

青海省格尔木市城镇扩张驱动因素研究

□ 张 政 杨海镇

[摘 要] 青海省格尔木市缺乏明确的城镇开发边界线,研究影响其城市扩张的因素是划定城市开发边界的必要条件。本文以青海省格尔木市中心城区为研究区域,通过不同时期的遥感影像提取的中心城区建设用地图斑,分析格尔木市2010—2019年10年间建设用地的变化情况,通过空间形态分析、相关性分析、主成分分析等方法来探究格尔木市城市建设用地扩张的驱动因素。结果表明,格尔木市中心城区在10年内建设用地扩张了21%,第二产业投资的增加和常住人口的增加是格尔木市城市扩张的主要驱动因素。研究结果可为后续城镇开发边界的划定提供一定的理论基础,以保障格尔木市未来国土资源的高效利用和经济社会的可持续发展。

[关键词] 城市扩张; 遥感; 主成分分析

1 研究背景

研究城镇扩张过程对城市开发边界划定有着重要的意义。随着国家支持青海等省藏区经济社会发展政策的出台、兰西格(兰州、西宁、格尔木)经济区的确立以及以格尔木为主战场的柴达木循环经济实验区和住房城乡发展示范区的加快建设,格尔木市在新时期面临更大的发展机遇。目前格尔木市缺乏明确的城镇开发边界线,迫切需要根据格尔木市的实际情况对城镇扩张的驱动因素进行科学研究。近年来学者们对影响城市扩张的要素进行了深入的研究,主要的技术手段是GIS和RS。冯浩城等应用了动态度模型等分析了城市扩张驱动要素,认为城镇人口数量、经济水平的不断提升、产业结构的优化与区域政策极大地促进了垦区城镇用地的扩张,交通条件是城镇扩张速率和模式的重要影响因素^[1]。胡银根等从供需关系的视角探讨城乡建设用地扩张及其配置的动力,认为居民收入增长、常住人口增加、私人汽车的普及和固定资产投资的增长是城镇建设用地扩张的主要动力^[2]。王海军等基于空间句法的扩张强度指数研究得到交通状况改善是城市扩张的驱动力之一,交通对城市发展模式和方向具有重要的导向作用^[3]。

综上所述,城市扩张是由多种要素共同驱动的。本文以青海省格尔木市为研究区域,通过构建模型,对2010—2019年城市扩展的动态变化及驱动因素进行分析,探索其影响机制,为后续城镇开发边界的划定提供

一定的理论基础,以保障格尔木市未来国土资源的高效利用和经济社会的可持续发展。

2 研究区域概况

格尔木市地处青海省西部,青藏高原腹地,东接西宁,北上敦煌,南至拉萨。地理位置十分重要,是通往新疆、西藏等地的中转站。辖区由柴达木盆地中南部和唐古拉山地区两块互不相连的区域组成。本文的研究区域为格尔木市的中心城区,城区地处郭勒木德镇,平均海拔为2780m,地理坐标为东经94°89',北纬36°42'。

3 数据来源和研究方法

3.1 数据来源

研究数据主要包括2010年美国地球资源卫星landset ETM+影像(9月12日,空间分辨率为30m)和2019年LandSet 8 OLi卫星影像(9月13日,空间分辨率为30m),云量均小于10%,以便于建设用地识别提取;遥感数据来源于地理空间数据云;行政边界数据获取自国家基础信息中心;10年城镇面积数据来源于格尔木市自然资源局;社会统计数据均来源于格尔木市统计公报。

3.2 遥感影像的提取

遥感图像解译分类的依据主要是根据图像像元所反映地物的光谱特征和空间信息的异同进行分析,将影像中的每一个像元按照一定的算法或特定的规则划分为不同的类别,从而实现遥感图像的分类。本文采用监

[基金项目] 青海省国际合作项目(编号:2019-HZ-802)研究成果;青海民族大学人文社科校级规划项目(编号:2019XJRS13)研究成果;青海民族大学理工自然科学校级重点项目(编号:2019XJZ02)研究成果;青海民族大学智库项目(编号:2020XJZK07)研究成果;青海民族大学研究生创新项目(编号:54M202100)研究成果。

[作者简介] 张 政,青海民族大学生态环境与资源学院,硕士研究生。

杨海镇(通讯作者),青海民族大学生态环境与资源学院,教授;青海民族大学土地资源勘测与规划重点实验室,主任;青海省青藏高原生态环境研究所,所长,博士。

督分类法分别对格尔木市中心城区2010年ETM和2019年LandSet 8 OLi的遥感影像进行建设用地提取，在研究前借助ENVI 5.3软件平台中的Flash快速大气校正模块对遥感数据进行预处理，同时对2010年ETM数据进行条带修复，用格尔木市中心城区的矢量数据裁剪遥感图像得到研究区的遥感影像，参考中国土地资源分类标准和格尔木市城区的真实状况，将研究区土地类型划分为建设用

