

追寻5亿年前的人类远祖

舒德干

开卷知新

在浩瀚无垠的宇宙中,像地球这样“好运气”的星球少之又少;她连续40亿年维持“恰到好处”的液态水圈和含氧大气圈,并最终进化出人类。在漫长历史中,人类一直在努力探寻自己的源头,产生了很多神话与传说。19世纪中期,达尔文的进化论改变了人类的自然观和世界观,在之后的150多年时间里,学术界依据进化论继续追踪人类的由来。其中,狭义上人类祖先由猿到人的完整化石序列已经在非洲和亚洲初步确定并被认可。再之前呢?人类祖先的祖先是什么样子的?作为古生物学家,我们希望根据化石的“蛛丝马迹”,继续向前探源。

从“同源构造”追溯生命进化过程

1859年,达尔文《物种起源》的问世改变了人们对人与自然关系的认知。12年后达尔文发表了《人类的由来及性选择》,详细解析了人类与较低等脊椎动物的形态解剖学特征和比较胚胎发育学证据等,最终得出结论:人类与其他脊椎动物(如鱼类、两栖类、爬行类和哺乳类等)的许多器官都存在共同的来源即“同源构造”,因而人类与低等脊椎动物具有共同的祖先。当然,那时达尔文并不知晓,那些最基础的同源构造是何时、由哪些早期祖先所显现的。可喜的是,我国学者透过澄江动物群这个独特的科学窗口,经过长期探索,找到了关键证据。

本世纪初,生物学家依据分子遗传学信息,由近及远地追溯人类与地球上所有生物类群共享的各代祖先,可以确定下来的已有40代。根据DNA信息,人类与现代黑猩猩亲缘关系最近,运用分子钟技术可以计算出人类与黑猩猩在600万年前拥有共同祖先,即第1会合点;再继续向前寻祖,在800万年前抵达第2会合点,即遇见倒数第2代共祖。以此类推,人类与包括七鳃鳗在内的近亲物种抵达5.2亿年前的第22会合点,在那里可以遇见澄江动物群的重要发现——“第一鱼”凤岐昆明鱼。最终人类与地球所有生物能够共同追溯至40亿年前的终极祖先,抵达第40会合点,那是所有生命共同的祖先——原始真细菌。这个寻祖故事听起来很有趣,但大多缺乏真实的化石记录。

然而,在距今5.6亿—5.18亿年前的大约4200万年间,发生了整个生命史上最为壮观的生物创新事件——寒武纪大爆发,即在不到地球历史1%的时间内诞生了90%的动物门类。大量的动物化石为追溯动物进化和人类



远祖提供了重要标本。前面提到的凤岐昆明鱼,就生活在寒武纪大爆发巅峰时期。

寒武纪大爆发后地球进入“三极生态系统”

全球广布的前寒武纪末期的埃迪卡拉生物群(约5.6亿—5.4亿年前)和寒武纪初期的小壳动物群(约5.4亿—5.2亿年前),以及时代稍后的我国云南澄江动物群(约5.2亿—5.18亿年前),构成世界三大早期珍稀化石宝库,为破解寒武纪的生命大爆发提供了关键证据。寒武纪大爆发构成了地球生态系统演化的分水岭:在5.4亿年之前,地球生命基本维持在二极生态系统上,也就是只有生产者藻类和分解者细菌,几乎见不到真正的消费者动物;而经历寒武纪大爆发短短的几千万年后,便在澄江动物群时期快速产生了完整的三分动物界,从此地球便进入了三极生态系统,并一直延续至今。

寒武纪大爆发的本质是动物门类创新大爆发,并非过去人们以为的“物种大爆发”。我们都知道,地球动物界包括数百万个现存物种,可以归属于近40个门类。所有这些门类通常归并为3个亚界:低等的基础动物亚界,包括水母和珊瑚;较为高等的原口动物亚界,包括节肢动物门、软体动物门等大多数动物门类;更高等的后口动物亚界,包括大家熟悉的棘皮动物门和脊椎动物。根据研究,在寒武纪大爆发期间,20多个主要动物门类分3批快速诞生,由量变到质变形成了3个亚界,构成了完整的“第一动物树”框架。这就是我国学者提出并在古生物学界取得基本共识的“三幕式寒武纪爆发假说”。

