



中国科学院高能物理研究所
Institute of High Energy Physics
Chinese Academy of Sciences



2023年1月-3月研究生考核报告

报告人：邵立港

导师：娄辛丑，黄燕萍

实验物理中心高能组

目录

目前正在参与BESIII上的物理分析工作

- $\psi' \rightarrow \gamma \chi_{c1}, \chi_{c1} \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta'$ 分析
- $\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi, J/\psi \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-$ 分析

$\psi' \rightarrow \gamma \chi_{c1}, \chi_{c1} \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta'$ 分析

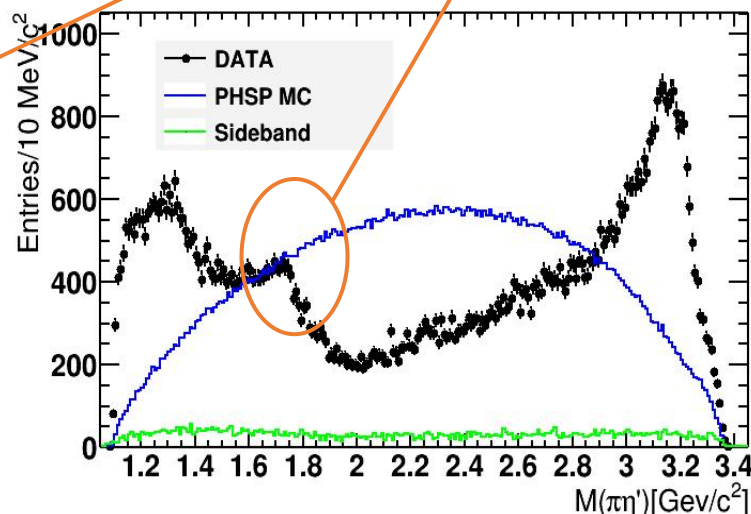
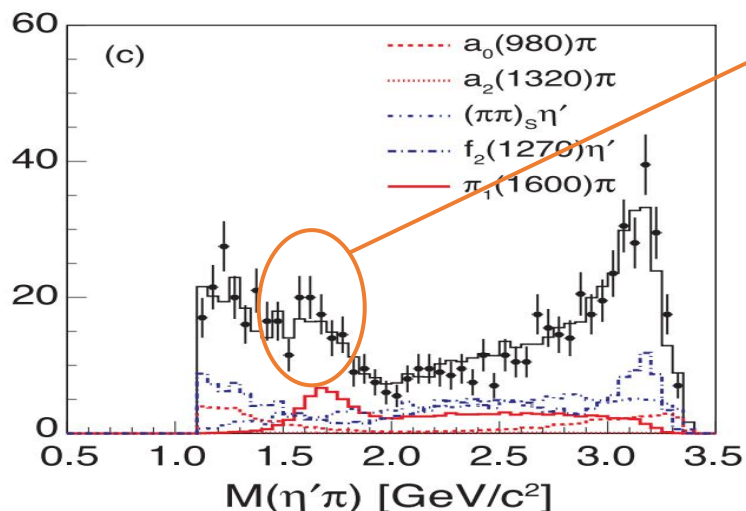
➤ 研究动机

- 用分波分析方法寻找和研究 $\psi' \rightarrow \gamma \chi_{c1}, \chi_{c1} \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta'$ 过程中的混杂态候选者 $\pi_1(1600)$ 。

➤ 研究进展

- 进一步优化选择条件。
 - 压低本底和误组合率。
 - 增加约束 η' 质量的运动学拟合。
- 在分波框架中加入 non- χ_{c1} 振幅描述 non- χ_{c1} 成分。
- 在3月的 [BESIII Physics and Software Workshop](#) 报告分析结果。
- 根据初步分析结果准备memo。(基本完成)
- 计划估计 $\psi' \rightarrow \pi^0 \pi^+ \pi^- \eta'$ 本底, 优化分波解。

Clear structure around
1.7 GeV indicate $\pi_1(1600)$



$\psi' \rightarrow \gamma \chi_{c1}, \chi_{c1} \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta'$ 分析

➤ 优化前后的误组合比较

	$R_{\text{unmatch}}(\gamma)$	$R_{\text{unmatch}}(\pi^\pm)$	$R_{\text{unmatch}}(\text{total})$
new	0.072%	0.132%	0.203%
old	2.244%	0.464%	2.639%

➤ 目前的分波解

resonance	Mass[GeV]	Width[GeV]	Fraction	Significance
$\pi_1(1600)$	1.6945	0.3885	20.34%	$\gg 30\sigma$
$f_0(500)$	/	/	11.51%	$\gg 30\sigma$
$f_0(980)$	/	/	15.13%	$\gg 30\sigma$
$a_0(980)$	/	/	2.85%	10.89σ
$f_2(1270)$	1.2973	0.1867	28.88%	$\gg 30\sigma$
$a_2(1320)$	1.3220	0.1190	1.72%	14.06σ
$f_0(1370)$	1.2973	0.3000	6.11%	14.88σ
$f_0(1710)$	1.7040	0.123	0.69%	8.80σ
$f_0(\text{phsp})$	1.8000	150	17.28%	17.49σ
$f_2(1950)$	1.9360	0.4420	8.05%	18.15σ
$f_0(1500)$	1.5060	0.1120	1.10%	8.38σ
$f_2(1430)$	1.4300	0.0460	0.19%	6.02σ
$f_2(1810)$	1.8150	0.1970	0.80%	7.29σ

