

基于 GIS 的天津市水土流失监测信息系统建设

方天纵, 张贤瑞, 刘秀芹
(天津市水利局农水处, 天津 300074)

摘 要: 结合 3S 技术概念内涵及技术集成特点对水土流失监测与管理信息系统建设特点及一般要求进行论述。以天津市蓟县水土流失监测实践为例, 对系统建设科学性与重要性进行叙述。
关键词: 3S 技术; 水土流失; 监测系统
中图分类号: S 157; T P79 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2004) 02-0036-03

Construction of Monitoring System for Loss of Soil and Water in Tianjin Based on GIS Technique

FANG Tian-zong, ZHANG Xian-rui, LIU Xiu-qin
(Dept. of Farmland Irrigation Management, Tianjin Water Resources Bureau, Tianjin 300074, China)

Abstract: Combining the concept of RS, GIS and GPS with the features and general requirements of monitoring system, to take the construction of soil and water loss monitoring system in Jixian, Tianjin as a sample, then the discussion was given and the importance and science of the monitoring system was addressed.
Key words: "3S "technique ; soil and water loss; monitoring system

建立全国水土保持监测信息网络与信息管理系统是水利部“十五”期间水土保持生态建设的重要目标之一, 基于 3S 技术的监测网络建设正在全国范围内展开。天津市蓟县是水土流失地区, 水土流失监测与管理信息系统对天津市水土流失治理以及蓟县境内的于桥水库水源保护有重要的意义。

1 水土流失监测技术过程概述

1.1 水土保持管理的业务流程

根据水土保持工作任务与关键, 进行监测与信息系统的开发, 要依据水土保持业务流程(如图 1 所示)来定。

1.2 水土保持中 3S 应用的技术流程

根据我国水土保持的机构组成、业务范围、管理层次以及每一层次的生产实际需要, 水土保持监测与管理信息系统的开发与建立应满足不同管理层的要求, 由上到下形成水土保持信息网络。系统的层次关系如图 2 所示。

从软件应用和系统实现的层次性来看, 水土保持最基本的数据应来源于县级水土保持职能部门。数据包括地形、土壤、土地利用现状、植被、土壤侵蚀类型、土壤侵蚀强度、土壤侵蚀程度、项目管理、开发建设地表扰动、执法监督、社会经济、政策法律、定点监测数据、水文气象等。这些数据既是水土保持规划和设计的基础, 也是水土保持监测和管理的内容。县级水土保持数据要求精度高、层面多、内容丰富, 是全国水土保持监测与管理的重要基础。其它各级数据是对县级

水土保持数据的信息综合与统计分类。

图形数据管理采取从国家、流域、省、支流、地区、二级支流、县、小流域等划分管理单元, 最小管理单元为小流域。详细的小流域管理信息需要落实到地块, 比例尺为 1 : 10 000。

专业 GIS 建设, 在技术路线上实行自上而下的系统设计与软件开发、自下而上的进行系统实施。水土保持监测与管理信息系统水土保持各层次之间的关系可用图 3 表示。

根据当前的技术经济条件, 县级水土保持监测与管理信息系统, 是基于 Windows 9X/2000/XP 环境的 PC 软件, 其信息综合的结果通过网络逐级上传。

2 基于 GIS 应用的监测与管理信息系统建设

以 GIS 为核心工具, 开发满足水土保持管理的业务系统。系统从管理层次上满足国家、流域机构、省、地(市)、县(区)不同层次的要求。具有水土保持基础信息管理、水土流失监测、水土保持建设项目管理等功能。从管理形式上把图形图像作为管理的主要对象, 各类水土保持属性与其空间位置相匹配, 实现定点、定量、动态管理, 从技术手段上实现 GIS 技术、计算机网络技术、多媒体技术与水土保持技术有机的集成, 为实现水土保持数字化奠定重要基础。

