

文章编号: 1009-6000(2013)09-0063-07

中图分类号: TU984 文献标识码: B

基金项目: 国家自然科学基金项目 (51178371)。

作者简介: 冯斌 (1985—), 男, 西北师范大学城市与资源学系, 硕士;
陈晓健 (1967—), 女, 西安建筑科技大学建筑学院, 教授, 博士生导师。

石嘴山城市空间扩展的影响因子时空变迁及未来趋势预测

The Factors' Space-time Change and Future Trend Prediction of Urban Spatial Evolution in Shizuishan City

冯斌 陈晓健

FENG Bing CHEN Xiaojian

摘要:

本文立足于宁夏回族自治区石嘴山市的自然基质和转型发展要求, 既着眼于全市域, 又突破行政界限范围, 研究处于复杂发展变动态势下的石嘴山城市用地空间扩展。论文通过对1951-2010年间城市空间扩展影响因子的时空动态模拟以及石嘴山资源枯竭型城市转型进程判定分析, 预测得出适宜于未来2015年和2020年的影响因子时空分布。在此基础上, 借助于“统计产品与服务解决方案”软件、地理信息系统工具以及成本加权距离等数学方法, 对回归预测模型和空间扩散模型进行运算, 预测未来一定时期城市空间扩展的规模与方向, 从城市自身层面提出石嘴山城市空间扩展的趋势导向, 并从宁蒙边界区域层面提出构建两个同城化片区发展的趋势。

关键词:

石嘴山; 空间扩展; 影响因子; GIS

Abstract: This article based on the autonomous region of the nature and the transition development request of Shizuishan in Ningxia Hui autonomous region, researched the city land space expansion in complex development trend. It not only saw from the angle of urban but also broke through the administrative boundary. The paper forecasted the impact factor time and space distribution in the next 2015 years and 2020 years by the dynamic simulating of impact factor of urban spatial expansion and analyzing city transformation determination process of Shizuishan city. On this basis, by "the statistical product and service solution" software, geographic information system tools and cost of the weighted distance and so many mathematical tools, regression forecast model and the spatial diffusion model were calculated, the future of urban spatial extension scale and direction were predicted. The paper put forward urban spatial extension trend oriented from a city's own level and two city of the trend of the development of the area from the boundary regional levels of Ningxia province and Inner Mongolia.

Key words: Shizuishan; spatial evolution; impact factors; GIS

石嘴山市位于宁夏银川平原的北部, 居宁蒙交汇处, 是贯通西北与华北的要塞 (图1)。作为宁夏沿黄城市带北部中心城市, 国家第一批西部地区典型资源枯竭城市之一, 以及宁夏回族自治区循环经济发展和城乡统筹试点城市, 城市空间的转型与重构成为其未来经济社会

良性发展的主要“引擎”。如何促进传统的城市空间重构, 实现城市地域空间的有序生长, 也是其城市全面转型中所面对的主要问题和战略挑战。

1 研究范围及技术路线

本文的研究范围包括时间和空间两

个层面。其中，时间范围为 1951-2020 年，该时间段进一步可划分为两个时期：历史时期（1951-2010）和未来时期（2011-2020）。其中，历史时期的空间扩展主要用于推测未来城市空间扩展的影响因子，未来时期的空间扩展是本文研究的主要时段，笔者对这一时期开展空间模型预测和未来趋势研究，最终提出 2015 年和 2020 年的空间扩展趋势。空间范围为石嘴山市域（平面投影面积 4040km²）。按照 2012 年 1 月开始实施的《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB50137-2011）中的一般规定，用地应按平面投影面积计算。平面投影面积由石嘴山市民政局提供的《石嘴山市行政区划图》（2005 年 6 月绘制）及其比例尺量算得出。

本文关于历史时期空间扩展的影响因子时空分布研究，在于确定未来时期的影响因子及其权重、空间相互关系。在此基础上，就未来时期的空间扩展规模和方向分别运用 SPSS、ArcGIS9.2 等软件平台，辅助完成大量空间数据的统计分析、因子分析、叠加运算等，从而实现空间数据的可视化表达与探索性分析，这也是本文在研究方法上的探索（图 2）。

