

# 辽西地区水土保持林合理经营技术及可持续发展理论初探

步兆东

(辽宁省干旱地区造林研究所, 辽宁 建平 122400)

**摘要:**通过对辽西地区水土保持林发展过程的回顾, 总结出辽西地区现有水土保持林存在的主要问题, 即树种结构简单; 林分生产力低; 多样性指数低等。根据辽西地区现有水土保持林特点, 尽大发挥其效益并持续时间长, 且在林木更新时效益不间断, 即水土保持林各种效益, 尤其是森林防护效益的持续利用等, 确立现有水土保持林合理经营利用的最高目标, 提出辽西地区水土保持林的合理经营技术。从可持续发展经营的角度出发, 由森林可持续经营的概念、结合森林等级理论以及相关生态学理论, 确定森林可持续经营的目标和经营技术。

**关键词:**水土保持林; 经营技术; 可持续发展; 辽西地区

中图分类号: S727.22

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)06-0383-04

## Preliminary Discussion on Reasonable Management and Persistent Development of Soil and Water Conservation Forest in Liaoning West Districts

BU Zhaodong

(Afforestation Research Institute of Liaoning Province in Arid Zones, Jianping, Liaoning 122400, China)

**Abstract:** The author looked back the development process of soil and water conservation forest in Liaoning west districts, and summarized that the main problems at present are: the composition of the tree species is too simple, the productivity of the forest is low, the diversity index is low, etc. The author puts forward the reasonable management technology in Liaoning west districts, which included that according to the characteristic of the soil and water conservation forest at present, benefit the most from it and keep benefiting from it as far as possible, and don't disconnect it during the woods' renewing. That is, benefiting continuously from the management of the soil and water conservation forest, especially from the forest protection. The author also bring forward the highest goal for reasonable management of the present soil and water conservation forest. From the point of persistent development, combining the forest grade and relative ecological theory, forest persistent development goal and management technology are developed.

**Key words:** soil and water conservation forest; management technology; persistent development; Liaoning west district

人口增长、资源短缺和环境恶化是当今世界存在的三大问题。环境与发展为全球所关注, 森林可持续发展与可持续经营是环境与发展的核心问题之一。随着人类社会的进步和发展, 人们赖以生存的环境却不断恶化, 森林资源锐减, 环境污染加剧, 水土流失严重, 荒漠化不断扩大, 生物多样性减少。这些生态问题给经济发展和人民生活带来日益严重的威胁。防护林作为防止自然灾害, 改善气候, 创造有利于生态平衡的人工林生态系统的重要地位已为世界所共识。水土保持林作为防护林的一个重要组成部分, 在控制水土流失, 改善生态环境, 推动区域经济发展等方面起到了积极的推动作用, 但由于种种原因, 使现有的水土保持林普遍存在着树种结构简单, 林分生产力低, “三大”效益差等诸多弊端, 严重影响了森林多种效益的发挥, 也很难满足人类未来新的森林可持续发展模式。对现有的水土保持林应如何经营? 使之符合未来林业发展的趋势, 是辽西地区水土保持林今后经营的重点问题之一, 该文将从可持续发展的角度来探讨辽西地区水土保持林可持续经营技术。

### 1 辽西地区水土保持林历史回顾

历史上的辽西地区是林茂盛的地方, 自然条件是很优

越的。据史料记载, 以自然历史景观破坏较严重的辽西山区朝阳来说, 在1860-1880年期间, 还是“山上古树参天, 山涧清泉潺潺, 河里流水不断, 山下肥沃良田”的地方, 那时朝阳还是个以松林、柏树为主的大林区, 这些茂密的森林涵养了水源, 控制了水土流失, 改善了生态环境。据气象资料记载, 1801-1900年的100a间, 就有46a风调雨顺, 40a平年, 而灾年仅有14a(8年涝、6年旱), 可见朝阳历史上并不是风沙干旱的地方。辽西森林植被的破坏, 生态的失调是近百年来人为因素造成的, 主要由于灾民的涌入、毁林开荒、砍树烧柴; 旧中国连年战乱, 火烧攻山, 帝国主义的侵略掠夺。到解放前夕, 辽西地区已是山地荒芜, 朝阳的森林覆盖率仅剩4.5%, 几乎破坏殆尽。

