



2017年度工作总结汇报

符长波

上海交通大学

PandaX 合作组



2017工作内容

- PandaX项目 (“低本底控制”分项目负责人)
 - Kr/Xe 本底：测量与控制
 - Rn 放射性本底：测量与控制
 - PandaX的Axion道分析（分析负责人）
- 新长程相互作用研究（beyond Standard Model)
- 激光核物理（项目负责人）



放射性本底控制 简介

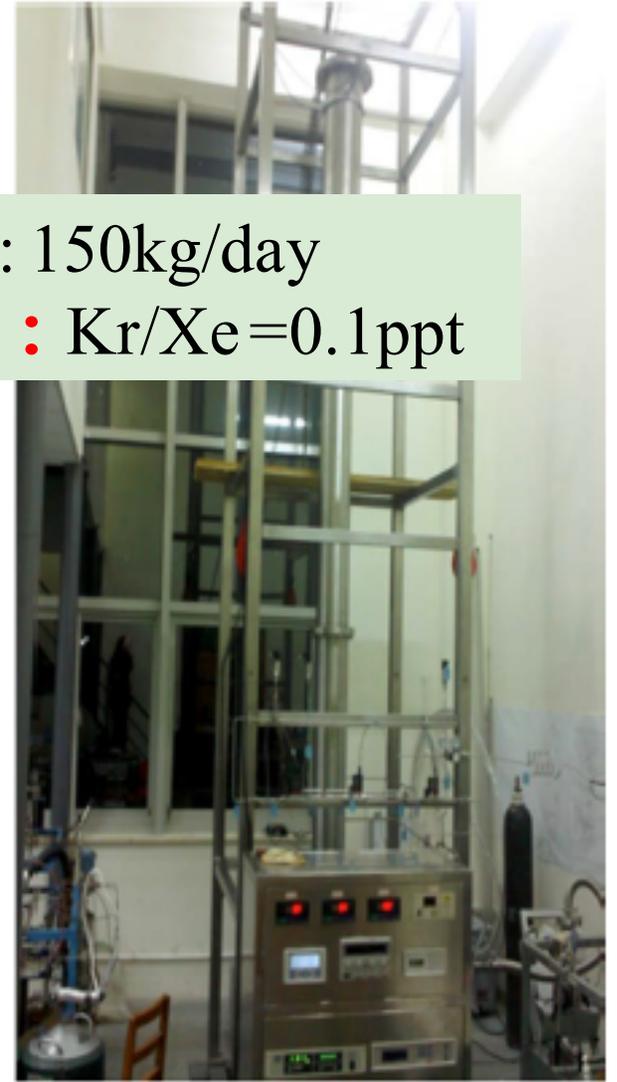
- 放射性本底水平是超低截面实验成败关键性因素之一。
- 放射性本底控制的基本问题
 - 怎样**测量**超低水平的放射性
 - 怎样**去除**放射性杂质，到达超低本底
- 每种放射性核素处理技术的独特性
 - 具体物理目标（能量、射线种类 $\alpha\beta\gamma$ ）
 - 目标放射性核素的化学性质，天然丰度，制造工艺...
 - U; Th; Rn; K; Kr...
 - 测量方法：**HPGe**; **Kr, Rn**; **ICP-MS**; **α 表面污染测量...**
 - 去除方法：**化学反应**、**精馏**、**电泳...**



Xe/Kr精馏塔和测量系统

- ^{85}Kr , β 放射性, 是重要的电子本底
- Kr为惰性气体, 化学方法无法去除
- 精馏能力: $\sim 50\text{kg/day}$
- 精馏效果: $\text{Kr/Xe} = 6.6\text{ppt}$

