


新疆绿洲农业丛书
本科生 研究生参考书

绿洲盐渍化弃耕地生态重建研究

Ecological Rebuild of Salization Wasteland in Oasis

赖先齐 主编著



 中国农业出版社

新疆绿洲农业丛书
本科生研究生参考书

绿洲盐渍化弃耕地生态重建研究

赖先齐 主编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

绿洲盐渍化弃耕地生态重建研究/赖先齐主编著. —北京: 中国农业出版社, 2007. 3

(新疆绿洲农业丛书)

ISBN 978-7-109-10326-9

I. 绿… II. 赖… III. 绿洲—盐渍土改良—研究—新疆 IV. S156.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 025684 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 张洪光

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 9 插页: 2

字数: 208 千字 印数: 1~500 册

定价: 25.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



① 弃耕地生态演变——棉花地受盐渍危害保苗极差而弃耕,当年长满碱蒿 (*Artemisia amethifolia*) (石河子大学实验农场, 2006. 8)

② 弃耕地生态演变——农田受盐渍危害弃耕后4~5年,长满多年生地下茎植物花花柴 [*Korelinia capsa* (Pall) Less] 等植被 (133团农场, 2006. 7)



③ 弃耕地生态演变——农田受盐渍危害弃耕后7~9年,长满多年生灌木红柳 (*Tamarix vamosissima*)、花花柴 [*Korelinia capsa* (Pall) Less] 等植被 (石河子大学实验农场, 2006. 8)

④ 现代水工建设——机挖排渠 (斗排) (133团农场, 2006. 7)





⑤ 现代水工建设——机井灌排 (石河子大学实验农场, 2006. 8)



⑥ 现代水工建设——渠系防渗 (干渠西岸大渠防渗) (133 团农场, 2006. 7)



⑦ 现代水工建设——渠系防渗 (斗渠防渗) (石河子大学实验农场, 2006. 6)



8 现代节水灌溉技术——棉田膜下滴灌 (145团农场, 2006. 6)



9 现代节水灌溉技术——棉田膜下软管滴灌 (石河子大学实验农场, 2006. 6)



10 现代节水灌溉技术——加工番茄膜下软管滴灌 (石河子大学实验农场, 2006. 6)



11 弃耕地生物利用、改良——种植芨芨草 [*Achnatherm splendens*] (Trin) Nevskj] (天宏纸业集团东泉农场, 2006. 6)

12 现代节水灌溉技术——棉田喷灌 (农五师农场, 2006. 6)





13 盐渍化地区的建设——被盐蚀的砖墙 (133团农场, 2006. 7)



14 盐渍化地区的建设——垫高地基的农工住房 (石河子大学实验农场, 2006. 8)



15 盐渍化地区的建设——垫高路面的沥青路 (石河子大学实验农场, 2006. 8)

- 主编著** 赖先齐 (石河子大学农学院、新疆生产建设兵团
绿洲生态农业重点实验室)
- 副主编著** 田长彦 (中国科学院新疆分院生态与地理所)
张风华 (石河子大学农学院、新疆生产建设兵团
绿洲生态农业重点实验室)
李鲁华 (石河子大学农学院、新疆生产建设兵团
绿洲生态农业重点实验室)
闫平 (石河子大学生命科学学院、新疆生产建
设兵团绿洲生态农业重点实验室)
侯振安 (石河子大学农学院, 中国农业大学)
于磊 (石河子大学动物科技学院)
- 编著** 封玲 (石河子大学, 南京农业大学)
李玉义 (石河子大学新疆生产建设兵团绿洲生态
农业重点实验室, 中国农业大学)
范文波 (石河子大学水利建筑工程学院、新疆生
产建设兵团绿洲生态农业重点实验室)
何新林 (石河子大学水利建筑工程学院、新疆生
产建设兵团绿洲生态农业重点实验室)
马金珠 (兰州大学资源环境学院)
杨君 (湖南农业大学, 中国农业大学)
潘旭东 (石河子大学农学院、新疆生产建设兵团
绿洲生态农业重点实验室)
潘立忠 (石河子大学农学院)
杨乐 (石河子大学农学院、新疆生产建设兵团
绿洲生态农业重点实验室)
张伟 (石河子大学农学院、新疆生产建设兵团
绿洲生态农业重点实验室)
- 主审** 赖先齐 (石河子大学农学院、新疆生产建设兵团
绿洲生态农业重点实验室)

