

干旱区杨树人工用材林灌溉量 与土壤水分的关系*

王葆芳 朱灵益

摘要 对内蒙古干旱河套黄灌区,群众杨人工用材林灌溉量与土壤水分试验表明:(1)在 1 500~7 500 m³/(hm²·a)供水量范围内,灌溉效果以 7 500 m³/(hm²·a)灌溉量最佳。(2)1 500 m³/(hm²·a)灌溉量的有效浸润层为 20~50 cm;4 500 m³/(hm²·a)的有效水分层为 50~70 cm;7 500 m³/(hm²·a)为 50~100 cm;22 500 m³/(hm²·a)为 0~70 cm。(3)7 500 m³/(hm²·a)灌水量与 1 500、4 500、22 500 m³/(hm²·a)灌水量相比;在 20 cm 土层内最大吸湿量分别提高 2.25、0.44、0.67 m³;30 cm 土层提高 3.71、1.12、1.63 m³;土壤含水量占田间持水量百分比分别提高 26.9%~23.3%、5.7%~5.0%、16.2%~7.1%;土壤总蓄水量分别提高 310.4、456.6、1 190.2 m³。(4)0~100 cm 各土层的水分亏缺值(K)分别降低 23.3%~26.8%、5.1%~5.8%、7.2%~16.3%。(5)土壤盐分变化随灌溉量增大而加剧。

关键词 干旱区、群众杨、用材林、灌溉量、土壤水分、土壤盐分

试验区所在地位于乌兰布和沙漠边缘,属干旱半干旱区的过渡地带,这里的农、林、牧生产均依赖于黄河水灌溉。生产上普遍对水资源利用不当,随着产业结构的调整和沙地的开发利用,水资源明显不足。另外,由于大水淹灌,使耕地和新垦荒地盐渍化面积不断扩大,严重制约了农林业发展。目前,对该区域的水盐控制研究大多为农业和水利部门,研究范畴多为农作物的灌溉定额。林业单位只在育苗和盐碱地造林方面,作过有限的研究,而对于人工用材林和防护林的灌溉制度和灌溉方式与土壤水分和盐分的关系研究尚不多见。现在,杨树是西北地区的主要造林树种,因此研究群众杨人工林的供水对合理开发利用水土资源是十分必要的。

1 试验区自然条件

试验区设在中国林业科学研究院沙漠林业试验中心(内蒙古巴盟磴口县)第一实验场,位于 40°20' N,107°00' E。海拔 1 050 m。年平均气温 7.6 ℃,年平均降水量 148.0 mm,年平均相对湿度 47%,年平均蒸发量 2 400.0 mm。风大沙多,年平均风速 3.1 m/s,日照时数 3 170.4 h,无霜期 170 d,雨量多集中在 7~9 月,年蒸发量约为降雨量的 16 倍,气温冷热剧变,日夜温差大。试区为荒漠化草原向草原化荒漠过渡地带,荒漠植被占主导地位,土壤区系处于荒漠土区向干旱草原的棕钙土区过渡范畴内,属漠钙土带。

试验地离黄河乌审灌溉干渠 4 km,地下水位 3 m 左右,矿化度 0.8~1.5 g/L,地下水以重碳酸盐镁型和氯化物钾钠型为主,各土层质地分别是:0~20 cm 为沙土或沙壤土;20~70 cm

1994-07-11 收稿。

王葆芳助理研究员,朱灵益(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091)。

* 该研究为“七五”国家攻关课题“干旱半干旱区造林与水分平衡关系”部分内容。试验工作得到中国林科院沙漠林业实验中心的支持,特此致谢。

为粘土;70~100 cm 为沙土。农、林、牧生产用水均靠黄河水灌溉,实验中心杨树林地面积占整个林业用地的 67.6%。

2 实验设计与研究方法

供试树种为群众杨(*Populus × xiaozhuanica* W. Y. Hsu et Liang cv. 'Popularis'), 苗龄 2 a, 实验小区面积 0.13 hm², 按随机区组排列, 重复 4 次, 栽植密度 4 m×5 m。灌水方式为沟灌。用水表控制灌水量, 灌溉定额分为 3 个处理, 即 1 500、4 500、7 500 m³/(hm²·a), 对照区采用目前生产中应用的 22 500 m³/(hm²·a)(以上简称 I、II、III、IV)。为消除供水渗漏的影响, 在对照区与其它各处理间设立隔离带, 带宽 15 m。各处理的灌溉量及灌水次数和灌水量分配见表 1。

