

DOI: 10.5846/stxb201610172101

贾晓红, 吴波, 余新晓, 蒋德明, 白永飞, 哈 斯, 李晓松, 庞营军. 京津冀风沙源区沙化土地治理关键技术研究及示范. 生态学报, 2016, 36(22):

Jia X H, Wu B, Yu X X, Jiang D M, Bai Y F, Ha S, Li X S, Pang Y J. Research and demonstration of pivotal technology on desertified land restoration in beijing-tianjing-hebei sandstorm source zone. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(22):

京津冀风沙源区沙化土地治理关键技术与示范

贾晓红¹, 吴波^{1,*}, 余新晓², 蒋德明³, 白永飞⁴, 哈 斯⁵, 李晓松⁶, 庞营军¹

1 中国林业科学研究院 荒漠化研究所, 北京 100091

2 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083

3 中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016

4 中国科学院植物研究所, 北京 100093

5 北京师范大学 资源学院, 北京 100875

6 中国科学院遥感与数字地球研究所, 北京 100094

摘要: 京津冀风沙源区是我国北方生态屏障的重要组成部分。面向我国北方风沙区沙化土地综合治理、典型脆弱生态修复与保护等重大科技需求, 京津冀风沙源区沙化土地治理关键技术研究及示范项目将综合运用长期定位观测、控制实验、多源遥感数据融合、技术示范等方法, 重点研究京津冀风沙源区土地沙化形成机制与生态修复机理, 研发一批沙化土地治理与产业化关键技术, 并在各治理区开展试验示范, 集成京津冀风沙源区沙化土地治理与产业化技术体系, 构建沙化土地综合整治空间决策支持系统, 为京津风沙源治理工程建设、保障京津冀地区生态安全及满足 2022 年北京冬奥会生态需求提供科技支撑。

关键词: 京津冀; 沙化土地治理; 生态修复; 沙产业; 决策支持系统

Research and demonstration of pivotal technology on desertified land restoration in beijing-tianjing-hebei sandstorm source zone

JIA Xiaohong¹, WU Bo^{1,*}, YU Xinxiao², JIANG Deming³, BAI Yongfei⁴, HA Si⁵, LI Xiaosong⁶, PANG Yingjun¹

1 Institute of Desertification Studies, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

2 College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

3 Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China

4 Institute of botany, Chinese academy of sciences, Beijing 100093, China

5 College of Resources, Beijing normal university, Beijing 100875, China

6 Institute of remote sensing and digital earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, China

Abstract: The project on research and demonstration of pivotal technology on desertified land control in Beijing-Tianjing-Hebei Sandstorm Source Zone aims at national important demand on key science and technology such as desertified land control in north sandy region, ecological restoration and conservation in typical fragile environmental region. Based on the long-term ecological observation and demonstration combined with controlled experiment and data of multiple remote sensing, the mechanism about formation of desertified land and ecological restoration will be ascertained, and the science and technology system of desertified land control coupled with deserticulture is established. The decision support system, which is constructed by integrating achievements from observation, controlled experiment, demonstration etc., it will

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2016YFC0500800)

收稿日期: 2016-10-17

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wubo@caf.ac.cn

provide technology support for environment control project, ecological security of Beijing-Tianjing-Hebei Sandstorm Source Zone, and meeting ecological requirement in Beijing Olympic Winter Games in 2022.

