



湖州交通规划设计院 组织编写

生态公路设计与建设

DESIGN AND CONSTRUCTION
OF ECOLOGICAL HIGHWAY

宋恭俭 江越胜 陆树荣 编著
郑晓光 主审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

湖州交通规划设计院 组织编写

生态公路设计与建设

宋恭俭 江越胜 陆树荣 编著
郑晓光 主审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

生态公路建设是我国生态文明建设的重要组成部分。本书以浙江省生态公路为研究对象,从设计与建设角度入手,分析了公路对路域生态环境的主要影响因素,建立了公路生态环境影响评价体系;考虑施工、运行和养护维修各个阶段影响,提出了生态公路设计与建设技术措施;重点介绍了生态型公路路面、路面材料再生利用技术、公路生态边坡技术。

本书可供公路设计、施工人员参考使用,也可作为大专院校师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

生态公路设计与建设 / 宋恭俭, 江越胜, 陆树荣
著. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2017. 4
ISBN 978-7-114-13701-3

I. ①生… II. ①宋… ②江… ③陆… III. ①道路工
程 IV. ①U41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 044270 号

书 名: 生态公路设计与建设

著 作 者: 宋恭俭 江越胜 陆树荣

责任编辑: 黎小东

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

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)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 720×980 1/16

印 张: 15.75

字 数: 253 千

版 次: 2017 年 4 月 第 1 版

印 次: 2017 年 4 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-13701-3

定 价: 60.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

前 言

公路是国民经济和社会发展的重要基础设施，公路建设的快速发展对促进社会和经济、提高综合国力和人民生活水平具有重要作用。

在公路交通快速发展的同时也带来了日益严重的生态问题，公路沿线高填深挖、筑路架桥不仅破坏当地的植被，造成水土流失，而且影响到野生动物的生存和植物的生长。目前世界各地的自然生态环境均存在不同程度的退化现象，特别在我国目前自然生态环境状况不太乐观的情况下，公路建设对自然生态环境的影响更为突出，加之人们对公路生态环境影响不够重视，使公路交通环境进一步恶化。

生态公路的内涵是遵循“在设计规划阶段最大限度保护自然生态系统，施工建设阶段最小程度破坏自然生态系统，运行管理阶段最大程度恢复自然生态系统”的可持续发展原则，在公路全寿命周期内综合运用各项技术措施，以保护资源与节能减排，形成行车安全舒适、运输高效便利、景观完整和谐的绿色公路交通系统，保障公路基础设施的社会效益、经济效益和环境效益。

当前，生态公路设计与建设正处于研究阶段，很多方面还不够成熟。特别是以下问题迫切需要解决：

(1) 公路对生态环境的影响因素分析

生态公路具有鲜明的多学科交叉性和综合应用性的特点，同时在分析研究具体问题时，又具有明显的区域性。不同地区生态环境影响也具有其区域性与独特性，因此需要系统分析公路对生态环境的影响因素，确定主要影响因子。

(2) 公路生态环境影响评价体系建设

在环境影响评价中，交通运输业适用于“生态影响”类评价方法的要求，生态环境影响应为评价重点，但是当前《公路建设项目环境影响评价规范》(JTG B03—2006)较多地关注对大气污染和噪声污染的评价

价,并且建立了定量化的模型进行计算,而对生态影响评价多以定性评价为主,以单一的静态指标评价,缺乏完备的生态环境影响评价指标体系,没有对各种影响因素进行综合评价,严重制约了对公路路域生态影响评价的准确性与客观性。

(3) 生态公路设计与建设技术措施

生态公路不仅局限于边坡绿化方面,还包括土壤侵蚀、动物影响与保护、水体污染及景观视觉影响等方面,有效缓解、避免这些负面影响,不能仅在公路建成后才开展保护与修复措施,还必须从公路建设源头规划设计阶段就开始重视,同时一系列措施要贯穿于公路建设与运营的全过程,包括规划设计、施工、运行和养护维修各个阶段。

