

编号: 0150

科学技术成果报告

渗 灌 试 验

科学技术文献出版社

目 录

概述.....	(1)
一、试验结果分析.....	(1)
1. 渗灌的增产效果及生长期长势分析.....	(1)
2. 渗灌灌溉水的有效利用率分析.....	(5)
3. 渗灌瓦管周围土壤水分变化规律的测试.....	(9)
二、渗水管的制作.....	(15)
1. 管坯制作.....	(15)
2. 管的性能.....	(16)
3. 埋入地下渗水瓦管的使用状况.....	(16)
三、渗灌系统的规划与施工.....	(17)
1. 管距.....	(17)
2. 长度、坡度.....	(17)
3. 管道的埋设深度.....	(17)
4. 输水管道.....	(18)
5. 进水口和通气孔.....	(18)
四、渗灌的灌水及管理.....	(19)
1. 渗灌的灌水方式.....	(19)
2. 控制适宜的灌水量.....	(19)
3. 灌水时期和次数.....	(19)
五、经济效益分析.....	(19)
六、存在问题及今后设想.....	(19)

渗 灌 试 验

山西省水利科学研究所，运城地区水利局，
万荣县王显公社红卫大队

概 述

万荣县王显公社红卫大队位于运城盆地峨嵋岭台地黄土高垣上，海拔高程 580 米左右。全队 295 户，1400 口人，5600 亩耕地，以棉麦为主。土地瘠薄，肥力较低，耕层平均全氮含量 0.052%，全磷含量 0.049%，土壤田间最大持水量 20~25%，土壤容重约 1.3~1.5 吨/立方米。每年平均降雨量 567.4 毫米，近四年平均 426 毫米，蒸发量 921.2 毫米，年平均气温 11.9℃，无霜期 186 天。由于无地面水，地下水埋深均在 170~180 米以下，干旱年份人畜饮水都难以保证。广大群众努力改变生产条件，于 1974 年后相继建成深井两眼，单井出水量每小时 30~40 吨，在水源奇缺的旱垣上，如何改革灌水方法，实行小水大用，使有限的水发挥更大的效用，以达到省水增产的目的。这是提高这类地区农业生产的一项重要课题。

1975 年春，开始搞了棉花渗灌试验，它是将渗水瓦管埋入耕层下 40~50 厘米处，灌溉水通过管壁孔隙慢慢地渗入土壤，再借助于土壤毛细管的吸水能力，以近似同心圆的形状，将水均匀地扩散到瓦管周围，供作物吸收利用。现大队渗灌面积已达 170 余亩。通过小区试验，大田示范，渗灌的主要优点是：增产、省水、经济、就地取材、便于推广。此外还有：灌水质量好，管理运行简便；灌水不误田间作业，有利于田间管理；节省土地，便于机耕；提高地温，增加地力等。现就几年来的试验概况及生产实践中的一些认识初步叙述如下。

一、试验结果分析

1. 渗灌的增产效果及生长期长势分析

在干旱高垣上，水是影响农作物产量的主要因素之一。几年来，采用渗灌对八茬作物进行了对比试验，对小麦、玉米、棉花都有增产作用。而棉花的增产效果较显著。历年产量情况如表 1。

从表 1 看出，除 1977 年小麦由于受冻害和灌水量不足，致使产量不高外，其它都获得不同程度的增产。1976 年及 1978 年两年小麦渗灌比喷灌平均增产 9.3%，1976 年比地面灌增产 2.8%；1976 年~1978 年棉花三年平均，渗灌比喷灌增产 47.3%，比地面灌增产 98.8%，玉米比地面灌增产 36.1%。

渗灌对作物生育长相、物候期均有较好影响。小麦渗灌比喷灌返青早，拔节快，表现得成熟适期，正常腊黄。渗灌棉花比地面灌出苗、现蕾、开花、吐絮均早 2~4 天(见表 2)。

渗灌对作物生理特性产生影响。小麦渗灌比喷灌根系发达，苗壮，株高，茎粗，穗大，粒多，光能利用率高，光合利用势强。棉花渗灌比地面灌根系发达，苗旺，株高，生长健壮，

第一果枝着生部位低，主茎节间距离和果枝节间距离都短，脱蕾率比地面灌低20%，因而给粮棉稳产、高产奠定了基础（见表3、表4）。

表1 小麦、棉花历年产量情况表

作物	年份	渗灌产量 (斤/亩)	喷灌产量 (斤/亩)	地面灌产量 (斤/亩)	渗灌比喷灌增产		渗灌比地面灌增产		备注
					(斤/亩)	(%)	(斤/亩)	(%)	
小麦	1976	580	559	564	21	3.76	16	2.8	受冻害
	1977	235	350	292	-115	-32.9	-57	-19.5	
	1978	407	355	/	52	14.6	/	/	
棉花	1976	154	100	70	54	54.0	84	120.0	
	1977	182	163	153	19	11.7	29	19.0	
	1978	197	/	88	/	/	109	123.9	
玉米	1978	814	/	598	/	/	216	36.1	

表2 1978年不同灌水方法作物生长期观测表

作物		渗灌 (月、日)	喷灌 (月、日)	地面灌 (月、日)	不灌 (月、日)
小麦	播种	9.27	9.27		9.27
	出苗	10.2	10.3		10.3
	三叶期	10.16	10.17		10.17
	返青	2.20	2.23		2.26
	拔节	4.4	4.5		4.6
	挑旗	4.21	4.18		4.15
	抽穗	5.1	5.2		4.27
	灌浆	5.13	5.13		5.7
	收获	6.5	6.1		5.27
棉花	播种	4.20		4.20	4.20
	出苗	5.1		5.3	5.3
	第一真叶形成	5.15		5.18	5.16
	现蕾	6.3		6.7	6.1
	开花	7.1		7.7	7.3
	吐絮	8.21		8.25	8.19
	收获	10.20		10.20	10.20

表3 1978年不同灌水方法小麦生长情况及光能利用率测定表

灌水方法	株高(厘米)	茎粗(厘米)	穗长(厘米)	第一(厘米)节长	第二(厘米)节长	干根重(克)			光合生产率(克/米 ² /日)	光合势(米 ² /米 ² /日)	备注
						5~25厘米深	25~45厘米深	合计			
						渗灌	107.4	0.50			
喷灌	95.2	0.35	6.01	6.9	10.8	0.51	0.20	0.71	3.92	3.13	
不灌	38.2	0.20	5.1	3.7	5.2	0.20	0.10	0.30	3.62	1.34	

