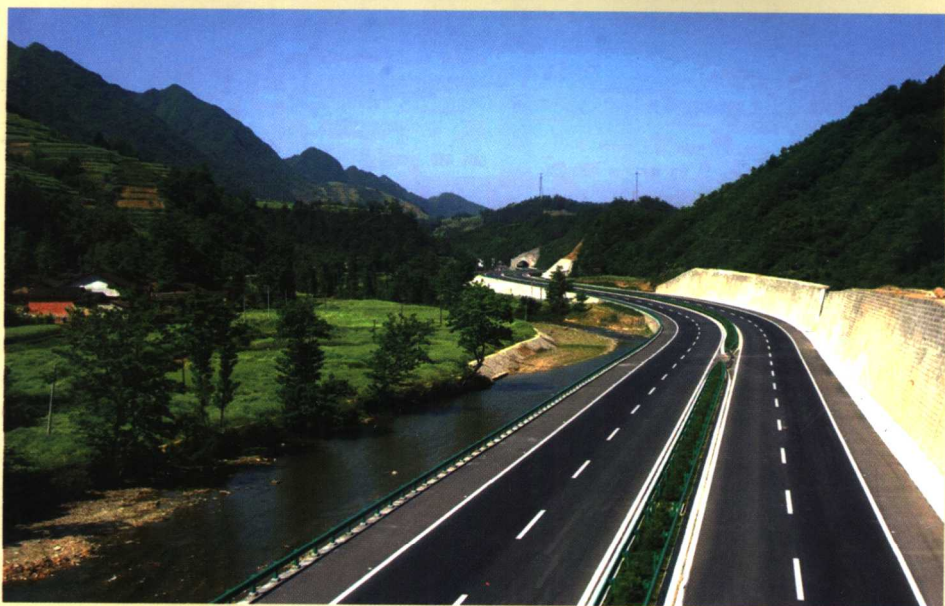

山区高速公路生态恢复 理论与实践

• 张卫平 董建辉 编著

Shanqu Gaosu
Gonglu Shengtai Huifu
Lilun Yu Shijian



人民交通出版社

China Communications Press

山区高速公路生态恢复 理论与实践

• 张卫平 董建辉 编著



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书以陕西省公路局勉县至宁强高速公路“山区高速公路生态恢复的系统研究”课题为依托,分理论、实践和技术三篇,系统阐述了生态系统的基本概念和功能特点,公路建设对生态系统的影响,生态系统的恢复与重建原理,生态恢复管理信息系统的建立,生态本底的遥感调查、评价与规划,生态恢复类型的划分,以及进行生态恢复的技术措施。本书理论与工程实例紧密结合,具有可操作性,对各种工程建设项目生态环境保护具有借鉴作用。

本书可供公路、铁路、水利、港口等工程建设部门从事生态环境保护工作的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

山区高速公路生态恢复理论与实践/张卫平等编著. —北京:
人民交通出版社, 2006.8

ISBN 7-114-06055-6

I. 山… II. 张… III. 高速公路-道路工程-环境生态学 IV. X171.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 068871 号

书 名:山区高速公路生态恢复理论与实践

著 作 者:张卫平 董建辉

责任编辑:郝瑞莘

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)85285838, 85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

开 本:787×980 1/16

印 张:24.75

字 数:423 千

版 次:2006年8月 第1版

印 次:2006年8月 第1次印刷

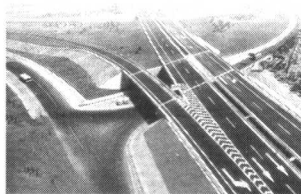
书 号:ISBN 7-114-06055-6

印 数:0001-3000 册

定 价:58.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前言



高速公路是现代化交通的重要组成部分,是衡量一个国家与地区国民经济发展水平的重要标志。改革开放以来,我国高速公路的建设速度不断加快,有效地促进了社会、经济的发展,但构成我国交通瓶颈的地区是交通不便的山区,特别是经济相对落后的西部地区,因而加快山区高速公路尤其是西部高速公路建设,是目前及往后一段时期内我国高速公路建设的重点。

山区高速公路的建设除了受地质条件复杂、地形地貌类型多变、水土流失、滑坡、泥石流等地质灾害频发的制约外,更会在建设过程中对当地自然生态系统和原有的人工生态系统带来多方面的影响,比如形成破碎割裂原生态系统的廊道;切断野生动物的通道;改变天然植被的类型与结构;造成大气、水体、土壤的污染;带来噪声等其他污染。

