

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

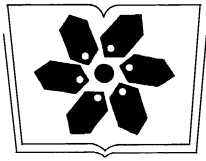
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第6期 Vol.31 No.6 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 6 期 2011 年 3 月 (半月刊)

目 次

臭氧胁迫对水稻生长以及 C、N、S 元素分配的影响	郑飞翔,王效科,侯培强,等 (1479)
高含氮稻田深层土壤的氨氧化古菌和厌氧氨氧化菌共存及对氮循环的影响	王 雨,祝贵兵,王朝旭,等 (1487)
气候年际变率对全球植被平均分布的影响	邵 璞,曾晓东 (1494)
模拟升温 and 放牧对高寒草甸土壤有机碳氮组分和微生物生物量的影响	王 蓓,孙 庚,罗 鹏,等 (1506)
广州城区生态安全岛典型植物群落结构及物种多样性	莫 丹,管东生,黄康有,等 (1515)
中亚热带湿地松人工林生长过程	马泽清,刘琪璟,王辉民,等 (1525)
潜流人工湿地中植物对氮磷净化的影响	刘树元,阎百兴,王莉霞 (1538)
模拟氮沉降对两种竹林不同凋落物组分分解过程养分释放的影响	涂利华,胡庭兴,张 健,等 (1547)
苔藓植物对贵州丹寨汞矿区汞污染的生态监测	刘荣相,王智慧,张朝晖 (1558)
三峡库区泥、沙沉降对低位狗牙根种群的影响	李 强,丁武泉,朱启红,等 (1567)
上海崇明东滩互花米草种子产量及其萌发对温度的响应	祝振昌,张利权,肖德荣 (1574)
栲-木荷林凋落叶混合分解对土壤有机碳的影响	张晓鹏,潘开文,王进闯,等 (1582)
荒漠化对毛乌素沙地土壤呼吸及生态系统碳固持的影响	丁金枝,来利明,赵学春,等 (1594)
黄土丘陵沟壑区小流域土壤有机碳空间分布及其影响因素	孙文义,郭胜利 (1604)
种间互作和施氮对蚕豆/玉米间作生态系统地上部和地下部生长的影响	李玉英,胡汉升,程 序,等 (1617)
测墒补灌对冬小麦氮素积累与转运及籽粒产量的影响	韩占江,于振文,王 东,等 (1631)
植被生化组分光谱模型抗土壤背景的能力	孙 林,程丽娟 (1641)
北方两省农牧交错带沙棘根围 AM 真菌与球囊霉素空间分布	贺学礼,陈 程,何 博 (1653)
基于水源涵养的流域适宜森林覆盖率研究——以平通河流域(平武段)为例	朱志芳,龚固堂,陈俊华,等 (1662)
黑龙江大兴安岭呼中林区火烧点格局分析及影响因素	刘志华,杨 健,贺红士,等 (1669)
大兴安岭小尺度草甸火燃烧效率	王明玉,舒立福,宋光辉,等 (1678)
长江口中华鲟自然保护区底层鱼类的群落结构特征	张 涛,庄 平,章龙珍,等 (1687)
骨顶鸡等游禽对不同的人为干扰的行为响应	张微微,马建章,李金波 (1695)
光周期对白头鹇体重、器官重量和能量代谢的影响	倪小英,林 琳,周菲菲,等 (1703)
应用稳定同位素技术分析华北部分地区第三代棉铃虫虫源性质	叶乐夫,付 雪,谢宝瑜,等 (1714)
西花蓟马对蔬菜寄主的选择性	袁成明,郅军锐,曹 宇,等 (1720)
基于 Cyt b 基因序列分析的松毛虫种群遗传结构研究	高宝嘉,张学卫,周国娜,等 (1727)
沼液的定价方法及其应用效果	张昌爱,刘 英,曹 曼,等 (1735)
垃圾堆肥基质对不同草坪植物生态及质量特征的影响	赵树兰,廉 菲,多立安 (1742)
五氯酚在稻田中的降解动态及生物有效性	王诗生,李德鹏 (1749)
专论与综述	
景观遗传学:概念与方法	薛亚东,李 丽,吴巩胜,等 (1756)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 284 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 31 * 2011-03	



封面图说:美丽优雅的新疆夏尔西里森林草地原始景观。夏尔西里国家级自然保护区建立在新疆博乐北部山区无人干扰的中哈边境上,图中雪地云杉为当地的优势树种。

彩图提供:国家林业局陈建伟教授 E-mail: cites.chenjw@163.com

基于水源涵养的流域适宜森林覆盖率研究 ——以平通河流域(平武段)为例

朱志芳, 龚固堂, 陈俊华, 慕长龙*

(四川省林业科学研究院生态与环境研究所, 四川成都 610081)

