



国家科学技术学术著作出版基金资助出版

Ecosystems:
Concepts and Applications

生态系统的理论 和实践

蔡晓明 蔡博峰 ◎ 主编



化学工业出版社

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

生态系统的理论和实践

蔡晓明 蔡博峰 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书较全面地论述了生态系统的概念、发展和演化,以及基本原理和主要过程等生态系统生态学的核心理论 and 思想,同时也较为全面地介绍了当前生态系统研究的热点和重点问题,例如生态系统服务功能、生态系统健康、生态系统能值、生态足迹、持久性有机污染物对生态系统的威胁和挑战等生态系统发展的最新进展等;此外,本书还对当前国内生态问题的焦点领域,如森林生态系统、湿地生态系统、海洋生态系统、城市生态系统和道路生态系统等进行了详细介绍、评价和案例分析。全书涵盖不同视角,又突出了重点内容,每一章论文都框架严谨、内容丰富、篇幅适量,是每位作者的精心之作。

本书可供环境科学、生态学、农学和生态经济学等领域的科研、管理和决策人员阅读参考,也可以作为相关专业的研究生教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

生态系统的理论和实践 / 蔡晓明, 蔡博峰主编.
北京: 化学工业出版社, 2012. 6
国家科学技术学术著作出版基金资助出版
ISBN 978-7-122-13583-4

I. ①生… II. ①蔡… ②蔡… III. ①生态系-研究
IV. Q147

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 028453 号

责任编辑: 宋湘玲 唐旭华
责任校对: 王素芹

文字编辑: 刘莉珺
装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 23 彩插 6 字数 568 千字 2012 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究



序一

自 1935 年英国生态学家阿瑟·乔治·斯坦利爵士首次提出生态系统的概念以来,生态系统科学已经发展了 75 年,其科学体系日臻完善,已成为现代生态学的前沿和热门话题。中国在生态系统科学的研究方面也做出了自己应有的贡献。但比较遗憾的是,中国在应用理论与方法解决实际问题 and 指导各类生态系统保育方面存在较大差距。当前中国的生态系统受损、破坏和环境污染等问题已经严重影响到了我国经济社会的可持续发展和人民的生活水平。

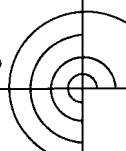
因此,编辑出版一本能将生态系统理论与中国实践相结合的研究成果是当前迫切需要的一项工作。北京大学蔡晓明教授从事生态学研究 and 教学工作已经 40 多年,其学生遍布生态、环境科学的多个领域。《生态系统的理论和实践》就是他 and 诸多学生、同事多年学术研究和科学实践的一个总结。该书作者绝大部分都是生态学研究的第一线工作者,科研骨干 and 学术带头人,直接处理实践中的各种生态学问题和困难。因而,该书不仅有着系统的理论体系,而且有丰富的应用内容。作者们把自己在工作中遇到的生态系统调查、生态系统规划、生态系统建设、生态系统影响评价等问题和自己采取的解决思路和方法浓缩、精炼出来。

该书较全面地阐明生态系统的基础理论和发展前沿,既有理论研究、方法探讨,也有实践应用,涉及森林、海洋、湿地、城市、道路等各类生态系统,核心内容是介绍各类生态系统的理论进展和前沿,以及生态系统理论方法及实践。该书特色是每章一个主题,前部分是理论探讨,后部分是案例研究,两部分紧密结合。整体性、理论性、实用性和创造性都有体现。

非常高兴能为该书作序,也衷心祝愿该书能为促进中国的生态学和生态系统科学的发展做出积极的贡献。

中国科学院院士

孙儒泳



序二

生态系统生态学是研究生态系统组成要素、结构与功能、发展与演替、系统内和系统间的能流和物质循环以及人为影响与调控机理的学科。生态系统生态学是现代生态学的重要核心，其发展和完善的过程是与其他数理化等自然科学和社会、经济等学科不断交叉和融合的过程。因而，生态系统生态学系统性更强，包含了更多现代科学的理论思想和技术方法，其对实际生态、环境问题的解决能力也更强。

