

城市绿地空间结构对绿地生态场的影响

蔺银鼎, 韩学孟, 武小刚, 郝兴宇, 王 娟, 梁 锋, 梁 娟, 王志红

(山西农业大学科技处, 山西 太谷 030801)

摘要:国内外对城市绿地生态效应的研究主要有以下 3 个特点:一是基于 GIS 技术,在中尺度上(一般以一个城市作为研究对象)开展城市绿地与城市气候的相关分析;二是以绿地斑块为单位,观测比较不同结构绿地内部的小气候效应;三是基于植物蒸腾理论,通过计算绿色生长量估测不同结构绿地内的小气候效应。对自然生态系统的研究表明,城市绿地作为一个开放的生物系统,必将通过系统交换对绿地周围的环境产生影响。绿地与非绿地空间的系统交换过程不仅仅与植物的叶面积指数有关,还要受到绿地斑块的大小、几何形状、植物类型、生长密度与高度及周边环境和气候条件等因素的影响。尽管植物生态场理论的研究侧重对植物群落中个体的空间作用,尤其是相邻植物竞争过程的分析,但其理论构架和计算方法有可能为城市绿地生态效应的研究开辟一条新的路径。试验者在太原市区选择了 6 个不同空间结构的绿地样地。使用温湿度记录仪观测了绿地周边的温湿度变化,并利用植物生态场理论作了分析。提出用生态场强、场梯度和场幅作为城市绿地生态效应的主要评价指标。其中,场强用绿地内侧 5m 处的测试数据与对照的差值来表示。其含义为绿地对周边环境温度或湿度的干扰强度。场梯度是指相邻两个数据的差值。场幅即场影响范围。结果表明,绿地面积、林分和生长量等绿地空间结构因子对绿地的生态场特征都不同程度地产生影响。在其他结构因子相近或相同的条件下,当绿地面积达到一定时,随着面积的进一步增加,绿地降温和增湿的幅度(场幅)有降低的趋势。与片林相比,草坪的增湿效果好于降温效果。分析结果显示,利用生态场理论能够更好地描述城市不同空间结构绿地的生态效应及其差异。

关键词:城市绿地;生态场;降温效应;增湿效应

文章编号:1000-0933(2006)10-3339-08 中图分类号:Q149, Q948 文献标识码:A

Ecological field characteristic of green land based on urban green space structure

LIN Yin-Ding, HAN Xue-Meng, WU Xiao-Gang, HAO Xing-Yu, WANG Juan, LIANG Feng, LIANG Juan, WANG Zhi-Hong (Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China). Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(10): 3339~3346.

Abstract: There are three methods used in the studies of the urban green ecological effects at home and abroad: First, by the support of GIS, the analysis of the relationship between the urban green and urban microclimate was developed in the mesoscale level; Second, taking a city as a unit, the microclimate effects in green land of different features can be surveyed; Third, based on the plant transpiration theory the microclimate effects are surveyed and calculated. The results on studies of natural ecosystem showed that as an open ecosystem, urban green land can affect the environment around green land through the system exchange. The system exchange between the green land and non-green land are not only controlled by the plant leaf surface index but also influenced by the area, geometric distribution, forestry, growth yield of the green land, and the environment and climate factors around the green land. Though the plant ecological field theory places emphasis on the spatial relationship among plants, especially on the analysis of competition between plants, but its theoretical framework and method of calculation will be important to the study of eco-effects of urban green land. Six test sample of different spatial structure were selected in Taiyuan city and the

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30271102);山西省自然科学基金资助项目(20031074)

收稿日期:2005-12-14; **修订日期:**2006-06-15

作者简介:蔺银鼎(1955~),男,山西临汾人,教授,主要从事园林生态与景观规划设计研究。E-mail: sxnd-lyd@sohu.com

Foundation item: The project was supported by National Natural Science Foundation of China (No. 30271102) and Natural Science Foundation of Shanxi Province (No. 20031074)