摘要: 适宜森林覆盖率的研究是流域防护林空间布局的基础研究, 对流域内防护林林种和林分结构调整有着重要的指导意义。以对土壤饱和蓄水量的贡献大小为依据, 人力可控和可测为原则进行流域有林地水源涵养功能评价指标筛选。采用群组 AHP 法剔除因子间相关性较大的指标, 筛选出了地形-土壤因子、林分因子、干扰强度因子共计 12 个指标; 用层次分析法(AHP)计算各指标对土壤饱和蓄水量的权重, 以此权重计算各有林地小班水源涵养的等级值以及每个等级对应的面积。以流域历年(40a)最大日降雨量 147.2 mm 计算流域适宜森林覆盖率。结果表明: 林分因子(0.637) > 干扰强度因子(0.258) > 地形-土壤因子(0.105), 即影响平通河流域有林地水源涵养功能最大的因子是林分因子, 其次是干扰度因子; 流域基于水源涵养的适宜森林覆盖率为 57.09%, 变幅为 43%—73%。

关键词: 水源涵养; 评价指标; 有林地小班; 土壤饱和蓄水量; 适宜森林覆盖率

Study on optimum forest coverage for water conservation: a case study in Pingtonghe watershed (Pingwu section)

ZHU Zhifang, GONG Gutang, CHEN Junhua, MU Changlong*

Institute of Forest Ecology and Resource Environment, Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, Sichuan

Abstract: Appropriate forest coverage is the basis of spatial layout for watershed protection forest and is an important indicator for regulating sheltering forest and stand restructuring in watershed. In this paper soil saturated water holding capacity (SWC) was selected as the indicator for assessing water conservation function at watershed scale. analytic hierarchy process (AHP) method was applied to eliminate indicators with close relevance. 12 indicators related to landform (position on slope and slope gradient), -soil (soil types and soil depth), forest (structure, standing volume, crown cover and stand age) and disturbance regimes (forest types, distance from villages, elevation and annual per capita income) were used to estimate soil saturated water holding capacity were selected for the assessment. The AHP method was applied to calculate each indicator's weight to SWC, based on which water conservation class of each forested sub-compartment were calculated. The maximal daily rainfall of 147.2mm in last 40years was then used to predict the optimum watershed forest coverage. The result indicated that the most important factor for assessing water conservation is forest factors (0.637), followed by disturbance factors (0.258) and landform-soil factors (0.105). The optimum forest coverage in the assessed watershed is 57.09%, with ranging from 43%—73%.

Key Words: water conservation; indicators; forested subcompartment; soil saturated water content (SWC); optimum forest coverage

森林覆盖率是指一个地区森林面积占总土地面积的百分数。目前森林覆盖率的研究有 2 个较常用的概

基金项目: 林业公益性行业专项(20100400208)

收稿日期: 2010-06-13; 修订日期: 2011-01-18

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: mucl2006@yahoo.com.cn

念:最佳森林覆盖率与合理森林覆盖率。最佳森林覆盖率是指一个国家或地区所拥有的森林,既能满足人们对木材和林副产品的需要,又能达到人们对生态效益和社会效益的要求,使之形成一个较稳定的生态环境所具有的森林覆盖率;合理森林覆盖率是指在一定的历史时期内,一个国家或地区,从人们对森林所需求的直接效益(经济效益)和间接效益(生态、社会效益)出发,能够在自然经济与技术条件允许的范围内所达到的森林覆盖率,又称为适宜森林覆盖率^[1]。

20 世纪,不少国家根据各自的地理背景和生产实际,对最佳森林覆盖率进行了一些研究。前苏联 A. A 莫尔恰诺夫等为欧洲 87 个州确定了最佳森林覆盖率。有关研究认为乌克兰波列西耶各个河川流域的最佳水源涵养林覆盖率为 35%—65%,森林草原地带为 20%—35%,草原区为 15%—20%^[2]。

国内,1995 年,张健等^[3]指出在一定的森林覆盖率范围内,扩大森林面积将有助于其防护能力的提高,但这种能力的增加存在阈值,提出确定某区域最佳防护效益森林覆盖率时,以该区域历年一日最大降雨量为基础来求算能抵抗其侵蚀危害的森林覆盖率。韩喜珍^[2]等计算出赤峰市黄土丘陵区最佳森林覆盖率为 45%;郭养儒^[2]等计算出陕西省合理森林覆盖率为 50% 左右;吴钦孝等人对黄土高原的研究认为,丘陵地区主要从保持水土的需要考虑,森林覆盖率应保持在 44%,山区主要从涵养水源的要求出发,覆盖率应不低于 60%^[2]。吴秉礼,石建忠^[4]等人运用应用降水量与土壤饱和蓄水量之间水量平衡原理进行最佳防护效益森林覆盖率的计算。

