
古脊椎所等利用拉曼光谱揭示哈密翼龙蛋壳化石成分

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19223.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！

近日，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所汪筱林研究团队博士研究生李颖等与中国科学院大学人文学院副教授罗武干等合作，对天山哈密翼龙（*Hamipterus tianshanensis*

）蛋化石开展研究，发现白色蛋壳的主要成分是氟磷灰石，而非碳酸钙成分。这一发现对翼龙蛋研究和保护具有重要意义，相关成果发表在《遗产科学》（*Heritage Science*）上。

翼龙属于羊膜动物，产羊膜卵。翼龙蛋化石标本稀少，学界对翼龙蛋的认知有限。在哈密翼龙蛋发现前，世界范围内发现报道的翼龙蛋化石仅4枚，部分含有胚胎，研究集中于蛋的宏观形态和显微结构方面。汪筱林团队在我国新疆哈密戈壁发现大量三维立体保存的翼龙蛋与胚胎化石，仅一块标本上就有200余枚翼龙蛋和十多枚胚胎，为研究翼龙繁殖、胚胎发育和羊膜卵演化等方面提供了优异材料。

2014年，哈密翼龙研究的论文（*Current Biology*

）发现，蛋壳中含有大量钙、磷元素，且蛋壳成分与多数羊膜卵的硬质外壳一样为碳酸钙。为了明确蛋壳内含磷物质的具体化学成分，科研团队利用扫描电镜能谱仪和拉曼光谱仪对蛋壳开展进一步研究。扫描电镜能谱仪可用于获得蛋壳显微结构和元素信息；拉曼光谱仪可用于获得物质的分子结构信息从而明确蛋壳的物质组成，作为原位无损分析技术在古生物学与考古学研究中颇具前景。

哈密翼龙蛋化石的蛋壳呈白色，扫描电镜图像显示翼龙蛋壳的厚度极薄，最厚处只有约50 μm ，蛋壳截面均可见不规则颗粒，呈现疏松多孔的结构。能谱点扫描显示蛋壳含有大量氧、钙、磷、氟元素和少量碳、硅元素。蛋壳截面的能谱面扫描结果表明钙、磷、氟元素存在相同的面分布模式，说明蛋壳是以钙质和磷质的矿物组成。

为了确定蛋壳中含钙矿物和含磷矿物的具体物相，采用激光共聚焦拉曼显微镜对样品进行测试。点扫描显示，在拉曼光谱中，蛋壳于966

cm^{-1} 附近存在高强度拉曼特征峰，表明其是磷灰石类矿物，而不见碳酸钙的特征峰（最强峰1086

cm^{-1} 附近）。研究为了进一步明确磷灰石在蛋壳中的分布，对蛋壳截面进行拉曼光谱面扫描显示蛋壳自内而外均含有磷灰石，结合蛋壳中含有的氟元素，推测蛋壳的主要矿物成分是氟磷灰石。

现生多数羊膜动物所产外层硬质蛋壳的主要化学成分为碳酸钙，通常以文石、方解石、球文石矿物形式存在，只在个别物种中报道有磷灰石蛋壳。对于哈密翼龙蛋壳中缺少碳酸钙这一结果，研究提出了两种可能的解释：一是天山哈密翼龙的蛋壳与现生的一种蜥蜴——*Salvator merianae*

的蛋壳一样，罕见地由羟基磷灰石组成，而羟基磷灰石经地质作用后转化成氟磷灰石；二是天山哈密翼龙产软壳蛋，之前研究显示其为软壳蛋，与现生锦蛇蛋极为相似，硬质的外层很薄，而软质的内层壳膜较厚，而氟磷灰石是壳膜在埋藏过程中磷酸盐化的结果。有机软组织磷酸盐化是保存软组织的主要形式。近期报道的晚白垩世巨型软壳蛋（*Antarcticoolithus bradyi*）、

原角龙的软壳蛋以及大量软躯体动物的胚胎化石都是以磷酸盐化的方式保存。在磷酸盐化过程中，有机质膜提供模板和磷源，促使磷酸钙沉积，另外埋藏环境的微生物或促使磷酸钙沉积。

研究认为，蛋壳中碳酸钙的缺失表明，不应将哈密翼龙蛋壳与中生代及现生羊膜动物的碳酸钙蛋壳进行对比，对翼龙蛋壳成分和结构的判断应当更加谨慎。羊膜卵蛋壳在地质历史上可能具有更高的演化多样性。后续翼龙蛋化石的深入研究将继续借助新的技术手段，保护工作也应考虑蛋壳成分和结构，以此为基础进行加固材料和保护技术研究。

研究工作得到国家自然科学基金、国家社会科学基金、中央高校基本科研业务费专项基金、北京市社会科学基金和哈密市政府合作项目的支持。

[论文链接](#)

