

# 考核报告

2023.11 – 2024.11

季晓斌

实验物理中心软件组

2024.11.21

# 主要内容

一、岗位职责

二、本年度工作情况

1、研究任务完成情况

2、本人研究成果与经费情况

3、学术交流、学术发展规划

4、公共服务

三、存在问题

四、下年度工作计划

# 岗位职责和主要工作内容

## BESIII中负责的工作

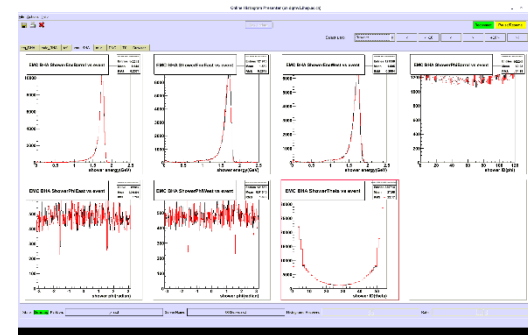
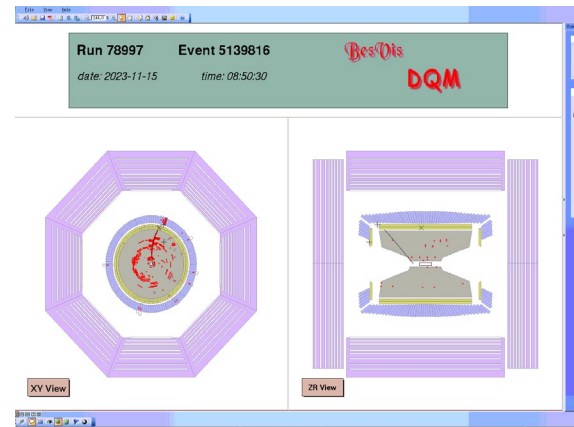
- BESIII在线数据质量监测系统
- 软件性能研究（包含公共系统误差）
- 软件版本发布检查

## BESIII离线软件（BOSS）升级

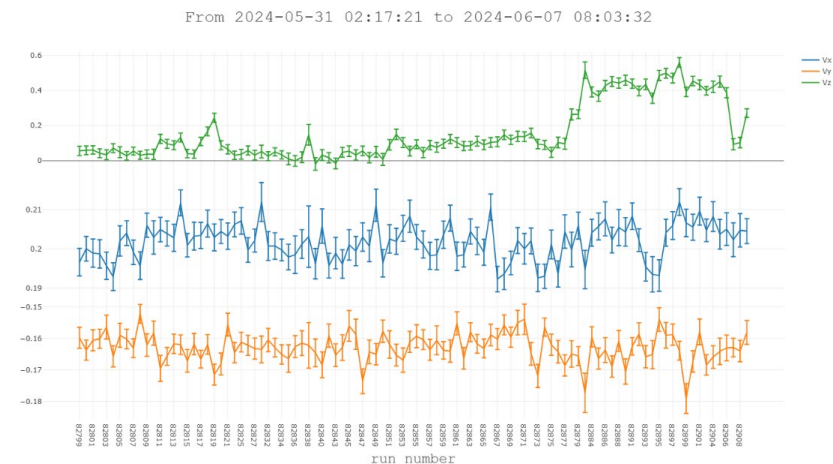
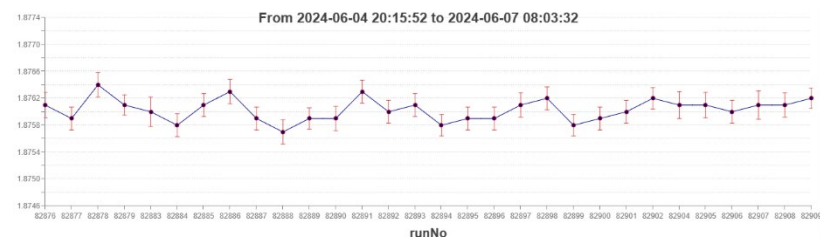
## BESIII物理分析

## Belle II CPV研究

# BESIII数据质量监测

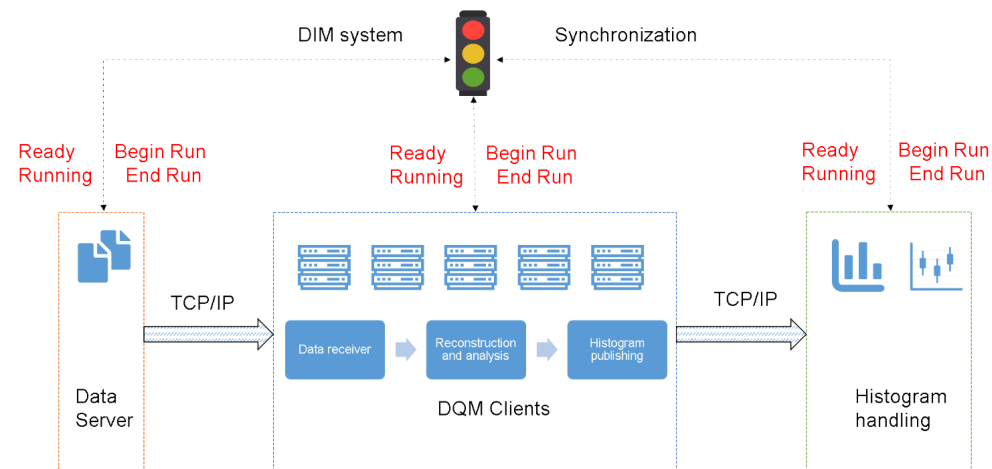


- 数据质量是实验研究的生命线，  
在线数据质量监测是数据质量把控的重要防线
- 负责BESIII数据质量检查系统的运行、维护与升级
- 运行稳定，保障了探测器高效稳定运行
- 及时反馈问题，保障取数计划的完成