由于以森林为主体的生态平衡被打破, 致使气候干旱、大气干燥、水土流失严重, 自然灾害频繁, 严重威胁了农业生产的发展和人民生命财产的安全。1901-1950年的50a间, 竟有10年涝, 9年旱, 灾年频率占38%, 偏歉年20a, 占40%, 丰年只有11a, 占22%。这种生态性的灾难, 完全是由于人为破坏了生态系统平衡, 为了人类的长远利益, 应当努力改善已经恶化了的生态环境, 而严重的水土流失是造成生态失衡的一个重要因素, 所

以首当其冲的任务就是根治水土流失。而大力营造水土保持林,积极开展封山育林,恢复森林植被,是防止风沙干旱,控制水土流失,恢复生态平衡的重要措施。

建国后,辽西地区开展大规模的以绿化荒山、荒坡为重点的植树造林活动。由于在工作指导思想上,偏重于覆盖率的增加,而对于促进林木生长和林分的水土保持效益则缺乏积极有效的生产技术措施,忽视了森林植被恢复的有效途径。所以当时营造的水土保持林主要以油松(荒山),刺槐(荒坡),杨树(河滩)3个树种为主,占水土保持林面积的90%以上,这些纯林在绿化荒山,控制水土流失,改善生态环境等方面发挥了重要作用,但随着林分的发育,就逐渐显露出生态结构不完整,改善生态环境效果差,林木长势衰弱等弊病。为了对水土保持林的建设给予科学的指导,辽宁省干旱地区造林研究所,朝阳市水土保持研究所以及辽宁省内外高校的广大科技人员,密切联系辽西地区的实际情况,深入研究因害设防地建立水土保持林,有效控制水土流失的基本理论和生产技术措施,在林种配置、树种选择、造林技术、特殊侵蚀部位的治理措施等方面进行了有益探索,同时对水土保持林改善环境,稳定生长,发挥效益等一些内在机制进行了初步探索,获得了宝贵的技术资料,为建设高效的水土保持林提供了有效途径。

## 2 水土保持林经营现状及存在问题

自70年代以来,辽西地区人民以科技成果为依托,因地制宜,因害设防地营造了大量的水土保持林,目前有林地面积 $1.57 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,占全省人工林面积的49.6%,森林覆盖率27.4%。主要树种以油松、刺槐、杨树为主,且90%以上为纯林,70%以上为低产林或小老树林。目前辽西地区的水土保持林最突出的问题集中表现在以下4个方面:

### 2.1 树种结构简单, 病虫害日益加剧

辽西地区的水土保持林大都是解放后栽植的人工纯林,由于当时造林的主导思想主要以荒山绿化、防风固沙为主要目标,缺乏长远规划,片面追求绿化面积,致使造林树种单一,遗传品质差,经营管理粗放,造成大面积的低价林,据统计,全区低价林面积已占现有有人工林面积的50%以上。大面积纯林由于生物区系贫乏,对一些病虫害缺乏制约机制,成为病虫害主要进攻对象,造成严重森林病虫害发生,据统计,1980-1990年间,仅阜新地区松毛虫累积发生面积 $9.5 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,平均每年发生 $7.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,平均每年投入防治费用100多万元,消耗了大量人力物力,还没有得到根治。另外,油松富含松脂,极易燃烧,如凌源市国营欺天林场,1975-1988年共发生火灾32起,其中有31起发生在油松纯林中。

### 2.2 林龄结构不合理, 生产力水平低

辽西地区的水土保持林90%以上是新中国成立以后营造的,林龄普遍小,其中幼龄林占绝对优势;以喀左县为例,幼龄林占87%,中龄林仅占13%,成熟林几乎没有。油松水土保持林每 $1 \text{ hm}^2$ 蓄积仅 $3.6 \text{ m}^3$ ,林分平均生长量 $1.395 \text{ m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ;21a生油松人工林平均树高仅3.7m,胸径5.2cm;且树干弯曲,很难形成规格材。

### 2.3 林分生物多样性严重减少, 生态效益差

辽西地区的水土保持林90%以上为纯林,由于树种组成单一,林分结构简单,破坏了动物和微生物的生存环境,生物多样性大大减少。据调查,混交林中生物多样性指数

(Shannon指数)高达0.8253,油松纯林中生物多样性指数仅为0.7037。由于生物多样性指数降低,使原本就非常脆弱的生态系统更加脆弱,使其生态效益难以得到发挥。

