

# 城乡景观复杂度视角下的城乡交错带界限确定

## ——以武汉市为例<sup>1</sup>

黄琦, 王宏志, 顾江<sup>\*</sup>, 曾菊新

(地理过程分析与模拟湖北省重点实验室/华中师范大学城市与环境科学学院, 中国  
湖北 武汉 430079)

**【摘要】:** 以城乡景观复杂度为视角, 构建包含土地利用现状、权属、产业、土地规划在内的城乡属性要素体系, 运用景观复杂度指数, 基于 G-统计量确定城乡地域范围内城乡景观复杂度高值集聚区为城乡交错带空间界限, 对武汉市城乡交错带界限予以空间呈现。研究发现: ①城乡景观复杂度在城乡地域之间呈现“M”型分布, 城乡交错带景观复杂度最高; ②G-统计量确定城乡景观复杂度高值集聚区为城乡交错带空间界限可信度较高; ③城乡交错带是包含自然和人文要素在内的城乡属性要素集合体; ④应发挥城乡交错带空间功能促进城乡融合。

**【关键词】:** 城乡交错带; 景观复杂度; 空间界限; 乡村振兴; 城乡融合

**【中图分类号】:** TU985;S73 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1000 - 8462(2019)10 - 0071 - 07

DOI:10.15957/j.cnki.jjdl.2019.10.010

城乡交错带已成为不可忽视的独立地域单元, 但其范围界限的确定迄今为止仍然没有公认的解决方案。城乡景观复杂度指数越高, 该区域越接近城乡交错带, 可基于城乡景观复杂度识别城乡交错带界限范围。美国地理学家詹姆斯指出, 自然界中没有真正界限分明的“区域”存在<sup>[1]</sup>。城市和乡村之间已形成空间镶嵌的复杂地域系统<sup>[2]</sup>, 已出现城乡要素逐渐过渡、相互作用、相互渗透的城乡交错地带, 其性质既不同于典型的城市, 也不同于典型的农村<sup>[3]</sup>。城乡交错带多元要素交错, 是城乡利益冲突的场所<sup>[4]</sup>, 是城乡要素争夺的竞技场<sup>[5]</sup>, 也是用地矛盾尖锐和社会管理困难的热点研究地区<sup>[6]</sup>。中国已经实施了城乡发展宏观战略, 但是总体成效仍不显著, 而且有些矛盾和问题仍在加剧<sup>[7]</sup>。现阶段, 乡村振兴已上升为国家战略, 引起全社会的关注<sup>[8]</sup>。城乡交错带作为各类冲突矛盾的集聚区, 精准确定城乡交错带空间界限已成为解决这一特殊地域冲突矛盾的前提<sup>[9]</sup>, 对打赢“三大攻坚战”, 防范化解重点区域重大风险尤为重要。

城乡交错带空间界限具有复杂性、动态性与渐变性特征, 划分其空间边界十分困难<sup>[10]</sup>。当前, 已有的城乡交错带空间界定方法有人口密度梯度法<sup>[11]</sup>、遥感技术分析<sup>[12]</sup>、TM 影像突变检测法<sup>[13]</sup>、综合分析方法<sup>[14]</sup>、土地利用信息熵模型<sup>[15]</sup>、建设用地变化<sup>[16]</sup>等, 这些研究多以统计数据为基础, 未形成统一的指标体系, 特别分界阈值的确定存在较多主观经验。有学者认识到“纯城

<sup>1</sup>收稿时间: 2019 - 06 - 09; 修回时间: 2019 - 09 - 02

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41601166); 中央高校基本科研业务费专项资金项目 (CCNU16A05056)

作者简介: 黄琦 (1986—), 男, 湖北安陆人, 博士研究生。主要研究方向为土地利用与信息管理。E-mail: 397730973@qq.com。

<sup>\*</sup>通讯作者: 顾江 (1988—), 男, 江苏南京人, 博士, 副教授, 硕士生导师。主要研究方向为城市地理学。

E-mail: gujiang@mail.ccnu.edu.cn

市”或“纯农村”地域土地利用类型较为单一，以建设用地或农业地为主，其景观紊乱度较低。而城乡交错带土地利用类型多样，其景观紊乱度较高<sup>[17]</sup>。也有学者认为土地利用状况综合反映城市和乡村景观特点，城乡交错带可以利用景观紊乱度指标进行判别<sup>[18]</sup>，但这些研究数据来源主要为土地利用现状图件和遥感影像<sup>[19]</sup>，由于人文空间数据获取难度大，较多研究仅考虑自然景观要素<sup>[20-21]</sup>，仅利用自然要素识别了城乡交错带表征空间，无法体现城乡地域“巨系统”的多要素性和复杂性。

