

矿业开发对资源型城市扩展及热环境的影响 ——以阜新市为例

姚玉增, 李 敏, 金成洙

(东北大学 地质系, 沈阳 110004)

摘 要: 利用遥感技术快速准确地获取城市扩张信息并分析其驱动力机制, 快速有效地监测城市温度场分布, 对于指导城市规划、优化生态环境等问题有重要的意义。采用 1988 年和 2001 年 2 个时相的 TM/ETM+ 卫星遥感图像, 在地理信息系统(GIS)的辅助下, 对阜新市城市扩展及城市热岛效应进行了研究, 结果表明阜新市总体城市扩展方式为沿煤矿采场走向上呈轴向扩展, 2001 年后主要向西部和南部扩展; 煤矿露天采场及其排土场对阜新市的城市热岛效应具有重要影响, 为今后阜新市城市发展规划提供了决策参考。

关键词: 矿业开发; 城市扩展; 城市热岛; 遥感; 阜新市

中图分类号: X144; X124 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2008)01-0073-04

0 引言

阜新市位于辽宁省西部, 于 1940 年建市, 市区设海州、细河、太平、新邱、清河门 5 区, 面积约 448 km², 是我国重要的煤炭生产基地, 素有“煤电之城”之称。建国以来, 阜新已累计为国家贡献煤炭 5.7 亿吨, 发电 1 630 亿千瓦时^[1]。在为国家经济建设做出了巨大贡献的同时, 阜新市也形成了高度依赖资源的单一经济结构。在历经辉煌之后, 近年来多数资源进入枯竭期或萎缩期, 生态环境恶化、经济发展缓慢, 城市面临着经济转型、资源利用多样化及发展第三产业等问题, 这就需要阜新市创造良好的投资及生活环境。本文采用航天遥感手段, 对阜新市 1988 年和 2001 年的城市扩展及城市下垫面的热环境进行了研究, 以期对阜新市的城市规划及生态环境治理提供参考。

1 城市扩展研究

改革开放以来, 快速城市化是中国经济和社会发展的一个重要特征。目前, 中国各级政府正在采取各项措施, 加快城市化步伐。城市化除了表现为

城市人口增长、城市非农人口占城市总人口的比重增大, 另外的一个重要指标为城市空间区域的不断扩展^[2]。城市扩展是指由于土地和社会经济压力导致用地类型和城市空间分布的变化。快速的城市扩展通常给自然环境和人文环境带来巨大冲击, 研究城市的历史变迁对今后城市化发展具有重要意义^[3]。

传统的城市扩展研究多是利用实测地图和其他统计资料完成的, 虽然精度较高, 但耗时、费力, 特别不利于多时相快速动态检测。卫星遥感影像作为土地覆盖的直接映像, 具有直观、信息丰富等特点。城市作为人类居住地密集的聚落, 在遥感影像上具有其自身的特殊光谱和纹理信息, 利用遥感技术可以很好地查明城市空间地域在不同空间和时间序列上的变化信息^[2]。利用 GIS 和遥感影像相结合的数字统计分析方法, 结合城市发展过程中的一些统计资料, 对城市扩展进行半定量或定量的测量, 研究结果更趋近客观, 是目前城市扩展研究的主要方法。

目前, 利用遥感和 GIS 手段对城市扩展问题的研究多集中于国内大中型城市或南方经济较为发达的城市, 研究内容也多是对城市扩展与当地经济发展之间的关系进行探讨^[2-11]。对于资源型城市而言, 城市的扩展模式与资源开发息息相关, 这方面的

收稿日期: 2007-01-31

基金项目: 辽宁省“十五”重点攻关项目“辽宁省北部、西部地质灾害分布规律、演化趋势及防治对策研究”资助。

作者简介: 姚玉增(1972), 男, 山东蒙阴人, 讲师, 博士, 主要从事遥感及矿床学方面的教学和研究工作。E-mail: yz_yao@126.com

研究还相对薄弱,仅陈龙乾等^[4]做过部分研究工作。本文就矿业开发对阜新市城市扩展影响方面的问题进行探讨。

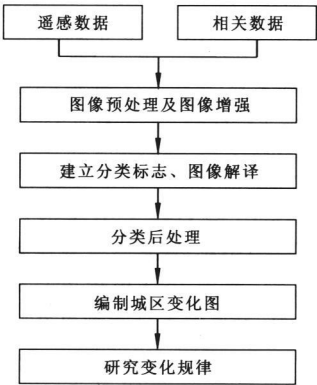


图 1 阜新市城市扩展研究流程图

Fig.1 Flow chart for urban expansion research of Fuxin city

1.1 数据源及处理方法

阜新市地处辽西山地丘陵东缘,地势西高东低,属北温带大陆性季风气候,雨热同季,土地肥沃,草场充裕,市内交通发达。为了正确区分各种地物,选择 1988-10-09 时像的 TM 和 2001-10-02 时像的 ETM+ 遥感影像,影像行列号 120/ 031。用于空间配准的地图为 1 : 50 000 阜新市幅地形图,其他资料均来自于《辽宁省城市统计年鉴》^[1,5]。

