

[首页](#)[概况简介](#)[机构设置](#)[科研装备](#)[科研成果](#)[招聘招生](#)[信息公开](#)[国际交流](#)[学术出版物](#)[党建文化](#)[所内网页](#)

## ■ 新闻动态

当前位置: [首页](#) > [新闻动态](#) > [科研进展](#)[图片新闻](#)[头条新闻](#)[综合新闻](#)[学术活动](#)[科研进展](#)

## ▶ 通知公告

MORE

- [南京古生物所采购公告](#)
- [新冠肺炎疫情防控专题](#)
- [南京古生物所特别研究...](#)

## ▶ 相关链接

MORE

- [---科普站点---](#)
- [---科学数据库---](#)
- [---部委院所---](#)

# 华南埃迪卡拉纪陡山沱组发现最早的陆生真菌状化石

2021-01-28 | 编辑: | 【大中小】

真菌是何时开始登陆的?近日,由中国科学院地球化学研究所、南京地质古生物研究所等中外多家单位科研人员组成的国际合作团队,从我国华南瓮安地区埃迪卡拉纪陡山沱组距今~6.35亿年前地层中首次报道了黄铁矿化的真菌状微体化石,代表了当时已经占据由地表水溶蚀形成的喀斯特孔洞环境的最早的真菌类生物。相关成果在《自然通讯》(*Nature Communications*)上在线发表。

生物登上陆地是生命演化史上的一次重要转折,陆地从此由一片荒芜变得生机勃勃。真菌在这一登陆过程中扮演着非常重要的角色,在大陆风化、全球生物地球化学循环、以及与其他陆生动物的生态相互作用方面,它们都有着重要的影响力。虽然真菌和植物、动物是统治着当今陆地生态系统的三大主要多细胞生物类群,但是相对于植物和动物而言,真菌常常被人们所忽视。有些真菌在繁殖阶段时能以“子实体”的形式长出地面,这也就是人们所熟知的蘑菇。常见的真菌还有酿酒酵母、青霉等。但更多的真菌却是以营养体形式生活在隐秘环境中(如土壤、腐木等)的菌丝结构,因此很难被人们所察觉,即使它们的生物量实际上非常巨大。

真菌是岩石和矿物发生生物风化时的重要媒介。通过生物机械和生物化学的过程,真菌参与一些重要的营养元素(如碳、氮、磷和硫)和金属元素(如钠、镁、钙、锰和铁等)的生物地球化学循环,部分元素还是构成生物体以及新陈代谢过程中的重要物质。同时,真菌也是陆地生态系统中的重要分解者。腐生真菌能把动植物遗体、遗物中的有机物质分解,从而把无机碳和其他营养物质返还到环境中供植物循环利用。真菌还能和大多数陆生植物的根系形成共生结构——菌根系统,帮助植物吸收水、分解并吸收无机盐矿物等。真菌和绿藻或蓝细菌也可以形成互利共生的地衣体,能生活在各种寒、旱等极端陆生环境中,被称为“植物界的拓荒先锋”。事实上,早期的植物登陆就被认为是真菌与光合生物共生后产生的结果。

真菌对生机盎然的陆地生态系统如此之重要,那么它们是在何时首次登上陆地的呢?通过分子钟推测,真菌可能在距今约15-9亿年前就已经起源。但因为真菌的丝体非常脆弱,难以保存成化石,且它们通常生活在风化剥蚀区,而非沉积区,使得早期真菌的化石记录很少。目前公认最早的可靠陆生真菌化石记录来自于苏格兰的莱尼燧石(距今约4.1亿年前),其中极为难得地记录了真菌多种类群(比如壶菌门、子囊菌门和球囊菌门等)的早期形态和生活史。而在前寒武纪,真菌化石更是稀少,且都保存于海相环境中,因此并不能确定它们是否原来生长在陆地环境。