近年来,湖州交通规划设计院在生态公路规划、设计与建设技术方面进行了大量研究,以浙江省生态公路为研究对象,分析了公路对路域生态环境的主要影响因素,建立了公路生态环境影响评价体系,考虑施工、运行和养护维修各个阶段影响,提出了生态公路设计与建设技术措施,重点研究了生态型公路路面、路面材料再生利用技术、公路生态边坡技术,并在众多公路规划、设计项目中进行了应用,取得了系列性的成果,从源头上减少了对环境的影响破坏,是对我国生态公路建设的完善与补充。

为了总结和推广近年来生态公路设计和建设的成果,湖州交通规划设计院组织技术人员编写了本书,其中第1章、第2章由宋恭俭编写,第3章~第5章由江越胜编写,第6章由宋恭俭编写,第7章、第8章由陆树荣编写。全书主要由宋恭俭、江越胜、陆树荣编著,上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司郑晓光教授级高工担任主审。

本书部分资料来源于所列参考文献,在此向原著(编)者表示衷心感谢!

由于编写人员水平有限,不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

2017年3月于浙江湖州

目 录

第 1 章 绪论	1
第 2 章 公路建设对路域生态系统的影响分析	7
2.1 概述	7
2.2 公路路域生态系统	9
2.3 公路建设对路域生态系统的影响	11
2.4 公路规划设计对路域生态影响的决定作用	22
2.5 生态公路规划设计理念	25
第 3 章 生态公路评价指标体系的建立	28
3.1 概述	28
3.2 生态公路评价原则	30
3.3 评价指标体系的建立	31
3.4 评价指标的选择	34
3.5 评价指标权重确定	42
第 4 章 生态公路评价方法的研究	55
4.1 生态公路评价方法选择	55
4.2 基于模糊综合评价法的生态公路评价模型	62
第 5 章 生态道路建设技术	69
5.1 概述	69
5.2 面向公路建设不同阶段的应对措施	71
5.3 面向不同生态系统组分的应对措施	80
5.4 路域生态系统提升技术	87
第 6 章 生态型公路路面	90
6.1 排水沥青路面技术	90
6.2 温拌沥青混合料路面技术	110
6.3 橡胶沥青路面技术	123
6.4 长寿命沥青路面技术	140

第7章 路面材料再生利用技术·····	157
7.1 沥青路面再生利用技术 ·····	157
7.2 旧水泥混凝土路面再生利用 ·····	193
第8章 公路生态边坡·····	215
8.1 概述 ·····	215
8.2 生态边坡技术 ·····	225
参考文献·····	242

第 1 章 绪 论

随着公路建设的发展和路网的形成，公路网络和各种交通工具为社会带来巨大效益，人们的出行和货物的运输更加便捷。但公路的建设不可避免地对环境产生巨大的影响，原有环境遭到分割、干扰和破坏，环境恶化，污染加重，人类活动也同时对周边的动植物产生一系列的不良影响。

公路建设中会清除阻碍路线上的植被，改变了原来地表的植被覆盖；公路对所经过区域植物生存环境的改变以及植物繁殖体的传播产生阻隔作用，改变了植物群落的组成；公路的运行会为人类的接近和外来植物的入侵带来方便，也进一步增加了对原有物种的影响。

公路是导致动物死亡的原因之一，这同样也意味着会有人因此而受伤或死亡，大量的动物死于车祸，而公路建设带来的影响并非仅仅是所看到的这些，公路运行造成的噪声污染和车流会引起敏感物种主动回避公路，而这种影响可以达到几百米。随着路网的完善，可供这些物种栖息的环境也会被不断地压缩，同时也影响了这些物种的繁殖和交流。

公路建设对于环境的影响更加明显，公路对土壤的要求与植物对土壤环境的要求相反，压实区域及其两侧的土壤失去了生物栖息的条件，一些并不环保的道路材料被用在其中并没有加以防护也会进一步污染土壤；未经合理处置的路基、边坡及取弃土坑在雨季会引起水土流失；硬化路面和密集的路网改变了区域水分渗漏、坡面漫流、地下水流以及分水岭，引起区域水文条件的改变；一些垃圾和废料也会随着径流污染水源，对其他组分造成进一步影响。