表 1 各处理灌水量、灌水次数及灌水时间分配 (单位:m³/hm²)

灌水 处理	5 月		6 月		7 月		8 月		年灌水 次数	年灌 水量
	灌水次数	灌水量	灌水次数	灌水量	灌水次数	灌水量	灌水次数	灌水量		
I	1	750	1	750	0	0	0	0	2	1 500
II	1	750	1	750	2	1 500	2	1 500	6	4 500
III	2	1 500	3	2 250	2	1 500	3	2 250	10	7 500
IV	1	5 630	2	11 240	1	5 630	0	0	4	22 500

1985~1989 年, 4~9 月, 每月 2 次定期用烘干法测定土壤水分, 测定深度 0~100 cm, 每个处理重复 3 次。

1985~1988 年, 采用盆栽法, 每年测定 1 次群众杨凋萎系数, 测定株数为 15 株, 重复 3 次; 定期定点分层用环刀法测定土壤容重; 每块样地设置五个点测定田间持水量, 并做 4 次重复; 土壤盐分由本所土壤室测定。

最大吸湿量=凋萎含水量/凋萎系数; 土壤蓄水量=土壤含水量×容重。

3 结果与分析

3.1 灌溉量、灌溉次数、灌水时间与土壤水分的分布

研究表明, 在 1 500~7 500 m³/(hm²·a) 的供水范围内, 各土层含水量随灌溉量增加而增加(表 2), 不同层次的土壤含水量分布范围分别是: 处理 I 为 7.5%~18.8%, II 为 12.6%~19.3%, III 为 16.3%~20.4%, IV 为 7.9%~21.0%, 不同供水量的土壤含水量最高和最低值的分布也存在差异, 处理

表 2 5~9 月各处理平均土壤含水量 (单位:%)

土层深度 (cm)	处 理			
	I	II	III	IV
0~20(1)	18.8	15.9	16.3	14.8
20~50(2)	10.7	19.3	20.4	21.0
50~70(3)	7.5	15.4	18.5	15.9
70~100(4)	8.4	12.6	17.0	7.9

I 的最高值分布在 1 层, 而 II、III、IV 则分布在 2 层, 处理 I 的最低值分布在 3 层, 而 II、III、IV 则分布在 4 层, 这是由于土壤吸力和水分重力作用。水分垂直运行速度越快, 渗流土层越深^[1]。随着灌溉量增加, 土壤含水量的等级和持续期随之延长(见表 3), 各土层的变化规律如下所述。

1 层: 处理 I 的最高土壤含水量为 W₂ 级, 持续期 97 d, 占总生长期天数的 67.4%; II 的最

高含水量为 W₃ 级,持续期 113 d,占生长期 78.5%;Ⅲ的最高土壤含水量为 W₃ 级,持续期 97 d,占生长期 67.4;Ⅳ的最高含水量为 W₄ 级,持续期 11 d,持续期最长为 W₂ 级,89 d,占生长期 61.8%。以Ⅲ和Ⅳ比较,后者的土壤水分状况较前者差,虽然后者供水量是前者的 3 倍,但由于灌溉次数大大少于前者,并且集中于 6 月(表 1),使补充的水分大量渗漏,据美国、巴基斯坦研究表明,渠系损失量达 40%,我国干旱半干旱区渗漏损失占总引水量的 50%^[2]。大大降低了供水的有效性。另外,由于灌水间隔期长,在西北地区干旱气候条件下,停供期间的土壤水分迅速下降。

表 3 5~9 月各处理土壤含水量等级分布及持续期 (单位:d)

