

锆元素简介

原文作者：

约翰·埃姆斯利（John Emsley），科普作家，著有《大自然的积木》等书。



从仿钻到核电站防护壳，埃姆斯利细数了锆的诸多用途。

锆石——对化学家来说即硅酸锆（ ZrSiO_4 ）——是一种自古以来就为人所知的半宝石。由于其具有高折射率，切割和抛光后的锆石晶体能闪耀出奇光异彩。透明的锆石酷似钻石。锆石中的金属成分最早是克拉普罗特于1789年在柏林分析该物质的晶体时确定的。同年他还发现了铀，如今这两种金属元素对于核能发电都至关重要。

锆合金，即锆锡合金，被用作氧化铀燃料部件的包壳。该材料在高温下耐腐蚀，且不会吸收中子，因此不会产生放射性。核工业几乎消耗了所有的锆金属产能，一些核电站配备的锆合金管足有数公里长。虽说如此，它在水冷反应堆中仍有可能发生腐蚀^[1]，有时这会引发事故。尽管该金属接触温度低于900℃的水是稳定的，但在此温度以上，它们会反应生成氧化物和氢气。正是这个过程导致了1979年发生在美国三里岛的爆炸，以及2011年地震和海啸后发生在福岛的爆炸。

锆的主要来源是锆石，该矿物每年开采量超过150万t，主要产地为澳大利亚和南非。一直以来，锆砂都是一种耐火材料——它在高温下仍能保持足够强度，因此可用作耐热内衬以保护熔炉、转移熔融金属的巨型钢包和铸造模具。锆的其他化合物，例如它的氧化物——二氧化锆也可应用于高温环境。二氧化锆更常用的英文名字是“zirconia”，它的熔点高达2500℃，可用于制造耐火坩埚——烧至红热的二氧化锆坩埚即便被投入冷水中也不会开裂。

全球纯二氧化锆的年产量接近25 000 t，被用于化妆品、止汗剂、食品包装，甚至被制成仿钻。二氧化锆最出人意料的应用是超强陶瓷。这一领域的研究主要由军方推动，目标是用非金属制造坦克发动机，以避免使用润滑油和冷却系统。最终，新一代坚韧而耐热的陶瓷材料被开发出来，它比硬化钢更坚固锋利，成为制造业中优质的高速切削工具。一些日常用品中也有二氧化锆的身影，比如刀、剪刀和高尔夫球杆。同时，因为它的耐用性和生物相容性，它也被用来制造牙贴面。

二氧化锆可以形成三种不同的晶体结构：单斜晶、四方晶以及最受欢迎的立方二氧化锆（通常简称为CZ），后者的晶体结构与金刚石相同，甚至更加光彩夺目。用二氧化锆制成的仿钻可以通过掺杂其他金属氧化物着色：微量的铬能让其变身绿宝石，铈能赋予其红色，掺杂钕则是紫色。二氧化锆的一个更严肃的用途是形成坚韧并能抵御化学腐蚀的涂层。二氧化锆陶瓷层能够保护喷气发动机的桨叶以及燃气涡轮机，同时该陶瓷层还兼具隔热作用。

在有关生命与死亡的话题中，**锆**也发挥了一定的影响。2000年，在澳大利亚岩石中发现的**锆**石表明，生命起源的时间可能比我们想象的要早得多。根据这些44亿年前的样品中氧-16/氧-18同位素的比值，只有在地球表面有液态水时，它们才有可能形成，这比以前预计的时间早了近5亿年^[2]。**锆**也有黑暗的一面，一些集束炸弹会利用超细**锆**粉产生燃烧粒子对靶区进行地毯式覆盖。

锆的金属单体也被用于某些合金中——比如增加钢的强度并提升其可加工性。由于其生物相容性——在生命体中无已知的功能或毒性，它也被用于外科植入物和假体中。金属**锆**在高温下仍能保持稳定，因此可用来保护重返地球大气层时被加热的太空飞行器。**锆**的储量是铜和锌的两倍，更是铅的十倍多。由于**锆**被认为是完全无毒和对环境无害的，它的应用或许还将持续增长。例如，它可以被添加到颜料中用以取代其中仍然需要的少量铅化合物。

[1]. Cox, B. J. Nucl. Mater. 336, 331-368 (2005).

[2]. Rasmussen, B. Contrib. Mineral. Petr. 150, 146-155 (2005).