

红壤区稀土矿开发导致河流泥沙淤积量的估算 ——以江西省信丰县崇墩沟小流域为例

石辉^{1,2}, 田锋², 黄林², 王峰², 周立江³

(1. 西安建筑科技大学 环境与市政工程学院 教育部西北水资源与环境生态重点实验室, 陕西 西安 710055;
2. 西南师范大学 资源环境学院 生命科学学院, 重庆 北碚 400715; 3. 四川省林业勘查设计研究院, 四川 成都 610081)

摘要: 不合理的人为活动是侵蚀产沙的主要原因之一。在江西省信丰县崇墩沟小流域内由于稀土矿产的无序开发, 导致河流泥沙严重淤积。通过实测河流淤积泥沙断面, 计算出在 7 500 m 长的河道共淤积泥沙 30 193 t, 考虑到输移比, 整个流域内土壤流失量可达 3 500 t/km², 平均侵蚀模数也高达 1 150 t/(km²·a) 以上, 属于中等强度的土壤侵蚀。调查结果发现, 河流中淤积的泥沙主要来源于稀土矿开发的尾矿流失; 土壤流失量高达 99 730 t/km², 年平均侵蚀模数为 34 000 t/(km²·a) 以上, 属于极强度的水土流失。治理水土流失, 须加强对稀土矿开发的管理, 防止形成新的水土流失; 将已废弃的稀土尾矿作为治理的重中之重, 可有效地降低流域内土壤侵蚀的强度。

关键词: 稀土矿开发; 泥沙淤积量估算; 红壤区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)06-0053-02

中图分类号: P333.4, X75

Estimation of Sediment Silting in River Channel due to Developing Rare Earth Mine in Red Earth Region

SHI Hui^{1,2}, TIAN Feng¹, HUANG Lin¹, WANG Feng¹, ZHOU Li-jiang³

(1. College of Environmental and Municipal Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, Shaanxi Province, China; 2. School of Resources and Environment, School of Life Science, Southwestern China Normal University, Beibei 400715, Chongqing Municipality, China; 3. Sichuan Academy of Forest Investigation and Designing, Chengdu 610081, Sichuan Province, China)

Abstract: The unreasonable human activity is one of the key factors for soil erosion and sediment yield. Irrational developing of rare earth mine in Chongdonggou watershed, Xinfeng County, induced to serious sediment silting in the river channel, and the total silting sediment was 30 193 t in the 7 500 m river channel estimated by measuring the silting section. Based on the sediment delivery ratio, soil loss in the whole watershed was 3 500 t/km², and soil erosive radius was more than 1 150 t/(km²·a). Erosion degree in the watershed was of middle erosion density. Soil loss from the tailings of rare earth mine was the most serious sources for sediment in river, and the loss was 99 730 t/km² with annual erosion amount greater than 34 000 t/(km²·a) as the severest loss type. Among all the soil and water loss controlling measurements, management of rare earth mine development should be intensified and controlling abandoned mine tailings should be as a key aspect.

Keywords: developing of rare earth mine; estimation of silting sediment; red earth region

从 1950 年以来, 全国的水库、塘坝淤积库容达 $2.00 \times 10^{10} \text{ m}^3$, 相当于损失库容 $1.00 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的大型水库 200 座, 直接经济损失 1.00×10^{10} 元人民币等危害^[1]。我国南方的红壤丘陵区由于严重的水土流失曾一度被称为“南方红色沙漠”^[2-3], 年土壤流失量高达 13 000 t/km² 以上, 也就是每年可流失表土 1 cm 以上^[4], 造成了严重的河流泥沙淤积。特别在 20 世纪 90 年代以后, 资源开发、经济建设与环境保护矛盾日益突出。以江西省信丰县崇墩沟流域为

