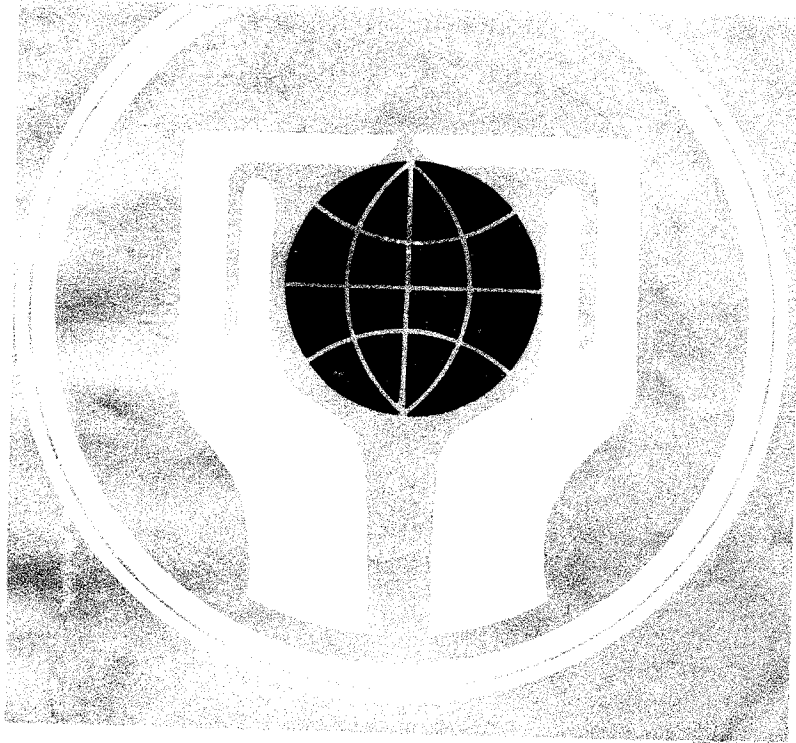


环 境 保 护 丛 书



张雨川 编译 丁熙 审校

生 态 学

四川科学技术出版社

责任编辑：田 健

生 态 学

张雨川 编译 丁 聚 审校

四川科学技术出版社出版、发行
(成都盐道街三号)

四川省新华书店经销
四川新华印刷厂印刷

ISBN7-5364-0824-2/Q·20

1988年11月第1版 开本787×1092毫米 1/32
1988年11月第1次印刷 字数125千
印数 1—3000册 印张6
定 价：1.75 元

前 言

环境保护是人类社会面临的重要任务之一。过去人们对环境保护的理解比较狭隘，许多人认为只是大气和水污染的控制、废物的处理等，认为是局部地区的问题。1972年联合国人类环境会议提出环境问题不仅是一个区域性的问题，而且是一个全球性的问题。由于人类社会的发展和自然环境间的作用和反作用不断加剧，即环境同人口增长、经济发展、资源利用的相互影响日益加强，环境保护的任务就成为保护人类发展和生态平衡的工作。

由于人类社会的发展导致局部地区甚至整个生态系统结构和功能的严重破坏，从而威胁人类的生存和发展，造成生态危机。生态危机有其发生和发展的过程，这种危机在潜伏时期往往不易被察觉，而危机一旦形成，几年、几十年，甚至上百年来都难以恢复。因此，当它还处在潜伏状态时就应该提醒人们警觉起来。

本书主要介绍生态学的基本知识。其中概述了各种生态系统的类型、结构和功能；与生态相关的各种环境要素、物

质交换和能量流动以及生态系统中各种生物之间相互依存和相互制约的生态学现象。本书可供从事环境保护、生物、林业及农业科研工作的学者和专职人员阅读。本书是根据美国加利福尼亚大学 W·A·詹逊和犹他州州立大学 F·B·索耳兹伯里合编的《生态学观植物学》编译的，该书是美国高等院校研究生及高年级学生教科书，也可作为一本国内高校各专业学生的有益的课外读本。

