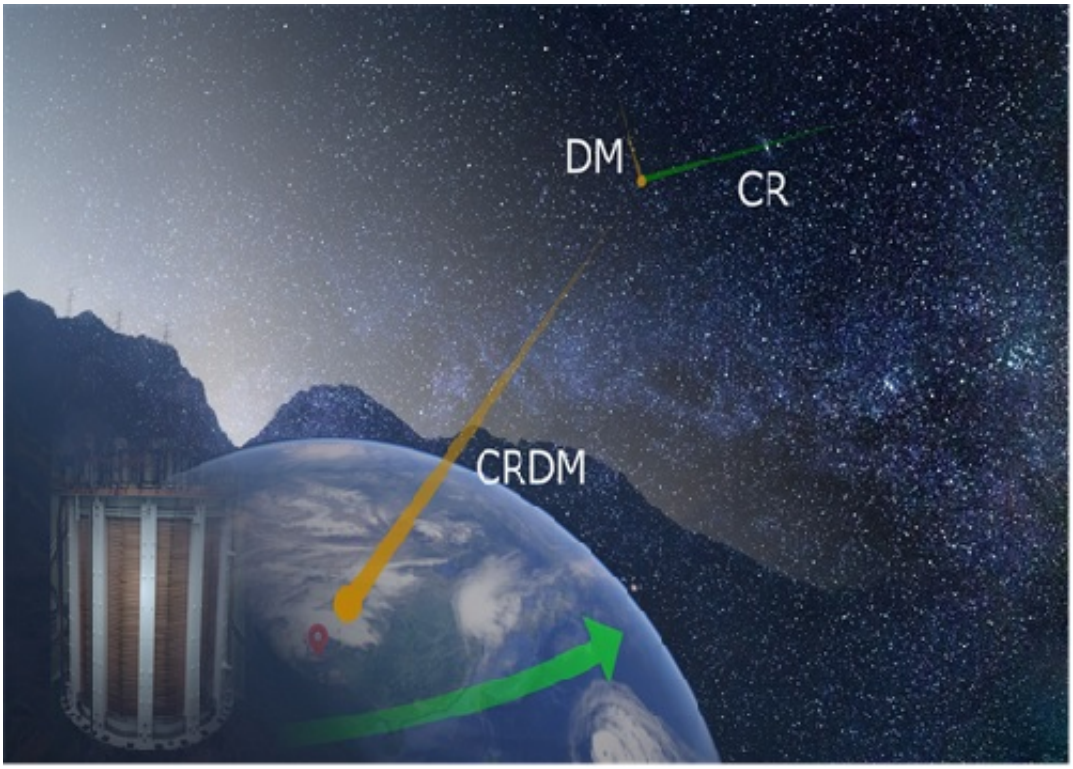
中国学者首次完成对宇宙线加速暗物质全链条研究

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/18186.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

中国学者首次完成对宇宙线加速暗物质全链条研究。近日，上海交通大学牵头的PandaX实验（熊猫实验）合作组在《物理评论快报》以编辑推荐论文形式，发表了PandaX-II二期实验寻找宇宙线加速轻暗物质的结果。这是首次由暗物质直接探测实验开展数据分析寻找这一信号，也是PandaX实验组首次同国内理论学者合作完成从唯象理论提出到实验探测的全链条研究。



