



城市生态系统健康评价 理论、方法与案例

..... 苏美蓉 杨志峰/著



科学出版社

城市生态系统健康评价： 理论、方法与案例

苏美蓉 杨志峰 著



科学出版社

北京



北航

C1721156

X21
91

内 容 简 介

面对一系列城市生态环境问题,亟需系统诊断城市生态系统健康状况、识别关键影响因素,以打破发展困局、改善城市生态环境质量。本书基于城市生态系统健康的重要特征构建了其评价理论框架;引入生命体理念建立了城市生命力指数,基于对各种生态流的统一核算提出了健康能值指数,分别从外在状态和内在过程反映城市生态系统健康状况;引入集对分析构造最优评价集,通过与最优评价集的贴中度反映城市生态系统健康相对状况;并开展了时空维度的案例研究;最终形成了涵盖理论基础、技术方法和案例研究的城市生态系统健康评价体系。

本书可供环境科学、城市生态等领域专家学者,环境管理、城市生态规划等专业高校师生及地方政府管理人员借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

城市生态系统健康评价:理论、方法与案例/苏美蓉,杨志峰著. —北京:科学出版社,2014.3

ISBN 978-7-03-039743-0

I. ①城… II. ①苏… ②杨… III. ①城市环境-环境生态学 IV. ①X21

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第023294号

责任编辑:张震/责任校对:张怡君

责任印制:赵德静/封面设计:无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年3月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2014年3月第一次印刷 印张:10 插页:4

字数:200 000

定价:68.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

作为人类的生产生活中心,城市在一片繁荣兴盛景象的背后,也遭受到大气污染、水质恶化、能源匮乏、垃圾围城、生态破坏等各种生态环境问题的困扰。这些生态环境问题已严重限制了城市的可持续发展,并影响到居民的身心健康和全面发展。改善城市生态环境、提高城市生态系统健康水平成为国家和区域安全发展的迫切需求以及城市居民的关注焦点。城市生态系统健康评价将有效整合城市内各要素,综合诊断城市生态系统健康状况,识别限制城市健康发展的瓶颈因子,为系统实施城市生态规划与调控、从全局角度提高城市生态系统健康水平提供科学指导。

本书主要从理论框架、技术方法、案例研究三方面系统总结了城市生态系统健康评价的系列研究成果。理论基础包括第1、2章:第1章在总结现有研究进展及尚待研究问题的基础上,明确提出了主要研究内容,统领全书;第2章总结了城市生态系统健康重要特征,从出发根本、支撑理论、关注要素、表现载体四方面构建了城市生态系统健康评价理论框架,直接指导后续章节研究。技术方法包括第3、4、5章:第3章引入生命体理念到城市生态系统健康评价中,构建了城市生命力指数,从宏观层面直观反映城市生态系统健康的外在表征状态;第4章采用能值分析统一核算城市中的物质、能量、信息等各种生态流,构建城市生态系统健康能值指数,从相对微观的内在代谢过程层面反映城市生态系统健康状况;第5章鉴于城市生态系统健康的不确定性,引入集对分析方法,将多个健康指标系统合成一个与最优评价集的相对贴近度,简单明了地反映城市生态系统健康相对状况。案例研究包括第6、7、8、9章:第6章从时间维度动态模拟与评价了北京市1986~2005年城市生态系统健康的变化趋势;第7、8、9章从空间维度分别开展了多个典型城市生态系统健康水平相对比较、某城市生态系统健康水平空间分布、多个城市群生态系统健康水平相对比较的研究,在分析案例城市生态系统健康特征的基础上,提出了相应

生态调控与管理建议。最后，第10章归纳总结了全书内容，在概括理论基础、技术方法和案例研究的基础上，形成了城市生态系统健康评价研究体系，并提出了未来研究的发展趋势。

