

# 哈尔滨人工与近自然不同植物群落植物组成与生态功能

胡海辉, 王明璐, 廉 晶

(东北农业大学 园艺园林学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘 要:**以黑龙江省哈尔滨市植物园的典型人工植物群落和帽儿山的近自然植物群落为研究对象,采用样方调查和对比分析方法,对不同植物群落的植物组成、减噪效果、空气离子浓度、空气清洁度等生态功能的相关指标进行了调查、测试和分析。结果表明:帽儿山近自然植物群落的物种组成及在减噪效果和空气清洁功能等方面均优于植物园城市人工植物群落。最后,在城市绿地建设时以帽儿山近自然植物群落特征为参考,提出了哈尔滨城市绿地近自然植物群落的模拟建议,能够有效提高城市人工植物群落的生态功能。

**关键词:**近自然植物群落;人工植物群落;植物组成;生态功能

**中图分类号:**S 731.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)22-0096-06

随着建设“生态城市”和“园林城市”热潮的兴起,人们在构建城市绿地植物群落时对“模拟自然”做法越来越重视<sup>[1]</sup>。健康、稳定的近自然植物群落可以降低绿地后期的养护成本<sup>[2]</sup>,丰富生物多样性,并能够提高城市绿地的生态效益<sup>[3]</sup>,形成具有地域特色的植物景观<sup>[4]</sup>。近年来,国内许多城市都运用近自然设计的理念来指导城市绿地植物群落建设,也取得了良好的效益。

哈尔滨是寒地城市,当前城市绿地建设中存在着诸多问题,如绿地植物群落类型单一,植物种类较少,苗木规格与种植密度也不尽合理,严重制约了城市绿地生态系统的自我修复和更新能力,致使哈尔滨城市绿地的生态效益、景观效益及经济效益大打折扣。因此,在城市绿地人工植物群

落构建时,对近自然植物群落的种类组成、生态功能等相关指标进行测量、分析和模拟是一项重要的举措<sup>[5]</sup>,能够突出城市绿地植物群落景观设计的科学性、艺术性及地方特色性<sup>[6]</sup>。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

帽儿山位于黑龙江省南部尚志市帽儿山镇,地处北纬 45°20′~45°25′、东经 127°30′~127°34′,最高海拔 805 m。年均温 -5~5℃,全年无霜期 90~150 d,年均降水量 350~650 mm,主要集中在夏季。其气候与哈尔滨市相似,植被丰富,自然群落类型多,具有明显的地带性近自然植被特征。

哈尔滨森林植物园位于黑龙江省哈尔滨市香坊区,是中国最具代表性的东北寒温带植物园,占地面积 136 hm<sup>2</sup>。其植物种类较多,人工植物群落结构和功能比较突出,人为干扰较大,可作为城市绿地人工植物群落研究的典型代表。

**第一作者简介:**胡海辉(1974-),女,博士,教授,现主要从事园林植物应用教学与科研等工作。E-mail:hljhuhaiahui@163.com.

**基金项目:**黑龙江省博士后启动资助项目(LBH-Q13024);哈尔滨市人才专项资助项目(2013RFQXJ164)。

**收稿日期:**2017-06-17

1.2 试验材料

以哈尔滨森林植物园具有地域性特点的典型人工植物群落以及帽儿山近自然植物群落中的植物为试验材料,在哈尔滨森林植物园选择 20 个生长茂盛、植物群落构造比较完整的样地为调查研究中的典型人工植物群落的典型代表。在帽儿山上山的游览路线两侧挑选 20 个郁闭度不同的样地为调查研究中近自然植物群落的典型代表。

1.3 试验方法

1.3.1 样地植物调查方法

采用典型抽样的方法,从植物园和帽儿山植物群落中各抽取 10 个有代表性的群落,分别对植物群落的减噪效果、空气负离子浓度等指标进行测试与分析。调查时间为 2015 年 7—9 月,采用样地调查方法,分别在哈尔滨森林植物园和帽儿山选取 20 个发育较为良好、群落结构较为相对完整的植物群落作为调查对象。调查时,标准样方大小设置为 20 m×20 m,然后在 20 m×20 m 的植物群落样方中沿对角线选取 5 个 2 m×2 m 样方作为草本层样方,最后调查不同植物群落的垂直结构与植物组成。