土壤含水 层次量级	5月				6月				7月				8月				9月				合计				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
1	W ₁	15	10	0	0	7	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	47	10	0	0	
	W ₂	15	7	22	21	23	0	18	0	30	0	7	14	5	14	0	30	24	0	0	24	97	21	47	89
	W ₃	0	13	8	9	0	30	12	19	0	30	23	16	0	16	30	0	0	24	24	0	0	113	97	44
	W ₄	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
2	W ₁	10	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	16	0	0	0	24	0	0	0	56	0	0	0
	W ₂	19	0	6	0	30	0	0	0	19	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	82	0	6	0
	W ₃	1	30	13	12	0	17	0	16	5	0	30	0	0	23	20	9	0	15	24	24	6	85	87	61
	W ₄	0	0	11	18	0	13	30	14	0	30	0	30	0	7	10	21	0	9	0	0	0	59	51	83
3	W ₁	19	0	8	0	30	0	0	0	19	0	0	0	30	0	0	0	24	0	0	17	122	0	8	17
	W ₂	11	17	22	0	0	7	11	0	11	9	0	10	0	26	0	3	0	24	0	7	22	83	33	20
	W ₃	0	13	0	30	0	17	17	30	0	21	0	19	0	4	29	30	0	0	17	0	0	55	63	99
	W ₄	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	30	1	0	0	1	7	0	0	7	0	0	6	40	8
4	W ₁	30	0	3	20	29	3	0	13	7	0	0	30	30	9	0	30	24	0	0	24	120	12	3	117
	W ₂	0	26	13	10	1	27	19	17	23	30	0	0	0	21	0	0	0	24	0	0	24	128	22	27
	W ₃	0	4	14	0	0	0	12	0	0	0	30	0	0	0	30	0	0	0	16	0	0	4	102	0
	W ₄	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	17	0
灌水次数	1	1	2	1	1	1	3	2	0	2	2	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
灌水量 (m ³ /hm ²)	750	750	1500	5630	750	750	2250	11240	0	1500	1500	5630	0	1500	2250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注:①各月天数均按 30 d 计算,9 月按 24 d 计算。②W:表示土壤含水量等级,W₁:小于 10%;W₂:10%~15%;W₃:15%~20%;W₄:大于 20%。

2 层:各级含水量分布规律与 1 层相同。处理 I 最高含水量为 W₃ 级,但持续期很短,仅有 6 d,持续期最长的是 W₂ 级,为 82 d,占生长期 56.9%;Ⅱ最高含水量为 W₄ 级,最长持续期是 W₃ 级,为 85 d,占生长期 59.0%;Ⅲ最高含水量级别虽然与前两者相同,但 W₄ 水平的持续期比前两者有显著提高,分别增长 16.6%和 22.2%,占生长期 57.6%。由表 3 看出,灌水次数和时间对土壤含水量及持续期都有明显的影响,以 W₃ 水平比较,处理 I 由于全年灌水两次,且集中 5 月,所以仅在 5 月,只有 6 d 达到该水平;而处理Ⅱ、Ⅲ,由于增加了灌水次数,且灌水时间均匀,使得该水平持续期分布于整个生长期,持续期增长了 14.5~10.2 倍,Ⅱ和Ⅲ以 W₄ 水平比较,Ⅱ在 6 月前有 13 d 达到该水平,Ⅲ则有 41 d。

3 层:随着深度增加,不同处理的土壤含水量等级和持续期都发生了很大变化,处理 I 只达到 W₁ 和 W₂ 水平,W₂ 水平的持续期比 2 层减少 60 d,处理Ⅱ的 W₃ 水平持续期减少 30 d,W₄ 减少 53 d,处理Ⅲ的 W₃ 水平持续期减少 24 d,W₄ 减少 11 d,以 W₄ 水平比较,Ⅱ的持续期

为 6 d, Ⅲ 为 40 d。这种差异来自不同灌溉量。另外, Ⅱ 和 Ⅲ 持续期的时间序列也发生了变化, Ⅱ 的时序为 6 月, Ⅲ 为 6~9 月, 引起这种变化的原因是灌水次数和时间上的差异。Ⅳ 的变化同 Ⅱ、Ⅲ 相似, 只是在持续期的时序上有些变化, W_4 水平的时序为 7、8 两月, 这是因为 5、6 两月, 林木蒸腾量较高(分别为 1 765.5 和 2 263.9 kg/株), 消耗了大量的补给水, 降低了土壤含水量。

