

科学家从浙江曙鱼化石上找到证据 人类中耳竟演化自鱼鳃

本报记者 李娇伊

风吹树叶的沙声,清晨窗外的鸟叫声,爱人的低语声,我们感受着美好世界,离不开灵敏的感觉器官——尤其是能够传递声音的中耳。

近日,中科院古脊椎所盖志琨研究员联合中国、英国、瑞典三院士,以第一作者身份在《生态和演化前沿》上发表了有关脊椎动物喷水孔起源的最新研究成果,首次揭示了人类的中耳曾是鱼类用来呼吸的鳃。为这项研究提供关键化石证据的,正是来自浙江长兴志留纪地层的曙鱼。

这条曾经为颌的起源带来曙光的盔甲鱼,被认为是跟鱼石螈、始祖鸟等一样重要的生命演化的缺失环节。如今,它再度发光,带领我们一同探寻物种演化的奥秘。



曙鱼生态复原图。

在浙江发现曙鱼

故事还要从曙鱼的发现说起。让我们把目光移到长兴,一座位于浙江北部的普通小城。但在古生物学界,长兴却并不普通。

2001年,被称作“长兴灰岩”的煤山剖面,被确定为全球二叠系—三叠系界线层型剖面和点位,成为地球历史三个最重要的断代界线之一。

实际上,这里还存在志留纪地层。早在上世纪八十年代,潘江、王念忠等老一辈古鱼类学家都在长兴煤山等地的志留纪(约开始于4.4亿年前,结束于4.1亿年前)地层中,发掘出相当数量的具有浓厚地域色彩的中国盔甲鱼类。1998年,朱敏等人又在长兴的小浦、八都峯一带找到新的野外化石发掘点。但此后六七年里,这些化石点一直鲜有人问津。

2002年,春节刚过,还是中科院古脊椎所研究生新生的盖志琨,在导师朱敏的带领下,一行四人驱车南下,踏上了南方科学考察之旅。

“这次科考是在国家‘973’计划(国家重点基础研究发展计划)下的‘重大地史时期生物的起源、辐射、灭绝和复苏’项目支持下进行的。南方之行,主要是对浙江长兴一带的志留纪的早期脊椎动物,开展新一轮的野外考察与发掘。”盖志琨说。

作为新生,有机会参加这样的野外考察活动实属难得;作为北方人,这是盖志琨生平第一次去祖国的南方。越野车沿着新建的高速公路,一路飞驰南下,他的内心是抑制不住的激动与兴奋。

来到长兴稍事休息后,课题组便驱车到达第一个化石采集点——在小浦、八都峯之间的“十里银杏长廊”一侧的一个采石场里。队员们下车抬头望去,一处具有紫红色砂岩裸露的剖面,几近垂直地矗立在面前。

“我们这次的野外工作说简单,也简单,说难,也很难。”盖志琨解释,由于采集点本身就是一个采石场,不必再从几近垂直的岩层上往下撬石块,只要坐在那里,用地质锤小心地敲开每块石块,仔细观察里

面是否有化石保存。

但若野外经验不足,或者运气不好,有时连续敲打几天,都一无所获。这对于考古工作者来说,是一件非常痛苦的事。

好在认真工作之余,队员们还能和当地的老乡闲谈聊天。陈武帝霸先多次到小浦丝沉潭钓龙鱼,东汉光武帝刘秀八躲追兵,唐代茶圣陆羽来此问茶,宋代杨万里为银杏写诗,明代李时珍在此品评乌梅……盖志琨记得,一桩桩发生在长兴的神奇故事,老乡们都如数家珍,娓娓道来。“我们都听得如痴如醉,工作起来也格外卖力。”盖志琨说。

短短几天,课题组采集到了大量的早期脊椎动物化石,装起来有满满几箱子。里面不仅有大量中华棘鱼的棘刺和汉阳鱼的甲片,还有保存精美的中华盔甲鱼、雷曼煤山鱼、顾氏长兴鱼——其中的中华盔甲鱼,正是后来重新命名的曙鱼。

随后两年,盖志琨又多次独自在长兴小浦、煤山一带采集化石。他住在当地人家里,骑着借来的自行车往返于采石场之间,天天跟在采石工人的屁股后捡石头,就这样又陆续收集到大量的曙鱼化石。

这些保存完好的小石头,是具有三维软骨脑颅保存的化石标本,为进一步探讨早期脊椎动物的起源与演化,提供了最为丰富翔实材料和证据。二十年后,盖志琨也从一个懵懂的新生,成长为世界上唯一一个专门从事盔甲鱼研究的学者。



曙鱼化石。图片均由盖志琨提供



在实验室观察化石的盖志琨。

曙鱼呈现关键证据

人类拥有灵敏听觉的秘诀,在于中耳——它由包鼓膜、传导声音的三块听小骨和通向口腔的咽鼓管等构成,精准传递着每一次振动带来的声音。这样精密的“设备”,从何而来?