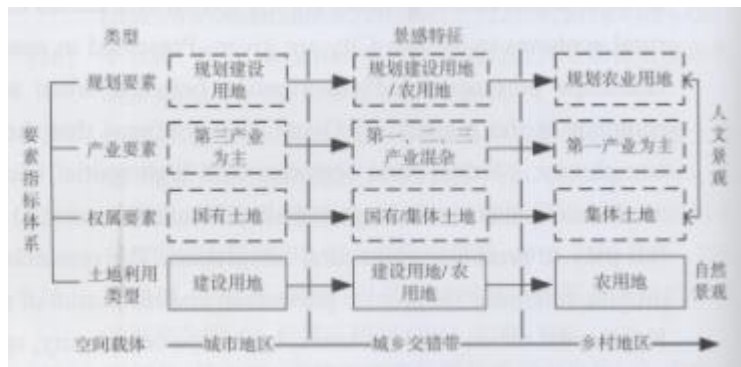
城市和乡村是一个极其复杂的特大系统，包含着生态、经济、社会等多要素。城乡交错带多要素“交错”，意味着多样化数据收集和要素数据融合方法已成为识别城乡景观“交错”的关键。传统的数学方法从数据中寻找和揭示城乡交错带景观多样性并非易事<sup>[22]</sup>，土地利用现状仅是城乡交错带表征要素之一，也存在权属，产业，规划等人文要素“交错”。城乡交错带空间识别必须自然和人文景观兼顾。本文将基于城乡复杂度视角，构建包含自然和人文多元要素体系，运用景观复杂度度量方法，通过G-统计量空间聚簇法识别确定城乡交错带空间界限。

## 1 理论分析与度量方法

### 1.1 城乡“景感”形态

“Landsenses”一词来源景感生态学，其强调将人类融入生态过程来研究人类和生态过程的关系，主张将人的感知纳入到城市生态环境研究中<sup>[21, 23]</sup>。“景感”拓展了人类对景观形态的认识，借鉴“景感”的理念，城乡交错带空间界限的确定，除考虑自然景观多样性特征外，也须将人类感知融入，真实反映城乡交错带景观的复合、多样特性。城乡“景感”分为两类，一类是自然实体景观，如城墙、河流、山脉等地物地貌自然景观；另外一类是人文景观，其受人类活动影响较大，如权属权籍文书、产业规划、土地利用规划等。

城乡交错带是城乡景观要素相互渗透、相互作用形成的独立地域实体<sup>[24]</sup>。城市地区土地利用现状类型(A<sub>i</sub>)以建设用地(A<sub>1</sub>)为主，土地权属(B<sub>i</sub>)以国有土地(B<sub>1</sub>)为主，产业(C<sub>i</sub>)以第三产业(C<sub>3</sub>)为主，位于土地利用总体规划(D<sub>i</sub>)确定的规划建设用地(队)范围内；乡村地区土地利用现状类型以农业用地为主，土地权属(B<sub>i</sub>)以集体土地(B<sub>2</sub>)为主，产业(C<sub>i</sub>)以第一产业(C<sub>1</sub>)为主，位于土地利用总体规划(D<sub>i</sub>)确定的规划农用地(D<sub>2</sub>)范围内；城乡交错带土地利用现状类型(A<sub>i</sub>)为农用地(A<sub>2</sub>)和建设用地(A<sub>1</sub>)“交错”，土地权属(B<sub>i</sub>)为国有(B<sub>1</sub>)和集体土地(B<sub>2</sub>)“交错”，产业(C<sub>i</sub>)为第一(C<sub>1</sub>)、第二(C<sub>2</sub>)、第三(C<sub>3</sub>)“交错”，位于土地利用总体规划(D<sub>i</sub>)边缘区域，规划农用地(D<sub>2</sub>)和建设用地(D<sub>1</sub>)混杂(图1)。



