

城市产业新区空间发展的特征及启示

——基于武汉市的实证研究

崔秉亮 夏南凯

提 要 源自开发区以产业发展为核心目标的城市产业新区是我国城市化进程中城市新区的主干组成部分。在对武汉市三个典型产业新区的城市用地发展进行了全面梳理和数据分析后发现：城市产业新区中的城市用地发展总体可归纳为两类功能空间的独立发展，其生产空间的发展由新区自身发展所主导，而生活空间的发展则实际是由新区所处城市地域的城市功能发展所主导，两者在发展中并不存在着相互关联。基于研究发现，进一步提出引导城市产业新区走向“产城融合”发展路径的政策思考。

关键词 城市产业新区；空间发展；特征；武汉市

中图分类号 TU984 文献标识码 A
DOI 10.16361/j.upf.202105011
文章编号 1000-3363(2021)05-0083-09

Spatial Development Pattern of Urban New Industrial Districts and Its Implications: An Empirical Research Based on Wuhan City

CUI Bingliang, XIA Nankai

Abstract: Most new districts in Chinese cities are urban new industrial districts (UNIDs), which can be traced back to development zones aiming for industrial development. By analyzing the land-use development of three typical UNIDs in Wuhan City, the paper finds that spatial development of UNIDs can be summarized into two independent processes, namely the creation of production spaces dominated by UNIDs' own development and the formation of living spaces driven by development of the whole area in which UNIDs are located. However, there are no correlations between these two processes. Based on these findings, this paper further provides suggestions on the strategies of UNIDs' "industry-city integration".

Keywords: urban new industrial district; spatial development; pattern; Wuhan city

改革开放以来随着我国城市化进程的推进，各级城市都涌现出了大量的城市新区。根据2011年的统计，我国地级市及以上城市中的新区有81.91%都是开发区型（朱孟珏，等，2013a）。而根据2018年的数据，我国副省级及以上城市中的新区有72.41%都是开发区^①。因此，我国城市新区中的主干实际是由开发区发展而来以产业发展为核心目标的城市产业新区。这与西方城市化进程中的新城、新区发展（张捷，等，2005）存在着很大的不同。“因产兴城”是这些城市产业新区的总体发展路径。经过近40年的发展，这些城市产业新区的影响和内涵已经远远超越了早期的开发区概念，在城市发展中具有举足轻重的地位。当前，多数城市产业新区正处于向“产城融合”发展目标（李文彬，等，2012；石忆邵，等，2016；黄建中，等，2017）迈进的关键期，其顺利发展对我国城市化进程的稳步推进具有重大意义。

源自开发区发展体系以产业发展为核心目标的城市产业新区，本质上是通过其差异化的制度供给以实现城市局部区域中产业、经济和城市空间的快速发展。这与其他城市空间发展单元存在着明显不同。学界从其制度（厉无畏，等，2004；钟芳，2007；雷霞，2009）、产业（李耀尧，2011；蔡宇飞，2013）和用地空间发展等方面对这一相对独特的城市空间发展单元进行了大量的研究。其中对于城市产业新区的用地空间发展，早期的研究主要关注于开发区的土地蔓延、用地发展效率以及与主城区相隔离的“飞地”问题（鲍克，2002；王兴平，等，2003；皮黔生，等，2004；栾峰，等，2007；张艳，2008）；而2010年以后则主要从城市规划的范式视角出发，通过与城市用地指标或与综合性新区指标的比对，分析各城市产业新区用地空间发展的不足，由此提出新区“产城融合”发展策略的建议（袁国新，等，2010；王兴平，等，2011；杨

作者简介

崔秉亮，同济大学建筑与城市规划学院，博士生，cblili@126.com

夏南凯，同济大学建筑与城市规划学院，高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室，教授，博导

浩,等,2013;饶传坤,等,2015)。这些研究为认识城市产业新区及其发展历程提供了丰富而详实的总体认知。但对于城市产业新区的空间发展,目前还缺乏较明晰的实证研究认识。即,城市产业新区的用地空间发展究竟具有怎样的特征,是否存在一定的内在逻辑。

由于发展体制和核心目标的特殊性,既有相关理论难以对城市产业新区的用地空间发展进行解释与分析。其中,城市产业新区的土地出让受到其独特政策与制度、产业项目招商与投资等多方面因素的影响,导致其土地市场结构与周边城市空间区域不尽相同,因而土地竞租理论基本无法分析与解释其城市功能用地的空间发展。其次,开发区一直是以产业发展为其核心目标与职能,进入到新区阶段后也始终没有改变,因而既有城市新区乃至城市空间等方面的各类理论、模型在分析其发展时都缺乏切实针对性。由此也可以发现,直接套用既有理论思路以及相应的用地指标体系能否有效地引导城市产业新区走向“产城融合”,显然存在着疑问。而就产业区来看,相关产业空间发展的理论主要关注于产业区的区位、企业类型、政策以及文化特征等对其产业发展的作用(Markusen A, 1996; Amin A, 1999),对产业区自身的用地空间发展则鲜有关注。因此,既有相关理论对分析与研究城市产业新区的用地空间发展总体并不适用。

综合以上,本研究选择从城市产业新区的实践发展历程入手,基于典型案例的实证分析与数据发掘,归纳并解析其城市用地空间发展的总体特征和内在逻辑,由此进一步提出引导其走向“产城融合”发展路径的政策思考。

1 研究数据与方法

1.1 研究案例

根据研究目标,本研究选择武汉市的三个产业新区作为实证研究案例。武汉市的产业新区总体从1990年代初城市边缘的两个小型工业园区起步,经过近30年的发展已形成了主城区外围的三个大型产业新区(图1)。其中,武汉东湖新技术开发区于1991年成立,是我国最早设立的高新技术开发区之一;武汉经

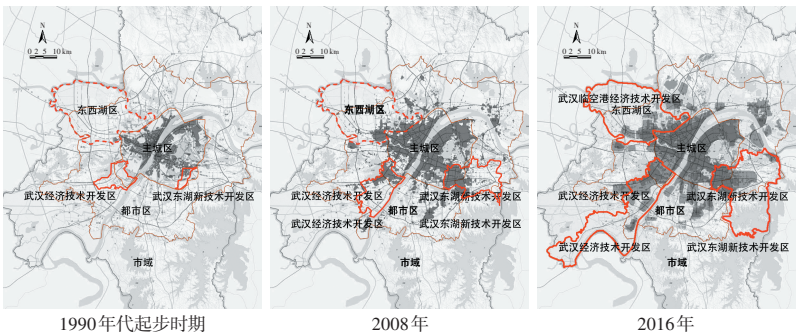


图1 武汉市产业新区空间发展概况

Fig.1 Spatial development outlines of urban new industrial districts in Wuhan city
资料来源:作者绘制。

