

2024年考核

董燎原（强子物理组）

2024年11月21日

一、岗位职责

☯ BESIII 粲物理召集人（2022.7-至今）：

$\psi(3770)$ 数据获取，精密系统误差研究，新数据的物理分析。

☯ BESIII 粲物理分析：

主持重大项目子课题： 粲强子的强子末态衰变机制研究(2022-)

进行国家重点研发课题： 粲强子多体强子末态衰变研究(2024-)

☯ 其他工作：

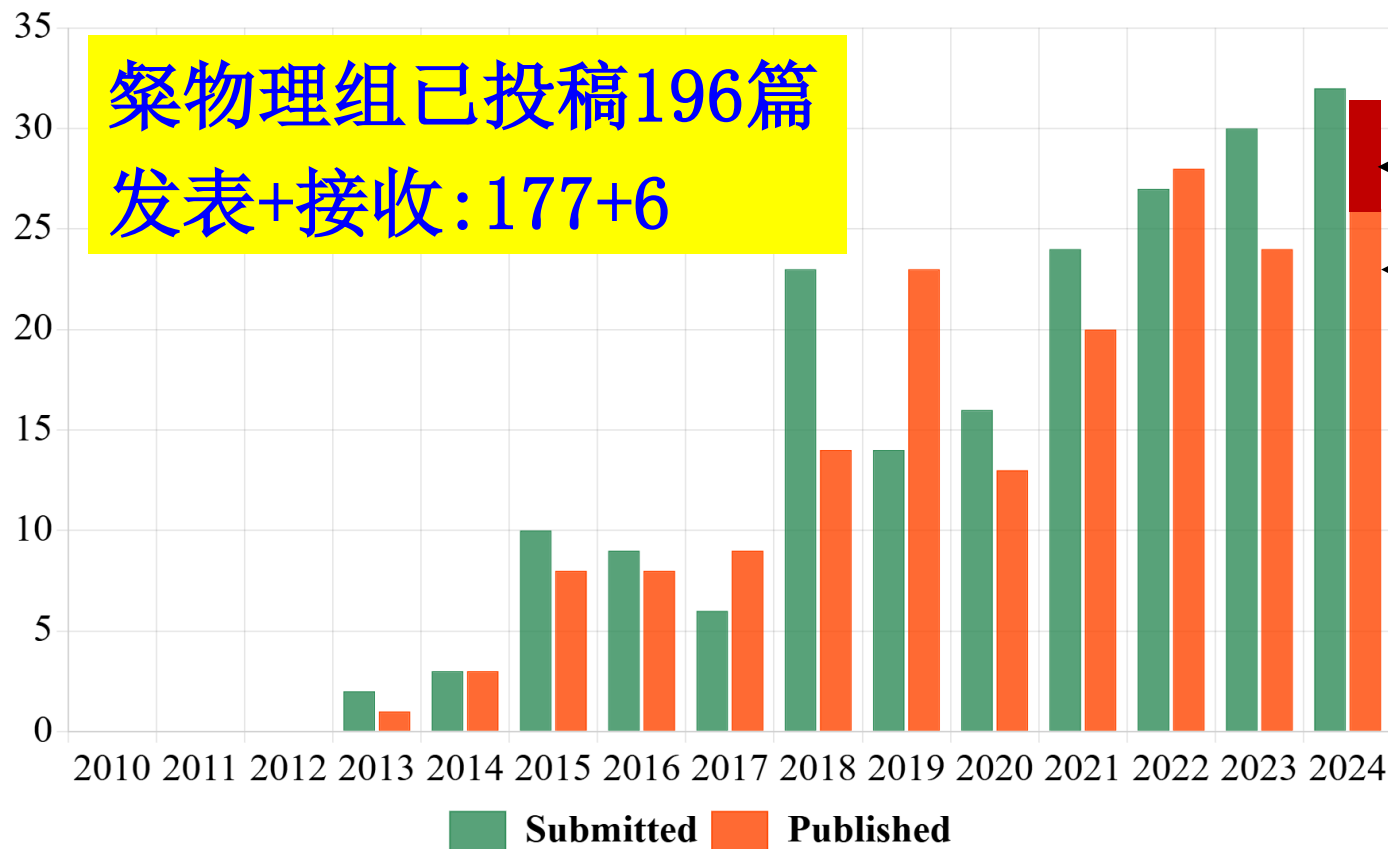
- 1) 研究生培养；
- 2) 国科大研究生课程教学；
- 3) 中心研究生管理；
- 4) BESIII Membership committee 成员；
- 5) HEPData 网站 BESIII Coordinator

二、本年度工作情况

1. 研究任务完成情况

BESIII粲物理召集人工作

粲物理组文章发表情况



2024年, 投稿32篇
接收6篇 (PRL:1)
发表26篇 (PRL:4)

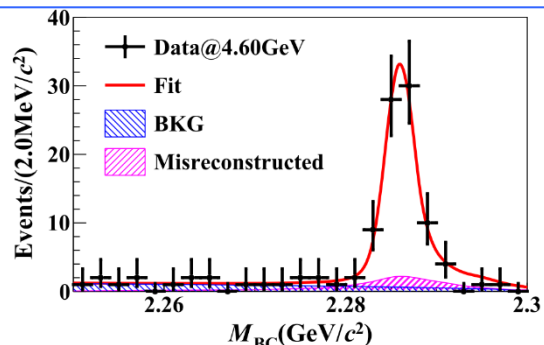
2023年11月15日至今:
共发表+接收30+6篇: PRL:5,
在投13篇: PRL/nature physics: 6

2024年粲物理组投稿和文章发表都创历史新高!

二、本年度工作情况

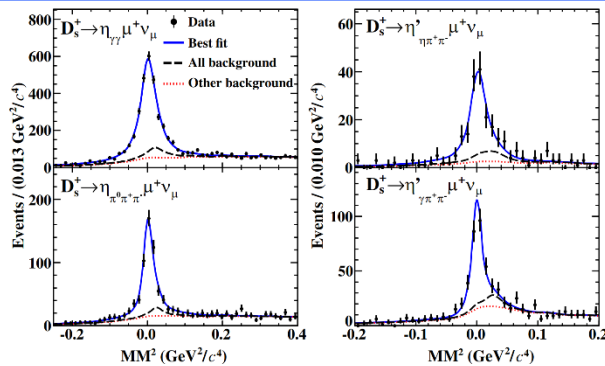
粲物理组2024年代表性成果6项

1. First measurement of the decay Asymmetry in the pure W-Boson-Exchange decay $\Lambda_c^+ \rightarrow \Xi^0 K^+$



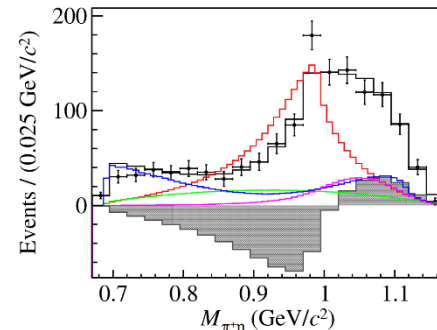
PRL 132, 031801 (2024)

2. Observation of $D_s^+ \rightarrow \eta' \mu^+ \nu_\mu$, Precision test of lepton flavor universality with $D_s^+ \rightarrow \eta^{(\prime)} l^+ \nu_l$, and measurement of $D_s^+ \rightarrow \eta^{(\prime)} \mu^+ \nu_\mu$ decay dynamics



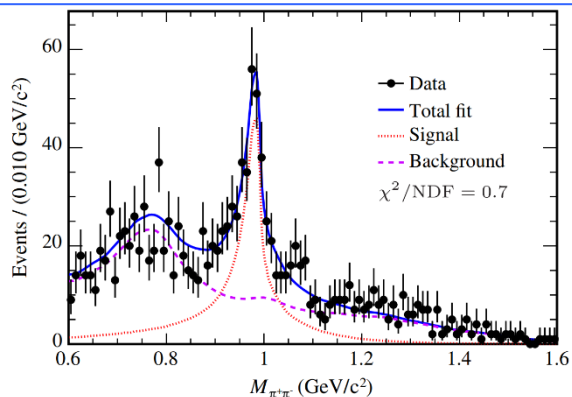
PRL 132, 091802 (2024)

3. Observation of $\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda a_0(980)^+$ and evidence for $\Sigma(1380)^+$ in $\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda \pi^+ \eta$



