

赣江河流悬移质泥沙与水土流失的耦合关系动态分析

欧阳球林¹, 程洪¹, 龚向民²

(1. 南昌工程学院, 江西 南昌 330099; 2. 江西省水文局, 江西 南昌 330002)

摘要:通过对赣江河流泥沙变化量的观测与分析,跟踪寻找出水土流失严重的河流为桃江、贡水、章水、平江、乌江、遂川江。11 个观测站点多年观测结果表明,赣江多年平均输沙模数上游最大,上游各河均 > 140 t/km²。赣江干流多年平均输沙模数自赣州市至南昌市,由上而下逐次变小,万安站 144 t/km²,吉安站 136 t/km²,峡江站 131 t/km²,樟树站 112 t/km²,外洲站 114 t/km²。赣江河流泥沙颗粒多年平均值,各河大都在 0.04~0.066 mm 之间。赣江流域输沙量年内分布规律表现为与降水量、径流量年内分配一致;此外,对水土流失状况、原因、发展态势进行了分析并提出了防治对策。

关键词: 河流泥沙; 水土流失; 赣江

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2007)06-0134-04

中图分类号: S152.7

Dynamic Analysis of Coupling Relation Between Suspended Load and Soil and Water Loss of Ganjiang River in Jiangxi Province

OUYANG Qiu-lin¹, CHENG Hong¹, GONG Xiang-min²

(1. Nanchang Institute of Technology, Nanchang, Jiangxi 330029, China;

2. Hydrological Bureau of Jiangxi Province, Nanchang, Jiangxi 330002, China)

Abstract: By analyzing the data of sediment observed in 11 hydrological stations in Ganjiang River, severe soil and water loss is found in Taojiang, Ganshui, Zhangshui, Pingjiang, Wujiang and Suichuanjiang, etc. The average volume of sediment in the upper reaches of Ganjiang River is larger than that in the lower reaches. Transported sediment module is 144/km² in Wan'an station, 136/km² in Ji'an station, 131/km² in Xiajiang station, 112/km² in Zhangshu station, and 114 /km² in Wuzhou station. The average diameter of sediment particles is 0.04~0.066 mm, and the change in sediment content is consistent with the changes of both the seasons of a year and rainfall or runoff. Lastly, suspended load and soil and water loss are studied, and the countermeasures are presented so as to be the basis for the further technical application in the future.

Keywords: sediment in river; soil and water loss; Ganjiang River

1 赣江流域概况

1.1 自然地理

赣江为江西省第一大河,发源于江西、福建两省交界的瑞金市赣源崇,自南向北流经赣州、万安、吉安、樟树等 20 多个县市至南昌市分 4 支注入鄱阳湖,主河长 823 km,赣江控制站外洲水文站以上集水面积 80 948 km²。赣州市以上为上游,称贡水,长 312 km,在赣州市城北与章水汇合后,始称赣江;赣州市至新干县城为中游,长 303 km,新干县城至吴城县城为下游,长 208 km。主要支流有湘水、濂水、梅江、平

江、桃江、章水、遂川江、蜀水、孤江、禾水、乌江、袁水、锦河。

1.2 水文气象

赣江流域地处南岭以北,长江以南,属亚热带湿润季风气候区,气候温和,雨量丰沛,四季分明,光照充足。年平均气温 17.6℃,年平均蒸发量 815.7 mm,年平均降水量 1 542.6 mm。降水主要集中在 4—6 月,占全年降水量的 46.8%(见表 1),暴雨天气系统主要是切变低涡、冷锋低槽和台风。

多年实测平均径流量 6.80×10^{10} m³。平均年径流深 840 mm,平均年径流系数为 0.53,水资源较为

收稿日期:2007-01-25

修回日期:2007-05-08

作者简介:欧阳球林(1958—),男(汉族),江西省九江市人,教授,所长,主要从事水文水资源教学科研工作。E-mail:oyqt 1868 @ sina. com.