例, 因流域内蕴藏着较丰富的稀土矿资源, 从 1995 年起, 一些个体开发商进入区内, 在未采取任何环境保护措施的情况下, 无序开挖地表, 采矿洗矿同地进行, 造成了极其严重的水土流失。仅流域内就有大小稀土矿开采点 24 处。由于没有采取必要的水保措施, 废弃的尾矿被冲得千沟万壑(图 1), 造成了严重的水土流失。据福建省的调查, 每生产 1 t 氧化稀土, 要搬动冲洗 2 000 t 泥土, 成为名符其实的“搬山运动”^[5]。流失的泥沙在区内的小河流大量淤积, 以公路桥梁为

基准,距上游废弃尾矿处共 7 529 m 的河道几乎全部被泥沙淤满(图 2)。为了解人为开矿活动对侵蚀产沙的影响,以及进行生物措施治理水土流失效益评价,我们对崇墩沟流域内河流沉积泥沙量进行了测算,以期对该地区的水土流失治理提供科学的依据。

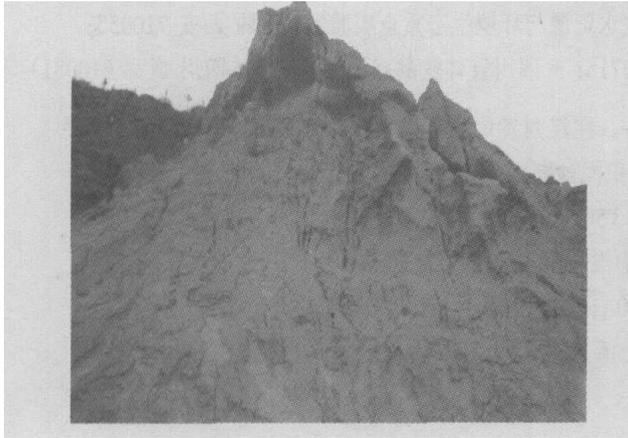


图 1 稀土尾矿的侵蚀状况



图 2 河流泥沙的淤积状况

1 崇墩沟流域概况

崇墩沟流域位于江西省信丰县的赣江流域源头地区,属低山丘陵地貌类型,境内最高海拔 495 m,最低海拔 184 m。其气候属于亚热带湿润季风气候类型,具有气候温暖,雨量充沛,无霜期长,热量丰富,四季分明等特点。流域内母岩主要有花岗岩、石英砂岩、板岩、砂砾岩等,在生物、气候等条件的综合作用下,土壤类型主要为红壤,其次是黄红壤。土壤发育良好,自然土壤的土层厚度一般在 30~80 cm,均呈酸性反应(稀土矿区及被淤毁农田表层沙土呈强酸性反应),有机质含量低,土壤普遍缺磷。土壤总孔隙度多在 40%~50% 之间,孔隙较多,通透性良好,持水能力较强。该流域河流沿岸地势开阔平坦,以水田为主,两侧山地为低山丘陵,坡度一般介于 10°~35° 之间。其地带性森林植被为常绿阔叶林,但原生植被几

不见成片保存。现有森林类型主要为湿地松、马尾松、杉木人工林和竹林。乔木树种有马尾松、杉木、青杠、甜槠栲、苦槠栲、丝栗、钓栲、樟树、木荷、桢楠、枫香、泡桐、酸枣、苦楝等;竹类有黄竹、毛竹、斑竹;灌木种类有山茶、油茶、乌桕、盐肤木、胡枝子、杜鹃、黄瑞木、铁子;草本植物主要有芭茅、蕨类等。为一种典型的南方红壤丘陵区景观类型。

所研究流域内河流泥沙的淤积是以流域内公路桥梁为基准,没有另外支流来源的小河,至上游废弃尾矿堆距离总长度为 7 529 m,总的流域面积为 1 693.70 hm²。河流流速较慢,由于泥沙淤积水深大约 5~6 cm。河宽最窄为 1 m,最宽为 15.3 m,其平均宽度为 5 m 左右,只有在离源头废弃稀土矿堆处有大约 650 m 的小沟,其平均宽度为 1 m。源头处由于矿沙流失严重加之河口较窄,河道已被全部淤满。

