

读 书 报 告

牛铭铭  
2018.5.26





文章



PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America

Keyword, Author, or

Home Articles Front Matter News Podcasts Authors

IF:9.667

NEW RESEARCH IN

Physical Sciences

Social Sciences

# Growth of sedimentary *Bathyarchaeota* on lignin as an energy source



Tiantian Yu, Weichao Wu, Wenyue Liang, Mark Alexander Lever, Kai Uwe Hinrichs, arXiv iNature Fengping Wang





目录  
*CONTENTS*

- 1/ Introduction
- 2/ Materials and Methods
- 3/ Results
- 4/ Discussion





# 目录页



*PART ONE*

# *Introduction*





## 作者简介



### 王风平

上海交通大学教授，博士生导师，学科带头人。

#### 研究方向

近年来以深部生物圈极端微生物为研究对象，综合利用传统和现代微生物技术，结合基因组学和生物地球化学方法来探寻深部极端微生物适应性机理、关键代谢途径起源和极端生态系统演替等基础科学问题。

2008年获得中国青年女科学家奖提名奖。





# 作者简介——余甜甜

---

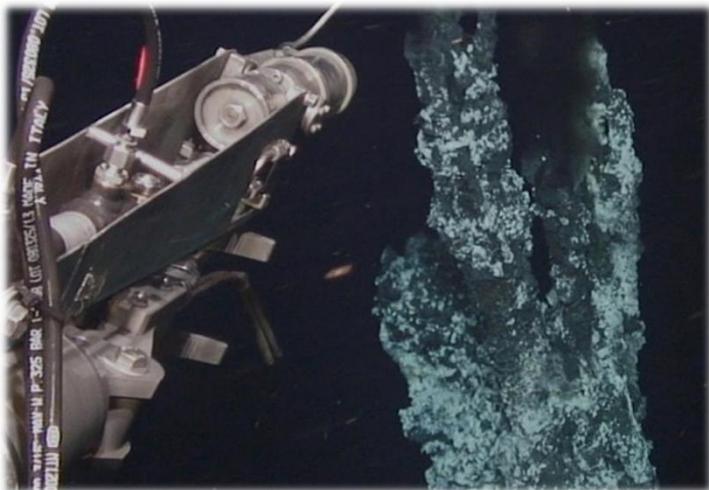




# 研究背景



what is Bathyarchaeota ?



地球上存在着两大生物圈：一个是我们所熟知的由光合作用维持的地表生物圈，另一个则是存在于地球深部由化能作用支持的“黑暗生物圈”。

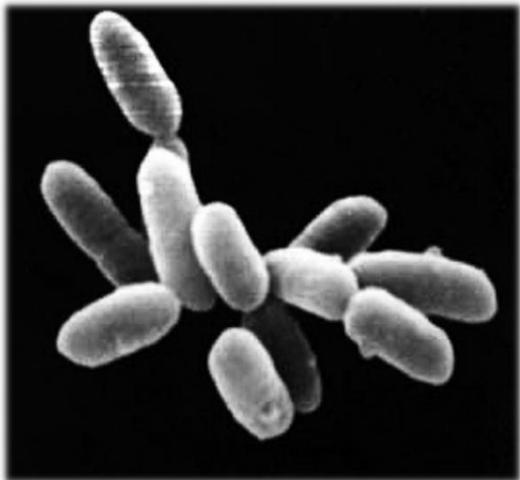




# 研究背景



海洋沉积物是地球上最大的有机碳汇之一。碳的微生物转化被认为是影响沉积物中碳流量和最终大气氧和二氧化碳浓度的关键过程。



今天地球上所有的复杂生命都源自古菌。

——Thijs Ettema



## 研究背景

---



MCG古菌无所不在，它在自然界的含量约为2至3.9乘以10的28次方个细胞，是地球上含量最丰富的微生物之一。

王风平：“海洋沉积物里、土壤里，到处都有它，我甚至怀疑我家小区院子里的花坛里也有它。”



## 研究背景



*Bathyarchaeota*的成员估计是这个星球上最丰富的微生物之一（He Y, et al. 2016），并且在海洋沉积物中特别常见（Ruff SE, et al. 2015）。

