

城市景观格局与热岛效应研究进展

刘艳红 郭晋平

(山西农业大学林学院, 太谷 030801)

摘要:概述了城市景观格局和城市热岛效应及城市景观格局对城市热岛效应影响等领域的研究现状,探讨了城市景观格局对城市热岛效应的影响作用,并结合城市景观格局研究中的新领域——景观格局优化,提出了解决城市热岛问题的新思路,即通过优化景观格局来达到缓解甚至消除热岛效应。展望了城市景观格局和城市热岛效应研究领域存在的问题和面临的任务。

关键词:城市景观格局;城市热岛效应;景观格局优化

1 引言

20世纪以来,随着城市化水平的提高,进入城市居住的人口已超过世界人口的一半,并且这种趋势还在继续加快。城市化进程加快不仅意味着人口在城市聚集,更加突出的变化是城市硬质景观扩张及由此造成的植被覆盖面积减少,这已成为近几十年全球范围内城市景观变化的基本特征^[1],快速城市化景观变化还受人类活动方式的影响。城市化进程的加剧以及由此引起的城市景观格局的改变已经导致了城市热岛效应、大气污染和生态失衡等诸多生态环境问题,给人类带来了严重的生存环境危机。其中城市热岛效应已成为影响城市生态环境的重要因素,对城市居民生活质量影响尤为明显^[2]。随着可持续发展思想的逐渐深入,生态环境保护及人与自然的和谐发展正受到越来越多的重视,而城市中用地紧张却不能满足单一的城市绿地面积扩增。因此,在有限的增加绿地面积的同时,合理优化城市景观格局,提高城市生态系统的生态效益就成为改善城市生态环境的重要手段。城市景观格局与城市热岛效应研究成为城市生态学研究中的应用景观生态学原理解决实践问题的重要领域。及时总结研究成果,有利于集中解决重点问题,提高研究水平。为此,本文从城市景观格局、城市热岛效应及城市景观格局对热岛效应影响等领域的研究做了一定的总结,提出解决城市热岛问题的新思路——通过优化城市景观格局来缓解甚至消除热岛效应。

2 城市景观格局研究

景观生态学中的格局(pattern)是指空间格局,

它包括景观组成单元的类型、数目异己空间分布与配置。景观格局通常是指景观的空间结构特征,包括景观组成单元的多样性和空间配置^[3]。

2.1 城市景观格局及其特征

城市区域包括城市建成区、郊区的农村地区以及二者之间的城乡过渡地带。城市是典型的人工景观。城市生态系统是人类在适应和改造自然环境基础上建造起来直接受人类活动控制的特殊生态系统。这一复杂系统的各种生物和非生物要素在空间构成上的分布组合形式,形成了城市景观的格局。从景观结构的空间构成看,城市景观也包括基质、斑块和廊道3大要素。

一般来说,城市区域内某个部分的景观格局特征与其所在位置有关,如建成区与其周边的乡村地区景观格局具有明显差异;城市区域整体的景观格局特征则与城市发展历史和所处发展阶段密切相关。因而从人类活动影响的角度看,城市景观的特征及其演变是在时间和空间2个维度上同时进行的,而且这两者之间还可以相互转化。如城乡交错带在空间上处于城市建成区与临近的农村地区之间,受到来自建成区和农村地区的2种不同动力的共同作用,景观格局的过渡性特征十分明显。

