



2025年CCAST博士后面试报告

报告人：王腾蛟

申请导师：马海龙

专业：粒子物理与原子核物理

2025/01/11

Outline

- ▶ 个人简介
- ▶ 工作成绩
- ▶ 工作计划
- ▶ 总结

个人简介

- 基本情况

姓名：王腾蛟

籍贯：河北保定

政治面貌：中共党员

出生年月：1996.08.27

- 教育经历

2015.09-2019.06 河北大学物理科学学院 物理学 学士

2019.09-2021.06 南开大学物理科学学院 粒子物理与原子核物理 硕士研究生

2021.09-2025.06 南开大学物理科学学院 粒子物理与原子核物理 硕转博
中国科学院高能物理研究所 联合培养

- 已经满足毕业要求

- 专业技能

英语六级

- 主要荣誉

河北省优秀毕业生(2019)

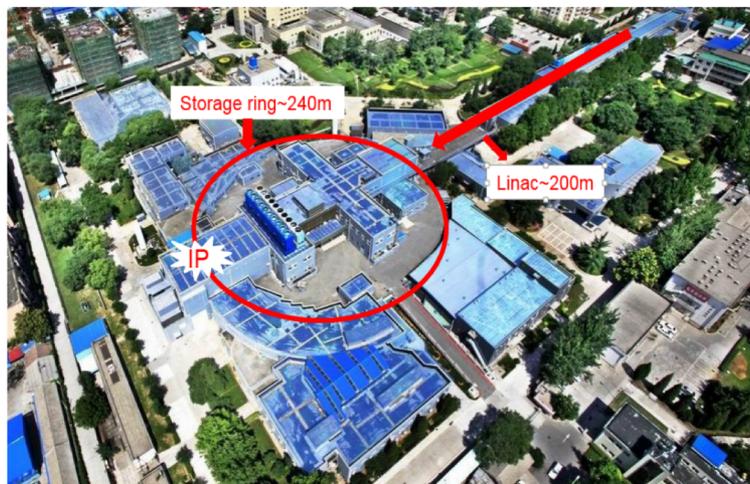
校级一等奖学金(2021-2024)

工作成绩

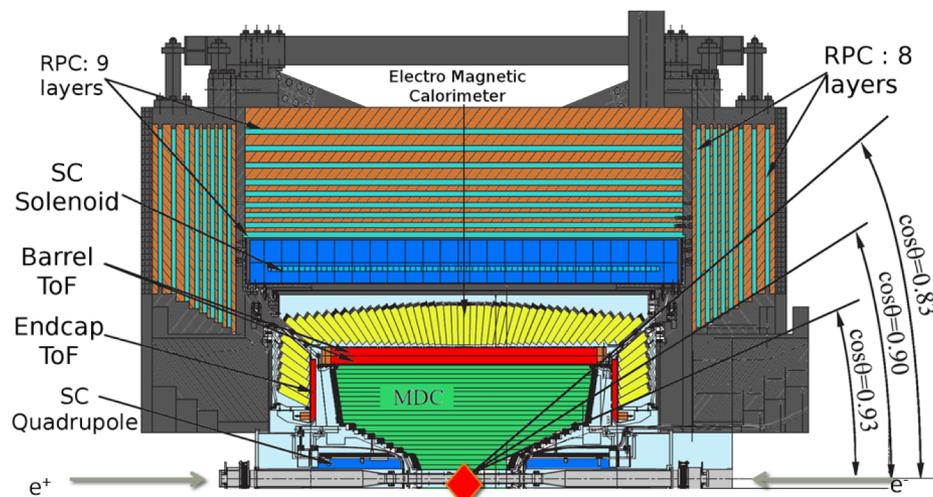
- 研究方向

高能物理实验(BESIII)

- BESIII实验



在将来， E_{cm} 将提升至4.95-5.6 GeV
亮度提高到之前的2-3倍



- ▶ $E_{cm} : \sqrt{s} = (2.0 - 4.95) \text{ GeV}$

- ▶ 设计亮度(L):

$$1.00 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} @ 3.89 \text{ GeV}$$

