

陕西卤泊滩盐碱地综合治理措施及效益分析

佘小伟, 解建仓, 黄茹

(西安理工大学 水利水电学院, 陕西 西安 710048)

摘要: 盐碱地作为一种重要的土地资源, 对其进行治理和改良的意义重大。陕西省卤泊滩盐碱地综合治理工程, 主要应用农业工程技术、生物技术等措施对盐碱地进行综合治理, 通过合理规划布置工程体系, 平整土地、种植耐盐碱作物、修建方田、逐步恢复区域生态, 实现系统自我调节, 水地资源动态平衡。实践结果表明, 卤泊滩盐碱地综合治理措施效果显著, 土壤质量提高, 生态环境改善, 农作物产量提高, 取得了显著的经济效益、社会效益和生态效益。

关键词: 盐碱地; 综合治理; 措施; 效益

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2009)06-0177-05

中图分类号: S159.2

Comprehensive Treatment Measures and Benefit for Saline Land in Lubotan, Shaanxi Province

SI Xiao-wei, XIE Jian-cang, HUNG Ru

(Institute of Water Resources and Hydro-Electric Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710048, China)

Abstract: Saline land is an important land resource and its improvement has a great significance to practice. The comprehensive treatment measures for saline land in Lubotan, Shaanxi are mainly the application of agricultural engineering technology and bio-technology. Through reasonable project design, land leveling, saline tolerant crop planting, and farmland construction, regional ecology can be gradually restored and system self-adjustment and dynamic balance of water and soil can be achieved. Results show that the quality of saline-alkali soil and ecological environment is improved and remarkable economic, social and ecological benefits are achieved.

Keywords: saline land; comprehensive treatment; measure; benefit

土壤盐碱化不仅是涉及农业、土地、水资源的综合问题, 也是典型的生态环境问题。全世界盐渍土面积约近 $1.0 \times 10^9 \text{ hm}^2$, 我国的盐碱地面积约为 $3.5 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 盐碱地治理对发展综合性农业有较大的潜力。

然而, 在干旱、半干旱地区要充分开发利用土地资源, 就必须发展灌溉, 但往往因水文和水文地质条件恶化, 排水情况不良, 导致土壤普遍发生次生盐碱化。治理改良盐碱土和防止土壤次生盐渍化已成为世界各国面临的一个重要难题。

随着我国人口的剧增、工业的高速发展和城市化进程的不断推进, 可耕地急剧下降, 而不合理灌溉、耕作等又造成了大量良田的次生盐渍化, 从而导致我国耕地逐年急剧下降, 严重威胁着我国的粮食生产。盐碱地作为我国的一项重要土地资源, 应当在社会经济发展中发挥重要作用, 关键是如何认识、如何对待。

1 卤泊滩基本概况

卤泊滩地处陕西省渭河流域, 开发前重度盐碱地面积约 1333.33 hm^2 , 生态环境恶劣, 利用价值低。随着人口增长及土地需求之间的矛盾日益尖锐, 如何使盐碱地成为可利用土地资源, 改善区域内生态环境成为亟待解决的突出问题。卤泊滩土壤主要由中度盐土和重度盐化潮土组成, 依据不同的地形部位、地下水深度、水浸程度, 可分为草甸盐土和沼泽盐土两个亚类。地下水位较低、处于半浸水状态的为草甸盐土; 地下水位较高, 处于全浸水或明水状态的是沼泽盐土; 另有苏打盐土呈斑状分布于滩内。盐化潮土主要分布在卤泊滩外围和滩内积盐较轻的地区。测试 2001 年试区未开发土壤的检测数据显示, 土壤有机质平均含量 0.70%, 全盐含量平均为 0.77%, pH 值平均为 9.33。

2 治理措施

卤泊滩盐碱地治理建立了包括工程、生物、农业等盐碱地治理的综合技术措施体系(图 1)。该技术体系实现了:

(1) 治理对象上的综合。将旱涝盐碱作为一个统一的系统,统筹考虑,综合治理,不能相互割裂单打的治理。

(2) 治理方法上的综合。根据不同条件,将水利工程措施(灌溉、排水、冲洗、放淤等)、农业技术措施(增施有机肥、合理施用化肥、平整土地、耕作、轮作、

地膜覆盖、种植耐盐作物、绿肥与牧草、植树造林等)、水盐养分的监测预报和管理结合起来。

(3) 治理与开发结合,为开发服务。根据需求和可能(自然条件和投入水平),确定开发利用的方向和相应的治理目标。治理目标和措施不应当是千篇一律和固定不变的。

(4) 注意经济效益、生态效益和社会效益的结合和统一。注意调整作物布局,大力发展多种经营和畜牧业,积极发展防护林。抓住改土的关键措施,建立稳产、高产、优质、低耗的生产技术体系和用地养地相结合的农业结构。

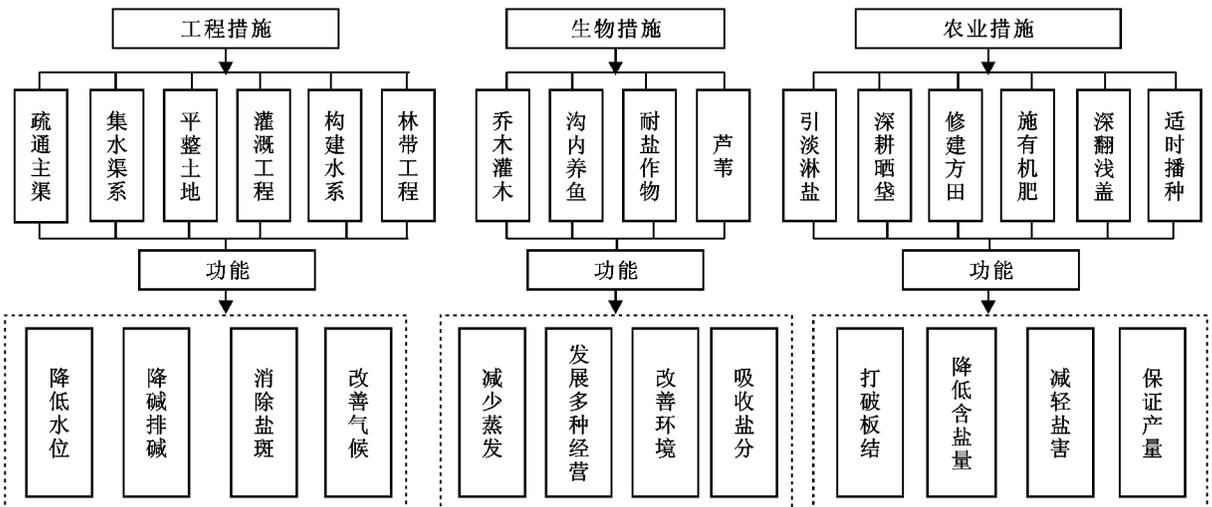


图 1 卤泊滩盐碱地综合治理措施体系

2.1 挖沟排水,降低地下水位

地下水位高,排水不畅是卤泊滩土地返盐的主要原因,所以修建完善的排灌设施是卤泊滩盐碱地治理第一措施。在项目区,每隔一定距离挖一条沟,排除雨季积水,引淡淋盐和浇灌农田,抬高地面,加厚耕层,减少毛细水蒸发,根治盐碱土,这是改造利用低洼盐碱地的一种有效措施。另外,这种方法有工程投资少,设计、施工简便易行的特点。田间排水沟要与毛沟、支沟、干沟组成完整的排水系统,保证排水畅通。要求田间排水沟密度 $120\text{ m} \times 400\text{ m}$,沟深 3 m 左右,沟底纵坡为 $1/800 \sim 1/1000$ 。试区挖排水沟总长度 24.97 km ,灌溉渠 24 km 。排水沟系既具有排水控制地下水的作用,又起到蓄水,营造明水水面的作用。

2.2 平整土地,消除土壤盐斑

卤泊滩试区综合开发前,在大片盐碱荒地中也有零星种植,但由于无组织、无资金,因此排灌系统无法配套,无农田林网保护,开垦的农田种植 $3 \sim 5\text{ a}$ 后,因无水灌溉或排水不畅,收成甚微,最后又被撂荒。所以完整的排灌体系、农田林网和大量平整土地,

