

川中丘陵区小流域产沙的塘库沉积研究 ——以南充流溪河为例

伏介雄^{1,2}, 贺秀斌¹, 文安邦¹, 齐永青^{1,2}, 张信宝¹

(1. 中国科学院 水利部 成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

摘要: 报道了川中丘陵区小流域产沙塘库沉积研究的初步结果。研究表明,南充流溪河流域内平均小流域淤沙模数 762 t/(km²·a),淤沙模数随流域面积增大而减少的趋势不明显,小流域泥沙输移比显然远高于前人报道的 0.10~0.27,土壤侵蚀速率远低于全国第 2 次遥感普查值 3 000~5 000 t/(km²·a)。

关键词: 川中丘陵区; 小流域; 塘库沉积; 侵蚀产沙

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)04-0050-03

中图分类号: S157.1; P333.4

Sediment Yields of Small Catchments in Hilly Sichuan Basin Calculated by Pond and Reservoir Deposits ——A Case Study in the Liuxi River Basin of Nanchong City

FU Jie-xiong^{1,2}, HE Xiu-bin¹, WEN An-bang¹, QI Yong-qing^{1,2}, ZHANG Xin-bao¹

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS, Chengdu 610041, Sichuan Province, China;

2. Graduate School of the Chinese Academy of Science, Beijing 100039, China)

Abstract: A preliminary study on sediment yields of small catchments is conducted by using pond and reservoir deposits in the Liuxi river basin of Nanchong City, in the Hilly Sichuan Basin. The average specific sediment yield of small catchments over the basin is 762 t/(km²·a), and the tendency of sediment yield increase with the catchment area increase is not apparent. However, the sediment delivery ratio in the basin should be much higher than the previously reported values of 0.10~0.27, and the soil erosion rate should be much less than the values of 3 000~5 000 t/(km²·a) reported by the second state survey using the remote sensing method.

Keywords: hilly Sichuan basin; small catchment; deposit in pond and reservoir; erosion and sediment production

长江上游地区侵蚀产沙研究基础薄弱,一些并不可靠的结论被轮番引用,如“川中丘陵区土壤侵蚀速率高达 3 000~5 000 t/(km²·a),泥沙输移比 0.1 左右^[1]”。一些研究者对上述侵蚀速率及相应的 0.1 左右的低泥沙输移比提出了置疑^[2-4]。

川中丘陵区塘库众多,多用于蓄水灌溉,大部分塘库的流域来沙全部或大部沉积于塘库内。因此,通过塘库沉积物调查,可以求得比较可靠的小流域产沙量及输沙模数。

南充市地处四川省的川中丘陵区腹部,嘉陵江纵贯全境,出露岩层为易侵蚀的侏罗系上统遂宁组,一直被认为是川中丘陵区侵蚀最严重的地区之一。2003 年 10—11 月,我们在当地水利水保部门配合下,对嘉陵江二级支流流溪河流域内的全部 71 个塘库进行了实地调查。本文是此次调查研究结果的初步报告。

1 流域概况

流溪河地处南充市嘉陵区金凤乡,流域面积 74.34 km²,海拔 230~530 m。流域内出露岩层为水平产状的遂宁组紫红色粉沙岩、泥岩,夹少量薄层细砂岩。流域为中丘台状地貌,谷地宽缓。丘陵坡地呈阶梯状,平缓的阶面坡度多小于 15°,一般为旱作农地,相邻的阶面之间为坡度大于 30°的荒草陡坡,谷地内几全为农田、村舍。流域内坡地土壤主要为遂宁组风化而成的红棕紫泥紫色土,谷地内主要为水稻土,有黄泥土零星分布。年均降雨量 1 010.6 mm,80%的降雨集中于 5—10 月。流域内人口约 4.10×10⁴ 人,人口密度 570 人/km²。

如同大部分川中丘陵区,流溪河流域内塘库众多,几乎每条小流域内均有塘库,据当地水利部门统计和实地调查,共有 71 座塘库,总库容 1.95×10⁶

收稿日期:2004-07-20

资助项目:国家自然科学基金项目(40271015);中科院知识创新项目(KZCX3-SW-422, KZCX3-SW-300);973 项目(2003CB415802)

