

## 聚光灯下的铕

---

原文作者：

让-克劳德·班兹立（Jean-Claude Bünzli），瑞士洛桑联邦理工学院及韩国高丽大学新一代光伏系统中心。



班兹立在本文中解释了为什么铕元素既没有丰富的储量、又不参与生物代谢，却仍然吸引了大量化学家的兴趣。

故事要从19世纪末说起：在那个年代，优秀的科学家们开始通过解析原子光谱来系统地填补门捷列夫的周期表里剩下的空位。在今天看来，这项工作并不困难，一个本科生就可以完成。但在当时，科学家们手里只有精密度很低的仪器，以及难以纯化的样品。因此，在整个镧系元素的发现史上，各路“准”发现者们不停地做出错误的宣称，彼此之间争论不休。

1885年，克鲁克斯发现了第63号元素的第一个、却不怎么清晰的信号：他在一份钷试样中观察到了一条特异的红色谱线（609 nm）。在1892—1893年间，镱、钷和铈的发现者德布瓦博德兰确认了这个谱带，并发现了另一条绿色的谱带（535 nm）。

接下来是在1896年，德马塞通过耐心地分离氧化钷，确认发现了一种位于钷和钆之间的新稀土元素。他在1901年成功地将这种元素分离出来，为这段发现之旅画上了终止符：“我希望将这种新元素命名为‘铕’（europium），符号为‘Eu’，相对原子质量约为151。”<sup>[1]</sup>

德马塞选择这个名字的原因仍然是一个谜。有趣的是，他并不从属于任何大学，在申请加入法国科学院失败后一直运营着一间独立实验室。作为科学家，他比较特立独行：他曾经研究过有机化学、有机金属化学和无机化学，最后成为一名卓越的光谱学家；他也曾经旅行多国，研究当地的地质学和文化<sup>[2]</sup>。可能正是因为这种对化学各领域和对世界各国的开放心态，使他在元素命名上选择了欧洲（Europe），而不是法国或巴黎——此时钷（Francium，以法国“France”命名）和镱（Lutetium，以巴黎古称“Lutetia”命名）尚未被发现。金属铕非常活泼，它最稳定的氧化态是+3，但在固体和水溶液中也会以+2价存在。

一名年轻的优秀化学家于尔班继承了德马塞的光谱学仪器，并在1906年发现一份掺杂了铕的氧化钷试样放射出非常明亮的红光<sup>[3]</sup>。这是铕漫长的磷光材料之路的开端——不仅用于发红光，还能发出蓝光，因为Eu<sup>2+</sup>的发射光谱正好在这个范围。以红色的Eu<sup>3+</sup>、绿色的Tb<sup>3+</sup>和蓝色的Eu<sup>2+</sup>发射器或其组合构成的磷光体，能将紫外线转化为可见光。这些材料在世界各地的各种仪器中扮演着重要的角色：X射线增感屏、阴极射线管或等离子体屏幕，以及最近的节能荧光灯和发光二极管中，都会用到它们。

三价**铕**的荧光效应还可以被有机芳香分子敏化，这样的配合物可以应用在各种需要高灵敏度的场合，例如防伪油墨和条形码。举例而言，欧盟在2002年发行统一货币时，在印刷欧元钞票所使用的防伪墨水中，就使用了至少一种**铕**磷光体作为原料（很可能是一种三 $\beta$ -双酮配合物），使其能够在紫外线光下放出橙红色光。而这种纸钞放出的蓝绿色光，则同样可能是来自二价**铕**——当然了，这些只是推测。

从20世纪80年代开始，在使用时间分辨冷荧光法的高灵敏度生物医药分析中，**铕**一直扮演着主角。在大多数医院和医学实验室中，这样的分析已经成为日常。在包括生物成像在内的生命科学的研究里，以**铕**和其他镧系元素制作的荧光生物探针无处不在。幸运的是，1 kg **铕**就足以支撑大约10亿次分析——因稀土元素存储短缺而恐慌的工业化国家也不用担心本类应用会受到威胁。

在人口飞速膨胀的当今世界，最近发现的一种**铕**的应用可能对农业有着深远的影响。科学家发现，掺入了二价**铕**和一价铜的塑料，能够高效地将阳光中的紫外线部分转化为可见光。这一过程相当“绿色”（正是红色的互补色）。使用这种塑料建造温室，能使植物吸收更多的可见光，使得作物收成提高10%左右。

在不增加农业用地的前提下，这一增幅应当足以满足数十年内的食物增长需求——这意味着**铕**将会带来一个美好的明天。



---

[1] Demarçay, A. E. C. R. Acad. Sci. Paris 132, 1484-1486 (1901).

[2] <http://www.chem.unt.edu/Rediscovery/Demarçay.pdf>

[3] Urbain, G. C. R. Acad. Sci. Paris 142, 205-207 (1906).