

科学大爆炸

巨猿之死

最大灵长类动物灭绝带来何种启示

中青报·中青网记者 邱晨辉

这是一宗“挑食”引发的“灭门案”。“灭门案”主角是步氏巨猿，科幻电影中“金刚”的原型，其直立身高约3米，体重最重可达300公斤，是地球上有史以来体型最大的灵长类动物。如此强大的物种，却在其他类人猿生生不息时悄然衰落，直至灭绝。这引发诸多猜测，成为古生物领域未解之谜。

来自中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的研究员张颖奇，在过去8年化石古生物领域的“福尔摩斯”，联合澳大利亚、美国等地的中外研究团队聚焦这桩“悬案”。如今，“案件”告破。

2024年1月，这支国际科研团队合作完成的研究成果在国际学术期刊《自然》杂志发表，其中揭示出步氏巨猿灭绝的原因：“在29.5万-21.5万年前，步氏巨猿对摄食行为和食物偏好的执着，使其在面对环境改变时变得‘脆弱无比’，从而锁定了自己走向灭绝的命运。”

步氏巨猿灭绝之谜揭开，对于正在面临生物多样性危机乃至第六次物种大灭绝的人类，又有哪些启示？这一切还要从80多年前说起。

“远房亲戚”，迷雾重重

20世纪初，北京周口店发现直立人化石引起国内外关注，不少国际学者来到东方大陆，在这里寻找人类祖先的起源地。

1935年，荷兰古人类学家孔尼华在香港一家中药铺找到一颗牙齿，形似人类臼齿，但大了几乎一倍。比对研究后，他认为牙齿来自一种新的猿类，并将其命名为“步氏巨猿”——“步氏”两字是为纪念北京猿人命名者步达生。

故事从这里开始了。

步氏巨猿被命名后，吸引了不少学者前来“探秘”，但很长一段时间，人们都寻不到它的出生地。直到1955年，曾挖出北京猿人头盖骨的中国学者裴文中，在广西壮族崇左市大新县的山洞里，发现了步氏巨猿的牙齿化石，综合研究后确定步氏巨猿源自中国广西。

一年后，裴文中又从当地老乡手中辗转得到了步氏巨猿的下颌骨，这是脊椎动物演化的重要证据，也是判断灵长类动物亲缘关系和制作复原模型的重要参考。这些让科学家十分兴奋，他们在当地继续寻找步氏巨猿的下落。

然而，半个多世纪过去，人类对这种史前巨兽的了解仍然十分有限。迄今为止，仅有4个不完整的下颌和近2000颗牙齿，能证实这种地球上史以来体型最大的灵长类动物的存在。

“我们还可以通过，步氏巨猿是人类的‘远房亲戚’。”张颖奇说。

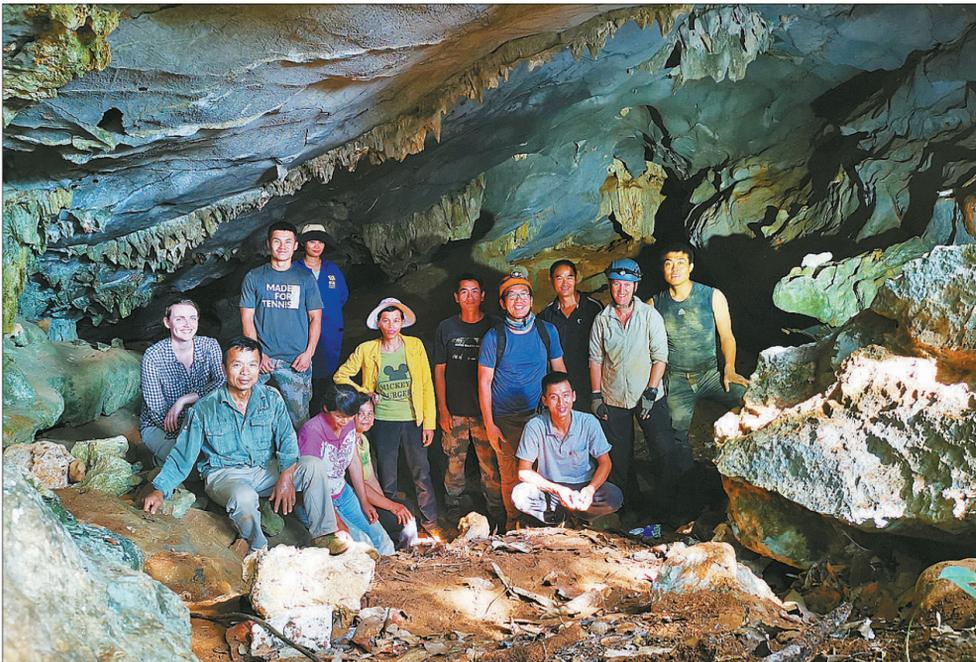
目前学界普遍认为，巨猿可能代表了猩猩类的一个特化旁支，通俗讲，就是现生红毛猩猩的兄弟，与人类的亲缘关系相对较远。张颖奇说：“这些巨猿并非人类的直系祖先，它跟如今仍活跃于东南亚的红毛猩猩是近亲，同属于猩猩亚科，跟属于人亚科的现代人只能算远亲了。”

