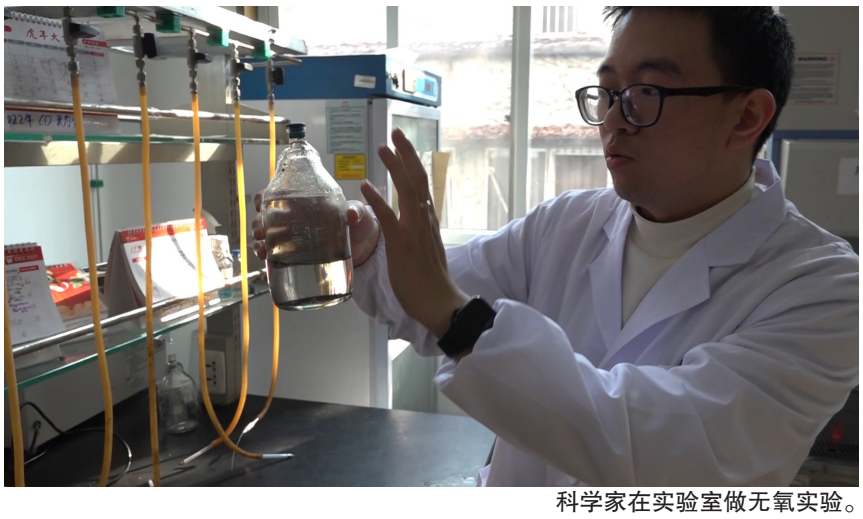
封面 掌握更多资讯 下载封面新闻APP

四川科学家发现距今35亿年、具有产生甲烷能力的微生物

把地下石油变成气体“飘”出来？有可能！

华西都市报-封面新闻记者 田之路 杨博

拧开炉灶开关，烧火做饭，这个家家户户每天重复的动作，竟然和一个“小家伙”有关。“它”叫产甲烷古菌，具有产生甲烷（天然气的主要成分）的能力，是地球上最古老的一种微生物，距今已有35亿年的历史，现在终于被四川的科学家们发现。它的发现，或将应用于低品位油藏的残余油开采。北京时间12月23日，这项研究成果在线发表在国际顶尖学术期刊《自然（Nature）》杂志上。



科学家在实验室做无氧实验。

新发现

产甲烷古菌“吃”原油吐甲烷

产甲烷古菌是地球上最古老的一种微生物，它们通常只能生活在没有氧气的环境中。“此次发现的产甲烷古菌，把众多菌株的功能汇聚于一身，负责整个生产过程。”专家介绍，过去认为，产甲烷古菌只能利用非常简单的化合物产生甲烷，如H_2/CO_2、乙酸和甲醇等一碳和二碳化合物。

农业农村部沼气科学研究所研究员白丽萍介绍，完整的沼气发酵过程，也就是复杂的有机质降解产甲烷过程，还需要多种不同的细菌和古菌一起参与，通俗地说，沼气发酵，是“微生物圈”团队协作、互帮互助的一个过程。

早在2008年，就有科学家证实油藏中存在原油降解产甲烷过程。但是，这种生物转化过程，与传统的沼气发酵类似，需要多种不同类型的微生物通过互营代谢来完成。最近，科学家推测自然界可能存在直接降解石油烃产甲烷的微生物，但是一直没有证据。

“我们通过稳定碳同位素标记培养、高通量测序和高分辨质谱分析等多种手段和方法，证实了这种新型的产甲烷古菌具备直接吃掉长链烷烃（原油的主要成分）产生甲烷的能力。”该研究的第一作者、“90后”周卓介绍。

大能量

或有望破解残余原油开发难题

该研究的共同作者、中石化微生物采油重点实验室首席专家汪卫东教授说，我国原油和天然气的进口依存度分别超过了70%和45%。传统的原油开采技术，主要是应用物理或化学的方法，来驱动地下深层的原油运移。尽管我国的采油技术处于国际领先水平，仍然有超过一半原油在现有技术下无法开采。

科学家们提出了一个脑洞大开的想法，能不能利用厌氧微生物，把液态的原油降解变成气态的甲烷，形成油气共采，最终达到高效率的原油开采利用率呢？

过去的研究发现，降解石油烃产甲烷过程由细菌和古菌通过互营代谢完成，具有生长周期长、耗时久、体系不稳定等问题，难以实现工业化应用。但是这个新发现可能会破解这个技术难关，如果这些理论成果能够转化落地，地下的油不用抽出来，直接把油变成天然气，让气体“飘”出来进行甲烷的收集。

“类似于我所过去在地面设计建设的户用和大中型沼气池，小的有数十方、大的有上万方。”沼科所所长王登山研究员介绍，将来这个技术如果突破的话，在地下的层面将存在一个巨大的沼气池。下一步，在这个基础研究上，会进一步通过技术攻关，力争实现“地下沼气工程”的工业化应用。

未来可期

“驯化”培养让它发挥更大功效

此次最新研究成果已经在线发表在顶尖学术期刊《自然（Nature）》杂志上，但专家们表示，现在离这个看不见摸不着的“小家伙”横空出世还有一段距离。“我们计划3到5年左右，让它可以运用于实践。”白丽萍说。

