

# 我国长大客运专线建设工程的水土流失影响指数比较

何吉成<sup>1,2</sup>, 徐雨晴<sup>3</sup>, 刘兰华<sup>1</sup>

(1. 中国铁道科学研究院 节能环保劳卫研究所, 北京 100081; 2. 交通运输部规划研究院 环境资源所, 北京 100028; 3. 中国气象局 国家气候中心, 北京 100081)

**摘 要:**以武广客专、郑西客专和京沪高铁 3 条长大客运专线建设工程为例, 通过水土流失影响指数评价模型来定量分析、评判客运专线建设工程的水土流失影响程度。结果表明: 武广客专、郑西客专和京沪高铁建设项目的水土流失影响指数值分别为 0.205、0.176、0.244, 均低于全国铁路建设项目水土流失影响指数的平均值, 这说明与传统的铁路建设工程相比, 当前的客运专线建设工程造成的水土流失影响程度相对较小。其主要原因是平均工程占地(3.05 hm<sup>2</sup>/km)和影响面积(0.485 hm<sup>2</sup>/km)较小、总土石方量较少(5.32 万 m<sup>3</sup>/km)、水土流失总量(269.27 t/km)不大。针对不同的客运专线建设项目, 可通过缩短施工期、减少工程弃方量和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。

**关键词:**客运专线; 水土流失; SWII 指数

中图分类号: S157; U212

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)06-0035-04

## Comparison of the Impact Indices of Soil and Water Loss for Construction of the Long Passenger Dedicated Railways in China

HE Ji-cheng<sup>1,2</sup>, XU Yu-qing<sup>3</sup>, LIU Lan-hua<sup>1</sup>

(1. Energy Saving, Environmental Protection & Occupational Safety and Health Research Institute, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China; 2. Division of Environment and Resources Research, Transport Planning and Research Institute, Ministry of Transport, Beijing 100028, China; 3. National Climate Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China)

**Abstract:** In this study, the impact of soil and water loss for construction of three passenger dedicated railways (i.e. Wuhan-Guangzhou passenger dedicated railway, Zhengzhou-Xi'an passenger dedicated railway, and Beijing-Shanghai high speed railway) were quantitatively analyzed and evaluated using the SWII method. The results showed that the impact indices of soil and water loss of these three projects were 0.205, 0.176 and 0.244, which were lower than the average value of impact indices of railways construction projects in China. This also indicated that passenger dedicated railways construction would induce less soil and water loss than traditional railway construction. The causes for the low indices of passenger dedicated railways included less occupation land (3.05 hm<sup>2</sup>/km) and influence area (0.485 hm<sup>2</sup>/km), little earthwork volume ( $5.32 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/km), small amount of soil and water loss (269.27 t/km). In addition, for different passenger dedicated railways, we could shorten the construction period, reduce wasted excavation and increase control area of soil and water loss to mitigate the impact of soil and water loss and protect the eco-environment of the regions along the railways.

**Key words:** passenger dedicated railway; soil and water loss; impact index of soil and water loss (SWII)

我国是世界上水土流失最严重的国家之一, 据全国第三次土壤侵蚀遥感调查, 全国水土流失总面积有 356.92 万 km<sup>2</sup>, 占国土总面积的 37.18%<sup>[1]</sup>。铁路是我国国民经济的大动脉和大众化交通工具, 在交通运

输体系中处于骨干地位。对繁忙的铁路干线来说, 建设客运专线对实现客货分线运输, 缓解既有线路紧张局面, 提升沿线城市的辐射能力具有重要的意义。根据我国中长期铁路网调整规划, 到 2020 年我国将建

收稿日期: 2010-05-20

资助项目: 广梅汕铁路环境影响评价项目(2009JZB067H B09)

作者简介: 何吉成(1976-), 男, 湖北十堰人, 博士后, 副研究员, 研究方向为植被生态学与交通生态环保。E-mail: jichenghe@gmail.com

