

# 2024年度工作报告

傅成栋  
软件组

# 岗位职责

---

1. CEPC Ref-TDR软件开发（时间紧）
  - 探测器几何构建
  - 径迹重建软件开发
2. BESIII离线软件和数据质量
3. 粒子物理实验软件开发

## 本年度工作情况



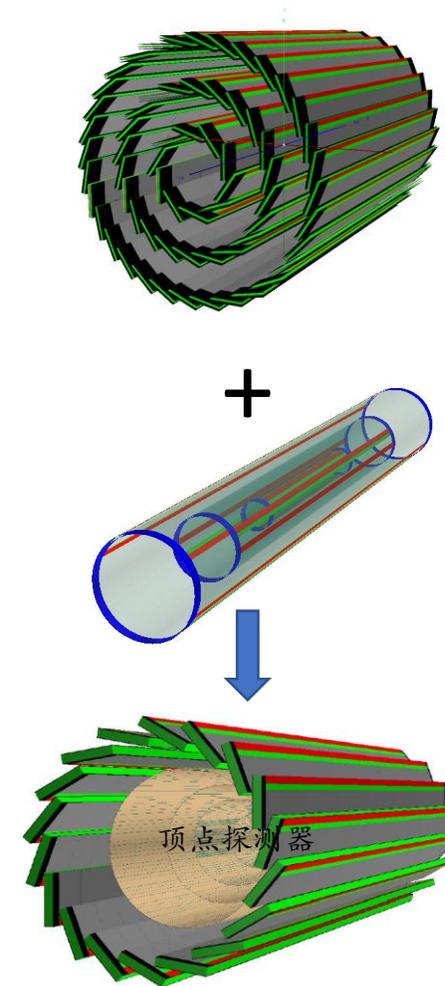
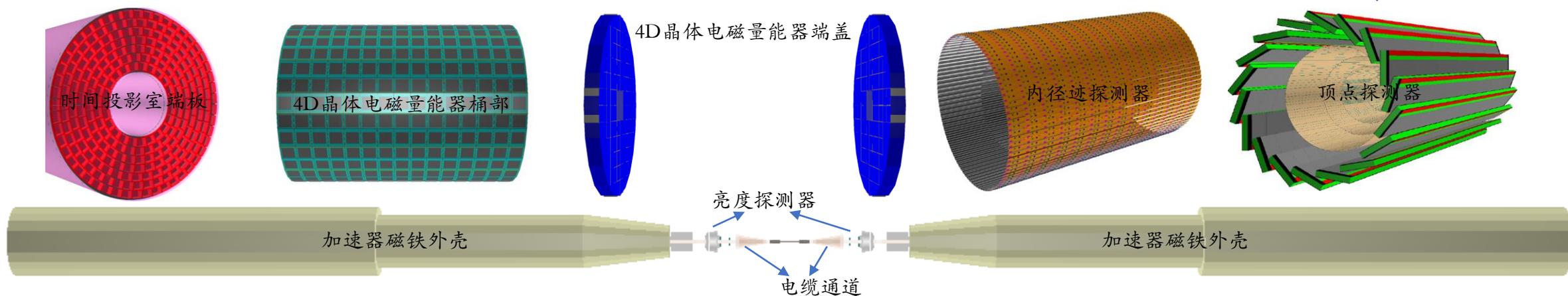
# CEPC Ref-TDR探测器几何