本文从森林的水源涵养功能出发,以矢量化后有林地小班数据为基础,探讨以人力可控和可测因子为指标评价流域有林地小班水源涵养水平,将整个流域的有林地小班进行等级划分,用森林土壤饱和蓄水能力作为指标,以确定该流域适宜森林覆盖率。

1 研究区概况

平通河流域位于四川盆地西北边缘,北川和平武县境内,为涪江流域的一级支流。该流域范围在东经 104°14′—104°43′,北纬 31°56′—32°21′。发源于四川省平武、松潘、北川 3 县交界海拔 3269m 的六角顶东坡,自北川县甘溪乡长滩子海拔 575m 处流入江油县境,控制面积 1050km² 左右,总人口约 6 万人,涉及 6 个乡。域内多为深切低中山河谷地貌、中山地貌,流域地势由东南向西北逐渐抬升,处于四川盆地向川西高山深谷的过渡地带。主要出露岩层是志留系页岩、片岩,龙门山褶皱带由东北向西南斜穿该流域,流域地层变质严重,片理和岩中节理与裂隙十分发育,透水性强。属于亚热带湿润季风气候,年均降雨量 942.1 mm,年平均气温 14℃,年均径流深 645.8 mm。土壤主要为山地黄壤、黄棕壤。流域内沿河两岸及豆叩以下区域主要是农耕区,多为夏种冬闲一年一熟的坡面旱地。从河谷向分水岭、从低山向中山,植被类型依次均为山地次生灌木林,山地常绿阔叶林、山地落叶阔叶林、山地针阔混交林、山地暗针叶林。

2 数据源

主要包括 2007 年平通河流域(平武段)森林资源矢量化二调数据(3500 个小班)、1:50000 的地形图和 2006 年 TM 卫片解译数据、以及 2007 年在该流域设置的 16 块主要林分类型小班样地调查数据,包括生物量,生物多样性,土壤物理性质等。

3 研究方法

3.1 评价方法的选择

以矢量化的二类森林资源调查数据为依据,将该流域的 1:50000 地形图叠加在资源图层上,同时结合该流域的 ETM 卫片解译结果,得出各小班的坡度、海拔等指标数据。以人力可控和可测因子为指标评价流域林分水源涵养功能。采用层次分析法,将整个流域的有林地小班进行等级划分,用森林土壤饱和蓄水能力作为水源涵养指标,确定该流域适宜森林覆盖率。层次分析方法见文献^[5]。

3.2 适宜森林覆盖率计算方法

设研究区土地总面积为 $St(\text{hm}^2)$,历年一日最大降雨量为 $P(\text{t}/\text{hm}^2)$,防护面积 $Sf = St - S$ (城市、工矿、交通、水田、水面占地面积)(hm^2),森林土壤饱和蓄水能力为 $W(\text{mm})$,由于森林健康状态不同, W 值也不同。该

区防护林蓄留 P 量级降雨量(即不产生或极少产生地表径流)所需要的森林面积 A_f 为^[3]:

$$A_f = \frac{P \times S_f}{W}$$

$$F = \frac{A_f}{S_t} \times 100\% = \frac{P \times S_f}{W \times S_t} \times 100\%$$

式中, F 为最适宜森林覆盖率。 P 、 S_t 、 S_f 在特定地域为定值, 因此 W 值的变化是确定该区森林覆盖率高低的基础性变量, 且与 F 成反比关系。显然, 森林土壤饱和蓄水能力越高, 蓄留 P 量级降雨量的森林覆盖率就越低。

3.3 指标筛选

3.3.1 理论依据

(1) 土壤的饱和蓄水能力与土壤的总孔隙度高度相关

土壤总孔隙度是承载降水的主要蓄水库。如何有效地吸纳一日或一次大暴雨至特大暴雨过程带来的降水量, 防止和减轻对土壤的侵蚀量, 它直接涉及到土壤孔隙度的大小。土壤总孔隙度决定了暴雨降水量下渗和形成地表径流的比重, 因而也间接地决定了暴雨对土壤的侵蚀强度; 土壤的总孔隙度又受土壤表面生长的植被类型及其覆盖度、内涵质量、空间分布格局等影响^[4]。这些能力的大小主要通过具有综合属性的森林土壤的饱和蓄水能力来获得。

(2) 林地土壤自身的孔隙度有一定差别, 主要表现在^[4]:

- ① 林型(林分类型)不同, 林地的孔隙度不同;
- ② 坡位不同, 林地土壤的孔隙度不同;
- ③ 林龄不同, 林地土壤的孔隙度也不同;
- ④ 择伐强度不同, 林地土壤的孔隙度也不同;
- ⑤ 整地方式不同, 林地土壤的孔隙度也不同。

3.3.2 指标筛选原则

有林地小班水源涵养能力的大小取决于该小班自身属性, 以及该小班所在的地质、地貌因子。地形、地貌因子, 相对稳定, 而小班自身属性因子, 即林分因子随着林分结构的变化而变化。指标的选择本着对土壤饱和蓄水量的影响力和人力可测和可控的原则进行筛选。采用群组 AHP^[5] 筛选、舍去与林分涵养水源功能无关和权重小或因因子间相关性较大的指标, 最后筛选出了地形-土壤因子、林分因子、干扰强度因子共计 12 个指标, 请有关专家打分, 确定相对应的数量级(1—5), 评价指标及分值见表 1。

3.4 评价指标的权重

以有林地小班的水源涵养功能为目标层, 取地形-土壤结构指标(B_1)、林分因子指标(B_2)、干扰强度(B_3) 3 个准则层。

(1) AHP^[6] 给定权重的流程

① 建立层次结构模型

将有关因素按照属性自上而下地分解成若干层次: 同一层各因素从属于上一层因素, 或对上层因素有影响, 同时又支配下一层的因素或受到下层因素的影响。

最上层为目标层(一般只有一个因素), 最下层为方案层或对象层/决策层, 中间可以有 1 个或几个层次, 通常为准则层或指标层。

当准则层元素过多(例如多于 9 个)时, 应进一步分解出子准则层。

② 构造成对比较矩阵

以层次结构模型的第 2 层开始, 对于从属于(或影响及)上一层每个因素的同一层诸因素, 用成对比较法和 1—9 比较尺度构造成对比较矩阵, 直到最下层。

成对比较的原理:从 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 任取 x_i 与 x_j ,比较它们对于 y 贡献的大小,按照以下标度给 x_i/x_j 赋值:

- $x_i/x_j=1$,认为“ x_i 比 x_j 贡献程度相同”;
- $x_i/x_j=2$,认为“ x_i 比 x_j 贡献程度略大”;
- $x_i/x_j=3$,认为“ x_i 比 x_j 贡献大”;
- $x_i/x_j=4$,认为“ x_i 比 x_j 的贡献大很多”;
- $x_i/x_j=5$,认为“ x_i 的贡献如此之大, x_j 根本不能和它相提并论”;
- $x_i/x_j=2n, n=1, 2, 3, 4$,认为 x_i/x_j 介于 $2n-1$ 和 $2n+1$ 之间;
- $x_i/x_j=1/n, n=1, 2, \dots, 9$,当且仅当 $x_i/x_j=n$ 。

表 1 有林地小班水源涵养评价指标
Table 1 Evaluation indicators for protective benefit of sub-compartment

地形-土壤因子 Land form-soil factor			林分因子 Stand factor			干扰度 ^① 因子 Disturbance factor		
名称 Name	分级(类)	值	名称 Name	分级(类)	值	名称	分级(类)	值
坡位	山脊	1	林分结构	很完整	5	林种类型	经济林	1
	Slope position 上坡	2	Stand structure	完整	4	Forest category	用材林	2
	中坡	3		较完整	3		薪炭林	3
	下坡	4		简单	2		水保林	4
	山麓	5		其他	1		水源林	5
坡度/(°)	0—5	5	公顷蓄积	0—25	1	离居民点距离/m	0—100	1
Gradient	5—25	4	Standing volume	25—45	2	Distance to village	100—200	2
	25—45	3		45—65	3		200—400	3
	45—60	2		65—95	4		400—1000	4
	>60	1		>95	5		>2500	5
土壤类型	冲积土	1	郁闭度	<0.2	1	海拔 ^②	660—1180	1
Soil type	山地黄壤	2	Canopy density	0.2—0.4	2	Elevation/m	1180—1170	2
	棕壤	3		0.4—0.6	3		1710—2240	3
	黄棕壤	4		0.6—0.8	4		2240—2760	4
	暗棕壤	5		>0.8	5		2760—3290	5
土层厚度/cm	0—20	1	林龄	幼	1	年人均收入 ^③	<2500	1
Soil depth	21—40	2	Stand age	中	2	Annual income	2500—4000	2
	41—60	3		近	3	per capita(元)	4000—5500	3
	61—80	4		过	4		4000—2500	4
	>80	5		成	5		>6500	5