- 新精馏能力: 150kg/day
- 新精馏效果: $\text{Kr/Xe} = 0.1\text{ppt}$

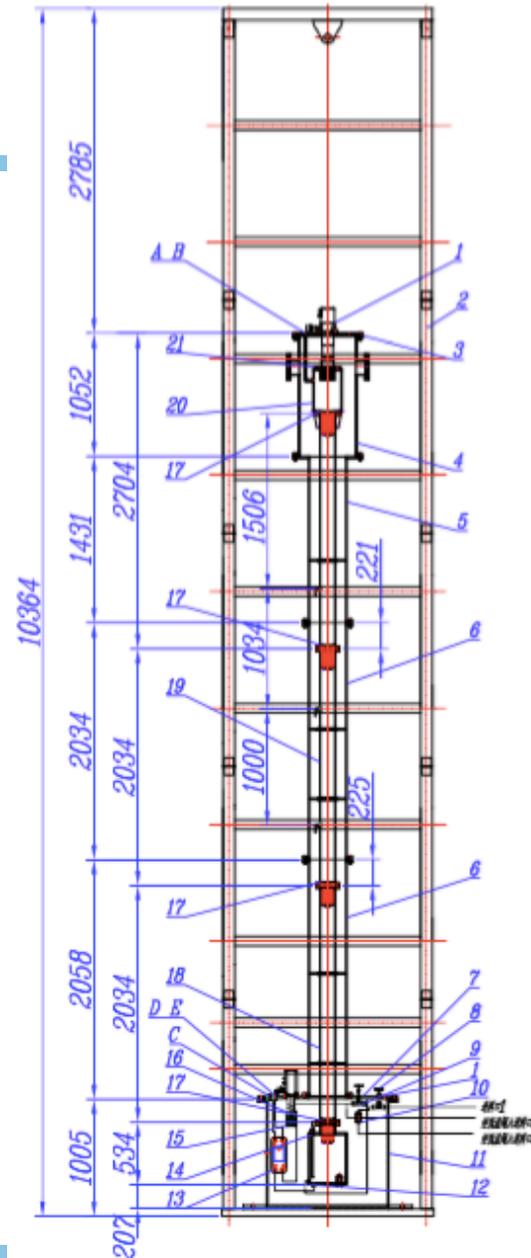


Item	Run 9 (mDRU)	Run 10 (mDRU)
^{85}Kr	1.19 ± 0.20	0.20 ± 0.07
^{127}Xe	0.42 ± 0.10	0.021 ± 0.005
^3H	0	0.27 ± 0.08
^{222}Rn	0.13 ± 0.07	0.12 ± 0.06
^{220}Rn	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.01
ER (material)	0.20 ± 0.10	0.20 ± 0.10
Solar ν	0.01	0.01
^{136}Xe	0.0022	0.0022
Total	1.96 ± 0.25	0.79 ± 0.16



新精馏塔

- 精馏能力：150kg/day
- 精馏效果：0.1ppt
- 安全性
- 自动化
- ...



- 备注
1. 塔体材料：塔体材料 4 种规格：Φ500×6/1000、Φ325×4×1400、Φ325×4×2000、Φ1050×8/900、Φ10133×4×2000
 2. 塔盘材料：塔盘
 3. 塔盘规格：塔盘
 4. 塔盘尺寸：塔盘尺寸规格为 Φ1500、2500、3500

序	材料	规格	数量	备注
1	塔体	Φ500×6	1	塔体-50002-B-30
2	塔体	Φ1000	1	塔体-50002-B-150
3	塔体	Φ325×4	1	塔体-50002-B-150
4	塔体	Φ1050×8	1	塔体-50002-B-150
5	塔盘	Φ1500	1	塔盘-1500
6	塔盘	Φ2500	1	塔盘-2500
7	塔盘	Φ3500	1	塔盘-3500
8	塔盘	Φ1500	1	塔盘-1500
9	塔盘	Φ2500	1	塔盘-2500
10	塔盘	Φ3500	1	塔盘-3500
11	塔盘	Φ1500	1	塔盘-1500
12	塔盘	Φ2500	1	塔盘-2500
13	塔盘	Φ3500	1	塔盘-3500
14	塔盘	Φ1500	1	塔盘-1500
15	塔盘	Φ2500	1	塔盘-2500
16	塔盘	Φ3500	1	塔盘-3500
17	塔盘	Φ1500	1	塔盘-1500
18	塔盘	Φ2500	1	塔盘-2500
19	塔盘	Φ3500	1	塔盘-3500
20	塔盘	Φ1500	1	塔盘-1500
21	塔盘	Φ2500	1	塔盘-2500



