

# 变暖速度远高于全球平均 极地“火气大”成因复杂

◎本报记者 颜满斌

当前，全球气候变暖屡屡引起人们的讨论。由于人们燃烧石油、煤炭等化石燃料，砍伐森林并将其焚烧等行为，二氧化碳等大量温室气体产生，这些温室气体对来自太阳辐射的可见光具有高度透过性，对地球发射出来的长波辐射具有高度吸收性，能强烈吸收地面辐射中的红外线，导致地球温度上升。

而在全球气候变暖的大背景下，北极的气温增速跟全球其他地区比起来，似乎显得更加“脱缰”：

近年来，北极地区频繁出现高温异常现象。如2018年7月30日，位于北极圈以内250

公里的挪威城市巴纳克出现了32℃的高温；2019年7月4日，美国国家气象局发布数据，显示阿拉斯加州的安克雷奇国际机场气温达到32℃，打破50年的高温纪录；2020年6月20日，西伯利亚维尔霍扬斯克监测到38℃高温，创北极地区新的高温纪录。有研究显示，2015年12月至2016年2月，北极地表温度较上次最暖纪录(2011—2012年冬季)高出0.7℃，美国国家海洋和大气管理局(NOAA)数据报告显示2018年10月到2019年9月北极的平均气温再次升高1.9℃。

近期，甚至有气候科学团队报告称，北极变暖的速度是全球平均速度的4倍。这一说法是否属实？造成北极增温高于全球平均速度的原因又是什么？

气候资源及防灾减灾重点实验室主任、教授王海澄说，已有的研究表明，在局地因素方面，主要受到海冰反照率反馈、云和水汽反馈、大气温度的普朗克反馈等影响。而在北极以外的热输送方面，包括海洋环流的向极热输送，大西洋和太平洋海温的调制等。另外，有人也提出，北极环北冰洋陆地区域植被返青期提前、生长季延长以及植被绿度提高等变化，同样会对北极升温形成反馈作用。

关于对北极放大效应成因的解释，中国科学院西北生态环境资源研究院冰冻圈科学国家重点实验室研究员陈金雷最认可的是“北极内部正反馈过程”。

陈金雷说，北极地区的下垫面主要是海洋、海冰，冰的反照率为30%—70%，水的反照率只有20%—30%，冰比水的反照率大很多。受全球变暖影响，海冰厚度和覆盖面积减小，导致海洋吸收太阳辐射能增加，海水变暖又进一步加剧海冰的融化。越来越多的开阔海面也对大气产生了加热作用。

表的是一个较大范围内的温度平均值。”王海澄说。

陈金雷分析，在新发布的报告中，研究人员认为北极变暖速度是其他地区的4倍，是基于几个原因。首先是其对北极区域的界定不同。以往研究中将北纬60度以北作为北极，而此次研究中，研究者认为应该严格按照北极圈，即北纬66.6度来划定北极范围。这样划分理论上会使放大的倍数增大。

时间跨度较大也是报告得出这一结论的原因之一。陈金雷认为，用于计算变暖的时间跨度很重要，新的报告选择了过去30年进行研究，但过去30年是全球变暖最显著的阶段。

“还有一个原因是大家所用的各种资料不统

一。”陈金雷说，要测定气温，观测当然是最准确的，但全球没有那么密集的观测网，所以大家一般使用的是再分析资料和遥感资料，不同机构发布的资料种类很多、时空分辨率不同，所以最终结果也不一致。

同样是极地的南极是否存在南极放大效应？“研究表明，南极地区也出现了气温升高的现象。”王海澄说，但研究认为，南极地表在西南极呈现快速增暖的现象，而东南极在南半球夏、秋季呈现降温趋势。有学者的分析表明，1989—2018年间，南极地区的地表气温上升了1.8℃，是全球其他地区增温的3倍。许多研究表明南极温度变化与热带海温有关，热带地区西太平洋的海洋温度变化对南极变暖有很大影响，大气环流变化会使更多的温暖空气输送到南极大陆。从这个角度看，南极变暖也有和北极放大效应类似的表现。

无论是近日研究团队认为的北极变暖速度是其他地区4倍，还是学界公认的2—3倍，极地变暖都无疑将给地球和人类带来复杂、潜在的影响。

陈金雷说，对于北极本地来说，一方面在海冰消融影响下，北极航道有望开通，从而会



视觉中国供图

近年来，不同科研团队对于北极放大效应提出诸多不同观点。例如北极云量和水汽增加导致更多长波辐射反射回海面或冰面；中纬度通过波动和大气环流向北极输送更多热量和水汽；海洋变暖向极地输送更多热量，导致海冰融化；极地臭氧的损耗可能推动了北极气温的极端升高等。

