

中小城市土地利用空间结构分析的尺度效应

谢贤健¹, 屈小斌^{1*}, 兰代萍², 胡学华¹

(1. 内江师范学院资源与环境科学学院, 四川 内江 641000; 2. 内江师范学院后勤基建处, 四川 内江 641000)

摘要:以内江市为例,采用土地利用信息图的方法、引入均质度的概念研究了城市土地利用空间结构,在 Arc-Gis9.1 软件技术支持下,选取 5 m×5 m、10 m×10 m、15 m×15 m 3 种不同大小的网格系统,分析内江市城市用地的空间结构变化规律。研究表明:内江市城市土地利用的均质度在 0.86 以上,不同土地利用方式空间展布比较集中;3 种不同大小的网格系统对土地利用均质度的影响有一定差异,在土地利用类型比较复杂,用地比较零碎的地方,网格尺度的变化对土地利用的均质度影响较大;而在土地利用类型单一,某种用地类型为主的区域,网格尺度的变化对土地利用的均质度影响较小。其原因是网格越大,越能掩盖零散分布的细小土地斑块,强化了区域内主要的土地利用类型;相反,随着网格的缩小,小地块的信息就可以逐渐提取出来,提取的土地利用信息变得复杂。

关键词:内江市;土地利用;均质度;空间结构

中图分类号: F293; **文献标识码:** A; **文章编号:** 1004-8227(2011)07-0897-06

近年来,随着我国社会经济的快速发展和城市化进程的加快,城市的土地利用类型越来越多,其结构也越来越复杂。要衡量一个城市的土地利用水平,土地利用效率是一项重要指标,土地利用效率高,往往说明土地配置越合理,土地使用越充分。土地配置的结构效率用于衡量一个城市或者区域土地利用综合优化水平,是土地利用效率的重要方面^[1,2],它可以通过城市土地利用的结构来表达。在国内,对城市土地利用结构的研究大致可以分成两类,一是基于城市土地利用统计资料的土地利用结构研究^[3,4],能够获得研究区的总体数据,但不能反映城市土地利用类型的空间位置属性,因而不足以充分阐释城市土地利用的结构效率。二是利用地理信息系统研究城市土地利用的空间结构变化^[5~7],能够反映各种土地利用类型的空间展布。城市土地利用类型的均质度是衡量其土地利用结构的一个指标,已经在一些城市得以采用以反映城市用地的空间结构^[5,8],但是这些计算没有考虑尺度选取对计算结果的影响,使得不同区域的研究结果缺乏可比性。本文以四川内江市为例,探讨不同网格尺度对中小城市土地利用的影响以及影响方式,其结论对相似地区也具有参考意义。

1 土地利用均质性的描述方法

1.1 均质性和均质地域

所谓均质性,概括地说,是指城市地域在职能分化中表现出来的一种保持等质、排斥质的特性^[8,9]。在均质性能的作用下,城市地域中出现的那些与周围毗邻地域存在明显职能差别的连续地段就是均质地域,如加工生产的工厂区、睡卧起居的住宅区、交换流通的商业区和教学科研的文教区等。均质性和均质地域这两个概念都是动态的、相对的。均质性是在城市地域职能分化过程中表现出来的特性,并非地域本身所固有的职能特征。例如,处在商店街道热闹场所的居民住宅,随时都可能被征购者买去开辟为商店,居民区边的工厂,常常遭到居民的反对和法令政策的限制而被迫搬迁到郊区去发展业务等等。

1.2 均质性的衡量方法

均质地域的均质性是相对的,要衡量相对的程度和均质地域之间在质量上的差异,需给出均质性的定量标准和计算公式。可以运用信息论观点给出均质度计算公式:

$$D = \lambda(1 - H) \quad (1)$$

收稿日期:2010-08-10;修回日期:2010-10-02

基金项目:四川省教育厅青年基金(09ZB035);内江师范学院博士基金(09249)

作者简介:谢贤健(1978~),男,四川省广汉人,讲师,博士,主要从事区域地理、区域可持续发展研究. E-mail: xxj007-14@tom.com

* 通讯作者 E-mail: quxiaobin640709@126.com

式中: D 为均质度; λ 为系数; H 为信息论中的熵。显然, $0 < D < 1$, 当某一地域范围内只有一种职能时, D 取最大值 1, 表示该地域范围均质程度最高或者混乱程度最低; D 值越小则表明地域均质程度越低。

