

浅密式暗管排盐技术改良苏打盐碱地效应研究

王洪义, 王智慧, 杨凤军, 纪鹏, 靳亚忠

(黑龙江八一农垦大学 农学院, 黑龙江 大庆 163319)

摘 要:为探索暗管排盐技术在苏打盐碱地治理中的适用性,选择大庆地区的苏打盐碱地进行田间试验,研究排盐暗管不同间距(5 m, 10 m, 15 m)与埋深(0.8 m, 1 m, 1.2 m)下的盐碱地土壤脱盐效果。结果表明:经 3 次灌溉淋洗,发现埋设暗管能显著降低耕作层土壤含盐量,暗管埋设间距、埋深越小,平均排水效率越高,排水矿化度越大,土壤脱盐效率越高,改土效果越好。间距 5 m、埋深 0.8 m 的处理经淋洗后平均排水效率为 2.08%,较其他处理至少提高了 13.66%;土壤含盐量为 0.16%,较其他处理至少降低了 23.81%。由此建议大庆地区苏打盐碱地降渍脱盐的地下暗管工程最佳布设参数为间距 5 m、埋深 0.8 m,既可以有效排除土壤中盐分,又可以确保耕作层土壤脱盐均匀。

关键词:暗管排盐;盐碱地;浅密式

中图分类号:S156.4

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)03-0269-04

Research for the Effect of Shallow-Tight Type Subsurface Drain Pipes on Improving Soda Saline-alkaline Land

WANG Hong-yi, WANG Zhi-hui, YANG Feng-jun, JI Peng, JIN Ya-zhong

(College of Agriculture, College of Agronomy Heilongjiang Bayi Agriculture University, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

Abstract: To study the practice of subsurface drain pipe for improving soda saline-alkaline land, A soda saline-alkaline land in Daqing was selected to carry out field experiment and investigate the leaching desalination of different drain pipe spacing (5, 10, 15 m) and burial depth (0.8, 1.0, 1.2 m). The result show that with use of three irrigation leaching and buried drain pipes, the plough layer soil salinity is significantly reduced; furthermore, the smaller the spacing and depth of covered pipe are, the higher the efficiency of the average drainage is; and the greater drainage salinity and the higher the efficiency of the soil desalination are, the better the soil improvement is. Under condition of 5 m spacing and 0.8 m depth after processing with leaching drainage, the average efficiency is 2.08%, increases by 13.66%; the soil salinity is 0.16%, decreases by 23.81%. The best laid spacing parameter of the soda saline-alkaline land down stains desalination is 5 m and the depth of 0.8 m, which can not only effectively exclude soil salinity, but also to ensure the uniformity of the plow layer soil desalination.

Key words: covered pipe draining salt; saline and alkaline land; shallow-tight type

土壤盐碱化是我国面临的一个重要的环境问题,严重影响着农业生产和城市园林绿化^[1-2]。在众多盐碱地改良措施中,暗管排盐技术是一项无污染、使用寿命长、排盐有效的技术措施^[3-4]。该技术遵循“盐随水来、盐随水去”的水盐运移规律,当灌溉淋洗时,盐随水通过暗管排出土壤达到洗盐目的,同时利用暗管有效抑制高矿化度地下水的上移,控制土壤次生盐渍化,从而达到治理盐碱地的目的^[5-6]。暗管排盐技术

在滨海盐土地地区的实施效果显著^[7-8]。但由于土壤结构、地下水位等的差异,使各地的研究结果均有一定的局限性。高寒地区土壤黏重^[9],排水效率低,布设暗管时需较密集,且高寒地区季节性冻土严重^[10],暗管埋设坡度与深度不当容易造成水分滞留及暗管冻裂。因此暗管排盐技术的本土化应用关键是研究暗管埋深和间距。本实验通过探讨高寒地区苏打盐碱地暗管排盐系统的布置形式,分析暗管排盐技术对盐

碱地治理的效应,旨在提出适宜于大庆地区的暗管排盐系统的布置模式,指导本地区农业生产和绿化建设。

1 试验设计与方法

1.1 试验地概况

试验区位于黑龙江省大庆地区采油五厂境内,土壤以碱土为主,且在低洼地带呈较大面积的片状分布,地下水位 1.5~1.8 m,耕作层(0~0.4 m)土壤结构分硬皮层和黏土层。其特点是碱化度(ESP)高,一般为 10%~45%。土壤板结,植物稀少。试验区 0~0.4 m 土壤的有机质、全氮、全磷、全钾、全盐含量分别为 5.98%,0.64 g/kg,0.33 g/kg,28.95 g/kg,1.14%,pH 值为 10.20。

