



河南師範大學
HENAN NORMAL UNIVERSITY



BESIII 实验上粲介子强子衰变中的轻强子

报告人：葛潘婷

河南师范大学

2025年5月11日 @ 安阳师范学院

报告大纲

- ✓ 研究动机
- ✓ 数据样本和分析方法
- ✓ 粲介子强子衰变中的轻强子
- ✓ 总结和展望

研究动机

振幅分析

抽取标量介子 $a_0(980)$ 和 $f_0(980)$ 等信息



拓扑图方法

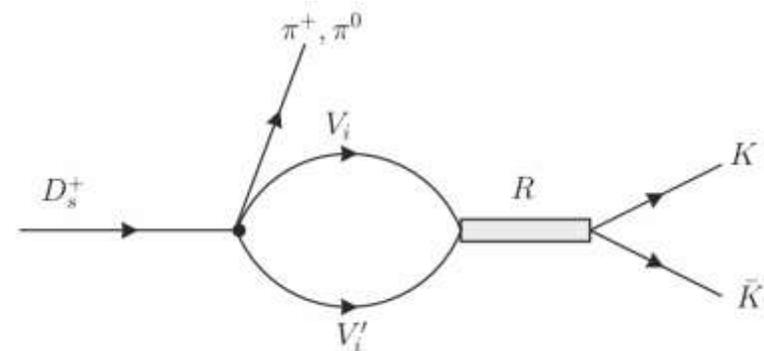
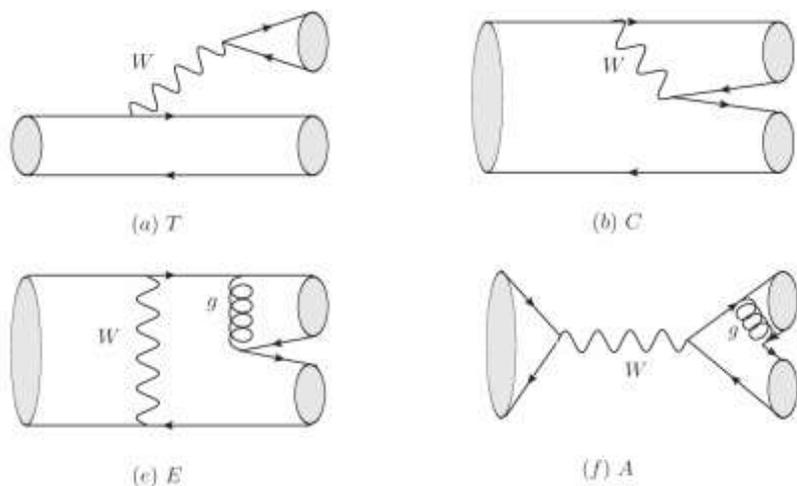


