

2023 - 2024 年度考核报告

孙胜森

实验物理中心 软件组

2024年11月20日

行政组管理 组内承担工作

承担工作

BESIII 实验数据处理和软件

JUNO 实验软件

CEPC 项目软件

COMET 实验软件

PANDA 实验软件

~~LBNF 项目~~

HEPS 项目

BEPCII 实验 / BII-U项目

PWFA 项目

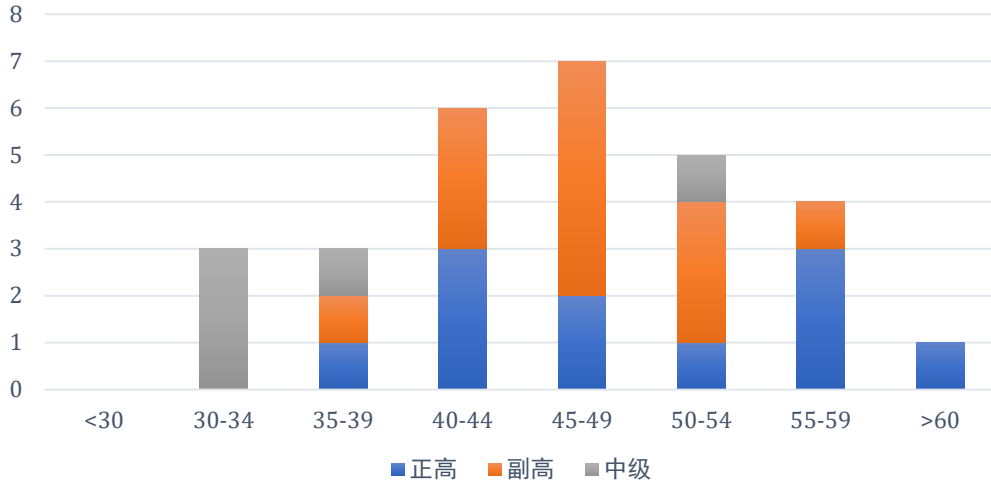


PWFA

束流驱动等
离子体尾场
加速应用研究

行政组管理 人员队伍和工作安排, 人才培养与引进

软件组职工年龄与职称



职工

29人

外聘

2人

博士后

2人

研究生

14人

联培

5人

- 严琪 百人A
- Simon Charles Blyth 所引进人才
- 刘琼瑶 东莞借调→加速器中心博士后
- 邱劲发 退休; 张清江, 李楠明年退休

BESIII Software Coordinator: SUN Shengsen

BESIII Performance: JI Xiaobin

BESIII Data Quality: FU Chengdong

BESIII CGEM: WANG Liangliang

JUNO Software and Computing: LI Weidong

JUNO Simulation: DENG Ziyang

JUNO Data Production: LIN Tao

JUNO Online Event Classification: FANG Wenxing

JUNO Distributed Computing: ZHANG Xiaomei

CEPC Software: LI Weidong, SUN Shengsen

CEPC Tracker: YAN Qi

CEPC Gaseous: WU Linghui

CEPC MDI: SHI Haoyu

CEPC Radiation Protection and Safety System: MA Zhongjian

HEPS Radiation Protection and Safety System: MA Zhongjian

HEPS Personnel Protection System: ZHANG Huijie

PWFA Radiation Protection and Safety System: MA Zhongjian

行政组管理 本年度任务完成情况

北京谱仪 (BESIII)

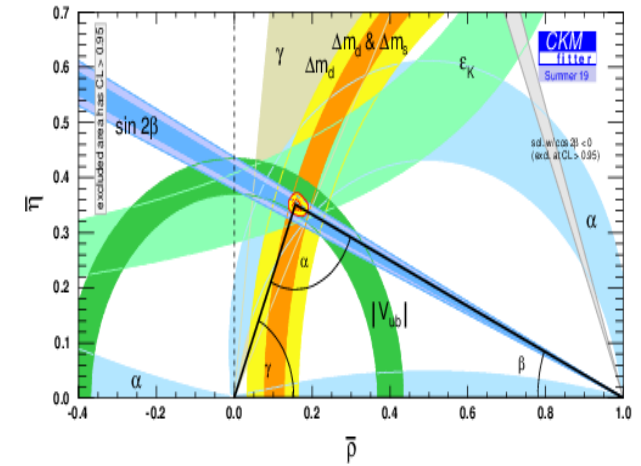
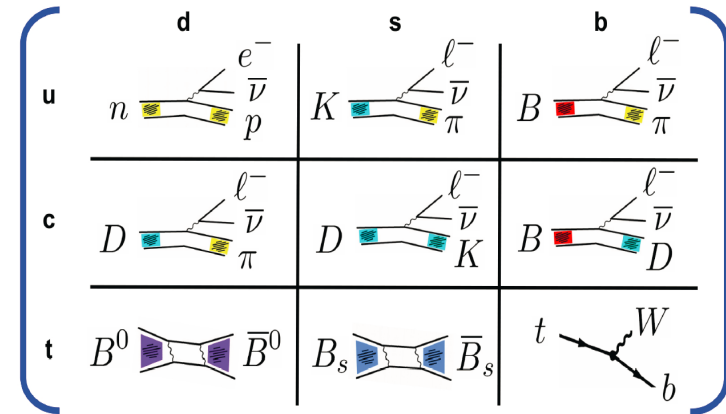
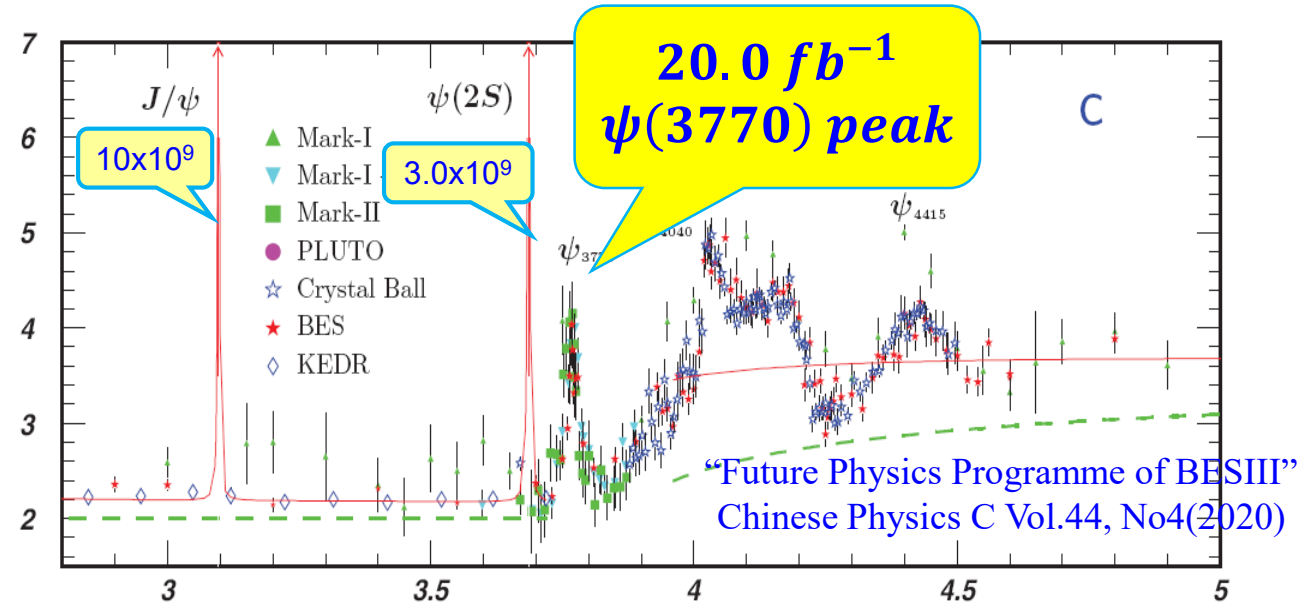
BESIII软件版本发布与数据产生

- BOSS 7.1.1版本:
 - ✓ Round16 $\psi(3770)$ 数据产生
- BOSS 7.1.2版本:
 - ✓ $20fb^{-1}$ $\psi(3770)$ 数据产生
 - 世界最大近阈值粲介子样本**
 - 基金委重大项目“粲夸克衰变中标准模型的精确检验”中期考核指标
 - ✓ Round17 3780, 3768, 3800~3890扫描和 χ_{c2} 数据

BOSS 7.1.3版本:

BESIII实验在粲物理研究中具有独特的优势

高统计量和高质量的实验数据为物理目标的实现奠定了基础



马秋梅
邓子艳
刘怀民
季晓斌
伍灵慧
傅成栋
邹佳恒
刘春秀
方文兴
文硕频
孙永昭
王亮亮
张瑶
袁野
林韬
尤郑昀
董燎原
马海龙
孙胜森

行政组管理 本年度任务完成情况



北京谱仪 (BESIII)

- BESIII 软件系统 BOSS 安全稳定高效运行是持续获得科学产出的基本要求
- **BOSS系统从运行以来最复杂的升级**
 - ✓ 计算平台操作系统 CentOS 7 → AlmaLinux 9
 - ✓ 软件构建工具 CMT → CMake
 - LHCb 测试显示：几倍编译速度的提升
 - ✓ 版本控制工具 CVS → GIT
 - 2008年最后更新 → 当前最先进
- 如此艰巨和耗时的工作，我们将获得什么？
 - ✓ 新操作系统不支持老旧软件
 - ✓ 安全、相对稳定、强大功能带来的高效
 - ✓ 用户习惯的巨大改变 → 后续加强用户培训



Gaudi v27r1 → v38r2

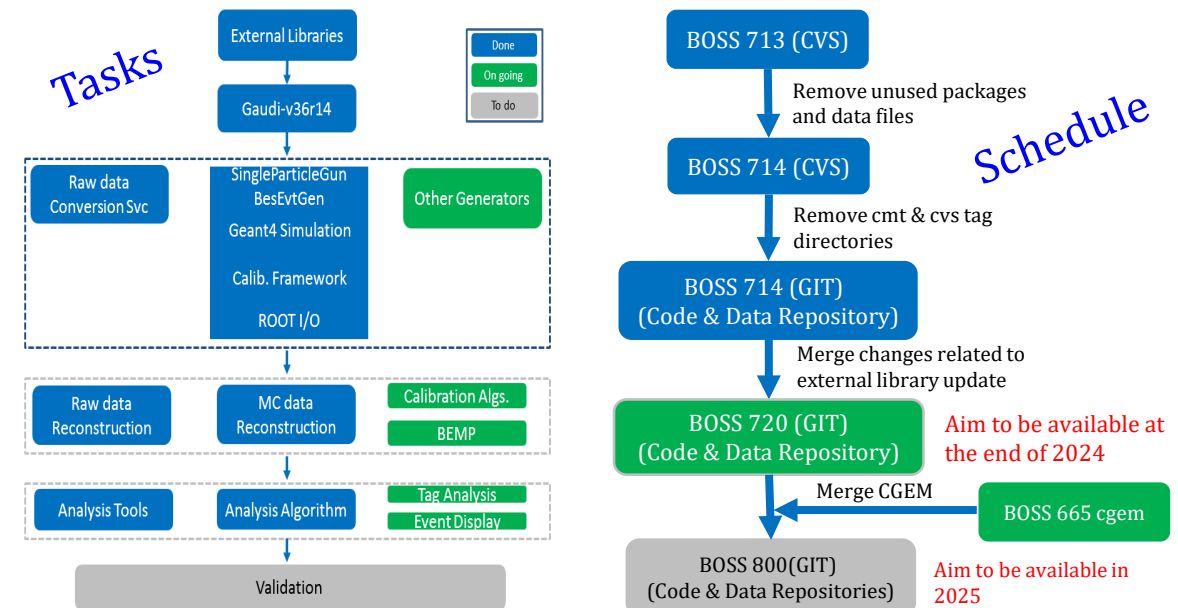


6.20.2 → 6.30.2



python 2.7.10 → 3.11.9

邓子艳
马秋梅
邹佳恒
季晓斌
林 韬
孙胜森



行政组管理 本年度任务完成情况



北京谱仪 (BESIII)

