

### 推荐国家自然科学基金项目公示

|   |                    |
|---|--------------------|
| 项目名称  | 若干松柏类和高山植物的生物地理学研究 |
| 推荐单位  | 教育部                |
| 推荐单位意见：<br>我单位认真审阅了该项目推荐书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合国家科学技术奖励工作办公室的填写要求。<br>该项目通过对松柏类和高山植物进行多层次和多个地理尺度上的生物地理学和进化研究，详细验证了松柏类和高山植物的多样性时空格局反映地质和气候变迁历史这一核心科学假设，取得了重要科学发现。松柏类植物和其它高山植物是重要的生态系统关键种和重要资源物种，项目研究结果对于有效保护和利用这些物种资源以及保护相关的生态环境均重要参考价值。项目设计和实验工作均在地处西部经济文化欠发达的兰州大学和中国科学院西北高原生物研究所完成，课题组成员长期冒着各种危险在青藏高原以及我国松柏类分布的艰苦山区进行科学考察，收集了 10 万余份标本、种质资源和实验样品，发现了一批新分类群，在 PNAS、Molecular Biology and Evolution、Molecular Ecology 等国际高水平杂志上发表一系列论文。其 8 篇代表性论文被 Systematic Biology、Ecology Letter、PNAS 等杂志评述和引用 645 次，获得同行学者的广泛认同。完成项目过程中，主要完成人受到国家自然科学基金委各类项目多次资助，荣获聘教育部‘长江学者’特聘教授、中国青年科技奖、教育部中国高等学校十大科技进展、青藏高原青年科技奖、全国百篇优秀博士论文奖等荣誉称号；部分成果荣获 2013 年教育部高等学校自然科学奖一等奖和 2014 年甘肃省自然科学奖二等奖。<br>对照国家自然科学基金授奖条件，推荐该项目申报 2017 年度国家自然科学基金二等奖。 |                    |

## 项目简介:

地质和气候变迁, 例如泛古陆(Pangea)解体形成南北半球、**青藏高原隆升、第三纪以来全球气候趋冷趋旱**、第四纪冰期气候变化等, 如何导致生物多样性及其分布格局变化、以及生物进化的历史进程能否反映这些地质、气候变化历史, 自‘达尔文’以来, 一直是生物地理学长期关注的重大科学问题。环境气候变化会导致一个生物类群的遗传变化和进化多样化, 从而留下可追述的生物地理学痕迹。近二十年来分子生物地理学方法的不断发展, 为回答上述科学问题提供了重要途径。在国家自然科学基金委重点项目、杰出青年科学基金等项目支持下, 项目组成员以验证‘生物多样性时空进化进程反映地质气候变迁历史’为核心目标, 多方法、多层次收集DNA序列变化数据, 利用多种统计与检验方法, 对若干松柏类和其它高山植物(科、属、种等层次的类群)进行了较为系统的生物地理学研究, 取得了如下重要发现: (1)全球尺度上广义柏科植物的生物地理进化历程反映了泛古陆解体为南北半球的重大地质事件; (2) 青藏高原松柏类以及其它高山植物的物种爆发式多样化时间尺度与多数地质学家发现**青藏高原多次阶段隆升和相关气候变化的地质证据相吻合**, 这些环境剧变应是该地区物种多样化的主要驱动力; (3)若干松柏类及其它高山物种在青藏高原最后一次大冰期或最大冰期时存在多个避难所, 不支持部分地质学家提出的青藏高原‘大冰盖’假说; 一些广布种在中国北方存在多个冰期避难所, 不支持中国北方温带森林树种最后一次冰期时退缩到北纬30度以南的假说; (4)青藏高原特有属起源多样化, 本地或非本地起源, 不支持以前认为它们均是本地起源的假说; 建立了典型类群青藏高原多样化后迁移至中亚、欧洲、北美等地区的时空框架。

该项目始自1994年, 历时18年; 课题组成员长期冒着各种危险在青藏高原以及我国松柏类分布的艰苦山区进行科学考察, 收集了10万余份标本、种质资源和实验样品, 发现了一批新分类群。项目设计和实验工作均在地处西部经济文化欠发达的兰州大学和中国科学院西北高原生物研究所完成。截至目前项目已发表SCI论文77篇, 多数论文发表在生物地理、生态学和进化生物学领域的主流期刊上。8篇代表性论文发表在PNAS、Molecular Biology and Evolution 等期刊上, 已被SCI 杂志论文他引645次, 引用期刊包括Systematic Biology、Ecology Letters, PNAS 等; 2篇论文入选ESI前1%高被引论文数据库。