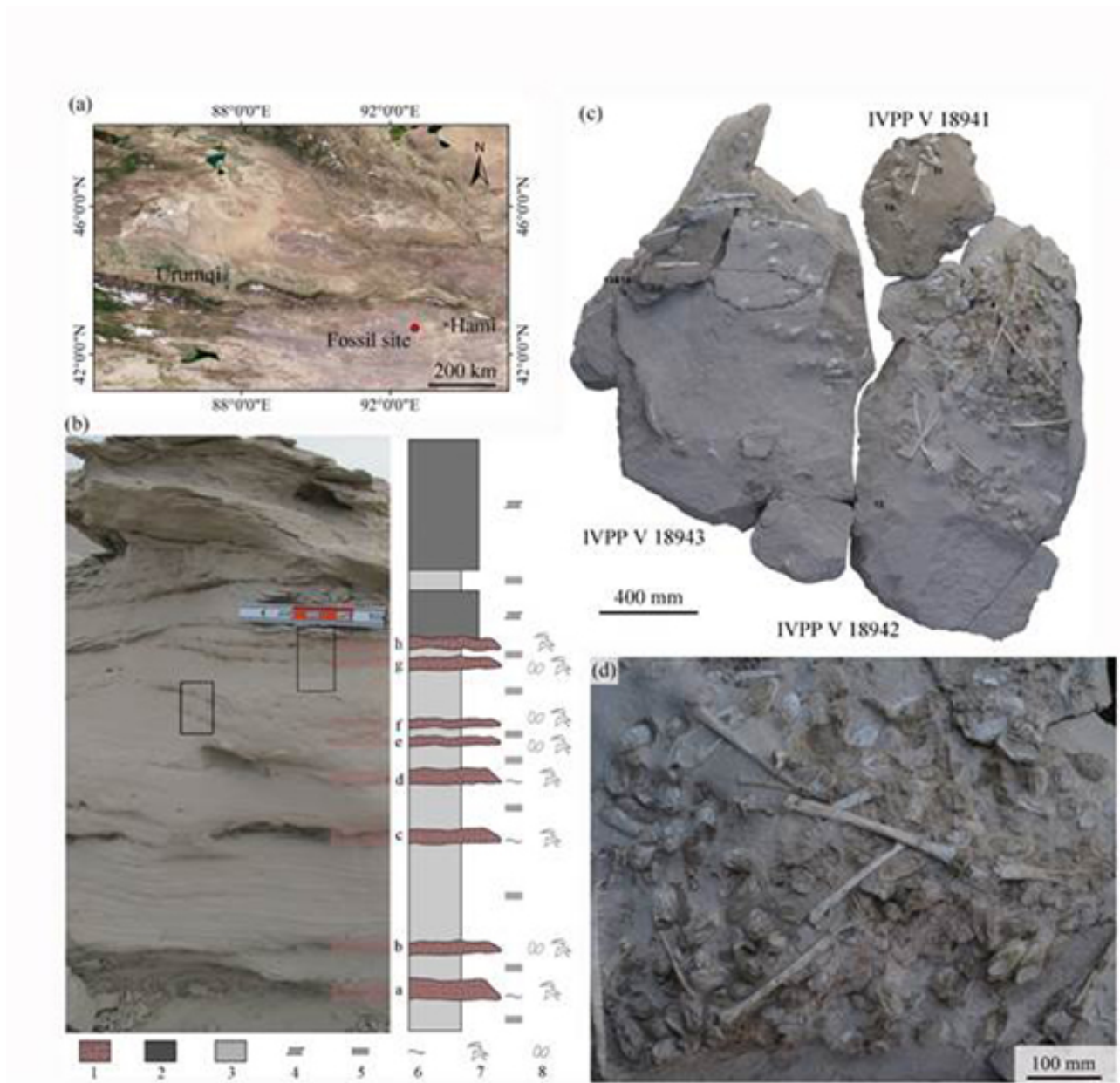


图1.天山哈密翼龙蛋化石产地及化石标本

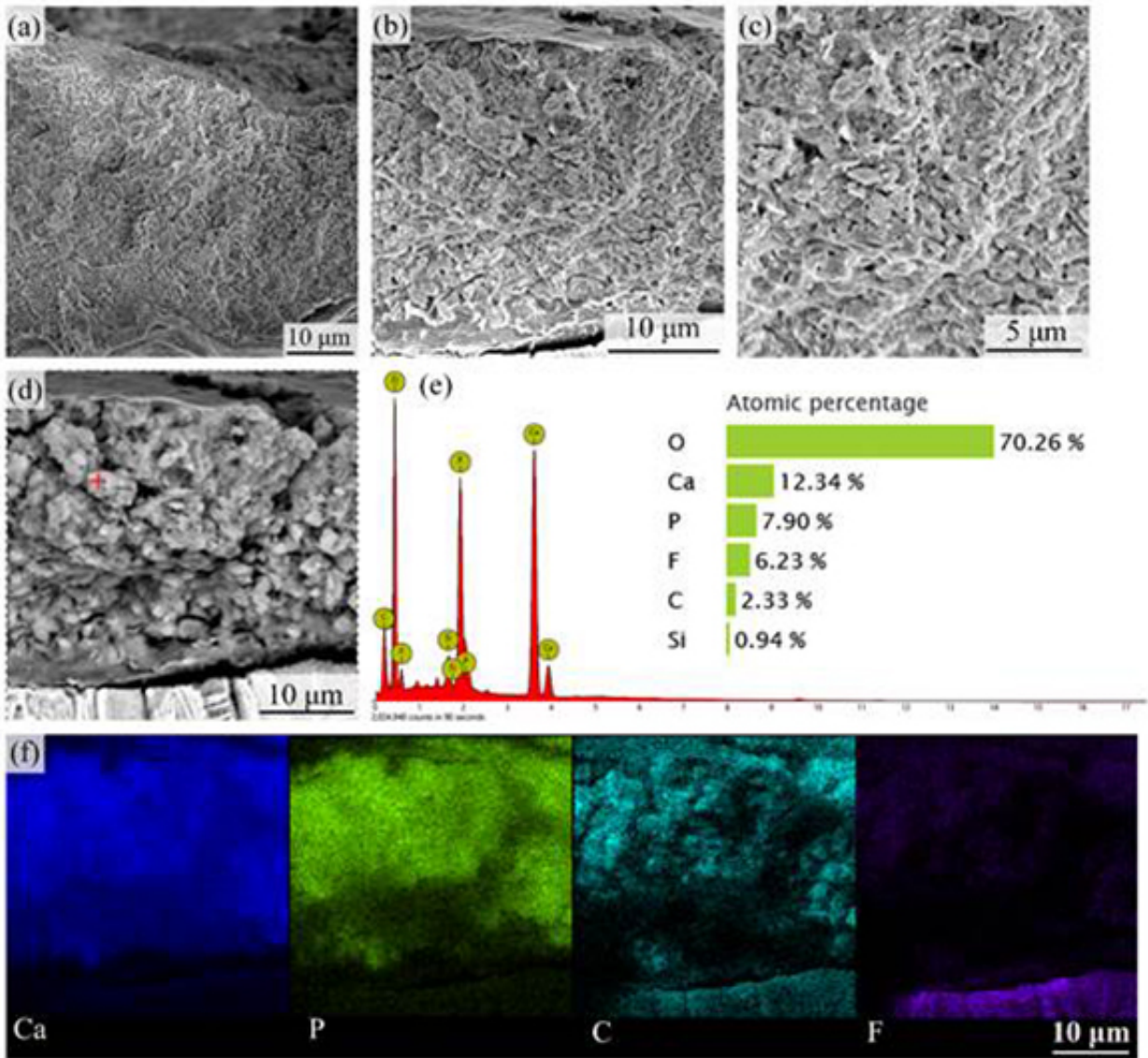


图2.天山哈密翼龙蛋壳截面的显微照片和成分信息（图片上方为蛋壳外）。a-d.蛋壳截面的显微照片；e.图d红十字处的能谱点扫描结果；f.图d的能谱面扫描结果

