

英山县水土保持措施效应及生态清洁型小流域治理实践

周薇 黄秋生

英山县水土保持管理中心

DOI: 10.32629/jpm.v7i1.8693

[摘要] 针对我国南方山区水土流失与面源污染共生、治理碎片化及生态经济脱节问题，本文以湖北英山（大别山南麓典型山区县，长江流域浉水上游）为研究区，结合 2013–2024 年工程实践与监测数据，系统解析梯田、植被恢复等水土保持措施的“控蚀减污”机制，创新构建“三级防控 + 产治融合”生态清洁型小流域治理模式，并优化“规划–建设–管护–监测”全流程管理机制。

[关键词] 水土保持措施；面源污染；生态清洁型小流域；三级防控；产治融合；英山县

The Effect of Soil and Water Conservation Measures and the Practice of Ecological Clean Small Watershed Management in Yingshan County

Zhou Wei Huang Qiusheng

Yingshan County Soil and Water Conservation Management Center

[Abstract] In response to the problems of soil erosion and non-point source pollution coexisting, fragmented governance, and ecological economic disconnection in southern mountainous areas of China, this article takes Yingshan in Hubei Province (a typical mountainous county in the southern foothills of the Dabie Mountains and the upper reaches of the Xishui River in the Yangtze River Basin) as the research area, and combines engineering practice and monitoring data from 2013 to 2024 to systematically analyze the "erosion control and pollution reduction" mechanism of soil and water conservation measures such as terraced fields and vegetation restoration. It innovatively constructs a "three-level prevention and control+production treatment integration" ecological clean small watershed governance model, and optimizes the "planning construction management monitoring" full process management mechanism.

[Key words] soil and water conservation measures; Non-point source pollution; Ecological clean small watershed; Third level prevention and control; Integration of production and governance; Yingshan County

1 引言

英山县为典型“八山一水一分田”山区县，县域面积 1449km²，山地丘陵占比 86%（其中坡度 15°~25° 地占山地面积 42%，坡耕地 28 万亩（茶园占坡耕地 65%、板栗园 20%、杂粮地 15%），属北亚热带季风气候，年均降雨量 1400–1600mm（70% 集中于 6–8 月，单次最大降雨量达 210mm/d）。

英山早期因顺坡种植（80% 坡耕地采用顺坡耕作）、化肥过量施用（茶园年施复合肥 650kg/hm²，远超合理用量 300kg/hm²）及治理碎片化（2013 年前仅 3 条小流域开展零散

治理），年均土壤侵蚀模数达 520t/(km²·a)（属中度侵蚀），流域出口 TN、TP 浓度分别达 3.9mg/L、0.52mg/L（超地表水 III 类标准 1.6 倍、1.1 倍），下游张咀水库轻度富营养化（叶绿素 a 浓度 28μg/L），同时制约茶叶、板栗等特色产业发展（2013 年茶叶亩均产值仅 2800 元），形成“生态脆弱–经济滞后”恶性循环。

2 水土保持措施类型及“控蚀减污”效应

2.1 措施类型

水土保持措施按功能分为三类，核心是通过调控“水–土–

污染物”迁移实现协同效益，各措施具体参数及作用机制如下：

通过物理结构改变地表微地形，拦截泥沙与污染物，英山

2.1.1 工程措施：调控径流与固土

县主要工程措施实测数据见表1：

措施类型	结构参数	泥沙截留率	颗粒态 N/P 削减率	适用区域
石坎梯田	梯面宽 1.2~1.5m, 埂高 0.6m	85%~90%	80%~85%	15°~25° 石质坡地
土坎梯田	梯面宽 1.5~2.0m, 埂高 0.5m	75%~80%	70%~75%	10°~15° 土质坡地
沉砂池	深 1.5~2m, 容积 50~80m ³	70%~90%	75%~85%	农田边缘、沟道入口
生态谷坊	坝 1.5~2m, 间距 50~80m	65%~75%	60%~70%	沟道比降 5%~10%
鱼鳞坑(品字形)	坑径 1.2m, 深 0.8m, 间距 2m	60%~65%	55%~60%	25°~30° 荒坡

2.1.2 生物措施：增强抗蚀与净化

降至 0.08~0.12cm，年均土壤侵蚀模数从 520t/(km²·a) 降至 180t/(km²·a) 以下(属轻度侵蚀)。

依托植被根系固土、植物吸收与微生物降解，英山县主要生物措施效益如下：

工程措施中，梯田 P 因子为 0.1~0.2，比顺坡耕作削减侵蚀量 80%~90%；生物措施覆盖度 90% 时，C 因子为 0.01~0.05，比裸地减少侵蚀 95% 以上，其中混交林 C 因子(0.02) 低于纯林(0.04~0.05)。

