

“十三五”国家重点出版物出版规划项目  
高速铁路绿色发展丛书

# 高速铁路对生态环境的 影响及保护措施

吴文娟 贺玉龙 © 编著

西南交通大学出版社  
· 成 都 ·

---

图书在版编目 (C I P) 数据

高速铁路对生态环境的影响及保护措施 / 吴文娟,  
贺玉龙编著. —成都: 西南交通大学出版社, 2020.12  
(高速铁路绿色发展丛书)  
“十三五”国家重点出版物出版规划项目  
ISBN 978-7-5643-7897-4

I. ①高… II. ①吴… ②贺… III. ①高速铁路-铁  
路运输业-影响-生态环境-研究②高速铁路-铁路运输  
业-污染防治-研究 IV. ①X731

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 245304 号

---

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

高速铁路绿色发展丛书

Gaosu Tielu dui Shengtai Huanjing de Yingxiang ji Baohu Cuoshi

高速铁路对生态环境的影响及保护措施

吴文娟 贺玉龙 编著

---

出 版 人	王建琼
责 任 编 辑	李 伟 邱一平
封 面 设 计	曹天擎
出 版 发 行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮 政 编 码	610031
网 址	<a href="http://www.xnjdcbs.com">http://www.xnjdcbs.com</a>
印 刷	四川玖艺呈现印刷有限公司
成 品 尺 寸	170 mm × 230 mm
印 张	21
字 数	302 千
版 次	2020 年 12 月第 1 版
印 次	2020 年 12 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-7897-4
定 价	120.00 元

---

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

关于道路建设中生态环境保护的要求，在我国古代就有雏形。《国语·周语》曰“雨毕而除道，水涸而成梁”，当时人们已经认识到合理的施工时间在交通建设中的重要性。为改善土质路面的“无风三尺土，有雨一街泥”景况，古人采用了多种路面材料，如用冶炼过的炭渣铺路、砖块石板铺路等，皆取得了较好的保护效果。同时，我国古代已经开始栽种松、柏、梓、桐、桧、榆等行道树，以划分道路边界，保护道旁植被。《国语·周语》中有“周制有之曰‘列树以表道’”。《周礼·秋官司寇·司隶徒氏》中也说：“野庐氏掌达国道路，至于四畿。比国郊及野之道路、宿息、井、树。”这里讲的“树”，就是种树为遮阴纳凉之用。

值得一提的是，1875年，左宗棠整修陕甘驿道时，非常重视道旁植树问题，要求在驿道两旁分别植树一两行或四五行，所植以柳树为多，也间有杨树。他认为这样一则可以巩固路基；二则可以“限戎马之行”，保护路旁植被免受践踏损害；三则可以供行人遮阴、纳凉。据统计，陕甘驿道从陕西长武到甘肃兰州六百多里间，植树二十六万余株，被称为“左公柳”，成为陕甘驿道上一道重要的景观。十余年后，其部下杨昌浚因公西行，触景生情，感怀赋诗：“新栽杨柳三千里，引得春风度玉关。”一时成为美谈。

随着工业文明的传入，原有土质路面的低等级道路逐渐让位于水泥沥青路面的公路和铁路等新型道路，从而逐渐形成更为新颖、环保的交通体系。现代交通体系中的佼佼者，当属高速铁路。

高速铁路,简称高铁,每个国家对高速铁路的界定标准有所不同。依据中华人民共和国铁道部第 34 号令《铁路主要技术政策》中的定义,我国的高铁是指新建设计开行 250 km/h(含预留)及以上动车组列车、初期运营速度不小于 200 km/h 的客运专线铁路。

高速铁路以其载客量大、运行速度快、安全性高、能耗低、舒适方便、社会效益显著等因素受到广泛关注。世界铁路历史发展证明,发展高速铁路是社会经济发展的必然趋势。高速铁路的建成运行,有效降低了交通条件对投资环境的制约,带动了沿线地区经济的均衡发展;同时,也使铁路的市场份额大幅度回升。我国国土面积大,内陆深广,东西跨度约 5 200 km,南北相距约 5 500 km,发展高速铁路可以拉近人们的空间距离,缩短旅行时间,对促进区域经济发展、提高居民生活水平非常有利。因此,在今后的社会、经济发展过程中,高铁建设还将继续展示发展的活力。

