

中子测量有机闪烁体研究



俞伯祥 凌鑫 赵桁
邮箱: yubx@ihep.ac.cn 电话: 13521571990 (微信)
中国科学院高能物理研究所

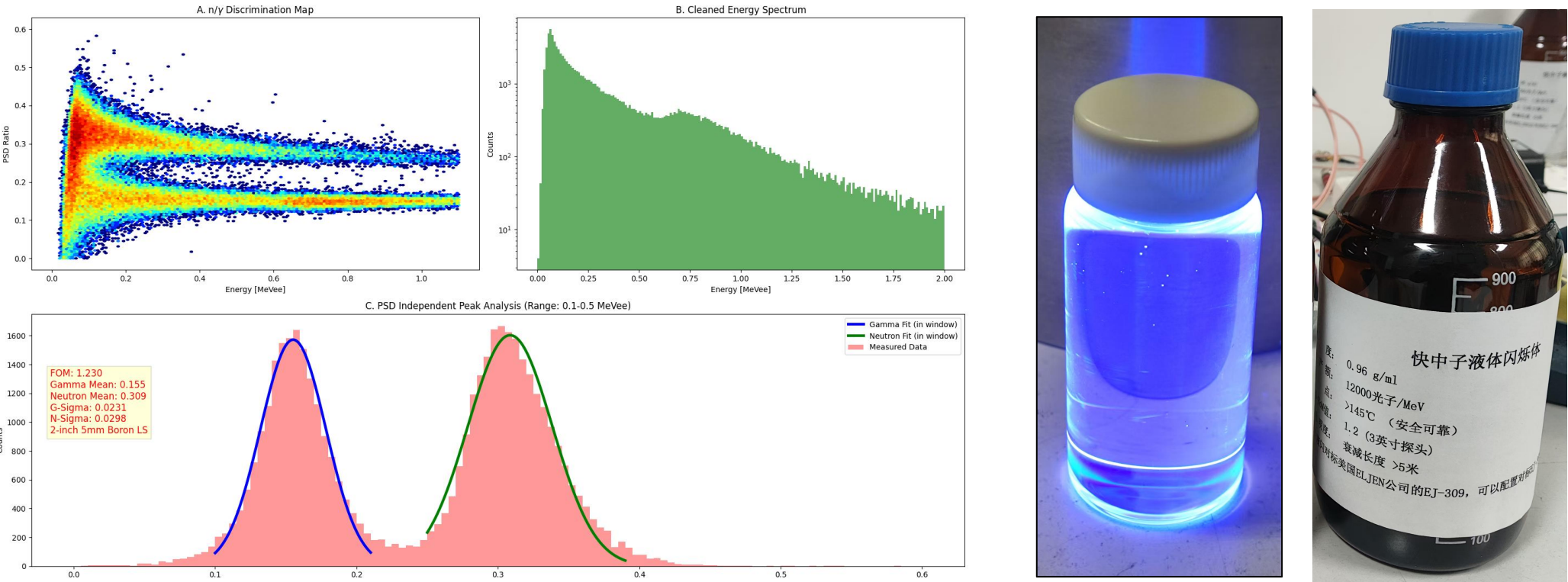
有机中子闪烁体介绍（液闪闪烁体、塑料闪烁体）

在核设施监测、聚变诊断、核安保与高能物理实验中，中子场常伴随强 γ 本底，中子/ γ 甄别（PSD）是中子精确测量的关键技术。液体闪烁体PSD性能优异，应用广泛。塑料闪烁体机械性能好、可做大尺寸，PSD能力稍微差一点，在机械要求高的场景中应用较多。开展两类闪烁体研究，对突破材料瓶颈、实现国产化、满足复杂辐射场测量需求具有现实意义。

国际上，中子液体闪烁体以Eljen公司EJ-301、EJ-309为代表，EJ-309高闪点版本已广泛用于快中子测量，掺硼EJ-309B可同时响应快中子与热中子，在各国实验室得到应用。塑料闪烁体自2012年实现PSD性能突破后，Eljen推出EJ-299系列PSD塑料闪烁体，推动固态中子探测发展。