表1 三个产业新区研究数据概况

Tab.1 Summary of research data

	武汉东湖新技术开发区	武汉经济技术开发区	武汉临空港经济技术开发区
连续数据	2000—2016年武汉市国土部门的供地数据	2006—2016年武汉市国土部门的供地数据	2006—2016年武汉市国土部门的供地数据
截面数据	1993年用地现状图 武汉科技新城总体规划(2000—2010年) 2004年用地现状图 武汉科技新城总体规划(2005—2020年)(修编) 2008年用地现状图 东湖国家自主创新示范区总体规划(2011—2020年) 2015年用地现状图	武汉经济技术开发区总体规划(修编)(1996—2020年) 武汉经济技术开发区总体规划(修订)(2001—2020年) 武汉经济技术开发区扩区选址研究(2005年) 武汉经济技术开发区军山组团分区规划(2007—2027年) 武汉经济技术开发区总体规划(修编)(2013—2020年) 武汉经济开发区(汉南区)一体化规划 2015年用地现状图 武汉市汉南区纱帽城区总体规划(2003—2020年)	2008年用地现状图 2011年用地现状图 2015年用地现状图 武汉市东西湖区(新城组团范围)控制性详细规划导则(2015年)

资料来源:作者整理。

济技术开发区设立于1993年,是我国第二批国家级经济技术开发区之一;而武汉临空港经济技术开发区则是通过“政区合一”于2011年由东西湖区整体升级为国家级经济技术开发区^②。根据1990—2016年的土地出让数据,27年中武汉市约有40%以上的新增城市用地都处于这三个新区中,三者均是武汉市城市空间外拓的主力空间单元。无论是从城市整体发展层面还是各新区的自身发展状况来看,这三个产业新区都具典型代表性。

1.2 研究数据

本研究所收集的城市用地发展历时数据总体可分为两类(表1)。截面性用地空间分布数据主要来自于三个新区各发展时段所编制城市规划中的用地现状图,主要以城市总体(分区)规划为主,时间纵向上覆盖了三个产业新区从创立到2016年的发展时段。连续性用地增长数据主要来自于三个新区2006—2016年

的“已批已供”供地数据。由于武汉东湖新技术开发区在创立时处于主城区边缘,武汉市早期的用地发展相关研究中涵盖有其2000—2005年的供地数据(冯艳,2007;张毅,2010;黄亚平,等,2011),因而可将其数据进一步前推到了2000年。

供地数据为土地管理口径的分类标准,分为工矿仓储用地、交通运输用地、公共管理与公共服务用地、住宅用地、商服用地、其他用地等六个类别。其中,其他用地在各新区的供地数据中几乎为零,因而予以略去。由于城市规划的用地分类更细,而土地管理的这五种用地分类已能较清晰地反映出产业新区中的主要城市功能发展。因此,研究中将用地数据统一转换为土地管理口径。

将三个新区供地数据逐年叠加各阶段的城规现状数据后发现,两者的数值基本吻合。通过顺时序和逆时序两个方向交叉校核后发现三个新区两类数据的

总体吻合度为：武汉东湖新技术开发区 95.27%，武汉经济技术开发区 95.32%，武汉临空港经济技术开发区 94.40%。由于三个新区的逐年供地数据在当年的开工率均达到了 70% 以上，次年累计开工率为 95% 以上。因此，连续性的供地数据具有客观反映各新区城市用地逐年发展动态的能力。

1.3 研究方法

根据研究数据，实证分析中可通过两条研究路径来最大限度地发掘产业新区城市用地空间发展的特征与内在逻辑。首先，基于用地现状图，研究采用城市规划实践中的传统分析方法，提取并串联各发展阶段新区城市用地的空间分布和结构形态特征，以形成对产业新区用地空间发展总体特征的认知。其次，由于城市产业新区发展中的各项作用因素必然会蕴含于其城市用地的连续发展数据中。因而，研究通过深入分析各新区的供地数据以发掘其用地空间发展的内在结构特征，并进一步解析其内在逻辑。

从数据结构的属性来看，各种类型的城市用地本质上是一个多变量集合。连续性供地数据中既可能含有城市用地发展的整体内在结构信息，也可能含有各类用地两两之间的关联信息。因此，根据数据分析方法的内在逻辑与算法的相容性，数据分析中先采用因子分析来发掘各新区城市用地增量数据集的内在数据结构，根据整体数据结构再进一步对各类城市用地发展之间的时序关联进行分析。

在众多数据分析方法中，因子分析主要用于探索多变量数据集的潜在结构，目前广泛应用于各学科研究邻域^③，并包含有多种分析模型和算法（Khattree R, 等, 2000; Johnson R, 等, 2014; SAS Institute, 2016）。由于本研究的目的是发掘产业新区用地发展中客观存在的数据结构，主要是计量分析而非统计推断。因此，研究中选取主成分算法的因子分析（式 1）。同时，由于城市产业新区通常是由小型产业园区逐步成长而来，受管辖区域调整以及相应的可建设用地指标的影响，其城市用地增长值具有较大的阶段性数值差异。如果直接采用逐年

用地增量值进行分析会对各类城市用地发展间关联形态的识别造成信息干扰。因此，研究中选取各类城市用地逐年增量值在其当年增量总值中的占比作为因子分析和时序关联分析中的分析变量。

$$\text{因子模型: } Z = L^T F + \epsilon \quad (1)$$

Z 为产业新区中各类城市用地的增量占比变量集； F 为潜在因子变量集； L 为因子荷载矩阵； ϵ 为残差矩阵。

2 实证研究发现

2.1 产业新区用地空间生长的总体特征

基于产业新区各发展时期用地现状的分析，研究发现城市产业新区的用地空间生长具有基本一致的总体特征。

2.1.1 由单一工业园区逐步迈向大型产业新区的发展路径

尽管三个产业新区的缘起、空间区位和发展历程各不相同，但其发展总体都是由单一且孤立的小型工业园区逐步成长为相对综合且体量巨大的城市产业新区。

其中，武汉东湖新技术开发区从武昌主城区边缘不到 30km² 的工业园，经过 5 次扩区，发展成为了跨越武汉市三个建设强度梯度圈、辖区达 518km²、已建设用地近 100km² 的大型产业新区（图 2）。由于 2000 年扩区时将大量与开发区建设关联不大的已建设区域纳入了辖区中，因而其后的扩区中一直是不断将西部的部分已建设区域划出，并向东部未建设区域拓展，以保障充足的用地发展空间。

