

# 基于水源保护的生态清洁小流域建设措施体系研究

张锦娟<sup>1</sup>, 叶碎高<sup>1</sup>, 徐晓红<sup>2</sup>

(1. 浙江省水利河口研究院, 浙江 杭州 310020; 2. 永康市水利水电建筑公司, 浙江 永康 321300)

**摘要:** 建设生态清洁小流域是我国今后水土保持和水源保护工作的主要方向。以永康市生态清洁小流域建设为例, 构建了生态修复, 营造水土保持林, 坡耕地治理, 坡面径流调控, 裸露面治理等水土流失防治措施以及农村污水处理, 农业面源污染防治, 农村人居环境整治, 溪沟治理等措施相结合的生态清洁小流域建设措施体系。对已实施工程的实践效果进行了分析和总结。

**关键词:** 水源保护; 生态清洁小流域; 永康市

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2010)05-0237-04

中图分类号: S157

## Control Measures in Small Eco-clean Watershed Construction Based on Water Resources Protection

ZHANG Jin-juan<sup>1</sup>, YE Su-gao<sup>1</sup>, XU Xiao-hong<sup>2</sup>

(1. Zhejiang Institute of Hydraulics and Estuary, Hangzhou, Zhejiang 310020, China;

2. Yongkang Water Conservancy and Hydroelectric Power Company, Yongkang, Zhejiang 321300, China)

**Abstract:** Constructing small eco-clean watershed is the main direction of soil and water conservation and water protection in future China. By taking Yongkang small eco-clean watershed as an example, a series of control measure projects are constructed, including ecological restoration, planting of soil and water conservation forest, sloping farmland management, runoff control, treatment of bare slope, and other measures like rural domestic wastewater treatment, control of agricultural pollution, improvement of rural living environment, and gully control, so as to form a measure system of small eco-clean watershed construction projects. Practical effects of the completed projects are analyzed and summarized.

**Keywords:** water resource protection; small eco-clean watershed; Yongkang City

生态清洁小流域是小流域治理的新境界, 是保护饮用水水源, 实现区域经济可持续发展的新举措<sup>[1]</sup>。为可持续地保障供水水库水源地和城乡居民饮用水的安全, 改善区域生态环境和人民群众的生产、生活条件, 2007年水利部开始在全国范围内开展生态清洁型小流域试点工程建设。本文在对永康市生态清洁型小流域建设工程治理思路进行探索的基础上, 对已实施工程的实践效果进行了分析和总结, 以期为今后各地开展区域性水土保持生态清洁小流域工作提供借鉴。

### 1 永康市生态清洁小流域工程建设背景

永康市地处浙江省中部丘陵半丘陵地区, 是著名的五金之乡, 全国百强县。全市国土面积 1 049 km<sup>2</sup>, 户籍人口约 55.49 万, 外来常住人口 20 余万, 人口密

度 529 人/km<sup>2</sup>, 2008 年全市实现生产总值 244.83 亿元, 人均 GDP 43 530 元, 财政总收入 31.4 亿元。人口密度大、经济发达、人多地少以及由此带来的环境压力大是永康市的基本特征。

随着社会经济的发展, 广大人民群众对生活质量和环境的要求越来越高, 永康市委、市政府也越来越重视关系老百姓切身利益的基础设施建设和环境保护问题。近几年来, 永康市启动了清水河道建设工程、农民饮用水工程、“三清四改”等基础设施建设和环境改善工程, 使永康人民的生产条件、生活质量和环境得到了明显的改善。尽管如此, 境内环境质量存在的问题仍然较多, 水土流失、河道水库水环境污染、农业面源污染以及农村生活污水处理等问题依然存在并且比较突出, 威胁供水水库水源的质量, 影响城乡居民的生活环境 and 质量。永康市境内有杨溪水库、

太平水库、三渡溪水库等多座饮用水源水库,多年来不合理的开发利用水土资源,造成水库的集水区域水土流失、土地退化、涵养水源能力下降,再加上农村生活垃圾、企业污水、化肥、农药残留物的排放并随地表径流流入河道、水库,使河道、水库水质受到污染,河道水质一度达到劣(V)类水,直接影响区域人民群众的饮水安全和生产生活用水安全,极大制约了社会经济的可持续发展。

