

河北省沙蔚铁路施工期水土流失预测分析

陈艳梅

(河北师范大学资源与环境科学学院, 河北 石家庄 050016)

摘 要:按三个不同的水土流失类型区将河北省沙蔚铁路沿线施工期的水土流失量进行预测分析, 结果如下: (1) 铁路建设导致水土流失量急剧增加, 新增水土流失量是原地貌自然水土流失量的 35.9 倍; (2) 水土流失增加幅度低中山中度侵蚀区最大, 山前倾斜平原轻度侵蚀区最小, 黄土丘陵中度侵蚀区居中; (3) 铁路建设施工中, 导致水土流失加剧的主要原因是弃土弃渣, 占水土流失总量的 82.9%。
关键词: 铁路; 施工期; 水土流失; 预测
中图分类号: S157; U213.13 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3409(2006)03-0069-03

Preliminary Study on Forecasting Soil and Water Loss Nearby Shayu Railway in Hebei Province Under Construction

CHEN Yan-mei

(College of Resource and Environment Sciences, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016, China)

Abstract: According to three kinds area of soil and water loss, the amount of soil erosion is forecasted and a conclusion is made: (1) Railway construction lead to the amount of soil erosion increasing sharply, the increasing amount is 35.9 times as much as the natural amount. (2) The increasing amount in mountain area is the most, alluvial plain the lest, hilly area between two parties. (3) Under railway construction the maior cause leading to the increasing amount of soil erosion is soil and stone discarded, the amount of soil and water loss is 82.9 percent of the total.

Key words: railway; under construction; soil and water loss; forecasting

河北省沙蔚铁路位于河北省张家口市境内, 与京包线在沙城站接轨, 途径怀来县、涿鹿县、蔚县, 蔚县崔家寨为终点, 全长 141.48 km, 主要为运输蔚县煤炭资源而建设的铁路专运线。沙蔚铁路所在区域生态环境比较脆弱, 为河北省水土流失最严重的区域之一, 为京津周围绿化和“三北”防护林体系的薄弱环节, 且区域内主要河流均为北京市水源地——官厅水库的入库水源, 该区域的生态环境状况直接影响首都的大气环境和饮用水水质, 做好该区域的水土保持工作对改善首都生活环境质量意义重大, 并对于改善当地居民生活环境以及保护沿线铁路运输安全将起到不可替代的作用。

1 区域自然概况

本线所经地区为怀来盆地边缘、军都山支脉的低中山区及蔚县盆地的边缘。地势两端低中间高, 越贾儿岭为最高点, 相对高差约 830 m。沙城至水泉为山前倾斜平原, 水泉至后郝窑为永定河床及漫滩; 后郝窑至石门口为黄土梁、峁、塬, 仅局部为低中山缓坡; 石门口至蝉房为低中山区; 蝉房至大堡为山前冲洪积平原, 大堡至新胜堡为山前倾斜平原, 新胜堡至三关为山前洪积平原及洪积扇, 三关至崔家寨为冲积、洪积、湖积平原^[1-3]。

本线主要地层为第四系、侏罗系、寒武系及元古界青白口系、蓟县系、长城系、太古界桑干群等。第四系地层以砂黏土、新黄土及卵石土、圆砾土为主; 侏罗系地层以凝灰岩为

主; 元古界青白口系地层以砂质页岩为主; 元古界蓟县系地层以白云岩为主; 元古界长城系地层以白云岩为主; 太古界地层以片麻岩为主。由于受多体系综合作用, 本区构造形迹以北东向断裂为主。多为正断层, 除个别断裂外, 大部分断层离线路较远, 对线路无影响。

路线的怀来县段和涿鹿段, 以第四系地层轻亚黏土、黄土状土及黄土为主, 覆盖较厚, 山区岩石裸露地带, 土层较薄; 植被覆盖度可达 50%~70%, 局部可达 80% 以上, 以草本和灌木为主。蔚县段处于洪积扇裙边缘, 沙石满沟, 植被较差, 植被覆盖度为 30%~50%, 有土层覆盖的地区以农作物为主。