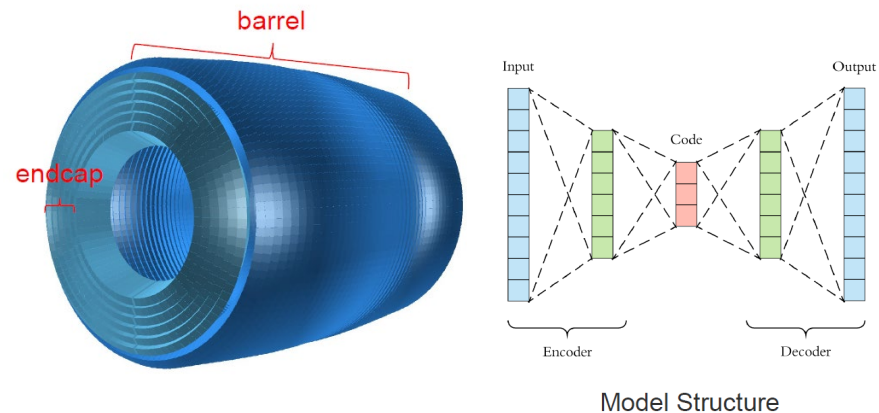
# BESIII数据质量监测

- 系统使用BESIII离线软件，为了以后的顺利运行，需要升级
- 任务繁重，需要较高的软件水平
- 工作在进行中，下一轮取数前完成
- 新开辟研究内容：  
使用机器学习的方法进行异常检测



# 利用机器学习的方法进行异常检测

- BESIII晶体量能器共有6240块晶体，传统方法难以对每块晶体进行实时监测
- 自动编码器能够自动学习数据的隐含特征，非常适合这种异常检测
- 每天例行检查，已在本轮取数中出色的完成了任务
- 在今年的CHEP2024会议上作了口头报告“Anomaly detection on BESIII EMC using machine learning”

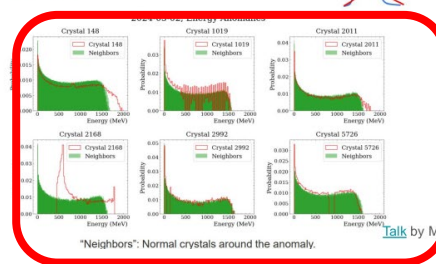
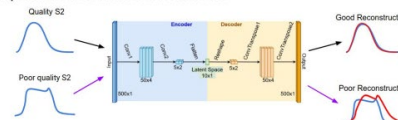


## Anomaly Detection and Data quality

### Autoencoders for Fundamental LZ Signals

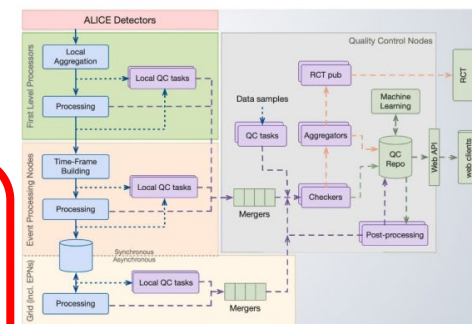
Talk by Tyler

Implementation: use a basic 1D CNN autoencoder



"Neighbors": Normal crystals around the anomaly. Talk by M. Grun

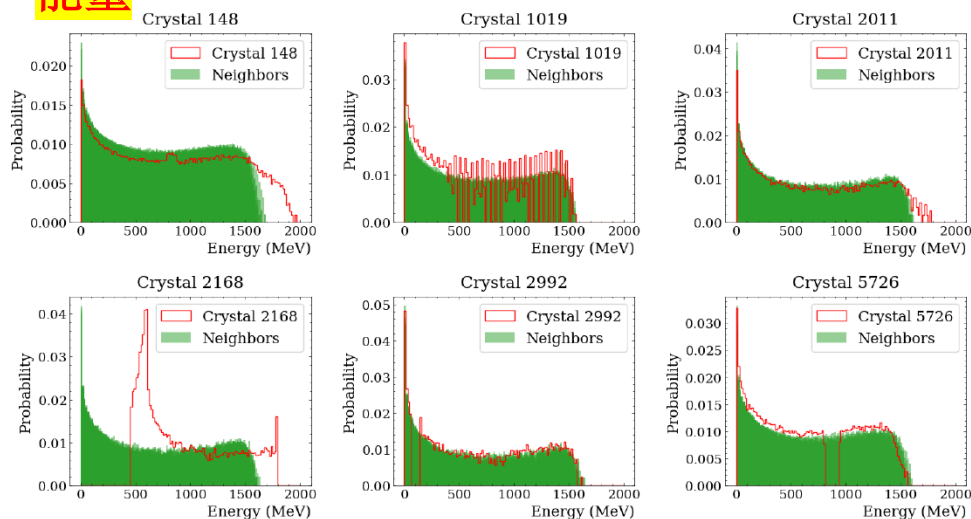
## Evolving DQM in Alice. Lesson learnt from Piotr



