

冀北山地四种典型落叶松林分生态功能研究

张 宁¹, 郭宾良¹, 于士涛², 张春茹³, 黄永辉³, 张建华³, 谷建才¹

(1. 河北农业大学, 河北 保定 071000; 2. 千层板林场, 河北 承德 068466;

3. 河北木兰围场国有林场管理局, 河北 承德 068450)

摘 要:为探究冀北山地四种典型落叶松林分的生态功能,以木兰围场国有林场管理局北沟林场内落叶松纯林和落桦混交林、落阔混交林和杉落针阔混交林 4 种不同落叶松林分类型为研究对象,通过对生物量的计算与持水能力的测定,测定其不同林分固碳释氧、净化空气和涵养水源等功能。结果表明:研究区不同落叶松林分内同功能效益指数均显示林分 D 最高,林分 B、C 次之,林分 A 最低,从而得出,林分 D 是四种林分中最优的,生态功能是最强大的。

关键词:落叶松; 生态功能; 生物量; 水能力

中图分类号: S754.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)02-0320-08

Study on Ecological Functions of Four Typical Stands of Larix in Northern Hebei

ZHANG Ning¹, GUO Binliang¹, YU Shitao², ZHANG Churu³,

HUANG Yonghui³, ZHANG Jianhua², GU Jiancai¹

(1. Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China; 2. Melaleuca board forest farm, Chengde, Hebei 068466, China; 3. Forest Farm of State-Owned Forest Bureau of Mulan-Weichang in Hebei, Chengde, Hebei 068450, China)

Abstract: To explore the ecological functions of four typical larch stands in mountain of northern Hebei, the four different larch forest types such as larch, mixture of larch and birch, coniferous - broadleaved mixed forest and mixture of larch and coniferous fir were chosen as the samples. The clean air and water conservation functions were investigated through the calculation of biomass and water-holding capacity determination, and estimation of carbon sequestration and oxygen release in different stands. The results showed that function efficiency index of stand D was the highest, followed by stand B and stand C, the least one occurred in stand A, therefore, stand D is optimal and its ecological function is the most powerful among the four stands.

Keywords: larix; ecological functions; biomass; water-holding capacity

冀北山地生态交错带现有华北落叶松人工林主要是上世纪 60 年代以来营造的,自上世纪九十年代以来,由于政策、规程等原因,天然林蓄积消耗受到诸多限制,对这些混交林只采取了以封育为主的经营措施,这些落桦混交林已经形成了高密度、高分化、低生产力的混交林^[1]。华北落叶松目的树种严重被压乃至枯死,上层白桦、山杨等阔叶树林相残破,大部分林木个体生长量下降,低效残次林增加,林分生态效能低,严重影响了资源培育和可持续发展步伐。还有一部分林分也是针阔混交,但上层林针叶树种除了华北落叶松外,还有表现优良的云杉,经过 2~3 次择伐后,在近二十几年的时间里形成的林分结构较好,林分株数分布以小径木为多,这样的林分兼顾了生态功能,实现了森

林多种效益的共赢,应该是森林经营的方向^[2]。

本研究针对这些问题,以该地区落叶松纯林、落桦混交林、落阔混交林、杉落针阔混交林,研究四个典型的林分的固碳释氧、净化空气、涵养水源的生态功能,通过分析比较得出功能最好的林分,以期作为冀北山地生态交错带杉落针阔混交林经营提供了理论依据和技术支撑^[3]。

1 研究区概况

本次调查是在承德木兰围场的北沟林场进行,木兰围场坐落于河北省东北部,地处滦河上游,北纬 41°47'—42°06'N,东经 116°51'—117°45'E。东与内蒙古赤峰市接壤,南及西南与隆化、丰宁两县连接,北

收稿日期: 2014-06-19

修回日期: 2014-06-30

资助项目: 河北省科技厅“河北省滦河流域水源林经营关键技术与示范”(15227652D); 河北省科技厅软科学“国有林场经营管理机制存在的问题及改革模式研究”(13457525)

第一作者: 张宁(1989—),女,河北衡水人,在读硕士研究生,研究方向: 森林可持续经营。E-mail: 934827579@qq.com

通信作者: 谷建才(1963—),男,河北藁城人,教授,研究方向: 林业经营技术。E-mail: gujiancai@126.com

与内蒙古浑善达克沙地毗邻。位于阴山山脉与大兴安岭山脉余脉的交汇处,是连接坝上高原和冀北山地的丘陵山地地带。木兰围场所处的地理位置决定了其必然要担负起护卫京津生态安全的生态特区这一重任。因其地处滦河上游,对下游地区的树木生长和水源涵养影响甚重;又因其卡在浑善达克沙地 and 北京中间地带,像一道天然的绿色屏障,阻挡着浑善达克沙地向北京进军的风沙。在京津地区生态环境安全方面,木兰围场起着重大的作用,因此对木兰围场的森林植被进行恢复与保护势在必行^[4]。木兰围场林

