

开发建设项目水土保持监测信息系统设计

李智广¹, 曾红娟²

(1. 水利部 水土保持监测中心, 北京 100053; 2. 北京林业大学 资源与环境学院, 北京 100083)

摘要: 在全面分析开发建设项目水土保持监测的业务和数据需求的基础上, 提出了统一的监测指标体系, 构建了基于 3S 技术的开发建设项目水土保持监测信息系统。该系统将数据采集(包括空间数据和属性数据)与预处理、数据管理与业务应用等融为一体, 可以直接输出规定格式的监测数据报表、监测报告、统计图表和专题图。经测试和初步试用, 该系统具有较强的操作性和良好的适用性。

关键词: 开发建设项目; 水土保持监测; 信息系统; 3S 技术

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2008)01-0086-04

中图分类号: S157.2, X830.2

Design of an Information System of Soil and Water Conservation Monitoring in Development and Construction Projects

LI Zhiguang¹, ZENG Hongjuan²

(1. Center of Soil and Water Conservation Monitoring, Ministry of Water Resources, Beijing 100053, China;

2. College of Resources and Environment, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: This paper discusses the demands for tasks and data of soil and water conservation monitoring in development and construction projects, puts forward an indicator system for soil and water loss monitoring, and designs an information system based on 3S techniques (remote sensing, geographic information system, and global positioning system). The system gathers functions of datum collection, processing, management, and application. It can print ordered format tables, statistical tables and figures, and thematic maps. Being tested and used, the system is proved to have good performance and applicability.

Keywords: development and construction project; soil and water conservation monitoring; information system; 3S techniques

开发建设项目水土保持监测是掌握项目建设过程中水土流失动态变化、水土保持设施的类型及其数量与效果, 反映水土保持防治工作的重要手段, 因此水土保持监测的数据涉及属性数据、空间数据等类型, 包括影像、文本、图表和多媒体等格式, 其数据管理和分析工作比较专业, 也比较复杂。目前, 水土保持监测的设计、获取数据的分析与总结绝大多数是通过相对简单的人机交互操作完成, 如图形绘制与编辑应用 AutoCAD, 属性数据和文本分析与管理应用 Microsoft Excel 或 Word, 数据的属性和图形信息关联性不强, 这样不仅造成数据分析和应用不便, 而且监测成果的质量、精度难以保障。

GIS(地理信息系统) 能实现空间数据和属性数据的一体化管理, 在数据分析、管理和应用方面具有明显的优势; 将 GIS 和数据库技术、Microsoft office

控件和工具集成, 并应用于开发建设项目水土保持监测, 可以实现开发建设项目水土保持监测信息的一体化操作。

1 系统需求分析

1.1 开发建设项目水土保持监测业务分析

对于开发建设项目水土保持监测任务的承担单位, 主要业务可以归纳为 4 类^[1-4]。

1.1.1 水土保持数据采集与处理 在监测初期, 收集主体工程、水土保持设施等设计资料, 组织水土流失及其防治背景状况调查, 采集、整理并分析相关信息, 初步掌握项目与项目区的基本概况; 在监测期内, 对项目水土流失防治责任范围内的水土流失及其影响因子进行定期或不定期的测验与调查, 采集各个监测指标的信息。同时, 将采集的全部数据, 按照统一

收稿日期: 2007-08-15

修回日期: 2007-10-26

资助项目: 水利部、中国科学院、中国工程院“中国水土流失与生态安全综合科学考察”项目(2005SBKK09)

作者简介: 李智广(1966—), 男(汉族), 陕西省岐山县人, 博士, 高级工程师, 主要从事水土保持监测与评估工作。E-mail: lizhiguang@wwr.

gov.cn.