2 历史时期空间扩展的影响因子时空分布

石嘴山市现辖大武口、惠农两个区和平罗县，惠农区包含原石嘴山城区、园艺镇、尾闸镇、红果子镇，平罗县包括城关镇、姚伏镇等 7 个建制镇。当前城镇空间发展结构是以大武口区 and 惠农区为中心城区，以城关镇、红果子镇和陶乐镇为节点城镇，城市空间结构呈现双中心分散发展，城镇体系已基本成形。

2.1 历史时期空间扩展的过程认知

综合研究石嘴山市建市以来的城市建设变迁与发展，可将石嘴山自 1951 年至 2010 年的空间扩展过程，大致划分为

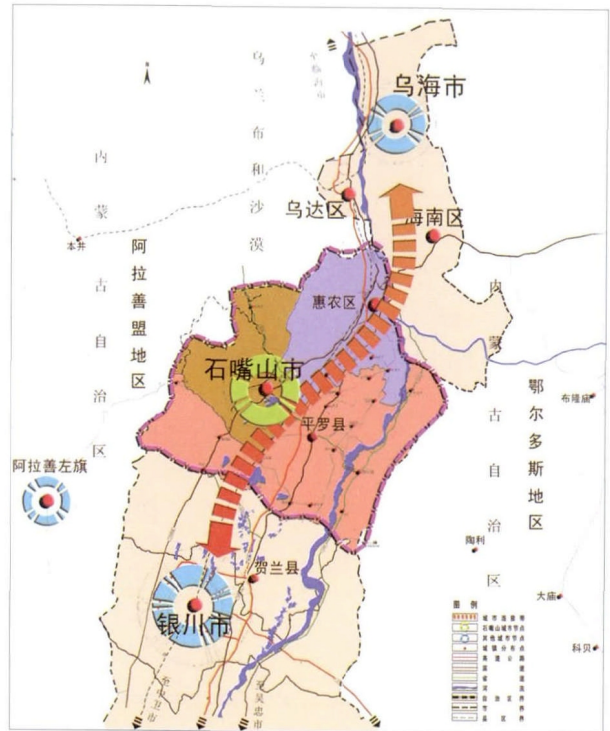


图1 石嘴山区位图

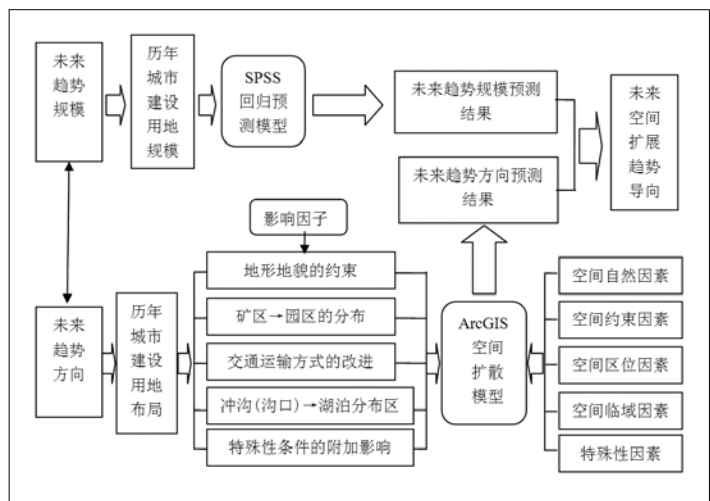


图2 主要内容技术路线图

以下 5 个阶段：工矿型居民点——城市发展的萌芽阶段（1951-1959），城镇空间分布模式为分散、混合的工矿型居民点；工矿型小城镇——城市发展的起步阶段（1960-1969），城镇空间分布模式为依附于各大型矿区，且具有一定规模的多处小城镇；三城并进——城市发展的成长阶段（1970-1975），城市空间分

布形态为盲目、无序、多心扩散的三城格局；大武口崛起——城市发展的入轨阶段（1976-2004），城市空间发展主体为突进式发展的大武口城区；双城发展——城市发展的提升阶段（2005-2010），城市空间形态表现为南北两心并重、共同发展的双城格局。

由于全域城市增长具有高度时空差

异性与突变性的特点,针对研究区在不同时段受到的影响,提出石嘴山城市的空间扩展具有五大方面的时空分布特征:高程与坡度的约束决定城市布局的分布区域,矿区→^①园区的分布牵引城区建设重心的转移,运输方式的改善促进城区重点拓展区的延展与转移,冲沟(沟口)→湖泊分布区吸引城区适宜区的优选,特殊时期附加因素影响城区建设“热点”的分布。

