北沟林场天然次生林植物群落结构及物种多样性研究

郭 峰，陈丽华，汲文宪，宋恒川
（北京林业大学 水土保持学院，北京 100083）

摘 要：为了对森林群落结构及其物种多样性进行深入研究，掌握其发展变化规律，以便为有效开展生物多样性保护提供可靠依据，以河北省围场县北沟林场天然次生林为研究对象，从 Raunkiaer 生活型、多样性指数等方面对森林群落结构及物种多样性进行了研究。结果表明：(1) 该区天然次生林物种丰富，共计 117 种植物，隶属 58 个科 99 个属；(2) 高位芽植物在天然次生林植物群落中优势明显，其次为地下芽植物，其余生活型植物不占优势；(3) 群落内部层片结构复杂，优势层片为大高位芽层片和中高位芽层片；(4) 各群落的丰富度指数顺序为：草本层＞灌木层＞乔木层；多样性指数在各层之间呈现多样化趋势；而均匀度指数在各层物种之间差异显著，均匀度指数排序为：草本层＞灌木层＞乔木层。

关键词：北沟林场；生活型；群落结构；物种多样性
文献标识码：A **文章编号**：1000-288X(2013)02-0124-06 **中图分类号**：S718.54^{+}2

Structural Characteristics of Plant Communities and Species Diversity of Natural Secondary Forests in Beigou Forest Farm

GUO Feng, CHEN Li-hua, JI Wen-xian, SONG Heng-chuan
(*College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing* 100083, *China*)

Abstract: In order to understand forest community structure, species diversity and their changing dynamics and therefore to provide a reliable basis for effective biodiversity conservation, the natural secondary forest in Beigou forest farm, Weichang County, Hebei Province was selected to investigate forest communities structure and species diversity including Raunkiaer life-form, diversity index, etc. The results showed that the study area had vegetation resources of 117 species belonging to 58 families and 99 genera. Phanerophytes dominated in the communities, followed by geophyte, while other kinds of plant showed no obvious advantages. The internal lamellar structure of the community was complex, as dominated by phanerophytes lamellar and in high bud lamellar. The richness index for each plant communities could be ranked in a descending order as herb layer＞shrub layer＞tree layer. The diversity index differed among different layers. The evenness index varied significantly between the layers of species, in the descending order as herb laye＞shrub layer＞tree layer.

Keywords: Beigou forest farm; life-form; plant community; species diversity

生物群落是在一定地理区域内，生活在同一环境下的不同种群的集合体，其内部存在着极为复杂的相互关系。群落多样性就是指群落在组成、结构、功能和动态方面表现出的丰富多彩的差异[1]。对于研究群落组成及群落结构上的多样性，是研究生物多样性的关键内容，也是认识群落的组织水平、功能状态的前提。物种多样性是物种丰富度和分布均匀性的综合反映，体现了群落结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度和生境差异。它不仅可以反映群落在组成、结构、功能和动态等方面的异质性，也可反映不同自然地理条件与群落的相互关系[2]。

我国暖温带落叶阔叶林以次生群落类型较多，该地区人口密度大，人为活动强烈，对于自然植被的破坏越来越严重。我国华北地区典型地带性植被为暖温带落叶阔叶林，兼有温带针叶林分布，但由于早期大范围的人为干扰破坏，原生天然林愈来愈少，逐渐演替为杨（*Populus davidiana*）、桦（*Betula*）、椴（*Tilia*）、栎（*Quercus*）等混生次生林[3]。本研究通过

收稿日期：2012-04-11 修回日期：2012-05-31
资助项目：国家林业局林业公益行业科技专项“华北土石山区典型森林生态系统健康维护机制研究”(200804022)
作者简介：郭峰(1987—)，男(汉族)，浙江省安吉县人，硕士研究生，主要从事水土保持和森林生态研究。E-mail：ka19871107@sina.com。
通信作者：陈丽华(1957—)，女(汉族)，吉林省长春人，博士，教授，主要从事水土保持和土木工程研究。E-mail：c_ljhua@bjfu.edu.cn。

