

生态理念下的 建筑设计创新策略

朱国庆/著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

生态理念下的 建筑设计创新策略

朱国庆/著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

• 北京 •

内 容 提 要

面对生态危机和能源危机,世界各国建筑界纷纷探索新的发展路径,对生态建筑的研究与探索给予了充分重视,力求在实现建筑现代化发展的同时,最大限度地降低对自然的伤害,尽可能做到节地、节水、节能,对资源进行充分利用。

本书对生态理念下的建筑设计创新策略进行了研究,主要内容包括:生态学理论及建筑生态化背景、生态理念下的建筑认识与探索、建筑设计中的生态技术整合、生态理念下的建筑设计创作原则、生态理念下的建筑设计创作方法、生态理念下的建筑设计创作策略、生态理念下的建筑设计美学导向等。

本书内容全面准确,结构清晰,逻辑严谨,语言通俗易懂,具有一定的科学性、学术性、前瞻性和可读性,是一本值得学习研究的著作。

图书在版编目(CIP)数据

生态理念下的建筑设计创新策略 // 朱国庆著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2017.5
ISBN 978-7-5170-5410-5

Ⅱ. ①生… Ⅲ. ①朱… Ⅳ. ①生态建筑—建筑设计—研究 Ⅳ. ①TU201.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第1004343号

书 名	生态理念下的建筑设计创新策略 SHENGTAI LINGNIAN XIA DE JIANZHU SHEJI CHUANGXIN CAILUE
作 者	朱国庆 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100088) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 88337658 (营销中心) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383194, 63202543, 638545874 全国各地新华书店和相应出版物销售网点
排 版	北京亚酷飞数码科技有限公司
印 刷	三河市佳里印装有限公司
规 格	170mm×240mm 165 册本 169 印张 3800 千字
版 次	2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	58.00 元

凡购本社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

随着全球气温变暖和自然资源的不断减少,世界各国都开始注重环境保护和节约能源,建筑作为人类主要生活工作的场所,也是保护和能源消耗的主要目标对象。为促进社会经济的科学发展、可持续发展,在对建筑进行设计时必须坚持生态理念,将建筑业发展和生态环境保护放到同等重要的位置上,依托当地的生态环境,综合运用生态学、建筑学以及高新技术,使自然环境和人工制造完美结合。

面对生态危机和能源危机,世界各国建筑界纷纷探索新的发展路径,对生态建筑的研究与实践予以了充分重视,力求在实现建筑现代化发展的同时,最大限度地降低对大自然的伤害,尽可能做到节地、节水、节能,对资源进行充分利用。一些发达国家在发展生态建筑方面已取得突出的成就,并建立了完善的生态建筑评估机制。而我国生态建筑设计研究起步较晚,大多只是关于生态建筑设计原则、理论框架等方面的内容。基于此,笔者撰写了《生态理念下的建筑设计创新策略》一书,力求为生态建筑研究者提供新的思路,为建筑设计工作者提供一定的指导。

本书内容共分为七章。第一章对生态学理论及建筑生态化背景进行了具体的分析;第二章对生态理念下的建筑进行了认识与探索;第三章对建筑设计中的生态技术整合进行了具体的研究;第四章对生态理念下的建筑设计创作原则进行了系统的阐释;第五章对生态理念下的建筑设计创作方法进行了专门的探讨;第六章对生态理念下的建筑设计创作策略进行了全面的分析;第七章对生态理念下的建筑设计美学导向进行了详细的探究。

