**一、项目名称**

**干旱区极端气候水文事件时空演变及其社会经济影响研究**

主要完成人：姜彤、陶辉、苏布达、翟建青、王艳君

完成单位：中国科学院新疆生态与地理研究所

国家气候中心

南京信息工程大学

**二、提名单位意见**

（专家提名不填此栏）

|  |  |
| --- | --- |
| 提名单位 | 中国科学院新疆分院 |
| 通讯地址 | 新疆乌鲁木齐市北京南路341号 | 邮政编码 | 830011 |
| 联 系 人 | 陈幺 | 联系电话 | 0991-3836548 |
| 电子邮箱 | chenyao@ms.xjb.ac.cn | 传 真 |  |
| 该项目围绕干旱区极端气候水文事件，系统开展了全球温升1.5℃和2.0℃目标下西北地区的干旱直接经济损失、高温对人体健康的影响及暴雨洪涝的社会经济影响研究。主要原创性科学发现点有：1．创新性提出极端事件的强度、影响面积、持续时间三维度识别理念，创建改进的强度-面积-持续时间三维极端气候水文事件辨识方法（IAD），解决了对极端气候水文事件暴露范围的界定问题；构建了多尺度、格网化、强度-面积-持续时间为特征的极端气候水文事件数据库，为定量评估极端事件的社会经济影响提供了数据支持2. 提出了适合于西北干旱区的干旱评估指数，辨识了干旱事件的演变特征及其气候成因，定量评估了不同升温目标的干旱经济损失，指出控温有明显社会经济效益。3. 基于共享社会经济路径全球框架，提出人口和经济预估模型的本地参数化方案，构建了中国区域高分辨率格点化社会经济数据库，为极端气候水文事件风险的定量评估提供数据基础；采用多气候模式、多情景数据，考虑社会经济发展对未来适应能力的改变，系统评估全球升温1.5℃和2.0℃目标下西北干旱区城市人口面临的死亡风险，该成果填补了高温事件对未来不同人口结构死亡率的研究空白。本项目共产出成果（论文、专著章节、软著、专利等）共130余项，核心成果发表在PNAS、Nature Communications, Journal of Climate等地学顶级刊物，其中1篇入选ESI高被引论文。SCI总引2319次，8篇代表性论文总引424次，单篇最高总引180次。取得软件著作权3项，出版相关专著3部；项目核心成果被Nature、Nature Climate Change、Nature Communications、Nature Geosciences等杂志引用，编写的相关决策咨询报告两次获得党和国家领导人的重要批示。项目成果拓展了干旱区极端气候水文事件的相关理论与方法，将为“一带一路”沿线地区防灾减灾和可持续发展提供重要的科学依据。我单位同意本提名书所填写的全部内容及附件材料内容，同意完成单位排名顺序，同意完成人排名顺序。该成果严格遵守了《中华人民国和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规，无侵犯他人知识产权的情形。提名该项目为自治区自然科学奖 一 等奖。 |

**三、项目简介**

由全球气候变化导致的极端气候水文事件频繁发生，已成为社会经济发展的重要制约因素之一。西北干旱区极端气候水文事件的时空演变特征检测、成因及其社会经济影响研究，是国内外科学界关注的热点。但多数研究着眼极端事件的单个时间和空间维度、采用单站阈值界定极值，难以精确判断其影响范围；极端气候水文事件的影响评估研究，未考虑社会经济变化导致的暴露度以及适应能力改变。本项目面向极端气候水文事件影响评估的国家需求及关键科学问题，针对干旱、高温、暴雨洪水等区域性极端事件影响研究存在的薄弱环节，在全球温升1.5℃和2.0℃目标下干旱的直接经济损失评估、高温对人体健康的影响评估及暴雨洪涝的社会经济影响评估等方面开展技术攻关，取得系列原创性成果：

1、创建了“强度-面积-持续时间”多维极端事件辨识方法，提出了适用于西北干旱区的干旱评估指数，辨识了干旱事件的演变特征及其气候成因，定量评估了全球升温1.5℃和2.0℃目标下的干旱经济损失，指出控温具有明显的社会经济效益。

2、提出了人口和经济预测模型的本地参数化方案，首次构建了中国区域高分辨率格点化（0.5°×0.5°）社会经济数据库；系统评估了中国西北干旱区城市人口面临的高温死亡风险，发现相较于全球升温1.5℃，升温2.0℃西北干旱区城市每年将会增加两千余人的死亡。

