

21世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材

城市生态与城市环境保护

CHENGSHI SHENGTAI YU CHENGSHI HUANJING BAOHU

梁彦兰 阎利 主编



- 融合城镇化建设, 注重环境保护与可持续发展
- 图文并茂, 案例丰富, 侧重生态与环境意识的培养



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材

城市生态与城市环境保护

主 编	梁彦兰	阎 利
副主编	王保民	佟 艳
	刘彦珍	张坤朋
参 编	樊良新	张云华
	李 丹	



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书主要介绍城市生态与城市环境保护的基本知识。本书共 9 章, 主要内容包括生态学基础、城市生态学、城市生态规划、城市环境问题、城市污染及其防治、城市灾害及预防、环境保护与可持续发展、城市绿地和城市景观生态, 注重培养学生用生态学原理解决城市环境问题。

本书可以作为高等院校城乡规划、风景园林等相关专业的教材, 也可以作为大学公共选修课教材, 还可以作为环境科学、城市管理、环境保护、城市生态建设等相关专业工作人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

城市生态与城市环境保护/梁彦兰, 阎利主编. —北京: 北京大学出版社, 2013. 7

(21 世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-22867-8

I. ①城… II. ①梁…②阎… III. ①城市环境—生态环境—环境保护—高等学校—教材 IV. ①X21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 162764 号

书 名: 城市生态与城市环境保护

著作责任者: 梁彦兰 阎 利 主编

策划编辑: 卢 东 任占军

责任编辑: 卢 东

标准书号: ISBN 978-7-301-22867-8/TU·0344

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电子信箱: pup_6@163.com

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京富生印刷厂

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18 印张 418 千字

2013 年 7 月第 1 版 2013 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 36.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

随着城市化和城市工业化的迅速发展，引起了一系列城市问题，如人口密集、住房困难、土地资源紧张、工业资源短缺、水源短缺、交通拥挤、环境污染、疾病流行、犯罪增多、就业困难等。城市经济发展和城市生态环境之间的矛盾日益复杂尖锐，城市的发展不能再以牺牲生态环境为代价，从而使解决城市发展和城市生态环境保护的问题提到了世界各国的议事日程。

通过本书的学习，使学生了解生态学与城市生态学的基本原理，了解城市生态系统、城市生态规划、环境保护等相关内容，并将生态学、环境学与城市学有机地联系起来，使学生掌握全面完整的城市观，树立生态意识与环境意识，将生态学及城市生态学的知识与城市规划原理融会贯通，提高专业素养。

本书的写作特点如下。

(1) 结构严谨、逻辑严密、图文并茂、深入浅出、通俗易懂，从原理、方法和案例三大方面展开，层层递进。

(2) 将生态学、城市生态学与城市发展的历史、环境保护及可持续发展相结合，注重国内外城市生态环境的比较与分析；与我国城市发展的现实问题紧密结合；与城市生态化的发展趋势与生态城市建设紧密结合。

(3) 重视对学生的生态意识和思维方式的训练及培养。

(4) 通过大量理论与案例的介绍与分析，讲解生态学和环境学基本原理对人居环境发展的影响，让学生既获得理论动态方面的信息，又获得实践方面的信息，同时通过形象化的案例剖析，获得良好的教学效果。

本书由安阳工学院梁彦兰、阎利任主编；安阳工学院王保民、刘彦珍、张坤朋和河南理工大学佟艳任副主编；安阳工学院张云华、李丹和河南理工大学樊良新任参编。具体编写分工为：梁彦兰编写第1章；佟艳编写第2章；张云华、佟艳合编第3章；刘彦珍编写第4章；阎利编写第5章；张坤朋编写第6章；阎利和张坤朋合编第7章；王保民编写第8章；樊良新、王保民、李丹合编第9章；本书由梁彦兰和阎利负责统稿。

本书在编写过程中参阅了国内外众多学者的文献及研究成果，并参考引用了网络上的一些相关资料和图片，在此对相关作者表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2013年4月