2 河流泥沙淤积量的定量监测

当地河流大多数直接下切到基岩部位,因此河床主要为基岩形成的石质河床,在一些部位,有大小不等的鹅卵石存在,在部分河岸地区主要为淤泥。

而河床中淤积的泥沙主要为开采稀土矿流失的尾矿沙,其粒径大小和原河底卵石、泥沙、淤泥有着截然不同的性质,在淤积过程中和原河床底部产生了一个明显的界限。因此可通过测定河流断面面积、泥沙淤积深度和容重计算河流的泥沙淤积量。

小的河流泥沙淤积量观测可采用与水文观测相似的方法,将泥沙淤积断面看成是由众多的直角三角形和梯形组合成的多边形(图 3),计算出泥沙淤积的断面面积。在具体测定时,可通过测定出河流淤积物表面的宽度,根据宽度划分合适间隔,利用土钻从各划分点上向下打钻,至淤积物顶点,并记下每次钻的深度。将每点的钻深连成线,即可组成一个断面,利用已测数据,可求出断面的面积。然后根据河流走势和形状变化,每隔 200~300 m 进行一个淤积断面的测定,从而计算出这个区间泥沙的淤积体积,根据淤积泥沙的容重可进一步计算出泥沙淤积量。

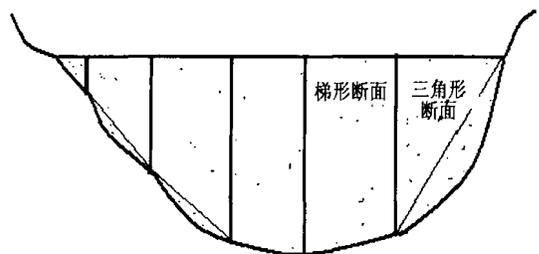


图 3 泥沙淤积断面观测示意图

(3) 数据的精度和不确定性。在 TGIS 所用的各种数据中, 均不可避免地存在误差或不确定性。不确定性的来源包括了输入数据和模型两个方面。对 TGIS 数据基础进行误差或不确定性分析评价, 特别是对定位精度的评价, 是必须的。

[参 考 文 献]

- [1] McVicar T R, Davies P J, Yang Qinke, et al. An introduction to temporal-geographic information systems (TGIS) for assessing, monitoring and modelling regional water and soil processes[M]. In: McVicar T R, Li Rui, Walker J, Fitzpatrick R W, Liu Changming (eds). Regional Water and Soil Assessment for Managing Sustainable Agriculture in China and Australia, ACIAR Monograph, 2002(84) : 205—223.
- [2] Langran G. Time in Geographic Information Systems [M]. London, Taylor and Francis. 1992.
- [3] Mitasova H, Mitas L, Brown W M, et al. Modelling spatially and temporally distributed phenomena: new methods and tools for GRASS GIS[J]. International Journal of Geographic Information Science, 1995(9) : 433—446.
- [4] Burrough P A. Dynamic Modelling and Geocomputation. In: Environmental Modelling in GIS reader GIS, Dynamic Modelling, Geostatistics, Errors Propagation [M].

Utrecht University, The Netherlands, 1998.

