



陈道海 钟炳辉 编著

保护生物学



中国林业出版社

保护生物学

陈道海 钟炳辉 编著

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

保护生物学/陈道海, 钟炳辉编著. —北京: 中国林业出版社, 1999.10

ISBN 7-5038-2234-1

I. 保… II. ①陈… ②钟… III. ①生态系生态学-研究 ②生态平衡-研究
IV. Q147

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 63052 号

中国林业出版社出版发行

(100009 北京市西城区刘海胡同 7 号)

北京市昌平区百善印刷厂印刷

1999 年 10 月第 1 版 1999 年 10 月第 1 次印刷

开本: 880mm×1230mm 1/32 印张: 7.25

字数: 238 千字 印数: 1~2550 册

定价: 14.00 元

序

生物资源是人类赖以生存的基本条件，但是，由于人口数量的不断增加和人类对生物资源的无节制的索取，生物多样性连同整个地球都受到了严重的破坏。厄尔尼诺现象所引起的全球气候异常所带来的灾难，1998年中国长江流域、嫩江流域、松花江流域的大面积的水灾，都是自然对人类破坏生态的惩罚。我国是生物多样性最丰富的国家之一，但由于人口的迅速增长和自然资源的不合理开发，我国的生态环境也遭受严重的污染和破坏，致使物种数量急剧减少，生态条件急剧恶化。

近20年来，生物多样性的保护和持续利用问题，已引起各国政府的极大关注。1980年3月5日，中国、日本、美国、英国等30个国家同时发表了《世界自然资源保护大纲》；1987年5月22日，我国国务院环境保护委员会发布了《中国自然保护大纲》；1989年，世界自然保护基金会就生物多样性问题发表声明；1992年6月3~14日，在里约热内卢举行的联合国环境与发展会议上又制定了《联合国生物多样性公约》和全球《21世纪议程》。1992年，我国根据联合国要求制定了《中国21世纪议程》，这对落实环境保护基本国策，发展社会主义市场经济，实现社会、经济和环境的持续协调发展具有重大战略意义。

尽管人们已经逐步地认识到保护环境的重要性，但是绝大多数的人不知如何保护环境和保护生物资源，不知如何才能从根本上保护自然。如何用最科学的理论和最有效的方法去指导和实施保护计划，是关系到人类长久生存的问题。保护生物学就是要发挥这种功能的科学。目前，我国尚无一本揭示物种灭绝原因，防止物种灭绝、生态失衡的保护生物学问世。陈道海先生等编著的这部《保护生物学》的出版是值得庆幸的。本书以生命的本质、物种的价值、最小可生存种群、群落和生态系统的多样性与稳定性为主线，论述了保持生物多样性的基本原理和方法。书中讨论了种群水

平上的灭绝原因；从群落水平上分析其形成的过程中所出现的“病症”和治疗方法；并对群落和生态系统的修补与恢复进行了论述。本书注重知识的前沿性和探究性，对 21 世纪保护生物学的热点问题，如生境的修复、易地保护、生物技术与保护生物学的关系、国际协作等问题进行了探讨。另外，本书还从保护意识形成的角度，呼吁：除生物学家以外，社会学家、人文科学家都要探讨对保护生境有利的文化态度，注重生物学上的环境研究。相信它能为环保、规划、科研部门的人员提供决策和研究的参考。该书既是一本系统性较强的学术专著，又可作为大学生学习的不可多得的教材。

The image shows a handwritten signature in black ink, consisting of two characters: '周' (Zhou) and '堯' (Yao). The characters are written in a cursive, calligraphic style.

1999年1月25日

前 言

由于环境的恶化，全世界生物多样性的丧失日趋严重，现已引起了包括科学、教育和社会各界的关注。因此，一个以“如何用最科学的理论和最有效的手段去指导生物多样性保护”的综合性科学——保护生物学产生了。我国是世界生物多样性最丰富的国家之一，同时也是生物资源丧失严重的国家，尽管我国在保护生物多样性方面做过大量的工作，取得了一定的成绩，但生物资源的保护的任务还相当艰巨，保护生物多样性的理论和实践都较薄弱，尤其是公众保护生物资源的意识还很淡薄，大多数人根本不知道如何保护生物资源。目前我国尚无一部全面系统的保护生物学专著问世。我们写这本书的目的就是要使大家了解保护生物资源的基本原理和方法，增强公民的生物资源保护意识。