【 前 言 】

随着国民经济的快速发展,城镇、交通建设及工矿建设等用地数量巨增,使原有耕地就不多的我国,人均占有耕地仅 $1\ 033\text{m}^2$,土地问题日益严峻。一方面必须珍惜每一寸土地,实施节约;另一方面,开发新的土地资源,大力增加耕地及其他用地也十分重要。当前,国内在新增耕地的工作中,新疆是进展快、潜力最大的省(自治区)。

目前,新疆的新增土地主要采用外延式及内涵式两种办法。两种模式都必须从解决水资源入手,进行水土开发。这是地处干旱、半干旱气候区的新疆在土地开发时的重要特点。外延式水土资源开发主要是依靠国家的财力投入,将有水资源潜力可供开发的河流,通过大型水利工程把水调至有土地资源的地区进行水土开发,建设新绿洲(当然调水工程往往还为了解决克拉玛依石油工业缺水及乌鲁木齐城市缺水的需要),所以,就土地开发成本而言是很高的,时间也很长;内涵式水土开发主要是通过机井灌排开采地下水,实施现代节水技术及采用相应的现代农业技术对次生盐渍化土地进行综合治理,开发现有绿洲农区内部在传统农业技术条件下形成的弃耕地及夹荒地(在现有盐渍化耕地中,80%以上属次生盐渍化土地)。这样既开发了绿洲农区内部的地下水资源及土地资源,也降低了地下水位,对改善盐渍化危害地区生产落后、生活贫困及环境恶劣的状况,建设社会主义新农村都有积极意义。

原新疆维吾尔自治区农科院院长、自治区农业顾问冯兆昆先生在1994年专家建议中指出:“21世纪中期,通过水利系统工程建设,充分利用农区内的弃耕地、休闲地和夹荒地,扩大 $233.3\text{万}\text{hm}^2$ 灌溉面积(新疆农业科技[J],1994①)。”这些土地相当于现有耕地面积的60%左右,是一笔多么巨大的财富。我们在对新疆玛纳斯河流域的调查研究也表明,在石河子垦区的 $22.4\text{万}\text{hm}^2$ 耕地中,20世纪80年代初弃耕地占耕地总面积的20%~25%。目前已有80%左右的弃耕地又被重新耕种,生态环境也有很大改善(玛纳斯河流域农业开发与生态环境变迁研究[M],北京,中国农业出版社2006年),进一步表明利用现代技术及不多的经济投入进行内涵式开发水土资源,将弃耕地实施生态重建的可行性、重要性及紧迫性。近十多年来随着现代治理技术的快速发展、应用,国家、集体、个人经济实力的加强,迫切需要深入开展对绿洲农区盐渍化土地生态重建的研究工作,进一步促进农业生产、增加人们收入、改善生态环境面貌。这正是编著本书的初衷。

弃耕地又称撂荒地，主要是由于次生盐渍化危害迫使土地弃耕；夹荒地主要是绿洲农区内由于位置偏远或地势低洼盐分重等尚未开发的土地，周围土地开发后更加重了这些土地的盐渍化。弃耕地的生态重建（包括夹荒地的开发），不只是简单的复垦，而是在生态学及农业现代化理论指导下，利用现代水利工程技术、现代农田基本建设技术及现代农业技术，把次生盐渍化危害的土地治理成比以前生产力更高、效益更好、生态环境更优的一项工作，是一项渐进的工作。

