

# 基于 POI&ISA 综合指数计算的成渝经济圈建成区范围数据集 (2010, 2020)

朱永璐<sup>1</sup>, 张扬<sup>2,3,4\*</sup>, 杨仁知<sup>1</sup>, 阿说阿衣<sup>1</sup>, 乃古么尔歪<sup>1</sup>

1.成都理工大学地理与规划学院, 成都 610059;

2.东南大学建筑学院, 南京 210096;

3.自然资源部数字制图与国土信息应用重点实验室, 武汉 430079;

4.成都理工大学数字胡焕庸线研究院, 成都 61005

**摘要:** 城市建成区可以反映城镇化进程与城市空间格局, 是城市规划建设管理工作的重要基础信息, 准确提取城市建成区边界对于促进城市可持续发展具有重要意义。本数据集结合城市建成区的景观及功能特征, 以2010、2020年的Landsat TM/OLI影像和百度电子地图兴趣点(Point of interest, POI)为数据源, 构建了建成区综合指数(POI&ISA)反映建成水平, 并通过最佳阈值选取等步骤提取得到成渝地区双城经济圈16个城市建成区的实验数据集。本数据集包括成渝地区双城经济圈16个城市两期(2010, 2020)实验建成区边界及面积统计数据。数据集存储为.shp和.xlsx格式, 数据集由257个数据文件组成, 数据量为974 KB(压缩为1个文件, 611 KB)。

**关键词:** 建成区; POI&ISA 指数; 成渝地区双城经济圈; 电子地图兴趣点; 不透水表面

**DOI:** <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.04.06>

**CSTR:** <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.04.06>

## 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.2023.09.02.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.09.02.V1>.

## 1 前言

城市建成区指城市行政区内实际已成片开发建设、市政公用设施和公共设施基本具备的地区<sup>[1]</sup>。城市建成区边界可以有效反映城镇化进程与城市空间格局, 是城市规划建设管理的重要基础信息, 在城市开发边界划定、公共服务设施布局等工作中广泛应用<sup>[2,3]</sup>。在新型城镇化战略背景下, 准确提取城市建成区边界有助于支撑城镇化质量评估及城市空间格局优化, 对于促进城市可持续发展具有重要意义。

收稿日期: 2023-08-02; 修订日期: 2023-12-05; 出版日期: 2023-12-24

基金项目: 中华人民共和国自然资源部(ZRZYBWD202201)

\*通讯作者: 张扬, 东南大学建筑学院, zhangyang2021@seu.edu.cn

数据引用方式: [1] 朱永璐, 张扬, 杨仁知等. 基于 POI&ISA 综合指数计算的成渝经济圈建成区范围数据集(2010, 2020)[J]. 全球变化数据学报, 2023, 7(4): 382–390. <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.04.06>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.04.06>.

[2] 朱永璐, 张扬, 杨仁知等. 基于 POI&ISA 综合指数计算的成渝经济圈建成区范围数据集(2010, 2020)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2023. <https://doi.org/10.3974/geodb.2023.09.02.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.09.02.V1>.

城市建成区包括了景观和功能两个方面的特征。在景观方面主要体现为成片开发建设,地表覆盖以人工地表为主;在功能方面,应达到市政公用设施和公共设施基本具备的条件。已有的提取方法多基于城市建成区的景观特征,将连片建设用地提取为城市建成区,如邻域扩张法<sup>[4]</sup>、归一化差分建成指数法<sup>[5]</sup>等。随着信息时代多种地理大数据的兴起,越来越多的研究开始关注城市建成区的功能特征,将社会经济发展水平相对更高的区域划为建成区,相继提出了多种基于电子地图兴趣点和夜间灯光影像的建成区提取方法<sup>[6-8]</sup>。2021年自然资源部发布《城区范围确定规程》行业标准,对建成区提取的基础数据要求较高且流程相对复杂<sup>[9,10]</sup>,同时提出可利用大数据等手段进行辅助判断。张扬等<sup>[11]</sup>综合考虑实际地表覆盖情况和市政公用设施和公共设施配置,基于POI与不透水表面指数构建了建成区综合指数(POI&ISA),在对武汉市建成区提取时取得了较高的提取精度。

