基于多时相 GF-1 影像的施工期生产建设项目分布信息提取

康 芮[1]，史明昌[1]，赵 院[2]，罗志东[2]，王晓晶[3]，刘二佳[3]

(1.北京林业大学 林学院，北京 100083；2.水利部 水土保持监测中心，北京 100055；3.北京地拓科技发展有限公司，北京 100084)

摘 要：[目的] 开展基于高分遥感的生产建设项目提取技术的研究，全面、及时地掌握生产建设项目分布信息，满足水土保持监管的迫切需求。[方法] 以陕西省榆林市的部分区域为研究区，利用 2013 和 2014 年两个时相的 GF-1 影像，通过面向对象的直接比较法，提取变化信息，并结合光谱、形状等特征，去除伪变化，获取区域范围内新增的裸地和不透水面。另外，结合专家知识，提取疑似施工期生产建设项目信息。[结果] 新增裸地和不透水面的发现精度达到 83.53%，疑似施工期生产建设项目的发现精度为 95.56%。[结论] 该方法能够有效地提取施工期生产建设项目分布信息。

关键词：GF-1 影像；面向对象；直接比较法；施工期生产建设项目

文献标识码：B **文章编号**：1000-288X(2016)03-0253-05 **中图分类号**：S157，TP79

文献参数：康芮，史明昌，赵院，等.基于多时相 GF-1 影像的施工期生产建设项目分布信息提取[J].水土保持通报，2016，36(3)：253-257. DOI：10.13961/j.cnki.stbctb.2016.03.044

Extraction of Distribution Information on Production and Construction Projects in Construction Period Based on Muti-temporal GF-1 Images

KANG Rui[1], SHI Mingchang[1], ZHAO Yuan[2], LUO Zhidong[2], WANG Xiaojing[3], LIU Erjia[3]

(1. *College of Forestry, Beijing Forestry University, Beijing* 100083, *China*;
2. *Monitoring Center of Soil and Water Conservation, Ministry of Water Resources, Beijing* 100055, *China*; 3. *Beijing Datum Technology Development Co., Ltd., Beijing* 100084, *China*)

Abstract: [Objective] To study the technologies on the extraction of information on the production and construction projects based on the high resolution remote sensing data in order to provide a quick way to timely capture the overall information on the distribution of production and construction projects, and to monitor soil and water conservation. [Methods] Taking some areas in Yulin City of Shaanxi Province as the study area, using GF-1 images acquired in 2013 and 2014, we used the object-oriented direct comparison method to extract the change information. Then combined with spectrum analysis and shape characteristics, pseudo changes were removed, and new bare land and impervious surface were acquired. In addition, with the help of expert knowledge, the distribution information of possible production and construction projects in the construction period was obtained. [Results] The accuracy of new bare land and impervious surface reached 83.53%, and the accuracy of possible production and construction projects in the construction period reached 95.56%. [Conclusion] This method can effectively extract the distribution information on production and construction projects in the construction period.

Keywords: **GF-1 images; object-oriented method; direct comparison method; production and construction projects in the construction period**

党的十八大以来，党中央国务院对深化简政放权、放管结合、职能转变做出全面部署，行政体制改革进入“快车道”。在生产建设项目水土保持简政放权的同时，如何创新管理理念和模式，加强事中事后监

收稿日期：2016-01-25 **修回日期**：2016-02-25

资助项目：国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)重大专项“高分水利遥感应用示范系统(1 期)”(08-Y30B07-9001-13/15)

第一作者：康芮(1989—)，女(汉族)，山西省太原市人，硕士研究生，研究方向为遥感技术在水保监测工作中的应用。E-mail：1123133901@qq.com。

通讯作者：史明昌(1969—)，男(蒙古族)，内蒙古自治区赤峰市人，博士，教授，主要从事 3S 技术在水土保持、资源环境领域应用研究。E-mail：shimc@dtgis.com。

管，是水行政主管部门亟需解决的重要问题。生产建设项目水土保持监管的基础工作之一是掌握生产建设项目的分布信息，目前主要来源于生产建设单位编制的水土保持方案、动态巡查和群众举报，这3种方法均存在漏洞。通过水土保持方案无法发现未编制方案或者提前施工的生产建设项目，而这些项目是监管的重点；动态巡查和群众举报具有周期长、时效性差、效率低等缺点。