目前,已经有充分证据证明,人的中耳是从鱼类的喷水孔演化而来。鱼类的喷水孔位于眼睛之后,是颌弓和舌弓之间一个只含有假鳃的不完整鳃裂,是鱼类重要的呼吸器官。

但鱼类的喷水孔又从何演化而来?这是困扰学术界长达百年的世纪难题。

继1822年法国解剖学家圣西兰发表著作《解剖哲学》,1872年德国解剖学家卡尔·根格包尔提出脊椎动物头部分节理论后,1937年,英国古生物学家沃特森进一步提出“自由舌弓理论”,认为早期有颌类的一个原始状态,是在颌弓和舌弓之间应该具有一个尚未退化的、完整的鳃裂,而非喷水孔。

这一理论,激发了二十世纪古生物学家在早期有颌类的颌弓和舌弓之间,寻找这样一个未退化的鳃裂的热潮。

不幸的是,经过一个世纪的寻找,各国古生物学家仔细查验

了所有盾皮鱼类、棘鱼类、软骨鱼类和硬骨鱼类的化石,也没有找到确切的化石证据——直到曙鱼带来了转机。

“我们在浙江长兴采集到的曙鱼化石,都是有软骨脑颅保存的珍贵标本,但它们的个头非常小,只有指甲盖这么大,化石的内部肉眼无法观察。”盖志琨说,要想研究它们的内部结构,只能借助大型科学装置——同步辐射X射线显微成像进行无损扫描。

2006年,临近硕士毕业,盖志琨拿到英国皇家学会提供的全额奖学金,获得出国深造的机会。在国外实验室,他将曙鱼的脑颅标本用同步辐射设备进行扫描,描绘出了2万多张在外人看来有些模糊、分辨不出具体形状的黑白图片。然后,他要用这些二维图片重构出曙鱼脑颅内部的三维结构。

这2万张图片,盖志琨反复看了十几万次,历时五年共完成了7件曙鱼脑颅化石的三维重建。在只有指甲大小的脑颅里,难以置信地几乎重现了所有脑、感觉器官及头部神经与血管的通道。“这是一个和田野考古一样漫长的过程。三年奖学金资助到期时,我还在复原标本,没有任何科研成果。”盖志琨说。

生命演化的奇迹

有嗅觉功能,没有呼吸功能。但鱼类的呼吸需求并没减少。因此眼睛后的第一鳃囊,也就是舌颌囊,被改造成了喷水孔,成为鱼类呼吸的主要进水孔。

“喷水孔在软骨鱼类中主要用来吸入水流,而在硬骨鱼类主要用来呼吸空气。相关证据也表明,早期硬骨鱼类可以用喷水孔来呼吸空气。这种新的呼吸方式,其实是登上陆地呼吸的一种预适应特征,为鱼类上岸提供了先决条件。”盖志琨说。

随着内鼻孔在肉鳍鱼类身上出现,鼻腔与口腔的通道被打通,鼻孔也成了主要的呼吸器官。登上陆地的四足动物,要在空气中更好生存,就不得不发展新的感官。已经失去呼吸功能的喷水孔,便逐渐演化成我们中耳腔的鼓膜室,舌颌骨及其关节的方骨和关节骨也退化变小,演化为三块听小骨,负责将声音传递给大脑,让我们最终拥有了灵敏的听觉。

果。”盖志琨说。

终于在2011年,曙鱼的研究成果,在《自然》杂志以封面推荐文章的形式发表。这项成果为研究脊椎动物颌的起源带来了新的曙光,发现于浙江长兴的中华盔甲鱼也因此被正式命名为“曙鱼”——成为跟提克塔利克鱼、始祖鸟、弗洛勒斯人等一样重要的生命演化的缺失环节。

这并不是终点,而是新的起点。

这次,盖志琨和他的研究团队通过对曙鱼脑颅模型的深入研究,与骨甲鱼类相比,曙鱼的整个鳃弓还保持着脊椎动物的原始状态,它的颌弓正好位于眶孔之后。同时,精确复原的曙鱼脑神经等多方面证据显示,曙鱼眼睛后面的一个鳃囊,就是位于颌弓和舌弓之间的舌颌囊。这个舌颌囊与其他鳃囊并无二致,开口于头甲腹面,不像喷水孔那样开口于头甲背面。因此,基本判断曙鱼的舌颌囊是一个还未退化的鳃囊。

但是要想证明它是一个具有正常呼吸功能的鳃,还缺少整个证据链条中的最后一环——找到在该鳃囊中存在鳃丝的化石证据。

换句话说,鱼类祖先曾经用我们的耳朵来呼吸,这是多么奇妙的生命演化!

