

关于2019年度国家科学技术奖励提名项目的公示

根据《国家科学技术奖励工作办公室关于2019年度国家科学技术奖提名工作的通知》（国科奖字〔2018〕41号）要求，我单位完成的“西北干旱区荒漠-绿洲过渡带恢复重建的生态水文技术研发及应用”项目拟作为2019年度国家科技进步奖项目予以提名。现按有关要求将项目信息（附后）予以公示，公示期为2019年1月4日至2019年1月10日。

公示期内，任何个人或单位对项目及项目完成人、完成单位持有异议的，请以书面形式实名向我单位反映，并提供必要的证据材料，以便于核实查证。提出异议的个人或单位须在书面材料上签名或盖章，并提供有效联系方式。凡匿名、冒名和超出时限的异议不予回应。

联系人：宋芳萍

联系电话：0931-4967518

通讯地址：兰州市东岗西路320号

中国科学院干旱区旱区环境与工程研究所



2019 年国家科技进步奖提名项目公示

一、项目名称

西北干旱区荒漠-绿洲过渡带恢复重建的生态水文技术研发及应用

二、提名者及提名意见

提名者：中国科学院

提名意见：该项目针对水资源日益紧缺形势下西北干旱区荒漠-绿洲过渡带生态恢复重建的关键科学与技术难题，系统研究了荒漠-绿洲过渡带受损生态系统恢复、重建的生态水文学机理，揭示了荒漠固沙植被的生繁、更新规律，确定了绿洲防护林体系的耗水量和维系荒漠系统稳定的生态需水量；研发了荒漠-绿洲过渡带退化植物群落的人工修复技术、受损生态系统物种多样性构建以及人工植被和天然植被的生态融合技术、集绿洲-过渡带-荒漠为一体的节水型防护体系建设模式，目前已在河西走廊、新疆等地示范推广超过 20 万亩，取得了良好的效果。项目成果为国家在干旱区实施重大生态工程提供了重要科技支撑，同时对“一带一路”沿线国家的绿洲防护体系建设有较好的推广应用价值。按照 2019 年国家科技奖提名要求，经认真严格审查，该项目提名书中各种材料客观完整，相关完成单位资格有效，符合国家科技进步奖的提名要求。

提名该项目为国家科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

1、本项成果属资源开发与生态环境保护技术领域。

2、主要科学内容

本项成果面向国家经济社会发展和生态保护的巨大需求，针对水资源日益紧缺形势下西北干旱区荒漠-绿洲过渡带生态恢复重建的关键科学与技术难题，在恢复生态学机制方面，重点研究了荒漠-绿洲过渡带受损生态系统恢复、重建的生态水文学机制问题，揭示了荒漠固沙植被的生繁、更新规律，确定了绿洲防护林体系的耗水量和维系荒漠系统稳定的生态需水量；在生态恢复关键技术研发方面，重点开展了荒漠-绿洲过渡带退化荒漠植物群落人工改造的生态重构技术、受损生态系统恢复过程中的生物多样性构建以及人工植被和天然植被的生态融合技术研发，构建了集绿洲、绿洲荒漠过渡带及荒漠为一体的、以农田防护林、封沙育草带、植物固沙带、前沿阻沙带相结合的绿洲节水型防护体系模式；在成果推广应用上，面向国家重大生态工程建设需要，研发试验与示范推广相结合，成果在新疆塔里木盆地和甘肃河西走廊等地被及时推广应用，获得了显著的社会效益，使当地老百姓得到了生态建设的益处，坚定了生态建设的信心和决心。