“这一结论尚未在学界达成共识。”陈金雷认为，北极变暖较之全球平均的速度，目前公认的数据是2—3倍，2021年北极理事会北极监测与评估工作组(AMAP)的报告中，这一数据是3倍。

## 极地加速变暖影响不容小觑

大缩减东北亚至欧洲和北美的距离，同时有助于北极本地资源的开发利用。但是对于当地生物环境，极地加速变暖会造成不利影响，如需要在海冰上繁殖、休息的北极熊将没有立足之地。

海冰消融还会导致全球海平面上升，这个过程中释放的淡水通过大洋环流汇入大西洋，会改变这些海域的盐度，进一步对天气气候、渔业等带来影响。北极和邻近地区因此易出现极端天气气候事件，包括高温事件以及强降水、暴风雪等其他极端低温事件。陈金雷举例，如去年寒流袭击美国德克萨斯州，2008年我国南方的冻雨等都是北极变暖造成的。

王海澄强调，研究也表明，近年来冬季极寒天气频发与极地增暖作用有明显的相关性。极地温度的变化还改变了大气环流，对沙尘和雾霾的输送方向产生了重要影响。需要进一步确认的问题还包括极地变暖对海上风暴、夏季酷热、秋季降水等产生的影响等。

王海澄说，但研究认为，南极地表在西南极呈现快速增暖的现象，而东南极在南半球夏、秋季呈现降温趋势。有学者的分析表明，1989—2018年间，南极地区的地表气温上升了1.8℃，是全球其他地区增温的3倍。许多研究表明南极温度变化与热带海温有关，热带地区西太平洋的海洋温度变化对南极变暖有很大影响，大气环流变化会使更多的温暖空气输送到南极大陆。从这个角度看，南极变暖也有和北极放大效应类似的表现。

无论是近日研究团队认为的北极变暖速度是其他地区4倍，还是学界公认的2—3倍，极地变暖都无疑将给地球和人类带来复杂、潜在的影响。

陈金雷说，对于北极本地来说，一方面在海冰消融影响下，北极航道有望开通，从而会

挤压和变形或破损，且昆虫粪便表面会有膜状结构保留。”包童说。但蒂海尔卡科研团队研究中所示粪化石均无体现上述特征。

第三，粪化石所含花粉并非被子植物花粉。蒂海尔卡科研团队指出，该甲虫被超过100枚花粉颗粒包围，甲虫附近有4个聚集而成的花粉簇，这些花粉属于典型的三沟型花粉，与此琥珀中保存的粪化石所含花粉类型一致。

包童团队经古植物学和孢粉学分析，证明此花粉是属于一类已灭绝的裸子植物Erdtmanithecales，而非三沟型花粉。“三槽花粉也有三条‘沟’，但其中一条较另外两条更宽，不仔细观察很容易将这种花粉误认为被子植物的花粉。”包童指出。

“以上一系列证据很好地支持了对蒂海尔卡科研团队提出的中早期短翅花甲是中生代被子植物传粉者结论的质疑。”包童说。

值得一提的是，在此学术质疑过程中，科学家均持开放的态度。“谁是真正的传粉‘红娘’，是近年来古生物学界的研究热点，很多科学家都在努力尝试。”包童介绍，他们的质疑通过了同行严格谨慎的评审过程，需经过被质疑文章作者的多次辩驳以及三位独立评审人的通过。他们在质疑发表过程中得到了国际古昆虫、古植物相关领域专家学者和被质疑文章的审稿人的支持，“所有科学家都希望通过共同的努力，找出真正的‘红娘’。”他说。

包童团队经古植物学和孢粉学分析，证明此花粉是属于一类已灭绝的裸子植物Erdtmanithecales，而非三沟型花粉。“三槽花粉也有三条‘沟’，但其中一条较另外两条更宽，不仔细观察很容易将这种花粉误认为被子植物的花粉。”包童指出。