成客运专线 1.6 万 km 以上<sup>[2]</sup>。客运专线建设工程具有施工线路长、穿越地貌类型多、填挖土方量大、取弃土场多等特点,挖高填低、开凿隧道、取土弃渣等施工活动均会给沿线地区带来大量的水土流失问题。从现有的研究工作来看,主要关注普通铁路建设过程中的水土流失防控对策<sup>[3-8]</sup>、流失量预测<sup>[9-11]</sup>等问题,而且多数工作仅仅停留在某个建设项目本身,估算一个水土流失总量数据后并提出一些定性的防治对策,没有结合工程规模、占地面积、土石方量和施工时间等因素来综合分析工程水土流失量的大小程度,更缺乏与其它项目进行客观、量化的横向比较,因而无法向决策部门提供全面、科学、合理的依据。水土流失影响指数(impact index of soil erosion and water loss, SW II)评价模型是姜德文<sup>[1]</sup>以水利部审批的开发建设项目水土保持方案为基础,从不同行业、不同区域的众多项目中筛选出 1 000 多个项目作为典型案例,通过项目中易获取的一些重要指标来构建的反映建设项目水土流失影响程度的评价模型,目前已经成为开发建设项目水土保持损益分析的主要方法之一<sup>[1, 12]</sup>。由于部分研究人员对该模型的构建过程和计算办法不太熟悉,造成这种定量分析方法在开发建设项目水保方案损益分析中应用得不多,甚至出现用错的情形。武广客专、郑西客专和京沪高铁均属于长大客运专线工程,是我国铁路重大建设工程项目,本研究以上述 3 条客运专线建设工程为例,基于相应的水土保持方案报告书中的数据资料<sup>[13-15]</sup>,通过水土流失影响指数评价模型来定量分析、评判长大客运专线建设工程的水土流失影响程度,通过实例对该评价模型的应用过程做一解析,一则纠正该评价模型在运用中出现的错误,为方便有关人员正确运用模型提供借鉴;二则为我国客运专线建设的水土保持工作提供客观、量化的科学标准,为指导我国铁路客运专线建设项目的水土保持工作提供参考。

## 1 工程概况与水土流失影响

武广客运专线位于湖北、湖南和广东三省境内,连接武汉、长沙和广州 3 个省会城市,郑西客运专线位于河南、陕西两省境内,起自郑州,止于西安,京沪高铁经过北京、天津、河北、山东、安徽、江苏和上海 7 个省(区),连接沿线多个城市(图 1)。武广客专经过江汉平原、中低丘陵、南岭山区和冲积平原,线路经过湖北水土流失重点监督区、湖南水土流失重点预防保护区和重点治理区、广东水土流失重点预防保护区。郑西客专经过华北平原、豫西山地和渭河冲积平原,线路经过河南水土流失重点治理区、陕西水土流失重

点治理区、重点预防保护区和重点监督区。京沪高铁经过华北平原、鲁中南低山丘陵、黄淮冲积平原、淮河一二级阶地、长江三角洲平原和剥蚀低山丘陵区,线路经过山东水土流失重点治理区、安徽水土流失重点监督区和重点治理区、江苏水土流失重点监督区和重点预防保护区。3 条客运专线沿线目前的水土流失强度以轻度和中度为主。