3、主要技术经济指标

本项成果研究确立了保障绿洲水土生态安全和维系荒漠-绿洲过渡带稳定的

生态水位阈值；研发集成干旱荒漠区退化生态系统恢复重建技术 10 项；研发提出了集农田防护林、封沙育草带、植物固沙带、前沿阻沙带于一体的绿洲防护体系建设模式 1 套；申报国家发明专利 32 项，其中授权 27 项（附件 42-43）；制定地方、行业标准 3 项；选育绿洲植被建设林木良种 2 种（附件 19）；获批软件著作权 29 项（附件 44-45）；提交绿洲水资源与生态安全咨询报告 3 份；发表论文 123 篇（SCI 检索 79 篇）；培养研究生 28 名，其中获中国科学院院长优秀奖 9 人，获国家杰青 1 名，优青 1 名；建成生态修复与重建示范区 6 万余亩，推广面积 20 万亩（附件 6、8-11），经济社会效益达 2 亿元（附件 15-17）；示范区植被覆盖率提高了 20%~30%，生态防护效益提高 20% 以上。

4、促进行业科技进步作用及应用推广

干旱区荒漠-绿洲过渡带重大科学问题的探索及一系列成果的发表丰富了绿洲生态学和荒漠环境学研究的科学内涵，促进了学科发展；干旱荒漠区生态保育修复技术的研发及在新疆南疆、甘肃河西走廊等地的成功实践和大规模推广（附件 4-6、8-14），促进了农牧民致富和生态改善，为干旱区生态系统可持续管理提供了重要科技示范；形成的黑河中游绿洲植被耗水及生态需水研究报告，被纳入甘肃张掖 2010-2020 生态经济发展规划；提出的塔里木盆地生态恢复与保护方案，被纳入国家南疆水资源开发利用和水利工程建设规划；提交的《关于加强塔里木河流域综合治理与保护的倡议》得到国家高度重视，被总理等国家领导人亲自批示（附件 18）。部分成果曾获 2014 年新疆科技进步一等奖和 2017 年甘肃省科技进步一等奖（附件 22-23）。

四、客观评价

1、 评审意见

1) 基于长期试验示范研究，形成了一批具有鲜明地域特色和实用性的达到国际先进水平的技术，在荒漠绿洲过渡带恢复与重建中得到广泛应用。

本成果历时 10 余年，主要依托中国生态系统网络研究临泽站和策勒站，历经示范区的规划设计、实施和效益监测，经过试验、示范和研究，形成了一批针对雨养植被和地下水依赖植被建设和管理的技术。示范推广的梭梭斑块状造林和促进人工梭梭林天然更新等技术，解决了河西走廊降水量 150mm 左右的沙丘地大面积造林不见林和林分退化的问题（附件 5-6）。荒漠-绿洲过渡带植物群落生态多样性构建、荒漠-绿洲过渡带退化植物群落空间重构、提高极端干旱荒漠区胡杨幼株移栽成活率、提高干旱荒漠区人工恢复胡杨成活率等技术、极端干旱环境戈壁风沙区积沙造林、洪灌条件下绿洲外围节水型生物防护体系的构建、干旱区沙拐枣成熟林的改造利用、干旱风沙区滴灌下绿洲外围经济林的种植、干旱风沙区生态屏障的建设等技术在南疆得到了广泛应用，取得显著的效益（附件 8-11、13-14）。项目验收专家认为成果总体到达国际先进水平（附件 46-47）。

