

## □ 综合论述

人工水土保持林营建技术综述<sup>\*</sup>刘芝芹 王克勤  
(西南林学院)

**摘 要:** 水土保持林在改善生态环境的作用中处于重要的地位。为全面正确地掌握人工水土保持林体系的营建技术,在分析水土保持林功能的基础上,综合论述了人工水土保持林体系的树种选择、结构、造林密度等生物技术以及水保林体系集水整地工程技术,并提出人工水土保持林接近自然的属性是保证其质量的重要特征。

**关键词:** 水土保持林 生态环境 工程技术

**中图分类号:** S714.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-0120(2003)03-0001-04

森林和草地是宝贵的自然资源,陆地生态系统的主体,人类社会持续发展的基础。它具有削弱洪峰,延缓径流,保持水土,调节气候等作用。森林覆盖率的高低,已成为当今世界衡量一个国家环境质量好坏和文明与否的标志。我国森林资源稀少,覆盖率仅为12%,在世界上位居131位,远低于世界平均覆盖率31.3%的水平。随着经济的发展和人口的不断增加,森林资源日趋减少,土地沙化、退化、碱化现象日益严重,水土流失加剧,干旱、洪涝等自然灾害频繁发生,生态环境恶化已严重制约了国民经济的可持续发展。

## 1 水土保持林改善生态环境的作用

### 1.1 防止水土流失,涵养水源

森林具有很强的保水能力,是天然的“绿色水库”,它能促进天上水、地表水和地下水的正常循环。当大雨降落时,林冠和枝叶可截留20%以上的雨量,林地上的枯枝叶和杂草层也能截留并吸收5%~10%的雨量,而团粒结构土壤又能使地表水转变为地下水。在干旱无雨的季节,森林又能通过枝叶蒸腾水分。据测定,只要林地内有1cm厚的枯枝落叶层,就可以把地表径流减低到裸地的1/4以下,泥沙量减少94%。

### 1.2 调节小气候,减轻自然灾害

水土保持林草达到一定数量后便能改善小气

候,包括降低风速,减少风暴次数,提高地面温度、湿度,减轻霜冻、干旱等。陕西省榆林地区采取带、片、网相结合的办法建设植被,一个涵盖全区的防护林体系初步形成,植被覆盖率由1949年时的1.8%上升为38.9%,与50年代相比,沙丘高度平均降低了30%~50%,年沙暴日数由66d减为24d。在农田防护林网内,风速降低48.5%,蒸发量减小22.9%,从而减轻了干旱和风沙的危害。

### 1.3 改善土壤状况,提高土壤肥力

植被对土壤的改良作用,主要是由枯枝落叶层、根系和固氮作用的影响造成的。其作用是增加了土壤中含氮量、有机质,改善了土壤的物理性质。如刺槐林土壤含氮量(表层15cm)为0.196%,折合4395kg/hm<sup>2</sup>,在相距林缘23m处则为0.09%,折合1995kg/hm<sup>2</sup>,刺槐使土壤中含氮量增加2400kg/hm<sup>2</sup>。土壤中腐殖质含量的多少是土壤肥力的集中表现。据研究,在森林覆盖下的土壤中,其腐殖质含量比无林土壤要高4%~10%。

## 2 水土保持林的树种选择及水保林体系的结构

### 2.1 水土保持林的树种选择原则

#### 2.1.1 生物学原则

选择的树种应使造林地立地条件与树种的生物学特性相互适应,切实达到“地”和“树”的统一,做到适地适树。这是人工水土保持林持续发挥功能的保证。一些人工林初期生长发育良好,但到

收稿日期:2003-04-27

<sup>\*</sup>基金项目:云南省自然科学基金重点项目  
(2001D0008Z)

后期却发生生长衰退,尤其在北方,经不起严酷的干旱气候的考验,甚至枯死衰亡。“小老树”的形成就是一个明显的例证。由于其早衰,因而生产力低,森林环境难以形成,不能提供大量枯落物覆盖地表面。植被保持水土是由于植被的旺盛生长,而不是植被生长特性被扭曲,以牺牲植物为代价的结果。所以,坚决摒弃“小老树”,严格贯彻“适地适树”和“适地适苗”的原则,因地制宜地配置而杜绝“小老树”的发生。在植物与环境对立统一的辩证关系中,环境是第一位的,不能过分夸大植物改良环境的作用,不能在任何地方照搬某一地方取得的成效。

### 2.1.2 主导功能原则

水土保持林培育的根本目的是在短期内获得较高的涵养水源、保持水土、调节径流等生态效益。因此选择的树种一般要求抗逆性好,耐干旱,耐瘠薄,抗病虫害,生长迅速,能及早郁闭,树冠浓密,落叶丰富,覆盖土壤能力强,根系发达,最好应具有一定的经济效益。

