

天体rp过程中关键核反应 截面及共振态性质的研究

何建军

核天体物理研究组
中科院近代物理研究所

创新研究群体年度会议
2011年10月13日 厦门

主要内容

- 以往成果简介
- 近期实验简介
- 今后研究规划

以往成果简介

兰州实验

实验题目： $^{17}\text{F}+\text{p}$ 共振弹性散射

合作单位：

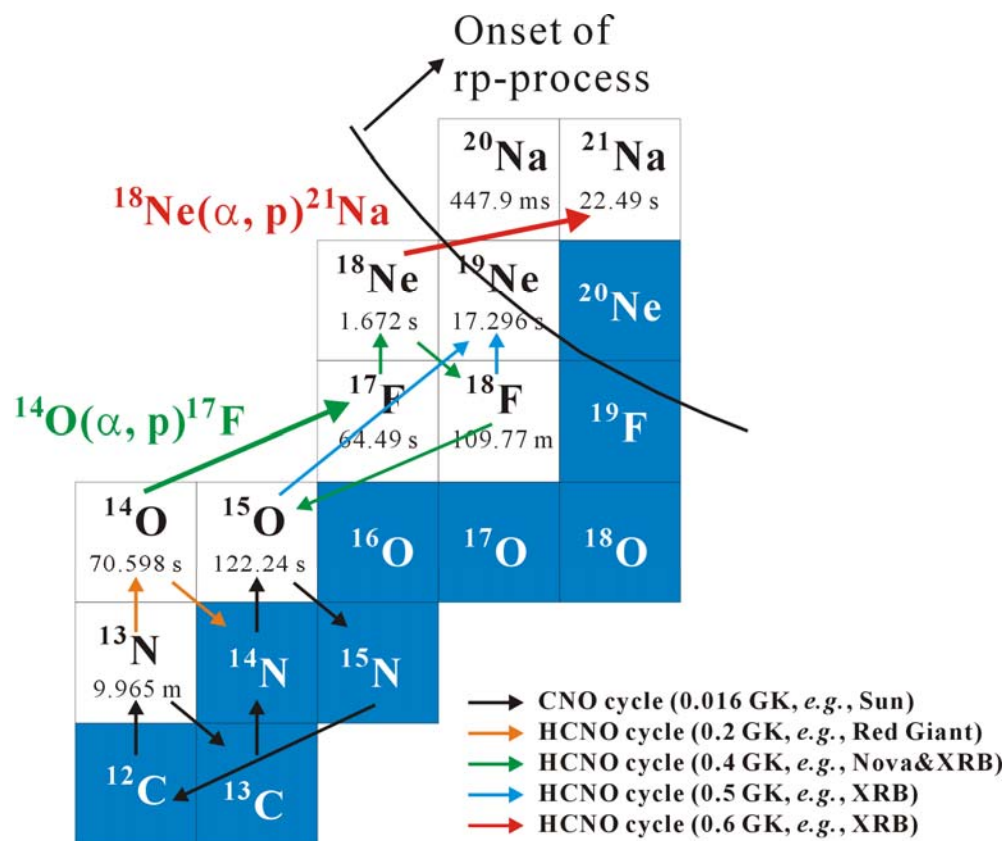
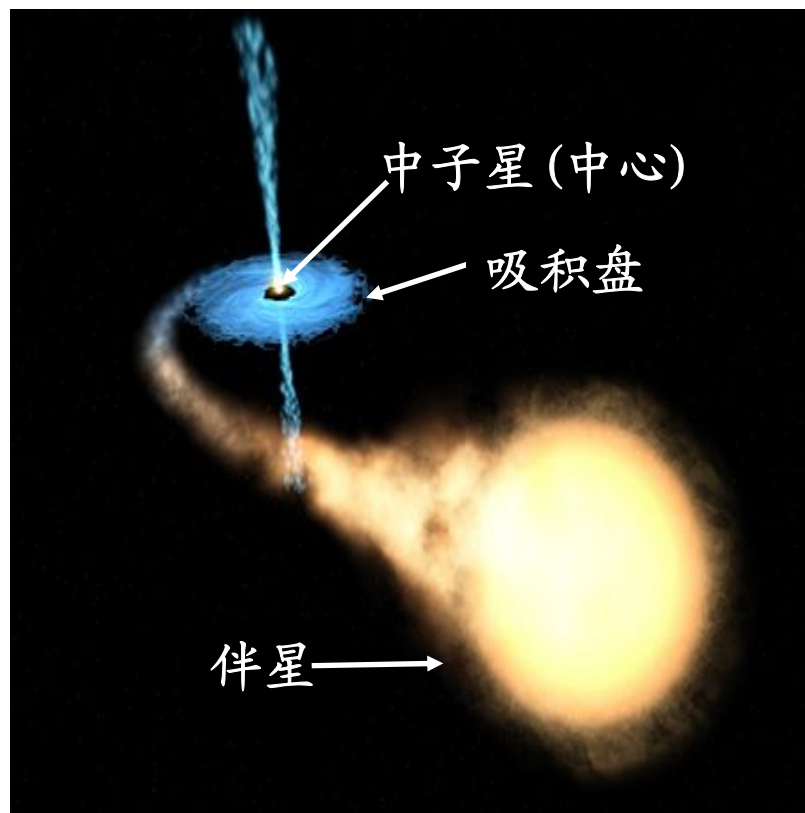
近物所，原子能院，上海应物所，北京大学