2) 在项目实施过程中，针对荒漠绿洲过渡带建设的生态水文问题，在长期监测试验的基础上，发表了一系列具有较高影响力论文，得到了国内外同行的广泛关注。

深入系统地开展了荒漠植物对干旱和风沙环境的适应、荒漠植被演变的生态水文驱动机制、荒漠植物的耗水以及对降水的响应规律、固沙植被繁殖更新、稳定生存的生态水文机理的研究，在包括行业国际 Top 期刊等刊物上发表论文 120 余篇，被国内外同行引用近 2000 次（附件 24-25）。有关温带荒漠植被格局及其尺度依赖的研究成果在《Biology and Conservation》、《Landscape Ecology》发表后，国际生物多样性研究著名科学家加州大学伯克利分校教授 Harte J 在《Ecology Letter》发表文章认为“发现荒漠植被种—面积曲线 Z 值在较大空间尺度上远低于 1/4”是个新的认识。关于荒漠植物对降水响应的研究成果在《Trees—Structure and function》、《Journal of Plant Research》、《Ecological Research》等刊物发表后，被《Annual Review of Ecology Evolution & Systematics》、《Journal of Ecology》、《Journal of Geography Research》、《Agriculture, Ecosystems and Environment》等生态学权威刊物多次正面引用，认为我们的研究系统地揭示了温带荒漠植被从叶片到生态系统对降水脉动的响应规律，弥补了温带荒漠区降水量偏低地区生态系统对降水响应研究薄弱的缺陷。

有关绿洲耗水量及维持绿洲稳定的生态用水和生产用水比例等研究到达国际先进水平（附件 46-47）。相关研究成果在《Hydrological Processes》、《Agricultural and Forest Meteorology》等刊物发表后，被发表在《Global Change Biology》、《Journal of Environment Management》、《Hydrology & Earth System Sciences》、《Journal of Hydrology》等水文学权威刊物上的文章多次正面引用（附件 24-33），认为用树干液流方法建立了叶面积指数（LAI）与林地蒸散发之间的关系，确定了防护林的蒸散发，为确定干旱区防护林带耗水量提供了新方法，也为认识干旱区人工造林对区域水循环的影响提供了重要依据。关于干旱胁迫下荒漠植物的适应策略与避害机制、地下水依赖型荒漠植被水分再分配机制的研究成果在《Ecohydrology》、《Hydrological Processes》等刊物上发表，被正面评价和引用 900 余次。通过以上研究，提升了我们研究团队在荒漠生态水文的影响力，如赵文智团队在 2008-2015 年国际荒漠生态水文文献检索的 Top 20 名作者中并列第三（附件 34），并获得了国家自然科学基金委杰出青年基金和优秀青年基金项目的资助。

2、 获奖情况

在荒漠绿洲生态建设实践上，取得了一系列关键技术和模式，促进了塔里木河流域和黑河流域等国家重大生态工程的建设，提升了我国在干旱区荒漠化防治的国际影响力。

在甘肃临泽荒漠区建立了首个水土保持科技示范区，示范园封禁区治理的示范作用促进了我国干旱区荒漠和沙丘植被封禁治理工作（附件 5）。示范的荒漠、荒漠-绿洲过渡带、绿洲为一体的节水型绿洲防护体系建立模式被联合国环境规划署荒漠化防治高级顾问 Lindsay Stringer（2008）作为成功案例进行推介（见《Frontiers in Ecology and the Environment》（6: 138-144）），美国前任土壤学会

理事长、国际著名土壤生态学家 Lal (2007) 认为我们关于绿洲防护体系建立模式是中国干旱区荒漠化防治的成功案例 (见《Soil Science Society of America Journal》(71: 1425-1437))。举办了 5 次国际荒漠化防治培训班, 先后有 150 余位来自乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦、巴基斯坦、伊朗、埃及、赞比亚、苏丹、叙利亚、沙特阿拉伯、蒙古等二十多个国家的学员接受培训, 将我国干旱区荒漠化治理和绿洲建设经验推向“一带一路”国家。提出塔里木流域荒漠植被保护红线及重点生态工程被纳入“南疆水利规划”, 呈送的“加强塔里木河流域综合治理与保护的建议”得到李克强总理批示 (附件 18、50)。部分成果获得 2014 年新疆科技进步一等奖和 2017 年甘肃省科技进步一等奖 (附件 22、23)。