Received date: 2005-12-14; **Accepted date:** 2006-06-15

Biography: LIN Yin-Ding, Professor, mainly engaged in landscape architecture ecology and design. E-mail: sxnd-lyd@sohu.com

temperature and humidity recorded with a meter. The survey data were analyzed by the plant ecological field theory. Some main targets used to appraise urban green land eco-effects put forward, these targets concerned ecological field intensity, ecological field gradient and domain. Ecological field intensity defined as the difference between the data in green land and the control group. This is defined as the disturbance range that grass land causes toward the environmental temperature and humidity around it. Ecological field gradient means the disparity between two of nearest data. Domain of ecological field expresses the influence extent of the ecological field. The result showed that green land area, forestry and green growing quantity can influence the characteristic to variety agrees on the same or similar condition. When the green land area reached a certain area, the scope of lowering temperature and raising humidity in per unit area became lower with the increases of green area. Comparing with the forestry ecological field, we founded that the effect of raising humidity was better than lowering temperature in turfgrass.

Key words: urban green land; ecological field; lowering temperature effect; raising humidity effect

迄今为止,国内外对城市绿地生态效应的研究有 3 个显著特点:一是基于 GIS 技术,在中尺度上(一般以一个城市作为研究对象)开展城市绿地空间格局与城市气候的相关分析^[1];二是以绿地斑块为单位,观测比较不同结构绿地内部的小气候效应^[2];三是基于植物蒸腾理论,通过计算绿色生长量估测不同结构绿地内的小气候效应^[3]。但是,对自然生态系统的研究结果表明^[4],植物群落作为一个开放的生物系统,必将通过系统交换对绿地周围的环境产生影响。这种交换过程不仅仅受植物叶面积指数的控制,还不可避免地要受到绿地斑块的大小、几何形状、植物类型、生长密度与高度及周边地理和气候条件等因素的影响。与此相比,城市绿地生态系统是一种典型的人工生态群落。其生态过程要比前者复杂得多。显然,现有的城市绿地生态评价理论和评价体系尚无法应对这一难题。

植物生态场理论的研究主要基于对植物群落中个体的空间作用,尤其是相邻植物的竞争过程和结果的分析^[5]。后来的研究者将其逐步扩展为“其生物与生物之间、以及生物与环境之间相互作用形成生态势的时空范围^[6~9]”。王德利将生态场定义为:生物的生命过程与环境相互作用产生的综合生态效应的空间分布^[6]。应该说,植物生态场理论为综合考察城市绿地不同空间结构因子与生态效应之间的关系提供了一种新的思路。

本文基于植物生态场理论,选择太原市区内的不同绿地样地为对象,通过测量不同样地周边的温度、湿度等因子的变化,揭示了绿地和非绿地之间的物理交换特点与规律以及绿地空间结构对其交换过程的影响,描述了不同空间结构绿地生态场的效应带宽度(场效应范围)、效应强度(场势)和场梯度变化。为不同结构城市绿地的生态评价提供了理论参考。对不同生态气候条件下的各类城市开展城市生态规划尤其绿地规划设计无疑具有重要的理论和应用价值。

1 研究方法

1.1 样地基本情况

1.1.1 气候特征 试验在太原市城区进行。该地属北温带大陆性气候,昼夜温差较大,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥,日照充足,无霜期较长。年平均气温 9.5℃,全年日照时数平均 2800h,无霜期平均 160~175d,年降雨量 500mm。由于太原处于三面环山的盆地中,所以受山谷风影响较大。据市郊杨家堡观象台的气象观测,全年盛行偏北风。年平均风速 2.5m/s,春季较大(4 月份平均风速可达 3.3m/s),冬季次之,夏秋季较小。

1.1.2 样地的选择 根据试验目标的要求,在太原市区内选择有代表性的片林和草坪两类绿地作为测试样地。单个样地内的植物生长高度和种植密度基本一致。其中,1 号和 2 号样地的杨树片林平均高度为 15m,种植密度为 3333 株/hm²,平均胸径为 0.18m。3 号样地的槐树片林,平均株高 7.5m,种植密度为 2500 株/hm²,平均胸径为 0.08m。另外 3 个草坪样地的盖度均为 85%,平均高度为 0.08m。绿地周围 20m 内为空旷水泥地面,无任何建筑、水面和其他绿地,20~50m 内无水面、大型绿地和高密度建筑群。绿地的空间结构主要考察了绿地类型、绿地面积和生长高度等指标。样地特征见表 1。