## ■组织构建了模拟软件中的CEPC Ref-TDR探测器几何

- 相比CEPC CDR探测器全新设计
- 跟踪方案不断的演化

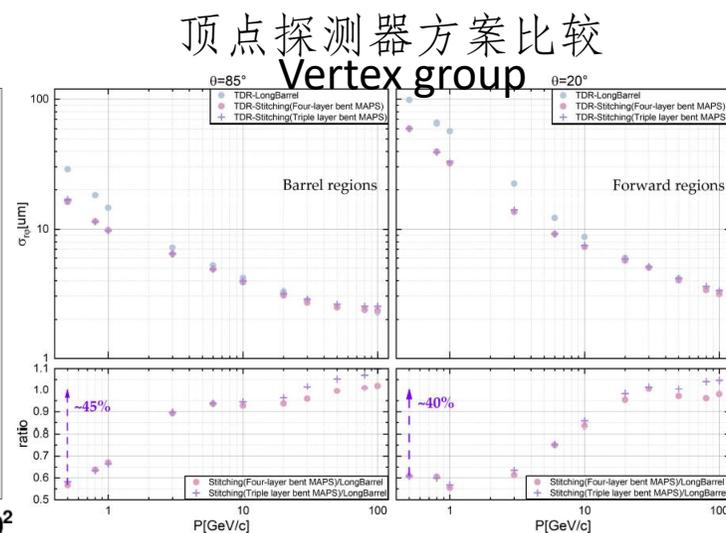
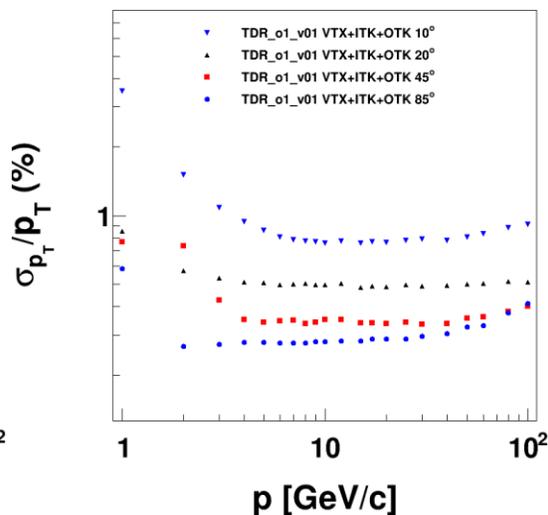
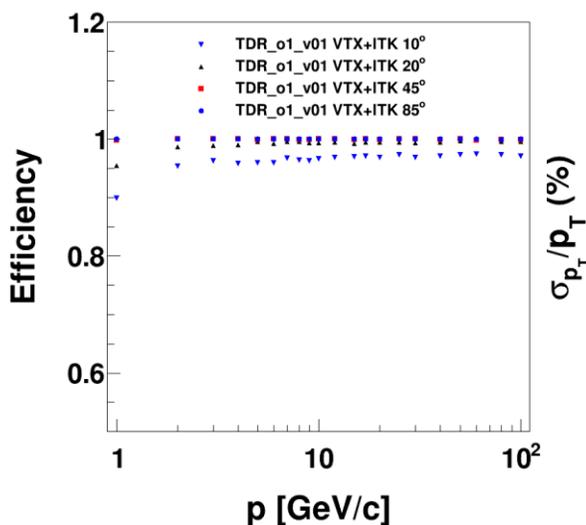
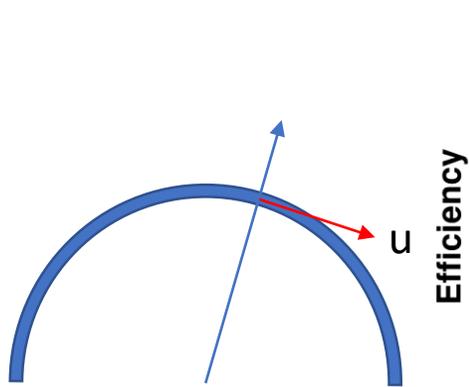
## ■相比CDR，在TDR阶段对几何有了更高的要求

- 全新设计的径迹探测器：曲面-平板复合型顶点探测器、像素读出型时间投影室、4D-晶体电磁量能器、内径迹探测器、外径迹探测器、玻璃灵敏型强子量能器、塑料闪烁体缪子探测器、亮度探测器逐步定型，在模型软件中一一实现
- 更细致的物质量，加入更多细节结构，例如
  - 径迹探测器的支撑、打线、读出模块、电源模块、死区
  - 时间投影室端部框架
  - 顶点探测器电缆通道
  - 超导磁铁恒温器、线圈



# CEPC顶点探测器重建软件开发和测试

- 负责CEPC顶点探测器的重建软件开发，同时参与硅径迹探测器的重建软件开发
- 多种硅径迹探测器方案
  - 顶点探测器：桶部+端盖→长桶部→曲面-平板复合型
  - 径迹探测器排布方案经过多轮优化演变
- 优化寻迹算法，提交硅径迹探测器的寻迹效率
  - 修复问题，将桶部寻迹效率从约99.5%提高到几乎100%
  - 优化算法，解决小角度时径迹丢失问题
- 开发曲面顶点探测器的重建算法，建立曲面、平板、复合型顶点探测器通用的重建流程
- 组织径迹重建软件在顶点探测器方案优化上的应用



