

2023-2024年度考核报告

刘 芳

实验物理中心 强子物理组

2024年11月22日



一、岗位职责

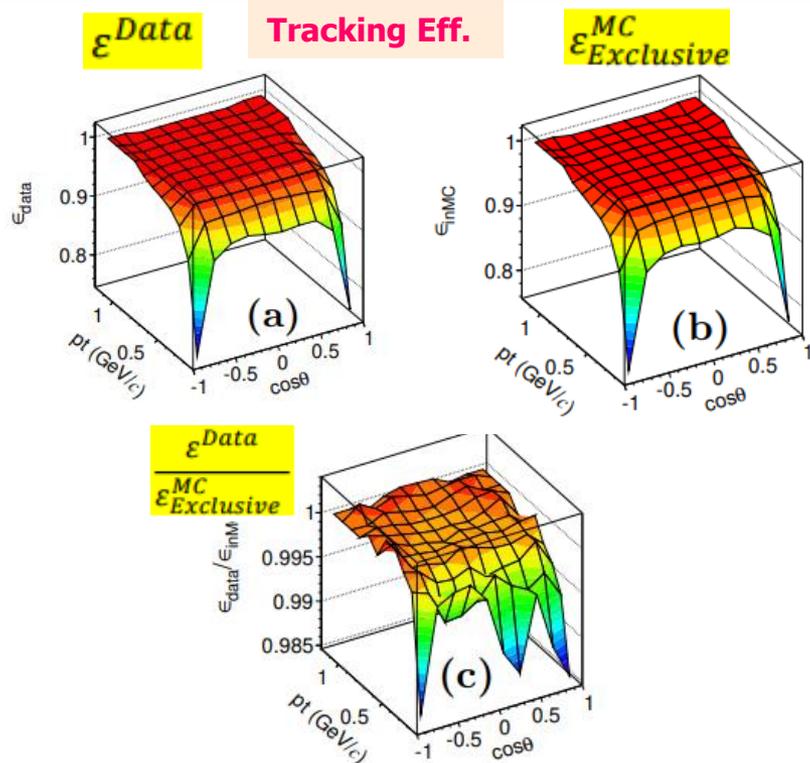
- 针对BESIII采集10 B J/psi数据，检查J/psi数据的重建质量；研究四批数据 π 系统误差；并撰写了强子样本寻径效率(粒子鉴别效率)修正因子程序包，降低这两项系统误差
- BESIII上开展一些物理分析，研究轻强子谱及形状因子等
- 指导联培研究生论文

二、本年度工作情况

1. 科研工作完成情况 (1)

BES3采集了高统计量的实验数据，高精度的物理测量结果需要降低系统误差，降低带电径迹寻迹效率和粒子鉴别效率的系统误差是一项重要的工作。旨在降低带电径迹**pion**两项系统误差。

【基础性工作1】研究带电径迹pion寻迹效率和粒子鉴别效率



- 给出了真实数据与模拟数据的效率差异，为物理分析文章提供公用系统误差
- 给出了（数据/MC）效率修正因子及其系统误差

进展：准备draft到已经投稿RDTM

BAM-00504

- 收到审稿人意见，准备期刊的回复

1. 科研工作完成情况 (1)

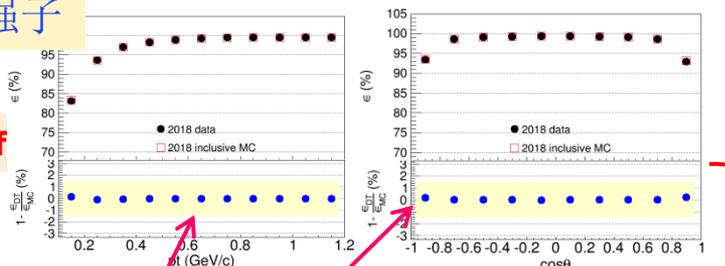
数据与MC的效率修正因子，采用数据驱动方法对模拟数据进行修正，使得模拟数据更接近真实数据，以降低两项系统误差