本书作者多年来一直致力于城市生态系统健康研究，结合在参与完成国家重点基础研究发展计划（“973”计划）课题——“城市生命体的生态特征及演变机理研究”（No. 2005CB724204）、世界银行支援项目“中国典型城市生态市规划”过程中的科研积累，完成了博士论文《城市生态系统健康指数及其集对分析》。本书即以该博士论文为基础，并吸收了相继被资助的国家自然科学基金项目（No. 40901269, No. 41371482）、国家创新研究群体基金项目（No. 51121003）、中央高校基本科研业务费专项资金资助项目等最新研究成果，最终整理提炼而成的。在此，对在攻读博士学位期间和工作以来一直给予我巨大帮助的北京师范大学环境学院陈彬教授致以深深的谢意；对在我成长过程中一直给予无私帮助和支持的东北师范大学的尚金城教授、王宁教授、马逊风教授、袁星教授等，北京大学的陈国谦教授、徐福留教授等，北京师范大学的沈珍瑶教授、崔保山教授、刘静玲教授、裴元生教授、刘新会教授、徐琳瑜教授、张妍教授、赵彦伟博士、张力小博士、刘耕源博士等，一并表示诚挚的谢意；也对北京师范大学环境学院路卫卫在文献整理和插页设计等方面，以及王沐丹、郑颖在文献校对和图表核查等方面的辛勤工作表示真诚的感谢。

总之，本书总结了多年来的系列研究成果，涵盖了理论基础、技术方法与案例研究，是一本相对系统和全面的研究论著，可为相关管理者、研究者提供一定借鉴。但由于作者水平和经验有限，书中难免存在疏漏和有待商榷之处，还敬请各位读者批评指正。

苏美蓉

2013年9月

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 城市生态系统健康研究的紧迫性	(2)
1.1.1 时代背景	(2)
1.1.2 现实诉求	(3)
1.1.3 理论需求	(4)
1.2 城市生态系统健康评价的重要作用	(5)
1.3 城市生态系统健康评价研究进展	(6)
1.3.1 评价指标	(7)
1.3.2 评价模型	(10)
1.3.3 评价实例	(12)
1.3.4 有待进一步研究的问题	(14)
1.4 本书主要内容	(15)
参考文献	(16)
第2章 城市生态系统健康评价理论框架	(21)
2.1 城市生态系统特征	(22)
2.2 城市生态系统健康定义	(23)
2.2.1 生态系统健康定义	(23)
2.2.2 城市生态系统健康相关定义	(25)
2.3 城市生态系统健康标准	(27)
2.3.1 生态系统健康标准	(27)
2.3.2 城市生态系统健康相关标准	(27)
2.4 城市生态系统健康重要特征	(28)
2.5 城市生态系统健康评价框架	(29)
2.5.1 出发根本	(30)
2.5.2 支撑理论	(30)
2.5.3 关注要素	(31)
2.5.4 表现载体	(31)
参考文献	(32)

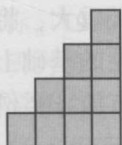
第3章 城市生命力指数	(35)
3.1 城市生命体	(36)
3.1.1 比拟思想	(36)
3.1.2 城市生命体概念的引入	(37)
3.2 城市生命力指数框架	(38)
3.3 城市生命力指数解析	(39)
3.3.1 评价指标体系	(39)
3.3.2 指标解释	(41)
参考文献	(44)
第4章 城市生态系统健康能值指数	(46)
4.1 能值理论简介	(47)
4.1.1 能值相关概念	(47)
4.1.2 能值意义	(48)
4.1.3 能值分析基本程序	(49)
4.2 能值与城市生态系统健康	(52)
4.2.1 能值与城市生态系统	(52)
4.2.2 能值与城市生态系统健康关系	(53)
4.3 城市生态系统健康能值指数解析	(54)
参考文献	(56)
第5章 基于集对分析的城市生态系统健康评价	(60)
5.1 集对分析方法简介	(61)
5.2 城市生态系统健康评价与集对分析	(62)
5.3 城市生命力指数的集对分析方法	(63)
5.3.1 评价模型	(63)
5.3.2 基本评价步骤	(66)
5.4 城市生态系统健康能值指数的集对分析方法	(67)
5.4.1 评价模型	(67)
5.4.2 基本评价步骤	(67)
参考文献	(68)
第6章 北京市生态系统健康水平多年变化分析	(70)
6.1 基于城市生命力指数的分析	(71)
6.1.1 城市生命力指数动态评价	(71)
6.1.2 城市生命力分指数结果浅析	(73)
6.1.3 借鉴集对思想的城市生命力指数描述	(75)