物理目标

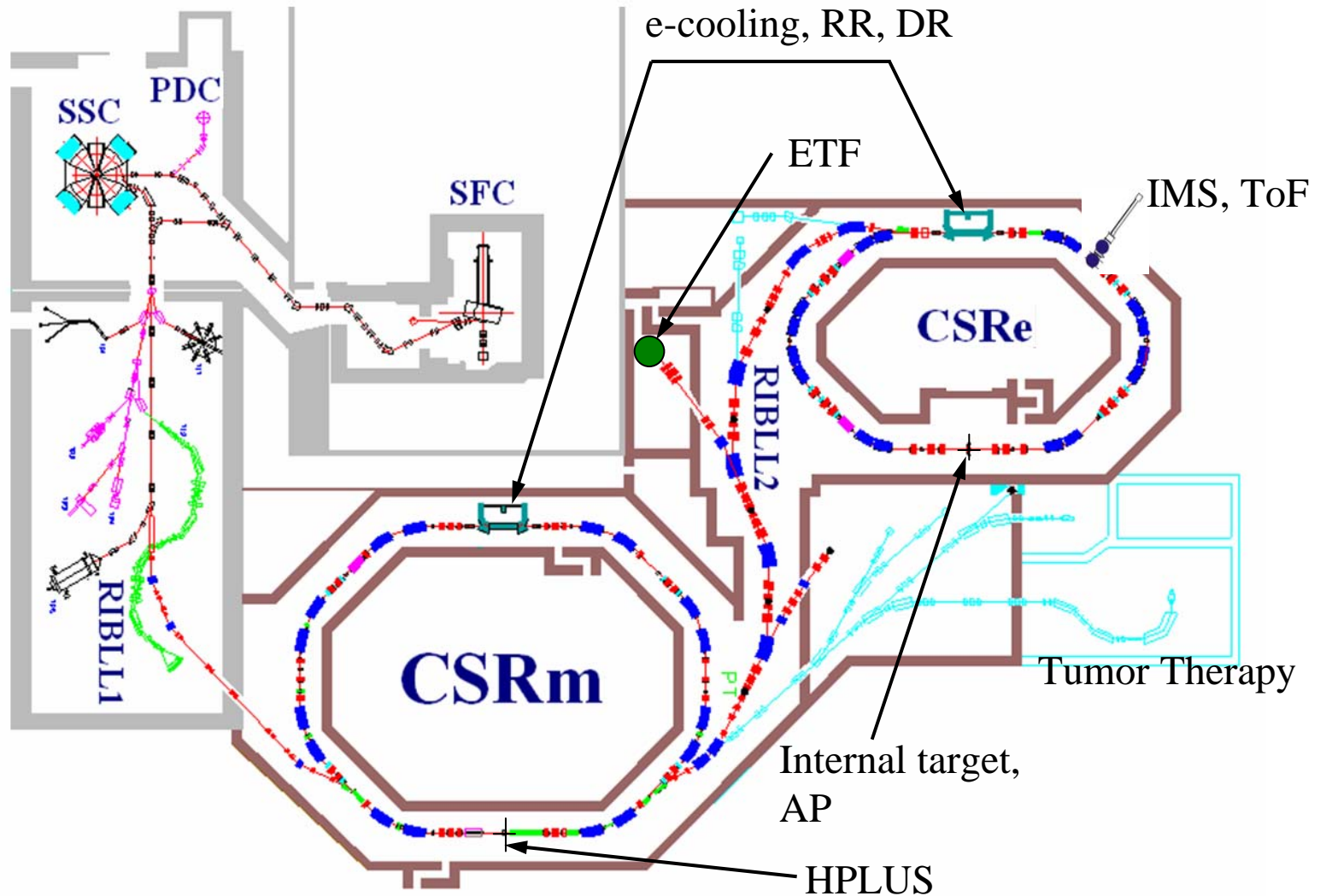
天体场所:
X射线暴

研究目标:

突破热CNO循环进入到rp过程的关键反应: $^{14}\text{O}(\alpha, p)^{17}\text{F}$



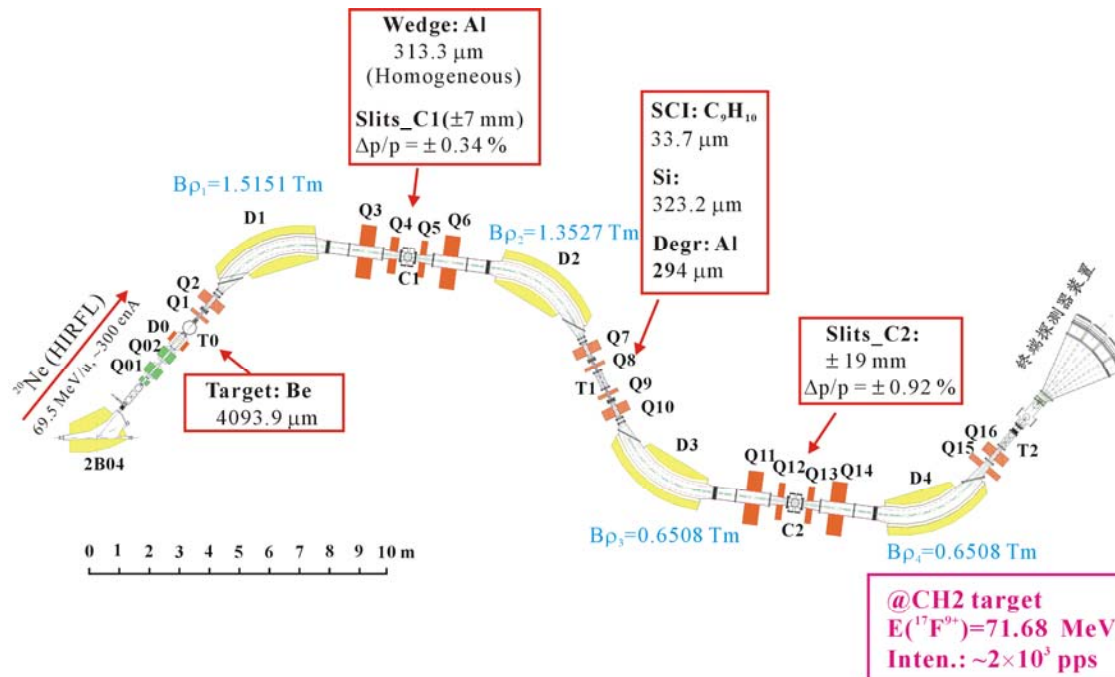
实验装置



兰州重离子国家实验室设施图

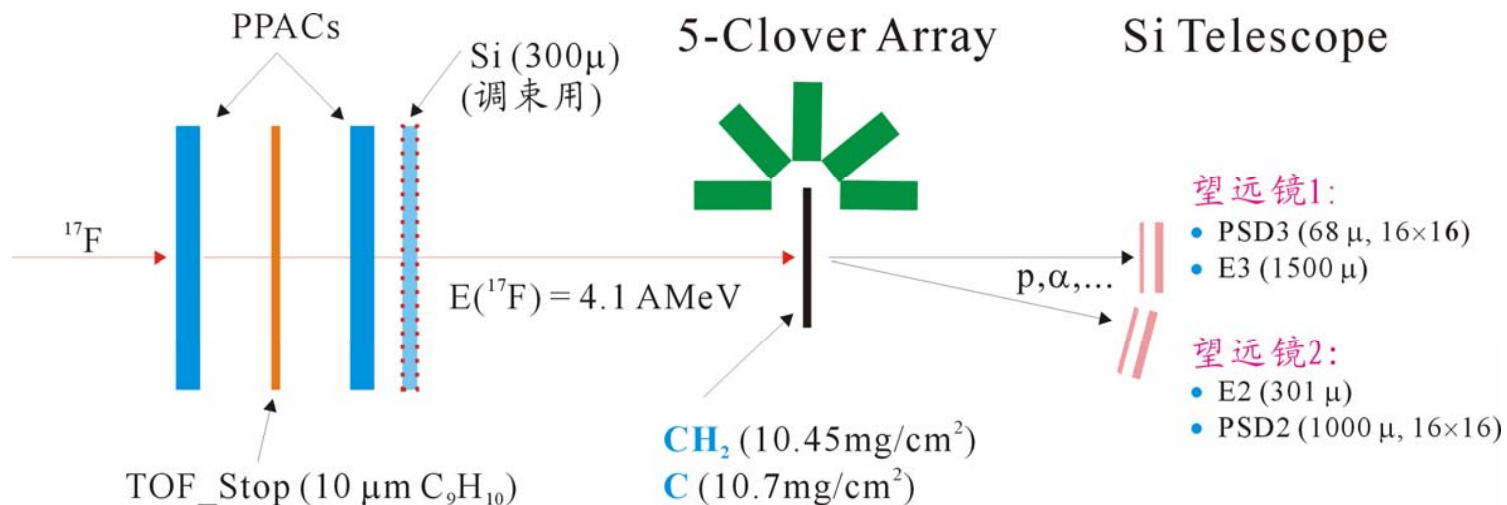
实验概况

- 供束时间: 共约13.5天 (打靶10天)
- 束流情况:
 - ✓ 初级束: ^{20}Ne (70 MeV/u, 200 ~ 400 enA)
 - ✓ 次级束: ^{17}F (靶上: 4.2 MeV/u, 1~2kcps)



