

# 开发建设项目水土流失特点及减蚀效益分析评价

刘卉芳<sup>1,2</sup>, 徐永年<sup>1</sup>, 陈超<sup>2</sup>, 池春青<sup>2</sup>

(1. 中国水利水电科学研究院, 北京 100044; 2. 北京沃尔德防灾绿化技术有限公司, 北京 100044)

**摘要:** 通过对若干个大中型工程水土保持方案的编制工作, 分析了点型工程和线型工程水土流失的主要特点。分析结果表明, 不论点型工程还是线型工程施工期水土流失量都占到了总水土流失量的 85% 左右。点型工程水土流失量为 86.61 t/hm<sup>2</sup>, 线型工程水土流失量为 202.40 t/hm<sup>2</sup>。点型工程施工期流失量与面积为线型关系,  $R^2 = 0.9497$ 。线型工程施工期流失量与面积为对数关系,  $R^2 = 0.8003$ 。实例分析表明, 在计算减蚀量时应当慎重选取林草措施减蚀率的值。

**关键词:** 开发建设项目; 水土保持方案; 减蚀效益

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)03-0170-04

中图分类号: S157

## Soil and Water Loss in Development and Construction Projects and Cost-benefit Analysis for Reduction of Soil Erosion

LIU Huifang<sup>1,2</sup>, XU Yong-Nian<sup>1</sup>, CHEN Chao<sup>2</sup>, CHI Chun-qing<sup>2</sup>

(1. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100044, China;

2. Beijing World Hazard Preventing Technology Co., Ltd, Beijing 100044, China)

**Abstract:** The characteristics of soil and water loss in block-type engineering and line-type engineering were analyzed by making soil and water conservation plan for some large and medium-sized projects. The analyses indicate that the quantity of soil and water loss in the construction period is 85% of the total soil and water loss. The quantity of soil and water loss of per unit area in block-type engineering is 86.61 t/hm<sup>2</sup> and the quantity of soil and water loss per unit area in line-type engineering is 202.40 t/hm<sup>2</sup>. The quantity of soil and water loss and the area in the construction period of block-type engineering have a linear relation ( $R^2 = 0.9497$ ). The relationship between soil and water loss and the area in the construction period of line-type engineering is logarithmic ( $R^2 = 0.8003$ ). Furthermore, some cases in the study show that it is need to calculate the reduced quantity of soil erosion by choosing the rate of reduced quantity of soil erosion for forestry and grass measures.

**Keywords:** development and construction project; soil and water conservation plan; reduction of soil erosion

近年来, 随着《中华人民共和国水土保持法》等一系列法律、法规的颁布和执行, 开发建设项目水土保持方案工作已经成为开发建设项目审批、核准过程中的重要环节。相应关于水土保持方案编制、审查、审批的一些标准及规范性文件也适时出台, 使水土保持方案工作越来越规范化、科学化。但是由于开发建设项目类型多样, 扰动土地的形式也相对不同, 因此对因开发建设项目产生水土流失的预测及减蚀效果也不同。

本文通过对多个实例资料的数据, 利用常规统计方法进行分析, 对不同项目水土流失、减蚀效果等进

行探讨, 为今后的水土保持方案编制工作提供参

## 1 水土流失预测分析

### 1.1 施工期水土流失量预测方法

开发建设项目将不可避免地扰动地面, 破坏原有的水土资源, 降低当地的土地生产力, 在暴雨作用下, 加剧水土流失。因此, 科学准确地预测施工期的水土流失成因、类型、分布、数量及其危害, 对于正确合理地制定水土保持方案以及有效的防治水土流失具有十分重要的意义。扰动地表土壤侵蚀量, 按以下预测模型计算。

$$W_{S1} = \sum_{i=1}^n F_{li} M_{S1} T_1 \quad (1)$$

式中:  $W_{S1}$  ——扰动地面土壤侵蚀量(t);  $F_{li}$  ——第  $i$  个预测单元的占地面积( $\text{km}^2$ );  $M_{S1}$  ——不同预测单元扰动后的土壤侵蚀模数 [ $(\text{t}/\text{km} \cdot \text{a})$ ];  $T_1$  ——预测时段(a)。