$a_0(980)$ 是分子态，四夸克态？

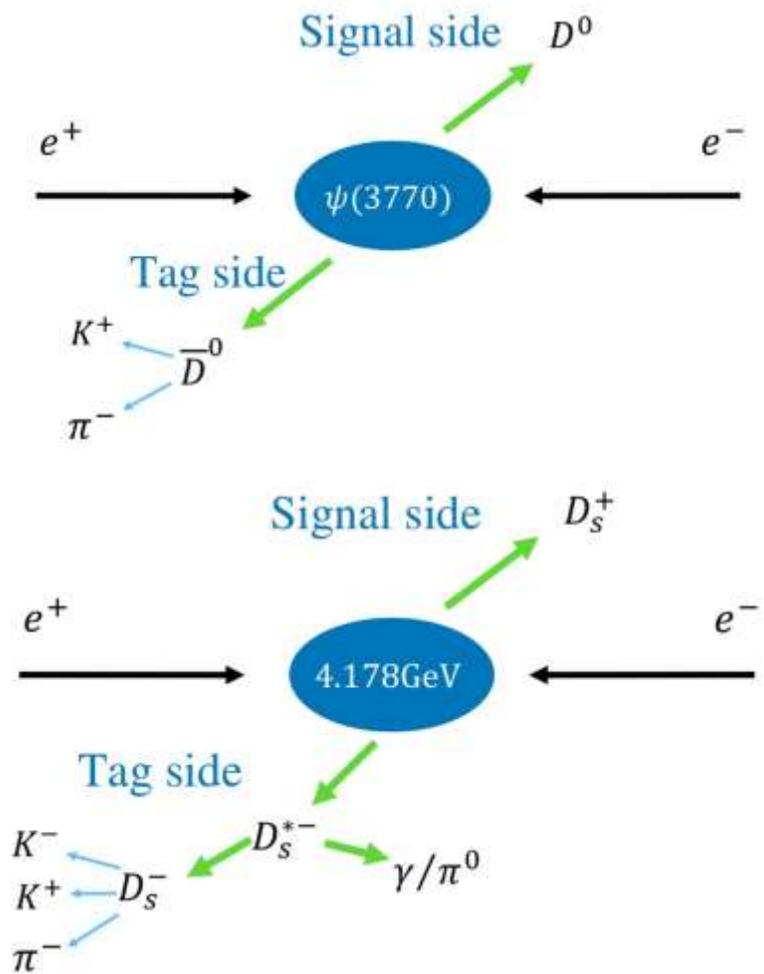
$a_0(980)$ 和 $f_0(980)$

$f_0(1710)$ 是胶球或者分子态？

$a_0(1817)$ 和 $f_0(1710)$



数据样本和双标记方法



数据:

$D^{+(0)}$: 20.3 fb^{-1} @ $E_{\text{cm}}=3.773 \text{ GeV}$

D_s^+ : 7.33 fb^{-1} @ $E_{\text{cm}}=4.126 \text{ GeV} - 4.226 \text{ GeV}$

非常低的本底水平，可以用以不同衰变的研究 来自标记侧的系统误差几乎可以忽略

分波分析的结果

绝对分支比:

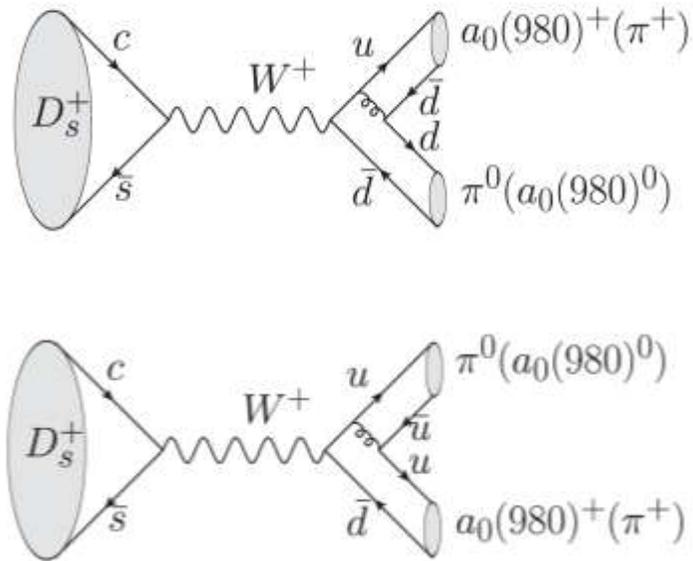
$$B_{\text{sig}} = \frac{N_{\text{sig}}^{\text{DT}}}{\sum_{\alpha} N_{\alpha}^{\text{ST}} \epsilon_{\alpha, \text{sig}}^{\text{DT}} / \epsilon_{\alpha}^{\text{ST}}}$$

$a_0(980)$

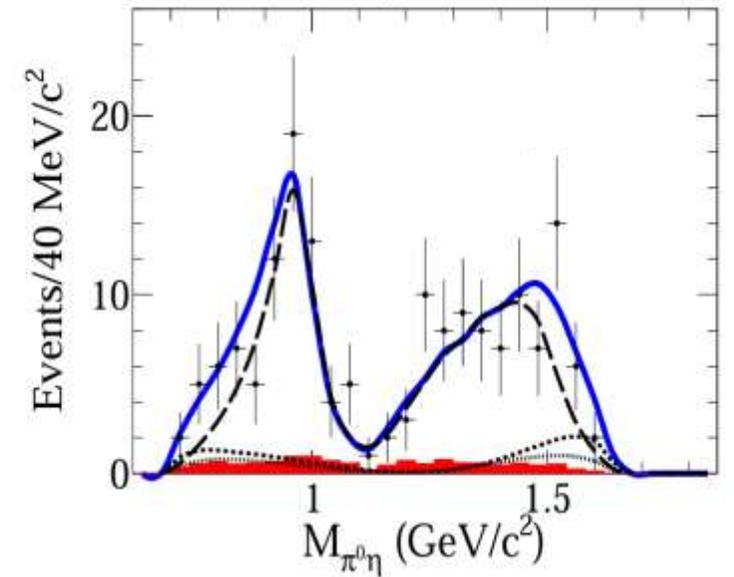
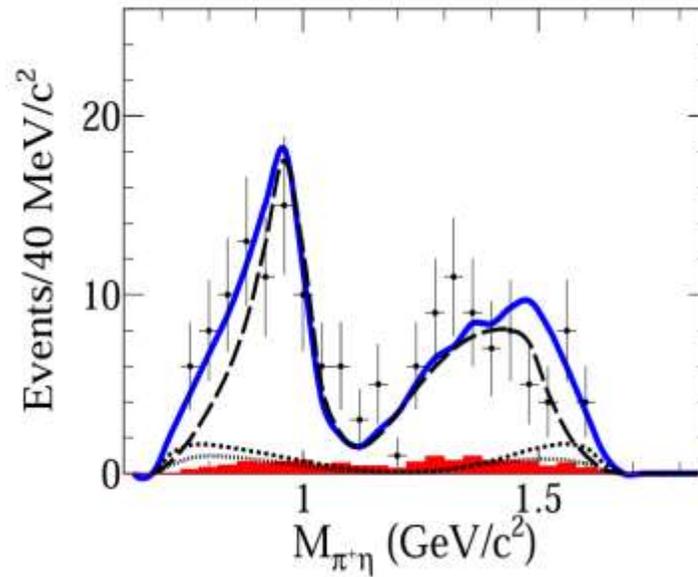
3.19 fb^{-1}