目 录

第 1 章 生态学基础	1	第 2 章 城市生态学	37
1.1 生态学的概念及其发展	2	2.1 城市与城市化	38
1.1.1 生态学的概念	2	2.1.1 城市的概念	38
1.1.2 生态学的研究对象和分支 学科	2	2.1.2 城市化	39
1.1.3 生态学的发展	3	2.2 城市生态学的研究内容及其 发展	40
1.2 生态因子及其作用	6	2.2.1 城市生态学的概念	40
1.2.1 生态因子的概念	6	2.2.2 城市生态学的研究内容和 分支学科	41
1.2.2 生态因子的分类	6	2.2.3 城市生态学研究的意义	42
1.2.3 生态因子作用的一般特征	6	2.2.4 城市生态学的发展	42
1.2.4 生态因子作用的规律	7	2.2.5 我国城市生态学发展	48
1.3 种群	8	2.3 城市生态学的基本理论	48
1.3.1 种群的基本概念和特征	8	2.3.1 城市生态位理论	48
1.3.2 种群数量动态参数	8	2.3.2 生物多样性理论	49
1.3.3 种群增长的基本模式	9	2.3.3 环境承载力理论	50
1.3.4 种群间关系	10	2.3.4 循环经济理论	50
1.4 群落	11	2.3.5 可持续发展理论	51
1.4.1 群落的基本概念	11	2.3.6 生态伦理学理论	52
1.4.2 群落的特征	11	2.3.7 景观生态学理论	53
1.4.3 群落与环境	12	2.3.8 系统整体功能最优原理	53
1.5 生态系统	16	2.3.9 最小因子原理	53
1.5.1 生态系统的概念	16	2.4 城市生态系统	53
1.5.2 生态系统的研究层次	16	2.4.1 城市生态系统的概念	53
1.5.3 生态系统的类型	17	2.4.2 城市生态系统的组成	54
1.5.4 生态系统的组成	20	2.4.3 城市生态系统的特点	55
1.5.5 生态系统的基本特征	22	2.5 城市生态系统的结构和功能	57
1.5.6 生态系统的结构	23	2.5.1 城市生态系统的结构	57
1.5.7 生态系统的功能	24	2.5.2 城市生态系统的功能	58
1.5.8 生态系统的平衡与失衡	27	思考题	61
1.6 受损生态系统的修复	30	第 3 章 城市生态规划	62
1.6.1 生态系统的受损类型	30	3.1 城市生态规划概述	63
1.6.2 受损生态系统的基本 特征	30	3.1.1 城市生态规划的概念	63
1.6.3 受损生态系统的修复	30	3.1.2 城市生态规划的基本 原则	63
1.6.4 生态工程修复技术	32	3.1.3 城市生态规划的基本 内容	64
思考题	36		



3.1.4	城市生态规划的程序	68	5.1.1	大气的组成	132
3.2	生态城市建设	68	5.1.2	大气结构	133
3.2.1	生态城市的概念	68	5.1.3	大气污染	134
3.2.2	生态建设的意义	69	5.2	固体废物污染及其防治	144
3.2.3	国外典型生态城市建设	69	5.2.1	固体废物的概念及分类	144
3.2.4	国内生态城市建设情况	72	5.2.2	固体废物的特点	145
3.2.5	生态城市的特点	74	5.2.3	固体废物对环境的危害	146
3.2.6	生态县、生态市和生态省 建设指标	74	5.2.4	危险废弃物的污染防治 措施	148
3.2.7	生态城市建设评价	80	5.3	水污染及其防治	152
3.3	生态园林城市建设	84	5.3.1	水污染的类型	153
3.3.1	生态园林城市标准的一般性 要求	85	5.3.2	水质指标与标准	155
3.3.2	生态园林城市标准的基本 指标要求	86	5.3.3	水体自净与水环境容量	158
3.3.3	基本指标计算及要求	87	5.3.4	水污染防治	158
思考题		93	5.4	城市噪声及其防治	162
第4章	城市环境问题	94	5.4.1	噪声的概念与来源	162
4.1	环境的概念及要素	95	5.4.2	噪声的单位与标准	163
4.1.1	环境的概念	95	5.4.3	区域环境噪声控制措施	164
4.1.2	环境要素及基本属性	95	5.4.4	交通噪声综合整治措施	165
4.2	环境科学	97	5.5	其他污染及其防治	165
4.2.1	环境科学的研究对象	97	5.5.1	电磁辐射污染	165
4.2.2	环境科学的基本任务	97	5.5.2	光污染	166
4.2.3	环境科学的分支	99	5.5.3	热污染	168
4.3	环境问题	101	思考题		171
4.3.1	环境问题的概念及分类	101	第6章	城市灾害及预防	172
4.3.2	环境问题的产生和发展	103	6.1	城市灾害概述	173
4.3.3	当前世界面临的主要环境 问题	107	6.1.1	城市灾害分类	173
4.3.4	当前我国面临的主要环境 问题	114	6.1.2	常见的城市灾害类型	173
4.4	城市环境问题	122	6.1.3	城市灾害发展历程	181
4.4.1	城市环境的组成	122	6.2	城市灾害预防	182
4.4.2	城市环境的特点	122	6.2.1	城市灾害预警系统	183
4.4.3	城市环境容量	123	6.2.2	减灾防灾的城市规划 建设	186
4.4.4	新时期的城市环境问题及 防治对策	124	6.2.3	城市灾害教育	187
思考题		130	6.3	城市绿地防灾减灾	188
第5章	城市污染及其防治	131	6.3.1	城市绿地的防灾减灾 功能	188
5.1	大气污染及其防治	132	6.3.2	城市绿地防灾减灾建设	193
			思考题		198
			第7章	环境保护与可持续发展	199
			7.1	环境保护	200