标准和规范进行预处理,并转入数据库中进行存储、管理。

1.1.2 水土保持监测设计 在监测初期的背景调查和资料分析的基础上,制订水土保持监测设计与实施计划,确定监测范围、监测分区、监测指标、监测计划和组织等,提出可以操作的监测点布局以及拟采用的监测方法和必需的设施设备。其中,包括相关的图件,如水土保持监测分区图(包括监测点布设)、水土保持措施布局图、典型监测点设施设计图等。

1.1.3 水土保持信息管理 对项目基本情况、项目区水土流失影响因子、监测期间采集的水土流失及危害、水土保持设施、水土保持工程效益等信息进行有效管理。

1.1.4 监测数据分析与成果制作 对监测数据进行

综合整理和分析,掌握施工期间(包括施工之前、施工准备期、施工期和设施初步运行期)项目区内水土流失动态及其治理设施的消长趋势,制作相关的专题图、专题报表、统计图表等,编制水土保持监测报告,作为水土保持设施竣工验收的主要依据。

1.2 开发建设项目水土保持监测数据分析

1.2.1 监测指标体系 开发建设项目水土保持监测指标体系可以分为 3 级,即指标类、指标亚类和指标。按照水土保持监测内容,将指标分为水土流失影响因子、水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施、水土保持效益等 5 个指标类;在同一指标类中,按照指标的专业属性,将其细划为指标亚类;每一指标亚类内,又包括着若干个相互独立、反映某方面要素的指标(表 1)^[1-4]。

表 1 开发建设项目水土保持监测指标体系

指标类	指标亚类	指 标
水土流失影响因子	地形地貌	地貌: 类型 小地形: 坡度组成, 坡长, 坡向, 坡形
	水文气象	降雨: 年均降雨量, 历年最大/最小降雨量(年份), 丰水、枯水、平水年比例, 降雨的季节分布, 汛期、非汛期, 暴雨季节, 次降雨最大雨量(年月), 年均暴雨次数
		温度: 年均气温, 1 月、7 月平均气温
		蒸发: 多年平均蒸发量, 最大、最小蒸发量(年份)
		风力: 年均风速, 最大风速(年月)
	径流泥沙: 年均径流, 年均输沙量, 输沙率, 含沙量	
土壤	土壤	类型, 母质, 质地, 有效土层厚度, 土壤容重
	植被	类型: 类型, 种类(自然和人工), 优势植物种及其平均高度
		林木: 林木密度及其平均胸径, 平均年龄, 郁闭度, 分布状况, 生长情况
土地利用: 土地总面积, 各利用类型面积, 基本农田面积, 人均耕地面积		
社会经济	人口: 总人口, 农业与非农业人口, 劳动力, 人口密度, 人口增长率	
	产值: 国民生产总值及增长率, 第一、二、三产业产值	
水土流失状况	范围	建设区面积, 直接影响区面积, 扰动地表面积, 弃土弃渣面积与分布
	流失量	侵蚀强度, 侵蚀总量, 径流模数, 径流总量
水土流失危害	损坏土地资源	面积: 永久占用面积, 施工破坏面积 典型耕地: 肥力下降, 土层厚度减小, 有机质含量降低
	水土流失灾害	时间, 地点, 受灾面积, 受灾人数, 经济损失量
水土保持措施	原有措施	设施类别, 数量(面积/长度/工程量), 分布, 运行情况
	破坏措施	设施类别, 数量(面积/长度/工程量), 分布, 破坏情况
	新增措施	措施类别, 实施时间地点, 数量(面积/长度/工程量), 措施达标情况, 工程措施稳定性
水土保持效益	治理评价	措施合格率, 扰动土地整治率, 水土流失治理度, 土壤流失控制比, 拦渣率, 植被恢复系数, 林草覆盖率

1.2.2 监测数据类型 开发建设项目水土保持监测获取数据的类型可分为空间数据(矢量数据、栅格数据)、属性数据和多媒体数据。

(1) 空间数据。包括矢量数据和栅格数据。矢

量数据包括各类以矢量格式存储的专题图件, 如水土保持监测分区图(包括监测点布设)、水土保持措施布局图、典型监测点设施设计图等, 可以通过 GIS 软件读取和编辑; 栅格数据包括各类遥感影像、卫片(航

