

探究保水装置对树苗根区水盐及灌水周期的影响

艾木都力·吾守尔^{1,2*}, 董文明^{1,3}, 马亮^{1,3}, 穆哈西^{1,3#}

¹新疆农业大学水利与土木工程学院, 新疆 乌鲁木齐

²新疆水利水电科学研究院, 新疆 乌鲁木齐

³新疆水利工程安全与水灾害防治重点实验室, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2024年2月3日; 录用日期: 2024年4月5日; 发布日期: 2024年4月15日

摘要

目的: 滴灌技术的普及使盐分不断积累在湿润体边缘, 导致土壤盐碱化, 同时田间渠道无水及时灌溉林带, 防风林带的死亡率剧增, 该文提出一种节水冲洗林带根区盐分的方法。方法: 在呼图壁二十里店镇的棉田选择一块地, 在滴头流量、灌水时间及灌水次数相同的条件下, 对榆树苗根区采用保水装置处理和不处理的两种对比试验, 研究根区水盐的变化及灌水周期的影响。结果: 根区采用保水装置处理时, 该装置保护林带的树皮、降低根区土壤的蒸发量, 灌水周期可延长25天, 成活率可高达98%。灌水6次后, 在湿润体内水平距40 cm、不同深度取土检测盐分的结果表明: 榆树苗根区用保水装置处理比不处理相比多淋洗1.68 g/kg的盐分, 根区土壤盐分的降低很明显。结论: 根区土壤盐分的降低量不仅与土壤性质、根区土壤温度、易溶盐的多少及灌水量有关, 而且水样的盐分和pH值也有关系。

关键词

保水装置, 榆树苗, 自动灌溉, 根区水盐, 灌水周期, 感官指标

Exploring the Effects of Water Retention Devices on Water and Salt Content in the Root Zone of Seedlings and Irrigation Cycles

Aimudoula·Ushouer^{1,2*}, Wenming Dong^{1,3}, Liang Ma^{1,3}, Haxi Mu^{1,3#}

¹College of Water Conservancy and Civil Engineering, Xinjiang Agricultural University, Urumqi Xinjiang

²Xinjiang Institute of Water Resources and Hydropower Research, Urumqi Xinjiang

³Xinjiang Key Laboratory of Hydraulic Engineering Security and Water Disasters Prevention, Urumqi Xinjiang

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 艾木都力·吾守尔, 董文明, 马亮, 穆哈西. 探究保水装置对树苗根区水盐及灌水周期的影响[J]. 林业世界, 2024, 13(2): 128-141. DOI: 10.12677/wjf.2024.132019

Abstract

Objective: The popularization of drip irrigation technology has led to the continuous accumulation of salt at the edge of moist soil, resulting in soil stalinization. At the same time, there is no water in field channels to irrigate forest belts in a timely manner, resulting in a sharp increase in the mortality rate of windbreak forest belts. This article proposes a water-saving method for flushing salt in the root zone of forest belts. **Methods:** Selecting a piece of land in the cotton field of Ershilidian Town in Hutubi, under the same conditions of drip flow rate, irrigation time, and irrigation frequency, two comparative experiments were conducted on the root zone of elm seedlings using a water retention device treatment and no treatment, to study the changes in water and salt in the root zone and the impact of irrigation cycle. **Result:** When the root zone is treated with a water retention device, the device protects the bark of the forest belt and reduces the evaporation of the root zone soil. The irrigation cycle can be extended by 25 days, and the survival rate can reach up to 98%. After 6 rounds of watering, soil samples were taken at different depths and a horizontal distance of 40 cm inside the moist body to detect salt content. The results showed that the root zone of elm seedlings treated with a water retention device leached 1.68 g/kg more salt than untreated, and the reduction of soil salt content in the root zone was significant. **Conclusion:** The decrease in soil salinity in the root zone is not only related to soil properties, root zone soil temperature, the amount of soluble salts, and irrigation amount, but also to the salinity and pH value of the water sample.

Keywords

Water Retention Device, Elm Seedlings, Automatic Irrigation, Root Zone Water and Salt, Irrigation Cycle, Sensory Indicators.

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

研究意义: 大田作物实施滴灌工程后,原有的渠道进行填平或切断渠道水源(如图1所示),从而田边的防护林枯萎死亡,丧失了防护作用,又加者大气变暖,蒸发量大,干旱缺等原因,导致土壤盐碱化、荒漠化、质量降低等现象日益加重[1]。1) 在这种干旱缺水的背景下,无法采用改良周期长、大水冲洗盐分的老方法来改良盐碱地的(或控制盐分)方法[2] [3]; 2) 在滴灌条件下土壤盐分积累在湿润体边缘,土壤盐碱化面积不断扩大(如图2所示) [4]。在改良盐碱地冲洗盐分的用水量随盐碱化面积的增大而增多,节水控制林带根区盐分,提高田间防护林的效率是非常重要的。**前人研究进展:** 由于水资源短缺的原因,大部分漫灌的农用地改为滴灌灌区,部分盐碱地采用弃耕田处理,另一部分盐碱地采用退耕还林的方式造林等措施,新疆各地政府积极投入大量的资金,大力支持改良盐碱地的措施,虽然取得了引人注目的成就,但是忽视了防风林带的作用[5]。**切入点:** 在干旱缺水、炎热气候的条件下,表层土壤的蒸发量大,使根区土壤的返盐直接影响防护林的成活率。以滴灌条件下土壤盐分积累在湿润体边缘的规律为切入点,采用防啃林带兼树根区土壤保水装置(即保水装置) [6],采用该保水装置树苗根区处理和不处理的两种试

验方法, 研究灌水周期及湿润体水盐的变化规律, 揭示其保水装置的优越性。**拟解决的问题:** 新疆是内陆干旱区, 降雨稀少, 蒸发量大, 水资源短缺, 严重的水资源危机已成为限制本地区农业经济发展和改善生态环境的障碍[7] [8]。由于蒸发量大、土壤盐碱化、田间渠无水没法及时灌溉等原因防护林的成活率降低甚至死亡(如图 3 所示)。在冬季林带的树皮被动物啃坏而死亡等现象日益加剧。因此, 该文在树苗用保水装置处理和不处理的两种条件下, 对树苗根区土壤水盐的变化及灌水周期的影响进行对比试验, 采用保水装置可保持树苗根区土壤水分、可延长灌水周期、预防树皮被动物啃坏、提高绿化程度, 为提高北疆灌区防护林的保护提供理论和科学依据。



