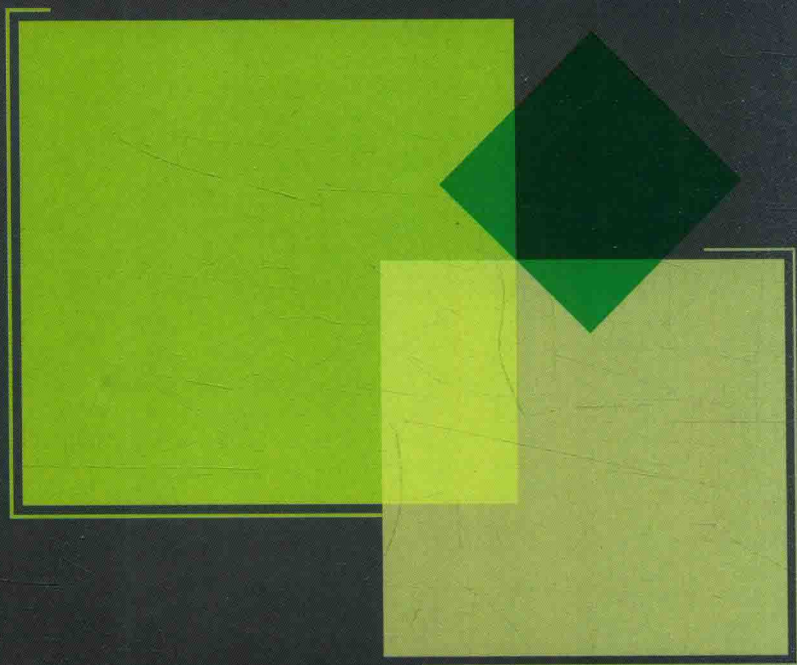




社区绿化数量化评价研究成果

SHEQU LÜHUA DE SHENGTAI XIAOYI JIQI PINGJIA

社区绿化的生态效益及其评价

董丽 皮定均 编著

中国建筑工业出版社

社区绿化数量化评价研究成果

社区绿化的生态效益及其评价

董 丽 皮定均 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

社区绿化的生态效益及其评价/董丽, 皮定均编著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2016. 5
ISBN 978-7-112-19447-6

I. ①社… II. ①董…②皮… III. ①社区-绿化-生态效应-效
益评价 IV. ①S731.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 102274 号

责任编辑: 兰丽婷

责任设计: 王国羽

责任校对: 李欣慰 张 颖

社区绿化的生态效益及其评价

董 丽 皮定均 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 10 $\frac{3}{4}$ 字数: 215 千字

2016 年 5 月第一版 2016 年 5 月第一次印刷

定价: 38.00 元

ISBN 978-7-112-19447-6

(28700)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

城市是人类群居生活的高级形式，是人类走向成熟和文明的标志。然而近一个多世纪以来，城市化的快速发展却带来了越来越严重的生态危机，直接影响到人类的可持续发展。园林是伴随着城市发展出现的产物，城市园林绿化的核心功能正是通过人工栽植绿色植物，一方面给居民提供舒适、美观的生产、生活和休憩环境，同时作为城市绿色基础设施的重要内容，通过植物的各项生命代谢活动在一定程度上改善城市恶化的生态环境。因此园林绿化对提升人居环境质量具有重要意义。

一个城市高质量绿地的建设及维护，需要社会全方位的参与。除了政府相关的法规、政策和专业部门的规划、设计、施工及建成后的管理，调动全社会各方力量，比如土地权属单位、责任单位及居民个体树立生态环保理念，提升生态文明素养，爱护绿地并自觉地参与到维护城市绿化成果中来，才能从根本上维持好绿化的成果继而提升城市绿化的水平。如何全方位调动社会力量，则需要通过城市管理的路径来实现。

人类伴随着城市的发展，也在不断地探索着高效的城市管理手段。依托计算机、网络技术、3S技术等应运而生的“数字城市”、“智慧城市”的概念和在世界范围内迅速开展的实践，已经为当代城市的发展产生了巨大的影响。我国在城市的信息化和数字化方面也进行了广泛的实践，取得了显著的成效。北京市朝阳区在这一过程中也不断探索，建立了基于数字化管理的全模式社会服务管理系统——“朝阳模式”，以无缝隙管理、合作治理、智能化管理为原则，以信息驱动管理法、网格化管理法、标准化管理法、精细化管理法、闭环控制管理法等构成的基于信息驱动的监督指挥、绩效管理和行政问责体系的系统管理方法，先后将消防安全、食品安全、社会保障、人口管理、单位管理、房屋管理、地下空间管理等纳入管理系统，并在此基础上向城市管理的纵深层面和精细程度发展，在关乎城市健康与城市风貌的城市绿化管理方面进行了卓有成效的探索。