Rn放射性本底控制简述

难点：

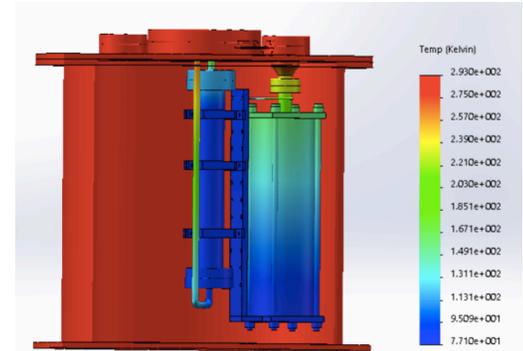
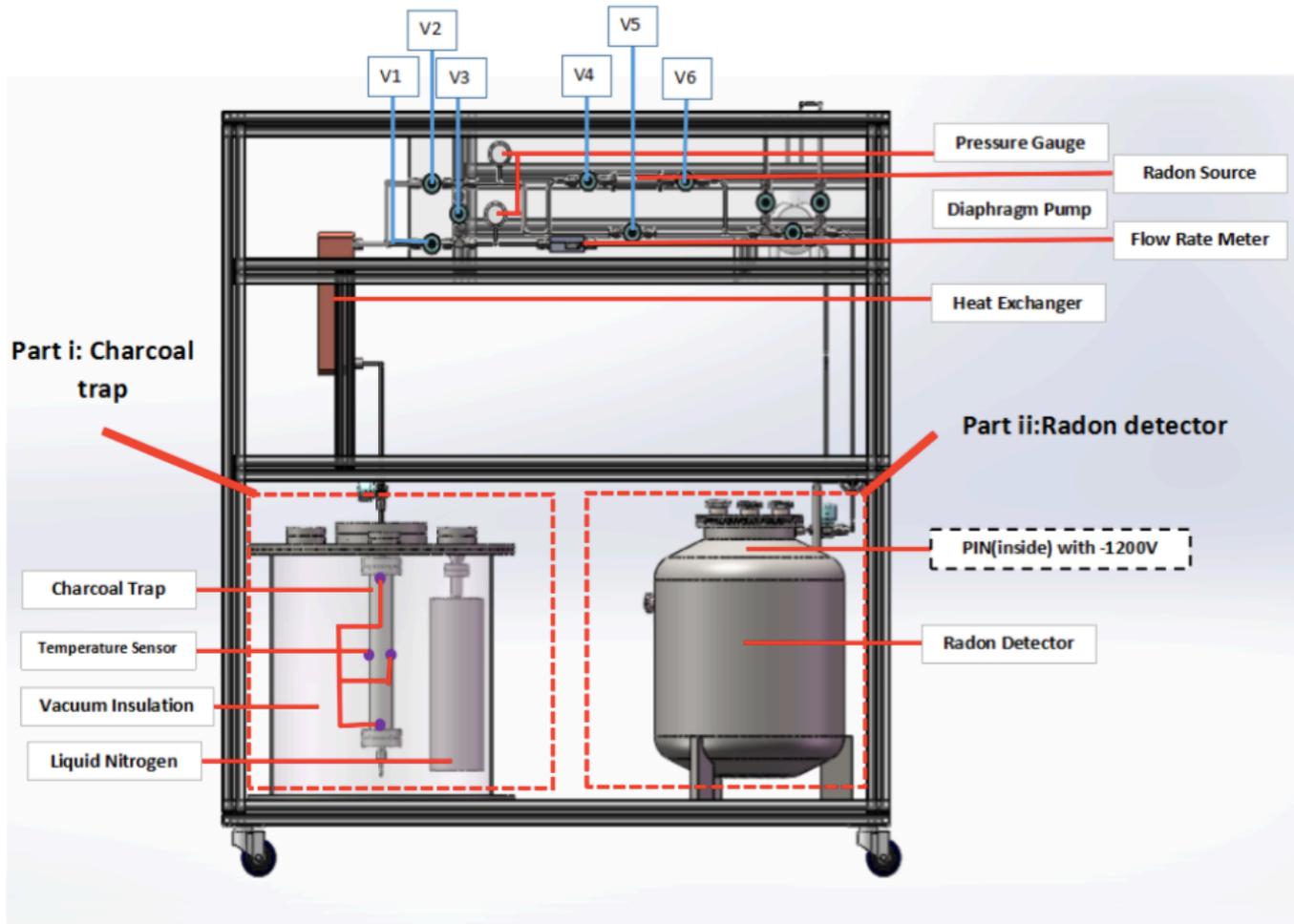
- 氦气为惰性气体，大范围迁移
- 氡气为惰性气体，化学去除困难
- 固体、气体、液体手段不同
- “超低”含量要求