本区属于温带大陆性季风气候区, 夏季凉爽短促, 冬季寒冷漫长, 受西伯利亚冷空气的影响, 风多、雨少、气候干燥。近 30 年主要气象指标见表 1。

表 1 近 30 年主要气象指标

项目	怀来县	涿鹿县	蔚县
历年平均气温/℃	8.9	8.8	6.4
历年平均降水量/mm	418	379.1	447
历年平均蒸发量/mm	2181.7	1793.1	1590.9
历年最大冻结深度/m	0.99	1.01	1.50
累年平均风速/(m·s ⁻¹)	3.1	2.6	1.9
累年最多风向	西北西	东	南西
年最冷月平均气温/℃	-8.2	-7.8	-12.3
年最冷月平均气温/℃	24.1	23.4	22.1

铁路沿线经过的河流属于海河流域永定河水系,有北沙河、壶流河、岔道河等,均为季节性河流。地下水呈潜水型,除永定河漫滩及两岸埋藏较浅(0.8~ 3.0 m)外,其它地段均较深,大部分埋深大于 20 m。基岩裂隙水不发育,主要补给来源为大气降水。

表 2 全线三个不同的水土流失类型区的原生地貌的水土流失情况

山前倾斜平原轻度侵蚀区		黄土丘陵中度侵蚀区		低中山中度侵蚀区
位置(公里标)	怀来县沙城到后郝窑 DK0+ 00– DK13+ 750;	涿鹿县大堡禅房至涿鹿县崔家寨 DK74+ 00– DK141+ 486	怀来县的后郝窑到涿鹿的野场 DK13+ 750– DK55+ 000;	涿鹿的野场到涿鹿县大堡乡的禅房 DK55+ 000– DK74+ 000;
侵蚀形式	面蚀、沟蚀	面蚀、沟蚀	沟蚀、面蚀 41.25	沟蚀、面蚀
平均侵蚀模数/ $t \cdot (km^{-2} \cdot a^{-1})$	1500	1500	3500	3750
路基和站场占地面积/ m^2	193452	982210	691354	216510
水土流失量/ $(t \cdot a^{-1})$	290	1473	1861	812

铁路沿线的有取土场 76 处,排水沟兼取土场 45 处,取土场总面积 1 153 527 m^2 ,弃土(渣) 30 处,弃土场总面积 235 654 m^2 ,各场地的面积及原生地貌的水土流失量见表 3。

表 3 取土场、弃土场原生地貌的水土流失情况

	山前 倾斜平原 轻度侵蚀区		黄土丘陵中	低 中山中度	合计
	怀来	蔚县	度 侵蚀区	侵蚀区	
平均侵蚀模数/ $(t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1})$	1500	1500	3500	3750	—
取土场面积/ m^2	314362	622565	199420	17018	1153362
弃土场面积/ m^2	—	—	90400	145254	235654
水土流失量/ $(t \cdot a^{-1})$	472	934	1014	609	3029

根据水土流失和土壤侵蚀模数分级表,沙蔚铁路有 60.25 km 处于中度侵蚀区,81.23 km 处于轻度侵蚀区,原生地貌每年的水土流失量为 7 278 t,主要为水蚀,侵蚀形式以沟蚀、面蚀为主,本区水土流失比较严重。

3 水土流失预测

在建设施工期由于开挖坡面、采石、取土、弃土、修建临时便道等工程影响了铁路沿线的地貌和植被,扰动了地表结构,使土体抗侵蚀能力降低,导致土壤侵蚀加剧,水土流失急剧增加。

铁路的建设工程施工期自 1998 年 11 月开工,2002 年 11 月全线铺轨贯通,全线施工期按 4 年。水土流失计算时期按表 4。

表 4 施工时间及确定的水土流失计算期^a

	山前倾斜平原轻度侵蚀区		黄土丘陵中	低中山中
	怀来	蔚县	度侵蚀区	度侵蚀区
施工时间	0.4	1.5	1.0	1.1
水土流失计算期	4.0	1.5	3.6	2.5

3.1 土壤侵蚀模数及流失系数的确定

参考铁路部门提供的资料,根据实地调查成果确定铁路建设工程中不同项目区土壤侵蚀模数,见表 5。

弃土(渣)场位置不同,产生的土壤流失率也不同,弃土存放在沟头、缓坡面及平缓耕地,因汇水面积小,弃土(渣)流失系数取 10%;弃土存放在山坡或较陡的坡地对河道行洪无影响,但弃土的松散性大,弃土(渣)流失系数取 30%;若弃土存放在河床或河滩,弃土(渣)流失系数取 90%。

