

重庆奉云段高速公路水土流失预测

陈 晏,史东梅,刘益军,史晓梅

(西南大学资源环境学院,重庆 400716)

摘 要:根据高速公路水土流失特点采用时空二维法分施工期、运营初期两个时段对重庆奉云段高速公路水土流失防治责任范围内的扰动地表区、弃渣场、表土临时堆置区、桥涵基础弃渣水土流失量进行预测。预测结果表明:高速公路水土流失总量为 46.28 万 t,新增水土流失量 42.07 万 t,水土流失新增指数为 9.99,其中弃渣场、扰动地表区新增水土流失量分别占水土流失总量的 54.58%、42.07%,弃渣场和扰动地表区是严重水土流失区;施工期水土流失强度为运营初期的 59.32 倍,是严重水土流失时段。对 USLE 在高速公路水土流失预测中参数取值方法也进行了较为系统的分析。

关键词:二维法;水土流失量;预测;高速公路;重庆

中图分类号:S157.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)03-0166-03

Discussion on Prediction of Soil and Water Loss on Chongqing Fengyun Expressway

CHEN Yan, SHI Dong-mei, LIU Yi-jun, SHI Xiao-mei

(College of Resources and Environment, Southwest University, Beibei, Chongqing 400716, China)

Abstract: According to the characteristic of water and soil loss in expressway, the project was classified into four parts including disturbed area, residue pits, surface soil pits and residue pits of bridges in two periods which were construction period and traffic-operating period. Then space-time two-dimensional method was used to forecast water and soil loss in Chongqing Fengyun expressway. The results show that in Chongqing Fengyun expressway water and soil loss may be up to 462.8 thousand ton by prediction and cause a new increase of 420.7 thousand ton that is mean the newly increased index of water and soil loss reach to 9.99. In the residue pits and disturbed area of the expressway the newly increased water and soil loss get to 54.58% and 42.07% of the total amount of water and soil loss respectively. So the residue pits and disturbed area are the most serious water-soil erosion areas. The intensity of water and soil loss in construction period is 59.32 times as it in traffic-operating period, so this time is the most serious water-soil erosion period. The method is systematically analysed to select the indexes in USLE for the prediction of water and soil loss in expressway.

Key words: two-dimensional method; water and soil loss; prediction; expressway; Chongqing

近年来,我国的公路交通发展迅速,特别是高速公路建设规模和速度更为突出,1998 年我国高速公路总里程仅 8 733 km,居世界第六位,2004 年总里程达 3.42 万 km,跃居世界第二^[1]。高速公路建设无疑会促进当地区域经济迅猛发展。但在高速公路建设中由于严重扰动岩土结构,破坏地表植被,同时产生大量弃土弃渣,会造成项目区内严重的水土流失,同时也给高速公路沿线生态环境造成不利影响。由于高速公路建设中各工程区的水土流失分布表现出点多、线长、面广的特征,目前其预测方法和理论还不完善。本文以杭州至兰州国家重点公路重庆奉节至云阳段高速公路(以下简称重庆奉云段高速公路)为例,分别从施工期和运营期两个时段对高速公路水土流失防治责任范围内的不同工程区和地貌单元的水土流失量进行了预测,以期各项水土保持措施的合理布设提供理论依据;文中对 USLE 在高速公路水土流失预测中各个参数取值方法也进行了系统分析。

1 高速公路概况

重庆奉云段高速公路位于重庆市东北部,路线全长长约 71.36 km,桥梁 64 座,涵洞 70 道,隧道 16 座,立交 9 处,弃渣场 27 个,建设占地共 369.68 hm²;全线土石方工程总量为 1 658.12 万 m³,弃方总量 781.73 万 m³。高速公路沿线奉节、云阳属亚热带湿润季风气候,年降雨量 1 114.23 ~ 1 198.7 mm,最大 24 h 暴雨量为 80 ~ 130 mm。沿线属中低山丘陵区,地形起伏较大,相对高差 200 ~ 500 m,主要地貌类型有堆积地貌、构造剥蚀地貌、侵蚀地貌和溶蚀地貌,沿线还分布有滑坡、泥石流等特殊地质条件地段。奉节、云阳属重庆市人民政府公告的水土流失重点监督区和重点治理区,两县水土流失面积共计 5874.47 km²,占幅员总面积的 76.08%,中度流失面积占流失总面积的 42.85%,以水力侵蚀和重力侵蚀为主,主要表现为面蚀、沟蚀、泥石流、滑坡等