表 1 测试样地的空间结构特征

Table 1 Structure characteristic of the test sample

样地编号 Scale number	绿地类型 Green type	长 Long(m)	宽 Wide (m)	面积 Area(m ²)	生长高度 Growing high(m)
1	杨树林 Poplar woods	94.8	15.5	1469.4	15
2	杨树林 Poplar woods	46.6	22	585.2	15
3	槐树林 Locust woods	80	32.03	2584	7.5
4	草坪 Lawn	111.5	101.5	9045.87	0.08
5	草坪 Lawn	43.5	18.4	741.04	0.08
6	草坪 Lawn	67.86	22.7	1540.42	0.08

1.2 观测方法

1.2.1 观测内容 从绿地内侧 5m 到绿地外侧 20m 范围内的温度和相对湿度。

1.2.2 观测方法

(1) 试验主要利用仪器对不同绿地斑块边缘的温度和湿度变化进行定点测试。每 1 个样地分别在东、南、西(考虑到风向的影响以及仪器因素,未对北向做测定)3 个方向上各确定 1 条与绿地边沿垂直的线段作为测试区段。每一测试区段设 6 个测点,其中绿地内侧设 1 个测点,绿地外设 5 个测点。测量空间高度均为 1.5m。测点间隔 5m。以绿地边缘为零,向内为负,向外为正。每个数据取 20min 内的平均值(每分钟可有 1 个测试数据)。

试验选择晴朗无风或风力小于三级的天气条件作为生态场测试的最佳时段。

(2) 测试仪器采用 Onset 计算机公司生产的 HOBO[®] Pro 系列数据记录仪。需要使用 Onset 计算机公司的 Box Car Pro 3.5 或 Box Car 3.6 或更新的软件和 PC 接触电缆。温度测试精度 $\pm 0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度测试精度 $\pm 3\%$ 。

(3) 测试时间 2004 年 7 月。

1.3 数据处理方法

根据现场所观测到的温湿度数据按下列方法计算生态势、生态场强、生态场梯度和场效应范围等参数。其中:

(1) 考虑到裸地小气候对绿地边缘温湿度的影响,生态势用绿地内侧 5m 处的测试数据(或以此数据与对照的差值)来表示。

(2) 计算场梯度时,如果相邻温度差低于 0.05 视为无差别;湿度差低于 0.5%,视为无差别。

(4) 计算场作用范围时,如果某测点与远离绿地方向上的相邻测点温度或湿度差值等于或小于 0.05(温度)或 0.5%(湿度)时,则该测点与绿地边缘的水平距离即场作用边界。如果某测点与远离绿地方向上的相邻测点温度或湿度差值大于 0.05(温度)或 0.5%(湿度)时,视为场作用范围大于该测点所代表的水平距离。

(2) 对照:指绿地周边 15~20m 以外的空间温湿度(具体距离以不受绿地生态场影响为依据)。

(3) 表内所列数据为 3 个测试方向上 20min 内各点测试数据的平均值。

2 结果与分析

2.1 3 个片林样地生态场效应观测结果分析

片林在城市中占有备受瞩目的重要地位。对处于太原市南城区和西城区的 3 个片林样地的生态场效应进行了初步观测。结果见表 2、表 3 和表 4。

从表 2、表 3 和表 4 所提供的观测结果来看,对于 3 个片林样地,其林地内侧 5m 处的温度分别是 28.2, 29.39 $^{\circ}\text{C}$ 和 30.31 $^{\circ}\text{C}$,分别比照降低 3.31,2.01 $^{\circ}\text{C}$ 和 1.4 $^{\circ}\text{C}$ 。平均降温幅度是 2.18 $^{\circ}\text{C}$ 。就相对湿度而言,3 个林地样本的内侧 5m 处的相对湿度分别是 45.73%,42.17%和 42.8%。分别比对照增加了 7.68%,5.84%和 6.7%。说明不管是降温或增湿,林地所产生的生态效应都是十分明显的。从水平方向上看,林地内侧 5m 处

