

基于GIS和RS的德令哈市城市扩展研究

宋金蕊, 盖艾鸿, 任秀金

(甘肃农业大学 资源与环境学院, 兰州 730070)

摘要:借助RS和GIS技术,对德令哈市1989年TM影像数据、1999年ETM影像数据和2009年土地利用现状图进行分析处理,采用人机交互目视解译法提取德令哈市建成区边界图,并将3个时期的建成区范围图叠加;然后从城市扩展强度、重心坐标转移、紧凑度指数、分形维数指数以及城市扩展弹性系数等角度对德令哈市建成区的空间扩展状况进行分析;结果显示:1989—1999年、1999—2009年这两个阶段,德令哈市建成区的面积都在增加,但是1999—2009年,建成区面积的扩展速度和强度都大于1989—1999年;建成区重心坐标第一阶段向西北方向偏移,第二阶段向南偏移,紧凑度指数偏小,并逐渐减小,分形维数指数比合理值1.12大很多,城市空间演变形态趋于复杂;城市扩展弹性系数偏大,并有上升趋势,城市人口增加与城区面积扩展不协调。德令哈市在未来的发展中,注重城市内部建设用地填充,合理控制外延扩展规模,尽力确保城市形态紧凑发展。

关键词:RS; GIS; 人机交互目视解译; 空间扩展; 德令哈市

中图分类号:F293.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2015)05-0176-05

Study on Construction Land Extension of Delhi City Based on GIS and RS

SONG Jinrui, GAI Aihong, REN Xiujin

(College of Resources and Environmental Sciences, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: With the help of RS and GIS, the remote sensing image of 1989 TM, 1999 ETM and the land-use pattern of 2009 in Delhi City were analyzed and treated, the information about scope of built-up of this city was extracted by the method of visual interpretation of human-computer interaction, and the maps of the built-up area of the three periods were overlaid. Then, the status of spatial expansion of built-up area in Delhi City was analyzed based on the intensity of urban expansion, transfer of the center of gravity, compact index, fractal dimension index and urban expansion coefficient of elasticity. The results showed that both the area of Delhi built-up area in the two stages were increasing, however, the rate and intensity of expansion of the built-up area was greater from 1999 to 2009 than that from 1989 to 1999. The center of gravity of the built-up area offset to the northwest, the compact index was too little, and gradually reduced, the fractal dimension index was much larger than the reasonable value of 1.12, the morphology of urban spatial evolution became more complex. The urban expansion coefficient of elasticity was too large, and there was an upward trend, the increase of urban population and the expansion of urban area were inconsistent. As for the development of Delhi City in the future, it will be needed to focus on internal urban construction land planning, the reasonable control of the extension and expansion of the scale, it will also be needed to ensure the compact development of the urban pattern.

Keywords: RS; GIS; visual interpretation of human-computer interaction; space expansion; Delhi City

城市空间是城市占有的地域空间,更多属于地理概念而非行政概念,指的是城市设施和城市人口相对集中的建成区^[1]。当前,随着经济社会的快速发展,城市化进程不断加快,我国的城市正在迅速扩展^[2]。扩展是城市空间增长的最直接表象,也是一个复杂的

经济社会现象和过程,地域不同,城市空间扩展的形态也会有所差异,因此,研究城市扩展动态,可以有效地引导和调控城市扩展,在城市土地利用规划中具有重要的战略意义。近年来,随着卫星影像分辨率的提高和各种新软件的开发应用,借助RS和GIS手段研

究城市扩展成为可能,国内许多学者^[3-6]对北京、天津、武汉、南京等大城市开展了空间形态变化的遥感分析,并取得了很多有价值的成果,但对西北地区中小城市进行的研究则相对较少^[7]。

本文以青海省德令哈市建成区为研究区域,对该市多个时相的遥感影像和相应地形图、市区图进行计算机自动解译,并结合GIS技术,研究德令哈市近20多年来的城市空间扩展变化,以期为德令哈市城市规划提供一定的参考依据。