成渝地区一直是国家区域战略布局的关键地区。2011年住建部、重庆市、四川省出台的“成渝城市群协调发展规划”首次整合了四川、重庆两省市的全域城镇体系空间布局;2014年在中共中央国务院印发的“国家新型城镇化规划(2014-2020)”中成渝城市群被列为国家级城市群;2020年中央财经委员会第六次会议提出“推动成渝地区双城经济圈建设,在西部形成高质量发展的重要增长极”,将成渝地区双城经济圈上升为国家战略。近年来,成渝地区双城经济圈中心城市辐射带动作用持续提升,中小城市加快发展,基础设施逐渐完备,但仍与东部发达地区存在较大差距。准确提取成渝地区双城经济圈城市建成区不仅有助于认识该区域城市发展阶段特征,也是支撑“成渝地区双城经济圈规划”中提出的“将社会经济发展目标与空间支撑体系良好匹配”目标的必要基础性工作。

## 2 数据集元数据简介

《基于POI&ISA综合指数计算的成渝经济圈建成区范围数据集(2010,2020)》<sup>[12]</sup>的名称、作者信息、地理区域、数据年代、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

本数据集研发使用的基础数据来源见表2。

### 3.2 主要算法

利用张扬等<sup>[11]</sup>提出的基于POI与不透水表面指数的建成区提取方法,其核心为构建POI&ISA指数。POI&ISA指数计算公式如下:

$$POIISA = \sqrt{POI \times ISA} \quad (1)$$

式中, $POI$ 为POI核密度估计值, $ISA$ 为不透水表面指数。

POI核密度估计主要是以区域任意一点附近一定带宽的规则区域为密度分析的计算范围,根据与中心点的距离赋予权重,距离越近则权重越高,每一个点的估计密度为该区域

所有点的加权密度<sup>[16]</sup>。计算公式如下：

表 1 《基于 POI&ISA 综合指数计算的成渝经济圈建成区范围数据集（2010，2020）》元数据简介

条 目	描 述
数据集名称	基于 POI&ISA 综合指数计算的成渝经济圈建成区范围数据集（2010，2020）
数据集短名	ChengYuUrbanArea_2010_2020
作者信息	朱永璐，成都理工大学旅游与城乡规划学院，自然资源部数字制图与国土信息应用重点实验室，2597248446@qq.com 张杨，成都理工大学旅游与城乡规划学院，自然资源部数字制图与国土信息应用重点实验室，东南大学建筑学院，zhangyang2020@cdut.edu.cn 杨仁知，成都理工大学旅游与城乡规划学院，2289533471@qq.com 阿说阿衣，成都理工大学旅游与城乡规划学院，2816111831@qq.com 乃古么尔歪，成都理工大学旅游与城乡规划学院，2139369534@qq.com
地理区域	成渝地区双城经济圈 16 个地级及以上城市：重庆市（直辖市）及四川省的成都（副省级市）和自贡、泸州、德阳、绵阳、遂宁、内江、乐山、南充、眉山、宜宾、广安、达州、雅安、资阳（地级市）
数据年代	2010、2020 年
空间分辨率	30 m
数据格式	.shp、.xls
数据量	974 KB（压缩后 611 KB）
数据集组成	成渝地区双城经济圈 16 个城市两期（2010，2020）实验建成区边界及面积统计数据，分别为 32 个空间数据文件和 1 个统计表
基金项目	中华人民共和国自然资源部（ZRZYBWD202201）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 <a href="http://www.geodoi.ac.cn">http://www.geodoi.ac.cn</a>
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	（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 <sup>[13]</sup>
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS/ISC, GEOSS

表 2 数据来源简介

数据名称	影像数据所用波段	影像数据所用条带号范围	年份	来源
Landsat5 TM 影像	band2、band5	条带号: 127–130	2010 年	地理空间数据云
Landsat8 OLI 影像	band3、band6	行号: 38–40	2020 年	<a href="http://www.gscloud.cn">http://www.gscloud.cn</a>
电子地图兴趣点			2010/2020 年	百度地图
A standardized dataset of built-up areas of China’s cities with populations over 300,000 for the period 1990–2015 <sup>[14]</sup>			2010 年	Science Data Bank
中国城市 2020 年建成区数据集 <sup>[15]</sup>			2020 年	《中国科学数据》

$$P_i = \frac{1}{n\pi R^2} \times \sum_{j=1}^n \left[ K_j \left( 1 - \frac{D_{ij}^2}{R^2} \right)^2 \right]$$