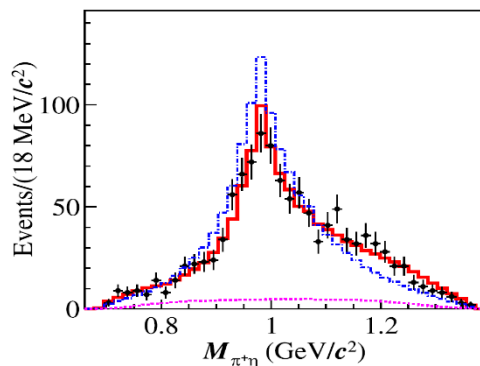
To be accepted by PRL

4. Study of the $f_0(980)$ and $f_0(500)$ scalar meson through the decay $D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ \nu_e$



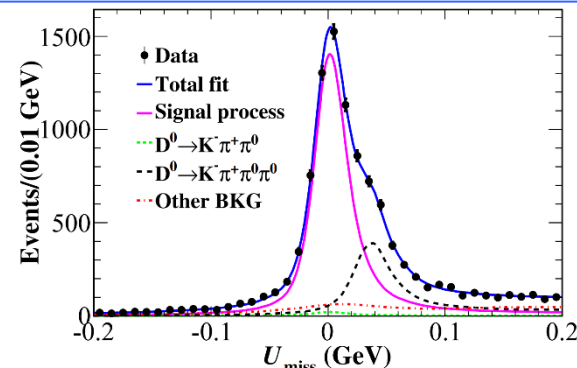
PRL 132, 141901 (2024)

5. Observation of $D^+ \rightarrow K_S^0 a_0(980)^+$ in amplitude analysis of $D^+ \rightarrow K_S^0 \pi^+ \eta$



PRL 132, 131903 (2024)

6. Test of lepton universality and measurement of the form factors of $D^0 \rightarrow K^*(892)^- \mu^+ \nu_\mu$

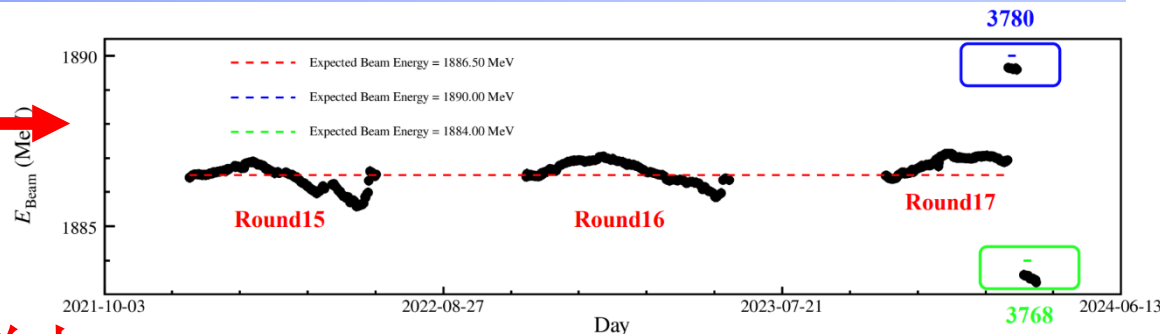


Accepted by PRL

二、本年度工作情况

研究任务完成情况

1. $\psi(3770)$ 数据获取2月24日结束，开展新数据的质量检查，束流能量监测。



2. $\psi(3770)$ 新数据 $(20.3 \pm 0.8) \text{fb}^{-1}$ 基础工作

1). 发布40倍数据 (20.3fb^{-1}) 的单举蒙特卡罗样本 (DocDB-1483, 6月30日) 更新 D^0 、 D^+ 和 D_s^+ 分支比, 增加21个 D^0 、20个 D^+ 和23个 D_s^+ 产生子衰变卡和所有产生子已收录到BOSS7.1.2的BesEvtGen

应Belle II实验申请, 其中27个已发表的振幅分析产生子提供给Belle II

Requested list of charm decay models from BESIII
15 October 2024

Decay modes	Decay models	isBESIII	BESIII Ref.
$D^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+ \nu_c$	DToKpienu	Yes	PRD 94, 02001 (2016)
$D^+ \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^+$	DToKpieta	Yes	PRL 132, 131903 (2024)
$D^+ \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^0$	DToKpipipi1	Yes	PRD 100, 072008 (2019)
$D^+ \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^0$	DToKpipiopi0	Yes	JHEP09 (2023) 077
$D^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \eta$	DToPipi0Eta	Yes	arXiv:2404.09219
$D^+ \rightarrow K_S^0 K^+ \pi^0$	DToKSPi0	Yes	PRD 104, 012006 (2021)
$D^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0 \nu_c$	DToPipienu	Yes	PRL 122, 062001 (2019)
$D^0 \rightarrow K^- \pi^+ \pi^0$	DToKpipipi1	Yes	PRD 95, 072010 (2017)
$D^0 \rightarrow K^- \pi^+ \pi^0$	DToKpipiopi0	Yes	PRD 99, 092008 (2019)
$D^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$	DOTOpi2pin 1 0	Yes	CPC 48, 083001 (2024)
$D^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$	DOTOpi2pin 1 0	Yes	CPC 48, 083001 (2024)
$D^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta$	DOTOpi1Eta	Yes	arXiv:2404.09219
$D_s^+ \rightarrow K^- K^+ \pi^+$	DeToKpi	Yes	PRD 104, 012016 (2021)
$D_s^+ \rightarrow K^0 K^+ \pi^+$	DeToSK3pi	Yes	PRD 105, L051103 (2022)
$D_s^+ \rightarrow K^0 K^+ \pi^0$	DeToSK3pi0	Yes	PRL 129, 182001 (2022)
$D_s^+ \rightarrow K^- K^+ \pi^+ \pi^0$	DeToKSPi0	Yes	PRD 104, 032011 (2021)
$D_s^+ \rightarrow K^0 K^+ \pi^+ \pi^+$	DeToSK3piPip1	Yes	PRD 103, 092006 (2021)
$D_s^+ \rightarrow K^- K^+ \pi^+ \pi^0$	DeToKpipipi1	Yes	JHEP07 (2022) 051
$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$	DeToPipiopi01	Yes	JHEP01 (2022) 052
$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \eta$	DeToEtaPipi0	Yes	PRL 123, 112001 (2019)
$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^0$	DOTOpiPipPimPio	Yes	arXiv:2406.17452
$D_s^+ \rightarrow \eta' \pi^+ \pi^0$	DeToEtaPipi01	Yes	JHEP04 (2022) 058
$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \eta$	DeToEta3pi1	Yes	PRD 104, L011101 (2021)
$D_s^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^-$	DeToKSPi1	Yes	JHEP08 (2022) 106
$D_s^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^0$	DeToKSPimPimPio	Yes	JHEP09 (2022) 242
$D_s^+ \rightarrow K^0 \pi^+ \pi^0$	DeToKSPi0	Yes	JHEP06 (2021) 181

2). 束流能量刻度(DocDB-1267, Jun. 2), 已存入离线数据库

3). 积分亮度测量(BAM-768, DocDB-1279), 发表在CPC 48, 123001 (2024)

4). D介子单标记道产额和效率确定(DocDB-1504, Oct. 21)

5). 公共系统误差精密研究:

K/π tracking/PID (DocDB-1497, Jul. 11), K_S^0 (DocDB-1285, Sep. 7), π^0/η (DocDB-1515, Oct. 17)

3. 更新用于研究 D_s^+ 衰变的4130-4230MeV单举蒙特卡罗样本 (DocDB-1412, 3月17日)

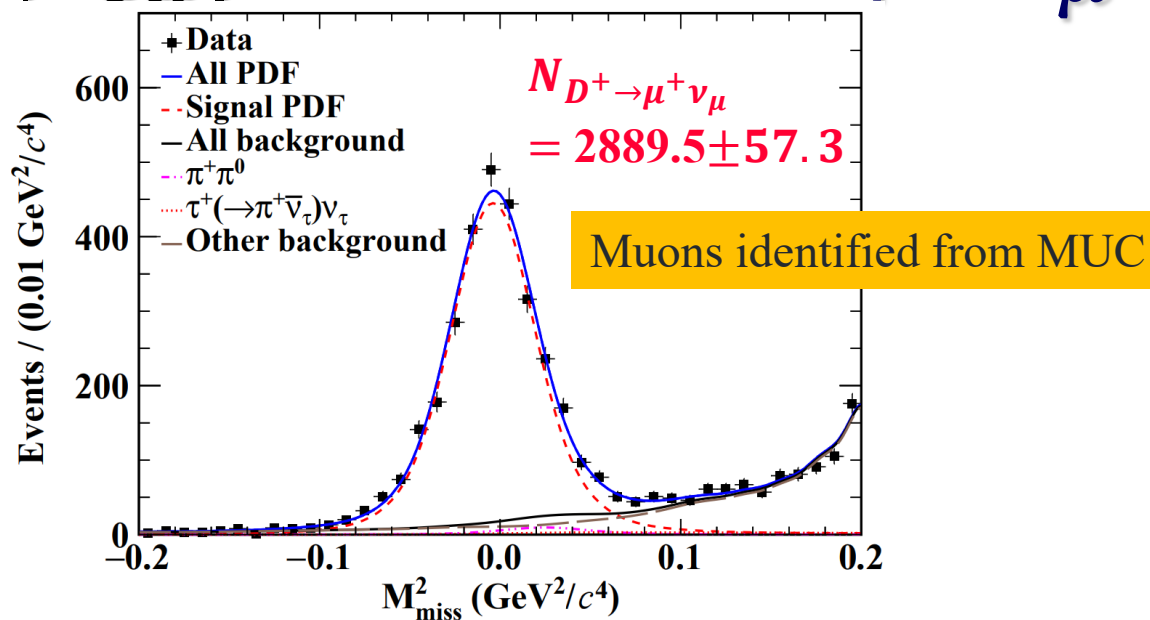
以上工作确保粲物理精密测量能给出更高的精度!