完成项目过程中, 主要完成人受到国家自然科学基金委各类项目多次资助, 荣获聘教育部‘长江学者’特聘教授、中国青年科技奖、教育部中国高等学校十大科技进展、青藏高原青年科技奖、全国百篇优秀博士论文奖等荣誉称号; 多次受邀在生物地理学相关国际学术会议上做特邀或口头报告, 在国际同领域引起较大反响; 部分成果荣获 2013 年教育部高等学校自然科学奖一等奖和 2014 年甘肃省自然科学奖二等奖。

客观评价:

近十余年来,该项目在松柏类和高山植物生物地理学和进化研究方面取得了重要进展,这些成果主要由地处西部欠发达地区的兰州大学和中国科学院西北高原生物研究所完成,部分成果是以国内为主,与国外实验室合作完成。该项目的系列工作在国际国内学术界产生了一定的影响,在国际学术刊物上发表了一批研究论文,得到了国内外同行的普遍认可和大量引证及评述。仅8篇代表性论文已被SCI期刊论文他人引用645次,引文发表在**Systematic Biology**、**Ecology Letter**、**PNAS**、**Current Biology**等国际顶级期刊上。其中2012年发表的两篇论文被路透社Essential Science Indicators数据库评选为2015年度十年内Plant and Animal Science领域前1%高被引论文。项目主要完成人多次受邀在生物地理学相关国际学术会议上做特邀或口头报告,在国际同领域引起较大反响。项目部分研究成果荣获2013年高等学校自然科学奖一等奖、2014年甘肃省自然科学奖二等奖、2001年全国百篇优秀博士论文奖、2009年全国百篇优秀博士论文提名奖。

具体引证和评价实例如下:

1. 对重要科学发现1的评价仅引用2例做说明: (1) Smith et al. (2012) 在**Ecology Letter** (IF2015 = 10.77) (15: 1318-1325) 上发表论文引用我们发表在PNAS上的论文 (Mao et al., 2012 (代表性论文1)) 时评价: ‘.....一些谱系分支大尺度的生物地理学格局主要是由于板块漂移引起.....’; (2) Wilf et al. (2013)在**Annual Review of Earth and Planetary Sciences** (IF2015 = 7.81) (41:561-603) 上发表论文时引用上述论文 (Mao et al., 2012 (代表性论文1)) 并评价: 现存柏科植物广布全球,其分布于南半球和北半球的特定分支之间 (柏木亚科和澳洲柏亚科) 分化较早,并且明显与泛古陆 (南北) 分离相吻合’。另见他引论文1、2、3。

2. 对重要科学发现2的评价仅用3例说明: (1) Davis和Schaefer (2011) 在**Current Biology** (IF2015 = 8.98) (21: R995-R998) 上发表评论性文章时,指出裸子植物谱系属‘起源较早,但属内物种多样化的时间都很短’,刺柏属物种多样性 (Mao et al. 2010 (New Phytologist, 188: 254-272)) 是其中的一个典型例子; (2) Eiserhardt et al. (2015) 在**Global Ecology and Biogeography** (IF2015 = 5.84) (24, 1136-1148) (代表性引文4)上发表论文时,将我们的论文作为主要参考文献之一,以佐证:“始新世以后全球气候趋旱引发裸子植物多样性发生显著变化.....适应干旱环境的针叶树种类在新生代晚期新形成的、更干旱的气候中迅速多样化”(Mao et al., 2012 (代表性论文1)); (3) **BMC Evolutionary Biology** (IF2015 = 3.40) 杂志编辑部对我们发表在该杂志上的论文 (Xu et al. 2010 (BMC Evolutionary Biology, 10: 194)) 以‘隔离影响了亚洲柏木的物种形成’ (Asian cypress speciation influenced by isolation) 为题进行了独立评论;另外,该论文自发表以来,被阅读下载上万次,是该领域的highly accessed论文之一。另见他引论文3、5、8。