Figure 1. Waterless original channels
图 1. 无水的原渠道

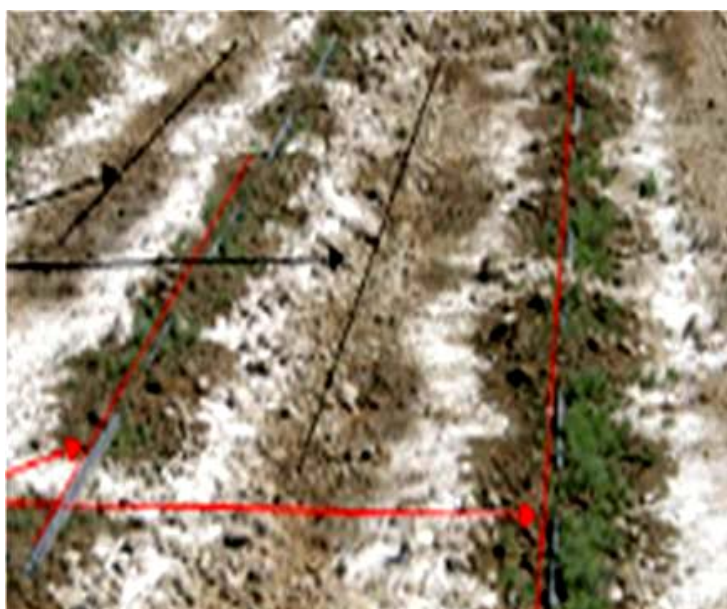


Figure 2. Salinization of soil
图 2. 土壤的盐碱化



Figure 3. Death protection forest
图 3. 死亡的防护林

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

1) 试验条件。试验所选的呼图壁县二十里店棉田进行。土壤容重为 1.25 g/cm^3 ，滴头流量 4 L/h ，每次灌水时间为 8 h ，取土深度为 60 cm ，栽种树苗之前在试验田上、中、下三个点取土(土深为 60 cm)检测盐分(离子总量)，以三个点的平均盐分作为评价依据，解析节水土壤水盐的变化过程。土壤初始盐分为 16.08 g/kg ， $\text{pH} = 8.75$ ，土壤初始体积含水率为 5% 。水样的 $\text{pH} = 8.15$ ，盐分 3.47 g/kg (如表 1 所示)。

Table 1. The average salt content of water samples and soil samples at a depth of 60 cm (g/kg)

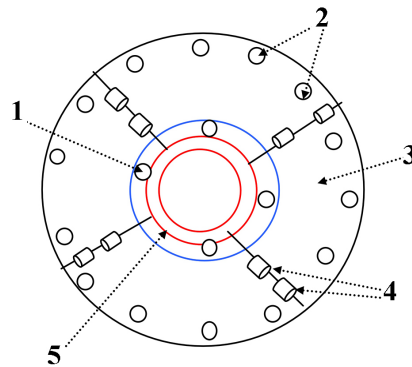
表 1. 水样盐分和土样深 60 cm 的平均盐分(g/kg)

离子名称	pH	碳酸氢根离子	氯离子	硫酸根离子	钙离子	锰离子	钾离子 + 钠离子	离子总量
水样盐分	8.15	0.12	1.15	1.26	0.25	0.34	0.35	3.47
土样盐分均值	8.75	0.44	4.08	6.09	0.94	0.14	4.40	16.08

2) 试验设备。树苗的选择：当地经常栽种 2 种树作为防护林，其一是新疆白杨，由于新疆白杨生长高，防护林与条田距离较近时，防护林挡住田中作物的光线，从而作物减产。其二是榆树，榆树最适合作为防护林，因此，以 2 年的榆树苗为试验材料。采用尺子、环刀、电磁阀、支管及毛管等；土壤容重采用环刀法；土壤含水率检测采用水分探测仪(TDR)；水样和土壤盐分(离子总量)采用溶解法。

2.2. 试验设备及使用方法

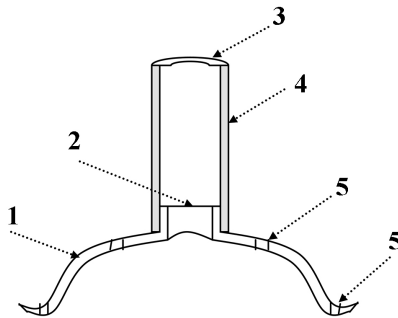
1) 保水装置。保水装置由保树皮的圆环和盖住根区土壤湿润体的基座组成，整体的俯视图如图 4 所示。图 5 是保水装置的剖面图；图 6 是一片基座的示意图；图 7 是两片保树皮圆环的结构图。该装置根据树直径的大小可增减几片圆环和基座片可解决实际问题。



(1) 是保树皮的圆环相连合页钉的插口；(2) 是基座下部的雨水进口洞；(3) 是盖住根区土壤湿润体的基座；(4) 是连接两个基座片的合页；(5) 是保树皮的圆环。

Figure 4. Top-level view of soil water-retaining device

图 4. 土壤保水装置的俯视图



(1) 是盖住根区土壤湿润体基座的斜面；(2) 是盖住根区土壤湿润体的基座与保树皮圆环的连接处；(3) 是保树皮圆环的顶部；(4) 是保树皮圆环体(高度为 1.5 m)；(5) 是基座斜边的雨水进口洞。

