

滇池流域水土流失监测

李建国¹, 刀红英², 张 亮¹, 张洪开²

(1. 云南省水利水电科学研究所, 昆明 650228; 2. 云南省水土保持监测总站, 昆明 650228)

摘 要: 通过 3S 技术与 4D 技术的结合, 完成滇池流域 DEM、DLG、DRG、DOM 图的制作, 为土壤侵蚀解译交互判读, 进行流域自然状况及水土流失面积调查, 提供客观依据; 通过在滇池流域内选取具有典型代表性的小流域进行水土流失治理设计, 根据小流域具体情况, 分层布设样地、径流场、测流堰等监测设施, 实地观测水土流失量及污染总量; 通过观测分析、测算全流域的水土流失量、污染物流失量及治理措施的水土保持效益。

关键词: 3S 技术; 4D 技术; 水土流失监测

中图分类号: S157; TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)02-0075-03

Soil and Water Loss Monitoring in the Dianchi Watershed

LI Jian-guo¹, DAO Hong-ying², ZHANG L iang¹, ZHANG Hong-kai¹

(1. Institute of Water Conservancy and Hydropower in Yunnan Province, Kunming 650228, China;

2. Monitoring Center of Soil and Water Conservation, Kunming 650228, China)

Abstract: Making DEM maps by 3S technique combinations can provide objective evidence for deciphering and determining the information of soil erosion alternately. It can also give evidence for investigating the natural situation of watershed and area of soil and water loss. One of the representative small watersheds in Dianchi Lake watersheds was chosen to design the comprehensive control project of soil and water loss. Based on the situation of small watershed, monitoring installations such as the major quadrat, runoff areas, measuring weirs and so on. Field study about soil and water loss tolerance and pollution gross was conducted, through which analyze the soil and water loss tolerance and pollutant loss tolerance of the whole watersheds and the benefit of management measures.

Key words: 3S technique; 4D technique; soil and water loss monitoring

1 水土流失监测目的和意义

滇池是我国著名的高原淡水湖泊, 地处长江、红河、珠江三大水系分水岭地带, 属长江流域金沙江水系, 为高原断陷湖泊。滇池是昆明城市生态环境系统平衡的核心, 具有防洪、工农业用水、气候调节、运输、旅游等多项功能。长期以来, 随着社会、经济的快速发展, 人口的增加, 滇池负荷日益加重, 水质污染已成为影响昆明市经济社会可持续发展的重要因素, 今年年初被列入全国三个重点水污染治理区。滇池流域由于其独特的地形特点和降雨条件, 加之人口密度大, 开发建设项目集中, 有水土流失极易产生的客观条件, 在滇池众多的污染源中, 水土流失是主要的面源污染类型之一。因此, 加强滇池流域的水土流失监测, 为制定水土流失防治方针政策及水土保持生态环境建设提供依据; 为云南省水土流失监测预报工作提供经验及方法; 为确定水土保持监督执法工作重点, 预防人为水土流失发生提供重要依据。

2 水土流失监测方案

“3S”是遥感技术(RS)、地理信息系统(GIS)、全球卫星定

位系统(GPS)的总称, “3S”技术是以“3S”为基础, 将三种独立技术领域中的有关部分与其它高技术领域(如网络技术、通讯技术等)有机地结合, 构成一个整体而形成的一项新的综合技术。它集信息获取、信息处理、信息应用于一身, 突出表现在信息获取与处理的高速、实时与应用的高精度、可量化方面。通过这些技术的系统集成应用, 可以实现资源信息的快速采集和处理, 为决策提供强有力的基础信息资料和决策支持。

“4D”技术是对数字高程模型(Digital Elevation Model, 缩写DEM)、数字线划地图(Digital Line Graphic, 缩写DLG)、数字栅格地图(Digital Raster Graphic, 缩写DRG)、数字正射影像图(Digital Orthophoto Map, 缩写DOM)的统称。

3S 技术与 4D 技术结合, 能够快速、准确地提取被监测区域内的土壤侵蚀现状、土地利用现状及植被现状信息, 完成相关专题信息图件制作, 有效提高工作效率及图斑的判对率, 为区域水土流失监测提供重要的基础资料和本底数据库; 同时, 该方法在小流域规划、治理、监测方面具有较好的应用前景。