绿洲次生盐渍化弃耕地生态重建研究不仅包含弃耕地、夹荒地，还应包含现有耕地中饱受次生盐渍化危害的“三等地”（占现有耕地面积的30%以上），它们都是因为盐渍化危害而生产水平低、生态环境差。前者的生产收益太低，不如不种——弃耕；后者有一些收益，但也只是勉强耕种。解决办法也基本相同，都需要进行生态重建，所以，将其放在一起研究。

全书共四章。第一章 玛纳斯河流域水土开发与弃耕地生态重建沿革。主要以新中国成立后才大规模开发的玛纳斯河流域为基础作分析研究，虽然它的开发历史不长，却浓缩了绿洲农业从传统到现代的历程、反映了大规模使用机械开垦—弃耕—治理的发展过程及经验、教训。

第二章 绿洲盐渍化弃耕地生态重建的基本原理——绿洲次生盐渍化土地的空间、时间演变理论。本章在阐述绿洲农区次生盐渍化土地开发、治理时，除遵循前人关于盐碱地改良、新疆盐碱地形成等理论的基础上，再应用近年来关于次生盐渍化土地时间、空间演变理论的研究，加深对弃耕地生态重建的理论认识，进一步提高开发、治理效果，降低成本。主要分析绿洲农区发生盐渍化危害的地貌部位，其中冲积洪积扇缘带和冲积平原上部最容易发生土壤次生盐渍化危害，大量出现弃耕地；扇缘带、冲积平原及三角洲等在大规模、连片开垦成绿洲农田后，又在传统的土渠输水、大水漫灌等技术下发生土壤次生盐渍化的演变过程。在盐分及养分胁迫作用下，正向演变有利于建设高产、稳产农田，负向演变则退化成弃耕农田。农田被弃耕后的生态演变，以及根据灌水技术等的发展变化对绿洲农区盐渍化危害变化的预测，为次生盐渍化弃耕地的水土开发提供理论支持。

第三章 绿洲盐渍化土地生态重建实例及其技术分析。这是本书的主体部分，共四节，全面分析盐渍化土地的开发、治理技术。第一节，有计划开发地下水在盐渍化土地生态重建中的意义。实施机井灌排开发地下水资源，进行水土开发，促进次生盐渍化土地生态重建，发展生产、改善生态环境；第二节，绿洲盐渍化土地生态重建的综合技术措施。开发治理盐渍化土地，需要采用以现代水利工程建设为突破口，配合现代农田基本建设，应用适于盐渍化土地的现代农业技术的综合技术体系，以及强有力的组织领导；第三节，绿洲盐渍化土地的现代水利工程建设及现代农业、林业技术及全面叙述绿洲盐渍化地区的现代水利工程建设及现代农业、现代林业的实用技术，促进生态重建工作；第四节，绿洲农区盐渍化弃耕地利用、改良的生物技术。利用某些植物具有对盐渍化土地适应性强的特点及人们对植物产品的多种需要，开发利用及改良盐渍化地区的水、土资源。

第四章 绿洲盐渍化农区生态重建与社会主义新农村建设。盐渍化土地生态重建的最终归宿是建设社会主义新农村，建设中应将治理盐渍化危害的生态环境建设作为首要任务，在消除农田障碍因素的过程中努力发展生产、增加人们收入，改善人们的住、行、文化、卫生条件，改革不适应的规章制度，建设文明和谐的社会主义现代化新农村。

近十多年来，由于“机挖排渠、机井灌排、渠系防渗”三大现代水利工程建设模式的广泛应用，取得了很好的效果，将次生盐渍化土地的开发、治理工作提高到现代水平。随着现代节水灌溉技术的推广，又相继创造了“机井灌排+膜下滴灌”模式、“喷灌+地膜植棉”模式、“机井灌排+膜下滴灌开发弃耕地、夹荒地”模式等，从而再将次生盐渍化土地的开发、治理及生态重建工作又提高了一大步，亟需从实践及理论的层面总结、提高。为此，我们将近年来石河子大学、中国科学院新疆分院生态与地理所等近几年来的有关研究成果（论文）编撰成本书，并力求将时、空演变原理贯穿全书，形成新的体系，进一步指导“三等地”、弃耕地生态重建的实践及理论工作。