# CEPC时间投影室的重建软件开发

■ 像素读出型时间投影室被选为CEPC粒子鉴别探测器的基线方案，同时做为径迹探测器的重要组成，提高低能带电粒子的动量分辨

● 像素读出型的单原初电离电子探测能力反而成为径迹重建的挑战

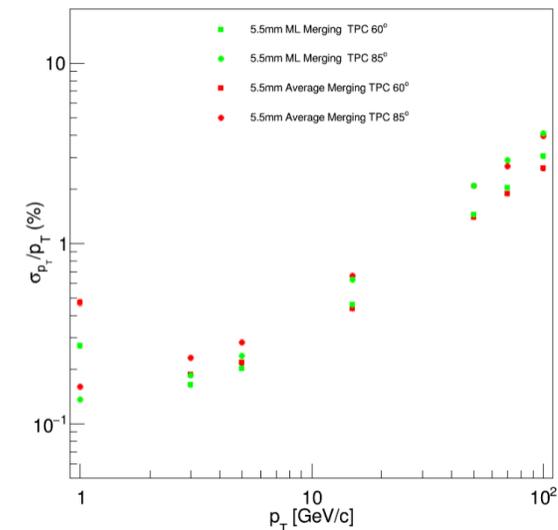
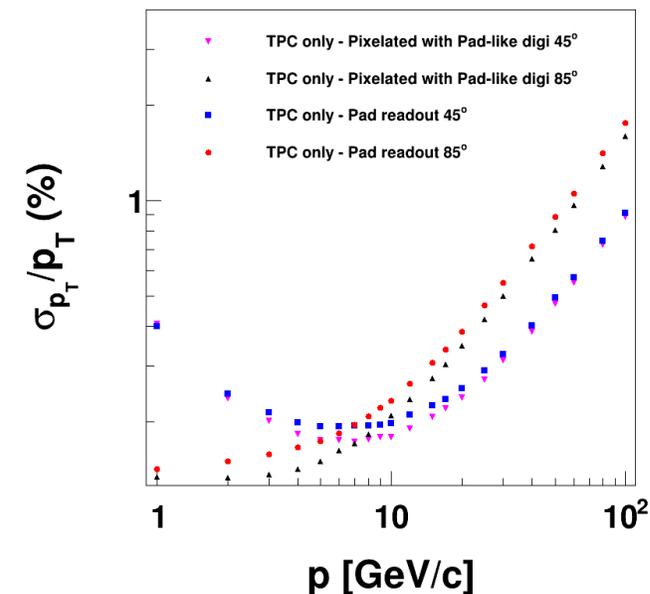
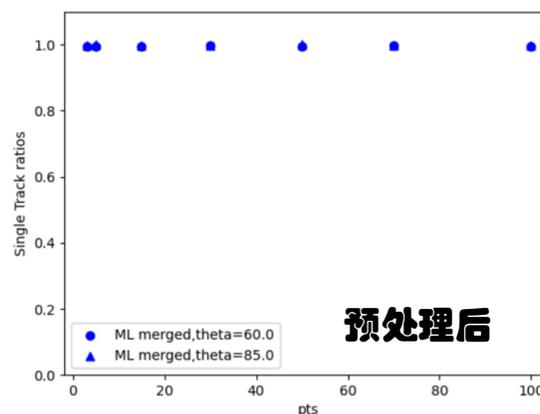
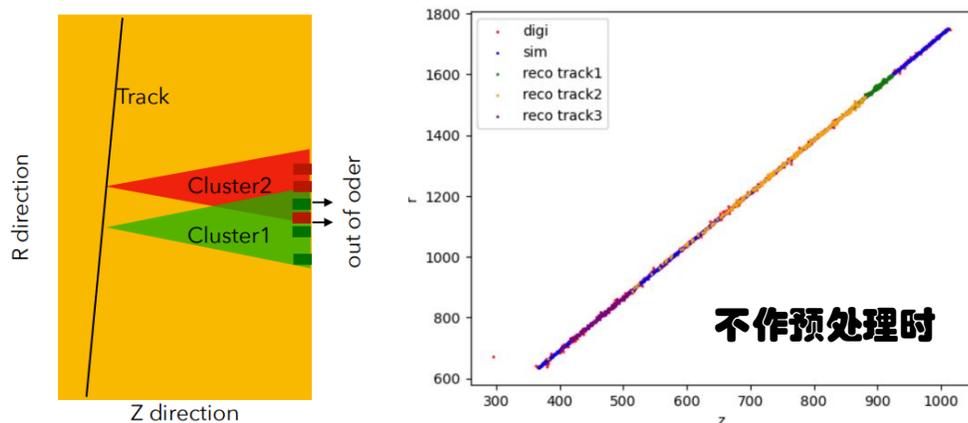
- 漂移扩散造成单点空间分辨率差
- 前后次序可能颠倒

