

钷测之谜

原文作者：

斯图尔特·坎特利尔（Stuart Cantrill），《自然-化学》杂志主编。



坎特利尔解释了为何问地无门、向天寻找的第61号元素可以扩展周期表。该元素的名字源于从众神处偷下火种的泰坦——普罗米修斯（Prometheus）。

基于对原子质量的研究，捷克化学家布劳纳在1902年预言了^[1]第61号元素的存在——以及当时尚未发现的其他6种元素。10多年后，亨利·莫塞莱（Henry Moseley）利用X射线光谱证实了在元素周期表上钷和钷之间有一个空位，所以接下来的问题就是找到这个缺失的元素。但这并不容易。

最初的工作集中在尝试从稀土矿物样品中提取第61号元素。20世纪20年代，分别位于大西洋两岸的美国^[2]和意大利^[3]的研究人员都声称发现了该元素，并获得了X射线放射数据的支持。而且伴随着相互竞争的发现声明，出现了不同的名称建议：第61号元素是叫illinium (Il) 还是florentium (Fr)呢？这场争论曾数次登上《自然》杂志，伊利诺伊大学化学系前系主任、美国化学学会（ACS）前任会长威廉·诺伊斯（William Noyes）也参与其中^[4]。

但是那时还没有人真正分离出第61号元素，因此怀疑与日俱增。20世纪30年代，理论研究表明这种元素不会有任何稳定的同位素，这进一步打击了人们的信心。1937年，在劳伦斯伯克利国家实验室的回旋加速器中，一块钨箔被氘束轰击了几个月后，在其中鉴定出钷元素，这之后人们意识到元素周期表上的空白可以用一种新的方式来填补。如果在自然界中找不到某种元素，也许可以在实验室中制造出来。

随着20世纪30年代的结束，世界陷入了战争——一场原子能被利用的战争。“曼哈顿计划”的一个重要部分是分析铀的裂变产物，以更好地了解相关过程。最终，田纳西州橡树岭的一个研究团队利用离子交换色谱法分离出了第61号元素^[5]。官方的声明被推迟到战争结束之后，于1947年在纽约市举行的美国化学学会的全国秋季会议上宣布。

“prometheum”这个名字是由橡树岭团队中某位科学家的妻子格蕾丝·玛丽·科里尔（Grace Mary Coryell）提出的。在希腊神话里面，普罗米修斯从众神处偷下火种，送给人类，为此他承受严惩，被绑在一块岩石上，一只老鹰每天都会来啄食他的肝脏（但在夜晚，肝脏会重新长出来）。这个名字反映了核能的威力和危险，在1949年被国际化学联盟（International Union of Chemistry）接受，但为了与其他金属元素保持一致，它的拼写被改为“promethium”（钷）。

已知的38种钷同位素都具有放射性，寿命最长的是钷-145，半衰期为17.7年。由于它的不稳定性，在任何给定的时间，估计地球上只有大约500 g的钷（来自铷和铯的天然衰变）^[6]。将其与相邻的镧系元素进行比较，左边是铈，右边是钆，这两种元素分别约有800万t和200万t储量。

意料之中的是，钷的化学性质并未被研究得很深，但已制备出它的卤化物和氧化物等简单盐类。钷-147已被用于夜光涂料中，因其 β 射线可致荧光粉发光；阿波罗登月舱内的一些电气开关就用上了它。虽然比镭安全，但这种同位素的半衰期相对较短（大约2.5年），因此放射性发光材料现在通常是基于氚了。20世纪70年代，钷还被用于制造核电池（或称为“贝塔伏打电池”），为一些心脏起搏器提供动力。

在地球上制造出钷后不久，人们就在元素组成极不寻常的恒星的光谱中发现了它。考虑到即使是寿命最长的钷同位素，其半衰期也很短（尤其是在天文时间尺度上），它存在于这些恒星中令人费解。人们提出了各种各样的理论解释，其中包括这样一种观点，即这些恒星可能含有“稳定岛”中某些尚未被发现的超重元素，这些超重元素会衰变为钷和其他一些放射性元素^[7]。或者，这也很有可能只是一项外星技术的标志^[8]。

[1] Brauner, B. Nature 118, 84-85 (1926).

[2] Harris, J. A., Yntema, L. F. & Hopkins, B. S. J. Am. Chem. Soc. 48, 1594-1598 (1926).

[3] Rolla, L. & Fernandes, L. Z. Anorg. Chem 157, 371-381 (1926).

[4] Noyes, W. A. Nature 120, 14 (1927).

[5] Marinsky, J. A., Glendenin, L. E. & Coryell, C. D. J. Am. Chem. Soc. 69, 2781-2785 (1947).

[6] Belli, P. et al. Nucl. Phys. A 780, 15-29 (2007).

[7] Dzuba, V. A., Flambaum, V. V. & Webb, J. K. Phys. Rev. A 95, 062515 (2017).

[8] Whitmire, D. P. & Wright, D. P. Icarus 42, 149-156 (1980).