### 2.4 目标单一, 缺乏长远性及多目标意识

造林设计偏重局部性,缺乏整体性,只注重眼前利益,缺乏长远规划,不论立地条件如何,造林都采用同一个模式或同一个树种,忽视了景观的整体性,致使决大部分森林同质性强,异质性差。无年龄交错性和空间的复层性。

## 3 水土保持林的合理经营技术

辽西地区合理经营现有水土保持林,使其效益能够在达到最大时持续相当长的时间,并且在林木更新时效益不间断,即水土保持林各种效益,尤其是森林防护效益的持续利用,是水土保持林合理经营利用的最高目标。实现水土保持林经营的合理目标,必须建立在研究解决如下关键问题的基础上:(1)正常生长的中幼林水土保持林的合理经营技术;(2)衰弱低质水土保持林成因及其更新改造技术;(3)正常生长的成熟水土保持林的防护成熟与更新改造技术。

水土保持林各种效益的发挥,首先是建立在水土保持林良好的生长基础之上,即从水土保持林的营造、中幼龄林的综合抚育到水土保持林的防护成熟与更新等每个环节都不能疏漏。因此,要经营水土保持林使之达到持续利用,建立水土保持林的技术体系,必须加强以下技术的建立与研究。

### 3.1 水土保持林生长发育规律的研究

必须明确各类水土保持林的树木生长发育规律,尤其是树冠生长发育规律,在此基础上,划分水土保持林的生长发育时期,明确水土保持林生长发育的幼、中、成龄林发育时期的概念,同时,依据水土保持林各种效益,尤其是防护效益要求的密度控制机理与技术,确定不同树种、不同类型水土保持林在各个时期的最佳经营密度,研究水土保持林树冠密度、树冠与直径的相关关系等,建立水土保持林合理密度的控制曲线或控制图,为合理经营现有水土保持林提供基础依据。

### 3.2 幼、中龄水土保持林的综合抚育措施技术

水土保持林各种效益,尤其是防护效益发挥正常与否,关键取决于林分的生长发育状况,因此,对幼、中龄水土保持林实施有效的抚育措施,便是水土保持林各种效益正常发挥的前提。现有的水土保持林中幼龄林的综合抚育,就是要使这些中幼龄水土保持林生长发育成最有效保持水土的林分,因此,中幼龄林的综合抚育就是促使现有水土保持林及早成林,使其冠部尽早进入最大承雨量期,使其根系尽量早地发挥其吸收地表径流、固持水土的作用,同时,促进林分快速生长。水土保持一般性抚育措施主要有松土、除草、中耕、施肥、修枝、间伐及与工程措施相结合的节水、阻水技术等;同时应加强利用先进技术,如利用微生物生菌根接种、加植豆科植物固氮技术等进行试验研究,从中优化各种抚育技术,进行有机的组合,最终建立水土保持林综合抚育技术体系。

### 3.3 衰弱低质水土保持林标准与成因的研究

#### 3.3.1 衰弱低质水土保持林标准

衰弱低质的水土保持林主要包括:群体效益不良和病虫害、树种与立地不适应、密度不合理、水土流失严重等导致林木本身生长发育不良、个体生长超常矮小的林分;其最终表现是水土保持防护效益下降,经济效益不高。因此,确定水

水土保持林具备上述条件之一者,即为衰弱低质水土保持林。研究定量确定水土保持林衰弱低质的标准,根据此标准,将目前水土保持林进行等级划分,反映水土保持林的现状,为水土保持林的集约经营奠定基础。

### 3.3.2 衰弱低质水土保持林成因的研究

以衰弱低质水土保持林标准为依据,找出导致水土保持林衰弱低质的主要原因,大致包括以下两个方面:

(1) 水土保持林林分生长内部因子。从林木个体看,树木生长发育不好,已无培育前景,成为小老树;这些生长发育不良的个体,可能是综合因子的作用,如树种、立地不适等;从林分角度看,水土保持林密度不合理,或大或小,虽然林木个体生长发育良好,但整体水土保持效益及经济、社会效益都不佳,由于密度过大过小,影响树木生长发育,造成衰弱低质;从水土保持林体系看,多样性不够,稳定性差,如树种单一、层次单一等造成树木生长不良,水土保持效益低下的现象。

