



新华社西安4月14日电(记者许祖华)遥远的5亿多年前,地球上存在过哪些生物?曾令达尔文感到困惑的“寒武纪生命大爆发”到底蕴藏着哪些奥秘?生活在当下的我们该如何看待那个遥远又遥远的地质时代?

近日,中国科学家在全球知名的美国《科学》杂志上发表的论文《华南早寒武世布尔吉斯页岩型化石库——清江生物群》,再次引发了圈内圈外对研究地球早期生命演化和动物门类起源话题的广泛关注。

中国西北大学早期生命与环境创新研究团队张兴亮、傅东静等首次公布了他们在湖北宜昌长阳地区发现的距今5.18亿年的寒武纪特异埋藏软躯体化石库——“清江生物群”。

《科学》杂志在给媒体的简介中说:“揭示寒武纪之谜的新宝藏出土了。”

英国《自然》杂志在报道中称:“清江生物群打开了观察壮观寒武纪的又一个窗口,各种新的生物类群前所未见。”

“清江生物群是令人震惊的科学发现!”瑞士洛桑大学古生物学家艾莉森·戴利在《科学》同期刊发的评论文章中说。

这个引发国际科学界不吝赞美之辞评价的突破性发现,到底打开了怎样的“新宝藏”?中国科学家又是如何打开并探究这个宝藏的?

5.18 亿年与 12 年: 寒武纪“化石宝库”渐露真容

2007年的暑假,西北大学地质学系教授张兴亮带着傅东静等几名研究生在湖北宜昌长阳地区进行野外踏勘。

这里,群山环抱,清江在山水间静静流淌着。一天傍晚,当他们沿着河边行走时,一块石头引起了张兴亮的注意。于是他们便拿出地质锤开始敲了起来,没想到竟然在石头中发现了拇指长的半只昆虫化石。这个“虾”状节肢动物正是布尔吉斯页岩型化石库很有代表性的林乔利虫。紧接着,他们又在这个位置找到了寒武纪早期的无脊椎动物纳罗虫化石。

尽管是一个重大发现,但从事早期生命研究的科学家似乎都特别冷静,发现有数亿年久远的化石似乎并没让他们一味欢呼雀跃。在与蕴藏着5亿多年前生命信息的林乔利虫化石“邂逅”之后,他们在这片区域的研究延续了12年。

发现清江生物群的宜昌长阳地处鄂西南山区,寒武纪地层分布广泛。2007年后,西北大学早期生命与环境创新研究团队的研究人员经过记不清多少次野外发掘和大量的研究工作,逐渐揭开了这个寒武纪“化石宝库”的神秘面纱。

“刚开始每年去清江两三次,只要听说水位下降,河床露出来了,我们就去开采化石,不论刮风下雨,即使下雪也不例外。”论文第一作者傅东静副教授回忆道。

采集化石的过程异常艰辛。工人要用撬杠撬出来1立方米大小的石块,科研人员用地质锤顺着页岩的层面劈,一边劈一边看,直到找到化石,然后是整理、编号、打包……再把挖掘的化石背出山,带回实验室。

在实验室里,每一块标本都要在显微镜下进行前期修复,使用扫描电镜揭示化石的超微结构以及元素组成,再对化石进行高精度三维立体扫描……就这样,他们在湖北大山的“石海”

探寻五亿年前『生命大爆发』之奥秘

中国科学家发现寒武纪『化石宝库』清江生物群纪实

生命研究团队在舒德干院士的带领下,在云南澄江生物群、陕西宽川铺生物群找到了春光虫、仙人掌藻虫、古虫动物门、古囊动物、云南虫类、华夏鲎、长江海鞘、昆明鱼类、皱囊虫等一系列化石珍品,基于这些在生物演化谱系中极为重要的过渡类型的发现,团队提出早期后口动物界完整的谱系图,证实了原口动物界中最大门类节肢动物门的起源演化及基础动物界演化连贯性,揭示了动物三大亚界关键门类的起源和演化关系,首次提出了早寒武世完整动物树框架。

生命之树的猜想是达尔文进化论的核心,地球上的生命皆源自一个或少数几个祖先,随后在38亿年的时间不断分支和代谢,最终形成了今天这棵枝繁叶茂的生命大树。近几十年来,科学家们正在积极联手逐步勾勒出各级各类动物之树、植物之树、真菌之树、原核生命之树,乃至统一的地球生命大树。而舒德干等人在寒武纪大爆发前后找到地球上的动物树逐步发育成长的隐秘证据,勾画出动物门类起源爆发时最初成型动物树轮廓。

考证了三个动物界的关键性演化事件,明确界定了寒武纪大爆发的终点,舒德干等人创新性地提出了“三幕式”寒武纪大爆发假说。假说认为寒武纪大爆发并非一次性突发事件,而是一个历时4000万年的由量变到质变的多幕式演化事件,它包括前奏、序幕、主幕三个阶段,并依次形成了三个动物界。较传统的“几乎所有动物门类都站在同一起跑线上”的“一幕式”寒武纪大爆发假说,“三幕式”反映了寒武纪大爆发过程的阶段性和连续性,更接近动物界的真实辐射演化史。