利用遥感技术提取生产建设项目分布信息能够弥补传统方法的不足。目前的研究主要是关于矿山调查的，常用的方法有2种。一是基于单期遥感影像，采用人机交互方法提取矿产资源开采点(面)位置、开采状态、开采方式等信息[1-6]。二是基于多期遥感影像，采用图像差值的变化检测方法提取变化图斑，结合影像分类结果，获取矿山信息[7-8]。后者精度与效率更高，但需要进一步研究适用于生产建设项目提取的变化检测方法。本文拟利用2013年11月16日和2014年8月25日的GF-1影像，利用面向对象的直接比较法以及专家知识提取施工期生产建设项目分布信息，以期为生产建设项目水土保持监管提供直观可靠的科学依据。

1 研究区概况、施工期生产建设项目特征及数据源

研究区位于陕西省榆林市榆阳区与横山县的交界处，地理位置为109°21′55″—109°40′52″E，38°4′55″—38°23′50″N，总面积约为648 km^2。该区域是毛乌素沙漠与陕北黄土高原的交接地带，地表广布固定、半固定沙丘，地势比较平坦。研究区属于榆横工业园。榆横工业园利用当地煤炭资源发展煤化工产业，规划期限为2006—2020年。2014年，陕西未来能源化工有限公司100万吨年煤间接液化示范项目、中煤陕西公司榆横煤化工项目和园区公路等生产建设项目处于施工期。

生产建设项目在建设过程中，通常需要进行土地平整、采石取土、坡面开挖及填筑、渣料临时堆放、弃渣弃土等工序，易造成水土流失。因此，生产建设项目水土流失最严重的时期为施工期。施工期生产建设项目的工序总体可以归纳为土地平整、道路和建筑物修建，表现在遥感影像上是土地覆盖类型的变化，即植被等变为裸地，之后裸地变为不透水面。因此，提取施工期生产建设项目的实质是利用多时相遥感影像进行变化检测，提取新增裸地和不透水面。

除了施工期生产建设项目外，个人修建房屋等人为活动也会形成新增裸地和新增不透水面，气候变化、水蚀、风蚀、动物破坏等自然因素也会形成新增裸地。但生产建设项目施工所形成的新增裸地和不透水面具有以下特征：从空间位置来看，位于城镇周边，分布较为集中；从地物组成来看，周围有规则分布的建筑物，并且有道路连接，并非单一的裸地；从特征地物来看，内部有一定的特征地物或者标志性建筑物，例如露天煤矿的采掘场，井采煤矿的储煤场、储煤罐、栈道和风井等；从边界特征来看，与周边地物有明显的差异，边界清晰。另外，一个生产建设项目施工过程中会形成多个新增裸地和不透水面，这些新增裸地和不透水面分布集中、属性相似。

为了满足研究的需要，本文选用2013年11月16日和2014年8月25日获取的GF-1影像，均包括空间分辨率为8 m的多光谱数据以及空间分辨率为2m的全色数据。2013年11月16日的影像中，北部区域有云雾覆盖。

数据预处理包括辐射校正、正射校正、融合和图像裁剪。

2 研究方法

2.1 变化检测

变化检测按照最小处理单元可分为基于像元和面向对象两种。按照是否经过分类，面向对象的变化检测可分为直接比较法和分类后比较法两类[9-18]。本文中，由于变化类型已确定，并且冬季影像信息弱，分类精度不高，会影响变化检测的精度。因此，采用面向对象的直接比较法提取变化信息。

2.1.1 多尺度分割 多尺度分割是面向对象的直接比较法重要的一步，目的是得到同质性对象。多尺度分割的参数主要有波段权重、分割尺度、形状因子、紧致度因子等。本文中，波段1,2,3,4的权重均为1。比起光谱信息给予几何形状信息更大的权重，因此，形状因子设置为0.6。均衡考虑对象的紧致度和平滑度，因此，紧致度因子设置为0.5。

