

---

# 新研究揭示早期地球地质演化历史

作者：唐凤 来源：中国科学报

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/6481.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！



来自巴西捷那地区的钻石大多数都是超深钻石。图片来源：Graham Pearson

新研究揭示早期地球地质演化历史。一颗恒久远的钻石，记录的可能不仅仅是爱情，还有古老的地下储集层。

一项新分析表明，钻石中微观内含物中发现的气体来自一个稳定的地下储集层，它至少与月球一样古老，隐藏在海平面以下410多千米的地幔中。

长期以来，科学家一直怀疑，在地壳和地核间的地幔中，存在着一个巨大的岩石储藏库，其自地球形成以来，相对没有受到干扰。但到目前为止，还没有确凿的证据证明它是否存在或存在于何处。

现在，一个国际科学家小组测量了由火山爆发带到地表的超深钻石中所含的氦同位素，以探测这个古老储存库的踪迹。这项工作将于8月23日在西班牙巴塞罗那举行的戈德施密特会议上展示，并已于8月15日发表在《科学》上。

以前的研究一直争论上地幔还是下地幔的位置、是否存在原始储集层，如今，为了保存一个原始的储集层，科学家提出了下地幔(>660千米)的起源。该研究负责人、澳大利亚国立大学的Suzette Timmerman告诉《中国科学报》。

---

## 消失的远古结构

地球形成后，剧烈的地质活动和天体撞击破坏了这颗年轻的行星，这意味着地球的原始结构几乎已不复存在。

在20世纪80年代，地球化学家注意到，在某些特定位置的玄武岩熔岩中，氦3与氦4同位素的比值高于预期，这与在坠落地球的极古老陨石中发现的同位素比值相符。这表明这些熔岩携带的物质来自地球深处的某种储集层，其成分在过去40亿年里没有发生显著变化。

这种模式在洋岛玄武岩中已经被观察到。这些玄武岩是从地球深处喷发出来的熔岩，形成了夏威夷和冰岛等岛屿。Timmerman说。

板内洋岛玄武岩岩浆作用在成因上通常被认为与热点或地幔柱有关。因此，在讨论地幔柱假说时，人们不可避免地要讨论为什么洋岛玄武岩在地球化学上高度富集。然而，洋岛玄武岩源区物质的来源至今并不清楚，且颇有争议。

问题是，尽管这些玄武岩被带到了地表，但人们只能看到它们漫长历史的一小部分。科学家对这些熔岩的来源——地幔知之甚少。

由于不能直接进入地幔，我们不得不依靠在地球表面找到的物质了解地球内部的一些情况。很明显，这给我们弄清楚地幔中发生了什么带来了一些挑战。Timmerman说。

## 地球历史记录者

为了解决这个问题，Timmerman团队研究了超深钻石中的氦同位素比率。

大多数钻石是在地壳以下150至230千米处形成的，然后由熔岩带到地表。非常偶然地，一些超深钻石(产生于地球表面以下230至800千米)也会被带到地表。这些超深钻石与普通钻石明显不同。

钻石是已知最坚硬、最坚不可摧的天然物质，所以它们形成了一个完美的时间胶囊，为我们打开了一扇通往地球深处的窗户。Timmerman说。

20世纪80年代末，研究人员就在钻石中陆续发现了来自地球更深处的包裹体，其形成深度至少达700千米，即位于下地幔。

中科院地质与地球物理研究所矿产资源研究实验室研究员范宏瑞在接受《中国科学报》采访时曾表示，这里的钻石更有可能稳定生长，体积更大，净度也更好，因此能作为研究深部地质的直接对象。

原始(古)储集层一定是通过与地幔其余部分隔离而保存下来的。当然，它可以封装在钻石中。Timmerman说。

研究人员从巴西捷那23颗超深钻石中提取了氦气。

氦同位素是了解地球结构强有力的化学工具，因为它们的组成在不同储层中是非常不同的。例如，玄武岩的氦同位素组成在模型中起着至关重要的作用。

---

## 有力的化学工具

与洋中脊玄武岩相比，与地幔柱有关的玄武岩的氦3/氦4比值较高，这被认为是原始未脱气储集层的主要证据，该储层存在于地球的下地幔中。然而，根据下地幔板块俯冲的地球物理证据，这种储集层在地球历史上的保存一直受到质疑。此外，玄武岩中的氦同位素易受脱气(失去大部分氦)和地壳污染等因素影响。

深地幔的氦同位素组成很难直接测量，因为形成玄武岩的熔体在上升过程中会发生变化，且在地表附近会脱气。Timmerman说。

这就是超深钻石发挥作用的地方。超深钻石有微小的气泡，包含氦等元素，这些元素是在上升过程中被保存下来的，因其受到了钻石的保护。

研究人员采集的样本数据显示，他们从一个非常古老的储集层中得到典型同位素组成，并证实了这些气体是月球和地球碰撞前某个时期的残留物。从钻石的地球化学性质来看，研究人员知道它们形成于一个叫做过渡带的区域，即在地球表面以下410至660千米。

这意味着这个看不见的储存库，从地球起源之时保存到现在，并一定在这个地区或下面。Timmerman说。

但这个储集层的形式仍然存在疑问：它是一个大型的单一储集层，还是有多个较小的古老层？储集层到底在哪里，其全部化学成分是什么？

研究人员表示，通过这项工作，人们开始将注意力集中在地球上现存最古老的相对未受干扰的物质上。

未参与该研究的美国加州大学圣塔芭芭拉分校教授Matthew Jackson评论说，在确定地球深部原始储集层的位置方面，该研究已经做了大量工作。因此，这是一个有趣的结果，有很大的潜力绘制出氦3/氦4高比值区域在地球深处的位置。他说。

此外，氦在地幔条件下可以迅速扩散，因此，评估超深钻石内部，或将钻石带到地表的熔岩的成分是否存在古代氦的特征，将非常重要。这项工作是认识这些储集层的重要一步，为进一步研究指明了方向。Jackson说。

相关论文信息：<http://dx.doi.org/10.1126/science.aax5293>

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发