

年度考核报告

(2023.12-2024.11)

软件组 张建勇

岗位职责：BESIII上物理分析

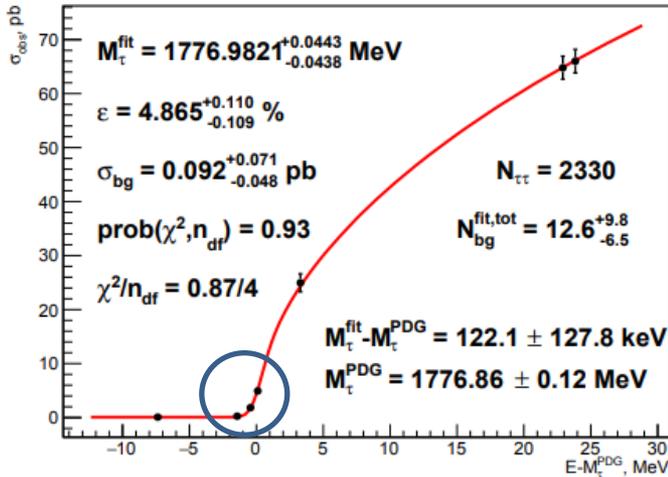
BESIII上 τ 轻子质量测量

- M_τ 标准模型基本参数，需要实验精确给出
- 精确测量 M_τ ，精确检验轻子普适性

PDG22: 1776.86 ± 0.12 MeV

BELLE II: $1777.09 \pm 0.08 \pm 0.11$ MeV

BESIII: $1776.982 \pm 0.044 \pm 0.046$ MeV



point	$L_i^{\gamma\gamma}, \text{pb}^{-1}$	$E - M_\tau^{\text{PDG}}$	$N_{eX}^{\tau\tau}$	$N_{ep}^{\tau\tau}$	all	$\epsilon \cdot 100\%$
1	26.03 ± 0.08	-7.44	1	1	2	-
2	42.17 ± 0.12	-0.46	62	15	77	4.78 ± 0.02
3	26.89 ± 0.08	0.09	98	34	132	4.78 ± 0.02
4	9.07 ± 0.04	3.28	171	54	225	4.75 ± 0.02
5	14.76 ± 0.05	22.90	716	231	947	4.73 ± 0.02
6	14.57 ± 0.05	23.83	716	230	946	4.70 ± 0.02
total			1764	565	2329	

回答完PS会上的问题后进入MEMO。

已经回答完第一位Referee问题。

正在回答其余referee问题，并更新MEMO。

BESIII上 $\psi(3686) \rightarrow \tau^- \tau^+$ 研究

Zhang B.X., Zhang J.Y., Mo. X.H.

- $\psi(3686)$ 可以衰变到 ee , $\mu\mu$, $\tau\tau$ 三代轻子对, 轻子普适性要求 $B_{ee} \approx B_{\mu\mu} \approx B_{\tau\tau}/0.3885 \equiv B_{ll}$
- BESIII获取了大量的数据, 可以对轻子普适性进行精确检验
- 该测量是用 $\psi(3686)$ 数据研究 τ 物理的基础

