

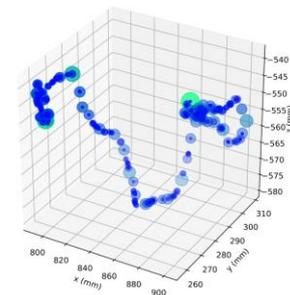
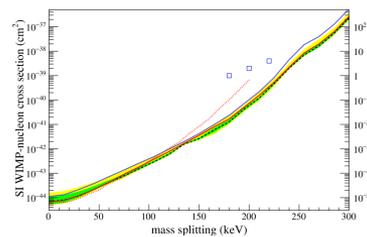
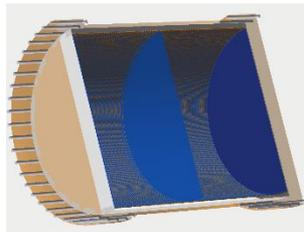
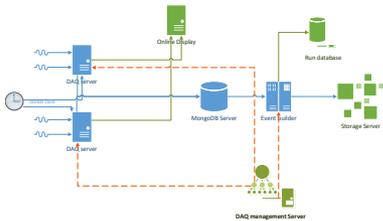
PandaX系列实验中的软件、模拟和数据分析

2017年度“粒子物理前沿卓越创新中心”青年骨干成员考评

谌勋

上海交通大学

2017年12月2日



个人简历

- 教育经历

- 2005.10 - 2009.1 德国慕尼黑马普物理所/慕尼黑工业大学，实验粒子物理，博士，导师：Allen Caldwell
- 2002.9 - 2005.7 北京大学，理论物理，硕士，导师：马伯强
- 1998.9 - 2002.7 北京大学，物理学，学士

- 学术工作经历

- 2015.7 - 上海交通大学 助理研究员 PandaX
- 2013.7 - 2015.7 上海交通大学 博士后 PandaX
- 2011.7 - 2013.6 北京大学 博士后 BES-III
- 2005.10 - 2009.1 慕尼黑马普物理所 ILC

近年来在PandaX实验内主要负责数据重建软件、模拟软件的编写及物理模拟，数据分析等方面的工作。

2017工作 - 暗物质探测综述

PROGRESS ARTICLES

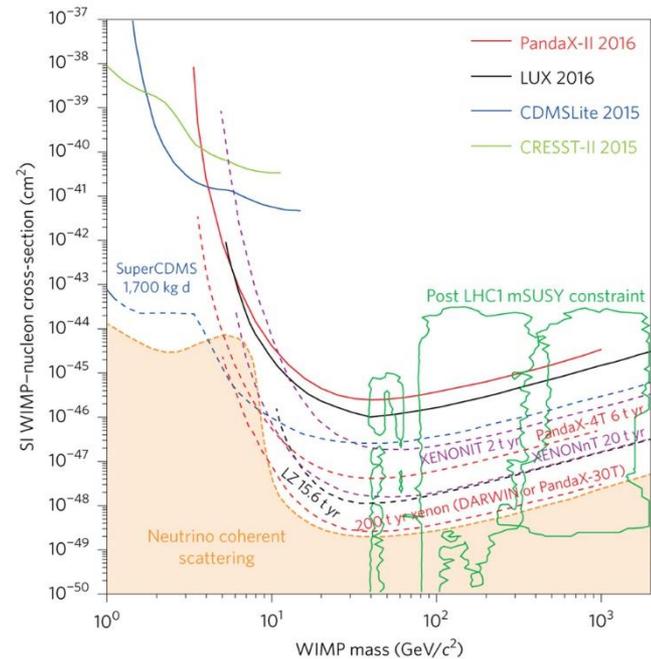
PUBLISHED ONLINE: 2 MARCH 2017 | DOI: 10.1038/NPHYS4039