对北沟林场天然次生林样地内植物群落的调查,探讨了天然次生林物种多样性,旨在认识该地区植物群落性质以及与其他地区群落多样性比较,为北沟林场的物种多样性保护和可持续利用提供数据支持。

1　研究区概况

北沟林场是木兰林业管理局 10 个直属林场之一,位于滦河上游的河北省围场满族蒙古族自治县境内(41°47′—42°06′N,116°51′—117°45′E),林场总经营面积约 5 730 hm^2,有林地面积 5 000 hm^2,活立木蓄积 2.84×10^5 m^3,森林覆盖率 88%。该地区属大陆性季风型高原山地气候。年均气温 -1.4～4.7 ℃,无霜期 67～128 d,年均降水量 380～560 mm,主要集中在 6—8 月,占全年降水量的 69%。土壤类型主要包括:棕壤、褐土、风砂土、草甸土、沼泽土、灰色森林土和黑土等 7 个土类,土壤发育层次不明显,含石砾较多,土壤厚度约 40 cm。森林以天然次生林和人工林为主,主要乔木树种有白桦(*Betula platyphylla*)、油松(*Pinus tabulaeformis*)、华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii*)、山杨、蒙古栎(*Quercus mongolica*)、五角枫(*Acer elegantulum*)、榆树(*Ulmus pumila*)等;主要灌木有山杏(*Prunus sibirica*)灌丛、绣线菊(*Spiraea salicifolia*)灌丛、迎红杜鹃(*Rhododendron mucronulatum*)灌丛、毛榛(*Corylus mandshurica*)灌丛和沙棘(*Hippophae rhamnoides*)灌丛等。

2　研究方法

2.1　样地调查

经过全面踏勘,2009 年 8 月在河北省围场县木兰围场林管局北沟林场天然次生混交林内设置面积 100 m×100 m 的标准样地 4 块,样地设在山地深处,地理位置较偏僻,人为干扰程度较轻。样地基本情况详见表 1。

将每个样地分成 25 个 20 m×20 m 的样方网格,共 100 个。以网格为单元对植被状况展开调查。对乔木层调查,胸径大于 5 cm 的树木进行定位,记录每株树木的坐标、胸径、树高、冠幅等。灌木调查采用 10 m×10 m 小样方进行,共设样方 400 个,记录灌木的种类、高度、地径、分布状况等。草本调查采用 1 m×1 m 小样方进行,共设样方 1 000 个,记录草本的种类、高度、盖度、生长状况等。

将重要值(P_i)作为多样性测度的计算依据[1],计算公式为:

乔木的重要值 P_i=(相对密度+相对显著度+相对频度)×100%÷3

灌木层和草本层 P_i=(相对密度+相对盖度)×100%÷2

表 1　研究区各植物群落的基本情况

样地编号	海拔/m	林龄/a	面积/hm^2	坡度/(°)	坡向/(°)	郁闭度/%	平均胸径/cm	平均树高/m
1	1 290	38	1	19	南偏东 8	89	15.33	11.32
2	1 340	37	1	20	南偏东 10	86	17.56	13.41
3	1 300	36	1	18	南偏西 2	87	17.88	12.04
4	1 350	36	1	20	南偏西 9	90	10.17	13.61

2.2　物种多样性测度方法

根据参考文献[4-7]的方法,对北沟林场天然次生林植物群落的物种多样性进行分析。

(1) Patrick 丰富度指数:$R=S$ (S——各标准地物种数)

(2) Simpson 指数:$\lambda=1-\sum_{i=1}^{S}P_i^2$

(3) Shannon—Wiener 指数:$H'=-\sum_{i=1}^{S}P_i\ln P_i$

(4) Pielou 均匀度指数:$J_{sw}=(-\sum_{i=1}^{S}P_i\ln P_i)/\ln S$

(5) Alatalo 均匀度指数:

$$E=[1/(\sum_{i=1}^{S}P_i^2)-1]/[\exp(-\sum_{i=1}^{S}P_i\ln P_i)-1]$$

2.3　群落多样性测度方法

为了进一步比较在演替过程中作为一个总体,群落物种多样性的变化动态趋势,通常将群落各生长型的多样性指数直接进行相加[4,8-9]。但是,由于群落不同生长型对群落的结构、功能、生产力、动态与稳定性等方面的贡献是不同的,所以,简单地将不同生长型的多样性指数加以累加是不科学的[10]。群落各生长型能进行光合作用器官——叶的面积大小是衡量该生长型生产力高低的一个重要标志,因此,根据群落的垂直结构,特别是不同生长型的叶层(林冠)的相对厚度和相对盖度之和,作为测度群落总体多样性指数时对不同生长型的多样性指数进行加权的参数[11],计算公式为:

$$W_i=(\frac{C_i}{C}+\frac{H_i}{H})/2$$

式中：C——群落的总盖度，($C=\sum C_i$)（$i=1$，乔木层(t)；$i=2$，灌木层(S)；$i=3$，草本层(h)。下同）；H——群落各生长型的平均高度($H=\sum H_i$)；W_i——群落第 i 个生长型多样性指数的加权参数；C_i——第 i 个生长型的盖度；H_i——第 i 个生长型的平均高度。其中，乔木层的叶层(林冠)厚度按乔木层高度的 1/3 计算，灌木层按 1/2 计算，草本层按草本层高度 100%计算[10]。

3 结果与分析

3.1 群落的物种组成

通过对植被调查结果进行统计得知，北沟林场天然次生林群落共有 117 种植物，分属于 58 个科 99 个属。用双向指示种分析法，参考吴征镒[12]的《中国植被》，结合样地基本状况，将样地分为 3 个群落类型 4 个群落。群落Ⅰ的群落类型为山杨林，群落Ⅱ和Ⅲ为山杨＋白桦林，群落Ⅳ为白桦林。

各群落物种组成如图 1 所示，群落Ⅰ与群落Ⅱ物种数量基本相同，而群落Ⅲ与群落Ⅳ物种数量基本相同。群落Ⅲ和群落Ⅳ由于受坡度和坡向的影响，水热条件、植被发育状况、林分结构复杂性相对较差，因此其科、属、种和乔灌草各层物种数量上与群落Ⅰ和群落Ⅱ相比均较小。

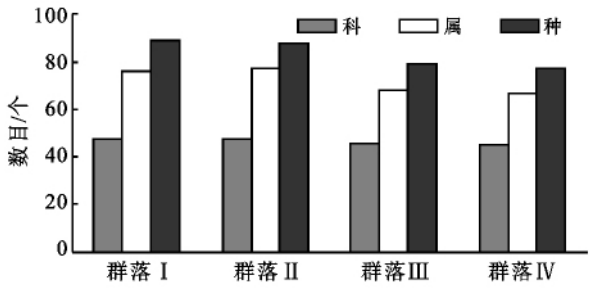


图 1 研究区各群落物种组成情况

各植物群落各层主要物种重要值详见表 2。群落Ⅰ中乔木层由 10 个树种组成，山杨占的比例较大，其中重要值为 55.10，远大于乔木层中的其他物种，可见山杨在该群落乔木层中占有绝对重要的位置。在群落Ⅱ的乔木层共有 10 个树种，山杨和白桦重要值较大，分别为 32.14 和 27.93。在群落Ⅲ乔木层中，共有 9 个树种，重要值较大也为山杨和白桦，分别为 31.98 和 29.84。在群落Ⅳ的乔木层中，共有 9 个树种，白桦重要值为 44.81，远大于其他物种，在该群落乔木层中居于优势地位。

各群落物种在灌木层中基本相同，但各物种间的重要值有较大的差异。群落Ⅰ内灌木层共有 19 个种，重要值较大的有毛榛、五角枫、锦带花，其值分别为 54.57，17.03 和 7.98；群落Ⅱ内灌木层中共有 22 种，其物种最为丰富，其中毛榛、五角枫、锦带花的重要值较大，其值分别为 52.79，14.91 和 7.54；群落Ⅲ灌木层共有 17 个种，重要值较大的为毛榛，值为 55.36，五角枫次之，值为 13.30；群落Ⅳ灌木层共有 20 个种，毛榛、五角枫、迎红杜鹃重要值较大，其值分别为 44.68，16.35 和 9.05。毛榛种群在各个群落的重要值均远大于其他物种，可见毛榛在北沟林场天然次生林灌木层中处于优势地位。