3. 对重要科学发现3的评价举部分例子进行说明: (1) Sakaguchi et al. (2012) 发表在**Molecular Ecology** (IF2015 = 5.94) 上的论文引用并评论: 近年来,很多研究聚焦第四纪长期避难所的地理位置、物种在最后一次冰期后的分布范围扩张、以及地形特征在塑造种间和种内遗传多样性时发挥的重要作用 (Wang et al. 2009 (代表性论文3)); (2) Bai et al. (2010) 在**New Phytologist** (IF2015 = 7.21) (188: 892-901) 上发表论文时引用我们有关谱系地理学的论文,评论道‘.....他们发现研究物种具有多个冰期避难所 (Chen

KM et al. 2008 (Molecular Ecology, 17: 4276-4288)), 明显不支持Harrison et al (2001) [Nature 413: 129-130]认为所有的中国北方温带森林树种都在最后冰期时, 退缩到北纬30度以南的观点.....'; (3) Qiu et al. (2011)在**Molecular Phylogenetics and Evolution** (IF2015 = 3.79) (59: 225-244)上发表综述评论性文章, 引用了项目组发表的15篇论文, 对我们松柏类和青藏高原高山植物谱系地理研究工作的评价多次出现在论文中(超过30次); 在一些地方, 以我们发表的工作作为例子, 重新作图, 阐明中国以及邻近地区植物谱系地理和进化历史; 在一些地方, 直接引用我们的论文, 大段进行评述, 如P231和P232在介绍青藏高原地区研究进展时详细介绍了项目组开展的几项研究工作(Zhang et al. 2005 (代表性论文5), Meng et al. 2007 (Molecular Ecology, 16: 4128-4137), Chen SY et al. 2008 (代表性论文8), Wang et al. 2009 (Botanical Journal of the Linnean Society, 97: 893-903))等工作, 认为这些工作分别代表了青藏高原植物经历的两种主要类型的第四纪冰期历史: (a) 冰期退缩至高原边缘而冰期后重新扩张至台面, (b) 冰期时在高原台面幸存, 冰期后经历局域扩张; 而在p235则花了1000多字来阐述油松冰期多避难所的研究结果和其科学意义(Chen KM et al. 2008 (Molecular Ecology, 17: 4276-4288)), 认为'稀有线粒体单倍型的分布表明, 油松在冰期时可能在其现存分布区内(全部位于北纬30度以北: 北纬32度至43度)存在隐形避难所'。另见他引论文4、5、6。

4. 对重要科学发现 4 的评价仅举 3 例进行说明: (1) Besnard et al. (2009) 在 **Annals of Botany** (IF2015 = 3.98) (104: 143-160) 上发表论文时引用项目论文(Wang et al. 2007 (Annals of Botany, 96: 489-498)) 以支持其论文的必要性和创新性; (2) Zhang et al. (2011) 在 **Molecular Phylogenetics and Evolution** (IF2015 = 3.79) (77: 147-158) (他引论文 8) 上发表论文时引用该项目 8 篇论文, 并将这些论文作为主要例证, 以支持其'红景天属自中新世中期以来快速分化并走出青藏高原, 扩散至北半球各个主要地区'的核心观点; (3) Zhang et al. (2011) 在 **Taxon** (IF2015 = 2.90) (57: 756-768) 上发表论文时引用该项目 4 篇论文并评论: '.....基于菊科植物的研究提出从中新世中期以来青藏高原地区特有属连续起源的假说 (Wang et al. 2007, Annals of Botany, 96: 489-498); '上述已经开展的研究为理解青藏高原植物的起源和扩散历史提供重要信息 (Liu et al. 2002 (代表性论文 6), Liu et al. 2006 (代表性论文 7), Wang et al. 2007 (Annals of Botany, 96: 489-498), Wang et al. 2009 (Botanical Journal of the Linnean Society, 97: 893-903))。另见他引论文 3、5、8。

代表性论文专著目录:

1. Distribution of living Cupressaceae reflects the breakup of Pangea / Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America / 作者: 毛康珊, Richard I. Milne, Libing Zhang, Yanling Peng, 刘建全, Philip Thomas, Robert R. Mill, Susanne S. Renner / IF = 9.42 / 2012 年 109 卷 7793-7798 页 / 他引 64 次;
2. Demographic histories of four spruce (*Picea*) species of the Qinghai-Tibetan Plateau and neighboring areas inferred from multiple nuclear loci / Molecular Biology and Evolution / 作者: 李媛, Michael Stocks, Sofia Hemmila, Thomas Kallman, Hongtao Zhu, Yongfeng Zhou, Jun Chen, 刘建全, Martin Lascoux / IF = 13.64 / 2010 年 27 卷 1001-1014 页 / 他引 33 次;
3. History and evolution of alpine plants endemic to the Qinghai-Tibetan Plateau: *Aconitum gymnantrum* (Ranunculaceae) / Molecular Ecology / 作者: 王留阳, Richard J. Abbott, Wei Zheng, Ping Chen, Yujin Wang, 刘建全 / IF = 5.94 / 2009 年 18 卷 709-721 页 / 他引 95 次;
4. Out of the Qinghai-Tibet Plateau: evidence for the origin and dispersal of Eurasian temperate plants from a phylogeographic study of *Hippophaë rhamnoides* (Elaeagnaceae) / New Phytologist / 作者: 贾东瑞, Richard J. Abbott, Teng-Liang Liu, 毛康珊, Igor V. Bartish, 刘建全 / IF = 7.21 / 2012 年 194 卷 1123-1133 页 / 他引 45 次;
5. Phylogeography of the Qinghai-Tibetan Plateau endemic *Juniperus przewalskii* (Cupressaceae) inferred from chloroplast DNA sequence variation / Molecular Ecology / 作者: 张茜, Tzen-Yuh Chiang, Mieh George, 刘建全, Richard J. Abbott / IF = 5.94 / 2005 年 14 卷 3513-3524 页 / 他引 124 次;
6. Radiation and diversification within the *Ligularia-Cremanthodium-Parasenecio* complex (Asteraceae) triggered by uplift of the Qinghai-Tibetan Plateau / Molecular Phylogenetics and Evolution / 作者: 刘建全, 王玉金, Ai-Lan Wang, Ohba Hideaki, Richard J. Abbott / IF = 3.79 / 2006 年 38 卷 31-49 页 / 他引 155 次;
7. Molecular phylogeny and biogeography of the Qinghai-Tibet Plateau endemic *Nannoglottis* (Asteraceae) / Molecular Phylogenetics and Evolution / 作者: 刘建全, Tian-Gang Gao, Zhi-Duan Chen, An-Ming Lu / IF = 3.79 / 2002 年 23 卷 307-325 页 / 他引 84 次;
8. Potential refugium on the Qinghai-Tibet Plateau revealed by the chloroplast DNA phylogeography of the alpine species *Metagentianastriata* (Gentianaceae) / Botanical Journal of the Linnean Society / 作者: 陈生云, Guili Wu, Dejun Zhang, Qingbo Gao, Yizhong Duan, Faqi Zhang, 陈世龙 / IF = 2.52 / 2008 年 157 卷 125-140 页 / 他引 45 次.

主要完成人情况：（摘自“主要完成人情况表”中的部分内容，公示姓名、排名、行政职务、技术职称、工作单位、完成单位、对本项目技术创造性贡献）

1. 刘建全，排名 1，无行政职务，教授，工作单位：兰州大学，完成单位：兰州大学，是该项目的设计者、领导者和研究工作的具体指导者，负责本项目研究方向和主要研究内容的整体把握与调整。对该项目《重要科学发现》中所列的第 1、第 2、第 3 和第 4 项发现均做出了创造性贡献，是代表性论文 6 和 7 的第一作者和通讯联系人，是代表论文 1、2、3、4、5 的通讯联系人。该项研究中的工作量占本人工作量的 90%。
2. 毛康珊，排名 2，无行政职务，副研究员，工作单位：四川大学，完成单位：兰州大学，对该项目《重要科学发现》中所列的第 1、第 2、第 3 项发现做出了创造性贡献，为代表性论文 1 的第一作者，代表性论文 4 的作者。在该项研究中的工作量占本人工作量的 85%。参与该项目研究期间（2004 年 9 月至 2012 年 12 月）工作单位和研究成果归属单位为兰州大学。
3. 陈生云，排名 3，无行政职务，副研究员，工作单位：中国科学院寒区旱区环境与工程研究所，完成单位：中国科学院西北高原生物研究所，对本项目《重要科学发现》中所列的第 3、第 4 项发现做出了创造性贡献，为代表性论文 8 的第一作者。在该项研究中的工作量占本人工作量的 70%。参与该项目研究期间（2002 年 9 月至 2008 年 1 月）工作单位和研究成果归属单位为中国科学院西北高原生物研究所。
4. 陈世龙，排名 4，副所长，研究员，工作单位：中国科学院西北高原生物研究所，完成单位：中国科学院西北高原生物研究所，对该项目《重要科学发现》中所列的第 3、第 4 项发现做出了创造性贡献，为代表性论文 8 的通讯作者。在该项研究中的工作量占本人工作量的 80%。
5. 王玉金，排名 5，无行政职务，教授，工作单位：兰州大学，完成单位：兰州大学，对该项目《重要科学发现》中所列的第 2、第 4 项发现做出了创造性贡献，为代表性论文 6 的作者。在该项研究中的工作量占本人工作量的 80%。

