

## 水利移民对安置区水土流失的影响

傅 春<sup>1,2</sup>, 罗冬兰<sup>3</sup>

(1. 南昌大学中国中部经济发展研究中心, 南昌 330047;

2. 南昌大学水利系, 南昌 330029; 3. 南昌工程学院水利系, 南昌 330009)

**摘 要:** 水利工程建设往往造成大量的移民, 并因此在安置区造成大量的水土流失。科学的水土流失评估不仅应包括施工建设期由于大量的土方工程造成的水土流失量, 运行期安置区内由于人类生产生活活动造成的水土流失也应是主要的水土流失评估内容。文章根据土地-人口-经济的耦合作用, 建立土地生态系统模型, 对江西 DW 水利工程移民安置区可能产生的水土流失进行了全面估测, 并提出了控制安置区水土流失的措施, 如开发小流域综合治理模式和生态农业模式等。

**关键词:** 土地生态系统模型; 水土流失预测; 水库移民; 安置区

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)05-0269-03

## The Evaluation of Soil Erosion Caused by Hydraulic Engineering Construction

FU Chun<sup>1,2</sup>, LUO Dong-lan<sup>3</sup>

(1. Economic Development Research Center of Central China, Nanchang University, Nanchang 330047;

2. Water Conservancy Department of Nanchang University, Nanchang 330029;

3. Water Conservancy Department of Nanchang Engineering College, Nanchang 330009, China)

**Abstract:** Hydraulic engineering construction caused a great number of migrants, thus cause unavoidable soil erosion in the re-settled areas. The scientific evaluation of soil erosion includes not only one occurs during the period of construction, but also another one caused by the normal agricultural activities and life after migrants moving into the resettlement areas. According to interaction of the land-population-economic system, a land ecosystem model was established to evaluate the soil erosion caused in a resettlement area in Jiangxi Province during DW hydraulic engineering construction. Some measures such as small river basin development and eco-agriculture model, which can control soil erosion in the resettlement areas were pointed out.

**Key words:** land ecosystem model; soil erosion evaluation; reservoir immigrants; resettlement areas

### 1 引 言

水利工程建设往往造成大量的移民, 并因此在安置区造成大量的水土流失。移民搬迁对安置区水土流失的影响, 表现在两阶段: 一是, 建设期, 安置区需要搞基本建设, 需要垦荒, 这些势必会破坏植被、造成新的水土流失。二是, 生产生活阶段, 如果移民安置前期工作不合理, 安置人口超过了移民环境容量, 或安置区土地利用规划不科学等, 都必然导致安置区因人口密度加大, 造成环境压力的加重, 为了解决众多人口吃饭问题, 扩大播种面积是生产落后的移民之首选途径, 毁林开荒、陡坡种植现象接踵而至, 随之, 安置区森林覆盖率进一步减少, 使得野生动物栖息环境恶化、土壤侵蚀、贫瘠化的现象进一步加重, 水土流失面积进一步扩大, 强度进一步加强, 泥石流、滑坡、旱灾、洪灾等自然灾害也因此而加重<sup>[1,2]</sup>。

因此, 如何正确评估水利移民可能造成水土流失, 并由此提出科学合理的水土保持措施, 是移民安置区生态环境保护、产业结构调整 and 经济社会可持续发展的重要前提<sup>[3]</sup>。

### 2 安置区水土流失量估测的土地生态系统模型

#### 2.1 建设期水土流失的估算

建设期内, 为了安置移民, 需要在安置区进行土方工程, 建筑房屋, 因此占地范围内的原地貌将遭受不同程度的开挖扰动、碾压等破坏原地表植被, 使得地表保水和保土功能下降, 导致水土流失。一般地用以下公式来计算新增的水土流失量<sup>[4-6]</sup>。

$$W_s = F \times (M_2 - M_1)$$

式中:  $W_s$ ——年新增水土流失量;  $F$ ——扰动面积;  $M_1$ ——原地面侵蚀模数  $t/(km^2 \cdot a)$ , 采用调查数据;  $M_2$ ——地面被扰动后的地面侵蚀模数  $t/(km^2 \cdot a)$ 。

