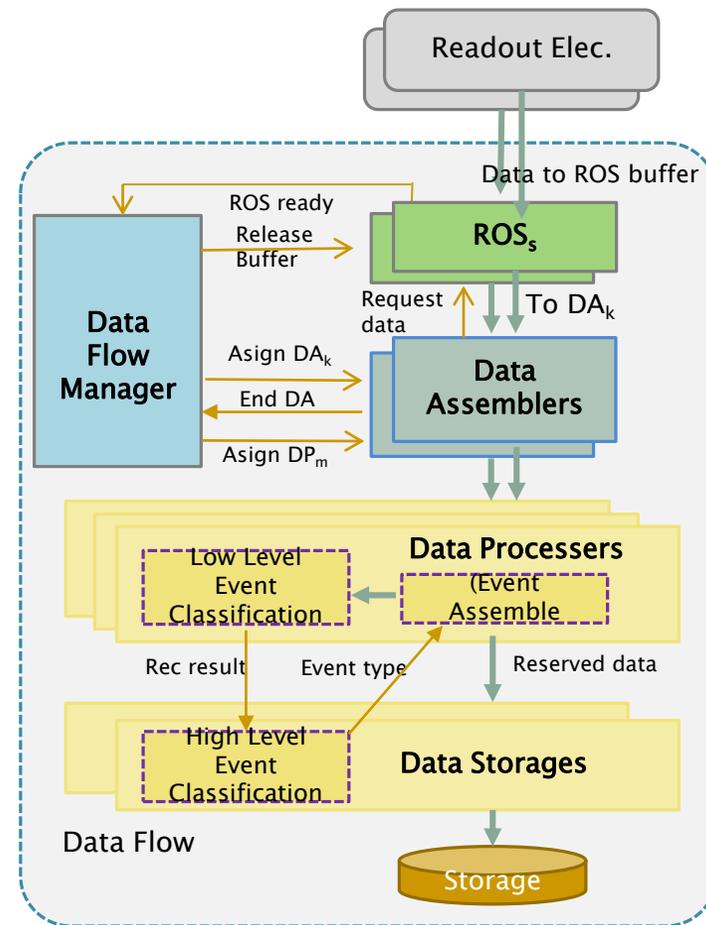
2. 本年度任务完成情况 — 数字化智能化改造



BESIII（李飞765万）和LHAASO（顾旻皓318万）两项申请获批，准备初设和概算评审

2. 本年度任务完成情况—JUNO-DAQ

- 系统研制进展（李飞、季筱璐、曾婷轩）
 - LPMT(TQ&waveform)和触发(CTU&MM)完成集成
 - SPMT完成联调和独立取数，等固件更新后合并取数
 - 完成CCSN超新星警报响应功能开发和现场测试
 - 可以接收CTU和MM两个硬件的alert
 - 并响应保存alert时间前后共120秒原始TQ数据
 - 正在联调开发
 - TT：数据读出和控制接口联调完成，等待安装调试
 - 刻度系统：接口和交互协议联调中
 - 大亚湾电子学：开发新主机程序，实现多机箱独立取数



完成大部分功能开发，完成主要系统集成，满足灌水运行和全系统调试要求，紧张推进完善中

2. 本年度任务完成情况—JUNO-DAQ

■ 三次软件发布

■ V2.3 (Jan. 2024, OEC v0.2.11)

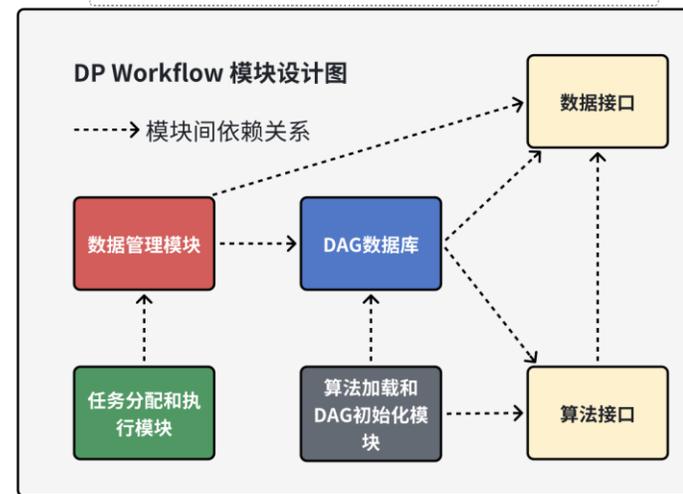
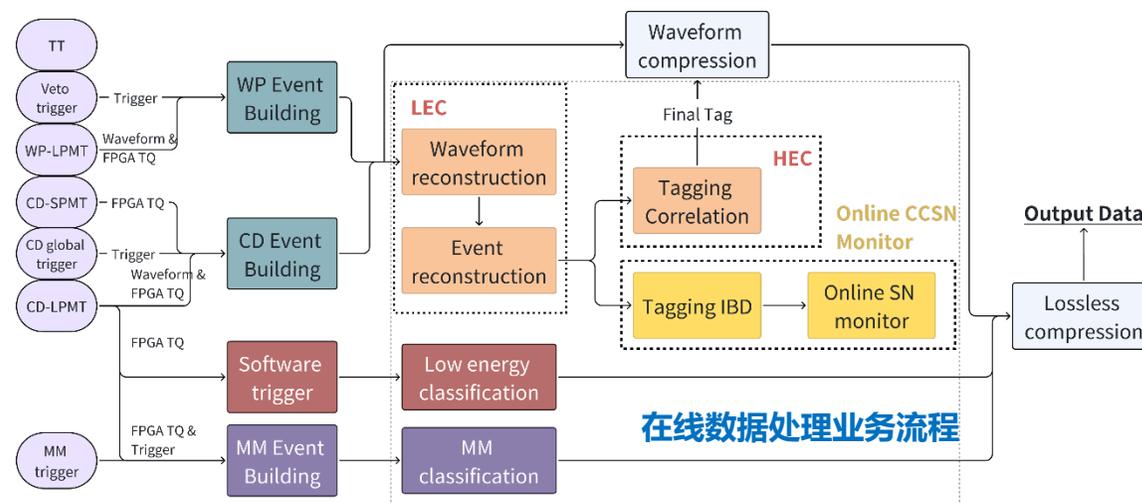
- 联合运行：LPMT波形和TQ
- 更新数据格式版本v2.0

