

# 麻疹在全球卷土重来

**本报讯** 在许多国家，麻疹已变得极为罕见，甚至一些医生从未接诊过一个病例，但这种情况正在改变。

美国去年报告了逾 2000 例麻疹病例，创 30 年来纪录，且 2026 年病例数可能超过 2025 年。今年 1 月，英国、西班牙、奥地利等 6 国均失去了官方“无麻疹”认证。加拿大在去年 11 月失去“无麻疹”国家的地位，美国预计于今年 4 月步其后尘。

麻疹病毒具有极强的传染性，可引起发热、咳嗽和皮疹，甚至导致死亡。数据显示，若周围人群均易感，那么每位麻疹患者平均会传染 12 至 18 人；若接触感染者，高达 90% 的未免疫人群会患上麻疹。

好在麻疹疫苗的效果非常显著。接种一剂后，93% 的人将获得免疫力而免于感染；接种两剂后，保护率可提升至 97%。对于多数人而言，这种保护作用终身有效。当 92%~94% 的人群通过接种疫苗或既往感染获得免疫力时，麻疹病毒便无法继续传播，这种现象被称为群体免疫。

“仍有可能出现小规模疫情或偶发病例，但不会持续传播。”美国斯坦福大学的传染病



在麻疹暴发期间，一些婴儿会提前接种疫苗。  
图片来源: Annie Rice

医生 Nathan Lo 表示，这正是麻疹疫苗接种覆盖率设定为 95% 的原因。然而，在美国，幼儿园儿童（通常 5 至 6 岁）的疫苗接种率从 2019—2020 学年的 95.2% 降至 2024—2025 学年的 92.5%，为疫情暴发打开了大门。

值得注意的是，由于疫苗并非 100% 有效，完全接种者仍可能感染。一项分析发现，美国 2001 至 2022 年确诊的 4056 例麻疹病例中，有

12% 属于在接种者中发生的“突破性”感染。“当然，只有接触麻疹患者，才会面临这种风险。”Lo 说。

在美国南卡罗来纳州，自去年 10 月以来，已有 876 人感染麻疹病毒。其中 838 人未接种疫苗或接种状态不明；仅 38 人接种了疫苗，其中 16 人只接种了推荐两剂剂量中的一剂。

1 月公布于预印本服务器 medRxiv 的一篇文章通过建模分析发现，当未接种者与接种者频繁接触时，发生“突破性”感染的风险显著升高。不过，对于已经接种疫苗但仍感染病毒的人来说，好消息是他们的症状通常比较轻微。

去年 5 月，一名未接种疫苗的麻疹患者登上了飞往美国科罗拉多州丹佛市的 11 小时国际航班。在漫长航程中，患者出现发热、咳嗽的症状。随后数周内，9 名曾接触该旅客的科罗拉多州居民确诊感染。

科罗拉多州公共卫生与环境部门的流行病学家 Rachel Herlihy 表示：“在航空旅行中接触并导致麻疹病例的情况并不常见。”就这个病例而言，该乘客的高传染性可能是病毒扩散的原因。“我们认为，该乘客在旅行期间

正处于麻疹高传染期。”她解释道，漫长的飞行导致其他乘客暴露于病毒的时间延长，可能有助于感染。

美国联邦指南建议，儿童在 12 月龄接种第一剂麻疹、腮腺炎、风疹（MMR）疫苗，第二剂在 4 至 6 岁间接种。人们在接种后约两至 3 周，即可获得免疫保护。

如果出现局部疫情，或者带着婴儿前往疫情地区，医生可能会建议为 6 至 11 个月大的婴儿提前接种 MMR 疫苗。这属于常规推荐的两剂剂量之外的额外接种。“这样一来，婴儿最终会接种 3 次 MMR 疫苗。这完全没问题，也不会有其他副作用。”美国圣裘德儿童研究医院的儿科传染病医师 Diego Hijano 说。

