

基于 GIS 的城镇发展适宜性时空演变特征分析——以湖北省武汉市为例

杨璟旒, 方然 (武汉大学资源与环境科学学院, 湖北武汉 430079)

摘要 利用遥感与 GIS 技术研究城镇发展适宜性时空演变特征, 对提高土地利用综合效益具有重要实用价值。该研究以武汉市为例, 根据遥感影像数据、地形数据以及武汉市历年土地利用现状数据, 采用专家打分法与层次分析法相结合的方法考虑不同评价因子及其权重, 应用 GIS 技术提取评价因子并对单因子进行评分, 进而对各因子进行叠加分析计算综合得分, 据此得到武汉市城镇发展不同等级适宜区的面积, 并分析其时间以及空间的演变特征。研究结果能为土地利用规划、城市规划等提供依据, 尤其是在建设用地的布局与开发方面具有重要的现实意义。

关键词 城镇发展适宜性; 时空演变特征; GIS; 武汉市

中图分类号 S127 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)10-308-03

Analysis of the Spatial-temporal Change of the Urban Development Suitability Based on GIS—A Case Study of Wuhan, Hubei
YANG Jing-ni, FANG Ran (School of Resource and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan, Hubei 430079)

Abstract Using remote sensing and GIS technology to research the spatial-temporal change of the urban development suitability has important practical value to improve the overall efficiency of land use. Taking Wuhan City as an example, remote sensing data, terrain data, and the land use data of Wuhan over the years have been used in this essay. Expert scoring method and AHP method together take different evaluation factors into consideration and confirm its weight. The application of GIS technology has been used to extract and evaluate single factors' scores, and then overlay of each factor to calculate the composite score. As a result, Wuhan urban area has got different levels of development suitability. The spatial-temporal change of the urban development suitability has been analyzed afterwards. The results could provide the basis for land use planning, urban planning, especially those with important practical significance in terms of layout and development of land for construction.

Key words Urban development suitability; Spatial-temporal evolution features; GIS; Wuhan City

我国进入快速城市化发展阶段以来, 城市用地盲目扩张, 不仅造成土地资源浪费, 而且造成城市及其周边地区生态环境的破坏, 如何科学合理地确定城镇建设和保护范围, 成为土地学科研究的重点。我国在“十一五”规划中提出了主体功能区划, 将区域空间划分为重点开发区、优化开发区、限制开发区和禁止开发区; 在城镇区域总体规划中, 将土地空间划分为已建区、适建区、限建区和禁建区^[1]。而遥感技术宏观、快速、准确获取数据的优势, 以及越来越高的分辨率和越来越短的重复观测周期, 正好适应了城市变化快速、结构复杂的特点^[2]。因此, 利用遥感与 GIS 技术研究城镇发展适宜性时空演变特征, 对提高土地利用综合效益具有重要实用价值, 其结果能为土地利用规划、城市规划等提供依据, 尤其是在建设用地的布局与开发方面具有重要的现实意义。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区概况 武汉是湖北省省会, 地处我国腹地中心, 江汉平原东部(113°41'~115°05'E, 29°58'~31°22'N)。世界第三大河长江及其最大支流汉水横贯市境中央, 将武汉一分为三, 形成了武昌、汉口、汉阳 3 镇隔江鼎立的格局。武汉市幅员面积 8 494.41 km², 下辖 7 个中心城区和 6 个远城区, 2013 年常住人口 1 022 万。武汉是中部 6 省唯一的副省级城市, 也是国务院批准的中部地区中心城市, 按照城市常住人口、GDP 总量、建成区面积等指标, 武汉均为中部第一、全国前十的特大城市, 也是世界各大城市人均拥有水量最多的城市。2014 年武汉市实现地区生产总值 10 069.48 亿元, 位列全国所有城市的第八位^[3]。

1.2 数据来源 该研究数据主要来源于遥感影像数据、地形数据以及武汉市历年土地利用现状数据。其中遥感影像数据分别选取 2001、2007 与 2013 年 3 期的 30 m × 30 m Landsat7 ETM 数据, 地形数据选取武汉市 DEM 数据与坡度数据, 同时以武汉市历年土地利用现状数据以及各级路网数据、城市轨道交通网络数据作为参考。3 期 Landsat7 ETM 影像数据采用 5、4、3 三波段进行假彩色合成, 均转换至西安 80 投影坐标系。在 Envi4.8 中对 3 期遥感影像进行空间校正、拼接、裁剪, 采用统一的解译标志(Region of Interest)进行分类, 建立 2001、2007、2013 年 3 个时期的土地利用空间、属性数据库。

