

大湄公河次区域 6 个典型城市建设用地空间 分布数据集 (1990–2015)

曹 辉¹, 宋伟轩^{1*}, 何 江²

1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 中国科学院流域地理学重点实验室, 南京 210008;
2. 安徽农业大学经济管理学院, 合肥 230036

摘 要: 开展大湄公河次区域典型城市建设用地变化研究, 对于推进城市化和区域可持续发展等具有重要意义。作者基于大湄公河次区域 6 个典型城市 (西双版纳、仰光、万象、金边、曼谷和胡志明市) 的 Landsat TM/ETM+/OLI 影像, 采用面向对象的决策分类方法, 提取城市建设用地; 结合实地调查、历史文献、Google Earth 高分辨率影像等, 对分类结果进行了目视修正, 最后得到大湄公河次区域 6 个典型城市建设用地空间分布数据集 (1990–2015)。经验证, 数据精度在 81.73% 以上。该数据集内容包括: 西双版纳、仰光、万象、金边、曼谷和胡志明市 6 个城市在 6 个历史时期 (1990、1995、2000、2005、2010 和 2015) 的城市建设用地空间分布数据。数据空间分辨率为 30 m。数据集存储为.tif 格式, 共 180 个文件, 数据量 4.10 MB (压缩为 1 个文件, 2.49 MB)。

关键词: 大湄公河次区域; Landsat; 城市建设用地; 决策分类; 1990–2015

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.01.05>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.01.05>

数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志 (中英文)》出版, 可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2023.02.04.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.02.04.V1>。

1 前言

城市扩张是在人类活动干扰下人工景观逐渐侵蚀、挤占和转变自然生态景观的过程, 同时也是自然生态系统向社会-生态耦合系统逐渐转变的过程, 其最主要的景观表现即非建设用地转化为各类城市建设用地。而城市建设用地的变化是反映城市发展和城市化水平的重要指标, 是城市土地利用的热点研究方向之一。

大湄公河次区域 (Greater Mekong Subregion, GMS), 包括中国 (云南与广西)、缅甸、

收稿日期: 2022-11-05; 修订日期: 2023-02-28; 出版日期: 2023-03-25

基金项目: 国家自然科学基金 (41561144012)

*通讯作者: 宋伟轩, 中国科学院南京地理与湖泊研究所, wxsong@niglas.ac.cn

数据引用方式: [1] 曹辉, 宋伟轩, 何江. 大湄公河次区域 6 个典型城市建设用地空间分布数据集 (1990–2015) [J]. 全球变化数据学报, 2023, 7(1): 33–39. <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.01.05>.
<https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.01.05>.
[2] 曹辉, 宋伟轩, 何江. 大湄公河次区域 6 个典型城市建设用地空间分布数据集 (1990–2015) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2023. <https://doi.org/10.3974/geodb.2023.02.04.V1>.
<https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.02.04.V1>.

老挝、泰国、柬埔寨和越南，是全球生物多样性与生态系统保护的热点区域，也是“一带一路”、“澜湄”合作战略的关键区域^[1]。大湄公河次区域社会经济发展水平无论从亚洲还是全球来看，都相对落后，而且城市极化现象严重，部分典型城市的发展往往能够影响国家或地区的整体经济^[2, 3]。城市化发展被认为是促进大湄公河次区域经济增长、实现工业化和现代化的必要进程和有效手段^[4]。因此，开展大湄公河次区域典型城市空间扩张/建设用地变化研究，对于了解和掌握该地区城市化进程、趋势，及其可能的生态环境影响，进而通过有效的城市规划与管理推动可持续发展都具有重要意义^[5]。

本研究选取中国云南省西双版纳傣族自治州（以下简称“西双版纳”）、缅甸仰光、老挝首都万象、泰国首都曼谷、柬埔寨首都金边以及越南胡志明市作为典型城市，利用 Landsat 系列遥感影像，通过决策分类方法，生产制作了以上城市从 1990–2015 年共 6 期城市建设用地数据集。本研究通过实地调查验证、高分辨率遥感影像对比、目视修正等方式保障了较高的分类识别精度，在一定程度上弥补了大湄公河次区域典型城市长时间序列建设用地变化方面的数据空缺，可为该地区的城市规划、可持续发展政策制定提供参考借鉴。

