

平江流域水土保持综合治理水沙调配效益评价

胡欣¹, 聂小飞², 郑海金²

(1. 江西省水利科学研究院, 江西 南昌 330029; 2. 江西省水土保持科学研究院, 江西 南昌 330029)

摘要:以位于南方典型水土流失区的平江流域为研究对象,以长序列历史观测数据为基础,应用径流调控理论,对流域水土保持综合治理措施体系水沙调配效益进行了定性和定量的对比分析,结果表明:通过30多年的水土保持综合治理,平江流域径流洪枯比由治理前1958~1979年的年均3.51下降到治理后1980~2015年的年均2.45,枯季径流量占全年径流总量的比例总体呈上升趋势;流域年输沙量呈显著下降趋势,年均减少1.48%,尤其是治理后期的2003~2015年,流域年均输沙量比治理前下降了61.4%。体现了流域水土保持综合治理调控径流时空分配及减沙效益显著。

关键词:水土保持;调配;径流;泥沙;平江流域

中图分类号:S157

文献标识码:B

文章编号:1004-4701(2016)06-0429-05

1 研究区概况

1.1 流域基本概况

平江为赣江上游右岸一级支流,又称兴国江。位于东经115°04'~115°52',北纬25°57'~26°37',主河道长148 km、比降1.26‰,流域面积2 851 km²[1]。河道流经变质岩、花岗岩及红砂岩所构成的山区、峡谷及盆地,属山区性河流。地貌类型属低山丘陵区,山地土壤以红壤为主,黄壤次之。受亚热带季风气候影响,雨量充沛,气候温暖,多年平均降雨量1 585 mm,平均气温18.8℃,无霜期284 d,日照为1 861.4 h。平江流域水旱灾害多发,洪水由暴雨形成,春汛出现在3~4月,但一般峰量不大;夏汛在5~6月,往往形成峰高量大的洪水;秋汛在7~9月,受台风影响,常出现短历时洪水。

1.2 流域水土流失及水土保持综合治理概况

平江纵贯江西省兴国县全境,在兴国县境内流域面积2 274 km²,占兴国全县土地面积3 215 km²的71%,占全流域总面积的80%。平江流域翰林桥水文站观测断面以上流域面积2 689 km²,其中兴国县境内流域面积占85%。因此,兴国县水土流失动态变化情况及水土保持综合治理情况基本反映了平江流域的水土流失及水土保持状况。

兴国县是著名的革命老区,也是我国南方水土流失最严重的县市之一。历史上水土流失面积最大时为1975年的2 111.83 km²,占全县土地总面积的65.71%,占山地面积2 240 km²的94.28%。森林覆盖率只有28.8%,强度以上流失山头的林草覆盖度不足10%,全县2 240 km²的山地上,活立木蓄积量仅有51万m³。全县年土壤流失总量高达1 106万t。严重的水土流失致使全县大小河流普遍淤高1 m以上,有的地段高出田面近2 m,成了地上悬河,水、旱灾害频繁。生态环境极其恶劣,群众生活十分贫困。“天空无鸟,山上无树,地面无‘皮’,河里无水,田中无肥,灶前无柴,仓中无米”就是当年兴国水土流失严重、生态环境恶劣的真实写照。中外专家惊呼是“江南红色沙漠”,并呼吁兴国不治要“亡国”。

20世纪70年代后期开始,当地群众自发或有组织地开展水土流失治理,1980年在长江水利委员会办公室和江西省、赣州市相关部门的大力帮助下,完成了兴国县农业资源和水土保持区划,同年水电部将塘背小流域水土保持综合治理列为部管综合治理试点小流域,1983年起,兴国县列入了“全国八片水土保持重点治理工程”,开始了以小流域为单元的水土流失综合治理,至今已坚持了30多年,累计投入治理资金38 353.11万元,完成土石方量3 172.7万m³,投劳7 571.1万个

收稿日期:2016-11-22

项目来源:国家自然科学基金地区基金项目(41461058)

作者简介:胡欣(1977-),女,大学本科,工程师。

工日,治理水土流失面积 1 965. 10 km²。通过综合治理,全县水土流失面积逐年下降,2011 年为 568. 84 km²。全县水土流失面积动态变化情况详见表 1 和图 1。

