

文章编号:1000-0240(2012)01-0214-07

# 近 40 a 来基于低分辨率遥感数据和 GIS 的全球城市时空变化研究

阿里木江·卡斯木<sup>1,2</sup>, 安瓦尔·买买提明<sup>1</sup>

(1. 新疆师范大学 地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054; 2. 日本千叶大学 环境遥感中心(CEReS), 千叶 263-8522 日本)

**摘要:** 近几十年来, 全球生态系统、气候和生物多样性已不同程度受到人口快速增长和城市持续扩张带来的负面影响. 使用低分辨率遥感影像数据和 GIS 技术定量分析了近 40 a 全球城市时空变化. 世界数字化图(Digital Chart of the World, DCW)城市图层代表 1960 年至 1970 年的全球城市面积, 利用 MODIS 影像数据、稳定夜间光数据和城市格网人口密度数据编制的全球土地覆盖数据城市图(Global Land Cover by National Mapping Organization, GLCNMO)代表 2003 年时的全球城市面积. 计算了 1960 年和 2003 年全球城市的城市用地比重和年城市增长率指数, 从区域尺度、国家尺度和单个城市尺度分析了全球城市扩展的时空变化过程. 结果表明: 在 1960 年代发达国家城市面积较大, 而发展中国家城市面积小得多; 到 2003 年发展中国家有相当大的变化, 新增长的城市区域快速扩大. 近 40 a 来发展中国家城市区域发展速度远快于发达国家, 与欧洲和北美国家相比, 发展中国家城市结构更紧凑和密集.

**关键词:** DCW; GLCNMO; 全球城市; 时空变化; 遥感

**中图分类号:** TP79 **文献标识码:** A

## 0 引言

城市是人口与经济活动高度集聚的空间载体, 城市的形成和发展是一个时空过程, 具有继承性. 城市的空间扩展是该过程中的必经阶段. 城市空间就是城市占有的地域空间, 其更多地属于地理概念而非行政概念, 具体指的是城市设施和城市人口相对集中地建成区<sup>[1]</sup>. 研究表明, 全球城市面积正在快速扩张, 城市的发展变化对农业和森林用地的侵占常导致环境退化和自然生产率降低. 现今城市化率可能导致全球危机<sup>[2-5]</sup>, 1920 年全球 14% 的人口居住在城市, 这个数字 1950 年达到 25%, 并在 1950 年到 1985 年期间增长达到了 1920 年的 3 倍<sup>[6]</sup>. 目前, 超过一半的世界人口居住在城市, 现今的粮食危机与城市化的进程密切相关<sup>[6]</sup>. 到 2030 年, 预计全球超过 60% 的人口将居住在城市, 然而

90% 的城市化出现在低收入国家, 由此带来的危机可能会更严重<sup>[7]</sup>. 掌握城市的快速增长趋势和城市扩展信息有助于人们深刻认识人类活动对区域气候资源以及生态系统的影响, 尤其在城市扩张和土地覆盖方面的可选性信息来源贫乏的发展中国家显得尤为重要.

利用遥感对城市建成区进行动态监测是一种科学、快速和实用的方法, 它已经成为城市时空扩展过程研究的主要信息源<sup>[8-14]</sup>. 目前的众多研究还主要集中在中小尺度的城市土地利用分类、空间扩张监测、格局分析和模型模拟等方面, 从宏观尺度方面对全球整体城市空间格局和变化过程的研究比较缺乏<sup>[15-16]</sup>. 由于目前众多的遥感数据在时间和空间分辨率上的限制, 不足以及时有效地提供宏观尺度的城市空间信息, 使得目前的宏观尺度研究还主要依赖于以行政单元为基础的缺乏空间信息的社会

收稿日期: 2011-07-16; 修订日期: 2011-12-29

基金项目: 国家自然科学基金项目(40761008); 教育部人文社会科学青年基金项目(11YJCZH001); 新疆师范大学博士后启动基金项目(XJNUBO0907); 新疆师范大学城镇化发展中心资助

