

“猴脸识别”：AI 技术颠覆动物传统研究

■本报见习记者 李媛

20 多年前，郭松涛攻读硕士学位期间，跟随导师李保国在陕西周至国家级自然保护区监测金丝猴。白天他们在山林间追踪猴群，夜晚借宿在山下的村民家中。因为老鼠太多，次日清晨他们经常因找不到鞋子而苦恼。

如今已是西北大学教授的郭松涛，那时刚接触野生动物研究不久，常年风餐露宿，皮肤晒得黝黑。他坦言，曾一度羡慕实验室中穿白大褂的同窗。

但现在，得益于郭松涛带领团队研发的新“猴脸识别”系统，他终于能笑着说：“我们再也不用为找不到鞋而苦恼了。”

面对国际空白，他们自主研发

动物行为是常见但机理复杂的自然现象。千百年来，人们一直通过肉眼观察来记录和研究动物习性。

“传统监测需要花费大量时间，研究人员要长期驻扎在野外，而动物的行为复杂多变，有时候单个个体就要观察很久。”在长期的研究中，郭松涛一直想通过技术突破这一瓶颈。

起初，郭松涛团队从欧洲购买了一个软件，寄希望于提高监测效率。然而实际应用后，他们发现这款软件仅具备基础数据录入功能，研究人员仍需到野外拍摄动物录像，再输入电脑里分析。

“看起来是进步的，但相较于野外观察，没有了环境参照，个体识别变得更复杂了，研究人员坐在电脑前的时间更长了，甚至有学生因此视网膜脱落、住院。”郭松涛坦言，在使用了一段时间后，他们还是放弃了。

这段经历却催生出了郭松涛的一个想法：“所谓先进软件，仅应用了统计与数据处理技术，却未触及动物身份识别与行为分析两大核心难题。我们能否自主攻克呢？”

彼时，人工智能(AI)技术迅猛发展，被

中外联合推出新刊《科学与智能》

本报讯(记者冯丽妃)5月26日，施普林格·自然与复旦大学在该校举行新刊发布仪式，双方将联合推出综合类国际期刊《科学与智能》(英文)(Science and AI)。诺贝尔奖得主、美国斯坦福大学终身教授迈克尔·莱维特与复旦大学校长、中国科学院院士金力将联合担任该刊主编。

《科学与智能》(英文)将聚焦 AI 在多学科领域的应用，展现 AI 和科学的完美双向奔赴。“AI for Science”是以 AI 助力应对复杂挑战，解决具体科学问题；“Science for AI”则利用科学数据驱动 AI 技术发展，连接世界，服务行业，打造未来。

该刊将发表处于 AI 与科学发现交叉地带的高质量原创论文，覆盖一系列范围广泛的话题，包括 AI 在生物医药与生命科学、神经与脑科学、材料科学与化学、能源与可持续发展、生态与地球科学、大气与环境、量子计算与模拟、空间与天体物理等领域的应用。

据悉，高度国际化的编辑及编委会团队正在组建中，将覆盖生物学与医学、化学、材料科学、计算机科学等广泛领域。该刊将于2026年初正式出版，采用开放获取(OA)出版方式。文章一经出版即可供所有人免费阅读和获取，以促进科研成果的快速广泛传播和应用，提升研究的科学和社会影响力。

近日，北京地铁扶梯上悄然出现的“小脚印”标识引发市民关注。这一设计旨在引导乘客并排站立，握紧扶手，而非延续过去的“左行右立”习惯。

“左行右立”指的是搭乘扶手电梯时靠右站，将左边一侧空间留给赶路的乘客或作为紧急情况通道。作为广受认可的国际惯例，这一做法被国内许多城市引进，人们早已习以为常。那么，是什么让“左行右立”的惯例又出现了变化呢？

从舶来品到文明符号

127 年前，杰西·里诺(Jesse Reno)发明了第一台自动扶梯，并于 1892 年 3 月 15 日获得专利。首台自动扶梯当时被称为“倾斜式升降梯”，于 1893 年 1 月 16 日安装在美国纽约市康尼岛老码头。

