

膜孔渗吸速度初探*

聂新山 韩俊

(新疆水利水电研究所·乌鲁木齐·830049)

摘 要 膜孔灌是一种新的地面灌水方法,通过膜孔入渗试验,初步分析了膜孔灌水的入渗规律,建立了膜孔渗吸速度与时间的经验公式,并研制出一种测定膜孔渗吸速度的试验装置。

关键词 膜孔灌 渗吸速度 试验装置

The Preliminary Study of Infiltration Rate of Film Hole Irrigation

Nie Xinshan Han Jun

(Xinjiang Institute of Water Resources and Hydro-electric Power. urumqi. 830049)

Abstract Film hole irrigation is a new surface irrigation technique. Based on the field test data, this paper preliminarily analyse infiltration law of film hole irrigation, and emperical equation of infiltration rate upon time was establishing. Moreover the test device of determining infiltration rate of film hole is researched in this paper.

Key words film hole irrigation infiltration rate test device

膜孔渗吸速度是膜孔灌的一个重要参数,膜孔灌是一种新的地面灌水方法。所谓膜孔灌就是利用地膜输水,通过膜孔给作物供水,从而达到节水和灌水均匀的目的。膜孔灌课题研究的目的,就是通过试验,研究膜畦规格、灌水强度、入膜流量、灌水定额、灌水历时或畦段灌水时差和土壤渗吸速度、膜畦纵坡之间的关系。要研究出以上七种要素之间的关系,就必须摸清膜孔条件下土壤入渗的机理及其变化规律。

1 膜孔渗吸试验的目的

膜孔渗吸速度是指在单位时间内单位膜孔面积下的土壤吸收地表水层的厚度。膜孔渗吸速度是膜孔灌的主要理论基础,它的大小决定着膜畦长度、灌水历时、入膜流量等因素。

膜孔条件下的土壤入渗,既有水平入渗,也有垂直入渗,它不同于用双环测出的土壤渗吸速度,前者是空间入渗,后者是平面入渗,因而必须设计出专门仪器进行膜孔渗吸速度试验。通过膜孔渗吸试验,寻求出土壤渗吸速度与土壤容重、灌水次数之间的关系,为膜孔灌设计提供依据。同时也可以通过对对比试验,即双环入渗试验与膜孔入渗试验,分析出两种条件下土壤渗吸速度之间

① 收稿日期:1995—09—10 * 国家自然科学基金资助项目

的相关关系.这样就可以根据双环条件下的土壤渗吸速度,计算出膜孔条件下土壤渗吸速度,而无须进行大量而繁琐的试验.因为双环入渗试验,前人已做了大量的试验研究,有很多现成的资料可以借用。

2 试验设计及试验仪器研制

由于1994年是膜孔灌课题研究的第一年,所以只进行了无作物条件下的膜孔入渗试验.试验只进行了单孔入渗试验,计划灌水4次.根据以往的经验,土壤经过4次灌水之后,土壤的渗吸速度基本上不再变化.试验点选在田间试验现场,采用原形试验方法,筒壁尺寸与原畦一致,即1:1的模型.考虑到在测筒内铺膜,膜的四周又要向上翘起,又要在膜上打孔,比较繁琐,故又设计了内筒壁来代替薄膜.外筒壁及内筒壁尺寸为:外筒壁:45cm×12cm×40cm(上下无底);内筒壁:44cm×11cm×15cm(带一底,有一孔,孔径为3.57cm).其形式见图1。

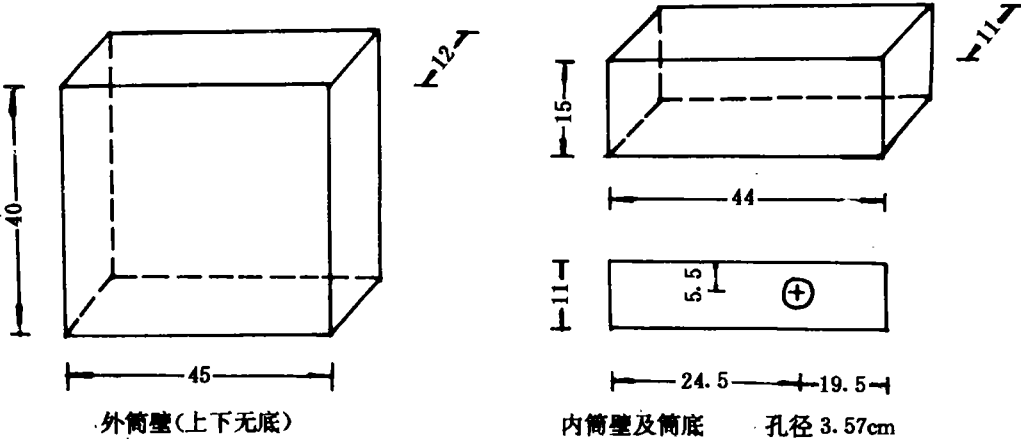


图1 外筒壁、内筒壁长度图(单位: cm)

