

新技术在开发建设项目水土保持监测中的应用

喻 权 刚

(黄河水土保持生态环境监测中心, 陕西 西安 710021)

摘 要: 针对开发建设项目水土流失的特点, 在分析现有监测技术方法的基础上, 提出了运用新技术开展项目监测的方法。通过分析和初步试验认为, 利用遥感技术可以快速监测项目建设前后土地利用动态变化; GPS 除能完成定位外, 可以监测弃土弃渣体积和堆弃渣面积; 三维激光扫描仪可以精确监测堆弃渣坡面、管线工程边坡的水土流失量; 基于普通数码相机的摄影测量技术可以监测弃土弃渣、开挖量等指标。

关键词: 新技术; 开发建设项目; 监测技术; 应用

文献标识码: B

文章编号: 1000—288X(2007)04—0005—05

中图分类号: S157, X830.2

Application of New Technology on Soil and Water Conservation Monitoring in Development and Construction Projects

YU Quan-gang

(Monitoring Center of Soil and Water Conservation and Ecological Environment of Yellow River, Xi'an, Shaanxi 710021, China)

Abstract: In view of the characteristics of soil and water loss in development projects, methods using new technology for project monitoring are presented based on the analyses of current monitoring techniques and methods. The analyses and preliminary experiment indicate that dynamic change in landuse can be instantly monitored by applying RS technology. GPS can be used to monitor the volume of cinder and residue as well as their area covered besides positioning. The three-dimensional laser scanning machine can be used to precisely monitor the lost quantity from the cinder slope and the side slope of pipeline engineering works. The quantity of mine waste and earth excavated can be monitored by using the common digital-camera-based photographic survey technology.

Key words: new technology; development and construction project; monitoring technology; application.

随着项目建设单位对水土保持监测工作的重视, 实施水土保持监测的开发建设项目越来越多, 监测的技术和方法也越来越成熟, 监测的成果质量比以前有很大提高。但是, 就目前的一些监测方法而言, 监测手段比较落后, 工作效率低。水土保持监测野外工作量大, 周期长, 不能满足快速监测的需要, 更不能适应水土保持监测自动化的发展趋势。因此, 很有必要通过研究总结, 把一些用于常规测量的先进技术, 应用于开发建设项目水土保持监测, 提高项目监测的精度和效率。

作者结合近年来水土保持监测工作实践, 经过初步试验和探索, 发现有以下技术可以用于开发建设项目监测。利用遥感技术可以快速监测项目建设前后

土地利用动态变化; GPS 除能完成定位外, 可以监测弃土弃渣体积、堆弃渣面积; 三维激光扫描仪可以精确监测堆弃渣坡面、管线工程边坡的水土流失量; 基于普通数码相机的摄影测量技术可以监测弃土弃渣量、开挖量等指标。

1 开发建设项目水土保持监测内容及监测方法

1.1 开发建设项目监测水土保持的主要内容

不同的开发建设项目监测水土保持内容不完全相同, 一般包括以下 4 个方面。

(1) 项目区土壤侵蚀环境因子状况监测。包括: 影响土壤侵蚀的地形、地貌、土壤、植被、气象、水文等

收稿日期: 2007-05-20

基金项目: 水利部“948”技术创新与转化项目(CT200503); 黄河水利委员会治黄专项(2004SZ01)

作者简介: 喻权刚(1965—), 男(汉族), 陕西省商洛市人, 教授级高级工程师, 从事水土保持监测及 3S 技术应用研究等工作。E-mail: yuqg@163.com。

自然因子及工程建设对这些因子的影响;主体工程建设和进展情况、施工工艺和方法,工程建设对土地的扰动面积、挖方、填方数量及面积,弃土、弃石、弃渣量及堆放面积等。

(2) 项目区水土流失状况监测。包括工程建设前、建设过程中和试运行期 3 个时段的水土流失状况监测。其主要内容包括:项目区土壤侵蚀的形式、面积、分布、土壤流失量和水土流失强度变化情况,以及对下游和周边地区生态环境的影响,造成的危害情况等。