(2) 水土保持林环境外部因子。立地条件、水分、养分,是林木生长发育的主导立地因子,由于林分内部水土保持功效不良,使土壤中的水分、养分大量流失,致使树木得不到必要的水分、养分而呈衰弱低质状态;另外,林地由于坡度、人为破坏、风灾、雨灾、病虫害等因子使林地养分循环遭到严重破坏,因而树木呈现出衰弱低质状态。立地条件因子中与树木生长条件不符合,即违背了适地适树的原则,该树木在该种立地条件下不能很好生长,从而造成现存的衰弱低质水土保持林。

### 3.4 衰弱低质水土保持林改造技术的研究

在分析衰弱低质水土保持林成因的基础上,针对衰弱低质林形成的各种原因,其改造技术措施见表1。

表1 衰弱低质水土保持林成因与改造技术措施

衰弱低质水土保持林成因	改造技术措施
发育不佳、成小老树	适地适树选择树种,重新营造
效益低下、无前景	据最佳密度控制技术,
密度不合理	间伐、补植、更新
多样性差的单层林	多层次、多品种乔、灌、
水分养分流失严重	草立体栽植
树木发育不良	整地蓄水等工程措施
抚育不当、病虫害等自然	采用中幼林综合抚育措施抚
灾害严重	育或更新

### 3.5 水土保持林的防护成熟与更新技术的研究

正常生长发育的水土保持林中,林木达到什么状态时满足保持水土的目的,该种状态持续的时间如何,最后林木的状态如何;到什么年龄开始更新,其更新的时、空秩序如何考虑等等,所有这些都是保证水土保持林永续利用的基础,也是水土保持林经营技术的关键所在;明确水土保持林的防护成熟(龄)的概念,建立水土保持林防护成熟的理论体系,澄清防护成熟状态与防护成熟龄、更新龄之间的区别,同时提出水土保持林防护成熟的确立方法,在水土保持林防护成熟的基础上,明确水土保持林更新的含义,确定其更新的时、空秩序(更新年龄、更新方式、方法),最后形成水土保持林永续利用的更新模式。

## 4 水土保持林可持续发展理论、目标与经营技术

### 4.1 森林可持续发展理论

可持续发展的定义国际上有不同的提法,但中国同意联

合国环境规划署第十五届理事会通过的《关于可持续发展的声明》所作的定义,即:“可持续发展,系指满足当前需要而又不削弱子孙后代满足其需要之能力的发展,而且绝不包含侵犯国家主权的含义。”

森林在陆地生态系统中的主体作用,决定了林业可持续发展是社会经济可持续发展的基础。森林可持续经营又是林业可持续发展的核心,正日益被国际社会所重视和认同。对森林可持续经营所作的定义为:通过各个尺度上对现实和潜在的森林生态系统实施保护、经营、恢复、建设、管理和利用,能够在保持、提高和恢复森林生态系统结构、功能和过程的整体可持续性的基础上,满足地方、区域和国家社会及文化持续发展对森林多种产品、服务和文化价值的需求。

### 4.2 森林可持续经营的目标

由森林的可持续经营概念结合森林等级理论和相关生态学理论不难理解,实现森林可持续经营的目标概括起来应包括以下几个方面:(1)保持林地生产力,不引起林地退化。(2)维护森林的多种产品功能、服务功能和文化价值。(3)保持森林生物多样性、景观多样性和独特性。(4)保持森林生态系统的健康和稳定性。(5)保持和提高森林生态系统结构、功能和过程的整体可再生性。

### 4.3 可持续经营技术

根据可持续经营目标,结合辽西地区的实际情况,辽西地区水土保持林的可持续经营应着重考虑以下3个方面。

#### 4.3.1 建立稳定、持续、高效的森林资源体系

可持续发展的基础是可持续经营,可持续经营前提在于培育稳定、持续、高效的森林资源体系。结合辽西地区的自然生态状况,总结以往森林培育的经验,建设稳定、持续、高效的森林资源体系,其基本途径有以下3个方面。