3、气候变化使内陆河上游突发性冰湖溃决洪水频率显著增加；而人类社会经济活动对径流变化的贡献率从40%增加到57%；气候变化和人类活动共同作用下暴雨洪涝灾害人口、经济动态暴露度和脆弱性总体呈显著增加趋势。

通过近10年的国内外合作研究，本项目已发表论文125篇（SCI论文84篇，CSCD论文41篇），出版相关专著3部，获批软件著作权3项，基于自主研发的极端气候水文事件识别方法与高分辨率社会经济格点化数据集开展的创新性研究，发表于Nature Communications、PNAS和BAMS等期刊；依据核心成果撰写的决策咨询报告两次获得党和国家领导人的重要批示；研究成果被Nature、Nature Climate Change、Nature Geosciences和Nature Communications 等期刊引用。本项研究拓展了极端气候水文事件的相关理论、技术与方法，为西北干旱区防灾减灾与社会经济可持续发展提供了重要的科学支撑。

**四、代表性论文专著目录**

1. 姜彤,王艳君,袁佳双,陈迎,高翔,景丞,王国复,吴先华,赵成义. “一带一路”沿线国家2020-2060年人口经济发展情景预测. 气候变化研究进展,2018,14(2),155-164.
2. Wang YJ , Wang AQ, Zhai JQ, Tao H,Jiang T, Su BD\*.Yang J, Wang GJ, Liu QY, Gao C, Kundzewicz ZW, Zhan MJ, Feng ZQ, Fischer T. Tens of thousands additional deaths annually in cities of China between 1.5 ºC and 2.0ºC warming. Nature Communications. 2019,10:3376.
3. Su BD, Huang JL, Fischer T, Wang Y, Kundzewicz ZW., Zhai JQ, Sun HM, Wang AQ, Zeng XF, Wang GJ , Tao H, Gemmer M, Li XC, Jiang T. Drought losses in China might double between the 1.5°C and 2.0°C warming. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2018,115(42): 10600-10605.
4. Zhai JQ, Su BD\*, V Krysanova, T Vetter, C Gao & T Jiang. Spatial Variation and Trends in PDSI and SPI Indices and Their Relation to Streamflow in 10 Large Regions of China, Journal of Climate, 2010, 23, 649-662.
5. Tao Hui, Hartmut Borth, Klaus Fraedrich, et al. Hydrological Extremes in the Aksu-Tarim River Basin, Part I: Climatology and Regime Shift, Climate Dynamics, 2016, 46:2029-2037.
6. Tao H, Gemmer M, Bai YG, Su BD, Mao WY. Trends of streamflow in the Tarim River Basin during the past 50 years: Human impact or climate change? Journal of Hydrology, 2011,400, 1-9
7. Tao H, Borth H, Fraedrich K, Su BD, Zhu XH. Drought and wetness variability in the Tarim river basin and connection to large scale atmospheric circulation. International Journal of Climatology, 2014(34):2678-2684.
8. Wen SS, Wang AQ, Tao H, Huang JL, Zhai JQ,Jiang C, Rasul G, Su BD\*.Population exposed to drought under the 1.5°C and 2.0 °C warming in the Indus River Basin. Atmospheric Research.2019,218,296-305.

**五、主要完成人情况**

**姜彤研究员简况（第一完成人）**

1999年毕业于德国吉森大学。IPCC AR5 和 AR6 “气候变化影响、适应和脆弱性”、“第二、三、四次气候变化国家评估报告”、“中国极端事件和风险管理与适应评估报告”、“中国气候与生态环境演变：2021”首席作者，新疆高层次人才引进工程入选者。担任Hydrological Sciences Journal, Atmospheric Research, Climate Services 和Quaternary International副主编。主要从事气候变化影响评估和风险管理工作，更新了我国旱涝时空格局演变规律的认识和水量平衡物理图像，提出极端事件强度-面积-持续时间辨识方法和基于水文水动力模型的致灾阈值确定方法，并实现了基于动态社会经济情景的风险评估。近5年来主持国家级项目4项（自然科学基金面上项目2项，科技部国际合作项目1项、科技部973课题1项）、参加国家级项目2项（科技部973项目和重点研发项目科研骨干）、主持完成省部级项目3项。近5年在PNAS等知名期刊上发表论文72篇，其中，SCI收录40篇，核心期刊32篇。获批软件著作权和专利12项；荣获2014年度江苏省科学技术二等奖，2017年度湖北省科学技术二等奖和长江水利委员会科学技术一等奖（第1完成人），2018年度中国气象学会大气科学基础研究成果奖（第1完成人）。在本项目中负责项目的组织实施和研究方案制定，并参与研究全过程；提出极端事件的强度、影响面积、持续时间三维度理念，提出了人口和经济预测模型的本地参数化方案，构建了区域高分辨率格点化社会经济数据库（代表性论文1的第一作者，代表性论文2-3的通讯作者，出版专著两部）；取得软件著作权3项；组织撰写相关决策咨询报告2项（其他证明2-3）。投入该项目工作量占本人工作总量的60%以上。