2.2 历史时期空间扩展的影响因子时空分布

本文以历史时期五大特征为依据,确定石嘴山城市空间扩展的影响因子是:高程坡度、矿区→园区因子、交通方式因子(国道→铁路专用线→国道、省道等公路交通→铁路主线货运集散点、高速公路下线口)、沟谷(沟口)→湖泊分布区因子、特殊时期附加因素(行政中心转移、基本农田保护、采煤塌陷区等)(表1、图3、图4)。

3 未来时期空间扩展的影响因子选定及其权重的确定

本文在对大武口城区、惠农城区历史时

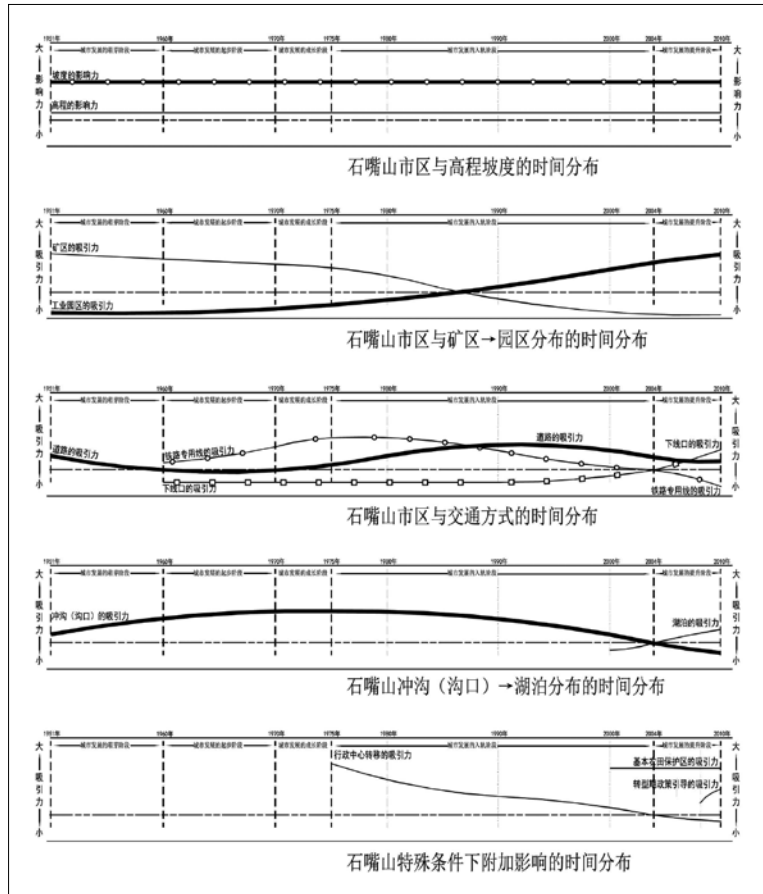


图3 历史时期影响因子的时间分布

表1 历史时期影响因子的时空分布

影响因子	时间分布	空间分布
高程、坡度影响力	属于静态因子。高程分布的影响力相对较弱,坡度分布的影响力却是较强的。	城市布局偏向于地形坡度较小的平原用地分布。
矿区→园区影响力	早期城市建设随着煤炭资源的开发而展开,后来新建城区则依附于煤炭资源的开发和大型工矿企业的选址。再后来城市扩张依赖于工业园区的建设。	居民点由临近矿区向濒临工业区转变,实现空间影响因素的转移。
多种交通因子影响力	铁路专用线吸引力转移为国道、省道等公路交通的吸引力,然后再转移至铁路主线货运集散点、高速公路下线口的吸引力。	早期的城镇为散点状、条带状,后来趋向于点-线结合的空间分布形态。
冲沟(沟口)→湖泊分布区影响力	依附于沟谷或沟口选址是石嘴山城市发展的早期特征。2003年以来,湖泊分布区逐渐成为吸引力最强的区域。	早期城市建设用地主要在冲沟或沟口分布,随着城市的发展,开始转向湖泊分布区蔓延。
特殊时期附加因素影响力	1975年石嘴山行政功能由惠农转移至大武口;1999年以来《基本农田保护法》的影响力持续发挥着重要作用;另外,石嘴山受到转型期政策的影响力逐渐上升。	受行政中心转移的约束将逐渐减少;《基本农田保护条例》受政府控制力度的约束,其影响力具有逐年增长的趋势;采煤塌陷区主要针对惠农区的采煤波及线范围,政府部门控制力度较强;转型期政策的引导影响力表现出一定的阶段性。