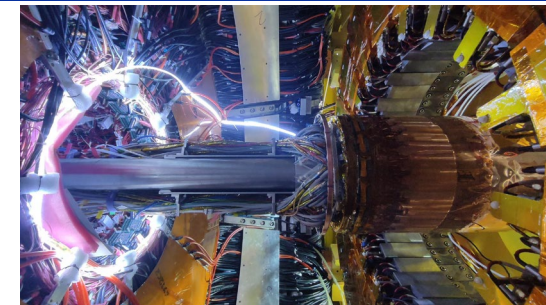
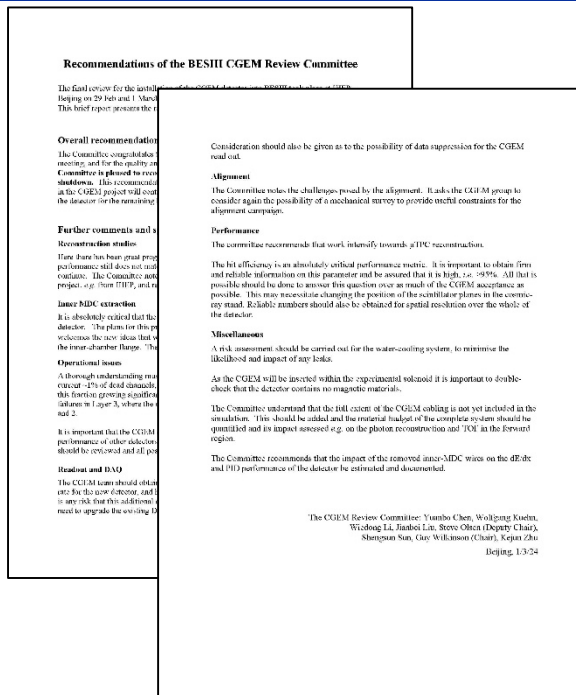
● CGEM 探测器和软件关键时间节点

- ✓ CGEM Software Review: Dec. 1, 2023
- ✓ CGEM Review: Feb. 29 ~ Mar. 1, 2024
- MDC 内室拆除: Sep. 14, 2024
- CGEM-IT 安装到位: Oct. 6, 2024

● 宇宙线数据探测器性能分析

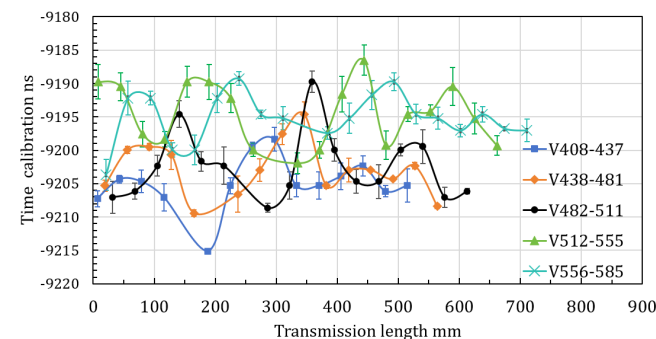
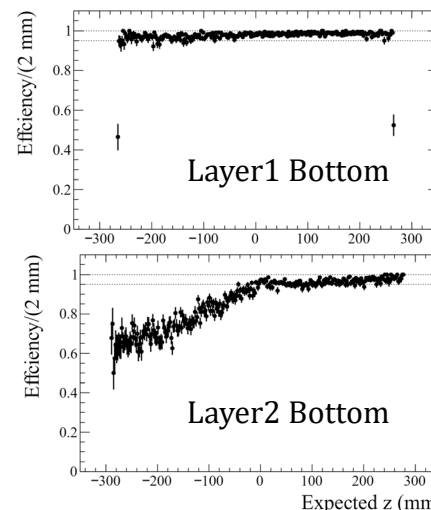
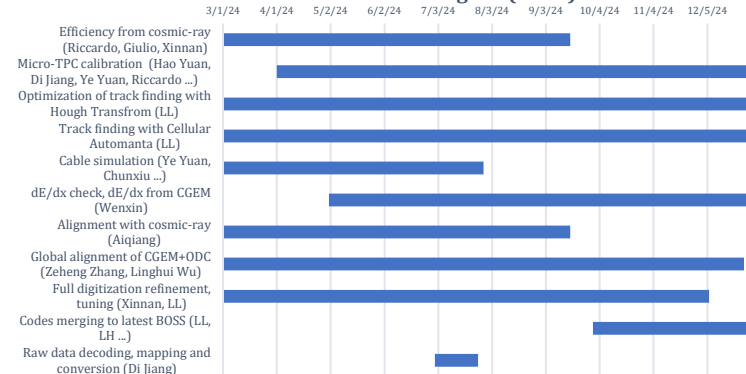
● CGEM 软件开发

- ✓ 模拟: 探测器描述和数字化
 - 模拟与宇宙线数据较好的一致性
 - 对BESIII探测能力的评估: dE/dx , σ_E^Y , 电缆等
- ✓ 重建: 联合CGEM内室和MDC外室
 - 算法优化、新算法开发 → 效率的逐步提升
- ✓ 刻度: 宇宙线数据电荷中心法和 μ TPC刻度
- ✓ 校准: 宇宙线数据校准和安装后的软件准备
- ✓ 物理性能研究



王亮亮
伍灵慧
袁野
刘怀民
孙胜森

CGEM software working list (2024)



宇宙线数据探测效率
信号传输的时间震荡
需要对运行后的困难做充分准备

行政组管理 本年度任务完成情况



北京谱仪 (BESIII)

● 探测器稳定高效运行

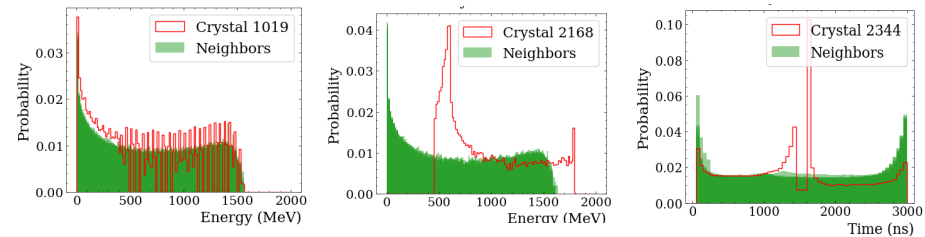
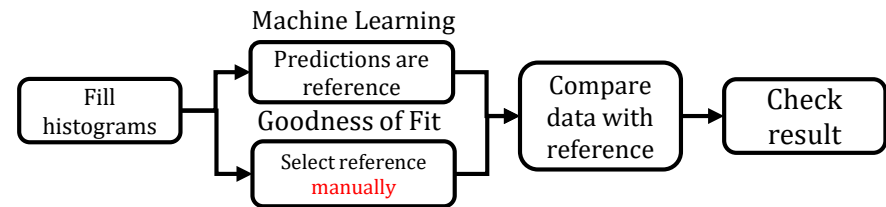
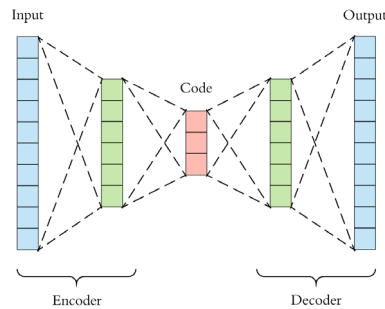
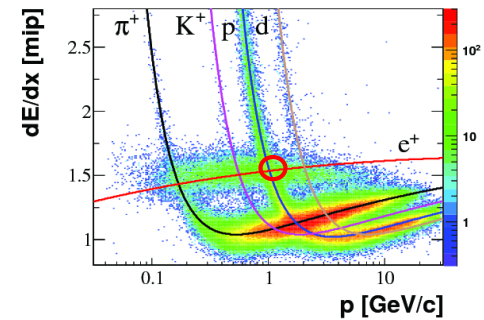
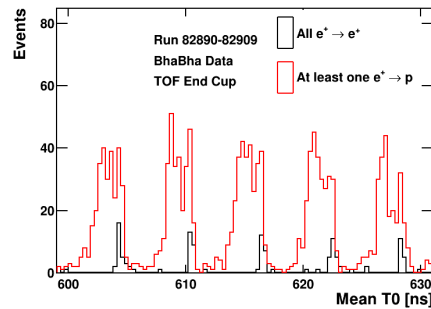
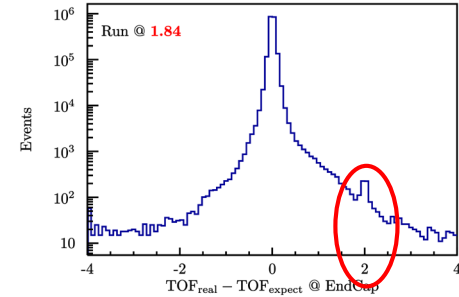
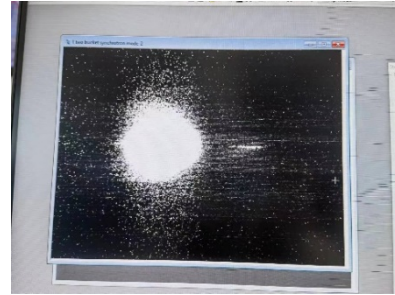
- ✓ 每天的探测器刻度和数据质量检查
- ✓ 理解探测器在不同质心系能量的表现
- ✓ 机器学习方法检测 EMC运行状态