本书力求系统地论述保护生物学，反映国内外学者在此领域的研究成果和 21 世纪的研究方向，揭示在生物保护方面所存在的主要问题。若本书能在我国的生物资源保护的学、科研及可持续发展方面起到抛砖引玉的作用，作者将倍感欣慰。

本书可供大专院校生物系师生使用，也可供农业、林业、环保、工程设计与规划以及行政机关工作人员参考。

在编写过程中，得到了湛江师范学院院级领导及科研处的关怀与支持，陈燕副教授、卢建筠同志、陈光英同志给予了很多帮助，徐秋园同志绘制插图，西北农大周尧教授审定文稿，中国科学院昆明动物所的赵其显研究员提供了部分资料，在此向他们表示衷心的感谢！

本书共分十章，1~7 章，由陈道海编写，8~10 章由陈道海和钟炳辉合写。由于作者水平有限，书中难免有许多缺点和错误，请读者批评指正。

作 者

1999 年 2 月

目 录

| | |
|---|-------|
| 第 1 章 保护生物学概述 | (1) |
| 1.1 什么叫保护生物学 | (1) |
| 1.2 保护生物学的起源 | (3) |
| 1.3 保护生物学研究内容和方法 | (5) |
| 1.4 Soule 的保护生物学是计量经济生态管理 (Econometric Ecosystem Management) 的基础 | (9) |
| 1.5 保护生物学的发展方向 | (10) |
| 第 2 章 生物多样性 | (15) |
| 2.1 生物多样性及重要性 | (15) |
| 2.2 保护生物多样性的现代处理问题 | (23) |
| 第 3 章 物种的灭绝 | (37) |
| 3.1 关于近期灭绝的回顾 | (37) |
| 3.2 外来动物的引进和物种灭绝 | (44) |
| 3.3 外来动物引进对本土的影响 | (48) |
| 3.4 协同作用与物种的灭绝 | (59) |
| 3.5 物种灭绝的启示 | (61) |
| 3.6 拯救濒危物种应考虑的几个问题 | (67) |
| 第 4 章 自然保护中对进化、种群和生活史的考虑 | (75) |
| 4.1 几个普遍的生物学原则和相关的自然保护问题 | (75) |
| 4.2 生物保护中的进化问题 | (79) |
| 4.3 营养、生活史和个体等因素的相互作用 | (82) |
| 第 5 章 物种和基因的保护 | (85) |
| 5.1 生命的本质 | (85) |
| 5.2 生物分子的保守性和物种的完善 | (87) |
| 5.3 物种进化潜能的保护 | (88) |
| 5.4 物种保护计划 | (97) |

2 目 录

| | | |
|---------------|---|--------------|
| 5.5 | 基因与物种的保护和未来的生物进化 | (104) |
| 第6章 | 生态系统及生态保护 | (107) |
| 6.1 | 生态系统的一些基本要素 | (107) |
| 6.2 | 生态保护中的多样性和稳定性 | (114) |
| 6.3 | 保护区的多样性和稳定性 | (117) |
| 6.4 | 群落与生态系统的关系 | (125) |
| 6.5 | 用计量经济生态管理的方法管理生态系统 | (128) |
| 6.6 | 21世纪生态系统的保护方向 | (130) |
| 第7章 | 自然保护区的设计和管理 | (132) |
| 7.1 | 自然保护区的设计 | (132) |
| 7.2 | 自然保护区的管理 | (139) |
| 第8章 | 保护区境外的环境恢复 | (142) |
| 8.1 | 保护区内外的比较 | (142) |
| 8.2 | 保护区境外的生物保护措施 | (148) |
| 8.3 | 用计量经济生态管理方法指导开发与保护 | (152) |
| 8.4 | 自然保护与加强各种联系 | (155) |
| 第9章 | 人类在保护生物中的作用 | (161) |
| 9.1 | 几种价值观 | (161) |
| 9.2 | 人类的作用 | (167) |
| 9.3 | 保护生物学的文化探讨 | (169) |
| 9.4 | 生物资源的价值确定 | (173) |
| 第10章 | 21世纪的保护生物学 | (176) |
| 10.1 | 保护行动的议程 | (176) |
| 10.2 | 保护生物学的议程 | (180) |
| 10.3 | 保护区管理议程 (An Agenda for Conservation Management) | (191) |
| 10.4 | 保护意识方面的议程 | (204) |
| 主要参考文献 | | (213) |