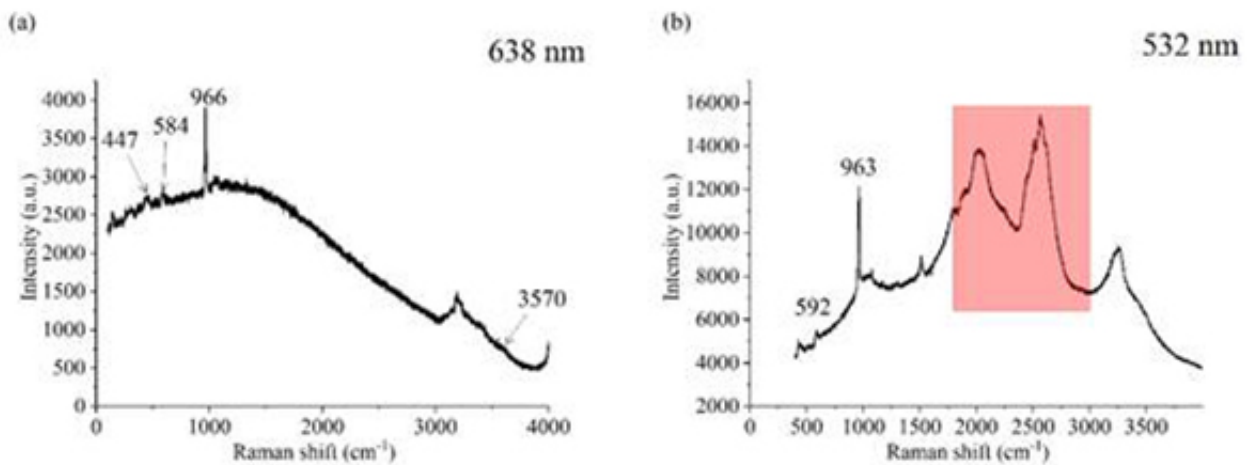


图3.天山哈密翼龙蛋壳的拉曼光谱（点扫描）。a.以638 nm为激发光源检测到的拉曼谱图；b.以532 nm为激发光源检测到的拉曼谱图，红色区域为荧光干扰

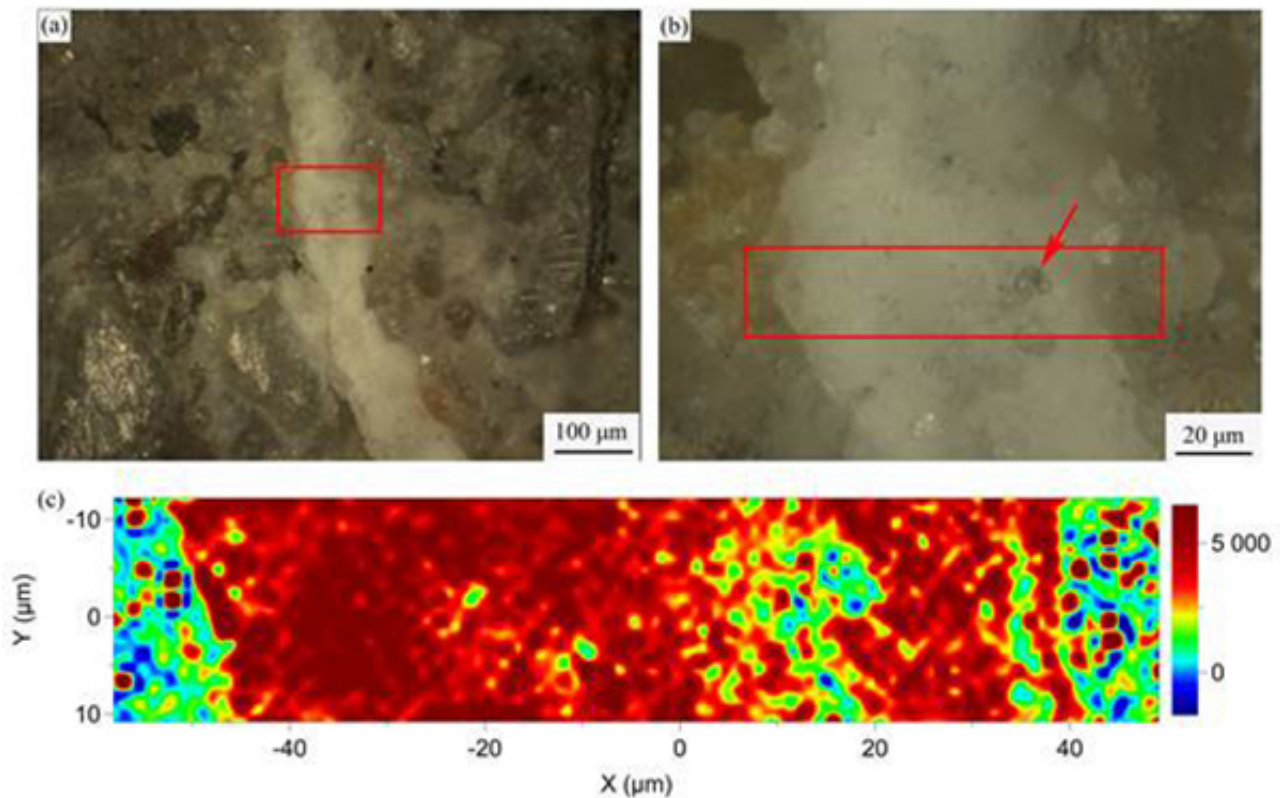


图4.天山哈密翼龙蛋壳的拉曼光谱（面扫描）。a-b.检测区域光镜照片（图片左侧为蛋壳外）；c.面扫描结果，红色区域表明963 cm^{-1} 处信号强，蓝色表示峰强很弱

研究团队单位：古脊椎动物与古人类研究所

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](http://www.iikx.com)转发