在本书编译过程中，得到四川环境保护工业公司及有关同志的大力支持和鼓励。另外，四川省教育学院生化系张雨成同志也为编译本书做了不少工作。在此，一并表示衷心的感谢。

书中误讹之处，敬请批评指正。

编译者

1988年2月于成都

目 录

一、绪论	1
1.生态学的发展简史.....	2
2.生态学的研究对象和任务.....	10
3.生态学的分科.....	12
二、生物与环境	14
1.在各种环境中生物的相互依存.....	14
2.地球上各种环境中的生物.....	21
海洋——江河——农业区——树和森林——城镇——坡地、 灌丛和沼泽地——雨林——沙漠	
三、环境因子的生态作用	33
1.光的生态作用.....	33
光的性质——光谱成分的生态作用——光强的生态作用及植 物的生态类型——光周期现象和地理分布	
2.温度的生态作用.....	49
温度及其变化规律——节律性变温的生态作用——极端温度 的生态作用	
四、生物圈与生态系统	68

1.组成生物圈的基本要素·····	68
2.生物圈的范围·····	70
3.生物圈与环境要素的关系·····	74
4.生态系统·····	77
5.生态系统的成分·····	84
6.生态系统的结构·····	86

生态系统的水平结构——生态系统的垂直结构

五、关于生态学研究方法的说明·····98

1.关于植物群落结构研究的方法·····	98
2.不连续群丛·····	99
3.植物群落学·····	101
4.种群的连续性·····	106
5.生态类型·····	108

六、世界上主要的植物群落·····110

1.气候和土壤·····	110
2.世界植物群落的类型·····	115
3.尝试小试验：做一个植物培养箱·····	130

七、生理生态·····132

1.沙漠及高山苔原·····	132
2.生理生态学中占支配地位的要素——环境的 研究·····	133
3.限制要素的法则·····	136
4.对环境的反应生理·····	137
5.应力生理·····	140

沙漠——遮盖层和菌类：沙漠的合作者——冻土带

八、机能生态·····151

1.植物的演替生态.....	151
2.生态系统中的能量转换.....	152
3.生态系统的生产力.....	153
4.人、能量和生态系统.....	157
5.生态系统的金字塔.....	163
6.生态系统中的物质转换.....	168
7.一些其他群体的相互影响.....	174
8.生态系统中的食物反馈作用.....	177
9.天外生态学.....	178
10.生态系统中的人	179
11.人类社会与环境	180

一、绪 论

生态学是生命科学的基础学科之一。它是研究包括植物、动物在内的生命世界与其周围环境之间相互关系的科学，简单地说，就是搞清楚各种生物存在的环境情况，它们是如何进行生命活动的，为什么在各自特定的环境中能生存下来。生态学是一门年轻的、但发展非常迅速的科学。同时，对生态学的研究有利于保护人类赖以生存的环境，也就是保护人类本身。近年来，随着科学技术的迅猛发展，工业的不断扩增，出现了全球性的环境污染问题。工业生产的废气污染了空气，同时产生危害极大的酸雨；由于大量施用化肥、农药、毒化了土壤；工业废水和城市污水大量排进江河湖海，使自然水体的洁净遭到破坏；由于交通和城市的发展，噪音危害日趋严重；也正是由于交通的发展及城市的扩建，使可耕地减少；森林遭到任意砍伐，陆地上和水中动物被滥捕乱杀，致使许多野生动物已濒临灭绝的边缘。所有这一切不仅破坏了自然生态的平衡，而且严重危害人类的生活和身体健康。因此，生态学的研究也越来越被世界各国政府重