作者简介: 阿里木江·卡斯木(1976—), 男, 新疆克拉玛依人, 副教授, 2009 年在日本千叶大学环境遥感中心获博士学位, 现主要从事城市遥感、遥感技术应用研究. E-mail: alimkasim@xjnu.edu.cn

经济统计数据<sup>[17]</sup>，因而难以满足全球宏观城市空间格局和变化过程研究的需求。

本文利用 DCW 和 GLCNMO 数据在一定程度上弥补现有的统计资料空间信息不足的缺点，能够很好地从宏观、中观和微观尺度上分析了 1960—2003 年全球整体城市空间格局变化过程及城市扩张的时空特征进行分析。

## 1 数据来源

### 1.1 数字化地图(DCW)

数字化地图(DCW)数据是世界上最早公布的、网络可下载的公益性、1:1 000 000 比例尺矢量化地理信息系统数据库。它是由美国国防部地图局组织协调，由美国国家影像与制图局(National Imagery and Mapping Agency, NIMA)负责开发并由美国国防部地图局(Defense Mapping Agency, DMA)负责发布和提供网络服务的矢量数据库，各地数据库开发的时间不同，大部份数据收集于 20 世纪 60 年代至 70 年代初。参加该数据开发的有美国、加拿大、澳大利亚、英国海军制图部门(最早的数据被称作实用航海图：Operational Navigation Chart)，美国国防部地图局于 1991—1993 年间首次公开发布并可免费下载这套数据。这套数据包括了全球行政区、陆海界线、居民点(点状和面状)、铁路、公路、水系、高程、文化设施、植被等 16 个矢量的数字化图。行政区划地理信息数据是一个图层，信息内容包括海洋与大陆界线、国家界线，有些国家包括了省(州、府)界和县(城市)界线等。在此之后，美国 ESRI 又将其转换成 Arc/Info 数据格式，从而使这套数据的应用随着 Arc/Info 软件用户的增加而更加普遍<sup>[18]</sup>。

### 1.2 GLCNMO 数据

GLCNMO 城市数据是第一次通过结合中分辨率成像光谱仪(Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer)数据，稳定夜间光强度数据(Defense Meteorological Satellite Program/Operational Linescan System)和格网人口密度数据提取全球城市信息的<sup>[19-20]</sup>，并提出了一种城市建成区的局部阈值法。由于这种方法可以分别以每个城市为研究对象而逐一设定阈值(图 1)，因此克服了以往研究中的单一阈值带来的不合理性，从而与实际情况更符合。利用低分辨率(1 km)的遥感影像提取的城市面积跟高分辨率的 Landsat ETM+(30 m) 影像相比较得出基于 MODIS, DMSP/OLS 稳定夜间光强度数

据和格网人口密度数据的全球城市化信息图的精度比较合理，能够准确客观地测量城市化过程。GLCNMO 与其它全球城市图相比具有更精确的优点<sup>[19]</sup>。全球城市地图包括波士顿大学 MODIS 2000 年的土地覆盖数据产品 MOD12Q1<sup>[16]</sup>；全球乡村城市制图工程(Global Rural Urban Mapping Project-GRUMP)<sup>[21]</sup>和欧盟联合研究中心(European Commission's Joint Research Center) 2000 年全球土地覆盖数据产品(Global Land Cover 2000-GLC2000)<sup>[22]</sup>。