Hijano 强调，麻疹可能会引发严重症状，5 岁以下儿童尤为危险。在南卡罗来纳州近期的麻疹疫情中，部分感染儿童已出现脑炎症状，即脑部肿胀。“麻疹可能引发肺炎和脑部感染，绝不能将其简单视为普通感冒或鼻塞。这种疾病真的可能让你的孩子住院。”Hijano 说。

（文乐乐）  
相关论文信息：  
<https://doi.org/10.64898/2026.01.22.26344544>

## 深山敲响“金钉子”

（上接第 1 版）

跟着指引，记者终于陆续找到了其他如“219”“221”的科研记号，还有一颗颗打入岩体、用于定位的铅棒。这些记号、标记物，同时记录下了科学家们 40 余年来的科研传承。

“一颗‘金钉子’的确立，需要经历两三代科学家的接续研究才能实现。”祁玉平在 2000 年以后开始这条剖面的牙形刺研究，关于该剖面的第一篇牙形刺论文由中国学者于 1985 年发表。

40 多年前来到罗甸取样，科学家得骑着马一路盘山而至，甚至可能面临生命危险。因为往返不易，他们要在村里驻扎一两个月。

20 余年前已经有砂石路，可以开车上山，但科考队也需要一早从罗甸县城出发，在山峦起伏间经过 4 小时颠簸，抵达山顶的剖面时已是中午。他们需要抓紧时间采样，到下午四五点就得收工，回到县城又是晚上八九点了。

“如果前面有车，就不能跟着开，不然前车的扬尘让你根本看不见路。遇上下雨导致山间泥泞，也是需要打起精神慢慢开车。”经历这些时，祁玉平还是年轻小伙。

现在，路道愈发宽阔，路面愈发平整。从贵阳走高速公路，一两个小时就能到罗甸县城，而从县城到纳庆剖面，一路都是钻隧道的高速，只需要 1 小时车程。

2020 年，罗甸县脱贫“摘帽”，如今仍以“长寿之乡”为特色发展起旅游产业。

“我们能够取得一些科研成就，是国家社会经济实力的跃迁密不可分。最直观的是，很多剖面是修路时发现的，否则单纯靠人力根本到不了那儿。由于科研水平的进步，我们才有可能在前辈科学家工作的基础上，把原本做不出来的分析给论证出来。”祁玉平说。

### 喜韵绕山，甜蜜期待

中午时分，锣鼓喧天，又有一对布依族青年喜结连理。新郎带着 6 位伴郎和彩礼队伍，浩浩荡荡向着山坡上的新娘家进发。

他们得先在拔河比赛中赢过新娘家人，然后在 6 位伴娘的竹竿阵中跳着竹竿舞优雅通过，还要共同横扛着一根几尺长和坡道等宽的竹竿蹦着上坡，才有资格来到新娘家门口比拼酒力。

纵然深知新娘子有多么光彩照人，新郎依然得通过一道道考验，才能相见。

祁玉平等人在这个春节的心情似乎也很相似。

纳庆剖面“金钉子”提案通过 ICS 投票几乎没有悬念。剖面层面的连续性、标志种演化谱系的连续性，中国学者在生物地层学、化学地层学、事件地层学、旋回地层学等综合地层学的研究积淀，使其他格舍尔阶 GSSP 的候选剖面无法望其项背。

然而他们依然在期待。

“金钉子”是他们向老一辈科学家交上的答卷，更是 40 余年来，每个曾为之钻研的科研人员交上的抢占科技制高点的答卷之一。

祁玉平从读博士就在研究的谢尔普霍夫阶，到目前为止，还没有取得真正突破。“这么多年来，我们没有放弃，一直在寻找像纳庆的格舍尔阶这么好的剖面。”总是和和气气的祁玉平，言语间多了一份严肃，不过很快，他突然想起了什么，扭身翻找起来。

