

“3S”技术在小流域综合治理中的应用

刘凤芹^{1,2}, 鲁绍伟^{1,2,3}, 杨新兵³, 李春平², 张文宗², 刑文发²

(1. 石家庄经济学院, 石家庄 050031;

2. 河北省生态环境监测实验室, 石家庄 050021; 3. 北京林业大学, 北京 100083)

摘 要:“3S”技术是近年来发展起来的新技术,在各行各业的发展中将发挥越来越重要的作用。“3S”技术在水土保持小流域治理工作中具有广阔的应用前景,为水土流失动态监测、水土保持规划、工程设计、效益评估等提供准确、快速的手段;为领导决策提供全面、科学、准确的依据。使水土保持管理工作实现信息化、自动化、智能化和高效化,进一步提高水土流失的防治水平。

关键词: 3S; 小流域综合治理; 水土保持

中图分类号: S157; TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)03-0082-03

Application of 3S Technology in Comprehensive Management in Small Watershed

LIU Feng-qin^{1,2}, LU Shao-wei^{1,2,3}, YANG Xin-bing³,

LI Chun-ping², ZHANG Wen-zong², XING Wen-fa²

(1. Shijiazhuang University of Economic, Shijiazhuang 050031;

2. Monitoring Laboratory of Environment in Hebei Province, Shijiazhuang 050021, China;

3. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: 3S Technology has been the new technology in recent years, which has exerted more and more effects in every walk of life. 3S Technology has wider appliance foreground in comprehensive management in small watershed, providing exact and quick means for the layout of water conservation, engineering design and the evaluation of benefit, and providing synthesise and sciential thereunder for the leaders, decision-making, made communication, intelligentize and higher efficiency for the management of water conservation, which advance the better level of prevention and cure of water loss.

Key words: 3S; comprehensive management in small watershed; soil and water conservation.

近年来,随着社会和经济的发展,毁林开荒的现象比较普遍,林地面积锐减,草场面积日益减少,水土流失现象比较严重,不仅危害了当地农林牧业生产,使生态失调,经济遭到破坏,还给河流带来大量泥沙,使水库库容减少,降低了水利设施调蓄能力和天然河道泄洪能力,加剧了下游的洪涝灾害,给河道整治和防洪造成巨大困难。为此,水土流失已成为当今世界环境问题中极其重要的问题^[1]。流域是区域经济社会发展的生命线,流域的治理是基础设施建设和生态环境保护的重要组成部分,是水资源的可持续利用促进经济的可持续发展的保障。我国以小流域为单元的水土保持综合治理基本上始于 20 世纪 50 年代初期,主要由当时建立的水土保持综合试验站为起点,发展为以小流域为单元的水土保持综合治理试验示范研究^[2]。我国不但有长江、黄河等七大流域,更拥有无数的小流域,其治理任务繁重,投入资金巨大。为保证投资的有效性和高效性,为得到理想的效果,流域的综合治理必须基于大量的数据,详细地调查、科学地分析、合理地规划和有效地监督管理^[3]。近年来,以“3S”技术为代表的地球信息科技的突飞猛进,为现代水土保持管理工作的发展提供了新的

机遇。“3S”技术在该领域应用呈现了广阔的前景。

1 我国流域治理的现状

自 1980 年全国开展了小流域为单元的水土保持综合治理的正式试点以来,到 20 世纪末,全国已开展治理的小流域 1 万余条,已竣工验收的 3 000 余条,以点连片,形成大范围的水土保持综合防护体系^[4]。但是,小流域综合治理是一项艰巨的、长期的和复杂的建设工作,以黄河流域为例,黄河流域水力侵蚀和风力侵蚀面积达 46.5 万 km²,占流域总面积的 58.5%。上中游黄土高原地区水土流失面积达 45.4 万 km²,占全流域水土流失面积的 97.6%,令人触目惊心。为此,国家对流域治理采取了以流域水土保持生态建设为重点、规范管理和提高投资效益。主要思路是:以重点支流为规划单元,以地市设立项目区,以县域为建设单元,以小流域为治理单元,统一进行规划,分期组织实施,以达到集中连片,大规模,高标准,快速度的治理效果,产生良好的社会和经济效益。但在实际工作中依然存在着如下一些问题。(1) 治理的成效低。已治理的面积标准低、措施不配套,整体防

* 收稿日期: 2007-01-29

基金项目: 河北省生态环境监测实验室“孟滦林管局森林生物多样性及生态服务功能价值研究”(M-0610)

