

# 生态清洁小流域的建设与评价方法

梁妍<sup>1</sup> 睦睦<sup>2</sup> 高力<sup>2</sup> 阙小兵<sup>3</sup> 卢红星<sup>4</sup>

1 镇江市京口区水利局, 江苏镇江, 212000;

2 镇江市华源建设监理有限公司, 江苏镇江, 212000;

3 句容市水利局, 江苏镇江, 212400;

4 句容市赤山湖水利枢纽管理处, 江苏镇江, 212400;

**摘要:** 一种生态清洁小流域的建设与评价方法, 包括以下过程: 对选定的待治理小流域进行调查, 得到调查数据; 根据调查数据构建生态清洁度指数, 诊断小流域的主要环境问题; 根据小流域土地利用现状图, 完成小流域治理分区划分; 根据小流域治理分区和主要环境问题, 确定各分区治理重点并完成建设措施布设; 生态清洁小流域建设完成后再进行一次评价指标调查, 再次计算生态清洁度指数, 对两次的生态清洁度指数进行对比, 完成生态清洁小流域建设效果评价。本方法提出的生态清洁度指数, 参数便于获取, 方法科学简洁, 适用性好, 既可以进行同一个小流域的纵向治理状态比较, 也可以在不同小流域之间进行横向比较。

**关键词:** 生态; 小流域; 建设与评价; 方法

**DOI:** 10.69979/3060-8767.26.03.023

## 1 背景技术

小流域是地理单元的基本结构, 小流域建设是生态文明建设的主战场。生态清洁小流域建设是指将水土流失治理、水源保护、面源污染防治、水环境改善、人居环境提升等统筹规划的一种新型小流域综合治理模式。生态清洁小流域建设过程中主要涉及到生态清洁小流域的治理分区划分、分区措施布设方案以及建设后的效果评价。目前, 还缺乏可操作性的治理分区划分方法, 因此不能很好的进行分区措施布局, 同时缺乏科学简洁的生态清洁小流域评价方法, 无法衡量生态清洁小流域的建设成效。

因此, 亟需开发出可操作性强的治理分区划分方法, 并针对不同治理分区因地制宜进行措施布局; 同时亟需开发出科学简洁的生态清洁小流域评价方法, 准确快速的评价生态清洁小流域的建设效果。

## 2 技术方案

提供一种生态清洁小流域的建设与评价方法, 解决了目前缺乏科学简洁的生态清洁小流域评价方法, 无法衡量生态清洁小流域的建设成效的问题。

一种生态清洁小流域的建设与评价方法, 包括以下过程:

1、对选定的待治理的小流域进行调查, 得到调查

数据;

2、根据调查数据构建生态清洁度指数, 诊断小流域的主要环境问题;

3、根据小流域土地利用现状图, 完成小流域治理分区划分;

4、根据小流域治理分区和小流域的主要环境问题, 确定各分区治理重点并完成建设措施布设;

5、生态清洁小流域治理完成后再进行一次评价指标调查, 再次得到生态清洁度指数, 对两次的生态清洁度指数进行对比, 完成生态清洁小流域建设效果评价。

## 3 附图说明



图1 生态清洁小流域的建设与评价方法的实施例中的某小流域土地利用现状图;



图2生态清洁小流域的建设与评价方法的实施例中的某小流域治理分区图。

#### 4 具体实施方式

一种生态清洁小流域的建设与评价方法,具体包括以下步骤:

步骤1、收集小流域内的土地利用现状图,进行评价指标调查,调查的指标有土壤侵蚀模数( $t/(km^2 \cdot a)$ )、化学需氧量( $mg/L$ )、污水处理率( $\%$ )、垃圾处理率( $\%$ )、化肥使用强度( $kg/hm^2$ )以及农药使用强度( $kg/hm^2$ )。