2.1 县级水土保持监测与管理信息系统

最全面详细的数据应该来自于县级单位。根据治理技术要求, 项目实施的最小单位是小流域, 因此, 县级水土保持部门要以小流域为单元进行监测与管理。县界由国家数字化地

① 收稿日期: 2004-02-10
作者简介: 方天纵(1963-), 男, 高级工程师, 博士, 毕业于北京林业大学水土保持学院, 现在天津市水利局工作。

图上提取得到,在县界范围内以地形地貌为依据同时考虑行政边界来划分小流域。小流域划分以后,其边界作为水土保持行业规划、设计、监测、管理等法定的界线,所有业务都在小流域范围内按地块实施。

县级水土保持监测与管理信息系统功能包括基本图形图像输入、编辑、管理;空间分析、查询检索、统计;水土保持专业指标的获取、评价、规划、设计;以小流域为单元的各项管理指标的获取、业务管理等。内容与指标包括小流域现状、土壤侵蚀、小流域治理、开发建设项目水土保持方案以及监督执法等。

2.2 地(市)级以上的水土保持监测与管理信息系统

地市级以上的水土保持 GIS 实际上是管理信息系统的概念,由于水土保持特别强调了“水土保持监测”,所以在水土保持行业称之为“水土保持监测与管理信息系统”。上一级的水土保持监测与管理信息系统以下一级行政区或流域(支流)为单位,为了保证数据的一致性,上一级的图形数据是下一级图形经过合并归类以及制图综合之后的图形,属性数据则直接调用

下一级属性数据库,在此基础上进行统计分析和图表生成。

其功能包括日常业务管理,项目分类管理,按行政区、流域、支流、地貌等统计分析与查询显示。内容与指标包括:水土保持基本信息,水土保持组织机构,水土保持监督执法,水土保持监测,水土保持项目以及水土保持科技等。

3 应用研究实例——天津市蓟县水土流失监测管理信息系统

3.1 土壤侵蚀类型区划

天津市内土壤侵蚀类型包括水蚀、风蚀、重力侵蚀 3 种类型,主要以水力侵蚀为主,并主要集中在蓟县北部山区,涉及范围 755 km²。本区有两个特点,一是山高坡陡,坡地面积中 15 以上的坡面约占 48%,是造成水土流失的重要地形因素;二是地形破碎,沟谷纵横,300 m 以上的沟道 990 条,全长 1 068.92 km,沟壑密度 1.446 km/km²。