“以上一系列证据很好地支持了对蒂海尔卡科研团队提出的中早期短翅花甲是中生代被子植物传粉者结论的质疑。”包童说。

## 新知

### 黑色中透出五彩斑斓

### 小盗龙“肤色”透露生活习性

◎新华社记者 张晓洁 张泉

粗略看，通体是黑色。仔细瞧，却能在黑中发现绿、蓝、紫等各种颜色，呈现金属光泽。这种“五彩斑斓的黑”出现在1.2亿年前一种带羽毛的肉食性恐龙——小盗龙身上。科学家是怎么知道小盗龙的颜色的？近日，记者在中科院古脊椎动物与古人类研究所见到两位研究人员，他们揭晓了问题的答案。

“之所以说小盗龙是‘五彩斑斓的黑’，是因为它的黑色是一种结构色。”参与了关于小盗龙颜色研究的副研究员裴睿介绍，“结构色与光的反射、衍射等相关，其实小盗龙本身只有黑色，是光的原因使它在某些时候显得五彩斑斓。如果近距离观察乌鸦，会发现阳光下乌鸦的羽毛也是这样。”

科学家怎么确定小盗龙身上有这种奇幻的色彩？副研究员赵祺介绍，曾经研究者绘制恐龙复原图时，都是凭经验想象恐龙的颜色，近年来，随着对一种名为“黑素体”的物质研究逐渐深入，才终于找到了确定恐龙颜色的方法。

“黑素体是一种色素颗粒，有椭圆形、长条形等不同形状。观察恐龙化石中的黑素体，就可以基本判断恐龙的颜色。”裴睿解释，“在扫描电镜下，小盗龙化石中的黑素体是长条形并且有规律排列的，我们将它和现代鸟类的黑素体进行对比，确定了它的颜色。”

确定恐龙的颜色，不仅带领人们走进多彩的恐龙世界，也为科学家解答其他“谜团”提供了证据。裴睿解释，生物的颜色与生活习性有关，“比如小盗龙眼睫毛很大，这是夜行动物的一个特征，但我们判断它有‘五彩斑斓的黑’后，发现现今有这种颜色的鸟类基本都在白天活动，需要阳光来反射羽毛的颜色。由此推测，小盗龙也有可能是在白天活动，并非夜行生物。”

此外，研究者推测，小盗龙这种“五彩斑斓的黑”可能被用来进行种内交流，如个体识别、吸引配偶等。

除了小盗龙，科学家还复原了哪些恐龙的颜色？赵祺介绍，中华龙鸟是第一个被还原出羽毛颜色的恐龙。早在2010年，由中国科学家张福成研究员领导的课题组通过研究中华龙鸟羽毛化石中的黑素体大小、分布形态，发现它的尾巴是深浅相间的，而它的身体羽毛呈红棕色。此外，科学家至今复原的还有头顶“红冠”、身披黑白灰相间羽毛的赫氏近鸟龙，颈部羽毛呈现梦幻彩虹色的巨嵴彩虹龙等。

“除了这些带羽毛的恐龙，一些其他恐龙的化石上也可以看到色素沉积。比如鹦鹉嘴龙和北方盾龙，它们的背部颜色深、腹部颜色浅。”裴睿说，这种上深下浅的颜色分布其实是它们的保护色，“这种颜色分布被称为‘反荫蔽’，就像现今森林里的鹿，它的背部可能是棕色，腹部偏白，阳光打下来把背部照亮了，显得与本来就是浅色的腹部颜色一致，更不容易被捕食者发现。”

## 从身材矮小到高头大马

## 这个基因“功不可没”

科技日报讯（记者马爱平 通讯员蒋琳 浦亚斌）近日，中国农业科学院畜禽种质资源保护与利用科技创新团队利用国家家养动物种质资源库收集保存的850份中国家马遗传资源，成功解析了中国家马体高变异的主效基因突变，并且发现该突变最早出现在距今2300年蒙古帝国时期的古马群体，随后迅速扩张至整个欧亚大陆所有现代马群体。该研究是中国农业科学院北京畜牧兽医研究所（以下简称牧医所）家马种质资源系列研究的又一突破性进展，为中国西南马资源的保种和育种奠定了重要的科学基础。相关研究成果在线发表于国际生物学著名期刊《当代生物学》。

据牧医所研究员蒋琳介绍，中国家马遗传资源极其丰富，为世界家马体高、适应性等一系列重要性状精准鉴定提供了重要的素材。特别是分布在我国西南山区的矮马，体高不足100厘米，在相对封闭的环境下形成了独特的性状，是十分珍贵的资源。上世纪80年代，牧医所王铁权率先发现了中国西南矮马资源群体，2005年，牧医所研究员马月辉率领军团队将西南矮马遗传资源收集入库并妥善保存。国外研究了西方马体高性状的遗传机制，发现了HMGA2等候选基因，却不能解释中国马体高变异的遗传调控机制，并且体高性状的主效位点一直未被鉴定。