2 水土流失现状分析

根据实地勘察,根据不同的地形、地貌、地层岩性以及水土流失强度,将全线分为三个不同的水土流失类型区,三个类型区的原生地貌的水土流失情况见表 2。

3.2 路基边坡、路堑坡面水土流失量预测

该线路路段总长 141 km,按照铁路 1/2 000 路线设计图逐量计算,路基边坡总面积为 661 978 m^2 ,路堑坡面总面积为 483 345 m^2 。

表 5 不同项目区土壤侵蚀模数^[4] $t/(km^2 \cdot a)$

	山前倾斜平原轻度侵蚀区		黄土丘陵	低中山
	怀来	蔚县	中度侵蚀区	度侵蚀区
路基边坡	18000	15000	21000	21000
路堑坡面	10000	8000	8000	8000
施工便道路面	15000	14000	18000	18000
站场及临时设施	6000	5500	6000	6000
取土场	15000	14000	18000	18000

表 6 路基边坡、路堑坡面水土流失预测量

	山前倾斜平原轻度侵蚀区		黄土丘陵	低中山	合计
	怀来	蔚县	中度侵蚀区	度侵蚀区	
路基边坡总面积/ m^2	62155	305064	183950	110809	661978
路堑坡面总面积/ m^2	19827	47756	223169	192593	483345
水土流失量/ $(t \cdot a^{-1})$	1317	5873	5648	3868	16706

根据计算,路基边坡、路堑坡面每年产生的水土流失量 16 706 t。鉴于总施工期为 4 年,4 年后路基坡面全部采取防护措施。因此路基坡面土壤侵蚀量按表 4 中确定的水土流失计算期进行预测,施工期间路基边坡、路堑坡面水土流失总量为 44 080 t。

3.3 施工便道路面水土流失量预测

表 7 施工便道水土流失预测量

合计	山前倾斜平原轻度侵蚀区		黄土丘陵	低中山中
	怀来	蔚县	中度侵蚀区	度侵蚀区
施工便道长度/ m	12261	60178	33881	22581
平均宽度/ m	5	5	4	4
长度系数	1	1	1.3	1.3
面积/ m^2	61305	300890	176181	117421
水土流失量/ $(t \cdot a^{-1})$	920	4212	3171	2114

根据计算,施工便道每年产生的水土流失量 10 417 t。

按表 4 中确定的水土流失计算期进行预测,则施工期间施工便道水土流失总量为 26 699 t。

3.4 取土场及站场水土流失量预测

表 8 取土场水土流失预测量					
	山前倾斜平原轻度侵蚀区		黄土丘陵	低中山中	合计
	怀来	蔚县	中度侵蚀区	度侵蚀区	
取土场面积/ m ²	314362	622565	199420	17018	11533 62
水土流失量/(t· a ⁻¹)	4715	8716	3590	306	1732 7

根据计算,取土场及站场每年产生的水土流失量 17 327 t,土壤侵蚀量表 4 中确定的水土流失计算期进行预测,则施工期间取土场水土流失总量为 45 623 t。

表 9 站场及临时设施水土流失预测量					
	山前倾斜平原轻度侵蚀区		黄土丘陵	低中山中	合计
	怀来	蔚县	中度侵蚀区	度侵蚀区	
站场及临时设施占地面积/ m ²	23478	22400	8370	5400	596 48
水土流失量/(t· a ⁻¹)	141	314	50	32	53 7

根据计算,站场及临时设施每年产生的水土流失量 537 t,土壤侵蚀量表 4 中确定的水土流失计算期进行预测,则施工期间水土流失总量为 1 295 t。

3.5 弃土(渣)场水土流失量预测

根据铁路部门提供的图纸及资料,在铁路沿线设定 30 处弃土场,占地面积 235 654 m²,其中有 20 处位于沟头、缓坡面以及平缓耕地上,有 10 处位于山坡或较陡的坡地部位,预测结果见表 8。

表 10 弃土(渣)场水土流失预测量					
	山前倾斜平原轻度侵蚀区	黄土丘陵	中度侵蚀区	低中山中度侵蚀区	合计
弃土场面积/ m ²	—	90400		145 254	2 35654
弃土弃渣量/(t· a ⁻¹)	—	5499 88		1 398 178	19 481 36
水土流失量/(t· a ⁻¹)	—	592 36		15051 5	209741