6.2 基于城市生态系统健康能值指数的分析	(79)
6.2.1 城市生态系统健康能值指数动态评价	(79)
6.2.2 城市生态系统健康能值分指数结果浅析	(80)
6.2.3 借鉴集对思想的的城市生态系统健康能值指数描述	(84)
6.3 城市生命力指数和生态系统健康能值指数比较	(86)
参考文献	(88)
第7章 多个城市生态系统健康水平比较	(89)
7.1 不同城市的生活力指数综合评价	(90)
7.1.1 城市生命力指数的集对分析结果	(90)
7.1.2 城市生命力分指数的集对分析结果浅析	(96)
7.1.3 借鉴集对思想的的城市生命力指数描述	(101)
7.2 不同城市的生态系统健康能值指数综合评价	(103)
7.2.1 城市生态系统健康能值指数的集对分析结果	(103)
7.2.2 城市生态系统健康能值分指数的集对分析结果浅析	(108)
7.2.3 借鉴集对思想的的城市生态系统健康能值指数描述	(113)
7.3 城市生命力指数和生态系统健康能值指数比较	(115)
参考文献	(116)
第8章 城市生态系统健康水平空间分布	(117)
8.1 城市生态系统健康水平空间分布研究方法	(118)
8.1.1 基本研究思路	(118)
8.1.2 基本程序	(119)
8.1.3 主要模型	(119)
8.2 研究区概况	(120)
8.2.1 自然地理位置	(120)
8.2.2 社会经济发展	(120)
8.2.3 资源环境特征	(120)
8.2.4 土地利用现状	(121)
8.3 研究结果	(122)
8.3.1 城市子系统健康水平相对情况	(122)
8.3.2 城市生态系统健康水平空间分布	(124)
8.3.3 城市生态系统健康影响因子分析	(125)
参考文献	(126)
第9章 多个城市群生态系统健康水平比较	(127)
9.1 城市群生态系统健康评价方法	(128)

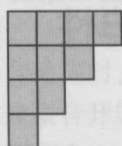
9.1.1	基本思路	(128)
9.1.2	基本程序	(128)
9.1.3	主要模型	(129)
9.2	研究区概况	(129)
9.3	城市群生态系统健康评价结果	(130)
9.3.1	城市群生态系统健康水平相对情况	(130)
9.3.2	城市群生态系统健康模式	(131)
9.3.3	城市群生态调控建议	(133)
参考文献.....		(134)
第10章 主要研究结果及展望		(135)
10.1	主要研究结果总结.....	(136)
10.1.1	理论基础.....	(136)
10.1.2	技术方法.....	(136)
10.1.3	案例研究.....	(137)
10.1.4	研究体系.....	(140)
10.2	研究展望.....	(140)
参考文献.....		(141)
附录.....		(142)
附录1	能量系统符号语言	(143)
附录2	深圳市相关表格	(145)

彩图

第 1 章



绪 论



- 1.1 城市生态系统健康研究的紧迫性
- 1.2 城市生态系统健康评价的重要作用
- 1.3 城市生态系统健康评价研究进展
- 1.4 本书主要内容

在生态系统健康成为生态系统管理手段与目标的时代背景下，鉴于城市生态环境问题日益突出，城市生态系统健康研究具有必要性和紧迫性。而作为基础理论研究与应用实践的联系纽带，城市生态系统健康评价的研究意义重大，将指导和服务城市生态规划与调控。在总结现有研究进展及尚待研究问题的基础上，明确了本书将围绕城市生态系统健康评价问题，从理论框架、技术方法、案例研究三方面展开讨论。

1.1 城市生态系统健康研究的紧迫性

1.1.1 时代背景

20 世纪六七十年代，当人们得意于自己改造自然的强大能力、满足于社会物质财富的极大增长、受益于科学技术的飞速发展时，卡逊《寂静的春天》（*Silent Spring*）、罗马俱乐部《增长的极限》（*Limits to Growth*）、沃德和杜波斯《只有一个地球——对一个小行星的关怀和维护》（*Only One Earth: The Care and Maintenance of a Small Planet*）等理性思辨却沉重地向人们敲响了警钟。认真审视，人们赫然发现地球已悄然发生了变化，环境污染、资源短缺、生物多样性减少、生态退化——地球生病了，地球在呻吟。当地球的生命支持系统受到胁迫时，其对人类的服务功能也大大减弱，并对人类生存产生潜在威胁（Vitousek et al., 1997; Rapport et al., 1998; The H. John Heinz III Center for Science, Economics, and the Environment, 2002）。面对这种胁迫，人类开始重视生存环境的可持续性问题，重视保护和恢复地球生态系统的健康。此时，传统的关于生态系统管理的理论与方法已显落后，需要针对生态系统已不健康的事实，整合研究人类活动、社会组织、自然系统及人类健康等社会、经济和生态问题，寻求各要素多赢模式及可持续发展之路。在这种背景下，生态系统健康研究得以产生并迅速发展。