# 利用机器学习的方法进行异常检测

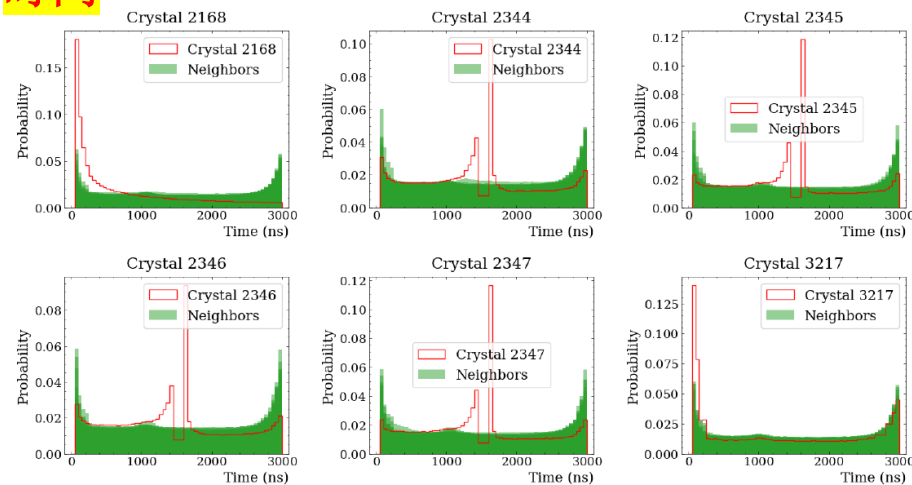
能量

2024-03-02, Energy Anomalies



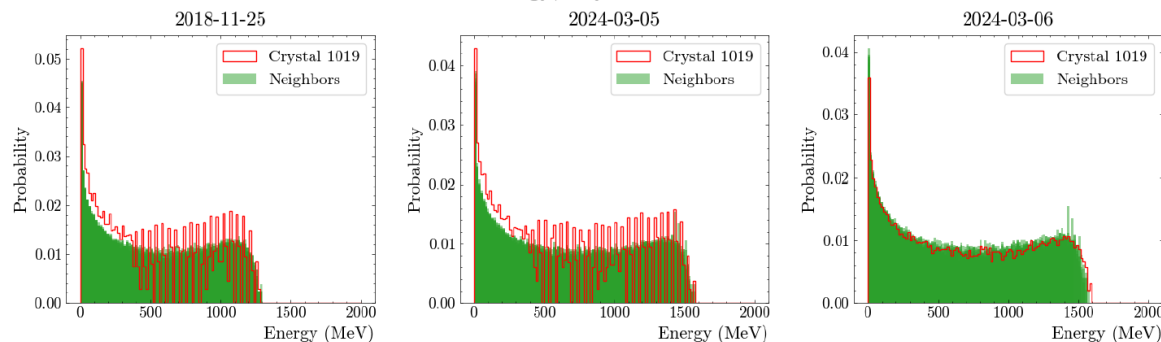
时间

2024-03-02, Time Anomalies



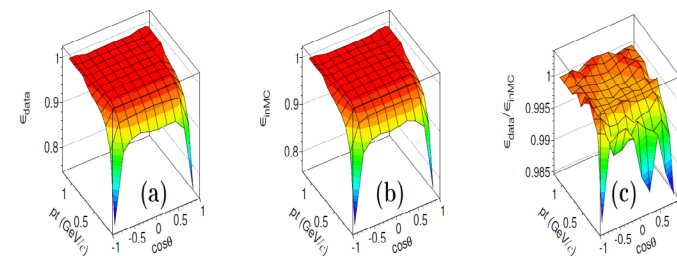
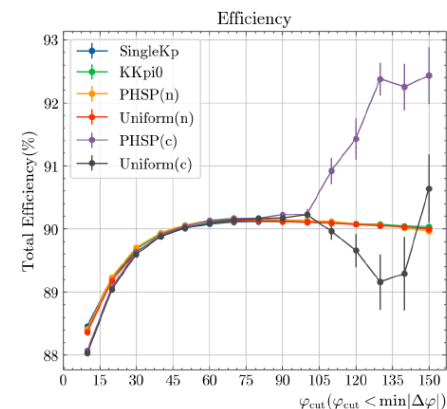
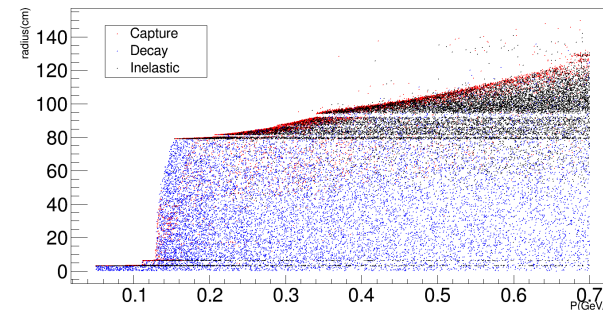
- 1019号晶体对应的电子学插件，在今年3月份发现异常，向前排查发现，从2018年11月25日即开始有异常。
- 更换电子学插件后异常消失

Energy, Crystal 1019



# BESIII上系统误差的研究

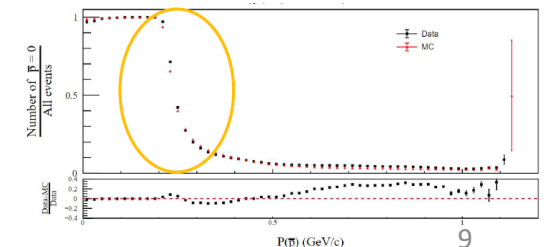
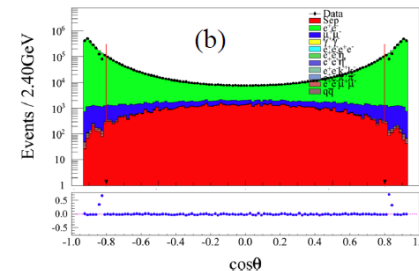
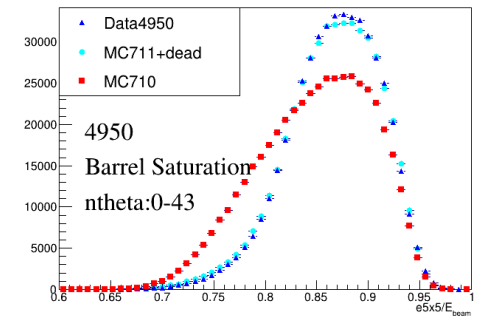
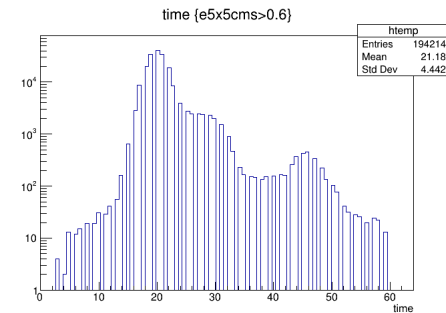
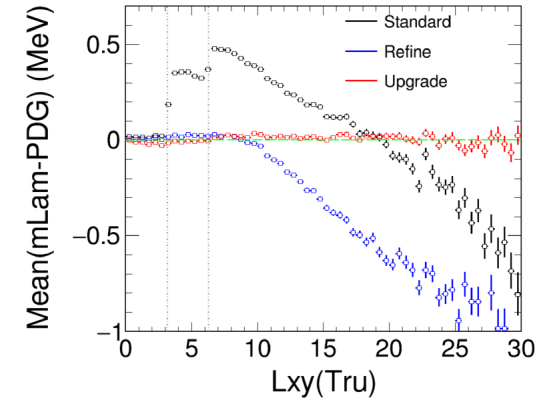
- 重点研发计划“软件发展与科学计算”课题的两个关键问题之一
  - 关键系统误差的改进
  - GPU平台，分波分析工具和海量数据处理机制
- 本人是BESIII合作组Performance组负责人，负责相关工作
- 完成任务，达到同类实验国际最好水平，得到科技部专家和项目专家的认可
- 文章已投稿，同意修改后接收





