

DMC 数据在土地利用动态监测中的应用分析

——以北京市大兴区为例

牟凤云 张增祥 王长有 刘 斌

(中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

摘要: 近年来北京市发展迅速, 土地利用变化显著, 大兴区尤为明显。本文利用大兴区的 4 期 TM 影像和 1 期 DMC 数据为数据源, 采用全数字人机交互判读对影像进行了分析和判读, 得到不同时期的大兴区的土地利用图, 对大兴区近 20 年来的土地利用变化进行了监测。以 TM 影像的判读结果为基准, 对 DMC 数据用于土地利用动态监测中的应用进行分析。

关键词: 北京市大兴区; DMC 数据; 土地利用; 动态监测

1 引言

DMC 是灾害监测星座 (Disaster Monitoring Constellation) 的简称, 是由英国萨瑞 (Surrey) 卫星技术有限公司发起成立的国际小卫星组织^[1]。DMC 采用最新的卫星遥感技术, 具有地面分辨率高、重访周期短、成本低等特点, 卫星扫描面积为 $600\text{km} \times 600\text{km}$, 相当于现有其他商业卫星能力的 10 倍左右。DMC 具有 32m 分辨率的 3 波段 CCD 传感器, 三个波段分别为 $0.52 \sim 0.62 \mu\text{m}$ (绿)、 $0.63 \sim 0.69 \mu\text{m}$ (红)、 $0.76 \sim 0.90 \mu\text{m}$ (近红外), 波段划分与 SPOT 相同。另外, 广泛的国际合作有助于实现数据资源共享和技术互补, 其运作对于人类灾害预防及灾害监测具有重要的意义。

大兴, 地处北京南郊平原。区域东西宽约 44km 、南北长约 44km , 总面积 1003km^2 。大兴区是北京市唯一拥有两个新兴卫星城的郊区县。从经济发展战略地位看, 大兴是北京、天津两大都市的“门户”及外埠进京的重要通道。随着大兴区以及北京市的发展, 区域土地利用/土地覆盖发生了比较显著的变化。伴随着经济的高速发展, 城市的工业化、城镇化得到了快速地发展, 土地利用类型之间相互转化明显。

2 土地信息的动态监测与结果分析

利用 1987、1995、2001、2004 年的 TM 影像和 2004 年的 DMC 数据, 对大兴区的土地利用进行了动态监测。以 2001 年的 TM 影像和土地利用状况为依据, 在 Intergraph MGE 平台中, 采用全数字人机交互判读的方法对遥感影像图进行信息提取, 得到不同时期的土地利用现状图, 对解译结果进行统计和分析, 得到不同时间段的土地利用类型变化图^[3]。

其监测过程为:

(1) 将大兴区的土地利用类型分为耕地、农村居民点、城镇用地和其他用地等 4 种类型, 其中耕地包括水田和旱地, 其他用地包括除耕地、农村居民点、城镇用地之外的用地, 包括林地、草地、水域、工矿用地和未利用地等^[4]。在动态信息提取中, 对未发生变化的区域保留原有土地利用类型和编码, 对发生变化的区域采用统一的分类体系和编码进行标注。

(2) 以 $1:10$ 万大兴区的地形图为基础, 在 MGE 中对 2001 年的 TM 影像进行几何纠正和全数字人机交互判读, 得到 2001 年大兴区土地利用现状图 (见图版 彩图 1~4)。以此为基础解译 1987、1995、2004 年的 TM 影像和 2004 年的 DMC 数据, 得到

收稿日期: 2005-12-06; 修回日期: 2006-04-10.

资助项目: 国家 973 项目资助 (2002CB12507).

作者简介: 牟凤云 (1979-), 女, 博士研究生, 主要研究方向为土地利用/土地覆盖、城市扩展。

1987、1995、2004 年的土地利用现状图。将判读结果在 Intergraph MGE 中以矢量格式导出, 通过 DxfArc 命令, 在 Arc/Info 中进行图形编辑、统计, 得到 1987 年、1995 和 2004 年的土地利用状况图, 以及 1987~1995、1995~2001 和 2001~2004 年 3 个时间段的土地利用变化。

2.1 土地利用动态监测分析

1987~2004 年的 17 年间, 大兴区的发展导致除城镇用地以外的耕地、农村居民点和其他用地等面积均明显减少(表 1, 表 2)。具体表现为:

(1) 耕地面积减少了 127.29km², 所占的比例减少了 15.16%, 其中水田减少 0.48km², 减少了 0.06%, 旱地减少 15.10%。2001 年已无水田。

(2) 1987 年城镇用地面积为 8.54km², 1995 年城镇用地面积急剧增加, 增至 58.62km², 2001 年和 2004 年的城镇用地面积分别为 71.04km² 和 78.90km², 2001~2004 年间城镇用地所占的比例增加了 11.06%。

(3) 1987 年农村居民点面积为 100.50 km², 1995 年面积减少了 9.84%, 为 90.61km², 2001 年面积增加为 115.37km², 2004 年面积为 106.8 km², 2001~2004 年间面积减少了 7.43%。

(4) 1987 年其他用地面积为 95.41km², 1995 年用地面积增长了 75.02km², 为 170.93km², 2001 年用地面积减少至 61.37km², 2004 年用地面积小幅增长, 为 67.67km²。其他用地各类型中, 林地和工矿用地变化较大。

表 1 北京市大兴区 1987~2004 年土地利用变化(单位: km²)

Tab.1 Land use of Daxing from 1987 to 2004 (unit:km²)

年份	耕 地	城镇用地	农村居民点	其他用地
1987	839.63	8.54	100.50	95.41
1995	723.90	58.62	90.61	170.93
2001	800.22	71.04	115.38	61.37
2004	712.34	157.28	106.80	67.67

(注:2004 年数据源是 DMC 数据)

2.2 土地利用监测结果分析

根据表 1、表 2, 可以发现从 1987~2004 年, 大兴区的土地利用变化特征:

(1) 城市化过程明显, 城镇用地持续增加, 主要

通过占用耕地和农村居民点来实现。从 1987~2004 年的 17 年间, 研究区内城镇用地面积增加迅速, 由 8.54km² 增加到 157.28km², 所占比例由 0.82% 上升到 15.06%, 1987~1995、1995~2001、2001~2004 年 3 个时期内的增长率分别为 586.2%、21.19%、121.40%。尤其在 20 世纪 90 年代经历了一个快速的扩张过程, 2001~2004 年该地区城镇化进程也很显著。

表 2 北京市大兴区 1987~2004 年其他土地利用类型
(单位: km²)

Tab.2 Other types of land use of Daxing from 1987 to 2004 (unit: km²)

年份	林地	草地	水域	独立工矿用地	未利用地
1987	41.97	0.92	36.09	16.43	—
1995	84.82	0.01	46.55	39.39	0.06
2001	18.81	—	35.10	7.45	0.01
2004	18.72	—	28.78	7.45	0.01

(注:2004 年数据源是 DMC 数据)

(2) 农村居民点面积先扩张后减少。1987~1995 年, 研究区内居民点用地持续减少, 从 100.50km² 减少到 90.61km², 所占比例由 9.58% 下降到 8.68%。1995~2001 年, 居民点面积增加迅速, 从 90.61km² 增加到 115.38km², 所占比例从 8.68% 上升到 11.05%, 2001~2004 年农村居民点面积减少, 从 115.38km² 减少到 106.80km², 所占比例下降到 10.23%。

(3) 非城镇用地类型之间存在明显的结构调整, 主要表现为其他用地的先增加后减少以及耕地面积的先减少后增加。1987~1995 年, 研究区内其他用地由 95.41km² 增加到 170.93km², 所占比例由 9.14% 上升到 16.37%, 而同期耕地面积发生显著的减少, 面积从 839.63km² 下降到了 723.92km², 所占比例从 80.42% 下降到了 69.34%。1995~2001 年, 其他用地面积由 170.93km² 下降到 61.37km², 所占比例由 16.37% 下降到 5.88%。同期耕地面积从 723.92km² 上升到 800.22km², 所占比例由 69.34% 上升到 76.64%。2001~2004 年间其他用地面积和耕地面积均减少, 分别减少了 6.30km² 和 87.88km²。

从时间段上进行分析, 1987~1995、1995~2001

、2001~2004 年 3 个时间段土地利用表现出不同的特点:

1987~1995 年,不同的土地利用类型之间相互转化明显:耕地面积减少显著,从 839.63km² 减少至 723.90km²; 城镇用地因占用大量的耕地和农村居民点而急剧扩展, 面积从 8.54km² 迅速增长到 58.62km²; 农村居民点因为城镇用地的扩展,面积减少了 9.89km²; 其他用地面积增长迅速,从 95.41km² 增至 170.93km², 其中:林地面积增加了 42.85km², 面积增长率为 102.10%; 水域面积增长了 9.46km², 增长率为 28.98%; 工矿用地面积增长了 22.96km², 增长率为 139.74%; 1987 年无未利用地, 1995 年末利用地面积增至 0.06km²。