视，特别是在工业发达的国家和地区，由于在生态学研究中的应用了先进的实验手段和分析处理方法，因而取得了日新月异的进步。

生态学这个名词最早是由德国人赫克(Haeckel, 1869)提出来的，意思是：“生态学是动物对有机和无机环境的全部关系。”以后的生态学家又提出了各种不同的解释，如象“科学自然史”、“生物群落的研究”、“自然界的结构与功能的研究”、“决定生物的分布和多度的相互作用的科学研究”等。最为全面并为大多数人所接受的定义是：“研究生物与其环境之间的相互关系的科学”。这里的环境包括非生物环境和生物环境。因此，生态学又可称为研究生物与生物之间及生物与非生物环境之间相互关系的科学。也有人简称为环境生物学(environmental biology)。另外还有人称之为环境生态学(enviromental ecology)，意即研究动植物与其周围环境相互关系的科学。

1. 生态学的发展简史

生态学在历史上最终形成一门系统科学的时间并不长，是在19世纪末到20世纪初，而且早期的生态学主要是在植物生态学方面的发展，动物生态学形成的时间更晚一些。对于植物与环境之间的生态关系自古以来在生产实践中就为人们所注意。

古希腊哲学家欧弗拉斯特(Theophrastus, B. C. 370—285)就开始对不同地区生长的各种植物和群落进行观察，他的观察包括植物生长所处的不同位置及气候对植物生长的重

要意义，气候条件给植物造成的伤害，以及土壤和肥料对植物生长的营养作用。因此，他被称为世界上第一个生态学家。大约在公元前450年，希腊的埃姆比多格尔斯（Empedocles）就曾说过，植物通过它的茎和叶上的小孔来获得营养。显然，这句话包含着对植物与其环境之间关系的理解。在中国古籍《管子——地员篇》（约公元前200年前）中也记载了江淮平原上沼泽植物的带状分布与水文土质的生态关系。如“凡草土之道，各有谷造，或高或下，各有草土（物）。叶下于薺；薺下于苋（莞）；苋下于蒲；蒲下于苇；苇下于藿（菴）；藿下于葵；葵下于莽；莽下于萧；萧下于薜（薛）；薜下于菴（菴）；菴下于茅。凡被草物，有十二衰，各有所归。”不光具有文字记载，书中还对这些植物的形态和顺序用专门的附图加以说明。可见，早在二千多年前，中国就有了生态学知识的科学记载。如果把它与植物生态学发展初期的水平相比是毫不逊色的。其后，中国各个历史时期有关植物生态学的记述屡见不鲜。如北魏贾思勰撰写的《齐民要术》中就有不少类似现代农业生态学知识的记述。明朝伟大的医药科学家李时珍编纂的《本草纲目》就有对不同药草生态特点的描述。对于动物与动物间、动物与其环境间的生态关系在中国古籍上也有记载，早在公元前四五百年代的《诗经》“鹊巢”中写道：“维鹊有巢，维鸠居之。”这说明了鸠巢的“寄生”现象。又如“小宛”中的“螟蛉有子，蜾蠃负之”，虽然古人把蜾蠃捕捉螟蛉喂其幼虫错认为是蜾蠃养螟蛉为子，但却是人类对动物的生态学现象的最早描述。相传孔子所编的《尚书》（禹贡）中有“鸟鼠同穴”的共栖现象的记载。在公元前一二百年秦汉年间所确立的二十四节气中的惊

蛰、谷雨等，就科学地反映了农作物及昆虫与气候之间的密切关系。南北朝梁人陶景宏（456—536年）在所著的《名医别录》中，记载了对“螟蛉有子，蜾蠃负之”现象的观察，发现了细腰蜂的窝里有它自己的卵，孵化之后就用捕来的毛虫当作食料，长成大而飞出，因此推翻了汉代杨雄的错误解释。明代伟大的医药科学家李时珍在所编的《本草纲目》中也记述了许多种动物，不仅对这些动物的形态进行了描述，而且还注意到了它们的生活方式、食性等生态特点，如记述啄木鸟为“此鸟斲裂树木，取蠹食”，他还形容鼯是“偃行地中，壅土成岔”等。在西方，罗马人柏里尼(Pliny，公元23—79)曾将动物分为陆栖、水生和飞翔三大生态类群。