nature
physics

Current status of direct dark matter detection experiments

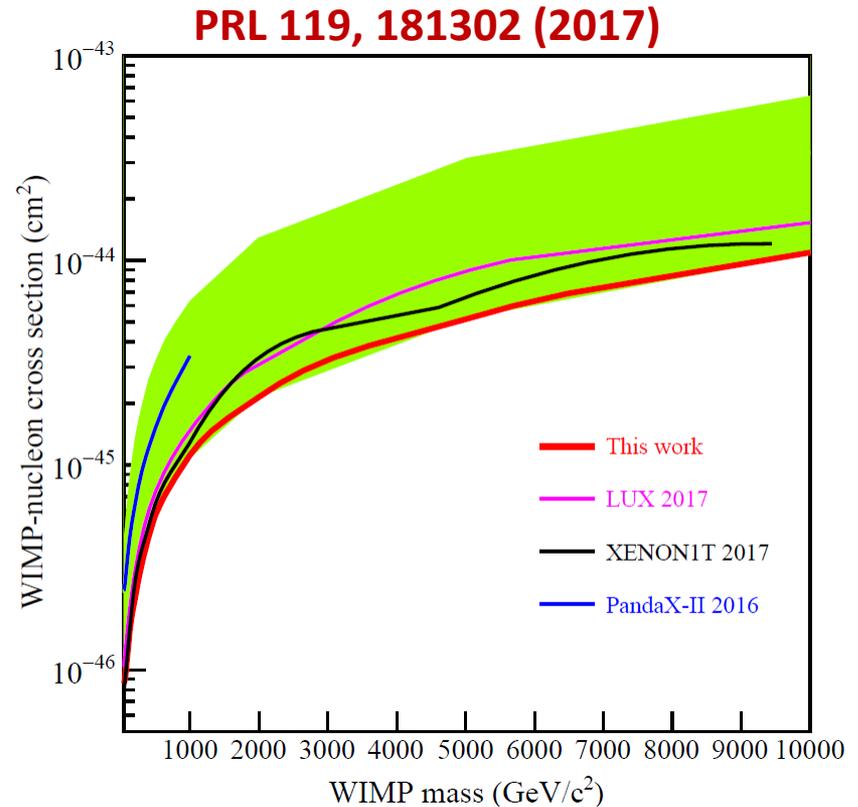
Jianglai Liu¹, Xun Chen¹ and Xiangdong Ji^{1,2,3*}

