

“水怪”难辨？AI给堤防巡检一双“慧眼”

■本报记者 叶满山

在自然灾害频发的今天，堤防作为抵御洪水侵袭的重要屏障，其安全性至关重要。然而，传统人工巡检方式不仅效率低、风险高，而且在面对复杂环境时往往力不从心，尤其是在植被茂密、地形复杂的区域，渗漏、管涌等险情如同潜伏的“水怪”难以捉摸，存在溃堤的风险。

近日，中国科学院西北生态环境资源研究院提出一种基于无人机热红外成像与深度学习的堤防险情隐患高效检测方法。无人机如同长了翅膀的“侦探”，能够发现人眼看不到的隐患。AI则是这双眼睛背后的“大脑”，能够智能分析图像，精准识别险情。”

堤防巡检的“火眼金睛”

堤防巡检是一项与时间赛跑的任务。每年夏季，洪水来势汹汹，巡检人员需要在短时间内完成大范围的堤防检查。2021年，应急管理部、工业和信息化部以及科学技术部根据国家需要联合发布了揭榜攻关项目，堤防险情检测便是其中之一。

西北生态环境资源研究院正高级工程师罗立辉回忆道：“那时我们意识到，必须找到一种更高效、更精准的巡检方式。”于是，团队将无人机与人工智能(AI)技术结合起来，构建了堤防渗漏数据集。罗立辉表示：“这一数据集为后续深度学习模型训练提供了宝贵的数据支持。”

针对堤防渗漏、管涌灾害的隐蔽性和随机性，研究团队提出“空-天-地”协同的智能巡检体系。这一体系不仅涵盖了低空中的无人机巡检，未来还能结合卫星、机器狗、无人船及水下传感器等多源数据，实现全方位的智能巡检。

为构建这一智能巡检体系，团队进行了大量模拟实验，收集了涵盖晴雨昼夜、不同植被覆盖及地形场景的5995张热红外图像，构建了堤防渗漏数据集。罗立辉表示：“这一数据集为后续深度学习模型训练提供了宝贵的数据支持。”

无人机搭载热红外传感器，能够捕捉物体因温度差异发出的红外辐射，并将其转化为可视化图像。这一技术不仅能穿透植被覆盖，发现堤防内部的温度异常



用无人机集成边缘计算套件进行实时智能巡检。西北生态环境资源研究院供图

常区域，还能通过对比不同时间和天气条件下的热红外图像，分析堤防的稳定性变化。

“热红外成像技术就像给无人机装上‘火眼金睛’，能够发现人眼看不到的隐患。AI则是这双眼睛背后的‘大脑’，能够智能分析图像，精准识别险情。”罗立辉说。

搭建智能数据库与实时识别

然而，仅仅依靠无人机拍摄图像并进行后期分析，仍然无法满足防洪减灾的实时性需求。为此，研究团队引入边缘计算技术，将GPU计算模块直接搭载在无人机上，实现了对堤防险情隐患的实时识别与响应。

“边缘计算技术的核心在于实时性。”罗立辉解释说，“无人机在飞行中捕获的图像和视频数据，能够被迅速传输至搭载边缘计算功能的小型设备中进行实时处理，减少了数据传输的延迟，显著提升了应急响应速度。”

经过AI训练，模型能够识别温度异常区域的形状、大小和分布，实现对潜在险情隐患的快速准确检测，平均检测精度达97.7%，单张图像处理仅需0.015秒。这意味着无人机在飞行过程中可以实时捕捉渗漏区域，为后续应急响应提供宝贵的时间窗口。

“我们成功将无人机技术、热红外传感器与边缘

计算技术创新性融合在一起。”罗立辉说，“这一过程并非灵感乍现的产物，而是建立在无数次试验、不断遭遇失败，以及坚持不懈重新试验的基础上。”

防洪减灾的“智慧大脑”

从“人巡”到“机巡”，罗立辉和他的博士生陈白丽、段群滔通过无人机与AI技术的结合，为防洪减灾工作带来变革。这一智能巡检体系具有全天候适应性、高效实时性、场景普适性等突出优势。

