

爱抱团的镓

原文作者：

马歇尔·布伦纳（Marshall Brenna），美国伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校化学系。



布伦纳解释说，能变弯的汤匙和手机里有着同一种奇特的元素。

可以说元素周期表是化学界最耳熟能详的工具了。1869年，门捷列夫将当时已知的元素从轻到重依次排列，每当后续元素表现出与上一行元素相近属性时则新起一行。门捷列夫绝不是第一个尝试这样组织元素的人，但只有他的表格最终被挂在世界各地的教室和实验室里，也许是因为他第一个在元素之间留下了空白以待后来人填补的缘故。他推测在某些位置上存在尚未发现的新元素可以更好地匹配同一纵列元素族的共性，并参考同族中邻近元素的名称在这些位置留下占位符——类硼（ekaboron）、类铝（ekaaluminium）、类锰（ekamanganese）和类硅（ekasilicon），又依据这些元素在表中的位置预测了它们的某些属性和特征。

1875年，法国化学家保罗-埃米尔·勒科克·德布瓦博德兰（Paul-Émile Lecoq de Boisbaudran）在闪锌矿矿样中发现了上述预测中的第一个元素。光谱检测显示了一对紫色线，这是类铝（ekaaluminium）的特征。之后，德布瓦博德兰在同一年用电解法首次提取了该元素的纯样品，并以他的祖国——法国为之命名“gallium”（注：“高卢”的拉丁语拼法为“Gallia”）。他进而描述了该元素及其性质。在看到其大部分实验结果都与类铝（ekaaluminium）的预期属性类似时，门捷列夫觉得有必要写信联系德布瓦博德兰，以指出后者对该金属密度的测量值4.5 g/mL有误（门捷列夫预测的密度为6 g/mL）。随后该值真的被修正为5.9 g/mL，与门捷列夫的预测惊人的一致，也印证了他在周期表中排放类元素的正确性。

镓是一种柔软的银色金属，导电能力一般。作为第4周期元素^[1]，它的性质正如预期的一样介于铝和镉之间。与铝全满的2*p*电子层相比，由于3*d*电子层的屏蔽较差，镓也因此具有比铝更高的电离能，或许更重要的是镓比预期值小得多的原子半径——130 pm，几乎和铝原子一样大。异常小的原子半径作为一个影响因素赋予了镓最为人熟知的特性。金属镓在室温下质地柔软，温度只要再上升9℃——相当于伊利诺伊州天气温暖时的温度，或者说比人体体温低几个摄氏度——就熔化了。19世纪的化学家经常利用这个特性来玩恶作剧：拿镓打造一个汤匙，并和茶一起递给一位毫无戒心的客人。汤匙在搅拌茶叶时迅速融化，令客人目瞪口呆。更具意义的是，低熔点意味着液相的镓在可利用且可达到的温度范围内表现出金属性质。

也许镓最重要的特性是它易于跟多种金属形成合金。这是因为小的原子半径可以让它相对容易地扩散到很多金属的晶格中。生成的合

金通常也因为镓而获得低熔点，这让所得材料也变得更易加工、更稳定，从而更具成本优势。镓主要被应用在半导体行业中。作为镓最常见的合金形式，GaAs的应用包括手机里的高速逻辑芯片和前置放大器等，而AlGaAs和InGaAs是蓝光光盘播放机采用的405 nm激光二极管的发光材料。



除了促进技术进步，**镓**化学已经开始涉足燃料和能源科学中的基本问题。早期研究表明，掺杂**镓**的沸石可以有效地催化甲基环己烷的开环和断裂，形成短链烷烃^[2]——这被用于回收汽油裂解产物。**镓**沸石还可以催化正癸烷的芳构化^[3]，前沿研究表明GaN纳米线甚至可以催

化甲烷生成苯^[4]。断开甲烷的C—H键并非易事，这些反应是将相对不活跃的甲烷析出物和不需要的汽油生产副产物转化为有用的石化产品的重要步骤，对燃料储存和精细化工生产具有重要意义。

镓本身在元素周期表中并没有什么独占鳌头之处，熔点、密度等性质也中规中矩。不过，很可能正是这些性质让它在半导体行业中获得重要的基础性地位；它与其他元素的亲和力以及它的相变特性对于半导体行业来说颇具价值。无论是在确认早期化学理论上的贡献，还是在最新前沿技术中的角色，**镓**对化学的方方面面都产生了深远的影响。随着进一步的实践探索，也许它的重要性只会有增无减。

-
- [1] Greenwood, N. N. & Earnshaw, A. Chemistry of the Elements 2nd edn, 217–267 (Butterworth-Heinemann, 1997).
- [2] Raichle, A., Moser, S., Traa, Y. & Hunger, M. Catal. Commun. 2, 23–29 (2001).
- [3] Pradhan, S. et al. Chem. Sci. 3, 2958–2964 (2012).
- [4] Li, L., Fan, S., Mu, X., Mi, Z. & Li, C-J. J. Am. Chem. Soc. 136, 7793–7796 (2014).