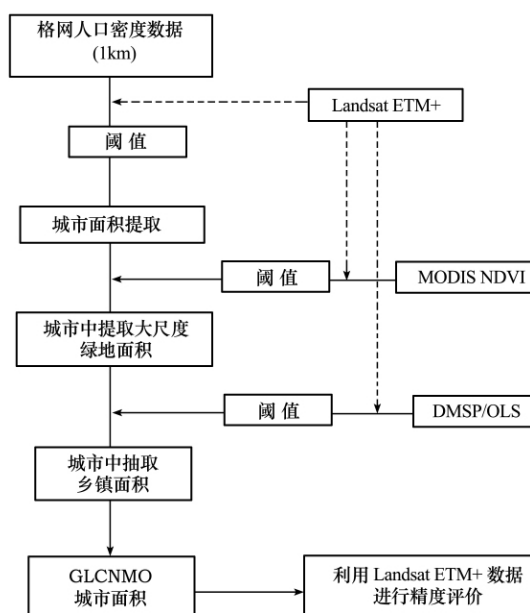


图 1 GLCNMO 城市信息提取流程图

Fig. 1 Flow chart of methodology of GLCNMO urban information

## 2 研究方法

所有空间数据转化成统一投影格式 Lambert 等面积方位投影，栅格数据用最近邻方法重采样，网格大小为 1 km×1 km。在 2 个时相城市用地解译数据基础上，进行城市用地的空间叠加运算，可得到 2 个不同时段城市用地增长的时空变化信息(图 2)。本文主要从城市扩展规模、扩展程度和扩展形态 3 个方面分别采用城市用地比重和城市扩展速率分析区域、国家和单个城市 3 个不同尺度的城市用地增长的时间特征、空间形态及其生长格局特点。具体研究方法如下：

### 2.1 城市用地比重

利用城市用地比重(PU)分析各大洲城市分布的空间差异<sup>[23]</sup>。表达式如下：

$$PU = \frac{UL}{TL} \times 100\% \quad (1)$$

式中： $PU$  为城市用地比重； $UL$  为研究区城市用地面积 ( $\text{hm}^2$ )； $TL$  为研究区总土地面积 ( $\text{hm}^2$ )。

## 2.2 年城市增长率指数

为了评价城市扩展强度的空间分布，本文利用年城市增长率指数 (AGR) 来评价单位面积的城市扩展速度<sup>[24]</sup>，AGR 表达式如下：

$$AGR = \frac{UA_{i+n} - UA_i}{nTA_{i+n}} \quad (2)$$

式中： $TA_{i+n}$  为目标单位在时间点  $i+n$  被计算时的总土地面积； $UA_{i+n}$  和  $UA_i$  分别为目标单位在时间点  $i+n$  和时间点  $i$  的城市面积； $n$  为计算周期。获取的 DCW 海岸线和行政分界线用来分离 DCW 和 GLCNMO 数据集的城市多边形，以计算国家城市总面积。

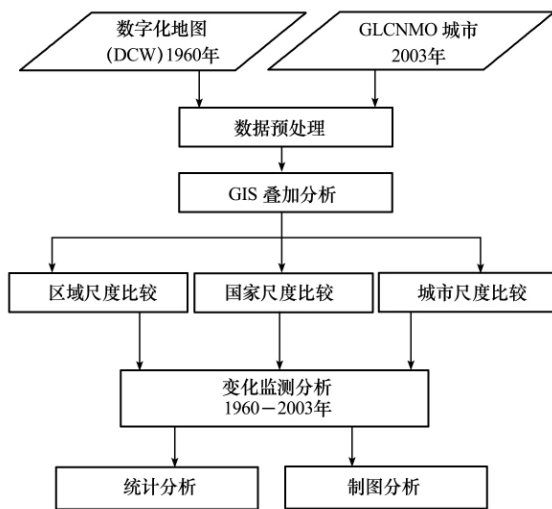


图 2 本研究技术路线图

Fig. 2 Flow chart of methodology of this study

## 3 数据结果处理与分析

近 40 a 以来，城市扩展的总体特点为城市持续扩展、扩展速度不断加快、不同地区的城市扩展面积及速度有明显差异。本文从区域尺度、国家尺度和单个城市尺度分析了全球城市扩展过程。

### 3.1 区域尺度对比

以大尺度地图为基础，通过地理信息系统分析区域城市空间布局。图 3 基于 DCW 和 GLCMNO 城市图表示各大洲 (不考虑南极洲) 城市扩展。研究表明，亚洲、非洲和南美洲年城市增长率均超过 1%，而北美洲、欧洲和大洋洲年城市增长率则小于 0.5%。由此可以看出，在过去 40 a 间，与其他大洲国家相比，欧洲、北美洲和大洋洲的城市年增长率要低得多。由于大多数发达国家是最先开始近