#### 2.2 土地生态系统模型

为了估算在生产生活期间, 安置区因移民加入而增加的水土流失量, 本文根据安置区特点与图论结构模型的理论 and

\* 收稿日期: 2006-05-31

基金项目: 国家自然科学基金(40361003); 水资源与水电工程科学重点实验室开放基金(2003B002)资助

作者简介: 傅 春(1966-), 女, 江西人, 博士后, 教授, 博导, 江西省高校学术带头人, 主要从事水资源的综合管理研究, 主持包括国家自然科学基金和国际合作项目等21项, 公开发表论文50余篇, 出版专著3部。

方法,分析研究影响安置区水土流失的机理、主要影响因素,再通过统计数据来确定这些因素间的影响关系,建立移民安置区水土流失评估的土地生态系统模型。

为建立土地生态模型(详见图 1),本文假定:

- (1) 一次性向安置区移入人口  $P_1$ ,除此之外,安置区土地生态系统被认为无任何外部能量输入;
- (2) 土地容纳人口数量受到外脉冲时,设时间  $t=0$ ;
- (3) 由于各种社会、经济等其它原因,土地中每年会有一部分人口输出,用  $R$  表示土地遗留人口与总人口之比值,一般  $R=0.99$ 。

根据现有统计资料和安置区特点,本文考虑的土地生态系统是由以下四个因素组成的耦合生态系统: 人口: 用土地容纳人口数量(人/ $\text{km}^2$ )表示; 在安置区,主要的经济活动与粮食生产有关,除了技术的改进和资金的投入以外,粮食生产产量与开垦荒地的面积成正比,因此用开垦荒地总面积( $\%$ )表示安置区的经济活动指标; 资源: 用森林覆盖率( $\%$ )和 水土流失面积( $\%$ )表示。没有系统外界能量输入时,他们之间的关系如图 1。

弧 $\langle 1,2\rangle$ 表示如果安置区移入移民,将导致安置区容纳人口 的增加,继而将直接导致开垦荒地总面积 的增加(因此权数  $W_{12}$ 为正值);同时,安置区容纳人口 的增加将引起森林覆盖率 的减小( $W_{13}$ 为负值);随之开垦荒地总面积 的增加将引起水土流失面积 的增加( $W_{24}$ 为正值),森林覆盖率 的减少导致水土流失面积 的增加( $W_{34}$ 为负值),

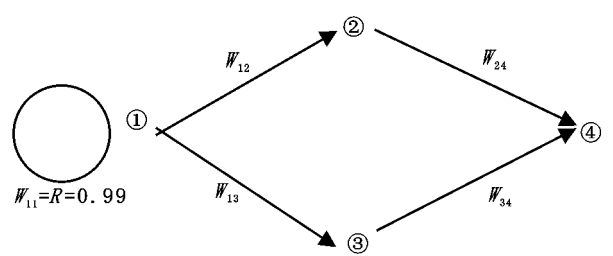


图 1 土地生态系统模型

水土流失计算公式为:

$t>1$  时,

$V_4(t)=V_4'(0)+P_1b_4(t)$

(1)

$t=1$  时,

$V_4(1)=V_4'(0)(1+r)$

(2)

$V_{40}(t)=V_4'(0)(1+r)^t$

(3)

$\Delta V=\sum[V_4(t)-V_{40}(t)]$

(4)

$\Delta W=M\cdot S\cdot \Delta V$

(5)