2006年，受朝阳区城市管理监督指挥中心委托，北京林业大学开始了朝阳区社区绿化数字化管理的研究。其目的—是数字化城市管理的绿化基础数据库的建设，二是建立社区绿化量化的评价体系，为精细化的绿化管理提供依据，并期望借助于数量化的评价，推进各级政府管理部门、社区绿地的各责任主体及社区居民个体对全区、各社区、门前三包范围等绿化整体情况从不同层级上能进行全

面的了解和掌握,并实现以评促建,以评促管。

基于此,研究团队从城市绿地的基本构成特征及其应发挥的复合功能效益出发,首先构建了三个层级的评价体系。在该体系中,绿地基本构成如绿地的面积、绿化覆盖率、物种多样性和绿量的指标等,是一个城市绿化质量的基础,是绿化的各项功能效益发挥的基础,将其作为指标体系中的第一部分;景观效益和生态效益是城市绿化建设的根本目标,因此也被列入到评价体系中;最后,如何让绿地得到可持续的发展,维护其高质量,则需要良好的管理保障,制度和技术是管理的核心。考虑到本项目的特色,管理制度和技术的保障最终应体现在植物生长的状态这一客观的形象上,因此将植物生长指标也纳入到管理指标中,作为评价体系中的一个重要板块。这一评价体系即全面涵盖了城市绿地的基本构成、功能效益,又将管理的相关要素考虑进来,不仅全面,而且服务于城市管理的要求,具备良好的可操作性。

基于此评价体系,首先进行了社区绿化评价体系的建构、评价方法的研究和最终设计,并依托评价同步开展了绿化基础数据的收集,完成了数字城市的绿化基础数据库的建设。基础数据的采集和评价工作在朝阳区城市管理监督指挥中心的指导下,在北京林业大学的专业支持下,由北京前程图胜科技有限责任公司完成。评价系统 2007 年开始运行。项目进行过程中,又进行了基础数据实时更新的技术研究,不仅实现了绿化的量化评价,而且可以实时更新基础数据和评价结果。

2013 年,项目组开始进行生态效益评价的研究,按照前期构建的评价体系,进行了降温增湿、滞尘、降噪等 6 项生态效益指标的评价及评价方法的研究。考虑到生态效益评价所需的条件和技术复杂、工作量大及需要专业人员进行等问题,为了使得评价系统能具有更好的可操作性,更能有针对性地服务于城市管理的需求目标,研究在依据绿化指标的生态效益各指标研究的基础上,进行量化的评价;同时在对大量样点实测研究的基础上,将生态效益和绿化指标之间建立回归方程,使得各项生态效益的指标可以随着绿化指标的更新进行更新,简化了生态效益评价的技术流程,提升其可操作性。

对城市绿化在社区层面上进行量化的评价的工作,一方面让使得各级管理部门更好地掌握城市园林绿化的基本情况,真正做到精细化的管理并为正确的决策奠定坚实的基础,更为重要的是借助朝阳区数字城市的管理平台,使百姓从一个真实精准的角度确实了解自己生活的环境中绿地的基本情况及其各项效益,既是科学普及和生态文明教育的良好依托,也激发居民重视绿化,爱绿护绿的积极性和热情,真正实现“以评促建、以评促管”,正契合了现代城市管理需要激发社区居民自治的发展方向。

社区绿化数量化评价体系的完成,标志着朝阳区的绿化管理发生了质的飞

跃。尤其值得一提的是，朝阳区在新型社会服务管理的实践中，倡导引入市场机制，通过政府与企业、非政府组织合作的途径提供公共服务。具体到本项目，基于政府在城市管理方面对于社区绿化精细化和科学化管理的需求，依托高校的科研力量和专业优势进行相关技术的研发，同时通过市场机制将企业引入到项目相关的“生产环节”，例如基础数据的采集和更新、数量化评价的软硬件系统的开发等。也正是这样一种合作方式，才保障了项目的高效和顺利实施。基于项目的开发，科研单位不仅将已有知识和成果应用到实践中，而且依托项目的研究实现了人才培养和社会服务的双重效益。更为重要的而是，管理平台向社会开放提供的海量数据也同时为相关领域的科研奠定了良好的基础，具有巨大的潜在社会效益，真正实现了“政用产学研”的创新合作，是践行社会服务管理的“合作治理”又一成功案例。

当然，一个系统的建设也是不断完善的过程。此次我们将绿化评价和生态效益评价的相关成果分别编纂成册，《社区绿化的数量化管理》主要是介绍对朝阳区的社区绿化进行数量化评价的标准设计、基础数据采集方法、评价方法及评价结果示例等内容；《社区绿化的生态效益及其评价》则首先对国内外研究绿化生态效益的成果进行了综述，期望对于政府管理者、绿化建设者和普通居民提供有关绿化生态效益的相关知识，在此基础上，将我们对朝阳区社区绿化生态效益评价的方法、结果等进行了总结。这一成果的付梓出版，一方面是对项目阶段性的总结，同时也抛砖引玉，期待同行的批评指正，以便更好地完善系统，也期望借此推动全社会关注城乡绿化，并探索有效的管理途径以促进生态环境的建设。