武汉经济技术开发区起步于选址在汉阳郊区的二汽总装厂，经过 4 次扩区，同样也发展成为跨越三个梯度圈、辖区达 489.7km²、已建设用地近 100km² 的大型产业新区（图 3）。虽然一直是单纯的增量拓区，但由于 2006 年扩区时所拓展的军山组团地形非常复杂，且 2014 年合并的汉南区中除纱帽组团外基本都被武汉市长江段上游的分蓄洪区所覆盖。因此，武汉经济技术开发区 2006 年以后的用地发展一直较为受限。

与传统的开发区发展历程不同，武汉临空港经济技术开发区是通过“政区合一”由东西湖区整体升级为国家级经济技术开发区，其辖区一直保持稳定。作为毗邻汉口主城区的外围城市分区，东西湖区的用地空间发展一直由与主城

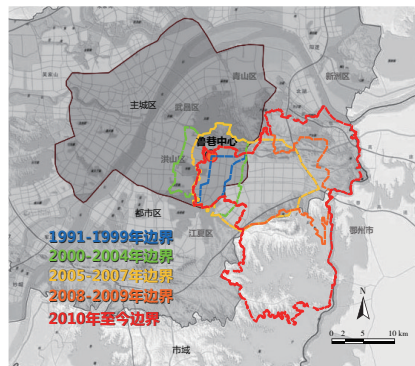


图2 武汉东湖新技术开发区发展历程

Fig.2 The expansion of Wuhan East Lake High-tech Development Zone
资料来源：作者绘制。

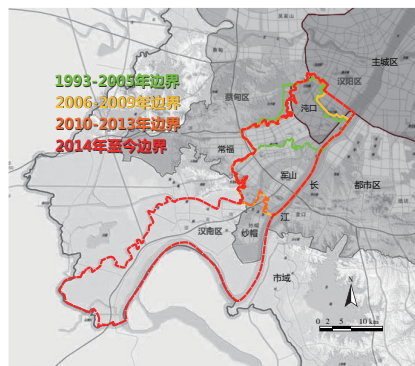


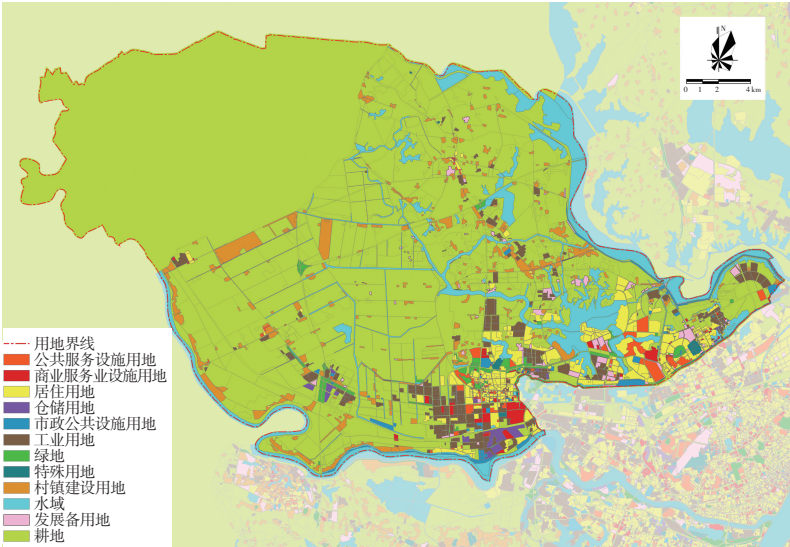
图3 武汉经济技术开发区发展历程

Fig.3 The expansion of Wuhan Economic & Technological Development Zone
资料来源：作者绘制。

互动的东部狭长地带和区内自身市级小型工业园两部分所组成。2011 年升级为国家级开发区后其内部产业园区迅猛发展，5 年左右就已成为了武汉市的第 3 大产业新区，并一直保持着强劲的增长趋势（图 4）。

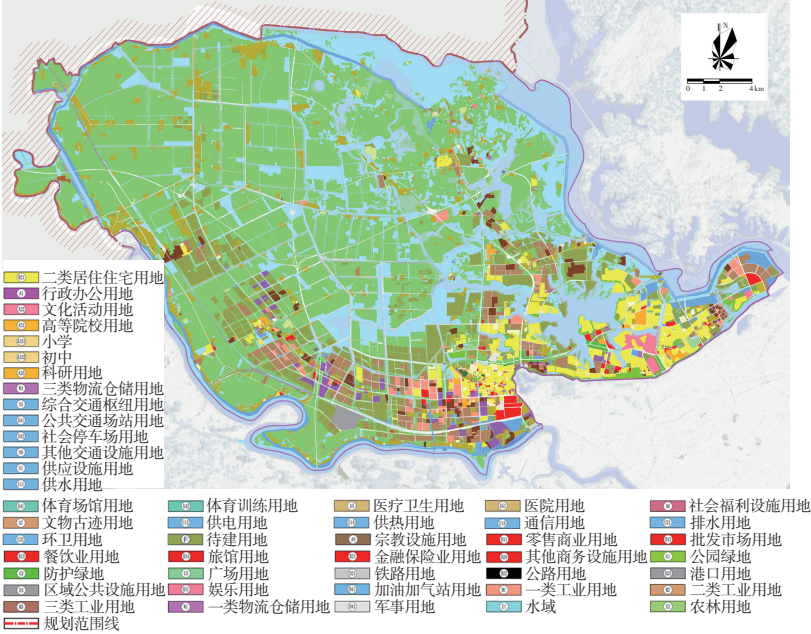
2.1.2 多中心网络状组团结构的用地空间生长构架

从城市产业新区的用地空间生长过程来看，虽然各新区所处的区位和自然环境条件具有较大差异，但多中心网络状组团结构是其较为明晰和一致的用地空间生长构架（图 5、图 6、图 7）。在发展中，产业新区的城市用地均沿着其所在区域的城市主干道连片生长，只有遇到了大山、大水等自然环境阻隔时才会改变生长方向，其用地组团结构本质上都是由区内自然环境的阻隔和大型交通设施的分割所致。随着用地生长，新区各组团的内部均形成了以城市公共服务、商业和居住用地为主体的组团中心。并



2008年用地现状图

资料来源：武汉市城市规划设计研究，2008。



2015年用地现状图

资料来源：武汉市规划研究院. 武汉临空港经济技术开发区（东西湖区）总体规划修编大纲，2016。

图4 武汉临空港经济技术开发区发展历程

Fig.4 The development of Wuhan Airport Economic Development Zone

且研究中还发现，各新区中用地发展与城市规划不一致的少数情况基本都出现在其规划用地布局与该生长构架不相符的地方。

2.1.3 基于公共服务设施服务半径生长的组团中心

对三个产业新区中各组团中心间的空间距离测量后发现，无论是原有中心的进一步发展（鲁巷中心、纱帽中心、金银湖中心、吴家山中心），或是按照城

市规划布局所形成（光谷中心、未来城中心、沌口中心），还是随着发展自然形成的中心（流芳中心、花山中心、常福中心、走马岭中心），其间距基本都在10km左右（表2）^④。并且，越靠近主城区间距越小，反之亦然。这些组团中心在各新区所处城市地域中形成了具有一定等级和能级差别的城市公共服务网络^⑤。因而，各产业新区组团中心的本质是城市公共服务与设施按照服务半径在