到林地边沿的温度梯度变化都比较明显,说明越往林地边沿,林地与周围非绿地空间的大气交换程度就越强。随着测点逐渐远离绿地,林地的降温增湿效应逐渐减弱。从3个样地的生态效应差异可以看出,林地的面积、林地类型和植物生长高度都对林地的生态场特征产生影响。其中以林地类型最为显著,以表2和表3为例:尽管2号样地的杨树片林比3号样地的槐树片林面积要小许多,但其生态效应前者明显超过了后者。至于1号样地杨树片林因面积大于2号样地的杨树片林,与生长高度较低的3号槐树片林的生态效应差异就更大了。其次,林地类型相同而面积差异较大的林地,其生态效应也有明显的差异,1号杨树片林与2号杨树片林的观测结果就说明了这一点。

表2 1号样地周边的温湿度效应

Table 2 Temperature and humidity effects around the sample No. 1						
项目 Item	间距(m) Distance	测点 a Point-a	测点 b Point-b	测点 c Point-c	平均值 Average	梯度 Gradient
温度 Temperature (°C)	- 5	28. 31	28. 31	28. 1	28. 20	—
	0	29. 1	29. 5	29. 5	29. 37	0. 87
	5	29. 9	29. 9	30. 71	30. 17	0. 8
	10	30. 31	30. 31	29. 9	30. 01	—
	15	30. 82	30. 85	30. 81	30. 82	0. 81
	20	31. 4	31. 34	31. 38	31. 51	0. 69
湿度 Humidity (%)	- 5	45. 5	44. 9	44. 9	45. 73	—
	0	43. 5	43. 5	44. 4	44. 43	1. 3
	5	39. 6	39. 5	39. 5	39. 53	4. 9
	10	37. 2	37. 7	37. 6	37. 5	2. 03
	15	36. 5	36. 5	37. 0	36. 73	0. 77
	20	36. 1	36. 6	35. 45	36. 05	0. 68

表3 2号样地周边的温湿度效应

Table 3 Temperature and humidity effects around the sample No. 2						
项目 Item	间距(m) Distance	测点 a Point-a	测点 b Point-b	测点 c Point-c	平均值 Average	梯度 Gradient
温度 Temperature (°C)	- 5	29. 39	29. 39	29. 39	29. 39	—
	0	30. 35	30. 47	30. 35	30. 39	0. 62
	5	30. 43	31. 27	30. 40	30. 7	0. 51
	10	31. 1	31. 27	31. 12	31. 19	0. 51
	15	31. 4	31. 7	31. 6	31. 4	0. 38
	20	31. 4	31. 7	31. 58	31. 4	0. 06
湿度 Humidity (%)	- 5	42. 17	42. 18	43. 16	42. 17	—
	0	41. 6	41. 1	41. 5	41. 4	0. 77
	5	39. 5	39. 5	39. 1	39. 36	2. 04
	10	37. 6	37. 8	37. 2	37. 56	1. 8
	15	36. 9	36. 7	36. 9	36. 83	0. 73
	20	36. 0	36. 7	36. 9	36. 33	0. 5

2.1.1 一个草坪样地生态场效应的测试结果分析 草坪,尤其是大面积的草坪是当今城市绿地建设中最受推崇的绿地类型,也是中国绿地建设受西欧风格影响最大的一种绿地模式。关于草坪的比较生态效应越来越受到业内人士的关注。实验对3个种类和生长时间相同但面积不同的草坪生态场效应进行了初步观测。结果表明,对于3个草坪样地,其草坪内侧5m处的温度分别是30.8 °C,31.48 °C和31.87 °C,分别比对照降低1.03 °C,0.83 °C和0.56 °C。平均降温幅度是0.81 °C。就湿度来看,3个草坪样地内侧5m处的相对湿度分别是41.26 %,41.13 %和42.53 %。分别比对照增了5.86 %,5.83 %和3.46 %。说明草坪对绿地周围所产生的降温