为了提高试验数据的准确性,减少土壤差异和试验误差的影响,在同一试验小区,选择了4个重复进行膜孔渗吸试验.其平面布置和设备装置见图2。

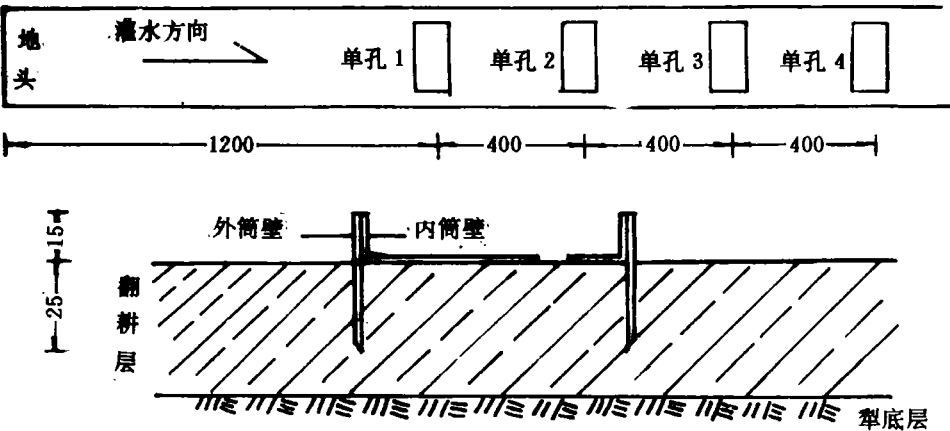


图2 试验平面布置及设备装置图 (单位: cm)

3 试验与观测

在进行膜孔入渗试验前,先测定了土壤8cm,25cm,50cm,80cm处的含水量及25cm,50cm处的土壤容重。开始试验时,将灌水定额 $300\text{m}^3/\text{hm}^2$ 折算成外筒壁面积上的灌水量,一次全部加入内筒壁,每隔一定时间观测下降水位,直至测筒内水入渗完为止。

4 试验结果与分析

用上述方法测得试验结果见表1。

表1 改进前膜孔入渗试验结果

	时 间 (min, s)	水 位 (cm)	时 段 (h)	入 渗 水 量 (ml)	入 渗 速 度 (cm/h)
单 孔 4	0' 0	3.34			
	1'	2.0	0.017	722.26	4248.6
	2'	1.9	0.017	53.9	317.06
	5'	1.3	0.050	323.4	646.8
	10'	0.9	0.083	215.8	259.8
	20'	0.3	0.167	323.4	194.7
	32' 05"	0	0.201	161.7	80.4
单 孔 3	0' 00"	3.34			
	1'	1.9	0.017	776.16	4565.6
	2'	1.7	0.017	107.8	634.1
	5'	1.4	0.050	161.7	323.4
	10'	1.0	0.083	215.8	259.8
	20'	0.7	0.167	161.7	96.8
	30'	0	0.167	377.3	225.9

注:单孔1单孔2的试验结果较差,故未列入表内。

从表1中的数据可以看出,测得的数据规律性不明显,土壤入渗速度偏大。分析其中原因有:(1)观测水位在内筒壁里量出,精度较差,造成通过膜孔入渗的水量观测不准确;(2)内筒壁的水通过渗水孔进入内筒壁底与土壤表面之间后,形成大面积入渗而非膜孔入渗;(3)更为重要的是试验土壤采用耕作层的自然状况,土块没有打碎,孔隙度较大因而测得的入渗速度较大,同时随着耕作层的扰动情况而变化,所以规律性较差。

4.1 试验装置的改进

为了能准确地测出累积入渗量和入渗时间之间的关系,在室内我们改进了原试验设备。利用马利奥特容器实行自动供水,测筒土壤表面仍铺设薄膜,这样可以保证土壤表面与薄膜之间接触密实,入渗水不会在土壤表面和薄膜之间形成水流,使通过膜孔的水完全靠渗吸进入土壤。在膜孔处放一环刀,环刀直径5cm,高5cm,环刀四周填土,防止水从环刀与薄膜接触面渗出。试验时将水位调整到与环刀平齐,这样做可以在试验结束时,准备计算出剩余水量,试验装置见图3。

