

向钐致敬

原文作者：

斯坦尼斯拉夫·斯特雷科皮托夫（Stanislav Strekopytov），英国伦敦自然历史博物馆影像分析中心。



斯特雷科皮托夫将稀土元素钐的历史串联成文，从其地质起源一直讲到其在地质年代学上的应用。

许多年前当我还在读矿物学时，有幸造访了俄罗斯的伊尔曼（Ilmen）山脉，那里盛产两种著名矿物，若干稀土元素都是从中发现的。一种是独居石（ $(\text{Ce}, \text{La}, \text{Nd}, \text{Th})\text{PO}_4$ ），另一种是德国矿物学家古斯塔夫·罗斯（Gustav Rose）在1839年首次描述的。古斯塔夫发现这种矿物含有铀和钽，因此提议将其命名为钽铀矿。几年之后，古斯塔夫的化学家兄弟海因里希·罗斯（Heinrich Rose）对该矿石独自进行分析，发现事实上这种矿物所含的主要是铌——这一元素最初被称为“columbium”（钶），但海因里希在1844年“重新发现”了它，并将其命名为“niobium”（铌）。

为避免名字和成分之间的歧义，海因里希将该矿物改名为“samarskite”（铌钶矿），以此纪念给他送来矿物样本的萨马斯基-拜克霍夫（Samarsky-Bykhovets）上校^[1]。尽管至少还有其他两个人提供过样品，但是萨马斯基的样品质量最好。不过，我还是不禁会想是不是因为上校高贵的身份，才决定了名字的最终选择呢，毕竟他是俄国矿业工程兵团的参谋长。

1878年在北美洲发现了大量的铌钶矿，它们成了用来分离新的稀土元素的首选原料。德布瓦博德兰（Lecoq de Boisbaudran）在1879年分离出一种新的金属氧化物，并且提议取名为“钐”，其英文名“samarium”和矿物“samarskite”的词根一样^[2]。一年后，另一种元素（后来被命名为“钇”）的氧化物由德马里尼亚克（Galissard de Marignac）分离得到。到了1896年，尤金-阿纳托利·德马塞（Eugène-Anatole Demarçay）发现德布瓦博德兰制得的氧化钐含有大量的“Σ基”，即现在所说的钐。

1900年，法国的制药公司Chenal, Douilhet & Co. 在巴黎世界博览会上展示了一组独一无二的稀土元素化合物——由利昂·塞加尔（Leon Séquard）通过分步结晶法（德马塞根据双硝酸镁溶解度的不同所发展出来的方法）从独居石中制得^[3]。当时只有铈和钇有商业用途，但是世界博览会上的亮相还是吸引了很多人的兴趣，并且代表了法国化工企业的伟大成就。这些盐——当时所能获得的最纯的稀土元素化合物——在许多化学研究中得到应用。然而，《化学论述》（*A Treatise on Chemistry*）的作者认为纯的钐化合物直到1904年才由乔治·于尔班（Georges Urbain）和拉库姆（Lacombe）制得^[4]。我非常有幸获得了一瓶Chenal, Douilhet & Co. 所制的氧化钐样品，为了亲

自辨明上述两种论断孰是孰非，我使用电感耦合等离子质谱仪分析了该样品。结果证明其具有97.6%的纯度，杂质也主要是其他几种稀土元素的混合，分别是钇（1.9%）、铈（0.4%）和一点钕（0.08%）。

稀土元素的一个重要用途是用于制备高强度磁铁。在20世纪70年代和80年代，第62号元素尤其重要，因为它被用在钐-钴永磁铁（ SmCo_5 和 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ ）中。当时，生产这种磁铁受限于从氟碳铈矿（ $(\text{Ce}, \text{La})\text{CO}_3\text{F}$ ）和独居石中获得的钐的产量。自1985年起，钐钴磁铁原材料的高价格导致它们被 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 磁铁迅速取代。然而，前者更耐高温下的脱磁以及腐蚀，因此它们仍然在航空工业和军事应用中有重要作用。

钐也被用在核反应堆控制棒中（因为钐-149是中子的强吸收剂），以及有机合成中（二碘化钐常用作还原和耦合剂）。例如， SmI_2 被用在三种不同的方法中来合成紫杉醇（Taxol）——一种治疗多种癌症的药物[5]。在另一种医疗场景下，放射性的乙二醇四亚甲基膦酸酯合钐-153（Quadramet）可在癌细胞扩散至骨头时用于止痛[6]。钐-147至钕-143的 α 衰变，半衰期为 1.06×10^{11} 年，可用于测定岩石的年龄和来源，即它们是地球上的还是来自外太空。由于都是稀土元素的同位素，钐-钕地质年代计受沉积和变质过程影响极小，可用来测定那些无法用铷-锶或其他方法测定的岩石的年龄[7]。

上校一定想不到，以他名字命名的矿物会被用来命名一种用途如此广泛的元素。

[1] Rose, H. Ber. Akad. Wiss. Berlin 1847, 131-132 (1847).

[2] Lecoq de Boisbaudran, P.-E. Compt. Rend. 89, 212-214 (1879).

[3] Demarçay, E. Compt. Rend. 130, 1019-1022 (1900).

[4] Roscoe, H. E. & Schorlemmer, C. A Treatise on Chemistry Vol. 2, 782 (Macmillan, 1907).

[5] Nicolaou, K. C., Ellery, S. P. & Chen, J. S. Angew. Chem. Int. Ed. 48, 7140-7165 (2009).

[6] Finlay, I. G., Mason, M. D. & Shelley, M. Lancet Oncol. 6, 392-400 (2005).

[7] Faure, G. Principles of Isotope Geology 2nd edn, Ch. 12 (Wiley, 1986).