

# 黄土丘陵区 人工林草地的土壤水分生态环境

杨文治 韩仕峰

## 提 要

黄土丘陵区的土壤水分状况属蒸发自成型水分状况,伴随有土层的干燥。在人工林草植被作用下,土层将会进一步向干燥化方向发展,从而形成“复合干层”或“重叠干层”。土壤水分的短期或长期补偿,都难以使其土壤湿度恢复到田间持水量状态。草原地带应以建造适应性强的灌木为主,森林草原地带着重建造防护—薪炭互补的防护林体系。改撂荒地为人造草地,是经济利用土壤水分资源、提高土地生产率的优化措施。

黄土丘陵区是黄土高原水土流失最严重的地区。按其气候特征和湿润程度分,区内大部分地区属中—暖温半干旱地区。区内年降水量为300—550毫米。这里的植被具有草原或森林草原特征。半干旱黄土丘陵区的主要土壤类型为黄绵土,细黄土、黑垆土、灰钙土和绵沙土等。

黄土丘陵区由于沟壑密布,河谷下切,无良好储水条件,地下水埋藏很深,无补给植物生长需水之可能。因此,土壤水分在区内的植物生态系统中,起着非常重要的作用;成为直接影响草类和林木生长的主导生态因素。那末,在地处半干旱地区的黄土丘陵区,种草种树之后,土壤水分生态环境将会发生什么变化?对林草建设会带来哪些影响,以及应采取何种对策?这些问题在黄土高原整治过程中,已引起人们的极大关注。

## 一、土壤水分背景

黄土丘陵区的土壤水分特性和循环特征,较之黄土塬区和冲积平原地区有着许多不同的特点。

### (一)不同地形部位土壤水分储量差异明显

在地形多变的黄土丘陵区,土壤水分生态环境,不仅受不同坡向、能量收入多寡的影响,而且还受因土壤侵蚀过程引起的沉积时期各异的黄土母质出露情况的制约。由图1可见,不同坡向各级梁峁阳坡与阴坡,土壤湿度高低交错的情况,并不象一般概念认为阴坡土壤将要高于阳坡,而实际上在黄土丘陵区常常会出现相反的情况。

再如峁顶与峁坡的土壤湿度,如表1所示,峁顶不同层次的土壤湿度一般都低于峁



图1 陕北杏子河流域横断面土壤湿度变化  
(2米土层经降水量校正后的平均值)

坡相应层次的测值。此种情况主要是由于山顶处于地形最高部位，风力强，蒸发强烈，再是受水分来源的差异引起的。据调查所见，凡在山顶营造乔木树种，成功者甚少，多数情况下成为“小老头树”。因此，在黄土丘陵区安排林草布局时，必须审慎考虑不同立地条件下的土壤水分生态特征。

表1 山顶与斜坡的土壤水分对比 (陕北杏子河流域)

深度 (厘米)	茶坊后山岭		寺峨岫杜梨圪塔		王窑陈家山		招安沙头岭		大路沟	
	山顶	斜坡	山顶	斜坡	山顶	斜坡	山顶	斜坡	山顶	斜坡
0—10	8.1	10.5	8.6	13.1	10.5	10.6	10.9	9.6	10.7	13.0
10—20	9.0	10.5	9.6	16.4	12.1	12.5	11.2	10.8	17.3	15.7
20—30	9.7	11.5	10.4	18.1	11.7	12.5	11.8	11.6	14.2	18.1
30—40	8.7	11.1	10.9	18.3	12.3	13.1	11.6	11.9	13.1	20.3
40—50	9.7	12.6	12.1	19.5	12.3	12.3	12.6	13.3	13.5	19.7
50—60	10.2	12.7	12.2	18.7	12.7	11.8	12.1	13.5	14.0	19.8
60—70	12.3	13.9	12.9	19.7	12.5	13.3	11.5	13.8	14.4	18.5
70—80	13.4	14.4	13.2	19.9	11.8	13.7	11.0	15.0	13.6	18.3
80—90	11.7	14.1	13.5	19.0	12.3	13.5	13.1	14.7	13.7	17.0
90—100	12.3	14.7	14.1	18.8	12.8	13.1	13.1	14.7	14.5	17.0
100—120	12.8	14.7	14.4	18.5	11.8	11.5	12.2	16.1	13.2	17.8
120—140	14.1	15.0	15.5	19.9	11.8	12.9	13.6	14.1	13.7	18.5
140—160	14.2	16.5	15.7	20.1	11.5	12.6	13.5	16.0	12.7	21.0
160—180	14.3	17.7	16.1	19.1	11.2	12.9	14.1	16.8	16.3	20.1
180—200	14.7	18.1	16.7	18.4	11.0	12.6	14.1	16.9	15.5	20.1

