

重庆市典型岩溶区县农业可持续发展评价

任伟¹, 谢世友^{1,2}

(1. 西南大学 地理科学学院, 重庆 400715; 2. 西南大学 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715)

摘要: 对农业发展现状的识别和判定, 是实现农业可持续发展的前提和基础。根据岩溶山区特点, 以重庆市 14 个典型岩溶区县为评价对象, 探索了适合岩溶山区的农业可持续发展评价体系, 并借助因子分析方法建立了计量模型, 初步确定了各区县的农业可持续发展程度。研究对比发现, 各区县农业可持续发展程度差异较大, 是地区经济总体发展水平、人口压力与土地资源丰度、生态环境基数、石漠化现状等共同作用的结果。为推进重庆各岩溶地区农业的可持续发展, 建议改变不合理的土地利用方式, 实行农业多样化和产业化经营, 促进资源的有效利用, 减少农业污染, 合理规划并确立适宜的农业可持续发展模式。

关键词: 农业可持续发展; 指标体系; 因子分析; 重庆市典型岩溶区县

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)03-0014-06

中图分类号: F062.2

Assessment of Agricultural Sustainable Development of Typical Karst Counties in Chongqing Municipality

REN Wei¹, XIE Shi-you^{1,2}

(1. School of Geographical Science, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Key Laboratory of the Three-Gorge Reservoir Region's Eco-environment of the Ministry of Education, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: The recognition of present agricultural status is helpful to realize the sustainable development of agriculture. The appropriate assessment system of agricultural sustainable development of 14 karst counties in Chongqing Municipality is studied based on the characteristics of the karst eco-environment. By factor analysis method, a mathematic model evaluating the quantitative level of agricultural sustainable development is established. Regional economic level, population stress, abundance of land resources, agricultural production pattern, and karst rocky desertification are found to be the key factors. Agricultural structure should be adjusted, pattern of agricultural industries should be optimized, soil and water pollution should be controlled, and scientific agricultural development plans should be set down.

Keywords: agricultural sustainable development; indicator system; factor analysis; typical karst county in Chongqing Municipality

重庆市总岩溶面积为 $3.27 \times 10^4 \text{ km}^2$, 是我国西南岩溶重要的分布区, 其中岩溶面积比例占 30% 以上的区具有 14 个, 占重庆市总岩溶面积的 85.1%。岩溶山区生态环境是一个脆弱的有着较小生态阈值的支持系统^[1-2], 敏感性高, 不稳定性明显, 生物生产力波动大, 遭破坏后难以恢复。

与一般地区相比, 岩溶区农业发展除了受要素投入、土地利用和经营方式影响外, 还更多地受自然环境所决定。另一方面, 岩溶自然环境也极易受不合理

农业活动影响而造成石漠化加剧, 土壤及地下水污染, 土地生产力严重下降, 进而引起社会经济和生态的双重贫困。因此, 这些地区经济社会发展与生态环境的低承载力矛盾, 粗放的农业经营方式与资源短缺的矛盾非常突出。

本文在相关研究基础上, 通过对重庆典型岩溶区县农业发展可持续性的综合评价, 定量判别了各相关因子的影响作用, 为进一步促进农业经济增长方式转变和生态环境改善提供客观依据。

收稿日期: 2008-10-27

修回日期: 2008-12-08

资助项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BA C01A 16)

作者简介: 任伟(1985-), 男(汉族), 四川省什邡市人, 硕士生, 主要从事喀斯特山地生态恢复与应用地理学方面的研究。E-mail: renyw@swu.edu.cn。

通信作者: 谢世友(1960-), 男(汉族), 江苏省徐州市人, 博士, 教授, 主要从事地貌与第四纪地质、水土保持与区域可持续发展方面的研究。E-mail: xiesy@swu.edu.cn。

