

# 以集水区为单元进行露天矿水土流失量的预测与治理

——以福建省安溪县铁峰山花岗岩矿区水土保持方案设计为例

聿敏, 阮伏水, 林福兴, 夏卫平, 林强

(福建省水土保持试验站, 福建 福州 350003)

**摘要:** 介绍了福建省安溪县铁峰山花岗岩矿区水土流失基本情况, 以集水区为单元探讨了水土流失量的预测, 取得了理想结果, 并在实际中得到成功应用。在此基础上, 提出了露天矿水土流失量的预测不能只针对矿区, 而应以集水区为单元进行综合评估, 才能合理布置综合治理措施, 进行彻底治理的技术性途径。

**关键词:** 露天矿 水土流失 预测 治理

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2000)03-0058-05

中图分类号: S157

## Forecast and Comprehensive Control Way on Surface Mine by Catchment Unit

— Example for Soil and Water Conservation for the Developing and Building Project of Granite Mine Area in Tiefeng Mountain of Anxi County, Fujian Province

DING Guang-ming, RUAN Fu-shui, LIN Fu-xing, XIA Wei-ping, LIN Qiang

(Soil and Water Conservation Experimental Station of Fujian Province, Fuzhou 350003, PRC)

**Abstract** Based on introducing the surface mine soil and water loss in Tiefeng mountain of Anxi county, Fujian province, it is analyzed and discussed how to forecast the amount of soil and water loss by catchment unit where there are surface mines in it, then the perfect result is obtained and it is used in fact successfully. On the basis of these, it is suggested that the technique way to control soil and water loss of surface mine, which is forecast the amount of surface mine not only focus on mine area, but also on comprehensive estimate the whole catchment, as well as integral control the whole catchment instead of control mine area itself.

**Keywords** surface mine, soil and water loss, forecast, control

安溪官桥镇铁峰山矿区面积  $6 \text{ km}^2$ , 花岗岩矿储量预计在  $1.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 是福建省目前最大型花岗岩板材矿区。开采历史已有十几年, 自 1992 年开始石板材加工, 目前已开发矿区面积大约  $2 \text{ km}^2$ , 年开采能力  $2.0 \times 10^5 \text{ m}^3$ , 产值  $1.0 \times 10^8$  元左右, 其带动的石板材加工业和运输业产值约  $3 \times 10^8$  元, 也带动了能源、公路、通讯等基础建设和第三产业的蓬勃发展, 项目产品是安溪县的龙头产品, 以石板材为主的建材业是安溪县的五大支柱产业之首, 它产生的经济效益是县、镇财政收入的主要来源之一。

### 1 矿区水土流失产生的原因及其特点

#### 1.1 水土流失产生的原因

产生水土流失的主要原因是安溪台安企业有限公司和安溪三联企业集团公司等 97 家在铁峰山约  $4.1 \text{ km}^2$  范围内进行花岗岩板材开采。铁峰山开采前本就存在中度的各种水土流失现象, 开采后该区情况

更为复杂(见图 1)。本项目主要特点是: (1) 由于开始大量开采之前, 缺乏矿山的整体开采规划及规范的管理规程, 造成零星小矿点太多, 小矿点技术水平低, 使开采剥采比加大, 既浪费矿产资源又易造成水土流失; (2) 对矿区监控不严, 无证开采的小矿点大量存在, 这些矿点追求短期利益, 只受益不治理。有些矿点随意越界开采, 甚至在陡坡上开采, 大大增加了水土流失的危害; (3) 有的矿点存在多次转包现象, 业主治理责任不清; 有些矿点投资效益低甚至亏损, 无力进行治理。综上所述, 该项目点多面广, 又极为无序, 治理难度较大。

#### 1.2 水土流失的特点

1.2.1 突发性 项目区水土流失的突发性是与其它加速侵蚀对比而言, 其一表现在侵蚀动力由自然力转变为人力和机械力。在自然力条件下(主要指降雨), 土壤侵蚀主要表现为面蚀, 而在人力和机械力的作用下土层的侵蚀过程(剥离、位移、沉积)瞬间完成, 一辆