本书编著的方法采取在整体安排的基础上，用专题（案例）写作的形式作为相应章节的内容（其中在2006年撰写发表或将发表的论文占70%），更能加深主题及反映人们对该问题的认可程度。在编著过程中采用了几位博士生的论文摘编，既增加了书的内容，也反映了本书内容正是当前研究的焦点。

本书内容主要在新疆，尤其是又以次生盐渍化土地开发治理卓有成效的、全国第四大人工绿洲灌区的玛纳斯河流域资料较多而系统。同时，也收集了南疆地区资料，故对全新疆及国内其他绿洲农区更具有指导意义。为了便于阅读、理解，书后还附有十五幅相关的图片。

本书是新疆绿洲农业丛书中的一个分册，主要作为大学本科生、研究生的参考书，也很适合各级技术人员、管理人员及农民群众阅读、应用。

书中错误及不足之处敬请批评指正！

赖先齐

2006年12月20日

【目 录】

前言

第一章 玛纳斯河流域水土开发与弃耕地生态重建沿革	1
一、水土开发历史概况	1
二、弃耕地的发生与发展	2
三、利用现代农业技术进行弃耕地生态重建的历程与经验	5
第二章 绿洲盐渍化弃耕地生态重建的基本原理	9
第一节 绿洲盐渍化弃耕地生态重建的空间演变	9
一、玛纳斯河流域绿洲农业弃耕地发生的部位	10
二、新疆玛纳斯河流域不同地貌类型土壤盐分累积变化	15
三、新疆玛纳斯河流域绿洲土壤特性空间分异与合理开发模式	19
第二节 绿洲盐渍化弃耕地生态重建的时间演变	24
一、新疆玛纳斯河流域绿洲农田开垦后土壤环境演变分析	25
二、绿洲次生盐渍化农田弃耕后植被及土壤环境的演变	31
三、新疆玛纳斯河流域长期灌溉下土壤盐渍化变化及发展趋势	32
第三章 绿洲盐渍化土地生态重建实例及其技术分析	38
第一节 有计划开发地下水在盐渍化土地生态重建中的意义	38
一、新疆南疆绿洲农区机井排灌正效应因子分析	39
二、新疆和田地区地下水资源及其可持续开发利用	44
三、绿洲农区咸水资源的开发应用	52
第二节 绿洲盐渍化土地生态重建的综合技术措施	63
一、石河子大学农学院实验场生态现状及农业持续发展对策	64
二、玛纳斯河流域次生盐渍化弃耕地全面生态重建的新理念	67
三、绿洲农区盐渍化土地开发技术的效率、成本分析	70

四、施有机肥条件下的土壤溶液盐分变化动态	75
五、玛纳斯河流域棉秆还田与土壤有机碳分析	79
六、两种覆盖方式下的土壤溶液盐分含量变化	82
七、Medina 应用效果初报	86
八、21 世纪新疆土壤盐渍化调控与农业持续发展研究建议	89
第三节 绿洲盐渍化土地的现代水利工程建设及农业、林业技术	93
一、盐渍化灌区的规划与“五好”建设	94
二、次生盐渍化土地的现代水利工程建设技术	100
三、绿洲盐渍化土地的农业技术	108
四、绿洲农区盐渍化土地防护林的造林、扶育技术	118
第四节 绿洲农区盐渍化弃耕地利用、改良的生物技术	123
芨芨草在弃耕地生态重建中的重要作用	123
第四章 绿洲盐渍化农区生态重建与社会主义新农村建设	128
绿洲盐渍化农区建设新农村问题的分析	
——以石河子大学实验农场为例	128