1 农业发展现状

区域农业可持续发展是在不超越资源和环境承载力的前提下,促进农村经济发展的同时提高生活质量并恢复和保护生态环境^[3-4]。其实质强调以土地资源为基础,要求以环境友好的方式利用开发自然资源和环境容量,取得农业社会、农业经济和农业生态的高度协调性和持续性发展,要求农业活动在有限的农业资源条件下尽量做到科学合理高效,同时尽可能利用内部资源获取物质,将对自然环境的有害影响减少到最低程度。重庆14个典型岩溶区县分布在渝东南、渝东北山区及渝西丘陵和槽谷区。2005年末总人口为919万,其中农业人口为775万。第一产业比重为26.48%,种植业在农业产值中占主导地位,土地垦殖率为11.67%,难利用地比例大。近年来,这些地区社会经济发展的同时农业生态资源环境基础日益弱化。目前该区总石漠化面积比例达19.51%,土壤侵蚀面积比例达29.70%,土地生产力较低,耕地以中低产田为主,粮食平均产量不到4500 kg/hm²,农民年人均纯收入2326元,大大低于全重庆市水平的2809元,农民增收困难,退化生态系统恢复与重建工作任务艰巨。

2 指标选取与研究方法

2.1 指标选取

岩溶山区农业可持续发展评价必须兼顾社会、经济和生态三个方面。我们选取以下三类指标。(1) 一是社会经济总体发展指标。包括单位面积农业总产值、农民年人均纯收入、农业产业结构(林、牧、渔及农林牧渔服务业占农业总产值比例)、粮食单产、单位面积公路里程数,主要反映农业土地开发的社会经济效益和农村基础设施建设情况。(2) 土地利用状况指标。包括农业人口密度、人均耕地面积、人均用电量、耕地灌溉率、坡度大于25°坡耕地比例、单位面积耕地化肥施用量、单位面积耕地农药施用量,代表了人口承载力、能源、水及农业投入状况,由于资料限制,在此暂时忽略了农业机械化状况和塑料薄膜使用状况指标。(3) 生态现状指标。石漠化作为岩溶山地典型和特有的生态危机现象,是目前农业可持续发展最重要的限制因素之一,因此石漠化面积比例可用于表征目前农业土地经营下的环境容量及可持续发展潜力。此外,农业可持续发展还应包括农业产品的再循环再利用指标,如秸秆还田率、农产品加工废弃物资源化利用率等,因缺乏统计资料这里也暂时未选取,评价指标体系如表1所示。

表1 典型岩溶区县农业可持续发展评价指标体系

指标类型	表征目的	表征方向
单位面积农业总产值 $x_1 / (10^4 \text{元} \cdot \text{km}^{-2})$	农业发展效率	正向指标
农民年人均纯收入 $x_2 / \text{元}$	农业发展效率	正向指标
农业产业结构 $x_3 / \%$	农业多样化经营特征	正向指标
粮食单产 $x_4 / (\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2})$	耕地质量优度	正向指标
单位面积公路里程数 $x_5 / (\text{km} \cdot \text{km}^{-2})$	基础设施建设程度	正向指标
农业人口密度 $x_6 / (\text{人} \cdot \text{km}^{-2})$	农业劳动力投入	负向指标
人均耕地面积 $x_7 / (\text{hm}^2 / \text{人})$	土地资源丰度	正向指标
人均用电量 $x_8 / (\text{kWh} / \text{人})$	能源投入强度	正向指标
耕地灌溉率 $x_9 / \%$	水资源有效利用程度	正向指标
单位面积耕地化肥施用量 $x_{10} / (\text{t} \cdot \text{hm}^{-2})$	化肥施用强度	负向指标
单位面积耕地农药施用量 $x_{11} / (\text{t} \cdot \text{hm}^{-2})$	农药施用强度	负向指标
坡度 > 25° 坡耕地比例 $x_{12} / \%$	水土流失重要基数	负向指标
石漠化面积比例 $x_{13} / \%$	生态环境不良反馈现状	负向指标

2.2 研究方法

因子分析法与专家调查法、层次分析法同为应用广泛的多元评价及排序方法,因子分析法在综合变量的同时能够保证最少的信息损失,反映并简化原始变量数据间的结构及内在联系,更能避免指标权重确定上的主观性^[5-7]。本文数据来源于《重庆市2006年统

计年鉴》及重庆市各区县相关统计资料,分析过程在SPSS12.0统计分析软件环境下进行,步骤为:(1) 将数据标准化以克服量纲的不同;(2) 根据特征根的累计方差贡献率(通常 > 85%) 确定提取公共因子数;(3) 为使指标在各因子上的载荷系数有明显差别且易于实际意义上的解释,将初始因子载荷矩阵选用适