Phys. Rev. Lett. 123, 112001(2019)

四夸克态还是分子态?



W-annihilation



$$B(D_s^+ \rightarrow a_0 \pi, a_0 \rightarrow \pi \eta) = (1.46 \pm 0.27)\%$$

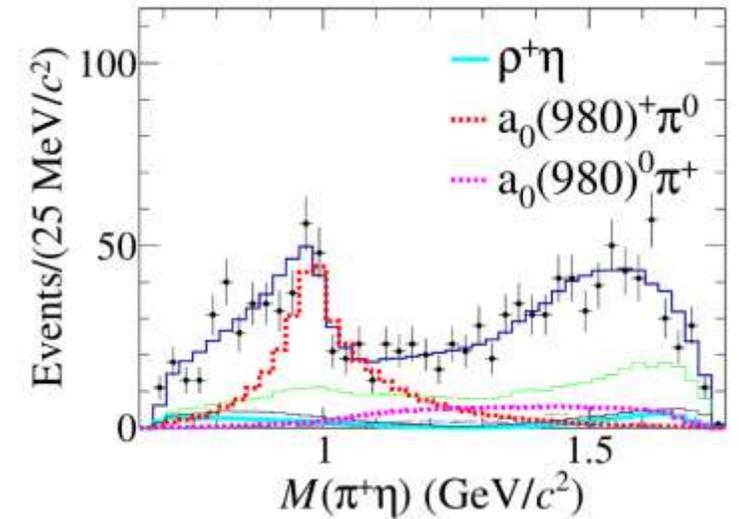
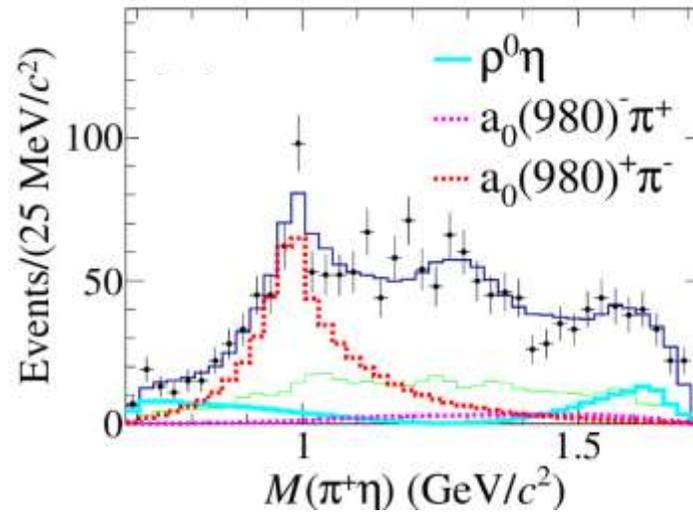
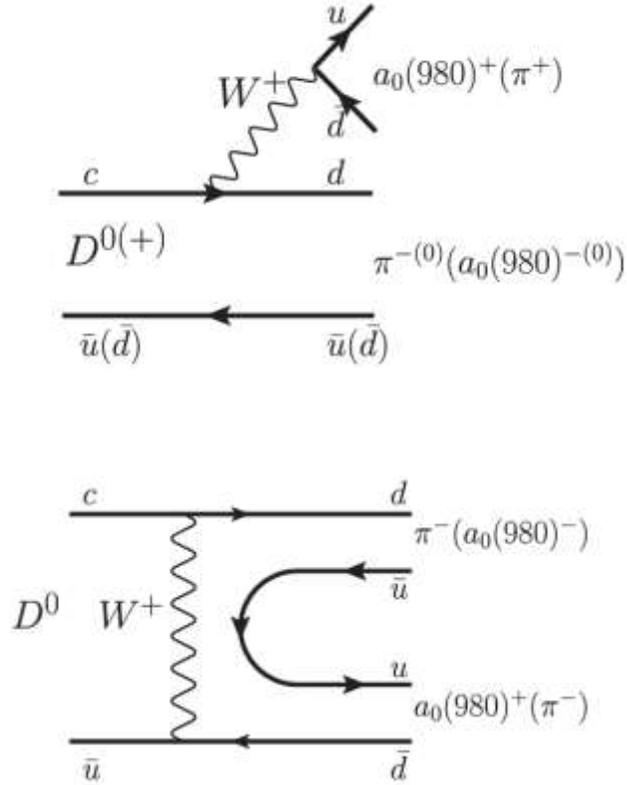
比纯W湮没(0.1%)大了一个量级
可能是末态相互作用(FSI)或者是 $a_0(980)$ 的其他性质

