

# “元素核合成中的关键科学问题研究”创新群体 2012 年度会议

## 会议纪要

### 一、会议概况

**会议时间：**2012 年 12 月 14 日-15 日

**会议地点：**北京香山饭店

**会议目的：**交流进展，总结 2012 年成果和规划 2013 年工作

**参加单位：**中国原子能科学研究院，中科院国家天文台，中科院近代物理所，  
美国圣母大学，北京航空航天大学

**参加人员：**柳卫平，李志宏，王友宝，白希祥，陈永寿，施建荣，唐晓东，郭冰，连钢，胡钧，曾晟，颜胜权，李云居，舒能川，高早春，顾建中，庞丹阳，苏俊（其中前 9 位为群体正式成员。）

**记录人：**苏俊

### 二、会议议程

首先，群体带头人柳卫平研究员致欢迎辞，感谢群体成员在 2012 年取得的丰硕成果和辛苦工作，并预祝群体会议取得圆满成功。

会议分为两部分：第一部分是报告，主要由群体成员交流汇报 2012 年研究进展情况和 2013 年的研究计划；第二部分是学术讨论交流，目的在于讨论群体的进一步发展和学术活动的组织。

#### 1. 报告部分

会议报告经过了精心准备，全面体现了群体在的 6 个科学目标方面的实验、理论和观测的进展，共有 14 个报告，报告题目、报告人、单位和内容概要如下（以报告顺序为序）：

1. 群体启动以来成果总结和进一步发展思考，柳卫平，中国原子能科学研究院，概述了近期国际核天体物理发展的动向，总结了群体在的 6 个科学目标方面的实验、理论和观测的进展，对本期群体的结题工作进行了布置，

并对群体未来的发展提出了建议。

2. 原初锂丰度研究进展, 李志宏, 中国原子能科学研究院, 说明了锂丰度的重要性, 总结了原子能院的工作, 得出了最新反应率对丰度影响不大的初步结论, 下步计划在其它反应道通过实验结合理论开展工作, 并做出系统总结。
3.  $^{22}\text{Na}+\alpha/p$  共振散射的实验研究, 王友宝, 中国原子能科学研究院, 介绍了  $^{22}\text{Na}(p, p)$  工作, 展望了厚靶实验的下步创新点, 如 MSTPC 探测器和主动靶技术, 怎样分基态和激发态等。
4. Fifty years of the s-process, 陈永寿, 中国原子能科学研究院, 指出了核物理截面不确定性对 s 过程丰度影响较大, 如  $^{208}\text{Pb}$  截面数据差别导致 s 过程丰度相差一倍, 说明截面需要更加精确测量。同时与天文观测交叉, 发现锆、钡等核素的丰度奇偶效应来自核结构效应。
5. 恒星中重元素丰度分布, 施建荣, 中科院国家天文台, 介绍了元素丰度确定的方法, 报告了贫金属星重元素丰度测量和分析的新进展。
6. 超导螺线管谱仪, 连钢, 中国原子能科学研究院, 介绍了意大利地下核天体物理实验工程 LUNA-MV 的进展, 原来困难, 现在经费已经落实, 2013 年初将开讨论会; 讨论了螺线管作为不稳定核反应探测器的优点和其基本结构。
7. 恒星氢燃烧关键反应  $3\alpha-^{12}\text{C}$  和  $^{16}\text{O}(\alpha, \gamma)^{19}\text{F}$  的研究动态, 白希祥, 中国原子能科学研究院, 说明了该反应的重要性和测量复杂性, 提出地下实验的必要性, 讨论了上海光源测逆反应的可行性, 我们有必要在上海光源提出一个思路, 探测器可以作为切入点。
8. 近物所核天体物理研究进展, 胡均, 中科院近代物理研究所, 介绍了 RIBLL 束流线改造情况, 产生的  $^{22}\text{Na}$  强度到  $2\times 10^5\text{pps}$  (NIMA 680, 2012); 近期开展的厚靶实验:  $^{21}\text{Na}+p$ , 固体靶;  $^{17}\text{F}+p$ , 气体靶, 关注 615keV 能级; 介绍了  $^{13}\text{C}(\alpha, n)$  实验进展; 国际合作: CRIB 靶室到兰州, 聘用国际研究员: Rolfs 2011-2012, 久保 2012-2013。
9. 核反应网络方程计算程序的界面开发和反应率的灵敏度计算, 舒能川, 中