图5 武汉东湖新技术开发区城市用地空间生长构架

Fig.5 Land-use expansion structure of Wuhan East Lake High-tech Development Zone

资料来源：作者绘制。

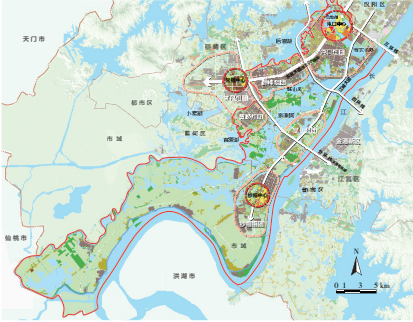


图6 武汉经济技术开发区城市用地空间生长构架

Fig.6 Land-use expansion structure of Wuhan Economic & Technological Development Zone

资料来源：作者绘制。



图7 武汉临空港经济技术开发区城市用地空间生长构架

Fig.7 Land-use expansion structure of Wuhan Airport Economic Development Zone

资料来源：作者绘制。

新区内的逐级生长，并由此吸引了新区生活性用地的空间聚集。

2.2 产业新区用地增长的内在数据结构

对供地数据分析后发现，三个产业新区用地增长数据的集中度都非常高，但三者的内在数据结构完全不同。

表2 各组团中心间的空间距离

Tab.2 Distance between centers in urban new industrial districts

鲁巷中心—花山中心	11.51km
鲁巷中心—光谷中心	10.33km
鲁巷中心—流芳中心	6.74km
光谷中心—花山中心	8.69km
光谷中心—流芳中心	7.84km
光谷中心—未来城中心	9.17km
未来城中心—花山中心	10.56km
沌口中心—常福中心	11.37km
常福中心—纱帽中心	13.81km
金银湖中心—吴家山中心	9.18km
吴家山中心—走马岭中心	11.85km
平均距离	10.10km

资料来源：作者测量。

2.2.1 完全独立的“2因子”结构

根据武汉东湖新技术开发区增量用地占比数据集相关系数矩阵的分解，其2个因子的特征值都远大于1，可以解释5个用地变量86.47%的总体发展特征。采用Promax法（SAS Institute, 2016）对数据空间进行斜交旋转后，分离出了非常明晰的因子结构（表3）。根据因子分数的统计分析，两个因子间的相关系数只有-0.04，且显著性为0.869。这表明存在着两个完全独立的发展因素主导着新区5类城市用地的总体发展。

根据因子主成分变量间的时序关联分析，因子1中的商服用地是由于新区各发展阶段用地增长重心的迁移而导致与工业用地的发展呈负相关，这两类用地发展间并不存在相互作用关联；而公服用地与工业用地间的负相关则是由两者发展中的时序差所引起，分析显示武汉东湖新技术开发区的工业用地增长具有拉动其科研办公用地（公服用地）增长的作用。因子2中的交通用地与住宅用地间的负相关同样是由时序差所引起，根据分析可以确定2008年后新区交通用地的的发展明显促进了其住宅用地的增长。

2.2.2 “3因子”正交结构

根据相关系数矩阵的分解，武汉经济技术开发区用地增长中存在着3个主导因子，3个因子可以解释87.04%的用地增长特征发展。但在分析中无论采用怎样的数据空间旋转方法，都无法将住宅和商服用地从因子1和因子3中分离开（表4）。在3因子正交结构中，工业用地是因子1的绝对主成分变量，住宅和商服用地是次要成分变量；而在因子3中住宅和商服用地则是较为明晰的主成分

表3 武汉东湖新技术开发区用地增长因子结构^①

Tab.3 Factor pattern of land-use growth in Wuhan East Lake High-tech Development Zone

	因子结构（相关系数）		因子模式（标准化系数）		公因子方差
	Factor1	Factor2	Factor1	Factor2	
工矿仓储用地	-0.9550	0.1389	-0.9508	0.0976	0.9216
交通运输用地	0.2466	0.9161	0.2868	0.9286	0.9214
公共管理与公共服务用地	0.8576	-0.1669	0.8520	-0.1299	0.7523
住宅用地	0.3870	-0.8963	0.3488	-0.8812	0.9248
商服用地	0.8538	0.2352	0.8656	0.2727	0.8032
每个因子忽略其他因子后已解释方差			2.5871	1.7451	4.3234

资料来源：作者计算。

表4 武汉经济技术开发区用地增长因子结构

Tab.4 Factor pattern of land-use growth in Wuhan Economic & Technological Development Zone

	因子模式			公因子方差
	Factor1	Factor2	Factor3	
工矿仓储用地	-0.9958	-0.0691	-0.0573	0.9997
交通运输用地	0.1929	0.7077	0.4999	0.7879
公共管理与公共服务用地	0.4495	0.6885	-0.3840	0.8234
住宅用地	0.5648	-0.4812	0.6128	0.9260
商服用地	0.6278	-0.3870	-0.5207	0.8150
每个因子已解释方差	1.9440	1.3608	1.0472	4.3521

资料来源：作者计算。

表5 武汉临空港经济技术开发区用地增长因子结构

Tab.5 Factor pattern of land-use growth in Wuhan airport economic development zone

	因子结构（相关系数）		因子模式（标准化系数）		公因子方差
	Factor1	Factor2	Factor1	Factor2	
工矿仓储用地	-0.8644	-0.2788	0.8776	-0.0365	0.7559
交通运输用地	0.9598	0.0566	-0.9903	-0.1620	0.9455
公共管理与公共服务用地	-0.6805	-0.3229	0.6767	-0.2622	0.4952
住宅用地	-0.2578	-0.8564	0.0702	-0.8513	0.7387
商服用地	0.1793	0.9264	0.0384	0.9226	0.8588
每个因子忽略其他因子后已解释方差			2.2301	1.7768	3.7941

资料来源：作者计算。

变量。细致梳理后发现，由于新区2006年以后的用地增长受限，其每个管辖区域发展周期内采用的都是优先保障工业用地供给的“先生产，后生活”供地模式，由此导致了因子1中工业用地与住宅、商服用地的负相关。因此，新区住宅和商服用地的增长同时受到两个不关联的因素影响，因子1是新区的供地模式而因子3则需进一步分析。3因子正交结构表明，存在三个完全独立的发展因素分别主导着武汉经济技术开发区5类城市用地的总体发展。