与传统铁路相比,高铁使用电力牵引,更加节能环保。但与其他交通设施一样,高铁项目所引发的环境问题也不容忽视。其中,除噪声与振动外,高铁项目最突出的环境影响是生态破坏,包括占地拆迁、降低植被覆盖率、阻隔动物交流、水土流失等生态环境影响。另外,高铁建设标准要求高,既要保证线路行车安全和高平顺性,又需要满足减少工程量、降低造价、便于施工维护等要求;同时高铁线路长,设计及施工建设对区域地质环境要求较高,因此,高铁线路可能更难以避开特殊生态敏感区和重要生态敏感区,其对生态环境影响的深度和广度与传统铁路是有区

别的。故研究高铁建设的生态环境影响及相应的生态环境保护措施是非常必要的。

近年来，围绕农业生态学、医学生态学、工业资源生态学、污染生态学、城市生态学等生态学的应用性分支学科已有较多研究，但尚缺乏对铁路尤其是高铁项目生态学的系统研究。高铁项目的生态研究内容主要集中在三个方面，即生态系统、敏感生态环境保护目标、敏感生态环境问题。其中，生态系统包括植物、动物、非生物环境，以及生态系统的结构与功能等基本内容；敏感生态环境保护目标有国家公园、自然保护区、世界遗产地、风景名胜區、水源保护区、重要湿地等列入相关条例或名录等的保护区域；敏感生态环境问题主要是水土流失、自然灾害、湿地破坏、生物物种锐减、生物入侵等由于自然条件或人为活动破坏导致生态系统的结构和功能发生变化，从而威胁到人类的生存和发展的各种负反馈效应。本书拟结合高铁项目生态研究的主要内容，较为系统地阐述高速铁路对生态环境的影响及保护措施。

作 者

2020年6月

# 1

## 概 述

- 1.1 生态环境 \002
- 1.2 生态破坏 \013

# 3

## 高速铁路与生态环境

- 3.1 铁路生态环境 \056
- 3.2 高速铁路与生态环境 \058
- 3.3 高铁生态环境保护的主要内容 \067
- 3.4 与高铁生态环境保护相关的法律法规 \074

# 5

## 高铁项目工程分析

- 5.1 工程分析简介 \100
- 5.2 高铁项目工程分析 \104

# 7

## 高铁建设生态环境影响预测

- 7.1 概 述 \194
- 7.2 生态影响预测方法与内容 \198
- 7.3 重点工程的生态环境影响 \218
- 7.4 高铁建设的水土流失 \228
- 7.5 小 结 \232

# 9

## 实施高铁项目生态防护

- 9.1 生态环境保护设计 \266
- 9.2 生态防护措施 \280
- 9.3 借鉴与思考 \291

参考文献 \324

# 2

## 生态环境保护

- 2.1 生态环境保护的主要对象 \026
- 2.2 生态环境保护的基本原理 \039
- 2.3 生态环境保护理论与措施 \042

# 4

## 高铁生态环境影响评价指标体系构建

- 4.1 构建原则 \084
- 4.2 高铁生态环境影响指标体系构建 \085
- 4.3 高铁生态环境影响分析指标体系 \096

# 6

## 生态环境现状调查与评价

- 6.1 我国自然地理情况 \126
- 6.2 生态环境现状调查要求与方法 \148
- 6.3 高铁项目生态环境现状调查 \166
- 6.4 高铁项目生态环境现状评价 \188
- 6.5 高铁项目的生态图件 \190

# 8

## 高铁项目生态环境保护要求

- 8.1 概 述 \234
- 8.2 敏感目标的保护要求 \239
- 8.3 重点工程的保护要求 \247

# 10

## 高铁项目生态环境保护实例分析

- 10.1 工程概况 \296
- 10.2 项目区域生态环境现状 \299
- 10.3 生态环境影响预测 \307
- 10.4 生态环境保护措施 \316
- 10.5 结 论 \322