新研究构建了187份中国家马种质资源的基因组，包括75份矮马和112份普通马基因组及其体高数据记录，进行了全基因组选择信号和全基因组关联分析，成功定位到8号染色体上一段连锁区域，发现该区域内TBX3基因增强子上的两个突变(ECA8:20644525和ECA8:20644555)可能是体高性状变异的主效突变。

研究团队进一步进行763份中国家马遗传资源的大规模基因鉴定、国内外数千份古马基因组的衍生等位基因频率轨迹重建、双荧光素酶试验和基因编辑小鼠模型构建，明确了TBX3(20644555, A/G)是主效突变，该突变加速了中国家马体高性状的变异，并促进了TBX3基因的转录表达，从而加速了动物四肢远端骨骼的生长。同时，揭示了A等位基因是野生型，G是在体高增加的群体中新衍生的等位基因，具有极强的功能效应，能解释近10厘米的体高变异。G等位基因的出现正值我国秦朝早期，彼时对于战马的大量需求加速了大体型中国马种的选育。而我西南山区的矮马性状因能适应西南崎岖山路而未受到大体型马种的影响，保留了野生型等位基因A，因此保持了矮小的体型。

## 温度测定并不简单

对于北极气温增速大于全球平均，科学家们已经达成了共识，但这一结论是如何产生的？气温测定具体以哪里的温度为准？

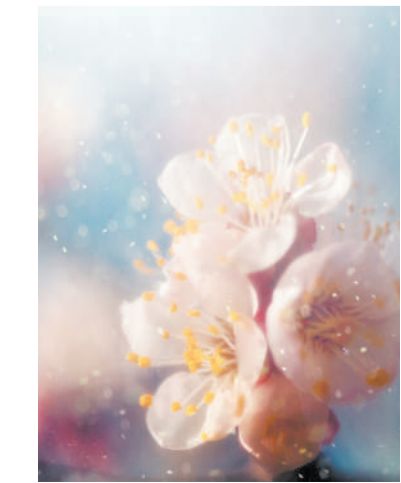
对于温度的测定，全球已建立较为密集的地面气象观测站、高空气象观测站网等。世界气象组织《全球观测系统指南》中规定，观测场地所处环境应具有典型的物理、化学和地理特点。观测场地也应满足《地面气象观测规范》。“例如，应将气象观测仪场地选在远离建筑物和树木的开放区域，从建筑物和树木到观测区域的距离至少应分别为该建筑物或树木自身高度的10倍和20倍。除岸基观测以外，观测点与水体的距离应该在100米以上。因此，一个观测站点应该代

# 1亿年前，被子植物“红娘”到底是谁

◎本报记者 叶青

什么是当今最繁盛的植物类群？被子植物(有花植物)当之无愧，其在陆地生态系统中占据主导地位。被子植物的繁衍需要靠传粉，而谁是被子植物最早的传粉者一直是科学家不断探索的问题。

去年上半年，英国蒂海尔卡科研团队提出白垩纪的短翅花甲是中生代被子植物传粉者。而



视觉中国供图

对于被子植物传粉者的寻找要从1亿年前说起。有化石记录显示，被子植物在白垩纪中期突然大量出现。达尔文认为，一切类群都应该有一个从少到多的发展过程，因此他将这一反常现象称为“讨厌之谜”。

“人类的大部分食物都来自被子植物，90%以上的被子植物需要昆虫进行授粉，从而促进基因流动，这才有了我们今天的花花世界。因此，昆虫传粉被认为是白垩纪中期被子植物大爆发的一个关键因素。但究竟昆虫的传粉行为是什么时候在地球上出现的？这在全世界是一个谜。”包童说。

世界上的科学家一直在寻找这位最早出现的“红娘”，以解答达尔文的“讨厌之谜”。

2019年，包童在约1亿年前白垩纪中期的缅甸琥珀中首次发现了被子植物经甲虫(原始花蚤类)进行传粉的直接证据。该研究结果证实了长期以来学者们关于白垩纪甲虫是早期被子植物传粉者的猜想，填补了早期被子植物虫媒授粉证据的空白。这是科学家们找到的最早的传粉“红娘”。