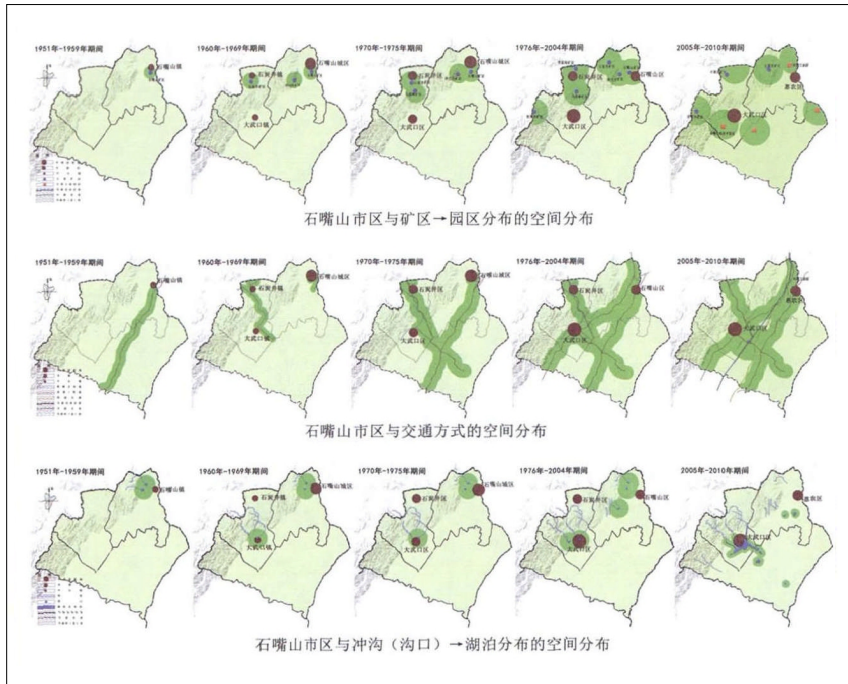


图4 历史时期影响因子的空间分布

期各个影响因子综合分析的基础上,紧密联系近60年以来城市扩展过程中多因子对城市扩展的干预或吸引,认为该城市未来时期主要受到以下因素的影响:地形高程、坡度、工业园区、铁路主线货运集散点、高速公路下道口以及省/国道等公路交通临近区、湖泊临近区等因子。在以上因子的基础上,附加全域土地利用现状、转型期政策引导、基本农田保护区、采煤塌陷区、水域保护区等未来特殊因素。然后,根据历史时期各因子的时间分布规律可以推算出权重。对于特殊性因素由于具有突发性、突变性等特征,在权重预测中采用个案分析的方法确定。例如,转型期政策引导因素,通过对石嘴山资源枯竭型城市转型进程分析,认为基于该因子的未来城市空间扩展将趋于二、三产业共同发展,主要面向工业园区、三产业园以及其它城市功能区的用地扩张。

4 未来时期空间扩展的趋势模型预测

4.1 基于回归预测模型的趋势规模预测

在城市规模预测中,综合考虑城市空间扩展的影响因素,以及数据的可量化性、可获取性与完整性,筛选出城镇人口、地区生产总值和城镇化水平作为自变量,建成区面积为因变量,构建城市空间扩展规模的回归预测模型。基于判定系数 R^2 等检验,就大武口区建立建成区面积与各自变量之间的多元线性回归模型,而惠农区仅用地区生产总值建立一元线性回归模型。

运用综合增长率和人口比例估算大武口城区城镇人口,得到2015年约为30万人,2020年约为36万人。运用自然增长法预测未来地区生产总值,得到大武口区2015年约为150亿元,2020年约为200亿元;惠农区2015年约为130亿元,2020年约为180亿元。根据区域城镇化发展趋势和罗吉斯特表法预测大武口城镇化水平,得到2015年约为

91%,2020年为95%。经计算得出,大武口区2015年建成区面积约为6300 h^2 ,2020年约为7840 h^2 ;惠农区2015年建成区面积约为7850 h^2 ,2020年约为10650 h^2 。