地、林地、草地、耕地、水体、裸地、农业设施用地等7类土地利用类型，鉴于陆地资源卫星分辨率较低，在目视解译的过程中难免会出现一些误差。所以本研究结合了遥感影像与同时期谷歌地球影像，在谷歌地球上选取各类型典型地物的样本数据，并转化为ROI，之后采用神经网络法提取建设用地，并进行目视判读，为保证研究区土地分类的准确性，采用精度评估工具对分类结果进行精度评价，kapper系数均在0.85以上，得到2010年和2019年格尔木市中心城区城镇用地提取结果及新增建设用地，使用ArcGIS软件将图导出，如图1—3所示。

3.3 研究方法

3.3.1 城市用地扩张变化分析

关于城市建成区的相关测度，一般从时间和空间维度进行^[4]。建成区面积变化（ΔS）是城市扩张最直接的表现；扩张速度（Vs）表达城市扩张速度在一定时间段的快慢，用城市扩张面积年平均值表示^[5]；城市扩张强度指数（urbanization intensive index，UII）表示面积相对变化的年平均值；要表达某一时期城市扩张快慢，值越大，表示城市扩张速度越快^[6]。以上评价指标计算公式为：

$$\Delta S = S_{t+1} - S_t$$
(1)

$$V_s = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$
(2)

$$UII = \frac{\Delta S}{S_t} \times 100\%$$
(3)

