CT三维重建揭示“最早苔藓虫化石”是寒武纪疑难化石“寒武钉”

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/25532.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！

近期，《地质学》（*Geology*）在线发表了中国科学院南京地质古生物研究所古生物学和油气地层应用重点实验室研究员殷宗军等完成的最新成果。该研究揭示了发现于我国和澳大利亚寒武纪地层中的“最早苔藓虫化石”，应是完整保存骨片系的疑难化石“寒武钉”，而不是苔藓动物或绒枝藻。

寒武纪初期，几乎所有动物门类在极短时间内爆发式出现，开启了动物主导“地球-生命系统”的新纪元，这一里程碑式的生命演化事件被称为“寒武纪大爆发”。然而，现今近40个动物门中，有不少类群在寒武纪大爆发期间没有化石记录（微小且缺乏骨骼的类群，保存为化石的可能性极低）。苔藓虫作为多样性高且具有硬化骨骼的动物门类为何也缺席寒武纪大爆发？这一直是未解之谜。

2021年，《自然》（*Nature*）报道了最古老的寒武纪苔藓虫化石。证据来自陕南镇巴和南澳大利亚寒武纪早期的磷酸盐化微体化石*Protomelissiongatehousei*。该研究认为苔藓动物和众多其他动物门类一样，在寒武纪大爆发期间已出现。这一发现曾引起国内外学界的广泛关注。然而，这一观点很快便受到挑战。2023年，《自然》报道了一类来自云南寒武纪早期小石坝生物群中呈压扁保存的宏体化石。该研究认为它们与*Protomelission gatehousei*是同一类生物，并将它们解释为钙化的绒枝藻（一种绿藻），而不是苔藓动物。相关争论使得苔藓动物门的起源和早期演化历史变得扑朔迷离。

那么，小石坝生物群中发现的宏体化石和磷酸盐化的微体化石*Protomelission*究竟是不是同一类生物？*Protomelission*到底是苔藓动物骨骼还是钙化的绒枝藻？要回答这些问题，解决相关争议，则需要对*Protomelission*原始标本的CT数据进行三维重构分析。

为此，殷宗军带领团队，重新分析了《自然》2021年报道的*Protomelission*

化石标本的原始CT数据。科研人员通过对原始CT数据进行高精度三维图像重建和精准分割发现，*Protomelission*
标本由多列形态相似的骨片拼合而成，单个骨片呈两端向外略微膨大而中间收缩的哑铃状。统计数据显示，骨片从底部到顶部逐渐增大，但保持稳定的长宽比，以保持稳定的形态。这些骨片的三维形态和尺寸与同时代常见的一
种离散保存的“寒武钉”（*Cambroclavus*
）骨片非常一致，只不过每一个骨片上的钉刺断掉了而已。骨片在纵向上呈叠瓦状排列，形成单列骨片系；
而横向上多个单列骨片系以错开半个骨片的长度交错拼合，最终组合成完整的阵列式骨片系。骨片的这种铰链堆叠方式和前人报道的一些较为零碎的寒武钉骨片系标本非常一致。更为重要的是，科研人员还在标本中央腔中新发现了一些钉状结构。三维图像数据显示，这些钉状结构实际上是寒武钉骨片带钉刺的部分。

