

2024年度绩效考核

赵京周

实验物理中心

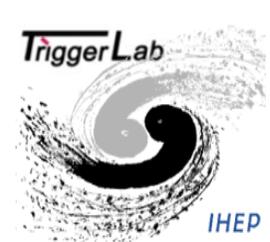
触发与数据获取组

2024/11/22



报告大纲

- 一、岗位职责
- 二、本年度工作情况
 - 科研工作
 - 经费争取情况
 - 参与学术活动
- 三、其他工作
- 四、下年度工作计划



一、岗位职责

- 主要职责:

1. BESIII触发系统维护及升级改进

2. 先进触发与数据获取技术研究及应用

1. xTCA新标准的研究

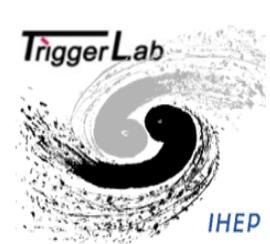
2. 在国际国内合作项目中的应用:

1. CMS触发升级;

2. CEPC触发预研

3. PANDA触发数据获取系统等国际合作项目;

3. 领导安排的其他工作。



二、本年度工作情况

- 2.1 科研工作任务
 - 负责BESIII触发系统升级及系统运行维护
 - CEPC TDAQ关键技术预研及TDR编写
 - 负责硬件触发部分工作
 - CMS缪子触发Phase II升级
 - iRPC后端电子学协调人 (L3)
 - 先进触发与数据获取技术研发

BESIII触发系统升级

- 触发升级的必要性

- 未来BESIII还需要运行约10年;
- 触发系统已稳定运行15年, 远远超出了系统设计运行年限, 在最近两年运行维护中系统故障频率提高;
- 触发系统一共21种板卡, 任何一种出现故障, 都会导致系统不能正常取数, 风险太高。
- 之前系统用的核心器件已经停产, 系统只能重新设计。

- 硬件升级方案:

- 在保证系统稳定运行的情况下, 逐系统替换;
- 快控制, MDC, EMC, ETOF, MU各子触发和总触发统一采用触发核心板;
- 新设计MDC和EMC的触发前端板-(科学院维改项目支持)
- 触发核心板批量生产-(发改委可研项目支持)

- 人员: 赵京周, 龚文煊, 董胜, 刘振安, 王浩鑫, 刘栋



一种触发
核心板卡

设计难点:

1. 后端触发核心板的设计;
2. 串行传输固定延迟技术的实现;

优点: 极大的节省设计
人力和后期维护人力

BESIII触发系统升级

◆ 触发核心板的设计

• 原则

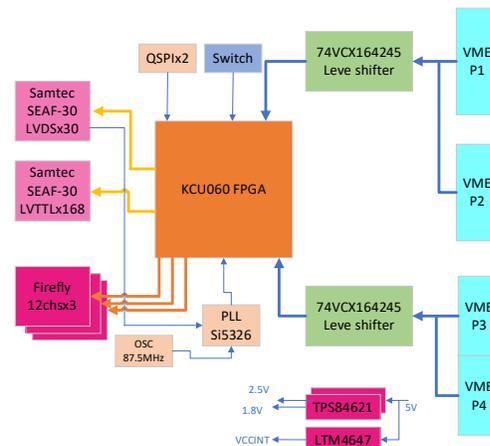
- TTC, ETOFT, TKF/TKFC, EACC, MU, SAF, GTL统一采用触发核心板;
- 采用核心板+接口板的方式, 解决各种板卡接口不一致的问题。

• 触发核心板 (Trigger Core Board)

- KCU060 FPGA
- 32 TX/RX 光口
- 30对LVDS接口
- 168个LVTTTL/LVCOMS接口
- 提供FMC标准接口
- 支持VME总线接口
- 支持千兆网口

• 触发核心板进展

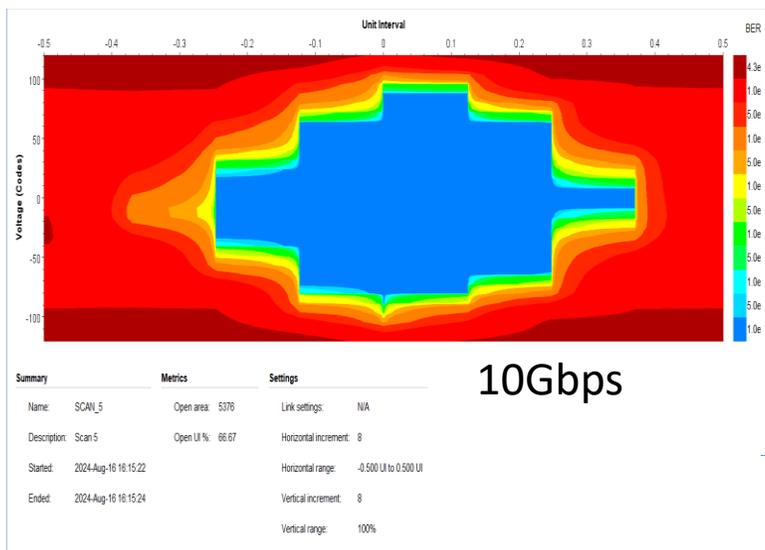
- 完成第一版样板生产
- 电源, Flash加载, 高速光口, 测试完成,
- 背板互联测试完成
- 远程加载, VME总线正在进行测试