1 研究区概况

德令哈市是青海省海西蒙古族藏族自治州州府所在地,行政区总面积为27 765.19 km²,位于柴达木盆地东北边缘、宗务隆山南麓,东临天峻县、乌兰县,南与都兰县相接,西与大柴旦毗邻,北临甘肃省,处于青海省东进西出、连接新疆、西藏、甘肃等广大西部地区的重要枢纽位置。

德令哈市地形由北向南微倾,市区平均海拔3 000 m,终年干燥少雨,属典型的大陆性高原气候。截止2009年底,全市常住人口为71 930人,其中城镇人口29 167人,汉族人口52 677人,少数民族人口29 167人,少数民族人口中,蒙古族和藏族人口居多。2009年,全市完成地区生产总值26.99亿元,其中农牧业完成增加值12 672万元,第二产业完成增加值139 589万元,第三产业完成增加值117 666万元,粮食产量20 637 t,油料作物2 727 t。

2 数据来源和处理

2.1 数据来源

本研究采用的数据包括德令哈市1989年TM和1999年ETM遥感影像图、2009年德令哈市全国第二次土地利用调查数据库、1:25 000的中心城区土地利用规划图以及1996—2011年德令哈市统计摘要等。

2.2 数据预处理

为了研究德令哈市建成区空间扩展变化,需要对遥感数据进行必要的处理。

首先,在Erdas 9.2中对多时相的TM和ETM原始遥感影像数据进行投影转换、几何校正和重采样预处理,并对研究区遥感影像做图像增强处理;然后对预处理过的遥感影像进行监督分类,并在ArcGIS 9.3软件的支持下,结合德令哈市行政区划图,通过人机交互目视解译方法^[8-12],获取德令哈市不同时期建成区的边界图。在进行城市边界提取时,应遵循以下原则:城市实体保持空间上的连续性,城

市内部较小的以及城市内部的水体都划到城市实体内;最后,对德令哈市3个时期的建成区扩展图层进行叠加,获取德令哈市建成区扩展演变图(图1),并用ArcGIS统计工具,计算各期城区面积。

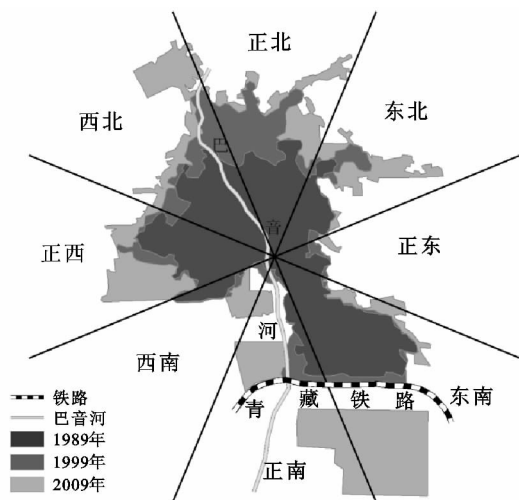


图1 德令哈市建成区不同方位扩展过程

3 研究方法

空间扩展是城市地理学的核心内容之一,其测度指标有很多种。为全面反映德令哈市城市扩展的时空特征,本文选择城市扩展强度指数、城市重心转移、城市用地紧凑度和分形维数、城市扩展弹性系数等指标,对德令哈市空间扩展的各向异性及其空间演变过程进行定量分析^[1]。

3.1 城市空间扩展指数

城市扩展强度指数表示单位时间内土地面积变化的幅度,是反映城市空间变化的一个重要指标^[1]。通过分析城市扩展强度指数,可定量比较城市扩展的程度和速度,其表达式为:

$$R = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: R ——研究末期城市扩展强度; U_b ——研究末期城市用地面积(km²); U_a ——研究初期城市用地面积(km²); T ——时间间隔(年)。

3.2 建成区重心指数

城市空间重心是描述城市空间分布的一个重要指标,是城市保持均匀分布的平衡点^[2],通过不同时期城市重心的迁移情况,可分析城市空间变化规律。

$$X_t = \frac{\sum_{i=1}^n (C_{ti} X_i)}{\sum_{i=1}^n C_{ti}} \quad (2)$$

$$Y_t = \frac{\sum_{i=1}^n (C_{ti} Y_i)}{\sum_{i=1}^n C_{ti}} \quad (3)$$

式中: X_t, Y_t —— t 时间城市空间重心坐标(m); X_i, Y_i ——第 i 个城市地块的几何中心坐标(m); C_{ti} ——第 i 个地块面积(km²)。