■ 负责时间投影室的重建软件开发

● 在Pad读出的重建软件基础上，建立针对像素读出型时间投影室的类Pad数字化和径迹重建

● 组织开展像素读出型的数字化，打通采用机器学习对像素信号进行预处理再进行重建的流程

- 有利于解决因为单点空间分辨率差造成径迹劈裂问题
- 有利于提高动量分辨性能



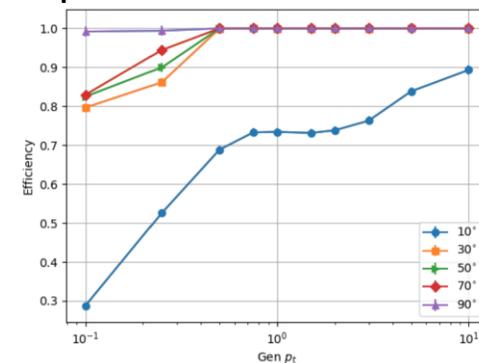
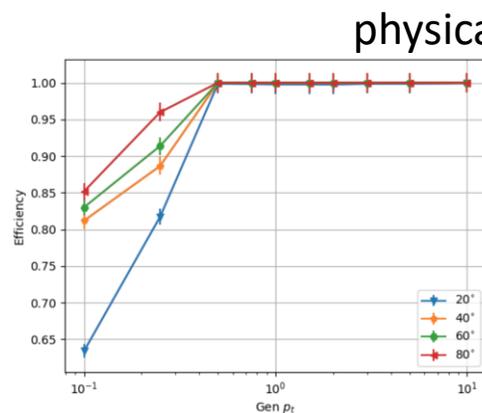
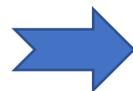
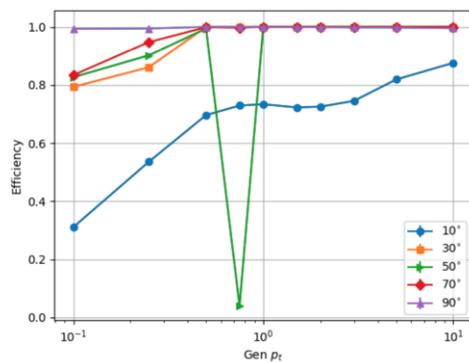
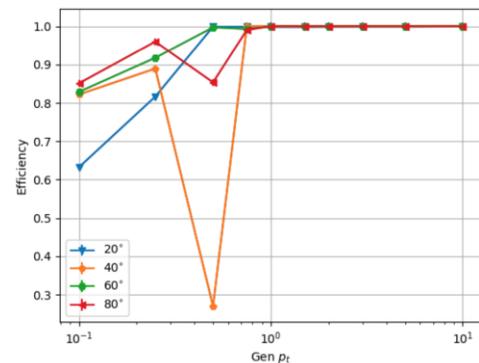
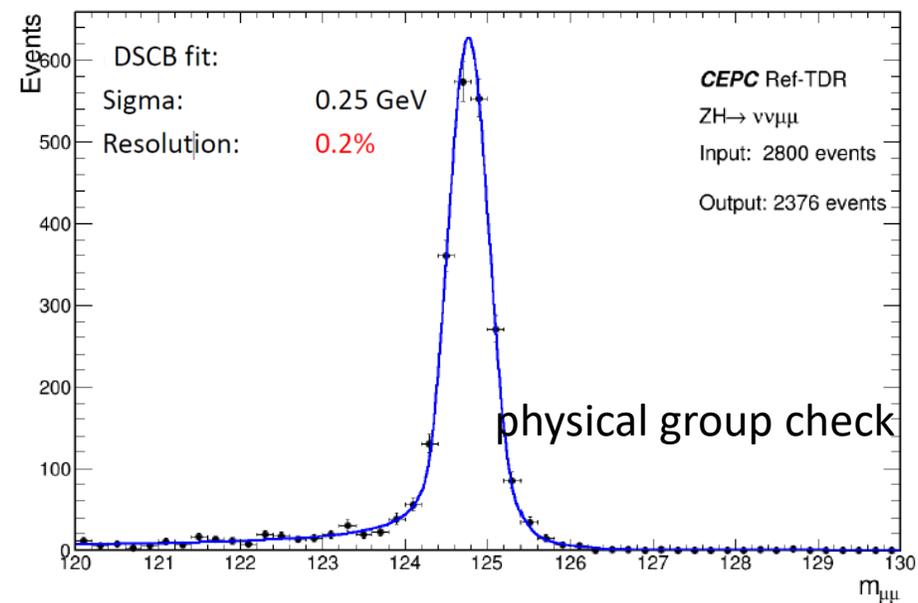
# CEPC整体径迹探测器的重建软件开发