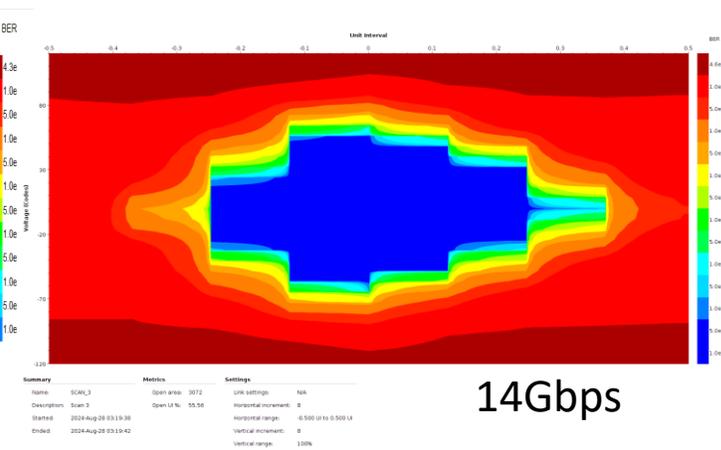
触发核心板功能框图



触发核心板第一版



10Gbps



14Gbps

BESIII触发系统升级

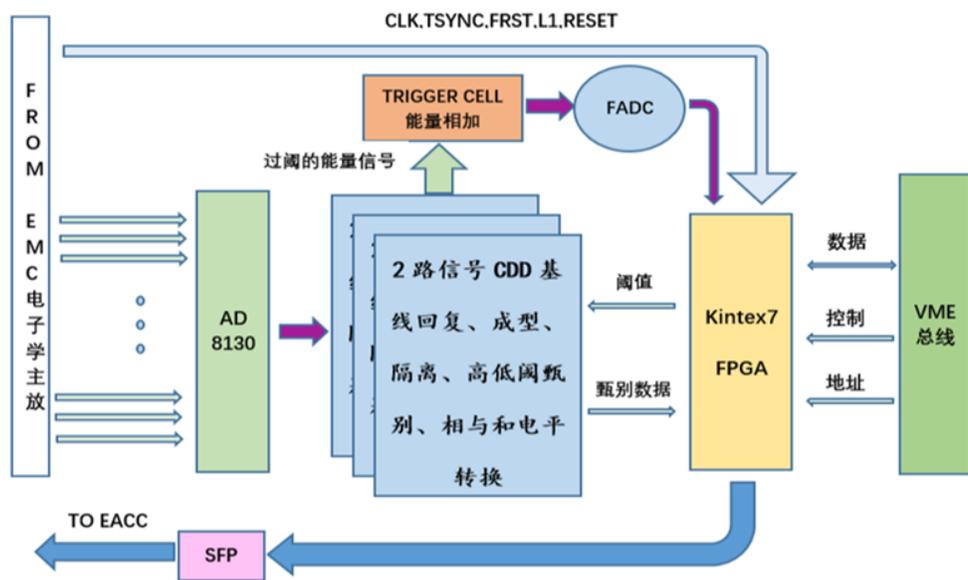
◆量能器前端触发板 (TCBA-II) 设计进展-龚文焯, 赵京周, 刘振安

◆TCBA-II板

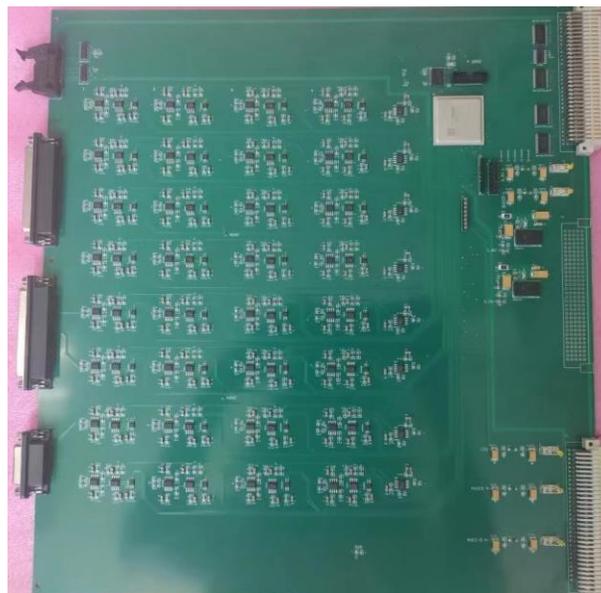
- 完成TCBA-II板第一版完成生产, 性能测试, 固件移植基本完成

◆TCBAT板

- 完成了TCBAT第二版的生产测试, 可以用于TCBA-II板的测试



TCBA-II 设计结构图



TCBA测试板第一版



TCBA-II测试系统

BESIII触发系统升级

◆时钟扇出板设计

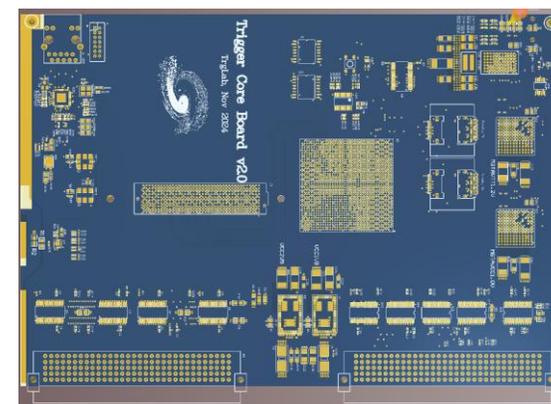
- 时钟扇出光口由原来4个增加到8个
- 完成第一版设计，生产，测试；并根据第一版测试结果进行了改版

◆6U快控制核心板-董胜

- 快控制核心板可用于FCTL插件，FCSD插件，ETS插件
- 采用KU060 FPGA芯片
- 新增光口及网络端口
- 基本完成PCB layout



第一版新时钟扇出板



快控制核心板 PCB图

BESIII触发系统升级

◆ MDC触发前端板MFT-II板设计

- 完成了第二版MFT-II板的设计，样板生产，及功能测试，满足系统要求
- MFT固件移植工作基本完成
- MFT-II定型板PCB完成
- 下一步计划：
 - MFT-II板小批量生产，小系统搭建测试