## 1.2 预测时段

根据《开发建设项目水土保持技术规范(GB50433-2008)》<sup>[1]</sup>中的规定,建设期水土流失预测时段通常包括施工准备期、施工期和自然恢复期。施工准备期、施工期与主体工程施工期保持一致,这一点毫无疑问,关键是对自然恢复期预测自然恢复期指的是根据生态修复或生态恢复的理论,依据自然恢复功能,植被会在一定时间内逐步恢复,水土流失态势可逐步趋于稳定,直至土壤侵蚀强度等于或低于土壤流失容许值或背景值,将这段时间称为自然恢复期。通常情况下,项目区降雨充沛,自然条件较好时,选取的自然恢复期较短。但是迄今为止,仍没有一个定量的标准,或者统一的规定来定量自然恢复期的预测时段。而自然恢复期预测时段选取不当将对水土流失预测造成一定的影响,从而影响水土保持分区和防护措施의 布设。

通常从土壤侵蚀角度来分析,植被自然恢复期预测时段应根据降雨侵蚀力和降雨强度等多种因素来决定,但是由于开发建设项目建设时段都在1a以上,有的项目甚至达到5a,如果还按降雨侵蚀力、降雨强度等来进行分析,既费时费力,又很难做到事前预测,我们可以将降雨侵蚀力、降雨强度等因素通过多年平均年降雨量这一因素表达出来,经过多个项目的分析,结果较为合理。通过实践经验,作者认为多年平均降水量不大于400mm的地区自然恢复期适宜取3a,多年平均降水量在400~800mm的地区自然恢复期适宜取2a,多年平均降水量在800mm以上的地区自然恢复期适宜取1a(见表1)。

表1 自然恢复期预测时段划分

多年平均降水量/mm	≤400	400~800	≥800
自然恢复期预测时段/a	3	2	1

## 1.3 水土流失量特点分析

开发建设项目根据其工程本身的特点,通常可以划分为点型工程和线型工程<sup>[2]</sup>,点型工程包括电厂项目、煤矿项目、住宅区、火电厂等等,通常工程建设范围相对较小<sup>[3]</sup>,因此,对地貌的扰动也小。线型工程线路长,影响范围广,沿线分布多种地形地貌,且

对地面扰动类型多,造成新的水土流失在所难免。主体工程的这些特点直接决定了线型开发建设项目的土壤侵蚀特点,由连续或不连续的点(段)构成线型分布侵蚀带<sup>[4]</sup>。本文通过对若干个开发建设项目水土保持方案的编制,分析了点型工程和线型工程水土流失的特点。

开发建设项目水土流失预测时段分为施工期和自然恢复期,在施工期地表扰动面积大,植被破坏严重,表层土壤结构和地表结构被破坏,原生地面土壤的抗蚀力急剧下降,土壤侵蚀模数成倍增加,将造成严重的新增水土流失。进入自然恢复期后,随着主体工程本身具有水土保持功能措施作用的发挥和天然植被的逐渐恢复,施工期造成的水土流失将有所降低。

本文对参与编制的21个水土保持方案(已经获取国家水行政管理部门的批复)水土流失特点进行了研究(见表2),点型工程中的电厂、煤矿、住宅区项目施工期水土流失量占总流失量的比例分别为77.83%,82.12%,91.00%,平均值为83%。

线型工程中的输变电工程、地表水源工程、节水灌溉工程和公路工程施工期水土流失量占预测总量的比例分别为94.01%,83.58%,85.16%和94.57%,平均值为90.15%。由此可见,不论点型工程还是线型工程施工期水土流失量都占到了总水土流失量的85%左右。

因此,在方案编制中应当对施工期采取重点防治和重点监测。

由表2还可以看出,点型工程中电厂的水土流失量/单位面积为75t/hm<sup>2</sup>,煤矿的的水土流失量/单位面积为93.04t/hm<sup>2</sup>,住宅区的水土流失量/单位面积为57.79t/hm<sup>2</sup>,平均值为86.61t/hm<sup>2</sup>。线型工程中的输变电工程的的水土流失量/单位面积为115.69t/hm<sup>2</sup>,地表水源工程的水土流失量/单位面积为114.67t/hm<sup>2</sup>,节水灌溉的水土流失量/单位面积为167.57t/hm<sup>2</sup>,公路的的水土流失量/单位面积为209.254t/hm<sup>2</sup>,平均值为202.40t/hm<sup>2</sup>。

综合结果表明,点型工程较线型工程施工期水土流失量占总量的比例及水土流失量/单位面积都小,从产生水土流失的机理分析,点型工程扰动面积范围较小,土壤侵蚀模数变化也较小,因此,水土流失特点较为单一。而线型工程是由连续或不连续的点(段)构成线型分布侵蚀带,其范围较广,土壤侵蚀模数变化较大,因此,水土流失的特点要更加复杂。