生态系统生态学发展至今已经从研究生物学与环境关系的科学发展成为指导人类与自然和谐相处的科学。所以，如何将生态系统理论与实践相结合，如何把生态系统的最新理念和方法应用于解决实际生态学问题，就是生态系统科学面临的一个重要任务。

《生态系统的理论和实践》是国内不可多得的总结、提炼生态系统理论和实践的著作。全书不仅系统论述了生态系统的概念、发展和演化，以及基本原理和主要过程等生态系统生态学的核心理论和思想，并且倾注了作者多年的思考和对许多认识的升华，同时也较为全面地介绍了当前生态系统研究的热点和重点问题，例如生态功能区划、生态系统健康、生态足迹、持久性有机污染物（POPs）对生态系统的威胁和挑战等；此外，该书还对当前国内生态问题较为严重的焦点领域，如道路生态系统、城市生态系统、林业生态系统、湿地生态系统等进行了详细介绍、评价和案例分析。

此书的最大特色是理论和实践相结合，在阐述理论的同时，能将作者在解决实际生态问题的思考和应用理论知识与方法，解决问题的过程详尽地展现给读者。从而使读者从实际案例中体会到生态系统生态学的理论意义和应用价值。

向热爱生态系统科学和关心中国生态问题的朋友推荐这本书，也向在校的大学生朋友推荐本书。

中国科学院院士

蒋有谱



前言

生态系统是人类生存和发展的基础。20 世纪 60 年代以来,生态系统的学科跨度从生态系统原理,技术方法的确立,进而到与生命科学、资源学、环境科学、农学和经济学等多学科交叉,显露其在新的条件下的复杂性。生态系统学科已成为 21 世纪生态学发展的主要方向,它蕴涵着许多新的概念,如自组织、整体性、多样性和不确定性等,使人类的认识面临新的挑战,而当代世界经济和生态环境问题的全球化又为生态系统科学的发展注入了新的活力。生态系统的形成、发展、退化、恢复的机制和全球变化、碳循环和碳收支、海量信息等问题密切相关,其相互关系的规律性人们却知之甚少,对于生态系统发展的一些机制至今仍是谜,所以当前仍处于生态系统学科发展的初级阶段,是“一袋尚未雕琢的金刚石”。

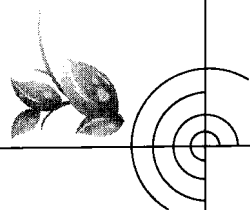
中国是一个大国,幅员辽阔,自然条件复杂,城市化进程的迅猛发展,有极为丰富的生态系统类型,已建成“中国生态系统研究网络”、“全国森林生态系统研究网络”和几百个全国性自然保护区。近年来,中国先后出版了《中国生态系统》、《生态系统生态学》等有关研究生态系统理论的著作,对维护我国生态系统的健康和世界生态系统科学的发展产生了深远的影响。然而,生态系统的理论、实践及相互之间的关系仍有待进一步探讨。有鉴于此,笔者将本书看作生态系统学科发展的另外一块基石,希望通过本书的出版,展示如何将众多的生态系统理论应用于实际的生产和生活实践之中。本书主要有以下特点:

(1) 每章有知识、有理论的同时,作者还结合自身特点,突出有关科研成果作为案例。本书第 1 章在阐述生态系统 70 余年的发展历程中,结合作者的研究课题,以陆地生态系统为基础,阐述了从陆地到空中和海洋的各类生态系统中开展的科学试验,生动地向人们展示了生态系统作为人类探索自然奥秘平台的作用。