研究表明，*Bathyarchaeota*可能能够利用碳化合物，但还没有实验进行证明。

*Bathyarchaeota*细胞生长缓慢，难以富集和分离纯菌株（Gagen EJ, 2013）。





## 研究意义



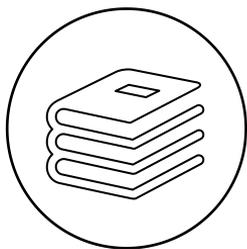
解决了世界性的难题——*Bathyarchaeota*的富集与培养。

本试验的研究结果与以木质素作为能源和碳酸氢盐作为碳源的深古菌（门）类群的有机自养生长一致，并且为缺氧海洋沉积物中地球上最丰富的生物聚合物之一（木质素）的循环提供依据。





# 目录页



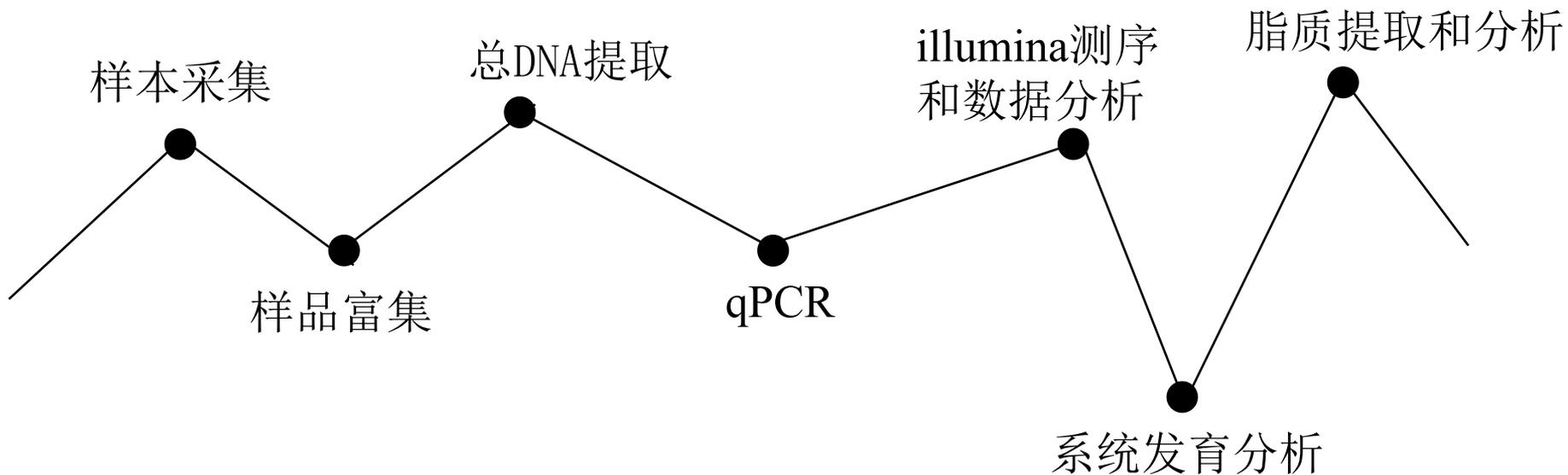
*PART TWO*

# *Materials and Methods*



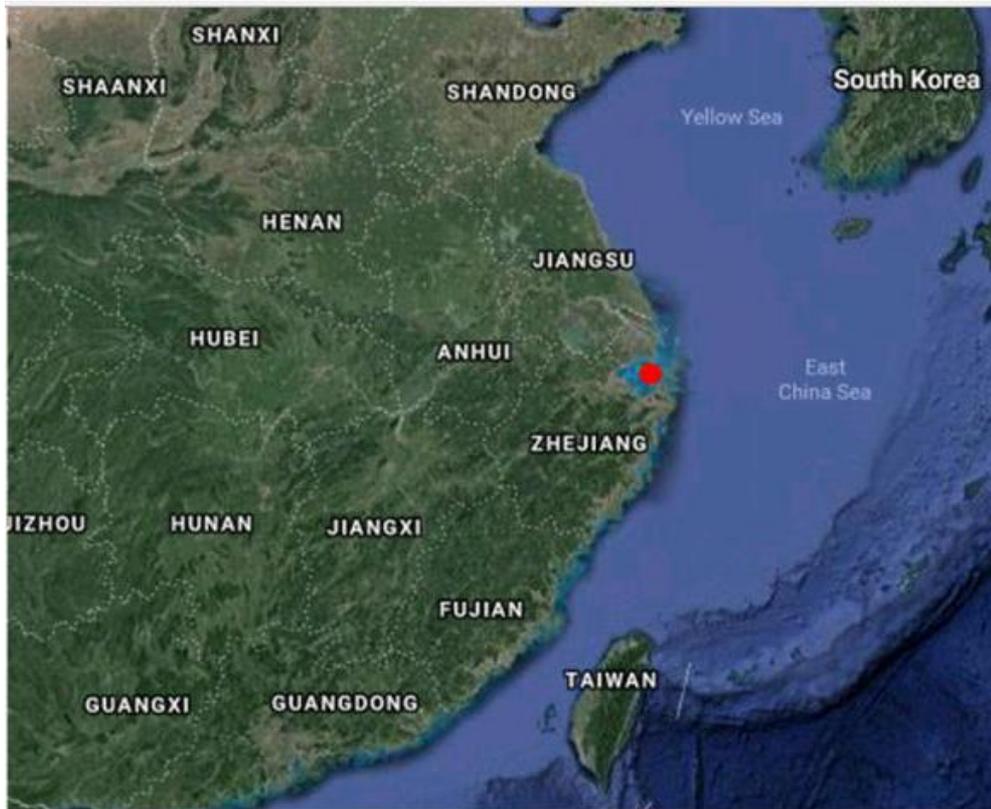


# 材料与amp;方法





# 采样点



在我国东海北部杭州湾的大洋山岛  
(30.592817 N,  
122.083493 E) 采集  
潮间带沉积物最上层  
10 cm (图S1)。

Fig. S1. Location of the sediment sample for enrichment.