表 2 各类工程水土流失特点

工程类别	工程项目	项目个数	工程线路长度/km	占地面积/hm <sup>2</sup>	水土流失总量/t	施工期水土流失		水土流失强度/(t·hm <sup>-2</sup> )
						流失量/t	占总量的比例/%	
点型工程	电厂	1		12.82	961.52	748.33	77.83	75.00
	煤矿	2		352.76	3 2821.78	26 953.65	82.12	93.04
	住宅区	3		73.50	4 247.40	3 865.13	91.00	57.79
	小计	6		439.08	38 030.70	31 567.11	83.00	86.61
线型工程	输变电	11	861.12	168.90	19 540.30	18 369.95	94.01	115.69
	地表水源	1		20.95	2 402.35	2 007.78	83.58	114.67
	节水灌溉	1		26.00	4 356.78	1 246.35	85.16	167.57
	公路	8	545.12	2 540.20	531 525.11	50 266 319.25	94.57	209.25
	小计	21		2 756.05	557 824.54	50 287 943.33	90.15	202.40

由图 1 和图 2 可以看出, 不论点型工程还是线型工程随着面积增大, 工程建设期水土流失总量也在增大, 点型工程施工期流失量与面积为线型关系, 关系式为  $y = 87.574x - 876.61$ ,  $R^2 = 0.9497$ , 充分表明线型关系拟合较好。线型工程施工期流失量与面积为对数关系, 关系式为  $y = 2437.2 \ln x - 4252.2$ ,  $R^2 = 0.8003$ , 充分表明对数关系拟合较好。

## 2 减蚀效益分析

在水保方案中布设了完备的防护措施后, 一般通过效益分析来检验布设的防护措施是否合理有效, 能否在整个建设期将土壤流失量控制在最小。效益分析的关键是减蚀效益的计算。建设项目在建设期采取的防护措施为硬化、绿化、工程措施等等。绿化措施减蚀量是根据减蚀率来计算的, 但是减蚀率的选取却没有统一的标准, 减蚀率的选取对减蚀量的计算有非常重要的影响。以某公路工程水土保持方案为例介绍不同的减蚀率所计算得到的不同的土壤侵蚀模数控制比。从表 3 可以看出当林草措施减蚀率取 90% 时, 林草措施发挥效益的减蚀量为  $2.719 \times 10^5$  t, 总减蚀量为  $4.731 \times 10^5$  t (包括土地整治和工程措施的减蚀量), 经治理后的侵蚀模数为  $701 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ , 土壤侵蚀模数控制比为 1.40。当林草措施减蚀率取 80% 时, 林草措施发挥效益的减蚀量为  $2.417 \times 10^5$  t, 总减蚀量为  $4.429 \times 10^5$  t (包括土地整治和工程措施的减蚀量), 经治理后的侵蚀模数为  $1178 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ , 土壤侵蚀模数控制比为 2.35。

按照《开发建设项目水土流失防治标准 (GB50434-2008)》<sup>[5]</sup> 的有关规定, 确定了该项目的各防治分区的水土流失防治目标, 土壤侵蚀模数控制比应小于 1.5。因此, 如果该工程林草措施减蚀率取 80%, 则控制比不能达标。

由此可见, 减蚀率选取的不同对方案的控制比有一定的影响。通过几年来对水土保持方案的编制, 作者认为在林草措施减蚀量计算过程中应当根据当地的降水量、土壤条件、气候等综合考虑来确定减蚀率。通常降水量大的地方植被恢复的快, 减蚀率也较大; 而降水量少的地区植被恢复慢, 减蚀率较小。

