

基于高空影像的水土保持监测信息管理系统建设

朱毕生^{1,2}, 刘卉芳^{1,2}, 胡海华^{1,2}, 王昭艳^{1,2}, 殷小琳^{1,2}, 成晨^{1,2}

(1. 中国水利水电科学研究院, 北京 100048; 2. 水利部水土保持生态工程技术研究中心, 北京 100048)

摘要: [目的] 为提高开发建设项目水土保持监测效率, 实时全面反映施工期水土流失状况和水土保持防治效果。[方法] 在大量水土保持监测实践工作基础上, 根据水利部关于水土保持监测最新规程, 利用高空遥感和无人机影像技术。[结果] 根据开发建设项目水土保持监测信息管理系统功能需求, 构建了包括数据采集、数据信息库、应用系统层、功能层、基础设施层等的水土保持监测信息管理系统, 并针对 6 大业务系统分别进行了初步方案设计。[结论] 该水土保持监测信息管理系统设计合理, 可以提高监测精度, 保证监测数据的科学性和准确性, 为开展具体信息系统开发提供参考。

关键词: 水土保持监测; 信息管理; 高空影像

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2017)06-0119-05

中图分类号: S157.1

文献参数: 朱毕生, 刘卉芳, 胡海华, 等. 基于高空影像的水土保持监测信息管理系统建设[J]. 水土保持通报, 2017, 37(6): 119-123. DOI: 10. 13961/j. cnki. stbctb. 2017. 06. 019; Zhu Bisheng, Liu Huifang, Hu Haihua, et al. Construction of monitoring information management system for soil and water conservation based on high-altitude image[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(6): 119-123. DOI: 10. 13961/j. cnki. stbctb. 2017. 06. 019

Construction of Monitoring Information Management System for Soil and Water Conservation Based on High-altitude Image

ZHU Bisheng^{1,2}, LIU Huifang^{1,2}, HU Haihua^{1,2},

WANG Zhaoyan^{1,2}, YIN Xiaolin^{1,2}, CHENG Chen^{1,2}

(1. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100048, China;

2. Research Center on Soil and Water Conservation of the Ministry of Water Resources, Beijing 100048, China)

Abstract: [Object] In order to improve the detection efficiency of soil and water conservation of the development and construction project, roundly reflecting the soil erosion state and soil and water conservation during construction in real time. [Methods] Based on a lot of practical work of soil and water conservation monitoring, combined with the latest regulation of soil and water conservation monitoring issued by the Ministry of Water Resources, relied on the development of the current aerial remote sensing and unmanned aerial vehicle(UAV) image technologies. [Results] According to the functional requirement analysis of the management system for development and construction project, a soil and water conservation monitoring information management system including data collection, data and information base, application system level, function layer and infrastructure layer was established, and the schematic design were carried out for six sub-systems. [Conclusion] The information management system of soil and water conservation monitoring is reasonable, which can improve monitoring accuracy, ensure the scientificity and accuracy of monitoring data, and provide reference for detailed design in the next step.

Keywords: soil and water conservation monitoring; information management; high-altitude image

收稿日期: 2016-10-17

修回日期: 2017-05-09

资助项目: 国家重点研究发展计划项目“生态技术评价方法、指标体系及全球生态治理技术评价”(2016YFC0503704); 中国水科院科技成果转化基金专项“生产建设项目水土保持监测管理系统开发”(SE1003A052017)

第一作者: 朱毕生(1979—), 男(汉族), 湖北省监利县人, 学士, 高级工程师, 主要从事水土保持及生态治理研究。E-mail: zhubsh@163.com。