对于一种特定的地物类型而言，最优的分割尺度应该是所分割的结果多边形能够较好地显示该地物的边界，能通过一个或多个影像对象来表达该地物，同时，不能出现过于破碎或边界模糊的现象[19]。目前，有多种确定最优尺度的方法。其中，均值方差法是最常用的方法[19-20]。对于均值方差相近的尺度，若分割后图斑数量相差较大，影像分割时间以及分类后处理时间将会有很大差异。因此，本文为了评价分割的尺度是否适用于分类，在100～2 000之间以100递增共选取20个不同的尺度，综合均值方差法以及分割后图斑数量确定最优尺度。

如图 1 所示,对于 2013 年的影像,当尺度为 200 时,分割对象的均值方差最大;尺度为 100 时,分割对象的均值方差次之,两者相差不大。但尺度为 100 时,图斑数量为 251 450,大约是尺度为 200 时图斑数量的 4 倍。对于 2014 年的影像,当尺度为 100 时,分割对象的均值方差最大;当尺度为 200 时,分割对象的均值方差次之,两者数值接近。但当尺度为 100 时,图斑数量为 764 506,大约是尺度为 200 时图斑数量的 4 倍。综合考虑分割效果和工作效率,本文确定 2013 和 2014 年的影像分割尺度均为 200。

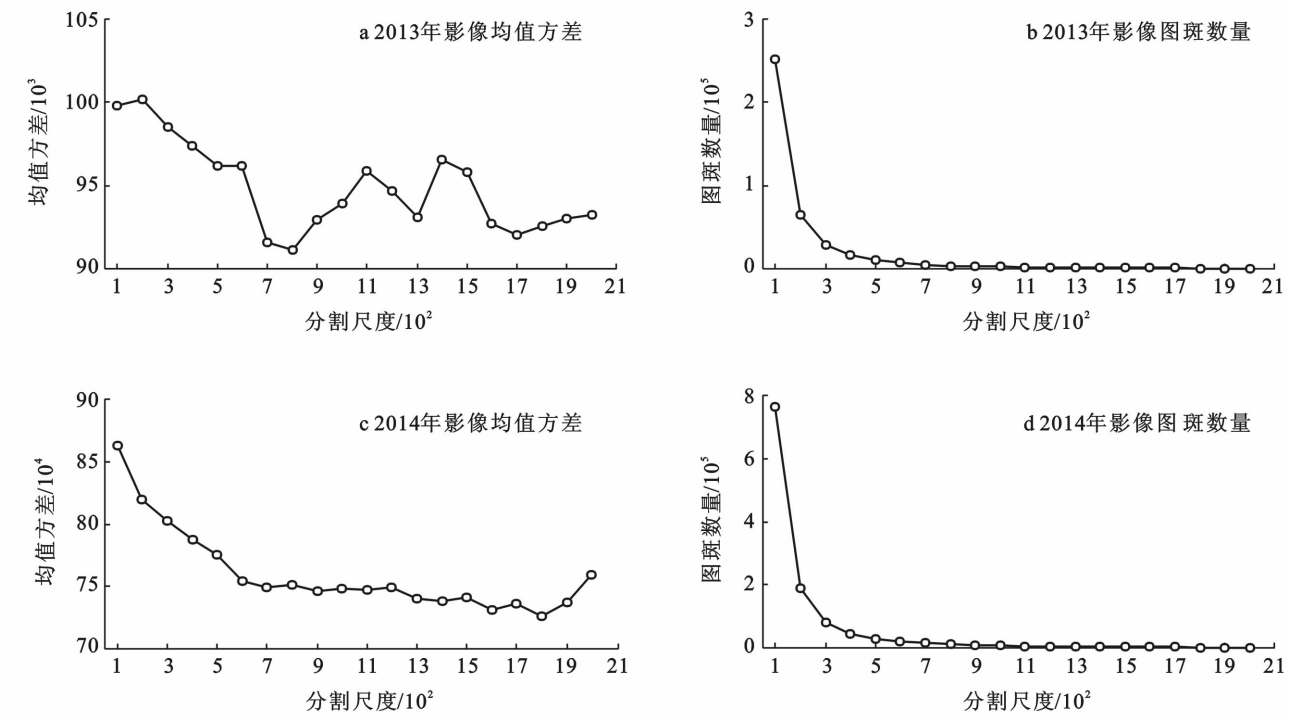


图 1　2013,2014 年影像均值方差、图斑数量与分割尺度的关系

2.1.2　亮度差值计算　亮度描述的是所有波段的光谱平均值。不同地物的亮度不同,裸地的亮度高于其他覆盖类型。当其他覆盖类型变化为裸地时,亮度增加;当裸地变化为不透水面时,亮度减少。因此,利用两期影像的亮度差值可提取变化信息,主要是新增裸地和不透水面。