■ V2.4 (Jun. 2024, OEC v0.2.19)

- 联合运行：LPMT+SPMT + (CTU & MM)
- 基于触发时间戳组装事例

■ V2.5 (Oct. 2024, OEC v1.0)

- CCSN alert原始TQ数据保存，MM事例组装
- 数据处理组件重构，支持多种算法自动调度

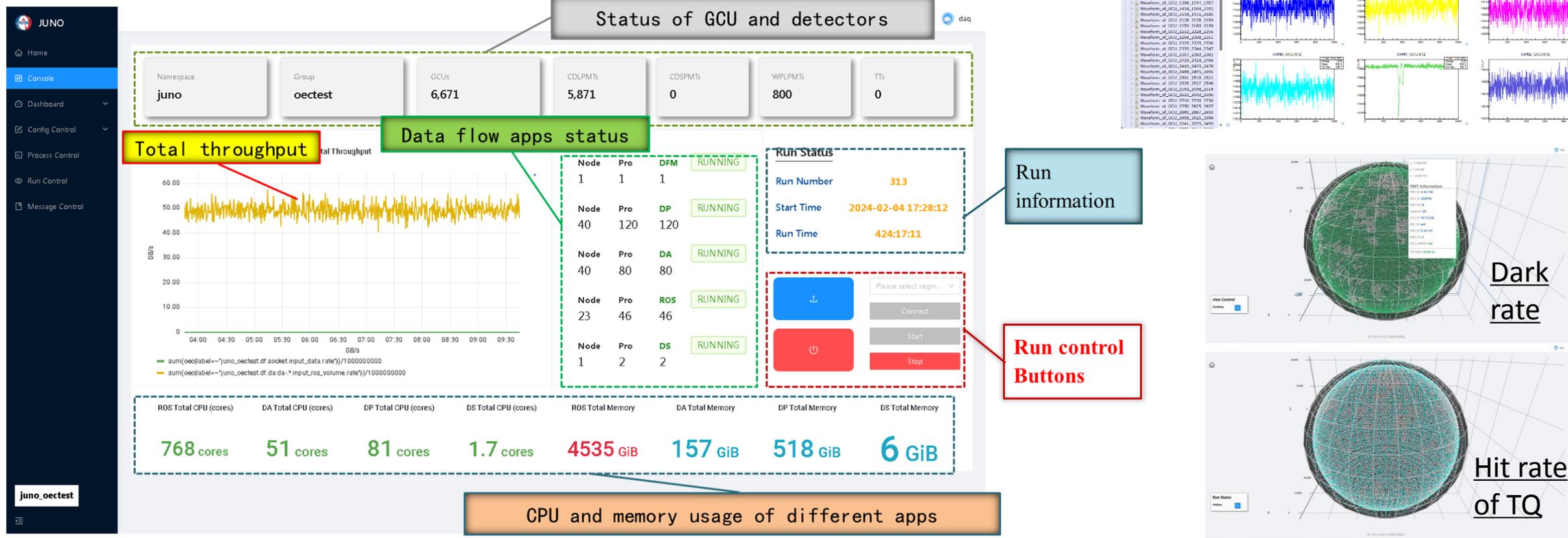


完成多种数据流的开发和升级，并实现不同的处理流程

基于DAG有向无环图的自动业务调度框架

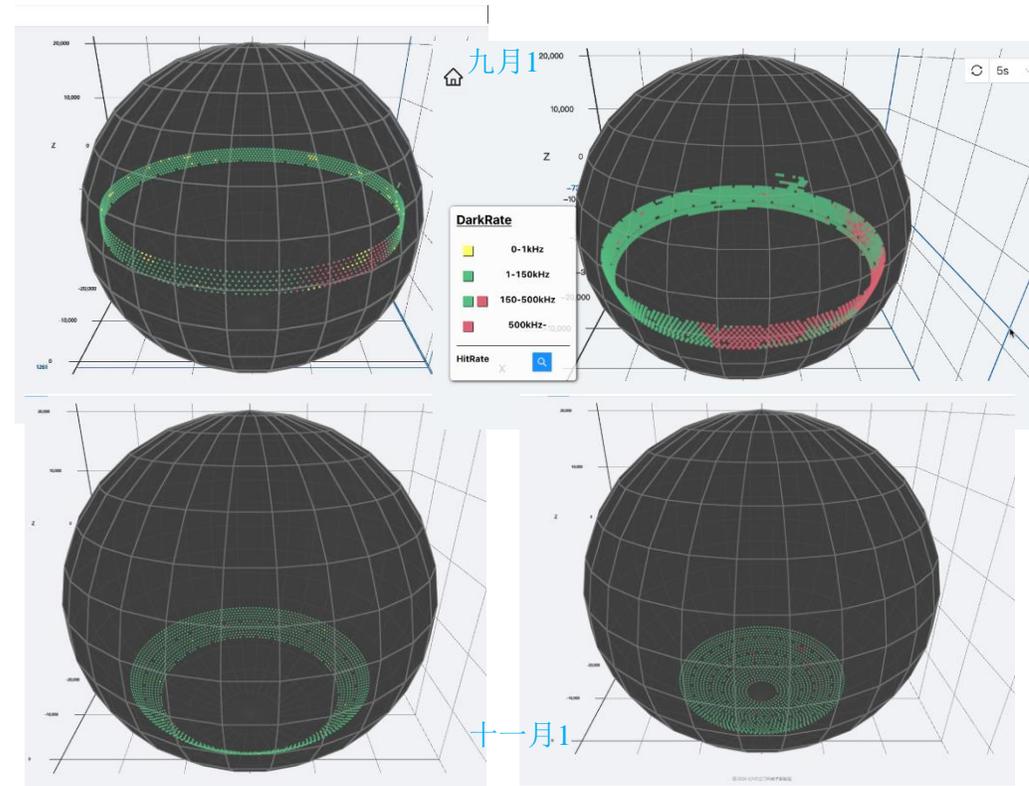
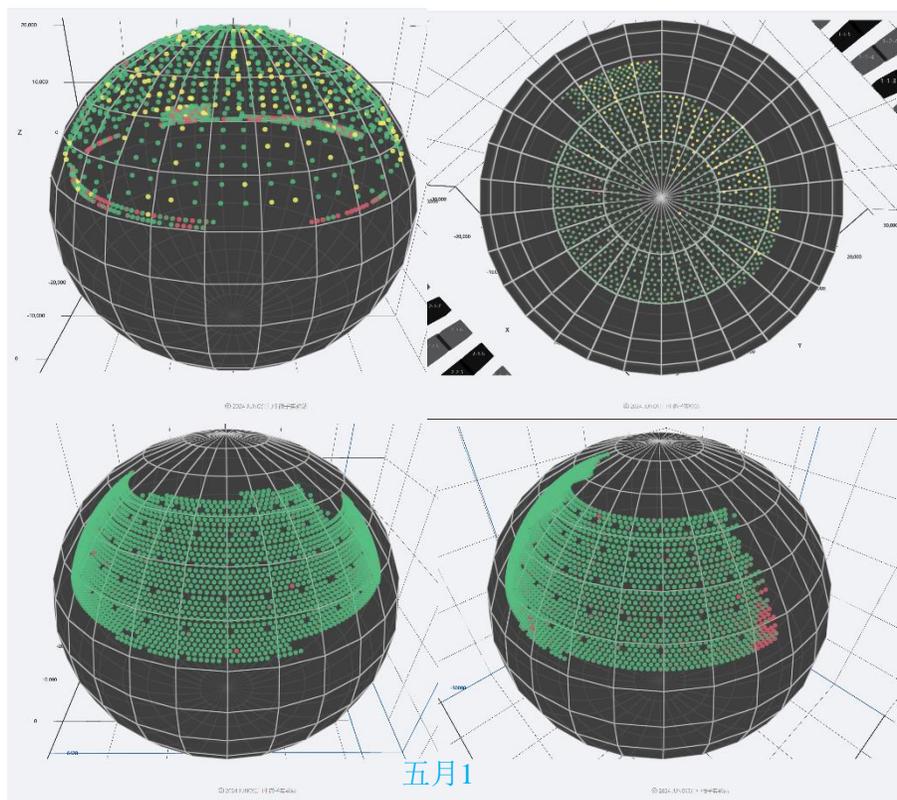
2. 本年度任务完成情况—JUNO-DAQ

■ 升级了更丰富的监控功能页面



2. 本年度任务完成情况—JUNO-DAQ

■ 完成多轮现场联调测试和避光取数



2. 本年度任务完成情况—JUNO-DCS

■ DCS系统研制 (叶梅、刘生辉、黎晃)

HV, LV Control GUI

Real-time 3D HV monitoring

DCS Monitor Web

id	datetime	Temp	u0_1hr	u0_2hr	u0_3hr	u1_1hr	u1_2hr	u1_3hr	u2_1hr	u2_2hr	u2_3hr
1	2024-05-27 00:29:56	27.93	16.84	14.82	16.00	16.07	13.46	16.00	16.06	16.34	16.00
2	2024-05-27 00:30:56	28.55	16.84	16.34	16.00	16.07	11.99	16.00	15.33	20.29	16.00
3	2024-05-27 00:32:25	29.16	16.84	15.41	16.00	16.07	12.43	16.00	16.06	20.29	16.00
4	2024-05-27 00:34:28	29.90	16.84	17.85	16.00	16.07	13.46	16.00	16.06	20.78	16.00

CPU Utilization (max) : ~25.7%
Data Sent(max): 25.94Mbps
Data Received(max): 27.79Mbps

