成果与方法

土地利用遥感动态监测技术方法介绍

孙静[1] ,赵伟[2] ,赵鲁全[3]

(1.肥城市国土资源局,山东 肥城　271600;2.肥城市人民检察院,山东 肥城　271600;3.山东省国土资源厅,山东 济南　250014)

摘要:采用遥感技术进行土地利用动态监测是一条行之有效的方法。遥感监测方法多种多样,但为了确定变化类型,要引入遥感图像分类方法。遥感分类方法一直是遥感技术方法研究的重要领域。迄今为止,目视解译仍是成功的分类方法;在今后相当长的一段时间内,目视解译分类与计算机自动分类将协调发展。我国土地利用遥感动态监测方法主要采用目视解译、计算机自动分类及目视解译与计算机图像处理相结合的方法,其中,目视解译的方法一直占有重要地位。随着高分辨率传感器的相继问世,利用多平台遥感数据融合进行监测研究将有利于提高分类、监测精度。我国的土地利用遥感监测研究正深入开展,并将在计算机信息提取及监测方法上取得更大的成果。

关键词:遥感;土地利用动态;监测方法

中图分类号:P271;P237　　**文献标识码**:A

0　引言

保护耕地是我国必须长期坚持的一项基本国策。除采用强有力的法律、行政、经济、规划等手段严格治本之外,还需要采用高新技术对土地利用状况进行动态监测。随着近代航空航天技术的发展与成熟,运用遥感技术进行大面积、大规模、实时、动态的土地等地球资源信息的采集已成为可能。遥感信息是地表各种地物要素的真实反映,能清晰地显示各种土地利用类型的特征与分布;同时,遥感图像的多时相特性又可为土地利用动态监测提供丰富的可供定性定量分析的信息。

1　监测概念对象及目的

所谓土地利用动态监测,即将不同时相(至少两个时相)的土地利用数据进行对比,从空间和数量上分析其动态变化特征和未来发展趋势。土地利用遥感动态监测是基于同一区域不同年份的图像间存在着光谱特征差异的原理,来识别土地利用状态或现象变化的过程。其本质是对图像系列时域效果进行量化,通过量化多时相遥感图像空间域、时间域、光谱域的耦合特征,来获得土地利用变化的类型、位置和数量等内容。

土地利用动态监测包含监测区域内的全部土地资源,能提供各土地利用类型的数量、质量、空间分布等动态信息。我国目前主要是对耕地和建设用地等土地利用变化情况进行及时、直接、客观的定期监测,检查土地利用总体规划及年度用地计划执行情况。重点是核查每年土地变更调查汇总数据,为国家宏观决策提供比较可靠的依据;对违法或涉嫌违法用地的地区及其他特定目标等进行的日常快速监测,可为违法用地查处及突发事件处理提供依据。

2　监测方法

遥感动态监测主要涉及图像预处理和土地利用变化信息提取,并相应有图像预处理方法和土地利用变化信息提取方法。

2.1　遥感图像预处理方法

遥感图像预处理是为了更好地提取土地利用变化信息,处理效果的好坏直接决定土地利用动态监

收稿日期:2004－05－17;**修订日期**:2005－02－20;**编辑**:王先起

作者简介:孙静(1976－),女,山东淄博人,助理工程师,主要从事国土资源科技与外事管理工作。

①山东省第五地质矿产勘查院,山东省宁阳县东谷堆铁矿区普查,2001 年。

测的精度。

2.1.1　波段最佳组合

通过分析遥感数据的光谱信息结构,比较各波段信息量,计算各波段信息的相关性,利用 Sheffield 提出的雪氏熵值法,进行最佳波段的选择,是一种全面、简便、效果好的方法。其计算公式为:

$$S = \sum_{i=1}^{M} P_i(x) \ln P_i(x) \tag{1}$$

式中:S —熵值,$P_i(x)$ —变量概率密度函数。在正态分布条件下:

$$P_i(x) = 1/K_S \exp[-(x-\bar{x})^T M_S^{-1}(x-\bar{x})/2] \tag{2}$$

式中:$K_S = (2\pi)^{\frac{N}{2}} |M_S|^{\frac{1}{2}}$;$M_S$ —样区协方差矩阵;x —图像变量,即像元亮度值;$\bar{x}$ —图像均值变量,即像元平均亮度值;N —波段数;M —样区像元总数。