式中:  $V_4(t)$  ——第  $t$  年的水土流失率( $\%$ );  $V_4'(0)$  ——水土流失量本底值(指移民迁入安置区前,安置区水土流失率)( $\%$ );  $V_{40}(t)$  ——按移民迁入安置区前原地貌水土流失发展规律预估的第  $t$  年水土流失率( $\%$ );  $\Delta V$  ——安置区因移民迁入而新增的水土流失率( $\%$ );  $\Delta W$  ——安置区因移民迁入而新增的水土流失总量( $t$ );  $P_1$  ——顶点  $V_1$  在  $t=0$  时受到的外脉冲(指安置区接受移民当年共接受的移民数量);  $r$  ——水土流失面积在原地貌状况下的年均递增率;  $S$  ——安置区行政面积。

3 案例分析: 江西大坳水库移民造成的水土流失量预测

江西大坳库区人口迁移按正常蓄水位加 2 m,即 219 m 定为人口迁移范围。安置区共涉及 DW1、DW2、DW3、DW4、等六个县(场)的 24 个乡(镇)分场,安置区共安置移民 6 765 人,其中 DW1 安置移民 3 252 人, DW2 安置移民 1 338 人, DW3 安置移民 1 655 人, DW4 安置移民 247 人。移民工

作从 1997 年 9 月开始完成了第一批移民搬迁。

3.1 建设期水土流失量预测

参照类比工程, 移民安置区建设形成的裸露地表的土壤侵蚀模数为 7 000  $t/(km^2\cdot a)$ 。经现场查勘并征询当地水土保持部门意见后, 安置区的原生地貌侵蚀模数 1 500  $t/(km^2\cdot a)$ 。计算结果如表 1。

3.2 生产生活期水土流失量预估

根据图 1 的土地生态模型进行计算, 模型中的权数是根据江西上饶地区在一定发展水平下的多年统计数据用最小二乘法得出的, 见表 2。

表 1 建设期 DW 安置区水土流失量预估结果一览表

项目	$F/km^2$	$M_1/$ ( $t\cdot km^2\cdot a^{-1}$ )	$M_2/$ ( $t\cdot km^2\cdot a^{-1}$ )	$W_s/$ ( $t\cdot a^{-1}$ )	预测时 段/a	$W/t$
DW1	1.376	1500	7000	7018	2	
安置 DW2	0.576	1500	7000	3168	2	
区 DW3	0.987	1500	7000	5428.5	2	
DW4	0.36	1500	7000	1980	2	
$\Sigma$				17594.5		35189

表 2 模型各组分的相关关系

回归方程	样本数	拟合优度
$X_2=0.0193 X_1-4.9305$	8	0.7653
$X_3=-0.186 X_1+83.5979$	9	0.9828
$X_4=0.0524 X_2+21.3481$	8	0.9999
$X_4=-0.1209 X_3+21.3962$	9	0.8035

模型的权阵为:

$0.99$

$0.0193$

$-0.186$

$0$

$W=$

$0$

$0$

$0$

$0.0524$

$0$

$0$

$0$

$-0.1209$

$0$

$0$

$0$

各安置区水土流失面积本底值(指 1997 年各安置区水土流失面积/对应安置区行政面积)和移民人口分别为:

安置区 1:  $V_4(0)=34.69\%$  ,  $P_1=1.45$  人/ $km^2$

安置区 2:  $V_4(0)=18.57\%$  ,  $P_1=0.61$  人/ $km^2$

安置区 3:  $V_4(0)=25.89\%$  ,  $P_1=1.04$  人/ $km^2$

安置区 4:  $V_4(0)=50.2\%$  ,  $P_1=0.38$  人/ $km^2$

将以上数据代入公式(1)~(5),可得生产生活期 1998~2005 年安置区的新增水土流失量预估结果详见表 3。

表 3 生产生活期间安置区新增水土流失量一览表

	安置区 1	安置区 2	安置区 3	安置区 4	$\Sigma$
新增水土流失 面积/ $km^2$	18.4629	6.2717	9.0136	0.9173	
$M/(t\cdot km^2\cdot a^{-1})$			1500		
新增水土流 失量/t					51998.25

