

陈晶晶,李钢铁,王立峰,等. 内蒙古大兴安岭森林净化大气环境和积累营养物质功能动态变化分析[J]. 江苏农业科学,2013,41(9):323-325.

内蒙古大兴安岭森林净化大气环境和积累营养物质功能动态变化分析

陈晶晶¹, 李钢铁¹, 王立峰², 栾 胜², 岳永杰¹

(1. 内蒙古农业大学, 内蒙古呼和浩特 010019; 2. 内蒙古大兴安岭林业管理局, 内蒙古牙克石 022150)

摘要:基于内蒙古大兴安岭林区 3 次复查数据,估算了大兴安岭森林净化大气环境和积累营养物质功能的物质质量和价值量。结果表明:近 15 年内,大兴安岭森林净化大气环境和积累营养物质价值不断增大,第 5 次复查期二者均达到最大,提供负离子能力不断加强。

关键词:内蒙古大兴安岭;森林;净化大气环境;积累营养物质;物质质量;价值量

中图分类号: X173 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)09-0323-03

森林是陆地生态系统的主体,对于改善和维护区域生态环境起着巨大作用,客观评价森林净化大气和积累营养物质功能有利于人们认识森林的重要性^[1]。内蒙古大兴安岭林区位于我国最北部,是我国高纬度多年冻土分布的主要地区之一,也是全球气候变化的重要预警区。客观、准确评价大兴安岭森林净化空气和积累营养物质功能,有利于正确认识大兴安岭森林响应环境变化的程度及敏感性,充分发挥大兴安岭森林绿色天然屏障的功能。Costanza 对全球森林生态系统调节大气、气候等公益价值进行了评估^[2]。我国学者对全国以及各省区森林净化大气环境及积累营养物质功能进行了评估^[3-11]。目前关于内蒙古大兴安岭林区的研究较少^[12-13]。本研究对大兴安岭森林不同林龄、不同林种的净化大气和保育土壤功能进行估算,旨在为今后保护大兴安岭森林生态系统提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

内蒙古大兴安岭林区位于内蒙古自治区东北部,总面积 1 067.75 万 hm^2 。大兴安岭地区属寒温带季风气候,冬季(平均气温 $< 10\text{ }^\circ\text{C}$)长达 9 个月,夏季(平均气温 $\geq 22\text{ }^\circ\text{C}$)最长不超过 1 个月。全年平均温度为 $-2\sim-4\text{ }^\circ\text{C}$, $\geq 10\text{ }^\circ\text{C}$ 积温为 $1\,100\sim2\,000\text{ }^\circ\text{C}$ 。年温差较大,1 月平均气温 $-20\sim-30\text{ }^\circ\text{C}$, 7 月平均气温 $17\sim20\text{ }^\circ\text{C}$ 。全年降水量 $350\sim500\text{ mm}$,相对湿度 $70\%\sim75\%$ 。积雪期长达 5 个月,无霜期 80 d ^[14]。内蒙古大兴安岭林区是我国面积最大的原始林区,也是我国唯一的寒温带针叶林区,森林覆盖率达 80%。大兴安岭林区植被中,兴安落叶松林占绝对优势,主要包括杜鹃-兴安落叶松

(*Rhododendron simsii* - *Larix gmelinii*) 林、杜香-兴安落叶松(*Ledum palustre* - *Larix gmelinii*) 林等 12 种林型^[13]。落叶阔叶林主要由岳桦(*Betula ermanii* Cham. var. *ermanii*) 林、白桦(*Betula platyphylla*) 林、山杨(*Populus davidiana*) 林、蒙古栎(*Quercus mongolica*) 林、甜杨(*Populus suaveolens*) 林、钻天柳(*Chosenia arbutifolia*) 林组成。灌木有杜香和杜鹃等^[14-15]。

1.2 研究方法

1.2.1 数据来源 数据主要来源于内蒙古森工集团森林资源 3 次复查资料、国家权威机构发布的社会公共数据、LY/T 1721—2008《森林生态系统服务功能评估规范》中的公共数据,以及相关研究成果等^[16-19]。

1.2.2 评估方法 采用《森林生态系统服务功能评估规范》中规定的方法进行评估(表 1),本研究主要考虑森林吸收二氧化硫、氟化物、氮氧化物,滞尘,生产负离子等 5 项功能。