现在捏住鼻子,闭嘴使劲鼓气,耳朵会非常胀。这说明我们的耳与口腔依然相通,连接它们的正是从喷水孔通向口腔的呼吸通道,我们今天称它为咽鼓管——是鱼类遗留给我们的演化痕迹。

这又是一个多么励志的故事。为了克服生存困难,打破环境限制,史前生物们不断演化。在以百万、千万甚至是亿年为单位的的时间里,它们从未停止,才有了今天的人类。

而一代又一代的古生物学家们,走遍每一处希望之地,寻找地球留存下的古老线索。百年光阴有限,他们却能用十年甚至数十年,去寻觅一个问题的答案,为我们揭开世界的真相。

“科学就是诞生于人类对世界的好奇。而我们这些做科研的人,就是要一步一步去解答人们对于世界的好奇。”盖志琨说。

科技速递

“中国天眼”发现 首例持续活跃 重复快速射电暴

科学家通过“中国天眼”FAST发现了迄今为止唯一一例持续活跃的重复快速射电暴FRB 20190520B,并将其定位于一个距离我们30亿光年的矮星系。这一发现对于更好理解快速射电暴这一宇宙神秘现象具有重要意义。

该发现由中国科学院国家天文台研究员、之江实验室计算天文领域首席科学家李菂(音“弟”)领导的国际团队,通过“中国天眼”FAST的“多科学目标同时巡天”优先重大项目完成,相关成果9日在国际学术期刊《自然》发表。

快速射电暴(FRB)是宇宙中最明亮的射电爆发现象,在1毫秒的时间内能释放出太阳大约一整年才能辐射出的能量。快速射电暴自2007年首次被确定存在以来,迅速成为天文学最新研究热点之一,但其物理起源、辐射机制和周围环境等,至今尚不明确。

据介绍,论文第一作者、国家天文台青年学者牛晨辉在系统处理FAST数据时发现,2019年5月20日的数据存在重复的高色散脉冲。之后,团队通过组织多台国际设备天地协同观测,综合射电干涉阵列、光学、红外望远镜以及空间高能天文台的数据,将FRB 20190520B定位于一个距离我们30亿光年的贫金属的矮星系,确认近源区域拥有目前已知的最大电子密度,并发现了迄今第二个快速射电暴持续射电源对应体。

与人类发现的第一例重复快速射电暴FRB 20121102A相比,FRB 20190520B各方面的特征都更为极端。例如,FRB 20121102A存在爆发活跃期,但FRB 20190520B从未停止爆发,目前FAST已探测到了后者几百次爆发。

“上述发现揭示了活跃重复暴周边的复杂环境有类似超亮超新星爆炸的特征,挑战了对快速射电暴色散分析的传统观点,为构建快速射电暴的演化模型、理解这一剧烈的宇宙神秘现象打下了基础。”李菂说。

据悉,FAST“多科学目标同时巡天”优先重大项目迄今已经发现至少6例新的快速射电暴。

(据新华社)

中国主导的北极 深部观测计划 获批联合国 “海洋十年”项目

本报讯(通讯员 丁巍伟 记者 何冬健)6月8日,为响应世界海洋日,联合国政府间海洋学委员会公布了联合国海洋科学促进可持续发展十年(简称“海洋十年”)获批项目。由李家彪院士牵头组织,位于杭州的自然资源部第二海洋研究所,联合美国阿拉斯加大学等世界范围内近10家相关机构共同申请的“多圈层动力过程及其环境响应的北极深部观测”国际合作研究计划正式获批。

这也是2022年度“海洋十年”申请中获批的第一个中国项目。

北冰洋海洋中脊强烈的动力学过程孕育了丰富的热液和冷水循环,向较为封闭的海洋释放大量物质元素,进而深刻影响其碳循环和生态系统。2019年,海洋二所李家彪院士开始倡导并组织“北冰洋洋中脊国际联合考察计划”,得到了众多国际知名科研机构的支持,并于2021年在北极加克洋中脊首次开展了高纬重冰区的综合地质与地球物理探测航次,创造了多项北极科学考察的国际新纪录。

在该国际合作航次的基础上,海洋二所与相关国际科研机构共同设计了“多圈层动力过程及其环境响应的北极深部观测”项目,拟通过一种基于多利益诉求方的创新性多国合作模式,对北冰洋洋中脊岩石圈、冰冻圈、水圈和生物圈等多圈层的物质能量交换进行多学科多尺度研究,形成北冰洋洋中脊深部地球动力过程、岩浆活动、热液循环和地壳冷水循环的新认知,评估圈层间物质循环对北冰洋碳循环和生态系统的影响,建立相应模型预测北冰洋对全球变化的贡献与响应,提供人类活动压力下的北冰洋环境问题解决方案。

据了解,“海洋十年”是未来十年联合国发起的最重要的全球性海洋科学倡议,旨在为全球海洋治理提供科学解决方案,确定可持续发展所需的知识,形成对海洋的全面认知和了解,加强对海洋知识的利用,最终形成“我们所希望的海洋”。2020年在第75届联合国大会审批通过后,于2021年1月正式启动。截止到2021年12月,共有159个计划及项目获批,其中中国申请获批的计划及项目有3个。