7.1.1	环境保护的概念	200	8.4.1	城市绿地指标的定义	246
7.1.2	全球环境保护的发展 历程	200	8.4.2	城市绿地指标的作用	246
7.1.3	我国环境保护发展历程 ..	204	8.4.3	城市绿地指标	246
7.1.4	我国现阶段环境保护 工作	206	8.4.4	在计算城市绿地指标时注意 事项	248
7.2	可持续发展	207	思考题		251
7.2.1	可持续发展的概念	208	第9章 城市景观生态		252
7.2.2	可持续发展思想的形成 ..	208	9.1 景观与景观生态学		253
7.2.3	可持续发展的生态原则 ..	213	9.1.1 景观的定义与内涵		253
7.2.4	我国可持续发展的六大 领域	214	9.1.2 景观生态学的概念及研究 内容		253
7.2.5	我国实施可持续发展 战略的行动	215	9.2 景观要素的基本类型		254
思考题		220	9.2.1 斑块		254
第8章 城市绿地		221	9.2.2 廊道		257
8.1 城市绿地与城市生态学		222	9.2.3 基质		261
8.1.1 城市绿地		222	9.2.4 网络		261
8.1.2 城市绿地相关术语		230	9.3 城市景观格局		262
8.1.3 城市绿地与城市生态学的 关系		231	9.3.1 景观格局的类型		262
8.2 城市绿地的功能		232	9.3.2 城市景观格局的研究 方法		262
8.2.1 园林绿地的生态功能		232	9.4 城市景观生态学的一般原理		264
8.2.2 园林绿地的使用功能		237	9.4.1 关于斑块的基本原理		264
8.2.3 美化城市		238	9.4.2 关于廊道的基本原理		265
8.2.4 城市园林植物的环境指示 作用		238	9.4.3 关于景观镶嵌体的基本 原理		266
8.3 城市绿地的类型		239	9.4.4 关于整体格局原理		267
8.3.1 公园绿地		240	9.5 城市景观特征与规划		267
8.3.2 生产绿地		244	9.5.1 城市景观的概念与要素 ..		267
8.3.3 防护绿地		245	9.5.2 城市景观特征		267
8.3.4 附属绿地		245	9.5.3 城市景观异质性		269
8.3.5 其他绿地		245	9.5.4 城市景观规划的内容		271
8.4 城市绿地指标体系		246	思考题		279
			参考文献		280

第 1 章

生态学基础

内容提要及要求

本章介绍生态学的概念及其发展，生态因子及其作用，种群、群落、生态系统、受损生态系统的修复相关知识，使学生对生态学有一个整体地了解，进而对生态学产生浓厚的兴趣。

生态学是环境科学的理论基础。随着人类活动范围的扩大与多样化，人类与环境的关系问题越来越突出，生态学相关理论与知识越来越受到社会各界的重视。近代生态学研究的范围，除生物个体、种群和生物群落外，已扩大到包括人类社会在内的多种类型生态系统的复合系统。人类面临的人口、资源、环境等几大问题都是生态学的研究内容，而生态环境、生态问题、生态平衡、生态危机、生态意识等也是学术界使用频率很高的词汇。因此，生态学已成为一个庞大的学科体系。



1.1 生态学的概念及其发展

1.1.1 生态学的概念

生态学来源于生物学，生态学(ecology)是由德国生物学家 E. H. 赫克尔(E. H. Haeckel)于1869年首次提出的。E. H. 赫克尔在其所著的《普通生物形态学》一书中首先把生态学定义为：研究有机体与环境之间相互关系的科学。E. H. 赫克尔所赋予生态学的定义很广泛，它引起许多学者的争议。有学者指出，如果生态学内容如此广泛，不属于生态学的学问就不多了。因此，生态学应有更明确的定义，一些著名生态学家对生态学也下过定义。1954年，澳大利亚生态学家安德列沃斯(Andrew wartha)认为生态学是研究有机体的分布和多度的科学，他强调的是种群生态学。1909年，丹麦植物生态学家叶夫根·尼温(Evgenivs Warming)提出植物生态学是研究影响植物生活的外在因子及其对植物的影响；地球上所出现的植物群落及其决定因子，这里既包括个体，也包括群落。1980年，我国著名生态学家马世骏将生态学定义为研究生命系统和环境系统相互关系的科学。由于研究侧重点不同，诸学者给生态学下的定义也不尽相同，但目前对生态学的简明表述为：生态学是研究生物之间、生物与环境之间的相互关系的学科。生态学研究的对象有两个方面的关系，其一为生物之间的关系；其二为生物与环境之间的关系。

