

## 轻触金属铟

---

原文作者：

凯瑟琳·雷努夫（Catherine Renouf），英国圣安德鲁斯大学化学学院博士生。



雷努夫讲述了铟如何从一个相当不起眼的元素，发展到如今高科技设备及产品对它的巨大需求量有可能耗尽其全部储量的程度。

1863年，在某次原子光谱分析中出现的一道神秘蓝线首次揭示了锌矿石中存在新的未知元素。这个新元素也因其靛蓝色的光谱而被命名为：**铟**（indium，来自于英语的靛蓝色“indigo”一词）。今天它的主要来源仍然是锌矿石。

观察到这一蓝色谱线并分离出这个新元素的是斐迪南·莱奇（Ferdinand Reich）和希罗尼穆斯·里赫特（Hieronymus Richter），他们本想在1867年的世博会上展示**铟**锭，但因为担心被偷窃，他们用铅锭取而代之。观众多半轻易被蒙在鼓里，因为这两种很软的金属有着相似的外观。那时的人们所不得而知的是，**铟**有一种与其元素周期表中的近邻——锡所共享的独特性质，即这两种金属在被弯折时会发出哭泣般的声音。

此次世博会举办50年后，**铟**仍只是存放在化学家橱柜里的奇珍异宝。提纯**铟**的工艺极为复杂，而人们并没有想到**铟**有什么配得上如此繁复提纯工艺的实际用途。因此，当时全球的**铟**供应量仅仅数以克计。

直到第二次世界大战期间，**铟**才有了首次大规模应用。因为其良好的延展性，**铟**被加工成飞机发动机轴承的润滑薄膜层。直到20世纪50年代末，润滑以及大约同时期出现的第二种**铟**应用——焊接，就是**铟**仅有的两种用途。

**铟**的全球需求量自20世纪70年代开始增加。作为一种高效的中子吸收剂，**铟**被用于制造核反应堆的控制棒。其合金的低熔点（某些种类可低至50℃）对焊接很有用，也让其成为用于热调节器和消防喷淋头<sup>[1]</sup>中的高性能保险丝。但让**铟**引起人们广泛兴趣的是在**铟**锡氧化物（ITO）性能上突破性的发现。如今，由于ITO在人们生活中所扮演的极其广泛和常见的角色，美国能源部<sup>[2]</sup>正在对第49号元素日趋枯竭的供应提出严正预警。

**铟**昂贵而又稀有，ITO则脆而易碎、不可弯折，但在克服这些问题后人们能利用ITO制造出高价值的产品，比如触屏设备、智能手机和液晶屏电视。ITO是一种独特的材料，它既导电又透光<sup>[3]</sup>，而其透光性是上述所有应用所需求的关键性能。此外，它是大多数太阳能电池的重要组成部分，无论它们的主成分是何种材料，其外侧吸光层的电路通常都是用透明ITO实现的<sup>[4]</sup>。

这种对可见光频谱范围的透光性源自它3.3~4.3 eV的宽带隙。当被制成薄膜时，ITO对可见光的透光率以及导电率都足够高，从而能够被应用到触摸屏中。最早的此类设备含两个单独的ITO层，它们之前的互联需要通过手写笔触发。但为了更友好、更吸引眼球的用户体验，现代设备已经发展为利用使用者手指的导电性来工作。使用者接触屏幕上的ITO层会改变该特定位置的电容，设备由此得到一个位置相关信号。

目前的触摸屏市场正在迅速增长，虽然我们仍不大清楚全球的**铟**储量有多少——因为它仍然只是开采其他金属（主要是锌和锡）的副产品，但据估计，**铟**的供应量只够满足我们不断增长的需求至2020年。因此，随着它越来越稀有，其价格越来越贵亦在预料之中。

可弯曲显示屏常被捧为数码界的下一个突破性方向，而ITO的前述简单特性并不能很好地适应这个新趋势。虽然ITO的脆性对于智能手机预期数年的使用寿命不是一个问题，对诸如更耐用的平板电脑和电子书这样稍长的使用时间来说，ITO的脆性也可以接受，但它并不能很好地匹配可灵活卷曲产品的需求。新需求正在驱动对无**铟**半导体的研发探索，比如碳纳米管和石墨烯<sup>[5]</sup>。如果我们想保护**铟**这种稀缺金属的储量，并保证它能以合理价格满足生产光伏电池——清洁电力的来源之一——的需求，那么去寻求**铟**的替代物无疑是一件好事。

化学家在开发ITO及其所有的应用中都发挥了巨大的作用，如今我们应当再次领航去寻找它的替代品。

---

[1] Downs, A. J. Chemistry of Aluminium, Gallium, Indium and Thallium (Blackie Academic and Professional, 1993).

[2] US Department of Energy. Critical Materials Strategy Summary (US Government Printing Office, 2010).

[3] Tahar, R. B. H., Ban, T., Ohya, Y. & Takahashi, Y. J. Appl. Phys. 83, 2631-2645 (1998).

[4] Krebs, F. C., Spanggaard, H., Kjær, T., Biancardo, M. & Alstrup, J. Mater. Sci. Eng. B 138, 106-111 (2007).

[5] Yen, M-Y. et al. Carbon 49, 3597-3606 (2011).

## 锡罐

---

原文作者：

迈克尔·A.塔塞利（Michael A. Tarselli），美国诺华生物医学研究所。