目前，相关技术已在长江、淮河流域及鄱阳湖区域成功进行了试点应用，并取得了很好的效果。“无人机能够在几分钟内完成大范围巡检，AI模型能够精准识别隐患，边缘计算技术则实现了实时预警，大幅提升了应急响应速度。”罗立辉说。

此外，该智能巡检体系还具有广泛适用性。研究团队在长江、淮河、鄱阳湖等不同地质条件的堤防段进行了验证，均表现出优异的性能。这意味着该体系可以在全国范围内进行推广和应用，为堤防的安全运行提供有力保障。

“AI技术不仅在堤防裂缝、动物洞穴等检测方面表现出色，在铁路、公路、电力设施、输油管线、大坝等诸多行业中也具有巨大的应用潜力。”罗立辉说，“我们希望通过这项技术，为更多行业带来智能化变革。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1029/2024WR038931>

《中国气候公报(2024年)》发布

暖湿气候特征明显 雨涝灾害突出

【本报(记者高雅丽)】近日，中国气象局发布《中国气候公报(2024年)》(以下简称《公报》)。国家气候中心副主任肖潇介绍，受厄尔尼诺影响，在气候变暖背景下，我国2024年暖湿气候特征明显，雨涝灾害突出。

《公报》指出，2024年，全国平均气温创历史新高，高温日数多、强度强、范围广、持续时间长；全国平均降水量为1951年以来历史第四多，暴雨过程频繁，南北方影响并重；台风前少后多，秋台风活动频繁，登陆强度强，风雨影响重；干旱总体偏轻，区域性气象干旱多发，阶段性明显；冷空气过程偏多，年初和10月寒潮过程频繁；强对流天气过程偏少，但局地强降水屡创极值，致灾重；北方沙尘天气略偏少，出现晚，影响偏轻。

气温方面，全国2024年平均气温为10.9℃，较常年偏高1.01℃，四季气温均偏高，冬季冷暖起伏大，春、夏、秋季气温均为历史同期最高。全国平均高温日数较常年偏多6.6天，为1961年以来第二多。极端高温事件为历史第二多。

降水方面，全国2024年平均降水量达697.7毫米，比常年偏多9.0%，四季降水均偏多。六大区域中，除西南降水量偏少外，华北、东北、华南、西北和长江中下游降水量均偏多；七大江河流域(珠江、长江、辽河、海河、松花江、淮河、黄河)降水量均偏多，辽河流域降水量为1961年以来第二多。



▲黑叶猴幼崽在阳光下格外耀眼。
▲长隆新生黑叶猴幼崽“初一”亮相。 邓泳怡供图

长隆新生黑叶猴幼崽“初一”首次亮相

【本报(记者朱汉斌 通讯员邓泳怡)】近日，在广州长隆野生动物世界(以下简称长隆)，新生黑叶猴幼崽“初一”迎来满月并首次与游客见面。它全身金黄，脸颊呈淡粉色，大部分时间窝在妈妈“欢欢”怀里，听到游客的惊叹声会探出脑袋，用灵动的小眼睛好奇地打量四周。

与此同时，科研团队还估算了这些物质的平均含量。例如，每1克月壤中平均含有4微克钍-232，而铁在月壤中的相对丰度为15wt%，等等。

科研团队认为，这种勘查程度仅相当于地球上矿产勘查的普查阶段，如果要实现资源利用，仍然有较多勘查工作需要补充完善。论文指出：“在较详细的勘查工作基础上，可以圈定月球最优矿产富集区，计算资源储量，评估经济价值，为资源利用奠定物质和数据基础。”

四大关键科学问题亟待解决

论文指出，在月球资源勘查中面临四大关键科学问题。其中，厘定关键矿产资源是月球资源勘查的首要任务。对此，论文提出了4项厘定原则——需求、技术成熟度、经济可行性和环境安全性。

基于上述原则，科研团队提出，月球表面含铁量高的月壤以及水和氧气等保障生命的物质可以被视为关键矿产资源；利用月壤建造庇护所外层的难度相对较

个月左右毛色会慢慢变成橙黄色，半年到一年后完全变为黑色。”长隆科普讲师介绍，“初一”出生于蛇年正月初的第一天，寓意添丁添喜，是名副其实的“福娃”。

黑叶猴喜欢栖息在树上，吃树叶，有着修长的尾巴和四肢，十分擅长攀爬跳跃。长隆高度还原它们在野外的生存环境，不仅遍植参差茂密的植物，还提供了攀爬玩耍的乔木、石山、藤条等。

