

基于夜间灯光遥感数据的开发区空间扩张研究

张岳一丁

(武汉大学 城市设计学院,湖北 武汉 430070)

摘要: 开发区作为中国城市化进程中的特殊空间载体,其发展一直受到学界关注。以往对开发区空间的研究多使用日间遥感数据区分建成空间并研究其变化,但日间遥感数据不能较好地反映空间中人类活动强度的扩张变化,而人的活动强度直接影响空间发展的质量。利用夜间灯光遥感数据对开发区的空间扩张变化进行研究,可以从空间及活力两方面展现开发区的建设过程。通过对中部地区几个典型开发区的空间扩张过程进行研究,揭示其空间边界、结构及质量的变化,并为其发展提出建议。

关键词: 开发区;用地扩张;夜间灯光;遥感

中图分类号: TU984.2

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文献标识码: A



Spatial expansion of development zones based on night-time lights remote sensing data

ZHANG Yue-yi-ding

(Urban Design Institute, Wuhan University, Wuhan 430070, China)

Abstract: As a special spatial carrier in China's urbanization process, the development of development zones has always been concerned by the academic community. Previous studies on the space of development zones mainly used the daytime remote sensing data to distinguish the built space and study its changes, but the daytime remote sensing data could not well reflect the expansion and change of human activity intensity in the space, and the intensity of human activity directly affects the quality of space development. The spatial expansion and change of development zone can be studied by using remote sensing data of night lights, which can show the construction process of development zone from two aspects of space and vitality. By studying the spatial expansion process of several typical development zones in the central region, the changes of their spatial boundary, structure and quality are revealed, and Suggestions for their future development are put forward.

Key words: development zone; land expansion; night-time lights; remote sensing

城市开发区以其优惠的产业政策与强大的招商引资力度,成为各个城市经济发展的“主战场”,也是其所依托的主城在城市空间扩张上的主要方向。以往对于城市空间扩张的研究多使用统计、日间遥感等数据,主要反映的是城市建成环境方面的变化,但无法直接反映真实有效的空间发展,已有研究中

收稿日期:2020-06-21

作者简介:张岳一丁(1992-),男,河南平顶山人,硕士研究生。

对于这类信息的补充往往多通过小规模的问卷及访谈进行。随着技术的发展,有越来越多的数据可以用来增强人们对城市中人类活动的观测。夜间灯光遥感数据自发布以来一直作为城市经济及人口的代理变量,利用夜间灯光数据对城市进行研究,可以多层次揭示空间扩张的进程。武汉东湖高新区、武汉经济技术开发区和郑州航空港区作为中部地区开发区的典型案例,在发展上处于不同的阶段,对其进行研究和对比分析可以进一步认识不同阶段各地区的城市空间扩张特征。

1 文献综述

早在 1978 年,Croft, T A^[1]就从美国军方卫星对夜间云层观测的数据中发现了其在无云的时段研究人类活动的潜力。1992 年,美国国家海洋与大气管理局(NOAA)的国家地球科学数据中心(NGDC)制作了第一个公开的 DMSP/OLS 数据的数字文件,利用夜间灯光数据的研究才开始逐渐增多。已有的研究证明了夜间灯光与经济、人口等要素的强相关性^[2-4],以此进行城市空间研究,更能代表真实有效的空间变化情况。

从最初夜间灯光数据被发掘出来用于研究地面人类活动开始,研究者就致力于从中提取出城市区域^[5]。识别城市空间的方法大致可以分为三种:一是利用统计技巧,对整体数据进行分段^[6],该方法适合对目标地点缺乏调研信息的情况下使用,但统计区域的不同对结果有很大影响;二是基于主观判断的划分方法,这种方法对小范围单一地区适用,但在跨区比较时,较难得出统一的划分标准^[7-10];三是利用人口普查、遥感解译等数据辅助确定划分标准,该方法在辅助数据可靠的情况下能显著提高识别的精度^[11-12]。

综上,对于开发区这类具有很多产业及人口活力的地区,夜间灯光遥感能够较好地反映人类活动在空间上的分布,使用夜间灯光识别出的空间扩张也更具真实性。对本研究案例所选的三个开发区,使用辅助数据帮助确定空间划分标准更加可行且可靠。