弃土(渣)场每年产生的水土流失量 209 741 t,土壤侵蚀量根据表 4 中确定的水土流失计算期进行预测,则施工期间弃土(渣)场水土流失总量为 589 501 t。

另外全线有大中小桥梁 54 座,墩基 308 个,平均每个墩基开挖量按 6 t 计算,共有 1 848 t 弃土(弃渣)堆积在河道或河漫滩,一遇暴雨洪水,弃土将全部被冲走,水土流失率按 90% 计算,水土流失量为 1 663 t/a(见表 10)。土壤侵蚀量根据表 4 中确定的水土流失计算期进行预测,则施工期间桥梁墩基弃土(渣)水土流失预测总量为 3 198 t。

表 11 桥梁墩基弃土(渣)水土流失预测量					
	山前倾斜平原轻度侵蚀区		黄土丘陵	低中山中	合计
	怀来	蔚县	中度侵蚀区	度侵蚀区	
桥长/ m	1453	11822	579	1486	1534 0
桥梁墩基/ 个	30	236	12	30	308
弃土弃渣量/(t· a ⁻¹)	180	1416	72	180	1848
水土流失量/(t· a ⁻¹)	162	1274	65	162	1663

参考文献:

[1] 河北省怀来县地方志编纂委员会. 怀来县志[Z]. 北京: 中国对外翻译出版公司, 2001.
[2] 河北省涿鹿县志编纂委员会. 涿鹿县志[Z]. 石家庄: 河北人民出版社, 1994.
[3] 河北省蔚县地方志编纂委员会. 蔚县县志[Z]. 重庆: 中国三峡出版社, 1995.
[4] 程胜高. 高速公路环境评价与发展[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.

铁路建设施工工期水土流失预测结果见表 12。

4 铁路建设新增水土流失分析

从上述预测结果可知,建设铁路征占地范围内原生地貌每年的水土流失量为 7 278 t,施工期自然水土流失总量为 19 224 t;铁路建设施工期间产生的水土流失总量为 710 396 t,据此可计算出铁路建设施工工期新增的水土流失量为 691 172 t,详见表 13。

表 12 铁路建设施工工期水土流失预测汇总表 t						
	山前倾斜平原轻度侵蚀区		黄土丘陵	低中山中	合计	占流失总量的比例/ %
	怀来	蔚县	中度侵蚀区	度侵蚀区		
路基边坡、路堑坡面水土流失量	5268	8809	20333	9670	44080	6.2
施工便道路面水土流失量	3680	6318	11416	5285	26699	3.8
取土场水土流失量	18860	13074	12924	765	45623	6.4
站场及临时设施水土流失量	564	471	180	80	1295	0.2
弃土(渣)场水土流失量	—	—	213213	376288	589501	82.9
桥梁墩基弃土(渣)水土流失量	648	1911	234	405	3198	0.5
施工期水土流失总量	29020	30583	258300	392493	710396	100

- 从表 11、表 12 可以明显看出
- (1) 铁路建设施工工期,水土流失量急剧增加,新增水土流失量是原地貌自然水土流失量的 35.9 倍;
- (2) 水土流失增加幅度最大的是低中山中度侵蚀区,增加了 109.5 倍。
- (3) 铁路建设施工中,导致水土流失加剧的主要原因是弃土弃渣,占水土流失总量的 82.9%。其次是取土场、路基两侧的边坡坡面,造成的流失量分别占总流失量的 6.4% 和 6.2%。

表 13 铁路建设施工前后水土流失分析 t					
	山前倾斜平原轻度侵蚀区		黄土丘陵	低中山中	合计
	怀来	蔚县	中度侵蚀区	度侵蚀区	
自然水土流失量	2178	3611	10350	3552	19224
施工期水土流失量	29020	30583	258300	392493	710396
新增水土流失量	26842	26972	247950	388941	691172
增加倍数	12.3	7.5	23.9	109.5	35.9

5 结 语

- (1) 在铁路建设施工过程中,由于开挖坡面、取土等原因,破坏了铁路沿线的地貌和植被,尤其低中山中度侵蚀区开挖隧道大量排放弃土弃渣,导致水土流失急剧增加。因此铁路建设过程中必须采取措施把水土流失降到最低程度。
- (2) 铁路建设中,水土流失防治的工作重点应在低中山中度侵蚀区和黄土丘陵中度侵蚀区,弃土弃渣的处理应是主要工作内容。