2.2 城市景观格局的研究概况

景观生态学注重研究景观格局与生态学过程的相互关系,城市景观生态的理论研究也主要集中在快速城市化进程中的景观格局和动态变化。

2.2.1 城市景观格局中的基本问题——尺度问题

景观格局与生态过程是城市景观生态学研究的核心内容。景观格局与生态过程中都存在尺度多样性问题,因而尺度成为理解景观格局和生态过程相

互作用的关键,尺度问题成为景观格局研究的基本问题。曾辉等^[4]以珠江三角洲东部地区为例进行了景观格局空间分辨率效应的实验研究,结果表明:(1)工作区内景观格局随分辨率的不断降低出现了显著的变化;(2)斑块数量、周长、景观整体破碎度指数及斑块形状指数为分辨率敏感指数,斑块面积比例、景观多样性、优势度和组分碎裂化指数为分辨率弱敏感指数;(3)工作区内精尺度景观格局研究的分辨率应低于 60 m,粗尺度研究分辨率应高于 240 m^[4]。岳文泽等^[5]应用 GIS 与 RS 技术,对上海的城市景观格局的空间尺度进行了分析,揭示出景观格局具有尺度依赖性规律。但由于理论和方法的限制,目前对景观生态学的尺度研究还不够深入,特别是景观格局对尺度变化响应特征的研究。

2.2.2 城市景观格局的动态

城市景观格局的动态研究包括城市景观格局的形成、变化及其驱动机制,既是城市景观生态学研究的重点,又是城市景观生态规划的基础。国内外学者在这方面进行了大量的研究。曾辉等^[6]以深圳市龙华地区为例研究了快速城市化过程中的景观格局变化的空间自相关特征;徐建华^[7]、高峻^[8-9]、张利权^[10]分别对上海地区的城市景观格局从不同角度进行了研究;田光进^[11]应用 3S 技术进行了海口市景观格局动态演化研究。许多研究表明:在城市区域,人类活动对景观的塑造占绝对优势。地形、气候等自然因素等则退居为景观空间格局成因的背景性因素,在景观格局变化过程中处于相对次要的地位。而城市化过程中的人类活动对景观的强烈改造作用是导致景观结构,特别是近年来景观格局发生显著变化的根本性影响因素;部分学者则进一步提出:高度人工化、高度的时空异质特性、破碎性、不稳定性是城市景观格局最为显著的特征。城市所在区域的自然环境条件,历史文化传统,城市格局的基本骨架——交通系统和城市职能是影响城市格局形成和演变的重要驱动因素^[12]。

2.2.3 城市景观格局的环境效应

城市景观格局的生态学效应研究包括各景观要素的生态学效应和总体格局的生态学效应,重点强调城市景观结构和空间形态城市生态环境的影响(包括环境问题的产生和解决途径)^[13],是城市景观格局研究的重要意义所在。宗跃光^[14]、李维敏^[15]、陈佐等^[16]对城市廊道景观的生态学效应进行了多方面的研究,结果表明,交通干线为主的人工廊道是城市环境的主要污染源,以河流、植被带为主的自然廊道(或称城市绿色廊道)有利于吸收有害气体、释

放氧气、降低和缓解城市污染,改善城市环境问题;在城市景观生态的研究中,绿地受到广泛的重视。许多学者认为,对生态环境影响最大的因素就是绿地景观。张浩和王祥荣^[17]关于城市绿地降低空气中含菌量的生态效应研究,蒋美珍^[18]关于城市绿地的生态环境效应,分别从微观和宏观两方面绿地景观的生态学效应进行了定量研究和概括总结;此外,城市湿地也发挥着对人类和野生动植物都十分重要的生态功能^[19]。现在尽管对城市景观要素诸如斑块(如城市绿地)和廊道(尤其是绿色廊道)的生态意义有了相当的认识,但对其组合形式导致的生态结果仍需进一步研究。城市景观总体格局对生态环境也具有重要意义。贝里于 20 世纪 70 年代研究大气污染与城市形态之间的关系时发现,在同心圆、带状、方格状、环射状和星状等城市形态中,星状城市景观对消除大气污染的效果最好^[20]。但在后来的研究中,对城市景观总体格局的生态学效应的探索还不够深入。

2.2.4 城市景观格局优化

随着景观格局、功能和过程研究的深入,格局优化作为景观生态学新的研究领域被提出。景观格局优化是在对景观格局、功能和过程综合理解的基础上,通过建立优化目标和标准,对各种景观类型在空间和数量上进行优化设计,使其产生最大景观生态效益(生态、经济和社会效益)和实现生态安全。研究的主要内容包括:景观格局优化的理论和方法研究,优化标准和景观管理的研究。韩文权等^[21]通过案例分析发现:多种研究手段的结合、量化研究和景观格局优化评价标准将是格局优化实现的研究方向。但景观格局优化的理论和方法的研究仍然是景观生态学研究难点问题。