到 20 世纪 80 年代末，生态系统健康已成为全球生态系统管理的新目标与手段，被许多学术组织所青睐。首先，一些与生态系统健康研究相关的国际学会组织，如生态恢复学会（Society for Ecological Restoration, SER, 1988 年）、国际生态经济学会（International Society for Ecological Economics, ISEE, 1988 年）、国际水生生态系统健康与管理学会（Aquatic Ecosystem Health and Management Society, AEHMS, 1989 年）、国际环境伦理学会（International Society for Environmental Ethics, ISEE, 1990 年）、国际生态工程学会（International Ecological Engineering Society, IEES, 1993 年）、国际生态系统健康学会（International Society for Ecosystem Health, ISEH, 1994 年）先后成立。其次，各种以生态系统健康为主题

的研讨会也相继召开。1990年10月和1991年2月,分别在美国马里兰和华盛顿召开了专门针对生态系统健康的主题会议,并确立生态系统健康为环境管理的目标。1996年,ISEH在丹麦哥本哈根组织召开了“第二届国际生态系统健康学研讨会”,认为生态系统健康学在处理21世纪复杂环境问题的挑战中是最充满希望的。1999年8月,“国际生态系统健康大会——生态系统健康的管理”将“生态系统健康评估的科学与技术”列为核心问题之一。2002年6月,以“健康的生态系统与健康的人”为主题的学术研讨会在美国华盛顿组织召开。

与此同时,生态系统健康评价的实践工作也积极推进,如1996年加拿大和美国政府联合开展的大湖地区生态系统健康状况的评价(陆凡,2003)、加拿大国际发展研究中心(International Development Research Centre, IDRC)实施的“人类健康的生态系统方法”计划(Shear, 1996)、2001年6月联合国“千年生态系统评估”项目(Sub-global Assessment Selection Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment, 2001)等。这些都标志着生态系统健康已作为生态系统管理的目标与手段而被人们所重视和向往。在2005年的“千年生态系统评估”成果发布会上,专家指出:1955~2004年,人类对生态系统的影响比任何时期都要快速和广泛,而生态系统服务功能的退化在未来50年内将进一步加剧^①,这尤其提高了人们对生态系统健康问题的关注度。

1.1.2 现实诉求

单纯从统计数据来看,城市就无可争议地是地球家园中极其重要的一员。自工业革命以来,世界城市化进程不断加快,城市化水平已从20世纪初的12%达到20世纪末的50%以上,经济发达国家更是达到70%~90%(谭业庭,2003;陈宗团等,2004)。1950~2007年,世界城市人口已由7.49亿人(郭志仪和李娟,2008)增加到33亿^②,增加了约3.4倍。而据联合国预测,2007~2050年,世界城市人口将继续从33亿人增加到64亿^②。

就功能而言,城市更是人类社会发展与进步的关键所在。从时空观来看,城市这个社会-经济-自然复合生态系统是人类生产和生活活动的集中地;从本质来看,城市是经济实体、社会实体、科学文化实体和自然实体的有机统一体(马世骏和王如松,1984)。城市历来是人类社会财富的主要创造者、拥有者和消费者,它既是人类生存的主要场所,又是人类发展的重要基地。工业革命后,城市更是成为国家(区域)的政治中心、产业发展中心、科学技术中心、金融中心、信

^①http://www.most.cn/kjbgz/200503/t20050331_20283.htm。

^②<http://www.un.org/zh/development/population/urbanization.shtml>。

息中心、人才中心、综合服务中心、文化中心等（胡廷兰，2005）。谁都不会否认，城市已成为人类生存与发展的中心以及物质文明和精神文明的荟萃之地，在推动人类社会进步的历程中发挥着越来越重要的作用。毋庸置疑，保持城市生态系统健康对实现人类社会的可持续发展具有重要意义。