板卡物理尺寸、架构不变

MFT-II v1.2 PCB

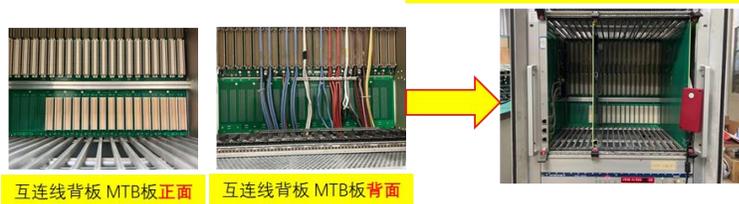


- 1.重新设计叠层、电源、FPGA等部分
- 2.增加板上寄存器访问功能

FIG 4. MFT板卡版本迭代示例



MTB板对应关系测试/触发核心板VME端口测试环境



互连线背板 MTB板正面 互连线背板 MTB板背面

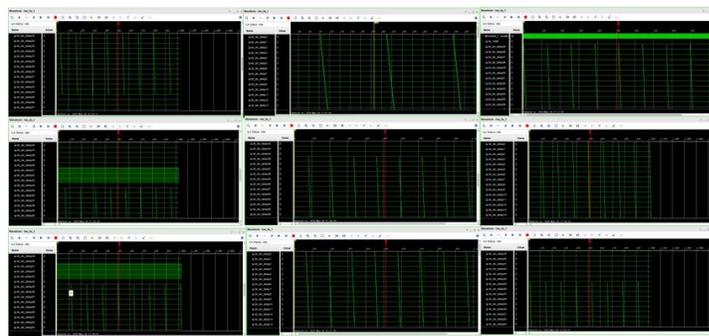
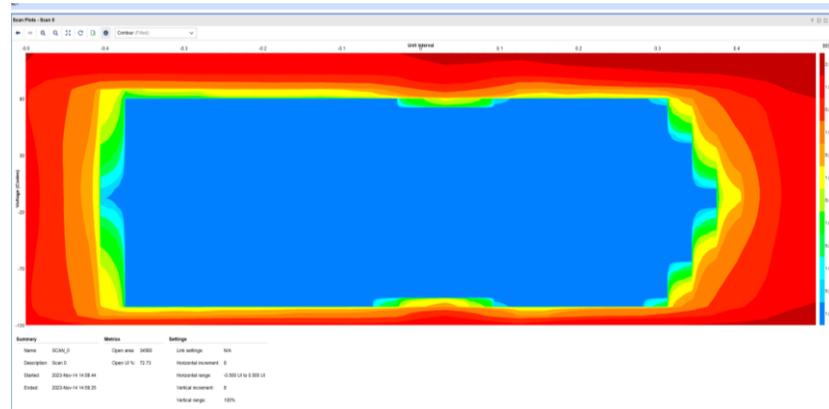


FIG 6. VME机箱互连线背板+触发核心板对应端口线序测试环境+部分测试结果

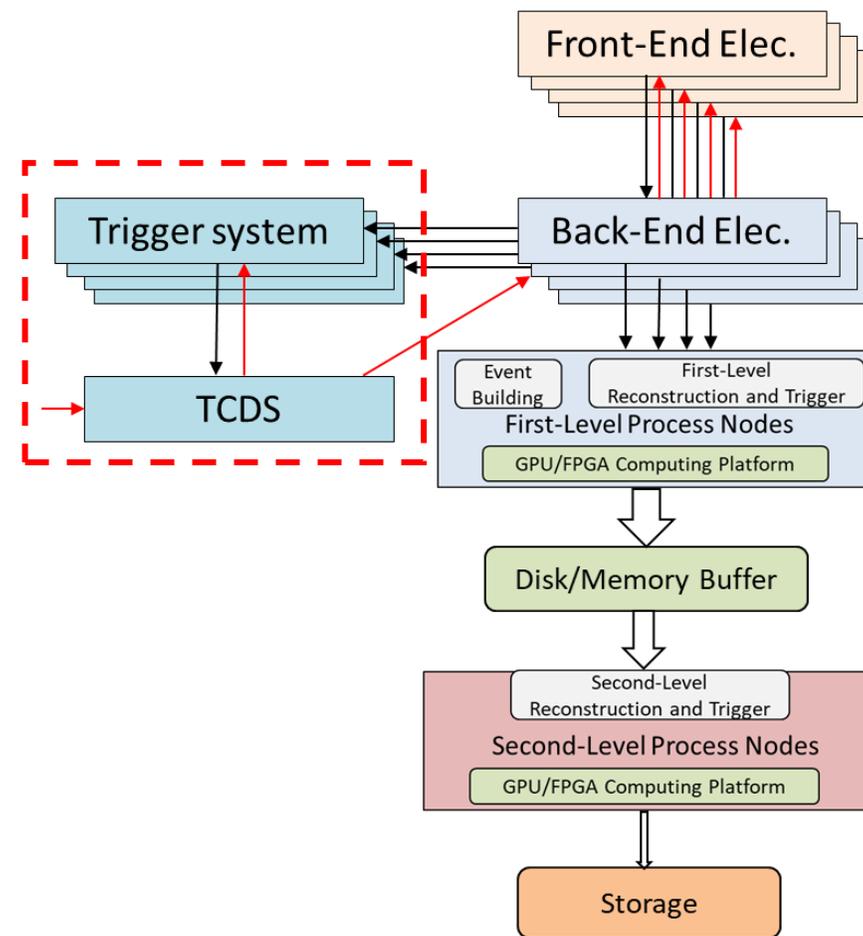


CEPC TDAQ关键技术预研及TDR编写

◆ 总体进展

- 讨论确定了CEPC TDAQ的基本架构
- 在不同的模式下估算给出了事例率和事例大小

	Higgs	Z(10MW)	Z(50MW)	W	tt
Luminosity($10E34/cm^2/s$)	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 (TBytes/s)	0.4	3.6	11.82	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



