

开发建设项目水土保持方案编制中水土流失的预测

周征

(四川省泸州市水利局, 641000, 四川泸州)

摘要 通过对相关方案的例举、分析, 就开发建设项目水土保持方案编制中使用类比法进行水土流失预测, 阐述笔者的见解和建议。

关键词 水土保持方案; 水土流失预测; 工程类比法

Prediction of soil and water losses on compiling soil and water conservation scheme for development and construction project

Zhou Zheng

(Water Conservancy Bureau of Luzhou City, 641000, Luzhou, Sichuan, China)

Abstract The author proposes some thoughts and suggestions about the prediction of soil and water losses on compiling soil and water conservation scheme for development and construction projects through the similarity method of projects.

Key words soil and water conservation scheme; prediction of soil and water losses; similarity method of project

水土流失的预测是开发建设项目水土保持方案的重点之一, 也是难点之一, 水土流失的预测结果直接影响项目本身的评价和防治体系的布局^[1]。按开发建设项目水土保持方案审查要点要求, 水土流失预测不可以用经验公式法, 建议采用数学模型法(美国通用土壤流失方程(USLE)、南非土壤流失计算模型(SLEMSA)等)、工程类比法(加速侵蚀法等)和实测法(体积估算法、径流场法、流域试验法等)来预测^[2-3]; 但方案编制中, 除受时间、实测条件和费用等限制外, 数学模型法的模型种类很多, 选择困难, 因子取值也不易确定, 而且这些因子多为自然或人为因子, 各个地区存在显著差异, 研究成果不具有普遍性、通用性: 所以大部分的水土保持方案在进行水土流失预测时都采取工程类比法。类比法在应用于工程上时, 有直观、快速的优点, 但相对来说不够严谨, 理论依据不够有力。

笔者在现有水土流失资料的基础上, 通过优化、细分水土流失预测因子, 使类比法得出的水土流失

预测结果更加准确, 为开发建设项目水土保持方案编制服务。

1 水土流失预测模型

通过对泸州地区和跨泸州地区的大部分开发建设项目水土保持方案的研究发现, 通常采用的水土流失预测模型为

$$W_1 = \sum_i^n F_i M_i A_i T_i$$

式中: W_1 为预测的水土流失量, t; F_i 为预测地块面积, km^2 ; M_i 为预测地块的原地貌侵蚀模数, $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$; T_i 为预测时段, 即施工扰动时段, 月或年; A_i 为预测地块在 T_i 内的加速侵蚀系数。可以看出, 影响水土流失量预测的影响因子有 4 项, 分别是预测地块的面积、预测地块的原侵蚀模数、加速侵蚀系数、预测时段。如何科学合理以及有针对性地确定这 4 个因子, 就成了影响预测结果的关键。

收稿日期: 2007-12-12 修回日期: 2008-04-23

作者简介: 周征(1977—), 男, 工程师。主要研究方向: 水土保持管理。E-mail: zhouzhengzidian@sina.com

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.1 预测地块面积的确定

要确定预测地块的面积,首先要明确地块在预测时的分类。通常有2种分类方法,一是按地类,即土地利用现状(如水田、耕地、林地、草地等)进行分类;二是按项目建设分区(如主平硐建设区、净水处理区、风井广场区等)来分类。2种方法可以说各有各的理论基础,各有各的优劣,各有各的适用范围。

1) 按地类进行预测分类。这种分类方法认为土地利用的现状决定了土壤的团粒性、理化性,直接影响着土壤的抗侵蚀能力。

2) 按项目建设分区进行预测分类。这种分类方法的依据是项目建设区的不同决定了施工方法的不同,而施工方法的不同造成了区域开挖程度的不同。加速侵蚀与占地类型无关,只与开挖程度有关。

笔者通过工程现场的踏勘和对不同工程类型进行比较后认为,土壤的理化性质和区域开挖程度对土壤的加速侵蚀都有着密切的联系。对于浅挖工程,土壤的理化性质对加速侵蚀起主导作用,而对于深挖工程,区域开挖程度对加速侵蚀起主导作用。在一些小型工程项目中,按地类进行预测分类比较好,因为此类工程相对来说挖填方不大,由于占地面积小使得地类的统计更加容易和精确。在一些大型工程项目中,挖填方量比较大,开挖程度较深,而占地面积较大和占线过长都对地类的准确统计带来不便,按项目建设分区进行预测分类具有明显优势,可以减少一部分工作量。