(二)土壤水分上移蒸发活跃

在黄土丘陵区这一特定的气候条件下，区内具有代表性的土壤类型——黄绵土，由

于质地均一，毛管孔隙发达，低吸力水分含量高，因而具有极强的蒸发能力。黄绵土的质地一般为砂壤或轻壤，且愈向西北其质地愈轻。据室内土柱法测定结果（如表2），质地为砂壤的黄绵土当蒸发历时为3昼夜时，其失水比（土壤蒸发量与有效水储量之比）为0.22；当蒸发历时为20昼夜时，失水比达0.31，说明近三分之一的有效水蒸发损失了；而中壤土的失水比明显低于砂壤土的失水比，具有较强的持水能力，但质地为中壤的土壤类型在黄土丘陵区所占面积甚少。

表2 0—100厘米土层不同蒸发历时（昼夜）的土壤失水比

土 壤	田间持水量 (毫米)	凋萎湿度 (毫米)	有效水储量 (毫米)	失 水 比			
				3	10	20	30
砂壤土	276.6	62.6	214.0	0.22	0.26	0.31	0.33
中壤土	329.8	117.0	212.8	0.14	0.20	0.23	0.23

黄绵土水分蒸发性能活跃，还可以从田间定位观测结果加以验证。一次降雨量121.8毫米的降水过程，曾使土层上部90厘米增湿到接近田间持水量状态。但经60天干旱时段，相应土层的土壤湿度已降低到只相当于田间持水量的60%左右，强烈蒸发层达120厘米（如图2）。虽然这时土壤水分的液态运行已相当缓慢，但至翌年初春，整个200厘米土层的水分都发生了上移蒸发。这说明黄绵土的持水能力是非常弱的。上述黄绵土的水分蒸发性能在黄土丘陵区有着充分的典型性。

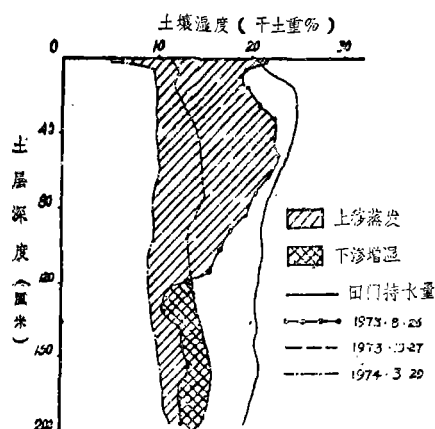


图2 梯田黄绵土(裸地、二合土)  
土壤物理蒸发影响深度

### (三)田间稳定湿度水平低

土壤水分上行蒸发移动不是无限制的。在田间蒸发条件下，土壤水分经土层蒸发，至一定湿度范围，水分的液态运行就变得甚为微弱了。这时的土壤湿度已趋近于均衡状态，可称为田间稳定湿度，其值近似于毛管联系破裂湿度。

田间稳定湿度可根据无雨或少雨的干旱季节所测得的土壤湿度系列加以判断。表3列出一组经历100天干旱时段的土壤湿度的系列资料，在此时段内，以10毫米以下零星降水居多，对土壤深层影响甚微，除上部土层受大气影响变率较大外，深层土壤湿度呈现出稳定趋势，其值为9—10%之间，约相当于田间持水量的49—54%。按照A. A. 罗戴和M. M. 阿布拉莫娃的意见[4]，毛管联系破裂湿度约相当于田间持水量的70—80%，这一数值对中壤或重壤土大体是符合的，但对砂壤或轻壤土来说，其值要低于70%。田间稳定湿度水平低，说明土壤持水能力弱。强烈的蒸发性能和田间稳定湿度低，暴露了区内占面积很大的黄绵土在抗旱