CEPC TDAQ关键技术预研及TDR编写

◆触发架构-三级结构

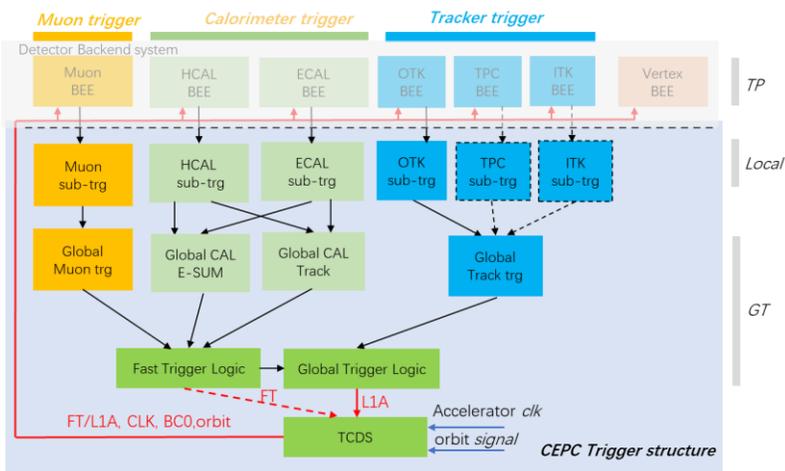
- 触发条件信息来源于后端电子学：簇团，径迹段，能量，时间信息等
- 各探测器触发子系统进行探测器一级触发信息匹配
- 总触发根据各物理道需求进行触发道的条件组合，产生L1A信号

◆TCDS/TTC

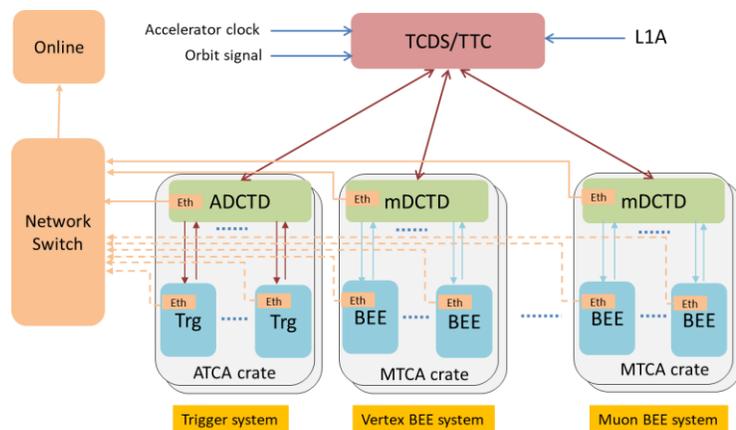
- 接收加速器时钟，束流缺口信号，L1A信号，扇出给各探测器电子学子系统进行子系统内扇出
- 接收各探测器电子学子系统反馈的状态信息，进行L1A屏蔽和系统报错

◆通用触发板设计

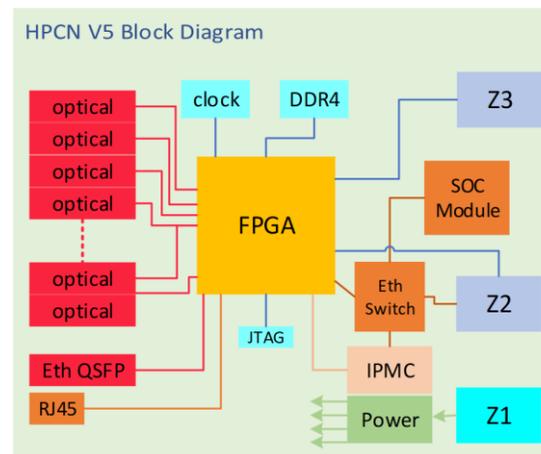
- 确定通用触发板的架构，核心器件FPGA的选型（封装兼容国产FPGA）



CEPC 触发系统架构



CEPC 触发快控制及时钟扇出架构



CEPC 通用触发板架构

CMS Phase II 一级触发升级

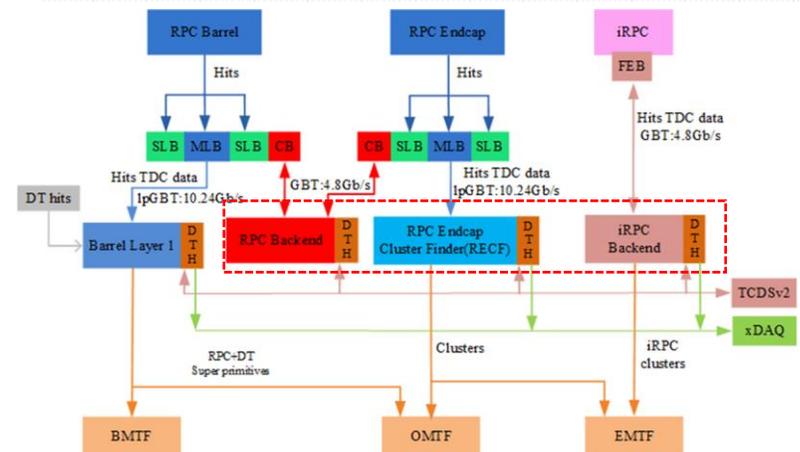
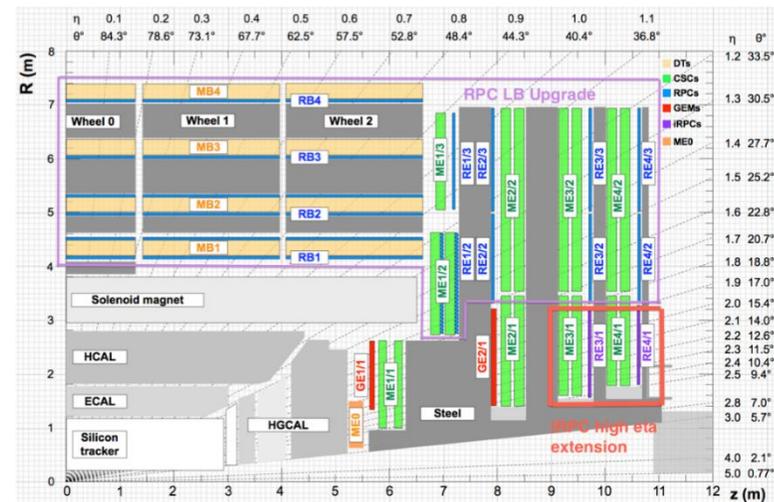
◆二期升级:RPC触发/电子学任务

