

DOI: 10.5846/stxb201610172098

田长彦, 买文选, 赵振勇. 新疆干旱区盐碱地生态治理关键技术研究. 生态学报, 2016, 36(22): - .

Tian C Y, Mai W X, Zhao Z Y. Study on key technologies of ecological management of saline alkali land in arid area of Xinjiang. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(22): - .

新疆干旱区盐碱地生态治理关键技术研究

田长彦*, 买文选, 赵振勇

中国科学院新疆生态与地理研究所国家绿洲生态与荒漠环境重点实验室, 乌鲁木齐 830011

摘要: 现阶段新疆干旱区高强度水土资源开发, 致使传统灌排水盐平衡模式难于维继; 高效节水灌溉技术应用改变农田土壤水盐运移规律, 需要创新调控理论与技术体系; 传统盐碱地农业开发利用模式资源效率低、维持成本高, 需要以生物修复技术为核心构建盐碱地高效率资源化利用模式。针对上述问题, 在国家重点研发计划(2016YFC0501400)的资助下, 通过机理研究、关键技术研发、产品研制、县域集成示范实现: (1) 建立新疆干旱区现代水盐平衡调控理论, (2) 创新干旱区盐碱地生态治理模式, (3) 建成盐碱地产业化集成示范区, 形成全产业链的盐碱地生态治理技术服务体系, (4) 稳定一支以新疆相关单位为主体, 国内优势单位参与的根植新疆的盐碱地生态治理队伍。

关键词: 干旱区; 盐碱地; 水盐平衡; 生态治理

Study on key technologies of ecological management of saline alkali land in arid area of Xinjiang

TIAN Changyan*, Mai Wenxuan, ZHAO Zhenyong

Key Laboratory of Oasis Ecology and Desert Environment, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China

Abstract: The traditional irrigation water salt balance model is difficult to maintain under the high strength development and utilization of soil and water resources in arid area of Xinjiang at the present stage. The soil water and salt migration of farmland is changed under the application of efficient water-saving irrigation technology, so need theory and technology system innovation. Improvement mode of saline alkali land saline with low efficiency, high cost of maintenance resources and development of traditional agricultural regulation, need to biology repair technology as the core of the utilization of saline land resource efficiency model. Aiming at the above problems, and under the support of the state key development program (2016YFC0501400), through the mechanism research, key technology research and development, product development, the integrated model: (1) the establishment of water salt equilibrium regulation theory of Xinjiang arid region, (2) innovative arid saline land ecological management model, (3) built in saline estate industry integration demonstration area, the service system of the formation of the whole industry chain of saline alkali soil ecological control technology, (4) stability of a salt and alkali land in Xinjiang ecological management team.

Key Words: arid area; saline alkali land; water and salt balance; ecological management

1 引言

新疆被国际上喻为世界盐碱地博物馆, 据中科

院新疆生态与地理所 2014 年调查, 新疆灌区盐渍化耕地占灌区耕地的 37.72%, 比 2006 年提高了 6 个百分点。南疆盐渍化耕地占耕地的 49.6%, 严重制约

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFC0501400)资助

收稿日期: 2016-10-17

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: tianchy@ms.xjb.ac.cn

新疆四地州 910 万农牧民脱贫,致使农牧民人均收入不足新疆农牧民人均的 60%,仅为全国农牧民的 40%。新疆盐碱地生态治理与利用事关农民脱贫致富、新疆生态建设、边疆稳定的国家战略。

