

遥感技术在城市土地利用演变研究中的应用

蒋金龙 李建 梁俊 (中国地质大学研究生院, 湖北武汉 430074)

摘要 论述了采用遥感技术研究城市土地利用演变的必要性, 然后从遥感数据的选择、工作原理、信息提取3个方面阐述了遥感技术在城市土地利用动态监测中的应用。根据武汉市1991、1995、2002年3个时相的Landsat TM图像和ETM+图像, 利用GIS与RS信息获取技术、空间分析技术和数理统计方法, 分析了研究区土地利用时空变化特征。

关键词 遥感技术; 城市; 土地利用变化

中图分类号 S127 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)07-02001-03

Application of Remote Sensing Technologies in Urban Land Using Evolution

JIANG Jin-long et al (Graduate School, China University of Geoscience, Wuhan, Hubei 430074)

Abstract The application of remote sensing technologies in dynamic monitoring of urban land using evolution is introduced in detail from data choosing, work principle, information distilling of remote sensing. By using space analysis function of geographical information system, through analyzing the extension model of Wuhan district on quantity and space structure the urban land using evolution was studied. The maps of urban sprawled area of Wuhan City between 1991 and 1995, 1995 and 2002 were obtained by using contrast method after classification and the urban extension map of principal component transformation for multi-band from 1991 to 2002 were obtained by using principal component difference method. From the images include Landsat TM and ETM+ of Wuhan in 1991, 1995 and 2002, based on the spatial analysis techniques supported by ArcGIS and ERDAS software, the spatial-time change characteristics of land use in Wuhan were analyzed.

Key words Remote sensing; Urban; Urban land use change

社会经济的高速发展带动了城市空间的扩展, 而城市空间的扩展必然引起土地利用结构的变化。为了对城市建设用地和城市发展规划进行合理调控, 必须对城市的土地利用进行动态监测。相对于传统的土地利用动态监测方法, 遥感技术具有不可比拟的优势。该研究以湖北省武汉市为主要研究对象, 以不同时相的TM、ETM+和卫星航片影像为遥感数据源进行城市土地利用变化的遥感动态变化监测, 以期探索快速、精确的城市空间扩展动态监测技术; 同时, 利用地理信息系统工具, 对通过遥感信息获取的变化信息进行空间分析, 研究城市空间扩展趋势与发展模式。

1 采用遥感技术研究城市土地利用动态演变的必要性

随着我国城市化进程的不断加快, 城市所在区域的土地利用/土地覆盖发生了快速的变化。城市人口急剧增多, 城市化水平迅速提高, 城市的“面貌”不断发生变化。“内部结构重组”和“外围地域扩展”成为当今城市空间结构变化的主要方式。面对这样一个迅速变化的城市系统, 及时、准确地掌握其土地利用变化情况已成为一个亟需解决的问题。

传统的土地利用调查仅限于对土地利用现状的调查, 且周期长、费用高、费时、费力, 不利于对城市发展进行科学、有效的动态管理。作为一门先进的科学技术, 遥感可为城市土地利用动态变化研究提供多时相、大范围的实时信息。同时, 结合计算机的图像处理、分析和模式识别技术, 遥感数据在土地利用动态监测中能够得到广泛应用。通过不同时相的遥感图像, 可以快捷地获得土地利用变化的类型、数量和位置。这些变化信息既可以对前期开发治理效果进行正确评价, 又可以指导今后的开发治理规划, 促进城市的可持续发展。

2 卫星遥感数据的选择分析

目前, 可用于城市土地利用动态监测的信息源种类繁多, 基本上可以分为航空遥感和卫星遥感信息两大类。

就城市土地详查而言, 虽然航片的地面分辨率很高, 而且定位、定性和定量精度都能满足1:10 000的成图要求, 但是由于航空遥感图像的成本昂贵, 大、中比例尺的航空遥感不经济, 因此不便普遍采用。目前多用于城市土地利用动态监测的卫星遥感图像主要有TM和SPOT图像, 其中TM比SPOT更为经济。因此, 选择TM影像作为主要信息源。

