

山东省潍坊市公路建设项目水土保持损益分析

潘星慧¹, 李连胜¹, 张萍²

(1. 潍坊市水文局, 山东 潍坊 261061; 2. 宁夏大学农学院, 宁夏 银川 750021)

摘要: [目的] 通过山东省潍坊市公路建设项目的水土保持损益分析, 评价当地公路建设项目的水土保持影响程度。[方法] 以潍坊地区 S220, S221, S321 和 S327 这 4 个公路建设项目为例, 应用水土流失影响指数评价模型定量计算其水土流失影响指数(SWII)。[结果] S220, S221, S321 和 S327 的水土流失影响指数(SWII)分别为 0.194 2, 0.158 8, 0.175 8, 0.167 1, 全部低于全国公路项目 SWII 的平均值, 表明潍坊地区公路项目建设造成的水土流失影响程度要低于全国平均水平。其主要原因是: 平均项目占地面积(4.82 hm²/km)和影响范围(0.91 hm²/km)较小, 土石方挖填量(5.06×10⁴ m³/km)和弃渣量(400 m³/km)较少, 影响时间(21 个月)短, 水土流失总量(437 t/km)不大。[结论] 针对不同的公路建设项目, 可通过减少项目的占地面积和影响范围, 减少工程的土石方挖填量, 特别是增加水土流失治理面积, 来进一步减弱工程建设带来的水土流失影响。

关键词: 公路建设项目; 水土保持损益分析; 水土流失影响指数; 山东省潍坊市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)03-0245-04

中图分类号: S157.1

文献参数: 潘星慧, 李连胜, 张萍. 山东省潍坊市公路建设项目水土保持损益分析[J]. 水土保持通报, 2016, 36(3): 245-248. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.03.042

Benefit and Loss Analysis on Soil and Water Conservation for Roads Construction Projects in Weifang City of Shandong Province

PAN Xinghui¹, LI Liansheng¹, ZHANG Ping²

(1. Hydrology Bureau of Weifang City, Weifang, Shandong 261061, China;

2. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: [Objective] Based on the analysis on benefit and loss of soil and water conservation for provincial roads construction projects in Weifang City of Shandong Province to evaluate the influence degree of soil and water conservation of the local provincial roads construction projects. [Methods] Taking 4 different highways(S220, S221, S321 and S327) in Weifang area as an example, the soil and water loss impact indices (SWII) for four provincial roads construction projects were quantitatively analyzed and evaluated. [Results] The SWII of S220, S221, S321 and S327 was 0.194 2, 0.158 8, 0.175 8 and 0.167 1, respectively, which was lower than the average SWII value of national highway construction project in China. The results indicated that the impacts of soil and water loss caused by highway construction project in Weifang City were lower than the national average level. The main reason for the low SWII in Weifang was that the average occupation land area(4.82 hm²/km) and influence extent(0.91 hm²/km) was smaller and the earth excavation and filling volume (5.06×10⁴ m³/km) and waste residue(400 m³/km) was less, the influence time was shorter (21 months) and the amount of soil and water loss(437 t/km) was less. [Conclusion] For different highway projects, to reduce their impacts on soil and water loss, the construction area and earthwork volume should be reduced. Specifically, by increasing the soil erosion conservation area can mitigate the impact of project construction on soil and water loss and can protect the eco-environment.

Keywords: roads construction projects; benefit and loss analysis on soil and water conservation; soil and water loss impact index(SWII); Weifang City of Shandong Province

收稿日期: 2015-04-17

修回日期: 2015-06-23

资助项目: 宁夏大学人才引进科研启动基金(BQ12-009)

第一作者: 潘星慧(1982—), 女(汉族), 山东省昌乐县人, 硕士, 工程师, 主要从事水土保持监测工作。E-mail: shuiyingbing@163.com。

通讯作者: 张萍(1981—), 女(汉族), 宁夏回族自治区盐池县人, 博士, 讲师, 主要从事水土保持与荒漠化防治研究。E-mail: zp2009@mail.bnu.edu.cn。