管局共有十个林场,北沟林场属于其一,北沟林场自 1956 年开始建立,林场总经营面积 5 730 hm²,森林主要乔木树种有白桦、山榆、华北落叶松、山杨、蒙古栎、五角枫、榆树等;灌木种类较多,且量较大,丰富多样,以绣线菊灌丛、照山白最为常见;林分类型主要包含:天然林,常见树种有杨树、桦树、落叶松等;人工林,常见树种有山榆、落叶松、杨树等^[5];针阔混交林,林分面积分别为 1 485.6,1 180.5,1 560.9 hm²。活立木的蓄积总量达到 284 104 m³ 和森林覆盖率达到 88%,年采伐量在 5 000 m³ 左右,以下是四种林分的概况^[6]。

表 1 样地基本情况

样地	林分类型	主要树种	树高/m		胸径/cm		林龄/ a	土壤	坡向	坡度/ (°)	海拔/ m	郁闭度
			均值	标准差	均值	标准差						
A	落叶松纯林	落叶松	13.4	4.97	18.6	5.06	25~35	山地棕壤	阴坡	19	1283	0.88
B	落桦混交林	落叶松	10.8	5.31	18.4	5.97	25~35	山地棕壤	阴坡	20	1294	0.79
		白桦	16.2	4.85	21.5	7.74						
C	落阔混交林	落叶松	14.3	4.16	17.7	9.03	25~35	山地棕壤	阴坡	19	1284	0.82
		白桦	15	3.67	20.73	20.2						
		云杉	14.4	3.03	24.7	11.4						
D	落杉针阔混交林	落叶松	13.3	2.98	18.3	6.01	25~35	山地棕壤	阴坡	20	1296	0.85
		白桦	12.7	4.7	20.2	8.24						

2 研究内容和方法

2.1 研究目标

本文设置的样地为冀北山地最为常见的落叶松林,选取落叶松纯林、落桦、落阔、杉落针阔这些具有代表性的林分^[7],详细的调查了不同林型内的林木情况,定量分析了不同类型落叶松林的固碳释氧、净化空气、涵养水源等功能^[8],系统研究了不同林型生态功能的强弱,为试验区落叶松的健康经营提供了一定的理论依据^[9]。

2.2 研究方法

2.2.1 样地调查及布设 经过全方位的勘察,在 1994 年、2000 年和 2009 年进行了三次采伐并从中获取相关的数据,采伐的强度依次为 30%,20%,20%,其要求必须严格遵守生长量大于采伐量,采伐方式具体为卫生伐、生长伐、定向目标伐和大强度抚育,分别于 2005 年、2013 年的夏天在河北省承德围场县的北沟林场实际调查标准地情况,并在西色树沟阴坡设置天然落叶松的标准固定样地,并选取 4 块面积 100 m×100 m 的样地。在做样地植被调查工作之前,对样地的一些基本情况进行了解,主要要:海拔、地形、地理位置、样地的坡位以及林分郁闭度等^[10]。这三年的试验数据中,本文以 2013 年为主。

在适当的位置设置样地的原点,然后辅助设备(罗盘仪、全站仪)划定样地边界,每条边界长为 100

m,接着将每条边界五等分,画出节点,并用玻璃绳连接,因此就将样地划分成了 25 个小的样方,每个样方大小相等,即 20 m×20 m,逐次编号,最后将边界用铁丝网、水泥桩固定^[11]。

2.2.2 测定方法 林冠实际截留量的观测仍然采用了传统的观测方法^[11].每个样地设置了 8 个标准雨量筒测量林内雨量,在距观测地点约 150 m 和 200 m 处的皆伐迹地分别安设另一台雨量筒观测大气降雨量.观测时按降雨场次分别进行,同时记录大气降雨和林内雨量.对天然林和人工林分别观测了 2 个和 3 个雨季.林冠实际截留量等于林外大气降雨量与林内雨量之差(因树干流很小,可忽略不计),林内雨量用算术平均法计算。

2.2.3 主要研究方法

1) 生物量计算。生物量和蓄积量的关系模式来计算林地林分生物量,回归方程: $B=aV+b$,其中 B 为森林生物量(t); V 为森林蓄积量(m³); a,b 为参数。具体树种回归方程见表 2。

表 2 不同林分类型生物量与蓄积量回归方程

林分类型	回归方程	R	n
落叶松	$B=0.967V+5.7598$	0.99	8
云杉	$B=0.4643V+47.499$	0.99	13
杨树	$B=0.4754V+30.6034$	0.929	10
白桦	$B=0.9644V+0.8485$	0.977	4

2) 森林碳储量和释氧量计算。依据生物量和材

积的关系计算生物量,进而计算森林碳储量。

$$C=B \cdot C_c$$

式中: C ——碳储量(t); B 为生物量, C_c ——含碳率,森林含碳率采用平均值 0.5。

3) 净化气体量的计算。本研究对计算树木的枝、干、叶等部位吸收降解二氧化硫的方法采用面积—吸收的方法进行计算:

$$W=f \cdot A$$

式中: W ——森林吸收二氧化硫的量; f ——不同植被单位面积吸收 SO_2 的量; A ——不同植被的面积,而植物吸收氟化氢和滞尘能力同样可以用面积—吸收能力计算。