土壤侵蚀模数调查可以采用径流场和小流域的实测输沙资料,水库、淤地坝的实测淤积量,同位素示踪等多种方法进行。

化学需氧量须每月至少采样一次,连续采样不少于12个月,最后以算术平均值计算小流域的化学需氧量值。

污水处理率、垃圾处理率、化肥和农药使用强度的均为全年比例或使用强度。

步骤2、根据步骤1的调查结果,计算土壤侵蚀模数、化学需氧量、污水处理率、垃圾处理率、化肥和农药使用强度5个因子的超基准倍数。

土壤侵蚀模数超基准倍数计算公式为:

$$S_s = \frac{\text{土壤侵蚀模数实测值} - \text{土壤侵蚀模数基准值}}{\text{土壤侵蚀模数基准值}}$$

西北黄土高原区的土壤侵蚀模数基准值为  $1000t/(km^2 \cdot a)$ ,东北黑土区和北方土石山区为  $200t/(km^2 \cdot a)$ ,南方红壤丘陵区 and 西南土石山区为  $500t/(km^2 \cdot a)$ 。当土壤侵蚀模数实测值小于基准值时,则土壤侵蚀模数超基准倍数为0。

化学需氧量超基准倍数计算公式为:

$$S_c = \frac{\text{化学需氧量实测值} - \text{化学需氧量基准值}}{\text{化学需氧量基准值}}$$

化学需氧量的基准值为地表水环境质量的I类水限值。当化学需氧量实测值小于基准值时,则化学

需氧量超基准倍数为0。

污水处理率超基准倍数采用计算公式为(3):

$$S_w = \frac{\text{污水处理率基准值} - \text{污水处理率实测值}}{\text{污水处理率实测值}}$$

污水处理率包括生活污水、工业废水以及规模化养殖污水等所有污水,且处理后均应达标,污水处理率的基准值为100%。

垃圾处理率超基准倍数采用计算公式为(4):

$$S_g = \frac{\text{垃圾处理率基准值} - \text{垃圾处理率实测值}}{\text{垃圾处理率实测值}}$$

垃圾包括生活垃圾在内的各种垃圾,垃圾处理率的基准值为100%。

化肥和农药使用强度超基准倍数采用如下公式(5)计算:

$$S_f = 0.5 \left( \frac{\text{化肥使用强度实测值} - \text{化肥使用强度基准值}}{\text{化肥使用强度基准值}} + \frac{\text{农药使用强度实测值} - \text{农药使用强度基准值}}{\text{农药使用强度基准值}} \right)$$

化肥使用强度为折纯量( $kg/hm^2$ ),化肥使用强度和农药使用强度的基准值取相关质量标准的最高要求限值。

当化肥实测值小于基准值时,公式(5)括号中的第1项为0,当农药实测值小于基准值时,公式(5)括号中的第2项为0。

步骤3、根据计算的5个因子的超基准倍数,求和得出治理前小流域的生态清洁度指数(ECI):

$$ECI = \sum_{i=1}^n S_i$$

其中, $S_i$ 分别为土壤侵蚀模数、化学需氧量、污水处理率、垃圾处理率、化肥和农药使用强度5个因子的超基准倍数。

对5个因子的超基准倍数进行排序,诊断小流域的主要环境问题,分别为命名为水土保持型、水质防治型、污水控制型、环境整治型以及面源污染治理型。

步骤4、根据土地利用类型图,将河、湖、库、塘、渠等水体及周围100m的缓冲带划分为保护区;将保护区以外,住宅、商服、工矿仓储、公共管理与公共服务用地及周围100m的缓冲带划分为整治区;将保护区、整治区以外,耕地和园地划分为治理区;将小流域内保护区、整治区以及治理区以外,其它土地利用类型划分为修复区。

步骤5、根据划分的分区,布设适宜的生态清洁措施。

在保护区内整治不满足水质指标的排污设施,对影

响河道行洪安全的淤积物、违章设施、堆放物和垃圾等进行清理,恢复河道与其它水体的自然形态及其连续性,以生态护岸形式对自然植被遭受人为破坏的地段进行河岸带治理;在整治区内设置垃圾收集点、小型垃圾中转站、垃圾处理场进行生活(生产)垃圾无公害化处理,集中处理各类废水,对村镇道路两侧、场院等地的柴、土、粪、垃圾、建筑弃渣等堆积体应进行清理整治;在治理区内实施坡改梯和退耕还林(草),需要提高肥料利用率,减少农药使用量,布设植被过滤带控制化肥与农药向下游迁移;在修复区内提高植被覆盖度并优化植被结构。

步骤6、建设完成后,再进行一次调查,并再次计算小流域的生态清洁度指数(ETI)。根据生态清洁度指数,完成生态清洁小流域的建设效果评价。当流域内有建设措施更新时,则于一年后,重新进行调查并计算生态清洁度指数。