丰富。径流主要由降水形成,年径流地区分布及年际年内变化与降水量变化趋势相似,有明显的季节性和地区性特点,同时在地区,时程分配上极为不均(详见

表1)。赣江流域主汛期大致在4—6月,洪峰流量和洪峰水位出现时间多发生在5—6月且与其暴雨发生时间相对应。

表1 赣江流域月均降水、径流、泥沙逐月占全年百分比

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
降水量	3.8	6.2	10.0	13.5	17.2	16.1	7.6	8.4	5.4	4.8	3.6	3.4
径流量	3.0	4.4	7.1	13.5	18.2	20.4	9.6	6.8	6.3	4.4	3.5	3.1
输沙量	0.6	1.7	5.6	15.9	23.7	29.1	8.3	7.0	4.3	2.5	0.8	0.5

注:表中数据系根据赣江流域干流、一级支流控制站共11个水文站1959—2004年同步资料统计。

2 赣江河流泥沙变化规律分析

2.1 选用资料

河流泥沙,包括悬移质、推移质、河床质和颗粒级配等,悬移质通常是江河来沙的主要部分。因此选用悬移质泥沙资料。选用赣江流域(干流、一级支流)控制站共11个水文站1959—2004年同步资料(见表2),所选资料数据可靠。

2.2 地区分布规律

赣江流域的泥沙运动与流域的地质地貌、土壤岩性、气候和人类活动等密切相关^[1],而河流含沙量和输沙量是反映一个地区水土流失程度的主要指标。

含沙量是单位水体中泥沙的重量,它反映河流单位水体中泥沙含量的大小。赣江流域平均含沙量 0.132 kg/m^3 (外洲站),各支流为 $0.074 \sim 0.414 \text{ kg/m}^3$,赣江上游各河 $0.2 \sim 0.4 \text{ kg/m}^3$,中下游为 $0.1 \sim 0.2 \text{ kg/m}^3$,其中以平江翰林桥 0.414 kg/m^3 为最大,禾水、泸水最小,上沙兰站仅为 0.074 kg/m^3 (详见表2)。

输沙模数可以反映区域水土流失强度。赣江多年平均输沙模数上游最大,上游各河均大于 140 t/km^2 ,其中以平江翰林桥的 355 t/km^2 为最大;赣江中下游各河输沙模数在 $100 \sim 140 \text{ t/km}^2$ 之间,禾水、泸水最小,上沙兰站仅为 68.2 t/km^2 。赣江干流多年平均输沙模数自赣州市至南昌市,由上而下逐渐变小,万安站 144 t/km^2 ,吉安站 136 t/km^2 ,峡江站 131 t/km^2 ,樟树站 112 t/km^2 ,外洲站 114 t/km^2 (表2)。输沙量是河流出口站输出的泥沙总量,赣江流域多年平均输沙量 $9.21 \times 10^6 \text{ t}$ (外洲站);赣江上游4河总面积 $34\,072 \text{ km}^2$,占赣江控制站外洲站集水面积的 42.9% ,但多年平均输沙量 $6.59 \times 10^6 \text{ t}$,占赣江总输沙量 71.6% ,赣江中游输沙量 $1.65 \times 10^6 \text{ t}$,占 17.9% ,赣江下游输沙量 $9.7 \times 10^5 \text{ t}$,占 10.5% (详见表2)。

泥沙颗粒粒径,是河流泥沙颗粒粒径的大小,赣江河流泥沙颗粒多年平均值,各河大都在 $0.04 \sim 0.066 \text{ mm}$ 之间,其中以外洲 0.066 mm 为最大,万安 0.037 mm 为最小(表3)。