表 1 兴国县水土流失动态变化 km²

年份	水土流失面积						与上一时段相比	水土流失面积占土地面积/%
	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈	合计		
1958	623. 16	565. 64	380. 98	359. 73	76. 68	2 006. 19	/	62. 42
1975	758. 28	551. 36	402. 36	345. 68	54. 15	2 111. 83	+105. 64	65. 71
1980	938. 20	291. 60	503. 14	120. 03	46. 10	1 899. 07	-212. 76	59. 09
1992	372. 83	295. 21	325. 97	109. 36	39. 26	1142. 63	-756. 44	35. 55
1995	287. 0	214. 55	190. 19	92. 34	34. 29	818. 37	-324. 26	25. 47
2000	257. 61	221. 44	171. 51	78. 87	28. 94	758. 37	-81. 20	23. 61
2011	268. 20	158. 69	91. 16	39. 75	11. 04	568. 84	-189. 53	17. 69

注:表中 1958、1975、1992 年数据来源于梁音等课题研究成果^[2],1980 数据来源于兴国县水土保持综合区划成果^[3],1995、2000 年数据来源于江西省土壤侵蚀遥感调查成果^[4],2011 年数据来源于第一次全国水利普查水土保持普查成果^[5]。

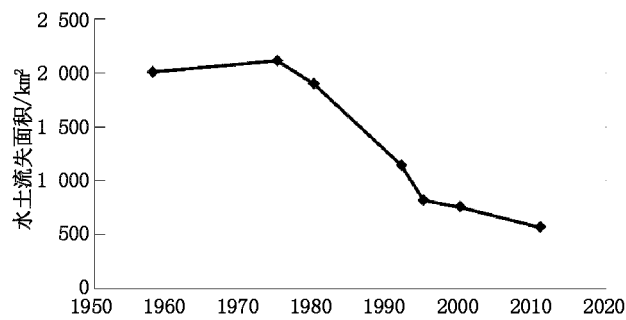


图 1 20 世纪 50 年代以来兴国县水土流失面积动态变化图

2 研究方法

为监测平江流域水文变化情势,1953 年,在流域内的赣县吉埠乡老合石村建立了翰林桥水文站,观测断面以上流域面积 2 689 km²,其中兴国县境内流域面积占 85%。应用平江流域翰林桥水文站 1958 ~ 2015 年共 58 年的水文观测数据,采用 Mann - Kendall (M - K) 趋势分析检验法,分别对平江流域径流、泥沙变化过程的趋势性进行检验,计算公式详见参考文献^[6-8]。M - K 趋势分析检验法是用来评估气候要素时间序列趋势的检验方法之一,该方法的优点是不需要样本遵从一定的分布,也不受异常值的干扰,更适用于类型变量和顺序变量,且计算简单,适用范围广、人为性少、定量化程度高,被广泛应用于气象、水文资料的趋势分析和突变检测中^[9,10]。本文在应用 M - K 趋势分析检验法对径流、

泥沙变化过程进行趋势性检验的基础上,结合流域水土流失治理工程实施情况,分不同时段对流域水土保持综合治理措施体系的水沙调配效益进行分析。

3 结果与分析

3.1 平江流域径流与输沙量时间变化特征

3.1.1 降雨、径流与输沙基本特征

1958 ~ 2015 年平江流域降雨、径流与输沙基本特征如表 2 所示。1958 ~ 2015 年平江流域降雨量为 1 575. 7 ± 325. 9 mm,汛期所在的 4 ~ 9 月份降雨最为集中,贡献了全年降雨总量的 65. 8% ± 8. 0%。1975 年降雨最多,高达 2 400. 6 mm,但其汛期降雨量仅占全年总降雨量的 62. 1%;1971 年降雨最少,仅 986. 4 mm,其汛期降雨量占 70. 1%。1958 ~ 2015 年翰林桥站径流量为 23. 33 ± 7. 66 × 10⁸ m³,汛期径流量占比 71. 4% ± 8. 7%,略高于汛期降雨量占比,与汛期降雨较为集中且强度较大,产流能力更强有关;流域径流系数为 0. 54 ± 0. 09,体现了位于南方湿润区的平江流域较强的产流能力。1958 ~ 2015 年翰林桥站输沙量为 87. 23 ± 45. 67 × 10⁴t,汛期输沙量占比 81. 4% ± 12. 8%,高于汛期降雨量和汛期径流量占比,与汛期降雨强度大,冲刷能力强,且径流量大、河流携沙能力强有关;流域输沙模数为 268. 23 ± 155. 99 t · km⁻²,反映了流域严重的水土流失状况及其多年治理的成效。

