

曲折反复的镱

原文作者：

阿拉斯代尔·斯凯尔顿（Alasdair Skelton）和布雷特·F. 桑顿（Brett F. Thornton），瑞典斯德哥尔摩大学地质科学系。



斯凯尔顿和桑顿回顾了从18世纪到现在，镱数次被发现的曲折历程。

虽然镱是由瑞士化学家让·德马里尼亚克（Jean de Marignac）在1878年命名的，但他发现的“元素”在1905年被分离成了两个元素：镱和铈。之后在1907年，“新”镱元素的相对原子质量被发表出来。那么镱究竟是什么时候被发现的呢？故事要从1726年6月13日，也就是镱获得命名的150多年前开始说起。那天签署了一份协议，允许瑞典生产荷兰锡釉仿瓷器（彩陶）。之后，德国的炼金术士约翰·沃尔夫（Johann Wolff）在斯德哥尔摩的罗斯坦德（Rörstrand）城堡建立了一座“陶瓷”工厂。18世纪后期，工厂开始生产石器（一种由约西亚·韦奇伍德（Josiah Wedgwood）发明的改进产品），对长石产生了需求。于是罗斯坦德在20 km外的伊特比买下了一座石英和长石矿的矿山。伊特比是一个坐落于斯德哥尔摩群岛中罗萨（Resarö）岛朝海一侧的村庄，它的名字可能来源于村庄靠海的地理位置（瑞典语“den yttre”）。

1788年，化学家、矿物学家并身兼罗斯坦德瓷器厂老板的耶伊尔发表了一篇论文^[1]，描述了业余地质学家阿伦尼乌斯在伊特比矿山发现的一种相对密度为4.223的黑色非磁性矿物。阿伦尼乌斯也给芬兰埃博学术大学的加多林教授寄送了一份矿物样品。加多林对这种矿物开展了一系列的实验，发现它含有31%的二氧化硅、19%的氧化铝（实际上是氧化铍）、12%的铁氧化物和38%的未知土类化合物（现代术语称之为氧化物）^[2]。

1797年，来自瑞典乌普萨拉的化学家埃克贝格重新分析了更纯的样品，结果表明加多林高估了二氧化硅和氧化铝的含量，并且低估了新氧化物的比例。埃克贝格发现新氧化物的质量分数为47.5%，同时记录了它令人作呕的味道^[3]！他建议将该矿物命名为“yttersten”（ytter岩），他也提出了对应的瑞典和拉丁文名：ytterjord（ytter土）和yttria。现在已经知道，Yttersten（也就是硅铍钇矿）拥有形如 $\text{FeBe}_2\text{Y}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$ 的通式，虽然这其中的“Y”被证实包括相当复杂的内容元素。

在随后的几十年中，人们慢慢发现yttria远远不止是钇的氧化物。1843年，它被发现含有铈和铈的氧化物。1878年，德马里尼亚克从yttria分离出氧化镱^[4]，他声称这是一个新的三价元素——镱的氧化物，其相对原子质量为172 g/mol。然而到了1899年，弗朗茨·埃克斯纳（Franz Exner）和爱德华·哈夏克（Eduard Haschek）在奥地利

提出的光谱证据表明这次发现的**镱**并不是单一物质。6年后，还是在奥地利，韦尔斯巴赫用分步结晶法将德马里尼亚克发现的**镱**分离为两个元素，他根据发射光谱区分出两者，并将它们分别命名为“aldebaranium”和“cassiopeium”。1907年12月，他公布了这两个元素的相对原子质量分别为172.90 g/mol和174.23 g/mol^[5]。

在韦尔斯巴赫发表他的发现的44天前，于尔班向巴黎科学院宣布^[6]，他从**镱**中分离出两个元素，他称之为“新**镱**”和镱，后者以巴黎的拉丁名“Lutetia”命名，两者的相对原子质量分别约为170 g/mol和174 g/mol。于尔班声称，韦尔斯巴赫只不过是重新发现了这两个元素。于尔班还表示，韦尔斯巴赫在1905年的发现是非定量的，并且缺乏证据。1909年，国际相对原子质量委员会（于尔班也位列其中）更偏爱于尔班的命名，并将“新**镱**”和镱的相对原子质量分别列为172 g/mol和174 g/mol^[7]。但是，“新**镱**”这个名字只被短暂地使用了一段时间，德马里尼亚克最初的定名“**镱**”很快就被重新使用了。此前，韦尔斯巴赫曾通过将didymium的主要成分重命名为“钷”，从而把一个新元素的发现变为了两个（钷和镱）。而于尔班尝试效仿此举时却被阻止了，想必他应该十分沮丧。

像许多其他镧系元素一样，**镱**是一个被研究得相对较少的元素。它被用作不锈钢的增强剂。而由于在高压下会变成半导体的性质，所以**镱**也可以被用于制造应力计。另外，它的放射性同位素（**镱**-169）被用在了便携式X射线机中。**镱**比较新的一个应用是原子钟，利用超冷**镱**-174来计时，这种原子钟经过500亿年后^[8]（地球年龄的10倍以上），误差也不会超过1s。因此，从埃克贝格的氧化钷中分离，并由德马里尼亚克发现的**镱**，有可能被应用于全球导航和通信系统，甚至可能最终被用于帮助重新定义国际单位制中的秒^[8]。

[1] Geijer, B. R. *Crells Ann.* 229-230 (1788).

[2] Gadolin, J. K. *Vet. Akad. Handl.* 15, 137-155 (1794).

[3] Ekeberg, A. G. K. *Vet. Akad. Handl.* 18, 156-164 (1797).

[4] de Marignac J.-C. G. *Arch. Sci. Phys. Nat.* 64, 97-107 (1878).

[5] Welsbach, C. *Monatsh. Chem.* 29, 181-225 (1908).

[6] Urbain, G. C. R. *Acad. Sci.* 145, 759-762 (1907).

[7] Clarke, F. W. et al. *J. Am. Chem. Soc.* 31, 1-6 (1909).

[8] Hinkley, N. et al. *Science* 341, 1215-1218 (2013).

综述

原文作者：

拉尔斯·奥斯特罗姆（Lars Öhrström），瑞典哥德堡查尔姆斯理工大学化学及化工系教授，《巴黎最后的炼金术士和其他化学奇闻》的作者。