总体来说,本书内容全面准确,结构清晰,逻辑严谨,语言通俗易懂,具有一定的科学性、学术性、前瞻性和可读性。相信本书的出版,能够为生态建筑设计提供一定的帮助。

本书在撰写过程中参阅了大量有关生态建筑方面的著作,也得到了诸

多同行的帮助,在此一并表示衷心的感谢!但由于时间仓促,作者水平有限,书中难免会有疏漏或不当之处,敬请广大专家学者和读者不吝指正,以便本书日后的修订与完善。

作 者

2017 年 3 月

目 录

前言

第一章 生态学理论及建筑生态化背景	1
第一节 生态学理论	1
第二节 生态建筑学的起源与发展	12
第三节 生态建筑学的概念及本质内涵	14
第四节 生态建筑学的研究对象和研究方法	17
第五节 生态建筑学的发展方向	20
第二章 生态理念下的建筑认识与探索	24
第一节 对传统建筑观念的再认识	24
第二节 生态理念下的建筑认识	29
第三节 生态理念下的建筑多元化探索	69
第三章 建筑设计中的生态技术整合	83
第一节 建筑生态技术整合的必要性	83
第二节 适宜的建筑生态技术	85
第三节 建筑生态传统技术	86
第四节 建筑生态新技术	136
第五节 建筑绿化技术	146
第四章 生态理念下的建筑设计创作原则	148
第一节 生态学的基本法则	148
第二节 建筑生态化的设计原则	158
第五章 生态理念下的建筑设计创作方法	169
第一节 以生态为导向的环境优化及技术表现方法	169
第二节 以生态为导向的建筑设计构思方法	206
第三节 以生态为导向的多学科融合的创作方法	219

第四节 建筑设计创作阶段生态优化思维表达·····	220
第六章 生态理念下的建筑设计创作策略·····	225
第一节 环境反哺生态的创作策略·····	225
第二节 形式追随生态的创作策略·····	238
第三节 功能结合生态的创作策略·····	254
第七章 生态理念下的建筑设计美学导向·····	272
第一节 建筑美学的内涵与外延·····	272
第二节 建筑生态美学的形态表现·····	282
第三节 建筑生态美学的深层逻辑·····	290
参考文献·····	295

第一章 生态学理论及建筑生态化背景

进入 21 世纪,随着科学技术的迅速发展以及生态学理论的不断完善,建筑业已经从传统的仅仅满足对住房的需求转变为生态化背景下的建筑设计,这将在很大程度上促进我国对生态环境的保护和对资源的合理利用。本章就对生态理论及建筑生态化背景进行具体分析。

第一节 生态学理论

一、生态学的产生及发展

(一)生态学的产生

生态学是生物学发展到一定阶段后,从生物学中孕育出来的一门分支学科。近代科学产生后,人们开始对自然界的各种动植物进行分门别类的研究。19 世纪上半叶,不同门类的生物学家都在各自的研究领域进行了深入的研究,对自然界的各类生物有了一个更为全面而深刻的认知。随着研究的不断发展与进步,人们逐渐意识到生物体的生存与环境之间具有密切的联系。一方面,生物生存所必需的食物、水、氧气等只有在环境中才能获得,可以说,环境在生物体的生存中发挥着至关重要的作用;另一方面,生物体自身的活动在某种程度上会对环境产生一定的影响,如植被的覆盖使裸露的土壤表面的温度发生了改变,动物的排泄物和遗骸使土壤的营养成分增多。因此人们发现,只对生物有机体的形态、结构和功能进行研究,无法形成一个全面的认识,而只有将生物与环境视为一个整体进行研究,才能获得全面的认识。

1886 年,德国动物学家赫克尔第一次提出了“生态学(Ecology)”的概念,这也标志着生态学作为一门独立学科的诞生。“ecology”一词可以追溯到希腊文“oikos”和“logos”,前者是“家”或“住所”的意思,后者是“学科”的意思。“生态学(ecology)”与“经济学(economics)”的词根“eco-”相同,经济

学最初是研究“家庭管理”的,因此,生态学有管理生物或创造一个美好家园之意。赫克尔最初给生态学下的定义是:“我们把生态学理解为与自然经济有关的知识,即研究动物与有机和无机环境的全部关系。此外,还包括与它有直接或间接接触的动植物之间的友好或敌意的关系。总而言之,生态学就是对达尔文所称的生存竞争条件的那种复杂的相互关系的研究。”^①显然,这一定义主要是基于研究动物提出的。1889年,他又进一步指出:“生态学是一门自然经济学,它涉及所有生物有机体关系的变化,涉及各种生物自身以及他们和其他生物如何在一起共同生活。”这样,生态学的研究范围不断得到拓展,动植物、微生物等各类生物体与环境的相互关系都得到了研究者的关注。在很长一段时期内,生态学的定义基本没有发生变化。

