

林地水土保持功能持续提高的机制及对策

贾爱冬¹, 张鹏冲², 张创峰², 王剑辉²

(1. 宁夏回族自治区 水利厅水土保持局, 银川 750001; 2. 周至县林业局, 陕西 周至 710400)

摘要:通过对不同林地水土保持功能分析得出,其发展过程可分为成长期、成熟期和减退期,并定义成熟期为可持续发展期。分析了影响水土保持功能持续提高的环境分配系数 r 和环境利用系数 k ,认为 r 是林地中光、水、肥分配的参数, k 为光、水、肥利用的参数。林地水土保持功能的持续提高,应通过调整 r 和 k ,即调控林地的树种组成、林分层次和林分密度,形成合理的林分结构,保持成熟期的持续发展。并在此基础上提出了林地水土保持功能持续提高的相应对策。

关键词:林分; 水土保持功能; 可持续发展

中图分类号:S727.26

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)06-0283-04

Study on Mechanism and Strategies for Sustainable Development of Soil and Water Conservation Function of Woodland

JIA Ai-dong¹, ZHANG Peng-chong², ZHANG Chuang-feng², WANG Jian-hui²

(1. Soil and Water Conservation Bureau of Ningxia, Yinchuan 750001, China;

2. Forstry Bereau of Zhouzhi County of Shaanxi Province, Zhouzhi, Shaanxi 710400, China)

Abstract: According to a general rule of a system development which is described as Logistic curve, the developing process of soil and water conservation function of woodland is divided into stages including growing, mature and descending based on the developing speed. The mature stage is defined as the period of sustainable development. The length of the period of sustainable development is influenced by distribution light, water and fertilizer of which distributing coefficient is r and using coefficient is k . Thereby, in order to raise as the strategies for sustainable development of soil and water conservation function, that the distributing coefficient r and using coefficient k should be adjusted through manipulating composition of tree species in forest, standing hierarchy and standing density to develop rational standing structure, prolong the mature stage, and shorten the growing stage.

Key words: woodland; soil and water conservation function; sustainable development

1992 年联合国环发大会以后,全球范围内保护环境与持续发展,防治水土流失和荒漠化等已成为当今林业研究的重要内容^[1]。近年来世界各国特别是美国、日本、西欧和前苏联对林地的研究,已从单一学科、单一方面转向多学科、多方面、多功能和多层次的深入研究,重点研究了林地理水防蚀机制和多功能防护机理。并根据景观生态学原理,对区域林地体系的布局 and 分布进行了研究,提出了环境生态效益的评价理论和方法,建立了许多数学模型^[2-4]。我国“七五”和“八五”期间相继开展了“三北”生态林业工程建设技术的研究,在立地条件划分、适地适树、造林技术和综合效益评价等方面取得了一些有价值的研究成果,并在生产中得到推广应用,取得了可观的效益^[5]。

但是,人工植被普遍存在着稳定性差、生长不良和功能衰退等问题^[6]。如何持续提高林地的水土保持功能,发挥其高效生态经济和社会功能,实现人工植被的持续经营,是林业生态工程亟待解决的问题,也是当前及今后人工植被研究的热点问题之一。本文通过对不同林地水土保持功能的分析,研究探索林地水土保持功能持续提高的内涵和林学机制,在此基础上提出了林地水土保持功能持续提高的相应对策,以期为提高林业生态工程的建设质量提供参考。

1 水土保持功能持续提高内涵的数学表述

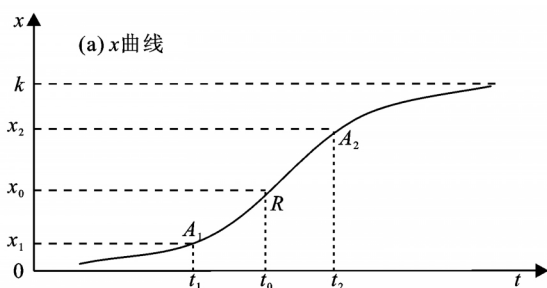
林地的水土保持作用从林地营造之后或从幼龄

期开始就可发挥作用,并随时间的增长而增加,当达到一定时间、一定状态时,其水土保持效益最大;超过此种状态以后则逐步减退,直至林木死亡。其水土保持功能发展曲线基本呈“S”型。用 $x(t)$ 表示水土保持功能的发展过程,则水土保持功能单位时间的发展速度为 dx/dt ,相对发展速度为 $dx/dt \cdot x$ 。用 Logistic 曲线来分析这一过程,则有 Logistic 方程:

$$x = \frac{k}{1 + c \cdot e^{-rt}}$$

式中: c ——积分常数; r ——光、水、肥等环境分配系数; k ——光、水、肥等的环境利用系数。

为了分析研究水土保持功能的发展过程和发展速度,给出 x 和 dx/dt 的曲线(图 1)。分析曲线的性质可得:图 1(a)中的 $R(t_0, k/2)$ 点为曲线 x 的拐点,该点为发展速度 dx/dt 的最大值,即为图 1(b)中的 H 点。曲线 dx/dt 的两个拐点 $B_1(t_1, rk/6)$ 和 $B_2(t_2, rk/6)x$ 曲线中 A_1 和 A_2 的坐标分别为