4) 林冠截留计算与土壤持水能力测定公式。林冠截留量计算公式: $I=P-T-S$,其中: I ——林冠截留量(mm); P ——大气降水量(mm); T ——林内穿透降水(mm); S ——树干茎流量(mm)。

土壤调查采用剖面法,在各标准地选取有代表性样点,分别按 0—10 cm,10—20 cm,20—40 cm 取样。用烘干法测定土壤含水量,用环刀法测定土壤容重、孔隙度等物理性质,土壤持水力 $S_h=10000 h \cdot p$,其中, S_h ——土持水力(t/hm²); h ——土壤层厚度(m); p ——非毛管孔隙度(%)

3 结果与分析

3.1 主要林分固碳释氧的能力及效益分析

3.1.1 不同林分生物量计算

1) 不同龄期四种林分蓄积量的计算。衡量森林数量的一个重要标准是蓄积量的多少,森林经营的效果及生产力的高低用蓄积量来表示。它为森林采取正确的经营措施提供了重要的依据。在相同的立地条件下,处于同一龄级的同一树种在不同林分类型中生长状况不同,表现出来的胸径,树高,树形也同,进而影响他们的蓄积量。对同一立地条件下的落叶松纯林、落桦混交林、落阔混交林、杉落针阔混交林,在密度最优的状况下进行测定,跟据表2可得出四种林分在不同龄

级下测得树木的蓄积量(图 1)。

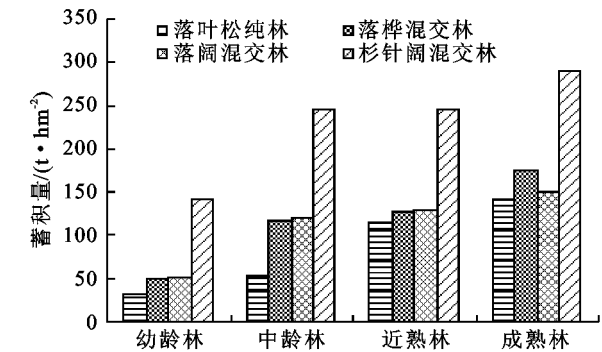


图 1 不同林分不同龄期蓄积量估算

对同一林分不同龄期的生长状况的比较可以看出:落叶松纯林中幼龄期增长速度比较慢,而近熟期增长速度最快。落桦混交林和杉落针阔混交林中中龄期和近熟期增长速度要远远大于幼龄期。而落阔混交林种幼龄期的增长速度要大于近熟期。不同林分同一龄期生长状况的比较,处于幼龄级时不同林分的蓄积量的大小顺序依次为:杉落针阔混交林>落阔混交林>落桦混交林>落叶松纯林;中龄期不同林分的蓄积量大小顺序依次为:杉落针阔混交林>落阔混交林>落桦混交林>落叶松纯林;近熟期不同林分的蓄积量大小顺序依次为:杉落针阔混交林>落桦混交林>落阔混交林>落叶松纯林;成熟期不同林分的蓄积量大小顺序依次为:杉落针阔混交林>落桦混交林>落阔混交林>落叶松纯林;不同林分蓄积出现这样的蓄积顺序可能是因为落阔混交林中白桦、山杨优势树种为速生树种在幼龄期生长速度要大于落叶松这些针叶树种,而到了近熟期这些针叶树种的生长速度超过山杨白桦。林分杉落针阔混交林无论处于何种时期其蓄积量都大于其他三种林分,蓄积量是其他林分的 1~2 倍。

2) 不同龄期的生物量估算。由上述表各树种蓄积和生物量的关系可以求出各个林分不同龄期的生物量。由表 2 各树种蓄积和生物量的关系可以求出各个林分不同龄期的生物量,由表 3 可以求出处于不同龄级各个林分的年平均生物量(图 2)。

表 3 不同林分类型林龄组划分

树种	起源	龄组划分					龄级
		幼龄林	中龄林	近熟林	成熟林	过熟林	期限
云杉	天然	≤60	61~100	101~120	121~160	>161	20
	人工	≤40	41~60	61~80	81~120	>121	20
落叶松	天然	≤40	41~80	81~100	101~140	>141	20
	人工	≤20	21~30	31~40	41~60	>61	10
山杨	天然	≤20	21~30	31~40	41~60	>61	10
	人工	≤10	11~16	16~20	21~30	>31	5
白桦	天然	≤30	31~50	51~60	61~80	>81	10
	人工	≤20	21~30	31~40	41~60	>61	10

