

大通县退耕还林不同配置模式物种多样性的研究

贾俊姝¹, 李文忠², 高国雄^{1*}, 李得庆³, 李永良⁴, 周心澄¹

(1. 北京林业大学 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083; 2. 北京市水务局, 北京 100038;

3. 青海省互助县林业局, 青海 互助 810500; 4. 青海省大通县林业局, 青海 大通 810100)

摘要: 研究结果表明, 大通县退耕还林不同配置模式下群落物种多样性指数与丰富度、均匀度呈显著正相关, 与优势度呈显著负相关。群落物种多样性指数排序, 在浅山区为模式 C(青杨+枸杞) > 模式 D(中国沙棘) > 模式 B(紫花苜蓿) > 模式 A(川赤芍) > 模式 E(柠条), 多样性指数分别为 5.309 1, 5.089 4, 4.657 3, 4.081 6, 3.410 5; 在高山区为模式 H(白桦+青海云杉) > 模式 J(青杨+中国沙棘) > 模式 G(华北落叶松) > 模式 F(青海云杉) > 模式 K(青海云杉+中国沙棘), 多样性指数分别为 5.228 9, 5.071 7, 4.699 2, 2.780 9, 2.646 2, 群落乔、灌、草 3 层结构物种多样性指数呈现出草本层 > 灌木层 > 乔木层的规律, 在优势度方面, 草本层在森林中的作用远不及乔木层。

关键词: 退耕还林; 配置模式; 物种多样性; 丰富度; 均匀度; 优势度

中图分类号: S718.557

文献标识码: A

文章编号: 1001-7461(2006)03-0001-06

Species Diversity of Different Species Arrangement Models

in Converting Cropland to Forest in Datong, Qinghai

万方数据

JIA Jun-shu¹, LI Wen-zhong², GAO Guo-xiong¹, LI De-qing³,

LI Yong-liang⁴, ZHOU Xin-cheng¹

(1. Key Laboratory of Soil and Water Conservation & Desertification Combating of the Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Beijing Water Affairs Bureau, Beijing 100038, China; 3. Forest Station of Huzhu County, Huzhou, Qinghai 810500, China; 4. Forest Station of Datong County, Datong, Qinghai 810100, China)

Abstract: The result of this study showed that the species diversity index of different species arrangement models was positively correlated to richness and evenness, and negatively correlated to the dominance in the converted land for forest in Datong County. The Shannon-Weiner index is as following: in low mountain areas, model C(*Populus cathayana* + *Lycium chinense*) > model D(*Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*) > model B(*Medicago sativa*) > model A(*Paeonia veitchii*) > model E(*Caragana korshinskii*). The Shannon-Weiner indexes are 5.309 1, 5.089 4, 4.657 3, 4.081 6, 3.410 5. In high mountain areas, model H(*Betula platyphylla* + *Picea crassifolia*) > model J(*Populus cathayana* + *Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*) > model G(*Larix principis-rupprechtii*) > model F(*Picea crassifolia*) > model K(*Picea crassifolia* + *Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*). The Shannon-Weiner indexes are 5.228 9, 5.071 7, 4.699 2, 2.780 9, 2.646 2. The rule of species diversity index is in the order of first herb layer, second shrub layer, third tree layer, while taking dominance into account, the effect of tree layer is much better than herb layers.

Key words: converting cropland to forest; species arrangement model; species diversity richness; evenness; dominance

收稿日期: 2005-09-30 修回日期: 2005-11-02

基金项目: “十五”国家科技攻关计划项目“退耕还林还草工程区水土保持型植被建设技术与示范”(2001BA510B01)