- [5] 张祖勋, 黄明智. 时态 GIS 的概念、功能和应用[J]. 测绘通报, 1995(2) : 12—14, 35.
- [6] 龚建雅. GIS 中面向对象时空数据模型[J]. 测绘学报, 1997, 27(4) : 289—298.
- [7] 龚建雅. 整体 GIS 的数据组织与处理方法[M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1993.
- [8] 杨勤科, 李锐. 土地数据特征及管理方法研究[J]. 水土保持通报, 1999, 19(7) : 20—25.
- [9] 桂涛, 周嘉玉, 陈矛. 三维复杂模型实时动态显示的研究与实现[J]. 软件学报, 1996, 7(增刊) : 503—509.
- [10] 乔彦友. 用时间 GIS 建立地籍信息系统的研究. 地理学报, 1996, 51(5) : 465—469.
- [11] McVicar T R, Jupp D L B. The current and potential operational uses of remote sensing to aid decisions on drought exceptional circumstances in Australia: a review. Agricultural Systems, 1998(57) : 399—468.
- [12] Chris S, Renschler C S. Designing geo-spatial interfaces to scale process models: the GeoWEP approach[J]. Hydrological Processes. 2003(17) : 1005—1017.
- [13] Yang Q K, Van Niel T G, McVicar T R, et al. Developing a digital elevation model using ANUDEM for the Coarse Sandy Hilly Catchments of the Loess Plateau, China[M]. CSIRO Land and Water Technical Report 7/ 05, Canberra, Australia. 2005.

(上接第 54 页)

3 结 论

在崇墩沟流域所研究的 7 500 m 河段中, 淤积泥沙 24 547. 38 m³, 30 193. 27 t。将该泥沙量按照流域范围计算的侵蚀模数为 1 783 m³/t。测出的泥沙淤积量只是整个流域淤积量的一部分。通过对周围河流水文资料的分析, 当地的泥沙输移比一般为 40% ~ 60%, 按 50% 计算, 其土壤流失量可达 3 500 t/km²。河流中的泥沙沉积主要是 1~ 2 a 形成的, 因此按 3 a 计算的平均侵蚀模数也高达 1 150 t/(km²·a) 以上, 属于中等强度的土壤侵蚀。

在调查中发现, 几乎每个稀土矿均通过小溪和小沟与河流连接, 而这些小溪与小沟全部被泥沙淤满; 在别的区域植被相对保存良好, 因此我们可以初步认为河流中淤积的泥沙主要来源于稀土矿开发的尾矿流失。流域内 24 个稀土矿的总面积为 60. 55 hm², 即使按照河流中实际沉积的泥沙计算, 其流失土壤高达 49 865 t/km², 考虑到泥沙输移比, 则为 99 730 t/km², 同样这些泥沙也在 1~ 2 a 内淤满河道后, 产生的泥沙则排走。同样采用 3 a 的平均土壤流失量作为稀土开矿的年平均侵蚀模数, 则高达 34 000 t/(km²·a) 以上, 属于极强度的水土流失。

在崇墩沟流域稀土矿尾矿的侵蚀是最主要的泥沙来源。因此在治理水土流失时, 须加强对稀土矿开发的管理, 严禁无序开发, 防止形成新的水土流失。对已废弃的稀土尾矿作为治理的重中之重, 可有效降低流域内土壤侵蚀的强度。

实测、分析治理前后河流淤积量的变化对于流域土壤侵蚀量大、河流比降较小、泥沙淤积较多的河段是长期定位观测的一种有效途径, 可为水土流失监测提供定量的资料。以便寻求合理的生物措施治理水土流失模式, 改善当地的生态环境, 进一步推动区域经济的可持续发展。

[参 考 文 献]

- [1] 彭珂珊. 水土流失危害对生态环境(洪灾)的影响及调控途径[J]. 地质技术经济管理, 1999, 21(5—6).
- [2] 周学军, 夏卫生. 衡山土壤加速侵蚀与花岗岩地貌发育问题研究[J]. 土壤学报, 2004, 41(4) : 624—627.
- [3] 徐明岗, 文石林, 高菊生. 红壤丘陵区不同种草模式的水土保持效果与生态环境效应[J]. 水土保持学报, 2001, 15(1) : 77—80.
- [4] 杨艳生. 我国南方红壤流失区水土保持技术措施[J]. 水土保持研究, 1999, 6(2) : 117—120.
- [5] 郭在扬. 龙岩地区矿区水土流失危害及防治对策[J]. 福建水土保持, 1996(1) : 52—54.