宇宙线（CR）加速的轻暗物质（DM） 受访者供图

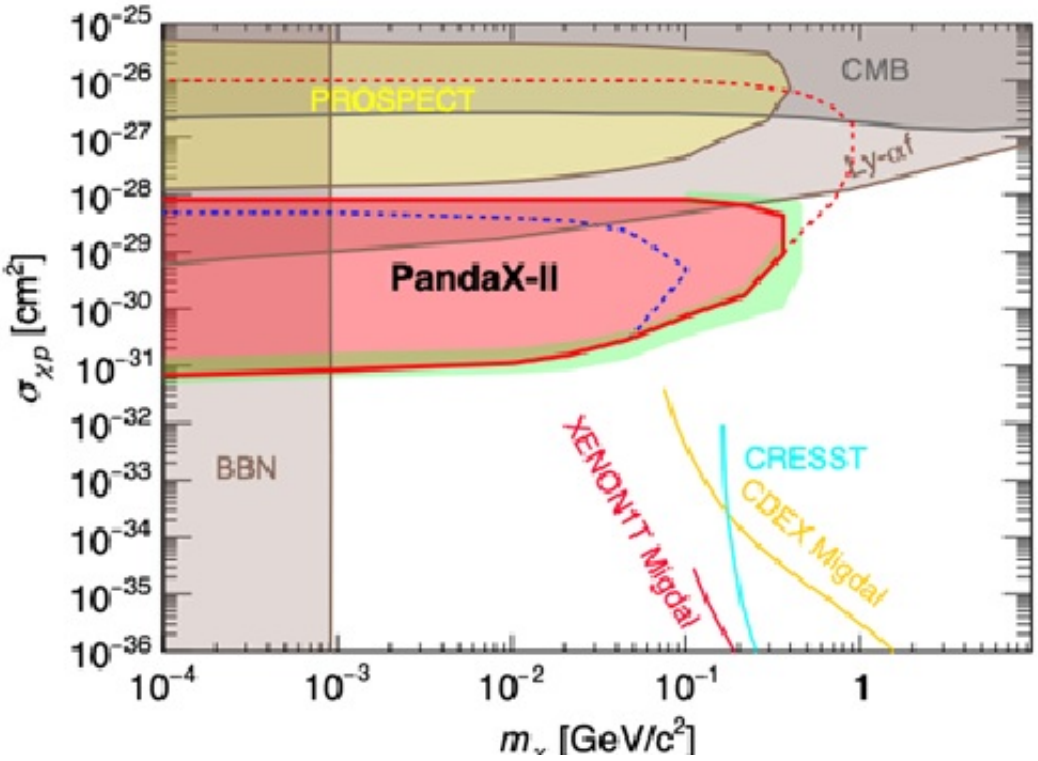
该研究采用的信号探针，由上海交通大学李政道学者葛韶锋、中科院紫金山天文台研究员袁强和上海交通大学物理与天文学院副教授周宁、上海交通大学物理与天文学院教授刘江来在另一篇合作文章中提出的：来自银河系宇宙线加速的轻暗物质，由于地球自转和屏蔽效应导致的恒星日周

期性调制特征。

近年来，对质量在GeV/c2以下的轻暗物质的研究备受关注，但由于质量过轻，产生的核反冲信号的能量过低，不能被探测器捕捉。然而，只要暗物质和原子核有相互作用，就一定有小部分的轻暗物质被宇宙线中的高能质子和氦核碰撞加速，从而获得足够高的动能，在探测器中产生可观测的信号。

由于暗物质和宇宙线的分布不均匀，被加速的轻暗物质呈各向异性分布，以银河系中心方向流量最高。高速轻暗物质穿过地球时和岩石原子核碰撞散射，会损失动能并发生角度偏转。由于地球在不停的自转，暗物质到达探测器穿越的岩层净厚度从2.4公里（锦屏地下实验室的埋深）到1万多公里（地球的直径）周期变化，从而在探测器中形成一种特有的恒星日周期性调制信号。该探针同传统暗物质直接探测均仅仅依赖于暗物质和核子的相互作用，因此模型依赖性低，结果具有很强的普适性。

PandaX实验组针对这个新型的恒星日调制信号，对暗物质穿过岩石进入锦屏地下实验室的过程做了细致的蒙特卡洛模拟，完整包含了核形状因子和角度偏转的效应，并且考虑了弹性散射过程的适用范围，最终得到了可靠的地球屏蔽效应。实验组提取了PandaX-II二期580公斤液氙探测实验400天全部曝光数据的恒星时信息，对相应的原子核反冲信号区，利用数率和能谱随着恒星时的分布，对宇宙线加速轻暗物质展开了细致搜寻。



实验组对小质量暗物质给出严格限制 受访者供图

得益于PandaX实验的低放射性本底和大曝光量，实验组对轻暗物质给出了严格的限制。研究结果表明，PandaX液氙直接探测实验可以覆盖GeV/c2质量以下前所未及的很大参数空间，排除了暗物质—核子在10-31cm2和10-28cm2三个数量级的散射截面。

这是第一个由暗物质直接探测实验组采用宇宙线加速暗物质手段给出的限制，超越了宇宙学和天文观测对轻暗物质的限制。该实验文章通讯作者之一周宁对《中国科学报》说，目前新一代PandaX-4T四吨级液氙探测实验正在紧张取数中，具有更低的本底水平和更高的探测灵敏度，将进一步扫描轻暗物质的参数空间。（来源：中国科学报 张双虎 黄辛）

相关论文信息：

https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.128.171801

https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.091804

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：周宁等 来源：《物理评论快报》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发