

火星上建基地，如何就地取材

◎本报记者 梁乐

近日，中国科学院新疆理化技术研究所(以下简称“新疆理化所”)发布了一项引人注目的研究成果:科研人员以地球玄武岩为原料模拟火星壤，并通过熔融拉丝技术，将其制备成连续模拟火星壤纤维。这意味着未来人类有望就地取材，建设火星基地。相关研究论文于日前发表于国际期刊《交叉科学》。

“可以畅想一下，在未来，由火星壤制成的高强度纤维，与同样取自火星的土壤基体相结合形成复合材料。利用3D打印等技术，复合材料被打造成各种建筑模块，最终用于建造一个适应人类生存的火星基地。”新疆理化所研究员马鹏程接受科技日报记者采访时展望。

理论研究先行

火星距离地球最远时有4亿公里，最近时大约5500万公里。即便遥不可及，但人类对移居火星的憧憬与探索从未停歇。近年来，随着航天技术的突飞猛进，人类登陆火星似乎不再遥远，火星基地建设也因此成为国内外相关领域的研究热点。

新疆理化所博士研究生郭泽世介绍，鉴于高昂的太空运输成本，将建筑材料从地球运往火星几乎是一项不可能完成的任务。因此，未来建设火星基地，必须就地取材。在这方面，国际上已有一些研究。例如，有研究认为，可利用火星壤制成砖或混凝土等各种建筑材料。不过目前人类还未取得火星壤，因此大部分研究都只能停留在理论层面。

2019年起，新疆理化所研究团队将目光投向深空领域，通过与中国科学院地球化学研究所、香港中文大学(深圳)等单位合作，以火星基地建设中对高性能增强体材料的需求为出发点，探究利用火星壤制备连续纤维并将其用于建设火星基地的可行性。

“虽然目前人类尚未获得火星壤实物，但地球上广泛存在的玄武岩在化学成分、矿物组成上，都与火星壤十分相似。”马鹏程说，如果玄武岩能通过熔融拉丝形成纤维，那么成分相近的火星壤也应

具有制备成纤维的可能性。

技术提供支撑

玄武岩是火山喷发出的岩浆在地表冷却后凝固而成的一种岩石，具有致密状或泡沫状结构，在我国广泛分布。长期以来，因其坚硬、耐腐蚀，玄武岩通常被用作铺路石。

“别看这石头又黑又硬，如果把它制成纤维，就能身价倍增。”马鹏程介绍，玄武岩纤维是以天然玄武岩矿石为原料，经过矿石粉碎、熔融、拉丝和涂覆浸润剂后制成的丝状材料，是我国重点发展的四大高性能纤维之一。

数十年来，马鹏程带领科研团队在玄武岩分布数据平台搭建、玄武岩熔体成纤技术、浸润剂配方设计与优化等领域持续探索。这为研究火星壤纤维提供了理论和技术支撑。

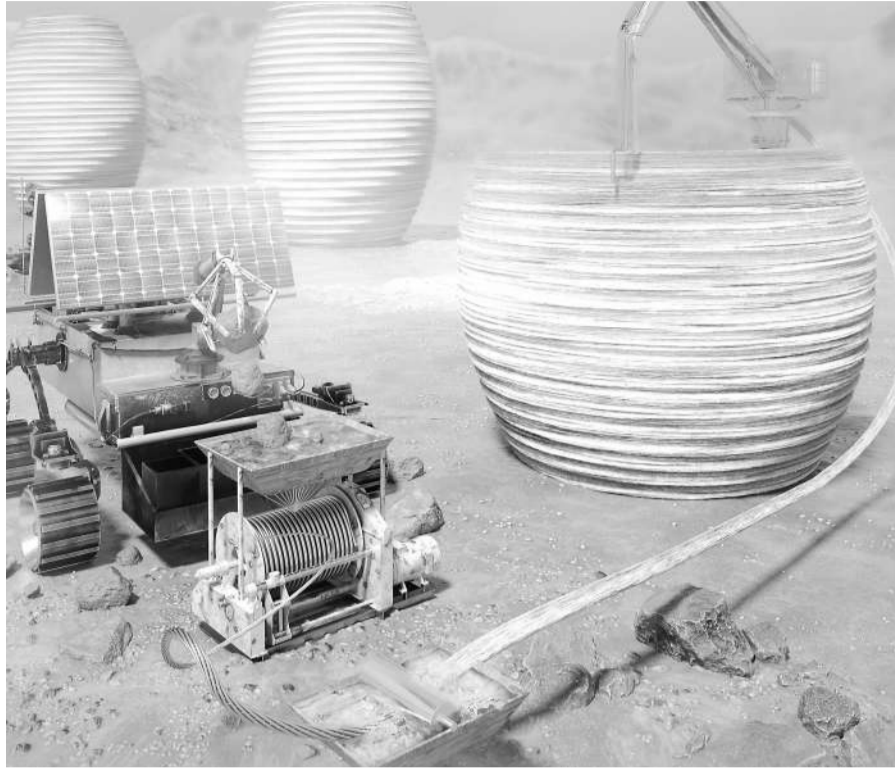
通常情况下，大部分玄武岩在被粉碎成粉末后，经过1450摄氏度的高温加热会完全熔化成液态，再通过拉丝冷却，最终形成纤维。科研人员对以玄武岩为原料制备的模拟火星壤进行了基础热物性分析，并通过人工智能技术模拟出理论熔融温度。实验结果显示，模拟火星壤在1360摄氏度时可完全熔融，从固态变为液态，接着在重力作用下通过铂-铑合金拉丝漏板，再经机器高速拉制，形成连续纤维。