作者简介: 贾俊姝(1967-), 女, 河北三河人, 工程师, 主要从事水土保持与荒漠化防治研究和工程管理工作。

* 通讯作者: 高国雄, 男, 副教授, 从事荒漠化防治与生态环境建设教学和研究。

1 研究区概况

试验地设在青海省大通县北川河流域,地处祁连山地与黄土高原的过渡带,海拔 2 280~4 662 m。属大陆性气候,年日照时数 2 605 h,年平均气温 2.8℃,极端最高气温 30.9℃,极端最低气温 33.1℃,年无霜期 70~120 d,年平均降水量 508 mm,年平均蒸发量 1 290 mm,干燥度 0.56~1.32^[1]。天然植被类型中,乔木树种有青海云杉(*Picea crassifolia*)、祁连圆柏(*Sabina przewalskii*)、白桦(*Betula platyphylla*)、山杨(*Populus davidiana*)、灌木树种有中国沙棘(*Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*)、鬼箭锦鸡儿(*Caragana jubata*)、千里香杜鹃(*Rhododendron thymifolium*)、高山绣线菊(*Spiraea alpina*)、草本植物有川赤芍(*Paeonia veitchii*)、密生苔草(*Carex crebra*)、乳白香青(*Anaphalis lactea*)、东方草莓(*Fragaria orientalis*)、贝加尔唐松草(*Thalictrum*

baicalense)、鹅绒萎陵菜(*Potentilla anserina*)^[2]等;人工植被类型乔木树种有华北落叶松(*Larix principis-rupprechii*)、青杨(*Populus cathayana*)、灌木树种有柠条(*Caragana korshinskii*)、金露梅(*Potentilla fruticosa*)、银露梅(*Potentilla glabra*)、短叶锦儿(*Caragana brevifolia*)、枸杞(*Lycium chinense*)、草本植物有紫花苜蓿(*Medicago sativa*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)、草木犀(*Melilotus suaveolens*)、节节草(*Hippochaete ramosissima*)、飞廉(*Carduus crispus*)等。

2 研究方法

2.1 配置模式选择

根据研究内容和研究技术路线以及树种、混交类型等,分别在浅山区和高山区各选 5 种具有较强代表性的退耕还林(草)配置模式的退耕地布设标准地,作为固定样地(表 1)。

表 1 标准地退耕还林配置模式

Table 1 Conditions of different species arrangement models in different stands

万方数据		主要植物	退耕年限 /a	密度 ^① /株(丛)·hm ²	林分类型	混交方式	标准地 面积/m ²	坡度 /°	坡位	坡向	土层厚度 /cm
分区	模式 类型										
浅山区	A	川赤芍	5	13 500			400	16	下	半阳坡	110
	B	紫花苜蓿	5	196 000			400	20	下	阳坡	95
	C	青杨+枸杞	5	2 700/5 400	混交林	行间混交	400	15	下	阴坡	120
	D	中国沙棘	5	6 500	纯林		400	15	中	阴坡	65
	E	柠条	5	7 400	纯林		400	25	上	阳坡	75
高山区	F	青海云杉	20	5 900	纯林		400	18	中	阴坡	80
	G	华北落叶松	20	5 300	纯林		400	20	中	阴坡	60
	H	白桦+青海云杉	20	1 900/1 900	混交林	行间混交	400	15	中	阴坡	75
	K	青海云杉+中国沙棘	20	3 800/12 000	混交林	株间混交	400	20	中	阳坡	85
	J	青杨+中国沙棘	20	1 867/12 900	混交林	行间混交	400	17	下	阳坡	165

①乔木密度为株/hm²,灌木和草本为丛/hm²。

在浅山区,退耕地为近几年所退的坡耕地,主要分布在大通县中部和南部,海拔为 2 400~2 750 m。气候干旱,沟壑纵横,山高坡陡,植被稀少,土壤贫瘠,水土流失较为严重。土壤主要为山地栗钙土。

在高山区,退耕地为 20 世纪 80 年代当地村民为了净化水源自愿退耕的坡地,主要分布在地势较高的区域,海拔 2 750~3 200 m。阴湿多雨,气候冷凉,无霜期短。土壤主要是山地黑钙土及部分山地棕褐土,