利用 3S 技术和 4D 技术进行全流域的土壤侵蚀情况调查, 完成滇池流域的水土流失本底数据库的建设; 根据《滇池

流域水土流失整治工程可行性研究》报告的水土流失分区成果,在各个水土流失类型区内选取具有代表性的典型小流域进行精细设计,分层布设气候观测站、样地、径流小区、测流堰等措施,通过对典型小流域进行观测,估算全流域的水土流失量、污染物流失量及治理措施的水土保持效益。

2.1 滇池流域水土流失监测

2.1.1 监测方法

对滇池流域 30 m × 30 m 的 TM 多光谱影像和 10 m × 10 m 的 SPOT 全色影像,分别进行影像精校正、影像增强,

获得满意效果后,利用滇池流域 DEM 图完成数字正射影像图,在此基础上对两种不同源影像信息源进行融合,使融合后的影像同时具有了多光谱、高分辨率的特征,以融合后的影像作为基本信息源。根据土壤侵蚀分级指标所确定的不同侵蚀等级坡度范围,利用流域 DEM 制作坡度图像,以不同颜色代表不同侵蚀等级坡度范围,坡度信息的提取变经验判读为计算机自动判读;结合流域土地利用现状矢量图及解译标志,进行交互式判读,提取土壤侵蚀专题信息,完成土壤侵蚀调查。其工作流程如图 1。

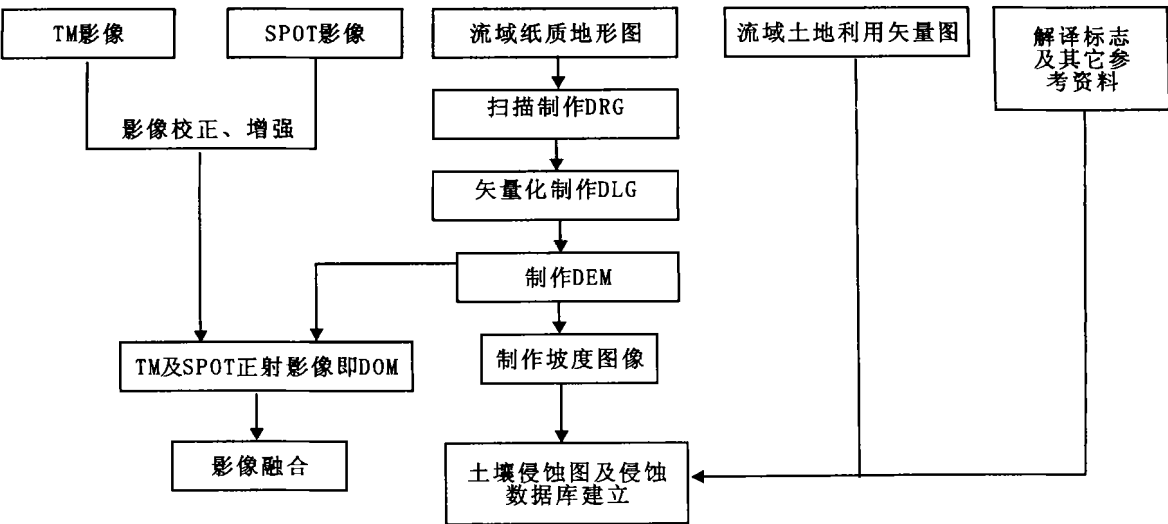


图 1 土壤侵蚀调查流程图

2.1.2 土壤侵蚀调查成果

根据滇池流域土壤侵蚀调查成果,滇池流域内土地总面积 2 920 km²,水土流失面积 739.18 km²,占总面积的 25.31%。其中轻度流失面积 373.36 km²,占总面积的 12.79%,占水土流失面积的 50.51%;中度流失面积 307.84 km²,占总面积的 10.54%,占水土流失面积的 41.65%;强度流失面积 55.75 km²,占总面积的 1.91%,占水土流失面积的 7.54%;极强度流失面积 2.21 km²,占总面积的 0.08%,占水土流失面积的 0.3%。侵蚀模数为 1 098.93 t/(km²·a),年侵蚀量 320.89 万 t,年平均剥蚀厚度 0.81 mm/a。