城市空间主要指城市占有的地域空间,更多地属于地理概念而非行政概念,是以非农用地和非农业活动为主体的建成区^[2]。目前,研究城市扩展变化检测的方法主要可分为两类^[3]:一是根据不同时相遥感图像发生变化的像元灰度值差异实现的;二是通过对不同影像的遥感图像进行分类,由分类后的多时相序列图像形成变化图。本文的建成区提取主要采用第 2 种方法。首先,根据目视判读结果,以阜新市为中心选择 820 × 895 像元,像元大小为 28.5 m × 28.5 m,范围约 596 km²;然后,利用 ESRI 公司的 ERDAS 8.7 对影像进行了预处理和增强处理,主要包括几何校正、辐射校正和拉伸、滤波及主成分分析等增强;第三步,根据各地物的波谱特征建立的解译标志对影像进行分类处理;最后,进行分类后处理,综合研究多年矿业开发对阜新市城市扩展的影响,主要处理流程见图 1。

1.2 遥感叠加分析

根据分类结果,对阜新市建成区的专题信息进行提取,提取的专题地图是二值图像。为了更好地

研究 1988 年和 2001 年阜新市城市扩展情况,对提取的专题地图进行了叠加分析,即将 1988 年图像乘以 10,2001 年图像乘以 20,然后进行叠加,这样结果图像中数值为 0 的为背景,数值为 10 的为 1988 年特有的,数值为 20 的为 2001 年新增的建成区面积,数值为 30 的为 1988 年和 2001 年共有的建成区面积。具体结果见图 2。

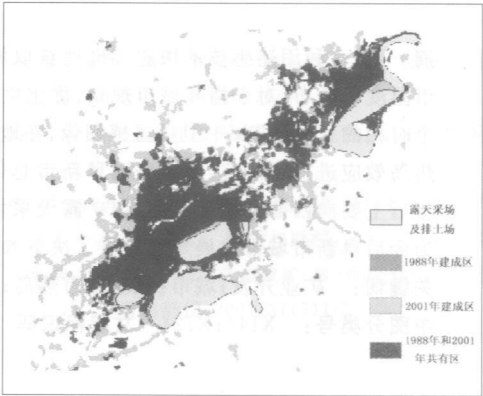


图 2 1988 年和 2001 年阜新市城区图

Fig.2 Urban map(1988 and 2001) of Fuxin city

1.3 城市扩展模式及其驱动力分析

图 2 显示,阜新市建成区整体扩展方式为轴向扩展,主要表现为沿海州露天矿和新邱煤矿走向方向进行扩展。原因为:①阜新市是典型的资源型城市,在多年的矿业开发过程中,在煤矿周围形成了完整的社区和保障体系;②受到阜新市地理位置的局限,阜新市东部为山区,限制了阜新市向东部的扩展;③受到道路交通及重点企业、政府机关的影响,阜新市内的主要交通干道及政府机关等均为 NE 向展布,对阜新市的扩展起到了引导作用。

对比研究 1988 年和 2001 年阜新市建成区扩展情况可以发现,自上世纪 80 年代以来,阜新市城市扩展模式发生了明显的变化,建成区主要向阜新市的西部和南部扩展。据相关资料^[1,5],自 20 世纪 80 年代,由于历史性、体制性、结构性等多方面原因,阜新市经济发展受到了制约,经济增长速度缓慢,生产总值的增长速度由“八五”时期的 9.6% 下降到“九五”时期的 2.1%,这主要是因为阜新市资源枯竭、煤炭价格下调所致;而城市人口则由 80 年代的 64 万增长到 2001 年的 78 万。在这种情况下,阜新市政府出台了一系列经济转型的政策,一批新兴企业开始出现。由于煤炭资源的多年开发利用,在煤矿周围造成了巨大的环境污染,且导致大面积的矿震、

地面塌陷和地裂缝等地质灾害,严重危害了人们的生命财产安全。因此,自20世纪中后期起,不但矿坑附近的建筑物开始有计划地搬迁,阜新市新兴企业及新建构筑物多分布在阜新原市区的两侧,即阜新市的西北部和南部,而阜新市东部由于医巫闾山系的阻碍,城市扩展速度明显低于西北部和南部。