项目进行过程中，北京市朝阳区城市管理监督指挥中心的各级领导和各部门的同志们不仅进行了全面指导，更是为研究的顺利开展承担了各个层面的协调和保障工作。北京前程图胜科技有限责任公司总经理王中胜在项目进展和成果的编纂过程中在数据资料的提供等方面给予大力支持。北京林业大学园林学院自2006年始多届研究生参与该项目，包括郝培尧、张凡、马越、胡森森、夏冰、乔磊、李冲、廖胜晓、晏海、周丽等，参与生态效益评价的有范舒欣、郭晨晓、张皖清、祝琳、王超琼、李晓鹏、齐石茗月、韩晶、蔡好等，其中范舒欣、李晓鹏、郭晨晓、张皖清、祝琳、齐石茗月、韩晶、蔡好等在书稿的写作过程中也做了大量的工作。书稿出版过程中，中国建筑工业出版社责任编辑兰丽婷倾力支持，在此表示衷心感谢。

文中引用前人的相关研究成果，我们都试图一一标注，若有遗漏，敬请赐教并致谢忱。文中错误不当之处，期待读者批评指正。

目 录

前言

第 1 章 绿化的生态效益	1
1.1 绿地与绿化	1
1.2 绿化的功能	2
1.3 绿化的生态效益	6
1.4 国内外相关研究进展	8
第 2 章 绿化的夏季降温效益	13
2.1 城市热岛效应	13
2.2 植物降低温度的原理	14
2.3 不同植物种类对环境温度的影响	16
2.4 不同群落结构对环境温度的影响	18
2.5 不同绿地特征对环境温度的影响	20
2.6 通过绿化提高社区夏季降温效益的途径	21
第 3 章 绿化的增湿效益	24
3.1 “城市干岛”与“城市湿岛”	24
3.2 绿化增加环境湿度的原理	25
3.3 不同植物种类对环境湿度的影响	25
3.4 不同群落结构对环境湿度的影响	28
3.5 不同绿地特征对环境湿度的影响	29
3.6 通过绿化提高增湿效益的途径	31
第 4 章 绿化的滞尘效益	33
4.1 城市空气污染	33
4.2 植物的滞尘功能	39
4.3 滞尘能力评价指标	41
4.4 不同植物种类的滞尘效益	43

4.5	不同绿地空间结构与绿地率的滞尘效益	47
4.6	通过绿化提高绿地滞尘效益的途径	48
第5章	绿化的降噪效益	50
5.1	城市噪声污染	50
5.2	园林绿地降噪的基本原理	53
5.3	植物种类对降噪效益的影响	55
5.4	绿地特征对降噪效益的影响	59
5.5	环境因素对降噪效益的影响	60
5.6	通过绿化提高绿地降噪效益的途径	62
第6章	绿化改善大气微生物的效益	64
6.1	空气微生物与人体健康	64
6.2	空气微生物的变化特征与监测	69
6.3	绿化改善大气微生物的原理	71
6.4	不同绿化情况对空气微生物的影响	72
6.5	通过绿化改善空气微生物水平的途径	74
第7章	绿化的负离子效益	76
7.1	空气负离子与人体健康	76
7.2	空气负离子与环境清洁度	78
7.3	绿化增加空气负离子浓度的机理	79
7.4	不同绿化情况对空气负离子浓度的影响	80
7.5	通过绿化提高空气负离子水平的途径	83
第8章	绿化的其他生态效益	86
8.1	吸收有毒有害气体	86
8.2	固碳释氧	87
8.3	改良土壤	90
8.4	保护生物多样性	93
8.5	滞纳雨洪、净化水质	94
第9章	北京市朝阳区社区绿化生态效益评价方法研究及标准设计	97
9.1	绿化生态效益评价在社区管理层面的重要性	97
9.2	社区绿化生态效益评价体系与标准构建原则	101

9.3	社区绿化生态效益评价体系构建	102
9.4	社区绿化生态效益评价指标的确定	103
9.5	社区绿化生态效益评价方法研究	105
9.6	社区绿化生态效益评级标准设计	120
9.7	社区绿化生态效益估算方程可靠性验证	121
9.8	朝阳区 11 个样本社区绿化生态效益评价示范	125
9.9	朝阳区社区绿化生态效益评价结语	130
第 10 章	北京市朝阳区社区绿化生态效益评价的意义及展望	131
10.1	北京市朝阳区社区绿化生态效益评价的意义	131
10.2	北京市朝阳区社区绿化生态效益评价的展望	132
参考文献		135
附录		151
附录 A	朝阳区社区绿化生态效益实测工作表	151
附录 B	朝阳区社区绿化生态效益估算统计表	152
附录 C	项目相关科研成果	153