完成人合作关系说明:

本项目的五位主要完成人分别来自兰州大学刘建全教授课题组（王玉金博士和毛康珊博士为课题组成员，为刘建全教授的博士生；参见代表性论文 1、3、4、6，合著论文 1、7、8）和中国科学院西北高原生物研究所陈世龙教授课题组（陈生云博士在 2002 年 9 月至 2008 年 1 月期间为陈世龙的博士生；参见代表性论文 8，合著论文 1）。2002 年 6 月中国科学院西北高原生物研究所成立创新课题调研组时，两个课题组均为同一个创新课题组（刘建全教授为 PI）。自 1994 年刘建全和陈世龙长期合作开展“若干松柏类和高山植物的生物地理学研究”，先后合作发表论文多篇（参见合作发表论文目录，合著论文 1-6），并于 2014 年共同获得甘肃省自然科学奖二等奖一项、于 2004 年共同参与获得国家自然科学奖二等奖一项（参加共同获奖目录）。

#### 代表性合著论文目录

1. 陈生云, Xia T, 王玉金, 刘建全, 陈世龙 (2005) Molecular systematics and biogeography of *Crawfordia*, *Metagentiana* and *Tripterospermum* (Gentianaceae) based on nuclear ribosomal and plastid DNA sequences. *Annals of Botany* 96: 413-424.
2. 刘建全, Ho TN, 陈世龙, Lu AM (2001) Karyomorphology of *Biebersteinia Stephan* (Geraniaceae) and its systematic and taxonomic significance. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 42: 61-66.
3. 陈世龙, He TN, 刘建全, Hong DY (2000) Embryology of *Crawfordiadelavayi* (Gentianaceae) and its systematic value. *Israel Journal of Plant Sciences* 48(2), 113-119.
4. 陈世龙, 何廷农, 刘建全, 洪德元 (2000) 峨眉双蝴蝶的胚胎学研究(英文). *云南植物学报* 22(1): 53-58.
5. 何廷农, 陈世龙, 刘建全, 洪德元 (2000) 条纹龙胆的胚胎学研究 (英文). *西北植物学报* 20(6): 960-967.
6. 陈世龙, 何廷农, 刘建全 (1996) 中国西部高山 8 种龙胆属植物的染色体数目 (英文). *西北植物学报* 17(4): 547-550.
7. 王玉金, 刘建全, Miede G (2007) Phylogenetic Origins of the Himalayan Endemic *Dolomiaea*, *Diplazoptilon* and *Xanthopappus* (Asteraceae: Cardueae) Based on Three

DNA Regions. *Annals of Botany* 99: 311-322.

8. 毛康珊, Hao G, 刘建全, Adams RP, Milne RI (2010) Diversification and biogeography of *Juniperus* (Cupressaceae): variable diversification rates and multiple intercontinental dispersals. *New Phytologist* 188: 254-272.

共同获奖目录:

1. 刘建全、陈世龙、陈生云、王玉金、张茜. 2014. 青藏高原高山植物的进化历史研究. 甘肃省自然科学奖二等奖.
2. 何廷农、刘尚武、刘建全、孙洪发、陈世龙. 2004. 中国龙胆科植物研究. 国家自然科学奖二等奖.