$[t_1, k/6(3-\sqrt{3})]$ 和 $[t_2, k/6(3+\sqrt{3})]$ 。

因此,可将林地水土保持功能的发展过程分为 3 个阶段:分别称为成长期、成熟期和减退期。成长期的林地具有一定的水土保持功能,并且以一定的速度发展,逐渐上升到 $rk/6$;成熟期的林地已具有保持水土的能力,水土保持功能的发展速度由 $rk/6$ 逐渐上升到最大值 $rk/4$ 之后,又逐渐下降为 $rk/6$;在减退期,林地仍有一定的水土保持功能,但已达不到保持水土的目的,发展速度逐渐下降而趋于零。在林地水土保持功能发展过程中,成熟期可以理解为水土保持功能的可持续发展期。在这一时期内,林地能够起到保持水土的作用。若减退期随意延长,则林地的水土保持功能将减弱,达不到保持水土的目的。因此,为了满足保持水土的目的,使林地水土保持功能持续提高,应该通过调整式(1)的系数 r 和 k ,保持成熟期(t_1, t_2)的持续发展。

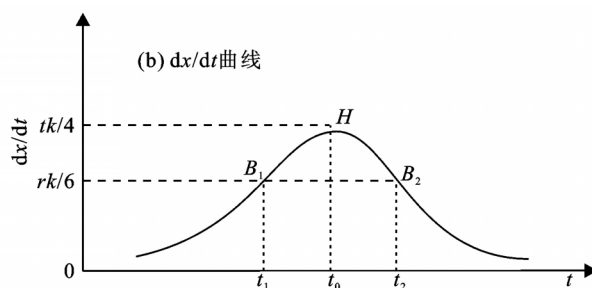


图 1 水土保持功能发展过程及发展速度曲线

2 水土保持功能持续提高的林学机制

森林本身的结构对森林环境与涵水保土的作用,关系十分密切,其水土保持功能体现在:(1)通过树冠树干和林内植被对降水的截留来降低降水的势能,从而减小对地表的溅蚀;(2)通过林内枯落物减弱雨滴势能,增加土壤入渗,增强土壤抗蚀能力,提高土壤抗冲性和抑制土壤水蒸发;(3)通过根系的固土功能,提高土壤抗冲性。

宁夏回族自治区水土保持试验站的径流观测资料(表 1)表明:在地形、土壤和降水条件相同的情况下,山杨林地的蓄水减沙效果显著,2 年合计,地表径流深 0.723 mm,为油松林地的 33.6%,为农地的 4.2%;土壤流失量 0.04 t/km²,为油松林地土壤流失量的 7.8%,不足农地的 0.1%。也就是说,山杨林地与油松林地相比可减少径流 66.4%,减少泥沙 92.2%,与农地相比可减少径流 95.8%,减少泥沙 99.9%,表明森林具有很大的水土保持功能和理水作用,并且说明不同树种组成的林分,其水土保持功能存在着明显差异。

表 1 不同林分结构的土壤侵蚀情况

林分组成	径流深/ mm	径流 系数	土壤流失量/ (t · km ⁻²)
自然油松林	2.15	0.0654	0.51
去掉林地枯枝落叶层	12.76	0.4322	4.85
采伐上层林木(保护林地枯枝落叶及草灌层)	2.30	0.6500	1.42
农地	17.08	0.5766	15274.40
自然山杨林	0.72	0.2360	0.04
采伐山杨林保持地被物及萌发条、草灌	0.76	0.0212	0.10

注:降雨量为 255.3 mm

油松林地去除枯落物后,径流量和土壤流失量均有增加,与原状林相比,分别增加了 5.9 倍和 9.5 倍,相当于农地的 74.7%和 0.03%,可见林地枯落物层具有不可忽视的水源涵养作用。

林地采伐上层林木后,由于较好地保存了林下地被物,因此产流和产沙未见明显变化。与原状林相比,山杨林和油松林分别增加径流量 3.7%和 7.1%,增加土壤流失量 1.5 倍和 1.8 倍。说明只有合理地经营利用森林资源,才能使森林水土保持功能持续稳定。

由表 2 可以看出,油松林林冠截留量和林内树干径流量分别为山杨林的 1.6 倍和 1.3 倍。由此可见,不同树种组成的林分,具有不同的水文性质。表 3 中径流小区的初步观测资料表明,林分树种组成不同,土壤侵蚀程度则不同,混交林比纯林防护性能高^[5]。