是内陆盐碱土改良的 3 项基础工程。3 项基础工程缺一不可,缺少任何一项,盐碱荒地的综合开发治理都是不可能长久的。

在大片盐碱化农田中微地貌的差异相对高差一般在 $0.1 \sim 0.5\text{ m}$ 之间,灌溉或降水后,水从高部位流向洼处,由于地表水下渗的差异,加之高部位农田表层因水分下渗淋溶的盐分比低部位少,高部位地表风速大,光照强,蒸发量大于低洼处,表土盐分累积较快。“水往低处流,盐往高处行”,由于农田微地形的差异,高部位地表年复一年的发生着盐分的富集过程,形成了大小不一的盐斑,自古以来就有“高包积盐”之说。大面积平整土地,改变了原来高部位局部水循环的方向,消除了盐分富集的地形条件。平整土地和挖排、灌水渠及营造农田林网一样,是治理重盐碱荒地的基础工程之一。

卤泊滩盐碱地治理中根据确定的标准方田方案要求,将土地平整后用排水沟将其分成方田,田块设计可耕区域为 $400\text{ m} \times 100\text{ m}$,每块 4 hm^2 。依自然地形,东西方向的坡度为 $1/500$,南北方向的坡度为 $1/2500$ 。

2.3 营造农田林网,改善小气候

植树造林增大林木覆盖率,可有效地减少农田蒸发,增大空气温度,改善农田生态环境。由于林木的蒸腾作用,可降低地下水位,控制土壤返盐,促进土壤脱盐。植树造林主要分为:沟渠路林带,农田林网,自1999年试区开发以来,在2589.61 hm²开发区内完成沟渠路工程总长度49.74 km,道路和排水沟两边均设计布设林带。排水沟两边各植一行树,道路旁有排水沟的,在路和沟之间植一行树,道路旁无沟的,设计两行树,树木距均为3.0 m,行距为2.5 m,呈梅花型布设。设计林带树种为杨树或槐树等,共植树1万余株。在改良利用卤泊滩盐碱地时,要有20%面积发展林果、绿肥、饲草、方田、道路和沟渠,池塘的周边都要植树造林,实现方田林网化。项目实施完成后,林木覆盖率可达到11.64%。农田林网、沟渠路林带可大大改善项目区的生态环境,区内景观将会发生很大的变化。

2.4 深耕晒垡,打破板结

在平整土地的基础上深耕晒垡,是重盐碱荒地改良的重要环节。卤泊滩试区内盐碱地撂荒已有几十年,农田内杂草、盐蓬丛生,土壤板结十分严重。深耕不仅可打破板结,而且可消灭杂草。要注意耕干不耕湿,肥干不肥湿,耕深要在25 cm以上,最深能达到30~35 cm。深耕在秋季10月中旬至11月上旬进行,耕后要及时去掉杂草。秋季深耕可减少冬、春季农田蒸发,防止土壤表层返盐。新耕土层经过冬、春晾晒后,不仅可去掉部分杂草和害虫,也有利于土壤熟化。另外,灌后雨后及时中耕松土,也可促使土壤熟化,增大土壤孔隙,扩大淋溶压碱效果。

2.5 引淡淋盐,降低土壤含盐量

经平整土地,深耕晒垡后的新垦盐碱荒地,播种前还必须进行大水淋盐,使耕层含盐量下降到适合作物生长的范围内。用引黄水大水漫灌,耕层土壤中盐分溶于水后,一部分随水渗入到土壤深层,另一部分则由排水沟排出农田。根据对卤泊滩试区工程实地观察,经过2~3次大水漫灌淋盐,0—20 cm耕层全盐量下降到0.085%左右,pH值由原来的9.2下降到8.3。

2.6 增施有机肥,减轻盐害

“治水是基础,培肥是根本”土壤瘠薄是造成土壤板结和返盐的重要原因之一。由于多年撂荒,耕层有机质含量低,严重缺氮缺磷。整个卤泊滩区耕层土壤有机质含量仅有0.82%,全氮含量0.027%,全磷含量0.0574%。增施有机肥和氮、磷、钾肥,不仅满足作物对无机养分的需要,还可增加土壤中的有机质,改良土壤结构和土壤中固相、液相、气相三者间的比