作者简介: 刘凤芹(1972-),女,硕士,高级讲师,主要研究方向:应用数学与地理信息系统。

护作用不高,改造和完善的任务很大。(2)治理的进度慢。虽然有国家投资,有世行贷款,有地方投入,但相对如此巨大的治理任务而言,整体投资依然偏少,造成治理进度缓慢。(3)治理后的巩固不够。流域治理应该是长期的、不懈努力的一项工作,但在一些地方治理过后就不闻不问,甚至边治理边破坏的现象仍然相当严重。(4)动态监测不力。流域治理是一项庞大的系统工程、涉及的点多面广,其动态的监测是非常重要的保证措施,否则无法掌握真实的治理情况,但实际工作是远远不够,需要重点加强。(5)监督机制不全。目前的管理方式缺乏合理的统一规划,监督机制不健全,无法实现统筹安排,保证重点,难以实现改善当地生态环境与治理流域有机统一的目标。

流域治理中存在的这些问题,其核心是没有采用科学的、将流域治理进行整体规划和管理的有效技术和措施。因此,利用“3S”技术的适时性、动态性以及管理、分析海量数据的能力,为决策提供科学的依据,对流域治理进行统一规划、重点治理、动态监测和有效监督已是当务之急。

2 “3S”技术概况

“3S”是RS、GPS、GIS这3项相互独立又相互支持的新技术的总称,3S技术的集成和应用在国内外已得到广泛的发展,也必将推动在流域治理中的广泛应用。遥感(RS)可以实时、快速地提供流域及其周边地区的信息及各种变化参数。RS可以提供多时相、多分辨率和多谱段的各种遥感数据,其高分辨率的遥感影像可以达到1m左右。利用RS影

像,可以迅速得到几周前甚至几天前的最新更新数据,成本低,数据真实准确。全球卫星定位系统(GPS)主要用于为所获取的空间目标及属性信息提供实时的、快速的空间定位。GPS作为确定空间位置的主要手段,以其速度快、精度高、不受气候和通讯条件的影响,具有全天候、布点灵活、作业方便等优点,因此作为流域治理中进行RS图像的精纠正等等具有不可替代的作用。地理信息系统(GIS)是指在计算机技术支持下,对空间信息输入、查询、运算、分析、表达的技术系统。利用GIS可以把社会经济、人文等信息与反映地理位置的图形信息有机地结合起来,从而使复杂空间问题的科学求解成为可能,为规划和决策提供服务。GIS技术可以解决流域治理中的海量空间数据的显示和管理问题。对于一个流域的GIS系统而言,由于流域距离长,面积大,附属中、小流域极多,因此数据量极其巨大,可达几十甚至上百GB的数据量级。利用面向对象的大型数据库技术,不仅可以解决海量数据的存储与管理等问题,也解决了多用户编辑、数据完整性、数据安全机制等许多问题。总之,3S技术各有特色,但又各有不足。目前,国内外3S技术的发展趋势是集成化、智能化的综合应用。

3 基于3S的流域治理信息系统的建立

流域治理是一项系统工程,应该将3S技术的集成与流域治理技术进行有机地融合,3S技术与办公自动化的无缝集成,才能真正实现3S技术的高效应用。由此建立基于3S的流域治理信息系统,其体系结构如图1。