是陡坡耕地的主要分布区。每一模式类型的各项指标采用 3 个标准地相应指标的平均值。

2.2 标准地调查

根据植物群落调查方法(标准样地法),选择群落分布的典型地段为标准地,在标准地内对乔木层、灌木层、草本层 3 个层次分别进行调查。乔木层设置面积为 20 m×20 m 的标准地,对标准地内的所有乔木的种类、株数、高度、冠幅进行调查记录。

灌木层调查中,在每个标准地的4个角上设置5 m×5 m的样方,记录每个样方内的灌木的种类、株数、高度、冠幅。草本层调查中,在标准地内典型地段设置5个1 m×1 m,记录每个样方内的草本植物的种类、株数、高度、盖度。

2.3 群落物种多样性^[3]

2.3.1 物种多样性指数(D) 选用 Shannon-Weiner 多样性指数,其公式为:

$$D = - \sum_{i=1}^i P_i \ln P_i \tag{1}$$

式中, $P_i=N_i/N$, N_i 是样方中第*i*种的个体数, N 为样方所有种的个体总数。通常,为了计算方便把公式转化为:

$$D = 3.3219 [\log_{10} N - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^i n_i \log_{10} n_i] \tag{2}$$

2.3.2 重要值(I)

$$I = \text{相对密度} + \text{相对优势度} + \text{相对频度} \tag{3}$$

$$\text{相对密度} = \frac{\text{种的个体数}}{\text{所有种个体的总数}} \times 100\% \tag{4}$$

$$\text{相对优势度} = \frac{\text{种的优势度}}{\text{所有种的优势度}} \times 100\% \tag{5}$$

$$\text{相对频度} = \frac{\text{种的频度}}{\text{所有种的总频度}} \times 100\% \tag{6}$$

相对重要值=

$$\frac{\text{相对密度} + \text{相对优势度} + \text{相对频度}}{3} \times 100\% \tag{7}$$

2.3.3 丰富度(R) 选用群落物种数作为丰富度指标,其公式为:

$$R = S \tag{8}$$

式中, S 即为群落中物种数。

2.3.4 均匀度(E) 选用基于 Shannon-Weiner 多样性指数上的 Pielou 均匀度指数。其公式为:

$$E = D / \ln S \tag{9}$$

式中, D 为 Shannon-Weiner 多样性指数, S 为群落的物种数, $\ln S$ 为假设群落中所有物种都以相比比 $1/S$ 存在时,群落物种多样性最大值。

2.3.5 优势度(C) 选用 Sipson 优势度指数。

$$C = \sum_{i=1}^i (\frac{n_i}{N})^2 \tag{10}$$

式中, n_i 为每一种的重要值, N 为全部种的重要值。

3 结果与分析

3.1 不同配置模式对物种多样性的影响

物种的多样性与群落演替动态密切相关,不同

物种组成的植物群落在结构和功能上都存在很大的差异,这种差异主要受制于组成物种不同的生态生物学特性。换言之,具有不同功能作用的不同物种及其个体相对多度的差异是形成不同群落的基础^[4~7]。表2为大通县退耕还林地物种多样性相关指标。

表2 不同配置模式群落物种多样性及相关指标
Table 2 Species diversity and related indexes of plant community in different species arrangement models

模式 类型	Shannon-Weiner 指数	优势种 重要值	丰富度	均匀度	优势度指数
A	4.081 6	0.195 6	19	1.386 2	0.121 0
B	4.657 3	0.850 0	28	1.397 7	0.122 2
C	5.309 1	0.343 0	30	1.560 9	0.081 0
D	5.089 4	0.509 4	31	1.482 1	0.097 8
E	3.410 5	0.517 3	15	1.259 4	0.113 5
F	2.780 9	1.066 7	10	1.207 7	0.178 2
G	4.669 2	0.521 7	26	1.433 1	0.113 3
H	5.228 9	0.619 4	31	1.522 7	0.089 6
K	2.646 2	1.153 8	12	1.064 9	0.181 1
J	5.071 7	0.548 8	28	1.522 0	0.086 8