当方法进行旋转; (4) 建立综合评价模型, 计算评价对象在各公共因子上的得分及其综合得分, 作为进一步分析的基础。

为消除正、负向指标差异, 采用极值法先对数据归一化。

对于正向指标: $Y(X_i) = X_i / X_{im}$

对于负向指标: $Y(X_i) = (X_{im} - X_i) / (X_{im} - X_{in})$

式中: $Y(X_i)$ ——某指标的归一化值; X_i ——该指标实际值; X_{im} ——该项指标中的最大值; X_{in} ——该项指标中的最小值, 归一化后的数值越大表明该项指标

的实际值越接近最先进程度。利用 SPSS 软件因子分析模块对归一化后的各指标数据进行分析, 结果如表 2 所示。

由于前 4 个因子累计方差贡献率已接近 87%, 即反映了约 87% 的大部分总信息, 因此选择前 4 个因子作为评价体系的公共因子。由于初始公因子载荷矩阵中各指标载荷差异不明显, 不能显著反映彼此间的数据结构和联系, 采用平均正交旋转法将初始载荷矩阵进行旋转, 结果如表 3 所示。

表 2 各因子特征值及累计方差贡献率

因子	初始方差解释			旋转后的方差解释		
	特征根	方差贡献率/%	累计方差贡献率/%	特征根	方差贡献率/%	累计方差贡献率/%
1	6.258	48.139	48.139	4.327	33.288	33.288
2	2.492	19.169	67.307	3.047	23.439	56.727
3	1.584	12.188	79.495	1.955	15.040	71.767
4	0.947	7.283	86.779	1.952	15.012	86.779

注: 提取方法为主成分分析法; 旋转方法为平均正交旋转法(Equimax)。

表 3 旋转后的因子载荷矩阵

指标	F_1	F_2	F_3	F_4
单位面积农业总产值	0.856	0.472	-0.072	-0.117
农民纯收入	0.970	0.214	0.013	0.052
农业产业结构	-0.125	0.035	0.090	0.885
粮食单产	0.272	0.637	-0.031	-0.485
单位面积公路里程	-0.043	0.932	-0.086	0.043
农业人口密度	-0.617	-0.731	0.104	0.121
人均耕地面积	-0.404	-0.778	0.030	0.236
人均用电量	0.831	0.279	-0.124	-0.154
耕地灌溉率	0.574	0.137	-0.675	-0.069
单位面积耕地化肥施用量	-0.838	-0.257	0.289	-0.017
单位面积耕地农药施用量	-0.142	-0.402	0.684	0.534
坡度 25° 以上坡耕地比例	0.141	0.127	0.926	0.077
石漠化面积比例	0.506	-0.151	0.206	0.725

(1) 因子 1 在单位面积农业总产值、农民纯收入、人均用电量、单位面积耕地化肥施用量上有较高载荷(绝对值代表高低, 正负代表方向)。由于负指标原始值越小归一化后的值越大越接近最先进程度。载荷矩阵反映的是归一化后的数据关系, 所以耕地施肥量虽然载荷为负, 但实际意义数值上与其它 3 项指标成明显的正相关, 该类指标主要反映了农业经济总体发展水平, 其贡献率最大为 33.288%。

(2) 因子 2 在单位面积公路里程、农业人口密

度、人均耕地面积、粮食单产上载荷较高, 可主要作为人口状况及土地资源丰度方面的表征因子, 其贡献率为 23.439%。

(3) 因子 3 主要在坡度 25° 以上坡耕地比例、耕地灌溉率、单位面积耕地农药施用量上载荷较高, 岩溶山区由于特殊的石灰岩表层土壤层次及理化性质, 不合理的土地耕作模式特别是 25° 以上斜坡耕作是造成严重水土流失进而产生石漠化的最主要原因^[8]。该指标实际数值越大, 发生和加重石漠化趋势越明

显。另外农药施用量代表着对环境的污染强度,耕地灌溉率表征水资源利用程度,可作为生态环境基数方面的解释因子,贡献率为 15.040%

(4) 因子 4 在农业产业结构和石漠化面积比例上具有较高的载荷,农业产业结构实际值越大即种植业比例越小,土地多样性经营越明显,而该因子上石漠化面积比例载荷也较高,表明种植业比例与石漠化发生具有明显数值上的正相关,种植业发展状况影响着石漠化的发生和加剧,该因子贡献率为 15.012%。