表 2 平江流域 1958 ~ 2015 年降雨、径流与输沙基本特征

指标	降雨量 /mm	径流量 /10 ⁸ m ³	径流系数	输沙量 /10 ⁴ t	输沙模数 /(t · km ⁻²)	汛期比例		
						降雨量	流量	输沙量
最大值	2 400.6	40.94	0.76	197.70	665.04	83.7%	88.5%	96.8%
最小值	986.4	7.62	0.26	15.99	41.64	45.6%	48.1%	34.1%
平均	1 575.7	23.33	0.54	87.23	268.23	65.8%	71.4%	81.4%
标准差	325.9	7.66	0.09	45.67	155.99	8.0%	8.7%	12.8%

3.1.2 流量与输沙量变化特征

1958 ~ 2015 年翰林桥站径流量和输沙量 M - K 趋势分析结果如图 2。1958 ~ 2015 年翰林桥站径流量的 M - K 检验统计量仅为 0.74,未达到 0.05 显著水平(该

水平下统计量约为 1.96),表明 1958 ~ 2015 年流量无显著变化趋势。输沙量的 M - K 检验统计量为 -4.92,表明 1958 ~ 2015 年输沙量呈现明显的减少趋势。

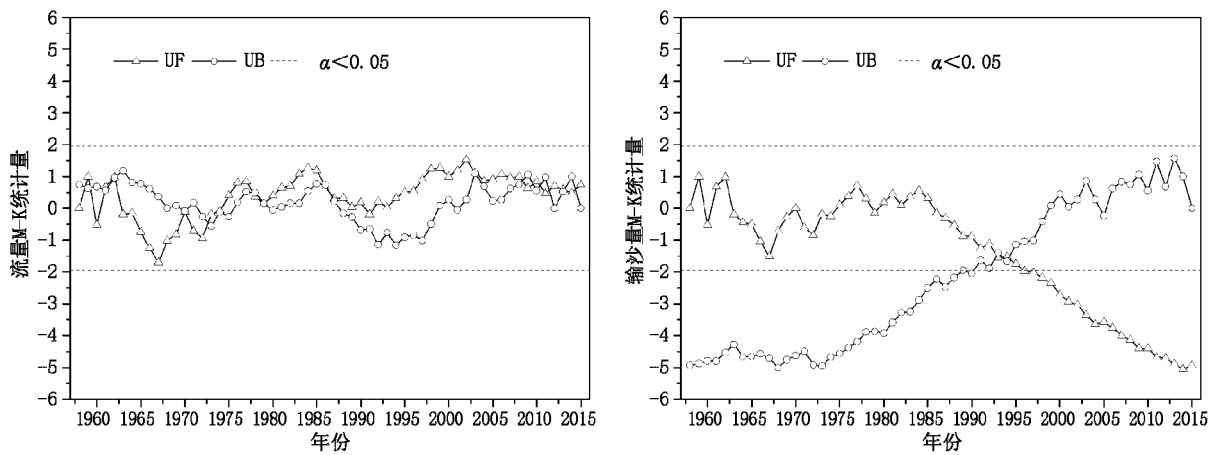


图 2 1958 ~ 2015 年翰林桥站流量和输沙量 M - K 检验

M - K 突变检测图中,当 UF 超过信度线(即存在明显变化趋势)时,如果 UF 与 UB 的交叉点位于信度线之间时,即可认为该点为开始突变点^[8]。鉴于径流量无显著变化趋势,故不存在突变点。输沙量的 UF 与 UB 在 1993 ~ 1995 年之间存在交点,且位于信度线之间,表明 1958 ~ 2015 年平江流域输沙量突变开始年份为 1994 年。输沙量 UF 至 1999 年降至 -1.96 以下,意味着平江流域输沙量自 1994 年开始突变,至 1999 年呈现出显著减少趋势。

3.2 水沙调配效益分析

3.2.1 径流调配效益分析

1958 ~ 2015 年,平江流域各个治理阶段的降雨、径流、泥沙数据详见表 3。从表 3 数据分析可以看出,平江流域径流洪枯比由治理以前 1958 ~ 1979 年的年均 3.51 下降到治理后 1980 ~ 2015 年的年均 2.45;枯季径流量占年径流量比例由治理以前 1958 ~ 1979 年的年均 24.4% 上升到治理后 1980 ~ 2015 年的年均 31.2%,

1958 ~ 2015 年非汛期径流量占全年径流总量的比例总体呈上升趋势,详见图 3。原因在于平江流域在综合治理过程中,坚持山、水、田、林、路统一规划,工程措施与植物措施相结合,治坡与治沟相结合,建立流域水土保持立体综合防治体系,能够有效调控流域径流的时空分配,达到以丰补枯的效果。