测量装置

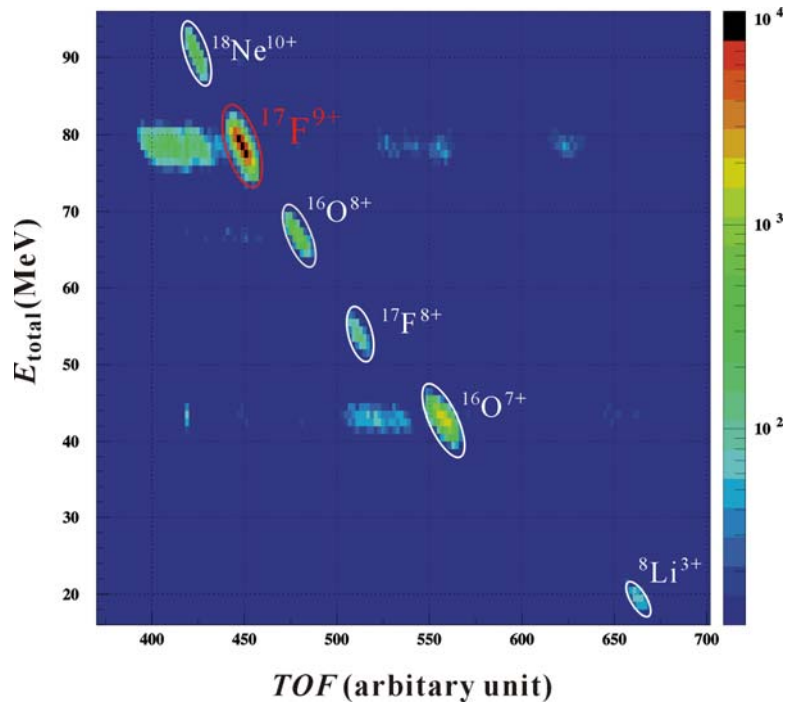
实验终端布局图



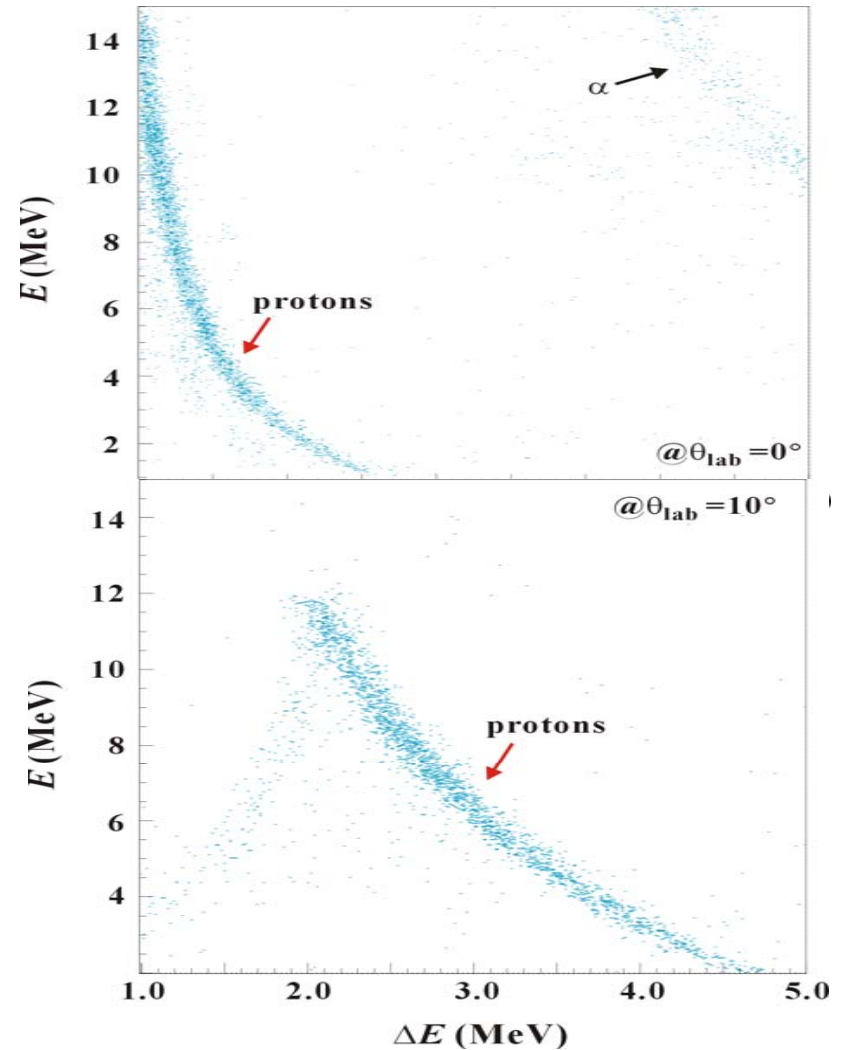
粒子鉴别

次级束鉴别:

TOF技术完全可以清楚地鉴别出 ^{17}F !

