

我院教师在粲物理研究方面取得多项新成果

粲物理研究在探索强相互作用机制和验证标准模型方面具有关键作用，通过研究含粲夸克的粒子（如粲介子和粲重子），可揭示量子色动力学（QCD）在低能区的非微扰特性，并探测电荷-宇称联合对称性破坏（CP 破坏）效应，为理解宇宙正反物质不对称性提供独特平台，是新物理的敏感探针。

近期我院李龙科博士在粲物理研究方面取得多项新成果。首先，基于国际知名实验 Belle-II 采集的海量数据样本，发表两篇合作组文章：（1）首次在粲介子四体衰变 $D_{(s)}^+ \rightarrow K_S^0 K^- \pi^+ \pi^+$ 寻找 CP 破坏效应，并实现高精度的测量（不确定度在 10^{-3} 水平），率先在实验上使用四重积变量寻找 CP 破坏的新方法。成果发表在《高能物理杂志》（J. High Energy Phys. 04 (2025) 036），此项研究由我院李龙科博士与美国辛辛那提大学同行主导完成，详见 Belle II 发表文章目录#53，是 Belle-II 合作组“首批”粲强子 CP 破坏的成果。（2）首次发现粲重子 Ξ_c^+ 的三个新型衰变模式： $\Xi_c^+ \rightarrow p K_S^0, \Lambda \pi^+, \Sigma^0 \pi^+$ ，均为单卡比玻压低衰变，这些过程为未来粲重子 CP 破坏的研究提供新的研究样本，其分支比被精确测量将为粲重子的理论研究提供了重要输入信息。成果发表在《高能物理杂志》（J. High Energy Phys. 03 (2025) 061），此项研究是由李龙科博士与复旦大学和吉林大学同行联合主导完成，详见 Belle II 发表文章目录#59。此外，李龙科博士和郑州大学王恩教授课题组合作，完成一项关于粲重子衰变 $\Xi_c^+ \rightarrow \Lambda K_S^0 \pi^+$ 的理论研究，其指出此衰变过程是研究 $\Sigma(1/2^-)$ 和 $\Xi(1/2^-)$ 的理想平台，

成果发表在《物理评论 D》（*Phys. Rev. D* 111, 054011 (2025)）。

此研究的实验测量，目前正由李龙科团队主导在 Belle-II 实验开展中。

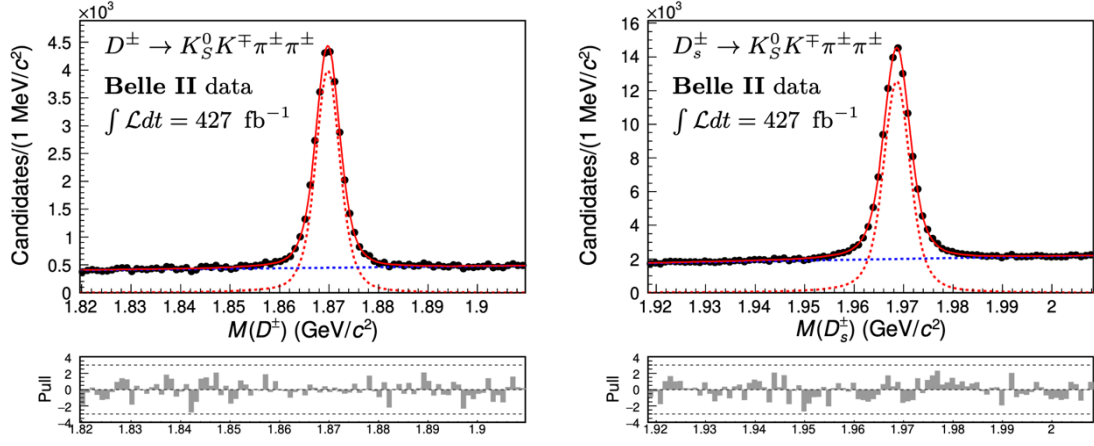


图 1. 重建 $D_{(s)}^\pm \rightarrow K_S^0 K^\mp \pi^\pm \pi^\pm$ 候选者的不变质量谱分布。红色虚线和蓝色虚线分别为拟合的信号和本底成分。底部小画板显示拟合优度分布 [1]。