作者简介:伏介雄(1972—),男(汉族),四川盐亭人,在读硕士生,主要从事土壤侵蚀和水土保持工作。电话(028)85229235,E-mail:jxfu@mails.gscas.ac.cn。

m³。其中小二型水库 4 座,山湾塘 9 座,山平塘 58 座。山湾塘为原地取土筑坝锁沟形成的库容小于 1.0 × 10⁵ m³ 的小水库;山平塘是谷地底部人工开挖而成的池塘,库容多小于山湾塘。20 世纪 50 年代前,流域内仅有塘库 6 座,库容为 3.60 × 10⁴ m³。流域内 50 年代建成的塘库数量最多,34 座,库容为 1.02 × 10⁶ m³,占塘库总库容的 52%。20 世纪 60 年代以后建成的塘库 31 座,库容为 8.93 × 10⁶ m³,占塘库总库容的 45.78%。4 座小二型水库均采用涵卧管放水,布设有溢洪道。

据调查水库常年蓄水,春夏灌溉,一般年份溢洪道不泄流,上游来沙几全部淤积于库内。大部分山湾塘和山平塘均布设有排洪沟,部分洪水径流及携带的泥沙未进入塘内,经排洪沟排出流域。据调查,排出流域的泥沙量占上游产出泥沙总量的比例,不同流域和时期差别较大。山湾塘库容一般较山平塘大,排沙比例小于后者。20 世纪 80 年代初包产到户后,排洪沟管理较好,排沙比例小于 80 年代前人民公社时期。71 座塘库中有 16 座山平塘和 1 座山湾塘曾经清淤。

2 塘库淤积调查

当地水管站工作负责,建有塘库卡片,登记了每个塘库的基本情况,如坝长、坝高、建设时间、库容、泥沙淤积和放水设施运行情况,和汇水面积、土地利用变化情况等,为调查工作提供了极大的方便。流域内 4 座小二型水库的基本资料比较齐全,淤积量根据库

容高程曲线图求得,比较可靠。我们逐一考察了流域内的塘库,检查校核了卡片资料,实测了部分山湾塘、山平塘的坝长、坝高和水面面积,通过坝内外地面高程的比较结合卡片资料和当地群众的回忆,确定淤积厚度,计算了泥沙淤积量。

(1) 山平塘。根据当地工程实践,取堰塘边坡比 1:2,根据测量的水域面积和水深,求算塘底面积;再根据塘库淤沙区面积 (S₁),塘底面积 (S₂) 和淤沙平均厚度 h,利用下式求算淤沙体积:

$$V = (1/3) \times [S_1 + S_2 + (S_1 \times S_2)] \times h$$

式中: V —— 淤沙的体积 (m³); S₁ —— 淤沙区的面积 (m²); S₂ —— 塘底面积 (m²); h —— 淤沙平均厚度 (m)。

(2) 山湾塘。据调查当地的山湾塘多为挖取沟底的土壤锁沟筑坝建成,因此,淤沙体积为泥沙充填的筑坝挖方体积和原沟谷体积之和(后者可用棱锥体法计算):