为了消除影像之间的差异,计算两期影像的亮度差值之前,需要对亮度进行归一化。本文采用 min-max 归一化方法,将亮度映射到 0～1 之间。转换函数如下:

$$B^* = \frac{B - \min}{\max - \min} \tag{1}$$

式中:B^*——归一化后亮度值;B——亮度值;max——整幅影像亮度的最大值;min——整幅影像亮度的最小值。

本文中,归一化处理后亮度的差值范围为－0.7～0.6。通过分析影像特征,将差值大于 0.2 的图斑判断为新增裸地;将差值小于－0.18 的图斑判断为新增不透水面。

2.2　伪变化去除

除了新增裸地和不透水面外,由于时相差异、云雾、沙地的影响,变化检测提取的信息中还存在其他不相关的变化,可利用其光谱或者形状特征去除。

影像的时相不同,植被在两幅影像中的亮度不同,并且呈现为亮度增加的趋势。因此,部分植被被误分为新增裸地。可利用夏季影像的归一化植被指数将其去除,通过分析影像,将 NDVI 大于 0.08 的图斑判断为植被。

云雾与裸地的亮度值接近,前时相影像中云雾覆盖的区域,后时相影像中为真实的地表覆盖,亮度为减少的趋势。因此,这些区域可能被误认为是新增不透水面。可根据云雾在蓝波段反射率高于其他地物的特征将其去除,通过分析影像,将蓝波段均值大于 900 的图斑判断为云雾。

研究区内存在大量沙地,亮度值与裸地接近。但沙地边界不规则,而生产建设项目形成的裸地边界比较规则,即沙地的边界指数大于裸地。通过分析影像,将边界指数大于 13.5 的图斑判断为沙地。

另外,生产建设项目形成的新增裸地和不透水面一般面积较大,而且新增裸地的面积大于新增不透水面。因此,可利用面积去除小图斑。通过分析影像特征,将新增裸地中面积小于999像素的图斑和新增不透水面中面积小于528像素的图斑判断为小图斑。

2.3 疑似施工期生产建设项目提取

由于生产建设项目的特征过于复杂,依靠算法无法准确地提取,因此,需要我们利用专家知识来对计算机提取的图斑进行筛选和补充,并且将属于同一个项目的图斑合并,从而得到疑似施工期生产建设项目。

2.4 精度评价

精度评价采用统计法,指标包括发现精度、属性精度和面积精度。发现精度是正确图斑数量与真实数量的比值,用于分析图斑被算法发现的百分比;属性精度是正确图斑数量与总提取数量的比值,用于分析提取结果中属性正确图斑占总提取图斑的百分比;面积精度是正确图斑面积与真实面积的比值,用于分析真实结果中正确图斑面积所占的百分比。其中,正确图斑为提取结果与真实值的交集。

3 结果及分析

3.1 新增裸地和不透水面提取结果及精度评价

根据本文设计的技术路线,监测出研究区2013年冬季至2014年夏季新增裸地和新增不透水面的数量、面积和空间分布。监测结果表明,新增裸地和新增不透水面的数量为158个,面积为675.50 hm^2。其中,新增裸地的数量为124个,面积为594.49 hm^2,新增不透水面的数量为34个,面积为81.01 hm^2。

新增裸地和不透水面中,96.84%的图斑是属于疑似施工期生产建设项目的。其中,新增裸地中95.97%的图斑属于疑似施工期生产建设项目,新增不透水面中100%的图斑属于疑似施工期生产建设项目。