重点：

- 测量
- 物理拦截
 - 活性炭吸附法
 - 电场漂移法
 - 膜渗透法（水中Rn）
 - 化学去除（ RnF_2 ）



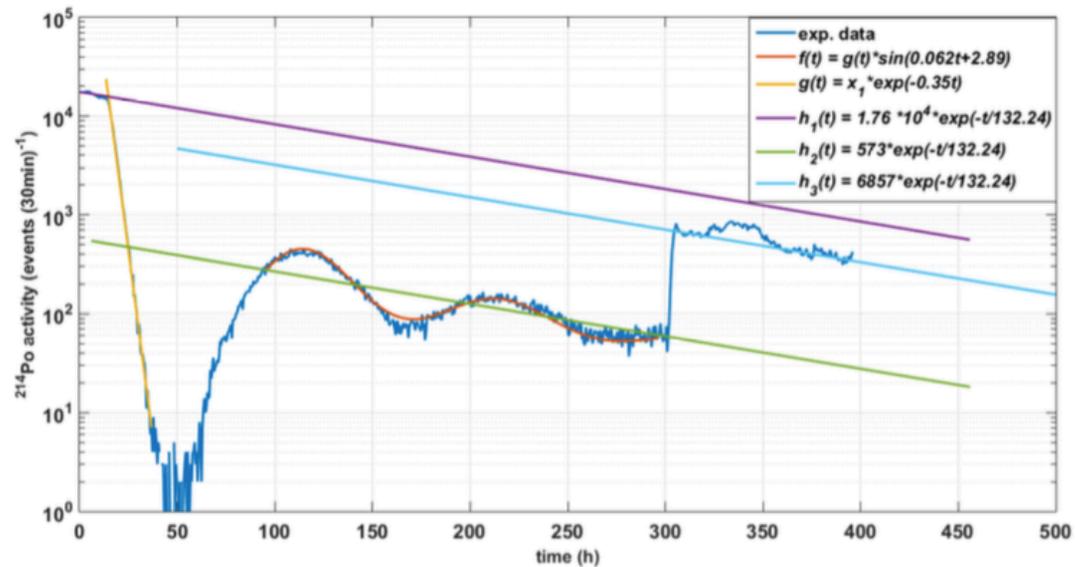
氡气测量与吸附去除装置





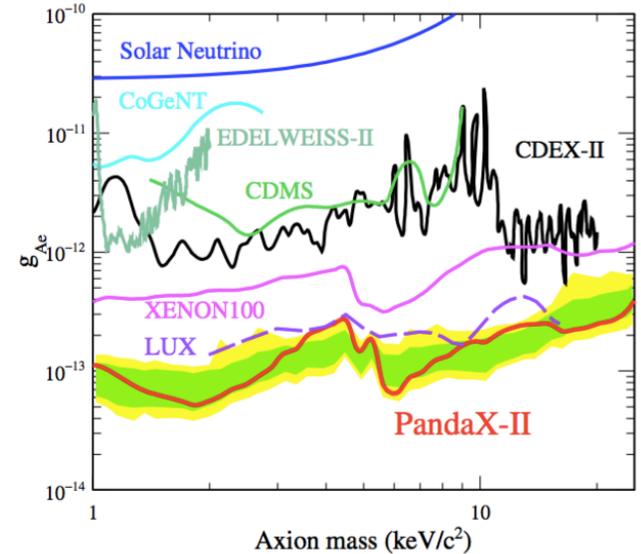
