

自然科学奖公示

一、项目名称：

中国北方气候水文变化的树轮记录

二、提名者及提名意见

提 名 者	中国科学院
<p>提名意见：</p> <p>我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，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。</p> <p>该项目针对我国北方生态环境脆弱区开展了近 20 年高分辨率树轮气候、水文学研究，获得以下创新性成果：1.首次重建了我国乃至东亚地区最长的青藏高原中东部 2485 年年均温度序列，指出 20 世纪在过去千年中最暖，但并非过去 2500 年中暖，同时提出太阳辐射在千-百年尺度上控制着高原中东部温度变化的观点。2.发现过去 400 年来我国北方环境敏感带东西部季风降水年代际尺度上同步变化，且近四十年干旱化趋势明显；在秦岭南北不同季节温度重建的基础上，指出我国冬季升温幅度明显高于夏季，提出近年来全球变暖主要发生在冬季的观点。3.首次以树木年轮方法系统研究整个黑河流域的水资源状况，定量恢复了黑河源头降水量、中游径流量和下游地下水水位变化情况，发现近年来流域内水资源短缺可归因于过度的人类活动，为黑河水资源合理利用提供了科学数据。</p> <p>该项目的 8 篇代表作被引用 690 (他引 515) 次，被国内外高水平学术刊物正面引用和评价，提升了我国树轮研究的国际地位。项目培养出一支活跃在全球变化研究领域的高水平年轻队伍，多人成长为具有高级职称的科研人才，获多次国际会议特邀报告。第一完成人曾任亚洲树轮协会主席，现任国际树轮协会（TRS）准执委，是我国树轮学界首位获得杰青资助的科研人员。</p> <p>提名该项目为国家自然科学奖<u>二</u>等奖。</p>	

三、项目简介

获取准确、完整而系统的气候资料是解决气候变化检测和归因的基础。然而，我国绝大部分现代气候观测仅始于 1950 年，难以揭示气候、尤其在季节尺度上变化的自然规律与机理，在全球变化背景下，急需寻找具有年分辨率的气候代用资料。

该项目基于广泛分布于我国北方地区的树木年轮资料，经过近 20 年的潜心研究，通过树轮宽度、密度和稳定同位素等多指标提取，精确建立年表，重建了 70 条过去 2500 年来不同时空尺度的温度、降水、干旱指数等气候要素序列，系统分析气候变化的时空特征、规律及可能的驱动机制，研究极端气候事件发生的诱因及特点，获得国际认可的原创性成果，具体如下：

1) **中国北方千年尺度气候变化研究：**首次重建了我国乃至东亚地区最长的青藏高原中东部 2485 年年均温度序列。发现 20 世纪在过去 1000 年中最暖，但并非过去 2500 年中最暖；提出太阳辐射在千-百年尺度上控制着青藏高原中东部的温度变化。该研究对厘清我国过去 2500 年温度变幅、速率、变化周期、原因和机制，以及认识二十世纪增温在历史框架中所处位置等系列重要问题具有重要科学意义。

2) **中国北方百年尺度气候变化研究：**对我国北方环境敏感带过去 400 年来与东亚夏季风相关联的多地季节降水进行了重建，发现年代际尺度上敏感带东西部降水同步变化，近几十年干旱化趋势明显，与东亚夏季风及 ENSO 等大尺度海汽耦合震荡有关。通过开展不同季节温度重建，指出我国冬季升温幅度明显高于夏季，提出近年来的全球变暖主要发生在冬季的观点。重建不仅弥补了器测记录空间分布不均且时间较短的不足，解决了北方环境敏感带高分辨率、长时间尺度气候数据缺乏的问题，而且为研究东亚季风区环境的演化和气候模拟提供了大量高分辨率资料。

3) **十到百年尺度水文学研究：**该项目首次以树木年轮方法系统研究整个黑河流域的水资源状况，定量恢复了黑河源头降水量、中游径流量和下游地下水水位变化情况，发现近年来流域内水资源的短缺可归因于过度的人类活动，为黑河水资源合理利用提供了科学数据。该成果 2010 年发表在国际水研究顶级期刊《Water Research》上，被引用 86 次（他引 68 次，SCI 他引 51 次）。

该项目通过多学科交叉取得集成性成果，共发表论文 127 篇（SCI 54 篇），8 篇代表作被引用 690 次（他引 515 次，SCI 他引 329 次）。第一完成人曾任亚洲树轮协会主席，是我国树轮学界首位获得杰青资助的科研人员。项目组还有多名