第一章

玛纳斯河流域水土开发与弃耕地生态重建沿革

玛纳斯河流域的绿洲农业生产, 由于社会因素等的影响, 历史上开发规模不大, 直至新中国成立后才蓬勃开展。短短的 50 年却浓缩了从传统农业向现代农业的发展历程, 尤其是弃耕地的生态重建表现得更深刻, 展示了从荒地——机械开垦——耕种——弃耕——生态重建的发展过程, 积累了丰富的经验、教训。尤其是近十多年来创造了许多治理遭受次生盐渍化危害的“三等地”及重建弃耕地工作的实践、理论, 对新疆及其他省(自治区)的绿洲农业均有指导意义。

玛纳斯河流域地处新疆天山北麓准噶尔盆地南缘, 总面积 $2.655 \times 10^4 \text{ km}^2$, 总人口 97 万。自东到西包括塔西河、玛纳斯河、宁家河、金沟河、巴音沟河及其相连的 5 片冲积洪积扇及泉水溢出带、冲积平原、干三角洲、湖滨平原。其中玛纳斯河是其他河流的主流, 全长超过 400km, 是准噶尔盆地水量最大、流程最长的内陆河流。玛纳斯河流域是清代以来新疆重点开发区域之一, 也是新中国成立后新疆开垦的最大的人工绿洲, 成为新疆近代经济发展最为迅速的地区之一。但由于部分地区过度及不合理的水土开发, 生态环境问题日趋突现。如尾间湖干涸、草场退化、沙漠化、盐碱化等(即荒漠化过程), 造成大量耕地被迫弃耕, 一定程度上制约了农业生产和社会可持续发展。面对弃耕地面积的不断增大, 20 世纪 60 年代初, 人们即开始了弃耕地的恢复重建工作, 特别是近 20 多年来, 随着技术进步及财力投入, 弃耕地的生态重建取得了令人瞩目的成就。

一、水土开发历史概况

玛纳斯河流域在古代属于纯牧区, 自汉朝新疆正式列入我国版图后, 中央历代王朝经营西域的重心, 都放在天山南路, 天山北路长期处于游牧经济状态。流域最初有文字记载的农业生产始于公元 702 年唐代的青海(今石河子市附近)驻军驿站屯垦, 但规模较小。唐以后, 历经五代、辽、宋、元、明近千年, 流域又长期为游牧部落所控制, 屯垦时断时续, 屯田荒废。流域真正意义上的水土开发, 始于清乾隆二十四年(1759 年)清政府重新统一新疆后, 玛纳斯河流域成为清朝在新疆重要的屯区之一。历经清代、民国近 200 年的开垦, 农业生产初具规模。但由于其间战乱频繁, 农业生产时兴时衰, 至 1949 年, 只有耕地 3.37 万 hm^2 , 人口 3.4 万, 耕地主要分布在洪积冲积扇中、下部和干三角洲及部分前山盆地或宽谷中, 呈不连续的片状分布, 整个流域生态环境基本上仍处于原始的自然绿洲状态。玛纳斯河流域真正有计划的大规模水土开发始于 1949 年中国人民解放军进驻新疆后, 新建的石河子

垦区在原始自然绿洲以及大面积的荒漠群落中开垦出成片的农田,经过 50 多年的大规模兴修水利,引水灌溉,大大加速了绿洲开发和经济建设的进程,耕地面积迅速扩大到 29.23 万 hm^2 左右,50 年内耕地面积增大近 9 倍,使原来分散的片片绿洲连接成大片绿洲,人口达 97.71 万,较 1949 年增长了近 30 倍,成为新疆最大的绿洲农耕区和我国第四大灌溉农业区,尤其是当地特色作物棉花,产量占新疆总产量的 20%,占全国的 6%,为新疆经济发展做出了巨大贡献。

