

科普时报

科技创新、科学普及
是实现创新发展的两翼，
要把科学普及放在与科技
创新同等重要的位置。没有
全民科学素质普遍提高，
就难以建立起宏大的高素质
创新大军，难以实现科技成
果快速转化。

——习近平

科普全媒体平台 中国科普网 www.kepu.gov.cn 投稿邮箱: kepushibao@kepu.gov.cn

恐龙到鸟演化缓慢或受前肢“拖累”

科普时报讯（记者陈杰）在脊椎动物演化史中，恐龙到鸟的演化无疑是最为“震撼”的事件，过程涉及了大量骨骼系统、肌肉系统和表皮衍生物等结构的变化，多数都与飞行的起源相关。近日，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所王敏与周忠和完成了有关恐龙到鸟类演化过程中，形态多样性和演化速率的深时变化问题。相关成果发表在自然杂志子刊《自然—生态与进化》上。

“在演化树上，跟鸟类关系更近的兽脚类恐龙有着相对更长的前肢。”王敏表示，系统地量化分析肢骨在鸟类起源过程中的动态演化轨迹，是认识“陆地奔跑的恐龙”成为“飞上蓝天的恐龙（鸟类）”这一重要转变的关键。

科研人员对包括鸟类在内的中生代兽脚类恐龙肢骨演化速率估算结果显示，前后肢整体的演化速率在接近鸟类的起源节点时变慢，同样的趋势在前肢中也出现，但是在后肢的演化中却没有类似的变慢趋势。“这说明演化速率在原始鸟类中的放缓，仍然是前肢作用的结果。”王敏表示。

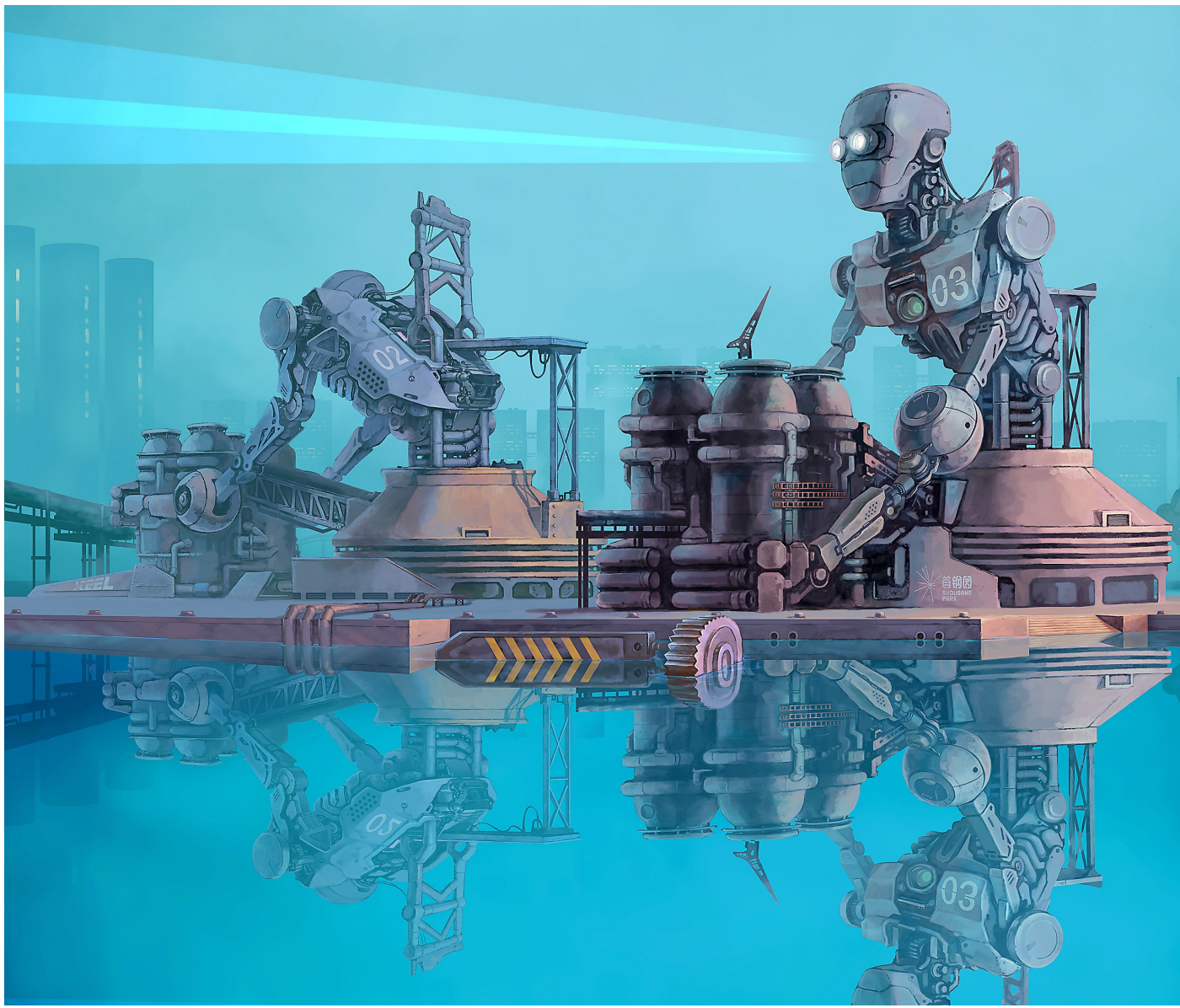
团队还对两个形态功能指标进行了量化分析，分别是反映飞行方式的臂指数和反映地栖能力的脚指数，仍然发现这两个指数在鸟类中都是最低的，演化速率在鸟类中也是相对更慢。