PART

---

# 1 概述



## 1.1 生态环境

### 1.1.1 生态学

生态学 (ecology) 一词源于希腊文 oikos, 意为“住所”或“栖息地”, 所以从字面上看, 生态学是关于居住环境的科学。生态学作为一个学科名词, 是德国博物学家 E. Haeckel 于 1866 年在《普通生物形态学》一书中首先提出来的, 他认为生态学是研究生物在其生活过程中与环境的关系, 尤其是动物有机体与其他动植物之间的互惠或敌对关系。由于研究背景和研究对象的不同, 不同学者对生态学提出了不同的定义。20 世纪 50 年代之后, 生态学已经打破动植物的界限, 进入生态系统时期, 并超出了生物学的领域, 其研究范围越来越广泛。现代生态学结合人类活动对生态过程的影响, 从纯自然现象研究扩展到“自然-经济-社会复合系统”的研究, 其重要内容已经演变成研究人类活动下生态过程的变化, 即与人类生存密切相关的环境问题。

根据研究内容的不同, 生态学又细分为个体生态学、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学, 研究的热点集中在生态系统生态学上。根据应用行业不同, 目前生态学又有农业生态学、医学生态学、工业资源生态学、污染生态学、城市生态学等诸多内容。

### 1.1.2 生态因子

生态环境中对生物的生长、发育、生殖、行为和分布等起直接



作用或间接作用的环境要素叫作生态因子，如阳光、水、风、土壤、食物和其他相关生物等。所有生态因子构成生物的生态环境，具体的生物个体和群体生活地段上的生态环境称为生境。

生态因子的作用是多方面的。生态因子影响着生物的生长、发育、生殖和行为，改变生物的繁殖率和死亡率，并且引起生物迁移，最终导致种群的数量发生变化。当环境中的一些生态因子对某一种生物不适合时，这种生物就很少甚至不可能分布在该区域，因此，生态因子还能够限制生物的分布区域。但是生物对自然环境的反应并不是消极被动的，生物能够对自然环境产生适应，因此，生物环境之间的相互关系是相互的和辩证的。

## 1. 生态因子的分类

生态因子的分类有多种方式，根据环境因子作用大小与生物数量的相互关系，生态因子可以分为密度制约因子和非密度制约因子；或者根据生态因子的稳定程度，生态因子分为稳定因子和变动因子。另外，生态因子还可以分为非生物因子、生物因子、人为因子等。

### 1) 非生物因子

气候因子：包括光照、温度、大气降水等。气候因子往往被称为地理因子，因为它们受地理位置、经纬度及海拔等因素影响很大。

土壤因子：气候因子和生物因子共同作用的产物，包括土壤结构、土壤的理化性质、土壤肥力和土壤生物等。土壤是营养元素转化的重要场地。

地形因子：地面沿水平方向的起伏状况，包括山脉、河流、海洋、平原等，或由它们所形成的丘陵、山地、河谷、溪流、河岸、海岸以及其他各种地貌类型。地形因子并不是植物生活所必需的，而是通过影响气候和土壤，间接地影响植物的生长和分布，因而被认为是一种起间接作用的因子。

## 2) 生物因子

生物因子包括动物因子、植物因子、微生物因子及其各种相互关系，如捕食、寄生、竞争和互惠共生等。生物之间的相互关系，或者是由于争夺资源和生存空间，或者是通过改变环境而相互影响。植物为动物和微生物提供食物和栖息地，由此而引起的相互关系是十分复杂的。

## 3) 人为因子

人为因子是指直接的和间接的人为活动导致的各种生态因子的改变（有意的或无意的）所产生的生态效应。人类活动对自然界的的影响越来越大，并且越来越带有全球性，分布在地球各地的生物都直接或间接受到人类活动的巨大影响。

## 2. 生态因子作用的基本特征

### 1) 生态因子的综合作用

各种各样的生态因子是综合作用于生物的，生态系统中的每一个生态因子都是在与其他生态因子的相互影响、相互制约中起作用的，任何因子的变化都会在不同程度上引起其他因子的变化。例如光照强度的变化必然会引起陆地植被、水生生物生长发育的改变，这就是生态因子的综合作用。