2 数据集元数据简介

《大湄公河次区域 6 个典型城市建设用地空间分布数据集（1990–2015）》^[6]的名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、空间分辨率、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

3 数据研发方法

3.1 数据来源

西双版纳的行政区范围来自全国地理信息资源目录服务系统¹，其他城市的行政区范围来自 GADM 网站²。大湄公河次区域典型城市的遥感解译共涉及大约 150 景遥感影像，数据来源于 Landsat 的 TM/ETM+/OLI 传感器³。考虑到遥感影像的可获取性、质量以及物候特征等因素，西双版纳的影像获取时间主要为 2 月和 3 月，部分影像为 1 月和 4 月；湄公河下游国家的 5 个城市则分别获取旱季和雨季两个时相的影像，一般旱季影像获取时间集中在 12 月初到次年 3 月底之间，雨季影像获取时间集中在 9 月初到 11 月底之间。

所有下载的 Landsat 影像均为 L1T 产品，即经过系统校正、辐射校正、几何校正和地形校正。经验证，大部分的 L1T 产品符合遥感解译的精度要求，少部分地形复杂地区利用 DEM 数据和 Google Earth 高分影像进行正射校正。以上所有影像在分类前均经过波段组合、影像镶嵌等处理，空间分辨率重采样至 30 m，并根据各典型城市的行政区划范围进行裁剪。

3.2 研发流程

本研究采用面向对象的分类方法提取典型城市建设用地，分类过程在 eCognition 8.7 软件中进行。首先对遥感影像进行分割，生成同质多边形，提取建设用地与非建设用地的多边形样本，利用样本形状、纹理、空间位置、波段属性等特征建立决策分类体系（图 1），

¹ <https://www.webmap.cn>.

² <https://gadm.org>.

³ <https://earthexplorer.usgs.gov>.

提取典型城市建设用地。为保证识别精度，在面向对象分类基础上，结合实地调查、历史文献、Google Earth 高分辨率影像等方式，对分类结果进行了大量的目视修正工作。

表 1 《大湄公河次区域 6 个典型城市建设用地空间分布数据集（1990–2015）》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	大湄公河次区域 6 个典型城市建设用地空间分布数据集（1990–2015）
数据集短名	GMS_ArtificialSurface_1990-2015
作者信息	曹辉，中国科学院南京地理与湖泊研究所, hcao@niglas.ac.cn 宋伟轩，中国科学院南京地理与湖泊研究所, wxsong@niglas.ac.cn 何江，安徽农业大学, 754147782@qq.com
地理区域	大湄公河次区域
数据年代	1990、1995、2000、2005、2010、2015 年
时间分辨率	5 年
空间分辨率	30 m
数据格式	.tif
数据量	2.49 MB（压缩后）
数据集组成	共 180 个文件，数据文件命名规则“城市+年份”
基金项目	国家自然科学基金（41561144012）
数据计算环境	ArcGIS、eCognition
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101，中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据（中英文）、通过《全球变化数据仓储电子杂志（中英文）》发表的实体数据集和通过《全球变化数据学报（中英文）》发表的数据论文。其共享政策如下：（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报（中英文）》编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[7]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS/ISC, GEOSS

