

基于 RS 与 GIS 的城市近郊土地覆盖/利用时空分异研究

——以上海市青浦区为例

李炫, 李成, 谢锋* (苏州大学轨道交通学院, 江苏苏州 215131)

摘要 选择上海市青浦区为研究区, 通过严格配准 Landsat 5 TM 遥感影像序列, 运用 PCA-ISODATA 方法进行影像分类及后处理并进行实地验证, 制成土地覆盖/利用图。结合相关资料、年鉴, 利用地理信息系统分析了 1998—2007 年青浦区土地利用变化的时空分布特征及其驱动机制。结果表明: 新千年后上海青浦区土地利用变化主要表现在城镇建成区的大面积联合扩展态势, 以东北部尤为强烈, 深受离市中心的距离驱动, 且离道路越近的土地越容易转变为厂房建设用地; 耕地面积减少显著; 林地由于植树造林或林业经济有所增加; 西部湖区水面有所增加, 受历史驱动为主, 亦受水产养殖所需。从社会经济数据看, 第二产业与第三产业的 GDP 都翻了 2 番以上, 非农人口成倍增长与这种土地利用变化模式相互印证。1998—2007 年我国村镇城市化、人口向大城市区域聚集主导着这种土地利用变化模式。

关键词 土地覆盖/利用; 遥感; 地理信息系统; 空间分析; 城市化

中图分类号 TP79 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)08-0076-04

Study on the Spatial-temporal Differentiation of Land Cover/Land Use in Suburban Area Based on RS and GIS— Taking Qingpu District, Shanghai City as an Example

LI Xuan, LI Cheng, XIE Feng (School of Rail Transportation, Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215131)

Abstract Taking Qingpu District of Shanghai City as study area, based upon the accurate registration of Landsat 5 thematic mapper imagery data of the study area, followed with PCA-ISODATA method for the classification of data and post processing and in situ investigation, the land cover/land use maps of specific years were obtained. Based on the relevant information and yearbook, the spatial and temporal distribution characteristics of land use change in Qingpu District and its driving mechanism during 1998-2007 were analyzed by GIS. The study showed as follows: when entering the new millennium, the main change was that the built-up expands great area and cohesion, especially in northeast of region; the built-up expansion was driven by distance to city center, moreover the closer to the roads, the easier built-up conversion from other landforms would happen. At the meantime, the agricultural land decreased drastically and woodland enhanced as forest planting or economy of forestry. Lakes and river networks in western region mainly driven by history, for the aquiculture, the water area was a litter increased. From social economic statistics, secondary and third industries were over 4 fold and non agricultural population doubled illustrates this change in ten years. Urbanization and the mass population gathering towards big city were leading this change pattern.

Key words Land cover/land use; Remote sensing; GIS; Spatial analysis; Urbanization

土地覆盖及其变化是人类土地使用、开发活动与自然演化共同作用的结果。目前, 人类活动与自然环境间的相互作用作为全球变化研究的核心主题之一得到了广泛的研究^[1-3]。人类进入工业社会后, 改造自然的能力显著增强, 而地球自身有限的资源, 环境问题也伴随着工业化进程日益突出, 因此研究土地覆盖/利用变化对环境的影响, 阐明人类活动与之的相互关系, 是探求人类与生态环境和谐发展的必然之路。

随着快速城市化进程, 我国越来越多的人居住于城市地区, 而且在可见的未来会持续下去。因此, 城市及其周边地区是人类与自然冲突频繁的区域, 一方面要大力发展经济, 另一方面公众也越来越认识到不能以牺牲环境为代价。鉴于目前国内外土地覆盖/利用的变化特征及其驱动的研究对这种突出人类主导的土地覆盖改变的综合研究不足^[4-6], 以及以往研究侧重技术方法的探讨^[7-10], 笔者利用遥感(RS)与地理信息系统(GIS)技术, 结合实地调查验证与统计年鉴, 分析 2008—2017 年上海市青浦区人类主导下的土地覆盖/利用变化格局及其驱动机制, 通过揭示其中规律, 为人类经济活动与生态环境协调发展提供科学依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况 青浦区位于上海市西郊, 太湖下游, 黄浦江上游, 地理位置位于 120°53' ~ 121°17' E, 30°59' ~ 31°16' N, 属北亚热带季风气候, 温和湿润, 四季分明, 日照充足, 无霜期长。境内地势平坦, 海拔在 2.8 ~ 3.5 m。地貌类型为平原, 境内辖有上海市最大的淡水湖泊(淀山湖), 河道众多, 属于典型的平原感潮水网地区, 境内河港下受黄浦江潮汐影响, 上承江、浙两省客水, 最终入浦归海。