1.3.2 生态功能调查方法

1)空气负离子浓度测定方法:空气负离子能够杀灭空气中的细菌,使空气中的尘土下降,提升空气质量,具有提高人体的免疫力、调节机能平衡

等作用<sup>[7]</sup>。选择气象稳定和晴朗的天气,选取了同一研究区域的裸露地面作为对照,将样地大小设置为 20 m×20 m,选择了典型的植物群落采用 DLY-3 F 型森林大气离子测量仪测定植物群落中空气负离子浓度,每个植物群落中选择 3 个测定点,每个测定点采集 5 次数据,间隔 30 s 读数一次,最后取其有效均值求均值作为该群落测定时的空气负离子浓度<sup>[8]</sup>。

2)噪声测定方法:植物的减噪作用主要是利用了植物群落对声波的反射和吸收作用<sup>[8]</sup>。植物群落的减噪效果是植物群落噪声衰减量,即植物群落噪声衰减量与该处零点噪声值之比来表示<sup>[9]</sup>。

以植物群落周围的裸地为空白对照。使用 TES1350A 噪音计声级计测量噪声,设定路边为 0 m 点,1 个植物群落选择 5 个点测量,每 2 个测量点之间水平方向的距离为水平方向的 5 m,每个测量点测量 10 次,最后计算噪声平均值。

3)空气质量计算方法:用空气质量评价指数值(CI)来表示, $CI=(n^-/1\ 000)\times(1/q)$ 。式中,CI 为空气质量评价指数; $n^-$  为空气负离子浓度(个·cm<sup>-3</sup>);q 为单极系数;1 000 为满足人体生物学效应最低需求的空气负离子浓度。用空气质量评价指数 CI 值来表示空气清洁程度,根据 CI 值不同将空气清洁度划分成 5 个等级(表 1)。

表 1 空气清洁度等级分级标准<sup>[10]</sup>

Table 1 The standard of air cleanliness rating

CI 值 CI value	>1.00	1.00~0.70	0.69~0.50	0.49~0.30	0.29
等级 Grade	A	B	C	D	E
清洁度 Cleanliness	非常清洁	一般清洁	中等清洁	允许值	临界值

2 结果与分析

2.1 不同植物群落类型与植物组成特征

帽儿山和植物园调查样地的植物群落多为乔-灌-草类型。植物园中的植物群落中针阔混交型植物群落所占的比例最大;帽儿山的近自然植物群落中则为阔叶混交占比例最大。植物园调查

样地中植物群落中共有 28 科,53 属,71 种植物。其中,以禾本科、松科、蔷薇科植物种类最多,约占黑龙江地区现有植物科的 25.23%、属的 9.28%、种的 4.27%;帽儿山样地近自然植物群落中共有 24 科,45 属,60 种植物,其中以禾本科、松科、桦木科植物种类最居多(表 2)。

表 2 不同植物群落类型与植物组成

Table 2 Different plant community types and plant composition

编号 Number	样地名称 Sample name	群落类型 Community type	乔木层 Tree layer	灌木层 Shrub layer	主要草本 Main herb
1	Z1	a	白桦、樟子松、榆	金银忍冬	玉簪、结缕草、白三叶
2	Z2	a	水曲柳、榆树、红皮云杉、青扦	金银忍冬、暴马丁香、东北珍珠梅	蛇莓草、早熟禾
3	Z8	a	榆、樟子松、色木槭、白桦	兴安杜鹃、偃伏柞木、金枝柞木、沙棘、蒙桑、刺五加	玉簪、高羊茅、匍匐剪股颖
4	Z10	a	樟子松、蒙古栎、旱柳、红皮云杉、百花花楸、京桃	黄刺玫	高羊茅、早熟禾、白三叶
5	Z12	a	色木槭	红瑞木、裂叶丁香、鸡爪槭	多年生黑麦草、早熟禾
6	Z19	a	色木槭	蓖麻	多年生黑麦草、中华结缕草
7	Z16	b	黄檗		蛇莓草、匍匐剪股颖
8	Z20	b	金叶榆		早熟禾、细叶结缕草
9	Z15	c		黄栌、兴安杜鹃、天目琼花、刺玫蔷薇	玉簪、白三叶、景天
10	Z18	c		兴安杜鹃、锦带花	蛇莓草、白三叶
11	M9	a	东北槭、色木槭、黑桦	暴马丁香、刺玫蔷薇、东北山梅花、兴安杜鹃	矮丛苔草、洋狗尾草
12	M10	a	黑皮油松、落叶松、鱼鳞云杉	珍珠梅、卫矛、刺玫蔷薇、金花忍冬	结缕草、高羊茅
13	M16	a	裂叶榆、朝鲜柳、色木槭	光萼溲疏、东北扁木、暴马丁香、绣线菊、平榛、东北山梅花	狗尾草、早熟禾
14	M18	a	杨树、黑桦	接骨木	早熟禾、莓叶委陵菜
15	M7	b	枫桦、白桦		剪股颖、紫花地丁
16	M13	b	白桦		莓叶委陵菜、马蔺、早熟禾
17	M14	b	黑皮油松		狗尾草
18	M8	b		卫矛、平榛、刺五加、东北接骨木、锦带花	马蔺、高羊茅、早熟禾
19	M11	c		蓝锭果忍冬、水榆花楸、珍珠梅、刺玫蔷薇、刺五加	萱草、黑麦草、结缕草
20	M15	c		东北扁核木、刺玫蔷薇、锦带花	紫花地丁、早熟禾