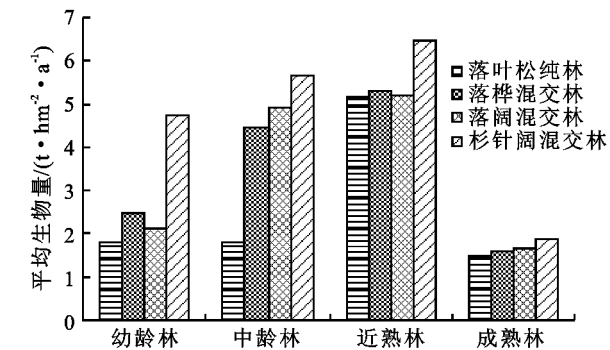


图 2 不同林分不同龄期的年均生物量

由图 2 幼龄期不同林分年均生物量从大到小依次杉落针阔混交林[4.73 t/(hm²·a)]>落桦混交林[2.46 t/(hm²·a)]>林分落阔混交林[2.12 t/(hm²·a)]>落叶松纯林[1.79 t/(hm²·a)],落叶松纯林年均生物量最小的原因可能是因为针叶树种在幼龄期生长的速度要小于山杨、白桦这些速生树种。在中龄期阔叶树种的生长速度达到最大,针叶树种开始加速生长,于是 4 种林分中龄期年均生物量大小为杉落针阔混交林[5.66 t/(hm²·a)]>落阔混交林[4.9 t/(hm²·a)]>落桦混交林[4.47 t/(hm²·a)]>落叶松纯林[1.79 t/(hm²·a)],近熟林杉落针阔混交林[6.48 t/(hm²·a)]>落桦混交林[5.3 t/(hm²·a)]>落阔混交林[5.19 t/(hm²·a)]>落叶松纯林[5.16 t/(hm²·a)]。针叶树种在近熟期生长速度达到最大,超过阔叶树种生长速度。成熟林是 4 种林分的年均生物量大小依次为杉落针阔混交林、落叶松纯林、落桦混交林、落阔混交林。由上图可知杉落针阔混交林杉落针阔混交林无论处于何种龄级阶段其年均生物量都是最高的。

3.1.2 不同林分不同龄级的固碳释氧量估算

1) 各个龄期不同林分的碳储量估算。

不同林分不同龄级的的单位面积的碳储量大小比较见图 3,同一林分不同的龄级阶段来看:落叶松纯林在各个龄级的 C 密度分别为 0.89,1.03,2.58,0.74 t/(hm²·a);落桦混交林在各个龄级的 C 密度分别为 1.23,2.24,2.65,0.79 t/(hm²·a);落阔混交林在各个龄级的 C 密度分别为中龄林 1.06,2.45,2.60,0.83 t/(hm²·a);杉落针阔混交林在各个龄级的 C 密度分别为 2.36,2.83,3.24,0.96 t/(hm²·a)。在上述 4 种林分中年单位碳储量均呈现出,近熟林最大、中龄林次之、成熟林最小。

从同一龄级阶段不同的林分类型来看:幼龄期时,落叶松纯林<落阔混交林<落桦混交林<杉落针阔混交林;中龄期,落叶松纯林<落桦混交林<落阔混交林<杉落针阔混交林;近熟林落阔混交林<落叶松纯林<落桦混交林<杉落针阔混交林;近熟林落阔

混交林<落桦混交林<落叶松纯林<杉落针阔混交林;杉落针阔混交林无论处于何种龄期其碳密度都是最大的,且远远高于其他林分。其他林分碳储量的变化趋势不是很明显。

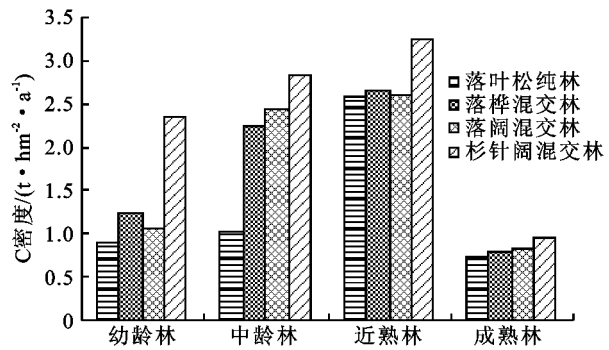


图 3 各个龄期不同林分的碳储量估算

2) 不同龄期不同林分的氧气释放量估算。释放氧气物质量与林木的生长速度呈正相关,生长越快,释氧物质量增加越多(图 4)。4 种林分类型均表现为:从幼龄林到近熟林期间,释氧物质量呈增加趋势,到成熟林时,释氧物质量明显减弱,表明应该立即更新。不同林分之间的释氧物质量比较发现:落叶松纯林的释氧物质量在任何一个龄林阶段均最低,杉落针阔混交林的释氧物质量在任何一个龄林阶段均最高。落桦混交林和落阔混交林之间的差别较小,固碳和释氧物质量的规律基本一致。

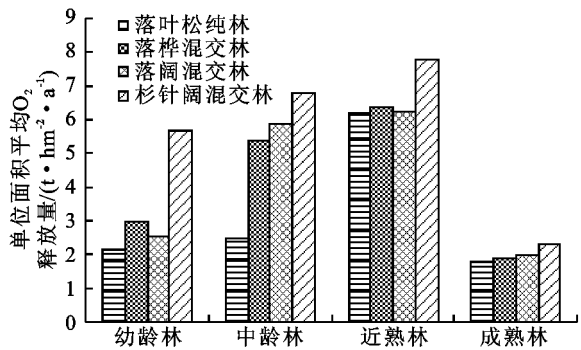


图 4 不同龄期不同样地 O₂ 释放量

3.1.3 固碳释氧经济价值估算 依据森林生态效益资源评估的标准:工业固碳价为 273.3 元/t,工业制氧价为 369.7 元/t。根据已计算出储碳量可得出固定二氧化碳量,则 4 块样地不同龄级单位面积固碳释氧的经济价值如表 4 所示。