▲左图:寒武纪水下古生物复原图。右上图:“清江生物群”中发现的新物种化石。右中图:“清江生物群”中发现的枝状藻类化石。右下图:“清江生物群”中发现的林乔利虫化石。



新华社发(西北大学供图)

中搜寻,找出了两千多枚化石标本。

科研上的突破是在2014年取得的重要进展。那时,团队已经采集了上万块化石。经过无数次分析、比较、研究,团队终于做出了这样的判断:这是一个能够揭示寒武纪大爆发时期动物门类多样性及其演化进程的重要化石宝库。

谈到对“清江生物群”的命名,傅东静说,一方面是因为化石埋藏地是在清江与丹水河的交汇处。“更重要的一个原因,是希望清江生物群与云南澄江生物群日后能够成为享誉世界的中国两江生物群。”

90%对1%:科学家对“寒武纪生命大爆发”的探索

“寒武纪生命大爆发”被称为古生物学和地质学上的一大“悬案”。

在距今5.4亿年的早寒武世,地球生命演化史上出现了一次规模最大、影响最深远的生物创新事件。在不到地球生命发展史1%的时间里迅速创生出了90%以上的动物门类。寒武纪地层突然出现了门类众多的无脊椎动物和最古老的脊椎动物——“天下第一鱼”昆明鱼目化石。但是,在更为古老的地层中,长期以来没有找到其明显的祖先化石,这一现象被称作“寒武纪生命大爆发”,简称寒武纪大爆发。

该如何解释在如此短的时间内突然涌现出如此之多的动物门类一直困扰着学术界。于是,寒武纪大爆发与生命起源、智能起源等一起被列为“六大自然科学难题”。

“要破解寒武纪大爆发的奥秘,需要找到可靠的化石实证。而布尔吉斯页岩型化石库则是探索寒武纪大爆发的最佳窗口。”傅东静说。

布尔吉斯页岩型化石库,最早在1909年发现于加拿大落基山脉寒武纪中期的布尔吉斯页岩中,并因此命名。百余年来,这类化石库在全球各地已发现50余个,其中加拿大布尔吉斯页岩生物群和1984年发现的我国云南澄江生物群最为著名,成为“理想的顶级研究目的地”。

“清江生物群正是顶级的布尔吉斯页岩型化石库。后续挖掘、研究与保护将有可能为探索寒武纪大爆发这一重大科学难题提供多方面科学依据。”傅东静说。

据介绍,对清江生物群已经采集到的大量珍贵化石标本中的4351件进行初步研究后,已分类鉴定出109个属,其中53%为此前从未有过记录的全新属种。而且,清江生物群中软躯体生物居多,已发现的后生动物属中,85%不具有矿化骨骼,绝大多数为水母、海藻等没有骨骼的“基础动物”。

更令科学家惊喜的是,清江生物群的化石形态保真度很高,各类群动物保存栩栩如生,动物的眼睛、神经、内脏等软体组织和器官的形态结构清晰可见。生物统计学的“稀疏度曲线”分析显示,清江生物群的物种多样性将有望超过已知所有寒武纪软躯体化石库。

“清江生物群的特色和优势主要体现在新属种比例最高、后生动物相对多样性最大、软躯体生物类群最多、化石形

态保真度最优、原生有机质的埋藏保存最好,具有难以估量的研究潜力。”傅东静说。

国外的专家也非常认同中国科学家的研究成果。“(清江生物群)化石丰富度、多样性和保真度世界一流,科学价值巨大。后续研究有望填补我们对于寒武纪大爆发的认知空白并解决动物门类起源演化方面一系列科学问题。”艾莉森·戴利说。

已知和未知:“三幕式寒武纪大爆发假说”和更多的奥秘

近年来,西北大学早期生命与环境创新研究团队在中国科学院院士舒德干的带领下,对澄江生物群及寒武纪大爆发进行了长期探索,取得了系统的创新成果。

团队在达尔文提出的地球生命呈“树形演化”猜想基础上,通过数十年的研究与实证,提出了“三幕式寒武纪大爆发假说”,勾勒出了寒武纪生命大爆发分三个阶段依次创生了基础动物、原口动物、后口动物三大枝系的“动物大树”的基本轮廓,进而首次构建了完整的早期动物谱系树框架图。

“随着日后研究工作的展开和深入,清江生物群将为早期动物谱系树”到底在哪里分叉,在哪里开枝散叶,找到更多生物进化的直接证据。”舒德干院士说。

清江生物群距离澄江生物群化石产地1050公里。“生物地层学研究显

示,清江生物群和澄江生物群是同时代的、位于不同古地理位置的生物群。二者都距今约5.18亿年,处在寒武纪生命大爆发时期动物门类爆发式出现的鼎盛时期。两者的科学研究价值具有很强的互补性。”论文通讯作者张兴亮教授说。