(3) 项目区水土保持防治措施实施情况监测。主要是监测项目区各项水土保持防治措施实施的进度、数量、规模及其分布状况。

(4) 项目区水土流失防治效果监测。重点是监测项目区采取水土保持措施后是否达到了开发建设项目水土流失防治标准的要求。主要内容包括:水土保持工程措施的稳定性、完好程度和运行情况;水土保持生物措施的成活率、保存率、生长情况和覆盖度;各项防治措施的拦渣、保土效益等。为了给项目验收提供直接的数据支持和依据,监测结果中要重点回答项目区扰动土地治理率、水土流失治理度、土壤流失控制比、拦渣率、植被恢复系数和林草植被覆盖率等衡量水土流失防治效果的指标。

1.2 主要监测方法及存在问题

1.2.1 主要监测方法 根据《水土保持监测技术规程》的要求,监测方法主要采用地面观测法和调查监测法。根据需要,对工程建设的相关部位也可采取巡测的办法。

调查、巡查监测具有成本低、速度快、容易掌握的特点,适合于大多数指标的监测。适合采用调查、巡查监测的指标主要有:(1) 项目区地形地貌、河流水系、植被、气候、土壤等水土流失影响因子;(2) 项目挖方、填方数量,工程取土、弃土、弃石、弃渣的数量、位置;(3) 工程损坏水土保持设施的数量,新增水土保持设施的数量和质量,生物措施的种类、成活率、保存率、覆盖度,防护工程的稳定性、完好程度和运行情况;(4) 水土流失对周边地区造成的危害及发展趋势;(5) 对于已开工的项目,项目区水土流失背景状况、从开工到开始监测这一段时间的水土流失只有通过调查才能获得。

地面监测法主要监测水土流失量,通过在地面设置相应的观测设施,通过定期和不定期的观测来获得有关数据。适宜的地面监测方法有小区观测法、桩钉法、侵蚀沟体积量测法和量水堰法等。

1.2.2 存在的主要问题 调查、巡查监测在小范围时省时、省力、简便易行,目前已被广泛应用,但是精度相对较低,自动化程度差,人为因素比较大。对大范围或长区段监测,野外工作量很大,尤其是一些难以到达的区域,无法获得比较准确的资料。

小区法、桩钉法是侵蚀强度的标准监测方法,但选点困难,不容易实施,有时因被盗而无法获得监测数据。而且为了获得准确的监测数据,必须专人看守,连续观测,因此比较费时,费力,成本大。

侵蚀沟体积量测法虽然省时、省力、简便易行,但是量测的任意性很大,精度相对较低。通过分析可以看出,要提高监测成果精度,提高工作效率,在有条件时尽量采用一些新技术手段。根据作者的工作实践,遥感、GPS、三维激光扫描仪、普通照相机等都可以用于开发建设项目水土保持监测。

2 遥感技术在开发建设项目监测水土保持中的应用

目前,遥感技术已广泛应用于农业、工业、国防、交通等各个领域,在水土保持上的应用也很广泛。例如,开展水土保持调查、土壤侵蚀普查等工作。随着遥感技术的发展,遥感影像的分辨率从几公里、几十米、几米、几分米到几厘米,形成影像金字塔,能满足不同监测对象需要。同时,遥感影像的价格也在不断降低。因此,利用遥感技术,可以大大提高开发建设项目水土保持监测的精度和效率。针对不同的开发建设项目使用的遥感信息源有一定差异,对于线性工程,一般线路较长,可以采用 2.5~5 m 分辨率的卫星影像。对于点状工程,面积较小,采用 1 m 左右分辨率的卫星影像,面积较大的可以采用 2 m 左右的卫星影像。尤其针对已经开展建设的开发建设项目,利用遥感存档数据,采取遥感资料与实地调查相结合的方法,确定项目区施工前原地貌的水土流失形式、水土流失面积、水土流失强度、水土流失分布等。通过项目建设前后影像对比,动态监测项目区的水土保持情况。黄河水土保持生态环境监测中心在西霞院水利工程水土保持监测中,利用了分辨率 0.61 m 的 Quick Bird 卫星影像,在西安—延安铁路复线工程水土保持监测中,利用了 1 m 分辨率的 IKONOS 影像,取得了明显效果。

遥感监测的主要技术路线是:影像购置(尽量使用存档影像),以监测区地形图及区域的 DEM 为基础,利用遥感影像处理软件对影像进行纠正、调色等处理;通过外业调查,建立影像与实地的解译标志;依

