

目标砷

原文作者：

伊丽莎白·威廉姆斯（Elizabeth Williams），澳大利亚国立大学核物理系。



威廉姆斯讲述了合成砒的故事，其中配角元素发挥了至关重要的作用。

所有的实验都有其困难之处。在探索创造新的超重元素的过程中，伴有许多令人焦虑的等待。有可能几周，甚至几个月的时间，都找不到证明某一元素存在的蛛丝马迹。从加速器启用的第一天起到希望之光初现之时，往往令人感觉漫长得像永恒一般。你不断自问：实验设置对不对？计算正确吗？

第117号元素最初的几次合成尝试就充满了这样的时刻。正如我们所知，元素周期表上倒数第二个元素是由俄美合作团队在俄罗斯联合核子研究所的弗廖罗夫核反应实验室（FLNR）中首次发现的^[11, 12]。该发现后来由GSI领导的国际合作团队在德国亥姆霍兹重离子研究中心（GSI）得以证实^[3]。由不同的团队对同一种元素进行独立的验证，这样的工作可能不如首次合成那般受人关注，但对于超重元素来说，这是发现过程的重要组成部分。在第117号元素的例子中，第二次合成本身也很有价值，因为它消除了GSI小组在寻找更重的第119号元素过程中的一些不确定性。

2009年，FLNR团队使用一种被称为热聚变的技术进行了一项实验，其中放射性锕系元素原子核（在本例中是含有97个质子的镅-249）与钙-48（20个质子）发生反应。热聚变反应能够在接近我们认为可能找到“稳定岛”的区域生成原子核。“稳定岛”是一群相对稳定的原子核（与它们的邻居相比），预计要么具有114个质子，要么质子数介于120和126之间，并且具有184个中子。如果“稳定岛”确实存在，那么岛上的原子核的确切位置和衰变特性将是我们进一步了解原子核结构的强大工具。

在70天的束流时间里，FLNR团队发现了能证明生成了6个第117号元素原子的证据^[11, 12]：首先是砒-297的生成，然后它迅速释放出3个或4个中子，形成两个同位素。这其实是一条 α 衰变链上的一段，之后它们会继续衰变为铈和铊。对给定反应生成特定元素的概率的度量被称为核反应截面——而生成砒的反应的核反应截面非常非常之小，因此只要检测到少量这样的衰变链就能使一个实验称得上成功。在2012年的第二次实验中，FLNR团队又观察到了另外7个原子^{[4], [5]}。两次实验都证实，含有超过110个质子的元素的稳定性有所提高，支持了存在“稳定岛”的假设。

与此同时，GSI团队已经开始使用钛-50（22个质子）与镅-249碰撞来寻找第119号元素。为了达到这一目的，他们投入了大量的精力来

改进他们的实验装置：创造了一种非常强的钛-50粒子束，引进了一套数字化数据采集系统，并致力于减少背景辐射。但是，实验进行了4个月，第119号元素仍然没有被发现。

当时，放射性镅的标靶正在衰变，研发团队内部的紧张气氛也在加剧。因此在2012年，他们改用钙-48粒子束，试图通过检测一种罕见但已知的超重元素来检查他们的实验装置。在此过程中，他们通过独立合成证实了^[3]第117号元素的存在，并明确了他们在第119号元素实验中没有观察到任何东西，仅仅是因为这个聚变的核反应截面小于预期。在GSI团队公布他们的研究结果一年后，第117号元素——连同第113、115号和第118号元素——被国际纯粹与应用化学联合会（IUPAC）和国际纯粹与应用物理学联合会（IUPAP）联合工作组正式纳入元素周期表。

当FLNR团队被要求为第117号元素命名时，他们提出了一个不同寻常的建议：tennessine，源于美国田纳西州（Tennessee），而它的后缀表明它是一种卤素。IUPAC在2016年批准了这一名称。田纳西州并不是它的发现地，不过FLNR的一些合作者来自田纳西州，而且实验中用到的镅-249材料就在该处制得。该州的橡树岭国家实验室成功完成了这项艰巨的任务，生产出了对发现第117号元素至关重要的镅-249标靶。

[1] Oganessian, T. S. et al. Phys. Rev. Lett. 104, 142502 (2010).

[2] Oganessian, T. S. et al. Phys. Rev. C 83, 054315 (2011).

[3] Khuyagbaatar, J. et al. Phys. Rev. Lett. 112, 172501 (2014).

[4] Oganessian, T. S. et al. Phys. Rev. Lett. 109, 162501 (2012).

[5] Oganessian, T. S. et al. Phys. Rev. C 87, 054621 (2013).

氮的传奇

原文作者：

基特·查普曼 (Kit Chapman)，《化学世界》评论编辑。