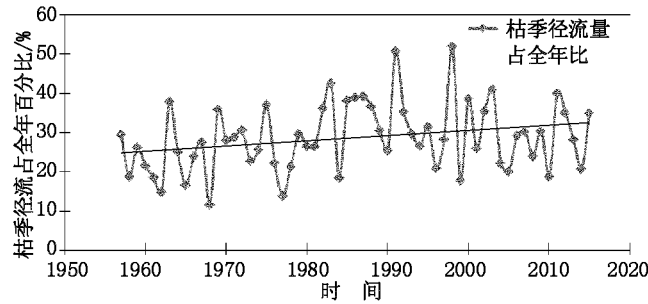


图 3 平江流域 1958 ~ 2015 年枯季径流量占全年径流总量比例变化趋势

3.2.2 泥沙调配效益分析

从表 3 数据分析可以看出,治理以前的 1958 ~ 1979 年,流域年均输沙量达 115.85 万 t,从 1983 年实施全国八片水土保持重点治理一期工程开始,流域年输沙量呈显著下降趋势,输沙量年减少速率为 1.713 万 t,年均减少 1.48%,详见图 4。全国八片水土保持重点治理一期工程(1983 ~ 1992 年)期间,流域年均输沙量下降到 92.64 万 t,比治理以前年均值下降了 20.0% ;

全国八片水土保持重点治理二期工程(1993 ~ 2002 年)期间,流域年均输沙量锐减到 63.09 万 t,比治理以前年均值下降了 45.5%;工程更名后实施国家水土保持重点建设工程(2003 ~ 2015 年)期间,流域年均输沙量进一步下降到 44.74 万 t,比治理以前年均值下降了 61.4%。充分反映了流域水土保持立体综合防治体系调配泥沙的显著效果。

表 3 平江流域各治理时段降雨径流泥沙分析

时 段	年均降雨量/mm	年均径流量/10 ⁸ m ³	径流洪枯比	枯季径流量占年径流量比例/%	年均输沙量/10 ⁴ t
治理前(1958 ~ 1979 年)	1 547.7	22.42	3.51	24.4	115.85
试点期(1980 ~ 1982 年)	1 681.4	25.05	2.45	29.6	123.90
全国八片水土保持重点治理一期工程(1983 ~ 1992 年)	1 535.9	22.32	2.03	35.5	92.64
全国八片水土保持重点治理二期工程(1993 ~ 2002 年)	1 719.8	27.38	2.55	30.6	63.09
国家水土保持重点建设工程(2003 ~ 2015 年)	1 518.6	22.12	2.70	28.8	44.74
治理后(1980 ~ 2015 年)	1 592.8	23.88	2.45	31.2	69.74

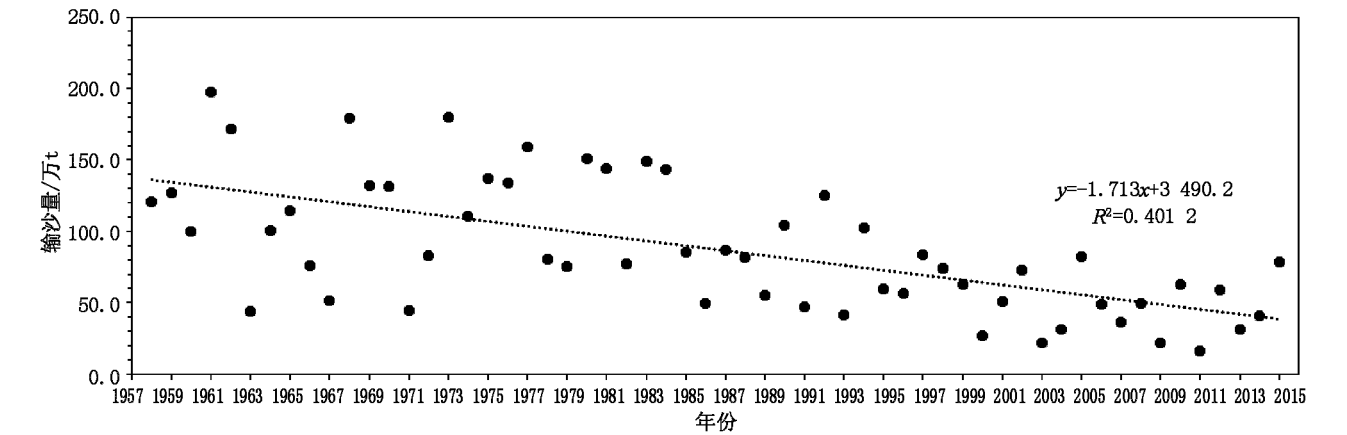


图 4 1958 ~ 2015 年翰林桥站输沙量变化趋势

4 结 论

(1)1958 年以来,平江流域年径流量总体没有明显的趋势性变化,但是通过 30 多年的水土保持综合治理,径流洪枯比由治理前 1958 ~ 1979 年的年均 3.51 下降到治理后 1980 ~ 2015 年的年均 2.45;枯季径流量占年径流量比例由治理前的年均 24.4% 上升到治理后的年均 31.2%,枯季径流量占全年径流总量的比例总体呈上升趋势,充分表明流域水土保持综合治理能够有效调

