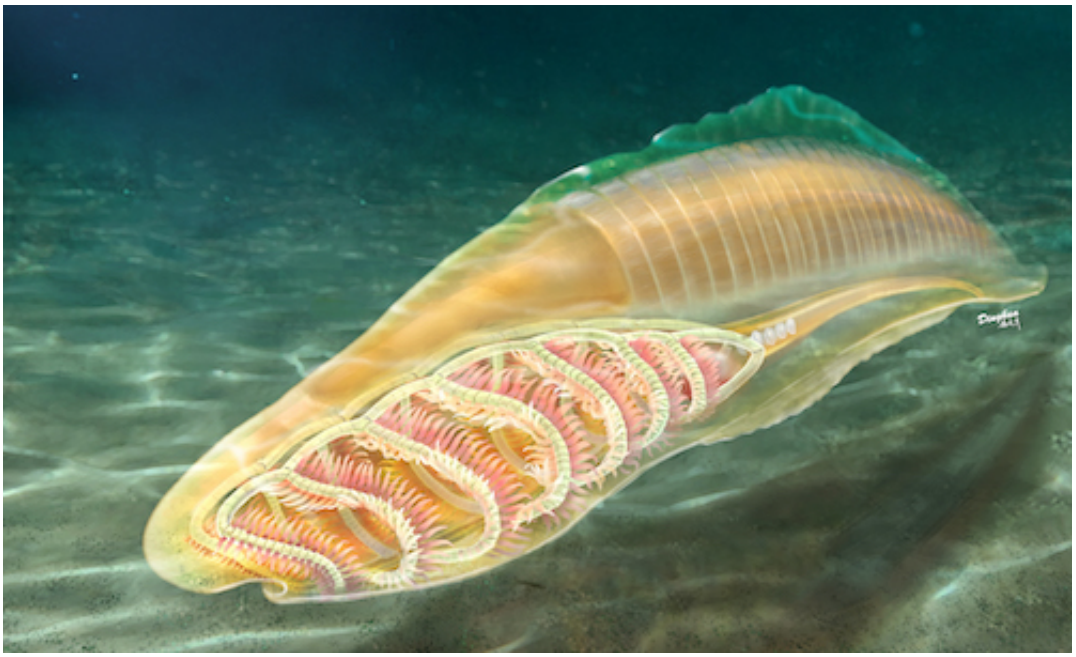
30年研究证明云南虫是最原始的脊椎动物

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/19162.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

30年研究证明云南虫是最原始的脊椎动物。



云南虫生态复原图 （赵方臣指导、杨定华绘图）

人类的祖先竟然是一条鱼！

虽然有点不可思议，但此前的研究已经证实，生命的演化是从水生动物，到两栖动物，再到陆生动物，最后出现了地球上最高等的动物——人类。

不难发现，在生命的演化历程中，人类所属谱系——脊椎动物的演化是最为壮丽的篇章之一，有关脊椎动物起源问题始终是最吸引人的科学热点。

20世纪90年代，时任中国科学院南京地质古生物研究所（以下简称南京古生物所）研究员侯先光首次在云南澄江帽天山发现了云南虫化石，并推测其可能是最早的脊椎动物以来，随之也在学术界掀起一场跨世纪的质疑和争论。

如今，这个跨世纪争论终于可以盖棺定论。我国科研团队研究发现，5.18亿前的寒武纪澄江动物群产出的云南虫，其咽弓具有脊椎动物独有的细胞软骨结构，进而确认了云南虫是脊椎动物的最原始类群。相关研究成果7月8日发表于《科学》（Science）。

该成果由南京古生物所研究员朱茂炎团队和南京大学教授姜宝玉课题组合作完成。南京古生物所研究员赵方臣和姜宝玉为论文通讯作者，二人共同指导的博士生田庆羿为第一作者，这也是田庆羿的第一篇Science。