表4 1978年不同灌水方法棉花生长情况测定表

灌水方法	株高(厘米)	第一果枝着生部位(厘米)	主茎节间长度(厘米)	果枝节间长度(厘米)	脱落率(%)	主要根系				
						主根长(厘米)	侧根			
							条数	总长(厘米)	平均长(厘米)	
渗灌	121.0	11.1	4.0	8.2	43.0	72.0	42.0	882.0	21.0	
喷灌	91.1	13.2	4.9	9.4	61.0	44.0	34.0	442.0	13.0	
不灌	50.5	9.0	3.8	8.0	68.0	49.0	38.0	380.0	10.0	

渗灌的产量和长势为什么比喷灌和地面灌都好？综合起来，有以下几个因素。

(1) 渗灌因为瓦管埋在地下，灌水后，土壤内的通气性较好。在适宜的水分和温度的作用下，土壤中的微生物活动强烈，改善了土壤中的养分状况，促进了有机质的分解与合成，因而提高了土壤的肥力。现将1976年小麦地土壤活性有机质的分析结果列于表5：

表5 土壤活性有机质分析结果表

灌水方法	0—30厘米			30—50厘米			0—50厘米
	4月11日	6月19日	增减量	4月11日	6月19日	增减量	增减量
	%	%	斤/亩	%	%	斤/亩	斤/亩
渗灌	0.67	0.75	430	0.55	0.64	360	+790
喷灌	0.65	0.71	390	0.45	0.43	-80	+310
地面灌	0.60	0.66	340	0.41	0.45	160	+500

上表是拔节和收获后两次土壤活性有机质的测定结果。从这些结果看出，渗灌的活性有机质增加得最多为790斤/亩，而喷灌和地面灌增加较少，分别是310斤/亩，和500斤/亩，在表层土(0~30厘米)，三种灌水方法，其活性有机质都增加得比较多，但在底土层活性有机质的变化却差别很大。渗灌增加360斤/亩，地面灌增加160斤/亩，而喷灌却减少了80斤/亩。

亩，原因就是渗灌的水分条件和通气性都较好，因而活性有机质增多。而地面灌只有水分条件，没有较好的通气性，因而活性有机质增加的就少。喷灌因喷头性能不好，灌水质量差，通气性和水分条件都不好，其结果是活性有机质减少。

活性有机质中其腐殖质部分，与土壤矿质微粒结合形成土壤有机—无机复合胶体，能改善土壤结构状况，增强土壤吸收性能，从而能增强土壤通气、透水、保水、保肥等性能。土壤有机质含量丰富，也能促进微生物的繁殖，微生物对有机质的分解，又能增加土壤中的有效部分。渗灌土壤中的活性有机质较多，因而改善了水分和养分状况，从而取得较高的产量，喷灌和地面灌的水分和养分状况差，产量就低。

(2) 改善了耕层的物理状况。不同的灌水方法。对土壤的温度、容重、孔隙度、板结、裂缝及团粒结构等物理状况的影响不一样。温度是提高土壤肥力的一个重要因素，不仅影响微生物的活动，有机质的分解，养分的释放，各种化学反应的速度和水分的运行，而且直接影响着作物的生长。从表6、7看，渗灌比喷灌和地面灌可调节气温 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，地温 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ （霜期时温度低）。

表6 1977年小麦、棉花气温测定结果表(°C)

灌水方法	小 麦						棉 花			
	4月6日	4月7日	4月8日	4月9日	4月10日	平均	8月4日	8月5日	8月6日	平均
渗灌	13.8	21.5	22.7	21.6	26.6	21.3	29.2	28.5	32.3	30.1
喷灌	13.0	21.7	19.7	25.7	25.7	20.3	28.7	28.0	32.7	29.8
地面灌	14.7	20.0	20.3	20.3	26.3	20.8	30.0	33.0	32.7	32.2

表7 1977年小麦、棉花地温测定结果表(°C)

灌水方法	深度 (厘米)	小 麦						棉 花			
		4月6日	4月7日	4月8日	4月9日	4月10日	平均	8月4日	8月5日	8月6日	平均
渗灌	10	14.7	16.5	18.6	16.8	18.5	17.5	28.0	28.0	28.7	28.2
	20	12.8	14.7	15.5	15.2	15.8	14.8	27.0	27.0	27.1	27.2
	40	13.3	13.2	13.7	13.8	13.8	13.6	26.5	27.0	26.8	26.7
喷灌	10	14.4	15.2	15.0	16.5	15.2	15.2	27.0	26.2	27.6	26.9
	20	13.2	12.9	14.2	13.8	14.0	13.6	27.0	26.5	27.0	26.8
	40	12.2	12.0	13.0	12.8	14.7	12.9	26.7	25.8	26.7	26.4
地面灌	10	12.4	14.2	15.2	14.3	15.0	14.2	27.1	27.0	28.2	27.4
	20	12.1	11.9	13.7	12.8	13.3	12.7	26.9	27.3	26.3	26.8
	40	11.7	11.3	12.2	12.0	12.1	11.8	26.5	26.0	26.3	26.2

渗灌灌溉水的运动规律不同于喷灌和地面灌。喷灌和地面灌的水分都是自上而下地移动，且水量较大，往往由于水层压力变成重力水而下渗，破坏土壤的表层结构，妨碍了土壤

表层的通气状况，对作物的生长产生了不利的影响。渗灌的灌溉水是由地下管道慢慢地渗入土体，自下而上地湿润耕层土壤，土壤结构不受破坏，仍保持原来的疏松状况。地面无板结，无龟裂，土壤团粒多，孔隙度大，通气性良好，调节了土壤中水、气、热的关系，给作物生长

表8 土壤物理特性测定结果表

灌水方法	团粒结构 (%)	容重 (吨/米 ³)	孔隙度 (%)	板结厚度 (毫米)	裂隙宽度 (毫米)
渗灌	1.21	1.3~1.33	49.8~51	0	0
喷灌	0.58	1.43~1.5	43.3~48.2	10~15	2~3.5
地面灌	0.52	1.52~1.53	42.3~44.9	33~50	8~12

创造了有利条件，所以渗灌的产量就高(表8)。

2. 渗灌灌溉水的有效利用率分析

(1) 从总耗水量分析。在三年的试验实践中初步得出：在基本满足作物需水要求的情况下，渗灌的灌水量和生长期总耗水量(蒸发、蒸腾)，比喷灌(喷水强度大，灌水质量差)，地面灌都少，基本上起到了小水大用，省水增产的效果。现将小麦、棉花的灌水量和总耗水量列于表9、10、11和图1、2。