2 数据及研究地点

2.1 数据源

本研究使用的 NPP(Suomi National Polar-orbiting Partnership)是由 NOAA 及 NASA 于 2011 年 10 月联合发射的卫星,星上搭载的 VIIRS(Visible Infrared Imaging Radiometer)有一个专门用于探测低照度光线的 DNB(Day/Night Band)通道,相较于以往在夜间灯光遥感领域常用的 DMSP/OLS,大大提高了数据在空间和精度上的分辨率。在 NOAA 官方网站(https://ngdc.noaa.gov/eog/viirs/download_dnb_composites.html)下载得到月度平均合成数据,之后对月度数据进行合并计算平均值得到年平均数据。

2.2 数据处理方法

在本研究中,辅助使用 2017 年武汉市东湖高新区的土地利用图斑数据,对夜间灯光数据从低到高分为低活力地区(“农村地区”)、中活力地区(“城郊地区”)、高活力地区(“城市地区”)三类。通过统计武汉几个核心城区(武昌、汉阳、洪山等)除水域以外,其夜间灯光亮度最小值的范围普遍在 4~20,平均数与中位数普遍在 13 左右,结合最终分类效果,将高活力地区(“城市地区”)的阈值设置为 10。根据 2017 年武汉市东湖高新区的土地利用图斑数据,当将中活力地区(“城郊地区”)的阈值设置为 2 时,其当年的夜间灯光影像中,中活力地区(“城郊地区”)可以较好地覆盖土地利用中的城市建设类用地。因此,对于武汉、郑州两地,将夜间灯光照明区域的阈值统一设定为 2 和 10,分别作为低活力地区(“农村地区”)与中活力地区(“城郊地区”)和中活力地区(“城郊地区”)与高活力地区(“城市地区”)之间活力水平的分界点。

2.3 研究地点概述

武汉东湖新技术开发区(以下简称东湖高新区)位于湖北省武汉市中心城区东部,北临长江与东湖,东临鄂州,南至汤逊湖。1992 年 3 月被国务院批准成为国家级高新技术产业开发区,划定第一批 23 km² 管辖区域,2009 年底,东湖高新区获批成为继北京中关村之后第二个国家自主创新示范区。历经多次扩张,目前总面积 518 km²。东湖高新区现已形成以光电子、生物医药、芯片制造等高科技领域为主的

产业体系。

武汉经济技术开发区的建立始于 20 世纪 80 年代二汽的 30 万辆轿车项目。1988 年,国务院批准二汽轿车总装厂落户武汉,为做好前期准备工作,市委市政府成立了沌口开发区筹建工作领导小组。1992 年,神龙汽车有限公司在武汉挂牌成立,此时的开发区也更名为武汉经济技术开发区。1993 年获国务院批准成为国家级经济技术开发区,1991 年一期工程开工建设时,开发区用地面积约为 10 km²,之后经过了多次托管,面积达到 489.7 km²。经过 30 多年的发展,武汉经开区已形成以汽车整车制造以及相关零配件、电子电器、食品工业等为核心的产业集群。

郑州航空港区设立始于 2007 年,市政府牵头成立了“富士康科技集团郑州投资项目协调推进领导小组”,同年河南省委省政府批准设立郑州航空港区。2010 年富士康开工建设,同年 10 月国务院批准设立郑州新郑综合保税区。2013 年,国务院批准《郑州航空港经济综合实验区发展规划(2013 - 2025 年)》,郑州航空港区的发展从此走上正轨。郑州航空港区设立之初的辖区面积有 138 km²,经过多次扩张,目前辖区面积达到了 415 km²。现在,郑州航空港区已发展成为全国重要的国际航空物流中心,凭借港区优势,区内形成以高端制造业、现代服务业等为核心的成熟产业基地。

