



The Key Points of Environmental Protection and
Ecological Assessment of Highway

公路工程环境保护要点 与生态评价

- 主 编 范庭兴 孙家振 伍小刚
- 副主编 马明霞 朱 攀



四川大學出版社
SICHUAN UNIVERSITY PRESS

The Key Points of Environmental Protection and
Ecological Assessment of Highway

公路工程环境保护要点 与生态评价

■ 主 编 范庭兴 孙家振 伍小刚
■ 副主编 马明霞 朱 攀



四川大学出版社
SICHUAN UNIVERSITY PRESS

项目策划：蒋 琦 肖忠琴
责任编辑：肖忠琴
责任校对：蒋 琦
封面设计：墨创文化
责任印制：王 炜

图书在版编目 (CIP) 数据

公路工程环境保护要点与生态评价 / 范庭兴, 孙家振, 伍小刚主编. — 成都: 四川大学出版社, 2021. 10
ISBN 978-7-5690-5054-7

I. ①公… II. ①范… ②孙… ③伍… III. ①道路工程—环境保护—研究—中国 IV. ①X322.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 202872 号

书名 公路工程环境保护要点与生态评价

GONGLU GONGCHENG HUANJING BAOHU YAODIAN YU SHENGTAI PINGJIA

主 编	范庭兴 孙家振 伍小刚
出 版	四川大学出版社
地 址	成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行	四川大学出版社
书 号	ISBN 978-7-5690-5054-7
印前制作	四川胜翔数码印务设计有限公司
印 刷	成都金龙印务有限责任公司
成品尺寸	170mm×240mm
印 张	12
字 数	225 千字
版 次	2021 年 12 月第 1 版
印 次	2021 年 12 月第 1 次印刷
定 价	67.00 元

版权所有 ◆ 侵权必究

- ◆ 读者邮购本书, 请与本社发行科联系。
电话: (028)85408408/(028)85401670/
(028)86408023 邮政编码: 610065
- ◆ 本社图书如有印装质量问题, 请寄回出版社调换。
- ◆ 网址: <http://press.scu.edu.cn>



四川大学出版社
微信公众号

序

公路工程建设项目环境保护涉及公路工程各个阶段（如立项、勘察设计、施工、运营等），涉及决策部门、规划单位、设计单位、建设单位、咨询单位、施工单位、监理单位、监管部门等，各阶段的各参与者均与生态环境保护息息相关。公路工程属生态影响型线性建设项目，由于各阶段部分参与者的生态环保意识不强、经济技术条件受限等，较多公路工程建设项目在规划、选线、设计、施工、运营等不同阶段会造成较明显的生态影响。

由四川省交通勘察设计院有限公司、中国科学院成都生物研究所等单位环境保护专业技术人员编写的《公路工程环境保护要点与生态评价》一书，较客观、全面地阐述了公路工程各阶段的环境保护要点，并根据环境保护法律法规、环境影响评价技术导则等有关要求，结合四川省典型公路建设项目生态评价案例、ArcGIS 技术方法，对公路工程生态评价、主要生态影响及保护措施等生态评价重点进行归纳、分析、总结。该书写作规范、逻辑清晰、文字表述简明扼要，编著内容较全面、翔实，案例分析具有一定的针对性、代表性，对提高公路工程各阶段参与者的生态环境保护意识、提高生态评价从业者技术水平均具有积极作用。该书可为公路工程环评技术人员、相关管理部门提供经验和技術参考，是一部具有应用价值的参考书，对推动公路建设项目环境影响评价工作和生态保护工作的开展具有重要意义。

西南交通大学地球科学与环境工程学院
教授：



2021年5月

中国科学院山地生态恢复与生物资源利用
重点实验室研究员：



2021年5月

前 言

环境保护涉及公路工程各个阶段，在全方位、全地域、全过程开展生态文明建设的新时代，实行最严格的生态环境保护制度，全面推进绿色公路建设，公路工程的环境保护更应注重从末端治理转向源头预防、从局部治理转向全过程控制。

公路工程是生态影响类、线性基础设施建设项目，污染物排放较少，显著低于污染影响类建设项目。公路工程对环境的影响主要表现为土地占用造成的植被破坏，以及对野生动物的生境占用和阻隔，从而造成生境损失和破碎化、廊道效应、生态干扰等不良影响，进而破坏生态系统的平衡，其影响往往具有累积性、长期性。

目前，在公路工程建设过程中，因重经济轻环保和环境监管疏忽，存在盲目放大建设的必要性、追求路线技术指标、缩短工期进度，以及无视或弱化环境影响程度、擅自简化环保措施和要求等问题，进而使得公路建设的环境保护问题已经上升到一个非常重要的层面。

