

莫明浩,方少文,杨洁,等.红壤小流域水土治理模式及其环境效益分析[J].江苏农业科学,2017,45(7):284-286,311.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.07.074

红壤小流域水土治理模式及其环境效益分析

莫明浩^{1,2},方少文³,杨洁^{1,2},宋月君^{1,2}

(1. 江西省水土保持科学研究院,江西南昌 330029;

2. 江西省土壤侵蚀与防治重点实验室,江西南昌 330029;3. 江西省水文局,江西南昌 330002)

摘要:江西省赣南地区是典型的南方水土流失易发丘陵山区,曾有“江南红色沙漠”之称,是南方红壤区水土流失最严重的地区之一,经过以小流域为单元的水土保持综合治理,生态环境明显改善。以江西省赣州市的 3 个红壤小流域为对象,通过调研、试验及监测,总结红壤小流域水土治理模式,分析其环境效益。总结出以前埂后沟+梯壁植草+反坡台地、竹节水平沟+乔+灌+草、坡面雨水集蓄、顶林-腰果-底谷立体治理、“封禁+补种+管护”生态修复治理等技术和措施为主的水土综合治理模式。通过对不同时期的小流域产流产沙分析表明,经水土治理,左马小流域侵蚀量大为减少,侵蚀强度从中度侵蚀下降为轻度侵蚀。对比分析 2 个小流域果园集水区发现,无水保措施的城源集水区侵蚀强度为极强烈侵蚀,而采取水保措施的东坑集水区为微度侵蚀,经果林+工程措施等治理措施能够明显调控径流泥沙,采取的现代坡地水土保持生态果园开发模式对溶解态面源污染中总磷含量的拦截率为 40%、总氮含量的拦截率超过 80%。

关键词:红壤小流域;水土保持;治理模式;侵蚀量;环境效益;拦截率

中图分类号:S157;X171.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)07-0284-03

南方红壤区是我国水土流失严重的地区之一,该地区水土流失强度大、范围广,是制约社会、经济可持续发展的重要因素^[1]。20 世纪 80 年代以来,以小流域为单元的水土流失治理工程在南方红壤区全面展开,水土保持得到长足发展,水土保持技术得到有效推广,但是由于历史和人为活动的原因,目前该地区的水土流失问题仍然不容忽视。江西省是我国南方红壤区水土流失最严重的区域之一,严重的水土流失产生的径流泥沙不仅淤积江河湖库,降低湖库调蓄洪能力,而且还是面源污染的主要载体。赣南曾有“江南红色沙漠”之称,因其类型复杂,所以要因地制宜地实施综合治理。本研究以赣南的红壤小流域为例,通过坡面径流小区试验、小流域或集水区出口处卡口站监测及调研分析,总结和研究水土治理模式,并分析其环境效益,以期对南方红壤区小流域水土流失和面源污染防治提供参考。

1 研究区概况

选择江西省赣州市的 3 个红壤小流域研究小流域治理模式并分析其环境效益,分别为于都县左马小流域、宁都县东坑小流域、城源小流域。

左马小流域面积 3.2 km²^[2],位于赣州市于都县城郊南

面,属赣江的支流上游,是一个低山丘、川道环绕的小流域,地形以丘陵岗地为主,最低海拔为 108 m,最高海拔为 314 m,相对高度为 30~250 m,坡度一般在 5°~25°。地质构造属华夏系构造,土壤类型为花岗岩和红砂岩发育的红壤。小流域地处中亚热带季风湿润气候,具有雨量充沛、气候温和、光照充足、四季分明、无霜期长等特点,年均降水量为 1 507.5 mm,年内降水量分布不均,降水主要集中在 4—6 月。现状植被较好,以松、杉、阔叶树、灌木类为主;坡面较平缓,大部分分布天然次生林和果园。该小流域为全国水土保持重点建设工程流陂项目区范围,土地利用类型以林地为主,占总面积的 77.03%;其次为耕地,占 12.00%;再次为园地,占 7.19%;其他用地类型占 3.78%。小流域内全部为农村人口,农业生产占主导地位,外出打工为工副业收入主要来源。本研究在左马小流域设立水保林、经果林和竹节水平沟、水平台地等水土流失治理方式的坡面标准径流小区,并在小流域出口处设立卡口站进行径流、泥沙和污染的常规观测^[3]。