在草本层中，群落Ⅰ物种最丰富，共有 67 种，除细叶薹草其余物种的重要值大小均相当，重要值列前 4 位的分别为细叶薹草、舞鹤草、华北耧斗菜和小红菊，分别为 18.30，5.53，3.96 和 3.83。群落Ⅱ草本层共有 64 种，重要值较大的有细叶薹草，为 16.63，其次是小红菊，值为 8.84，然后是草地风毛菊，值为 7.67。群落Ⅲ草本层由 59 个物种组成，重要值较大的有细叶薹草、小红菊和糙苏，值为 19.09，5.21 和 4.69。群落Ⅳ草本层的物种丰富度最小，共 55 种，重要值较大的有细叶薹草，为 27.14，其次是小红菊，为 8.57，还有草地风毛菊，为 5.10。由于在各个群落的重要值均大于其他物种，细叶薹草在北沟林场天然次生林灌木层中居优势地位。

综上所述，北沟林场天然次生林植物群落总体物种较为丰富，林内区域间物种差异不大。在乔木层中，山杨、白桦种群居于优势地位。毛榛在灌木层占据绝对重要位置。草本层中，细叶薹草优势显著。

3.2 生活型与片层结构

应用瑙基耶尔生活型的划分方法[13]，可得北沟林场各群落生活型表现特征(表 3)。由表 3 可知，高位芽植物在北沟林场天然次生林各植物群落中占主要优势，其分别占各群落物种总数的 46.07%(群落Ⅰ)，51.14%(群落Ⅱ)，50.63%(群落Ⅲ)和 51.95%(群落Ⅳ)。群落Ⅰ中优势植物为中高位芽植物、小高位芽植物和矮高位芽植物，其余群落中优势植物均为小高位芽植物和矮高位芽植物，没有存在层间植物和藤本高位芽植物，表明北沟林场水热条件适宜，气候温暖湿热，在地表露出的更新部位不会受到低温和干燥气候的影响，这与北京市雾灵山地区的特点比较相近[8]。地下芽植物在北沟林场天然次生林植物群落中种类也较多，分别占各群落物种总数的 26.97%(群落Ⅰ)，26.14%(群落Ⅱ)，24.05%(群落Ⅲ)和

23.38(群落Ⅳ),仅低于高位芽植物。而在北沟林场天然次生林植物群落中地上芽植物、地面芽植物和 1 年生草本植物相对较少,表明该地区土壤水分水分条件较好,冬季时间较长,林分内部比较湿润。

表 2　研究区各植物群落物种的重要值

生长型	物种名	重要值			
		群落Ⅰ	群落Ⅱ	群落Ⅲ	群落Ⅳ
乔木层	山杨	55.10	32.14	31.98	11.40
	白桦	12.49	27.93	29.84	44.81
	落叶松	14.66	14.63	16.67	13.22
	五角枫	6.63	6.19	6.57	5.77
	花楸(*Sorbus pohuashanensis*)	5.37	4.29	4.99	2.46
	黑桦(*Betula dahurica*)	0.54	3.96	3.49	4.38
	青杆(*Picea wilsonii*)	0.85	5.45	2.53	6.33
	蒙古栎	1.41	3.97	3.08	8.40
	油松	—	—	0.85	3.22
	黄桦(*Betula costata*)	2.10	0.71	—	—
灌木层	毛榛	54.57	52.79	55.36	44.68
	五角枫	17.03	14.91	13.30	16.35
	锦带花(*Weigela florida*)	7.98	7.54	5.49	2.65
	迎红杜鹃	1.53	2.59	5.52	9.05
	金花忍冬(*Lonicera chrysantha*)	2.24	1.49	2.09	4.13
	沙棘(*Swida bretchneideri*)	3.36	2.39	3.24	2.81
	华北忍冬(*Lonicera tatarinowii*)	—	0.67	0.86	2.61
	土庄绣线菊(*Spiraea pubescens*)	2.79	1.20	—	0.25
	红瑞木(*Swida alba*)	—	—	1.47	2.21
草本层	细叶薹草(*Carex duriusata*)	18.30	16.63	19.09	27.14
	舞鹤草(*Maianthemum bifolium*)	5.53	3.25	4.39	3.35
	华北耧斗菜(*Aquilegia yabeana*)	3.96	1.70	2.18	0.75
	小红菊(*Dendranthema chanetii*)	3.83	8.84	5.21	8.57
	蓬苞风毛菊(*Saussurea pectinata*)	3.19	0.86	2.59	0.69
	石生悬钩子(*Rubus saxatilis*)	3.03	1.37	0.89	3.12
	球果堇菜(*Viola collina*)	2.98	2.03	2.02	1.40
	野山芹(*Ostericum sieboldii*)	2.96	1.65	1.47	1.13
	铁线莲(*Clematis florida*)	2.76	1.59	2.62	0.76
	歪头菜(*Vicia unijuga*)	2.64	1.39	2.13	0.81
	糙苏(*Phlomis umbrosa*)	2.62	4.07	4.69	0.98
	草地风毛菊(*Saussurea amara*)	2.50	7.67	3.06	5.10
	唐松草(*Thalictrum aquilegifolium*)	2.40	3.38	1.78	1.49