1.3 评价指标体系的构建

1.3.1 评价因子的选取。 根据武汉市的自然环境特点以及当前的社会经济发展状况, 结合近年来国内外学者在城镇发展适宜性评价领域的主要研究成果, 将影响武汉市城镇发展的因素分为自然环境因素、区位因素以及生态环境因素 3 大类, 并在每一大类中细分若干因子, 共同构建武汉市城镇发展适宜性评价指标体系。

(1) 自然环境因素。主要选取了坡度和高程 2 大因素。坡度和高程是土地资源固有的 2 个重要环境因子, 对土地利用和土地生产力有直接作用。坡度和高程基本上决定了土地利用方向和利用方式, 从而影响到经济效益和发展潜力。坡度的大小对工程建设的投入、施工难度和城市供水等重要影响。因此, 应该尽量避免在较大坡度区域进行城市建设。

(2) 区位因素。区位适宜度反映新布局建设用地的便利程度, 新增建设用地具有向交通线路以及现状城镇等辐射效应性强的地段集聚的态势。城镇的扩张与现状城镇以及交

作者简介 杨璟旒(1990-), 女, 湖北武汉人, 硕士研究生, 研究方向: 土地利用评价与区域发展。

收稿日期 2015-03-10

通网络的辐射效应直接相关,因此社会经济因素选取与现状城镇的距离、与城市轨道交通线路的距离、与国道的距离、与省道的距离以及与市内主干道距离 5 大因素。

(3)生态环境因素。生态适宜度反映生态用地对城镇建设用地的外部性环境影响程度,建设用地靠近生态用地能获得更多的生态效益。评价中选取了与湖泊、水库、林地、江河的距离等 4 个因子。但是,值得注意的是,生态因子对建设用地的布局也会起到限制性作用,布局新增建设用地不能损害生态效益,所以在水体保护区和自然与人文景观保护区所在的区域,在分级指标量化时将这些区域赋空值(NoData),即作为城镇发展用地适宜性的禁区而存在,以避免分析过程中出现因子叠加后这些区域适宜或部分适宜的现象,保证评价结果的客观现实性^[4]。

1.3.2 权重的确定。城镇发展适宜性评价各因素因子的权重通过层次分析法(AHP)结合专家打分法(Delphi)确立。层次分析法是一种多目标决策方法,基于系统的层次性原理,将复杂的问题分成若干层次,逐步分解比较,把人的主观判断用数量的形式来表达和处理^[5-7]。专家打分法是指彼此相互独立的多名专家通过匿名的方式对同一目标给出意见,经过多轮的意见反馈与修正后综合成基本一致的意见与决策,并以此作为最终的评价结果^[8-11]。

根据各因素因子对于城镇发展适宜性的影响机理,对各因子在不同距离范围的辐射作用进行评分,各因子层适宜性分值介于 0~100,分值越高,单因子在该辐射范围内的城镇发展适宜度越高。评价指标体系与各因子在不同范围内的得分及权重如表 1 所示。

1.4 模型构建与评价 在 ArcGIS9.3 中通过武汉市数字高程模型(DEM)获取高程数据,通过空间分析模块中的坡度提取功能获得坡度数据;将区位因素与生态环境因素中的各因子按指标体系中的距离进行缓冲区分析,通过重分类功能将每一因子层的不同缓冲区域赋值,分别得到 11 个指标的单因子适宜度评价图层。

该研究使用多因子加权叠加的方式得到最终的评价结果。以各单项因子的分析为基础,结合权重值,计算各单项因子的适宜性得分,多因子加权叠加汇总确定城镇发展用地适宜性级别,其综合适宜性评价公式为^[12-14]:

$$S_{ij} = \sum_{m=1}^n w_m \cdot g_{ij(m)}, m = (1, 2, \dots, n)$$

式中, S_{ij} 为第 ij 个格网的综合适宜性分值; $g_{ij(m)}$ 表示第 m 个评价因子在第 ij 个格网的适宜性分值; w_m 为表示第 m 个评价因子的权重。