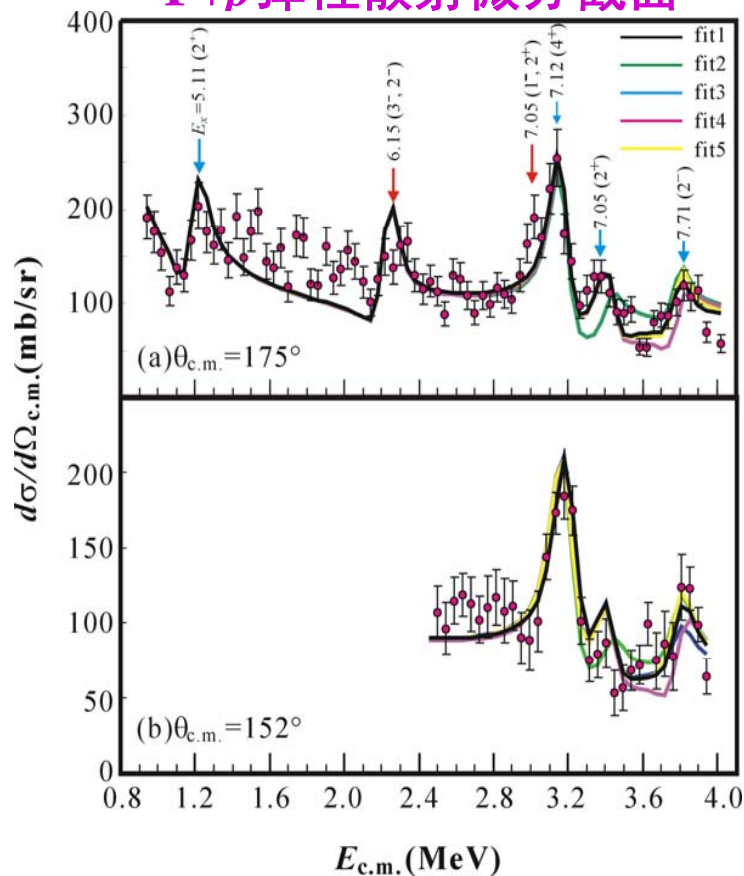


反冲粒子鉴别 (ΔE - E):

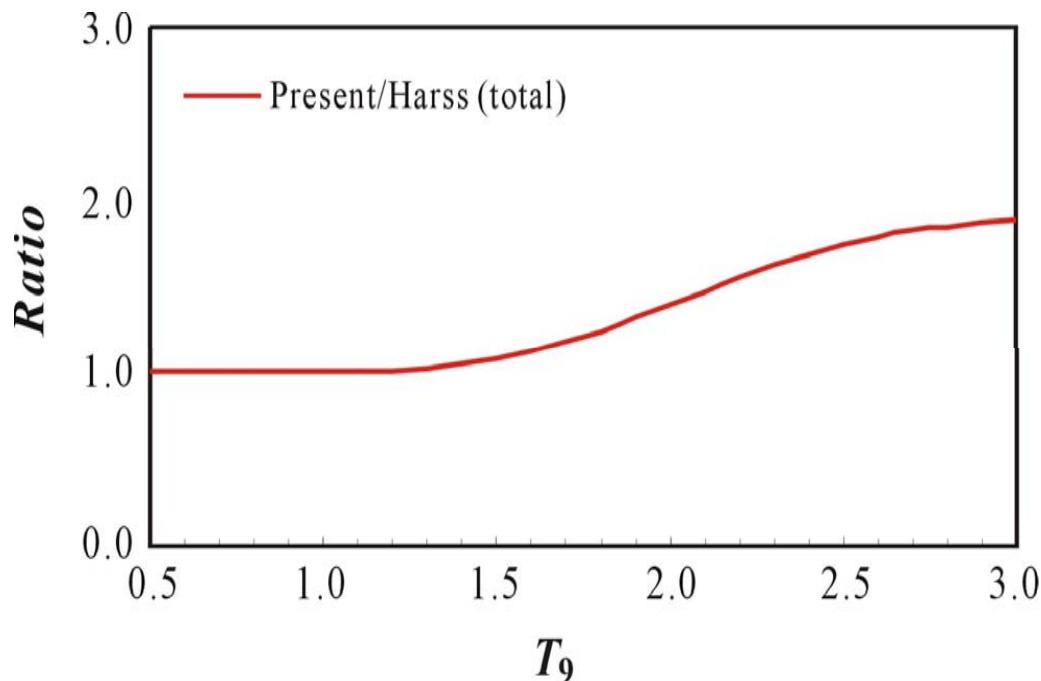


实验结果

$^{17}\text{F}+p$ 弹性散射微分截面



本工作与以前工作得到反应率的比值



结论: 在复合核 ^{18}Ne 的7.05 MeV能级附近鉴别出了双峰结构, 并对其自旋宇称进行了指认[7.05(2^+), 7.12(4^+)]. 在高温区(>1.5 GK), 本工作计算的 $^{14}\text{O}(\alpha, p)^{17}\text{F}$ 天体物理反应率比之前的高很多(1.2-1.9倍)

[参见: J.J. He *et al.*, *Eur. Phys. J. A*47 (2011) 67]

近期实验简介

日本实验

实验题目： $p(^{21}\text{Na}, p\gamma)$, $p(^{21}\text{Na}, \alpha\gamma)$

束流实验： 2011年2月27日 - 3月7日 (9天)

合作单位：

中国： 近物所， 上海应物所， 原子能院

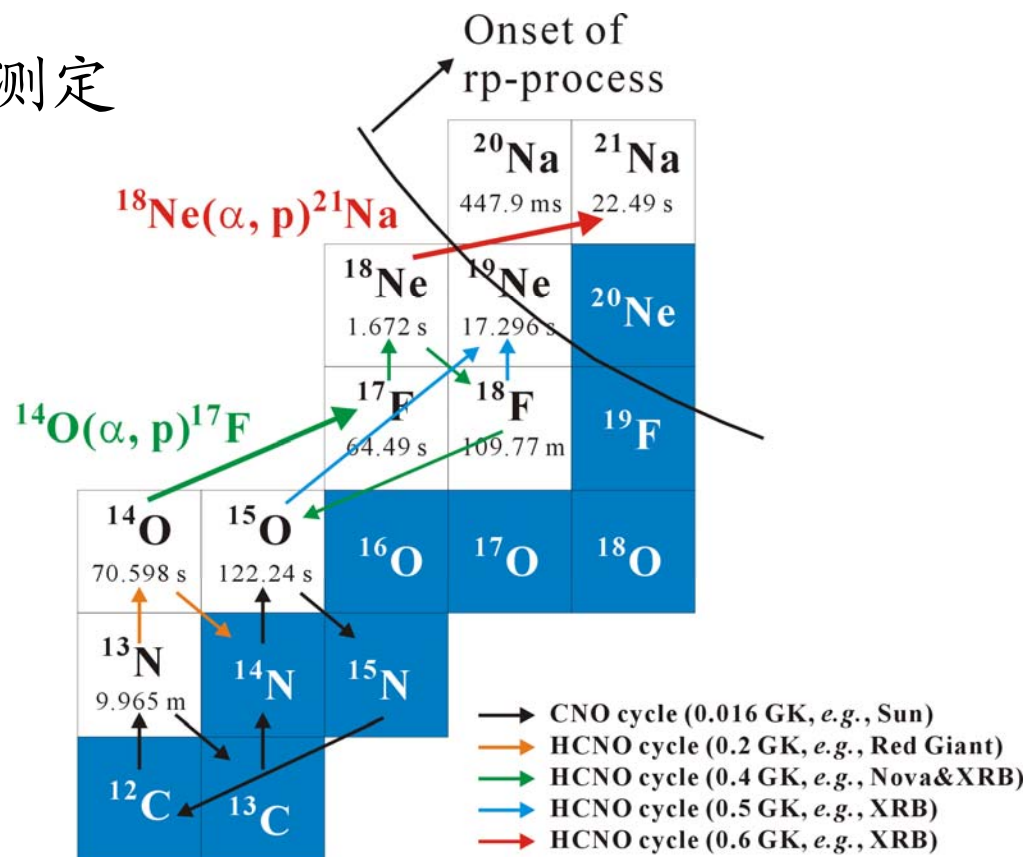
日本： 东大、 JAEA、 RIKEN、 九州、 东北、 筑波

物理目标

- Wiescher等人预言:

X射线暴环境下, $^{18}\text{Ne}(\alpha, p)^{21}\text{Na}$ 反应很可能是从热CNO循环中突破出来进入到rp过程的一个关键核反应。

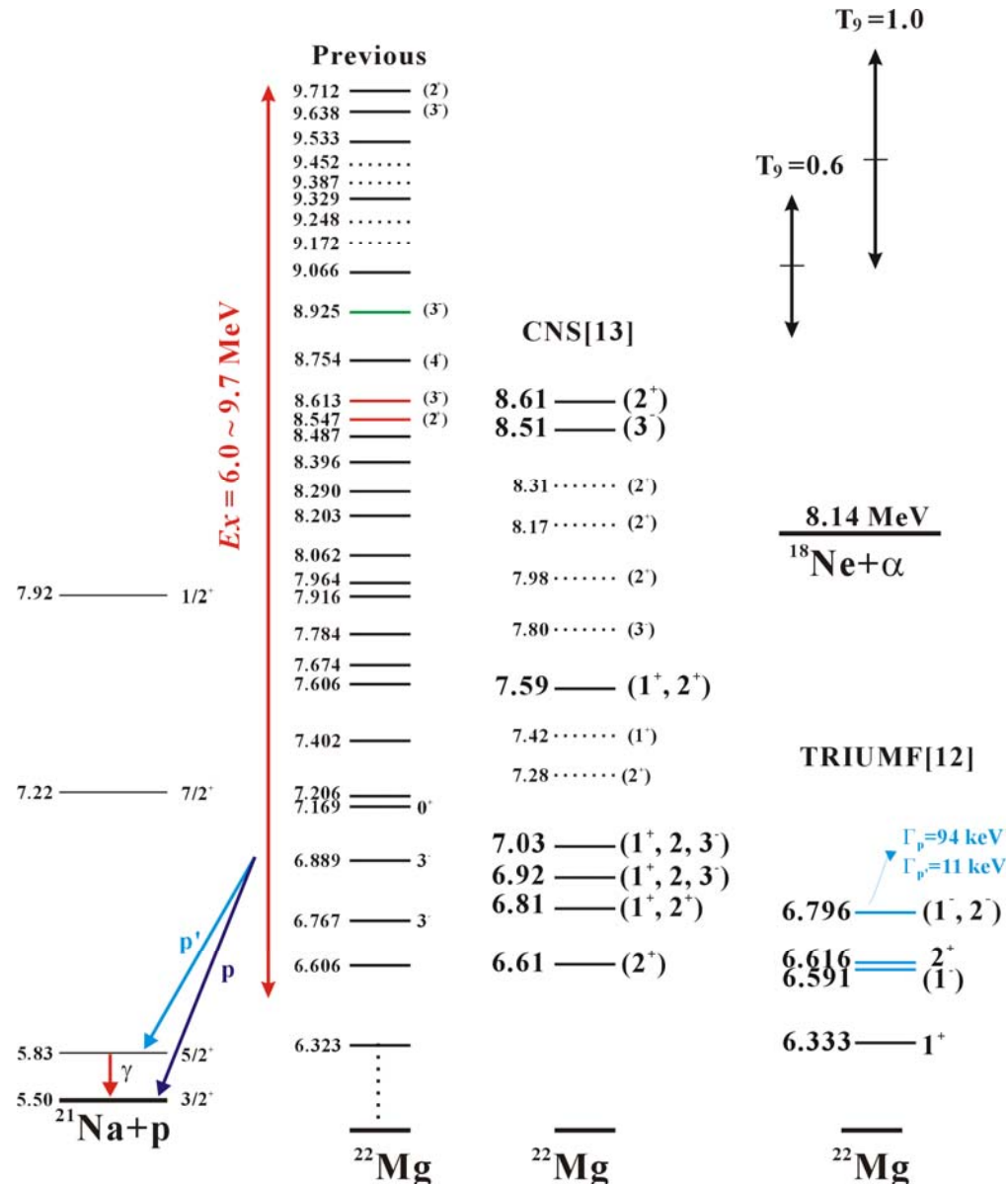
- 该核天体反应率尚未精确测定



实验目标—(p, p'γ)

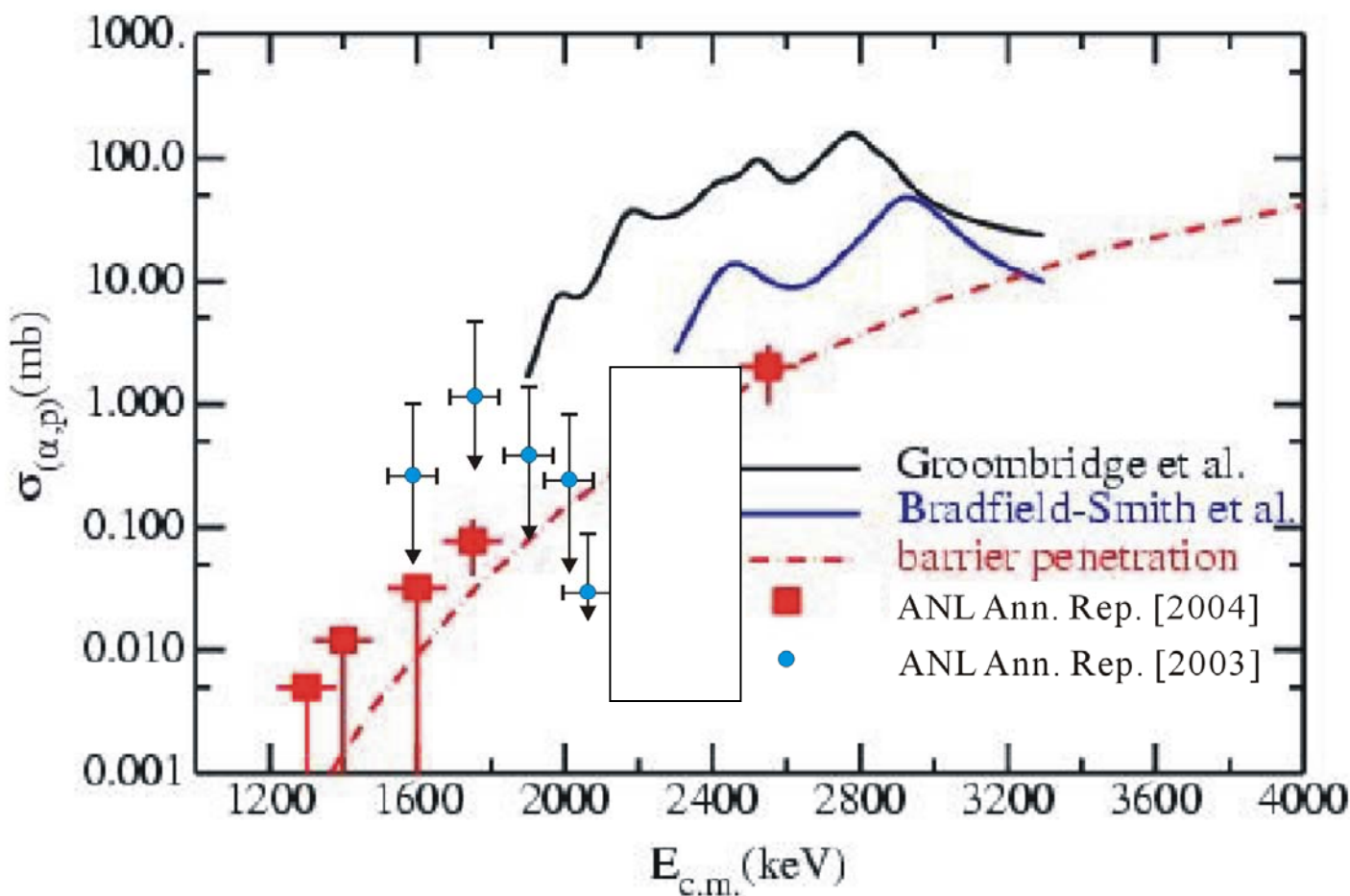
$^{21}\text{Na}(p, p), ^{21}\text{Na}(p, p'\gamma)$
共振弹性、非弹性散射