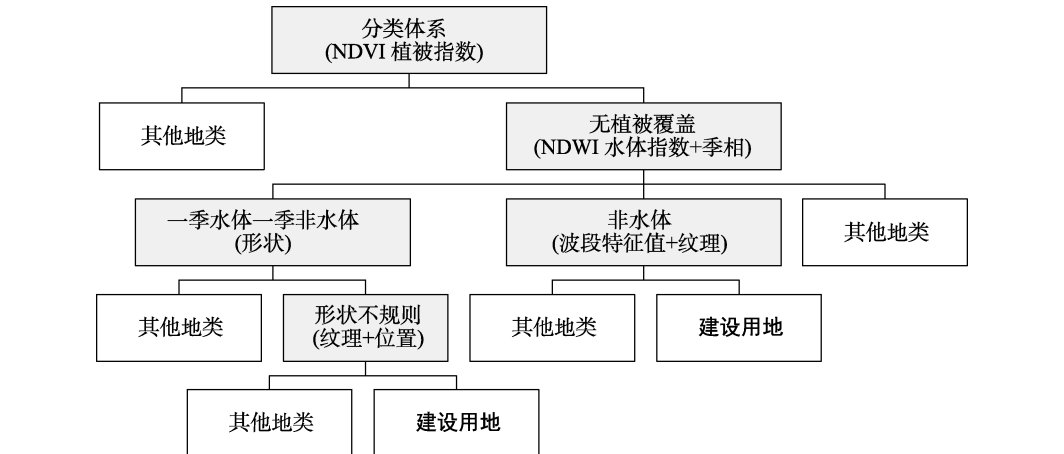


图 1 大湄公河次区域典型城市建设用地决策分类流程图

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成

《大湄公河次区域 6 个典型城市建设用地空间分布数据集（1990–2015）》包括西双版纳、仰光、万象、金边、曼谷和胡志明市 6 个城市在 6 个历史时期（1990、1995、2000、2005、2010 和 2015）的城市建设用地空间分布数据。数据空间分辨率为 30 m。数据集存储为.tif 格式，共 180 个数据文件（图 2）。



图 2 大湄公河次区域典型城市建设用地（1990–2015）数据可视化图

4.2 数据结果

图 3 和表 2 展示了 1990–2015 年大湄公河次区域典型城市建设用地面积及空间变化情况。曼谷作为国际化大都市，建设用地面积明显高于其他城市，2015 年曼谷的建设用地面