国家发展和改革委员会颁布的《国家公路网规划(2013—2030年)》中提到,到2030年形成“布局合理、功能完善、覆盖广泛、安全可靠”的国家干线公路网络^[1]。公路项目在建设过程中必然会占用土地、破坏植被、产生水土流失,作为线性工程,公路对项目所在区域的生态环境会产生重大影响^[2]。公路工程的水土流失属典型人为加速侵蚀类型,水土流失程度和强度与主体工程施工工艺密切相关;在空间上呈现为随高速公路离散型点、线状分布,在时间上与主体工程施工进度具有高度同一性^[3]。公路建设必然涉及大量的土石方工程,深挖高填一方面使得原有的植被被砍伐破坏;另一方面表土彻底损失,大面积的岩石裸露,植被难以恢复,施工时裸露的土壤边坡将引发严重的水土流失^[4]。因此,本文拟开展公路项目水土流失影响指数应用研究,通过对项目实施后可能带来的水土流失影响进行评价,及时发现问题,指导设计与施工,对实现公路建设与社会、经济、环境效益相互协调,促进公路交通事业的可持续发展具有重要意义^[2]。

1 项目概况

S220 平日线高密律家村至诸城道口段改建工程(简称为 S220)位于高密市和诸城市,全长 35.63 km。沿线地貌为山前平原,地面高程 22.97~26.83 m,坡度 0.01%。设计标准为双向 4 车道 1 级公路,一般路段路基宽 24.5 m,设计行车速度 80 km/h。全线重建桥梁 14 座(中桥 4 座、小桥 10 座)、加宽加固桥梁 4 座(中桥 2 座、小桥 2 座),养护工区 2 处。项目总投资 5.24 亿元,其中土建投资 4.38 亿元。于 2012 年 11 月开工,2014 年 4 月竣工,建设工期 18 个月。

S221 下小线安丘贺戈庄至四海官庄段改建工程(简称为 S221)位于安丘市,全长 20.933 km。沿线地貌为平原微丘,地面高程 44.71~105.40 m,坡度 0.29%。设计标准为双向 4 车道 1 级公路,一般路段路基宽 24.5 m,设计行车速度 80 km/h。全线新建桥梁 7 座(中桥 3 座、小桥 4 座),养护工区 1 处。项目总投资 4.34 亿元,其中土建投资 3.61 亿元。于 2012 年 7 月开工,2014 年 6 月竣工,建设工期 24 个月。

S321 寿济线潍坊段工程建设项目(简称为 S321)位于寿光市和青州市,全长 41.602 km。沿线地貌为微斜平原,地面高程 9.64~24.15 m,坡度 0.03%。设计标准为双向 4 车道 1 级公路,一般路段路基宽 24.5 m,设计行车速度 80 km/h。全线新建桥梁 18 座(大桥 1 座、中桥 6 座、小桥 11 座)。项目总投资 4.79 亿元,其中土建投资 3.91 亿元。于 2012 年 10 月开工,2014 年 4 月竣工,建设工期 19 个月。

S327 临仲线北李家台子至小店段改建工程(简称为 S327)位于临朐县,全长 24.37 km。沿线地貌为平原,地面高程 90.00~203.30 m,坡度 0.64%。设计标准为双向 4 车道一级公路,设计行车速度 80 km/h。整个路线分为改建路段和外环路利用段。改建路段长 17.65 km,一般路段路基宽 24.5 m,该段新建桥梁 8 座(大桥 3 座、中小桥 5 座)。外环路利用段长 6.72 km,仅规划入 24.37 km 之内,保持现状。项目总投资 5.17 亿元,其中土建投资 3.21 亿元。于 2013 年 1 月开工,2014 年 12 月底竣工,建设工期 24 个月。

2 计算方法

水土流失影响指数(impact index of soil erosion and water loss by construction projects, SWII),是将水土保持损益分析中的水土流失关键影响指标进行加权后求和,得到的用于反映建设项目水土流失影响程度大小的水土流失影响潜值,为一无量纲值。SWII 是分析、计算和评价开发建设项目水土保持损益的核心,是定量评价、评判开发建设项目水土保持得失的结论性指标^[5]。

SWII 计算公式为:

$$SWII = \sum_{i=1}^5 \alpha_i \cdot x_i \quad (1)$$

式中: α_i ——第 i 个水土流失影响指数关键指标因子的权重($i=1,2,\dots,5$); x_i ——第 i 个水土流失影响指数关键指标因子数据归一后的值($i=1,2,\dots,5$)。