开展生态系统的各种研究,方法很重要,因此本书对生态系统的调查方法和技术亦有详细评介,进一步增强了科学研究生态系统的可操作性。

(2) 本书较全面地阐明生态系统的理论基础和发展前沿,取材新颖,科学性强。本书研究既涵盖了森林、湿地和海洋三大生态系统,亦有新兴的城市和道路生态系统的理论与实践,此外还涉及生态系统能值、生态足迹等生态系统发展的最新进展。全书涵盖不同视角,又突出了重点内容。作者中有 5 名博士、3 名硕士、2 名研究员和 1 名教授,他们都活跃在科研、教学和生产的第一线。

本书第 5 章森林生态系统内容就是作者多年刻苦钻研的成果。其运用新的理念构建了林业生态工程评价模型体系,建立了有效的大尺度、长时序林业生态



工程评价模型，从而定量、准确地评价了三北防护林工程，成果得到了两位中国科学院院士的充分肯定。

(3) 科学也是一种文化，而理论创新与生产实践正是生态学的魅力所在。当年 Odum 兄弟俩能冲破旧学术传统的束缚和压力，创造出生态系统的崭新体系，一方面是由他们的自身家庭特点所决定的，另一方面则是到第二次世界大战后全社会对科学整体观的迫切需求。Lindeman 的划时代论文“生态学中的营养动态概说”曾被美国生态学杂志拒登，经申诉才得以发表（此时 Lindeman 已谢世），又能给人们留下什么样的启迪？

全书分为 3 篇共 15 章，大量的文献和资料反映着作者们经历了无数的困难与艰辛，很多都是作者在废寝忘食、冒严寒酷暑、争分夺秒中取得的数据和成果。本书每一章都框架严谨、内容丰富、篇幅适量、文字通畅，这是每位作者的精心之作，读者在阅读中应该会有自己的感受。

感谢专家、学者们对书稿的认真审阅和修改！感谢北京大学师生数十年中从不同侧面给予的支持、批评和帮助，我的导师林昌善教授 1957 年开启了我生态学生涯，并带领我们揭开了“神虫”之谜。尚玉昌教授、宗志祥教授和许崇任教授等的生态学工作，赖地福主任和沈文弟主任等的丰产工作，闫桂云博士对 Lindeman 的名篇全文翻译工作，柯兵研究员和高学庆博士等对水生生物进行的调查工作，任久长教授、王模善教授和杨俭美教授等同志在湄洲湾的出色工作，最后有了蔡博峰和路瑞锁的倡议并参与撰稿、组稿、汇编等工作，才有本书的产生。

感谢中国科学院研究生院在我执教的十余年中近千名学子的积极支持、热情相助，使我的教学工作达到新的高峰的同时，深化了我对生态系统的理解。

感谢著名生态学家孙儒泳教授、著名生态学家蒋有绪教授和著名遥感学家张增祥研究员对书稿的多方指导。我们特别对国家科学技术学术著作出版基金的支持表示感谢。

本书每章都附有重要的参考文献贡献给读者，在此我们对原作者表示尊敬和感谢。读者还可按附录网址进一步扩大阅读范围。

生态系统科学领域十分宽广，发展迅猛，远非一书所能包容，挂一漏万，本书难免存在不足，我们殷切期盼广大读者能够给予批评和指正。

蔡晓明

2012 年 5 月

北京大学生命科学学院



第一篇 总论 >>>>>>>>

第 1 章 生态系统概念及拓展、类型及特征 2

1.1 生态系统的概念	2
1.2 生态系统的起源及 Tansley 的生态系统概念	3
1.3 “生态系统”概念具有概括性、准确性和科学性	4
1.4 Lindeman 揭示了生态系统能量动力学规律	5
1.5 Bormann 和 Likens 全面提升了生态系统中物质流动规律	8
1.6 Odum 兄弟全面发展了生态系统科学	10
1.7 生物多样性构建了多姿多彩的生态系统	12
1.8 《生态系统》杂志的创刊成为生态系统概念发展的重要平台	15
1.9 生态系统服务的价值评价	17
1.10 生态系统的可持续发展观	21
1.11 千年生态系统评估是生态系统发展的新标志	23
1.12 生态系统是探索自然奥秘，科学试验和信息交流的平台	28
1.13 生态系统是人类迈向城镇化，建设和谐家园的基地	32
1.14 生态系统的类型	32
1.15 生态系统的特征	34
参考文献	37