1 系统建设背景

开发建设项目水土保持监测是通过技术手段掌握开发区水土流失状况、防治效果及落实批复水土保持防治责任情况;发现重大水土流失危害隐患,提出防治对策建议;提供水土保持监督管理技术依据和公众监督基础信息。水土保持监测要保证成果及时、准确和科学性,发挥防治水土流失作用。目前传统监测手段不能全面了解项目区情况,容易遗漏部分区域;且监测周期长,数据统计慢,难以快速获取项目区数据;获取定量监测数据难,尤其是扰动面积、治理面积、弃渣量、取土量、水土流失量等;且传统监测手段需要监测人员在现场定点监测,财力、人力、物力成本巨大。目前一方面各类开发建设项目水土保持监测数量大,监测任务多;另一方面国家最新监测规范对水土保持监测精度和实时性提出更高要求;此外无人机产业迅速发展,各种高分辨卫星影像数据成本大幅降低,信息系统管理软件的更新换代,为开展基于高空影像的水土保持监测信息管理提供可行。为实现对遥感、影像等栅格数据,工程设计、平面布置等矢量数据,以及地面监测、巡查等数据信息的有效管理,需要开展基于高空影像水土保持监测信息管理系统建设,探索一条高效、快捷、低成本、定量监测和管理手段,为水土保持监测提供支撑。目前针对水土保持信息系统开发主要集中在监督管理方面^[1-4],包括水利部、流域机构以及各省市建立的政府水土保持监督管理系统,该类系统开发目的主要以监管为主,涉及监测较少,很少针对具体项目或具体区域。目前关于开发建设项目水土保持监测信息开发的研究较少,李智广等^[5]对水土保持监测信息系统做了初探性研究。王佐成、冀文慧等^[6-7]等也以 GIS 为基础进行水土流失地理系统的研究。姜德文、亢庆等^[8]开展了生产建设项目水土保持动态监管方面的研究,但针对单个项目进行全过程监测数据处理与文件管理方面的研究较少。

2 功能需求分析

2.1 空间及遥感影像数据库建立

生产建设项目空间信息和施工期不同阶段高空遥感影像是开展监测管理的重要数据基础,需要对购买的卫星高空遥感影像数据进行转换、校准等预处理并开展分类勾勒工作;对无人机采集的高空影像数据进行拼接、转换、校准并开展分类勾勒工作;对地形图件进行数字化,形成数字高程;对项目区空间数据进行坡度、坡长、汇流等分析计算,为监测土石方变化、

扰动面积情况、工程措施量、水土流失量等提供计算基础。

2.2 基础信息存储与调取

整个监测过程收集和存储的各类信息繁多复杂,按信息所属类别可分为设计、施工、监测、管理、气象、支撑文件等;按信息属性可分为文本、图件、数据库、多媒体等类别;按文件时序可分为开工前、施工准备期、施工过程中、自然恢复期、验收阶段资料;按信息来源可分为收集、购买、现场监测等类型。不同类别的信息需要系统实现存储和调取,需要对文本信息进行识别和关键词提取;对设计文件中涉及的扰动面积、工程量、投资等信息进行规范格式数字化;对多媒体数据进行定位、定时、分类管理;对现场监测数据库进行计算、比对、校核处理。

2.3 信息关联及管理

为实现信息系统的管理,需要对不同类别数据进行关联,实现不同成果的自动计算、统计和展示。需要关联的信息包括水土保持方案设计措施量数据;径流小区、简易小区、沉沙池等实际现场监测数据;不同时期土地利用类型数据;区域 DEM 数据;弃渣场、取土场使用情况等;以及监测点位、项目分区;水土流失量、土石方量信息等。

2.4 监测工作管理

监测工作管理包括进度管理,水行政主管部门监督检查意见及反馈管理,突发水土流失危害管理,设计变更管理,质量体系管理,资料存储管理,水土保持措施完成进度管理,监测意见管理,取、弃土场管理等工作。

2.5 成果展示

成果展示包括土地利用类型时序图、扰动面积时序图、植被占压图、水土保持措施分布图、土壤侵蚀强度图等图层展示,也包括气象资料库、降雨过程、坡度坡长图、水土保持措施量、土石方流转图、水土流失量过程图、监测小区侵蚀数据库等成果展示。

