

文章编号 :1003-8701(2012)01-0041-03

# 暗管排水技术及其在苏打盐碱土改良上的应用

李 凯<sup>1</sup>, 窦 森<sup>2\*</sup>, 张庆联<sup>3</sup>, 江振东<sup>4</sup>, 王长宇<sup>3</sup>, 吴劲松<sup>4</sup>

(1. 吉林农业科技学院文理学院, 吉林 132101; 2. 吉林农业大学资源与环境学院, 长春 130118; 3. 吉林省土地整理中心, 长春 130042; 4. 大安市国土资源局, 吉林 大安 131300)

**摘 要:**暗管排水技术是土壤改良中的一项重要水利工程措施,在干旱和半干旱地区应用较多。本文对暗管材料的种类、铺设暗管的手段和参考指标、排水质量的预测、以及暗管排水技术在苏打盐碱土改良上的应用进行了综述,而且对于吉林省苏打盐碱土改良来说,西部土地开发整理重大工程为暗管改碱提供了良好的条件。

**关键词:**暗管排水;改碱;苏打盐碱土

中图分类号:S156.4+6

文献标识码:A

## Subsurface Pipe Drainage Technology and Its Application on Improvement of Soda-saline Soil

LI Kai<sup>1</sup>, DOU Sen<sup>2</sup>, ZHANG Qing-lian<sup>3</sup>, JIANG Zhen-dong<sup>4</sup>, WANG Chang-yu<sup>3</sup>, WU Jin-song<sup>4</sup>

(1. Department of Arts and Science, Jilin Agricultural Science and Technology College, Jilin, 132101; 2. College of Resource and Environment, Jilin Agricultural University, Changchun, 130118; 3. Land Consolidation and Rehabilitation Center of Jilin Province, Changchun, 130042; 4. Da'an Land and Resources Bureau, Da'an 131300, China)

**Abstract:** Subsurface pipe drainage technology, an important water engineer measure, is widely used in arid and semi-arid areas. Material types, the methods and reference index of installing drain pipes, quality prediction of discharge and subsurface pipe drainage application on improvement of soda-saline soil were introduced in this paper. A new chance which offered by the great land development and consolidation project in the west of Jilin province was proposed for soda-saline improvement by subsurface pipe drainage.

**Keywords:** Subsurface pipe drainage; Decreasing alkaline; Soda-saline soil

### 1 暗管排水

暗管排水技术是干旱和半干旱地区防止洪涝灾害和土壤盐渍化的一项重要水利灌溉措施<sup>[1]</sup>。暗管的组成主要包括管壁和包膜两部分。暗管管壁的最初制作材料主要为黏土,大约有几十年的使用史。随着技术的进步黏土制作的暗管逐渐被水泥管、塑料制作的排水管所代替,1959年在荷

兰首次使用了塑料排水管,1963年德国也开始使用<sup>[2]</sup>。我国最初的暗管主要使用陶土管、水泥管等,由于施工成本高、使用年限较短等原因,没有大面积推广。

包膜是包裹在暗管周围强透水性材料,主要功能是提高暗管排水防堵性能,保证暗管排水功能持续有效。其制作材料主要包括颗粒矿质的、有机的和合成的3种。颗粒矿质材料例如粗砂、细沙砾和破碎的石头,在干旱和半干旱地区都有应用。采用此技术并达到准确布置,需要较高的花费。从1922年到2000年,颗粒矿质材料标准研究得以开展,且不断的修改和更新<sup>[3]</sup>。有机材料在欧洲西北部以成功应用在沟渠的排水管上,这些有机材料

收稿日期:2011-08-16

基金项目:国家科技支撑项目课题(2009BAC55B05)

作者简介:李 凯(1980-),女,讲师,博士,从事土壤生物化学研究。

通讯作者:窦 森,男,博士,教授,博士生导师,

E-mail: dousen@tom.com

疏松多孔,主要是农作物的副产品,包括谷壳、作物秸秆、树叶、竹子、木屑和可可纤维等<sup>[2]</sup>。但由于有机物料容易被微生物降解可变性较大,很难描述设计参数,因此其应用有一定的局限性。合成材料主要运用的是玻璃纤维及其副产物,且这些材料具有保持水力和土壤功能<sup>[2]</sup>。

在国外暗管排水开始于19世纪初,到本世纪中期已被广泛应用,60年代得到大规模发展,目前欧美一些发达国家暗管排水面积已占总排水面积的70%<sup>[4]</sup>,我国在农田排水方面广泛采用明沟排水,农田地下排水推广应用时间不长,20世纪50年代才逐渐兴起,处于边试验边推广阶段。Jury指出暗管排水的质量研究可能是几年或几十年<sup>[5]</sup>。但田间试验通常是有限的几年,因此有必要发明一种长期预测排出水质量的工具。Jury应用Kirkham(1949)和Kirkham(1958)的流速公式计算了溶液流动的时间,从而计算了水质量。Kamra等1991年发明了半连续模型。Pickens等(1979)和Nour el-Din等<sup>[6]</sup>发明了预测排出水质量的全数字化模型。Kelleners<sup>[1]</sup>发明了预测排出水长期盐渍化模型,对于排水管以上的区域应用水平流动-离散方程,对于排水管以下的区域采用流速公式。