挖土机几分钟内就可使几吨的土壤位移,产生流失,微地形变化,生态环境即刻随之改变,在时空上突发性极高,土壤侵蚀量也非一般加速侵蚀可比。其二表

现在项目区土壤侵蚀是人为造成,采石量的多少与市场紧密相关,在市场体系的制约下,97个矿点此开彼停,突发性强

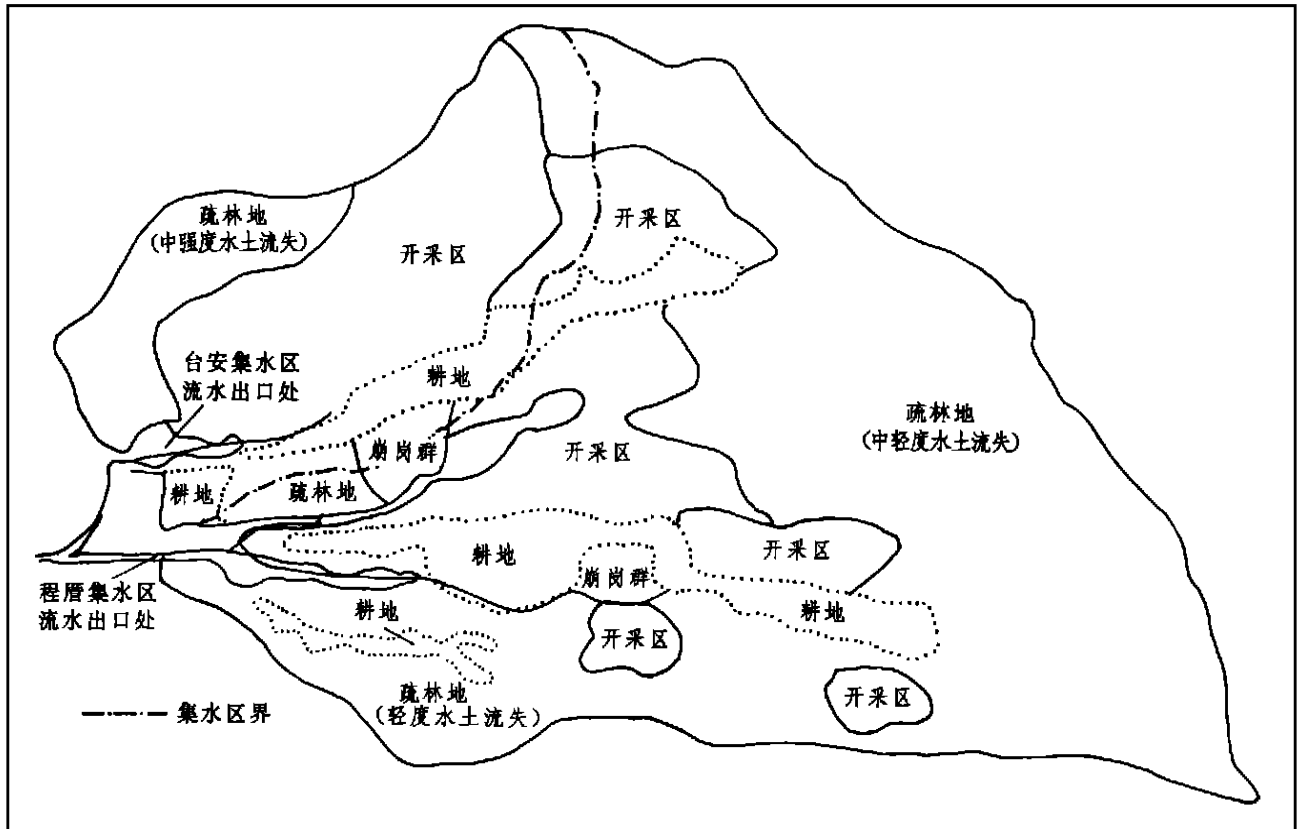


图 1 矿区土地利用及水土流失现状图

1.2.2 聚集性 该项目 97个矿点虽星罗棋布,无序开采,但分析后发现,这些矿点都集中于程厝和台安这两个集水区内,泥沙最终都从 2个集水区出口,产生灾害,在整体上又存在一定规律性。在点多面广的情况下,采用以集水区为单元的总体规划能达到事半功倍的效果。