### 2.1.3 多样性、稳定性及长效性原则

为增加防护效益以及提高人工水土保持林的稳定性,提倡造林树种多样化,并可设计针阔、乔灌混交林。因此,无论是针叶林,还是有木材培育价值的阔叶树,都应混交营造,尤其与固氮养地植物的混交,以提高林分的稳定性,同时提高生产力并防止地力衰退。混交人工植被能尽快覆盖地表,增加枯枝落叶,增强土壤蓄水保土能力,控制和减少水土流失。如在元谋干热河谷进行人工植被恢复必须坚持建立多层次、多样性的混交人工植被的原则。另外,乔木林的培育,应在植被地带性分布规律的基础上决定其布局和发展规模,否则,不适宜地造林,注定导致其稳定性的降低,随之水土保持作用也难以持久。水土保持林的营造应以适应当地生态环境的乡土成林树种为主。黄土高原造林克服“土壤干层”的影响,可望林分有较好的稳定性。在空间布局上,注意不同树种的斑块镶嵌,以及利用多个无性系品种造林,以促成景观多样性或异质性,避免同一树种(品种)形成大面积集中连片的纯林,克服景观同质性的不利影响。

## 2.2 水土保持林体系的结构

水土保持林体系属山区的人工林生态系统。从系统工程的角度,系统的结构决定系统的功能,结构是系统的要素及其联系,是决定系统功能的内因,也是系统功能的保证和渠道。所以,水土保持林体系的保持水土功能必须通过合理的结构来实

现。从水土保持林体系配置的组成和内涵上,其结构可分为水平结构和垂直结构。

### 2.2.1 水土保持林体系的水平结构

从技术上讲,水土保持林体系的水平结构首先要解决林种组成及其占地比例和配置部位问题,这是能否形成合理水平结构的关键。在这方面,诸多的研究成果都体现了生态经济兼顾,以生态功能为基础,以防护林为主体,优化各林种所占比例及其布设的原则。早在1979年,北京林业大学关君蔚教授便提出了黄土高原和北方石质山地水土保持林体系的基本林种,并对各林种的主要功能进行了研究,为山区水土保持林的合理结构配置奠定了基础。黄枢,沈国舫提出了太行山以涵养水源林和水土保持林为主体的水土保持林体系的林种结构及布设。张淑芝提出了甘肃中沟流域水土保持林体系六大林种及配置。张福计确定了太行山石灰岩海拔高度800 m~1800 m的山地用材林和水保林的面积比例为1:1.9,现有宜林荒地中用材林和水土保持林面积比例为1:2。以上资料虽分别来自不同地理区域、自然条件和社会经济条件,但从林种组成上都突出了水土保持和水源涵养林的核心地位,均把改善山区生态环境功能放在首位,并兼顾经济效益,充分体现了水土保持林体系水平结构的特点。

### 2.2.2 水土保持林体系的垂直结构

水土保持林体系是多林种、多功能的,每一个林种在体系中都有特定的经营目的和配置部位,具有不同的功能和立体结构。本文的讨论只涉及水源涵养林和水土保持林这两个核心林种的垂直结构。从森林水源涵养、保持水土的机理而言,以木本植物为主体的生物群体及其环境综合体涵养水源作用最大。因此,要想充分发挥防护林涵养水源、保持水土效应,必须营造乔、灌、草相结合的多树种、多层次的异龄混交林结构,这已成为水土保持工作者的共识。在人为活动频繁、水土流失严重的山区,要实行封山育林、育灌、育草,以改善林分使其形成多层次结构,从而提高其蓄水保土功能。坡面防蚀林(水流调节林)的最佳结构应是乔、灌、草、地被物组成的多层次立体结构。在任何结构的林分中,枯枝落叶层是必须的,它是林分发挥水文效应和防止土壤侵蚀效应的核心作用层,在机理上有其他任何结构要素不可取代的多种功能。所以,在水土保持林、水源涵养林的经营活动中,必须使之形成丰厚的枯枝落叶层,否则,将是营林上的最大失败。因为森林冠层在林下无植被或枯落物层时,由于林冠对降雨的汇流作用反而会增加雨滴对

地表的打击力,有可能造成比无林地更大的水土流失。

### 3 合理确定造林密度

造林密度是形成合理空间结构的基础,也是林木个体生长发育空间大小的决定因子。另外,造林密度还是影响工程投资和抚育管理强度的一个重要因素。营造水土保持林时,确定合理的造林密度应考虑以下因子:

#### 3.1 经营目的

水土保持林要求迅速覆盖地表,尽早发挥生态效益,因此要适当采取较大造林密度,但必须充分考虑干旱、半干旱地区水分限制,尤其是在黄土高原确定造林密度时,应当以降水资源环境容量为基础,考虑不同树种的蒸腾需求、造林技术措施对降水的再分配强度和林木实际水分利用效率,综合比较,以维持林木正常生长发育的最适水量平衡为条件来确定造林密度。

#### 3.2 立地条件

立地条件好的,生长迅速,成林早,成材快,造林密度要适当小些;立地条件差的,林木生长慢,栽植密度要大些,以尽快形成森林环境。在黄土高原地区确定造林密度时,应以降水资源环境容量为基础,考虑不同树种的蒸腾需求、造林技术措施对降水的再分配强度和林木实际水分利用效率,以维持林分稳定性为第一目标,结合不同林种的培育目的,参考其他特殊立地因子,综合比较,以维持林木正常生长的最适水量平衡为条件确定造林密度。

#### 3.3 树种特性

喜光性树种,生长快,郁闭早,密度应稀些。喜阴性树种生长慢,郁闭晚,密度应大一些。从形态上分析,树冠小,干形好,成枝力强的树种,应稀些,树冠大,干形差,应密些。

### 4 水土保持体系集水整地工程技术

集水整地工程是径流水保林,即径流林业综合育林技术的核心,也是在当前经济技术条件下被广泛使用的一项有实效的技术措施。高质量的整地结合径流的收集和土壤保墒措施,是使极为有限的降水资源能得到充分利用,是转化人工实现生产力的重要保障。根据北京林业大学王斌瑞(1996)在黄土高原多年的径流林业研究证明,在降水资源环境容量的制约条件下,使用集水技术及蓄水保墒配套技

术,通过对降水的集中使用使林木的蒸腾量由原来不足30%提高到60%,地表蒸发和其他损失减低到40%。在降水量为650 mm、400 mm和200 mm的地方,当林分密度分别保持在1350株/hm<sup>2</sup>、900株/hm<sup>2</sup>和450株/hm<sup>2</sup>时才能保证林木个体的蒸腾量达到2.6/m<sup>2</sup>(株·年),维持林分的基本水分需求;当林分密度分别降低到1065株/hm<sup>2</sup>、750株/hm<sup>2</sup>和375株/hm<sup>2</sup>时,则可获得有效蒸发、蒸腾量为3.2 m<sup>3</sup>/(株·年)的水分需求。

#### 4.1 微型集水区的设计

微型集水区的设计主要是集水区面积、集水区地表处理方法、集水区的形状等。集水区的面积主要依据降水量、土壤水分短缺量和不同形状地表的径流系数等确定。集水区地表处理方法主要分为四大类:第一类是利用自然坡面直接集水,适用于年降水量大于500 mm的广大地区,在水土保持林稀植的情况下,集水区/栽植区面积比为5:1~6:1,其产流率一般只有3%~5%;第二类是把集水区坡面浅翻(15 cm),并清除杂草及根茬,露出下层生土,在土壤含水量达12%左右时用人工或机械方法压实拍光,以减小地表粗糙磨擦,增加降水产流率,土壤表层层实一般可达1.5t/m<sup>3</sup>左右,年均产流率一般可达18%~20%,广泛适用于降水量在400 mm左右的地区,或适用速生丰产林、营造经济林;第三类是在降水量为400 mm~450 mm的地区,将集水坡面铲平后,雨季时将石果地衣营养体与水混合,然后喷洒于集水坡面,约需三年时间坡面就可被地衣覆盖,其年平均产流率可达15%~18%,地表蒸发量可减少45%,此种方法广泛适用于半干旱地区的经济林及速生丰产林地;第四类是在年降水量为300 mm左右的地区,为要大幅度地提高造林成活率,并能使树林正常生长发育,林地坡面必须要经过特殊处理,把有限的降水资源集中使用。其技术措施是在林地坡面经过铲平压实的基础上,再喷洒15%的甲基硅醇钠溶液1号或2号,喷洒后约一小时,其地表便形成一层光滑不透水的膜,其产流率一般可达60%~70%。此种材料无污染、材料来源充足、使用寿命长、价格便宜。集水区的形状可因地制宜,灵活处理,根据造林地的地形条件,可在植树带的一侧及上坡方向、两侧或四周是平坦地形时,修筑成侧坡式或回形集水区,在坡面上时则应尽量利用自然坡度,平坦地形时则要求集水面最小有8°以上的坡度。