五、应用情况

应用单位名称	应用技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
张掖市水务局	张掖绿洲耗水量及其管理研究报告	2007-2010 年	刘小军/13830653282	为评价“黑河综合治理工程效益”和制定“张掖市生态经济发展综合规划”提供决策依据
临泽县水务局	雨养梭梭固沙技术、植被斑块配置技术和节水植被建设技术等	2002-2005 年	朱洵/13830658905	累积推广 5 万亩植被防沙体系, 植被覆盖度 40%以上, 防沙功能稳定
临泽县林业局	雨养梭梭固沙技术和植被斑块配置技术	2008-2010 年	窦长保/13993668383	累积推广 5 万亩梭梭林, 固沙效果明显, 为人工固沙植被的建设提供了技术支持
临泽县林业局	雨养固沙植被生态水文调控技术	2016-2017 年	窦长保/13993668383	对拟建临泽国家沙漠公园规划提出了建议和技术支撑
策勒县农业局	干旱区绿洲化过程及可持续性调控技术、策勒绿洲农田水肥优化管理模式	2009-2017 年	杨新春/13319798286	建成 1 万亩农田节水示范区。节水技术使绿洲外围生态屏障的面积增加 30%
墨玉县林业局	荒漠-绿洲过渡带优势植被稳定维持技术	2013-2016 年	邓雄/18999433586	累积推广 3 万亩, 植被盖度提高了 20-25%
策勒县林业局	绿洲-荒漠过渡带自然植被与人工植被融合技术	2013-2016 年	杨全友/13999057151	累积推广面积达 2 万余亩, 推广区内植被盖度提高 20%
新疆维吾尔自治区塔里木河流域管理局	流域水资源优化配置与地表水、地下水联合利用模式、塔河下游退化生态系统重建技术与模式	2010-2017 年	吾买尔江·吾布力/13309962476	提高了水资源利用效率、输水效率, 扩大了输水效益, 提出的荒漠植被保护红线及重点生态工程被政府采用
新疆塔里木河流域管理局	退化生态系统改造与植物群落结构优化配置技术及荒漠河岸林保育技术	2006-2013 年	吾买尔江·吾布力/13309962476	累积推广 7 万余亩, 为塔河中下游生态恢复和荒漠化防治提供了科技支撑

克拉玛依大农业 开发区管委会	荒漠林生态保育与恢复方 法、梭梭无灌溉造林技术、 生物结皮固沙技术	2005-2012 年	邱长林/13999529901	推广应用于克拉玛依荒漠区 新疆绿洲建设和生态保护，取 得了很好的生态效益
新疆塔里木河流 域管理局	荒漠林保育与恢复方法、提 高沙拐枣干旱抗逆性与胡 杨成活率技术	2006-2013 年	吾买尔江·吾布力 /13309962476	推广应用于塔河下游生态保 护和恢复，对保护塔河下游 “绿洲走廊”发挥重要作用
榆靖高速公路收 费管理处	一种基于固沙混合料的种 草方法、液体喷播植物固沙	2010-2013 年	徐增友/15009241644	植被覆盖度达 95%，产生总效 益 1700 万元
甘肃金立源科工 贸有限公司	种籽覆土器	2015-2017 年	王静萍/15109369337	2015-2017 年共额外增加经济 效益 49 万元
甘肃榕桦农林牧 科技开发有限公 司	可以原地 360 度旋转的微耕 机	2015-2017 年	王兴荣/13519061001	2015-2017 年共额外增加经济 效益 15 万元
新疆塔里木河流 域管理局	加强塔河流域综合治理与 保护管理的建议	2011-2014 年	吾买尔江·吾布力 /13309962476	建议被采纳并得到总理批示