在山区高速公路建设中,为了防止地质灾害的发生,使建成后的公路能够畅通无阻,传统的方法是采用工程护坡技术进行防护:对风化岩层、破碎岩层以及软硬岩相间互层的路堑边坡常采用水泥混凝土面板、浆砌片石护面、锚喷护坡等措施;对于不稳定的边坡则先支挡再防护,常用的支挡措施有挡土墙、锚杆挡墙、抗滑桩等。以上这些措施往往过分追求强度功效,破坏了生态系统的多样性特征,也阻碍了自然生态系统的天然恢复,视觉上 also 显得非常呆板,毫无生气。虽然国内有些高速公路为了解决这样的问题在边坡上人工绘制色彩明快的景观,但生态环境问题没有得到根本的解决,而且随着时间的推移,混凝土面、浆砌片石面都会风化、老化,甚至造成破坏,后期整治费用高。

采用植被护坡,前期防护作用较弱,随着植物的生长、繁殖,防护强度会不断增加,对减轻坡面不稳定性和侵蚀方面的作用也会越来越大。特别是工程措施与植被措施的相互结合,会取得较好的防护效果。但是在以往的植被防护中只注重植被的防护作用,没有关注到是否与当地生态系统类型的一致性,植物种类的选择只注重了扎根好、生长快与美观的要求,没有注意是否会引起外来生物入侵的情况发生,是否有利于当地生态系统的恢复与稳定。

针对以上存在的问题,近年来我国在高速公路建设过程中越来越关注按生态学的原理,以可持续发展的思想作为生态恢复的指导方针,有很多山区高速公路采用了较为科学合理的生态恢复方式。本书是以陕西省公路局勉县至宁强高速公路建设项目管理办公室设立的“山区高速公路生态恢复的系统研究”课题为依托,以勉县至宁强高速公路建设中的生态恢复为例,系统阐明山区高速公路生态恢复信息系统的建立;生态本底的遥感调查、评价与规划;生态恢复类型的划分;生态的评价等理论与实践相关的问题。

全书三个部分,共十一章。第一部分理论篇,包括第一~四章,重点介绍路域生态系统的结构、功能;公路建设对路域生态系统带来的影响;生态恢复的原理及生态恢复管理信息系统等方面的理论。第二部分实践篇,包括第五~九章,主要反映勉县至宁强山区高速公路生态恢复的具体做法,分公路建设及项目概况;生态本底遥感调查;生态本底评价与规划;生态恢复的调查与评价及生态恢复信息系统建立等内容。第三部分技术篇,包括第十、十一章,推荐相应的生态恢复技术和植物搭配技术。

本书由陕西省公路局张卫平高级工程师、陕西职业技术学院董建辉教授任主编,陕西职业技术学院刘宏、长安大学高凤亮、西安市农技中心冯武焕、杨凌职业技术学院樊鸿章任副主编,陕西省公路局魏政理、胡敏玲、吕文江,杨凌职业技术学院张建昌及长安大学赵所毅、杨宇鸿参与了部分编写工作。张卫平和董建辉对全书进行了总纂及统稿。

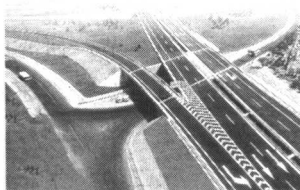
本书在编写过程中参照了许多专家、学者的理论,研究成果及资料;得到了陕西省公路局、人民交通出版社的大力支持,并提出许多宝贵意见与建议,正是他们与笔者在理念与看法上的一致使本书得以出版,在此一并表示真诚的感谢。

由于山区高速公路生态恢复的研究才刚刚起步,有很多问题还需要时间的检验及进一步的深入研究,加之时间所限,书中错误及疏漏之处在所难免,欢迎广大读者不吝指教。

编者

二〇〇六年四月

目录



第一部分 理论篇

第一章 路域生态系统概述	3
第一节 我国高速公路建设与生态恢复发展概况	3
第二节 路域生态系统的定义及内涵	9
第三节 路域生态系统的结构	19
第四节 路域生态系统的特点	21
第五节 路域生态系统的功能	25
第二章 公路建设对路域生态系统的影响	29
第一节 人类干扰和退化的路域生态系统	29
第二节 退化路域生态系统的特征	43
第三节 路域生态系统恢复与重建的现状及存在的问题	59
第三章 路域生态系统的恢复与重建原理	66
第一节 路域生态系统恢复概述	66
第二节 生态恢复的理论基础	73
第三节 生态恢复的机理与方法	91