完善电子学高低压设备本地和远程监控联调开发，集成多个系统状态网页监测

2. 本年度任务完成情况—CEPC

■ 基线探测器设计

- 七种子探测器
- 触发前数据量最大数个TB/s

■ 默认触发方案

- L1 + HLT
- 触发率13~400kHz
- 读出数据率26~800GB/s

■ 人员调配

- 职工9人，学生4人

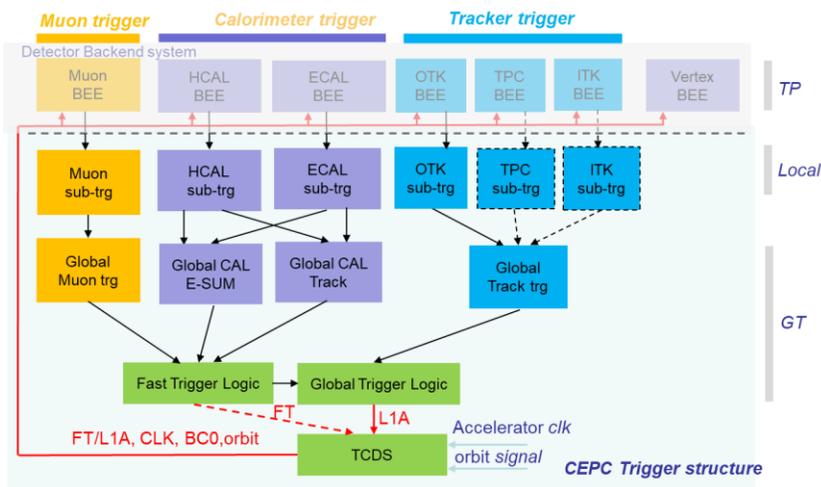
■ 预研经费400万

	Higgs	Z(10MW)	Z(50MW)	W	tt
Luminosity(10E34/cm2/s)	8.3	38	192	26.7	0.8
Bunch space(ns)	346.2	69.3	23.1	253.8	4523.1
Bunch cross rate(MHz)	1.34	12	39.4	6.5	0.18
Raw data rate before trigger(TB/s)	0.4	3.6	11.8	1.95	0.048
Physical event rate(kHz)	0.008	13.2	66	0.1	0.002
L1 trigger rate(kHz)	13	120	400	65	2
DAQ readout rate(Gbyte/s)	26	240	800	130	4
High level trigger rate(kHz)	1	25	100	6	1
DAQ storage rate(Gbytes/s)	0.3	7.5	30	1.8	0.3

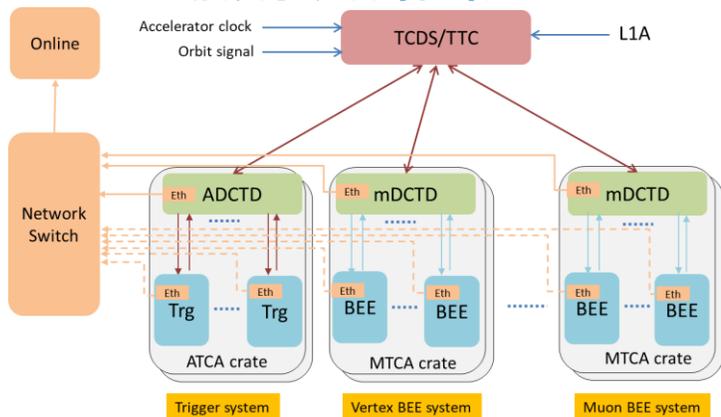
初步估算基准：Raw data size 300 Kbytes/bunch cross
Readout event size 2 Mbytes /event