注:由于样地内物种较多,本表只列出了主要物种的重要值。

群落的层片结构决定着群落的外貌,特别是主要层片对群落的生态结构起着重要作用[8]。北沟林场天然次生林层片结构较为复杂,将其乔木层分成 3 个层片。群落Ⅰ以山杨、白桦等物种组成的中高位芽层片为优势层片,大高位芽层片和小高位芽层片数量上不占优势,镶嵌于乔木层中。群落Ⅱ与群落Ⅰ片层结构相似。群落Ⅲ,以落叶松、山杨和白桦等物种组成的大高位芽层片和中高位芽层片为优势层片。群落Ⅳ的优势层片为以落叶松、青杆、山杨和白桦等物种组成的大高位芽层片和中高位芽层片。各群落灌木层均以毛榛、五角枫、锦带花等组成的矮高位芽层片为优势片层。草本层物种在各群落内均较丰富,地下芽层片优势层片优势明显,其余片层无明显优势。分析表明,高位芽植物在北沟林场天然次生林植物群落中优势明显,其次为地下芽植物,其余生活型植物不占优势。群落梯度上,层片结构无明显差异,群落内部层片结构较复杂,优势层片为大高位芽层片和中高位芽层片,林冠层有较大的起伏,林相季节性变化较明显。

表 3 研究区各植物群落生活型谱

群 落	类 型	高位芽植物				地上芽植物	地面芽植物	地下芽植物	1 年生草本植物	总计
		大高位芽植物	中高位芽植物	小高位芽植物	矮高位芽植物					
群落Ⅰ	物种数/个	2	9	9	21	9	11	24	4	89
	百分比/%	2.25	10.11	10.11	23.60	10.11	12.36	26.97	4.49	100
群落Ⅱ	物种数/个	2	7	10	26	8	9	23	3	88
	百分比/%	2.27	7.95	11.36	29.55	9.09	10.23	26.14	3.41	100
群落Ⅲ	物种数/个	2	7	8	23	8	8	19	4	79
	百分比/%	2.53	8.86	10.13	29.11	10.13	10.13	24.05	5.06	100
群落Ⅳ	物种数/个	3	6	9	22	8	8	18	3	77
	百分比/%	3.90	7.79	11.69	28.57	10.39	10.39	23.38	3.90	100

3.3 群落总体的物种多样性特征

从表 4 可见，物种总体的丰富度表现为：群落Ⅱ＞群落Ⅰ＞群落Ⅳ＞群落Ⅲ。总体的物种多样性表现为群落Ⅱ最高，群落Ⅳ次之，群落Ⅰ与群落Ⅲ相近。群落的物种均匀度是指群落中各个物种的多度或重要值的均匀程度，它所表征的是群落观察多样性与群落种数及总个体数相同时的可能最大多样性之间的比率[14]，多重比较结果表明，各群落总体的均匀度指数顺序为：群落Ⅳ＞群落Ⅲ＞群落Ⅱ＞群落Ⅰ，可以看出虽然群落Ⅳ种类较少，但分布较为均匀。通过检验各群落总体的多样性指数（表 5），可以看出各群落之间总体的多样性指数差异均不显著。