3.2 主要林分的净化空气的作用

1) 不同样地不同龄下二氧化硫的吸收量。不同的林分类型其对二氧化硫的吸收效果不同,由《中国生物多样性国情研究报告》得:阔叶林、针叶树、针阔混交林对二氧化硫的吸收分别为 88.65,215.60,152.13 kg/hm²。研究不同龄级单位面积吸收 SO₂ 的能力,应根据蓄积不同其对 SO₂ 的吸收不同所确

定。由此可得出不同样地不同龄级森林所吸收 SO₂ 的总量。(表 5)

表 4 4 块样地不同龄级单位面积每年固碳释氧的经济价值
元/(hm²·a)

样地类型	项 目	幼龄林	中龄林	近熟林	成熟林
落叶松纯林	固碳价值	895.9	1037.1	2585.3	842.1
	释氧价值	793.3	918.3	2289.1	745.6
	总价值	1689.2	1955.4	4874.5	1587.7
落桦混交林	固碳价值	1230.4	2242.0	2655.6	788.0
	释氧价值	1089.4	1985.1	2351.3	697.7
	总价值	2319.7	4227.1	5006.9	1485.7
落阔混交林	固碳价值	1060.4	2454.4	1005.4	460.8
	释氧价值	938.9	2173.2	890.2	408.0
	总价值	1999.4	4627.5	1895.6	868.8
杉落针阔混交林	固碳价值	2369.2	2834.3	3247.4	963.8
	释氧价值	2097.7	2509.5	2875.3	853.3
	总价值	4467.0	5343.8	6122.6	1817.1

表 5 不同样地各个龄级 SO₂ 的吸收量 kg/hm²

龄级	落叶松 纯林	落桦 混交林 B	落阔 混交林	杉落针阔 混交林
幼龄林	79.36	63.67	69.05	192.89
中龄林	134.11	151.94	162.14	281.63
近熟林	293.42	165.81	173.18	334.33
成熟林	359.51	226.58	203.63	392.86

从不同样地处于同一龄期阶段来看:杉落针阔混交林无论在何种龄期对于 SO₂ 的吸收远远要大于其他样地。这是因为 SO₂ 通过叶片上的气孔和枝条上的皮孔吸收转化,树木吸收 SO₂ 等于叶片积累转移和表面的吸附。而杉落针阔混交林的蓄积量是远远高于其他样地的,叶片的生物量也是最高的,且分层明显更有利于 SO₂ 的吸收。落阔混交林吸收 SO₂ 的量最少,是因为白桦和山杨虽为阔叶,但是树叶的总量要远远少于那些针叶树种,且层次比较单一,所以无论处于何种龄级其对 SO₂ 的吸收都是最少的。

2) 不同样地不同龄下氟化氢的吸收量。不同的林分类型其对的吸收效果不同,由《中国生物多样性国情研究报告》得:阔叶林、针叶树、针阔混交林对氟化氢的吸收的平均值分别为 4.65×10^{-3} , 0.50×10^{-3} , 2.58×10^{-3} t/hm²。研究不同龄级单位面积吸收 HF 的能力,应根据蓄积不同其对 HF 的吸收不同所确定。由此可得出不同样地不同龄级森林所吸收 HF 的总量(表 6)。

3) 不同样地不同龄下粉尘的吸收量。不同的林分类型其对的吸收效果不同,由《中国生物多样性国情研究报告》得:阔叶林、针叶树、针阔混交林对粉尘

的吸收的平均值分别为 13.72,25.66,19.69 t/hm²。研究不同龄级单位面积滞尘的能力,应根据蓄积不同其对粉尘的吸收不同所确定。由此可得出不同林分不同龄级森林所吸收粉尘的总量(表 7)。

表 6 不同林分各个龄级 HF 的吸收量 kg/hm²

龄级	落叶松 纯林	落桦 混交林	落阔 混交林	杉落针阔 混交林
幼龄林	0.18	1.08	1.17	3.36
中龄林	0.31	2.58	2.75	4.91
近熟林	0.68	2.81	2.94	5.83
成熟林	0.83	3.85	3.46	6.85

表 7 不同林分各个龄级所吸收粉尘的总量 t/hm²

类型	落叶松 纯林	落桦 混交林	落阔 混交林	杉落针阔 混交林
幼龄林	9.40	8.25	8.95	25.67
中龄林	15.89	19.68	21.00	37.49
近熟林	34.76	21.48	22.43	44.50
成熟林	42.59	29.35	26.38	52.29

由表 7 可以看出杉落针阔混交林在各个龄级滞尘能力都是最大的。树木形体高大,能够降低风速,可使灰尘因风速的减慢而降落,又由于叶片表面粗糙不平 and 能吸附粉尘的粘性物质所以树木有滞尘的作用。杉落针阔混交林的枝叶茂盛,且分层明显,层次复杂叶片表面分泌有油脂性物质所以它的滞尘能力是最好的。