- 关于暗物质直接探测实验进展综述
 - 材料收集和初稿写作
 - 后期的共同修改



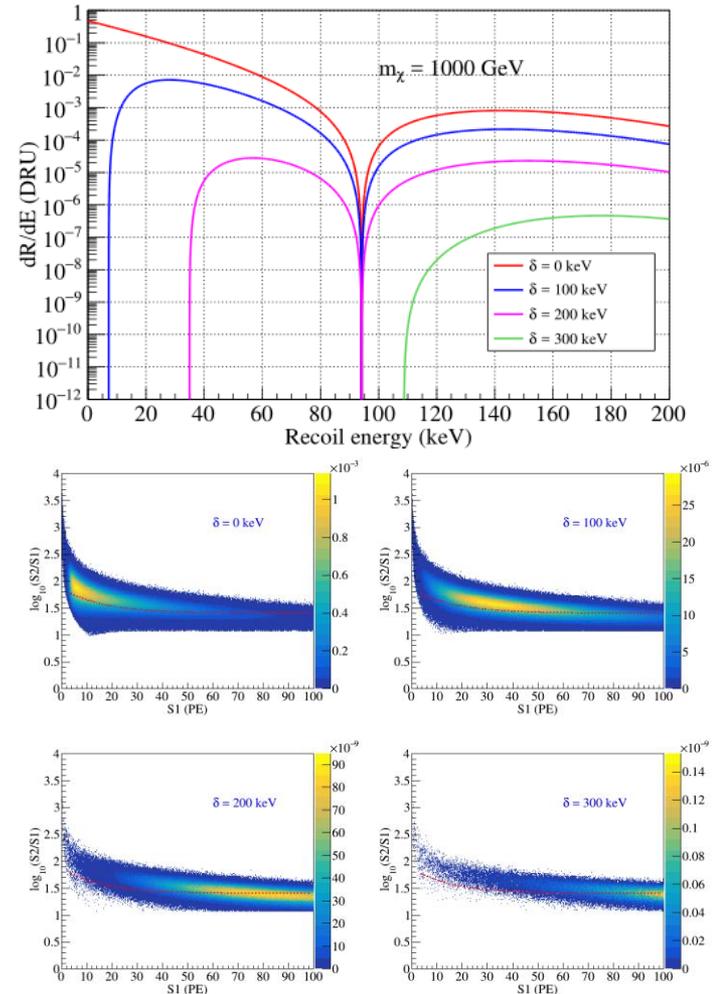
2017工作 - 数据分析

- 作为数据分析团队核心成员之一，为PandaX-II 2017年最新的暗物质探测结果做出了贡献
 - 数据重建过程依赖于我建立的PandaX数据处理框架
 - 开发了一个基于Geant4 和 NEST的模拟工具，用于探测器性能及信号模型的研究
 - 分析光电管对178nm的紫外光的双光电子发射概率
 - 最后统计分析得到最终截面限制曲线。



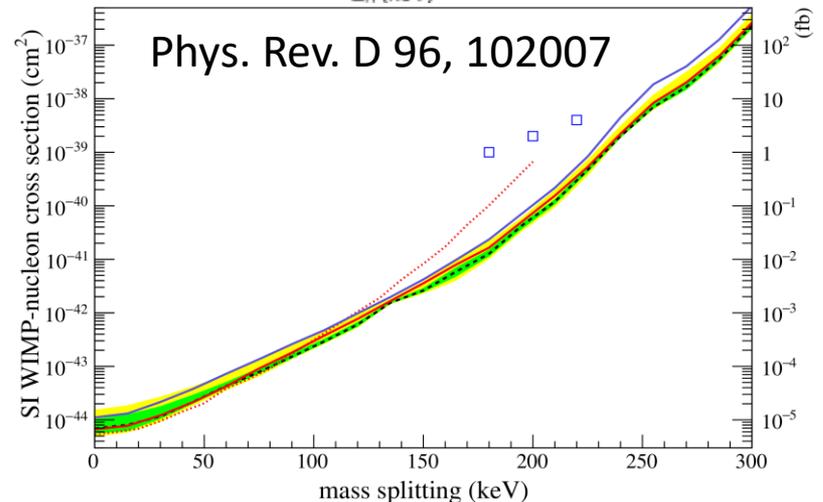
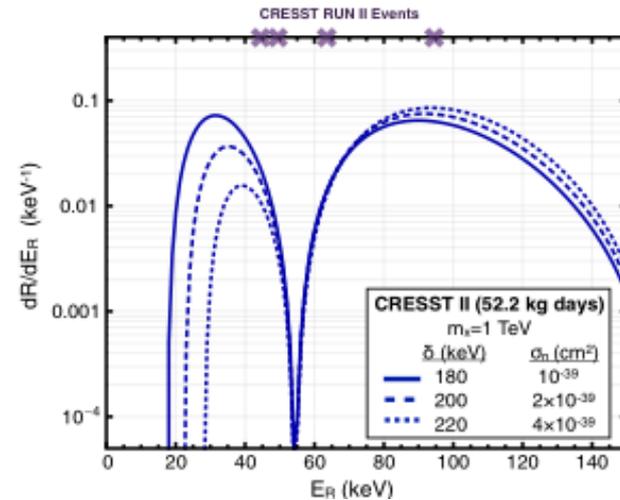
2017工作 - 非弹性散射暗物质

- 暗物质可能存在多个能级，从而与核子发生非弹性散射
 - 具备不同弹性散射的信号特征 - 最低速度阈值、最小反冲能
 - 计算了不同参数下的事例率，模拟了信号分布