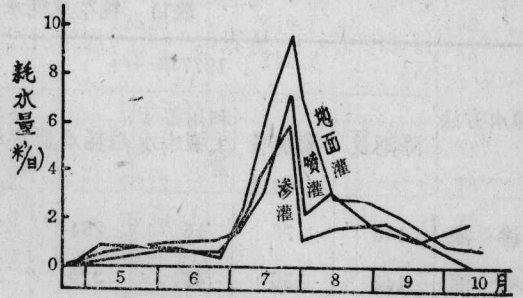


图1 1977年棉花全生育期耗水量变化曲线

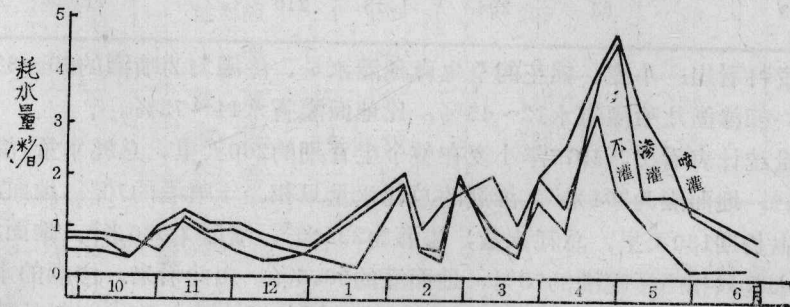


图2 1978年小麦全生长期耗水量变化曲线

表9 小麦、棉花灌水量统计表

作物	年份	全生育期降雨量 (米 ³ /亩)	渗灌灌水量 (米 ³ /亩)	喷灌灌水量 (米 ³ /亩)	地面灌灌水量 (米 ³ /亩)	渗灌占喷灌的 (%)	渗灌占地面灌的 (%)
小麦	1976	196.0	68.3	124.0	250.0	55.0	27.3
	1977	63.0	91.4	134.0	270.0	68.0	33.8
	1978	74.0	125.3	142.8		87.4	
棉花	1976	243.0	42.4	72.2	95.0	58.7	44.6
	1977	143.0	75.0	130.0	205.0	57.6	36.6
	1978	210.0	125.0		225.0		55.6

表10 小麦总耗水量统计表 (米³/亩)

灌水方法	1977年					1978年				
	降雨量	灌水量	利用蓄于土壤中水量	总耗水量	全生育期平均日耗水	降雨量	灌水量	利用蓄于土壤中水量	总耗水量	全生育期平均日耗水
渗灌	63	91	7	161	0.62	74	125.3	14.6	214.0	0.84
喷灌	63	134	33	230	0.88	74	142.8	8	224.8	0.89
地面灌	63	270	28	361	1.39	74				
不灌	63		35	98	0.38	74		31.3	105.3	0.41

表11 棉花总耗水量统计表 (米³/亩)

灌水方法	1977年					1978年				
	降雨量	灌水量	利用蓄于土壤中水量	总耗水量	全生育期平均日耗水	降雨量	灌水量	利用蓄于土壤中水量	总耗水量	全生育期平均日耗水
渗灌	143	75	16	234	1.3	210	125	-7	328	1.8
喷灌	143	130	47	320	1.78					
地面灌	143	205	53	401	2.23	210	225			
不灌	143		61	204	1.13	210		41	206	1.2

从上列资料看出：小麦、棉花的全生育期灌水量，渗灌均为喷灌的55~88%，为地面灌的28~56%。即渗灌比喷灌省水12~45%，比地面灌省水44~72%。

从耗水量统计表看出，1977年小麦在整个生育期的260天里，总耗水量，渗灌为161米³，喷灌为230米³，地面灌为361米³，渗灌的总耗水量只相当于喷灌的70%，地面灌溉的44.7%。棉花在整个生长期180天里，总耗水量，渗灌为234米³，喷灌为320米³，地面灌为401米³，渗灌的总耗水量只相当于喷灌的73%，地面灌的58.5%。由此看来，渗灌的水量消耗比地面灌和喷灌都小。1978年因灌水量包括第一次踏实土壤水量在内，影响资料的精度。

(2) 从每立方米水增产分析。灌水必须与其他措施密切配合，才能最大限度地发挥水的增产作用。上述资料是在土壤非常瘠薄的高垆地上取得的。根据测定0~30厘米土层中活性有机质含量为0.7~0.75%，全氮为0.05~0.06%，速效磷为3~4ppm。而肥沃土壤含活性有机质为1.5%，全氮为0.13%，速效磷为12ppm。由此说明当地的土壤肥力是很低的，因而阻止了水的增产作用。但在同样的基础上，几种不同灌水方法相对比较，还是可以显示出渗灌发挥了水的增产作用的。现将资料列于表12。

由表12所列每立方米水的增产作用来看，1976年渗灌小麦每立方米水增产2.67斤，渗灌棉花每立方米水增产2.62斤；1978年渗灌棉花每立方米水增产1.08斤。渗灌比喷灌、地面灌水的增产效果均较显著。

为什么渗灌的灌溉用水和总耗水量少呢？初步认为：在控制不发生深层渗漏的条件下，灌溉用水的消耗主要有两大部分：一部分是通过作物的蒸腾作用，另一部分是通过棵间的地面蒸发。渗灌比其他灌水方法省水，主要是减少了棵间蒸发。为了说明这一点，现将1977年

表12 渗灌发挥水的作用核算表

作物及年份		灌水方法	产量(斤/亩)	灌水量(米 ³ /亩)	比不灌增产(斤/亩)	每立方水增产(斤/米 ³)
小麦	1976	渗灌	580	68.3	177	2.67
		喷灌	559	124	156	1.26
		地面灌	564	250	161	0.65
		不灌	403			
	1977	渗灌	235	91	75	0.82
		喷灌	350	134	190	1.42
		地面灌	292	270	132	0.49
		不灌	160			
	1978	渗灌	407.2	125.3	323.5	2.58
		喷灌	335	142.8	271.3	1.90
		不灌	83.7			
	棉花	1976	渗灌	154	42.4	111
喷灌			99.7	72.2	57	0.78
地面灌			69.6	95.0	26	0.28
不灌			43.2			
1977		渗灌	182	75	121	1.61
		喷灌	163	130	102	0.78
		地面灌	153	205	92	0.45
		不灌	61			
1978		渗灌	197	125	135	1.08
		喷灌	88	225	26	0.115
		不灌	62			