(2)

式中,  $P_i$  为区域任意一点  $i$  的核密度;  $K_j$  为研究对象  $j$  的权重;  $D_{ij}$  为点  $i$  与研究对象  $j$  的欧式距离;  $R$  为带宽( $D_{ij} < R$ );  $n$  为带宽范围内研究对象  $j$  的数量。

根据 Ridd<sup>[17]</sup> 提出 V-I-S (Vegetation-Impervious surface-Soil) 模型, 城市土地覆盖为植被、不透水地表和土壤 3 种类型的组合。不透水地表比例, 即不透水表面指数, 可利用线性光谱分解模型 (linear spectral mixing model, LSMM) 分解后得到的高反照度、低反照度端元丰度相加得到<sup>[18]</sup>, 其公式为:

$$R_j = \sum_{i=1}^N f_i R_{i,j} + e_j \quad (3)$$

式中,  $R_j$  为第  $j$  波段的光谱反射率;  $N$  为端元数目;  $f_i$  为端元  $i$  在像元中所占的比例权重;  $R_{i,j}$  为端元  $i$  在  $j$  波段的反射率;  $e_j$  为非模型化的残余误差值。

### 3.3 技术路线

本研究的数据研发流程 (图 1) 主要包括 4 个步骤: 不透水表面指数提取, POI 核密度估计, POI&ISA 指数计算与最佳阈值选取, 后处理。

#### 3.3.1 不透水表面指数提取

首先对使用的 Landsat TM/OLI 影像进行预处理, 具体包括辐射定标和大气校正, 并以 2020 年 OLI 影像为基准进行图像配准。然后通过计算改进的归一化差异水体指数<sup>[19]</sup>对影像进行水体掩膜。最后, 对水体掩膜后的影响进行最小噪声分离变换, 并基于散点图提取高反照度、低反照度、植被、裸土 4 类纯净端元, 经过进行线性光谱混合分解后将高反照度、低反照度丰度相加得到不透水表面指数。

#### 3.3.2 POI 核密度估计

根据城市建成区的定义对 POI 全类别数据进行筛选, 仅保留与市政公用设施和公共设施覆盖相关的 POI 类别。由于市政公用设施和公共设施的服务半径多在 500–1,000 m 之间, 本数据集选取 800 m 作为核密度估计的带宽进行核密度估计。

#### 3.3.3 POI&ISA 指数计算与最佳阈值选取

将 POI 核密度与不透水表面指数做几何平均运算, 计算得到 POI&ISA 指数, 进而运用 Densi-graph 法<sup>[6]</sup>选取用于城市建成区识别的最佳阈值, 提取得到实验建成区的初始范围。

#### 3.3.4 后处理

参考《城区范围确定规程》中的后处理方法, 将与成片建成区距离大于 1 km 的独立图斑剔除, 并融合邻近图斑面积大于 0.2 km<sup>2</sup> 且与成片建成区距离小于 100 m 的独立图斑。考虑到城市建成区连片性的要求, 将建成区初始范围内部孔隙 (主要为水体、绿地等) 进行孔隙填充处理。

## 4 数据结果与验证

### 4.1 数据集组成

本数据集由以下 2 组数据组成:

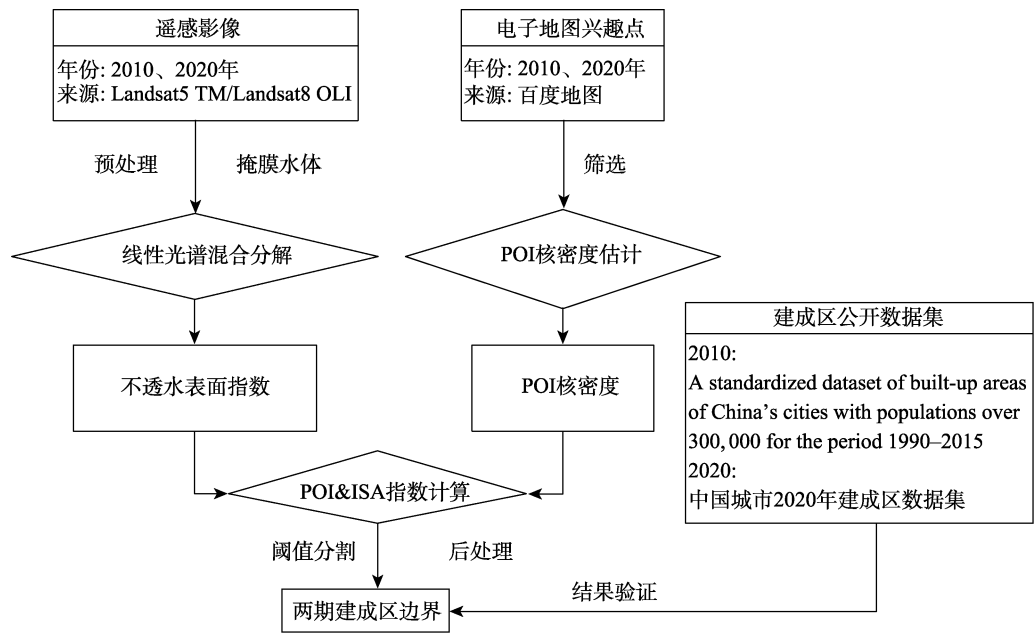


图 1 数据研发技术路线图

(1) 成渝地区双城经济圈 16 个城市两期 (2010, 2020) 实验建成区边界, 包括 32 个数据文件, 格式为.shp, 坐标系为 Albers 等积圆锥投影。

(2) 成渝地区双城经济圈 16 个城市两期 (2010, 2020) 实验建成区面积统计表, 格式为.xls。

4.2 数据结果

如图 2 所示, 从实验建成区的面积规模上来看, 成都市、重庆市处于绝对优势地位, 且与其余 14 个地级市拉开较大差距。在 14 个地级市中, 绵阳市、德阳市、南充市建成区面积位于领先地位, 而雅安市建成区面积最小。2010–2020 年, 成都市、重庆市的建成区面积绝对增量也显著高于其余 14 个地级市, 分别达到 617.97 km<sup>2</sup> 和 359.7 km<sup>2</sup>; 其次是绵阳市, 其增长面积为 120.18 km<sup>2</sup>; 其余城市的建成区增长面积均小于 100 km<sup>2</sup>。在城市建成