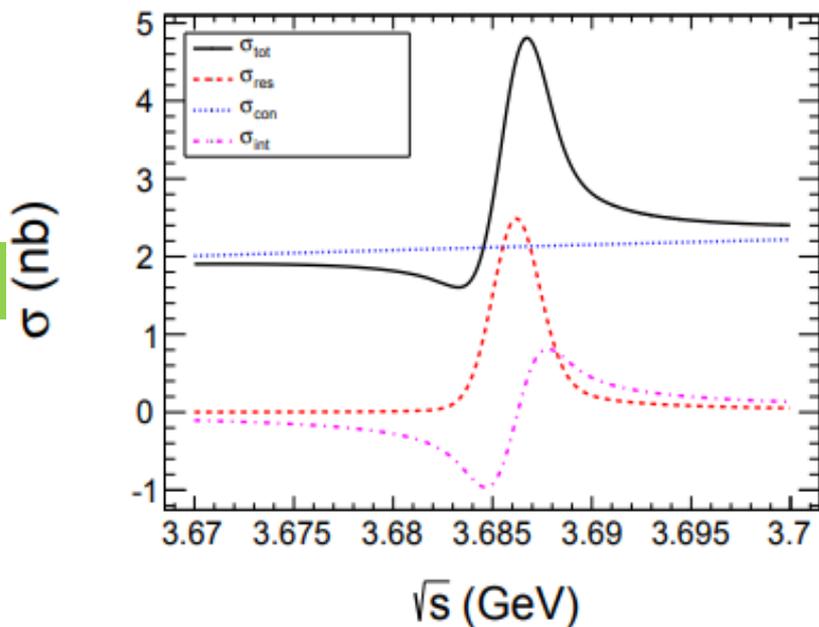
$$B_{\tau^+\tau^-} = \frac{N_{e\mu} - N_{bg}}{(B_{e\mu} \cdot \epsilon_{trig} \cdot \epsilon_d) - \sigma_{Q+I} \mathcal{L}} \cdot \frac{1}{N_{\psi(2S)}}$$

BESIII: $B_{\tau\tau} = (3.228 \pm 0.023 \pm 0.081) \times 10^{-3}$

PDG24: $B_{\tau\tau} = (3.1 \pm 0.4) \times 10^{-3}$

精度由**13%**提高到**2.7%**

24年1月进入CWR
24年8月PubComm



BESIII上 $\tau^- \rightarrow K^- K^+ K^- \nu_\tau$ 的研究

Wu X.H., Zhang J.Y., Mo X.H., Song W.M.

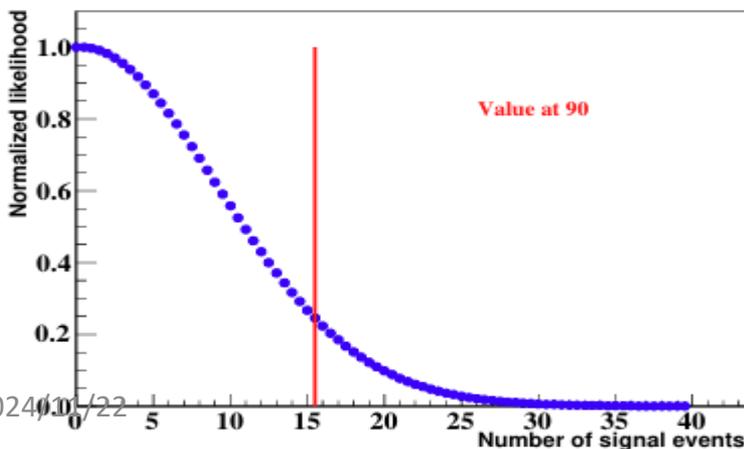
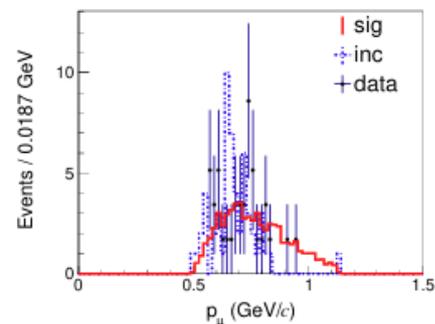
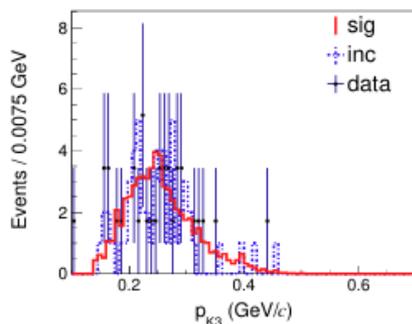
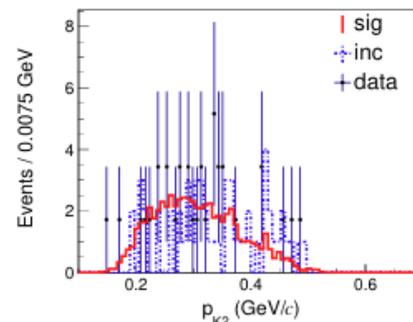
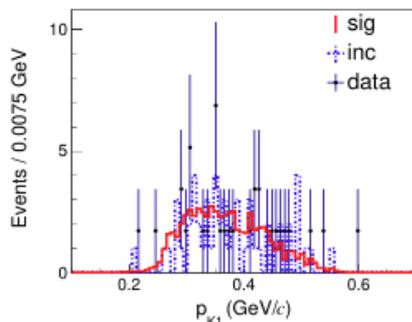
- 提供强形状因子信息，WZ异常信息
- 确定S夸克质量，CKM矩阵元 $|V_{us}|$
- Barba $\text{Br}(\tau^- \rightarrow K^- K^+ K^- \nu_\tau)$: $(1.58 \pm 0.13 \pm 0.12) \times 10^{-5}$
Bell $\text{Br}(\tau^- \rightarrow K^- K^+ K^- \nu_\tau)$: $(3.29 \pm 0.17 \pm 0.20) \times 10^{-5}$
- 用 $\Psi(3686)$ 数据寻找信号
Boss version:7.0.4