熵是信息论中度量随机事件在某项实验中的不确定程度的概念, 其计算公式为^[10,11]:

$$H(X) = - \sum_{i=1}^n P_i \log P_i \quad (2)$$

式中: $H(X)$ 表示随机变量 X 的熵; P_i 为 X 取 X_i 的概率。

在计算城市土地利用均质度时, 对式(2)做如下变换, 令

$$P_i = W_i / \sum_{i=1}^n W_i \quad (3)$$

式中: W_i 表示均质地域范围内第 i 种土地利用类型的占地面积; n 为该地域范围具有的土地利用类型, 于是得到计算城市土地利用均质度的公式:

$$D = \lambda \left[1 + \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \log \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \right] \quad (4)$$

1.3 土地利用信息图的研究方法

城市土地利用的区域差异同其它地理现象的区域差异一样, 其显著程度由各自区域的中央部位向边缘逐渐减弱。这样, 在两个质地不同的区域之间必然存在着一个过渡带, 各种区域划分在地图上标出的边界线, 都是这个过渡带的抽象表示。确定均质地域的划分方法同样是建立在这种思想之上的。具体步骤如下:

(1) 按照研究对象城市的特点, 建立城市土地利用类型的矢量图形, 包括空间分布及其用地属性; (2) 对土地利用图进行网格化, 建立均质地域方格网, 网格大小的选取是这一步骤的关键问题, 要根据城市的面积、土地利用状况以及土地利用图的比例尺等因素合理选取, 如果网格选取过大, 提取的信息粗糙, 不能反映真实的情况; 同样, 网格选取过小, 不仅工作量浩繁, 土地利用类型空间分布过于破碎, 容易淹没主要的土地利用类型信息; (3) 确定要提取的土地利用类型, 如居住用地, 工业用地, 商业用地等; (4) 根据大比例尺的城市土地利用图件以及其他实测资料, 结合实地勘察, 确定每个方格的主要用地类型倾向, 得到土地利用信息图。一个网格内可能包含几种土地利用类型, 要确定主要的用地类型有不同的方法, 例如面积占优法、面积加权法等。为计算

方便, 本文采用比较简单的面积占优法来确定每个网格的用地属性; (5) 土地利用信息图分解, 得出各单项土地类型的信息图; (6) 根据各种单项土地利用的信息图中方格的空间分布情况, 勾勒出均质地域的边界。必要时可结合地形地物、行政区划、历史过程等具体情况加以修正, 画出各种职能的均质地域图, 在此均质地域内进行均质度计算。

2 尺度对土地利用均质度的影响

2.1 研究区域和数据

内江地处四川盆地中南部, 居沱江中游, 地跨东经 $104^{\circ}14' \sim 105^{\circ}26'$, 北纬 $29^{\circ}5' \sim 30^{\circ}2'$ 。全市幅员面积 $4\,386\text{ km}^2$, 耕地 16.36 万 hm^2 。内江市为四川省人民政府直接管辖的地级市, 下辖市中区、东兴区、资中县、隆昌县、威远县, 共 3 县 2 区、87 个镇、24 个乡, 2009 年末总人口 423.8 万人, 其中主城区人口 34.17 万人。

内江地处成渝两个大城市之间, 是西南各省交通的重要交汇点。内江境内以纵贯全市的成渝铁路、成渝高速公路、成渝公路和沱江航道为主通道, 在这条交通运输主道上, 还有国、省通讯和电力线路依次交织同行排布。因此, 内江成为四川省内交通流量最大、最具现代水平的主动脉, 是四川盆地交通大动脉的中点, 扼川东、川南出入的门户, 区位优势十分突出。在市场经济不断发展的过程之中, 已经初步形成了城乡并重, 内外并举的商贸流通格局, 成为成渝经济区中的交通与物流中心之一, 被列入四川省规划建设的九大城市之一。

本研究的数据采用 2009 年内江市各个地块的红线图, 比例尺为 1:500, 共计 400 个地块。在 Arc-Gis9.1 软件技术支持下, 数字化土地利用图, 得到内江市城市土地利用分布图, 共 9 种土地利用类型, 如图 1 所示。每种土地利用类型的面积及其比例见表 1。