3 城市热岛效应研究

城市热岛指城市地区整体或局部温度高于周围地区,温度较高的城市地区被温度较低的郊区所包围或部分被包围的现象。现在城市热岛现象从一般的气象问题已成为影响城市生态环境的一个重要因素。从全球变化的趋势看,由于全球 CO₂ 浓度的增高导致温室效应的加剧,城市热岛效应影响更为严重,尤其对城市居民生活质量影响更为明显^[22]。热岛效应成为大众广泛关注的焦点,各国学者利用多种研究方法对城市热岛效应展开了广泛的研究。

3.1 城市热岛的生态效应

对于城市热岛生态效应(主要指其对城市环境的危害)的研究由来已久。人类很早以前就发现,城

市的大气环境与乡村及山区具有不同的特点,高强度的热岛效应不仅会带来酷热的天气,还会造成各种异常城市气象,如暖冬、飓风及暴雨等,同时还会带来一系列相应的后果,对城市气候、工业生产和居民生活产生很大的影响。

3.2 城市热岛产生的原因

城市热岛产生的原因现在普遍认为,城市热岛效应是指当城市发展到一定规模,由于城市下垫面性质的改变、大气污染以及人工废热的排放等使城市温度明显高于郊区,形成类似高温孤岛的现象。首先,是受城市下垫面特性的影响。城市内有大量的人工构筑物,如混凝土、柏油路面和各种建筑墙面等,其改变了下垫面的热力属性。这些人工建筑物吸热快而热容量小,在相同的太阳辐射条件下,它们比自然下垫面(绿地、水面等)升温快,因而其表面温度明显高于自然下垫面。其次,是人工热源的影响。工厂生产、交通运输以及居民生活都需要燃烧各种燃料,每天都在向外排放大量的热量。此外,城市中绿地、林木和水体的减少也是一个主要原因。随着城市化的发展,城市人口的增加,城市中的建筑、广场和道路等大量增加,绿地、水体等却相应减少,缓解热岛效应的能力被削弱。另外,城市中的大气污染也是一个重要原因。城市中的机动车、工业生产以及居民生活,产生了大量的氮氧化物、二氧化碳和粉尘等排放物。这些物质会吸收下垫面热辐射,产生温室效应,从而引起大气进一步升温。热岛效应促使城市用于机械降温(如空调)的耗能量上升,从而导致温室气体排放大量增加,温室气体排放又直接加速全球变暖,气温进一步上升反过来又加重热岛效应,这两者之间已经形成了恶性循环的关系^[23-24]。

3.3 城市热岛效应的时空分布

城市热岛效应的时空分布是指热岛强度在一定因素的影响下,在时间空间分布上的变化规律。利用定点观测的方法,邓莲堂等^[25]对上海市城市热岛的变化特征进行了初步分析,结果表明,热岛强度日变化明显,一般是夜间热岛效应强于白天;其季节变化亦较显著,平均热岛强度秋冬季节较强,夏季较弱。城市热岛空间分布特征的研究主要是利用遥感数据来分析。很多研究者研究了热岛效应的空间分布与绿地、水体、下垫面介质、人为热、土地利用等要素的关系。周红妹^[26]、丁金才^[27-28]、陈云浩^[29]等以 NOAA 和 TM 数据为基础,分别从不同角度对上海市的城市热岛效应进行了分析研究:上海市市区建成面积、土地利用类型、人为热、风向、风速等都市