表 4 研究区各植物群落物种多样性

群落名	层 次	R	λ	H'	J_{sw}	E
群落Ⅰ	群 落	19.699 9	0.772 4	1.962 7	0.719 7	0.654 8
	乔木层	10	0.772 1	1.698 2	0.737 5	0.758 8
	灌木层	19	0.663 1	1.679 7	0.570 5	0.451 0
	草本层	67	0.949 3	3.676 0	0.874 3	0.486 3
群落Ⅱ	群 落	19.945 6	0.786 4	2.048 8	0.750 7	0.632 2
	乔木层	10	0.785 4	1.795 0	0.779 6	0.729 1
	灌木层	22	0.688 5	1.829 6	0.591 9	0.422 5
	草本层	64	0.947 9	3.608 2	0.867 6	0.507 3
群落Ⅲ	群 落	17.531 6	0.771 8	1.965 4	0.753 8	0.644 5
	乔木层	9	0.771 2	1.710 2	0.778 4	0.744 0
	灌木层	17	0.664 4	1.696 5	0.598 8	0.444 5
	草本层	59	0.946 5	3.611 0	0.885 6	0.491 7
群落Ⅳ	群 落	17.641 5	0.773 8	2.027 7	0.777 2	0.559 2
	乔木层	9	0.750 8	1.761 1	0.801 5	0.625 1
	灌木层	20	0.758 4	2.026 0	0.676 3	0.476 7
	草本层	55	0.907 8	3.299 8	0.823 4	0.377 2

注：R 为 Patrick 丰富度指数；λ 为 Simpson 指数；H' 为 Shannon—Wiener 指数；J_{sw} 为 Pielou 均匀度指数；E 为 Alatalo 均匀度指数。下同。

表 5 研究区各植物群落物种总体多样性显著性检验（t 值）

指 数	群落Ⅰ—群落Ⅱ	群落Ⅰ—群落Ⅲ	群落Ⅰ—群落Ⅳ	群落Ⅱ—群落Ⅲ	群落Ⅱ—群落Ⅳ	群落Ⅲ—群落Ⅳ
总体多样性	−1.504	0.985	0.981	1.042	1.043	−0.689

注：＊表示差异显著（$p<0.05$）。下同。

3.4 群落结构与物种多样性的关系

由表 4 可知，各群落的丰富度指数顺序为：草本层＞灌木层＞乔木层，且草本层明显高于乔木层和灌木层，表明各群落内结构合理，有利于灌木和草本植物的生长，导致群落灌草种类丰富，草本层物种丰富度最高[8]。各群落不同生长型之间的物种丰富度指

数间差异不显著(表 5)。由于本研究样地面积较大,各群落物种丰富度指数较高,这与北京市东灵山和雾灵山同类型群落的相比物种丰富度较大[1,8]。各群落之间相同生长型的物种丰富度指数存在差异,但分布规律不明显。

北沟林场天然次生林各群落不同生长型的物种多样性 λ 指数由大到小的顺序基本为:草本层>乔木层>灌木层。物种多样性 H' 指数草本层是最高的,其次是乔木层或灌木层。由表 6 可知,乔木层、灌木层和草本层之间物种多样性指数存在显著差异。

各群落相同生长型物种多样性指数,存在一定的差别。乔木层多样性指数变化不明显,灌木层和草本层在各群落之间差异明显。这是由于受物种丰富度和均匀度的双重影响,不同生长型植物物种多样性指数在群落梯度上的分布没有明显的规律[15]。与暖温带北部地区植物群落平均物种多样性指数[9]相比,北沟林场天然次生林物种多样性 H' 指数较大,表明北沟林场天然次生林物种多样性较我国暖温带北部其它地区更为丰富。