小流域生态清洁度指数记为ETI,  $0 < ETI \leq n$ , n为正整数,则根据ETI的范围评定为n级。

具体地,若ETI小于等于1,则评定为1级;若ETI大于1且小于等于2,则评定为2级;若ETI大于2且小于等于3,则评定为3级,依次类推。

实施例:

本方法以黄土高原的一个典型小流域为例,进一步说明生态清洁小流域的用法。

该流域的总面积为70km<sup>2</sup>,生态清洁小流域建设前,调查流域的土壤侵蚀模数(t/(km<sup>2</sup>.a))、化学需氧量(mg/L)、污水处理率(%)、垃圾处理率(%)、化肥使用强度(kg/hm<sup>2</sup>)以及农药使用强度(kg/hm<sup>2</sup>)。根据《地表水环境质量标准GB3838-2002》、《生态清洁小流域建设技术导则SL534-2013》、《小流域治理环境治理评价标准DB61/334-2003》等标准规范,化学需氧量、化肥使用强度和农药使用强度的基准值分别取15mg/L、250kg/hm<sup>2</sup>以及4kg/hm<sup>2</sup>。根据调查数据,计算各个项目的超基准倍数,对各个项目的超基准倍数进行排序,可以发现土壤侵蚀模数的超基准倍数最大,因此该流域可诊断为水土保持型生态清洁小流域,同时也存在着水质超标以及化肥和农药使用过量等问题。将各个超基准倍数相加,得出建设前的生态清洁度指数(ETI)为5.79,属于第6级。

根据图1所示的该小流域的土地利用现状图,完成

该小流域治理分区划分,得到如图2所示的小流域治理分区图,并以水土流失防治为重点,进行措施布设,主要关注点为坡耕地以及植被覆盖度较低的草地,通过退耕或者坡改梯以及植树封禁等措施,减少坡耕地,提高流域的植被覆盖度。

建设完成后一年,再进行一次调查,计算的生态清洁度指数(ETI)为1.41,等级为第2级,治理效果显著。

表1 建设前后各指标实测值、基准值以及超基准倍数计算结果

时段	项目	土壤侵蚀模数 (t/(km <sup>2</sup> .a))	化学需氧量 (mg/L)	污水处理率 (%)	垃圾处理率 (%)	化肥与农药使用强度(kg/hm <sup>2</sup> )	
						化肥	农药
建设前	实测值	3200	30	60	60	500	10
	基准值	1000	15	100	100	250	4
	超基准倍数	2.20	1.00	0.67	0.67	1.25	
	生态清洁度指数(ETI)=2.20+1.00+0.67+0.67+1.25=5.79						
建设后	实测值	1500	20	95	85	300	6
	基准值	1000	15	100	100	250	4
	超基准倍数	0.50	0.33	0.05	0.18	0.35	
	生态清洁度指数(ETI)=0.50+0.33+0.05+0.18+0.35=1.41						

5 有益技术效果

生态清洁小流域的建设与评价方法,首次构建生态清洁度指数,提供了生态清洁型小流域调查、诊断、分区、治理以及评价全过程做法。调查简洁;诊断突出重点;分区合理,层次分明,可操作性强;各个分区治理重点突出,可以因地制宜,合理布设生态清洁小流域建设措施。本方法提出的评价方法,参数便于获取,方法科学简洁,适用性好,既可以进行同一个小流域的纵向治理状态比较,也可以在不同小流域之间进行横向比较。

参考文献

[1] 李建华,袁利,于兴修,等.生态清洁小流域建设现状与研究展望[J].中国水土保持,2012(6):3. DOI:10.3969/j.issn.1000-0941.2012.06.005.

[2] 吴敬东,段淑怀,叶芝菡,等.蛇鱼川生态清洁小流域水生态环境监测布设研究[J].水土保持通报,2009(2):3. DOI:CNKI:SUN:STTB.0.2009-02-021.

[3] 吴敬东,叶芝菡,梁延丽,等.密云水库上游蛇鱼川生态清洁小流域监测与评价[C]//小流域综合治理与新农村建设工程论文集.2008. DOI:ConferenceArticle/5aa0f7efc095d7222084c502.

[4] 柳林夏.新常态下生态清洁小流域建设思考[J].中国水土保持,2016. DOI:CNKI:SUN:ZGSB.0.2016-03-013.

[5] 徐建锋,胡玉法,雷俊山,贾海燕,王超.丹江口生态清洁小流域治理措施效果评估与思考[J].2025.