

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2018-0346

白力军, 宝音陶格涛, 苏金华, 布仁图雅, 万志强. 元上都遗址土地利用及景观格局变化. 草业科学, 2019, 36(3): 906-914.

BAI L J, BAOYIN T G T, SU J H, BUREN T Y, WAN Z Q. Changes in land use and landscape patterns in Xanadu site. Pratacultural Science, 2019, 36(3): 906-914.

元上都遗址土地利用及景观格局变化

白力军^{1,2}, 宝音陶格涛², 苏金华¹, 布仁图雅¹, 万志强³

(1. 内蒙古自治区环境监测中心站, 内蒙古呼和浩特 010011; 2. 内蒙古大学生态与环境学院, 内蒙古呼和浩特 010021;
3. 内蒙古师范大学地理科学学院, 内蒙古呼和浩特 010021)

摘要: 草原文化遗址是草原民族文化的灵魂之一, 加强对草原文化遗址的保护具有重要的意义。本研究利用地理信息系统 (geographic information system, GIS) 与遥感 (remote sensing, RS) 技术以及景观分析软件, 选取了单一土地利用动态度、综合土地利用动态度、土地利用转移矩阵及景观格局指数等指标对元上都遗址区域近 30 年土地利用和景观格局的变化进行分析。结果表明, 1) 草地是元上都遗址最主要的土地利用类型, 在研究时间段内面积波动变化; 2) 近 30 年, 元上都遗址草地、林地、农田之间相互转化频繁, 伴随着景观指标的不断变化; 3) 2000–2005 年综合土地利用动态度最高, 林地单一土地利用动态度变化速率最高; 4) 景观整体比较脆弱, 越来越多样化、破碎化, 但已逐渐趋于稳定; 生态建设工程的大力开展以及农牧民生产方式的不断变化是引起变化的主要原因。维持草原类型的面积和草原景观的稳定性, 对元上都遗址的保护具有重要的作用。

关键词: 元上都遗址; 遥感技术; 土地利用动态; 草原景观

中图分类号: S812; S127 文献标志码: A 文章编号: 1001-0629(2019)03-0906-09

Changes in land use and landscape patterns in Xanadu site

BAI Lijun^{1,2}, Baoyintaogetao², SU Jinhua¹, Burentuya¹, WAN Zhiqiang³

(1. Inner Mongolia Environmental Monitoring Center station, Hohhot 010011, Inner Mongolia, China;

2. College of Ecology and Environment, Inner Mongolia University, Hohhot 010021, Inner Mongolia, China;

3. College of Geography, Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010021, Inner Mongolia, China)

Abstract: Cultural grassland relics are the soul of national grassland culture, and have great significance for strengthening the protection of cultural grassland relics. Using remote sensing, geographic information system technology, and landscape analysis software, this study selected single land-use dynamics, comprehensive land-use dynamics, land-use transfer matrix, and landscape pattern index to analyze changes in land-use and landscape patterns of Xanadu site over the past 30 years. The following results were obtained: 1) Grassland is the most important land-use type of the Yuanshangdu site, and the area fluctuated during the study period. 2) In the past 30 years, grassland, woodland, and farmland of the Xanadu site have been frequently transformed, with constant changes in landscape indicators. 3) From 2000 to 2005, the comprehensive dynamic degree of land use was the highest, the single land-use dynamics of forest changed at the highest change. 4) Overall, the landscape is fragile and is becoming more and more diversified and fragmented; however, it has gradually stabilized. The development of an ecological construction project and the constant change of farmer and herdsman production modes are the

收稿日期: 2018-06-04 接受日期: 2018-11-05

基金项目: 环保公益性行业科研专项子项目“草原文化遗址地区区域开发生态环境监测技术研究”(201309040-05)

第一作者: 白力军 (1986-), 男 (蒙古族), 内蒙古科尔沁右翼中旗人, 工程师, 在读博士生, 主要从事生态监测方面工作研究。

E-mail: 378696784@qq.com

通信作者: 宝音陶格涛 (1963-), 男 (蒙古族), 辽宁康平人, 教授, 博导, 博士, 主要从事草地生态学工作。E-mail: bytgt@sohu.com

main reasons for the change. Maintaining the stability of grassland-type area and grassland landscapes, and preventing grassland degradation, is important for protecting the Xanadu site.

Keywords: Xanadu site; remote-sensing technique; land-use dynamics; grassland landscape

Corresponding author: Baoyintaogetao E-mail: bytgt@sohu.com

作为陆地上重要的生态系统类型之一，草地生态系统在防风固沙、水源涵养、水土保持和生物多样性保护等多方面具有重要的生态功能^[1]。内蒙古草原不但是欧亚草原的主体，同时也是中国温带草原的主要分布区^[2]，具有丰富的草原类型和动植物资源，是我国北部边疆重要的生态屏障^[3]。

草原文化遗址是草原民族文化的灵魂之一，刻画和折射了草原游牧民族的发展历程，是生态文明的烙印和载体。2012年6月29日，元上都遗址正式成为世界文化遗产，成为了内蒙古第1个、全国第30个世界文化遗产^[4]。近年来，由于农耕开垦、过度放牧及其他工矿建设等的影响，造成了元上都遗址地区生物多样性降低，草原退化严重，不断恶化的生态环境对元上都遗址的保护造成了严重威胁^[5]。