他告诉记者，这种曾经广泛分布于我国南方喀斯特地区的巨型猿类，在人类到达这片土地之前已经灭绝。步氏巨猿由此也成了唯一在更新世灭绝的大型类人猿。

随之而来的问题是，当时生存在同一地区的其他灵长类动物，都成功适应了环境并繁衍至今，为何唯独这种形体庞大的巨猿走向灭绝？

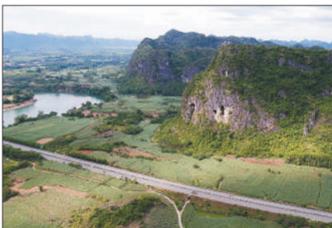
此前，科研团队重新在步氏巨猿最后的栖息地广西开展了10余年系统的古生物学调查，虽然搜集到更多步氏巨猿的化石证据，但由于缺乏有针对性的系统测年和年代区间明确的古环境分析，其灭绝原因仍然困扰着科学家。

“步氏巨猿的灭绝在古人类学中多少显得有些不可思议，也是个令人费解的谜团。”张颖奇说，这也驱使他和田



研究团队部分成员在洞穴内合影，右五为张颖奇。

本文图片均由中国科学院古脊椎动物与古人类研究所提供



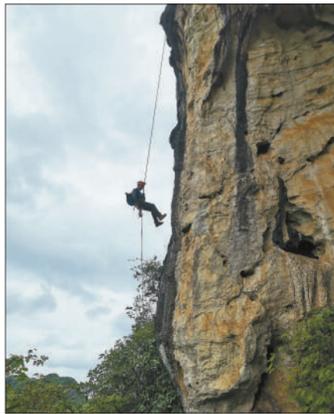
广西崇左喀斯特地貌景观，高速公路旁可见“展望洞”。



研究团队在进行野外调查（无人机拍摄）。



步氏巨猿生活场景复原图。



进行崖壁洞穴调查的张颖奇。



步氏巨猿复原图。

“洞”察秋毫，抽丝剥茧

古生物研究很像破案，尽管没有打打杀杀，但跋山涉水寻找化石、抽丝剥茧鉴定测年的过程，同样扑朔迷离、惊心动魄，吸引无数年轻人神往。

张颖奇团队的“破案”过程，就是如此。

从2015年起，包括张颖奇在内的古生物学家们，在广西崇左一带展开了“地毯式”的洞穴调查。他们和户外探险专家合作，逐渐摸索总结出适用于喀斯特峰林地貌的“崖壁洞穴调查方法”：飞崖、走壁、探洞……

“基本是逢洞必进，但那些能够轻易进入的洞穴，我们反而不会去，因为那里早就被当地村民挖得破破烂烂了；一般人到不了的悬崖峭壁，更可能存在未被人为破坏过的堆积物和化石。”张颖奇说。

他至今记得，第一次独立发现埋藏步氏巨猿牙齿的洞穴的故事。那是2019年，高速公路旁有处高高的崖壁，远远望去能瞧见一处又大又深的洞穴。那段时间，团队成员每天都会经过那里，但都因其他挖掘任务与之擦肩而过。

有天赶上挖掘瓶颈期，张颖奇说：“我们要不上去看看这个洞？”