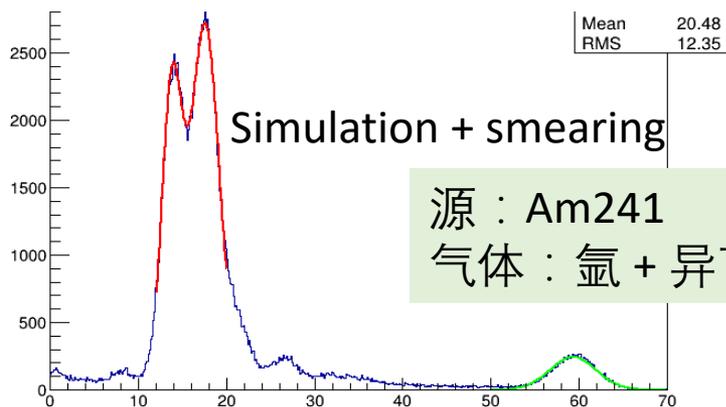
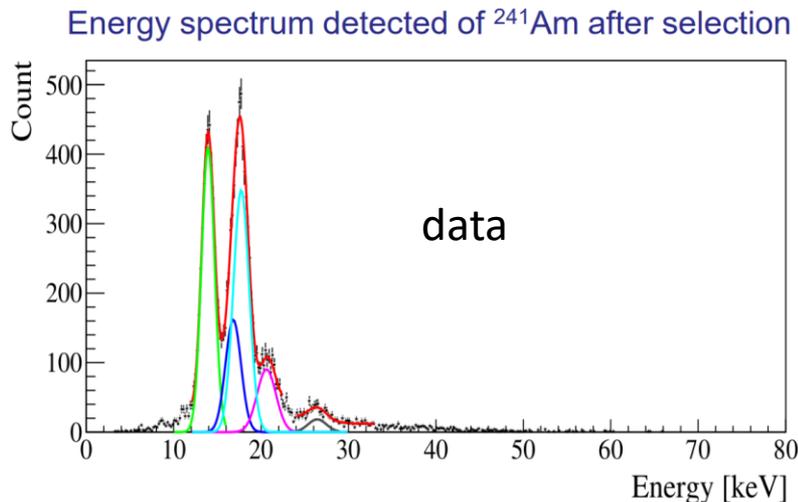
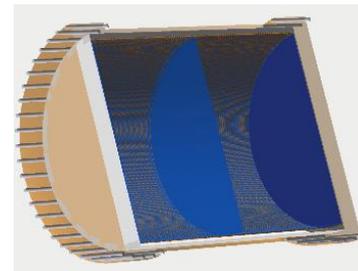


2017工作 - 非弹性散射暗物质

- 指导新疆大学硕士生阿布都沙拉木扩展了信号数据选取范围
- 运用Profile likelihood Fit, 结合CLs方法给出了非弹散射截面限制
 - 世界上首个对大质量暗物质的非弹散射截面的限制
 - 排除了CRESST-II疑似事例
- 发表于 Phys. Rev. D 96, 102007



2017工作 - PandaX-III模拟

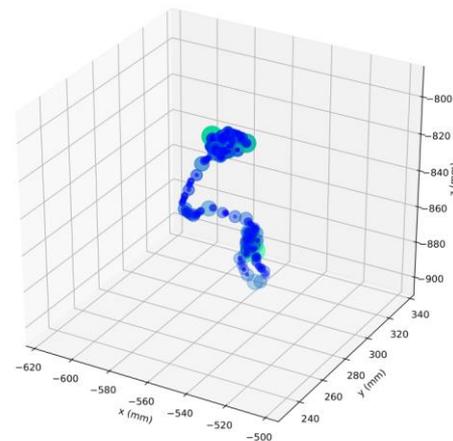


源：Am241
气体：氙 + 异丁烷

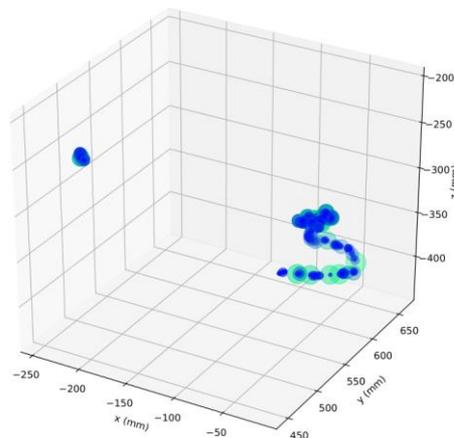
- 构建了探测器模拟程序，为PandaX-III CDR及原型模拟提供支持
- 参与探测器原型模拟
 - 针对不同的气体组分及放射源进行了模拟
 - 得到了和实际测量一致的结果，为观察到的能谱提供了物理解释

2017工作 - PandaX-III本底信号区分

- PandaX-III无中微子双贝塔实验需要极低的本底
 - 主要本底来源于Bi214和TI208的高能gamma
 - 单纯通过能量很难进行区分
 - PandaX-III的TPC基于Strip XY 读出
 - 能够直接得到径迹的XZ及YZ的快照信息



