



丁格尔讲述了元素周期表上曾经的一个“元素”究竟是如何变成两个新元素的。

如果说在镧系元素的历史上有一条主线的话，那就是它们始终拒绝轻易分开彼此。4f区元素化学性质上的相似性困惑了19世纪的化学家几十年，直到采用了一种新的分析技术才最终将镨从它的藏身之处梳理出来。

第59号元素的故事要从1841年说起，当时莫桑德认为他发现了铈硅石（cerite）中的一种新元素。因为该“元素”和镧非常相似，便将其命名为“didymium”^[1]，希腊语中“孪生元素”的意思。后来事实证明，他选择的字再好不过了，尽管原因和他的本意大相径庭。

到1843年，除了didymium（后来证明并非真元素）外，现代4f系列元素群里所含的铈、镧、铈和铈都被发现了。但接下来，其余镧系元素的发现进程出现了停顿。因为当时的传统分析方法，即极其乏味的分步沉淀法和结晶法，已经遇到了作为一种独立鉴别方法的瓶颈，无法区分性质极其相似的未知元素，因为它们看起来相同，特性也相似。若要获得进一步的发现，势必得有一种来自实践和理论的新动力助推。

19世纪60年代早期，本生和基尔霍夫的分光镜^[2]问世并不断得到完善。与此同时，人们对元素性质的变化规律也有了更多的了解，1869年门捷列夫提出的首张元素周期表标志着人们对元素的认识达到了一个新的高度。当时，didymium作为一个很有把握的“元素”出现在门捷列夫的初始周期表上，并配以符号“Di”，后来didymium成了这个初始周期表中唯一一个被淘汰的成员。光谱学的进步使化学家们终于能靠镧系元素的特征指纹光谱图谱，来区分这些打死不分离的家伙们。结合分步沉淀结晶法和周期体系的发展，使得1878年至1886年间，稀土元素的发现出现了一个新的高潮，铈、镧、钐、铈、钐、钐、**镨**、铈和镧均在这期间被发现。

卡尔·奥尔·冯·韦尔斯巴赫（Carl Auer von Welsbach）被认为是最早把didymium分成铈和**镨**的人。然而，早在他成功地将双硝酸铵分步结晶之前^[3]，一些化学家就认识到didymium并非是莫桑德所提出的单一物质。让-夏尔·加利萨·德马里尼亚克（Jean Charles Galissard de Marignac）、德布瓦博德兰和克利夫都是当时认为didymium不纯的著名人物。另外两个人——马克·德拉方丹（Marc Delafontaine）和博胡斯拉夫·布劳纳（Bohuslav Brauner）则更进一步，分别于1878年和1882年开始了光谱研究，他们和韦尔斯巴赫一样，都是本生在海德堡的学生。

但是，尽管布劳纳曾给奥地利报纸《维也纳报》（*Wiener Anzeiger*）^[4]写过一封信，但他似乎从未正式发表过自己的研究成果。1885年，韦尔斯巴赫向维也纳科学院宣布，他成功地将didymium分成两种“稀土”（当时氧化物的称谓）：氧化铈（neodymia）和氧化**镨**（praseodymia），并最终从里面分别分离出铈元素

(neodymium, 意为“新孪生元素”)和镨元素(praseodymium, 意为“绿色孪生元素”)。

尽管didymium作为一种元素已经消亡,但这个名字仍然存在于焊工和吹玻璃工戴的护目镜片的特殊玻璃上。镨钕混合材料可以滤除黄光和红外波长的光,从而在不影响佩戴者的视线条件下,保护他们的眼睛免受潜在有害辐射的影响。

就像所有的镧系元素一样,镨的化学结构以+3价氧化态为主,但它的电子构型为 $[\text{Xe}]4f^36s^2$,这就使得它很容易形成包括+5价在内的更高价氧化态。2016年,有报道^[5]称在 PrO_2^+ 中存在一个Pr(V)中心。一年后,又发现了 NPr(V)O 和 NPr(IV)O^- ,这两种结构中都同时具有一个镨—氮叁键和一个镨—氧双键^[6]。

镨的另一种氧化物已作为隔层被应用在一种潜在的超导材料^[7]中。化合物 $\text{Pr}_4\text{Ni}_3\text{O}_8$ 具有由两层氧化镨间隔开的三层氧化镍结构,它意味着高温超导体成为现实的一种可能,而镨在该结构中实实在在处在中心位置。

[1] Mosander, C. G. Philos. Mag. 23, 241-254 (1843).

[2] Kirchhoff, G. & Bunsen, R. Ann. Phys. Chem. 110, 161-189 (1860).

[3] v. Welsbach, C. A. Mon. Chem. 6, 477 (1885).

[4] Weeks, M. E. Discovery of the Elements 7th edn, 689 (Journal of Chemical Education, 1968).

[5] Zhang, Q. et al. Angew. Chem. Int. Ed. 55, 6896-6900 (2016).

[6] Hu, S.-X. et al. Chem. Sci. 8, 4035-4043 (2017).

[7] Zhang, J. et al. Nat. Phys. 13, 864-869 (2017).

新的名字——钹

原文作者：

布雷特·F. 桑顿 (Brett F. Thornton)，瑞典斯德哥尔摩大学地质科学系和柏林气候研究中心；肖恩·C. 伯德特 (Shawn C. Burdette)，美国马萨诸塞州伍斯特理工学院化学与生物化学系。