(二)生态学的发展

作为一门多形态的学科,早期的生态学不像其他传统学科一样具有明确而具体的研究对象,也不具有确定的研究范围。因此,大多研究者并不将生态学视为独立的学科,随着种群研究的广泛开展,这种认识才有所改观。

20世纪前半叶,生态学得到了显著的发展,理论体系和研究方法不断完善,并产生了许多分支学科,这些分支学科采用不同的研究方法对生态学进行了有所侧重的研究。例如,有研究水生动物的,有研究植物的;有研究个体的,有研究群体的。总的来看,植物生态学是这一时期最主要的研究内容,其次是动物和微生物生态学,而很少将人类自身纳入生态学进行研究。

20世纪后半叶到现在是生态学主要的发展阶段,这一时期主要对生态系统进行了研究。生态系统最早是由英国植物学家坦斯利提出的,他将有机体与其共生的环境视为一个不可分割的整体,并且有机体(多种生物个体、种群和群落)与无机环境(水、热、光、土)之间并不是孤立的,而是具有密切的联系,二者相互影响制约,进行着物质和能量的交换,构成了一个稳定的生态系统。其后,伯吉、朱迪、林德曼等对生态系统进行了更加深入的研究。进入20世纪60年代以后,环境问题日益凸显出来,越来越多的研究者对生态学研究予以了充分重视。一方面,运用生态学传统理论对动植物和微生物的生态学过程进行了具体的分析;另一方面,在很大程度上推进了对个体、种群、群落和生态系统等领域的研究。随着生态学与其他学科的不断渗透,以及信息技术的广泛应用,生态学研究内容和方法不断丰富。

目前,环境污染、生态破坏、资源短缺等问题严重制约着人类的发展与进步,生态学研究由对动植物的研究逐渐扩展为对人与环境之间关系的研

^① 冉茂宇,刘煜.生态建筑[M].武汉:华中科技大学出版社,2014:1-2.

究,并且对地球生态系统的结构和功能、稳定和平衡、承载能力和恢复能力进行了深入的探讨。生态学得到迅猛发展,并向自然科学的其他领域和社会学、人类学、心理学等社会科学领域渗透,逐渐成为一门综合性学科。

随着生态学研究对象和内容的不断拓展,学界对生态学的定义也不断发生变化。例如,美国生态学家奥德姆曾提出:“生态学是研究生态系统的结构和功能的科学。”^①1997年,他又出版了《生态学——科学与社会的桥梁》一书,进一步指出,生态学是对有机体、物理环境与人类社会进行综合研究的科学,以科学与社会的桥梁作为该书的副标题,强调了人类在生态学发展中的作用。这也突出了现代生态学的特点,即“生态学已成为一门边缘科学,它综合了自然、社会、经济以及人文科学等多方面、多方位的当代最复杂的科学”^②。我国学者马世骏也提出:“生态学是一门综合的自然科学,研究生命系统与环境系统之间相互作用规律及其机理。”^③纵观生态学发展历程,生态学表现出三个主要特点:“从定性探索生物与环境的相互作用到定量研究;从个体生态系统到复合生态系统、由单一到综合、由动态到静态地认识自然界的物质循环与转化规律;与基础科学与应用科学相结合,发展了生态学,扩大了生态学领域。”^④

二、生态学的基本原理

虽然地球上同时存在着不同的生态系统,但这些生态系统并不是完全不同的,而是具有一定的共性,这些共性也就是生态学的基本原理,对这些原理进行认识,有利于人们对生态学有一个更加深入、全面的认识。一般而言,生态学的基本原理主要包括以下几点。

(一)整体性

整体性原理是生态学最基本的原理,也就是指生物体与环境构成了一个不可分离的有机整体,二者相互依存、相互影响。

(二)生态流

生态流原理也就是物质的循环再生原理。物质循环、能量流动、信息传

① 尚玉昌,蔡晓明.普通生态学[M].北京:北京大学出版社,1992:86.

② 刘云胜.高技术生态建筑发展历程:从高技派建筑到高技生态建筑的演进[M].北京:中国建筑工业出版社,2008:167.