## 2 水土流失造成的危害

### 2.1 对周围村庄造成的危害

受矿区水土流失影响的村主要有仁峰、官桥、官郁、碧一、仙都、仁宅等 6个行政村,总人数 15 771人,总户数 3 427户,房屋共 2 017座,因水土流失造成 118座房屋受到不同程度的破坏,占房屋总数的 5.8%,其中有 14座房屋不能使用。受影响人数达 952户,5 012人。

### 2.2 对农业生产的危害

受矿山水土流失的水田 111.5  $\text{hm}^2$ ,占总水田面积的 42%;坡耕旱地 57.4  $\text{hm}^2$ ,占总旱地面积的 58%;果树 51.5  $\text{hm}^2$ ,占总果树面积的 71.24%;竹林

3.67  $\text{hm}^2$ ,占总竹林面积的 5%;林地 184.7  $\text{hm}^2$ ,占总林地面积的 17%。并因此造成耕地毁坏,产量下降,严重影响了农业生产的正常发展。

### 2.3 对水利设施的破坏

目前下游仁峰村受害较严重,据调查 1995、1996年仁峰村河床平均每年升高约 1m。由于河道床抬高,每遇大雨仁峰村即受洪水灾害,每年得花工清淤。牛心水库位于矿点下游,1957年建成,1974年扩建库容  $2.2 \times 10^5 \text{ m}^3$ ,受益官郁、官桥 2个大队,效益面积 38.8  $\text{hm}^2$ ,集雨面积 0.9  $\text{km}^2$ ,由于水土流失,水库已淤积 2/3以上,基本不能使用。由此可见,由于开采板材,已给当地造成了严重影响。

## 3 以集水区为单元进行水土流失预算

设计单位接手的是已开发项目,遇到的预测难度有 3个:(1)多种流失形式并存,有开采的人为形式,也有林地、崩岗等流失形式;(2)小矿点多,难以预算可能造成新的流失量;(3)现有无序开采流失仍在。在这种情况下,根据项目水土流失突发性与聚集性的

特点,以集水区为单元进行水土流失量的预测与治理更合理。设集水区总流失量为  $A$ ,则:

$$A = M + P + G + F$$

式中:  $M$ — 矿点水土流失量;  $P$ — 疏林地水土流失量;  $G$ — 崩岗水土流失量;  $F$ — 园地的水土流失量

### 3.1 疏林地水土流失量

疏林地水土流失量预测,利用安溪县水土保持试验站径流小区自然坡地土壤侵蚀强度侵蚀量指标,采用类比法进行计算(表 1)。

表 1 集水区疏林地年水土流失预测

集水区名	集水区总面积 / $\text{hm}^2$	疏林地面积 / $\text{hm}^2$	轻度流失面积 / $\text{hm}^2$	中度流失面积 / $\text{hm}^2$	水土流失量 / $(\text{t} \cdot \text{a}^{-1})$
台安	81.62	50.79	8.48	42.3	579.8
程厝	337.44	251.5	123.3	128.5	2347.2

### 3.2 崩岗水土流失量

目前崩岗沟侵蚀模数的确定方法主要有以下几种。(1)在单个崩岗沟沟口设置拦沙坝和径流泥沙观测设施,如沉沙池、三角堰、自记水位仪、淤积桩等,直接观测崩岗沟侵蚀量(如果包括上坡集水区,则需从沟口侵蚀总量中扣除集水坡地来测量);(2)根据崩岗沟的发展历史和崩岗沟的体积,推算崩岗沟多年平均侵蚀模数;(3)利用山塘水库和拦沙坝的泥沙淤积量推求崩岗沟群区域土壤侵蚀量。据以上方法,经测算结合该矿山崩岗沟发育情况,估算的年水土流失量分别见表 2。

表 2 集水区崩岗年水土流失量

集水区名称	崩岗面积 / $\text{hm}^2$	土壤侵蚀模数 / $(\text{t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$	年水土流失量 / $\text{t}$	5a 水土流失量 / $\text{m}^3$
程厝崩岗群	13.27	85000	2782.3	9274.4
程厝崩岗群 2	2.65	100000	2650	8833.3
程厝总计	5.92		5432.3	18107.7