成员成长为具有高级职称的科研人才（1 人获陕西省中青年科技创新领军人才和中科院院长优秀奖，1 人获中科院院长特别奖，1 人获陕西省青年科技新星称号）。

代表论文 1 一经发表就引起国内外研究者广泛关注。新华网等多家网站媒体进行了报道，该文获得《中国科学：地球科学》2013 年度“最佳论文奖”，被引用 234 次；代表论文 3 获 2013 年度《科学通报》“优秀作者奖”。2485 年温度重建序列是中国为数不多用于北半球千年温度重建的资料之一，被前国际科学理事会执行主任 Deliang Chen 等广泛引用。国内外众多学者来函索取资料，其中有 Morberg 教授领导的国际著名 2000 年气候研究小组和我国著名大气物理学家周秀骥院士。黑河流域水文学研究受到著名树轮学者张齐兵、水文学者王东等的广泛引用。

四、客观评价

20 世纪变暖是全球瞩目的话题。20 世纪的增温程度到底如何？这个问题促使过去 2000 年温度重建研究成为热点。近年来发表的多篇关于北半球温度重建的文章均显示 20 世纪增温在过去 1000 年是史无前例的，但是在过去 2000 年中所处位置如何还存在争议。此外，变暖是否存在季节差异？我国北方环境敏感带对 20 世纪变暖的区域响应如何？针对上述问题项目组开展了长期细致的研究，共发表学术论文 127 篇（SCI 54 篇），8 篇代表作被引用 690 次（他引 515 次，SCI 他引 329 次），在国际学术界产生了一定的影响。引用刊物有《Quaternary Science Reviews》、《Holocene》和《International Journal of Climatology》等；研究成果得到国际同行的高度认同，提高了我国树木年轮学的国际地位，为认识过去 2500 多年来气候环境变化提供了重要资料。部分客观评价如下：

（一）对发现点 1 中国北方千年尺度气候变化研究的评价

青藏高原 2485 年温度重建论文一经发表就引起国内外研究者广泛关注，新华网等多家网站媒体进行了报道。国内外众多学者来函索取资料，其中有 Morberg 教授领导的国际著名 2000 年气候研究小组和著名大气物理学家周秀骥院士。该温度重建（代表作 1）和分析（代表作 3）论文共被引用 294 次（他引共 230 次），分别获得 2013 年《中国科学》最佳论文二等奖和《科学通报》优秀作者奖（其他附件 1, 2）。瑞典斯德哥尔摩大学 Ljungqvist 团队将我们青藏高原 2485 年温度序列应用于北半球过去千年温度重建工作中（代表性引文 1），这是中国为数不多用于北半球千年温度重建的资料之一。Scafetta（代表性引文 2）、Taricco（代表性引文 3）及 Lüdecke 和 Weiss（其他附件 3）均认同青藏高原温度变化中存

在的自然周期（代表作 1, 3），并认同自然周期在气候变化中起很大作用的结论。Chen（前国际科学理事会执行主任）等发表在 *Scientific Reports* 上的论文（代表性引文 4）认为青藏高原 2485 年温度序列（代表作 1）是利用树轮进行气候模拟重建的范例。

（二）对发现点 2 中国北方百年尺度气候变化研究的评价

项目组关于中国北方环境敏感带树轮降水重建的系列论文被不同期刊编辑、审稿人及研究人员高度认可和广泛引用。北京师范大学 Zhang 在他发表在《*Ecological Indicators*》上的综述性论文“Tree-rings, a key ecological indicator of environment and climate change”（代表性引文 5）中大量并反复引用项目组在北方环境敏感带的十多篇降水论文（包括代表作 2, 4, 5），认同树轮 $\delta^{18}\text{O}$ （代表性论文 5）可以作为指示夏季风强度的指标。Xu, Sano 和稳定同位素专家 Nakatsuka（代表性引文 6）及 Liu 和 Zhao（中国气象科学研究院副院长）等（其他附件 4）认为中国北方的树轮 $\delta^{18}\text{O}$ 已经被成功用于指示东亚夏季风强度的变化（代表性论文 5）。