- ▶ 2022, L 达到设计亮度的1.1倍

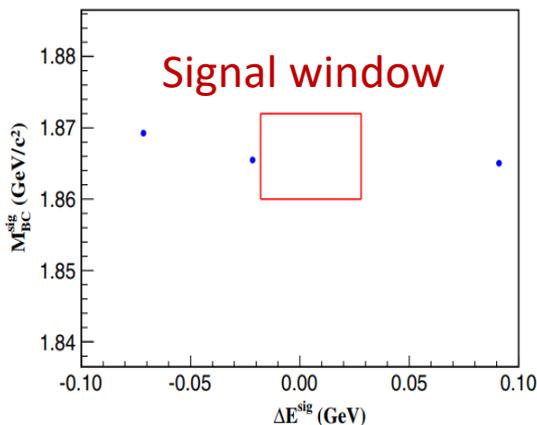
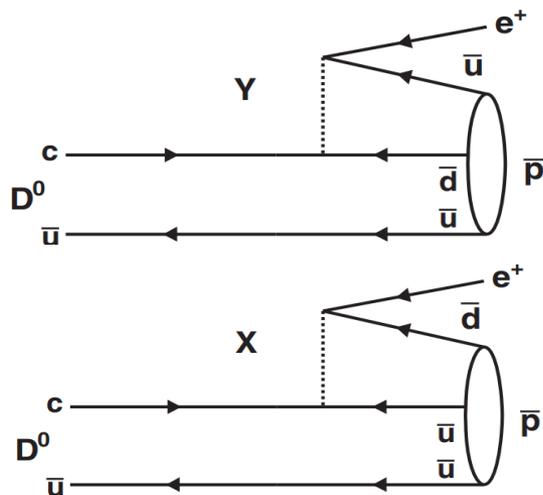
- ▶ MDC: $\sigma_p/p = 0.5\% @ 1 \text{ GeV}$, $\sigma_{dE/dx} = 6\%$

- ▶ TOF: $\sigma_T = 68(110) \text{ ps}$ for barrel (edncap);
end cap TOF was upgraded in 2015 $\rightarrow 60 \text{ ps}$

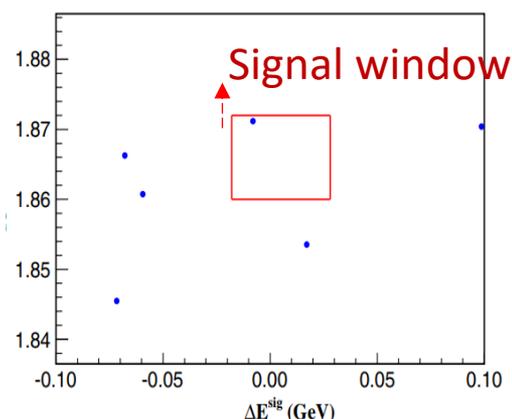
- ▶ EMC: $\sigma_E/E = 2.5\%(5\%) \text{ ps}$ for barrel (edncap)

物理动机

- 标准模型当中重子数是守恒的 (PRD 101, 031102 (2020))
- 重子数破坏在一些标准模型扩展模型当中存在: $\Delta(B - L) = 0$
- 七维算符也允许其存在: $\Delta(B - L) = 2$



$D^0 \rightarrow \bar{p}e^+$ and $\bar{D}^0 \rightarrow pe^-$
 $B < 1.2 \times 10^{-6}$ @90%C.L.