2 结果与分析

2.1 森林净化大气环境功能评估

森林可以依靠自身的结构和功能,吸收、过滤、阻隔、分解空气中的污染物(如二氧化硫、氟化物、氮氧化物、粉尘等),并提供负离子降解污染物、净化大气环境^[20]。随着大兴安岭林区森林面积的增加和质量的改善,森林净化环境功能得到提高。2008 年森林吸收二氧化硫 $173.211 \times 10^4\text{ t/年}$,氟化物为 $2.116 \times 10^4\text{ t/年}$,氮氧化物为 $4.820 \times 10^4\text{ t/年}$,滞尘量为 $17.137 \times 10^7\text{ t/年}$,提供负离子量 $28.663 \times 10^{25}\text{ 个/年}$,森林净化大气环境价值 $29.247 \times 10^9\text{ 元/年}$ 。近 15 年内,幼龄林净化大气环境价值不断减小,中龄林、近熟林、成熟林、过熟林净化环境价值不断增加(表 2)。

2.2 森林积累营养物质功能评估

1994—2008 年,大兴安岭森林对氮和磷的积累量不断增加,最大值分别为 12.977×10^5 和 $1.352 \times 10^5\text{ t/年}$,3 次复查期钾积累量表现为第 4 次(1999—2003 年) > 第 5 次(2004—2008 年) > 第 3 次(1994—1998 年),最大为 $5.097 \times 10^5\text{ t/年}$ 。第 5 次复查期积累营养物质价值最大,为 $29.468 \times 10^9\text{ 元/年}$ 。3 次复查期中龄林积累营养物质的价值最高,这与中龄林蓄积量、面积等较大有关(表 3)。

收稿日期:2013-06-17

基金项目:国家自然科学基金(编号:31160106,31260202);中国科学院战略性先导项目(编号:XDA05050201-04-02)。

作者简介:陈晶晶(1988—),女,硕士研究生,从事水土保持与荒漠化防治等研究。E-mail:jingjingchen_2009@126.com。

通信作者:岳永杰,博士,副教授,主要从事森林生态学、水土保持学等研究。E-mail:wolongyue@126.com。

表 1 大兴安岭森林净化大气环境和积累营养物质功能评估公式

指标	计算公式和说明
吸收污染物	$G_{\text{吸收污染物}} = (Q_{\text{二氧化硫}} + Q_{\text{氟化物}} + Q_{\text{氮氧化物}}) \times A; U_{\text{吸收污染物}} = K_{\text{二氧化硫}} \times Q_{\text{二氧化硫}} \times A + K_{\text{氟化物}} \times Q_{\text{氟化物}} \times A + K_{\text{氮氧化物}} \times Q_{\text{氮氧化物}} \times A$ 。 式中: $G_{\text{吸收污染物}}$ 为林分年吸收污染物质, t/年; $U_{\text{吸收污染物}}$ 为林分年吸收污染物价值,元/年; $Q_{\text{二氧化硫}}$ 为单位面积林分吸收二氧化硫量, kg/(hm ² ·年); $Q_{\text{氟化物}}$ 为单位面积林分吸收氟化物量, kg/(hm ² ·年); $Q_{\text{氮氧化物}}$ 为单位面积林分吸收氮氧化物量, kg/(hm ² ·年); A 为林分面积, hm ² ; $K_{\text{二氧化硫}}$ 为二氧化硫治理费用, 元/kg; $K_{\text{氟化物}}$ 为氟化物治理费用, 元/kg; $K_{\text{氮氧化物}}$ 为氮氧化物治理费用, 元/kg。
滞尘	$G_{\text{滞尘}} = Q_{\text{滞尘}} \times A; U_{\text{滞尘}} = K_{\text{滞尘}} \times Q_{\text{滞尘}} \times A$ 。式中: $G_{\text{滞尘}}$ 为林分年滞尘量, t/年; $U_{\text{滞尘}}$ 为林分年滞尘价值,元/年; $Q_{\text{滞尘}}$ 为单位面积林分年滞尘量, kg/(hm ² ·年); $K_{\text{滞尘}}$ 为降尘清理费用, 元/kg; A 为林分面积, hm ² 。
提供负离子	$G_{\text{负离子}} = (5.256 \times 10^5 \times Q_{\text{负离子}} \times A \times H) / L; U_{\text{负离子}} = 5.256 \times 10^5 \times A \times H \times K_{\text{负离子}} \times (Q_{\text{负离子}} - 600) / L$ 。式中: $G_{\text{负离子}}$ 为林分年提供负离子的个数, 个/年; $U_{\text{负离子}}$ 为林分年提供负离子价值,元/年; $Q_{\text{负离子}}$ 为林分负离子浓度, 个/cm ³ ; $K_{\text{负离子}}$ 为负离子生产费用, 元/个; A 为林分面积, hm ² ; H 为林分平均高, m; L 为负离子在空气中的存活时间, min。
积累营养物质	$G = (N_{\text{营养}} + P_{\text{营养}} + K_{\text{营养}}) \times A \times B_{\text{年}}; U_{\text{营养}} = A \times B_{\text{年}} \times (N_{\text{营养}} \times C_1 / R_1 + P_{\text{营养}} \times C_1 / R_2 + K_{\text{营养}} \times C_2 / R_3)$ 。式中: G 为林分积累营养物质质量, t/年; $U_{\text{营养}}$ 为林分年营养物质积累价值,元/年; $N_{\text{营养}}$ 为林木氮元素含量, %; $P_{\text{营养}}$ 为林木磷元素含量, %; $K_{\text{营养}}$ 为林木钾元素含量, %; R_1 为磷酸二铵化肥含氮量, %; R_2 为磷酸二铵化肥含磷量, %; R_3 为氯化钾化肥含钾量, %; C_1 为磷酸二铵化肥价格, 元/t; C_2 为氯化钾化肥价格, 元/t; $B_{\text{年}}$ 为林分净生产力, t/(hm ² ·年); A 为林分面积, hm ² 。

