

是谁触发致命滑坡

科学家阐明山坡缓慢移动多年后为何突然加速

从位于秘鲁南部玛卡的小村庄，能看见高高耸立的爆发性火山——萨班卡亚。烟流频繁地从山上喷涌而出，火山灰则时不时地大量降落到这个小镇上。不过，使玛卡居民夜不能寐的地质威胁并非15公里外的萨班卡亚火山，相反就在脚下。

在约30年的时间里，玛卡附近的土地一直在退缩。约6000万立方米泥土——相当于2万多个奥运会游泳池——悄无声息地向谷底溜去，半个小镇也正在随之移动。

这种缓慢移动的滑坡造成的影响是显而易见的：近年来，它已经摧毁了该地区部分主干道，并且使农田变得四分五裂，从而威胁到当地社区关键的收入来源。目前尚不明确的是滑坡的未来：它将和以前一样蹒跚而行，还是会突然加速，进而可能危及生命？“它就像悬挂在小镇上的达摩克利斯之剑。”法国格勒诺布尔地球科学研究所地球科学家Pascal Lacroix表示。

从某些方面来说，在玛卡上演的情形并非当地独有。在全球所有多山地区，滑坡都是一大威胁，每年导致上千人死亡。诸如最近发生在塞拉利昂的毁灭性利金特滑坡等很多滑坡都出现得迅速而激烈。而诸如威胁到玛卡的滑坡等其他滑坡会慢慢地移动，山体每年滑动几厘米到几米。

影响滑坡移动的诸多因素

地质学家了解到，很多因素决定了降雨时滑坡是否会快速移动。重要的影响因素包括滑坡下侧或者地基的形状、粗糙度和构成；地基和侧面的占比；滑坡的深度，尤其是和地下水位相比较的深度。

一个对搞清楚几何结构和其他因素产生影响尤其有用的地方是美国加州南部的伊尔河盆地。在那里，研究人员描绘了约200座缓慢移动的滑坡，并且目前正在利用合成孔径雷达干涉测量技术监控约10座滑坡。这些滑坡均位于几乎相同的地质背景和气候中，只是大小和形状有所不同。

在伊尔河，科学家了解到，并非每座滑坡都会对降雨作出一触即发的反应：在滑坡出现前，降雨可能持续数周或几个月。研究人员还发现，这些滑坡的细粒状构成而非几何结构或者气候，在决定它们的行为上发挥了最大作用。“一般来说，拥有富含黏土物质的细粒土会作出较慢的反应，而拥有粗颗粒的土壤或者含有较大裂纹或裂缝的岩石会作出较快反应。”美国宇航局喷气推进实验室地球科学家Alexander Handwerker介绍说。

不过，将所有这些信息整合在一起以作出预测将是一大挑战。数十年来，地质学家一直在收集数据，旨在更好地量化滑坡移动同降雨持续时间和强度之间的关联。不过，来自美国地质调查局(USGS)滑坡灾害项目的William Schulz介绍说，地质材料和水文条件是无穷变量，而预测滑坡所需的准确性仍是科学家可望而不可即



在“蠕动”了两年后，马德溪滑坡迅速破坏了加州1号公路部分路段。

图片来源：John Madonna Construction

的。更重要的是，在很多国家，滑坡移动还受到另一种现象——地震的严重影响，但地震的影响尚未得到全面研究。

传感器捕捉到地震影响

2011年，来自秘鲁采矿和冶金地质研究所的科学家同来自法国的Lacroix及其同事开始安装永久性的GPS设备，并且加速监控工作。传感器恰好实时捕捉到2013年干旱季节发生的一场6级地震的影响，其震中距玛卡不到20公里。在每年的这个时候，玛卡的滑坡通常是静止的，但传感器显示，它在地震期间移动了2厘米，并且在接下来的5周里又移动了6厘米——对于雨季来说，这一数量很小，但在没有降雨的时节，这是反常的。

研究人员在2016年8月观察到更加奇怪的行为。当时，该地区发生了一场5.4级地震。通过检查数据，Lacroix发现，它们同3年前的研究结果相一致：地震冲击使玛卡滑坡在地震期间和接下来的几周内加速。不过，这次他观察到，当降雨季节来临并且触发滑坡的进一步移动时，和每年这个时候的正常情形相比，泥土和碎屑的移动速度会快得多。

Lacroix将发生的情形整合成一个粗糙的模

型。随着地震波撞上斜坡，它们会触发在原始震动发生后仍会持续很长时间的移动。Lacroix介绍说，以玛卡滑坡为例，由于滑动期间的摩擦增加，这种移动最终会减慢。该行为还被提出来用于描述沿着地质断层的“蠕动”。不过，对于其他滑坡来说，最初的移动会减少摩擦并由此帮助滑坡加速前行。这种差异归结于诸如泥土的材料属性等内部因素以及包括温度、压力和重力在内的外部因素。