4) 不同样地不同龄级净化空气的经济价值。根据《中国生物多样性国情研究报告》,SO₂ 每年消减 1 t 的费用如下:投资额 500 元,运行费 100 元,共 600 元,按治理成本法计算,则二氧化硫的治理费用为 600 元/t。而森林每吸收 HF 所消耗的费用是 160 元/t,阻滞降尘是 560 元/t。计算方法都是采用燃煤炉大气污染物排污收费的筹资型标准的平均值(表 8)。

3.3 主要林分涵养水源功能

涵养水源是森林的重要生态效益之一,河流的起源与森林有着密切的关系,大多数河流都起源于生长茂密的森林之中。森林有着涵养水源的功能,有下列几个原因:第一,林冠截留及其再分配;森林地下凋落层的阻挡,吸收大部分水分,有利于下渗水分的增多,从而减小地表径流。第二,森林凋落物的腐烂使森林土壤肥沃,从而森林土质比较疏松,团粒结构发达,这样的土壤结构更有利于雨水的渗透。

不同的样地类型,由于其生态特性的不同,其涵养水源的生态效应也存在着差异。林冠截留、凋落物的持水量和森林土壤这三个是森林最大的贮水库和

水分调节器的主要作用层,本文主的差异,其样地水源涵养功能也存在一定的差异。林要从这三个方面从来调查落叶松纯林、落桦混交林、落阔混交林、杉落针阔混交林的涵养水源效益。

1) 不同样地的林冠层截流性能。不同的森林结构其林冠截留功能不同,其受样地结构、密度、层次、郁闭度及降雨强度等因素的影响。通过对四块样地的林冠层截留量的测定,测定结果见表 9。

表 8 不同林分类型不同龄级净化空气的经济价值元/hm²

样地类型	净化空气的价值	幼龄林	中龄林	近熟林	成熟林
落叶松纯林	吸收 SO ₂ 价值	47.62	80.47	176.05	215.71
	吸收 HF 价值	0.03	0.05	0.11	0.13
	滞尘价值	5264.93	8897.32	19465.70	23850.45
	总价值	5312.58	8977.83	19641.86	24066.29
落桦混交林	吸收 SO ₂ 价值	38.20	91.17	99.48	135.95
	吸收 HF 价值	0.17	0.41	0.45	0.62
	滞尘价值	4619.00	11022.22	12027.91	16436.47
	总价值	4657.38	11113.80	12127.84	16573.03
落阔混交林	吸收 SO ₂ 价值	41.43	97.28	103.91	122.18
	吸收 HF 价值	0.19	0.44	0.47	0.55
	滞尘价值	5009.31	11761.90	12562.67	14771.73
	总价值(元)	5050.93	11859.62	12667.05	14894.46
杉落针阔混交林	吸收 SO ₂ 价值	115.73	168.98	200.60	235.72
	吸收 HF 价值	0.54	0.79	0.93	1.10
	滞尘价值	14377.47	20992.69	24920.16	29283.50
	总价值	14493.74	21162.45	25121.69	29520.31

表 9 不同样地类型林冠截留量

样地编号	森林类型	月份	林外降雨量/mm	截留量/mm	林内雨量/mm	截流率/%
A	华北落叶松纯林	6	175.8	35.65	140.15	20.3
		7	190	37.01	152.99	19.5
		8	153	27	126	17.6
B	落桦混交林	6	175.8	39	136.8	22.2
		7	190	42	148	22.1
		8	153	32.1	120.9	21.0
C	落阔混交林	6	175.8	39.01	136.79	22.2
		7	190	41	149	21.6
		8	153	30.5	122.5	19.9
D	杉针阔混交林	6	175.8	42.22	133.58	24.0
		7	190	49.5	140.5	26.1
		8	153	37.01	115.99	24.2

从表 9 可知,4 种林分类型在雨季林冠层截留率在 22%左右,雨季平均值的大小依次为:杉落针阔混交林(25.4%)>落桦混交林(22.8%)>落阔混交林(22.5%)>华北落叶松林(19.1%)。总体趋势杉落针阔混交林的林冠层截流量较大,落阔混交林次之,纯林最小。其主要原因在于杉落针阔混交林的样地层次比较多,样地比较茂密,截流量就大。落阔混交林虽叶子比较大,但与针叶林相比较其总量处于弱势故其截流量不如落桦混交林高。而落叶松纯林层次

比较单一,枝叶的生物量又比较低过截流量最低。在雨季从林冠层对降雨的林冠截留量来看,除杉落针阔混交林外,其它几种林分类型林冠截留率均在 7 月、8 月两个月林冠截留率较小,6 月份最大。其主要原因是虽然 6 月份降水量小于 7 月份,可是 6 月份的蒸发量大,因此 6 月份林冠截留率较大,7 月、8 月份由于降水多且多为暴雨,雨量比较多且阴雨天较多,因此截留率相对较小。