以本次土壤侵蚀调查成果作为滇池流域水土流失本底

数据库,定期更新流域影像信息,对全流域进行水土流失动态调查,通过两期影像对比发现水土流失动态变化情况,分析变化原因,为水土保持监督执法提供依据,是滇池水污染防治必要的预防监测手段,是水土流失治理措施配置、效益监测、评价的基础资料。

2.2 典型小流域水土流失监测

2.2.1 监测方法

根据《滇池流域水土流失整治工程可行性研究》报告的水土流失类型区分区成果,全流域共分为以下 6 个流失类型区,各流失区水土流失情况见表 1,其中 III、IV、V、VI 四个区为水土流失重点治理区,也是水土流失主要监测区域。

表 1 滇池流域水土流失分区统计表

流失分区	土地总面积 /km ²	无明显流失 /hm ²	水土流失面积/hm ²					土壤侵蚀量 /万 t
			合计	轻度	中度	强度	极强度	
合计	2920	216673.96	73683.51	37102.71	30783.97	5575.45	221.39	283.1
I、湖泊水面无明显流失区	309.5	30950						
II、湖盆无明显流失区	568.98	55255.96	1641.89	606.23	1035.66			10.32
III、北部中山河谷中度流失区	705.8	48277.47	22302.89	9803.51	10545.23	1861.16	93	92.14
IV、东部丘陵轻度流失区	428.28	30982.68	11845.45	7543.35	3947.69	354.41		44
V、东南部中山河谷中强度流失区	650.19	36518.12	28500.86	12915.63	12881.44	2584.53	119.26	104.87
VI、西部中山岩溶轻度流失区	257.25	16332.73	9392.42	6233.99	2373.96	775.34	9.13	31.77

根据各类型区的流失情况,结合遥感影像分区选取有典型代表的小流域,利用 3S 技术和 4D 技术进行规划、设计,并按设计要求进行施工,分层布设监测设施对整个小流域进行监测,根据典型小流域的监测结果,分区估算水土流失量、污染物流失量及治理措施的水土保持效益。

2.2.2 监测设施布设

对选取的典型小流域进行精细外业调查,内容包括土地

利用现状调查、土壤侵蚀调查、土壤及其理化性状调查、植被类型及组成调查、社会经济情况调查、气候及地质调查等,在此基础上利用 3S 技术和 4D 技术完成小流域水土保持措施及监测设施布设,对小流域进行监测。

监测的目的包括以下几方面:(1)为在项目区气候条件下的水土流失通用方程参数确定提供实测数据。(2)通过对比观测,计算不同坡度、各种治理措施的水土流失的防治效

果,为在小流域气候条件下的治理模式提供依据。(3)通过对植被的自然恢复情况进行监测,了解项目区内植被的自然恢复情况。(4)监测小流域进入下游河道的氮、磷、钾含量。

根据上述监测目的,在对小流域内生态、社会、经济效益多层次特点等基本情况细致分析的基础上,考虑监测系统配置的空间格局,采用分层控制布设的方案,即:第一层为小流域综合效益监测总站,在沟口设置量水堰测流系统,进行观测,了解整个小流域在实施前后的防治效果;第二层根据土壤侵蚀分级指标,选取小集水区或完整的坡面,修建径流小区,对比观测不同坡度、不同治理措施的防治效果,及不同坡度下坡耕地的水土流失情况;第三层按林分类型,设置固定样地对植被进行动态监测。在小流域内布小气象站一个,掌握小流域原始气象资料。并利用GPS对各个监测设施点精确定位,将其纳入滇池流域土壤侵蚀图层的系统内。