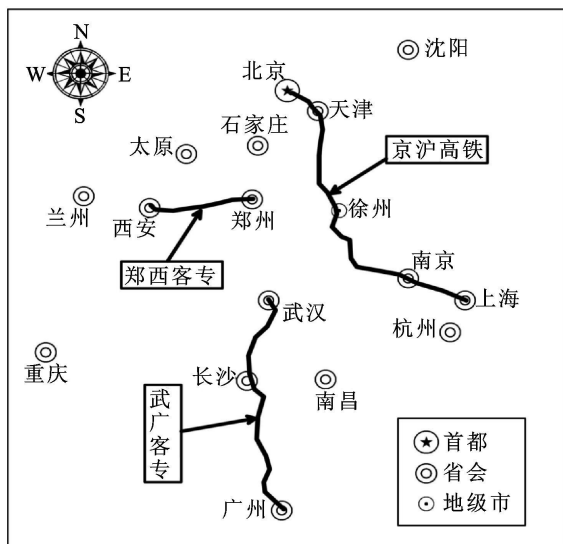


图 1 三条客运专线的线路位置示意图

客运专线建设工程施工线路长、工程量大、破坏地表多,施工活动会造成大量的人工边坡等再塑地貌,严重破坏原有地貌和植被,降低了原地貌的水土保持功能,并加剧原地貌水土流失的发生和发展,造成新的人为水土流失。不同的施工单元造成的水土流失影响也有所不同:(1)路基工程区,路基施工过程中虽然路面及边坡边回填边压实,但由于边坡土体表面结构松散,固结能力差,在填筑过程中如未及时防护,雨水冲刷坡面会使土体流失,大风也会将松散土体吹散。(2)站场工程区,新建车站需要进行大量的填挖作业,施工过程中表土被剥离,大量的土方堆放转运,都会加剧局部水土流失。(3)施工生产生活临时用地区,包括施工便道、施工生活区、材料堆放地等,在工程施工期间,车辆通行、物料堆放等活动造成的碾压和扰动均会破坏原地面的植被和土壤,降低了土体的抗蚀能力,极易诱发水土流失。(4)桥梁施工区,桥台基础开挖时出渣处置不当、水中墩钻渣泥浆外泄等会造成水土流失并污染水体。(5)取弃土场,在施工期间,其表土被全部剥离,周边及坑底土质疏松并裸露,易发生风蚀和水蚀,坑体周边边坡陡立,在重力、风力和水力的共同作用下,极易发生崩塌、泄溜等重力侵蚀。

工程造成的水土流失影响和采取的水保措施概况见表 1。

表 1 客运专线建设工程的水土流失影响及水土保持措施概况

线路名称	线路长度/ km	扰动地表 面积/ hm <sup>2</sup>	损坏水保设施 面积/ hm <sup>2</sup>	造成的水土 流失量/ 万 t	主要防治措施及工程量
武广客专	880.098	5607.88	820.97	60.5	干砌片石 9.1 万 m <sup>3</sup> , 浆砌片石 244.3 万 m <sup>3</sup> , 土工格栅 9.8 km <sup>2</sup> , 喷混植生 9.8 km <sup>2</sup> , 植草 21.4 km <sup>2</sup> , 植树 662.3 km
郑西客专	455.609	2525.65	752.77	26.3	干砌片石 1.1 万 m <sup>3</sup> , 浆砌片石 219.3 万 m <sup>3</sup> , 土工格栅 6.1 km <sup>2</sup> , 植草 8.5 km <sup>2</sup> , 植树 239.0 km
京沪高铁	1318.488	8074.04	2586.65	56.1	干砌片石 20.6 万 m <sup>3</sup> , 浆砌片石 261.8 万 m <sup>3</sup> , 土工格栅 15.7 km <sup>2</sup> , 植草 76.9 km <sup>2</sup> , 植树 510.3 万株

2 水土流失影响指数评价模型简介

水土流失影响指数评价模型是姜德文<sup>[1]</sup>基于不同行业、不同区域的 1000 多个开发建设项目的水土保持方案案例, 将水土保持损益分析中的关键影响指标进行加权后求和, 从而构建的一种反映建设项目水土流失影响程度的方法, 该指数没有量纲。该评价模型涵盖的开发建设项目有公路、铁路、机场、输油输气管线、水电站、火电厂、水利工程等 12 个行业, 其中铁路行业的建设项目有 100 多个。目前已有基于该模型从水土保持角度来对公路<sup>[1]</sup>和火电厂<sup>[12]</sup>项目进行工程比选和施工指导的计算实例。水土流失影响指数评价模型的核心是建立 SWII 指数, 计算 SWII 指数需要对水土流失影响最直接、最有影响力的 5 个关键指标: 占地面积与影响范围、对地表扰动程度、影响时间、造成的水土流失总量和不可恢复程度。就铁路建设项目而言, 上述 5 个指标可通过线路长度、工程占地面积、工程直接影响面积、土石方总量、弃方量、施工期、水土流失总量和水土流失治理面积等 8 个参数计算得到。SWII 计算公式如式(1)。