代城市化的，它们的经济水平高，城市化进程十分迅速，目前它们的城市发展水平已经相当成熟，而发展中国家由于政治、经济等因素的影响进入近代城市化的时间远远晚于发达国家，在这种社会大背景下，发展中国家城市目前正处于快速发展的阶段并且这种发展势头还将持续很长一段时间。

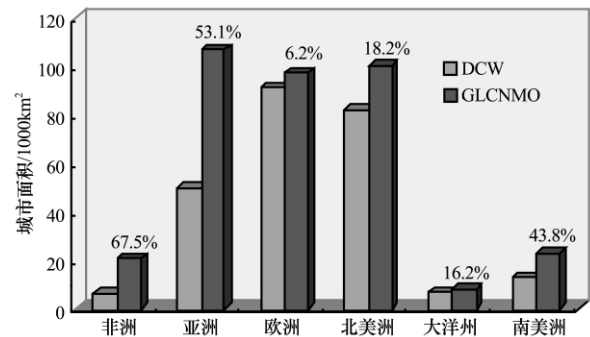


图 3 基于 DCW 和 GLCNMO 的城市比重的各大洲 (不包括南极洲) 区域分布

注：40 a 增长百分比标在每根条形柱的上面部分

Fig. 3 The distribution of urban land per continent in DCW and GLCNMO

### 3.2 国家尺度对比

我们选择了最具代表性的 40 个国家作为国家尺度比较，表 1 最大的城市用地比重出现在发达国家，超过 55% 的城市分布在欧洲和北美洲发达地区。高城市比重的国家出现在欧洲，而较低城市比重的国家出现在发展中国家 (图 4)，但发展中国家年城市增长率远高于发达国家。与高收入国家如美国、英国和其他欧洲国家相比，亚洲和非洲国家的年城市增长率均超过 1% (南非例外)，而美国和一些欧洲国家的年城市增长率则小于 0.6%。结果表明，发展中国家城市比重低，年增长率高，同时城市面积增加显著。这意味着未来发展中国家城市增长率将会有继续增长的趋势。

### 3.3 单个城市尺度对比

了解空间扩展趋势和扩展比率是十分重要的。本文选择了北美洲、欧洲、亚洲和非洲的城市比重较大的地区 9 个代表性城市进行对比。城市选择考虑了地理位置、规模和发展动态变化等因素。如图 5 所示，在 40 a 中，新发展城市面积总量范围从 60  $\text{km}^2$  到 1 550  $\text{km}^2$ 。新扩张的城市面积与城市起初空间显然存在相关性，小城市增加少量土地面积而大城市增加大量土地面积。

从年城市增长率百分比 (标在图 5 每根条形柱末) 可以看出：世界大城市面积年均增长率的变化

表 1 基于 DCW, GLCNMO 的各国城市面积百分比、年城市增长率

Table. 1 Percentage of urban area derived from DCW and GLCNMO with urban growth rate