二、弃耕地的发生与发展

在脆弱的自然因素影响下,由于各种人为因素,造成大量已开垦耕地不断被弃耕。玛纳斯河流域弃耕地分三种类型:一是山区草场开垦后因缺水或不适于耕种而弃耕;二是绿洲内部因不合理的农业生产技术导致的次生盐渍化弃耕地,是弃耕地的主体;三是绿洲外围因土地沙漠化而引发的弃耕地。流域弃耕地产生原因是多方面的,有自然因素影响,也有人因为因素作用,而历史上的战乱及现代不合理的水土开发方式等人为因素是弃耕地产生的主要原因。

(一) 自然地理因素对弃耕地产生的影响

玛纳斯河流域弃耕地是在干旱区脆弱的生态背景下产生的。首先,绿洲依赖发源于山区的径流而存在,而构成前山的中山带第三纪地层大部分由含氯化物或硫化物等易溶性盐很高的岩层组成,因而径流含有大量盐分。由于地处内陆盆地,盐分无外泄条件,造成土壤基质中盐分积聚,盐碱地分布广泛。同时,当地表径流转化为地下水之后,在干旱少雨自然淋溶困难的条件下,强烈的蒸发加速了含易溶性盐类的地下水不断向地表蒸发聚集,加大了土壤基质中可溶性盐分含量,导致次生盐渍化危害。其次,绿洲北部紧接古尔班通古特沙漠,境内大风频繁,使绿洲与沙漠接壤的沿线均为沙漠化强烈发展地区。以上各种的自然地理因素,对流域弃耕地的发生发展起到重要的推动作用。

(二) 战争导致的弃耕地发生

玛纳斯河是天山北麓最大的一条内陆河,在交通技术不发达的时代,一条大河足以成为天堑。因此,玛纳斯河流域成为历次战乱的交汇点,战争造成的民逃地荒,使大量耕地被迫弃耕。最早的唐代“安史之乱”,使当时开垦的数百公顷耕地及渠道废弃:“唐朝渠……相传唐时所开,后为飞沙所压,渐成高阜”。清代的“同光”之乱,更使农业生产受到毁灭性打击,据《新疆图志》载,绥来县(今玛纳斯县)“原额三十六万五千另四十一亩,光绪三十一年册拨生科一十二万二千四百六十三亩四分二厘。荒地二十四万二千五百七十七亩四分二厘(荒地指原额之已熟复荒者)”,战乱过后经过几年的恢复,仍有 2/3 的耕地撂荒。民国期间更是战乱频繁,尤其是 1945 年以后,玛纳斯河成为国民党军队与“三区革命”民族军长期对峙的分界线,耕地撂荒更为严重,虽然没有确切的数目,但从当时人口减少情况就可知一般:玛纳斯河东岸的玛纳斯县 1945 年人口 35 839 人,到年底约剩 17 000 人,到次年只剩约 1 万人了;西岸被民族军占领的沙湾县情况更为严重,人口减少了 1/3 多,必然导致耕地的撂荒。可推断耕地撂荒比例也应该有这么多。可以说,在 1949 年以前,弃耕地产生的主导因子是战争。

(三) 组织管理体制、政策与弃耕地的产生

由于我国历史上实际存在的人口压力与食物安全问题等客观原因,吃饭与生存成为新中国成立后的首要问题,在“以粮为纲”政策的指导下,20世纪50~70年代,国家政策性地鼓励大量开荒。在新疆,除了粮食问题,还存在边疆的政治社会稳定问题,大规模的军垦成为这一时期的主要任务。虽然按中央文件规定,兵团是屯垦戍边的大型企业集团,没有土地审批权。但由于历史原因,兵团、地方同时都拥有土地审批权,这就为化整为零开荒提供了便利。玛纳斯河流域一个区域内,兵团与地方两种管理体制并存,难以有效地对稀缺资源实行统一管理、合理配置。无规划的过度开荒,使大量山区优良草场和沙漠边缘草场被盲目开垦,大量耕地因缺水或不适于耕作而弃耕。在干旱区特殊的气候背景下,弃耕后的土地,自然植被恢复困难,裸露的地表土壤很容易遭受风蚀而沙化。近些年虽然加大了对草地开垦的管理,但并未完全遏制对草地的开垦行为。据不完全统计,近几年区域内仍有1200hm²耕地是属于垦占的草场。