3 系统框架

监测人员通过地形图转换和无人机拍摄形成项目区和取弃土场 DEM 空间数据库;通过收集水土保持方案及主体设计图件形成包括地形图、平面布置图、防治分区图、土地利用等设计图件库;通过参建单位现场收集和监测成果编制,形成包括水土保持方案、监理、施工、监测等文本资料库;通过无人机飞行和购买卫星数据获取项目区历次遥感影像库;通过购买和实地测量获取降雨、风速等气象资料库;通过现场监测和拍摄获取现场监测记录库和多媒体数据库。具体数据内容详见表 1。

表 1 监测系统数据结构

数据来源	数据名称	数据类型
地形图转换	项目区 DEM	空间数据
无人机拍摄	无人机 DEM、取弃土场 DEM	空间数据
购买卫星数据	历次卫星遥感影像	栅格影像
架次飞行	历次无人机遥感影像	栅格影像
水土保持方案及主体设计文件	地形图、平面布置图、防治分区图、水保措施分布图、水保措施设计图、取弃渣场设计图、土壤分布情况、土地利用情况	设计图件
参建单位现场收集	水土保持方案、主体设计、主体监理资料、水保监理资料、施工月报、建设单位提供其他资料	文本资料
文件下发	水行政主管部门监管及反馈	文本资料
监测成果	实施方案、监测意见、监测季报、监测年报、监测总报告、汇报材料	文本资料
购买或监测	逐日降雨、逐日风速、场次降雨	气象资料
现场监测	扰动土地情况记录、取土场监测、弃土场监测、临时堆放场监测、水土流失危害监测、工程措施记录、植物措施记录、临时措施记录、简易小区水土流失监测、径流小区水土流失监测、沉沙池监测	监测记录
现场拍摄	主体施工进度、扰动情况、取弃土情况、不同类型措施、监测点位、工作照及现场办公、水土流失危害	多媒体

对采集和收集的数据按系统软件要求规范化后,存储入库。在不同类型数据库形成基础上通过关键词检索、提取、关联、计算,实现对进度、质量、人员管理的监测工作管理系统;形成针对扰动面积、土地利用、地形等下垫面信息变化的扰动情况监测系统;形成针对

取弃土场位置范围、土石方平衡及水土流失防护的取弃土场监测系统;形成包括水土流失影响因子和水土流失定量计算监测系统;形成水土保持措施位置、工程量、防治效果的措施监测系统,以及针对项目数据库及档案成果管理系统。各系统具体内容详见表 2。

表 2 管理系统组成结构

业务管理系统	系统内容	系统功能
监测工作管理系统	监测项目部、进度管理、实施方案专家论证与技术交底、特性表、现场监测计划、质量控制、设计变更情况、工作协调会、监测频次控制	查询、统计
扰动情况监测系统	扰动范围、扰动面积、土地利用类型变化、项目区地形变化、抽样量统计、防治分区、超红线预警、设计变更	查询、地图操作、编辑、增加、专题图
取弃土场监测系统	取弃土场设计文件、取弃土场位置范围、取弃土场面积、方量、土石方平衡、表土剥离、防治措施、水土流失危害、设计变更	查询、地图操作、编辑、增加、专题图、计算
水土流失监测系统	监测巡查点管理、监测数据管理、水土流失危害、气象数据管理、水土流失量计算、水土流失危险程度分级、六项指标计算	查询、编辑、增加、专题图、计算
水土保持措施监测系统	设计措施量及分布、设计变更管理、工程措施、植物措施、临时措施	查询、地图操作、编辑、增加、专题图
数据库及档案成果管理	设计文件、来往文件、遥感影像数据库、空间数据库、监测记录、监测意见、监测季报年报、监测总报告、成果上报情况、监测相关标准规范文件	查询、编辑、增加、专题图、存储

通过 ARCGIS, CAD, Microsoft Access, Microsoft Office, Photoshop, EasyUAV 等软件的组合,实现对不同类型数据库查询、地图操作、编辑、增加、统计、专题图、计算等操作,实现各管理系统功能的实现。具体系统框架构建如图 1 所示。