选择最有效地区分各类别的波段。其目的是除去含有冗余信息的波段, 降低波段维数, 提高图像处理的速度, 而对精度不造成影响。TM图像光谱效应: TM1属蓝光波段, 对水体有较强的透射能力, 对叶绿素反映敏感, 对区分干燥的土壤和茂密的植物有较好的效果; TM2属绿光波段, 对水体有较强的透射能力, 对植被的反射敏感, 能区分林型、树种; TM3属红光波段, 可以根据植被的色调判断植物的健康状况, 区分植被的种类和覆盖度, 还可以用以判定地貌岩性、土壤、水中泥沙流等; TM4属近红外波段, 避开了小于0.76 μm出现的叶绿素陡坡效应的坡面和大于0.9 μm可能发生的水分子吸收谱带, 集中反映植物的近红外波段强反射, 可用于植被、生物量、作物长势的调查; TM5属近红外波段, 处于水分子的吸收带(1.4~1.9 μm)内, 对含水量反映敏感, 可用于土壤湿度、植物含水量调查、水分状况研究、作物长势分析等, 提高了区分不同作物类型的能力, 对岩性、土壤类型的判定也有一定的作用; TM6属于热红外波段, 对热异常敏感, 可用于区分农、林覆盖类型、辨别地表温度差异、监测与人类活动有关的热特征、进行水体温度变化制图; TM7属于近红外波段, 可用于区分主要岩石类型、地质探矿与制图。

通过对TM各个波段城市数据的相关分析, 得出武汉市TM图像各波段相关关系。TM2与TM3相关度最高, 相关系数达0.939; TM5与TM7相关系数为0.925; 其他相关度较高的还有TM1与TM2。一般来说, 在进行特征选择时, 相关度较高的2个波段只需选取其中之一。然而, 通过主成分分析、最佳指数因子分析得出的结论并非如此。这是由处理对象的特殊性引起的。主成分分析表明, TM4、TM5、TM7包括原始图像的大部分信息。然后, 获取最佳波段组合, 使之包