1.1.2 生态学的研究对象和分支学科

生态学的研究范围异常广泛，从分子到生物圈都是生态学的研究对象，即生物大分子—基因—细胞—个体—种群—群落—生态系统—生物圈都是生态学的研究对象，如图1-1所示。



图 1-1 生态学的研究对象

这些研究对象又异常复杂，使生态学发展成一个庞大的学科体系。根据其研究对象的组织水平、类群、生境以及研究性质，可将其划分如下。

1. 根据研究对象的组织水平划分

生物的组织层次可以从分子到生物圈,与此相对应,生态学也分化出分子生态学、个体生态学、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学、景观生态学与全球生态学。

2. 根据研究对象的分类学划分

根据生态学研究对象的分类学类群划分,生态学可分化出植物生态学、动物生态学、微生物生态学、哺乳动物生态学、昆虫生态学以及各个主要物种的生态学。

3. 根据研究对象的生境划分

根据研究对象的生境类别划分,生态学可分化出陆地生态学、海洋生态学、淡水生态学、岛屿生态学等。

4. 根据研究性质划分

根据研究性质,生态学可划分为理论生态学与应用生态学。涉及各部门应用的有农业生态学、森林生态学、草地生态学、家畜生态学、城市生态学、保育生态学、恢复生态学、生态工程学、人类生态学、生态伦理学等。理论生态学涉及生态学进程、生态关系的数学推理及生态建模,如数学生态学、进化生态学、生态系统分析等。

此外,还有学科间相互渗透而产生的边缘学科,如数量生态学、化学生态学、物理生态学、经济生态学等。

1.1.3 生态学的发展

生态学的发展史大致可概括为3个阶段:生态学萌芽时期、生态学建立时期和现代生态学发展时期。

1. 生态学萌芽时期

在人类文明的早期,为了生存,人类不得不对的动植物的生活习性以及周围世界的各种自然现象进行观察。因此,从远古时代起,人类实际上就在从事生态学工作。在一些中外古籍中,已有不少有关生态学知识的记载。早在公元前1200年,我国《尔雅》一书中就有“草”、“木”两章,记载了50多种草本植物和176种木本植物的形态与生态环境。公元前200年《管子》“地员篇”专门论及水土和植物,记述了植物沿水分梯度的带状分布以及土地的合理利用(图1-2)。公元前100年前后,我国农历已确立了24节气,它反映了作物、昆虫等生物现象与气候之间的关系。这一时期还出现了记述鸟类生态的《禽经》,其中记述了不少动物行为。在欧洲,亚里士多德(Aristotle)按栖息地把动物分为陆栖、水栖两大类,还按食性分为肉食、草食、杂食及特殊食性4类。亚里士多德的学生——古希腊著名学者狄奥弗拉斯特(Theophrastus)在其著作中曾经根据植物与环境的关系来区分不同树木类型,并注意到动物色泽变化是对环境的适应。但上述古籍中没有生态学这一名词,那时也不可能使生态学发展成为独立的科学。

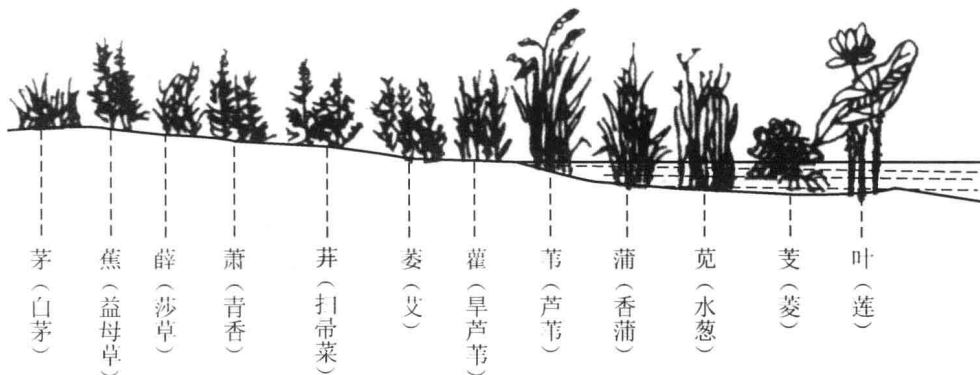


图 1-2 江淮平原上沼泽植物沿水分梯度的带状分布(曹凑贵, 2002)