专家告诉记者，目前他们在思考如何对这个微生物进行“驯化”和培养，让它发挥更大功效。

除此之外，其实在人体的肠道里面，也有产甲烷古菌的存在，而且现在来看产甲烷古菌也可能是跟人体的一些炎症性疾病相关。

目前有些国内外的医生，也通过沼气研究所提供一些技术支持，去做一些临床探索研究。“包括我们在做废弃物和污染物的处理上面，就是这样一类的微生物，它都有很好的应用前景。”专家说。

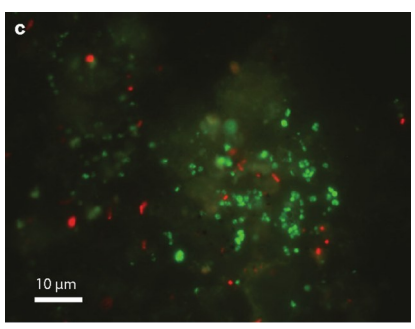
探访实验室

持续研究16年 科学家发现了产甲烷古菌

华西都市报-封面新闻记者 田之路 杨博

一种看不见摸不着的“小家伙”，在地下深层隐藏了35亿年。近年来，因其在石油开采领域有无限潜力，这个“小家伙”被全世界的科学家们广泛关注。这种叫产甲烷古菌的微生物，终于大放异彩，在显微镜下，带着绿色荧光，进入了科学家们的视野。

位于成都的农业农村部沼气科学研究所的研究已经持续16年，科学家们在无数次实验、论证后，终于将实验成果发表在了国际学术界顶尖杂志《自然（Nature）》上。



在显微镜下泛着绿色荧光的产甲烷古菌。

生长周期慢：等待培养微生物不易

产生甲烷（天然气主要成分）的过程是通过微生物来实现的。而产甲烷古菌是一种非常独特的微生物，这种古菌在全球碳循环过程也发挥着不可替代的作用。

整个地球被地表覆盖的绝大部分都是厌氧的环境。厌氧微生物除了在数量上非常庞大以外，它在地球循环的功能上也是不可取代的。

地球上的整个碳元素循环由生产者、利用者和分解者三大循环构成，厌氧微生物就是我们传统上理解的那一类分解者，它把我们来自于光合作用的碳水化合物，最终降解成二氧化碳和甲烷，然后又返回到大气中，形成整个碳元素的有效循环。

在有机质降解的食物链中的最后一个环节，是由产甲烷古菌参与的，这种古菌是目前已经报道的产生甲烷的主要贡献者。

在研究过程中，有些微生物生长周期很慢，慢到长达几年甚至十年。科学家们经过漫长的等待、枯燥反复的实验，最终才证实这种产甲烷古菌的作用。

沼气研究所从2005年开始厌氧烃降解研究，这十多年来，每天都必须做重复、单调的动作。

枯燥又重复：无氧实验准备2小时

沼气研究所研究员承磊介绍，在这项研究报道出来之前，国外科学家做的正常的一个培养周期都是1年至2年的时间，这样一个长周期的研究工作，非常枯燥。“我们在2019年的时候，突然发现一个富集物生长周期大概就是两到三个月，比我们以往的培养周期要快很多，这个现象让我们非常关注。”

研究员们很想知道这里面可能是什么微生物。非常幸运的是，这个时候国外科学家提出了自然界中可能存在直接降解烷烃产生甲烷的新古菌。“我们再重新分析这个培养物的时候，发现的确有这样的微生物存在。”

走进沼气研究所其中一间实验室，三排超过3米长的工作台依次排开。工作台有三层架子，上面摆满了各种仪器，有玻璃瓶、试管、注射器等等。“90后”研究员周卓是该研究的第一作者，和其他同事一样，实验室几乎是他们睡觉之外唯一去的地方。

每天早上8点，周卓准时走进实验室开始制作产甲烷古菌的培养基。清理完所有的器材，大概要花费2个小时，这仅仅是做实验的准备部分。

他戴着橡胶手套，将针管的工作台依次排开，插入煮沸的玻璃烧瓶。“这通入的是氮气。”他告诉记者，产甲烷古菌是厌氧菌，所以制作过程中一定要无氧环境。瓶中提前滴入了试剂所以呈现淡红色，随着瓶中的氧气被替换成氮气，液体会逐渐变成无色。“这代表着没有氧气，无氧实验才能进行。”

喜悦与压力：未来会有更多挑战

通过多年的努力，研究团队获得了一个降解长链烷基烃产甲烷的富集培养物，它可以直接降解碳13到碳34的长链烷烃，以及侧链烷烃大于13的环己烷和环己苯。进一步，通过稳定碳同位素标记试验，证实加入的标记正构烷烃，几乎完全转化为甲烷和二氧化碳了。

再通过宏组学分析，专家发现一种新型的古菌，具有完整的烃降解与甲烷产生的代谢途径，并且这个途径在甲烷产生过程中，是高丰度表达的。进而采用高分辨质谱，专家检出了烷烃降解产甲烷过程中的关键中间代谢产物，从而进一步证实了这种新型古菌的碳代谢途径。

整个研究过程持续了16年，承磊表示，如果没有研究所给与的宽松自由的学术氛围，很难实施长周期的研究计划，“我们团队与国内外知名机构开展优势互补的合作研究，这些是我们能取得成绩的重要保障。”

研究员白丽萍也很感慨：“每一次发现，有喜悦，也有如释重负的感觉。”研究成果受到肯定，固然有欣喜，但接踵而至的是一项又一项等着被解答的谜题，科学家们似乎还不能轻松下来。