乔灌木植被：荒坡种植“马尾松(乔木)+胡枝子(灌木)+白三叶草(草本)”混交林，植被覆盖度从治理前 35% 提升至 80% 时，径流系数从 0.4~0.6 降至 0.1~0.2，土壤黏结力从 12kPa 提升至 28kPa；茶园行间种植白三叶草，2023 年实测土壤有机质含量从 1.2% 升至 1.5%，速效 N 流失量减少 28%。

2.2.2 面源污染削减

人工湿地：流域下游构建“本地红壤+沸石+石灰石”复合基质湿地，种植香蒲、菖蒲，2023 年监测显示对 TN、TP 去除率分别达 35%~55%、40%~60%，其中沸石对 NH₄⁺-N 吸附容量达 8~12mg/g，反硝化细菌数量较自然湿地提升 3 倍。

颗粒态污染物：5~10m 宽植被缓冲带拦截泥沙 80% 以上，颗粒态 N、P 去除率 65%~75%；2023 年英山流域出口监测显示，TN 浓度从 3.9mg/L(2013 年) 降至 0.92mg/L、TP 从 0.52mg/L 降至 0.17mg/L，均达地表水 III 类标准(TN≤1.0mg/L, TP≤0.2mg/L)。

2.1.3 农业措施：源头减污

溶解态污染物：黑麦草对 NO₃⁻-N 吸收率 30%~40%，湿地基质对 NH₄⁻-N 吸附容量 5~15mg/g，反硝化细菌减少溶解态 N 负荷 25%~35%；2024 年金家铺镇人工湿地实测显示，溶解态 TN、TP 去除率分别达 38%、45%。

通过优化农田管理减少流失，英山县主要农业措施对比数据如下：

3 英山县生态清洁型小流域治理模式与工程管理

等高耕作：坡耕地推行“等高整作冬种紫云英”，春季翻压还田，土壤有机质年提升 0.2%；2023 年实测显示，等高耕作比顺坡耕作减少土壤流失 42%、N 流失 25%，适用于 10°~15° 耕地。

3.1 “三级防控+产治融合”治理模式

秸秆覆盖：茶园、耕地覆盖茶梗或稻草(3~5t/hm²)，覆盖厚度 3~5cm，减少雨滴击溅侵蚀 80% 以上，土壤含水量提升 15%~20%；2022 年板栗园秸秆覆盖试验显示，速效 N、P 流失量分别较裸地减少 22%、18%。

3.1.1 三级防控体系(空间梯度)

轮作休耕：“油菜-茶叶”轮作，减施 N 肥 12%~15%，茶叶采摘期化肥用量从 650kg/hm² 降至 550kg/hm²，2023 年轮作茶园 TN 流失量较连作茶园减少 19%。

上游源头控蚀(海拔 600~800m)：针对 15°~25° 坡耕地，采用“梯田+植物篱+覆盖种植”；茶园修整窄幅石坎梯面，埂间种金银花及黄花等植物篱措施；板栗园林下种“狗牙根+紫花苜蓿”(覆盖率 85%)，2023 年实测化肥流失量较清耕板栗园减少 40%。

2.2 量化效益

中游坡面拦截(海拔 400~600m)：坡面汇水区每 150m² 设生态蓄水坑，延缓径流峰值(从 30m³/s 降至 15m³/s)，沟道建“生态谷坊+浆砌石护岸(植垂柳等)+沉砂池”，杨柳湾镇中游治理沟道 3.2km，建谷坊 28 座，2022-2023 年拦截泥沙 1.1 万 t，沟道淤积量减少 65%。

2.2.1 水土流失调控

综合措施(工程+生物+农业)使径流系数减少 25%~50%，土壤侵蚀模数降低 40%~75%；英山茶园区实施“石坎梯田+茶梗覆盖+白三叶草种植”后，表土流失厚度从 0.3~0.5cm(治理前)

下游末端净化(海拔 200~400m)：沟谷修生态拦截坝(坝内种茭白，覆盖率 90%)，水库入口建复合人工湿地；村落配

套污水处理站，全县建成 28 座，污水收集率 $\geq 90\%$ ，处理后出水达 GB18918-2002 一级 B 标准($TN \leq 15\text{mg/L}$, $TP \leq 1.0\text{mg/L}$)，2023 年下游水库入口 TN、TP 浓度分别为 0.8mg/L、0.15mg/L。