公路工程建设和运营的环境保护重点是生态保护。为降低公路工程建设对生态环境的不良影响，全面推进绿色公路建设，四川省交通勘察设计研究院有限公司（四川交通设计院）公路工程环境保护技术人员（范庭兴、孙家振、马明霞）、中国科学院成都生物研究所生物多样性保护工作者（伍小刚）、四川天府新区生态环境和城市管理局环境保护技术人员（朱攀）等根据生态学、环境科学、环境工程、生物学、植物学专业基础，结合自身的公路工程从业经验，将公路工程建设程序划分为路网规划阶段、立项阶段、勘察设计阶段、开工准备阶段、施工阶段、运营阶段等六个阶段，并提出各阶段环境保护要点；根据环境保护法律法规、环境影响评价技术导则等有关要求，结合典型案例分析、ArcGIS 技术方法，对公路工程生态评价、主要生态影响及保护措施等生态评价重点进行归纳、分析、总结，与行业工作者进行技术研讨和交流。希望通过技术研讨和交流，公路工程环境保护相关工作

者对公路工程环境保护、生态评价能有新的理解，从而为公路工程环境保护尽绵薄之力。

为提高本书编著质量，在本书编写过程中征求了张建强教授（西南交通大学地球科学与环境工程学院）、刘庆研究员（中国科学院山地生态恢复与生物资源利用重点实验室）等专家的意见，他们对本书内容提出了重要的修改意见和建议，在此一并表示深深的谢意。

由于公路工程生态评价技术覆盖面广、学科专业要求高，加上作者水平有限，书中可能存在一些谬误，敬请读者批评指正。

范庭兴

2021年6月

目 录

第一章 公路工程简述·····	(001)
第一节 公路的分级和基本组成·····	(001)
一、公路的分级·····	(001)
二、公路的基本组成·····	(003)
第二节 公路工程建设基本程序·····	(005)
第二章 公路工程各阶段环境保护要点·····	(007)
第一节 公路网规划阶段·····	(007)
一、公路网规划主要工作内容·····	(007)
二、公路网规划环境保护要点·····	(008)
第二节 立项阶段·····	(008)
一、立项阶段主要工作内容·····	(008)
二、立项阶段环境保护要点·····	(010)
第三节 勘察设计阶段·····	(010)
一、勘察设计阶段主要工作内容·····	(010)
二、勘察设计阶段环境保护要点·····	(013)
第四节 开工准备阶段·····	(014)
一、开工准备阶段主要工作内容·····	(014)
二、开工准备阶段环境保护要点·····	(014)
第五节 施工阶段·····	(015)
一、施工阶段主要工作内容·····	(015)
二、施工阶段环境保护要点·····	(016)
第六节 运营阶段·····	(017)
一、运营阶段主要工作内容·····	(017)
二、运营阶段环境保护要点·····	(018)

第七节 公路工程环境保护主要问题与建议	(018)
第三章 公路工程生态评价	(022)
第一节 生态评价有关定义	(022)
一、生态评价	(022)
二、生态评价对象	(022)
三、生态敏感区	(023)
四、自然保护地	(024)
五、生态保护红线	(025)
六、生态保护目标	(027)
七、生态影响评价工作等级	(029)
八、生态评价范围	(029)
第二节 生态现状评价	(030)
一、生态现状调查要求	(030)
二、生态现状调查内容	(030)
三、生态现状调查方法	(031)
四、生态现状质量评价方法和内容	(032)
第三节 生态影响评价	(048)
一、生态影响判定依据	(048)
二、工程分析	(048)
三、生态影响预测与评价	(049)
第四节 生态影响评价图件规范与要求	(050)
一、一般原则	(050)
二、图件构成	(050)
三、图件制作规范与要求	(052)
第五节 生态评价技术要点	(053)
一、生态评价工作等级判定	(053)
二、生态评价范围界定	(053)
三、生态现状调查方法要点	(057)
四、生态评价成果的表达	(059)
第四章 公路工程主要生态影响及保护措施	(061)
第一节 公路工程主要生态影响	(061)
一、一般区域公路工程主要生态影响	(061)