青浦区地理位置与上海市中心城区相邻(图 1), 改革开放以来, 经济发展快速, 对土地资源的需求也日益增加, 一部分农业用地配合城市化经济的发展转为城建用地。同时, 由于青浦区地处黄浦江上游, 其水环境保护也至关重要, 关系到整个上海地区饮用水安全。因此, 青浦区是一个既有土地覆盖变化的社会需求, 又有土地覆盖变化可能与环境保护发生冲突的区域, 探明不同土地覆盖/利用变化的驱动机制及造成的影响尤显重要。

1.2 数据来源 采集的存档数据为 1998—2007 年上海青浦区 Landsat 5 TM 影像, 研究区影像面积约 670 km²。选用的影像研究区内基本无云层覆盖。此外, 搜集了上海青浦市政区图、土地利用现状图和上海青浦区相应年份的统计年鉴作为地理辅助资料。所采用的分析软件为 ERDAS 8.7、ENVI 4.5 以及 ArcGIS 9.2。

1.3 研究方法 将所有数据经过数字化后的上海青浦行政

基金项目 江苏省自然科学基金青年基金项目(BK20130303)。

作者简介 李炫(1994—), 男, 江苏盐城人, 硕士研究生, 研究方向: 农业遥感、遥感应用。* 通讯作者, 副教授, 博士, 硕士生导师, 从事遥感应用研究。

收稿日期 2017-12-14

边界作为掩模,裁剪出研究区域的卫星数据。然后对裁剪出的遥感图像进行如下处理。

1.3.1 图像配准。利用上海青浦的 1:5 万地图上选取的控制点,用二次多项式将所有年份的影像配准到同一坐标系统中,使它们具有相同的投影信息。控制点要尽量选一些比较明显的地物点。经过反复筛选最后共选取 13 个控制点 4 个检查点,选择的同名点精度尽量小,误差应控制在 0.5 个像元内,若超限则应重新调整点位,同时控制点的选取要求均匀分布、易辨认,如选择道路交叉处等明显地物点。

1.3.2 影像分类。在 TM432、453 假彩色合成影像上进行人工初步判读,结合上海青浦区土地利用现状图和同季节实地调查。根据初步判读和实地考察,确定区域内土地覆盖/利用类型,分为水域、林地、城镇建设区、农业用地、其他(包括未利用开发地、裸地、零星杂、草地)5 类。

所收集的 TM 数据,每个通道为光谱特征记录,因此影像每个位置的 p 个波段值就能构造一个 p 维特征向量 $x = (x_1, x_2, \dots, x_p)^T$ (其中, T 代表矩阵的转置),则遥感影像可以表示成 p 行 $c = m \times n$ 列的遥感特征数据矩阵,即

$$X = [x_{ij}]_{p \times c} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & \dots & x_{c1} \\ x_{12} & x_{22} & \dots & x_{c2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{1p} & x_{2p} & \dots & x_{cp} \end{bmatrix}$$

将 6 波段(除 TM6 热红外波段)遥感数据表示成特征矢量后,编程进行主成分变换,得到 6 个主分量。通过对各主分量进行分析发现,后 2 个 PCA 主分量所含的信息量极少,只代表了一些随机变化。因此,保留前 4 个 PCA 主分量作为分类数据,而且从信息量的角度看,这 4 个主分量包含原始信息量的绝大部分。

对约简后的主分量进行分类。该研究使用的 ISODATA 非监督分类法,通过调整各参数,最终得到 15 个类别。但这些类别只是按各光谱波段的空间分布特征被计算机加以区分的“点群”,其对应于地面实际的利用变化意义尚未明确,需要对各类别的属性进一步加以确定。

1.3.3 分类后处理。类别归并与整饬的步骤如下:①叠加显示分类图、各年多波段假彩色合成的图像,以及数字化并经过配准的研究区土地利用现状图等并结合实调资料;②利用 ENVI 软件提供的动态链接功能将上述所有图像进行链接,使其显示完全相同的地理区域;③采用分层显示各个类别的方法,通过改变图像阈值来依次单独显示某种或几种类别;④类别归并为前述的 5 个类:水域、林地、建成区(城乡工矿和居民用地)、农田、其他(未利用地、杂、草地等);⑤以鼠标交互式划定与实地有差异类别区,并结合资料进行修正到真实类别;⑥进行精度评价,达到精度要求后才能最终编码为 5 类土地类型。

