

文章编号:1671-6833(2008)03-0141-04

# 河南省高速公路网规划生态服务价值损失评价研究

王磊<sup>1</sup>, 张晓峰<sup>2</sup>, 周伟<sup>1,2</sup>

(1. 长安大学公路学院, 陕西 西安 710061; 2 交通部科学研究院, 北京 100029)

**摘 要:** 通过对河南省高速公路网规划的生态环境影响评价, 分析了高速公路网在实施过程中将森林、草地、农田、河流等天然、半天然生态系统转化成交通设施等人工系统, 所造成的生态系统服务价值的变化的生态服务价值损失, 提出了由于公路建设导致生态服务价值损失的估算方法, 其结果可以作为生态补偿的依据。

**关键词:** 高速公路网; 河南省; 生态服务价值; 生态环境  
**中图分类号:** X 820.3 **文献标识码:** A

## 0 引言

公路网规划通过规划网中路线的建设实施, 将森林、草地、农田、河流等天然、半天然生态系统转化成交通设施等人工系统, 必然会导致生态系统服务价值的变化, 因此很有必要对公路网规划引起的生态系统价值进行估算。1997 年 Costanza<sup>[1]</sup>在《自然》上发表的“全球生态系统服务价值和自然资本”一文, 将全球生态系统服务进行了划分并对全球生态系统的的服务价值进行了估算。谢高地<sup>[2]</sup>等根据 Costanza 等的研究成果, 在对我国 200 位生态学者进行问卷调查的基础上, 制定出我国不同陆地生态系统生态服务价值当量因子表。目前, 我国在公路网规划环境影响评价中进行生态系统服务价值分析尚属起步阶段, 在公路网规划的评价中尚未有进行生态服务价值评价的先例。

笔者在河南省高速公路网规划中, 以 GIS 制图为基础, 综合运用生态环境系列图编制、专题图叠加、缓冲分析等方法, 就规划对生态环境生态服务价值损失进行了分析研究。通过这一研究, 探索运用 GIS 技术, 将高速公路网与生态环境保护研究结合, 从公路建设源头保护生态环境的途径。

## 1 公路网规划生态服务价值估算方法

公路网规划通过改变土地利用类型影响着规划区域生态服务价值, 在公路网规划环境影响评

价中主要是通过分析公路网规划实施过程中占用土地引起的土地使用功能发生的变化, 进而分析公路网规划实施对评价区域生态服务价值的影响。

公路网规划环境影响评价中的生态服务价值分析可以分为以下 3 个步骤。

### 1.1 公路网占地数量估算

在公路网规划环评中, 对土地资源的预测要包括公路网占地总量, 同时更要突出规划实施对耕地资源的影响。土地资源影响预测指标包括公路网新增占地总量和新增耕地占用量, 可以采用 ArcGIS 叠图和数学模型相结合的方法进行预测。如图 1 所示, 将公路网、地貌图、土地利用图进行数字化处理之后叠加, 利用 ArcGIS 统计出各地貌、各类型土地内路段长度, 利用公式(1)即可预测整个公路网新增占地数量。

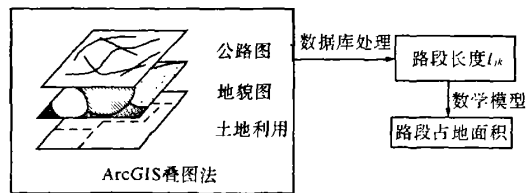


图 1 土地资源利用预测方法示意图

Fig. 1 The sketch of prediction on land-use

$$A = \sum_{i=1}^n A_i \quad (1)$$

式中:  $A$  为整个路网新增占地数量,  $\text{hm}^2$ ;  $A_i$  为第  $i$

收稿日期: 2008-05-07; 修订日期: 2008-06-20

基金项目: 欧盟合作项目 EU project CN/ASIA PRO ECO II/06(122184)

作者简介: 王磊(1978-), 男, 安徽霍邱人, 长安大学博士研究生, 研究方向为交通运输规划与管理、交通环境保护。

个路段新增占地数量,  $\text{km}^2$ ; 用公式(2)计算.