Key Words: Beijing-Tianjing-Hebei Sandstorm Source Zone; Desertified Land Control; Ecological Restoration; Deserticulture; Decision Support System

1 引言

目前在国际上,恢复生态学是最受关注的前沿学科领域之一,生态恢复与保护一直是各国环境领域关注的重点。由于不同国家所面临的生态问题不同,生态保护与恢复技术关注的重点有较大差异。发达国家由于其工业经济发展历史比较悠久,人口压力相对较小,在生态治理方面采取以保护为先、自然恢复为主的原则,尽量减少人为干扰;在理论研究上,从生态系统的整体性出发,开展长期定位研究,着重生态系统演变规律、生态系统稳定性维持等机理和理论的探讨,师法自然,为生态恢复和保护提供理论依据。

荒漠化是全球广泛关注的重大生态环境问题之一,各个国家都在积极研究荒漠化防治的对策和措施,并形成了不同的模式,积累了许多成功经验。国际上以色列、美国、澳大利亚等国在荒漠化防治方面具有代表性。以色列以节水和提高水资源利用效益为核心,积极发展高科技、高效益的技术密集型现代化高效农业^[1,2]。美国通过对于干旱区土地、光热、风能资源的高效开发利用以及对草场的合理轮牧与改良,实现了干旱区生态保护和资源利用的高效性,并且特别重视对天然植被的保护和封育以及破坏后的土地复垦与管理^[3,4]。澳大利亚对于干旱区土地退化采取了以保护为主的一整套土地管理技术措施,将大面积生态脆弱的荒漠化土地划作保留地,禁止过度开发^[5]。

我国自 20 世纪 50 年代以来,先后在干旱、半干旱地区建立起一批荒漠和草地生态系统定位研究站,积累了大量基础数据和资料。50 多年来,我国荒漠化防治重点围绕牧业、农业和交通等重大生态安全问题开展科研和治沙工程建设,探索出一批适于当地自然条件和社会经济状况的荒漠化防治模式。近些年来,在国家科技计划支持下,我国在沙漠形成演化、土地沙化过程、生态水文过程、土壤风蚀沙化

过程等^[6-11]方面取得重要进展,在沙化土地监测、防沙治沙植物种选择与快速繁育、飞播与封育促进沙区植被恢复技术、铁路与公路防沙技术等^[12-25]方面取得突破,为“三北”防护林工程、京津风沙源治理工程和国家基础设施建设等提供了重要科技支撑。京津冀风沙源区属于典型的脆弱生态区^[7],人口压力大,经济落后,贫困与发展相互交织。2000 年以来,京津风沙源治理工程的实施取得了一定成效,使工程区沙化土地得到一定程度的治理与修复,对保护和改善京津地区生态环境发挥了巨大作用^[26-29]。但目前工程区生态环境仍然十分脆弱,人工固沙植被大面积退化,局部地区生态继续恶化的趋势没有从根本上扭转;生态恢复主要是人工恢复为主,其特点是恢复速度快,可在短期内显现一定成效,但构建的人工植物群落结构较为单一,稳定性较差,生态系统的发展和维持不具可持续性,因此导致的生态问题较多。在科学研究方面,京津冀风沙源区土地沙化形成机制还没有从根本上阐明,沙化土地形成机制和演变趋势的理论基础还需要进一步完善;目前虽然研发了大量治沙技术,但是尚未形成系统、实用的沙化土地治理与产业化技术体系。

京津冀风沙源区作为我国北方生态屏障的重要组成部分。京津风沙源治理工程是构建我国北方生态屏障的重要组成部分,其主要目标是进一步减轻京津冀地区风沙危害,改善生态环境。2015 年,国务院发布《京津冀协同发展规划纲要》,指出推动京津冀协同发展是重大国家战略,并将京津冀整体定位为“生态修复环境改善示范区”。针对京津冀风沙源区风沙危害严重、大面积人工固沙植被退化等问题和急需建立京津冀风沙源区沙化土地治理与产业化技术体系的迫切需求,中国林业科学研究院牵头组织中国科学院、北京林业大学、北京师范大学以及各地方林业科研院所和企业联合申报了“京津冀风沙源区沙化土地治理关键技术研究示范”(2016YFC0500800)项目,并获得科技部批准立项,