$$SWII = \sum_{i=1}^5 a_i \times x_i \tag{1}$$

式中:  $a_i$  ——因子  $x_i$  的权重值;  $x_1$  ——项目占地面积与影响范围;  $x_2$  ——项目对地表的扰动程度;  $x_3$  ——项目影响时间, 它是项目施工期  $x_3$ (月) 的归一化值;  $x_4$  ——项目水土流失总量, 它是项目扰动地表后造成的单位水土流失总量  $x_4$ (t/km) 的归一化值;  $x_5$  ——项目的水土流失不可恢复程度, 它是项目的水土流失

不可恢复比例  $x_5$  的归一化值。其中  $x_1$  是通过单位占地面积和单位直接影响面积计算得到,  $x_2$  要通过单位土石方总量和单位弃方量计算得到, 计算前单位占地面积、单位直接影响面积、单位土石方总量和单位弃方量均需要进行归一化处理。具体归一化方法和权重值选取见文献[1]。

3 工程的水土流失影响程度与分析

武广客专建设工程水土保持防治责任范围面积为 5 900.04 hm<sup>2</sup>, 其中工程建设区为 5 607.88 hm<sup>2</sup>, 直接影响区为 292.16 hm<sup>2</sup>, 施工期内扰动地表造成的水土流失量为 60.5 万 t, 水土保持方案治理面积为 5 138.94 hm<sup>2</sup>。郑西客专水土保持防治责任范围面积为 3 090.51 hm<sup>2</sup>, 其中工程建设区为 2 525.65 hm<sup>2</sup>, 直接影响区为 564.86 hm<sup>2</sup>, 施工期内扰动地表造成的水土流失量为 26.3 万 t, 水土保持方案治理面积为 2 520.32 hm<sup>2</sup>。京沪高铁水土保持防治责任范围面积为 9 793.07 hm<sup>2</sup>, 其中工程建设区为 8 074.04 hm<sup>2</sup>, 直接影响区为 1 719.03 hm<sup>2</sup>, 施工期内扰动地表造成的水土流失量为 56.1 万 t, 水土保持方案治理面积为 5 352.67 hm<sup>2</sup>。

表 2 三条客运专线建设工程的 SWII 计算参数值

线路名称	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	SWII
武广客专	0.219	0.222	0.556	0.0037	0.093	0.205
郑西客专	0.220	0.179	0.556	0.0027	0	0.176
京沪高铁	0.244	0.069	0.574	0.0014	0.414	0.244

表 3 三条客运专线建设工程水土流失影响参数值与全国铁路建设项目数值的比较

参数	武广客专	郑西客专	京沪高铁	3 条客专的均值	全国均值*
占地面积/(hm <sup>2</sup> ·km <sup>-1</sup> )	3.19	2.77	3.06	3.05	4.9
影响面积/(hm <sup>2</sup> ·km <sup>-1</sup> )	0.166	0.620	0.652	0.485	1.1
土石方总量/(万 m <sup>3</sup> ·km <sup>-1</sup> )	7.00	5.09	4.18	5.32	11.7
弃方量/(万 m <sup>3</sup> ·km <sup>-1</sup> )	3.99	3.57	0.47	2.17	3.6
工期/月	48.00	48.00	49.00	48.30	40.0
水土流失总量/(t·km <sup>-1</sup> )	343.85	288.77	212.74	269.27	9028.0
未恢复比例	0.084	0.002	0.337	0.197	0.20