最近,中国科学院南京地质古生物研究所早期生命研究团队的庞科副研究员、周天明研究员和万斌副研究员,与中科院地球化学研究所的博士生甘甜、罗泰义研究员,美国弗吉尼亚理工大学(肖书海教授)、贵州师范学院(周光红副教授)、中科院高能物理研究所(黎刚研究员)、中国科学院大学(易栖如博士),以及美国辛辛那提大学(Andrew D. Czaja副教授)等中外多家单位的科研人员组成的国际合作团队,从我国华南瓮安地区埃迪卡拉纪陡山沱组底部盖帽白云岩(距今~6.35亿年前)的席状孔洞(sheet-cavity)硅质胶结物中首次报道了黄铁矿化的真菌状微体化石。这些微体化石代表了当时已经占据由地表水溶蚀形成的喀斯特孔洞环境的真菌类生物。它们在这种隐秘的生境中悄悄地开启了真菌适应并改造陆地环境的历程。相关成果已在《自然》(*Nature*)杂志子刊《自然通讯》(*Nature Communications*)上在线发表。

这些微体化石以黄铁矿化的形式三维保存,同时保留了少量的有机物残留。研究人员利用一系列的原位分析技术,对化石进行了详细的形态学观察、三维重建和多种元素、同位素、谱学等分析。

研究发现,微体化石主要由两类结构组成:一种是可多次分叉的丝体;另一种是与丝体相连接的空心球体。其中,丝体按照直径大小的区别,可分为形态类型A(直径在5-9微米之间)和形态类型B(直径在2-3.4微米之间)。丝体长度可超过几百个微米,甚至更长。丝体内部是空心的,没有横向的隔壁。

两种类型的丝体都可以进行多次分叉，包括二歧分枝和单轴分枝。有些单轴分枝的丝体中短的侧枝可以发生较大幅度弯曲；相邻的短侧枝可相互靠近，甚至最终融合在一起。发生融合的短侧枝，既可以来自同一根主丝体，形成“A”形分枝融合系统；也可以来自不同的主丝体，形成“H”形或者梯形分枝融合系统。而当融合现象在一个丝状体系统中多次发生时，便可以形成密集的网络状结构。

与丝体相连的球体是中空的。形态类型A和B的丝体都可与一种小的球体（直径在10-26微米之间）相连，它们既可以出现在丝体的中间，也可以在丝体的末端连接。此外，还有一种大的球体（直径在36-102微米之间），可以与类型A的丝体相切，或者被其从球体中间穿过。

研究人员认为，这些微体化石可以解释成生活在溶蚀孔洞环境中的真菌类生物，并且可以与现生的接合菌类进行很好的对比；它们的丝体代表了没有分隔的菌丝结构，小的球体代表了用于繁殖的厚垣孢子，而大的球体则可能是与菌丝体共生的生物体。

该枚真菌状微体化石保存于陡山沱组底部盖帽白云岩的席状孔洞硅质胶结物中，丝体有时被玉髓质葡萄状结构和晚期成岩作用形成的脉所截断。结合以往的研究成果，研究人员提出围绕盖帽白云岩、溶蚀孔洞、真菌状化石形成过程中各个地质事件之间的一种可能模式：（1）在新元古代“雪球地球”事件结束后，在距今约6.35亿年前发生了盖帽白云岩沉积，由于冰川的快速消融导致陆壳和海洋大陆架部分发生反弹，导致了盖帽白云岩被暴露出海平面、发生喀斯特溶蚀等事件，最终在物理和化学作用的双重影响下，使得在盖帽白云岩中形成了席状孔洞；（2）在席状孔洞形成之后不久，钙质胶结物，包括多种洞穴堆积物，就开始充填其中的空间；（3）真菌状生物及其共生生物，占据了席状孔洞的内表面，它们在生长和/或死亡后不久，就被孔洞中不断形成的葡萄状胶结物包埋，其形态结构被三维保存下来（发生在距今约6.35-6.32亿年前）；（4）后续发生微体化石的黄铁矿化、玉髓交代、热液活动影响、粗晶方解石沉积等过程，但发生的具体时间和次序目前仍不是很清楚，值得肯定的是，它们发生在陡山沱组第二段沉积形成之前（在距今约6.32亿年之前）。