表 2 大兴安岭森林净化大气环境功能评估

时期 (年)	林龄	吸收二氧化硫量 (×10 ⁴ t/年)	吸收二氧化硫价值 (×10 ⁹ 元/年)	吸收氟化物量 (×10 ⁴ t/年)	吸收氟化物价值 (×10 ⁴ 元/年)	吸收氮氧化物 (×10 ⁴ 元/年)
1994—1998	幼龄林	34.483	0.414	0.358	2.472	0.960
	中龄林	64.238	0.771	0.834	5.755	1.788
	近熟林	19.661	0.236	0.312	2.150	0.547
	成熟林	26.288	0.315	0.267	1.844	0.732
	过熟林	14.514	0.174	0.142	0.978	0.404
	小计	159.184	1.910	1.913	13.199	4.430
1999—2003	幼龄林	29.602	0.355	0.301	2.075	0.824
	中龄林	72.075	0.865	0.856	5.903	2.006
	近熟林	23.296	0.280	0.373	2.575	0.648
	成熟林	31.238	0.375	0.413	2.847	0.869
	过熟林	16.170	0.194	0.164	1.132	0.450
	小计	172.381	2.069	2.106	14.533	4.797
2004—2008	幼龄林	20.965	0.252	0.270	1.863	0.583
	中龄林	72.903	0.875	0.752	5.190	2.029
	近熟林	28.229	0.339	0.448	3.090	0.786
	成熟林	32.474	0.390	0.442	3.049	0.904
	过熟林	18.641	0.224	0.204	1.410	0.519
	小计	173.211	2.079	2.116	14.603	4.820
1994—1998	幼龄林	6.046	3.762	5.643	4.415	0.218
	中龄林	11.263	6.081	9.122	9.947	0.492
	近熟林	3.447	1.548	2.322	3.363	0.166
	成熟林	4.609	2.901	4.352	5.068	0.251
	过熟林	2.545	1.634	2.451	2.804	0.139
	小计	27.909	15.927	23.890	25.597	1.266
1999—2003	幼龄林	5.190	3.268	4.902	3.790	0.187
	中龄林	12.637	7.270	10.905	11.161	0.552
	近熟龄	4.084	1.811	2.717	3.984	0.197
	成熟龄	5.477	2.918	4.377	6.022	0.298
	过熟龄	2.835	1.786	2.679	3.124	0.154
	小计	30.223	17.054	25.581	28.081	1.389
1999—2003	幼龄林	3.676	1.997	2.995	2.684	0.133
	中龄林	12.782	7.984	11.976	11.289	0.558
	近熟林	4.949	2.220	3.329	4.828	0.239
	成熟林	5.693	2.961	4.442	6.260	0.310
	过熟林	3.268	1.974	2.962	3.601	0.178
	小计	30.368	17.137	25.705	28.663	1.418

表 3 大兴安岭森林营养物质积累量和价值量

林龄	1994—1998 年				1999—2003 年				2004—2008 年			
	营养积累(×10 ⁵ t/年)			价值 (×10 ⁹ 元/年)	营养积累(×10 ⁵ t/年)			价值 (×10 ⁹ 元/年)	营养积累(×10 ⁵ t/年)			价值 (×10 ⁹ 元/年)
	氮	磷	钾		氮	磷	钾		氮	磷	钾	
幼龄林	1.939	0.243	0.982	4.145	1.655	0.208	0.837	3.538	1.249	0.154	0.638	5.523
中龄林	5.600	0.558	2.415	11.554	6.125	0.611	2.613	12.626	5.971	0.598	2.507	12.295
近熟林	1.653	0.164	0.568	3.344	1.967	0.195	0.675	3.980	2.374	0.235	0.815	4.804
成熟林	1.776	0.197	0.569	3.612	2.268	0.248	0.744	4.612	2.379	0.259	0.782	4.837
过熟林	0.758	0.081	0.202	1.517	0.852	0.090	0.228	1.707	1.003	0.106	0.269	2.008
小计	11.725	1.243	4.736	24.171	12.867	1.351	5.097	26.463	12.977	1.352	5.012	29.468