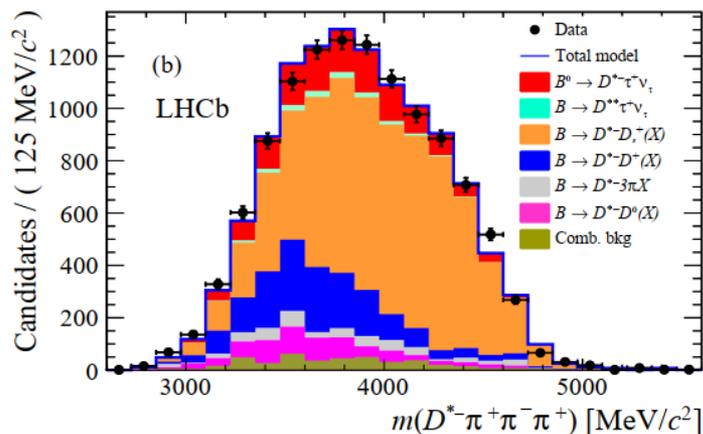
$D^0 \rightarrow pe^-$ and $\bar{D}^0 \rightarrow \bar{p}e^+$
 $B < 2.2 \times 10^{-6}$ @90%C.L.

- ✓ 利用在 $\sqrt{s} = 3.773$ GeV 处采集的积分亮度为 2.93 fb^{-1} 数据寻找 $D^0 \rightarrow pe$
- ✓ 没有明显信号，设定分支比上限
- ✓ 比CLEO-c结果提升一个量级

物理动机

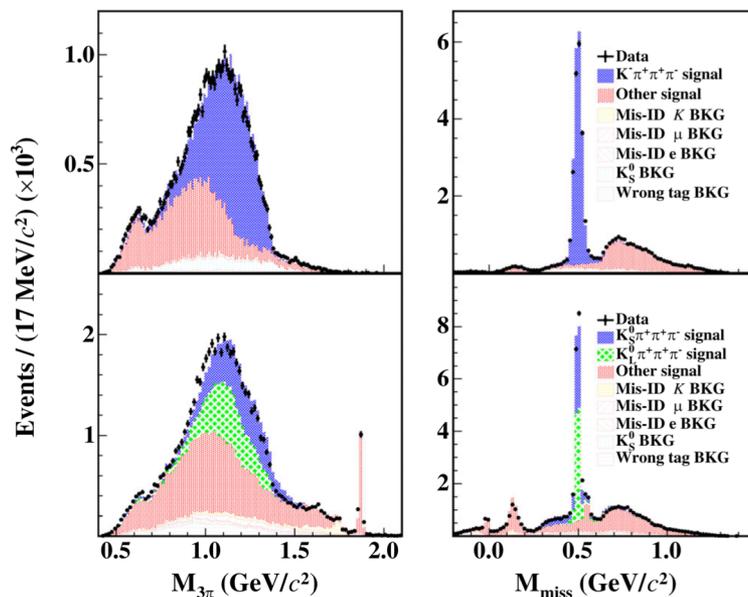
- $\bar{B} \rightarrow D^{(*)}l^- \nu$ 研究发现轻子普适性和标准模型有 $\sim 3\sigma$ 偏离 [HFLAV2019]
- 为LHCb轻子普适性检验试验提供了重要背景输入: [LHCb-note\(PUB-2016-025\)](#)

主要本底: $D_S^+ \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+X$
 次级本底: $D^0(D^+) \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+X$



数据样本:

$2.93 \text{ fb}^{-1} \psi'' @ \sqrt{s} = 3.773 \text{ GeV}$



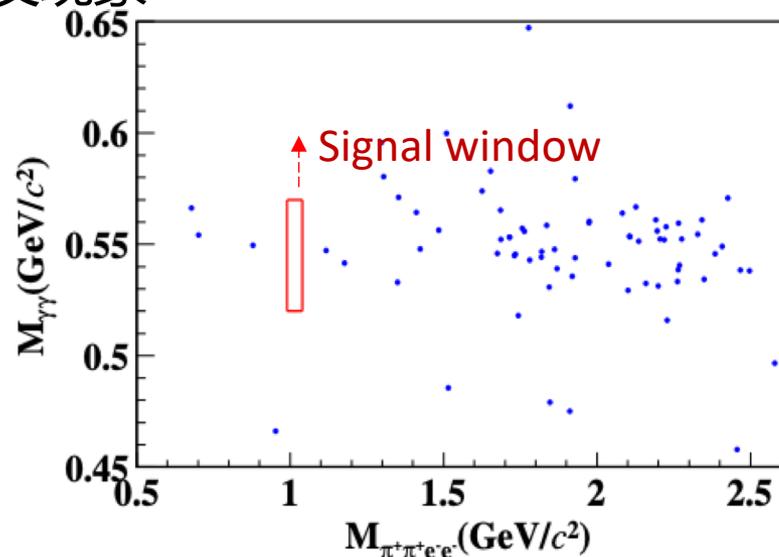
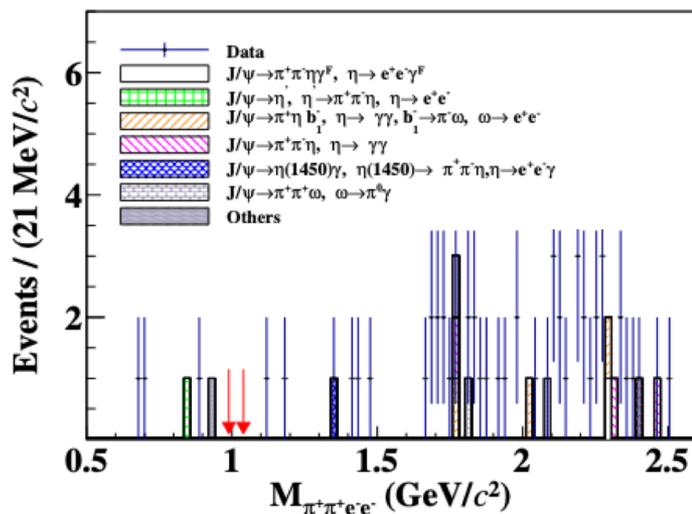
$$B^{sig}(D^0 \rightarrow 3\pi X) = (17.60 \pm 0.11 \pm 0.22)\%$$

$$B^{sig}(D^+ \rightarrow 3\pi X) = (15.25 \pm 0.09 \pm 0.23)\%$$

✓ 和PDG总结的所有含有 $\pi^+\pi^-\pi^+$ 末态的分支比总和在 $\sim \pm 3\sigma$ 范围内相符

物理动机

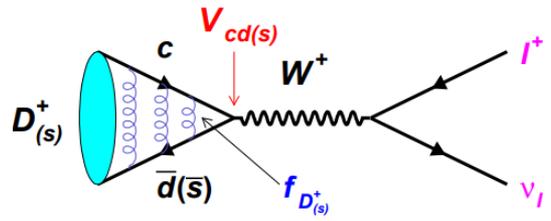
- 数据样本: $(1.0087 \pm 0.0044) \times 10^{10} J/\psi @ 3.097 \text{ GeV}$
- 尽管在由第一代夸克组成的强子中寻找了 $0\nu 2\beta$ 过程
- 对轻子数破坏过程的限制表明, 需要在对撞机实验中通过非第一代夸克的衰变来寻找轻子数违反现象



- ✓ 没有明显信号, 设定分支比上限: $B < 1.3 \times 10^{-5} @ 90\% \text{ C.L}$
- ✓ 对于第二代夸克组成的强子衰变中寻找了轻子数破坏过程

物理动机

- 幺正性: $V^+V=1$
- 研究夸克强弱相互作用的理想桥梁:

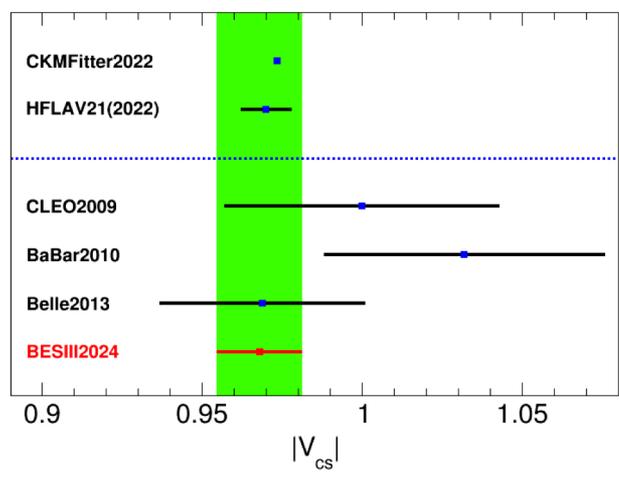
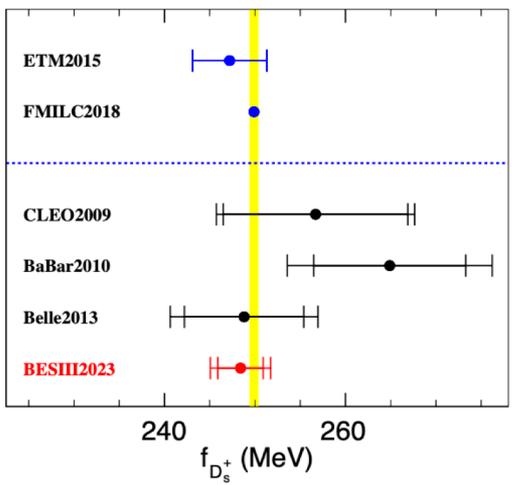


$$\Gamma(D_{(s)}^+ \rightarrow l^+ \nu_l) = \frac{G_F^2 f_{D_{(s)}^+}^2}{8\pi} |V_{cd(s)}|^2 m_l^2 m_{D_{(s)}^+}^2 \left(1 - \frac{m_l^2}{m_{D_{(s)}^+}^2}\right)^2$$

- 精确测量CKM矩阵元 $|V_{cs}|$ 可以检验CKM矩阵幺正性并寻找新物理
- 形状因子 $f_{D_{(s)}^+}$ 可以检验LQCD计算
- 检验轻子普适性

$7.33 \text{ fb}^{-1} @ \sqrt{s} = 4.13\text{-}4.26 \text{ GeV}$

$N_{\text{sig}} = 2514.5 \pm 51.6$



✓ $|V_{cs}|$ 具有最高精度: 1.4%!

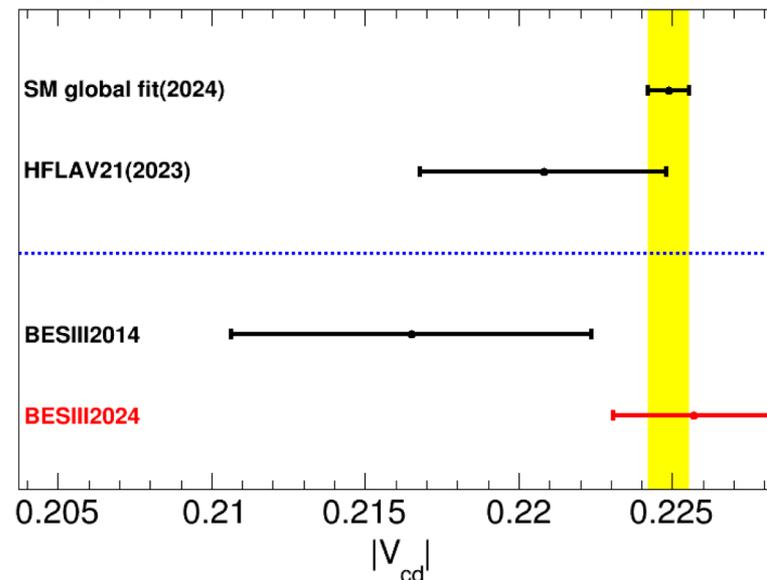
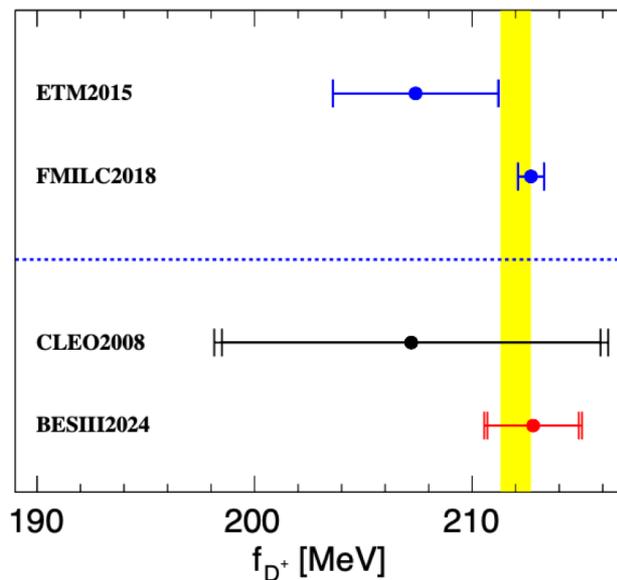
Submitted to PRL
Positive feedback