注：a 表示乔-灌-草型；b 表示乔-草型；c 表示灌-草型；Z 表示植物园；M 表示帽儿山。  
Note: a means arbors shrub herbs type; b means arbors herbs type; c means shrub and herbs type; Z means Botanical garden; M means Maoer Mountain.

2.2 不同植物群落生态功能对比分析

2.2.1 减噪功能

如表 3 所示，不同垂直结构减噪相对衰减率百分比值均表现为乔-灌-草型>灌-草型>乔-草型。乔-灌-草植物群落减噪效果明显高于乔-草型和灌-草型植物群落。植物园与帽儿山植物群落的乔-灌-草、灌-草类型植物群落的相对衰减百分

比相差不多，而帽儿山乔-草类型植物群落帽儿山近自然植物群落的相对衰减百分比约是植物园人工植物群落的 2 倍。其原因是由于帽儿山植物群落上层乔木多为阔叶树且枝叶茂密，叶面积较大，所以其乔-草类型植物群落对噪音的吸收和反射都要比植物园人工植物群落效果要好一些。

表 3 不同垂直结构植物群落减噪相对衰减率百分比

Table 3 Percentage of noise relative attenuation rate in different vertical structures

	乔-灌-草型 Tree-shrub-herbs	乔-草型 Tree-herbs	灌-草型 Shrub-herbs	均值 Mean value
植物园 Botanical Garden	34.50	5.95	19.75	20.07
帽儿山 Maoer Mountain	33.13	10.33	20.00	21.15

2.2.2 空气清洁功能

1)不同立地条件空气负离子浓度比较。从图 1 可以看出,不同立地条件空气负离子浓度排名前 3 名的分别是 11、13、12 号植物群落,均为帽儿山的近自然群落。与空地立地条件相比,帽儿山

近自然植物群落中的负离子浓度平均增加数值为 359 个·cm<sup>-3</sup>,植物园的人工植物群落平均增加数值为 288 个·cm<sup>-3</sup>,在负氧离子浓度增加上近自然植物群落效果更为明显。

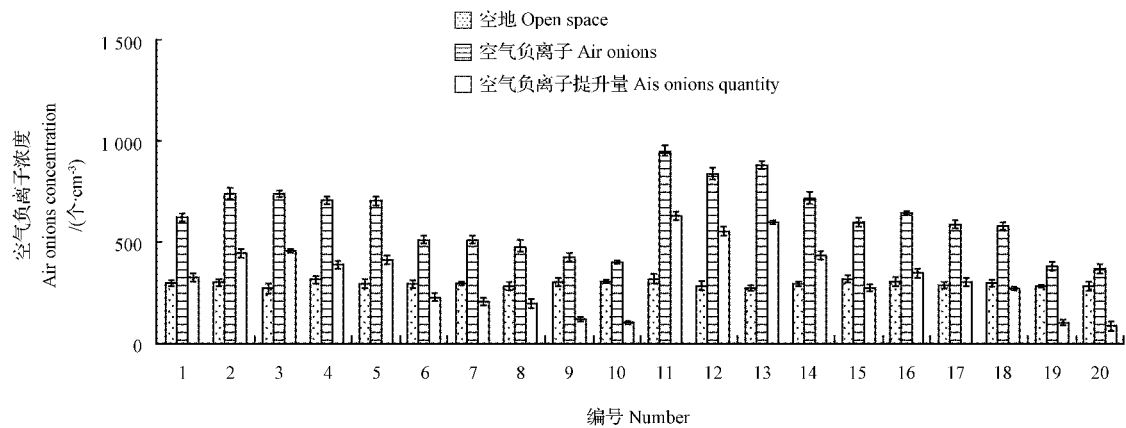


图 1 不同立地条件植物群落空气离子浓度对比

Fig. 1 Air negative ion concentration in plant communities under different site conditions