动物门类爆发的驱动力包括内因和外因。内因主要是基因的进化创新,尤其是同源基因串快速分化成型。每个动物门类的同源基因串中包含的基因数互不相同。在基础动物亚界的各门类中,同源基因串的数量较少;在原口动物亚界的各门类中可增加至10个左右;而在后口动物亚界的各门类中可多达14个。同源基因串是控制动物胚胎发育的一串总调控基因,它决定了各个动物门类形态构造的基本特征。此外,动物界内部各种捕食等级快速形成,“大鱼吃小鱼,小鱼吃虾米”,越来越激烈的捕食竞争也会加快动物演化的速率。动物门类大爆发的外因主



要得益于约5.2亿年前的地球第二次大氧化事件,它使海洋含氧量大幅提升,满足了大量动物生存和繁殖的需要;另外,海洋里的磷和钙等生命元素大量富集,也进一步加剧了动物门类爆发的强度。

具有里程碑意义的“逮住第一鱼”

早在达尔文创立进化论半个世纪前,进化论早期奠基者拉马克就提出,动物可划分为脊椎动物和无脊椎动物两个超级大家族,而且最低等脊椎动物是由无脊椎动物逐步进化而来。200多年来,科学家一直在苦苦探寻这个进化过程的真实证据。

在澄江动物群化石宝库中,科学家获得了可靠的进化证据:古虫动物门首创了原始鳃裂,开启了通向棘皮动物、半索动物、云南虫和脊索动物四大“具鳃裂门类”的呼吸系统革命;紧接着低等脊索动物华夏鳗和长江海鞘,首创了原始脊索及相关肌肉节,从而启动了运动系统革命;最后,“第一鱼”海口鱼和凤岐昆明鱼的头眼、脊椎骨和心脏构造显示,它们实现了神经系统和循环系统革命,成功完成了新陈代谢大升级。上述几次关键器官创造为5亿年后的人类躯体构造奠定了坚实基础。特别是“第一鱼”的发现,解决了学术界长期悬而未决的两大难题:一是宣告地球“第一动物树”在寒武纪大爆发高潮时已然诞

生;二是实证解决了脊椎动物的分步起源问题,并认识到了首创头眼和脊椎骨的人类始祖真实样貌。

寒武纪大爆发之后,到人类诞生,中间又经历了5次器官改造或改良:第一次,鳃裂的改造,使无颌类演进到有颌类,从而可以主动取食;第二次,从偶鳍游泳平衡到四足登陆行走;第三次,从无羊膜卵到有羊膜卵;第四次,从卵生到胎生、哺乳,长出毛发;第五次,从四条腿到两条腿,从哺乳动物脑到人脑。5次器官改造是从低等脊椎动物进化到人的主要阶段,但显然,从0到1、从无到有的根本性进化,则体现在从无头无脊椎到有头有脊椎的飞跃。因此,“第一鱼”的发现具有重大里程碑意义。“第一鱼”成为年度“国家自然科学一等奖”的重要成果,发现“第一鱼”及其相关类群的论文多次在《自然》《科学》等国际顶尖学术刊物发表,《自然》杂志以“逮住第一鱼”为题对发现给予高度肯定。当前,海口鱼、凤岐昆明鱼等“第一鱼”相关材料已广泛入选各国教科书、百科全书和博物馆。

古生物研究是大海捞针式的研究,可能几十年才会遇到一块好标本。无疑,偶然背后存在必然,好运气常常青睐有准备的头脑。当前,我国古生物研究处于国际第一方阵,这得益于我们拥有澄江动物群、热河生物群、蓝田生物群、瓮安生物群及三峡的埃迪卡拉生物群、志留纪脊椎动物群等多个得天独厚的化石库,同时更因为我们拥有一支高素质的古生物学研究人才队伍。古生物学是关于生命历史的科学,与历史学性质相似。我们学习历史,因为它有助于人类获取在社会上立足和发展的经验;同样的,我们应该学习和了解古生物学,因为它能帮助人类在与大自然协同演化中不断取得发展。

(作者为中国科学院院士、西北大学教授)
图①:凤岐昆明鱼化石及其复原图。
图②:寒武纪早期海洋中的“第一鱼”及其左右邻右舍复原图。

以上图片均为舒德干提供
版式设计:沈亦伶

推荐读物

- 《人类的由来及性选择》:达尔文著,叶笃庄、杨之译;北京大学出版社出版。
- 《寒武大爆发时的人类远祖》:舒德干团队著;西北大学出版社出版。
- 《祖先的故事》:理查德·道金斯、黄可仁著,许师明、郭运波译;中信出版社出版。