在地震或者降雨触发滑动后，没有足够“制动”的滑坡会出现灾难性的加速。不过，对于玛卡来说，一旦泥土开始滑动，摩擦便会更强，从而使其减缓速度。

然而，这种“制动”行为可能会被地震破坏。地面震动会使滑坡土体材料变得松散，并使其变脆弱。地震波还会在土体中创造洞和裂缝，从而为降水渗入土壤提供了更多路径。Lacroix认为，2016年的地震破坏使玛卡滑坡在降雨到来时很容易移动得更快。进一步的破坏可能带来灾难性的加速。“即便是一场小地震，也有可能产生大的影响。”

遥感数据扩大研究范围

通过纳入不同部分——降水、几何结构、

地震以及更多因素，科学家开始理解是什么导致滑坡启动、加速或者停止。不过，这些观测结果能在多大程度上被应用到不同的地方？

“从某种程度上说，每种情形都是独一无二的。”USGS喀斯开火山观测站水文学家Richard Iverson表示，“土体材料在每个地方都不同，并且其中一些微妙差异真的会在滑坡移动上产生不同影响。”

Schulz对此表示赞同，但同时强调，即便是相隔很远的滑坡也拥有共同的属性和行为。通过对它们开展广泛的研究，科学家能发现将环境触发因素和滑坡移动关联起来的潜在规则。

生活在加州拉肯奇塔的上百名居民能证明这一点。其社区后面的山坡在移动了若干个月，最终在1995年伴随着暴雨开始加速。该县官员和咨询人员利用来自标准调查仪器的数据探测到斜坡随时会滑落，并向居民发出撤离警告。

如今，诸如“哨兵-2”卫星等遥感器能帮助扩展研究范围，并且将滑坡的监控扩大到很难研究或者在地面上研究花费颇高的地区。“将所有缓慢移动的滑坡装上监测设备是不可能的，因此遥感数据将是监控滑坡移动的未来出路。”Lacroix表示。

(宗华编译)

二氧化碳“变形记”

研究人员提出将垃圾变为燃料的两种新方法

二氧化碳(CO₂)是社会的最终废弃物，每年有数十亿吨被排到大气中。但将其转化为有价值的燃料和化学物质通常需要过多能量，这使其在经济上变得不合理。在近日举行的美国化学学会(ACS)会议上，研究人员报告称发现了将CO₂转变为富含能量的副产品的两种有效方式。

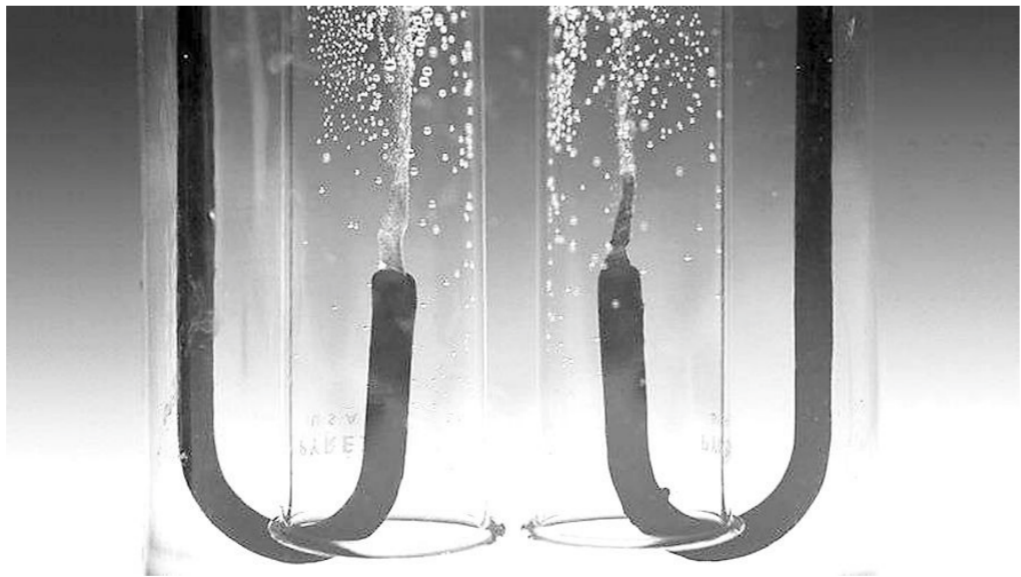
如果能够实施，它们将有助于解决另一个紧迫的问题：因为这两种方式都需要来自电源的稳定电子流，它们可以吸收目前电网中不能储存的所有“丢失”的太阳能和风能。

