

黄土丘陵区水土保持措施配置与 土壤水分的关系

刘 梅 范兴科

(中国科学院
水利部西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

摘 要

土壤水分与水土保持措施配置间存在密切关系,从空间结构看,地形起伏引起降水再分配,而工程措施可使降水形成有益的再分配,由此产生土壤水分的微域分异。这种分异制约影响着生物措施的空间配置;从时间过程看,为防止某些植物过度的水分消耗而致土壤干燥化,需采取循环轮作配置。在黄土丘陵区要求林草与农作物地在轮作周期内的总耗水量与有效雨量(降雨量与径流深之差)持平。

关键词 土壤水分 水土保持措施 黄土丘陵

1 引 言

人们对土壤水分与水土保持措施关系的研究,一方面在于评价现有立地条件下的水分的优劣及利用途径,另一方面即考虑采取工程措施和耕作技术等减少径流,拦蓄降水入渗来增加土壤水分含量。从而为农林草业的发展提供更好的土壤水分条件。水土保持生物措施可以显著地起到减弱径流,保护土壤的作用,但由于其较强的蒸腾作用,立地土壤水分条件并不能得到改善。随着人们对包括土壤水分在内的若干因素与规律的认识的深化,水土保持措施的配置也随之经历了一个从不合理到比较合理再到优化的过程。

50年代,黄土高原曾流行“山顶戴绿帽”和把梯田修到远离村庄的山坡上的配置模式。70年代出现一种“山顶戴帽子(种草)山腰系带子(修梯田),山沟穿鞋子(打坝)”的模式。进入80年代,从合理利用土地资源的观点出发,人们提出了若干比较合理的水土保持措施配置模式。朱显谟的“全部降雨,就地拦蓄入渗,米粮下川上塬。草灌上坡下洼、林果上沟下岔”,及安塞茶坊试区的“平面圈状和坡面梯层结构”^[2]配置的新模式等。

所有这些配置模式侧重于它们的位置的考虑,此外,从时间过程的角度上看主要受土壤水分平衡的影响,合理的生物循环种植配置也是一个重要方面。

本文以安塞试区为主,综合有关资料,就土壤水分与水土保持措施的关系作一论述。

2 降水的再分配与土壤水分的微域分异

2.1 自然地形起伏对降水再分配的影响

降雨落到地面以后产生了一系列的再分配。通过 65 次降水资料分析表明^[9],从坡顶到坡脚土壤水分逐渐增大。这在雨季末表现更为明显,在坡顶,雨季末 2m 土层土壤水分储量为 354.4mm,比坡脚小 17.5%,比坡中小 9.4%。从垂直方向上看,土壤湿度差异可分成浅层与深层两个层次,浅层内,湿度值从坡顶到坡脚差别不大或有所减少,但在深层内,从坡顶到坡脚则逐渐增大,2m 土层总的平均值与深层值一致。

不同坡向土壤储水不尽相同,且差异较大,有时甚至会超过植物类型差异所致水分差别。据我们研究有代表性的南向坡、西向坡、北向坡,其 1986—1988 年 4—9 月 3m 深土层平均储水量,北坡大于西坡 22.0%,大于南坡 28.1%。在进行林草牧业的配置时应当重视因地形影响而形成的土壤储水微域变化。

2.2 水土保持工程措施对土壤水分的影响

水土保持工程措施和生物措施可以减弱径流,保持土壤,缓解降水的再分配已为人们所公认。在黄土丘陵沟壑区,在水土保持工作未能全面有效地进行的条件下,通常坡耕地的土壤流失是河流泥沙的主要来源。沟间地采取包括修水平梯田、草粮水平带状间轮作等水保措施之后,泥沙的主要来源则在于沟道。^[6]因此,同时做好沟间地与沟道的水土保持工作是非常重要的。下面就二种主要工程措施——即坡地水平梯田建设与沟道的淤地坝工程对土壤水分状况的影响作简析。

2.2.1 梯田建设与土壤水分 丘陵沟壑区坡耕地的平均径流深为 60~105mm,如果修成水平梯田、降雨基本可全部入渗,现在,水平梯田仍然作为各地基本农田建设中的主要工程。据在茶坊试区及附近流域调查^[1],水平梯田的土壤水分条件均优于峁顶和峁坡,尤其修筑于塌地凹形部位上的水平梯田,其土壤湿度几乎常年维持在较高的水平上。

2.2.2 淤地坝建设与土壤水分 淤地坝是一项重要的治沟工程措施。水肥条件优越,在有排洪设施的坝地,其产量仅次于水浇地。表 1 给出了杨文治所测定的土壤湿度,可见坝地的土壤湿度较坡地与梯田的湿度值高。

表1 坝地土壤湿度 (%)

土层深度(cm)	临坝	坝中	坝尾
0~50	14.1	13.4	22.3
50~100	17.0	13.0	27.8
100~150	17.5	16.9	26.2
150~200	18.1	17.2	20.2