由图 1 和表 1 可知, 内江市主要的城市用地为未达到供地条件的土地(未具备基本建设项目开工的前提条件, 具体指内江市城市建设用地当中国有和集体土地未达到水通、电通、路通和场地平整的建设用地), 住宅用地, 街巷用地, 其他土地利用方式相对较少, 说明内江市城市土地利用方式相对比较简单。从空间分布上来看, 住宅用地主要分布在沱江以北的新建城区和老城区以东的地区; 街巷用地分布较均匀; 未达到供地条件的土地主要分布在郊区,

并零星镶嵌分布在各种土地利用方式之中;工矿仓储用地全部分布在老城区,且集中在老城区西北部;

其他公共管理与公共服务用地零星分布于住宅用地附近。

表 1 2009 年内江市城市不同土地利用类型面积及其比例

Tab. 1 Land Use Patterns and Its Percentage of Neijiang Urban in 2009

土地利用类型	工矿仓储用地	江河湖泊泄洪、滞洪区土地	街巷用地	其他公共管理与公共服务用地	其他交通运输用地	其他已经供应尚未建成土地	商服用地	未达到供地条件的土地	住宅用地
面积(m ²)	524 200	45 913	707 406	518 691	424 803	602 279	426 965	4 810 131	1 353 223
百分比(%)	5.57	0.49	7.51	5.51	4.51	6.40	4.54	51.10	14.38

2.2 土地信息图分析方法中的尺度效应

为了便于提取土地利用信息图,按照功能相似的原则,将内江市 9 种土地利用重新分类;其中,江河湖泊泄洪、滞洪区土地、其他已经供应尚未建成土地、未达到供地条件的土地归为未利用地,街巷用地、其他交通运输用地归为交通用地,其他土地利用方式不变。采用土地利用信息图方法研究城市土地利用时,网格大小的选取是一个关键问题。为了考察网格大小对分析结果的影响,选取了 5 m×5 m、10 m×10 m、15 m×15 m 3 种不同大小的网格系统,通过对 3 个网格尺度的土地利用信息图来分析内江市城市用地的空间结构,探讨在应用土地信息图方法过程中网格大小的尺度效应,见图 2~图 4,不同网格系统城市用地网格数见表 2。

由表 2 可知,随着网格尺度由小到大变化,土地利用信息图的总网格数及不同土地利用方式的网格数有迅速减小的趋势。一般而言,当网格尺度增大时,一些小的土地利用方式斑块由于面积小于网格尺度,使得信息图网格总数逐渐减小,必然导致某种土地利用方式斑块密度逐渐减小;同时,这些小斑块被一些面积较大的斑块“吞噬”,并聚合成更大的斑块,导致平均斑块面积持续上升。在大斑块吞噬小斑块的过程中,必然伴随着一些土地利用方式的消失,导致斑块的丰富度下降,土地利用方式的多样性也随之降低;内江市城市土地利用空间格局随着网格尺度的变化特征符合尺度推译的一般规律,各种土地利用方式的空间格局都具有尺度依赖性。

在不同网格等级的土地利用信息图中,内江市城市用地空间结构特征与 5 m×5 m 网格的土地利用信息图的表现特征基本相似,5 m×5 m 网格土地利用信息图各土地利用方式所占信息网格数比例与表 1 中各土地利用方式占总土地利用方式的面积比例基本一致;其中,未利用地、交通用地和住宅用地占据了多数网格,公共管理与服务用地、商服用地和工矿仓储用地也占据了一定数量的网格,但局部仍

有差别,表现为在 5 m×5 m 网格中公共管理与服务用地信息大于 10 m×10 m 网格大于 15 m×15 m 网格;商服用地先减小后明显增大的趋势;工矿仓储用地先增大后明显减小的趋势。各种用地类型占据的空间范围也有明显的变化,同一种属性的网格的空间连续性降低,并且网格越小,土地利用空间分布越来越破碎。根据图 2~图 4,可以发现 3 种网格条件下不同类型用地信息图,其总体特征及其位置并没有发生大的变动,但在不同尺度网格的信息图中仍有局部的出现或缺失。由此说明,利用比例尺为 1:500 的内江市各个地块的红线图分析土地利用的空间格局时,5 m×5 m 网格尺度是一个本征的观测尺度。