1995~2001 年,农村居民点用地扩张,耕地面积增加,城镇用地继续扩张,使得其他用地面积急剧下降。耕地、城镇用地和农村居民点面积分别增加了 76.32km²、12.42km² 和 24.77km², 其他用地相应地减少了 109.56km²。在此期间,林地面积变化最为显著。1995 年林地面积为 84.82km², 2001 年林地面积急剧减少,减少了 66.01 km²。工矿用地面积由 39.39km² 减少至 7.45km²。未利用地面积变化也较为显著,由 0.06km² 降至 0.041km²。

2001~2004 年,耕地面积明显减少、城镇用地面积迅猛增加、农村居民点继续减少、其他用地变化不大。该期间,城镇用地由原来的 71.04km² 增加到 157.28km², 年均扩张速率达到了 40.47%, 城镇化过程显著。其他用地中,林地、草地和未利用地的面积几乎没有变化,水域面积减少了 6.32km²。

3 土地利用动态监测中 DMC 数据应用的精度分析

北京市大兴区 2004 年的土地利用现状图资料,分别来自于 TM 影像和 DMC 数据。以 2004 年 TM 影像的全数字人机交互判读的结果为基准来评价 2004 年 DMC 数据用于土地利用变化中的精度。为了更准确地对 DMC 数据进行评价,结合大兴区土地利用的实际情况,将前面所述的其他用地,对有林地、其他林地、河渠、水库和坑塘、滩地、独立工矿用地和沼泽地等分别进行解译。表 3 为 2001~2004 年三期土地利用的统计,表 4 和表 5 为 2001 年土地利用与分别以 DMC 数据和 TM 影像提取的 2004 年土地利用动态变化转移矩阵。

表 3 北京市大兴区 2001、2004 年 3 期土地利用分析统计 (单位: km²)
Tab.3 The land use statistics of Daxing in 2001 and 2004 (unit: km²)

	耕地	有林地	其他林地	河渠	水库和坑塘	滩地	城镇用地	农村居民点	独立工矿用地	沼泽地
2001	800.22	6.68	11.44	3.51	8.07	23.97	71.04	115.38	7.45	0.01
2004-①	622.94	7.57	11.74	4.33	0.70	23.97	157.28	95.64	15.09	0.01
2004-②	584.65	6.69	9.89	4.33	2.11	23.98	172.31	99.93	16.63	0.01

(注:2004-①数据源为 DMC 数据,2004-②数据源为 TM 影像)

表 4 北京市大兴区 2001~2004 年土地利用动态变化转移矩阵 (单位: km²)
Tab.4 The land use change transform matrix of Daxing from 2001 to 2004 (unit: km²)

	耕地	有林地	水库和坑塘	城镇用地	农村居民点	独立工矿用地
耕地	—	—	0.22	75.90	3.75	8.89
有林地	—	—	—	—	—	—
其他林地	—	—	—	—	—	0.05
水库和坑塘	0.25	0.59	—	1.43	0.11	0.80
农村居民点	—	—	—	11.80	—	—
独立工矿用地	—	—	—	1.05	—	—

(注:2004 年数据源是 DMC 数据)

表 5 北京市大兴区 2001~2004 年土地利用动态变化转移矩阵 (单位:km²)
Tab. 5 The land use change transform matrix of Daxing from 2001 to 2004 (unit: km²)

	耕 地	有林地	水库和坑塘	城镇用地	农村居民点	独立工矿用地
耕地	—	—	—	90.84	6.77	11.07
有林地	—	—	—	0.03	—	0.10
其他林地	—	—	—	—	—	0.08
水库和坑塘	—	—	—	2.15	—	0.20
农村居民点	—	—	—	11.16	—	—
独立工矿用地	—	—	—	1.05	0.09	—

(注:2004 年数据源是 TM 影像)

由表 3、表 4 和表 5 可以看出,DMC 数据能够较好地通过全数字人机交互判读进行土地利用类型等信息的提取。从 2004 年 DMC 数据和 TM 影像的全数字人机交互判读的土地利用面积比较:

(1)耕地面积差异最大,从 2004 年 DMC 数据和 2004 年 TM 影像中全数字人机交互判读得到的面积分别是 622.94km² 和 584.65km²。

(2)从 2004 年 DMC 数据和 2004 年 TM 影像中全数字人机交互判读得到的城镇用地面积分别是 157.28km² 和 172.31km²,面积差异为 15.03km²,其中主要由耕地转变过来,2004 年 DMC 数据,耕地转变为城镇用地的面积为 75.90km²;2004 年 TM 影像,耕地转变为城镇用地的面积为 90.84km²。

(3)农村居民点差异面积为 4.39km²。

(4)林地面积差异为 2.73km²。其中有林地面积差异 0.88km²,其他林地面积差异为 1.85km²。

(5)水域面积差异 1.42km²。其中水库和坑塘面积差异为 1.41km²;河渠、滩地和沼泽地面积几乎没有变化。

(6)工交建设用地面积差异为 1.54km²。其主要是由于耕地和工交建设用地转化的面积。2004 年 DMC 数据,耕地转变为工交建设用地的面积为 8.89km²;2004 年 TM 影像,耕地转变为城镇用地的面积为 11.07km²。

通常造成分类误差的原因是多样的:一类是位置误差,即各类别边界的不准确;另一类是属性误差,即类别识别错误。在全数字人机交互判读中,往往由于解译者的错误判断、过度的边界平滑,图像配准误差或者不同解译者的标准不同,以及其他因素而引起位置误差。不同地物由于其光谱反射相似,而很容易造成属性识别错误。另外一些是略有复杂的错误,比如,位于不同类别边界上的一些混

合像元由于其像元亮度值不接近任何一类有代表性的类别,在很多分类过程中都易引起分类错误。

4 结 论

1987~1995 和 2001~2004 年两个时期北京市大兴区城镇用地急剧扩张,耕地面积持续下降,农村居民点不断转化为城镇用地。其他用地在 1987~1995 年间迅速增加,在 1995~2001 年间因转化为城镇用地和农村居民点而急剧减少。1987~2004 年,北京市大兴区的土地利用/覆盖变化表现出了城镇用地通过占用近郊的耕地和其他用地而迅速扩展、非城镇用地之间结构转化明显、城镇化过程显著的基本特征。

DMC 数据光谱信息丰富,纹理结构清晰,几何性能良好,经几何精校正和图像增强后,从影像中能够清晰区分出主要城市、农村居民点、植被、水体、河流和工交建设用地等。DMC 数据在土地利用研究领域具有实用性,可以较好的用于土地利用/土地覆盖,国土资源调查等方面的研究和工作,可在今后的土地遥感调查中广泛使用,成为遥感数据更新的主体。在后继星进一步提高传感器的质量、改善光谱分辨率,提高空间分辨率后,应用范围将更加广阔,在国民经济建设中将发挥更大的作用。

参考文献

[1] 小卫星与国际灾害监测星座. <http://www.cigem.gov.cn>
[2] 北京大兴信息网. <http://www.bjdx.gov.cn>
[3] 刘纪远, 张增祥. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化的遥感时空信息研究. 北京: 科学出版社, 2005, 22~23.
[4] 刘纪远. 中国资源与环境遥感宏观调查与动态研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1996, 9~10.

The Application of DMC Data to the Land Use Change Dynamic Monitoring ——Taking Daxing District of Beijing as an Example

MU Fengyun, ZHANG Zengxiang, WANG Changyou, LIU Bin
(Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Urban land use change is one of the most significant expressions of land use and land cover change (LUCC). Urban expansion is the major form of industrialization and urbanization.

Disaster Monitoring Constellation (DMC) is an international small satellite organization composed of seven countries. The data resolution it received is 32m. DMC can supply images of any place in the world and update the data fleetly by passing by the same place fluently each day.

This paper based on DMC data and Landsat TM images, analyzed the structural features and spatial patterns of land use change in Beijing in the past 20 years. These TM images and DMC data were geo-referenced and orthorectified, using field-collected ground control points. A hierarchical classification system of 25 land-cover classes was applied to the data under the support of Intergraph MGE (Modular GIS Environment). The interpretation method of TM images and DMC data adopted is manual interpretation, which is intensive and time consuming but can ensure high classification accuracy.

Finally, based on the above data, the effect of DMC data in land use classification and change detection is evaluated such as the classification accuracy and the spatial veracity.

Key words: Daxing; DMC; land use; dynamic monitoring