盐碱地生态治理涉及多学科,具有长期复杂性。以盐碱地改良利用为目标的退化生态系统研究为世界性重大科学问题,国内外众多学者和机构从事相关研究。美国重点研究盐碱地耕层盐分组成与评价、水盐运动预测理论与盐碱地改良利用与管理等。澳大利亚主要研究盐碱化影响及其土地利用与管理;巴基斯坦实施防治土壤次生盐碱化为内容的大型治理计划。纵观国外情况,盐碱地治理多采用水利工程改良、化学改良、农业技术改良、生物改良等方法。但盐碱地治理的思路和手段随时间不断发展,上世纪初,对盐碱土的地理分布、形成过程、类型及其发生学特性等进行研究;30 年代,重点开展水利土壤改良为中心的灌溉、水质、防渗及盐碱地改良基本原理研究与应用;40 年代,开始加强化学改良、农业措施、土壤理化性质和水盐运动规律研究;从 60 年代起,盐碱地治理由田块发展到灌区和流域性的整体治理,如美国加州中央河谷、匈牙利蒂萨河大灌区等;进入 80 年代,重点转移到大面积耕作土壤上,进行大型灌区次生盐渍化的预测预报和治理、水盐运动与水盐平衡。提出土壤次生盐渍化发生、预测、控制理论,经济科学用水并采取物理化学措施以加强土壤脱盐效果,广泛利用改良剂,应用高矿化水,选育耐盐品种提高作物抗盐力、开发利用盐生植物发展盐土农业,研究数学分析和物理化学的模拟试验等。我国在上世纪 80 年代以来,在黄淮海平原的盐渍土利用改良采取“因地制宜、综合治理”的原则,提出排、灌综合运用的治理措施;90 年代,通过对土壤性质空间变异问题的揭示,电磁感应地面电导仪(EM)的出现,在美国、加拿大、澳大利亚等发达国家,充分利用 3S 技术和 EM 盐分勘查系统,形成了精确盐碱土改良的高新技术。同期新疆也引进荷兰暗管排水技术,该技术是治理盐碱地有效方法之一,但需大水冲洗土体中盐分,又要控制地下水位上升,必须具备充足水源和良好排水出路,投资成本和维护成本高,再加农业水资源紧缺而难于推广。由上看出,盐碱地生态治理,是对盐碱化问题认识转变主导的,由消极被动到积极主动,由彻底根治盐害转变

为调控盐分,由单一措施到综合治理。总之,理论创新带动改良利用技术突破,盐碱地治理更关注区域水盐平衡与管理。

新疆 50 多年的盐碱地治理技术也在不断发展变化。由传统“明灌明排”进入到“滴灌微排”、“滴灌精控”的现代工程技术阶段。总体看,新疆盐碱地治理应由灌水洗盐排盐治理模式向区域水盐平衡调控模式、高效节水灌溉的控盐促生去盐模式和重度盐碱地植物种植资源化利用模式转变。

2 研究内容

(1) 多尺度多盐分水盐运移耦合与生态效应及调控模式

针对新疆不同类型盐碱地,在 3 个典型县域(流域),分别在流域、灌区和农田三个不同尺度内开展研究,分析不同尺度土壤水盐分布规律与动态变化过程及其对生态环境的影响,揭示区域现代水盐运动时空分布格局,提出水盐平衡调控理论体系,建立科学合理的水盐调控模式,形成相应排盐效率评价方法。主要开展以下研究:①典型县域(流域)、灌区土壤水盐分布与演变规律及其均衡模拟分析;②农田尺度水肥盐耦合运移机制及作物生长模拟;③区域性干排盐调控技术及排盐效率评估;④节水灌溉农田干排盐调控技术及排盐效率评估。

(2) 节水灌溉农田盐分管控技术与模式

干旱区农业用水供需矛盾加剧,大水漫灌压盐受水资源紧缺影响,节水控盐模式节水效果显著,但盐碱化问题突显生态风险加大。开展水资源高效利用条件下水盐运动规律和水盐平衡调控机制研究,揭示节水灌溉农田水盐时空分布与生态效应,研发节水农田的抑盐去盐水分管理、水肥剂一体化抑盐促生、深翻抑盐去盐、低成本高分子材料地表集盐除盐等关键技术,研制节水农田专用肥料,形成节水灌溉农田的盐分高效管控技术与模式。为干旱区防治高效节水农田次生盐碱地提供技术支撑。主要开展以下研究:①节水灌溉农田水盐时空动态与生态效应;②节水灌溉农田去盐水分高效利用与管理技术;③节水灌溉农田抑盐促生专用肥料研制;④节水灌溉农田水肥剂一体化抑盐促生技术;⑤节水灌溉农田深翻抑盐去盐与高分子材料地表集盐除盐技术。