表 4 为因子得分系数矩阵,由此可得到各因子的表达式,但由于此表为 SPSS 软件对数据标准化后的因子得分系数表达,必须乘以因子特征值的平方根后才能得到对原始指标变量(归一化值)的关系,因子得

分可用下列公式计算:

$$F_1 = (0.193x_1 + 0.289x_2 - 0.129x_3 - 0.017x_4 - 0.257x_5 - 0.041x_6 + 0.029x_7 + 0.23x_8 + 0.114x_9 - 0.206x_{10} + 0.062x_{11} + 0.098x_{12} + 0.168x_{13}) \times \sqrt{4.327}$$

$$\text{同样, } F_2 = f_2 \times \sqrt{3.047}, F_3 = f_3 \times \sqrt{1.955}, F_4 = f_4 \times \sqrt{1.952}$$

由此,农业可持续发展的计量模型为 $F = (F_1\lambda_1 + F_2\lambda_2 + F_3\lambda_3 + F_4\lambda_4) / (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4)$ 。 λ 为各因子的方差贡献率,综合得分越高代表农业可持续发展程度越高。将计算出的各区县综合得分排序并进行聚类分析分为 4 级,结果如表 5 所示。

表 4 各指标在因子上的得分系数矩阵

指 标	F_1	F_2	F_3	F_4
单位面积农业总产值	0.193	0.027	0.060	-0.04
农民纯收入	0.289	-0.108	0.085	-0.011
农业产业结构	-0.129	0.248	-0.165	0.614
粮食单产	-0.017	0.180	0.118	-0.213
单位面积公路里程	-0.257	0.542	-0.073	0.264
农业人口密度	-0.041	-0.230	-0.017	-0.046
人均耕地面积	0.029	-0.283	-0.071	0.021
人家人均用电量	0.230	-0.083	0.034	-0.094
耕地灌溉率	0.114	-0.077	-0.362	0.089
单位面积耕地化肥施用量	-0.206	0.058	0.112	-0.059
单位面积耕地农药施用量	0.062	-0.073	0.298	0.133
坡耕地比例	0.098	0.049	0.585	-0.151
石漠化面积比例	0.168	-0.048	0.008	0.373

表 5 重庆典型岩溶区县农业可持续发展程度综合评价结果

区 县	F_1	F_2	F_3	F_4	F	排序	级别
北碚区	1.424	0.768	0.704	0.764	1.008	1	I
万盛区	1.154	0.096	0.727	0.858	0.743	2	II
开 县	0.174	1.073	0.800	1.145	0.693	3	II
南川区	1.023	0.021	0.438	0.977	0.643	4	II
丰都县	0.333	0.391	0.534	1.294	0.550	5	III
武隆县	0.558	-0.153	0.849	1.036	0.499	6	III
巫山县	0.240	0.217	0.742	1.129	0.474	7	III
奉节县	0.010	0.557	0.783	0.977	0.459	8	III
巫溪县	0.075	0.270	0.634	1.158	0.412	9	III
城口县	0.234	-0.198	0.986	1.073	0.393	10	III
黔江县	0.165	0.303	0.520	0.796	0.373	11	III
彭水县	0.254	-0.009	0.688	0.884	0.367	12	III
酉阳县	0.025	-0.147	0.367	0.841	0.179	13	IV
秀山县	0.049	0.361	-0.429	0.651	0.155	14	IV

3 综合评价结果分析

表 5 表明重庆岩溶区县农业可持续发展程度差异很大。北碚区综合得分最高,为 1.008,属于可持续发展程度较好地区;万盛、开县、南川综合得分介于 0.75 和 0.6 之间,属于农业可持续发展程度稍好地区;丰都、武隆、巫山、奉节、巫溪、城口、黔江、彭水 8 个县综合评价后属于农业可持续发展程度差的地区;酉阳和秀山两县综合得分明显低于其它区县,不到 0.18,在所有岩溶区县中农业可持续发展程度最差。这与各区县经济总体发展格局大体一致,往往一个地区如果经济越发达,农业要素有效投入越多,对农业资源的有效利用程度越高,综合得分越高,如果不重视提高土地多样化、集约化经营和采用合理的生产方式,也不重视减少对环境的污染,则影响其在农业可持续发展其它方面的得分;同样,如果一个地区虽然经济发展水平不高,但在其它方面较好地符合农业可持续发展的要求,各负向指标实际值很低,则综合得分也较高。