2)不同垂直结构空气负离子浓度比较。从表 4 可以看出,乔-灌-草型植物群落空气负离子浓度平均数值为 420.02 个·cm<sup>-3</sup>,乔-草型植物群落平均数值为 227.86 个·cm<sup>-3</sup>,灌-草型植物群落平均数值为 122.29 个·cm<sup>-3</sup>。帽儿山和植物园均是乔-灌-草型植物群落的空气负离子浓度平均数值空气负离子浓度最大,乔-草型数值中等,灌-草型数值最小。由此可知,郁闭度高、叶面积指数大的植物群落负氧离子浓度平均数值高一些。

3)空气清洁值。由表 5 可知,植物园和帽儿山植物群落中的空气质量评价指数(CI)明显比高于空地的空气质量评价指数高。植物园和帽儿山的多数植物群落均比空地提高 1~2 个等级,且以 CI 值处于 1.000~0.500 的植物群落最居多,属于中等清洁或者一般清洁(空气清洁度等级标准见表 1)水平。结果表明,典型的植物群落清洁空气的功能较强。

表 4 不同垂直结构空气负离子浓度均值

Table 4 Concentration of air negative ions in different vertical structures 个·cm<sup>-3</sup>

	乔-灌-草 Tree-shrub-herbs	乔-草 Tree-herbs	灌-草 Shrub-herbs	均值 Mean value
植物园 Botanical Garden	375.83	201.67	111.67	229.72
帽儿山 Maoer Mountain	464.21	254.06	132.92	283.73

3 结论及建议

3.1 帽儿山近自然植物群落的生态优势

对不同类型植物群落的典型特征调查与比较分析是城市绿地地带性近自然植物群落模拟设计的前提与基础。研究结果表明,帽儿山近自然植

物群落的树种组成比较丰富,优势树种多为水曲柳、鱼鳞云杉、杨树、枫桦和核桃楸等地带性代表树种。此外,白桦、暴马丁香、山槐、色木槭、稠李、卫矛和兴安杜鹃等乔、灌木在调查植物群落中分布也相对较多,长势较良好,群落郁闭度与叶面积指数均较大。而不同垂直结构植物群落的减噪功

表5 不同植物群落的空气质量评价指数比较

Table 5 Comparison of air quality evaluation index in different plant communities

编号 Number	空地 CI 值 Open space CI value	空地等级 Ground level	群落 CI 值 Community CI value	群落等级 Community class	编号 Number	空地 CI 值 Open space CI value	空地等级 Ground level	群落 CI 值 Community CI value	群落等级 Community class
1	0.232	E	0.597	C	11	0.539	C	1.285	A
2	0.331	D	0.708	B	12	0.567	C	0.932	B
3	0.334	D	0.759	B	13	0.438	D	0.757	B
4	0.342	D	0.717	B	14	0.312	D	0.759	B
5	0.654	C	1.069	A	15	0.261	E	0.560	C
6	0.432	D	1.145	A	16	0.223	E	0.531	C
7	0.234	E	0.588	C	17	0.345	D	0.709	B
8	0.454	D	0.724	B	18	0.345	D	0.589	C
9	0.218	E	0.356	D	19	0.342	D	0.574	C
10	0.323	D	0.581	C	20	0.543	C	0.721	B

能依次表现为乔-灌-草型>灌-草型>乔-草型。不同植物群落负离子浓度的提升效果为乔-灌-草型>灌-草型>乔-草型。帽儿山乔木多为阔叶乔木,层次丰富,枝叶茂密,对噪音的吸收和反射效果较好,其释放负氧离子浓度及空气净化功能均优于植物园的城市人工植物群落。

### 3.2 城市绿地近自然植物群落的模拟建议

近自然植物群落景观就是运用人工模拟自然的手法,尽可能降低人为干扰,维持植物群落的自身状态(植物的正常繁殖、新陈代谢状态),避免植物形态结构的改变,以生物多样性为基础,利用粗放的监管方式,达到该地区顶极群落相近的人工植物群落水平。绿地建设中,要提高城市人工植物群落的生态功能需要科学的“模拟近自然植物群落”,多如采用水曲柳、鱼鳞云杉、杨树、枫桦、核桃楸、白桦、暴马丁香、山槐、色木槭、稠李、卫矛等地带性树种,垂直结构尽量采用乔-灌-草复层群落类型,并通过丰富中、下层灌木和草本植物种类和层次,营造出“复层、混交”的近自然植物景观。而在植物施工栽植时,避免植物单株孤立种植,植物种类和密度要合理化,并协调好种内数量与种间关系,以维持植物群落自身的稳定性。只有这样,才能够有效的提高人工植物群落的减噪功能,以及提升植物群落的负氧离子浓度水平和空