(1) 大力营造混交林。混交林能够充分利用地上与地下营养空间,提高林地生产率和总生物量,丰富生态系统的生态位和生物多样性,并通过植物(林木)间的他感作用,增强抵御病虫害的能力,同时混交林林冠浓密,根系深广,枯落物丰富,能有效地控制水土流失,改善生态环境,促进林木生长。因此,在辽西地区气候干旱、水土流失严重的自然条件下,营造混交林是培育符合可持续经营要求的森林资源体系的主要途径。营造混交林的关键在于林分结构的合理。要根据具体林种(用材林、防护林)的培育目标和利用方向,在树种选择搭配、造林密度、混交方式及混交比例等技术环节,做到科学合理。辽宁省干旱地区造林研究所的研究表明,在辽西丘陵山地营造混交林,选择油松、樟子松、华北落叶松作主要树种,伴生的阔叶树种主要有刺槐、沙棘、蒙古栎、黄榆、小叶锦鸡儿等乔灌木树种,针阔混交比一般为6:4或5:5,混交方式主要以带状、块状为主,个别组合(如油松×蒙古栎)还可采用行状,造林密度应视树种和立地状况来确定。一般在林分郁闭后,乔木树种要适量疏伐,以提高林内透光度,有利于林木生长。河滩、侵蚀沟等地段是营造杨树用材林的主要基地,要采用沙棘与之宽带混交,混交比例一般为6:4,以发挥沙棘的优势,提高杨树生长量。

(2) 改造已有纯林为混交林。建国后,辽西地区营造了近53万hm<sup>2</sup>的油松纯林,河滩地的杨树用材林及缓坡地的刺槐林绝大部分也是纯林,这些纯林急需用可持续经营模式

进行改造和调整。据研究,对于山地油松纯林应因地制宜地进行人工区划,采取纵横块状等形式,区划成小块经营单位,每块纯林面积最小可为 0.3~0.6 hm<sup>2</sup>,一般不超过 3~10 hm<sup>2</sup>。在此基础上采用廊道式、斑块式皆伐后植入阔叶树,以及在林缘、林间隙地等地段栽植阔叶树,形成各种方式的混交林。廊道式皆伐,依据所植入的不同树种,廊道宽度一般在 10~30 m,斑块面积为 2 hm<sup>2</sup>。引入和栽植的阔叶树主要有刺槐、沙棘、柠条、黄栌等。从 20 世纪 80 年代初开始,在凌源市聂虎沟试验区进行了油松纯林树种结构调整的研究。根据目前的测试结果,林分生长状况明显改善,油松生长比原来未调整的提高 30% 左右,并有效地遏制了松毛虫的危害,经济效益和生态效益十分显著。

辽西地区的杨树纯林绝大部分分布在河滩地上,虽然栽培较早,但栽植方法落后,经营管理粗放,初植密度过大,产量低;而且由于盲目引种,忽视了适地适树原则,致使大面积杨树纯林生产力低,杨干象、天牛等害虫危害日趋严重,不但难以成材,而且水土保持作用也很弱,所以对现有杨树纯林进行改造已是当务之急。改造的方式主要有两种:立地条件较好的地块,应根据适地适树的原则,选择适合该地区生长的优良新品种发展速生丰产林,综合集成无性繁殖、良种育苗、细致整地、大苗栽植等一系列科技成果,以培育用材林为主,水土保持林为附的兼用林;立地条件较差不适应培育用材林的杨树纯林,应划分不同的立地类型,在廊道式、斑块式皆伐后植入沙棘。与沙棘形成宽带状、块状混交林。以促进林木生长,提高林分生产力,增强林分水土保持效益。

(3) 增加区域景观的异质性以提高森林系统的稳定性。根据景观生态学中的整体优化、异质性、多样性、综合性和生态美的原则,在一定区域内,把森林看成是整个区域景观系统的一个景观组分,多树种并举地营造人工林,进行带、块状混交,以形成复层结构的、各景观要素交错分布,抗干扰能力强的优化稳定的景观,以提高区域景观的异质性,促进森林生态系统的稳定性。

#### 4.3.2 大力发展农用林业,促进农、林、牧协调发展

发展农用林业,不仅在生态环境建设的意义上为农牧业生产提供稳固的生态保障,而且可以充分利用土地资源,提高单位面积土地资源的经济效益。辽西地区气候干旱,农牧业生产的自然条件差。如果仅仅从宏观区域上,以扩大造林面积的方式增加森林资源,则不是为农牧业生产提供生态屏障功能的最好途径。只有按照生态学的物质循环和能量流动规律,利用生物种群共生和转化原理,来发展农用林业,才会使林业与农牧业生产更紧密地结合起来。

