



作者舒德干在科研中（资料图）。



2023年5月，《昆明鱼化石》邮资机宣传戳及系列纪念邮品在西北大学博物馆首发。此次启用的《昆明鱼化石》邮资机宣传戳，是以中国科学院院士、西北大学教授舒德干团队发现的凤岐昆明鱼化石为原型设计制作。凤岐昆明鱼距今已5.18亿年，是已知最古老的脊椎动物。该鱼的发现，为揭示寒武纪大爆发奥秘、破解远古生命演化谜团提供了独特的划时代里程碑证据。

图为首发仪式现场。
中新社发

破解达尔文“渐变论”世纪难题

舒德干

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世纪中晚期，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：人类与所有其他脊椎动物（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，彼时达尔文并不知晓，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，中国学者透过云南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，提出了“三幕式寒武纪大爆发假说”，破解了困惑达尔文“渐变论”的世纪难题。

在本世纪初，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，在那里可以遇见中国云南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”

全球广布的前寒武期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5.4亿年前，地球生命基本维持在二极生态系统中，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：低等的基础动物界，包括水母和珊瑚；较为高等的原口动物界，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。这就是中国学者提出并在古生物学界取得基本共识的“三幕式寒武纪大爆发假说”。

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步成型。每个动物门类的同源基因串中包含的基因数互不相同。在基础动物界的各门类中，同源基因串的基因数目较少；在原口动物界的各门类中可增加至10个左右；而在后口动物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

物华夏鳃和长江海鞘，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，天下“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



作者舒德干肖像画。张武昌绘

然背后存在必然，好运气常常青睐有准备的头脑。当前，中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



寒武纪早期（约5.18亿年前）生态复原图。

作者提供

等生命元素大量富集，进一步加剧了动物门类爆发的强度。

“天下第一鱼”的发现解决了学术界两大难题

早在达尔文创立进化论半个多世纪前，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。

（作者舒德干为古生物学家、中国科学院院士、西北大学教授，曾获得国家自然科学一等奖、国家自然科学二等奖、长江学者成就奖一等奖）

科技名家笔谈·75年家国

中国科协科学技术传播中心、陈家庚科学奖基金会与本报合作推出

人力资源社会保障部最新数据显示，全国近2500所技工院校20多年来累计培养了近3000万名高素质技术技能人才。在就业率常年保持97%的同时，技工院校该如何进一步提高教育水平和毕业生的就业质量？

多家技工院校负责人告诉记者，技工院校按照职业标准设计课程体系，学生学完一门课，基本可以掌握一项技能，学完一个专业，基本就能胜任岗位需要。因此，许多院校招生即招工、进校即入企，学生还没毕业就被预订。

在广东省机械技师学院，记者看到，与西门子共建的智能生产车间里，机器人手臂挥舞，数字化设备上参数不停变化。在老师指导下，学生们仔细操作着手手中设备。

“这里既是车间，也是教室。让学生在实训环境下磨砺成长。”广东省机械技师学院党委书记叶军峰说。

人力资源社会保障部职业能力建设司相关负责人介绍，近年来在全国技工院校部署推进工学一体化技能人才培养模式，核心是将工作过程和学习过程融为一体，旨在提升学生的职业素养和实践能力。

从就业市场看，近年来企业对技能人才的需求越来越旺盛，求人倍率长期保持在1.5倍以上，高能人才甚至达到2倍以上。而技工院校的办学定位，正好符合部分企业所需，使得毕业生面临的就业机会较多。

叶军峰告诉记者，广东省机械技师学院的毕业生年均就业率达98.5%以上，平均1个毕业生有5个岗位等着招。每年有超25%的毕业生在世界500强、中国500强及国家重点企业就业。

伴随转型升级加快推进，企业用人要求也在攀升，对技能人员的基本素质、操作水平等各方面都提出了新要求。不少技工院校表示，当前必须加快调整步伐，提高人才培养与地方经济结合的紧密度、与行业企业发展需求的适配度。

技工院校和企业数量均居全国第一的广东，近两年下大力气推动产教融合，变学校“一头热”为校企“两头甜”。

一方面，对企业加大政策激励。对认定为产教融合型企业给予金融、财政、土地等支持，落实教育费附加、地方教育附加减免以及其他税费优惠。截至2023年末，广东已认定省级产教融合型企业1233家，不少企业真正参与到职业教育中。

另一方面，推动学校创新教育模式。全省技工院校与100多家世界500强企业及国内800多家大型企业合作，不断增强对家长和学生的吸引力。目前广东148所技工院校每年向社会各界输送毕业生超17万人，实现招生、就业两不误。

“为持续提高人才供给水平，在充分就业基础上进一步提高毕业生的就业质量，近年来，我们结合产业升级趋势和社会急需紧缺，动态调整和优化专业设置，指导技工院校围绕数字经济、先进制造业等培养人才。”人力资源社会保障部职业能力建设司相关负责人表示。

杭州萧山技师学院对数控加工等传统制造类专业进行升级改造，建设智能控制、智能制造、人工智能与云计算等前沿专业，让学生成为高新技术企业争相招聘的对象，部分毕业生收入也随之提升。

2024年9月发布的《中共中央 国务院关于实施就业优先战略促进高质量充分就业的意见》明确提出，推进技工教育高质量发展，组建一批技工教育联盟（集团），遴选建设一批优质技工院校和优质专业。

“全国技工院校专业目录共设15个专业大类，330个专业。目前，人社部正在启动新一轮专业目录征集工作，下一步将动态调整优化专业设置，促进人才培养与产业发展深度融合。”人力资源社会保障部职业能力建设司相关负责人说。

（据新华社电 记者姜琳）

近日，2024世界农业科技创新大会在京举行。本届大会以“气候变化与农业系统转型”为主题。图为大会博览会上展示的一款植保无人机。

新华社记者 张展霖摄

