

飞跃山谷的硅

原文作者：

梅特克·杰罗尼克（Mietek Jaroniec），美国肯特州立大学化学系教授。



杰罗尼克讲述了硅是如何深刻地影响着我们生活的方方面面，无论是在各种材料中与其他元素化合的硅，还是用来制作电子器件的高纯硅，又或者是更新形式的“黑硅”。

硅是地壳中含量仅次于氧的元素。硅土（又称二氧化硅）是一类硅酸盐矿物，也是沙、石英岩以及花岗岩的主要成分；尽管大约75%的地球都由硅土组成，但硅单质在自然界中却很少见，且直到19世纪才为人所知。其实，不纯的非晶形硅可能最早在1811年便由约瑟夫·路易·盖-吕萨克（Joseph Louis Gay-Lussac）和泰纳（Thenard）通过加热钾和四氟化硅得到。然而，说起硅元素，人们还是会将其发现归功于贝采利乌斯，因为是在他在1824年将通过上述方法所得的硅进一步润洗提纯而得到了纯硅。如今已经可以利用电炉加热硅土与碳的混合物至远远高于硅熔点（1414 °C）的温度（1900~2350 °C），来实现硅的大规模生产。

根据美国地质调查所的资料，截至2007年，全世界包括合成硅在内的纯硅存储量已经超过了50万t，这足以显示其对当今科技的重要性。其中超过90%的硅被用来制造含硅化学品及合金，比如汽车行业的富铝合金，以及被广泛用作润滑油、树脂、橡胶或者密封胶的硅脂（特征为含有硅氧键和硅碳键）等。而以沙子形式存在的二氧化硅则是玻璃和混凝土这些最常用材料的基础原料。气凝胶，由于其体积的90%都被孔洞所占据，属于极轻的二氧化硅形式，因此是非常有效的绝缘材料。

这些应用固然非常重要，但硅对当今科技和生活方式产生的最深刻影响却要归于其整体储量中的一小部分（约5%），即用于包括电脑芯片、功率晶体管、太阳能电池以及液晶显示器和半导体探测器等各种电子器件中的高纯硅。而硅集成电路的微型化也使得微电子学有了长足的进步，这一领域正在进一步向纳电子学进军。另外，多孔硅由于其发光特性以及巨大的表面积也促进了一系列传感器的发展。微电子器件所需要的高纯硅制备过程较为烦琐，通常涉及由粗金属硅到氯硅烷的转变（含有硅氯键的化合物），经过分离提纯后用氢还原成多晶硅，再制成硅晶圆（光滑的薄盘）。

硅化学的丰富多彩令人惊叹，且这一领域还在不断涌现出新的发现。尽管1 g沙粒的表面积非常小，但相同质量、拥有接近纳米级（约3 nm）孔隙的硅胶粒子，其内表面积可以轻易超过1000 m²（大约一个奥林匹克游泳池的表面积）。这种具有有序纳米孔隙的颗粒是在表面活性剂模板存在的条件下合成的，这一合成策略为纳米材料的发展提

供了无限可能，比如纳米多孔**硅**胶颗粒可以用于催化、分离、环境清理、药物释放以及纳米科技等各领域。

提及**硅**胶，就不得不来谈一谈由各种海洋生物大规模生产的、具有纳米级精度的氧化**硅**材料。对大自然中的“生物**硅**化作用”的理解，将会为新型**硅**基材料的环境友好型合成提供无限潜能，并将最终促使生物传感器、生物催化以及现在被称为“**硅**生物技术”的生物分子工程学的发展。

另一惊人而具有科技前景的发现体现了揭示微纳结构的重要性。1998年，哈佛大学的马祖尔（Mazur）团队报道了利用飞秒激光脉冲，在含硫气体存在的情况下照射**硅**晶片会使其光滑表面变成一个尖峰林立的微观森林，与美国犹他州布莱斯峡谷国家公园非常相似。通常，**硅**表面会将大部分光反射，但“黑**硅**”却通过将可见光捕获在尖峰之间而大大增强了对可见光的吸收性能，这使其在太阳能电池中的应用更有前景。黑**硅**也可以吸收波长为2500 nm的红外辐射，因此，黑**硅**在光电中全新的应用也非常值得期待。这一事例说明，尽管**硅**被发现已有200年，至今仍可以使我们惊叹。