2. 生态学建立时期

这一阶段始于 16 世纪文艺复兴之后。各学科科学家都为生态学的诞生做了大量的工作。例如, 曾被推许为第一个现代化学家的鲍尔(Boyle)于 1670 年发表了低压对动物物种的试验结果, 标志着动物生理生态学的开端。1735 年, 法国昆虫学家列奥缪尔(Reaumur)在其昆虫学研究发现, 日平均气温总和对任一个物候期都是一个常数, 他也被认为是研究温度与昆虫发育生理的先驱。1807 年, Humboldt 发表了《植物地理知识》, 描述了物种的分布规律。1859 年, 达尔文发表的《物种起源》, 更系统地深化了对生物与环境相互关系的认识。1866 年, 德国生物学家 Haeckel 对生态学予以定义。1877 年, 德国的 Mobius 创立了生物群落概念。1895 年, Warming 发表的《以生态地理为基础的植物分布》被认为是植物生态学诞生的标志。德国 Schroter 提出了个体生态学和群体生态学两个概念。这些学者以及许多未提及的学者所做的工作, 为生态学的建立和发展打下了良好的基础。

这一时期, 在植物群落学研究方面取得了很大发展, 形成了研究重点不同的 4 个学派。英美学派以研究植物群落的演替和创建顶极学说而著名, 有影响的著作有《植物的演替》、《植物生态学》、《实用植物生态学》等。法瑞学派以特征种和区别种划分群落类型, 并建立了比较严格的植被等级分类系统, 完成了大量植被图, 在各学派中影响最大, 主要著作有《植物社会学》、《地植物学研究方法》。北欧学派注重群落分析为特点, 重要著作有《近代社会学方法论基础》。苏联学派注重建群种和优势种, 建立了一个植被等级分类系统, 并重视植被生态与植被地理工作, 代表著作有《植物群落学》、《生物地理群落学与植物群落学》。

3. 现代生态学发展时期

20 世纪 50 年代以来, 人类的经济和科学技术获得了史无前例的飞速发展, 既给人类带来了进步和幸福, 也带来了环境、人口、资源和全球变化等关系到人类自身生存的重大问题。在解决这些重大社会问题的过程中, 生态学与其他学科相互渗透, 相互促进, 并获得了重大的发展。其有以下一些特点。

1) 整体观的发展

整体观的发展主要包括以下几个方面。

(1) 动植物生态学由分别单独发展走向统一,生态系统研究成为主流。

(2) 生态学不仅与生理学、遗传学、行为学、进化论等生物学各个分支领域相结合形成了一系列新的领域,并且与数学、地学、化学、物理学等自然科学相交叉,产生了许多边缘学科,甚至超越自然科学界限,与经济学、社会学、城市科学相结合,生态学成了自然科学和社会科学相衔接的桥梁。

(3) 生态系统理论与农、林、牧、渔各业生产,环境保护和污染处理相结合,并发展为生态工程和生态系统工程。

(4) 生态学与系统分析或系统工程相结合,形成了系统生态学。

2) 生态学研究对象的多层次性更加明显

现代生态学研究对象向宏观和微观两极多层次发展,小至分子状态、细胞生态,大至景观生态、区域生态、生物圈或全球生态,虽然宏观仍是主流,但微观的成就同样重大而不可忽视。而在生态学建立时,其研究对象则主要是有机体、种群、群落和生态系统几个宏观层次。

3) 生态学研究的国际性是其发展的趋势

生态学问题往往超越国界,第二次世界大战以后,有许多由上百个国家参加的国际规划。重要的有20世纪60年代的国际生物学计划(IBP)、20世纪70年代的人与生物圈计划(MAB),以及现在正在执行中的国际地圈生物圈计划(IGBP)和生物多样性计划(DIVERSITAS)。为保证世界环境的质量和人类社会的持续发展,如保护臭氧层、预防全球气候变化的影响,国际上一个紧接一个地签订了一系列协定。1992年各国首脑在巴西里约热内卢签署的《生物多样性公约》是近年来对全球有较大影响力和约束力的一个国际公约,有许多方面涉及了各国的生态学问题。