随着环境问题的突显，我们不得不开始重视公路建设带来的环境问题。不同时期公路建设的任务不同，在建设初期是为了发展，需要大量的公路来满足使用，而现在则需要更环保的技术和建设理念来使得公路建设与生态环境和谐，以谋求更健康的发展，迫切需要生态公路的建设。

公路建设项目在我国被国家环保总局规定为“生态影响”类，这一类项目在建设过程中对生态环境造成的影响是显著的，而且在较短的时间内完

全依靠自然的恢复是极其困难的。针对这种情况，目前世界各国在公路建设中，多借助人工手段，采用多种方法来促使被公路建设破坏的生态环境的恢复或重建。正因如此，在国外出现了“生态公路”的提法。我国政府也日益重视生态环境建设，国务院于2000年印发了《全国生态环境保护纲要》，相关部委还提出“绿色通道”的建设计划。公路工程对生态环境的影响范围应包括公路工程的整个生命周期，公路建设是包括公路规划与经济分析、公路构筑物建设和公路附属设施建设在内的经济和建设行为，其建设过程主要经过可行性研究和公路规划阶段、工程设计阶段、工程施工阶段、运营管理阶段和工程追踪评估阶段，公路建设具有明显的生命周期特征。

因此，可将生态公路定义为：遵循“在设计规划阶段最大限度保护自然生态系统，施工建设阶段最小程度破坏自然生态系统，运行管理阶段最大程度恢复自然生态系统”的可持续发展原则，在公路全寿命周期内综合运用各项技术措施，以保护资源与节能减排，形成行车安全舒适、运输高效便利、景观完整和谐绿色公路交通系统，保障公路基础设施的社会效益、经济效益和环境效益。

生态设计是实现资源节约和环境友好模式的手段之一。任何与生态过程相协调，尽量使其对环境的破坏影响达到最小的设计形式，都可以称为生态设计。生态设计的内容主要遵循3R原则，即 Reuse、Reduce、Recycle，具体地说就是：利用可再生能源，物质可以循环利用，污染物的排放最小化，有害物质的极少使用，注重地域生物多样性和文化多样性，多学科协同等。公路生态设计与常规设计的比较见表1-1。

公路生态设计和常规设计的比较 表 1-1

项 目	公路生态设计	公路常规设计
目标	环境影响控制与生物多样性保护相结合	环境影响控制和景观美化相结合
功能	环境影响控制、生物多样性保育、乡土生境和景观保留	环境影响控制、景观美化欣赏
设计手法	尊重地形地貌和乡土植被	地形改造，人工化植物群落
植物群落	乡土植被的特征和种群组成，生物多样性高	人工化的植物群落，生物多样性低
动物种群	成为野生动物的庇护地和繁育所，吸引动物进入，动物多样性高	较少考虑野生动物的生息，动物逃逸出去，动物多样性低

续上表

项 目	公路生态设计	公路常规设计
生态稳定性	生态相对稳定,以自我维持为主	生态不稳定,以人工维持为主
养护管理	动态的目标,低养护管理	景观的目标,高养护管理
投入	较低的经济投入	较高的经济投入

生态公路与传统公路相比,从思想理念到实际行动都存在着较大差别。在建设思路上,传统公路侧重公路的功能因素(安全、快速),强调经济效益,而生态公路整体考虑区域经济、环境、社会综合系统,强调可持续发展的重要性。在建设模式上,传统公路以填挖方为主,以节约工程造价,而生态公路却是利用各种高科技、生物工艺、新型材料以减小对生态系统的影响。在评价方法上,传统公路只是单纯注重公路经济合理性、技术可行性,而生态公路采用了综合经济、线形、环境、景观等可持续发展的多目标评价。由于它的宏观性和抽象性不易理解和把握,因此需要分析生态公路的具体特征。

