

1000 万亿的钻石，来自哪里？

文_溯_鹰

“重现天日吧，数万亿克拉的钻石，3000 年不朽的巨矿，乌拉！”西伯利亚的白雪埋藏不住一个惊天的国家宝藏。这满坑满谷的钻石究竟如何形成的，它又将如何影响世界钻石交易的格局，请跟随“自然控”来目睹世界上最大的财富宝藏！



俄罗斯向来是钻石出产国之一，图为俄罗斯雅库特共和国的 Mir 矿，世界最大的露天钻石矿场之一。而这次公布的新矿藏，不论是范围还是产量，都将远超 Mir 矿。
(图片：wiki commons)

北国俄罗斯虽然往往给我们留下地大物博的印象，但想让那些描写“丰富矿产”的教科书式词条刺激到我们感性的神经，嗯，还真难。不过今日，“北极熊”总算找到了一个机会，能够用“丰富的矿产”来给我们的视野带来一场“通

古斯大爆炸”了。继续用古板的苏俄式文宣？不不，这次不一样，它显然应该像自信而开放的美国佬一样，这样喊道——

重现天日吧，数万亿克拉的钻石；至此揭开你神秘的面纱吧，3000 年不朽之巨矿！西伯利亚的白雪埋藏不住你的光辉，为这国家宝藏的最终揭开而欢呼，为这惊天的财富即将走向世界而干杯吧，乌拉！

这么兴奋一点也不过分。2012 年 9 月 17 日，莫斯科终于承认了西伯利亚东部蕴藏着一个储量足以达到数万亿克拉的钻石矿。这个早在上世纪 70 年代便已发现的钻石矿被当作“秘密宝藏”暗地尘封起来——因为当时苏俄已经具有足够的其他钻石矿源来获得利润。30 多年后的今天，它得以重见天日，直接带来超过 \$1 000 000 000 000 000（一千万亿美元）的价值评估！可想而知，它将会给国际宝石市场的价格带来何等规模的深度冲击。在这样的身价面前，就算做一做从此改写世界经济史的梦，恐怕也无可厚非吧！

在如此爆炸性的信息前谁能不心动！想给心爱的妹子送颗钻石可无奈“钻石恒久远，一颗就破产”？把后一句



金伯利岩中的钻石晶体。(图片: open.ac.uk)

话封入历史的转机可能就在眼前！毕竟，数万亿克拉的量级，平均分配，地球上每个人都会有几百克拉的配额。当然，科学青年们要想玩得更 high，单把钻石递过去是不行的，钻石背后的那些科学原理也有必要先八卦好，比如我问你：这种东西为什么要多的时候可以在一个地方产出这么多——就像这个可以足够开采 3000 多年的大矿区，而大部分地方，人们寻死觅活也都找不到 1 颗呢？

业火地幔的超深“钻”

在地球这颗“有机的”星球上，碳的丰富程度可谓滥大街了。且不说生物圈这个巨大的碳储库，就是在岩石圈中，以石灰岩和白云岩为代表的碳酸盐岩体系，也算是一群有着重要话语权的岩石类别了。这些滥大街的有机物、碳酸盐，要多复杂有多复杂，可轮到最简单的单晶碳——钻石，为什么却偏偏凤毛麟角难窥一斑呢？原来，钻石的形成需要极为高压的环境，材料虽然多但火候不到不行，于是，尽管地球上碳多，可高压环境却极其稀缺。这样的结论，

只让人们捶胸嗟叹了——原来，真正值钱的是压力啊！

“稀缺”二字的潜台词不外乎“毕竟还存在”。但这样高压的环境又从何寻起？人们首先想到的是地下深处。这完全可以理解——在简单的净水压力公式 $P_s = \rho g H$ 面前，想增加压力只用简单地增加深度值便可以了，何乐而不为呢！用实验计算出石墨向金刚石发生相变的压力，然后像打石油井那样达到相应的高度不就行了！很遗憾，理想虽然非常丰满，但现实的骨感也紧随而进——在地球的常规地热梯度下，石墨—金刚石相变线所对应的最浅深度尚为 150km。150km 是个什么概念？下面的数据可以直观地说明这个问题：人类平时钻探石油的勘探井，深度一般在 5km 之内；大陆超深钻能够达到的最深记录为 12km；地壳的平均厚度呢，17km，过了这个就是地幔。于是好，现在给你摆个 150km 放在眼前，这是什么概念？在这个深度，你甚至已经直接越过上地幔岩石圈，直接进入岩浆之海——大地幔对流环了。

这样的深度绝然得让我们这些活在地球表层的生物望而却步了，但好在地质学家可以找到一些灵活的方案。人类不下去，不代表它们不可以上来嘛——经过地质学家与地球物理学家对地球动力学的长时间研究，发现那些地处深部的幔源物质（甚至可以深至地核—地幔边界 Core-Mantle Boundary），会因地幔对流而上涌，并最终侵出地表。这些地球最深部的信使能够将生成于业火炼狱中的宝藏给顺道捎上来——当然也就包括了人们盼望已久的钻石了。当年，初至非洲的勘探家们在南非就发现了这样一个带着大储量钻石而升上来的地幔侵入体，于是在利润滚滚而来的喜悦之余，它们便用产地 Kimberly 来为这种侵入岩命名了，以示永久的纪念，而这种侵入体呢，不瞒你说，便是我们熟知的钻石母岩——金伯利岩（Kimberlite）了。