那么，城市生态系统健康状况又如何呢？事实是，我们不得不遗憾地承认，城市化进程在带来物质文明和经济发展的同时，也使城市成为了各种生态环境问题集中爆发的区域。快速的经济增长、高度工业化、大规模资源消费和能源利用等问题，产生了巨大的生态环境压力，城市生态系统正经受着水资源短缺、水质恶化、大气污染、交通拥堵、垃圾肆虐、生态破坏、居民健康水平下降等问题的困扰。这些问题在发展中国家表现得尤为突出。以中国为例，全国 669 座城市中有 400 座供水不足，110 座严重缺水^①；对 500 个城市的统计结果表明：50 个城市的水环境功能区水质达标率长期低于 50%，290 个城市的环境空气质量无法达到国家环境空气质量二级标准，有 119 个城市甚至超过了三级标准（马建华，2012）。

这些严峻的生态环境问题，已严重限制了城市的可持续发展，并影响到居民的身心健康和全面发展。广东省 2011 年的一项民意调查表明，有 21% 的大城市居民和 16% 的地级市居民认为环境污染对其身体健康产生了不良影响，并且有 48% 的大城市居民和 41% 的地级市居民认为这种影响很严重^②。改善城市生态环境、提高城市生态系统健康水平已成为民众关注的焦点和追求的目标。这种情势下，城市生态系统健康研究就显得更加必要和紧迫。

1.1.3 理论需求

经过众多学者（如 Hutton, 1788; Clements et al., 1929; Leopold, 1941; Woodwell, 1970; Barrett, 1976; Odum, 1979; Ulanowicz, 1986; Schaeffer et al., 1988; Rapport, 1989, 1992; Costanza et al., 1992; Mageau et al., 1995）长时间的努力，针对自然生态系统健康的研究已日趋成形，这为城市生态系统健康的发展奠定了一定理论基础。

同时，正如 Steedman（1994）在总结生态系统健康应用研究时指出的那样，“生态系统健康原理还没有被从事这方面研究和管理的专家正式说明，也不完整。生态系统健康的概念还没有与一系列实用技术联系起来”。Wrona 和 Cash（1996）也认为，生态系统健康概念并没有对生态系统管理人员提供有价值的实际信息，例如，管理者并不知道在评价和管理生态系统时，应该提出什么问题，使用什么

^①<http://finance.sina.com.cn/g/20060104/01562245726.shtml>。

^②<http://www.c-por.org/index.php?c=news&a=baogaodetail&id=667&pid=5>。

工具。加之城市生态系统的复杂性，以及城市生态系统健康日益受到威胁的现实状况，相应地，迫切需要在理论上也加强城市生态系统健康研究，为城市生态系统管理者提供有力工具，指导现实问题的解决。

传统的单要素分析因未考虑要素间的影响关系，故而不能客观反映系统的真实状况，也不能满足现实的城市管理需求。既谓之“系统”，就不能再局限于“头痛医头、脚痛医脚”的思维模式，而要以系统观和整体观重新审视城市生态系统，整合城市内各要素，综合诊断城市生态系统健康状况，进而从全局角度为提高城市健康水平提供实效指导。为此，需要厘清相关研究发展脉络，识别尚待进一步研究的问题，在继承和发展现有理论方法的基础上，建立有所创新的城市生态系统健康研究理论方法体系，科学支撑城市生态系统管理。

1.2 城市生态系统健康评价的重要作用

科学理论的发展要求以及人们的现实生活需求都表明城市生态系统健康研究具有极大的重要性和必要性。同时，城市生态系统健康被广泛关注也从侧面反映了还有许多问题尚待解决，还需要进一步的深入研究。

本书将重点关注城市生态系统健康评价研究，在评价结果基础上再做进一步深入分析。从其所处的位置及所发挥的作用来看，城市生态系统健康评价可谓是扮演着承上启下的桥梁角色，连接着基础理论研究与应用实践（图 1-1）。评价是建立在充分理解城市生态系统健康概念与内涵、把握城市生态系统特征等基础上的，相对于这些基础理论探讨而言，城市生态系统健康评价带有一定应用研究色彩。同时，城市生态系统健康评价是为实际的城市规划、调控与管理服务的，与这些实际的管理工作相比，评价又属于方法技术支撑，应用的色彩相对弱一