生态因子会随时间、空间的变化而变化，从而构成生态环境的多样性和复杂性，即使是同一地点，不同时间的生态因子也不完全相同。同时，生物本身对生态因子的需求也在变化。因此，研究生态因子时，要充分考虑地域性和时段性。

### 2) 主导因子

由于对生物起作用的诸多因子是非等价的，常常会有 1~2 个因子为主导，称为主导因子。主导因子的改变常常会引起其他生态因子发生明显变化，或使生物的生长发育发生明显变化，如光周期现象中的日照时间和植物春化阶段的低温因子就是主导因子。一般

说来，植物生活所必需的条件——光照、温度、水分、土壤等，常常会在一定条件下成为主导因子。对生物而言，主导因子不是绝对的，而是可变的，它随时间、空间以及生物有机体发育时期的不同而发生变化。

### 3) 生态因子间的不可替代性和部分补偿性

生态因子中植物生活所必需的条件对植物的作用虽不是等价的，但都是同等重要而不可缺少的。一个因子的缺失不能由另一个因子来代替，如果缺少其中任何一种，就会使生物的生长受到阻碍，甚至死亡，这就是植物生态因子的不可替代性和同等重要性定律。

在一定条件下，某一因子在量上的不足，可以由其他相关因子的增强而得到部分补偿，并有可能得到相近的生态效果。如增加二氧化碳的浓度，可以补偿由于光照减弱所引起的光合强度降低的效果，然而生态因子之间的补偿作用也并非经常的和普遍的。

### 4) 限制因子

各个生态因子都存在量的变化，大于或小于生物所能忍受的限度，超过因子间的补偿调节作用，会影响生物的生长和分布，甚至导致其死亡。对生物的生长、发育、繁殖、数量和分布起限制作用的关键因子称为限制因子。限制因子和主导因子在某些情况下是一致的，但是概念上主导因子着重于植物的适应方向和生存状况，而限制因子则着重于植物对环境适应的生理机制。

### 5) 生态因子作用的阶段性

生物生长发育具有阶段性，不同阶段对生态因子的需求不同，因此，生态因子对生物的作用也有阶段性，这种阶段性是由生态环境规律性变化引起的。如季节性物候、昼夜温差等生态因子的规律性变化导致植物生长发育的阶段性。每一个生态因子或彼此有关联的因子结合对同一生物的各个不同发育阶段所起的生态作用是不相同的。如短日照是导致落叶树木秋季落叶的主导因子；低温对冬

小麦的春化阶段是必不可少的，但对其后的生长阶段则是有害的。

#### 6) 生态因子作用的直接性和间接性

直接参与生物生理过程或参与新陈代谢的因子属于直接因子，如光、温、水、土壤养分等。例如，光可以促进需光种子的萌发、幼叶的展开、叶芽与花芽的分化。而那些通过影响直接因子而对生物作用的因子，属于间接因子，如地形因子中的海拔高度、坡向、坡度、经纬度等，它们对生物的作用不亚于直接因子。例如，四川二郎山的东坡湿润多雨，分布类型为常绿阔叶林；而西坡空气干热、缺水，只能分布耐旱的灌草丛；同一山体由于坡向不同，导致植被类型各异。

### 1.1.3 生态系统

生态系统是生态学的功能单位。生态系统是指在一定时间和空间内，生物与非生物的组成成分之间，通过不断的物质循环和能量流动而相互作用、相互依存的统一整体。

地球上的森林、草原、海洋、河流与湖泊等，不仅它们的外貌有区别，生物组成也各有特点，并且其中的生物和非生物构成了一个彼此相互作用、物质不断循环、能量不停流动的生态系统。而生态系统中营养物质的循环和能量的流动一经破坏和停止，整个系统就可能随之崩溃。

## 1. 生态系统的研究对象和研究方法

生态系统研究的对象是自然界的一部分，可概括为生物和非生物部分，如森林、草地、冻原、湖泊、河流、海洋、农田、城市、工矿等。不论从陆地到海洋，从田野到实验室，也不论生命和非生命的成分在任何环境条件下的配合，它们都有一定的结构和功能，生态系统研究的中心就是结构和功能。