3 开发区空间扩张过程

3.1 空间扩张整体趋势

依据两个阈值将三个开发区的夜间灯光影像在空间上划分为三类,分别为低活力地区(“农村地区”)、中活力地区(“城郊地区”)、高活力地区(“城市地区”)(图 1)。

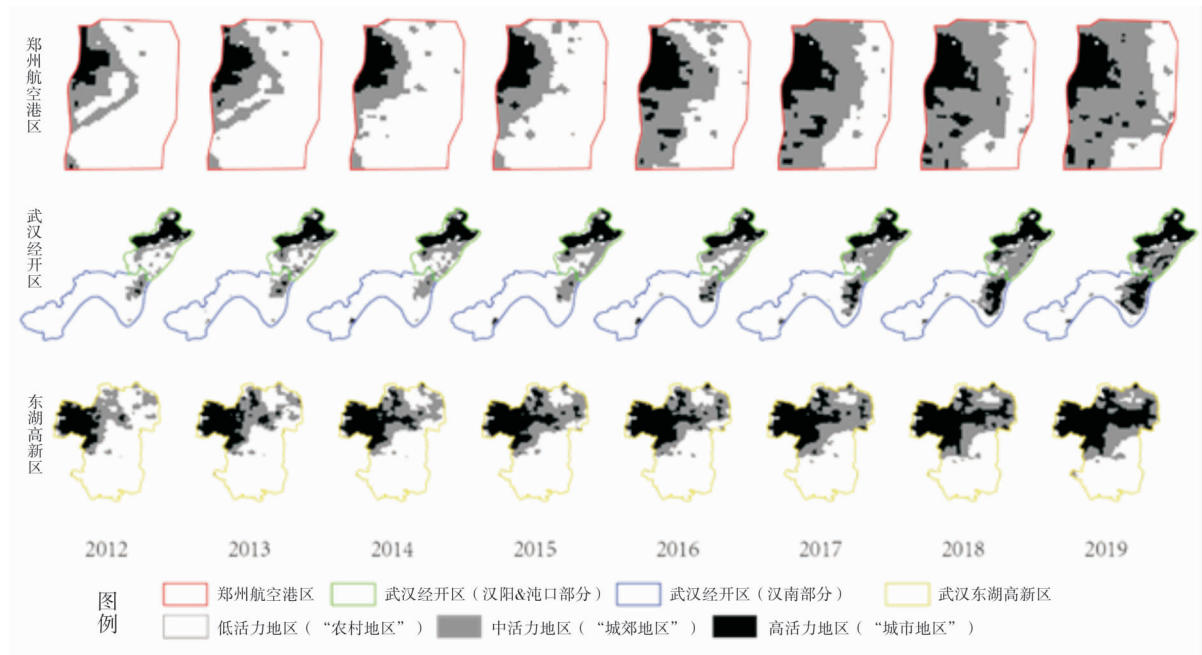


图 1 2012 - 2019 年三个开发区空间扩张整体趋势

- 从历年活力强度在空间上的变化可以看出：
- (1)郑州航空港区明显呈现出以新郑国际机场为核心的圈层式发展方式,在 2016 年,中等活力空间有一次较大规模的扩张,在统计期末,中等及以上活力地区基本占据了开发区规划范围的大部分面积,但总体上,高活力地区的占比较小、增长较为缓慢。
 - (2)武汉经济技术开发区在 2012 至 2015 年,发展主要集中在神龙汽车和东风汽车厂等所在的汉阳、沌口地区,并以东风大道沿线为轴线分布。2016 年开始,之前被整体托管的汉南区发展速度开始加快,逐渐形成了以军山、纱帽为核心的开发区次中心。2017 年,汉阳、沌口部分的空间开发趋于饱和,剩余的低活力地区主要为湖泊、山地等不适宜建设的用地。在统计期末,高活力地区占比较大,与初期相

比增长明显。

(3)武汉东湖高新区整体发展趋势为从西向东推进,以发展较为成熟的光谷、关山片区为核心,沿高新大道向东发展,逐步把中、高活力区域推进到辖区东界,但中等及以上活力地区集中在开发区规划范围北部,以沪渝高速为界,南部发展水平较低。总体上,高活力地区占比较高,发展也比较稳定。

3.2 空间扩张重心变化

基于上述空间划分的发展对比,三个开发区在空间扩张上的区别较为明显,进一步分析其空间结构上的发展变化情况。通过对三个开发区的夜间灯光数据进行核密度分析,结果如图 2 所示。

