

山区公路工程建设期水土流失量的预测模式*

周富春

(重庆交通大学 河海学院, 重庆 400074)

摘要:山区公路工程由于线长、工程量大,施工期可能引起比较严重的水土流失。在编制公路工程水土保持方案时,需要对水土流失量进行预测。公路沿线原地貌水土流失量及新增水土流失量之和即为全部的水土流失量。公路沿线原地貌水土流失量可以采用平均侵蚀模数法及通用土壤流失方程式进行预测,新增水土流失量由扰动地表和工程弃堆渣引起的水土流失量组成。最后,通过具体的工程,对山区公路工程建设期水土流失量的预测模式进行了实证。

关键词:山区;公路工程;水土流失;预测

中图分类号:TU47 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7329(2006)05-0027-03

Prediction Model of Soil Erosion Amount in Highway Engineering during Construction Period in Mountainous Area

ZHOU Fu - chun

(College of River and Ocean Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, P. R. China)

Abstract: The highway project in mountainous area will lead to serious soil erosion, due to its long road line and large volume of the work. While the program of water and soil conservation is drawn up, the prediction of the amount of soil erosion is needed. The whole amount of soil erosion comprises primary and new soil erosion amount. The primary soil erosion amount may be predicted by the method of average erosion modulus or universal soil loss equation. The new soil erosion amount is made up of erosion amount due to disturbed earth surface and discarded soil. Finally, the prediction model of soil erosion amount about a specific highway project during its construction period in mountainous area is analyzed.

Keywords: mountainous area, highway engineering, soil erosion, prediction

目前,中国的经济正迅猛地发展,由于交通在经济发展方面的先导作用,各个地区都把交通建设作为当前及未来很长一段时间的重要任务来抓。公路建设量大、面广,对环境的负面影响也较大,水土流失问题尤为突出,特别是山区的公路建设^[1,2],笔者认为:水土流失是山区公路建设第一位的,也是最重要的环境问题。公路的建设者、相关的科技工作者及相关的上级部门对此已经达成共识。为了最大限度地减少公路建设引起的水土流失,《中华人民共和国水土保持法》^[3]明确规定,所有的公路建设项目必须编制水土保持方案,而对公路建设引起的水土流失量的预测是编制水土保持方案的基础。公路建设和其他建设工程比较,有自身的特点,其水土流失量的预测较难,是当前公路

水土保持研究的难点和重点。因此,研究山区公路建设水土流失量的预测模式是必要的,具有重要的现实意义和很强的针对性。

1 山区公路建设工程的特点及产生水土流失的原因

1.1 山区公路建设工程的特点

1)公路建设是一条线,距离较长,穿越及扰动的地貌类型多。挖方及填方频繁,遇山要修隧道,逢沟要架桥,工程量大,投资高。

2)建设中的弃土、弃石、弃渣数量大,占线长。公路建设挖填的土石方量大,总体上要求尽量挖填平衡,但由于地形、投资及设计等原因,不可避免产生弃渣。

* 收稿日期:2006-05-15

基金项目:重庆市教委科技项目支持(KJ050403)

作者简介:周富春(1972-),男,四川犍为人,副教授,博士生,主要从事水土保持、水资源规划及水环境保护等方面的研究工作。

3) 公路建设时间长。山区公路工程由于工程量大, 施工条件普遍较差, 一般其建设期均较长, 有的甚至达好几年。

4) 山区公路建设的业主、施工单位, 甚至部分主管政府部门, 对公路建设可能导致的水土流失认识不到位。

1.2 山区公路建设产生水土流失的原因^[4]

1) 开挖和弃土、弃石、弃渣占压和破坏林草植被, 使地表失去原有保护, 并形成松散的裸露地面, 在降水的作用下极易产生水土流失。

2) 公路建设穿山越岭, 使原地貌发生变化, 形成许多不稳定、易产生水土流失的地段和边坡。

3) 在公路建设周边地区, 如道路排水区、施工临时占地区等, 因建设活动加重水土流失。

2 公路沿线原地貌水土流失量预测

在未修建公路工程前, 公路占地及直接影响区范围内土地的水土流失量可以用两种模式进行预测。

2.1 平均侵蚀模数法

1) 土壤侵蚀模数表示单位面积, 单位时间内土壤侵蚀量, 据此, 可应用平均侵蚀模数法对公路沿线原地貌水土流失量进行预测, 其基本公式:

$$W_0 = \sum_{i=1}^n M_i \cdot A_i \cdot T_i \quad (1)$$

式中: W 为土壤侵蚀量, t ; M 为土壤侵蚀模数, $t/km^2 \cdot a$; A 为土壤侵蚀面积, km^2 ; T 为时间, a ; i 为分区。

