

# 重绘火山喷发历史 贝叶斯方法画出更精准时间轴

◎本报记者 叶青 通讯员 邓土连

西班牙加纳利群岛帕尔马火山自9月19日爆发后,至今仍在持续活动。大规模的火山喷发会释放出大量火山气体和火山灰,可能对地球气候和人类活动造成严重影响。

而对于科学家来说,火山灰是极佳的研究

对象,是理解地球系统演化的关键信息。近日,中国科学院广州地球化学研究所同位素地球化学国家重点实验室、深地科学卓越研究中心博士后陈宣渝,中国科学院院士徐义刚与英国学者合作,采用贝叶斯统计方法研究了两大火山灰的火山喷发年龄,在年轻火山喷发定年研究中取得新进展,相关研究发表于《第四纪地质年代学》。

## 确定火山灰年龄意义重大

火山灰是指火山爆炸性喷发形成的、直径小于2毫米的喷发碎屑。在爆炸性火山活动中,围岩和岩浆被炸碎成细小的颗粒从而形成火山灰。火山灰从火山口喷发到大气中,经过大气搬运再沉降到各类环境中,整个过程时间非常短,通常只有数年左右。从地质时间尺度来看,这几乎是瞬时的,所以在各种地质记录中,火山灰是一种高精度的绝对时间标志层。

“火山灰年代学研究是利用地质记录中的火山灰层来确定地质年代的,研究内容涉及火山灰的化学成分、地层位置、空间分布,以及喷发年代等。”陈宣渝表示,火山灰年代学可以帮助我们解决一些重要的科学问题,比如大型火山喷发事件与气候变化、人类演化之间的成因联系,以及气候快速变化事件的区域差异等。

值得一提的是,绝对时间是地球科学研究中的一个重要参数,只有得到各个地质事件发生的准确年代,才能判断相关事件的因果关系(比如火山喷发与气候变化)和了解地球完整的演化历史。

## 火山灰定年方法总体有两大类

对火山喷发时间的估算实际上是对喷发产物的定年研究。火山灰是火山爆炸性喷发的产物,对其开展定年大体上包括直接测年和间接测年两类方法。

直接测年利用火山灰中的原生矿物或玻璃确定火山灰年龄,方法主要是放射性测年法,如氩-氩法、铀系法、释光法等。间接测年利用包裹火山灰或火山灰包裹的外来物质间接地确定火山灰年龄,方法主要是放射性测年法和增量法。如对火山喷发碎屑中的碳化木或火山灰下部土壤中的有机质开展的<sup>14</sup>C测年就属于放射性测年法,而通过纹层年代学、冰芯年代学得到的火山灰年龄则属于增量法。

“间接测年法还包括对含有火山灰的沉积层序开展年龄模拟,本次研究就属于这一范畴。”陈宣渝说。

据介绍,本次研究利用英国牛津大学的OxCal软件建立阶段模型分析火山灰的近源

<sup>14</sup>C年龄。样品依据其与火山灰层的相对地层关系,被纳入不同的沉积阶段,如喷发前、同喷发、喷发后阶段。阶段模型在校正样品年龄的过程中,同时考虑了样品地层位置给火山灰带来的年代学制约。陈宣渝告诉记者:“这与先前研究中,将来自火山灰之中和之下(紧邻地层中)样品的年龄均认为是喷发年龄相比更为准确。”

由于Ko-g和Ma-fj火山灰在远源湖泊中被识别,且相应湖泊沉积记录具有大量<sup>14</sup>C测年数据,这使得利用贝叶斯统计方法进一步分析所有近、远源信息成为可能。研究人员利用湖泊<sup>14</sup>C年代学和地层学数据,构建了正式的“沉积”模型,该模型利用泊松过程模拟湖泊沉积物形成过程。根据火山灰在沉积记录中的层位,沉积模型在相应位置交叉引用了上述两层火山灰的阶段模型,实现了同时分析与火山灰相关的所有可用的年代学和地层学信息。