|  |
| --- |
| **陶辉副研究员简况（第二完成人）**美国地理联合会（AGU）会员。1981年出生于新疆，2007年毕业于中国科学院新疆生态与地理研究所并获理学硕士学位；2010年毕业于中国科学院南京地理与湖泊研究所并获自然地理学博士学位（导师：姜彤研究员）。2008年获德国政府DAAD/BMBF奖学金资助，赴德国基尔大学开展“生态水文模型与水资源管理”合作研究；2009年再次获德国政府DAAD奖学金资助，赴德国汉堡大学、马普学会气象研究所开展有关干旱的合作研究，2012年获美国犹他州立大学资助，赴美开展北美区域气候模式评估方面的研究。2015年入选新疆高层次人才引进工程名单。近年来，主要开展了气候模式(GCM和RCM)评估与气候变化预估、极端气候水文事件及其社会经济影响方面的研究，在国际水文气候学刊物Journal of hydrology, Water Resources Research, Climate Dynamics, Climatic Change, International Journal of Climatology等刊物上发表论文20余篇。作为骨干成员长期开展极端气候水文事件的影响研究，主持重点研发课题一项，与本项目其他四位成员合作完成国家自然基金委国际(地区)合作与交流项目中德合作项目数10项，合作研究成果发表在PNAS和Nature Communications。在本项目中负责项目的具体实施，完成了本项目极端气候水文事件（高温、干旱）时空演变及成因研究（代表性论文5、6、7主要完成人），参与三维极端气候水文事件辨识方法的研发，负责构建多尺度、格网化、强度-面积-持续时间为特征的极端水文气象事件数据库。投入该项目工作量占本人工作总量的60%以上。 |

**苏布达研究员简况（第三完成人）**

蒙古族，洪堡学者。2005年毕业于中国科学院南京地理与湖泊研究所（导师：施雅风院士）。2008年获中国博士后科学基金一等奖。2014年入选中组部千人计划新疆项目。长期致力于气候变化对水文水资源的影响研究、气象水文领域的极值统计分析和灾害风险评估研究，开展了中国降水极值概率特征分析，干旱与洪涝可能变化趋势，洪水风险分析，流域水文模拟、水文模型改进、区域气候模式对未来降水与径流的模拟分析等一系列研究。2011-2014年，主编了“十二五”国家重点出版物出版规划项目资助的流域/区域气候变化影响评估报告丛书“塔里木河流域气候变化影响评估报告”和“鄱阳湖流域气候变化影响评估报告”。2012年开始参加国际影响评估模型对比计划（ISI-MIP），应用VIC，HBV，SWIM，SWAT水文模型，开展了多种影响评估水文模型的对比模拟，为国际比较计划提供了中国案例。2013-2015 年，作为首席作者完成了“第三次气候变化国家评估报告”的“气候

变化对区域影响和适应”章节的编写，辨识了各区域受气候变化影响的关键领域及未来趋势。2019年作为首席作者编写了“中国气候与生态环境演变：2021”的“陆地水循环”章节，评估了观测期水循环主要要素的演变趋势。主持完成的中德合作项目“气候变化背景下海河流域土地利用和管理模式对水资源的影响研究”（2010-2012年）和“水资源综合管理-模型模拟到适应措施”（2014-2018年），运用了HYMOD，HBV，HYPE，SWAT等不同水文模型，开展了下垫面变化对水资源的影响研究，并参与开发了流域尺度最优管理模式。截止目前，已在国内外学术刊物发表160余篇学术论文，其中SCI检索学术论文70余篇，包括 Nature Communications，Earth System Science Data，PNAS等高影响因子学术刊物论文。在本项目负责项目具体研究方案的制定并参与研究全过程；提出了适合西北地区的干旱评估指数；参与三维极端水文气象事件辨识技术的创建（代表性论文3的第一作者）；提出人口和经济预估模型的本地参数化方案，结合历史的社会经济，构建了区域高分辨率格点化社会经济数据库（代表性论文2、4、8的通讯作者）；参与社会经济的动态暴露度和脆弱性特征纳入极端水文气象事件的影响预警研究（主编专著一部）。投入该项目工作量占本人工作总量的60%以上。