## 样品采集

---

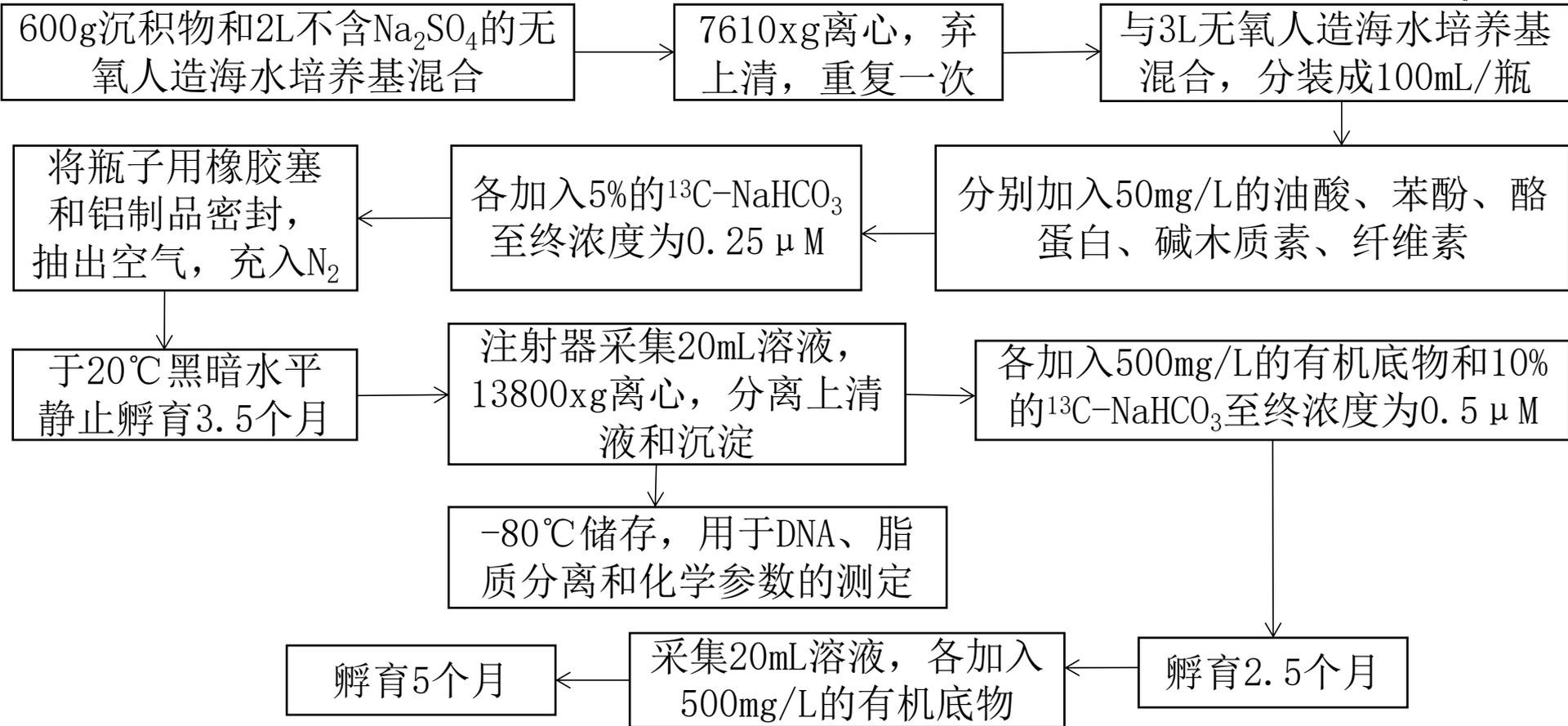


样品被无氧地储存冰封在气密袋中并在3小时内运到实验室，4°C保存直到进一步处理。样品主要由淤泥质沉积物组成，主要由长江提供，被认为富含陆源有机质。





# 样品富集





## 细菌、古菌、深古菌丰度的荧光定量



用Uni519F/Arch908R, Bac341F/prokaryotic519R, and Bathy-442F/Bathy-644R分别作为引物对提取的总DNA中的16S rRNA基因进行荧光定量PCR(QPCR)。

