

诱人的钽

原文作者：

乔瓦尼·巴卡罗（Giovanni Baccolo），意大利锡耶纳大学地球科学系。



巴克罗讲述了钽的故事，钽因其惰性闻名和得名，但它也带来了一些惊喜，比如天然存在的核同质异能素。

1802年，瑞典化学家安德斯·古斯塔夫·埃克贝格从矿石中首次提取出了第73号元素，并加以描述。他将这种元素命名为“**钽**”，因为“被放置在酸液中时，**钽**既不会与酸反应，也不会被浸润”。这让人联想到在希腊神话中的坦塔罗斯，他尽管被食物和水包围，但却吃不着、喝不到^[1]。

在长达六十多年的时间里，**钽**和铌都被认为是同一种元素。铌是**钽**在元素周期表中的邻居，1801年，哈契特发现了这种元素并将其命名为钶——铌早期的名字。**钽**和铌具有非常相似的化学和物理性质，并且在自然界中总是混在一起。1801年至1866年间，钶、**钽**、铌、“pelopium”“ilmenium”等元素一再被宣告发现，然而，这些元素后来被证明只是**钽**和铌，抑或是两者的混合物。

法国科学家德马里尼亚克利用**钽**、铌的含氟化合物的不同溶解度^[2]，第一个成功地将**钽**从铌中分离出来。**钽**与铌、钼、钨和铼都属于难熔金属——也许并无出人意料之处。这些元素具有非常高的熔点（**钽**的熔点为3290 K），以及众所周知的高机械性能和化学惰性。

这种化学惰性使**钽**被用于种种不同场合。20世纪初，紧随着新的提取和纯化方法的出现，它有了第一个应用。1905年，恩斯特·维尔纳·冯·西门子（Ernst Werner von Siemens）雇佣的工程师设计了一种基于**钽**灯丝的白炽灯泡，这是第一次用金属取代易碎的碳灯丝的商业尝试。然而，**钽**灯泡很快就被另一种更合适的难熔金属钨所取代，因为钨更稳定、熔点更高（3695 K）。**钽**也曾被用来制作耐墨水腐蚀的钢笔笔尖，但很快就被铱和铱的合金取代。在现代，从制造合金，到电子设备和外科植入物，**钽**活跃在各种不同的行业里。手机和类似的设备往往依赖于**钽**电容器；而作为外科植入物，**钽**的惰性确保它不会干扰生物组织和生理过程。

第73号元素最奇特的特征涉及它的一些核性质。**钽**最初被认为只有一种天然同位素**钽**-181，但在1955年，第二种同位素**钽**-180被鉴定出来^[3]。据估计，它的相对丰度仅为天然**钽**的0.01201%，这是迄今为止观察到的最稀有的天然同位素。**钽**-180的半衰期约为8 h，这意味着它应该是放射性的。既然如此，那我们是如何在天然样品中观察到**钽**-180的呢？

这种同位素是以**钽**-180m的状态存在的，其中“m”表示亚稳态，在核物理中称为同质异能素。同质异能素处于原子核的激发态，它与

激发态的电子遵循类似的规则。它们通常是放射性物质，会很快地衰变为基态，并发射标志性的伽马射线。但有时它们需要更长的时间才能衰变。**钷-180m**就是如此，这是最稳定的和已知的唯一一种天然核同质异能素。尽管有过几次尝试，但它的自发衰变还没有被观察到，半衰期的下限在 $10^{12} \sim 10^{16}$ 年。天体物理学家试图通过研究在恒星以及极端事件（如超新星爆发、核捕获和核解体）中的典型的核合成途径，来进一步了解这种奇特的同位素的起源，但尚未达成共识。理解清楚这个难以解释的过程，对核合成模型而言是一项重要的考验。

钷-180m与其他长寿命的核同质异能素的另一个重要研究方向是，有可能可以强行让它们衰变到基态，诱导其能量以伽马射线的形式释放。针对**钷-180m**所做的一些尝试已经成功，但现有的过程能量转化效率极差^[4]。改进这一过程可能可以促进伽马射线激光器发展，或是开发出一种新型核电池^[5]。

人们可能更了解它的惰性、抗腐蚀性和优良机械性能，但第73号元素还带来了另外一些等待我们去研究的有趣问题。

[1] Ekeberg, A. G. J. Nat. Philos. Chem. Arts 3, 251-255 (1802).

[2] Marignac, M. C. Ann. Chim. Phys. 8, 7-75 (1866).

[3] White, F. A., Collins, T. L. Jr & Rourke, F. M. Phys. Rev. 97, 566-567 (1955).

[4] Collins, C. B., Eberhard, C. D., Glesener, J. W. & Anderson, J. A. Phys. Rev. C 37, 2267-2269 (1988).

[5] Walker, P. & Dracoulis, G. Nature 399, 35-40 (1997).