Figure 5. Profile of soil water-retaining device

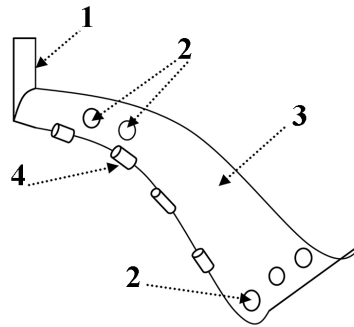
图 5. 土壤保水装置的剖面图

2) 采用保水装置的方法。保树皮的圆环是指保护地表以上的树皮(高度为 1.5 m)，预防林带的树皮被动物啃坏；盖住根区土壤湿润体的基座是指像倒置的伞(覆盖根区的半径为 1.2 m)，基座盖住根区土壤的湿润体，保持林带根区土壤的湿度，降低根区土壤的蒸发量，控制林带根区土壤的返盐，从而提高林带的成活率，根据树直径的大小增加几片保树皮的圆环和盖住根区的基座相连可调节保水装置的尺寸。

3) 管网设计及试验树苗的选择。试验由 1 条支管和 4 条毛管组成，试验田边栽种 4 行树苗，树苗株行距为 2×3 m，每行栽种 20 棵树苗，外围的 1 行树苗和周边的树苗作为保护行。以中间的 2 行树为研究对象，每行树苗中选择大小相同的 4 棵树苗，2 行树苗共 8 棵树苗，其中每行 2 棵树苗用保水装置处理，其余树苗不处理(如图 8 所示)。

4) 自动灌水装置的设计方法。自动化装置由机电箱、继电器、时间继电器、电磁阀组成。继电器和时间继电器安装在机电箱内(即控制系统)，继电器的一边与电源相连，另一边与电磁阀相连；其中总灌水量、灌水周期及灌水时间用时间继电器来控制。用继电器来检测时间继电器、电源开关及电磁阀的正常

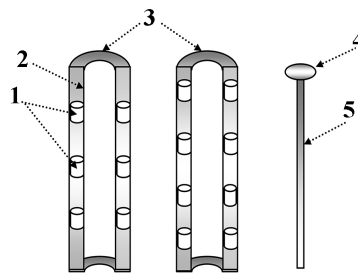
状况, 然后自动开启电磁阀, 水通过支管流入到 4 条毛管, 设定的 8 h 滴水的时间完工之后电磁阀自动进入关闭状态。在时间继电器内设置好的灌水周期到时, 系统又进入工作状态, 滴水 8 小时后自动停水, 就这样自动循环完成作业(如图 8 所示)。



(1) 是盖住根区土壤湿润体基座与保树皮圆环的连接处; (2) 是基座斜面的雨水进口洞; (3) 是基座的斜面; (4) 是两片圆环相连的合页插口。

Figure 6. A schematic diagram of a base

图 6. 一片基座的示意图



(1) 是两片保树皮圆环相连的合页; (2) 是保树皮圆环体; (3) 是保树皮圆环的顶部; (4) 是插合页里的钉子头; (5) 是插合页的钉子。

Figure 7. Structure of two bark rings

图 7. 两片保树皮圆环结构图

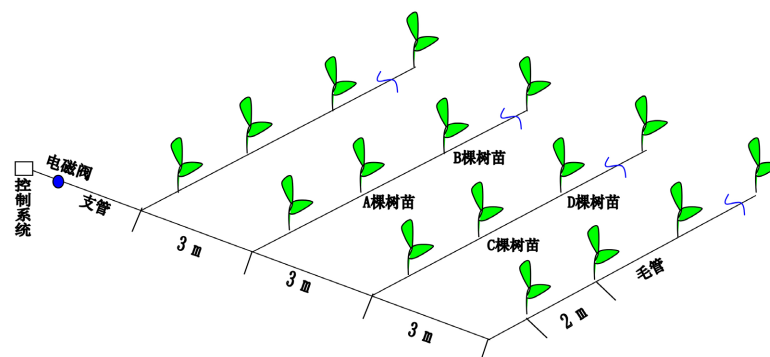


Figure 8. Location diagram of automatic irrigation system and experimental saplings

图 8. 自动灌溉系统及试验树苗的位置示意图

2.3. 试验参数的确定方法

1) 灌水周期的确定。在土壤容重为 1.25 g/cm^3 ，滴头流量 4 L/h ，灌水时间 8 h ，1次灌水的条件下，保水装置处理和不处理的两种试验湿润体内用 TDR 检测体积含水率，根据体积含水率的变化确定灌水周期。

2) 湿润体盐分的检测。在湿润体离滴头水平和垂线取土检测盐分(8大离子)，取土深度为 60 cm ，由于检测盐分的点数和数据多，因此，为清楚地解释根区盐分的变化情况，选择检测盐分点的位置是非常重要的。本试验采用以下简易的方法来选择检测盐分点的位置。

3) 检测盐分点位置的确定。① 取土检测盐分的试验结果表明：湿润体随灌水次数的增多而变大，湿润体内盐分也向湿润体边缘方向运移(积累)，湿润体脱盐边界线内的盐分逐渐降低，盐分积累在湿润体边缘；② 由于研究植物类型的不同，植物的根区发育范围也不相同，由于树苗随着时间的推移不断生长，确定根区的长短比较麻烦，因此，以枸杞和棉花等两种植物根区长度为参照：如宁夏 1 号枸杞垂直根区主要分布在 $20\sim 40 \text{ cm}$ 的深度，水平根区主要分布在距树干 $0\sim 14 \text{ cm}$ 的范围[9]；棉花垂直根区主要分布在 $0\sim 60 \text{ cm}$ 的深度，水平根区主要分布在距树干 $0\sim 40 \text{ cm}$ 的范围[10] [11] [12]。综合分析上述 2 种原因，滴头基点，以湿润体离滴头水平距 40 cm 处取土检测的盐分为依据，湿润体盐分的各向运移进行分析。在此基础上，以土样初始盐分为依据，与检测盐分进行对比，解释脱盐分范围内湿润体盐分的降低量及降低率。