1.2 试验设计

本试验为小区试验。排盐主管和支管呈“丰”型二级布置模式。主排盐管为管径 110 mm 的 PVC 排

水管,埋深为 1.5 m,坡降 1‰。主管无孔隙,起收集支管中水的作用,所有主排盐管相互联通,汇入城市排水管道。排盐支管为管径 70 mm 的 PVC 双壁波纹管,在管壁凹槽处打椭圆形洞口,洞口直径 1 cm 左右,管壁外侧用无纺布包裹,坡降 2‰。试验的两个因素为支管的埋设间距和埋深。间距设 3 个水平 5,10,15 m;埋深设 3 个水平 0.8,1,1.2 m,共 9 个处理(5 m,0.8 m,5 m,1.0 m,5 m,1.2 m,10 m,0.8 m,10 m,1.0 m,10 m,1.2 m,15 m,0.8 m,15 m,1.0 m,15 m,1.2 m)。试验布设见图 1。2009 年 5 月完成暗管埋设,开沟与暗管的铺设使用刀链式开沟铺管机,按设计埋深、间距、坡降比同步完成。暗管工程施工完成后,同时深耕松土,平整土地。

灌溉淋洗采用喷漫灌方式,前期用喷头均匀喷洒,一定时间后形成漫灌。灌溉淋洗用水为中水,矿化度在 1 000 mg/L 左右。淋洗分三次,淋洗时间分别为 2009 年 6 月、7 月、8 月,每次淋洗水量为 30 cm。

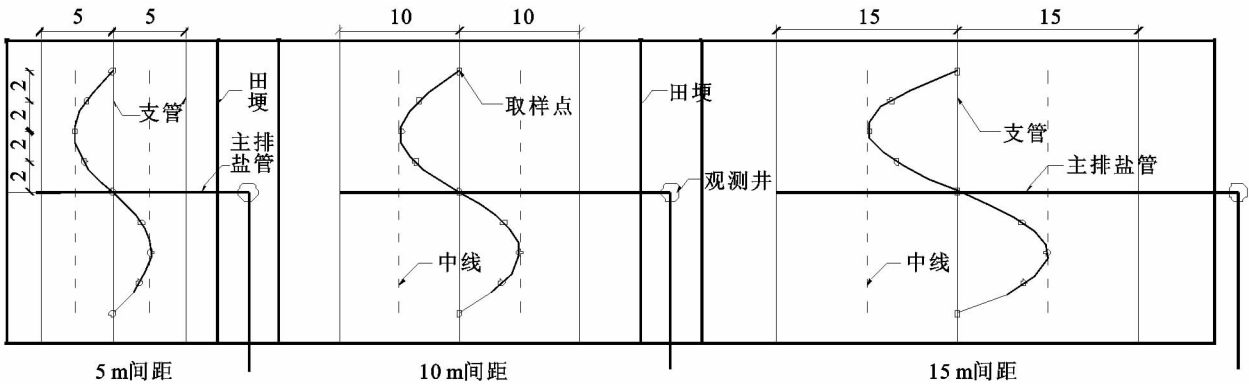


图 1 田间试验平面布置图及取样点

1.3 测定方法

以 3 根排盐支管的中间支管为轴线,两根排盐支管的中线为边界,垂直间距 2 m 为一个取样点,呈 S 型取样,共设 9 个取样点。取样深度为 0~0.4 m。取样土壤经风干、粉碎、过筛后用电导法测定其含盐量^[11]。主管排水稳定期间测定平均排水流量,并将水样取回实验室分析其矿化度。

2 结果与分析

2.1 不同铺设间距与埋深的暗管排水特征

由表 1 可见,5 m 间距的 3 个不同埋深处理中,平均排水流量、平均排水效率、平均排水矿化度均表现为 0.8 m 埋深处理高于 1.0 m,1.2 m 埋深处理。10 m 间距和 15 m 间距的各处理也有相同的结论,即间距相同的暗管埋深越浅,排水脱盐越好。埋深相同的各处理,间距越小,平均排水效率、平均排水矿化度越高。如:0.8 m 埋深的 3 个处理,5 m 间距的平均排