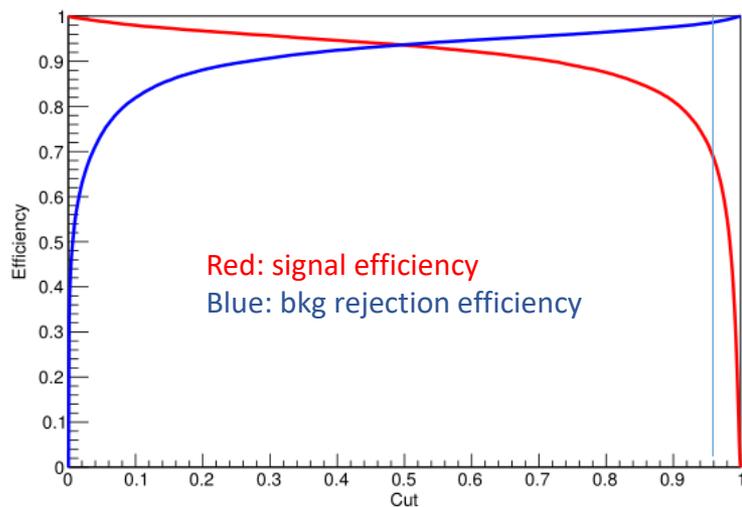
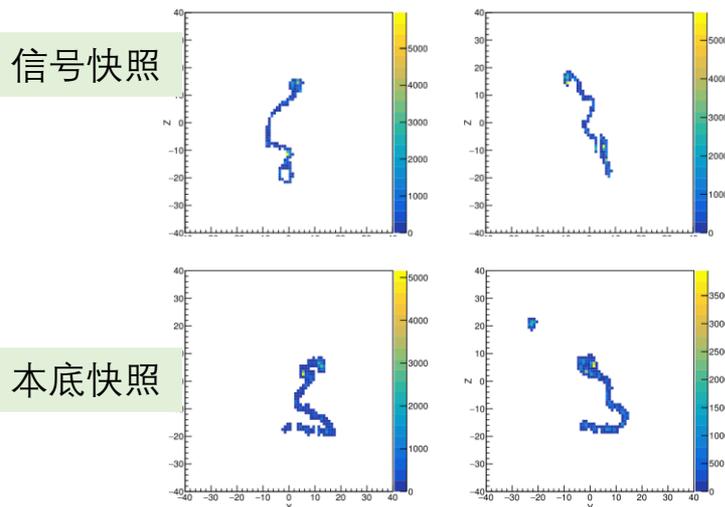
signal