生态系统研究的方法包括野外考察、定位观测、调查取样、科

学实验和系统分析几个方面。

### 1) 野外考察

野外考察是考察特定种群或群落与自然地理环境的空间分布关系。首先有划定生境边境的问题，然后在确定的种群或群落生存活动空间范围内，进行种群行为或群落结构与生境各种条件相互作用的观察记录。考察动物种群活动往往要用遥感卫星标记追踪技术，收集和记录生物与环境因子的数据，这是野外考察和调查的重要内容。

### 2) 定位观测

定位观测是考察某个个体或某种群落结构功能与其生境关系的时态变化。定位观测先要设立一块可供长期观测的固定样地，样地必须能反映所研究的种群和群落及其生境的整体特征。建立定位观察点是研究生态系统动态和演替的重要方面，遥感和卫星定位系统都是定位观测的重要手段。

### 3) 调查取样

在生态系统研究中，收集生物与环境因子的数据是生态系统最基本的研究手段之一。例如，温度、湿度对林木生长的影响，水分对草地分布的影响，鸟类分布与食物关系等问题的解决，都需要利用调查取样的方法收集相关数据来进行研究分析。

### 4) 科学实验

(1) 原地实验是在自然条件下采取某种措施获得某个相关因素的变化对种群和群落及其他诸因素的影响，如牧场进行围栏实验，水域的围隔实验，补食、施肥、灌溉、遮光等实验。原地或田间对比实验是野外考察和定位观测的一个重要补充，不仅有助于阐明某些因素的作用机制，还可作为设计生态系统受控实验、生态模拟的参考或依据。

(2) 模拟实验包括受控实验及室内试验等一系列应用于生态系统研究的实验方法。

(3) 受控实验是在模拟自然生态系统的受控实验系统中研究单或多项因子相互作用，及其对种群和群落影响的方法，如在人工气候室、人工水族箱中建立自然生态系统的模拟系统——“微宇宙”模拟系统。

生态系统的许多研究需要在室内条件下进行，如研究生态系统中某一生态因子的生物代谢过程的影响，有毒物在食物链富集的影响因子、生物防治等，这些研究都可在室内进行一系列生化实验。

### 5) 系统分析

系统分析来源于工程系统学，它把数学、控制论及电子计算机的原理引入生态学中，成为一个新的学科——系统生态学。即在任何特定时间，一个生态系统的状态能够被定量地表示，同时，系统中的变化可以用数学表达式描述。系统分析能够帮助我们对系统进行预测、控制和最优设计。

高速铁路路线长，涉及的生态系统类型复杂，穿越生态环境敏感目标的可能性大。目前，野外考察、遥感和卫星定位系统定位观测、调查取样的方法广泛应用于高铁项目的前期设计、施工、运行等各个阶段；对于生态环境影响大且受影响因子非常敏感的项目，也在逐步应用科学实验和系统分析的方法进行研究。

## 2. 生态系统的组成

在自然界中，多种多样的生态系统类型有着共同的组成成分和组成结构，即生态系统都是由生物部分和非生物部分组成的。

### 1) 生物部分

多姿多彩的生物构成了多种多样的生态系统。根据生物在生态系统中发挥的作用和地位，生物划分为生产者、消费者、分解者三大类型。

生产者是能用简单的无机物制造有机物的自养生物，主要指绿色植物，包括单细胞的藻类，也包括一些光合细菌。生产者是生态

系统中最基础、最稳定的部分。

消费者不能用无机物制造有机物，它们直接或间接依赖生产者所制造的有机物质，从中获取能量生存，因此，消费者属于异养生物，由动物组成。按照其食性，消费者又分为草食动物、肉食动物、寄生动物、腐食动物、杂食动物等。

分解者也属于异养生物，是指各种具有分解能力的微生物，主要是细菌和真菌，也包括一些土壤原生动物和腐食动物。大约 90% 的陆地初级生产者都需要经过分解者的分解归还大地，再经过传递作用输送给绿色植物。

