

硒的故事

原文作者：

拉塞尔·博伊德（Russell Boyd），加拿大戴尔豪斯大学化学系。



博伊德在本文中探究了为什么尽管与同为氧族元素的邻居硫和碲有紧密的相似之处，但硒却不断地展现出其独有的化学特性和生物活性。

1817年，瑞典化学之父贝采利乌斯发现了第34号元素。在制备硫酸时，他注意到一种残留物。一开始他以为这是碲，但当他认识到这是一种新元素时，他决定根据希腊语中的月亮一词——selènè，为其命名，就像20年前马丁·海因里希·克拉普罗特（Martin Heinrich Klaproth）用拉丁语“tellus”（地球）命名碲那样。

自然界中一般很难发现硒单质，硒也只存在于少数矿物中，比如硫化矿中的黄铁矿就有硒部分取代硫。硒存在六种天然同位素，质量数分别为74、76、77、78、80和82。硒-80和硒-78最为常见，丰度分别约为50%和24%。硒是一个属于氧族（第16族）的半金属元素，位于元素周期表中同列的硫和碲之间，硒与两者在某些方面都有些相似之处。特别是硒和硫具有结构类似的同素异形体和化合物，例如红硒的 Se_8 大环结构与硫的同素异形体 S_8 相似。

尽管在标准的无机化学书籍中，通常认为硒相关的化学性质没有被研究得像硫的化学性质那么透彻，但是硒当然也呈现了一些有趣的化学反应。与硫酸类似，硒酸的第一个质子在水中也是完全电离的，但它作为氧化剂时氧化性比硫酸还要强。例如，它可以与浓盐酸反应释放出氯气，还可以溶解金形成硒酸金。

大部分的硒是从电解精炼铜时所产生的阳极泥中分离得到的。硒曾经是复印技术的必需材料，现在已被有机光电半导体大量替代。从20世纪90年代以来，为了达到无铅环保标准，与铋配合的硒被用于替代水管铜连接件中的铅。现在硒在很多电子设备中有广阔的应用前景，如硒最稳定的同素异形体——灰硒是一种在光照条件下导电性会增强的半导体，所以已被应用在光伏电池中。灰硒还可以将交流电转换为直流电，这使它成为整流器的元件之一。但实际上，硒使用量最大的行业是玻璃制造业，其中硒作为掺杂剂用于产生鲜艳的红色和粉色。

在硒被发现140年后，人们才认识到它对大部分哺乳动物的细胞功能是必不可少的。通过氨基酸中的硒半胱氨酸和硒代蛋氨酸（半胱氨酸和蛋氨酸的硫原子被硒取代），硒成了蛋白质的一部分。硒蛋白又构成了多种酶，这些酶是数个代谢途径中的必要部分，包括甲状腺激素代谢、抗氧化防御系统以及免疫功能。有证据^[1]表明，硒蛋白通过

阻止氧代谢副产物——自由基造成的细胞损伤减少了癌症风险；**硒**蛋白还可能通过增强免疫细胞的活性来阻止或延缓肿瘤的生长。

在许多国家，人们可以从肉、海产品、大米、面条和面包中获取膳食**硒**，但不管是摄入太多还是太少，都会导致严重后果。“只要一个脱水巴西坚果，人体就可以获取每日推荐膳食摄入量的**硒**。”^[2]（美国国家科学院医学研究所推荐成人每天摄入55 μg ）。**硒**缺乏会导致心脏疾病或削弱免疫系统功能；然而摄入过多又会导致**硒**中毒，症状有皮肤变色、呼吸带有蒜臭和精神疲惫，每天摄入超过5 mg会致死。医学研究所制定的成人可耐受最大摄入量为每天400 μg ，因此人们需要注意很多保健品的每日剂量中含有50~200 μg **硒**。

单质**硒**通常被认为是无害的，但它的一些化合物，如**硒**化氢，带有剧毒。虽然现代科学已经认识到**硒**是必需的微量营养素，但这些剧毒**硒**化合物使得人们普遍认为**硒**本身有毒。最近的研究进展表明**硒**能够在多个方面提高人类的生活质量，这包括作为更高效的太阳能电池^[2]的组成部分、人工合成抗氧化剂^[3]以及在整形外科应用中用作纳米团簇涂层^[4]。

^[1] Combs, G. F. Jr BioFactors 14, 153-159 (2001).

^[2] Mayer, M. A. Appl. Phys. Lett. 97, 022104 (2010).

^[3] Heverly-Coulson, G. S. J. Phys. Chem. 114, 10706-10711 (2010).

^[4] Tran, P. A. Int. J. Nanomed. 5, 351-358 (2010).