六、主要知识产权和标准规范等目录

主要知识产权证明目录（不超过 10 件）

知识产 权类别	知识产权 具体名称	国家(地 区)	授权号	授权 日期	证书 编号	权利人	发明人	发明专利 有效状态
论文	Shielding effect of oasis protection systems composed of various forms of wind break on sand fixation in an arid region: A case study in the Hexi Corridor northwest China	中国	Ecological Engineering	2008.6.3	33(2):1 19-125	中国科学院寒 区旱区环境与 工程研究所	赵文智, 胡 广录, 张智 慧, 何志斌	有效专利
发明 专利	一种促进极端干旱区退化 胡杨种群更新的方法	中国	ZL201410710814. 4	2016.5.11	206228 6	中国科学院新 疆生态与地理 研究所	朱成刚, 陈 亚宁, 李卫 红, 陈亚鹏	有效专利
发明 专利	干旱风沙区生态屏障的建 设方法	中国	ZL201010543979. 9	2012.4.25	935904	中国科学院新 疆生态与地理 研究所	曾凡江, 雷 加强, 庞营 军, 毛东雷	有效专利
发明 专利	一种干旱区沙拐枣成熟林 的改造利用方法	中国	ZL201110183628. 6	2013.3.20	115708 7	中国科学院新 疆生态与地理 研究所	曾凡江, 雷 加强, 穆桂 金, 毛东 雷, 庞营军	有效专利
发明 专利	极端干旱环境戈壁风沙区 积沙造林方法		ZL201010543979. 9	2011.4.13	758315	中国科学院新 疆生态与地理 研究所	曾凡江, 雷 加强, 刘波	有效专利

发明专利	一种基于固沙混合料的种草方法	中国	ZL201310335493.X	2016.0914	2241171	中国科学院寒区旱区环境与工程研究所	孙宏义, 董治宝, 孙砺博	有效专利
发明专利	极端干旱环境下促进受损生态系统生态恢复的快速方法	中国	ZL201210281743.1	2013.11.13	1305443	中国科学院新疆生态与地理研究所	黄湘, 陈亚宁, 李卫红, 马建新	有效专利
发明专利	提高干旱荒漠区人工恢复沙拐枣干旱抗逆性的方法	中国	ZL200910113267.0	2010.11.10	6991030	中国科学院新疆生态与地理研究所	李卫红, 朱成刚, 马晓东, 陈亚宁	有效专利
论文	Ecological effects of desertification control and desertified land reclamation in an oasis-desert ecotone in an arid region: A case study in Hexi Corridor, northwest China	中国	Ecological Engineering	2007.02.1	29(2):117-124	中国科学院寒区旱区环境与工程研究所	苏永中, 赵文智, 苏培玺, 张智慧, 王涛, Ram Rag-huvan shi	有效专利
软件著作权	塔里木盆地西南缘主要乡土和引种植物环境适应性管理平台 1.0	中国	2014SR150189	2014.8.4	0819428	中国科学院新疆生态与地理研究所	黄彩变, 雷加强, 曾凡江, 鲁艳, 刘国军	有效专利

七、主要完成人情况

第 1 完成人：赵文智，主持国家重点基础研究发展计划（973 计划）课题“绿洲化的水、土、气、生过程及其相互作用机制”，国家自然科学基金杰出青年基金“绿洲生态学”，总体负责项目实施、研究方案与大纲制定，审查各专项成果，总体质量把关。主要参与创新点 1 和创新点 4 的研究工作，揭示了荒漠植物对风沙适应机制和对降水的响应规律，量化了绿洲主要植被的耗水量，组织示范并提出节水型绿洲防护体系模式，发表论文 30 篇；研发提出雨养梭梭斑块植被建立和人工促进天然更新技术，申报国家发明专利 2 项。

第 2 完成人：陈亚宁，全面参与项目组织与实施。主要参与创新点 2 和 3 的研究工作，揭示了极端干旱环境下荒漠-绿洲过渡带植物的水分利用与传输过程以及干旱胁迫环境下荒漠植物的生态响应过程与避害机制，发表论文 12 篇；研发提出了荒漠-绿洲过渡带受损生态系统修复技术，申报国家发明专利 5 项。