“快尝尝，我们昨天从广西出发前，在当地老乡家买的，又甜又新鲜。”祁玉平抓了一大把砂糖橘，堆满了记者的双手。

他接着介绍，去广西也是在找剖面。“格舍尔阶是石炭系最顶部的一个阶。而纳庆剖面发育了石炭系的多条界线，每一条界线的研究都充满了故事，没有一帆风顺的，这份工作急不来。”石炭系还有 4 颗“金钉子”没有确立，科研团队都在进行相关研究。

科研人员纷纷拿起砂糖橘，边吃边休息。深山里的喜庆绕于耳畔，口中的清甜漫于舌尖，心中的科研向往愈发浓烈。这一次的格舍尔阶“金钉子”近在咫尺，而属于石炭系的地层探索从未止步。

## 科学此刻

### “黑色”笑容 美丽象征

一口白牙在今天很流行，但 2000 年前，东南亚人却截然相反。一项近日发表于《考古与人类学科学》的研究表明，铁器时代的越南人会用富含铁的糊状颜料将牙齿涂成亮黑色，这一传统在该国部分地区一直延续至今。科学家表示，该研究提供了这一习俗最早的直接考古证据。

美国加州科学院的 Shannon Tushingham 称赞该研究强调了这一习俗的“深厚文化意义”，而西方世界之前常常误解甚至贬低这种做法。“我很高兴看到这种具有文化内涵的科学在不断发展。”

历史学家早已发现，亚洲、非洲、大洋洲和美洲人都有染黑牙齿的习俗。有时是作为一种成人礼，有时则为将自己与动物或“恶魔”区分开。但正如古诗和民歌所呈现的，在一些文化中，黑牙是美丽的象征。

澳大利亚国立大学的张月（音）表示，尤其在越南，当地人发展出一种复杂的“黑牙”技术。甚至在 10 年前，一些越南北部居民还在用传统的配方和复杂的步骤，使牙齿呈现出镜面般的黑色光泽。

这一传统的起源一直困扰着科学家。包括一篇公元前 3 世纪文献在内的中国文献描述了一个西南地区的“黑牙王国”，表明这种习俗至少在铁器时代便存在了。考古学家也在该地区各地发现了牙齿变黑的古代头骨。

然而要确定牙齿染色是故意的还是偶然的，或是死后发生的却很棘手。黑牙是用颜料形成的，还是因埋在富含铁的土壤中，甚至嚼槟榔染的色？

张月表示，槟榔染色确实可以解释在某些头骨上发现的颜色，但在越南古

一位现代越南北部妇女露出了灿烂的笑容。

图片来源：Dave Stamboulis



代头骨上发现的明显的黑色牙齿却无法用这一假说来解释。“如果只是嚼槟榔，牙齿会变成褐色，而不是我们看到的深黑色。”张月说。

为更深入了解越南人牙齿变黑的原因，张月和同事用化学成像技术对来自越南北部东沙古墓群的 3 个人的牙釉质进行了扫描。

结果显示，这些牙齿中含有微量的铁和硫——这是铁盐的成分，而铁盐则是许多深黑色颜料的成分。其中一颗铁器时代的牙齿还含有高浓度的氧化铁，表明牙釉质上有大量的铁。张月指出，这是反复涂抹颜料造成的，而不是长期暴露于富铁土壤或嚼槟榔的结果。

最后，张月团队将一种铁盐颜料“铁胆”涂抹在一颗现代犬齿上。结果显示，其化学成分与他们在古代牙齿上看到的

完全一致。

张月还深入研究了越南黑牙的文化传统，并表示团队的化学发现与这一传统完美契合，且时间恰好与约 2000 年前越南炼铁技术的创新不谋而合。“铁器时代，人们更容易获得铁。此外，硫在自然界无处不在。因此，他们很可能会将各种植物捣碎，涂抹在铁刀上，等待化学反应的发生。”张月说。

泰国清迈大学的 Piyawit Moonkham 表示，这项研究极大拓展了人们对牙齿变黑的理解。“它表明，这种做法在史前和早期历史时期的社群中可能更为普遍，甚至受到推崇，而不是像今天这样被视为隐秘、禁忌或有害的行为。”（王钰）