含最大信息量和最小重复信息。最佳指数因子分析和实际验证表明,最佳波段组合为 TM4、TM5、TM7,该波段组合对城市用地分类效果较好。

3 工作原理

利用卫星遥感数据进行城市土地利用动态演变研究的工作流程见图1。

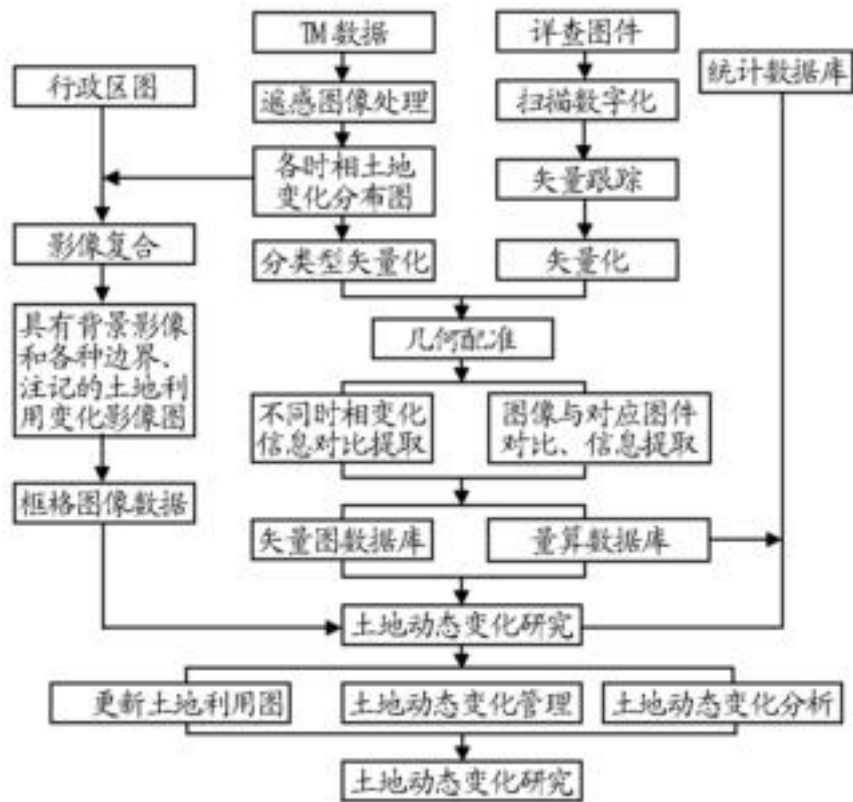


图1 城市土地利用动态演变研究工作流程

动态监测的最终成果应包括土地利用变化的影像图、土地利用变化类型图和数据清单。影像图的生成是经过信息提取后由卫星遥感图像生成土地利用变化类型分布图,然后与行政区划图复合;土地利用变化类型分布图是对提取的变化类型进行矢量化产生的矢量图,是进行土地利用图更新的信息源,经过与土地利用详查图的配准,把变更类型复合到详查图上;通过面积量算,生成数据清单。

4 信息提取

信息提取是运用 TM 图像进行城市土地利用动态监测的关键技术之一,直接影响监测的精度。该文的信息提取工作包括2个方面:各监测时相的土地利用类型的提取;不同监测时相土地利用变化信息的分类提取。前者生成不同时期土地利用现状分类图,后者生成土地利用动态变化分类图。

土地利用变化的信息提取一般可采用图像的植被指数与亮度指数。亮度指数采用方根方法进行。

$$T_{BI} = \frac{1}{n} [T_i^2]^{1/2} \quad (1)$$

式中, T_{BI} 为 TM 图像的亮度指数; T_i 为第 i 个波段的亮度值; i 为所选定的亮度指数的计算波段。

然后,计算垂直植被指数 T_{PVI} 。通过建立亮度指数—垂直植被指数平面($T_{BI}-T_{PVI}$),计算在该平面上2个不同时相产生的变化向量和变化角度。通过分析变化向量,确定不变部分,再由变化角度确定变化部分的类型。但试验表明,这种基于逐个像元的分类技术不会由于分辨率的提高而获得更高的分类精度。该文采用利用结构信息来辅助分类的方法,即首先利用植被指数与亮度指数进行分类,然后利用形状信息作为辅助特征改善计算机自动分类。具体步骤如下:利用植被指数与亮度指数进行初分类。建立拓扑关系。

将经过初步分类的遥感图像的各个图斑的多边形边界提取出来,并建立它们的拓扑关系。利用 GIS 对遥感图像分类图进行分析,将栅格文件转换成图层,每一个图斑被自动提取出多边形;建立了拓扑关系后,进行“面向对象”的操作。例如,对多边形的面积和周长进行统计运算等。形状信息在分类中的应用。黎夏将地物形状归纳为圆形、正方形、长方形、线形地物、非规则地物等12种类型。各类型的区分用形状指数 I 表示。

对于圆, $I > 1/4$; 对于正方形, $I = 1/4$; 对于长方形, $I < 1/4$ 。线形地物则有很小的形状指数。总之,地物形状越复杂,其形状指数就越小。

城市土地利用演变分析是一项较复杂的系统工程,所以需在 GIS 的支持下采用多元的综合分析。栅格数据与矢量数据相结合。栅格数据主要包括遥感影像和扫描后的生态环境格网图;矢量数据主要包括生态环境现状数据库、城市规模控制线等各类界线和监测信息等。基于生态环境矢量数据和遥感栅格影像数据,分别提取所需信息;对监测信息进行矢量化,便于使用和管理。多源、多时相遥感数据相结合。将高分辨率全色数据和多光谱数据进行融合,生成兼有高分辨率和多光谱信息的遥感影像,提取生态环境及其变化信息。多种信息提取方法相结合。应用2种以上计算机自动识别技术,人机交互提取生态环境变化信息,减少信息漏提、误提等现象。