$a_0(980)$

7.93 fb^{-1}

Phys. Rev. D 110, L111102(2024)

四夸克态还是分子态?



$$B(D^+ \rightarrow a_0^0 \pi^+) = (3.7 \pm 1.1); (a_0^+ \pi^0) = (9.5 \pm 1.3) \times 10^{-4} \quad a_0 \rightarrow \pi\eta$$

$$B(D^0 \rightarrow a_0^+ \pi^-) = (5.5 \pm 0.9); (a_0^- \pi^+) = (0.7 \pm 0.2) \times 10^{-4} \quad a_0 \rightarrow \pi\eta$$

W-emission & W-exchange

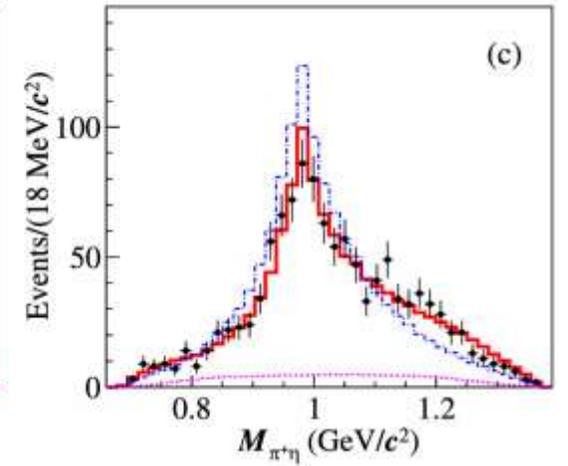
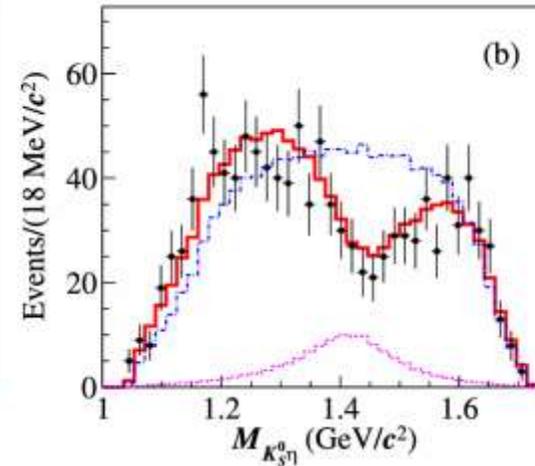
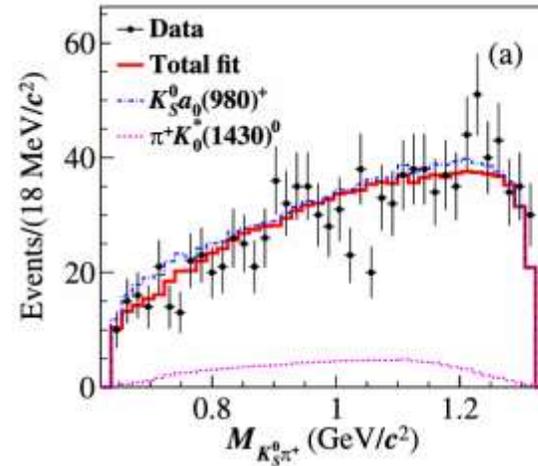
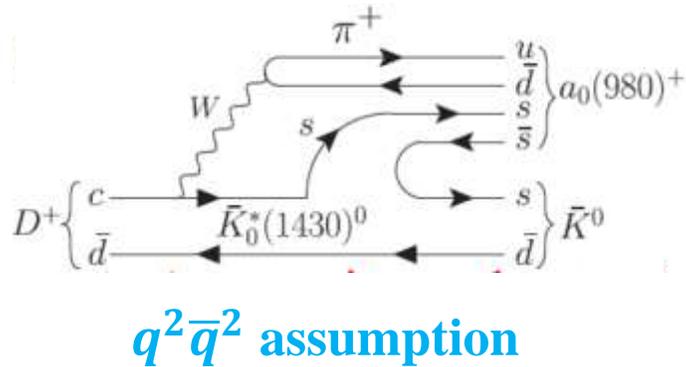
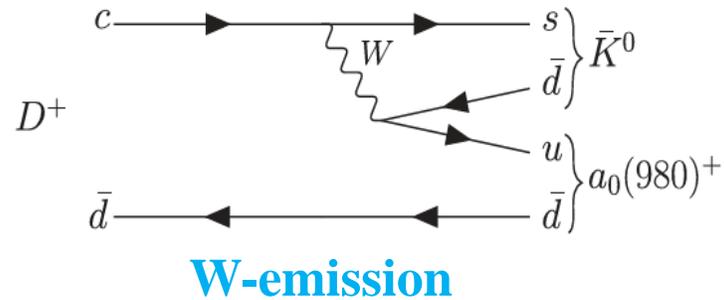
测量得到的 D^0 的比值与理论预言相差多个数量级, 这表明末态相互作用(FSI)存在显著贡献