第 2 章 生态系统基本原理、主要过程及功能 40

2.1 生态系统开放性原理	40
2.2 生态系统时空结构性原理	41
2.3 生态系统结构与功能的相关性原理	41
2.4 生态系统反馈性原理	42
2.5 生态系统整体性原理	43
2.6 层级系统原理	44

2.7 生态系统中的能量流动	46
2.8 生态系统中的物质循环	54
2.9 生态系统中的信息流动	62
2.10 生态系统的建模及其意义	65
参考文献	68

第 3 章 生态系统调查方法 71

3.1 动植物调查	71
3.2 植被群落调查	73
3.3 土地利用和土地覆盖	80
3.4 景观生态分析	81
3.5 3S 技术在生态系统调查中的应用	82
3.6 北京市门头沟区生态系统调查	83
参考文献	96

第 4 章 生态系统的生态功能区划 98

4.1 生态功能区划的意义	98
4.2 生态功能区划的方法	100
4.3 全国生态功能分区	104
4.4 自然保护区生态功能区划	112
参考文献	115

第二篇 生态系统多样性 >>>>>>>>

第 5 章 森林生态系统 118

5.1 世界森林生态系统	118
5.2 森林生态系统管理	120
5.3 世界林业生态系统	121
5.4 中国森林生态系统	125
5.5 中国林业生态系统工程	127
5.6 森业生态系统的长时序宏观监测	128

5.7 中国林业生态系统长时序评估案例	134
参考文献	139

第 6 章 湿地生态系统 141

6.1 湿地生态系统概述	141
6.2 湿地生态系统的环境要素	143
6.3 湿地生态系统的形成与演替	145
6.4 湿地生态系统的生产力和生物地球化学过程	147
6.5 湿地生态系统的主要服务功能	150
6.6 中国的湿地生态系统	152
6.7 湿地生态系统保护与可持续利用	155
6.8 利用大型浮游动物控制浮游植物过量生长的研究	157
参考文献	163

第 7 章 海洋生态系统 165

7.1 海洋的生态环境	165
7.2 生物多样性和生活方式多样化	166
7.3 海洋生态系统的初级生产力和能量流动	168
7.4 微宇宙在模拟海洋生态系统中的应用	172
7.5 福建省湄洲湾海域生态系统赤潮发生可能性的研究	173
参考文献	187

第 8 章 城市生态系统 189

8.1 城市生态系统的概念	189
8.2 城市生态系统的组成结构及特点	192
8.3 国内外城市生态系统研究状况	194
8.4 城市生态系统研究的原理及方法	196
8.5 城市生态系统研究——以北京市为例	199
参考文献	204

第 9 章 道路生态系统 205

9.1 道路生态系统的概念及其拓展	205
9.2 道路生态系统的构成及功能	208

9.3 道路生态系统与区域环境	212
9.4 川藏公路海通沟兵站至东达山段道路生态系统分析	217
参考文献	225

第三篇 生态系统科学管理 >>>>>>>>

第 10 章 生态足迹 230

10.1 生态足迹基本模型与改进	230
10.2 基于生态足迹的生态测度指标	237
10.3 生态足迹模型的应用	238
参考文献	247

第 11 章 生态系统的能值分析 249

11.1 能值理论的产生与发展	249
11.2 能值分析的理论框架	252
11.3 能值分析的基本方法与步骤	258
11.4 内蒙古农牧业系统的能值评价	259
参考文献	269