$$V = (1/3) \times S_1 \times h + V_b$$

式中: V —— 淤沙的体积 (m³); S₁ —— 淤沙区的面积 (m²); h —— 淤沙最大厚度 (m); V_b —— 坝体的体积 (m³)。

3 结果与讨论

根据建库以来的淤沙量(清淤塘库包括清淤量)和集雨面积,求算了各塘库的淤沙模数(图 1)。

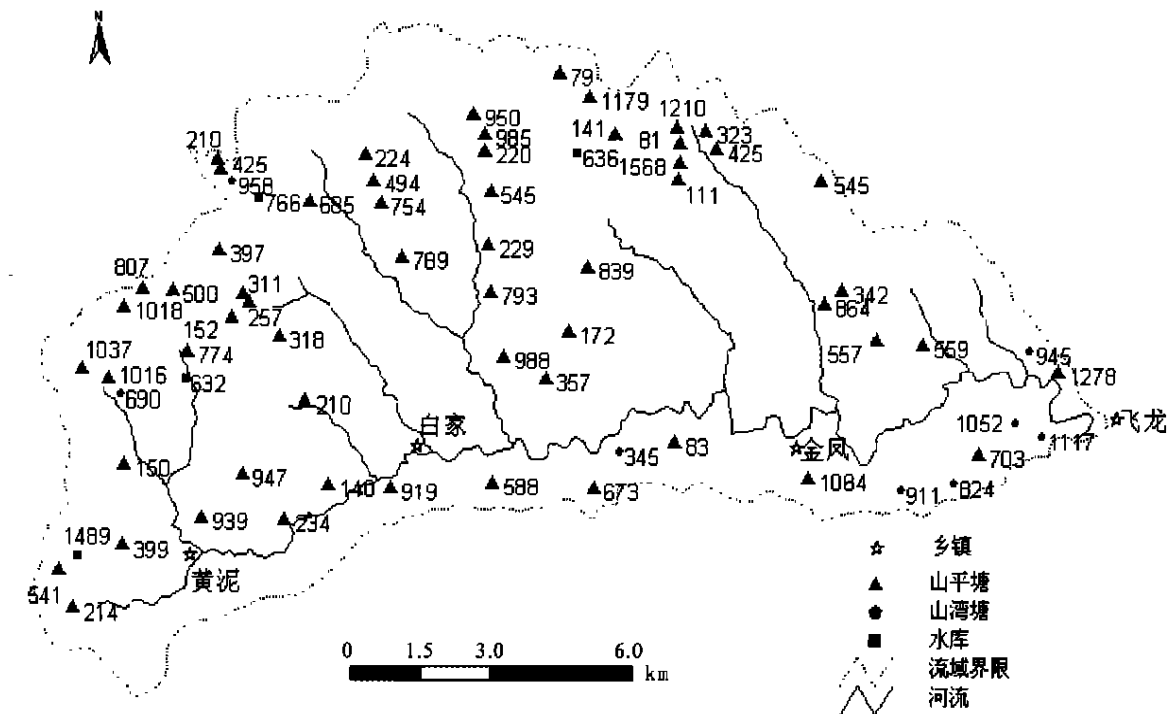


图 1 流溪河流域塘库位置及淤沙模数

流域内 71 个塘库控制的总集雨面积 14.8 km², 占流域面积的 19.9%。其中淤沙模数小于 200 t/(km²·a) 的塘库集雨面积占总集雨面积 7.8%; 200~500 t/(km²·a) 的占 16.7%; 500~1 000 t/(km²·a) 的占 65.7%; 1 000~2 000 t/(km²·a) 的占 9.9%。流域内淤沙模数的分布无明显规律, 高淤沙模数 > 1 000 t/(km²·a) 多分布于流溪河流域上游深丘区, 和受乡村公路影响较大的流域。

流域内水库、山湾塘和山平塘的平均淤沙模数分别为 726, 830 和 506 t/(km²·a) (表 1)。山平塘的淤沙模数小于山湾塘和水库的原因主要是, 山平塘库容较小, 由于排洪沟排洪, 上游来沙未进入塘内的比例较大, 因此淤沙模数小于水库和山湾塘。鉴于水库和山湾塘上游来沙基本拦蓄于库内, 我们认为水库和山

湾塘的平均淤沙模数 762 t/(km²·a), 可以代表当地小流域的淤沙模数。长委水文局曾在流溪河汇口以下的李子溪赵家祠(控制流域面积 437 km²) 设站开展径流泥沙观测, 1976—1985 年和 1988—1997 年 2 个时段的输沙模数分别为 1 185.2 t/(km²·a) 和 422.4 t/(km²·a)。塘库淤积调查求得的淤沙模数 762 t/(km²·a), 介于该水文站这两个时段的输沙模数之间(表 2)^[5]。李子溪流域不是南充市长治工程的重点治理区, 20 世纪 80 年代以来, 流域内土地利用变化不大, 该水文站 1988—1997 年期间年均径流量 1.32 × 10⁸ m³ 大于 1976—1985 年期间的 1.28 × 10⁸ m³ 量, 而前一期期间的输沙模数却远小于后一期间, 令人费解。我们认为 1988—1997 年期间的输沙模数 422.4 t/(km²·a), 比较符合实际。