由表2、图1~3可知,在浅山区,由于退耕年限较短,群落演替正处于“Bloom stage”即兴旺阶段(Margalef,1957),物种多样性指数随群落演替进行而增加,多样性指数是群落丰富度和均匀度的函数,物种多样性同丰富度、均匀度两者呈显著正相关,与优势度呈显著负相关^[8]。模式C(青杨+枸杞)和模式D(中国沙棘),其物种丰富度和均匀度较高,故物种多样性指数高;而模式E为柠条,对土壤改良作用较小,生境比较严酷,多样性指数最小,优势度较高,说明了在柠条灌丛中的植物种类很少,柠条及其下层的草本植物占绝对优势,其均匀度最低。

从图4~6中可以看出,在高山区,物种多样性与丰富度、均匀度均呈显著正相关,与优势度呈显著负相关。多样性指数排序为模式H(白桦+青海海云杉)>模式J(青杨+中国沙棘)>模式G(华北落叶松)>模式F(青海云杉)>模式K(青海云杉+中国沙棘),而优势度指数的排序正好相反(表2)。说明随着群落演替,在优势度指数较高的群落中,相对集中的优势种对其他物种有明显的抑制作用。

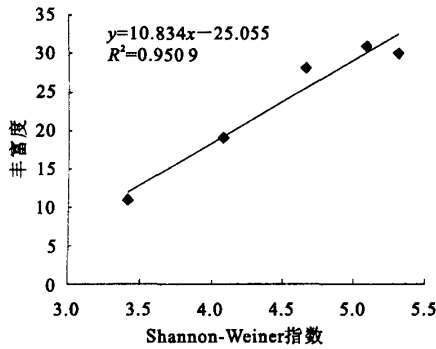


图1 浅山区不同配置模式群落物种多样性与丰富度关系
Fig.1 Relation of species diversity and richness of plant community in different species arrangement models in low-hill areas

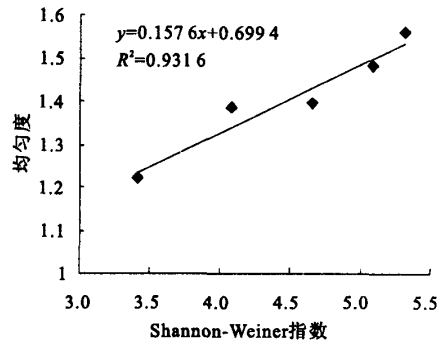


图2 浅山区不同配置模式群落物种多样性与均匀度关系
Fig.2 Relation of species diversity and evenness of plant community in different species arrangement models in low-hill areas

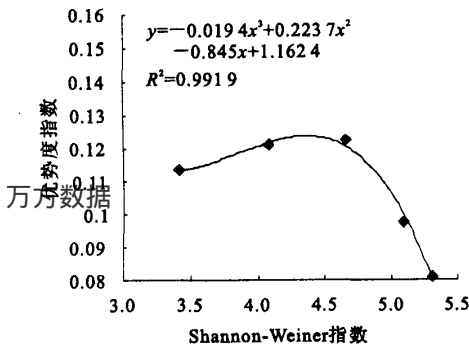


图3 浅山区不同配置模式群落物种多样性与优势度指数关系
Fig.3 Relation of species diversity and dominance index of plant community in different species arrangement models in low-hill area

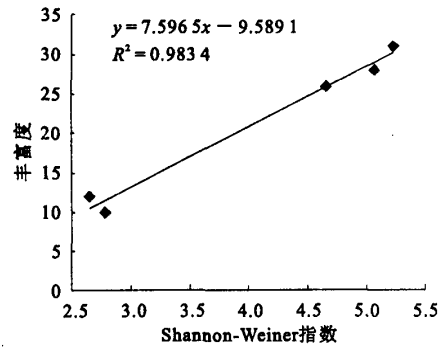


图4 高山区不同配置模式群落物种多样性与丰富度关系
Fig.4 Relation of species diversity and richness of plant community in different species arrangement models in remote hilly areas