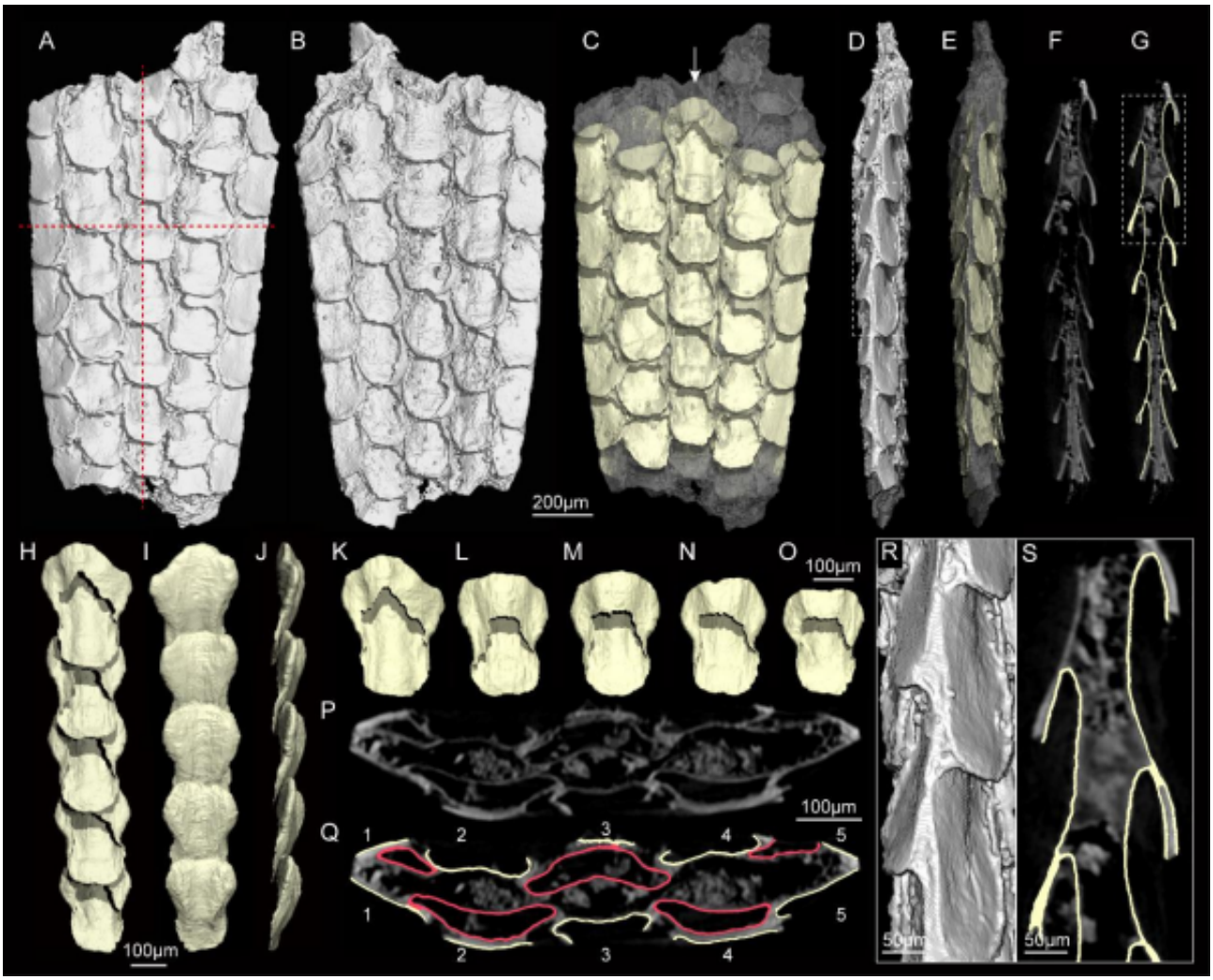
以上图像解析数据表明，*Protomelission*
并非苔藓虫，而是保存更为完整的
寒武钉骨片系标本。因此，*Protomelission*与寒武钉是
同一类生物，该属名是*Cambroclavus*的
晚出同物异名应被弃用。同时，研究系统对比了这些标本与宏体化石绒枝藻的三维解剖学特征发现，两者具有显著区别，亲缘关系相距甚远。

作为寒武纪早期代表性疑难微体骨片化石之一，寒武钉多以离散骨片形式保存，但迄今为止科学家对此类化石的完整样貌和亲缘关系等信息知之甚少。依据新发现的较为完整的骨片系标本，研究人员
重建了寒武钉
的三维结构，并在此基础上
对该生物的原始样貌进行复原。结果显示，
寒武钉是一类已灭绝的有表皮的后生动物，其整体呈倒锥形的桶装，软组织和器官在中央腔内，全身覆盖带刺骨片起到防御的功能，以底栖固着的方式生活在浅海环境中。