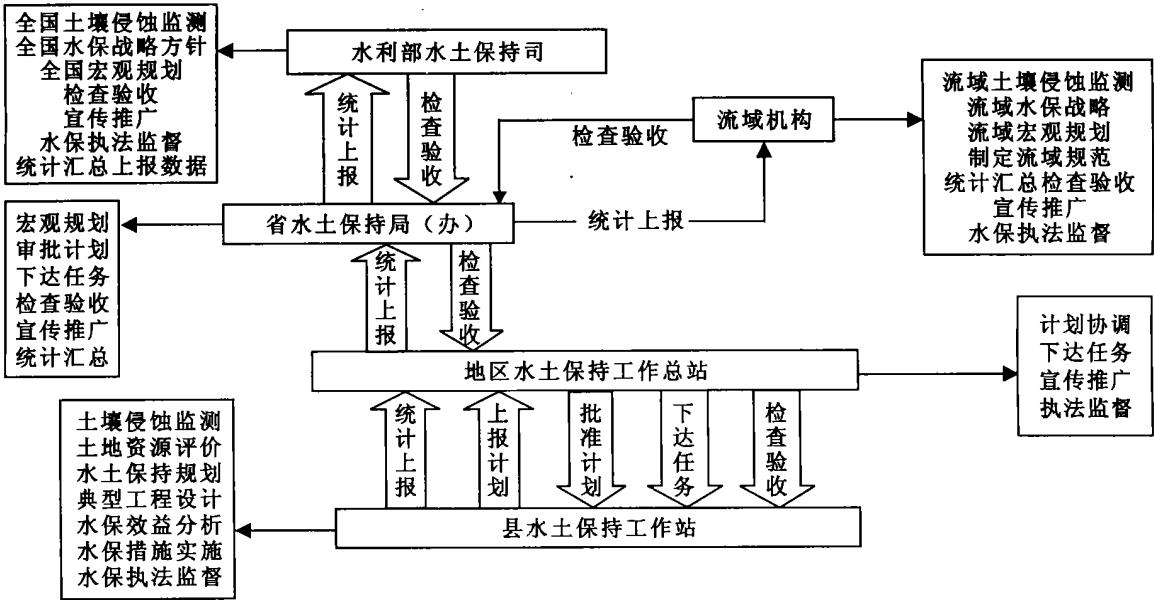


图 1 水土保持业务流程概图

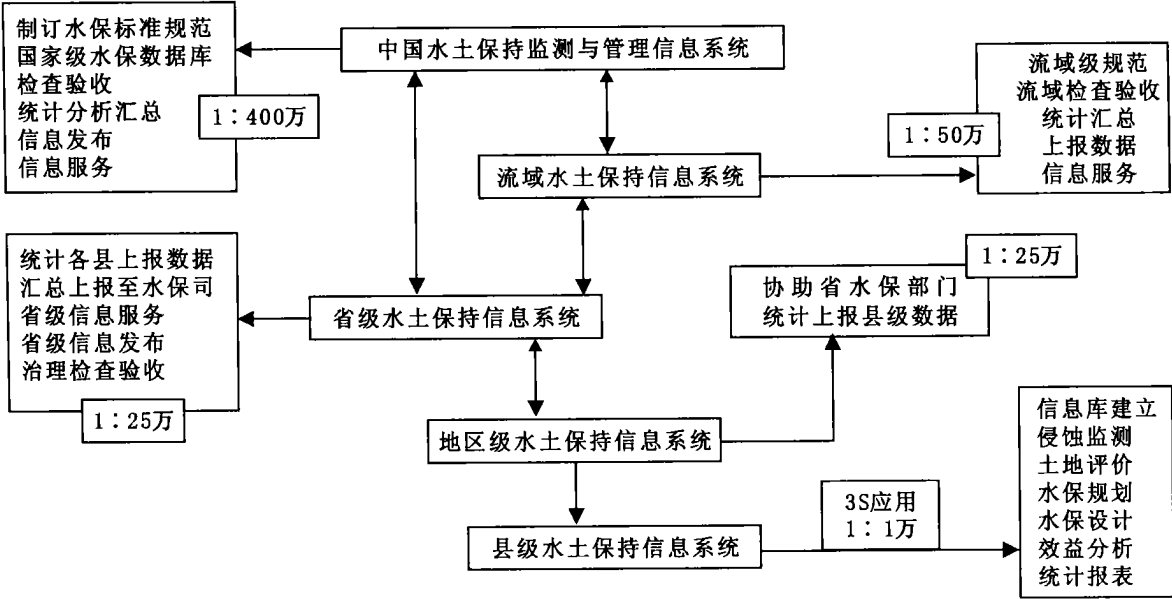


图 2 水土保持监测与管理信息系统层次关系图

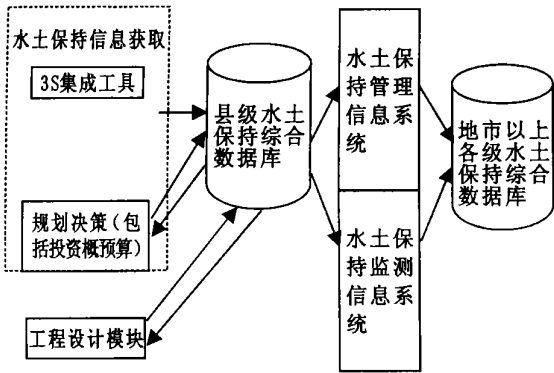


图 3 水土保持不同层次管理信息系统数据关系图

北部山区土壤侵蚀的形式有鳞片状面蚀、耕地面蚀、细沟侵蚀、切沟侵蚀 4 种。据 2000 年水土流失遥感调查结果显示, 该区土壤侵蚀面积为 408. 14 km², 其中轻度侵蚀、中度侵蚀、强度侵蚀的面积分别为 312. 6 km²、86. 57 km² 和 8. 99 km² 与 1994 年土壤侵蚀调查结果相比, 土壤侵蚀面积减少 54. 31 km², 其中轻度减少 28. 34 km², 中度减少 34. 94 km², 强度增加 8. 99 km²。以上数据表明, 水土流失面积有所减少, 基本上反映了蓟县近几年来治理成果, 强度侵蚀面积增加, 说明在山区采石、开矿等人为造成水土流失现象还没有得到有效控制。

3.2 水土保持防治重点区分布

重点治理区主要是围绕着于桥水库周边的各河流流域、秃尾巴河流域、州河流域, 面积为 735 km²。该区以治理水土流失, 改善生态条件为主要目标, 同时做好保护工作。于桥水库是引滦入津工程的重要组成部分, 周边地区的生态环境如何直接关系到天津市的供水问题。由于种种原因, 目前这里尤其是库区南岸地区的水土流失问题仍很严重, 给当地和天津市的经济社会可持续发展带来了很大的负面影响。因此, 将于桥水库周边地区划为水土流失重点治理区之一。