## 2 永康市生态清洁小流域建设措施体系

永康市生态清洁小流域建设的主要任务是以水源保护为中心,因地制宜,采取工程措施、植物措施与治污措施相结合,开展生态修复。通过营造水土保持林、坡耕地治理、坡面径流调控、裸露面治理等水土流失防治措施以及农村污水处理,农业面源污染防治,农村人居环境整治,溪沟治理等措施,对水源区各流域的水土流失及水环境污染等问题进行治理,建设生态清洁型小流域,实现流域水土资源可持续利用,确保水源地水质安全。

### 2.1 水土保持生态修复

永康市多年平均降雨量约为1483 mm,水热条件十分优越,因此可以通过对水源区内近远期人类生产、生活活动较少的山林地进行生态修复,采取封育治理措施,充分依靠大自然的力量加快植被恢复和生态系统的改善,以降低区域土壤侵蚀强度,减少入河入库泥沙,改善水质。

实施封育治理,充分利用自然力增加森林生物量,是实施水土保持生态修复的一项重要措施。封育治理是利用树木的天然下种和萌芽萌蘖能力,对具备封育条件的疏林地、灌丛地、采伐迹地及荒山荒地等采取限时封禁和相应的育林技术措施,逐步恢复森林植被的一种人工促进天然更新方式。与其它方式相比,封育治理具有投资少、适应面广、绿化效率高等优势。

### 2.2 水土流失综合治理

永康市现有水土流失面积222.72 km<sup>2</sup>,占总面积的21.29%,远高于全省平均水平。水土流失作为载体在输送大量泥沙的同时,也输送了大量的农药、化肥,导致水体富营养化,水质变差。针对永康市境内水源区水土流失分布特点,通过营造水土保持林、坡耕地整治、坡面蓄排水工程、裸露面治理等一系列水土保持措施,改变原来土地的立地条件,增加地面植被覆盖,改善农业生产条件,减少化肥、农药等有害物质随水土流失进入水体,控制农业面源污染对水体的危害。

2.2.1 营造水土保持林 森林是陆地生态系统的主体,在涵养水源、调节地表径流、保持水土、调节气候、维持生态平衡等方面发挥着巨大的综合作用。林木的树冠可阻滞雨滴下落,避免雨滴直接击溅土壤,减小降雨的侵蚀力。因此,在有条件的供水水库周边依据“适地适树”的原则建设水土保持林、水源涵养林,吸收、吸附、降解水体中的有毒、有害物质和营养物质,既有效防治水土流失,又改善库区水源涵养能力,提高库周护岸林固土功能。

此外,针对永康市山地森林植被以针叶林为主,存在着树种单一、结构不合理等弊端,森林的保持水土、涵养水源等生态功能低下的特点,采用无林地造林,退耕还林,迹地更新,补植抚育,疏伐补植等多种造林方式,减少林地水土流失。

2.2.2 坡耕地整治 坡耕地是农业生产活动频繁又极易产生水土流失的土地利用类型。坡地开垦过程中,在降雨和径流的作用下,土壤水分与营养物质大量流失,致使土壤肥力及土地生产力下降,不利于作物生长。永康市坡耕地水土流失总面积10.15 km<sup>2</sup>,其中中度以上流失面积5.79 km<sup>2</sup>,占坡耕地水土流失面积的57%。

对25°以上的坡耕地主要采取政策引导、加强宣传、政府补助等形式逐步退耕,退耕后进行封禁治理,提高植被覆盖度;对25°以下坡耕地中土层较厚的可改为梯田(梯地),水平梯田常常用于旱作以及发展经济林、果园等,少部分用于水田和发展水土保持林。

2.2.3 坡面径流调控工程 通过改变坡面径流的径流形态,降低坡地尤其是经济林种植区的水土流失,同时通过径流调控达到蓄水保土的效果。除整地措施外,主要的调控工程包括截水沟、排水沟、蓄水池、沉砂池等小型蓄排工程。通过合理设置,控制降水形成的地表径流,减少汛期下泄的水量,增强防洪抗旱以及保水保土能力,增加蓄水量,提高土地产出率。此外,在经济林区,截排水工程可结合生产便道布设,在防止水土流失的同时,方便农业生产。