4.2 基于空间扩散模型的趋势方向预测

4.2.1 空间扩散理论的再认识

自从哈格斯特朗开创了空间扩散的研究开始,这一领域的研究发展很快。本文在运用GIS新技术的同时,对石嘴山空间扩散过程的阻力和障碍进行了深入探讨。在因子评价中,根据各项因子对城市空间扩展影响的时空变化,划分为零阻力^②、阻力、不完全障碍、隔离4种情况,以此做到全面剖析石嘴山城市的发展。

笔者认为城市空间扩散模型的运用,不仅要重视阻力的作用,而且要突出障碍和“零阻力”因素的干预。莫里尔(R.Morrill)将障碍分为:可渗透的部分障碍(即不完全障碍)和不可渗透的完全障碍(即形成隔离)。在障碍的组成中,也有一些障碍是不可渗透的完全障碍,这些障碍可能造成扩散的中断,形成隔离。另外,笔者结合石嘴山城市空间扩展的特征,在本文中特别提出“零阻力”的概念。零阻力是指城市用地空间扩展过程中,受某种因素影响而呈现出的无阻力或者微弱阻力的状态。此概念主要用于阐述在城市规划中导致阻力减少到微弱程度,甚至消失的某种特殊因素。该因素大多具有人为性、可变性,在城市空间扩展研究中不可忽视。根据布朗的理论可以认为,正处于发展进程中的中西部地区城市,特别是石嘴山,城市基础设施的建成等行为对创新的扩展是极为重要的因素。基于这一认识,石嘴山未来城市扩展提出了两项零阻力因子。其一,城市周边构建的多个工业园区受