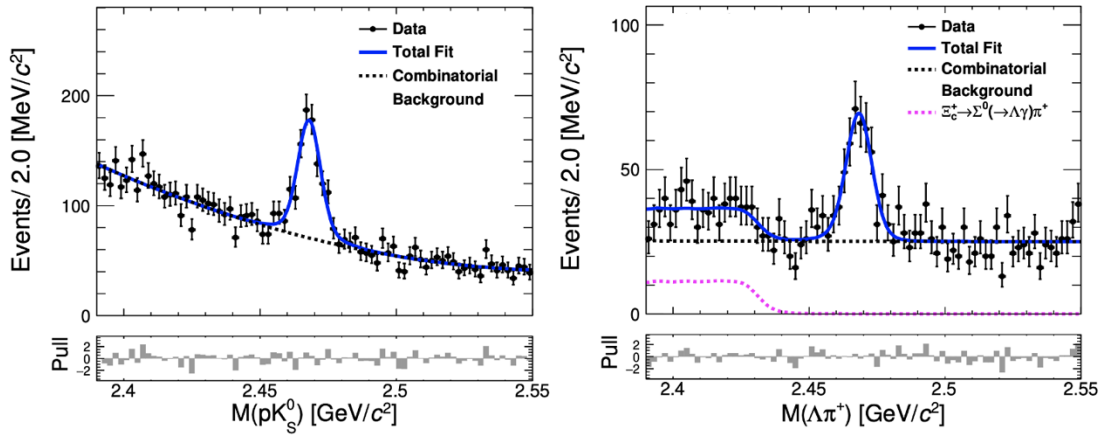


图 2. 重建 $\Xi_c^+ \rightarrow p K_S^0 \Lambda \pi^+$ 候选者的不变质量谱分布。黑色虚线为本底成分，品红色虚线表示 $\Xi_c^+ \rightarrow [\Sigma^0 \rightarrow \gamma \Lambda] \pi^+$ 事例因为丢失光子造成的特殊本底 [2]。

李龙科博士于 2024 年入职湖南师范大学物理与电子科学学院，入选教育部海外博士后引才专项计划，主要在正负电子对撞实验 Belle-II 和 BESIII 上从事重味物理和 CP 破坏的研究，在 *Science Bulletin*、*JHEP*、*PRD* 等国际知名学术期刊上发表论文 10 余篇，曾担任 Belle-II 合作组粲物理工作组的召集人（2020.10~2023.4）。

Belle-II 合作组由来自 28 个国家和地区的组成 124 家研究机构的约 1230 名科研人员组成，我校于 2020 年由单葳副教授申请成功加入合作组。李龙科博士在粲物理取得的近期成果进一步提升我校在 Belle-II 合作组的显示度，提高我校参加国际大科学装置实验的广度和深入。粒子物理研究团队为我院开展国际合作交流和提升学校国际影响力做出重要贡献。

相关文章链接：

[1] (Belle and Belle II collaborations), Search for CP violation in $D_{(s)}^+ \rightarrow K_S^0 K^- \pi^+ \pi^+$ decays using triple and quadruple products, J. High Energy Phys. 04 (2025) 036.

[2] (Belle and Belle II collaborations), Observations of the singly Cabibbo-suppressed decays $\Xi_c^+ \rightarrow p K_S^0$, $\Xi_c^+ \rightarrow \Lambda \pi^+$, and $\Xi_c^+ \rightarrow \Sigma^0 \pi^+$ at Belle and Belle II, J. High Energy Phys. 03 (2025) 061.

[3] Ying Li, Wen-Tao Lyu, Guan-Ying Wang*, Longke Li*, Wen-Cheng Yan*, and En Wang*, Study of $\Xi_c^+ \rightarrow \Lambda \bar{K}^0 \pi^+$ and search for the low-lying baryons $\Xi(1/2^-)$ and $\Sigma(1/2^-)$, Phys. Rev. D 111, 054011 (2025).

一审：李龙科

二审：钟显辉

三审：廖洁桥