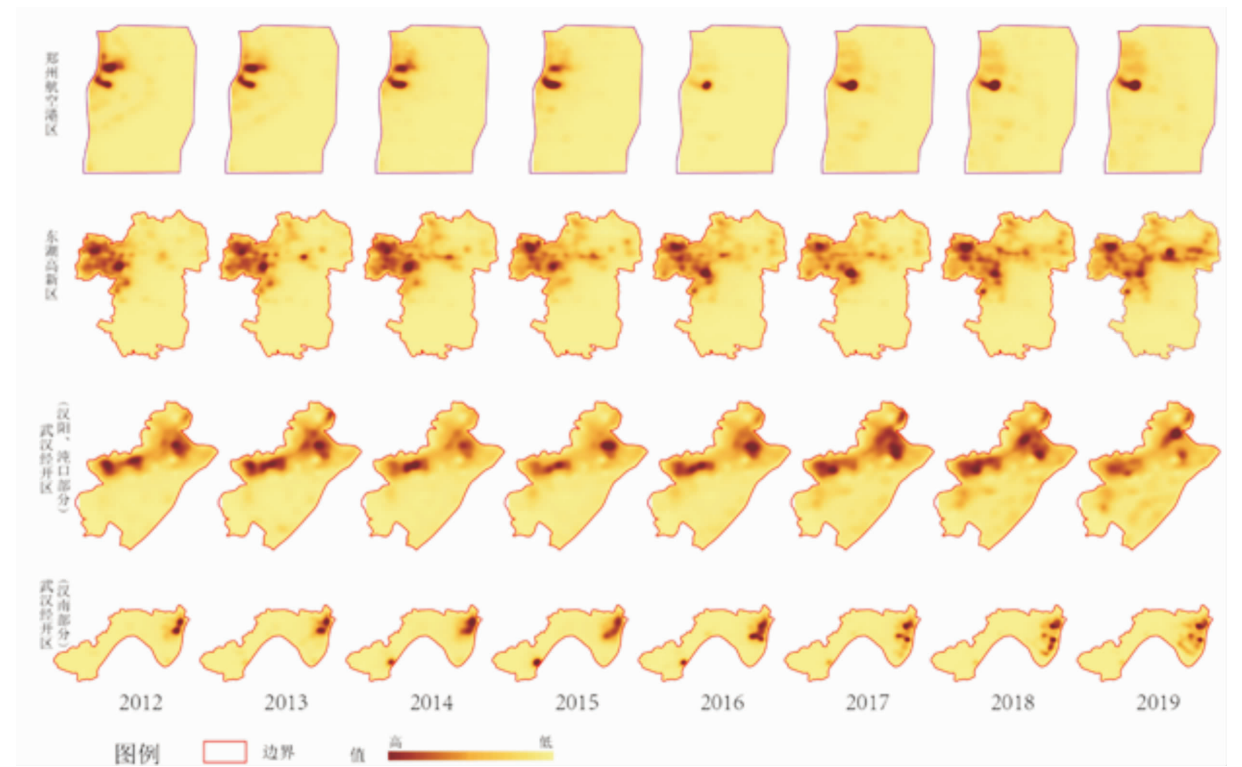


图 2 三个开发区四部分 2012 – 2019 年夜间灯光核密度分析图

郑州航空港区在 2012 至 2019 年明显以新郑国际机场区域为核心,其中在 2012 至 2015 年期间,富士康厂区(图像上方)与机场(图像下方)形成相邻的双核,但富士康核心一直在减弱。2016 年之后,富士康不再成为核心,开发区呈现以新郑国际机场为单核心的形态。对公积金数据的分析显示,富士康的用工人数从 2015 年开始大幅度减少,因此航空港区在区域核心上的变化可能与此有关。