根据关键绩效指标分析法(key performance indicator, KPI)的原理,选择对水土流失影响最直接、最直观、最有影响力的 9 个变量指标,即项目建设区范围(包括项目永久占地面积和项目临时占地面积)、直接影响区范围、土石方挖填总量(包括土石方挖方总量和项目土石方填方总量)、弃土弃渣量、水土流失影响时间、造成的水土流失总量和水土流失治理面积。经计算确定占地面积与影响范围、对地表的扰动强度、影响时间、造成的水土流失总量和可恢复程度 5 个水土流失影响指数关键指标^[2]。

(1) 占地面积与影响范围(x_i)。指开发建设项目产生水土流失影响的区域、范围及相应面积。一般包括项目建设区和直接影响区的范围,影响范围愈大其水土流失影响指数也愈大。采用损益分析体系中 3 个变量的值可计算出参数值:

$$x_1 = \alpha_1(x_{d1} + x_{d2}) + \alpha_2 x_{d40} \quad (2)$$

式中: x_{d1} ——项目永久占地面积(hm^2); x_{d2} ——项目临时占地面积(hm^2); x_{d40} ——项目直接影响区面积(hm^2)。

(2) 对地表的扰动强度(x_2)。指开发建设项目在建设、生产过程中对地表开挖、占压、堆置、毁损等影响的强度,扰动强度愈大水土流失愈严重。可用项目土石方挖填总量、弃渣量取其数量值。采用损益分析体系中 3 个变量的值可计算出参数值:

$$x_2 = \alpha_i(x_{d6} + x_{d7}) + \alpha_i x_{d9} \quad (3)$$

式中: x_{d6} ——项目土石方挖方总量(万 m^3); x_{d7} ——项目土石方填方总量($10^4 m^3$); x_{d9} ——项目弃土弃渣总量($10^4 m^3$)。

(3) 影响时间(x_3)。指开发建设项目对水土流失的影响时间长短。一般情况下影响时间愈长,其对应水土流失的影响程度就愈大,可用项目的建设工期取其值。采用损益分析体系中的变量值可计算出参数值:

$$x_3 = x_{d32} \quad (4)$$

式中: x_{d32} ——项目对水土保持的影响时间(月)。

(4) 造成的水土流失总量(x_4)。指开发建设项目扰动地表后造成的水土流失总量。在不同地貌类型、不同建设项目内,差别较大。可用预测的水土流失总量取其数量值。采用损益分析体系中的变量值可计算出参数值:

$$x_4 = x_{d35} \quad (5)$$

式中: x_{d35} ——项目的水土流失预测总量($10^4 t$)。

(5) 未恢复程度比例(x_5)。指原土地水土保持功能的可恢复程度。建设项目造成水土流失是必然的,重要的是要看这种影响能否控制,原有的水土保持功能能否恢复和恢复多少。可恢复程度愈小的其水土流失影响指数就愈小。

$$x_5 = 1 - \frac{x_{d38}}{x_{d1} + x_{d2}} \quad (6)$$

式中: x_{d38} ——项目的水土流失治理面积(hm^2)。

专家咨询调查给出了生产建设项目水土流失影响指数因子的权重^[5]。占地面积与影响范围的权重为 0.215(其中,占地面积分权重为 0.69,影响面积分权重为 0.31),土石方挖填量与弃渣量权重为 0.228(其中,挖填数量分权重为 0.44,弃渣数量分权重为 0.56),影响时间权重为 0.158,预测水土流失总量权重为 0.194,所造成影响未恢复程度权重为 0.205。

3 结果与分析

3.1 水土流失影响指数(SWII)统计

水土保持损益分析提出的水土流失影响指数属于效益型评价指标,当指数值愈大对水土流失的影响也愈大,因此采用效益型标准化公式进行数据的归一处理。4 个公路项目水土流失影响指数关键因子值见表 1。