$$e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^- \rightarrow \begin{cases} K^- K^+ K^- \nu_\tau \\ e^+ \nu_e \nu_\tau \\ \mu^+ \nu_\mu \nu_\tau \\ \pi^+ \nu_\tau \end{cases}$$

BESIII上 $\tau^- \rightarrow K^- K^+ K^- \nu_\tau$ 的研究 (II)

标记侧为 $\tau^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu \nu_\tau$

事例选择条件	信号蒙特卡洛样本	
	事例数	所剩事例比例 (%)
事例总数	5000000	100
$N_{charged} = 4$	1059547	21.19
$\mu : \chi_\mu^2$	881575	17.63
dE/dx valid	881251	17.62
Emc Valid	853704	17.07
vtx fit	839479	16.79
$N_\gamma = 0$	329783	6.60
$\mu : \text{mucdepth} - P$	129868	2.60
$K_1 : \chi_K^2$	121094	2.42
$K_2 : \chi_K^2$	110469	2.21
$K_3 : \chi_K^2$	93348	1.87
$E(KKK)$	90803	1.82
$\mu : \text{tof}$	77775	1.56
探测效率 (%)	1.56	



16@90% C.L.

正在优化标记侧为
 $\tau^+ \rightarrow e^+ \nu_\mu \nu_\tau, \pi^+ \nu_\tau$ 的事
例判选条件

BESIII上 $\tau^- \rightarrow \rho^0 \pi^- \nu_\tau$ 的研究

Zhang K.X., Zhang J.Y., Mo X.H., Gong L.

- $\tau^- \rightarrow \rho^0 \pi^- \nu_\tau$ 实验数据缺失
- 有利于理解强子产生机制
- 理论预言,通过S波产生分支比为 7.68×10^{-2} , P波产生分支比为 3.90×10^{-3}

●用 $\Psi(3686)$ 数据寻找信号

BOSS:7.0.9

衰变模式	模型	事例数
$\tau^- \rightarrow \rho^0 \pi^- \nu_\tau$	PHSP	2×10^5
$\rho^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$	VSS	
$\tau^+ \rightarrow e^+ \nu_e \nu_\tau$	TAULNUNU	

事例选择:

◆ 带点径迹:

- $|V_r| < 1\text{cm}, |V_z| < 10\text{cm};$
- $|\cos\theta| < 0.93;$
- $N_{good} = 4;$
- $N_{\pi^+} = 1, N_{\pi^-} = 2, N_{e^+} = 1;$

◆ 中性径迹:

- 桶部: $E_{mc} > 25\text{MeV}, |\cos\theta| < 0.8$ (endcap);
- 端盖: $E_{mc} > 50\text{MeV}, 0.86 < |\cos\theta| < 0.92;$
- $0 < T_{Emc} < 14\text{ns};$
- 带电轨道和中性轨道之间的角度 $> 10^\circ;$
- $N_\gamma = 0;$