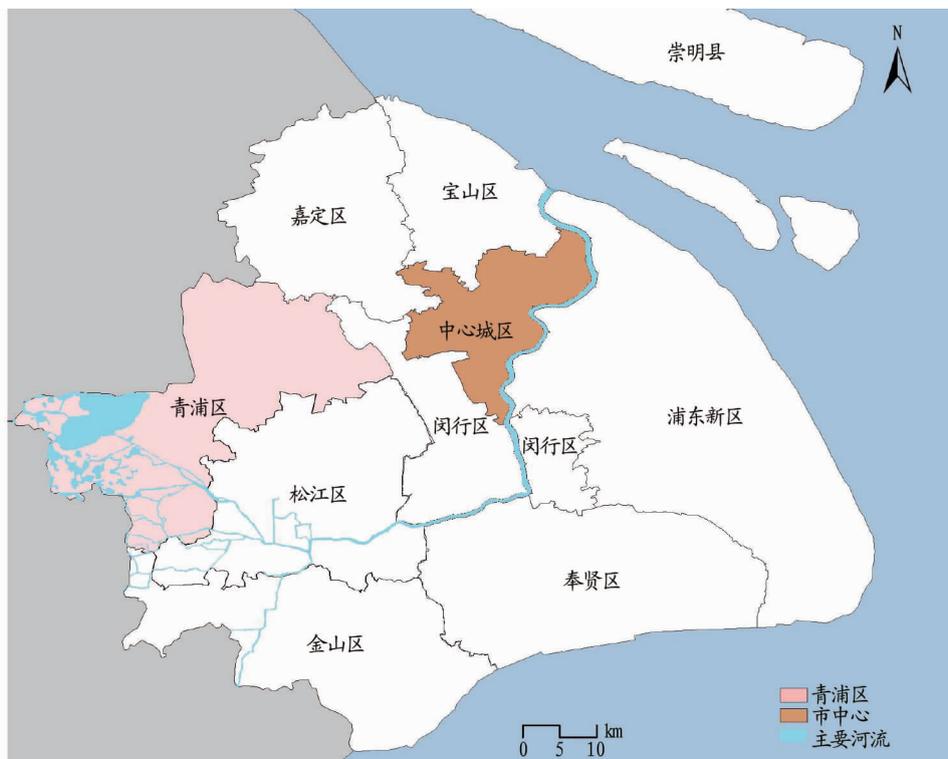


图 1 上海市青浦区所处地理位置

Fig.1 Geography location of Qingpu District, Shanghai City

2 土地覆盖/利用变化分析

2.1 10 年土地利用 最后将通过严格配准的不同时期土地覆盖/利用图做差分,并做前后 2 期的数据统计即得到各种变化结果。土地覆盖/利用变化的本质是社会经济发展、人

口增长以及国家与地方政策等外在驱动力,它们决定土地利用的方向和趋势^[11-12]。地形地貌、土地覆盖/利用的历史等作为内因也会产生不小的影响。该研究以 1998 和 2007 年的土地覆盖/利用图为例(图 2),得到土地覆盖/利用转移矩阵