4 层: Ⅰ 的变化规律与 3 层相似。Ⅰ 的含水量水平由 W_2 、 W_3 、 W_3 降至 W_1 、 W_2 、 W_3 、 W_3 水平的持续期减至 4 d, Ⅲ 的 W_3 水平持续期比 3 层增加了 39 d, Ⅳ 的变化最为显著, 由 W_1 、 W_2 、 W_3 、 W_4 四个水平降至 W_1 、 W_2 两个水平, 并且 W_1 的持续期增至 117 d, 占生长期的 81.3%, 这表明, 目前生产上广泛应用的大面积漫灌的供水方式, 既不利于土壤水分的有效供给又浪费了大量的水资源。

综上所述, 处理 Ⅰ 的有效浸润层为 20~50 cm, 处理 Ⅱ 的有效水分层为 50~70 cm, Ⅲ 为 50~100 cm, Ⅳ 为 0~70 cm。

3.2 灌溉量、灌水次数、灌水时间与土壤水分状况关系

表 4 表明, 各处理土壤吸湿量顺序呈 Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ 的规律, 处理 Ⅳ 变化无规律, 这是由于受灌溉方式和灌水次数及灌水时间的影响结果。从表 5 看出, 处理 Ⅳ 的土壤吸湿量在 6 月后迅速下降, 特别是 1 和 4 层, 其吸湿量低于 Ⅲ、Ⅱ, 并且 4 层低于处理 Ⅰ。除处理 Ⅲ 外, 各处理吸湿量最高值均出现于 7 月份, 分布在 2 层, 处理 Ⅲ 由于后期灌水次数多、灌水量大, 9 月份各土层仍持

表 4 不同处理的土壤水分变化

不同处理	年灌溉量 (m^3/hm^2)	土层深度 (cm)	含水率 (%)	容重 (g/cm^3)	最大吸湿量 (m^3)	田间持水量 (%)	凋萎系数 (%)	凋萎含水量 (m^3)	有效含水量 (m^3)	土壤蓄水量 (m^3)
Ⅰ	1 500	0~20(1)	10.8	1.49	3.21	27.44	4.58	14.7	307.1	321.8
		20~50(2)	10.7	1.48	4.75	27.26	5.39	25.6	449.5	475.1
		50~70(3)	7.5	1.50	2.26	26.09	3.94	8.9	216.1	225.0
		70~100(4)	8.4	1.53	3.86	27.28	3.55	13.7	371.9	385.6
		0~100							1 344.6	1 407.5
Ⅱ	4 500	0~20(1)	15.9	1.45	4.61	28.68	5.81	26.8	434.3	461.1
		20~50(2)	19.3	1.45	3.16	30.73	7.39	60.3	756.1	816.4
		50~70(3)	15.4	1.45	4.48	28.99	6.28	28.1	418.5	446.6
		70~100(4)	12.6	1.49	5.63	27.56	4.71	26.5	536.7	563.2
		0~100							2 145.6	2 287.3
Ⅲ	7 500	0~20(1)	16.3	1.43	4.66	30.36	5.81	27.1	439.1	466.2
		20~50(2)	20.4	1.43	8.63	32.77	7.72	66.6	796.3	862.9
		50~70(3)	18.5	1.43	5.30	30.50	5.76	30.5	498.6	529.1
		70~100(4)	17.0	1.45	7.39	29.59	4.29	31.7	707.8	739.5
		0~100							2 441.8	2 597.7
Ⅳ	22 500	0~20(1)	14.8	1.37	4.05	27.60	3.56	14.4	391.1	405.5
		20~50(2)	21.0	1.43	9.01	32.45	8.64	77.8	823.1	900.9
		50~70(3)	15.9	1.44	4.58	29.46	6.00	27.5	430.4	457.9
		70~100(4)	7.9	1.59	3.76	24.68	2.77	10.4	366.4	376.8
		0~100							2 011.0	2 141.1