### 3.3 园地水土流失量

该矿区园地水土流失多为沙压,侵蚀量很少,本项目忽略不计。

### 3.4 矿点水土流失量

指进入拦沙坝流失量,由于项目是已动土工程,并以集水区为单位进行预测,所以矿点水土流失量  $M$  应用下面公式进行计算:

$$M = k(m_1 + m_2)$$

式中:  $m_1$ — 现有的弃土石量;  $m_2$ — 今后 5a 内矿

点的弃土石量;  $k$ — 矿点弃土石在今后 5a 内传输到拦沙坝区的比例,是经验系数,影响  $k$  的因素很多,主要有采矿点坡度、山谷坡降、弃土石组成(指颗粒大小)、采矿点下坡植被状况、采矿点离拦沙坝区距离和采矿点本身是否有采取挡土墙等水土保持措施等。在野外根据上述这些影响因素,估算的传输比例  $k$  为 0.3~0.4。

3.4.1 现有弃土石量 根据实地调查,矿山中上部坡度较大,多为  $24^\circ$  以上,岩体风化过程中,土体剥蚀较快,风化壳较薄,岩体上覆土层厚度为 2~6 m,但其岩体完整性较差;在矿山下部,坡度较缓,多为  $15^\circ \sim 20^\circ$ ,风化壳厚度为 6~11 m,岩体完整性较好。由于考虑石材质量和加工方面的因素,很多体积小于  $1.0 \text{ m}^3$  的矿石成为弃石,所以,在开采过程中的弃石量较大。根据实地调查,并与工地施工管理人员研究,可以确定该矿山的采剥比约为 1:3~1:4,平均约为 1:3.5。

根据各个矿点调查估算叠加,第一期 5 个大坝集水区内的现有弃土石量见表 3。

3.4.2 今后 5a 内矿点的弃土石量 估算今后 5a 内矿点水土流失量必须首先估算其采矿点的弃土石量。矿点的弃土石量主要依据各矿点前几年的弃土石量增加的速度、成材与弃土石比、矿点可能储量以及开采速度等(以现有采矿点为基数)。在估算逐个矿点的水土流失量的基础上,统计结果见表 3。

表 3 集水区矿点的弃土石量  $\text{m}^3$

集水区	现有弃土石量	5a 内排土石量	总弃土石量	估算传输比例 $k$	矿点水土流失量 $M$
曾乾	423080	445025	868105	0.34	292583
程厝	529385	603600	1132985	0.38	429299

### 3.5 集水区 5a 内水土流失总量 $A$

各集水区 5a 内总的水土流失量根据公式计算结果见表 4。

表 4 各集水区五年内总的水土流失量  $\text{m}^3$

集水区名	集水区面积 / $\text{hm}^2$	矿点流失量 $M$	疏林地流失量 $P$	崩岗沟流失量 $G$	各地类总流失量 $A$
台安	81.6	292583.6	1932.7	-	294516.2
程厝	337.4	429299.3	7823.8	18107.8	455230.9
合计	419.1	721882.9	97556.5	18107.8	749747.2

通过表 4,把集水区各类侵蚀源的水土流失量逐个预算,以便于统一规划与治理。

## 4 矿区综合治理措施

### 4.1 综合防治原则

铁峰山水土流失综合防治原则是: 以小集水区为单元, 因地制宜, 因害设防, 立足长远, 着眼当前, 先易后难, 逐个解决, 充分合理利用土地资源, 发展生产。

(1) 重点突出。主要进行集水区沟道工程防护, 截拦泥沙, 旨在保护下游房屋、耕地和水利设施。(2) 标本兼治。对采石迹地进行绿化, 使开采后的矿区景观与周围生态环境相协调, 实现发展的可持续性。

### 4.2 工程措施

4.2.1 矿点防护工程 为防止泥石流、滑坡等灾害, 每个矿点都应在堆弃表土和尾矿的下坡或小支毛沟中建立挡土墙或石谷坊, 以拦截本矿点大部分弃土石

量。石谷坊设计标准参照中华人民共和国水利电力部标准 SD238-8《水土保持技术规范》, 修建石谷坊个数应根据弃土石量来定。选择建谷坊的位置应考虑能拦蓄尽可能多的弃土石。