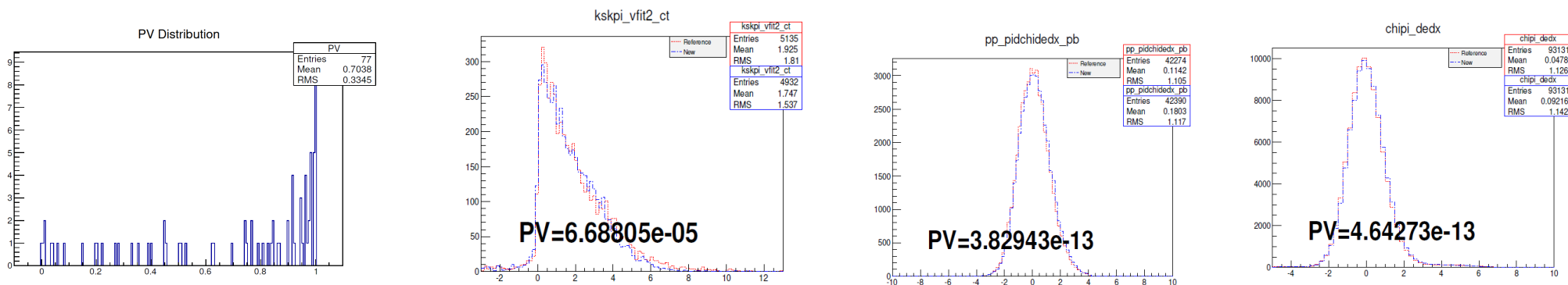
# BESIII软件性能、数据质量相关讨论

- 组织协调讨论BESIII物理分析中遇到的问题，保证物理结果的顺利发表
  - An improvement of vertex fit on long-lived particle
  - EMC time problem
  - Check the EMC shower energy for 2024 Rscan data
  - Data quality check for new R-QCD scan data
  - An abnormal dip found in data
  - Check the new PID package
  - Study of  $\bar{p}N$  interaction between data and MC



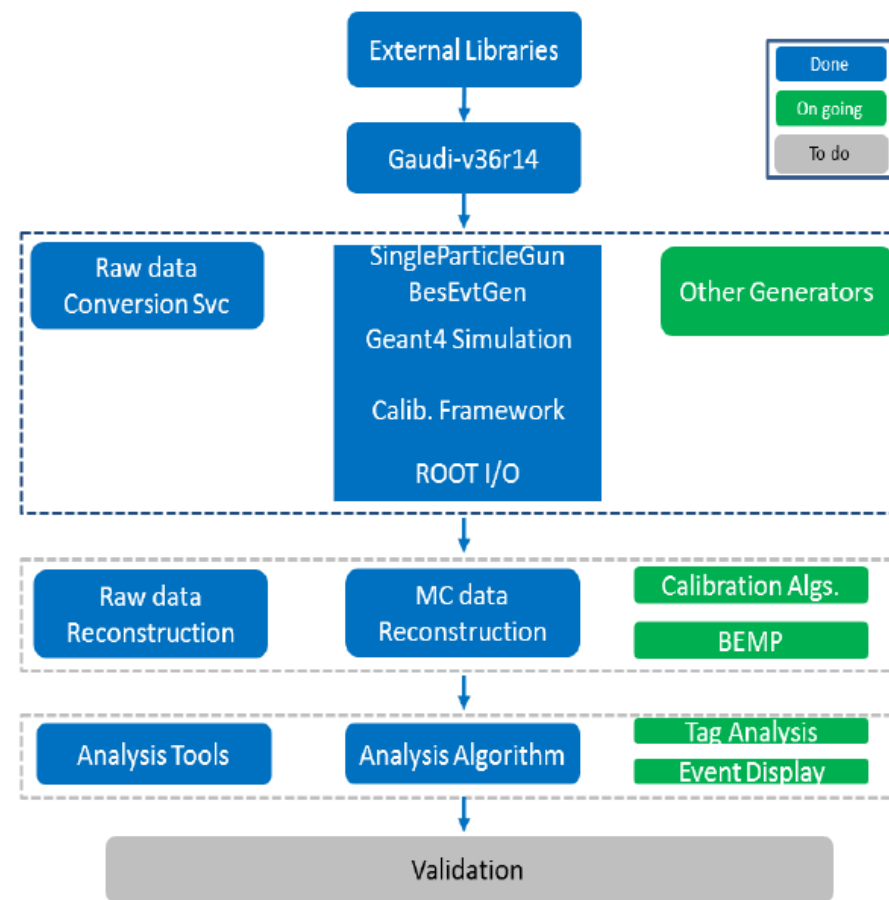
# BESIII软件版本检查

- 负责BESIII离线软件版本发布前的检查，保障物理结果的可靠性
- 对多个BOSS版本进行了检查。在最近的版本发布前，发现了未预料到的问题，几乎影响所有的物理分析
- 指导完成了BOSS软件自动检查系统（姜地），在CHEP2024上墙报展示 “Development of Auto-Validation system of BOSS”