显然，这一研究发展与演化生物学的“常识”大相径庭。

“一般而言，颌的出现、鱼类登上陆地、爬行动物飞上蓝天等具有‘演化革

新’意味的特征或形态功能在某一类群出现时，该类群的演化速率会变快，多样性也会增加。”王敏说，原因是这些“革新”能够帮助生物快速进入新的生态位。

王敏认为，早期鸟类在肢骨形态上多样性的贫瘠，以及演化速率的降低，主要受前肢“拖累”，这是因为在飞行的选择作用下，原始鸟类的前肢只能在适合空气动力学作用的框架下发生有限变化。“换句话说，原始鸟类具有的‘骨骼系统蓝图’在一些非鸟类兽脚类恐龙中就已经出现了。随着与飞行精细动作完成相关的肌肉、韧带、骨骼的关节方式等在演化后期出现，前肢的变化才能突破‘瓶颈’，最终演化出现代鸟类所呈现的形态多样的前肢结构。”



守望未来

2023中国科幻大会期间，北京石景山区首钢园一周内举办了40余场丰富多彩的活动，并以沉浸式体验方式全新呈现了最新前沿科技和科学幻想元素。

在大会现场，特色鲜明的科幻艺术作品随处可见。其中，著名科幻艺术家金霖辉以首钢园为背景创作的《星炼》系列画作，因其浓厚的“废土”和“赛博”风格而深受现场大小科幻迷的推崇。作者从小就生活在首钢园，对钢铁机械有着深厚的感情。该系列中的《守望者》是以首钢三高炉为原型的机器人题材作品。作者用不锈钢与废旧机械零件创作出这一钢铁巨人，想要表达的是如今的首钢园已成为科学与艺术的中心，但依旧充满铁人的精神，守望理想与信念，凝视未来。

金霖辉说，中国科幻大会的举办，让有志于科幻事业的文学家、艺术家和科学技术人员激情迸发，优秀创新作品不断涌现，展现出中国科幻产业在内容生产上的无尽潜力。

文/科普时报记者 陈杰
图/金霖辉

人类干细胞“太空造血”有啥不一样

□ 科普时报记者 陈曦

6月4日，神舟十五号载人飞船返回舱返回地面，此次随着航天员一同返回的还有部分实验样品，其中包括国际首次开展的多能干细胞（iPS细胞）在太空微重力环境下向早期造血分化研究的细胞样品。这些iPS细胞经过为期6至15天的细胞在轨培养，首次实现了人类干细胞“太空造血”。

天津市免疫研究所副所长、天津医科大学总医院神经内科刘强教授表示，干细胞在疾病治疗、组织修复等领域具有极大的发展前景和临床应用价值。然而，目前干细胞的突破性研究仍然面临着很大挑战，包括如何扩大干细胞的量产规模、如何保持干细胞的定向分化、以及如何让干细胞分化具有靶向性等。此次干细胞在太空的实验，也是人类干细胞研究的大胆探索。

为何造血干细胞成为“太空之选”

iPS细胞全称为“人工多功能干

细胞”，是由体细胞诱导而成的干细胞。“iPS细胞通过培养，具有无限的增殖潜力，可以分化成人体几乎所有细胞，如肝脏、生殖细胞以及心肌细胞、神经细胞等难以再生的细胞，这也包括造血干细胞。”天津大学药学院刘子川研究员介绍。

据此次空间站“太空造血”项目负责人、中国科学院深圳先进技术研究院生物医药与技术研究所研究员雷晓华介绍，通过实验，已经把iPS细胞在轨分化到了类似于鹅卵石一样的一个造血干细胞。