表 1 潍坊地区 4 条公路水土流失影响指数关键因子数值

项目代码	S220	S221	S321	S327
线路长度/km	35.63	20.93	41.60	17.65
建设工期/月	18.00	24.00	19.00	24.00
挖填方总量/ $10^4 m^3$	98.62	131.35	129.28	142.95
弃渣量/ $10^4 m^3$	0.25	2.40	0	0.93
建设区面积/ hm^2	141.58	99.18	163.81	116.90
直接影响区面积/ hm^2	27.29	18.04	39.71	18.48
预测水土流失总量/t	10 72.00	10 220.00	11 150.00	12 218.00
水土保持恢复治理面积/ hm^2	40.50	50.92	61.64	66.19

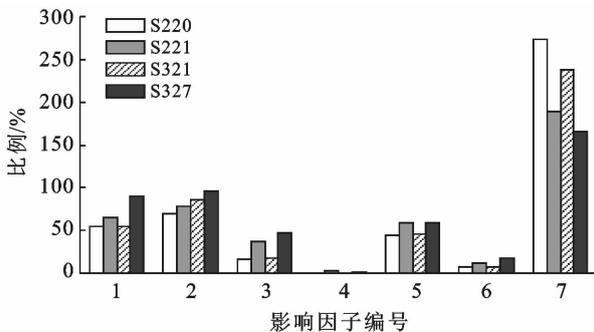
3.2 水土流失影响指数(SWII)分析

姜德文^[6-7]认为,在 12 类开发建设项目对水土流失影响程度排序中,公路建设项目排第 7。中国公路建设项目水土流失影响指数测评结果为:SWII = 0.274 3,即平均的影响指数为 0.274 3,最大值为 0.566 4,最小值为 0.086 5,众值区在 0.2~0.4 之间。S220, S221, S321 和 S327 4 条公路的 SWII 分别为 0.194 2, 0.158 8, 0.175 8, 0.167 1, SWII 均较小,低于公路项目 SWII 众值区,其平均值(0.174 0)仅为全国均值(0.274 3)的 37%。4 条公路水土流失影响指数的大小排序为: S220 > S321 > S327 > S221, 比全国均值(0.274 3)分别低 29%, 42%, 36% 和 39%, 这说明与全国公路建设工程相比, 潍坊地区的公路建设

工程造成的水土流失影响程度相对较小; 并且 4 条公路项目间, 水土流失影响程度 S220 > S321 > S327 > S221, 说明 S220 水土保持效益相对较差, S221 较好, S321, S327 居中。

对计算 SWII 所用的 7 个参数数值进行剖析和比较见图 1。S220, S221 和 S321 的建设占地面积很小, 分别为全国均值的 54%, 65% 和 54%, S327 的建设占地面积最大, 占全国均值的 91%, 4 者的平均值为 4.82 km^2/km , 为全国均值的 66%; S220, S221 和 S321 的工程影响范围也较小, 分别是全国均值的 70%, 78% 和 86%, S327 的工程影响范围最大, 占全国均值的 95%, 4 者的平均值为 0.91 km^2/km , 为全国均值的 83%; S220, S321 的土石方挖填量很小, 分

别只有全国均值的 16%, 18%; S221, S327 的土石方挖填量稍大, 分别为全国均值的 37%, 48%, 4 者的平均值为 $5.06 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}$, 为全国均值的 30%; 4 个项目的弃渣量均很小, 平均值不到全国均值的 1%; 4 个项目的影 响时间也都 很小, S221, S327 等于全国最小值, 而 S220, S321 甚至低于全国最小值; 4 个项目的 水土流失总量均 很小, S220, S321 不到全国均值的 10%, S221 为全国均值的 12%; S327 最大, 亦不超过全国均值的 20%, 4 者的平均值为 437 t/km, 仅为全国均值的 11%; 4 个项目的未恢复比例都不低, 均高于全国平均值, S220 高达全国均值的 2.7 倍, S321 次之, 是全国均值的 2.4 倍, S221 是全国均值的 1.9 倍; S327 最低, 但也高于全国平均值(0.26), 是全国均值的 1.7 倍, 4 者的平均值为 0.56, 为全国均值的 2.2 倍。