\* 数据来自文献[1]。

通过相关方法计算得到武广、郑西和京沪 3 个建设项目的  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$  值(表 2)。通过式(1), 算得武广客专、郑西客专和京沪高铁建设项目的 SWII 值分别为 0.205, 0.176, 0.244(表 2), 平均值为 0.219, 这表明 3 条客运专线中, 京沪高铁的水土流失影响指数最大, 其次是武广客专, 郑西客专的水土流失影响指数最小。我国铁路建设项目水土流失影响指数平均值为 0.3<sup>[1]</sup>, 武广客专、郑西客专和京沪高铁建设项目的水土流失影响指数分别比全国均值低 32%、41% 和 19%, 3 条客运专线的 SWII 平均值只有全国均值的 73%。这表明与传统的铁路建设工程相比, 一次性建成双线的客运专线建设工程造成的水土流失影响程度相对较小, 其主要原因在于客运专线建设工程的桥梁占线路长度的比例较高, 与路基工程相比, 桥梁占地范围小, 扰动地表面积也小, 相应土石方量也较小, 因此造成的水土流失影响比路基工程小。

上述 3 个客运专线建设工程的水土流失影响指数值均较小, 现从计算 SWII 所用的 7 个参数数值上进行剖析和比较(表 3), 武广客专、郑西客专和京沪高铁建设占地面积均较小, 分别只有全国均值为 65%、57% 和 62%, 三者的平均值为  $3.05 \text{ hm}^2/\text{km}$ , 只有全国均值的 62%; 工程直接影响面积也很小, 分别不到全国均值的 15%、56% 和 59%, 3 者的平均值为  $0.485 \text{ hm}^2/\text{km}$ , 为全国均值的 44%; 工程总土石方量分别只有全国均值的 60%、44% 和 36%, 3 者的平均值为  $5.32 \text{ 万 m}^3/\text{km}$ , 为全国均值的 45%; 武广客专建设工程的弃方量较大, 超过全国均值的 11%, 郑西客专的弃方量接近全国均值, 京沪高铁的弃方量最小, 不到全国均值的 1/5, 3 者的平均值为  $2.17 \text{ 万 m}^3/\text{km}$ , 为全国均值的 60%; 3 个项目的施工期均较长, 均值为 48.3 月, 达到全国铁路建设项目工期均值的 1.2 倍; 3 个项目的水土流失总量均较小, 3 者的平均值为  $269.27 \text{ t}/\text{km}$ , 占全国均值的 3% 左右; 武广客专和郑西客专 2 个项目的水土流失治理面积比例较高, 因而水保功能未恢复面积比例很低, 不到全国均值的一半, 但京沪高铁项目的水保功能未恢复面积比例较高, 是全国均值的 1.7 倍, 3 者的均值为 0.197, 接近全国的均值。通过上述比较可以看出, 在施工过程中, 可以通过优化施工设计、进一步减弱工程建设的水土流失影响, 如: (1) 缩短客运专线建设的施工期, 缩短扰动时段, 因为施工期越长, 施工扰动时间就越长, 水土流失时段也越长, 对水土保持的影响也越大; (2) 减少武广客专建设工程的弃方量, 增加京沪高铁项目的水土流失治理面积。

