

地球生命究竟诞生在哪里

□ 冯伟民



进化杂谈

深海热液喷口、陆地火山温泉的暖水池、蓄水的陨石坑……地球生命究竟诞生在哪里？这一直是科学界多年来不断争议的热点。

近日，中国科学院南京地质古生物研究所科学家领衔的国际研究团队，在最新一期的国际著名学术刊物《自然·通讯》上联合发文称，在早期地球的陆地热泉中，铁硫化物为生命起源提供了关键的化学基础。

验证达尔文“猜想”

1871年，达尔文在给英国植物学家胡克的信里写道：“我们设想这样一种情况，在一些温暖的小池塘里有各种铵盐和磷酸盐的物质，在具备光、热、电等条件下，蛋白质化合物就以化学的方式形成了，之后会发生更复杂的变化”。

之后，美国科学家米勒实验证明了达尔文的先见之明。但达尔文提出的小池塘究竟在哪里？1977年，美国阿尔文号深潜器潜入东太平洋海深1650—2610米处，研究人员发现了令人难以置信的“黑烟囱”和围绕着它的各种热液生物。在高温、高压以及含有丰富的还原性物质等的极端环境里存在明显的化学浓度



早期地球陆地热泉概念图。视觉中国供图

梯度和水温变化梯度，尤其是在热液口。

因此，深海热液喷口的微生物生存环境与地球形成早期的环境十分相似。特别是在热液喷口发现的嗜超高温微生物，它们是“进化树”（在生物学中，用来表示物种之间的进化关系）的根基微生物。于是，生命诞生于深海热液喷口的假说风靡至今。

“黑烟囱”假说难以自圆其说

2020年，中国科学家发文称，在西

太平洋一处深海热液区首次发现了超临界二氧化碳（含有大量氮气和有机分子）。而氮的发现，预示着生命起源可能源自深海。

但是，“黑烟囱”假说存在难以自圆其说的疑问。首先，科学家在模拟海底热泉合成有机物时发现，这类化学反应较依赖碱性环境，但实际上，海底热泉口附近是典型的酸性环境。因此，海洋或许对于维持生命是有用的，但不是生命起源的理想之地。

其次，科学家研究还发现，不管细胞属于哪种生物，它们都含有许多磷酸、钾以及其他金属，细胞中钾的含量是钠的10倍。而海水的钠离子浓度高，钾离子浓度低。显然这不支持生命起源于海洋的假说。而活火山附近的地热池塘，拥有前面所说细胞中的所有金属物。另外，也有科学家注意到，核糖核酸（RNA）在紫外线下可以保持稳定的状态，这说明生命最初可能出现在富含紫外光的地球表面，而非海洋深处。

火山热泉经受日照，不仅可以接收太阳能提供化学反应所需的能量，还有利于累积生命所需分子材料的形成。当水从火山热泉中蒸发时，即使是稀溶液也会变得极其浓稠，这有利于简单分子聚合为复杂分子。虽然热泉存在着干湿循环，会使原始细胞脱水，进而创造生成复杂细胞器的有利环境。但在海底热液这样的环境中存在的变量，不足以支撑形成多样化的细胞器。

近年来，科学家还提出了生命可能起源于蓄水的陨石坑、小行星碰撞产生类似温泉的水热系统。然而，无论是海底热液喷口还是陆地火山热泉，有关生命起源的探索和争议还将继续下去，一步步逼近事实的真相。

（作者系中国科学院南京地质古生物研究所研究员、南京古生物博物馆名誉馆长）

追击海洋腐蚀的幕后“黑手”

□ 段继周

在广袤无垠的海洋世界里，一些微小的海洋微生物，正悄无声息地对庞大的海洋设施发起“攻击”，造成了严重的海洋腐蚀现象。除海水本身碱性环境外，罪魁祸首是谁，至今仍是困扰科学界的一大难题。