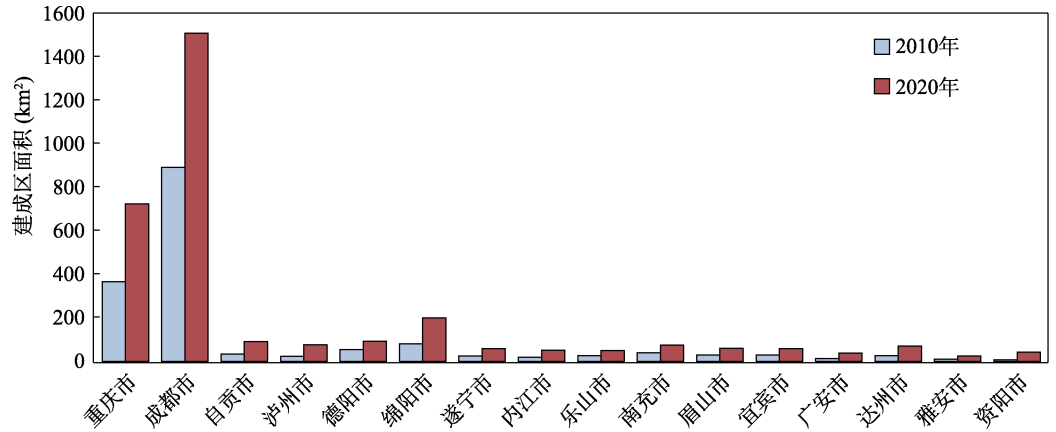
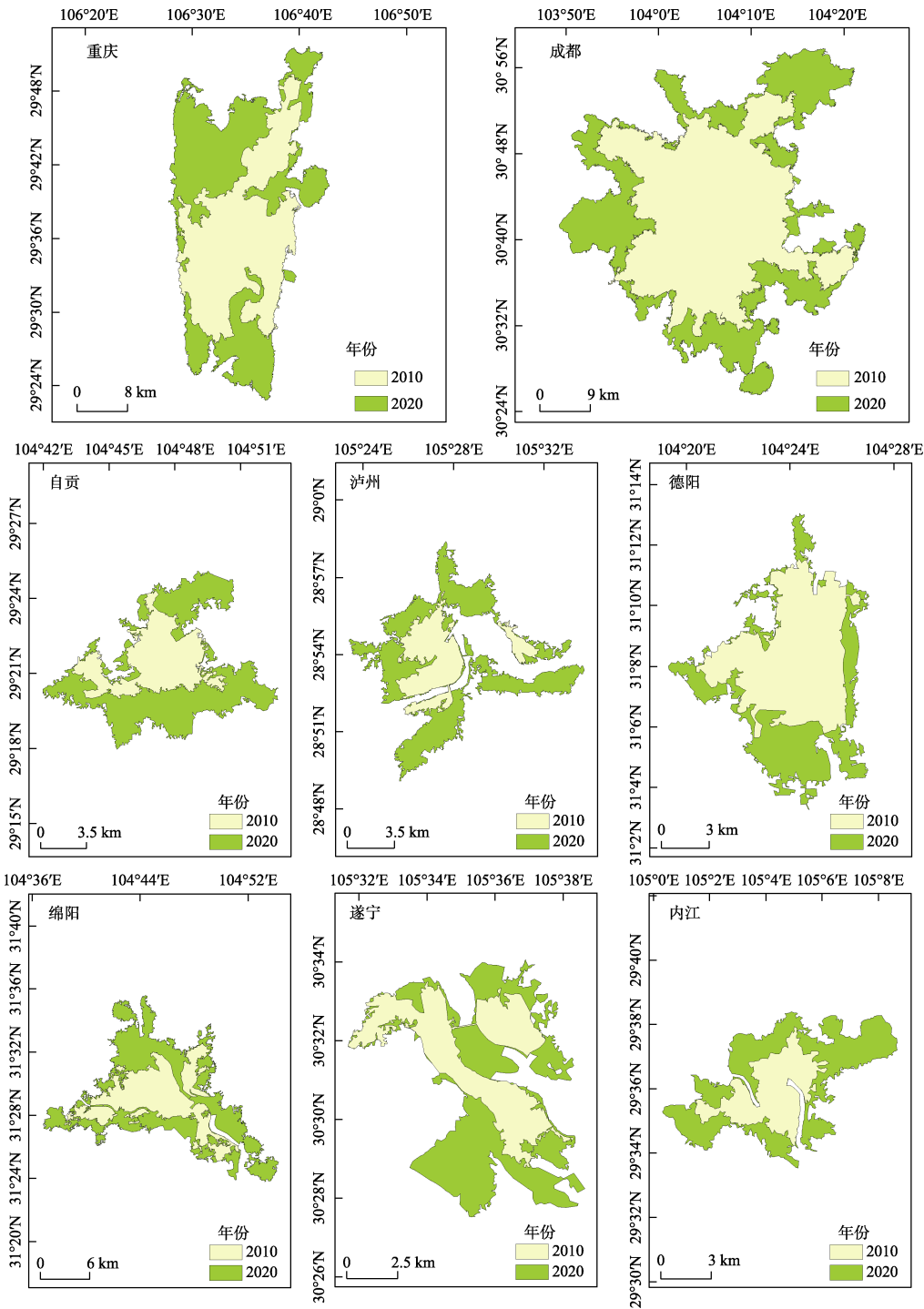


图 2 成渝地区双城经济圈两期建成区面积对比图

区面积增长率方面，资阳市的年均增长率最高，为 49%；仅有成都、德阳、南充、乐山 4 个城市的年均增长率低于 10%；其余城市建成区面积年均增长率均在 10%–20% 区间。

由于成渝地区双城经济圈 16 个城市空间结构类型及发展条件各异，2010–2020 年城市扩张类型也表现出显著的差异性（图 3）。根据 Wilson 等<sup>[20]</sup>提出的城市扩张分类规则，成