$$A_i = \sum_{j=1}^3 a_j \sum_{k=1}^6 l_{jk} \quad (2)$$

式中:  $A_i$  为第  $i$  个路段占地数量,  $\text{hm}^2$ ;  $a_j$  为单位长度公路占地指标, 见表 1 所示,  $\text{hm}^2/\text{km}$ ;  $l_{jk}$  为路段在  $j$  类型地貌分区的  $k$  种土地利用类型内的长度,  $\text{km}$ , 在 GIS 中取得;  $j$  为地貌分类,  $j=1, 2, 3$ ;  $k$  为土地利用类型,  $k=1, 2, 3, 4, 5, 6$ .

## 1.2 生态服务价值单价制定

(1) 收集评价区统计资料, 计算森林生态系统、草地生态系统的直接服务价值. 公路网规划的实施一般不会影响水域生态系统的直接使用价值, 因此不需进行水域生态系统的直接使用价值估算.

(2) 根据统计资料, 进行城镇工矿用地的水资源生态价值估算.

(3) 收集评价区各种土地利用类型的初级生产力资料. 如果资料翔实, 可以分别计算每种生态系统类型的每项生态服务功能的价值; 如果资料欠缺, 可以采用生态系统服务价值当量表进行计算, 得到各种土地利用类型的生态服务价值单价.

## 1.3 路网实施生态服务价值估算

整个公路网实施前后生态服务价值的变化可以使用公式(3)进行估算:

$$ESV_n = \sum A_k \sum VC_{ki} + \sum A_j \cdot V_{dj} + A_c \cdot V_c + A_i \cdot V_i \quad (3)$$

式中:  $ESV_n$  为公路网规划实施引起的生态服务价值变化, 元/a;  $A_k$  为公路网第  $k$  种土地利用类型的占地数量,  $k$  指耕地、林地、草地、居民工矿用地、水域、未利用地,  $\text{hm}^2$ ;  $VC_{ki}$  为第  $k$  种土地利用类型的第  $i$  种生态服务功能价值的单价, 下标  $i$  指

食物生产、原材料生产、景观愉悦、气体调节、气候调节、水源涵养、土壤形成与保持、废弃物处理、生物多样性保持等生态服务功能, 元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ );  $V_{dj}$  为第  $j$  种土地利用类型的直接服务价值,  $j$  指森林、草地、水域, 元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ );  $A_j$  为公路网第  $j$  种土地利用类型的占地面积,  $\text{hm}^2$ ;  $A_c$  为公路网中占用城镇用地面积,  $\text{hm}^2$ ;  $A_i$  为公路网中占用工矿用地面积,  $\text{hm}^2$ ;  $V_i$  为工矿消耗水价值, 元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ );  $V_c$  为城镇消耗水价值, 元/ $\text{hm}^2$ .

## 2 河南省高速公路网占地数量估算

新一轮的《河南省高速公路网规划》<sup>[3]</sup> 可以归纳为“686”网, 采用纵横网格和区间通道相结合的形式, 包括 6 条南北纵线、8 条东西横线和 6 条区间通道线, 总规模约 6 280 km, 其中主线 6 046 km, 联络线及城市环线约 234 km 见表 1. 到 2020 年, 省域内高速公路网全面建成, 京珠、连霍等主干线路的运输能力全面提高, 形成连接所有地级城市及 90% 以上的县级城市的高效运输网络.

以交通部编制的《公路建设项目用地指标》(建标[1999]278 号)为依据, 参考《河南省高速公路网规划》中所给公路占地指标, 确定不同地形、不同级别的公路占地指标为高、中、低 3 种情景, 确定各情景下公路网占地计算指标如表 2 所示.

将河南省高速公路网规划图、河南省地貌图、河南省土地利用图进行数字化处理, 在 ArcGIS 中进行叠加<sup>[4]</sup>, 采用情景分析法, 估算出河南省高速公路网中待建路段在占地数值分别取高值、中值、低值情况下的占地数量, 见表 3 所示.