遥感技术在时空分析方面具有独特的优势，尤其是利用时间序列来研究草地的空间分布^[6]，可以对草原实施长期有效的监管^[7]，如对草地退化、土地利用及景观格局变化的时空特征进行分析^[8-9]；Batunacun等^[10]通过对锡林郭勒市土地利用/土地覆盖变化的研究，来评估土地退化的生态和社会后果；Zhang等^[11]从多时间多尺度定量分析了呼伦贝尔草原的景观格局以及土地的生态变化过程。目前，有关元上都遗址区土地利用及景观格局方面的研究并不多。甄江红等^[12]从生态风险评估的角度分析了元上都遗址的景观格局变化，认为元上都遗址景观格局向破碎化、复杂化方向发展，生态风险加大；刘冠志等^[13]研究表明，不同因子的综合作用是土地利用发生变化的驱动因素。但目前研究仍有所不足，或缺少土地利用类型之间的转化情况描述，对土地利用动态分析不足；或研究空间尺度过大，针对性不足。为此，本研究以元上都遗址保护区为对象，分析其土地利用的动态和景观格局的变化趋势，研究其驱动因素，这对于元上都遗址区域保护措施优化，及当地资源环境和社会经济的可持续发展具有十分重要的

意义。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

元上都遗址坐落在内蒙古自治区锡林郭勒盟正蓝旗上都高勒镇东北约20 km五一牧场境内，地处金莲川草原的腹地^[14]，地势南高北低，有着独特的林地、沙地、河流、草地和湿地组成的复合自然景观。地理位置116°9'50"-116°11'40" E，42°20'40"-42°22'13" N，海拔在1 262-1 281 m，属于中温带半干旱大陆性气候，水热分布不均匀，年均温度2℃，年降水量370 mm左右，年蒸发量1 920.5 mm，全年无霜期90~117 d，平均风速4.7 m·s⁻¹^[15-16]。

本研究区域为《元上都遗址申报世界文化遗产报告书》中划定的一类遗址保护区范围和二类遗址保护区范围。南北长20.6 km，东西宽18.7 km，总面积约251.16 km²(图1)。

1.2 研究内容与研究方法

1.2.1 数据来源与预处理

本研究所使用的遥感影像信息源为美国陆地资源卫星Landsat TM影像及Landsat8 OLI影像，一景影像即可覆盖整个元上都遗址区域。研究时间为1984-2013年，为了使研究更为细化，将研究时间段分为6个，即1984、1995、2000、2005、2010、2013年，前5期所用的影像为Landsat TM，空间分辨率为30 m；2013年所用的影像为Landsat8 OLI遥感影像，全色波段空间分辨率15 m，轨道号为p124/r31。采用最大似然法进行影像监督分类，判读提取目标地物的最小单元应大于4×4个像元(120 m×120 m)；判读精度要求所解译图斑要素的判读精度为90%以上，根据现场核查的结果来看，元上都遗址区域的遥感解译精度较好，分类解译精度达95%。