注: 1 项目占地面积; 2 影响范围; 3 土石方挖填量; 4 弃渣量; 5 影响时间; 6 水土流失总量; 7 未恢复比例。

图 1 4 条公路各水土流失影响因子占全国平均值的百分比

通过上述比较可以看出: 7 项指标中数值仅未恢复比例一项比全国平均值高, 甚至是全国平均值的 1.7~2.7 倍, 项目占地面积和影响范围、土石方挖填量虽然较全国平均值都低, 但个别公路项目亦有降低的空间。在施工过程中, 宜通过优化施工设计、进一步减弱工程建设的水土流失影响, 如: 减少 S327 的项目占地面积和影响范围, 减少临时占地; 在主体设计中进一步优化施工工艺, 尽量减少 S221 和 S327 的土石方挖填量, 合理调度土石方, 进而减少临时堆土造成的水土流失危害; 进一步加强 4 个项目, 特别是 S220 和 S321 的水土流失防治措施, 如土地整治和植物措施, 提高水土流失治理面积和恢复植被面积, 尽可能恢复地表的水土保持功能, 降低未恢复比例。

4 讨论与结论

(1) S220, S221, S321 和 S327 的 SWII 依次为 0.194 2, 0.158 8, 0.175 8, 0.167 1, 平均值为 0.174 0, 低于全国公路项目平均水平(SWII=0.274 3), 说明与全国公路建设工程相比, 潍坊地区的公路建设工程

造成的水土流失影响程度相对较小, 其主要原因是项目占地和影响范围较小、土石方挖填量和弃渣量较少、影响时间较短、水土流失总量不大。

(2) 4 条公路中, SWII 数值由大到小依次为: S220>S321>S327>S221, 水土流失影响程度 S220>S321>S327>S221。计算 SWII 所用的 7 个参数数值中, 仅未恢复比例 1 项比全国平均值高, 项目占地面积和影响范围、土石方挖填量虽然较全国平均值都低, 但个别公路项目亦有降低的空间。针对不同的公路建设项目, 可通过减少项目的占地面积和影响范围、减少工程的土石方挖填量, 特别是增加水土流失治理面积, 来进一步减弱工程建设的水土流失影响, 更好地保护沿线的水土资源和生态环境。如减少 S327 的项目占地面积和影响范围, 减少 S221 和 S327 的土石方挖填量; 加强 4 个项目, 特别是 S220 和 S321 的水土流失防治措施, 增加水土流失治理和恢复植被面积, 降低未恢复比例。

(3) 针对公路建设项目来说, 地形因素对公路工程建设路基高度的设计会有一系列影响, 进而影响到永久占地、临时占地的设置, 故地形因素对公路建设 SWII 影响较大^[8]。此外, 水土保持投资强度、损坏植被面积、对区域生态环境及水土资源影响程度也对公路建设的水土流失评价有一定影响^[2,9]。建议进一步考虑地形因子、水土保持投资强度、损坏植被面积、对区域生态环境及水土资源影响程度等因子之后, 对该 4 条公路项目重新做水土保持损益分析, 得到更为精确的 SWII, 达到对主体工程做出更为准确评价和指导的目的。

[参 考 文 献]

- [1] 国家发改委. 国家公路网规划(2013—2030 年)[Z]. 2013.
- [2] 张崢, 陈吉虎, 姜德文, 等. 高速公路项目水土流失影响指数的应用研究[J]. 水土保持通报, 2014, 34(2): 116-119.
- [3] 史东梅. 高速公路建设中侵蚀环境及水土流失特征的研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(2): 5-9.
- [4] 刘贵滨, 汪莉. 高速公路建设中边坡水土流失的监测与防治[J]. 山东交通科技, 2009(1): 58-61.
- [5] 姜德文. 开发建设项目水土保持损益分析研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2008.
- [6] 姜德文. 以科学发展观建立开发建设项目水土保持损益评价体系[J]. 中国水土保持, 2005(6): 5-7.
- [7] 姜德文. 运用水土流失影响指数评价主体工程设计及水土保持方案[J]. 中国水土保持, 2010(12): 4-6.
- [8] 胡晋茹, 李元, 曹子龙. 海南高速公路水土保持损益分析[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(28): 11474-11476.
- [9] 何吉成, 徐雨晴, 刘兰花. 我国长大客运专线建设工程的水土流失影响指数比较[J]. 水土保持研究, 2010, 17(6): 35-38.