2.2.4 裸露面治理 区域内裸露面治理主要是矿山开采产生的遗留坡面、迹地以及村镇周围部分裸露地的治理。对离村镇或主要交通道路较远的矿山采用平整覆土、开采迹地复绿措施;对离村镇或道路较近的矿山裸露边坡采用TBS防护或生态植生袋防护;开采迹地能复耕的尽量复耕。此外,为美化流域内的农村居住环境,在村镇周围、居住小区周围、人行道、主要交通道路旁以及道路沿线山脚等区域植树种草,在道路两旁及村庄周围种植乡土乔木、灌木,空地撒播草籽;绿化乔木可选择香樟、紫薇、桂树、夹竹桃、枇

杷等, 灌木可选择杜鹃、南天竹、木槿、八角树、迎春、红花继木等; 村庄内宅前屋后以栽植绿篱为主, 部分集中连片的住宅小区栽植草皮。

### 2.3 农村生活污水处理

永康市境内各流域农村污水有以下特征: (1) 面广、分散。村庄分散的地理分布特征造成污水分散, 难于收集和处理。(2) 来源多。除了来自人粪便、厨房产生的污水外, 还有家庭清洁、生活垃圾堆放渗滤而产生的污水。(3) 增长快。随着农民生活水平的提高以及农村生活方式的改变, 生活污水的产生量也随之增长。(4) 处理率低。未经处理的生活污水肆意排放, 严重污染了农村的生态环境, 直接威胁广大农民群众的身体健康以及农村的经济发展<sup>[2]</sup>。

目前农村生活污水处理的方式很多, 有 MBR 膜处理、地理式无动力处理、人工湿地、氧化塘、生态水沟(渠)等<sup>[3]</sup>。由于水源区内村庄分布广, 污水分散, 难于收集, 对农村生活污水处理应根据人口分布密度、自然环境和经济条件, 采用人口密集区集中处理和农村分散处理的方式, 尽可能做到投入省、效果好。

根据近年来永康市生态清洁小流域的建设经验, 对位于水源区各流域上游人口较少的村庄采用户用生态污水处理池的处理工艺, 以减少生活污水收集管网的工程量和投资。

对处于水源区上游人口较多的村庄考虑单村或联村建设无动力的污水处理设施, 以减少建成后污水处理站的后期管理、运行费; 对人口较多、居住密集, 且处于水源区各流域下游、离水库较近的村庄, 考虑联村共设一 MBR 污水处理站或单独设置 MBR 污水处理站, 提高出水水质标准。

### 2.4 农业面源污染防治

农田种植过程中, 部分化肥、农药会随地表径流或下渗进入水体。化肥、农药的大量使用及在农田中未被完全利用而造成的对水质的污染是面源污染产生的主要因素。一般情况下化肥利用率只有 30%~35%, 土壤中残留的化肥养分约 30%, 流失在水体的养分高达 30% 以上; 农药中 10%~20% 附着在农作物上, 而 80%~90% 则流失到土壤、水体和大气中。永康市共有耕地 23 997.5 hm<sup>2</sup>, 按照农民施肥的习惯, 每年施用化肥 260 kg/hm<sup>2</sup>, 农药 40 kg/hm<sup>2</sup>, 据此计算, 每年约有 4 100 t 化肥, 770 t 农药随地表径流或下渗进入水体, 给河道、水库水质造成一定污染。

根据永康市的水资源调查公报, 各供水水库水质存在不同程度的富营养化问题, 水体污染的特征呈有机型, TP, TN 成为主要的污染指标。为了控制流域内水体污染, 必须合理施肥, 加强对化肥、农药的控