### 反应体系

SYBR Premix Ex Taq (TaKaRa): 10 $\mu$ L

ROXreference dye (50 $\times$ ; TaKaRa): 0.4 $\mu$ L

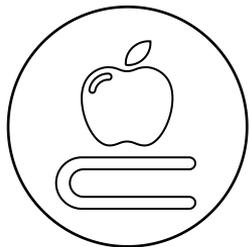
each primer: 0.8 $\mu$ L

模板DNA: 1  $\mu$ L





# 目录页

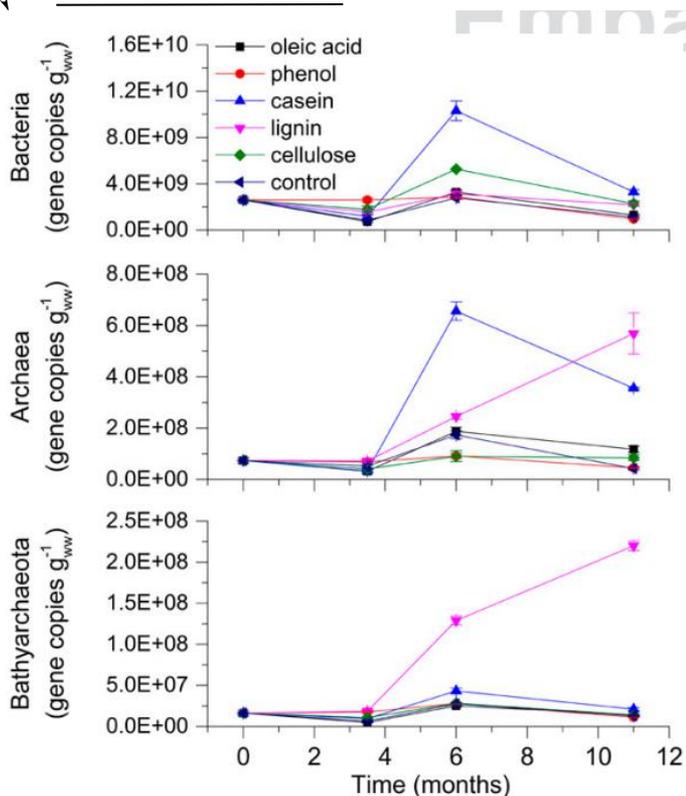


*PART THREE*  
*Results*





# 富集结果



木质素对细菌的生长几乎没有影响，但显著刺激了古细菌的生长，特别是 *Bathyarchaeota*。

Fig. 1. The change in abundance of Bacteria, Archaea, and *Bathyarchaeota* in sediment slurries after incubation with different organic compounds for 3.5, 6, and 11 mo. The abundance (gene copies per gram wet weight of sediment; gene copies·g<sub>ww</sub><sup>-1</sup>) is quantified based on the respective 16s rRNA genes. The error bars are obtained from replicate incubations.



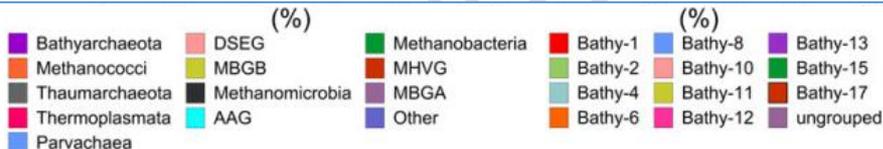
# 古菌和深古菌的群落组成



**Table S1. Percentage of 10 most dominant OTU sequences in total bathyarchaeotal sequences**

OTU	Subgroup	t <sub>0</sub> , %	Lignin										Control									
			t <sub>3.5</sub>		t <sub>6</sub>				t <sub>11</sub>				t <sub>3.5</sub>		t <sub>6</sub>				t <sub>11</sub>			
			N, %	N, %	N, %	N, %	Y, %	Y, %	N, %	N, %	Y, %	Y, %	N, %	N, %	N, %	Y, %	Y, %	N, %	N, %	Y, %	Y, %	