4.2.2 程厝、台安集水区拦沙坝工程措施 大坝工程是本方案的投资重点。经过现场实地踏勘后, 根据地形和花岗岩开采面分布及其土石流失量情况, 进行布设工程措施, 拟在程厝、台安处布设 5 座透水拦沙坝, 并在台安上游大的开采面附近河谷再布设谷坊, 在拦沙坝和谷坊的综合作用下, 基本上就能防止集水区内的弃石、渣、土流出河沟。同时, 为使支流流出的山洪不致造成下游的灾害, 需在程厝坝和台安坝下游整治原已淤积的河道, 使山洪水顺原河道引入干流。各堆石坝和河道整治布置情况详见图 2。

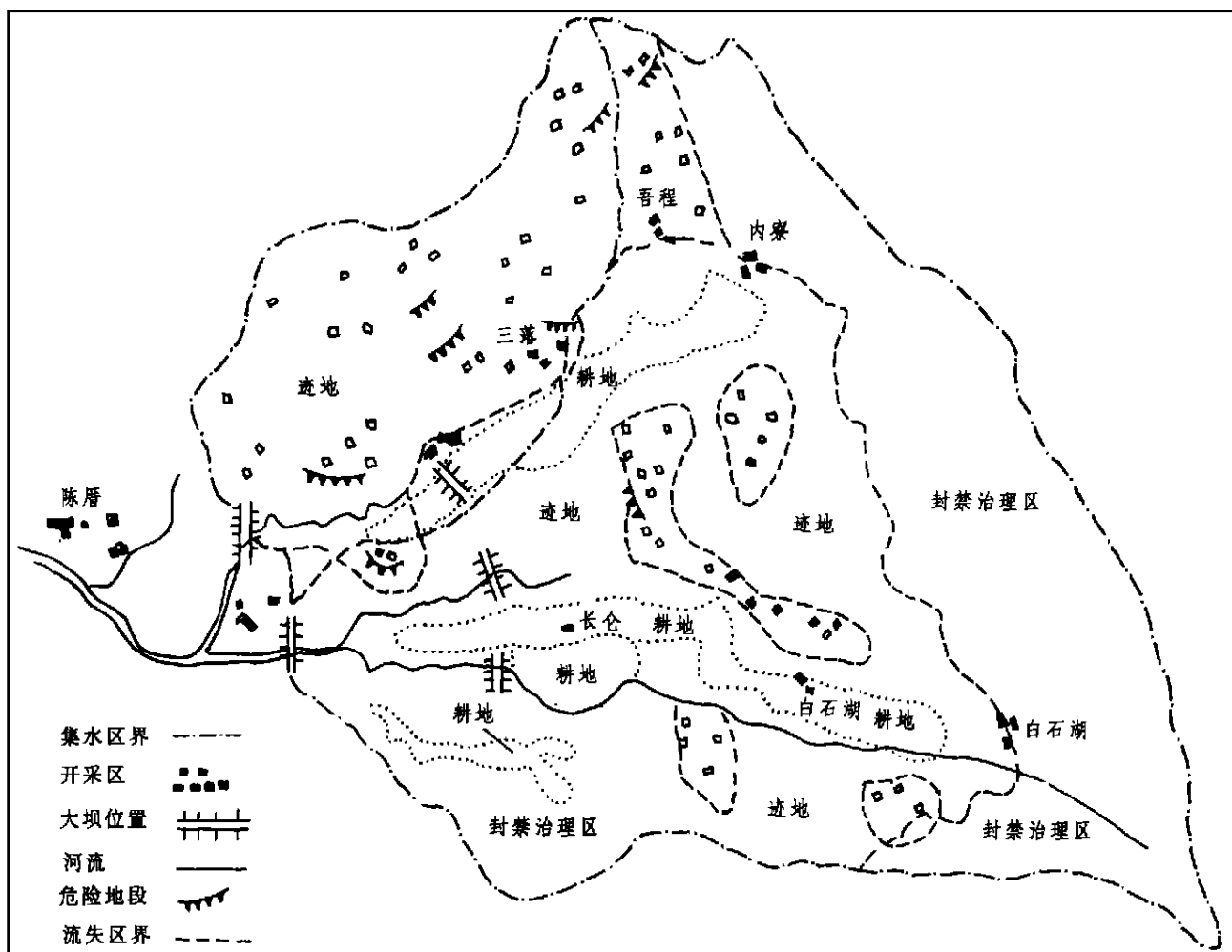


图 2 水土保持措施布局图

### 4.3 植物措施

4.3.1 采矿区道路强化治理 矿区道路约 10km, 是在很陡的坡面上建成的, 其形成的不稳定坡面也是产生水土流失的主要源头之一, 而且道路多建在河流

两旁, 易造成河道堵塞, 河床抬高。所以要求在道路两旁种植草带进行边坡防护。

4.3.2 封禁治理保护区 矿区程厝集水区上游为马尾松林, 面积 275.60hm<sup>2</sup>, 是集区内植被保存较

好的山地,这些山地海拔较高,是集水区的源头,这些林木是整个集水区的水源涵养林,对下游耕地起着重要作用,必须进行封禁治理。

4.3.3 采石迹地的植被恢复 对采石迹地进行植被自然复垦保护,即对各矿点周围的排土场进行治理,以恢复植被。地表水系为主,使开采后的矿区景观与周围自然环境相协调,设计采用马尾松与大叶相思混交林。为确保林木的生长,可用香根草、赤花草等高草带做先锋草种或单独用等高距 2 m 的水平草带绿化,3~5 a 后将根据植被演替规律,形成马尾松为主的混交林。在坡度较缓的迹地,经过复垦可以种植经济作物。

#### 4.4 整体措施的相互协调与布局

集水区总体分为迹地植被恢复区、耕地保护区、封禁防护区、拦沙坝区、危险地段等 5 个区(图 2)。

(上接第 25 页)

(3) 有秸秆覆盖时,表土耕作可以延缓径流,提高入渗率,减少径流量。耕作可以暂时改善入渗,但如无秸秆覆盖配合,降雨的能量会消除耕作的效果,使地表产生结壳,从而使径流量增加。

(4) 本试验中,压实是在土壤较干的情况下进行的,而不同含水率条件下产生的土壤压实,可使表层土壤结构受到不同程度的破坏,有必要进一步研究。

(5) 本试验中,当入渗率达到基本稳定时即停止降雨,此时的入渗率作为相对稳定入渗率,由此看出各处理的差别;各处理对稳定入渗率的影响,有待继续延长降雨时间,进一步试验。