① 干扰强度是指人类的生产生活活动对林地的影响强度,不包括对林分调控如密度调控,结构改造等;② 海拔分级是根据流域林地所处海拔落差划定;海拔越高,干扰强度越小;③ 年人均收入分级是根据当地社会经济调查后划定的;如果收入构成中林业收入或畜牧业所占比例大,那么收入越高,干扰强度越大;相反如果收入构成中林业收入或畜牧业所占比例小,那么收入越高,干扰强度越小;平通河流域 2007 年人均收入构成中林业收入和畜牧业收入所占比例为 9.10%;因此,就平通河流域而言,年人均收入越高,对林地的干扰强度越小

(2)各准则层及目标层判断矩阵及权重见表 2—表 6。

从表 2,3,4,5 可以看出 $CR<0.1$,一致性检验通过,建立的标准有效。由此计算出各因子复合权重(表 6)。

表 5 表明,生态因子是影响林分水源涵养功能最大的因子,即林分的自身内涵质量是决定其功能大小的关键因子。其次是干扰度,人类生产生活对林地的干扰强度越大,对其土壤和植被的影响就大,对林分的水源涵养功能影响就越大。

4 评价结果

按以上指标和权重对平通河流域有林地小班进行评价,评价结果见表 7。

表 2 准则 B_1 与其相关因子的判断矩阵Table 2 Judgment matrix for principal B_1 and related indicators

B_1	坡位 Slope position	坡度 Gradient	土壤类型 Soil type	土层厚度 V Soil depth
坡位 Slope position	1	1/3	1/3	1/5
坡度 Gradient	3	1	1/3	1/3
土壤类型 Soil type	3	3	1	1/3
土层厚度 Soil depth	5	3	3	1
单层权重 Weight	0.076	0.15	0.261	0.513
	$C_i=0.066$	$R_i=0.89$	$CR=0.07$	

表 3 准则 B_2 与其相关因子的判断矩阵Table 3 Judgment matrix for principal B_2 and related indicators

B_2	林分结构 Stand structure	公顷蓄积 Standing volume	郁闭度 Canopy density	林龄 Stand age
林分结构 Stand structure	1	3	3	3
公顷蓄积 Standing volume	1/3	1	1/3	2
郁闭度 Canopy density	1/3	3	1	3
林龄 Stand age	1/3	1/2	1/3	1
单层权重 Weight	0.478	0.144	0.276	0.102
	$C_i=0.072$	$R_i=0.89$	$CR=0.08$	

表 4 准则 B_3 与其相关因子的判断矩阵Table 4 Judgment matrix for principal B_3 and related indicators

B_3	林种类型 Forest category	离居民点距离 Distance to village	海拔 Elevation	人均年收入 Annual income per capita
林种类型 Forest category	1	6	6	6
离居民点距离 Distance to village	1/6	1	3	1/3
海拔 Elevation	1/6	1/3	1	1/3
人均年收入 Annual income per capita	1/6	3	3	1
单层权重 Weight	0.613	0.117	0.068	0.203
	$C_i=0.056$	$R_i=0.89$	$CR=0.06$	

表 5 准则 B 与其相关因子的判断矩阵Table 5 Judgment matrix for principal B_4 and related indicators

B	地形-土壤因子 Landform-soil factor	林分因子 Stand factor	干扰度因子 Disturbance factor
地形-土壤因子 Landform-soil factor	1	1/5	1/3
林分因子 Stand factor	5	1	3
干扰度因子 Disturbance factor	3	1/3	1
单层权重 Weight	0.105	0.637	0.258
	$C_i=0.019$	$R_i=0.52$	$CR=0.03$

4.1 适宜森林覆盖率计算结果

根据平通河流域二类调查资料和野外设置的 16 块典型林分标准地土壤实测数据,确定每一级的森林土壤饱和蓄水量,再按面积进行加权处理得出平均值,根据各级别林分所占面积的百分比进行加权计算,求得加权的林地土壤饱和蓄水量(表 8)。

主导每次产流的因素是降雨和土壤湿度,而降雨量、强度及历时是产流的首要原因。因此可用该区历年一日出现频率较大暴雨量计算适宜森林覆盖率^[3]。根据收集研究区内的 1967—2006 年的水文数据资料,该