$a_0(980)$

2.93 fb^{-1}

Phys. Rev. Lett. 132, 131903(2024)

四夸克态还是分子态?



$$B(D^+ \rightarrow a_0^+ K_S^0, a_0 \rightarrow \pi\eta) = (1.33 \pm 0.06)\%$$

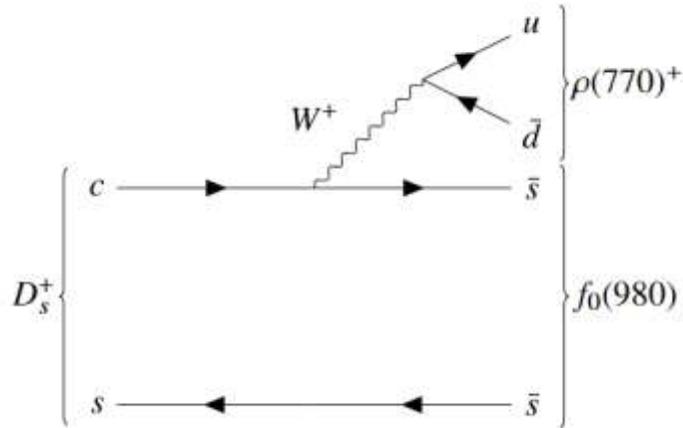
$D^+ \rightarrow a(980)_0^+ K_S^0$ 作为 D 到 $a_0(980)$ 赝标量介子的唯一无 W 湮灭衰变, 是提取涉及 $a_0(980)$ 的 W 发射振幅贡献以及研究末态相互作用的理想衰变过程