所选遥感为每年植物生长季节(5-9月)，影像色调均匀，层次清晰，影像平均云量小于5%。利

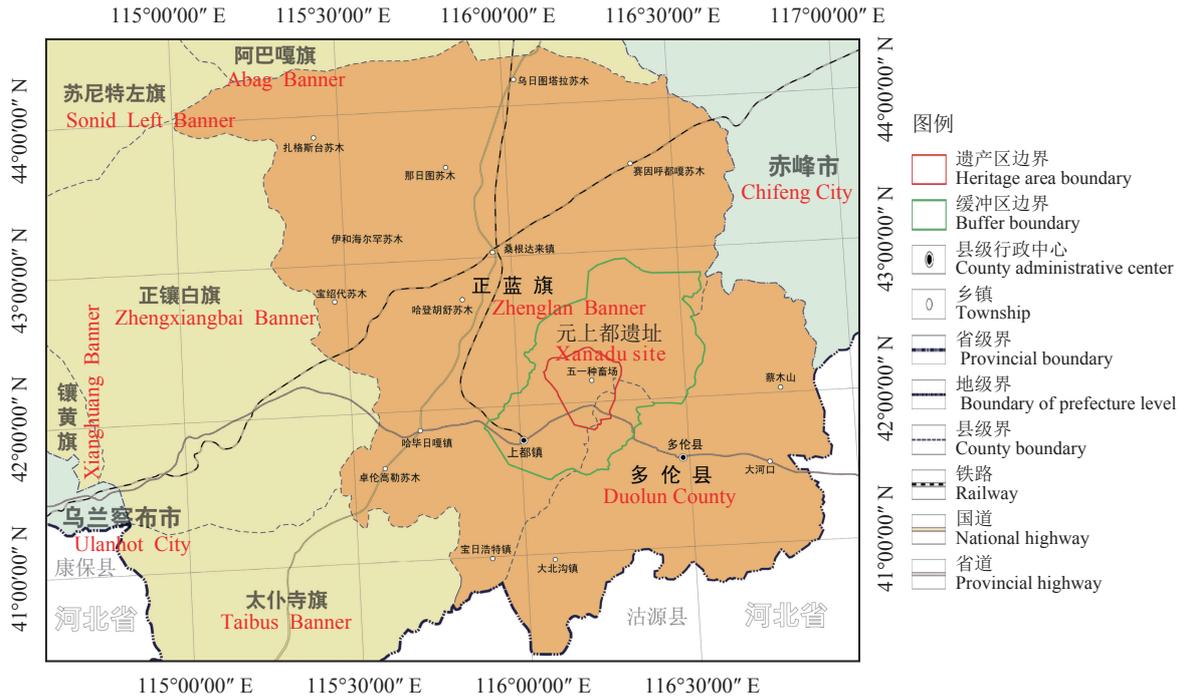


图 1 元上都遗址地理位置
Figure 1 The geographical location of Xanadu site

用 Erdas Imagine 2013 软件对遥感影像数据进行波段合并，影像合成，随后进行影像校色、锐化、几何校正，并进行投影转换，投影定义为 Albers110_Krasovski_1940，再利用 ArcGIS 9.3，对遥感影像的解译标志进行分析和判断、归纳，得到各年度的遥感解译数据。所得到的遥感解译数据经过拓扑处理，提取各年度的土地利用类型数据和年度间动态变化数据，利用 Microsoft Excel 2007 对数据进行统计处理。最后利用 ArcGIS 9.3 中的 Spatial Analyst 工具将矢量数据转化为 Grid 格式的数据，导入 Fragststs 3.3 中，选取景观层面的相关指数，得出各个年度的数据结果。

1.2.2 研究方法

土地利用分类体系采用环保部制定的《生态环境状况评价技术规范》(HJ192-2015)中的土地利用/覆盖分类体系^[17]，包括耕地、草地、林地、工矿建设用地、水域湿地、未利用地 6 个一级类型。对研究区内的所有土地利用类型分类，按年度分析一级类型的变化情况，并对土地利用转移矩阵进行分析。同时引入单一土地利用动态度以及综合土地利用动态度两个指标来对元上都遗址区域土地利用发生动态变化的速度进行描述^[18-20]。

为了定量描述和监测研究区景观结构特征随着时间的变化情况，将较为复杂的景观分为简单并且易于识别的景观格局，选用了景观特征指数^[21-22]，利用 ArcGIS 9.3 及 Fragstats 3.3 等软件，进行相关数据的处理，得到景观格局特征数据，着重从景观水平指数 (landscape-level index) 层面进行分析，选取总面积 (TA)、斑块数 (NP)、斑块密度 (PD)、Shannon 多样性指数 (SHDI) 等 8 项指标进行分析。

2 结果与分析

2.1 土地利用变化幅度分析

2013 年，在 6 个一级土地利用类型中，所占面积比例从大到小依次是草地、水域湿地、农田、林地、未利用地、建设用地 (图 2)，面积分别为 153.63、27.92、25.05、22.98、12.46 和 9.13 km²(图 3)。1984-2013 年，农田面积变化最大，共减少了 23.48 km²，其次为林地，共增加了 21.37 km²。水域湿地面积、建设用地、草地面积均有所增加 (图 3)，分别增加了 3.45、2.45 和 0.51 km²，未利用地面积减少了 1.38 km²。如图 4 所示，可以清晰的看到元上都遗址区域 6 期土地利用类型的变化。

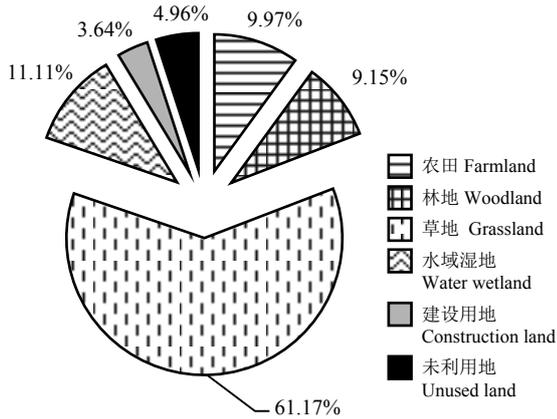


图 2 元上都遗址 2013 年一级土地利用类型面积比例
Figure 2 Area ratio diagram of first-level land-use types of Xanadu sites in 2013

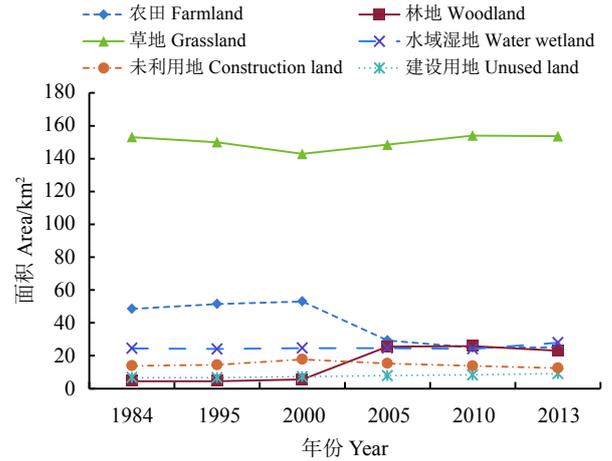


图 3 元上都遗址一级土地利用类型变化
Figure 3 Changes in first-level land-use types in Xanadu site