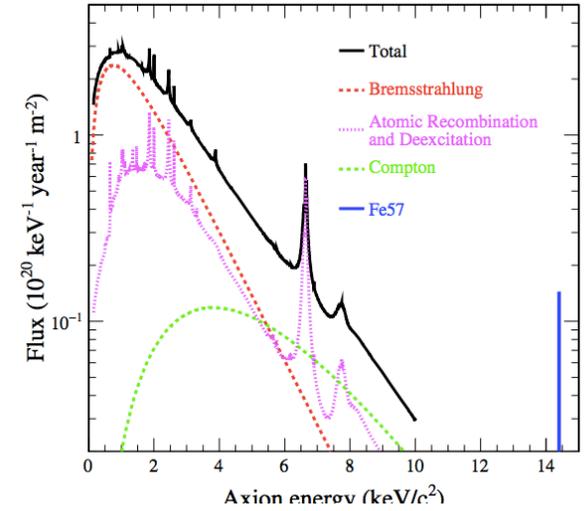
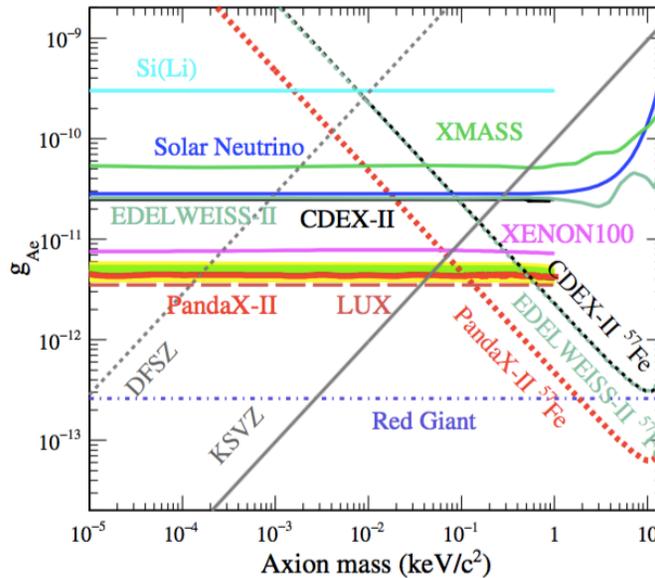
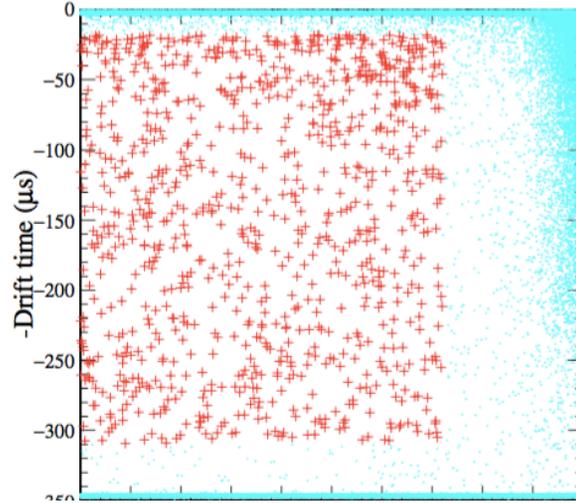
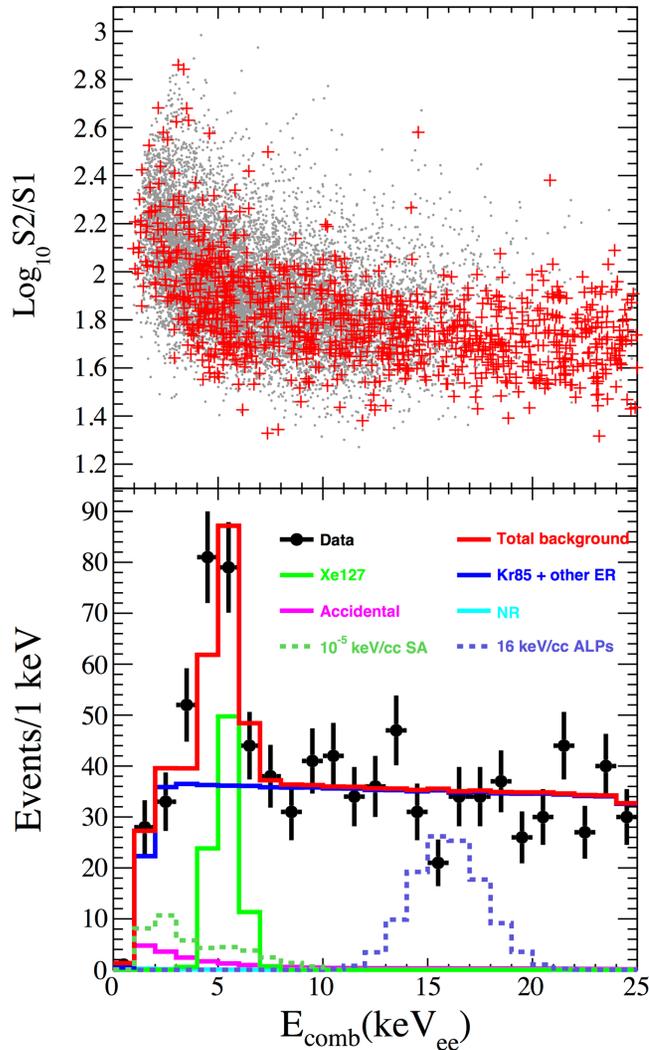
Rn气去除与测量效果

