

基于“3S”技术的黄土丘陵沟壑区水土保持信息管理系统建设

刘 林

(山西省水土保持科学研究所,山西 太原 030013)

[关键词] 黄土丘陵沟壑区;水土保持;信息管理系统;“3S”技术;王家沟流域

[摘 要] 建立现代化的水土保持信息管理系统,对于晋西黄土丘陵沟壑区水土流失防治工作具有重要意义。采用 C/S 系统构架,以离石王家沟流域为例,在水土保持信息资料收集与实地调查的基础上,充分考虑用户需求,应用 GIS、RS 与 GPS 技术,构建了黄土丘陵沟壑区水土保持信息管理系统。该系统强调“一键式”设计理念,简化操作流程,降低用户专业要求,利用 GIS 优越的空间分析功能和 MIS 强大的数据管理功能,不仅实现了对水土保持数据的分析、检索、地图标绘、影像显示等功能,还能通过数学模型和算法快速完成各类水土保持专题图制作及 3D 虚拟漫游,为用户提供科学、快速、准确、直观的决策依据。

[中图分类号] S157; S126 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-0941(2018)03-0059-03

晋西黄土丘陵沟壑区是山西省乃至全国水土流失最为严重、生态环境最为脆弱的地区之一,大量的黄土流失不仅会引发下游水库淤积、河道堵塞、河床升高等^[1-2]问题,而且会导致耕地面积减少、土壤质量恶化、人民生活困难、贫困加剧等恶性效应^[3]。同时,该地区立地条件复杂、梁峁交错,实地调查工作进展缓慢,给传统水土保持监测和治理工作造成了极大困难^[4]。以王家沟流域为例,该流域位于北纬 37°32′~37°34′、东经 111°08′~111°11′,总面积约为 9.1 km²,是黄河一级支流三川河的一条支沟,位于山西省西北的吕梁市,属于典型的黄土丘陵沟壑区。流域内地形破碎、沟壑纵横,再加上毁林开荒及陡坡地耕作等人为原因,导致水土流失十分严重。山西省水土保持科学研究所从 1955 年起对该流域进行了长期的监测和研究,积累了包括降水、径流、泥沙、植被、地形、土壤、水土保持措施等大量数据。如何高效管理和充分利用这些数据,解决传统监测和管理中遇到的困难,已成为王家沟流域乃至整个黄土丘陵沟壑区土壤侵蚀研究和水土保持决策的当务之急。

近年来,水利部和山西省相继出台了有关文件,要求积极推进信息化技术在水土保持工作中的应用^[5-6],其中“3S”技术作为信息化技术研究的热点,具有获取数据的实时性、连续性、快速性和数据处理的准确性、空间性,以及决策服务的可视性等优点,同时用户可根据实际功能需求进行 GIS 二次开发,实现对各类数据库的集中管理、分析、推理和决策。基于此,本研究采用 C/S 结构,用 Visual Studio.net 开发平台,使

用 C#语言和 ArcEngine 二次开发组件,以 Access 为后台数据库管理系统,并集成专业数学评价模型,建立黄土丘陵沟壑区水土保持信息管理系统,以期对王家沟流域水土保持相关信息进行科学有效的管理,为晋西黄土丘陵沟壑区水土保持信息化工作提供参考。

1 水土保持信息管理系统建设

1.1 信息源

该系统水土保持信息源分为地图信息、属性信息、影像信息和其他有关信息四类。这四类信息数据量大且繁杂,采集、存储和查询工作量巨大,系统的建设为水土保持信息采集、整理建库搭建了有效平台。王家沟流域水土保持信息管理系统数据源见表 1。

1.2 系统体系构架

系统运用 ArcEngine、空间数据引擎 ArcSDE 在 Visual Studio.net 环境下实现对 Access 属性数据库、Geodatabase 空间数据库数据的上传下载、快速查询,并结合水土保持相关模型实现数据实时分析、快速专题图制作、三维虚拟漫游等功能,大大提高了水土保持信息管理与决策的科学性和准确性。系统采用 C/S 结构,业务逻辑上表现为用户界面层、业务逻辑层、数据层三层。用户界面层包含 4 个主功能模块及 12 个子功能模块。4 个主功能模块分别为水土保持属性信息管理功能、野外调查标绘功能、土壤侵蚀现状分析功能及三维显示分析功能。12 个子功能模块分别为:属性数据添加、更新功能,属性数据修改、查询功能,属性数据与 Excel 数据相互转化功能;航拍影像小班标绘功