重点监督区主要包括蓟县西部、南部低山丘陵区及于桥水库周边、京哈公路两侧、津围公路两侧、邦喜公路两侧和宝平公路两侧的区域, 面积为 135 km²。对此区, 要求依法开展监督检查, 全面实施开发建设项目水土保持方案报批制度和“三同时”制度, 防止因挖矿、采石、采矿、取土、办厂等开发建设活动人为造成新的水土流失。在进行治理的同时, 突出做好监督管理工作。

重点预防保护区主要包括北部中低山区的盘山旅游区、八仙山旅游区、九龙山国家森林公园、长城旅游区等森林植被较好的地区, 以及全市分布较广的平原区, 面积为 10 435 km²。该区以保护自然植被, 防治乱砍滥伐为主, 同时做好局部水土流失治理。

3.3 监测(观测) 站点现状

在蓟县境内有径流观测场、卡口站(配套) 5 处, 分别是白马泉、西大峪、田家岭、新水厂、燕各庄径流观测站, 主要分布在重点治理区和监督区, 用来监测不同侵蚀强度下流域径流、泥沙的变化情况。在白马泉观测站有 4 个面积为 100 m² 的径流小区。

天津市目前开展的水土保持监测工作可分为宏观和微观两个层面, 宏观上主要是通过 1994 年、2000 年两次遥感影像资料转化、判读等进行区域性土壤侵蚀情况的监测, 并绘制土壤侵蚀强度分区图, 在比较分析的基础上, 掌握侵蚀

面积、强度变化情况, 分析水土流失的主要影响因素等。微观上主要通过设置的径流泥沙观测站的观测设施如自记水位计、自记雨量计、巴歇尔量水堰系, 获取典型小流域的土壤侵蚀状况资料, 并对所采取的技术措施(工程、生物) 进行效果分析, 中尺度流域监测通过设置在蓟县境内的水文站完成, 并对所获取的泥沙资料进行分析。

3.4 监测站点的布局规划

根据天津市的土壤侵蚀调查后“三区”划分的结果、水利部颁发的第 12 号令及《全国水土保持监测网络与信息系统建设可行性研究报告》的具体要求, 结合天津市的自然地理特点、水土流失现状以及目前水土保持监测基础设施、设备、手段、方法等, 天津市监测站(点) 建设将从以下方面要求。