表2 赣江流域水土流失变化态势统计

河名	站名	多年平均泥沙特征			泥沙变化态势	水土流失变化态势
		含沙量/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	输沙量/ 10^4 t	输沙模数/ ($\text{t} \cdot \text{km}^{-2}$)		
赣江干流	吉安	0.187	767.0	136	1990年起逐年减少	1990年起逐年减少
	峡江	0.162	824.0	131	1990年起逐年减少	1990年起逐年减少
	樟树	0.136	819.0	112	1990年起逐年减少	1990年起逐年减少
	外洲	0.132	921.0	114	1990年起逐年减少	1990年起逐年减少
贡水	峡山	0.224	315.0	197	1996年起逐年减少	1996年起逐年减少
平江	翰林桥	0.414	95.7	355	1985年起逐年减少	1985年起逐年减少
桃江	居龙滩	0.211	136.0	181	1983年起逐年增加	1983年起逐年增加
章水	坝上	0.164	112.0	146	1996年起逐年减少	1996年起逐年减少
禾水	上沙兰	0.074	35.8	68	1982—1999年逐年增加, 2000年后减少	1982起逐年增加, 2000年后减少
乌江	新田	0.130	45.6	130	1992年起逐年增加	1992年起逐年增加
锦江	高安	0.098	53.8	102	变化平稳	水土流失小

2.3 输沙量的年际、年内变化情况

(1) 赣江流域输沙量年内分布规律。季节分配不均,汛期输沙量多,强度大。枯水期输沙量少,强度小,且与降水量、径流量年内分配一致。高峰值均出现在每年 4—6 月,占 68.7%,低谷值为 1—2 月,10—12 月,仅占 6.1%(见表 1)。

(2) 赣江流域年平均输沙量年际变化较大,各河最大年际比值在 6.44~33.3 之间,最大年干流发生在 1961,1973 年,支流发生年份不一致。最小值干流全部发生在 2004 年,支流大部分发生在 1963 年。年平均输沙量变差系数 C_v 值在 0.402~0.829 之间。

3 赣江流域水土流失状况

3.1 水土流失状况

赣江流域存在不同程度的水土流失,尤其是赣江上游是严重的水土流失地区。主要特点为:流失面积大,范围广,侵蚀类型多样。1984 年赣江水土流失面积 17 723 km²,占流域总面积 54%。水土流失主要分布在上游的丘陵山区,中下游的岗地也有分布^[1]。开展水土保持以来水土流失面积有所减少,根据 2000 年遥感调查,水土流失面积占土地总面积的 20.03%,占山地面积 35%,强中流失区主要集中在赣江中上游地区。

水土流失是一个剥蚀、搬运和沉积的过程,在破坏土地的同时还严重地破坏了森林植被,对水环境影响很大。随着水土流失加剧,泥沙大量下泄,掩埋农田、淤塞江河库塘,影响行洪航行,洪旱灾害增加,水污染加剧,农业生产条件恶化,严重制约当地经济的发展。兴国、宁都等县终以河床抬高而无舟楫之利。长冈水库实测 1979—1986 年泥沙淤积量 3.57×10^6 m³,年均 5.09×10^5 m³,损失有效库容 3.04×10^6 m³,上犹江水库年淤积量 3.08×10^5 m³,赣县淤满报废了 9 座小型水库。兴国县龙下水库 1966 年建成,10 a 内全部淤满报废^[2]。万安水库自 1989 年设立以来,每年平均淤积量达 2.34×10^6 t。每年拦截赣江上游来沙量 40%,这些泥沙均淤积在水库库区。由于水土流失,地表松散土层逐年递减,对降雨的调蓄能力逐渐减弱,一遇强降水,极易引发山洪地质灾害,加剧水土流失,造成恶性循环。

3.2 水土流失对赣江河流环境的影响

由于长期的水力侵蚀和频繁的洪水冲刷表层土壤,泥沙进入水体,使水体含沙量增加。大量的污水流入河流,降低了水自身的净化能力,使河流水质变差,水污染加剧。尤其是各种厂矿的废水废渣冲积物和农田中的农药化肥,含有各种有毒物质,污染