第 1 章 绿化的生态效益

随着城市化的快速发展,城市人口急剧增加,城市规模不断扩大,导致城市生态环境遭到越来越多的人为破坏,极大地改变了城市近地面的物质与能量平衡,引发了众多环境问题。其中,城市热岛效应、大气污染等问题近年来表现十分突出,引起了人们的广泛关注。城市绿地作为城市建设中重要的绿色基础设施,在城市生态系统中具有自净能力和自动调控能力。绿地或城市植被在维护城市生态平衡和改善城市生态环境方面,发挥着其他基础设施不可替代的作用(张英杰等,2004),是城市生态系统的重要组成部分,具有诸多有益的生态服务功能。绿地可以通过植物的光合、蒸腾、蒸散、吸收、吸附、反射、分泌等功能,对其周围环境实现固碳释氧、降温增湿、抗污滞尘(Cl_2 、 SO_2 、 CO 、粉尘等)、降噪抑菌、提高负氧离子含量、涵养水源、改善土壤等生态效益(苏泳娴等,2011;张岳恒等,2010),在改善城市生态环境,创造适宜的人居环境方面发挥着十分重要且不可替代的作用。不仅如此,城市绿地还具有防灾避险、科普游憩等社会服务功能,尤其是在节能减排方面的贡献可以转化为良好的经济与社会效益。

1.1 绿地与绿化

绿地作为植被生长、占据、覆盖的地表和空间,是指配合环境创造自然条件,种植乔木、灌木和草本等植物而形成一定范围的绿化地面或区域。城市绿地有狭义和广义之分。广义上的城市绿地包括园林绿地和农林生产绿地等,狭义是指被赋予一定功能与用途的绿化空间。

城市绿地系统的组成因国家不同而各有差异,但总的来说,其基本内容是一致的,包括了城市范围内对改善城市生态环境和生活条件具有直接影响的所有绿地。如日本的城市绿地系统由公有绿地和私有绿地两大部分组成,内容包括公园绿地、运动场、广场、公墓、水体、山林农地、寺庙园地、公用设施园地、庭园、苗圃试验用地等。美国城市绿地主要分为行道树和公园绿地(张岳恒等,2010)。英国城市绿地主要包括公共公园、共有地、杂草丛生的荒地以及林地(Pauleit & Breuste, 2011)。在我国 1999 年和 2000 年制定的国家标准 and 行业标准中规定,城市绿地是以植被为主要存在形态,用于改善城市生态,保护环境,

为居民提供游憩场地和美化城市的一种城市用地。根据我国建设部《城市用地分类与规划建设用地标准》(GB 50137—2011)的规定,绿地与广场用地(G类用地)包括公园绿地(G1)、防护绿地(G2)和广场用地(G3)三个中类。而在《城市绿地分类标准》(CJJ/T 85—2002)中,城市绿地被分成了五个大类,G1为公园绿地,指向公众开放,以游憩为主要功能,兼具生态、美化、防灾等作用的绿地,包括综合公园、社区公园、专类公园、带状公园和街旁绿地五个中类;G2为生产绿地,是指为城市绿化提供苗木、花草、种子的苗圃、花圃等圃地;G3是防护绿地,指城市中具有卫生、隔离和安全防护功能的绿地;G4是附属绿地,即城市建设用地中绿地之外的各类用地中的附属绿化用地,包括居住绿地、公共设施绿地、工业绿地、仓储绿地、对外交通绿地等八个中类;G5为其他绿地,是指对城市生态环境质量、居民休闲生活、城市景观和生物多样性保护有直接影响的绿地,包括风景名胜区、水源保护区、郊野公园、森林公园、自然保护区、风景林地、湿地、垃圾填埋场恢复绿地等。目前这一绿地分类标准在行业中被广泛使用,为城市规划、景观规划设计、园林绿化等提供了合理有效的参考依据。

绿化是一个在生产实践过程中产生的词语,它主要是指栽种植物以改善环境的活动,包括国土绿化、城市绿化、道路绿化、社区绿化等方面。“绿化”一词起源于苏联,是“城市居住区绿化”的简称,在中国约有50年的历史。绿化是园林的基础,其注重植物栽植和实现生态效益的物质功能,同时也含有一定的“美化”意义。绿化通常包括种树、栽花、种草,有狭义与广义之分。在广义上,绿化即指全国乃至大地的绿化,囊括了城乡、山河绿色环境的保护与恢复以及人工种植大片的树木和花草;狭义的绿化是指在城市或某些特定区域种植绿色植物的行为,它与城市建筑、园林建筑相统一。绿化的本质是崇尚自然、回归自然,但其又是人工对自然的再造,因此绿化是经人工艺术再创造的自然美(俞宗明,2009)。随着城市化进程的不断扩张,城市化率不断提高,园林绿化行业也在稳步成长。

从城市管理者与普通城市居民的角度出发,绿化是一个范畴相对更广,含义也更为宽泛的词汇,更具有实用性与普遍性。为了更好地契合北京市朝阳区城市管理监督指挥中心所开展的系列绿化基础评价,以及伴随着社区绿化生态效益评价等工作的开展,在本书中,我们可以认为绿化与绿地,在城市管理的范畴下,其含义及其所描述的事物是一致的。