例关系,增加孔隙度,提高土壤保水、保肥能力,使地表水入渗和水盐下行量增加,水分蒸发和表层返盐量下降。农田表层大量撒施作物秸秆和各种有机肥,不仅能起到覆盖的作用,同时改善了土壤耕层的理化性质,土壤中的水、热状况也可得到明显改善,为作物发芽、生长创造较好的土壤环境。增施有机肥还包括种植绿肥等措施。

2.7 适时播种,深播浅盖

春季盐碱土潮湿阴冷,玉米、棉花适时晚播,或者在非盐碱地上育苗,进行大苗移栽,可避开阴冷、重碱危害,促使苗全苗壮。夏秋应适时早播,可避开后期渍涝低温,促使增产。在盐碱地里,高处隆起与空气接触面大,水分蒸发快,积盐多。在下雨和浇地时,高处常常浇不上水或水流停留时间短,淋洗掉的盐份少。所以同一块地里,高处盐碱严重。因此把种子种在穴洼里、沟槽里、盖土浅一些,可避重碱危害。

2.8 选种耐盐作物,生物改良土壤

一般说,块根作物耐盐渍能力较差,谷类作物稍强,牧草类又强,水生作物更强。但各类作物都有一定耐盐渍极限。选定的粮食作物种类有:小麦、玉米;经济作物有:棉花、向日葵、甜菜、绿豆和牧草。对于试区草种的选择,根据盐碱地的各项限制性要求和试区实际的生产条件,有针对性地根据确定的选种原则,各草种的生活习性、耐盐性和产量,在卤泊滩自然条件的约束下,本着丰产性、牧草的质量、适口性以及适应性3个基本原则,推选草木犀、田菁、沙打旺、杂种苜蓿、红豆草等为卤泊滩发展牧草地的草种。

2.9 构建网状水系,促进生态和谐

在建设蓄水沟系降低地下水水位的基础上,构建蓄水沟网,力求做到田成方沟成网。通过蓄水沟系的深度、密度控制地下水水位。同时网状水系的构建可在试区形成大面积的明水面,在缺水干旱的西北地区即使是盐碱水也可以作为一种宝贵的水资源加以利用。

留住这些盐碱水可以形成水面与土壤共存的和谐景观,在盐碱水里种植芦苇等耐碱水生植物和养鱼,既改善了当地的小气候,又加大空气的湿度,改善了环境,造就了优美怡人的自然景观,同时为一些水生鸟类提供了捕食、栖息的场所,同时芦苇叶可以通过生产纤维产生经济效益。水中的鱼类以水生植物为食,又为鸟类提供了食物。另外,这些也产生了人文方面的效益,人们可以钓鱼、郊游,最后达到人与自然、自然与自然和谐相处。

通过种植芦苇和养鱼也可以使盐碱水中的盐分转移到动、植物体内,进而降低了盐碱水的盐分,更有利于降低土壤的盐分。

2.10 合理工序, 保护耕层有机质

合理制定工序, 不仅能节约工期, 而且对工程的效果有着直接的影响。试区内沟渠的开挖是一项大工程, 大量的高盐分土壤被挖了出来, 根据设计每块地至少有约 $9\,000\text{ m}^3$ 必须回填到地块内, 平均可达 20 cm 厚, 为了保护耕层土壤中有有机质, 可以事先制定了以下工序: ① 先剥离原地表 20 cm 的熟土层; ② 将剩余沟土回填; ③ 回填熟土; ④ 客土覆盖。在试区首期工程中, 我们结合当地自然现状, 在原熟土回填完毕后, 利用附近自然优势, 从距试区约 1 km 外的陡坡道上起运黄土, 覆盖在试区地块上, 厚度为 20 cm , 这样在地面 40 cm 内土质盐分大大降低, 对开发后首次实行作物改良创造了有利条件。