3.4.1 布设的原则与要求

- (1) 分清层次, 突出重点, 发挥总站的枢纽作用。
- (2) 按照“三区”划分的结果, 监测站点数量布设按照监督区、治理区、预防区依次减少。
- (3) 监测站点的布设尽量与水文站、气象站集中布设在一起, 提高监测数据的精密度以及从宏观到微观的系统性, 同时避免重复建设, 实现资源共享。
- (4) 照应全面, 注意监测站点的典型性和代表性, 选择交通便利, 水、电齐全的地方。
- (5) 由点到面, 系统掌握区域水土流失动态变化趋势。

3.4.2 监测站点的布设

各级监测站点的布设所形成的监测网络流程图如图 4 所示

天津市平原面积占全市面积的 94. 25%, 水土流失较轻; 严重的水土流失主要集在蓟县北部丘陵山区。与其它省市相比较, 监测任务相对少一些, 因此总站下面不设分站, 主要依靠蓟县水务局现有的技术和设备力量, 建立监测站, 通过布设在蓟县境 5 个常规观测点, 来完成定期收集、整(汇) 编和提供水土流失及其防治动态的监测资料的任务, 并通过网络与总站直接传送。对于其它地区新的开发建设项目, 大型崩塌滑坡、泥石流和沙尘暴等的采样点, 随着事件的发生而布设监测点。5 个监测点分设在天津市土壤侵蚀的不同类型区上, 基本概括了天津市特别是蓟县境内水土流失最主要的类型:

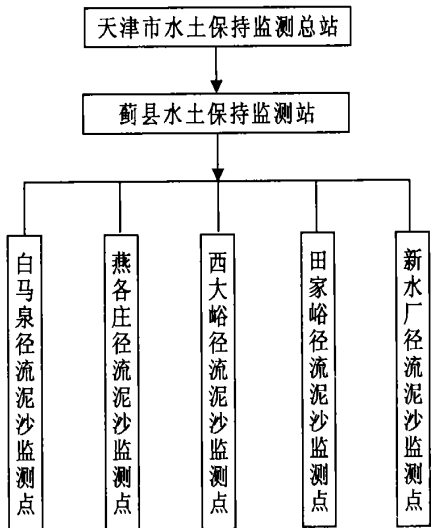


图 4 天津市监测网络流程图

a 白马泉监测点代表的是石质山地中度侵蚀类型区, (下转第 62 页)

namica Acta, 2001, 14: 231– 263.

[7] A R Orpin, K J Woolfe. Unmixing relationships as a method of deriving a semi-quantitative terrigenous sediment budget, central Great Barrier Reef lagoon, Australia[J]. Sedimentary Geology, 1999, 129: 25– 35.

[8] 高进. 河流沙洲发育的理论分析[J]. 水利学报, 1999, (6): 66– 70.

[9] Simon J Wathen, Trevor B Hoey, Alan Werritty. Quantitative determination of the activity of within-reach sediment storage in a small gravel-bed river using transit time and response time[J]. Geomorphology, 1997, 20: 113– 134.

[10] Gert Verstraeten, Jean Poesen. Using sediment deposits in small ponds to quantify sediment yield from small catchments: possibilities and limitations[J]. Earth Surface Processes and Landforms, 2002, 27: 1425– 1439.

[11] 朱同新. 淤地坝沉积剖面中年界的确定[A]. 左大康. 黄河流域环境演变与水沙运行规律研究文集[C]. 北京: 地质出版社, 1991. 96– 104.

(上接第 38 页)

“三区”划分属于重点监督区。该点是所设 5 个监测点中条件最好的, 不仅交通方便, 距县水土保持试验站不足 2 km; 而且基础设施完备, 所建立的 4 个不同类型径流小区已连续进行 18 a 的观测和记录, 积累了一批有价值的资料。