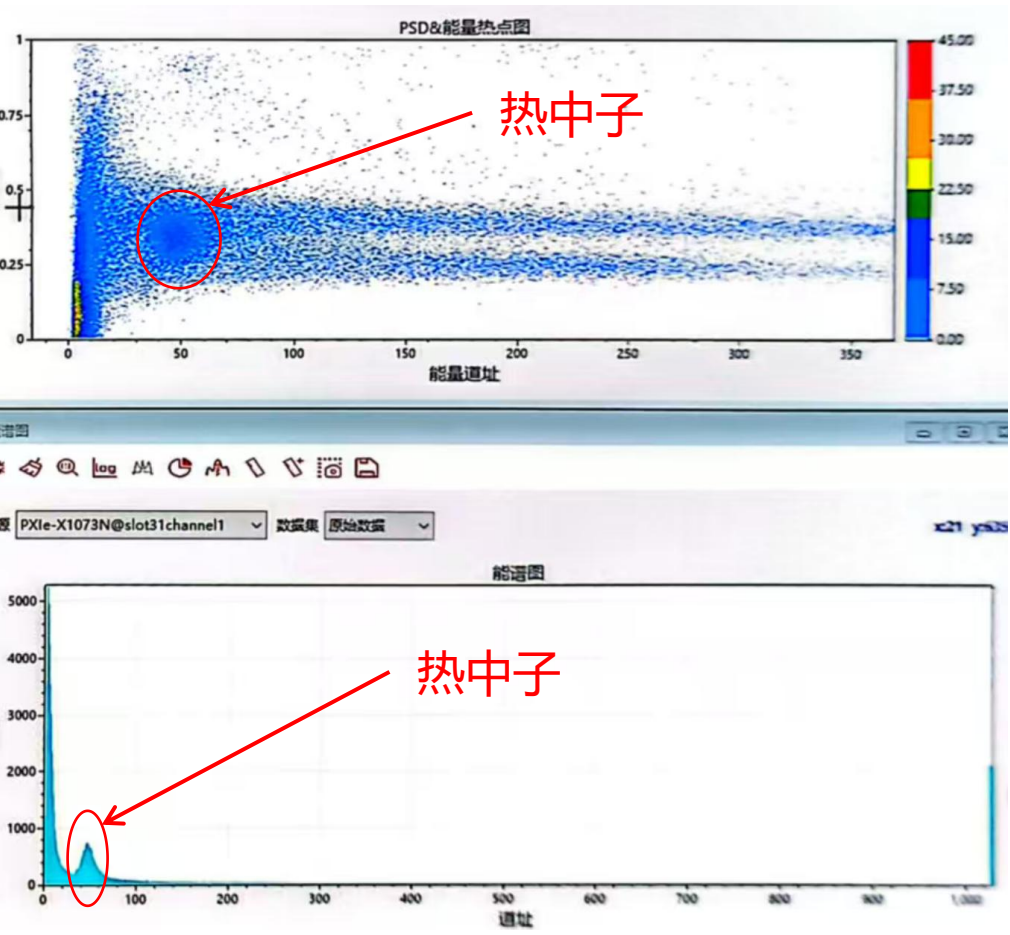
基于江门中微子实验液体闪烁体的研究基础，我们开展了测量中子的液体闪烁体/塑料闪烁体的研究。

通用快中子液体闪烁



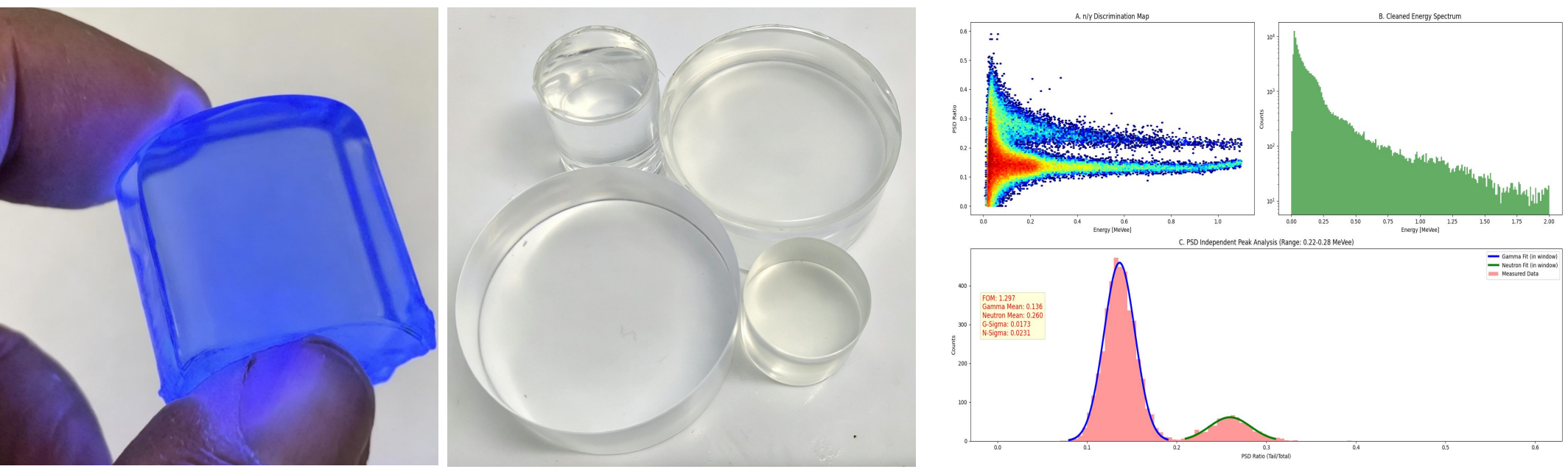
基于DIN的液体闪烁体具有良好的PSD能力，通过信号波形分析，能有效区分中子/ γ 的信号。目前，我们已经能配置出性能（包括光产额、FOM）对标于Eljen Technology公司的EJ-309的液闪。