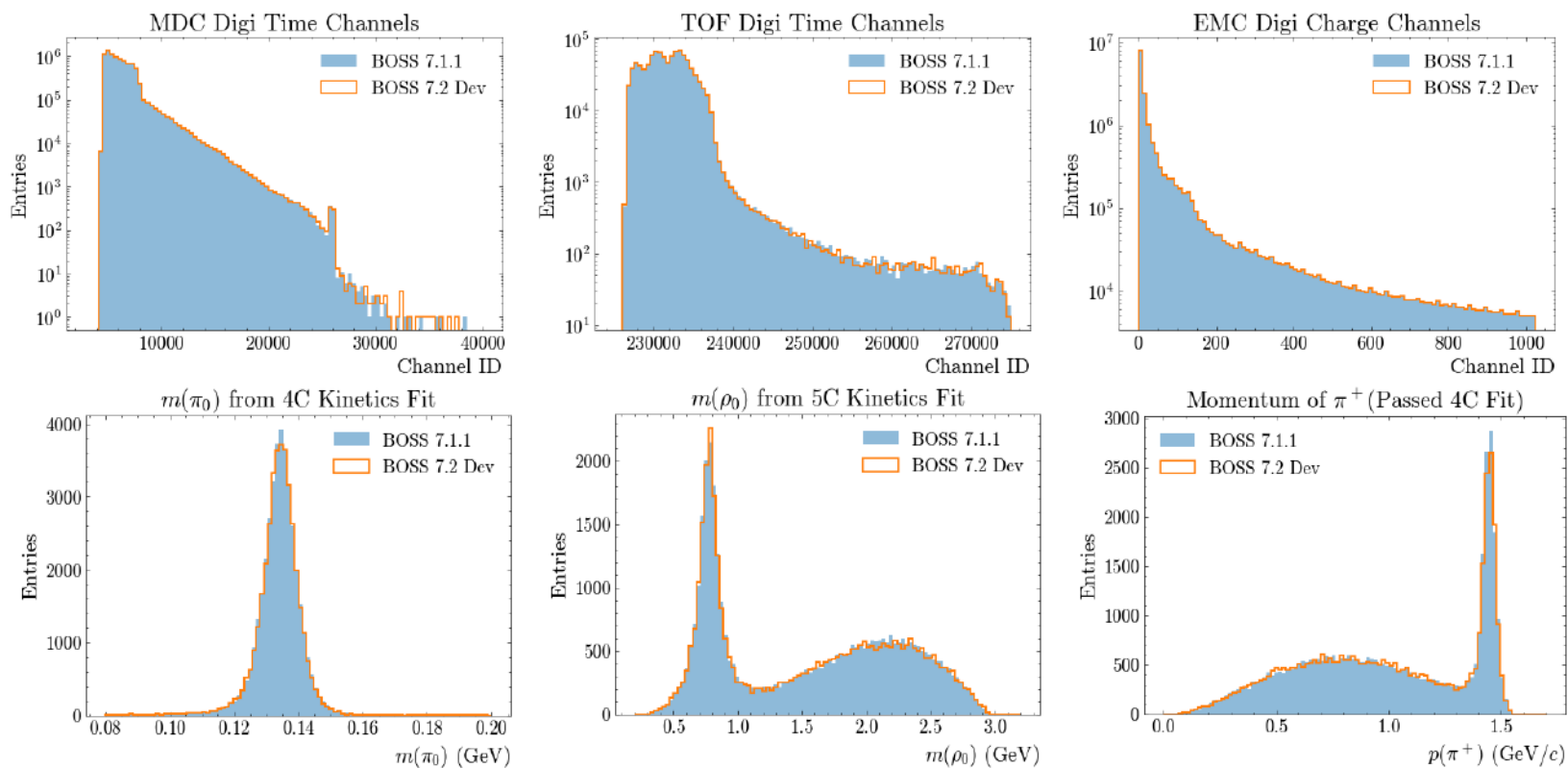
# BOSS升级

- 背景
  - 计算集群操作系统升级
  - BESIII离线软件向国际前沿看齐，进行大的升级，Gaudi v27r1 -> v38r2; CMT->Cmake; CVS->git。
- **最复杂的一次升级**
- 升级工作量巨大，涉及多处源代码的修改，解决升级中遇到的编译和运行结果错误的问题
- 经过半年来大家的努力工作，事例产生-模拟-重建-分析流程基本走通，结果基本可靠
- 计划年底发布第一个Alma 9下可直接工作的版本