(1) 整体协调性

生态公路最终要实现经济效益、社会效益和环境效益的统一和综合效益最大化。在公路规划、设计、施工、营运、管理各个阶段统一思想,把研究对象放在地球环境、生物、资源、污染等诸要素构成的“公路—自然—经济—社会”复合系统中进行全面考虑,把性质不同的生态环境系统与公路经济系统研究有机结合起来,把对技术、经济、环境的分析放在同等重要的地位,协调公路项目实施过程中遇到的各种关系和问题。

(2) 对生态环境最小破坏和最大恢复

公路建设受到地质、地形、水文等自然条件的制约,又受到现有生产力水平、生产工艺、生产工具等技术条件限制,还受到社会经济水平的制约,不可避免地对沿线的生态环境造成一定的影响,如植被破坏、水土流失、土地分割等。生态公路要求在现有条件下综合运用各种工程措施、生物措施、农艺措施、管理措施,将公路建设的破坏限制在最小范围内,降低到最小程度。而对于已造成的破坏采取最大可能的恢复措施,重建新的生态系统,并对占用土地进行补偿。当前,我国对建设项目引起的自然资源破坏(如侵占森林、草原、湿地等)通常采用经济补偿措施,这虽可限制不合理的开发活动但却解决不了实质性问题。欧洲国家普遍实行生态补偿政策,即对占

用的林地须在邻近的地方营建同样的林地。这种方法值得我国在建设生态公路中学习借鉴。

(3) 良好的景观生态效应

生态公路在景观层面上的特征是最直观、最易被人感知的特征。因此,生态公路必须通过合理选线和利用路线特点,使公路路线最佳地适应于景观;通过公路的布局和设计来展示和加强公路景观;通过科学的绿化美化来改善公路景观。一方面给行者带来美的感受,另一方面维护自然生态系统的平衡。

(4) 安全高效性

生态公路必然要求行车安全舒适、运输高效便利。生态公路基础设施为货流、客流、能源流、信息流、价值流的运动创造必要的条件,从而在加速各种流的有序运动过程中,减少经济损耗和对公路沿线生态环境的污染。因此,总结生态公路的概念可知,生态公路并非是具体的事物,而是一个抽象的概念,是一种公路建设的理念。要求公路建设项目在各个阶段都要处理好人—自然生态环境—社会生态环境的关系,做到对路域生态环境最大的保护,尽可能地削弱公路建设对路域生态环境的影响。

(5) 设计的规范性与灵活性

公路设计和建设是在多种法律制度、工程标准、技术规范、事实规则指导下的一种工程实践。公路设计灵活性并不是试图去创建一个新的标准,而是在遵循现有的规范、标准、规章制度和法律规定基础上和不降低安全性的前提下,在这些“刚性”指标的约束下,实现多目标、多重变换环境中要求的灵活性,因地制宜进行设计,从而实现公路沿线的可持续发展。

美国联邦公路管理局为此编写了《公路设计的灵活性》一书,从许多方面对设计的灵活性进行了说明。如各个州可根据实际情况,自定设计标准的取值范围;针对环境条件严格限制特殊设计;允许降低设计车速以确保安全性;维持现有公路平、纵、横断面,只做重新罩面、修复和更换标志工作,减少工程成本及对周围环境的破坏;注重评估景观公路中的设计参数和指标在安全和运行中的效果,以便进行修订。所有这些方法的目的是让设计者灵活运用他们的专业知识与判断能力进行设计,不仅能有效发挥公路的交通功能、保证运行安全,还可使公路与自然和人文环境相协调。

交通运输部要求公路设计应遵循“在保护甚至是加强建设环境、自然

风景、人文历史及社会资源的同时,为公众提供安全、高效的交通运输服务”的宗旨,强调运用公路设计灵活性的思想。例如,在高速公路的建设中,为了减轻工程建设对地形、植被的破坏,减小对自然水系水质的影响,可运用灵活设计的思想,采用适宜指标,应用灵活的路线布设方法,充分顺应地形、地貌,以整体式与分离式路基相结合,使路线与环境融为一体,在设计灵活性思想应用方面进行了创新性探索。