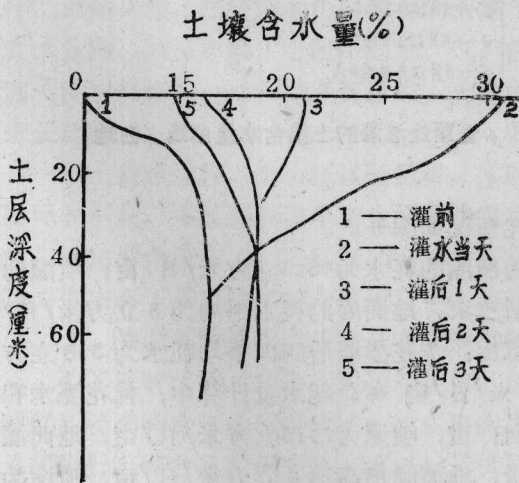


图3 1977年小麦畦灌试验田土壤含水量变化曲线

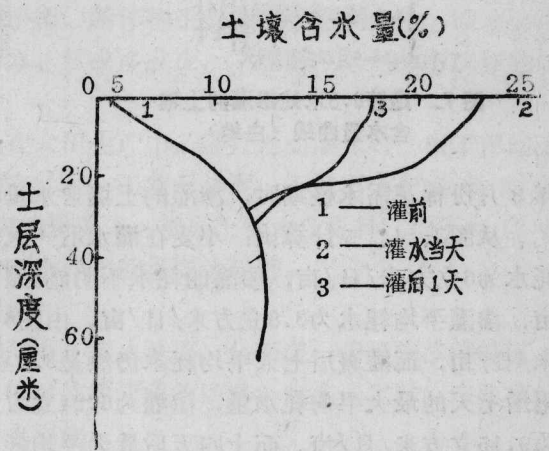


图4 1977年小麦喷灌试验田土壤含水量变化曲线

5月份小麦需水盛期时, 渗灌、喷灌和地面灌的土壤含水量消耗情况绘成图3、4、5。1977

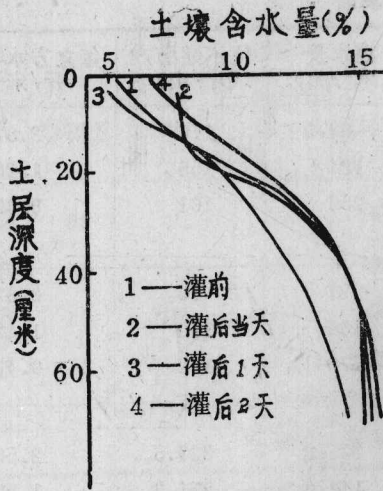


图5 1977年小麦渗灌试验田土壤含水量变化曲线

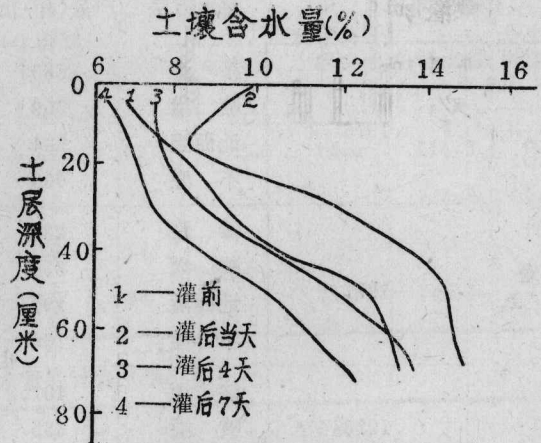


图6 1977年棉花渗灌试验田距管0.5米处土壤含水量变化曲线

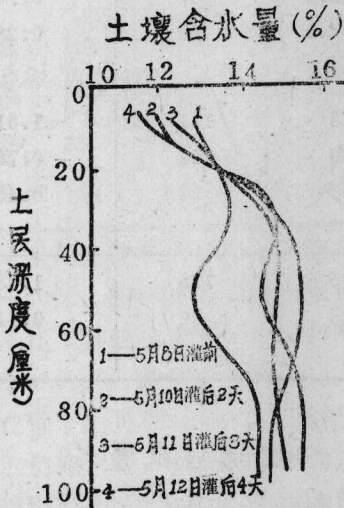


图7 距管0.5米处渗灌的土壤含水量曲线(白地)

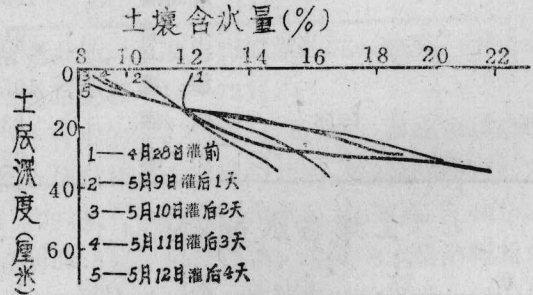


图8 管顶处渗灌的土壤含水量曲线(白地)

年8月份棉花需水盛期时, 渗灌的土壤含水量消耗情况如图6。

从图3、4、5计算出: 小麦在灌水后一天, 地面灌的耗水为10.5立方米/日/亩, 喷灌的耗水为6立方米/日/亩, 渗灌的耗水不明显。灌水后三天, 地面灌的耗水平均为8立方米/日/亩, 渗灌平均耗水为3.8立方米/日/亩。由图6计算出: 棉花渗灌后四天平均耗水为3.0立方米/日/亩, 而灌溉后七天平均耗水仍然是3.0立方米/日/亩。在总耗水量计算中, 棉花灌水和雨后七天的最大平均耗水量, 渗灌为5.94立方米/日/亩, 喷灌为7.15立方米/日/亩, 地面灌为9.15立方米/日/亩。而十四天后最大平均耗水量, 地面灌仍高达8立方米/日/亩, 喷灌为4.64立方米/日/亩, 渗灌为3.57立方米/日/亩。

为什么地面灌和喷灌在灌后的头几天, 比渗灌损耗大量水分呢? 根据图3、4、5看出: 地面灌的土壤水分, 在灌后高达30%, 且集中在0~40厘米土层范围内, 喷灌的土壤水分灌后