各群落的不同生长型物种均匀度指数变化规律明显,基本表现为:草本层>灌木层>乔木层。乔木层、灌木层和草本层之间物种均匀度指数存在一定差异,且其差异显著(表 6)。在群落梯度上,北沟林场天然次生林不同生长型植物物种均匀度指数分布没有明显规律。其中,乔木层的差异较大,灌木层和草本层的差异较小。这主要是由于各群落乔木层物种间的个体数量差异程度不同[2]。

通过分析表明,北沟林场天然次生林植物群落具有较高的物种多样性特征,这主要是由于天然次生林植物群落在山地深处,地理位置较偏僻,人为干扰程度较轻,群落内结构复杂,功能优化,物种之间生态位重叠,有较高的相互依存能力,群落较为成熟。另外,北沟林场林下湿润,水热条件较好,枯枝落叶层分解较快且较薄的也有利于林下植物的生长。

表 6　植物群落物种多样性显著性检验(t 值)

多样性指数	乔木—灌木	乔木—草本	灌木—草本
R	−10.954*	−21.620*	−15.710*
λ	2.716	−34.223*	−7.593*
H'	−0.996*	−18.881*	−10.744*
J_{sw}	11.869*	−3.636*	−7.062*
E	6.791*	23.893*	−0.421

4　结 论

北沟林场天然次生林群落共有 117 种植物,分属于 58 个科 99 个属。群落Ⅰ林分密度最大,最小的为群落Ⅲ。胸径断面积以群落Ⅰ最大,群落Ⅱ次之。在乔木层中,山杨、白桦种群居于优势地位。毛榛在灌木层占据绝对重要位置。草本层中,细叶薹草优势显著。

高位芽植物在北沟林场天然次生林植物群落中优势明显,其次为地下芽植物,而各群落中地上芽植物、地面芽植物和 1 年生草本植物相对较少,表明该地区土壤水分水分条件较好,冬季时间较长,林分内部比较湿润。群落梯度上,层片结构无明显差异,群落内部层片结构较复杂,优势层片为大高位芽层片和中高位芽层片,林冠层有较大的起伏,林相季节性变化较明显。

物种丰富度指数、多样性指数和均匀度指数的分布趋势在群落梯度上基本一致,反映了不同植物群落类型在物种组成方面的差异。各群落的丰富度指数顺序为:草本层>灌木层>乔木层,且草本层明显高于乔木层和灌木层,表明各群落内结构相对合理,有利灌木和草本生长,致使群落灌草种类丰富,草本层物种丰富度最高。多样性指数草本层是最高的,其次是乔木层或灌木层,而均匀度指数变化规律较为明显,基本表现为草本层最高,灌木层次之,乔木层最低,表明灌木层多样性分化程度并不高,这主要是由于五角枫和毛榛的密度巨大,几乎占据了群落整个灌木层。

为了北沟林场的物种多样性保护和可持续利用,应该以近自然经营理念为指导的经营思路。近自然经营的理念就是要充分的发挥森林生态系统自身的调节机制,维持森林生态系统平衡。根据这一理念可以采取一些具体措施实施近自然经营。(1) 应从整体性上来把握森林生态,要进行合理有效的择伐;(2) 应结合北沟林场的实际的情况,适地适树;(3) 应尊重森林生态自身的更新状况,并且有针对性的进行整枝;(4) 应合理利用立体种植的方法,采取合理有效的混交异龄林;(5) 应完善森林生态系统的结构,无论是在水平结构还是垂直结构上;(6) 应适当地培养森林生态系统物种多样性,从而确保森林生态系统的平衡。

[参 考 文 献]

[1] 马克平,黄建辉,于顺利,等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究:Ⅱ. 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报,1995,15(3):268-277.

[2] 茹文明,张金屯,张峰,等. 历山森林群落物种多样性与群落结构研究[J]. 应用生态学报,2006,17(4):561-566.

(下转第 134 页)

[7] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 4 版. 北京:中国环境科学出版社,2002:272-323.

[8] 于水利,修春梅,杨月杰. 人工湿地机制对微污染原水中有机物的去除效果[J]. 中国给水排水,2011,27(3):56-58.

[9] 张永祥,闫峰,袁崇刚,等. 潜流型人工湿地水力条件的研究[J]. 给水排水,2011,37(S):66-69.

