

年度考核报告

2023.12-2024.11

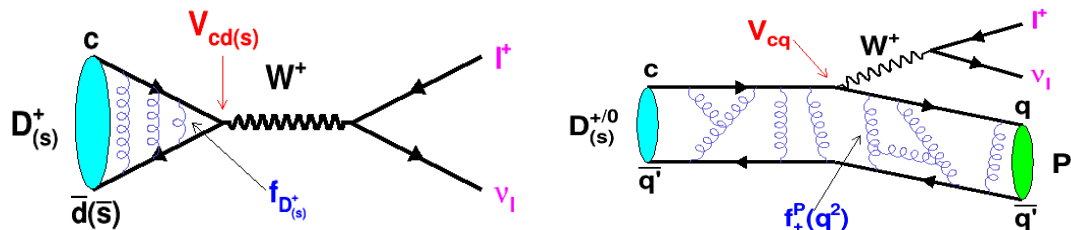
报告人: 马海龙 (强子物理组)

2024年11月20日

岗位职责

- **一、深入开展BESIII粲物理研究**
- **二、任BESIII合作组正（2023.7-2024.6）、副（2024.7-至今）物理协调人，推动BESIII物理研究积极进展和成果产出**
- **三、其它工作**

粲介子纯轻、半轻衰变研究



CKM矩阵元是标准模型的基本参数，描述由弱作用引起的夸克场的混合

$$\begin{pmatrix} d' \\ s' \\ b' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{ud} & V_{us} & V_{ub} \\ V_{cd} & V_{cs} & V_{cb} \\ V_{td} & V_{ts} & V_{tb} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} d \\ s \\ b \end{pmatrix}$$

探索超出标准模型的新物理迹象

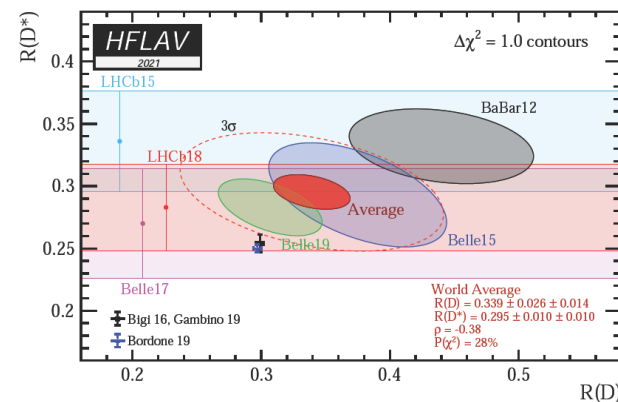
1. $|V_{cs(d)}| \rightarrow$ 更高精度检验CKM矩阵的么正性
2. 衰变常数 $f_{D(s)}$ 、形状因子 $f_+^h(0)$ \rightarrow 精密检验LQCD
3. 检验 D 衰变中的轻子普适性 \rightarrow 理解 B 衰变中与标准模型预言的 3σ 偏离是否来源于真实物理效应?

轻子味道普适性是标准模型的一个基本假定

重味 B 介子物理:

$$R(D^{(*)}) = \frac{B(B \rightarrow D^{(*)} \tau \nu)}{B(B \rightarrow D^{(*)} l \nu)}$$