片)、DEM(数字高程模型)和专题图等。

(2) 属性数据。包括现场调查、试验观测和资料分析所获取的各类文本、表格等,如调查问卷、监测台帐以及 GPS 接收机、雨量计等仪器采集的数据。

(3) 多媒体数据。包括项目产生的各类电子文档、电子表格、照片、音频、视频等。

1.2.3 数据处理流程 开发建设项目水土保持监测的数据处理流程如图 1 所示。

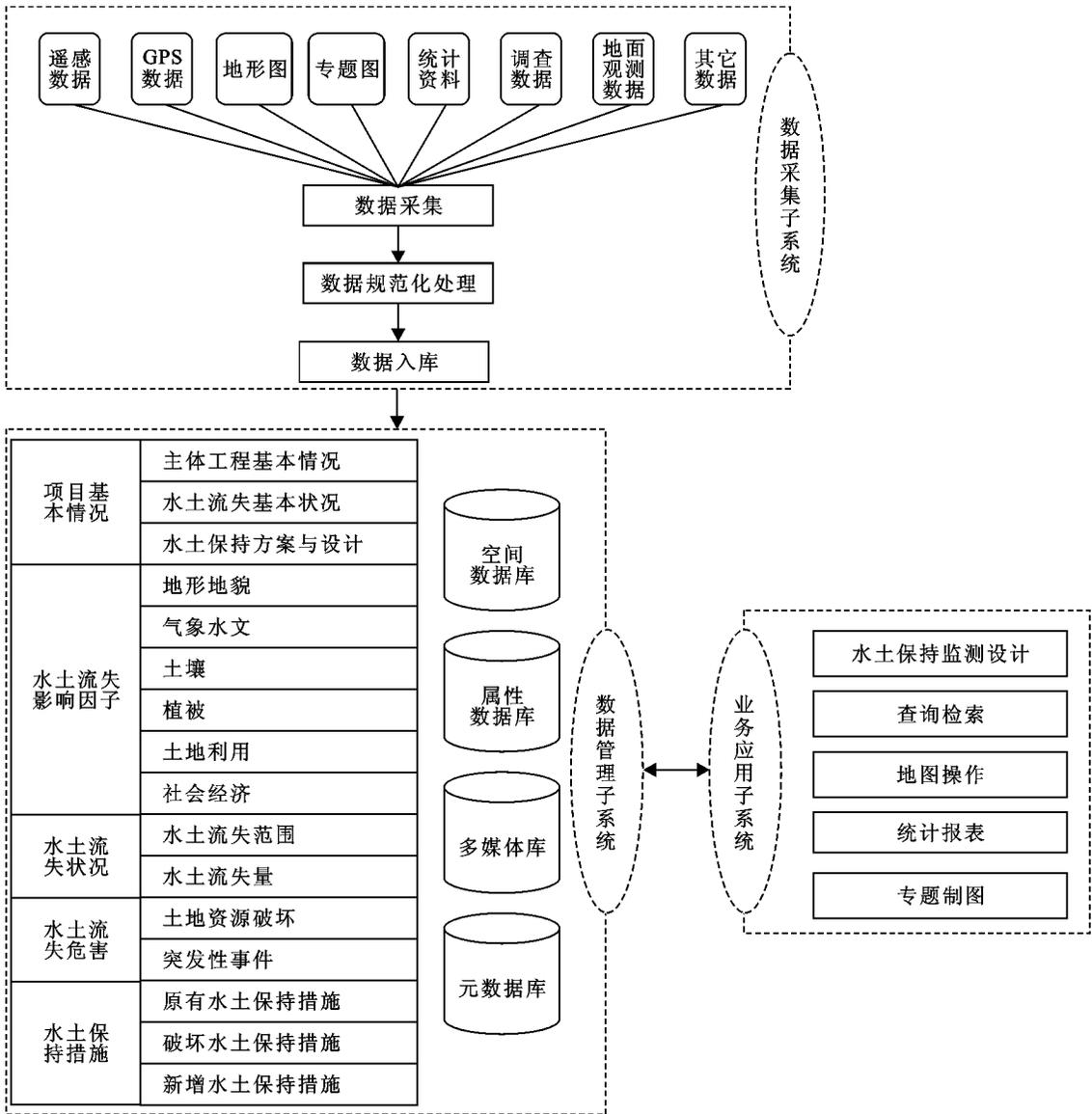


图 1 开发建设项目水土保持监测信息系统功能及数据流程

2 系统设计

2.1 系统结构

根据系统服务对象及其应用特点,将其设计为基于 GIS 的桌面版应用系统。系统总体上分为数据采集、数据管理(数据库)、业务应用以及系统维护等 4 个子系统。系统框架如图 1 所示。

2.1.1 数据采集子系统 该子系统负责基础数据的采集与预处理。数据采集指通过遥感影像、GPS 设备、地面观测、调查等方法以及从文案资料中,获取开发建设项目基本情况、水土流失影响因素、水土流失

及其危害、水土保持措施等数据;数据处理是指按照标准对数据进行预处理,并将处理好的数据录入数据库。在本系统中,设置 RS、GIS 和 GPS 共 3 个功能模块,分别处理遥感影像、图形数据和 GPS 接收仪采集的数据。

2.1.2 数据管理子系统 信息管理子系统是通过数据库系统对采集得到的数据进行有机管理,并实现相关的信息查询、显示或输出。

(1) 数据库系统。数据库管理的数据包括空间数据、属性数据、多媒体数据和元数据等。综合考虑系统建设成本,数据存储与处理、应用需求等因素,空

间数据、图形数据、多媒体数据和元数据均以“文件”的形式存储, 属性数据选用 Microsoft Access 存储。同时, 系统提供相关的数据分析模型(业务分析模型), 对用户输入的原始数据进行分析, 并将结果自动存入相关数据库。