【基础性工作2】 撰写强子样本效率修正因子程序包

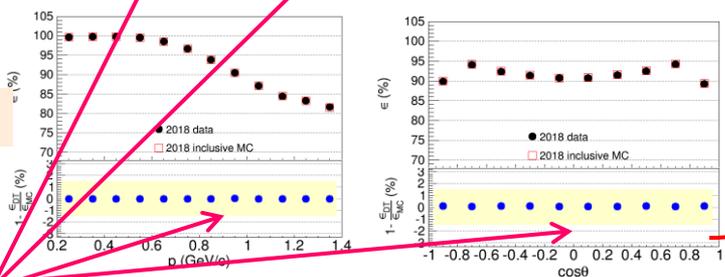
进展

pion强子

Trk. Eff



PID Eff.



diff < 0.5%

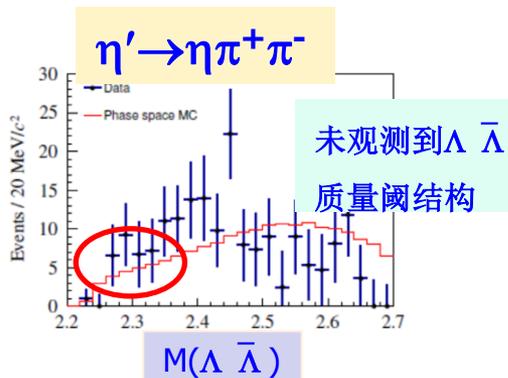
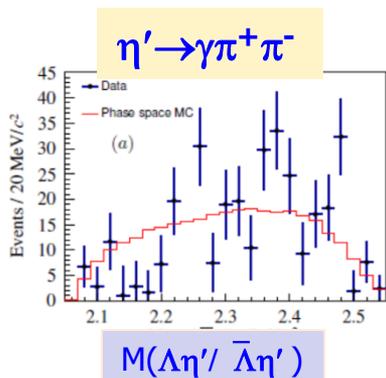
本人在该工作中发挥了重要的作用

- ✓ 用两个过程($J/\Psi \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$, $J/\Psi \rightarrow \gamma\eta' \rightarrow \gamma\gamma\pi^+\pi^-$) pion样本测试了程序，达到预期效果
(两项系统误差均<0.5%内)
- ✓ 组织轻强子组人员进行测试
(使用说明见轻强子组主页
https://docbes3.ihep.ac.cn/~lightheadron/index.php/Data_quality)
- ✓ 提供了Pion/质子/反质子强子样本效率修正参数

1. 科研工作完成情况 (2)

【物理分析1】研究 Λ^* 重子激发态，丰富重子谱

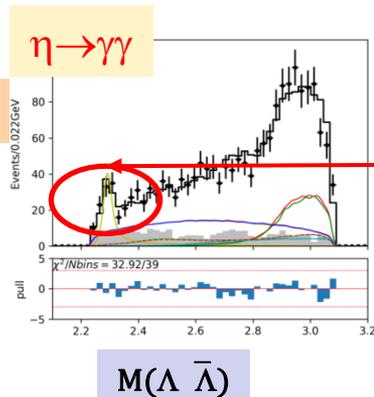
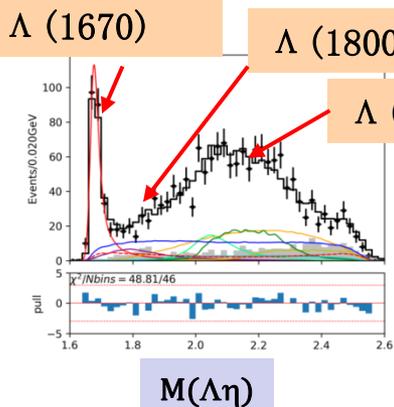
(1). $\psi' \rightarrow \Lambda \bar{\Lambda} \eta'$ 研究重子激发态