“尽管只分化出一个小小的造血干细胞，但是通过这个过程，有可能探究出在微重力环境下，影响iPS细胞向早期分化的作用机理，因此非常有价值。”刘子川说。

iPS可以分化成骨髓间充质干细胞、神经干细胞、肝脏干细胞等各种干细胞，那么为何此次会选择造血干细胞进行这项实验？

刘子川介绍，目前干细胞应用的最大阻碍就是体外环境下的分化

效率和细胞增殖。细胞常规体外培养的方式主要有两种，一种是贴壁生长，大部分干细胞都需要有个附着点，附着在基质上生长；另一种就是悬浮生长，常规的血液细胞如红细胞、T细胞、粒细胞等，都是悬浮生长。

“造血干细胞就是一个关键的节点，它的上游可以由iPS细胞通过贴壁生长分化而来，又可以继续往下游分化，衍生出各种悬浮生长的血液细胞。”刘子川说，但目前干细胞的增殖效率非常低，而造血干细胞在体外难以实现无限增殖，不突破这个技术瓶颈，就无法真正生产出人造血。

干细胞太空实验主要为摆脱重力

早在2017年，科研团队在天舟一号货运飞船上进行的小鼠胚胎干细胞的增殖和分化研究就已经表明，在太空培养的干细胞展现出了更优于地面的生长方式，同时维持

了更高水平的多能性基因表达。

刘子川认为，太空环境最大的特点就是微重力，主要因素就是重力的改变。在微重力环境下，干细胞和培养支撑的基质在重力特征、形态结构等方面肯定和在地面时有所不同。

“之前有人比较过基质胶的影响，发现使用偏软的基质胶，造血干细胞的扩增会好一点。而在微重力环境下，干细胞贴壁附着在基质胶上就不需要靠重力维持，这种基质胶的软硬度因素就被减弱，扩增的负担会减轻。同时不受重力影响，往下游悬浮细胞分化的效率也可能增加。”刘子川介绍。

“尽管实验结果可能比预想的要复杂，但之前从未有人进行过这项研究，不管在微重力环境下对于造血干细胞的增殖和扩增有积极还是消极影响，这都是一个创新点，因此实验很有意义。”刘子川评价说。

（下转第2版）

海水直接电解制氢海试成功

敲开低成本绿氢产业之门

□ 科普时报记者 翟玉梅

近日，在福建兴化湾海上风电场，由东方电气集团与深圳大学/四川大学谢和平院士团队联合开展的全球首次海上风电无淡化海水原位直接电解制氢技术海上中试获得成功。中国工程院专家组认为，海水无淡化原位直接电解制氢装备设计合理、运行稳定，验证了由中国科学家原创的海水无淡化原位直接电解制氢原理与技术在真实海洋环境下的可行性和实用性，并实现了海上风电可再生能源与海水直接制氢的一体化技术体系。

此次海试成功，不仅破解了近半个世纪的世界性难题，更是打开了低成本绿氢生产的大门。

成功破解世界难题

“经过事先考察，我们选定5月17日至26日在福建兴化湾海上风电场开展海试。此次海试经历了8级大风、1米高海浪、暴雨等极端环境的考验后，设备连续稳定运行超过240小时，稳定性良好，制氢纯度达到99.9%—99.99%。”谢和平告诉科普时报记者，此次海试设备的支撑技术正是来自团队2022年11月30日在《自然》杂志发表的海水直接电解制氢原创技术成果，且被评为“2022年中国科学十大进展”之一。

海水占地球总水量的97.5%，向大海要水是未来氢能发展的重要方向。谢和平介绍，当前国外海水制氢主流技术路线，还是通过反渗透设备进行淡化处理后再电解制氢，这种工艺复杂且占用大量的土地资源。“此次在海上风机平台上模块化装配制氢系统，可就地使用天然海水直接电解产氢，过程简单、无污染，不占用陆地资源，为海上风电大规模开发提供新路径，有望真正将取之不尽的海水资源转变为海水“能源”。

谢和平表示，利用此次海试对真实海洋复杂环境下的海水直接制氢综合性能进行测评，可以对比与实验室制氢效果的关键差异，分析海上可再生能源电力驱动下对电解制氢与相变迁移过程稳态平衡的影响，以及对电解设备核心材料及部件综合性能的影响。示范验证数据的采集，可为后续规模化开发提供基础。

探索成果转化路径

“目前我们已探索出一条全新路径，前沿成果不能束之高阁，关键在于成果转化。在成果发表半个月后，我们就与东方电气集团签署协议，合作进行成果应用场景开拓事宜。”谢和平说，半年时间，团队就实现了前沿成果到工程试验的中国速度，走出实验室，走向产业化。

“这是我们迈向全球海水直接电解制氢新时代‘三步走’策略当中的第一步，也是关键一步。”谢和平表示，接下来的第二步，团队将全力攻关第二代抗海洋环境干扰的海水直接电解制氢核心技术，迭代发展更高效、更高兼容性、更高稳定性的核心技术与装备，始终保持无淡化海水直接制氢的原理与技术领先优势。