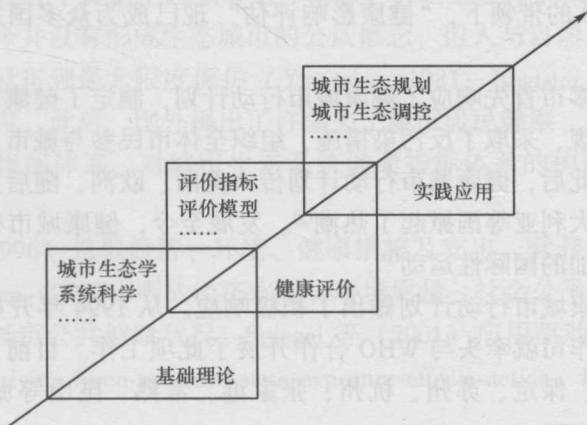


图 1-1 城市生态系统健康评价之作用

些。总之，城市生态系统健康评价将充分发挥其连接纽带作用，既能应用城市生态系统健康的基础理论研究成果，又能通过评价结果为城市生态系统调控与管理提供决策依据。

1.3 城市生态系统健康评价研究进展

当环境污染、资源短缺、生态退化、人居环境质量恶化等一系列问题频频告急时，对人类生存与发展有着重大影响的生态系统健康问题开始受到关注，针对各种类型生态系统健康的研究也逐渐开展起来。在对森林（Leopold, 1997; Alexander and Palmer, 1999; 陈高等, 2003; Styers et al., 2010）、湖泊（刘永等, 2004; 赵臻彦等, 2005; Xu et al., 2005, 2013）、河流（Boulton, 1999; 赵彦伟和杨志峰, 2005; Frashure et al., 2012）、农田（Waltner-Toews, 1996; 武兰芳等, 2004; 谢花林等, 2005; Teague et al., 2008）、湿地（崔保山和杨志峰, 2002a, 2002b; 蒋卫国等, 2005; Slocum and Mendelsohn, 2008; Kotze et al., 2012）、流域（罗跃初等, 2003; 仇蕾, 2006; Hong et al., 2009）等各类型生态系统健康研究如火如荼开展的热潮中，随着城市环境问题的日趋突出，城市生态系统健康问题也逐渐吸引了人们探索的兴趣。

1986年，世界卫生组织（World Health Organization, WHO）首次提出健康城市行动计划（Healthy Cities Project），它是WHO面对21世纪城市化问题给人类健康带来挑战而倡导的新的行动战略。健康城市行动计划的原则是要通过社区人士直接参与的方式以及跨界别行动，全面改善那些影响市民健康的因素，包括房屋、环保、社福、交通、劳工、教育及城市计划等，以求达到预防疾病及促进健康的效果^①。自提出20多年以来，“健康城市”一直是WHO大力推广的促进健康策略。在WHO的带领下，“健康影响评估”现已成为众多国家和地区的政策规划工具。

加拿大多伦多市首先响应了健康城市行动计划，制定了健康城市的规划、相应的卫生管理法规，采取了反污染措施，组织全体市民参与城市卫生建设等，取得了可喜成效。此后，健康城市行动计划传入美国、欧洲，随后又在日本、新加坡、新西兰和澳大利亚等国掀起了热潮^②。发展至今，健康城市行动计划已成为有几千个城市参加的国际性运动^①。

中国也对健康城市行动计划做出了积极响应。从1994年开始，国家卫生部医政司和国际合作司就牵头与WHO合作开展了此项工作。目前，已有北京、上海、海口、大连、保定、苏州、杭州、张家港、常熟、昆山等城市（区）加入

①http://www.who.int/healthy_settings/types/cities/en/index.html。

②http://www.bjhb.gov.cn/gzfwq/zhfw/qgwszggl/200606/t20060601_3749.htm。

了该项目试点工作^②。苏州市在2006年10月承办了第二届世界健康城市联盟大会^①。上海从2003年开始,启动实施了《上海市建设健康城市三年行动计划(2003—2005年)》;延续至今已制定了《上海市建设健康城市2012—2014年行动计划》,不断将健康城市工作推向深入^②。

当各国政府积极响应参与健康城市行动时,学术界也开始进军城市生态系统健康这个新兴的研究领域。在几十年的发展历程中,城市生态系统健康的研究主要集中在对其概念及内涵的探讨、健康标准的确立、评价指标体系的构建、评价模型的建立、评价实例的开展等问题上。由于本书并不侧重于要给出城市生态系统健康一个精确的定义,也不倾向于要给出城市生态系统具体的健康标准,对这两部分的研究进展在此不过多赘述,将在后面相应的章节对其做必要的介绍。因此,只重点介绍关于城市生态系统健康评价的指标、模型及实例的研究进展。