1.2 绿化的功能

1.2.1 实用功能

绿化为人们提供了舒适、有益身心的活动场所。随着经济的高度发展,城市

里高楼林立,汽车尾气、工厂排放等使空气质量严重下降,人们离自然越来越远,工作压力的增大更易使人产生疲惫感与紧张感,各种环境诱发的疾病与日俱增,人们越来越关注良好环境的营造和身心健康的保持。通过种植园林绿化植物,可以为人们提供一个舒适、安静、放松的休憩空间。城市居民不仅可以在其中运动、休闲、举办活动,也可以互相交流。美好的绿化效果,不仅可以满足人们的观赏需求,其产生的负氧离子还对人们的健康有益,这也为清晨锻炼身体提供了一个很好的环境,为城市居民提供了活动乐园与幸福之地。值得一提的是近些年流行起来的康复花园,它对人们的生理和心理健康及恢复有非常重要的作用,可帮助病人尽早恢复健康、减轻使用者的压力、改善其生理和心理状况(杨欢等,2009),已逐渐应用到综合医院等医疗机构的附属花园、疗养院、康复中心、纪念园等花园设计中。

绿化赋予了绿地承载防灾避险的功能,在出现突发情况时,为疏散居民和度过危险期提供了场地保障。我国人口众多,地域广阔,自然地理环境较为复杂,灾害发生较多,城市防灾公园承担着避难场所、避难通道、急救场所、灾民临时生活的场所、救灾物资的集散地、救灾人员的驻扎地、倒塌建筑物临时堆放场等多种功能,在抵御灾害发生后引发的二次灾害和避灾、救灾过程中,均发挥着极其重要的作用(李景奇和夏季,2007)。

此外,在公路绿化中,乔、灌、草、花不同的种植方式和配置形式也具有一定的实用功能,如通过绿化种植来预视或预告公路前方的线性变化,以引导驾驶人员安全操作,提高快速行驶下的交通安全等(王连和韩树文,2009)。

1.2.2 美化功能

城市充满了建筑僵硬、冰冷的线条,好比一片灰色的水泥森林。运用科学合理的艺术手段将不同类型的植物搭配在一起,对美化城市具有重要的作用。首先,植物群体对城市起到装饰和美化作用。大量具有自然气息的绿色植物种植在城市中,柔和了僵硬的水泥森林、丰富了建筑群体的轮廓线,并可遮蔽丑陋的不雅之物,美化公园、广场、街道和市中心,成为城市一道亮丽的绿色风景线,愉悦人们疲惫的视觉感官。其次,不同花色、花期,不同高矮、株型的植物互相结合与补充,可增添趣味并延长绿化主体的观赏期,从不同层次、不同角度和不同时期上达到美化人居环境、美化市容的目的。再次,绚丽多彩的园林植物与功能各异的园林建筑小品、不同庆典节日主题等相结合,既点缀了城市重要的节点空间,丰富了景观、增添了生机,更烘托、美化并营造了特定场所或节日的氛围。最后,由于不同的气候特点和环境条件,不同地区本土生长的植物具有各自的特点,独具风情与韵味,大江南北婀娜多姿、丰富多彩的植物群落将不同地区的景观空间浓缩与艺术化,进而形成某地区特有的风景。或绿树成荫或百花齐放,或春去秋来或雨雪阴晴,一幅幅彩色画卷令人目不暇接、缱绻流连,共同装点着人

类和其他生物赖以生存的这颗蓝色星球。

1.2.3 文化功能

从城市景观的构成分析来看,园林绿化常渗透到其他人文结合的城市景观中,并创造性地反映出园林绿化独有的特色,对历史文化遗存的保护产生了积极的作用,是体现文脉特色和独有风貌特色的一项重要建设。1992年世界遗产委员会第16届大会正式提出了“文化景观”(cultural landscape)的概念,将绿化的文化功能提升到了一个新的高度,进而一种结合人文与自然,侧重于地域景观、历史空间、文化场所等多种范畴的遗产对象丰富了人们对历史遗产的认识。总体来看,园林绿化渗透于人文景观所被赋予的文化功能主要体现在以下五个方面,分别代表着不同的文化内涵与景观类型。(1)彰显了特定历史时期不同地域的园林艺术风格与成就,例如苏州园林、清东陵、明十三陵等;(2)作为重要历史事件的见证或记录了相关历史信息的建筑遗址及地段遗址,例如圆明园,其代表着重要的社会文化意义,甚至高于其艺术成就和功能价值;(3)由使用者的行为活动所塑造出的空间场所,记载了历史城镇中进行的相关文化活动和仪式,代表着文化习俗在空间中的沉积,例如南京夫子庙庙前广场、安徽棠樾村牌坊群等;(4)展示历史的演变和发展、延续相应的社会职能,如历史村落、街区等,其由一组历史建筑、构筑物和周边环境组成,形成自发生长的聚落景观;(5)在大尺度上强调相关历史遗产之间的文化联系,如名胜区、文化路线等(李和平和肖竞,2009)。文化景观不仅是人类文化遗产的重要组成部分,也是当前和未来历史遗产保护的一个重要发展方向,而这其中,无处不渗透着绿色植物的倩影,甚至许多本身就是园林绿地。

