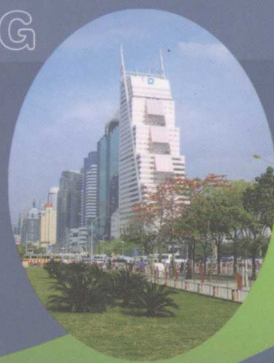


城市生态 与 城市环境

姜云 王连元 苗日民 编著

CHENGSHI SHENGTAI YU
CHENGSHI HUANJING



东北林业大学出版社

城市生态与城市环境

姜 云 王连元 苗日民 编著

东北林业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市生态环境与城市环境/姜云, 王连元, 苗日民编著. —哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2005.4

ISBN 7-81076-695-3

I. 城… II. ①姜… ②王… ③苗… III. 城市环境: 生态环境-研究 IV. X21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 037824 号

责任编辑: 戴 千

封面设计: 彭 宇



NEFUP

城市生态与城市环境

Chengshi Shengtai Yu Chengshi Huanjing

姜 云 王连元 苗日民 编著

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

哈尔滨海天印刷设计有限公司印装

开本 787 × 1092 1/16 印张 11.5 字数 264 千字

2005 年 4 月 第 1 版 2005 年 4 月 第 1 次印刷

印数 1—1 000 册

ISBN 7-81076-695-3

X·24 定价: 25.00 元

前 言

城市是一个高度集聚与高度稀缺的统一体。城市是社会生产力发展到一定阶段的产物，是人类科学、技术和文化发展的最高体现，是社会活动和经济活动最集中的地域，是人类的主要集聚地之一；同时城市在植被、生物、水源、光照、清洁空气、能源、土地等多个自然环境因素方面又具有稀缺与紧缺的特征。城市中高度集聚的各种功能及其运转是基于一定的空间区域及资源、能源等的相对稀缺的背景而进行的。因而，各种类型的城市生态问题、环境问题的出现便成为一种必然。

本书包括城市生态与城市环境两部分。城市生态部分详细阐述了生态学的基本概念，城市生态系统的结构、构成、功能、基本特征，城市生态评价的内容、指标、方法，城市生态规划，城市生态调控与生态建设，城市生态可持续发展等。

城市环境部分详细阐述了环境的属性、特征及城市环境的组成与特征，城市大气、水、噪声、固体废物等的污染及其综合防治，城市环境质量评价的内容与方法及城市环境规划等。

本书旨在运用城市生态学和城市环境学的理论与实践经验，分析并解决城市生态系统和城市环境中所存在的各类问题。本书是集体智慧的结晶，参加编写的人员有黑龙江科技学院王连元、苗日民（第一、二、三、四、五章），姜云、苗日民（第六、七、八、九章）。全书由姜云、王连元审核并修改定稿。

本书可作为城市规划、资源环境与城乡规划管理等专业的教学用书，亦可供从事城市规划、资源环境与城乡规划管理及相近专业的人员使用。

由于作者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请读者及有专家批评指正。

编 者

2005年1月

目 录

第一章 城市生态系统与城市生态学	(1)
第一节 城市生态系统的构成	(2)
第二节 城市生态系统的特征	(4)
第三节 城市生态系统的结构	(4)
第四节 城市生态系统的基本功能	(8)
第五节 城市生态学	(19)
第二章 城市生态评价	(25)
第一节 城市生态评价的概念	(25)
第二节 城市生态评价的内容	(25)
第三节 城市生态评价的指标	(27)
第四节 城市生态评价的方法	(31)
第三章 城市生态规划	(37)
第一节 城市生态规划的概念	(37)
第二节 城市生态规划的主要内容	(38)
第三节 城市生态规划的步骤与方法	(43)
第四章 城市生态调控与生态建设	(46)
第一节 城市生态系统的调控	(46)
第二节 生态城市概述	(51)
第三节 生态城市建设	(60)
第五章 城市生态环境可持续发展	(69)
第一节 可持续发展的基本理论	(69)
第二节 城市生态环境可持续发展	(77)
第六章 城市环境概论	(87)
第一节 环境的基本概念	(87)
第二节 环境要素及其属性	(87)
第三节 环境的功能及特征	(88)
第四节 城市环境概念、组成及特征	(91)
第七章 城市环境污染及其综合防治	(94)
第一节 城市大气污染及其综合防治	(94)
第二节 城市水污染及其综合防治	(106)
第三节 城市噪声污染及其综合防治	(121)
第四节 城市固体废物的处理、处置及利用	(128)

第八章 城市环境质量评价	(135)
第一节 基本概念	(135)
第二节 评价内容与程序	(137)
第三节 评价要素与评价因子的选择	(141)
第四节 环境质量综合评价方法	(142)
第五节 环境质量分级	(146)
第六节 环境质量评价报告书的编写及制图	(147)
第九章 城市环境规划	(158)
第一节 城市环境规划的基础工作	(158)
第二节 城市环境区划	(162)
第三节 城市环境功能分区	(170)
第四节 城市环境规划指标体系	(174)
参考文献	(177)

