**2019年度国家科学技术奖提名公示内容**

**自然科学奖**

1. **项目名称**

中国东北中生代昆虫行为生态研究

1. **提名者**

中国科协

1. **提名意见**

该项目“中国东北中生代昆虫行为生态研究”以中国东北特有的化石昆虫为研究材料，结合现生昆虫研究资料，在化石昆虫物种多样性研究的基础上，昆虫学与植物学交叉、昆虫学与地学交叉、昆虫学与生态学交叉，开展了中生代昆虫行为生态学研究，取得了一系列代表性成果：发现了距今1.2亿年早白垩世的传粉昆虫，推断被子植物在中国中生代热河生物群中就已经存在；发现了世界上最古老的蕨叶状拟态昆虫以及首次报道了拟态银杏的昆虫，揭示了中生代昆虫与裸子植物已经出现了特异性的协同进化关系；发现了中生代最古老的外寄生昆虫，证明了血食性昆虫在中生代已经在多个类群出现；利用形态学与声学交叉研究，首次复原了1.6亿年前昆虫的鸣叫声。相关成果分别发表在《科学》（Science，1篇）、《美国科学院院刊》（PNAS，3篇）以及《当代生物学》（Current Biology，3篇）上，出版了国内首部有关昆虫演化的英文专著，在国际昆虫学界取得了良好的反响。8篇代表论著在SCI刊物上被他引162次。《Science》、《Nature》、《PNAS》等对该项目有关昆虫传粉、拟态、发声的起源及与植物的协同演化方面的成果给予了积极的评价，并且被国内外的一些专著和教科书所采用。与国内外同类研究相比，该项目研究思路新颖，研究方法创新性强，曾获得2011年北京市科学技术奖一等奖。

提名该项目为国家自然科学奖二等奖。

1. **项目简介**

该项目属于宏观生命科学中的昆虫行为生态学领域。中生代是古生昆虫向现代昆虫演化的关键时期，也是裸子植物生态系统向被子植物生态系统转换的关键时期，开展中生代昆虫行为生态研究对理解现代昆虫多样性形成、昆虫起源和演化具有重要的科学意义。该项目充分利用中国东北特有的中生代昆虫化石资源，在昆虫分类及系统演化研究的基础上，将古代与现代相结合，生物学和地学相互交叉、动物学和植物学相互交叉，历时16年取得以下原创性成果。主要发现点如下：

发现点一：利用距今约1.2亿年早白垩世的传粉昆虫证实被子植物在中国热河生物群中已经存在。发现中国辽宁西部距今约1.2亿年早白垩世的传粉昆虫，从传粉昆虫与虫媒植物协同演化的角度，巧妙证实被子植物在中国中生代晚期的热河生物群中已经存在，将被子植物起源的时间向前推进到了白垩纪早期，该项成果发表后7个月后该推断即被发现于同一地层的直接被子植物化石“辽宁古果”所进一步证实！为解决被子植物的起源时间和地点这一植物学的重大难题做出了贡献。

发现点二：发现距今1.65亿年的中侏罗世昆虫与裸子植物之间已经出现了特异性的拟态和协同进化关系。昆虫对植物的拟态是昆虫躲避敌害的重要策略和生物习性。2010年在距今1.65亿年中侏罗世地层中发现世界上最古老的蕨叶状拟态昆虫“叶状美翼蛉”，将昆虫叶状拟态的历史向前推进了1.2亿年；2012年在同一地层中再次发现长翅目昆虫“银杏侏罗蝎蛉”与“卵形义马银杏”存在着拟态和复杂的互利共生关系，表明在中侏罗世昆虫与裸子植物之间已经出现了特异性的拟态和协同进化关系。“银杏侏罗蝎蛉”还入选了2012年世界十大新发现物种。

发现点三：首次复原了1.65亿年前一种昆虫的鸣叫声，这是国际上第一例关于古老动物鸣声的重建。鸣声是现代昆虫在交配求偶中一种非常重要的求偶机制，利用1.65亿年前中侏罗世螽斯标本上保留的发音器官（音锉）创造性地复原了“悦耳古阿波鸣螽”的鸣叫声。这是国际上首例具有音频数据的古代动物声音的重建。2012年成果以封面标题的形式发表在PNAS上，同期PNAS还配发了一篇题为“侏罗纪的歌唱家”的评论文章。