**翟建青副研究员简况（（第四完成人）**

2009年获中国科学院南京地理与湖泊研究所自然地理博士学位（导师：姜彤研究员）；同年进入国家气候中心和中国科学院大气物理研究所博士后工作站；2011年进入国家气候中心工作；2012年赴西藏气象局援藏并晋升副研究员。研究方向是气候变化对水资源影响评估、极端水文事件的社会经济风险评估和风险管理。

近10年来，主持和参与了中国气象局气候变化和行业专项、国家自然科学基金、国家重点基础研究发展计划和国家基金委中德国际创新团队等数十个项目。获欧盟和德国科学基金会、德国教育研究部（BMBF）和德国学术交流中心（DAAD）的资助，多次赴德国波茨坦气候变化影响研究所、地球科学中心、气候服务中心、德国吉森大学、慕尼黑工业大学和法兰克福大学等单位讲学和学术交流。

主编《海河流域气候变化影响评估报告》和《气象灾害风险评估技术指南》分别获“十二五”和“十三五”国家重点图书奖和科技部出版基金资助。完成《区域/流域气候变化影响评估报告》等8本评估报告的编写。参与编写《中国极端天气气候事件和灾害风险管理与适应国家评估报告》、《第三次气候变化国家评估报告》、《中国陆地水循环演变与成因》、《气象灾害风险预警服务业务技术指南丛书》、《气候变化影响评估方法应用》、《应对气候变化报告》、《中国气象百科全书》、《中国气候变化监测公报》和《中国气象灾害年鉴》等著作中水资源、洪旱、气候变化风险和适应等章节。

国内外期刊发表论文70余篇，其中SCI论文36篇。软件著作权和专利7项。获2018年中国气象学会基础研究成果二等奖（第2完成人）和2017年度长江水利委员会科学技术一等奖（第7完成人）、湖北省科技进步二等奖（第7完成人）。在本项目中负责完成干旱时空演变特征和三维极端水文气象事件辨识方法的研发和应用（代表性论文4的第一作者）；负责撰写的咨询报告得到党和国家领导人的批示（其他证明2-3）。投入该项目工作量占本人工作总量的60%以上。

**王艳君副教授简况（第五完成人）**

湖南永州人，女，1978年10月生，2006年毕业于中国科学院南京地理与湖泊研究所（导师：施雅风院士），目前在南京信息工程大学工作。主要从事气候变化及其对水文水资源的影响和气候灾害风险评估研究。已主持完成国家自然科学青年基金一项，国家重大科学研究计划项目（973项目）子课题一项，参与973重大研究计划、国家自然科学基金等多项项目的研究。在国内外核心刊物上已发表论文60余篇，其中以第一作者身份发表Nature Communications 文章一篇。在本项目中负责构建多尺度、格网化、强度-面积-持续时间为特征的极端水文气象事件数据库；参与暴雨洪涝事件的动态暴露度和脆弱性研究并取得软件著作权（其他证明6）；构建了区域高分辨率格点化社会经济数据库；参与决策咨询报告（其他证明2和3）的撰写工作。投入该项目工作量占本人工作总量的50%以上。

**六、完成人合作关系说明及情况汇总表**

本项目历时十余年，在数十项国家重点研发项目课题、中德合作、国家自然科学基金等项目的资助下，项目第一完成人姜彤研究员带领四位主要完成人，针对极端气候水文事件，从理论、方法与实践方面丰富和发展了极端气候水文事件社会经济影响的风险研究并取得了一系列重大研究成果。苏布达研究员于2014年入选中组部青年千人计划，陶辉副研究员和姜彤研究员于2015年入选新疆维吾尔自治区高层次人才引进项目。在上述项目的资助下，合作产出包括PNAS和Nature Communications 文章在内的SCI论文80余篇，出版相关专著三部，取得软件著作权3项，项目成果两次获得党和国家领导人批示。第一和第三完成人姜彤、苏布达研究员负责项目总体思想、方案的设计与创新点的凝练；第二和第四完成人陶辉、翟建青副研究员负责项目的具体实施；第五完成人王艳君副教授负责社会经济数据库的构建及高温、暴雨洪涝的影响评估。本项目中，第一完成人对科学发现点1-3均有重要贡献，是代表性论文1,2,3的通讯作者，主编专著两部；第二完成人对科学发现点1-3均有贡献，是代表性论文5,6,7的第一作者；第三完成人对科学发现点1-3均有贡献，是代表性论文2和8的通讯作者，代表性3的第一作者，主编专著一部；第四完成人对科学发现点1-3均有重要贡献，是代表性论文4的第一作者；第五完成人对科学发现点1-3均有贡献，是代表性论文2的第一作者。

