

锂会成为新时代的黄金吗？

原文作者：

让-马里·塔拉斯孔（Jean-Marie Tarascon），法国皮卡第儒勒-凡尔纳大学反应性和固态化学实验室。



塔拉斯孔在本文中探讨了发现于约两百年前的锂元素的价值：锂的地位正因为其在贮存能源和电动汽车方面的应用前景而飞速上升。

虽然已经被发现差不多两个世纪了，锂却在最近搞了个大新闻：作为将要驱动下一代电动汽车的锂离子**锂**离子电池的主要原料，**锂**元素的身价可能在21世纪上涨到黄金的级别^[1]。鉴于这种元素在地壳中并不是均匀分布的，已经有流言声称，安第斯山脉边上的南美诸国可能很快会成为“下一个中东”。现有储量^{[2], [3], [4]}和预期消耗^[1]之间的矛盾预示着，如果在接下来的五十年里，所有的车辆都改为使用电力驱动，恐怕会出现**锂**资源危机，届时**锂**会像今天的化石燃料一样价格飙升。

锂（lithium）的原子序数为3，在周期表上位居左上角。1817年，永斯·雅各布·贝采利乌斯（Jöns Jakob Berzelius）的学生约翰·奥古斯特·阿韦德松（Johann August Arfvedson）在分析发现于1800年的叶长石（Petalite, $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$ ）时，发现了该元素的存在。贝采利乌斯将这种新元素命名为“lithos”，希腊语中意为“石头”。

别淘金了！

现在流行“淘锂”！



室温下，**锂**单质是电正性最强的金属（标准电极电位为-3.04 V，暴露在空气中时其银白色表面会因氧化而褪色），同时也是最轻（6.94 g/mol）和密度最小（0.53 g/cm³）的固体元素，而且极其易燃。由于极度活泼，在自然界中**锂**仅以化合物的形式存在于卤水或硬岩矿物中，而单质**锂**则必须在矿物油或真空安瓿中进行无水保存。

锂及其化合物具有独特的物理、化学和电化学特性，这使得它们在众多领域都能大显身手。除最近问世的**锂**基电池以外，铌酸**锂**（LiNbO₃）也是非线性光学中的重要材料。工程师们还会用**锂**来制作高温润滑剂、为合金增加强度，以及用于进行热交换。由于有机**锂**化合物极强的碱性以及亲核性，其在精细化工中得到了广泛的应用，被用来合成多种化学物质。**锂**制剂还因能作用于神经系统而被作为情绪稳定药物使用；在核能研究中，还可以通过利用中子轰击**锂**-6来制取氚（氢-3）。因此**锂**的市场需求保持着每年7%~10%的增长势头，2010年已经达到了每年16万t碳酸**锂**（Li₂CO₃）——其中20%~25%被用于电池产业。

由于有助于缓解污染、全球变暖和化石燃料短缺等诸多问题，能量存储科技已经变得前所未有的重要，而**锂**离子电池技术正是发展可再生能源和电动汽车的一时之选。一般的**锂**离子电池由含**锂**的正极和不含**锂**的负极组成，中间用**锂**基电解质隔开。以1 mol/L浓度的**锂**基电解质加上一个3.6 V的LiMPO₄电极（其中M是铁或锰）做简单估算，储存每千瓦时电能大约需要消耗0.8 kg的Li₂CO₃——而这个数字并不会随着新研发的电池技术而降低，比如**锂**-空气电池或是**锂**-硫电池都需要在负极加入额外的**锂**才能正常工作。另外，氚可能与氘一起被用于核聚变这一点还会进一步增加**锂**的需求。

从硬岩中开采**锂**既辛苦又昂贵，而如今大部分（83%）的**锂**产量来自高盐湖泊以及其干涸后留下的盐盘：盐水首先被从湖中泵出，进入浅池中，然后太阳能会将盐水浓缩成为富含氯化**锂**的卤水；在这种卤水中投入苏打，Li₂CO₃就会沉淀出来。虽然海水中含有总量相当大的**锂**元素，但从海水中进行**锂**的提取更为困难，而且昂贵。

对全世界的**锂**储量进行估量极为困难^{[1], [2], [3]}——这一类议题往往是由投资者和风投资本家们推动的。如果要把现在每年生产的5000万辆汽车^[4]全部改装成“插电式混合动力汽车”（同时装有7 kW·h时**锂**离子电池驱动的电动引擎以及内燃机），现在的Li₂CO₃产量仅能满足一半的需求；而如果要以需要40 kW·h车载电池的全电驱动车辆来考

虑的话，**锂**需求将是一个天文数字。这些数字使人担忧起数十年内将要到来的**锂**短缺，这难免让人觉着前景黯淡。

但愿这一令人警觉的全球态势能驱使研究者探索新的电池技术^[5]，以缓解我们对**锂**的依赖。幸运的是，如果考虑到回收利用，问题的严重性会有所下降——金属**锂**的低熔点（180 °C）及其氟盐、碳酸盐以及磷酸盐的低溶解度使得**锂**的回收相当容易。扩大对盐卤资源的利用，同时提高回收系统的效率，应当可以满足完全依赖**锂**离子电池的“动力革命”的需求，从而降低地缘政治风险。

[1] Greene, L. Batteries & Energy Storage Technology 37-41 (Spring issue, 2009).

[2] Tahil, W. The Trouble With Lithium (Meridian International Research, 2006); <http://go.nature.com/jhDqLH>

[3] Tahil, W. The Trouble With Lithium2 (Meridian International Research, 2008); <http://go.nature.com/AWITRo>

[4] <http://www.worldometers.info/cars/>

[5] Armand, M. & Tarascon, J. M. Nature 451, 652-657 (2008).