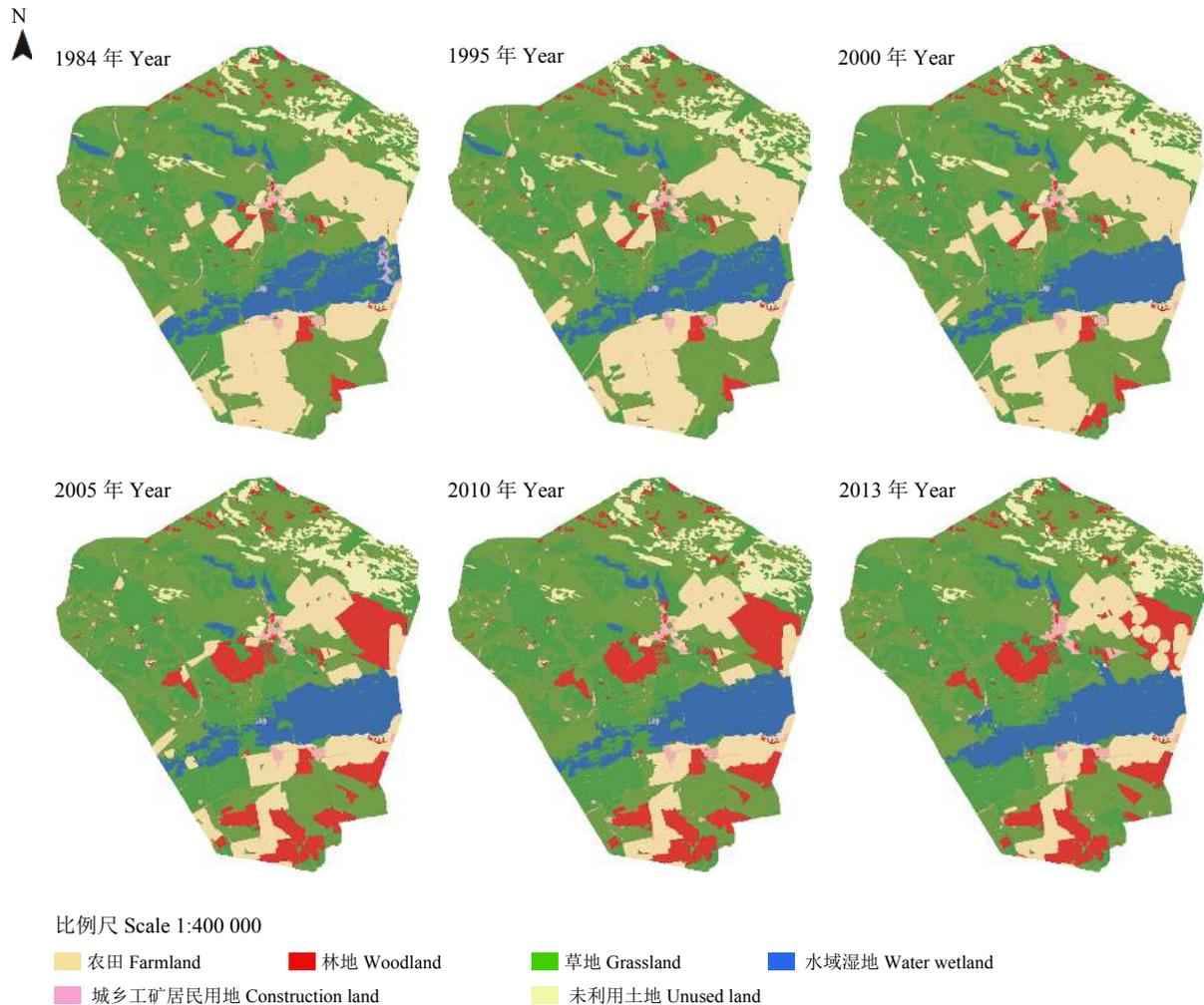


图 4 元上都遗址 6 期土地利用类型变化
Figure 4 Map of land-use types in Xanadu site in six periods

2.2 土地利用动态分析

元上都遗址区域 1984–2013 年之间的土地利

用动态率(表 1)表明, 单一土地利用动态度方面, 林地、水域湿地、建设用地变化速率呈递增趋

表 1 元上都遗址区域一级土地利用类型动态率
Table 1 Dynamics of first-level land-use types in Xanadu site