表 2 不同组成林分的水文性质 mm

林分组成	林冠下 降水量	林外 降水量	林冠 截流量	林内树干 径流量
油松林	43.1	53.2	10.1	1.83
山杨林	46.9	53.2	6.3	1.43

表 3 不同组成林分的土壤侵蚀情况

林分组成	乔木层 郁闭度	草本层盖度/ %	降雨量/ mm	径流深/ mm	径流系数	冲刷深/ mm	侵蚀模数/ (t·km ⁻² ·a ⁻¹)
桤柏混交林	0.8	70	986.9	38.1	0.09	0.094	143.3
柏木纯林	0.8	70	986.9	118.6	0.12	0.105	171.2
桤木纯林	0.8	60	986.9	99.6	0.10	0.141	187.2

张华嵩^[3]在海河、滦河流域 30 余年的植被恢复过程与防止水土流失效果的研究表明,森林植被盖度与土壤入渗量、地表径流的关系为:随着植被盖度的增长,地表径流过程缩短,径流洪峰量降低,地表径流量减少,径流系数减小,土壤入渗量增加。植被盖度与土壤面蚀成反比的关系;植被盖度每增加 1%,土壤入渗量增加 2%,地表径流系数平均减少 1.04%~1.2%。当植被覆盖度小于 60%时,土壤侵蚀量急剧上升;覆盖度增加到 60%以上时,地表侵蚀量明显减少;覆盖度增长到 90%以上时,地表侵蚀基本得到控制。试验还表明,枯落层能保持比它本身重量大 1~2 倍的水分,使降水透过它缓慢流下,从而遏止了雨水的势能。所以较高的植被盖度,能有效地减少地表径流和土壤侵蚀。

根据 110 个马尾松和 72 个川柏木典型结构林分调查^[5]得出,当乔木层树冠郁闭度较小时,草本层盖度最大,郁闭度增至 0.7 时,草本层盖度仍可达到 90%的高峰值。但随着郁闭度的继续增大,超过 0.7 以后,草本层盖度急剧下降,呈现开口向下的二次抛物线。可见,树冠郁闭度过大,不利于地面植物的生长发育,也不利于森林涵水保土作用的发挥。要使森林发挥涵水保土效能,除乔木层外,还必须有一定的地被物盖度。

以上径流观测资料和调查分析表明:在相同土壤、地形、气候条件下,森林的涵水保土性能由林分结构特性所决定,林地水土保持功能的成熟期就体现在它具有较为合理的林分结构特性,能够起到保持水土的作用。所谓林分结构特性包括林分的直径、树高、林龄、树种组成、林分密度与林分层次等多种因素的规律性。其中树种组成、林分密度(含植被盖度、树冠郁闭度、立木株数密度)与林分层次(乔木层、灌木层、草本层、枯落层)是水保林结构中起主导作用的因素。这些因素随着林分内植物(乔、灌、草)的生长和对光、水、肥的竞争(种内竞争和种间竞争)而发生变化,合

理的林分结构特性要求林分内有合理的光、水、肥分配。因此式(1)中环境利用系数 k 、环境分配系数 r 反映了光、水、肥在林分的树种间和林分层次间的分配状态。环境利用系数 k 反映了在林分中各种植被(乔、灌、草)对环境的利用程度,与林分密度有关。水土保持功能持续提高的林学机制在于使林地保持合理的环境分配系数和环境利用系数,从而持续保持具有一定的乔木层树冠郁闭度、一定的地被物盖度和枯落物的复层混交林状态。

3 林地水土保持功能持续提高的相应对策

以持续发展的基本原理为指导,以林地水土保持功能持续提高为目标,结合现有林地的实际情况,调控林地中光、水、肥的分配和利用,形成林地的合理林分结构为实质,为解决林地水土保持功能持续提高问题,提出以下相应对策。

3.1 将可持续发展理论和近自然林业理论作为林地水土保持功能持续提高的指导原则

可持续发展是人类社会发展史上的一场深刻革命,也是 21 世纪人类社会发展的必然选择。作为陆地生态系统的主体,森林将在实现社会及生态环境可持续发展中发挥着不可替代的作用。近自然林业兼顾了环境、自然保护及其它社会效益,其任务就是促进发展与森林生态有关的“森林保健”。因此,在森林培育技术和生产工艺的研究方面,要以可持续发展理论和近自然林业理论为基本原则,重点加强对防护林培育理论及综合配套技术的研究。同时,要力争在天然林保护方面和技术方面有所突破。