2 城市热岛研究

城市热岛是由于城区气温较高、郊区气温较低,因此在温度空间分布图中城市区域形如岛状高温区的现象^[12]。城市热岛是一种城市公害,尤其在中、低纬度地区的夏季,它使原来就比较高的气温更高了。城市热岛效应加剧了城市高温出现的频率和高温灾害,并因此带来巨大的经济损失。由于城市热岛现象的存在,使得城市地区环境质量下降,污染物不易扩散,由此引起了一系列的城市病和多发性流行病。同时,城市热岛环流使城郊对流增强,使得城市更易于出现洪涝灾害^[13]。

目前,对城市热岛的研究方法主要有3种^[13]:基于温度的热岛检测方法、基于植被指数的热岛检测方法以及基于“热力景观”的热岛检测方法。无论何种方法,利用TM或ETM+进行热场计算时,都需要进行大气及比辐射率的校正。阜新市面积不大,可以认为局部范围内大气的影像是均一的,而比辐射率的获得是很难的。本次研究的主要目的是检验露天煤矿采场及其排土场对阜新市热环境的影响,因此,在本次研究中仅计算阜新市亮度温度(假设下垫面的各种地物均为全辐射体)。由于采用的遥感影像类型和时相并非一致,为了更好地对比研究阜新市城市热场结构,将计算所得的阜新市亮温值进行归一化处理。

2.1 阜新市亮温值计算

由于TM和ETM+只有1个热红外波段,因此利用它们计算地面亮温有别于其他传感器。一般的TM/ETM+热红外亮温计算模式为^[12,14]:

首先,将TM6波段的DN数据按以下方程转换为辐射亮度 L_b ,即:

$$L_b = L_{\min} + (L_{\max} - L_{\min}) DN / 255$$

式中, L_b 为6波段的光谱辐射度, ($\text{mw} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{ster}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$);

$L_{\max}$ 为该波段探测器可探测最高辐射值($\text{mw} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{ster}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$); $L_{\min}$ 为该波段探测器可探测最低辐射值($\text{mw} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{ster}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$); DN 为6波段的图像灰度值。

然后,将辐射亮度 L_b 换算成地面辐射温度或简称地面温度 T_b ,即

$$T_b = K_2 / L_n(K_1 / L_b + 1)$$

式中, $L_{\max}$ 和 $L_{\min}$ 为探测器可探测的最大与最小辐射亮度,与所使用的探测器有关; K_1 , K_2 为校正计算常数,对某一特定传感器而言是已知常数^[14]①。

利用Landsat热红外亮温计算模式,根据热红外图像的亮度值分布反演出阜新市1988年和2001年的地面亮温值。

2.2 地面亮温值的正规化处理

两幅遥感影像获取时间不一,获取时的大气条件差异、城市下垫面性质不同及城市格局变化等都会影响到地面热场温度,故而难以对两个时相的热场温度直接进行对比。为此,据前人公式^[16],对1988年和2001年的地面亮温分别进行正规化处理。获得的地面亮温值空间分布如图3所示。

2.3 阜新市热场结构分析

由以上计算结果我们可以看出,阜新市城市热场结构分布具有以下特点:

(1)除1988年10月份东部山区植被覆盖较差导致地面亮温较高外,2个时相遥感影像上露天煤矿采场及排土场都是特高温-高温分布区,并且对周围的热场环境具有明显的辐射效应,在以后的城市规划中应该引起足够重视。

(2)除露天煤矿采场及其排土场外,阜新市热电厂是一个重要的热污染源,且大有随时间发展对周围辐射愈强之势。

(3)与1988年相比,2001年阜新市城市热场温

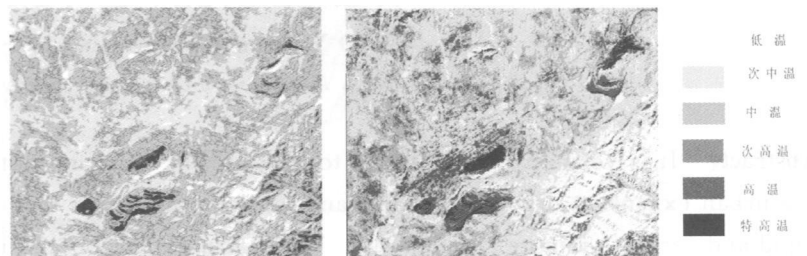


图3 1988年(左)和2001年(右)阜新市城市热场分布图

Fig.1 Heat field distribution map(1988 left and 2001 right)

① <http://landsat.usgs.gov>

差明显加大,表现为特高温、高温与次中温、低温大面积共存,而中间的次高温和中温分布面积非常局限;1988 年影像上特高温、高温、次高温、中温、次中温和低温之间大体呈渐变过渡。因此我们认为,随着城市扩展及人口增加,阜新市城市热岛效应将呈愈演愈烈的趋势。