国家名称	地区	发展程度	DCW/%	GLCNMO/%	城市年增长/%
孟加拉	亚洲	发展中国家	0.178	0.304	1.04
中国	亚洲	发展中国家	0.083	0.399	1.98
印度	亚洲	发展中国家	0.189	0.580	1.68
日本	亚洲	发达国家	1.286	3.116	1.47
韩国	亚洲	发展中国家	0.787	1.952	1.49
马来西亚	亚洲	发展中国家	0.106	0.371	1.78
巴基斯坦	亚洲	发展中国家	0.144	0.615	1.91
菲律宾	亚洲	发展中国家	0.085	0.340	1.87
越南	亚洲	发展中国家	0.177	0.285	1.01
阿尔及利亚	非洲	发展中国家	0.010	0.111	2.27
刚果	非洲	发展中国家	0.006	0.039	2.14
喀麦隆	非洲	发展中国家	0.041	0.057	1.00
埃及	非洲	发展中国家	0.044	0.287	2.12
埃塞俄比亚	非洲	发展中国家	0.015	0.026	1.08
加蓬	非洲	发展中国家	0.010	0.021	1.31
加纳	非洲	发展中国家	0.035	0.231	2.13
摩洛哥	非洲	发展中国家	0.084	0.325	1.85
尼日利亚	非洲	发展中国家	0.053	0.237	1.93
南非	非洲	发达国家	0.152	0.247	0.96
苏丹	非洲	发展中国家	0.020	0.061	1.68
突尼斯	非洲	发展中国家	0.050	0.581	2.29
坦桑尼亚	非洲	发展中国家	0.011	0.033	1.66
美国	北美	发达国家	0.843	0.931	0.24
加拿大	北美	发达国家	0.037	0.067	1.13
危地马拉	北美	发展中国家	0.182	0.232	0.54
洪都拉斯	北美	发展中国家	0.054	0.127	1.44
墨西哥	北美	发展中国家	0.095	0.372	1.86
波多黎各	北美	发展中国家	1.446	3.882	1.57
安圭拉	欧洲	发展中国家	0.594	1.143	1.20
比利时	欧洲	发达国家	2.150	5.096	1.45
丹麦	欧洲	发达国家	1.384	1.619	0.36
爱尔兰	欧洲	发达国家	0.435	0.629	0.77
法国	欧洲	发达国家	0.612	1.691	1.60
德国	欧洲	发达国家	2.348	3.120	0.62
匈牙利	欧洲	发达国家	1.562	1.966	0.51
意大利	欧洲	发达国家	0.424	3.715	2.21
荷兰	欧洲	发达国家	3.676	7.444	1.27
波兰	欧洲	发达国家	0.569	1.235	1.35
西班牙	欧洲	发达国家	0.156	0.710	1.95
英国	欧洲	发达国家	4.190	4.317	0.07

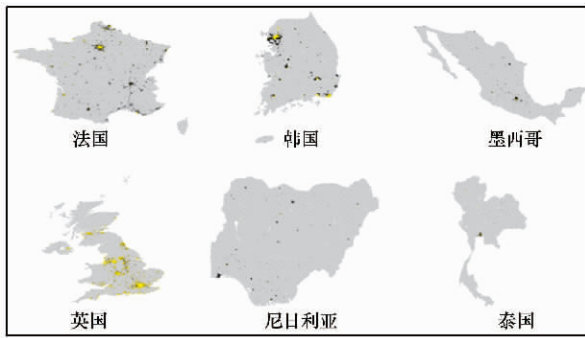


图 4 国家城市扩展空间分布

注：新增长的城市区域用黑色表示

Fig. 4 Urban expansion in the six countries

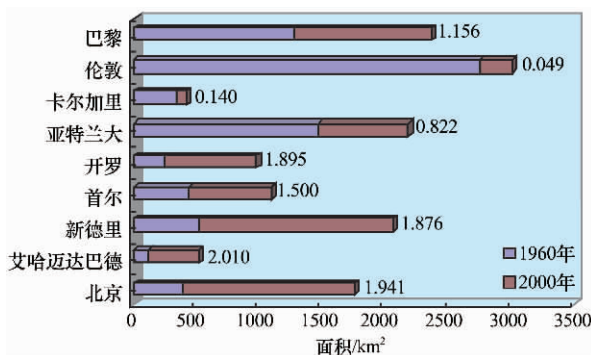


图 5 1960—2000 年城市土地扩张面积

注：年均增长百分比标在每根条形柱的末尾

Fig. 5 The urban area of the nine cities in 1960 and 2000

范围介于 0.05%~2% 之间。如中国的北京、印度的艾哈迈达巴德、新德里和埃及的开罗等这样快速扩张的城市都分布在发展中国家。与这些城市推行的工业化、经济扩张的计划和政策紧密相关，这也就解释了其高度土地转变率的原因。亚特兰大和伦敦的城市年增长百分比分别为 0.822 和 0.049，有些美国和欧洲国家城市年增长更低。这表明，当城市面积达到一定的程度，城市扩张率会变慢；这也说明高增长率到一定的规模，继续增长不再可行，因为维持大城市需要转变大量周围土地，这样成本会很高。这也就为分析和预测不同区域城市时空变化趋势提供了依据和参考。