但是地球上可不是随时随地都能发生深地幔物质的上涌的。地幔热柱发育的条件其实极端苛刻，而地球元素的圈层分异效应则更让它钻石的形成雪上加霜：碳的储量在地球上虽然算得上丰富，但它们主要汇集在地球表层的生物圈和表生沉积岩（即灰岩/白云岩）中，在望眼尽是镁铁硅的地幔中，可以说连零头都算不上。唯一可以让地幔中获得一些碳质的方式，也不过是等大洋板块俯冲时，指望一些海洋的碳酸盐岩残片随着深大断裂搅进去，随地幔对流分散稀释在那镁与铁的火海中。

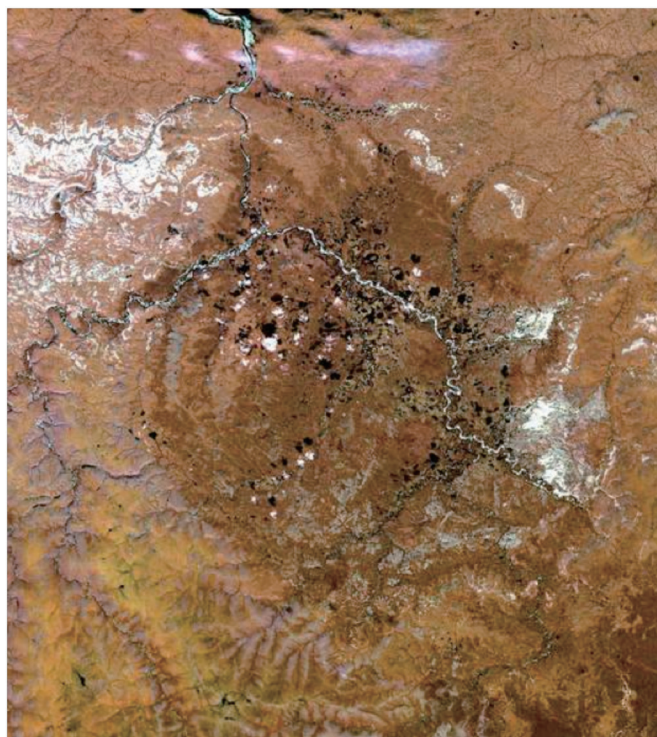
天地冲撞的永恒之晶

大地帮不上忙的时候，不妨再问问苍天。这不，现在俄罗斯发现的这个巨型钻石矿，便与地球深部动力学一点关系都没有——它完全是天外来客之于人类的馈赠。

上文已述，碳素分布最为丰富的区域是地表。那么假如现在在地表给你一个巨大的压力源，还愁没有大批量的钻石生成吗？这便是为什么这个钻石矿发现于一个砸向地面的陨石坑中了。陨石冲击地面时那巨大的冲量将在瞬间产生不可想象的高温与高压，高温使得岩石当场融化，迸溅四方，巨大的冲击力则足以将地表变为塑性，形成表面波的大脉冲。在这短暂的“天地融合”瞬间，星球事件级的环境指数，足以创造任何绝形于地表的异象物质。富碳的地表，便被陨星铸就出了一个富集钻石的宝藏。

今日发现的这个西伯利亚“国家宝藏”，则形成一个叫做“Popigai”的陨石坑中。它是地球上目前所确认的七大陨石坑之一，在始新世末期（距今约3500万年前），一颗陨星直接撞向了西伯利亚大陆，形成了这个直径可达100km的大型陨石坑。

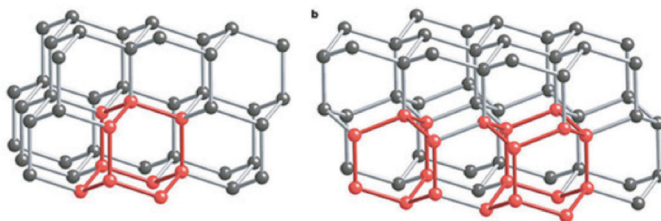
千百万年过去，陨石坑早已静静地凝固在了西伯利亚雪原的凛凛寒风中，虽然我们无法直观想象出当年那震撼天地的大冲撞究竟给地表带来了怎样的末日景象，但我们却依然能从它给今日的人们带来的数字中间，窥见到那撼世宏力



俄罗斯 Popigai 陨石坑，世界七大陨石坑之一。（图片：wiki commons）

的浩渺一斑——在 Popigai 陨石坑的冲击中心，方圆 580 平方千米范围内的碳质全部发生相变，形成一颗颗精美的钻石。而被撞击的可能是一个巨大的石墨矿，因而粒粒钻石如星辰般散落在西伯利亚亘古的冰原，从此为地球的历史上烙下了这片漫天闪烁的永恒之晶。

当然，要分辨这种冲击钻石并非无迹可寻，很多 Papogai 的钻石中据信包裹有一种被称为蓝丝黛尔石（lonsdaleite）的矿物。与钻石、石墨一样，蓝丝黛尔石也是一种碳的同素异形体，目前人们只在陨石以及陨石的冲击体中发现了这种矿物。它们具有六方对称的晶形，纯粹的晶体硬度比钻石还要高出 58%——这或许是新闻稿中关于“Papogai 的钻石比普通宝石硬 2 倍”的来源。不过蓝丝黛尔石只是钻石里包裹的一小部分，而包裹蓝丝黛尔石的钻石也只是包裹在一部分 Papogai 产出的钻石中，那些正常的立方体钻石的摩氏硬度还是 10，不增不减。■



钻石（左）与蓝丝黛尔石（右）的分子结构。（图片：nature.com）