近日，来自中国科学院海洋研究所等科研机构的科学家在国际期刊《自然评论微生物学》上发表了一篇重要综述，指出若能综合运用微生物组学与分离培养方法等一系列技术手段和工具，有望在海洋微生物腐蚀船舶及海洋设施的研究上取得突破。

源于“吃铁”细菌

作为引发海洋腐蚀的重要诱因之一，海洋微生物腐蚀很容易被人们忽视。但据中国工程院开展的全国腐蚀成本调查统计，微生物腐蚀在各类腐蚀损失中所占比例为20%左右。

这些微小的海洋微生物不仅能造成所附着材料的腐蚀和降解，还会进一步加剧海藻、藤壶、贻(yí)贝等黏附和聚集，引发生物污损现象。生物污损一旦发生，就会堵塞管道，增加船舶航行阻力、加大载荷重量，进而影响运行安全，甚至可能带来物种入侵等不良影响。

面对如此严峻的挑战，科研人员一直孜孜不倦地对海洋微生物腐蚀

和生物污损问题进行深入探究。实际海洋环境中的微生物腐蚀，是由多种海洋微生物聚集所形成的复杂微生物群落引发的。

为深入研究这些微生物的腐蚀机制，科研人员从钢铁锈层的复杂微生物群落中筛选分离出一株典型的具有代表性硫酸盐还原菌，发现存活的硫酸盐还原菌能持续加速钢铁的腐蚀。硫酸盐还原菌属于电活性细菌，能够直接或间接从铁中获取电子，将铁作为自身生长代谢的能量来源，从而加速铁的腐蚀进程，是一种“吃铁”的细菌。

海洋腐蚀的规律

海洋腐蚀微生物群落，是海洋环境中对金属和其他材料产生腐蚀影响的微生物群体。这些微生物大多是以生物膜的形式附着在金属表面，而后通过自身的代谢活动来促进或抑制腐蚀过程。

海洋腐蚀微生物群落中不仅存在硫酸盐还原菌，还存在多种其他类型的细菌。比如，在极端严苛的环境中生存的古菌，也可对金属腐蚀产生重要影响；一些在含油等环境中生长的霉菌，能够降解大分子有机物，产生腐蚀性酸，进而促进腐蚀反应；部分藻类通过光合作用产生氧气，从而

加速金属的氧化还原反应。

经过多年持续不断的研究，科研人员逐渐发现了微生物群落腐蚀钢铁材料的一些规律：微生物的代谢活动会产生酸性或碱性物质，改变金属表面的pH值，从而促进或抑制腐蚀；微生物在金属表面形成生物膜，阻碍氧气和电解质的接触，导致局部腐蚀；某些微生物能够直接或间接地传递电子，参与金属的氧化还原反应，加速腐蚀。

减少腐蚀的方法

为了尽可能减少重要海洋设施的腐蚀，科研人员针对海洋腐蚀微生物群落的防治也研究了一系列科学有效的方法。

比如，在金属表面涂覆特殊的防腐涂料，以此形成一层坚固的保护层，有效阻止微生物的附着和代谢活动；通过电化学方法如阴极保护，来减少金属的电化学腐蚀；利用某些微生物之间的竞争作用，抑制有害腐蚀微生物如硫酸盐还原菌的生长。

可以预见，随着科研人员对海洋腐蚀微生物群落的深入研究，相应的防治技术也必将更加绿色、高效、可持续。

（作者系中国科学院海洋研究所研究员）

K先睹为快



寻找另一个地球

在广袤的宇宙中，地球是否孤独，人类是否独一无二？这是宇宙终极问题之一。

长久以来，科学家矢志不渝地寻找能够支持生命存在的星球。拥有稳定的液态水环境、适宜的温度、大气层和磁场保护等特点的行星，被认为是更适合生命存在的星球类型。

2024年第12期《问天少年》特别策划了《寻找另一个地球》，将带你了解什么样的星球更宜居、怎样找到另一个地球、哪颗行星最有可能存在生命，等等。