## 2) 非生物部分

非生物部分为各种生物有机体提供了必要的生存条件，其成分包括气候因子（光照、温度、风力、风向等）、无机物质（碳、氧、水、氮、二氧化碳及矿物盐类等）、有机物质（蛋白质、碳水化合物、脂类及腐殖质等）。

自然生态系统都具有生产者、消费者、分解者、非生物部分这四个部分。一个独立发生功能的生态系统至少应该包括非生物环境、生产者、消费者三个组成部分。生态系统中生物成分和非生物成分相互联系、相互制约、相互促进，通过一定的反馈机制的调控构成了自然生态系统进化与发展的基本动力。

## 3. 生态系统的类型

按生态系统的形成和影响，可将生态系统分为自然生态系统、人工生态系统和半自然生态系统。由于人类活动及其影响几乎遍及世界的每个角落，地球上未受人类干扰的纯粹的自然生态系统极少，如人类难以到达的原始森林、远洋深海、冻原带等地方。大部分的生态系统是半人工、半自然的生态系统，如农业生态系统、天然放牧的草场、次生林等。甚至有完全是人工建造的生态系统，如城市生态系统。依据生境不同，生态系统还可划分为水体生态系统、陆地生态系统和湿地生态系统。

#### 4. 生态制图

生态制图是指将生态学的研究成果用图的方式表达出来。



分析区域生态环境现状常用的图件包括土地利用现状图、植被分布图、水土流失现状图等。另外，开展生态监测工作时还有生态监测点位图。对于特殊生态敏感区域和重要生态敏感区，通常还有能反映生态敏感特征的专题图，如保护物种空间分布图等。

## 5. 景观

景观是景观生态学中的概念，指一个空间异质性的区域，由相互作用的拼块或生态系统组成，以相似的形式重复出现。

## 6. 植被覆盖率

植被覆盖率是指某一地域植物垂直投影面积与该地域面积之比，用百分数表示。

## 7. 生境

生境也称为栖息地，是生物或其群体具体居住地段的所有生态因子的总体。生境大体上可分为海洋、河口湾、江河湖泊、沼泽湿地、陆地、岛屿六大类型。

## 8. 灌木

体型较矮小、主干低矮或者茎干自地面呈多枝生出而无明显主干的多年生木本植物称为灌木。灌木按高度分为小灌木（1 m 以下）、中灌木（1~2 m）及大灌木（2 m 以上）。

## 9. 乔木

体型高大，分枝和叶组成庞大的树冠，主干和分枝有明显区别的多年生木本植物称为乔木。乔木按高度分为小乔木（6~10 m）、中乔木（11~20 m）、大乔木（21~30 m）及伟乔木（31 m 以上）。

## 10. 乡土植物

自然分布范围内的当地原产植物称为乡土植物。

## 11. 绿 篱

绿篱是指成行密植，作造型修剪而形成的植物墙。

## 12. 一般地区

一般地区是指年平均降水量 400 mm 及以上，最冷月平均气温高于或等于  $-5^{\circ}\text{C}$  的湿润、温暖地区。

## 13. 干旱、半干旱地区

年平均降水量小于 200 mm 的地区为干旱地区；年平均降水量 200 ~ 400 mm 的地区为半干旱地区。

## 14. 寒冷地区

最冷月平均气温低于  $-5^{\circ}\text{C}$  的地区为寒冷地区。

### 1.1.4 生态影响

生态影响是指经济社会活动对生态系统及其生物因子、非生物因子所产生的任何有害的或有益的作用。生态影响可划分为不利影响和有利影响，直接生态影响、间接生态影响和累积生态影响，可逆影响和不可逆影响等。其中：

直接生态影响：经济社会活动所导致的不可避免的、与该活动同时同地发生的生态影响。

间接生态影响：经济社会活动及其直接生态影响所诱发的、与该活动不在同一地点或不在同一时间发生的生态影响。

累积生态影响：经济社会活动各个组成部分之间或者该活动与其他相关活动（包括过去、现在、未来）之间造成生态影响的相互叠加。