为了便于计算和比较,在土地利用均质度的计算公式中令 $\lambda=1$,对数取常用对数,统计结果见表 3。由表 3 可以看出,6 种土地利用方式的均质度都在 0.8 以上,说明内江市城市用地总体均质度较高,空间展布比较集中;而公共管理与服务用地、商服用地、工矿仓储用地均质度都在 0.9 以上,空间展布更趋集中化。

从图 2~图 4 和表 3 中 3 种网格系统对城市用地均质度的影响表现出一定的差异。在土地利用类型比较复杂,用地比较零碎的地方,网格尺度的变化对土地利用的均质度影响较大,比如商服用地与工矿仓储用地在空间展布上比较分散,3 种网格系统下均质度的变化较其他土地利用方式的均值度变化大;而在土地利用类型单一,某种用地类型为主的区域,网格尺度的变化对土地利用的均质度影响较小,如住宅用地、未利用地在空间展布上连续成片分布,为城市的主要土地利用方式。这是由于在土地利用类型复杂零碎的地方,网格的尺度越大,越能掩盖零散细小的土地斑块,提取该区域最主要的用地类型;随着网格尺度缩小,零散细小的土地斑块的信息也可以提取出来。而在土地利用类型单一的地区,随着网格尺度的变化,提取出来的土地利用信息差不多。

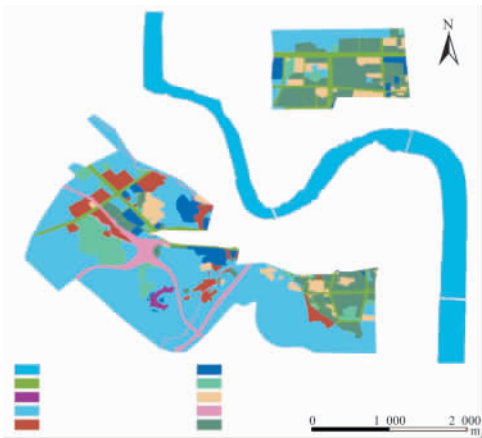


图 1 内江市城市土地利用图
Fig. 1 Land Use of Neijiang City

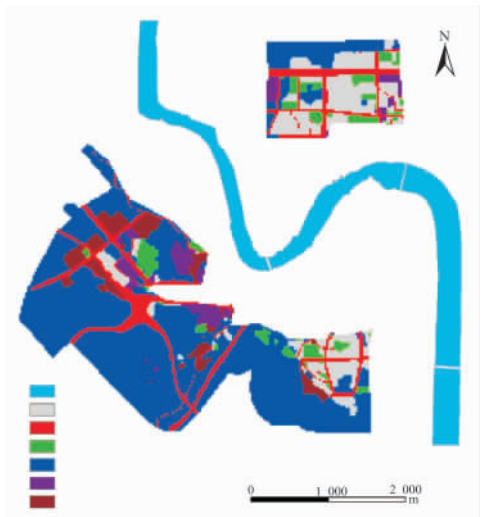


图 2 土地利用信息图(5m×5m)
Fig. 2 Land Use Information of Neijiang City
(grid size of 5m×5m)

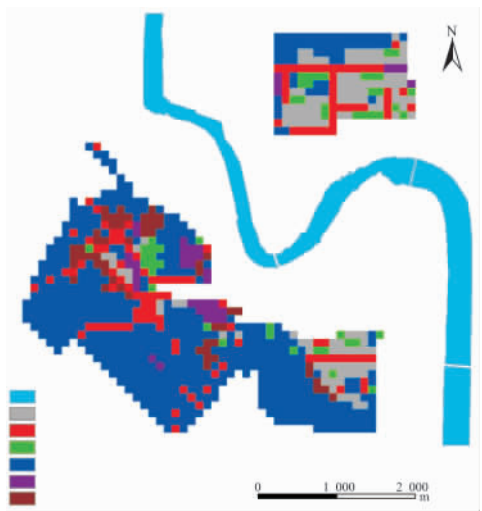


图 3 土地利用信息图(10m×10m)
Fig. 3 Land Use Information of Neijiang City
(grid size of 10m×10m)