事实上，“左行右立”的起源可追溯到 19 世纪末的英国，但来源已不可考。这或许是一个随机现象又或者是复制现象，也可能与该国左侧驾驶习惯有关。

无论原因如何，扶梯的这一“黄金法则”已经传遍世界，包括美国、德国等。日本、韩国等也将此视为文明礼仪的象征。

2006 年起，中国为迎接北京奥运会和上海世博会，大力推广“左行右立”，试图与国际接轨。上海地铁甚至组织志愿者手持标语宣传，并将其写入公共文明指南，使之成为



位于陕西周至国家级自然保护区内的川金丝猴。 李媛 / 摄

大量应用于汽车制造、人体健康监测等方面。“既然没人将其用在动物上，我们就做开拓者，把 AI 跟动物学研究结合起来，解决困扰动物学研究人员的问题。”郭松涛说。

2018 年，郭松涛与西北大学计算机学院研究人员开展跨学科攻关，研发专注于动物行为研究的 AI 技术。2020 年，团队基于长期积累的金丝猴特征数据，创新性提出具有关注机制的深度神经网络模型，成功研发出全球首个金丝猴个体识别系统(Tri-AI)。

“该系统颠覆了依靠动物个体特征(斑纹、颜色、伤疤)或者人为标记特征(烙印、刺青、染色、环志、无线电项圈及遗传标记)的传统方法，实现了野生个体准确身份识别和连续跟踪采样的功能。更重要的是，该系统为在理想条件下实现‘无观察者干扰效应’的动物学研究提供了可能。”郭松涛说。

从 1.0“猴脸识别”到 2.0“翻译行为”

想象这样一个场景：面前有几十只猴子，每一只都在动，每一个动作都有着特定的行为定义。研究人员该如何分辨？



5 月 26 日，由中国民航报社有限公司牵头组织、联合中国民航科普基金会共同主办的第三届民航科教创新成果展(以下简称科创展)在北京国家会议中心开幕。科创展为期 3 天，以“创新领航智连世界”为主题，展出面积 2.2 万平方米，参展单位 100 余家，聚焦教育、科技、人才三大领域，集中展示我国民航自主创新技术和国产民机、无人机等先进制造技术成果。本届科创展包括民航科教方阵、民航直属单位展区、高新技术展区等七大特色展区，全方位打造民航科技创新交流合作平台。

图为科创展现场。

废止“左行右立”：从文明误区到科学治理的进阶之路

■周城雄

近日，北京地铁扶梯上悄然出现的“小脚印”标识引发市民关注。这一设计旨在引导乘客并排站立，握紧扶手，而非延续过去的“左行右立”习惯。

“左行右立”指的是搭乘扶手电梯时靠右站，将左边一侧空间留给赶路的乘客或作为紧急情况通道。作为广受认可的国际惯例，这一做法被国内许多城市引进，人们早已习以为常。那么，是什么让“左行右立”的惯例又出现了变化呢？

从舶来品到文明符号

127 年前，杰西·里诺(Jesse Reno)发明了第一台自动扶梯，并于 1892 年 3 月 15 日获得专利。首台自动扶梯当时被称为“倾斜式升降梯”，于 1893 年 1 月 16 日安装在美国纽约市康尼岛老码头。

事实上，“左行右立”的起源可追溯到 19 世纪末的英国，但来源已不可考。这或许是一个随机现象又或者是复制现象，也可能与该国左侧驾驶习惯有关。

无论原因如何，扶梯的这一“黄金法则”已经传遍世界，包括美国、德国等。日本、韩国等也将此视为文明礼仪的象征。

2006 年起，中国为迎接北京奥运会和上海世博会，大力推广“左行右立”，试图与国际接轨。上海地铁甚至组织志愿者手持标语宣传，并将其写入公共文明指南，使之成为

城市文明的标志之一。虽有一些国家采取右侧通行的办法，但有一点是毋庸置疑的，在大多数国家，堵住通行道都令人不快。

然而，这一规则实为“舶来的文明误区”。早在 2006 年，我国香港学者苏廷弼便指出其安全隐患，加拿大多伦多、韩国首尔等地也因事故频发而废止该倡议。中国在推广过程中，虽短暂塑造了秩序井然的表象，却忽视了其与本土实际需求的适配性——人口密度高、电梯负荷大、安全隐患多等问题逐渐浮出水面。