## ■ 径迹重建软件支持各部分单独寻迹

- 顶点探测器（小动量时有用）
- 顶点探测器+内径迹探测器
- 顶点探测器+内径迹探测器+时间投影室
- 顶点探测器+内径迹探测器+外径迹探测器
- 顶点探测器+内径迹探测器+时间投影室+外径迹探测器（全）
- 时间投影室
- 内径迹探测器+时间投影室
- 内径迹探测器+时间投影室+外径迹探测器

■ 一条完整的径迹由硅径迹和时间投影室径迹联合而成，通过优化解决了联合失败造成的劈裂径迹和径迹丢失问题

■ 帮助PFA得到可靠的带电径迹，BMR~4%



# 本人研究成果与经费情况

## ■研究成果

### ●软件开源共享

- 应用于本底模拟
- 应用于顶点探测器优化
- 作为PFA的输入
- 将应用于TDR的物理分析

● Peng Hu et al., *GSHCAL at future  $e+e-$  Higgs factories*, Nuclear instruments & methods in physics research. Section A, Accelerators, spectrometers, detectors and associated equipment, (2024) 02

● Jiaheng Zou et al., *Offline data processing system of the BESIII experiment*, Eur. Phys. J. C. (2024) 84:937

## ■经费情况

### ●主持1项

- **基金委面上项目**，基于DD4hep的径迹探测器优化设计工具的开发，12175256，直接经费60万元，2022-01至2025-12。

### ●参与3项

- **基金委重点项目**，BESIII上正反超子对关联产生及其衰变的实验研究，11935018，2020-01至2024-12；
- **科技部国家重点研发计划“大科学装置前沿研究专项”**，粲强子衰变和标准模型的精确检验，2023YFA1606000，2023-12至2028-11；
- **基金委重大项目**，粲强子的强子末态衰变机制研究，12192262。

# 学术交流、学术发展规划及其他

## ■ 学术交流

### ● 学术报告

- CEPC探测器几何的模拟实现, 2024年CEPC机械设计研讨会, 2024年8月24日
- Status of Geometry & Silicon Tracking, CEPC Software and Simulation Meeting, 2024年2月5日

### ● 学术会议

- 参加CEPC相关例会
- 参加CEPC相关研讨会
- 参加BESIII离线软件会

### ● 学术讨论

## ■ 学术发展规划

- 开展机器学习在时间投影室寻迹算法上的应用

## ■ 公共服务

- 研究生入室培训一学时
- CEPC软件专题培训二次

## ■ 其他贡献

- 参与河南科学院项目
- 参与CEPC TDR
- 管理科技部项目部分经费

# 存在问题及下年度工作计划

## ■存在问题及解决办法

- 由于TDR时间紧迫，径迹重建的部分性能未达到最佳
- 正在增加人手逐步确认问题造成原因并进行优化

## ■下年度工作计划

- 完成CEPC Ref-TDR工作
- 深入开展像素读出型时间投影室在复杂条件下的重建研究

谢谢!