遥感图像变量近似正态分布,故可使用(2)式。将(2)代入(1)式得:

$$S = \ln(K_s) + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{M} x^T \cdot M_s^{-1} x \cdot P_i(x) \tag{3}$$

对于无偏估计,由(3)式得

$$S = N/2 + \ln(K_S) = N/2 + N/2\ln(2\pi) + 1/2\ln|M_S| \tag{4}$$

由(4)式可看出,熵值 S 随变量协方差矩阵行列式值$|M_S|$的变化而变化。因此只需计算 3 个波段组合的协方差矩阵行列式,其数值大小就可表征该组合的信息量多寡。

2.1.2　图像的增强处理

将原来不清晰的图像变得清晰或把人们感兴趣的某些特征强调出来(同时抑制不感兴趣的特征)的图像处理方法称为图像增强。增强方法有多种,如直方图调整、直方图线性扩展、滤波及主成分分析等。但值得指出,图像增强处理专门性很强,不存在对所有问题效果都好的增强方法。

2.1.3　图像几何精度校正

这项工作是校正遥感图像记录的数据,使之具有与实际地物一致的空间位置和相应光谱分布。常用的方法是一般齐次多项式。校正过程:先通过地面控制点数据对原始遥感图像的几何畸变过程进行数学模拟,建立原始畸变图像空间与几何标准空间的数学对应关系,再利用这种数学关系将畸变图像空间中的全部元素转换为标准空间中的元素。应当注意所用地形图比例尺应接近基本监测图的成图比例尺。

另外,几何校正要注意重采样方法选择。重采样实质上是根据原始空间与标准空间的对应关系,在原始空间中取一点或若干点,按一定的准则组合成标准空间中对应点的数值,比较准确地再现原始图像空间中反映的地物光谱特性。常用的重采样方法有最邻近法、双线性差值法和三次卷积法。在这 3 种方法中,尤以三次卷积法为佳。在数学上,它实际上是抽样函数的三阶表达式,因而具有较好的再取样效果。

2.1.4　不同时相、不同分辨率图像的配准

图像配准主要是指不同遥感数据源的配准,目的是为了清除数据间的系统误差。多时相图像间准确的空间配准是动态变化监测所必需的。要得到可靠的土地利用变化结果,需极高的图像配准精度。

2.1.5　多光谱 TM 图像与 SPOT 全色图像的融合

多光谱图像提供丰富的地物光谱信息,全色图像具有很高的空间分辨率,将这两类图像进行融合,可产生彩色高分辨率多光谱图像 ——融合图像。由于高分辨率卫星图像的出现,多分辨率图像的融合已成为重要研究领域。融合方法有多种,如 IHS 变换法、主分量变换法和小波变换法等。

2.2　土地利用变化信息提取方法

2.2.1　变化信息直接提取法

变化信息直接提取,是对两个时相的遥感图像进行点对点的直接运算,经变化特征的发现、分类处理,获取土地利用变化信息。主要方法有 4 种。

(1) 图像差值法。即将一个时相的某一波段光谱灰度值减去另一时相的对应像元的光谱灰度值,较早应用的是单波段图像差值法。单波段差值图像中难以提取动态信息;对 MSS7,MSS5,MSS4 差值图像进行彩色合成,则可综合各个波段的动态信息,并很好地突出植被变化信息。

(2) 图像比值法。这是对两个时相多谱段数据中同名像元的光谱灰度值施以除法运算。比值法可以部分地消除阴影影响,突出某些地物间的反差,具有一定的图像增强作用。一方面,比值图像可供直接判读,提取其中的专题信息;另一方面,只要稍加逻辑变换,便可用以直接检测明显变化的环境要素。

(3) 植被指数法。是综合利用植被在红光部分的强吸收与在近红外部分的强反射特点提取植被动态信息。常见的有比值植被指数、归一化植被指数、垂直植被指数,这些指数在森林资源动态监测中使用尤其广泛。