第 12 章 生态系统服务功能 271

12.1 生态系统服务概念、内涵和分类	271
12.2 生态系统服务评价	273
12.3 福建省德化县森林生态系统生态服务评价	279
参考文献	287

第 13 章 生态系统健康 289

13.1 生态系统健康的重要意义	289
13.2 生态系统健康的概念及内涵	289
13.3 生态系统健康的理论基础	291
13.4 生态系统健康评价	292
13.5 生态系统健康的评价方法	296

13.6 北京市门头沟区生态系统健康评价	298
参考文献	305

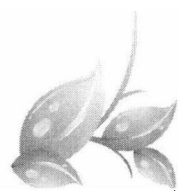
第 14 章 POPs: 全球生态系统面临的新挑战306

14.1 持久性有机污染物基本特性	306
14.2 典型持久性有机污染物种类、结构和性质	310
14.3 持久性有机污染物在生态系统中的迁移、转化	320
14.4 POPs 全球归宿理论的探讨	327
14.5 应对全球性挑战	329
参考文献	331

第 15 章 生态系统的环境影响评价333

15.1 从环境影响评价到生态环境影响评价	333
15.2 生态系统影响分析与评价	336
15.3 生态系统监测与管理	339
15.4 洋河水库生态环境影响评价	340
参考文献	350

附 录 有关网站353



第一篇

总 论



- 第 1 章 生态系统概念及拓展、类型及特征
- 第 2 章 生态系统基本原理、主要过程及功能
- 第 3 章 生态系统调查方法
- 第 4 章 生态系统的生态功能区划

Ecosystems: Concepts and Applications

第1章生态系统概念及拓展、
类型及特征

1.1 生态系统的概念

生态系统(ecosystem)或生态学系统(ecological system)就是在一定空间范围内,生物群落与其非生物环境,通过能量流动、物质循环、物种流动、信息传递而形成相互作用、相互依存的动态复合体。简而言之,生态系统就是一定空间内生物群落(biotic community)及其非生物环境形成具有一定功能的整体。生态系统的范畴可从有明显边界的生态系统(如湖泊、河流)到空间复杂的景观、全球生态系统,时间的尺度可从秒到数千万年。无论是陆地、淡水、海洋和湿地,或者农田、草场,大至生物圈小至一个池塘,都是生态系统。

显然,生态系统是由生物体和非生物体两大组分构成的,缺一不可。生态系统是生态学的基本研究单位,就像把细胞作为生物学的基本研究单位一样。生态系统不仅在空间上是个地理单元(geographical unit),而且还是个功能单元(functional unit),既有能量、信息的传递又有物质和物种的动态过程。任何一个自然生态系统都是开放系统,都具有输入和输出的过程以维持其平衡状态。生态系统的范围和大小又是生态系统的另一属性,常常根据生态系统与环境的分界线(边界)确定其大小。许多情况下,可按研究目的,同时考虑到能量、物质的输出、输入特点以及植物群落的变化,对空间尺度作出调整。一般情况下,根据所需尺距及空间异质性划定一个生态系统。由于边界明显,生态系统科学的早期工作是在湖泊、河流等水域生态系统中进行的。

生态系统概念的发展包含着思想、观念之间的变化和交流,生态系统已成为现代生态学的重要核心。生态系统直接关系到人类及其生存,社会经济的发展又为生态系统概念的进一步发展提供了新机遇。Evans(1956)强调生态系统应当是“生态学的基本单位”,并指出“首要关心的问题,是通过一定的生态系统的能量和物质,以及通过它们的速率”。随后他开展了测量生态系统中能流和物流的研究工作,并发展了一种能综合所获得大量数据的理论框架。生态系统作为一个整体的“功能”属性,关注能量和物质的输入—输出的关系。生态系统作为一个复杂的综合系统,其实际发展进程和自组织的程度等仍处在不断研究和讨论中。