物理动机

- 精确测量CKM矩阵元 $|V_{cd}|$ 可以检验CKM矩阵么正性并寻找新物理
- 提取形状因子 f_D : 可以检验LQCD计算
- 检验轻子普适性

$20.3 \text{ fb}^{-1} @ \sqrt{s} = 3.773 \text{ GeV}$

$N_{\text{sig}} = 2832.7 \pm 56.8$



✓ 和之前最好结果相比, 本工作测量的结果改善了2.3倍[PRD89(2014)051104]

工作计划

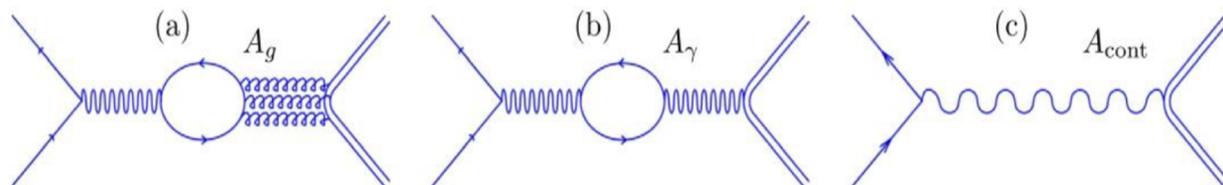
- **工作 1:** Phase measurement of $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ around J/ψ
 - 数据: 452 pb^{-1} @ $\sqrt{s} = 3.05 - 3.12 \text{ GeV}$
- **工作 2:** Study of $\rho - \pi$ puzzle based on $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ around $\psi(2S)$
 - 数据: 494 pb^{-1} @ $\sqrt{s} = 3.581 - 3.709 \text{ GeV}$
- **工作 3:** Search for the non- DD decay of $\psi'' \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$
 - 数据: 4592 pb^{-1} @ $\sqrt{s} = 3.748 - 4.009 \text{ GeV}$
- **物理动机: “ $\rho - \pi$ puzzle”**
- 在粲偶素衰变研究中 $\rho - \pi$ 疑难长期困扰
- 在实验上发现, $\psi(2S) \rightarrow A$ 和 $J/\psi \rightarrow A$ 的分支比比值不符合 12% 规则:

	$\frac{\mathcal{B}(\psi(2S) \rightarrow \phi\eta)}{\mathcal{B}(J/\psi \rightarrow \phi\eta)}$	$\frac{\mathcal{B}(\psi(2S) \rightarrow \rho\pi^0)}{\mathcal{B}(J/\psi \rightarrow \rho\pi^0)}$	$\frac{\mathcal{B}(\psi(2S) \rightarrow K^{*\pm}K^\pm)}{\mathcal{B}(J/\psi \rightarrow K^{*\pm}K^\pm)}$	$\frac{\mathcal{B}(\psi(2S) \rightarrow K^{*0}\bar{K}^0 + c.c)}{\mathcal{B}(J/\psi \rightarrow K^{*0}\bar{K}^0 + c.c)}$
PDG offered(%)	4.19	0.57	0.48	2.60

