

雨水集流在抗旱造林技术中的应用

傅志娥

(甘肃省武威市水土保持工作站, 武威 733000)

**摘要:** 随着经济的不断发展, 人口、资源与环境之间的矛盾日趋突出, 世界范围内的水土流失、土地沙漠化、水资源短缺、物种退化、大气污染和酸沉降等生态危机仍在加剧。我国西部地区生态环境十分脆弱, 森林植被极端匮乏, 水旱灾害、沙尘暴等自然灾害发生频繁, 严重制约着西部地区经济的发展和繁荣稳定, 也影响着我国现代化目标的实现。干旱缺水是西部生态建设中的严峻制约因素。从如何利用西部干旱地区极少的天然降水, 提高造林成活率出发, 从雨水造林的集水、防渗、保水、保墒四个方面对此加以论述。

**关键词:** 雨水; 抗旱造林; 技术应用

中图分类号: S273. 4; S721

文献标识码: A

文章编号: 1005- 3409(2006) 03- 0121- 03

The Application of Rain Water Gathering in  
Anti-drought Afforestation Technique

FU Zhi-e

(Wuwei City Water and Soil Conservation Station of Gansu, Wuwei 733000, China)

**Abstract:** Along with the continuous development of the economy, the contradictions of population, resources and environment are gradually outstanding, soil erosion and land desertification in the scope of world, water species deterioration, air pollution and acid subsidence etc., still aggravate. The eco-environment of western region is very weak, and is short of forest plants, the drought and flood, sandstorm occur frequently, which restrict regional economy development, social prosperity and stability, also affect modernization in our country. The water shortage restrains the ecosystem construction in western region. The four aspects are discussed such as water gathering, anti-leakage, water and soil conservation to raise survival rate of forest ietion.

**Key words:** rain water; anti-drought forestation; technique application

雨水造林是以天然降水形成的地表径流利用为基础, 以降水的合理时空分配为手段, 在干旱的气候、土壤环境中为林木的生长创造出相对适应的土壤环境, 使降水较少的干旱、半干旱地区也建立起相对稳定、生长迅速的人工林生态系统, 提高经济林的产量和品质。在这个系统中, 对降水的高效利用是核心, 一切技术措施都围绕着提高降水资源的有效利用、降低水分的无效损失而展开。通过人工措施改变地表性状, 使比较小的降水也能产生地表径流, 从而提高降水的地表产流率, 增加林木根系分布区域的供水量。同时通过一系列的蓄水保墒措施尽可能地减少地表的无效蒸发损失, 延长土壤水分的使用时间, 使有限的水分主要通过林木根系的吸收, 参加林木的生理生长活动之后再返回大气, 提高水分的利用效率。通过这种措施的应用, 基本上要解决这样两个问题: 一是通过有效的水分调节措施, 在一般年份使土壤水分基本维持在林木生长发育所需的适宜范围之内; 二是在短期天气干旱的情况下, 土壤含水量不低于苗木的凋萎湿度以维持林分的稳定性。

雨水造林技术措施的核心技术是集水整地。集水整地系统由微积水区组成: 一是产生径流的集水面, 二是渗蓄径流的植树穴。根据地形条件, 以林木为对象在全林地形成不同的集水与栽植区, 组成一个完整的集水、蓄水、水分利用系

统, 在树木的栽植区自然降水不能满足树木正常生长发育的需求, 在不同时间里土壤水分有一定的亏缺, 通过集水面积、径流系数来调节产流量, 弥补土壤水分的不足, 保持水分供需的基本平衡。因此集水面积大小、集水面上的产流率直接影响径流林业技术的综合效率。

在干旱地区, 土壤水分是制约林木生长的关键因素, 在确定一系列技术措施时必须考虑到水分对其他因素的制约作用。在这种条件下植树, 造林密度一定要控制在降水资源环境容量允许的范围之内, 即确定的造林密度应依据水量平衡的原则, 综合考虑树木的生长速度、蒸腾耗水需求、降水量及树木可能的利用水量及土壤的蒸发、渗漏损失, 估算出每一株树木所需的水分营养面积, 作为确定造林密度的主要依据。集雨造林技术正是以林分与林木个体的水量平衡为基础确定造林密度, 保持造林密度在水资源环境容量允许的范围之内。

1 集水整地

1.1 栽植区面积

首先要确定整地的规格大小, 包括整地的深度, 松土区域的面积、断面形式。整地的深度主要考虑当地的气候、土壤及产流条件。在干旱半干旱气候条件下, 一般要求深整地, 以便降低土壤密实度、促进土壤熟化、增强土壤蓄水能