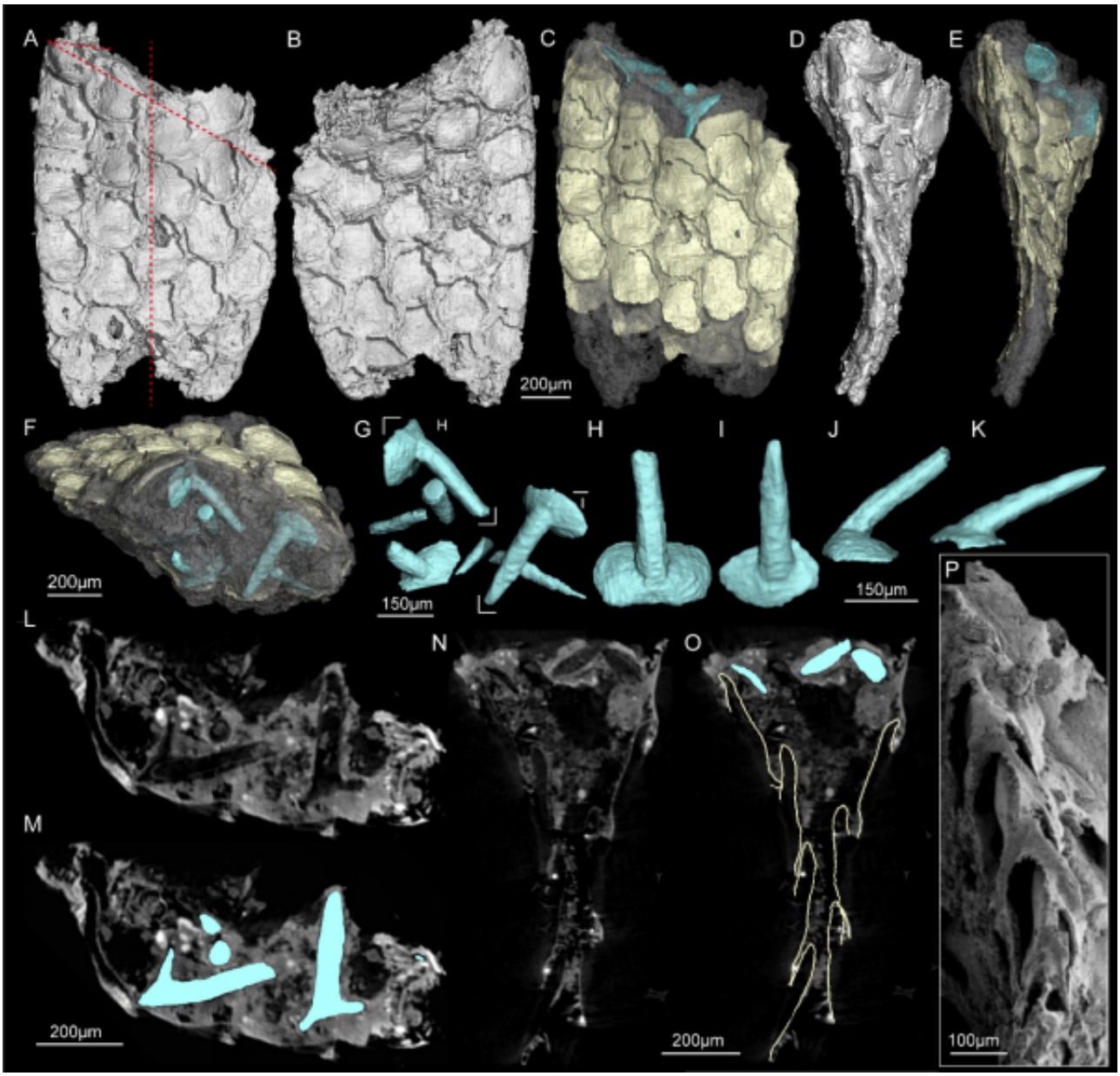
由于缺乏软躯体结构的信息，寒武钉究竟属于哪个动物门依然未知，但可以肯定的是现代动物门类中尚无发育有类似寒武钉相同骨片系的类群。这种情况在寒武纪大爆发期间屡见不鲜，原因在于寒武纪大爆发期间出现了许多像寒武钉一样难以归到现存门类的动物，如开腔骨、威瓦西虫、古虫等。这表明寒武纪大爆发期间动物躯体构型的分异度非常高。而这一客观存在的事实又使得“苔藓虫为何缺席寒武纪大爆发”之谜更为引人注目。