本研究在东坑小流域设立的集水区面积为 0.02 km²,位于赣州市宁都县会同乡境内,属赣江的支流上游。该集水区位于 1998—2002 年的全国 8 个水土保持重点治理工程石梅项目区范围,于 2000 年开发为果园,采用前埂后沟+梯壁植草式水平台地,台面栽种脐橙,目前已进入盛果期。在城源小流域设立的集水区面积为 0.01 km²,位于赣州市宁都县西北部,与东坑小流域属赣江的同一支流上游。于 2009 年开发为果园,采用水平台地,未采用前埂后沟+梯壁植草方式,台面栽种脐橙。在 2 个集水区均设立卡口站用于监测开发果园造成的水土与氮磷流失状况,并进行不同利用方式的对比分析。

2 红壤小流域水土综合治理模式

水土资源一定要做到开发中保护、保护中开发,因地制

收稿日期:2016-01-12

基金项目:国家自然科学基金(编号:41501300);水利部公益性行业科研专项(编号:201401051);“赣鄱英才 555”工程项目;江西省水利厅课题(编号:KT201213)。

作者简介:莫明浩(1981—),男,江西抚州人,博士,高级工程师,研究方向为水土保持和流域生态环境。E-mail:mominghao@126.com。
通信作者:方少文,博士,教授级高级工程师,研究方向为水土保持。

E-mail:swfang800@sina.com。

宜,才能获得良好的生态经济效益^[4]。赣南地区作为南方水土保持的一面旗帜,通过 30 年来的水土保持综合治理,水土保持生态建设取得了显著成效,赣南水土保持工作在实践中探索,在探索中发展,以小流域为单元进行综合治理^[5],走出了一条具有赣南特色的水土保持治理新路。通过对左马小流域、东坑小流域等红壤小流域的调查,总结出水土综合治理的模式^[6-7],其关键技术和措施主要有以下 5 点。

2.1 前埂后沟+梯壁植草+反坡台地技术

结合坡地开发的坡改梯工程,构筑坎下沟、前地埂,并在地埂、梯壁上都种植赣南混合草籽进行护壁处理,实行果(脐橙、甜柚等)+草(狼尾草、棕叶狗尾草、雀稗等)间作,以达到保护水土效果。

2.2 竹节水平沟+乔+灌+草技术

在水土流失山区开挖竹节形水平沟,通过开挖竹节水平沟和生物措施的合理配置,可以起到很好的蓄水、保土、保肥的作用,配套乔、灌、草的立体防护以达到保持水土的目的。

2.3 坡面雨水集蓄技术

结合坡地农业产业开发,按照坡面水系建设,合理布设“三沟”(截水沟、引水沟、排灌沟)、“二池”(蓄水池、沉砂池)、“一库”(塘库)等小型集雨水利工程,就地拦截强降雨,对雨水进行蓄集,减少径流,增加补灌抗旱水源,做到排水有沟,集雨有池,蓄水有库,水不乱流,泥不下山,发挥“小工程、大示范、高效益”的保土蓄水作用。

2.4 顶林-腰果-底谷(养殖)立体治理

通过构建“山顶戴帽(水保林等水源涵养林)、山腰种果(脐橙、油茶等经果林)、山脚建池(塘坝)、水面养鸭鹅、水中养鱼”的模式,把养殖业和种植业等有机地结合在一起。

2.5 “封禁+补种+管护”生态修复治理

赣南地区高温、多雨、无霜期长,植被自然恢复能力强,生态修复成为水土流失区恢复植被最有效、最经济、最科学的选择。在小流域水土流失强度小、植被条件较好的区域推行“大封禁,小治理”,“大封禁”即实行封山禁采禁伐、封育保护,依靠大自然的自我修复能力恢复植被;“小治理”即在重点治理中补植林草措施,抚育施肥。

3 红壤小流域水土综合治理的环境效益

3.1 调控径流泥沙效益

3.1.1 左马小流域水土保持措施径流泥沙效应 通过设立的卡口站对左马小流域产流产沙进行定位观测,统计 2010 年 1 月至 2012 年 12 月 3 年当中的产流产沙量,2010—2012 年 3 年的径流量分别为 223 万、162 万、231 万 m^3 ,3 年的泥沙量分别为 5 500、5 190、5 510 t。据研究,水土保持措施能够对流域径流泥沙起到调控作用,林草措施主要通过截留、消耗降雨、增加入渗来调水减蚀^[8-10],水平竹节沟、台地、拦沙坝等工程措施主要通过拦蓄达到减水减沙的作用^[11-12]。