(3) 盐碱地资源化利用技术与模式

盐碱地改良利用在向种植耐盐植物方向发展,以盐碱地植物种植利用修复为目标,揭示盐碱地类型与耐盐植物关系,发展干旱区重度盐碱地盐土农业理论体系;建立植物耐盐性评价方法与指标体系,引进筛选与培育适于盐碱地不同组分和强度的作物(玉米、小麦等)、经济植物(棉花、耐盐蔬菜、果木等)、饲草饲料植物、生态建设等植物品种;形成配套繁育与栽培技术体系与模式;研发相应的活性物质提取技术和植物源功能型产品生产工艺、生物质原料植物利用模式等新技术与新方法,为干旱区盐碱地资源化利用提供技术支撑。主要开展以下研究:①盐碱地组分程度与耐盐植物关系研究;②盐碱地适生资源型植物种质资源收集、选育与评价;③高效耐盐植物的高产栽培技术与模式;④重度盐碱地盐生牧草-种植-加工-养殖产业模式。

(4) 优良抗盐微生物盐碱地修复技术及产品

盐碱地微生物多样性是盐碱地生物修复的重要资源。调查新疆盐碱地、盐生植物根际和叶际微生物多样性,筛选抗盐碱优良微生物菌株,研制增强植物抗盐碱性微生物制剂,研发微生物膜土壤表面降蒸散抑盐技术和微生物诱导土壤盐结晶钝化技术,开发出微生物单体或复合调理剂,进行盐碱地修复应用示范,为干旱区盐碱地生态修复提供技术支撑。主要开展以下研究:①盐碱地及盐生植物根际和叶际微生物多样性;②优良抗盐碱功能性微生物菌株的筛选及菌剂研制;③根际和叶际微生物增强植物耐盐碱能力作用机制;④干旱区盐碱地微生物高分子地膜降蒸散技术;⑤微生物诱导土壤盐结晶钝化盐离子技术;⑥复合微生物土壤调理剂中试生产与微生物修复技术示范。

(5) 盐碱地治理的材料选择与装备、调节剂等研发

针对新疆干旱区水资源高度开发利用,以明沟洗盐排盐为主的传统治理模式运行维护成本高,耐久性差;绿洲农田分布于冲洪积扇中下部土体有不透水障碍层;高效节水技术大面积应用带来的土壤积盐等问题。以提高土壤盐分淋洗与去除效率、改善土壤结构、减阻盐分致害为目标,结合现代高分子和纳米新材料技术、磁化技术、智能型农业机械技术等。研发环境友好型和低成本、多功能盐碱地治理工程装备、新材料及生化调理剂,提高盐碱地治理效

率和土壤质地恢复的可持续性。主要开展以下研究:①盐碱地土壤修复生化调理剂研发;②盐碱地障碍层破除与深松一体机研制;③农田暗管排水抗压高柔性新型管材研发;④盐碱地滴灌磁化水利用技术与装备研制。

(6) 盐碱地产业技术研发与集成示范

以玛纳斯、阿瓦提和岳普湖县为核心示范基地,治理模式为重点、围绕产业,集成水盐调控技术、治理材料与装备、品种,盐碱地修复技术及产品等。形成新疆盐碱地生态治理模式和产业示范基地。

① 玛纳斯节水农田治理模式及棉花林果产业示范

玛纳斯灌区是全国最早实施规模化农田滴灌技术灌区,以玛纳斯县及周边团场为示范基地,总体规划布局玛纳斯河流域及灌区盐碱地治理模式与产业化建设方案,以区域水盐平衡调控模式、节水灌溉农田盐分管控与技术模式和重度盐碱地资源化利用技术与模式为重点,棉花林果产业提升为目标,集成盐碱地治理共性技术,建立棉花林果产业核心示范。