发现点四：发现了最古老的外寄生昆虫，揭示了在中生代时期昆虫已经进化出终身寄生和在巢穴等待寄主的两种不同的寄生关系。血食性昆虫与寄主演化形成了复杂的协同进化关系。该项目发现距今1.65亿年中侏罗世最古老的跳蚤类昆虫，对其吸血量进行了估算，揭示了终身寄生的跳蚤类昆虫与宿主之间的协同演化关系，把跳蚤的起源时间前推了4000万年。综合地球化学中铁元素的差异、比较形态学和埋藏方式等多个证据，证明距今约1.25亿年的喙蝽是目前最早的在巢穴等待寄主的吸血异翅目昆虫。这项工作先后3次发表在Current Biology（2012，2013，2014）上，2012年Current Biology发表的特邀评论将跳蚤类昆虫与宿主之间的互作关系昵称为“1.65亿年前的搔痒”。

该项目8篇代表论著IF合计92.7（2018年最新影响因子），在SCI刊物上被他引162次，成果受到了Nature、Science、PNAS等刊物的引用和评价，相关研究工作获得北京市科学技术奖一等奖。第一完成人任东教授连续三年（2015-2017）入选Elsevier“农业与生物科学”“中国高被引作者”榜单。任东研究团队2013年入选教育部“创新团队”发展计划，任东2016年入选国家万人计划。

1. **客观评价**

该项目聚焦于中国东北中生代昆虫行为生态研究，成果所列的8篇代表论著中一篇发表于Science，三篇发表于PNAS，三篇发表于Current Biology，出版了英文专著一部。论文单篇最高SCI他引次数为80次，8篇代表作累计SCI严格他引次数为162次（附件17）。

1. 昆虫与早期植物协同演化研究：

代表论文1于1998年发表在《Science》上，同期Science配发的美国自然历史博物馆Labandeira博士的评论文章认为：双翅目昆虫为侏罗纪被子植物的出现提供了证据，支持现代传粉昆虫起源于侏罗纪为裸子植物传粉的昆虫（附件9）。1999年美国卡内基博物馆的罗哲西研究员在《Nature》著文积极评价了该项目的工作：这些具有吸食花蜜的喜花虻正是昆虫与植物协同演化的最古老、最精彩的例子（附件10）；2003年周忠和院士在《Nature》评价了该工作：具有吸收式口器喜花虻的发现，说明在热河生物群中已经有了可以产生花蜜的被子植物，研究成果直接表明授粉昆虫在显花植物的起源及早期演化的过程中扮演了重要的角色，同时也说明昆虫与植物的协同演化有着悠久的历史（附件11）。2013年Labandeira博士再次对该成果发表了评论：在缺乏直接有关被子植物起源的证据的情况下，这些保存精美的昆虫化石间接地告诉我们在中生代时期，昆虫与植物之间已经存在授粉行为（附件20）。该成果在《Science》的论文发表仅7个月之后，孙革等人在同一产地，同一地层中发现了世界最早的被子植物化石“辽宁古果”，证实该研究成果的正确性（附件21）。1998年美国著名的《Discover》杂志把该成果推选为当年科学研究的重大突破之一（附件22）。该成果还被《Britannica Book of the Year》作为1999年生物学重要成果收录（附件23）。由Cambridge University Press出版的昆虫学巨著《Evolution of Insects》中引用了该成果和照片，认为世界上最早有关授粉昆虫和被子植物协同演化关系的确凿证据是双翅目（附件24）。此外，该成果被国内外多部专著所引用，如：《Plant-Animal Interactions》（2002年，附件25）、Columbia University Press出版的专著《The Evolutionary Biology of Flies》（2005年，附件26）、高等教育出版社和施普林格出版社出版的高等学校教科书《生命的起源与演化》（2003年，附件27）均采用了该成果。