表 1 流溪河流域塘库群拦沙效应及平均淤沙模数统计

项目类型	座数	集雨面积/ km ²	总库容/ 10 ⁴ m ³	年拦沙淤 积量/m ³	平均年拦沙 效应/%	淤沙模数 变化范围	平均淤沙模数/ (t·km ⁻² ·a ⁻¹)
水库	4	5.588	114.037	3 118.00	0.27	632~1 489	726
山湾塘	9	2.985	38.594	1 905.96	0.49	352~1 157	830
山平塘	58	6.236	42.435	2 429.99	0.57	79~1 568	506
塘库合计	71	14.809	195.064	7 453.95	0.38	79~1 568	654

表 2 李子溪赵家祠水文站水沙变化

年代	年均径流 量/10 ⁸ m ³	年均输沙 量/10 ⁴ t	年均输沙模数/ (t·km ⁻² ·a ⁻¹)	最大年径流 量/10 ⁸ m ³	最小年径流 量/10 ⁸ m ³	最大年输沙 量/10 ⁴ t	最小年输沙 量/10 ⁴ t
1976—1985	1.278	51.79	1 185.2	2.36(1984)	0.57(1978)	99.94(1984)	6.12(1976)
1988—1997	1.323	18.46	422.4	2.65(1989)	0.30(1997)	48.00(1989)	0.40(1997)

注：“()”内数字表示出现年代。

山湾塘和水库的淤沙模数和集雨面积的关系见图 2, 由图可见, 不同流域面积塘库的淤沙模数差异不大, 淤沙模数随流域面积增大而减少的趋势很不明显, 表明泥沙输移比应远大于前人报导的 0.1~0.27^[6-7]。正在开展的该区谷地稻田土壤¹³⁷Cs 深度分布的初步研究表明, 稻田内泥沙淤积轻微, 也暗示了 0.1~0.27 的泥沙输移比过于偏低。若如此, 南充李子溪流域的侵蚀模数应远低于 3 000 t/(km²·a)。

4 结 语

在川中丘陵区南充流溪河流域开展的小流域产沙的塘库沉积研究表明, 流域内平均小流域淤沙模数 762 t/(km²·a), 淤沙模数随流域面积增大而减少的趋势不明显, 小流域泥沙输移比应较高。川中丘陵区一些被轮番引用的侵蚀产沙特征值, 如土壤侵蚀速率 3 000~5 000 t/(km²·a), 泥沙输移比 0.1 左右^[1]等,

很不可靠。流域内的塘库均有不同程度的淤积, 蓄水拦沙功能有所降低, 部分山平塘泥沙淤积严重, 几乎失去蓄水拦沙功能。建议当地政府和水利部门, 组织群众清淤塘库, 保障蓄水拦沙功能。

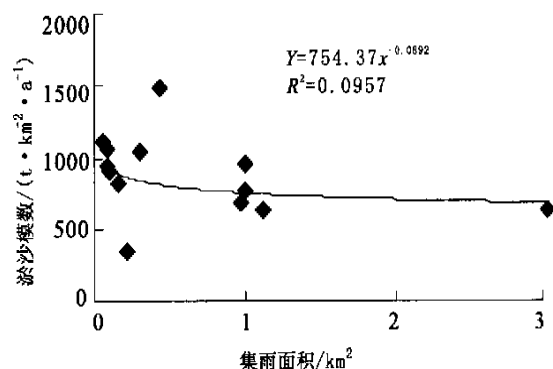


图 2 山湾塘和水库的淤沙模数与集雨面积的关系
(下转第 102 页)

(2) 要尽可能配备几名高级研究技术人才和高级工程师技术人才,主持项目示范区的建设治理与科学试验,以保证示范区出质量、出效益、出成果、出水平。

(3) 实行责、权、利统一的建设治理工程与科研示范、成果推广责任承包制(有的工程也可试引项目治理招标制)。做到各项任务分解到各治理工程和科学试验、示范推广小组,经费划拨到组,人员落实到组,充分调动各方面的积极性。