4 建设方案

4.1 监测工作管理系统

监测工作管理系统是整个系统的核心,实现对监测工作组织、进度、频次、质量的控制。其中监测项目

部主要包括监测工作的组织形式,监测总工程师、监测工程师、现场负责人、报告编写、参加人、审定人等信息,以及人员变动情况,实现展示和增删修改功能。进度管理主要是成果提交情况是否及时,监测工作是否满足实施方案要求,实现进度比对和预警提示功能。大型建设项目监测实施方案应开展专家咨询论证,按咨询论证意见进行修改;通过与参建单位开展水土保持技术交底以顺利开展监测工作;实现专家论证和技术交底过程展示功能。

特性表是整个监测项目主要关键信息的展示,实

现按要求填报、修改特性表。每次开展现场监测工作需要编写监测计划,包括监测日程、监测内容、收集资料清单等内容,实现监测计划资料存储和查阅功能。质量控制是按计量认证和 ISO9001 质量体系的要求,开展项目过程计量和质量控制,实现存储、查阅质量控制过程资料。按规范要求,发生地点、规模、措施量等方面的重大变更,需要及时告知建设单位,系统实

现变更情况统计、处理等信息的展示。工作协调会是监测单位与其他参建单位沟通协调的重要手段,重要的工作指令及协调均靠此完成,实现工作协调会过程的查阅和展示,包括协调会时间、地点、参会人员、工作安排、会议纪要、解决方案等。监测规程中关于监测频次有明确规范,实现实际监测频次与规范要求的比对和提示。

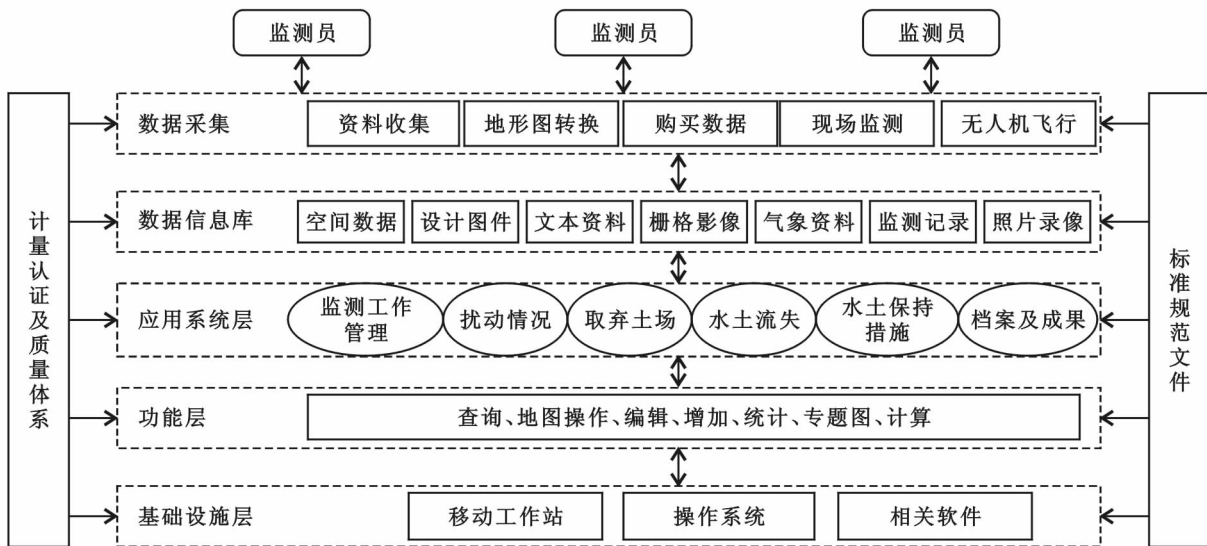


图 1 信息管理系统框架构建

4.2 扰动情况监测系统

扰动原地貌是开发建设项目造成水土流失的根源,需要对其扰动情况进行实时监测。扰动情况监测业务系统建设方案如图 2 所示。扰动范围、面积监测是通过现场、遥感监测等手段在地图上实现扰动面积的实时勾勒,通过与设计占地比对,判别扰动程度是否超越征地红线,并实现扰动范围的展示、统计、比对、定量计算。