● 软件优化和性能提高

- ✓ 显著改善径迹重建系统误差
- ✓ 次级顶点粒子能量算法优化
- ✓ 模拟中动量一致性和重复径迹

● 机器学习：新质生产力

- ✓ 异常检测
 - 已经实际应用于BESIII运行
 - 发现约25个异常晶体单元
- ✓ 强子鉴别算法的检查
- ✓



t_0 : 施伯安
MDC: 伍灵慧
 妙 晗
dE/dx: 邱进发
 方文兴
Ryan Mitchell
TOF: 文硕频
EMC: 刘春秀
MUC: 廖明华
 尤郑昀
DQM: 季晓斌
亮度: 傅成栋
能量: 季晓斌
过滤: 伍灵慧
 宋海林
 张泽恒
 周小蓉

机器学习:
李明润
季晓斌
袁 野
张 瑶
方文兴
孙胜森
秦小帅
李 腾
黄性涛

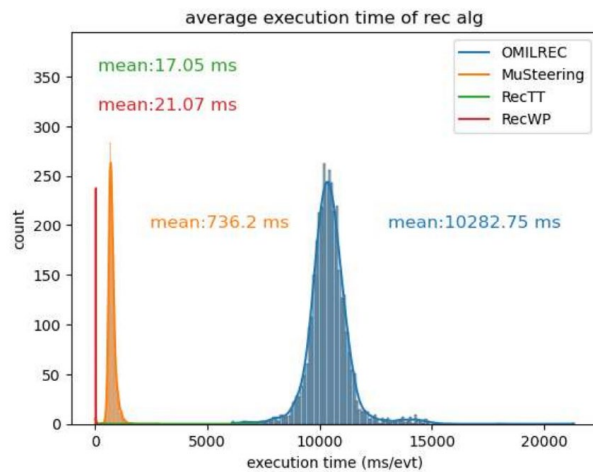
行政组管理 本年度任务完成情况



江门中微子实验 (JUNO)

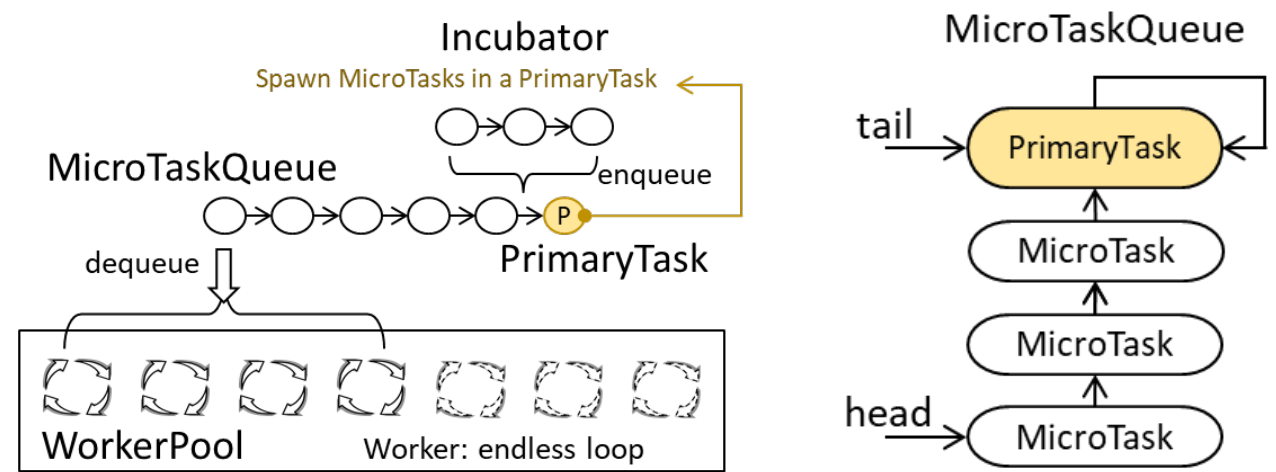
- **软件系统测试**：利用大量模拟数据对软件进行全面测试 (Data Challenge)，解决了潜在的问题，同时完成数据处理流程的测试和计算资源的精确估算
- **并行计算**：事例级并行计算通过了Data Challenge验证；实现了基于微任务的事例内并行计算框架，其可行性在波形重建算法中得到检验

李卫东
邓子艳
林 韬
邹佳恒
方文兴
马秋梅
张晓梅
S. Blyth



Event-level average reconstruct speed

全探测器数据处理流程测试结果



基于微任务的事例内并行

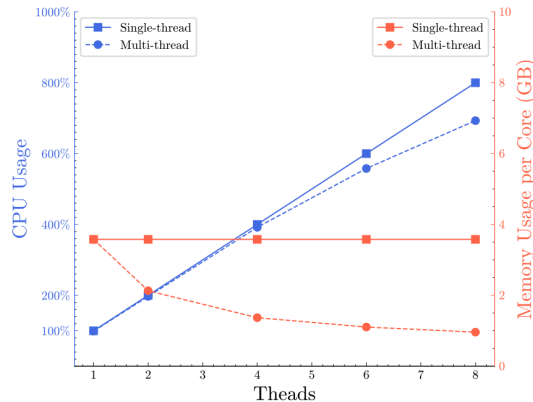
行政组管理 本年度任务完成情况



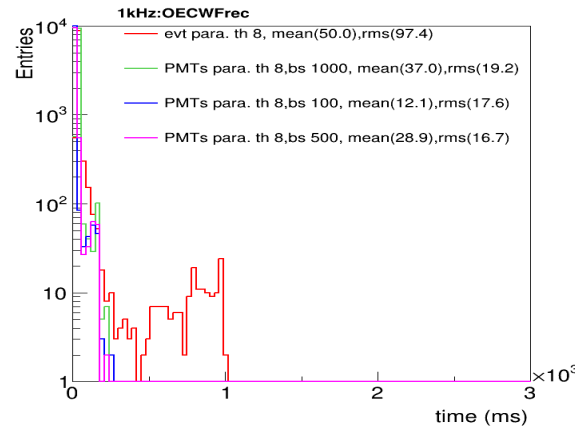
江门中微子实验 (JUNO)

- **探测器模拟**: 推进CPU上的多线程模拟和GPU上的光学模拟工作, 进行大规模数据生成, 实现电子学模拟的真实性和性能优化
- **OEC和数据预处理**: 实现OEC算法在事例内的并行运行, 降低单事例的处理时间; 完成原始数据预处理测试; 实现在线数据库中有用信息到离线数据库的抽取和同步
- **分布式计算 DCI**: 根据JUNO的离线数据和资源需求, 对DCI的国际链路、网格存储、规模传输、计算资源和多核模拟作业进行大规模的测试, 全面验证计算模型, 完善相关的监控

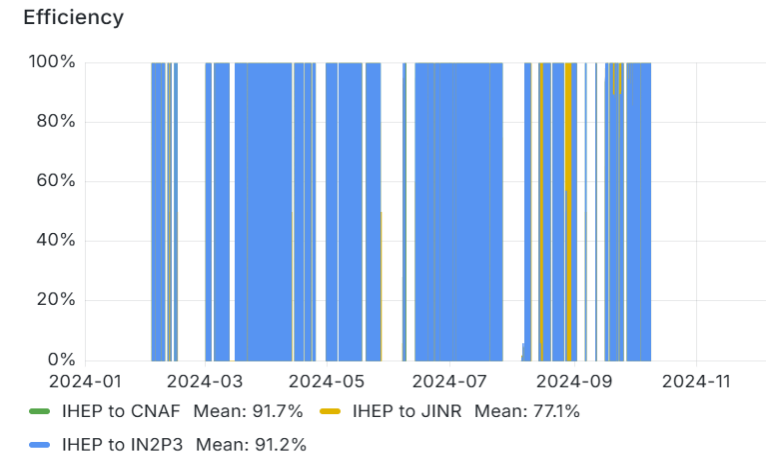
李卫东
邓子艳
林 韬
邹佳恒
方文兴
马秋梅
张晓梅
S. Blyth



多核模拟Muon事例



OEC算法事例级&事例内并行



DCI数据传输测试

行政组管理 本年度任务完成情况



环形正负电子对撞机 (CEPC)

面向 Reference Detector TDR

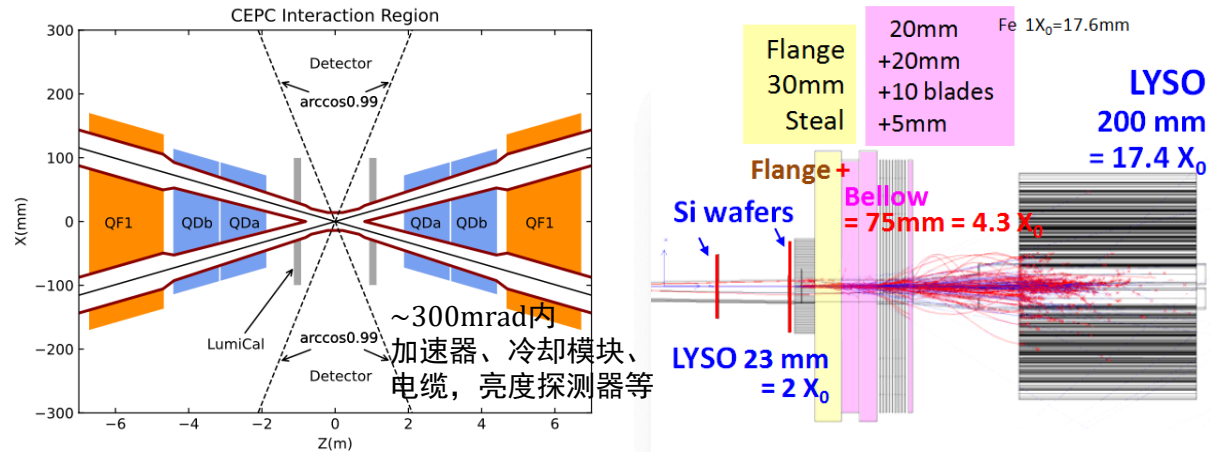
对撞区设计 Machine Detector Interface

- 完成对撞区整体布局设计
- 完成对撞区关键组件设计
 - ✓ 束流管：低质量和散热要求
 - ✓ 亮度探测器：硅和晶体，Z模式 10^{-4} 精度要求

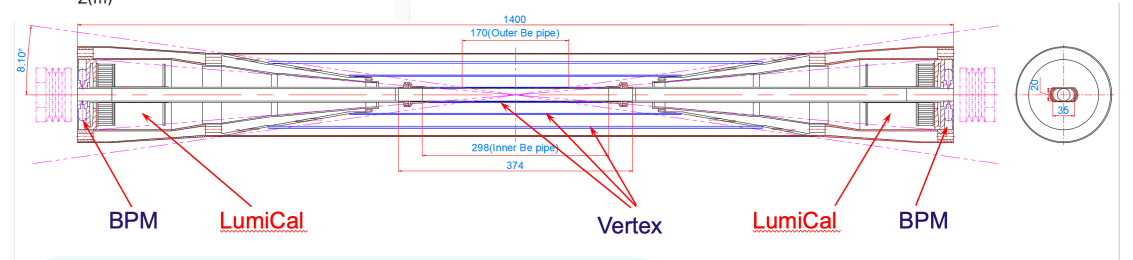
束流本底

- 全探测器的本底水平估计
 - ✓ 各个子探测器，电子学系统设计的关键输入
 - ✓ Higgs和 Z模式 → 已提供给各个系统
- 继续开展 BEPCII本底实验，精细化测量挡块效果