指标 Parameter	土地利用类型 Land use type	年度 Year					
		1984-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2013	1984-2013
单一土地利用动态率 Single land-use dynamics/%	农田 Farmland	0.56	0.59	-8.95	-2.98	0.14	-1.67
	林地 Woodland	0.00	4.80	70.87	0.26	-3.77	14.00
	草地 Grassland	-0.19	-0.95	0.79	0.74	-0.08	0.01
	水域湿地 Water wetland	-0.13	0.45	-0.02	-0.37	5.15	0.49
	建设用地 Construction land	-0.09	1.91	1.78	1.10	3.23	1.27
	未利用地 Unused land	0.38	4.62	-2.81	-1.92	-3.22	-0.34
综合土地利用动态率 Comprehensive land-use dynamics/%		0.14	0.57	2.09	0.50	0.62	0.34

势，其中林地递增速率最高，为 14.00%，尤其是 2000-2005 年期间，递增速率极快；建设用地变化呈递增趋势，并在 2010-2013 年达到最大值；水域湿地年动态率为 0.49%，年度间动态幅度变化较为剧烈；草地整体上的动态变化不大，但是年度间呈现明显的波浪形波动变化趋势；农田年递减速率为 1.67%，2000-2005 年递减速率最高，为 -8.95%；未利用地年动态也呈现递减的趋势。综合土地利用动态率在 1984-2013 年间递增，在 2000-2005 年达到最大值。

2.3 土地利用转移矩阵分析

1984-2013 年元上都遗址区域土地利用类型变化转移矩阵(表 2)分析表明，1984-2013 年，农田转出较为明显，分别有 18.04 和 12.97 km² 转化为林地和草地，而 2.33 和 5.14 km² 的林地、草地转化为

农田；林地总体上以转入为主，主要为农田、草地转化为林地，分别为 18.04 和 5.67 km²；草地转入和转出面积大致相当，转入主要为农田、未利用地转化为草地，转出主要转化为农田、林地以及未利用地；水域湿地以转入为主，主要为草地、林地转化而来；建设用地以转入为主，以草地、林地、农田为主；未利用地转化与草地之间也相互转化，由于未利用地主要为沙地类型，因此转移过程主要为草地沙化及固沙治理等原因，同时也有少量林地转化为未利用地。

2.4 景观格局变化分析

通过 6 期遥感解译数据计算获得一级土地利用类型的各个景观格局指数。一级土地利用类型景观水平特征变化(表 3)显示，1984-2013 年，元上都遗址区域斑块密度变化无明显的规律性，2005

表 2 元上都遗址区域一级土地利用类型转移矩阵
Table 2 Transfer matrix of first-level land-use types in Xanadu site

土地利用类型 Type of land use	2013年 Year						
	农田 Farmland	林地 Woodland	草地 Grassland	水域湿地 Water wetland	建设用地 Construction land	未利用地 Unused land	
1984年 Year	农田 Farmland	—	18.04	12.97	0	0.44	0
	林地 Woodland	2.33	—	0	1.13	0.53	1.50
	草地 Grassland	5.14	5.67	—	2.78	1.59	7.01
	水域湿地 Water wetland	0	0	0.84	—	0	0
	建设用地 Construction land	0	0	0.25	0	—	0
	未利用地 Unused land	0.50	0.21	8.64	0.39	0.14	—

表3 1984–2013年一级土地利用类型景观水平特征变化
Table 3 Changes in landscape characteristics of first-level land-use types from 1984 to 2013

指标 Parameter	年份 Year					
	1984	1995	2000	2005	2010	2013
总面积 Total area (TA)/km ²	25 114.34	25 114.34	25 114.34	25 114.34	25 114.34	25 114.34
斑块数 Number of patches (NP)	932	907	915	996	994	968
斑块密度 Patch density (PD)/(No·km ⁻²)	3.71	3.61	3.64	3.97	3.96	3.85
最大斑块所占景观面积的比例 Largest patch index (LPI)/%	49.62	47.55	46.45	47.13	54.28	53.70
景观分割指数 Landscape division index (DIVISION)	0.73	0.75	0.75	0.76	0.69	0.69
Shannon 多样性指数 Shannon's diversity index (SHDI)	1.18	1.19	1.25	1.30	1.26	1.26
Shannon 均匀度指数 Shannon's evenness index (SHEI)	0.66	0.66	0.70	0.73	0.70	0.70
聚集指数 Aggregation index (AI)	89.55	89.46	89.67	89.14	89.26	89.65

年时斑块密度达到最大，说明2005年景观最为破碎化，随后斑块数量有所降低；最大斑块所占景观面积的比例均保持着较高比例，说明景观中一直保持着—个优势斑块；景观在2000年具有最高的聚集度，而2005年景观分割指数达到最高，但变化幅度均不大。6个时期的Shannon多样性指数值介于1.18~1.30，说明整个景观存在一定的异质性，景观破碎化；2005年景观多样性最高，破碎化程度最高，1984年景观多样性最低，破碎化程度也最低；Shannon均匀度指数位于0.66~0.73，说明景观整体上均匀度较高，2005年达到最大值，景观最为均匀，1984年和1995年景观均匀度最低。