3.1.2 产治融合（生态 - 经济协同）

水土保持+特色农业：梯田优先种茶叶（选用“英山云雾茶”品种），配套灌溉蓄水池，2023 年茶叶亩均产量从 120kg 提升 144kg（增幅 20%），优质茶（芽头茶）比例从 35%升至 58%，亩均增收 1200 元；荒坡发展板栗（品种“大红袍”）、天麻（林下种植，亩产鲜天麻 200kg），农户人均年增收 2500 元以上，全县特色产业年总产值突破 28 亿元（其中茶叶产值 18 亿元）。

生态修复+乡村旅游：治理流域内建生态步道、观景平台，扶持民宿与“生态研学”项目（年接待学生 2 万人次）；石头咀镇小流域 2023 年接待游客 5 万人次，旅游收入超 800 万元，带动农户人均年增收 3800 元，较非治理区高 2 倍。

3.2 全流程工程管理机制

3.2.1 规划阶段：精准勘察与系统设计

“GIS+无人机+实地采样”划定治理区，效率 3 倍；方案对接 SL657-2014 导则，资金比例为中央 60%、地方 30%、社会资本 10%，2013-2023 年累计投入 3.5 亿元。

3.2.2 建设阶段：标准施工与质控

制定《英山县水土保持工程施工技术规程》，明确梯田坝体压实度 $\geq 90\%$ 、生态谷坊渗透系数 $\leq 1 \times 10^{-6}\text{cm/s}$ ；建立“建设自检+监理巡检+第三方抽检”体系，第三方按 10%-15% 抽检，2023 年杨柳湾镇小流域合格率 95%。

4 治理成效

4.1 生态成效

2013-2023 年治理 15 条小流域 (280km²)，水土流失治理率从 35% 升至 82%，森林覆盖率从 68%升至 72%；新增画眉、白鹭等野生动物 12 种，野生植物 25 种；张咀水库从轻度富营养化转为“中营养”，透明度升 0.5m。红壤 pH 从 4.5-5.0 升至 5.5-6.0，抗剪强度升 30%，含水量增 8%-12%，梯田玉米产量升 30%。

4.2 经济与社会成效

特色产业亩均产值升 30%-50%，12 个治理村集体经济年收入超 10 万元；乡村旅游带动 56 户脱贫，2023 年农村居民人均可支配收入 1.86 万元（较非治理区高 25%）。新增有效灌溉面积 1.2 万亩，村落污水收集率从 65% 升至 92%，垃圾无

害化处理率 100%；群众满意度 98%，生态意识增强。

5 结论与展望

英山县 2013-2024 年实践表明，水土保持措施可有效协同防控水土流失与面源污染，其中“石坎梯田+混交林+人工湿地”组合措施减蚀率达 80%~85%、TN/TP 削减率达 55%~60%，“三级防控+产治融合”模式通过空间梯度防控与产业协同，实现“生态护岸、经济富民、社会提质”。

未来需重点突破三方面：一是研发可降解工程材料（如生物降解地膜覆盖梯田，替代传统塑料膜），减少二次污染；二是完善“天地空”监管体系（卫星遥感+无人机巡查+地面监测），提升治理精度；三是将水土保持措施纳入面源污染考核（建议湖北省 2025 年起实施），推动南方红壤区全域治理。最终为长江流域生态保护与山区乡村振兴提供更多实践经验，也为水利水电工程生态化建设（如小水库周边治理）提供参考。

【参考文献】

- [1]水利部. 2023 年中国水土保持公报 [R]. 北京：水利部，2024.
 - [2]中华人民共和国水利部. SL 657-2014 生态清洁小流域建设技术导则 [S]. 北京：中国水利水电出版社，2014.
 - [3]王浩，秦大庸，王建华. 生态清洁小流域治理的理论与实践 [J]. 水利学报，2020，51（8）：921-930.
 - [4]英山县水利局. 英山县 2019-2023 年水土保持工程总结报告 [R]. 英山：英山县水利局，2023.
 - [5]张治军，李占斌. 南方红壤区生态清洁小流域治理模式创新 [J]. 水土保持通报，2022，42（3）：286-292.
 - [6]王占礼，傅伯杰. 黄土高原水土保持措施减蚀效应研究进展 [J]. 生态学报，2022，42（10）：4056-4068.
 - [7]英山县水利局. 英山县 2024 年金家铺镇小流域治理规划报告 [R]. 英山：英山县水利局，2024.
 - [8]湖北省水利厅. 湖北省生态清洁小流域建设示范工程名单 [Z]. 武汉：湖北省水利厅，2023.
- 作者简介：第一作者，周薇，19770304，女，湖北黄冈英山，汉族，本科，水利水电工程师，研究方向：水利水土保持工程管理。
- 第二作者，黄秋生，19740930，男，湖北黄冈蕲春，汉族，本科，水利水电工程师，蕲春县水土保持中心，研究方向：水利水土保持工程管理。