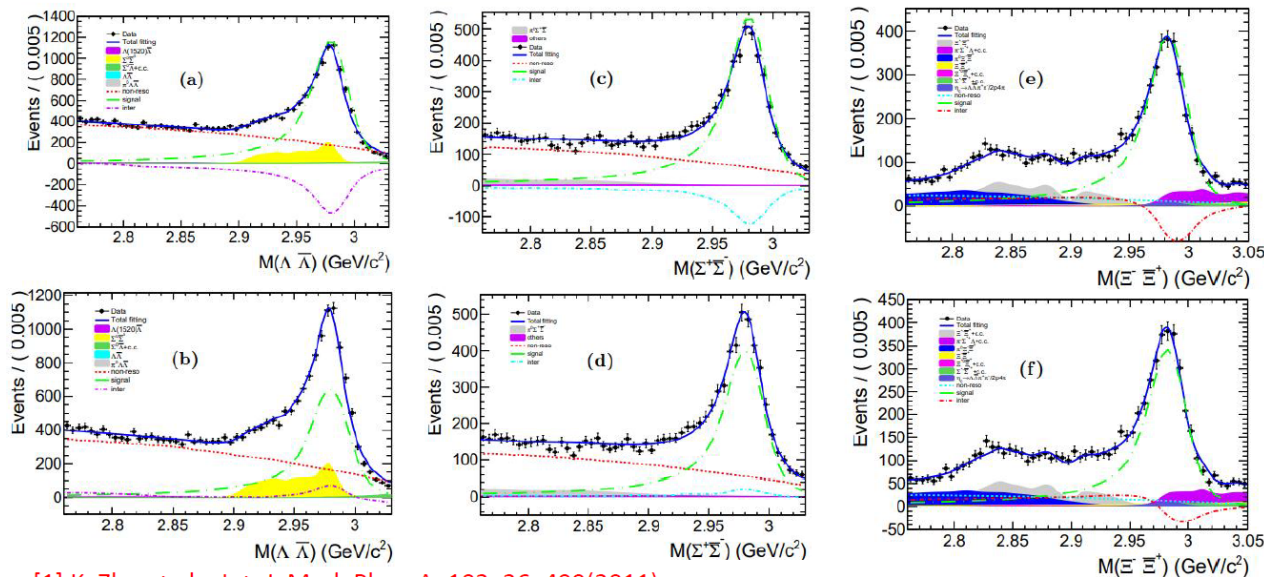
# BOSS升级

- $J/\psi \rightarrow \rho\pi$  从产生到分析结果，统计误差内基本一致



# Improved measurement of $\eta_c$ decaying into $\bar{\Lambda}\Lambda$ , $\Sigma^+\bar{\Sigma}^-$ and $\Xi^-\bar{\Xi}^+$ final states

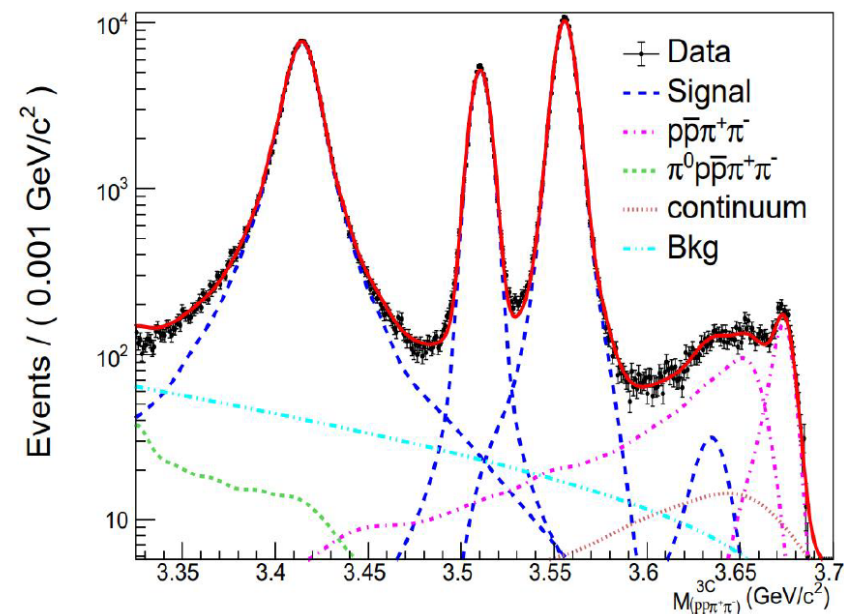
- 利用10亿的 $J/\psi$ 数据，精确测量分支比
- Memo. 已经通过，正在审核draft



$B$ ( $10^{-3}$ )	constructive	destructive	PDG
$\eta_c \rightarrow \bar{\Lambda}\Lambda$	$0.58 \pm 0.01 \pm 0.06 \pm 0.06$	$1.03 \pm 0.02 \pm 0.10 \pm 0.11$	$1.10 \pm 0.28$
$\eta_c \rightarrow \Sigma^+\bar{\Sigma}^-$	$1.78 \pm 0.04 \pm 0.21 \pm 0.24$	$2.40 \pm 0.04 \pm 0.21 \pm 0.18$	$2.6 \pm 0.5$
$\eta_c \rightarrow \Xi^-\bar{\Xi}^+$	$0.88 \pm 0.02 \pm 0.14 \pm 0.09$	$1.04 \pm 0.03 \pm 0.13 \pm 0.10$	$1.07 \pm 0.24$

# Search for $\eta_c(2S) \rightarrow p\bar{p}\pi^+\pi^-$ and update of branching fractions of $\chi_{cJ} \rightarrow p\bar{p}\pi^+\pi^-$

- 利用BESIII获取的2.7亿 $\psi$ (3686)数据，给出精确的分支比测量，增加 $\eta_c(2S)$ 的认识
- Memo. 已经准备好

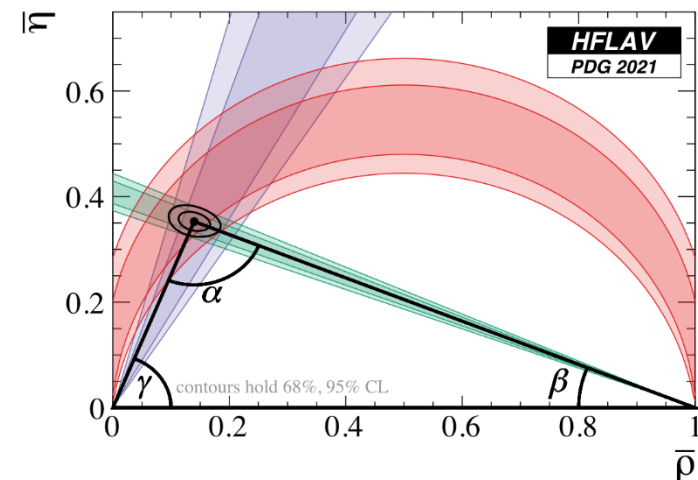


Channel	$B[B_{ul}]$	PDG
$\psi(2S) \rightarrow \gamma\eta_c(2S), \eta_c(2S) \rightarrow p\bar{p}\pi^+\pi^-$	$(1.60 \pm 0.22) \times 10^{-6} [2.07 \times 10^{-6}]$	-
$\chi_{c0} \rightarrow p\bar{p}\pi^+\pi^-$	$(2.768 \pm 0.007 \pm 0.126) \times 10^{-3}$	$(2.1 \pm 0.7) \times 10^{-3}$
$\chi_{c1} \rightarrow p\bar{p}\pi^+\pi^-$	$(4.932 \pm 0.036 \pm 0.282) \times 10^{-4}$	$(5.0 \pm 1.9) \times 10^{-4}$
$\chi_{c2} \rightarrow p\bar{p}\pi^+\pi^-$	$(1.519 \pm 0.006 \pm 0.057) \times 10^{-3}$	$(1.32 \pm 0.34) \times 10^{-3}$