选线要统筹与兼顾各种影响因素,在公路建设中,传统上考虑以最小投入来规划和设计公路的线位。随着经济社会的发展,不能仅从经济角度考虑公路线位,还要考虑环境 and 安全等问题。公路的线位直接决定公路对环境影响的大小,地形和地质条件是决定路线的主要因素。在我国山区高速公路建设初期,由于对地质灾害的严重性缺乏充分认识、研究和预测,不少工程项目在建设时即遭遇地质灾害。在接受教训后,我国公路勘测设计部门开始运用“地质选线”,在了解区域地质条件,明确地质灾害的可知性、可治性的基础上,通过综合比较论证,最终合理选择路线位置和工程方案。

(6) 资源节约与可持续性

在构建资源节约型、环境友好型社会的今天,如何在公路建设中切实保护和合理利用各种资源,以尽可能少的资源实现公路交通的可持续发展,是公路交通建设面临的一个重要课题。

资源节约要着重从以下方面挖掘潜力,降低工程成本:一是在施工技术上要积极吸收和采纳国内外先进的建设经验,尤其是在桥梁建设上要构思巧妙,多采用结构简单、能耗低的桥型,强制淘汰高消耗的落后技术、工艺和产品;二是在线形选择上要尽量避免穿越城镇乡村(近村不进村),尽量少占用农田,条件允许的情况下多考虑隧道和桥梁;三是在建筑材料的选用上,推广新型建材,尽量使用可重复利用的材料,较少污染,避免浪费;四是不搞政绩工程、形象工程,高速公路原则上不搞雕塑景观,取消不必要的隧道内装饰,尽量减少高速公路不必要的附加设施;五是按照节约的原则,选择工程造价低、实用性强的生态防护和绿化方案,尽量采用本地草种和树种。

可持续发展,应通过各种生态工程措施,如构筑稳定的坡面、土壤层,设置蓄水排水措施,构建合理的植物群落,选择合理的种植方式,进行科学的养护管理,给动物建设专门通道等,实现公路生态的自我维持和良性发

展，降低公路长期的生态维护成本。

总之，公路工程是一项系统工程。本书以浙江省生态公路为研究对象，分析了公路对路域生态环境的主要影响因素，建立了公路生态环境影响评价体系，考虑施工、运行和养护维修各个阶段影响，提出了生态公路设计与建设技术措施，重点研究了生态型公路路面、路面材料再生利用技术、公路生态边坡技术。

第2章 公路建设对路域生态系统的影响分析

2.1 概 述

经济的迅猛增长促进了公路建设快速发展。近年来,公路大规模发展导致生态负效应,如气候热岛、环境污染、能量耗散、植被破坏、景观割裂等,对生态环境产生了巨大的破坏作用。通过资料调研与现场调研,分析公路建设对浙江省尤其是湖州地区生态系统的影响;确定规划设计期的工作与施工、运营期对路域生态系统造成的影响的联系,并分析路域生态学在规划设计中如何具体体现。

公路建设引起的生态环境问题作为科学技术问题被给予正式关注较晚,开始于20世纪60年代。在20世纪80年代以前,主要关注公路对野生动物的干扰和水土水文效应的影响。欧美国家在20世纪60年代席卷全球的环境启蒙运动中就开始关注公路建设对水土流失、水文效应的影响,并逐步发展了系统规范的防控方案。20世纪70年代以后,欧洲和美国开始建造一些为野生动物穿越公路的桥梁和涵洞,如法国建造了150多座5~10m宽的小桥,建造了欧洲第一个也是最大一个上跨式动物通道(又称绿桥)。美国建造了北美第一个8m宽的上跨式动物通道。加拿大国家高速公路(Trans-Canada Highway)穿越了阿尔伯特国家公园,该公园内大型野生动物广布,为此,在阿尔伯特国家公园公路上建造了宽度达到52m的上跨式通道,而且促进了加拿大路域生态学相关问题的综合研究^[1]。