说上就上。张颖奇请来的“侦破高手”——攀岩专家崔庆武率先出发，这位专业人士很快就徒手攀到洞口，设置好绳索系统，将绳子甩下去，按张颖奇等人上来。

在寻找化石时，门外汉的运气有时很重要。在洞穴里转了半天，张颖奇一无所获，正垂头要走，崔庆武叫住了他。这位攀岩内行、古生物外行，愣是拿锤子叮咣刨，刨出了一颗牙——正是步氏巨猿的牙齿。

至此，他们找到了项目启动后第一个有步氏巨猿化石的点，团队给这个洞穴取名为“展望洞”，意为由此展望未来。

此后三四年里，团队摸清了数十处埋藏有第四纪哺乳动物化石的洞穴地点，并选取了22处进行了样品采集。其中既包括11处产出步氏巨猿化石的地点，也包括11处时代较晚未产出步氏巨猿化石的地点。

“洞”察秋毫之后，场景需要转换到实验室，研究团队要在这里“抽丝剥茧”，分析并确认巨猿之死的证据。

“破解步氏巨猿灭绝之谜，测年结果至关重要，它是整个研究的起点和基石。”张颖奇说。

揭示某一物种灭绝的确切原因，原本就是一项不小的挑战，而在此之前，只有确定该物种在化石记录中出现的最后时间，才能建立一个明确的时间框架并在此范围内进行古环境的重建和摄食行为的还原。

“如果没有可靠的测年数据作支撑，相关研究可能会在错误的年代区间，进而被错误的线索误导。”张颖奇说。

研究团队将6种独立的测年技术，应用于含化石堆积物和化石本身，获得157个测年结果。这些年代表数据与孢粉、哺乳动物群以及牙齿稳定同位素、微量元素、微磨痕等8个方面的分析结果相结合，为人们全方位地展现了步氏巨猿灭绝的前因后果。

释光测年，是此次研究主要采用的测年技术，这种方法测量的是埋藏步氏巨猿化石的堆积物中的光敏信号。同时，团队以直接测定步氏巨猿牙齿化石的釉系法和釉系-电子自旋共振联合法为补充。对化石直接测年，可以确保其年代与埋藏它们的堆积物的释光测年结果相互印证。

如此一来，一个步氏巨猿灭绝时间线就被构建出来。团队在贝叶斯分析的基础上，精确锁定了其灭绝窗口期：29.5万-21.5万年前。

还原“现场”，以古鉴今

研究到这里并未止步。团队还要“还原案发现场”——通过对孢粉、炭屑、哺乳动物群等分析，重建了步氏巨猿灭绝前后的

环境背景。

230万-70万年前，是巨猿生存的繁盛期。彼时，地球森林茂盛，木本植物占比较大，偏好果实、花朵等食物的巨猿，在资源丰富且多样的森林中盛极一时。70万-29.5万年前，气候季节性增强，环境开始变得更加多样化，森林群落的结构发生变化，非木本植物占比逐渐增加，巨猿偏好的食物逐渐匮乏，由此进入过渡期；偏偏这个时候，巨猿体型越来越大，这意味着它需要摄入更多的营养来维持生存。20万年前左右，森林退化，环境更加开阔干燥，草地面积大幅增加，巨猿消失不见，进入灭绝后期……

随着这幅巨猿生态图景徐徐展开，研究团队迎来一个颇为有趣的发现。

步氏巨猿的近亲猩猩，随着生存条件发生变化，体型变得更小，还改变了摄食行为和栖息地偏好，成为快速适应环境变化、生存策略灵活的“识时务者”。

相反，步氏巨猿则有些“不知变通”，像是走到穷途末路的“守旧派”：在其偏好的食物资源匮乏的情况下，仍然依赖缺少营养的备选食物，使其食物的多样性大为减少；同时，它们的体型却变得越来越大，越来越笨重，摄食活动的地理范围也在缩小。就这样，步氏巨猿种群长期面临生存压力，且不断萎缩，最终走向灭绝。

这些发现并非科学家的假想，可以从一颗颗牙齿中找到蛛丝马迹。

“尽管有些难以置信，但牙齿组织中确实蕴含了与物种摄食行为相关的丰富信息，可以帮助我们深度解读巨猿适应环境的能力以及它们的食物资源多样性和摄食行为规律性。”张颖奇说。