注: ①含水量、容重、田间持水量为 1986~1988 年月平均值; ②凋萎系数为 1986~1988 年平均值, 其它项为计算值。

表 5 5~9 月各处理的土壤吸湿量变化

有较高的吸湿量, 各处理 30 cm 的土层, 各月

(单位: m³)

处理	土壤层次	月份				
		5	6	7	8	9
I	1	2.13	3.56	3.76	2.88	3.92
	2	4.58	5.62	5.88	4.63	3.53
	3	2.64	2.21	2.91	2.34	1.25
	4	2.58	4.09	4.75	3.71	3.67
II	1	3.87	4.87	5.27	4.58	5.02
	2	7.54	8.53	9.13	7.69	8.15
	3	4.65	5.26	4.64	3.91	4.09
	4	5.49	5.60	6.29	5.35	6.11
III	1	4.34	4.40	5.09	5.09	5.13
	2	8.59	8.52	8.44	8.33	9.22
	3	4.05	4.31	6.23	5.74	5.64
	4	7.10	7.96	7.65	7.37	7.81
IV	1	4.04	5.64	4.31	3.53	3.75
	2	9.27	8.36	9.31	8.47	8.06
	3	5.02	5.11	5.17	5.44	2.52
	4	4.76	4.97	3.42	3.48	2.02

土壤吸湿量随土壤深度增加而减小, 20 cm 土层的土壤吸湿量随灌溉量、灌水次数增加而增加。由土壤吸湿量与土壤含水量关系可看出, 虽然凋萎系数是影响吸湿量的因素之一, 但不是主要因素。吸湿量主要随土壤含水量而同步变化。各处理土壤吸湿顺序是 III、II、IV、I。

试验表明, 在供水期间, 各处理田间持水量的动态变化顺序为 III、II、I, 处理 IV 规律不明显, 其 1 层持水量仅高于 I, 低于 II、III, 2、3 两层低于 III, 高于 I、II, 4 层均低于 I、II、III, 这是灌溉方式和超量灌溉带来的结果, 降低了灌溉效应。处理 I、II、III 的土壤持水高峰期分别为 7 月。IV 为 6 月, 其后逐月下降, 这是因为 IV 在 5 月增加了灌水次数, 供水量大大增加的缘故。在林木主要生长期, 各处

理的土壤含水量占田间持水量百分比变化范围: I 为 29.4%~43.3%, II 为 50.6%~61.6%, III 为 56.3%~66.6%, IV 为 40.1%~59.5% (表 6), 这表明, 供水多, 土壤温度低, 蒸发量减弱的缘故, 此外土壤水分再分配的速率与土壤湿度和下层土壤相对干燥度有关, 供水越多, 土壤吸力梯度越小, 则水分再分配速率就小。由表 4 看出, 50~100 cm 土层, 随土层深度递增, 田间持水量呈递减趋势。需要说明的是, 以上变化只在供水期间才发生, 停止供水后, 各处理田间持水量无差异。

试验还表明, 不同层次的土壤蓄水量 I~III 处理的变化规律先后为: III、II、I; 而处理 IV 的蓄水量变化有所不同, IV 1 层的蓄水量小于 III、II 大于 I; 2 层大于 I~III; 3 层小于 III 大于 II、I; 4 层小于 I~III。在相同的土层厚度中, 处理 I、II 的蓄水量均呈随深度增加而减少的变化。处理 III、IV, 30 cm 土层厚度蓄水量变化同前, 而 20 cm 土层厚度蓄水量变化却与此相反, 即随深度增加而增加, 这反映了供水强度对土壤入渗量的影响, 据相关分析可知, 土壤湿度与土壤蓄水量呈正相关, 1~4 层相关系数 r 分别是: 0.987 6、0.996 8、0.998 9、0.997 0, 1~4 层总蓄水量排序先后为 III、II、IV、I, 处理 III 总蓄水量分别比 II、IV、I 提高 310.4、456.6、1190.2 m³。上述结果表明, 通过灌溉可以提高土壤的蓄水能力, 改善蓄水量的垂直分布。

表 6 5~9 月不同处理的土壤含水量占田间持水量百分比 (单位: %)