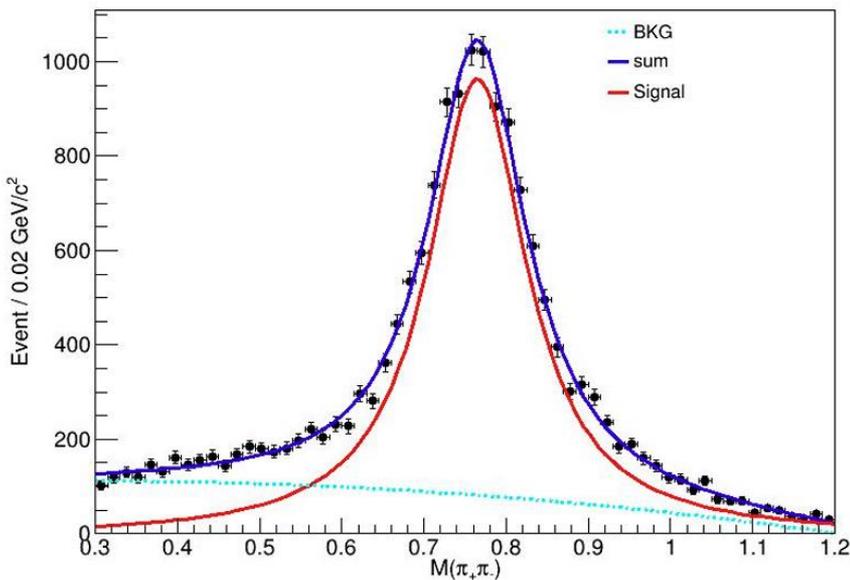
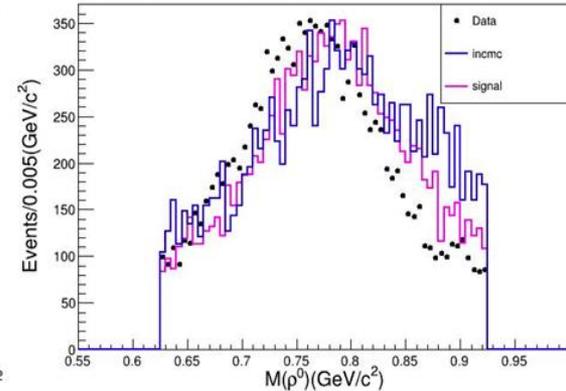
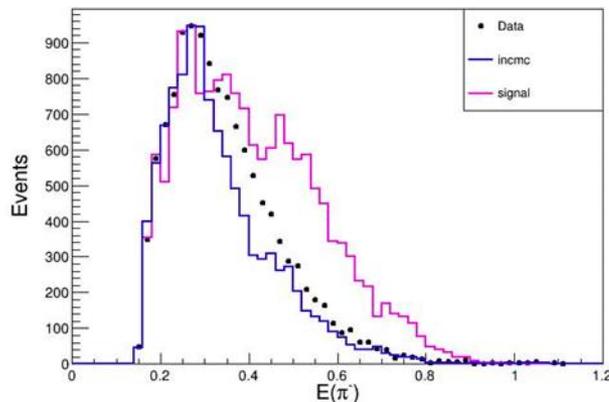
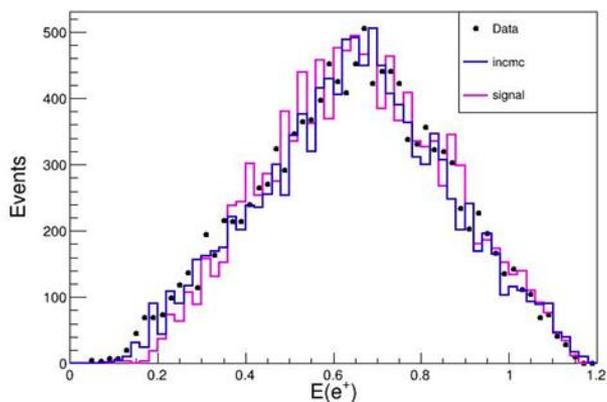
◆ 粒子鉴别:

- $Prob_\pi > 0.001;$
- $Prob_\pi > Prob_e \& Prob_\pi > Prob_\mu \& Prob_\pi > Prob_K \& Prob_\pi > Prob_p;$

◆ 电子鉴别:

- $0.8 < E/p < 1.2;$
- $Prob_e > 0.001;$
- $Prob_e > Prob_\pi \& Prob_e > Prob_\mu \& Prob_e > Prob_K \& Prob_e > Prob_p;$

BESIII上 $\tau^- \rightarrow \rho^0 \pi^- \nu_\tau$ 的研究 (II)



利用数据选出的干净 ρ^0 信号,确定MC中 ρ^0 的参数

$$\begin{aligned} \Gamma_\rho(S\pi\pi) &= 0.162 \\ M_\rho &= 0.786 \text{ GeV} \\ C_0 &= 0.195 \\ \Phi &= -4.3^\circ \end{aligned}$$

重新产生MC, 比对数据与MC的一致性

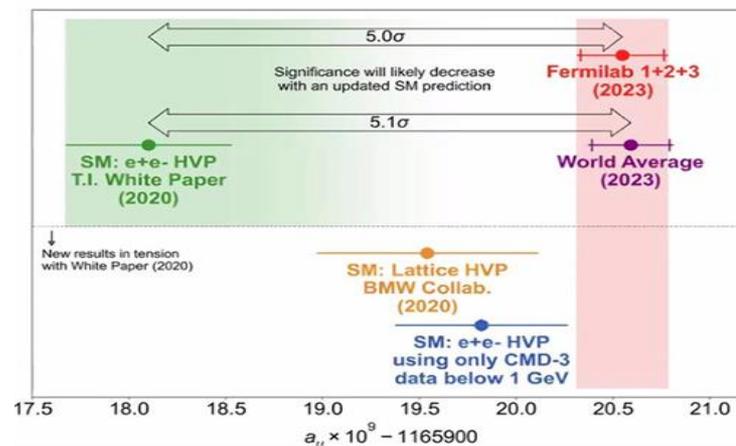
BESIII上 $\tau^- \rightarrow \pi^0 \pi^- \nu_\tau$ 的研究

Li S.S., Zhang J.Y., Mo X.H., Zhang S.L.

- μ 子反常磁矩理论与实验的偏差为 5.1σ
- 测量 $\tau^- \rightarrow \pi^0 \pi^- \nu_\tau$ 为理论计算提供输入

- Software environment : Boss 7.1.0
- Data: $7.91 \text{ fb}^{-1} \sqrt{s} = 3.773 \text{ GeV}$
- Inclusive MC: Round 03&04&15 (10× data size)
- Signal MC: Round 03&04 (500,000)

Decay modes	Generator model
$\tau^- \rightarrow e^- \nu_\tau \bar{\nu}_e$	PHOTOS TAULNUNU
$\tau^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \bar{\nu}_\tau$	TAUHADNU -0.108 0.775 0.149 1.364 0.400
$\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$	PHSP



事例选择:

➤ Charge tracks

$V_{xy} < 1 \text{ cm}$, $|V_z| < 10 \text{ cm}$
 $\cos\theta < 0.93$;

➤ π^0 Reconstruction

$0.05 \leq M_{\gamma\gamma} \leq 0.20 \text{ GeV}/c^2$
 $\chi^2 < 200(1-c \text{ kinematic})$

➤ Photon selection

$E_\gamma > 0.025 \text{ GeV}$ for $|\cos\theta| < 0.8$
 $E_\gamma > 0.050 \text{ GeV}$ for $0.86 < |\cos\theta| < 0.92$
 $0 \leq \text{TDC} \leq 14 (\times 50 \text{ ns})$
 $N_\gamma \geq 2$