通过牙齿微量元素和微磨痕纹理分析，研究团队建立了步氏巨猿繁盛时期和灭绝时期的摄食行为对比模型。结果发现，在繁盛期，步氏巨猿的牙釉质和齿质中显示出多条清晰的锶和钡的条带，说明动物能获得的食物数量众多、种类丰富；接近灭绝窗口期，则转变为较不明显的弥散条带。

此外，繁盛期的步氏巨猿牙齿中，还可以看到明显的铅条带——说明动物能有规

律地饮水，而在灭绝窗口期则变得不明显。微磨痕分析结果也表明，步氏巨猿在繁盛期和接近灭绝窗口期存在明显的食性差异。

“巨猿偏好的食物资源，主要源于木本植物，比如树叶、花朵、果实，森林减少之后必然面临食物匮乏的局面。”张颖奇说，巨猿的这份固执与保守导致了它的灭亡。

曾有人猜测，是人类祖先的到来加速了步氏巨猿的灭绝。但中外研究团队的最新研究否定了这种猜测。“步氏巨猿可能和人类祖先从未谋面，并没有证据支持它们和人类曾经生活在同一个时空。”张颖奇说。

巨猿之死和人类之间的关系并不局限于此。

“物种为什么会走向灭绝？人类会不会有危险？这正是古生物研究的内容之一。”中国科学院古脊椎动物与古人类研究所所长邓涛说：“工业革命以来，全球变暖加速，这对于人类赖以生存的生态系统造成巨大影响，巨猿繁盛时期，在南方森林占绝对优势地位，却最终因为‘挑食’‘固执’而灭绝。对于面临‘第六次物种大灭绝’风险的地球‘现任户’，不啻一记遥远的警钟。”

张颖奇也告诉记者，当前正面临大规模生物多样性危机的严峻挑战，迫切要求科学界借鉴步氏巨猿的灭绝历程，探讨过去悬而未决的灭绝事件的原因，洞察远古时期环境与生物的变迁，这些将为人们理解过去乃至将来灵长类动物的生存韧性和适应策略提供新的启示。

他同时表示，此次研究只是揭开步氏巨猿神秘面纱的“冰山一角”，由于目前还缺乏巨猿颅骨及颅后骨骼等化石证据，科学家对这一远亲仍然知之甚少。“它们栖息在树上还是地面？

采取哪种位移行为？在演化树上处在怎样的位置？它们的体型为什么会发生变化？还有很多谜团，有待今后逐步解开。”张颖奇说。



扫一扫 看视频

中青报·中青网记者 王烨捷

在前不久召开的上海市两会上，如何促进青年科技人员奋斗的积极性和、如何让青年科技人员发展好，成为参会代表、委员热议的焦点。

党的二十大报告提出要“以国家战略需求为导向，集聚力量进行原创性引领性科技攻关，坚决打赢关键核心技术攻坚战”；《上海市战略性新兴产业和先导产业发展“十四五”规划》提出，到2025年，关键技术攻关取得重大突破。取得突破的关键，在于一批又一批快速成长的青年科技人员。他们经常被昵称为“青稞”。

“青年科技人员潜力无限，有较大的势能等待挖掘。”上海市人大代表、团上海市委副书记郭斌带来了一份名为《关于凝聚青年关键核心技术攻坚力量，助力高质量发展的建议》。

日常工作中，郭斌与青年科技人员有较多的交集。他发现，很多青年科技人员在一线深耕，“他们缺乏与产业链、创新链、生态链、资金链、人才链的合作交流机会，核心关键领域的青年急需权威专业的平台提供合作交流的机会”。

他注意到，青年科技人员往往处在事业“爬坡期”，事业起步阶段具有跨领域资源相对匮乏、试错成本相对较高、市场不确定性相对较大等特点，“客观条件的限制，导致他们缺乏对外交流合作的强有力渠道，即使具备了内生动力，也可能心有余而力不足，无法真正迈出跨领域协同的关键一步”。