(1) 国际生物学计划(IBP)。由联合国教科文组织(UNESCO)提出,1964年开始执行,包括陆地生产力、淡水生产力、海洋生产力和资源利用管理等7个领域,其中心是全球主要生态系统的结构、功能和生物生产力研究。该计划共有97个国家参加,我国没有参加。

(2) 人与生物圈计划(MAB)。1970年由联合国教科文组织提出,是一个国际性、政府间的多学科的综合研究计划,是IBP的继续。它的主要任务是研究在人类活动的影响下,地球上不同区域各类生态系统的结构、功能及其发展趋势,预报生物圈及其资源的变化和这些变化对人类本身的影响。其目的是通过自然科学和社会科学这两个方面,研究人类今天的行动对未来世界的影响,为改善全球性人与环境的相互关系,提供科学依据,确保在人口不断增长的情况下合理管理与利用环境及资源,保证人类社会持续协调地发展。有近百个国家加入这个组织,我国已于1979年参加了该研究计划。

(3) 国际地圈生物圈计划(IGBP)。由国际科学联盟委员会(ICSU)于1984年正式提出,1991年开始执行。其主要的目标是解释和了解调节地球独特生命环境的相互作用的物理、化学和生物学过程,系统中正在出现的变化,人类活动对它们的影响方式,即用全



球的观点和新的努力，把地球和生物作为相互作用的紧密相关的系统来研究。该计划共包括 10 个核心计划和 7 个关键问题。

(4) 生物多样性计划(DIVERSITAS)。1991 年由国际生物科学联盟(IUBS)提出，并在环境问题科学委员会(SCOPE)和联合国科教文组织等国际组织参加进来以后，将生物多样性研究的各个方面加以组织和整合，正式提出 DIVERSITAS 研究项目并开始执行。1996 年 7 月，科学指导委员会草拟并通过了当前 DIVERSITAS “操作计划”的最后版本。操作计划共有 10 个组成方面的内容，其中 5 个为核心组成部分。“生物多样性对生态系统功能的作用”是其最核心的组成部分。“生物多样性的保护、恢复和持续利用”既是重要的研究内容又是研究所要达到的最终目标。

1.2 生态因子及其作用

1.2.1 生态因子的概念

生态因子是指环境中对生物的生长、发育、生殖、行为和分布有直接或间接影响的环境要素，如温度、湿度、食物、氧气、二氧化碳和其他相关生物等。

所有生态因子构成生物的生态环境。具体的生物个体和群体生活地段上的生态环境称为生境。

1.2.2 生态因子的分类

在研究植物与环境之间的相互关系中，通常根据生态因子的性质，将其划分为下列 5 大类。

(1) 气候因子：如温度、湿度、光、降水、风等。

(2) 土壤因子：包括土壤结构、土壤有机和无机成分的理化性质及土壤生物等。

(3) 地形因子：如地面的起伏、山脉的坡度、坡向等，这些因子对生物的生长和分布有明显影响。

(4) 生物因子：包括生物之间的各种相互关系，如捕食、寄生、竞争和互惠共生等。

(5) 人为因子：人类的活动对自然界和其他生物的影响已经越来越大和越来越带有全球性，把人为因子从生物因子中分离出来是为了强调人的作用的特殊性和重要性。

1.2.3 生态因子作用的一般特征

1. 综合性

环境中各种生态因子不是孤立存在的，而是彼此联系、互相促进、互相制约的。任何一个因子的变化都会引起其他因子不同程度的变化。例如，光强度的变化必然引起大气和土壤温度和湿度的改变，这就是生态因子的综合作用。

2. 非等价性

在诸多生态因子中,有一个对生物起决定性作用的生态因子,其称为主导因子。主导因子的改变会引起其他因子发生变化。例如,长江流域的1500mm年雨量区域是富饶的农林地带,而在同样是1500mm年雨量区域的海南岛的临高、澄迈等地,却呈现出荒芜的热带草原。这就是由于温度的变化,使两地形成了完全不同的植被类型。

3. 不可替代性和互补性

各生态因子对生物的作用虽然不尽相同,但都不可缺少。一个因子的缺失不能由另一个因子来替代,但某一因子的数量不足,有时可以靠另一因子的加强而得到调剂和补偿。例如,当光合作用中的光照不足时,可以通过增加二氧化碳浓度来补偿。