2 结果与分析

在 ArcGIS9.3 中分别对 11 个因子层进行缓冲区分析,根据指标体系中各评价因子所处区域范围的不同分别赋予 0~100 的分值,生成 11 个单因子评价层,利用栅格计算器(raster calculator)加权叠加各单因子适宜性分级图层,得到综合评价结果,并将其按照适宜性分值划分为 4 个等级:高适宜区、中适宜区、低适宜区、不适宜区。最后将生态与水体保护

区嵌入综合评价图层作为禁止建设的区域,得到 2001、2007、

表 1 城镇发展适宜性评价因素因子体系

因素层及权重	因子层	因子权重	属性	分值
自然环境因素 0.219	坡度//°	0.167	[0,6]	100
			(6,15]	80
			(15,25]	60
			(25,45]	35
			>45	5
	高程//m	0.052	<100	100
			[100,200]	80
			(200,300]	60
			(300,500]	35
			>500	5
			区位因素 0.523	现状城镇用地辐射距离//m
(1 000,2 500]	80			
(2 500,4 500]	65			
(4 500,7 000]	40			
(7 000,12 000]	20			
城市轨道交通线路辐射距离//m	0.088	>12 000		5
		[0,200]		100
		(200,400]		80
		(400,800]		65
		(800,1 500]		40
		(1 500,3 000]		20
国道辐射距离//m	0.076	>3 000	5	
		[0,1 000]	100	
		(1 000,2 000]	80	
		(2 000,3 500]	65	
		(3 500,5 500]	40	
		(5 500,8 000]	20	
省道辐射距离//m	0.083	>8 000	5	
		[0,500]	100	
		(500,1 000]	80	
		(1 000,2 000]	65	
		(2 000,3 500]	40	
		(3 500,6 000]	20	
市内主干道辐射距离//m	0.097	>6 000	5	
		[0,300]	100	
		(300,600]	80	
		(600,1 000]	65	
		(1 000,1 800]	40	
		(1 800,3 000]	20	
生态环境因素 0.258	植被辐射距离//m	0.078	>3 000	5
			[0,200]	100
			(200,500]	85
	长江辐射距离//m	0.079	(500,1 000]	65
			(1 000,1 800]	35
			>1 800	5
普通河流辐射距离//m	0.027	[0,800]	100	
		(800,1 800]	85	
		(1 800,3 500]	65	
		(3 500,7 000]	35	
		>7 000	5	
		(200,400]	85	
湖泊、水库辐射距离//m	0.074	(400,800]	65	
		(800,1 200]	35	
		>1 200	5	
		[0,200]	100	
		(200,500]	85	
		(500,1 000]	65	
			(1 000,1 800]	35
			>1 800	5