的方法,耶鲁大学的科学家在2篇发表于《自然》的论文中,尝试将人脑发育的时间拨回前额皮质即将出现的那一刻——妊娠中期,揭示了这个人脑发育的秘密。

### 维甲酸的关键作用

在人类胚胎发育4-5个月,大脑前额皮质的第一个神经束开始出现,随后神经元开始迅速大量形成,构成完整的前额皮质。研究人员基于已有的脑细胞图谱数据,发现无论是在人、猕猴还是小鼠胚胎中,化合物维甲酸在神经元的形成中具有关键的调控作用。维甲酸是维生素A在人体内的一种代谢产物。此前的研究证实,这种化合物在细胞的增殖、分化和器官形成中具有关键作用。

他们发现在这一时期的人脑中,至少有5个基因会受到维甲酸的调控,其中一种是促进神经突触形成和功能实现的基因CBLN2。他们通过对人和猕猴的新皮质(包含前额皮质)进行RNA测序,发现在人和猕猴的前额皮质中,CBLN2的表达水平分别是其他脑区的1.9倍和2倍。此外,一些和CBLN2类似的、同样促进神经元的基因,在前额皮质中也具有更高的表达水平。

但奇怪的是,从人脑前额皮质的表层到更深层区域,维甲酸的浓度会呈现一种逐步、较平缓的下降模式,即CBLN2基因的表达水平从外向内逐渐降低,但在前额皮质最深层的区域,仍具有较高的



视觉中国供图

火山灰年代学可以帮助我们解决一些重要的科学问题,比如大型火山喷发事件与气候变化、人类演化之间的成因联系,以及气候快速变化事件的区域差异等。

## 有助完善东亚全新世火山灰地层框架

本次研究运用的年代学建模方法是基于贝叶斯分析的一种统计方法。

“贝叶斯分析方法就是将关于未知参数的先验信息与样本信息综合,根据贝叶斯公式得出后验信息,再根据后验信息推断未知参数的方法。该方法的优势之一是在处理非常复杂问题时的有效性。”据陈宣渝介绍,对于东亚火山灰研究,过去对火山灰年龄的估算通常基于单个<sup>14</sup>C测年结果,但由于采样偏差、可能的样品污染以及<sup>14</sup>C年龄校正等问题,单个样品测年结果的误差较大,不同研究得到的结果可以相差数千年的时间。

“测年结果的误差主要与两方面因素有关。一方面是各类测年方法固有的误差,如仪器测定的误差,又如<sup>14</sup>C年龄校正过程中产生的误差,这类误差较难避免;另一方面,是采样过程中可能存在的偏差或样品污染等,这类误差属于样品处理过程中人为引入的误差,通常可以避免。”陈宣渝说。

本次研究利用贝叶斯统计方法构建模型,

综合分析了来自多个地点的、与火山灰相关的所有可用的年代学信息,同时还将领层学信息纳入模型。这类综合分析大量信息的方法,使得对火山灰年龄估算的准确度有极大的提升。研究中,喷发年龄估算的精确度也较过去的研究有所提升。

在国际火山学界,学者们已经意识到贝叶斯统计方法可以为估算火山灰年龄提供精度和精度更高的结果,该方法也越来越多地被应用到火山灰年代学研究中。大型爆炸性火山喷发的产物,由于其分布广泛,常在不同记录中被发现和测年,因此文献中有很多这类火山灰的地层和年龄信息,而利用贝叶斯统计方法可以综合分析这些信息并对火山灰年龄进行优化。

“这一方法目前在欧美地区应用较多,但在亚洲地区应用很少。”陈宣渝表示,该项研究是利用贝叶斯统计方法优化火山灰年龄的一个范例,研究结果厘清了关于火山灰年龄的争论,增强了相应火山灰作为定年工具的作用,为完善东亚全新世火山灰地层框架提供了关键信息。

## 新知

### 新型显微镜载玻片 可快速识别癌细胞

新华社讯(刘诗月)澳大利亚墨尔本大学研究人员近期在英国《自然》杂志发表论文称,他们借助纳米技术对传统显微镜载玻片进行改造,研发出一种新型显微镜载玻片,可以更加快速精准地识别出癌变细胞。