一些优秀的青年科技人员在国家重大任务中“挑大梁”“当主角”，但他们大多只在各自专业领域中“单点开花”，尚未形成合力，协作势能亟待开发。

为此，他建议，组建一个青年科技人员交流合作平台，将关注核心关键领域的青年人才聚集在一起，形成一个有共同目标和愿景的青年社群。“成员之间可以通过平台拓宽视野、获取新知识、了解行业动态、提升综合实力、碰撞新火花，为未来的合作发展打下基础。”郭斌建议，该平台还可以定期举办青年科技人员交流合作系列活动，比如举办产业主题论坛、战略咨询会、科技论坛、科技竞赛、企业家茶话会、供需对接会等活动，提高青年科技人员的科技素养和创新能力，为科技创新提供源源不断的动力。

上海市政协委员、华东师范大学地理科学学院教授周立昱也注意到一个如何让青年科技人员“发展好”的相关问题：当前利用我国大科学装置产出的具有全球引领性的原创成果依然较为有限，其中服务青年科研人员开展前瞻性研究的支持力度仍需提升。

“原创性科研成果与大科学装置的依赖度显著提升。”周立昱指出，“0-1”的原创性成果的科研往往需要大科学装置的支撑，大科学装置使用的便捷性与对自由探索的开放性是实现重要科学突破的基石。但问题是，不是每个青年科技工作者都能便捷地申请到大科学装置的使用权”。

为此，周立昱联合上海市政协委员韩志强提出《充分挖掘上海大科学装置/设施潜能，为青年学者开辟使用特区，支撑开展原创性科研的建议》。

他在其中提到，目前由于绩效考核的要求，往往希望把大科学装置用在重要产出明确、国际前沿热点主题、短期能够见效的研究项目上。“这一类KPI考核模式驱动下的科研管理，对于提升大科学装置这一类国家重大投资的管理效率，有着极为重要的意义，也确实在重要的科学产出上获得了一系列突破，但真正从0到1的原创性的基础研究成果依然缺乏。”周立昱说，青年科技人员处于创新创造力的高峰期，但这一阶段却呈现“一多两缺”特点，即创新涉猎范围广泛，经费支撑、缺大型仪器支撑。

“现有大科学装置对于多数青年科技人员的支撑是不够的。”为此，他建议大科学装置开辟“青年专项申请通道”，为青年科技工作者提供大科学装置使用的独立申请通道，组织独立评审；设立大型仪器使用专项补贴基金；提升设施管理效率，夜间、节假日给予青年科技工作者优先考虑和优惠价格；提升国际化利用效率，加大开放力度，以吸引全球青年学者来沪。

实习生 江畅

中青报·中青网记者 谢洋

科学咖啡馆

想象一下，你拥有让时光倒流的能力，你每走一步，时光就倒退75年，大约是你的一生。你走呵走，每天走1万步，坚持200天之后，你就回到了1.5亿年前。

想象一下，当你抬起头，一个拥有巨大双翅的黑影掠过天空，那是翼龙；一只背上插满尖“钢板”的“肉墩子”正在低头吃草，那是剑龙；突然，震天撼地的脚步声响起，旁边走过一只膀子和尾巴都奇长的壮硕“蜥蜴”，那是梁龙……

想象一下，你看倦了，开始后退，让时间公平而冷漠地走过每一个生命。日出日落变换不停，无数物种诞生了，又有无数物种灭绝。在你返回的200天里，人类的历史只占大约最后一个星期。

现在你来到了2021年6月10日，广西壮族自治区东兴市，在高铁站前路的施工场地上，你看到一位叫李东升的挖掘机师傅像往常一样开着机器，轰隆隆，随着挖掘机钢铁臂上下摆动，山坡大量的岩石被破碎出来，尘土满天。经过一夜雨水的洗刷，次日清晨，李师傅发现了岩层中的异样：一些疑似骨骼的东西出现在碎石中。

这是化石吧？李东升在江西见过化石，他心想。

是的，这是化石。你刚刚穿越时空看到的那些鲜活的生命，在这里已经化为了骨堆，深深埋在岩石中。

李东升师傅向东兴市自然资源局上报了这个发现，随后，广西第三地质队的专家受邀来到现场，但他们以矿产勘查为主导，对于古生物化石的种类和年代还不太确定。于是地质队队长打电话给广西区域地质调查研究院专职副总工程师陆刚。