2) 参数的确定

一个区域的土壤平均侵蚀模数一般是按照县域为单位发布的。公路工程通常要跨越多个县域, i 可指跨越的县域数, 即以不同的县域为分区; M 可从最新的所在省(直辖市)水土保持公告查到; A 指公路工程直接占地面积及直接影响区面积之和。

2.2 通用土壤流失方程式^[4]

1) 在公路沿线原地貌水土流失量预测中, 还可采用通用土壤流失方程式。该方程式于 1963 年被美国农业部土壤保持局正式推广作为一种计算地面土壤侵蚀的模型, 其基本公式为:

$$W_0 = R \times K \times LS \times C \times P \quad (2)$$

式中: W 为土壤流失量, t/ha ; R 为降雨侵蚀力因子; K 为土壤可蚀性因子; LS 为坡长坡度因子; C 为植被和作物管理因子; P 为水土保持措施因子。

(2) 参数的确定

(1) 降雨侵蚀力因子 R

标准条件下降雨对土壤的侵蚀能力, 采用 Wischier^[5] 经验公式计算:

$$R = \sum_{i=1}^{12} 1.735 \times 10^{1.516E_i^2/E - 0.8188} \quad (3)$$

式中: E 为全年降雨量, mm ; E_i 为各月降雨量, mm ;

(2) 土壤可蚀因子 K

反映土壤抗侵蚀的能力, 与土壤类型有关。如果土壤类型主要为黄壤、紫色土等, 其可蚀性因子一般为 0.02 ~ 0.75。

(3) 坡长坡度因子 LS

LS 为坡长与坡度的函数, 采用的计算式为:

$$LS = (L/22.1)^M \cdot (65\sin^2 S + 4.56\sin S + 0.065) \quad (4)$$

式中: L 为开始发生径流的一点到泥沙开始汇集或径流进入水道点的长度, m ; S 为径流长度的平均坡度, $^\circ$; M 为模数, 当 $\sin S > 0.05$ 时, $M = 0.5$; 当 $0.05 \geq \sin S \geq 0.035$ 时, $M = 0.4$; 当 $0.035 > \sin S \geq 0.01$ 时, $M = 0.3$; 当 $\sin S < 0.01$ 时, $M = 0.2$ 。

(4) 作物管理因子 C

主要反映地表植被覆盖情况对产生土壤侵蚀的影响, 施工时, 由于植被已被破坏, 一般取最大值 1.0, 工程完工采用绿化等植被措施后, 根据植被覆盖率情况一般可取 $C = 0.06 \sim 0.6$ 。

(5) 水土保持措施因子 P

主要反映地表的处理状况, 如压平、压实及其它构筑物对土壤侵蚀的影响。施工场地地表被破坏无防护措施时, $P = 1.0$; 完工后经平整、夯实以及边坡防护工程与植被绿化等措施后, $P = 0.5 \sim 0.8$ 。

$$W_1 = F_1 \times M_1 \times A_1 \times T_1$$

3 工程建设新增水土流失量预测

3.1 预测思路

公路工程建设新增的水土流失包括两部分: 第一, 施工过程中扰动地表引起的水土流失; 第二, 工程建设过程中, 项目区的临时堆土及渣场弃土造成的水土流失。根据公路工程的特点, 上述新增的水土流失量均采用经验公式法进行预测。