第四章 路域生态恢复管理信息系统	98
第一节 “3S”集成的概念与理论	98
第二节 路域生态恢复管理信息系统分析	101
第三节 空间数据库设计	105
第四节 系统总体设计	118

第二部分 实践篇

第五章 勉县至宁强高速公路概况	133
第一节 项目概况	133
第二节 生态恢复研究及措施简介	135
第三节 研究成果简介	140
第六章 勉宁高速公路生态本底遥感调查	142
第一节 调查区基本情况	142
第二节 生态本底调查	144
第七章 生态本底评价与规划	220
第一节 生态本底类型调查	221
第二节 生态本底评价	223
第三节 山区高速公路的生态规划	245
第八章 勉宁高速公路生态恢复调查与评价	249
第一节 勉宁高速公路生态恢复调查	249
第二节 勉宁高速公路生态恢复评价	266
第三节 生态环境恢复规划	272
第九章 勉宁高速公路生态恢复信息系统	277
第一节 数据管理	278
第二节 库管理	280
第三节 数据显示	280
第四节 查询检索	282
第五节 科学计算	283
第六节 结果输出	283

第三部分 技术篇

第十章 山区高速公路生态恢复技术	287
第一节 概述	287

第二节 山区高速公路生态恢复的技术措施·····	292
第十一章 山区高速公路生态恢复植被类型的选择	
搭配技术·····	304
第一节 我国生态环境地带性规律·····	304
第二节 植被类型的选择与搭配·····	313
参考文献·····	384

第一部分

理论篇





第一章

路域生态系统概述

随着国民经济的快速发展,高速公路的建设成为中国基础设施建设的热点,而且在今后相当长的一段时间里仍是中国交通发展战略的重点之一。道路的建设在一定程度上不可避免地加剧了对路域生态系统的破坏,使道路周边地区生态环境恶化,影响了沿线地区的环境质量。因此,按照生态恢复的理论,坚持可持续发展的理念,协调道路建设与经济发展的关系,对路域生态系统进行恢复和重建是新世纪环境保护的一项重要内容。

第一节 我国高速公路建设与生态恢复发展概况

道路交通工程建设是对生态环境破坏最为严重的一种人为干扰,往往导致道路施工区植被退化至原生阶段。随着我国经济的发展,基础设施建设尤其是交通道路设施的建设正迅猛发展。目前国家级和省级交通道路网基本建成,而各省的县级、乡镇级交通网正在加速建设过程中,如何科学合理地开展道路交通工程破坏后的生态恢复重建成为一项迫切的任务。这里主要阐述道路交通工程破坏后的植被恢复重建理论与方法以及实践状况,为我国道路交通工程建设过程中以及建设后的生态恢复实践提供依据。

一、交通建设需求大

21 世纪,随着社会经济的发展,我国仍将保持对交通运输需求的稳定增长态势。在运输需求方面,中国尚处于工业化中期,实现交通运输现代化的道路还很长。目前交通运输供给能力与交通运输量需求的平衡仍然处于较低水平。第一,随着经济的持续快速发展和社会的进步,对交通运输的绝对需求还具有较大的增长潜力,提高交通运输量仍存在一定的空间。如旅客运输方面,1998 年我国人均乘铁路、公路、水路、航空等各种运输方式旅行合计为 846km,而美国 1996 年人均乘飞机旅行就达 1 493km。第二,社会发展对交通运输量增长的相对需求。即使在现有的交通运输量不变的情况下,进一步提高和改善运输质量,如增加运输工具的班次密度,势必需要增加交通运输设施的供给能力,才能继续适应和满足国民经济和社会发展的需要。因此,提高交通运输能力仍然是 21 世纪的重要任务。

在交通运输总量方面,随着国民经济的平稳增长,即经济增长率的变动幅度趋于平稳,将影响到交通运输量的增长变化水平。改革开放以来,我国客货运输量增长率与经济增长率基本上符合正相关关系。20 世纪 80 年代,我国国民生产总值年均增长幅度之差最大达 11 个百分点,90 年代下降到 7.1 个百分点。同期相比,80 年代我国全社会客运量、旅客周转量、货运量、货物周转量年均增长幅度之差最大分别达 19.33、29.90、17.25、13.80 个百分点,90 年代则同比下降到 14.54、11.51、8.25、9.99 个百分点。21 世纪初如果不出现特殊情况,我国经济将保持较为稳定的增长率,经济波动幅度将进一步缩小。因此,运输量也将保持小幅度变动,基本上处于相对稳定的状态,并以增长为主要趋势,与交通运输量的增长相对应,对公路建设的需求也呈增长趋势。