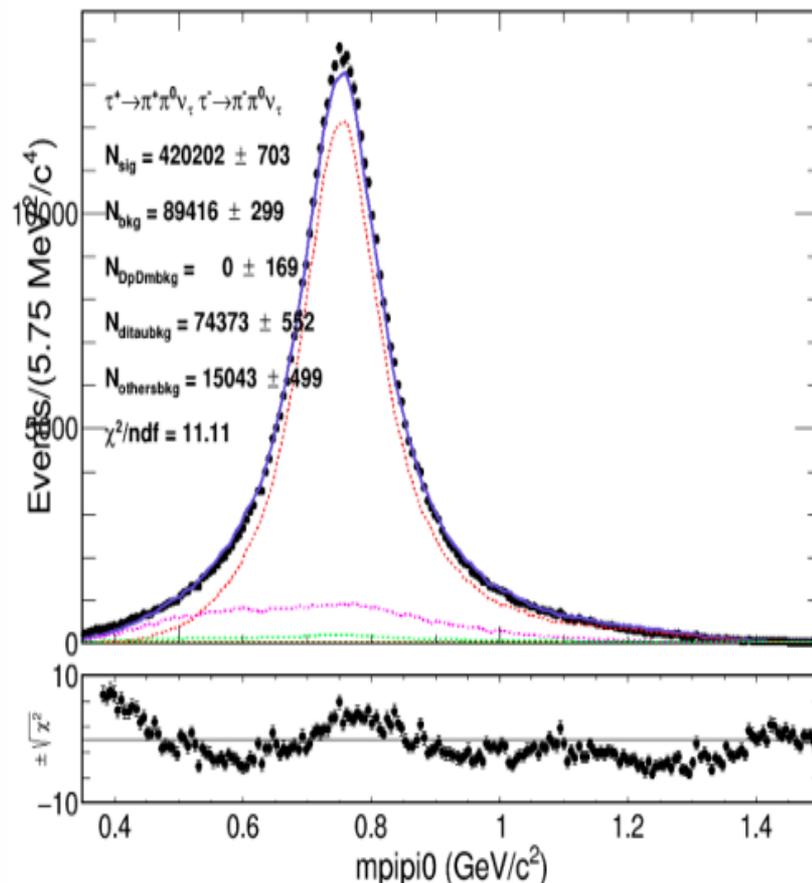
➤ PID requirement

Using PID system: ParticalPID (use dE/dx, TofCorr)
 $e: \text{Prob}_e > \text{Prob}_\pi; \text{Prob}_e > \text{Prob}_k$
 $\pi: \text{Prob}_\pi > \text{Prob}_e; \text{Prob}_\pi > \text{Prob}_k$
 $N_\pi = 1, N_e = 1$

BESIII上 $\tau^- \rightarrow \pi^0 \pi^- \nu_\tau$ 的研究 (II)

Cut	Bkg ditau	Bkg D+D-	Bkg others	Bkg num	Sig num	Bkg Ratio
No cut	844,322	864,175	1,727,396	3,555,600	1,027,010	0.776
$0.12 < m(\pi^0) < 0.15$	764,889	766,624	1,523,905	3,162,710	924,324	0.774
$\frac{E}{P}(\pi) < 0.9,$ $0.8 < \frac{E}{P}(e) < 1.05$	499,264	513,243	157,840	1,172,640	812,601	0.591
$P_e < 1.2$ $P_\pi < 1.2$	497,230	513,205	151,895	1,164,570	808,927	0.590
$N(\pi^0) = 1$	102,300	78,316	20,336	202,763	671,959	0.232
$\text{the}(\rho^0) < 3.1413$ $\text{the}(\pi^+ \pi^0) > 1$	51,938	49,090	10,349	112,702	448,122	0.201