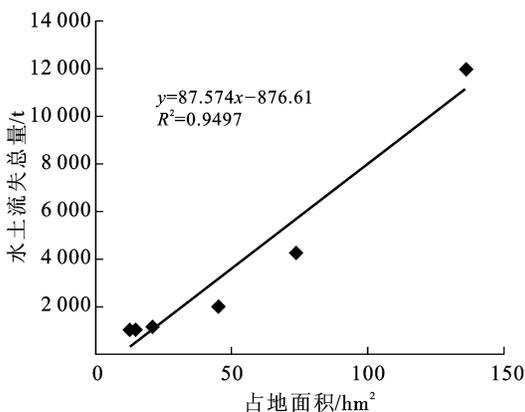


图 1 点型工程水土流失量

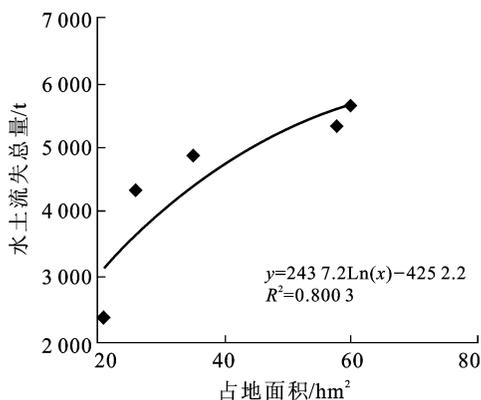


图 2 线型工程水土流失量

表3 各防治分区减蚀量统计结果

项目	分项措施	主体工程区	附属设施工程区	临时工程区	弃渣场区	桥隧工程区	综合
林草措施减蚀率 90%	林草措施发挥效益侵蚀模数/ $(t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1})$	632.03	419.06	645.97	1000.00	614.44	—
	林草措施发挥效益的减蚀量/ $10^4 t$	7.15	0.59	1.13	14.80	3.52	27.19
林草措施减蚀率 80%	林草措施发挥效益侵蚀模数/ $(t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1})$	1 264.06	838.12	1 291.94	3 581.54	1 288.87	—
	林草措施发挥效益的减蚀量/ $10^4 t$	6.36	0.52	1.00	13.16	3.13	24.17
总减蚀量/ $10^4 t$	林草措施减蚀率为 90%	13.45	1.60	1.21	26.46	4.59	47.31
	林草措施减蚀率为 80%	12.66	1.53	1.08	24.82	4.20	44.29
经治理后的侵蚀模数/ $(t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1})$	林草措施减蚀率为 90%	342.39	84.83	910.54	1 040.50	880.02	701
	林草措施减蚀率为 80%	4 206.51	110.65	1 230.46	1 717.65	1 150.26	1 178
土壤侵蚀模数控制比	林草措施减蚀率为 90%	0.68	0.17	1.82	2.08	1.76	1.40
	林草措施减蚀率为 80%	8.41	0.22	2.46	3.44	2.30	2.35

备注: 总减蚀量中包括土地整治措施和工程措施的减蚀量。

### 3 结论

(1) 通过对 21 个项目的水土流失特点进行分析, 结论表明, 不论点型工程还是线型工程施工期水土流失量都占到了总水土流失量的 85% 左右。因此, 在水土保持方案编制中应当对施工期采取重点防治和重点监测。

(2) 通过分析表明, 点型工程水土流失强度为  $86.61 t/hm^2$ , 线型工程水土流失强度为  $202.40 t/hm^2$ 。

(3) 不论点型工程还是线型工程随着面积增大, 工程建设期水土流失总量也在增大, 点型工程施工期流失量与面积为线型关系, 关系式为  $y = 87.574x - 876.61$ ,  $R^2 = 0.9497$ 。线型工程施工期流失量与面积为对数关系, 关系式为  $y = 2437.2 \ln x - 4252.2$ ,  $R^2 = 0.8003$ 。

针对减蚀效果分析中减蚀率的选取, 是否也应该象 6 项防治目标一样, 针对不同地区, 不同类型建设

项目, 给出行业标准或国标呢, 这就需要进一步完善与探讨。

由于本文针对不同类型开发建设项目选取的实例数目不一致, 选取的地点也有差异, 这就导致一些结果, 特别是水土流失预测结果与实际可能有出入, 针对这一问题, 需在以后的分析评价中进行修正。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 开发建设项目水土保持技术规范 (GB50433-2008) [M]. 北京: 中国计划出版社, 2008.
- [2] 赵永军. 开发建设项目水土保持方案编制技术 [M]. 北京: 中国大地出版社, 2007: 205-207.
- [3] 孙厚才, 赵永军. 我国开发建设项目水土保持现状及发展趋势 [J]. 中国水土保持, 2007(1): 50-51.
- [4] 张绒君, 王晓, 段菊卿. 线性开发建设项目的土壤侵蚀与工程防治 [J]. 水土保持学报, 2002, 16(5): 139-140.
- [5] 中华人民共和国建设部. 中华人民共和国质量监督检验检疫总局. 开发建设项目水土流失防治标准 (GB50434-2008) [M]. 北京: 中国计划出版社, 2008.