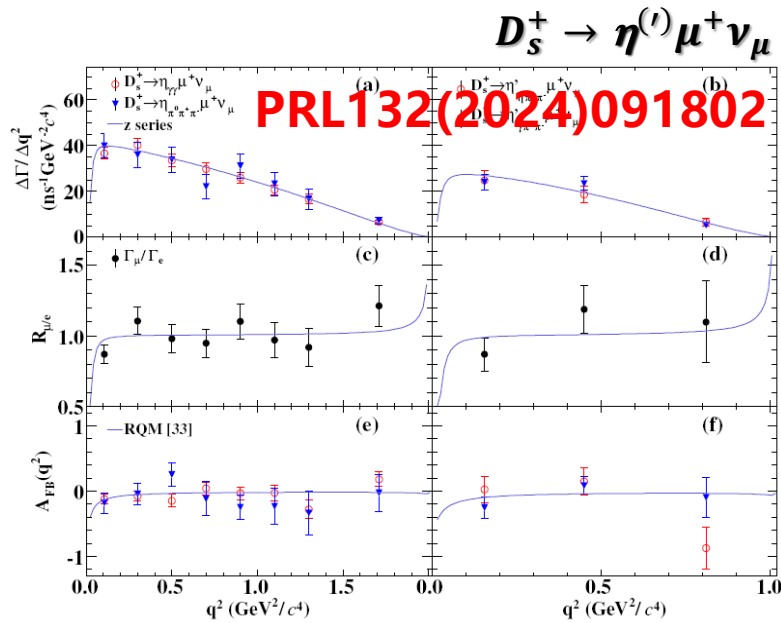
偏离标准模型预期 $> 3\sigma$



需综合研究各类重介子、尤其是处于微扰和非微扰QCD过渡能区的含粲强子的各类含轻衰变

职责一 科研工作: 完成 D_S^+ 半轻衰变研究@>4.1 GeV

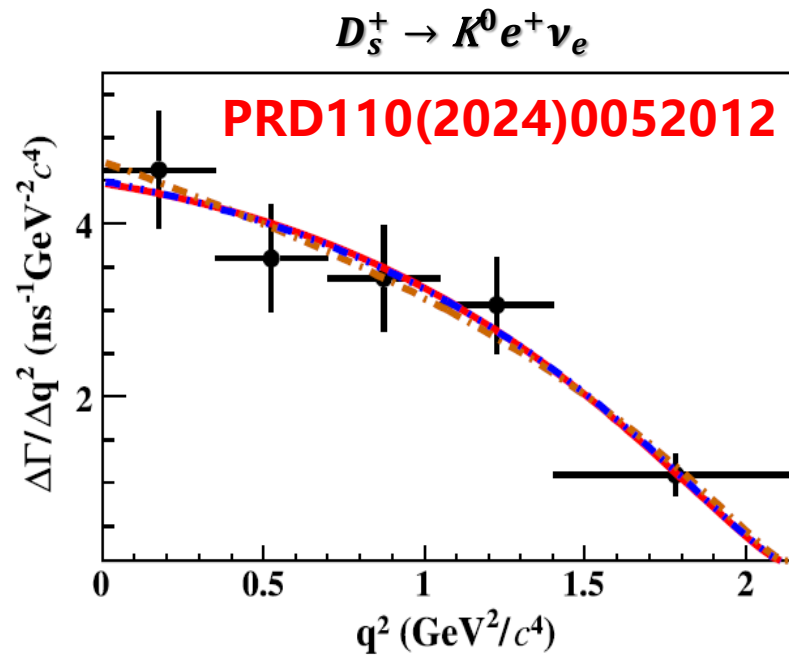
- 基于4.13-4.23GeV数据 $e^+e^- \rightarrow D_S^{*+} D_S^-$, 改进测量 D_S^+ 半轻衰变



$$f_+^{D_S \rightarrow \eta}(0) |V_{CS}| = 0.451(10)(08)$$

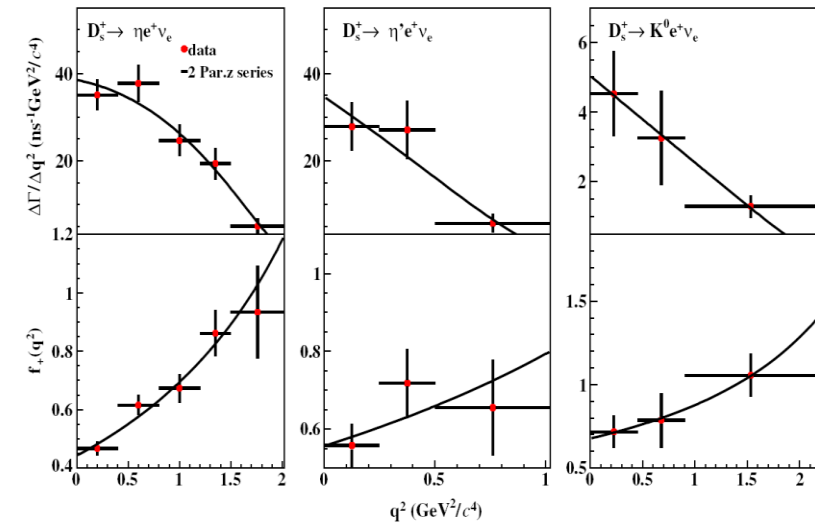
$$f_+^{D_S \rightarrow \eta'}(0) |V_{CS}| = 0.506(37)(11)$$

- 基于4.23-4.70GeV数据 $e^+e^- \rightarrow D_S^{*+} D_S^{*-}$ 研究 D_S^+ 半轻衰变



$$f_+^{D_S \rightarrow K}(0) |V_{cd}| = 0.143(11)(03)$$

PRD110(2024)0052012

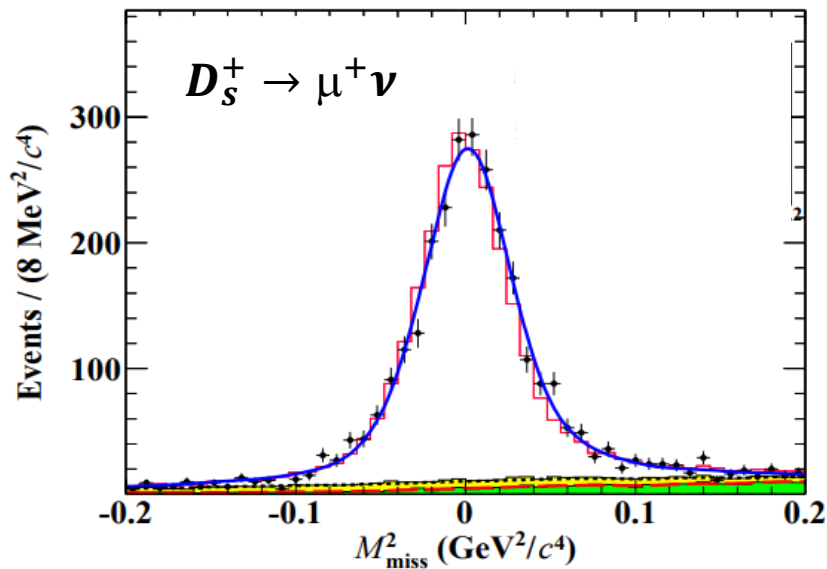


- 首次开展 $D_S^+ \rightarrow \eta^{(l)} \mu^+ \nu_\mu$ 动力学研究、以世界最高精度(~3%)检验了 D_S^+ 半轻衰变中的 μ - e 轻子普适性
- 改进测量了 $D_S^+ \rightarrow K^0$ 形状因子
- 尝试用更高能量点数据开展 D_S^+ 物理研究, 挖掘现有数据潜力