- 测量精度： $\sim 3\text{mBq}/\text{m}^3$
- 吸附能力：30.7倍 ($\sim 1\text{kg}$ 原型机@-30C)





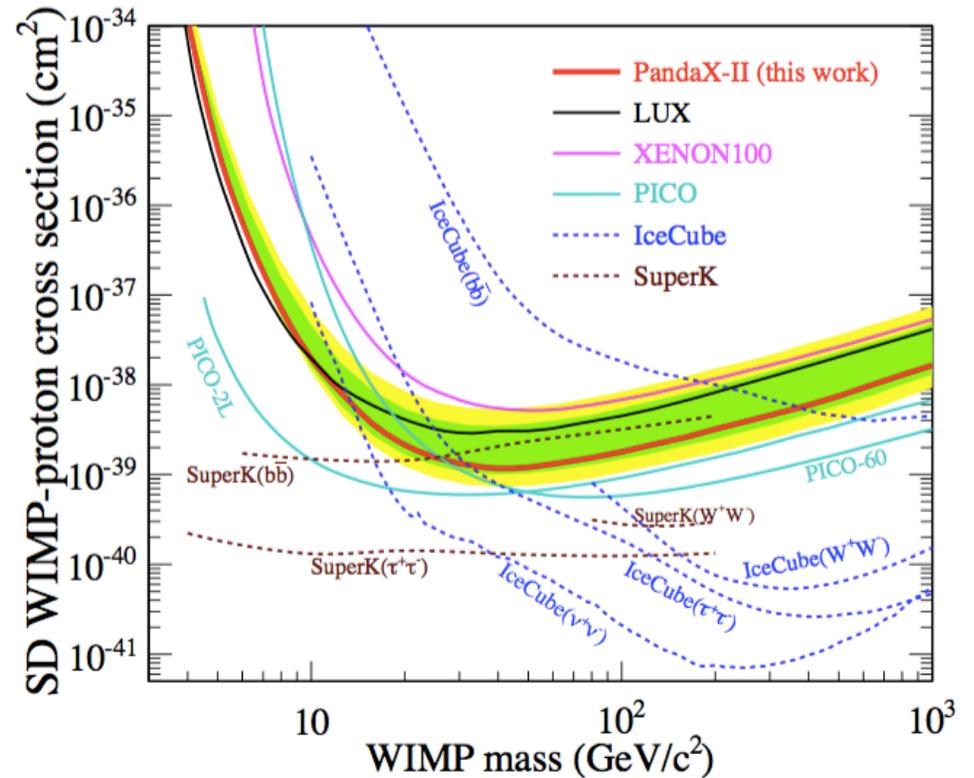
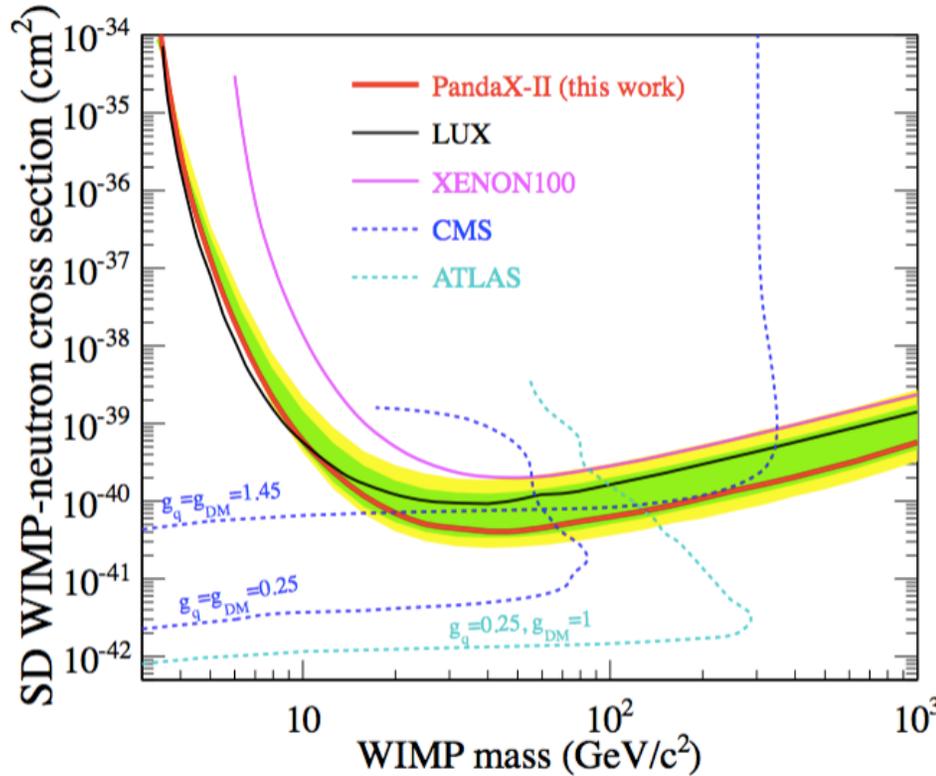
Axion 数据分析



PRL 119, 181806 (2017)



WIMPs (Spin-dep.)