根据时序关联分析，因子2中的交通用地的发展对新区公服用地的增长具有促进作用；因子3中住宅用地和商服用地间所呈现的轻微负相关是由于2013年商服用地的异常增长占比所导致，两者实际呈协同增长形态。

2.2.3 基本独立的“2因子”结构

武汉临空港经济技术开发区用地增长中2个因子可以概括其75.88%的数据

信息。通过PROMAX方法所生成的2因子斜交模型能够非常清晰地分离出各因子的主成分变量（表5）。根据因子分数的统计分析，两个因子间的相关系数为0.22，且显著性为0.52。这表明存在着两个基本独立的发展因素主导着新区5类城市用地的总体发展。

根据因子1主成分变量间的时序关联分析，新区工业和公服用地的发展对其交通用地产生了强烈的拉动作用，并且工业用地发展对新区科研办公用地（公服用地）增长同样具有推动作用。而根据因子2主成分变量的时序关联分析，新区中商服用地和住宅用地间并不存在着明确的相互作用关联，两者在因子模型中的负相关是由新区阶段性用地开发重心的转移所导致。

2.3 产业新区用地空间生长的内在逻辑

根据因子结构，研究进一步将三个产业新区各用地增长因子在空间上分离

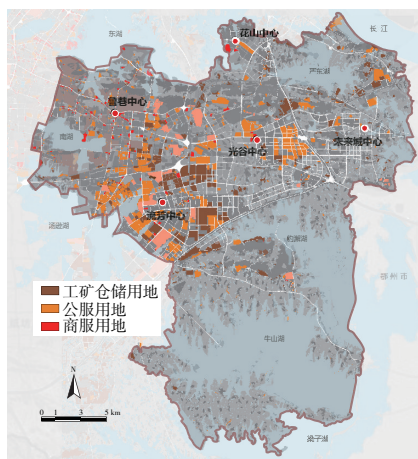


图8 武汉东湖新技术开发区用地增长因子1的空间分布^⑦

Fig.8 Land-use expansion factor 1 of Wuhan East Lake High-Tech Development Zone
资料来源：作者绘制。

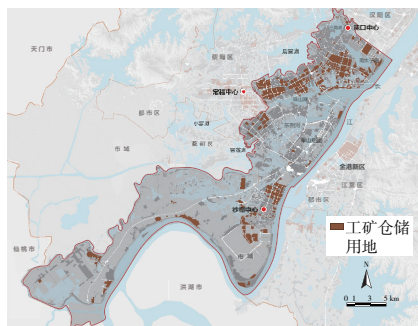


图9 武汉经济技术开发区用地增长因子1的空间分布

Fig.9 Land-use expansion factor 1 of Wuhan Economic & Technological Development Zone
资料来源：作者绘制。

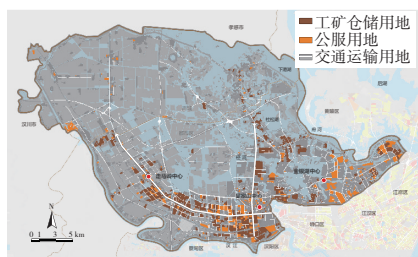


图10 武汉临空港经济技术开发区用地增长因子1的空间分布

Fig.10 Land-use expansion factor 1 of Wuhan Airport Economic Development Zone
资料来源：作者绘制。

以解析其空间发展内涵。分析发现，三者完全不同的内在数据结构所反映的却是完全一致的内在发展逻辑，即，产业新区的用地发展总体是由生产和生活两个相互独立的用地空间生长过程所组成。

2.3.1 由产业新区自身发展所主导的产

业空间生长

三个新区用地增长因子结构中最高特征值因子所反映的都是其产业用地的空间生长过程。

其中，从武汉东湖新技术开发区因子1的空间分布中可以看到，其公服用地与工业用地在各园区中总体呈现为镶嵌咬合形态（图8）。由于武汉东湖新技术开发区中增长的公服用地主要是产业园中的科研、办公用地，并且根据时序分析工业用地的的发展对其公服用地的开发具有促进作用。因而作为新区产业发展用地中的主导，其工业用地和公服用地是随着新区自身产业的发展而成片开发。而新区中的商业用地大部分集中在前期发展中的鲁巷中心附近，其它少量商业用地则基本集聚在各个组团中心。根据时序分析，商业用地的发展与工业和公服用地实际并不关联，实质是随着新区管辖区域的逐步拓展而跳跃生长。因此，因子1所反映的主要是新区产业用地随着新区不断拓展而逐步生长的过程。

其次，将武汉经济技术开发区因子1中的次要成分变量分离后可以看到（图9），新区工业用地大部分连片分布在2006年以前的发展范围内，小部分集中在2014年合并的汉南区纱帽组团内，军山组团受地形条件限制基本没有工业用地，而新区外部的常福与金口区域则在其辐射带动下出现了大片的工业用地增长。因此，因子1所反映的同样也是随着新区不断拓展其产业用地逐步生长的过程。

最后，可以看到武汉临空港经济技术开发区因子1中公服用地的空间分布分为了两部分（图10）：位于东部狭长地带中的主要是体育和医疗等市级大型公共服务项目，基本在2006年以前已落成；位于西侧新区腹地与工业用地镶嵌布局的主要是各产业园中的办公与研发用地，基本是2006年以后的建设。根据时序分析，2006—2016年新区工业用地的的发展对公服用地的增长具有促进作用，并且这两类用地都对新区道路的建设产生了强烈需求。因此，因子1所反映的主要是武汉临空港经济技术开发区内部产业用地的空间发展过程。

2.3.2 由产业新区所处地域城市功能发

展所主导的生活空间生长

尽管由于各自源起状况不同而导致其发展存在着一定差别，但三个新区用地增长因子结构中次级特征值因子所反映的均是新区生活性用地的空间生长过程。

首先，从武汉东湖新技术开发区因子2的空间分布可以看到，新区中的住宅用地呈现出两种空间分布形态（图11）。其中，大部分的住宅用地连片分布在新区前期发展中环南湖沿岸和鲁巷中心区域，小部分的住宅用地则主要集聚在新区后期发展中所形成的各个组团中心附近。由于新区交通用地的发展对住宅用地的增长具有明显促进作用，而该区域一直是武昌片区居住功能东扩的重要组成部分。因此，武汉东湖新技术开发区用地增长因子2所反映的实质是城市居住功能随着新区道路不断东拓而向外延展的空间生长过程。

其次，从武汉经济技术开发区因子3的空间分布可以看到，其住宅用地大部分都处于沌口区域，与新区外部的住宅用地一同环绕着后官湖串联成汉阳主城区外围的大型居住片区，其它少量的住宅用地主要集中于纱帽中心，散布其中的商业用地则主要是为居住区服务的超市和商场（图12）。由于沌口至后官湖区域一直是汉阳片区城市居住功能外拓的重要组成部分，纱帽中心也一直是汉南区的居住聚集地。因此，因子3反映的