国原子能科学研究所，介绍了网络计算的国际情况，特别是史密斯的网站；介绍了本人工作，可给出丰度分布，可算灵敏度，可考虑协方差。未来计划：建立网络平台。

10. 基于投影壳模型的谱因子理论进展，高早春，中国原子能科学研究所，利用投影壳模型计算了 Cr 同位素的核谱因子，利用对称性来检验可靠性，给出波函数，得到的 Cr 同位素谱因子，与实验符合较好。工作长处：可算重核，可考虑形变。
11. Tensor force effect on the structure of light nuclei, 顾建中，中国原子能科学研究所，回顾了开展的工作，导出了位能面，可对相互作用进行筛选，预言了质子气泡结构，如  $^{46}\text{Ar}$ 。
12. 宇宙第一代恒星演化研究进展，郭冰，中国原子能科学研究所，介绍了  $^7\text{Be}(\alpha, \gamma)^{11}\text{C}$  反应率工作， $^{13}\text{C}(\alpha, \gamma)^{16}\text{O}$  中子源反应结果，反应率变一倍，Pb 丰度变化 25%。工作发表： $^{13}\text{C}$  APJ 发表， $^{12}\text{N}$  投 PRC， $^{15}\text{N}$  投 PRC， $^7\text{Be}$  考虑中。
13. Towards a systematic nucleus-nucleus potential with a single-folding model, 庞丹阳，北京航空航天大学，介绍了系统光学势的工作，与实验数据符合很好。
14. 对中国核天体物理未来的憧憬，唐晓东，美国圣母大学，介绍了 C+C 国际最低能量实验；平稳核燃烧：高强度，低能量，稳定束，PKU 可做；爆发性核燃烧：不稳定束，BRIF 和 CSR 可做；s 过程：中子束，CSNS 可考虑，介绍了美国地下核天体物理装置 DIANA：100XLUNA+HI，10mA，3MeV。

## 2. 讨论情况

今年是“元素核合成中的关键科学问题研究”创新群体项目执行的第二年，柳卫平研究员对本群体在执行第二年取得的各项成果表示了肯定，并鼓励大家继续努力，充分发挥群体合作效应，提高科研工作水平。

群体成员对本次会议的各个报告进行了细致的讨论，对各成员负责的具体工作提出了宝贵的意见和建议。

王友宝研究员介绍了美国点火装置上开展的新式核天体物理实验，该实验

使用胶囊靶，研究聚变反应。其优点是无屏蔽效应和极高通量。Omega 实验中使用塑胶探测器。这些新的实验环境和新的实验结果开阔了大家的视野，引起了广泛的兴趣和讨论。唐晓东教授介绍了美国联合核天体物理中心（JINA）的运行管理模式，美国同行善于讨论和合理分工，JINA 的软环境也极大促进了这种沟通。这些为加强群体合作交流提供了宝贵的经验。

经过群体成员的热烈讨论，在群体的成果总结、下一步工作、学术交流等方面达成了若干共识。

1、 群体集成效应的体现：在创新群体的项目的支持下，我们已经取得了一些重要的成果，如 s 过程中子源反应  $^{13}\text{C}(\alpha, n)^{16}\text{O}$  的研究，原初核合成重要核素  $^9\text{Be}$  质子谱因子测量， $^7\text{Be}(a, \gamma)^{11}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}(n, \gamma)^{16}\text{N}$  天体物理反应率间接测量， $^{22}\text{Na}$ 、 $^{21}\text{Na}$ 、 $^{17}\text{F}$  质子弹性共振厚靶实验， $^{53}\text{Ni}$  等 rp 过程核素衰变测量，s 过程反应网络计算，核谱因子理论计算等。目前共发表 3 篇 *Astrophysics Journal*, 1 篇 *Astronomy & Astrophysics*, 多篇 *Physics Review C*, 还有数篇文章正在审稿中。大家一致认为，仍需进一步加强群体内成员之间（特别是核物理与天文）的合作以及人才交流，真正将核物理实验、核反应网络计算以及天文观测结合起来，做出高水平的核天体物理工作，实现  $1+1>2$  的群体集成效应。

2、 实验条件拓展和探测技术突破：在巩固现有实验成果的基础上，群体应着力拓展实验条件，尽早规划在国内即将建成的新设备开展工作，如北京串列加速器升级工程，上海光源，锦屏山地下实验室等。同时积极在国外先进设备上申请束流时间，如日本理化学研究所、美国圣母大学、德克萨斯 A&M 大学等。群体还应当在探测技术方面有所突破，如 Gamma 探测阵列，超导螺线管谱仪等。群体成员唐晓东在美国圣母大学建成世界第二台超导螺线管谱仪，为在国内建造此类谱仪打下了良好的基础。

3、 学术交流与人才队伍建设：群体应加强学术交流，扩大群体在国内外学术界的影响，初步决定在明年 5 月份左右举办核天体物理学术研讨会以及核天体物理暑期学校。与国内天文界合作，积极申请举办第十四届 *Nuclear In the Cosmos* 会议。群体成员应当将培养的学生推荐到国内各个高校工

作，充分发挥高校人员的优势，扩大群体人才队伍。

- 4、学术增长点和交叉点：群体应当充分挖掘新的学术增长点，如特洛伊木马间接测量方法、炮弹碎裂机制反应、s 过程长寿命核素的中子俘获反应，地下实验室直接测量等。努力寻找核物理实验与天体物理的交叉点，如 r 过程中 Ba 同位素的比例研究，原初大爆炸中的 CNO 元素合成研究等。力图实现与其他群体的竞争优势，确保第二期资助，冲击第三期资助；认真探索有突破性的成果，在人才培养和学术带动上有较大进展，在国际上有较大影响。