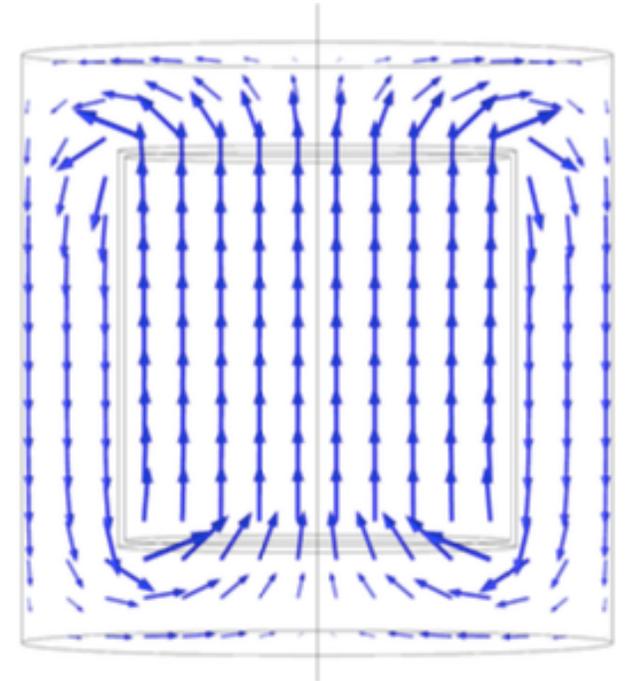
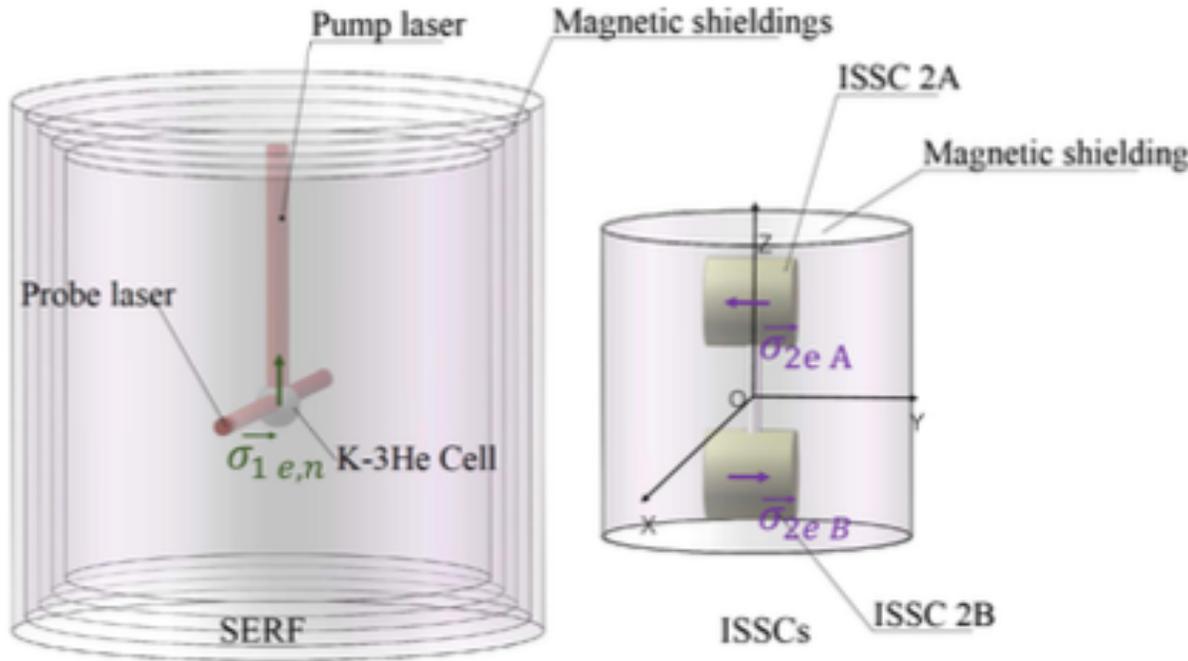


Phys. Rev. Lett. 118, 071301 (2017)