掺硼快/热中子液闪研究



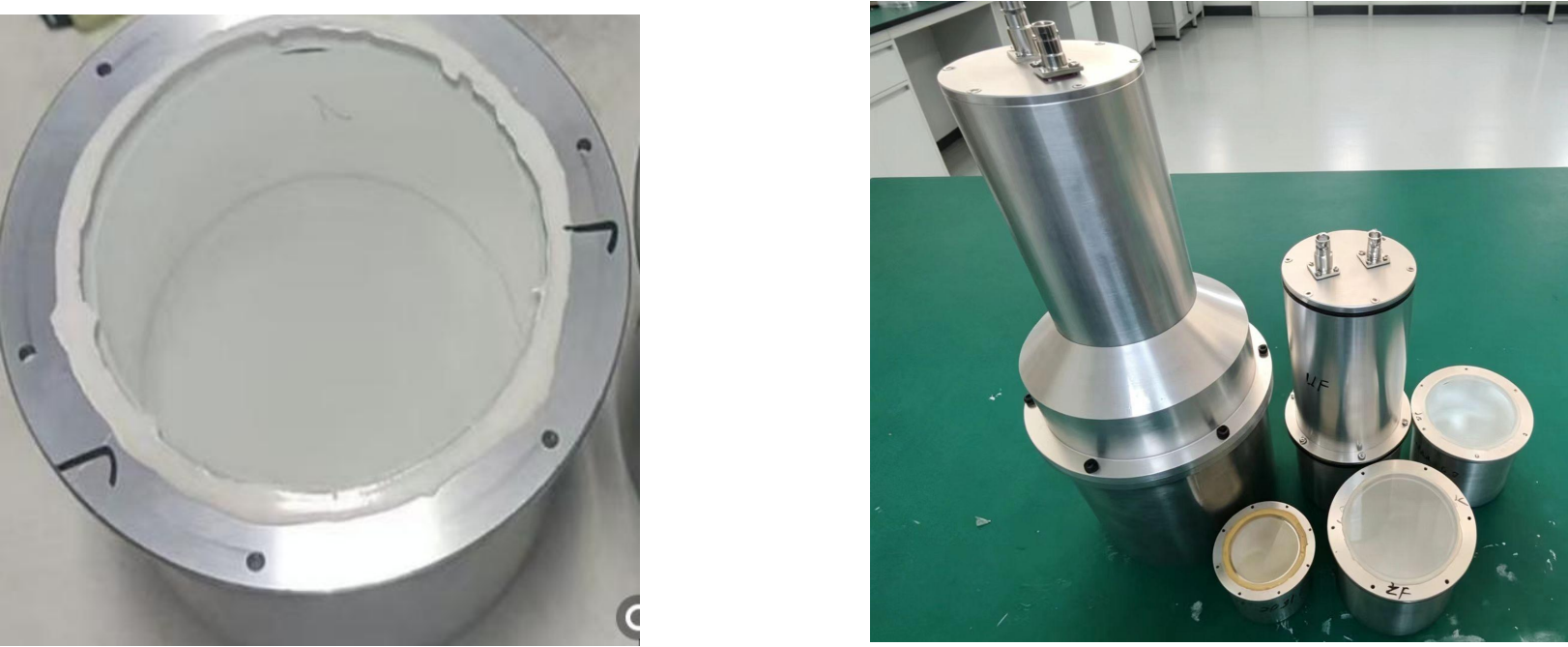
以研制成功的快中子液闪为研究基础，加入有较高溶解度的含硼材料，对标EJ309B，配置1 wt%，2 wt%，5 wt% 硼浓度液闪样品。左图测量结果显示可以很好的甄别热中子，快中子和 γ 射线。