4. 阶段性

生物在生长发育的不同阶段对生态因子的需求不同,因此,生态因子对生物的作用也具有阶段性。例如,光照长短在植物的春化阶段并不起作用,但在开花阶段则是十分重要的。

5. 直接作用和间接作用

环境中的地形因子,其起伏程度、坡向、坡度、海拔高度及经纬度等对生物的作用不是直接的,但它们能影响光照、温度、雨水等因子的分布,因而对生物产生间接作用。

1.2.4 生态因子作用的规律

1. 最小因子定律

最小因子定律最早由德国农业化学家J. 利比希(J. Liebig)在1840年提出。他在研究作物的产量时发现,植物生长不是受需要量大的营养物质的影响,而是受那些处于最低量的营养物质成分的影响。进一步得出:在诸多的生态因子中,只有处于最小量的因子,或接近耐受极限的因子对生物的生长发育起主要限制作用,甚至该因子的数量过低会导致生物死亡,当某一因子过量时,同样会影响生物生存。

2. 耐受性定律

1913年,美国生态学家V. E. 谢尔福德(V. E. Shelford)提出了耐受性定律,认为任何一个生态因子在数量上或质量上的不足或过多,即当其接近或达到某种生物的耐受限度时会使该种生物衰退或不能生存,如图1-3所示。

生态幅表示每一种生物对每一种生态因子都有一个耐受范围,即有一个生态上的最低点和最高点。

3. 限制因子

耐受性定律和最小因子定律相结合便产生了限制因子的概念。在诸多生态因子中,使生物的生长发育受到限制甚至死亡的因子称为限制因子。任何一种生态因子只要接近或超过生物的耐受范围,就会成为这种生物的限制因子。

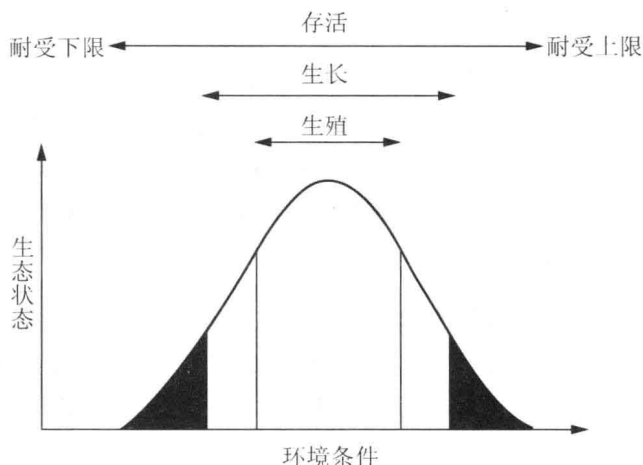


图 1-3 耐受性定律图示

1.3 种群

1.3.1 种群的基本概念和特征

种群是在一定时空中同种个体的总和，也就是说，种群是在特定的时间和一定的空间中生活和繁殖的同种个体所组成的群体。种群的基本特征有空间特征、数量特征和遗传特征。

(1) 空间特征：种群要占据一定的分布区，组成种群的每个有机体都需要有一定的空间进行繁殖和生长。种群数量的增多和种群个体生长的理论说明，在一个局限的空间中，种群中个体在空间中越来越接近，而每个个体所占据的空间越来越小，种群数量的增加就会受到空间的限制，进而产生个体间的争夺，出现领域性行为 and 扩散迁移等。

(2) 数量特征：种群数量特征是以占有一定面积或空间的个体数量，即种群密度来表示的，它是指单位面积或单位空间的个体数目。另一种表示种群密度的方法是生物量，即单位面积或空间所有个体的鲜物质或干物质的重量。

(3) 遗传特征：组成种群的个体在形态特征、生理特征方面有共性，但在某些形态特征或生理特征方面有差异。一个种群的生物具有一个共同基因库，以区别于其他物种，但并非每个个体都具有种群中贮存的所有信息。

1.3.2 种群数量动态参数

1. 出生率和死亡率

出生率是表示种群生殖状况的指标。常用种群中每年内每千个个体的出生数或每年每个雌体的产仔数来计算。出生率分为最大出生率(或称绝对生理出生率)和实际出生率(或

称生态出生率)。前者是指在理想条件下(无任何生态限制因子,繁殖只受生理因素限制)产生新个体的理论最大数量;后者表示种群在某个真实或特定的环境条件下的增长,它对种群来说随其组成、大小、物理环境条件而变化。

死亡率是指种群中每千个个体中死亡的总数。死亡率也分最低死亡率和实际死亡率(生态死亡率)。前者是指种群在最适应环境条件下,种群的个体都是因年老而死亡的,即生物都能活到了生理寿命之后才死亡的情况;后者是在特定条件下丧失的个体数,同生态出生率一样,不是常数,随种群状况和环境条件而改变。