春节后积极召集和调配组内人员，加速推进研究和设计

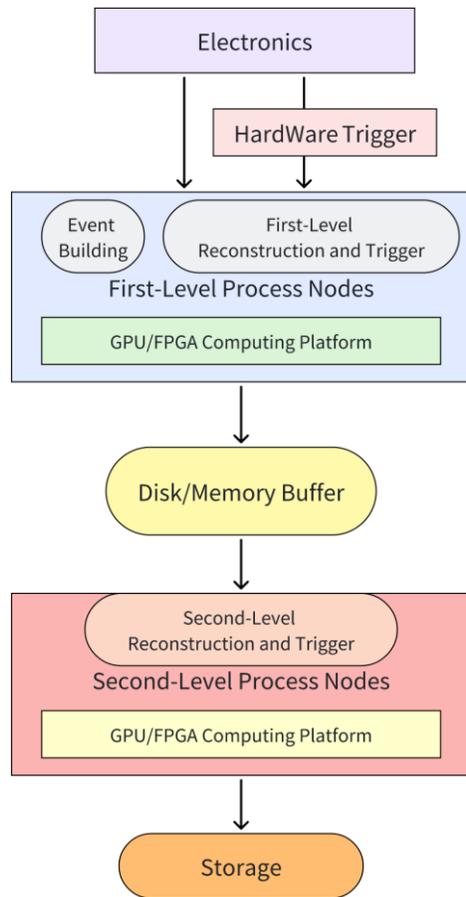
2. 本年度任务完成情况—CEPC



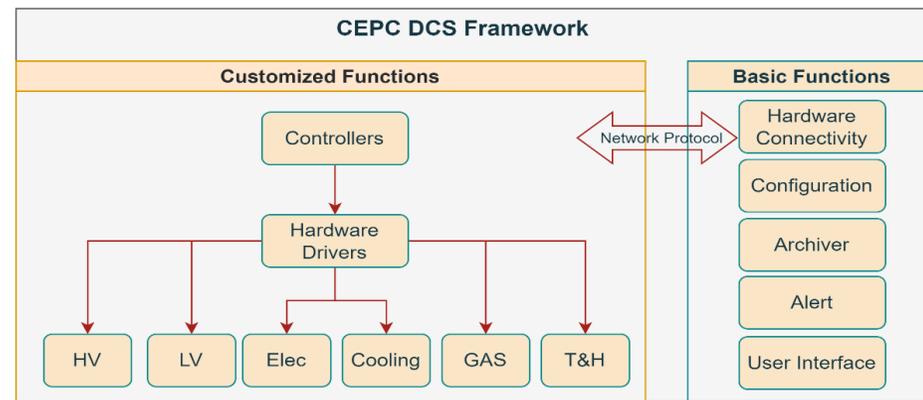
触发系统设计框架



触发快控信号及时钟分发系统设计框架



DAQ系统设计框架



探测器控制系统设计框架



实验控制系统设计框架

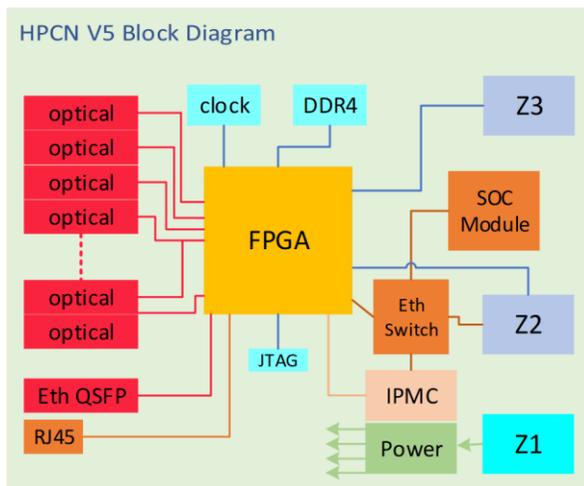
完成方案设计和评审，正在细化设计和TDR

2. 本年度任务完成情况—CEPC

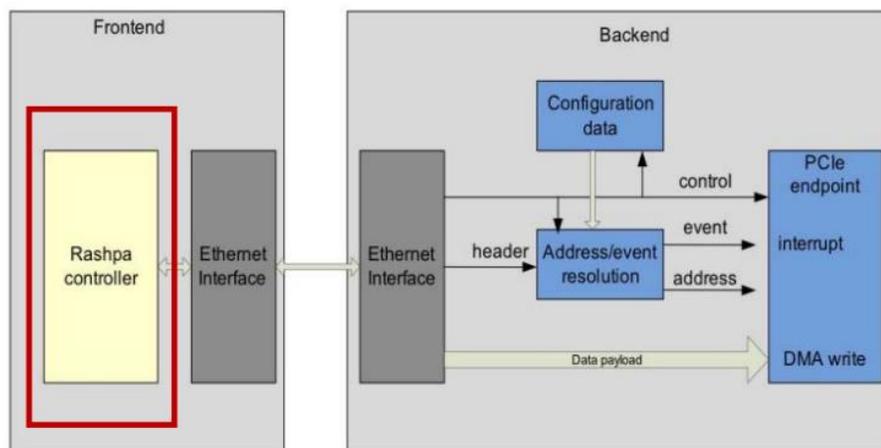
■ 启动多个预研方向

■ 触发模拟和算法，异构计算框架软件 (RADAR)

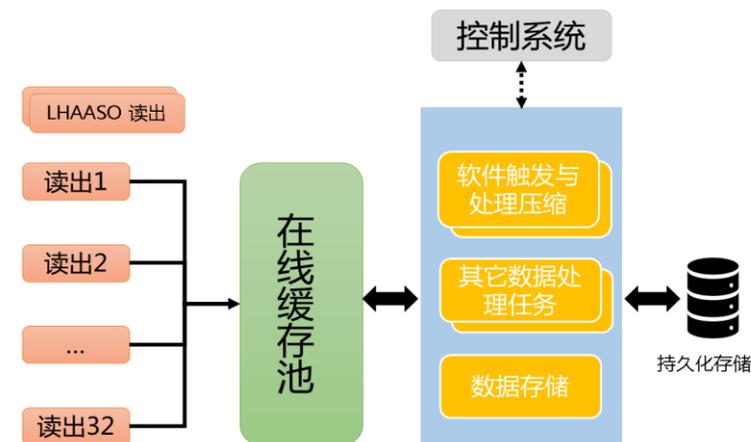
heteRogeneous Architecture of Data Acquisition and pRocessing