3.3 紧凑度

紧凑度是反映地物形状的参数,紧凑度的变化可表征城市用地扩张的空间特征^[13],其表达式为:

$$C=\frac{2\sqrt{\pi A}}{P}$$

(4)

式中: C ——城市紧凑度; A ——城市面积 (km^2); P ——城市周长 (km)。 C 值为 $0\sim 1$, 越接近 1, 城市形状越紧凑; 反之, 城市空间离散程度越大。圆是形态最紧凑的图形, 其紧凑度为 1。

3.4 分形维数

城市用地分形维数可描述城市边界形状的曲折性和复杂性^[3], 它反映了土地利用形状的变化和土地利用受干扰的程度, 计算公式为:

$$D=2\ln(\frac{P}{4})/\ln A$$

(5)

式中: D ——某一时期城市区域的分维数; A, P ——某一时期城市区域的面积 (km^2) 和周长 (km)。

分形维数值的理论范围为 $1\sim 2$, 维数越大, 则图形形状越复杂。当 $D<1.5$ 时, 说明图形趋向于简单; 当 $D=1.5$ 时, 则图形处于布朗随机运动状态, 越接近于该值, 稳定性越差; 当 $D>1.5$ 时, 则图形更为复杂。1.0 代表形状最简单的正方形区域, 2.0 代表等面积的情况下周边最复杂的区域^[4]。因此, 在假定城市面积

随时间不断增加的前提下, 如果城市形态不规则的程度值增加, 则说明在这一时期城市地域以外部扩张为主; 如果城市形态的不规则值下降, 则说明城市地域面积的增加是以建成区边缘间的填充为主^[5]。

3.5 城市扩展弹性系数

城市扩展弹性系数指城市扩展速度与人口增长速度之间的协调关系, 据分析城市扩展弹性系数为 1.12 时较为合理^[2], 其计算公式为:

$$R(i)=\frac{A(i)}{Pop(i)}$$

(6)

式中: $R(i)$ ——城市扩展的弹性系数, 弹性系数越大, 则人口增长与面积增长的速度越不协调; $A(i)$ ——城市面积年均增长率 (%); $Pop(i)$ ——城市非农业人口年增长率 (%)。

4 结果与分析

4.1 德令哈市建成区扩展数量分析

为了更直观简明的描述德令哈市建成区在 3 个时间段内的扩展情况, 在本研究中, 以 1989 年德令哈市城市几何中心为原点, 对德令哈市 3 期建成区的叠加图进行象限划分^[1,6,9] (图 1), 并统计不同方位区域内城区扩展面积, 以便分析不同时期、不同象限方位的扩展强度特征 (表 1)。

表 1 德令哈市建成区在不同时段不同方位的扩展情况

方位	1989—1999 年			1999—2009 年		
	扩展面积/ km^2	扩展速度/ $(\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1})$	扩展强度/ %	扩展面积/ km^2	扩展速度/ $(\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1})$	扩展强度/ %
正北	0.7867	0.0787	9.40	0.5970	0.0597	3.68
东北	0.1861	0.0186	3.70	0.5059	0.0506	7.35
正东	0.0527	0.0053	3.37	0.0638	0.0064	3.05
东南	0.1627	0.0163	1.01	1.4932	0.1493	8.41
正南	0.1824	0.0182	7.36	1.0982	0.1098	25.53
西南	0.0350	0.0035	1.74	0.1840	0.01840	7.84
正西	0.1990	0.0199	2.01	0.7657	0.0766	6.44
西北	0.5264	0.0526	5.03	0.7241	0.0724	4.61
总体	2.1310	0.2131	3.81	5.4319	0.54325	7.03