3 治理成果

(1) 系统抗逆性提高, 生态环境大大改善。通过各种工程措施, 建成的蓄水沟系蓄水水面, 有利于形

成小气候。水地共生, 滩区的生态环境基本修复到了原来有湖面的状态, 而且 90% 的土地可以作为高质量耕地进行耕种, 过去草木不生的滩上长出了近十万棵树木, 区域生态环境大大改善。

(2) 土地数量和质量增加, 农业稳定发展。土地数量增加: 经过 10 a 的开发治理, 在综合措施的调控下, 卤泊滩盐碱地面积在进一步的缩小, 代之的是优质高标准的水浇地。其中试区一期开发盐碱地 180.0 hm^2 , 增加耕地 133.3 hm^2 , 二期开发盐碱地 78.8 hm^2 , 增加耕地 73.0 hm^2 。土壤质量提高: 试区土壤各项检测指标向良性转变, 粮食产量的增长和树木成活率显著提高, 土地生产力已有很大的提高。充分表明综合开发治理的卤泊滩试区, 在盐碱地改造, 扩大耕地面积, 提高土地利用率方面取得了良好的效果(表 1)。

(3) 综合效益。试验区卤泊滩实施土地整理项目后的综合效益分析情况, 详见表 2。

表 1 卤泊滩土地整理前后分析

项目	治理前	治理后
生态环境	农田荒芜, 寸草不生, 气候干燥, 水生生物、农田动物绝迹。	田成方, 树成行, 沟渠成网, 林木覆盖率达 11.64% , 气候湿润, 农田作物种类多样, 蓄水沟内芦苇丛生, 各种鸟类、鱼类、野鸡、野鸭等生物常年栖息在此, 天鹅、灰鹤的“度假地”。
土地质量	重度盐碱地, 盐包白茫茫, 土壤有机质平均含量 0.70% , 全盐含量平均为 0.77% , pH 值平均为 9.33 。	盐碱地成为农田, 土地平整, 有机质含量 0.92% , 含盐量降低到 0.085% , 土壤 pH 值降到 8.3 左右。

表 2 卤泊滩土地整理项目后综合效益分析

项目	分析结果
生态效益	农田生态系统抗逆性提高: 旱能灌, 盐碱度下降, 粮棉生产持续增长; 盐碱地面积缩小, 土地生产力提高; 建立起培肥地力的反馈系统, 农田林网发挥综合功能; 生产生活环境质量提高, 生态效益显著。
社会效益	群众生活水平提高, 开始走上小康道路; 增加耕地面积, 保障“占补平衡”目标的实现; 转变传统农业观念, 加快农业内部结构调整; 社会影响不断扩大, 促进其他类似区域的发展, 地方科技水平不断提高; 综合效益协调发展, 为向多类型区域盐渍化农区推广树立了良好的样板, 为我国中低产地区农业加速发展的决策和治理开发提供了科学依据。
经济效益	粮食单产: 由 825 kg/hm^2 (2000 年) 提高到 6000 kg/hm^2 (2007 年)。 棉花单产: 由 360 kg/hm^2 (2000 年) 提高到 2355 kg/hm^2 (2007 年)。 粮食总量: 由 $1.70 \times 10^5\text{ kg}$ (2000 年) 提高到 $1.24 \times 10^6\text{ kg}$ (2007 年)。 棉花总量: 由 $7.43 \times 10^4\text{ kg}$ (2000 年) 提高到 $5.57 \times 10^5\text{ kg}$ (2007 年)。 人均收入: 由 $2\,000$ 元 (2000 年) 提高到 $3\,500$ 元 (2007 年)。 试区经济总收入: 由 23.16 万元 (2000 年) 提高到 461.66 万元 (2007 年)。

4 结语

治理盐碱地的措施, 方法还有很多, 在治理过程

中要根据自然条件, 资源条件等, 因地制宜地选择不同的治理方法, 只有这样, 才能收到较好的治理效果。另外, 在利用治理后的盐碱地时, 要加强保护, 在保护

的基础上合理利用,才能巩固治理成果,同时,需要结合现代信息技术,利用3S等数字化、智能化手段和仿真技术,对盐碱化土壤的分布、演变规律以及土壤质量进行长期的跟踪观测和模拟研究。

