

# 陕西省自然科学奖提名公示材料

(2025年度)

## 一、项目基本情况

项目名称	扬子地台北缘寒武纪生命大爆发序幕阶段生物多样性研究
主要完成人	刘云焕、张华侨、邵铁全、张亚楠、秦嘉琛、刘明金
主要完成单位	长安大学、中国科学院南京地质古生物研究所

## 二、提名意见（适用于提名单位）

提 名 者	陕西省教育厅	提名等级	<input checked="" type="checkbox"/> 一等奖 <input type="checkbox"/> 二等奖
-------	--------	------	--

提名意见：

长安大学刘云焕教授团队长期从事地层古生物工作，近年共获得多项国家自然科学基金资助。围绕“宽川铺生物群”开展研究，以扬子地台北缘为主要研究区域，在陕南、川北地区 5.35 亿年前的寒武纪幸运阶地层中发现了大量保存精美的珍稀化石、取得了重要进展。申报成果“扬子地台北缘寒武纪生命大爆发序幕阶段生物多样性研究”是长安大学早期生命起源与演化研究团队近年来研究成果的集中体现，报道目前地球上最古老的腮曳状有棘动物“斯芬克斯古鳃曳虫(*Eopriapulites sphinx*)”及一系列早期蜕皮动物，研究了有口无肛门的囊状早期蜕皮动物皱囊虫 (*Saccorhytus*)，在探索节肢动物或蜕皮动物起源及早期演化这一长期困扰学术界的科学问题上取得了突破，同时在寒武纪早期多门类动物研究上也取得诸多进展，进一步拓展了寒武纪早期刺胞动物、软体动物、胚胎化石、疑难化石的多样性，在国内外属于创新性研究，在相关领域具有明显引领作用。该成果选题准确，研究起点高，理论上有创新，有重要的学术价值和理论意义。

推荐材料齐全、规范，经完成单位公示，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术奖推荐条件，同意推荐陕西省科学技术奖。

说明：省科学技术奖一、二等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名人者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖。项目组与提名单位沟通后，做出提名等级意见；提名项目提交后，提名等级建议不得变更。

### 三、项目简介

本成果“扬子地台北缘寒武纪生命大爆发序幕阶段生物多样性研究”是长安大学“早期生命起源与演化研究团队”近年来研究成果的集中体现，与中国科学院南京地质古生物研究所共同完成，属于地质学古生物学方向的“早期生命起源演化与寒武纪生命大爆发”研究领域。

申报成果主要围绕华南寒武纪早期的“宽川铺生物群”开展研究，这些磷酸盐化的特异埋藏化石库保存大量精美的小壳化石（SSFs），在陕南川北地区约 5.35 亿年前的早寒武世地层中发现了大量保存精美的珍稀化石，取得重要进展：

团队于 2014 年首次报道了已知最古老的鳃曳状有棘动物“斯芬克斯古鳃曳虫（*Eopriapulites sphinx*）”，是蜕皮动物在整个地球历史中已知的最早化石记录，将蜕皮动物的实体化石证据年代记录向前推进了一千多万年。同时，在后续的研究中陆续为“寒武纪生命大爆发”小壳化石幕时期新增添了包括美丽陕虫（*Shanscolex decorus*）、具刺秦虫（*Qinscolex spinosus*）、宽川铺大河虫（*Dahescolex kuanchuanpuensis*）、秦中平虫（*Zhongpingscolex qinensis*）、珍稀始动吻虫（*Eokinorhynchus rarus*）等在内的 9 个蜕皮动物新属种和多个新类型，极大地拓展了寒武纪早期底栖生物的多样性，为早期海洋底栖生态系统的进一步研究打下基础。此外，团队于 2022 年在国际顶级刊物 *Nature* 发表研究文章，依托丰富的化石材料积累，再次研究了扬子地台北缘寒武系早期地层中的“冠状皱囊虫（*Saccorhytus coronarius*）”，修正了先前对于冠状皱囊虫是后口动物远祖的认识，提出皱囊虫具有蜕皮动物的亲缘关系；皱囊虫具有囊状体型、有口无肛门、无附肢的独特形态特征，为已知最早的蜕皮动物增添了全新类型，同时挑战了演化生物学中关于蜕皮动物共同祖先形态的传统假说。“寒武纪生命大爆发”这一地球生命史上的革命性事件至今仍然是国际科学界的重大科学难题和研究热点之一，在“宽川铺生物群”中首次报道目前地球上最古老鳃曳状有棘动物和有口无肛门的囊状蜕皮动物等一系列新发现则代表了蜕皮动物在整个地球历史中已知的最早实体化石记录，在探索节肢动物或蜕皮动物起源及早期演化这一长期困扰学术界的科学谜团取得了突破，该项成果在国内外属于创新性研究，在相关领域具有明显引领作用。