和增湿效应是十分明显的。且随着草坪面积的增加,草坪的生态效应随之增强。但是也可以明显看出,无论是降温效应或是增湿效应,草坪都低于片林。但是,与片林相比,草坪的增湿效应高于降温效应。

表 4 3 号样地周边的温湿度效应

Table 4 Temperature and humidity effects around the sample No. 3						
项目 Item	间距(m) Distance	测点 a Point-a	测点 b Point-b	测点 c Point-c	平均值 Average	梯度 Gradient
温度 Temperature (°C)	- 5	30. 17	30. 59	30. 17	30. 31	—
	0	30. 59	31. 01	30. 59	30. 73	0. 42
	5	31. 01	30. 59	31. 21	30. 94	0. 21
	10	31. 37	31. 1	31. 75	31. 41	0. 47
	15	31. 57	31. 57	31. 99	31. 71	0. 3
	20	31. 57	31. 56	32. 0	31. 71	0
湿度 Humidity (%)	- 5	43. 6	43. 1	41. 7	42. 8	—
	0	42. 7	42. 2	41. 3	41. 4	1. 4
	5	38. 3	38. 8	37. 5	38. 2	3. 2
	10	37. 5	37. 5	37. 6	37. 53	0. 67
	15	36. 2	36. 1	36. 1	36. 13	1. 4
	20	36. 1	36. 1	36. 1	36. 1	0. 03

表 5 4 号样地周边的温湿度效应

Table 5 Temperature and humidity effects around the sample No. 4						
项目 Item	间距(m) Distance	测点 a Point-a	测点 b Point-b	测点 c Point-c	平均值 Average	梯度 Gradient
温度 Temperature (°C)	- 5	30. 8	30. 8	30. 8	30. 8	—
	0	30. 8	30. 8	30. 8	30. 8	0
	5	31. 6	31. 66	31. 51	31. 59	0. 79
	10	31. 83	31. 82	31. 87	31. 84	0. 25
	15	31. 83	31. 83	31. 87	31. 84	0
	20	31. 83	31. 83	31. 85	31. 83	- 0. 01
湿度 Humidity (%)	- 5	41. 6	41. 1	41. 1	41. 26	—
	0	40. 2	40. 2	40. 2	40. 2	1. 06
	5	38. 3	38. 3	38. 8	38. 46	1. 76
	10	36. 5	36. 5	36. 5	36. 53	1. 93
	15	35. 5	35. 5	35. 4	35. 46	1. 07
	20	35. 5	35. 4	35. 3	35. 4	0. 06

表 6 5 号样地的周边温湿度效应

Table 6 Temperature and humidity effects around the sample No. 5						
项目 Item	间距(m) Distance	测点 a Point-a	测点 b Point-b	测点 c Point-c	平均值 Average	梯度 Gradient
温度 Temperature (°C)	- 5	31. 43	31. 59	31. 43	31. 48	—
	0	31. 59	32. 01	31. 59	31. 73	0. 35
	5	32. 2	32. 18	32. 16	32. 18	0. 45
	10	32. 31	32. 31	32. 31	32. 31	0. 13
	15	32. 3	32. 32	32. 31	32. 31	0
	20	32. 31	32. 33	32. 3	32. 31	0
湿度 Humidity (%)	- 5	41. 6	41. 1	40. 7	41. 13	—
	0	40. 7	40. 5	40. 3	40. 5	0. 63
	5	37. 1	37. 1	37. 95	37. 4	3. 71
	10	36. 1	36. 1	36. 7	36. 3	1. 1
	15	35. 09	35. 1	35. 7	35. 3	1. 0
	20	35. 09	35. 1	35. 7	35. 3	0