(4) 多时相复合分类法。将两时相或多时相遥

感数据复合,通过遥感分类提取变化信息。在这种方法的监督处理过程中,训练区的确定比较困难。

2.2.2 计算机自动分类后比较法

该方法是在对比多时相的遥感图像前,先进行各时相遥感图像的单独分类。用该方法的优点是能获取各个像元的土地利用转变类型,不仅能获取变化的数量和特点,还能获取变化的类型,并有利于减少不同时相图像因大气和传感器差异产生的误差。但是,这一方法由于受到单独分类所带来的误差影响,可能会夸大变化的程度。

2.2.3 目视解译法

该方法是以土地利用现状调查资料为基础,确定各地类的解译标志,在遥感图像上划出各地类界线,得到遥感分类图,再比较各时相的遥感分类图。此外,香宝提出了 RS,GIS 一体化,即通过遥感数字图像—人机交互判读—计算机量测汇总—数据库来提取土地利用信息的方法[1]。

上述 3 种提取变化信息的方法,无论哪一种都涉及到分类方法。遥感分类方法的提高一直是遥感技术方法研究的重要领域。计算机自动分类与目视解译各有优缺点,把两种方法结合起来,会得到好的结果。蔡煜东和甘甫平等人认为,在相当长的一段时间内,目视解译分类与机助自动分类将协调发展[2-3]。

3 我国土地利用遥感动态监测状况方法及特点

3.1 我国土地利用遥感动态监测状况

我国应用遥感技术开始于 20 世纪 70 年代。20 世纪 80 年代初,首次利用美国陆地卫星 MSS 数据进行了全国范围的土地利用现状调查,并按 1∶50 万比例尺成图,客观地反映了我国土地资源的基本状况。此后,遥感技术在我国土地利用动态监测中的应用日趋广泛。如 80 年代中期,我国利用美国的 Landsat 资料进行了土壤侵蚀分区、分类、分级制图;1989—1993 年,实施了中国北方草原草畜动态平衡监测;1993—1996 年,连续 4 年开展了全国耕地变化遥感监测工作;1996 和 1997 年,运用 TM 和 SPOT 等卫星遥感资料,分别对 19 个城市和 100 个城市的扩展与耕地变化进行了动态监测;1999 和 2000 年,又对全国 66 个城市的建设用地和耕地变化进行了动态监测。

近 10 年来随着全球变化研究的深入开展,土地利用变化研究受到越来越高的重视。为配合"国际地圈与生物圈计划"(IGBP)和"全球环境变化人文计划"(HDP)的工作,"九五"期间,我国开展涉及全球变化的研究项目,其中有多项是土地利用变化研究,如应用"3S"技术进行土地利用变化的监测。目前,国土资源部已将遥感监测纳入土地管理业务化运行体系。

3.2 我国土地利用遥感监测的主要方法

(1) 目视解译方法。如常庆瑞、魏永胜等利用乾县枣子沟流域不同时期的航空遥感影像进行了区域土地资源动态监测实验研究[4];孙依斌采用航空和资源卫星遥感图像资料,对土地利用变化率极高的福州市区进行了长达 20 年的环境与土地利用动态监测实验[5];张松岭、杨邦杰等研究了应用 GIS 的人机交互解译成图系统,为大面积耕地解译提供了较为实用、快捷的方法[6]。

(2) 计算机动态信息提取自动分类方法。如王杰生、戴昌达等利用 1986 年 SPOT 多光谱数据图像和 1987 年 TM 数据,通过建立"亮度指数—垂直植被指数平面",输出变化分类图;郑兴年等设计了一个分级结构的遥感图像分类系统,在 GIS 支持下,对得到的 TM 分类图像进行了土地利用动态监测分析[7];黎夏、叶嘉安在珠江三角洲的东莞市,利用 TM 图像进行了城市扩展的监测研究,并采用主成分分析方法改善了监测精度[8]。

(3) 目视解译与计算机图像处理相结合的方法。如莫虹采用 1994 年的 1∶1 万土地详查图、1996 年 5 月 26 日的 TM 图像及 1996 年 8 月 30 日的光盘数据,监测分析了黑龙江省阿城市土地动态变化[9];黄敬峰等采用 TM CCT 资料,在 GIS 技术支持下,对新疆干旱区进行了土地利用类型识别和土地利用变化监测研究[10]。在近期的土地遥感监测中,国土资源部主要是利用不同时相 TM 和 SPOT 数据融合所显示的光谱特征变异来提取变化信息,并针对各监测区内的地形地类特征,分别采用了 HIS 变换法、主分量变换法、加法和加权相乘等融合方法。