3 不同立地条件的土壤水分特征与水土保持措施配置

3.1 安塞试区土壤水分物理特性与存蓄特征

土壤水分物理特性是衡量土壤保水供水能力的主要指标,它与土壤质地和结构密切相关。据测定^[1],安塞试区三种类型的土壤质地主要是轻壤和中壤。区内 2m 土层土壤有效水储量均在 350mm 以上,田间持水量均在 450mm 以上。如以 3m 计其测值更大,这样考虑到降雨的时间分布,植物不断吸收利用与地面连续蒸发调节等作用,土壤接纳该区 50mm 的全年降雨量是完全可能的,因此采取工程与生物措施拦截全部降水就地入渗,

从土壤贮水能力的角度看是可行的。

土壤水分存贮特征既与土壤物理性质相关,又与气候条件相连。农林草业所直接关心的不仅是有效水的潜在贮量,更主要的是有效水的实际贮量与蓄水历时的长短。黄绵土是该区的主要土壤类型,据测定^[4],黄绵土具有较强的上行蒸发性能,雨季蓄墒会迅速蒸发丢失,其稳定湿度较低,仅及田间持水量的50%~60%,能够充分供给植物所需水分的持续时间较短暂,土壤水库经常处于亏缺状态,这样对植物供水调节能力显著降低。

3.2 不同立地条件土壤水分特征与水土保持生物措施配置

土壤的供水条件是土地生产力的主要限制因素,因此,如何利用土壤水资源,采用与之相适应的水土保持配置措施,有着十分重要的意义,现就本区几种主要土地类型的土壤水分特征与生物措施配置作简要论述。

3.2.1 梁峁顶 梁峁顶位于大小梁及山峁的最顶部,风力较强,土壤蒸发强烈,造成土壤水分大量蒸发丢失,3m土层水分值均较低,受降雨补充的浅层水分亦很快蒸发殆尽,所以梁峁顶土壤水分通年较低。在林草措施布局上,峁顶适于发展人工草地,而不宜栽植乔木或辟为农田^{[1][2]}。

3.2.2 坡地 25°以下较缓坡地,仍然是黄土丘陵区农业和林果业发展的重要基地。缓坡为传统的农作物地块,农民精耕细作,土壤肥力和水分均较高,除降水的就地入渗外,还有来自地形上部径流入渗的补给。缓坡应逐步修成水平梯田,以期土壤水分条件再上一个台阶。

3.2.3 梯田 在大搞水土保持和基本农田建设的今天,梯田仍然是重要的水保工程措施,它的优越性是高水平的,永久性的保水保土功能,目前有些梯田没有发挥其优越性,主要问题是严重缺肥,窄面老式梯田、侧面蒸发较大,以及新修梯田内侧生土熟化等问题。如解决以上问题,作物产量当会显著提高。

4 土壤水分与水土保持措施空间优化配置

4.1 土壤水分在水土保持措施空间优化配置中的作用

人们要求不同水土保持措施的空间组合能够使总体效益达到最优,即形成空间优化配置,具体地说^[2],优化配置是指配置的水土保持措施依据了水土流失规律和合理利用土地的原则、能确保生物充分利用光、温、水、肥资源,粮食稳产高产,人民收入逐步增长,水土流失得到有效控制,生态环境日渐向良性循环转化。

土壤水分是影响水土保持优化配制的若干因素中一个重要指标。前所述及的不同立地土壤水分状况直接制约着其上的生物措施的选择。而水土保持工程措施本身既保持了土壤,也保持了水分,使生长于其上的植物有了比较充足的水源条件。

4.2 安塞茶坊试区的水土保持空间优化配置

“七五”期间,蒋定生等对安塞茶坊试区的水土保持空间优化配置作了深入研究^[2],认为该区的措施配置应分成平面圈状与立体层状2个层次。

4.2.1 平面配置 建立以居民点为圆心的圈状结构配置模式。内圈以水平梯田(或水地)为主体的粮食和生态经济林治理开发圈。中圈以推广草粮带状间作和水平沟种植等水土保持耕作法为主体的治理开发圈。外圈以退耕还林还草、建设以草灌为主体的生态

保护治理开发圈。

4.2.2 立体配置 山顶采取水平阶种植法,自上而下,等高带状种植20~30m宽的沙打旺或其它多年生草带,保持土壤,并为发展畜牧业提供部分饲料,坡地其上部修水平梯田,栽种苹果或山楂等,是主要的商品性果树基地。中部兴修基本农田,坡脚植树造林,建成用材林基地。

这个模式对黄土丘陵区的水土保持措施空间配置,具有典型和示范意义。

5 土壤水分平衡与农林草的循环轮作配置

循环轮作配置,是指根据各种植物吸收土壤水分深度、数量和水分恢复时间不一样的状况,予以循环轮种^[6]。这就既最大限度地利用不同层次的土壤水分,又保持土壤水分资源长期平衡。