b 西大峪监测点代表的是土石缓坡丘陵强度侵蚀类型区, 水土保持“三区”划分属于重点治理区。

c 田家岭监测点代表的是土石山地丘陵中度侵蚀类型区, 水土保持“三区”划分属于重点预防区。

d 新水厂监测点代表的是土石山地丘陵强度侵蚀类型区, 水土保持“三区”划分属于重点治理区。

e 燕各庄监测点代表的是土质丘陵中度侵蚀类型区, 水土保持“三区”划分属于重点预防区。

3.4.3 各监测站点的监测内容、方法、设施

(1) 区域监测。天津市水土保持监测总站主要是通过不同时期获得的遥感影像资料的判读, 结合地面现场调查进行系统分析, 掌握区域水土流失情况及其动态变化趋势, 其主要监测内容有:

a. 不同侵蚀类型(水力侵蚀、重力侵蚀) 的侵蚀面积、侵蚀强度。

b. 重力侵蚀较多的区域, 对崩岗、崩塌、滑坡、泥石流等进行典型监测。

c. 典型区水土流失危害监测, 包括水库、湖泊、河床淤积量变化情况; 损失土地数量变化情况; 人畜生命、财产损失状况以及典型区水土流失防治措施效益。

(2) 中小尺度流域监测。通过获取布设在水土流失重点区的监测站点及水文站、气象站的观测和分析化验数据, 结合抽样调查、访问等方法, 实现对中小尺度流域水土流失及其防治动态变化趋势的监测。具体内容与区域监测相同, 还要增加一些其他必要项目。

(3) 开发建设项目监测。通过获取布设在重点监督区的两个站点(白马泉和燕各庄) 以及必要时增设临时监测点的参考文献:

[1] 朱光, 季晓燕, 戎兵. 地理信息系统基本原理及应用[M]. 北京: 测绘出版社, 1997.

[2] 化相国. 段淑怀, 周玉喜. GPS 在北京市水土保持调查工作中的探讨[A]. 见: 全国第一届水土保持监测学术研讨文集[C]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001. 217– 220.

[3] 郝捷, 武现治. “3S”技术在水土保持“三区”划分中的应用[J]. 中国水土保持, 2002, (11): 36– 37.

[4] 史明昌, 田玉柱. 水土保持监测框架的探讨[A]. 全国第一届水土保持监测学术研讨会论文集[C]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001. 11– 16.

[5] 水利部. 水土保持监测技术规程[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.

监测数据, 并结合定期、不定期的实地调查, 对开发建设项目进行监测。

a. 项目建设区环境状况监测项目: 地形、地貌、水系的変化; 建设项目占用地面面积、扰动地表面积; 项目挖方、填方数量及面积, 弃土、弃石、弃渣量及堆放面积、方式; 项目区林草覆盖度; 水土保持工程设施的破坏情况。

b. 水土流失状况监测项目: 项目区建设前后水土流失面积; 项目区建设前后水土流失量; 项目建设前后水土流失程度变化情况。

c. 水土流失防治效果监测项目: 防治措施实施地点、数量、质量; 林草措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度; 防护工程的稳定性、完好程度、运行情况。

(4) 崩塌、滑坡、泥石流等监测。通过增设临时监测点及现场调查, 实现对崩塌、滑坡、泥石流、沙尘暴等偶发事件的监测, 监测内容有:

a. 水土流失危害。

b. 发生范围及影响区域。

c. 给当地群众生命财产造成损失情况。

4 结 语

水土保持监测中的 3S 技术应用是对水土流失治理实现科学、高效地管理, 并进行准确预报预测的重要手段。蓟县山区是“京津风沙源治理工程”在天津的惟一建设区, 同时又是天津市的水源地, 其生态环境建设直接关系到京津地区的生态安全, 水土流失是主要的环境问题之一, 以 3S 技术为基础, 对天津市水土保持监测工作的科学性有促进作用。对于桥水库来说, 应该纳入蓟县的全县—乡镇—小流域三级管理系统。将于桥水库周边地区划分为若干小流域, 各项指标可以小流域、乡镇为单位统计分析。在目前的水源保护工程(水库水土保持部分) 中, 直接调用小流域数据进行项目规划、可研和初步设计等, 并根据初设, 实行计算机辅助项目监督和管理。