随着园林绿化建设的不断发展与进步,也将唤起人类对生态和环境保护的重视,使人们在受益于绿化的过程中懂得爱护大自然。园林绿化的文化功能及其内涵覆盖多个领域,并将社会、文化和美学等联结起来,例如,文人墨客寄情于古典园林所创作的诗词歌赋在文学领域有极其重要的意义,画家、作家常从园林绿化和自然中吸取灵感,其创作的作品也在提升大众环保意识和科普教育方面有重要作用。从另一方面来看,园林绿地也为文化活动、科学活动的宣传提供了场地,丰富了人们的文化生活,起到科普教育的功能,达到陶冶大众情操、提高人类整体文化素质的目的,促进精神文明的发展。由此可见,园林绿化促进了人文景观的形成,并且有利于实现人与环境和谐共处这一绿化的终极目标。

1.2.4 生态功能

城市园林绿化在城市生态建设中被称作“城市的肺脏”。国内外城市园林绿化建设的实践和研究均已表明,城市内部的绿化在维持生态系统功能和改善城区环境方面具有非常重要的作用。

绿化具有维持城市生态系统平衡、保障生态系统良好运作的功能。首先,绿

化组团为许多野生动植物提供了生息繁衍的场所，成为其栖息地，进而保证了生态系统的稳定和平衡，保障了城市的生物多样性和生物链的正常运转。其次，植物不仅为土壤微生物、食草动物等提供了生长环境，也为土壤中的分解者提供了营养元素，还具有减少地表径流、涵养水源等诸多生态功能，促进了生态系统的物质循环和水循环（图 1-1）。

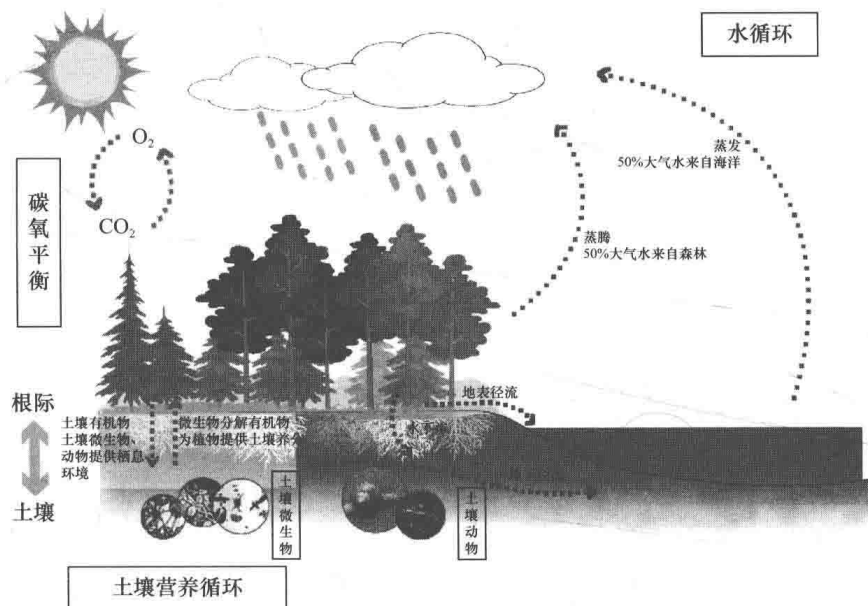


图 1-1 绿化维持城市生态系统平衡

绿化具有改善和调节城市环境的功能。绿化可以调节气候，具有降温增湿的效益，对于缓解城市热岛效应有显著的效果。城市中心因人口稠密，形成了严重的热岛效应，城市园林绿地中植物本身的蒸腾作用能消耗许多热量，诸多研究表明，植物通过叶片蒸发水分，达到调节湿度的功效，为人类创造了舒适的生活空间。不仅如此，绿化树种在夏季也能为行人和游客阻挡直射的阳光，防止西晒、降低风速，提高了环境舒适度；绿色植物可以固碳释氧、滞尘杀菌，使绿化具有净化空气的功能。随着城市人口的高度集中，工业和交通业的发展，排放的废气越来越多，不仅影响了环境质量，更损害了人们的身体健康，植物通过光合作用吸收二氧化碳释放氧气，达到净化空气的作用。植物对二氧化碳之外的其他有毒气体也具有吸收和吸附、滞纳作用，进而改善环境，促进城市生态的良性循环。物质能源的迅速消耗致使雾霾、酸雨等恶劣空气污染问题愈发严重，地表扬尘、工业排放、生物质燃烧等过程产生了大量严重危害人体健康的大气颗粒物，而植物正是城市颗粒污染物的重要过滤体，其通过滞留、附着和黏附三种方式滞纳粉尘，有效地降低了大气颗粒物的含量。通过绿化还可杀灭空气中有害的微生物、