3. 结果与分析

3.1. 用保水装置处理和不处理对根区土壤含水率的影响

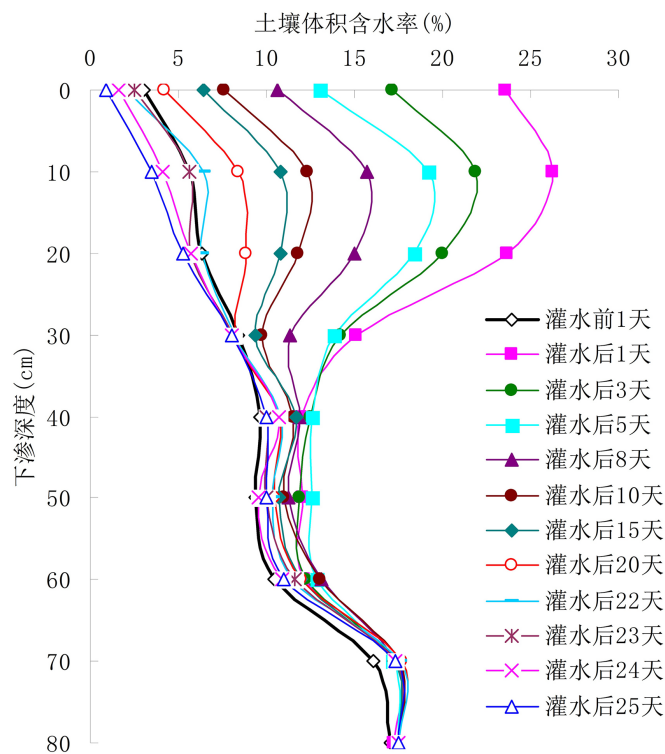


Figure 9. Changes of moisture content before treatment
图 9. 处理前的含水率变化

水分入渗根区土壤与土壤性质(土壤的吸水能力、气候条件、土壤初始含水率、含盐量及有机质含量等)、滴水量、滴水时间有密切的关系[13]。以灌水前 1 天的含水率作为凋萎含水率,土壤容重为 1.25 g/cm^3 ,滴头流量 4 L/h , 滴水时间 8 h 的条件下,采用观测湿润体水平和垂直方向的含水率的方法,灌水 1 次之后第 20 天观测土壤含水率来确定灌水周期(如图 9 和图 10 所示)。水前 1 天和灌水后 1 天、3 天、5 天、8 天、10 天、15 天、20 天、22 天、23 天、24 天和 25 天时,不同深度含水率的变化过程(如图 9 和图 10 所示)。

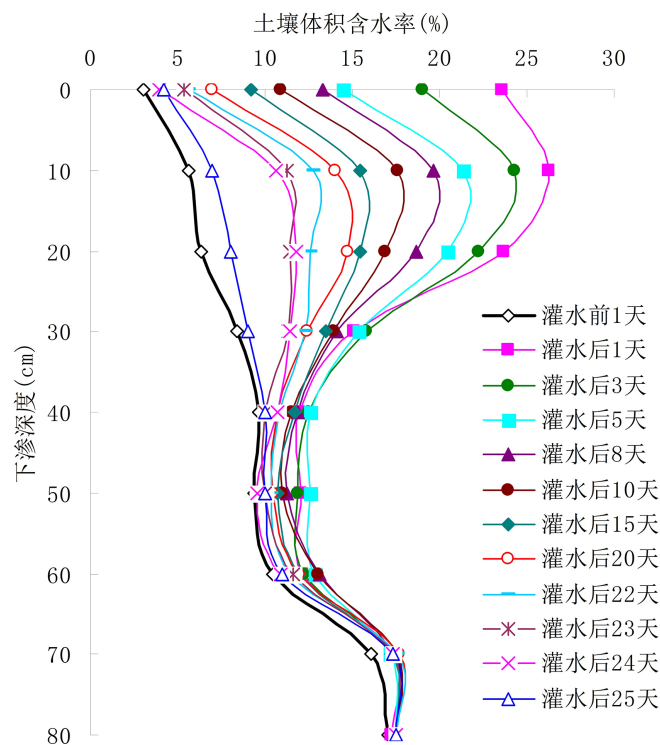


Figure 10. Changes of moisture content after treatment
图 10. 处理后的含水率变化

试验结果表明:图 9 进行分析可知:树苗根区不用保水装置处理的条件下,表土 $0\sim 20 \text{ cm}$ 之间土壤水分的蒸发量比较大,土壤水分的变化很明显,灌水周期超过 20 天后, $0\sim 20 \text{ cm}$ 土壤含水率小于灌水前 1 天的含水率,因此,树苗根区不处理时,灌水周期小于 20 天为宜。用保水装置处理后(如图 10 所示),土壤含水率 25 天才接近灌水前的含水率,灌水周期可延长着 25 天。从地面至 20 cm 之间的土壤含水率的变化很明显, 30 cm 以下的土壤含水率保持稳定状态,保持根区土壤的商情,有利于树苗的生长,灌水周期为 25 天为宜(如图 10 所示)。

3.2. 用保水装置处理和不处理对根区土壤盐分的影响

1)用保水装置处理和不处理试验的土壤盐分曲线。在灌水 6 次之后,灌水第 20 天观测的土壤盐分及取土检测盐分点位置如图 11 和图 12 所示。保水装置不处理 6 次灌水后第 20 天观测的积盐边界线是 B 曲线,相应的脱盐边界线为 A 曲线(如图 11 所示)。用保水装置处理 6 次灌水后第 20 天观测的积盐边界线是 D 曲线,相应的脱盐边界线为 C 曲线(如图 12 所示)。在树苗根区用保水装置处理的条件下,土壤盐分的各向运移距大于不处理的情况(如图 11 和图 12 所示)。