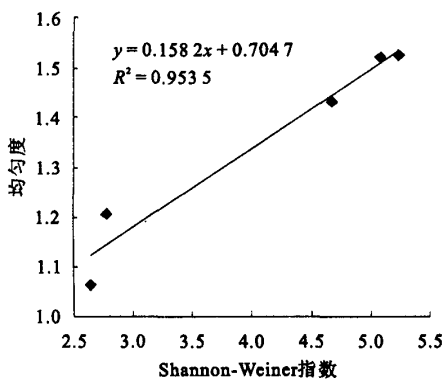


图5 高山区不同配置模式群落物种多样性与均匀度关系
Fig.5 Relation of species diversity and evenness of plant community in different species arrangement models in remote hilly areas

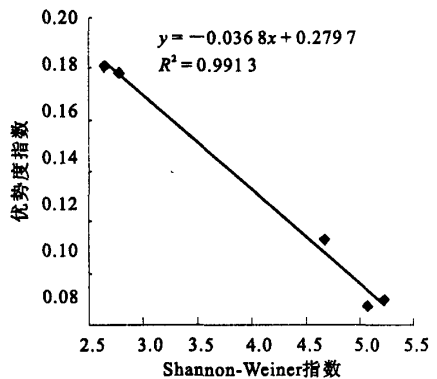


图6 高山区不同配置模式群落物种多样性与优势度指数关系
Fig.6 Relation of species diversity and dominance index of plant community in different species arrangement models in remote hilly areas

3.2 不同配置模式群落结构与物种多样性

不同配置模式植物群落物种多样性的分层测度结果表明(表 3),植物群落物种配置不同,物种多样

表 3 不同配置模式分层物种多样性

Table 3 Species diversity of divided layer in different species arrangement models					
模式类型	层次	Shannon-Weiner 指数	丰富度	均匀度	优势度指数
A	乔木	0	0	0	0
	灌木	0	0	0	0
	草本	4.082	19	1.386	0.121
B	乔木	0	0	0	0
	灌木	0	0	0	0
	草本	4.657	28	1.398	0.122
C	乔木	0	1	0	1
	灌木	1.760	4	1.270	0.320
	草本	4.881	25	1.474	0.102
D	乔木	0	0	0	0
	灌木	1.671	5	1.039	0.365
	草本	4.619	26	1.459	0.109
E	乔木	0	0	0	0
	灌木	1.379	3	1.225	0.424
	草本	2.884	8	1.387	0.130
F	乔木	0	1	0	1
	灌木	0	0	0	0
	草本	3.119	9	1.419	0.123
G	乔木	0	1	0	1
	灌木	0	0	0	0
	草本	4.562	25	1.417	0.130
H	乔木	1.000	2	1.442	0.541
	灌木	0.970	2	1.401	0.565
	草本	4.741	27	1.438	0.112
K	乔木	0	1	0	1
	灌木	0.953	2	1.374	0.508
	草本	2.052	9	0.891	0.237
J	乔木	0	1	0	1
	灌木	1.722	4	1.242	0.304
	草本	3.997	23	1.275	0.153

性不同。不同配置模式植物群落乔、灌、草三层结构物种多样性指数呈现出草本层>灌木层>乔木层的规律;草本层植物的物种丰富度显著高于灌木层,而灌木层高于乔木层,这是许多植物群落的共同特点^[9]。在浅山区,由于退耕年限较短,林分郁闭度小,光照充足,群落物种多样性增加较快,特别是草本层物种多样性增加更快。从图 7 可见,草本层物种多样性与该群落物种多样性呈显著正相关,模式 C(青杨+枸杞)群落物种多样性指数最大(5.309),其草本层物种多样性指数也最大(4.881);模式 E(柠条)群落物种多样性指数最小(3.411),其草本层物种多样性指数也最小(2.884)。但由于草本层优势种不明显,因而草本层优势度指数较低。灌木层物种较少,优势种明显,因而优势度较大。