与澄江生物群相比,清江生物群生活于远离海岸的较深水环境,代表了不同生态环境下的全新生物群落。“这一点从其超过半数以上的新属种可以证实。因此,清江生物群后续的大规模发掘,将为发现和探索新的躯体构型和新的动物门类提供第一手材料。”张兴亮说。

更令中国科学家感到“幸运”的是:目前全球两个保真度最高的布尔吉斯页岩型化石库——布尔吉斯和澄江,在埋藏之后分别经历了高温变质、风化作用等严重的地质改造,其样本已无法用于深入开展埋藏学研究。而在清江生物群发现的软躯体化石,奇迹般地以原质碳质薄膜形式保存了原始的有机质。

因此,不仅在古生物学研究领域,清江生物群的发现,对于进化生物学、系统发生学以及埋藏学、古生态学、地球化学等交叉学科前沿研究方向,也具有非常特殊的价值。

“清江生物群将为开展埋藏学和地球化学研究,进而开展深入的古环境研究提供理想素材。困扰学术界多年的动物软体结构特殊埋藏机制问题,或在清江生物群得到破解。”张兴亮说。

可以期待,随着交叉学科研究的推进,中国的清江生物群会带给我们更多:生发更多的问题,破解更多的奥秘……

他们找到这个“新宝藏”,不仅仅是靠运气

记西北大学早期生命与环境创新研究团队



▲2014年,西北大学地质学系的师生在湖北省宜昌市丹水河进行“清江生物群”化石挖掘。

寻找人类的远祖至亲

在地球生命构成的这棵谱系大树上,人类不过是某个枝条上的一片小叶。那么,这片小叶会长在哪根枝条上?这根枝条又是在何处生出芽点的呢?沿着动物进化的方向回溯,或许就能引导人类一步一步探寻自己生命的奥秘,找出“我们是谁?”“我们从哪里来?”的答案。

出现于第三纪第四纪的人类之前是什么样子?是哺乳类、是爬行类、是两栖类、是水生脊椎动物,再向前,就是舒德干等人1999年在澄江化石库找回来的“第一鱼”昆明鱼目。

“澄江生物群与人类早期起源密切相关,昆明鱼目(包括昆明鱼、海口鱼、钟健鱼)甚至有可能恰好是人类的远古祖

先。”舒德干院士说。而英皇家学会会员道金斯在专著《人类祖先的故事》中推测,从原始单细胞生命演进到人类共经历39“代”祖先,昆明鱼最接近第18代祖先。作为最古老的脊椎动物,昆明鱼目已经具备了头(脑)、脊椎和心脏,为人类重要器官的早期起源提供了对应的源头。

人类是后口动物界超级大家庭的一员,早期后口类祖先创生了鳃裂构造引发了新陈代谢革命而与原口类分道扬镳,舒德干带领团队在澄江化石库发现了比昆明鱼更为古老更为原始的无头无脊索的古虫动物门,其前体不仅有大口更有咽腔型鳃裂,后体具有肠道和肛门。

达尔文在《物种起源》中说:“任何复杂的器官,不可能通过大量的、连续的和

表基础动物与后口动物之间的珍稀过渡类群,这个被认为代表着显生宙最早期的微型人类远祖至亲,或许离学界期盼已久的始祖不远了。

澄江生物群中的后口动物的个体大小已经演化至厘米级宏观水平,它们必然源自更古老的毫米级微型祖先,韩健认为应该还有更原始、形体更微小的后口动物存在,他把目光投向了比澄江生物群更古老约1000万年的陕西宽川铺动物群——一个早寒武世最早期的以微体动、植物化石为特色的生物群。经过10年的野外和实验室的艰苦工作,韩健终于捉到了这个没有一粒芝麻大、“浑身都是嘴”的人类远祖。2017年2月9日,《自然》杂志以封面亮点论文的形式刊发了韩健的研究文章,并评价该研究“为人类远古起源研究的重大悬案找到了实证”。该项成果还入选了当年的“中国古生物学十大进展发布”。

以求真的态度做踏实的工作

自1996年舒德干和助手第一次在《自然》杂志上发表论文《云南虫被重新解释为最古老的半索动物》以来,西北大学早期生命与环境创新研究团队在《自然》和《科学》上已经发表14篇论文,两次获得国家自然科学奖,研究成果两次入选“中国十大科技进展”,两次入选“中国高校十大科技进展”。

这支身处中国西北的科研团队,堪称传奇,隔三差五的,团队总会有新的科学发现和科研成果震动国际学术界。因为经常要来西北大学采访报道,很多媒体记者和舒德干院士都成了朋友。

英国《科学报告》曾在线发布了张志飞教授课题组寒武纪冠轮动物超门研究成果,成果揭示了5.3亿年前软体动物门和环节动物门的共祖特征。这项研究成果对理解后生动物门类,尤其是冠轮动物超门的系统演化有重要科学意义。张志飞关于内脏动物的发现填补了寒武纪大爆发缺乏内脏动物的空白,被评价为“成全了新达尔文主义的梦想”。(下转6版)