② 阿瓦提水盐平衡调控治理模式及棉花林果产业示范

阿瓦提县地处叶尔羌河下游、阿克苏河下游、塔里木河上游的水盐交汇区,近年来水土资源的大规模开发改变了区域水盐循环过程。总体规划布局流域及灌区盐碱地治理模式与产业化建设方案,重点围绕棉花、林果产业的提质增效,优化膜下滴灌棉田水盐平衡调控技术体系、农(草)-林(果)间作节水控盐促生增产技术、盐碱荒漠林-草-药复合生态产业技术等,建立以县域为核心的水盐平衡治理模式及棉花林果产业核心示范区。

③ 岳普湖盐碱地资源化利用模式及饲料林果产业示范

塔里木盆地西南缘是新疆盐碱地集中严重区,制约农村经济发展和民生改善,生态建设。以岳普湖县为典型盐碱地生态治理与产业发展示范区,总体规划布局流域及灌区盐碱地治理模式与产业化建设方案,重点围绕林果、饲草、经济作物、耐盐植物和生态经济产业目标,开展盐碱地林果及林草提质增效、耐盐高效饲草生产、棉田盐分调控、耐盐植物资源利用及饲草生产、生态经济林修复与开发的集成示范,形成县域盐碱地资源综合利用与产业化发展