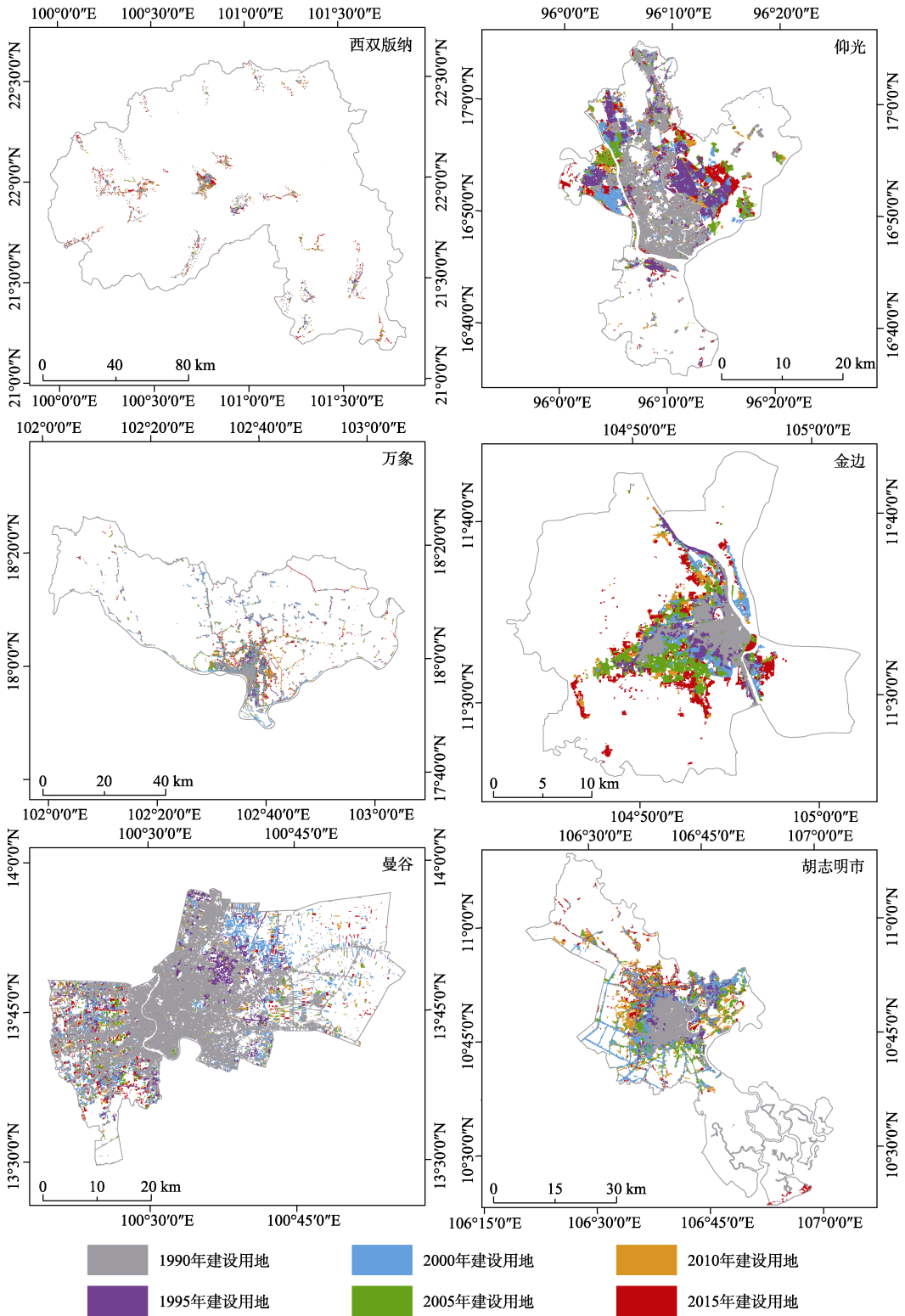


图 3 大湄公河次区域典型城市建设用地（1990–2015 年）空间变化图

表 2 1990–2015 年大湄公河次区域典型城市建设用地面积变化统计表（单位：km²）

城 市	1990 年	1995 年	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年
西双版纳	40.74	65.82	89.94	112.53	152.61	222.38
仰光	155.42	224.99	261.72	298.67	317.21	362.6
万象	61.91	82.57	139.51	173.92	201.38	233.45
曼谷	513.98	570.29	639.97	665.13	691.14	719.88
金边	30.31	44.65	59.8	89.34	98.33	123.48
胡志明市	109.08	151.32	257.36	334.85	409.76	451.61

积达到 720 km² 左右；胡志明市是大湄公河次区域典型城市中建设用地面积第二大的城市，2015 年城市建设用地面积超过 450 km²；而仰光由于城市周边兴建了大量卫星城，2015 年城市建设用地面积也超过 360 km²；万象与西双版纳的城市建设用地面积接近，都在 230 km² 左右；金边是典型城市中建设用地面积最小的城市，2015 年刚刚超过 120 km²。

从建设用地扩张速率来看，西双版纳的城市建设用地扩张速度最快，由 1990 年的 40.74 km² 增加到 2015 年的 222.38 km²，年均扩张速度接近 18%；其次是金边和胡志明市，1990–2015 年城市建设用地面积分别增加 90 km² 和 340 km² 左右，年均扩张速度均处于 12.5% 左右；此外，万象的城市建设用地年均扩张速度也超过 11%；仰光和曼谷 1990–2015 年新增城市建设用地面积都超过 200 km²，但是由于二者早期城市建设用地面积就较大，因而年均扩张速率较低，尤其是曼谷 1990 年城市建设用地面积就已经超过 510 km²，但年均扩张速度仅为 1.6%。

从建设用地的扩张方向来看，西双版纳市区的两个主要扩张方向是西北方向的景洪工业园和西南方向及周边的机场，基本符合“景洪市城市总体规划（1999–2020 年）”中确定的城市发展空间布局；仰光城区主要分布在仰光河北岸市中心-茵雅湖-机场方向，2015 年延伸到劳加湖附近，仰光最明显的城市扩张是城区周边建造的大量的卫星城，一方面用于安置生活在寮屋区的城市贫民，此外许多小型企业外迁形成的工业园区也分布于此^[8]；万象城区呈直角状分布在湄公河沿岸，1990–2015 年万象城市扩张受交通条件影响明显，新增建设用地主要分布在国道 1 号线、10 号线、13N 号线、13S 号线以及通往泰国铁路沿线^[9]；受自然条件和行政范围影响，曼谷城区分布于湄南河两侧，城市建设用地主要向东西两侧外围区域扩张^[1]；金边国际机场和 4 号公路（直通西哈努克港）沿线是金边过去几十年间最主要的扩张方向，大量服装制造业出于成本和运输考虑外迁至此^[10]；胡志明市建设用地扩张较为分散，且城市蔓延现象严重，这或许跟外国资本集中投资于城市外围的房地产项目有关^[11]。