随着我国可再生能源逐步走向深远海，风电大规模并网消纳难、远距离运输成本高等难题摆在面前。谢和平认为，通过制氢装备迭代，未来可构建与海上可再生能源相结合的一体化原位海水制氢工厂，加速推进形成多能互补的中国原创“海洋绿氢”新兴战略产业。这也正是第三步要做的，面向全球企业建立产业化联盟来全面推进产业化，提供碳中和路径下的中国方案、中国智慧、中国标准。

责编：陈杰 美编：纪云丰
编辑部热线：010-58884135
发行热线：010-58884190
印刷：新华社印务有限责任公司
印厂地址：北京市西城区宣武门西大街97号



扫码订阅更方便

主带彗星撞出了生命之源？

□ 科普时报记者 史诗

地球上的水到底从何而来？近期，《自然》杂志刊文称，詹姆斯·韦布空间望远镜（以下简称韦布望远镜）的探测数据首次显示，水蒸气存在于太阳系主带里德彗星的周围。

“主带彗星存在于火星和木星轨道之间的小行星带。”澳门科技大学助理教授余亮亮告诉科普时报记者，主带彗星是天文学家近30年发现的一类活跃小天体，是被认为内部含有水冰的主带小天体，但之前一直缺少强有力的直接证据，韦布望远镜的新发现证实了这一观点。

富水彗星带来新证据

地球所在的太阳系位置，一开始就不是沸点极低、比重较轻的水该待的地方，这是太阳凭借高“体温”定下的规矩。不料地球是个“钉子户”，有着非常例外的水，甚至水占到地球表面面积的71%。

那么问题来了，地球形成时所在的太阳原行星盘温度很高，水汽应该无法凝结到原始地球上。过去的主流观点是，地球之水是彗星和一些小行星带来的。彗星由冰、灰

尘和岩石物质组成，是富含水冰的小天体。当彗星接近太阳时，它的冰开始升华产生气体向外喷发并吹走表面的小颗粒尘埃，使它有一个朦胧或多云的光环，被称作“彗发”，长长的尾巴则是“彗尾”。

余亮亮认为，里德彗星彗发中的水分子，证明主带中应当存在大量内部结冰的小天体。它们的水冰主要深埋地下，通常气体产量很低。倘若发生撞击事件，局部地区地下水冰暴露出来，就会产生类似彗星的彗尾，于是变成了主带彗星。“主带小天体比周期彗星更容易迁移到地球轨道附近，一定程度上支持了主带结冰小天体为地球‘送水’的可能。”

主带结冰小天体或也是“送水员”

主带结冰小天体为地球“送水”同样充斥着不确定性。挑战来自同位素。

此前，科学家们分别统计了地球水以及三个著名的大彗星——哈雷、百武和海尔波普的氘氢比（D/H），

发现彗星水的氘氢比居然比地球水高出两倍多。如果地球上的水全是彗星带来的，氘氢比应该一样才对。“这意味着，地球水应当不完全来自彗星。”余亮亮说。

有研究表明，来自小行星球粒陨石的氘氢比小于地球。“地球水的氘氢比介于小行星和彗星之间。原行星盘中的小行星在雪线（凝结点线）内侧形成，是缺水，彗星在雪线外侧形成，是富水的。”余亮亮分析，一定比例的小行星和彗星都撞击地球后，它们带来的水混合后，可以解释地球水的氘氢比介于小行星和彗星之间这个问题。

余亮亮还提出了另一种可能。“可能存在某种物质组介于小行星和彗星之间的小天体，位于雪线附近。它们给地球输送了水，所以氘氢比也介于小行星和彗星之间。”

太阳系中，水的雪线位于主带中间位置。“主带彗星的发现及韦布望远镜证明其确实存在水分子，证明了雪线附近确实存在物质组介于小行星和彗星之间的结冰小天体。它们可能给早期地球带来了水

源。”余亮亮说。

没有二氧化碳并不意外

通过韦布望远镜的近红外光谱仪，水被成功探测到。但也伴随着一个新谜题：与其他彗星不同，里德彗星周围没有探测到二氧化碳。通常情况下，彗星的挥发性物质中约10%是二氧化碳。

余亮亮认为，这并不意外。“根据热力学模型，主带区域的温度只能让水在内部保存的时间超过太阳系的年龄，二氧化碳比水更易升华，没法长时间保存。”而周期彗星来自柯伊伯带或奥尔特云，那里温度低，二氧化碳才得以保存。

美国马里兰大学天文学家、论文第一作者迈克尔·凯利对此解释说，一种是里德彗星在形成时含有二氧化碳，但后来由于温度过高而最终失去二氧化碳。另一种可能是，里德彗星可能形成于太阳系中一个比较温暖的地方，而那里二氧化碳不能冷凝到星体上。

未来，主带彗星或许可以告诉我们更多信息。