③ 冉茂宇,刘煜.生态建筑[M].武汉:华中科技大学出版社,2014:2.

④ 何强,等.环境学导论[M].北京:清华大学出版社,1994:30.

递是生物体的主要表现。

(三)生态因子

生态因子可以分为直接因子和间接因子。

直接因子是对生物或人类产生直接影响的因子,具体包括光照、温度、水、二氧化碳、氧气等。

间接因子是通过影响直接因子而对生物与人类产生间接影响的因子,具体包括地形、坡向、坡度等,这些因素通过对光照、温度、土壤质地等产生影响,进而影响到生物与人类。

(四)因子的不可代替性和补偿性

在环境中,生态因子,特别是主导因子对生物发挥着重要的作用。生态因子的缺失会直接阻碍生物体的正常生长发育,引发疾病,甚至死亡。总体来说,生态因子是不可代替和补偿的。但如果是在多个生态因子共同发生作用的过程中,某一个因子在量上表现出不足,可以由其他因子进行补偿,这样并不会影响到整体的生态效应。

(五)限制因子与耐性定律

生态因子的数量和质量会直接影响到生态系统功能的发挥。在综合环境因子中,生物的生长发育主要受到那个数量最小的因子的限制。生物的生长发育同时也会受到它们对环境因子的耐性限度控制,即耐性定律。

(六)生态位

所谓生态位,是指在群落中,某一个生物种群与其他种群在时空上的相对位置及其功能的关系,或生物有机体在与环境的相互关系中所处的地位。

(七)生态平衡

当受到外界干扰时,生态系统在某种程度上能够抵抗胁迫,通过自身的调节功能实现新的平衡。

(八)拮抗作用与协同作用

各个因子在一起联合作用时,一种因子能抑制或影响另一种因子起作用时称拮抗;两种或多种化合物共同作用时的毒性等于或超过各化合物单独作用时的毒性总和称协同作用;两种或多种化合物共同作用时的毒性为

化合物单独作用时的毒性的总和称叠加。

(九)生态演替

生态演替是由外因引起,受内在控制的有序进行的实现系统稳定的过程,这个过程是可以预见的。

(十)人与自然统一

生态学的本质是实现人与自然的和谐统一。人类在充分发挥主观能动性的同时要做到顺应自然、尊重自然,合理利用资源,实现生态建设与经济生态建设的统一,维护生态平衡。

三、生态系统及其特征

(一)生态系统

生态系统具体可以分为自然生态系统和人工生态系统,下面对其进行具体分析。

1. 自然生态系统

1) 自然生态系统的组成

自然生态系统是由非生物环境和自然生物成分组成的系统。非生物环境包括气候因子(太阳辐射、风、温度、湿度等)、生物生长的基质和媒介(岩石、沙砾、土壤、空气和水等)、生物生长代谢的物质(二氧化碳、氧气、无机盐类和水等)三个方面。在自然生态系统中,生物被分为生产者、消费者、分解者。生产者主要指绿色植物,它利用光合作用将太阳能以化学键能的形式储存于有机物中。消费者指直接或间接从植物中获得能量的各种动物,包括草食动物、肉食动物和杂食动物等,人就是典型的杂食动物。分解者是指能分解动植物尸体的异养生物,主要是细菌、真菌和某些原生动物和小型土壤动物。

地球上无数大大小小的自然生态系统,大到整个海洋、整块大陆,小至一片森林、一块草地、一个小池塘等。根据水陆性质不同,可将地球生态系统划分为水域生态系统和陆地生态系统两大类。水域生态系统又可分为淡水生态系统和海洋生态系统两个次大类;陆地生态系统则可分为森林生态系统、草原生态系统、荒漠生态系统、高山生态系统、高原生态系统等。

2) 自然生态系统的特征

概括而言,自然生态系统主要具有以下几个特征。

- ①属于生态学的最高层次。
- ②内部能够进行自我组织、调节、更新。
- ③自身可以实现能量流动、物质循环、信息传递。
- ④营养级的数目是有限的。
- ⑤具有动态性和相对稳定性。