Denovo3326	Bathy-8	3.9	48.9	66.6	70.4	62.8	63.0	73.2	72.8	66.6	66.3	3.9	4.9	4.4	5.3	4.9	3.2	3.1	4.8	4.5		
Denovo3805	Bathy-8	20.6	6.9	2.4	1.5	2.9	1.9	0.6	0.9	1.0	0.8	23.1	17.9	18.6	18.0	16.5	21.4	19.5	14.9	14.7		
Denovo25775	Bathy-8	9.5	7.2	3.0	1.7	2.7	1.9	3.6	3.8	5.6	5.7	9.6	7.4	8.5	6.7	8.0	6.7	8.2	7.4	7.7		
Denovo13659	Bathy-6	0.1	0.3	3.5	4.5	8.2	9.3	2.4	2.0	6.9	5.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.3		
Denovo25100	Bathy-6	9.6	3.5	1.2	0.7	1.5	1.3	0.4	0.5	0.4	0.6	10.0	12.6	11.4	11.7	11.1	12.4	11.0	11.0	12.6		
Denovo1734	Bathy-6	5.8	3.2	1.5	0.8	2.0	1.2	0.6	0.7	0.5	0.5	5.5	7.9	7.0	7.3	7.9	4.5	11.5	9.5	10.5		
Denovo5583	Bathy-8	3.7	3.1	0.9	0.8	0.7	0.9	2.4	1.8	2.0	2.3	4.6	2.8	3.6	3.7	3.4	2.1	3.0	3.9	3.9		
Denovo21051	Bathy-8	0.1	3.2	2.6	2.4	2.7	2.4	1.3	1.9	1.4	1.5	0.0	0.2	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
Denovo14748	Bathy-12	4.5	1.2	0.5	0.3	0.6	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	3.2	4.4	4.8	3.5	4.2	4.8	4.2	3.0	3.1		
Denovo26471	Bathy-17	5.2	1.5	0.3	0.3	0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	5.1	2.4	2.8	3.1	3.1	5.0	4.2	3.4	3.4		

N, no use of labeled substrate of <sup>13</sup>C-NaHCO<sub>3</sub>; Y, use of labeled substrate of <sup>13</sup>C-NaHCO<sub>3</sub>.