以期京津冀风沙源治理工程建设、保障京津冀地区生态安全及满足 2022 年北京冬奥会生态需求提供科技支撑。

2 项目研究内容与技术路线

本项目以京津冀风沙源治理工程二期的工程范围为研究区。京津冀风沙源治理工程二期(2013—2022)总面积 71.05 万平方公里,工程区覆盖北京、天津、河北、山西、内蒙古和陕西 6 个省(区、市)的 138 个县(旗、市、区),其中沙化土地面积 22.69 万平方公里,占区域总面积的 31.9%^[26]。

2.1 主要研究内容

项目设置 6 个课题。课题 1 针对京津冀风沙源区面积最大、最易发生沙化的三种景观类型—沙地、草地、榆树疏林,研究其植被退化过程与沙化形成机制。另外,针对京津冀风沙源区近年来人工固沙植被发生严重退化问题,如杨树、樟子松人工固沙林大面积退化、老飞播区飞播植被衰退等,重点研究固沙植被稳定性维持与生态修复机理。课题 2 至课题 5 分区域开展沙化土地治理与沙产业技术研发及示范。依据京津冀风沙源区自然地理特征、土地沙化发生和治理措施的特点,将京津冀风沙源治理工程区划分为 4 个沙化土地治理区,即坝上高原及华北北部山地、科尔沁—浑善达克沙地、锡林郭勒—乌兰察布高原、鄂尔多斯高原,针对各治理区特点和亟待解决的关键问题开展沙化土地治理与沙产业关键技术研发及示范。课题 6 包含两项核心内容:1)基于多源遥感数据,研究近 40 年来京津冀风沙源区沙化土地演变趋势及其驱动机制,评估京津冀风沙源治理工程实施对区域生态系统服务的提升;2)在课题 1 至课题 5 研究基础上,对沙化土地治理与产业化技术进行系统的整理与集成。各课题研究内容如下:

课题 1. 京津冀风沙源区土地沙化形成机制与生态修复机理:沙生植被退化过程与固定沙丘活化机制;沙化草地灌丛化过程与土壤风蚀发生机制;疏林草地退化过程与沙化形成机制;生物土壤结皮对沙地植被稳定性的影响机制;固沙植被稳定性维持与生态修复机理。

课题 2. 坝上高原及华北北部山地沙化土地治理与沙产业技术研发及示范:接坝区坡地风水复合侵蚀和农田土壤风蚀控制技术;坝上沙化土地典型

退化人工林恢复与定向重建技术;华北北部山地沙化土地防护林体系结构调控技术;沙化土地特色经济植物产业化技术研究与示范。

课题 3. 科尔沁—浑善达克沙地沙化土地治理与沙产业技术研发及示范:流动沙丘快速固定与植被重建技术;沙化草地改良与生产力提升技术;沙地退化植被人工促进恢复技术;沙化土地高效利用及产业化技术研究与示范。

课题 4. 锡林郭勒—乌兰察布高原沙化土地治理与沙产业技术研发及示范:沙化草地精准放牧与生产力提升技术;灌丛化草地植被恢复与风蚀控制技术;沙化草地生产功能与生态功能合理配置技术;生态草牧业技术集成与产业化示范。

课题 5. 鄂尔多斯高原沙化土地治理与沙产业技术研发及示范:流动沙丘沙障促进植被恢复技术;飞播区退化人工植被更新复壮技术;覆沙黄土区土壤风蚀控制技术;特色沙生植物资源培育与林草产业化技术研究与示范。

课题 6. 京津冀风沙源区沙化土地综合整治空间决策支持:基于多源遥感数据的沙化土地识别及其演变趋势分析;京津冀风沙源治理工程区生态系统服务的动态评估;人工固沙植物生态适宜性评价与区划;沙化土地治理与产业化技术体系及其模式知识库构建;沙化土地综合整治空间决策支持系统。

2.2 关键科学问题与关键技术

关键科学问题:(1)基于水分平衡与风蚀控制的人工固沙植被稳定性维持机制;(2)草地灌丛化对土地沙化驱动机制;(3)人工固沙植物生态适宜性评价的科学基础;(4)土地沙化正逆过程中生态系统服务响应机制。