[参 考 文 献]

- [1] 周和平,张立新,禹锋,等.我国盐碱地改良技术综述及展望[J].现代农业科技,2007(11):159-164.
- [2] 张克强,白成云,马宏斌,等.大同盆地金沙滩盐碱地综合治理技术开发研究[J].农业工程学报,2005(S1):136-137.
- [3] 韩霁昌,解建仓,罗林涛,等.陕西卤泊滩盐碱地综合治理的“改排为蓄 水地共处 和谐生态”模式研究[J].水利学报,2009,40(3):119-121.
- [4] 王水献,杨鹏年,董新光,等.内陆河流域绿洲灌区盐碱地改良分区及治理模式探究:以新疆焉耆县平原灌区为

例[J].节水灌溉,2008(3):5-8.

- [5] 杨自辉,王继和,纪永福,等.河西走廊盐碱地治理模式研究[J].土壤通报,2005,36(4):479-482.
- [6] 张建锋.盐碱地生态修复原理与技术[M].北京:中国林业出版社,2007:26-27.
- [7] Skaggs R W, Chescheir G M. Effects of subsurface drain depth on nitrogen losses from drained lands[C]//Proc Annu. Int. Meet. of ASAE/CSAE-SCGR. Toronto, Canada, 1999.
- [8] Guitjens J C, Ayars J E, Grismer M E, et al. Drainage design for water quality management: overview[J]. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 1997, 123(3):148-153.
- [9] 刘建刚,罗纨,贾忠华,等.从水盐平衡的角度分析控制排水在银南灌区实施的可行性[J].农业工程学报,2005,21(4):36-38.

(上接第171页)

4 结论与讨论

(1) 影响土壤侵蚀量的最主要因素是降雨过程,总体降雨量、降雨历时和降雨强度对土壤侵蚀量产生的影响较为接近,土壤含水量和植被覆盖度与土壤侵蚀量不存在显著相关关系。

(2) 在坡度较缓(边坡比9:100和1:3)的路基坡面,降雨量的影响大于降雨强度,产流模式更接近蓄满产流。而在坡度较陡(边坡比1:1.5和1:1)的路基坡面,降雨强度的影响大于降雨量,产流模式更接近超渗产流。

(3) 在以时间为变化序列的因素中,对土壤侵蚀的影响大小顺序依次为:降雨>土壤含水量>植被覆盖度。

(4) 土壤侵蚀量与坡长、坡度均不存在显著相关关系。但与坡长相比,土壤侵蚀量对坡度的变化更为敏感。

(5) 本研究分析了影响土壤侵蚀量的降雨量、降雨历时、降雨强度、土壤含水量、植被覆盖度和坡长、坡度等7种因素,但土壤侵蚀是一个有机的复杂过

程,其影响因素还有很多,例如土壤理化性质等,需要在今后的研究中继续完善。

[参 考 文 献]

- [1] 沈波,郑南翔,田伟平.路基压实黄土坡面降雨冲蚀试验研究[J].重庆交通学院学报,2003,22(4):64-67.
- [2] 杨国栋,贾成前.高速公路用地复垦技术及其效果评价[J].交通环保,2001,22(2):28-31.
- [3] 张洪江,李猛,江玉林,等.高速公路边坡侵蚀沟特性初步研究:以银武高速公路同心至固原段为例[J].北京林业大学学报,2007,29(6):143-147.
- [4] 李文银,王治国,蔡继清.工矿区水土保持[M].北京:科学出版社,1996.
- [5] 郑粉莉,唐克丽,周佩华.坡耕地细沟侵蚀的发生、发展和防止途径的探讨[J].水土保持学报,1987,1(1):36-48.
- [6] 张侠,赵德义.水土保持研究综述[J].地质技术经济管理,2004,26(3):26-30.
- [7] 周正朝,上官周平.土壤侵蚀模型研究综述[J].中国水土保持科学,2004,2(1):52-55.
- [8] 刘思峰,郭天榜.灰色系统理论及其应用[M].开封:河南大学出版社,1991.
- [9] 邓聚龙.灰理论基础[M].武汉:华中科技大学出版社,2002.