由图 1 可知,左马小流域的径流量和泥沙量不仅变化趋势相同,而且随时间的波动也极为一致。左马小流域 4—6 月的径流量最大,经计算占全年产流量的 56%,其中 6 月的径流量最大,径流深为 0.14 m。同样,4—6 月的产沙量也最大,经计算占全年泥沙量的 71%,6 月份的侵蚀产沙量也最大。

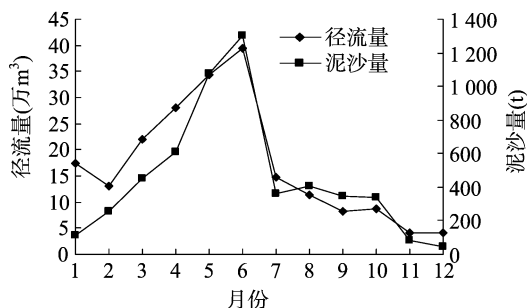


图1 左马小流域 2010—2012 年月平均径流量和泥沙量

采用“水文法”的经验公式法,以基准期的降雨、径流实测数据,建立降雨-径流的经验关系统计模型,把措施期的降雨资料代入模型,计算出下垫面不变时的径流量,计算值和实测值之差即为水土保持措施建设等人类活动引起的径流量变化。由于左马小流域在 2009 年之前无水文数据,所以采用贡水流域峡山水文站数据推导左马小流域的径流量。左马小流域在 2003 年开始实施国家水土保持重点建设工程,根据 1957—2002 年峡山站数据,得出降雨-径流的经验关系: $y = 0.004x^{1.4115} \times 10^8$ (y 为径流量, x 为降水量, $r^2 = 0.7001$)。根据左马小流域卡口站雨量站记录数据,2012 年 1 年当中降水量为 1 825 mm,若按水土保持重点建设工程实施之前下垫面的性质,则产生的年径流量为 3 213 968 m^3 ,而全年实际径流量为 2 308 236 m^3 ,可以看出实际径流量比假设未实施治理的径流量大为减少,减少了 28%,可见水土保持措施对径流具有调控作用。

左马小流域 2010—2012 年 3 年的土壤侵蚀模数分别为 1 709、1 624、1 720 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{年})$,按照水利部 SL 190—2007《土壤侵蚀分类分级标准》,属于轻度侵蚀。在 2003 年赣江上游国家水土保持重点建设工程实施之前,2002 年左马小流域水土流失轻度侵蚀占 36%,中度侵蚀占 33%,强烈侵蚀占 21%,极强烈侵蚀占 8%,剧烈侵蚀占 2%,年侵蚀量 15 744 t,土壤侵蚀模数为 4 920 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{年})$,属于中度侵蚀。治理前流域内土地利用存在如下问题:疏、幼林地面积比重大,植物群落单一;经济林面积比重小,经果林仅占林地面积的 1.5%;草地面积少。

采用水土保持防控技术后,采取封禁补植乔、灌、草结合的混交林、开发利用低丘缓坡地建设经济果木林、开挖水平竹节沟等水土保持治理措施,同时,通过造林种草,促使生态自然修复,左马小流域植被覆盖率达到 81%,侵蚀量大为减少,侵蚀强度下降了 1 个等级,2012 年土壤侵蚀量减少 10 240 t。

3.1.2 东坑和城源集水区水土保持措施调控径流泥沙效应对比分析 东坑小流域和城源小流域是位于宁都县境内毗邻的 2 个小流域,具有相似的土壤、地质和地形地貌条件,在水土保持治理前,东坑小流域和城源小流域的植被相似,都属于植被覆盖率低、水土流失严重的地区。东坑集水区 2003 年在水土保持的同时开发利用水土流失山地,大力发展以脐橙为主的高效经果林,注重山水田林路的统一规划,发展农村经济。城源集水区在 2008 年新开发了大规模的脐橙产业,但未采取有效的水保措施。本研究通过对东坑和城源小流域集水区的对比来分析水土保持调控径流泥沙的效应。

通过设立的卡口站对 2010—2012 年集水区 3 年的水位、

降水量的自动观测和对含沙量的取样测定,可以计算出东坑小流域集水区域的月均产流产沙量(图2),城源小流域集水区域的产流产沙量(图3)。由图2、图3可知,1年中东坑小流域集水区只3—8月才有产流产沙,而城源小流域集水区除12月外每月均有产流产沙。