宽川铺生物群中各类型化石丰富，团队在十余年的研究中，还对包括刺胞动物、软体动物、古杯动物、藻类、胚胎化石和疑难化石在内的各类化石也展开了研究：对四方塔型壳的埋藏和保存、形态特征、发育序列进行了总结；建立了刺胞动物钵水母

类秦钵水母新属新种；建立了软体动物马哈螺类的 2 个新属种；报道了已知最早的古杯类海绵动物，建立了 2 个古杯的新属种；建立了 2 个藻类新属种。团队对宽川铺生物群中的早期动物展开广泛研究，扩展了寒武纪动物、藻类的多样性记录，为早期生命演化、体构创新及生态适应机制提供了关键线索。

除此之外，在研究方法上，团队依托长安大学教育部重点实验室的场发射扫描电镜进行微体化石的 SEM 工作、长安大学微体实验室进行大规模的微体化石酸蚀工作、西北大学的德国徕卡公司 SM2500+SP2600 化石超薄连续递进切片 - 磨片系统可以产生以 1 微米连续递进的切片，有助于分辨化石的原生结构和成岩次生结构，西北大学和中国科学院南京地质古生物研究所的 Micro - CT 用于化石无损照相完成化石内部结构重建。完成上述成果运用多项技术手段、多种试验互相验证，属于技术创新。

## 四、客观评价

2014 年，团队首次报道了已知最古老的具吻刺动物（Scalidophora）化石记录——斯芬克斯始鳃曳虫 *Eopriapulites sphinx*。截至目前团队已报道寒武纪幸运期蜕皮动物：斯芬克斯始鳃曳虫 *Eopriapulites sphinx*、具刺秦蠕虫 *Qinscolex spinosus*、美丽陕蠕虫 *Shanscolex decorus*、宽川铺大河蠕虫 *Dahecolex kuanchuanpuensis* 等共计有 9 属 9 种和 6 个未定类型被报道，它们代表着已知最早的环神经动物。这些化石填补了具吻刺动物（Scalidophora）干群的形态记录空白，为研究环神经动物

（Cycloneurians）和蜕皮动物（Ecdysozoans）的早期演化提供了关键证据。目前该成果已经在以 *Proceedings of the Royal Society B*、*Science Advances*、*Nature*、*Geoscience Frontiers* 等为代表的国内外重要学术期刊中得到引用和认可（可见代表性论文被他人引用情况）。

对于早期环神经动物多样性和谱系的研究、刺胞动物多样性研究等一系列研究成果也在包括 *Molecular Phylogenetics and Evolution*、*Elife*、*Gondwana Research* 为代表的国内外学术期刊中获得引用与讨论（可见代表性论文被他人引用情况）。

2022 年 8 月，由长安大学、中科院南京地质古生物研究所等国内外科研人员组成的研究团队，在国际顶级学术期刊 *Nature* 杂志上发表研究文章“*Saccorhytus is an early ecdysozoan and not the earliest deuterostome*”，相关成果被国内外多家媒体报道：包括中国科学院网、科学网、光明网、化石网、央视网、中国日报网、科技日报、中国科技网、中国新闻网、环球网、BBC、Febos 等。

随后，本研究获得中国古生物学会颁发的“2022 年度中国古生物十大进展”荣誉，在此引用光明日报对 2022 年度中国古生物十大进展的报道：“本研究通过对陕南约 5.35 亿年前的微体化石皱囊虫的深入研究，证实具有囊形体构的皱囊虫（约 5.35 亿年前）是蜕皮动物，揭示了囊形的体构在蜕皮动物祖先类型中出现，为蜕皮动物体构起源的研究提供了更多的可能；同时证实了皱囊虫不是最早的后口动物，后口动物亚界化石的首现时间仍应在约 5.18 亿年前（澄江动物群）。”

**五、代表性论文专著目录**  
(不超过 8 条, 其中代表性论文不超过 5 篇, 代表性专著不超过 3 部)

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷 页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表 时间 ( 年月 日)	通讯 作者 ( 含共 同)	第一 作者 ( 含共 同)	国内 作者	他 引总 次数	检 索数 据库	知 识产 权是 否归 国内 所有
1	<i>Saccorhytus</i> is an early ecdysozoan and not the earliest deuterostome	Nature	Yunhuan Liu, Emily Carlisle, Huaqiao Zhang, Ben Yang, Michael Steiner, Tiequan Shao, Baichuan Duan, Federica Marone, Shuhai Xiao & Philip C. J. Donoghue	2022 年 106 卷 541-546 页	2022 年 9 月 15 日	Huaqiao Zhang、Shuhai Xiao、Philip C.J. Donoghue	Yunhuan Liu、Emily Carlisle	刘云焕、张华侨、杨犇、邵铁全、段佰川	5	WOS 核心合集	是
2	The oldest known priapulid-like scalidophoran and its implications for the early evolution of cycloneuraian and ecdysozoans	Evolution & Development	Liu Yunhuan, Xiao Shuhai, Shao Tiequan, Jesse Broce, Zhang Huaqiao	2014 年 16 卷 155-165 页	2014 年 5 月	Xiao Shuhai	Liu Yunhuan	刘云焕、邵铁全、张华侨	52	WOS 核心合集	是