安全、效率与机械损耗的三重矛盾

首先，“左行右立”带来的安全隐患如同行走的“隐形炸弹”。自动扶梯的设计本不适合行走。其梯级高度(21~24 厘米)远高于普通楼梯(13~18 厘米)，且运行速度更快(地铁扶梯达 0.65~0.7 米/秒)，行走时极易踏空或被绊倒。上海法院曾判决一起因扶梯行走引发的碰撞事故，伤者最终获赔 11 万元。日本东京在 2011—2013 年有 3865 人因扶梯事故送医，我国香港地铁 43%的摔倒事件与行走相关。

其次是效率悖论中的通道浪费与拥堵。英国伦敦地铁实验显示，“左行右立”使扶梯负载量减半，底部人群拥堵加剧；而双侧站立每分钟可多运送 31 人，效率提升 28%。国内如上海、北京等超大城市，高峰时段若强

要捕捉到这些信息，此前需要靠人工观测，用记录本记录下来，计算机把每一只猴子的每一种动作自动标记起来，并且算出这些动作花了多长时间、执行了多少次。

尽管视频数据可通过专业软件辅助分析，但要观察几天的动物行为视频，仍需要上百小时的人工核验。对于环境复杂、种群庞大的野生动物而言，这种低效模式严重制约了行为规律研究。

为破解行为智能分析中面临的共性难题，郭松涛团队以行为学原理为根基，融合 AI 技术，历时 4 年研发出“猴脸识别 2.0”——自动识别与测量人工智能框架。该系统不仅能精准识别、追踪野生动物个体，还可自动分析行为节律，生成时间分配报告，实现全自动行为监测。相关研究今年 4 月发表于《整合动物学》。

该框架在 3 种灵长目物种(川金丝猴、狐猴、狒狒)、3 种食肉目物种(老虎、棕熊、黑熊)、3 种偶蹄目物种(羚牛、列氏水羚、角马)、1 种奇蹄目物种(斑马)，共计四大类群、10 种代表性物种上得到了验证。

这个庞大的数据库算法也让这项技术有了“独家秘诀”，不依赖于观察者的数据分析系统，突破了观察者的视角局限。

在实际应用中该算法非常有效。举个例子：两只老虎打架，如果其中一只受伤了，静卧半个小时，肉眼很难分辨它为什么躺在那儿，或者说为什么停留那么长时间，而 AI 则可以精准识别。郭松涛解释，这个内在的逻辑就在于每一种动物在某种行为上花的时间是相对稳定的，即便是休息，也应该是以某种相对稳定的姿态休息。一旦出现异常模式，系统立即预警。预警信息直达监管人员与兽医团队，为及时干预争取



5 月 26 日，由中国民航报社有限公司牵头组织、联合中国民航科普基金会共同主办的第三届民航科教创新成果展(以下简称科创展)在北京国家会议中心开幕。科创展为期 3 天，以“创新领航智连世界”为主题，展出面积 2.2 万平方米，参展单位 100 余家，聚焦教育、科技、人才三大领域，集中展示我国民航自主创新技术和国产民机、无人机等先进制造技术成果。本届科创展包括民航科教方阵、民航直属单位展区、高新技术展区等七大特色展区，全方位打造民航科技创新交流合作平台。

图为科创展现场。

废止“左行右立”：从文明误区到科学治理的进阶之路

■周城雄

近日，北京地铁扶梯上悄然出现的“小脚印”标识引发市民关注。这一设计旨在引导乘客并排站立，握紧扶手，而非延续过去的“左行右立”习惯。

“左行右立”指的是搭乘扶手电梯时靠右站，将左边一侧空间留给赶路的乘客或作为紧急情况通道。作为广受认可的国际惯例，这一做法被国内许多城市引进，人们早已习以为常。那么，是什么让“左行右立”的惯例又出现了变化呢？