关键技术:(1)接坝区风水复合侵蚀控制技术;(2)流动沙丘植被快速恢复技术;(3)沙化草地生产力恢复与畜牧业产业化技术;(4)退化人工植被恢复与更新技术;(5)京津冀风沙源区生态系统服务评估技术;(6)京津冀风沙源区沙化土地综合整治空间决策支持系统。

2.3 学术思路与技术路线

面向我国北方风沙区沙化土地综合治理、典型脆弱生态修复与保护等重大科技需求,针对京津冀风沙源区沙化土地治理面临的关键科学问题和关键技术,依托在该区域建立的长期生态定位与试验示

范基地,综合运用长期定位观测、控制实验、多源遥感数据融合、技术示范等方法,产学研紧密结合,揭示京津冀风沙源区土地沙化形成机制与生态修复机理,研发沙化土地治理与产业化关键技术,并在各治理区开展试验示范,集成京津冀风沙源区沙化土地

治理与产业化技术体系,构建沙化土地综合整治空间决策支持系统,从共性基础研究、技术研发、产业化示范、技术集成与决策支持四个层面开展工作,实现项目目标(图1)。

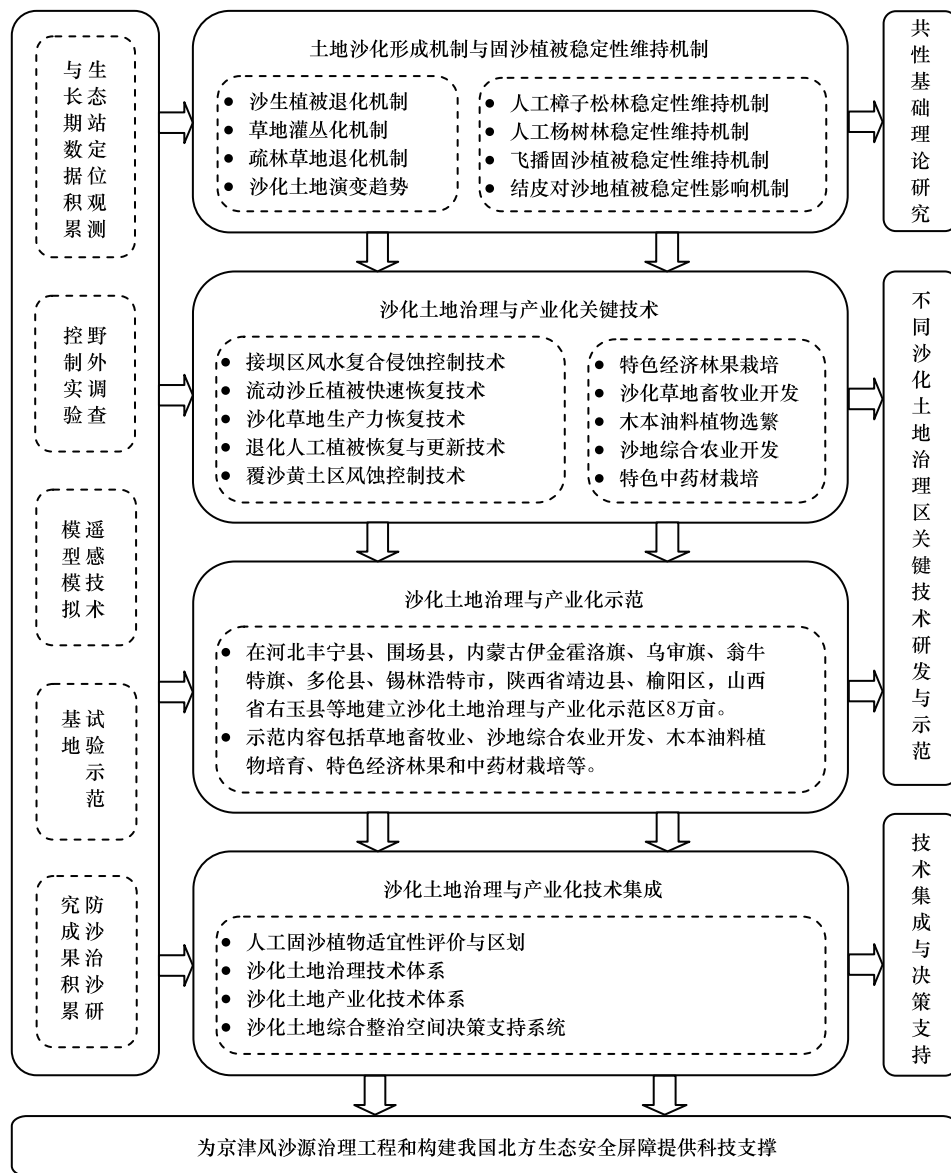


图1 项目总体思路与技术路线示意图

Fig.1

3 项目总体目标与预期成果

3.1 总体目标

项目针对京津冀风沙源区风沙危害严重、大面积人工固沙植被退化等问题和急需建立京津冀风沙源区沙化土地治理与产业化技术体系的迫切需求,

重点研究解决草地灌丛化对土地沙化驱动机制、基于水分平衡与风蚀控制的人工固沙植被稳定性维持机制、人工固沙植物生态适宜性评价和土地沙化正逆过程中生态系统服务响应机制等科学问题,完善京津冀风沙源区土地沙化形成机制与演变趋势的理论基础,揭示固沙植被稳定性维持机制和生态修复