水能力弱。强烈的蒸发性能和田间稳定湿度低，暴露了区内占面积很大的黄绵土在抗旱

表 3 黄绵土(轻壤)的田间稳定湿度值(干土重%)

深 度 (厘米)	测 期					田间持 水 量
	21/Ⅲ	20/Ⅳ	20/Ⅴ	60/Ⅵ	20/Ⅶ	
0—10	<u>6.3</u>	16.9	<u>7.5</u>	<u>7.1</u>	11.1	
10—20	9.4	15.0	10.0	8.8	10.9	
20—30	9.2	13.9	9.4	6.2	10.8	
30—40	<u>9.4</u>	<u>12.2</u>	10.0	9.3	11.0	
40—50	9.4	9.6	9.8	9.5	11.4	
50—60	9.4	8.9	10.1	9.7	11.0	
60—70	9.4	9.6	10.1	9.8	10.9	
70—80	9.5	9.7	10.3	9.7	<u>10.1</u>	
80—90	9.8	9.7	10.1	9.9	9.0	
90—100	9.2	10.3	9.8	9.5	9.2	18.4
100—110	9.3	9.1	9.4	9.6	9.0	
110—120	9.1	9.6	8.9	9.1	8.6	
120—130	9.4	9.1	8.6	9.4	8.4	
130—140	9.0	8.5	7.9	9.1	8.3	
140—150	9.6	8.5	8.2	9.0	8.9	
150—160	9.2	8.3	9.6	9.0	9.3	
160—170	9.5	8.4	8.3	8.9	9.0	
170—180	9.3	8.8	8.4	9.1	9.3	
180—190	9.3	9.3	8.5	9.2	9.4	
190—200	9.3	9.0	9.0	9.8	9.2	

能力方面的明显弱点。

#### (四)土壤深层储水经常处于亏缺状态,其对植物生长需水调节作用很弱

土壤深层储水反映着区域土壤水分循环与补偿特征。统而言之,土壤深层储水对植物生长需水起调节作用。但在黄土丘陵区,地下水埋藏很深,无地下水补给。因此,土壤储水主要以悬着水状态存在。在这种情况下,悬着水的蒸发就成为本区土壤水量平衡中的主要支出项,从而构成特殊的土壤水分状况类型——蒸发自成型水分状况。蒸发自成型

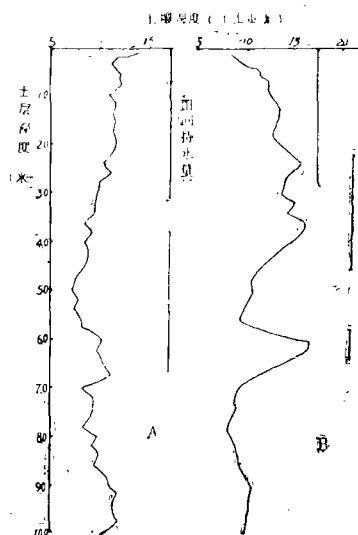


图3 陕北杏子河流域土壤  
深层储水状况。

水分状况的发展，伴随有土层的干燥，造成水分亏缺。图3所示的陕北黄土丘陵区10米深土层土壤水分的剖面分布状态。由图3—A可见，在剖面质地均一，物理性状近似的情况下，除4—6米有一低湿层外，其上下土层大体处于同一湿度水平。而在质地较粗的黄绵土下伏老黄土的情况下（如图3—B），深层水分剖面出现有起伏现象。虽然在此二种情况下，水分剖面线的形状有所不同，但二者都处于土壤水分亏缺状态。由于区内土壤水分上行蒸发性活跃，降水对土层水分的补给，持着短暂时间即行消失，从而形成以水分负补偿为特征的持久低湿层。这种现象典型地表征在蒸发自成型水分状况下，伴随有土层干燥的特点。