水效率是 10 m 间距的 1.83 倍,是 15 m 间距的 2.67 倍。

表 1 不同处理暗管排水流量、排水效率、排水矿化度比较

间距/ m	埋深/ m	平均排水流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	平均排水 效率/%	平均排水矿化 度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
5	0.8	1.88	2.08	5629.33
	1.0	1.65	1.83	5186.09
	1.2	1.35	1.50	4737.13
10	0.8	2.05	1.14	5214.21
	1.0	1.78	0.99	4838.19
	1.2	1.54	0.85	4411.89
15	0.8	2.11	0.78	4918.55
	1.0	1.87	0.69	4788.51
	1.2	1.68	0.62	4355.54

试验分析表明,埋深不同的暗管系统经过 3 次灌溉淋洗后,在其他条件相同情况下,排盐管埋深越浅,暗管排水系统排盐效果越好,改土效率也越高。而暗管埋深一定时,铺设间距越小,排盐效果越好。通过

两因素的比较可以看出,间距因素对暗管排水特征的影响远远大于埋深因素,是这两个因素中的主要因素。

2.2 不同暗管铺设间距与埋深下的耕作层土壤含盐量

由图 2 可见,经 3 次灌溉淋洗后,各处理的土壤平均含盐量均显著低于 CK(原土壤含盐量),这说明埋设暗管能显著降低耕作层土壤含盐量。但不同的暗管埋深与间距对耕作层土壤含盐量的影响存在差异。5 m 间距的各处理土壤含盐量均较小,分别为 0.16%,0.21%,0.28%。10 m 间距的 3 个处理中,仅 0.8 m 埋深达到了弱盐化土壤的标准(含盐量 0.3%),其它处理土壤含盐量较高。随着暗管间距的增加,土壤含盐量也明显提高,这与张金龙等^[12-14]的研究结果一致。同一间距的各处理埋深与土壤含盐量的关系不尽一致。5 m 间距和 10 m 间距的各处理土壤含盐量与埋深成正比,即埋深越大,土壤含盐量就越大;且 0.8 m 埋深和 1.0 m 埋深的土壤含盐量很接近,1.2 m 埋深的土壤含盐量较 0.8 m 和 1.0 m 埋深的土壤含盐量明显增高。但间距为 15 m 时,1.0 m 埋深的土壤含盐量略小于 0.8 m 埋深。产生这种现象的原因可能有两个:(1) 由于暗管埋设间距较大,导致淋洗脱盐不均匀,各取样点土壤含盐量差异较大,造成平均土壤含盐量略低;(2) 由于暗管的相对深埋阻止了二次反盐,使耕作层土壤含盐量降低。其原因有待进一步研究。

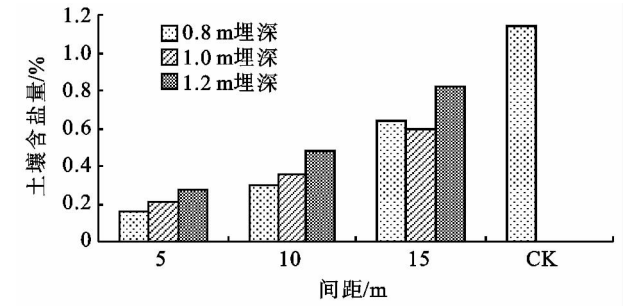


图 2 不同埋深与间距下的耕作层土壤平均含盐量

2.3 各取样点土壤含盐量差异性比较

对经过灌溉淋洗后达到弱碱化土壤的 4 个处理(5 m,0.8 m,5 m,1.0 m,5 m,1.2 m,10 m,0.8 m)进行取样点土壤盐分含量的比较,用以分析其脱盐是否均匀。由图 3、表 2 可见,各处理的 9 个取样点间土壤含盐量存在一定差异。5 m 间距,0.8 m 埋深处理中,各取样点土壤含盐量变化不大,经分析方差仅为 0.000 258,说明此处理经灌溉淋洗后土壤脱盐均匀且含盐量较低。其它 3 个处理的方差值远远高于 5 m 间距,0.8 m 埋深处理,方差越大说明各取样点土壤含盐量变异越大,淋洗脱盐越不均匀。实验分析表