第 1 章 保护生物学概述

在理想状态下，人们应避免干预生态系统。当生态系统失衡后，自然界将出现持续的物种灭绝，甚至崩溃。生态系统需要受到更密切地关注，并且能够通过加强管理，避免生物界出现灭绝的链式反应。

为了拯救野生生物物种，就需要一种特殊的学科，这个学科能够将纯科学与管理结合起来，并告诉人们如何处理生态系统的复杂性及难以应付的问题。需要一些标准来区别生物的界面极限(Biological Boundary Limits)，来鉴别(诊断)物种和生态系统是否遇到麻烦，来区别临界生态过程(Critical Ecological Processes)和基本物种。用医学的说法，我们需要认识疾病，治疗疾病，并事先预防，避免引起衰竭。这个学科就是保护生物学。

保护生物学是一门正在兴起的新学科，它能帮助人们决定从哪些方面保护自然，怎样避免物种灭绝，怎样修复生态损伤等。正是因为保护生物学作为一门年轻的学科，能把生物学问题与一些保护价值联系起来，如美学、经济学和娱乐等。随着社会对拯救受威胁的物种和生态系统的更进一步关心，保护生物学将起到重要作用。

1.1 什么叫保护生物学

保护生物学是研究直接或间接受人类活动或其它因子干扰的物种、群落、生态系统的生物学(Soule 1985)。保护生物学也是研究保护物种，保存生物多样性和持续利用生物资源的问题的学科。保护生物学的目的是利用和发展各种科学技术和方法，以保护、保存和复壮地球上的生命——地球上物种、生态过程、进化过程及特定的总体环境，即为保存生物多样性提供科学原理和方法(周开亚 1992)。保护生物学一方面是回应生物学的危机，一方面是一些古老学科的具体化(Soule 1986)。这些学科从不同的领域发展起来：从动物园设立小的较难得到的或受危害的动物的养殖；植

2 保护生物学

物园和农业部门担心正在减少的基因资源；林业、渔业和野生生物部门希望得到产量的最大值；保护代理部门授权设立并保护自然禁猎区；生物学家被其研究的物种迅速消失而惊醒。以上这些条件，促进了保护生物学的形成。

保护生物学提醒保护学者注意如下问题：自交衰变 (Inbreeding Depression) 和隔离 (Insularization)；遗传异质性 (Genetic Heterogeneity) 和基本物种的丧失；通过描述一些简单的原理来保护物种和生态系统。最重要的是，保护生物学加进了一些进化的标准到学科中，提醒我们注意：无论是基因、物种，还是生物多样性的丧失，所产生的严重后果。

保护生物多样性需要多学科的协同工作，需要分类学家鉴定应该保护的分类单元；需要种群生态学家估测种群的增减及分布变迁，预报迫近的灭绝之险；需要资源管理专家制定保护计划或资源持续利用计划，并付诸实施。这不仅涉及生物学、野生动物管理、林学、畜牧学，也涉及环境科学和社会科学 (周开亚 1992)。保护生物学是一门多学科交叉的综合性学

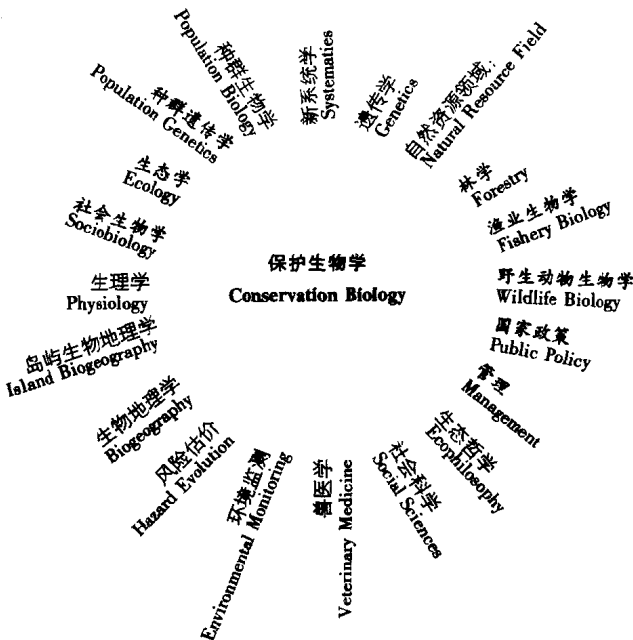


图 1 保护生物学是一门多学科交叉的综合学科 (参考季维智等)