完成 D_S^+ 纯轻衰变研究@>4.1 GeV

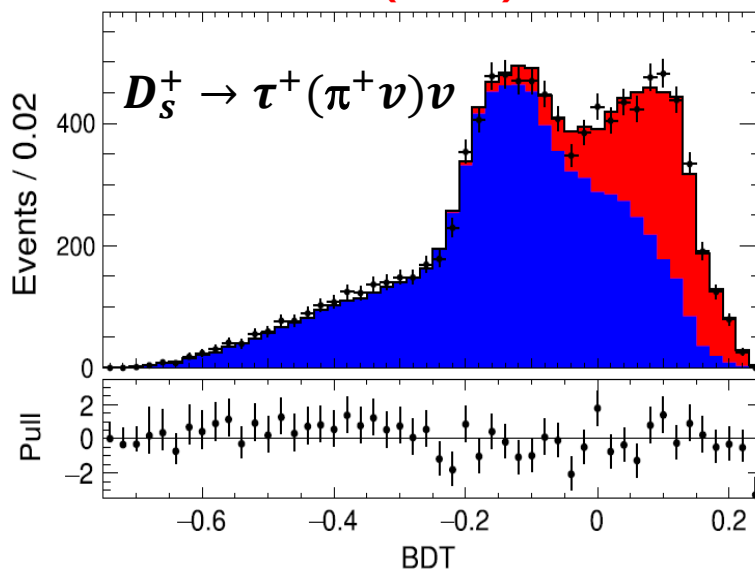
- 基于4.13-4.23GeV数据 $e^+e^- \rightarrow D_S^{*+}D_S^-$,
改进测量 $D_S^+ \rightarrow l^+ \nu_l$

PRD108(2023)112001



$f_{D_S^+}|V_{CS}|$ 精度: 2.0%→1.4%

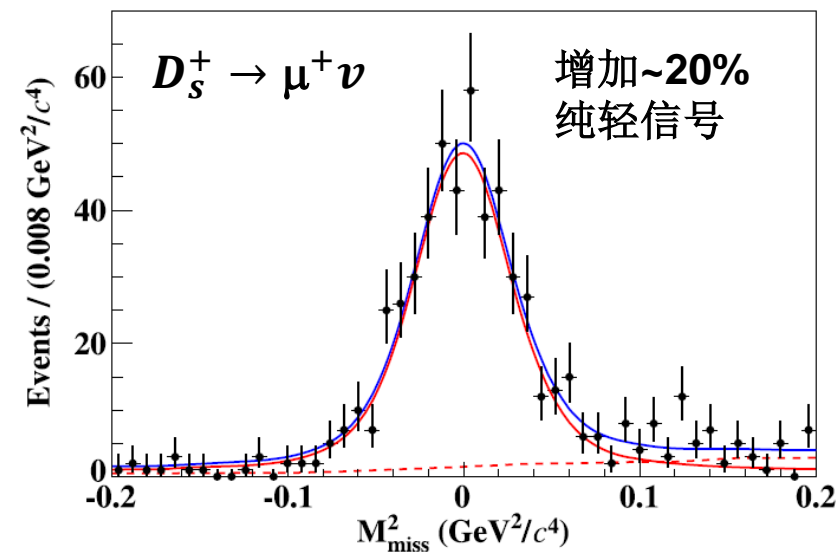
PRD108(2023)092014



$f_{D_S^+}|V_{CS}|$ 精度: 3%→2%

- 基于4.23-4.70GeV数据 $e^+e^- \rightarrow D_S^{*+}D_S^{*-}$ 研究 $D_S^+ \rightarrow l^+ \nu_l$

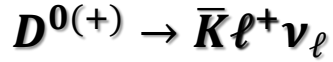
PRD110 (2024) 052002



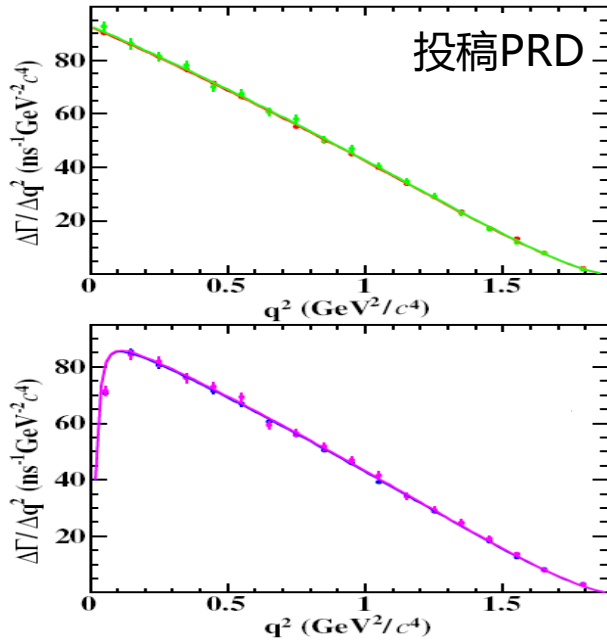
$f_{D_S^+}|V_{CS}|$ 精度: 2.2%

- 获得单次测量精度最高的 $f_{D_S^+}|V_{CS}|$: 1.4%
- 通过综合系统的研究, 使得BESIII对 $f_{D_S^+}|V_{CS}|$ 测量的精度: 1.3%→0.9%
- 精密检验了 D_S^+ 纯轻衰变中的 μ - τ 轻子普适性成立: ~3%