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1007/s12520-025-02366-5>

## 这个室温有助老年人睡眠

**本报讯** 一项研究表明，晚上在 24 摄氏度的卧室中入睡，能降低老年人睡眠时的身体应激反应。研究指出，卧室温度是影响夜间身体机能恢复的一个重要因素，但常常被忽视。相关研究成果近日发表于《BMC 医学》。

该研究由澳大利亚格里菲斯大学的 Fergus O'Connor 领导，重点探究了夜间较高的卧室温度对老年人心率和身体压力水平的影响。

O'Connor 表示：“对于 65 岁及以上的老年人来说，将卧室夜间温度保持在 24 摄氏度，能够降低睡眠过程中出现强烈应激反应的可能性。”

O'Connor 解释说，高温会给心血管系统带来额外的压力。当人体暴露在高温环境中时，身体的正常生理反应是加快心率。心脏会更加努力地将在血液输送至皮肤表面给身体降温。

“然而，随着心脏更长时间、更费力地工



新研究发现，将卧室温度保持在 24 摄氏度左右，可减少 65 岁及以上人群睡眠时的应激反应。  
图片来源: Shutterstock

作，身体便会产生压力，并限制了我们从前一天的高温环境中恢复过来的能力。”O'Connor 说。

在这项研究中，参与者在非惯用手的手

腕上佩戴了健身活动追踪设备，以记录睡眠期间的心脏数据。与此同时，在整个澳大利亚夏季的数据收集期内，安装在卧室中的温度传感器持续测量了夜间的情况。

研究结果提供了第一个真实世界的证据，揭示了较高的卧室温度如何直接影响睡眠期间的心率和应激反应。

O'Connor 认为，随着夜间温度持续上升，该研究结果具有重要意义。“气候变化导致炎热夜晚增加，这可能会通过损害睡眠和自主神经系统的恢复而增加心血管疾病的发生率和死亡率。”

O'Connor 还指出，现有指南存在一个重要缺陷，即虽然对日间室内环境有最高 26 摄氏度的指导方针，但对于夜间卧室的适宜温度却没有一个同等的建议。

（李木子）  
相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1186/s12916-025-04513-0>

### “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然》

#### 地幔上升流中熔化概念获揭示

瑞士苏黎世理工学院的 Max W. Schmidt 团队研究了地幔上升流中熔化的普遍概念。近日，相关研究成果发表于《自然》。

深部地幔熔融标志着地球分异作用的开始，但对于浮力驱动的地幔上涌流如何触发熔融，以及这些初始熔体在软流圈内的演化过程，目前仍缺乏统一的理论框架。研究团队发现，任何固态地幔上涌过程中产生的首批熔体，均为富含二氧化碳的金伯利质硅酸盐熔体，它们形成于约 250 公里深处，通过元素碳氧化为二氧化碳的过程产生。该实验将源自地幔柱或广泛上涌流（包括金伯利岩、洋岛玄武岩及洋中脊玄武岩）的一系列地表熔体，置于 7 吉帕压力下的绝热与超绝热条件中并与肥沃地幔达到平衡。

研究结果构建了一个理论框架：深部的氧化还原熔融普遍产生金伯利质熔体，这些熔体通过反应性多孔流动在软流圈中上升时，演化出更高层次的熔融、更少的挥发分与不相容元素，但二氧化硅含量增加。随后，岩石圈中的通道化流动可能直接提取这些熔体，从而形成金伯利岩、碱性硅不饱和板内岩浆以及拉斑玄武岩。这一框架与大洋中脊下方约 250 公里处的广泛地震低速带相一致，并且与大洋岛和大洋中脊玄武岩相吻合，这些玄武岩以不同的熔融程度和比例对各种地球化学地幔成分进行采样。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-10065-3>