据解译标志针对影像提取土地利用及植被覆盖度信息,并建立相关矢量图层;利用 DEM 数据根据栅格数据空间分析获得坡度信息,并生成坡度矢量图层;结合土壤侵蚀分级指标,在已有三类信息的基础上,进行矢量图层叠加,并计算各划分单元的土壤侵蚀强

度分级,统计各级土壤侵蚀面积,同时统计得到各类土地利用面积。利用同样的方法,对项目实施完成的遥感影像进行处理,得到项目监测期末的各项数据,通过对比分析,计算各类监测指标,得到水土保持动态监测结果^[1](图 1)。

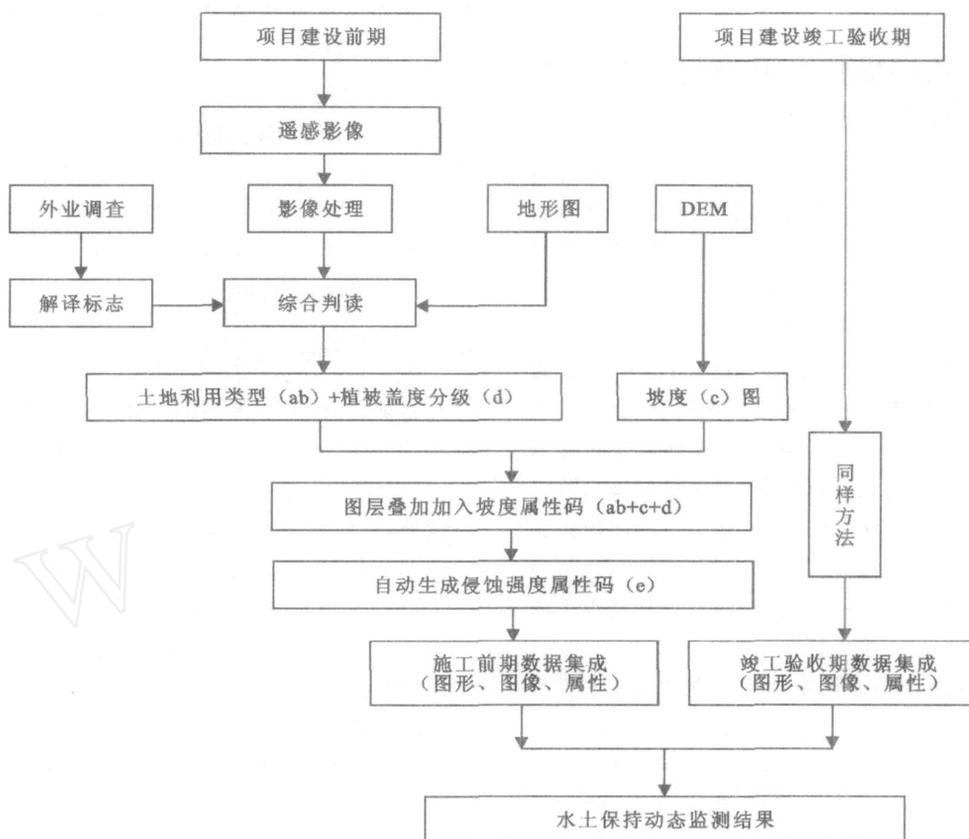


图 1 遥感监测技术路线图

3 GPS 技术在开发建设项目监测水土保持中的应用

GPS 全球定位技术是目前最理想的空间对地、空间对空间、地对空间的定位技术系统。GPS 定位的特点:(1) 全球地面连续覆盖,从而保障全球、全天候连续、实时动态导航、定位。(2) 功能多,精度高,可为各类用户连续提供动态目标的三维位置、三维航速和时间信息。(3) 实时定位速度快,可在 1 s 内完成。(4) 抗干扰性能好,保密性强。(5) 操作简单,观测简便。(6) 两观测点间不需通视。据有关部门实际测算,GPS 卫星定位技术比常规大地测量技术至少要节省 70% 的外业费用^[2]。

GPS 定位技术已广泛应用于水土保持工程建设、水土流失监测和生态建设项目,取得了明显效果。

但是,在开发建设项目水土保持监测中的应用尚处于探索阶段,通过挖掘 GPS 定位技术潜力,可以应用于开发建设项目水土流失面积、弃土弃渣量、水土流失速度等方面的监测。