二、公路建设量增加

随着国民经济的发展,到 2001 年底,全国各种运输方式的运输线路总里程已经达到 316 万 km,公路里程数已突破 160 万 km,公路里程数与解放初相比增加了 21 倍,与改革开放初期的 1981 年相比增加了 1.9 倍。进入 20 世纪 90 年代,公路里程数平均以每年 1.42 倍的速度增长。全国公路网路况和等级大大提高,等级公路比重提高到 83.6%,二级以上的高等级公路增加了 14 倍,特别是高速公路的快速发展,从 1988 年实现高速公路零的突破,到 2005 年年底高速公路通车里程接近 4 万 km,短短 17 年,我国就走了西方国家需要 40 年才走完的发展路程。令人瞩目的成就

使世人惊叹。

交通部最新统计数据显示,到 2005 年年底,我国公路通车总里程将突破 190 万 km,高速公路将接近 4 万 km。“十五”期间,我国高速公路通车里程跃居世界第二,新增高速公路 2.4 万 km,16 个省份的高速公路通车里程超过了 1 000km,平均每年比“九五”期间新增 1 000km 高速公路。“两纵两横三条重要路段”的同江至三亚、北京至珠海、连云港至霍尔果斯、上海至成都、北京至沈阳、北京至上海及西南出海大通道全部建成高速公路或高等级公路。我国横贯东西、直通南北的公路快速运输网基本形成。

“十五”以来,国家加大了包括公路在内的基础设施建设投资力度,高速公路建设进入了快速发展期,年均通车里程超过 4 000km。到 2004 年底,我国高速公路通车里程达 3.42 万 km,继续保持世界第二位。长江三角洲、珠江三角洲、环渤海等经济发达地区的高速公路网络正在加快形成。高速公路的快速发展,有力地促进了我国的经济发展和进步。

未来 20 年到 30 年,我国高速公路网将联结起所有省会级城市、计划单列市、83% 的 50 万以上城镇人口大城市和 74% 的 20 万以上城镇人口中等城市。国家高速公路网采用放射线与纵横网格相结合布局方案,由 7 条首都放射线、9 条南北纵线 and 18 条东西横线组成,简称为“7918”网,总规模约 8.5 万 km,其中主线 6.8 万 km,地区环线、联络线等其他路线约 1.7 万 km,如图 1-1 所示。

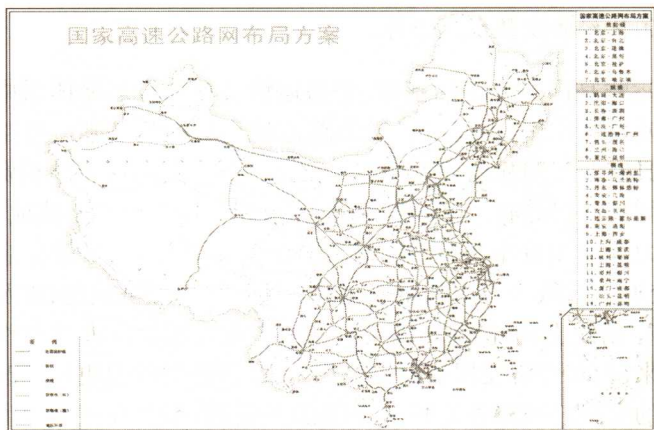


图 1-1 国家高速公路网布局方案

全国公路建设量正在迅速增加,主要体现在以下几方面:

①公路技术等级和路面等级不断提高;

- ②高速公路里程增长迅速;
- ③县乡公路里程大幅增长,公路密度和通达深度进一步提高;
- ④中西部地区公路里程增长明显。

三、公路建设在社会和经济发展中的作用

交通运输对社会经济的发展起着重大的推动作用。世界上经济比较发达的国家都拥有极为方便的公路网。美国有 600 多万公里公路,其中高速公路约 10 万 km;日本有各种公路约 100 万 km,其中高速公路有 1 万 km 多;欧洲许多国家的国土面积虽不大,但是其公路却密如蛛网,交通非常方便,而且有“欧洲公路”贯穿于各国之间。正是这种四通八达的公路网,维持着这些国家经济的高速运转。