采用这种熔融一牵引法，科研人员在不同成纤速度下获得了连续模拟火星壤纤维。进一步分析后，科研人员发现，在较低成纤速度下制备的模拟火星壤纤维具有更致密的原子结构和较好力学性能，更容易抵抗外界破坏。而随着成纤速度提高，纤维的拉伸强度和拉伸模量呈下降趋势。

郭泽世介绍，团队成员还从理论上分析了火星低重力、特殊大气等环境条件对纤维成纤过程及性能的影响。

应用潜力巨大

单根模拟火星壤纤维的直径仅为头发丝的三分之一，但强度却是同等直径钢纤维的两倍，且具有耐腐蚀、耐极端温度等特性。这意味着火星壤纤维能成为建



图为利用火星壤制备连续纤维并将其用于火星基地建设的构想图。受访者供图

设火星基地的理想建材。

“不过，纤维并不能单独作为建材，它就好比钢筋结构，必须与混凝土等基体有机融合。”马鹏程介绍，将多根火星壤纤维合成一股后，可将其浸入浸润槽与基体融合，进而制作成建筑材料，再通过3D技术打印出特定形状的建筑部件。

郭泽世说，在火星，基体制备也可实现就地取材。通过添加黏合剂或施加高压，可将松散的火星壤转化为相对稳定的固体材料。这种材料单独使用时强度不高，但以此为基体，加入火星壤纤维，就能形成高强度的增强复合材料。

据了解，我国天问三号任务计划在2028年前后实施两次发射任务，实现火星样品返回地球。“我们的目标是星辰大海，这个消息让我们团队非常兴奋，也让我们看到火星壤研究的广阔前景。”马鹏程说，火星重力、大气等环境条件与地球相差很大，这要求科研人员对相应的生产工艺和设备进行再创新。从理论到实践，还有漫长的一段路要走。

要实现在火星上“造房子”的梦想尚需时日，但相关研究成果已展现出巨大应

用潜力。马鹏程带领的科研团队，近年来持续挖掘玄武岩纤维潜力，不断拓宽应用领域。例如，将玄武岩纤维和高分子基体结合起来，通过特定工艺制得的纤维增强复合材料强度高，可以用来制造坦克、舰船、飞机的外壳。

新疆理化所副研究员邢丹介绍，玄武岩纤维本身是一种不导电的纤维，长期以来被视为绝缘材料。不过，科研团队利用玄武岩纤维本身含有的金属元素，实现了碳纳米材料在纤维表面的可控生长，成功获得了导电纤维材料，增加了玄武岩纤维的功能价值，拓展了材料在电磁屏蔽等领域的应用前景。

玄武岩纤维还有望在气体净化领域大展身手。科研团队将玄武岩纤维与纳米纤维素纤维进行复合，成功研发出一种环保型高效PM0.3空气过滤材料。该材料的PM0.3初始过滤效率超99.99%，综合过滤能力优于部分商业化的高效空气过滤材料。此外，该复合纤维滤材具有优异的机械强度、耐高温和耐火性能，经180摄氏度高温处理后，对PM0.3的过滤效率仍可保持在92%以上。