- iRPC后端触发电子学的设计建造
 - 快/慢控制、触发、DAQ
- 端盖RPC后端触发电子学的设计
 - 快/慢控制、触发、DAQ

◆担任RPC后端触发电子学协调人 (L3) ，负责方案制定，技术研发，系统建造

◆RPC后端触发电子学本年度进展

- 2024年1月iRPC/RPC端盖后端触发电子学方案通过CMS评审
- 完成了簇查找新的算法的开发及功能验证
- 进行了两次束流实验，为后端触发电子学功能研究积累了大量的数据
- 完成了第一批ATCA serenity板卡生产主要器件FPGA的采购工作



iRPC/RPC后端触发电子学方案顺利通过CMS评审

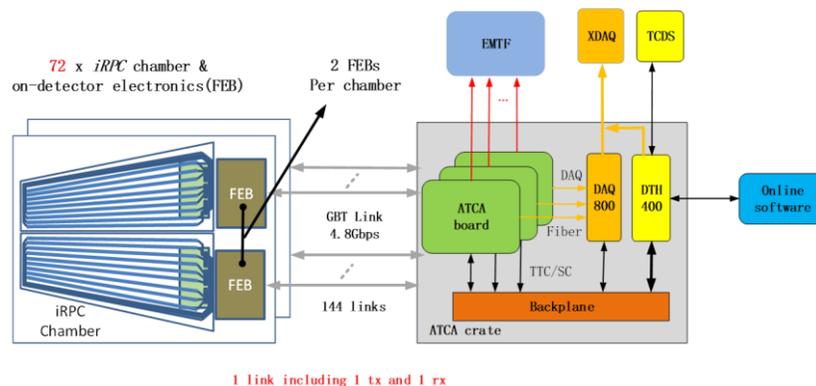
RPC Backend Electronics and Trigger ESR

Zhen-An LIU, Jingzhou ZHAO*
Trigger Lab/IHEP Beijing
on behalf of CMS Muon RPC Group

2024 CMS Back-end system ESR
<https://indico.cern.ch/event/1357604/>

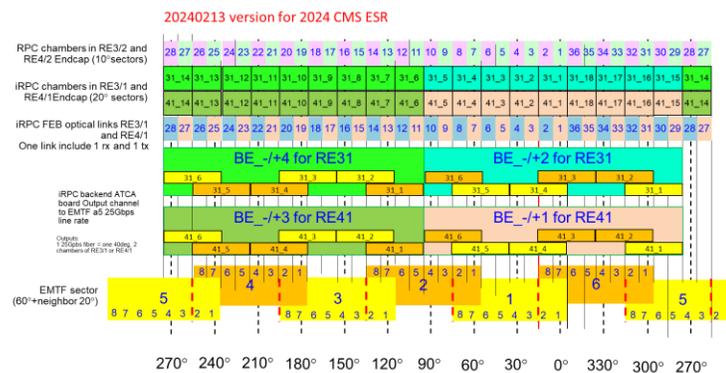


2024/11/22



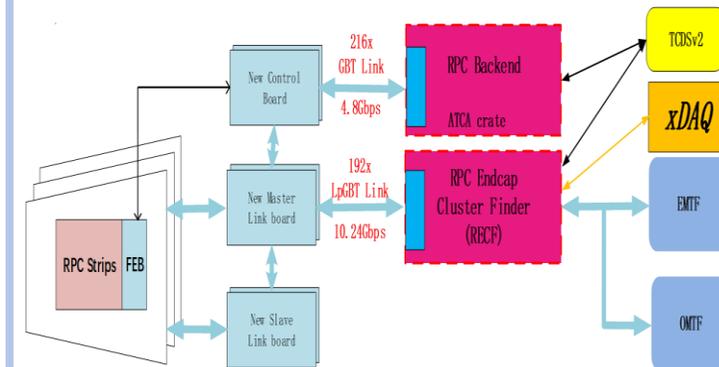
iRPC后端触发电子学系统架构

iRPC FEB-BE-EMTF mapping(update)