* 收稿日期:2006-04-10

基金项目:国家重点公路杭州至兰州线重庆奉节至云阳段高速公路水土保持方案

作者简介:陈 晏(1982-),女,在读硕士,研究方向为土壤侵蚀机理与流域治理;通讯作者:史东梅。

水土流失形式。

2 水土流失预测方法

2.1 预测分区和预测时段

高速公路建设属线性开发建设项目,建设区域不是完整的流域或地域,在空间上具有地域不完整性,且高速公路一般包括了路基、桥梁、隧道、附属设施及弃渣场的建设,其水土流失特点各不相同,不能以完整的自然单元对其进行水土流失预测;高速公路水土流失规律与流域自然侵蚀规律不同,具有突发性和不稳定性,在施工建设的不同阶段水土流失面积、强度、水土流失量及危害将发生明显变化,需针对施工建设不同阶段水土流失进行预测。在此根据高速公路建设的上述特殊性,采用时空二维法进行水土流失预测^[2],在空间维上根据高速公路总体布局及各工程区特点,分为扰动地表区、弃渣场、表土临时堆置区、桥涵基础弃渣进行水土流失预测,在时间维上根据高速公路对地表的扰动强度、植被覆盖及水土保持措施的情况,将公路工程分为施工期和运营初期两个阶段。

2.2 预测方法

根据高速公路水土流失防治责任范围内不同工程区和地貌单元的水土流失特点,采用不同的预测模型和参数取值方法,本段高速公路水土流失预测内容和方法如下。

(1)项目水土流失防治责任范围内扰动地表面积、数量根据主体工程设计及现场调查校核确定,本项目扰动地表区面积以两阶段初步设计文件中永久征地面积、临时征地面积、弃渣场占地、改路改沟面积为基础,并以现场调查核实情况进行调整而确定的。

(2)扰动地表区包括主体工程区、施工便道区、施工生产生活区,其水土流失量预测方法主要有数学模型法、类比工程法、实地测量法等,由于缺乏高速公路水土流失定位监测数据,本项目采用数学模型法,即先利用 USLE 分时期对土壤侵蚀模数进行预测,其方程中各参数取值依据项目区气象资料、土壤普查资料、已有科研成果结合类比工程综合分析进行取值。

(3)项目建设中弃土、弃石、弃渣量根据两阶段初步设计文件中土石方平衡数据并结合现场调查核实情况进行调整确定。由于弃渣场水土流失与扰动地表区水土流失的特点不同,其土体受到强烈扰动,且被人为重新堆置,形成新的坡面,采用流弃比法对其水土流失量进行预测。本项目流弃比根据类比工程实测值并结合已有的科研成果进行确定。

3 水土流失预测结果

3.1 扰动地表区水土流失量预测

3.1.1 不同时段各工程区水土流失面积

通过查阅本项目两阶段初步设计文件、图纸并结合现场调查情况进行调整,分别确定了高速公路施工前、施工期、运营初期三个阶段各分区水土流失面积,各时段水土流失面积如表 1 所示。

在高速公路的施工前和施工期由于各工程区都未采取水土保持措施,水土流失面积基本一致;运营初期由于主体工程区的路面铺装与附属设施修建完成,地面硬化不产生水土流失,可不计入水土流失面积。

3.1.2 地表扰动前后土壤侵蚀模数

地表施工前土壤侵蚀模数即土壤侵蚀模数背景值,根据高速公路沿线不同土地利用类型的土壤侵蚀模数,以高速公路占用的不同土地利用类型的面积进行加权平均计算,得土

壤侵蚀模数背景值 4 335.68 t/(km²·a),而高速公路施工期和运营初期土壤侵蚀模数采用 USLE 方程进行预测。

表 1 高速公路各分区水土流失面积 hm²

序号	分区	施工前 / hm ²	施工期 / hm ²	运营初 期/ hm ²	备注
1	主体工程区	挖方边坡	37.83	37.83	37.83
		填方边坡	28.33	28.33	28.33
		路面	53.1	53.1	0
		桥涵区	28.97	28.97	28.97
		隧道进出口	0.31	0.31	0.31
		交叉区	78.78	78.78	78.78
2	附属设施区	交叉区	78.78	78.78	78.78
		附属设施区	8.90	8.90	0
2	弃渣场	87.20	87.20	87.20	运营初期路面铺装完成, 水土流失停止
3	施工便道	22.50	22.50	22.50	桥基弃渣及河底淤泥、围堰拆除物工程量
4	施工生产生活区	23.76	23.76	23.76	表土堆置于交叉区
	合 计	369.68	369.68	307.68	建筑物修建完成, 地面硬化, 水土流失停止