3.2 以生物工程技术应用和多学科技术的融合为动力,实现森林培育理论和技术的新突破

21 世纪是生命科学和生物工程的时代,高新技术在林学中的应用虽然还处在开创阶段,然而生物工程技术在森林培育学科中的应用势不可挡。我国森

林培育学科高新科技的应用主要集中在林木育种和良种繁育、育苗技术、造林技术等领域,通过基因工程(如基因重组、转基因等)、克隆(如体细胞培养等)、倍体育种(如优良多倍体的培育)、辐射育种等高新技术与常规育种(杂交育种)相结合实现森林的多目标培育(速生、丰产、优质、抗性等);栽培生理基础研究(细胞及分子水平)及应用基础研究将为良种繁育技术、育苗技术、森林培育的定向及集约技术的发展和新兴的森林培育技术的产生提供坚实的科学基础,也将成为提高森林培育质量的强大动力。

3.3 加强林业有害生物防治技术的研究,应用保障林地水土保持功能的持续提高

对制约西北地区林业生产可持续发展的有害生物问题开展基础理论及防治关键技术的创新。在西北地区林业重大有害生物成灾规律、重大有害生物可持续控制技术创新、植保资源生物多样性及其利用、生物源新农药创制方面有所突破,为林地水土保持功能的持续提高提供保障。

3.4 加强林业科技推广体制创新,促进林业新技术新成果推广与转化

近年来,林业科技工作者通过研究攻关,在森林

培育方面取得了一系列新的技术和成果,但由于推广体制、机制等原因,新技术、新成果没有很快地推广普及到广大林区,没有被林农真正掌握。加快林业科技推广体制改革和创新,建立适宜不同地区林业科技入户的新机制、新模式是当前加快林业科技成果转化为实现生产力的重要途径。根据我国林业科技的发展现状和推广体制存在的问题,应发挥政府、科教单位、企业等多方面的优势,建立多轮驱动、相互协作的多元化林业科技推广新机制、新模式,促进成果转化,将会对林地水土保持功能的持续提高发挥重要作用。

参考文献:

- [1] 高志义. 水土保持学[M]. 北京:中国林业出版社,1996.
- [2] 孙玉军. 可持续发展机制及相应林业对策的研究[J]. 东北林业大学学报,1995,23(4):15-20.
- [3] 张华嵩. 植被恢复过程与防止土壤流失效果的研究[J]. 林业科学,1989,25(1):40-49.
- [4] 姜凤岐. 现有林地合理经营与改造技术研究[M]. 北京:中国林业出版社,1996.
- [5] 胡贵泉. 水源林、水保林林分结构与密度管理[C]//长江中上游林地建设论文集. 北京:中国林业出版社,1991.
- [6] 姜凤岐,朱教君,曾德慧,等. 防护林经营学[M]. 北京:中国林业出版社,2002.

(上接第 263 页)

- [2] 蓝崇钰,束文圣,孙庆业. 采矿地的复垦[M]//陈昌笃. 持续发展与生态学. 北京:中国科技出版社,1993:132-138.
- [3] Dudka S, Adriano D C. Environmental impacts of metal ore mining and processing: a review[J]. Journal of Environmental Quality,1997,26:590-602.
- [4] Wong M H. Environmental impacts of iron ore tailings:

the case of Tolo Harbour, HongKong[J]. Environmental Management,1981,5:135-145.

- [5] 赵敏慧,杨礼攀. 基于现状植物群落特征的东大河磷矿开采区植被恢复研究[J]. 玉溪师范学院学报,2007,23(8):46-51.
- [6] 吕福军,王晓辉. 通辽市科尔沁区适宜林种结构和树种配置的探讨[J]. 内蒙古民族大学学报:自然科学版,2003,18(1):50-52.

(上接第 267 页)

- [4] 肖文发,雷静品. 三峡库区森林植被恢复与可持续经营研究[J]. 长江流域资源与环境,2004,13(2):138-144.
- [5] 王莹,李道亮. 煤矿废弃地植被恢复潜力评价模型[J]. 中国农业大学学报,2005,10(2):88-92.
- [6] 焦志芳,高建钰,白中科. 露天煤矿待复垦土地适宜性评价单元类型的划分[J]. 山西农业大学学报,1999,19(1):49-51.
- [7] 冯利华. 环境质量的主成分分析[J]. 数学的实践与认

识,2003,33(8):32-35.

- [8] 孙文爽,陈兰祥. 多元统计分析[M]. 北京:高等教育出版,1994:404-415.
- [9] 冯长春,侯玉亭. 城镇土地评价中主成分分析法的应用[J]. 技术经济研究,2007(7):27-31.
- [10] 庞智强. 主成分分析能客观赋权吗[J]. 统计教育,2006,79(4):9-11.
- [11] 刘宏伟,马传明,张洪升. 平顶山矿区煤矸石现状分析与利用研究[J]. 山东煤炭科技,2008,31(2):44-46.