3) 自然生态系统的功能

自动产生物质循环、能量流动和信息传递是自然生态系统的主要功能。

(1)物质循环。生态系统中的物质主要是指生物为维持生命活动所需要的各种营养元素,包括能量元素——碳、氢、氧,它们占古生物总重量的95%左右。大量元素是指氮(N)、磷(P)、钙(Ca)、钾(K)、镁(Mg)、硫(S)、铁(Fe)、钠(Na);微量元素是指硼(B)、铜(Cu)、锌(Zn)、锰(Mn)、钼(Mo)、钴(Co)、碘(I)、硅(Si)、硒(Se)、铝(Al)、氟(F)等。它们对于生物来说,缺一不可。这些物质存在于大气、水源或土壤中,依次被生产者、草食动物和肉食动物等消费者吸收,接着被还原者分解,再一次被植物利用吸收,完成物质循环。

(2)能量流动。在自然生态系统中,绿色植物利用光合作用将太阳能转换为化学键能储存于有机物中。随着有机物质在生态系统中从一个营养级到另一个营养级传递,能量不断沿着生产者、草食动物、一级肉食动物、二级肉食动物等逐级流动。这种能量流动是单向的、逐级的,且遵循热力学第一定律和第二定律,即能量在流动过程中,要么转换为其他形式的能量,要么以废热形式消散在环境中,如图 1-1 所示。能量在从一个营养级向下一个营养级流动的过程中,一定存在耗散。

生态效率是指能量从一个营养级到另一个营养级的利用效率,即在营养级生产的物质量与生产这些物质所消耗的物质质量之比值。在自然生态系统中,食物链越长,损失的能量也就越多。在海洋生态系统和一些陆地生态系统中,能量从一个营养级到另一个营养级,其转换效率仅为 10%,而 90% 的能量在流动过程中都散失掉了。这一定律称为林德曼“百分之十”定律,也是自然生态系统中营养级一般不能超过四级的原因。

物质循环和能量流动是自然生态系统的两大基本功能,两者不可分割,是一切生命赖以生存的基础。如果说太阳为自然生态系统提供了能量,那么地球则为自然生态系统提供了其所需要的物质。

(3)信息传递。在自然生态系统中,生物个体之间、群体之间以及与环境之间都可以进行信息的传递。信息不是物质,也不是能量,但信息必须以

物质为载体,通过能量进行传输。信息传递与能量流动和物质循环一样,都是生态系统的重要功能。它通过多种方式的传递把生态系统的各组分联系成一个整体,具有调节系统稳定性的功能。我们一般把信息分为基因信息和特征信息两大类。基因信息是生命物种得以延续的保证,是一组结构复制体。它记录了生物种类的最基本性状,在一定的生物化学条件下,可以重新显示发出者的全部生理特征。特征信息分为物理信息、化学信息、营养信息、行为信息四类,主要用于社会交流与通信。