力。在土层比较深厚的情况下,对于防护林和用材林一般以40~60 cm为宜,经济林80~100 cm为宜。

确定栽植区面积主要考虑三个因素:一是树木的生物学特征,主要考虑水分需求个体大小、根系分布等;二是汇集径流的贮存、下渗需求,主要考虑所收集的径流水能有效地贮存在树木根系周围,不产生较大的渗漏损失;三是施工的难易程度与费用,主要是整地的规格大小,投入的劳力、费用等。在干旱地区,为了增加有效蓄水量,应采取较大规格的整地。但整地规格加大、破土面积增加,也相应地增加了地表水的蒸发量,而且径流进入后渗蓄的深度也相应减少。因此,栽植面积的大小应考虑生物、经济兼顾的原则,既考虑到树木的根系生长发育及对养分和水分的需求,又要考虑到地形、土壤等自然与经济条件。

经济林树种一般对水分养分的需求比较高,根系的水平分布比较宽,栽植区的面积大一些,其宽度一般应在1.4~2.0 m,长度主要由造林的株距决定,一般在1.0~2.0 m。水土保持用材林的阔叶树因根冠较大,一般栽植区宽度在1.0~1.6 m、长度在1.0 m为宜;针叶树的根系相对比较集中,一般栽植区的宽度在1.0~1.4 m,但若是培育速生林,则整地宽度可适当增大;薪炭林、护牧林等以灌木为主的水土保持林,栽植区面积可适当小一些,一般宽度为0.6~0.8 m即可,长度可依据地形条件而定。

林木的栽植一般都是沿等高线走,因此,栽植区的宽度受地形、土壤条件的制约。当坡度比较大时,栽植区不宜过宽,否则,一方面增加了施工难度和工程量,另一方面在幼林期也容易引发水土流失,降低集水效果。当土壤较为紧实时,对林木的根系生长有影响,其宽度可大一些,如果坡面土壤非常疏松时则要适当小一些,以免由于整地引起坡面水土流失。

## 1.2 集水面积

集水面的主要作用是把降雨径流汇集到树木根系分布区。一般来说,集水区应当修成一定的坡度,地表较平整、结实,不易产生水土流失。在坡地上修整集水面比较简单,如果是利用自然坡面直接集水,则对坡面凹凸不平的地方进行处理使坡面基本保持平整即可。如果要增加径流系数,则对集水区地表要进行修整。修整的方法是清除杂草后,把坡面修整平整,然后把坡面表层土壤压实拍光。集水面的修整要和整地同时进行,以雨后土壤湿度高时为佳。集水面杂草清除要彻底,以防止杂草的生长蔓延降低集水效果并破坏集水面。集水区最好以单株树木为对象修筑,坡面较平整时也可以两三株树木为对象修筑。集水区应以15~20 cm、垂直于等高线的土埂作边界,以防止因小地形变化引起坡面径流过分集中。在平坦地面上修筑集水面,要把集水面修成一定的坡度,一般应在 $8^\circ$ 以上。根据地形条件和施工难易程度,把集水面修成带状或回字形。

在确定栽植区面积的大小、即径流渗蓄与水分消耗区面积大小之后,即可确定集水面的大小。集水面积的大小主要根据栽植区面积、降雨量、地表的产流率、栽植区水分消耗需求、树木需水量、土壤水分短缺量等因素来确定,其目标是所产的径流水能弥补土壤水分的短缺量。

降雨量与降雨性质是影响集雨面积大小的主要因素,一般降雨量大、降雨强度高,则产流率也高,相应的集雨面应小一些,否则应大一些。土壤较干燥、土壤水分亏缺严重时,集水面应大一些。地表产流率与地表的性状有关,产流率越高则收集的水量也越多,相应的集水面应小一些,否则,如果地表比较粗糙或疏松、有裂缝时,产流率就比较低,相应的集水面应大一些。如果栽植需水量比较大的经济林木,则集水面

就应加大;所栽植的是耐干旱的树种,则集水面应小一些。栽植区与集水区的面积比例由栽植区的水分亏缺量与进入栽植区的径流量来确定,总的原则是亏缺的水分基本上等于径流补充的水分。

## 1.3 蓄水工程

蓄水工程是栽植区的主要组成部分,是彻底拦蓄坡面径流,保证坡面安全的重要技术措施。蓄水工程的修筑应与栽植区整地同时进行,以防止因长时间土壤蒸发使温度降低影响施工质量。按照整地的断面形式,一定要满足设计蓄水容积所要达到的外埂高度,注意外埂一定要修结实,不能有虚土,与原地表要结合紧密。外埂的顶宽一般为20~30 cm,高度按抗暴雨径流的要求修筑,一般在40 cm左右。为了使径流能均匀地分配到各个林木上,在整修外埂时应与等高线垂直,每隔一株或几株树木修一横档,以起到防止因径流渗蓄区过长不水平而使径流水向一侧过分集中冲毁蓄水工程。