新中国成立后,随着大规模的毁林开荒,沙漠植被多被垦辟为农田,绿洲北部的农田在沙漠中呈片状或深入沙漠呈半岛状分布,绿洲和荒漠之间过渡带缩小,绿洲直接面临沙漠的侵袭。更主要的是绿洲外围因过度樵采、放牧,天然植被的保存面积不足20世纪50年代的10%,引起固定沙丘、半固定沙丘活化,绿洲以外15km普遍出现流动性沙丘,每年以3~5m速度向绿洲推进。仅石河子垦区开垦以来受到沙漠化威胁的农田约有2万hm²,其中已不同程度沙化的面积4300hm²,有200hm²耕地因严重沙漠化而弃耕。玛纳斯河流域目前仍有15万hm²耕地受沙化的威胁。20世纪90年代后期已在风沙危害的弃耕地及绿洲—荒漠过渡带栽培梭梭等,风沙危害逐渐减轻,目前已不是玛纳斯河流域弃耕地产生的主要原因。

(四) 传统水土开发技术造成的次生盐渍化与弃耕地的发生

盐碱化问题是干旱区仅次于沙漠化的生态问题。但对玛纳斯河流域而言,盐碱化问题则是目前绿洲内部面临的最主要的生态问题,土壤次生盐渍化问题已成为除水之外制约绿洲农业发展的主要因素。次生盐渍化是玛纳斯河流域弃耕地发生的主要原因,而不合理的水土开发方式是流域次生盐渍化发生的主要诱因。因而,人类水土开发方式在一定程度上决定着绿洲弃耕地的发生程度。

1. 河流携带物沉积过程改变加重次生盐渍化 随着技术进步,大量平原水库的修建和人工渠网的建成,使原流入尾间湖的大量河水被完全截流到平原绿洲灌溉区,改变了河流携带物沉积过程,使原来被带入到尾间湖泊中的大量盐分随灌溉引水被留在绿洲灌溉区内,加之长期灌溉,排水不畅,盐分无外泄条件,造成盐分积聚,造成泉水溢出带以北的冲积平原区地下水位上升迅速,次生盐渍化普遍发生。

2. 不完善的耕作、灌溉技术引起次生盐渍化 由于自然地理因素,绿洲天然土壤含盐量较高,传统农业时代由于生产力水平及科学技术水平的限制,一般都是利用土渠输水、大水压盐或种稻压盐、大水漫灌技术,造成大量水分渗漏,地下水位很快被抬升,出现次生盐渍化危害。传统农业时代对盐碱的治理往往采用非工程措施的“干排盐”方式来维持土壤水盐平衡,即只耕种40%~60%地势较高的土地,其余土地用于自然积盐,从而实现水盐的空间分配平衡,使耕地免除盐渍化危害。采取干排盐或撂荒等方式减轻盐碱危害。在当时人少地多情况下不失为一种简单易行的减轻盐碱危害的办法。