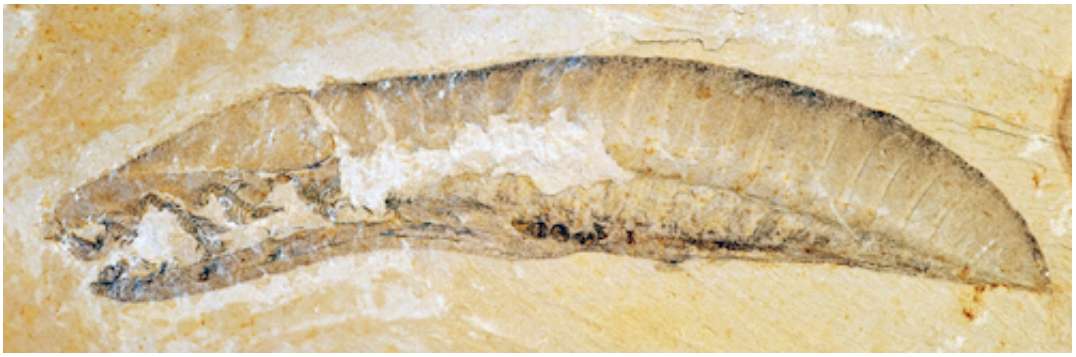
饱受争议的起源问题

演化生物学家通常根据现生头索动物文昌鱼的特征，推测脊椎动物的祖先是一类具有脊索、背神经管和鳃裂的后口动物。然而，这一假想始终没有得到化石证据的支撑。

1909年，国外科研人员发现了距今约5.05亿年的加拿大布尔吉斯页岩动物群，随后那里产出了头索动物皮卡鱼和基干脊椎动物后斯普里格鱼。1991年以来，在距今约5.18亿年的中国云南澄江动物群，南京古生物所科研人员发现了多种脊索动物，包括基干脊椎动物昆明鱼和分类位置存疑的云南虫。这些化石是迄今为止世界上最古老的脊索动物，为揭开脊椎动物起源和早期演化之谜提供了珍贵材料。

脊索动物包括尾索动物、头索动物和脊椎动物。赵方臣告诉《中国科学报》，不同于具有典型脊椎动物特征的昆明鱼，云南虫形态更接近头索动物文昌鱼，它在脊椎动物起源和后口动物系统树上的位置一直存在争议。

1995年，根据新采集的云南虫化石，南京古生物所研究员陈均远等人在Nature上发表论文，首次将云南虫解读为脊索动物的最早祖先。



云南虫标本，化石体长3.9厘米 （赵方臣 供图）

论文发表后，《纽约时报》和《科学周刊》分别以《从云南虫到你》和《通向脊梁骨之路》为题做了专题评述。

由于当时的帽天山化石遗址已被保护起来，很难再挖掘，于是陈均远将眼光投向了几十公里外的昆明海口镇。那里有着与帽天山同时代的沉积岩，极有可能也存在着大量类似的化石。

果然，陈均远等人在昆明海口地区又发现了大量云南虫新标本。他们在这些标本上开展了更加精细的解剖学结构，并在此研究基础上将云南虫归为原始有头类，认为其演化位置介于头索动物文昌鱼和脊椎动物七鳃鳗之间。