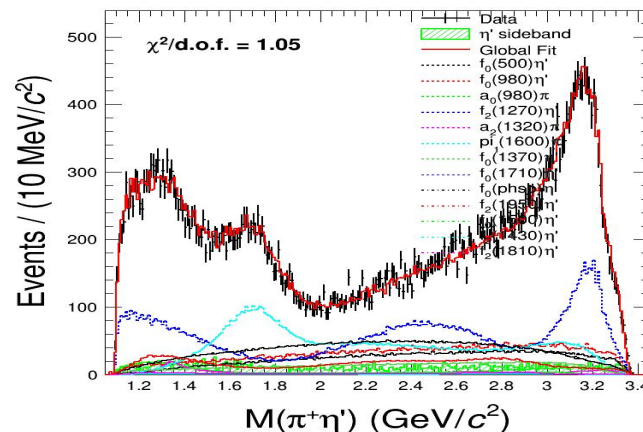
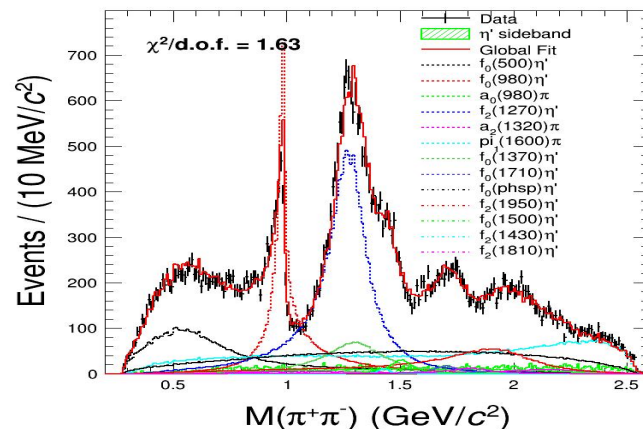
Observation of $\pi_1(1600)$ in $\psi(3686) \rightarrow \gamma \chi_{c1}, \chi_{c1} \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta'$

Ligang Shao¹, Shuangshi Fang¹, Shan Jin², Tianjue Min², Xinchou Lou¹, Yanping Huang¹, and Peng Zhang¹

¹Institute of High Energy Physics, Beijing 100049

²Nanjing University

➤ $M(\pi^+ \pi^-)$ 和 $M(\pi \eta')$ 投影图



$\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi, J/\psi \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-$ 分

➤ 研究动机

- 利用 $\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi$, $J/\psi \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-$ 衰变道, 首次测量 $J/\psi \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^- (E_\gamma > 100 \text{ MeV})$ 分支比

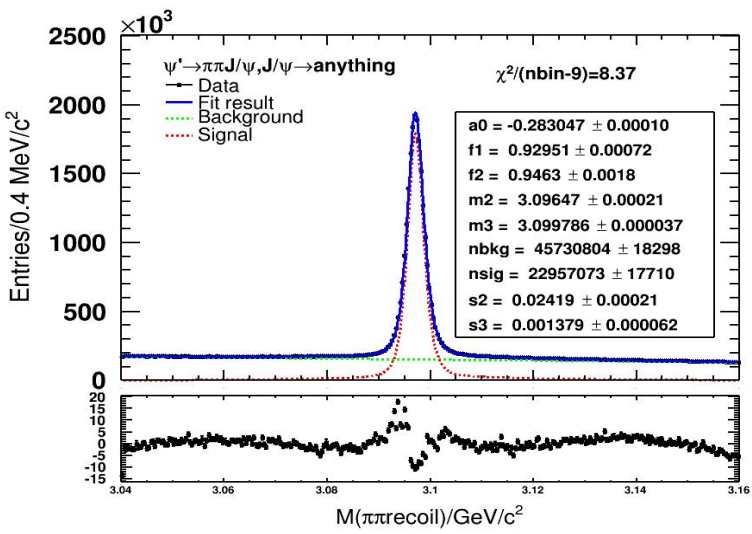
➤ 研究进展

- 完成 $\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi$, $J/\psi \rightarrow \text{anything}$ 事例挑选。
- 完成 $\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi$, $J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$ 事例挑选。
- 完成 $\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi$, $J/\psi \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-$ 事例挑选。
- 完成初步分析, 得到 $J/\psi \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-$ 分支比。
- 根据初步分析结果准备memo。
- 计划优化拟合, 完成误差分析。

Measurement of the branching fractions of $J/\psi \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-$