二、生态敏感区公路工程主要生态影响·····	(064)
第二节 公路工程主要生态保护措施·····	(068)
一、植物保护措施·····	(068)
二、动物保护措施·····	(072)
三、水生生物保护措施·····	(074)
第五章 公路工程生态影响及防护对策案例分析·····	(078)
第一节 一般区域公路工程案例分析·····	(078)
一、案例项目及项目区概况·····	(078)
二、生态影响分析·····	(080)
三、生态保护措施·····	(087)
四、讨论·····	(089)
五、结论·····	(091)
第二节 陆生生态敏感型公路工程案例分析·····	(091)
一、案例项目及项目区概况·····	(091)
二、项目对大熊猫栖息地的环境影响分析·····	(094)
三、大熊猫栖息地的环境保护对策·····	(103)
四、讨论·····	(105)
五、结论·····	(107)
第三节 水生生态敏感型公路工程案例分析·····	(107)
一、案例项目及项目区概况·····	(107)
二、项目对水生动物自然保护地的环境影响分析·····	(110)
三、水生动物自然保护地的环境保护对策·····	(115)
四、讨论·····	(118)
五、结论·····	(120)
第六章 ArcMap 在生态评价中的应用·····	(121)
第一节 ArcMap 功能简介·····	(121)
第二节 ArcMap 操作界面简介·····	(122)
一、菜单·····	(122)
二、图层 (Layer)·····	(122)
三、内容列表·····	(123)
四、数据框·····	(123)
五、页面布局·····	(124)

六、目录窗口.....	(125)
七、工具箱.....	(126)
第三节 ArcMap 操作相关定义	(126)
一、栅格与影像.....	(126)
二、要素.....	(127)
三、Shapefile (.shp 文件)	(127)
四、地理坐标系.....	(128)
五、投影坐标系.....	(129)
六、常用坐标系类型.....	(130)
七、地方独立坐标系.....	(131)
第四节 生态评价典型应用.....	(132)
一、在线地图(底图)的获取.....	(132)
二、栅格数据地理配准.....	(141)
三、CAD 工程数据与.shp 文件的转换	(146)
四、矢量要素图层的建立.....	(148)
五、缓冲区的建立.....	(155)
六、矢量叠加分析.....	(159)
七、成图整饬.....	(162)
八、专题图制作.....	(172)
参考文献.....	(178)

第一章 公路工程简述

第一节 公路的分级和基本组成

一、公路的分级

(一) 按公路等级

根据《公路工程技术标准》(JTG B01—2014), 公路按功能和适应的交通量分为五个等级: 高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路。公路的分级见表 1.1.1。

表 1.1.1 公路的分级

公路等级	车道数	适应的交通量 (辆)	功能	使用年限
高速公路	4	25 000~55 000	专供汽车分向、分车道行驶并应全部控制出入的多车道公路	20
	6	45 000~80 000		
	8	60 000~100 000		
一级公路	4	15 000~30 000	供汽车分向、分车道行驶并可根据需要控制出入的多车道公路	20
	6	25 000~55 000		
二级公路	2	5 000~15 000	供汽车行驶的双车道公路	15
三级公路	2	2 000~6 000	主要供汽车行驶的双车道公路	10
四级公路	1	<2 000	供汽车行驶的双车道或单车道公路	10
	2	<400		

注: 交通量为将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量。

（二）按行政等级

公路按行政等级可分为：国家公路、省公路、县公路和乡公路（简称为国、省、县、乡道），以及专用公路五个等级。一般把国道和省道称为干线，县道和乡道称为支线。

国道是指具有全国性政治、经济意义的主要干线公路，包括重要的国际公路，国防公路，连接首都与各省、自治区、直辖市首府的公路，连接各大经济中心、港站枢纽、商品生产基地和战略要地的公路。国道中跨省的高速公路由交通部批准的专门机构负责修建、养护和管理。

省道是指具有全省（自治区、直辖市）政治、经济意义，并由省（自治区、直辖市）公路主管部门负责修建、养护和管理的公路干线。

县道是指具有全县（县级市）政治、经济意义，连接县城和县内主要乡（镇）、主要商品生产和集散地的公路，以及不属于国道、省道的县际间公路。县道由县、市公路主管部门负责修建、养护和管理。

乡道是指主要为乡（镇）村经济、文化、行政服务的公路，以及不属于县道以上公路的乡与乡之间及乡与外部联络的公路。乡道由乡（镇）人民政府负责修建、养护和管理。

专用公路是指专供或主要供厂矿、林区、农场、油田、旅游区、军事要地等与外部联系的公路。专用公路由专用单位负责修建、养护和管理。也可委托当地公路部门修建、养护和管理。