2) 不同样地的持水能力分析。枯落物不仅作为

森林涵养水源的第二个重要的作用层,而且参与物质的流动和能量循环。它在使流域地下径流增加、产流时间延长、总的产流量减小等方面有着重要的意义。由于四种不同的林分类型,所以其枯落物分解特性和种类不同,枯落物的量和分解速度也不相同,森林类型枯落物现存量不仅与林龄、郁闭度有关还与温度、水分有关根据测定,木兰围场四中不同林地类型水源保护林枯落物的现存量(图 5)。

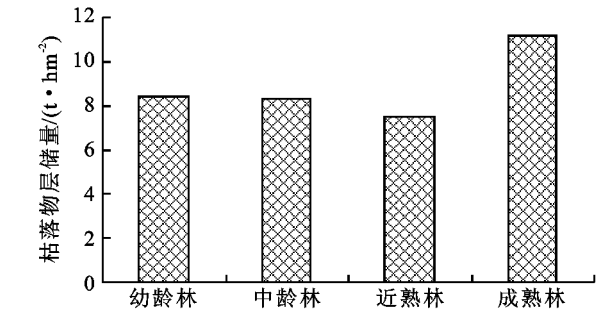


图 5 不同林地类型水源保护林枯落物的现存量

如图 5 所示杉落针阔混交林的枯落物的厚度明显大于阔叶林和纯林,首先是因为杉落针阔混交林的枯落物的蓄积量大,还有一个重要的原因是针叶林树种的枝叶相对于阔叶林较难分解,枯落物的分解至腐殖质需要较长的时间。

表 10 为不同样地类型最大持水量不同,大小依

表 11 不同样地类型水源保护林土壤的理化性质

样地编号	森林类型	截留量/mm	最大持水量/(t·hm ⁻²)	土壤持水量/(t·hm ⁻²)	蓄水总量/(t·hm ⁻²)
A	华北落叶松纯林	153.1	31.1	317.45	502
B	落桦混交林	174.1	33.3	437.5	645
C	落阔混交林	169.9	27.1	420	617
D	杉落针阔混交林	198.0	56.2	458.5	713

由表 11 看出,土壤持水量的大小依次为杉落针阔混交林>落桦混交林>落阔混交林>落叶松纯林。土壤持水量最大的为杉落针阔混交林杉落针阔混交林,为 458.5 t/hm²,土壤持水量最小的华北落叶松纯林为 317.4 t/hm²。总体来看阔叶树种比针叶的树种的理化性质要好,土壤持水量要高。其主要原因是因为针叶林的枯落层腐化速度比较缓慢,土壤的理化性质相应的就不能快速的得到改善。土壤的渗透性能来表现土壤层的调节能力。四种林分不同的样地,它们的土壤物理性能也有差异,所以四种林分的土壤稳渗速率也有明显的差异。地表径流和进入土壤的水量受土壤入渗速率调节。土壤的渗透性能取决于土壤的结构、孔隙度,渗水性能优良的林土壤能够使水分在土壤内进行分配,从而将地表径流转化地下水。土壤的渗透速率是有初始渗透量、稳定入渗量和通过土层的时间所衡量的。四块样地不同的土壤理

次为杉落针阔混交林、落桦混交林、落叶松纯林、落阔混交林。

表 10 不同样地类型水源保护林枯落物的持水量

样地编号	森林类型	枯落层储量/ (t·hm ⁻²)	最大持水量/ (t·hm ⁻²)	最大持 水率/%
A	华北落叶 松纯林	8.39	31.1	370.7
B	落桦混交林	8.3	33.3	401.2
C	落阔混交林	7.5	27.1	361.3
D	杉落针阔 混交林	11.2	56.2	501.8

3) 不同样地类型土壤蓄水量的测定。土壤孔隙状况(总孔隙度、毛管孔隙度以及非毛管孔隙度)是土壤涵养水源的主要指标之一,土壤的有机质含量、结构、质地、影响着土壤的孔隙度。土壤肥沃有大量孔隙即疏松多空,则持水能力较强。当土壤贫瘠且板结则持水能力弱。其中总孔隙度对土壤的蓄水能力有着重要的影响,而非毛管孔隙度是土壤重力水的重要路径,更多的是影响水分的调节和土壤的渗透能力。由于不同样地类型根系分布的深浅不同,枝叶凋落物的多少和各成分的含量不同。于是各个样地的土壤理化性质各异,从而最终导致了不同植被类型下的土壤蓄水能力和调节水分的能力也有所不同。

化性质其土壤渗透性能也是不同的(表 12)。

表 12 不同植被类型土壤渗透性能

森林类型	落叶 松纯林	落桦 混交林	落阔 混交林	杉落针 阔混交林
初始入渗率/ (mm·min ⁻¹)	2.69	3.61	3.86	4.01
最终入渗率/ (mm·min ⁻¹)	0.45	0.53	0.57	0.59

表 12 初始渗透率表现为杉落针阔混交林>落阔混交林>落桦混交林>落叶松纯林,最终渗透速率杉落针阔混交林>落阔混交林>落桦混交林>落叶松纯林。是因为针叶树种凋落物中含有单宁物质影响凋落物的分解,针叶树种分解缓慢,影响土壤理化性质。阔叶树分解比较迅速,土壤表层的有机质含量不较高。当针阔混交时土壤上的凋落物分解速率得到了有效的改善,故土壤的入渗率得到了提高。