据了解，黑叶猴的孕期长达半年。幼崽出生后，长隆保育团队24小时观察，隔几小时就要量体温、称体重，记录各项成长指标。黑叶猴幼崽现阶段只能喝母乳，三四个大月时会慢慢学习吃叶片和果实，完全“戒奶”则需要大半年时间。

该研究提出了首个可处理任意规模单细胞数据的元细胞推断算法MetaQ，将计算复杂度从现有方法的指

南方科技大学等

在混合驱动变刚度领域获进展

【本报(记者刁雯蕙)】近日，南方科技大学机械与能源工程系副教授王宏强团队和香港中文大学电子工程系教授任洪亮团队合作，在《IEEE 机器人汇刊》发表了混合驱动变刚度及其建模的研究成果。

变刚度机制已在软体机器人和医疗领域展现出多功能应用，然而受到单一驱动方式在外部气压、材料电学特性、驱动源功率等方面的限制，现有变刚度装置不能兼顾或显著改善相关评价指标，且变刚度结构本身复杂的非线性力学行为的研究尚未明晰，进一步限制了在机器人领域的广泛应用。

对此，王宏强团队提出一种静电吸附和负压相结合的混合驱动式层干扰变刚度结构。通过堆叠和封装电极薄膜，实现了重量小于5克、厚度小于1毫米的10层结构，可实现高达75倍的刚度变化。

基于之前的理论工作，研究人员通过分析层间滑移行为，建立了完整的力

相关论文信息：
<http://doi.org/10.12075/jissn.1004-4051.20250126>

发现·进展

中国科学技术大学

首次实验观测到高能宇宙射线费米加速的单次反射过程

【本报(记者王敏)】中国科学技术大学副教授胡广月和教授陆全明科研团队，利用上海“神光II”高功率激光装置，首次观测到磁化无碰撞冲击波中“费米加速循环”的单次反射加速过程产生的准单能离子。近日，研究成果在线发表于《科学进展》。

无碰撞冲击波是宇宙中最强大的粒子加速器，磁化无碰撞冲击波中的“费米加速循环”最早被认为是宇宙中高能带电粒子的主要加速机制。在进入“费米加速循环”之前，带电粒子必须被预加速到足够大的回旋半径以实现磁化无碰撞冲击波上下游之间反射。为此，学界提出了一些“预加速机制”解决这种“注入问题”。然而由于空间探测不足，目前对无碰撞冲击波的形成和演化以及高能宇宙射线的加速过程仍然缺乏全面理解。

研究团队利用“神光II”大型激光装置烧蚀靶物质产生的高速等离子体

流，在磁化背景等离子体中驱动产生了400千米每秒、磁声马赫数6的超临界磁化无碰撞冲击波，测量到2至4倍于冲击波速度的准单能离子。这是首次在实验室内观测到磁化无碰撞冲击波中“费米加速循环”对离子的单次反射加速现象，与卫星在地球“弓形波”中探测到的现象一致。

研究表明，漂移加速主导了此次实验和地球“弓形波”中的离子加速过程，这一机制相较于冲浪加速机制具有更高的加速效率。该结果显示，实验室研究可以弥补遥感及飞行器探测的不足，有望显著推动高能宇宙射线研究的发展。实验观测到引入的磁场可以显著提高离子加速效率，这一发现为改进激光驱动的离子加速器设计提供了参考。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/sciadv.adn.3320>

中国科学院上海药物研究所等

破译肝细胞膜“鞘磷脂密码”

【本报(见习记者江庆龄)】中国科学院上海药物研究所研究员谢岑、柳工课题联合上海交通大学附属瑞金医院教授谢青课题组，破译了代谢功能障碍相关脂肪性肝炎(MASH)进展过程中的细胞膜鞘磷脂密码，发现鞘磷脂磷酸二酯酶3(SMPD3)是多个MASH核心病理过程的关键节点，为MASH治疗提供了潜在靶标和先导化合物以及新的治疗策略。近日，相关研究发表于《细胞-代谢》。