论文第一作者、墨尔本大学教授布赖恩·阿贝在接受新华社记者采访时说,传统显微镜载玻片只是简单的细胞载体,检测时还需要给细胞染色或做标记,但由于癌症早期时癌细胞数量很少,常规方法使病理学家很难在大量健康细胞中精确分辨出哪些细胞已经出现癌变,因此容易出现误诊、延误治疗。研究团队借助纳米技术,对载玻片的表面进行了纳米尺度的改造,使研究人员可以操控光线与细胞组织的相互作用,癌变细胞会直接呈现出与健康细胞不同的颜色,检测效率和精确度都大大提高。

目前,研究团队正与彼得·麦卡勒姆癌症中心合作,对这种新型载玻片进行测试,用它辅助诊断早期乳腺癌。研究人员希望这一技术能够成为现有组织成像方法的有益补充,并应用到更多癌症的早期检测上。



视觉中国供图

### 内蒙古马鬃山地区 发现较完整恐龙幼体化石

新华社讯(记者哈丽娜)记者从内蒙古古生物化石保护研究所了解到,近日该所在内蒙古自治区阿拉善盟马鬃山地区进行白垩纪古生物化石资源调查,目前已确定10个古生物化石采集点,其中发现了较为完整的恐龙幼体化石。

从9月开始,内蒙古古生物化石保护研究所的科考人员在马鬃山地区进行了一个多月科考,经实地勘察和科学研判,在白垩纪地层和晚侏罗地层确定了10个古生物化石采集点,发现了甲龙类、禽龙类若干恐龙化石和龟鳖类化石,在零星采集工作中发现了较为完整的恐龙幼体化石。

内蒙古古生物化石保护研究所将对采集的古生物化石进行修复和鉴定,进一步拓展内蒙古白垩纪古生物化石的研究广度和深度,对这一时期生物演化史提供充实的科学证据。

白垩纪始于距今1.37亿年,结束于距今6500万年,其间经历了7000万年,孕育了数量和种类都极其丰富的恐龙。白垩纪是恐龙统治地球的最后时代,这一时代的化石能为研究恐龙的进化过程、生存条件以及灭绝原因提供重要证据。

### Lon蛋白酶完整三维结构获解析 有助理解相似酶结构

科技日报讯(记者吴长锋)记者10月20日从中国科学技术大学获悉,该校细胞动力学教育部重点实验室张凯铭团队与合作者合作,解析出Lon蛋白酶的完整三维结构并揭示其底物识别与转移的分子机制,研究成果日前分别发表在期刊《生物化学杂志》和《科学进展》上。

Lon AAA+蛋白酶(LonA)是一种在原核生物和真核生物细胞器中保守的ATP依赖性蛋白酶。LonA组装为同源六聚体,每个单体都包含一个N端结构域、一个中间ATP酶结构域和一个C端蛋白酶结构域。LonA通过降解受损或错误折叠的异常蛋白质在细胞蛋白质稳态中发挥重要作用,从而防止这些不需要的蛋白质种类形成有毒聚集体。LonA还通过降解特定的调节蛋白来调控多种生物过程。然而到目前为止,现有报道中Lon六聚体的所有结构中都没有包含N端区域,Lon如何选择蛋白质靶标作为底物、控制底物进入AAA+结构域、介导底物去折叠的机制尚不清楚。

张凯铭课题组解析了Lon蛋白酶底物结合状态的冷冻电镜结构,发现ATP酶结构域的双环介导底物相互作用,由处于不同ATP结合和水解状态的四个连续单体以螺旋梯状排列,揭示了其通过LonA特异性变构实现持续性旋转易位的分子机制。同时,这些结构显示了一个具有张拉整体三角形复合体的多层结构,独特地由六个长N端螺旋构成。相互锁定的螺旋三角形组装在六聚体核心的顶部,以展开一个由六个球状底物结合域组成的网。它作为一个多用途平台,控制底物进入AAA+环、提供基于标尺的底物选择机制,并充当滑轮装置以促进AAA+环将ATP驱动的构象变化转化为机械力来推动易位底物的展开。

该研究成果为理解Lon和其他具有类似活性的AAA+蛋白酶的结构机制提供了一个完整的框架。

# 这种化合物帮助我们成为最聪明的动物

◎Cleable

人类拥有远超其它动物的智力和创造力,这背后的原因,是人类拥有极其强健的大脑。如果我们更细致地深入到人的各个脑区,会发现人类智力和创造力的一个重要来源是前额皮质以及与其他脑区之间的联系与合作。