《自然－生物技术》

#### 通过用户定义的肽库 实现癌症抗原敏感检测

美国布罗德研究所的 Catherine J. Wu 团队通过用户定义的肽库实现了对癌症抗原的敏感检测。2 月 9 日，相关研究成果发表于《自然－生物技术》。

人类白细胞抗原（HLA）结合的肿瘤肽段可常规地从癌症样本中分离，并使用质谱（MS）进行鉴定。然而，MS 方法可能具有随机性或依赖于谱库，而谱库通常不适用于个体特异性肽段，从而限制了新肽段的发现。

研究人员引入一种名为 Pepyrus 的软件。该软件可在大肠杆菌中生成用户自定义的、个体特异性或疾病特异性肽段库，从而提高 MS 肽段鉴定的灵敏度和置信度，包括有效识别低丰度的新抗原。利用 Pepyrus 生成的肽段库，结合 HLA 特异性数据非依赖性采集策略，研究人员能够在单次进样中回收超过 75% 的预期序列（肽段数量超过 1 万个），并在复杂的背景中鉴定出 0.1 飞摩尔的添加肽段。研究团队使用 Pepyrus 创建个性化文库，促进临床相关 HLA 肽的鉴定，包括从黑色素瘤和肾细胞癌患者的细胞系中提取的几种新肽。Pepyrus 能够识别罕见的 HLA 结合肽，并具有生成大型训练数据集的能力，以改进光谱、保留时间和离子迁移率预测工具。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41587-026-03003-9>

《自然－地球科学》

#### 地球上地幔的柔性－野生可塑性

英国剑桥大学的 David Wallis 团队对地球上地幔的柔性－野生可塑性进行了研究。2 月 9 日，相关研究成果发表于《自然－地球科学》。

新一代的高分辨率实验揭示，从金属到冰等多种材料都表现出一种被称为“柔性－野生可塑性”的行为谱系，其范围涵盖从温和的连续流动到塑性应变率的间歇性剧烈波动。

研究团队通过纳米压痕实验证明，即使在预期其行为相对温和的条件下，橄榄石仍表现出可测量的“野生性”。具体来说，在室温下对橄榄石单晶进行的实验中，连续的塑性流动被间歇性的位移爆发所打断，这些位移爆发呈现对数正态分布的幅度，表明存在相关位错运动的雪崩现象。

“柔性－野生可塑性”理论框架预测，在地球内部的“野生性”会随深度增加而增强，软流圈的流动几乎完全由颗粒尺度上变形的剧烈波动所主导。这一地质材料中的间歇性塑性行为，为位错介导流动的模型提供了新的约束条件，并引发了关于原本具有韧性区域中瞬态不稳定性机制的问题。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41561-026-01920-7>

《自然－物理学》

#### 非马尔可夫量子点的 非平衡熵产生和信息耗散

美国斯坦福大学的 Aaron M. Lindenberg 团队研究了非马尔可夫量子点的非平衡熵产生和信息耗散。2 月 9 日，相关研究成果发表于《自然－物理学》。

驱动系统从一种状态跃迁到另一种状态所需的能量，包括平衡自由能差和与不可逆性相关的耗散。随着物理过程接近速度极限，计算这种额外的耗散变得日益重要。然而，在强驱动、时变且真实的纳米尺度系统中，精确量化耗散仍是一个巨大挑战。因此，以往的研究大多局限于时变驱动下的理想化马尔可夫系统，或恒定驱动下的非马尔可夫稳态系统。

研究团队测量了由时变驱动引起的非稳态非马尔可夫材料中轨迹级熵产生的完整动力学。研究人员利用机器学习提取了在逐步控制协议下随机闪烁的量子点所产生的熵——这种熵对应于载流子分布演化过程中材料记忆的损失。这项研究展示了一种直观有效的方法，为优化真实材料与器件控制中的能量成本铺平了道路。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41567-026-03177-8>

更多内容详见科学网小柯机器人频道：  
<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>