城乡交错带城乡“景感”形态多样，具体形态类型为：A<sub>i</sub>(包含 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>)、B<sub>i</sub>(包含 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>)、C<sub>i</sub>(包含 C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>)、D<sub>i</sub>(包含 D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>)。城乡交错带“景观”复杂程度(A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>、D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>)高于城市地区(A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>、C<sub>3</sub>、D<sub>1</sub>)和乡村地区(A<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>、C<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>)。综上，城乡交错带的城乡景观复杂度高于城市地区和乡村地区，区域城乡景观复杂度可以作为城乡交错带空间界限确定的识别指标。

## 1.2 度量方法

### 1.2.1 城乡景观复杂度的计算

城乡交错带“景感”复杂程度可以运用景观复杂度指数进行辨别<sup>[25]</sup>。根据相关理论假设，城乡景观复杂度指数越高，该区域越接近于城乡交错带，反之，该区域越接近于城市地区或乡村地区。景观复杂度评价指数采用常用的 Shannon 指数。计算公式如下：

$$SHDI = -\sum_{i=1}^m [P_i \cdot \ln(P_i)] \quad (1)$$

式中：SHDI 为 shannon 指数； $P_i$  为景观类型  $i$  所占面积的比例，景观类型  $i$  具体为土地利用现状、土地权属、城乡产业、土地规划； $m$  为景观类型的数目。取值范围：SHDI  $\geq 0$ ，值越大表示景观复杂度越大，该区域越接近城乡交错带。假设城市地区为  $U$ ，乡村地区为  $R$ ，城乡交错带为  $U-R$ ，则存在：

$$SHDI(U-R) > SHDI(U) \quad (2)$$

$$SHDI(U-R) > SHDI(R) \quad (3)$$

### 1.2.2 城乡景观复杂度指标高值集聚区的确定

托布勒地理学第一定律——“任何事物都相关，只是相近的事物关联更紧密”，阐述了距离对于地理现象的影响<sup>[26]</sup>。在空间交互中，随着距离的增长，交互强度相应减弱，这种现象称为距离衰减。统计量(G-statistic)能够检测区分出空间上的高值、低值区域聚集引起的相关。

统计量(G-statistic)用以区分出高值聚簇和低值聚簇，可用于识别不同的空间位置上的高值簇和低值簇<sup>[27]</sup>。整体统计量基于指定的距离，其计算公式为：

$$G_i(d) = \frac{\sum w_{ij}(d) x_i y_j, i \neq j}{\sum x_i y_i} \quad (4)$$

式中： $x_i$  为点  $i$  处值；若  $j$  位于点  $i$  的  $d$  距离范围内，则点  $j$  的值为  $x_j$ ； $w_{ij}(d)$  为空间权重。当  $i$  和  $j$  表示点时，该权重基于某种距离权重(如距离的倒数)；若  $i$  和  $j$  表示多边形时，该权重取值 1 和 0(相邻或者互不相邻的多边形)。其  $Z(G_i)$  得分计算公式：

$$Z(G_i) = \frac{G_i - E(G_i)}{\sqrt{\text{Var}(G_i)}} \quad (5)$$

式中： $E(G_i)$  和  $\text{Var}(G_i)$  为  $G_i$  的数学期望和变异数。如果  $Z(G_i)$  为正，且显著，表示位置  $i$  周围的值相对较高(高于均值)，属于高值空间积聚(热点区)；反之，如果  $Z(G_i)$  为负，且显著，则表明位置  $i$  周围的值相对较低(低于均值)，属于低值空间积聚

(冷点区)。为此，利用 G-统计量可以确定城乡地域范围内城乡景观复杂度指标高低值集聚区。依据上述分析，城乡交错带属城乡景观复杂度指标高值集聚区，可以运用统计量确定城乡交错带空间界限。

## 2 实证分析

### 2.1 研究区概况及数据准备

湖北省省会武汉，全境面积 8 494 km<sup>2</sup>，截至 2016 年末，常住人口 1 076 万，下辖 12 个行政区，3 个国家级开发区，分别是武昌区、江汉区、硚口区、洪山区、江岸区、汉阳区、青山区、黄陂区、江夏区、蔡甸区、新洲区、汉南区和东湖高新区、武汉经济开发区、临空港开发区。