表 1 王家沟流域水土保持信息管理系统数据源

数据源信息	数据内容	数据格式	数据获取方式
地图信息	1:1 万 DEM 数据	ESRI Grid	无人机航测、 遥感航片解译、 野外测绘等
	土地利用数据	ESRI Coverage	
	植被覆盖分级数据	ESRI Grid	
	坡度分级数据	ESRI Grid	
属性数据	水土流失现状数据	ESRI Grid	山西省水土保持 科学研究所历年 调查、观测等
	社会经济数据	xls	
	气象降水数据	xls	
	耕地面积数据	xls	
	水土流失数据	xls	
	径流泥沙观测数据	xls	
影像信息	1989 年 TM 单波段黑白影像	img	山西省测绘局、 无人机航测等
	1998 年 TM 单波段黑白影像	img	
	2002 年多波段 WorldView 彩色影像	img	
	2009 年多波段 WorldView 彩色影像	img	
	2011 年多波段 WorldView 彩色影像	img	
	2016 年无人机航拍影像	img	
其他有关 信息	以往水土保持成果和 实施情况等	txt	历年资料、 文献查询等

能,小班面积、长度、坐标测量功能,矢量数据编辑功能;DEM 数据坡度提取功能,土壤侵蚀现状分析功能,土壤侵蚀结果统计功能;航拍影像 3D 图像生成功能,3D 图像关键帧、路径漫游功能,漫游视频生成及导出功能。系统体系构架如图 1 所示。

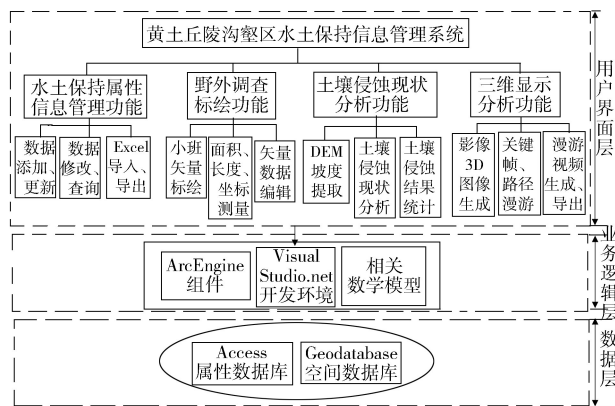


图 1 系统体系构架示意

2 水土保持信息管理系统的功能及应用

2.1 水土保持属性信息管理功能

该模块主要为基层人员日常数据管理工作服务。在 Access 数据库支持下实现用户对水土保持日常监测数据、年度调查数据、社会统计数据及其他相关资料、数据的管理。为便于用户使用,属性数据库设有两种数据管理模式。一是常规数据管理模式。系统预设了相关水土保持属性信息的根目录,用户只需按系统要求即可完成数据的输入、更新及查询等功能。二是 Excel 管理模式。系统能识别 xls 格式的数据,用户可

直接在系统中对 Excel 数据进行操作,完成后也可输出为 xls 格式的 Excel 数据,降低了用户使用的难度,便于基层部门对水土保持数据的共享与管理。

2.2 野外调查标绘功能

该模块主要是为水土保持野外调查工作服务。广大野外工作者在进行水土保持监测、水土保持规划设计的过程中,常常需要开展实地勘测、野外标绘小班等工作。该模块功能可大大减少开展相关工作的人力及物力消耗。用户只需在系统中调入项目区相关航拍影像、卫星影像或无人机航测图等数据,使用系统的标绘功能,即可在项目区内标绘点、线、面矢量数据。系统提供了测量功能,可在影像数据上直接进行测量,解决了传统野外勘测受地形、地物限制而无法实地勘察的问题。系统还提供了多种数据输出格式,便于用户在 AutoCAD、ArcGIS、MapGIS、Global Mapper 等软件中进行二次编辑和利用。

2.3 土壤侵蚀现状分析功能

该模块主要是为水土流失治理工作服务。受特殊的立地条件和自然环境影响,晋西黄土丘陵沟壑区土壤流失形式以沟道、坡面侵蚀为主。传统方式对土壤侵蚀现状的调查和分析常常存在勘测难度大、持续时间长、现状分析滞后且盲点多等问题,给当地水土流失治理决策造成了困难。为了更好地推广和应用该系统,在模块设计时强调了“一键式”的设计理念,大量的地理信息算法、遥感解译算法和数理统计算法通过编程语言被镶嵌在各功能按钮中。对于广大软件用户,无需专业的“3S”技术背景,只需要按系统要求提供所需数据,即可“一键”生成项目区各类专业的水土保持专题图,如流域坡度分类图、土壤侵蚀强度分级图等,同时系统提供了专业的数据统计工具,用户可在第一时间得到流域内各侵蚀强度的分布面积。“一键式”的设计理念使软件更容易被用户接受和使用,真正实现了让更多基层人员用起来、更好服务于基层水土保持工作的目的。

2.4 三维显示分析功能

该模块主要是为水土保持数据展示服务。前述 3 个主功能模块已经实现了将普通数据转换为 2D GIS 数据进行展示的目的,但为了让用户更好地理解和分析数据,进一步挖掘数据价值,系统利用 IRasterSurface、ILayerExtensions、I3DProperties 等接口将 2D GIS 数据显示为 3D GIS 数据,实现对复杂流域地区的三维虚拟显示。用户只需按照系统要求添加相应的影像数据、DEM 数据,设定相应的膨胀系数,系统就能通过内部算法自动匹配对应地物坐标和特征点,快速生成相应流域的 3D 虚拟影像。为更直观地展示 3D GIS 数据