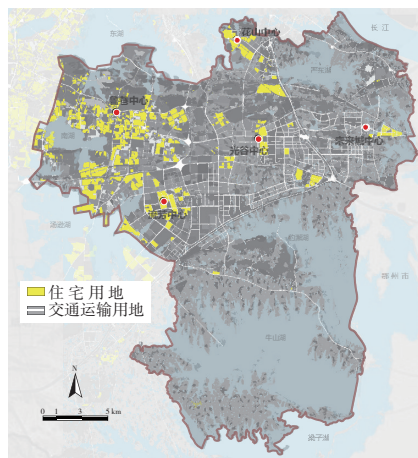


图11 武汉东湖新技术开发区用地增长因子2的空间分布

Fig.11 Land-use expansion factor 2 of Wuhan East Lake High-tech Development Zone
资料来源：作者绘制。

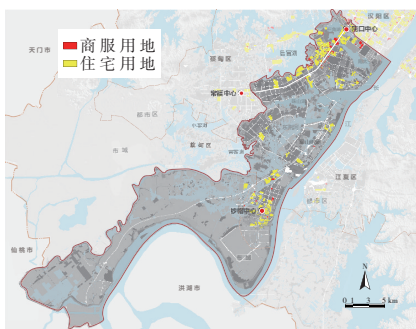


图12 武汉经济技术开发区用地增长因子3的空间分布

Fig.12 Land-use expansion factor 3 of Wuhan Economic & Technological Development Zone
资料来源：作者绘制

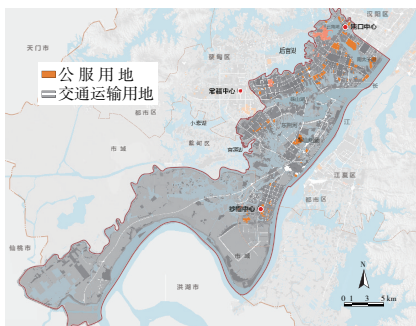


图13 武汉经济技术开发区用地增长因子2的空间分布

Fig.13 Land-use expansion factor 2 of Wuhan Economic & Technological Development Zone
资料来源：作者绘制

实质上是汉阳片区整体城市居住功能的南拓过程。而从因子2的空间分布中可以看到，新区中的公服用地主要集中在沌口中心至常福中心的带状区域内，小部分位于纱帽中心（图13）。由于新区中的公服用地主要是大专院校、医院、体育场馆等市级公共服务设施。并且根据时序关联分析，新区交通用地的发展对公服用地的增长具有明显推动作用。因此，因子2所反映的是市级公共服务设施随着城市道路网的完善在新区中的拓展。

一方面，从两个因子各自主成分用地的性质来看，这两个因子本质上所反映的都是武汉经济技术开发区生活空间的生长过程。另一方面，由于武汉经济技术开发区是在汉阳远郊的未建设区域独立发展而来，其市级的沌口次中心的形成主要依靠发展政策和历次总体规划的扶植与引导。而正交化的因子结构则表明在用地空间实践发展过程中，这实质也是一个独立的发展过程。

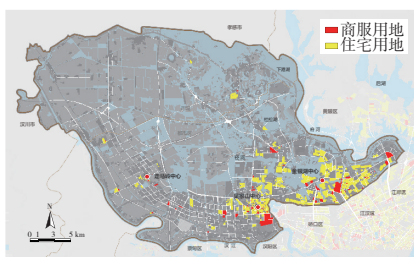


图14 武汉临空港经济技术开发区用地增长因子2的空间分布

Fig.14 Land-use expansion factor 2 of Wuhan Airport Economic Development Zone
资料来源：作者绘制

最后，从图14中可以看到武汉临空港经济技术开发区因子2中的住宅和商服用地总体聚集在新区东部与汉口主城区相邻的区域。由于该区域一直是汉口主城区城市居住及大型商业服务项目外迁的主干区域。因而，因子2所反映的也正是该用地空间发展的独立过程。

3 结论及启示

3.1 城市产业新区功能空间的生长构架

通过本研究可以发现，多中心网络状组团结构的用地空间生长构架是产业新区用地空间发展的外在表征，而增量用地因子结构反映的则是产业新区用地空间发展的内在逻辑。综合归纳两条研究路径的实证研究发现可形成城市产业新区功能空间生长构架的总结（图15）。

产业新区城市用地的空间生长构架总体可以归纳为生活与生产两类功能用地的生长：产业新区的住宅用地均围绕着城市服务设施和商业用地形成了新区生活功能的空间聚集，并按照城市服务设施的服务半径在新区中跳跃生长；在生活空间的外围，产业新区的工业和科研办公等产业用地则沿着城市主干道形成新区生产功能的连续生长。受到自然环境阻隔和大型交通设施的分割最终形成其用地空间生长的组团式结构。

产业新区城市用地增长的内在数据结构表明新区的生活功能和生产功能实质是两个相互独立的空间生长过程：新区生产空间的生长由新区自身发展所主导；而新区生活空间本质上是新区所处地域的城市功能向新区内部的延伸与跳跃。两者在发展中并不存在相互关联。

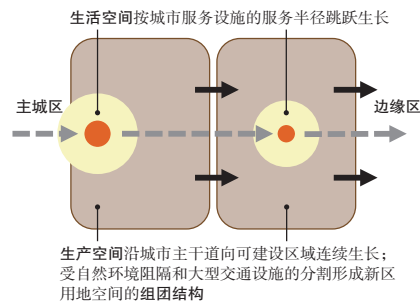


图15 城市产业新区功能空间生长构架示意

Fig.15 Spatial expansion pattern of urban new industrial districts
资料来源：作者绘制

3.2 “产城融合”发展引导的政策启示

虽然“产城融合”是当前多数城市产业新区的既定发展目标。但从本文研究中可以看到，分别代表产业新区“产”与“城”的生产与生活空间在实践发展中实质是两个相互独立的发展进程。单就产业新区自身发展来看，两者更像是“拼合”而非“融合”。结合本文的研究发现，要推进城市产业新区顺利走向“产城融合”，至少应从以下两个方面强化发展政策的引导。