表 7 6 号样地周边的温湿度效应

Table 7 Temperature and humidity effects around the sample No. 6

项目 Item	间距(m) Distance	测点 a Point-a	测点 b Point-b	测点 c Point-c	平均值 Average	梯度 Gradient
温度 Temperature (°C)	- 5	31. 87	31. 85	31. 89	31. 87	—
	0	32. 31	32. 32	32. 31	32. 31	0. 44
	5	32. 43	32. 43	32. 45	32. 44	0. 13
	10	32. 43	32. 43	32. 44	32. 43	- 0. 01
	15	32. 43	32. 44	32. 44	32. 44	0. 01
	20	32. 43	32. 43	32. 43	32. 43	- 0. 01
湿度 Humidity (%)	- 5	42. 4	41. 9	42. 3	42. 53	—
	0	41. 6	41. 1	41. 5	41. 4	1. 13
	5	39. 5	38. 5	39. 5	39. 16	1. 24
	10	39. 3	38. 5	39. 3	39. 16	0
	15	39. 3	38. 5	39. 3	39. 16	0
	20	39. 4	38. 6	39. 2	39. 07	0. 09

2.2 不同结构绿地生态场特征的综合比较与原因分析

2.2.1 不同结构绿地的温度生态场比较分析 表 8 是对 6 个样地温度生态场特征的描述结果。从表中可以明显的看出,在绿地类型相同的条件下,绿地的场强、场梯度和场幅都随着绿地面积的增加而增大。但是在绿地类型差异较大的条件下,场强、场梯度和场幅的变化就不一定与绿地面积成正比。在表 8 中,1 号样地的草坪面积最大,为 9046m²,但其温度生态场强、平均梯度和场幅却都排在 6 个绿地样地的第 4 位,而 1 号样地的杨树片林面积虽然仅有 1469m²,排在 6 个样地面积的第 4 名,但其温度生态场强、平均梯度和场幅都位居第一名。面积最小的 2 号样地的杨树片林,其温度生态场的 3 个指标也都位居第二,远远高于面积比它都大的其它 4 个样地。分析其成因,可能是成年的杨树片林,其地面生长高度达到了 15~20m 左右,一方面植物生长绿量比较大,叶面积综合指数高,通过叶面蒸腾和其他生态途径产生的温度效应就高。另一方面,由于林地的主干部分比较高,又没有灌木草丛生长,空气流通性较好,林地所产生的温度效应更容易与周围的非绿地空间进行交换。所以成年林地对周围环境的影响要大于其它类型的绿地。

在绿地内外系统进行物理交换的过程中,绿地面积和绿地类型都对这种系统交换过程产生影响。其中以绿地的类型对降温所产生的影响最为显著,如表 8 所述,1 号样地的杨树片林面积为 1469m²,温度生态场强超过 3.31 °C,对周围温度的影响范围(场幅)超过 20m。2 号样地的杨树片林面积为 585m²,温度场强达到 2.01 °C,场幅达到 15m。3 号样地的槐树片林温度场强为 1.4 °C,场幅超过 15m。相比之下,3 个草坪样地的场强在 0.5~1 °C 左右,场幅都没有超过 10m。可以看出,尽管面积有所差异,片林的降温效应都明显高于草坪。同时折算成单位场强,片林的温度场强/100m² 分别是 0.23 °C、0.34 °C 和 0.05 °C。除 3 号槐树片林外,分别是草坪的数十倍。随着绿地面积的逐步增大,单位面积的降温效应明显降低。

表 8 不同空间结构绿地生态场(温度)特征

Table 8 Ecological field feature (temperature) of different space structure green land

样地序号 Sample	类型 Type	面积 Area(m ²)	场强 Field strength	场强(100m ²) Field strength	平均梯度 Aver gradient	场作用 范围 Width(m)
1	杨树林 Poplar woods	1469	> 3. 31	> 0. 23	0. 79	> 20
2	杨树林 Poplar woods	585	2. 01	0. 34	0. 42	15
3	槐树林 Locust woods	2584	1. 4	0. 05	0. 35	≥15
4	草坪 Lawn	9046	1. 03	0. 01	0. 21	≤10
5	草坪 Lawn	1540	0. 83	0. 05	0. 19	≤10
6	草坪 Lawn	741	0. 56	0. 07	0. 12	< 10