(表1),期间主要土地覆盖/利用转化情况见表2。

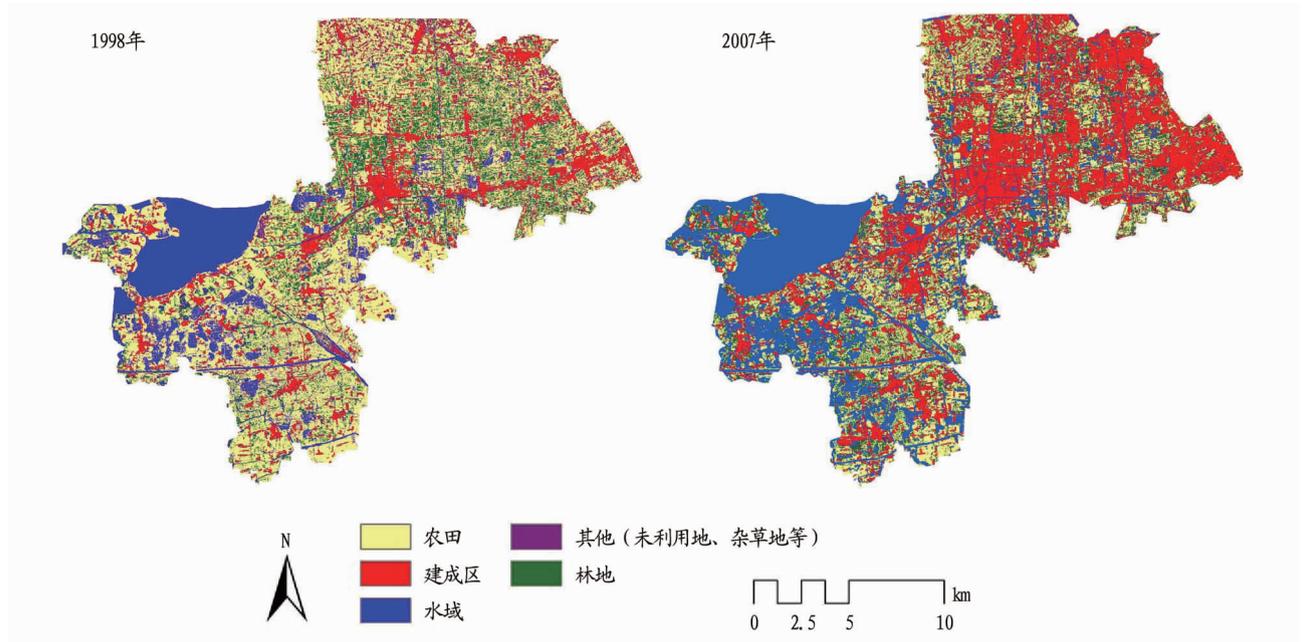


图2 上海市青浦区土地覆盖/利用类型

Fig.2 Land cover/land use classes of Qingpu District, Shanghai City

表1 1998—2007年土地利用转移矩阵

Table 1 Transition matrix of land use during 1998—2007

	1998年					%
	水域 Waters	建成区 Built-up area	农田 Farmland	林地 Woodland	其他 Other	
2007年						
水域 Waters	73.40	5.30	13.30	15.60	13.12	
建成区 Built-up area	9.30	69.30	26.70	29.20	48.97	
农田 Farmland	9.20	11.80	34.70	28.70	13.10	
林地 Woodland	6.50	6.80	17.50	18.80	13.20	
其他 Other	1.60	6.80	7.80	7.70	11.61	

表2 1998—2007年主要土地覆盖/利用转化情况

Table 2 Transition of land cover/land use during 1998—2007

利用类型 Use type	期间增减比例 Rate of increase and decrease during the period//%	第一转化型 First trans- formation type	贡献率 Contribution rate//%	第二转化型 Second trans- formation type	贡献率 Contribution rate//%
农田 Farmland	-49.8	建成区	26.7	林地	17.5
建成区 Built-up area	154.9	农田	11.8	林地	6.8
水域 Waters	34.5	建成区	9.3	农田	9.2
林地 Woodland	14.5	建成区	29.2	农田	28.7
其他 Other	-19.3	建成区	49.0	林地	13.2

结果表明,青浦区面积减少的地类有农田、其他(未利用地、杂草地等),分别减少49.8%与19.3%,同时建成区、水域、林地面积分别增加了154.9%、34.5%与14.5%(表2)。其中建成区(城乡工矿和居民用地)的面积增速最快,2007年比1998年翻了1.3番。农田面积减少幅度最大,面积缩水近50%。土地利用变化的主要特点是建成区(城乡工矿和居民用地),是各类用地第一转化型,水域的增加主要是水面养殖坑塘以及与拆迁规划有关的其他(未利用地、杂草地

等),林地由于植树造林及提供木材等因素有所增加。

2.2 空间分布 20世纪末至今,青浦区土地利用空间变化以耕地变化为代表(图3),其中:①中、北部的农田大部分变为城镇用地,以东北部临近闵行区尤为剧烈;②区内各乡镇建设用地不同程度来源于耕地,除中北部之外,东南练塘镇附近的城镇扩张也很显著;③以原有乡镇中心向外扩展,合并相邻建设用地斑块形成更大的斑块;④造林的点状均匀分布,但成大片规模的很少;⑤西南太北片区历史河网坑塘

众多,退田还塘发展水产养殖;⑥其他类型用地,主要包含未利用土地、裸地、杂、草地等,零星草地散布于公园或人工景观中(如淀山湖东岸的东方绿舟),等待开发的土地中亦有少