20世纪50年代末,在原有Tansley(1935)生态系统概念的基础上,生态系统科学得到了理论上和技术方法上的全面发展,形成了纵横交叉、具有完善的新理念和比较完善的新技术,与数理化等自然科学和社会、经济等学科有多种联系与融合,形成了根深叶茂的一门学科——生态系统生态学。

生态系统生态学(ecosystem ecology)是研究生态系统组成要素、结构与功能、发展与演替、系统内和系统间的能流和物质循环以及人为影响与调控机理的学科(蔡晓明,2000)。生态系统生态学植根于基础生态学和环境科学,涉及许多迅速发展的多学科领域。进入21世

纪以来,更以无可比拟的速度推动着社会科学化的进展,许多重大建设项目和全球热点问题都与之密切相关。最具挑战性的问题是生态系统调控机理及其恢复、生物多样性保护和自然资源的科学管理等。它既是农学、环境科学、地球科学、资源科学的重要基础,又是城市、社会经济、宏观决策人文科学不可或缺的理论。它的总目标是提高人们对生态系统的全面认识,促进生态系统健康,加强科学管理,改善和保护各类生态系统在区域、全球范围内的永续发展。

1.2 生态系统的起源及 Tansley 的生态系统概念

在源远流长的历史中,万物滋生,万事涌现,每一事物的产生都有其缘由和过程。

生态系统是在地球环境条件变化中形成的。Cloud (1975) 和 Lovelock (1979) 等人的研究工作表明,生态系统演化是分成多个发展阶段的。原始生态系统 (primordial ecosystem) 估计从太古代中期,距今 45 亿年到 30 亿年左右。此时进化的实质是在太阳辐射直接影响下进行,并在海洋中形成具有一定化学组成和特性的原始生物 (primitive organism)。地球上原始生态系统就是由原始异养生物、原始海洋、原始大气圈和太阳辐射构成的还原性自然生态体系。这种体系具有逐步形成的有序性、自组织和自协调能力,具有复制机能,能不断进行能量、物质和信息的交换。这是生态系统形成发展的第一个里程碑。伴随早期生物的不断出现,原始生态系统就在地球上逐步建立起来了。然后,生态环境出现了新的生态因素。如大气中氧含量的增加,水温上升等。经过初级生态系统,继而发展成为中、次级生态系统以至人工生态系统等 (蔡晓明, 2001)。

生态系统 (ecosystem) 这一科学名词在 20 世纪 30 年代,由英国生态学家 Tansley (1935) 正式提出。然而,生态系统思想的源头可追溯得更早。Humboldt (1807) 早在著作植物地理学时就指出:在大量因果链中,绝不应该把任何事物和活动场所割裂开来考虑。Möbius (1877) 和 Forbes (1887) 的著作中就分别出现了生物群落与自然环境相互联系的整体性理念。

Tansley (1871—1955) 和当时的许多生物学家一样,是一个有广泛兴趣,不受专业限制的人,他涉猎哲学和心理学,有高雅的文化素养并熟悉许多学科,他曾与奥地利心理学家共事,并受其影响。

Tansley 有广泛而深入的科学实验活动,他不仅对植物和植物群落有深入的研究,而且对气候、土壤和动物亦都有过研究。他发现动植物的分布和多度明显受到土壤等条件的影响,从感悟中首次明确提出了“生态系统”的概念,即居住在同一地区所有动植物与其环境是结合在一起的。生态系统不仅包括了生物因素,还应有气候等非生物因素。Clements 在讨论植物群落及其演替的“超级有机体” (superorganism) (Clements, 1905) 时,引用“生态系统”一词。他指出:“基本概念——整个系统 (物理学的概念),它不仅包括生物复合体,而且还包括物理环境的各种自然因素的复合体……我们不能把生物与其自然环境分开,生物与环境形成一个自然系统。正是这种系统构成了地球表面上具有不同大小和类型的基本单位,这就是生态系统。”从中可以发现生态系统的内涵具有五大特点。