2.2.2 绿地湿度生态场特征的综合比较分析 从总体上来说,绿地面积和绿地类型都对绿地的增湿效应产生作用。其影响趋势与绿地的降温效应相似(见表 9)。同时,在对 6 个绿地样本的单位增湿效应的分析中,

不难看出,随着样地面积的逐步增大,单位面积的增湿效应明显降低。与林地的降温效应不同,3个草坪样本的增湿效应影响范围(场幅)与降温效应相比明显加大。说明草坪的增湿能力比降温能力高一些。其原因可能是草坪的叶面积指数较高,通风状况较差,加之有一定的腐殖层。因而更利于保持水分。同时又由于草坪上部空间的通透性较好,有利于水蒸气的扩散。而城市片林通常没有灌木和地被植物相伴生长,同时枯枝落叶又被城市环卫工当作垃圾倒掉了。加之由于行人践踏使林下土壤坚实度增加,蓄水能力减弱,相对于降温而言,增湿能力减弱了。

表9 不同类型绿地生态势(湿度)特征

Table 9 Ecological potential (humidity) of different space structure green land						
样地序号 Sample	类型 Type	面积 Area (m ²)	生态势 Ecological potential	生态势(100m ²) Ecological potential	场梯度 Field gradient	场作用范围 Width (m)
1	杨树林 Poplar woods	1469	> 7.68	> 0.52	1.94	> 20
2	杨树林 Poplar woods	585	5.84	1.0	1.17	≥15
3	槐树林 Locust woods	2584	6.7	0.26	1.34	15
4	草坪 Lawn	9046	> 5.86	0.06	1.18	> 20
5	草坪 Lawn	1540	5.83	0.38	1.29	≥15
6	草坪 Lawn	741	3.46	0.47	0.49	≥5

3 结论

(1) 绿地植物的生命活动对周围环境空气温度、湿度都有一定影响范围,即植物的生命活动产生了空间综合生态效应场。如果把绿地和绿地周围的非绿地空间各当作独立的生态系统,那么两个系统之间必然产生物质交换^[7]。以温度为例,以产生场的主体——绿地为中心的综合生态系统产生的相对低温空气流向温度相对较高的非绿地空间系统梯度渗透。在这个交换过程中,绿地面积、绿地类型和植物生长高度等绿地空间结构因子都对其交换过程产生影响。

(2) 在其他结构因子相近或相同的条件下,当绿地面积达到一定时,随着面积的进一步增加,绿地降温 and 增湿的幅度有降低的趋势。其成因可能是随着绿地面积的增大,绿地与周围空间的物质交换面减少,使绿地自身所形成的生态效应在一定的时间内无法与非绿地空间进行有效地交换。与单纯增加绿地面积相比,通过选择生物量较大植物以及合理配置绿地空间结构等措施,注重增加绿地内的植物生长绿量是提高城市绿化生态效益,切实改善城市居住环境的更为有效的途径。

(3) 与片林相比,草坪的湿度生态场作用范围大于温度的,说明草坪的增湿能力比降温能力略高一些。

(4) 分析结果表明,植物生态场理论能够更科学地描述城市不同空间结构绿地的生态效应及其相互之间的差异。

4 讨论

由 Hsin-I Wu 创立的植物生态场理论强调的是植物的分布格局、生长模型、植物生存空间和资源的竞争^[5]过程中的相互作用和相互影响,即生物体之间的生态关系。本文在该理论及其相关研究成果的基础上,扩展了该理论的研究视野,着眼于从种群或群落水平上研究植物群体的综合或叠加效应对周边环境的影响。为了使用上的方便,对原理论的表述和参数计算方法作了一些调整。尤其是参数的计算方法,做了简化处理。从而提高了该理论的实用性。