二、本年度工作情况

基于 20.3fb^{-1} 数据, 粲物理组多项成果已投稿

$|V_{cd}|$ from $D^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$

20.3 fb⁻¹ @ 3.773 GeV, submitted to PRL, arXiv:2410:07626



$$f_{D^+} |V_{cd}| = (47.53 \pm 0.48_{\text{stat}} \pm 0.24_{\text{syst}} \pm 0.12_{\text{input}}) \text{ MeV}$$

$$f_{D^+} = (211.5 \pm 2.1_{\text{stat}} \pm 1.1_{\text{syst}} \pm 0.8_{\text{input}}) \text{ MeV}$$

$$|V_{cd}| = 0.2242 \pm 0.0023_{\text{stat}} \pm 0.0011_{\text{syst}} \pm 0.0009_{\text{input}}$$

$$\mathcal{B}_{D^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu} = (3.98 \pm 0.08_{\text{stat.}} \pm 0.04_{\text{syst.}}) \times 10^{-4}$$

$$A_{\text{CP}} = \frac{\mathcal{B}_{D^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu} - \mathcal{B}_{D^- \rightarrow \mu^- \nu_\mu}}{\mathcal{B}_{D^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu} + \mathcal{B}_{D^- \rightarrow \mu^- \nu_\mu}} = (1.8 \pm 2.0_{\text{stat.}} \pm 0.8_{\text{syst.}})\%$$

Taking from BESIII measurement:
arXiv:2410.20063 Measurement of BF of $D^+ \rightarrow \tau^+ \nu_\tau$

$$\mathcal{R}_{\tau/\mu} = \frac{\mathcal{B}_{D^+ \rightarrow \tau^+ \nu_\tau}}{\mathcal{B}_{D^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu}} = 2.49 \pm 0.31$$

SM=2.67

SM global fit	PDG	0.22486±0.00067	
HFLAV21	PRD107,052008	0.2208±0.0040	
CLEO	PRD80,032005, $\pi^{0(-)} e^+ \nu_e$	0.2381±0.0066±0.0025	
BESIII 2.93 fb ⁻¹	PRD92(2015)072012, $\pi^- e^+ \nu_e$	0.2278±0.0034±0.0023	
BESIII 2.93 fb ⁻¹	PRD96(2017)012002, $\pi^0 e^+ \nu_e$	0.2243±0.0058±0.0026	
BESIII 2.93 fb ⁻¹	PRD97(2018)092009, $\eta e^+ \nu_e$	0.2264±0.0338±0.0318	
BESIII 2.93 fb ⁻¹	PRL124(2020)231801, $\eta \mu^+ \nu_\mu$	0.242±0.041±0.034	
BESIII 2.93 fb ⁻¹	PRL124(2020)231801, $K^0 \nu_\mu$	0.217±0.026±0.004	
BESIII 2.93 fb ⁻¹	PRD89(2014)051104, $\mu^+ \nu_\mu$	0.2165±0.0055±0.0020	
BESIII 2.93 fb ⁻¹	PRL123(2019)211802, $\tau \nu$	0.238±0.024±0.012	
BESIII 20.3 fb ⁻¹	arXiv:2408.17071, $\mu^+ \nu_\mu$	0.2242±0.0023±0.0014	

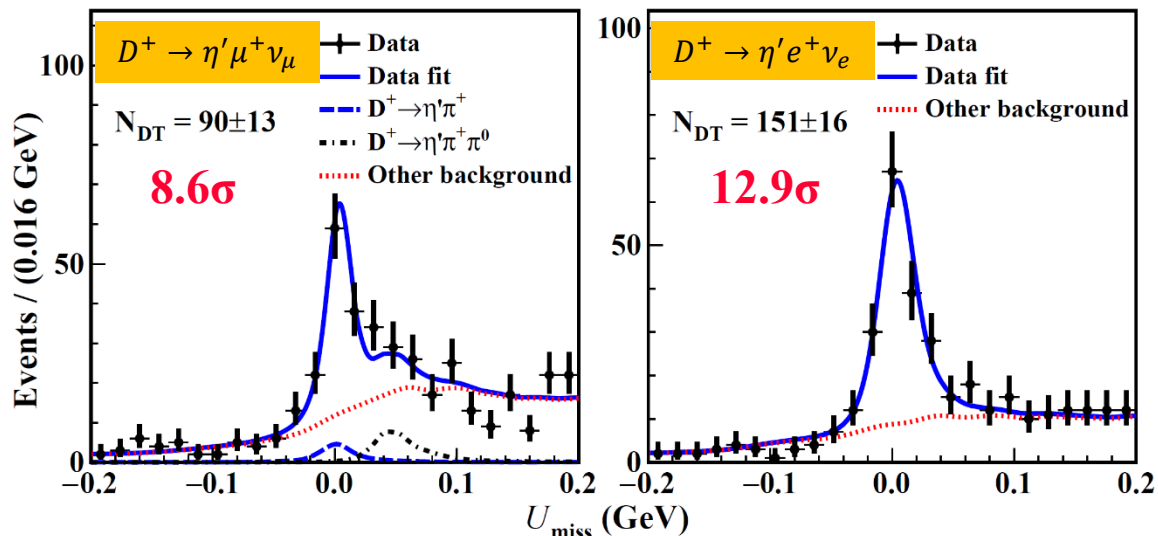
Highest precision of $|V_{cd}|$ to date: ~1.2%