研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金和中国科学院青年创新促进会优秀会员项目的支持。

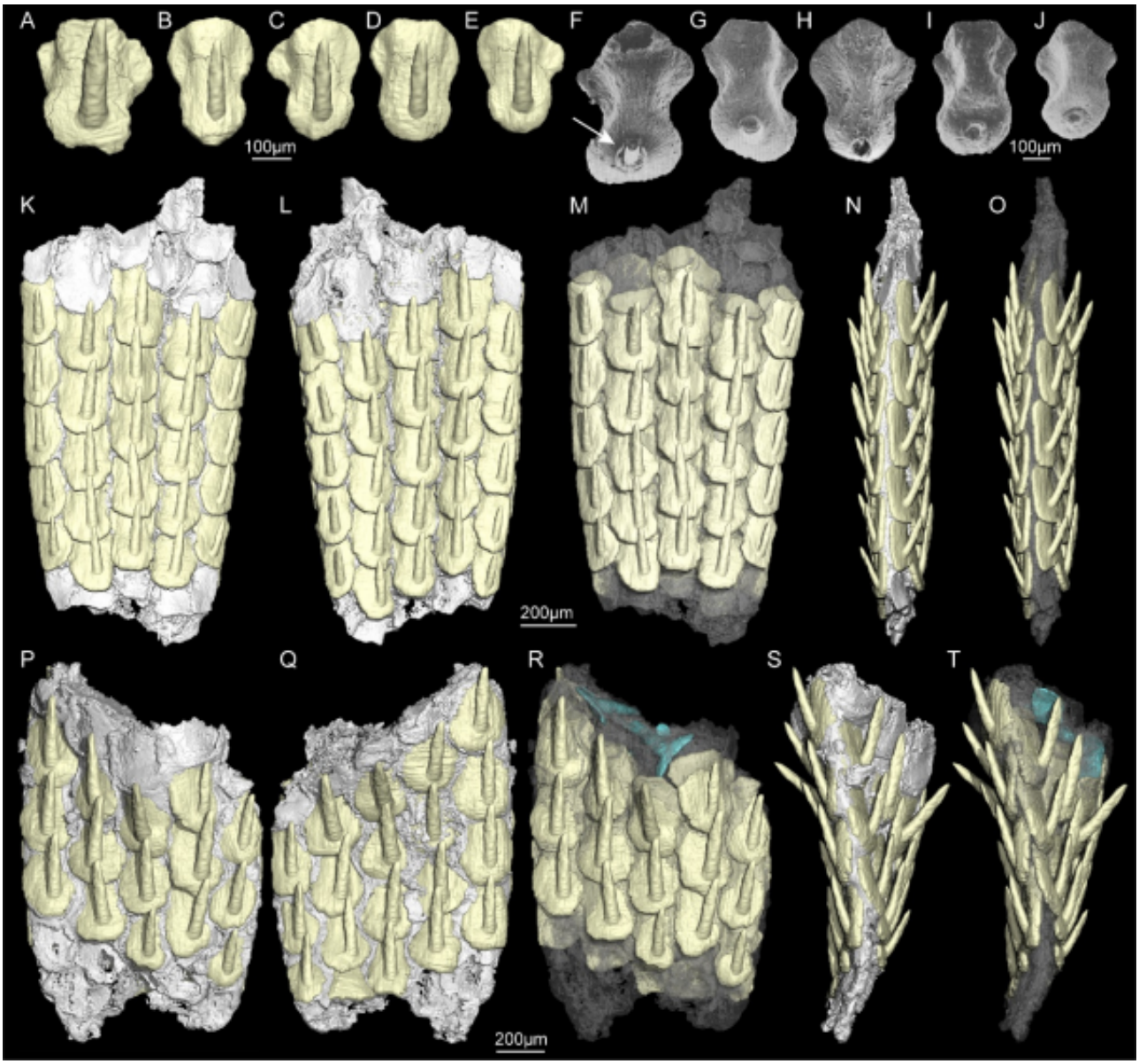
论文链接



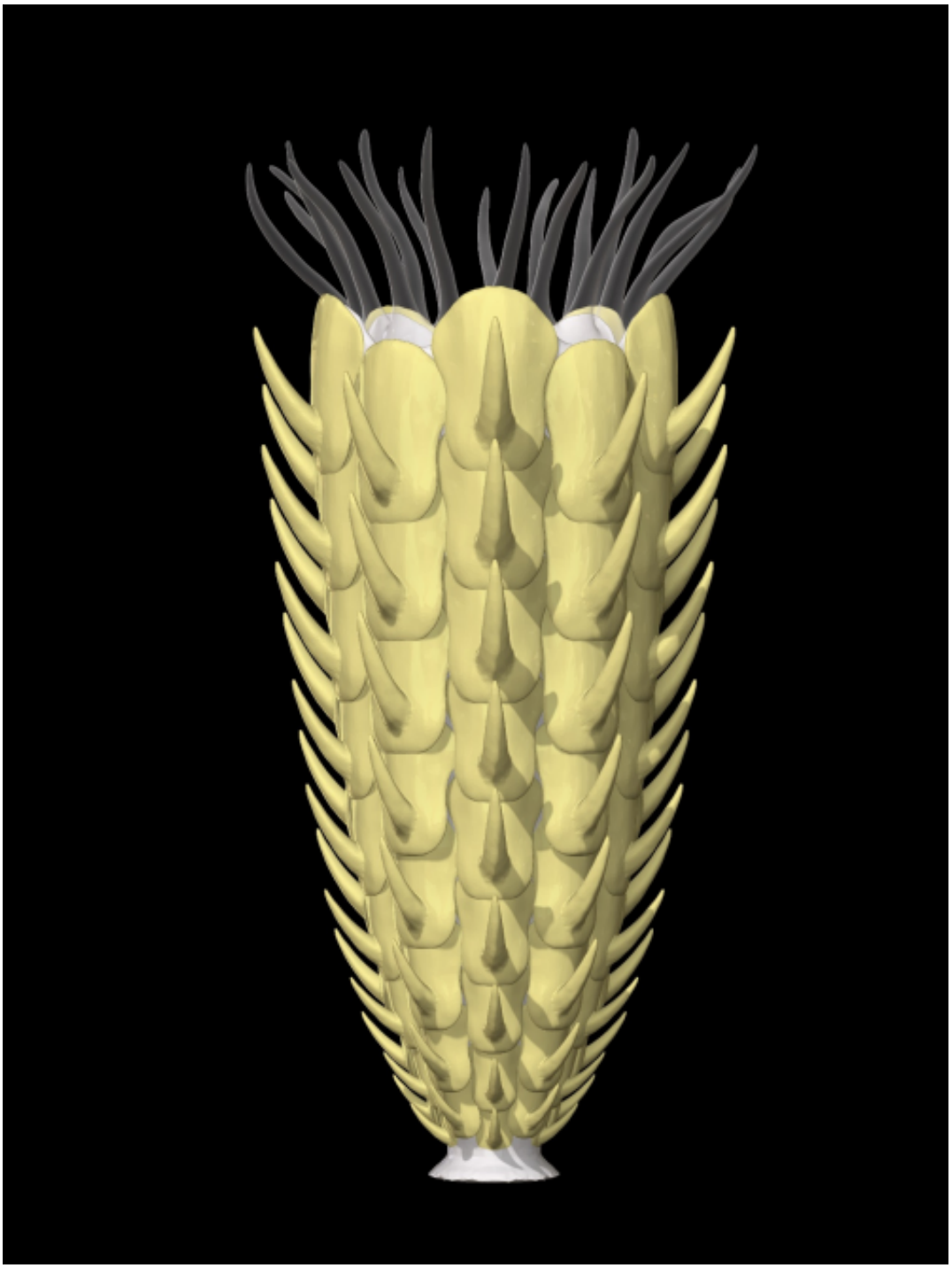
标本SADME
10470的CT图像，黄色代表构成标本的骨片。（A-E）CT数据及重建；（F-G
）纵截面；（H-J）C
中箭头所指的单列骨片叠放在一起；（K-O）拆分开的单个骨片；（P-Q
）横截面，红色为骨片重叠部分轮廓；（R）D的局部放大；（S）G的局部放大。