研究数据主要来自武汉市自然资源和规划局，主要包括武汉市土地利用现状(2016 年)、土地利用总体规划(武汉市土地利用总体规划(2006—2020)数据整理得到)、城乡产业(2006—2016 年武汉市土地供应类型和城乡土地利用现状整理得到)、土地权属数据(截至 2016 年武汉市土地所有权登记数据整理得到)。所有数据均采用统一的坐标系统和投影方式，地理坐标系: GCS\_Xian\_1980; 投影: Gauss\_Cruger; 基准面: D\_Xian\_1980。原始数据采用矢量 Shp 格式。采用格网法来确定基本研究单元，在平衡了数据计算量和研究结果精度之后发现，格网尺度选择 500 m×500 m 比较合适，共有 35 770 个网格。

### 2.2 城乡景观复杂度计算结果表达

本文在统一的坐标系统和投影方式下，采用 GIS 软件中 Identity 功能，将 A<sub>i</sub>、B<sub>i</sub>、C<sub>i</sub>、D<sub>i</sub> 要素进行空间叠置，可得到含有多要素的矢量图。之后，根据城乡景观复杂度计算公式，运用 GIS 软件的空间分析功能，对武汉市 35 770 个网格单元城乡景观复杂度予以计算并对数值进行空间呈现，得到基于 500 m×500 m 网格单元的武汉市城乡景观复杂度空间分布(图 2)。

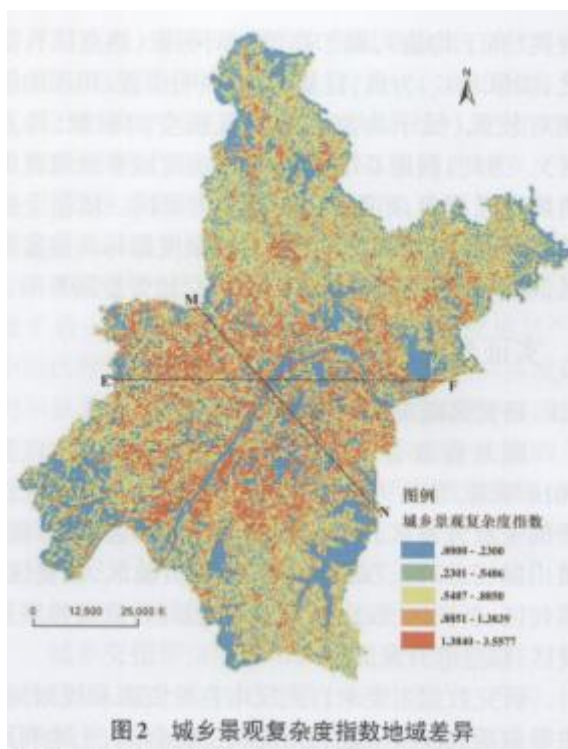
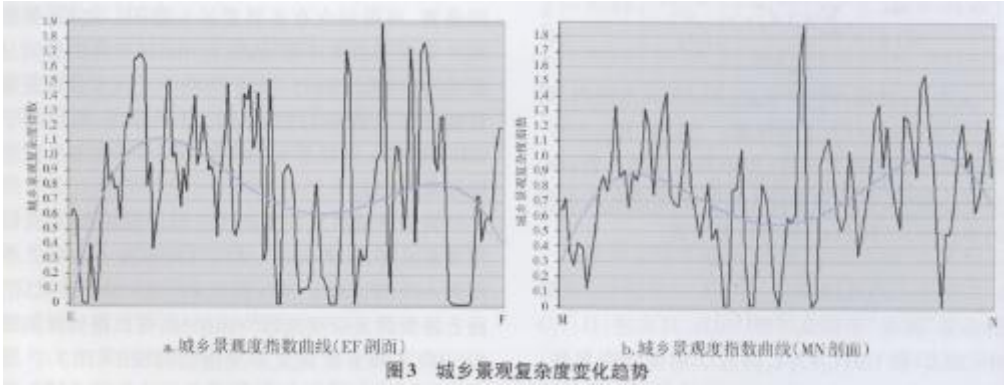