制, 及时开展水源区农田平衡施肥研究, 减少氮肥使用量, 提高作物利用率; 采用免耕和其它农田保护技术(缓冲带和生态沟渠), 减少由于土壤侵蚀导致的磷酸盐和农药损失。同时改进农业生产技术, 推广先进的农业节水技术, 在农田与沟渠间建立缓冲林带, 以减少、截留和净化土壤径流中的 N, P 等物质, 降低水体污染物, 达到保护水源, 确保饮用水安全, 改善生态环境的目的。

### 2.5 农村人居环境整治

在生态清洁型小流域实施中, 为更好地改善农村环境质量, 保护农村生态, 永康市开展“清污, 清障, 清垃圾”和“改水, 改厕, 改路, 改环境”(简称“三清四改”)工作。

“清污”是指农村污水处理和农村工业污染处理, 保护生态环境, 保障饮用水安全。“清障”是指清除农村田头地角堆放的杂物和道路上的障碍物, 解决小溪流和池塘的“黑臭脏”问题。“清垃圾”是指采取“户集、村收、镇运、市处理”的方式全面清理农村垃圾。

“改水”是指改善农村饮用水条件, 让农民群众饮水安全得到保障。“改厕”是指对农村厕所进行无臭、无蝇、无蛆、粪便无害化处理。“改路”是指在原有道路基础上, 继续改善农村道路环境, 以环村公路和村内主干道硬化为主, 继续推进通村公路路基路面提升工程, 解决“有路人难走、有路车难开”的状况; 对弯延小巷要保护好历史遗留风貌, 不一味求宽、拓直。“改环境”是指改善农村治安环境, 努力实现村风文明, 提高农民群众的安全感和文明素质。

### 2.6 溪沟治理工程

由于各流域地处山地丘陵区, 部分河道两边分布着中心村, 居住密集, 生活废弃物的排放还处于原始的粗放型状态, 河道两侧有零散的建筑垃圾、生活垃圾等杂物堆放, 使河道变窄, 在降雨冲刷下流入河道, 抬高河床, 污染河水。

通过对河道两侧及河床内零散的建筑垃圾、生活垃圾以及河道淤积物等进行清理, 减少入库河水泥沙含量; 对部分冲刷、沟蚀溪流河道进行护岸、驳坎建设, 防止土壤侵蚀, 便于村民亲水、用水需求。此外, 为拦截河道水流中的泥沙, 减缓沟道比降, 减小水深及流速, 以减轻对下游的危害, 根据河道地形情况, 因地制宜设置简易拦沙曝气坝, 用来拦截泥沙, 净化水质。

## 3 永康市生态清洁小流域建设实践

近几年来, 永康市以水源保护为中心, 大力推进生态清洁型小流域建设过程, 使永康市城区和大部分城镇居民饮用水水源水质得到明显改善。2009年10

月,全国生态清洁型小流域建设现场工作会议在永康召开,永康市的建设成果和成功经验得到了水利部、水利厅领导的肯定,被树立为全国生态清洁型小流域建设工程的典范。特别是“污水、垃圾、厕所、环境、河道”五同步,点、线、面相结合的综合治理与开发,初步建立了“养山保水,进村治水,入川护水”等综合治理工程三道防线,为确保水源地安全作了有益的探索和实践。

(1)“养山保水”——杨溪水库水源区。杨溪水库位于永康市东南部,距市区 15 km,是目前永康境内最大的一座以灌溉、供水为主,结合防洪、发电等综合利用的中型水库,水库集雨面积 124 km<sup>2</sup>,总库容 6.168×10<sup>7</sup> m<sup>3</sup>,现日供水量 1.8×10<sup>5</sup> t,是永康市的主要供水水源。杨溪水源区水土保持生态清洁型小流域建设工程建设内容包括改造坡耕地 45.33 hm<sup>2</sup>,修建截水沟 35 km,排水沟 15 km,蓄水池 120 座,裸露面治理植被恢复 33.82 hm<sup>2</sup>(包括矿山植被恢复 0.2 hm<sup>2</sup>,村旁裸露地绿化 6.95 hm<sup>2</sup>,火烧迹地植被恢复 26.67 hm<sup>2</sup>),建立户用生态污水处理池 115 个,无动力污水处理站 6 座,MBR 污水处理站 8 座以及配套污水管网,同时修建河道生态护岸 3.5 km,拦沙坝 9 座,清障清淤 500 m<sup>3</sup>。项目已于 2009 年 8 月完工,项目实施后,水源区内各流域农业面源污染和水土流失得到了有效治理,水土流失治理面积 16.85 km<sup>2</sup>,治理程度达到 81.1%。流域内的垃圾消纳能力和水质净化能力大大增加,入库含沙量减少,实现了水源安全保护的目标,清洁小流域建设取得显著成效。