完成国际评审



石浩琦
纪全
侯书云
张雷



Sub-Detectors	Ave. Hit Rate(MHz/cm ²)	Max. Hit Rate(MHz/cm ²)	Max. Occupancy(%)	Ave. TID(Gy/yr)
Vertex	0.49	0.61	0.022	~21000
ITK	0.0021	0.25	0.025(Strip)	128
TPC	0.092	0.20	0.0028	23.4(Supporting)
OTK - Endcap	0.0002	0.0006	0.35(Strip)	6.95
ECal - Endcap	0.011/bar	0.3/bar	0.0008	0.322
HCal - Endcap	0.002/GS	0.05/GS	0.0005	0.044
Muon - Endcap	0.00000001/cell	0.00002/cell	0.006	0.21
LumiCal - Crystal	3.37	7.82	9.1	2610

行政组管理 本年度任务完成情况

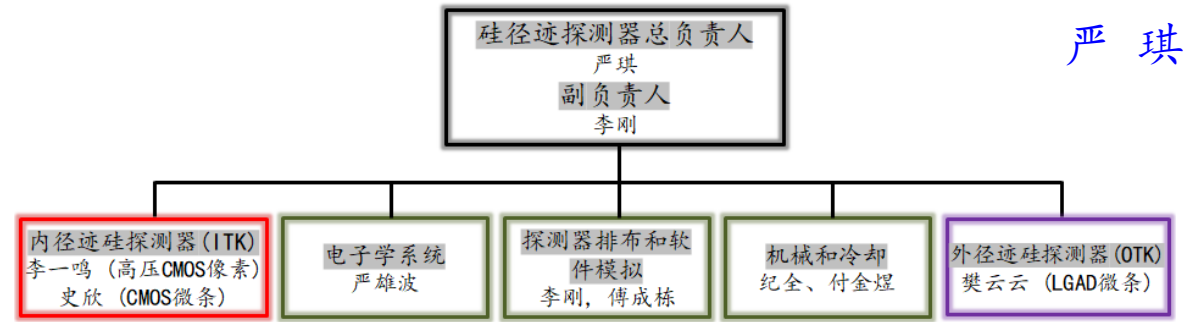


环形正负电子对撞机 (CEPC)

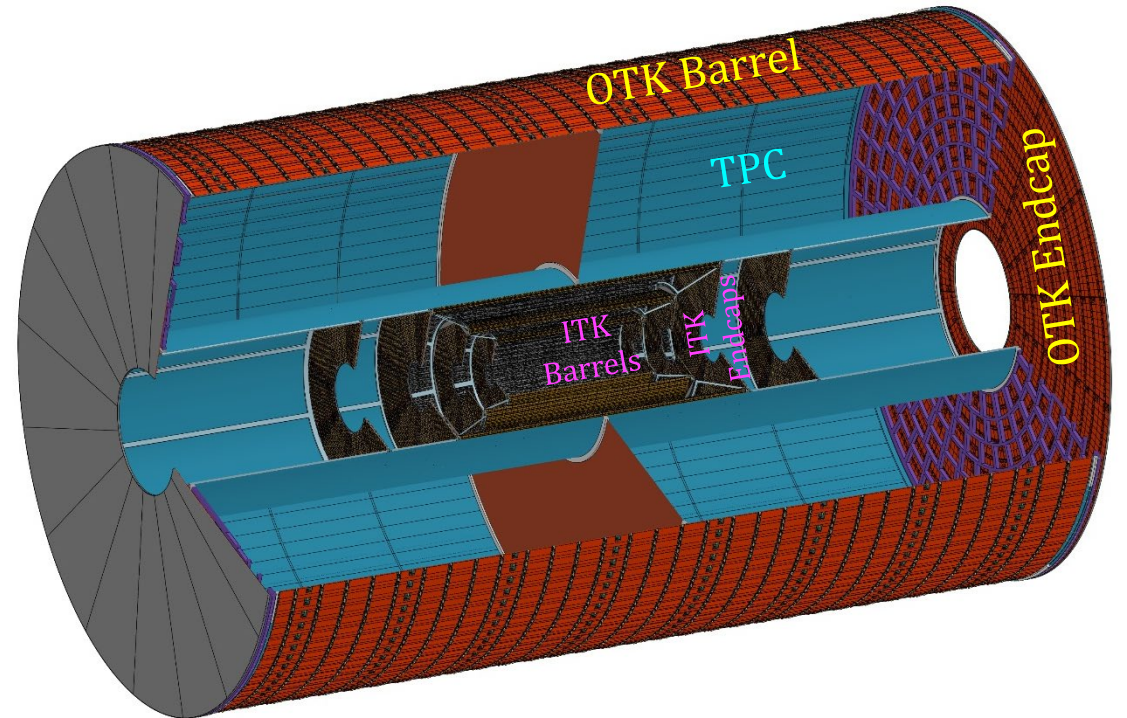
面向 Reference Detector TDR

硅径迹探测器系统

- Ref-TDR探测器基线方案的设计和国际评审答辩（6月28日至今）
- 正在进行Ref-TDR的撰写
- 工作任务
 - ✓ 探测传感器和探测器模块的设计
 - ✓ 桶部探测器的2D和3D设计
 - ✓ 端盖探测器的2D和3D设计
 - ✓ 读出电子学的设计
 - ✓ 机械和冷却的设计和计算
 - ✓ 桶部和端盖的计数率估计
 - ✓ 布局优化与性能研究
 - ✓ 成本估计
 - ✓ 其他
- 成立硅探测器CMOS微条项目组



严琪



行政组管理 本年度任务完成情况



环形正负电子对撞机 (CEPC)

面向 Reference Detector TDR

CEPC 软件

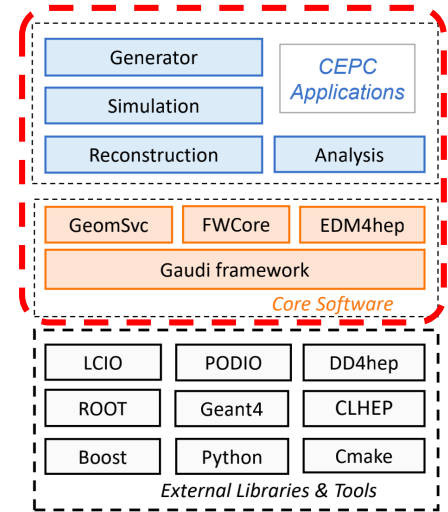
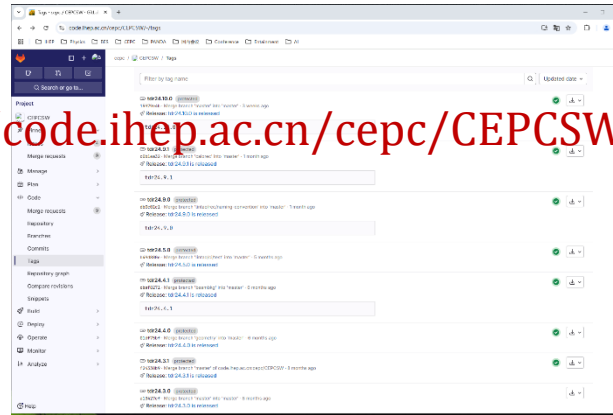
- 发布多个软件版本和模拟数据产生:

- ✓ 满足探测器设计和物理研究的需求
- ✓ 完成国际评审
- ✓ 正在撰写 RefDet-TDR

- 模拟 (根据硬件、电子学、机械设计)

- ✓ 几何与物质: 跟踪探测器设计或等效物质描述
- ✓ 数字化: 束流实验结果或建立模型

<https://code.ihep.ac.cn/cepc/CEPCSW/>



李卫东
孙胜森
林 韬
邹佳恒
傅成栋
张 瑶
艾小聪
伍灵慧
赵 光
方文兴
李衡訥
李 腾
黄性涛
尤郑昀
张晓梅

Sub Detector	Options	Detector Description/Simulation	Digitization	Reconstruction
MDI+LumiCal		Implemented	None	None
VTX	RefTDR	Implemented	Smearing	
VTX	Backup	Cooling, electronics, part of support structure	Smearing	
ITK		Equivalent material for sensitive detector and support structure		Clusters are formed and then converted into space points. Track finding starts from the most outer layers in the ITK and searches for space points of a track from outside to inside.
OTK				After adding the OTK hits, track fitting will be executed to produce track parameters.
OTK_PID		Generation of TOF through a parametric model	None	None
TFC	RefTDR	Implemented	Model based Garfield simulation	Searching for tracks in TPC first and then performing a combined fit to all the hits from both TPC and silicon trackers
TFC_PID		Generation of dEdx (or dN/dx) through a parametric model	None	None
ECAL-Barrel			Model based on test beam data	New PFA algorithm
ECAL-Endcap			None	Being validated
HCAL-Barrel	RefTDR	Materials and geometry from the preliminary design	Model based on test beam data	Being developed
HCAL-Endcap			None	
MUON-Barrel		Added materials and geometry	Model based lab measurement	The reconstructed tracks are extrapolated to the Muon Detector and matched with the muon track according to the truth information.
MUON-Endcap			None	