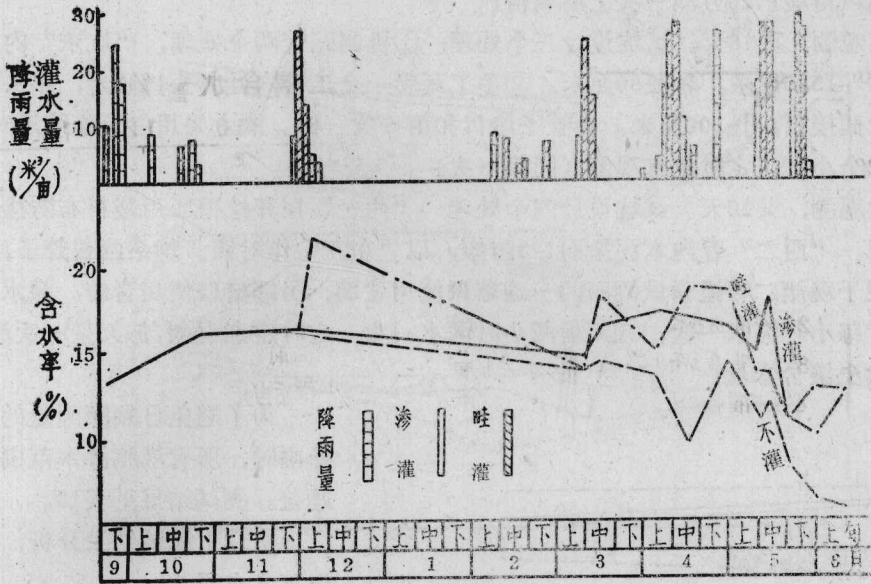


图9 1976年小麦全生长期土壤水分变化线

可达23%，而渗灌地表10厘米土层并没有增加水分。由于表土水分不同，所以地面灌和喷灌的水量，在未下渗以前，即由地面大量蒸发损失掉。而渗灌则几乎没有地面蒸发损失，水分比较稳定地保持在土层内，供作物需用。如图7、8是在没有作物的空白地里，专门测了渗灌的瓦管顶部和侧面土壤水分变化关系。图中指出：灌后一天，瓦管附近的土壤水分可达22%，但表层水分没有增加，很快就会在瓦管周围的土壤中进行平衡。四天后土壤水分稳定在15%左右，也证明渗灌后，地表蒸发小，水分是稳定地保持在土壤耕层以内。因此，渗灌较其他灌水方法有省水的显著作用。

从不同灌水方法阶段土壤含水量变化看，灌水方法不同，土壤含水量的变化过程也不一样，由图9看，在平常年份，渗灌的土壤含水量变化比较平稳地保持在作物生长需水的适宜含水量内，因而形成了土壤中的水、气、热的平衡，给作物生长创造了有利条件。而地面灌随着灌水的影响，往往呈突变过程，土壤中的水、气或多或少，不能适中，局部影响作物的生长过程。

以上省水资料，是小区试验所得，实际上在大田生产中，进行地面灌水时，由于田间工程标准不高，不可避免地要产生深层渗漏和地表径流。而实行渗灌，不仅不会产生地面径流，而且灌水量适当，控制在15~20立方米/亩的情况下，根据土壤水分资料，均不会产生重力作用而下渗，这样在大田生产中，渗灌的省水作用就将更为显著。

3. 渗灌瓦管周围土壤水分变化规律的测试

为了探讨渗灌水在地下的运动规律，浸润范围，渗水速度，从而进一步寻求渗灌管道，适宜孔隙率和合理的布置形式，除在田间灌水后对渗灌管道的横向、定点、定时、定距离地连续进行土壤含水量测定外，还进行了试坑渗水观测。

(1) 试坑观测。试坑观测了三次。第一次共20天，试坑设计两个处理：机制瓦管，“机东”管内径12.5厘米，“机西”15.5厘米各一个，长80厘米。管子两端用青砖、水泥砂浆堵严。灌水采用定时，间断灌水的方法，每天灌水一管；定时、定点进行观测，一天量一

次湿润距离，亩灌水20方测一次土壤墒情。

第二次观测，共18天。试坑设计三个处理：①机制瓦管两个处理，“坑东”内径12.5厘米，“坑西”15.5厘米，各长80厘米。②手工瓦管一个，管内径大头19厘米，小头15厘米，三个管子承插接口，长100厘米。各管子堵口和第一次一样。灌水采用白天连续灌12个小时，黑夜间隔12个小时，定时定点观测（同第一次）。

第三次观测，共20天。试坑设计四个处理：“西一”在开挖槽底用塑料布防渗，以“东二”作对照。“西二”管内水泥涂面1/3防渗，以“东三”作对照。均系两根管子，长160厘米。为了便于观测，管道靠试测面的一端堵口使用玻璃，另端堵口使用青砖。灌水采用连续灌的方法，每小时灌水一次，五天后两小时灌水一次。定时定点观测，每天量一次湿润距离，三天测一次土壤含水量。

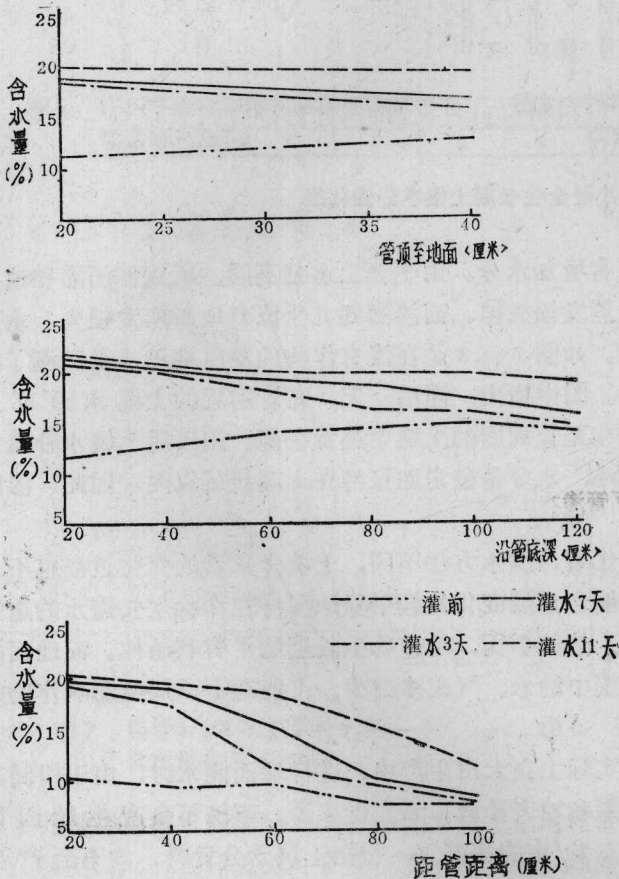


图10 <坑东>瓦管渗水土壤水分变化线

绕渗而下。用水泥涂面，反而会影响瓦管的渗水速度。因此，在无压渗灌时，不宜防渗。

(2) 田间观测。经实测0~80厘米深土层的平均最大田间持水量是21.5%，在平常年份，此层平均土壤含水量在13%以上的情况下，亩灌水17.4方后，由于土壤的毛管作用，水分逐渐向外扩散，对渗灌管道横向不同距离的土壤含水量测定，由图16、表14看出，3米管距横向扩散到4天左右，土壤水分基本上能达到平衡。