增加空气负离子的浓度，为人类健康提供了保障。除此之外，绿化还间接地具有减弱噪声的功能。城市工业高速发展的同时带来了大量噪声，而绿化林带可阻挡噪声的传播或者通过树叶的微振将噪声不同程度地消耗，成为减弱城市噪声的“消声器”（姜庆娟，2013）。园林绿化植物盘根错节的根系起到了紧固土壤、固定沙土石砾的作用，可以防止水土流失、山塌岸毁，保护自然景观。例如，1953年日本的一次大暴雨，在有竹林的长崎县福岛等地受灾就较轻，而在无树木竹林的石宅山下和农田等损失严重（俞宗明，2009）。绿化在降解有机污染物等方面也有显著效果，具有改良和修复土壤的作用。植被还具有拦截雨水、延缓径流等功效，使园林绿地成为调节城市雨洪的主要载体。近几年，随着城市水患问题的加剧，园林绿地在滞纳雨洪、净化水质中的生态价值也逐渐引起了广泛的重视（图 1-2）。

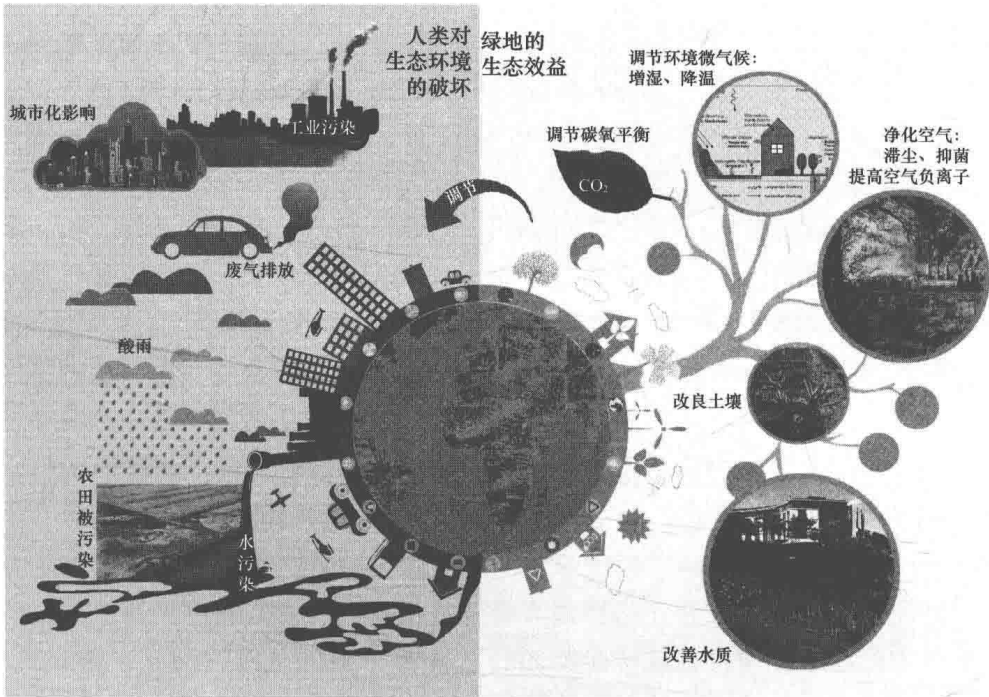


图 1-2 绿化改善和调节城市环境

1.3 绿化的生态效益

在中国古典园林的植物配置中，人们关注的是植物的观赏特性、空间的塑造、文化寓意以及植物配置与诗情画意、建筑物的结合等方面。随着城市化进程的加快以及城市环境的恶化，城市管理者、规划设计师、相关学者等逐渐意识到

园林绿地作为唯一具有生命力的“绿色基础设施”在缓解和改善环境问题中的功能,从而更加注重植物群落的营造以及生态效益的发挥,并运用生态途径来进行园林绿化规划设计。可以看出,园林绿化的目的和意义从古至今发生了巨大的变化,其具有的功能和评判标准也在随之而变。如前所述,绿化在改善和提升城市环境等方面具有诸多生态功能,并且不可替代,受到了学术界甚至城市管理建设者的广泛关注。近年来,城市化进程中各种环境问题的恶化也提升了民众保护环境的意识,城市居民不仅仅关心城市环境的绿化和美化效果,还更加关心城市绿地带给人的精神的愉悦和身体的健康,尤其是各地“生态园林城市”建设工作的纷纷展开,将绿化所具有的生态功能上升到了一个新的高度,这些功能为人类乃至整个生态系统带来了许多显著的生态效益。

