

遇见地球上20亿年前 已知天然核反应堆——奥克洛

文/Laura Gil



捐赠给维也纳自然历史博物馆的奥克洛样本。

(图/自然历史博物馆 Ludovic Ferrière)

“我们希望人们了解天然放射性，让他们意识到放射性就在我们身边，这很自然，而且在低水平时放射性并不危险。”

— 奥地利维也纳自然历史博物馆岩石收藏馆馆长Ludovic Ferrière

物理学家Francis Perrin坐在法国南部的一家核燃料加工厂旁，自言自语道：“这是不可能的。”那是1972年。一方面，有一块从非洲的一个矿井中提取的黑色放射性天然铀矿石。另一方面，关于矿石中放射性铀的恒定比率存在公认的科学数据。

对从加蓬的一个矿井提取的这种高品位矿石进行检查发现含有较低丰度的铀-235——易裂变类型。只低一点点，但足以让研究人员坐下来挠头。

物理学家对铀-235这种不寻常丰度的第一个逻辑反应是，这不是天然铀。当今所有天然铀含有0.720%的铀-235。无论你从地壳、月球岩石还是陨石中提取铀，都会发现情况如此。但奥克洛的那块岩石只有0.717%。

这意味着什么？起初，所有物理学家想到的是铀矿经历了人工裂变，即一些铀-235同位素被迫在核链式反

应中分裂。这可以解释为什么这个比率低于正常水平。

但经过补充分析，Perrin和他的同行证实铀矿石是完全天然的。更令人窒息的是，他们在矿石中发现了裂变产物的足迹。于是得出结论：铀矿石是天然的，并且经历过裂变。只有一种可能的解释——岩石是20多亿年前发生的自然裂变的证据。

“经过更多的研究，包括现场检查，他们发现铀矿石经历了自身裂变。”维也纳自然历史博物馆岩石收藏馆馆长Ludovic Ferrière说道。“没有其他解释。”2019年将在这座博物馆向公众展示这块奇石的一部分。

就这种自然发生的现象而言，赤道非洲西部的这些铀矿床一定含有临界质量的铀-235才会开始这种反应。在那个时代，它们发生了这种反应。

第二个促成因素是，为了发生和维持核链式反应，需要有一种慢化剂。在这种情况下就是：水。如果没

有水来减缓中子的速度，就不可能进行受控裂变。原子根本就不会分裂。

“就像人造轻水核反应堆一样，裂变反应如果没有任何东西可以减缓中子的速度，就只能停止。”原子能机构铀生产小组负责人Peter Woods说。“水在奥克洛岩石中起了慢化剂作用，吸收中子，控制链式反应。”

当今加蓬所处的具体地质背景也提供了帮助。铀（包括铀-235）的化学含量总量足够高，个别矿床厚且足够大。而且最后一点是，奥克洛在时间的流逝中成功地保存下来。专家怀疑世界上可能还有其他这样的天然反应堆，但这些反应堆一定已被地质过程破坏、侵蚀或潜没，或者根本就没被发现。

“让它变得如此耐人寻味的原因是：时间、地质和水这些情况汇集到一起促使这种情况发生。”Woods说。“它一直保存到今天。谜题终于解开了。”

原子能机构所在城市的岩石样本

从奥克洛提取的岩石样本，其中一些是在钻探活动期间回收的，贮存在法国核能和可再生能源公司欧安诺的总部。2018年初，两个半剖分钻芯样品被捐赠给维也纳自然历史博物馆。在法国常驻联合国和维也纳国际组织的支持下，欧安诺与法国替代能源和原子能委员会提供了财政捐款，使捐献成为可能。原子能机构科学家通过监测放射性水平并促进岩石安全操作，在将样本运送到维也纳时提供了帮助。

如果站在距离两个样本5厘米的地方，这两个样本每小时发出大约40微希的辐射，大致相当于乘客从维也纳飞往纽约的8小时行程所受到的宇宙辐射量。维也纳自然历史博物馆每年接



待75万名游客，已经展示许多具有轻微放射性的岩石和矿物质，习惯了和放射性样本打交道。

“我们希望人们了解天然放射性，让他们意识到放射性就在我们身边，这很自然，而且在低水平时放射性并不危险。放射性在我们家的地板和墙壁、我们吃的食物、我们呼吸的空气中，甚至在我们自己的身体里。”Ferrière说。“还有比通过展示来自奥克洛这数十亿年前自然发生核裂变地方的真实样本来说明这一点更好的方式吗？”

这个常设展览将展示不同的本底放射性来源。也许放射性分布世界图、辐射探测器或盖革计数器或云室将使游客能够亲眼看到自然辐射照射。

Ferrière说：“岩石就像书。你可以浏览封面获得一些基本信息，但是当你打开它们时，你会得到完整的故事。”

岩石收藏馆馆长Ludovic Ferrière在维也纳自然历史博物馆拿着奥克洛“反应堆”。奥克洛样本将从2019年开始在博物馆中永久展示。

(图/国际原子能机构L.Gil)