2. 距今1.65亿年的中侏罗世昆虫与裸子植物之间的拟态和协同演化研究

代表论文2发表在PNAS上，当年9月的《自然》（Nature: 467, 134）对这一成果作为研究亮点进行了报道：两件保存完好的脉翅目昆虫显示在1.65亿年前的侏罗世就已演化出了叶状拟态，远远早于被子植物的繁盛出现。这种脉翅目的翅脉结构明显是模拟同时代生活的裸子植物的，新的发现表明，昆虫与植物的关系远比我们想象的复杂（附件28）。《自然·中国》（Nature China）也专门针对该成果发表了题为“古昆虫：古老的拟态”的评论文章：任东等人的研究成果说明昆虫具有叶状拟态逃避天敌的策略手段的出现时间最早可以追溯到中侏罗世，远在被子植物繁盛之前（附件29）。代表论文3在PNAS发表之后，Labandeira研究员在2013年的（Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 41: 287-311）论文中评论道“这种昆虫翅脉与植物叶脉几乎完全吻合的拟态现象让人称奇”（附件12）。2013年5月23日，该研究发现的“银杏侏罗蚊蝎蛉”被国际物种勘测协会（IISE）评为2012年世界十大新发现物种（Top 10 New Species of 2012）（附件30）。这是中国学者发现的新物种第二次入选“世界十大新发现物种”。该成果被法国著名的科普刊物《Light and Life》所引用（附件31）。最早的叶状拟态昆虫及蚊蝎蛉类昆虫与卵形义马银杏间复杂的拟态关系被写进了2016年英国Siri Scientific Press出版的古昆虫学教科书中（An introduction to Palaeoentomology）（附件32）。

3. 中生代昆虫发声的行为学研究：

2012年关于1.65亿年前昆虫的鸣声复原的成果作为封面标题文章发表在PNAS上，同期的PNAS为此配发了评论文章：对动物通讯演化历史的重建是一项非常困难的工作，而研究者巧妙的利用精美的螽斯前翅化石标本并结合现生昆虫数据重建了悦耳古鸣螽的发音频率等声学特征，完美地展示了古生物通讯行为的研究对于古生态系统重建的重要意义，极大的丰富了人们对侏罗纪——那个恐龙占主导时代的生态系统的认识（附件13）。Science官网以“侏罗纪的小夜曲”为题报道了该研究取得的重大突破（附件33）；Nature官方网站第一时间以“侏罗纪螽斯甜蜜的歌声”为题详细报道了该研究如何进行以及未来的研究方向，并为该成果配发了复原声音视频（附件34）。2014年由Springer出版的专著《Insect Hearing and Acoustic Communication》中引用了该研究成果（附件35）。2016年PNAS上再次发表评论文章赞扬了侏罗纪螽斯声音复原工作：为中生代时期的生态环境增加了“声音”这个全新的维度视角（附件14）。

4. 中生代外寄生性昆虫跳蚤和吸血蝽与伴生动物的寄生演化研究：团队有关“最早的蚤类昆虫起源于中侏罗纪时期”的研究工作在2012年发表于《Current Biology》，同期Current Biology杂志配发了Poinar教授的评论员文章，题为：The 165-Million-Year Itch”（1.65亿年前的瘙痒）（附件15），认为：来自中国新的蚤类化石提供了一个十分罕见的、扣人心魄的一睹奇特的侏罗-白垩纪昆虫的机会。Chen Jun等人在其2014年发表的Elife文章中多次引用并评价了早期蚤类演化的研究工作：尽管有很多昆虫被认为是有寄生的可能性，只有巨型跳蚤的研究被人们广泛认可（附件36）。权威综述刊物Bioligical Reviews对在巢穴等待寄主的吸血蝽评价道：除了双翅目昆虫、蚤、虱以外，半翅目昆虫也进化出了食血性。已知吸血的半翅目昆虫最早化石记录是白垩纪（附件16）。

由于上述成果，任东教授连续三年（2015-2017）入选爱思唯尔（Elsevier）农业与生物科学“中国高被引作者”榜单（附件37）。该项目关于昆虫传粉的成果曾获2011年度北京市科学技术一等奖（附件38）。