快中子塑料闪烁体研究



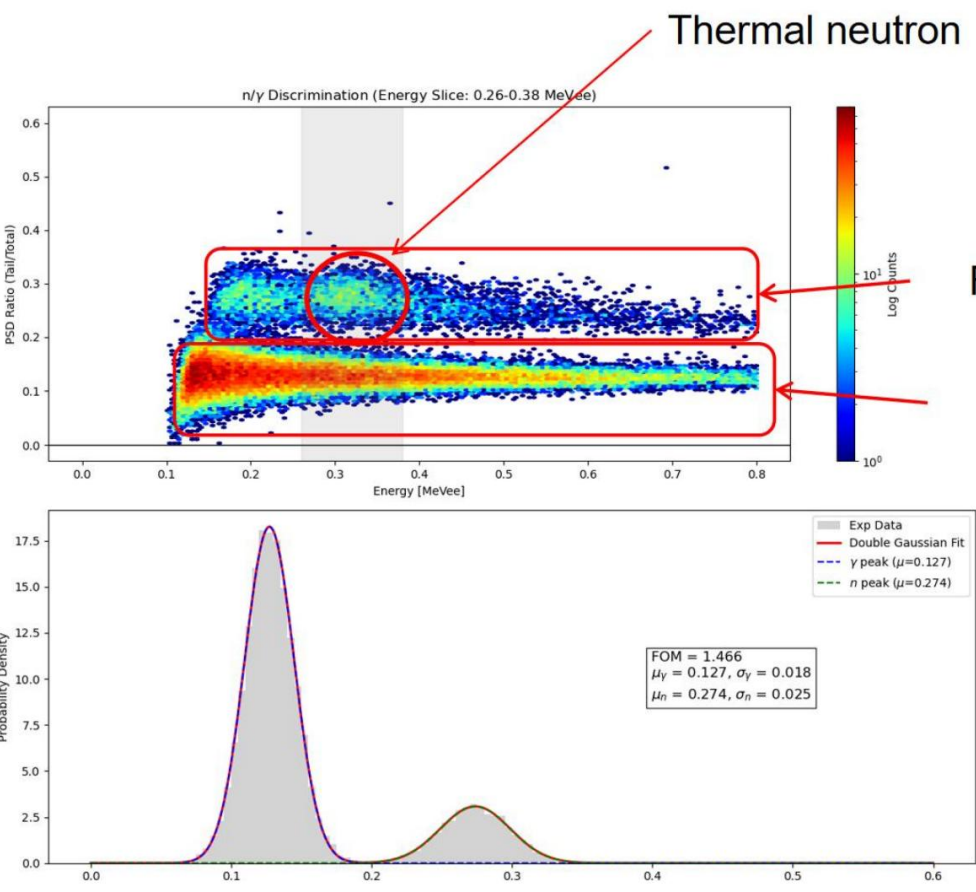
中子塑料闪烁体是通过聚合乙烷基甲苯得到的，一英寸快中子塑闪，FoM达到1.297（@250 keVee），光产额目前还没有跟EJ-276D进行对比。目前已经能实现1英寸和2英寸快中子塑料闪烁体探测器的制作。

液闪闪烁体的探头封装



目前，制作出不同尺寸的液体闪烁体探测器，包括1英寸、2英寸，3英寸及5英寸的探测器。通过毛细管工艺，实现液体闪烁体的无泡封装工艺研究（有泡封装，在应用中会影响探测器稳定性）。PSD性能与探测器尺寸相关。探测器尺寸越小，PSD性能越好，FOM值越大。

掺锂快/热中子液闪研究



以研制成功的快中子液闪为研究基础，加入Li-6纳米颗粒材料进入液闪中，得到了掺锂液闪。左图测量结果显示可以很好的甄别热中子，快中子和 γ 射线。在热中子峰位置FOM值达到了1.47。

中子液闪/塑料闪烁体探测器的应用

中子液闪和塑闪探测器已广泛用于多种中子测量。在核物理实验中，常用于中子飞行时间测量、能谱和角分布测量，以及中子/伽马甄别，是反应截面和裂变研究的重要工具。在核工程领域，可用于中子通量监测、辐射场表征和屏蔽实验。在核安保方面，已应用于特殊核材料探测、口岸辐射监测和便携式告警系统。此外，在空间辐射探测、石油测井、中子成像和医疗物理中也有实际应用。

同时，基于江门中微子实验的普通液体闪烁体，以塑料闪烁体十分之一的价格，适合大体量应用，在大科学装置中推广。