(2) 文件存储。在管理以“文件”形式存储的数据时, 引入 Windows“文件夹”概念, 将某一个开发建设项目的文件存储在同一“文件夹”中, 并在“文件夹”下设计与监测指标体系中“指标类”对应的 5 个“子文件夹”, 分类管理数据。当然, 用户也可以自行安排文件的存储位置(地址)。

2.1.3 业务应用子系统 该子系统主要是应用业务模型提取相关信息, 并将信息予以表示。

(1) 业务模型。业务模型包括 GIS 工具, 水土保持监测设计, 水土流失因子分析, 水土流失及其灾害分析, 水土保持效益分析等模型。这些模型采用支持 COM, COM⁺ 的开发工具实现, 保证了系统的灵活性和可扩充性。

(2) 信息表达。信息表达包括信息查询、显示、成果输出等。在信息表达时, 系统可以即时制作专题

图(单一值专题图、独立值专题图、范围值专题图、等级符号专题图、点密度专题图)、统计图表(条状图、饼状图、折线图、柱状图等)以及固定格式的专题报表(开发建设项目水土保持监测特性表、各类监测成果表)等, 同时可以进行图表修饰, 生成结果可以保存为本地文件或直接连机打印。

2.1.4 系统维护子系统 该子系统的主要功能包括了元数据维护、日志管理以及系统自学习等 3 个方面, 实现系统的维护管理。

2.2 系统实现

系统开发平台选用专业 GIS 平台 Region Manager。该软件由北京林业大学、北京大学、北京地拓科技发展有限公司联合开发, 它是 GIS, RS, GPS, CAD 技术与水土保持业务的有机集成, 具有基本的 GIS 数据采集、处理、分析等功能。系统开发选择多层结构、组件化(COM, COM⁺)作为主要的技术手段, 综合应用 VC⁺⁺ 和 Delphi 开发语言。VC⁺⁺ 主要用于 GIS 控件的开发, 实现图形数据的互操作(浏览、放大、缩小、漫游等), 并提供属性数据的录入接口。Delphi 主要用于系统界面开发和报表制作。