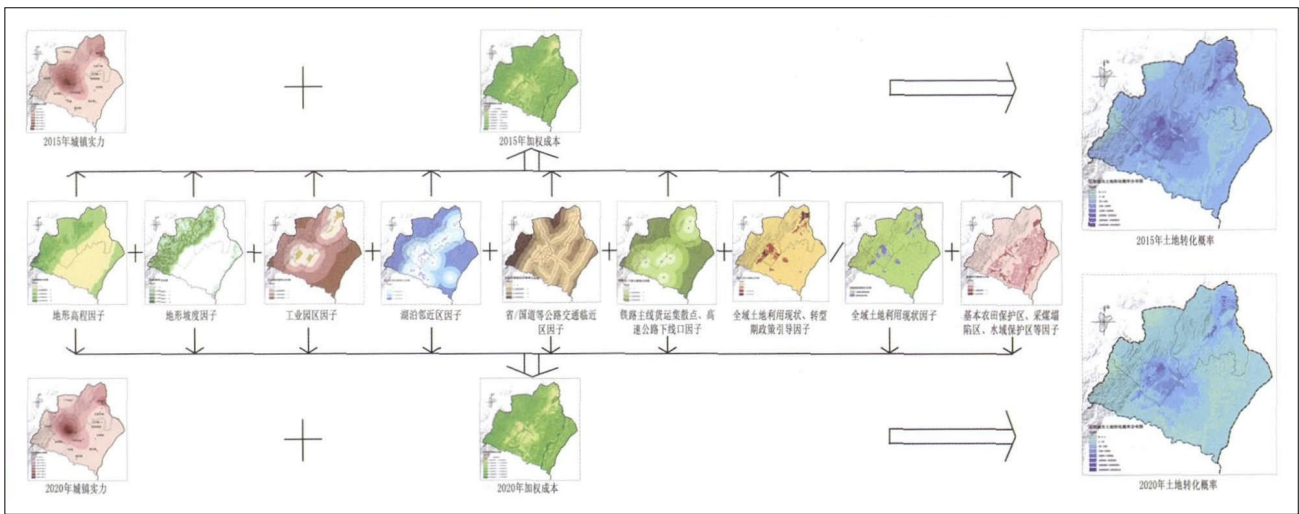


图5 空间扩散模型预测过程

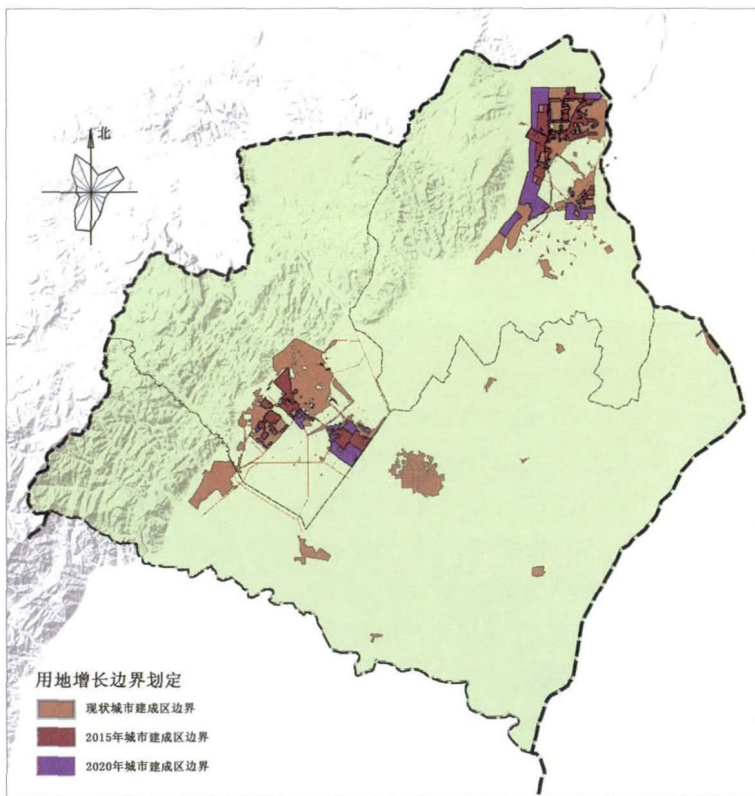


图6 修正模式边界图

到转型期政策的影响，政府通过各种有效政策，鼓励企业进入园区建设，这为园区的大规模建设提供了有力保障。其二，城市空间扩展不仅包括对外的横向伸展，而且应当包括自身内部的竖向提升。现状建设用地范围内不仅拥有良好

的基础设施等成熟的发展环境，而且具备更新与改造的潜力，这一部分在城市空间扩展中大多通过旧城改造、土地置换、开发强度提升等方式实现。

4.2.2 空间扩散模型的应用

借用物理学场强理论，将城市影响

力的大小理解为“场强”的大小，影响力的分布理解为“磁场”的分布。在此处城市空间扩散的研究中，将综合评价确定的城市综合实力作为城市场强的自变量，则对象城镇与其外围的城镇（或居民点）之间的场强可以建立场强模型，计算公式为：

$$S_{ik} = F / d_{ik}^2 \quad (1)$$

（式中： S_{ik} 为*i*城区到*k*点处城镇的场强大小； d_{ik} 为*i*城区到*k*点空间距离长度； F 为*i*城镇综合评价实力值）在场强模型的基础上，为了改进理想状态下的理论模型，这里引用成本加权距离的概念取代公式中的空间距离 d_{ik}^2 。点*k*的加权成本距离 C_k 的公式为：

$$C_k = \sum_{j=1}^n W_j A_{jk} \quad (2)$$

（式中： W_j 为第*j*因子的权重值； A_{jk} 为点*k*第*j*个因子的影响力值； n 为因子总数。）

通过详细地研究石嘴山城市综合评价实力的控制因素，并考虑这些因素数据的可获得性，最终确定选取城镇人口和建成区面积两个影响要素。为了消除这一影响，这里运用几何平均值的计算公式：

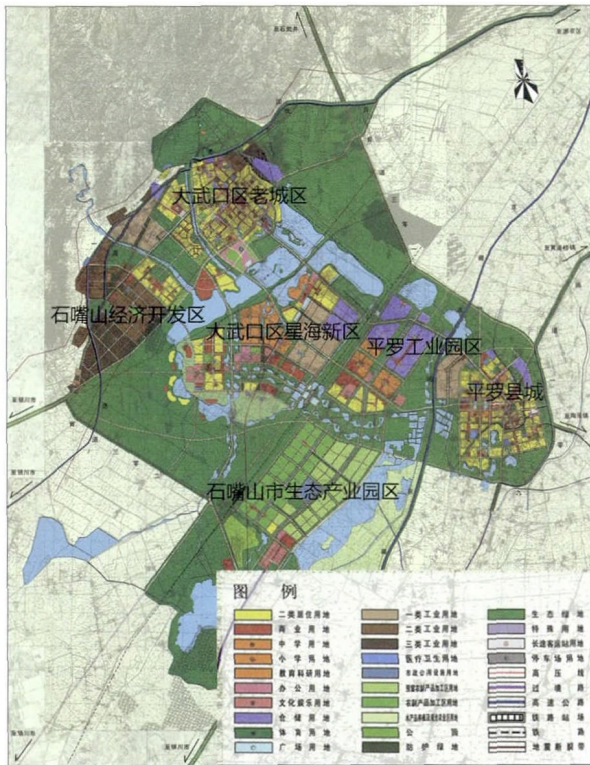


图7 大(大武口)平(平罗)同城化规划布局图
(资料来源:西安建大城市规划设计研究院)