表 1 公路建设项目用地指标(限值)表

Tab.1 The index of land-use on the project of highway

$\text{hm}^2/\text{km}$

地形	用地分档	高速公路		一级公路	二级公路	三级公路	四级公路
		六车道	四车道				
中原区	高值	8.525 8	7.731 7	6.633 9	3.160 8	2.534 8	2.293 0
	中值	8.212 2	7.400 4	6.384 3	3.041 5	2.504 8	2.233 1
	低值	7.912 5	7.100 7	6.171 3	2.952 0	2.444 9	2.203 1
微丘区	高值	9.396 4	8.418 4	7.338 3	3.303 9	2.569 7	2.320 0
	中值	9.041 3	8.068 2	7.067 8	3.118 0	2.539 7	2.261 0
	低值	8.714 6	7.746 6	6.825 8	3.020 6	2.480 9	2.243 1
山岭重丘区	高值	—	9.687 0	7.854 4	3.879 9	3.121 9	2.843 8
	中值	—	8.877 6	7.338 5	3.574 3	2.920 5	2.683 7
	低值	—	7.881 9	6.849 9	3.267 7	2.718 2	2.522 8

表2 河南省高速公路网布局方案

Tab.2 Project of the highway network planning in Henan province

南北纵线		东西横线		区间通道	
序号	起终点	序号	起终点	序号	起终点
1	济南-广州	1	南乐-林州	1	商丘-周口
2	大庆-广州	2	范县-辉县	2	兰考-南阳
3	北京-港澳	3	长垣-济源	3	郑州-卢氏
4	焦作-桐柏	4	连云港-霍尔果斯	4	郑州-民权
5	二连浩特-广州	5	永城-登封	5	郑州-焦作-晋城
6	三门峡-浙川	6	南京-洛阳	6	涉武-西峡
		7	新蔡-泌阳		
		8	上海-西安		

表3 河南省高速公路网占地数量估算表

Tab.3 The amount of land-use of the highway network planning in Henan Province hm<sup>2</sup>

情景设置	水田	旱地	林地	草地	水域	城镇用地	合计
1 高值	1 572.7	17 608.6	3 043.9	1 228.9	280.7	145.7	23 880.5
2 中值	1 505.3	16 801.0	2 842.2	1 148.6	268.7	139.1	22 704.9
3 低值	1 443.2	16 030.0	2 610.6	1 056.9	257.7	132.8	21 531.2

从表3可以看出,如果采用情景1方式实现河南省高速公路网目标将要新增占地23 880.5 hm<sup>2</sup>,采用情景2的方式则需要22 704.9 hm<sup>2</sup>,而采用情景3则需要21 531.2 hm<sup>2</sup>.相比之下,情景1要比情景2多占用1 175.6 hm<sup>2</sup>土地,要比情景3多占用2 349.3 hm<sup>2</sup>土地.因此,我们建议尽可能采用低值占地指标情景来建设河南省高速公路网实现可持续发展的目标.

3 河南省高速公路网规划生态服务价值损失估算

河南省粮食产量年均产量为4.80 t/hm<sup>2</sup>,参

考其CO<sub>2</sub>的固定作用与O<sub>2</sub>的释放功能,其经济系数以0.5计,得水稻的生物产量为960 t/hm<sup>2</sup>,根据光合作用的原理和碳税法可得河南省水稻年吸收CO<sub>2</sub>量为15.552 t/hm<sup>2</sup>,年吸纳C价值为697.04元/hm<sup>2</sup>.

林地其它服务单价、水域服务单价取自Costanz等研究数据,参考园地有关项目取林地与草地的平均值在综合已有生态系统服务的各类参数<sup>[2,5,6]</sup>,并针对河南省的地区特点进行参数修正后得出各类土地利用类型的生态系统服务单价,如表4所示<sup>[7]</sup>.