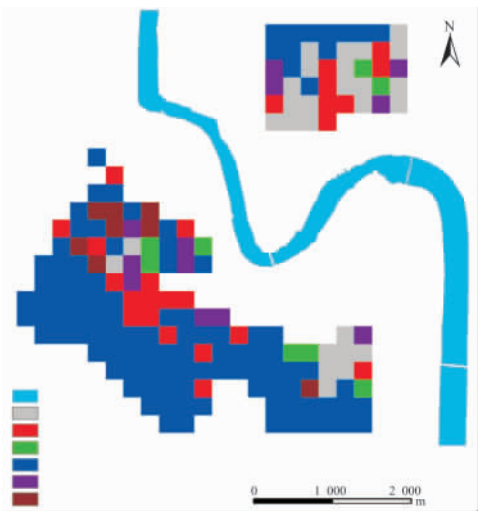


图 4 土地利用信息图(15m×15m)
Fig. 4 Land Use Information of Neijiang City
(grid size of 15m×15m)

表 2 2009 年内江市不同网格系统城市用地网格数
Tab. 2 Urban Land Use Grid Number of Different Grid
Systems of Neijiang City in 2009

土地利用类型		网格大小(m)		
		5×5	10×10	15×15
总网格数		15 059	942	186
住宅用地	网格数	2 155	130	27
	百分比(%)	14. 31	13. 80	14. 52
交通用地	网格数	1 851	125	25
	百分比(%)	12. 29	13. 27	13. 44
公共管理与 服务用地	网格数	812	50	8
	百分比(%)	5. 39	5. 31	4. 30
未利用地	网格数	8 716	542	106
	百分比(%)	57. 88	57. 54	56. 99
商服用地	网格数	690	39	12
	百分比(%)	4. 58	4. 14	6. 45
工矿仓储用地	网格数	835	56	8
	百分比(%)	5. 54	5. 94	4. 30

表 3 2009 年内江市不同网格系统城市用地均质度
Tab. 3 Evenness of Different Grid Systems
of Neijiang Urban Land Use in 2009

土地利用类型		特征值	网格大小(m)		
			5×5	10×10	15×15
住宅用地	均质度	0. 879	0. 881	0. 878	
交通用地	均质度	0. 888	0. 884	0. 883	
公共管理与服务用地	均质度	0. 932	0. 932	0. 941	
未利用地	均质度	0. 863	0. 862	0. 861	
商服用地	均质度	0. 939	0. 943	0. 923	
工矿仓储用地	均质度	0. 930	0. 927	0. 941	

3 结论与讨论

城市土地利用结构反映了各用地单位用地的比例关系,直接关系土地的利用效果;同时,城市功能分区不尽合理,土地利用的经济效益低;根据土地经济学原理,城市各类土地利用效率高低依次为商业用地、住宅、工业用地。2009年内江市主要的城市用地为未达到供地条件的土地,住宅用地,街巷用地,占总用地方式面积的79.99%,其他土地利用方式相对较少,内江市城市土地利用方式相对比较简单;根据国家《城市用地分类与规划建设用地标准》,居住、工业、道路广场和绿地四类主要用地占建设用地的比例为:居住用地20%~32%,工业用地15%~25%,道路广场用地8%~15%,绿地8%~15%,这四类用地综合占建设用地比例宜为60%~75%,城市工业用地占建设用地比例宜取规定的下限,可见内江市城市土地利用结构不合理,在城市功能分区上未能满足土地经济学原理;另一方面,未达到供地条件的土地占51.10%,表明内江市城市土地利用仍有较大潜力。

内江市城市土地利用空间格局具有尺度依赖性。3种网格等级的土地利用信息图中,内江市城市用地空间结构特征与5m×5m网格的土地利用信息图的表现特征基本相似,5m×5m网格土地利用信息图各土地利用方式所占信息网格数比例与各土地利用方式占总土地利用方式的面积比例基本一致,其中,未利用地、交通用地和住宅用地占据了多数网格,公共管理与服务用地、商服用地和工矿仓储用地占据一定数量的网格,5m×5m网格尺度是一个本征的观测尺度。

3种网格系统对城市用地均质度的影响表现出一定的差异。对于空间展布比较分散,土地利用类型复杂零碎的地方,网格尺度的变化容易导致土地利用方式均质度较大的变化;相反,空间展布上分布比较集中,土地利用类型单一的地区,其对土地利用方式均质度的影响较小。因此,在不同的尺度下得出的结果会有所差异,所以对于不同的研究区域、不同的研究目的,要选取合适的网格尺度;而且对不同区域的分析结果进行比较时,必须考虑尺度问题,否则计算得到的均质度不能反映该区域土地利用的效率。