进展：提交发言人审核，到发表

- 实验结果均是首次测量
- 发表Phys. Rev. D 108, 112014

(2). $\psi' \rightarrow \Lambda \bar{\Lambda} \eta$ 寻找重子激发态



新开展的工作

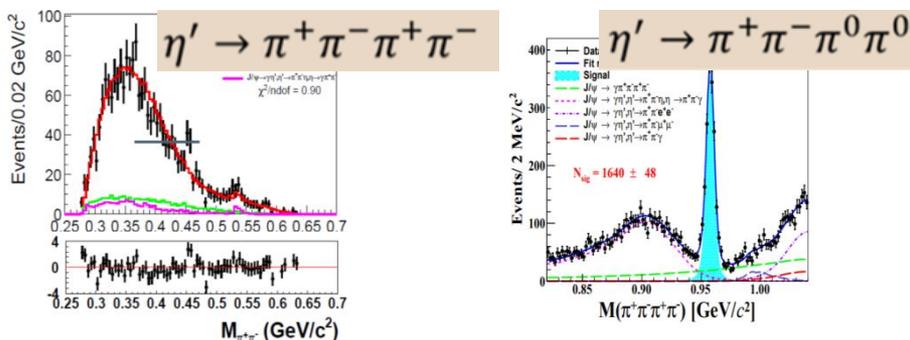
- $M(\Lambda \eta)$ 观测到三个 Λ^* 激发态
- $\Lambda \bar{\Lambda}$ 质量阈结构显著性 $\sim 4.86\sigma$
 - $J^P = 1^{--} (4.86\sigma)$
 - $M = 2290 \pm 7 \text{ MeV}/c^2 \quad \Gamma = 40 \pm 8 \text{ MeV}$
- 完成了分析工作，正修改memo，积极推进到软件物理会

1. 科研工作完成情况(2)

【物理分析2】跃迁形状因子的研究

了解强子的内部结构

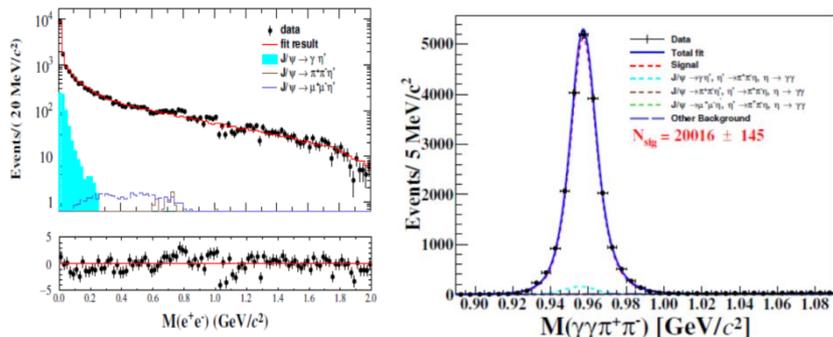
(1). 研究 η' 形状因子及精确测量 $\eta' \rightarrow 4\pi$ 三种衰变模式分支比



进展：合作组审核，到发表

- ✓ 首次采用振幅分波分析测量 η' 形状因子
- ✓ 精确测量 $\eta' \rightarrow 4\pi$ 三种模式的分支比
- ✓ 实验结果检验了ChPT+VMD理论预言
- ✓ 发表Phys. Rev. D 109, 032006 (2024)

(2). $J/\psi \rightarrow e^+ e^- \eta'$ 电磁达利兹衰变，研究 J/ψ 跃迁形状因子



- 用单极点模型测量了 J/ψ 跃迁形状因子
- 精确测量了 $J/\psi \rightarrow e^+ e^- \eta'$ 分支比

进展：初步结果，进入合作组内部审核

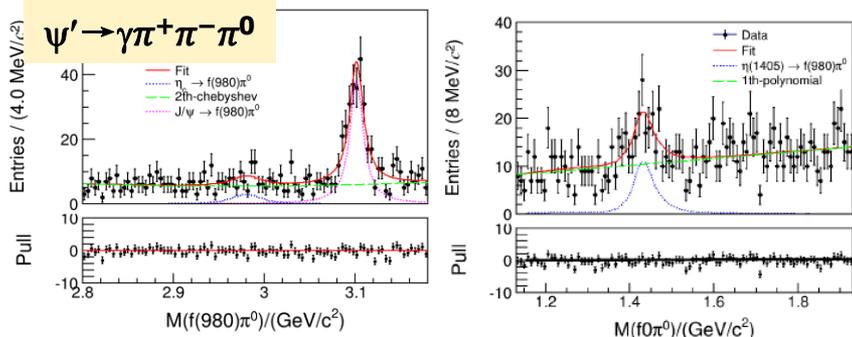
- 完成系统误差分析
- 撰写修改memo，已进入合作组内部review
- 回复referee提问

BAM-00812

1. 科研工作完成情况 (2)

【物理分析3】有关介子衰变机制的研究

(1) 寻找两个同位旋破缺过程 $\eta_c/\eta(1405) \rightarrow f_0(980)\pi$



➤ 首次在 ψ' 过程观测到 $\eta(1405) \rightarrow f_0(980)\pi^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$