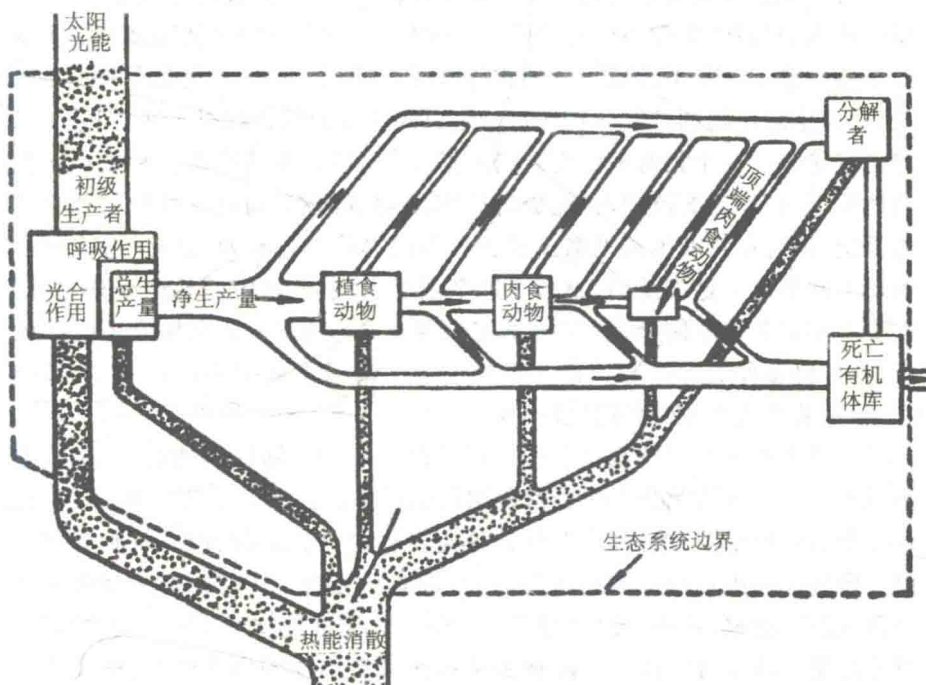


图 1-1

通信是指种群中个体与个体之间互通信息的现象。只有互通信息,个体之间才能互相了解,各司其职,在共同行动中协调一致。信号是个体之间用以传递信息的行为或物质。通信根据信息的传递途径分为三种。一是化学通信,即由嗅觉和味觉通路传导信息;二是机械通信,即由触觉和听觉通路传导信息;三是辐射通信,即由光感受或视觉传导信息。通信的生态意义主要有以下几点。

①相互联系。通信引导动物与其他个体发生联系,维持个体间相互关系。例如,标记居住场所、表示地位等级等,可以通知对方本身的存在,使行为易于被感受者所接受。

②个体识别。通过通讯,动物彼此达到互相识别。

③减少动物间的格斗和死亡。标记居住场所、表示地位等级,可以减少社群成员之间的竞争。

④帮助各个体间行为同步化。

⑤相互警告。

⑥有利于群体的共同行动。

4) 自然生态系统的平衡与演替

自然生态系统的平衡是指在一定时间内,系统中能量的流入和流出、物质的产生和消耗、生物与生物之间相互制约、生物与环境之间相互影响等各种对立因素达到数量或质量上的相等或相互抵消。生态平衡是一种动态平衡,它使生态系统的结构和功能在一定时间范围内保持相对不变,即处于相对稳定状态。一个相对平衡稳定的自然生态系统,在环境改变和人类干扰的情况下,在一定的范围内,能通过内部的调节机制,维持自身结构和功能的稳定,保持自身的生态平衡。这种调节机制称为稳定机制。生态系统的稳定机制是有一定限度的,超出了这个限度,将造成系统结构的破坏、功能的受阻和正常关系的紊乱,系统不能恢复到原有状态,甚至导致系统的毁灭,这种状态称之为生态失衡。影响生态平衡的因素很多,主要有植被破坏、物种数量减少、食物链被破坏等。

自然生态系统演替就是生态系统的结构和功能随时间的改变,是指生态系统中一个群落被另一个群落所取代的现象。自然生态系统的演替具有自调节、自修复和自维持、自发展并趋向多样化和稳定的特点,是有规律地以一定顺序向固定的方向发展的,因而是能预见的。任何一类演替都经过迁移、定居、群聚、竞争、反应、稳定六个阶段。演替是物理环境改变的结果,但同时受群落本身的控制。演替是从种间关系不协调到协调,从种类组成不稳定到稳定,从低水平适应环境到高水平适应环境,从物种少量性向物种多样性发展,最后形成一个与周围环境相适应的、稳定的顶级生态系统(如气候顶级生态系统)的过程。在顶级生态系统中有最大的生物量和生物间共生功能。

在自然生态系统演替各阶段中,各种物种是相互适应的,一个物种的进化会导致与该物种相联系的其他物种的选择压力发生变化,继而使这些物种也发生改变,这些改变反过来又进一步影响原有物种的变化。因此,在大部分情况下,物种间的进化是相互影响的,共同构成一个相互作用的协同适应系统。