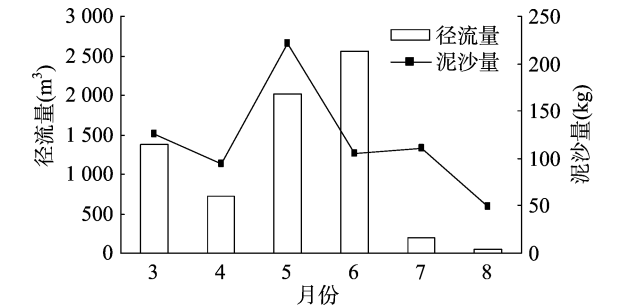


图2 东坑小流域集水区 2010—2012 年月均径流泥沙量

2010—2012 年东坑集水区的年均径流量为 6 922 m³,平均径流模数为 346 090 m³/km²,产沙量为 707 kg,土壤侵蚀模数为 35 t/(km²·年),属于微度侵蚀。而城源集水区的年径流量为 4 032 m³,平均径流模数为 403 209 m³/km²,产沙量为 87 072 kg,土壤侵蚀模数为 8 707 t/(km²·年),属于极强烈侵蚀。

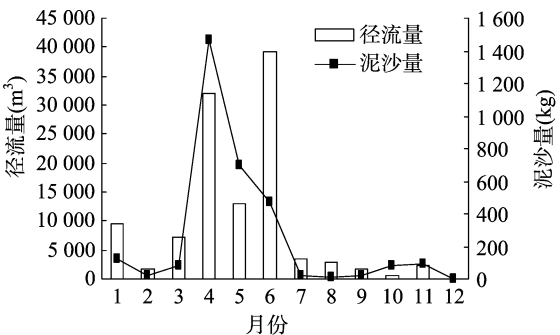


图3 城源小流域集水区 2010—2012 年月均径流泥沙量

水土保持措施的实施使得小流域的产流产沙量明显降低(表1),在降水量基本相同的情况下,东坑集水区比城源小流域蓄水量增加 57 119 m³/km²。从产流产沙次数来看,东坑集水区明显少于城源集水区,最大含沙量东坑集水区仅为城源集水区的 1%,而最大洪水径流系数东坑集水区为 21%,城源集水区为 56%,经方差分析, $P < 0.05$,说明水土保持措施具有明显的消减洪峰的作用。果园开发过程中不采取水保措施的城源小流域产生极强烈侵蚀的水土流失,采取水保措施的东坑小流域几乎不属于水土流失区,说明水土保持措施具有明显的保土减沙作用。

表 1 东坑集水区与城源集水区 2010—2012 年产流产沙特征对比

集水区域	径流模数 [m ³ /(km ² ·年)]	侵蚀模数 [t/(km ² ·年)]	最大洪水径流系数 (%)	平均产流产沙次数	最大含沙量 (g/L)
东坑	346 090	35	21	17	0.93
城源	403 209	8 707	56	39	85.28
拦蓄效益/差值	14%	99%	35	21	85.35

3.2 优化水质效益

3.2.1 水环境状况分析 通过对东坑集水区和城源集水区卡口站取水样测试分析,可以得出东坑集水区和城源集水区的月平均浓度(图4、图5)。由图4、图5可知,城源集水区水质基本是Ⅳ、Ⅴ类水水平,均为 TN 超标,而东坑集水区仅在3—6月和2011年的7、8月有产流,水质均为Ⅲ类水,未超标。因东坑集水区为老果园,前埂后沟+梯壁植草的现代坡地生态农业等水土保持模式已建立,植被覆盖度较高,水土流失少,无明显侵蚀,所以水体水质较好;而城源集水区未采取水保措施,植被覆盖率低,水土流失严重,为极强烈侵蚀,严重污染水体水质,水质一般都劣于Ⅳ类。可见,在果园中采取植物措施与工程措施相结合的现代坡地生态农业水土保持模式,能够有效地防治水土流失,从而净化水体环境。