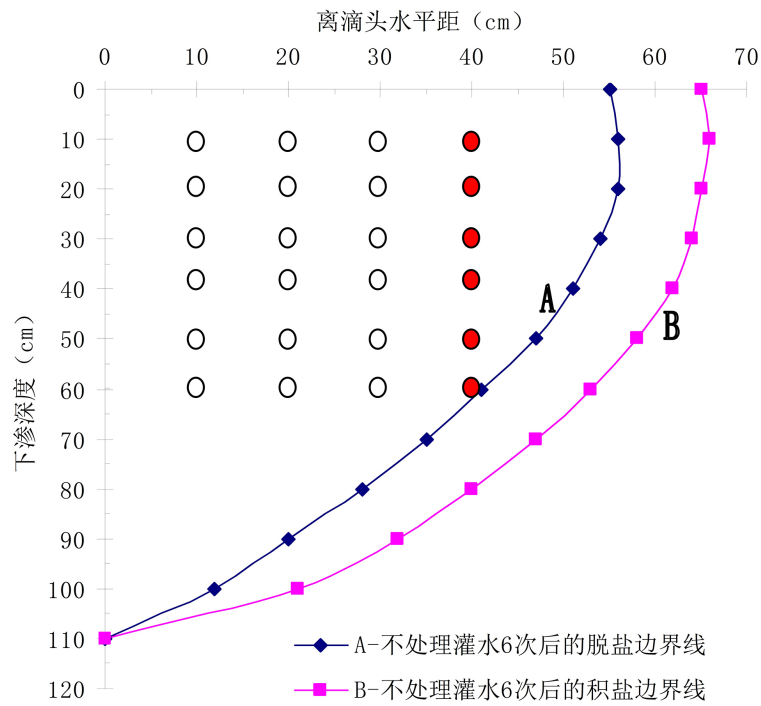


Figure 11. Salt curve without treatment
图 11. 不处理条件下的盐分曲线

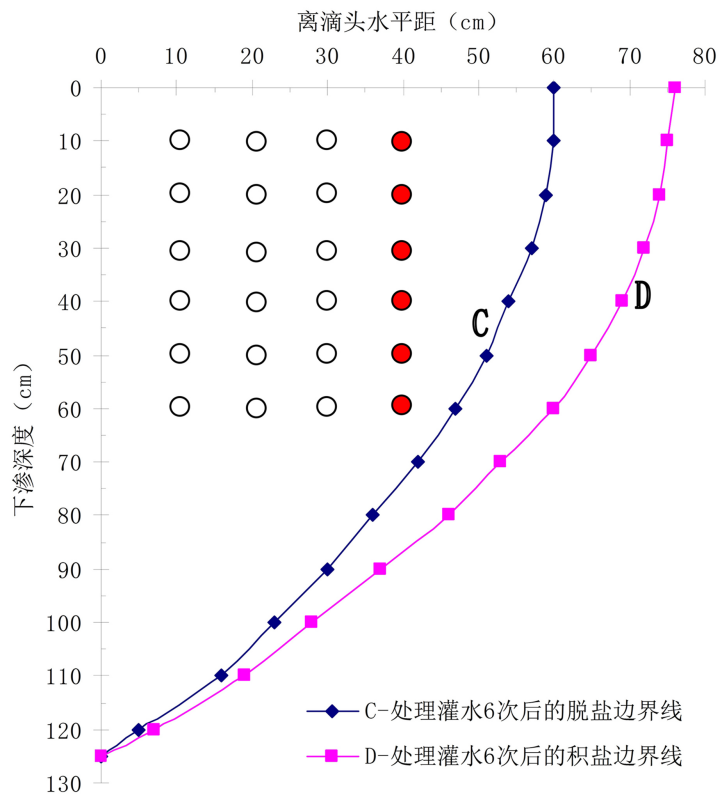


Figure 12. Salinity curve under treatment conditions
图 12. 处理条件下的盐分曲线

2) 在树苗根区不用保水装置处理 6 次灌水条件下, 在湿润体离滴头水平距为 40 cm 处不同深度盐分的检测结果如表 2 所示。

Table 2. Salt content at different depths at a horizontal distance of 40 cm after 6 rounds of irrigation without treatment (g/kg)
表 2. 不处理灌水 6 次后水平距为 40 cm 处不同深度的盐分(g/kg)

深度(m)	碳酸氢根离子	氯离子	硫酸根离子	钙离子	镁离子	钾离子 + 钠离子	离子总量
5 cm	0.32	3.86	5.67	0.87	0.13	4.15	15.00
10 cm	0.29	2.94	4.29	0.68	0.11	3.67	11.98
15 cm	0.21	1.83	3.83	0.53	0.09	2.84	9.33
20 cm	0.16	1.65	3.64	0.42	0.08	2.43	8.38
30 cm	0.38	2.46	3.58	0.51	0.05	1.86	8.84
40 cm	0.46	2.56	4.62	0.65	0.16	2.18	10.63
50 cm	0.63	3.16	5.82	1.24	0.19	2.35	13.39
60 cm	0.76	3.43	6.93	1.67	0.23	2.46	15.48
均值	0.40	2.74	4.80	0.82	0.13	2.74	11.63

3) 在树苗根区用保水装置处理 6 次灌水条件下, 在湿润体离滴头水平距为 40 cm 处不同深度盐分的检测结果如表 3 所示。

Table 3. Salt content at different depths at a horizontal distance of 40 cm after 6 rounds of irrigation treatment (g/kg)
表 3. 处理灌水 6 次后水平距为 40 cm 处不同深度的盐分(g/kg)

深度(m)	碳酸氢根离子	氯离子	硫酸根离子	钙离子	镁离子	钾离子 + 钠离子	离子总量
5 cm	0.13	2.45	3.47	0.45	0.09	2.57	9.17
10 cm	0.11	0.86	3.15	0.34	0.06	2.15	6.68
15 cm	0.08	0.72	3.12	0.33	0.05	1.34	5.66
20 cm	0.05	0.64	3.02	0.29	0.03	1.14	5.18
30 cm	0.03	0.96	4.11	0.25	0.12	2.26	7.73
40 cm	0.22	1.35	5.92	1.28	0.16	2.75	11.70
50 cm	0.48	1.78	8.21	1.82	0.21	2.85	15.37
60 cm	0.52	1.85	10.31	2.24	0.27	2.92	18.11
均值	0.20	1.33	5.16	0.88	0.13	2.25	9.95