开展 $D^{0(+)}$ 纯轻和半轻衰变研究@3.773 GeV

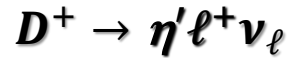


7.9 fb⁻¹ arXiv:2408.09087

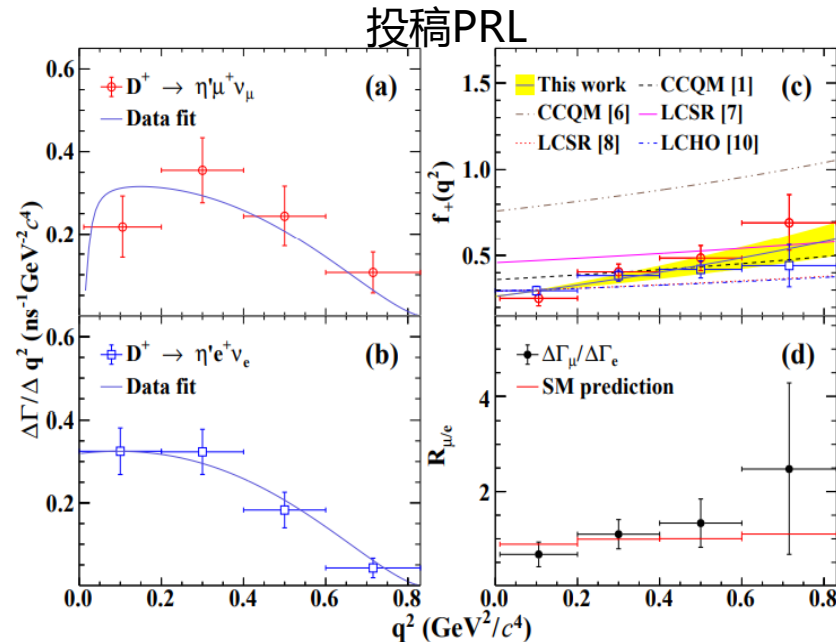


- 以世界最高精度测得 $D^{0(+)}$ → K 形状因子(0.3%)和 $|V_{cs}|$ (0.5%)、精密检验了 $D^{0(+)}$ 半轻衰变中的 μ - e 轻子普适性(0.6%)

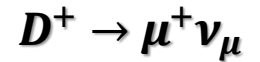
开展基于20.3 fb⁻¹ 3.773 GeV数据检查、分析进展，在数据重建完成约3个月后，投稿首批3篇基于全部数据的文章