新知

◎本报记者 王禹涵

近日，西北工业大学物理科学与技术学院教授臧渡洋团队成功制备出地球上最“长寿”气泡，在声悬浮条件下气泡保持时间可达23分36秒，且在被直径0.8毫米的热铜针穿透时，悬浮气泡仍能保持不破裂。相关研究论文发表于国际期刊《液滴》，且被《自然》杂志“亮点研究”栏目报道。该成果还创下吉尼斯世界纪录。

气泡“增寿”面临难题

气泡因其独特的界面物理化学性质及动力学行为，特别是气泡膜可为许多特定的物理化学过程提供独特的传热传质边界条件和二维柔性约束，在材料工程、流体物理、生命科学和环境科学等领域有广阔应用前景。

不过，由于重力导致的排液以及气泡本身的大比表面积，气泡天生不稳定。臧渡洋介绍，自然界中常见的气泡只能存在数秒，而且触之即破，生命周期短、稳定性差的特性极大制约了其在生产生活中的应用。为气泡“增寿”，成为流体物理和软物质等领域学者和工程师面临的挑战。

科研人员通常使用表面活性剂或微/纳米颗粒等作为稳定剂来抑制重力引起的排液，从而延长气泡寿命。但化学稳定剂的加入会不可避免地导致气泡被“污染”，因此在特定生产条件下，这一方法并不适用。

为了探究不引入化学稳定剂而获得“长寿”气泡的方法，研究人员曾在国际空间站直接利用微重力条件抑制排液，实现了纯水气泡的稳定和较长寿命。那么，能否在地面常重力条件下寻找不引入化学稳定剂的气泡稳定方法?这成为亟待解决的问题。

偶然发现稳定泡泡

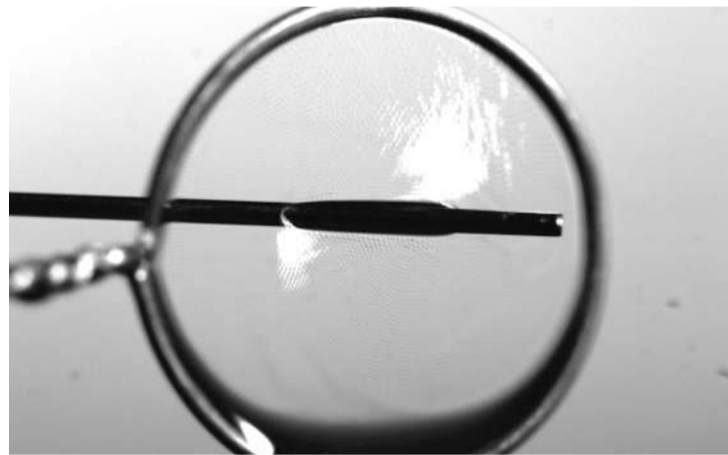
臧渡洋团队长期围绕软物质和复杂流体开展研究，其导师中国科学院院士、西北工业大学教授魏炳波所建立和发展的声悬浮技术为气泡研究提供了新的指引。

声悬浮就是利用发射端与反射端间的驻波声场，使液滴等物体在空中悬浮起来，而不会坠落。这是因为波节点处的声辐射力可以平衡物体的重力，使物体保持悬浮状态。

在开展超声“吹泡泡”的兴趣实验时，臧渡洋团队成员提出了一个设想:“既然超声能使液滴悬浮而不坠落，那么它是否同样能阻止气泡液膜内的液体向下流动呢?”实验过程中，他们偶然发现，在声悬浮条件下，液滴能转变为气泡，并且这些声悬浮气泡的存活时间明显长于常规气泡。更令人惊奇的是，即便使用针头进行穿刺，这些气泡仍能保持完整性。

声场中的气泡为何如此“坚固”且“长寿”?臧渡洋团队发现，声悬浮气泡膜内的重力排液被显著抑制了，从而赋予声悬浮气泡超稳定性。“这种超稳定性是由于声场在悬浮气泡内外表面所形成的独特声辐射压分布。这样的声辐射压分布平衡了液体重力，实现了气泡的稳定悬浮，还对气泡膜施加了挤压作用。这一作用抵消了静水压力，从而抑制了气泡膜中的重力排液现象。”臧渡洋说，通过调节声场强度，还可以调整声辐射压分布，从而得到形态各异的声悬浮气泡。

据了解，这种无固体表面接触、无化学“污染”、超稳定的声悬浮气泡有望广泛应用于诸多领域。未来，臧渡洋团队将继续围绕声悬浮气泡开展相关研究，探索气泡的表面特性及动力学、热力学性质，为声悬浮气泡在材料工程、流体物理、生命科学等领域的实际应用提供理论支持。