为了回收利用CO₂，一些研究人员在模仿光合作用，利用日光将分子转变为碳水化合物。但这些太阳能燃料反应堆经常需要在1000℃的高温下运行。其他化学家则支持更加传统的方法，即进行类似的反应，但在接近室温下在需要电和特别催化剂的电化学电池中进行。

类似电子路径的第一步是分解顽固、稳定的CO₂分子，将其分解为氧气和一氧化碳(CO)，CO是一种富含能量的分子，可作为形成甲醇等碳氢燃料的基础。这一过程从两个覆盖着催化剂的电极开始，电极被浸泡在一个盛了水且溶解了CO₂的烧杯中。这些电极之间的电子流会分别进行反应，将水和CO₂分离开，最终产生CO和更多的水。

在理论上，它只需要1.33伏的电，低于一节五号电池的电压。但在实际上，研究人员必须将其提高1伏左右，从而上反应快速进行。额外的电量被称为附加电压，会降低电池的有效性。另一个问题是大多数催化剂会引导更多可获得的电子分解水，而不是将CO₂转化为CO。

2011年，由佛罗里达州波卡拉顿二氧化碳材料公司首席执行官、化学家Richard Masel带领的团队用氧化银和氧化钨催化剂以及一种电解液验证了一套提高从CO₂转化为CO反应的设备。该电解液包含了一种叫作咪唑鎓盐



两种新电解技术有效利用电分解二氧化碳分子。

图片来源：Charles D. Winters

的化合物，它可以在被银包裹的电极周围形成一层保护层。这会阻止水裂解反应，并促使催化剂将几乎所有电子转化为CO₂。它还会以仅0.17伏的附加电压形成CO。但离子液体价格比较昂贵，而且具有腐蚀性，因此二氧化碳材料公司开始制作一种耐用且廉价的塑料膜，当在其上覆盖一层银电极后，它可以发挥同样的功能。

去年，该公司称已经成功制作出这种膜。在ACS会议上，二氧化碳材料公司化学家Richard Ni报告称，用它生产CO的效率比最好的下一代膜几乎提高了1倍。Ni还在报告中表示，利用最近的升级，它们的电池可以将CO₂以两倍于其他同等大小的CO₂电解器的速率转化为

CO。如果按比例扩大规模，将有助于处理大量的CO₂。Ni还补充说，该公司的装置经过6个月持续运行之后仍保持稳定且未退化。

“这些是非常好的结果。”宾夕法尼亚州匹兹堡国家能源技术实验室化学家Fan Shi说，他认为这已经是足够成熟的商业产品。二氧化碳材料公司并非唯一尝试商业化这一过程的公司，化学巨头巴斯夫已经宣布了利用同样的方法制作液体甲烷的计划。一家名为太阳火的德国公司在今年5月也宣布正在生产“蓝色原油”——一种利用高温过程从CO₂和水转化而来的合成柴油。

同时，二氧化碳材料公司已经扩大了其电极的大小，将其从比一枚美国邮票还小的方格

变得比成年人手掌更大，从而允许更大的CO通量。此外，该团队已与产业巨头3M公司合作，生产一卷卷的咪唑膜。该公司还正在与工业化学品生产商如林德和西门子合作，探索可以在哪里获得纯CO₂废弃物以及多余的可再生能源。“那将非常关键。”Shi说，“我们可以在用电需求较低的时候储存能量。”

为了产生大规模的影响，哈佛大学化学家Haotian Wang说，该公司可能需要找到比银和氧化钨价格更低的电极催化剂。Ni表示，该公司正在寻求价格更低的替代物以替换稀有贵金属氧化钨。

在ACS会议上，伊利诺伊大学厄巴纳分校化学家Paul Kenis提出了另一个长期的愿景。尽管将CO₂转变为CO是最简单的选择方法，Kenis和其他人仍在设法用更多能量或更高的价格将CO₂一下子转化为甲烷、甲酸、甲醇或其他复杂的碳氢化合物。但这些反应更加复杂，需要的不仅仅是电子源，还有质子源。为了进行这些反应，研究人员通常会利用正极将水分子分解为质子、电子和氧气，然后将质子和电子灌入阴极，它们在那里会与CO₂发生反应生成碳氢化合物。水解反应通常需要较多的能量附加。