- 优化信号蒙卡数据的模拟
- 优化事例选择条件
- 继续研究本底事例特征
- 改善拟合的优度



BEMS拆除

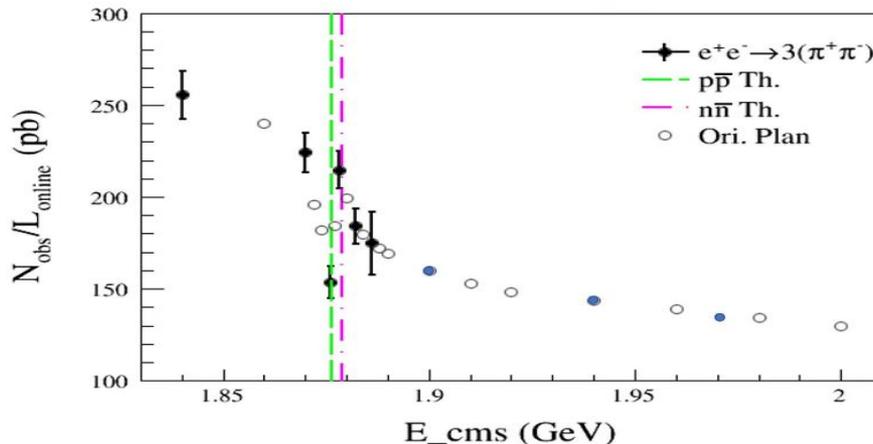


24年7-8月，拆除了BEMS隧道内设施，归还、移交了部分设备
25年初，归还BINP、夏威夷大学设备

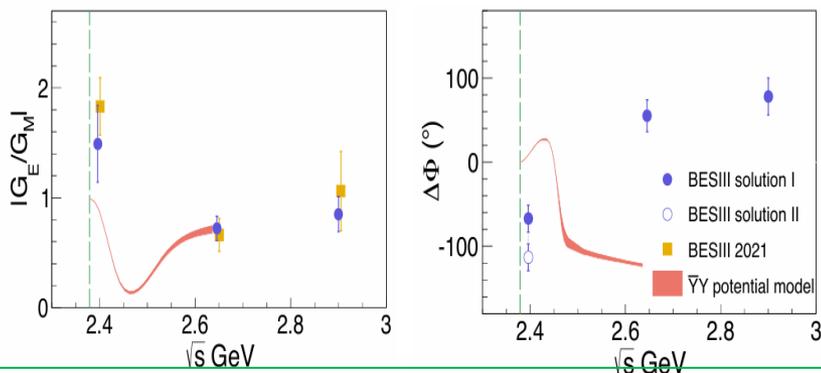
学术发展

➤ 新获取数据

- BEPC/BES的新纪录;
- 13个能量点, 积分亮度 24.8 pb^{-1} (在线);
- 研究核子的阈值行为;
- 单举、遍举R值;

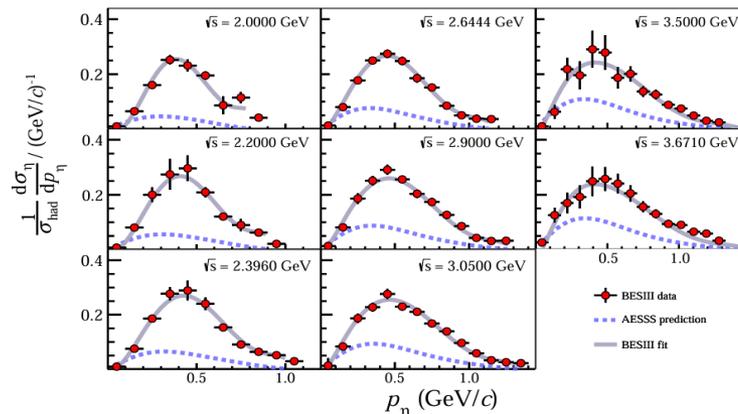


◆ Study of Σ^+ TL EMFFs at BESIII



- 第一次给出了 Σ^+ 类时的EMFFs
- 相角结果与理论预言相去甚远

◆ Study of Inclusive η Production at BESII



- 首次给出 η 的碎裂函数
- 在低能区挑战强子化认知

学术交流

- 组织召开第八届R值与QCD强子结构研讨会，2024.7.20-22，哈尔滨工程大学， 哈尔滨，陶轻子物理和强子产生机制的实验研究
- 组织筹备第九届R值与QCD强子结构研讨会，2024.12.27-29，哈尔滨工程大学，哈尔滨
- 组织BESIII合作组两次年会、两次研讨会RQCD组的大会报告，平行报告。
- 组织日常RQCD组日常组会。
- 评阅MEMO9本，并给出修改意见。