武汉东湖高新区是典型的多核心空间形态。第一核心在开发区西北部的光谷、关山片区,2012 至 2019 年间都较为稳定,该片区的功能主要为商业、商务及居住,推测可能该类型活动不易受到经济、产业发展等外部影响。第二核心位于光谷、关山片区东南部,整体也较为稳定,但 2012 至 2019 年,在空间上有缓慢移动。2012 至 2015 年期间,该核心主要位于光谷电子工业园周围,核心内的代表性企业主要有天马微电子、武汉新芯、联想、武汉锅炉股份有限公司等。2016 年开始,核心略微往东南方移动,此时核心内主要有富士康、长江融达电子、光谷自贸港等企业,通过分析原始的夜间灯光影像数据,发现核心转移的主要原因并不是之前区域的衰落,而是新区的崛起。2012 年开始,开发区中东部第三个核心已有一定雏形,最初该核心在高新大道以南,区域内主要有人福医药、高农生物园、山川生物科技园、光谷生物医药加速器等企业。随着 2018 年之后华为武汉研究院投入运行,该核心向北越过高新大道,规模与强度达到前两个核心水平。除了三个主要核心以外,第二核心南部还有一个不稳定的小核心,内部主要有武汉北方光电科技、藤仓烽火光电材料科技、武汉 709 所等单位,在 2014 至 2016 年期间有短暂的衰落,但 2017 年之后强度回升且稳定。

武汉经济技术开发区的汉阳、沌口部分的空间活力发展也呈多中心结构。北部第一核心在 2016 年之前主要为神龙汽车武汉一厂,2016 年之后核心开始分离为两部分,一部分向南稍微移动至东风本田、民营科技工业园中区位置,另一部分向西移动至东风阳光城区域,开发区此时开始拥有较为独立且活力较高的居住生活性片区。另外,分离出的生活核心在 2019 年向北移至武汉体育中心,而此处 2019 年武汉军运会期间承担了包括开、闭幕式在内的一系列重要赛事活动,分析这一转移与此有关,但作为短期活动,预计 2020 年的核心将回到原居住片区。中间的第二核心主要为美的集团工业园、武汉汉口机床厂、东风乘用车新能源工厂、神龙汽车武汉三厂等。西部第三核心主要为格力电器、东风乘用车以及一些汽车零配件厂。从 2013 年开始,二、三核心开始互相接近、融合,并在 2017 年向西转移,最终形成了一个集中度不高的核心片区。

武汉经济技术开发区的汉南片区的核心主要集中在北部老城区,最初为“生产-生活”邻近双核心形态,其中偏北的生产部分主要为以华顶工业园、长利玻璃工业园为代表的金属加工、零配件、模具等汽车相关产业,偏南的生活部分为汉南区的医院、学校、行政机关所在的纱帽片区。2015 年开始,生产核心向南移动,至幸福工业园处。2018 年沿通航大道延伸至汉南通用航空机场,并在 2019 年形成以汉南物流园区域为核心,包含汽车零配件、通用航空、仓储等产业的活力片区。在汉南片区西南部,从 2014 年开始出现了一个局部活力中心,主要为盖尔包装产业园、武汉中海粮油、武汉正大水产、大北农科技园等食品工业类产业,但在 2017 年后活力逐渐降低。

4 开发区空间扩张特征

作为开发区发展的动力核心,产业空间一直是各个开发区空间活力的中心,开发区空间上的拓展也往往与产业重心的转移与发展需求有关。

4.1 武汉东湖高新区的空间扩张特征

武汉东湖高新区的空间结构在研究期初就比较多元,凭借相对更“轻”的产业结构以及邻近主城区的人口基础优势,在与主城区相邻的部分已经形成了一个集商业、商务金融及居住一体的综合性中心,在距离主城区较远处的几个核心为当时东湖高新区发展较好的光电子相关企业。之后随着内部产业发展与外部新产业进入,东湖高新区的空间持续向东扩张,并形成多个相对专业的产业组团。

4.2 武汉经开区的空间扩张特征

武汉经开区整体的空间扩张与空间重心转移也体现了内部产业发展的特点。其区域内部的企业主要为传统制造业,单个厂区占地规模较大,因此能够跟踪到更加详细的产业发展过程。在前期,武汉经济技术开发区主要是汽车制造业内企业间的重心转移,随着产业的发展,区内生活性片区逐渐扩张并成长起来。

4.3 郑州航空港区的空间扩张特征

在研究期初,郑州航空港区以富士康厂区及新郑机场为空间核心,这些均为当时两个开发区制造业类的主导产业。之后,各个开发区的产业结构变化明显体现在了空间上。2016 年之后,郑州航空港区的空港物流产业建设初见成效,机场的活力超过了富士康。但到目前为止,郑州航空港区的空间扩张仍然没有突破最初的“机场-富士康”区域。