4) 用保水装置不处理和处理时盐分的各向运移。通过表 3 和表 4 中观测数据绘制用保水装置处理和不处理的条件下, 湿润体离滴头水平距为 40 cm 处不同深度盐分的过程线(如图 13 和图 14 所示)。根据树苗根区采用保水装置处理和不处理的条件下, 土壤盐分的各向运移有差异, 尤其是树苗根区用保水装置处理的条件下, 随灌水次数的增多, 湿润体内的盐分各向运移, 积累在湿润体边缘, 脱盐范围不断扩大(如图 14 所示)。

5) 在保水装置不处理时土壤盐分的降低率。在树苗根区保水装置不处理的条件下, 以土样盐分为依

据，灌水 6 次后计算土壤盐分的降低率。土样盐分的均值(来自表 1)与在湿润体内 40 cm 处取土观测盐分均值(来自表 3 最后 1 行)差计算土壤盐分的降低量，土样盐分与降低量的比值计算降低率(表如表 4 所示)。

Table 4. The amount and rate of salt reduction after 6 rounds of untreated irrigation in the root zone (g/kg)

表 4. 根区不处理灌水 6 次时盐分的降低量及降低率(g/kg)

盐分	碳酸氢根离子	氯离子	硫酸根离子	钙离子	镁离子	钾离子 + 钠离子	离子总量
土样盐分(g/kg)	0.44	4.08	6.09	0.94	0.14	4.4	16.09
灌水 6 次后(g/kg)	0.40	2.74	4.80	0.82	0.13	2.74	11.63
降低量(g/kg)	0.04	1.34	1.29	0.12	0.01	1.66	4.46
降低率(%)	8.81	32.94	21.22	12.63	7.14	37.67	27.73

对表 4 进行分析可知：在树苗根区不用保水装置处理 6 次灌水条件下，在湿润体离滴头水平距为 40 cm 处不同深度盐分的检测结果表明：根区土壤盐分的降低量为 4.46 g/kg，根区土壤盐分的降低率为 27.73%。当土壤性质和滴水量不变时，随着灌水量和灌水次数增多，根区土壤盐分的降低量和降低率呈继续下降的趋势。根区土壤盐分的降低量与土壤性质也有关系。当土壤是沙壤土时，湿润体的横向扩散半径小，根区土壤湿润体内盐分的降低率大，根区土壤盐分的淋洗效果较好。