通过集水面所产生的径流直接流入栽植区并渗入土壤中供林木吸收利用,但是有较强的降雨发生,径流量太大时,径流来不及渗入土壤中,有可能冲毁坡面整地工程,造成水土流失。因此,与集水面积相配套,在径流渗蓄区要修筑比普通整地规格更高的蓄水工程,以保证有一定的拦蓄暴雨的能力。

蓄水工程的断面形式在山地一般具有反坡梯田、水平沟、鱼鳞坑等形式,在平缓地有穴状、条带状等形式。在修筑时要考虑本地区可能发生的暴雨量、暴雨强度以及所产生的最大径流量,同时,还要考虑幼林无覆盖时地表土壤侵蚀造成每年可能的蓄水容积损失量。

## 1.4 集水整地施工

整地:在进行整地施工时,一定要达到预先设计的长、宽、深的标准。开挖时,应将表层熟土堆于坡上方、生土堆于坡下方,当开挖到要求深度时,再回填上方的熟土。回填时要进行人工踩实,以利蓄水保墒。在阳坡的造林地要修成小阴坡,以降低夏季时土壤水分的蒸发;阴坡的造林地修成水平面较为理想,这样可改善春季地温,促进林木根系的生长。

## 2 集水面防渗

干旱地区最严重的水分亏缺是在春季,此时不仅降水稀少,而且地表土壤极为干燥,经过冬季的冻融胀缩的影响之后,表层土壤结构疏松,在迅速回升的气温和强西北风的影响下,土壤失水极为严重,小量降雨只能润湿地表并被很快蒸发,很难形成径流。因此,提高降雨的产流率是增加旱季林木水分供应量的重要手段,也是提高降水利用率的重要措施。通过地表防渗技术对集水区进行处理,不仅可以增加对降水的利用率,减小土壤的无效蒸发,而且还可以提高土地的生产力和经济效益。

## 2.1 压实拍光

压实拍光是一种以紧实地表土壤、减小土壤空隙度、增加土壤黏结力、形成一层高密度入渗阻力层为特点的地表防渗措施。表层土壤密度越高,水分入渗阻力越大,降雨产流率也越高,在条件允许的情况下,应尽量增强压实力,提高表层密度。在整修时,先把地表的杂草连同干燥土层一起铲除回填到栽植区,待裸露出湿土后,按预定的形状整修好集水面,根据需求进行压光处理。

## 2.2 防渗剂处理

在极为干旱的情况下,依靠压实拍光不能满足林木生长发育对水分的需求,就必须对地表进行防渗处理。目前国内外常用的化学防渗材料有钠盐、乳胶、蜡状物、沥青及防渗剂等。无论选用哪种防渗材料,都要遵循以下几个原则:无污

染, 长久使用不会破坏土壤结构; 防渗性能好, 处理后径流系数能达到 0.5 以上, 耐雨滴的打击和径流冲刷, 使用寿命最少应在 3 年以上; 在自然条件下不易和土壤分离; 性能价格比较高。

2.3 生物防渗

与化学防渗相比, 生物防渗处理有其无可比拟的优点和广阔的应用前景。在对集水区地表进行处理的生物材料, 在合适的温度、湿度条件下可进行营养繁殖, 繁殖好的营盘碎片喷洒在集水面上, 利用夏季的有利条件, 1~2 年即可形成保护层。其集水效果虽不如化学材料, 但具有极好的水土保持效果。

2.4 其他方法

除了上述几种防渗处理材料外, 水泥和 107 胶混合起来喷洒在集水面上的方法, 也具有较高的径流系数和较长的使用寿命。

3 保水剂的应用

保水剂是一种高吸水性树脂, 这类物质含有大量结构特异的强吸水分分子, 在树脂内部可产生高渗透缔合作用, 并通过其网孔结构吸水。它的最大吸水能力高达 13~14 kg/cm<sup>3</sup>, 可吸收自身重量数百倍乃至上千倍的纯水, 且这些被吸收的水分不能用一般的物理方法排出, 具有很强的保水性。由于树木根系的吸水力大多为 17~18 kg/cm<sup>3</sup>, 一般情参考文献:

[1] 国家林业局科学技术司. 黄河中上游干旱半干旱地区抗旱造林技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

(上接第 120 页)

状况的调查结果, 两种坡面处理所对应的公路表面的受损率均达 70% 以上, 造成这种状况的原因是在铺设生态垫之前路面就已经因坡面上的落石而受到一定的破坏, 虽然铺设生态垫后破坏有所减轻, 坡下部公路的表面受损率略微降低了 1.89%, 但由于时间较短, 所以表面受损率间的差异并不显著; 同时从公路的破坏程度上来看, 铺设生态垫坡面下方的公路破坏度平均为 12 997.8 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, 而未铺设生态垫的为 21 969.7 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, 显著下降了 40.84%, 两者间的差异在 0.05 水平上显著(表 2), 究其原因, 一部分落石会重复落在公路上相同的部位, 其对公路所造成的破坏不仅是公路破坏表面有所扩大, 而且更重要的是增加了落石坑的深度, 因此尽管公路表面的受损率间差异不显著, 但破坏度间却存在着显著差异, 可见, 生态垫的铺设可以显著地降低下部公路的破坏程度。