3.3 结果分析

根据上述水土流失估算结果, 可知在没有采取水土保持措施、安置区没有技术和资金的外部投入, 即安置区保持现有发展水平的前提下, 施工期和生产生活期间, 安置区的生态环境遭受到了不同程度的破坏。DW 水利枢纽工程的建设将在安置区产生水土流失总量为 87 187.25 t, 其中在施工建设期, 安置区新增水土流失量为 35 189 t, 所占比例 40.36%, 生产生活期间, 安置区从 1998 年~2005 年共产生水土流失量 51 998.25 t, 所占比例为 59.64%。由以上分析, 可得出结论如下: 运行期安置区内由于人类生产和生

活活动造成的水土流失是不容忽视的,应该是科学的水土流失评估的主要内容之一。 由于赣南农民的贫困,赣南生态环境的脆弱性,运行期安置区水土流失问题需得到高度重视。针对江西上饶地势平缓,相对西、北部,虽然森林覆盖率占有优势,却因农民生活的贫困、生产的落后,生态环境的脆弱性仍是不容忽视的。后撤及就近搬迁的移民方案,导致安置区人口密度加大、缓坡耕地面积加大、土壤侵蚀加剧,导致土地生产力下降,进而迫使生产落后的农民一味的扩大耕地面积,促使缓坡耕地面积进一步加大、土壤侵蚀进一步加剧、土地生产力进一步下降、生活贫困的局面进一步恶化。

4 控制安置区水土流失的措施

水利工程建设在带来社会、经济效益的同时,移民必然会产生或增加安置区水土流失,如何化不利为发展的良机,关键是科学合理控制安置区水土流失。为使安置区因移民迁入导致的水土流失最小,首先,运用科学的移民规划和对安置区进行合理的土地利用规划是非常必要的。针对移民安置区水土流失预防、治理的重点是土地开发、坡地改造、荒山治理,宜采用植物措施保护、坡沟兼治、保土耕作等措施相结合,把综合治理与综合开发融为一体,对荒山做好保护性开发,加快荒山、荒坡的绿化、改善生态环境,防止新的水土流失。其次,积

参考文献:

[ 1 ] 孟繁斌, 郭宇欣. 石佛寺水库枢纽一期工程水土流失预测[ J]. 水土保持科技情报, 2002, ( 6 ) : 11.  
[ 2 ] 艾莉莉, 李智兰, 安魏. 水库移民与水土流失[ J]. 山西水土保持科技, 2001, ( 4 ) : 41.  
[ 3 ] 张光辉. 土壤侵蚀模型研究现状与展望[ J]. 水科学进展, 2002, 13( 3 ) : 389.  
[ 4 ] 王治国, 段喜明, 李文银, . 开发建设项目水土流失预测的若干问题讨论[ J]. 中国水土保持, 2000, ( 4 ) : 36.  
[ 5 ] 刘敬军, 田素平. 铁路建设工程水土流失预测方法探讨[ J]. 黑龙江水利科技, 2002, ( 1 ) : 25.  
[ 6 ] 高玉华, 林海鹰, 王晓惠. 开发建设项目水土流失预测方法探讨[ J]. 黑龙江水利科技, 2002, ( 1 ) : 25.  
[ 7 ] 任燕. 我国水土流失的原因、危害及其防治途径[ J]. 黑龙江水电学报, 2002, ( 3 ) : 55.  
[ 8 ] 程 飞. 应用生态工程原理解决水利工程施工中的环境问题[ J]. 水利学报, 2002, ( 3 ) : 55.