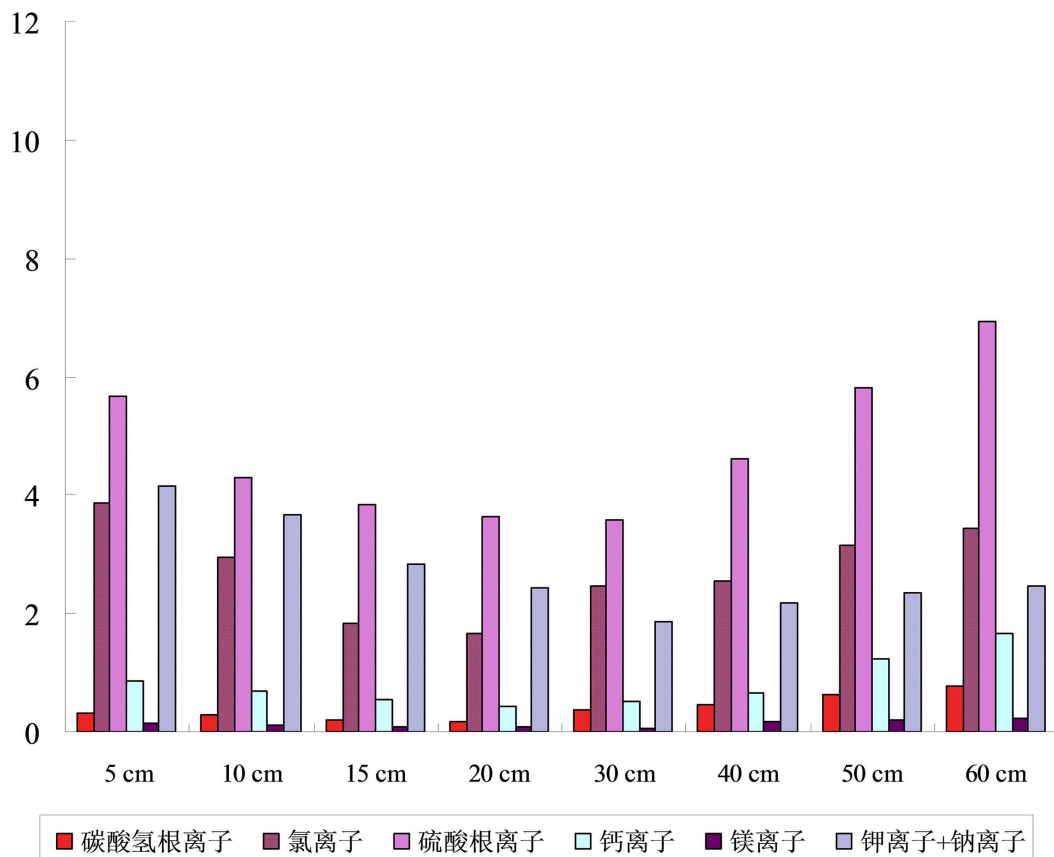


Figure 13. Salt transport under untreated conditions

图 13. 不处理条件下盐分的运移

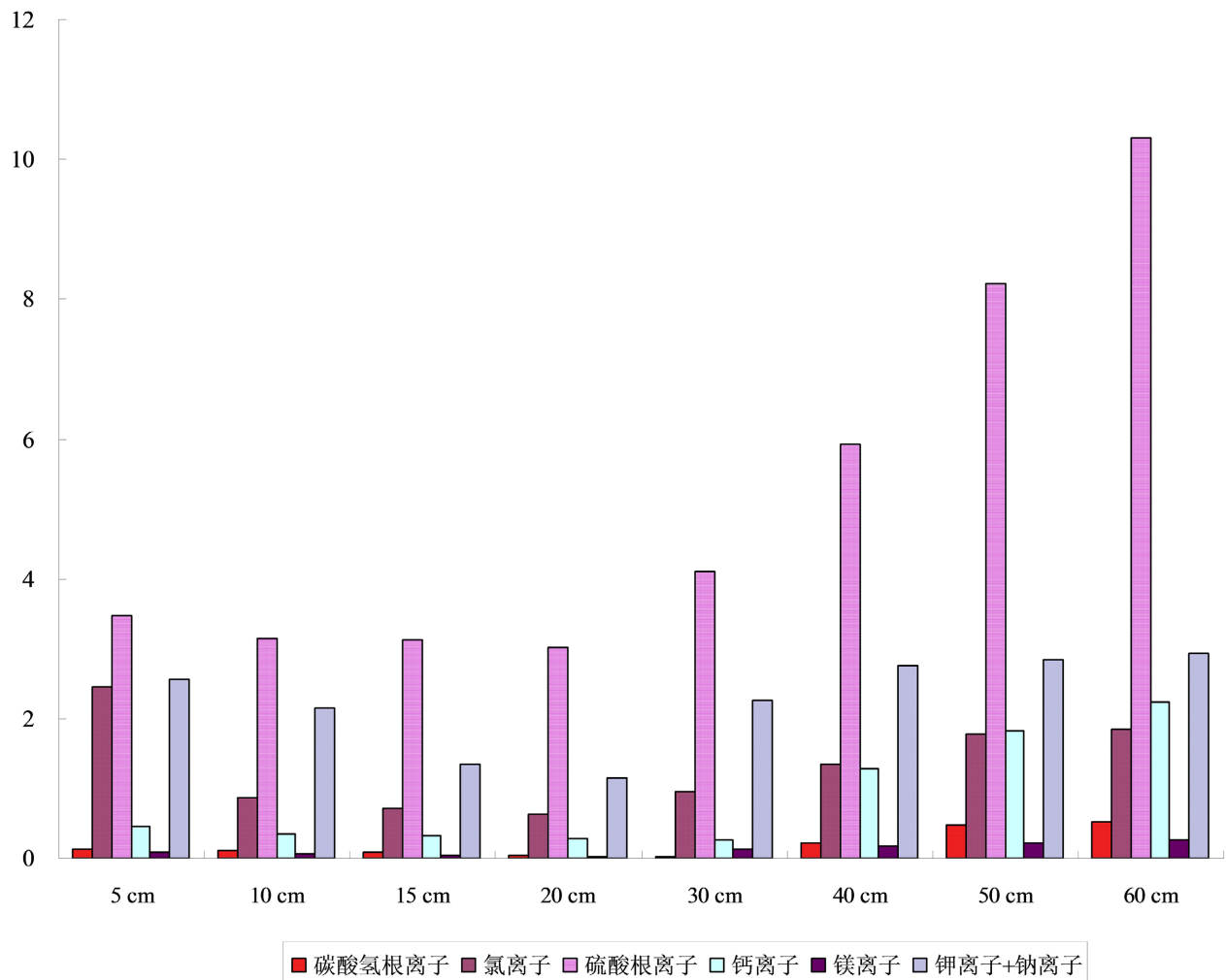


Figure 14. Salt transport under processed conditions

图 14. 处理的条件下盐分的运移

6) 在保水装置处理时土壤盐分的降低率。在树苗根区用保水装置处理的条件下, 树苗根区土壤盐分的变化与灌水量、灌水次数、保水装置下土壤湿润体的温度和湿度有密切的关系, 灌水 6 次的试验结果表明: 树苗根区脱盐范围内的盐分呈逐渐降低的趋势, 盐分向湿润体边缘方向运移或积累(如表 5 所示)。

Table 5. The amount and rate of salt reduction during 6 rounds of irrigation in root zone treatment (g/kg)

表 5. 根区处理灌水 6 次时盐分的降低量及降低率(g/kg)

盐分	碳酸氢根离子	氯离子	硫酸根离子	钙离子	镁离子	钾离子 + 钠离子	离子总量
土样盐分(g/kg)	0.44	4.08	6.09	0.94	0.14	4.4	16.09
灌水 6 次后(g/kg)	0.20	1.33	5.16	0.88	0.13	2.25	9.95
降低量(g/kg)	0.24	2.75	0.93	0.06	0.01	2.15	6.14
降低率(%)	53.55	67.45	15.19	6.76	10.18	48.87	38.17

对表 5 进行分析可知: 在树苗根区用保水装置处理 6 次灌水条件下, 在湿润体离滴头水平距为 40 cm 处不同深度盐分的检测结果表明: 根区土壤盐分的降低量为 6.14 g/kg, 根区土壤盐分的降低率为 38.17%。

这表明：根区土壤盐分的淋洗效果很明显，根区土壤的盐分随滴水次数的增多逐渐降低，树苗根区盐分的降低量与土壤容重、灌水水源的含盐量及根区土壤易溶盐含量的多少也有关系。对表 4 和表 5 进行分析可知：土壤盐分随灌水次数多增多而降低。用保水装置不处理和处理的结果相比，保水装置保持根区土壤的湿度，并盐分的降低量和降低率都大于不处理的试验结果，处理和未处理试验的盐分降低量差值为 1.68 g/kg。

3.3. 保水装置对树苗感官指标的影响

目前最常用的指标有：树苗的形态指标和生理指标，由于本试验的树苗无果实，因此，采用形态指标(包括苗高、叶色、叶形态、根区状况等)来解释两种试验对树苗的影响。试验结果表明：采用保水装置处理和未处理的试验相比，树苗根区不处理的情况下，根区土壤干得快、蒸发量大、表土的返盐情况大于处理的情况，树叶 8 月 5 日开始变黄色，树叶落地时间比处理的早落 20 天，野兔、山羊、毛驴等动物啃坏树皮带来的损失高达 60%。在树苗根区用保水装置处理的条件下，保水装置覆盖住根区的湿润体(半径为 1.2 m)时，降低根区表土的蒸发量，根区发育范围内的含水率保持在 20%~25%间，保护树皮的程度达 98%。