$f_0(980)$

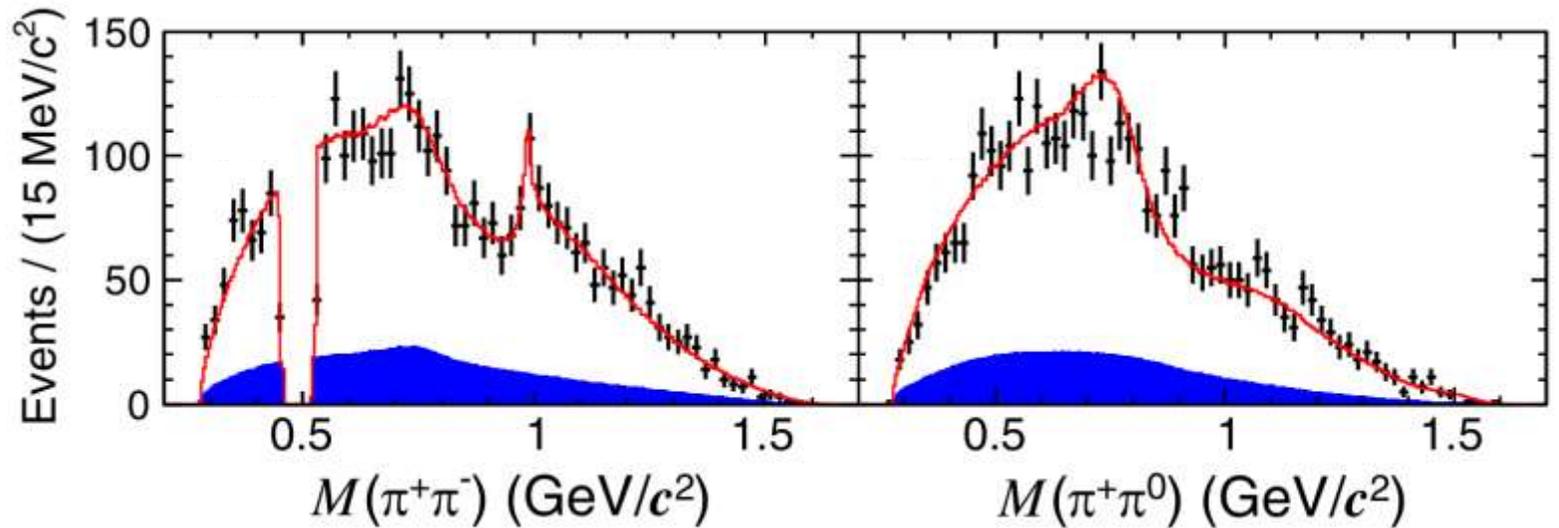
7.33 fb^{-1}

Phys. Rev. Lett. 134, 011904(2025)

四夸克态还是分子态?



W-emission



$$B(D_s^+ \rightarrow f_0(980)\rho^+, f_0(980) \rightarrow \pi^+\pi^-) = (2.57 \pm 0.48) \times 10^{-3}$$

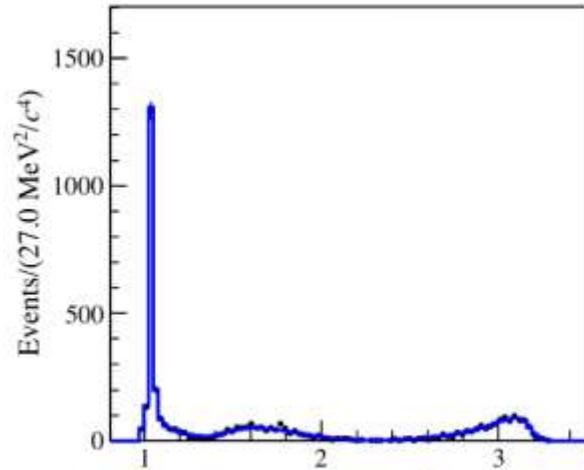
能够从实验上限制末态相互作用的贡献，有助于理解 $f_0(980)$ 的本质

$f_0(1710)$

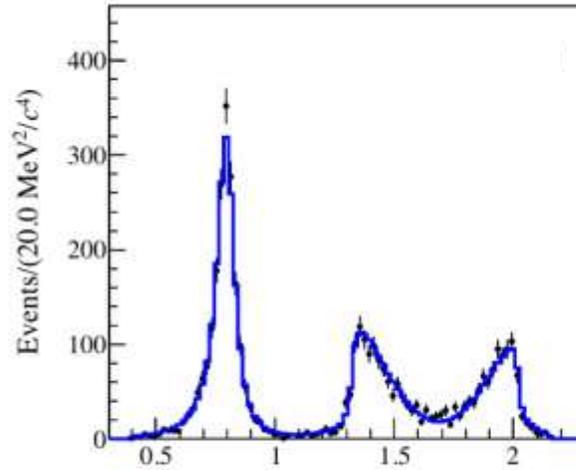
3.19 fb^{-1}

Phys. Rev. D 104, 012016(2021)

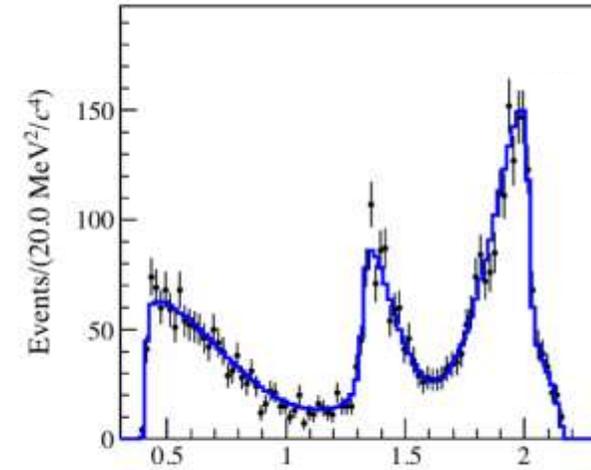
胶球还是分子态?