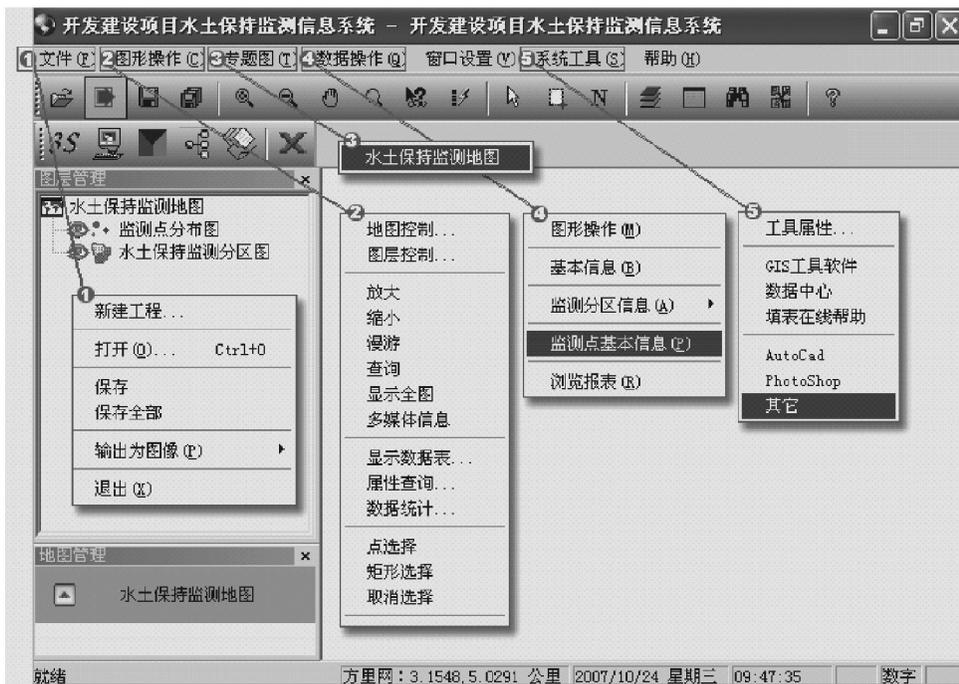


图 2 开发建设项目水土保持监测信息系统主界面及系统主要功能。

3 结语

本研究是对开发建设项目水土保持监测信息化建设的一次初探性研究。初步试用结果证明, 该监测指标体系能较好地反映开发建设项目水土流失及水

土保持措施, 信息系统作为管理和分析开发建设项目水土流失及水土保持措施动态变化的工具, 具有较强的操作性和良好的适用性, 能显著提高工作效率和成果精度, 具有较强的生产使用价值。

(下转第 123 页)

综合治理,工程水土流失及弃渣得到有效防治,工程水土流失将达到国家规定的水土流失允许值以下,项目区土壤侵蚀强度较工程建设前有所降低。

4.2 生态效益

根据有关资料,裸露地绿化 3 a 后表层土壤水分可增加 5%~10%;种植林木 100 km²,土壤层可增加储水 1.40×10⁷~3.90×10⁷ t。造林可年减侵蚀量 1 000 t/km²,种草年减侵蚀量 2 000 t/km²[10]。植物措施实施后,使工程建设区可绿化面积绿化率达 98% 以上,项目区植被恢复系数达到 98% 以上,使工程生态环境得以美化。同时,与该项目配套建设的 2.67×10⁴ hm² 竹林基地,既保证了造纸厂的原料能够持续有效供应,又能使绿化面积得到持久的保持,既涵养了水源,又遏制了水土流失,减少了环境污染。