2013 年 3 期武汉市城镇发展用地适宜性评价的最终结果(图 1)以及不同级别城镇发展适宜区面积统计表(表 2)。

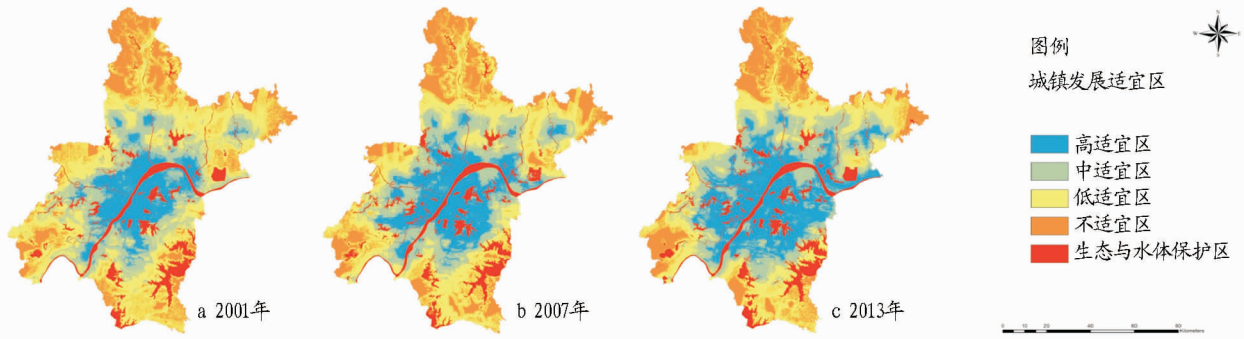


图1 2001、2007、2013年武汉市城镇发展适宜性等级

表2 2001、2007、2013年城镇发展适宜性分级面积统计

年份	高适宜区		中适宜区		低适宜区		不适宜区	
	面积//hm ²	百分比//%	面积//hm ²	百分比//%	面积//hm ²	百分比//%	面积//hm ²	百分比//%
2001	117 087.84	15.09	184 628.52	23.79	307 028.79	39.57	167 190.66	21.55
2007	150 660.36	19.56	183 923.28	23.88	266 749.83	34.64	168 839.73	21.92
2013	204 999.75	26.83	194 975.46	25.52	214 777.98	28.11	149 395.95	19.55

2.1 时间演变特征分析 从表2可以看出,伴随着近十年来武汉市的城市建设和扩张运动,2001~2013年武汉市城镇发展高、中适宜区土地面积总体呈递增趋势,其中高适宜区的面积由2001年的117 087.84 hm²上升到2013年的204 999.75 hm²,增加了75%。新一轮的城市化以及城市人口的爆炸式增长带来了一系列用地需求的增长,特别是带来了交通便利程度的增加,因而低适宜区以及不适宜区总体呈下降趋势,其中低适宜区由2001年的307 028.79 hm²下降到2013年的214 777.98 hm²,下降了30%。同时,2001~2013年中适宜发展地区占总面积的比重并未发生大的改变,仅从23.79%变化到25.52%;而所占比例变化最为明显的就是高适宜区,由15.09%增长到26.83%;低适宜区所占比例则由39.57%大幅下降到28.11%。2001~2013年武汉市城镇土地发展适宜区各类土地面积的变化侧面反映了城市发展所带来的自然环境、生态环境特别是某些地区区位条件的改善,因而使得城镇总体适宜发展的土地面积增加^[15]。

2.2 空间演变特征分析 从图1可以看出,2001年武汉市发展高适宜区主要集中在中心城区以及黄陂和新洲等少数远城区地区。伴随着接下来几年中东湖高新技术开发区以及吴家山经济开发区的成立、武汉经济技术开发区的发展,到了2007和2013年,武汉市发展高适宜区扩展到了蔡甸区、汉南区、东西湖区以及江夏区的部分地区,总体分布呈扩张趋势。而由于城市边缘的生态环境和自然环境的低水平,特别是交通和区位条件的低水平,武汉市城市发展不适宜区主要分布在新洲区的东端、蔡甸区的西端、江夏区的南端以及最黄陂区靠北段。

3 结论与讨论

该研究以武汉市为例,基于2001、2007与2013年3时期遥感数据,从城镇发展适宜性时空演变特征角度进行分析,旨在为城市合理发展提供科学的依据。研究过程中,选择了城镇发展适宜性评价的多个指标,利用GIS技术进行叠加分析,较客观地实现了城镇发展的适宜性评价。结果表明,

2001~2013年武汉市城市化进程发展十分迅速。由于武汉市特殊的地理位置以及多水域的城市城市特征,城镇发展高适宜性地区主要集中在中心城区以及大型水域附近。同时伴随着武汉大举造城,蔡甸区等几个远城区的城镇发展高适宜性地区面积有所增加。

在武汉市的城市建设用地规划过程中应合理考虑该地区的生态适宜性,规划布局应顺应生态系统的自然规律,用地应尽量选择适宜度高的区域,这样才能最大程度地保证城市优良的自然生态环境。在规划城市用地的使用上应将市内生态敏感区和重点保护的作为禁建区,同时应注重保护湿地、植被等自然因子。

该研究选择多个影响因子并利用GIS技术分析了武汉市土地资源的城镇发展适宜性,研究结果具有现实意义。但由于影响城镇发展适宜性评价的因子较多而且地区间差异较大,因此在确定评价因子和权重等方面可能还不够全面和准确。在以后的研究中应进一步完善,以得到更精确的结果。