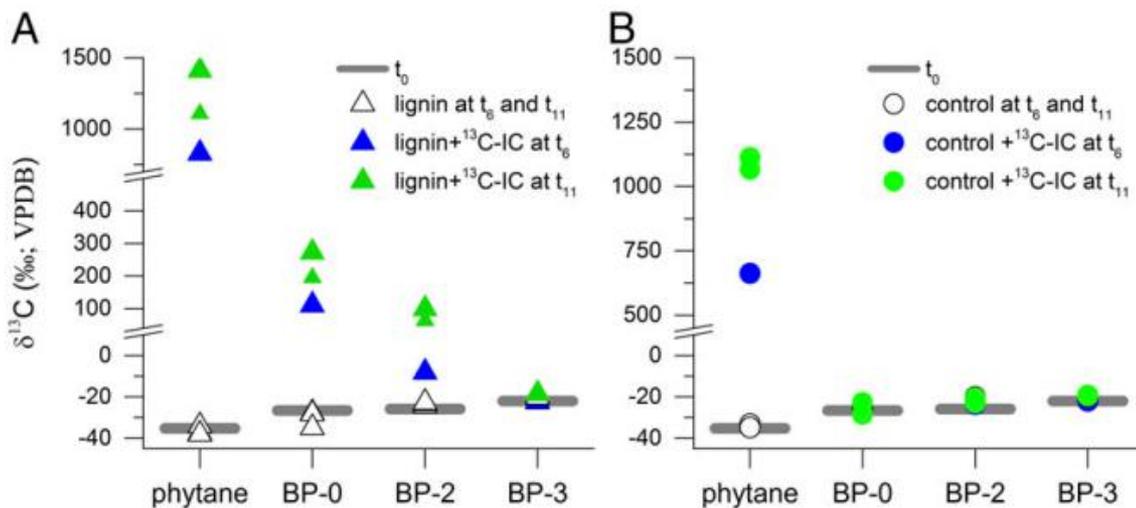


**Fig. 2.** Comparison of archaeal communities at the phylum level (A) and of bathyarchaeotal communities at the subgroup level (B) in response to lignin addition over time. t<sub>0</sub>, t<sub>3.5</sub>, t<sub>6</sub>, and t<sub>11</sub> indicate samples that were taken after 0, 3.5, 6, and 11 mo, respectively. Only one sample from t<sub>0</sub> and one sample from t<sub>3.5</sub> were analyzed, compared with four samples from both t<sub>6</sub> and t<sub>11</sub>. Details of the phylogenetic identifications are in *Materials and Methods*. AAG, Ancient Archaeal Group; DSEG, Deep Sea Euryarchaeotic Group; MBGA, Marine Benthic Group A; MBGB, Marine Benthic Group B; MHVG, Marine Hydrothermal Vent Group; Other, unclassified archaea.





# IC同化的脂质碳同位素分析



**Fig. 3.** The carbon isotopic composition of archaeal polar lipid derivatives (i.e., phytane, BP-0, BP-2, and BP-3) in the lignin treatment (A) and in the control samples without lignin (B) with/without  $^{13}\text{C}$ -IC at  $t_0$  and  $t_{11}$ .





# IC同化的脂质碳同位素分析



**Table 1. Carbon isotope composition and concentration of acetate in water medium after incubation with/without lignin and  $^{13}\text{C}$ -bicarbonate**

Conditions	Time	$^{13}\text{C}$ -IC	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰	Concentration, $\mu\text{M}$
Lignin	$t_6$	N	$-14.5 \pm 6.5^*$	$4.7 \pm 1.9$
			$-19.9 \pm 8.2^*$	$5.6 \pm 1.5$
	$t_{11}$	Y	$530 \pm 10$	$33.6 \pm 1.1$
			$1,990 \pm 230$	$5.4 \pm 1.7$
		N	$-15.9$	26.2
			$-17.2$	44.3
Control	$t_6$	N	$-8.2^*$	6.4
			$-10.8^*$	5.0
	$t_{11}$	Y	1,730	6.5
			$1,530 \pm 400$	$5.7 \pm 3.7$
		N	$-28.1$	19.9
			$-21.6$	11.0
	Y	130	3.9	
		n.d.	n.d.	