表4 自然状态土地利用类型单位生态价值

Tab.4 Ecosystem services value unit area of land-use in nature state 元/hm<sup>2</sup>

生态功能	耕地	园地	林地	牧草地	水域
气体调节	697.0	981.3	1 265.5	27.4	
气候调节		583.0	1 166.0		
水分调节		26.5	16.5	10.8	45 030.2
水分供应			24.9	81.3	17 571.1
侵蚀控制			793.9	102.9	
土壤形成和保护			82.7	3.3	
营养物循环			2 985.5	397.6	
废物处理		973.0	719.5	88.8	5 499.6
传粉	116.2	147.2		81.3	
生物多样性保护	199.2	143.5	6.5	243.2	
食物生产	448.2	578.5	355.6	2.5	339.1
原材料			1141.3		
基因资源			132.3	19.0	
娱乐		298.6	545.8	19.0	1 902.1
文化			16.5		
合计	1 460.6	3 731.6	9 252.5	1 077.1	70 342.1

根据表 3 估算的河南省高速公路网占地数量,结合表 4 中提供的各类土地的生态服务价值,估算出河南省高速公路网规划路段全部实施后,每年由于土地利用变化引起的生态服务损失为  $6.895 \times 10^8 \sim 7.725 \times 10^8$  元,见表 5 所示。

从表 5 可以看出:如果在同等公路等级下选择占地低值进行规划,比高值下公路网规划所造成的生态服务价值损失低  $0.830 \times 10^8$  元,故从生态功能角度考虑,在规划中应尽量选择低值进行设计。在有多种可选方案时,应选择占地量较小、造成生态服务价值较小的方案。

表 5 生态系统服务价值损失估算

Tab.5 Result of the losses of ecological service value

10 <sup>8</sup> 元					
占地情景	旱地	林地	草地	水域	合计
高值	2.802	2.816	0.132	1.975	7.725
中值	2.674	2.629	0.124	1.890	7.317
低值	2.552	2.416	0.114	1.813	6.895

#### 4 结束语

通过对河南省公路网规划所造成的生态服务价值损失的计算方法研究,提出了因公路网建设导致生态服务价值损失的估算方法。其估算出的公路网规划实施导致的生态系统服务价值损失可以为规划中多方案的必选提供决策依据,也可以为公路网实施过程中的生态补偿提供一定的依

据。如果能够在公路规划过程中能够充分重视规划环评的结论,可以在公路网规划布局、具体项目的线位布设等阶段进行优化设计,促进公路交通的可持续发展。

#### 参考文献:

- [1] COSTANZA R, ARGE R, GROOT de R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997,387:253-260.
- [2] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值评估[J]. *自然资源学报*, 2003,18(2):189-196.
- [3] 河南省交通厅.河南省高速公路网规划[R]. 郑州:河南省交通厅,2006.
- [4] 张成才,赵英林,孙喜梅,等.基于 GIS 控件的电子地图制作[J]. *郑州大学学报:工学版*, 2007,26(1):96-99.
- [5] 曹顺爱,吴次芳,余万年.土地生态服务价值评价及其在土地利用布局中的应用——以杭州市萧山区为例[J]. *水土保持学报*, 2006,20(2):197-200.
- [6] DAILY G, EDS C. *Nature's Service: Societal Dependence on Natural Ecosystems*[M]. Washington: Island Press, 1997.
- [7] 张晓峰,张前进,王 磊,等.河南省高速公路网规划环境影响报告书[R]. 北京:交通部科学研究院,2006.
- [8] 孙 茜,宋 轩,张学雷,等.开封市土地利用变化对生态服务价值的影响[J]. *郑州大学学报:理学版*, 2008,40(2):120-124.

### Study on Assessing Losses of Ecological Service Value Caused by Highway Network Planning in Henan

WANG Lei<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-feng<sup>2</sup>, ZHOU Wei<sup>1,2</sup>

(1. School of Highway, Chang'an University, Xi'an 710061, China; 2. China Academy of Transportation Sciences, Ministry of Communication, Beijing 100029, China)

**Abstract:** This article studied the assessment of ecological environment of superhighway network planning in Henan. All kinds of ecological systems are valuable because they provide products and services directly or indirectly. In the process of implementing the road network planning, ecological system and semi-ecological systems such as forests, pastures, farmlands and rivers are transformed to human system like transportation equipment, which changes the service value of ecosystem. This paper gives the methods of assessing the losses of ecological service value caused by road construction, and its results can be used as basis of ecological compensation.

**Key words:** highway network planning; Henan province; service value of ecosystem; ecological environment