图 2 城乡景观复杂度指数地域差异

为分析城乡景观复杂度空间分布规律，本文以图 2 为底图，从西向东、从西北向东南方向取二条剖面——EF、MN。当以剖

线 EF、MN 为横轴，以剖面上各景观复杂度指数为纵坐标，可以得到在剖面 EF、MN 上城乡景观复杂度指数曲线图（图 3）。当对图 3a、图 3b 添加高阶多项式对城乡景观复杂度变化进行拟合时，所取的 EF、MN 剖线上的城乡景观复杂度在农村→城市→农村的地域空间上拟合曲线呈现出“M”型分布，拟合曲线上存在两个波峰，位于城乡之间的城乡交错地带的城乡景观复杂度较高，而城市地区和乡村地区城乡景观复杂度则相对较低（图 3）。



### 2.3 城乡景观复杂度高低值空间聚类

根据前文分析，运用 GIS 10.3 中空间统计工具，以 500 m×500 m 网格单元对图 2 中 35 770 个网格单元城乡景观复杂程度空间布局进行分析，基于 90%显著水平识别城乡景观复杂度的高值和低值，主要识别具有统计显著性的高值（热点）和低值（冷点）的空间聚类（图 4）。

图 4a 中，Gi\_Bin 字段都会识别统计显著性的热点和冷点。城乡景观复杂度指数冷热点分析结果分为七级，其中深红色置信区间反映置信度为 99% 的统计显著性，浅红色置信区间反映置信度为 95% 的统计显著性，淡红色置信区间反映置信度为 90% 的统计显著性；黄色置信区间中指标要素的聚类则没有统计学意义。与之对应，深蓝、浅蓝、淡蓝分别表示置信度为 99%、95%、90% 的城乡景观复杂度指标低值的空间聚类。

优化热点分析可以使用从输入数据特征中派生的参数来执行热点分析的工具，可对数据进行查询，从而获得产生最佳热点结果的设置<sup>[28]</sup>。为此，本文进一步采用优化热点分析对局部空间格局特征进行探测，识别城乡景观复杂度的空间热点和冷点。利用 GIS 10.3 中优化热点分析功能对 500 m×500 m 网格单元城乡景观复杂程度指数高值积聚区域进行进一步分析，得到优化热点分析结果图 4b。图 4b 可以较为明显辨别城乡景观复杂程度指数高值和低值积聚区域。

### 2.4 武汉市城乡交错带空间界限确定

城乡交错带城乡要素相互渗透，边缘效益明显，自然和人文景观等多要素“交错”，具有显著的过渡性、复杂性特征，城乡景观复杂程度较高，是城乡景观复杂度高值集聚区。根据优化热点分析结果，本文将图 4b 中城乡景观复杂度高值集聚区中置信度超过 99% 以上的区域（深红色区域）确定为城乡交错带空间界限范围。为便于区别，在城乡交错带空间范围上叠加水域后得到武汉市城乡交错带空间界限（图 5）。