在黄土丘陵区,水量平衡方程为:

$$P - D - R = \Delta W + ETa \quad (1)$$

式中 P ——降水量; D ——渗漏量; R ——径流量; ΔW ——土壤水分储量变化; ETa ——蒸散量,即耗水量。

土壤深度以3m或5m计,则形成渗漏水的可能性极小 $D = 0$ 这样有

$$P - R = \Delta W + ETa \quad (2)$$

欲使土壤水分消耗与补偿长期保持平衡,即须使 $\Delta W = 0$ 亦即要求下式成立

$$P - R = ETa \quad (3)$$

P 、 R 与 ETa 三项均随气候波动而变化,具有年际变异性,若取平均值则所考虑的时间长度即循环轮作周期应与基本的气候波动周期相吻合。当然根据人们的要求,也可给定循环周期,如10年、20年等,只要各要素满足(3)式便可。假定循环周期为 n 年,则有以下式成立

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m ETaij = \sum_{i=1}^n (Pi - Ri) \quad (4)$$

式中 m 为循环种植的植物种类数、如对于人工草或是沙打旺,或是草木樨,对于农作物,或是玉米或是谷子等。如果在第 i 年没有第 j 种植物则取 $ETij = 0$ 。

假定循环周期为10年,并认为10年平均雨量与总体平均雨量相同,则对于安塞试区10年总雨量为5490mm,总径流深450mm(年均径流深取45mm^[11]),其总有效雨量即 $P - R = 5040\text{mm}$,这就要求在10年期限内所轮种的植物总耗水量与5040mm持平。

草地循环种植是指人工草地与自然草地轮种,人工草地包括沙打旺、紫花苜蓿、红豆草等,关于它们的耗水量,已经作了一些研究^{[11][6]},与试验年份的气候条件、测试地块的具体的土壤水分状况等因素相关,各结果尚不尽一致,文献^[1]给出了如下年耗水量结果。紫花苜蓿5m深为>600mm;沙打旺5m深为400~600mm;红豆草2m深为400~500mm;草木樨5m深为400~500mm;自然草地3m深为280~380mm。

根据对4年土壤水分资料分析,文献^[6]给出了如下耗水量由大到小的顺序,沙打旺>草木樨>红豆草>紫花苜蓿>裸露地。不同草地的耗水情况需作更深入的研究。

除了草地循环种植外,还有农草地循环种植、林草地循环种植及农地循环种植等,具体安排轮种配置时,对于多年生牧草及林灌,要考虑到其不同草龄、林龄的耗水差别及根

系发育过程对吸水深度的影响。

6 结束语

土壤水分与水土保持措施有着密切的关系。生物措施的选择直接受立地土壤水分状况的制约。而工程措施通过对地形条件的改变加大了降水入渗,耕作措施亦是在较小规模上改善土壤水分条件。

在地处半干旱地区的黄土丘陵区,生物措施是保持土壤,发展经济的必要手段,但由于高额生物产量会导致土层的强烈干燥。通过农林草循环轮作,可望使土壤水分长期保持平衡,需要深入研究的是各种植物的耗水规律。从土壤——植物——大气系统的角度上,建立耗水模式,如此将会使循环轮作的研究迈出一大步。

本文在写作过程中曾得到蒋定生研究员,张汉雄老师的热情指导在此一并致谢。

参考文献

- [1] 杨文治等.黄土丘陵区土壤水分资源及其利用研究.黄土丘陵区水土保持型生态农业研究,1990年,P63
- [2] 蒋定生等.试论黄土高原丘陵沟壑区水土保持措施优化配置与效益.黄土丘陵区水土保持型生态农业研究.天则出版社,1990年P88~89,P97~99
- [3] 刘梅,蒋定生等.不同坡面位置土壤水分差异规律分析.水土保持通报,1990年第2期,P91~93
- [4] 杨文治等.黄土丘陵区人工林草地的土壤水分生态环境.中国科学院西北水土保持研究所集刊,1985年第2集,P18~28
- [5] 韩仕峰.立体利用土壤水分的生物结构的探讨.水土保持学报,1988年第4期,P49~50
- [6] 卢宗凡等.干旱坡地草灌带状间作土壤水分变化的数学模型.水土保持学报,1988年第4期,P56~59

SOIL WATER AND THE DISPOSITION FOR MEASURES OF SOIL AND WATER CONSERVATION IN LOESS HILLY REGION

Liu Mei Fan Xingke

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation,
Academia Sinica and Ministry of Water Resources,
Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract

There is a close relationship between soil water and the disposition for measures of soil and water conservation. In space structure, undulate terrain results in the rain redistribution and the mechanical measures make the redistribution be useful so soil water differences in a micro-region take place. The differences restrict and affect the space disposition of the biological measures. From time angle, the rotations of grasses, forests and crops should be taken so as to prevent the soil from drying which results from the excessive water consumption of some plants. It is necessary that the total consumptive use of water in the rotation period is equal to the total effective precipitation (precipitation minus runoff depth) in the loess hilly region.

Key words soil water measures of soil and water conservation
loess hilly