由图 1、表 1 可知, 整体上, 1989—1999 年期间, 德令哈市城区面积增加了 2.131 km^2 , 年均扩展速度为 0.2131 km^2 , 扩展强度为 3.81% ; 1999—2009 年期间, 德令哈市城区面积增加了 5.4319 km^2 , 年均扩展速度为 0.54325 km^2 , 扩展强度为 7.03% 。由此可见, 无论是扩展规模, 还是扩展速度和强度, 1999—2009 年都大于 1989—1999 年, 这主要因为 1988 年德令哈市刚刚撤镇建市, 在到 1999 年的这段时间, 处于起步阶段, 城市基础设施还不是很完善, 而 1999—2009 年, “十五”和“十一五”计划的全面实施和柴达木循环经济试验区的成立, 为德令哈市的经济发

展注入了新的活力。

整体上, 德令哈市建成区在 8 个方向、两个时间段内都有所扩展, 但是从各个分方向来看, 又存在差异。1989—1999 年, 建成区的扩展主要集中在正北和西北方向, 扩展面积分别占总体扩展面积的 36.92% , 24.70% , 同时, 这两个方向的扩展强度也很大, 原因是这两个方向上的农村居民点比较集中, 城乡基础设施建设相对比较完善, 比较容易扩展为城镇用地; 正南方向虽然扩展面积和扩展速度不是很大, 但是扩展强度却比较大, 原因是 1989 年正南方向的城市用地面积分布小; 1999—2009 年, 建成区在各

方向上都有所扩展,尤其是正南和东南方向,扩展面积分别占总扩展面积的 20.22%,27.49%,扩展强度也很大,正南方向达到 25.53%,这是因为 2005 年国家发展改革委等 6 部委批准青海省柴达木循环经济试验区为国家首批循环经济产业试点园区,其中德令哈循环经济工业园正坐落在这两个方向上。

4.2 德令哈市建成区形态演变特征分析

由表 2 可知,1999—1989 年,建成区重心坐标变化不大,略有向西北方向移动的趋势,原因是这一时期建成区的扩展主要集中在西北方向;1999—2009 年,建成区重心坐标变化较大,有向南移动的趋势,主要与德令哈市工业园区在这个时期成立有关;在整个研究时间段内,建成区紧凑度指数都远小于 1,并且逐渐减小,表明德令哈市建成区形状越来越离散,空间形态也趋于复杂。依据城市经济学原理,非紧凑城市较紧凑城市

在交通效率、能源使用和生活质量等方面都存在一定的差距。德令哈市建成区紧凑度指数逐年下降,势必会降低城市基础设施和已规划土地的利用效率,同时会增加城市内部各部分之间的距离,给交通带来不便;分维数指数均大于 1.5,并且整体上有上升的趋势,说明在整个研究时间段,德令哈市建成区的边界线复杂程度较大,城市稳定性差,城区发展的随意性较大;1989—1999 年,分维数值从 1.863 下降到 1.729,表明在这个时间段内,德令哈市建成区面积的扩展主要以建成区边缘间的填充为主;1999—2009 年,分维数值从 1.729 增加到 1.903,说明在这个时间段内,德令哈市建成区面积的扩展是以外部扩张为主。为了城市空间形态演化更加合理,建议德令哈建成区在以后的发展中,应该增加城市紧凑度,减小分形维数,以期在一定程度上提高城市服务职能的效率。

表 2 德令哈市建成区不同时期的城市形态指数

年份	面积/km ²	周长/km	重心坐标 X/m	重心坐标 Y/m	紧凑度指数	分维数指数
1989 年	5.592	19.881	32621438.869	4137657.565	0.422	1.863
1999 年	7.723	23.418	32621348.170	4137909.439	0.421	1.729
2009 年	13.1550	46.466	32622085.109	4136495.393	0.277	1.903

4.3 德令哈市建成区空间扩展弹性分析

由表 3 可以看出,在整个研究阶段,德令哈市建成区的城市扩展弹性系数整体上呈上升趋势。1989—1999 年,建成区城市扩展弹性系数为 1.28,略高于合理值(1.12),说明这一阶段城市人口的增长速度与建成区面积的增长速度相对协调;1999—2009 年,建成区城市扩展弹性系数为 1.93,是合理值的 1.73 倍,明显高于前一阶段,说明德令哈市人口增长与建成区面积