#### 参 考 文 献

[1] 山西省农科院旱作农业耕作栽培体系及增产机理课题组. 旱地玉米免耕整 秸秆半覆盖技术研究初报 [J]. 干

该项目按此方案施工已 1 a 多,对 1 a 的拦沙量进行监测,测得拦沙总量为  $1.45 \times 10^5 \text{ m}^3$ ,与预测的每年  $1.5 \times 10^5 \text{ m}^3$  相比,准确率达 96.67%,达到相当理想的准确性。在此同时,由于各个矿点的挡土墙和植物措施未发生效益,考虑综合效益,能保证设计能力达  $6.66 \times 10^5 \text{ m}^3$  的透水拦沙坝使用 5 a 以上。

在进行露天矿区的水土保持方案设计中,不能只顾矿区本身的流失情况,应充分考虑周边的综合环境因素,把坡面治理拓展为集水区的综合治理不失为一种较佳的方法。

#### 参 考 文 献

- [1] 李文银,等. 工矿区水土保持 [M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [2] 丁光敏. 论小集水区农业开发的可持续性问题 [J]. 水土保持研究, 1997(1): 92-95.

旱地区农业研究, 1993, 11(3): 13-18.

- [2] 高焕文. 旱地保护性耕作体系及配套机具研究 [M]. 见: 魏建昆主编. 北方干旱地区持续农业研究. 北京: 中国农业科技出版社, 1996. 393-397.
- [3] 钟兆站, 赵聚宝, 薛军红, 等. 晋中中山地区褐土土壤水分特征的测定与应用 [J]. 中国农业气象, 1996, 17(3): 1-5.
- [4] 王玉宽, 王占礼, 周佩华. 黄土高原坡面产流过程的试验分析 [J]. 水土保持学报, 1991, 5(2): 25-31.
- [5] 华孟, 王坚. 土壤物理学 [M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993. 107-110.
- [6] Ciesiolka C A, Coughlan K J, et al. Methodology for a multi-country study of soil erosion management [J]. Soil Technology, 1995, 8(3): 179-192.