(1) 面积监测。应用 GPS 中的 RTK 技术,一台基站架设在某已知点或明显地物点上,该作业点尽量设在作业区的中心位置。用流动站跟踪地类边界线,经室内处理,可得到精度比较高的地类三维现状图,计算面积,定期监测,将得到面积的变化量。一般地,利用手持 GPS 也可完成面积测量,而且,操作相当方便,只是精度相对较低。

(2) 体积监测。将弃土弃渣区按一定网格划分,网格密度视精度要求而定,用 GPS 精确测量各网格交点的坐标,用计算机编辑生成数字地面模型,就可计算出精度比较高的体积量。水土流失速度监测:通

过监测区域内由于水土流失引起的侵蚀沟的变化监测侵蚀速度。用 GPS 的 RTK 实时动态定位技术,把 GPS 的基站放在已建立控制网的某已知点上,流动站沿侵蚀沟连续采集点的坐标,绘制出三维曲线。定期监测并比较变化情况。若用计算机处理,可以求得比较准确的变化量。

4 三维激光扫描仪在开发建设项目水土保持监测中的应用

三维激光扫描系统是利用发射和接收脉冲式激光的原理,以点云(大量高精度三维数据)的方式真实再现所测物体的彩色三维立体景观。在现场使用扫描仪对准欲测目标,内置的摄像机将电视图像发送到与扫描仪相联的笔记本电脑屏幕上,选定测量的范围和扫描分辨率后,按一下“扫描”键即可开始获取数据。扫描仪发出窄束激光脉冲依次扫过被测目标,利用测量每个激光脉冲从发出到碰到被测物表面再返回仪器所经过的时间来计算距离(无需反射镜),同时光学编码器记录每个脉冲的角度,每个点的原始位置就实时的被存储下来形成内容丰富的电子数据库,通过随机后处理软件生成所需要的产品,而且景观中的每个点都有准确的三维坐标。

目前,3D 激光扫描仪主要是国外产品,主要有 OKIO—II—200 拍照式三维扫描仪,3rdTech 的 Deltaphere—3000, Cyra 的 HDS4500 和 HDS450, iQsun880, iQvolution, I—Si TE Pty. Ltd 的 I—Si TE4400 等。利用三维激光扫描仪可以监测微观监测区域水土流失信息,径流小区土壤侵蚀量快速监测,淤地坝坝址区数字地形图快速测量,开发建设项目弃土弃渣量快速监测等。



图 2 IQSUN880 3D 激光扫描仪

为了研究 3D 激光扫描仪在土壤侵蚀监测方面的应用方法,检验使用精度,黄河水土保持生态环境监测中心在黄委会西峰水保站人工降雨基地进行了试验。使用的仪器为法国生产的 IQSUN880 3D 激

光扫描仪(图 2),利用 Geomagic Qualify 进行图层分析处理,Geomagic Studio 和 ArcGIS 计算体积。通过扫描降雨前后的径流小区,对比两次数据,生成三维色谱图,色彩不同代表变化程度不同(见附图 1)。也可自定义色谱分段,如,绿色代表变化在 5 mm 内。 D 值表示三维变化值, $D_x/D_y/D_z$ 表示投影到 xyz 三个方向上的值。在 ArcGIS 软件中计算体积(见附图 2)。在利用 3D 激光扫描仪试验的同时,利用常规径流小区泥沙观测的方法,测量流入集流桶中的泥沙量,进行对比分析,分析结果基本上接近。

通过试验得出,可以应用三维激光扫描仪监测坡面土壤侵蚀量。并且当地表垂直方向变化大于 10 mm 时,测量精度最好。

5 红外测距仪监测取、弃土(渣)场

目前,一般的红外测距仪都可以测量所在点到目标物的斜距、水平距、角度和目标物的高度等值,因此,可以用于测量开发建设项目中有关的宽度、长度、高度值,可以测量弃土弃渣占地、取土场、料场、施工场地的面积,同时,可以监测弃土弃渣量的体积等。