3 讨论

元上都遗址区的本底景观是草原景观，这与许多其他的文化遗址所处环境形成了鲜明的对比，具有草原游牧文化遗址独特的风格^[23]。草地是整个研究区域中最主要的土地利用类型，草地在研究时间段内呈现出面积先减少后增加的趋势。研究区综合土地利用动态度最高的时间段是2000–2005年，这与刘冠志等^[13]认为草地和耕地是主要的土地利用类型并且土地利用动态主要发生在1990–2000年的结论不同，这可能是研究的空间尺度和时间尺度不同所导致。2000年之前，研究区各土地利用类型面积变化不大；2000年之后，研究区陆续开始开展了京津风沙源治理工程、退耕还林

还草工程等生态建设工程^[24]，使得土地利用类型间发生了较大变化。同时元上都遗址区景观格局向多样化和破碎化方向发展，这与甄江红等^[12]的研究结果一致，但是本研究结果也表明，斑块在向某些主要的景观类型聚集，局部地区并没有持续破碎化。

人为影响和自然条件变化是引起土地利用和景观发生变化的主要原因^[25]，本研究也体现在这两个方面。首先，人为的开垦、退耕还林、放牧等活动直接影响了土地利用类型的转移和变化。Ranjeet等^[26]的研究表明，土地覆盖/利用的大规模变化会使草原的结构和功能发生退化；而土地利用的变化会直接影响景观的斑块数、破碎化指数、聚集指数等指标，与景观格局的变化密切相关^[27]。元上都遗址区各个土地利用类型面积的不断变化伴随着景观格局中斑块密度、多样性指数、均匀度指数和聚集指数等指标的变化，生态建设工程的开展和农牧民对草地、耕地之间的选择是引起这些变化的主要驱动因素。其次，气候、降水等自然条件的变化，也是引起变化的驱动力之一。武录义等^[16]研究得出，气温升高、降水减少是元上都遗址区气候的变化趋势，但从小尺度上来说，闪电河下游人工水坝对河流的拦截作用更为明显，使研究区水域湿地面积增加，反过来又对其他土地利用类型产生了影响。本研究未对气候因素产生的影响进行更多的讨论，这也是下一步的研究方向之一。

草地景观作为元上都遗址区域的本底景观类型,要保持和加大草地景观的面积,严格限制人类对草地资源的开发和利用,同时要加强已有生态建设工程的监管工作。2010–2013年,农田面积略有增加,主要是元上都遗址东部退耕还林区所种植灌木大量死亡,又人为开垦为农田,不但破坏了原有景观,还导致了开垦区的沙化。今后还需进一步采取有效的措施,提高草原区整体的景观功能^[28],结合日趋成熟的草原生态补偿机制^[29],加强对元上都遗址的保护。

4 结论

本研究运用 6 期 Landsat TM/OLI 遥感影像,选取单一土地利用动态度、综合土地利用动态度、土地利用转移矩阵及景观格局指数等指标,分析了元上都遗址区域 1984–2013 年土地利用、景观

格局变化,结果表明:1)草地是元上都遗址区域的主要一级土地利用类型,面积占到研究区域的一半以上,其次为水域湿地、农田;草地景观是研究区域的本底景观,但在研究时间段内草地面积呈现出明显的波动变化趋势,与林地、农田、未利用地之间频繁的进行着转移。2)1984–2013年,林地、草地、水域湿地、建设用地变化速率呈递增趋势,其中林地递增速率最高;综合土地利用动态 2000–2005 年综合土地利用动态度最高,年变化率为 2.09%,是土地利用变化最为剧烈的时间段,与这个时间段内所开展的生态建设工程密切相关。3)2000 年景观完整性最高,2005 年景观构成最为复杂,景观变化主要发生在 2000–2005 年之间,多样性指数和均匀度指数最高,景观越来越多样化、破碎化,至 2013 年,景观已逐渐趋于稳定。

参考文献 References:

- [1] 戴尔阜,黄宇,吴卓,赵东升. 内蒙古草地生态系统碳源/汇时空格局及其与气候因子的关系. 地理学报, 2016, 71(1): 21-34.
DAI E F, HUANG Y, WU Z, ZHAO D S. Spatial-temporal features of carbon source-sink and its relationship with climate factors in Inner Mongolia grassland ecosystem. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(1): 21-34.
- [2] 穆少杰,朱超,周可新,李建龙. 内蒙古草地退化防治对策及碳增汇途径研究. 草地学报, 2017, 25(2): 217-225.
MU S J, ZHU C, ZHOU K X, LI J L. The preventive strategies of degradation and the approaches to enhance carbon sequestration ability in Inner Mongolia Grassland. *Acta Agrestia Sinica*, 2017, 25(2): 217-225.
- [3] 张巧凤,刘桂香,于红博,包玉海. 基于 MOD16A2 的锡林郭勒草原近 14 年的蒸散发时空动态. 草地学报, 2016, 24(2): 286-293.
ZHANG Q F, LIU G X, YU H B, BAO Y H. Temporal and spatial dynamic of ET based on MOD16A2 in recent fourteen years in Xilingol steppe. *Acta Agrestia Sinica*, 2016, 24(2): 286-293.
- [4] 许楠. 元上都世界文化遗产旅游开发研究. 呼和浩特: 内蒙古大学硕士学位论文, 2014.
XU N. Tourism development research of the world cultural heritage in Xanadu. Master Thesis. Hohhot: Inner Mongolia University, 2014.
- [5] 希吉日. 元上都遗址生态环境变迁及其启示. 呼和浩特: 内蒙古农业大学硕士学位论文, 2015.
Xijiri. The ecological environmental change and apocalypse on the site of Xanadu. Master Thesis. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2014
- [6] 韦惠兰,祁应军. 基于遥感监测的青藏高原草地退化及其人文驱动力分析. 草业科学, 2016, 33(12): 2576-2586.
WEI H L, QI Y J. Analysis of grassland degradation of the Tibet Plateau and human driving forces based on remote sensing. *Pratacultural Science*, 2016, 33(12): 2576-2586.
- [7] SHAO Q F, SHI Y, XIANG Z Y. Monitoring the grassland change in the Qinghai-Tibetan Plateau: A case study on Aba County. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 2018, 46(4): 569-580.
- [8] 刘娟,刘华民,卓义,刘东伟,王立新. 毛乌素沙地 1990-2014 年景观格局变化及驱动力. 草业科学, 2017, 34(2): 255-263.
LIU J, LIU H M, ZHUO Y, LIU D W, WANG L X. Dynamics and driving forces of landscape patterns in Mu Us Sandy Land, from 1990 to 2014. *Pratacultural Science*, 2017, 34(2): 255-263.

