

院士讲科普·全国科普月特别报道

永恒黑暗的深海， 有多少秘密等待探索？



愿好奇心不灭！

小读者提问

您曾说深海是另一个世界，那里的生物长啥样？能吃吗？人类的家园在陆地上，我们为什么要往海里钻？深海值得探索的宝贝，到底有哪些？

孩子们：

我是汪品先，大半辈子都和海洋地质研究打交道。82岁时，我还钻进“深海勇士”号，下潜到南海1400米的深海。

对于生活在陆地上的我们来说，深海的确是另一个世界，有许多生物是大家比较陌生的。比如，在马里亚纳海沟8000多米处拍到的深渊狮子鱼，乳白、半透明，骨头软得能打弯，是为承受上千个大气压“定做”的；再比如，在水深6000米以下偶有发现的极少数鼠尾鳕科等深渊鱼类，不是它们会隐身，是我们去深海的次数太少。95%的海洋被笼罩在永恒的黑暗之中，在黑水里找一条鱼，比夜里拿手电在操场找一只蚊子还难。

过去，我们总以为深海是“没有光线、没有运动、没有生命”的三无世界。其实除了没有光线，其他认知都错了。水深超过2000米的深海，占海洋面积84%，占地球表面60%，是地球表面的主体，也是我们在地球上了解最少的部分之一。海底地形起伏绝不亚于陆地，那里有绵延数千公里的大洋中脊，还有1万多米深的海沟；热液“黑烟囱”旁边挤着管虫、虾和贝，串联起不靠太阳的“黑暗食物链”，夏威夷的金珊瑚能活数千年，和金字塔同岁……深海不是死寂的终点，而是地球内部往上拱的出口。

但是深海生物是吃不得的，有的含硫，是有毒的，无毒的也不能吃，因为长得太慢。比如深海珊瑚可以长成“园林”，但是生长极慢，几十年才长一毫米，经不起人类消费。

深不见底的海洋，到底藏了多少宝贝？

深海是“第二生物圈”。陆地上的我们总是天然地认为一切生物都离不开太阳提供的光和能量，可在深海热液口、冷泉边，管虫没有口和肛门，靠肚子里的硫细菌生存；蠕虫、蟹、贝，不靠太阳能而是靠地球内部能存活下来；微生物躲岩石缝里睡几百万年，岩浆一热就醒……这些生物长得慢、活得怪，人类到深海去，可以破译它们耐高温、耐高压、抗剧毒的本事从何而来。

深海是金属仓库。深海金属矿有三大类：锰结核、富钴结壳、热液金属硫化物。锰结核像土豆撒在海底，百万年才长一厘米；富钴结壳贴在海上山；热液“黑烟囱”喷两三百摄氏度的热水，带出丰富的铜、锌、金、银、稀土。但是这些矿不是现成的金条，人类对深海的开发尚处于原始阶段，远未成熟，把陆地的“淘金”法照搬到深海去，准得掉进陷阱。

深海也是未来的能源库。水分子结冰把甲烷锁在里头，那是点根火柴就能烧起来的可燃冰；近年来全球重大油气发现，70%来自水深超过1000米的水域。海底有待开发的资源非常丰富，我们目前的探索才刚刚起步。

深海还是地球自己的“病历本”。南海海底的珊瑚林、古热液、磷块岩，记载着千万年来的气候怎么走、洋流怎么走。不研究这些，我们就无法研究明白台风与冰期。

最长的山脉、最深的沟谷、最强的火山都在海底。地球怎么运转？气候怎么变？生命能不能不靠太阳？这些答案也都藏在海底。我写《深海浅说》，就是想用浅的语言去讲深的海，让你们先“望一眼”再决定爱不爱它。科学贵在探索与怀疑，今天你们问深海生物长啥样，将来就有可能去设计下一代深潜器，或者给一条深渊狮子鱼画谱系。只要保持“不解决一个科学问题就睡不着觉”的劲头，那95%的黑暗里，就永远有人接着点灯。愿好奇心不灭！

（作者为中国科学院院士，本报记者黄晓慧采访整理）

图①：2018年5月，汪品先院士随我国自主研制的“深海勇士”号载人深潜器赴南海科考。

图②：刘嘉麒院士在野外采集火山喷发物样品。

图③：张继平院士在为学生上课。

以上图片均为受访者提供

“十四五”时期

我国公民具备科学素质的比例呈持续加快增长趋势
年度增幅分别为1.19、1.21、1.23、1.37个百分点

2025年

我国公民具备科学素质的比例达到16.74%
提前1年多实现《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035年）》
确定的2025年超过15%的发展目标

习近平总书记指出：“要注重挖掘和培养青少年兴趣特长、科学素养、实验能力，吸引更多具有科研潜质的青少年立志投身科技事业。”科普的深层落点，不只是传播知识，更是孕育创新后备军。