6种土地利用方式的均质度都在0.8以上,说明内江市城市用地总体均质度较高,空间展布比较集中;其中,公共管理与服务用地、商服用地、工矿仓储用地均质度都在0.9以上,空间展布更趋集中化;土地利用方式均质度较高反映了内江市城市土地利用格局集中程度较高。城市用地均质度过小,城市土地利用功能紊乱,系统处于无组织状态;反之,城市分区太过有序,牺牲了城市的有机结构和多方面的联系,实践证明是行不通的;绝对理想的状态不可能实现,一个良好的城市结构,其土地分异应处于混沌与有序之间:既有功能分区,又不绝然分异,每一个功能区都有一种主导职能,在每一个功能区中又能找到其他相关的职能类。以内江市公共管理与服务用地为例,其均值度大于0.9;其中,医卫慈善用地、公共设施用地、公园与绿地主要分布在老城区,文体娱乐用地主要分布在新城区,导致了城市功能分区的不合理及城市设施结构的不完善性;因此,针对内江市城市土地利用空间展布过于集中,在城市开发建设中应注重城市立体开发,改造或置换城市功能,完善城市结构,全面优化城市土地利用结构。

参考文献:

- [1] 陈荣. 城市土地利用效率论[J]. 城市规划汇刊, 1995(4): 28~33.
- [2] 边学芳, 吴群, 刘玮娜. 城市化与中国城市土地利用结构的相关分析[J]. 资源科学, 2005, 27(3): 73~78.
- [3] 谭永忠, 吴次芳. 区域土地利用结构的信息熵分异规律研究[J]. 自然资源学报, 2003, 18(1): 112~117.
- [4] 杨永春. 试论河谷盆地型城市土地利用空间结构模式——以西北地区典型河谷盆地型城市兰州为例[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2001, 37(3): 127~133.
- [5] 姜鲁光, 聂晓红, 刘恩峰. 基于GIS的济南市城市土地利用空间结构分析[J]. 经济地理, 2003, 23(1): 70~73.
- [6] 周廷刚, 郭达志. 基于GIS的城市绿地景观空间结构研究——以宁波市为例[J]. 生态学报, 2003, 23(5): 901~907.
- [7] 王铮, 邓悦, 宋秀坤, 等. 上海城市空间结构的复杂性分析[J]. 地理科学进展, 2001, 20(4): 331~340.
- [8] 宁越敏. 城市地理学概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 1992.
- [9] 于洪俊. 论城市地域空间的均质性[J]. 地理学报, 1983, 38(3): 241~250.
- [10] 仪垂祥. 非线性科学及其在地学中的应用[M]. 北京: 气象出版社, 1995.
- [11] 陈彦光, 刘明华. 城市土地利用结构的熵值定律[J]. 人文地理, 2001, 16(4): 24.

SCALING EFFECT IN ANALYSIS OF URBAN LAND USE SPATIAL PATTERN IN THE SMALL URBAN

XIE Xian-jian¹, QU Xiao-bin¹, LAN Dai-ping², HU Xue-hua¹

(1. School of Resources and Environment Science of Neijiang Normal University, Neijiang 641000, China;

2. Logistic Department of Neijiang Normal University, Neijiang 641000, China)

Abstract: The urban land use spatial pattern in terms of land use evenness obtained from land use information map is studied. Taking Neijiang City as an example, based on the ArcGis9.1, the urban land use evenness was calculated by $5\text{ m} \times 5\text{ m}$, $10\text{ m} \times 10\text{ m}$, $15\text{ m} \times 15\text{ m}$ grid sizes in the land use information maps. The results showed that the evenness of Neijiang urban land use was above 0.86. Different land use patterns showed relatively centralized distribution. The evenness of 3 grid sizes land use was different. In the areas with more complex land use and more fragmented land, grid-scale changes greatly influenced the evenness of land use, while in the areas with a single land use representing a major area, the grid-scale changes showed small effect for the evenness of land use. The reason was that the more grid-scale was, the more the distribution of small patches were covered up, thereupon, the region's main land use types were strengthened; on the contrary, with the narrow grid, small blocks of information could be gradually extracted, and the land use information extracted were more complicated.

Key words: Neijiang City; land use; evenness; spatial structure