机理;突破接坝区风水复合侵蚀控制技术、流动沙丘植被快速恢复技术、沙化草地生产力恢复与畜牧业产业化技术以及退化人工植被恢复与更新技术等关键技术,建立京津冀风沙源区沙化土地治理与产业化技术体系,开展沙化土地治理与产业化技术示范,构建京津冀风沙源区沙化土地综合整治空间决策支持系统,为京津风沙源治理工程建设、保障京津冀地区生态安全及满足 2022 年北京冬奥会生态需求提供科技支撑。

3.2 预期成果

本项目预期将进一步完善北方沙化土地形成机制与演变趋势的理论基础,发表论文 120—160 篇 (SCI 30—40),出版专著 4—6 部;研发沙化土地治理技术 12—16 项,沙产业技术 8—12 项,申报专利 12—16 项,制定技术标准 8—12 项,申请软件著作权 3—5 项;培养博士和硕士研究生 40—56 人。依托京津风沙源治理工程,项目将在河北、内蒙古、山西和陕西建立 8 万亩沙化土地治理与产业化示范区,使植被覆盖度提高 15—20%,单位面积产值提高 20—30%。本项目的实施将为京津风沙源治理工程、沙区产业开发和精准扶贫提供科技支撑,具有广泛的生态效益、经济效益和社会效益。

4 结语

经过 5 年攻关研究,项目将在多个层面取得进展与突破:共性基础研究方面,将进一步完善京津冀风沙源区土地沙化形成机制与演变趋势理论基础,揭示固沙植被稳定性维持机制和生态修复机理;应用研究方面,将建立京津冀风沙源区沙化土地治理与产业化技术体系,研发一批针对性强的沙化土地治理与产业化实用技术,支撑京津风沙源治理工程建设;产业化方面,将在龙头企业的示范带动下,逐步推广环境治理与区域可持续发展相结合、以发展生产带动环境治理的治沙模式,帮助广大沙区农牧民脱贫致富,提高其生态意识,调动其参与生态治理、环境保护的积极性,使沙区生态环境治理与产业发展步入可持续发展轨道。

参考文献 (References):

- [1] 山仑.借鉴以色列节水经验发展我国节水农业.水土保持研究. 1999,6(1):117-120.
- [2] 宋喜斌.以色列节水农业对中国发展生态农业的启示.世界农