根据辽西地区林业及农牧业发展特点和现状,农用林业可以有多种实现途径。一是在现有的防护林(如油松水土保持林)的基础上,进一步调整林分结构,廊道式、斑块式皆伐后,组装可利用的生态位,进行农林牧复合经营。如林-农(农作物、黄花菜等)、林-草(草木樨、沙打旺等)类型;二是将多年生木本植物(主要为大扁杏、山杏等经济树种和果树)栽入农田的梯田壁等部位,建立林粮间作,形成体系型。同时利用农田内的梯田壁、农田边缘和沟壑地段,培育经济林、用材林、药材、果树、牧草等,形成在丘陵坡耕地的林粮、林药、林草、林果浑然一体的立体布局、立体开发利用的复合经营的生产体系。三是在河滩地、丘陵缓坡地和经济林园,在

林木生长的初期阶段,进行农作物、药材、牧草的栽培经营。

#### 4.3.3 积极发展生态经济型水土保持林

辽西地区的水土保持林虽然在控制水土流失,改善生态环境等方面起到了积极的作用,但其经济效益相对较低,尚不能满足森林可持续经营的要求,因此必须按照生态学和生态经济学原理,在建立稳定、持续、高效森林资源体系过程中,发展生态经济型水土保持林。有两条主要途径:一是建立防护林与经济林复合型的林分。在现有水土保持林中,选择土层深厚、肥沃的地段,通过廊道式皆伐,栽植大扁杏、山杏、大枣、樱桃等经济林树种,构成了水土保持林与经济林复合型林分,不仅具备森林生态系统的稳定性,而且获得较高的经济效益。二是利用辽西地区大量河滩地和侵蚀沟谷等地段,采用杨树与沙棘带状或块状混交造林,可以在提高林分生态系统功能,改善林地土壤条件的基础上,加速杨树生长,这是发展杨树用材林的有效途径之一。辽西丘陵山地总体上看立地条件较差,因而以发展防护林为主。但在一些局部地块,立地指数较高的造林地上,一些针叶树基本上可以达到或接近其正常水平。按照生态学原理,采用适宜的阔叶树与油松、樟子松、华北落叶松等针叶树进行混交造林,可以进一步改善立地条件,加速林木生长。同时按照培育用材林的原里和方法,在这些地块,加强经营集约程度,构成防护林与用材林复合型林分,是发展生态经济型水土保持林的又一条有效途径。通过以上途径,就会大大增加经济林在水土保持林中的比重,由现在不足 10% 增加到 20%~25%;生态效益和经济效益也会明显增加。

#### 参考文献:

- [1] 步兆东,李树民,田福军. 针叶树苗木质量与造林成活生长关系的研究[J]. 林业科技通讯, 2000(9): 16-19.
- [2] 马兴华. 辽西地区森林现状及经营对策[J]. 辽宁林业科技, 1995(6): 44-46.
- [3] 王世忠,高大鹏,邱影,等. 辽宁西部地区油松低价水土保持林早期诊断技术[J]. 东北林业大学学报, 2002, 30(2): 13-17.
- [4] 蒋有绪. 国际森林可持续经营的标准与指针体系研究进展[J]. 世界林业研究, 2000, 10(2): 9-14.
- [5] 曾志,郑海水,编译. 通过人工造林,恢复生物多样性的尝试[J]. 世界林业研究, 1998, 11(1): 78-79.
- [6] 周景林. 国际森林可持续经营新进展[J]. 世界林业研究, 1999, 12(5): 1-5.
- [7] 杜晓军,姜凤岐. 辽西油松林可持续经营途径探讨[J]. 生态学杂志, 1999, 18(5): 36-40.
- [8] 郭晋平. 森林可持续经营背景下的森林经营管理原则[J]. 世界林业研究, 2001, 14(4): 37-41.
- [9] 李树民. 辽西地区林业科学研究的辩证思考[J]. 北京林业大学学报, 1994, 16(7): 21-28.
- [10] 李俊清,周晓峰. 东北山区主要造林树种适生立地条件研究[J]. 东北林业大学学报, 1999, 27(2): 10-14.
- [11] 邵彬. 水曲柳幼林适生立地条件的研究[J]. 东北林学院学报, 1983, 11(2): 21-31.
- [12] 葛剑平,刘力,田松岩,等. 黄菠萝、水曲柳人工林生长与立地条件关系的研究[J]. 东北林业大学学报, 1991, 19(水胡黄椴专刊): 9-15.