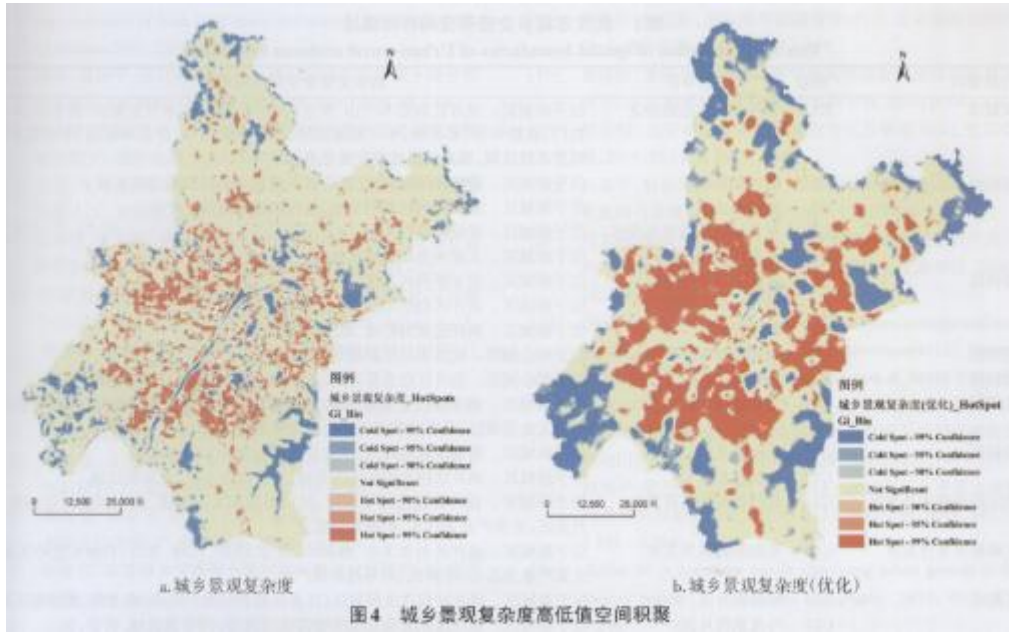


图4 城乡景观复杂度高低值空间积聚

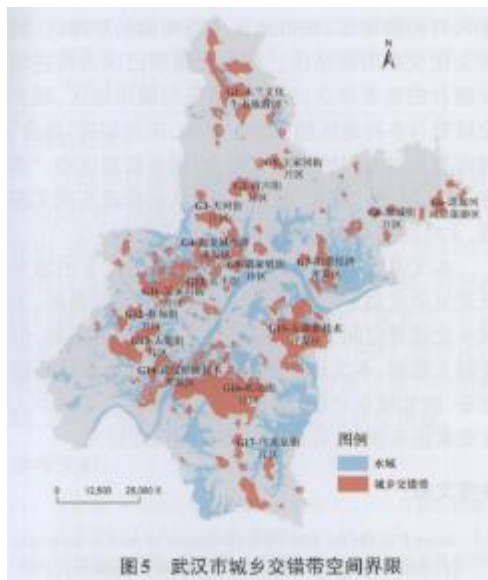


图5 武汉市城乡交错带空间界限

图5中深红色区域为本文确定的武汉市城乡交错带空间界限范围。总体上看，武汉市城乡交错带位于城市中心区(少量位于城市中心，如城中村)边缘，呈现出点带状分布。图5中计算得出的武汉市城乡交错带空间界限主要包含东西湖区吴家山区域、蔡甸区城关镇，武汉经济开发区，东湖高新技术开发区，黄陂区盘龙城开发区，新洲区阳逻经开区等区域(表1)。

从表1可以看出，本文以城乡景观复杂度视角，构建包含S然和人文要素的多要素城乡景观复杂度度量体系，基于统计量确定城乡地域范围内城乡景观复杂度高值集聚区为城乡交错带空间界限，研究方法具有一定的创新性，研究结论与武汉市城乡交错带现状较为契合。

### 3 研究结论及展望

城乡交错带地理位置特殊，是各类矛盾较为尖锐和集中的地区，而精准确定城乡交错带空间界限则是完善该区域综合治理

的前提。城乡交错带是城乡多元要素过渡区域，城乡景观复杂度指数最高。本文基于城乡景观复杂度指数，通过景观复杂度高值集聚，合理划定了武汉市城乡交错带空间界限，研究方法具有一定的创新性，研究结论为精准防范化解城乡交错带重点区域重大风险提供决策参考。

①城乡景观复杂度在城乡地域之间呈现“M”型分布，城乡交错带景观复杂度最高。城乡交错带是城乡自然和人文景观“交错”的地域景观实体。实证分析显示，当基于 500 m×500 m 网格单元尺度进行分析时，武汉市城乡景观复杂度最高值为 3.5577，最低值为 0，平均值为 0.6123，中间值为 0.5976，城乡交错带景观复杂度最高。为此，在合理构建多要素城乡景观指标体系基础上，可基于城乡景观复杂度指数识别城乡交错带空间界限。

②C-统计量确定城乡景观复杂度高值集聚区为城乡交错带空间界限可信度较高。城乡地域是一个连续体，并不存在天然的分界线，为此，城乡交错带空间界限识别无法回避空间界限阈值的确定。而传统的城乡交错带空间界限阈值的确定，主观性强，存在较大的随意性。本文基于相邻相近的空间自相关思想，运用统计量确定城乡地域范围内城乡景观复杂度高值集聚区为城乡交错带空间范围，其城乡交错带空间界限阈值确定较为客观，划定的城乡交错带空间界限可信度更高。