知情同意证明：（指未列入项目主要完成人的代表性论文（专著）第一作者及通讯作者出具的知情同意证明，扫描图片即可）

#### 知情同意证明

本人李媛（护照号码：E68265908），系兰州大学生命科学学院生态学专业2006级硕博连读研究生，导师为刘建全教授。硕博连读期间的科研工作集中在青藏高原针叶树木物种的群体遗传学研究方面，主要工作以本人作为第一作者发表在 *Molecular Biology and Evolution* (2010, 27: 1001-1014) 期刊上，题目为“*Demographic histories of four spruce (Picea) species of the Qinghai-Tibetan Plateau and neighboring areas inferred from multiple nuclear loci*”。该论文的设计和数据分析均在兰州大学完成，署名第一单位为兰州大学。

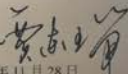
本人知晓并同意兰州大学将上述论文作为研究成果申报国家自然科学基金。

证明人（签字）：

#### 知情同意证明

本人贾东瑞（身份证号码：622426198407042018），系兰州大学生命科学学院生态学专业2006级硕士研究生及2008级硕博连读研究生，导师为刘建全教授。本人于2006年9月至2010年8月在刘建全教授课题组从事高山植物的生物地理格局及其形成过程的研究，期间获得的部分研究成果以本人作为第一作者发表在 *New Phytologist* (2012, 194: 1123-1133) 期刊上，题目为“*Out of the Qinghai-Tibet Plateau: evidence for the origin and dispersal of Eurasian temperate plants from a phylogeographic study of Hippophae rhamnoides (Elaeagnaceae)*”。该论文的设计和数据分析均在兰州大学完成，署名第一作者单位和通讯作者单位均为兰州大学。

本人知晓并同意兰州大学将上述论文作为研究成果申报国家自然科学基金。

签名：  
2016年11月28日

#### 知情同意证明

本人张茜（身份证号码：620105198011160026），2002年至2008年期间在刘建全教授课题组攻读硕士和博士学位，研究方向为青藏高原针叶树的生物地理格局及其形成过程。研究生期间完成的主要工作以本人作为第一作者发表在 *Molecular Ecology* (2005, 14: 3513-3524) 期刊上，题目为“*Phylogeography of the Qinghai-Tibetan Plateau endemic Juniperus przewalskii (Cupressaceae) inferred from chloroplast DNA sequence variation*”。

本人知晓并同意兰州大学将上述论文作为研究成果申报国家自然科学基金。

证明人（签字）：

#### 知情同意证明

本人王重阳（护照号码：G33469677），2004年至2009年期间在刘建全教授的指导下攻读博士学位，研究生期间主要研究方向为青藏高原高山植物的生物遗传格局及其形成过程，主要工作以本人作为第一作者发表在 *Molecular Ecology* (2009, 18: 709-721) 期刊上，题目为“*History and evolution of alpine plants endemic to the Qinghai-Tibetan Plateau: Aconitum gymnanthum (Ranunculaceae)*”。

本人知晓并同意兰州大学将上述论文作为研究成果申报国家自然科学基金。

证明人（签字）：

#### Agreement

To whom it may concern,

Prof. Jianquan Liu and I have led collaborative studies on the demographic histories of conifers in China. The results were published in *Molecular Biology and Evolution* (2010, 27: 1001-1014), article entitled by “*Demographic histories of four spruce (Picea) species of the Qinghai-Tibetan Plateau and neighboring areas inferred from multiple nuclear loci*”, *Evolution* (2012, 66: 831-845), article entitled by “*Population genetic evidence for complex evolutionary histories of four high altitude juniper species in the Qinghai-Tibetan Plateau*” and *Journal of Biogeography* (2011, 38: 31-43), article entitled by “*The Pleistocene demography of an alpine juniper of the Qinghai-Tibetan Plateau: tabula rasa, cryptic refugia or something else?*”. Here I certify that the projects were initially designed and experiments were conducted at Lanzhou University under the supervision of Prof. Jianquan Liu. Calculations, as well as part of the laboratory work of the first study, were carried out in my lab at Uppsala University. All three papers were written jointly. I hereby agree to the use of these papers by Lanzhou University as a part of an application to the Natural Science Award of the Ministry of Education of China and National Natural Science Award of China.



Professor Martin Lascoux  
Uppsala University, Uppsala, Sweden