4) 森林涵养水源量的经济价值。关于森林涵养水源量的定价标准,我们根据水库工程的蓄水成本来确定。其蓄水价值跟据蓄积 1 t 水的水库建设的收费标准。按国家统计局部门的统计标准,按照 1988—1991 年的水库工程建设每方库容的成本花费为 0.67 元,可以计算出森林涵养水源的价值(图 6)。

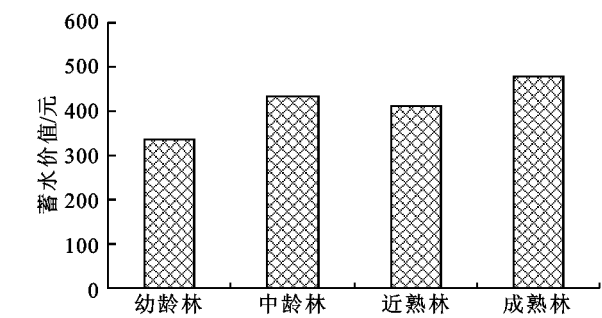


图 6 四种林分类型涵养水源的经济价值

4 结论

1) 无论处于何种龄级,杉落针阔混交林的单位蓄积量、生物量都是最大的,即它的固碳释氧能力是最大的;无论为何年龄阶段杉落针阔混交林的总和价值为最大;并且四种林分中林分 D 的滞尘能力最强。

2) 从林冠层、凋落物层及土壤层 3 个生态作用层面上,对冀北山地各个林分类型的涵养水源功能做了对比分析,表明 4 种林分类型在雨季林冠层截留率在 22%左右。林冠截留能力大小依次为杉落针阔混交林、落桦混交林、阔叶混交林(22.5%)、华北落叶松林;不同植被类型的凋落物持水量不同,阔叶混交林最小,杉落针阔混交林持水量最大。不同林分类型土

壤蓄水总量的大小依次为杉落针阔混交林>落桦混交林>落阔混交林>落叶松纯林。则四种林分涵养水源能力最大的是杉针阔混交林。

参考文献:

[1] 付恒良,王树明. 穆棱林区天然次生林演替特点及天然更新[J]. 林业科技,1997,22(2):18-21.

[2] 邵青还. 德国异龄混交林恒续经营的经验和技巧[J]. 世界林业研究,1994,7(3):62-67.

[3] 于志明,王礼先. 水源涵养林效益研究[M]. 北京:中国林业出版社,1991:32-37.

[4] 王雄宾,余新晓. 华北土石山区油松林生态系统健康评价[J]. 中国水土保持科学,2009,7(1):97-102.

[5] 康春国. 承德避暑山庄木兰围场地理及植物分析[J]. 森林工程,2003,19(3):7-8.

[6] 徐娟,余新晓. 北京十三陵不同林分枯落物层和土壤层水文效应研究[J]. 水土保持学报,2009,23(3):189-193.

[7] 任士华,管瑞英,毕功. 木兰围场国有林区历史沿革及其丰富的植物资源[J]. 河北林业科技,2007(S1):192-194.

[8] 郭峰,何佳,陈丽华,等. 华北土石山区典型天然次生林生态系统健康评价研究[J]. 水土保持研究,2012,19(4):200-203.

[9] 靳芳,鲁绍伟,余新晓,等. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价[J]. 应用生态学报,2005,16(8):1531-1536.

[10] 韩同吉,裴胜民,张光灿,等. 北方石质山区典型林分枯落物层涵蓄水分特征[J]. 山东农业大学学报,2005,36(2):275-278.

[11] 余新晓,秦永胜,陈丽华,等. 北京山地森林生态系统服务功能及其价值初步研究[J]. 生态学报,2002,22(5):783-786.

(上接第 319 页)

参考文献:

[1] 孙晋玉,张强,许模,等. 通海隧道施工涌突水灾害与环境影响研究[J]. 水土保持研究,2011,18(4):69-73.

[2] 陈叙伦,刘世青. 川南喀斯特发育史探讨[J]. 成都地质学院学报,1984(2):44-52.

[3] 范辰辰,许模,王梅,等. 川南叙大铁路沿线岩溶区伏流、暗河对比分析[J]. 水土保持研究,2014,21(2):264-268.

[4] 许模,王迪,漆继红,等. 基于分形理论的喀斯特地貌形态分析[J]. 成都理工大学学报:自然科学版,2011,38

(3):328-333.

[5] 王迪,许模,漆继红,等. 滇东南丘北区峰丛—洼地地貌形态特征分析[J]. 中国岩溶,2010,29(3):239-245.

[6] 杨红,许模,张劲松. 滇东南弥勒盆地蓄水构造特征分析及找水方向[J]. 水土保持研究,2012,19(6):254-258.

[7] 王梅,许模,范辰辰,等. 宜宾市巡司场地下水径流路径探析[J]. 南水北调与水利科技,2014(2). 97-101.

[8] 毛邦燕,许模,白爱忠,等. 广西合山煤田岩溶发育规律及机制研究[J]. 水土保持研究,2008,15(1):205-208.