20 世纪后期冬半年增温幅度明显高于春夏季（代表性论文 6），Yang 等认为该特征在世界其他地区也存在（其他附件 5）。

（三）对发现点 3 十到百年尺度水文学研究的评价

我国第二大内陆河黑河流域的水资源问题一直是国内外研究者关心的热点问题。Tiwari 和 Rajesh 发表于 *Geophysical Research Letters* 上的文章（代表性引文 7）认同我们关于黑河流域水文记录揭示的海-气循环引起的周期变化(代表作 2)。Zhang 等及 Wang 认同黑河流域水资源有限，人类活动加剧，导致下游地下水位下降（代表性引文 8，其他附件 6）。

本项目的研究思路、方法及认识均受到国际学术界认可。第一完成人刘禹是我国树轮学届的首位“杰青”，曾任亚洲树轮协会主席（2011-2012 年），现任国际树轮协会（TRS）准执委，是我国树轮学领域杰出学术带头人。多次在国际会议做特邀报告（其他附件 7-10），组织和主持“第二届亚洲树轮学大会”等重要会议，并受邀指导瑞典哥德堡大学等博士生开展研究工作（其他附件 11、12）。第二完成人蔡秋芳由于项目的执行获“陕西省中青年科技创新领军人才”（其他附件 13）。第三完成人宋慧明获得“中科院院长特别奖”（其他附件 14），第四完成人李强获“陕西省青年科技新星”（其他附件 15）。

五、代表性论文专著目录（不超过 8 篇）

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	SC I 他 引次 数	他 引总 次数	论文 署名 单位 是否 包含 国外 单位
1	Annual temperatures during the last 2485 years in the mid-eastern Tibetan Plateau inferred from tree rings / Science in China Series D: Earth Sciences/ Liu Yu, An Zhisheng, Hans W. Linderholm, Chen Deliang, Song Huiming, Cai Qiufang, Sun Junyan, Tian Hua	0.718	2009, 52(3), 348–359	2009.3.1	Liu Yu(刘禹)	Liu Yu (刘禹)	刘禹, 安芷生, 宋慧明, 蔡秋芳, 孙军艳, 田华	113	190	是
2	Tree-ring hydrologic reconstructions for the Heihe River watershed, western China since AD 1430 /Water Research/ Liu Yu, Sun Junyan, Song Huiming, Cai Qiufang, Bao Guang, Li Xuxiang	7.051	2010, 44(9), 2781–2792	2010.2.16	Liu Yu(刘禹)	Liu Yu (刘禹)	刘禹, 孙军艳, 宋慧明, 蔡秋芳, 包光, 李旭祥	51	68	否
3	Amplitudes, rates, periodicities and causes of temperature variations in the past 2485 years and future trends over the central-eastern Tibetan Plateau / Chinese Science Bulletin / Yu Liu, Qiufang Cai, Huiming Song, Zhisheng An, Hans W. Linderholm	4.136	2011, 56(28-29), 2986-2994	2011.3.8	Liu Yu(刘禹)	Liu Yu (刘禹)	刘禹, 蔡秋芳, 宋慧明, 安芷生	21	40	是

4	Precipitation reconstruction from Hailar pine (<i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>) tree rings in the Hailar region, Inner Mongolia, China back to 1865 AD/ Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology/ Yu Liu, Guang Bao, Huiming Song, Qiufang Cai, Junyan Sun	2.37 5	2009, 282(1-4) , 81-87	2009.11. 15	Liu Yu(刘 禹)	Liu Yu (刘 禹)	刘禹, 包光, 宋慧明, 蔡秋芳, 孙军艳	37	64	否
5	Monsoon precipitation variation recorded by tree-ring $\delta^{18}\text{O}$ in arid Northwest China since AD 1878/ Chemical Geology/ Yu Liu, Qiufang Cai, Weiguo Liu, Yinke Yang, Junyan Sun, Huiming Song, Xuxiang Li	3.23 1	2008, 252(1-2) 56-61	2008.6.3 0	Liu Yu(刘 禹)	Liu Yu (刘 禹)	刘禹, 蔡秋芳, 刘卫国, 杨银科, 孙军艳, 宋慧明, 李旭祥	21	34	否
6	Temperature variations recorded in <i>Pinus tabulaeformis</i> tree rings from the southern and northern slopes of the central Qinling Mountains, central China/Boreas/ Yu Liu, Hans W. Linderholm, Huiming Song, Qiufang Cai, Qinhua Tian, Junyan Sun, Deliang Chen, Elisabeth Simelton, Kristina Seftigen, Hua Tian, Ruiyuan Wang, Guang Bao, Zhisheng An	2.63 8	2009, 38(2), 285-291	2009.3.2 5	Liu Yu(刘 禹)	Liu Yu (刘 禹)	刘禹, 宋慧明, 蔡秋芳, 田沁花, 孙军艳, 田华, 王瑞媛, 包光, 安芷生	35	45	是
7	Tree-ring precipitation records from Baiyinaobao, Inner Mongolia since A.D. 1838 / Chinese Science Bulletin / Yu Liu, Qiufang Cai, Won-Kyu Park, Zhisheng An, Limin Ma	4.13 6	2003, 48(11), 1140-11 45	2003.6.1	Liu Yu(刘 禹)	Liu Yu (刘 禹)	刘禹 蔡秋芳 安芷生 马利民	41	63	是