通过比较提取结果与人机交互结果,得到新增裸地和不透水面的发现精度、属性精度和面积精度,结果如表1所示。发现精度高于属性精度和面积精度。并且,新增不透水面的属性精度高于新增裸地,新增裸地的发现精度和面积精度高于新增不透水面。

表1 新增裸地和不透水面精度评价结果 %

精度类型	新增裸地和不透水面	新增裸地	新增不透水面
发现精度	83.53	93.65	54.55
属性精度	79.87	76.80	91.18
面积精度	71.19	76.27	56.17

另外,计算机自动提取的时间约为2 h,在此基础上删除错误图斑和补充正确图斑的时间约为2 h。而人机交互提取新增裸地和不透水面的时间约为8 h。因此,通过计算机自动提取,可以提高工作效率。综合考虑精度和工作效率,结果表明该方法是可行的。

3.2 疑似施工期生产建设项目提取结果及精度评价

根据施工期生产建设项目的特征,监测出研究区2013—2014年施工期生产建设项目的数量和空间分布。监测结果表明,根据施工期生产建设项目的特征,监测出研究区2013－2014年施工期生产建设项目的数量和空间分布。监测结果表明,施工期生产建设项目的数量为40个,主要项目类型有公路工程、电力工程、煤化工工程、城建工程和农林开发工程。不同类型的生产建设项目空间分布具有不同的特点。其中,公路工程具有指向性,一般与电力工程、煤化工工程等项目连接,并且与现有的公路工程交叉,形成网络;电力工程、煤化工工程、城建工程分布集中,并且周围有处于生产运行期的电力工程、煤化工工程等;农林开发工程与其他类型的生产建设项目距离较远,但附近通常有耕地或村庄。通过核对已审批的水土保持方案以及实地调查,得到疑似施工期生产建设项目的发现精度为95.56%。通过核对已审批的水土保持方案以及实地调查,得到疑似施工期生产建设项目的发现精度为95.56%。

4 讨论与结论

(1) 以面向对象的直接比较法为核心,结合新增裸地和不透水面的光谱、形状特征去除伪变化后,新增裸地和不透水面的发现精度达到83.53%。新增裸地和不透水面中,96.84%的图斑属于疑似施工期生产建设项目。

(2) 根据施工期生产建设项目的特征,监测出研究区2013—2014年共有40个施工期生产建设项目,主要项目类型有公路工程、电力工程、煤化工工程、城建工程和农林开发工程,发现精度达到95.56%。

利用遥感手段提取生产建设项目,当前属于初步探索阶段,本文在以下几个方面还需要在今后的研究中进一步改进:对于施工期生产建设项目特征的总结具有局限性,影响了提取结果的精度,还需进一步完善。本文的技术路线是针对陕西省榆林市横山县确定的,由于时间和数据的限制,尚未在其他区域进行试验,今后将扩大研究区,进一步完善技术路线。

[参 考 文 献]

[1] 尚红英,陈建平,李成尊,等.RS在矿山动态监测中的应

用：以新疆稀有金属矿集区为例[J]. 遥感技术与应用，2008，23(2)：189-194.

[2] 夏乐. 遥感技术在矿山开发监测中的应用[D]. 北京：中国地质大学，2008.

[3] 李思发，李亮，赵伟立. GeoEye-1 在矿山开发遥感调查中的应用[J]. 工程地球物理学报，2011，8(5)：631-634.

[4] 李琴. 基于 GeoEye-1 的矿山开发遥感调查与监测应用研究[J]. 安徽地质，2012，22(4)：297-301.

[5] 南竣祥. 宣威煤矿区矿山开发遥感调查研究[D]. 北京：中国地质大学，2012.

[6] 王娟，张建国，杨自安，等. 遥感技术在甘肃省重点矿山开发调查与监测中的应用[J]. 矿产勘查，2014，5(2)：312-321.

[7] 施丽军. 甘肃拾金坡金矿区矿山遥感监测及其 Web 管理系统的实现[D]. 长沙：中南大学，2013.

[8] 郑晶. 无证矿山的遥感监测[D]. 北京：中国地质大学，2013.

[9] 孙晓霞，张继贤，燕琴，等. 遥感影像变化检测方法综述及展望[J]. 遥感信息，2011，26(1)：119-123.