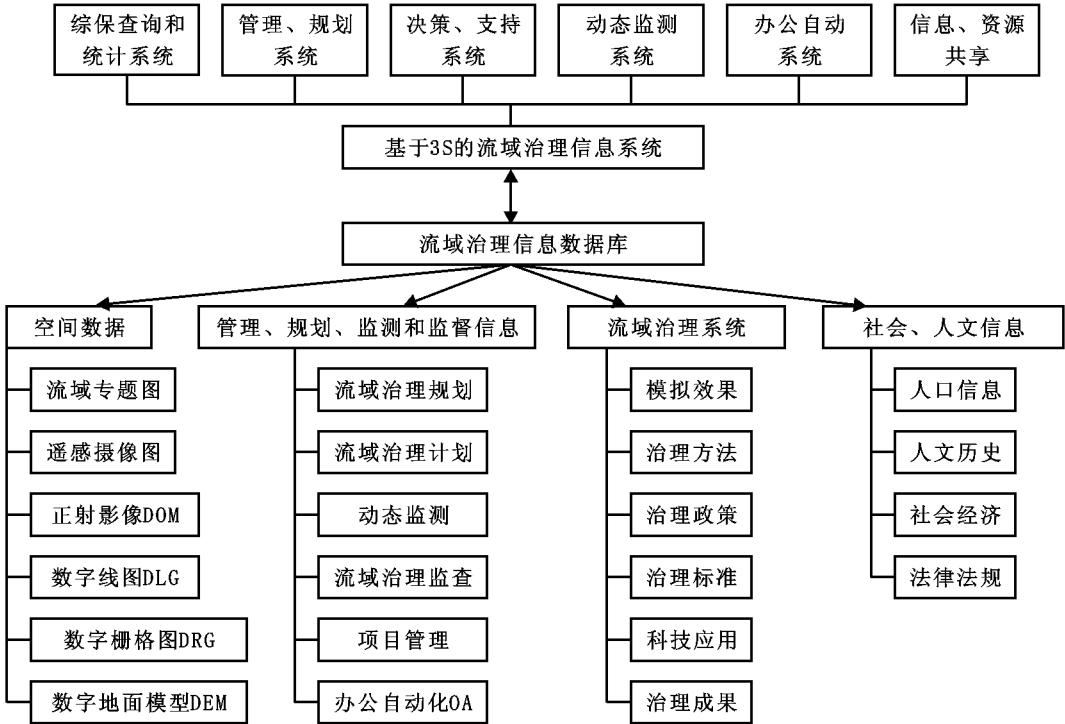


图 1 基于 3S 技术的流域治理信息系统体系结构

4 “3S”技术在小流域综合治理工作中的应用

4.1 水土流失动态监测

水土流失动态监测为水土保持行政、管理决策提供最重要的基础资料,是现代水土保持管理工作的重要组成部分之一^[5]。水土流失普查是动态监测和水土保持数字化管理从无到有的第一步。通过遥感调查,可以较低的成本快速清查

较大展趋势、发生特点。在大面积水土流失动态监测中,RS和GIS技术的集成具有重要意义,特别有利于了解宏观区域的水土流失发以遥感信息源为主,配合GPS观测的校准和其他调查资料,利用GIS系统可以建立管理地域的本底数字化资料库,包括每一地块/制图单元的几何特征;土壤侵蚀类型、强度、程度;地形、植被、土壤可蚀性、管理措施等土壤侵蚀因子的属性行政、流域、自然区划界限;土壤侵蚀图、土地

利用图等图形库,以及图像库。建立土壤侵蚀本底数字化资料库以后,要保持数字化资料的实时有效和为规划、评价、监督执法服务,还必须根据土壤侵蚀普查和水土保持实践反映的特点进行后续和跟踪监测,并及时进行数据资料的更新。在 RS 技术的支持下,利用新的遥感影像源就可以在已有的土壤侵蚀数据库基础上准确、高效、快速地实现变更调查。对范围较小的地域进行水土流失动态监测,则更多地需要 GPS 技术的支持来校正、提高 RS 信息源的精度,进行面积测算。在重点小流域、工矿、交通建设场地对水土流失发生、发展位置、水土保持措施的运用状况的确定,更离不开便携式 GPS 的应用设备^[6]。

4.2 水土保持规划

水土保持规划涉及各个层面和层次,在不同层次的水土保持管理部门有着不同的需求。但是,各级水土保持管理部门对管理地域规划都要求尽可能完善地掌握管理地域的资料,同时对地域内水土流失、土地利用、地形地貌、社会经济特点的掌握应和具体的空间地理位置紧密联系起来,以使规划的实际落实、执行具备可行性和科学性。水土保持评价评估则需要定期了解有关资料的动态变化。在翔实基础资料的支持下,GIS 的数据库能够使水土保持管理部门及时了解管理地域内每一地块的所有属性。而地学分析功能则可以提供各级行政、流域单元,各个层面的分类统计资料和有关属性因子之间的关系。根据对土壤侵蚀本底数据库的地理分析,管理部门可以摸清各水土流失分区的水土流失特点、发展趋势、水土流失主导因子,分别制定水土保持区划、水土保持策略和治理规划方案。这些统计资料和定量分析都与数据库中的空间属性相联系,在 GIS 能的支持下,可以根据需要方便地为水土保持规划提供各种专题图、演示图和相应的文档报表。