3	A new scalidophoran animal from the Cambrian Fortunian Stage of South China and its implications for the origin and early evolution of Kinorhyncha	Precambrian Research	T.Q. Shao , Q. Wang , Y.H. Liu , J.C. Qin , Y.N. Zhang , M.J. Liu , Y. Shao , J.Y. Zhao , H.Q. Zhang	2020 年 349 卷	2020 年 8 月	Y.H. · Liu, H.Q. · Zhang	T.Q. Shao	邵铁全、王琪、刘云焕、秦嘉琛、张亚楠、刘明金、邵援、赵健友、张华侨	7	WOS 核心合集	是
4	A new scyphozoan from the Cambrian Fortunian Stage of South China	Palaeontology	Yunhuan Liu, Tiequan Shao, Huaqiao Zhang, Qi Wang, Yanan Zhang, Cheng Chen, Yongchun Liang, Jiaqi Xue	2017 年 60 卷 511- 518 页	2017 年 1 月	Yun hua n Liu, Hua qiao Zhang	Yun hua n Liu	刘云焕、邵铁全、张华侨、王琪、张亚楠、陈程、梁永春、薛佳琪	13	WOS 核心合集	是
5	<i>Quadracyrtis</i> from the lower Cambrian of South China: growth pattern, post-embryonic development.	CHINESE SCIENCE BULLETIN	Yunhuan Liu , Yong Li , Tiequan Shao , Huaqiao Zhang , Qi Wang , Jinpeng Qiao	2014 年 59 卷 4086 -409 5 页	2014 年 11 月	Hua qiao Zhang	Yun hua n Liu	刘云焕、李勇、邵铁全、张华侨、王琪、乔金鹏	19	WOS 核心合集	是
6											
7											
8											
合 计									96		
补充说明（视情填写）：											

## 六、主要完成人情况表

姓 名	刘云焕	排 名	1
行政职务	无		
技术职称	教授		
工作单位	长安大学		
完成单位	长安大学		
对本项目主要学术贡献： 项目负责，协调各项目成员按国家自然科学基金计划书开展工作， 全面负责各项研究工作及项目运转。对“斯芬克斯古鳃曳虫（ <i>Eopriapulites sphinx</i> ）”以及最古老动吻动物“珍稀始祖动吻虫（ <i>Eokinorhynchus rarus</i> ）”、皱囊虫等化石发现、资料整理及论文发作出了重要贡献。			

姓 名	张华侨	排 名	2
行政职务	无		
技术职称	研究员		
工作单位	中国科学院南京地质古生物研究所		
完成单位	中国科学院南京地质古生物研究所		
对本项目主要学术贡献： 技术负责，负责有棘动物的进化生物学及发育生物学的研究、Micro-CT 数据处理，支序分析等。 合作开展对斯芬克斯古鳃曳虫（ <i>Eopriapulites sphinx</i> ）、冠状皱囊虫（ <i>Saccorhytus coronarius</i> ）为代表的早期蜕皮动物，以及四方塔型壳（ <i>Quadrapyrgites quadratacris</i> ）和秦钵水母（ <i>Qinscyphus necopinus</i> ）等早期刺胞动物的研究，对本项目做出重要贡献。			

姓 名	邵铁全	排 名	3
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	长安大学		
完成单位	长安大学		



对本项目主要学术贡献：  
副项目负责，负责生物群赋存研究区的野外剖面测制,大比例尺填图及野外样品逐层采集、研究报告撰写。

姓 名	张亚楠	排 名	4
行政职务	无		
技术职称	讲师		
工作单位	中国人民解放军军事航天部队航天工程大学		
完成单位	长安大学		
对本项目主要学术贡献： 负责刺胞动物的 SEM 图像数据采集处理、支序分析			

姓 名	秦嘉琛	排 名	5
行政职务	无		
技术职称	中级工程师		
工作单位	中国石油集团川庆钻探工程有限公司长庆井下技术作业公司		
完成单位	长安大学		
对本项目主要学术贡献： 负责环神经动物样品采集研究、SEM 图像处理及 3D 复原			

姓 名	刘明金	排 名	6
行政职务	无		
技术职称	无		
工作单位	长安大学		
完成单位	长安大学		
对本项目主要学术贡献： 负责胚胎化石采集研究、SEM 数据采集处理			