土地利用类型变化监测是通过现场、遥感监测等手段实时在地图上勾勒土地利用类型图斑,实现土地

利用类型展示、统计、比对、定量计算。项目地形变化监测是通过无人机高空 DEM 数据,统计计算项目区空间数据,实现坡度、坡长、坡向等空间信息提取和土石方计算。对需要抽样量测的线型项目,按要求进行抽样量测,实现抽样调查数据的存储、调取,并实现对项目全区的统计。对各种数据按水土保持防治分区的要求进行分区管理统计,实现扰动面积超过设计占地红线的预警提示。实现对涉及地点、规模、水土保持措施、渣场等重大变化的管理、展示以及处理情况。

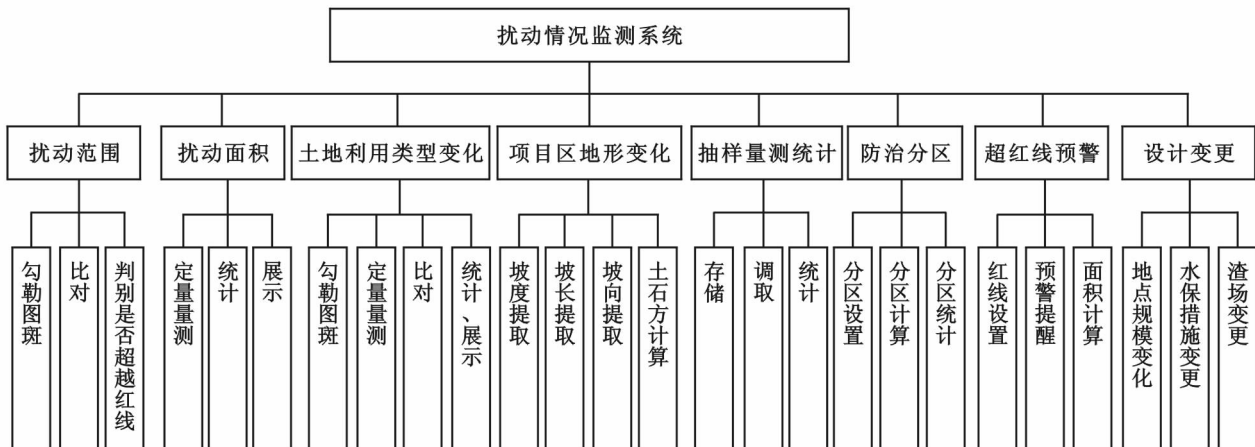


图 2 典型扰动情况监测业务管理系统建设方案

4.3 取、弃土场监测系统

取、弃土场是水土保持监测的重点,也是水土流失重点区域,是监测工作中的难点。收集、处理、展示不同设计阶段取、弃土场设计文件,包括取、弃土场数量、位置、类型、范围、面积、方量、土地利用、地形以及水土保持防护措施设计等资料,为后续监测工作打好基础。通过遥感、无人机拍摄实时监测取、弃土场的启用情况、扰动占压面积,勾勒取、弃土场扰动和土地利用情况,实现取、弃土场扰动情况展示和统计。通过无人机 DEM 数据实时监测取、弃土场开挖、回填土石方量数据,实现数据的统计和展示。通过参建单位提供的土石方数据,比对取、弃土场挖填量,统计项目区土石方量,实现土石方流转图展示。通过实地监测和遥感监测,统计、展示表土剥离和水土保持防治措施,包括表土剥离量、堆放位置以及防治措施位置、工程量、相关的施工照片等影像资料。通过对取、弃土场周边居民点等重要设施,水源地等敏感区域以及水土流失防护措施情况的实地查勘,分析取、弃土场水土流失隐患和危害,实现逐个取、弃土场水土流失危害报表展示。按规范要求实现对取、弃土场重大变化的统计、展示,包括位置、规模、堆高等信息变化。