[10] 朱文玲,郑离妮,崔理华,等. 不同碳氮比条件下 4 种可控因素对垂直流人工湿地总氮去除的影响[J]. 农业环境科学学报,2010,29(6):1187-1192.

[11] 王世和. 人工湿地污水处理理论与技术[M]. 北京:科学出版社,2007:123-124.

[12] Spieles D J, Mitsch W J. The effects of season and hydrologic and chemical loading on nitrate retention in constructed wetlands [J]. Ecological Engineering, 2000,14(1/2):77-91.

[13] 刘晓娜,丁爱中,程莉蓉,等. 潜流人工湿地除氮的生态动力学模拟[J]. 农业环境科学学报,2011,30(1):166-170.

[14] Reddy K R, Angelo E M. Biogeochemical indicators to evaluate pollutant removal efficiency in constructed wetlands[J]. Water Science and Technology, 1997,35(5):1-10.

[15] 王荣,贺峰,徐栋,等. 人工湿地基质除磷机理及影响因素研究[J]. 环境科学与技术,2010,33(6):12-18.

[16] Sakadeven K, Bavorh J. Phosphate adsorption characteristics of soils, slags and zeolite to be used as substrates in constructed wetland systems[J]. Water Research, 1998,32(2):393-399.

[17] 蔡树美,王娟娟,蔡玉琪,等. 波式潜流人工湿地对生活污水中磷的去除效果研究[J]. 农业环境科学学报,2009,28(7):1484-1487.

[18] Chung A K, Wu Y. Nitrogen and phosphate mass balance in a sub-surface flow constructed wetland for treating municipal wastewater[J]. Ecological Engineering, 2008,32(1/3):81-89.

[19] 崔芳. 季节变化对人工湿地净化城市湖泊水体的影响[J]. 人民黄河,2011,33(7):79-80.

[20] 钟成华,李杰,邓春光. 人工湿地废水处理中氮、磷去除机理研究[J]. 重庆建筑大学学报,2008,30(4):141-146.

[21] 王培京,葛鹏,廖日红. 水平潜流人工湿地处理北方低浓度生活污水研究[J]. 安徽农业科学,2011,39(35):22000-22002.

(上接第 129 页)

[3] 王鹏,陈丽华,卞西陈,等. 北沟林场天然次生林群落结构与种群分布格局[J]. 应用生态学报,2011,22(7):1668-1674.

[4] 郝占庆,陶大立,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.

[5] 马克平. 生物群落多样性的测度方法:Ⅰ. α 多样性的测度方法(上)[J]. 生物多样性,1994,2(3):162-168.

[6] Mangurran A E. Ecological Diversity and Its Measurement [M]. Princeton: Princeton University Press, 1988.

[7] 张峰,上官铁梁. 山西绵山森林植被的多样性分析[J]. 植物生态学报,1998,22(5):461-465.

[8] 岳永杰,余新晓,牛丽丽,等. 北京雾灵山植物群落结构及物种多样性特征[J]. 北京林业大学学报,2008,(S2):165-170.

[9] 谢晋阳,陈灵芝. 暖温带落叶阔叶林的物种多样性特征[J]. 生态学报,1994,14(4):337-344.

[10] 高贤明,黄建辉,万师强,等. 秦岭太白山弃耕地植物群落演替的生态学研究:Ⅱ. 演替系列的群落 α 多样性特征[J]. 生态学报,1997,17(6):619-625.

[11] 高宝嘉,张执中,李镇宇. 封山育林对植物群落结构及多样性的影响[J]. 北京林业大学学报,1992,14(2):46-53.

[12] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京:科学出版社,1980

[13] 万五星,王德艺,河万红. 雾灵山自然保护区亚高山草甸植物群落结构研究[J]. 河北师范大学学报:自然科学版,2006,26(6):619-624.

[14] 李利平,崔国发. 北京雾灵山自然保护区植物数量评价[J]. 林业调查规划,2005,30(2):45-49.

[15] 史作民,程瑞梅,刘世荣,等. 宝天曼植物群落物种多样性研究[J]. 林业科学,2002,38(6):17-23.