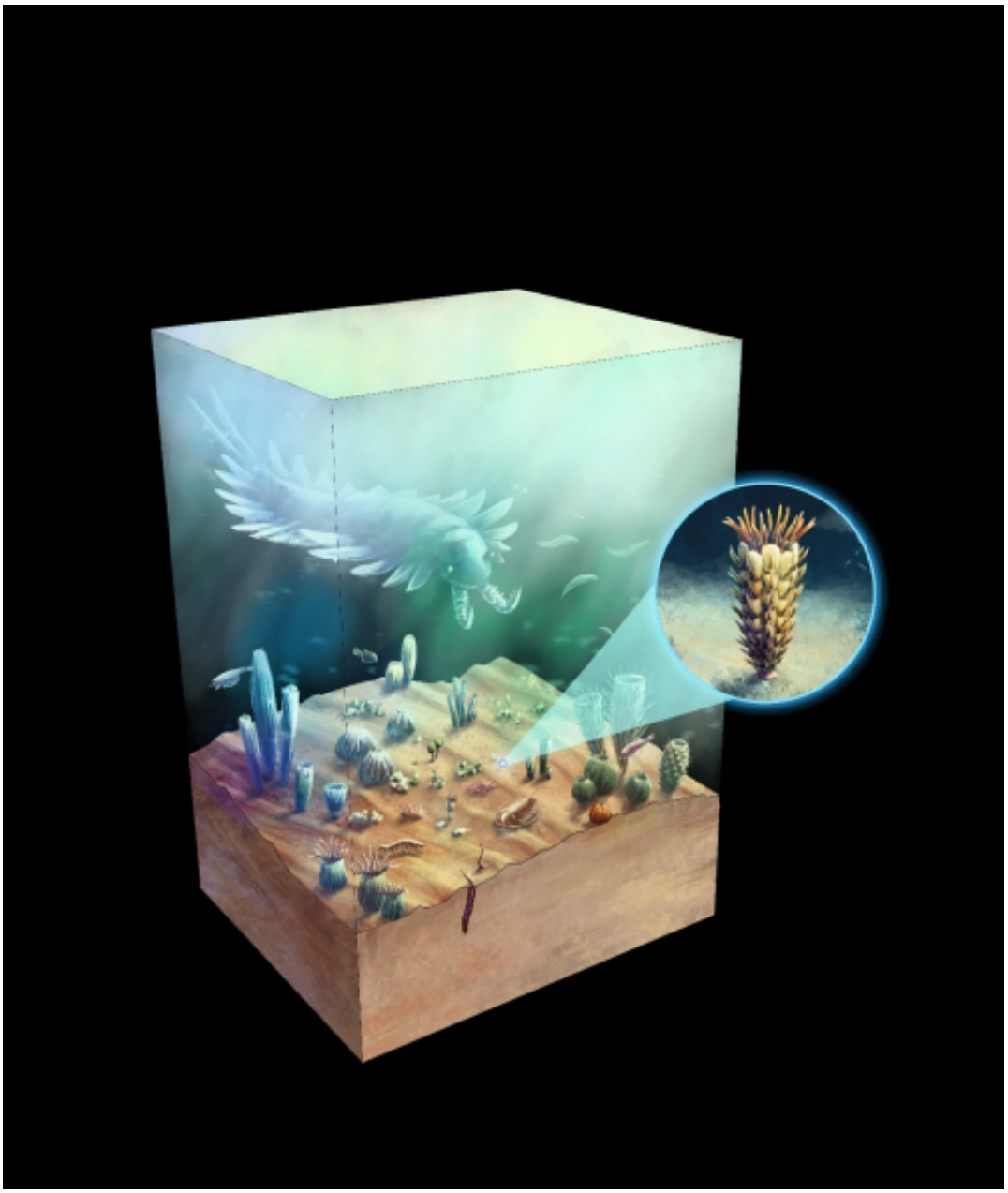
标本ELI XYB 4
AN02的CT图像与SEM
图像，黄色代表
构成标本的骨片，绿色代表标本
顶部腔内发现的寒武钉骨片。（A-F）CT数据及重建；（G-K
）残破的寒武钉骨片；（L-M）横截面；（N-O）纵截面；（P）侧向SEM图像，引自Zhang et al.,
2021。



根据CT数据三维重建的寒武钉骨片系。（A-E）单个完整寒武钉骨片重建；（F-J）典型的离散保存的寒武钉骨片化石；（K-O）标本SADME 10470的三维重建；（P-T）标本ELI XYB 4 AN02的三维重建。



寒武钉的复原图



寒武钉生态场景复原图（被选为《地质学》封面）

研究团队单位：南京地质古生物研究所

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