化因素对城市热岛响应范围和强度产生影响;上海热岛效应分布特征和上海市的土地利用类型关系;上海市近几年热岛效应强度的变弱和上海市绿地建设的关系,指出城市绿化建设对减缓城市热岛效应具有重要意义;并提出上海市的热岛效应中心位于工业高耗能区^[26-29]。杨霖^[30]利用 NOAA-14 卫星数据反演兰州城市热岛效应特征。张景哲^[31]利用多元统计模型分析了下垫面结构对城市热岛效应的影响,指出城市气温和下垫面结构随季节而变化,绿地的降温作用以夏天最为明显,建筑群的增温作用以冬天夜间最为明显。严平等^[32]研究合肥绿地的降温作用,发现草地与林地树木的冠层可调节底层以及绿地上方气层温度,绿地的降温效果与树木的种类、季节有关,在夏季,绿地具有显著的降温效应。

4 城市景观格局对热岛效应的影响

虽然上述总结未必全面和准确,但也可以说明,经过多年的发展,众多学者分别在城市景观格局和城市热岛效应的研究领域开展了很多卓有成效的研究,取得重大的研究成果,并呈现出良好的发展势头,但对其景观总体格局的生态结果(即不同景观格局对城市热岛效应有何影响)方面的研究不是很多。

国内外的学者就这个问题进行了一些尝试性的探讨。Makoto^[33]对东京城郊街道格局的考察研究表明:向稻田开敞,而且其排列形式使风可以直接吹入的街道,稻田上空凉爽的空气可以伸入到临近的居住区内,居住区内 150 m 范围可起到降温效应;相反,不向稻田开敞以及与风向垂直的街道则没有这种降温效应;现在国内学者开始尝试将遥感技术和景观生态学理论相结合来研究城市热岛效应。马勇刚等^[34]以乌鲁木齐市为例分析了城市景观格局变化对城市热岛效应的影响,利用遥感软件对其遥感影像进行监督分类,得到景观分类和景观格局变化图,运用 Fragstats 软件对景观格局做出定量评价并进行比较发现:(1)城区面积的扩大使城市热岛效应在强度和面积上有加强的趋势;(2)尽管绿地面积变化不大,但其破碎度增加,使城区与绿地相混合程度提高,导致特高温区域面积减少;(3)由于水体斑块数增加,使更大范围的城区在水体影响下局部温度降低,但由于自然水体面积有限,且总体呈减少趋势,使得郊区、水库区域明显增温,与城市中心区域温差逐渐缩小。

总之,城市景观总体格局对热岛效应影响的研究仅仅停留在探索阶段,尤其是对如何优化城市景观格局以达到缓解甚至消除城市热岛效应的研究只

是做了一些定性的描述,仍有大量的工作需要深入。

5 城市景观格局对热岛效应影响研究中存在的问题和面临的任务

5.1 城市景观格局对热岛效应影响研究中存在的问题

如前所述,城市景观总体格局对热岛效应影响的研究仅仅停留在探索阶段,有大量的工作需要深入。概括起来,存在的问题主要表现在以下几个方面。

(1)城市景观格局的研究中关于概念和理论的分析探讨占绝大部分,基础研究工作不足。这使得景观格局生态学意义不够明确,以致在景观生态学研究无法阐明景观格局与功能间的关系,限制了研究工作的进一步深化。

(2)城市景观格局的生态学意义没有得到足够的重视。现阶段的研究大多数侧重于基于景观指数的格局分析,但是生态学意义经常被忽视。城市热岛效应方面的研究也是集中于城市热岛的分布及其危害等方面,而未探讨城市景观格局对城市热岛形成和强度的影响,进而通过优化景观格局达到缓解或消除城市热岛效应。

(3)研究方法尚待完善和普及。在城市景观格局和热岛效应的研究中,主要应用遥感(RS)和地理信息系统(GIS)技术提取数据源。但地理信息系统技术的强大空间分析和表现能力没有在研究中发挥应有的作用,在阐明景观空间格局及其动态变化的数量化分析方法中应用仍很有限;没有形成一套统一的能够反映城市景观特征,并与景观功能相联系的景观分析指标和分析方法;在城市热岛效应的研究中,遥感(RS)和地理信息系统(GIS)技术也主要用于地形特点和热岛区域的提取,并且很大程度上受到气象条件的影响。