在中国现代化经济起步的时候,制约国民经济发展的的重要因素是能源和交通运输,而能源中煤和石油的供不应求,在很大程度上又是运输能力不足所造成的。山西、内蒙古煤炭基地的煤炭自燃损失严重,而华东、华南经济区却因煤炭短缺而影响开工。可见,交通运输对国民经济的发展至关重要。自 20 世纪以来,由于科学技术革命的推动,电子、化工、宇航等新兴产业部门不断涌现,直接为人民服务的消费品品种和数量与日俱增,重工业产品所占比重相对下降,轻、薄、小、价值高的产品占的比重越来越大。因此,发展公路运输显得尤为重要,因为它机动灵活,可以实现门到门的运输。综合公路建设在国民经济中的作用,有以下几方面。

1. 为国民经济发展创造条件

交通运输是国民经济的基础,公路运输又在综合运输体系中占着举足轻重的基础性作用,因此可以说公路运输是基础的基础。公路建设对国民经济具有非常明显的促进作用,可分为三部分:一是公路投资建设活动本身对增加国民总收入、拉动经济增长的作用;二是公路建成通车后,因通行能力增加和行车条件改善,带来运输费用降低、客货在途时间缩短;三是交通事故减少等由公路使用者直接获得的经济效益,以及因缓解交通“瓶颈”制约、改善投资环境而对其他产业发展的巨大波及作用。后者较前者来讲,对经济发展的促进作用更大,持续时间也更长。改革开放二十多年的实践已经充分证明,东部地区的迅速崛起,在很大程度上得益于公路交通等基础设施的建设和发展。

与此对应,西部地区薄弱的基础设施以及交通“瓶颈”制约则是不容回避的问题。在当前和今后的一段时期内,实施西部地区大开发战略,首先强调要加快以公路建设为重点的基础设施建设,加快打通西部地区与

中部和东部地区、西南地区与西北地区、通江达海,联结周边的运输通道。以公路建设为重点,这是由西部地区当前的交通设施状况和公路运输的特点共同决定的。西部地区当前的公路等级低、路况差,而公路交通通达深度高,覆盖面广。因此,公路建设就成为当前西部地区基础设施建设的重中之重。

2. 公路建设有利于地区经济可持续发展

目前在西部公、铁、水三种主要运输方式中,公路里程占 90% 以上,公路运输的客、货运量分别占综合运输总量的 94.3% 和 87.6%,旅客运输周转量和货物运输周转量分别占综合运输总量的 61.6% 和 34.3%,均高于全国平均水平。公路运输在西部地区国民经济发展和提高人民生活水平中发挥着举足轻重的作用,在综合运输中占主导地位,这和西部适合优先发展公路的思路是一致的。

根据中国科学院《2000 年中国可持续发展战略报告》,可持续发展总能力居全国前五名的仍然是:上海、北京、天津、广东、江苏,而可持续发展总能力居于全国后五名的仍然是:甘肃、宁夏、青海、贵州和西藏。列入总能力排序前列的地区基本上位于东部,列于总能力排序后列的地区基本上位于西部,这表明东部与西部在可持续发展总能力上是有很大差距的。而公路建设与经济发展是密不可分的,要增强西部地区的可持续发展能力,加大公路建设力度是必须的。

四、公路建设过程中存在的问题

公路建设的跨越式发展,必然会增加自然生态系统的压力,根据《中国生态问题报告》,交通工程建设、矿产开发等引起的生态破坏已成为生态环境恶化的主要原因之一,并且呈加重和发展趋势,因此我们对我国公路建设中的生态问题必须认真审视。

目前,我国正处在公路建设的高峰期,由于过多地重视发展速度和数量,工程设计和施工期被大大地压缩,以及施工阶段对环境管理的忽视,必然会造成超额破坏生态面积、环境污染 and 环境保护工程滞后等问题。目前,公路建设引发的环境破坏和污染主要在施工期和营运期。公路建设的环境问题列于表 1-1。主要表现为非污染型生态环境影响,一般为植被破坏、局部地貌破坏、土壤侵蚀、自然资源影响(土地、草场、森林、野生动物等)、景观影响及生态敏感区影响等(著名历史遗迹、自然保护区、风景名胜区和水源保护地等),同时在营运期还会造成一定的污染。