了水源,给工农业生产和人民生命财产带来极大的危害。赣江上游赣州市河段由于水土流失而成为赣江流域的主要污染河段,主要污染项目为氨氮、溶解氧和总磷。

3.3 水土流失成因分析

3.3.1 自然因素

(1) 从地形地质条件来看,赣江流域属南方山地丘陵区,以红壤土为主,黄壤土次之,河谷两岸多为冲积土。土层一般较深厚,有效土层多在 60~100 cm 以上,厚的达 10 m 余。大部分土壤成土中比较缺乏腐殖质和钙质,水稳性团粒结构差,黏化程度较高,土体“干时硬如铁,湿时一泡脓”^[3]。由于山地面积大,山高坡陡,土壤抗侵蚀能力差,一遇强降水极易引发滑坡、泥石流等地质灾害,大量泥土下泄,造成水土流失,水体污染,生态环境恶化。

(2) 与气候条件有关。赣江处于中亚热带过渡区,具有亚热带丘陵山区湿润季风气候的典型特征,降水丰沛,且在时空分布上极不均匀,强对流云团台风也容易形成局部地区强降雨并引发山洪灾害等水力因素是南方水土流失的最主要因素^[4]。

3.3.2 人为因素 由于人口的增长导致农耕面积的扩大和土地使用强度的增加,陡坡开荒、滥砍滥伐破坏植被过度以及依坡建房、城镇建设、公路建设、矿山开发等生产建设活动中不注意水土保持^[4],从而造成土壤侵蚀的加剧和河流输沙量的增加。例如赣江上游平江兴国县由于十年动乱期间,水土保持和森林保护工作遭到破坏,森林砍伐殆尽,水土流失面积扩大到占山地面积的 85%,成为全国乃至世界闻名的水土流失典型县,被称为“江南沙漠”。

4 水土流失发展态势分析

4.1 水土流失严重的河流和水土流失发展态势

河流产沙量的大小,取决于河流径流量的大小,两者成正相关关系。点绘赣江干流和各个支流累积年输沙量与累积年径流量关系图(双累积曲线图),更突显了输沙量相对径流的变化趋势,如果输沙量与径流量变化趋势相似,那么双累积曲线图的斜率将不改变,如果输沙量增加或减少明显,双累积曲线将会明显地偏离其原始斜率。以此判断,寻找水土流失严重的河流、发生水土流失的年份和发展态势。

(1) 赣江上游。是赣江的主要产沙区,多年平均输沙量占赣江 71.6%。自 1993 年起逐年输沙量大于外洲站出口沙量,因此赣江上游是水土流失较严重的地区。上游由贡水、平江、桃江、章水 4 条河流组成,其中主流贡水输沙量占赣江总沙量占 34.2%,平

江占10.4%,桃江占14.8%,章水占12.2%。贡水峡山站、章水坝上站年输沙量自1996年逐年有所减少,峡山站平均每年减少 1.04×10^6 t,坝上站平均每年减少 6.14×10^5 t,平江翰林桥站自1985年起逐年减少,平均每年减少 5.31×10^5 t,桃江居龙滩站自1983年起逐年上升,平均每年增加 3.40×10^5 t。4条河流只有平江翰林桥站减少明显,显示水土流失在减少,水土保持有成效。平江集水面积仅是桃江、章水的35%,但年平均输沙量与桃江、章水相当,说明平江水土流失仍十分严重。贡水、章水减少缓慢,水土流失仍较严重。桃江的水土流失范围和程度逐年加剧,年输沙量、含沙量逐年增大(详见表2)。

表3 2000年赣江中下游河床质调查结果

测点名称	最大粒径/ mm	平均粒径/ mm	结构成分
樟树	43.0	8.090	卵石粗沙
莲塘	9.8	0.313	细沙
南昌	22.3	0.591	细沙
赣江主支(1)	12.0	0.449	细沙
赣江主支(2)	3.1	0.260	细沙
赣江主支(3)	7.2	0.426	细沙
赣江南支(1)	10.0	0.298	细沙
赣江南支(2)	0.8	0.154	淤泥
赣江南支(3)	9.2	0.316	细沙
赣江中支(1)	14.5	0.400	细沙
赣江中支(2)	13.5	0.735	黏土泥沙
赣江中支(3)	16.6	0.706	沙淤泥
赣江中支(4)	2.2	0.170	淤泥
赣江北支(1)	6.7	0.358	黏土
赣江北支(2)	7.8	0.182	黏土
赣江北支(3)	3.5	0.162	沙夹泥