在土壤水分特性和循环方面存在的上述四个特点，给黄土丘陵区种草种树造成了一种极为不利的土壤水分生态环境。

## 二、人工林地对土壤水分生态环境的影响

从以上对土壤水分背景的讨论，我们可以看出，黄土丘陵区的人工林地，无论是乔木林地，或是灌木林地，营造之始，就都处于对林木生长极为不利的土壤水分生态环境。在这种情况下，其生物产量，一般说来是比较低的，林下残落物极少。因此，黄土丘陵区人工林地不同于茂密的天然森林，难以形成深厚枯枝落叶层，所以也就不可能凭借枯枝落叶层强大的入渗能力提高林下土壤接纳降水，增加土壤储水；相反地，在蒸发自成型水分状况下，形成的持久低湿层，经林木根系对水分的吸取、消耗，会更进一步使土层向干燥化发展，形成“复合干层”，或称“重叠干层”。据在陕北黄土丘陵区调查，若以荒山草地为参照，可以清楚地看到，刺槐林下50—100厘米土层都被强烈干燥了，且随林龄的增加，其干燥程度愈烈。由表4所列资料看出，14龄刺槐林下，其土壤湿度可降低到凋萎湿度值。人工沙棘、柠条灌木林同样会使土层强烈干燥。

值得注意的是，在黄土丘陵区这种被乔灌木强烈干燥的土层既已形成，其土壤湿度是难以得到补偿恢复的。因此，土壤深层的储水补给能力就变得异常微弱，甚至完全丧失了。土壤水分的短期补偿或长期补偿为这种现象提供了佐证。

表 4 人工林下不同土层的平均土壤湿度 (干土重%)

深 度 (厘米)	刺 槐 林				沙 棘		柠 条	
	14龄林 (志丹 杏河)	草 地	8—9龄林 (安塞 茶坊)	草 地	林地 (靖边 五里湾)	草 地	林 地 (志丹 杏河)	草 地
0—50	13.8	11.1	13.2	11.9	14.8	12.9	13.2	12.7
50—100	9.4	11.2	13.8	14.5	13.1	12.8	9.5	13.7
100—150	4.0	6.6	12.0	16.7	6.3	9.3	4.0	13.2
150—200	4.5	6.6	8.0	17.6	4.9	8.9	4.6	12.6
200—250	3.5	6.3	6.6	16.7	5.1	7.7	4.1	12.6
250—300	3.8	8.3	6.5	16.4	5.2	8.0	5.2	11.6
300—350	3.7	8.9	6.4	16.8	6.5	7.1	5.7	11.3
350—400	3.9	10.0	6.5	15.0	6.7	8.3	6.8	11.7

关于土壤水分的短期补偿系指在某一较短时期中,降水对土壤水分的补偿情况。表 5 列出人工林地四年土壤湿度系列中雨季最高测值与旱季最低测值。由表 5 看出,经过多雨年的雨季,土壤湿度可得到部分补偿,土壤湿度恢复到田间持水量水平的深度一般不超过 200 厘米,经过春季融冻水分强烈蒸发期,至旱季土壤湿度又复下降到一年之最低值,使整个土层又处于土壤水分严重亏缺状态。由此可见,土壤水分的短期补偿,在蒸发自成型水分状况下,对人工林地深层储水影响甚微。林木只能仰赖当年降水维持生长。据有关资料报导 [1],刺槐若遇长期干旱,其径向收缩量可达全年径向总生长量的 30%,可见,在干旱频繁的黄土丘陵区,在大气干旱和土壤干旱双重作用下,成片刺槐林难成大径材是有其必然性的。

关于土壤水分的长期补偿系指一个相当长的时间系列土壤水分的补偿情况。我们在陕北黄土丘陵区,曾对次生梢林、次生狼牙刺林和百年以上侧柏林进行了调查,根据所得资料(如表 6)以荒坡草地的土壤湿度作为参照值,可清晰地看到林下土壤深层向干燥化发展的情景。这说明,在一个相当长的时间系列中,虽然经历过多次丰水年份,土壤水分也曾经历过多次补偿,但这并未能改变干燥化的土壤水分环境。这可作为在蒸发自成型水分状况下,人工林地形成“复合干层”或“重叠干层”,其土壤湿度难以恢复的佐证。

关于森林在土壤水分的循环中,对土壤是起干燥作用,还是湿润作用,至今没有定论。Г·Н·维索斯基 [5],早在 1893 年第一次提出林地地下存在“死层”的概念。他们认为森林植被在草原条件下,可使土层干燥到这样的程度,以致森林植被最终会因水分亏缺而死亡;他并且得出结论:“森林可使平原干燥,而使山地湿润”。维氏的这一结

表5 刺槐林下雨、旱二季土壤湿度的最高值与最低值(干土重%)