处理	5				6				7				8				9			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	27.3	46.8	53.1	52.2	44.7	60.1	55.0	69.1	47.7	64.6	62.7	55.9	36.6	55.6	61.8	45.5	46.2	58.5	63.1	48.1
2	36.1	59.5	65.4	69.7	44.9	66.7	65.6	65.3	48.5	71.3	65.7	68.7	37.0	58.5	64.6	62.6	29.7	61.6	69.6	60.9
3	32.4	54.2	49.8	58.0	27.2	59.7	56.8	60.2	37.3	56.9	70.2	57.6	28.3	44.5	68.9	64.3	16.0	50.9	66.1	33.4
4	21.9	45.9	56.7	40.8	34.0	45.1	60.3	43.1	39.9	53.7	63.9	30.2	31.2	43.6	62.3	31.2	31.9	49.4	65.4	18.1
平均	29.4	51.6	56.3	55.2	37.7	57.9	59.4	59.5	43.3	61.6	66.6	53.1	33.3	50.6	64.4	50.9	31.0	55.1	66.1	40.1

不同供水条件下的杨树人工林土壤水分亏缺程度(K)差异较大。从表 7 可以看出,在林木生长旺盛季节,1~4 层的 K 值变化范围分别为: I 为 56.6%~70.4%; II 为 38.4%~49.4%; III 为 33.3%~43.6%; IV 为 40.5%~59.9%。其中, III 的 K 值最低, I 的 K 值最高,说明土壤水分亏缺严重。I、II、III 的水分亏缺时段为 5 月, IV 为 9 月,这与供水时间有关。土壤 K 值变化与灌水时间和灌水次数紧密相关,处理 I 由于 7~9 月未灌水,8 月以后 K 值急剧上升,最高达 83.8%,并且影响到翌年春季的土壤水分状况,5 月处理 I 各土层的 K 值在 63.6%~77.9%之间,大大高于其它处理,处理 IV 的供水集中在 5~7 月,因此,8 月后 K 值上升,至 9 月高达 81.8%。相反,处理 II、III 由于增加了灌水次数,并且灌水时间较为均匀,所以灌水效果较好,尤其是处理 III 效应更佳,在水分亏缺高峰期(9 月),各土层 K 值仅在 30.2%~37.3%之间。各月的处理均随着灌水次数增加, K 值呈下降趋势。以上说明,合理安排灌水次数和时间,是调节土壤水分,保证土壤水分稳定性的重要措施。

表 7 灌溉量、灌溉次数与土壤水分亏缺值(K) (单位:%)

处理	5 月				6 月				7 月				8 月				9 月			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	72.7	52.9	46.7	47.5	54.9	40.0	45.1	30.7	52.3	35.3	37.1	44.2	63.3	44.3	38.4	54.4	53.8	41.4	37.3	52.2
2	63.6	40.3	34.5	30.3	54.8	33.1	34.3	34.6	51.3	28.9	34.2	31.3	62.9	41.3	35.3	37.4	70.2	38.4	30.2	39.1
3	67.4	45.6	42.6	42.1	72.8	39.9	38.5	39.9	62.7	43.0	26.0	41.5	71.7	55.5	31.2	35.5	83.8	49.4	34.0	66.6
4	77.9	54.0	43.1	59.0	65.9	54.6	39.0	56.9	59.9	46.3	35.9	69.9	68.8	56.3	37.7	68.6	68.1	50.4	35.3	81.8
平均	70.4	48.2	43.6	44.7	62.1	41.9	40.4	40.5	56.6	38.4	33.3	46.7	66.7	49.4	35.7	49.0	69.0	44.9	34.2	59.9
灌水次数	1	1	2	1	1	1	3	2	0	2	2	1	0	2	3	0	0	0	0	0
灌水量 (m^3/hm^2)	750	750	1500	5630	750	750	2250	11240	0	1500	1500	5630	0	1500	2250	0	0	0	0	0