$|V_{cd}|$

二、本年度工作情况 基于 20.3fb^{-1} 数据, 粲物理组多项成果已投稿

$f_+^{\eta'}(\mathbf{0})|V_{cd}|$ in $D^+ \rightarrow \eta' l^+ \nu_l$

20.3 fb⁻¹@ 3.773 GeV, submitted to PRL, arXiv:2410:08603

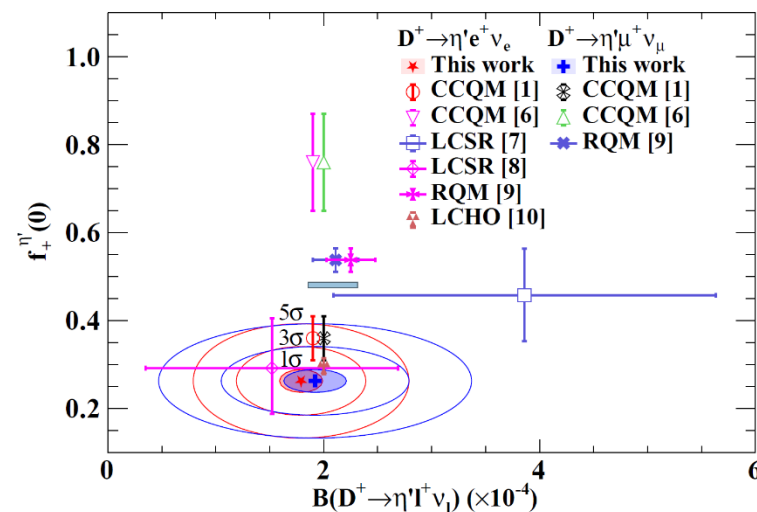
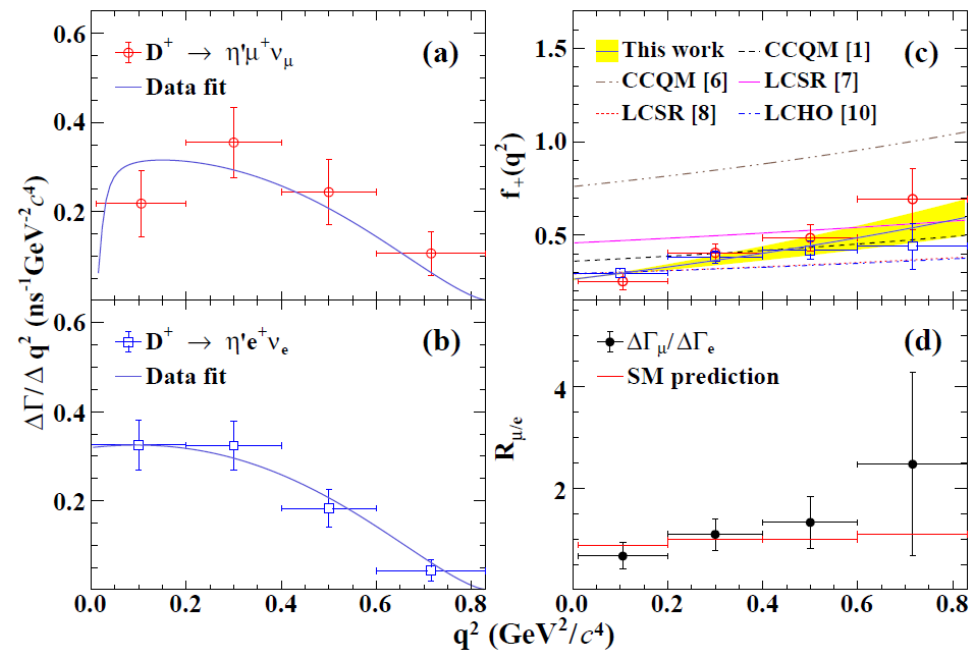


Decay	$\eta' \mu^+ \nu_\mu$	$\eta' e^+ \nu_e$
η' decay	$\eta\pi^+\pi^- \quad \gamma\pi^+\pi^-$	$\eta\pi^+\pi^- \quad \gamma\pi^+\pi^-$
$\mathcal{B} (\times 10^{-4})$	$1.92 \pm 0.28 \pm 0.08$	$1.79 \pm 0.19 \pm 0.07$

$$f_+^{\eta'}(\mathbf{0})|V_{cd}| = (5.92 \pm 0.56_{\text{stat}} \pm 0.13_{\text{syst}}) \times 10^{-2}$$

→ Form factor: $f_+^{\eta'}(\mathbf{0}) = 0.263 \pm 0.025_{\text{stat}} \pm 0.006_{\text{syst}}$

→ LFU: $\mathcal{R}_{\mu/e}^{\eta'} = \frac{\mathcal{B}_{D^+ \rightarrow \eta' \mu^+ \nu_\mu}}{\mathcal{B}_{D^+ \rightarrow \eta' e^+ \nu_e}} = 1.07 \pm 0.19 \pm 0.03$
SM=0.94-0.95



二、本年度工作情况

2. 本人2024年研究成果

$$f_+^{f_0}(0) \text{ in } D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ \nu_e$$

PRL132,141901(2024)

7.33 fb⁻¹@ 4.128-4.226 GeV

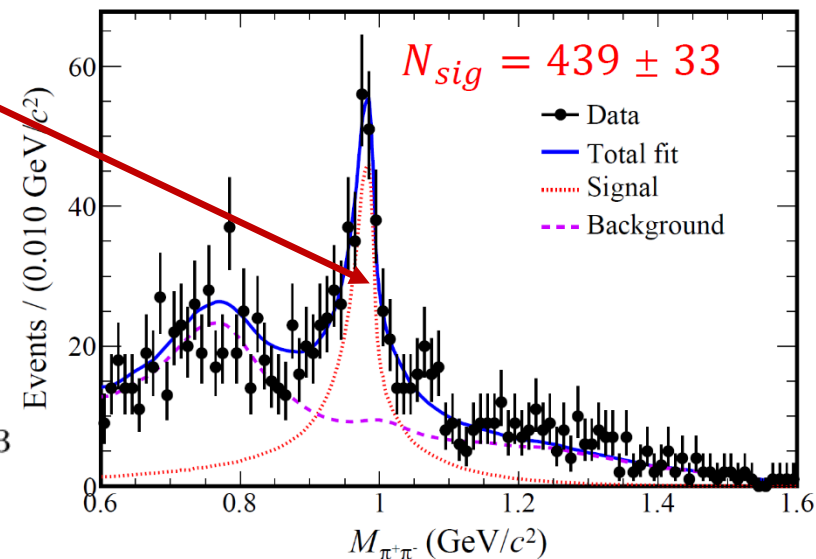
Flatté model

$$P(s) = \frac{g_1 \rho_{\pi\pi}}{|m_0^2 - s - i(g_1 \rho_{\pi\pi} + g_2 \rho_{K\bar{K}})|^2}$$

$$\frac{d^2\Gamma(D_s^+ \rightarrow f_0(980)e^+\nu_e)}{dsdq^2} = \frac{G_F^2 |V_{cs}|^2}{192\pi^4 m_{D_s^+}^3} \lambda^{3/2}(m_{D_s^+}^2, s, q^2) \times \|f_+^{f_0}(q^2)\|^2 P(s)$$

Simple pole parameterization

$$f_+^{f_0}(q^2) = \frac{f_+^{f_0}(0)}{1 - q^2/M_{\text{pole}}^2}$$



Observe $f_0(980)$

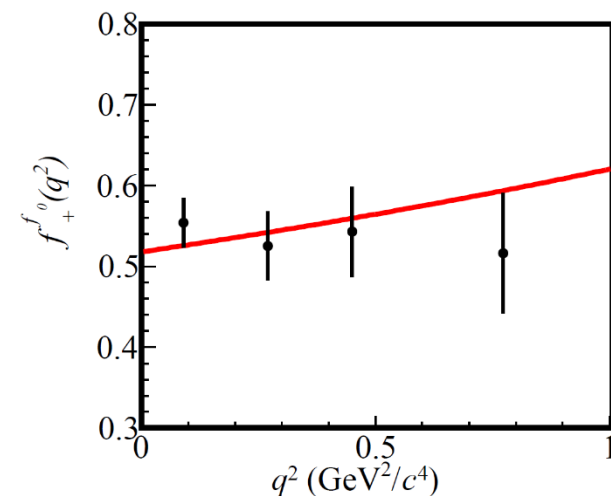
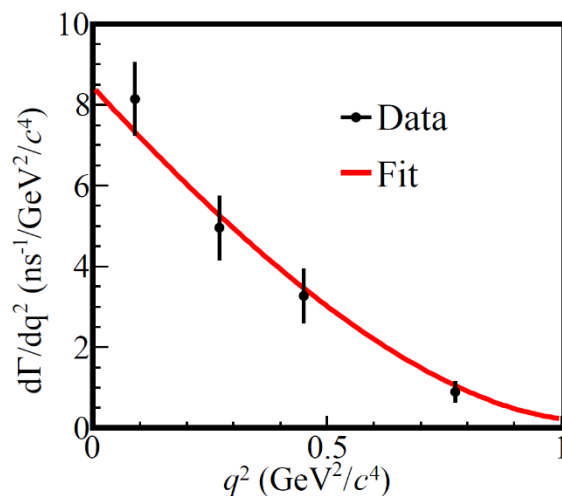
$$\mathcal{B}(D_s^+ \rightarrow f_0(980)e^+\nu_e, f_0(980) \rightarrow \pi^+\pi^-) = (1.72 \pm 0.13 \pm 0.19) \times 10^{-3}$$

$$\mathcal{B}(D_s^+ \rightarrow f_0(500)e^+\nu_e, f_0(500) \rightarrow \pi^+\pi^-) < 3.3 \times 10^{-4} \text{ @ 90\% C.L.}$$

Determine form factor

$$f_+^{f_0}(0) |V_{cs}| = 0.504 \pm 0.017_{\text{stat.}} \pm 0.035_{\text{syst.}}$$

$$f_+^{f_0}(0) = 0.518 \pm 0.018_{\text{stat.}} \pm 0.036_{\text{syst.}}$$



二、本年度工作情况

2. 本人2024年研究成果

Amplitude analysis of $D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^0$

Observe of $D_s^+ \rightarrow f_0(980)\rho(770)^+$

$$\mathcal{B}(D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^0 |_{\text{non-}\eta}) = (2.04 \pm 0.08_{\text{stat.}} \pm 0.05_{\text{syst.}})\%$$

$$\mathcal{B}(D_s^+ \rightarrow \eta \pi^+) = (1.56 \pm 0.09_{\text{stat.}} \pm 0.04_{\text{syst.}})\%$$

$$\frac{\mathcal{B}(\phi(1020) \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0)}{\mathcal{B}(\phi(1020) \rightarrow K^+ K^-)} = 0.230 \pm 0.014_{\text{stat.}} \pm 0.010_{\text{syst.}}$$