第一章 城市生态系统与城市生态学

20世纪40年代,“系统论”的问世为人们提供了一种新的知识结构和把许多事物有意识地联系起来进行研究的新方法。“城市”作为人类集中的居住地,也是一种系统,可称之为“城市系统”(Urban system)。有人认为它由七个要素所组成:城市社会、城市结构、城市经济、城市交通、城市信息、城市文化和城市生态(何钟秀、曾涤,1988)。它涵盖的范围很广,包括了城市的一切方面。

从生态学的角度看,城市是一种生态系统,它具有一般生态系统的最基本特征,即生物与环境的相互作用。在城市生态系统中有生命的部分包括人、动物、植物和微生物,无生命的环境部分则是各种物理的、化学的环境条件,在它们之间进行着物质代谢、信息传递和能量流动。

20世纪70年代初,当城市生态学研究刚刚引起人们注意的时候,在联合国教科文组织(1975)的讨论会上曾经对城市生态学的研究对象是“城市”还是“城市系统”抑或是“城市生态系统”,有过持不同观点的争论。

由于“城市”可有多种定义,简单地把“城市”当做城市生态学的研究对象,并不能像把植物当成植物生态学研究对象那样贴切和合理。至于把城市系统说成是城市生态学的研究对象,又由于它包含的范围太广,没有表达出城市生态学研究的核心和重点,也并不妥当。因此目前大多数人认为城市生态学的研究对象应是城市生态系统(即使对城市生态系统的概念尚有不同的看法)。

根据A.G.Tansley(1935)的定义,生态系统是指一定范围内的生物有机体(包括动物、植物和微生物等)及其生活的周围无生命环境(包括空气、水、土壤等)所组成的统一体。沼田真(1984)认为不能把生态系统看成是由生物因素和非生物因素简单相加的系统,而应该把它看成是一个以生物为中心的环境系统(Biocentric environmental system),每一种生态系统都是以某一类生物为中心。城市具有生态系统的一般特征,它既有动物、植物、微生物和人类等生物有机体以及围绕着它们的空气、水、土壤等无机环境,同时其中也执行着物质循环、能量流动和信息传递等功能,所以城市也是一种陆生生态系统。如果说自然生态系统以动物、植物为中心,那么城市生态系统就是以人为中心。城市生态系统是人为改变了结构、改造了物质循环和部分改变了能量转化的、长期受人类活动影响的、以人为中心的陆生生态系统。

《环境科学词典》(曲格平主编,上海辞书出版社,1994)中将城市生态系统定义为:特定地域内的人口、资源、环境(包括生物的和物理的、社会的和经济的、政治的和文化的)通过各种相生相克的关系建立起来的人类聚居地或社会、经济、自然的复合体。从严格意义上说,城市是人口集中居住的地方,是当地自然环境的一部分,它本身并不是一个完整、自我稳定的生态系统。但按照现代生态学观点,城市也具有自然生态

系统的某些特征，具有某种相对稳定的生态功能和生态过程。尽管城市生态系统在生态系统组分的比例和作用方面发生了很大变化，但城市系统内仍有植物和动物，生态系统的功能基本上得以正常进行，也与周围的自然生态系统发生着各种联系。另一方面，也应看到城市生态系统确实发生了本质变化，具有不同于自然生态系统的突出特点。

第一节 城市生态系统的构成

城市生态系统的构成是指该系统内包含的组成部分或子系统。它着重反映系统的空间因素及其相互作用。由于不同专业的研究角度和出发点不同，所以对城市生态系统构成的认识及划分也各不相同。图 1-1 是社会学家提出的城市生态系统的构成。图中城市居民的结构和城市组织结构共同反映了城市的主体——人的能力、需求、活动状况等，同时也反映了城市的职能特点。城市空间，即城市环境，则是人工环境和自然环境两大部分的叠加。