## 2 暗管铺设

暗管的铺设也叫埋管,大型重力设备包括起重机械、助耕机、挖掘机等。暗管的埋设主要包括人工埋设和人工机械埋设。人工机械埋设相比单一的人工埋管,安全性、准确性都大大提高,其中人为远程控制-机械化埋管可以根据不同环境、尺寸等因素进行埋管操作<sup>[7-8]</sup>。20世纪80年代,我国开始引进国外先进暗管排水技术和设备,新疆地区1985年引进荷兰技术和设备,埋设暗管面积866.6 hm<sup>2</sup>;天津市1979年开始引进试验,铺设面积466.6 hm<sup>2</sup>,到1991年铺设面积约3万hm<sup>2</sup>。

田间布置的暗管和包膜的选择主要取决于田间试验和田间的基础性研究,且田间试验是必要的,许多国家,如比利时、德国、法国和荷兰,都有大量的田间暗管应用系统<sup>[2]</sup>。暗管铺设的主要指标有暗管埋设间距、埋深和管的半径<sup>[9-10]</sup>。暗管埋深和间距大小与气候、土壤、地势、植物等有关,不同国家对暗管埋设的主张也不一致,美国、前苏联主张采用深而疏的方式,埋深3m左右;印度、伊朗、日本等普遍采用浅而密的方式,暗管埋深0.8~1.5m,间距20~40m。在我国,北方旱地暗管埋深1.2~3.5m,间距20~330m,新疆内陆盐碱区

平均埋深2.0m,间距50m。但因盐碱土分布、土壤性质、气候条件和植物种类不同,各地暗管和埋深也不同。

为了保证暗管排水技术的科学合理利用,美国、荷兰和日本等国家相继研究出了自己的暗管排水技术标准,如美国农业工程学会制定了湿润地区暗管排水设计和安装技术标准(ASAE EP480 FEB03, ASAE EP481 FEB03, ASAE EP463.1 FEB03)、干旱和半干旱区暗管排水和设计标准,内容包括(1)地形地貌、土壤质地、所需的排水量、水文地质、水质等的调查;(2)暗管排水吸水管、集水管、配套沟渠等的设计;(3)滤料等材料选择;(4)埋设;(5)环境保护;(6)后期维护等。日本在1945年后大力推广暗管排水技术,并发布了《土壤改良事业规划设计标准》,包括“暗管排水规划设计”。我国也在农田排水工程技术规范(SL/T4-1999)中,就暗管排水的设计、材料选择、施工、施工和管理等做出了相应的技术要求。

## 3 暗管改碱

暗管排水是“暗管改碱”的基础,因为盐随水去,碱随水行。把暗管排水用于盐碱地区,通过暗管排水达到排碱和控制土壤返盐的目的。暗管排水是在地下埋设管壁有多孔或缝隙的管道,排除土壤中多余的水分,降低地下水位,以利于农作物生长的排水措施。近30~40年来,在世界上许多国家如美国、日本、埃及等国得到广泛应用。在干旱和半干旱地区暗管排出水的质量直接影响该排出水的应用与竖井排水相比,暗管排出水的质量较好。轻度盐碱化地区土壤中大多数盐分在埋管10年内可以去除,铺设暗管的前两年或前3年土壤盐分降低程度最大。在我国江苏、河北、山东、辽宁、甘肃等地均取得了显著效果<sup>[11-14]</sup>。滨海盐土暗管排水改土的工程布局和试验开展的较多,在盘锦地区,1984~1986年轻度盐渍型水稻土上设置试验,结果表明,埋泥烧瓦管排水效果优于传统的明沟排水,主要表明在降低地下水位和地下水矿化度,提高土体脱盐效果,暗管排水比明沟排水稻谷增产9.1%~18.0%<sup>[14]</sup>。在甘肃西垦区,灌溉100 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>水,暗管排水使脱盐率提高0.115%~20.8%,作物产量增加12.9%~20.4%<sup>[11]</sup>。

## 4 暗管排水改碱用于苏打盐渍土改良

松嫩平原苏打盐碱土是否可以采用暗管改碱技术,以前没有任何研究。根据松嫩平原苏打盐碱

土的特点,表面上除地下水位条件具备外,并不具备暗管改碱技术的应用条件,即缺水、土壤不透水同时存在。但是若解决了这两个关键条件,暗管改碱技术就会给苏打盐碱土改良这一老大难问题带来前所未有的优势。