(4) 不同类型的地物对城市热岛效应具有明显的边缘效应:建成区范围大约相当于次高温分布范围;而各种植被和水体除本身为明显的低温区外,对周围的各种地物温度也具有明显的降低作用。

3 结论

利用 Landsat TM/ETM+ 对阜新市城市扩展及城市热岛效应进行了研究,结果表明矿业开发活动对城市扩展及城市热岛效应具有重要的影响:长期以来作为支柱产业的矿业开发活动一方面决定了阜新市总体扩展模式,另一方面矿业开发引发了严重的环境污染及地面塌陷、地裂缝等一系列地质灾害,因而后期的城市扩展主要集中于阜新市的西部和南部;海州、新邱等煤矿露天采场及其排土场和一些特殊企业,如火力发电厂整体决定了阜新市热场结构的分布,在今后的城市发展规划中要充分考虑煤矿露天采场的环境效应。

参考文献:

[1] 辽宁省统计局,辽宁省城市社会经济调查队. 辽宁省城市统计

年鉴[M]. 辽宁:辽宁人民出版社,2002.

- [2] 陈本清,徐涵秋. 城市扩展及其驱动力遥感分析——以厦门市为例[J]. 经济地理, 2005, 25(1): 79-83.
- [3] 彭顺喜,林剑,鲍光淑,等. 基于遥感的长沙-株洲-湘潭城市扩展研究[J]. 国土资源遥感, 2005(4): 74-77.
- [4] 陈龙乾,郭达志,胡召玲,等. 城市扩展空间分异的多时相 TM 遥感研究[J]. 煤炭学报, 2004, 29(3): 308-312
- [5] 辽宁省统计局,辽宁省城市社会经济调查队. 辽宁省城市统计年鉴[M]. 辽宁:辽宁人民出版社,1990.
- [6] 戴昌达,唐伶俐,陈刚,等. 卫星遥感检测城市扩展与环境变化的研究[J]. 环境遥感, 1995, 10(1): 1-7.
- [7] 潘贤章,赵其国. 50 年来太湖水网地区城市化空间过程的监测与模拟——宜兴城区城市用地扩展的遥感监测[J]. 土壤学报, 2005, 42(2): 194-198.
- [8] 汤世华,樊风雷,王云鹏,等. 土地利用变化的遥感监测及其与经济发展关系的研究——以城市 1998~2003 土地利用为例[J]. 农业现代化研究, 2005, 26(5): 378-381.
- [9] 杨亮洁,牟乃夏,薛重生. 城市遥感图像的地理分析与城市空间格局演变研究[J]. 测绘科学, 2005, 30(3): 70-72, 6.
- [10] 戴芹,陈雪,马建文,等. 基于遥感数据 SOFM 网络分类的五种城市增长方式鉴别方法应用研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2005, 30(6): 525-528, 538.
- [11] 吕宁,高杨,邓玉娇,等. 浙江省义乌市城市空间结构动态变化遥感监测[J]. 国土资源遥感, 2005, (4): 66-68.
- [12] 陈云浩. 城市空间热环境遥感分析[M]. 北京:科学出版社, 2003. 20-23.
- [13] 胡华浪,陈云浩,宫阿都. 城市热岛的遥感研究进展[J]. 国土资源遥感, 2005, 65(3): 5-9, 13.
- [14] 王霓虹,周洪泽,范艳芳. 城市热岛效应的遥感和地理信息系统方法[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2004, 36(10): 1420-1423.
- [15] 徐涵秋,陈本清. 不同时相的遥感热红外图像在研究城市热岛变化中的处理方法[J]. 遥感技术与应用, 2003, 18(3): 130-133.

EFFECT OF RESOURCE EXPLOITATION ON URBAN EXPANSION AND HEAT ENVIRONMENT OF RESOURCE CITY ——A CASE STUDY OF FUXIN CITY

YAO Yu-zeng, LI Min, JIN Chen-zhu

(Geology department, Northeastern University, Shenyang, 110004, China)

Abstract: It is very important for us to make urban plan and optimize ecological environment, analyze the urban expansion drive mechanism and monitor the urban temperature field distribution by using the rapid and accurate remote sensing data. The urban expansion and urban heat island effect are studied by means of data from 1988, 2001 TM/ETM+ images and GIS method. The results indicate the overall urban expansion along the long axis of the coal open-pits and the expansion after 2001 mainly to the western and southern parts; The coal open-pits and the dumps are of great significance for urban heat island effects, which provides certain decision-making references for future urban planning of Fuxin city.

Key Words: resource exploitation; urban expansion; urban heat island; remote sensing; Fuxin city