4.3 数据结果验证

本研究分别于 2016 年 1 月、3 月和 5 月对老挝、泰国、柬埔寨、越南和云南西双版纳等地进行考察调研，结合 Google Earth 历史高分影像以及典型城市的历史地图、规划和土地利用相关的论文、报告、书籍等资料，构建验证点数据集，在此基础上对典型城市的建设用地提取结果进行精度验证。表 3 展示了大湄公河次区域典型城市不同年份的建设用地分类精度。从城市来看，西双版纳可辅助目视修正的地图、规划以及论文等历史资料相对丰富，整体上分类精度更高；从年份来看，2000 年以前各典型城市没有历史高分影像，相关文献资料也较少，因此 2005 年以后大部分典型城市的建设用地分类精度更高些。整体来看，本研究制作的大湄公河次区域典型城市建设用地数据集达到了较高的分类精度和质量。

表 3 1990–2015 年大湄公河次区域典型城市建设用地分类精度统计表（单位：%）

城 市	1990 年	1995 年	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年
西双版纳	92.12	92.50	93.85	94.42	91.73	94.23
仰光	81.73	86.73	83.65	92.50	91.54	96.92
万象	91.36	93.18	91.82	90.23	86.14	87.27
曼谷	83.93	89.82	88.21	89.82	90.00	95.18
金边	89.33	94.22	91.33	94.67	91.56	89.33
胡志明市	85.94	91.62	87.50	83.53	91.91	91.41

5 讨论和总结

大湄公河次区域是“一带一路”和“澜湄”合作战略的关键区域，开展该地区典型城市建设用地制图对于推进城市化和区域可持续发展具有重要意义。《大湄公河次区域 6 个典型城市建设用地空间分布数据集（1990–2015）》包括西双版纳、仰光、万象、金边、曼谷和胡志明市 6 个典型城市 1990 年、1995 年、2000 年、2005 年、2010 年以及 2015 年 6 期城市建设用地数据。该数据集基于 Landsat 的 TM/ETM+/OLI 影像，采用面向对象的决策分类方法识别城市建设用地，结合人工目视修正，实现了较高的分类精度。该数据集可以直观反映大湄公河次区域典型城市的土地利用面积以及空间分布变化情况，还能够为开展典型城市的空间扩张模式、生态环境效应以及可持续发展规划政策等研究提供重要支撑。

作者分工：曹辉和宋伟轩对数据集的开发做了总体设计；宋伟轩、何江采集和处理了数据；曹辉撰写了数据论文。

利益冲突声明：本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

[1] Cao, H., Liu, J., Chen, J. L., *et al.* Spatiotemporal patterns of urban land use change in typical cities in the Greater Mekong Subregion (GMS) [J]. *Remote Sensing*, 2019, 11(7): 801–828.

[2] 饶本忠. 东南亚国家的城市一极化现象[J]. 城市问题, 2004(5): 69–71.

[3] 王洋, 张虹鸥, 黄耿志等. 东南亚国家综合城市化水平差异特征及驱动因素[J]. 热带地理, 2015, 35(5): 680–686.

[4] 宋伟轩, 朱喜钢. 大湄公河次区域城市空间结构特征与成因[J]. 经济地理, 2010, 30(1): 53–58.

[5] Cao, H., Chen, J. L., Chen, C., *et al.* Identification of multi-temporal urban growth patterns with a modified urban growth index: case study of three fast growing cities in the Greater Mekong Subregion (GMS) [J]. *Ecological Indicators*, 2022, 142: 109206.

[6] 曹辉, 宋伟轩, 何江. 大湄公河次区域 6 个典型城市建设用地空间分布数据集(1990–2015)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2023. <https://doi.org/10.3974/geodb.2023.02.04.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.02.04.V1>.

[7] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. <https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05> (2017 年更新).

[8] Boutry, M., Sone, K. P., Par, S. C., *et al.* Land dynamics and livelihoods in peri-urban Yangon [R]. 2015.

[9] Dao, K. 基于 GIS 技术的城市发展分析——以老挝首都万象为例[D]. 兰州: 兰州大学, 2014.

[10] Mialhe, F., Gunnell, Y., Navratil, O., *et al.* Spatial growth of Phnom Penh, Cambodia (1973–2015): patterns, rates, and socio-ecological consequences [J]. *Land Use Policy*, 2019, 87: 104061.

[11] Kontgis, C., Schneider, A., Fox, J., *et al.* Monitoring peri-urbanization in the greater Ho Chi Minh City metropolitan area [J]. *Applied Geography*, 2014, 53: 377–388.