**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 | 共同立项 | 陶辉,苏布达,翟建青,黄金龙,温姗姗,蹇东南 | 2015.09-2018.09 | 2015年度自治区引进高层次人才 | 其他证明14 | 全职创新项目 |
| 2 | 共同立项 | 姜彤,陶辉,苏布达,翟建青,黄金龙,温姗姗,蹇东南 | 2015.09-2018.09 | 2015年度自治区引进高层次人才  | 其他证明14 | 柔性项目 |
| 3 | 论文合著 | 王艳君, 王安乾, 翟建青, 陶辉,姜彤, 苏布达等 | 2019.08 | Tens of thousands additional deaths annually incities of China between 1.5 °C and 2.0 °C warming | 代表性论文2 | Nature Communications |
| 4 | 论文合著 | 苏布达,黄金龙, Fischer Thomas, 王艳君, Kundzewicz ZW, 翟建青,孙赫敏,王安乾,曾小凡, 王国杰,陶辉, Gemmer M,李修仓,姜彤  | 2018.10. | Drought losses in China might double between the 1.5°C and 2.0°C warming | 代表性论文3 | PNAS |
| 5 | 论文合著 | 翟建青,苏布达, Krysanova Valentina,Vetter Tobias,高超,姜彤 | 2009.07 | Spatial variation and trends in PDSI and SPI indices and their relation to streamflow in 10 large regions of China | 代表性论文4 | Journal of Climate |
| 6 | 论文合著 | 翟建青,黄金龙,苏布达, 王艳君, 姜彤 | 2016.03 | Intensity-area-duration analysis of droughts in China 1960-2013 | 代表性论文8 | Climate Dynamics |
| 7 | 论文合著 | 陶辉, Borth Hartmut,Klaus Fraedrich, 苏布达,朱秀华 | 2013.10 | Drought and wetness variability in the Tarim River Basin and connection to large-scale atmospheric circulation | 代表性论文7 | International Journal of Climatology |
| 8 | 论文合著 | 陶辉, Marco Gemmer,白云岗, 苏布达,毛炜峄 | 2011.01 | Trends of streamflow in the Tarim River Basin during the past 50 years:Human impact or climate change? | 代表性论文6 | Journal of Hydrology |
| 9 | 论文合著 | 黄金龙,秦大河,姜彤,王艳君,封志强,翟建青,曹丽阁,巢清尘,徐新武,王国复,苏布达 | 2018.06 | Effect of Fertility Policy Changes on the PopulationStructure and Economy of China: From the Perspective of the Shared Socioeconomic Pathways | 主要论文专著10 | Earth’s Future |
| 10 | 论文合著 | 陶辉,Thomas Fischer, 苏布达,毛炜峄,姜彤,Klaus Fraedrich. | 2017.04 | Observed changes in maximum and minimum temperaturesin Xinjiang autonomous region, China | 主要论文专著13 | International Journal of Climatology |
| 11 | 专著合著 | 姜彤，王艳君，翟建青 | 2018.08 | 气象灾害风险评估技术指南 | 主要论文专著11 | 气象出版社 |
| 12 | 专著合著 | 姜彤,苏布达,翟建青,陶辉,姜彤,王艳君 | 2013.12 | 气候变化影响评估方法应用 | 主要论文专著15 | 气象出版社 |
| 13 | 专著合著 | 苏布达,翟建青 | 2011.03 | SWIM模式使用指南 | 主要论文专著17 | 科学出版社 |
| 14 | 共同知识产权 | 黄金龙,苏布达,翟建青,陶辉,姜彤,王艳君 | 2019.06 | Extreme Climate Event Identification Tool | 其他证明6 | 软件著作权 |
| 15 | 共同知识产权 | 姜彤,苏布达,翟建青,王艳君,陶辉  | 2019.06 | 干旱预测灾害风险评估分析系统 | 其他证明6 | 软件著作权 |
| 16 | 共同知识产权 | 姜彤,苏布达,翟建青,陶辉,王艳君 | 2019.07 | 暴雨洪涝分线评估分析系统 | 其他证明6 | 软件著作权 |