人工环境由建成区环境和施工环境构成。城市的基础设施、生产设施和生活服务设施等一切人工设施，都是人工创造的所谓建成区环境，它又可以分为建筑物内环境和建

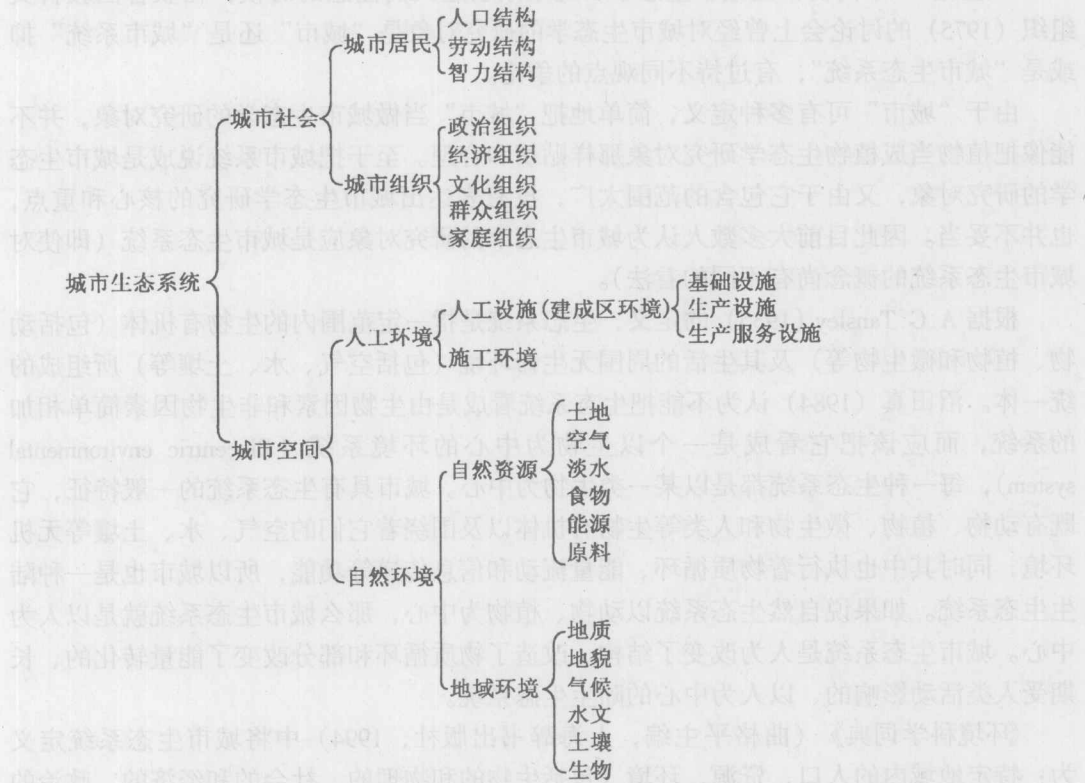


图 1-1 社会学角度的城市生态系统构成图

筑物外环境,并且每一部分又可以分为工作环境和生活环境。施工环境则是即将建成的建成区环境。

自然环境可分为自然资源和地域环境两大类不同性质的环境。

自然资源的概念随着人类对自然界的认识和利用能力的提高而不断扩展。一般地讲,存在于自然界中一切对人类有用的物质,统称自然资源。自然资源又可分为可更新资源和不可更新资源。在短时间内能再生的,称可更新资源,如淡水、风能等;而像煤、石油等化石能源或各种金属矿物,经过亿万年地质年代才形成的,是不可更新自然资源。对于可更新自然资源,也只有合理开发利用,才能使其不致枯竭。如淡水资源,无论是过度开采还是过度利用其自净能力,都将破坏其再生能力,从而失去使用该项资源的可能。

就城市而言,最重要的自然资源是土地、淡水、空气、食物、能源和原料。这六项资源对城市的各个方面都起着决定性作用,是城市生态系统的组成部分。但城市本身一般不能提供所需的全部资源,需要依赖周围其他系统的输入,只有当城市对资源的需求与外界所能达到的最大供应量处于平衡状态时,城市系统才能高效率运转。城市系统的活动,反过来还会影响周围地区的资源供应能力,如城市系统不合理的污水排放造成水体污染,产生“水质型污染”,从而使淡水供应量减少。值得一提的是,土地和空气这两项资源均有其特殊性。由于土地的不可输送性,城市要扩大面积,势必占用周围良田,其代价往往是难以预料的。因为土地资源本身包含着生产其他资源的潜力。城市占用了土地资源进行毁田造城,就失去了这块土地所能生产的其他资源。另外,空气资源也不是靠人力输送的,其运动状况受大气运动的影响,一旦气象条件不利,城市上空的空气质量有可能明显恶化,直接威胁人、畜生存。

地域环境指城市所在地区的自然环境条件,主要包括地质、地貌、气候、水文、土壤、生物等几个方面。这些环境因素影响甚至有时控制城市系统的运转,而城市中人的活动反过来也可以改变这些因素。当人类活动对环境的改变不恰当时,有可能给人类自身带来损害。

环境学家提出的城市生态系统由生物系统与非生物系统两部分构成;还有的学者将城市生态系统分成自然生态系统与社会经济生态系统两大部分;此外,还有将城市生态系统分成社会生态、经济生态、自然生态三个子系统。社会生态子系统以人口为中心,以满足城市居民的就业、居住、交通、供应、文娱、医疗、教育及生活环境等需求为目标,为经济系统提供劳力和智力,它以高密度的人口和高强度的生活消费为特征。经济生态子系统以资源流动为核心,由工业、农业、建筑、交通、贸易、金融、信息、科教等下一级子系统所组成,物资从分散向集中的高密度运转,能量从低质向高质的高强度集聚,以信息从低序向高序的连续积累为特征。自然生态子系统以生物结构和物理结构为主线,包括植物、动物、微生物、人工设施和自然环境等,以生物与环境的协同共生及环境对城市活动的支持、容纳、缓冲及净化为特征。