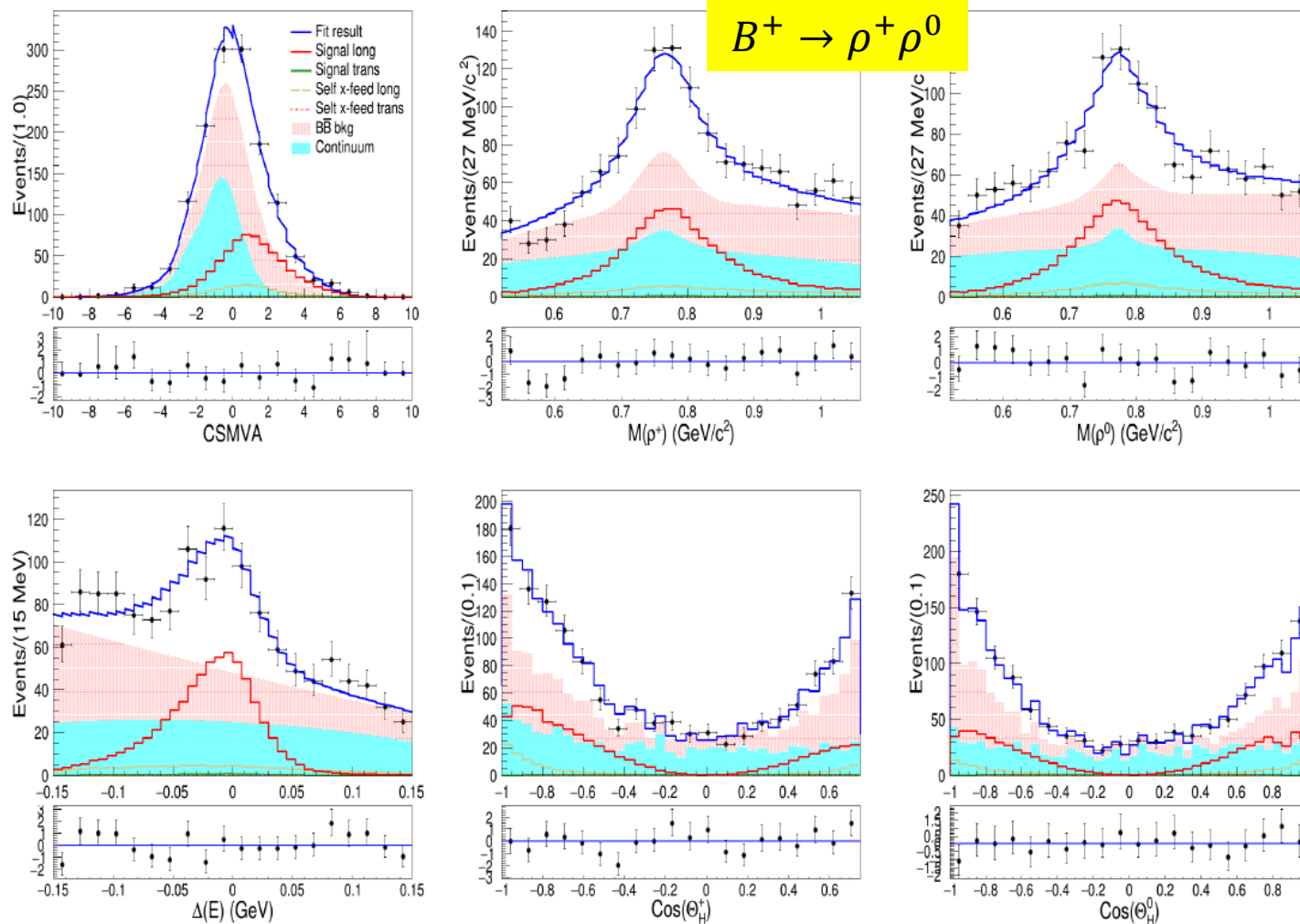
# BELLE II CPV研究

- 国家重点研发计划“CKM矩阵参数与底强子非粲衰变CP破坏的精确测量”的课题  
“Belle II实验含中性末态衰变道的CP破坏研究”中的重要研究内容
- 标准模型中CKM机制是CP破坏的唯一来源
- CKM机制所提供的CP破坏远不足以解释宇宙中的正反物质不对称
- CKM矩阵参数的精确测量能极大提升探索新物理的灵敏度，  
目前 $\alpha$ 角的测量精度最差
- $B \rightarrow \rho\rho$ 衰变可以为相角 $\alpha$ 的测量提供重要信息（黄金道），带电道主要依赖于BelleII的测量