行政组管理 本年度任务完成情况

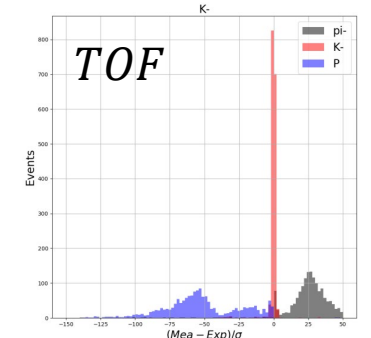
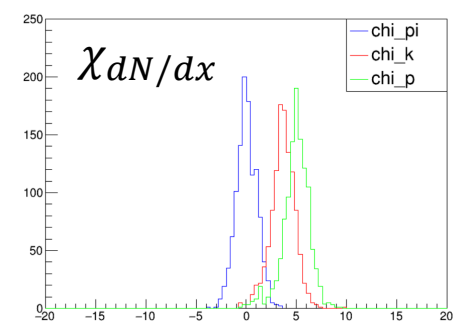
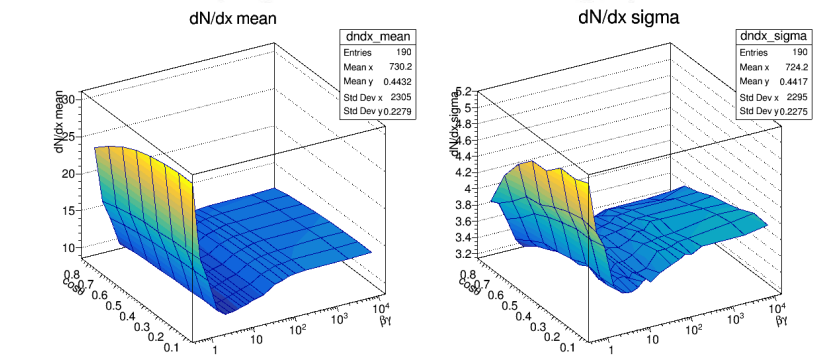
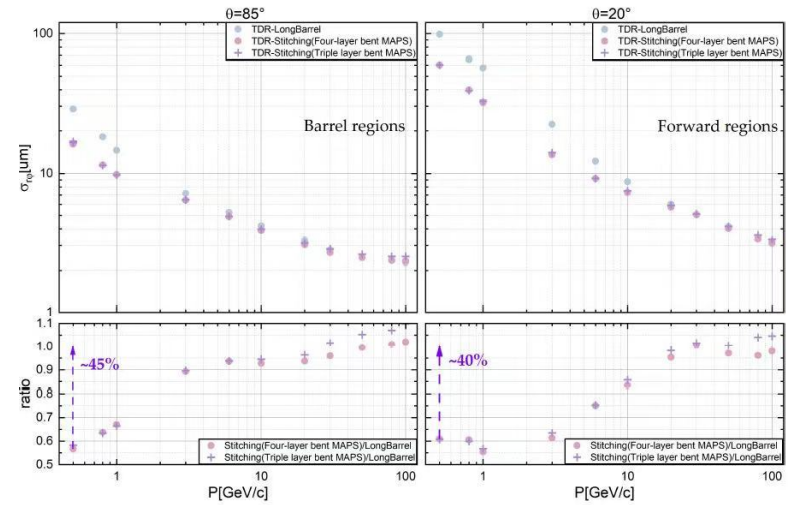


环形正负电子对撞机 (CEPC)

面向 Reference Detector TDR

CEPC 软件

- 带电径迹 (VTX+ITK+TPC+OTK)
 - ✓ 优化硅径迹探测器的寻迹算法
 - ✓ 建立像素读出型TPC数字化和重建方法
 - ✓ 优化硅径迹探测器联合TPC径迹联合算法
解决特殊情况下的效率降低问题
- 粒子鉴别 (TPC+OTK)
 - ✓ 基于Garfield++全模拟的参数化模型
 - ✓ TPC测量的 dN/dx 进行粒子鉴别
 - ✓ 联合 dN/dx 和 TOF 信息



李卫东
孙胜森
林 韬
邹佳恒
傅成栋
张 瑶
艾小聪
伍灵慧
赵 光
方文兴
李衡讷
李 腾
黄性涛
尤郑昀
张晓梅

行政组管理 本年度任务完成情况



环形正负电子对撞机 (CEPC)

面向 Reference Detector TDR

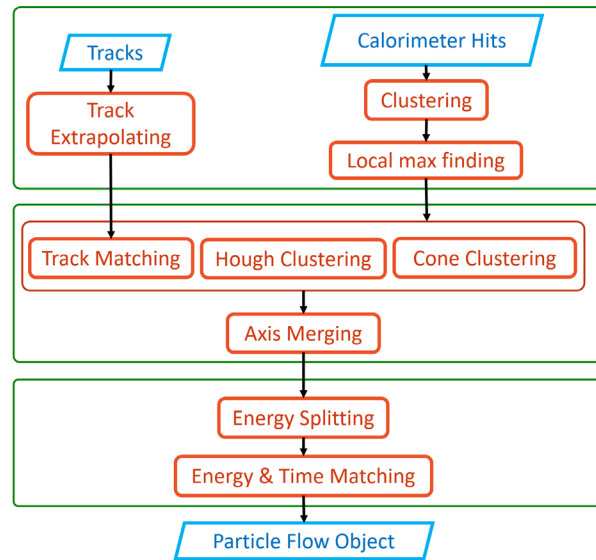
CEPC 软件

- 粒子流方法 (Tracker+ECAL+HCAL)

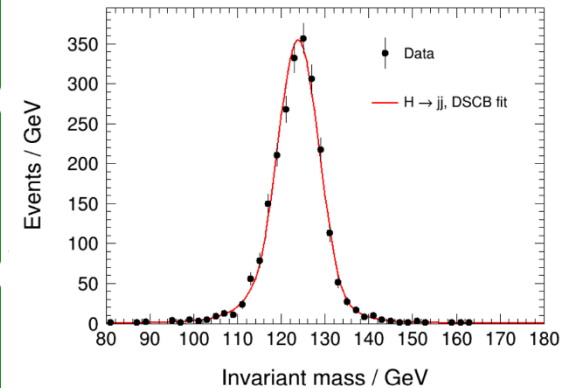
- ✓ 探测器几何设计与数字化
- ✓ CyberFPA算法: BMR ~5% → 3.95%
- ✓ 性能研究

- 离线软件和计算平台的部分技术研究:

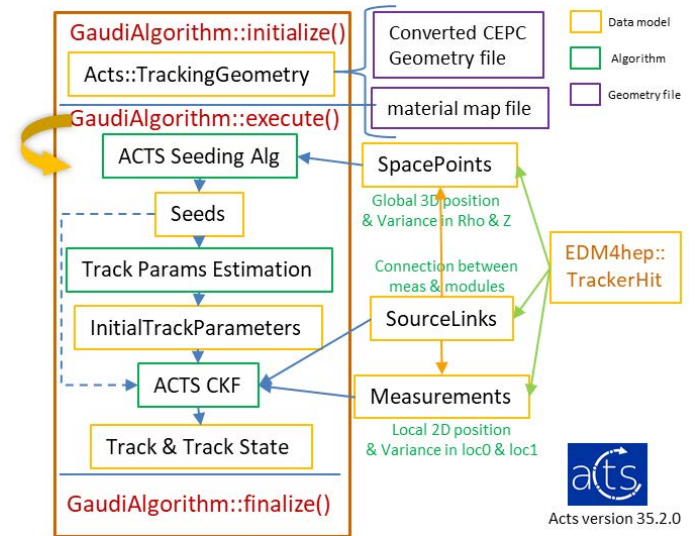
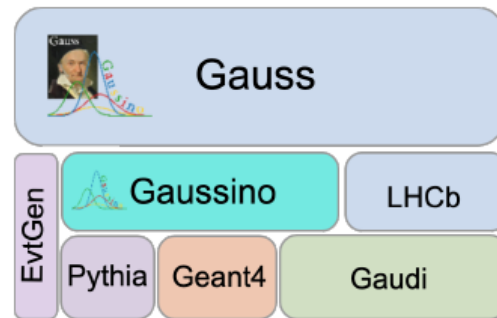
- ✓ Edm4hep/Key4hep软件
- ✓ Gaussino模拟框架
- ✓ ACTS寻迹
- ✓ 并行和异构计算方案



$H \rightarrow gg$ BMR = 3.95%



李卫东
孙胜森
林 韬
邹佳恒
傅成栋
张 瑶
艾小聪
伍灵慧
赵 光
方文兴
李衡讷
李 腾
黄性涛
尤郑昀
张晓梅



行政组管理 本年度任务完成情况



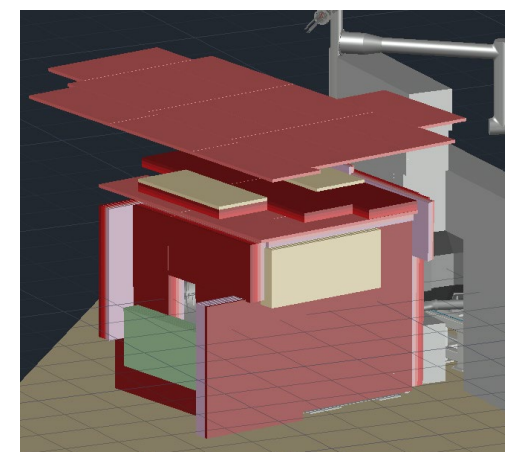
COMET实验

- CyDet重建和宇宙线本底研究
 - ✓ 实现了径迹重建多圈算法，研究噪声本底产生和寻迹相关研究
 - ✓ 研究了降低俘获磁铁磁场强度的束流模拟
 - ✓ 研究了羊八井RPC在CRV上的应用
- 组织参加了两次研讨会和人员交流
 - ✓ 2023年中-英软件分析研讨会
 - ✓ COMET宇宙线探测器IHEP研讨会
 - ✓ 日本研究生访华一人次
- 协调COMET Analysis and Software
 - ✓ 高能所人员作为Team leader协调COMET软件、计算和分析
 - ✓ 协调组织例会，参加TB会，月会等讨论
 - ✓ 组织COMET tracking例会
 - ✓ 在KEK/IPNS COMET International Review上报告软件、分析进展
 - ✓ 在KEK/IPNS COMET International Review上报告缪子束流研究进展

张 瑶
袁 野



COMET宇宙线探测器IHEP研讨会



羊八井RPC在CRV上的应用研究

行政组管理 本年度任务完成情况



北京同步辐射光源（HEPS）

- 完成储存环（含光束线站）硬件设备研制和现场安装
- 3月 完成北京市生态环境局批复二次变动环评报告
- 5月 储存环获取辐射安全许可证
- 7月 光束线站（第一期第一批）获取辐射安全许可证
- 11月 光束线站（第一期第二批）完成辐射安全分析报告编写和第一轮的问题回答

马忠剑
张清江
李 楠
阎明洋
唐光毅
张会杰

束流驱动等离子体尾场加速应用研究（PWFA）

- 辐射防护设计报告按期完成

北京正负电子对撞机升级（BEPCII-U）

- 完成BEPCII-U安全分析报告的编写
- 制定辐射防护局部封堵、拆卸部件处置和现场实施的方案，各系统按照方式实施中

环形正负电子对撞机升级（CEPC）

- 完成基于积分型放大电子学中子探测器样机的测试、用户实验，具备验收条件
- 辐射防护 加速器EDR设计

行政组管理 发表学术论文或创新性突出贡献

获奖情况

1. 李卫东, “四夸克物质” Zc(3900)的发现, 国家自然科学奖 二等奖 编号2023-Z-102-2-02-R04 (第四)
2. 马忠剑, 阎明洋, 中国职业安全健康协会科学技术奖, 科技进步奖 三等奖 编号2023-3-52-02 (第二第三)