1.2 预测地块原侵蚀模数的确定

尽管在地块预测分类上存在不同方法,但预测地块的原侵蚀模数基本上都是由地类确定的。对于地形简单的项目,1种地类取1个侵蚀模数即可;但对于地形复杂的项目,这种笼统的方法显然说服力不够,就需要对地类原侵蚀模数的来源过程进行细化。对于跨水土流失强度区的项目,1种地类原侵蚀模数的确定,要先对不同水土流失强度区的同一地类侵蚀模数进行调查取值,然后按照此种地类在不同水土流失强度分区所占的面积比例计算确定。而对于只在同一水土流失强度区的项目,这种细化过程则由同一地类不同坡度下的侵蚀模数和同一地类不同坡度的组成比例来确定。

1.3 加速侵蚀系数的确定

总体上看,加速侵蚀系数是由所类比工程的加速侵蚀系数确定的。所选类比工程基本上都是同类型的工程,如铁路工程类比铁路工程,煤矿工程类比

煤矿工程;所以,建设区域的划分大致相同,一般按建设区域对应确定加速侵蚀系数。

也有按区域坡度确定加速侵蚀系数的例子,如《新建地方铁路隆昌至叙永线纳溪至叙永段水土保持方案》就是采取的此种方法(表1)。该方案认为工程的永久占地区,特别是高填深挖地段,原地表的坡度直接影响上部填方的稳定性,从而决定着加速侵蚀系数的取值。

表1 工程永久占地区加速侵蚀系数取值范围
Tab.1 Coefficients of accelerated erosion modulus in project area

侵蚀区域	坡度			
	< 5°	5° ~ 15°	15° ~ 25°	> 25°
高填深挖地段	2.0~3.0	2.5~4.0	3.0~4.0	4.0~7.0
其他区域	2.0~2.5	2.5~3.0	3.0~3.5	3.0~7.0

对于一些多年建设的长工期项目,取固定不变的加速侵蚀系数显然不能令人信服。场地平整阶段、基础建设阶段、主体施工阶段等对同一区域的扰动程度有着明显的差别,所以,许多工期较长的项目在预测时每年的加速侵蚀系数是变化的,例如《古叙矿区石屏一矿水土保持方案报告书》对矿区道路占地水土流失的预测(表2)。

表2 道路水土流失量预测计算参数
Tab.2 Parameters for prediction of soil and water losses in road

项 目	面积 hm ²	原地貌 侵蚀模数 $t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$	分年度加速侵蚀系数				
			施工期		运行期		
			第1年	第2年	第3年	第1年	第2年
矿区道路占地	4.11	5 618	3	2.5	1.5	1.5	1

1.4 预测时段

小型工程由于其工期较短,一般将整个工期作为统一预测时段。而对于较大的工程,确定其预测时段不难,难的是时段的划分,不同的时段意味着不同的加速侵蚀系数,而且分部工程的施工时段有长有短,各不相同。准确的划分时段必须要在对工程施工步骤、布局、部位有着深入了解的基础上才能做到。例如《成渝地区环线—川渝界段公路水土保持方案》对预测时段就有比较细致的划分(表3)。

《古叙矿区岔角滩矿井水土保持方案》将预测时段细分到月,并认为场地平整阶段对占地的扰动远大于主体建设阶段,从而选取不同的预测侵蚀模数(表4)。

由于侵蚀模数所表示的是单位面积内1年的水

表 3 宜渝路各施工区水土流失预测时段

Tab. 3 Prediction periods for soil and water losses in construction areas of highway from Yibin to Chongqing

类型区	占地项目名称		预测时间/a	备 注
主体工程施工区	一、施工准备期		0.5	项目区沿线开始征租地, 拆迁 建筑物和各类管线, 安置拆迁户
	项目用地区		0.5	
	二、施工期		4.0	
		附属设施	2.25	建成后占地范围内表层硬化; 第 3 年施工时段按跨雨季 1/4 计
	路基	挖方边坡	2.25	
		填方边坡	2.25	
临时工程占地区	弃渣场		3.5	
	施工便道		3.5	
	施工场地		3.5	第 4 年施工时段按跨雨季 1/2 计
	表土剥离临时堆放场		3.5	
	三、自然恢复期		1.0	
主体工程施工区	路基	挖方边坡	1.0	
		填方边坡	1.0	
	弃渣场		1.0	
	临时工程占地区		1.0	

表 4 主平硐工业广场场地平整期、建设期水土流失量预测表

Tab. 4 Prediction of soil and water losses in preparation and construction periods in industrial park of main haulage tunnel

项目 名称	预测 时段	预测 时间 月	流失 面积 hm ²	侵蚀 模数 t/(km ² ·a)	流失量 t·a ⁻¹
主平硐	场地平整	3	13.19	7 500	989.25
工业广场	主体建设	20	13.19	2 500	329.75
直接 影响区	场地平整 及建设期	23	0.50	2 500	12.50
总计			13.69		1 331.50