综上,各个开发区在城市化的空间进程上都带有明显的产业特征:武汉的两个开发区都凭借自身禀赋并抓住发展过程中的一系列外部机遇,完成了产业的多元化和功能的复合化发展;而郑州航空港区的空间结构一直较为单一,虽然空港经济发展的势头有所显现,但还有待未来进一步观察。

5 结论与政策建议

通过对中部地区三个典型开发区发展过程分析,可以得出以下结论:

(1) 夜间灯光遥感能够较好地反映出开发区产业发展在空间上的变化过程。

(2) 三个开发区在空间扩张上具有较为明显的差异。武汉东湖高新区已形成多个具有特色的活力片区,形成了包含制造、研发与商务商业等的多核心城市空间结构。武汉经济技术开发区在空间结构上

仍然以几大制造业基地为核心,开发区与前些年整体托管的汉南片区和发展历史较为悠久的汉阳、沌口片区在城镇化水平上仍然具有不小差距。郑州航空港区空间上的活力核心多年来一直局限在富士康及新郑机场区域,高质量区域明显落后,空间的扩张较为低效。

基于此,在未来发展上提出以下建议:

(1)武汉东湖高新区除了产业发展外,应着力打造优质的城市生活软、硬件环境,使高端人才能够在本地稳定定居,达到完全的城市化。

(2)武汉经济技术开发区在之后的规划中可适当将研发、居住、商业、公服等生活性和非制造类功能集中在汉阳、沌口片区,将产业类功能布置在汉南片区,更加充分地释放土地价值,以产业发展带动欠发达区域的城市化。

(3)郑州航空港区在之后的产业发展政策中,可进一步发挥其空港经济特色,培育更加具有根植性的企业,提高产业中服务业的质量和比例,逐步减少对富士康的依赖。

参考文献

- [1] Croft T A. . Nighttime Images of the Earth from Space[Z]. Scientific American, Inc; 1978(239), 86 – 101.
- [2] 韩向娣,周艺,王世新,等. 夜间灯光遥感数据的 GDP 空间化处理方法[J]. 地球信息科学学报, 2012, 14(1): 128 – 136.
- [3] 梁友嘉,徐中民. 基于夜间灯光辐射数据的张掖市甘州区 GDP 空间分布建模[J]. 冰川冻土, 2013, 35(1): 249 – 254.
- [4] Tan M, Li X, Li S, et al. Modeling population density based on nighttime light images and land use data in China[J]. Applied Geography, 2018(90): 239 – 247.
- [5] ELVIDGE C, BAUGH K, HOBSON V, et al. Satellite inventory of human settlements using nocturnal radiation emissions: a contribution for the global toolchest[J]. Global Change Biology, 1997, 3(5): 387 – 395.
- [6] Zhou Y, Smith S J, Elvidge C D, et al. A cluster – based method to map urban area from DMSP/OLS nightlights[J]. Remote Sensing of Environment, 2014(147): 173 – 185.
- [7] Li W, Sun B, Zhao J, et al. Economic performance of spatial structure in Chinese prefecture regions: Evidence from night – time satellite imagery[J]. Habitat International, 2018(76): 29 – 39.
- [8] Long F, Zheng L, Song Z. High – speed rail and urban expansion: An empirical study using a time series of nighttime light satellite data in China[J]. Journal of Transport Geography, 2018(72): 106 – 118.
- [9] Nel · lo O, López J, Martín J, et al. Energy and urban form. The growth of European cities on the basis of night – time brightness[J]. Land Use Policy, 2017(61): 103 – 112.
- [10] Sutton P C. A scale – adjusted measure of “Urban sprawl” using nighttime satellite imagery[J]. Remote Sensing of Environment, 2003, 86(3): 353 – 369.
- [11] HE C S P L. Restoring urbanization process in China in the 1990s by using non – radiance – calibrated DMSP/OLS night – time light imagery and statistical data[J]. Chinese Science Bulletin, 2006, 51(13): 1614 – 1620.
- [12] Henderson M, Yeh E T, Gong P, et al. Validation of urban boundaries derived from global night – time satellite imagery[J]. International Journal of Remote Sensing, 2003, 24(3): 595 – 609.