第一,联系性:指明生态系统是具有生物和非生物组分特征的系统。从物理学中选取了系统 (system) 一词,强调了相互联系的特性。但是,生态系统不是物理系统,它主体是生物系统,具有个体、种群和群落等层次。

第二,相互作用性 (interaction):指出了系统生物与生物组分、生物与非生物环境之间

的关系，组分之间是相通的，凸显其相互作用、相互制约的作用。

第三，整体性：阐明了在一定空间内生物组分及其物理环境等所有组分是有机地结合成一个整体的，用下列方程表示：

$$MA(\delta, t) = [CA(\delta, t), EA(\delta, t), SA(\delta, t)]$$

式中， A 表示在生态系统水平上； δ 表示该系统； t 表示时间； C 表示成分； E 表示环境； S 表示结构，用矩阵展示。根据结构，生态系统通常可分为三个亚系统，即生产者亚系统、消费者亚系统和分解者亚系统。生态系统具有其独特的复杂性（complexity），组分多、数量大、构造复杂、常形成平面、垂直和多维的网络结构；功能多而常具有不确定性，因果关系也常处于非线性（nonlinear）状态。

第四，灵活性（flexility）：生态系统大小是有限制的，可以被任意的界定。一个水坑、一个池塘可代表一个水域生态系统，也可用整个地球表面作为一个生态系统，其大小不受约束，可根据情况和需要灵活掌握。然而，生态系统是有一定大小和范围的，这是其重要属性。生态系统与外界的分界线即是其特定边界（boundary）。生态系统概念已证明是有丰富的内涵而有无限的灵活性，这在生态系统的研究中有十分重要的意义。

第五，普遍性：大大小小的生态系统分布在地球上，全球是一个生态圈（ecosphere），各类生态系统就包括其中。Tansley提出的生态系统概念是可应用于任何场合，只要是该场所有生物和物理条件，存在相互作用过程，可以用“无所不在”来表明生态系统的普遍性的属性。把生态系统作为一个核心观念，可进行具有多个不同领域的广泛研究——从生物多样性，经历演化，到能量流动和营养物质循环过程的；从瞬时到长期历史的；从微宇宙到生物圈的研究等。

1.3 “生态系统”概念具有概括性、准确性和科学性

生态系统由相互联系、相互作用的组分所构成。这样系统具有一定的功能和调控作用，在一定条件下维持稳定的状态和格局。生态系统概念当今已成为生态学中一个普通的基本理念。然而当Tansley（1935）最早期提出时，一些学者并未加以肯定。因为每一位学者都有自己的理念，常常会提出一些新名词或概念来表述其学术观点。稍加梳理，当时文献中对于自然界植物、动物群落与其生存环境相互关系的概念，除生态系统（ecosystem）外，不难发现相近似的术语至少就有数十个之多。例如：①生物地理群落（biogeocoenosis）；②微宇宙（microcosm）；③生态区（ecoregion）；④基本景观（elementary landscape）；⑤微景观（microlandscape）；⑥生物系统（biosystem）；⑦子整体（holon）；⑧生态域（biochora）；⑨生态立地（ecotope）；⑩地理群落（geocoenosis）；⑪自然单元（unit of nature）；⑫演替群相（facies）；⑬表演替群相（epifacies）；⑭生态群体（mores）；⑮宏宇宙（macrocosm）等。其中生物地理群落（Sukachev, 1944）于1965年在丹麦哥本哈根召开的国际学术会议上确认和生态系统是同义语。

Tansley所提出的“生态系统”（ecosystem）以其完整深刻的理念，科学地表述了生物有机体与环境形成一个整体的概念。eco+system 意义为生态学和系统学的结合构建成生态系统。生态系统概念凸显出性质、作用和地位三个主要方面的内涵。

首先指明了是生态学的属性。生态系统（ecological system）与物理系统（physical system）不同，后者主要是机械的系统（machine system）。生态系统强调有机体与其栖息