第二节 城市生态系统的特征

城市生态系统是人工生态系统，人是这个系统的核心和决定因素。这个生态系统本身就是人工创造的，它的规模、结构、性质都是人们自己决定的。至于这些决定是否合理，将通过整个生态系统的作用效力来衡量，最后再反作用于人们。在这个生态系统中，“人”既是调节者，又是被调节者。

城市生态系统是消费者占优势的生态系统。在城市生态系统中，消费者生物量大大超过第一性初级生产者生物量。生物量结构呈倒金字塔形，同时需要有大量的辅加能量和物质的输入和输出，相应地需要大规模的运输，对外部资源有极大的依赖性。

城市生态系统是分解功能不充分的生态系统。城市生态系统较之其他的自然生态系统，资源利用效率较低，物质循环基本上是线状的而不是环状的。分解功能不完全，大量的物质能源常以废物形式输出，造成严重的环境污染。同时城市在生产活动中把许多自然界中深藏地下的甚至本来不存在的（如许多人工化合物）物质引进城市生态系统，加重了环境污染。

城市生态系统是自我调节和自我维持能力很薄弱的生态系统。当自然生态系统受到外界干扰时可以借助于自我调节和自我维持能力以维持生态平衡；城市生态系统受到干扰时，其生态平衡只有通过人们的正确参与才能维持。

城市生态系统是受社会经济多种因素制约的生态系统。作为这个生态系统核心的人，既有作为“生物学上的人”的一个方面，又有作为“社会学上的人”以及“经济学上的人”的另一个方面。从前者出发，人的许多活动是服从生物学规律的。但就后者而言，人的活动和行为准则是由社会生产力和生产关系以及与之相联系的上层建筑所决定的。所以城市生态系统和城市经济、城市社会是紧密联系的。

第三节 城市生态系统的结构

生态系统的结构是系统组成要素在系统一定空间范围内和一定演化阶段内相互连接、相互影响及发生关系的方式和秩序。城市生态系统的结构有以下四种方式（王发曾，1997）。

一、食物链结构

生态系统中生物之间的食物链关系是其营养结构的具体表现，是系统物质与能量流动的重要途径。在城市生态系统中，人类是最主要、最高级的消费者，位于食物链的顶端。城市生态系统有两种不同的食物类型（图 1-2）。其一为自然——相对人工食物链，该链中绿色植物为初级生产者，植食动物与肉食动物分别为一级、二级消费者兼次级生产者，人类是杂食的高级消费者。它们之间的自然的、直接的食与被食量很小，植食动物与肉食动物大部分靠环境系统提供的人工饲料消费，人类直接食用的动、植物也需经过简单的人工加工。其二为完全人工食物链，由环境系统提供的食品、饮品和药

品供人类直接食用。该链中尽管只有一级消费者，但将环境生物转化为食品仍需经过复杂的人工加工。

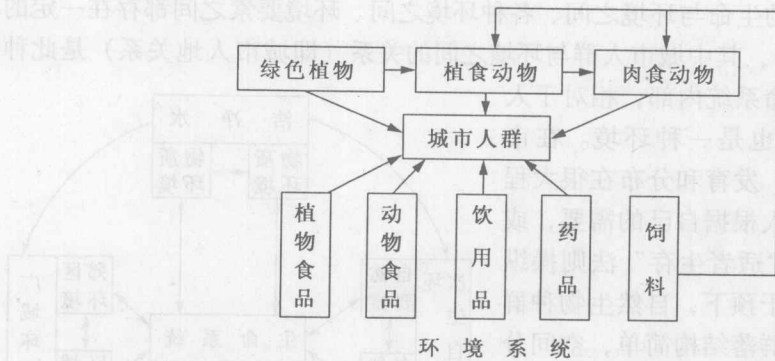


图 1-2 城市生态系统的食物链结构

二、资源利用链结构

人类除了食物的消费外，还需要大量的穿、住、行，使用消费、文化消费和社会消费等高级消费。正是这种不同于动、植物的社会需求，使城市生态系统产生了任何自然生态系统都不可能有的资源利用链结构。此种结构由一条主链和一条副链构成（图 1-3）。在主链中，环境系统提供的各类资源经初步加工后生产出一系列的中间产品，再经深度加工后生产出可供直接消费的最终产品。最终产品的一部分分存留在市区环境，一部分输出到广域环境。从图 1-3 中可看出，该链一翼强，一翼弱，最终产品所利用的资源主要来自广域环境，而市区环境所提供的资源为数不多。如市区中的水体只提供少部分洁净水，太阳辐射只提供极少量二次能源，岩矿资源基本上未被利用，土地的 50% 以上被开辟。改造为建设用地，但却与最终产品没有直接的物质、能量交换关系。