只有在木质素处理下，才会长期刺激乙酸产生及二氧化碳的还原。

Data are mean values with SDs from duplicate analyses; those without SD were analyzed once. N, no use of labeled substrate of  $^{13}\text{C}$ - $\text{NaHCO}_3$ ; n.d., not detected; Y, use of labeled substrate of  $^{13}\text{C}$ - $\text{NaHCO}_3$ .

\*Values are not reliable because the amount was not sufficient ( $<10 \mu\text{M}$ ) for  $\delta^{13}\text{C}$  measurement and are provided for reference only.





# 目录页



*PART FOUR*  
*Discussion*





# 结论



1

Bathyarchaeota是海洋沉积物中古细菌的主要组成部分，木质素的添加会显著促进Bathyarchaeota的生长。其中Bathy-8是主要的木质素降解者。

2

深古菌（门）四醚脂质仅在与木质素一起加入时才从 $^{13}\text{C}$ -碳酸氢盐中分离出来。

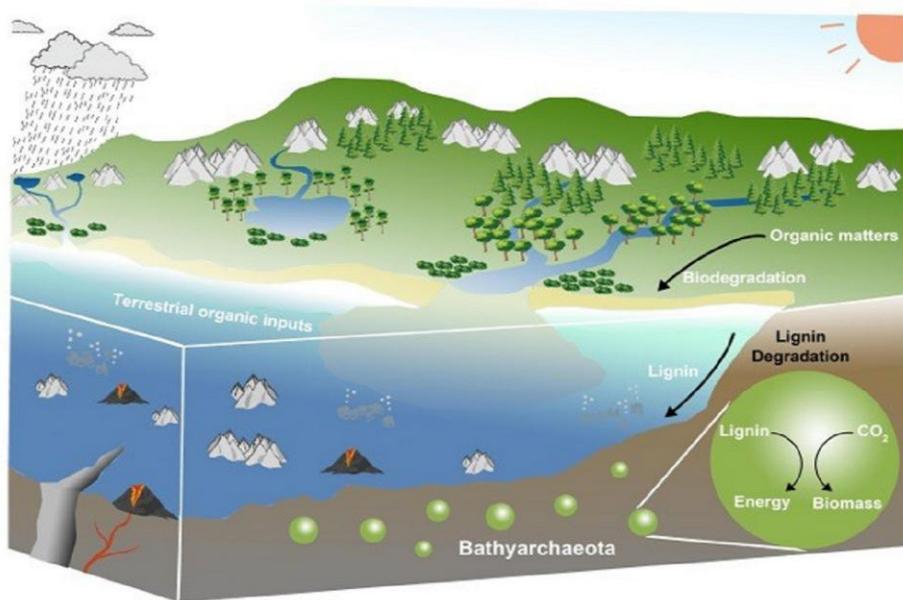




# 讨论



该项研究首次实现了“深古菌”的实验室富集生长，表明“深古菌”具有有机自养的代谢特征，即“深古菌”可以利用木质素为能源、无机碳为碳源进行代谢生长（图示）。



深古菌 *Bathyarchaeota* 是海洋沉积物中木质素降解者，在地球碳循环过程中发挥了重要作用





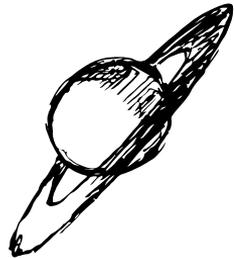
## 讨论

---



该项研究首次证实“深古菌”是海洋沉积物中木质素降解的重要参与者，从新的角度认识了木质素在自然界的循环过程和机制，为深入理解海洋碳循环机制做出了贡献。同时，“深古菌”可降解木质素的发现将为植物难降解生物质的利用和绿色能源生产提供新的思路和途径。





请老师同学们批评指导！