(2)“进村治水”——白云坑小流域建设。生态村落建设作为生态清洁型小流域建设的有机组成部分,坚持以生态治水,人水和谐为指导,以改善人居环境为目标,充分体现“进村治水”的新理念,达到人、村落与水环境的协调统一。白云坑溪小流域通过修建浆砌河道护岸 2.2 km,种植水土保持林 0.8 hm<sup>2</sup>,村旁裸露面治理 1.8 hm<sup>2</sup>;同时在村内埋设污水收集管网,新建生态厌氧池污水处理系统,修建村民水上休闲公园,为农民生活搭建了一个环境优美的娱乐活动平台,深受人们的欢迎。

(3)“入川护水”——李溪河道整治建设。李溪河道整治建设主要包括河道清障清淤、生态护岸和堤防加固 14.7 km,新建拦沙坝 1 座,改建 4 座,以及新建相应的水土保持设施和亲水设施等。通过河道整治建设,从根本上改变了河道狭窄,防洪能力不足,水环境污染严重的状况,切实保障了两岸人民的生命财产安全,改善了李溪水环境,较好地实现人与自然、经济社会与生态环境的和谐发展。

## 4 结论

生态清洁小流域建设,是传统小流域治理的发展和拓展,是在继续做好治理水土流失,改善农业生产条件的基础上,把水源保护,面源污染控制,人居环境改善,新农村建设等有机结合起来,为人们提供洁净的水源,优美的生态环境和良好的休闲、观光和旅游场所。因此,为了确保城乡供水水源水质安全,为经济社会全面可持续发展提供水资源支撑与保障,同时美化农村环境,改善农民居住环境,开展生态清洁小流域建设是非常必要的。

(1)政府牵头,相关部门共同参与。生态清洁型小流域建设是综合性项目,涉及水务、环保、林业、农业等各部门,任何部门都难以单独承担建设任务,需要政府牵头,各行各业共同参与建设与治理。同时要在全社会广泛开展水土保持生态清洁型小流域的宣传教育,鼓励和支持社会公众参与水源保护的各项活动。

(2)进一步探索生态清洁小流域建设措施体系。生态清洁小流域是以水源保护为中心,将水土流失治理、环境治理与新农村建设相结合,水土保持措施与治污措施相结合,有效改善整个区域内的水体水质。在建设中要根据水源区自然条件和污染源产生特点,进一步探索水源区内农村生活污水处理工艺以及农业面源污染防治技术,结合水库周边环境整治、库尾人工湿地建设等工程,在水源区内形成多目标、多功能、高效益的综合防治体系。

(3)研究生态清洁小流域建设评价指标。生态清洁型小流域建设是小流域水土流失综合治理工程的发展,是和水源保护、新农村建设紧密结合在一起的,其效益评价指标除了常规的涵养水源,减少地表径流,减轻土壤侵蚀等蓄水保土指标外,还应包括水环境指标、村容整洁指标,即库区水体水质的变化情况、污水处理率、入库污染负荷削减量以及农村城市化程度等。因此,有必要开展生态清洁小流域建设效益评价指标研究,以全面反映工程建设带来的环境效益。

### [参 考 文 献]

- [1] 毕小刚,杨进怀,李永贵,等.北京市建设生态清洁型小流域的思路与实践[J].中国水土保持,2005(1):18-20.
- [2] 梁祝,倪晋仁.农村生活污水处理技术与政策选择[J].中国地质大学学报:社会科学版,2007,7(3):18-22.
- [3] 张锦娟,裘涛.永康市杨溪水库水源区农业面源污染防治探索[J].亚热带水土保持,2009,21(4):68-70.