在高山区,由于退耕年限较长,林分郁闭度大,草本层物种丰富度明显降低(表 3)。由于环境条件优越,乔木层和灌木层的物种多样性增大,对草本层的物种有抑制作用。但是仍以草本层中植物种类数最为丰富,草本层物种多样性与该群落物种多样性呈显著正相关(图 8),这是普遍现象,但若以其在群落中的优势度来考虑,草本层在森林中的作用远不及乔木层。模式 H(白桦+青海云杉)群落物种多样性指数最大(5.229),其草本层物种多样性指数也最大(4.741);模式 K(青海云杉+中国沙棘)群落物种多样性指数最小(2.646),其草本层物种多样性指数也最小(2.052)。灌木层物种较少,且相对集中,优势度指数明显大于草本层。

万方数据

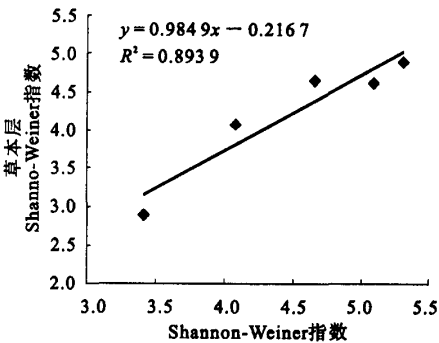


图 7 浅山区不同配置模式群落物种多样性与草本层物种多样性关系

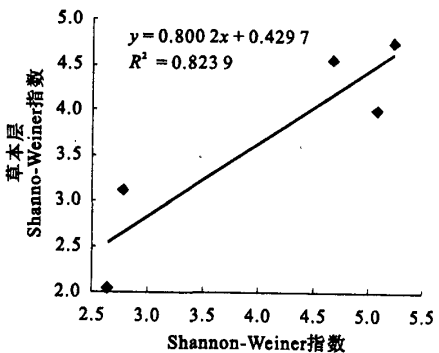


图 8 高山区不同配置模式群落物种多样性与草本层物种多样性关系

Fig. 7 Relation of species diversities of plant community and herb layer in different species arrangement models in low hilly areas

Fig. 8 Relation of species diversities of plant community and herb layer in different species arrangement models in remote hilly areas

4 结论与讨论

群落物种多样性定量指标在一定程度上反映出群落的特征,不同配置模式的群落物种多样性指标的变化规律不尽相同。但总的趋势是群落物种多样性指数与丰富度、均匀度呈显著正相关,与优势度呈显著负相关。

在浅山区,群落物种多样性指数排序为模式 C(青杨+枸杞)>模式 D(中国沙棘)>模式 B(紫花苜蓿)>模式 A(川赤芍)>模式 E(柠条)。在高山区,群落物种多样性指数排序为模式 H(白桦+青海云杉)>模式 J(青杨+中国沙棘)>模式 G(华北落叶松)>模式 F(青海云杉)>模式 K(青海云杉+中国沙棘),并且乔木优势度指数明显增大。

通过对不同配置模式群落的不同层次物种多样性指数分析,群落乔、灌、草三层结构物种多样性指数呈现出草本层>灌木层>乔木层的规律;草本层植物的物种丰富度显著高于灌木层,而灌木层高于乔木层,这是许多植物群落的共同特点,但若以其在群落中的优势度来考虑,草本层在森林中的作用远不及乔木层。

无论在浅山区还是高山区,群落物种多样性指数与该群落草本层物种多样性指数呈显著正相关,而乔木层、灌木层由于树种单一,优势度指数明显高于草本层。在浅山区,模式 C(青杨+枸杞)群落和草