5.2 城市景观格局对热岛效应影响研究中面临的任务

上述问题的存在,并不说明城市景观格局对城市热岛效应的影响甚微,反而说明,这一研究领域有许多问题需要科技人员共同努力去解决。随着城市景观格局优化理论和实践的研究深入,为解决城市热岛以及其他的城市生态环境问题提供了一个新的思路。为此,城市景观格局对城市热岛效应的研究工作应着重从以下几方面开展。

(1)加强基础和应用基础研究,即对景观格局变化的驱动力、景观过程和效应关系、景观结构与功能的关系进行深入定量研究,使景观格局与生态功能之间有明确的量化关系,从而更加准确地认识景观

格局的生态意义。

(2)加强景观生态学研究与气象学、地理学和环境科学等相关学科研究的结合,重视景观生态学的应用研究,将景观生态学的研究成果与其他学科中的实际问题(如城市热岛效应)相联系,运用生态学的手段解决现阶段日益严重的环境问题。

(3)加强遥感与野外观测的结合,为各项研究工作的开展提供更加准确的数据源;重视新技术、新方法在研究中的应用,充分运用地理信息系统(GIS)的强大功能,努力提高研究水平。

(4)加强数值模拟在城市热岛效应中的应用,通过可压缩流体的动力学方程和欧拉型的浓度扩散方程,建立相应的地表模型,运用CFD软件得到对应模型的温度场和压力、速度场^[35],从而更有效地分析城市热岛效应的成因。

参考文献

- [1] 陈昌笃. 中国的城市化及其发展趋势[J]. 生态学报, 1994, 14(1): 84-89.
- [2] 彭少麟, 周凯乙. 城市热岛效应研究进展[J]. 生态环境, 2005, 14(4): 574-579.
- [3] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 北京, 高等教育出版社, 2000: 8-20.
- [4] 曾辉, 郭庆华, 刘晓东. 景观格局空间分辨率效应的实验研究——以珠江三角洲东部地区为例[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 1998, 34(6): 820-826.
- [5] 岳文泽, 徐建华, 谈文琦. 城市景观格局的空间尺度分析[J]. 生态科学, 2005, 24(2): 102-106.
- [6] 曾辉, 江子瀛, 孔宁宁, 等. 快速城市化景观格局的空间自相关特征分析——以深圳市龙华地区为例[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2000, 36(6): 824-831.
- [7] 高峻, 宋永昌. 上海西南城市干道两侧地带景观动态研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12(4): 605-609.
- [8] 高峻, 宋永昌. 基于遥感和GIS的城乡交错带景观演变研究——以上海西南地区为例[J]. 生态学报, 2003, 23(4): 805-813.
- [9] 徐建华, 梅安新, 吴建平, 等. 20世纪下半叶上海城市景观镶嵌结构演变的数量特征与分形结构模型研究[J]. 生态科学, 2002, 21(2): 131-137.
- [10] 张利权, 吴建平, 甄彧, 等. 基于GIS的上海市景观格局梯度分析[J]. 植物生态学报, 2004, 28(1): 78-85.
- [11] 田光进, 张增祥, 张国平, 等. 基于遥感与GIS的海口市景观格局动态演化[J]. 生态学报, 2002, 22(7): 1028-1034.
- [12] 李伟峰, 欧阳志云, 王如松, 等. 城市生态系统景观格局特征及形成机制[J]. 生态学杂志, 2005, 24(4): 428-432.
- [13] 赵振斌, 包浩生, 马荣华, 等. 城市格网化及其景观生