在希腊和罗马时代之后停滞了一千来年的西方科技，直到16世纪文艺复兴之后才又逐渐发展起来。1735年，法国的雷素穆尔(Resumur)发现在阴处的每日气温总和平均数对任何一个物候时期是一个常数，他的研究为现代关于气温总和的理论打下了基础。法国人布丰(Buffon，1774年)提出了“生命律”(Bionomics)，他是第一个想把有关动物和它的环境关系的知识加以系统化的博物学家。19世纪初，马尔萨斯(Malthus，1803年)发表了《人口论》，提出人口增长与食物之间的关系。他的学说对后来达尔文进化论的创立有重要的影响。1807年，霍姆波尔特(Humbolt)在周游世界各地后，记述了动植物的地理分布与气候的关系。1859年，法国人圣希莱尔(Sainthilaire)首创“ethology”，以表示有机体及其与环境之间的关系。以后，一般将此名词作为动物行为学的名词。19世纪中叶，随着欧洲资本主义国家探险活动的频繁进行，许多著名生物学家、博物学家在这些活

动中取得了大量的有关植物生态学方面的资料。其中，作出重大贡献的是德国人洪堡德（A·Humboldt, 1769—1859）与英国人达尔文（Darwin, 1809—1882）等人。他们都曾经历环球旅行，进行了地理学和生物学的考察。洪堡德在1807年发表了专著《植物地理学知识》，这本著作从理论上对世界性植物的分布作了阐述，并创立了植物地理学。达尔文著名的《物种起源》一书发表于1859年，从而创立了生物进化的“自然选择学说”。洪堡德和达尔文的著作是植物生态学正式诞生前的重要文献及依据，为植物生态学的形成奠定了基础。1877年，德国人摩比乌斯（Mobius）采用了“Biocoenose”这一概念，把一群生物作为单一的生态学单位。1890年，麦利安姆（Merriam）首先提出“生物带”（Life—Zone）概念。1891年，丹麦植物学家华尔明（Warming）的著作《以植物生态地理为基础的植物分布学》（英文版译为《植物生态学》）问世。1896年，德国人斯洛德（Schroter）创立个体生态学（autecology）和群体生态学（Synecology）这两个生态学概念。其后，在1898年，辛柏尔（Schimper A. F. W. 1856—1901）的专著《以生理学为基础的植物地理分布》出版。华尔明和辛柏尔分别著述的两本书是植物生态学发展史上的里程碑，他们为植物生态学的创立作出了不可磨灭的功绩。华尔明和辛柏尔等人为植物生态学奠定了生态、生理和生化三个发展方向的基础。同时，另一些学者，如瑞典的玻斯特（H·Von·Post）于1851年创立了一样方法，使对群落中植物的研究进入了定量研究的阶段。还有奥地利的克尔累（Kerner）在1863年提出的研究群落结构及其动态的方法等。经过这一过程，植物生态学逐渐在理论和方法上初步形成一

个整体性的基础。至此，一门新兴的科学正式形成了。

动物生态学的形成，较植物生态学的发展为晚。20世纪最初十年动物生态学主要进行了动物行为、发育和耐受生理学、水生生物、生态演替、一般群落生态学等方面的研究。

在20世纪20年代，生态学趋于在更广泛的范围内发展，有关生态学的文献资料也更加丰富，并开始把物理、化学、生理、气象学及统计学等领域的新技术手段应用于生态学的研究中。这一时期在植物生态方面进行了不少生态演替和群落生态的研究。在动物生态方面出现了象亚当斯 (Adms 1913) 《动物生态的研究指南》这样的可说是第一本动物生态学教科书的著述。另外，华尔得 (Ward) 和威柏尔 (Whipple) 发表了《淡水生物学》 (1918)；约丹 (Jordan) 和凯洛 (Kellogg) 发表了《动物生活的进化》 (1915)。同时，这一时期的生态学研究已不象过去那样仅仅停留在对零星的生态关系作现象上的描述，而是力求加以解释。有关这方面的成就有：伯尔 (Pearl, 1925) 利用数学分析种群生长的特点；洛特卡 (Lotka, 1925) 发展了理论数学方程，以表示不同种的种群之间相互作用的关系；美国的伯斯 (Pearse, 1926) 和英国的埃尔敦 (Elton, 1927) 分别著述了《动物生态学》，这两本书是当时大学一般所采用的生态学教科书；德国的赫赛 (Hesse, 1924) 所著的以生态学为基础的《动物地理学》；德国的田尼曼 (Thienemann, 1926) 发表的《湖沼学》。田尼曼还以生产者和消费者的名称提出了营养水平的概念。