量杂草;裸地或未利用土地主要分布于道路两侧准备建筑的区域和城建带周围耕地向建设用地转化的过渡区。

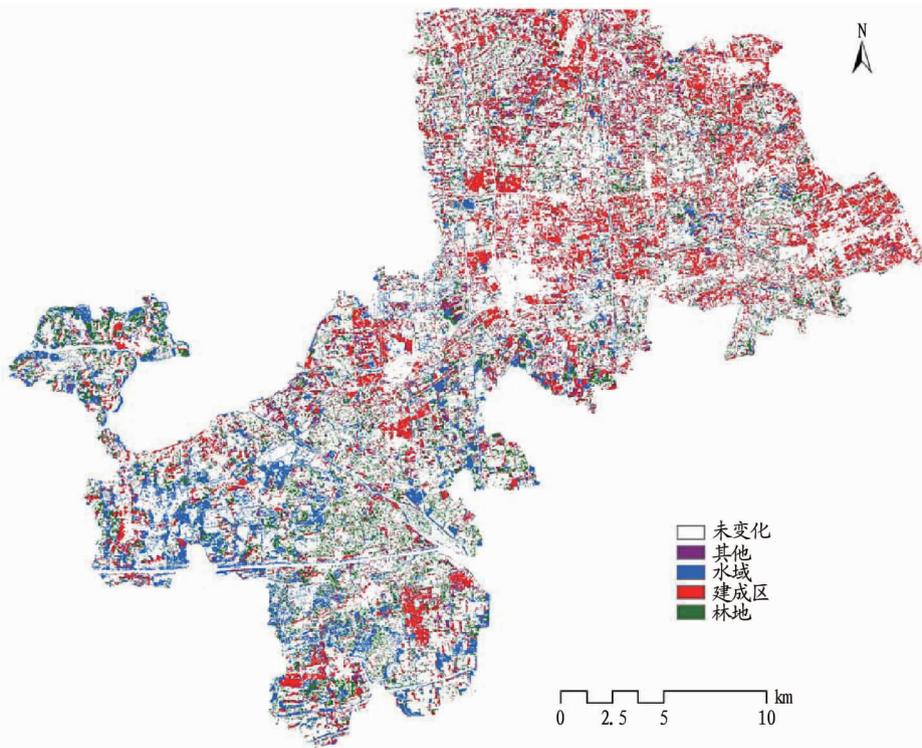


图3 上海市青浦区耕地时空变化

Fig.3 Spatial-temporal variation of farmland at Qingpu District, Shanghai City

3 驱动力分析

土地覆盖/利用变化的基本动因是人们日益增长的物质文化需求对土地进行有利于满足这种需求的方向改造。

3.1 外驱动力^[13] 据青浦年鉴与地方志等^[14] 社会经济指标,1998—2007年总人口从45.6万人增加至87.2万人,人口迅速膨胀了91%;1998年农业人口34.2万人,非农业人口11.4万人;2007年农业人口59.1万人,非农业人口28.1万人,同比在籍总户数只从14.6万户增到15.5万户,增加了6%。数据表明,非农业人口增加率是农业人口增加率的2倍,建成区扩展为1998年的2.5倍多,这说明城镇建设及城市化吸纳了大量人口与劳动力,同时非户籍人口的大量涌入更促进了这种发展。

1998—2007年,青浦区经济增长极快,GDP由96.6亿元增加到415.5亿元,增幅330%,同期第一产业从8.1亿元减少为7.7亿元,第二、三产业由56.7亿、31.8亿元增加到258.8亿、149.1亿元。10年来青浦区第二、第三产业有大幅增长,都翻了2番以上,建成区工厂设施等直接带动这种跨越式发展,也是第一转化型的直接动因。

在政府区域规划政策下,10年来进行的青浦新城,青浦工业园区等建设,直接促进了中北部工业厂房林立,建成区大片毗连的空间格局。同时,随着生态意识的增强,水域与林地面积也有大幅增加。

3.2 内在驱动力 由图1、3可知:①东北部各土地类型大

量转变为建成区明显受到距离影响,该地离中心城区更近;②靠近交通线(道路)两旁的土地更易转化为建筑用地,或处于过渡地块——未利用的裸地等,这在图3中北部有良好体现(空白的条带地物为20世纪存在的主要道路);与此同时,小的建成区斑块就近连接形成大规模斑块;③西南太北片由于历史上水网坑塘众多,由历史驱动的就近进行水产养殖,使得水域有所增加;④由于整片地区属于平原感潮水网区,高程在2.8~4.8m,起伏不大,林地受坡度的影响很小,多是木材经济利益驱动或是人们日益增强的植树造林生态意识使得林地有所增加^[15]。