5 实例研究

目前利用遥感技术进行城市土地利用动态监测的方法已得到广泛应用。随着卫星遥感分辨率的提高,利用航天遥感代替航空遥感进行城市土地利用监测成为可能。但是,由于航天遥感数据与航空遥感数据的差异,利用计算机判读解译的方法有所不同。该文采用形状信息提取与传统分类相结合的方法,得到了很好的效果,其技术路线见图2。

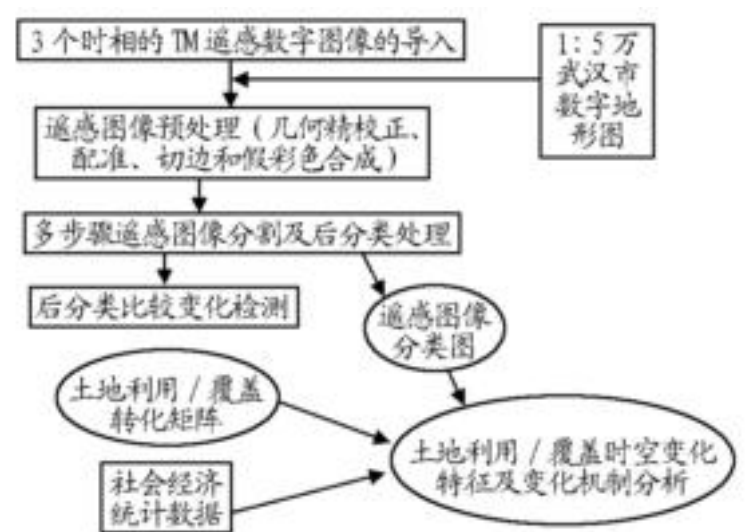


图2 武汉市土地利用动态演变遥感分析技术路线

该文利用地理信息系统的空间分析功能,在数量上、空间结构上分析武汉城区的扩展模式,从而对城市土地利用演变进行研究。运用分类后对比法对3个时相的武汉市建成区进行了详细分类,获得了各时相的建成区面积和其他扩展特征。分类后对比法是一种最直接的动态监测方法。它是先对不同时相的遥感图像进行单独分类,然后对分类结果进行对比,得出变化的类型、数量和位置。通过分类获得1991、1995和2002年武汉市城区分布图,然后分别对3个时相武汉市建成区赋予不同的颜色,并将相临时相的分类结果进行叠

加, 获得1991~1995年和1995~2002年间武汉市建成区发展变化图(图3、4); 还可采用主成分差异法, 得出1991~2002年多波段组合主成分变化城区扩展图(图5)。