2. 人工生态系统

人工生态系统是指有人为因素参与或作用的生态系统。人工生态系统按人为因素参与或作用的程度不同可分为低级、低中级、中级、中高级、高级人工生态系统。人工程度越高,人为主导作用越强,自然因素就越少或所起的作用就越小。例如,渔猎文明时期,人类作为消费者,其运作对自然生态系统没有多大影响;农业文明时期,人类培养栽种农作物,驯养禽兽,自身可以部分控制调节生态系统物质能量的生产和输出;工业文明时期,现代化高度发达的城市属于高级人工生态系统,它本身不具备物质能量的生产和废弃物降解能力,是一个物质、能量高度集中和高度消费并产生大量废弃物的人为生态系统。人工生态系统有以下几个特性。

(1)任何人工生态系统都存在于某一自然生态系统之中,并成为其消费者或调节者,可增加或减弱该系统的物质能量生产,可促进或阻止该系统的进化发展,还可修复或破坏该系统的结构和功能。其结果的好坏完全取决于人类的活动。

(2)人工生态系统主要以人为中心。人是这个系统的核心和决定因素。这个系统是人根据自己的需要创造的,反过来又作用于人。因此,在人工生态系统中,人既是调节者也是被调节者。人的主观能动性对人工生态系统的形成和运行有很大影响。例如,人可以在人工生态系统中合成并利用自然界并不存在的新物质,但这些新物质如果不能被自然界分解,就会危害自然界,进而危害人工生态系统自身。人工生态系统除了涉及生物人的特性,还涉及人与人之间的社会关系以及经济关系。

(3)人工生态系统中的各组成部分之间仍是通过物质循环、能量流动、信息传递而进行活动的。物质循环的快慢、能量流动的大小、信息传递的多少与人工程度的高低有关。

(4)人工生态系统通常是消费者占优势的生态系统。其能量和物质相对集中,全部或部分由外环境输入,因此,它对其所在自然生态系统有依存性。人工生态系统中,物质能量结构是金字塔、倒金字塔还是其他形状,取决于人工程度的高低。在自然生态系统中,能量和物质只是依靠食物链或食物网而流动循环,在人工生态系统中,吃、穿、住、行等都是能量和物质的流动途径。

(5)人工生态系统通常是分解功能不充分的生态系统。由于人工生态系统中缺乏或仅存少量的分解还原者,造成其分解还原功能低下;此外,大量废物排出,导致人工生态系统中的环境受到严重污染。因此,人工生态系统无论是物质能量生产还是废弃物吸收,都依赖于外部环境系统。人工程

度越高的系统,对周围环境的依赖越强。

(6)人工生态系统的自我调节能力和自我维持能力较自然生态系统薄弱。由于人工生态系统或多或少对外界自然环境有依存性,其抗外界干扰和破坏能力薄弱,稳定性较差。

(二)生态系统的特征

与其他系统一样,生态系统也具有整体的结构,各组成部分之间是相互影响与联系的。但生态系统是一个有生命的系统,使得生态系统具有不同于机械系统的许多特征,这些特征主要表现在以下几个方面。

1. 整体性

生态系统内部各组成成分之间以及不同的生态系统之间是一个不可分割的整体。有学者指出,“地球上各种类型的生态系统都不是孤立存在的,每一部分都是生物圈的一个组成部分,也可以说是扩大了的整体的一部分”^①。

2. 区域性

生态系统都与特定的空间相联系,这种空间都存在着不同的生态条件。戴兴华认为,“生命系统与环境系统相互作用以及生物对环境长期的适应结果,使生态系统的结构和功能反映了一定的区域特征,这也是生命成分在长期进化过程中对各自空间环境适应和相互作用的结果”^②。

3. 开放性

开放性是生态系统一个重要的特征,它同外界之间进行着能量交换与物质交换。生态系统中的能量通常是单向流动的,生物体将接受的太阳光能以热能的形式消耗出去,不断再被利用,如图 1-2 所示。生态系统中的物质是不断进行循环的,碳、氧、氢、磷等是维持生命的重要元素,它们最初是以无机物的形式存在的,在营养级的转移过程中形成有机物,被微生物分解后回归环境,开始新一轮的循环,如图 1-3 所示。此外,生态系统中还存在着信息流动。

^① 陈易. 城市建设中的可持续发展理论[M]. 上海:同济大学出版社,2003:4.

^② 戴兴华. 城市环境生态学[M]. 北京:中国建材工业出版社,2002:35.