触发通用核心板
兼容国产FPGA
单通道16~25Gbps



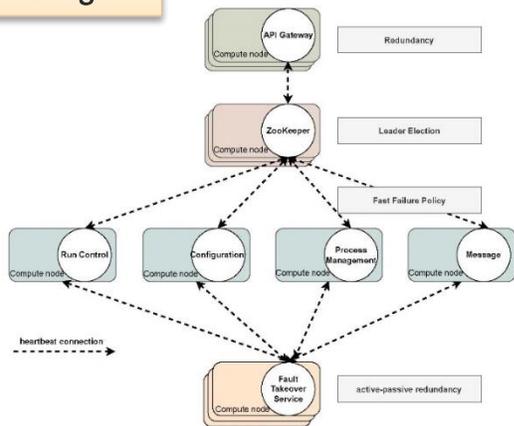
基于FPGA 的RDMA传输研究



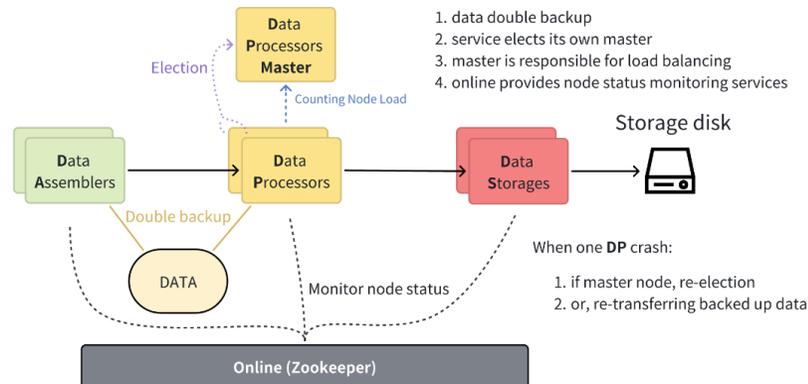
基于内存缓冲池的处理架构研究

2. 本年度任务完成情况—新技术研究

Online HA Design



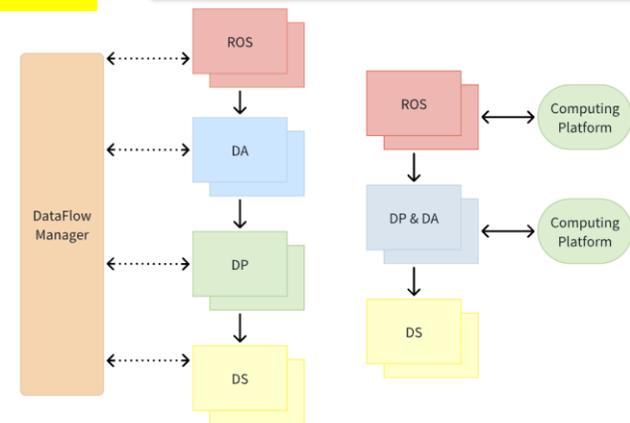
Dataflow HA Design



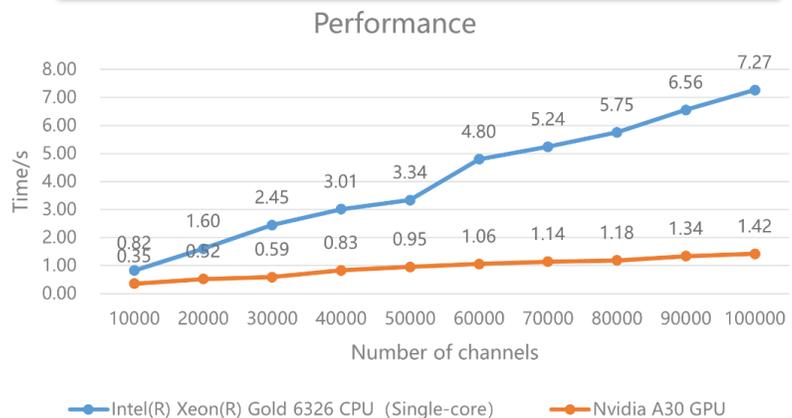
高可用和软件架构升级

- High Availability (HA):
1. data double backup
 2. service elects its own master
 3. master is responsible for load balancing
 4. online provides node status monitoring services