Ligang Shao^a

^aInstitute of High Energy Physics, CAS



$$B_{J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-}^{obs} = \frac{N_{\mu\mu}/\epsilon_{\mu\mu}}{N_{\pi\pi J/\psi}/\epsilon_{\pi\pi J/\psi}} = 6.05\%;$$
$$B_{J/\psi \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-}^{obs} = \frac{N_{\gamma\mu\mu}/\epsilon_{\gamma\mu\mu}}{N_{\pi\pi J/\psi}/\epsilon_{\pi\pi J/\psi}} = 0.49\%;$$
$$B_{J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-} = \frac{B_{J/\psi \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-}^{obs}}{B_{J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-}^{obs}} \times B_{J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-}^{PDG} = 0.48\%;$$

总结

- $\psi' \rightarrow \gamma \chi_{c1}, \chi_{c1} \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta'$ 分析
 - 优化选择条件。
 - 在3月的 [BESIII Physics and Software Workshop](#) 报告分析结果。
 - 根据初步分析结果准备memo。(基本完成)
- $\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi, J/\psi \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-$ 分析
 - 完成事例挑选。
 - 完成初步分析得到分支比结果。
 - 根据初步分析结果准备memo。

Thanks

Back up

Interference table

nll=-23967.28

Total interference=114.67%

➤ Table below shows the fraction of interference terms between any two resonance.

resonance	J^{PC}	Decay Mode	Mass[GeV]	Width[GeV]	Fraction	$\Delta(-\text{Log } L)$	dof	Significance
$\pi_1(1600)$	1^{-+}	$\pi^\pm \eta'$	1.7012	0.3252	20.34%	-941.06	8	$>>30\sigma$
$f_0(500)$	0^{++}	$\pi^+ \pi^-$	/	/	11.51%	-882.06	4	$>>30\sigma$
$f_0(980)$	0^{++}	$\pi^+ \pi^-$	/	/	15.13%	-1198.17	4	$>>30\sigma$
$a_0(980)$	0^{++}	$\pi^\pm \eta'$	/	/	2.85%	-66.10	4	10.89σ
$f_2(1270)$	2^{++}	$\pi^+ \pi^-$	1.2755	0.1867	28.88%	-1688.14	8	$>>30\sigma$
$a_2(1320)$	2^{++}	$\pi^\pm \eta'$	1.3220	0.1190	1.72%	-114.22	8	14.06σ
$f_0(1370)$	0^{++}	$\pi^+ \pi^-$	1.2973	0.3000	6.11%	-118.35	4	14.88σ
$f_0(1710)$	0^{++}	$\pi^+ \pi^-$	1.7040	0.123	0.69%	-44.96	4	8.80σ
$f_0(\text{phsp})$	0^{++}	$\pi^+ \pi^-$	1.8000	150	17.28%	-161.17	4	17.49σ
$f_2(1950)$	2^{++}	$\pi^+ \pi^-$	1.9360	0.4420	8.05%	-181.62	8	18.15σ
$f_0(1500)$	0^{++}	$\pi^+ \pi^-$	1.5060	0.1120	1.10%	-41.21	4	8.38σ
$f_2(1430)$	2^{++}	$\pi^+ \pi^-$	1.4300	0.0460	0.19%	-28.51	8	6.02σ
$f_2(1810)$	2^{++}	$\pi^+ \pi^-$	1.8150	0.1970	0.80%	-37.98	8	7.29σ

Event selection

$$\psi' \rightarrow \pi^+ \pi^- J/\psi, J/\psi \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-$$

◆ Good Charged track:

- $|\cos\theta| < 0.80$;
- $|R_{xy}| < 1\text{cm}$, $|R_z| < 10\text{cm}$;
- $N_{\text{positivechargedtrk}} = 2$;
- $N_{\text{negativechargedtrk}} = 2$;

◆ Good photon

- $\text{Energy} > 25\text{MeV}/c^2$ ($|\cos\theta| < 0.8$) ;
- $\text{Energy} > 50\text{MeV}/c^2$ ($0.86 < |\cos\theta| < 0.92$);
- $0 \leq \text{TDC} \leq 14(50\text{ns})$;
- $N_\gamma \geq 1$;

◆ $\pi^+ \pi^- J/\psi$ candidate:

- $3.04 < M(\text{recoil}\pi^+ \pi^-) < 3.16$;
- Cut $\cos(\pi^+ \pi^-) < 0.95$ (removed);
- Signal range $3.0819 < M(\text{recoil}\pi^+ \pi^-) < 3.1119$;

◆ $\pi^+ \pi^- \mu^+ \mu^-$ candidate:

◆ π candidate:

- $P_\pi < 450\text{ MeV}$;
- one pair of $\pi^+ \pi^-$;

◆ μ candidate:

- Track with fast momentum;
- $E/p < 0.26$;
- one pair of $\mu^+ \mu^-$;
- $\text{Mudepth} > 40\text{cm}$.

◆ Photon candidate:

- Define: $\Delta = \sqrt{\sum_{j=0}^{j<4} (P_j^{\text{pred}} - P_j^{\text{recon}})^2}$;
- Choose photon which set Δ minimum as photon candidate;
- $\text{Energy} > 100\text{ MeV}/c^2$;
- $\Delta < 0.3$;
- $\theta_{\gamma, \gamma^{\text{pred}}} < 20^\circ$;
- $0.3 < E_\gamma / E_{\gamma^{\text{pred}}} < 1.4$