## 4 讨论与结论

就铁路建设项目而言, 水土流失影响指数评价模型构建较为容易, 建立模型所需的线路长度、占地面积、直接影响面积、土石方总量、弃方量、施工期、水土流失总量和水土流失治理面积等参数容易获取, 因此应用该方法来量化铁路建设项目水土流失影响程度较为方便可行, 对铁路建设项目的水土保持损益分析来说是一种很好的量化分析方法。SWII 指数值是一个无量纲值, 可以进行横向比较, 通过比较 SWII 指数值的大小, 可以获得该项目的水土流失影响程度大小, 以及该项目在全国同类项目中所处的水平, 如果高于全国平均水平, 这表明该项目水土流失影响程度较大, 这时候就需要寻找造成 SWII 值较大的原因, 进而找出数值较大的原始参数, 并采取优化施工设计等方法来降低它, 从而达到从水土保持角度在项目前期阶段对方案进行比选, 在工程施工阶段对工程进行反馈指导的作用。本文以武广客专、郑西客专和京沪高铁 3 条客运专线工程为例, 通过水土流失影响指数评价模型来定量分析客运专线建设的水土流失影响程度。结果表明: 武广客专、郑西客专和京沪高铁建设项目的水土流失影响指数值分别为 0.205, 0.176, 0.244, 平均值为 0.219, 低于全国铁路建设项目水土流失影响指数的平均值, 这说明与传统的铁路建设工程相比, 当前的客运专线建设工程造成的水土流失影响程度相对较小。其主要原因是工程占地和影响面积较小、工程总土石方量较少、工程水土流失总量不大。针对不同的客运专线建设项目, 可通过缩短施工期、减少工程弃方量和增加水土流失治理面积, 进一步减弱工程建设的水土流失影响, 更好地保护沿线的生态环境。

### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 李军. 中国铁路新读[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2009.
- [3] 张力, 格日乐, 王树, 等. 大准铁路工程施工对水土流失的影响及其防治对策[J]. 水土保持研究, 2006, 13(5): 137-138.
- [4] 程昊. 冻土地区青藏铁路建设水土流失分析及控制措施[J]. 中国水土保持, 2004(5): 19-21.
- [5] 杜蓓. 唐古拉至拉萨段铁路沿线水土流失现状及防治对策[J]. 冰川冻土, 2003, 25(5): 190-194.
- [6] 丁立新, 许嘉巍. 铁路工程建设沿线水土流失影响及水土保持措施: 以靖宇至辉南地方铁路建设项目为例[J]. 农业与技术, 2005, 25(5): 99-101.

达到相对平衡状态时, 林地就会维持在一个相对稳定状态。正是因林地具有这种能够维持自身生长所需的生产力, 才使得林地具有的自我调节能力。因此开展林地小气候特征的研究, 对正确评价林地的作用和价值具有理论参考和现实意义<sup>[8]</sup>。从 7 龄杨树林地与土壤相关的小气候因子的测定结果来看, 土壤日均温及土壤蒸发量均以 2 m × 4 m 林地较高, 但 1.5 m × 2 m 林地杨树枝叶蒸腾速率明显较大。说明造林密度大小直接影响到杨树林水保林微环境, 大密度造林, 在幼龄期, 可增加地面覆被, 减少林中水分散失, 促进树体生长, 而至 6~ 8 龄, 密度较大水保林地生态调节功能明显开始降低, 主要表现在林地土壤水分渗透特性及土壤保水性能受到影响。因此, 在杨树生长进入青年期后, 需对水保林林地密度进行调整, 以确保水保生态效益和经济效益的最大化。而前人对林木耗水量的相关研究, 也显示半干旱环境下, 不合理的植树造林可能引起土壤干化, 当降水量或灌溉量一定时, 群落生产力过高、密度过大、会加剧深层土壤的干燥化进程<sup>[9-10]</sup>。

综上所述, 伊犁河流域水保林造林, 主要作用在于增加地面植被, 调节地表径流, 固结土体, 减少土壤冲刷, 改良土壤性状、改善农区耕作环境, 同时兼顾经济效益。因此, 对于新垦区倾斜平原和台地来说, 对于局部生态脆弱、农业生产力低下、土壤侵蚀发生较为严重的区域, 营建杨树水保林将是生态和经济效益并举的有效措施之一。而从本试验的结论来看, 建议营建杨树水保林时 1.5 m × 2 m 和 2 m × 4 m 的株行距均可, 只是杨树到 5 年以后, 需对 1.5 m × 2 m 造林地进行间伐, 调整密度至 3 m × 4 m, 以增加林地通风透光, 促进地上部分生长, 增强树体的光合能力, 扩大根幅, 增强根系对土壤的改良作用, 最大程度地发挥其生态、经济效益。