**六、代表性论文专著目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文专著名称/刊名/作者 | 影响因子 | 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 | SCI他引次数 | 他引总次数 | 论文署名单位是否包含国外单位 |
| 1 | Flower-Associated Brachycera Flies as Fossil Evidences for Jurassic Angiosperm Origions/Science/任东 | 33.61 | 1998年280卷85页 | 1998-04-03 | 任东 | 任东 | 任东 | 80 | 92 | 否 |
| 2 | Ancient pinnate leaf mimesis among lacewings/PNAS/Yongjie Wang, Zhiqi Liu, Xin Wang, Chungkun Shih, Yunyun Zhao, Michael S. Engel, Dong Ren | 9.674 | 2010年107: 16212-16215 | 2010-09-14 | 任东 | 王永杰 | 王永杰,刘志琦,王鑫,赵云云,任东 | 15 | 20 | 是 |
| 3 | Jurassic mimicry between a hangingfly and a ginkgo from China/PNAS/Yongjie Wang, Conrad C. Labandeira, Chungkun Shih, Qiaoling Ding, Chen Wang, Yunyun Zhao, Dong Ren | 9.737 | 2012年109: 20514-20519 | 2012-12-11 | 任东 | 王永杰 | 王永杰,丁巧玲,王晨,赵云云,任东 | 10 | 14 | 是 |
| 4 | Wing stridulation in a Jurassic katydid (Insecta, Orthoptera) produced low-pitched musical calls to attract females/PNAS/Junjie Gu, Fernando Montealegre-Z, Daniel Robert, Michael S. Engel, Gexia Qiao, Dong Ren | 9.737 | 2012年109:3868–3873 | 2012-03-06 | 任东&Fernando Montealegre-Z | 顾俊杰&Fernando Montealegre-Z | 顾俊杰,乔格侠,任东 | 20 | 23 | 是 |
| 5 | Mid-Mesozoic flea-like ectoparasites of feathered or haired vertebrates/Current Biology/Taiping Gao, Chungkun Shih, Xing Xu, Shuo Wang, Dong Ren | 9.647 | 2012年22:732–735 | 2012-04-01 | 任东 | 高太平 | 高太平,徐星,王烁,任东 | 17 | 18 | 是 |
| 6 | New transitional fleas from China highlighting diversity of Early Cretaceous ectoparasitic insects/Current Biology/Taiping Gao, Chungkun Shih, Alexandr P. Rasnitsyn, Xing Xu, Shuo Wang, Dong Ren | 9.494 | 2013年23:1261–1266 | 2013-07-01 | 任东 | 高太平 | 高太平,徐星,王烁,任东 | 13 | 14 | 是 |
| 7 | Blood-feeding true bugs in the Early Cretaceous/Current Biology/Yunzhi Yao, Wanzhi Cai, Xing Xu, Chungkun Shih, Micheal S. Engel, Xiaoting Zheng, Yunyun Zhao, Dong Ren | 9.916 | 2014年24:1786–1792 | 2014-08-01 | 任东 | 姚云志 | 姚云志,彩万志,徐星,郑晓庭,赵云云,任东 | 7 | 7 | 是 |
| 8 | SILENT STORIES--Insect Fossil Treasuresfrom Dinosaur Era ofthe NortheasternChina//Ren Dong,Shih Chungkun, GaoTaiping, Yao Yunzhi,Zhao Yunyun |  | 2010年332页 | 2010-08-03 | 任东 | 任东 | 任东,高太平,姚云志,赵云云 | 0 | 5 | 否 |
| 合 计 | 162 | 193 |  |

**七、 主要完成人情况**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 排名 | 职务/职称 | 工作单位/完成单位 | 对本项目技术创造性贡献 |
| 任东 | 1 | 无/教授 | 首都师范大学/首都师范大学 | 为项目主持人，主持并参与项目实施全过程，以独立作者身份发表Science论文1篇，以通讯作者发表论文7篇（代表性论文1-7）、出版专著1部（代表性论文8），对四个主要发现点均做出主要贡献（详情见附件1-8）。 |
| 王永杰 | 2 | 无/副教授 | 首都师范大学/首都师范大学 | 代表论文2，3的第一作者，对主要发现点2做出重要贡献。 |
| 高太平 | 3 | 无/副教授 | 首都师范大学/首都师范大学 | 代表论文5，6的第一作者，对主要发现点4做出重要贡献。 |
| 姚云志 | 4 | 无/教授 | 首都师范大学/首都师范大学 | 代表论文7的第一作者，对主要发现点4做出重要贡献。 |
| 顾俊杰 | 5 | 无/副教授 | 四川农业大学/首都师范大学 | 代表论文4的第一作者，对主要发现点3做出重要贡献。 |