新相互作用寻找

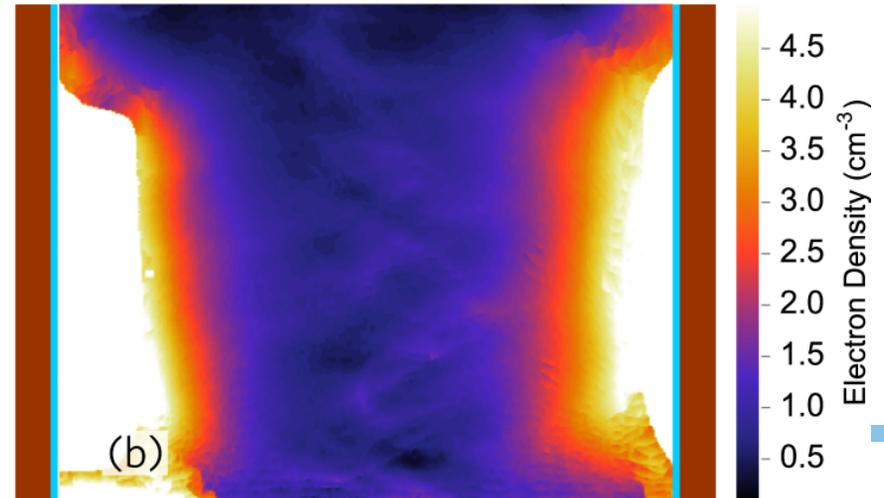
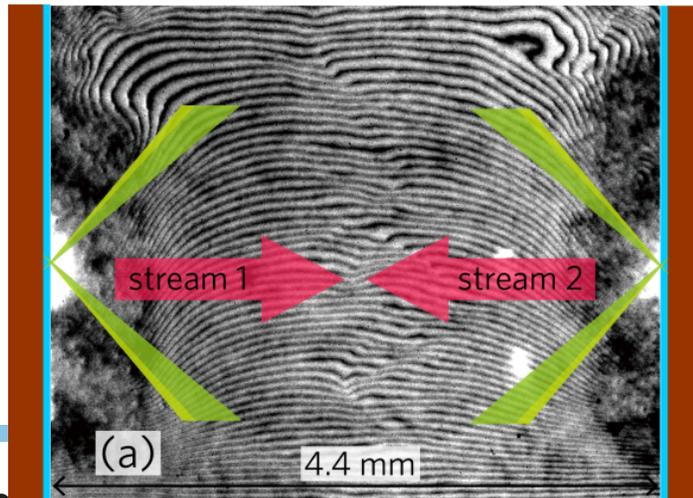
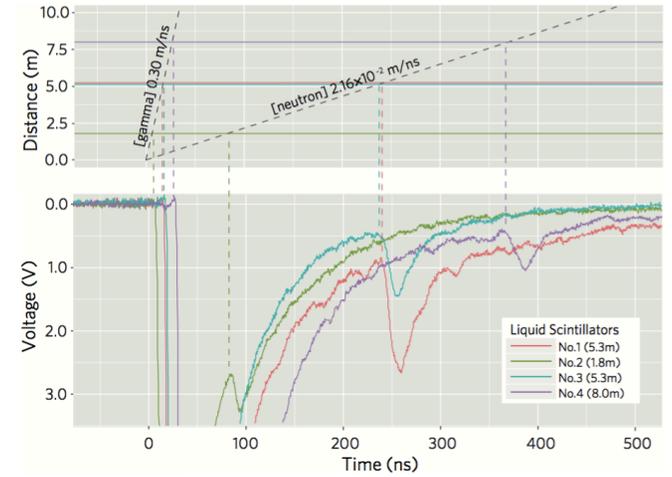
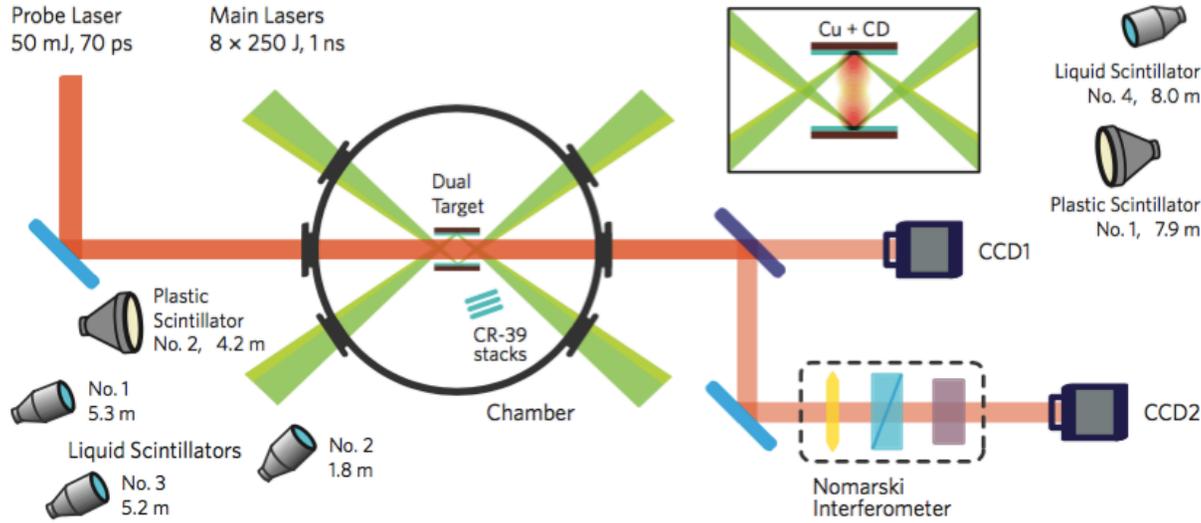
- SERF+Iron-shield SmCo5



PHYSICAL REVIEW D 95, 075014 (2017)



激光诱发核反应研究





发表文章

刊物		主要贡献
PRL.118 (2017) 071301	第一作者	PandaX: Kr的去除
PRL.119 (2017) 181806	第一作者	PandaX: Kr去除/Axion数据分析
PRL.119.181302	共同作者	PandaX: Kr的去除
PRC.96(2017)055801	通信作者	项目负责人 (PI) (激光核物理)
PRD.95(2017)075014	通信作者	项目负责人 (PI) (超标准模型)
PRD96 (2017) 102007	共同作者	PandaX: Kr的去除



小结

- 在暗物质、激光核物理、新相互作用寻找方面做出一定贡献
- 发表PRL3篇（其中两篇第一作者）；
PRC,PRD3篇（其中两篇为通信作者）。