(1)预测方法及参数取值。根据 USLE 方程,结合实地调查和样品分析,确定方程中各参数因子值。

$$E = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

式中: E ——土壤侵蚀模数, t/(hm²·a), R ——降雨因子, K ——土壤可蚀性因子, LS ——地形因子, C ——作物管理因子, P ——水土保持措施因子, 上式各参数因子由以下方式确定。

降雨因子 R 。按威斯奇迈尔建立的经验公式计算^[3],

$$R = \sum_{i=1}^{12} 1.735 \times 10^{(1.5 \lg P_i^2 / P - 0.8188)}$$

式中: P ——年降雨量, mm, P_i ——月降雨量, mm。

根据项目区当地气象部门多年统计资料,项目区测站逐月份多年平均降雨量和年 R 值见表 2。

表 2 项目区测站各月份多年平均降雨量和年 R 值

月份	各月份多年平均降雨量/mm												年 R 值
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
云阳	18.1	18.8	46.0	106.2	175.5	183.2	153.4	120.5	119.1	111.2	57.8	25.9	147.99
奉节	17.9	18.6	45.6	105.6	174.7	182.4	152.8	119.9	118.5	110.8	57.4	25.7	146.93
平均	18.0	18.7	45.8	105.9	175.1	182.8	153.1	120.2	118.8	111.0	57.6	25.8	147.46

土壤可蚀性因子 K 。土壤可蚀性因子 K 反映了土壤抵抗侵蚀的能力,其值大小与土壤类型密切相关。对于高速公路施工前土壤可蚀性因子 K 值,根据吕喜玺、沈荣明对土壤可蚀性因子 K 值的研究成果^[4],依据项目区紫色土、黄壤的面积比例进行加权计算得扰动地表区施工前的土壤可蚀性 K 值为 0.33。施工期由于开挖作用表层土壤受到强烈扰动,土壤粉砂和细砂含量及有机质含量均明显降低,其抗侵蚀能力下降。经实地调查,正在施工的重庆万开段高速公路与重庆奉云段高速公路的地貌、土壤类型、气候条件相似,可作为类比工程,通过对两段高速公路沿线土壤样品试验测定和类比分析可得施工期土壤可蚀性 K 值为 0.40。运营初期土壤抗侵蚀能力逐渐恢复,综合分析两段高速公路施工前后土壤理化性质变化特点,其可蚀性 K 值取 0.34。地形因子 LS 。 LS 为坡长坡度的函数,按下式计算^[5]:

$$L = (/ 22.13)^m$$
$$S = \begin{cases} 10.8 \sin + 0.03 & \tan < 0.09 \\ 16.8 \sin - 0.50 & \tan = 0.09 \\ 3 \sin^{0.3} + 0.56 & 4 \end{cases}$$

式中: ——坡长, m, ——坡度, °, $m = F / (1 + F)$, $F = (\sin / 0.0896) / (3 \sin^{0.8} + 0.56)$ 。

L 、 S 的取值根据工程建设两阶段项目初步设计,在高速公路平面总体设计图上,通过等高线量测得高差 H 、坡度 及

坡长。在施工期, LS 值由于施工过程会发生一定程度变化, 根据高速公路初步设计, 边坡比率平均值取 1.5, 即坡度为 33.7° , 其高差 H 平均值取 6 m, 坡长为 10.81 m, 通过上式可求得 LS 值为 5.28。在运营初期由于路面及相应防护工程都完成, 水土流失主要发生在未防护和防护工程尚未达到最佳防护效果的边坡部分, 且路基边坡水土流失面积估计占路基边坡总面积的 20%, 据此坡长调整为 2.16 m, 坡度仍取 33.7° , 通过上式可求得运营初期 LS 值为 0.58。

作物管理因子 C 。主要反映地表植被覆盖情况对土壤侵蚀的影响。施工期由于施工场地的植被已被破坏, C 值一般取最大值 1.0; 运营初期由于植被逐步恢复, C 值一般取 0.2~0.4, 根据项目区植被覆盖率和土地利用类型的变化, 本项目运营初期的 C 值取 0.25。