(4) 安排组织有关科技人员和管理人员外出考察学习,也要请进有关高级人才进行会诊,不断加温充电,不断更新知识,不断提升治理水平,不断提升创新能力与管理能力。

(5) 严格奖罚制度。对于在建设治理、科学试验、示范推广、以及建设管理等工作中做出实际成绩的单位和个人,应给予一年一度的表彰奖励;对于非因不可抗拒的自然条件而未完成年度任务的单位和个人,要给予批评教育,情节严重者要终止其合同。

4.3 及时划拨、合理使用建设经费是建设好示范区(园)的首要条件

(1) 主持单位在获得上级下拨的建设经费后,首先应会同技术依托单位,把经费分成 2 块:一块为建设治理经费,一块为技术依托单位的试验费,其划分比例宜 8:2。

(2) 下拨经费的原则,应根据各有关单位承担项目任务的大小、多少、难易、要求及人员结构等情况,经示范区(园)实施领导小组审核研究,划拨到各专业组。建设主持单位除扣 10%~15%的管理费和应急预付费外,应将剩余经费全部用于示范区(园)建设。

(3) 建设经费应按年度一次划拨到组,要做到任务到组,人员到岗,经费到位。

(4) 经费使用,要严格执行报账制。由使用者持单据经专业组组长审签报账。各业务组的资金账户若当年有节余,可转入下年使用。

(5) 经费监督。每年年终,示范区(园)实施领导小组应组织有关财务审计部门对一年来的建设经费进行一次全面审查,以保证资金的实际使用效率。

4.4 制度建设是示范区(园)建设的制度保证,没有必要的规章制度,就难以保证示范区(园)建设有秩序的顺利进行

(1) 建立示范区(园)建设管理制度。主要包括建设目标、任务、内容、要求、技术路线、重大措施、进度安排等。

(2) 建立示范区(园)治理工程建设管理制度。主要包括防风治沙工程、水土保持工程、林草建设工程、农田建设工程、小型水利工程、高效养殖工程等的技术规范、质量标准、进度安排、注意事项等。

(3) 建立示范区(园)科学试验与示范推广制度。主要包括试验目的、试验内容、技术路线、技术要点以及重大示范推广措施、进度要求等。

(4) 建立示范区经费使用管理进度。包括经费使用原则、报销程序、审批监督以及违规终止合同等。

4.5 档案资料,既是示范区(园)建设治理的基础依据,也是示范区(园)建设治理成效的具体反映

(1) 本底值资料。包括当地的气象、水温、土地、土壤、植被、农业、土壤侵蚀、沙化程度以及当地的社会经济、交通通讯、生产经营、群众生活等资料。

(2) 治理与科技资料。包括项目申请、批准文件;建设治理实施计划、设计方案、技术路线、实施措施、施工规范、科学数据等等。

(3) 资料的收集、管理和归档。上述资料,各单位、各业务组自始至终要由专人负责,进行收集整理,并且于项目结束前将其全部整理归档,装订成册。同时通过声相、软盘等信息处理技术,供项目验收时使用。验收完毕后,送有关档案部门保管备查,进而为全社会服务。

(上接第 52 页)

[参 考 文 献]

[1] 中华人民共和国水利部. 全国水土流失公告[Z]. 北京, 2000. 32.

[2] 景可. 长江上游泥沙输移比初探[J]. 泥沙研究, 2002 (2): 53—59.

[3] 张信宝. 长江上游水土流失治理的思考[J]. 水土保持科技情报, 1996, 4: 7—9.

[4] 张信宝, 贺秀斌, 文安邦, 等. 川中丘陵区小流域泥沙来源的¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb 双同位素法研究[J]. 科学通报, 2004, 49(15): 1537—1541.

[5] 四川省水土保持局, 中科院水利部成都山地所. 李子溪流域土壤侵蚀遥感调查与动态监测研究报告[R]. 2002, 5, 24.

[6] 范建蓉, 钟祥浩, 刘淑珍. 嘉陵江中下游典型流域土壤侵蚀与泥沙输移遥感监测[J]. 中国科学 E 辑技术科学, 2003, 33(增): 157—163.

[7] Fan J R, Zhang J H, Zhong X H, et al. Monitoring of soil erosion and assessment for contribution of sediments to rivers in a typical watershed of the Upper Yangtze River Basin[J]. Land Degradation & Development, 2004, 15 (1): 1—11 (SCI).