本层物种多样性指数最大,分别为 5.309 和 4.881;模式 E(柠条)群落和草本层物种多样性指数最小,分别为 3.411 和 2.884。在高山区,模式 H(白桦+青海云杉)群落和草本层物种多样性指数最大,分别为 5.229 和 4.741,以模式 K(青海云杉+中国沙棘)群落和草本层物种多样性指数最小,分别为 2.646 和 2.052,并且乔木层对其下的灌木和草本植物有明显的抑制作用。

参考文献:

- [1] 大通县编纂委员会.大通县志[M].西安:陕西人民出版社,1993.
- [2] 周立华.西宁植物志[M].西宁:青海人民出版社,1999.
- [3] 陶玲,任君.进化生态学的数量研究方法[M].北京:中国林业出版社,2004.
- [4] 常学向,赵文智,赵爱芬.祁连山区不同海拔草地群落的物种多样性[J].应用生态学报,2004,15(9):1599-1603.
- [5] 高贤明,陈灵芝.北京山区辽东栎群落物种多样性的研究[J].植物生态学报,1998,22(1):23-32.
- [6] 郝占庆,陶大力,赵士洞.长白山北坡阔叶红松林及其次生白桦林高等植物物种多样性比较[J].应用生态学报,1994,5(1):16-23.
- [7] 李裕元,邵明安.子午岭植被自然恢复过程中植物多样性的变化[J].生态学报,2004,24(2):252-260.
- [8] 刘创民,李昌哲,苏云良,等.北京九龙山灌丛植被的物种多样性分析[J].林业科学研究,1994,7(2):143-148.
- [9] 马克明,傅伯杰,周华锋.北京东灵山地区森林的物种多样性和景观格局多样性研究[J].生态学报,1999,49(1):1-7

《东北林业大学学报》2007 年改为月刊

——作者的期盼 读者的心声 发展的必然

《东北林业大学学报》是中华人民共和国教育部主管、东北林业大学主办的我国林业系统重要的专业性学术理论期刊之一,是我国林业科技工作者展示科技成就、交流科技思想、畅谈学术观点、百家学术争鸣的主要学术园地之一。自 1957 年创刊至今,已有近 50 年的发展历程。作者的支持、读者的厚爱,使《东北林业大学学报》在近 50 年的成长历程中逐步趋于成熟。在即将创刊 50 周年之际,2007 年,《东北林业大学学报》由原来的“双月刊”改为“月刊”,16 开本,国内外公开发行,每月 25 日出版。旨在:圆忠实作者多年期盼的梦想、给挚爱读者长久心声的回应,为广大林业科技工作者开展学术论坛创建一个速度快、空间大、与时俱进、空间无限的比较理想的平台。逐步缩短出版周期,这也是学术期刊未来发展的必然。

为了“发挥优势、突出特色、展现学术、形象自我、个性彰显”,满足广大作者和读者的多年夙愿和迫切需求,本刊立足东北林业大学、面向国内外组稿。本刊主要发表以下学科和专业的原始实验研究学术论文:森林培育、森林经理、林木遗传育种、森林保护、森林生态、水土保持与荒漠化治理、木材科学与技术、林产工业、林产化工、林业经济、野生动植物保护与利用、森林工程等与林业有关的学科和专业。

为了将《东北林业大学学报》办成我国林业系统真正的行业性的学术理论期刊,继续扩大校外稿件刊发力度,每期校外稿件发表数量不受比例限制,只要质量可取、数量充足,校外稿件享有优先发表权。在《东北林业大学学报》同一期中发表的论文取消校内、校外稿件所占比例约束。为了使大型课题研究成果尽快走向市场和相同研究方向比较集中的论文需同时发表,我可组织这类成果或论文进行集中报道、连续报道、专题报道,也可在同一期刊出,以满足广大读者和作者的迫切需求。

来稿请寄:150040 黑龙江省哈尔滨市动力区 和兴路 26 号《东北林业大学学报》编辑部收

电话:0451-82190717;传真:0451-82191165;E-mail:dlxb@mail.nefu.edu.cn。同时寄 50 元初审费,并请注明作者的详细通讯地址、邮政编码、联系电话、E-mail 地址。