3.2.2 拦截面源污染效应分析 经计算,在2010—2012年3年中城源集水区产生的年均溶解态面源污染总磷含量为 37 kg/km²,总氮含量为 696 kg/km²,氨态氮含量为 314 kg/km²;产生的吸附态面源污染磷素含量为 106 kg/km²,氮素含量为 290 kg/km²。由计算结果可知,城源集水区的面源污染磷素输出以吸附态泥沙携带为主,氮素输出吸附态和溶解态都很大。东坑集水区产生的年均溶解态面源污染总磷含量为 22 kg/km²,总氮含量为 134 kg/km²,氨态氮含量为 57 kg/km²。东坑集水区因产沙量小,几乎未监测到吸附态氮磷负荷输出。通过对面源污染物总氮、总磷、氨态氮输出总量

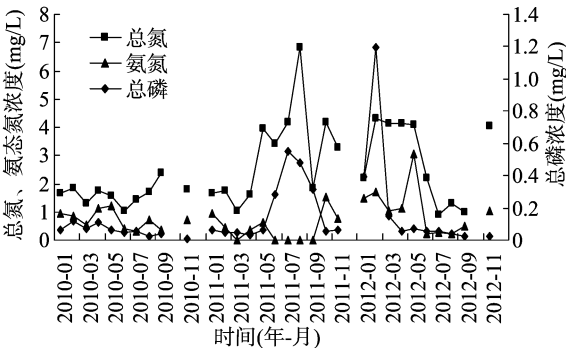


图4 城源集水区 2010—2012 年水质状况

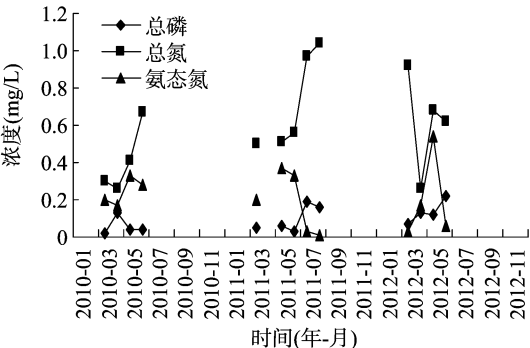


图5 东坑集水区 2010—2012 年水质状况

任职的基础上避免“一肩挑”。鼓励两委负责人交叉任职,可以加强 2 个部门之间的联系,使“两委”的工作开展起来更为顺利。同时也认识到,要掌握好适度原则,避免实行“一肩挑”的模式,防止阻碍基层民主自治的进程,促进农村社会全面有效发展。总之,为避免这种“一肩挑”模式,又要避免“两委”之间的矛盾对农村发展的不利影响,村支书任职村委会其他委员或者村委会主任任村党支部非村支书的其他职位的举措将成为一大重要探索。(2)发挥村两委领导班子自身社会资本的对村庄发展的正导向作用。研究表明,两委负责人的社会资本存量较多,且不同程度上影响村庄的发展。因此,要注重选拔一些有社会资本且愿意为民办事的负责人,他们有足够的精力和能力来从事村庄管理与发展。对于本辖区内的当地大姓者、私营企业主、有家族企业或家庭经济水平较高的村民,乡镇党委应多方位考察,尽量吸收进村委班子来发展为新一代接班人,还可以在在政策上鼓励其扎根农村,为农村的全面发展作贡献。当然,还须注重村干部队伍的规范化管理,加强村干部作风建设,搞好绩效考核管理,在引领村庄发展中实现自己的人生价值。

参考文献:

- [1]刁晓君,裴志军,周 璇. 村干部的非农工作经历与其工作绩效——基于两省六市的实证分析[J]. 浙江理工大学学报(社会科学版),2014,32(6):471-476.
- [2]杨 威,余秀江,何 旺. 村干部人力资本对其工作绩效的影响研究[J]. 南方农村,2012,28(10):72-78.
- [3]余秀江,何 旺,杨志锐. 村干部社会资本对其工作绩效的影响研究[J]. 广东农业科学,2011,38(20):204-208.

(上接第 286 页)

的比较可知,东坑集水区产生的面源污染量远小于城源集水区,其溶解态面源污染总磷含量减少 14 kg/km²,总氮含量减少 562 kg/km²,氨氮含量减少 257 kg/km²,减少幅度分别为 40%、81%、82%。综上分析,说明东坑集水区采取的现代坡地水土保持生态果园开发模式可以防控吸附态面源污染,对溶解态面源污染中总磷的拦截率为 40%、总氮的拦截率超过 80%,效果显著。