陆刚的徒弟、当时在研究院承担着全广西古生物化石产地调查工作的潘艺文也接到这个消息。师徒二人随即坐上了6月13日早上的动车，从桂林赶到东兴。到达现场已经是下午了，潘艺文越封锁线，走进了施工区域。他看到此时施工队的现场作业已经停下来了，雨还有些湿的泥土上，站满了广西第三地质队的专家、广西区域地质调查研究院的研究人员和闻讯赶来的记者。

潘艺文看向地上被人群围起来的几块大石头，镶嵌在其中的巨大骨骼清晰可辨。走近观察，还可以看到骨骼的形态和纹路。这样巨大的化石生平罕见，他心中涌起惊喜和震撼。

随着惊喜和震撼而来的是心痛和惋惜。

由于施工现场长期烟尘弥漫，此前连续多日的施工已经在不知不觉中对化石点造成了比较严重的破坏，现场的骨骼化石大多已经碎裂、破碎。若非此前那场大雨的冲刷，人们还发现不了隐藏在岩石中的秘密。

当天，师徒二人就开始对化石产出的岩层、化石进行了测量，并作出了严谨的初步判断：极大可能是恐龙化石。随后，师徒二人提出建议：相关部门和人员联合起来，实施抢救性保护工作。

于是，广西区域地质调查研究院、广西第三地质队、东兴市自然资源局相关的地质和古生物专家迅速联合组建了广西首

个古生物化石保护应急工作组。

随后，为了保护好这一大自然赋予的不可再生的珍贵资源，中国地质环境监测院、广西壮族自治区自然资源厅等部门先后下达了《广西东兴恐龙化石产地追索调查与对比研究》《东兴市楠木山村恐龙化石产地专项地质调查》等两个课题，项目具体由广西区域地质调查研究院承担实施，对该化石产地展开基本的调查与研究工作。

这里发现了广西第一块恐龙足迹化石，并成为了中国陆域最南端的恐龙化石点。在接下来的研究里，科研人员判定此化石群是一处距今1.5亿年的侏罗纪恐龙、其他无脊椎动物、植物化石产地。目前清理出恐龙骨骼、脚印化石500余枚，其中较大、保存较好的100余枚已经完成修复，从骨骼形态学特征上初步判断该产地既有植食性蜥脚类恐龙也有肉食性兽脚类恐龙，至少有3-4个恐龙个体。

2023年12月，经过数年的调研、测



项目组在恐龙化石点现场。 何杰摄

量、假设和排除后，项目组取得了新的进展：不同区域的恐龙死亡后，部分骨骼被沉积物掩埋，而后由一次地质灾害事件（古地震事件）搬运堆积至此，骨骼在历经漫长的地质年代石化后，最终形成这个异地埋藏的恐龙骨骼化石产地。这样特殊埋藏和保存方式的恐龙化石产地在国内罕见。而在发现点周围1000平方米的极小范围内同时出现了恐龙足迹

与骨骼化石，这种“两位一体”的产地甚至在全世界都少有。

“这是一年多以来最大的成果之一，它为重塑东兴恐龙化石形成时的古地理环境提供了重要的科学依据。”潘艺文说，“根据我们现有的研究和学识，我们得出了这个结论。但随着后续研究的深入、更有力证据的出现，我们现在的结论也有可能被推翻，这就是科学。”

从1842年英国解剖学家理查德·欧文文的发现，并正式宣告恐龙这一物种的“诞生”，到1902年黑龙江边的嘉荫出土了中国第一枚恐龙化石，再到今天，在这短短近200年的时间里，无数科学家投身于恐龙的研究，人类对恐龙的了解不断深入。

可是，只走了“7天”的人类，去研究“200天”以前的骨头做什么？

在“广西东兴恐龙化石产地追索调查与对比研究”项目负责人、广西区域地质调查研究院高级工程师潘艺文看来，生命从何而来，人类去向何方，这是科学家或者说人类在探索的最大课题。人类赖以生存的这颗蓝色星球生命已生生不息延续了38亿年，对于恐龙的研究仅是这时间长河中很粗的一部分。对它们的研究，可以为生命的演化进程提供部分科学依据，也能为人类探索未来的去向提供借鉴和预知。

『青稞』爬坡期 如何扶一把