如开县总体经济水平一般,但其它方面表现较好,在所有 14 个岩溶区县中排第 3,领先于经济更发达的南川。另外,从空间分布格局特征来看,第 4 名以后的区县都位于渝东北和渝东南,这些地区地理位置偏僻、自然环境相对恶劣,经济发展相对落后,较位于渝西丘陵和槽谷区的北碚、万盛和南川,在岩溶地形地貌、地质水文条件以及社会经济发展环境上农业发展受到的限制更大,也较符合实际。

从评价体系 4 个公共因子的角度来看,因子 1 占的权重最大,北碚、万盛、南川总体农业经济总体效益及发展水平较高,得分靠前。因子 2 主要表达了人口压力、可利用耕地丰度的信息。开县在这方面表现最好,对第 3 的排名有重要贡献。而武隆、彭水和酉阳属于渝东南典型的亚热带岩溶地区,峰丛峰林、岩溶洼地、溶丘、落水洞等普遍。城口属于渝东北大巴山中山区,宜耕地面积小,而这些区县人口相对密度大,在该因子上得分都为负。因子 3 表达了生态基数方面的信息,秀山在 25° 以上坡耕地比例和单位面积耕地农药施用量两项负指标的实际值在所有区县中都处于第一位,水土流失及农业污染严重,直接导致了在该因子得分上最低;因子 4 反映了种植业在农业中的比例及石漠化方面的信息,农业产业结构是各区县惟一差别不悬殊的指标。彭水最低,为 41.56%。秀山最高为 55.19%。但石漠化面积比例中城口最低,为 1.32%。秀山则高达 18.77%,为秀山综合得分最低的重要原因。可见,本评价模型与实际比较相符。

4 结论及讨论

岩溶山区的农业可持续发展除一般要求外,还因特殊的岩溶基底背景有着自己独特的方面。本文建立的农业可持续发展评价模型的指标选取及分析结果能较好地符合实际,但某些指标的缺失影响着分析精度,在以后的研究中有待完善。

要使岩溶山区农业得到可持续发展,必须首先强化可持续发展理念,以科学开发土地资源为根本,改变落后的土地利用模式,提高农业产业化水平,增加农业基础设施建设的有效投入,同时最大限度扩大农业产品的有机化和无害化生产,实现农业生态系统的结构和功能的优化,取得社会经济和生态的双重效益。

(1) 进行农业土地资源调查,改变不合理的土地利用模式。土和水是岩溶山地农业生产最重要限制因素,覆盖较好的植被对环境生态功能的维系特别是水土的保持起着至关重要的作用。一味地开荒以增加耕地破坏了发育较好的原生植被。

另外不合理的土地利用模式特别是斜坡耕作已成为严重水土流失的驱动因子。

现阶段石漠化的发生和扩展严重地制约着岩溶山区的农业可持续发展。本文通过土地资源调查,划定林地水土资源涵养区域与适合农业开发区域的界线,在坡度较大和海拔较高地区实行退耕还林还草措施。对坡耕地实行等高耕作,采用适合于岩溶山地特点的立体生态农业种植模式,以实现石漠化地区生态与社会经济效益的统一。

此外,农业可持续发展有赖于农业基础设施的完善,加大农业基础设施建设投入,修建针对充分利用降水及地下水资源的水柜、沟渠等农业、生活用水存储灌溉设施,是改善岩溶山区缺水状况的有效途径,同时在低洼部位疏通新建排水管网以减少雨季洪涝对农业的危害。

(2) 实施农业多样化及产业化经营,促进资源的有效利用。合理配置农林渔牧在农业经济中的比例,适当发展园果林业,可以减小对气候条件和市场的依赖风险,保证农业收入,同时随着种植业比例的减少也在一定程度上减小了区域石漠化压力。而通过农业产业化、规模化生产种植甚至加工,可以延长农业生产的产业链和提高农产品附加值,在减少农业投入的同时也提高了生产效率,更促进了农村劳动力转移和农民收入的提高。