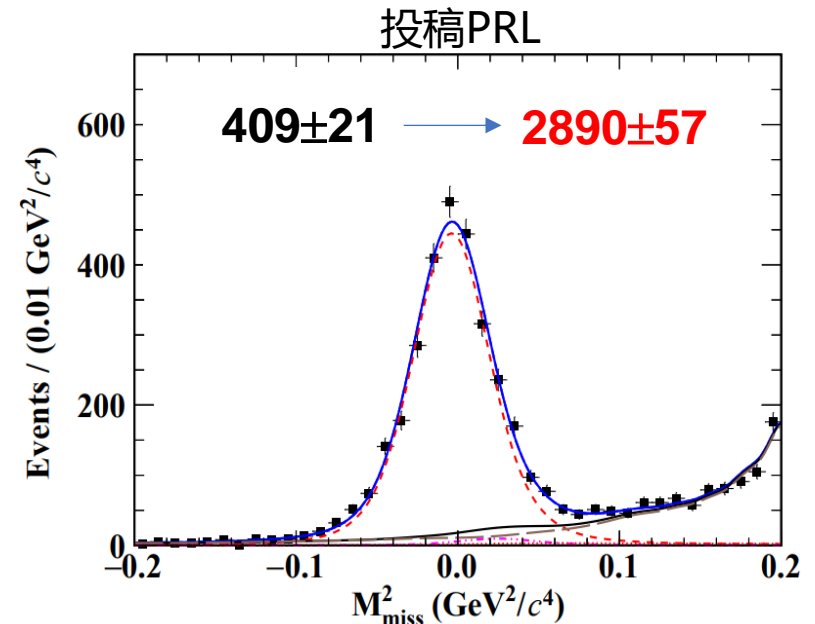
20.3 fb⁻¹ arXiv:2410.08603



- 首次观测到 $D^+ \rightarrow \eta'\mu^+\nu$ 衰变，首次抽取到 $D^+ \rightarrow \eta'$ 形状因子



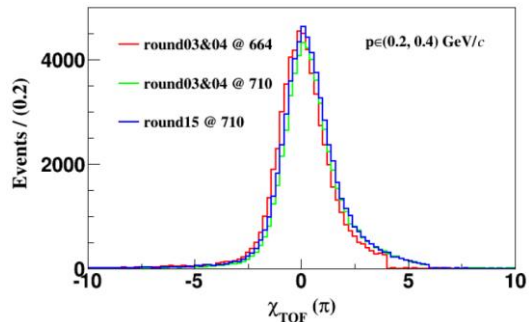
20.3 fb⁻¹ arXiv:2410.07626



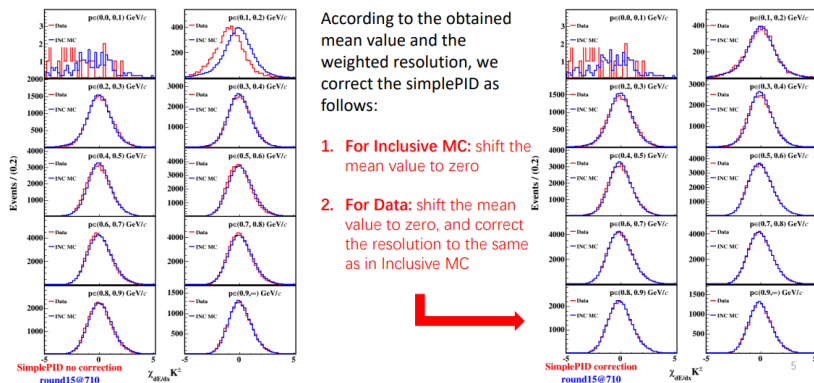
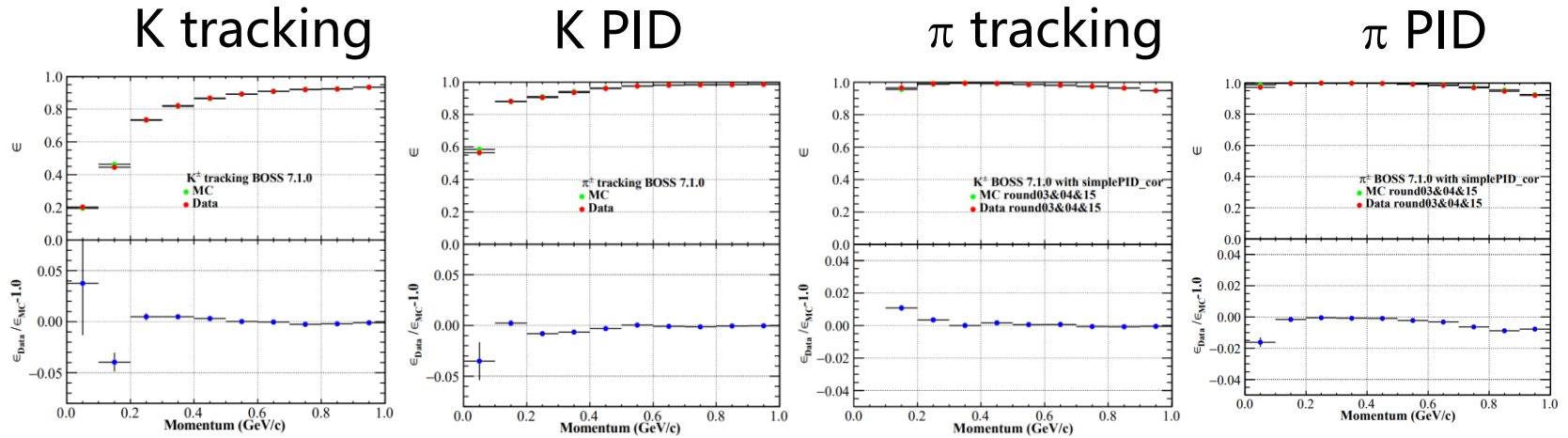
- 获得单次测量最高精度的 $f_{D^+}|V_{cd}|$: 2.6 → 1.2%

3.773 GeV新数据检查

■ 完成SimplePID K^\pm/π^\pm 粒子 χ_{TOF} 和 $\chi_{dE/dx}$ 二次修正



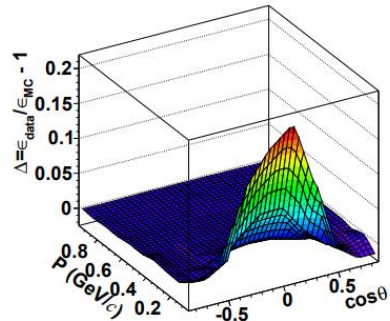
■ 完成各类带电粒子寻迹和识别效率研究



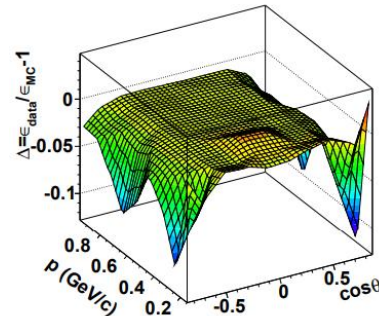
According to the obtained mean value and the weighted resolution, we correct the simplePID as follows:

1. For Inclusive MC: shift the mean value to zero
2. For Data: shift the mean value to zero, and correct the resolution to the same as in Inclusive MC