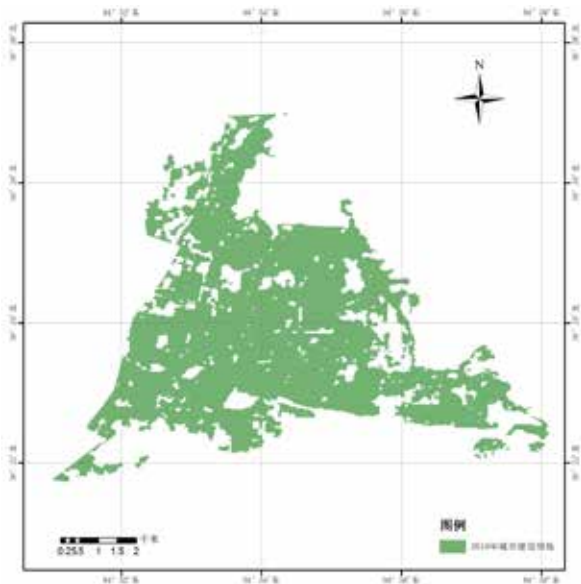


图1 2010年城市建设用地分布图

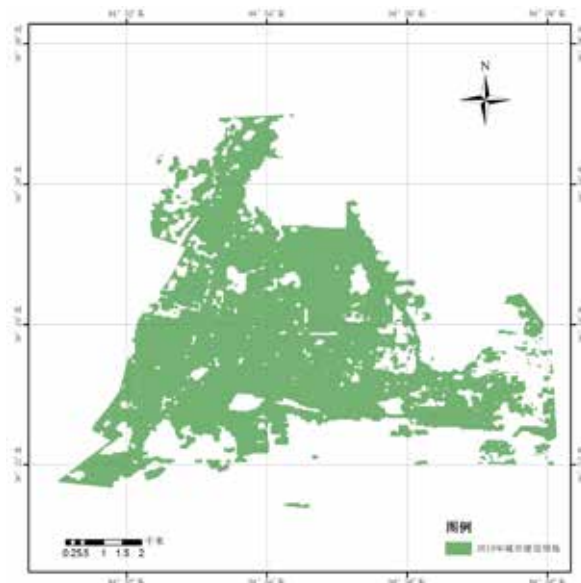


图2 2019年城市建设用地分布图

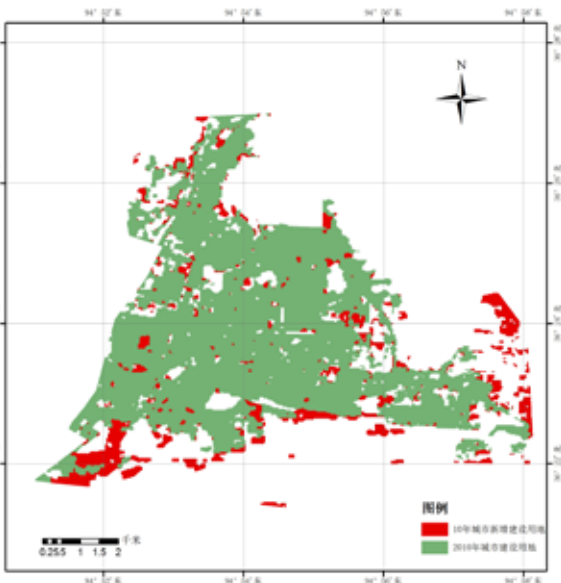


图3 新增建设用地分布图

式（1）（2）（3）中： S_{t+1} 表示后一时段的城市建成区面积， S_t 表示前一时段的城市建成区面积； Δt 表示时间间隔。

3.3.2 城市空间重心坐标变化分析

空间重心通常被定义为一个多边形的几何中心，通过计算建设用地的空间重心有助于跟踪城镇用地的空间布局变化。可选取重心转移指数进行量化表述。测度公式如下：

$$D = \sqrt{(x_{n+1} - x_n)^2 + (y_{n+1} - y_n)^2}$$
(4)

式（4）中： x_{n+1} 、 y_{n+1} 为末时相城市重心的经纬度， x_n 、 y_n 为初始时相城市重心的经纬度坐标。

3.3.3 相关分析

相关分析是研究两个或两个以上相关变量间相互关系的统计分析方法，使用Pearson相关系数分析城镇建设用地扩张的驱动因子及相关系数，变量间相关性越显著，相关系数则越大^[7]。

3.3.4 主成分分析

主成分分析（Principal Component Analysis，PCA），将多个变量通过线性变换以选出较少个数重要变量的一种多元统计分析方法。

4 结果和分析

4.1 城镇扩张规模特征分析

对格尔木市中心城区建设用地提取结果进行栅矢转换，分别计算城镇建设用地面积，2010年和2019年中心城区建设用地面积分别为40.50km²、49.15km²，城镇用地扩展面积为8.65km²，平均扩展速度为0.865km²/a，年平均扩张强度为2.14，10年内建设用地规模比增加了21.4%。结果表明，城镇化进程缓慢但稳步向前。通过对10年来格尔木市中心城区新增建设用地变化情况的观察分析，发现城区扩张分为填补式和外延式两种发展方式同时进行，主要的外延方向为东南向与西南向。由于格尔木东方向有大量的农田分布，城市扩张并没有侵占农田，大部分新增建设用地都是在裸地的基础之上进

行建设的，因此可认为格尔木市城市扩张受到土地类型的影响。

4.2 重心迁移分析

城市空间重心是解释城市空间分布的指标^[8]，通过对2010年、2019年格尔木市中心城区城市重心的计算，得出2010年格尔木市中心城区的重心坐标处在东经94°54'14"，北纬36°24'17"，2019年的重心坐标在东经94°54'11"，北纬36°23'49"。10年间城市建成区重心转移情况呈现出了向西南方向转移的趋势，转移的长度为366m。

4.3 影响因素分析

4.3.1 经济社会因素分析

已有研究表明，经济发展、人口增长等社会经济因素对城市扩张具有直接推动性^[7]。格尔木市作为西部高原新型工业型城市，与一般内陆城市相比，驱动城市扩张因素可能更为复杂。为探明格尔木市中心城区建设用地扩张机制，选取2010—2019年地区生产总值、第二产业贡献值、第三产业贡献值、固定资产投资额、城镇居民人均可支配收入、社会消费品零售总额、常住人口、户籍人口等8个指标与同时期格尔木市中心城区建设用地面积通过SPSS软件进行相关分析。分析结果如表1所示，结果表明，除了常住人口因素外其他因素均与城市扩张之间存在较强的相关性。其中城镇居民人均可支配收入的相关性最高，相关性高达0.899，且极其显著。地区生产总值，户籍人口与第三产业贡献值相关性次之，相关性均在0.7以上，且影响显著。说明10年间格尔木市的城市扩张受经济、收入、消费、人口的综合影响。

考虑到所选相关因素在一定程度上存在交叉，所以对选定的8个要素进行降维分析，以此分析影响格尔木市城市扩张的主要因素。利用SPSS对所选要素进行主成分分析。本文选择了前两个主成分，发现累计贡献率达到了92.18%，其中第一主成分、第二主成分贡献率分别为79.53%、12.65%。各因子的旋转成分矩阵如表2所示。由主成分分析因子负荷矩阵可得，第一主成分与

表1 城市扩张驱动因素相关性分析									
城市面积		GDP （亿元）	第二产业贡献 值（亿元）	第三产业贡献 值（亿元）	固定资产投资 （亿元）	城镇居民人均可 支配收入（元）	全社会消费品零 售总额（亿元）	常住人口	户籍人口
	Pearson 相关性	0.847**	0.760*	0.790*	0.700*	0.899**	0.735*	0.290	0.792*
	显著性 (双侧)	0.002	0.011	0.007	0.024	0	0.015	0.416	0.006
	N	10	10	10	10	10	10	10	10