4.3 土壤侵蚀和面源污染的预测预报

利用详尽准确的土壤侵蚀数字化资料库,在重点侵蚀区域和重点小流域可以大力开展土壤侵蚀和面源污染预测预报工作,提高水土保持管理工作的科技含量,扩大水土保持管理的环境效益和社会影响。在重点侵蚀区域和重点小流域,需要比例尺更大的 DEM,取样更精确、布点更合理的土壤、植被资料。车载、手持 GPS 设备在数据获取过程中可以发挥重要作用。预测预报需要深入的模型研究。在水土流失对水体质量影响较大的地区,水土流失过程中面源污染的预测预报,在风蚀地区风蚀和交错侵蚀预报的研究和应用已日益引起重视。利用小流域土壤侵蚀和面源污染的预测预报模型,能够应用 GIS 系统模拟和分析各种流域治理的方案及措施;不同林草措施空间配置的中、长期生态、经济效益,为水土保持生物、工程措施的设计和配置服务。土壤侵蚀和面源污染的预测预报工作发展前景广阔,对于科学开展水土保持生态建设具有关键意义。

4.4 水土保持项目和工程评估

GIS 技术目前已广泛运用于各级水土保持规划与评价参考文献:

工作。在县级管理层的小流域规划中,涉及更多具体的技术资料,要发挥 GIS 系统的作用则应使数据源更加翔实可靠。如前所述, GPS 的高精度定位观测则是其重要保障之一。对水土保持项目和工程的效益评估评价,也需要由 GPS 观测提供的地表形态位置变化的动态参数。利用动态监测资料,可以反映实施水土保持项目和建设水土保持工程期间及前后不同区域或局部土壤侵蚀程度、地貌变化、植被覆盖度、生长状况、土壤水分涵养状况、泥沙淤积状况、水体质量变化等参数。依靠相应的模型和 GIS 系统,能够为项目和工程评估工作更好的服务。

4.5 水土保持监督执法、公众宣传

监督执法是水土保持工作的重要支撑点。在今天,依法进行监督检查已经可以利用地球信息技术实现高效化、科学化。利用 GIS 系统建立的监督管理地域的数据库可以与便携 GPS 系统集成,在数字电子地图上实时显示管理地域每一特征点、线、面的属性和监督人员所处位置,有利于监督人员分析水土保持工作的执行、定量确定违法行为的范围和影响。在一定的功能模块基础上,还可以自动分析监督执法路线,进行监督检查评价等。这些工作可以应用现有的 GIS 系统实现,也可以根据特定地区监督执法的要求,开发适合基层应用 GIS 系统,这在技术上目前已比较成熟。随着数字化进程的发展,水土保持定时监测可以发展到实时监测,对水土保持监督执法工作将起到更大的作用。

4.6 “3S”技术在水土保持工作中的应用前景

“3S”技术是地球信息技术的重要核心,在水土保持管理工作中全面推广应用,可极大地推动水土保持管理工作的信息化、自动化、智能化和高效化的“四化”进程。“3S”技术发展在水土保持领域的热点,一是集成,二是网络,三是智能。

集成是指“3S”技术的有机结合。对基层管理来讲, GPS 与 GIS 的集成具有直接意义,尤其是对监督执法和数据更新是必不可少的。对较高层次的管理, RS 和 GIS 的集成可以显著减少数据输入转换的巨大工作量,提高工作自动化程度。网络化是地球信息科技的最大热点,也是水土保持信息化、社会化的必由之路。智能化是水土保持信息化管理的未来发展趋势,重要内容是在水土保持信息管理过程中如数据采集、信息提取、制图等方面提高智能程度,减少人工处理量。

5 结 语

“3S”技术在小流域治理中的应用可以使流域治理和生态环境建设脱离以原有经验加现场调研进行治理的方式,从而走向科学化、自动化的道路。利用“3S”技术强大的空间分析和动态监测能力,将有效地解决实际工作中存在的成效低、进度慢、巩固不够和监测监督不力等等问题,加强规范管理、提高投资效益,为流域治理和生态环境建设的高效、快发挥应有的作用。

- [1] 王冬梅,赵钢,钱惠康,等.利用 3S 技术实现小流域水土保持的动态监测[J].水利水电科技进展,2004,24(1):62-63.
- [2] 唐克丽,等.中国水土保持[M].北京:科学出版社,2004.
- [3] 刘长星.流域治理与“3S”技术应用研究[J].水土保持学报,2002,16(6):36-38
- [4] 陈雷.中国的水土保持[J].中国水土保持,2002,(7):7-8.
- [5] 曾大林.对水土保持监测工作的几点认识和设想[J].中国水土保持,2000,(10):12-13.
- [6] 许峰,郭索彦.我国水土保持管理领域中 3S 技术的应用与发展方向[J].山地农业生物学报,2001,20(4):297-300.