科(图1.1)。它的出现是因为没有一个传统学科能够如此综合地、足以对付生物多样性的严酷危机。种群生物学、分类学、系统学、生态学是保护生物学的核心,它不同于农业、林业、野生动物管理和渔业生物学,这些学科过去通常忽视那些缺少直接经济价值的稀有物种,也不能解决生物群落中所有生存种类的保护问题,或者只将它视为次要对象。保护生物学是对这些应用学科的补充,并为生物多样性保护提供了一个更广泛的理论基础,它将重视整个生物群落的长远保护作为首要任务,将经济因素视为次要问题进行考虑。

一般地,保护生物学的研究目标有:①提供科学保护的原理;②识别保护问题;③建立正确的保护步骤;④加强科学与管理的联系,使科学家对保护问题敏感和使管理人员对生物学问题感兴趣。

1.2 保护生物学的起源

保护生物学作为一门独立的学科始于20世纪80年代(Brussard 1985),但保护生物学的思想可以追溯到有关人类社会和自然界之间的宗教和哲学信仰问题(Hargrove 1986; Zaidi 1986, 1989)。全世界的许多宗教中,人们从生理和心理上将植物和动物与周围的环境联系起来。如我国道教和日本神道教哲学认为,荒野地有价值而应受到保护;虔诚的印度耆教和印度教信徒认为,杀伤全部的动物是错误的(Godgil and Guha 1992);在太平洋西北部的土著部落中,狩猎者必须进行洁身仪式,以示对猎物的尊重(Puscua 1991);《圣经》中诺亚方舟的故事就说明了人们克尽宗教职能解救物种免于灭绝(Hargrove 1981),或者说是人们认识生物多样性和物种保护计划的早期认识。

欧洲自然保护运动起源于19世纪,一些受浪漫理想主义熏陶的科学官员被派去从事殖民主义的扩张(Grove 1990),这些训练有素的科学家对生物学、自然历史、地理学和人类学进行了深入的研究发现:那里的土著民族生活在一个与自然极其和谐的环境中。某些科学家因此发现,保护的森林对于防止土壤侵蚀、维持木材供给和防止饥荒都是必需的。这些思想直接促使自然保护法律的形成和颁布。如印度洋毛里求斯岛,法国殖民行政当局于1769年规定:25%的森林要保护,退化的土地要种植树木,等等。美洲自然保护行动论点可以从J.F. 库珀19世纪早期的小说中看到,如

4 保护生物学

《The Pioneer》,《The Prairie》,《The Deerslayer》。库珀写出了荒野在道德、精神和美学上的价值以及对盲目破坏荒野深表惋惜。为自然保护大声疾呼的是19世纪哲学家R. W. 埃默生(Ralph Waldo Emerson)和H. D. 索罗(Henry David Thoreau)(Nash 1982; Callicott 1990)。埃默生在他的先验论中提到自然可视为一座寺庙,在这里人们能与精神世界交流。美国的缪尔(John Muir)将埃默生和索罗的卓越论点应用于自然保护中,他坚信自然的美学和精神价值可与商业开发的经济价值相比较,而且高于在开发中所获的有形价值。缪尔还明确地指出:自然有其自身的内在价值。

欧洲对野生动物的关注起于19世纪晚期(Ratcliffe 1984; Moore 1987; Green 1989)。由于栽培面积的增大和广泛使用火药武器狩猎,导致野生动物显著减少,在不列颠岛,像鹤、鹳、硕鸨等动物的灭绝,促使英国联邦自然保护运动的形成,1865年,成立了公有空地和步道保护协会;1895年,成立了国家托拉斯;1899年,成立了皇家鸟类保护协会(The Royal Society for Preservation of Bird)。

随着许多保护组织的兴起,美洲自然保护学术研究也随之发展,诸如荒地学会(Wilderness Society)、奥都邦协会(Audubon Society)、鸭类无限组织(Duck Unlimted)、国家公园等,同时,通过了许多环保法律(Nash 1982; Norton 1991)。