③城乡交错带是包含自然和人文要素在内的城乡属性要素集合体。城乡地域是一个包含社会、经济、政治、文化等多系统的复杂系统。由于城乡交错带空间界限本身的模糊性，已有研究涉及到城乡交错带空间界限识别要素的选取还没有建立统一的标准。但不可否认的是，城乡交错带是城乡多要素的集合体，为此，构建城乡交错带界限识别要素体系既要认识到城乡交错带的城乡双重属性，又要考虑到城乡自然和人文要素集合，才能更真实反映城乡交错带空间界限。

表 1 武汉市城乡交错带空间界限描述

行政辖区	热点	主导区	城乡交错带空间界限描述
黄陂区	G1	木兰文化生态旅游区	位于新城区。该片区包括木兰山、木兰天池、木兰草原、木兰云雾山、锦里沟、木兰古门、农耕年华、木兰湖、木兰玫瑰花园、木兰三台山、木兰花海乐园、木兰花乡等 风景名胜区域，属武汉市旅游发展重点区域
	G2	前川街片区	位于新城区。黄陂区政府驻地，该片区主要包括前川街城关镇区域
	G3	天河街片区	位于新城区。武汉天河机场所在地，依托机场发展临空产业
	G4	盘龙城经济技术开发区	位于新城区。省级经济开发区
	G5	王家河街片区	位于新城区。王家河街城关镇区域
新洲区	G6	道观河风景旅游区	位于新城区。位于新洲区东部
	G7	阳逻经济开发区	位于新城区。该片区包括阳逻街和双柳街区域
	G8	邾城街片区	位于新城区。新洲区政府驻地，城关镇区域
江岸区	G9	谌家矶片区	位于中心城区。武汉市长江新城建设核心区域
轿口区	G10	长丰街片区	位于中心城区。该片区包含易家街、长丰街，存在大量棚户区待拆迁
东西湖区	G11	吴家山街片区	位于新城区。该片区包含吴家山街(区政府驻地)，还包括长青街办、慈惠街办、径河街工业倍增区，是东西湖区工矿企业主要集聚区域
蔡甸区	G12	蔡甸街片区	位于新城区。蔡甸区政府驻地，该片区主要包含城关镇区域
	G13	大集街片区	位于新城区。该片区包含中法生态新城、后官湖生态区、大集街区域
武汉经济技术开发区	G14	武汉经济技术开发区	位于新城区。该片区包含沌阳街道、沌口街道和军山街道，属于国家级经济技术开发区，主导产业为汽车，机械等制造业
东湖新技术开发区	G15	东湖新技术开发区	位于新城区。该片区包含关东、佛祖岭、流芳、滨湖、九峰、花山、豹澥

江夏区	G16	纸坊街片区	和左岭区域， 主要产业为芯片、计算机、AI 等高科技产业 位于新城区。该片区包含大桥新区(江夏区政府驻地)、庙山、藏龙岛、纸坊街区域
	G17	乌龙泉街片区	位于新城区。该片区包含乌龙泉街城关镇以及沿 107 省道区域

④发挥城乡交错带空间功能促进城乡融合。城乡交错带是城乡一体化的承载空间、城乡一体化的重要功能区，乡村转移劳动力就业的吸纳区，外来人口的集聚区、城市地区生态环境的屏障区、城乡文化交融的联络区。城乡交错带已成为推进城乡融合的重要媒介，城乡交错带与城市地区，城乡交错带与乡村地区的“交流”联动，正在加速“缝合”城市和乡村之间的裂缝，“整合”城乡资源优势，“消除”二元壁垒，“凝聚”城乡共识，从而推进实现无阻隔，无歧视的高水平城乡融合。

本文基于自然和人文景观要素融合下的城乡景观复杂度划定了武汉市城乡交错带空间界限，为城乡交错带空间界限确定提供了新的研究思路，但受制于数据，本文建立的城乡景观要素体系还不够完备，诸如城乡户籍、城乡社保、城乡住房等城乡人文要素还未兼顾，有待进一步系统梳理研究。