4.4 水土流失监测系统

水土流失监测系统主要是针对监测点、水土流失影响因素、水土流失量计算以及危险程度分析等的管理。通过对包括巡查点、径流小区、坡面小区等点位位置信息、监测频次、照片等信息管理,实现监测巡查点位置及监测频次展示。汇总历次各监测巡查点监测数据,实现监测数据的统计、计算、分析和展示。实现对项目建设引起的基础设施和民用设施的损毁,水库淤积、河道阻塞、滑坡、泥石流等危害等信息和事件管理和展示。实现对购买、收集、现场监测的降雨、风速等气象信息管理,实现信息统计、展示。通过气象资料、下垫面土地利用以及空间信息,利用土壤流失通用方程计算项目区水土流失量,并利用坡面、径流小区监测资料进行复核校正。通过下垫面及坡度空间信息计算项目水土流失危险程度分级。通过项目区水土流失情况、土地利用状况、植被面积、防治措施面积等信息按规范计算六项指标,实现六项指标自动计算和展示。

4.5 水土保持措施监测系统

水土保持措施实施是建设单位履行水土流失防治义务的重要依据,通过水土保持措施实施情况监测,评价开发建设项目防治效果。根据水土保持方案和后续设计,实现水土保持措施位置上图,工程量和设计图纸展示。按规范要求实现对绿化面积、表土剥

离量、重要拦挡排洪设施等变化的统计、展示。实现已实施工程、植物、临时措施位置、面积等信息上图,不同措施各施工阶段照片等多媒体入库,实现措施工程量,类型、建设时间、郁闭度、完好程度、现场照片等信息的按时序区域查阅、统计。

4.6 数据库及档案成果管理

数据库及档案成果管理实现整个水土保持监测过程中设计、来往等文件,遥感影像、空间数据等数据库,监测记录、意见、季报、年报、总报告等监测成果,以及成果上报情况、监测相关标准规范文件等的管理,实现对各类文件数据的录入、编辑、检索、查询、存储、下载等功能。其中检索包括按防治分区、时间、措施类型、监测点位、部门单位等类别进行检索。

5 结论

根据水利部文件,为进一步提高生产建设项目水土保持监测水平,保证监测工作质量,要求大于 100 hm² 的点型项目,大于 3 km 山区线型和大于 20 km 的平原线型项目开展遥感监测。根据监测项目时间长、涉及单位广、监测内容复杂、水土流失量计算参数众多特点,本文以开发建设项目水土保持监测实际工作经验,并结合 ISO 9001 质量管理体系要求,建立了基于高空遥感影像的水土保持监测信息管理系统需求研究和框架构建,以提高工作效率,保证监测数据的科学性和准确性,为开展具体信息系统开发提供需求参考。本研究是系统开发的有益探索,下一步还需开展详细设计和编程开发,以实现相关功能。

[参 考 文 献]

- [1] 李锐,杨勤科,赵永安,等.中国水土保持管理信息系统总体设计方案[J].水土保持通报,1998,18(5):40-43.
- [2] 史明昌,牛崇桓,李智广,等.开发建设项目水土保持方案管理信息系统建设研究[J].中国水土保持,2005(6):9-11.
- [3] 张小林,肖翔,詹小国.长江流域水土保持监督管理信息系统的开发与应用[J].中国水土保持,2011(1):13-15.
- [4] 周晓乐,张成文,张野,等.辽宁省水土保持监督管理系统开发与运用[J].中国水土保持,2013(7):4-6.
- [5] 李智广,曾红娟.开发建设项目水土保持监测信息系统设计[J].水土保持通报,2008,28(1):86-89,123.
- [6] 王佐成,赵纯勇,郭跃,等.城市水土流失地理信息系统设计与开发[J].水土保持研究,2002,9(1):57-61,66.
- [7] 冀文慧.基于组建式 GIS 技术的开发建设项目水土保持监测信息系统设计[J].水土保持研究,2004,11(2):22-23.
- [8] 姜德文,亢庆,赵永军,等.生产建设项目水土保持天地一体化监管技术研究[J].中国水土保持,2016(11):1-3.