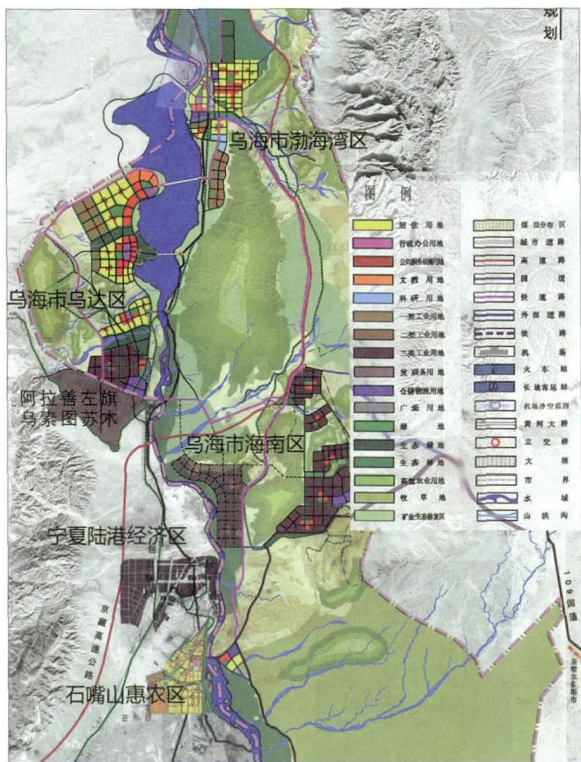


图8 乌(乌海)惠(惠农)同城化规划布局图
(资料来源:根据《乌海市空间发展战略规划》总体用地布局图,笔者补充修改而成)

$$F = \sqrt[n]{X_1 X_2 X_3 \cdots X_n} \quad (n=1, 2, 3, \dots) \quad (3)$$

(式中: F 为城市综合实力值, X_1 、 X_2 、…… X_n 表示各个影响因素。)

由于本文以石嘴山市域平面投影面积(约为 4040km²)作为研究区,在 ArcGIS9.2 空间分析模块下,将单位统一设置为米(m),同时预设建立 100m*100m 的栅格评价单元,这样每一个栅格可以表示约 1hm² 的土地面积。这样,可以将各个影响因子的影响力和城市综合评价实力值转化为空间面图。

在完成各个要素评价工作的前提下,应用 ArcGIS9.2 的 Spatial Analysis 空间分析模块,结合给出的权重值,运用公式(2),选用 Raster Calculator 叠加计算功能,可以得出以下加权影响力面图,以此面图作为城市空间范围内某一城镇到达各城镇的成本加权距离。在以上操作的基础上,结合加权阻力面图和城市综合实力栅格面图,继续采用空间分析模块的 Raster Calculator,按照公式(1),即可得到城市土地转化的概率分布图(图5)。

5 空间扩展的趋势边界划定

在该栅格数的控制下,结合现状用地边界和土地转化概率分布,可以划定出未来用地增长的基准模式边界。由于该基准模式是考虑以上一般和全局影响因素的概念性模式,通常需要结合城市空间扩展模式进行修正。需要说明的是,修正模式仅仅对特殊条件下和局部地带进行调整。本文在基准模式边界的基础上,引入理性城市空间扩展方式,辅以生态安全、城市美学以及其它原理,由此得到 2015 年石嘴山城市空间增长边界:就大武口区而言,东至石嘴山高新开发区,南至西线高速,西至煤机三厂和石嘴山经济开发区,北至大武口森林公园。就惠农区而言,东至滨河大道,南至南二街、静安街以东、南三街以北,西至河滨工业园西边界,北至河滨工业园北边界。2020 年石嘴山城市空间增长边界:就大武口区而言,向南继续拓展至第三水厂沿线。就惠农区而言,向南继续拓展至南三街(图6)。