3 结论与讨论

本研究表明,随着时间的推移,大兴安岭森林净化大气环境和积累营养物质价值不断增大,第 5 次复查期二者均达到最大,积累营养物质价值高于森林净化大气环境价值。第 5 次复查期内蒙古大兴安岭森林积累营养物质价值相当于全国森林积累营养物质价值的 10.19%^[5]。与同是寒温带的长白山森林相比,大兴安岭森林单位面积积累营养物质价值较高,这既与计算方法不同有关,也与大兴安岭森林质量良好、无病虫害有关^[21]。与鼎湖山热带森林相比,大兴安岭森林单位面积积累的营养物质价值较低,这与树种、气候条件、土壤类型等都有关,大兴安岭森林植被以针叶林和落叶阔叶林为主,鼎湖山以常绿阔叶林为主,常绿阔叶树吸收氮、磷、钾的能力比针叶树和落叶阔叶树强^[11]。不同林龄森林净生产力、吸收污染物、滞尘能力不同,因此单位面积森林净化大气环境和积累营养物质价值不同。今后工作中需要加强中林龄、近熟林、成熟林保护管理,防止火灾等发生,加强幼龄林抚育管理措施,防治病虫害,保证幼龄林成活率等^[22]。

参考文献:

[1] 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.
[2] Costanza R. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature,1997,387:253-260.
[3] 王 兵,任晓旭,胡 文. 中国森林生态系统服务功能及其价值评估[J]. 林业科学,2011,47(2):145-153.
[4] 余新晓,鲁绍伟,陈丽华,等. 中国森林生态系统服务功能价值评估[J]. 生态学报,2005,25(8):2096-2102.
[5] 鲁绍伟. 中国森林生态系统服务功能的动态分析与仿真预测[D]. 北京:北京林业大学,2006.
[6] 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.
[7] 马定国,舒晓波,刘 影,等. 江西省森林生态系统服务功能价值评估[J]. 江西科学,2003,21(03):211-216.
[8] 张佩霞,侯长谋,胡成志,等. 广东省鹤山市森林生态系统服务功能价值评估[J]. 热带地理,2010,30(6):628-632,662.
[9] 宋 萍,洪 伟,吴承祯,等. 福建省森林生态系统服务价值及其空间分布[J]. 福建林学院学报,2003,23(3):202-205.
[10] 陶宝先,张金池,俞元春. 苏南丘陵区典型森林生态系统服务价值估算[J]. 生态环境学报,2010,19(9):2054-2060.
[11] 刘树华,李 浩,陆宏芳. 鼎湖山亚热带森林生态系统服务价值动态[J]. 生态环境学报,2011,20(6):1042-1047.
[12] 景淑华. 内蒙古大兴安岭林区森林生态功能价值核算[J]. 内蒙古林业调查设计,2008,31(2):15-16,18.
[13] 常 艳. 内蒙古大兴安岭森林森林生态系统的服务功能及价值评价[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2010.
[14] 徐化成. 中国大兴安岭森林[M]. 北京:科学出版社,1998.
[15] 张 璇. 大兴安岭林区季节性冻土中微量元素的含量分布研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2007.
[16] 王 兵,杨锋伟,郭 浩,等. 森林生态系统服务评估规范(LY/T 1721—2008)[M]. 北京:中国标准出版社,2008.
[17] 高锡林,高桂英. 内蒙古自治区森林资源价值核算研究[M]. 呼和浩特:内蒙古大学出版社,2009:52-55.
[18] 冯宗炜,王效科,吴 刚. 中国森林生态系统生物量和生产力[M]. 北京:科学出版社,1999:57-58.
[19] 张永利,王 兵,鲁绍伟,等. 中国森林生态系统服务功能研究[M]. 北京:科学出版社,2010:24-28.
[20] 毛富玲,郭雅儒,刘雅欣. 雾灵山自然保护区森林生态系统服务功能价值评估[J]. 河北林果研究,2005,20(3):220-223.
[21] 吴 钢,肖 寒,赵景柱,等. 长白山森林生态系统服务功能[J]. 中国科学:C 辑,2001,31(5):471-480.
[22] 汪加力. 论内蒙古大兴安岭林区开展森林资源价值评估的意义[J]. 内蒙古林业调查设计,2009,32(4):69-71.