明,埋深和间距的增大均影响耕作层土壤脱盐效果及盐分分布。随暗管埋设深度的增加,土壤脱盐越不均匀。暗管间距增大,土壤盐分分布不均匀程度加大,且其对土壤含盐量的影响远远大于埋深。

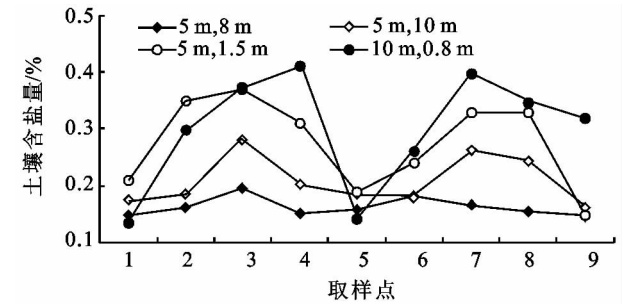


图 3 各取样点土壤含盐量

表 2 各取样点土壤含盐量差异性分析			
间距/m	埋深/m	平均值	方差
5	0.8	0.16	0.000258
	1.0	0.21	0.001803
	1.2	0.28	0.006309
10	0.8	0.30	0.010604

3 结论与讨论

暗管排盐是基于土壤水盐运移规律与作物需水耐盐度的暗管地下水位调控方案^[15-16],灌溉制度是通过暗管埋设条件下淡水高效利用方式的研究结果确定的^[17]。浅密式暗管排盐技术针对大庆地区苏打盐碱地和季节性冻土这一现象,将排盐暗管埋设于地下水位之上,无灌溉淋洗与降水时,可通过观测井控制管中水分流动,这样既可以保证土壤水分无过度损失,同时可以防止冬季暗管冻裂,也可以通过控制地下水位抑制土壤返盐^[18]。

试验研究表明,埋设暗管能显著降低耕作层土壤的含盐量。但不同的暗管埋深与间距间的土壤含盐量存在差异。对暗管埋设深浅的研究表明,埋深越小,经灌溉淋洗后,其排水效率越高,耕作层土壤脱盐效果越好,盐分分布越均匀,改土效率也越高。暗管间距大小对排水特征及脱盐效果的影响与埋深一致,表现为暗管间距越小,排水脱盐改土效率越好,且间距大小对排盐的影响较埋深作用更大,是二因素中的主要因素。通过对间距和埋深两因素的综合比较分析,可以得出:5 m 间距,0.8 m 埋深对大庆地区苏打盐碱地土壤脱盐效果最好。从经济效益分析,暗管埋设间距越小,土壤排水排盐效率越高,但工程实施成本也越高。暗管埋设较浅,利用刀链式开沟机铺设管线相对容易,成本较低。利用浅密式暗管排盐技术改良高寒地区苏打盐碱地可在几年后使大面积盐碱地的植被恢复,变成可利用的耕地,属于一次性投资长

期受益。实际应用时可以根据不同的应用目的,采取不同的铺设方式,如农业种植对土壤要求较高,可以采取浅密式布管形式,园林绿化由于树种大部分根系深且不要求均一土壤,可以适当增大间距和埋深。这方面的实施措施有待进一步研究,以期更有效地探讨暗管排盐技术在改良盐碱地和改善生态环境质量方面的作用。

参考文献:

- [1] 刘建红. 盐碱地开发治理研究进展[J]. 山西农业科学, 2008,36(12):51-53.
 - [2] 彭成山,杨玉珍,郑存虎,等. 黄河三角洲暗管改碱工程技术实验与研究[M]. 河南:黄河水利出版社,2006.
 - [3] 张建锋. 盐碱地的生态修复研究[J]. 水土保持研究, 2008,15(4):74-78.
 - [4] Qadir M, Ghafoor A, Murtaza G. Amelioration strategies for saline soils: a review[J]. Land Degradation and Development, 2000,11(6):501-521.
 - [5] 马凤娇,谭莉梅,刘慧涛,等. 河北滨海盐碱区暗管改碱技术的降雨有效性评价[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(2):409-414.
 - [6] Ritzema H P, Nijland H J, Croon F W. Subsurface drainage practices: from manual installation to large-scale implementation[J]. Agricultural Water Management, 2006,86(1/2):60-71.
 - [7] 李凯,窦森,张庆联,等. 暗管排水技术及其在苏打盐碱土改良上的应用[J]. 吉林农业科学, 2012,37(1):41-43.
 - [8] 刘玉涛,董智,李红丽,等. 不同隔盐措施对滨海盐碱地白蜡光合作用日变化的影响[J]. 水土保持研究, 2011, 18(3):126-130.
 - [9] 袁磊,雷国平,张小虎. 大庆油田区土地生态安全评价[J]. 水土保持研究, 2009,16(1):216-221.
 - [10] 高志昊,宋戈,张远景. 石油城市经济转型背景下土地利用模式研究:以黑龙江省大庆市为例[J]. 水土保持研究, 2011,18(3):162-167.
 - [11] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社,1978.
 - [12] 张金龙,张清,王振宇,等. 排水暗管间距对滨海盐土淋洗脱盐效果的影响[J]. 农业工程学报, 2012,28(9):85-89.
 - [13] Chahar B R, Vadodaria G P. Steady subsurface drainage of homogeneous soils by ditches[J]. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Water Management, 2008,161(6):303-311.
 - [14] Youngs E G, Leeds-Harrison P B. Improving efficiency of desalinization with subsurface drainage[J]. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 2000, 126(6):375-380.
 - [15] 刘永,王为木,周详. 滨海盐土暗管排水降渍脱盐效果研究[J]. 土壤, 2011,43(6):1004-1008.
 - [16] 李凤霞,王学琴,郭永忠,等. 不同改良措施对银川平原盐碱地土壤性质及酶活性的影响[J]. 水土保持研究, 2012,19(6):13-18.
 - [17] 刘小京,李向军,陈丽娜,等. 盐碱区适应性农作制度与技术探讨:以河北省滨海平原盐碱区为例[J]. 中国生态农业学报, 2010,18(4):911-913.
 - [18] 刘慧涛,谭莉梅,于淑会,等. 河北滨海盐碱区暗管埋设下土壤水盐变化响应研究[J]. 中国生态农业学报, 2012,20(12):1693-1699.
-
- (上接第 268 页)
- [13] 秦伟,朱清科,刘中奇,等. 基于 GIS 和 RS 的退耕还林工程土壤保育价值评估[J]. 中国水土保持科学, 2009, 7(2):54-62.
 - [14] 韩素芸,田大伦,闫文德,等. 湖南省主要森林类型生态服务功能价值评价[J]. 中南林业科技大学学报, 2009, 29(6):6-13.
 - [15] 江源,高清竹,何立环,等. 基于 Landsat-TM 数据的农牧交错带景观结构研究:以内蒙古自治区兴和县为例[J]. 应用生态学报, 2002,13(4):403-408.
 - [16] 王兵,杨锋伟,郭浩,等. 森林生态系统服务功能评估规范(LY/T1721-2008)[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
 - [17] 彭文英,张科利,江忠善,等. 黄土高原坡耕地退耕还草的水沙变化特征[J]. 地理科学, 2002,22(4):397-402.
 - [18] 赵同谦,欧阳志云,郑华,等. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价[J]. 自然资源学报, 2004,19(4):480-497.
 - [19] 王兵,郑秋红,郭浩. 基于 Shannon-Wiener 指数的中国森林物种多样性保育价值评估方法[J]. 林业科学研究, 2008,21(2):268-274.
 - [20] 孙宝平. 荒漠化防治工程学[M]. 北京:中国林业出版社,2000.
 - [21] 胡建忠. 砒砂岩区种植沙棘后景观生态格局综合评价[J]. 水土保持研究, 2011,18(5):247-252.
 - [22] 王兵,魏江生,胡文. 中国灌木林—经济林—竹林的生态系统服务功能评估[J]. 生态学报, 2011,31(7):1936-1945.
 - [23] 赵忠宝,李克国,曾广娟. 秦皇岛市森林生态系统服务功能评价研究[J]. 干旱区资源与环境, 2012,26(2):31-36.
 - [24] 刘梅娟,温作民. 森林自然资本会计计量体系及方法[J]. 林业科学, 2011,47(3):161-168.