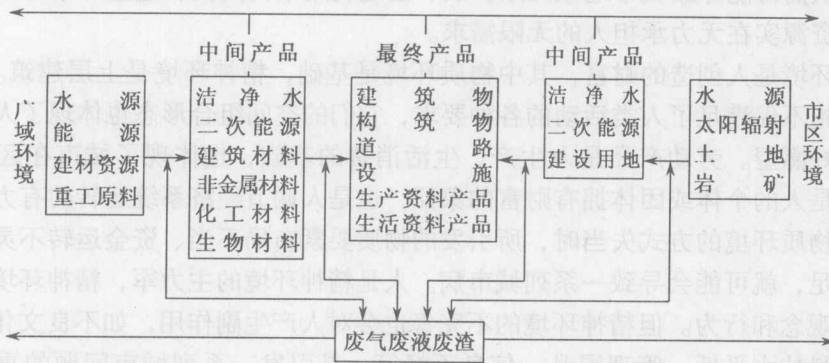


图 1-3 城市生态系统的资源利用结构

在副链中，能源转变为中间产品、中间产品转变为最终产品的过程中都会产生一定量的废弃物。经重复利用、综合利用后，部分有价值废弃物返还主链，其余被排泄入市区环境和广域环境。

三、生命—环境相互作用结构

城市生态系统中的生命与环境之间、各种环境之间、环境要素之间都存在一定的相互作用关系（图 1-4），其中城市人群与环境之间的关系（即城市人地关系）是此种结构的主要内容。在生命系统内部，相对于人群，自然生物实际上也是一种环境。在市区，自然生物的生长、发育和分布在很大程度上是由人安排的，人根据自己的需要，或扶植或引进或消灭，“适者生存”法则操纵在人的手里。在人的干预下，自然生物种群单一，优势种突出，群落结构简单，空间分布也被局限在人为框框中。尽管如此，自然生物反过来却对人类做出了巨大贡献，尤其在美化、调节环境和维护生态平衡方面发挥了重要作用。但当人类活动恶性循环，致使自然生物物种失调、数量减少，就会引起其他环境要素发生变异，从而导致灾难。

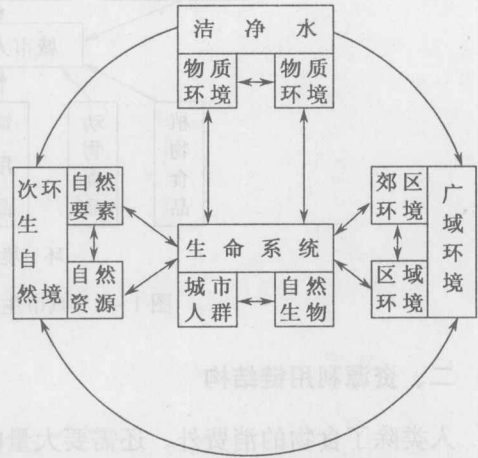


图 1-4 城市生态系统的生命—环境相互作用结构

在次生自然环境中，自然要素是自然资源的母体，自然资源是自然要素中的有价值成分。人的活动改变了局部气候、地质基础和土壤结构，人的需要塑造了形形色色的微地形和按人为意愿循环的水系，人的部分生产生活废弃物排入大气、水体、地下。城市自然要素的演变适应了人的生存需要，并发挥了一定的自然净化功能，但人的无理性活动也会导致诸如气候恶化，地面沉降、环境污染等的“报复”。人口的盲目增加和人的欲望的无限膨胀引起大量占用土地、大量消耗水源，从而可能导致城市地域无序扩展、土地利用结构失调和过量开采地下水等，市区有限的资源实在无力承担人的无限需求。

人工环境是人创造的财富，其中物质环境是基础，精神环境是上层建筑。建筑物、道路和设施不仅满足了人类活动的各种要求，它们的空间组合形态也体现了人类完善城市环境美好愿望。劳动产品是人生产、生活消费的基础，也体现了城市在区域中的实力。资金是人的个体或团体拥有财富的象征，也是人调节经济系统运转的有力工具。但当人处理物质环境的方式失当时，所引发的物质要素布局不当、资金运转不灵、人工净化能力不足，就可能会导致一系列城市病。人是精神环境的主力军，精神环境又反过来调整人的观念和行为。但精神环境的不完善也会对人产生副作用，如不良文化、教育基础薄弱、科技水平低、管理混乱、信息不畅等，是引发一系列城市问题的重要原因之一。

在广域环境中，郊区环境是区域环境的内核，区域环境是郊区的延展和补充。城市人群的需要规定了郊区的特定功能，并将部分产品、大部分废弃物以及科技成果、管理技能等输入郊区，促使郊区的经济、社会发展与市区保持相应水平。郊区是城市人群生存的保证，也弥补了市区生态环境的不足。郊区除向市区提供水源、副食品、劳动力、