深度 (厘米)	雨季	旱季	雨季	旱季	雨季	旱季	雨季	旱季
	1980年 10.20	1981年 6.20	1981年 10.20	1982年 7.20	1982年 9.20	1983年 4.20	1983年 10.20	1984年 5.20
0—10	14.1	9.5	12.4	4.6	14.8	9.8	18.2	12.3
10—20	13.6	7.0	13.6	6.7	17.8	12.1	17.7	9.7
20—30	13.5	7.7	14.7	6.6	17.2	15.5	18.9	10.0
30—40	11.5	6.8	14.5	6.7	16.4	11.8	18.9	10.0
40—50	13.0	7.7	15.2	7.3	16.6	12.1	19.4	9.6
50—60	12.3	8.1	17.0	8.2	13.1	12.5	19.4	10.3
60—70	12.1	7.6	16.9	7.5	15.4	12.1	19.8	10.5
70—80	11.8	8.4	17.0	9.0	15.2	12.2	19.1	11.7
80—90	12.0	7.6	17.5	7.3	16.2	13.0	19.8	11.6
90—100	11.0	7.2	17.2	7.7	12.6	12.8	19.4	11.5
100—120	9.9	7.9	15.9	7.2	14.1	13.1	18.9	11.8
120—140	8.9	7.5	15.1	8.2	12.6	12.3	18.5	12.4
140—160	8.7	7.0	14.1	8.0	8.9	11.7	18.3	12.8
160—180	7.0	7.2	12.8	7.9	6.7	11.0	16.7	12.8
180—200	8.5	7.0	9.4	8.2	6.3	10.1	14.4	13.6

表6 次生林与百年以上侧柏林土壤湿度(干土重%)

深度 (厘米)	次 生 林			侧 柏 林
	以杜梨、丁香 为主的次生林	次生狼牙刺林	参照草地	
0—50	8.6	9.3	10.7	7.0
50—100	6.6	9.0	12.7	6.9
100—150	4.7	6.8	13.8	4.6
150—200	5.4	6.5	14.6	5.4
200—250	9.8	6.9	13.5	5.5
250—300	7.9	7.1	13.6	5.8
300—350	7.1	6.0	14.1	6.6
350—400	5.5	5.9	14.6	/

论,在黄土丘陵区人工林下并未得到验证,而且在丘陵山地条件下,人工林地对土壤水分生态环境的影响,是向干燥化方向发展的。我们认为这是半干旱黄土丘陵区人工林下土壤水分生态环境所独具的特点。

江益良曾在地处暖温带半湿润区的甘陕交界的子午岭林区研究森林土壤水分状况问题。根据江益良的研究,森林消耗水分既可多,也可少,对于土壤湿度的影响,既可使土壤干燥,也可使土壤湿润;如10—15龄山杨幼林和40—50龄白桦林及处于生长旺期的稀疏的辽东栎林下,土壤经常是比较湿润的;而在生长旺期的郁闭林下,深层土壤则被干燥。也就是说,土壤是干燥还是湿润与不同林龄的耗水状况密切相关。林木处于生长旺盛阶段,可使土层干燥;林木处于幼林或衰老阶段,则可使土层湿润。这是黄土丘陵区半湿润地区林下土壤水分生态环境的特点。

半干旱黄土丘陵区与半湿润黄土丘陵区林下土壤水分生态环境差异明显。从土壤水分状况分区看〔2〕,前者属土壤水分年循环补偿亏缺或补偿失调的地区;而后者属土壤水分年循环均衡的地区,因而这两个地区林下土层的干湿动态呈现明显不同的情况。在土壤水分亏缺的半干旱黄土丘陵区营造人工林,只能会强化土层的干燥程度,使之向干燥化发展。因此,当考虑半干旱黄土丘陵区人工林地对土壤水分生态环境影响时,不能离开土壤水分的补偿特征。