土流失量, 在西南地区水力侵蚀是造成水土流失的主要原因, 降水与水土流失量有直接关系。对于工期不是整年的项目, 整年部分的水土流失量的预测可以按照“时间×侵蚀模数”的模式进行。而对余数部分应采取“不足整年部分时段降水量占全年降水量的比例×侵蚀模数”的模式预测, 对于工期不满 1 年的项目也应采用此种方法。例如某项目工期为 39 个月, 2008 年 5 月初动工, 2011 年 7 月底完工, 在预测时对于前 36 个月(即 2008-05—2011-04)按照“3a×侵蚀模数”进行, 而对于余下的 3 个月(2011-05—2011-07)则通过查询降水资料, 查出这 3 个月的平均降水量和年均降水量, 通过“5—7 月平均降水

量÷年均降水量×侵蚀模数”的模式进行计算。

1.5 渣体流失量的预测

按照规范要求, 渣体流失量的预测一般采用流弃比法。可以通过类比工程弃渣流失量的实测数据推算出流弃比的值, 然后根据弃渣体组成成分、粒径构成比例、堆放高度、坡度、渣质密度、堆放压实度、堆放形状、堆放地理位置等因素综合确定采用的流弃比值。对于一次性弃渣的项目, 弃渣的流失量预测采用固定的流弃比。对于每年都会弃渣的项目, 比如煤矿每年产生煤矸石和火电厂每年产生粉尘灰这类项目, 弃渣流失量的预测大致可以分为 2 类: 一种和一次性弃渣项目预测一样, 对弃渣总量采取固定的流弃比进行预测。此方法的理论基础是, 不管何时弃渣, 弃渣稳定的过程和时段是一样的。另一种方法是计算出逐年的堆渣量, 采用分年流弃比(流弃比逐渐趋小)计算出每年的流失量, 进而得到渣体总流失量。它的依据是, 逐渐形成的渣体总体上来说说是渐趋稳定的。

有的设计单位认为采用流弃比法太过笼统、人为因素干扰大、结果准确度低, 所以不愿把弃渣看作一个不稳定体, 而更愿意把弃渣堆放形成的弃渣场看作一个不稳定区域, 此区域的侵蚀强度为剧烈, 侵蚀模数为 25 000~ 85 000 t/(km²·a)。例如《新建地方铁路隆昌至叙永线纳溪至叙永段水土保持方案》中对弃渣流失量的预测(表 5)。

表 5 泸州市纳溪区渣场弃渣流失量预测

Tab. 5 Prediction of soil and water losses in residue lot in Naxi, Luzhou

项 目	建设期				植被恢复期	小计
	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2007—2008 年	
累计占地面积/hm ²	1.13	5.63	10.15	11.30	11.30	11.30
累计流失面积/hm ²	3.96	19.78	35.60	39.56	39.56	39.56
原地貌侵蚀模数/(t·km ⁻² ·a ⁻¹)	1797	1797	1797	1797	1797	
渣场侵蚀模数/(t·km ⁻² ·a ⁻¹)	84000	84000	84000	84000	7500	
流失时间/a	0.25	1	1	0.25	1	3.50
水土流失量/t	831	16615	29904	8307	2967	58625
背景流失量/t	5.1	101.2	182.4	50.8	203.1	542.6
新增水土流失量/t	826	16514	29722	8256	2763	58082

2 工程的类比

工程类比一般采用同一类型的工程,大部分工程采取一个类比工程的监测资料即可满足设计需求,但在掌握的某个类比工程的监测资料不够完善或没有对应类比部分的资料时,也可以采用 2 个或 2 个以上的类比工程数据来满足设计需求,前提是对应部分必须具有可比性。如《成渝地区环线—川渝界段公路水土保持方案报告书》在工程建设期的

预测采取宜渝路和宜水路进行类比(表 6),而在林草恢复期的预测采取宜渝路和隆纳路进行类比(表 7)。笔者对这种方法持肯定的态度,因为在工程建设期间地形地貌、土壤、植被、气候、水土流失现状等因素决定着工程建设对水土流失影响的强弱;在林草恢复期,林草的生长状况反映了固土保水能力,而土壤和气候对林草生长的影响最直接。虽然类比了 2 个不同工程,但对应部分都具有很强的可比性,这点是最重要的。