注: $K=(\text{田间持水量}-\text{土壤含水量})/\text{田间持水量}\times 100\%$ 。

综上所述,灌溉量、灌溉次数、灌溉时间是引起土壤水分各项指标变化的主导因子。

灌溉是干旱地区农林业生产中重要措施,但是如果灌溉方式和灌溉量不当,也会导致土地盐渍化。研究表明,土壤盐分变化随灌溉量而变化(表 8),各处理土壤盐分变化先后为 IV、III、II、I。处理 I~III 各土层盐分均低于 0.1%,而处理 IV 表层土壤盐分已超过 0.1%,属轻度盐渍化土地。已构成土壤盐渍化的潜在危险。据该地区水利部门测定,当地下水位小于 2 m 时,在干旱气候条件下,土壤盐分开始积累。实验区地下水位 3 m 左右,不具备使土壤次生盐渍化的条件,如果在缺少排水设施条件下持续淹灌和超量灌溉,是产生土地次生盐渍化的根本原因。

以上结果说明了灌溉量和灌溉方式对控制土壤次生盐渍化的重要性,由此可见,确定合理的灌溉量和灌溉方式是防止土地盐渍化的关键。

表 8 不同供水处理的土壤含盐量

(单位:%)

土层深度 (cm)	处 理			
	I	II	III	IV
20(1)	0.070	0.061	0.069	0.101
50(2)	0.063	0.082	0.093	0.098
70(3)	0.074	0.062	0.057	0.078
100(4)	0.027	0.052	0.048	0.072

4 结论与建议

- (1)合理的灌溉可以改善土壤含水率、有效含水量、蓄水量、吸湿量等水分状况。
- (2)灌溉效应以 $7\ 500\ m^3/(hm^2 \cdot a)$ 灌溉量最佳,内蒙古河套黄灌区杨树人工用材林适宜

灌溉量为 $7\ 500\ \text{m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。

(3)应改变传统的淹灌方式,适当增加灌水次数,以改善林木生境,促进林木生长。

参 考 文 献

- 1 王葆芳,朱灵益.灌溉对群众杨生长条件的调控作用研究.林业科学,1992,28(6):556~559.
- 2 黎立群编著.盐渍土基础知识.北京:科学出版社,1986.115~116.
- 3 中国科学院南京土壤研究所.土壤理化分析.上海:上海科学技术出版社,1978.
- 4 中国科学院南京土壤研究所.土壤物理性质测定法.北京:科学出版社,1978.

The Relationship between Different Amounts of Irrigation and Changes of Soil Water Content in *Populus* × *xiaozhuanica* cv. 'Popularis' Plantation in Arid Area in Inner Mongolia

Wang Baofang Zhu Lingyi

Abstract The Research on the relationship between different amounts of irrigation and changes of soil water content in *Populus* × *xiaozhuanica* cv. 'Popularis' was conducted in the arid area, Inner Mongolia. The results showed that: (1)the best irrigation amount was $7\ 500\ \text{m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$; (2)the effective absorbed moisture soil layer with an irrigation of $1\ 500\ \text{m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$, was 20~25 cm deep, while those with irrigation of 4 500, 7 500 and 22 500 $\text{m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$, were 50~70 cm, 50~100 cm, and 0~70 cm deep respectively; (3)in the soil layer of the former (0~20 cm deep), the maximum capacity of absorbed moisture was raised by 2.25, 0.44, and 0.67 m^3 respectively as compared with those plots with irrigation amount of 1 500, 4 500, and 22 500 $\text{m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$; while in the soil layer of 0~30 cm deep of the former that was raised by 3.71, 1.12, and 1.63 m^3 as compared with those plots mentioned above. The percentage of soil water content in field moisture capacity of the former ones was raised by 26.9%~23.3%, 5.7%~5.0%, and 16.2%~7.1% respectively; The total soil water storage capacity of the former was raised by 310.4, 456.6, and 1 190.02 m^3 respectively. The water shortage value(K) in the soil layer from 0~100 cm of the former was decreased by 23.3%~26.8%, 5.1%~5.8%, and 7.2%~16.3% respectively; (4)finally the more the irrigation, the bigger the salt content.

Key words arid areas, *Populus* × *xiaozhuanica* cv. 'Popularis', timber plantation, irrigation amount, soil water content, soil salt content