(2) 赣江中下游。乌江新田站输沙量占赣江沙量4.95%,自1992年起输沙量逐年增加,水土流失呈扩大态势。禾水上沙兰站占赣江沙量3.89%,1982—1999年存在严重水土流失,1999年起加强水土保持后水土流失状况明显改善。锦江高安站占赣江产沙量5.84%。双累积曲线斜率未变,显示水土流失程度较小。中下游各河输沙量占赣江28.4%,不是赣江的主产沙区。但禾水、遂川江、乌江存在不同程度的水土流失,尤其是乌江水土流失呈加剧态势(见表2)。

赣江各支流输沙模数 <100 t/km²的地区,水土流失轻微;侵蚀模数 $100 \sim 150$ t/km²存在水土流失;侵蚀模数 >150 t/km²地区为水土流失严重区。经对比分析,大部分水土流失发生在赣江中上游河段(表2)。多年来,由于加强了水土保持和兴建水利工程,赣江流域输沙量呈逐年减少态势,含沙量逐年变小,外洲站年输沙量平均每年减少 5.92×10^6 t,减少幅度达50%(见图1)。

图1显示水土流失有所好转,但赣江上游贡水、章水、桃江、平江仍是水土流失较严重的地区,尤其是桃江水土流失呈逐年加剧态势,务必引起各级政府注意,应列为防治重点。

4.2 赣江水土保持与河流泥沙的耦合分析

4.2.1 中下游输沙量明显下降 由于上游水土保持工程的作用,外洲站年输沙量由平均 1.16×10^7 t减少为 1.78×10^6 t,20 a时间减少向鄱阳湖输沙近 1.10×10^8 t。

4.2.2 中下游泥沙的粒径减小 根据2000年对赣江下游河床质调查,其泥沙粒径的变化和泥沙类型的改变也表明水土保持工作发挥了重大作用(表3)。

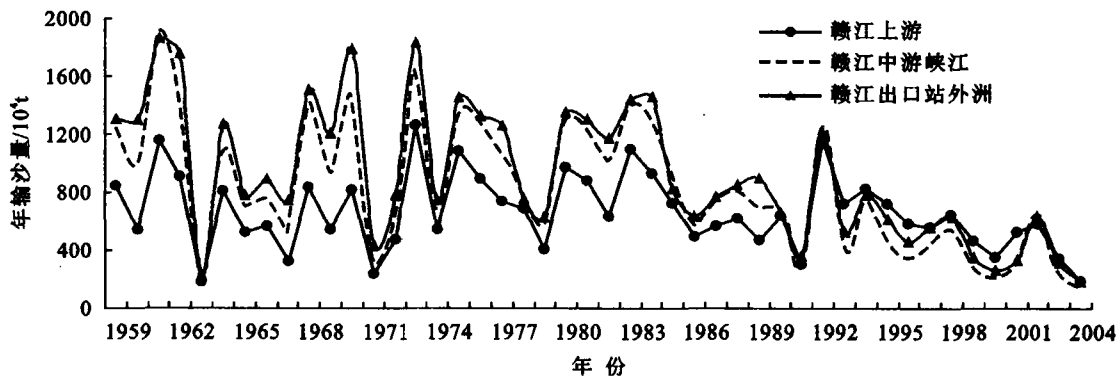


图1 赣江年输沙量变化图(1959—2004年)

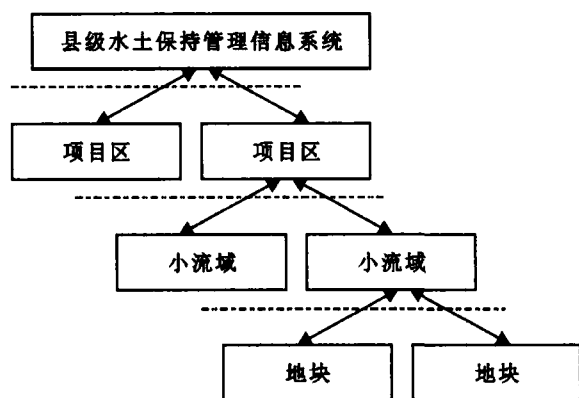


图4 系统管理层次图

2.3 支撑技术

2.3.1 水土保持业务 县级系统是解决县级水土保持生态建设项目管理而开发的计算机实现平台。因此,水土保持的理论与技术规范 and 县级水土保持工作的特点是系统设计和开发的基石。