4.3 社会效益

林纸一体化改变了长期以来林纸分离的传统模式,是国外制浆造纸工业发展的成功经验,也是我国造纸业未来发展的必然趋势。通过资本纽带和经济利益将制浆造纸企业与营造纸浆林基地有机结合起来,形成以林促纸,以纸养林,林纸结合的产业格局,实现了经济效益、生态效益、社会效益的统一^[3]。早在 2001 年 2 月 7 日,经国务院批准,国家计委、财政部和国家林业局联合下发《关于加快造纸工业原料林基地建设的若干意见的通知》,大力鼓励投资发展纸浆加工和人工林营造,支持和促进林浆纸一体化发展。

赤水市地处贵州西北部,是著名的革命老区,经济和社会发展长期以来相对贫穷落后。通过该项目的实施,既符合国家产业政策,又能使该地区工业水

平和财政收入得到较大的提高;既能带动周边地区农业和林业的发展,又增加了当地群众的经济收入;既有利于黔西北革命老区群众脱贫致富,还能促进“天然林保护工程”的实施,加快生态环境建设,真正实现造纸业、林产业、生态环境和经济的协调与可持续发展,亦为以后类似项目、类似地区的水土保持工作塑造了生态优先,社会经济协调发展的良好形象。

[参 考 文 献]

- [1] 赤水. 以竹浆产业为重点,推动林纸一体化[OL]. <http://www.53166.com/article/printpage.asp>. 20061024
- [2] 赵惠萍. 浅谈水土保持方案编制存在的几个问题[J]. 中国水土保持, 2004(10): 29—30.
- [3] 四川省发展与改革委员会. 以竹浆产业为重点,推进竹浆林纸一体化[J]. 中华纸业, 2004, 25(7): 20—22.
- [4] 罗万勤, 陈平. 关于编制开发建设项目水土保持方案的探讨[J]. 水土保持通报, 1996, 16(1): 152—155.
- [5] 李文银, 王志国, 蔡继清. 工矿区水土保持[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 240—242.
- [6] 辜胜阻, 侯伟丽. 治理长江上游水土流失的对策[J]. 长江流域资源与环境, 2000, 9(2): 260—264.
- [7] 陈涛. 采石场水土流失防治方法研究[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2001, 40(增刊 2): 89—90.
- [8] 王礼先. 水土保持学[M]. 北京: 中国林业出版社: 1995: 16—17.
- [9] 国家技术监督局. 水土保持综合治理技术规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 1996: 17—35.
- [10] 黄广宇, 卓慕宁, 王继增, 等. 珠江三角洲地区城市水土流失治理措施及其效益: 以广州市为例[J]. 水土保持通报, 2001, 21(6): 77—79.

(上接第 89 页)

在系统初步试用中发现,系统仍不能完全满足用户需求,尤其缺乏监测分区、监测点数量及其布设、水土流失量计算等功能。这也是开发建设项目水土保持监测研究中亟待攻克的理论问题。为此,需要在统一的监测指标体系和监测工作流程的技术上,不断积累数据,从而建立知识库、进行数据挖掘,支撑全面、深入的开发建设项目水土保持监测模式研究,以指导实际监测工作,为全面、有效地防治开发建设项目水土流失提供理论依据。

[参 考 文 献]

- [1] 李智广, 杨林. 飞来峡水利枢纽水保工程监测内容和方法设计[J]. 水土保持通报, 2003, 23(1): 52—55.
- [2] 李智广. 开发建设项目水土保持监测实施细则编制初探[J]. 水土保持通报, 2005, 25(6): 91—95.
- [3] 水利部水土保持监测中心. 关于印发《开发建设项目水土保持监测设计与实施计划编制提纲(试行)》的函(水保监[2006]16号)[Z]. 2006年7月6日.
- [4] 任志勇. 管道工程水土保持监测研究: 以陕京二线输气管道工程山西段为例[J]. 水土保持通报, 2006, 26(3): 100—103.