( 上接第 268 页)

4 结论与讨论

NDVI 可以从宏观上反映区域植被覆盖和植被的垂直结构。因而可以作为区域土壤侵蚀定量评价的指标因子。利用 GIS 的空间分析功能, 可以将基于 TM 数据提取 NDVI 矢量化并集成于土壤侵蚀图的每个图斑, 建立包含多种土壤

参考文献:

[ 1 ] 朱显谟. 黄土区植被因素对水土流失的影响[ J]. 土壤学报, 1960, 8( 2 ) : 109- 121.  
[ 2 ] 朱显谟. 黄土高原水蚀的主要类型及有关因素( 四) [ J]. 水土保持通报, 1982, 2( 3 ) : 40- 44.  
[ 3 ] 中华人民共和国水利部. 中华人民共和国行业标准( SL 190- 96 ) 土壤侵蚀分类分级标准[ S ]. 1997.  
[ 4 ] Hua Lu, John Gallant, Ian P. Prosser, Chris Moran, Graeme Priestley. Prediction of Sheet and Rill Erosion Over the Australian Continent, Incorporating Monthly Soil Loss Distribution[ R ]. CSIRO Land and Water Technical Report, 2001.  
[ 5 ] 韦红波. 区域植被水土保持功能遥感评价研究[ D ]. 陕西 杨凌: 中国科学院水利部水土保持研究所, 2001.  
[ 6 ] McVicar, T R, Jupp, D L B, Williams, N A. Relating AVHRR vegetation indices to LANDSAT TM leaf area index estimates[ M ]. CSIRO, Division of Water Resources, Technical Memorandum, Canberra, ACT, Australia, 1996. 29.  
[ 7 ] McVicar, T R, Walker, J, Jupp, D L B, et al. Relating AVHRR vegetation indices to in situ leaf area index[ M ]. CSIRO, Division of Water Resources, Technical Memorandum, Canberra, ACT, Australia, 1996. 54.  
[ 8 ] 杨勤科, 李锐, 王占礼. 区域水土流失监测与评价指标体系研究[ J]. 水土保持通报, 2000, 20( 7 ) : 74- 77.  
[ 9 ] 杨勤科, 李锐. 论矢量地理信息系统的基本信息元[ J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4( 1 ) : 66- 70.  
[ 10 ] 杨勤科, 等. 地块图的编制和讨论[ J]. 水土保持通报, 1993, 13( 5 ) : 34- 38.  
[ 11 ] 杨勤科, 等. 矢量数字图形叠加的应用研究[ A ]. 区域水土流失快速调查与管理信息系统研究[ M ]. 郑州: 黄河水利出版社. 2000.

极推广成功的开发治理模式。要控制安置区水土流失, 当务之急是寻找成功有效的开发治理模式, 改善移民的生活、增加移民的收入: 推广以小流域为单元, 建立“山顶戴帽、山腰种果、山下种养结合, 立体布局, 综合整治”的小流域开发模式和山区“猪沼果”生态农业模式等至关重要。前者是通过山顶种植林木, 山腰种植果树、山下养畜的开发, 来减少水土流失, 增加移民收入, 后者是通过山上种植果树, 山下养猪, 并建立沼气池, 如此, 不仅可以使猪粪作为果树的天然肥料, 增加果树收成, 且可以沼气代柴火来减缓因移民安置区人口突然增加、原有植被难以满足移民生活用柴火需要, 对周围环境植被构成的潜在威胁。第三, 鼓励公众参与移民规划和土地利用规划, 对所有与预建设项目利益有关的群体进行水土保持意识的灌输与培养, 提高公众的水土保持意识<sup>[7]</sup>。第四, 采用有效的工程措施, 如综合布设小型水利水保工程。由于降雨强度和雨量的影响, 在森林、梯田的水土保持的长远效益尚未发挥时, 适当布置一批小型蓄水、排水、拦沙工程, 可以缓解水土流失严重的局面。第五, 工程建设应与生态环境建设进行有机的结合。通过水土资源的合理利用获得巨大的生态环境效益, 如大坳水利工程建设中, 上游料场就与旅游娱乐设施开发有机地结合起来了, 既充分利用了水利施工的废弃料, 又为当地带来了新的经济来源<sup>[8]</sup>。