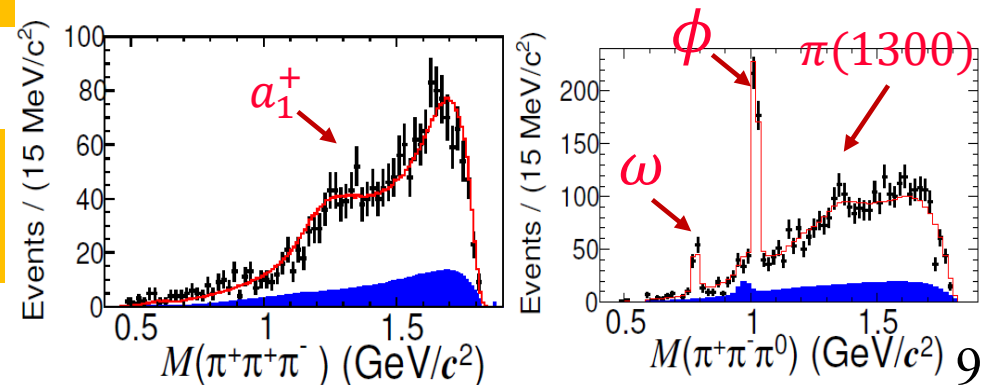
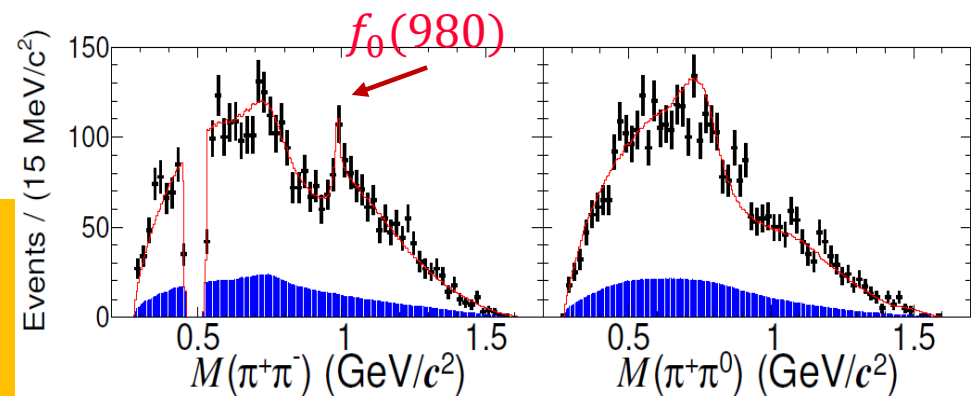
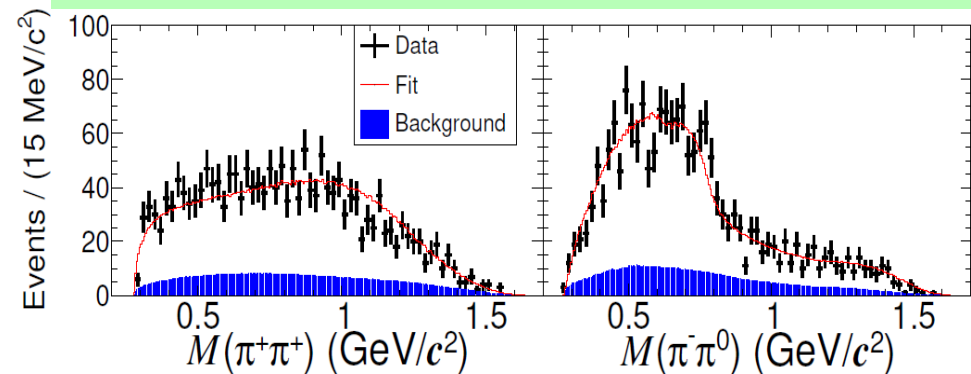
Taking from $D_s^+ \rightarrow K^+ K^- \pi^+$
BESIII, PRD 104, 012016 (2021)

Deviates from PDG
value (0.313 ± 0.010)
by $>4\sigma$

W-annihilation decay
 $BF = (1.92 \pm 0.30) \times 10^{-3}$
(PDG)

Component	Phase (rad)	BF (10^{-3})
$f_0(1370)\rho^+$	0.0(fixed)	$5.08 \pm 0.80 \pm 0.43$
$f_0(980)\rho^+$	$3.99 \pm 0.13 \pm 0.07$	$2.57 \pm 0.44 \pm 0.20$
$f_2(1270)\rho^+$	$1.11 \pm 0.10 \pm 0.10$	$1.94 \pm 0.36 \pm 0.12$
$(\rho^+ \rho^0)_S$	$1.10 \pm 0.18 \pm 0.10$	$0.71 \pm 0.25 \pm 0.12$
$(\rho(1450)^+ \rho^0)_S$	$0.43 \pm 0.18 \pm 0.17$	$0.94 \pm 0.27 \pm 0.16$
$(\rho^+ \rho(1450)^0)_P$	$4.58 \pm 0.16 \pm 0.09$	$1.75 \pm 0.27 \pm 0.08$
$\phi((\rho\pi) \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0)\pi^+$	$2.90 \pm 0.15 \pm 0.18$	$5.08 \pm 0.32 \pm 0.10$
$\omega((\rho\pi) \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0)\pi^+$	$3.22 \pm 0.21 \pm 0.09$	$1.41 \pm 0.17 \pm 0.06$
$a_1^+(\rho^0 \pi^+)_S \pi^0$	$3.78 \pm 0.16 \pm 0.12$	$2.55 \pm 0.34 \pm 0.20$
$a_1^0((\rho\pi)_S \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0)\pi^+$	$4.82 \pm 0.15 \pm 0.12$	$1.29 \pm 0.39 \pm 0.24$
$\pi(1300)^0((\rho\pi)_P \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0)\pi^+$	$2.22 \pm 0.14 \pm 0.08$	$2.39 \pm 0.48 \pm 0.45$

7.33fb⁻¹ @ 4.178 – 4.226GeV, arXiv:2406.17452



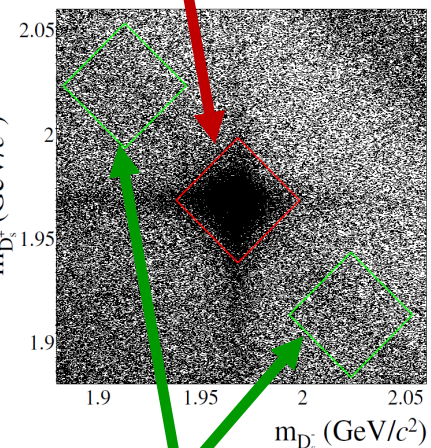
二、本年度工作情况

2. 本人2024年研究成果

BF of D_s^+ hadronic decays

7.33 fb⁻¹ @4.178 – 4.226 GeV, **JHEP05(2024)335**

42965 events in signal region



14728 events in combined sideband

Mode	\mathcal{B} (%)	\mathcal{A}_{CP} (%)
$D_s^+ \rightarrow K_S^0 K^+$	$1.502 \pm 0.012 \pm 0.009$	$0.29 \pm 0.50 \pm 0.21$
$D_s^+ \rightarrow K^+ K^- \pi^+$	$5.49 \pm 0.04 \pm 0.07$	$0.48 \pm 0.26 \pm 0.24$
$D_s^+ \rightarrow K_S^0 K^+ \pi^0$	$1.47 \pm 0.02 \pm 0.02$	$-0.85 \pm 1.97 \pm 0.46$
$D_s^+ \rightarrow K_S^0 K_S^0 \pi^+$	$0.73 \pm 0.01 \pm 0.01$	$1.14 \pm 1.58 \pm 0.44$
$D_s^+ \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^0$	$5.50 \pm 0.05 \pm 0.11$	$-0.66 \pm 0.91 \pm 0.33$
$D_s^+ \rightarrow K_S^0 K^+ \pi^+ \pi^-$	$0.93 \pm 0.02 \pm 0.01$	$2.00 \pm 2.37 \pm 0.70$
$D_s^+ \rightarrow K_S^0 K^- \pi^+ \pi^+$	$1.56 \pm 0.02 \pm 0.02$	$-0.24 \pm 1.05 \pm 1.07$
$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$	$1.09 \pm 0.01 \pm 0.01$	$-0.88 \pm 1.17 \pm 0.38$
$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \eta$	$1.69 \pm 0.02 \pm 0.02$	$-0.44 \pm 0.89 \pm 0.19$
$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \eta$	$9.10 \pm 0.09 \pm 0.15$	$1.05 \pm 1.45 \pm 0.62$
$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \eta$	$3.08 \pm 0.06 \pm 0.05$	$2.42 \pm 2.85 \pm 0.78$
$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \eta'$	$3.95 \pm 0.04 \pm 0.07$	$-0.59 \pm 0.76 \pm 0.20$
$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \eta'$	$6.17 \pm 0.12 \pm 0.14$	$-1.60 \pm 2.57 \pm 0.64$
$D_s^+ \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^0$	$0.51 \pm 0.02 \pm 0.01$	$-2.17 \pm 4.65 \pm 1.10$
$D_s^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^-$	$0.620 \pm 0.009 \pm 0.006$	$1.81 \pm 2.01 \pm 0.45$