今年9月是第二个全国科普月。以“科技改变生活 创新赢得未来”为主题，多名院士积极参与和支持科普活动。本期“院士讲科普·全国科普月特别报道”，我们邀请汪品先、刘嘉麒、张继平三位院士，回答小读者们提出的与科学相关的问题。期待以全国科普月为契机，激发青少年的想象力和探求欲，让投身基础研究成为更多青少年的人生追求。

——编者

冰与火，如何共同 塑造我们生活的家园？

盼少年有志！

小读者提问

火山的破坏力很强，如果没有火山，地球会是怎样？

您在南北极的湖里打钻，从冰芯和岩芯里发现了多层火山灰，为什么在那么冷的极地也会有火山喷发？

孩子们：

我是“火山爷爷”刘嘉麒。我的科研生涯中，大半时光都在追逐大地的印记、记录地球的变迁。细读一个个充满童趣与思考的问题，我能深切感受到你们对生命和自然纯粹的善意和敬畏。

的确，火山破坏力强，“脾气”也怪，但如果没有火山，或许地球会是一个沉寂的星球，人们也无缘欣赏长白山天池、腾冲温泉、涠洲岛的美丽风光。其实，火山是星球有生命力的象征，哪个星球的形成和演化都离不开火山。没有火山作用，这个星球就死亡了。

我曾七上青藏高原、三探北极、两征南极，走过50多个国家和地区，跨越山川湖海、大漠高原，只为探寻隐藏在大自然深处的秘密。越是深入自然，我越能体悟到：我们脚下的地球，有脉动、有呼吸，亿万年里一刻不停地演化更迭。

也许，大家很难把南北极冰原和炽热汹涌的火山联系在一起。事实上，南北极既有古老的死火山，也有近期喷发过的活火山，甚至厚厚的冰盖下面也隐藏着火山。火山活动是由地球内部物质和能量主导的，极地地表的低温难以影响上千摄氏度高温的岩浆，其地下同样具备火山喷发的地质条件。

科考时，我们会在极地湖泊钻探取样，取出冰芯与湖底岩芯，就像拿到地球留存千万年的“档案”。岩层和冰层间细密的火山灰，是远古岁月留存的珍贵印记。远古时期，火山喷发后，火山灰随风跨越山海，散落在极地冰面与湖泊之中，经过长年沉积、冰雪覆盖，被完好封存至今。通过科学检测分析火山灰，能够精准判定火山喷发的年代、规模与强度。再将火山活动数据与冰川进退、气候冷暖、环境演变等相互对照，就能完整还原千万年来极地乃至全球的气候和环境变迁轨迹。

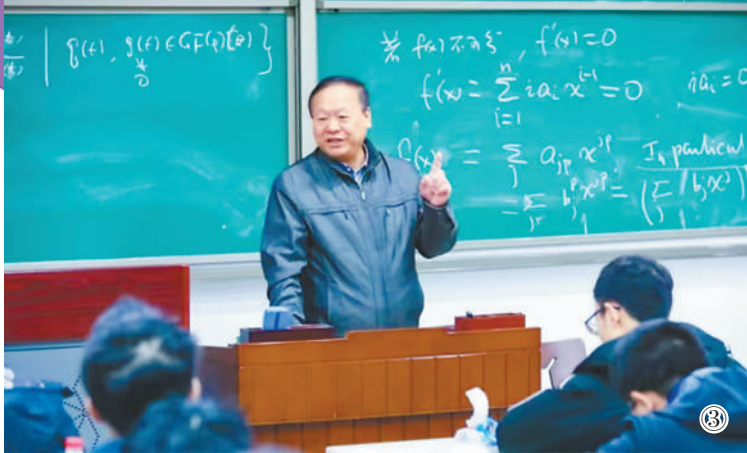
地质研究不只回望地球的过往，更要挖掘大自然馈赠的宝藏。

比如，我们研究的岩石中，其中一种火山岩叫玄武岩，是火山喷发形成的，在自然界分布广泛。过去，这些岩石大多只能碾碎用来铺路，价值十分有限。能不能让冰冷坚硬的火山岩石释放出新价值？

经过深入研究试验，我们将天然玄武岩矿石粉碎，加热至1500摄氏度以上，熔成液态岩浆，再经由特制漏板拉制成玄武岩纤维。这种新型材料和我们日常的棉麻、化纤完全不同。普通衣物柔软舒适，怕高温、极寒，遇到强酸强碱易被腐蚀。而玄武岩纤维汲取火山岩石的优良特性，耐高温、抗极寒、耐腐蚀，强度高且无污染。我国嫦娥六号在月背展示的国旗，正是采用玄武岩纤维制成，可耐受月球300多摄氏度的昼夜温差。如今，这种火山岩石纤维广泛应用于航空航天、国防、消防等领域，服务于我们的生产生活。

孩子们，冰与火，看似对立，却共同塑造着我们生活的家园。地质科学不只是岩石与数据，它藏着山河变迁的故事和生态共生的智慧，更藏着人类与自然相处的答案。期待未来有更多人奔赴山野、踏向极地，继续翻阅地球这本厚重的大书。盼少年有志！