- [9] 张静, 张丽, 韩瑞丹, 郑艺. 中东亚干旱区土地覆盖变化和人类占用强度变化特征. 草业科学, 2017, 34(5): 975-987.
ZHANG J, ZHANG L, HAN R D, ZHENG Y. Change in land cover and human occupancy of the arid region of Central-East Asia. *Pratacultural Science*, 2017, 34(5): 975-987.
- [10] Batunacun, NENDEL C, HU Y F, LAKES T. Land-use change and land degradation on the Mongolian Plateau from 1975 to 2015-A case study from Xilingol, China. *Land Degradation & Development*, 2018, 29(6): 1595-1606.
- [11] ZHANG F, LI Y, LIU S H, ZHAO S H, WU Y T. Dynamic monitoring of landscape patterns and ecological processes using HJ-1 and SPOT satellite data over Hulunbeier grassland, China. *Journal of Earth System Science*, 2014, 123(2): 319-328.
- [12] 甄江红, 银山, 刘果厚, 特日格乐, 苏日嘎拉图. 草原文化遗址区景观格局变化及其生态风险评估-以元上都为例. 干旱区资源与环境, 2014, 28(12): 159-165.
ZHEN J H, YIN S, LIU G H, TE R G L, SU R G L T. Landscape pattern change and ecological risk assessment on the grassland culture relics area-A case of Yuanshangdu. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2014, 28(12): 159-165.
- [13] 刘冠志, 甄江红, 刘果厚, 李红颖, 刘哲荣, 希吉日. 近 20 年元上都遗址周边土地利用变化及驱动力. 草业科学, 2015, 32(8): 1363-1371.
LIU G Z, ZHEN J H, LIU G H, LI H Y, LIU Z R, Xijiri. Analysis of land usage variations and driving forces in the area around Xanadu Relics. *Pratacultural Science*, 2015, 32(8): 1363-1371.
- [14] 杨星宇. 元上都穆清阁考古发掘述论. 北方文物, 2014(2): 38-42.
YANG X Y. The theory of archaeological excavations on the Muqing Ge of the site of Xanadu. *Northern Cultural Relics*, 2014(2): 38-42.
- [15] 曹欢, 高润红, 李梓豪, 岳永杰, 刘果厚. 草原文化遗址元上都区域开发生态环境监测指标体系构建. 内蒙古林业科技, 2015, 41(2): 43-47.
CAO H, GAO R H, LI Z H, YUE Y J, LIU G H. Establishment of index system of monitoring ecoenvironment in the ancientgrassland culture site of the upper capital of the Yuan Dynasty. *Journal of Inner Mongolia Forestry Science & Technology*, 2015, 41(2): 43-47.
- [16] 武录义, 岳永杰, 刘果厚, 高润红, 刘冠志. 近 30 年元上都遗址区气候变化特征及突变分析. 科技通报, 2016, 32(1): 54-58.
WU L Y, YUE Y J, LIU G H, GAO R H, LIU G Z. Analysis of characteristics and mutation climate change of Xanadu Site innearly thirty years. *Bulletinof Scienceand Technology*, 2016, 32(1): 54-58.
- [17] 环境保护部. HJ192-2015 生态环境状况评价技术规范. 北京: 中国环境科学出版社, 2015.
Environmental Protection Department. HJ192-2015 Technical Criterion for Eco-environmental Status Evaluation. Beijing: China Environmental Science Press, 2015.
- [18] 彭资, 谷成燕, 刘智勇, 林雯, 周平. 东江流域 1989-2009 年土地利用变化对生态承载力的影响. 植物生态学报, 2014, 38(7): 675-686.
PENG Z, GU C Y, LIU Z Y, LIN W, ZHOU P. Impact of land use change during 1989-2009 on eco-capacity in Dongjiang watershed. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 2014, 38(7): 675-686.
- [19] 王范霞, 毋兆鹏. 近 40a 来精河流域绿洲土地利用/土地覆被时空动态演变. 干旱区资源与环境, 2013, 27(2): 150-155.
WANG F X, WU Z P. The dynamic progression of temporal and spatial changes of the land use/landcover in Jinghe valley oasis. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2013, 27(2): 150-155.
- [20] 任志远, 张晗. 银川盆地土地利用变化对景观格局脆弱性的影响. 应用生态学报, 2016, 27(1): 243-249.
REN Z Y, ZHANG H. Effects of land use change on landscape pattern vulnerability in Yinchuan Basin, Northwest, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2016, 27(1): 243-249.
- [21] YE H C T, HUANG S L. Investigating spatiotemporal patterns of landscape diversity in response to urbanization. *Landscape and Urban Planning*, 2009, 93(3/4): 151-162.
- [22] 董玉红, 刘世梁, 安南南, 尹艺洁, 王军, 邱扬. 基于景观指数和空间自相关的吉林大安市景观格局动态研究. 自然资源学报, 2015, 30(11): 1860-1871.
DONG Y H, LIU S L, AN N N, YIN Y J, WANG J, QIU Y. Landscape pattern in Da'an city of Jilin province based on landscape indices and local spatial autocorrelation analysis. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(11): 1860-1871.