随着高分辨率卫星图像的出现,充分利用各种数据源进行动态监测研究已成为一种发展趋势。如李志中等利用 IRS 数据和多时相的 TM,SPOT 全色多光谱,监测了太原市的土地利用动态变化[11]。"3S"技术的一体化为土地利用动态监测提供了更

为快捷、准确的方法。王晓栋、崔伟宏就开展了运用 3S 技术进行县级土地利用动态监测的实验,即"用 RS 发现变化靶区,用 GPS 定位靶区,用 GIS 集成管理数据"[12]。

3.3　我国土地利用遥感监测的特点

我国土地利用遥感监测研究采用的方法多种多样,如目视解译、计算机自动处理及二者相结合的方法,而且目视解译监测研究一直占有重要地位。在研究内容上,主要是针对城镇扩展和耕地变化,尤其是城乡结合部的变化。与国际土地利用遥感监测方法相比,我国在遥感图像计算机信息自动提取方面尚存在一定差距。

参考文献:

[1] 香宝. RS,GIS 一体化土地利用现状信息提取研究——以广西壮族自治区为例. 地理学与国土研究[J]. 1999,15(3):91 - 94.

[2] 蔡煜东,李伟,许伟杰. 遥感土地覆盖类型识别的自组织神经树模型[J]. 环境遥感,1995,10(2):132 - 136.

[3] 甘甫平,王润生. 基于遥感技术的土地利用与土地覆盖的分类方法[J]. 国土资源遥感,1999(4):40 - 44.

[4] 常庆瑞,魏永胜. 土地资源动态遥感监测方法研究[J]. 西北农业大学学报,1994,22(4):118 - 121.

[5] 孙依斌. 福州市区环境和土地利用遥感监测与预报的探讨[J]. 福建农业大学学报,1998,27(3):449 - 453.

[6] 张松岭,杨邦杰. 基于 GIS 的耕地遥感监测人机交互式图像解译系统[J]. 农业工程学报,1999,15(2):185 - 188.

[7] 郑兴年,胡宝新. 大城市边缘区土地利用动态遥感试验研究——河北以北京市朝阳区为例[J]. 地理科学,1995,15(1):47 - 54.

[8] 黎夏,叶嘉安. 利用遥感监测和分析珠江三角洲的城市扩张过程——以东莞市为例[J]. 地理研究,1997,16(4):56 - 61.

[9] 莫虹. 黑龙江省阿城市土地动态遥感监测分析[J]. 中国农业资源与区划,1998(4):59 - 60.

[10] 黄敬峰,蒋亨显,王人潮. 干旱区土地利用遥感监测研究[J]. 干旱区研究,1999,16(2):54 - 60.

[11] 李志中,杨清华. 利用动态遥感技术监测太原市土地变更情况[J]. 国土资源遥感,1999(3):72 - 76.

[12] 王晓栋,崔伟宏. 县级土地利用动态监测中的 3S 数据处理方法研究——以包头市郊区县为例[J]. 中国土地科学,1999,13(3):25 - 29.

Introduction to Sense - remoting Dynamic Monitoring Technology in Land - using

SUN Jing[1], ZHAO Wei[2], ZHAO Lu - quan[3]

(1. Feicheng Bureau of Land and Resources, Shandong Feicheng 271600, China; 2. Feicheng People's Prosecutorial Office, Shandong Feicheng 271600, China; 3. Shandong Provincial Land Consolidation Center, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Sense - remoting is an effective method to carry out dynamic monitoring in land - using. In order to determine variation types, sense - remoting image classification method should be leaded into our country. Major methods of sense - remoting dynamic monitoring in land - using in our country are as follows: visual interpretation, automatic classification by computer and combination of visual interpretation and automatic classification by computer. Among them, visual interpretation plays an important pole. It is suitable for promoting classification and monitoring accuracy by melting multi - table sense - remoting datas. Study on sense - remoting monitoring method of land - using is carrying out in China, which will gain more achievements in information extraction and monitoring method in computer.

Key words: Sense - remoting; land - using dynamic monitoring; monitoring method