液膜被铜针穿透时仍能保持不破裂。受访者供图

恐龙蛋化石家族又添新成员——“赣州迷你蛋”

最大长度仅为29毫米

科技日报讯(记者魏依晨 通讯员吴珍)记者10月17日获悉，在江西赣州发现的蛋化石被江西省地质调查勘察院等单位的研究人员确认为恐龙蛋椭圆形蛋科的新属种。这一恐龙蛋化石最大长度仅为29毫米，刷新了保存完整的全球最小恐龙蛋化石纪录，被命名为“赣州迷你蛋”。相关论文发表于国际期刊《历史生物学》。

2021年，江西省地质调查勘察院总

工程师楼法生带领该院及江西省地质博物馆研究团队，在赣州市赣县区梅林镇一处工地发现并征集了一个保存较好的蛋窝，其中有6颗无规则排列的近乎完整的蛋化石，产出地层时代为距今8000多万年的晚白垩世时期。研究团队与中国地质大学(武汉)、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所展开合作，经过3年的研究后，确认这些蛋化石为恐龙蛋化石。

楼法生介绍，此次发现的恐龙蛋化石呈椭圆形，蛋壳外表面有蠕虫状和结节状纹饰，蛋化石极小，蛋壳极薄，这些特征都与其他已知的恐龙蛋化石有所不同。

此前，在我国发现的恐龙蛋化石中，最小的是浙江产出的金国微椭圆蛋，其大小约为45.5毫米×40.4毫米×34.4毫米。这次赣州发现的蛋化石最大长度仅为29毫米。鉴于新发现的蛋化石在大

小、蛋壳厚度、气孔系统和超微结构等方面的特殊性，研究团队建立了新属种。“对已知蛋化石进行系统演化分析后，我们认为这些恐龙蛋是一种小型的兽脚类恐龙。”中国地质大学(武汉)古脊椎动物研究领域的副教授韩凤禄说。

研究团队认为，新发现的全球最小的完整恐龙蛋化石，增加了晚白垩世恐龙蛋的多样性，对了解晚白垩世兽脚类恐龙的演化和繁殖方式具有重要意义。

空间能力缺乏对人的影响有多大

◎本报记者 沈唯

日前，上海儿童医学中心心理卫生团队与上海交通大学心理学院联合设立空间与数学学习困难门诊，一经开放便一号难求。

该门诊在介绍中说，由于空间感知和想象能力的缺失，孩子在学习过程中，特别是在数学、物理、化学等需要空间思维的学科上，往往表现不佳。介绍还特别指出，成年人也会存在空间想象困难的问题。

北京脑科学与类脑研究所周景峰实验室博士后彭翔远告诉科技日报记者，对各个年龄段的人群来说，缺乏空间能力可能会对日常生活、工作和学习产生不同影响。

涉及复杂认知功能

“人的空间能力主要涉及三方面:对空间信息的表征、对表征的处理，以及储存和维持这些表征的记忆系统。”彭翔远介绍。

人类的空間能力依赖海马体、顶叶和前额叶皮层等多个大脑区域的协同工作。北京师范大学认知神经科学与学习

国家重点实验室教授、北京脑科学与类脑研究所研究员柳鸣哲介绍，海马体在帮助人类建立“认知地图”和形成空间记忆方面起到重要作用。“认知地图”的构建有助于人们理解物体在空间中的位置关系，空间记忆的形成与巩固则为人们进行空间想象提供了基础。

顶叶负责的是处理和构建空间关系。其中，顶内沟是顶叶的一个关键区域，参与视觉空间信息的处理。前额叶皮层则是大脑的“指挥中心”，主要负责推理、注意力调控等复杂的思维活动。“通过与海马体和顶叶等负责处理空间信息的脑区协作，前额叶皮层能帮助我们整合、组织和操作空间信息，从而有效地进行空间想象。”柳鸣哲说。

现有研究表明，空间能力缺乏与大脑的一些特征密切相关。柳鸣哲介绍，海马体等与空间能力相关脑区的损伤或神经功能异常，可能会导致空间能力下降。另外，脑区功能连接弱化，特别是额叶与顶叶之间的连接以及额叶区域内部的连接弱化，也可能影响人的空间能力。