一方面，由于城市产业新区中的生活空间实质是由其所处城市地域的城市功能生长所主导。因此，引导城市产业新区发展时，应从其所处地域乃至整个城市的发展角度来分析和配置新区各项城市服务和用地，并按照其空间生长构架进行规划布局，以完善新区“城”的发展。另一方面，由于目前城市产业新区中的居住建设基本都是市场化的房地产开发。无论是从多数城市产业新区的发展状况还是从产业新区职住平衡等相关研究中（郑国，2007；袁新国，等，2011；王兴平，等，2018）都会发现，当前城市产业新区中的生活人群多数其实并不是其产业人员。这应是其生产与生活性用地在实际发展数据中完全无关联的主要原因之一。因此，要真正实现产业新区的“产城融合”，除了关注新区城市功能的发育与完善外，更应关注新区“人”的融合。在城市产业新区的未来发展中应积极引入公租房、廉租房等政策措施保障新区产业工人和务工人员的生活需求，通过“看得见的手”引导和促进新区生产与生活的融合，提升新区社会经济发展活力。

感谢同济大学建筑与城市规划学院

赵民教授在本文写作过程中的悉心指点；感谢匿名审稿人和编辑老师的修改建议和意见。

注释

- ① 2018年副省级以上城市新区构成比例的数据来源于本研究对所有副省级以上城市的政府及其开发区、新区的网站所作的综合检索。
- ② 虽然东西湖区升级为国家级经济技术开发区的批文是2010年11月16日（《国务院办公厅关于武汉吴家山经济开发区升级为国家级经济技术开发区的复函》国办函[2010]167号），但该政策发挥作用的时间实际应是2011年，因此本研究中以2011年作为武汉临空港经济技术开发区成立的研究时间节点。
- ③ 目前因子分析在城市研究中有少量应用，主要是借鉴社会学中的相关研究方法以探索城市社会空间的时序截面性结构特征（许学强，等，1989；李云，等，2005；付磊，等，2008；袁媛，等，2008），但在城市用地发展分析中鲜有应用。
- ④ 对武汉市都市区范围的各中心进行分析后，发现其空间距离都在10km左右，而主城区范围内的中心则基本在5-7km间距。并且，根据朱孟珏等（2013b）对全国879个城市新区与主城距离的研究，袁新国等（2011）和王兴平等（2011）对长三角16个城市的36个国家级开发区与主城距离的研究以及通勤距离调查，10km左右的距离在我国城市产业新区中具有一定普遍性。
- ⑤ 其中，鲁巷中心和沌口中心都已是市级中心。
- ⑥ 本研究采用数据降维的因子选取标准，按照特征值大于1进行因子选择。其数理内涵是，所选取的每个因子至少可以概括一个以上的变量数据特征（Khattree R，等，2000；Johnson R，等，2014）。因子变量的选取标准按照因子荷载（因子结构）绝对值大于0.7进行选择。其数理内涵是，当因子荷载的绝对值大于0.7时，该因子可以解释原始变量方差的50%以上，即， R^2 大于0.5。这意味着该潜在因素对原始变量的发展具有主导作用。
- ⑦ 为减小武汉东湖新技术开发区前期管辖区域中众多高校对分析的影响，图中将2000年以前就已存在的高校区的颜色弱化，并将2000年以后新建学校的颜色稍微提亮，以便区分。

参考文献 (References)

- [1] AMIN A. An institutional perspective on regional economic development[J]. International Journal of Urban & Regional Research, 2010, 23(2): 365-378.
- [2] 鲍克. 中国开发区研究：入世后开发区微观体制设计[M]. 北京：人民出版社，2002. (BAO Ke, China's development area: an institutional study & design[M]. Beijing: People's Publishing House, 2002.)
- [3] 蔡宇飞. 基于开发区生命周期理论的国家级经开区与高新区发展研究[D]. 华中科技大学博士学位论文，2013. (CAI Yufei. A research of economic developing zones and high-tech zones based on the life-cycle theory of state-level developing zones[D]. The Dissertation for Doctor Degree of Huazhong University of Science and Technology, 2013.)
- [4] 冯艳. 1990年代以来武汉城市土地开发及空间发展规律研究[D]. 华中科技大学硕士学位论文，2007. (FENG Yan. Research on urban land development and the disciplines of urban spatial expansion in Wuhan since 1990s[D]. The Dissertation for Master Degree of Huazhong University of Science and Technology, 2007.)
- [5] 付磊，唐子来. 上海市外来人口社会空间结构演化的特征与趋势[J]. 城市规划学刊，2008(1): 69-76. (FU Lei, TANG Zilai. The social spatial structure of floating population in Shanghai and its evolution since the reform and opening-up[J]. Urban Planning Forum, 2008(1): 69-76.)
- [6] 黄建中，黄亮，周有军. 价值链空间关联视角下的产城融合规划研究——以西宁市南川片区整合规划为例[J]. 城市规划，2017, 41(10): 9-16. (HUANG Jianzhong, HUANG Liang, ZHOU Youjun. Planning of city-industry integration from the perspective of the spatial association of value chain: a case study on the integration planning of Nanchuan area, Xining city[J]. City Planning Review, 2017, 41(10): 9-16.)
- [7] 黄亚平，冯艳，张毅，等. 武汉都市发展区簇群式空间成长过程、机理及规律研究[J]. 城市规划学刊，2011(5): 1-10. (HUANG Yaping, FENG Yan, ZHANG Yi, et al. A research on spatial clusters in Wuhan metropolitan area: growth process, mechanism and developmental characters[J]. Urban Planning Forum, 2011(5): 1-10.)
- [8] JOHNSON R, WICHERN D. Applied multivariate statistical analysis [M]. 6th ed. London: Pearson Education, 2014.
- [9] KHATTREE R, NAIK D. Multivariate data reduction and discrimination with SAS software[M]. Cary: SAS Institute Inc, 2000.
- [10] 雷霞. 我国开发区管理体制问题研究[D]. 山东大学博士学位论文，2009. (LEI Xia. Study on problems of management system in Chinese development zones[D]. The Dissertation for Doctor Degree of Shandong University, 2009.)
- [11] 李文彬，陈浩. 产城融合内涵解析与规划建议[J]. 城市规划学刊，2012(S1): 99-103. (LI Wenbin, CHEN Hao. Analysis of city-industry integration and planning strategies [J]. Urban Planning Forum, 2012(S1): 99-103.)
- [12] 厉无畏，王振. 中国开发区的理论与实践[M]. 上海：上海财经大学出版社，2004. (LI Wuwei, WANG Zhen. Theories and practice of Chinese development zones[M]. Shanghai: Shanghai University of Finance & Economics Press, 2004.)
- [13] 李耀尧. 创新产业集聚与中国开发区产业升级研究[D]. 暨南大学博士学位论文，2011. (LI Yaoyao. Study on innovation industrial agglomeration and industrial upgrading in China's development zone[D]. The Dissertation for Doctor Degree of Jinan University, 2011.)
- [14] 李云，唐子来. 1982—2000年上海市郊区社会空间结构及其演化[J]. 城市规划学刊，2005(6): 27-36. (LI Yun, TANG Zilai. Transformation of social space structure in the suburban areas of Shanghai from 1980 to 2000[J]. Urban Planning Forum, 2005(6): 27-36.)
- [15] 梁峰，何丹，王忆云. 先发地区开发区的局部地段转型发展调查研究——以常州高新技术产业开发区为例[J]. 城市规划学刊，2007(5): 109-113. (LUAN Feng, HE Dan, WANG Yiyun. Study on transformation of certain areas of economic development zone in developed region—a survey of Changzhou hi-tech development zone[J]. Urban Planning Forum, 2007(5): 109-113.)
- [16] MARKUSEN A. Sticky places in slippery space: a typology of industrial districts[J]. Economic Geography, 1996, 72(3): 293-313.
- [17] 皮黔生，王凯. 走出孤岛——中国经济技术开发区概论[M]. 北京：生活读书新知三联书店，2004. (PI Qiansheng, WANG Kai. Step out of isolation: an introduction to the development of economic & technological development zones in China[M]. Beijing: SDK Joint Publishing Company, 2004.)
- [18] 饶传坤，陈巍. 向新城转型背景下的城市开发区空间发展研究——以杭州经济技术开发区为例[J]. 城市规划，2015, 39(4): 43-52. (RAO Chuankun, CHEN Wei. Research on the spatial development of urban development area under the background of its transformation to new town: a case study of Hangzhou economic & technological development area[J]. City Planning Review, 2015, 39(4): 43-52.)
- [19] SAS Institute. SAS/STAT 14.2 user's guide [M]. Cary: SAS Institute Inc, 2016.
- [20] 石忆邵. 产城融合研究：回顾与新探[J]. 城市规划学刊，2016(5): 73-78. (SHI Yishao.