学术论文

1. J.H. Zou, W.D. Li, Q.M. Ma, *et al.*, [Offline data processing system of the BESIII experiment](#), *Eur. Phys. J. C* **84**, 937(2024)
2. Z. Yao, X.T. Huang, T. Li, *et al.*, [Muon/pion identification at BESIII based on variational quantum classifier](#), *Eur. Phys. J. Plus* **139**, 356(2024)
3. G. Zhao, L.H. Wu, F. Grancagnolo, N. Filippis, M.Y. Dong, S.S. Sun, [Peak finding algorithm for cluster counting with domain adaptation](#), *Computer Physics Communications* **300**, 109208 (2024)
4. Y. F. Lyu, L. H. Wu, A. Q. Guo, M. Y. Dong, L. L. Wang, C. X. Yu, H. H. Zhang, H. M. Liu, S. S. Sun, Q. Ouyang, Y. Zhang, Y. T. Liang, [Hit efficiency study of the BESIII drift chamber](#), *Nucl. Instrum. Methods A* **1063**(2024), 169276
5. W.X. Fang, W.D. Li, X.J. Ji, S.S. Sun, T. Chen, F. Liu, X.L. Li, K. Zhu, T. Lin, J.F. Qiu, [A data-driven dE/dx simulation with normalizing flow](#), *Nucl. Instrum. Methods A* **1065**(2024) 169544
6. M.Y. Liu, W.D. Li, X.T. Huang, *et al.*, [Simulation and reconstruction of particle trajectories in the CEPC drift chamber](#), *Nucl. Sci. Tech.* **35**, 128(2024)
7. Ze-Heng Zhang, *et al.*, [Offline filter of data with abnormal high voltage at BESIII drift chamber](#), *Journal of Instrumentation* **19** P060402
8. S.C. Yuan, L.L. Wang, W.D. Li, [An approach to study interactions of antineutrons with CsI at a J/ψ factory](#), *Radiat. Detect. Technol. Methods* **8**, 1405-1412 (2024)
9. Y.X. Yang, W.D. Li, T. Lin, *et al.*, [Event index-based analysis in the JUNO experiment](#), *Radiat. Detect. Technol. Methods* **8**, 1704-1711 (2024)

行政组管理 发表学术论文或创新性突出贡献

学术论文

10. Z.Y. Chen, S.S. Sun, H.M. Liu, *et al.*, Time calibration of barrel TOF system at BESIII, *Radiat. Detect. Technol. Methods* **8**, 1264-1271(2024)
11. Z.J. Li, M.K Yuan, Y.X. Song, *et al.*, Visualization for physics analysis improvement and applications in BESIII, *Front. Phys.* **19**, 64201(2024)
12. A. Sato, *et al.*, Design and construction of the cylindrical drift chamber for the COMET Phase-I experiment, *Nucl. Instrum. Methods A* **1069**(2024), 169926
13. Wenxing Fang, Fast muon simulation in the JUNO experiment with neural networks, *Eur. Web. Conf.* 295
14. Wenxing Fang, Refined drift chamber simulation in the CEPC experiment, *Eur. Web. Conf.* 295
15. Xiaomei Zhang, JUNO distributed computing system, *Eur. Web. Conf.* 295
16. Simon Blyth, Optics: GPU Optical Photon Simulation via NVIDIA OptiX, *Eur. Web. Conf.* 295 (2024) 11014

专利情况

1. 邹佳恒, 分布式异构计算方法及系统, 发明专利, 7092920号

国际会议与国内重要会议报告

42nd International Conference on High Energy Physics (ICHEP2024)

1. Tao Lin, CEPC-on-Gaussian: an application of Gaussian simulation framework for CEPC experiment
2. Fangyi Guo, Development of a novel crystal electromagnetic calorimeter and particle flow algorithm for future lepton collider experiments
3. Guang Zhao, dN/dx reconstruction with machine learning for cluster counting
4. Haoyu Shi, Study status of beam background and MDI design at the CEPC
5. Guangyi Tang, The CEPC radiation protection issues

行政组管理 发表学术论文或创新性突出贡献

国际会议与国内重要会议报告

Conference on Computing in High Energy Physics (CHEP 2024)

1. Wenxing Fang, dE/dx software in the BESIII experiment
2. Yizhou Zhang, Application of TRACCC seeding to the CEPC vertex detector
3. Weiqing Yin, Keep-up Production in JUNO's Offline Data Processing
4. Xiaomei Zhang, Data Challenges in JUNO distributed computing towards data-taking
5. Simon Blyth, Optics: GPU ray trace accelerated optical photon simulation
6. Peidong Yu, The multi-thread detector simulation in JUNOSW
7. Haosen Zhang, The electronic simulation software in JUNO
8. Guang Zhao, dN/dx reconstruction with machine learning for cluster counting

22nd International Workshop on Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research (ACAT 2024)

1. Wenxing Fang, Deep learning-based C14 pile-up identification in the JUNO experiment
2. Linghui Wu, Offline filter of data with abnormal high voltage at BESIII drift chamber
3. Tao Lin, Offline data processing in the first JUNO data challenge
4. Xiaomei Zhang, JUNO raw data transfer system

第十四届全国粒子物理学术会议

1. 石澔琦, CEPC对撞区设计和束流本底研究
2. 方文兴, ML for fast calorimeter simulation
3. 宋伟峥, CyberPFA: crystal bar ECAL reconstruction in CEPC
4. 赵光, 基于监督学习和迁移学习的电离计数重建方法研究

中国辐射防护学会学术年会

1. 阎明洋, 脉冲中子仪的研究与应用

行政组管理 学术发展规划、学术交流

各个实验和项目的重要会议

- BESIII Collaboration Meeting
- BESIII Physics and Software Workshop
- CGEM Review
- JUNO Collaboration Meeting
- JUNO International Scientific Committee Meeting
- International Workshop on the High Energy Circular Electron Positron Collider
- CEPC International Detector Review Committee Meeting 2024
- IAS Program High Energy Physics (2024)
- CEPC Day
- COMET Collaboration Meeting
- 辐射防护大会
- 辐射防护学会年会
- 全国辐射物理交流会

会议组织

1. Workshop of Tracking in Particle Physics Experiments 2024, 2024年5月16日~5月19日, 郑州
2. 第一届高能物理计算用户研讨会, 2024年5月19日~5月23日, 成都
3. 粒子物理实验计算软件与技术研讨会(2024), 2024年6月1日~6月4日, 杭州
4. 实验粒子物理计算研讨会(2024), 2024年7月10日~7月13日, 上海
5. Quantum Computing and Machine Learning Workshop 2024, 2024年8月2日~8月8日, 长春
6. The 2024 CEPC Mechanical Workshop, 2024年8月21日~8月24日, 洛阳
7. China-JINR Workshop on Software and Computing for Future HEP Experiments, 2024年9月15日~9月19日, 国际会议, 俄罗斯伊尔库斯克
8. CEPCSW Tutorial 3次

行政组管理 学术发展规划、学术交流

例会

BESIII软件会

BESIII Data Quality Meeting

BESIII Tracking Meeting

CGEM软件会

Tau-QCD Meeting

CEPC软件会

Key4Hep / EDM4Hep 讨论

Cluster Counting in Drift Chamber Meeting

CEPC Scintillation Calorimeter Meeting

CEPC Drift Chamber Software

HEPS工程例会

BEPCII-U例会

辐射防护学术讨论会

JUNO离线软件会

JUNO模拟软件会

JUNO Code Review Meeting

JUNO Physics & Simulation Meeting

软件组JUNO软件讨论会

COMET中国组组会

COMET月会

COMET软件分析与软件研讨会

行政组管理 经费情况

BESIII 实验

- 国家重点研发计划 “奇特强子态及强子谱学研究” 和 “BESIII上粲强子、QCD及新物理研究”（2020~2024） “利用粲强子含轻子衰变精确检验标准模型”（2023~2028）

JUNO 实验

- 中国科学院 先导专项 “江门中微子实验”
- 国家重点研发计划 “江门中微子实验的中微子振荡物理研究”（2024~2028）
- 中国科学院青年创新促进会 林韬（2022~2025）

CEPC 项目

- 河南省科学院创新平台建设项目 “CEPC探测器及物理模拟研究”（2024~2027）
- 科学院百人计划A类 严琪（2024~2027）

COMET实验

- 北京自然科学基金 国际科学家计划（2023~2025）

HEPS

- HEPS 辐射防护与安全

BEPCII

- BEPCII运行维护 / BEPCII-U

2024年 软件组 基金申请与资助情况

		2024年	
申请类别		申请项数	资助项数
主持	重点项目	1	0
	面上项目	4	2
	青年项目	2	0
	中日韩前瞻计划	1	0

本人本年度科研任务完成情况 本人研究工作

• 负责组织与协调 BESIII实验数据产生和软件研发

- ✓ 协调软件版本发布与数据产生工作
- ✓ 协调 BESIII实验软件研究
- ✓ 参与推动系统误差研究
- ✓ 组织 BESIII合作组会议和物理软件会软件与计算部分
- ✓ 召集 BESIII软件会
- ✓ CGEM Review Committee成员

• 协助协调 CEPC 项目软件研究

- ✓ 组织 CEPC软件例会
- ✓ 量能器 (ECAL+HCAL) 软件

组织会议

1. 粒子物理实验软件与计算研讨会, 2023年12月19日~21日, 江门
2. Workshop of Tracking in Particle Physics Experiments 2024, 2024年5月16日~5月19日, 郑州
3. 第一届高能物理计算用户研讨会, 2024年5月19日~5月23日, 成都
4. 粒子物理实验计算软件与技术研讨会 (2024), 2024年6月1日~6月4日, 杭州
5. 实验粒子物理计算研讨会 (2024), 2024年7月10日~7月13日, 上海
6. Quantum Computing and Machine Learning Workshop 2024, 2024年8月2日~8月8日, 长春

组织成员

PANDA实验 Computing Committee 成员

研究生培养: 本所研究生2名, 联合培养2名

公共服务: 研究生考核, 研究生面试, 年报撰写, BESIII合作组内部审稿, BESIII周运行负责人

行政组管理 本年度任务完成情况



北京谱仪 (BESIII)

- 国家重点研发计划“奇特强子态及强子谱学研究”项目“软件发展与科学计算”课题 (2020年11月~2024年10月)

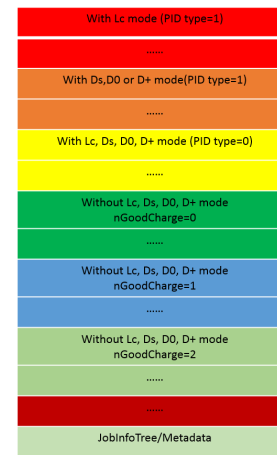
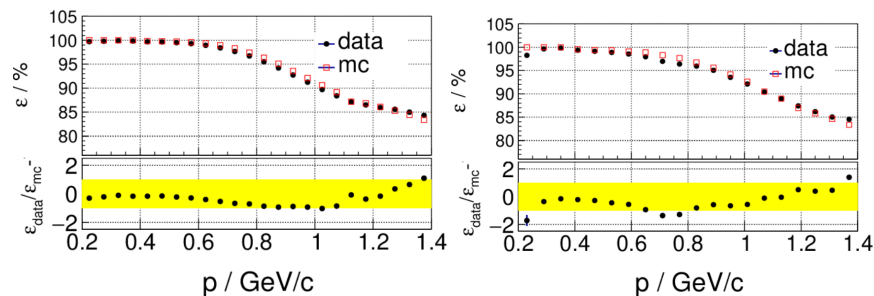
✓ 关键系统误差：完成预定任务