- When one DP crash:
1. if master node, re-election
 2. or, re-transferring backed up data

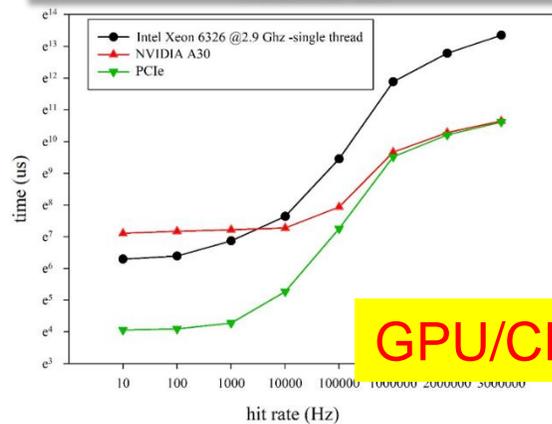
Hierarchical Computing Strategy



GPU based online waveform reconstruction in JUNO

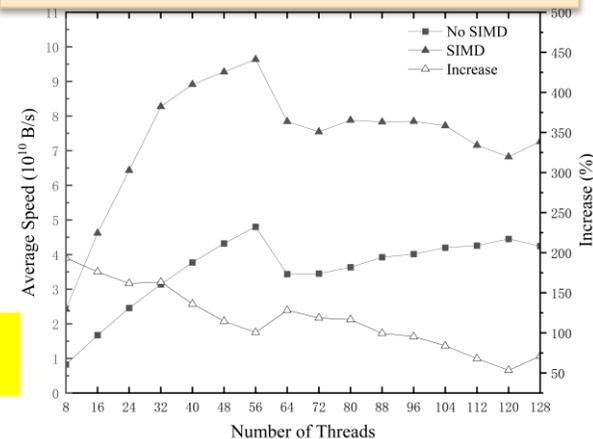


GPU based nHit trigger algorithm study



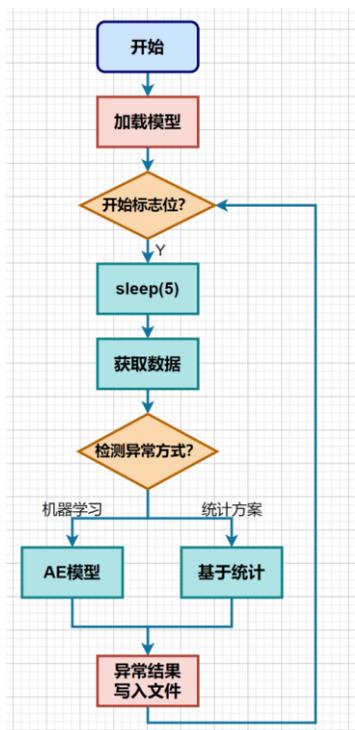
GPU/CPU算法加速

SIMD based CPU processing acceleration

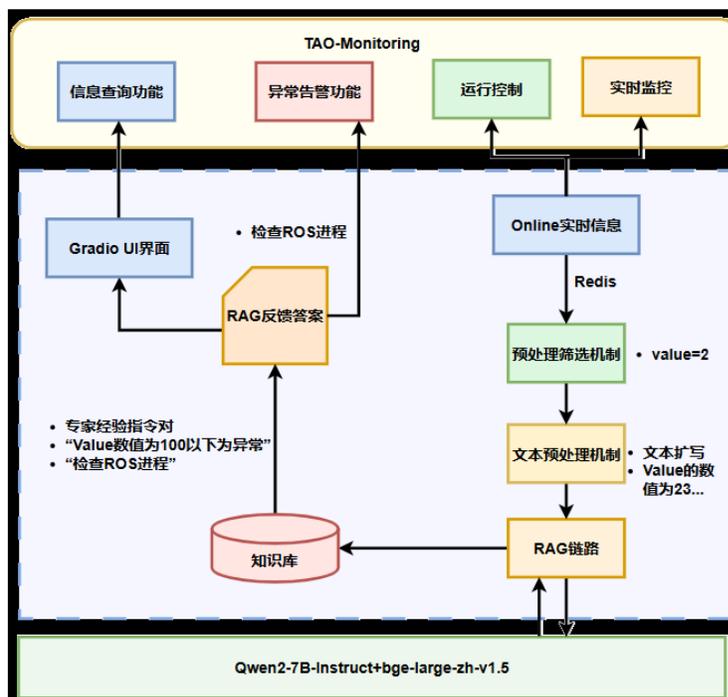
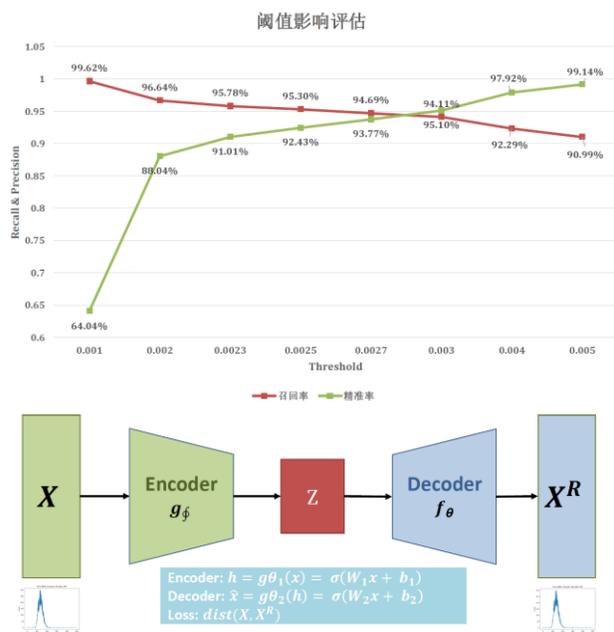