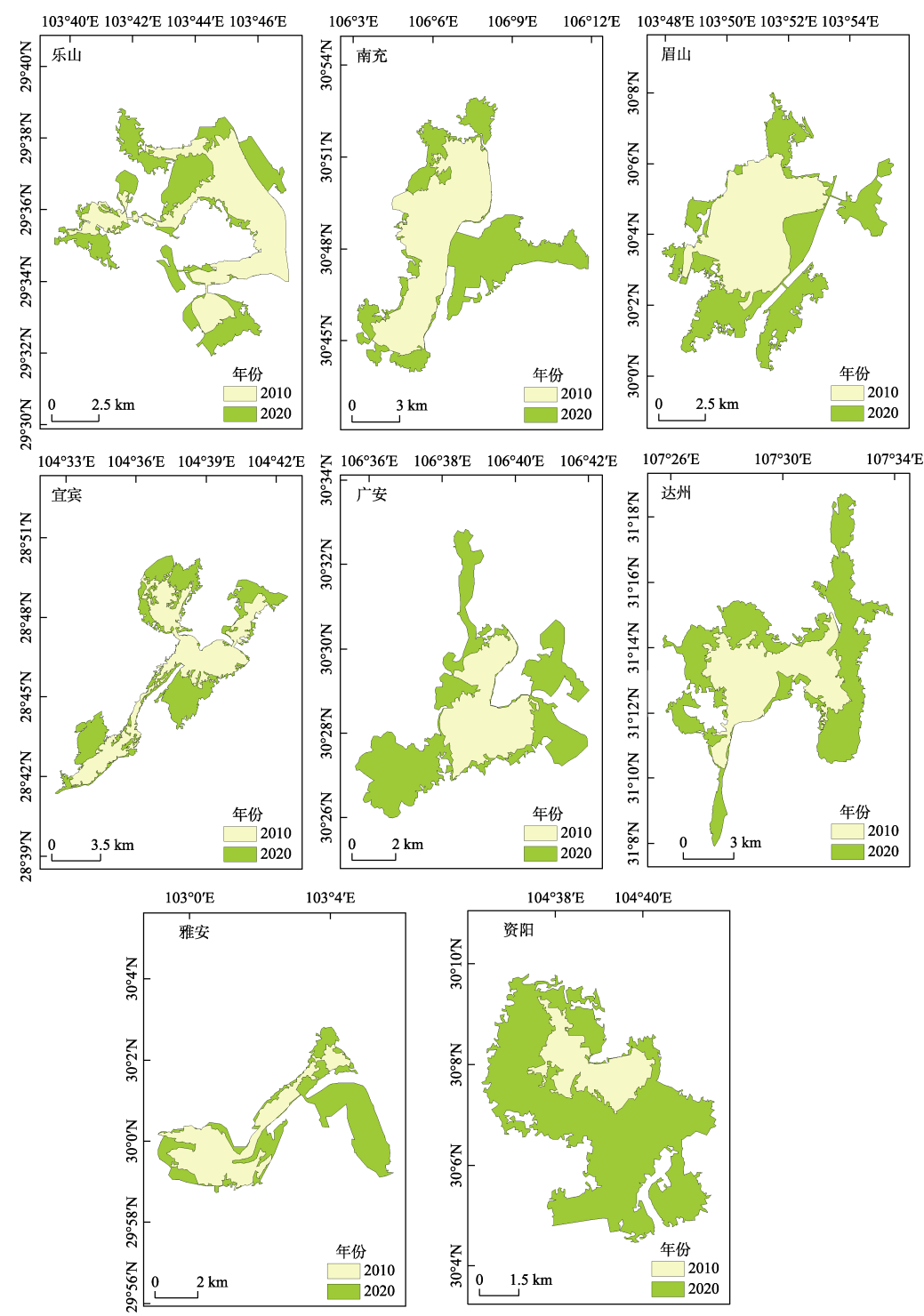


图 3 成渝地区双城经济圈 16 个城市两期建成区范围图

渝地区双城经济圈 16 个城市涵盖了边缘式扩张、线性扩张、填充式扩张、飞地式扩张以及混合扩张模式等 5 种扩张类型。成都市、德阳市地处广袤的成都平原，其建成区扩张呈典

型的边缘式扩张模式；宜宾、广安、雅安市的建成区呈现沿主要道路和河流的线性扩张模式；其他大多数城市往往混合了多种扩张模式，如达州市的建成区的扩张模式包括了边缘式扩张、线性扩张和填充式扩张，遂宁市则包括填充式扩张和线性扩张，重庆市、眉山市在边缘扩张的基础上也有飞地逐步发展成为建成区。