4. 讨论

本试验针对大面积推广滴灌工程技术之后，所造成的田间渠系无水灌溉林带的现状、在滴灌条件下土壤盐分积累在湿润体边缘，使土壤盐碱化(盐渍化)面积逐渐扩大、改良盐碱地的冲洗盐分用水量随盐碱化面积的增大而增多等问题[14] [15]。通过试验来研究保水装置对树苗根区盐分的影响，树苗用保水装置处理后树苗根区土壤盐分明显降低，随滴水次数的增多根区盐分积累在湿润体边缘，尤其是土深 0~30 cm 以上的淋洗效果显著，30 cm 起盐分积累在湿润体边缘，本试验结果与前人研究结果相一致[16] [17] [18] [19] [20]。

5. 结论

1) 保水装置是根据树直径的大小，增加几片保树皮的圆环和盖住根区土壤湿润体基座可调节保水装置的大小，保水装置的拆装简单、可以重复利用，对环境友好，搬运方便，价格便宜，根据树直径调节装置的大小可持续重复利用。

2) 该装置预防林带树皮被动物啃坏，保持树苗根区土壤的温度及湿度，控制树苗根区土壤的返盐，从而提高林带的成活率可达 98%。

3) 在滴灌情况下，根区土壤盐分的变化不仅与土壤性质(土壤的吸水能力、气候条件、土壤初始含水率及含盐量)、滴水量、滴水时间有关，而且水源的 pH 值、盐分及土壤易溶盐的多少也有关。根区土壤不处理的条件下根区土壤易受外界气候条件的影响，因此，灌水周期小于 20 天为宜。在根区土壤用保水装置处理后灌水周期可延长至 25 天。

4) 滴头流量 4 L/h，灌水时间 8 h 时，以脱盐范围内为基础，离滴灌滴头水平距为 40 cm 处取的土样结果表明：树苗根区用保水装置处理的条件下，滴水 6 次后根区盐分降低量为 6.14 g/kg，根区湿润体内的盐分降低率为 38.17%，不处理时，根区盐分降低量为 4.46 g/kg，根区湿润体内的盐分降低率为 27.73%，保水装置处理多淋洗 1.68 g/kg 的盐分。

基金项目

国家自然科学基金“多环追压非等灌对盐碱地药用植物生理指标的影响机理及冲洗定额研究”，(3226130187)；横向项目“新疆耕地质量调查研究分析及治理对策研究”(6660939-2519HXKT1)。

参考文献

- [1] 赵茜宇, 于会彬, 杨芳, 等. 半干旱区湖泊湿地土壤养分与盐碱化特征研究[J]. 环境工程技术学报, 2023, 13(1): 188-196.
- [2] 于波. 格库铁路生态防护林区咸水滴灌风沙土盐分运移特征研究[J]. 节水灌溉, 2023(12): 81-86.
- [3] 莫治, 新王超, 王浩, 等. 叶尔羌河流域胡杨叶片生理特性和对土壤水盐及 pH 值的响应[J]. 中南民族大学学报(自然科学版), 2023, 42(6): 733-738.
- [4] 张作为, 李宏宇, 付强, 等. 化肥有机肥配施对河套灌区土壤盐分及玉米水肥利用的影响[J]. 应用基础与工程科学学报, 2023, 31(5): 1170-1182.
- [5] 郭欣宇, 杨光, 陆乃静, 等. 造林密度对科尔沁沙地奈曼沙区小叶杨防护林林下植被的影响[J]. 水土保持研究, 2024, 31(1): 199-206.
- [6] 穆哈西, 杰恩斯·马坦, 李德志, 等. 防啃林带兼树根区土壤保水装置[P]. 中国, ZL2016205022073. 2016-12-07.
- [7] 朱庭芸. 灌区土壤盐渍化防治[M]. 北京: 农业出版社, 1992: 1-68.
- [8] 赵志鹏, 方磊. 青铜峡灌区春灌前土壤盐分与盐渍化特征及空间分布[J]. 地质灾害与环境保护, 2023, 34(3): 105-112.
- [9] 梁晓婕, 段淋渊, 安巍, 等. 宁夏枸杞根区生长发育特征研究[J]. 西北农业大学学报, 2020, 29(24): 622-629.
- [10] 李志强, 陈昱东, 吕光辉, 等. 荒漠草本植物功能性状的土壤水盐响应特征及生态策略[J]. 新疆农业科学, 2023, 60(8): 2038-2045.
- [11] 杨荣, 田长彦, 买文选. 新疆膜下滴灌棉花早衰的根区生长发育特征[J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(5): 1384-1392.
- [12] 王素芳, 薛惠云, 张志勇, 等. 棉花根区生长与叶片衰老的协调性[J]. 作物学报, 2020, 46(1): 93-101.
- [13] 穆哈西, 赛尔江·乌尔曼别克. 滴灌条件下积盐范围内混种耐盐草及盐分变化趋势的研究[J]. 灌溉排水学报, 2011, 30(5): 108-110.
- [14] 郭克贞, 赵淑银, 苏佩凤, 等. 草地 SPAC 水分运移消耗与高效利用技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2008: 1-91.
- [15] 王全九, 邵明安, 郑纪勇. 土壤中水分运动与溶质迁移[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007: 1-157.
- [16] 乔若楠, 程煜, 闫思慧, 等. 不同离子微咸水对土壤水力特性和生菜生长的影响[J]. 排灌机械工程学报, 2023, 41(3): 288-295.
- [17] 于超, 孙池涛, 张倩, 等. 黄河三角洲盐渍土蒸发对土壤盐分变化的响应特征[J]. 排灌机械工程学报, 2023, 41(1): 89-95.
- [18] 马凯, 饶良懿. 我国土壤盐碱化问题研究脉络和热点分析[J]. 中国农业大学学报, 2023, 28(11): 90-102.
- [19] 郭勇, 尹鑫卫, 李彦, 等. 农田-防护林-荒漠复合系统土壤水盐运移规律及耦合模型建立[J]. 农业工程学报, 2019, 37(17): 87-101.
- [20] 王旭, 樊丽琴, 李磊, 等. 种植方式和灌溉定额对碱化盐土及紫穗槐生长的影响[J]. 农业工程学报, 2020, 36(5): 88-95.