– 数据驱动方法进一步提高

✓ GPU计算平台：2023年1月加入集群

✓ 海量数据处理机制；数据质量监控；CGEM软件开发

- 考核指标已经达成！



孙胜森
季晓斌
刘怀民
李卫东
邓子艳
石京燕
张学尧
王亮亮
孙永昭
伍灵慧
刘春秀
文硕频
马秋梅

课题目标	成果名称	成果类型	考核指标			考核方式 (方法) 及评价手段	
			指标名称	立项时已有指标值/状态	中期指标值/状态		完成时指标值/状态
优化探测器模拟和重建软件，将关键系统误差改善50%以上；建立具备0.5PFLOPs理论峰值计算能力的分波分析专用GPU计算平台，完善和升级基于GPU的分波分析工具，完成支持复杂动力学函数的软件，应用于一项分波分析研究以上，完善和升级海量数据处理机制，提高数据分析速度。	1: 软件展科计的果	<input type="checkbox"/> 新理论 <input type="checkbox"/> 新原理 <input type="checkbox"/> 新产品 <input type="checkbox"/> 新技术 <input type="checkbox"/> 新方法 <input type="checkbox"/> 关键部件 <input type="checkbox"/> 数据库 <input checked="" type="checkbox"/> 软件 <input type="checkbox"/> 应用解决方案 <input type="checkbox"/> 实验装置/系统 <input type="checkbox"/> 临床指南/规范 <input type="checkbox"/> 工程工艺 <input checked="" type="checkbox"/> 标准 <input type="checkbox"/> 论文 <input type="checkbox"/> 发明专利 <input type="checkbox"/> 其他	指标1.1. 关键系统误差改进	低动量带电径迹系统误差2%；粒子鉴别系统误差2%	低动量带电径迹系统误差和粒子鉴别系统误差改善20%以上。	低动量带电径迹和粒子鉴别关键系统误差改善50%以上；发表5篇以上论文。	正式文章发表
			指标1.2. GPU计算平台，分波分析工具和海量数据处理机制	BESIII现有计算资源不足以满足日益增长的数据量	建立具备0.5PFLOPs理论峰值计算能力的分波分析专用GPU计算平台；完善和升级海量数据处理机制，提高数据分析速度。	建立具备0.5PFLOPs理论峰值计算能力的分波分析专用GPU计算平台；完善和升级海量数据处理机制，提高数据分析速度。	同行专家评审

机器学习方法在BESIII实验开展粒子鉴别研究

✓ 提升决策树 (GBDT) 方法

– 速度太慢!

✓ DNN粒子鉴别研究

– 速度太慢!

– 性能略有提升

– 完成系统误差估计

– 正在验证性能, 部署应用

– 粒子鉴别效率达到BelleII切伦科夫水

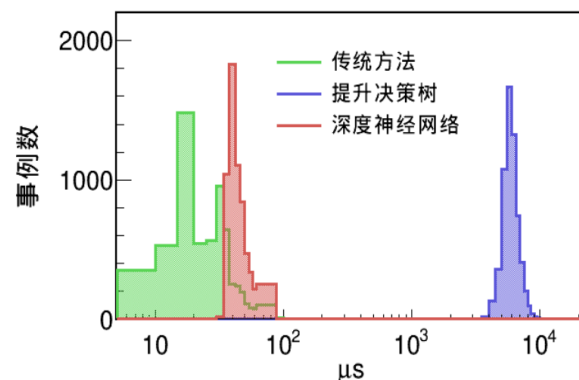
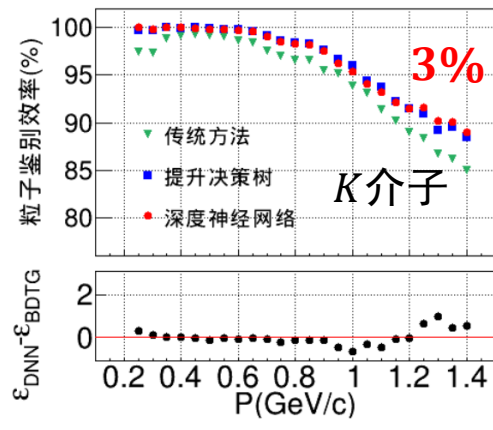
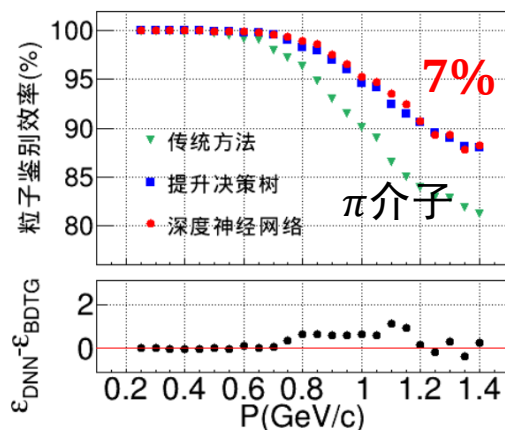
• BESIII实验强子飞行时间修正

✓ 分别对真实数据修正和模拟样本调试

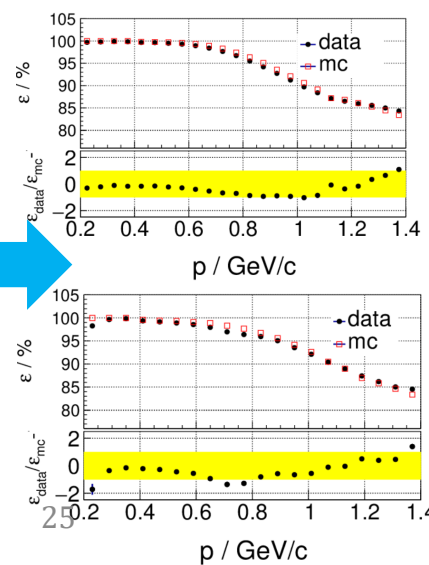
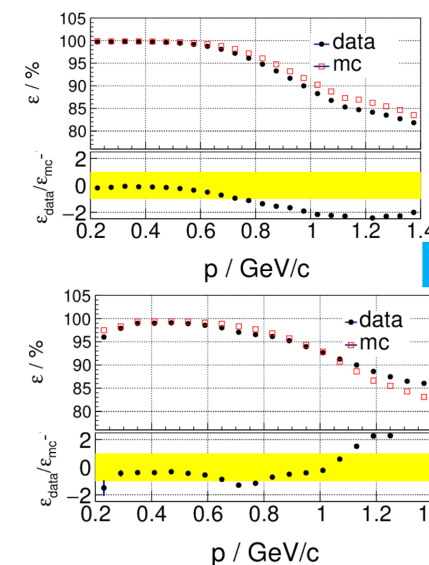
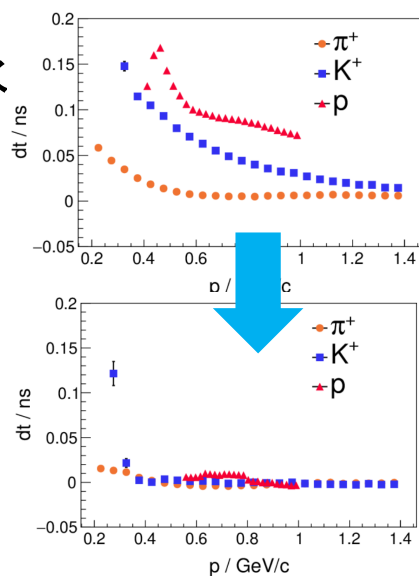
✓ 显著降低系统误差

➔ 提高BESIII成果国际竞争力

人工智能方法在真实数据中的应用



BDT和DNN时间对比



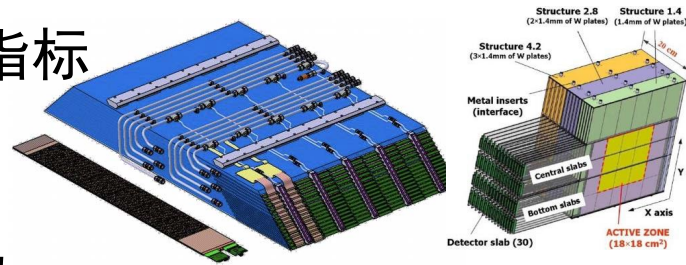
本人本年度科研任务完成情况 本人研究工作



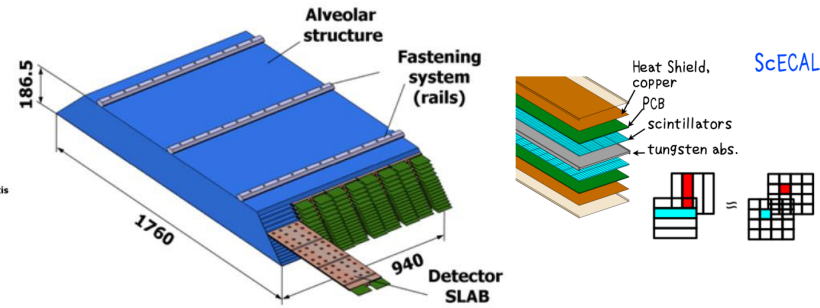
CEPC项目量能器(ECAL+HCAL)方案

- 完整的模拟、重建流程：获得关键指标
 - 完成ECAL和HCAL几何物质模拟
 - 利用束流实验结果构建数字化
 - 现有 PFA算法不适用长条晶体结构
开发全新的重建算法 CyberPFA
 - BMR从 ~5%水平 → 3.9%
 - 束流本底研究
 - 探测器关键性能指标研究
 - 探测器设计优化
 - 物理性能分析