## 七、主要完成单位情况表

单位名称	长安大学
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>长安大学直属国家教育部，是教育部和国土资源部共建的国家“211 工程”重点建设大学。项目实施期间，学校为项目开展提供了良好科研条件和科研管理，使项目顺利开展。该成果由长安大学主要完成、为第一完成单位。该研究瞄准早寒武世梅树村期“寒武纪生命大爆发”小壳化石幕阶段这一地球生命演化关键时期、以扬子地台北缘梅树村阶为目标层位，在国家自然科学基金连续资助下进行了深入研究。</p>	
单位名称	中国科学院南京地质古生物研究所
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>中国科学院南京地质古生物研究所成立于 1951 年，其前身为前中央研究院地质研究所，是我国唯一的从事古生物学和地层学研究的专业机构，科研实力雄厚，也是著名的“世界三大古生物研究中心”之一。在古生物学和生物地层学前沿领域及全球重大地质学和古生物学理论探讨中，做出众多独创性和有重大国际影响的创新成果。该所积极组织团队成员参与项目的申报、鼓励与长安大学合作发表高水平的论文，在项目实施过程中提供了大力支持；南京地质古生物研究所与我校合作发表多篇文章，研究报道了包括始动吻虫、皱囊虫、陕虫、秦虫、大河虫、秦中平虫在内的一系列新属种，上述成果代表了蜕皮动物在地球历史中已知的最早化石记录，对探索节肢动物起源演化这一科学难题提供重要实证，该成果与长安大学合作完成，中国科学院南京地质古生物研究所为本申报成果第二完成单位。</p>	

## 八、完成人合作关系说明

本项目主要由长安大学及中国科学院南京地质古生物研究所研究人员及部分研究生参加；申报成果的完成人由 1 名教授、1 名研究员、1 名副教授和 3 名博士研究生组成；3 名教师全部具有国外访学经历和博士学位，思维活跃、能够把握本领域国际前沿。项目组成员近年来在我国南方埃迪卡拉纪—寒武纪界线附近的地层开展了广泛的地质调查，对于寒武纪生命大爆发的背景较为了解，项目成员合作的该研究对早寒武世梅树村期“寒武纪生命大爆发”小壳化石幕阶段这一地球生命演化关键时期、以扬子地台北缘幸运阶为目标层位，在国家自然科学基金连续资助下进行了深入研究。

在整个项目合作的过程中，以第一完成人刘云焕、第三完成人邵铁全在宽川铺生物群中发现命名的“西乡化石库”为主要研究对象，在长安大学博士研究生张亚楠（第四完成人），秦嘉琛（第五完成人）和刘明金（第六完成人）的协助下，经历多年化石采集与处理，与中国科学院南京地质古生物研究所张华侨研究员（第二完成人）等人合作研究报道了“斯芬克斯古鳃曳（*Eopriapulites sphinx*）”“珍稀始祖动吻虫（*Eokinorhynchus rarus*）”等早期蜕皮动物至少 9 属 9 种；另外，以大量化石材料为依托，重新研究皱囊虫，确定其蜕皮动物亲缘关系；同时各博士研究生也在项目资助下，对化石库中的刺胞动物、软体动物、胚胎化石等展开研究，获得成果。合作证明材料主要以论文合著和共同立项为主，各完成人合作方式见“完成人合作关系情况汇总表”。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目 排名	合作时间	合作成果	证明材料
1	论文合著	刘云焕/1, 张华侨/2, 邵铁全/3	2022.08.17	<i>Saccorhytus</i> is an early ecdysozoan and not the earliest deuterostome	代表作 1
2	论文合著	刘云焕/1, 张华侨/2, 邵铁全/3	2014.05.14	The oldest known priapulid - like scalidophoran anialand its implications for the early evolution of cycloneuraiaans and ecdysozoans	代表作 2
3	论文合著	刘云焕/1, 张华侨/2, 邵铁全/3, 张亚楠/4, 秦嘉琛/5, 刘明金/6	2020.08.01	A new scalidophoran animal from the Cambrian Fortunian Stage of South China and its implications for the origin and early evolution of Kinorhyncha	代表作 3
4	论文合著	刘云焕/1, 张华侨/2, 邵铁全/3, 张亚楠/4	2017.01.01	A new scyphozoan from the Cambrian Fortunian Stage of South China	代表作 4
5	论文合著	刘云焕/1, 张华侨/2, 邵铁全/3	2014.11.01	<i>Quadrapiyrgites</i> from the lower Cambrian of South China: growth pattern, post-embryonic development, and affinity	代表作 5
6	共同获奖	刘云焕/1, 张华侨/2, 邵铁全/3	2017.03.25	第十三届陕西省自然科学优秀学术论文奖三等奖	其他附件 7
7	共同获奖	刘云焕/1, 邵铁全/3, 张亚楠/4	2016.03.01	陕西省高等学校科学技术奖 一等奖	其他附件 6