- A research on industry-city integration: review and new exploration[J]. Urban Planning Forum, 2016(5): 73-78.)
- [21] 王兴平, 崔功豪. 中国城市开发区的区位效益规律研究[J]. 城市规划汇刊, 2003(3): 69-73+96. (WANG Xingping, CUI Gonghao. Research on the location benefit disciplinarian of urban industrial districts in China[J]. Urban Planning Forum, 2003(3): 69-73+96.)
- [22] 王兴平, 谢亚, 陈宏胜, 等. 新时期中国开发区流动人口集聚与再流动研究[J]. 城市规划学刊, 2018(2): 29-36. (WANG Xingping, XIE Ya, CHEN Hongsheng, et al. The mobility of floating population in the Chinese development zones under the background of the transition of economy [J]. Urban Planning Forum, 2018(2): 29-36.)
- [23] 王兴平, 袁新国, 朱凯. 开发区再开发路径研究——以南京高新区为例[J]. 现代城市研究, 2011, 26(5): 7-12. (WANG Xingping, YUAN Xinguo, ZHU Kai. Study on ways of re-development of development zones: the case study of Nanjing national new and hi-tech industrial development zone[J]. Modern Urban Research, 2011, 26(5): 7-12.)
- [24] 许学强, 胡华颖, 叶嘉安. 广州市社会空间结构的因子生态分析[J]. 地理学报, 1989(4): 385-399. (XU Xueqiang, HU Huaying, YE H A G O. A factorial ecological study of social spatial structure in Guangzhou[J]. Acta Geographica Sinica, 1989(4): 385-399.)
- [25] 杨浩, 张京祥. 城市开发区空间转型背景下的更新规划探索[J]. 规划师, 2013, 29(1): 29-33. (YANG Hao, ZHANG Jingxiang. Development zone regeneration planning with spatial transition[J]. Planners, 2013, 29(1): 29-33.)
- [26] 袁新国, 王兴平, 滕珊珊, 等. 长三角开发区再开发模式探讨[J]. 城市规划学刊, 2011(6): 77-84. (YUAN Xinguo, WANG Xingping, TENG Shanshan, et al. A discussion on the redevelopment mode of the development zones in the Yangtze River Delta[J]. Urban Planning Forum, 2011(6): 77-84.)
- [27] 袁新国, 王兴平. 边缘城市对我国开发区再开发的借鉴——以宁波经济技术开发区为例[J]. 城市规划学刊, 2010(6): 95-101. (YUAN Xinguo, WANG Xingping. Edge city and its implications on the re-development of development zones: a case study of Ningbo economic-technological development zone[J]. Urban Planning Forum, 2010(6): 95-101.)
- [28] 袁媛, 许学强. 广州市城市贫困空间分布、演变和规划启示[J]. 城市规划学刊, 2008(4): 87-91. (YUAN Yuan, XU Xueqiang. The spatial distribution and evolution of the urban low-income class and its enlightenment to the planning of Guangzhou city [J]. Urban Planning Forum, 2008(4): 87-91.)
- [29] 张捷, 赵民. 新城规划的理论与实践——田园城市思想的世纪演绎[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005. (ZHANG Jie, ZHAO Min. Theories and practice of new town planning: a century evolution of thoughts from Garden Cities[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2005.)
- [30] 张艳. 我国国家级开发区的实践及转型——政策视角的研究[D]. 同济大学博士学位论文, 2008. (ZHANG Yan. The practice & transition of national development zones in China[D]. The Dissertation for Doctor Degree of Tongji University, 2008.)
- [31] 张毅. 武汉都市发展区簇群式空间成长过程及规律研究[D]. 华中科技大学硕士学位论文, 2010. (ZHANG Yi. Research on the process and regular pattern of cluster-type spatial growth in Wuhan metropolitan area [D]. The Dissertation for Master Degree of Huazhong University of Science and Technology, 2010.)
- [32] 郑国. 开发区职住分离问题及解决措施——以北京经济技术开发区为例[J]. 城市问题, 2007(3): 12-15. (ZHENG Guo. The separation of workplace and residence in development zone: a case study of Beijing economic-technological development area[J]. Urban Problems, 2007(3): 12-15.)
- [33] 钟芳. 开发区管理委员会的主体地位研究[J]. 海南大学学报(人文社会科学版), 2007(4): 386-392. (ZHONG Fang. Research on the subject status of management committee of development zone[J]. Humanities & Social Sciences Journal of Hainan University, 2007(4): 386-392.)
- [34] 朱孟珏, 周春山. 我国城市新区开发的管理模式与空间组织研究[J]. 热带地理, 2013a, 33(1): 56-62. (ZHU Mengjue, ZHOU Chunshan. Management mode and spatial organization of new urban district[J]. Tropical Geography, 2013a, 33(1): 56-62.)
- [35] 朱孟珏, 周春山. 从连续式到跳跃式: 转型期我国城市新区空间增长模式[J]. 规划师, 2013b, 29(7): 79-84. (ZHU Mengjue, ZHOU Chunshan. From contiguous to leaping expansion: spatial expansion transition of China's new districts[J]. Planners, 2013b, 29(7): 79-84.)

修回: 2021-08