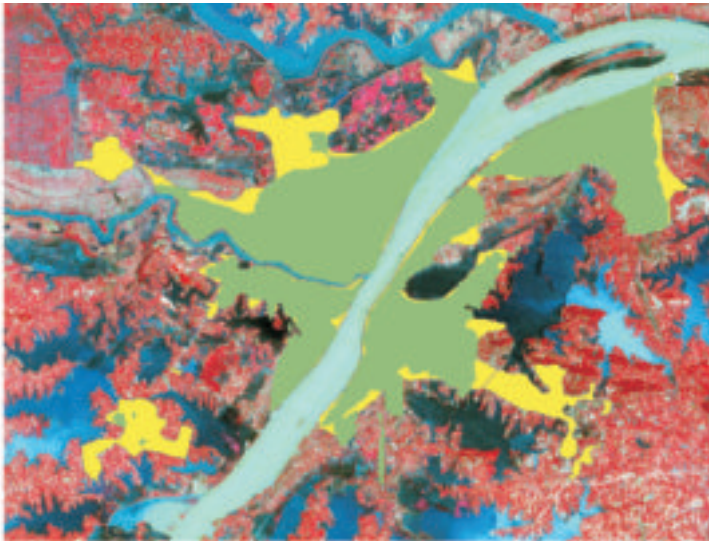


图3 1991~1995年武汉市扩展区



图4 1995~2002年武汉市扩展区

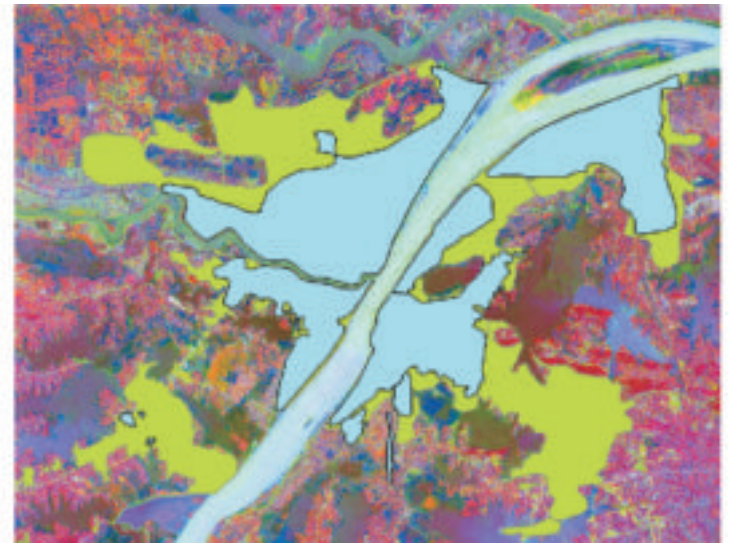


图5 1991~2002年多波段组合主成分扩展区

基础, 而且需要探讨新技术、新方法在城市土地开发和城市扩展中的应用。利用GIS海量数据处理功能和强大的空间分析能力把遥感获取的土地资源属性数据和空间数据紧密结合起来, 实现两者的相关分析与处理, 将抽象的数据直观地用各种地图显示, 使原本简单堆积的数据可以灵活地应用于纵向和横向比较, 大大提高了土地资源管理的能力。所以, 遥感与地理信息系统的结合不仅是一种趋势, 而且是一种必然。

参考文献

- [1] 陈素蜜. 遥感与地理信息系统相结合的城市空间扩展研究[J]. 地理空间信息, 2005, 3(1): 33 - 37.
- [2] 戴昌达, 雷莉萍. TM图像的光谱信息特征与最佳波段组合[J]. 环境遥感, 1989(4): 48 - 58.
- [3] 江涛, 张传霞. 城市扩展动态变化的遥感研究[J]. 遥感信息, 1999(4): 53 - 56.
- [4] 袁丽丽. 城市化进程中城市用地结构演变及其驱动机制分析[J]. 地理与地理信息科学, 2005, 21(3): 51 - 55.
- [5] 李凡. 基于RS的佛山市土地利用变化的时空特征研究[J]. 国土与自然资源研究, 2003(1): 51 - 52.
- [6] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.
- [7] 史培军, 宫鹏, 李晓兵, 等. 土地利用覆盖变化研究的方法与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [8] 黎夏. 形状信息的提取与计算机自动分类[J]. 环境遥感, 1995, 10(4): 279 - 287.
- [9] 孙天纵, 周坚华. 城市遥感[M]. 上海: 上海科技文献出版社, 1995.
- [10] 刘盛和, 吴传钧, 陈田. 评述西方城市土地利用理论[J]. 地理研究, 2001, 20(1): 111 - 119.
- [11] 张同升, 甘国辉. 土地利用变化的研究理论评述[J]. 中国土地科学, 2005, 19(3): 33 - 37.

6 结论

在城市土地利用变化信息准确提取的前提下, 遥感技术是一种城市土地利用动态监测的有效方法, 可以为城区扩展提供多时相、大范围的土地利用信息。这些实时、有效的遥感信息可以对城市土地资源利用进行动态监测, 及时掌握城区扩展的变化, 为城市可持续发展提供决策支持。

城市土地资源的合理开发和管理, 不仅需要坚实的理论