在干旱的1978年，因控制土壤含水量下限太低，接近于薄膜水状态，且灌水量少，致管壁导水率不能满足土壤强烈吸水的需要。由图17，表15看出：当土壤含水量在10%的情况

为了避免自然降雨量的干扰，在降雨时，所有观测渗水范围用塑料布遮盖。测试结果见表13。

由以上测试结果分析，初步得出以下几点看法：

①由图10、11、12、13、14均可看出，从管顶至地面，土壤含水量能迅速增加，但测渗需时较长，说明管材的导水率不能适应渗灌的需要。因此，仍需加大管道的孔隙率和导水率，并研究管壁与土壤导水率之间的相互关系，并通过调整和控制灌水，以满足作物需水的要求。

②渗水在瓦管周围的扩散状况。图11、12、13表明，除瓦管周围20厘米内的土壤含水量在20%左右，接近田间最大持水量外，在瓦管的下部和两侧，都维持在18~19%以下，均呈非饱和状态。由此，初步认为渗灌水不会产生重力水而形成深层渗漏。

③管底防渗效果测定。图15指出：对渗水瓦管底部采取防渗措施的效果不太明显，塑料布防渗，水份仍

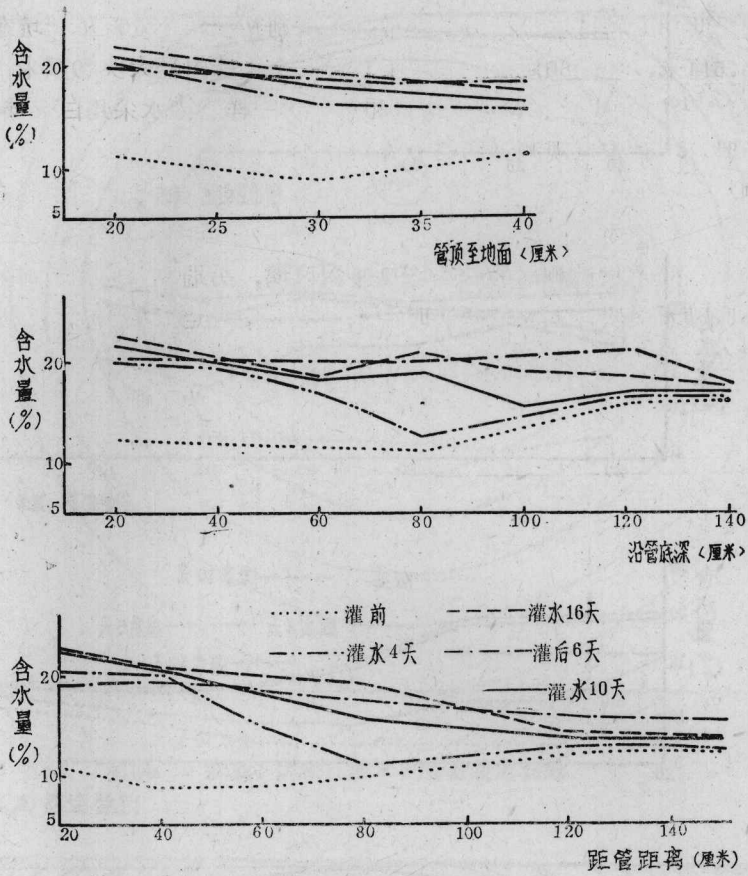


图11 <东二>瓦管渗水土壤水分变化线

表13 渗水瓦管物理渗透性测试结果表

处 理	吸 水 率 (%)	容 重 (克/厘米 ³)	孔 隙 率 (%)	测前土壤 含 水 量 (%)	渗 透 速 度 (厘米/时)	备 注
机 东	18.8	1.76	33.5	6.23	0.265	均为间断灌水
机 西	18.1	1.88	29.0	6.23	0.145	
坑 东	18.8	1.76	33.5	12.42	0.748	
坑 西	18.1	1.88	29.0	9.4	0.573	
东 二	17.1	1.77	33.0	10.8	0.194	均为连续灌水
东 三	21.6	1.68	36.5	8.8	0.300	
西 一	17.6	1.67	37.0	12.2	0.270	
西 二	19.8	1.72	35.0	13.4	0.150	
机 一				13.7	0.356	土壤中管壁渗水速度
机 二					0.124	大气中管壁渗水速度
手工管	19.2	1.80	33.0	5.9	0.460	

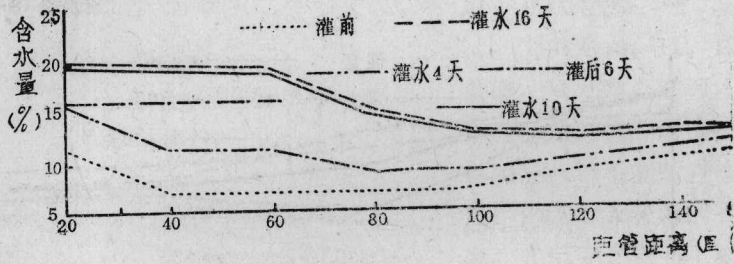
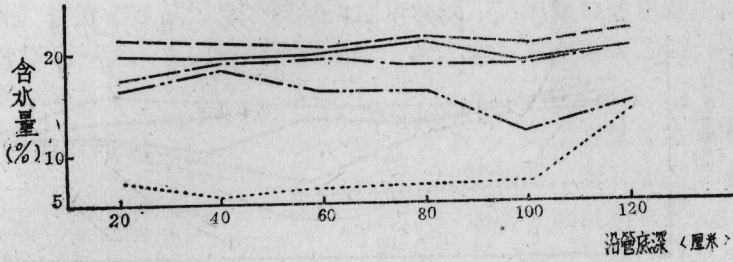
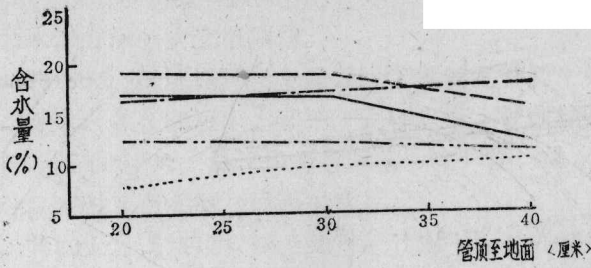