20世纪80年代以来,公路建设中的各类环境问题得到了全面关注,尤其是景观生态学的兴起及其在公布公路建设中的应用,推动公路建设中的生态环境问题从总体角度着眼,从区域的层次着手进行系统的解决。20世纪80年代中后期,荷兰交通部、公共事务和水资源管理署联合成立了专门的机构开展与公路建设有关的生态研究。目前荷兰是从事公路路域生态学研究

最先进的国家之一，该国对主要公路工程项目中的生态问题提出了系统的解决方案，并取得了卓越的成果。

直到 2003 年，路域生态学才作为一门学科正式问世^[2]。2003 年，美国著名的景观生态学家，美国“景观生态学之父”哈佛大学 Forman 教授联合美国 14 位科学家（4 位交通专家、1 位水文专家、9 位生态学家），历经 27 个月的时间，撰写了国际上首部系统阐述公路生态学影响的专著《路域生态学：理论与实践》^[2]。书中初步提出了路域生态学的概念和学科内涵，标志着路域生态学的诞生。从此，路域生态学朝着系统化、专业化的方向纵深发展。20 世纪 90 年代后期和 21 世纪初期先后，召开了 5 次关于路域生态学的重要国际会议（野生生物生态学和交通国际会议，ICOET），地点分别在荷兰美国佛罗里达州（2 次）、美国蒙大拿州和美国科罗拉多州。在 1998 年的美国生态学会年会和美国地球物理学会议上，开设了路域生态学论坛。

我国的公路路域生态学发展源于交通环境保护工作，交通行业从 1973 年开始进行环境保护工作，是我国最早开展环境保护工作的行业之一。1987 年原交通部发布了《交通建设项目环境保护管理办法（试行）》，标志着公路建设项目环境影响评价工作正式启动，公路交通环保工作开始稳步发展。初期的环保研究围绕环评中的各种污染，如水、气、声等指标的测定，而对于动植物、生态系统、景观等研究较为粗糙。从 20 世纪 90 年代开始对边坡绿化进行研究，1996 年采用湿法喷播技术对云南昆明—曲靖高速公路全线进行了全面的防护和绿化，为提高我国公路绿化技术进行了有益的尝试。此后，公路环保的科研和工程研究主要集中在公路的绿化方面。1998 年，原交通部科学研究院、北京大学、陕西省高速公路管理局共同开展了“黄土地区高速公路建设生态环境影响评价指标体系研究”，提出公路建设和运行中的生态环境保护的具体控制目标和相关评价指标，提出要从源头着手动态地分析建设过程中的生态环境评价指标。这项工作对公路交通行业在生态环境方面的影响评价进行了有益的探索。

进入 21 世纪，我国公路建设者逐步意识到公路环保的范围不仅局限于边坡绿化方面，还包括土壤侵蚀、动物影响与保护、景观视觉影响、各种污染等方面。要有效避免、缓解这些负面影响，不能仅在公路建成后才开展相关保护措施，必须从公路建设源头（即规划阶段）开始重视，并且所有保护措施要贯穿于公路建设与运行的全过程，包括规划、设计、施工、运行和

维护各阶段。2002年原交通部西部交通建设科技项目“多年冻土地区公路生态环境保护与评价技术研究”又在此方面有了进一步的发展^[5,6]。

2003年原交通部结合四川省川主寺至九寨沟公路的改造工程,提出了“在公路设计阶段最大程度地保护生态,在施工阶段最小程度地破坏生态和运行过程中最大程度地恢复生态”的建设原则。

经过多年实践,2006年原交通部正式颁布《公路建设项目环境影响评价规范》(JTG B03—2006),形成了以社会环境、水土保持、水环境、声环境、生态环境、环境空气为主的评价体系,其中生态环境影响评价是公路环境影响评价的重要内容之一。