[10] 唐朴谦，杨建宇，张超，等. 基于像素比值的面向对象分类后遥感变化检测方法[J]. 遥感信息，2010，25(1)：69-72.

[11] 祝锦霞，王珂. 面向对象的高分辨率影像变化检测方法研究[J]. 农业机械学报，2013，44(4)：184-189.

[12] 佃袁勇，方圣辉，姚崇怀. 一种面向地理对象的遥感影像变化检测方法[J]. 武汉大学学报：信息科学版，2014，39(8)：906-912.

[13] 夏朝旭，何政伟，于欢，等. 面向对象的土地覆被变化检测研究[J]. 遥感技术与应用，2014，29(1)：106-113.

[14] 于信芳，罗一英，庄大方，等. 土地覆盖变化检测方法比较：以内蒙古草原区为例[J]. 生态学报，2014，34(24)：7192-7201.

[15] 张正健，李爱农，雷光斌，等. 基于多尺度分割和决策树算法的山区遥感影像变化检测方法：以四川攀西地区为例[J]. 生态学报，2014，34(24)：7222-7232.

[16] Kindu M，Schneider T，Teketay D，et al. Land use/land cover change analysis using object-based classification approach in Munessa-Shashemene landscape of the Ethiopian Highlands[J]. Remote Sensing，2013，5(5)：2411-2435.

[17] Hölbling D，Friedl B，Eisank C. An object-based approach for semi-automated landslide change detection and attribution of changes to landslide classes in northern Taiwan[J]. Earth Science Informatics，2015，8(2)：327-335.

[18] Martha T R，Kamala P，Jose J，et al. Identification of new landslides from high resolution satellite data covering a large area using object-based change detection methods[J]. Indian Society of Remote Sensing，2016，44(1)：1-10.

[19] 黄慧萍. 面向对象影像分析中的尺度问题研究[D]. 北京：中国科学院遥感应用研究所，2003.

[20] 王露. 面向对象的高分辨率遥感影像多尺度分割参数及分类研究[D]. 长沙：中南大学，2014.

(上接第 252 页)

(4) 由于泥石流拦挡结构对不同工况的模型试验的实施难度较大，故借助有限元方法对此问题进行数值计算分析具有一定的实际意义。分析结果并不能代替物理试验，且需要现场或试验结果的验证，所以物理试验及现场测试工作也将是宕昌泥石流治理工程及研究工作的中心内容。

[参 考 文 献]

[1] 吴积善，田连权. 论泥石流学[J]. 山地研究，1996，14(2)：89-95.

[2] 吴强，陈征宙，刘裕华，等. 格栅坝在泥石流防治中的应用：以汶川地震引发的烂泥沟泥石流治理为例[J]. 防灾减灾工程学报，2011，31(3)：341-348.

[3] 李瑞冬，马宗源，胡向德. 舟曲泥石流桩林拦挡结构抗冲压极限分析[J]. 甘肃地质，2011，20(2)：60-64.

[4] 游勇. 泥石流梁式格栅坝拦砂性能试验研究[J]. 水土保持学报，2001，15(1)：113-115.

[5] 黄剑宇，卢廷浩. 透水拱坝在泥石流防治工程中的研究和应用[J]. 水利与建筑工程学报，2013，11(1)：166-169.

[6] 章琪，蒋庆，陆新征. 不同截面钢管混凝土结构抗冲击性能比较[J]. 工程力学，2013，30(S1)：89-93.

[7] 瞿海雁，李国强，孙建运，等. 侧向冲击作用下钢管混凝土构件的简化分析模型[J]. 同济大学学报：自然科学版，2011，39(1)：35-40.

[8] 瞿海雁，李国强，陈素文，等. 侧向冲击作用下圆钢管混凝土构件的数值模拟分析[J]. 建筑科学与工程学报，2010，27(1)：90-96.

[9] Symonds P S. Survey of methods of analysis for plastic deformation of structures under dynamic loading[R]. Providence：Brown University，1967.

[10] 中国人民共和国地质矿产行业标准. DZ/T0239-2004 泥石流灾害防治工程设计规范[S]. 北京：中国标准出版社，2010.