干涉相长



干涉相消



$$B(D_s^+ \rightarrow f_0(1710)\pi^+, f_0(1710) \rightarrow K^+K^-) = (0.10 \pm 0.04) \%$$

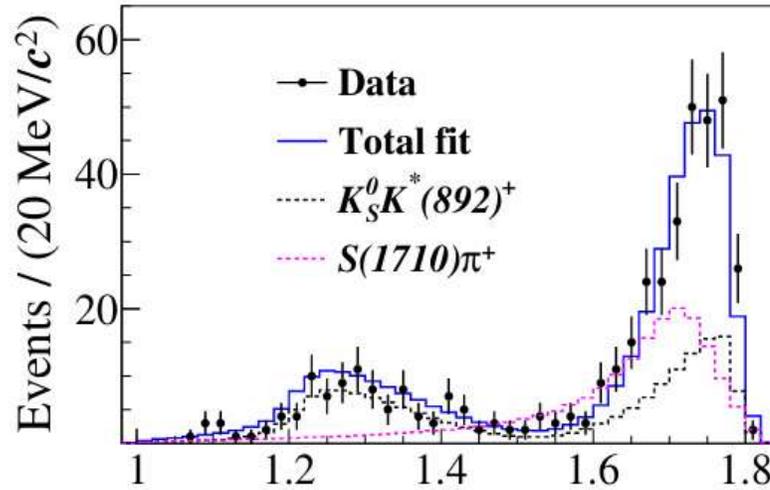
Amplitude	Magnitude (ρ)	Phase (ϕ)	FFs (%)	Significance (σ)
$D_s^+ \rightarrow \bar{K}^*(892)^0 K^+$	1.0 (fixed)	0.0 (fixed)	$48.3 \pm 0.9 \pm 0.6$	> 20
$D_s^+ \rightarrow \phi(1020)\pi^+$	$1.09 \pm 0.02 \pm 0.01$	$6.22 \pm 0.07 \pm 0.04$	$40.5 \pm 0.7 \pm 0.9$	> 20
$D_s^+ \rightarrow S(980)\pi^+$	$2.88 \pm 0.14 \pm 0.17$	$4.77 \pm 0.07 \pm 0.07$	$19.3 \pm 1.7 \pm 2.0$	> 20
$D_s^+ \rightarrow \bar{K}_0^*(1430)^0 K^+$	$1.26 \pm 0.14 \pm 0.16$	$2.91 \pm 0.20 \pm 0.23$	$3.0 \pm 0.6 \pm 0.5$	8.6
$D_s^+ \rightarrow f_0(1710)\pi^+$	$0.79 \pm 0.08 \pm 0.14$	$1.02 \pm 0.12 \pm 0.06$	$1.9 \pm 0.4 \pm 0.6$	9.2
$D_s^+ \rightarrow f_0(1370)\pi^+$	$0.58 \pm 0.08 \pm 0.08$	$0.59 \pm 0.17 \pm 0.46$	$1.2 \pm 0.4 \pm 0.2$	6.4

$f_0(1710)$

6.32 fb^{-1}

Phys. Rev. D 105, L051103(2022)

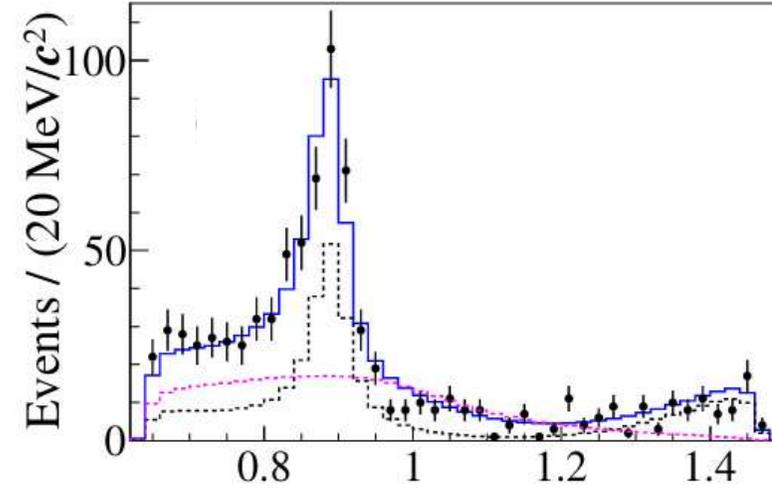
胶球还是分子态?