分析 8 个代表性城市(图 6)，发展中国家与发达国家的城市增长形式存在极大的差异。一般来说，发展中国家城市呈现出较低复杂性、更紧凑和更密集的形式。发达国家城市则呈现相反的形式。对比 8 个城市，(图 6，表 1)可以看出发达国家和发展中国家城市空间扩张趋势。在 1960 年代美国城市面积较大，而发展中国家印度和中国的城市面积小得多。到 2003 年发展中国家有相当大的变化，新增长的城市区域快速扩大。

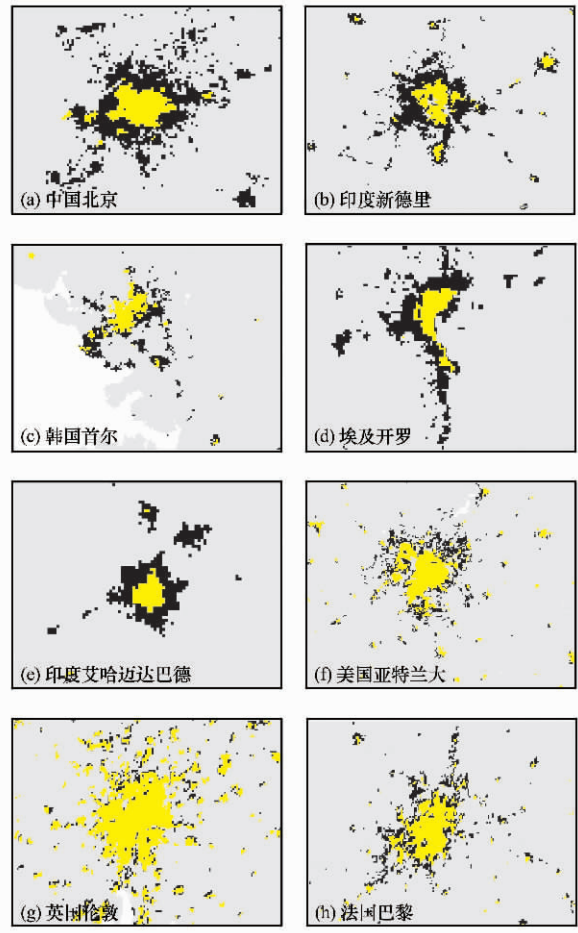


图 6 全球 8 个城市土地扩张图

注：新增长的城市区域用黑色表示

Fig. 6 Urban expansion of the eight cities

### 4 结论

(1) 当前全球以行政单元为基础的城市用地面积统计数据缺乏足够的空间信息，难以满足大尺度全球整体城市空间格局和变化过程研究的需求。本文利用 DCW 和 GLCNMO 数据分析了 1960 年代和 2003 年的全球城市空间格局及全球发达国家和发展中国家 40 a 来的城市化时空变化过程。结果表明，发展中国家城市目前正处于快速发展的阶段。在这种社会大背景下，该发展势头还将持续很长一段时间。对比发达国家城市，发展中国家城市集聚更紧凑、更稠密。

(2) 本文重点使用低分辨率遥感数据，在一定程度上弥补了现有的统计资料空间信息不足的缺点，而且在数据成本上也比 Landsat ETM+ 等高分辨率遥感数据低廉，是一种利用遥感信息快速从统计数据中恢复空间信息的有益尝试，这将为当前大尺度城市空间格局和过程研究提供积极地支持和帮

助。这些信息将会在不同尺度内为理解由城市快速扩展产生的社会、经济、环境影响做出贡献。

致谢: 本研究是国际筹划指导委员会制图部 (International Steering Committee for Global Mapping-ISCGM) 的全球制图项目的一部分, 在此对 ISCGM 的日本地理研究院提供的支持和帮助致以衷心的感谢。