#### 参考文献:

- [1] James P E. On the origin and persistence of error in geography[J]. Annals of the Association of American Geographers, 1967, 57(1):1 -24.
- [2]张富刚, 刘彦随. 中国区域农村发展动力机制及其发展模式[J]. 地理学报, 2008, 63(2): 115 - 122.
- [3]余强毅, 陈佑启, 许新国. 土地利用科学中的“城乡交错带”概念辨析[J]. 中国土地科学, 2010, 24(8):46-51.
- [4]Masuda J R, Garvin T. Whose heartland? The politics or place in a rural-urban interface [J]. Journal of Rural Studies, 2008,24(2):112-123.
- [5]Mahon M. New populations; shifting expectations: The chang-ing experience of Irish rural space and place [J]. Journal of Ru-ral Studies, 2007, 23(4) : 345 - 356.
- [6]周浩, 雷国平, 张红梅, 等. 土地利用空间关联下城乡结合部边界界定方法研究[J]. 中国土地科学, 2016, 30(6):81 -88.
- [7]刘彦随, 严镔, 王艳飞. 新时期中国城乡发展的主要问题与转型对策[J]. 经济地理, 2016, 36(7):1-8.
- [8]马历, 龙花楼, 戈大专, 等. 中国农区城乡协同发展与乡村振兴途径[J]. 经济地理, 2018, 38(4):37 - 44.
- [9]赵华甫, 朱玉环, 吴克宁, 等. 基于动态指标的城乡交错带边界界定方法研究[J]. 中国土地科学, 2012, 26(9): 60 - 65.
- [10]乔家君, 马玉玲. 基于信息熵的城乡界面时空演化与分异——以河南省巩义市为例[J]. 经济地理, 2016, 36(11): 1 - 7.
- [11]顾朝林, 陈田, 丁金宏, 等. 中国大城市边缘区特性研究[J]. 地理学报, 1993(4):317 - 328.



- 
- [12]李世峰.大城市边缘区地域特征属性界定方法[J].经济地理,2006(3):478-481,486.
- [13]章文波,方修琦,张兰生.利用遥感影像划分城乡过渡带方法的研究[J].遥感学报,1999,3(3):199-202.
- [14]郭爱请,葛京凤,梁彦庆.城乡结合部土地估价探讨——以石家庄市为例[J].资源科学,2004(1):9-13.
- [15]陈佑启.北京城乡交错带土地利用问题与对策研究[J].经济地理,1996,16(4):46-50,40.
- [16]王媛,姜博,初楠臣,等.基于建设用地变化的城市边缘区提取方法与扩张模式研究——以哈尔滨市为例[J].经济地理,2016,36(5):26-32.
- [17]钱建平,周勇,杨信廷.基于遥感和信息熵的城乡结合部范围界定——以荆州市为例[J].长江流域资源与环境,2007(4):451-455.
- [18]程连生,赵红英.北京城市边缘带探讨[J].北京师范大学学报:自然科学版,1995(1):127-133.
- [19]黄海妮,童新华,罗国玮.南宁市城郊结合部地域范围界定研究[J].广西师范学院学报:自然科学版,2008(2):64-67.
- [20]阳文锐.北京城市景观格局时空变化及驱动力[J].生态学报,2015,35(13):4357-4366.
- [21]石龙宇,赵会兵,郑拴宁,等.城乡交错带景观生态规划的基本思路与实现[J].生态学报,2017,37(6):2126-2133.
- [22]岳文泽,徐建华,谈文琦,等.城市景观多样性的空间尺度分析——以上海市外环线以内区域为例[J].生态学报,2005,25(1):122-128.
- [23]Zhao J Z, Liu X, Dong R C, et al. Landsenses ecology and eco-logical planning toward sustainable development [J]. Interna-tional Journal of Sustainable Development & World Ecology, 2015, 23 (4) :293-297.
- [24]陈晓军,张洪业,刘盛和.北京城市边缘区土地用途转换宏观动因机制研究[J].地理科学进展,2003,22(2):149-157.
- [25]刘吉平,赵丹丹,田学智,等.1954—2010年三江平原土地利用景观格局动态变化及驱动力[J].生态学报,2014,34(12):3234-3244.
- [26] Tobler W. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region [J]. Economic Geography, 1970, 46(2): 234-240.
- [27]Anselin L. Local indicators of spatial association-LISA [J].Geographical Analysis ,1995,27(2) :93- 115.
- [28]吕立刚,隋雪艳,汪翔,等.江苏省土地城镇化的空间分异及其主导因素探测[J].人文地理,2018,33(4):88-94,112.