从“禁令”到“引导”的多维举措

近年来，国内外一些大城市相继叫停“左行右立”，转向更科学的安全规范。例如，上海地铁 2019 年发布新版《乘梯须知》，将“禁止行走或奔跑”列为首条禁令，并通过地贴、广播循环提示“站稳扶好”。

东日本旅客铁道公司通过地面图示、扶梯标语，如“不要行走”及志愿者引导，推广双侧站立；英国伦敦地铁尝试在扶梯左侧绘制脚印，利用全息投影引导。我国南京地铁开展安全宣传活动，香港安排“扶梯安全大使”现场示范，以柔性方式改变公众习惯。这些举措的核心在于将安全置于效率之上，通过规则细化与行为引导，降低系统性风险。

废止“左行右立”并非简单否定，而是需在扬弃中探索新规则。首先应当保留“应急通道”功能，在低峰时段或特定场景(如紧急情况)，可允许左侧通行，但需明确标识“仅限紧急使用”，并辅以语音提示，避

黄金时间。

这对濒危物种保护意义重大。“以大熊猫为例，通过 AI 量化分析其进食时长、咀嚼频率等细节，能够实现消化系统异常预判，有利于我们快速掌握熊猫的健康状态。”郭松涛告诉《中国科学报》。

铁笼里观测猛兽，科研之路“累并快乐着”

尽管技术已大幅降低人力依赖，郭松涛团队仍坚守一个原则：野外研究必须近距离观察。“只有在动物眼前感受它、观察它，才能深刻理解它的每一个动作、每一个行为、每一个眼神的深意。”郭松涛说。

“如果你不理解动物行为，那就是因为你观察得不够仔细，或者靠得不够近。”郭松涛解释说。

郭松涛团队的博士生刘佳是在“猴脸识别”技术研发时加入团队的，如今他已经成长为横跨动物保护与 AI 技术的复合型人才。回忆起框架收集期间的难忘经历，刘佳告诉记者，团队在猛兽区的采集是在铁笼里进行的，人在笼内，老虎、黑熊这些肉食动物在笼外自由活动。

“看着咆哮示威的猛兽，整个监测过程神经紧绷。不过，能 24 小时在园区零距离观测动物，这种经历让我们非常兴奋。当大家拿到大量行为数据，最终应用到框架中时，自豪感油然而生。”刘佳说。

如今，郭松涛团队正在着手研发 3.0 系统，将拓展至更多动物。“未来，我们希望能够应用到家禽家畜的养殖上，如果有足够多的前期训练数据，就可以通过视频监控对个体进行健康预警。”郭松涛表示，预警信息有望直达养殖户和兽医团队，为动物健康监测提供更广泛的解决方案。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1111/1749-4877.12985>

发现·进展

中国科学院上海硅酸盐研究所

开发生物 3D 打印预神经化心肌修复支架

本报讯(见习记者江庆龄)中国科学院上海硅酸盐研究所研究员吴成铁团队，设计了一种由无机材料诱导的生物 3D 打印预神经化心肌修复支架，为心肌梗死修复提供了一种新思路。相关研究近日发表于《先进材料》。

神经负责调节人体各种生理活动，在组织修复过程中可激活组织内在的再生机制。因此，通过对神经进行调控，研究人员有望修复和治疗不可逆损伤以及难治性病理状态。

心肌梗死严重威胁着人类生命健康，但受损的心肌组织往往难以恢复，只能通过摄入药物及手术等方式避免病情进一步恶化。有研究表明，神经元对心肌细胞成熟和心肌组织再生有积极作用，神经干细胞可以分化为神经元并具有自我更新的潜力，有望作为活性修复成分实现对心肌病理状态的自适应调节。

研究团队利用无机生物材料硅酸锆对神经干细胞进行诱导，以生物相容性水凝胶 GelMA 为基体，设计了一种生物 3D 打印预神经化心肌修复支架。

经过系列实验，研究人员发现，硅酸锆释放的离子对支架中神经干细胞的分化具有明显的调节作用，使神经干细胞更倾向于分化为成熟的神经元，从而对支架进行预神经化。

机制研究表明，预神经化支架能够显著促进心肌构建体中心肌细胞结构及功能成熟，实现心肌细胞同步搏动。预神经化支架可激活 4 种与心脏保护相关的典型昼夜节律基因，从而促进心功能恢复，缓解心室重塑，并加速梗死区域的血供重建，展现了其激活组织修复的潜力。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/adma.202419765>