上述成果于1999年在Nature发表后，在学术界掀起了有关云南虫分类位置的大讨论。

不同学者对云南虫保存各异的软体组织细节的解释存在较大分歧。云南虫自首次报道以来，被分别归类于脊椎动物、头索动物、半索动物、后口动物干群，甚至原始的两侧对称动物。

赵方臣指出，由于云南虫分类位置存在的争议，严重影响了基于这类关键化石开展脊椎动物起源的研究。

127块标本从微观来揭秘

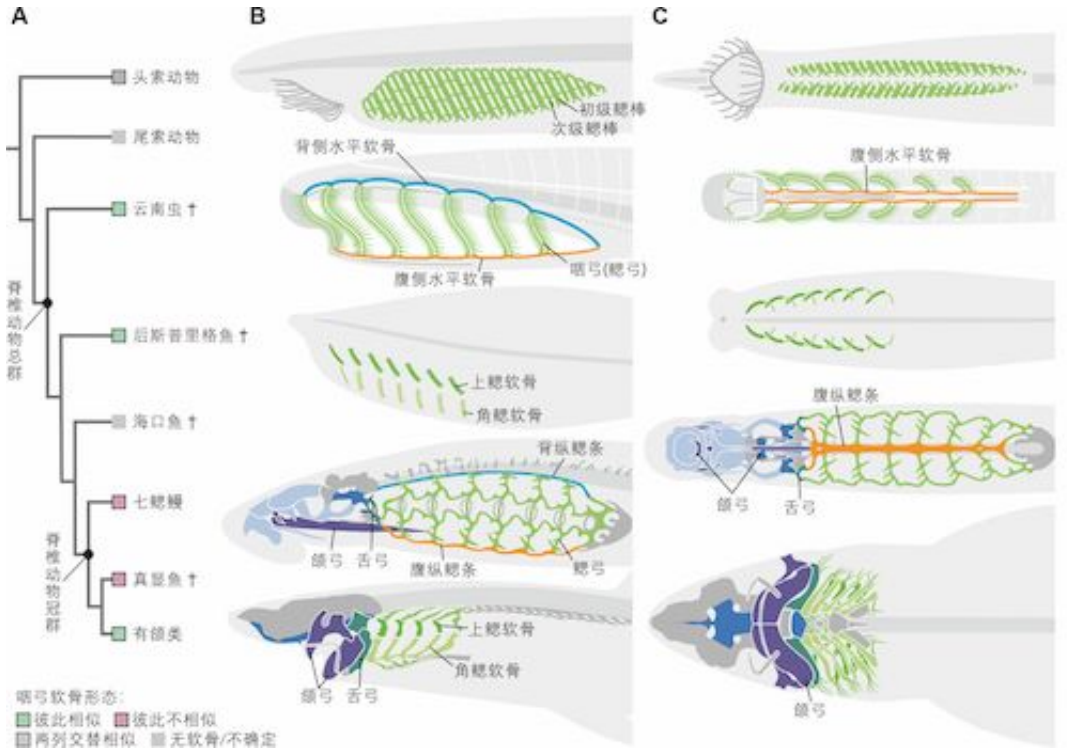
2018年，田庆羿开始从事与云南虫相关的研究，他发现云南虫的研究论文非常多，至少20～30篇，每篇论文体现的研究水平都很高。他告诉《中国科学报》：几乎大部分的宏观结构都被前人反复描述研究过了，公说公有理，婆说婆有理。所以我在研究一开始的时候非常迷茫，停滞了很久也没有找到突破点。

针对云南虫分类位置之谜，既然常规的形态学研究无法达成共识，通过与导师赵方臣和姜宝玉的反复沟通和商量，田庆羿决定从微观结构入手。我们利用三维X射线断层扫描显微镜、傅里叶红外光谱、拉曼光谱、扫描电镜和透射电镜等多种现代实验技术手段，希望从微观解剖学结构着手去破解这一谜题。

2003年，陈均远及其合作者曾提出云南虫鳃弓可能具有细胞软骨。根据这一重要线索，我们对海口地区产出的127块云南虫标本的鳃弓结构进行了分析，并首次在云南虫咽弓上发现了微纳尺度三维保存的叠盘状细胞结构和蛋白微原纤维构造。田庆羿介绍道。