生态效益的概念源于生态系统所具有的功能,而园林绿地使这些功能在城市中得以延续。生态系统功能分为自身运转功能和为人类提供服务的功能,自身运转功能包括物质循环、能量流动、信息传递和演替过程等;为人类提供服务相关的生态功能,是目前生态系统功能研究的重点和热点。土地利用的转变和城市化的扩展带来了诸如热岛效应、大气污染、土壤污染、水污染和生物多样性丧失等一系列的环境问题。城市绿地是城市生态系统的重要组成部分,发挥着重要的生态功能,为城市提供了诸多的生态服务,我们将其称之为绿化的生态效益。生态效益是利用生态系统的自我调节能力和生态系统之间的补偿作用,提高物种的再生能力,维持和改善人类赖以生存、生活和生产的自然环境以及生态系统的稳定性,使人们从中得到环境整体性的效益(田国行等,2001)。在我国,不同专家学者就生态效益的概念做出了相应的概括总结。早期,有学者提出生态效益是生态系统影响所及范围内,对人类有益的全部效益。它包括生命系统提供的效益、环境系统提供的效益、生命系统与环境系统相统一的整体效益,也包括由上述客体提供的物质和精神方面的效益。经济效益只是在生态系统的全部效益中,被人们开发利用的那部分效益,即表现为经济的那部分效益。

城市绿地生态效益是指园林植物在城市生态系统中对自然环境的保护与修复作用,包括美化城市、固碳释氧、涵养水源、调节气候、降温增湿、净化空气、滞尘杀菌、降低噪声污染、增加负氧离子和促进生物多样性等一系列有益的功能。许多研究证明,不同植物种类之间具有明显的生态效益差异,将城市园林植物作为城市植被整体来发挥其生态功能效益,以求为城市创造优质的生活游憩环境,不断完善人居环境建设,是城市发展建设所追求的主要目标之一。但是,国内的城市建设者近几十年来正面临着一个新的问题,一方面上至决策者、下至城市居民都在关注城市绿地的建设和使用;另一方面伴随着城市规模的日益扩大,城市土地的升值速度也愈来愈快,城市绿地的建设成本也就愈来愈高。解决上述矛盾,众多研究者认为应该依靠已有的理论成果及科技力量,在有限的绿地面积

上,最大化生态效益,也就是尽可能地提高单位绿地面积的生态效益。这一共识的确立,将会极大地推动城市绿地生态效益的研究进程。

1.4 国内外相关研究进展

伴随生态城市概念的提出,建设与发展城市绿地所具有的生态意义与环境价值已经越来越多地受到人们的重视。目前,国内外针对城市绿地生态效益的研究已经逐渐成为景观生态学、城市园林生态学以及环境科学等学科的研究热点。开展生态效益分析,可以确切地估价植被对环境加以改善的作用和程度,同时为政府建设和管理城市绿地(生态补偿制度和补偿额等)提供参考依据和指导建议,这将更加有利于发展和保护城市生态系统。

目前,针对城市植被的生态效益研究仍处于起步阶段,相关研究开展较早也较为深入的国家有苏联、美国、日本等。20世纪50年代末期,苏联先后提出一系列针对涵养水源、改善气候的生态效益评价方法。此后自20世纪70年代开始,国内外诸多学者就城市绿地消减城市热岛效应、维护城市生态系统平衡、提升城市生物多样性等相关领域开展了广泛的研究。

1.4.1 改善热岛效应调节小气候研究进展

国外对森林改善热岛效应和调节小气候的研究起步较早。早在18世纪,国外就开始了森林生态效益的研究。德国人H. V. 卡洛维茨于1713年提出要重视森林环境效益,“没有森林人类将陷入贫困与匮乏”。19世纪30年代初开始出现关于植物能改善环境的报道,20世纪50~60年代得到大力发展;1962年R. 卡逊出版的《寂静的春天》、1972年D. L. 米都斯出版的《增长的极限》,使人们开始关注森林生态,重视森林的生态效益。关于林地改善小气候的研究是国外最早关于绿地生态效益的研究。19世纪30年代初,Howard(1833)最早指出城市温度高于郊区,并分析了原因,这是国际上最早的绿化生态功能的报道。100年后,在20世纪30年代,德国的Tollnew首次在维也纳作了城市广场、街道和林荫路等几种不同地区沿线昼夜温度观测,发现林荫路等绿化较好的地区昼夜温度比广场要低,说明绿化有明显的降温效益。20世纪50年代,苏联进行了绿色植物改善城市热环境的研究,他们最早发现公园与花园内的空气含尘量比城市广场低。1972年德国Buge的试验证明一株树每年蒸发 5m^3 水,每公顷森林每年产生 $28 \times 10^{12}\text{J}$ 的降温效益。树木由于树冠吸收和反射太阳辐射,使到达树冠下面的光照强度大大减弱。1993年,日本通过测定植物单位叶面积蒸腾强度及计算潜热消耗量,得出植物对气温的改善能力的差别,此项研究是较早将效益评价由定性转向量化的报道。

在国内,北京最早于1950年代开始进行林地与气温关系的研究。1970年代