2. 迁入和迁出

迁入是指生物个体或者其种群从原有生活地向特定地区整群迁居的一种行为。迁出是迁入的相反行为。迁入和迁出是生物的一种扩散行为,它有助于防止近亲繁殖,同时又是各地方种群之间进行基因交流的生态过程。

3. 年龄结构和性别比

年龄比例是指一个种群的所有个体一般具有不同的年龄,各个龄级的个体数目与种群个体总体的比例。根据种群的年龄结构,按龄级从小到大的顺序依比例绘制成图,即为年龄金字塔。种群中个体可分为3个生态时期:繁殖前期、繁殖期和繁殖后期,这3个年龄期的比例是有变化的,如图1-4所示。

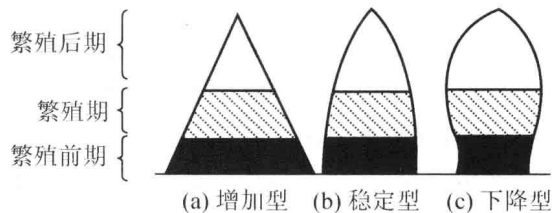


图 1-4 年龄金字塔

性别比是反映种群中雄性个体与雌性个体比例的参数。

4. 种群内禀增长率

种群内禀增长能力是指具有稳定年龄结构的种群,在食物与空间等因素不受限制,同种其他个体的密度维持在最适水平,在环境中没有天敌,排除疾病因素的威胁,并在某一特定的温度、湿度、光照和食物性质的环境条件下,种群的最大瞬时增长率。当然在实际情况中由于要受到各种环境条件的影响,种群的实际增长能力一般要小于其内禀增长能力。种群的内禀增长率与实际增长率之间的差数又叫环境阻力。环境阻力越大,种群受到的抑制也就越大,种群增长率越低。

1.3.3 种群增长的基本模式

种群增长的基本模式可分为两大类,即在无限环境中的指数增长和在有限环境中的逻辑斯谛增长。种群不受任何食物、空间等条件的限制,则种群就能发挥其内禀增长能力,



数量迅速增长, 呈现指数增长(又称J型增长)格局, 这一规律称为种群的指数增长规律。

自然种群不可能长期按几何级数增长。当种群在一个有限空间中增长时, 随着密度的不断上升, 对有限空间资源和其他生活条件利用的限制, 种内竞争增加, 必然会影响到种群的出生率和死亡率, 从而降低了种群的实际增长率, 一直到停止增长, 甚至使种群下降。种群在有限环境条件下连续增长的主要形式为逻辑斯蒂增长, 又称“阻滞增长”(S型增长), 如图1-5所示。

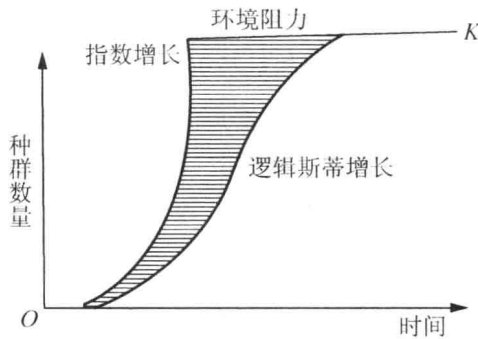


图 1-5 种群增长的模式示意图

1.3.4 种群间关系

在复杂的自然环境中, 不同种群间存在许多不同的相互作用, 形成了错综复杂的关系, 这些关系既可以是单向的, 也可以是彼此间相互影响的。其复杂程度与生态系统群落的复杂程度呈正相关。两个种群间的具体相互关系, 可以分为9种类型, 即中性关系、竞争(直接干涉型)、竞争(资源争夺型)、偏害关系、寄生关系、捕食关系、偏利关系、原始作用和互利共生, “+”、“-”、“○”分别表示有利、有害、无利无害, 见表1-1。

表 1-1 两物种种群关系的基本类型

相互作用类型	物种		相互作用一般性质
	1	2	
1. 中性关系	○	○	两个种群彼此不受影响
2. 竞争(直接干涉型)	-	-	每一种群直接抑制另一种群
3. 竞争(资源争夺型)	-	-	争夺资源造成资源缺乏而间接抑制
4. 偏害关系	-	○	种群1受抑制而种群2无影响
5. 寄生关系	+	-	寄生者1通常比寄主2的个体小
6. 捕食关系	+	-	捕食者1通常比猎物2的个体大
7. 偏利关系	+	○	种群1获利而种群2影响
8. 原始作用	+	+	相互作用对于两种群都有利, 但不是必然的
9. 互利共生	+	+	相互依赖的有利作用, 不可缺少