图12

〈东三〉瓦管渗水土壤水分变化线

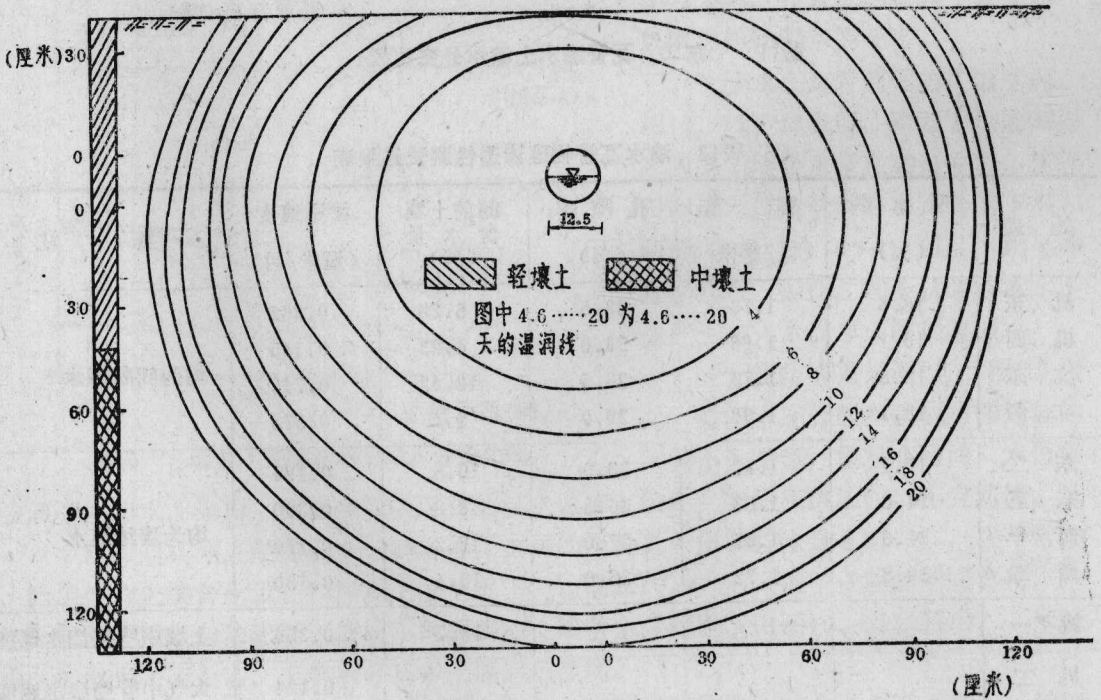


图13 〈东二〉内径12.5厘米瓦管渗透湿润线

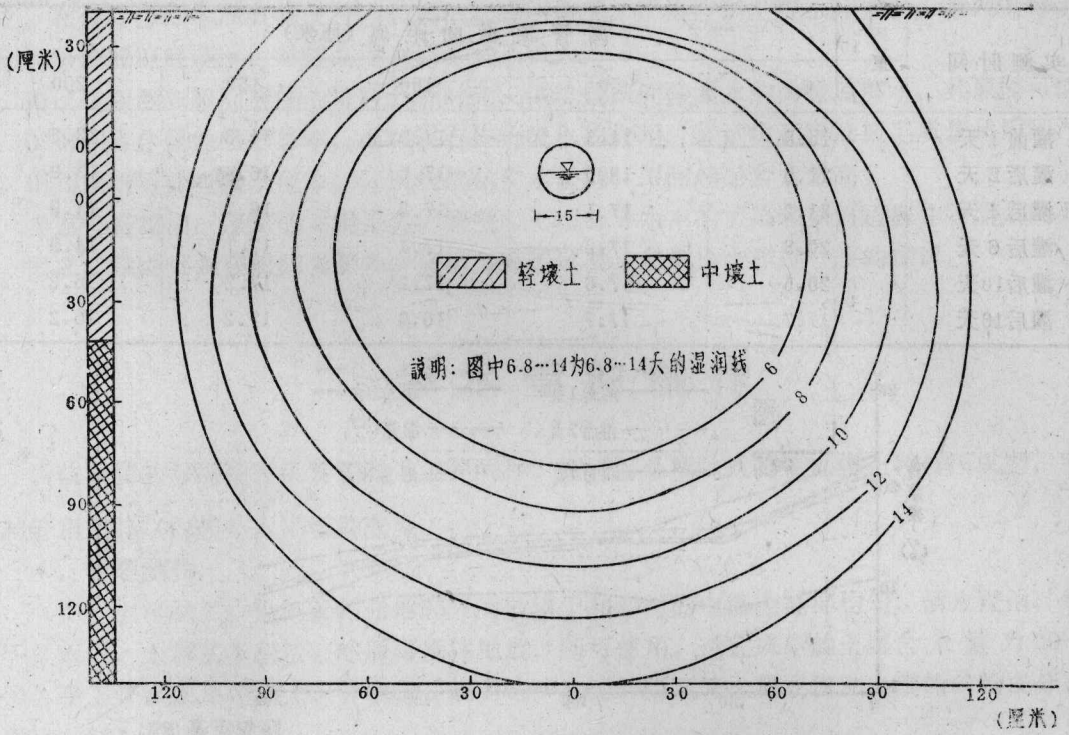


图14 <东二> 内径15厘米瓦管渗透湿润线

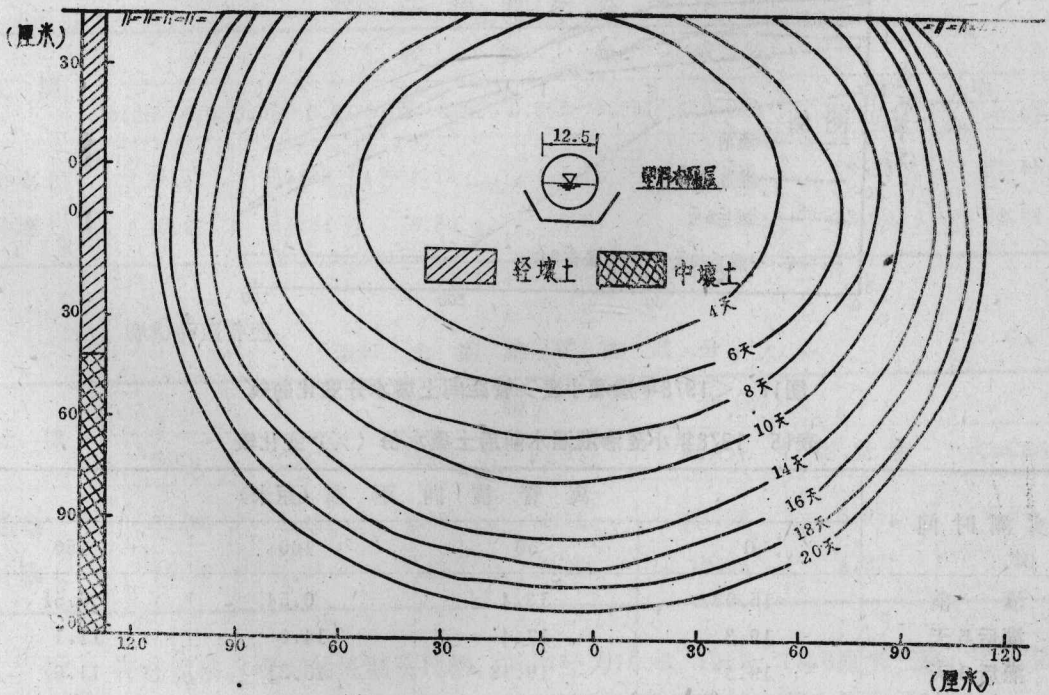


图15 <西一> 内径12.5厘米瓦管塑料布隔层渗透湿润线

表14 1976年小麦渗灌灌水前后土壤水分(%)变化表

实测时间	离管顶横向距离(厘米)				
	0	50	100	150	200
灌前1天	15.5	14.3	14.9	14.8	13.2
灌后2天	21.5	19.0	17.0	16.6	13.9
灌后4天	21.2	17.1	17.2	16.7	14.9
灌后6天	20.3	17.3	17.4	17.1	14.9
灌后10天	20.5	17.6	17.2	17.2	16.2
灌后16天	17.7	17.7	16.6	17.2	16.2

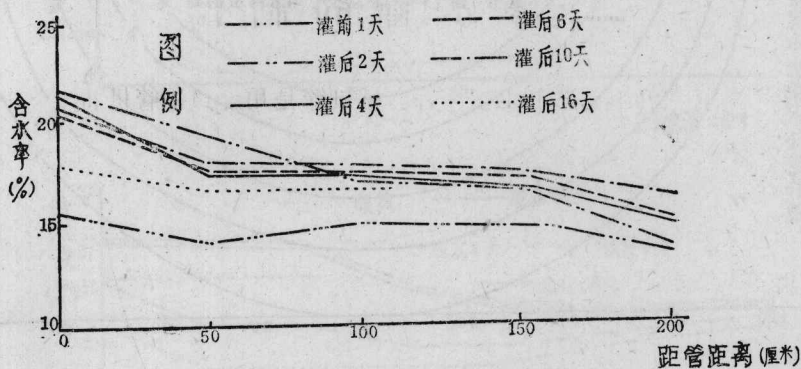


图16 <1976年渗灌小麦>管距间土壤水分变化曲线

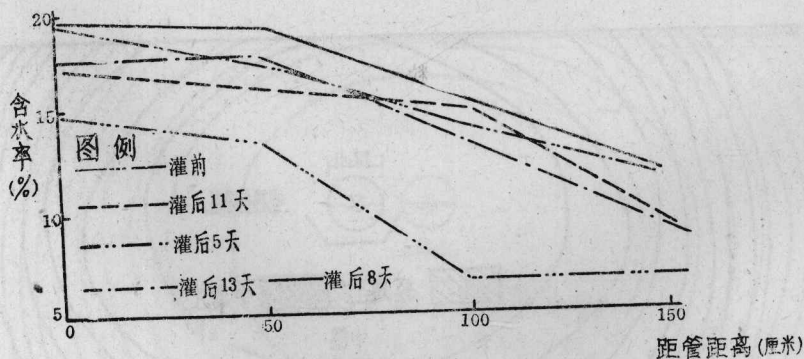


图17 <1978年渗灌小麦>管距间土壤水分变化曲线

表15 1978年小麦渗灌灌水前后土壤水份(%)变化表

实测时间	离管横向距离(厘米)			
	0	50	100	150
灌前	15.03	13.4	6.54	6.51
灌后5天	19.3	17.4	14.0	11.1
灌后8天	19.5	19.18	15.31	11.6
灌后11天	17.2	16.2	15.72	9.1
灌后13天	17.7	17.6	13.16	8.8

下，亩灌水17.75立方米，渗灌后横向扩散，3米管距五天左右土壤水分尚不能达到平衡。因之，在设计渗灌的灌溉制度时，必须根据降雨情况，严格控制土壤水分下限。上列资料也指出：渗灌好底墒水，对提高灌水质量关系很大。