“空间能力是涉及多皮层区域的复杂认知功能。总体来讲，目前我们对这种能力缺乏背后的生理和心理机制了解相对较少，还有很多问题值得继续探

究。”彭翔远说。

不只影响数学学习

空间能力缺乏有诸多表现。柳鸣哲举例，空间记忆困难的人无法记住熟悉的路径或环境;空间操作困难的人不能在脑海中旋转或操控三维物体;空间推理能力弱的人在面对复杂空间任务时，难以推理物体的空间位置关系。

缺乏空间能力的学生在学习数学、物理等学科时感到困难，是因为这些学科的学习需要一定空间理解能力。柳鸣哲说，缺乏空间能力的人在学习几何、物理或建筑设计时，可能难以想象或理解形状、尺寸和位置关系。在阅读和理解图表、地图或平面图时，他们可能难以准确解读空间信息，从而影响到信息的掌握和应用。

彭翔远告诉记者，空间能力缺乏可能会显著制约学生在工程、数学等领域中的发展，也会使人在生活和工作中遇到很多困难。

“在日常生活方面，缺乏空间能力的人更容易迷路，即使依赖地图导航，也可能找不到正确方向。在家庭或工作环境中，他们还可能无法合理安排和组织物品的位置，导致生活不便和效率降低。”柳鸣哲说，在工作领域，缺乏空间能力的人不

宜从事建筑师、工程师、设计师或飞行员等职业。特别是在需要空间判断的任务中，他们可能出现误判距离、尺寸或方向的情况，容易导致操作失误。

空间能力缺乏对人的社会交往也有影响。空间想象能力和空间表征能力的不足，可能导致人无法准确解读他人的肢体语言、面部表情或空间距离，影响社交互动质量，妨碍关系建立。“由于在社交过程中频繁出现误解或适应不良，这类人群可能在社交场合中产生焦虑、不安的情绪，逐渐减少参与社会交往的意愿，甚至可能选择完全回避需要复杂空间感知的社交活动。这也会进一步影响他们融入社会和维持人际关系。”柳鸣哲补充说。

空间能力不足会对个体多方面产生广泛影响，但这种能力可以通过训练得到提升。记者了解到，参与拼图、迷宫探索等空间认知游戏是常见的训练方法，可帮助个体强化空间想象、三维旋转和结构理解的能力。“认知地图”训练是另一种提升空间能力的途径。通过在真实或虚拟环境中进行路径探索、地标记忆等任务，个体可逐步建立起环境的心理表征，形成空间布局理解。这种训练不仅有助于提升个体对场景的记忆和重构成能力，还能通过多次模拟和实践强化空间导航能力，从而促进“认知地图”的构建和应用。

激子超导机制可行性获部分证实

科技日报讯(洪恒飞 记者江耘)10月21日，记者从浙江大学获悉，该校信息与电子工程学院教授林时胜团队利用自制的微波等离子体化学气相沉积系统，成功制备出硼氮共掺杂的块体单晶金刚石，并成功通过迁移率调控，实现了金刚石的超导电性。该理论认为，激子超导机制的可行性，为实现碳基更高温超导提供了新路径。相关论文近日发表于国际期刊《先进功能材料》。

金刚石具有超宽禁带、超高击穿场强、熔点高及热导率高等物理性质。BCS理论是解释常规超导体超导电性的微理论。该理论认为，声子通过与电子的相互作用，促使电子形成库珀对，进而形成超导电流，使材料进入超导态。科学家根据该理论推断，超导转变温度一般低于40K(约零下233摄氏度)，这一温度又被称为麦克米兰极限。然而，有理论物理学家指出，利用激子来实现石墨等碳基材料中的耦合电子库珀对，也可能获得非常规高温超导体。

“激子指的是电子和空穴形成的复合体，超导则表明材料在某个温度下实现零电阻和完全抗磁性状态。”林时胜介绍，在金刚石中引入激子来实现非常规超导体值得期待。

科研团队通过调节金刚石生长过程中的压强、温度以及气体掺杂比例等，制备得到的重掺杂金刚石表现出良好导电性，超导转变温度为3K(约零下270摄氏度)。通过调节缓冲层的生长参数，团队发现具有较高空穴迁移率的样品可以实现超导态。超导态的实现得益于局域束缚激子之间的强耦合。大尺寸单晶超导电金刚石的制备，可为量子传感及量子计算研究提供坚实基础。

林时胜说，团队将石墨转移至硼氮共掺杂单晶金刚石表面，制备石墨/金刚石异质结构后，发现石墨中也存在类似超导特性的新型电子传输行为。在27K(约零下246摄氏度)下，团队观测到石墨的电阻开始下降，这揭示了金刚石以及石墨通向更高温超导的可行性。