工作计划

物理动机：相角测量

- 在 J/ψ 附近， e^+e^- 湮灭成强子末态的过程可以用三个子振幅来表述：



$$\phi_{\gamma, QED} : \sim 0^\circ$$

- A_{3g} 和 A_γ 之间的相对相位角 $\phi_{3g,\gamma}$



- 探索重夸克偶素系统的衰变动力学

Channel	$+\Phi_{3g,\gamma}$	$-\Phi_{3g,\gamma}$
$J/\psi \rightarrow PP(0^-0^-)$	$(90 \pm 10)^\circ$	-
$J/\psi \rightarrow VP(1^-0^-)$	$(72.8 \pm 3.6)^\circ$	$(-72.0 \pm 3.6)^\circ$
$J/\psi \rightarrow p\bar{p}/n\bar{n}$	$(90.8 \pm 1.6)^\circ$	$(-85.9 \pm 1.7)^\circ$
$J/\psi \rightarrow 2(\pi^+\pi^-)\pi^0$	$(84.9 \pm 3.6)^\circ$	$(-84.7 \pm 3.1)^\circ$
$\psi(2S) \rightarrow \pi^+\pi^-/K^+K^-/K_S K_L$	$(134.0 \pm 25.0)^\circ$	$(-98.0 \pm 25.0)^\circ$
$\psi(3770) \rightarrow p\bar{p}$	-	$(-94.4 \pm 5.3)^\circ$

实验结果

物理动机： ψ'' 非- $D\bar{D}$ 衰变

- ψ'' 的质量高于粲夸克对阈值，宽度很宽 \longrightarrow 几乎完全衰变为 $D\bar{D}$

- Lipkin 指出 $\psi'' \rightarrow \text{non} - D\bar{D}$ 过程具有较大分支比

- 实验结果: $(15.1 \pm 5.6 \pm 1.8)\%$ (BESII2008); $(-3.3 \pm 1.4_{-4.8}^{+6.6})\%$ (CLEO-c)



之前实验结果具有较大误差

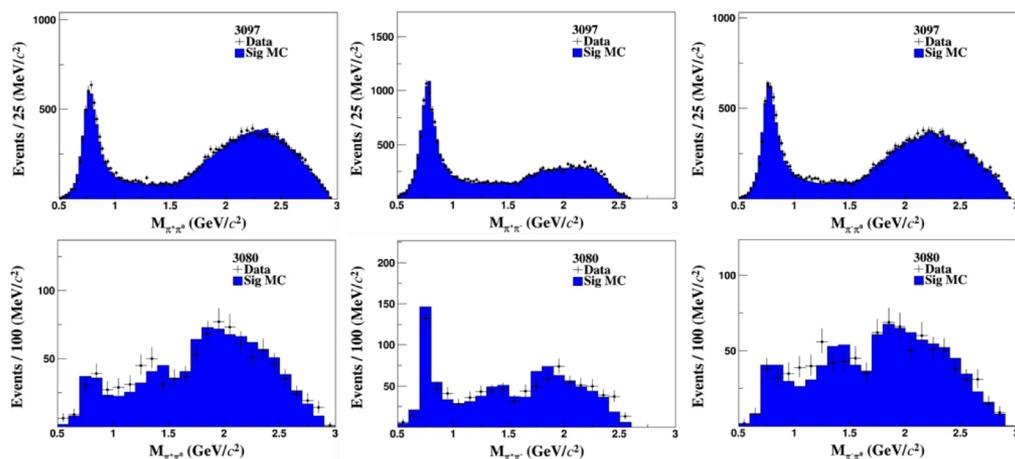
• 目标和创新点

- 相角 $\phi_{3g,\gamma}$ 测量研究有助于加深对 $\rho - \pi$ puzzle问题的理解
- 通过扫描 $J/\psi(\psi', \psi'')$ 附近能量点, 首次测量 $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ 相角 $\phi_{3g,\gamma}$
- PWA分析研究子共振态之间的干涉
- 寻找non- $D\bar{D}$ 过程: $\psi'' \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$