在ACS会议上，Kenis报告称，其团队已经创建了一种CO₂分解设施，他们可以在正极用一种叫作丙三醇(生物质发电厂形成的成吨的废弃物)的液体置换水。通过使用丙三醇，Kenis说，其团队可以将系统中的附加能耗减少近2/3，同时生产出可广泛用于化学合成品的甲酸。Kenis坦言，这套新装置可能会产生目前他们尚不知晓的副产物，它距离转变为一项商业技术仍有很长的路要走。加州理工学院化学家William Goddard表示，他对这个思路印象深刻。“把现在普遍认为的垃圾加以转化利用的技术具有真正的潜力。”他说。

(晋楠编译)

科学线人

全球科技政策新闻与解析

和平未改善 哥伦比亚科技环境



哥伦比亚卡利的科学家在集会抗议削减预算。

图片来源：Kelly Johana Rodriguez Durán

近日，哥伦比亚数百名科学家涌入各地的广场，身穿实验室大褂，举着“没有科学的国家是一个没有未来的国家”的标语。该国提议2018年削减纪念弗朗西斯科·何塞·达卡尔德斯哥伦比亚科学研究和特别项目基金42%的预算，该基金主要发放研究补助金，并支持研究生。

埃罗萨里奥大学生态学家Juan Posada表示，削减科技经费“是缺乏远见和理智的”。Posada和很多同事曾希望2018年哥伦比亚科学能进入一个新时代。

今年早些时候，哥伦比亚革命武装力量与政府达成和平协议，结束了该国52年的内战。该国科学家期望和平能带来新的科研投入。因为在长期冲突中，哥伦比亚几乎没有资源留给科学，例如，2015年，其科研经费仅占国内生产总值的0.24%。该国政府也曾承诺提高科研经费。

但哥伦比亚国立大学核物理学家Diego Torres表示，2018年预算则揭示了政府“措辞”与实际差距。之前，哥伦比亚科学研究和特别项目基金经费从2010年的2430亿比索(约合1.28亿美元)增长到2013年的4300亿比索。但之后机构预算急剧下降。近日公布的2018财年预算草案显示，该基金的预算从2017年的3790亿比索锐减到2210亿比索。“这从糟糕变成非常糟糕。”Posada说。

目前，油价走低对这个石油输出国打击严重，其他政府项目也面临预算削减。例如，环境部预算将减少25%，但国防支出则增加8%。“我们都认为，在和平时期，国防部的预算应被转移到其他领域，包括创新。”哥伦比亚国立大学粒子物理学家Jairo Alexis Rodriguez说。

该基金总干事César Ocampo则在积极游说政府支持科研工作。“我们非常担忧。”他说。10月，哥伦比亚国会将对该预算案进行投票。

(张章)

意大利科学家 迎来基础研究春天



意大利教育、大学和研究部部长 Valeria Fedeli

图片来源：AP Photo/Luca Bruno

饱受预算削减和攻击的意大利科学家终于迎来一丝曙光。近日，该国教育、大学和研究部部长Valeria Fedeli宣布，将额外提供4亿欧元用于主要的基础科学项目：国家利益研究项目(PRIN)。这笔钱将在未来3年陆续到账，数额是PRIN年度经费的4倍多。

其中，大部分经费(2.5亿欧元)将来自于意大利理工学院(IIT)未使用的储备。IIT是该国政府资助的私人基金会，最近受到批评。

“这是过去20年，意大利在基础研究竞争性经费领域的最大投资。”米兰大学干细胞生物学家Elena Cattaneo说。Cattaneo近年来一直在意大利参议院游说政客增加对基础研究的支持。

据学术团体“学术研究回报”(ROARS)的数据显示，自2002年起，PRIN经费就一路走低，但趋势十分缓和。但2015年最新一轮经费只为其提供了3年9500万欧元。

Cattaneo表示，成立于2003年的IIT致力于推动革新，并为PRIN筹集经费。但科学家批评IIT的分配方式缺乏透明度——每年经费中的9800万欧元来自意大利财政部，而且对其在2015年米兰世博会旧址创建一个新研究中心的工作提出质疑。

此外，Cattaneo也直言不讳地表示，这个私人机构有数亿欧元的公共资金积累。“而通过再分配这些经费，政府意识到了基础研究的价值。”她说。

IIT的科技主管Roberto Cingolani表示，该机构的巨额盈余主要是早期储蓄的结果。“3年前，我们开始计划扩大在热那亚的规模，这将花费约2亿欧元，但无疾而终。”Cingolani说。对于外界对该机构的指责，他表示“失望”，但很高兴这部分钱能推动该国基础研究发展。

ROARS成员、锡耶纳大学经济政策学教授Alberto Baccini也支持该决定，并对Cattaneo的努力表示赞赏。“我们必须认识到Cattaneo的攻势。”他说。

不过，教育、大学和研究部发言人未提及这些经费如何开支。但Baccini指出，重要的是，这个过程使用统一的评估标准，并应是透明的。(唐一尘)