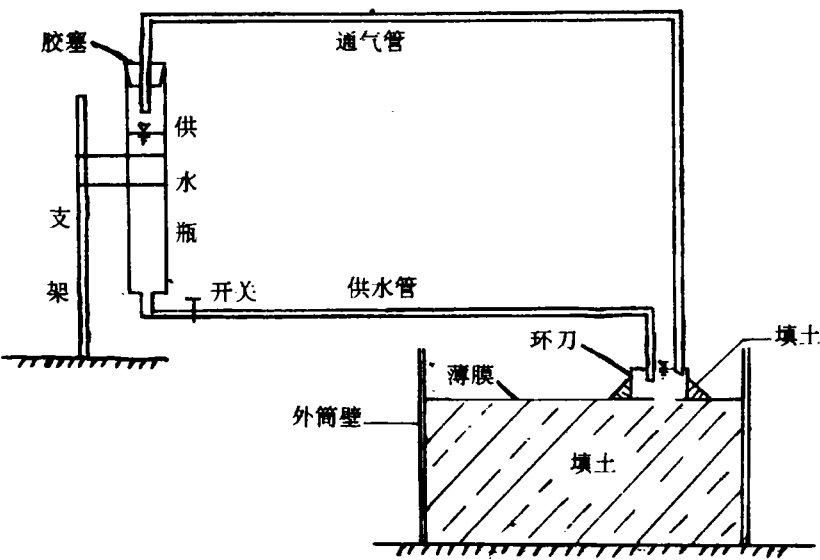


图3 改进后入渗试验装置示意图

4.2 试验基本数据

1、环刀直径5cm,高5cm,膜孔面积10cm²;2、环刀内水深5cm;3、土壤原始含水量 $\theta=0.01$ (重量比);4、土壤为轻壤土,容重 $\gamma_d=1.538\text{g/cm}^3$ 。

4.3 试验分析

观测数值见表2。

表2 改进后试验观测值

时间(min)	10	20	30	40	50	60	70
累积入渗量(cm)	5.678	8.870	11.971	14.801	17.179	20.19	22.96
时间(min)	80	90	100	110	120	130	140
累积入渗量(cm)	24.674	27.052	29.068	31.084	31.10	35.026	36.861
时间(min)	150	160	170	180	190	200	210
累积入渗量(cm)	38.877	40.983	42.818	44.382	46.669	48.052	49.887

注:累积入渗量是指单位面积上土壤吸收水层的厚度。

根据试验结果,点绘出累积入渗量 I 与时间 t 的关系曲线。从图4中可以看出该曲线符合 Kostikov 幂函数关系曲线。根据 Kostikov 公式,对表2中数据进行回归分析,得出下面回归方程:

$$I = 0.9940t^{0.7323}$$

式中: I ——土壤累积入渗量(cm); t ——时间(min)。

该公式相关指数 $r=0.9999$ 。对上式求导,即可得到土壤入渗速度表达式

$$v = 0.7279t^{-0.2677}$$

5 结 语

以上结论只是初步的。根据试验计划,我们将在以后

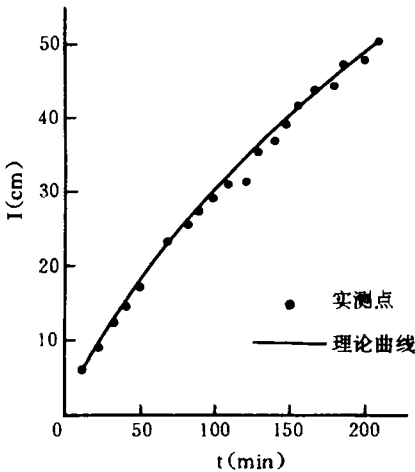


图4 累积入渗量 I 与时间 t 的关系

的试验中,研究膜孔入渗条件下的土壤入渗对 Kostikov 公式中入渗参数的影响以及膜孔入渗与垂直入渗之间的相关关系,使膜孔入渗方程得到进一步改进和完善,使之更加符合实际。

参考文献

- 1 王文焰,张建丰.田间土壤入渗试验装置研究.水土保持学报,1991(4)
- 2 雷志栋,杨诗秀,谢森传.土壤水动力学.清华大学出版社,1988年10月
- 3 D. 希勒尔.土壤和水.农业出版社,1981年7月

(上接第17页)

人工费1元。

由以上分析看出,用可调均衡配水渠代替农渠灌水,每个计算单位可增加经济效益141.88元。折合每公顷增加效益1 773.5元。

6 结 论

可调均衡配水渠不但是膜孔灌技术的配套设施,也可用作其它灌水方法的田间配水装置。它具有配水精度高、流量可调,使用方便、投资效益高等优点,如用塑料、红砖等材料制作造价还会降低。因此,可调均衡配水渠是具有生命力和革新意义的田间配水工程。它的使用将会对农田灌溉产生深远影响。

参考文献

- 1 徐首先.一种新的灌溉技术——膜上灌.农田水利与小水电,1988(5)
- 2 徐首先.膜上灌技术.农业节水技术,水利电力出版社,1991年
- 3 徐首先.膜孔灌技术.新疆水利,1994(6)
- 4 华东水利学院水力学教研室.水力学(上册).高等教育出版社,1984年8月