- 业.2014.5:56-58.
- [3] 林光辉.美国荒漠化研究与防治策略.中国农业科技导报. 1999.3.
- [4] 李康民.联合国防治荒漠化公约-美国防治荒漠化最新进展:恢复大盆地的倡议(2006).世界环境,2006,4:42-42.
- [5] 车凤善.澳大利亚土地管理概况.国土资源情报.2009.12:6-14.
- [6] 王涛.中国沙漠与沙漠化.石家庄:河北科学技术出版社,2003.
- [7] 朱震达.中国的脆弱生态带与土地荒漠化.中国沙漠.1991.11(4):10-22.
- [8] 程国栋,肖洪浪,傅伯杰等.黑河流域生态-水文过程集成研究进展.地球科学进展.2014,29(4):431-437.
- [9] 李新荣,张志山,黄磊,王新平.我国沙区人工植被系统生态水文过程和互馈机理研究评述.科学通报,2013,58(5-6):397-410.
- [10] 海春兴,付金生,王学萌.气候和人类活动对河北坝上丰宁县土壤风蚀沙化的影响.干旱区资源与环境,2003,17(1):69-76.
- [11] 何文清,高旺盛,妥德宝,赵沛义.北方农牧交错带土壤风蚀沙化影响因子的风洞试验研究.水土保持学报,2004,18(3):1-8.
- [12] 张浩,余军,王锋,王学全,冯益明.陕西省荒漠化、沙化土地监测与动态变化分析.西北林学院学报,2015,30(1):184-188.
- [13] 孙伟,侯瑞霞,庞丽峰等.荒漠化和沙化监测数据库框架设计与应用.西北林学院学报,2012,27(6):139-145.
- [14] 田海晨,刘果厚.浑善达克沙地飞播区植物多样性的变化-以内蒙古正蓝旗为例.水土保持通报,2015,35(2):269-273.
- [15] 李禾,吴波,杨文斌,毛乌素沙地飞播区植被动态变化研究,干旱区资源与环境,2010,24(3):190-194.
- [16] 苏永中,赵哈林,文海燕.退化沙质草地开垦和封育对土壤理化性状的影响.水土保持学报,2002.16(4):6-10.
- [17] 左万庆,王玉辉,王凤玉,师广旭.围栏封育措施对退化羊草草原植物群落特征影响研究.草业学报,2009,18(3):12-19.
- [18] 闫玉春,唐海萍.围栏禁牧对内蒙古典型草原群落特征的影响.西北植物学报,2007,27(6):1225-1232.
- [19] 董光荣,吴波,慈龙骏等.我国荒漠化现状、成因与防治对策.中国沙漠,1999,19(4):318-332.
- [20] 虞毅,高永,汪季,周丹丹.沙袋沙障防沙治沙技术.北京:科学出版社.2014.
- [21] 王振清.中国公路防沙治沙.沈阳:辽宁大学出版社.2000.
- [22] 慈龙骏.中国的荒漠化及其防治.北京:高等教育出版社.2005.
- [23] 赵哈林,赵学勇,张铜会等.科尔沁沙地沙漠化过程及其恢复机理.北京:海洋出版社.1993.
- [24] 孙保平.荒漠化防治工程学.北京:中国林业出版社,2000.
- [25] 刘拓.中国土地沙漠化及其防治策略研究.北京:北京林业大学.2005.
- [26] 卢琦,吴波,包英爽等.京津风沙源治理工程二期规划思路研究.北京:中国林业出版社.2013.
- [27] 卢琦,郭浩,吴波,崔向慧等.荒漠生态系统功能评估与服务价值研究.北京:科学出版社.2014.
- [28] 吴波,李晓松,刘文,杨晓晖,卢琦.京津风沙源工程区沙漠化防治区划与治理对策研究.林业科学,2006,42(10):65-70.
- [29] 田勤科,李大林,王玉忠.河北省京津风沙源区沙化土地治理现状与对策.河北林业科技.2011,4:49-51.