干涉相消

$M_{K_S^0 K_S^0} \text{ (GeV}/c^2)$

干涉相长



$M_{K_S^0 \pi^+} \text{ (GeV}/c^2)$

$$B(D_s^+ \rightarrow f_0(1710)\pi^+, f_0(1710) \rightarrow K_S^0 K_S^0) = (0.31 \pm 0.03) \%$$

比理论预期大了一个量级

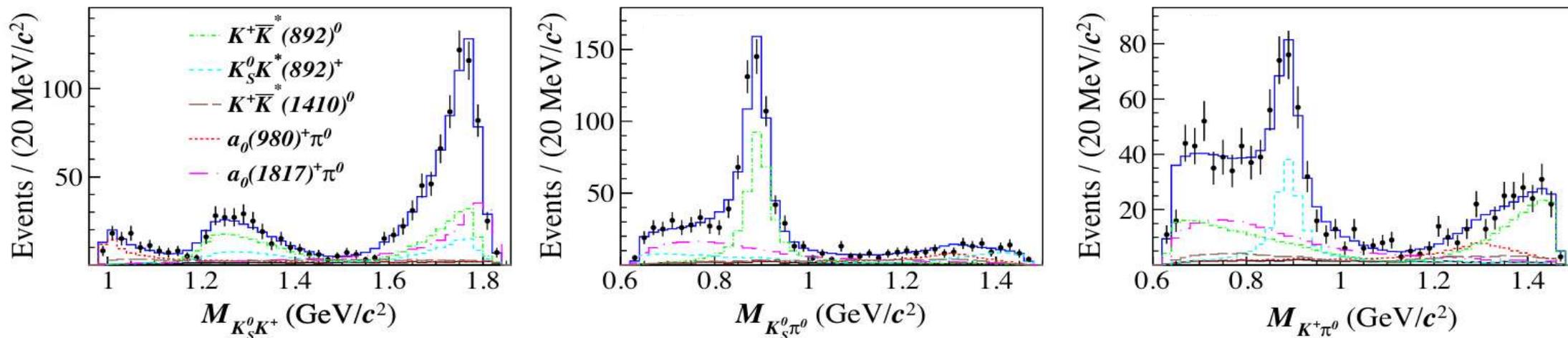
Amplitude	Phase	FF (%)
$D_s^+ \rightarrow K_S^0 K^*(892)^+$	0.0 (fixed)	$43.5 \pm 3.9 \pm 0.5$
$D_s^+ \rightarrow S(1710)\pi^+$	$2.3 \pm 0.1 \pm 0.1$	$46.3 \pm 4.0 \pm 1.2$

$a_0(1817)$ and $f_0(1710)$

6.32 fb⁻¹

Phys. Rev. Lett. 129, 182001(2022)

X(1817) 还是 $f_0(1710)$ 同位旋为一的伴随态?



$$B(D_S^+ \rightarrow a_0(1817)^+ \pi^0, a_0(1817)^+ \rightarrow K_S^0 K^+) = (3.44 \pm 0.61) \times 10^{-3}$$

$$\text{Mass: } (1.817 \pm 0.02) \text{ GeV}/c^2 \quad \text{Width: } (3.44 \pm 0.61) \text{ GeV}/c^2$$

BESIII观测到一个质量为1.817 GeV的类 a_0 态

总结和展望

- 利用振幅分析，BESIII提取了多个轻标量子衰变信息
 - $a_0(980)$ 是分子态，**四夸克态**或者奇异态？
 - $f_0(1710)$ 是胶球或者分子态？
- 利用 20.3 fb^{-1} 的数据对 D 介子衰变中 $a_0(980)$ 和 $f_0(980)$ 的产生进行更精细的研究
- 未来计划对 $D_S^+ \rightarrow K_S^0 K^+ \pi^0$ 和 $K_S^0 K_S^0 \pi^+$ 进行联合振幅分析，更深入地研究 $a_0(1817)$