- [23] 余畅. 元上都遗址价值与旅游资源研究. 内蒙古师范大学学报(哲学社会科学版), 2014, 43(5): 160-163.
YU C. On the value of the Site of Xanadu and its tourist resources. Journal of Inner Mongolia Normal University (Philosophy & Social Science), 2014, 43(5): 160-163.
- [24] 赵汝冰, 肖如林, 万华伟, 刘慧明, 高帅, 刘思含, 付卓, 檀畅, 闻瑞红, 唐浩竣. 锡林郭勒盟草地变化监测及驱动力分析. 中国环境科学, 2017, 37(12): 4734-4743.
ZHAO R B, XIAO R L, WAN H W, LIU H M, GAO S, LIU S H, FU Z, TAN C, WEN R H, TANG H J. Grassland change monitoring and driving force analysis in Xilingol League. China Environmental Science, 2017, 37(12): 4734-4743.
- [25] 韩砚君, 牛建明, 张庆, 董建军, 张雪峰, 康萨如拉. 锡林河流域近 30 年草原植被格局动态及驱动力分析. 中国草地学报, 2014, 36(2): 70-77.
HAN Y J, NIU J M, ZHANG Q, DONG J J, ZHANG X F, Kangsarula. The changing of vegetation pattern and its driven forces of grassland in Xinlin River Basin in 30 years. Chinese Journal of Grassland, 2014, 36(2): 70-77.
- [26] RANJEET J, CHEN J Q, VINCENZO G, HOGEUN P, XIAO J F, GABRIELA S, OUYANG Z T, SHAO C L, RAFFAELE L, QI J G. Grassland canopy cover and aboveground biomass in Mongolia and Inner Mongolia: Spatiotemporal estimates and controlling factors. Remote Sensing of Environment, 2018, 213: 34-48.
- [27] TONG H L, SHI P J, ZHANG X B, LI Z Y. Characterization of landscape pattern based on land economic niche change: A case study in Ganzhou, Gansu Province, China. Sciences in Cold and Arid Regions, 2018, 10(3): 261-270.
- [28] 张雪峰. 草原景观服务时空动态与预测: 以内蒙古锡林河流域为例. 呼和浩特: 内蒙古大学博士学位论文, 2016.
ZHANG X F. Spatio-temporal dynamics and prediction of grassland landscape services: A case study of the Xilin river basin in Inner Mongolia, China. PhD Thesis. Hohhot: Inner Mongolia University, 2016.
- [29] 叶晗. 内蒙古牧区草原生态补偿机制研究. 北京: 中国农业科学院博士学位论文, 2014.
YE H. Study on grassland ecological compensation mechanism in Inner Mongolia pastoral areas. PhD Thesis. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2014.

(责任编辑 王芳)

2019 年第 3 期《草业科学》审稿专家

安沙舟	白小明	包爱科	卜海燕	曹建军	柴琦	常生华	陈思宇
丁西朋	段廷玉	方香玲	冯琦胜	干友民	格根图	郭彦军	郭正刚
郝俊	侯扶江	呼和	黄琳凯	黄晓东	解新明	金樑	李冲
李春华	李飞	李胜利	李世雄	李雪枫	林慧龙	刘华梁	刘金祥
刘文献	刘兴元	刘阳	柳小妮	娄燕宏	罗建川	马红彬	马西青
蒲小鹏	尚占环	邵涛	苏增建	孙洪仁	邵建辉	唐德富	田福平
王虎成	王丽佳	王普昶	王兆龙	武高林	邢福	徐炳成	杨成德
杨培志	于景金	于应文	原现军	张昌吉	张程	张小虎	郑琛

承蒙以上专家对《草业科学》期刊稿件的审阅, 特此表示衷心的感谢!