该书以张謇的工业实践为重心,沿着时间脉络,阐述南通工业企业缘起、变迁、发展的历史沿革,呈现一代代企业家艰苦创业、开拓创新的故事。

展现实业强国的接续探索

王斌

“张謇意识到落后必然挨打,实业才能救国,积极引进先进技术和经营理念,提倡实干兴邦,起而行之,兴办了一系列实业、教育、医疗、社会公益事业,帮助群众,造福乡梓,是我国民族企业家的楷模。”2020年11月,习近平总书记在江苏考察时,专门到南通博物苑考察调研,强调要把南通博物苑和张謇故居作为爱国主义教育基地,让广大民营企业家和青少年受到教育,增强社会责任感,坚定“四个自信”。

《通商发展研究:张謇实业强国梦的当代实践》一书,以实业强国实践为主线,对南通近现代工业化历程进行了细致梳理。作为我国工业化的早期先驱,张謇的创业实践不仅影响了当时当地的社会经济,也为我国的工业化现代化发展提供有益经验。

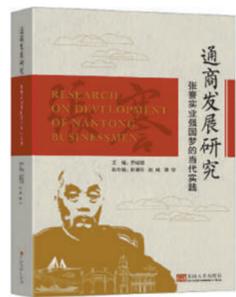
对工业化而言,新技术和新生产方式的运用殊为必要。书中以张謇创办大生纱厂为例,讲述他对引进先进纺织设备及技术的重视。一开始是聘请外国工程师负责安装调试纺机,建设大生三厂时,开始组织培养本土技工成为设备安装的主体力量,到大生纱厂筹建时,技术人员几乎都是自主培养的。本书所梳理的近现代工业发展历程已经证明,先进的技术装备与专业的技术人员是企业发展的动力,也是实现工业技术进步、产业振兴的必然选择。

自创办大生纱厂起,张謇也开始了工业体系化的尝试。他从当时中国工农业生产的实际出发,认为轻工业要重点发展棉纺织业,重工业要重点发展钢铁业,可以说抓住了近代民族工业发展的关键。书中详述了大生纱厂先后发展为4个大厂的过程,鼎盛时期的大生纱厂拥有纱锭15.5万枚、布机1580台。围绕大生纱厂,张謇创办了大小34个配套企业,以棉纺织业为主体,兼及机械、冶金、轻工业,逐步形成了南通工业体系的雏形。这些企业既独立经营,又在资金、人员、原材料供应、产品销售、技术运用等方面相互支持、相互补充,形成良性循环。体系化使得工业企业无论是整体竞争力还是抗风险能力,都得以显著提升。

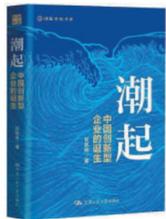
人才培养是工业现代化的重要支撑。本书也将创新人才培养路径作为论述的重点。张謇倡导“实业与教育迭相为用”,力图以实业辅助教育,以教育改良实业。从1905年在南通创办实业公立艺徒预教学起,十几年来,他先后创办了法政讲习所、手工传习所、初中(等)农业学校、电镀传习所等40余所实业教育学校。实业教育学校实行课堂教学与现场实习相结合。如铁厂曾开办三年专门艺徒学校,不仅由账房先生传授文化及金工等基本知识,而且艺徒要随师傅下工厂工作,为工厂培养了一批初级技术人才。工匠精神、学徒制是张謇职业教育的重心,它为南通的工业化奠定了基础,也成为我国早期职业教育的创新尝试。

自张謇后,实业兴国、开拓创新等观念深深嵌入南通工商业的基因。该书以张謇的工业实践为重心,沿着时间脉络,阐述南通工业企业缘起、变迁、发展的历史沿革,呈现一代代企业家艰苦创业、开拓创新的故事。从做强本土市场到开拓海外市场,从自发“走出去”到积极响应共建“一带一路”倡议,全方位融入世界经济发展整体格局,这样的故事还在继续。讲好这些故事,不仅为研究一地历史文化和产业经济提供参考,也将民族企业家创新图强、担当责任的精神品质传递开来。

《通商发展研究:张謇实业强国梦的当代实践》:王斌主编;东南大学出版社出版。



新书架



《潮起:中国创新型企业的诞生》:封帆栋著;中国人民大学出版社出版。本书深入分析中国汽车行业和通信设备行业中创新型企业的成长路径,讲述中国企业转型和工业发展的历程。