- 研究复合核 ^{22}Mg 的共振态特性(E_r, J^π, Γ_p)
- 测定非弹性散射的分支比($\Gamma_p/\Gamma_{p'}$)



实验目标一(p, α)

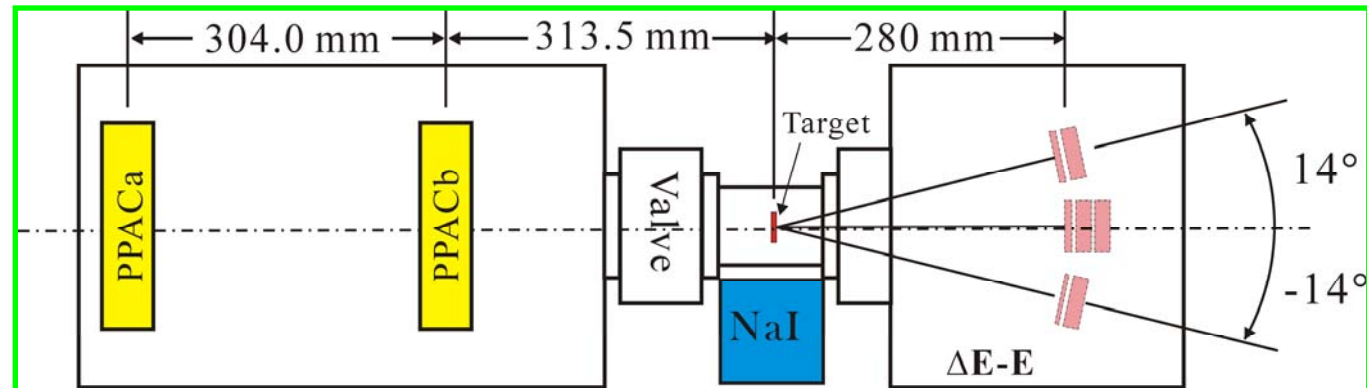
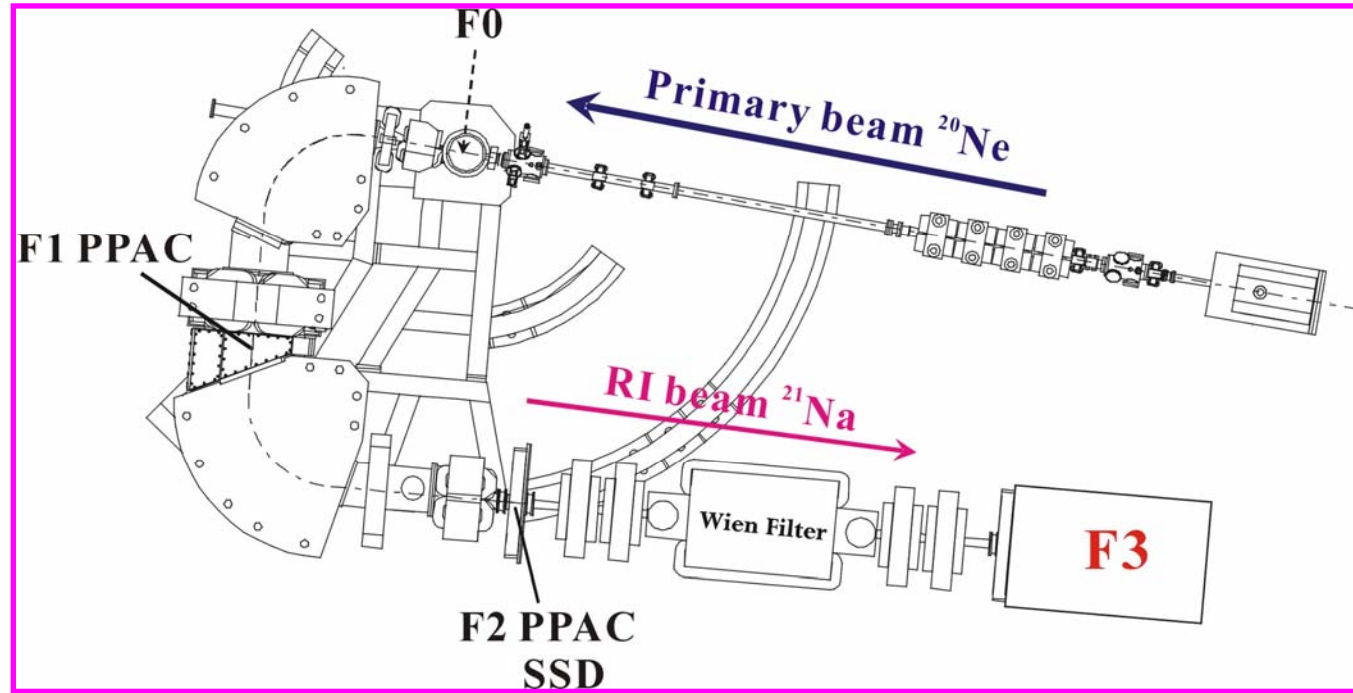
$^{21}\text{Na}(p,\alpha)^{18}\text{Ne}$ 核反应截面测量