流域 40a 历年一日最大降雨量为 147.2 mm。

将 147.2 mm 的暴雨量作为 P 值,流域总面积为 104963 hm^2 ,防护面积为 103041 hm^2 (有林地和耕地、灌木林地、草地),得出适宜森林覆盖率结果(表 8)。从表 8 可知,当林分土壤饱和蓄水量为 198.92 mm 时,在历年一日出现(40a)暴雨量为 147.2 mm 时适宜森林覆盖率约为 72.64%,林地面积占土地总面积的 74.50%,也就是说基本上须将全部林地都造成林,才能达到适宜的防护效益;而在林分防护级别较高状况下,47.93%左右的森林覆盖率就能起到适宜防护效益,而在林分防护最高级别的状态下,42.80%左右的森林覆盖率就能起到适宜防护效益。可以得出平通河流域水源涵养等级为最优(“好”)时对应的适宜森林覆盖率为 42.80%,最差时为 67.08%,范围为 43%—73%,加权后的适宜森林覆盖率为 57.09%。

表 7 各级小班数量、面积和百分比

Table 7 The number, area and percentage of sub-compartments in each class			
等级 Grading	小班个数 No. of sub-compartment	面积 Area/ km^2	百分比 Percentage/%
差 Poor	484	170.67	13.96
较差 Relative poor	29	6.30	0.84
一般 Medium	2175	669.55	62.75
较好 Relative good	735	140.78	21.21
好 Good	43	7.76	1.24

表 8 加权林地土壤饱和蓄水量(mm)和适宜森林覆盖率

Table 8 Weighted SWC of soil and proper forest coverage					
等级 Grading	差 Poor	较差 Relative poor	一般 Medium	较好 Relative good	好 Good
面积比例 Area percentage/%	13.96	0.84	62.75	21	1.24
土壤饱和蓄水量 Soil saturated water storage/mm	198.92	215.42	248.69	301.49	337.66
对应森林覆盖率 Forest cover/%	72.64	67.08	58.11	47.93	42.8
加权土壤饱和蓄水量 Weighted soil saturated water storage/mm			253.13		
适宜森林覆盖率 Suitable forest cover/%			57.09		

5 讨论

5.1 评价指标的选取

指标的选择本着对土壤饱和蓄水量的影响大小为依据,人力可测和可控的原则进行筛选。筛选出了地形-土壤因子、林分因子、干扰强度因子共 12 个指标。采用层次分析方法计算权重,结果为林分因子权重(0.637)>干扰强度因子(0.258)>地形-土壤因子(0.105)。表明:森林自身内涵是林分水源涵养大小的关键因素,其次是干扰度。因此,要让流域森林的水源涵养功能达到最大,首先林分结构要最优,同时减少人类的生产生活活动对林分的扰动。

5.2 有关适宜森林覆盖率的计算

2007 年余新晓等人^[7]采用以水源涵养为目标和以防止土壤侵蚀为目标来确定最佳森林覆盖率,并提出考虑土壤存在前期含水量问题,应适当增大森林覆盖率。本文以水源涵养为目标,采用森林土壤饱和蓄水量

为指标来计算适宜森林覆盖率,这与张健、林辉^[8]、余新晓等人采用的方法一致。但本文筛选提出地形-土壤因子、林分因子、干扰强度因子共 12 个指标对流域有林地小班进行水源涵养功能评价分级,采用对应不同级别的土壤饱和蓄水量来计算适宜森林覆盖率。

5.3 随着 GIS/RS 技术的深入应用,森林资源空间数据和属性数据的矢量化正不断普及,为定量评价流域林分小班提供了可能。本文以平通河流域为例,以二类森林资源调查的矢量化数据为依据,将该流域的 1:50000 地形图叠加在资源图层上,同时结合该流域的 ETM 卫片解译结果,得出各小班的坡度、海拔、离河道距离等指标数据,可操作性强。

6 小结

6.1 适宜森林覆盖率的研究是防护林空间配置的基础研究。在进行流域防护林的空间配置时,须先明确该流域到底需要多少森林,也就是适宜的森林覆盖率是多少时,才能在此基础上实施流域林分类型结构优化和土地利用结构调整。

6.2 通过对平通河流域有林地小班水源涵养功能评价分级,采用土壤饱和蓄水量为指标进行流域适宜森林覆盖率研究,得出以目前林地水源涵养能力能够蓄留历年一日(40a)出现频率较大暴雨量的适宜森林覆盖率为 57.09%。据此覆盖率,在该区域进行防护林调控时,在适宜地区配置相应面积的水源涵养林,同时在离居民点近、土壤条件较好地区配置经济效益高的如厚朴、黄柏等经济林和短周期工业原料林,达到既涵养水源,又提高农民收入的目的。

References:

- [1] Ma Z L, Gong Y B, Hu T X, Yu Z R. Summary of the studies on relation between forest coverage and water and soil conservation. *Journal of Sichuan Agricultural University*, 2003, 21(1): 54-57.
- [2] Zhu Z F, Gong G T, Chen J H, Mu C L, Zhang F H, Zheng S W, Wu X X, Liu Q L, Huang Q, Ren J F. Review on the spatial allocation of protection forest systems. *World Forestry Research*, 2008, 21(6): 36-40.
- [3] Zhang J, Gong Y B, Chen L W. A quantitative discussion on forest coverage of the optimum forest protective effect. *Scientia Silvae Sinicae*, 1996, 32(4): 317-324.
- [4] Wu B L, Shi J Z, Xie M Y, He L Y, Chen X H, Zhao J Y. Optimal protective effect of forest coverage on soil and water loss in Gansu Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(6): 1125-1137.
- [5] Mu C L, Gong G T, Chen X M, Chen G X. Study on the index system of integrated benefit evaluation of protection forest system on the Mid-upper reaches of the Changjiang River. *Journal of Sichuan Forestry and Technology*, 2001, 22(4): 50-54.
- [6] Yang B, Yang G Z, Zhang Y D. Selecting optimum tree species of farmland protection forest in Linxia Beiyuan by analytical hierarchy process. *Scientia silvae Sinicae*, 2006, 42(6): 49-55.
- [7] Yu X X, Gan J. Research and demonstration on water conservation forest. Beijing: China Forestry Publishing House, 2007.
- [8] Lin H, Huang G S. Index research on the suitable forest coverage of the Four Main Rivers in Hunan Province. *Journal of Central South Forestry University*, 2005, 25(5): 49-53.

参考文献:

- [1] 麻泽龙, 宫渊波, 胡庭兴, 于增瑞. 森林覆盖率与水土保持关系研究进展. *四川农业大学学报*, 2003, 21(1): 54-57.
- [2] 朱志芳, 龚固堂, 陈俊华, 慕长龙, 张发会, 郑绍伟, 吴雪仙, 刘千里, 黄泉, 任俊芳. 防护林体系空间配置研究综述. *世界林业研究*, 2008, 21(6): 36-40.
- [3] 张健, 宫渊波, 陈林武. 最佳防护效益森林覆盖率定量探讨. *林业科学*, 1996, 32(4): 317-324.
- [4] 吴秉礼, 石建忠, 谢忙义, 贺立勇, 陈小华, 赵军营. 甘肃水土流失区防护效益森林覆盖率研究. *生态学报*, 2003, 23(6): 1125-1137.
- [5] 慕长龙, 龚固堂, 陈秀明, 陈国先. 长江中上游防护林体系综合效益评价指标体系研究. *四川林业科技*, 2001, 22(4): 50-54.
- [6] 杨斌, 杨国州, 张延东. 运用层次分析法优选临夏北塬农田防护林树种. *林业科学*, 2006, 42(6): 49-55.
- [7] 余新晓, 甘敬. 水源涵养林研究与示范. 北京: 中国林业出版社, 2007.
- [8] 林辉, 黄国胜. 湖南四水流域适宜森林覆盖率指标研究. *中南林业学院学报*, 2005, 25(5): 49-53.