(3) 减少农业污染,提高农业资源的循环利用。农业生产中农药、化肥和塑料薄膜的使用已

成为岩溶地区生态环境的主要污染源^[9]。岩溶地区特殊的地表地下二元水文结构使得其对地表污染相当敏感,各污染物通过土壤和水循环随地表水和地下通道内的水流迅速传递。时间上影响更加迅速和持久,空间上更加深远。

因此必须合理地配置农药和化肥的施用比例,严格地控制高毒农药的施用,大力推广农家有机肥使用和秸秆还田,对塑料薄膜做到有效回收,在既定目标下尽量减少对农业生态系统有害物质的投入。

(4) 合理规划及确立适宜的农业发展模式。近年来,岩溶山地生态建设和石漠化治理得到了高度重视,以技术推广、政策扶持、基建资本、环境保护、区域开发诸要素投入为主的生态整治研发模式研究在不同类型岩溶区陆续展开,已建立了多个生态治理示范区,取得了许多富有成效的经验。各岩溶地区应根据实际,引进或探索适宜当地的农业发展模式,同时建立健全促进社会经济水平提高同生态修复及保护相统一的农业可持续发展经济管理体系和有效的基层农业生产组织机制。

(上接第13页)

2.3.5 适当绿化 施工道路绿化以防尘、固土、美化环境为主,乔木一般仅适宜作为行道树,灌草适宜边坡绿化。乔木尽可能树形美观,常绿阔叶利于防尘吸污,但树冠不宜侵入路面;灌草宜耐瘠薄、耐旱、深根,适应性好,固土能力强。

3 结论

水电站建设过程中的水土流失防治措施类型多,历时长,难度大,应抓住重要时段、关键部位,工程措施与植物措施结合,永久措施与临时措施结合,治标与治本结合,形成完善的立体防护体系,严防突发性水土流失事件,防治不同施工阶段不同施工部位形式多样的水土流失,稳坡固土兼顾美化,与周边生态景观相协调,实现水电开发与环境保护的双赢。

[参 考 文 献]

- [1] 肖荣波,欧阳志云,王效科,等.中国西南地区石漠化敏感性评价及其空间分析[J].生态学杂志,2005,24(5):551-554.
- [2] 李阳兵,王世杰,魏朝富.岩溶生态系统脆弱性剖析[J].热带地理,2006,26(4):303-307.
- [3] 董明辉,魏晓.区域农业可持续发展度评价:以环洞庭湖区为例[J].经济地理,2008,28(3):479-482.
- [4] 刘颖,许为.都市农业可持续发展与农民增收互动机制的探讨[J].中国人口·资源与环境,2008,18(4):90-93.
- [5] 胡永宏,贺思辉.综合评价方法[M].北京:科学出版社,2000:42-44.
- [6] 张富刚,郝晋珉,李运生,等.基于因子分析法的县域土地利用程度时空变异分析:以河北省曲周县为例[J].地理科学进展,2005,24(3):58-68.
- [7] 李小明,肖笃宁,何兴元,等.中国内陆河流域绿洲发育度的综合评价[J].地理学报,2006,61(8):855-864.
- [8] 苏维词,朱文孝.贵州喀斯特山区生态环境脆弱性分析[J].山地学报,2000,18(5):429-434.
- [9] 郭芳,姜光辉,夏青,等.土地利用影响下的岩溶地下水化学变化特征[J].中国岩溶,2007,26(3):212-218.

[参 考 文 献]

- [1] 黎建强,陈奇伯,王克勤,等.水电站建设项目弃渣场岩土侵蚀研究[J].水土保持研究,2007,14(6):41-43.
- [2] 鄂竟平.努力开创水土保持预防监督工作的新局面[J].中国水土保持,2004(5):1-3.
- [3] 田育新,李正南,周刚,等.开发建设项目借土场、弃渣场的分类、选择及防治措施布局[J].水土保持研究,2005,12(2):149-153.
- [4] 宋晓强,张长印,刘洁.开发建设项目水土流失成因和特点分析[J].水土保持通报,2007,27(5):116-119.
- [5] 王治国,白中科,赵景逵,等.黄土区大型露天矿排土场岩土侵蚀及其控制技术研究[J].水土保持学报,1994,8(2):10-17.
- [6] 刘卫,朱文.水利水电工程施工道路建设水土流失特点及防治[J].海河水利,2007(4):50-51.