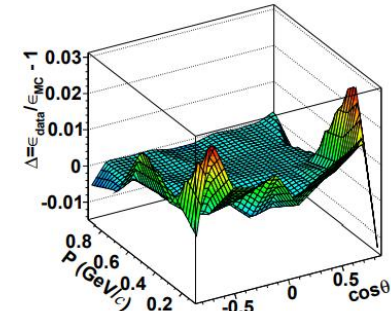
e tracking



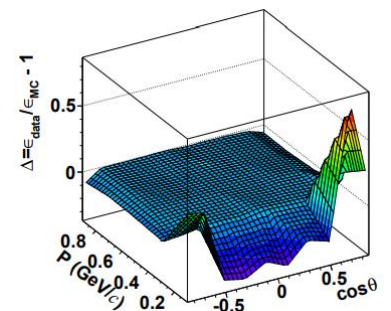
e PID



mu tracking



mu PID



为粲物理各精密测量提供了关键的修正参数

考核年度内主导科研工作成果：14篇文章发表、另7篇投稿

序号	题目	发表年份	刊物名称	指导 学生	作者
1	Measurement of BF of $D_s^+ \rightarrow \tau^+ \nu_\tau$ via $\tau^+ \rightarrow \pi^+ \nu$ with BDT method	2023	PRD108, 092014	谢陈	BESIII
2	Improved measurement of branching fraction of $D_s^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$	2023	PRD108.112001	王腾蛟	BESIII
3	Search for $D_s^+ \rightarrow K_1^0(1270)e^+ \nu_e$ and $D_s^+ \rightarrow b_1^0(1235)e^+ \nu_e$	2023	PRD108.112002	郭如盼	BESIII
4	Observation of $D_s^+ \rightarrow \eta^+ \mu^+ \nu_\mu$ and measurements of $D_s^+ \rightarrow \eta^0 \mu^+ \nu_\mu$ dynamics	2024	PRL132, 091802	潘祥	BESIII
5	Measurement of $D_s^+ \rightarrow K^+ K^+ \pi^-$ and search for $D_s^+ \rightarrow K^+ K^+ \pi^- \pi^0$	2024	PRD109, 032011	万宇	BESIII
6	Search for rare semileptonic decays $D^{0(+)} \rightarrow K \bar{K} e^+ \nu_e$	2024	PRD109, 072003	陶璐燕	BESIII
7	Measurements of BFs of $\chi_{cJ} \rightarrow 3(K^+ K^-)$	2024	PRD109.072015	陈奕颖	BESIII
8	Measurements of BFs of $\psi(3686) \rightarrow 3\phi$	2024	PRD109.072016	谢陈	BESIII
9	Search for $D^{*+} \rightarrow e^+ \nu_e$ and $D^{*+} \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$	2024	PRD110, 012003	黄祖琛	BESIII
10	Measurement of leptonic D_s^+ decays via $D_s^{*+} D_s^{*-}$ using data at 4.23-4.7 GeV	2024	PRD110, 052002	吴潇	BESIII
11	Measurement of semileptonic D_s^+ decays via $D_s^{*+} D_s^{*-}$ using data at 4.23-4.7 GeV	2024	PRD110. 072017	吴潇	BESIII
12	Improved measurement of BF and FF of $D_s^+ \rightarrow K^0 e^+ \nu_e$	2024	PRD110, 052012	陈超	BESIII
13	First dynamics analysis of $D^+ \rightarrow K_S \pi^0 e^+ \nu_e$	2024	JHEP10, 199	陶璐燕	BESIII
14	Measurement of the absolute BF of $D^+ \rightarrow \rho^0 \mu^+ \nu_\mu$	2024	PRD110, 092008	牛文迪	BESIII
15	Observation of $D^{0(+)} \rightarrow b_1^{-(0)}(1235)e^+ \nu_e$ using 7.9 fb ⁻¹ of data at 3.773 GeV	2024	arXiv:2407.20551	吴潇	BESIII
16	Analysis of $D^{0(+)} \rightarrow \bar{K} e^+ \nu_e$ and $D^{0(+)} \rightarrow \bar{K} \mu^+ \nu_\mu$ using 7.9 fb ⁻¹ of data at 3.773 GeV	2024	arXiv:2408.09087,proof	何凯凯	BESIII
17	Search for $D^{0(+)} \rightarrow K \eta e^+ \nu_e$ using 7.9 fb ⁻¹ of data at 3.773 GeV	2024	arXiv:2409.15044,proof	陈超	BESIII
18	Search for $D^+ \rightarrow \gamma K^{*+}$ and $D^+ \rightarrow \gamma \rho^+$ using 20 fb ⁻¹ of data at 3.773 GeV	2024	arXiv:2410.06500	刘良辰	BESIII
19	Precision measurement of $D^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$ using 20 fb ⁻¹ of data at 3.773 GeV	2024	arXiv:2410.07626	王腾蛟	BESIII
20	Analysis of $D^+ \rightarrow \eta^+ e^+ \nu_e$ and $D^+ \rightarrow \eta^+ \mu^+ \nu_\mu$ using 20 fb ⁻¹ of data at 3.773 GeV	2024	arXiv:2410.08603	潘祥	BESIII
21	Observation of $\chi_{cJ} \rightarrow p \bar{p} K_S K^+ \pi^+ + c.c.$	2024	arXiv:2410.11607	李天佑	BESIII

2024年：发表接受文章13篇，比前一年度提升60%

其他主导科研工作进展: **BESIII MEMO**审查18项

序号	题目	分析状态	指导学生
1	Measurements of DCS $D^{0(+)}$ decays	BAM673(draft)	刘良辰
2	Observations of $D^{0(+)}$ $\rightarrow \bar{K}^*_\ell(1270)^0 \mu^+ \nu_\mu$	BAM714(draft)	吴业昊
3	Analysis of $D^+ \rightarrow \eta e^+ \nu_e$ and $D^+ \rightarrow \eta \mu^+ \nu_\mu$ with 20 fb ⁻¹ of data@3.773 GeV	BAM792(draft)	牛文迪
4	First measurement of FFs of $D^{0(+)}$ $\rightarrow \bar{K}^*_\ell(1270) e^+ \nu_e$ with 20 fb ⁻¹ of data@3.773 GeV	BAM797(draft)	曾溢嘉
5	Analysis of $D^{0(+)}$ $\rightarrow \pi^{-(0)} l^+ \nu_l$ with 20 fb ⁻¹ of data@3.773 GeV	BAM804	陈超
6	First measurements of $\chi_{cJ} \rightarrow 3 K_S K \pi^+ + c.c.$	BAM823(draft)	魏鸿儒
7	Measurements of BFs of $\chi_{cJ} \rightarrow p \bar{p} K_S K_S$	BAM840	赵艳琳
8	Improved measurements of the BFs of $D^{0(+)}$ $\rightarrow KK3\pi$	BAM841(draft)	段尧予
9	First observations and BF measurements of $D^{0(+)}$ $\rightarrow K5\pi$	BAM843(draft)	蔺长城
10	Amplitude analysis of $\psi(3686) \rightarrow \gamma K_S K_S$	BAM850(draft)	曾溢嘉
11	Measurements of BFs of $D^{0(+)}$ $\rightarrow KKK\pi$ with 20 fb ⁻¹ of data@3.773 GeV	BAM851(draft)	刘新平
12	Measurements of BFs of $D_s^+ \rightarrow K_S K^+ \pi^0 \pi^0$ and $D_s^+ \rightarrow K_S K_S \pi^+ \pi^0$	BAM852(draft)	赵敬枫
13	Study of $D^+ \rightarrow K_S \pi^0 l^+ \nu_l$ decays with 20 fb ⁻¹ of data@3.773 GeV	BAM858	谢陈
14	First observation of $\chi_{cJ} \rightarrow p \bar{p} \eta'$	BAM861	聂鳞苏
15	Amplitude analysis of $J/\psi \rightarrow \eta_c \rightarrow \gamma p \bar{p}$	BAM864	曾溢嘉
16	First measurement of BFs of $\chi_{cJ} \rightarrow \rho K^- \bar{\Lambda} \eta$	BAM872	王璐怡
17	Improved measurements of the BFs of DCS decays $D^+ \rightarrow K^+ P(\pi^0, \eta, \eta')$	BAM880	李天佑
18	Analysis of $D^+ \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta e^+ \nu_e$ with 20 fb ⁻¹ of data@3.773 GeV	BAM911	吴潇