6 空间扩展的未来趋势判断

根据以上研究表明,大武口城区与平罗县城分布具备较强的空间扩展潜力。惠农区表现出明显外向依赖性,主要趋向于向北扩展。从城市空间分布看,随着石嘴山城镇化水平的不断上升,城市的连片发展成为可能,跨区域跨行政界线的城区之间相互融合是这一区域城市良性发展的主要路径。

基于以上认识,这里可以提出石嘴山城市空间扩展的未

来趋势。从城市自身空间扩展来说,2011-2015年间,逐渐改变双城离散型城市形态,空间扩展主要以“填空补白”的方式实现。到2015年,将形成“大武口-惠农双城紧凑型”城市空间形态,形成“双城并进,南北并重”的空间发展格局。2016-2020年间,两城区内部及其周边用地整合逐渐加强,依托国道强化“轴向串联”,此阶段空间扩展主要以“新区发展”的方式实现。到2020年形成“大武口-惠农:一主一次”的空间发展格局。从宁蒙边界区域空间增长趋势来说,大(大武口)平(平罗)同城化片区(图7)、乌(乌海)惠(惠农)同城化片区(图8)趋势显现并得以强化,形成宁蒙交界地区“双核”共同发展的大区域空间格局。大武口区在实现空间快速增长的同时,宜加强其与平罗县城的协调统

一,密切联系平罗县城,共同构成以大武口区为中心的大武口整体板块。同时,惠农城区在产居分离的要求下,以黄河为纽带,加强与乌海市海南区和乌达区、阿拉善左旗乌素图苏木的空间联系,打造与乌海的城市共同体。

7 结语

本文通过因子动态分析——模型预测——趋势判断城市空间扩展全过程分析,研究了区域尺度城市空间扩展的趋势。通过分析石嘴山建市以来城市空间扩展的时空特征以及未来趋势因子,模拟在多因素共同影响模式下未来城市空间增长的过程。当然本文的研究过程有待进一步深化,模型方法有待进一步完善,以望此类研究思路能够良好地指导城市的地域空间生长。

注释:

- ①“→”表示在时间上因子的影响力发生了转移,由前一种因子转向后一种因子。
②零阻力是指城市用地空间扩展过程中,受某种因素影响而呈现出的毫无限制作用的状态。

参考文献:

- [1] 匡文慧,刘纪远.区域尺度城市增长时空动态模型及其应用[J].地理学报,2011(2):178-188.
[2] 石嘴山城市总体规划(2009-2025)[R].西安建大城市规划设计研究院,2009.
[3] 吴茵,李满春,毛亮.GIS支持的县域城镇体系空间结构定量分析:以浙江省临安市为例[J].地理与地理信息科学,2006(3):73-77.
[4] 许学强,周一星,宁越敏.城市地理学[M].北京:高等教育出版社,1997:148-160.

(上接48页)

除地毯等容易牵绊的装饰,预留轮椅的通道和座位空间;阳台移入洗衣和收纳部分,使得洗、晾、收在阳台都可以完成。

(3) 长寿型老年住宅:卫生间留出最大空间保障单人平卧担架可以进出;厨房空间内将餐桌缩短,保障担架从卧室抬出及旋转空间;卧室内清除不必要的家具,加放护理床和其他辅助康复器械;客厅兼具日常起居和收纳功能;阳台作为洗衣和收纳空间。

4 总结

由于各个阶段的老年人对住宅的需求有所不同,开发一套具有发展性的通用住宅将会成为未来老年住宅的新趋势。通用型老年住宅与其他住宅相比的优势在于:根据老人的生理心理状况和自我护理能力,对老年住宅进行室内设施改善和空间调整,帮助老年人安享幸福晚年。

参考文献

- [1] 中国房产信息集团.老年公寓操作图文全解[M].北京:中国物资出版社,2011.

[2] 柴彦威.中国城市老年人的活动空间[M].北京:科学出版社,2010.

[3] 刘美霞.老年住宅开发和经营模式[M].北京:中国建筑工业出版社,2008.

[4] Arian Mosteadi.老年人居住建筑:应对银发时代的住宅策略[M].北京:机械工业出版社,2008.

[5] 赵晓征.养老设施及老年居住建筑:国内外老年居住建筑导论[M].北京:中国建筑工业出版社,2010.

[6] 高宝真,黄南翼.老龄社会住宅设计[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.