

环保的铋

原文作者：

拉姆·莫汉（Ram Mohan），美国伊利诺伊卫斯理大学化学系。



在本文中，莫汉讲述了在元素周期表中被有毒重金属环绕却出人畜无害的铋元素，是如何激发从医药到工业化学等诸多领域的广泛兴趣的。

元素周期表的第83号元素——铋在古代就为人所知，但人们往往将这种元素与铅和锡混为一谈。直到1753年，法国人克劳德·弗朗索瓦·杰弗里（Claude François Geoffroy）才将铋从这些元素中分离独立出来。铋（bismuth）这个词本身来自德语“wismuth”（白色物质）。研究表明，早在16世纪，印加人就懂得利用铋：他们将铋与锡混合成铋青铜用于制造小刀^[1]。在伦敦证券交易所，铋也曾被用来进行炼金术诈骗：19世纪60年代，匈牙利难民尼古拉斯·帕帕菲（Nicholas Papaffy）说服了大量投资者对他进行投资，用于他号称能将铋和铝转化为银的技术。这大大抬升了金属市场上铋的价位，并让他能够在利德贺街（伦敦证券交易所所在地）开设一家新公司。但当公司开业时，帕帕菲已经带着四万英镑（这在当时是一笔巨款）远走高飞了^[2]。

铋在自然界中主要存在于辉铋矿（硫化铋）及铋华（氧化铋）中，但也存在单质形式的铋：因为覆盖着的氧化层厚度不同，单质铋晶体表面会反射出五彩光芒。铋通常是以铜、铅及锡矿产业的副产物出现，所以虽然它属于稀有金属，但却并不昂贵。

虽然经常被称为最重的稳定核素——同时也因此派生出大量用场——铋-209实际上还是有一点点放射性的。这一点最初是由法国的天体物理学家在2003年通过理论研究预测出来的^[3]；他们的计算结果表明，铋-209的半衰期长达 1.9×10^{19} 年，而宇宙的年龄估计才为 1.4×10^9 年。

虽然在元素周期表上，铋周围都是有毒重金属，铋及其化合物却出人畜无害得令人称奇——很多铋化合物的毒性甚至比食盐（氯化钠）^[4]还低！这在重金属元素中是绝无仅有的，铋因此荣获了“绿色元素”称号。为此，整个化妆品和医药化学界对铋投射了大量的关注。例如，氢氧化铋就被用于给化妆品和护肤品赋予珍珠般的光泽。这种化合物在市场上销售时也被叫做布朗粉。因为它对X光不透明的特性，它还被用于制造导尿管，以便于诊断和手术的进行。此外，硝酸氧铋也被用于手术杀菌。

名声最大的含铋药物大概是胃肠用铋Peptobismol，这种非处方药在美国随处可见，被用于治疗胃肠紊乱。它的有效成分是水杨酸氧铋。这种药物是在20世纪早期由一名医生在家调制的，用于治疗“婴

儿假霍乱”，被这种疾病感染的婴儿会突然开始上吐下泻，并可能因此死亡^[5]。这种药物的机理到现在仍不完全清楚，但一般认为它会在消化道壁上形成一层保护膜，以防止消化道受到进一步的刺激。

铋有很多有趣的特性，因此在工业上也有广泛的应用，在焊料中就经常使用**铋**。**铋**金属是少数在凝固时体积会膨胀的物质（另一个具有该性质的物质是水），因此被用于制备需要膨胀填充印刷模具的低熔点活字合金。同时，氧化**铋**也是一种叫“龙胆”的烟花的主料；这种烟花会先放射光影效果，然后爆炸。**铋**现在正在越来越多的场合代替具有高毒性的金属铅。因为两者密度相近，而不少国家已经禁止在射猎水鸟的时候使用铅弹了。**铋**同时也是最具反磁性的材料之一——和石墨一样，在磁场中会被排斥开来——因此被用于制造磁悬浮列车，这种列车的行驶速度能超过400 km/h。

最近，在有机合成中，作为路易斯酸，环保的三价**铋**化合物催化剂得到了重要的应用。与其他具有腐蚀性的路易斯酸^[6]相比，低毒、易处理且相对廉价使得**铋**化合物具有极大的吸引力。我们不仅在有机合成中开发了**铋**(III)盐的应用，还设计了一些**铋**盐催化的绿色化学反应应用于本科生教学实验^[7]。

综上所述，**铋**是一种用途广泛、相当环保的金属。在环保意识日趋高涨的当下，可以预见，从有机合成到工程学，像**铋**这样的环保金属将会得到更多的应用。

[1] Gordon, R. B. & Rutledge, J. W. *Science* 223, 585–586 (1984).

[2] Brock, W. H. *The Norton History of Chemistry* 1st edn (W. W. Norton, 1993).

[3] Marcillac, P. D., Coron, N., Dambier, G., Leblanc, G. & Moalic, J.-P. *Nature* 422, 876–878 (2003).

[4] Suzuki, H. & Matano, Y. (eds) *Organobismuth Chemistry* (Elsevier, 2001).

[5] <http://www.peptobismol.com/>

[6] Leonard, N. M., Wieland, L. C. & Mohan, R. S. *Tetrahedron* 58, 8373–8397 (2002).

[7] Roesky, H. W. & Kennepohl, D. K. (eds) *Experiments in Green and Sustainable Chemistry* 50–56 (Wiley-VCH, 2009).