2.2.3 监测指标

(1)气象站观测指标:空气温度,空气湿度,土壤中0 cm、10 cm、15 cm、20 cm 温度,风向,风速,降水及水面蒸发。

(2)测流堰观测指标:水位观测,泥沙量及水质测定,包括进入下游河道氮、磷、钾的监测。

(3)径流小区观测指标:径流观测、土壤侵蚀量观测、土壤含水量测定及部分措施效益监测。

(4)样地观测指标:林分生长量调查、林地生物量(初级生产力)测定、土壤侵蚀状况调查、凋落物的分解和持水量测定及林地经济效益监测。

2.3 治理效益监测

测流堰:通过对小流域进行连续多年的观测,对比了解小流域各项水土保持措施实施前后的水流变化、水质变化以及上游来沙量的变化情况,以此反映小流域内生态环境的变化趋势。

径流小区:测定径流小区的产流量和产沙量,结合小气候观测站的降雨观测,推算径流小区内的土壤侵蚀量和侵蚀模数,并对不同径流小区分别绘制降雨量与土壤侵蚀量之间的曲线图。针对坡耕地上的径流小区,通过在同一坡度条件下实施坡改梯、保土耕作、退耕还林等措施的径流小区进行对比监测,测定其经济效益、减蚀效益,分析措施配置合理性,为流域措施配置、效益监测及评价提供依据。

样地:通过对小流域内已遭到破坏的典型植被类型进行封禁抚育,了解并掌握林地植被变化动态与规律。监测内容包括乔木、灌木、草本植物及凋落物的数量变化。

由于滇池流域水土流失整治工程于2002年12月才完

成土壤侵蚀调查及可行性研究工作;到2003年4月,根据滇池流域水土流失整治工程的整体进度安排及水土流失类型分区情况,完成了一条典型小流域的初步设计工作包括小流域监测设计,目前正在申报立项阶段,因此,在目前阶段只有全流域的土壤侵蚀调查成果,水土流失治理及监测工作处于起步阶段。

3 结论与建议

3.1 结论

(1)将现代“4D”制图技术和“3S”技术的结合,进行土壤侵蚀的调查,极大地提高了土壤侵蚀调查工作效率和成果精度。在调查过程中采用全数字作业方式,为查错修改、面积统计、数据采集、存储、管理、更新、检索、综合分析以及成果的进一步推广应用提供了先进手段。

(2)利用3S技术和4D技术完成了一条典型小流域的设计工作(批准立项后实施),从水土流失监测出发,布设了大量的实地监测设施,这些设施实施并投入运行后,将弥补昆明市,乃至云南省水土流失及小流域治理实地监测资料的严重不足,为整个滇池流域的水土流失治理、效益监测、水土流失监测迈出坚实的一步。

3.2 建议

(1)建立以滇池流域土壤侵蚀遥感调查成果为本底数据库的水土流失监测制度,通过定期更换影像信息,进行土壤侵蚀的动态监测,形成滇池流域土壤侵蚀动态变化的长时间系列,开展水土流失的时间系列研究;尽快完成典型小流域的设计、施工工作,并投入使用,形成一个完整的地面监测体系。利用土壤侵蚀遥感动态调查,结合典型小流域的地面监测设施及实地调查监测,形成一个完善的滇池流域水土流失监测系统。

(2)通过对滇池流域的水土流失监测系统的建设,为云南省提供示范样板,带动全省监测工作的开展,为完善全省水土流失监测网络提供实地监测数据。

(3)针对云南地形地貌复杂、多样的特点,在滇池流域水土流失监测的基础上,进一步开展对土壤侵蚀量估算模型及水土流失时空变化规律的深入研究。

(4)针对滇池流域开发建设项目集中的特点,加强对开发建设项目水土流失的监测和预报的研究。

(5)利用实地监测与遥感监测建模,进行土壤侵蚀相关分析。

《山仑论文集》出版发行

由李锐先生主编的《山仑论文集》(以下简称《文集》)已于2003年9月由陕西科学技术出版社出版发行。该《文集》共收入了我国旱地农业领域的学术带头人和旱地农业生态生理生态研究方向的开拓者,中国工程院院士山仑先生自1956年至2002年发表的主要学术论文97篇。

全书分为论黄土高原综合治理,旱地农业与节水农业研究,作物抗旱生态生理生态研究3个部分,代表了作者50年来从事作物抗旱生态生理与半干旱地区农业科研工作的主要业绩和贡献。对于从事干旱农业、节水农业、生态环境建设的广大科技人员、教学人员、研究生、领导干部有一定参考价值。

《山仑论文集》总计约80万字,精装本,定价100元,需购者可与吕惠民联系。

联系地址:陕西省杨凌区中国科学院水利部水土保持研究所

联系电话:029-87012872

邮政编码:712100