3.3 树木保存、生长及受损情况分析

铺设生态垫和对照坡面上树木个体的保存率、生长状况和受损情况的调查结果表明, 铺设生态垫的树木保存率为 95.32%, 比未铺设生态垫的保存率提高 8.11 个百分点, 保存下来的树木的树高间几乎没有差别, 而地径间存在一定的差异, 即铺设生态垫的树木地径高于未铺设生态垫的, 但这种差异在统计学上并不显著。从保存树木的受损率的调查结果来看, 铺设生态垫的树木的受损率仅为 2.15%, 而未铺设生态垫的受损率则高达 74.69%(表 3)。上述结果表明, 由于研究期较短, 从树木生长的角度来看, 生态垫的作用并未得到充分体现, 但其在提高造林成活保存率及苗木生长状况已经发挥了一定的作用。

参考文献:

[1] 郭义飞, 金涛, 吴明. 综合绿化山区公路劈山后裸露岩(石、土)面试验初报[J]. 华东森林经理, 1999, 13(2): 40~43.  
[2] 权东计, 刘建军, 王德祥. 人工裸露地面的植被建设初步研究[J]. 水土保持通报, 2003, 23(6): 47~49.  
[3] 高甲荣, 孙保平, 王淑琴, 等. 可降解生态垫在河滩地造林中抑制杂草的效果[J]. 中国水土保持科学, 2004, 2(1): 38~41.

况下不会出现根系水分的倒流, 而林木根系却能直接吸收贮存在保水剂中的水分。

使用保水剂时, 在植树穴内将与土壤充分拌合后再栽植苗木。当土壤中的保水剂遇到下渗水后, 可以有效地蓄贮供苗木利用。但需注意的是, 保水剂不是造水剂, 所以应在雨季造林前整地时就使用。经一个雨季的充分吸水, 可使当年秋季的造林成活率甚至第二年春季造林成活率提高 15%~20%, 生长量提高 25% 左右。

4 蓄水保墒

无论是降水还是集流水, 只有贮存在土壤中才能被树木有效利用。因此, 土壤的蓄水保墒措施主要包括两个方面: 一是改变土壤的大气蒸发条件, 从而降低地表的潜在蒸发速度; 二是改良土壤结构, 增强土壤的自身持水能力。改变土壤蒸发条件最有效的方法是进行覆盖, 可利用卵石、泥沙、秸秆、树叶、枯草、粪肥等进行覆盖, 这在我国已有比较久远的应用历史。最新的方法还有地膜、草纤维膜、乳化沥青覆盖, 土面增湿保墒等, 都能有效地提高地温、减少蒸发、保持土壤水分。改变土壤结构的方法主要有整地松土、增施肥料与土壤改良剂等。其中, 以施用有机肥为主, 配合施用能胶结土壤颗粒, 形成一定结构的各种土壤改良剂, 通过改良土壤结构起到受墒、蓄墒、保墒三方面的作用。

4 结论和讨论

(1) 生态垫作为一种防止坡面土壤侵蚀, 促进受扰动坡面植被恢复的材料, 其效果是十分显著的, 特别是在原有植被破坏严重, 土壤侵蚀剧烈, 植被恢复又十分困难的交通沿线, 由于交通沿线生态恢复的投资较大, 从经济学的角度上考虑生态垫的应用还是可行的, 随着中国西部大开发战略的逐步推进, 一些基础设施建设如交通等已相继上马, 生态垫作为一种绿色环保产品, 在西部脆弱生态环境的恢复将有很大的推广价值。

表 3 不同处理坡面上树木个体的保存率、生长及受损情况

调查项目	铺设生态垫	未铺设生态垫
调查面积/m <sup>2</sup>	6930(165×42)	6270(165×38)
树木保存率/%	95.32	87.21
树高/m	0.37±0.0195	0.36±0.0228
地径/cm	0.76±0.0411	0.69±0.0391
保存树木受损率/%	2.15	74.69

(2) 生态垫虽然具有很强的水土保持功能, 但在使用的过程中应与其他水土保持措施紧密结合, 从而最大限度的发挥生态垫的效益。

(3) 生态垫除了可以用于坡面侵蚀控制和植被恢复的功能外, 还可提高困难立地条件下造林的成活率、保存率、林木生长量并有效地抑制杂草生长<sup>[3]</sup>, 因此在相似类型区也能得以广泛的推广应用。