城市绿地生态场:其含义是绿地生物群落与环境相互作用所形成的影响范围。绿地生态场的特征参数包括生态势、场强、场梯度和场作用范围。各参数的含义和计算方法如下:

(1) 生态势 其含义是植物群落综合影响周围环境的能力。它强调的是植物群落内各个生物个体生态过程的叠加效应及其外在表现即生态流的弥漫范围。城市绿地生态势用 ϕ 表示,具体计算时用绿地边沿(本试验用草地内侧 5m 处的测试数据)的生态效应与对照的差值来表示。单位与所测的生态因子相同。

(2) 场梯度 单位距离的生态势差。它反映的是生态势在生态场的某一点上变化的强弱,单位与所测生态因子相同。其计算公式:

$$G = \frac{\Delta\phi}{\Delta L}$$

式中, G 表示场梯度, 单位是 m 。 ΔL 表示距离, $\Delta\phi$ 表示 ΔL 距离上的生态势差。

(3) 场强 单位面积上通过的生态流。它反映的是生态流的速率。其计算公式:

$$I = -\kappa \frac{\Delta\phi}{\Delta L}$$

式中, I 表示场强, 单位用每平方米通过的生态流表示, 生态流的单位与所测的生态因子相同。 κ 表示不同生态流通过介质时的系数。

(4) 场作用范围 其含义是生物群体的综合作用所形成的生态场的边界或生态势的有效作用范围。在具体计算场作用范围时, 用绿地边沿到生态效应边界值的地面垂直距离来表示, 单位为 m 。

本文仅对城市绿地在温湿度方面的生态效应评价作了尝试。事实上, 凡是具有弥散性的生态因子, 其在绿地周围的时空分布和生态评价都可以使用此方法。

References:

- [1] Lin Y D. Studies on eco-effect of urban green land. Chinese Landscape Architecture, 2003(11): 36~38.
- [2] Zhou Z X, Shao T Y, Tang W P, et al. Different urban green-land spatial pattern and eco-effects. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(2): 187~192.
- [3] Zhou J H. Studies on the green quantities in urban exist environment. Chinese Landscape Architecture, 1998, (5): 61~63.
- [4] Wang J F, Lei R D. Progress on studies to ecotone. Journal of Northwest Forestry University, 2002, 17(4): 24~28.
- [5] Wu H L, et al. Ecological field theory: A spatial analysis of resource interference among plants. Eco-modeling, 1985, 29: 215~242.
- [6] Wang D L. Ecological field —— growing point of physical ecology. Journal of Ecology, 1991, 10(6): 39~43.
- [7] Yang C D. Application of ecological field theory to research of crops. Chinese Journal of Ecological Agriculture, 2002, 10(4): 108~110.
- [8] Shi P L, Li W H. Quantitative methodologies for ecotone determination. Acta Ecologica Sinica, 2002(4): 586~591.
- [9] Deng J M, Wang G X. Eco-manage of the sustainable develop in dry area in China. Science and Technology Review, 2005(7): 51~55.

参考文献:

- [1] 蔺银鼎. 城市绿地生态效应研究. 中国园林, 2003, (11): 36~38.
- [2] 周志翔, 邵天一, 唐万鹏, 等. 城市绿地空间格局及其生态效应. 生态学报, 2004, 24(2): 187~192.
- [3] 周建华. 城市生存环境绿色量值群的研究. 中国园林, 1998, (5): 61~63.
- [4] 王建锋, 雷瑞德. 生态交错带研究进展. 西北林学院学报, 2002, 17(4): 24~28.
- [6] 王德利. 生态场 —— 物理生态学的生长点. 生态学杂志, 1991, 10(6): 39~43.
- [7] 杨从当. 作物研究过程中生态场理论的应用. 中国农业生态学报, 2002, (12): 108~110.
- [8] 石培礼, 李文华. 生态交错带的定量判定. 生态学报, 2002, (4): 586~591.
- [9] 邓建明, 王根轩. 中国干旱区农业可持续发展的生态措施. 科技导报, 2005, (7): 51~55.