2. 本年度任务完成情况—新技术研究

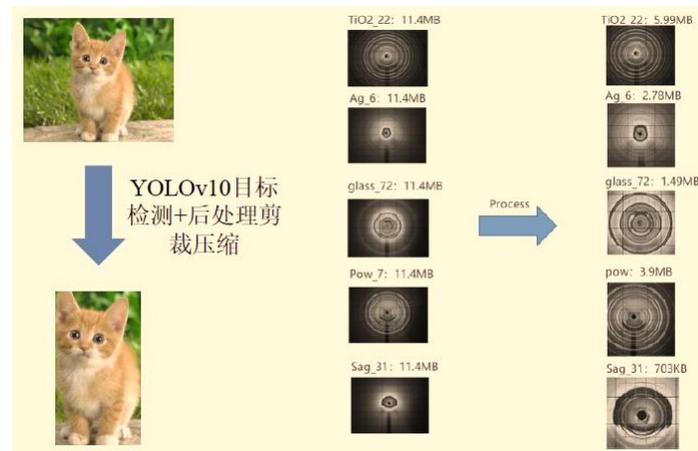
■ AI相关预研



JUNO基于自编码器(AE)模型的直方图异常检测研究



TAO基于LLM+RAG的值班助手研究



HEPS基于目标检测的图像数据压缩研究

3、 人员队伍和培养引进

■ 职工19人（返聘3人，平均年龄43.4）

- 正高5人，副高10人，中初级3人
- 科研助理1人：郭丽杰（返聘）

■ 工作方向(总计42人)

■ 数据获取24：(7) +17

- 朱科军、章红宇、李飞、季筱璐、顾旻皓、陈玛丽、曾婷轩

■ 触发10：5+5

- 刘振安、龚文轩、赵京周、陈博平（院百人引进）、董胜（博后留所）

■ 慢控8：(4+2) +2

- 张银鸿、叶梅、马斯、刘生辉、郑建平（返聘）、闵建（返聘将终止）、黎晃（外聘已离职）

■ 在读研究生24人

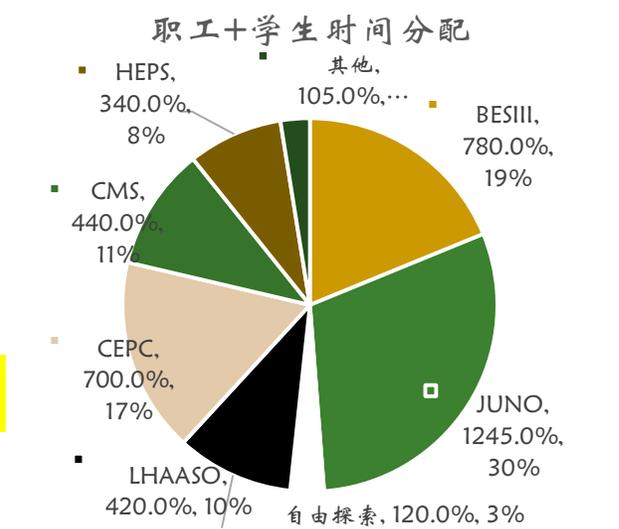
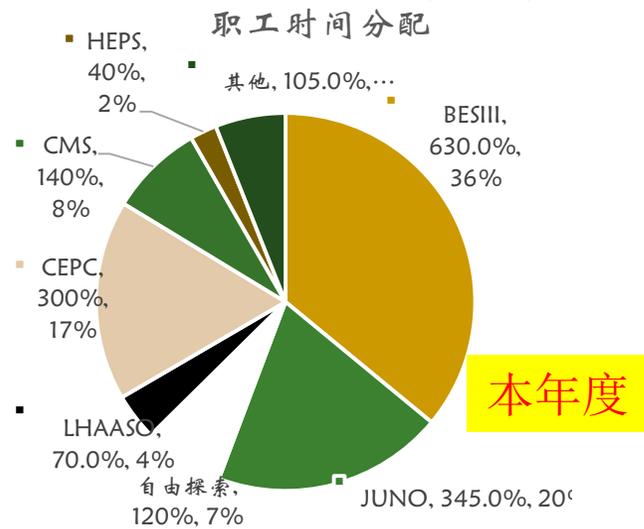
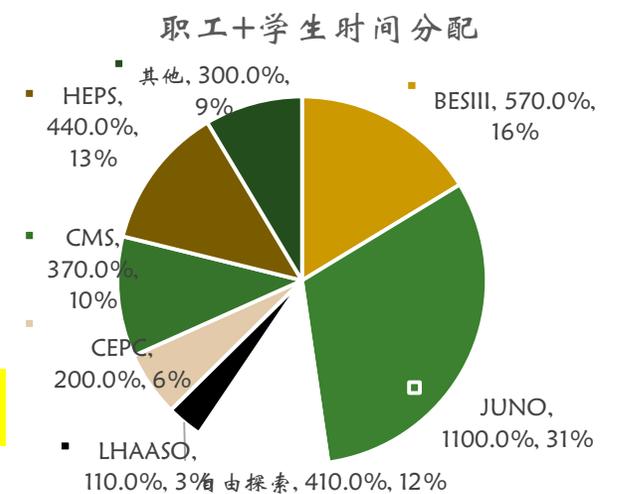
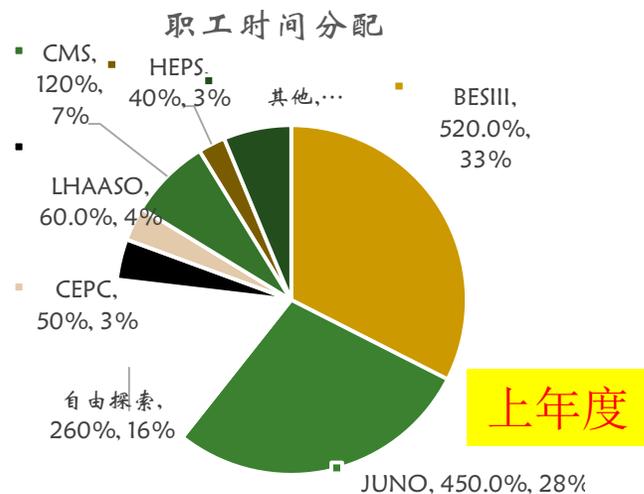
- 在所：博9+硕13
- 联培：硕士2
- 毕业1人，延期3人（博2）
 - 硕士：陈一鸣（散列）
- 今年入学3人