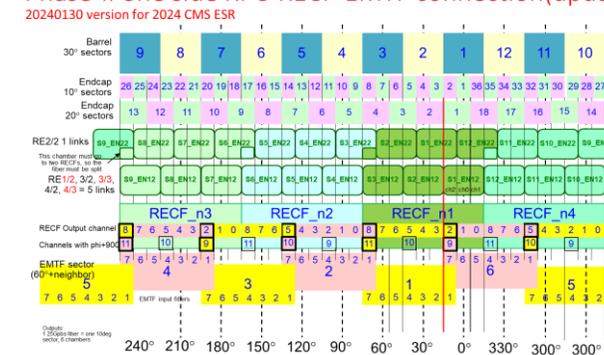
iRPC后端触发电子学与前端电子学及L1触发连接映射关系

2024考核报告-赵京周



端盖RPC后端触发电子学系统架构

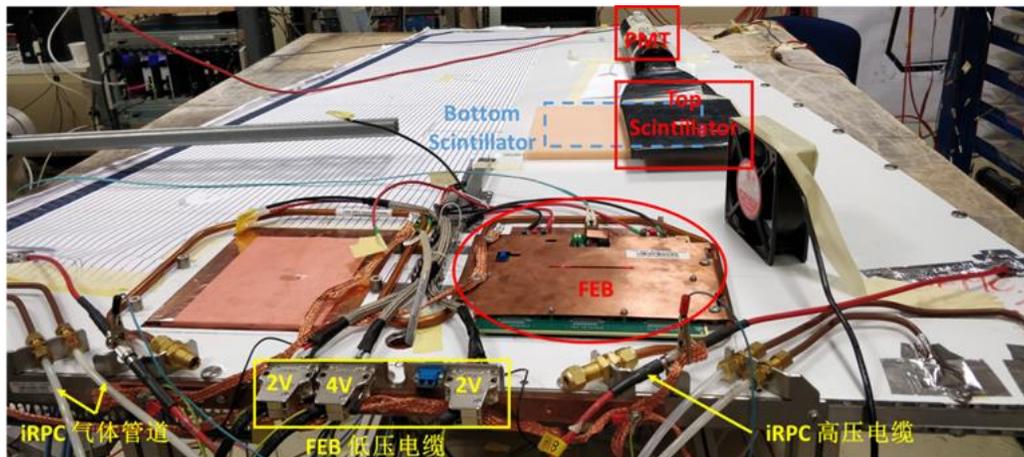
Phase-II one side RPC-RECF-EMTF connection(update)



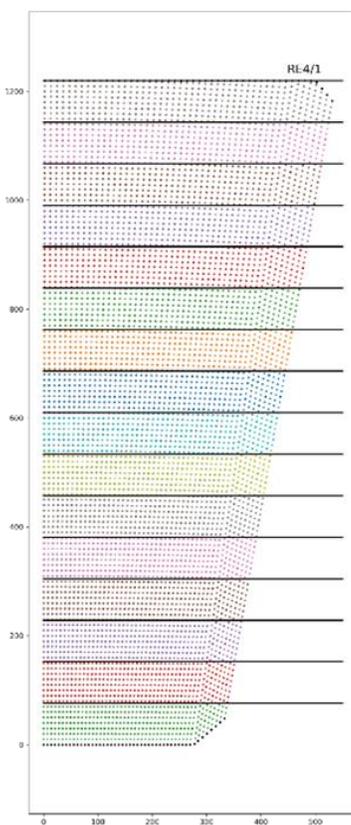
端盖RPC后端触发电子学与前端电子学及L1触发连接映射关系

簇查找算法研究取得了重要进展

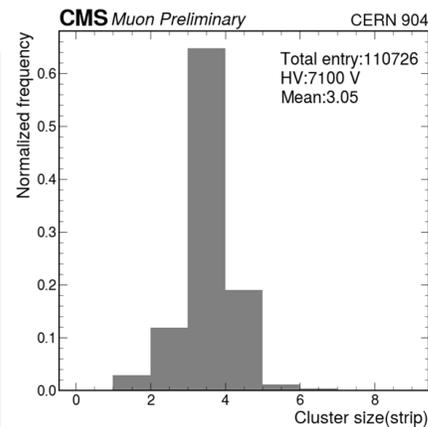
- 系统关键问题之一：簇查找算法的研究有了重要进展
- 通过对簇特性的研究，簇查找实现算法的对比，确定了算法的方案，并通过宇宙线及束流实验得到了初步的结果。