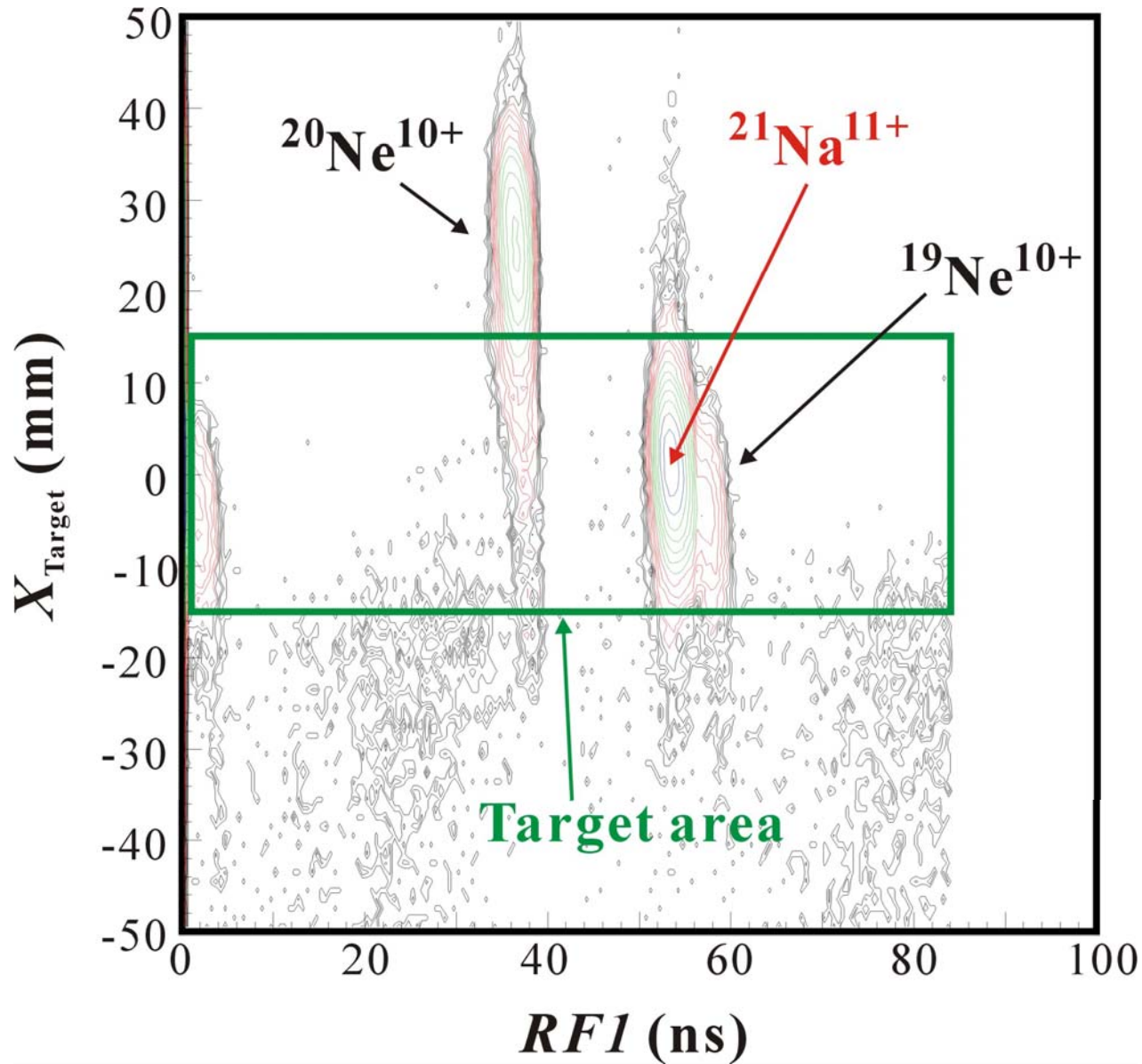
实验装置

Conditions:

- Primary beam $^{20}\text{Ne}^{8+}$
 - Energy: 8.1 MeV/u
 - Intensity: 150 pnA
- RI beam $^{21}\text{Na}^{11+}$
 - Energy: 4.1 MeV/u
 - Intensity: 2×10^5 pps
 - Purity: 70%

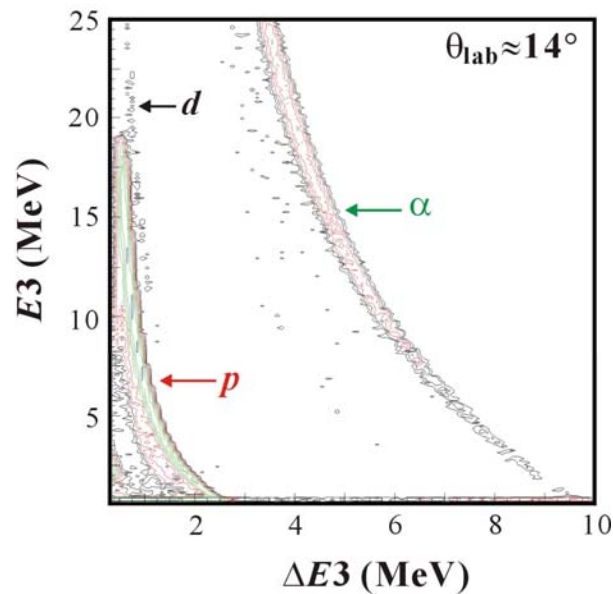
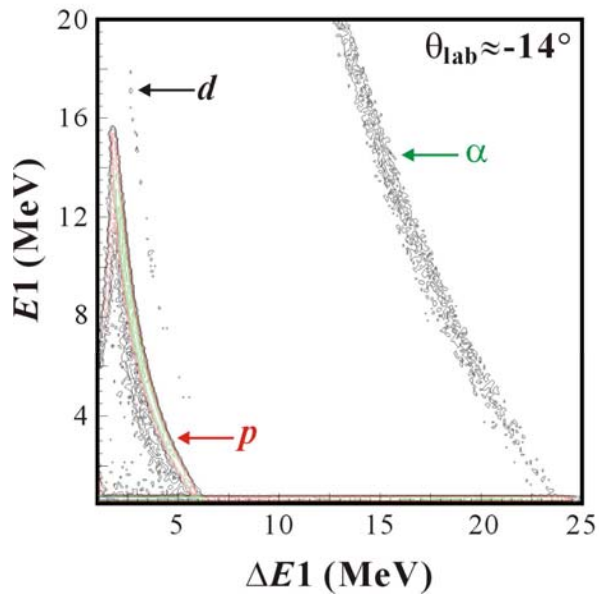
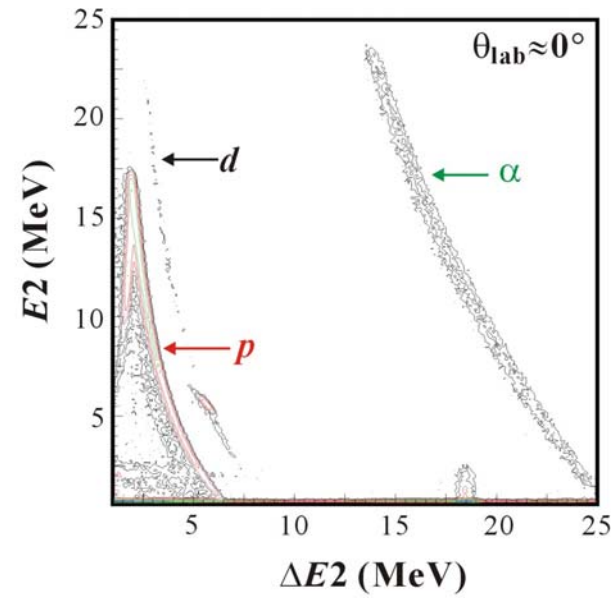


束流粒子鉴别



反冲粒子鉴别

GATE:
 ^{21}Na beam



目前状态

数据处理中...