1.3.1 评价指标

要有效地反映复杂生态系统的特征,就需要对各组成要素的特征、各要素相互作用而形成的网络关系等各种信息进行整合(Müller et al., 2000)。指标具有能降低复杂性、从庞杂数据集中提取和整合有效信息的功能(Müller and Wiggner, 1999),这就奠定了其可以作为研究复杂生态系统、搭建生态系统理论与实践间桥梁的有效工具的坚实基础(Müller and Lenz, 2006)。对于复杂的城市生态系统的健康评价,到目前为止基本上都采用指标作为表征媒介。

20世纪70年代,联合国教科文组织在“人与生物圈”(Man and Biosphere, MAB)计划研究过程中提出生态城市这一概念,引起全球对于城市理想模式的热烈探讨。尽管至今并没有形成生态城市的公认概念,但人与自然的和谐、居民身心健康和环境质量得到最大限度保护(Yanitsky, 1981; Register, 1987)的观点却得到了广泛认可。此后,国外提出了许多关于城市居民健康、公共健康及城市可持续性的评价指标体系,对城市生态系统健康指标体系的构建有一定的借鉴作用。

Harpham (1996)选取经济、环境、健康措施及支出、营养等指标研究了城市健康状况。Khan (2012)则从经济水平、环境质量、社会公平、健康服务可获得性等方面关注城市公共健康状况。Spiegel等(2001)应用驱动力-压力-状态-暴露-影响-响应(driving force-pressure-state-exposure-effects-action, DPSEEA)模型,

①<http://news.sina.com.cn/c/2006-10-28/174811358190.shtml>。

②<http://www.shanghai.gov.cn/shanghai/node2314/node25307/node25455/node25459/u21ai575267.html>。

以古巴 Cayo Hueso 社区为例，探讨了建立生态系统健康指标的方法。

许多政府组织开展了对健康城市和城市可持续发展指标体系的研究。WHO 组织的“健康城市行动计划”着眼于研制和开发一套指标体系用于各城市间的比较，并评价某城市和健康城市的差距有多大，如何才能达到健康标准。1996 年，WHO 从内在指标、外在指标、影响指标、进展指标、管理及监督指标、提供服务指标、预算与财政指标、能力发展指标和社区服务指标共 9 个方面起草了 79 条健康城市的指标（WHO Regional Office for Western Pacific Region, 2000）。1998 年，WHO 又从人群健康、城市基础设施、环境质量、家居与生活环境、社区作用及行动、生活方式及预防行为、保健福利及环境卫生服务、教育、就业及产业、收入及家庭的生活支出、地方经济、人口学统计共 12 个方面提出了 459 条指标（Takano, 1998）。

联合国人居环境中心和联合国可持续发展研究所的指标体系研究项目都尝试建立城市可持续发展的指标体系。加拿大对城市可持续发展指标体系的研究项目包括 IISD（International Institute for Sustainable Development）的可持续发展指标研究、IJC（International Joint Commission）对生态系统健康指标的研究、CMHC（the Canada Mortgage and Housing Corporation）对城市可持续发展和生活质量指标的研究等（郭秀锐，2003）。

2002 年以后，中国开始出现了一些城市生态系统健康的专题研究，构建了城市生态系统健康评价指标体系。根据构建框架和出发点来划分，大致可以将这些指标体系分为以下三类。

1) 参照生态系统健康评价要素

即参照生态系统健康评价中常用的活力、组织结构、恢复力、生态系统服务功能的维持、管理选择、外部输入减少、对邻近系统的影响及人类健康影响这 8 个要素（Mageau et al., 1995; Rapport et al., 1998; Milsky, 2004），结合城市生态系统特征进行适当调整，确定出评价要素作为构建城市生态系统健康评价指标体系的依据。

例如，依据城市生态系统的特点，选择活力、组织结构、恢复力、生态系统服务功能、人群健康状况作为城市生态系统健康评价的 5 个要素，并根据每个要素的内涵提出了相应的指标，最终构成城市生态系统健康评价指标体系（郭秀锐等，2002；李艳利等，2009；陶晓燕，2011；尚志海等，2012）。官冬杰和苏维词（2006）根据城市生态系统健康的内涵和人类活动对生态系统服务功能的影响，从结构功能、可持续利用能力和动态变化等方面出发，构建了城市生态系统健康评价指标体系。以郭秀锐等（2002）较早开展的研究为例，表 1-1 列出了常见的城市生态系统健康评价指标。