生态学发展到20世纪30年代，已进行了大量的研究工作并发表了大量的著作。英国植物群落学家坦斯利 (Tansley, 1935) 首先提出了“生态系统”的概念。这一时期的主要著

作有：罗利麦(Lorimer, 1934)的《种群生态》；威尔希(Welch, 1935)的《湖沼生物学》；英国比尤斯(Bews, 1935)的《人类生态学》；美国查普曼(Chapman, 1931)以昆虫为主要对象的《动物生态学》；中国费鸿年的《动物生态学纲要》(1937)；美国克列门兹(Clements)和谢尔福德的《生物生态学》等。在这一时期，植物生态学研究领域逐渐形成了英美学派、俄国学派和欧洲学派，其中欧洲学派又分北欧和西欧两个学派。分成几派的原因是由于植物生态学的研究对象具有很强的地区性，地球表面各个地区的植被和自然环境千差万别，加上各地区文化和经济的发展水平不尽相同，生产上有待解决的问题也各不一样，因此，一旦植物生态学的研究进入系统发展阶段，以地区性特点为背景分化成不同学派即是不可避免的。

40年代，美国的林德曼(R·L·Lindeman)首先对“生态系统”的概念进行了实验性的研究。他通过研究湖沼中生物的生产者和各级消费者的生物产量的转移进行了定量分析，在营养——动力学方面作出了卓越的贡献。同时在这方面作出成就的是美国的湖沼生物学者伯奇(Birge)和米岱(Juday)，他们通过对湖泊能量收支的测定，发展了初级生产(primary production)的概念，在他们研究的基础上产生了生态学的营养——动力(trophic-dynamic)概念。林德曼在1942年曾广泛介绍了这些概念。至此，生态学的研究已开始进入现代生态学发展阶段。这期间，苏联的苏卡乔夫提出了“生物地理群落”的概念，它的涵义与“生态系统”的意思是一致的，但苏卡乔夫还认为：“生物地理群落是植物群落学概念的发展”。苏联学者在40年代就已开始对生物地理群落进行

“定量研究”，而采用的方法基本上与美国的林德曼所采用的方法相同，只是整个规模更大一些。这期间发表的重要著作还有：美国的阿利(Allee)和伊麦生(Emerson)等人著的内容相当广泛的《动物生态学原理》；苏联的卡斯卡洛夫(Kawkapole, 1945)所著的《动物生态学基础》。

50年代生态学发展迅速。由于大小城市的高速发展，伴随而来的工业三废、农药化肥残毒、交通车辆尾气和城市垃圾等一系列环境问题造成环境的严重污染，有毒物质经食物链急剧富集，这些都严重危及人类的生命安全。这些现象的出现，必然地使科学家们集中精力研究有关生态系统的问题。系统地发展生态系统概念的工作大部分是由奥德姆(Odum·E·P·1953)开始进行的。哈奇森(Hutchinson, 1959)和H·T·奥德姆(Odum·H·T·1957)分别从林德曼的营养——动力概念进一步开拓了能流和能量收支的研究。德国的罗伦兹(Lorenz)和丁伯根(Tinbergen)进一步发展了行为生态学。在这一时期，生态学者继续对种群生态和群落生态进行了广泛的研究。