(1) 宽度、长度、高度测量时人站在有效范围内,用测距仪对准目标物直接测量就行。

(2) 面积测量时,要把被测物体概化成多边形,用测距仪依次对准各测点,闭合后就可测出面积值。

(3) 体积测量时,把被测物体概化成多面体,依次测量各点坐标,计算体积值。体积测量的精度相对低一点,但一般均可满足监测的需要。

6 基于普通数码相机的摄影测量技术应用

淮海大学土木工程学院研发了基于普通数码相机的 DTM 数据快速采集系统,可以应用于开发建设项目水土保持监测中。该系统的主要优点是,在达到精度要求的前提下,外业工作像控及拍摄简单轻松,要求的人力较少,作业速度大大提高,另外,要求的设备也很简单,即普通数码相机和计算机。系统已经在水电工程建设中经过了检验,并获得一致好评。该系统由 6 大功能模块组成,依次为:数码相机检校模块、系统输入模块、图像增强处理模块、像对定向模块、DTM 数据采集模块、分析输出模块(如图 3 所示)。

利用该系统可以监测弃土弃渣体积、坡面侵蚀量等指标。监测方法是先对普通数码相机进行检校,得到相机参数。然后用相机对开挖面、弃土弃渣体进行拍照,在计算机上依次进行照片处理、像对定向、

DTM采集、等高线生成、三维透视图生成、计算土石方量,成果输出等。如果定期对同一区域进行连续测量、可以动态监测其变化量。开挖面测量生成的三维透视图见附图3。

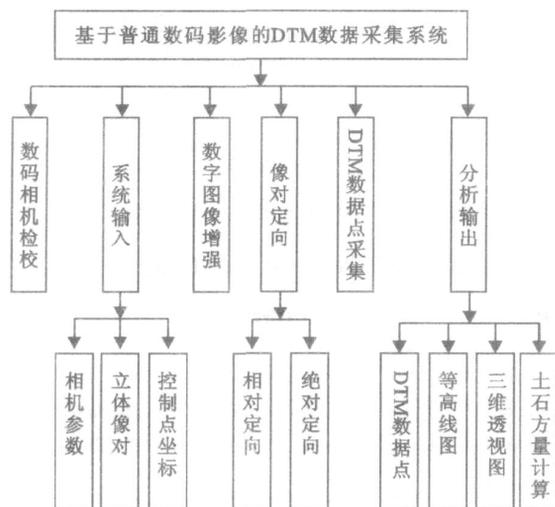


图3 小区人工降雨前后扫描结果对比

7 结语

随着开发建设项目的增多,今后开发建设项目水土保持监测的任务量越来越大,因此,必须研究探索新技术新手段,提高监测工作的效率和精度。通过本文的探讨认为,遥感技术、GPS全球定位技术、三维激光扫描技术、基于普通数码相机的摄影测量技术等一些新技术新手段,完全可以用于开发建设项目水土保持监测工作,并且野外工作量小,监测精度高,是今后监测工作的发展方向。本文的探索只是初步的,只提出了一些简单的想法,开展了初步试验,要能完全应用起来还得做更进一步的工作,希望从事这方面工作的同志共同努力,不断提高水土保持监测工作的技术水平。

[参 考 文 献]

- [1] 喻权刚. “3S”技术在黄土高原水土保持动态监测中的研究与实践[J]. 水土保持研究, 2004(2):33—35.
- [2] 喻权刚. GPS在水土保持生态建设中应用研究[J]. 中国水土保持, 2000(11):23—35.

欢迎订阅 2008 年《西北农林科技大学学报》 (自然科学版)

《西北农林科技大学学报(自然科学版)》是国内外公开发行的综合性农业科学学术期刊,创刊于1936年,是西北地区创办最早的农业学术期刊,其前身是《西北农业大学学报》。本刊立足学校,面向社会,主要刊登农业科学、林业科学、植物保护、资源与环境科学、园艺科学、动物科学与动物医学、食品科学、农业水利与建筑工程、农业机械与电子工程、生物技术与基础学科等方面具有创新性或适用性的学术论文、研究简报、文献综述以及反映最新科研成果的快报。读者对象为国内外农林科技工作者、高等院校教师、研究生和农林管理干部。