时期	环境问题	主要表现形式	原因
建设期	生态破坏	动植物栖息地的破坏、植被破坏与减少、水土流失、自然景观破坏及耕地的占用等	防护工程、环境工程养护管理的忽视,绿化养护不善,人为破坏,监督不到位
	施工污染	有毒物质对大气、水质的污染,施工噪声、废水及垃圾等	
营运期	营运污染	交通噪声、汽车尾气污染大气、路面排水、危险品的水质污染、生活服务区废水和垃圾等	
	环境措施不妥	水土流失、边坡崩塌、滑坡、泥石流、防护工程破坏、绿化方式错误等	

发达国家在公路建设中十分重视生态环境的保护问题。美国和加拿大等国家非常重视人与自然的和谐统一,并采用多种机制奖励对公路绿化做出贡献的团体。西欧的发达国家非常重视动物的保护问题,为动物修建了动物通道,并把弃土场建成动物栖息地。日本极为重视公路的坡面绿化工作,在 20 世纪 50 年代,学者仓田宜二郎首次提出“绿化工程”的概念,产生了诸如喷附绿化、袋筋绿化等坡面绿化工程技术,取得了良好的植被恢复效果。20 世纪 90 年代,山寺喜成和竹内雅彦都认为坡面树林化有利于边坡的稳定。

我国的高速公路生态恢复工作起步较晚,在公路绿化方面,10 年以前还停留在手工撒播、铺草皮等简单工艺上,虽然施工工艺简单,易于操作,但是效率低下,工人施工风险大,远不能满足快速植被恢复的要求。在对国外技术引进和消化的基础上,通过近 10 年的研究和工程实践,公路生态恢复的技术逐渐成熟,主要表现在湿法喷播技术的普及和客土喷播技术的推广,同时高速公路生态恢复工程也趋于市场化。在理论上,也从 10 年前的“单一种草理论”演变到目前的“灌木为主、草本为辅”的理念;从以前的完全意义上的“人工建植植被”演变到现在的“尊重自然,恢复自然”。

随着国民经济的发展,公路建设在国民经济中起着越来越重要的作用。然而,由于高速公路高质量高标准的要求以及建设的特殊性,不可避免地会对自然环境及生态造成一定程度的破坏,这种负面影响的结果往往是恶劣的且是多方面的,而补救这些影响所需的费用常常比事先采取预防的费用高出许多倍,因此如何在公路建设过程中尽快帮助恢复环境及生态就显得十分重要。可见,尽管我国公路生态恢复取得了一些成绩,但是由于开展时间较短,还有许多问题值得研究讨论。

第二节 路域生态系统的定义及内涵

景观生态学基础

一、生态系统简介

1. 生态学及其发展

1) 生态学的定义

生态学 (Ecology) 一词最早是由德国生物学家黑格尔于 1869 年提出的。他把生态学定义为“自然界的经济学”。其英文词首和经济学 (Economics) 是相同的,均来自于希腊文,表示家庭居处或环境的意思,可见,生态学与经济学、家庭、环境等有着密切的关系。后来有的学者把生态学定义为“研究生物或生物群体与其环境的关系,或生活着的生物与其环境之间相互联系的科学”。

我国著名生态学家马世骏把生态学定义为“研究生物与环境之间相互关系及其作用机理的科学”。生态学中所说的生物包含植物、动物和微生物。最近,由于人类环境问题和环境科学的发展,生态学也扩展到人类生活和社会形态等方面,把人类这一生物种也列入生态系统中,来研究并阐明整个生物圈内生态系统的相互关系问题。

2) 生态学的发展

生态学原是一门研究生物与其生活环境相互关系的科学,是生物学的重要分科之一。初期主要研究植物,后来逐渐涉及动物和人类。目前,随着现代科学技术的发展并向生态学的不断渗透,赋予它新的内容和动力,使其成为多学科、较活跃的科学领域之一。

2. 生态系统的概念及内涵

1) 生态系统的概念

“生态系统”是英国生态学家坦斯利 (Tansley A. G.) 于 1935 年提出来的,是指任何一个生物群落与其周围非生物环境所构成的综合体。

生物自从在地球上出现以来就与自然环境有着密不可分的关系,长期以来形成了相互依存、相互制约的关系。地球上的生物十分庞杂,其中包括动物 2 000 万种以上,植物 30 多万种,微生物 10 多万种。这些生物通过新陈代谢不断与环境进行着物质的交换、能量的传递和信息的交流,从而引起环境与生物自身的变化。生物在长期的进化中对环境具有依附性和适应性,但生物也不是被动地适应环境,生物也具有其本身独特的遗