CONTENTS

Influences of elevated ozone on growth and C, N, S allocations of rice	ZHENG Feixiang, WANG Xiaoke, HOU Peiqiang, et al (1479)
Coexistence, biodiversity and roles of ammonia-oxidizing archaea and anaerobic ammonium-oxidizing bacteria in deep soil layer of high nitrogen loaded paddy field	WANG Yu, ZHU Guibing, WANG Chaoyu, et al (1487)
The impact of interannual climate variability on the mean global vegetation distribution	SHAO Pu, ZENG Xiaodong (1494)
Labile and recalcitrant carbon and nitrogen pools of an alpine meadow soil from the eastern Qinghai-Tibetan Plateau subjected to experimental warming and grazing	WANG Bei, SUN Geng, LUO Peng, et al (1506)
The structure and species diversity of plant communities in ecological safety islands of urban Guangzhou	MO Dan, GUAN Dongsheng, HUANG Kangyou, et al (1515)
The growth pattern of <i>Pinus elliottii</i> Plantation in central subtropical China	MA Zeqing, LIU Qijing, WANG Huimin, et al (1525)
The effect of two wetland plants on nitrogen and phosphorus removal from the simulated paddy field runoff in two small-scale Subsurface Flow Constructed Wetlands	LIU Shuyuan, YAN Baixing, WANG Lixia (1538)
Effect of simulated nitrogen deposition on nutrient release in decomposition of several litter fractions of two bamboo species	TU Lihua, HU Tingxing, ZHANG Jian, et al (1547)
Ecological monitoring of bryophytes for mercury pollution in Danzhai Mercury Mine Area, Guizhou Province, China	LIU Rongxiang, WANG Zhihui, ZHANG Zhaohui (1558)
Influence of silt deposition and sand deposition on <i>Cynodon dactylon</i> population in low-water-level-fluctuating zone of the Three Gorges Reservoir	LI Qiang, DING Wuquan, ZHU Qihong, et al (1567)
Seed production of <i>Spartina alterniflora</i> and its response of germination to temperature at Chongming Dongtan, Shanghai	ZHU Zhenchang, ZHANG Liquan, XIAO Derong (1574)
Effects of decomposition of mixed leaf litters of the <i>Castanopsis platyacantha</i> - <i>Schima sinensis</i> forest on soil organic carbon	ZHANG Xiaopeng, PAN Kaiwen, WANG Jinchuang, et al (1582)
Effects of desertification on soil respiration and ecosystem carbon fixation in Mu Us sandy land	DING Jinzhi, LAI Liming, ZHAO Xuechun, et al (1594)
The spatial distribution of soil organic carbon and its influencing factors in hilly region of the Loess Plateau	SUN Wenyi, GUO Shengli (1604)
Effects of interspecific interactions and nitrogen fertilization rates on above- and below- growth in faba bean/mazie intercropping system	LI Yuying, HU Hansheng, CHENG Xu, et al (1617)
Effects of supplemental irrigation based on measured soil moisture on nitrogen accumulation, distribution and grain yield in winter wheat	HAN Zhanjiang, YU Zhenwen, WANG Dong, et al (1631)
Anti-soil background capacity with vegetation biochemical component spectral model	SUN Lin, CHENG Lijuan (1641)
Spatial distribution of arbuscular mycorrhizal fungi and glomalin of <i>Hippophae rhamnoides</i> L in farming-pastoral zone from the two northern provinces of China	HE Xueli, CHEN Cheng, HE Bo (1653)
Study on optimum forest coverage for water conservation: a case study in Pingtonghe watershed (Pingwu section)	ZHU Zhifang, GONG Gutang, CHEN Junhua, et al (1662)
Spatial point analysis of fire occurrence and its influence factor in Huzhong forest area of the Great Xing'an Mountains in Heilongjiang Province, China	LIU Zhihua, YANG Jian, HE Hongshi, et al (1669)
Combustion efficiency of small-scale meadow fire in Daxinganling Mountains	WANG Mingyu, SHU Lifu, SONG Guanghui, et al (1678)
Community structure of demersal fish in Nature Reserve of <i>Acipenser sinensis</i> in Yangtze River estuary	ZHANG Tao, ZHUANG Ping, ZHANG Longzhen, et al (1687)
Behavioral responses of the Common Coots (<i>Fulica atra</i>) and other swimming birds to human disturbances	ZHANG Weiwei, MA Jianzhang, LI Jinbo (1695)
Effects of photoperiod on body mass, organ masses and energy metabolism in Chinese bulbul (<i>Pycnonotus sinensis</i>)	NI Xiaoying, LIN Lin, ZHOU Feifei, et al (1703)
Larval host types for the 3 rd <i>Helicoverpa armigera</i> in Bt cotton field from North China determined by $\delta^{13}\text{C}$	YE Lefu, FU Xue, XIE Baoyu, et al (1714)
Selectivity of <i>Frankliniella occidentalis</i> to vegetable hosts	YUAN Chengming, ZHI Junrui, CAO Yu, et al (1720)
Genetic structure of <i>Pine caterpillars</i> (<i>Dendrolimus</i>) populations based on the analysis of Cyt b gene sequences	GAO Baojia, ZHANG Xuwei, ZHOU Guona, et al (1727)
Pricing method and application effects of biogas slurry	ZHANG Changai, LIU Ying, CAO Man, WANG Yanqin, et al (1735)
Effects of compost from municipal solid waste on ecological characteristics and the quality of different turfgrass cultivars	ZHAO Shulan, LIAN Fei, DUO Li'an (1742)
Degradation kinetics and bioavailability of pentachlorophenol in paddy soil-rice plant ecosystem	WANG Shisheng, LI Depeng (1749)
Review and Monograph	
Concepts and techniques of landscape genetics	XUE Yadong, LI Li, WU Gongsheng, ZHOU Yue (1756)

2009 年度生物学科总被引频次和影响力因子前 10 名期刊*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响力因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响力因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任: 孔红梅

执行编辑: 刘天星 段 靖

生态学报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 6 期 (2011 年 3 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 6 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许可证	京海工商广字第 8013 号		