文章情况

Measurement of Born cross sections of e^+e^- to $\chi_{i0}\chi_{i0\bar{0}}$ and search for charmonium(-like) states at $\sqrt{s}=3.51\text{-}4.95$ GeV	2409.00427	2024-09-03 [†]	JHEP [†]
Cross section measurement of process $e^+e^- \rightarrow p\bar{p}\pi^0$ between 2.10 and 3.08 GeV	2405.06393	2024-05-12 [†]	Phys. Rev. D 052006 (2024)
Observation of a structure in the process $e^+e^- \rightarrow \Omega\eta'$	2404.07436	2024-04-11 [†]	JHEP07(2024)093
Study of inclusive η production in e^+e^- annihilation from 2.0000 GeV to 3.6710 GeV	2401.17873	2024-01-31 [†]	Phys. Rev. Lett. 021901 (2024)
Study of $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ from 2.00 to 3.08 GeV	2401.14711	2024-01-26 [†]	Phys. Rev. D 032005 (2024)
Measurement of Born cross-section for $e^+e^- \rightarrow \Sigma^+\Sigma^-\bar{\Sigma}^+$ between 3.5 and 4.9 GeV	2401.09468	2024-01-19 [†]	JHEP05(2024)022
Measurements of Σ electromagnetic form factors in the time-like region using the untagged initial-state radiation technique	2312.12719	2023-12-20 [†]	Phys. Rev. D 034029 (2024)
Measurement of the Born cross sections for $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$ at center-of-mass energies between 2.00 and 3.08 GeV	2310.10452	2023-10-16 [†]	Phys. Rev. Lett. L111101 (2023)
Measurement of the e^+e^- to $K_s KL\pi^0$ cross sections from 2.000 to 3.080 GeV	2309.13883	2023-09-25 [†]	JHEP01(2024)180
Complete determination of Σ^+ electromagnetic form factors via e^+e^- to $\Sigma^+\text{anti-}\Sigma^-$	2307.15894	2023-08-02 [†]	Phys. Rev. Lett. 081904 (2024)

PRL:3篇, PRD:4篇, JHEP:3篇

经费情况

➤ 在研课题

- 科技部2020年，国家重点研发计划：BESIII 上粲强子、QCD 及新物理研究，课题三：QCD强子产生研究，高能所部分，263万，**主持**（10月底结题）
- 科技部2023年，国家重点研发计划：粲强子衰变和标准模型的精确检验，课题三：陶轻子物理和强子产生机制的实验研究，442万，**主持**

➤ 新申课题：

- 北京自然科学基金面上项目，BESIII上tau轻子半强子衰变的实验研究，20万，**主持**
- 基金委面上项目，粲偶素衰变系统参数化方案的研究及应用，80.7万，**参与**
- 基金委面上项目，利用粲偶素衰变研究矢量介子以及赝标介子混合机制，52.2万，**参与**

公共服务

日常服务

- BESIII周运行负责人2周（3月4日，5月6日）
- BESIII文章审稿三篇，其中一篇已经发表在PRL
- 参加学生面试、考核
- BESIII探测器科普讲解志愿者（23年底香港，24年开放日，马边中学来访，Glashow来访）
- 高能所太极拳协会日常训练、招新、展演

工会工作

- 节日职工慰问品的采购与发放（春节、端午、中秋国庆）
- 参与组织职工活动（春节联欢、端午猜谜、中秋健步走）
- 参与中心运动会的组织，运动服装的采买、发放
- 职工代表，职工意见、建议的上传下达等

下一年工作计划

- 基本完成能量低于2.0GeV数据的亮度测量
- 开展2.0GeV以下核子阈值行为以及单举、遍举的R值测量
- 继续推进多介子末态，重子对以及部分单举末态的截面及形状因子，碎裂函数的测量工作
- 推进陶质量、陶物理的分析工作
- 推进3.85-4.59GeV的R值的测量工作
- 推进强作用与电磁作用振幅间相角的多篇测量工作
- 完成领导交给的其它工作

感谢您的关注！