目前, 伊犁河流域水保林的建设, 在立地条件选

择、树种选择、造林技术、效益评价等方面已做了许多的工作, 取得了很大的成就, 而本试验也为水保林造林密度的确定和林地灌溉制度的确定提供了数据参考。在今后的研究中, 应继续加强该区域水土保持林空间结构配置的尺度转换、水土保持林稳定性研究以及如何达到水土保持林高效的空间配置等方面的研究和探索, 将对于深入地分析本区的宜林性及合理造林有一定的理论和实用意义。

参考文献:

[1] 杨会蒲. 黄土丘陵区油松人工林水分生态效益研究[J]. 水土保持研究, 2002, 9(4): 74-79.

[2] 党宏忠, 周泽福, 赵雨森, 等. 祁连山水源涵养林土壤水文特征研究[J]. 林业科学研究, 2006, 19(1): 39-44.

[3] 蒋太明, 刘海隆, 刘洪斌. 黄壤坡地土壤水分入渗垂直变异特征分析[J]. 水土保持学报, 2004, 18(6): 49-54.

[4] 陈瑶, 张科利, 罗利芳. 黄土坡耕地弃耕后土壤入渗变化规律及影响因素[J]. 泥沙研究, 2005, 5(10): 45-51.

[5] 陈云明, 刘国彬, 侯喜录. 黄土丘陵半干旱区人工沙棘林水土保持和土壤水分生态效益分析[J]. 应用生态学报, 2002, 13(11): 1389-1393.

[6] 王百田, 张府娥. 黄土高原主要造林树种苗木蒸腾耗水特性[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2003, 27(6): 93-97.

[7] 胡江波, 杨改河, 贺桂芹, 等. 不同植被恢复模式土壤水分生态效应研究[J]. 中国水土保持, 2007(10): 29-31.

[8] Hee M, Yong R. Water use of young "Fuji" apple trees at the soil moisture regions in drainagely simeters[J]. Agricultural Water Management, 2001, 50(3): 185-196.

[9] 陈丽华, 鲁绍伟, 张学培, 等. 晋西黄土区主要造林树种林地土壤水分生态条件分析[J]. 水土保持研究, 2007, 14(4): 394-397.

[10] Deseroix L, Viramontes D, Vauelin M. Influence of soil surface features and vegetation on runoff and erosion in the Westem Sierra Madre Dulango[J]. Northwest Mexico Catena, 2001, 43: 115-135.

(上接第 38 页)

[7] 易开华. 山区铁路工程建设水土流失的防治[J]. 资源开发与市场, 1995, 11(6): 272-274.

[8] 田杏芳, 王坤平. 西北铁路沿线的水土流失与防治[J]. 中国水土保持, 1997(7): 33-36.

[9] 肖满, 张瑞峰. 铁路工程建设水土流失预测研究[J]. 石家庄铁道学院院报, 2006, 19(4): 74-76.

[10] 何吉成, 徐雨晴, 刘静茹, 等. 广梅汕铁路电气化改造工程的水土流失量预测[J]. 亚热带水土保持, 2009, 21(3): 55-59.

[11] 何吉成, 徐雨晴, 周铁军. 新街-恩格阿娄铁路工程建设的水土流失量预测[J]. 北方环境, 2010, 22(1): 28-33.

[12] 郭索彦, 苏仲仁. 开发建设项目水土保持方案编写指南[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009.

[13] 铁道第四勘察设计院. 新建铁路武汉至广州客运专线乌龙泉至花都段水土保持方案报告书[R]. 2004.

[14] 铁道第四勘察设计院. 新建铁路郑州至西安客运专线水土保持方案报告书[R]. 2004.

[15] 铁道第三勘察设计院. 新建京沪高速铁路水土保持方案报告书(简明本)[R]. 2006.