60年代和70年代，生态学研究在继续有关生态系统的研究发展中，趋向于进行一些全球性的共同研究计划。如1964年，联合国教科文组织提出并组织了国际生物学研究计划(I·B·P·)，这项计划推动了不少国家对生态系统进行重点研究。1971年联合国教科文组织又组织了“人与生物圈”(MAB)研究计划。这些旨在对生态系统中生态平衡的维持、环境质量的评价和改善等重大科学问题进行系统研究的计划促进了生态学在理论和实验诸方面的迅速发展，生态系统的研究也成了生态学中最活跃的领域，并形成了现代生态学的发展趋

向。这一时期所进行的工作有：盖茨 (Gates, 1962、1968) 先后发表了“生物圈的能量交换”及“能量交换与生态学”；蒙克 (Monk, 1970) 阐述了能量学的生态学意义；英国的奥维英顿 (Ovington, 1957) 及苏联的罗丁 (Rodin) 和瓦西列维克 (Vazilevic, 1967) 相继研究了营养物质的循环；E.P. 奥德姆 (1962) 和马格列夫 (Margalef, 1963) 进一步研究了生态系统中结构和功能之间的调节及相互作用；荷兰的德里夫特 (Drift, 1971) 发表了“森林生态系统的生产力”；美国的维克曼 (Vickerman, 1974) 联系农业生产研究了谷类作物生态系统。

近年来，随着科学技术的飞跃发展，使生态学者能够开辟新的领域。一方面，由于把工程学上“系统分析”的方法引进到生态系统的研究之中，系统分析的数学手段也与生态学研究相结合，使生态学研究在理论和方法上产生了新的飞跃。同时，利用电子仪器和生物遥测技术，科学家们又开始对群体生态学进行科学实验。他们在不破坏动植物种群的情况下，对其进行取样和测量，以期求得真实的实验结果。另一方面，由于近十多年来，生物学在实验手段和方法上的巨大进步，新的分支科学和边缘科学不断涌现，使生态学的研究也深入到了各个领域，出现了生态学的大量分支科学。

生态学从最初的描述性学科发展到现在，进入了一个崭新的实验阶段。如利用先进的统计学技术、数学模型和电子计算机等应用数学，分析和了解生态系统的结构和功能，建立模拟实际生态系统的模型进行实验，并对系统作简化描述的处理和预示其变化等。生态学的实验性研究是现代生态学的重要特点之一。生态学已成为现代科学最紧要和最危

急的领域之一。尤其是进入到80年代，人们更迫切地感到环境问题的严重性，因为全球都在试图解决环境污染、人口过剩、粮食以及环境退化、森林、动植物资源遭受破坏等一系列问题，研究生态学就显得格外重要。当今生态学更趋于系统化、大型化、整体化水平的研究，这样做的目的也是为了找出能帮助建立包括人在内的新的环境秩序和良好的全球生态平衡的适宜办法，它是人类目前所面临的严峻挑战。总之，生态学不仅在理论建设方面，也在实验方法上取得了巨大的发展，并且在人类生活的各个方面起到越来越大的作用，眼下可说是进入了生态学发展的黄金时期，其前景是无限广阔的。

2. 生态学的研究对象和任务

近代生物学存在着向微观和宏观两个相反方向发展的趋势。一方面是从群体、个体、细胞水平向细胞器、亚细胞器、分子的水平发展；另一方面是从群体发展到生态系统。生态学是向宏观方向的发展，要在有机体(organism)、种群(population)、群落(community)、生态系统(ecosystem)等各个水平上探索生命的本质。因此我们可以说，生态学的研究对象是生物个体、种群、群落、生态系统，甚至包括整个生物圈(biosphere)。

生态学的任务主要是研究以下几个方面的问题：生物个体的局部分布，地理分布及多度（包括栖息地、生态、群落、生物地理）；生物个体在出现的时间、多度和活动方面的变化（包括季节、年份、演替和地质等方面）；生物个体在种