增长的速度在这一阶段不太协调,出现这种现象的原因:一是 2000 年以来,国家对西部大开发的大力扶持,带动了德令哈市的经济发展,从政策和资金等方面为德令哈市的快速扩展提供了保障;二是德令哈市建市时间不长,地广人稀,城市人口增长本身比较缓慢,人口增长的速度远远低于城市发展的速度,因此,建议德令哈市在以后的发展中,需要加强城市土地的合理规划,积极吸引城镇人口,保证城市扩展与人口增加协调发展。

表 3 德令哈市建成区不同时段城市扩展弹性系数

指标	1989—1999 年	1999—2009 年	1989—2009 年
城市面积年均增长率/%	3.81	7.03	6.76
城市非农业人口年均增长率/%	2.98	3.64	3.86
城市扩展弹性系数	1.28	1.93	1.75

5 扩展驱动力机制分析

5.1 自然地理条件

自然地理因素不仅对城市的形成和发展具有重要影响,也决定了城市扩展的总体趋势。德令哈市建成区以北地势较高,且有多条河流交汇,只有向其他方向发展;巴音河自北向南穿城而过,将市区划分成河东和河西两个自然区,河流的南端河滩土质疏松,只能进行生态环境建设。

5.2 经济和社会发展因素

经济的发展和城市人口的增加推动了城市化进程,决定了城市化水平的高低。1989 年,德令哈市国内生产总值(GDP)为 0.84 亿元,2009 年达到 26.99

亿元,20 年间增长了 31.13 倍;德令哈市城镇人口由 1989 年的 2.41 万增加到 2009 年的 4.27 万,净增了 77.18%,同一时期的建成区面积由 5.592 km² 增加到 13.155 km²,分别对德令哈市建成区面积和德令哈市 GDP、德令哈市城镇人口进行相关分析,相关系数为 0.986 6,0.993 1,表明德令哈市的城市扩展与社会经济和城镇人口的增加都具有很强的相关性。

5.3 交通因素

交通网络的发展对城市的扩展具有重要的牵引作用,青藏铁路、青新公路两条交通大动脉,呈平行状态,从德令哈境内的南部通过,又有省级德都公路把青新公路和遥遥相对的青藏公路联接起来。德令哈市东与省会西宁市、西与格尔木市由铁路和公路两条

运输线路连接,南与都兰县、北与敦煌市,西北与大柴旦镇、冷湖镇、花土沟镇、茫崖镇处公路连接,基本上形成了青海—西藏、青海—新疆、青海—河西走廊交通网络上一个交通枢纽,加大了德令哈市与外界的联系。青藏铁路又将市区分割成南、北两块,铁路以北是建成区,大多是居住区;铁路以南为工业区,着力发展两碱化工、锑化工、新型建材产业。

5.4 政策因素

德令哈市是 1988 年经国务院批准,在原德令哈镇的基础上建立起来的县级市,起步较晚,市政设施基础较差,并且由于没有总体规划,乱建、乱占现象比较严重。1989 年德令哈人民政府成立,立即着手编制《德令哈市城市总体规划》,并于 1990 年开始实施,在很大程度上引导了德令哈市的发展,但是由于德令哈市基础设施和经济基础比较薄弱,1999 年以前城市发展仍然比较缓慢。从 2000 年开始,德令哈市在 1990 年总体规划的基础上,结合市域和城市经济、社会等方面实际和新的发展要求,扩大了规划区规模。1999 年以来,随着西部大开发战略的实施,国家在投资项目、税收政策和财政转移支付等方面加大对西部的支持,逐步建立起长期稳定的西部开发资金渠道,尤其是 2005 年,国家把柴达木循环经济区列入“十一五”规划,这为德令哈市的基础设施建设提供了资金和政策保障,在很大程度上促进了德令哈市的发展。因此,1999 年以来,德令哈市的发展速度显著加快。