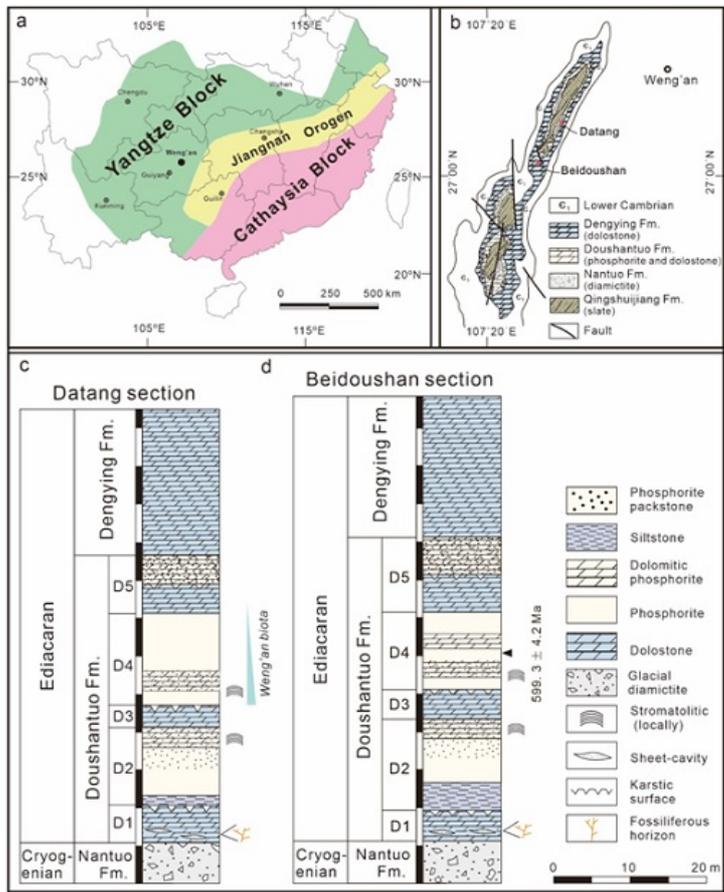
本次研究表明：真菌状生物至少在距今约6.35-6.32亿年之间就已经登上了隐秘的喀斯特溶蚀孔洞环境。它们比显生宙莱尼燧石等环境中保存的陆生真菌化石提前了2亿多年，也比最早的陆生高等植物化石记录（隐孢子）提前了至少1亿年。

在新元古代晚期至寒武纪早期的沉积地层中，有广泛分布的大量磷酸盐沉积，反映了埃迪卡拉纪-寒武纪之交时显著的生物地球化学环境变化。长期以来这些磷酸盐大量沉积的原因一直困扰着地球化学家。而对于早期动物多样性的了解，很重要的一部分也来自于磷酸盐矿物对生物矿化和软躯体后生动物的交代和（或）模铸的保存。有些学者推测真菌在这一地球化学环境转变的过程中扮演了重要的角色。本次研究发现的真菌状化石为这一假说提供了佐证。由真菌引导的生物风化，有可能在“雪球地球”事件结束后不久就开始在磷元素的富集过程中起到了关键的作用。

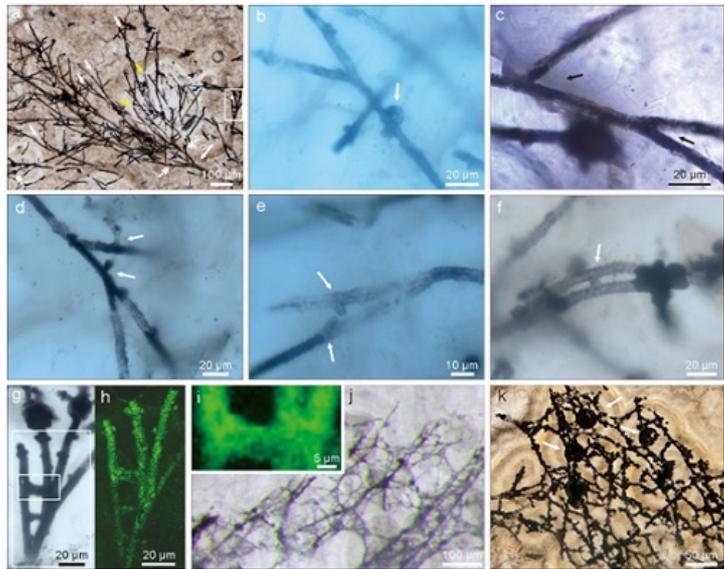
磷元素的富集也可以增加海洋的初级生产力。与此同时，生物风化会产生大量粘土矿物，而这些粘土矿物搬运到海洋中埋藏时也会增加有机碳的埋藏作用。更高的海洋生产力和更多的有机碳埋藏意味着，生产这些有机碳的光合作用过程产生的氧气，由于没有被后来有机质氧化所消耗掉而成了净增加量，从而有利于氧气浓度的增加，为埃迪卡拉纪复杂多细胞生命的出现和宏体动物的辐射铺平道路。