第 3 完成人：曾凡江，全面参与项目的实施工作。主要参与创新点 1 的研究工作，确定了降水量 50mm 左右的地下水依赖型植被的生存、更新及稳定条件，为极端干旱区荒漠-绿洲过渡带主要优势植被的维持和可持续经营提供了重要技术支撑，发表论文 30 篇；研发提出了干旱区荒漠-绿洲过渡带退化植被修复技术和合理利用途径，申报国家发明专利 8 项。

第4完成人：何志斌，全面参与项目的实施工作。主要参与创新点1的研究工作，揭示了干旱区荒漠-绿洲过渡带植被分布格局、物种多样性及其对空间尺度的依赖关系，阐明了沙埋和水文过程对荒漠斑块植被格局塑造的驱动机制，为荒漠-绿洲过渡带雨养固沙植被建设提供了理论和技术支撑，发表论文8篇。

第5完成人：刘冰，参与项目的实施工作。主要参与创新点4的研究工作，量化了荒漠绿洲蒸散耗水量，确定了维持绿洲生态系统稳定的生态用水和生产用水比例，发表论文20余篇；申报国家发明专利2项。

第6完成人：李卫红，参与项目的实施工作。主要参与创新点2的研究工作，开展了长期荒漠-绿洲过渡带植物群落发生与定居的水分条件观察与试验示范研究，提出极端干旱环境下生态保育修复技术，发表论文12篇；申请国家发明专利3项（授权）；撰写的《关于加强塔里木河流域综合治理与保护的建议》报告得到李克强总理、张高丽副总理、汪洋副总理批示。

第7完成人：李向义，参与项目的实施工作。主要参与创新点3的研究工作，开展了长期荒漠植物群落发生与定居的水分条件观察与试验示范研究，突破了极端干旱环境下受损生态系统修复的关键技术难题，为国家重大生态工程的顺利实施提供了技术支撑，发表论文20篇；申请国家发明专利1项。

第8完成人：朱成刚，参与项目的实施工作。主要参与创新点2的研究工作，在塔里木河中下游荒漠-绿洲过渡带进行了长期生态恢复监测，基于野外调查实验和对干旱荒漠区自然植被生存避害机制的研究认识，提出了干旱荒漠区激活土壤种子库和干旱荒漠区提升退化胡杨种群更新等关键生态恢复技术。申请国家发明专利2项。

第9完成人：孙宏义，参与项目的实施工作。主要参与创新点1的研究工作，研制植物固沙机，可实现车载式移动，实现了 $1000\text{m}^2/\text{h}$ 种子喷播。授权发明专利1项。

第10完成人：陈亚鹏，参与项目的实施工作。主要参与创新点3的研究工作，研发提出了荒漠-绿洲过渡带植物群落生态多样性构建技术，植物群落恢复与物种配置技术等，并负责在现场进行试验示范和推广工作；分析了荒漠植物的水分来源，确定了不同物种间的水分竞争关系。发表论文5篇。

八、主要完成单位及创新推广贡献

第1完成单位：中国科学院寒区旱区环境与工程研究所，负责项目总体设计、荒漠-绿洲过渡带生态水文机理研究、节水型防护体系建设技术研发、成果示范推广等工作。对本项目主要创新性成果1、2和3均做出了主要贡献。研究揭示了绿洲边缘雨养植被对风沙活动、降水的响应规律，解析了固沙植物繁殖更新、种群动态、系统稳定的环境条件，提出了荒漠-绿洲过渡带雨养人工植被的建植、更新及人工植被和天然植被融合的固沙技术；确定了荒漠-绿洲过渡带主要植物的耗水量以及维持系统稳定的生态需水量，构建了基于生态需水的人工绿

洲防护体系配置模式；研发了集绿洲、荒漠-绿洲过渡带、荒漠为一体，以农田防护林、封沙育草带、植物固沙带、前沿阻沙带相结合的绿洲节水型防护体系建设模式。目前针对这些技术和模式在临泽县荒漠绿洲区示范推广超过 5 万亩，获得甘肃省科技进步一等奖，发表学术论文 100 多篇，其中 SCI 论文 50 多篇。