早在1937年,埃林顿(Errington)和哈默斯特罗姆(Hamerstrom)就提出“Conservation Biology”这个名称。创刊于1969年的《生物学保护》杂志在头5年发表的保护生物学领域的论文就有35篇以上。不列颠生态学会于1970年以“保护的科学管理”为题举行了第十一次学术讨论会(周开亚 1992)。

本世纪60~70年代,群落生物学和岛屿生物地理学的发展,丰富了保护的理论和实践。加之生物多样性危机受到极大的关注,人们对保护自然越来越重视。70年代末80年代初,保护生物学作为一门科学逐渐发展起来。1978年,在圣迭戈大学举行的第一届保护生物学国际会议,以及索尔(Soule)和威尔克斯(Wilcox)主编的《保护生物学:进化的和生态学的观察》一书于1980年的出版,是这一学科开始发展向前的标志。1986年,正式成立保护生物学会(周开亚 1992)。1987年,Conservation Biology杂志创刊,标志着这门学科逐渐走向成熟(Simberloff 1988)。

1.3 保护生物学研究内容和方法

保护生物学包含这样一个基本过程：拯救生物多样性，研究生物多样性，合理利用生物多样性。Soule (1985) 将其原理分为功能原理和伦理原理两大类，其研究的主要内容有灭绝、进化的潜能、群落和生态系统、生境的修复、物种的再引进和笼养繁殖、生物技术等。

1.3.1 功能原理

功能原理包括进化原理、生态学原理、种群的原理和自然保护区对于大型的稀有生物有内在的失去平衡危机等四个基本原理。

(1) 进化原理。构成自然群落的物种是进化的结果。在生物群落中，每一物种都是群落组成的有意义的部分。它们的遗传特征所赋予的生理和行为等特点，都是特定生物区系相互作用和自然选择的结果。进化原理及其推论的核心是物种，物种及其基因受到协同生存的生物之间的相互作用和影响 (Futuyma 等 1983)。

(2) 生态学原理。生态学过程是一种环境大小和时间尺度的协调 (MacArthur 1972)。多数生态过程都有一个阈值，低于或超过此阈值，生态呈现出间断、混乱、甚至终止。

(3) 种群的原理。遗传和种群数量统计过程有一个阈值，低于这一个阈值，不适应的、不规则的动力将超过种群的适应性和稳定动力。最终导致灭绝的可能性增加。

(4) 自然保护区对于大型的稀有生物有内在的失去平衡危机。这一原理基于两个理由：①在大小受到局限和生境隔离的自然保护区，灭绝很难避免 (MacArthur 1976)。对这种保护区内的很多种群而言，物种多样性的保持通过人工引进外来资源进行，而这与自然增殖或重建是不同的。②在长期隔离的保护区，用非人工的方法重建或保持大型的稀有生物是不可能的，特别是保护区的基因交流被阻断时。

1.3.2 伦理原理

生态伦理是从伦理学的角度来阐述生命的另一种含义，为人们的行动提供衡量准则。保护生物多样性的伦理学基础包括：①世界是一个相互依存的整体，由自然和人类组成。②人类是自然的一部分，人类与这个地球上所有的其它物种一样是同样永恒的生态规律对象。所有生命都依赖于自

然系统的不间断的运转，这保证了能量和物质的供应。因此，为维护世界的生存、安全、公平和尊严，所有的人都必须承担起生态责任。人类的文
化必须建立在对自然极度尊重的基础上，具有与自然相一致的观念；并
认识到人类事务必须在与自然的和谐平衡中进行。③所有的物种都具有固
有的生存权利。④可持续发展是所有的社会和经济发展的基本原则。

伦理的原理包括：①有机体的多样性是好的；②生态复杂性是好的；③
进化是好的。

1.3.3 物种的灭绝

在过去的2千年中，人类的活动已使地球上岛屿的1/4鸟类灭绝(Dia-
mond 1989)，这可能是更新世以来最大的灭绝(Myers 1989; Atkinson
1989)。历史事件告诉我们，在未来的几十年内灭绝还会加速，只是程度
上的差异。人类可能面临一个物种“灭绝的发作期”(Extinction on Spasm)
(Diamond 1985)。这种“灭绝的发作期”是能避免的，还是已陷于生命枯
竭的绝境？