气净化能力,最终为城市居民营造出各种安静、干净、舒适的绿地空间小环境。

### 参考文献

- [1] KIELBASO J. The situation of urban forest management in United States[M]//Ecology planning and management of urban forest. The Netherlands:Spring,2008.
- [2] 顾东江,陈春锋,王宏燕. 黑龙江省生态足迹动态分析[J]. 东北农业大学学报,2008(12):36-41.
- [3] AKIRA M. Restoration of urban green environments based on the theories of vegetation ecology[J]. Ecological Engineering, 1998(5):60-63.
- [4] AKIRA M. Creative ecology: Restoration of native forests by native trees[J]. Plant Biotechnology,1999,16(1):15-25.
- [5] 张岳恒,黄瑞建,陈波. 城市绿地生态效益评价研究综述[J]. 杭州师范大学学报(自然科学版),2010(4):268-271,305.
- [6] 姚中华,徐冬,云鲁平,等. 仿自然式植物群落种植设计初探[J]. 西南园艺,2006,34(2):27-29.
- [7] 周德平,佟维华,温日红,等. 闫山国家级森林公园负氧离子观测及其空气质量分析[J]. 干旱区资源与环境,2015(3):181-187.
- [8] 苏雪痕. 鼎湖山植物群落对广州园林中植物造景的启示[J]. 北京林学院学报,1983(3):46-54.
- [9] 谢春平,方彦,方炎明. 乌冈栎群落垂直结构与重要值分析[J]. 安徽农业大学学报,2011(2):176-184.
- [10] 余树全,冯洁. 夏季不同绿地类型温湿度及空气负离子浓度变化特征研究[J]. 东北农业大学学报,2013(5):66-74.

## Plant Composition and Ecological Function of Artificial and Near Natural Different Plant Communities in Harbin

HU Haihui, WANG Minglu, LIAN Jing

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

**Abstract:** The typical artificial plant community of Harbin Botanical Garden in Heilongjiang Province and the near-natural plant community in Maoer Mountain were taken as the research objects. The related indexes of ecological functions of different plant communities were researched, tested and analyzed which included the plant constitution of different plant community, the effect of noise reduction, air ion concentration and air cleanliness etc. with the method of sample survey and comparative analysis. The results showed that the plant constitution of the near-natural plant community in Maoer Mountain was superior to the urban artificial plant community in terms of the noise reduction effect and air cleaning function. Finally, took the near-natural plant community characteristics in Maoer Mountain as reference in the urban green space construction, the suggestions which the simulation of Harbin urban green space near-natural plant community was put forward, it could improve the ecological function of urban artificial plant community.

**Keywords:** near natural plant community; artificial plant community; species composition; ecological function

## 欢迎订阅 2018 年《大麦与谷类科学》

《大麦与谷类科学》是《中国期刊全文数据库》《中文科技期刊数据库》《中国核心期刊(遴选)数据库》,超星期刊域出版平台全文收录期刊,《中国学术期刊综合评价数据库》统计源期刊,江苏省期刊质量 A 级学术期刊。

《大麦与谷类科学》由江苏省农业科学院主管,江苏沿海地区农业科学研究所主办,是中国作物学会大麦专业委员会与江苏省农学会农作物类科技期刊,内容具有创新性、应用性、系统性、导向性。

本刊主要报道大麦、小麦、水稻、玉米、高粱、燕麦、谷子等禾谷类作物的研究动态和科技进展。

主要栏目有:专家视点(综述报告)、生理与生态、栽培与育种、土肥与植保、贮藏与加工、资源与环境、品种简介、现代大农业、简讯与信息、人物介绍等。主要作者及读者为从事农业科研、农技推广、农业管理人员,以及农业大、中、专院校师生等。

本刊国内外公开发行,国内统一刊号 CN32-1769/S,国际刊号 ISSN 1673-6486。国内每期定价 10.00 元,全年 6 期共 60 元,双月月底自办发行。本刊开展广告业务,四封及插页刊登广告,彩色印刷。

欢迎赐稿,欢迎订阅,欢迎刊登广告,定付稿酬。各项业务请随时直接与本编辑部联系。

网 址: <http://dmkx.cbpt.cnki.net>

公众号: damkx1984

电 话: 0515-88330625

QQ 群: 258784863

电子信箱: damkx@163.com

地 址: 江苏省盐城市开放大道北路 9 号

邮 编: 224002