3.2 扰动地表的水土流失量预测

公路工程建设新增的水土流失量的预测模型为:

$$W_1 = \sum_{i=1}^n (F_i \times M_i \times A_i \times T_i) \quad (5)$$

式中: W_1 为扰动地表水土流失量, t ; A_i 为各区加速侵蚀面积, km^2 ; M_i 为各区原生侵蚀模数, $t/km^2 \cdot a$; F_i 为各区加速侵蚀系数; T_i 为各区预测时间, a ; i 为分区示; n 为分区总数。

3.3 工程弃堆渣的水土流失量预测

工程弃堆渣的水土流失量预测模式如下:

$$W_2 = \sum_{i=1}^2 (S_i \times a \times T_i) \quad (6)$$

式中: W_2 为弃堆土流失量, t; S_i 为弃土量或临时堆土量, t; a 为流失比; T_i 为堆土时间, a; i 为工程最终弃土和临时堆土。

3.4 参数的确定

上述参数中, F_i 、 a 的确定比较难, 其他的参数根据实际情况很容易确定。 F_i 、 a 可以采用类比法进行确定。选取地形地势条件大致相似, 造成新增水土流失影响因子基本相同的工程作为类比工程, 且类比工程有较为准确的水土流失监测资料, 即类比工程的 F_i 、 a 已知。这样拟建的公路工程的 F_i 、 a 可以参考类比工程的。一般说来, 在西南山区加速侵蚀系数 F_i 在 3~8 间取值, 流失比 a 在 0.08~0.20 间取值。

4 实例的应用

某段山区公路设计线长 82 km, 按山岭重丘二级公路标准修建, 公路跨越两个县域, 即分为 I 区、II 区, 各区施工期为两年。其基本参数见表 1。

表 1 某山区公路基本参数

	长度/km	路基宽度/m	占地面积/km ²	直接影响区面积/km ²	原地貌土壤侵蚀模数/t·km ⁻² ·a ⁻¹	临时堆土量/万t	弃土量/万t
I 区	52	25	1.3	0.52	2 146	57.2	70.6
II 区	30	25	0.75	0.30	2 238	32.8	59.2

扰动地表的水土流失量预测中加速侵蚀系数取 4, 预测时间取 2.0 年; 临时堆土的流失比取 0.15, 时间取 0.4 年; 最终弃土的流失比取 0.10, 时间取 0.6 年。

I 区水土流失量的计算过程如下:

$$W_1 = F_1 \times M_1 \times A_1 \times T_1 = 4 \times 2 146 \times (1.3 + 0.52) \times 2.0 = 2.343 \text{ 万 t}$$

$$W_{21} = S_1 \times a_1 \times T_1 = 57.2 \times 0.15 \times 0.4 = 3.432 \text{ 万 t}$$

$$W_{22} = S_2 \times a_2 \times T_2 = 70.6 \times 0.10 \times 0.6 = 4.236 \text{ 万 t}$$

II 区水土流失量的计算过程同样如上, 计算结果见表 2。

表 2 某山区公路施工期水土流失的预测量/万 t

	扰动原地貌水土流失量	临时堆土流失量	弃土流失量	合计
I 区	2.343	3.432	4.236	10.011
II 区	1.880	1.968	3.552	7.40
合计	4.223	5.400	7.788	17.411

由表 2 可知, 如果不采取水土保持措施, 施工期水土流失总量约为 17.411 万 t。

5 结语

山区公路建设若不进行水土保持, 将产生严重的水土流失, 所以, 在山区修建公路工程, 必须进行水土保持。进行水土保持重要的是在项目开工前编制好水土保持方案, 而编制水土保持方案, 水土流失量的预测是基础和难点。通过比较精确的水土流失量预测, 可以针对性地进行水土保持。上述的预测模式为山区公路工程水土保持提供了理论指导。

参考文献:

- [1] 赵学峰. 公路建设项目水土保持工作存在的问题探讨[J]. 山西公路交通科技, 2005, (5): 55-56.
- [2] 饶晓勇. 山区高等级公路建设与水土保持[J]. 云南现代交通, 2005, 2(1): 21-23.
- [3] 王礼先. 中国水利百科全书·水土保持分册[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004.
- [4] 焦居仁. 开发建设项目水土保持[M]. 北京: 中国法制出版社, 1998.
- [5] 唐克丽. 中国水土保持[M]. 北京: 科学出版社, 2004.