Agree with PDG with much improved precision

$D_s^+ \rightarrow K^+ K^- \pi^+$ Phys. Rev. D **104** (2021) 012016

$D_s^+ \rightarrow K_S^0 K^+ \pi^0$ Phys. Rev. Lett. **129** (2022) 182001

$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$ Phys. Rev. D **106** (2022) 112006

$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \eta$ Phys. Rev. D **104** (2021) L071101

$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \eta'$ **JHEP 04** (2022) 058

$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$ **JHEP 01** (2022) 052

$D_s^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^-$ **JHEP 08** (2022) 196

$D_s^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^- \pi^0$ **JHEP 09** (2022) 242

$D_s^+ \rightarrow K_S^0 K_S^0 \pi^+$ Phys. Rev. D **105** (2022) L051103

$D_s^+ \rightarrow K_S^0 K^- \pi^+ \pi^+$ Phys. Rev. D **103** (2021) 092006

$D_s^+ \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^0$ Phys. Rev. D **104** (2021) 032011

$D_s^+ \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^+ \pi^-$ **JHEP 07** (2022) 051

$D_s^+ \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^0$ **JHEP 06** (2021) 181

$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \eta$ Phys. Rev. Lett. **123** (2019) 112001

$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^0$ arXiv:2406.17452

$D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^0 \pi^0$ will be released soon

Multi-body decays based on 15 published amplitude models

二、本年度工作情况

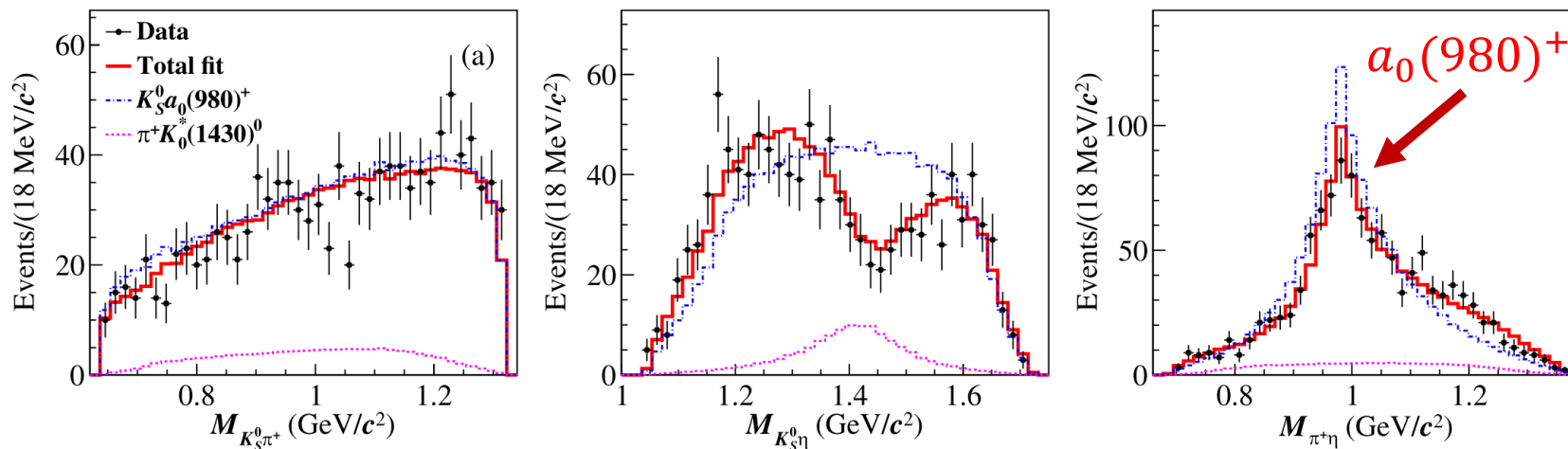
2. 本人2024年研究成果

Amplitude analysis of $D^+ \rightarrow K_S^0 \pi^+ \eta$

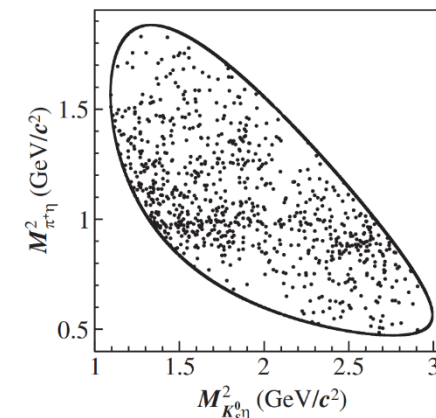
PRL 132, 131903 (2024)

2.93fb^{-1} @3.773GeV

Observe W-annihilation-free decay $D^+ \rightarrow K_S^0 a_0(980)^+$



1113 candidates with 98% purity

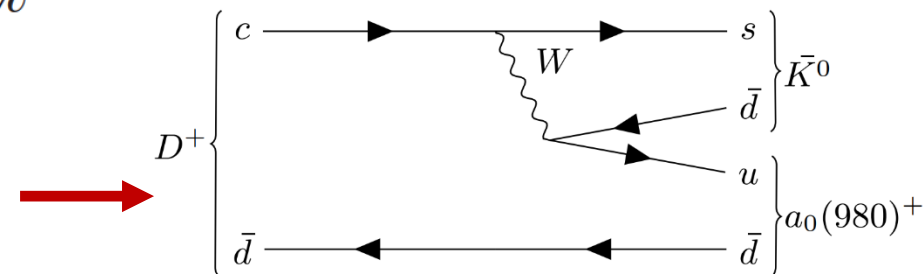


$$\mathcal{B}(D^+ \rightarrow K_S^0 a_0(980)^+, a_0(980)^+ \rightarrow \pi^+ \eta) = (1.33 \pm 0.05_{\text{stat}} \pm 0.04_{\text{syst}})\%$$

$$\mathcal{B}(D^+ \rightarrow \bar{K}_0^*(1430)^0 \pi^+, \bar{K}_0^*(1430)^0 \rightarrow K_S^0 \eta) = (0.14 \pm 0.02_{\text{stat}} \pm 0.02_{\text{syst}})\%$$

$$\mathcal{B}(D^+ \rightarrow K_S^0 \pi^+ \eta) = (1.27 \pm 0.04_{\text{stat}} \pm 0.03_{\text{syst}})\%$$

Provide sensitive constraints in the extraction of contributions from internal W-emission diagrams



二、本年度工作情况

2. 本人2024年研究成果

Study of $D^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta$, $D^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \eta$

7.9 fb⁻¹@E_{cm} = 3.773 GeV, arXiv:2404.09219

🌀 Observe $D \rightarrow a_0(980)\pi$

$$\mathcal{B}(D^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta) = (1.24 \pm 0.04 \pm 0.03)\%$$

$$\mathcal{B}(D^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \eta) = (2.18 \pm 0.12 \pm 0.03)\%$$