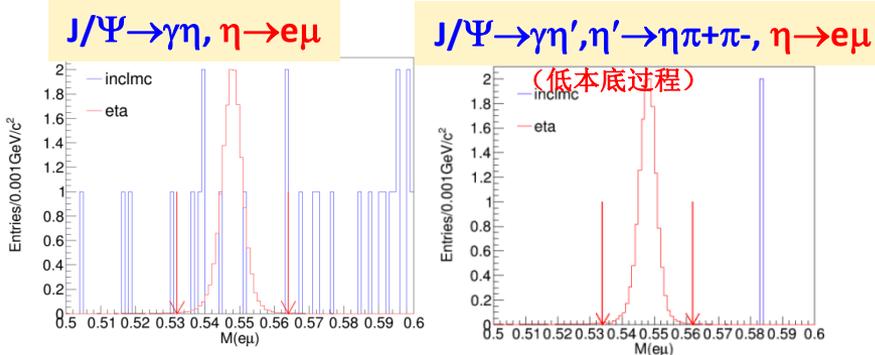
同位旋破缺过程 ($\sim 8.6\sigma$)

BAM-00888

进展：初步结果，到进入合作组内部审核

- 完成系统误差分析，推进到合作内部审核
- 撰写和修改draft

(2) 寻找 $\eta \rightarrow e\mu$ 轻子味破缺过程，实验上寻找新物理



分支比上限比粒子表低一个数量级

新开展的工作

- 利用两个衰变过程进行了盲分析
- 给出了 $\eta \rightarrow e\mu$ 衰变上限，比粒子表的测量结果低一个数量级
- 下一步优化了事例选择，完成系统误差分析

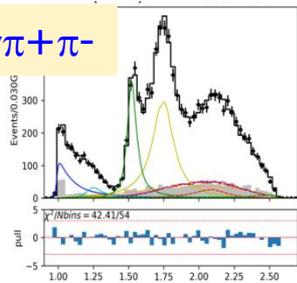
1. 科研工作完成情况 (2)

【物理分析4】强子谱的研究

(1) $\chi_{c1} \rightarrow K^+K^-\eta'$ 寻找 1^{++} 奇异态

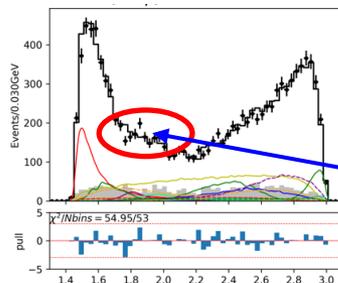
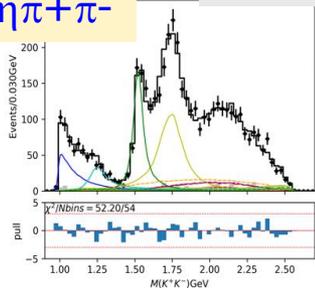
新开展的工作

$\eta' \rightarrow \gamma\pi^+\pi^-$

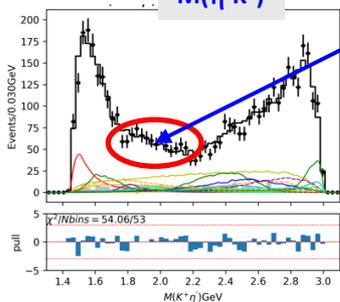


$M(K^+K^-)$

$\eta' \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$



$M(K\eta')$



➤ 利用 $\eta' \rightarrow \gamma\pi^+\pi^-$ 和 $\eta' \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$ 衰变模式联合分波分析 $\chi_{c1} \rightarrow K^+K^-\eta'$

➤ 首次在 $M(K\eta')$ 观测到 1.8GeV 的 1^{++} 结构

$M=1.829\text{GeV}/c^2, \Gamma=0.162\text{GeV}/c^2$ (13σ)