4.3 数据结果验证

将提取得到的 2010 和 2020 年成渝地区双城经济圈 16 个城市的实验建成区范围,分别与参考建成区进行验证比较，发现两者在建成区中心及形态上体现出一致性，2010、2020 年提取得到的城市建成区与参考建成区面积的相关系数分别达到 0.96 和 0.98。

进行建成区提取实验结果的影像验证，发现本数据集建成区与参考数据集在范围大小及连片性上存在差异。其原因一是由于参考数据集将不透水面作为城市建成区，而本数据集在构建 POI&ISA 指数时还考虑了设施类 POI 核密度指标,使得部分不透水表面指数不高、但 POI 核密度较高的地区被划为了建成区；二是根据城市建成区连片性的要求，城市建成区还应包括连片建设用地内部的绿地、水体等,这些区域往往被 POI&ISA 指数高值区包围，本数据通过空隙填充也将其划为了城市建成区。

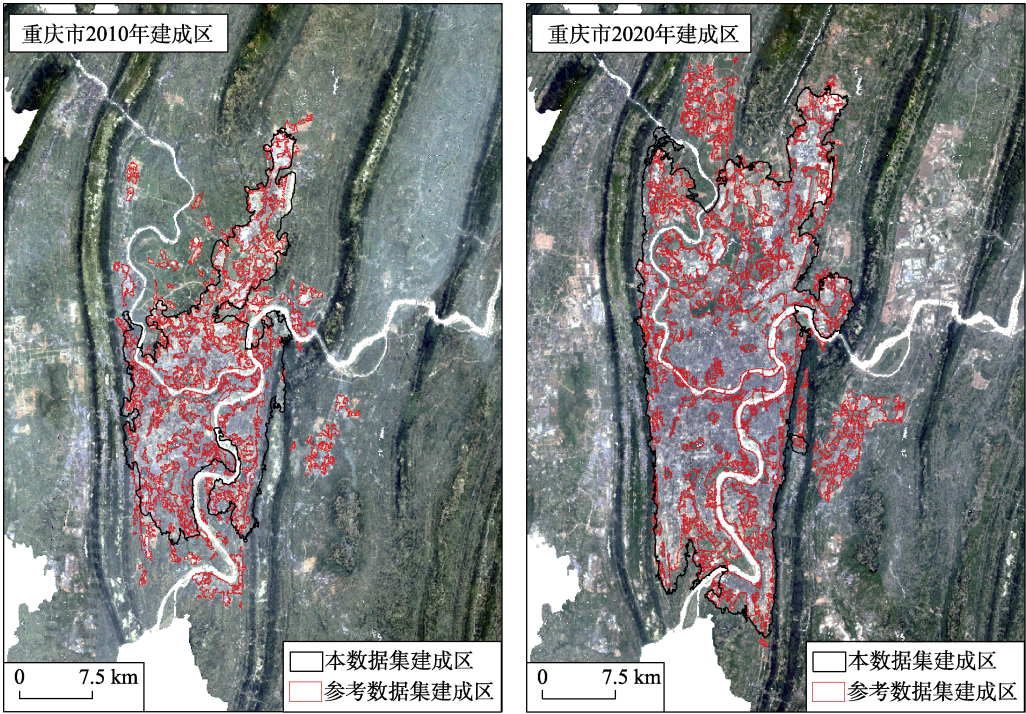


图4 重庆市两期建成区结果验证对比图

5 讨论和总结

本数据集通过构建 POI&ISA 指数提取得到 2010 和 2020 年成渝地区双城经济圈 16 个城市的实验建成区范围，与验证数据集相比更契合城市建成区功能与景观两方面的定义。研究验证了基于 POI 与不透水表面指数的提取方法在不同规模城市建成区提取中的适用



性,有助于 POI&ISA 指数的推广应用。该方法由于考虑城市建设用地连片性和市政公用设施、公共设施完备度,可综合反映城市建成区的景观与功能特征,同时操作步骤相对《城区范围确定规程》更为简单。不足的是,本数据集所使用的源数据分辨率为 30 m,精度有待提高。值得注意的是,POI&ISA 指数除了可以通过阈值选取提取建成区以研究城市规模与形态,也可以通过其绝对值反映建成区的建成水平,有助于从规模、效率双重视角开展对城市建成区扩张的相关研究。