由试坑观测和田间观测的资料分析对比，试坑较田间渗灌水的渗透速度小，其原因可能是：①田间有作物的吸水影响，而坑没有作物吸水的作用。②试坑瓦管及施工质量比田间严格，田间接缝可能有漏水现象。③试坑起始含水量低，田间起始含水量高。

上述资料指出：渗灌的关键是弄清管壁与土壤的导水率的关系和如何适应作物需水的要求。因之，除需要加强田间观测外，应增加模拟试验，从理论上作进一步的探讨。

二、渗水管的制作

当前安装的渗灌管有机制管和手工管两种。机制管是用卧式制管机将土料挤压成型，手工制管用瓦扎（内模）人工辅助成型。

1. 管坯制作

(1) 土料加工。机制管用当地65%的砂壤土和35%的中壤土搅拌均匀，洒水浸泡，经1~2天后，土料基本浸透，然后再搅拌堆放，即可使用。适宜成型的土壤含水量为20~22%。手工管多采用中壤土，含水量一般为25~30%，附瓦管土料成份和土壤的矿物成分表（表16、17）。

表16 土壤的颗粒组成

土壤	颗粒组成(%)						其中	
	0.25~0.05	0.05~0.01	0.01~0.005	0.005~0.001	<0.001	<0.01	>0.01	
	砂壤土	21.42	52.85	4.12	4.73	10.00	18.85	81.15
中壤土	19.8	44.84	8.80	9.01	16.18	33.99	66.01	

表17 土壤的矿物成分

土壤	矿物成分(%)						
	SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	烧失量	CaCO ₃
砂壤土	69.96	6.46	1.40	4.16	11.59	5.95	6.79
中壤土	70.46	4.88	1.58	5.73	12.85	4.37	1.30

(2) 管坯规格。现有的机制管规格，其内径为10.0、12.5、15.0厘米三种，长度皆为80厘米，壁厚2.0~2.5厘米，套管联接。手工制管，用承插联接，其大头内径19.0厘米，小头内径15.0厘米，壁厚1.5厘米，长35厘米。瓦管的形状规格见图18、19。