控径流的时空分配,达到以丰补枯的效果。
(2)1983 年实施大规模水土流失治理以来,平江流域年输沙量呈显著下降趋势,输沙量年减少速率为 1.713 万 t,年均减少 1.48%。尤其是治理后期的 2003 ~ 2015 年,流域年均输沙量比治理前下降了 61.4%,充分体现了流域水土保持综合治理减沙效益之显著。

参考文献:

[1] 中国河湖大典编纂委员会. 中国河湖大典(长江卷)[M]. 武汉:中国水利水电出版社,2010.

- [2] 梁音,潘贤章,孙波. 42年来兴国县土壤侵蚀时空变化规律研究[J]. 水土保持通报,2006,26(6):24~27.
- [3] 兴国县水土保持综合区划工作队. 兴国县水土保持综合区划报告摘要[J]. 中国水土保持,1981(3):1~7.
- [4] 江西省水利厅. 江西省第三次土壤侵蚀遥感调查报告[R]. 2001.
- [5] 江西省水利厅. 江西省水土保持公报2013[R]. 2014.
- [6] 张应华,宋献方. 水文气象序列趋势分析与变异诊断的方法及其对比[J]. 干旱区地理,2015,38(4):652~665.
- [7] 章诞武,丛振涛,倪广恒. 基于中国气象资料的趋势检验方法对比分析[J]. 水科学进展,2013,24(4):490~496.
- [8] 符淙斌,王强. 气象突变的定义和检测方法[J]. 大气科学,1992,16(4):482~493.
- [9] 张营营,胡亚朋,张范平. 黄河上游天然径流变化特性分析[J]. 干旱区资源与环境,2017,31(2):104~109.
- [10] 贾铎,牟守国,赵华. 基于SSA-Mann Kendall的草原露天矿区NDVI时间序列分析[J]. 地球信息科学学报,2016,18(8):1110~1122.

编辑:张绍付

Benefit evaluation of the runoff and sediment distribution in soil and water comprehensive management of Pingjiang watershed

HU Xin¹, NIE Xiaofei², ZHENG Haijin²

(1. Jiangxi Provincial Institute of Water Sciences, Nanchang 330029, China;

2. Jiangxi Institute of Soil and Water Conservation, Nanchang 330029, China)

Abstract: The study area of this paper was located in the Pingjiang watershed, the typical soil erosion area of Southern China. Qualitative and quantitative benefits comparative analyses of soil and water comprehensive management were made based on the long series of historical observational data and runoff distribution theory. The results shown the ratio of runoff between flood and dry season decreased significantly from 3.51 (years from 1958 ~ 1979) to 2.45 (years from 1980 ~ 2015), the proportion of dry season runoff volume to yearly total runoff volume continuously increased after 30-years soil and water comprehensive management in Pingjiang watershed. The watershed sediment transportation decreased by 1.48% per year, especially during the later period from 2003 to 2015, 61.4% of the eroded sediment was trapped in the watershed compared with the value of period before management. The watershed soil and water comprehensive management show a significant positive effect in runoff distribution and sediment trapping.

Key words: Soil and water conservation; Distribution; Runoff; Sediment; Pingjiang watershed

翻译:刘密军

杨丕龙副厅长带队调研廖坊水利枢纽灌区二期工程

2016年10月12至13日,杨丕龙副厅长率厅农村水利处相关人员赴抚州市廖坊水利枢纽灌区二期工程进行现场调研。

调研组一行先后察看了东乡县、金溪县等工程现场,仔细询问了工程建设实施情况,并与抚州市水利局、廖坊灌区管理局,工程涉及的东乡县、金溪县、临川区、高新区及工程各参建方进行了座谈交流。

杨副厅长指出,要充分认识到廖坊灌区二期工程与一期工程在重要性、要求、建设模式及建设环境等方面的不同,并对下一阶段工作提出了四点建议。一是建议抚州市成立工程现场推进机构;二是建立健全工程建设管理体系制度;三是要细化相关部门、县(区)及各参建方的责任任务;四是出台有效的奖惩措施。

抚州市水利局,东乡、金溪县政府及水利局等人员陪同调研。

(江西省水利厅 李小梅)