#### 4.2 植树带宽度与整地规格的设计

植树带宽度与整地规格的设计主要是植树带的

确定,整地的长、宽和深度。植树带的宽度就决定了径流的渗蓄面积,也是确定集水区面积的重要因素,它主要受造林树种、林种、地形条件、降水、水土流失状况及经济条件等因素的影响,以生物量、经济兼顾为总原则来确定,整地规格的大小直接影响到土壤对径流的渗蓄能力和林木根系的早期发育,对造林成活率与林木生长量都有直接影响。因此,在经济条件许可的情况下,应适当提高整地规格,同时结合整地采取一些必要的土壤改良措施。一般地,整地在春、夏、秋三季都可进行。其基本方法是修筑隔坡水平沟。杨忠等利用赤桉和银合欢对水平沟整地和鱼鳞坑整地进行对比试验,结果表明,水平沟整地能有效地截留降水,水分入渗多,入渗深,干旱时期蒸发损失少,为水土保持林草植物提供了良好土壤水分环境,赤桉和银合欢成活率高,生长迅速,有利于安全度过当年的间隙性干旱和来年的春季早期,保存率高。水平沟为植树带,隔坡面积为集水区。植树带修成反坡梯田,宽度为用材林0.8 m~1.0 m,经济林1.0 m~1.5 m。并要求深整地,一般用材林0.5 m,经济林1.0 m。水平沟内每隔3 m修一高30 cm的横档,水平沟外侧修宽高各30 cm的地埂,防止暴雨时径流流出。造林时株距一般为针叶树1.5 m×4 m,阔叶树2 m×4 m,经济林3 m×5 m或5 m×6 m。要清除隔坡面的所有杂草及草根,然后压实拍光,以利于集水区的径流汇集于植树带,并保证每株有6 m<sup>2</sup>~15 m<sup>2</sup>的集水面积。

## 5 人工水土保持林经营抚育措施

人工水土保持林具有接近自然的属性,因此水土保持林的经营不同于集约栽培经营的人工林,在不影响林木生长的前提下,从栽植、抚育、采伐等各个育林环节,应尽量保留原有植被草灌成分,尽量少扰动土壤,造林时适宜局部块状或带状整地。实践中,通常营造与封育相结合,栽针保阔,栽乔留灌,以及发展半人工植被。按人工投入强度,集约经营与粗放经营是相对的,过度的集约经营(如炼山、全垦)并不利于保持水土,也不利于林木生长,对人工林经营并不适当,而适度合理的粗放经营也并非完全无益于人工林。正如徐化成先生指出的,某种程度上,粗放经营是人工林经营的特点,而并非是其缺点。但粗放经营并不等于放任自然生长,而是要符合生态的适度合理经营。这应是水土保持用材林的典型经营方法。而属于生态公益性的

人工林,还应促进其向地带性顶极群落的进程演替,使其完全天然化。地带性森林植被,即原始森林具有最佳的水土保持作用,其水土保持作用最具说服力。同时,作为与当地气候条件最相适应的产物,它也具有最高的生态稳定性。人工水土保持林的建造应当以原生植被为目标,遵循植被演替规律,人工促进进展演替,加速向顶极森林群落转化。由半人工植被通过改良土壤基质及环境条件,逐渐发展为完全的天然植被,进而演化为原生植被。当然,水土保持用材兼顾林可以例外。

## 6 小结

根据人工林经营的实践以及对植被保持水土有效性方面的研究总结,认为:人工林保持水土的有效性,不只是空间有效性,还存在时间有效性,只有时间和空间相结合,认识人工水土保持林才是完整的;全面阐述人工水土保持林的营建技术措施、经营特点及其性质十分必要,有利于克服认识上的片面性以及水土保持林营造中的急躁情绪和盲目性,也有利于理论上阐明森林的涵义,使水土保持林健康稳步地发展,以期持续地取得应有的治理成效。

### 参考文献

- 1 代亚丽,温铁民.黄土高原地区水土保持林建设对策[J].农业环境与发展,2000,4:31~33.
- 2 王礼先,王斌瑞等.林业生态工程技术[M],河南科学技术出版社,2000.
- 3 冯国炯,卢虎跃.退耕还林中营造水土保持林、水源涵养林应注意的几个技术问题[J].新疆林业,2002,1:9~10.
- 4 杨维西.试论我国北方地区人工植被的土壤干化问题[J].林业科学,1996,1:78~85.
- 5 高志义等主编.水土保持林学[M].北京:中国林业出版社,1996.
- 6 张淑芝等.水土保持林体系功能有序[J],中国水土保持,1995,5:24~28.
- 7 孙尚海等.应用耗散结构理论配置水保林体系及其效益研究[J].中国水土保持,1995,4:23~27.

### 作者简介

刘芝芹:女,25岁,硕士;通讯地址:云南省昆明市西南林学院52#,650224