水土保持措施因子 P 。要反映水土保持措施对土壤侵蚀的影响。施工期地表受到破坏后, 无任何防护措施, 此时 P 值取 0.9; 运营初期由于布设了合理的水土保持措施, P 值范围为 0.5~0.8, 结合类比工程实地调查, 本项目运营初期 P 值取 0.65。

(2) 土壤侵蚀模数预测。根据上述方法确定的各参数值, 应用通用土壤流失方程可得本项目施工期和运营初期土壤侵蚀模数。

表 3 施工期和运营初期土壤侵蚀模数

预测时段	R	K	LS	P	C	土壤侵蚀模数/($t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$)
施工期	147.46	0.40	5.28	0.9	1	28029.20
运营初期	147.46	0.34	0.58	0.25	0.65	472.54

由表可见, 施工期土壤侵蚀模数为 28 029.20 $t/(km^2 \cdot a)$, 是施工前土壤侵蚀模数的 6.46 倍; 运营初期土壤侵蚀模数为 472.54 $t/(km^2 \cdot a)$, 仅为施工期土壤侵蚀模数的 1.69%。

3.1.3 扰动地表区水土流失量

扰动地表流失量采用下式进行计算:

$$W_1 = \sum_1^n (F_i \times M_i \times T_i)$$

式中: W_1 ——施工扰动区水土流失量, t ; F_i ——扰动地表面积, km^2 ; M_i ——土壤侵蚀模数, $t/(km^2 \cdot a)$; T_i ——预测时段, a 。

经计算施工期扰动地表区可能造成水土流失量 20.94 万 t , 新增水土流失量达 17.70 万 t , 其中主体工程区、施工便道区、施工生产生活区新增水土流失量分别占新增流失总量的 75.25%、12.03%、12.72%。运营初期年水土流失量仅 0.10 万 t , 仅为施工期水土流失量的 0.5%。

3.2 弃渣场水土流失量预测

3.2.1 弃渣场年流弃比 a 预测

弃渣场水土流失量采用类比工程流弃比法进行预测, 弃土弃渣流弃比与弃渣组成、弃渣场位置、堆置高度、堆置坡度、上游来水量有密切关系。四川省省道 106 线公路洪雅至仁寿段改建项目^[6]位于四川盆地中西部, 境内大部分地区皆为低山丘陵, 属于亚热带季风湿润气候, 年平均降雨量约 1 100 mm, 土壤侵蚀模数 4 454.4 $t/(km^2 \cdot a)$, 与本工程条件相似, 可作为类比工程。施工期弃渣场年流弃比取类比工程实测值; 运营初期由于弃渣场植被恢复和表土回填复垦, 水土保持措施发挥作用, 其水土流失大大减少; 结合实地调查及类比工程综合分析, 本项目 27 个弃渣场在施工期和运营初期年流弃比 a 取值如表 4 所示。

由表可见, 堆置于支沟凹地的弃渣场共计 14 个, 支沟凹地易于水流汇集, 水流形成的冲刷力较强, 其年流弃比取最大值 2%; 沟谷弃渣场共 8 个, 年流弃比取 1.5%; 凹地弃渣

场共 5 个, 年流弃比最小取 1%。

表 4 高速公路弃渣场年流弃比

序号	弃渣场编号	地形	年流失比/%	
			施工期	运营初期
1	$T_1, T_{10}, T_{12}, T_{23}, T_{25}$	凹地	1	0.1
2	$T_2, T_3, T_6, T_7, T_{11}, T_{17}, T_{18}, T_{24}$	沟谷	1.5	0.2
3	$T_4, T_5, T_8, T_9, T_{13}, T_{14}, T_{15}, T_{16}, T_{19}, T_{20}, T_{21}, T_{22}, T_{26}, T_{27}$	支沟凹地	2	0.3

3.2.2 弃渣场水土流失量

重庆奉云高速公路产生废弃土石方弃渣量合计 781.73 万 m^3 , 弃渣呈松散堆积状, 岩土结构受到严重扰动, 抗蚀抗冲能力急剧降低; 如不采取合理防护措施, 遇降雨将发生严重水土流失, 直接影响弃渣场植被恢复和复垦, 弃渣场水土流失量可根据下式进行计算:

$$W_2 = \sum_1^n (S_i \times a_i \times T_i)$$

式中: W_2 ——弃渣场流失量, t ; S_i ——弃渣量, t ; a_i ——年流弃比; T_i ——预测时段, a 。

本项目弃渣多为土石混合弃渣, 经测定其容重值为 1.8 t/m^3 。经计算, 弃渣场在不采取任何水土保持措施的情况下, 施工期水土流失量为 23.34 万 t , 新增加水土流失量 22.96 万 t ; 运营初期由于采取水土保持措施, 水土流失量减少了 85%。