正是这两个特征，证明云南虫具有脊椎动物独有的、由细胞软骨构成的咽弓，进而表明云南虫属于原始脊椎动物。

进一步的研究结果证实，云南虫处于脊椎动物谱系的最基干位置，介于尾索动物和其他脊椎动物（包括现生和化石物种）之间。



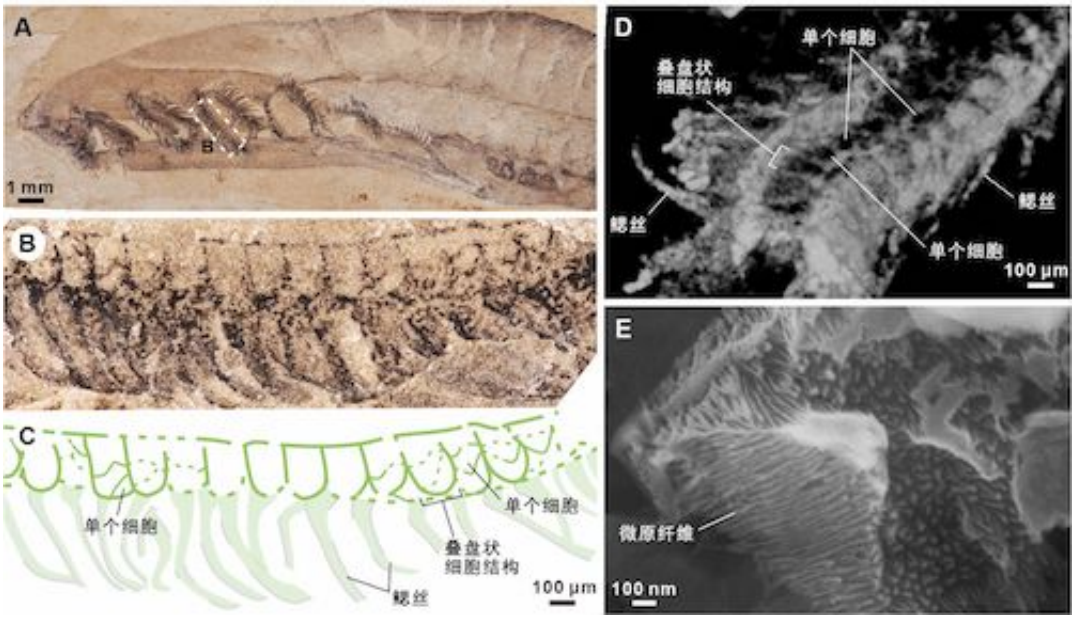
云南虫演化位置和各类脊索动物咽颅形态比较（从上到下，分别是文昌鱼、云南虫、后斯普里格鱼、七鳃鳗、鲨鱼）（A）演化树和咽颅形态性状分布。（B）侧视图（C）腹视图。
（田庆羿制图）

对于云南虫此前备受争议的第一对咽弓，在新标本相当于第一对咽弓的位置上，研究团队发现了与后部其他鳃弓一样的叠盘状细胞结构、鳃丝和蛋白微原纤维等构造。研究团队认定，云南虫拥有从前到后彼此相似、都具有细胞软骨的7对咽弓。

彼此相似的咽弓也出现在另一种寒武纪基干脊椎动物——后斯普里格鱼身上。

早在19世纪，解剖学家们就已经提出了脊椎动物咽弓同源理论假说，云南虫相似的7对系列咽弓的发现支持了这一假说。即鱼类的鳃弓是颌弓和舌弓的原型，脊椎动物的颌弓和舌弓跟后面的鳃弓是系列同源构造。

田庆羿解释说，虽然现生脊椎动物不同位置的咽弓会发育成颌弓、舌弓和鳃弓等形态不同的骨骼，但在脊椎动物演化初期，不同位置的咽弓是彼此相似的。



云南虫化石咽部结构（A）咽部整体照片；（B－E）咽弓的微观结构：咽弓的光学照片：（B）结构示意图（C）单个咽弓的三维X射线CT渲染（D）咽弓内碳质残留物的扫描电镜照片，展示化石保存的蛋白微原纤维形态结构（E）（田庆羿制图）

这是一个里程碑式的工作

后斯普里格鱼的研究论文1993年发表，科研人员通过约100块新标本的研究，终于发现了脊椎动物样式的头部，2014年其被认定是脊椎动物；云南虫的研究论文1991年发表，科研人员通过对127块标本进行微观尺度的研究，2022年其被认定是原始脊椎动物。

为什么从发现到认定为脊椎动物，需要这么长时间呢？田庆羿解释道：因为云南虫一直都缺少普遍被认可的脊椎动物的宏观特征，几十年后的今天，有了前沿的分析技术，我们才终于找到了关键的微观特征。

地球上很多生命没有被保存下来，我们很幸运，因为我们找到了生命的证据——化石。赵方臣希望正在英国访学的田庆羿能在开拓视野的同时，利用我国天然的化石宝库，做更多前沿的研究。

这篇Science论文不仅认定了现生脊椎动物最古老的近亲——云南虫，还为揭示脊椎动物的起源和早期演化提供了关键证据，对脊椎动物颌和其他关键特征演化的探索均将产生深远的影响。朱茂炎指出，从另外一个角度来看，该项研究再一次展示了澄江动物群化石具有保存微纳尺度精细生物学结构的潜力。

评审人对该研究给出了很高的评价：这是对科学的重大贡献，将成为古脊椎动物学的一篇关键论文，展示了人们期待已久的、最可信的解剖结构化石证据，解决了寒武纪干群脊椎动物争议问题。在未来的许多年里，即使更高分辨率的研究也难以超越。这是一个里程碑式的工作。（来源：中国科学报沈春蕾）

相关论文信息：https://doi.org/10.1126/science.abm2708

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：朱茂炎等 来源：《科学》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发