4 结语

赣南地区是典型的南方水土流失易发丘陵山区,20 世纪 70—80 年代水土流失非常严重,成为南方水土流失最严重的地区之一。经过以小流域为单元的水土综合治理和生态建设,赣南地区有效地改善了生态环境,提高了抵御自然灾害的能力。赣南对红壤小流域的综合治理做到治理、开发、保护相结合,生态、经济、社会效益相统一,工程、生物、耕作措施并举,把小流域建设成为生态和谐、水土资源得到合理利用、各业协调发展的自然生态体系,其水土治理模式可以在南方红壤区水土流失防治中大力推广。

参考文献:

- [1]赵其国,黄国勤,马艳芹. 中国南方红壤生态系统面临的问题及

- [4]皮埃尔·布迪厄. 实践感[M]. 南京:译林出版社,2003:83.
- [5]科尔曼. 社会理论的基础(上)[M]. 北京:社会科学文献出版社,1999:354.
- [6]林 南. 社会资本:争鸣的范式和实证的检验[J]. 香港社会学学报,2001(2):38.
- [7]肖唐镖. 村民选举“宗族势力干扰论可以休矣[J]. 政治,2011(3):31-33.
- [8]公培超. 影响村民选举的宗族因素分析——以山东省 X 村为个案[D]. 武汉:华中师范大学,2011:33-34.
- [9]孙秀林. 华南的村治与宗族——一个功能主义的分析路径[J]. 社会学研究,2011(1):133-166.
- [10]周群力. 宗族网络与农村转型发展——信用评级与公共品提供的实证研究[D]. 上海:复旦大学,2013:44-97.
- [11]贾先文. 我国社会转型期农村社区选举中的宗族影响及对策——基于 55 个农村社区的调查研究[J]. 湖南师范大学社会科学学报,2015,44(2):57-63.
- [12]卢福营. 个私经济发达背景下的能人型村治——以浙江省东阳市白坦一村为例[J]. 华中师范大学学报(人文社会科学版),1998,37(2):15-20.
- [13]贺雪峰. 乡村治理的社会基础[M]. 北京:中国社会科学出版社,2003:181.
- [14]党国英. 论乡村民主政治的发展——兼论中国乡村的民主政治改革[J]. 开放导报,2004(6):23-31.
- [15]孙秀林. 基于村庄民主及其影响因素:一项基于 400 个村庄的实证分析[J]. 社会学研究,2008(6):98.
- [16]欧阳静. 富人治村:机制与绩效研究[J]. 广东社会科学,2011(5):197-202.
- [17]赵晓峰. “富人治村”的乡村关系及其后果研究[J]. 中共福建省委党校学报,2012(8):49-54.

- 对策[J]. 生态学报,2013,33(24):7615-7622.
- [2]涂安国,谢颂华,郑海金,等. 赣江上游小流域农业非点源污染生态防治技术研究[J]. 中国水土保持,2011(9):13-16.
- [3]方少文,赵小敏,莫明浩. 赣南红壤坡面不同措施径流泥沙及氮磷污染输出试验研究[J]. 中国水利,2012(18):10-13.
- [4]陈仲伯,李 万. 湖南省水土资源开发利用与保护对策研究[J]. 经济地理,2000,20(6):101-105.
- [5]王礼先. 小流域综合治理的概念与原则[J]. 中国水土保持,2006(2):16-17.
- [6]武 艺,王 农,谢颂华. 江西水土保持生态科技园建设现状与发展探索[J]. 中国水土保持,2012(12):65-67.
- [7]李德成,梁 音,赵玉国,等. 南方红壤区水土保持主要治理模式和经验[J]. 中国水土保持,2008(12):54-56.
- [8]穆兴民,王 飞,李 靖,等. 水土保持措施对河川径流影响的评价方法研究进展[J]. 水土保持通报,2004,24(3):73-78.
- [9]杨爱民,王 浩,孟 莉. 水土保持对水资源量与水质的影响研究[J]. 中国水土保持科学,2008,6(1):72-76,92.
- [10]袁东海,王兆骞,陈 欣,等. 红壤小流域不同利用方式氮磷流失特征研究[J]. 生态学报,2003,23(1):188-198.
- [11]孙 昕,李德成,梁 音. 南方红壤区小流域水土保持综合效益定量评价方法探讨——以江西兴国县为例[J]. 土壤学报,2009,46(3):373-380.
- [12]程冬兵,廖纯艳,张平仓,等. 南方红壤丘陵区水土流失综合治理技术体系研究[J]. 长江科学院院报,2010,27(11):98-101.