其他主导科研工作进展：物理组报告、审查分析18项

序号	题目	分析状态	指导学生
1	Analysis of $D^{0(+)} \rightarrow \bar{K}e^+\nu_e$ and $D^{0(+)} \rightarrow \bar{K}\mu^+\nu_\mu$ with 20 fb ⁻¹ of data@3.773 GeV	粲物理组MEMO审查	曾溢嘉
2	Search for the DCS decays $D^{0(+)} \rightarrow K\pi\eta'$	粲物理组MEMO审查	魏鸿儒
3	Measurements of BF of $J/\psi \rightarrow p\bar{p}K_S K_S$ and $\psi(3686) \rightarrow \gamma p\bar{p}K_S K_S$	粲偶素物理组MEMO审查	叶墨涵
4	Study of $e^+e^- \rightarrow K_S K\pi$ between 3.0 and 3.12 GeV ^②	QCD组MEMO审查	谢陈
5	Observation and BF measurement of $\eta_c \rightarrow \bar{p}K_S^0 \Sigma^+ + c.c.$	粲偶素物理组MEMO审查	杨星辉
6	Analysis of $D^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0 \pi^- e^+ \nu_e$ and $D^+ \rightarrow \pi^0 \pi^0 \pi^0 e^+ \nu_e$	粲物理组会报告	何凯凯
7	Dynamics study of $D^{0(+)} \rightarrow b_1^{-(0)}(1235)e^+ \nu_e$	粲物理组会报告	吴潇
8	Search for $D^{0(+)} \rightarrow b_1^{-(0)}(1235)\mu^+ \nu_\mu$	粲物理组会报告	吴潇
9	Study of $e^+e^- \rightarrow K^+K^-\pi^0$ between 3.0 and 3.12 GeV	QCD组报告	李天佑
10	Study of $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ between 3.0 and 3.12 GeV	QCD组报告	王腾蛟
11	Study of $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ between 3.65 and 3.89 GeV	粲偶素物理组报告	曾溢嘉
12	Study of $e^+e^- \rightarrow 2\pi^+2\pi^-\pi^0$ between 3.65 and 3.72 GeV	粲偶素物理组报告	段尧予
13	Observation and BF measurement of $\eta_c \rightarrow \omega p\bar{p} + c.c.$	粲偶素物理组报告	朱桐汝
14	Observation and BF measurement of $\eta_c \rightarrow \bar{p}n\pi^+$	粲偶素物理组报告	段尧予
15	Observations of $\chi_{cJ} \rightarrow \Lambda K_S^0 \bar{\Xi}^0$ 、 $\Sigma^0 K^- \bar{\Xi}^+$ 、 $\Sigma^0 K_S^0 \bar{\Xi}^0$ 、 $\Sigma^- K_S^0 \bar{\Xi}^+$ 、 $\Sigma^+ K^- \bar{\Xi}^0 + c.c.$	粲偶素物理组报告	黎昱宏
16	First measurements of BF of $\psi(3686) \rightarrow pK^- K_S^0 \bar{\Xi}^0 + c.c.$	粲偶素物理组报告	赵艳琳
17	First measurement of $\chi_{cJ} \rightarrow pK^- K^- \bar{\Xi}^+ + c.c.$	粲偶素物理组报告	赵艳琳
18	First measurements of $J/\psi \rightarrow \Lambda K_S^0 \bar{\Xi}^0$ 、 $\Sigma^0 K_S^0 \bar{\Xi}^0$ 、 $\Sigma^+ K^- \bar{\Xi}^0 + c.c.$	轻强子组会报告	谢陈

2024年学生培养、合作

与多所高校开展了研究生联合培养

- **博士生9名：**何凯凯(苏州大学, 毕业)、王腾蛟(南开大学)、吴潇(复旦大学)、陈超(苏州大学)、刘良辰(南开大学)、谢陈(南京大学)、曾溢嘉(高能所)、陶璐燕(南华大学)、赵艳琳(苏州大学)
- **硕士生9名：**牛文迪(苏州大学→复旦大学, 硕博转博)、蔺长城(苏州大学, 23.3-24.6)、聂麟苏(河南大学, 23.6-24.6)、王璐怡(吉林大学, 23.7-24.6)、赵敬枫(山西师大, 23.7-24.6)、段尧宇(苏州大学)、刘新平(南开大学)、李天佑(南开大学)、魏鸿儒(南开大学)
- **本科生5名：**叶墨涵(南开大学, 推免所内研究生)、朱桐汝(南开大学)、荆一轩(南开大学)、黎昱宏(南开大学)、杨星辉(中山大学)
- **其他合作：**潘祥(苏州大学, 联培后合作)、郭如盼(山东师大, 客座后合作)

团队成为BESIII粲物理研究的重要力量

项目、经费

■ 课题负责人：

- NSFC重大项目子课题《粲介子半轻衰变研究》，2021-2026年，课题经费320万，子课题负责人。
- BESIII科技部重点研发项目二子课题《粲介子衰变研究》，2020-2024年，课题经费727万，课题负责人。

■ 2024年尝试申请：

- NSFC重点项目《 $\psi(3686)$ 和 $\psi(3770)$ 一些轻强子衰变的研究》，未上会

国内外会议、合作交流

国内会议 (9):

- BESIII合作会: 冬季年会, 2023年12月; 春季研讨会, 2024年3月 (PC报告); 夏季年会, 2024年6月; 秋季研讨会, 2023年9月 (PC报告)
- BESIII粲强子物理研讨会, 2024年5月
- 粲介子弱衰变专题研讨会, 2024年7月, BESIII上粲介子半轻衰变研究报告
- BESIII QCD研讨会, 2024年7月, MEMO/draft写作建议报告
- BESIII 新物理研讨会, 2024年8月, MEMO/draft写作建议报告
- 格点QCD年会, 2024年10月, BESIII上粲介子含轻衰变研究报告