20世纪50年代兵团及地方农场在扇缘及广大冲积平原下游等地下水位高,矿化度高,地下水径流不畅,土壤母质和表层含盐量很重的土地上,开始利用机械集中、连片、大规模开荒,用机械平整土地,开垦工作实现了现代化,但是,仍沿用土渠引水,实行大水压盐、大水漫灌的传统技术。现代化的开垦打破了旧时代干排盐技术的水盐平衡机制,而灌溉仍然利用旧的机制,加之水利设施不完善,导致地下水位迅速上升。冲积平原未开垦前,潜水埋深大部分为5~8m,最深为8~12m,由于开垦时用过量的水洗盐,使水位迅速上升,60~70年代普遍上升至0.6~2.5m左右,出现大面积次生盐渍化。此外,条田面积过大也加重了次生盐渍化程度。50年代规划农场时,机械地搬用国外经验,过分强调发挥机耕效率,大多数条田的面积达40~46hm²。在当时机械化水平下,难以达到土地平整的要求,因此,易导致土壤盐渍化产生。同时,因条田面积过大,末级排水渠间距都在500m左右,排盐效果不好,条田中出现两边绿油油,中间秃子头的景观。

3. 不完善的灌溉设施引起的次生盐渍化 首先,渠道、水库渗漏引起次生盐渍化。灌区骨干工程多为20世纪50~60年代建设,工程标准偏低,配套率也低,80年代以来对原有工程进行部分改建,但配套仍不完善,水量损失大,渠道防渗率目前干渠为69.12%,支渠防渗率64.61%,斗渠25%~30%,农渠基本上没有防渗,渠道渗漏严重。尤其是流域内两大主要引水干渠,东岸大渠和西岸大渠渗漏造成的绿洲内部盐渍化更为严重。东岸大渠只在上游防渗了一段,西岸大渠基本未防渗,现渠旁渗漏范围已达2km宽。开垦前133、134团沿西岸大渠一线地下水埋深5~6m,1981年第二次土壤普查时上升到2~3m,个别地段只有0.8m,0~30cm土层含盐量高达4%~5.4%,土地次生盐渍化加剧。特别是东西向的西岸大渠的分布格局,造成自然南北向的地下水流受阻,故安集海灌区内出现大面积的盐碱地,大片土地被弃耕。而平原水库受当时技术条件所限,所有坝体均为土质坝,造成大量库水的渗漏,使库区周围1400~2000m范围内地下水位迅速上升,地下水位埋深仅0.5m,较高的水位使水库周围地区成为盐碱化最为严重的地区,有的甚至发生沼泽化,原来的丰产田变成盐碱地而撂荒。据测算,仅石河子垦区水库、渠道渗漏、田间渗漏对地下水的补给量每年达6.32亿m³,这些水可使地下水位每年上升0.031~0.071m。由于缺乏有效的排水设施,大量的入渗水量使原有地下水平衡状况被打破,从而改变了水文地质条件,这在1949年后开垦的新绿洲表现更为突出。因盐碱加重而弃耕的耕地面积逐年增加,仅石河子垦区因盐渍化而弃耕的农田累计面积达59.98千hm²,占该区域耕地总面积的1/3多。

其次,排灌系统不配套加重了次生盐渍化的发生。据有关实验,在绿洲内灌排比为4:1~3:1时,即可达到灌而无盐害结果,而次生盐渍化发生的灌区,该值多为10:1,甚至20:1,造成土壤积盐,引起次生盐渍化的发生。玛纳斯河流域排灌系统不配套主要表现在以下几方面:首先,排渠缺乏。如盐渍化问题最为严重的安集海灌区,20世纪50年代开发初期未挖排水渠,开垦以来近15年无排水出路,加之灌渠渗漏严重,地下水位上升,次生盐渍化迅速扩大。后虽挖了排水渠,又因不配套,淤塞严重,成效不大,致使1万hm²耕地废弃。直到1985年修建的安下排水工程和1991年修建的全长43km排洪渠,将咸水排至西北部沙丘间的低洼地带,安集海西部排水问题才基本得到解决。但东部目前咸水全部排入西岸大渠,上排下灌,加重了下游土壤次生盐渍化发生。其次,排渠设计不合理。流域开垦初期,未按不同的水文、工程地质条件加以区别,而农场内一般没有观测排水渠的排水效果的设备,因此,无法决定排水渠深度和间距的具体标准,影响了排盐效果。整个垦区仅在石