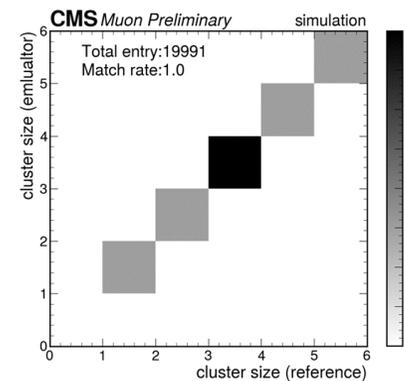
簇（团）宇宙线研究平台



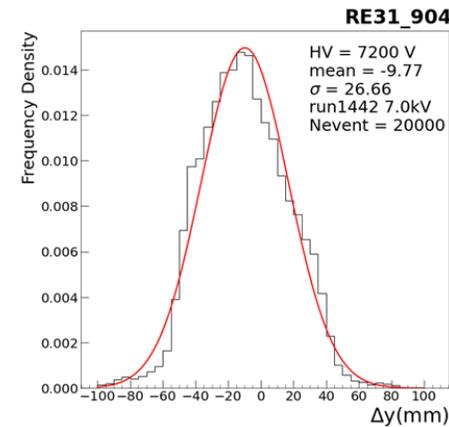
探测器16分段示意图



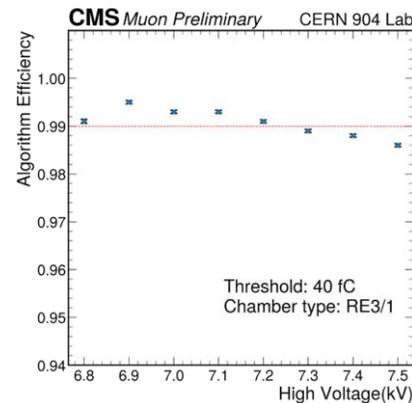
宇宙线事例中簇团大小分布



软件簇大小与数据源的匹配图



径向分段数为16时位置准确度

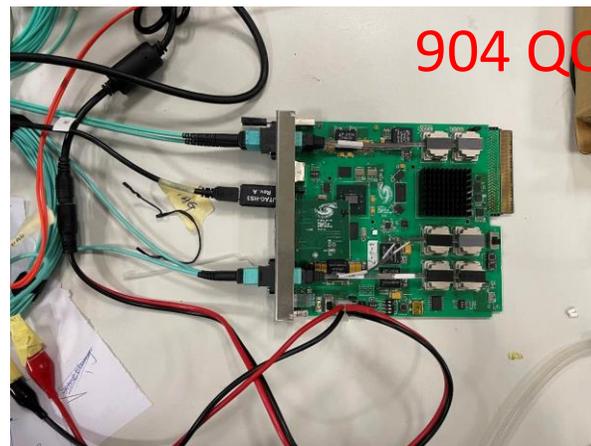


宇宙线实验中簇查找算法效率

QC及P5安装情况

◆QC3系统

- iRPC MTCA后端触发电子学系统用于iRPC QC3质量检测
- 已完成约50块iRPC chamber的测试。

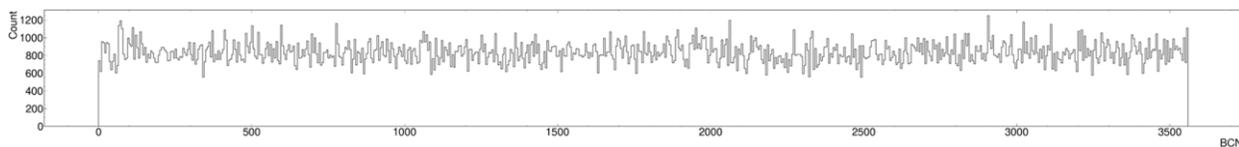


904 QC3 system

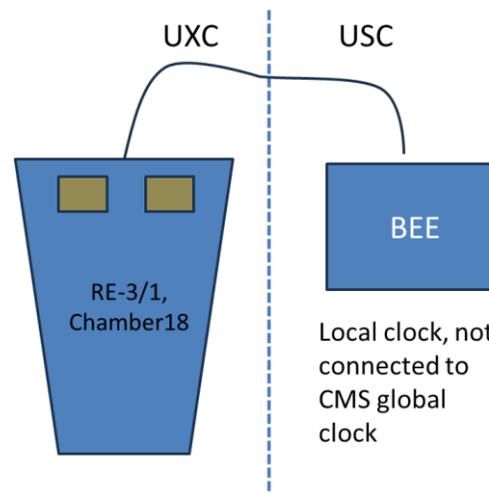


◆MTCA BE P5安装

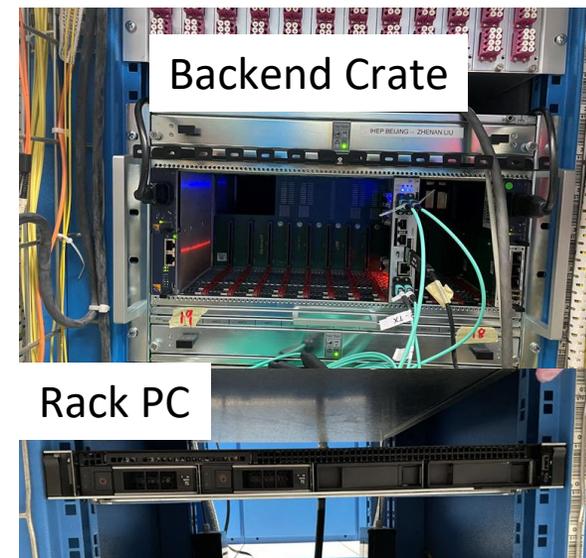
- iRPC BE MTCA系统安装到P5进行系统功能验证
- 联合探测器和前端电子学进行了宇宙线取数，验证了系统功能。



宇宙线取数填图



P5系统连接结构图



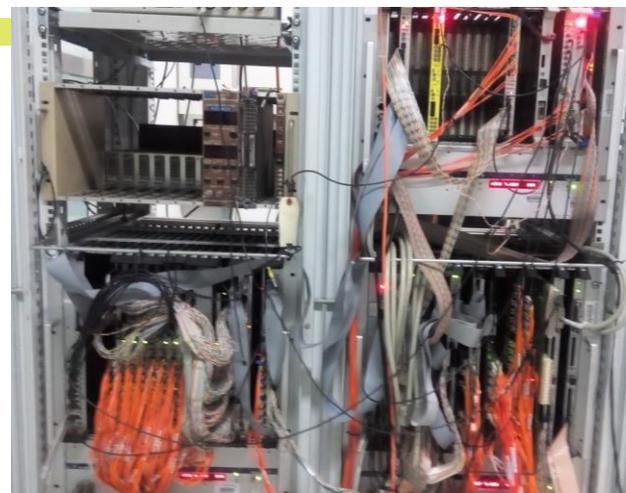
BESIII, CPPF触发系统运行维护

◆ BESIII 触发系统运行维护

- Oncall: 龚文焯, 赵京周, 赵京周
- 触发系统的稳定工作确保了取数任务的顺利进行。

◆ CGEM系统集成 (董胜, 龚文焯, 赵京周)