第 2 完成单位：中国科学院新疆生态与地理研究所，全面参与项目组织与实施。对本项目主要创新性成果 2 和 3 均做出了主要贡献。揭示了极端干旱环境下荒漠-绿洲过渡带植物的水分利用与传输过程以及干旱胁迫环境下荒漠植物的生态响应过程与避害机制，确定了降水量 50mm 左右的地下水依赖型植被的生存、更新及稳定条件，提出了荒漠-绿洲过渡带退化植被及受损生态系统修复技术；目前针对这些技术在策勒县、墨玉县累积推广 5 万余亩，获得新疆科技进步一等奖，授予发明专利 20 余项。

九、完成人合作关系说明

第 1 完成人赵文智，为本项目负责人，总体负责项目实施、研究方案与大纲制定，审查各专项成果，总体质量把关。

第 2 完成人陈亚宁，全面参与项目组织与实施。2009-2013 年共同完成了国家重点基础研究发展计划（973 计划）项目：“干旱区绿洲化、荒漠化过程及其对人类活动、气候变化的响应与调控”第二课题“绿洲化的水、土、气、生过程及其相互作用机制”研究（课题编号：2009CB421302）。

第 3 完成人曾凡江，全面参与项目的实施工作。2009-2013 年共同完成了国家重点基础研究发展计划（973 计划）项目：“干旱区绿洲化、荒漠化过程及其对人类活动、气候变化的响应与调控”第二课题“绿洲化的水、土、气、生过程及其相互作用机制”研究（课题编号：2009CB421302）。

第 4 完成人何志斌，全面参与项目的实施工作。2013-2017 年，合作完成了国家重点基础研究发展计划项目：“植物固沙的生态-水文过程、机理及调控”第 3 课题“水文过程对固沙植被演替的驱动及反馈作用”研究（课题编号：2013CB429903）。第 5 完成人刘冰，参与项目的实施工作。2013-2017 年，合作完成了国家重点基础研究发展计划项目：“植物固沙的生态-水文过程、机理及调控”第 3 课题“水文过程对固沙植被演替的驱动及反馈作用”研究（课题编号：2013CB429903）。第 6 完成人李卫红，参与项目的实施工作。2009-2013 年共同完成了国家重点基础研究发展计划（973 计划）项目：“干旱区绿洲化、荒漠化过程及其对人类活动、气候变化的响应与调控”第二课题“绿洲化的水、土、气、生过程及其相互作用机制”研究（课题编号：2009CB421302）。

第 7 完成人李向义，参与项目的实施工作。2009-2013 年共同完成了国家重点基础研究发展计划（973 计划）项目：“干旱区绿洲化、荒漠化过程及其对人类活动、气候变化的响应与调控”第二课题“绿洲化的水、土、气、生过程及其相互作用机制”研究（课题编号：2009CB421302）。

第 8 完成人朱成刚，参与项目的实施工作。2009-2013 年共同完成了国家重

点基础研究发展计划（973 计划）项目：“干旱区绿洲化、荒漠化过程及其对人类活动、气候变化的响应与调控”第二课题“绿洲化的水、土、气、生过程及其相互作用机制”研究（课题编号：2009CB421302）。

第 9 完成人孙宏义，参与项目的实施工作。2013-2017 年，合作完成了国家重点基础研究发展计划项目：“植物固沙的生态-水文过程、机理及调控”第 3 课题“水文过程对固沙植被演替的驱动及反馈作用”研究（课题编号：2013CB429903）。第 10 完成人陈亚鹏，参与项目的实施工作。2009-2013 年共同完成了国家重点基础研究发展计划（973 计划）项目：“干旱区绿洲化、荒漠化过程及其对人类活动、气候变化的响应与调控”第二课题“绿洲化的水、土、气、生过程及其相互作用机制”研究（课题编号：2009CB421302）。