建设用地、对外联系功能、休憩游览功能和自然、人工净化功能外，还发挥着调节市区次生自然环境的重要作用。城市是区域发展的中心，通过向区域输出产品、科技、信息、资金和管理技能等，带动区域经济、社会、文化和科技等全面发展。区域是城市发展的基础，除向城市输入能源、粮食、各种加工业资源、市场需求、人才、信息、资金外，也发挥着调节城市环境的作用。区域基础好，城市发展水平就高，城市一区域是一种更大尺度的有机系统。

四、要素空间组合结构

城市生态系统组成要素的空间排列组合有两种基本形式，一为圈层式结构，一为镶嵌式结构。圈层式结构（图 1-5）以市区为核心，市区生命系统与环境系统为内圈，郊区环境为中心圈，区域环境为外圈。这种自然形成的自内向外呈同心圈状展示的空间结构形式体现了生命系统与各种环境要素的内在联系，是人类生存的中心聚居倾向和广域关联倾向的必然结果。

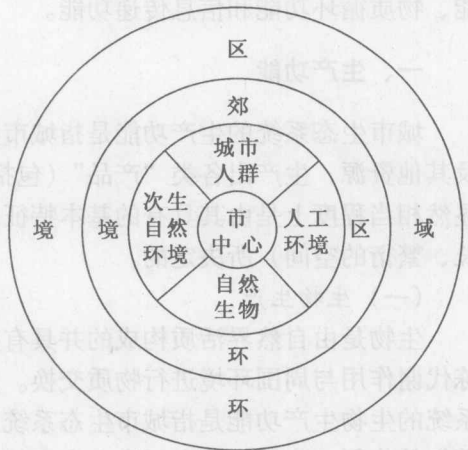


图 1-5 城市生态系统空间组合的圈层

镶嵌式结构有大镶嵌与小镶嵌之分。所谓大镶嵌，是指各圈层内部要素按土地利用分异所形成的团块状功能分区空间组合形态。如在市区和郊区，有以单一要素为主的居住区、工业区、商业区、行政区、文化区，对外交通运输区、仓库区、郊区农业生产区、风景游览区以及特殊功能区等，也有以多种要素组合的工业—交通—仓库区、工业—居住—商业区、行政—居住—商业区、行政—文化—绿化区以及旧城区、新建区等。各区按各自的功能特点与要求分布在不同的位置上，形成一幅有规律的块状和条带状空间镶嵌图。所谓小镶嵌，是指各功能分区内部组成要素按土地利用分异所形成的微观空间组合形态。如在居住区内，可由道路或自然、人工界限划分为居住小区、居住生活单元。每个居住单元内，中心大多为一片公共绿地，四周集中布置生活服务设施，居住建筑群则根据日照、通风的要求以及地形、用地形状的限制，按照行列式、周边式、混合式或自由式呈组团式布置。而小片绿地、区内道路和其他设施等则分散镶嵌其中。这种结构形态是城市生态系统功能发挥的空间依托，其组建最初由于功能的无序而带有一定的盲目性。当城市发展与建设进入高级阶段后，要素的空间组合也会渐趋合理。因此，镶嵌式结构水平的高低是衡量城市规划质量与系统功能效率的一个重要标准。

以上四种结构形态间不是树枝状的并列、分支关系，而是立体网络状的互相联系、相互渗透的关系，是你中有我、我中有他的关系。交通运输和信息传递所发挥的纽带与神经中枢作用将它们结合为一个完整的结构体系，其复杂性使城市生态系统的功能发挥表现出多维、多方面、多渠道的特点。

第四节 城市生态系统的基本功能

功能是事物所发挥的有利的作用。城市生态系统的功能是指城市生态系统在满足城市居民的生产、生活、游憩、交通活动中所发挥的作用。城市生态系统的结构及其特征决定了城市生态系统的基本功能，这就是城市生态系统所具有的生产功能、能量流动功能、物质循环功能和信息传递功能。

一、生产功能

城市生态系统的生产功能是指城市生态系统具有利用域内外环境所提供的自然资源及其他资源，生产出各类“产品”（包括各类物质性及精神性产品）的能力。这一能力显然相当程度上是由其具有的基本特征之一空间性（即具有满足包括人类在内的生物生长、繁衍的空间）所决定的。

（一）生物生产

生物是由自然界活质构成的并具有生长、发育、繁殖等能力的物体。生物能通过新陈代谢作用与周围环境进行物质交换。人类、动物、植物、微生物都是生物。城市生态系统的生物生产功能是指城市生态系统所具有的有利于包括人类在内的各类生物生长、繁衍的作用。这种作用在层次上有高低之分，一般分成以下两种。

1. 生物初级生产

城市生态系统中的初级生产者即绿色植物，包括农田、森林、草地、蔬菜地、果园、苗圃等。它们生产粮食、蔬菜、水果、农副产品以及其他各类绿色植物产品。然而，由于城市是以第二产业、第三产业为主的，故城市绿色植物生产所占的空间占城市总面积的比重并不大。虽然城市生态系统的生物初级生产不占主导地位，但其生产过程中所具有的吸收 CO_2 、释放氧气等功能依然对人类十分有利，对城市生态环境质量的维持具有十分重要的作用。因此，保留城市郊区的农田，尽量扩大城市的森林、草地等绿地面积是非常必要的。