的效果,系统提供了两种 3D 数据漫游模式,用户可自定义关键帧进行局部特征位置飞行展示,也可设定飞行路径按航线展示,多角度展示数据和提供决策依据。

3 结 语

黄土丘陵沟壑区水土保持信息管理系统建设的目的是为黄土丘陵沟壑区水土保持监测和管理工作的信息化、自动化探索新模式。该系统在需求分析、数据源采集、功能设计、结果展示等方面充分考虑了晋西黄土丘陵沟壑区自然环境、社会经济及应用人群等因素,简化了操作流程,降低了用户专业要求,强调“一键式”设计理念,以实现真正在基层水土保持工作中推广和应用的目的。

该系统所选择的软、硬件平台和系统开发工具合理,便于实现 Client/Server 架构,且系统提供了多个组件式接口,可根据项目区流域实际情况进行二次开发,具有很好的灵活性和拓展性;数据库(包括空间数据库)设计合理,Access+Excel 模式既考虑了设计规范和标准,又考虑到用户操作的实用性,充分保证了数据的共享性;在目前水利信息化高速发展的背景下,系统采用“3S”技术及热门的无人机(UAV)航测技术,实现了水土保持信息的获取、管理、分析、展示的自动化、高速

(上接第 19 页)数据库,将小流域位置图、措施图斑、设计文件、工程成效图片等电子档案分类整理,简化归档和查阅工作,并为后续调取小流域数据进行统计分析打下基础。

另外,通过数据库系统可直接实现对小流域治理的全过程监管,并通过动态影像,在工程竣工验收后,继续核查历史项目的保存状况、管护情况,评价生态清洁小流域治理效果,对破坏生态清洁小流域建设的行为及时进行制止。

4 结论及建议

(1)利用遥感技术,在前期工作中形成“第三方”辅助专家对小流域设计进行审查的工作模式,在北京市生态清洁小流域建设工作中已趋于成熟。通过采集遥感影像及小流域基础信息,制作工作底图,叠加工程措施设计图,便于根据相关要求重点审查,研判各类措施布置的合理性和准确性,以可视化的方式辅助专家审查小流域措施布置的准确性和合理性,有效提高专家在评审中的针对性,同时为施工、督查、验收等后续工作提供有力的支持。

(2)为有效避免审查中出现的问题,同时方便管理部门实时掌握生态清洁小流域建设现状,保证各项

化和准确化,为推进晋西黄土丘陵沟壑区乃至山西省水土保持信息化工作进行了探索与尝试。

[参考文献]

- [1] 申俊峰,孙岱生,李胜荣,等.解决水土流失与水库淤积的有效途径[J].水土保持学报,2001,15(2):96-98.
- [2] 刘林,王小平,孙瑞卿.半干旱黄土丘陵沟壑区沟道侵蚀特征研究[J].水土保持研究,2015,22(1):38-43.
- [3] 周浩文.水土流失对农村贫困的影响及治理分析[J].新农村(黑龙江),2017(20):16.
- [4] 乔玉良.水土流失区土地利用动态的遥感监测——以晋西三川河流域为例[J].遥感学报,2015(3):172-181.
- [5] 朱清科,马欢.我国智慧水土保持体系初探[J].中国水土保持科学,2015,13(4):117-122.
- [6] 王春玲,孟丹,王冬梅,等.我国水土保持信息化建设的现状与建议[J].中国水土保持,2016(3):69-72.

[作者简介] 刘林(1986—),男,山西大同市人,工程师,硕士,主要从事区域水土保持、环境遥感与 GIS 研究工作。

[收稿日期] 2017-09-15

(责任编辑 李杨杨)

措施有效和可靠运行,北京市水保部门拟将遥感技术全面应用于勘察、设计、进度监测、督查验收、效果评价等小流域建设全过程,为各个阶段的工作提供信息支撑。

(3)随着高分遥感影像技术的发展日渐成熟,应用日益广泛,其数据稳定、方法科学、使用方便直观等特点将使其逐渐得到进一步应用,在北京市生态清洁小流域建设中的作用将会进一步提升,并可推广到水土保持工作的其他各个环节,真正实现水土保持工作的科学化、精细化管理。

[参考文献]

- [1] 李霞,化相国,焦一之,等.遥感技术在小流域规划治理中的应用研究——以北京市南湾小流域为例[J].水土保持研究,2014,21(1):127-131.
- [2] 杨元辉,李霞,段淑怀,等.空间技术在生态清洁小流域建设前期工作中的应用探讨[J].中国水利,2014(10):27-29.

[作者简介] 颜婷燕(1987—),女,山东平原县人,工程师,硕士,主要从事生态清洁小流域建设管理工作。

[收稿日期] 2018-01-25

(责任编辑 张培虎)