3.3 表土临时堆置区水土流失量预测

建设本项目表土剥离量为 47.94 万 m^3 , 表土剥离后需设置表土临时堆置区; 表土临时堆置区水土流失规律与弃渣场类似, 可根据平地弃渣场确定其年流弃比 a 。施工期在不采取措施情况下 a 取 1%, 堆置时间取 3 年; 采用塑料薄膜覆盖后, 表土年流弃比可降低到 0.2% 以下, a 取 0.2%。运营初期所有表土全部利用, 不另计流失量。经实测表土容重为 1.3 t/m^3 , 施工期表土临时堆置区水土流失量为 0.62 万 t ; 在采取水土保持措施后, 水土流失量比无措施情况下减少 0.5 万 t 。

3.4 桥涵基础弃渣水土流失量预测

本项目跨河桥梁 15 座, 旱桥 49 座, 大桥清淤、钻渣共计 9 571.4 m^3 。由于桥梁施工产生的泥浆流动性大, 加之处于水体之上或紧临水体, 泥浆极易流入水体, 如不采取措施, 其流失比例可达 80%~100%; 采取措施后, 其流失比例减少至 10% 以下。综合以上分析, 施工期在未采取任何措施时流弃比取值 80%, 采取水保措施后流弃比为 10%; 桥涵弃渣容重取 1.8 t/m^3 , 经计算施工期桥涵施工区产生的水土流失量为 1.38 万 t , 采取水保措施后水土流失量减少至 0.17 万 t 。

3.5 高速公路水土流失总量

本段高速公路水土流失总量为同一时期不同水土流失单元的流失量之和, 在不同阶段各分区水土流失量见表 5 所示。

表 5 高速公路水土流失总量 万 t

各分区水土流失量	扰动地表区	弃渣场	表土临时堆置区	桥涵基础弃渣	水土流失总量
施工前水土流失量	3.24	0.38	0.52	0.07	4.21
施工期水土流失量	20.94	23.34	0.62	1.38	46.28
施工期新增水土流失量	17.70	22.96	0.10	1.31	42.07
运营初期水土流失量	0.10	3.50	0.12	0.17	3.89
运营初期减少水土流失量	20.84	19.84	0.50	1.21	42.39

施工期在不采取任何措施情况下水土流失总量为 46.28 万 t ; 运营初期在采取措施的情况下水土流失总量为 3.89 万 t ; 在运营初期采取措施后水土流失总量减少了 91.59%。

(下转第 172 页)

7 结 论

(1) 通过基本农田整理,使项目区平均田块面积、耕地景观面积比例都较整理前有所增加,大大提高了土地利用效率;同时田块的数量、密度也较整理前有大幅度的减少,田块形状也趋于规则,从而在提高项目区机械化耕作水平、提高耕地质量的同时减小了项目区景观破碎化程度,将有利于提高项目区景观整体水平和生态稳定性。

(2) 项目区经基本农田整理,农业生产的交通条件大大改善,在道路密度、占项目区景观面积比例均减小的情况下,道路的网络连通性由整理前 0.21 提高为整理后的 0.74,在提高项目区土地利用率的的同时改善了项目区内道路的运输能力,有利于提高项目区劳动生产效率、农业机械化水平,方便田间管理,同时还有利于各田块间物质、能量及各种动物的流动,提高了景观的连通性和连接度。

参考文献:

- [1] 高向军. 土地整理理论与实践[M]. 北京:地质出版社,2003.6-7.
- [2] 国土资源部土地整理中心. 土地整理工程设计[M]. 北京:中国人事出版社,2005.1-5.
- [3] 杨晓艳,闫东浩,程锋. 耕地整理的景观效应分析[J]. 自然资源学报,2005,(7):572-581.
- [4] 邬建国. 景观生态学-格局、过程、尺度与等级[M]. 北京:高等教育出版社,2000.100-101.
- [5] Forman RT, Godron M. Landscape ecology[M]. New York: John Wiley & Sons,1986.
- [6] 傅伯杰,等. 景观生态学原理及应用[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [7] 张慧,付梅臣. 土地整理项目中的景观生态规划设计[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2005,36(2):270-274.
- [8] 宫松,赖发英,冯敏玉. 土地整理景观化设计研究[J]. 江西农业大学学报(社会科学版),2005,(9):69-71.
- [9] 杨晓艳,朱德举,鄢文聚,等. 土地开发整理对区域景观格局的影响[J]. 农业工程学报,2005,(9):67-71.
- [10] 赵羿,李月辉. 实用景观生态学[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [11] 鲁迪,杨剑,魏雅丽,等. 土地整理中的景观生态规划与设计[J]. 甘肃农业,2005,(6):26-27.

(上接第 168 页)

4 结论及讨论

(1) 本段高速公路水土流失总量为 46.28 万 t,新增水土流失量 42.07 万 t,水土流失新增指数达 9.99,其中弃渣场新增水土流失量 22.96 万 t,占总量 54.58%,扰动地表区新增水土流失量 17.70 万 t,占总量 42.07%。可见弃渣场和扰动地表区是严重水土流失单元。施工期水土流失预测总量为 46.28 万 t,其水土流失强度为运营初期的 59.32 倍,较施工前新增水土流失量 42.07 万 t,是严重水土流失时段。

(2) 由于高速公路属线性开发建设项目,点多、线长、面广,采用 USLE 方程预测土壤侵蚀模数,土壤可蚀性 K 值受土壤质地、土壤结构、土壤渗透性等众多因素影响,参数取值存在诸多不确定性; LS 值在施工期,由于人为开挖、填筑,小地形会不断改变,其值在一定范围内变化;施工期和运行期

参考文献:

- [1] 王新增. 高速公路养护设备的现状与发展方向[J]. 中国公路,2005,(4):66-74.
- [2] 胡玉平,王慧觉,李思悦,等. 高速公路建设项目水土流失预测方法研究[J]. 水土保持科技情报,2003,(4):9-11.
- [3] 黄炎和,朱鹤健,郑贤达. 闽南地区的土壤侵蚀与治理[M]. 北京:中国农业出版社,2002.
- [4] 吕喜玺,沈荣民. 土壤可蚀性因子 K 值的初步研究[J]. 水土保持学报,1992,6(1):63-70.
- [5] Lan D Moore John P Wilson. 坡长、坡度因素的简单计算方法[J]. 水土保持科技情报,1995,(2):30-33.
- [6] 周天佑,卿太明. 四川省开发建设项目水土流失预测方法[J]. 四川水利,2004,(3):57-59.

(3) 项目区农田水利设施的完善,排水沟道的系统规划,形成了旱能灌、涝能排的水循环模式,项目区排水沟的连通性由整理前的 0.13 提高为整理后的 0.44,大幅度增强了农田生态系统的抗灾能力,为农业的高产稳产创造了良好的生产环境。

(4) 基本农田整理后,项目区增加了农田防护林景观,不仅增加了项目区景观多样性,同时还有利于提高农田对自然灾害的抗逆性,稳定和增强了农田生态系统的整体生态功能。

综上所述,通过基本农田整理可以真正形成“田成方、林成网、沟相通、路相连、设施齐全、旱能浇、涝能排”的农田生态系统。有路必有林、有沟必有树、路、沟、林三网合一的景观效果不仅有利于改善农田生态系统中能量和物质循环条件,提高农田生产效率,而且有利于提高农田景观的协调性,增加农田景观美学价值和生物多样性。

P 值的变化特征也有待较长期的定位监测确定。基于此,USLE 预测结果与实际水土流失量有一定偏差。

(3) 采用类比工程流弃比法预测弃渣场水土流失量有较高实际应用价值,但存在着建设工程与类比工程相似性比较问题,由于相似性的比较涉及气候、地质地貌、土壤、主体工程工艺等诸多方面,其对水土流失影响的尺度、作用形式有很大差异;对相似性程度的判定目前仍然停留在定性判定阶段。这些问题都限制了该方法的推广和应用。

(4) 由于高速公路在项目区形成线性分割带,改变当地地表径流运动,同时也干扰地下水运动,对当地水循环和水资源利用产生一定影响,且其影响的范围可能不仅仅限于水土流失防治责任范围,应将该类问题也作为高速公路水土流失预测内容。