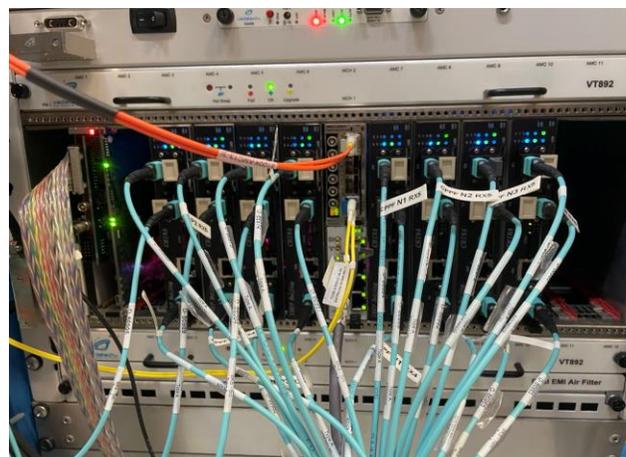
- 铺设快控制及时钟分发光纤, 快控制及时钟链路



BESIII触发系统

◆ CMS CPPF系统运行维护

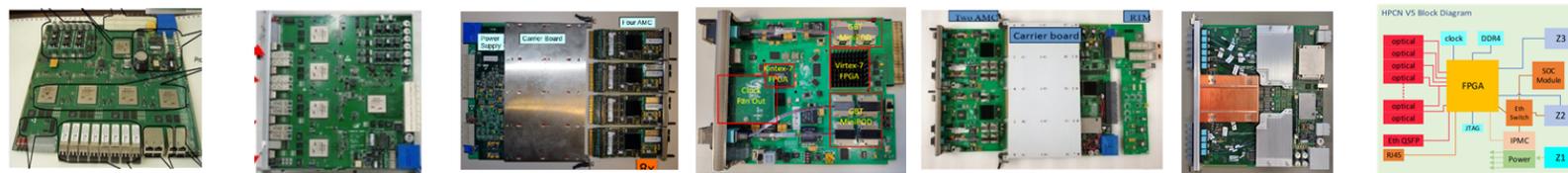
- CERN Oncall: 刘振安, 赵京周, 侯庆峰, 刁伟卓
- CPPF系统为CMS触发Phase-I升级中触发团队设计建造, 2017年正式运行
- 替换了全部发送端Mini POD
- 今年10月份转交给CMS物理组, 已做完技术培训



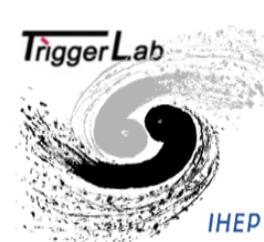
CERN P5 CPPF系统

先进触发与数据获取技术研发

- ◆ 基于xTCA开发了系列高性能触发电子学插件，并用于工程或技术预研
 - ◆ 参与serenity设计开发团队，进行serenity板卡设计及测试工作
 - ◆ 开发HPCN V5用于CEPC触发预研
 - ◆ 基于自研的硬件平台，开发高性能触发算法，研究AI算法在触发中的应用



Version	HPCN V1	HPCN V2	HPCN V3	CPPF	HPCN V4	Serenity	HPCN V5
Line rate	3Gbps	3Gbps	6Gbps	10Gbps	10Gbps	25Gbps	>=16Gbps
Num. of ch	8 ch	8ch	8-16ch	36ch	48ch	124ch	36-80 ch
Buffer	2GB	2GB	4GB	—	48GB	—	TBD
Ethernet		1GbE		1/10GbE	10GbE	100GbE	40-100GbE
Aplication	PANDA		Belle II/PXD	CMS Phase-I	CMS Phase-II		CEPC R&D
Time	2006-		2009-	2013-	2017-		2024-



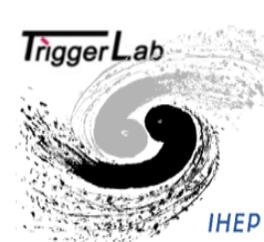
2.2 经费争取情况

◆作为负责人：

- 国家重点研发计划： CMS 高粒度量能器和一级触发升级， 2022年12月-2027年12月， 690万
- 科学院维改： 主漂移室及量能器触发插件升级， 2023年-2025年， 322万
- 中科院青促会： 2021年底， 加入青促会， 获得80万经费支持， 2022年-2025年

◆作为主要参与人：

- 河南省高能物理研究中心CEPC技术设计与预研， 触发部分约250万
- 发改委可研项目： BESIII数字化智能化升级， 触发部分130万
- 基金委： 重点基金310万， 2021-2026年



2.3 参与学术活动

◆ 参与学术活动:

1. 2024年1月, CMS系统评审会, 口头报告, RPC Backend Electronics and Trigger ESR
2. CMS中国组年会, 口头报告1次, iRPC backend progress
3. 2024 Muon Annual Review, 口头报告1次, RPC Backend Electronics (BE) and Trigger status
4. 2024年9月 CMS Muon Week, 口头报告1次
5. Hangzhou 2024 International workshop on CEPC, 口头报告1次, CEPC Hardware Trigger design for ref-TDR
6. RPC2024, Poster, CMS iRPC cluster finding algorithm in Backend electronics

7. BESIII 运行维护及升级讨论
8. CMS RPC 电子学例会讨论
9. Serenity设计讨论会

◆ 文章发表: 1篇

- J.Song, J.Zhao, Z.-A. Liu, etc., Research and Development of Time Resolution and Timing Reference Adjustment for CMS improved Resistive Plate Chambers(iRPC), (RDTM 已接收)

◆ 2024 IEEE NSS MIC RTDS, 评审5个报告

◆ 以观察员的身份加入了DRD7.5a



三、其他工作

- ◆学生指导：博士毕业1名，硕士研究生3名
- ◆参加中心触发-DAQ-电子学组学生季度考核；
- ◆任2024-2025中国科学院大学秋季《高等核电子学》授课教师；
- ◆组内触发部分工作年报；
- ◆中心二支部组织委员；



四、下一年度工作计划

- ✦ BESIII触发系统运行维护及升级工作;
- ✦ CEPC TDAQ关键技术预研;
- ✦ CMS Phase-II触发升级;
- ✦ 先进触发与数据获取技术研究及应用, 核心技术开发;
- ✦ 领导安排的其他工作。

谢谢!