（三）等外公路

等外公路又称简易公路，指达不到最低功能型等级公路标准的公路，即路面级别在四级公路之下，在郊区农村道路中较常见。等外公路是所有合格规范、标准成型等级公路的前身，属于最简单粗糙的公路类型。等外公路主要出现于地势险要、经济落后和人迹罕见的地区。在东部及沿海地区，等外公路主要集中在偏远郊区的乡道、村道或街道；在中西部地区，等外公路还经常集中在穿越山川河谷的国道、省道或县道。等外公路产生的原因主要有三个：一是在等级公路的施工期间新开辟的路基通道或另开辟的临时便道；二是受限于当地自然环境或财政压力但又有强烈交通需求而暂时铺设的碎石路面；三是原有的等级公路因人口大量迁出、交通流量减少、超载现象严重、养路资金紧缺或突发地质灾害等在长期的自然条件侵蚀下造成路面大面积损毁，沦陷成泥沙路面，多发生在荒废公路。

随着我国交通基础建设的全力推进，等外公路在通往各个大小行政区的

干线公路和支线公路中的比例将大幅度减少，农村地区、中西部地区的道路环境将日益完善。

农村公路主要供机动车辆行驶并达到一定的技术标准。县道一般采用三、四级公路标准，乡道采用四级公路或等外公路标准。按照《中华人民共和国公路法》的要求，新建公路应当符合部颁标准要求，原不符合最低技术等级要求的等外公路应当采取措施，逐步改造为符合技术等级要求的公路。鉴于一些贫困山区中连接乡（镇）与行政村、行政村与行政村之间的乡村公路交通量小，且路上行驶车辆也多为拖拉机、农用车等体积、载重相对较小的机动车，对这些公路的路面宽度、路线纵坡、曲线半径适当放宽要求，暂时采用等外公路也是可行的。

相比四级公路，等外公路路口差、路面质量低，不能长时间以正常速度平稳行车，也没有规范、最低要求的道路设施（如合格护栏、中央黄线等），甚至连限速标识都没有。

作为一种公路，等外公路连接了乡级及以上级别的行政区，是国家或地方路网的组成部分，属于区域性的公共交通设施，需至少配备相应的指示路牌，这是它与非公路或其他乡间小道、城市巷道的根本差异。

二、公路的基本组成

公路主要承受行车荷载的反复作用，并经受各种自然因素的长期影响和破坏。因此，公路不仅要有平顺的线形、合适的纵坡，而且还要有坚实稳固的路基，平整、防滑、耐磨的路面，牢固耐用的桥涵和其他人工构造物及不可缺少的附属工程设施，以满足交通的要求。

公路由线形和结构两大部分组成。

（一）线形组成

公路是一种线形带状的三维空间体，其中心线为一条空间曲线，这条中心线在水平面上的投影简称为公路路线的平面；沿着中心线竖直剖切公路，再把这条竖直曲面展开成直面，即为公路路线的纵断面；中心线上任意一点处公路的法向剖面称为公路路线在该点的横断面。

公路线形在平面上由直线和曲线（圆曲线、缓和曲线）组成，在纵面上由坡道线和竖曲线组成。可见，公路路线在平面和纵面上均由直线和曲线构成。

(二) 结构组成

公路的结构组成主要包括路基、路面、桥涵、隧道、排水系统、防护工程和交通工程及沿线设施等。

1. 路基

公路路基是在天然地面上填筑成路堤（填方地段）或挖成路堑（挖方地段）的带状结构物，主要承受路面传递的行车荷载，是支撑路面的基础。设计时必须保证路基具有足够的强度、变形小和足够的稳定性，并防止水分及其他自然因素对路基本身的侵蚀和损害。

2. 路面

公路路面是用各种材料或混合料，分单层或多层铺筑在路基顶面供车辆行驶的层状结构物。设计时必须保证路面具有足够的强度、刚度、平整度和粗糙度，以满足车辆在其表面能安全、迅速、舒适地行驶。

3. 桥涵

桥梁是公路跨越河流、山谷或人工构造物而修建的建筑物，涵洞是为了排泄地面水流或满足农业需要而设置的横穿路基的小型排水构造物。当桥涵的单孔跨径大于或等于 5 m、多孔跨径总长大于或等于 8 m 时称为桥梁，反之则称为涵洞。

4. 隧道

隧道是公路根据设计需要为穿越山岭、地下或水底而建造的构造物。

5. 排水系统

公路排水系统是为了排除地面水和地下水而设置的，由各种拦截、汇集、疏导及排放等排水设施组成的构造物。除桥梁、涵洞外，排水系统主要有路基边沟、截水沟、排水沟、暗沟、渗沟、渗井、跌水与急流槽、倒虹吸管、渡槽及蒸发池等。

