

𨭖基石

原文作者：

迪特尔·阿克曼（Dieter Ackermann），法国原子能和替代能源委员会。



阿克曼解释了第110号元素在元素周期表的超重角占据了一席之地的重要原因。

1994年11月，镍-62和铅-208之间的冷聚变反应首次生成了𨭎的同位素𨭎-269^[1]。冷聚变是指在较低激发能的聚变过程中形成一个新原子核的过程，这一概念已经被德国达姆施塔特GSI加速器实验室的团队成功地应用到了超重核合成当中，而元素𨭎也以它的诞生城市达姆施塔特命名。

GSI的团队分别于1981年、1984年和1982年成功制备了元素𨭇（107）、𨭈（108）和𨭉（109）。接下来的10年间，为了提高制备出更重元素的可能性，GSI小组提高了实验设备的效率。为了尝试合成第110号元素，预先测量出𨭈的同位素𨭈-266（ $Z=108$ ）的激发函数至关重要，这是一个与能量相关的合成可能性函数。以此外推，该团队成功地估算出合成𨭎所需的能量。

镍-62与铅-208的聚变确实生成了目标同位素𨭎-269，单中子发射过程进一步“冷却”了如此形成的𨭎。不仅如此，这个团队还将被加速粒子换成了镍-62，进而得到了第二种同位素𨭎-271。进一步地利用这种方法，团队将前两个反应中用到的铅-208箔靶换成含有多一个质子的铋-209之后，便生成了第111号元素（铹）。

1985年，利用更高能的离子束来生成𨭎-271的早期尝试以失败告终，尽管其能量已经是之前所用离子束能量的3倍^[2]。这一做法基于“额外推动”（extra push）这一利用高于反应所需能量的概念，根据这一概念，额外的能量有可能推动聚变系统穿过一个复杂的势能面。该概念同样也是GSI团队在测量𨭈-266激发函数时存在争议的部分^[3]。然而，在这个实验中，这一理论并不奏效。

实验超重元素化学极具挑战性，而更重的元素似乎有些比𨭎更激动人心的性质。因此，关于𨭎的实验化学目前还无人尝试，而它的化学性质也只处于理论预测阶段。预测结果表明，其基态电子排布与其较轻的同族元素不同，但它们却有相当相似的化学性质。对所有超重元素而言，相对论效应都是非常重要的。这种效应是由于内层电子被重原子核中的大量质子（𨭎有110个质子）所产生的强电场加速至极高速度而产生的^[4]。

与其化学性质不同，𨭎的物理性质，或者更确切地说是𨭎同位素的物理性质已经得到了实验研究，并揭示了一些令人兴奋的核结构特征。已知的𨭎同位素都位于塞格雷表中变形核区域的边缘，该表展示了核素与质子和中子数之间的函数关系。这一区域的特征是，原子序

数为108（[𨭎](#)），或中子数是152和162时，对应的原子核会有增强的稳定性。这常被称为变形亚壳层闭合[\[5\]](#)。对于更高的原子序数和质量来说，理论预测核变形会消失，这些原子将会具有球形的原子核。根据这些理论，这一重原子区域将会被称为“稳定岛”的量子力学效应稳定下来[\[6\]](#)。

[𨭎](#)的核变形也是造成[𨭎](#)-270同位素那惊人特征的原因。[𨭎](#)-270是亚稳态中的最重的一个例子，它被称为K同型异构体。这个状态就像一个以原子总自旋为轴的晃动着的石头，它总是偏向对称轴的某一侧，因此它的衰变在量子力学上是不可能的。这种亚稳态比基态更稳定的特征，对原子核来说是很罕见的，这可能暗示着一些尚未被发现的有趣物理现象。这些现象就发生在预测中将会出现球形原子核的区域的开端。另外，这些由核变形决定的亚稳态，还将有可能成为引导我们走向“稳定岛”的指示器[\[7\]](#)。

[𨭎](#)-270这些有趣的特征使它成为引领我们走向更多超重元素的基石之一。

-
- [\[1\]](#) Hofmann, S. et al. Z. Phys. A 350, 277-280 (1995).
 - [\[2\]](#) Münzenberg, G. et al. in GSI Scientific Report 1985, GSI Report 1986-1 (ed. Grundinger, U.) 29 (GSI, 1986).
 - [\[3\]](#) Hofmann, S. On Beyond Uranium: Journey to the End of the Periodic Table (Taylor & Francis, 2002).
 - [\[4\]](#) Türler, A. & Pershina, V. Chem. Rev. 113, 1237-1312 (2013).
 - [\[5\]](#) Ackermann, D. & Theisen, Ch. Phys. Scr. 92, 083002 (2017).
 - [\[6\]](#) Cwiok, S., Heenen, P.-H. & Nazarewicz, W. Nature 433, 705-709 (2005).
 - [\[7\]](#) Ackermann, D. Nucl. Phys. A 944, 376-387 (2015).