上述人工林地土壤水分生态特征,可作为建造人工林的水分生态依据。根据生物气候特征,黄土丘陵区西北一线处于草原地带;中南部一线属森林草原地带,愈向西北气候愈趋干旱,土壤的宜林条件愈差。从植物演替规律分析,在讨论黄土丘陵区造林问题时,或提出先灌后乔,或提出先造速生先锋树种后向稳定的树种过渡,其立足点均意欲通过上述营林方式为后续树种创造更为优越的生态条件。但从土壤水分生态角度分析,在蒸发自成型水分状况下,无论采取何种营林方式都不可能为后续树种提供更为适宜的生态条件,而提供的只能是更为干燥的土壤水分生态环境。因此,在半干旱黄土丘陵区建成用材林体系是难有可能的。基于以上认识,我们认为黄土丘陵区的造林,在草原区应以灌木为主,因为灌木对半干旱气候具有更强的生态适应性;而在森林草原地带则可采用乔灌结合的经营方式,形成以防止水土流失为重点的,兼而解决群众薪柴的防护——薪炭互补的防护林体系。至于如何解决民用木材问题,根据黄土丘陵区的自然条件,我们建议选择水分条件较好的沙盖黄土丘陵的阴坡,河谷滩地(包括漫滩和河谷低阶地)以及沟壑阴坡,沟道和渠岸,采用“园艺式集约经营”方式,培植高产速生林,以解决民用木材之需。在“园艺式集约经营”方式下,造林密度要低于现有防护林密度,以每亩不超过百株为宜,同时布设林地水土保持工程,拦蓄径流,增加土壤储水,以满足林木生长需水。

### 三、人工草地对土壤水分生态环境的影响

在蒸发自成型水分状况下,土层干燥化的发展,是积时长久的过程,现以大面积荒坡草地的土壤水分状况作为这一地区进行土地整治和人工草地建设的土壤水分背景,进



而讨论人工草地对土壤水分生态环境的影响。据调查（如表7），荒坡草地的深层土壤

**表 7 荒坡草地的土壤湿度（干土重%）**

深 度 (厘米)	安 塞			志 丹			靖 边		
	湿度	田间持水量	相当田间持水量%	湿度	田间持水量	相当田间持水量%	湿度	田间持水量	相当田间持水量%
0—50	7.5		40	15.7		89	12.9		75
50—100	9.2		50	8.0		45	12.8		75
100—150	10.1		55	7.0		40	9.6		56
150—200	9.0	18.4	49	8.1	17.7	46	8.9	17.2	52
200—250	/		/	8.2		46	7.7		45
250—300	/		/	8.5		48	8.0		47
300—350	/		/	7.5		42	7.1		41
350—400	/		/	8.1		46	8.3		48

湿度大多处于田间持水量的50%左右，其值相当于田间稳定湿度的下限。在一般情况下，当土壤湿度处于田间稳定湿度左近时，其湿度水平与毛管联系破裂湿度近似，这时液态水的运移会明显降低。但由于黄土丘陵区广泛分布的黄绵土，其质地为砂——轻壤，此种土壤低吸力的水分含量较高，释水性能强，因此土壤湿度即使处于毛管联系破裂湿度左近，但此时土壤水分储量对植物的有效性仍具有相当的水平，在这种情况下，如何发挥有限储水的生产效能，就成为本区提高土地生产力的关键。

荒坡草地改造为人工草地之后，土地生产率当会大幅度提高。据在陕北志丹县调查，在自然条件相同的情况下，人工苜蓿草地的干草产量较荒坡草地提高6.5倍。又据有关资料，荒坡草地改造为人工草地，其产草率一般可提高5—8倍。由此可见，如果把黄土丘陵区面积很大的撂荒地合理利用起来，通过飞机播种或人工撒播方式，改撂荒地为人工草地，乃是一项经济利用土壤水分资源、提高地力、改造荒山草地、提高产草量的一举多得的好办法。

但是，值得注意的是，在地处半干旱地区的黄土丘陵区，人工草地高额的生产产量，往往是与土层的强烈干燥相伴存在的。据测定结果，在人工草地植被影响下，强烈耗水层的土壤湿度显著降低（表8）。土壤湿度限界由相当于田间持水量的50%左右，下降为30%左右，土壤水分出现严重亏缺。

人工草地植被强烈耗水使土层干燥，我们从曹淑定等〔3〕的研究结果中也得到了验证。由图4可清晰地看出不同年龄的飞播沙打旺草地强烈耗水层向深层伸延的情况，3—5年生沙打旺的强烈耗水层为3.5米，6—7年生者，耗水层深度伸延到8米，其湿度水平已接近凋萎湿度值。尽管土壤水分的这种耗水属生产性消耗，但毕竟土壤已被