参考文献

- [1] 李亚奇,席广亮,秦天.基于GIS技术的城镇建设用地适宜性评价研究——以嘉兴市凤桥镇为例[J].海南科学,2010(28):105-107.
- [2] 林恒章.遥感与祖国改革开放同行——中国科学院遥感应用研究所成立与发展回顾[M].北京:中国科学技术出版社,2004:231.
- [3] 武汉市资料.百度百科.[EB/OL].(2015)(2015-02-25)http://baike.baidu.com/link?url=8x1SlwB4yjM7sgje-UCP3UofraqZoWvem3zLz9b6Jy314jARw3NMLYiUnIiwKiB7XZ8YILKaGDwkdubsVDMPre79UuCB6YoAH-6yl-xRF44gNgqLLDlxUEXlQ7yiHok_B-vwl41lRmwMW9lUicvjiMTEHqTJcS59a1ZKf-uclCo6rvE3do_CVc_NlqpA_.
- [4] 张浩,赵智杰.基于GIS的城市建设用地生态适宜性评价研究——综合生态足迹分析与生态系统服务[J].北京大学学报:自然科学版,2011,47(3):531-538.
- [5] AZADNIA A H,SAMAN M Z M,WONG K Y.Sustainable supplier selection and order lot-sizing: an integrated multi-objective decision-making process[J].International Journal of Production Research,2015,53(2):383-408.
- [6] 郑宇,胡业翠,刘彦岭,等.山东省土地适宜性空间分析及其优化配置研究[J].农业工程学报,2005(2):60-65.
- [7] 郭金玉,张忠彬,孙庆云.层次分析法的研究与应用[J].中国安全科学学报,2008(5):148-153.

(下转第373页)

3 鼓励学生到企业实地进行新产品开发课程训练

学生明确选题内容后,可以结合实际情况与企业对接,鼓励学生到选题相关企业进行实地的新产品开发课程训练。在进行课程训练前,学生必须更进一步全面了解企业对新产品的期望和相关要求,明确新产品的定义、类型、目标、做好文献综述和试验设计。主导教师提供新产品开发学习资料、相关产品开发研究文献获取途径和方法,鼓励学生利用学过的知识做好方案设计,积极与企业员工进行技术交流,体验实际企业产品开发全过程。

课堂上的产品开发过程实际上只涉及了产品选题和新产品雏形的过程,但在企业实际作业中,产品开发有一整套流程,包括新产品构思、构思筛选、产品概念的形成和测试、商业分析、新产品研制、市场试销、正式上市等环节^[4-5]。开放式的食品新产品开发教学可以让学生在企业中体验课堂上无法提供的实际产品开发过程,包括不同部门、不同专业人员相互合作探讨产品开发可行性过程;了解管理层面、技术层面、生产层面和销售层面对于新产品开发的要求以及在技术、财力、物力所做的支持工作。由于新产品开发直接面向市场消费群体,因此新产品同时必须符合相关国家标准,包括各项理化指标、微生物指标和保质期要求。

4 设置中期汇报和期末汇报环节

新产品开发课程进行到中期和期末结束时,可邀请相关专家、企业技术人员(技术需求层)、主导教师组成评委会,针对学生已经完成的新产品开发研究内容进行评价和技术指导,与学生进行互动交流,指出产品优缺点,期中汇报可优化实验方案,期末汇报可再次指明产品完善方向,培养学生批判意思、探究精神。期末汇报还应包括新产品展示过程,同时出具相关理化及微生物检测数据,企业根据实际需要可以筛选优秀新产品进行企业中试、市场试销,增强学生开发新产品的成就感,提高学生对食品新产品开发课程的兴趣。

通过开放式食品新产品开发课程的建设,让学生有机会在真实的社会环境中体验新产品开发过程,综合运用大学阶段所学的基础知识和专业知识,积极开拓思路,创造新产品,真正做到学以致用、用以促学、学用相长,真正引导学生主动匹配自身追求和社会需求。

通过开放式食品新产品开发课程的建设,让企业有机会参与到大学高等教育过程中,增强企业与高校的互动。企业可以将对人才的需求灌输到高校教学体系中,促进高校人才培养观念和模式转变,有利于高校教学形式的创新和教学内容的丰富,减少高校专业与实际应用差距。