2.3.2 3S技术 RS, GIS, GPS 与水土保持有机集成已是水土保持信息化管理的新的发展趋势。县级系统中充分依托 3S 技术,其中 GIS 技术是它的基础,RS 和 GPS 技术是数据来源的有力支持。

2.3.3 软件组件技术体系 现行的软件都遵循组件技术,这些技术有 COM, CORBA 和 RMI 等,其理念就是将软件划分为离散的、能够独立开发、测试并组成程序的功能模块。县级系统完全遵循这种技术,它以 RM 提供的 gisocx 为开发基础。

2.3.4 “自动识别”技术 基于县级以下基层单位的水土保持部门实际建设情况,实现全国网络化工作至少在现在是难以成功的。各生态建设项目是一个独立工程,可以动态拷贝其于县级管理数据的相应目录下,在前台界面上查询检索时“自动识别”该项目,并自动调用项目的所有数据。

3 结论

基于 GIS 的县级水土保持管理信息系统是面向县级水土保持部门,综合运用 3S 技术、数据库、管理信息系统等技术和方法而设计的为县级水土保持生态建设数据分级管理,以及项目规划、项目建议书、可行性研究、初步设计、组织实施、验收等环节提供了图形、多媒体文档的管理平台,并且具有了快速的按县、流域等不同级别统计、查询、浏览、生成统计图表等功能。

本系统已经作为东北黑土地水土流失综合防治工程、天津蓟县山丘区水土保持监测与管理信息系统等基础的管理软件,为实际工作的开展提供了科学、高效的手段和方法。

[参 考 文 献]

- [1] 史明昌,姜德文. 3S 技术在水土保持中的应用[J]. 中国水土保持, 2002(5): 42—43.
- [2] 党维勤. 中国水土保持监测与管理网络信息系统的发展:访北京林业大学教授史明昌[J]. 中国水利, 2006(1): 96—97.

(上接第 137 页)

5 结语

防治赣江水土流失,保护水资源,必须加强水土保持工作、统一规划,重点治理赣江上游贡水、桃江、平江、章水流域的水土流失。维护和提高土地生产力,减少入河泥沙,减轻洪水的威胁,维护流域健康生命生态安全。同时还应该通过地表植被的保护和重建,充分发挥水土资源的经济效益和社会效益,建立良好生态环境,实现人与自然和谐发展,使水土资源得到合理开发,永续利用。

赣江流域的桃江、贡水、章水、平江、乌江、遂川江,均为水土流失严重的河流,且桃江、乌江呈加剧态势,其它各河呈减缓态势。赣江流域现有泥沙监测站网也存在一定缺陷,上游水土流失严重的河流,泥沙监测站点较少,中下游遂川江、蜀水、泸水、袁水未设

泥沙监测站,致使这些河流泥沙情况不清。建议逐步完善赣江流域泥沙监测站网,及时掌握水土流失动态变化,为政府依法行政和科学决策提供基础数据和技术支持。本文仅从河流泥沙变化规律研究水土流失状况及发展趋势,对于各河流水土流失程度、范围、面积、原因、防治对策等有待进一步研究。

[参 考 文 献]

- [1] 江西省地图集[Z]. 南昌:江西省测绘局, 1988.
- [2] 赖厚桂. 万安水库运行 5 年来坝下游河床变化及其影响[J]. 江西水利科技, 1995(3): 163—165.
- [3] 钟永浩. 赣南山洪灾害特点及防治对策初探[J]. 江西水利科技, 2005(2): 71—72.
- [4] 张荣峰. 论库区水土保持[J]. 江西水利科技, 1994(1): 16—18.