注：*为P<0.05 **为P<0.01

第二产业贡献值、地区生产总值和固定资产投资有关，说明格尔木市城市扩张主要是由第二产业及固定资产投资驱动的，第二主成分与常住人口、社会消费品零售总额及第三产业贡献值有关，说明人口与消费是格尔木市城市扩张的次要驱动因素。综上所述可得，第二产业投资、常住人口的增加以及居民消费水平的提升是促进格尔木市城市扩张的主要因素，也充分说明格尔木市是一座消费型工业城市。

表2 主成分分析表

旋转成分矩阵		
	成分	
	1	2
GDP (亿元)	0.896	0.433
第二产业贡献值 (亿元)	0.978	0.154
第三产业贡献值 (亿元)	0.553	0.758
固定资产投资 (亿元)	0.837	0.396
城镇居民人均可支配收入 (元)	0.717	0.627
全社会消费品零售总额 (亿元)	0.394	0.885
常住人口	0.123	0.906
户籍人口	0.599	0.792

4.3.2 自然要素分析

自然地理环境是城市扩展的物质基础，地理环境的差异性直接影响了城市空间扩展的方向、潜力、形态格局^[9]。本文选择高程、坡度作为影响城市扩张的自然要素因子进行研究，发现大部分新增建设用地都偏向于低海拔、低坡度地区。只有新增建设用地向南部扩张时，才会向高坡度高海拔地区聚集，原因在于南部新增建设用地均为商业物流设施用地，商业集聚会产生一定的规模效应，且紧临道路，交通优势度高。但高程均在3000m，坡度均在25°范围内，当新增建设用地向北部扩张时，会向高坡度低海拔地区聚类，原因在于北部大部分土地为园地、河流、滩涂，可供利用程度低；新增建设用地在向东扩张时向低海拔、低坡度的地区聚类，原因在于东部土地类型大多为盐碱地，土地可利用程度高。由此可以得到格尔木市中心城区扩张时受土地利用类型的影响较大，在土地可利用程度高的地区，建设用地在扩张时会选择低海拔、低坡度的地区进行扩张。

5 结论

本文以2010年和2019年两个时相的遥感影像为基础，应用监督分类的方法对两个时期的城区建设用地进行提取，并结合同时期的社会统计数据及DEM数据，分析了格尔木中心城区10年来动态性及影响城市扩张的因素。研究表明，10年间格尔木市中心城区建成区面积增加了8.65km²，建设用地规模比增加了21.4%，属于缓慢扩张类型。结合中心城区重心转移的轨迹，10年间格尔木市中心位置向西南方向转移了366m，说明了城镇扩张的趋势和方向。之后通过对格尔木10年间的社会经济统计数据应用相关分析法，主成分分析法进行分析得出了增加第二产业投资和增加常住人口是格尔木市城市扩张的主要驱动因素。同时城市的扩张形式主要分为内涵式与外延式，本文对新增建设用地的坡度高程进行分析发现，格尔木市中心城区扩张受土地利用类型的影响较大，在土地可利用程度高的地区，建设用地在扩张时会选择低海拔、低坡度的地区进行扩张。

[参考文献]

- [1]冯浩城,杨青山.基于遥感数据的建三江垦区城镇用地扩张时空特征及驱动力分析[J].地理科学,2017,37(8):1178-1185.
- [2]胡银根,蔡国立,廖成泉,等.基于供需视角的城乡建设用地扩张与配置的驱动力[J].经济地理,2016,36(6):161-167.
- [3]王海军,夏畅,张安琪,等.基于空间句法的扩张强度指数及其在城镇扩展分析中的应用[J].地理学报,2016,71(8):1302-1314.
- [4]蒋伟峰,李天宇,李倩,等.基于多时相遥感影像的皖北地区城市建成区扩张时空特征分析——以安徽省阜阳市为例[J].资源开发与市场,2021,37(7):780-786.
- [5]邓吴键,李恒凯,熊永柱.近30a粤港澳大湾区城市群时空扩张分析[J].福建师范大学学报(自然科学版),2020,36(5):45-54.
- [6]李飞雪,李满春,刘永学,等.建国以来南京城市扩展研究[J].自然资源学报,2007(4):524-535.
- [7]顾慧,唐国平,江涛,等.广东省1992-2015年土地覆被变化的时空差异及其成因[J].水土保持通报,2020,40(2):291-298.
- [8]刘佳.基于1992-2013年夜间灯光影像的内蒙古城市扩张动态分析研究[D].呼和浩特:内蒙古师范大学,2017.
- [9]陈本清,徐涵秋.城市扩展及其驱动力遥感分析——以厦门市为例[J].经济地理,2005(1):79-83.