• 实验方法和基础

- 通过截面干涉项提取 $\phi_{3g,\gamma}$:

$$\sigma_{tot} \propto (W) \left| \mathcal{A}_{3g}(W) e^{i\phi_{3g,\gamma}} + \mathcal{A}_\gamma(W) + \mathcal{A}_{QED}(W) \right|^2$$



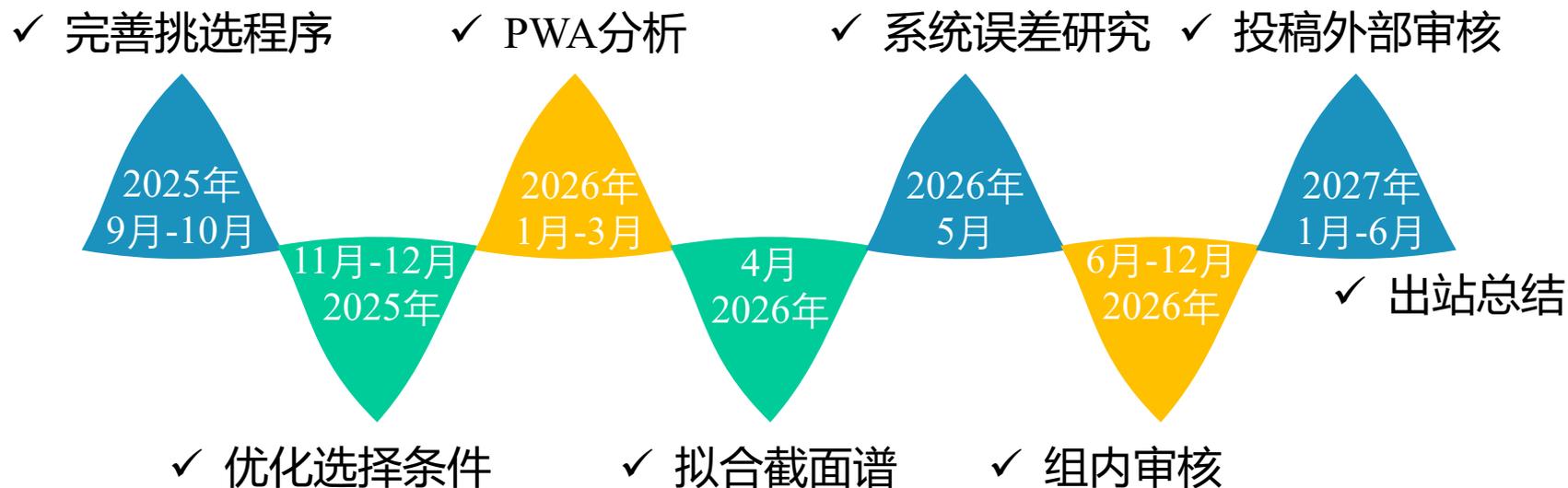
- ✓ 工作1已经在BESIII合作组年会(2024)报告
- ✓ 较为成熟分波工具
- ✓ 丰富的BESIII工作经验

工作计划

- 工作难点

- 截面谱拟合、辐射修正、各点振幅分析

- 时间安排



- 预期将在本领域学术期刊发表2-3篇BESIII合作组文章
- 在国内外会议上进行2-3次报告

总结

- 博士期间完成多项工作，包含粲物理和新物理等，并以第一作者发表4篇论文，此外以通讯作者投稿文章一篇;已经达到毕业要求
- 本人有着较为丰富的BESIII工作经验，有一定基础完成计划中的博士后期间的工作内容

欢迎批评指正，谢谢!