6. 防护工程

防护工程是为了加固路基边坡，确保路基稳定而修建的结构物，按其作用不同可分为坡面防护、冲刷防护及支挡结构物等三大类。

7. 交通工程及沿线设施

交通工程及沿线设施的建设规模与标准应根据公路网规划，公路的功能、等级、交通量等确定，应按照“保障安全、提供服务、利于管理”的原则进行设计。

交通工程及沿线设施包括交通安全设施、服务设施和管理设施三种。

交通安全设施，主要包括人行地下通道、人行天桥、标志、标线、交通

信号灯、护栏、防护网、反光标志等。

服务设施，主要包括服务区、停车区和公共汽车停靠站等。

管理设施，主要包括监控、收费、通信、配电、照明和管理养护等。

第二节 公路工程建设基本程序

根据《公路建设监督管理办法》(中华人民共和国交通部令 2006 年第 6 号)：

第八条 公路建设应当按照国家规定的建设程序和有关规定进行。

政府投资公路建设项目实行审批制，企业投资公路建设项目实行核准制。县级以上人民政府交通主管部门应当按职责权限审批或核准公路建设项目，不得越权审批、核准项目或擅自简化建设程序。

第九条 政府投资公路建设项目的实施，应当按照下列程序进行：

- (一) 根据规划，编制项目建议书；
- (二) 根据批准的项目建议书，进行工程可行性研究，编制可行性研究报告；
- (三) 根据批准的可行性研究报告，编制初步设计文件；
- (四) 根据批准的初步设计文件，编制施工图设计文件；
- (五) 根据批准的施工图设计文件，组织项目招标；
- (六) 根据国家有关规定，进行征地拆迁等施工前准备工作，并向交通主管部门申报施工许可；
- (七) 根据批准的项目施工许可，组织项目实施；
- (八) 项目完工后，编制竣工图表、工程决算和竣工财务决算，办理项目交、竣工验收和财产移交手续；
- (九) 竣工验收合格后，组织项目后评价。

国务院对政府投资公路建设项目建设程序另有简化规定的，依照其规定执行。

第十条 企业投资公路建设项目的实施，应当按照下列程序进行：

- (一) 根据规划，编制工程可行性研究报告；
- (二) 组织投资人招标工作，依法确定投资人；
- (三) 投资人编制项目申请报告，按规定报项目审批部门核准；
- (四) 根据核准的项目申请报告，编制初步设计文件，其中涉及公

共利益、公众安全、工程建设强制性标准的内容应当按项目隶属关系报交通主管部门审查；

(五) 根据初步设计文件编制施工图设计文件；

(六) 根据批准的施工图设计文件组织项目招标；

(七) 根据国家有关规定，进行征地拆迁等施工前准备工作，并向交通主管部门申报施工许可；

(八) 根据批准的项目施工许可，组织项目实施；

(九) 项目完工后，编制竣工图表、工程决算和竣工财务决算，办理项目交、竣工验收；

(十) 竣工验收合格后，组织项目后评价。

根据项目管理编制项目建议书、工程可行性研究属立项阶段；编制初步设计文件和施工图设计文件属勘察设计阶段；根据批准的项目施工许可，组织项目实施属施工阶段；竣工验收后评价在施工结束后、正式运营前开展，为试运营阶段，属运营阶段。因此，公路工程建设程序可概括为六个阶段：路网规划阶段、立项阶段、勘察设计阶段、开工准备阶段、施工阶段、运营阶段。

第二章 公路工程各阶段环境保护要点

本章主要简述公路工程各阶段与环境保护有关的主要工作内容，并分析各阶段环境保护要点。

第一节 公路网规划阶段

一、公路网规划主要工作内容

公路网规划主要明确拟规划建设公路工程的建设必要性，提出项目路线的宏观起点、终点和走向，一般以行政区为单元，如起于某县，经某县，止于某县；或起于某乡，经某乡，止于某乡。

根据《关于印发公路网规划编制办法的通知》（交规划发〔2010〕112号）：

第三条 公路网规划是公路建设前期工作的重要环节，是公路合理布局、协调发展的重要手段，是编制公路建设五年规划的依据，是确定公路建设项目的基础。公路网规划期限一般为10~20年。

第五条 公路网规划的主要内容包括：评价公路网现状，研究未来经济社会和交通发展需求，明确公路发展目标，确定路网规模、布局和技术标准，提出公路网建设总体安排以及保障规划实施的政策与措施。

第六条 公路网规划按公路行政等级划分，可分为国道规划、省道规划、县道规划、乡道规划，以及专用公路规划；按区域范围划分，可分为各级行政区域的公路网规划和特定区域的公路网规划。