本刊主办单位西北农林科技大学为国家“985工程”和“211工程”建设大学,是教育部直属综合性全国重点大学。本刊为中国自然科学核心期刊、全国综合性农业科学核心期刊、中国科学引文数据库核心期刊和中国科技核心期刊,论文被国内外多家权威性数据库和文摘期刊固定转载和收录。1994年以来,本刊连续进入“被引频次最高的中国科技期刊300名排行表”,在全国和陕西省科技期刊综合质量评比中,先后20余次获奖,其中1997年获第二届全国优秀科技期刊二等奖,1999年获全国优秀自然科学学报及教育部优秀科技期刊一等奖、陕西省高校“十佳学报”及陕西省科技期刊“十佳期刊”,2001年入选“中国期刊方阵”,2004年获第四届全国优秀农业期刊一等奖,2006年获“百种中国杰出学术期刊”和“首届中国高校优秀科技期刊”。在促进学术交流、发展学科理论、推动科技进步等方面做出了较大贡献。

《西北农林科技大学学报(自然科学版)》为月刊,A4,234页,每月10日出版。每期定价10元,全年120元。邮发代号为52-82,全国各地邮局均可订阅,亦可直接向本刊编辑部订阅。国外总发行为中国出版对外贸易总公司。

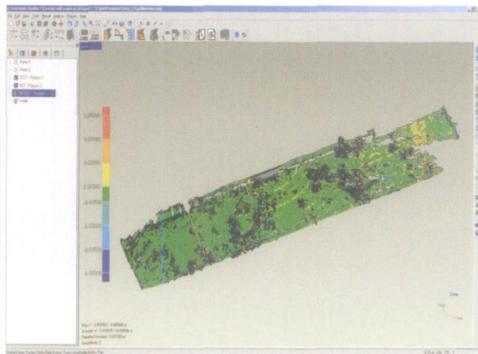
编辑部地址:陕西杨凌 西北农林科技大学西农校区40号信箱

邮 编:712100

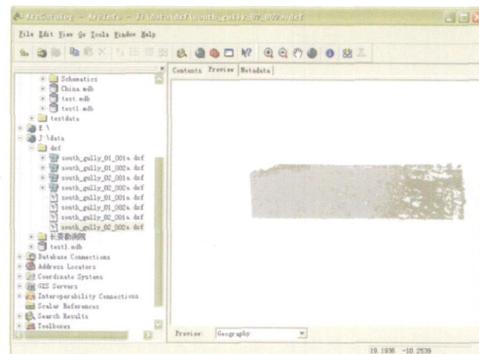
电 话:029-87092511

E-mail:xb2511@yahoo.com.cn

网 址:http://XBNY.chinajournal.net.cn;http://xbnydxxb.periodicals.net.cn



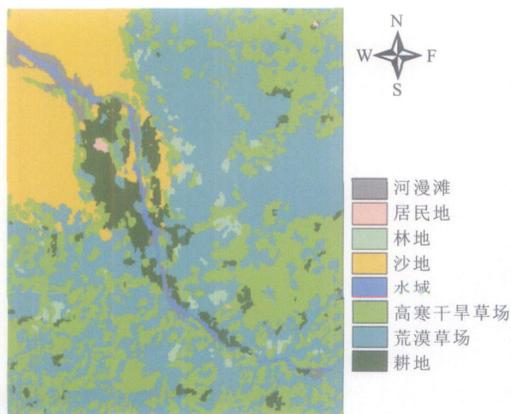
附图1 小区人工降雨前后扫描结果对比图



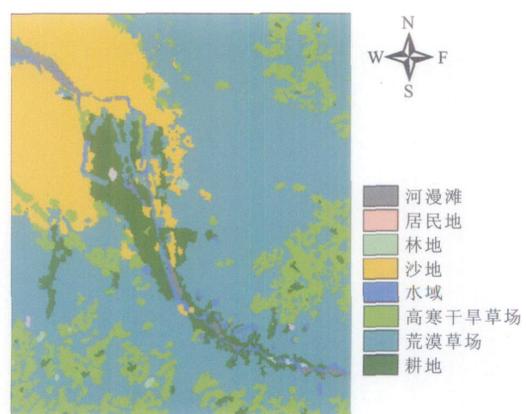
附图2 在Arc GIS中计算泥沙体积



附图3 开挖面测量照片



附图4 1987年香日德绿洲区土地覆盖类型图



附图5 1999年香日德绿洲区土地覆盖类型图