background

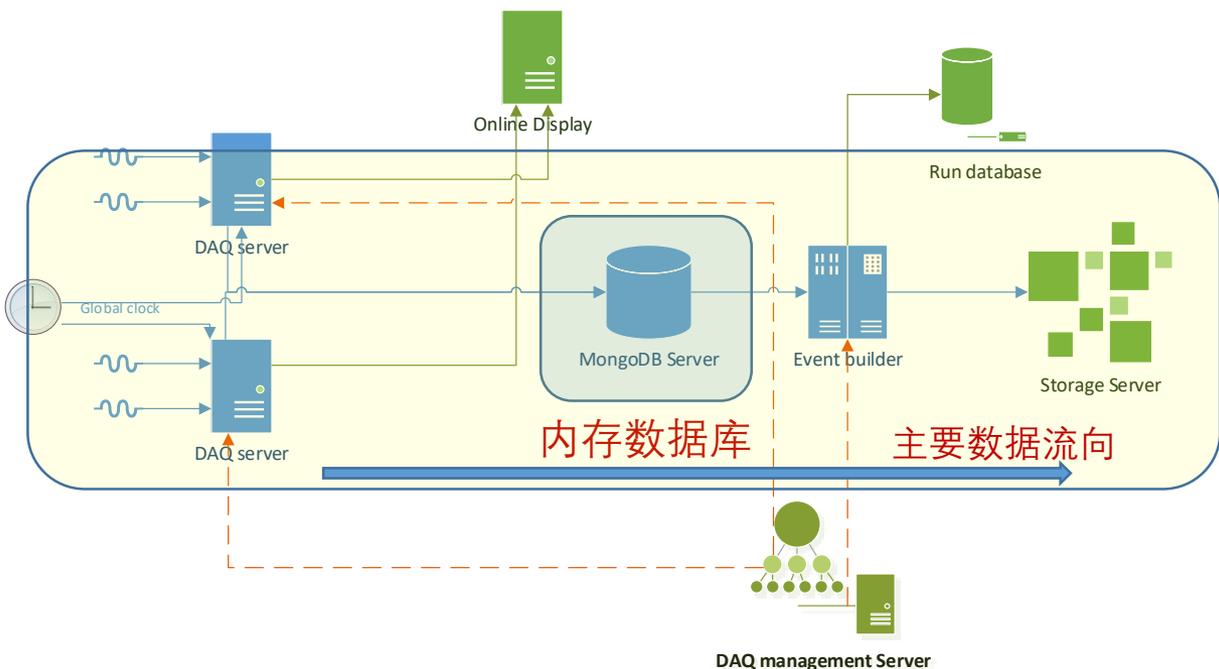
2017工作 - PandaX-III本底信号区分

- 指导北大硕士生乔颢共同完成了利用深度卷积网络 (CNN) 对 PandaX-III中的本底和信号进行识别的工作
 - 模拟了电子在气体中的漂移和扩散
 - 模拟了读出平面上读出信号分布
 - 基于事例在TPC中XZ和YZ的快照信息
 - 构建了基于ResNet50的网络模型
 - 在保持和CDR中相同的信号效率情况下，能量窗口中的本底压低接近100倍！
- 论文初稿已完成，近期将上传到arXiv.



2017工作 - PandaX-xT DAQ

- PandaX-xT将面临着极大数据量带来的挑战
 - 低本底实验记录完整波形，减少触发带来的数据损失
 - 多通道数据带来的大数据量 - 进行刻度时的数据量可达50TB/天
 - 需要及时的数据重建和在线数据质量分析



我设计了PandaX-xT软件框架的基本结构：

- 多台服务同时读取不同硬件数据
- 数据存入内存数据库
- 专用事例构建程序从内存数据库取出数据进行组装，组成最终数据存入硬盘
- 目前已完成关键技术验证，正在进行开发

2017工作 - PandaX-xT 数据重建

- 大数据量对数据重建提出了挑战
- 我们基于自行设计的I/O库（与root无关）构建数据模型和重建程序
- 利用PandaX-II数据基准测试表明，使用新I/O库，同样算法的运行速度提高30%至100% → 保证数据能够及时得到处理！
- 目前正在进行重建算法的移植和程序开发。

 [pandax-experiments / bamboo-shoot3](#)
forked from [revive/bamboo-shoot3](#)

I/O库已在GitHub上开源！

2017统计

- 主要论文 (3)
 - **Current status of direct dark matter detection experiments**, Nature Phys. 13(2017) no.3, 212-216
 - **Dark Matter Results From 54-Ton-Day Exposure of PandaX-II Experiment**, Phys. Rev. Lett. 119, 181302 (2017)
 - **Exploring the dark matter inelastic frontier with 79.6 days of PandaX-II data**, Phys. Rev. D 96, 102007 (2017)
- 会议报告 (2)
 - Results of the PandaX-II Experiment, XeSAT2017, Khon Kaen, Thailand, Apr 4, 2017
 - Recent results from PandaX-II, 1st BNU dark matter workshop, Beijing, Nov 24-26, 2017
- 基金
 - PandaX-II暗物质实验中的中子本底研究, NSFC青年基金, 主持, 20万, 2016-2018
 - PandaX-III TPC原型研究,上海交大,主持, 15万,2015 - 2017
 - 参与基金委重点项目及科技部重点研发专项

2018工作计划

- 重点开发PandaX-4T的DAQ和数据重建相关软件，保证PandaX-4T实验的测试进度
- 运用PandaX-II的数据进行更多物理目标的研究
- 组织开展PandaX-4T的光子产生细节模拟及信号模拟等，以更好的理解探测到的信号特征
- 发表关于PandaX模拟软件和自制I/O库相关的技术论文
- 研究利用深度学习技术处理暗物质实验中的信号分类及本底过滤问题

感谢各位老师的帮助和关注！