### 决定你为何是“你”的脑区

前额皮质位于整个大脑额叶的前端。它能按照人内在的意愿,调控人的思想和行为。科学家认为这个脑区与每个人的生存意愿、个性表达密切相关。

一个较为经典的案例,或许能让我们一窥前额皮质对人类的影响。在一次工程事故中,一根粗铁棍破环了一位铁路建筑工头大部分的前额皮质。事故之后,原本受人尊敬、与人为善的他突然变得易怒、冲动,无法再与人交流。事实上,这种案例并不罕见,科学家还发现自闭症和精神分裂症等疾病,也和前额皮质异常密切相关。

人类之外,猕猴、小鼠等多种动物都拥有这个脑区。但相比之下,人的前额皮质更大,神经元更多,且其中存在其它动物并不具有的功能区域。这些特征能反映出人脑的优越性,但从演化的角度来讲,人类和其它动物曾站在相同的起点,造成这些现象的更深层改变究竟是什么?为了揭开其中的秘密,寻找治疗精神性疾病

表达水平。猕猴前额皮质表层的维甲酸浓度明显低于人类,而在小鼠中,CBLN2基因几乎只会在前额皮质表层表达。研究人员意识到,这似乎正是人脑的智力区别于其它动物的关键。

这个现象出现的一个主要原因是各种动物采用了不同的基因调控方式。在生物体内,细胞都会通过一定的机制来精确控制基因的表达。这样细胞既能保证实现功能,又最大限度地节省资源和能量。

在另一篇发表于《自然》的研究中,他们发现人和其它动物在表达CBLN2基因时,存在一个细微但影响巨大的差异。例如,在小鼠中,CBLN2基因的表达会受到一些称作增强子的DNA序列调控,这些增强子能分别与一些蛋白质或分子结合。当增强子单独结合维甲酸时,就能增强基因表达,但同时结合SOX5蛋白和维甲酸时,基因的表达就会被抑制。而在人体内,增强子中结合SOX5蛋白的序列直接丢失了,只能与维甲酸结合,这也意味着在人的前额皮质中CBLN2基因表达要么不表达,要么表达水平很高。

在人类和智力水平较高的黑猩猩体内,CBLN2的表达没有被SOX5抑制,而大猩猩和猕猴中该基因的表达却被适当抑制了。在小鼠体内,它们拥有更多SOX5的结合位点,基因的表达会被强烈抑制。这个微小的改变带来了关键的影响,直接导致了人的前额皮质在发育过程中,神经元上形成了更多的树突棘。这使得在胚胎发育后期和成年时期,前额皮质中具有更多的

突触结构,神经元的联系更密切。

他们还发现如果将人类版本的CBLN2等基因序列,导入小鼠的神经元中,这些小鼠的神经元确实会比正常小鼠形成更多的树突棘,且前额皮质中的深层脑区的发育以及其他脑区的连接,显示出与人和其它灵长类脑发育过程相似的特征。

### 第一块多米诺骨牌

在胚胎成为一个特定的人的起点——胚胎发育中期,化合物维甲酸推倒了前额皮质发育的第一块多米诺骨牌。接着,CBLN2基因开始大量表达,神经元上形成很多的树突棘。树突棘又促使了连接不同神经元的神经突触的形成,形成了若干能参与记忆、与其他脑区建立连接的神经环路。当前额皮质发育完全时,维甲酸也就被相关的酶降解了。

虽然还无法确认是否有基因影响了这个脑区的发育,但可以肯定的是维甲酸在前额皮质的发育过程中起了关键作用。不过,这项研究也留下了一些疑问:在什么时期,灵长动物的大脑发生了这样的改变?而这个改变又是怎么机缘巧合地,作为一个有益突变保留了下来?

我们或许可以猜测,最早拥有这个基因突变的“它”是一个原始种群中最有目标、最聪明的一个,但由于这样的大脑更加耗能,它时常会比种群中的其它动物更容易感到饥饿。但最终它的基因流传了下来,且意外地赋予了它每个后代独特的特征。(据《环球科学》)