2008年,毛文碧与段昌群编著了国内首部专著《公路路域生态学》,首次系统研究分析公路与生态系统的和谐与动态平衡。

路域生态学虽然是一门刚刚诞生的学科,但大量的国际会议和正在开展的科学研究表明,路域生态学已经在全球引起广泛重视,并成为生态学和公路交通科学之间的前沿学科领域。近年来,受损公路环境的生态恢复研究已引起日益广泛的重视并得到迅速的发展,公路的路域生态研究已成为恢复生态学学科的热点问题。

2.2 公路路域生态系统

生态学是研究生命系统相互联系的科学,早在1866年,生态学的概念第一次被法国科学家海克尔提出。但是,即使在当时的自然科学界,此问题并没有得到足够的重视,到了1935年,英国学者坦斯勒进而提出了生态系统的概念,开始站在更宏观的角度研究生态学。1950年以后,随着科学技术的进步,生物学的研究范围逐渐扩大,环境科学得到长足的发展,生态学被赋予了很多新的内容。如今,生态学已不仅是一个传统的经验性描述的科学,而且发展成为一个现代理论与高科技相结合的多学科交叉的大科学,并由此产生了许多边缘学科。

生态系统简称ECO,是ecosystem的缩写,指在自然界的一定的空间内,生物与环境构成的统一整体,在这个统一整体中,生物与环境之间相互影响、相互制约,并在一定时期内处于相对稳定的动态平衡状态。生态系统的范围可大可小、相互交错,最大的生态系统是生物圈;最为复杂的生态系统

是热带雨林生态系统，人类主要生活在以城市和农田为主的人工生态系统中。生态系统是开放系统，为了维系自身的稳定，生态系统需要不断输入能量，否则就有崩溃的危险；许多基础物质在生态系统中不断循环，其中碳循环与全球温室效应密切相关，生态系统是生态学领域的一个主要结构和功能单位，属于生态学研究的最高层次，其组成如图 2-1 所示。

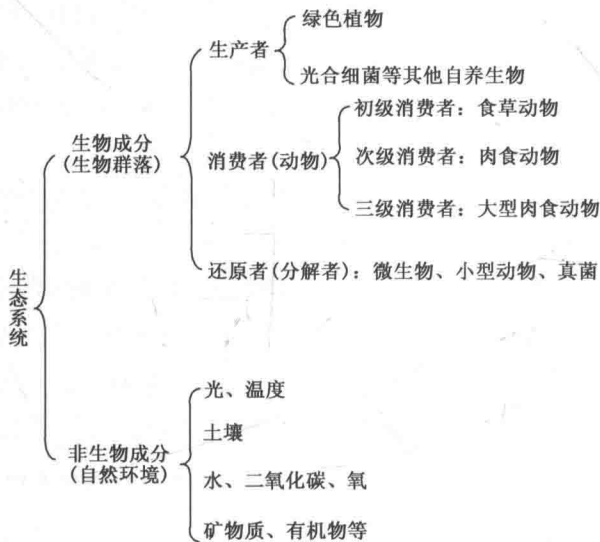


图 2-1 生态系统的组成

公路路域生态系统是一个半人工化的生态系统，因为任何公路都是人工构造物。公路穿行的自然生态系统即使采取相同的生态保护措施也不可能完全恢复到原有状态，同时由于公路运行过程中的交通扰动等因素，自然恢复往往十分缓慢，经过长期的自然演变后，公路沿线的边坡和路基上的生物和环境状况也只是部分地接近临近地生态系统，有些地方甚至没有恢复的可能。

公路路域生态系统既有高度人工化的成分，如人、车、路，也有自然的成分。不同的要素成分通过物质循环、能量流动、信息传递形成一个有机的统一体，造就了不同的路与生态系统结构，包括空间结构、营养结构和层级结构，而且由于穿越生态系统的不同，这种结构类型也有很大差异，因此公路路域生态系统是由多种生态系统组成的复合系统。

路域生态系统由路域人群、过往车辆、公路设施以及相应条件下的自然生态环境组成，这些组分通过生态与经济纽带形成具有一定结构和功能的有