此项研究获得了国家自然科学基金委、贵州省自然科学基金、中国科学院、国家重点研发计划、留学基金委、美国国家科学基金委、中科院青年创新促进会等相关项目的联合资助。

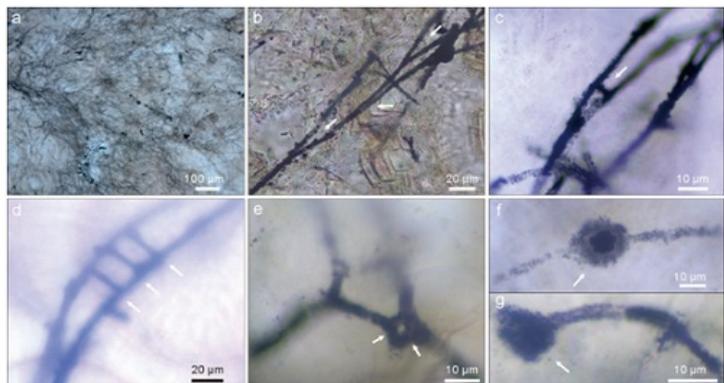
论文相关信息：Gan, T., Luo, T.\*，Pang, K.\*，Zhou, C., Zhou, G., Wan, B., Li, G., Yi, Q., Czaja, A.D., Xiao, S.\* Cryptic terrestrial fungus-like fossils in the early Ediacaran Period. *Nature Communications*, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-20975-1>.



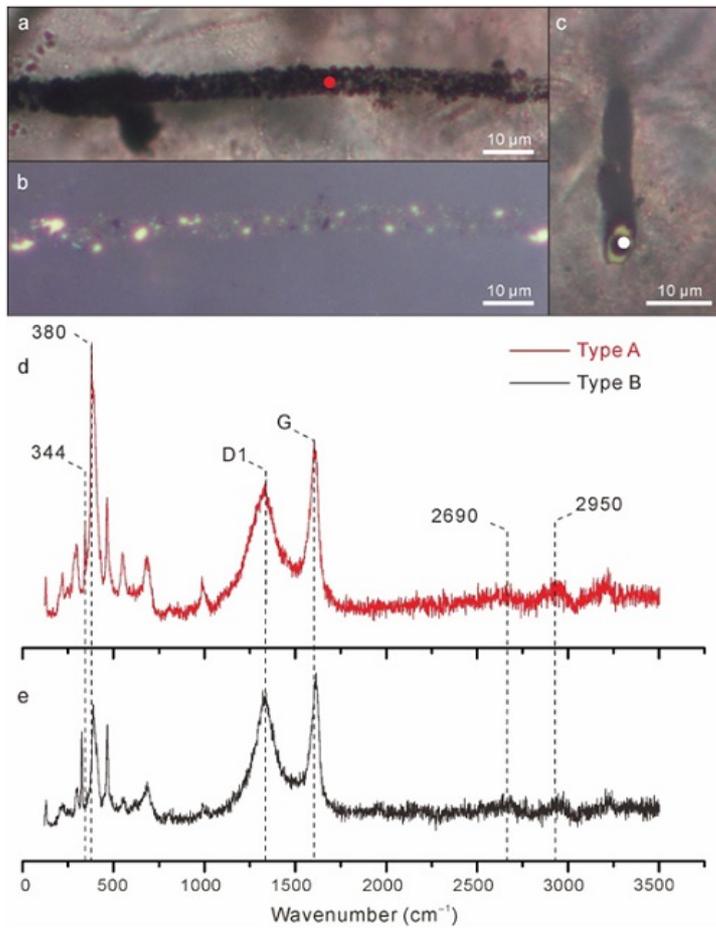
研究区域地质图及柱状图



类型A化石的丝体与相关的大、小球体



类型B化石的丝体与相关的小球体



两种类型化石丝体拉曼光谱分析



Copyright 2009 中国科学院南京地质古生物研究所  
 地址：南京市北京东路39号 (210008) Tel:025-83282105 Fax:025-83357026 Email:ngb@nigpas.ac.cn 微信公众号：  
 NIGPAS (中科院南古所)  
 苏ICP备05063896号 苏公网安备32010202010359号