**作者分工:** 张扬、朱永璐对数据集的开发做了总体设计;朱永璐、杨仁知、阿说阿衣采集和处理了源数据;张扬、朱永璐设计了模型和算法;乃古么尔歪、杨仁知做了数据验证;朱永璐撰写了数据论文。

**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] 中华人民共和国建设部. 城市规划基本术语标准(GB/T 50280—98)[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998.
- [2] 胡婷, 黄昕, 李冬瑞等. 珞珈一号夜间灯光影像中国城市建成区提取能力综合评估[J]. 测绘学报, 2023, 52(3): 432–442.
- [3] 奥勇, 毋冰龙, 白召弟等. 基于类 NPP-VIIRS 夜间灯光数据的粤港澳大湾区城市建成区时空动态特征[J]. 地球科学与环境学报, 2022, 44(3): 513–523.
- [4] 谭兴业, 陈彦光. 基于邻域扩展量化法的城市边界识别[J]. 地理科学进展, 2015, 34(10): 1259–1265.
- [5] Bhatti, T. Built-up area extraction using Landsat 8 OLI imagery [J]. *GIScience & Remote Sensing*, 2014, 51(4): 445–467.
- [6] 许泽宁, 高晓路. 基于电子地图兴趣点的城市建成区边界识别方法[J]. 地理学报, 2016, 71(6): 928–939.
- [7] 林中立, 徐涵秋, 黄绍霖. 基于 DMSP/OLS 夜间灯光影像的中国东部沿海地区城市扩展动态监测[J]. 地球信息科学学报, 2019, 21(7): 1074–1085.
- [8] 厉飞, 闫庆武, 邹雅婧等. 利用夜间灯光 POI 的城市建成区提取精度研究——以珞珈一号 01 星和 NPP-VIIRS 夜间灯光影像为例[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2021, 46(6): 825–835.
- [9] 自然资源部国土空间规划局, 同济大学, 北京大学等. 城区范围确定规程[S]. 中华人民共和国自然资源部, 2021.
- [10] 黄攻, 张敏, 张兵等. “城区范围”概念解析及其确定方法探讨——以 115 个城市为实践对象[J]. 城市规划, 2022, 46(5): 17–26.
- [11] 张扬, 郑凤娇, 刘艳芳等. 基于 POI 与不透水表面指数的城市建成区提取[J]. 地理科学, 2022, 42(3): 506–514.
- [12] 朱永璐, 张扬, 杨仁知等. 基于 POI&ISA 综合指数计算的成渝经济圈建成区范围数据集(2010, 2020) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2023. <https://doi.org/10.3974/geodb.2023.09.02.V1> <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.09.02.V1>.
- [13] 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).
- [14] Jiang, H. P., Sun, Z. C., Guo, H. D., et al. A standardized dataset of built-up areas of China's cities with populations over 300, 000 for the period 1990–2015 [DS/OL]. Science Data Bank, 2021.
- [15] 孙洁, 孙中昶, 郭华东等. 中国城市 2020 年建成区数据集[J]. 中国科学数据, 2022, 7(1): 190–204.
- [16] 曹芳洁, 邱芸, 邹艳. 基于 H/T 断裂法与 POI 数据的建成区快速提取方法[J]. 地理与地理信息科学, 2020, 36(6): 48–54.
- [17] Ridd, M. K. Exploring a V-I-S (Vegetation-Impervious surface-Soil) model for urban ecosystem analysis through remote sensing comparative anatomy for cities [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1995, 16(12): 2165–2185.
- [18] 张扬, 刘艳芳, 刘以. 武汉市不透水地表时空格局分析[J]. 地理科学, 2017, 37(12): 1917–1924.
- [19] 徐涵秋. 利用改进的归一化差异水体指数(MNDWI)提取水体信息的研究[J]. 遥感学报, 2005(5): 589–595.
- [20] Wilson, E. H., Hurd, J. D., Civco, D. L., et al. Development of a geospatial model to quantify, describe and map urban growth [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2003, 86(3): 275–285.