（作者为中国科学院院士，本报记者吴月辉采访整理）



至美又至难， 数学该怎么学？

祝一往无前！

小读者提问

您认为数学追求至纯、至真、至简、至美，是一门追求极致的学问，可对很多人而言，数学就是“至难”，每天需要计算、背公式，感觉抽象又枯燥，您是如何坚持下来的？

如果有一天，AI（人工智能）把数学题全做对了，我们还需要学数学吗？

孩子们：

我是张继平，一个和数学研究打了大半辈子交道的大学老师。我对数学的热爱就是从少年时期开始，那时候，一名学问好又很有魅力的数学老师把我带进了这门奇妙的学科。从此，数学一直是最擅长、最投入的学科之一。

其实，我完全理解你们觉得数学“至难”。研究数学几十年，我遇到的困难和挑战也很多。我曾关注一个叫“亏零存在性”的问题，那是当时我们研究领域十大公开问题之一。当初大家对这个问题在素数阶循环情形了解比较多，其他情形不怎么清楚。我在深入思考后意识到，最关键的恰恰是大家最熟悉的循环情形。找到这一突破口后，困难依旧很多。问题在可解的情况比较容易，但在非可解的情况要分很多种类分别处理。我将整个研究分成11个步骤，像剥洋葱一样一层一层地解决，每一步都是巨大的挑战。

我在北大读书那会儿，过的是宿舍、食堂、图书馆“三点一线”的生活，听起来单调吧？可我脑子里想的都是研究学习的东西，学会用好就是我最大的快乐，心里一点都不觉得苦。为自己追求的目标而奋斗，本身是幸福的事情，虽然一个成功可能伴随100个失败，但失败的尝试正是迈向成功的铺路石和阶梯。而且，难和不难并非绝对，主要看你对这个事情有没有感觉、喜不喜欢。你们喜欢打游戏、踢足球，再难的操作也愿意反复练；数学也一样，有了兴趣之后，就无所谓难与不难。

有人把数学家叫作天才，好像他们生下来就会解题，这话可不对。天赋加上汗水才造就出伟大的数学家。天赋固然重要，但后天的努力才是成功的关键。你们可能一时觉得数学难、枯燥，这不要紧。只要你们持续不断地追问“为什么”，坚持琢磨和练习，定会有所改变，可能会感觉到，原来数学也可以这么有趣。

你们问我，如果AI把数学题全做对了，我们还需要学数学吗？这问得很好，要回答这个问题，我们得聊聊数学的本质。

数学是科学的语言，能够揭示大自然中纷繁复杂的现象与内在规律。追求至纯、至真、至简、至美的数学，是一门追求极致的学问，也是许多重大科技突破的基石。比如通信领域，有很多研究都是从解决数学问题开始；在航天等关乎国家发展的领域中，数学也发挥着不可替代的作用；你们平常看的电视，用的手机、导航、AI工具等，背后其实都是数学在支撑。数学是打基础的东西，就像盖房子，地基打得牢，上面才能盖起高楼。

今天，AI能为我们解数学题，帮助验证数学证明，还参与产生新的数学推理。未来AI必将在数学的发展中发挥越来越重要的作用。但强大的AI工具无法代替我们的思考，数学不仅关乎解题，它更是人类知识体系中不可或缺的基础。想要在AI时代探索更广阔的世界、实现更具想象力的突破，掌握全面而坚实的数学基础知识仍是至关重要的第一步。而且，AI的重要底层逻辑是数学，AI不会颠覆数学的理论，数学家和AI的互动将推动数学的大发展。

孩子们，别怕数学难。数学是人类智力高地，是公认的智慧体操，自然有其挑战性。数学路上最难的不是计算，是走到边界还愿意再往前进一步的坚持与勇气，AI或许能给出部分问题的答案，但这“向前一步”，只能靠我们自己。祝一往无前！

（作者为中国科学院院士、北京大学数学科学学院教授，姜子钰、喻思南采访整理）

求索比答案更珍贵

银燕

从“深海里有什么”，到“为什么极地也会有火山喷发”，再到“我们为什么要学数学”，面对迷人的科学世界，孩子们敢问“为什么”，追问“那然后呢”——求索本身，比答案更珍贵。

院士们的回答同样不止于答案，而是向孩子们发出了更广阔的邀请——保持纯粹的好奇，继续探索世界。目前，我国已有220多万名科普专、兼职人员，中国科协“科普中国”每年组织动员万余名院士、专家以及科技工作者持续在互联网上输出科普作品……规模宏大的科普队伍，将科学的种子播进孩子们的心田。

愿好奇心不灭！盼少年有志！祝一往无前！遥远的星球、无尽的前沿，都与你我有关。当越来越多的青少年从“学科学”走向“爱科学”，从“爱科学”走向“做科学”，未来，科学的浩瀚星空必将群星闪耀。

编辑手记

学术支持及数据来源：中国科学技术协会
本版责编：曹怡晴 董映雪 银燕
版式设计：沈亦伶