#### 参考文献 (References):

- [1] Tan Minghong, Li Xiubin, Lü Changhe. Urban land expansion and arable land loss of the major cities in China in the 1990s[J]. *Science in China (Ser. D Earth Sciences)* 2005, **48**: 1492-1500. [谈明洪, 李秀彬, 吕昌河. 20 世纪 90 年代中国大中城市建设用地扩张及其对耕地的占用[J]. *中国科学(D 辑)*, 2004, **34**(12): 1157-1165.]
- [2] Dickenson T E. *Agriculture in Future and Implications for Land Use Planning*[M]. Davis, CA, USA: University of California, Division of Environmental Studies, 1975.
- [3] Ojima D S, Galvin K A, Turner B L II. The global impact of land use change[J]. *Bioscience*, 1994, **44**(5): 300-304.
- [4] Chameides W L, Kasibhatla P S, Yienger J, *et al.* Growth of continental scale metro-agro-plexes, regional ozone pollution and world food production[J]. *Science*, 1994, **264**: 74-75.
- [5] Li Xiubin. A Review of the international researches on land use/land cover change[J]. *Acta Geographica Sinica*, 1996, **51**(6): 553-558. [李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域——土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. *地理学报*, 1996, **51**(6): 553-558.]
- [6] United Nations. *World Population Prospects(1998 Revision)* [M]. New York: UN Department Of Economic And Social Affairs, 1999.
- [7] United Nations. *World Population Prospects(2006 Revision)* [M]. New York: UN Department Of Economic And Social Affairs, 2006.
- [8] Forster B C. An examination of some problems and solutions in monitoring urban areas from satellite platforms[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1985, **6**: 139-151.
- [9] Treitz P M, Howarth P J, Gong P. Application of satellite and GIS technologies for land cover and land use mapping at the rural urban fringe: a case study[J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1992, **58**: 439-448.
- [10] Chen S P, Zheng S, Xie C J. Remote sensing and GIS for urban growth analysis in China[J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 2000, **66**(5): 593-598.
- [11] Ji C Y, Liu Q H, Wang S, *et al.* Monitoring urban expansion with remote sensing in China[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2001, **22**(8): 1441-1455.
- [12] Zha Yong, Ni Shaoxiang, Yang Shan. An effective approach to automatically extract urban land use from TM imagery[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2003, **7**(1): 37-42. [查勇, 倪绍祥, 杨山. 一种利用 TM 图像自动提取城镇用地信息的有效方法[J]. *遥感学报*, 2003, **7**(1): 37-42.]
- [13] Liu Huiping, Zhou Qiming. Developing urban growth predictions from spatial indicators based on multi-temporal images[J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2005, **29**(5): 580-594.
- [14] He Dan, Cai Jianming, Zhou Jing. Analyses of dynamic expansion of urban land and its driving force—A case study in Tianjin Municipality[J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2009, **31**(1): 148-157. [何丹, 蔡建明, 周璟. 城镇用地动态扩展及驱动力分析——以天津市为例[J]. *冰川冻土*, 2009, **31**(1): 148-157.]
- [15] Schneider A, Friedl M A, David P. Mapping global urban areas using MODIS 500-m data: New methods and datasets based on 'urban ecoregions'[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2010, **114**(8): 1733-1746.
- [16] Ran Youhua, Li Xin, Lu Ling. Accuracy evaluation of the four remote sensing based land cover products over China[J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2009, **31**(3): 490-500. [冉有华, 李新, 卢玲. 四种常用的全球 1 km 土地覆盖数据中国区域的精度评价[J]. *冰川冻土*, 2009, **31**(3): 490-500.]
- [17] Chen Jin, Zhuo Li, Shi Peijun, *et al.* The study on urbanization process in China based on DMSP/OLS data: Development of a light index for urbanization level estimation[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2003, **7**(3): 168-175. [陈晋, 卓莉, 史培军, 等. 基于 DMSP/OLS 数据的中国大陆城市化过程研究——反映区域城市化水平的灯光指数的构建[J]. *遥感学报*, 2003, **7**(3): 168-175.]
- [18] Danko D M. The digital chart of the world project[J]. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 1992, **58**: 1125-1128.
- [19] Alimujiang Kasimu and Ryutaro Tateishi. Global Urban Mapping using Coarse Resolution Remote Sensing Data with the Reference to Landsat ETM+ data Derived Boundaries[J]. *Asian Journal of Geoinformatics*, 2008, **8**(1): 9-13.
- [20] Alimujiang Kasimu, Ryutaro Tateishi. GLCNMO global urban mapping, validation and comparison with existing global urban maps[J]. *Journal of the Remote Sensing Society of Japan*, 2008, **28**(5): 427-440.
- [21] CIESIN (Center For International Earth Science Information Network), IFPRI (International Food Policy Research Institute), World Bank, and CIAT (Centro Internacional De Agricultura Tropical). *Global Rural-Urban Mapping Project (GRUMP), Alpha Version: Urban Extents*[R]. Columbia University, Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC), Palisades, NY, 2004. <http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw>
- [22] Bartholome E, Belward A S. GLC2000: A new approach to global land cover mapping from Earth observation data[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2005, **26**(9): 1959-1977.
- [23] Tian Guangjin, Liu Jiuyan, Zhuang Dafang, *et al.* The temporal-spatial characteristics of urban land in China in 1990s by remote sensing and GIS[J]. *Quaternary Sciences*, 2003, **23**(4): 421-427. [田光进, 刘纪远, 庄大方, 等. 基于遥感与 GIS 的 20 世纪 90 年代中国城镇用地时空特征[J]. *第四纪研究*, 2003, **23**(4): 421-427.]
- [24] Xiao Jieying, Ge Jingfeng, Shen Yanjun, *et al.* Analysis on urban land use sprawls by using GIS: the study of Shijiazhuang City, China[J]. *Geographical Research*, 2003, **22**(6): 789-798. [肖捷颖, 葛京凤, 沈彦俊, 等. 基于 GIS 的