吉林省西部土地整理重大工程项目为解决这两个问题起到了不可替代的作用。项目区位于白城和松原两个地区,总面积 41.24 万  $\text{hm}^2$ ,计划投资 62.66 亿元,历时 3~5 年,建设标准农田 30.64 万  $\text{hm}^2$ ,其中新增水田 9.63 万  $\text{hm}^2$ 。一是以水定地,水有保障,引嫩入白、哈达山水利枢纽、大安灌区 3 大水利工程为土地整理重大工程配套。二是在土地平整过程中,实施客砂松土,有机物料改土培肥、化学改良等措施,使土壤具有适宜的透水性。以此来配合暗管改碱。这样“改碱”与“改土”相结合(“双改”),水利工程与土地整理工程相结合,洗碱与控制地下水位(控制返碱)相结合,在通过种稻和种植耐碱作物(与生物措施相结合),在有充分优质水源的条件下,开发盐碱地种稻,达到改良目的。

吉林农业大学科研小组对吉林省大安市安广镇典型苏打盐碱地进行“双改”的田间试验,李明敏等(2011)<sup>[15]</sup>研究了对照、种水稻、种水稻 +15  $\text{t}/\text{hm}^2$  MM 改良剂、种水稻 +22.5  $\text{t}/\text{hm}^2$  MM 改良剂和种水稻 +30  $\text{t}/\text{hm}^2$  MM 改良剂的效果。结果表明,施用 MM 改良剂能降低土壤 pH、电导率,增加土壤有机质、碱解氮和速效磷的含量。安丰华<sup>[16]</sup>研究了暗管不同埋管深度和间距对苏打碱土性质的影响。结果表明,暗管处理能降低土壤的 pH 值、电导率、土壤容重及全盐量,减少土壤中的  $\text{Na}^+$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$  含量,提高土壤中微团聚体的比例,增加土壤有机质、碱解氮、速效磷及速效钾等养分的含量;暗管埋管深度 0.8 m 条件下,间距 5 m 的处理对苏打盐碱土的改良效果最好。

## 5 展 望

三大水利工程与土地整理工程的结合,为暗管排碱技术在西部盐碱土改良中的应用创造了条件。结合“改土”技术的改碱技术(“双改”)的相关研究已经得到开展,并且改良初现效果。通过松嫩平原苏打盐碱土暗管改碱适应的土壤条件研究,

苏打盐碱土暗管管理参数的研究和苏打盐碱土改土培肥配套技术的研究,有助于苏打盐碱土改良难题的解决,将为苏打盐碱土的改良提供节地、节水、增产的样板,为防治土壤盐碱化提供新的参考。

参考文献:

- [1] Kellenersa T J, Kamrab S K, Jhorarc R K. Prediction of long term drainage water salinity of pipe drains[J]. *Journal of Hydrology*, 2000(234): 249-263.
- [2] Stuyt L C P M, Dierickx W. Design and performance of materials for subsurface drainage systems in agriculture [J]. *agricultural water management*, 2006(86): 50-59.
- [3] Vlotman W F, Willardson L S, Dierickx W. Envelope Design for Subsurface Drains [M]. Publ. 57 ILRI, Wageningen, The Netherlands, 2000, 358.
- [4] 张兰亭. 暗管排水改良滨海盐土的效果及其适宜条件[J]. *土壤学报*, 1988(4): 356-365.
- [5] Jury W A. Solute travel-time estimates for tile-drained fields: I. Theory[J]. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1975(39): 1020-1024.
- [6] Nour el-Din M M, King I P, Tanji K K. Salinity management model: I. Development[J]. *J. Irrig. Drain. Engng, ASCE*, 1987(4): 440-453.
- [7] Lorenc S J, Handlon B E, Bernold L E. Development of a robotic bridge maintenance system [J]. *Automation in Construction*, 2000, 9 (3): 251-258.
- [8] Leonhard E. Bernold, Control schemes for tele robotic pipe installation [J]. *Automation in Construction*, 2007 (16): 518-524.
- [9] Kirkham D. Seepage of steady rainfall through soil into drains[J]. *Trans. Am. Geophys. Union*, 1958(39): 892-908.
- [10] Childs E C, Youngs E G. The nature of the drain channel as a factor in the design of a land-drainage system [J]. *J. Soil Sci.*, 1958, 9 (2): 316-331.
- [11] 罗 斌. 我国的盐渍化土地与治理技术[J]. *林业科技通讯*, 1994(3): 8-10.
- [12] 周明耀, 陈朝如. 滨海盐土地区暗管排水系统布置模式的研究[J]. *江苏农业研究*, 2000(3): 34-38.
- [13] 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 (2): 409-414.
- [14] 魏开基, 吴芝成, 韩宏儒, 等. 滨海盐渍土稻田暗管排水的研究[J]. *土壤通报*, 1995, 26(2): 56-58.
- [15] 李明敏, 龚 森, 江振东, 等. 施用改良剂对苏打碱土化学性质的影响 [A]. 中国土壤学会第十一届四次理事扩大会议论文摘要集[C]. 中国土壤学会, 长春, 2011.
- [16] 安丰华, 龚 森, 江振东, 等. 暗管不同埋管深度和间距对苏打碱土性质的影响 [A]. 中国土壤学会第十一届四次理事扩大会议论文摘要集[C]. 中国土壤学会, 长春, 2011.