海南大学

破解蚊虫超强吸血能力奥秘

本报讯(记者温才妃 通讯员梁淑仪)海南大学教授韩谦团队揭示了多巴醛合成酶在昆虫软表皮形成中的关键作用、生理功能以及独特的分子机制，破解了病媒蚊虫超大吸血量的生物学谜题。相关研究近日发表于《自然-通讯》。

昆虫表皮不仅能够保护昆虫免受机械损伤、病原体入侵，还能防止水分过度流失，在昆虫的运动、呼吸和感觉等生理过程中发挥着关键作用。根据不同的生理需求，昆虫表皮可分为硬表皮和软表皮。作为调控昆虫表皮硬化或柔化的“分子开关”，多巴醛合成酶可以通过催化左旋多巴生成多巴醛，驱动表皮交联反应，但多巴醛合成酶的功能与结构特征一直待解析。

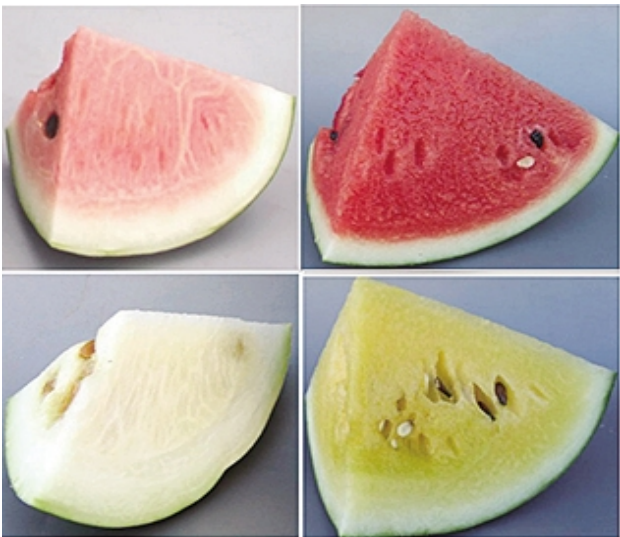
研究团队以埃及伊蚊和黑腹果蝇为研究模型，综合运用基因敲低、固态核磁共振和 X 射线晶体学等多种前沿技术，发现多巴醛通过调控表皮交联反应直接影响雌蚊表皮柔韧性、繁殖能力及吸血量。此外，研究团队通过分子动力学模拟进一步发现，多巴醛合成酶与利用相同底物的多巴脱羧酶在功能上存在明显差异。

研究人员表示，该发现不仅为开发新型蚊虫防控策略奠定了基础，也为设计氧分子依赖性酶促反应生产高价值芳香化合物提供了新思路。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-025-59723-0>

中国农业科学院郑州果树研究所

“双开关”调控西瓜瓤色形成



西瓜瓤可呈现粉红、红色、无色、黄色等。
中国农业科学院郑州果树研究所供图

本报讯(记者李晨 通讯员赵倩)中国农业科学院郑州果树研究所西瓜甜瓜种质资源团队通过多组学的系统分析，揭示了“双开关”(双遗传位点)调控西瓜瓤色形成的分子机制。相关研究近日发表于《分子园艺》。

西瓜瓤色丰富多样，有因不同类胡萝卜素呈现的黄与红，以及番茄红素多寡呈现的大红和粉红。这些色素与颜色是由什么决定的呢？

研究发现，瓜种质中呈现的 4 种主要瓤色源于两个调控因子的协同作用：CILCYB 决定类胡萝卜素类型(黄与红)，CIREC2 调节番茄红素积累水平(粉红与大红)。该研究结果不仅为西瓜改良过程中果实性状驯化的分子机制提供了新见解，更为植物类胡萝卜素生物合成与积累机制研究提供了重要理论依据。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1186/s43897-025-00166-y>