模式,推进农牧业发展,提高农民收入。

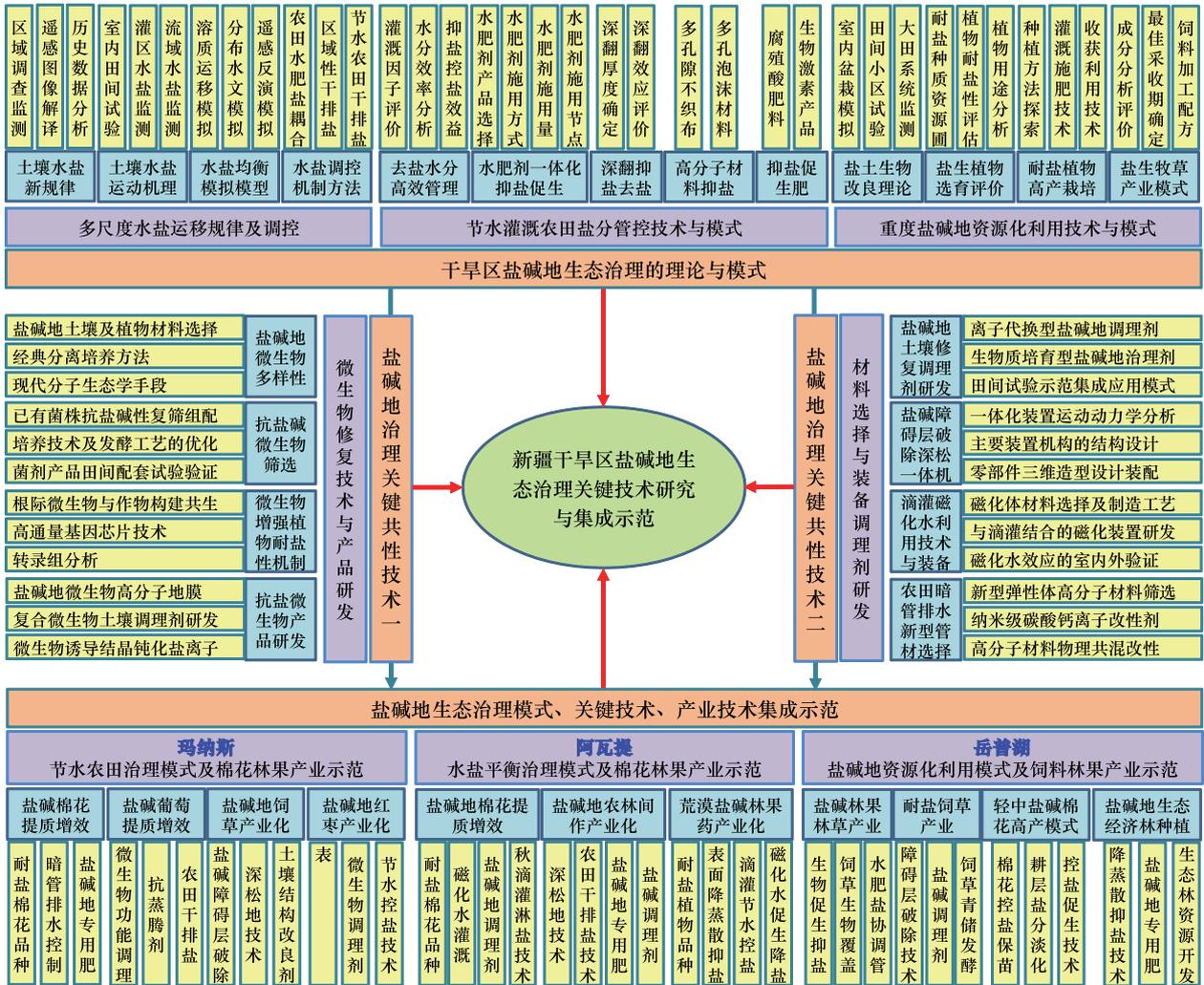


图1 技术路线图

Fig.1 The schematic diagram of the idea

3 总体目标

新疆盐碱地治理与利用事关国家战略,是脱贫致富、生态治理、边疆稳定的难点和重点。新疆干旱区高强度水土资源开发,加剧农业用水供需矛盾,致使传统灌排水盐平衡模式难于维继;大面积高效节水灌溉技术应用改变农田土壤水盐运移规律,滴灌使根区驱盐非根区积盐,需要创新调控理论与技术体系;传统盐碱地农业开发利用模式资源效率低、维持成本高,需要以生物修复技术为核心构建盐碱地高效率资源化利用模式。本项目在探明干旱区不同尺度水盐运动规律的基础上,揭示现代水土资源利用方式下盐碱地形成与演变规律,建立相适应的水盐调控与利用模式。以研发关键技术与产品、研制

工程机械与设备为支撑,以南北疆典型县域为基地,以产业为导向,开展盐碱地综合治理技术体系集成及产业模式应用示范,实现4大目标:(1)建立现代水土资源利用方式下的水盐平衡调控理论;(2)创新干旱区盐碱地生态治理模式,实现干旱区盐碱地治理技术和产品系统性突破,达到国际先进水平,引领干旱区盐碱地生态治理进入现代技术发展阶段;(3)集成盐碱地综合治理技术体系和产业发展模式,建立南北疆3个县域盐碱地产业化集成示范区,创新企业与新型农业合作组织参与的示范机制,形成全产业链的盐碱地生态治理技术服务体系;(4)稳定一支以新疆相关单位为主体,国内重要单位参加的根植新疆的盐碱地生态治理队伍。

4 结语

本项目研究新疆干旱区盐碱地生态治理这一共同关注的难题,力求在水盐运动规律、干旱区水土资源高强度开发下盐碱地生态治理理论与模式创新方面迈出新的步伐。揭示流域内不同尺度(流域、灌区、农田)的土壤水盐运动过程,构建不同尺度、考虑多种组分(水分、养分和盐分)的水盐均衡模拟模型,探明不同生态治理模式条件下的土壤水盐动态,阐明提高水分利用效率、防止土壤次生盐渍化保障农业可持续发展的水盐调控机制,建立科学的水盐调控模式及排盐效率评价方法,为干旱区盐碱地综合

治理、利用或修复技术的开发与集成提供可靠的科学依据和技术支撑。

在充分认识植物耐盐机制与盐碱地关系基础上,评价耐盐植物的耐盐性及适宜条件,建立科学种植技术和根据特色耐盐植物的成分开发相关产品,形成盐碱地资源化利用模式具有科学的基础。其他共性关键技术和产品是根据盐碱地成因、致害机制而研发的。盐碱地生态治理产业示范区是依据不同盐碱地形成过程、资源禀赋、障碍程度、盐碱类型、作物布局等,总体规划布局盐碱地治理模式与产业化建设方案。