城市生态系统的生物初级生产与自然生态系统中的生物初级生产的一个很大的区别为后者是自然生长的，处于“自生自灭”的状态；而前者却处于高度的人工干预状态之下，虽然生产效率大大高于后者，但就稳定性而言远远不如后者，具有人工化程度高、生产效率高、品种单调等特点。

2. 生物次级生产

一般生态系统的生物次级生产过程是指消费者和分解者利用初级生产物质建造自身和繁衍后代的过程，而城市生态系统的生物次级生产则是城市中的异养生物（主要为人类）对初级生产物质的利用和再生产过程，即城市居民维持生命、繁衍后代的过程。

从城市行政所辖范围看，城市生态系统的生物初级生产量并不能满足城市生态系统的生物次级生产的需要量。因此，城市生态系统所需要的生物次级生产物质有相当部分需要从城市外部调运进城市。

由于城市生态系统的生物次级生产所需要的物质和能源并不能仅由城市本身供应，相

当部分需从城市外调入，故这一过程表现出明显的依赖性；又由于城市生态系统的生物次级生产的重要内容之一为城市居民后代的繁衍，这一过程除受非人为因素的影响外，主要是受城市人类道德、规范、文化、价值观等人为因素的制约。故城市生态系统的生物次级生产表现出明显的人为可调性，即城市人类可根据需要使其改变发展过程的轨迹。这与自然生态系统的生物次级生产中生物主要受非人为因素影响的情况有很大不同。此外，城市生态系统的生物次级生产还表现出社会性（城市人群维持生存、繁衍后代的行为是在一定的社会规范和规程的制约下进行的）；城市人类的食物来源广且皆需经过加工；城市人类的自身发育周期长（较其他生物），除了身体发育外还有智力发育等特点。

为了维持一定的生存质量，城市生态系统的生物次级生产在规模、速度、强度上应与城市生态系统的生物初级生产过程取得协调，具体表现在数量、空间密度等方面。

（二）非生物生产

城市生态系统生产功能所具有的非生物生产是其作为人类生态系统所特有的，是指其具有创造物质与精神财富（产品）满足城市人类的物质消费与精神需求的性质。城市非生物生产所生产的“产品”包括物质与非物质两类。

1. 物质生产

物质生产是指满足人们的物质生活所需的各类有形产品及服务。包括：①各类工业产品。②设施产品，指各类为城市正常运行所需的城市基础设施。城市是一个人口与经济活动高度集聚的地域，各类基础设施为人类生活及经济活动提供了必需的支撑体系。③服务性产品，指服务、金融、医疗、教育、贸易、娱乐等各项活动得以进行所需要的各项设施。

城市生态系统的物质生产产品不仅仅为城市地区的人类服务，更主要的是为城市地区以外的人类服务。因此城市生态系统的物质生产量是巨大的。其所消耗的资源与能量也是惊人的，对城市区域及外部区域自然环境的压力也是不容忽视的。

2. 非物质生产

非物质生产是指满足人们的精神生活所需的各种文化艺术产品及相关的服务。如城市中具有众多人类优秀的精神产品生产者，包括作家、诗人、雕塑家、画家、演奏家、歌唱家、剧作家……也有难以计数的精神文化产品出现，如小说、绘画、音乐、戏剧、雕塑等。这些精神产品满足了人类的精神文化需求，陶冶了人们的精神情操。

城市生态系统的非物质生产实际上是城市文化功能的体现。刘易斯·芒福德曾指出：“城市的功能是化力为形、化能量为文化。”城市从它诞生的第一天起就与人类文化紧密联系在一起。城市的建设和发展反映了人类文明和人类文化进步的历程，城市既是人类文明的结晶和人类文化的荟萃地，又是人类文化的集中体现。从城市发展的历史看，城市起到了保存与保护人类文明与文化进步的作用。城市又始终是文化知识的“生产基地”，是文化知识发挥作用的“市场”，同时城市又是文化知识产品的消费空间。城市非物质生产功能的加强，有利于提高城市的品味和层次，有利于提高城市人类及整个人类的精神素养。

二、能量流动

城市生态系统的能量流动是指能源（能产生能量的物质，亦指已知的全部能量来源）在满足城市四大功能（生产、生活、游憩、交通）过程中在城市生态系统内外的转化、传递、流通和耗散过程。