根据过去灭绝的模式解释导致灭绝的原因，阐明物种存活的必要条件，
预报或防止灭绝已成为一个独立的研究领域，称之为灭绝生物学(Diamond
1989)，这是保护生物学研究的重要课题之一。

岛屿生物地理学是研究灭绝的基础理论之一。在过去灭绝的1600多个
物种中，两栖类、爬行类和鸟类的近91%、哺乳类近33%发生在岛屿上
(Atkinson 1989)。岛屿提供了丰富的史前和历史的灭绝资料，为灭绝理论
提供了证据。

当然，对于灭绝的预测，将会面对一些难以回答的问题，生物学家正
在继续深入探讨。

1.3.4 进化的潜力

在一连串的事件出现后，物种灭绝将不可避免的发生。大量的对物种
和生态系统的损害将在这些事件中发生。从近亲繁殖到远交、到各种适应
特征和既得特征的消失，都将减弱物种的适应性和进化潜力。正如
Woodruff指出，我们正在寻找一种方法来避免使用这种特殊的保护措施。
通过物种的脆弱性分析(Population Volnerrability Analysis, PVA)，从大
量的灭绝物种中，建立一套预测系统。但脆弱性分析并不能告诉人们如
何在原地管理受威胁的物种。

Woodruff 提出并回答了 21 世纪进化是否完结的问题。他的回答毫不含糊，决不会。有些物种将消失，有的种群会变小。条件变了，新的选择压力将引起新一轮的自然选择和物种进化（尽管不同于过去）。那么，这些选择的压力是什么呢？还有待我们去研究。

1.3.5 群落和生态系统

物种的消失（或者种群相对的减少，生态和表型的变化）对群落和生态系统的影响深远的程度，取决于它在生态学方面的重要性。

对生态系统多样性和稳定性认识的混淆和不一致的产生，通常是由于定义和理论不一致所造成的。那么，这种混淆和不一致对保护意味着什么呢？McNaughton 清楚地指出了与生态系统组织有关的一些理论，一种是物种减少决定论，一种是整体理论。如果减少论者的生态系统理论是正确的，那么，拯救物种是适当的（这种理论认为任何水平的特征都来源于较低水平的特征的总和）。整体理论认为每一水平都没有包含性，而具独特性（Holistic Theory）。如果这种理论是正确的，那么基因库（Gene Pool）的保护就是最后的努力，这种努力将挽救一些基因片断而不是组织。基因一经损害就无法修复的现象（Humpty Dumpty）。

Walker 试图阐明在生态系统多样性和稳定性的定义上和理论上的混淆，多样性和稳定性通常是重要的维护目标，而且通常错误的认为是一致的。生态系统有不同的动态特征，它取决于亚系统的相互作用和外部环境压力，Walker 指出了三种不同的类型：①弱相互作用。如受外界一系列事件驱赶的非洲有蹄动物的开放系统；②有强烈相互作用的袋鼠生态系统；③澳大利亚的珊瑚礁与海星的生态系统（它的变化特征还没有被完全搞清楚）。

理论上的薄弱和在生态系统功能的不一致，通常会产生一些相反和相混淆的信息。在实际工作中，McNaughton 倡导一种放任自由的方法，在生态系统管理中避免产生一些不可预见的反作用（Repercussion）。Walker 提出是否所有物种都同等重要或合乎需要，是否我们应该担心成千上万种没有命名的昆虫，而不是几种少数引人注目的大的有蹄动物，这些结论是深刻的，建立在富有哲理的解释和科学的证据之上。

物种的多样性（丰富和稳定）是持久存在（Persistence）的，而不是经久不变（Constancy）。多样性和稳定性应该是两个目标。这两个目标也使生

态系统的保护与物种的保护相一致。经久不变，这是管理工作者通常希望达到的不变状态，事实上，生态系统是捉摸不定的。相反，我们应该保持不稳定性 (Instability)，这种不稳定性允许很多物种共同存在于一个复杂的生态系统中。通常管理者实际的做法应该是：维持内在的生态过程和外界的因素。这些因素是造成生物多样性和物种长期持久存在的原因；只有当系统剧烈变化，且超过了正常范围，或者在物种水平上，有着相当关键作用或社会价值的物种濒临灭绝时，我们才去介入、激活或刺激这些力量。