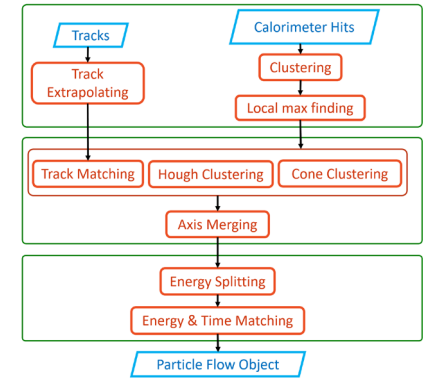
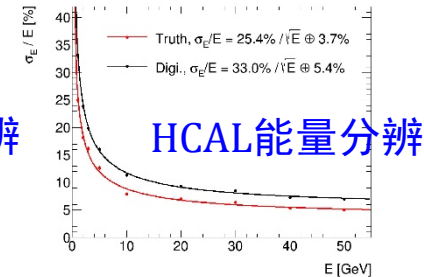
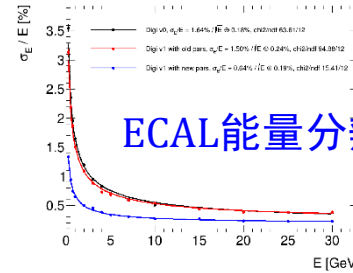
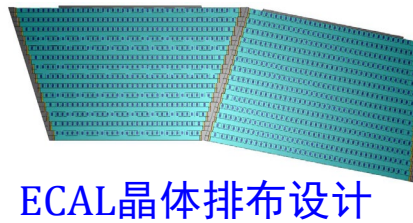
Silicon sensors + CuW



Scintillator + W

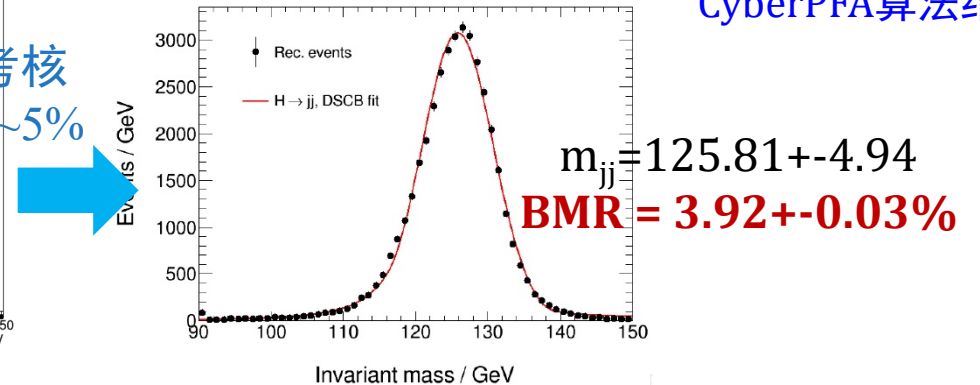
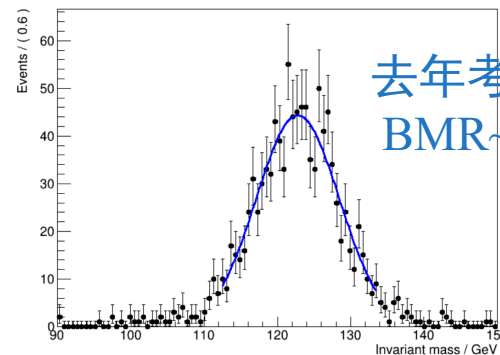


Crystal Bar ECAL+ CyberPFA



CyberPFA算法结构

- 助力 CEPC项目 ECAL选型
三选项：SiW, ScW, **Crystal ECAL**



本人本年度科研任务完成情况 本人研究成果与经费情况

期刊文章6篇

1. Z.Y. Chen, S.S. Sun, H.M. Liu, *et al.*, Time calibration of barrel TOF system at BESIII, *Radiat. Detect. Technol. Methods* **8**, 1264-1271(2024)
2. J.H. Zou, W.D. Li, Q.M. Ma, *et al.*, Offline data processing system of the BESIII experiment, *Eur. Phys. J. C* **84**, 937(2024)
3. G. Zhao, L.H. Wu, F. Grancagnolo, N. Filippis, M.Y. Dong, S.S. Sun, Peak finding algorithm for cluster counting with domain adaptation, *Computer Physics Communications* **300**, 109208 (2024)
4. Y. F. Lyu, L. H. Wu, A. Q. Guo, M. Y. Dong, L. L. Wang, C. X. Yu, H. H. Zhang, H. M. Liu, S. S. Sun, Q. Ouyang, Y. Zhang, Y. T. Liang, Hit efficiency study of the BESIII drift chamber, *Nucl. Instrum. Methods A* **1063**(2024), 169276
5. W.X. Fang, W.D. Li, X.J. Ji, S.S. Sun, T. Chen, F. Liu, X.L. Li, K. Zhu, T. Lin, J.F. Qiu, A data-driven dE/dx simulation with normalizing flow, *Nucl. Instrum. Methods A* **1065**(2024) 169544
6. Ze-Heng Zhang, *et al.*, Offline filter of data with abnormal high voltage at BESIII drift chamber, *Journal of Instrumentation* **19** P060402
7. Z.J. Li, M.K Yuan, Y.X. Song, *et al.*, Visualization for physics analysis improvement and applications in BESIII, *Front. Phys.* **19**, 64201(2024)

国际会议报告5个 + 国内会议若干

1. Sun Shengsen, PFA Reconstruction of the Crystal bar ECAL, IAS Program on High Energy Physics (HEP2024)
2. Guo Fangyi, Development of a Novel Crystal Electromagnetic Calorimeter and Particle Flow Algorithm for Future Lepton Collider Experiments, 42th International Computing on High Energy Physics (ICHEP2024)
3. Wang Xinnan, Time-of-Flight Correction for Hadrons at BESIII Experiment, Conference on Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP2024)
4. Song Weizheng, Particle Flow Algorithm for Long Crystal Bar Electromagnetic Calorimeter, 20th International Conference on Calorimetry in Particle Physics (CALO 2024)
5. Zhang Yang, CyberPFA: Crystal Bar ECAL Reconstruction in CEPC, The 3rd ECFA workshop on e+e- Higgs, Electroweak and Top Factory

经费情况

- 国家重点研发计划“奇特强子态及强子谱学”项目“软件发展与科学计算”课题 2020YF04063004 786万 主持
- 国家自然科学基金委面上项目“电磁量能器数据处理和分析关键技术研究” 66万元 主持

下年度工作计划 存在问题 学术规划

- 2025年将是充满激情与挑战的一年
 - ✓ JUNO实验运行取数
 - ✓ BEPCII升级 / CGEM内室升级
 - ✓ CEPC 加速器EDR和探测器Ref-TDR的撰写与国际评审
- 存在问题：国际合作，人力不足，不应缺席的课题
- 学术规划
 - ✓ 工程任务与学术发展
 - ✓ 先进技术：机器学习与量子计算等
 - ✓ 软件与辐射防护的融合

谢谢！

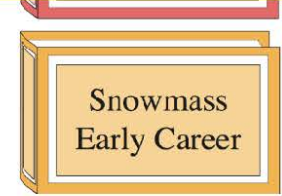
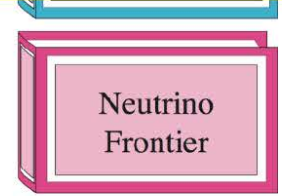
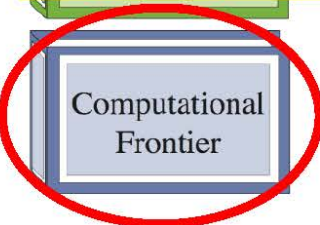


2023 P5
P5 (Particle Physics Projects Prioritization Panel) reports to HEPAP (High-Energy Physics Advisory Panel) that advises High-Energy

Computing plays a fundamental role in the execution of current and future HEP theoretical, experimental, observational programs.

— Not a “service” but an “element” of the “scientific apparatus” in HEP experiments/surveys

*“The Future of HEP Software and Computing — the Snowmass report”,
V.Daniel Elvira (Fermilab), Ben Nachman (LBNL), and Steven Gottlieb (Indiana University) and all participants,
26th International Conference on Computing in High Energy & Nuclear Physics, May 8-12, 2023, Norfolk, USA*



- Strike a balance between R&D and improvement/maintenance of existing tools
 - Simulation common tools are underfunded
- Coordinating panel (CPSC) would play a critical role in achieving coordinated, timely, balanced, effective, sustainable investments in S&C for HEP
 - The DPF leadership plans to establish a task force with broad community representation to write a report on a proposed CPSC creation process



European Strategy for Particle Physics 2018-2020

Physics Briefing Book

Input for the European Strategy for Particle Physics Update 2020

Electroweak Physics: Richard Keith Ellis¹, Beate Heinemann^{2,3} (*Conveners*)
Jorge de Blas^{4,5}, Maria Cepeda⁶, Christophe Grojean^{2,7}, Fabio Maltoni^{8,9}, Alejandro Nisati¹⁰,
Elisabeth Petit¹¹, Riccardo Rattazzi¹², Wouter Verkerke¹³ (*Contributors*)

Strong Interactions: Jorgen D'Hondt¹⁴, Krzysztof Redlich¹⁵ (*Conveners*)
Anton Andronic¹⁶, Ferenc Siklér¹⁷ (*Scientific Secretaries*)
Nestor Armesto¹⁸, Daniël Boer¹⁹, David d'Enterria²⁰, Tetyana Galatyuk²¹, Thomas Gehrmann²²,
Klaus Kirch²³, Uta Klein²⁴, Jean-Philippe Lansberg²⁵, Gavin P. Salam²⁶, Gunnar Schnell²⁷

It is of utmost importance that both instrumentation and computing development activities be recognized correctly as fundamental research areas bearing a large impact on the final physics results.

“Physics Briefing Book Input for the European Strategy for Particle Physics Update 2020”,
CERN-ESU-004, Chapter 11 Instrumentation and Computing, p205

regions and optimal use of resources globally

The latest input is a newly published 250-page [physics briefing book](#), the result of an intense year-long effort to capture the status and prospects for experiment, theory, accelerators and computing for high-energy physics.

Philip Burrows²⁸, Frank Zimmermann²⁰ (*Scientific Secretaries*)
Michael Benedikt²⁰, Pierluigi Campana⁵⁴, Edda Gschwendtner²⁰, Erk Jensen²⁰, Mike Lamont²⁰,
Wim Leemans², Lucio Rossi²⁰, Daniel Schulte²⁰, Mike Seidel⁶², Vladimir Shiltsev⁶³,
Steinar Stapnes²⁰, Akira Yamamoto^{20,64} (*Contributors*)

Instrumentation and Computing: Xinchou Lou⁶⁵, Brigitte Vachon⁶⁶ (*Conveners*)
Roger Jones⁶⁷, Emilia Leogrande²⁰ (*Scientific Secretaries*)
Ian Bird²⁰, Simone Campana²⁰, Ariella Cattai²⁰, Didier Contardo⁶⁸, Cinzia Da Via⁶⁹, Francesco Forti⁷⁰,
Maria Girone²⁰, Matthias Kasemann², Lucie Linssen²⁰, Felix Sefkow², Graeme Stewart²⁰ (*Contributors*)

Editors: Halina Abramowicz⁷¹, Roger Forty²⁰, and the Conveners

<https://home.cern/news/news/cern/briefing-book-2020-update-European-strategy-particle-physics>