（一）能源类型及其特点

能量是地球上生命的一个基本因素。城市中人类生活和城市的运行离不开能量的流动，而城市生态系统中能量的流动又是以各类能源的消耗与转化为其主要特征的。所谓能源是指产生机械能、热能、光能、电磁能、化学能、生物能等各种能量的自然资源或物质，是人类赖以生存和发展工业、农业、国防、科学技术，改善人民生活所必需的燃料和动力来源。按照来源，通常分为四大类：第一类是来自太阳的能量，除了直接的太阳辐射能外，煤炭、石油、天然气、生物能（生物转化了的太阳能）、水能、风能、海洋能等，都间接来自太阳能；第二类是以热能形态蕴藏于地球内部的地热能；第三类是地球上的各种核燃料，即原子核能，它是在原子核发生裂变和聚变反应时释放出来的能量；第四类是月亮和太阳等天体对地球的相互吸引力所引起的能量，如潮汐能。按对环境影响程度，可分为清洁型能源（如水能、风能）、污染型能源（如煤炭）。此外，按形式，可分为一次能源和二次能源；按能否更新，可分为可更新能源和不可更新能源；按使用情况，可分为常规能源和新能源。

一次能源又称原生能源，指太阳能、生物能、核能、矿物燃料、风能、海洋能、地热能等。日常生活中的煤炭、石油、天然气均属此类。除少数（煤、天然气）可直接利用外，大多数需加工或转化后才能利用。二次能源又称次生能源，是指原生能源经过加工转化的能量形式，如电力、柴油、液化气等。二次能源一般形式单一，便于输送、贮存和使用。

可更新能源又称再生能源，是指太阳能、水能、氢能、风能、海洋能、生物能、地热能等可以再生、不会枯竭的能源。不可更新资源又称非再生性能源，是指埋藏在地下的包括煤、石油、天然气在内的化学能和以铀、钾、铯、钷为原料的核能等能源。

常规能源指与某一历史阶段的科技水平及生产技术水平相适应的能源利用类型，新能源则指相对高于社会经济某阶段发展水平的能源利用形式和种类。

人类首次掌握能源利用的标志为火的发现和利用；几千年过去后的第二次能源突破则以蒸汽机的发明和使用为标志。占据能源利用中心地位的为煤，煤而且是热源、动力源和电力源的产生者。内燃机的出现标志着石油登上了人类利用能源的舞台。现代发达国家对能源的消耗基本上依赖于石油和天然气。20世纪70年代爆发并延续至今的能源危机实际上就是石油危机。

（二）城市能源结构

能源结构是指能源总生产量和总消费量的构成及比例关系。从总生产量分析能源结构，称能源的生产结构，即各种一次能源（即煤炭、石油、天然气、水能、核能等）所占比重；从总消费量分析能源结构，称能源的消费结构，即能源的使用途径。一个国家的能源结构是反映该国生产技术发展水平的一个标志。在中国目前能源的生产结构为：

煤炭约占 70%，石油天然气约占 26%，其他能源所占比重很低；能源的消费结构为：工业用能源约占 63%，农业约占 8.3%，商业与民用约占 18%，交通运输约占 2.4%。

表 1-1 为世界一次能源消费构成。

表 1-1 世界一次能源消费构成

国家	1993 年					1994 年				
	煤炭	石油	天然气	核能	水电	煤炭	石油	天然气	核能	水电
美国	24.6	39.6	26.3	8.3	1.2	24.3	39.8	26.3	8.6	1.1
俄罗斯	19.1	25.6	49.0	4.2	2.1	19.0	24.5	50.4	3.8	2.3
法国	6.0	38.7	12.3	40.0	2.5	6.1	39.0	11.9	40.0	3.0
德国	29.2	40.7	17.8	11.8	0.4	28.9	40.6	18.3	11.7	0.5
英国	24.4	38.4	26.4	10.5	0.2	23.1	38.2	28.0	10.5	0.3
日本	17.4	55.4	11.1	14.2	1.9	17.1	56.1	11.3	14.1	1.3
中国	76.3	19.8	2.1	0.1	1.7	76.4	19.2	2.0	0.4	1.0
世界总计	27.3	39.7	23.3	7.2	2.6	27.2	40.0	23.0	7.3	2.6

城市是一个国家消耗能源的主要区域。城市的能源结构与全国的能源生产结构、消费结构、城市所在地区的经济结构特征等密切相关。据有关资料，我国城市能源中，煤占 80% 以上。据 1990 年统计，兰州市区耗煤量为 509×10^4 t，其中工业耗煤 420×10^4 t，民用及采暖耗煤 89×10^4 t，市区能源构成中煤占总能耗的 79%。上海 1995 年全市共消耗能源 455×10^4 t 标煤，其中煤炭 355×10^4 t，占 78%；重庆市这一比例达 74%。城市中工业尤其是重工业是能源消耗的“大户”，如 1992 年上海的重工业消耗了全部能源的 72.5%（其中原煤超过 1/2）、几乎全部的焦炭、将近一半的汽油、83.6% 的柴油和 3/4 的电力。

表 1-2 为中国与部分国家能源利用率。

表 1-2 中国与部分国家能源利用率

国家	发电	工业	铁路交通	民用
日本	30.0	76.0	22.4	75.4
美国	30.0	75.1	25.1	75.1
中国	23.9	35.0	15.2	25.5
差距	6.1~6.9	40.1~41.0	7.20~9.9	49.6~49.9
潜力	20	53	66	66