- 态效应研究——以西安市为例[J]. 地理科学, 2001, 21(5): 433-438.
- [14] 宗跃光. 廊道效应与城市景观结构[J]. 城市环境与城市生态, 1996, 9(3): 21-25.
- [15] 李维敏. 广州城市廊道变化对城市景观生态的影响[J]. 地理学与国土研究, 1999, 15(4): 76-80.
- [16] 陈佐. 城市公路交通对生态环境的影响[J]. 铁道劳动安全卫生与环保, 2001, 28(1): 3-8.
- [17] 张浩, 王祥荣. 城市绿地降低空气中含菌量的生态效应研究[J]. 环境污染与防治, 2002, 24(2): 101-103.
- [18] 蒋美珍. 城市绿地的生态环境效应[J]. 浙江树人大学学报, 2003, 3(1): 29-32.
- [19] 刘红玉, 吕宪国, 张世奎. 湿地景观变化过程与累积环境效应研究进展[J]. 地理科学进展, 2003, 22(1): 60-70.
- [20] Berry, B J L, Gillard Q. The changing shape of metropolitan America, commuting patterns[M]//Urban fields and decentralization processes, 1960-1970. Cambridge, MA: Ballinger Publishing Company, 1977.
- [21] 韩文权, 常禹, 胡远满, 等. 景观格局优化研究进展[J]. 生态学杂志, 2005, 24(12): 1487-1492.
- [22] 彭少麟. 全球变化与可持续发展[J]. 生态学杂志, 1998, 17(2): 32-37.
- [23] 杨士弘. 城市生态环境研究[M]. 广州: 中山大学出版社, 1991: 64.
- [24] 赵可新. 城市热岛效应现状与对策探讨[J]. 中国园林, 1999, 15(66): 44-45.
- [25] 邓莲堂, 束炯, 李朝颐. 上海城市热岛的变化特征分析[J]. 热带气象学报, 2001, 17(3): 273-208.
- [26] 丁金才, 张志凯, 奚红, 等. 上海地区盛夏高温分布和热岛效应的初步研究[J]. 大气科学, 2002, 26(3): 412-420.
- [27] 周红妹, 周成虎, 葛伟强, 等. 基于RS与GIS的城市热场分布规律研究[J]. 地理学报, 2001, 56(2): 189-197.
- [28] 周红妹, 丁金才, 徐一鸣, 等. 城市热岛效应与绿地分布的关系检测和评估[J]. 上海农业学报, 2002, 18(2): 83-88.
- [29] 陈云浩, 李晓兵, 史培军, 等. 上海城市热环境的空间格局分析[J]. 地理科学, 2002, 22(3): 317-322.
- [30] 杨霖. 利用NOAA-14卫星反演兰州城市热岛效应特征的研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2001.
- [31] 张景哲, 刘启明. 北京城市气温与下垫面结构关系的时相变化[J]. 地理学报, 1988, 43(2): 159-168.
- [32] 严平, 杨书运, 王相文, 等. 合肥城市热岛效应强度及绿化效应[J]. 合肥工业大学学报, 2000, 23(3): 348-352.
- [33] Makoto Y, Robert D, Yoshitake K, et al. The cooling effect of paddy fields on summertime air temperature in residential Tokyo, Japan[J]. Landscape and Urban Planning, 2001, 53(1/2/3/4): 17-27.
- [34] 马勇刚, 塔西甫拉提·特依拜, 黄粤, 等. 城市景观格局变化对城市热岛效应的影响——以乌鲁木齐市为例[J]. 干旱区研究, 2006, 23(1): 172-176.
- [35] 张凯杨, 许春晓, 崔桂香, 等. 城市热岛成因及其对污染物扩散影响的数值模拟[J]. 气象与环境学报, 2007, 23(3): 10-14.

Advance in study on urban landscape pattern and heat island effect

LIU Yanhong GUO Jinping

(College of Forestry, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801)

Abstract: The recent research progresses on urban landscape pattern and heat island effect as well as the influence of urban landscape pattern on heat island effect were summarized. According to the development of urban landscape pattern——landscape pattern optimization, some new thoughts to resolve urban heat island effect were brought forward. That is to say, urban heat island effect could be reduced or removed by landscape pattern optimization. Finally, the existing problems and the tasks of urban landscape pattern and heat island effect in the future were discussed.

Key words: Urban landscape pattern; Urban heat island effect; Landscape pattern optimization