**八、完成人合作关系说明**

第一完成人任东与其他四名完成人王永杰、姚云志、高太平、顾俊杰为导师与研究生关系。五名主要完成人在本课题的研究方面有着十余年的合作基础，以项目申请、专著合著、论文合著以及共同获奖为主要的合作方式，具体如下：

1.本次报奖的五名成员自2005年开始到2015年12月31日，共同申报各类科研项目3项，其中国家自然科学基金重点项目1项，详情请见“完成人合作关系情况汇总表”。特别值得一提的是，由于我们前期的合作基础，我们于2012年共同申请并获批了2013年度教育部“长江学者和创新团队发展计划”—— 昆虫演化与环境变迁。（编号：IRT13081，起止年：2014-2016年），任东为团队负责人，姚云志、王永杰、高太平均为本研究团队的骨干成员。

2.五名完成人在2010年和2012年合作完成专著2部，一部英文专著（附件8）和一部中文专著——任东,史宗冈,高太平,姚云志,赵云云. 中国东北中生代昆虫化石珍品。科学出版社，2012，北京，412页。

3.五名完成人自2004年始到2015年12月31日之间累计合作发表SCI科研论文超过100篇（代表性论文见附件2-7）。

4. 2012年,“中国中生代晚期昆虫与植物协同演化研究”获2011年度北京市科学技术一等奖(获奖证书编号:2011基-1-003-01)，任东、姚云志、王永杰、高太平为全体获奖人员的前四名（附件38）。

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 | 备注 |
| 1 | 专著合著 | 任东/1; 高太平/3,姚云志/4 | 2010 | SILENT STORIES--Insect Fossil Treasures from Dinosaur Era of the Northeastern China | 附件8 |  |
| 2 | 专著合著 | 任东/1; 高太平/3,姚云志/4 | 2012 | 中国东北中生代昆虫化石珍品 |  | ISBN978-7-03-032911-0 |
| 3 | 论文合著 | 王永杰/1,任东/7 | 2010 | Ancient pinnate leaf mimesis among lacewings | 附件2 | PNAS |
| 4 | 论文合著 | 王永杰/1,任东/7 | 2012 | Jurassic mimicry between a hangingfly and a ginkgo from China | 附件3 | PNAS |
| 5 | 论文合著 | 高太平/1,任东/5 | 2012 | Mid-Mesozoic flea-like ectoparasites of feathered or haired vertebrates | 附件5 | Current Biology |
| 6 | 论文合著 | 高太平/1,任东/6 | 2013 | New transitional fleas from China highlighting diversity of Early Cretaceous ectoparasitic insects | 附件6 | Current Biology |
| 7 | 论文合著 | 姚云志/1,任东/8 | 2014 | Blood-feeding true bugs in the Early Cretaceous/Current Biology | 附件7 | Current Biology |
| 8 | 论文合著 | 顾俊杰/1,任东/6 | 2012 | Wing stridulation in a Jurassic katydid (Insecta, Orthoptera) produced low-pitched musical calls to attract females | 附件4 | PNAS |
| 9 | 共同立项 | 任东/1;姚云志/9 | 2005-2008 | 国家自然科学基金重点项目 | 编号：30430100 | “中生代晚期昆虫化石系统分类及其在昆虫起源和早期演化上的意义” |
| 10 | 共同立项 | 任东/1;姚云志/7 | 2004-2006 | 北京市教育委员会科技发展计划重点项目、北京市自然科学基金项目 | 编号：KZ200410028013 | “北京地区重要经济昆虫的发展演化及对环境变化的响应” |
| 11 | 共同获奖 | 任东/1，姚云志/2，王永杰/3，高太平/4 | 2012 | 2011年度北京市科学技术一等奖 | 附件38 |  |