## A Global Comparative Analysis of Urban Spatio-Temporal Variation during Last Four Decades by Using Coarse Resolution Remote Sensing Data and GIS

ALIMUJIANG Kasimu<sup>1, 2</sup>, ANWAER Maimaitiming<sup>1</sup>

(1. Institute of Geographic Sciences, Xinjiang Normal University, Ürümqi Xinjiang 830054, China ; 2. Center for Environmental Remote Sensing (CEReS), Chiba University, Chiba 263-8522, Japan)

**Abstract:** In recent decades, rapid population growth and urban expansion affects local and regional ecosystems, climate, biogeochemistry, as well as food production. Global urban growth is analyzed during the last four decades by comparing satellite images of urban land area extent at two different times. The Digital Chart of the World (DCW), one of the earliest available global maps, was developed originally by the US Defense Mapping Agency (DMA). DCW populated places layer is a GIS product that was created by digitizing a large collection of maps and navigational charts in the 1960. GLCNMO (Global Land Cover by National Mapping Organization) is the continental scale urban map at 1 km spatial resolution by Gridded Population Density data, nighttime light data and MODIS data with the reference of fine resolution Landsat ETM+ imagery, which shows the

urban expansion in 2003. The data processing and analyses were done in geographic information system (GIS), which facilitates the overlaying of multiple themes for analysis. The spatial-temporal changes in world cities during the period from the 1960s to the beginning of 2000s were analyzed by computing the urban percentage, annual urban growth rates and compact ratios. The analysis was carried out on a continent, country and individual urban basis. It is revealed that urban development is achieving momentum in developing countries, expanding more noticeable than that in the previous decades. In developing countries, urban land percentage is lower, but urban growth rate is higher. Urban structure of developing countries is more compact and dense than that in Europe and North America.

**Key words:** DCW; GLCNMO; global urban; spatio-temporal variation; remote sensing