表 6 宜渝路、宜水路自然条件类比

Tab. 6 Analogy of natural conditions in two highways

类比项目	宜渝路(拟建)	宜水路(在建)
地形地貌	项目区位于四川盆地南部丘陵区,从地形上看属于丘陵与低山过渡带,地貌类型大致分为中低山地貌和丘陵山地地貌 2 类	项目区位于四川盆地南缘,金沙江以北为浅切丘陵区,相对高差 30~ 50m;金沙江以南为低山丘陵区,相对高差 50~ 100m
土壤	公路沿线分布主要是水稻土类、潮土类、紫色土类、黄壤类	沿线土壤为水稻土类、潮土类、紫色土类、黄壤类
植被	盆地丘陵低山植被沱江岷江下游低山丘陵植被小区,一般为次生植被和人工植被,以针叶林、竹类为主	植被,一般为次生植被和人工植被,以针叶林为主
气象特征	温暖潮湿性亚热带气候,特点是冬暖春早,夏季炎热,雨量充沛,平均降雨量 1107~ 1184mm,降雨主要集中在 5—9 月	亚热带湿润季风气候区,具有四季分明、湿度大、降雨充沛、日照时间短、无霜期长、气候温和的特点。年平均降雨量 1027~ 1183mm,主要集中在 5—10 月
水土流失现状	工程沿线以水力侵蚀为主,土壤侵蚀以中度侵蚀为主	工程沿线以水力侵蚀为主,土壤侵蚀以中度侵蚀为主

表 7 宜渝路、隆纳路林草恢复条件类比

Tab. 7 Analogy of forest and grass rehabilitation in two highways

类比项目	宜渝路(拟建)	宜水路(在建)
土壤	公路沿线分布主要是水稻土类、潮土类、紫色土类、黄壤类	沿线土壤为水稻土类、潮土类、紫色土类、黄壤类
气温	平均气温 17.7~ 18.2℃,极端最高气温 40.8℃,极端最低气温- 1.2℃	平均气温 18.3℃,极端最高气温 40.2℃,极端最低气温- 1.2℃
降水	多年平均降雨量 1107~ 1184mm,降雨主要集中于 5—9 月	多年平均降雨量 1182.1mm,夏秋季降雨占总降雨量的 70% 以上
湿度	平均相对湿度 81%~ 83%	平均相对湿度 81%~ 82%
日照	年平均日照时间为 1202.7~ 1359.8h	年平均日照时间为 1201.5h
无霜期	全年无霜期 330d 以上	全年无霜期达 350d 左右

3 建议

对一些中小型开发建设项目和只具有水土保持方案编制乙级资质的设计院来说,采用工程类比法进行水土流失预测是很好的选择;但目前全省开发建设项目的水土保持监测工作可以说刚处于起步阶段,根据笔者在泸州市水利局水土保持办公室多年从事水土保持管理工作的经验,现阶段川南地区的大多数开发建设项目没有开展水土保持监测工作,特别是中小项目,有的设计单位由于手中掌握的监测资料缺乏或者是没有监测资料,导致在使用工程类比法预测时出现工程可比性不强、方案类比方案的情况。

因此,目前要改善这一情况有 2 点是需要做的,一是设计单位人员加强对工程类比法的学习、摸索和总结,并加强经验交流;二是通过行政方式督促开

发建设项目开展水土保持监测工作,将水土保持监测资料纳入水土保持专项验收检查必备资料,省水土保持学会或监测总站以信息的形式定期向社会公布各项目的水土保持监测数据,以便设计单位收集使用。第二点是重中之重,积累基础数据是个繁琐而漫长的过程,只有在将这些数据形成有效的数据库后,才能找到类比性更强的工程模型,在此基础上预测出的水土流失数据才会更加准确。

4 参考文献

[1] 刘震. 水土保持监测技术. 北京: 中国大地出版社, 2004
[2] 赵永军. 开发建设项目水土保持方案编制技术. 北京: 中国大地出版社, 2007
[3] 李智广, 曾大林. 开发建设项目土壤流失量预测方法初探. 中国水土保持, 2001(4): 24-26

(责任编辑: 程 云)

(上接第 89 页)

4 参考文献

[1] 邵志信, 胡孙文, 李云魁, 等. 湖州市治理矿山水土流失的做法. 中国水土保持, 2007(5): 41-42
[2] 张绍珍, 易成全. 汉源县防治新增水土流失的对策. 四川水利, 2007, 11(2): 46-47
[3] 苏芳莉, 郭成久, 张久志. 采矿区水土保持生态修复新技术研究. 水土保持研究, 2007, 14(2): 191-193
[4] 徐淑兰, 薛平, 马维亮. 矿区水土流失特征及治理对策. 生态建设, 2006(5): 55

[5] 李红月. 矿区水土流失特征及生态修复. 水土保持应用技术, 2006(5): 20-22
[6] 水利部水土保持司. SL 2004—1998 开发建设项目水土保持方案技术规范. 北京: 中国水利水电出版社, 1998
[7] 林金虎. 龙岩市矿区水土流失防治对策初探. 福建水土保持, 2003, 15(3): 34-36
[8] 李树彬, 贾天会, 郑国相, 等. 辽宁省矿区水土流失现状及治理方略. 水土保持通报, 2004, 24(4): 76-79
[9] 张兴, 张维宸, 王凌云. 矿区生态环境建设的几点思考. 环境经济, 2007(6): 28-29

(责任编辑: 程 云)