近两年数据获取学生多些，触发新进两职工缓解紧张，慢控缺人（计划25年招聘1人）

3、人员队伍和工作安排

- 主要人力投入在工程上
 - JUNO(30%)
 - BES(19%)
 - CEPC (17%)大幅增加
 - CMS、LHAASO、HEPS(29%)
 - BESIII职工多
 - 前两年学生较多
 - 明年毕业10人
 - 后年毕业6人

任务突增，人力需求增加，希望补充AI方向一人，另外增加非研究型的开发人员（外聘或实习生）、实验员或运维工程师



4、经费情况

■ 2024基金申请情况

- 季筱璐（面上）、顾旻皓（面上）、董胜（北京市）

■ 经费管理（原有经费3203万，新增1760万）

- JUNO（1000万）、BESIII（300万）、LHAASO（131万）
- 重点研发（赵京周690万，叶梅300万，季筱璐50万）
- 基金重点（刘振安130万、张银鸿10万）、青年基金（季筱璐30万）
- 院维改（赵京周322万，李飞88万），青促会（顾旻皓20万、赵京周20万）
- 国重（马斯10万，张银鸿10万），北京市（张银鸿92万）
- 发改委（李飞722万，顾旻皓318万）
- 河南省科院高能物理中心（李飞400万），四川发改委（顾旻皓230万）
- 所创新（季筱璐60万），国重（顾旻皓15万），横向（顾旻皓15万）

5、发表学术论文或创新性突出贡献

■ 期刊论文12篇

■ TNS接收11篇

- 陈超、张水涵、徐畅2篇、张航畅、吴寅慧、杨宣政、范少帅、刘生辉、黎晃、刘振安

■ RDTM接收1篇

- 张水涵

■ 特色

- 基于JUNO/LHAASO，面向CEPC的RADAR异构加速软件框架研究
- BESIII和CEPC通用触发核心硬件研制

■ 创新

- GPU加速和机器学习方向进展迅速
- 基于分布式内存缓存的新处理架构软件开发
- 基于FPGA的RDMA传输研究

6、学术发展规划与学术交流

■ 学术研究方向与规划

■ 近期发展方向（职工+学生）

- 软件框架 (2+4)、GPU加速 (1+2)、AI (1+3)、RDMA (2+1)

■ 规划方向

- 软硬件计算平台、大数据和云计算、智能控制
- 软硬件触发结合、FPGA加速
- 基于xTCA的触发电子学技术

■ 组织例会、学术交流

- 双周组会，每周江门组会，双周CEPC组会、TDR编辑会
- 非项目会议报告15人次：RT2024 (12人)、核电子学学会2024 (3人)
- 以观察员身份加入DRD WP7.5 (Backend systems and COTS components)

二、本人本年度科研任务完成情况

■ 1、本人研究工作

- 负责JUNO实验DAQ系统研制，组织开发和联调，达到试运行要求
- 负责CEPC TDAQ系统设计和预研，主导完成技术方案设计和评审
- 负责BESIII实验DAQ系统运行和升级
- 协同完成BESIII数字化智能化改造项目申请和技术方案
- 推动新技术方向的组织和开发（软件架构、高可用）

■ 2、本人研究成果与经费情况

- 指导学生文章2篇 + 组内署名文章2篇
- JUNO DAQ（500万），BESIII DAQ（50万/年，维改88万）
- 本年新增：CEPC TDAQ（500万），BESIII数字化智能化升级（765万）

三、存在问题

- 工程任务较多，开发工作量大，今明两年尤其叠加严重
 - JUNO最后阶段，CGEM和BES维改升级
 - 新增CEPC TDR、LACT、BES和LHAASO智能化升级的四个新任务
- 多个项目工作交叉，可以相互促进，但是也互相影响

四、下年度工作计划

- 继续现有项目工作
 - 完成JUNO/TAO实验的研制
 - 完成CEPC TDR编写，深入开展预研
 - 完成BESIII维改和CGEM升级
 - 积极研究AI等新技术，推进BESIII和LHAASO智能化升级项目
 - 保障BESIII和LHAASO实验稳定运行
 - 稳步推进CMS、LACT和HEPS研制任务
- 优化项目管理和人员组织，整合资源，促进工作效率