《茶马古道——马帮的传奇生涯》:李旭著;青海人民出版社出版。本书再现了马帮行走在茶马古道上的传奇经历,展现了勇于冒险、勤劳自律、担责守信的马帮文化。

让“长江的微笑”永远绽放

王丁

1982年1月,我从武汉大学空间物理学系毕业。当时我国刚刚启动白鲟保护研究,中国科学院水生生物研究所(以下简称“水生所”)白鲟研究组的创始人陈佩薰找到我,希望我加入他们的团队。我被陈老师的耐心、执着吸引,更为这个未知的领域而着迷。就这样,长江豚类保护研究成了我一生的事业,至今已40余年。

1996年,我接过鲸类学科组组长的接力棒,工作重心逐渐转移到长江江豚的保护和研究上来。我下定决心,不管有多大困难,都要将就地保护、迁地保护、人工繁育这三大保护措施落实在长江江豚上,绝不能再让白鲟灭绝的悲剧重演。同时,还要为长江豚类特别是我国鲸类学研究培养更多优秀人才,努力提升我们在鲸类保护生物学领域的研究水平。经过近30年的努力,三大保护措施在长江江豚身上得到有效落实,并取得显著成效:人工繁育取得成功,多头江豚包括二代江豚成功繁殖,同时建立了长江江豚繁育的管理规范和相应技术体系。长江江豚的迁地保护也取得巨大成效,目前3个自然迁地保护种群数量已经超过150头,为长江江豚物种保护构筑了坚实基础。更可喜的是,2022年最新科考显示,长江江豚的自然种群数量首次出现历史性止跌回升,从2017年的1012头增长到2022年的1249头。对长江江豚的保护虽然道阻且长,但我们已经成功将江豚从灭绝的边缘拉回来了,并看到了种群恢复的曙光。

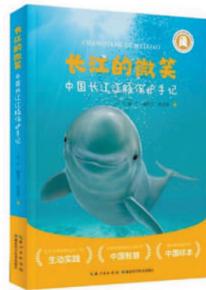
长江江豚保护成效也得到国际社会的高度关注。国际捕鲸委员会科学委员会在2017年度报告中指出:“长江江豚的迁地保护卓有成效,祝贺中国政府、王丁教授和他的团队在这一方面取得的进展。”2019年11月,世界自然保护联盟鲸类专家组和国际海洋哺乳动物学会保护委员会,专门组织多国鲸类专家,在水生所召开“长江江豚保护进展及启示国际研讨会”,邀请我们学科组成员系统介绍长江江豚的保护技术。与会国外鲸类专家高度认可并尝试借鉴我国长江江豚保护体系,制订一系列保护计划,为世界其他濒危小型鲸类保护提供参考。

经过几代人不断努力,我国鲸类保护生物学研究的人才队伍不断壮大。从学科组走出去的研究生已经有50多名,他们开枝散叶、不断成长。从安徽安庆到上海崇明,从山东青岛到浙江宁波,从福建厦门到广东珠江口,从广西钦州到海南三亚,多个鲸豚研究团队如一颗颗明珠点缀在长江两岸、沿海之滨,成为我国水生哺乳动物保护研究的骨干人才力量。

这本《长江的微笑:中国长江江豚保护手记》是对长江江豚保护和研究的回顾,旨在让更多人了解长江江豚和长江的保护故事,思考应该如何处理与长江母亲河的关系。就自然和环境问题而言,人类是许多问题的根源,但人类也可以成为解决问题或防止问题发生的决定性力量。长江江豚研究和保护实践证明,我们可以有所作为。

本书是集体创作,是我们团队成员从各自视角对这段历史的追忆和解读,是我们用朴实的语言对长江江豚保护历史的深情讲述。同样,我们并不完美,在保护和科研工作中,我们也会犯错误,也有失败,也有惋惜,这些内容在书中也得到真实记录,供读者参考。本书的付梓是大家共同努力的结果,也是因为我们拥有一个共同的目标:讲好中国故事,分享中国智慧,让母亲河长江的微笑永远绽放。

(作者为中国科学院水生生物研究所研究员)



《长江的微笑:中国长江江豚保护手记》:王丁、郝玉江、邓正宇著;湖北科学技术出版社出版。