Amplitude	Phase (in unit rad)	BF ($\times 10^{-3}$)
$D^0 \rightarrow \rho^0 \eta$	0 (fixed)	$0.19 \pm 0.02 \pm 0.01$
$D^0 \rightarrow a_0(980)^- \pi^+$	$0.06 \pm 0.16 \pm 0.12$	$0.07 \pm 0.02 \pm 0.01$
$D^0 \rightarrow a_0(980)^+ \pi^-$	$-1.06 \pm 0.12 \pm 0.10$	$0.55 \pm 0.05 \pm 0.07$
$D^0 \rightarrow a_2(1320)^+ \pi^-$	$-1.16 \pm 0.25 \pm 0.23$	$0.03 \pm 0.01 \pm 0.01$
$D^0 \rightarrow a_2(1700)^+ \pi^-$	$0.08 \pm 0.17 \pm 0.23$	$0.07 \pm 0.02 \pm 0.03$
$D^0 \rightarrow (\pi^+ \pi^-)_{S\text{-wave}} \eta$	$-0.92 \pm 0.29 \pm 0.14$	$0.05 \pm 0.02 \pm 0.03$
$D^+ \rightarrow \rho^+ \eta$	$-4.03 \pm 0.19 \pm 0.13$	$0.20 \pm 0.07 \pm 0.05$
$D^+ \rightarrow (\pi^+ \pi^0)_V \eta$	$-0.64 \pm 0.22 \pm 0.19$	$0.34 \pm 0.11 \pm 0.11$
$D^+ \rightarrow a_0(980)^+ \pi^0$	0 (fixed)	$0.95 \pm 0.12 \pm 0.05$
$D^+ \rightarrow a_0(980)^0 \pi^+$	$2.44 \pm 0.20 \pm 0.10$	$0.37 \pm 0.10 \pm 0.04$
$D^+ \rightarrow a_2(1700)^+ \pi^0$	$0.92 \pm 0.20 \pm 0.14$	$0.09 \pm 0.05 \pm 0.02$
$D^+ \rightarrow a_0(1450)^+ \pi^0$	$0.63 \pm 0.41 \pm 0.30$	$0.15 \pm 0.06 \pm 0.02$

$$\mathcal{B}(D^0 \rightarrow a_0(980)^+ \pi^-) / \mathcal{B}(D^0 \rightarrow a_0(980)^- \pi^+) = 7.5_{-0.8}^{+2.5} \text{stat.} \pm 1.7 \text{syst.}$$

$$\mathcal{B}(D^+ \rightarrow a_0(980)^+ \pi^0) / \mathcal{B}(D^+ \rightarrow a_0(980)^0 \pi^+) = 2.6 \pm 0.6 \text{stat.} \pm 0.3 \text{syst.}$$

→ Disagrees with theoretical predictions by orders of magnitude

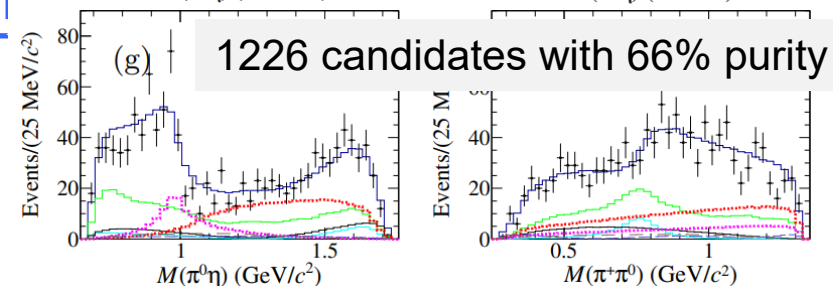
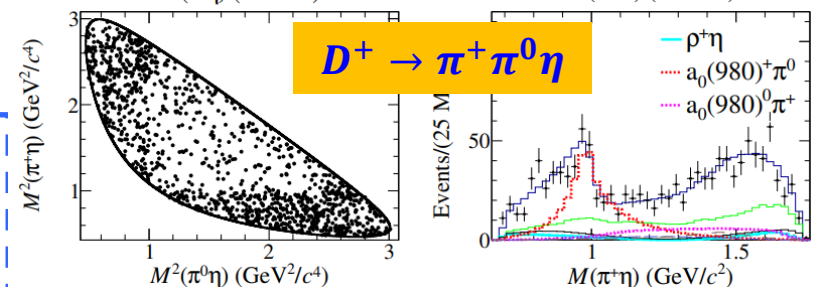
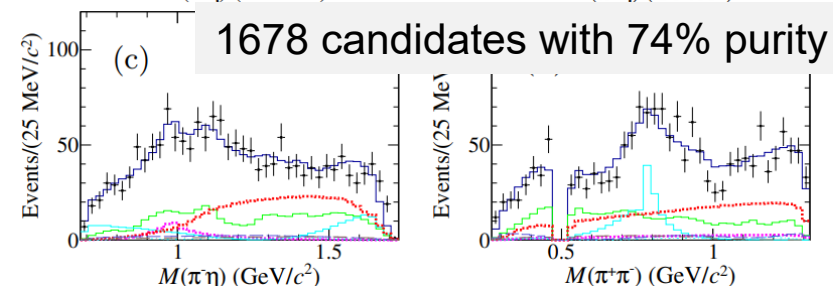
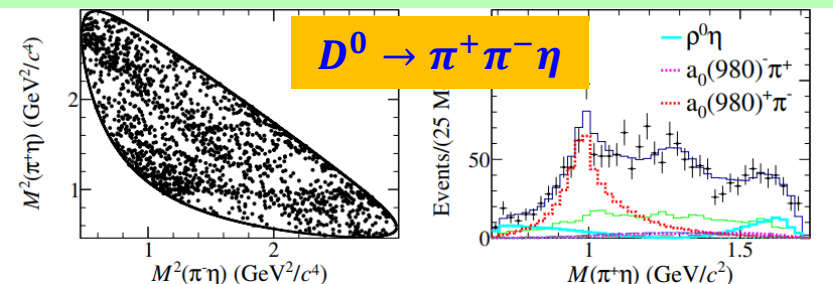
🌀 Observe $D_s^+ \rightarrow a_0(980)\pi$

3.19 fb⁻¹@E_{cm} = 4.176 GeV

PRL123, 112001(2019)

$$\mathcal{B}(D_s^+ \rightarrow a_0(980)^+ \pi^0) = \mathcal{B}(D_s^+ \rightarrow a_0(980)^0 \pi^+) = (1.46 \pm 0.15 \pm 0.23)\%$$

→ Larger than pure W-annihilation decays $D_s^+ \rightarrow \omega \pi^+$, $D_s^+ \rightarrow \rho \pi^+$ by one order of magnitude



二、本年度工作情况

2. 本人2024年研究成果

Amplitude analysis of $D^0 \rightarrow K^*(892)^- \mu^+ \nu_\mu$

Accepted by PRL

7.93fb^{-1} @3.773GeV

Measure the BF

$$\mathcal{B}(D^0 \rightarrow K^*(892)^- \mu^+ \nu_\mu) = (2.073 \pm 0.039 \pm 0.032)\%$$

Improve the precision of PDG by factor 5

Test lepton flavor universality

$$\frac{\mathcal{B}(D^0 \rightarrow K^*(892)^- \mu^+ \nu_\mu)}{\mathcal{B}(D^0 \rightarrow K^*(892)^- e^+ \nu_e)} = 1.020 \pm 0.030 \pm 0.028$$