拯救物种、群落和生态系统的必然联系在后面的有关章节中会详细论述。McNaughton 提醒我们：人们必须识别和保护地球上的主要生态系统，而不是去整理生物的多样性。

1.3.6 生境的修复

生境的修复是 21 世纪的一项重要工作，主要内容有合理利用土地，减少或停止使用化肥和农药，土地退耕等等。

在一些农产品已超过市场要求的地方，应减少或停止使用化肥或退耕。新的工业区应建在退化的或过剩的土地上，尽量将抽干的湿地和沼泽恢复到原有状态，使野生动物得到恢复或建成狩猎活动地。把过度放牧的草原牧场，改为野生动物农场，收益可能会更高。

可以肯定，要将所有的生境恢复到原来的原始状态是困难的。但在 21 世纪，保护生物学可能会从保护一些自然生境发展到建立一些近似自然的人工多样性景观。

1.3.7 迁地保护和笼养繁殖 (Captive Propagation)

当一个物种变得脆弱和生态系统由于生境的片断化、狩猎、污染和其它人为因素而变得资源枯竭时，人工保存物种，维持和提高物种的繁殖力并使之重返大自然的技术和措施就要加强。一个趋于灭绝的残存种群，对于延续其生存来说可能性太小，或者所有残存的个体都出现在保护区外面。那么，就地保护 (in situ 或 on site preservation) 可能无效。在这种情况下，保护物种免于灭绝的唯一有希望的方法是在人类控制的条件下维持其个体的生存 (Conway 1980; Cohn 1991)。这种策略称为迁地保护 (ex situ) 或易地保护 (off site preservation)。迁地保护就是通过人为努力，将受危的野生生物的一部分种群迁移到适当的地方，加以人工管理和繁殖，以扩大其种群。迁地保护措施主要适用于受到高度威胁的极危、濒危种的紧急拯

救。它是野生生物就地保护工作的补充，是整个保护工作不可缺少的部分。我国对朱鹮 (*Nipponia nippon*) 的保护就是在就地保护的同时，辅以迁地保护而使种群数量有所增加的 (白秀娟等 1997)。动物迁地保护的地方有动物园、狩猎农场、水族馆和笼养繁殖基地；植物迁地保护的地方有植物园、树木园和种子银行。其目的是运用有关濒危物种的生态学知识引进物种加以保护，为物种的复壮或重建野生种群作准备。迁地保护是保护濒危物种的综合保护策略的一个重要部分。笼养繁殖虽能保存生物个体，但笼养繁殖对动物行为的改变是一个值得注意的问题。一些动物不能很好地照顾后代或丧失生存能力 (Keiman 1980)，因为近亲交配，使遗传多样性退化。所以，对笼养动物繁殖进行遗传管理是十分必要的。

1.3.8 生物技术和基因工程

运用生物化学、生物医学工程、计算机科学与分类区系学的有机结合，能够快速准确地完成物种定名和生物多样性调查；分子生物学、免疫学和流行病学与分类学的结合，为解决外来物种问题（如产生雄性不育性、限制病原体、抑制免疫力和使用特殊引诱剂等限制外来物种）提供了便利条件；运用超低温冻存技术将生殖细胞、动物胚胎和植物种子冷冻起来，建立一种“拉链式的冷藏袋 (Zip-lock Freezer Bag)”把整个生物群落的物种都冷冻起来，尽管这种技术尚存在一些问题，但的确是一种发展的方向。另外，还可运用基因工程建立“基因库 (Bank of Gene)”来达到贮存生物体遗传信息的目的。

1.4 Soule 的保护生物学是计量经济生态管理 (Econometric Ecosystem Management) 的基础

人们通常认为，一些学者和广大人们都在注视着人类其它的需要。然而，生态学家们通过审慎地选择、努力改善非人类包括动物、植物和其它物种的生存条件，其中也包括提供人类生存的整个自然环境，这个环境随着压力的增加，人类支配力在日趋下降。这是生态学家留给后人的唯一的遗产。

处理生态问题已经成为一个完全独立的科学——保护生物学。Soule 指出处理生态危机的实践性选择经常受私利和人们实际需要驱使（与任何真正的保护物种和生境相比）。用他的话说，这个问题没有解决，仍然值得