MASH是一种慢性肝病，起始于肝脏脂质过度堆积，后续可发展为肝脏炎症、肝细胞损伤及纤维化，最终可能导致肝硬化甚至肝癌。尽管靶向抑制脂质从头合成的药物能够减少肝脏脂质积累，但在阻止MASH进展方面的效果不同，且全面抑制脂质合成可能影响细胞膜稳定性，导致细胞死亡，进而加剧肝脏损伤。

研究团队系统分析了不同代谢功能障碍相关脂肪性肝病(MASLD)队列

四川大学

提出高效准确的元细胞推断算法

【本报(记者杨晨)】近日，四川大学研究人员在元细胞推断方法研究上取得进展。相关成果发表于《自然-通讯》。

单细胞测序数据规模的快速增长给下游分析带来严峻挑战。为减少计算开销，一种通用的解决方案是元细胞推断——通过聚合生物学上相似的细胞群体，将若干个细胞压缩为单个代表性元细胞，从而在保留生物信息的情况下减少待分析的细胞数量。然而，现有的元细胞推断方法本质上将计算瓶颈从下游分析转移到元细胞推断阶段，并未真正解决计算复杂度问题。

该研究提出了首个可处理任意规模单细胞数据的元细胞推断算法MetaQ，将计算复杂度从现有方法的指

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-56424-6>

月球资源勘查面临四大科学问题

■本报记者 甘晓

2030年前实现中国人登陆月球的目标日渐迫近。为保障可持续深空探测和国际月球科研站长期自主建设、运行与维护，月球资源原位利用必不可少。然而，中国科学院院士、中国科学院地球化学研究所研究员欧阳自远带领的科研团队提出，关于月球资源的勘查任务仍面临四大关键科学问题。相关论文近日发表于《中国矿业》。

这四大科学问题包括关键矿产资源的厘定原则、月球成矿物质富集及演化规律、月面资源工艺矿物学、月面资源勘查规范等。科学家指出，解决这些问题有望为月球资源的高效勘查和利用提供重要支撑，推动我国月球探测工程进一步发展。

丰富矿产有待详细勘查

作为地球唯一的天然卫星，月球蕴藏着丰富的矿产资源。目前，除了少量的就位探测数据和珍贵样品，科学家主要基于遥感探测的数据“反演”获得月球表面不同元素和矿物的含量。

论文指出：“虽然这些遥感探测数据反演得到的全球元素分布图精度不如原位探测和取样分析得到的精度高，但已经足够用于初步圈定成矿潜力较大或蕴藏较丰富矿产的区域。”

科研团队根据不同资源的赋存状态，结合目前最高精度的月球地质图成果，初步确定了月球资源的类

型和分布——可以用作火箭推进剂的氢以及可以作为清洁能源的氦-3，主要分布在两极永久阴影区；有望用作基地建设铁和钛分布在正面高风玄武岩区；钾和核燃料钍、铀主要分布在正面风暴洋克里普地体内部；用于太阳能电池板和半导体元件的硅，分布在高地斜长岩分布区。

科研团队还估算了这些物质的平均含量。例如，每1克月壤中平均含有4微克钍-232，而铁在月壤中的相对丰度为15wt%，等等。

科研团队认为，这种勘查程度仅相当于地球上矿产勘查的普查阶段，如果要实现资源利用，仍然有较多勘查工作需要补充完善。论文指出：“在较详细的勘查工作基础上，可以圈定月球最优矿产富集区，计算资源储量，评估经济价值，为资源利用奠定物质和数据基础。”

四大关键科学问题亟待解决

论文指出，在月球资源勘查中面临四大关键科学问题。其中，厘定关键矿产资源是月球资源勘查的首要任务。对此，论文提出了4项厘定原则——需求、技术成熟度、经济可行性和环境安全性。

基于上述原则，科研团队提出，月球表面含铁量高的月壤以及水和氧气等保障生命的物质可以被视为关键矿产资源；利用月壤建造庇护所外层的难度相对较