5 新产品开发中试实验室建设

开放式食品新产品开发课程建设还应包括新产品开发中试实验室建设,新产品开发中试实验室是培养食品专业人才的有利保证。有了中试实验室,就有了工程实践操作物质基础,可以培养学生的工程素质。美国教育界认为随着科技发展,只具有技术知识背景的人是不能掌握现代工程的^[6],要让学生适应社会发展,在课程中培养他们的实践能力和创新能力,必须建设中试实验室。

新产品开发中试实验室作为一个实践工程训练基地,是学校与校外企业、社会的纽带。开放式食品新产品开发教学模式又必将允许新产品开发中试实验室对外开放,允许企业利用高校资源进行产品开发,促进企业加入到新产品开发课程中,使学生有机会学习新知识和运用新知识,使得该课程真正成为一门联系社会的实践训练课,为校企技术交流搭建平台。

新产品中试实验室也是高校技术力量的展现平台,对企业技术发展有促进作用,对企业资金投入教学有促进作用。校企互动的教学模式必将启发学生创新精神,提高学生就业竞争力。

培养学生创新能力和首创精神,提高人才竞争力以适应全球一体化发展趋势,已经成为全球教育界的共识。食品新产品开发课程是一门集合自身所学知识运用于实践开发一个新产品的课程,课程要求具有创新精神,这与世界提倡的教育培养模式不谋而合。美国政府根据 2006 年初提出“美国竞争力计划(American Competitiveness Initiative, ACI)”,2007 年投入 3.8 亿美元加强数理科学教育,突出和强调学生创新能力和首创精神的培养,以适应全球一体化趋势,促进人才竞争力。食品新产品开发课程的开放式教学模式提倡基于实际社会环境的创新精神培养,使得产品开发基于实际需求,促进学生学习兴趣,激发学生创新精神,也必将提高高校毕业生的社会竞争能力。

参考文献

- [1] 林健. 面向“卓越工程师”培养的课程体系和教学内容改革[J]. 高等工程教育研究, 2011(5): 1-9.
- [2] 中华人民共和国教育部. 教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见[J]. 中国高等教育, 2012(11): 20-24.
- [3] 文连奎, 张俊艳. 食品新产品开发[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 65.
- [4] 孟兴. LK 公司功能饮料新产品开发与市场推广策略[D]. 上海: 华东理工大学, 2013.
- [5] 刘静波, 林松毅. 功能食品学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008: 1-2.
- [6] 国家教委工程教育赴美考察团. “回归工程”和美国高等工程教育改革[J]. 中国高等教育, 1996(3): 37-39.
- [7] 陈然. 基于 GIS 的农村土地生态适宜性评价及应用研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2011.
- [8] 徐永辉, 陈文瑞. 土地适宜性评价关键问题探讨[J]. 莆田高等专科学校学报, 2000(3): 23-25.
- [9] YEH D, CHENG C. Recommendation system for popular tourist attractions in Taiwan using Delphi panel and repertory grid techniques[J]. Tourism Management, 2015, 46: 164-176.
- [10] 曹隽隽, 周勇, 叶青清, 等. 基于模糊灰色物元与克里格插值的县级耕地质量分更新方法研究[J]. 经济地理, 2012(11): 131-137.
- [11] 郑宇, 胡业翠, 刘彦随, 等. 山东省土地适宜性空间分析及其优化配置研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(2): 60-65.
- [12] 陈然. 基于 GIS 的农村土地生态适宜性评价及应用研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2011.
- [13] 王翠萍, 刘宝军, 孙景梅, 等. 基于 GIS 的临泽县土地生态适宜性评价[J]. 林业资源管理, 2011(3): 78-82.
- [14] 陈燕飞, 杜鹏飞, 郑筱津. 基于 GIS 的南宁市建设用地生态适宜性评价[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2006, 46(6): 801-804.
- [15] 肖捷颖. 基于 GIS 和 Landsat TM/ETM+ 遥感资料分析的城市土地利用/覆盖变化研究——以石家庄为例[D]. 石家庄: 河北师范大学, 2002.

(上接第 310 页)