今后研究规划

- **RIBLL—低能RIBs改造计划**

仿照CNS的CRIB装置，在RIBLL上加装气体靶。
预期低能RIBs强度可以达到 $10^4 \sim 10^5$ pps.

【加工，设计中。预期春节期间调试。】

RIBs	主束	反应	气体靶	强度
^{17}F	$^{16}\text{O}^{8+}$ 6.3 MeV, 125 pnA	(d, n)	D ₂ gas 8 cm, 600 Torr	$\sim 10^5$ pps
^{14}O	$^{14}\text{N}^{7+}$ 8.4 MeV, 140 pnA	(p, n)	H ₂ gas 8 cm, 600 Torr	$\sim 10^4$ pps

- **320KV高压平台—低能核天体物理平台建设**

【预期今年底进行测试实验。】

- **北京串列—在束 γ 谱学研究**

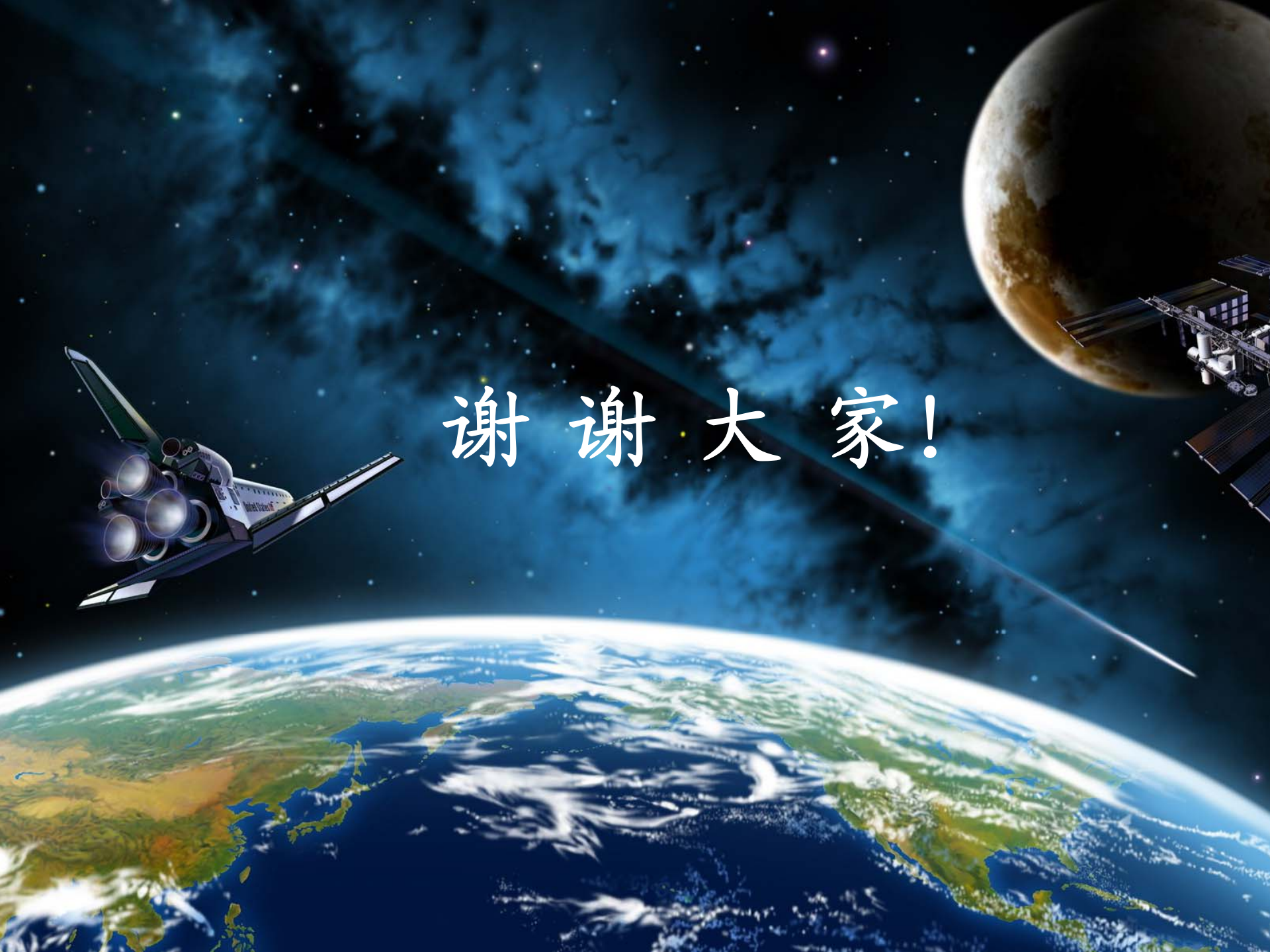
【今年11月提交束流申请。尝试】

文章发表

(基于本基金项目)

1. **J.J. He**, J. Hu, S.W. Xu, *et al.*,
Eur. Phys. J. **A47** (2011) 67
2. **J.J. He**, J. Hu, L.Y. Zhang, *et al.*,
Int. J. Mod. Phys. **E20** (2011) 165
3. **J.J. He**, L. Li, J. Hu, *et al.*,
Int. J. Mod. Phys. **E20** (2011) 747
4. **He Jianjun**, Hu Jun, Xu Shiwei, *et al.*,
《中国科学》-- 物理,力学和天文学, 卷54 (s1) (2011) 32
5. J. Hu, **J.J. He**, S.W. Xu, *et al.*,
《原子核物理评论》(2011), 印刷中

谢谢大家!



未来研究规划

● 北京串列—核天体物理相关在束 γ 谱学研究

【今年11月份提交束流申请。重点基金项目】

质子阈下能级：能级能量误差较大，许多没有 J^π 值

质子阈上能级：能级能量误差较大，许多没有 J^π 值或未发现能级



探索！

如果失败：在反冲分离器或RIBLL1上尝试