8	Tree-ring stable carbon isotope-based May–July temperature reconstruction over Nanwutai, China, for the past century and its record of 20th century warming/Quaternary Sciences Reviews/ Yu Liu, Yanchao Wang, Qiang Li, Huiming Song, Hans W Linderholm, Steven W Leavitt, Ruiyuan Wang, Zhisheng An	4.33 4	2014, 93, 67-76	2014.6.1	Liu Yu(刘 禹)	Liu Yu (刘 禹)	刘禹, 王艳超, 李强, 宋慧明, 王瑞媛, 安芷生	10	11	是
合 计								329	515	

姓 名	刘禹	性别	男	排 名	1	国 籍	中国
工作单位	中国科学院地球环境研究所					行政职务	所长
完成单位	中国科学院地球环境研究所					技术职称	研究员
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>项目负责人，重建了我国最长的青藏高原中东部近 2500 年的年均温度序列，指出中国绝大部分朝代的灭亡都与该温度序列的低温时期相对应；提出太阳辐射至少在千年和百年尺度上是青藏高原中东部温度变化的驱动因子之一（代表作 1、3）；以树木年轮方法系统研究中国西北地区黑河流域水资源状况，提出黑河流域整体水资源的自然状态并未恶化，流域内水资源的短缺可能归因于过度的人类活动所导致（代表作 2）；系统研究了我国北方环境敏感带过去 400 年来的树轮季风降水时空变化（代表作 4-8）。对发现点 1、2、3 做出突出贡献，是代表作 1-8 的第一作者及通讯作者。</p>							

姓 名	宋慧明	性别	女	排 名	3	国 籍	中国
工作单位	中国科学院地球环境研究所					行政职务	无
完成单位	中国科学院地球环境研究所					技术职称	研究员级高工
对本项目主要学术贡献： 参与了大部分研究涉及到的野外采样工作，完成了大量的树轮宽度测量和交叉定年，参与部分研究的数据分析及文章写作。对发现点 1、2、3 做出突出贡献，是代表作 1-6、8 的重要参与者。							

姓 名	李强	性别	男	排 名	4	国 籍	中国
工作单位	中国科学院地球环境研究所					行政职务	无
完成单位	中国科学院地球环境研究所					技术职称	副研究员
对本项目主要学术贡献： 完成部分北方树轮样本的野外采集工作，完成华北以及西北的树轮同位素研究，首次发现华北树轮稳定氧同位素反映 ENSO 变化信号，其 ENSO 信号可能来源于印度水汽的传输作用。建立了树轮纤维素化学提纯实验系统，使团队的树轮稳定氧同位素测量精度处于国内领先地位，并协助其他完成人进行了树轮同位素测量工作。对发现点 2 做出重要贡献，是代表作 8 的重要参与者。							

姓 名	孙军艳	性别	女	排 名	5	国 籍	中国
工作单位	中国科学院地球环境研究所					行政职务	无
完成单位	中国科学院地球环境研究所					技术职称	副研究员
对本项目主要学术贡献： 参与部分野外取样和实验分析工作，利用胡杨树木年轮宽度重建了额济纳地区过去 233 年来地下水位变化历史（重要发现点 3），重建了我国环境敏感带多条降水序列（重要发现点 2）。是代表性论文 1、2、4、5、6 的重要参与者。							

七、完成人合作关系说明

项目“中国北方气候水文变化的树轮记录”第一完成人与本项目第 2 完成人蔡秋芳研究员、第 3 完成人宋慧明研究员级高工、第 4 完成人李强副研究员、第 5 完成人孙军艳副研究员均属同单位同研究室，曾共同立项（其他附件 16）、合著论文（必备附件 1）、共同获奖（其他附件 1，2）。其中第一完成人刘禹负责组织实施了本项目的研究工作。围绕项目研究主题，各完成人共同完成了代表性论文 1-8。