质量与Lattice-QCD预言最轻 1^{++} 奇异态相符合

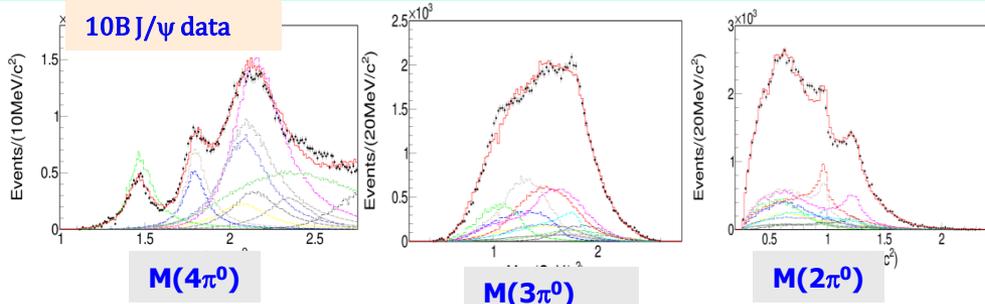
➤ $KK/K\eta'$ 质量谱观测到丰富的介子态

➤ 下一步完善系统误差分析, 撰写memo

主要进展

(2) 研究 $J/\psi \rightarrow \gamma 4\pi^0$, 寻找 0^{++} 和 2^{++} 胶球

10BJ/ ψ data



✓ 用10BJ/ ψ 数据更新了分波分析结果

✓ 对分波最佳解做了一系列的检查

- 检查并修改了 $\eta_c \rightarrow f_2 f_2$ 分波公式
- 改变 η_c 参数化形式: $E_\gamma^3(s) \times BW(s) \times f_{damp}(E_\gamma)$
- 将 $2^+(PHSP) \rightarrow f_2 \sigma$ 替换成 $2^+(PHSP) \rightarrow f_2 f_2$
- 在 $M_{3\pi^0}$ 上加入 $J/\psi \rightarrow \gamma f_0(2200) \rightarrow \gamma \pi^0 \pi^0$ (1800) 分波

✓ 进一步检验分波的最佳解, 并完成系统误差分析

2. 争取的经费情况

- 主持一项面上基金(在研)

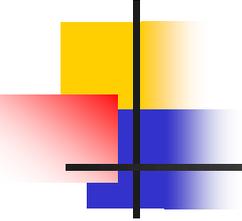
项目名称：北京谱仪III上Delta重子的实验研究
(2021-1月~2024-12月)

- 参与一项重点基金(在研)

项目名称： BESIII实验上 1^-+ 轻奇特强子态的系统研究
(刘北江研究员, 2023-1月~2027-12月)

- 今年申请一项面上基金

项目名称： BESIII上低激发态超子辐射衰变的研究



3. 发表的文章

■ 两篇已发表

1. “Observation of $\psi(3686) \rightarrow \Lambda \bar{\Lambda} \eta'$ decay, Phys. Rev. D 108, 112014
2. “Improved measurement of the decays $\eta^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^{+0} \pi^{-0}$ and search for the rare decay $\eta^0 \rightarrow 4 \pi^0$ ” Phys. Rev. D 109, 032006

■ 一篇已投稿到RDTM

1. “Study of the tracking efficiency of charged pions at BESIII” RDTM

4. 其他学术工作

1). 指导四位研究生的论文工作

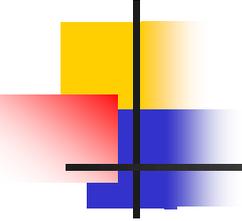
于勇超, 刘宗德, 张鹏, 蒋思靖

2). BES文章的referee/chair

1. BAM-00396: by Cao Ning et al. (under review)
2. BAM-00408: by Yan Zhang et al. (published)
3. BAM-00486: by Yan Zhang et al. (under review)
4. BAM-00643: by Honghong Zhang et al. (under review)
6. BAM-00721: by Qiming Li et al. (published)
7. BAM-00752: by Zhaoshen Xu et al. (under review)
-

3). 积极参加了各项学术活动

参加BESIII P&S workshop/BESIII Collaboration等轻强子组会、
数据质量检查例会及室里学术报告会等



5. 其他公共服务

- 1). 完成在研基金的年度进展报告
- 2). 管理轻强子组的磁盘空间，为物理分析人员服务
- 3). 参加研究生季度考核
- 4). 组织组内研究生的毕业论文答辩

三、总结及下年度工作计划

- $\psi' \rightarrow \Lambda \bar{\Lambda} \eta'$ 研究 Λ 重子激发态、 $\eta' \rightarrow 4\pi$ 的精确测量均已发表；
- Pion tracking 和 PID 效率系统误差的研究，文章已经投稿；
- 配合测试强子样本寻迹效率（粒子鉴别效率）的修正因子程序包，推广到物理分析中；
- 稳步推进物理分析的进度，争取多出成果；
- 继续指导研究生论文工作。

谢谢各位评委！