表 2 人工草地与荒坡草地田间持水量对比 (干土%)

深度 (厘米)	志 丹				安 塞			
	荒 坡 草 地	相当于田间 持水量%	苜 蓿 草 地	相当于田间 持水量%	荒坡 草地	相当于田间 持水量%	沙打旺	相当于田间 持水量 %
0—50	15.7	89	5.5	31	7.5	40	7.2	39
50—100	8.0	45	7.2	41	9.2	50	5.9	32
100—150	7.1	40	5.7	32	10.1	55	5.8	32
150—200	8.1	46	6.0	34	9.0	49	5.1	33
200—250	8.2	46	6.9	39	/			
250—300	8.5	48	7.5	42	/			
300—350	7.5	42	8.1	46	/			
350—400	8.1	46	/	/	/			

强烈地干燥了。因此，人们关注的是：多年生人工草地翻耕利用，后续植被能否正常生长？据调查，在一般情况下，人工草地翻耕利用，依靠当年降水补足上部土层水分亏缺，基本能满足一年生农作物对水分的需求，不会因土壤水分亏缺影响正常发育。但是，人工草地衰败后，改造为人工林地，或继续重建为人工草地，那么林草植被会不会因土壤水分亏缺而影响正常发育？这个问题有待进一步研究阐明。

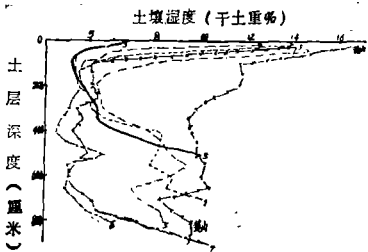


图 例

3,3年 4,4年 5,5年 6,6年 7,7年

图 4 不同年龄飞播沙打旺草地土壤含水量变化

参 考 文 献

〔1〕 克累默尔，考兹洛夫斯基，树木生理学，农业出版社，1963。  
〔2〕 杨文治，黄土高原土壤水分状况分区（试拟）与造林问题，水土保持通报，1981（2）。  
〔3〕 曹淑定等，吴旗飞播沙打旺草地的土壤水分动态研究，水土保持通报，1983（5）。  
〔4〕 Абрамова, М.М.: Передвижение Воды в Почве при 'епарении. Труды Почвенного Ин-та им. В.В. Докучаева, Издательство АН СССР, Москва, Том VII, 1953.  
〔5〕 Зонн, С.В.: Почвенная Влага и Лесные Насаждения, Издательство АН СССР, 1959.

## Soil Water Ecological Environment on the Man-made Woodland and Grassland in Loess Hilly Region

Yang Wenzhi    Han Shifeng

### ABSTRACT

In semiarid loess hilly region ground-water table is present at a very deep depth. Thus water requirement for growth of plant can not get supplement from ground water. The water in soils within this region is mostly in status of suspended water. Soil water regime was considered as an automorphic - evaporative type, of which was followed by aridization of soil layer. Background of soil water in loess hilly region exist in four characteristics, they were: (1) obvious difference of water content in soils on differential landform; (2) very active upward evaporation ability of soil water; (3) low water content under field steady moisture; (4) existence of water storage difficulty in deep soil layer and weakness of regulation ability of soil water for growth of plant. Therefore under the automorphic - evaporative type of soil water regime as a result of action of man-made vegetation the aridization of soil layer is further intensified, of that formed "complex dry soil layer" or "overlapping dry soil layer". As the dried soil layer due to the absorption by roots of trees and shrubs is formed, its soil moisture is difficultly restituted to field capacity through the short-term or long-term compensation of rain water. Therefore forest planting and grass cultivating are situated under a unfavourable soil water ecological environment.

According to bioclimatic circumstance the northwestern part of loess hilly region is located in the steppe zone; its centre and southern part - the forest steppe zone. Thus the climate changes increasingly arid to the west. The soil conditions for plantation as well changes unfavourably in this direction. In steppe zone shrubs which has best adaptation to arid circumstance should be planted. In the forest steppe zone it may be recommended to use complex porest type to protect against soil erosion and to solve the problem of fuel shortage.

For raising efficiency of soil water use in the loess hilly region the wasteland is best changed to man-made grassland. This measure is an optimum method of efficiency using soil water resources. At the same time it may be to improve fertility of soil and to increase grass yield.