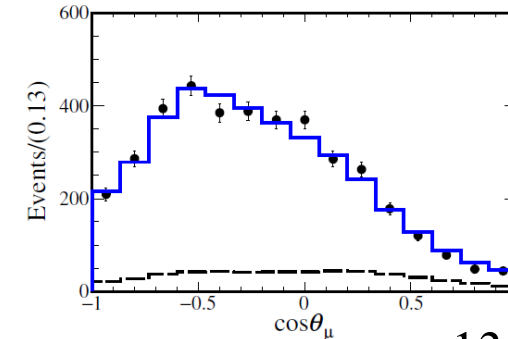
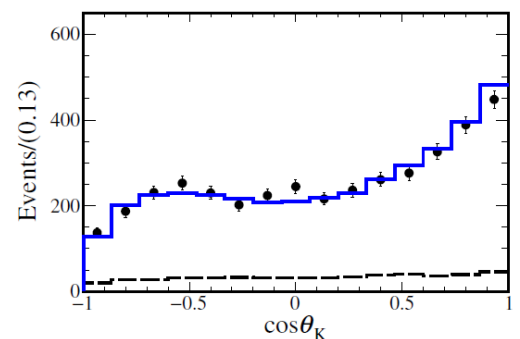
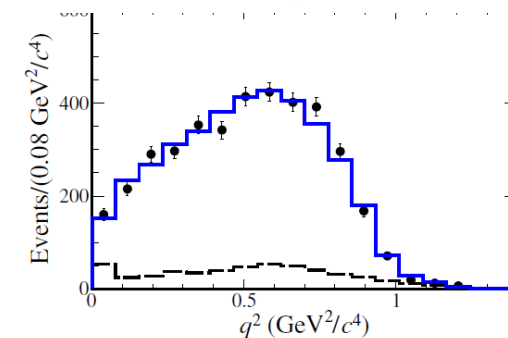
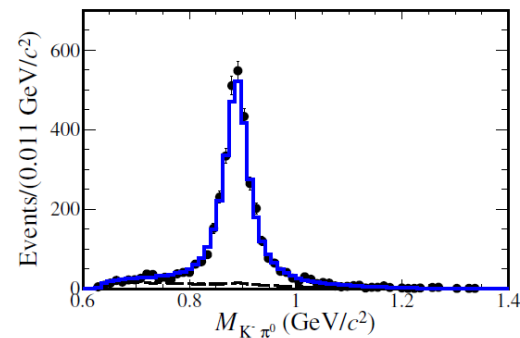
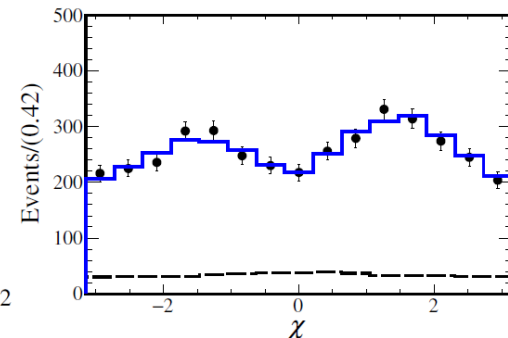
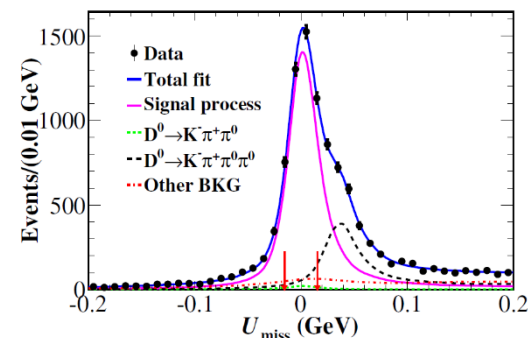
No evidence of LFU violation

Determine form factor ratios:

$$r_V = V(0)/A_1(0) = 1.37 \pm 0.09_{\text{stat}} \pm 0.03_{\text{syst}}$$

$$r_2 = A_2(0)/A_1(0) = 0.76 \pm 0.06_{\text{stat}} \pm 0.02_{\text{syst}}$$

Calibrate the theoretical calculations



二、本年度工作情况

发表文章（2023年12月至今）

共发表8篇：其中3篇PRL, 3篇JHEP, 1篇PRD, 1篇CPC

1. Studies of the decay $D_s^+ \rightarrow K^+K^-\mu^+\nu_\mu$ **JHEP 12 (2023) 072**, 发表: 12 Dec 2023
2. Observation of $D^+ \rightarrow K_S^0 a_0(980)^+$ in the Amplitude Analysis of $D^+ \rightarrow K_S^0 \pi^+ \eta$ **PRL 132, 131903(2024)**, 发表: 29 Mar. 2024
3. Study of the $f_0(980)$ and $f_0(500)$ Scalar Mesons through the Decay $D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ \nu_e$ **PRL 132, 141901(2024)**, 发表: 5 Apr. 2024
4. Measurement of absolute branching fractions of D_s^+ hadronic decays **JHEP 05 (2024) 335**, 发表: 31 May 2024
5. Measurement of integrated luminosity of data collected at 3.773 GeV by BESIII from 2021 to 2024 **CPC 48, 123001 (2024)**, 发表: 20 Aug. 2024
6. Study of $D^+ \rightarrow K_S^0 K^*(892)^+$ in $D^+ \rightarrow K_S^0 K_S^0 \pi^+$ **PRD 110, 092006 (2024)**, 发表: 8 Nov. 2024
7. Search for the radiative decay $D_s^+ \rightarrow \gamma \rho(770)^+$ **Accepted by JHEP**, 接收: 1 Nov. 2024
8. Test of lepton universality and measurement of the form factors of $D^0 \rightarrow K^*(892)^- \mu^+ \nu_\mu$ **Accepted by PRL**, 接收: 9 Nov. 2024

6篇文章已经投稿:

1. $D^0 \rightarrow a_0(980)^- e^+ \nu_e$ 投到**PRL**, arXiv:2411.07730
2. $D^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$ 投到**PRL**, arXiv:2410.07626
3. $D^0 \rightarrow \rho(770)^- e^+ \nu_e$ 投到**PRD**, arXiv:2409.04276
4. $D^+ \rightarrow \tau^+ \nu_\tau$ 投到**JHEP**, arXiv:2410.20063
5. $D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^0$ 投到**PRL**, arXiv:2406.17452
6. $D \rightarrow \pi \pi^0 \eta$ 投到**PRD(L)**, arXiv:2404.092019

二、本年度工作情况

科研经费情况

项目名称	经费来源及额度	担任角色
粲强子的强子末态衰变机制研究（2022.1-2026.12）	基金委重大项目子课题， 320万	课题组长

参与（郑州大学，高能所，中南大学）申请NSFC重点项目“北京谱仪III粲介子单举与四体半轻衰变的研究”，未上会

二、本年度工作情况

3. 学术交流、学术发展规划

1. 第二十一届全国重味物理和CP破坏研讨会 (HFPCV2024)
做大会邀请报告“BESIII Reviews” (2024年10月26日)
2. 2024年粲强子弱衰变专题研讨会 (2024年7月25日)
做“The Hadronic decays of Charmed mesons at BESIII”专题报告
3. 2024年BESIII粲强子物理研讨会
做“BESIII上粲介子强子衰变的进展”报告 (2024年5月11日)

同时参加了：第三届强子与重味物理理论与实验联合研讨会，第六届重味物理与量子色动力学研讨会，第七届强子谱和强子结构研讨会，第十四届全国粒子物理大会，第一届基础物理研讨会暨基础物理平台年会

密切联系理论家（邹冰松(清华)，郑海洋(台湾中央研究院)，吴佳俊(国科大)等专家)讨论物理分析中的理论问题，在实验和理论相结合的基础上，获得精确实验结果。

二、本年度工作情况

研究生培养，合作研究

- 1) 正指导：高能所**博士后**2名：卢泽辉、关春懿
高能所**博士生**3名，高能所**硕士生**2名
- 2) 正指导5名**联培博士生**：李振轩(南开大学)、李慧(南开大学)、王治浪(北航)、周帅(华中师大)、曾鑫(复旦大学)。
- 3) 正指导5名郑州大学**联培硕士生**。
- 4) 高校合作(粲物理研究的科研团队)：
柯百谦(郑州大学)，张书磊(湖南大学)，卢宇(中南大学)，葛潘婷(河师大)

2024年共指导1名博士生，1名联培硕士生，参加他们论文答辩：

高能所卢泽辉博士(在高能所做博士后)，郑州大学张进硕士(联系读博)

- 1) 担任国科大“实验物理模拟与数据分析工具”课程的首席教授。
- 2) 担任中心强子物理二组学生季度考核召集人，已组织3次考核。
- 3) 实验物理中心研究生管理小组成员：联培生面试，硕转博考核。
- 4) BESIII Membership committee成员。
- 5) HEPData 网站 BESIII Coordinator。
- 6) PDG收录BESIII结果确认
- 7) 期刊审稿：JHEP (1篇)，PRD (1篇)

三、存在问题

基于大统计数据的粲介子强子衰变的振幅分析，是一个难度高、计算量大、分析周期长，计算资源耗费巨大的工作，需要争取更多的人力和计算资源。

特别是对五体衰变的分析，需要测试大量的分波，处理复杂的干涉效应，衰变振幅模型的确定工作，具有极高挑战性。

四、下年度计划

1) 完成 D_s^+ 介子衰变的研究

$$D_s^+ \rightarrow K^+K^-e^+\nu_e, D_s^+ \rightarrow \omega e^+\nu_e, D_s^+ \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-\pi^0\pi^0,$$

$$D_s^+ \rightarrow \pi^+\pi^0\pi^0\eta, D_s^+ \rightarrow \eta\chi, \eta'\chi, D_s^+ \rightarrow \gamma K^*(892), D_s^+ \rightarrow K_S^0K^+\pi^+\pi^-, D_s^+ \rightarrow K_S^0K_L^0\pi^+$$

2) 深入开展D介子衰变的研究

深入开展**基金委重大项目**“北京谱仪BESIII实验上粲夸克衰变中**标准模型的精确检验**”的研究，

深入开展**科技部国家重点研发计划项目**“**粲强子衰变和标准模型的精确检验**”的研究。

3) 培养优秀科研人才，建立具有创新能力的科研团队。

谢谢各位评委，敬请指正！