# BELLE II CPV研究

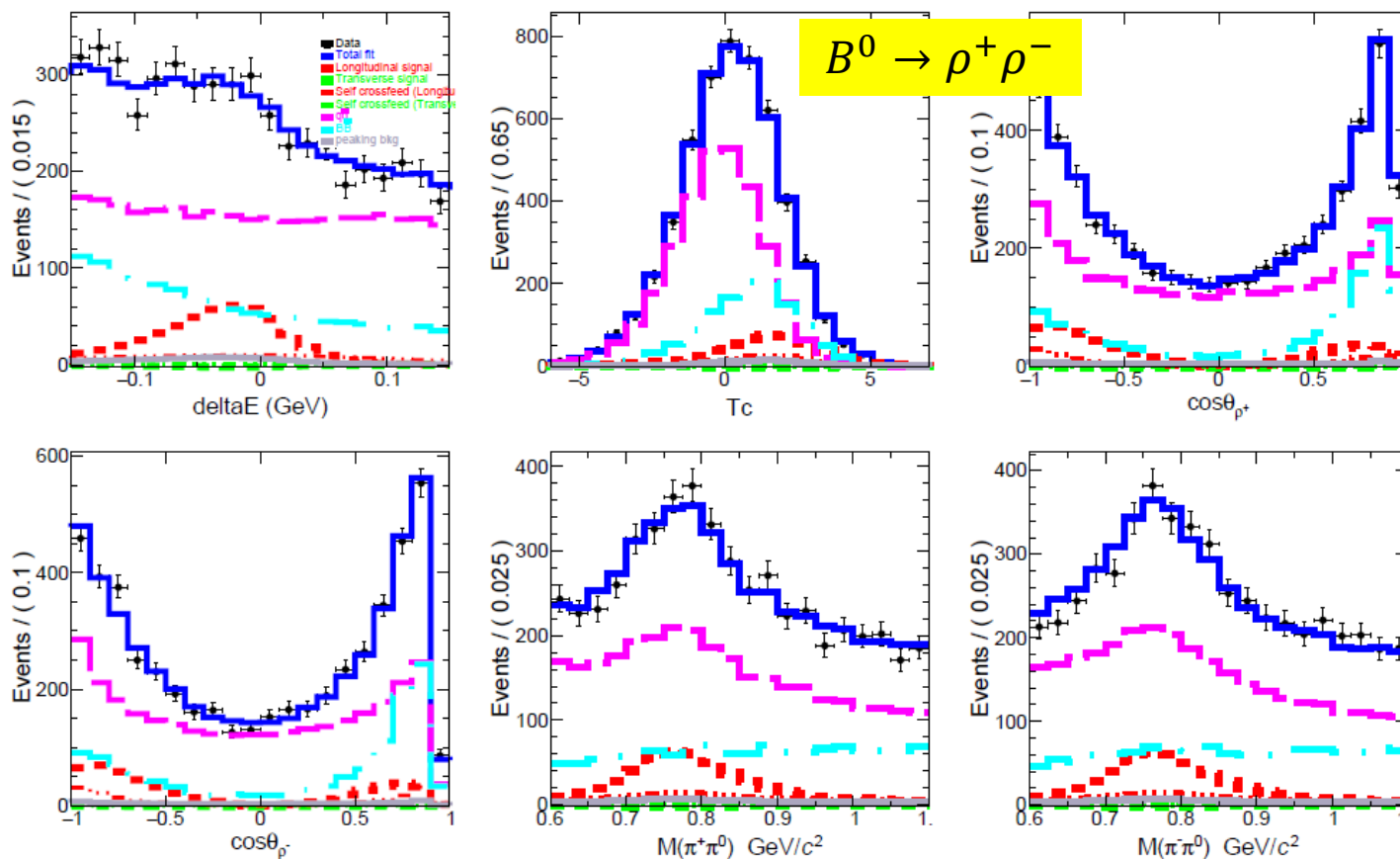
- 利用BDT方法压低连续区本底
- 六维拟合抽取信号
- 完成了基于MC的分析
- 目前的 $A_{CP}$ 和 $S_{CP}$ 结果已经超过以往最好结果或相当
- 下一步将使用更多的BelleII样本提高精度





# BELLE II CPV研究

- 利用BDT方法压低连续区本底
- 六维拟合抽取信号
- 完成了基于MC的分析
- 目前的 $A_{CP}$ 和 $S_{CP}$ 结果已经超过以往最好结果或相当
- 下一步将使用更多的BelleII样本提高精度



# 成果与经费

- “Offline data processing system of the BESIII experiment” , Eur. Phys. J. C发表
- “A data-driven  $dE/dx$  simulation with normalizing flow” , NIM发表
- “study of the tracking efficiency of charged pion at BESIII” 已投稿
- 另有三篇memo
  
- 基金委面上项目 “利用机器学习的方法在北京谱仪III上进行数据质量检查” , 2025-2028
- 国家重点研发计划 “CKM矩阵参数与底强子非粲衰变CP破坏的精确测量” 中的课题  
“Belle II实验含中性末态衰变道的CP破坏研究” 高能所负责人, 2022.12 - 2027.11
- 参与
  - 科技部重点研发 “奇特强子态及强子谱学研究项目” 2020-2024年
  - 基金委重点项目 “BESIII上胶球的寻找和轻介子谱的研究” , 2020-2024年

# 学术交流、人才培养

- 组织每周数据质量讨论会
- 主要参加的会议
  - 粒子物理与核物理计算会议 (CHEP2024) (一个口头报告、一个poster)
  - BESIII合作组会、workshop、取数每周运行会
  - BESIII软件与计算研讨会
  - 全国高能物理大会
  - 2024年粒子物理实验计算软件与技术研讨会
  - Belle II中国组研讨会
  - 重点研发项目进展讨论会
- 人才培养 (博士研究生李明润、博士后朱文静)

# 公共服务与存在问题

- BESIII运行：数据质量检测系统oncall
- 国科大研究生课程《粒子物理实验数据处理与分析》
- 研究生招生、考核和博士后面试与考核
- BESIII文章审稿
- 其它杂志审稿
  
- 存在问题：人力缺乏

# 下年度工作计划

## BESIII

- 拓展机器学习进行异常监测的应用，升级BESIII DQM系统
- 推动完成主要的BESIII通用系统误差工作
- 开发基于git的软件自动检查工具
- 完成离线软件的升级
- 组织软件性能和数据质量的讨论，解决物理分析中发现的问题
- 物理分析

谢谢！

## Belle II CPV工作的推进