6 结论与讨论

6.1 结论

(1) 1989—1999 年,德令哈市建成区面积扩展了 2.131 km^2 , 平均每年的扩展强度和速度为 3.81% , 0.213 km^2 ; 1999—2009 年,市区建成区面积增加了 3.555 km^2 , 平均每年的扩展强度和速度为 4.6% , 0.355 km^2 。1989—2009 年 20 年间,德令哈市建成区面积增加了 5.431 km^2 , 比 1989 年建成区面积扩展了将近 1 倍。

(2) 1989—1999 年,德令哈市建成区的重心坐标变化不大,略有向西北方向移动的趋势; 1999—2009 年,建成区的重心坐标大幅度向东南方向偏移。1989 年、1999 年、2009 年这 3 年的城市紧凑度指数为 0.422 , 0.421 , 0.277 , 建成区空间形态越来越复杂,而城市分形维数为 1.863 , 1.729 , 1.903 , 均大于 1.5 , 建成区边界线复杂程度偏大,建议政府相关部门在以后的城市规划中采取相应的调控措施。

(3) 1989—1999 年,德令哈市城区空间扩展弹

性系数为 1.28 , 略高于合理值 (1.12); 1999—2009 年为 1.93 , 比合理值 (1.12) 大很多,城市扩展的速度与城市人口增加的速度极度不协调,建议德令哈市在以后的发展中要积极吸纳城市人口,鼓励有技术、有资金的农民向小城镇集聚,参与小城镇建设。

6.2 讨论

本文基于遥感影像数据,运用城市空间扩展指数,对德令哈市不同阶段城市发展进行了定量分析,参考德令哈市 1989—2009 年的城市建设用地扩展特征,建议德令哈市在未来的发展中,需要注重城市内部建设用地填充,合理控制外延扩展规模,尽力确保城市形态紧凑发展。

参考文献:

- [1] 王厚军,李小玉,张祖陆,等. 1979—2006 年沈阳市城市空间扩展过程分析[J]. 应用生态学报, 2008, 19(12): 2673-2679.
- [2] 李爱民,刘杉,吕安民. 基于卫星遥感影像的郑州市建成区扩展变化研究[J]. 郑州大学学报:工学版, 2011, 32(2): 125-128.
- [3] 王晶,刘锦. 基于多时相遥感数据的连云港城市扩展监测:以新浦区为例[J]. 城市勘测, 2011(1): 81-83.
- [4] 牟风云,张增祥,迟耀斌,等. 基于多源遥感数据的北京市 1973—2005 年间城市建成区的动态监测与驱动力分析[J]. 遥感学报, 2007, 11(2): 257-268.
- [5] 王青. 城市形态空间演变定量研究初探:以太原市为例[J]. 经济地理, 2002, 22(3): 339-341.
- [6] 董芳,赵庚星,张磊. 基于 GIS 的济南市城区扩展遥感动态监测[J]. 国土与自然资源研究, 2004(4): 12-14.
- [7] 阿斯耶姆·图尔迪,阿里木江·卡斯木. 基于多源遥感数据的奎屯市城市扩展分析[J]. 水土保持研究, 2013, 20(2): 233-237.
- [8] 穆晓东,刘慧平,薛晓娟. 基于遥感监测的北京 1984—2007 年城市扩展研究[J]. 北京师范大学学报:自然科学版, 2012, 48(1): 81-85.
- [9] 彭淑贞,程鹏,张伟,等. 1979—2006 年泰安市建成区扩展特征及影响因素分析[J]. 资源开发与市场, 2011, 27(6): 507-510.
- [10] 徐昔保,杨桂山,张建明. 近 50 年兰州城市空间扩展模拟及其未来预测[J]. 干旱区研究, 2009, 26(5): 763-769.
- [11] 王茜,张增祥,易玲,等. 南京城市扩展的遥感研究[J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(5): 554-559.
- [12] 黄焕春,李明玉. 长吉图开发先导区城市空间扩展模拟预测:以延吉市为例[J]. 湖南师范大学:自然科学学报, 2010, 33(2): 124-128.
- [13] 尔德尼其其格,阿拉腾图雅,乌敦. 基于 GIS 和 RS 的呼和浩特市近百年城市空间扩展及其演变趋势[J]. 干旱区资源与环境, 2013, 27(1): 33-39.