国际会议 (1):

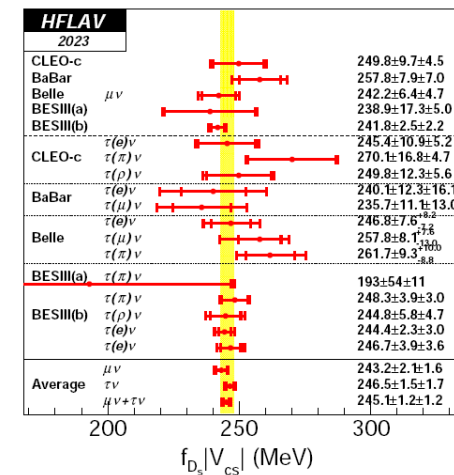
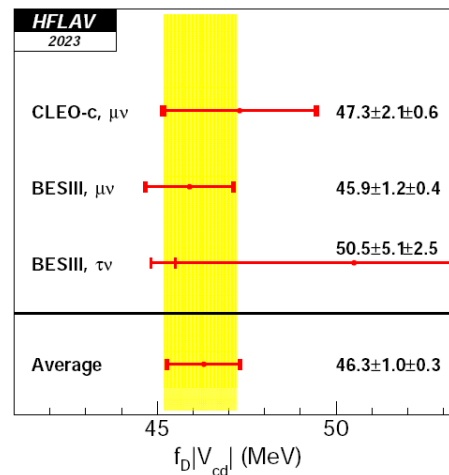
- 中泰强子物理研讨会, 2024年11月, 泰国, BESIII上粲介子衰变研究报告

其它报告 (1):

- 湖南大学, 2024年10月, BESIII上粲介子物理研究

参与国际重味物理HFLAV组工作:

- 粲衰变组召集人; 参加HFLAV2023的review工作, 综述粲介子纯轻和半轻衰变



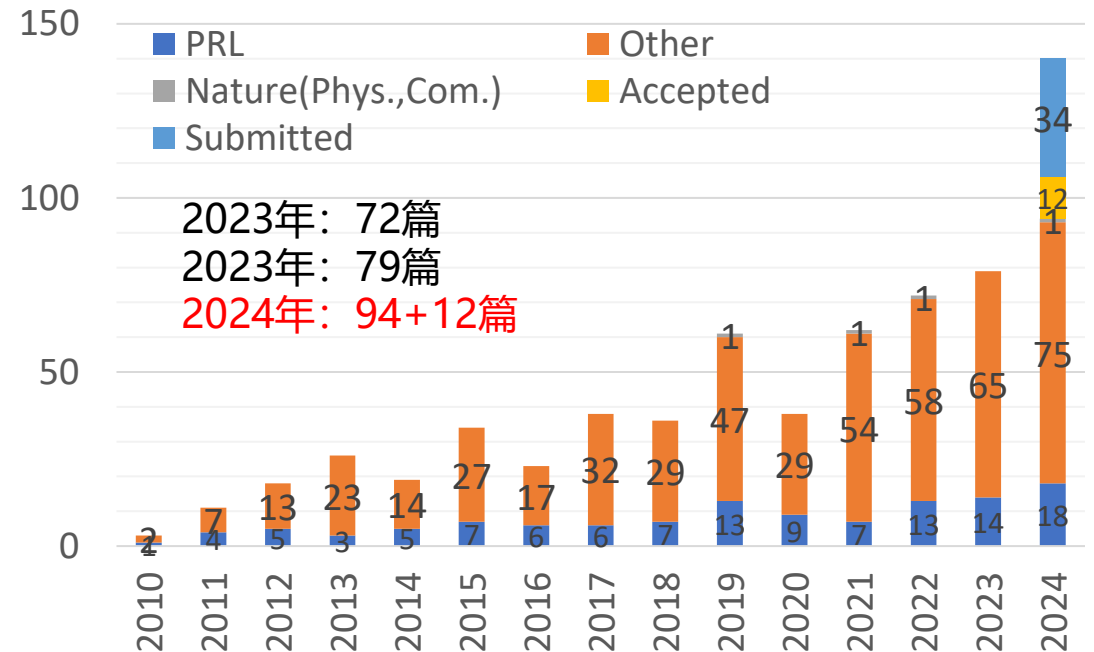
职责二 BESIII合作组正、副物理协调人

推动BESIII物理分析积极进展:

- BESIII物理软件周例会: >40次
- 审查新增分析MEMO+推荐安排内部referees: >100篇
- 审查CWR前的文章draft: >80篇 (平均>4小时/篇, >200 comments/篇)
- 投稿文章的杂志反馈意见的审查: >40篇

2024年, BESIII取得丰硕物理成果:

- 年度新增文章: **首次突破100篇, 同比增34%**
- PRL文章: **首次达到20篇, 同比增42%**



职责三 其他工作

■ 合作组相关的其他工作：

- MEMO审查：1篇
- CWR reading group 4负责人
- 作者名单问题协查
- PDG收录BESIII结果确认
- 协助准备BESIII重大成果、宣传、总结材料初稿

■ 评议工作：

- 杂志审稿：3篇
- 联培生面试：1次
- 研究生论文评审、答辩：2次
- 研究生论文开题报告：1次
- 研究生考核：3次

总结和计划

- **过去一年：**各方面工作都在积极推进，没有不可控的问题
- **未来一年：**继续深入开展粲物理研究，积极拓展研究课题，优化联培生资源；作为BESIII物理协调人，继续努力推动BESIII物理研究进展