4 结论

20世纪末至21世纪是我国快速城市化时期,上海市青浦区在这个大背景下,从一个农业县转变成一个城镇化区,遥感监测到农田大面积减少的数量,GIS空间分析发现农田首要转化为建成区,且各种土地类型的第一转化型都为建成区。建成区的大面积扩张,中北部各建成区小斑块逐渐联合成更大的块,这种现象受离上海市中心距离远近驱动,且离道路越近的土地越有可能转变为建筑厂房,随着更多的工厂、房屋建成,更多的人投入到非农业生产生活中,除第一产业外,其他产业都翻了2番以上,经济建设显得欣欣向荣。西部太北片主要受历史地理驱动,毗连淀山湖,水网坑塘遍布,舍田发展水产养殖是因地制宜。随着人们植树造林或林

(下转第91页)

综合比较目前的研究报道发现,许多研究出现相同试验对象,不同试验所获得的瘤胃产甲烷菌的多样性不同,笔者认为其结果主要是由以下原因造成的:①引物的不同造成克隆多样性的不同。目前对瘤胃产甲烷菌的分子多样性的研究对象主要有山羊^[9,14]、绵羊^[15-16]和奶牛^[17-18]等。Tajima等^[6]对荷斯坦奶牛瘤胃产甲烷菌的多样性进行探究,结果表明引物 0025cF/1429R 较引物 D30/D33 探测到的产甲烷菌多样性多。裴彩霞等^[9]研究表明引物 Met86F 和 Met1340R 克隆比其他 2 对引物(1Af/1100Ar 和 Arch364/Archr1386)较为全面。引物的不同导致克隆多样性也有所区别。引物退火温度及扩增效率的不同,引物结合部位周围的结构以及不同扩增模板的特性都会导致不同引物优先扩增的菌群不同,因而造成多样性的差异。因此,对于羚牛瘤胃产甲烷古菌的多样性,还需用不同引物进行研究。②动物所采食日粮的不同,造成瘤胃内微生物的组成不同^[15,19]。日粮可能通过影响瘤胃发酵类型等因素对瘤胃微生物多样性和数量产生影响。该试验中羚牛是在陕西佛坪自然保护区内自然放牧,取得瘤胃内容物的时间是冬季,其野生状态及取样时间同样是影响其瘤胃内产甲烷菌多样性的重要因素。

参考文献

- [1] 麻应太,王西峰. 秦岭羚牛资源现状与保护[J]. 陕西林业科技,2008(2):80-83.
- [2] 曾治高,宋延龄,钟文勤,等. 秦岭羚牛的食性[J]. 动物学杂志,2001,36(3):36-44.
- [3] KOIKE S, KOBAYASHI Y. Development and use of competitive PCR assays for the rumen cellulolytic bacteria: *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* and *Ruminococcus flavefaciens* [J]. FEMS Microbiology Letters, 2001, 204(2):361-366.
- [4] WRIGHT A D G, KLIEVE A V. Does the complexity of the rumen microbial ecology preclude methane mitigation? [J]. Animal feed science & technology, 2011, 166/167(7):248-253.

(上接第 79 页)

业经济活动,林地有所增加,全区呈点状分布。

自然与人类社会共同造就了现今的土地覆盖/利用格局,在社会经济迅速发展,城市面貌日新月异的当代中国,历史与变革造就了复杂的土地覆盖/利用模式,其变化紧密联系生态环境与经济发展整个过程,而且我国的政策(如新农村建设^[16])向来对这种格局造成严重影响。笔者基于 RS 与 GIS 技术,结合土地覆盖/利用变化的内外驱动力分析,以变化的视角进行探讨,是实现我国快速城市化背景下人与生态环境和谐发展的有效途径。

参考文献

- [1] FOLEY J A, DEFRIES R, ASNER G P, et al. Global consequences of land use [J]. Science, 2005, 309(5734):570-574.
- [2] LI X B. A review of the international researches on land use/land cover change [J]. Acta geographica sinica, 1996, 51(6):553-558.
- [3] PIELKE R A. Land use and climate change [J]. Science, 2005, 310(5754):1625-1626.
- [4] 黄波,赵涌泉. 多源卫星遥感影像时空融合研究的现状及展望[J]. 测绘学报, 2017, 46(10):1492-1499.
- [5] 姜毅,季相星. 基于遥感影像的连云港市生态环境质量状况[J]. 污染防治技术, 2017, 30(5):11-15.

- [5] 艾丹,郭春华,尹永志,等. 16S rRNA 指纹分析技术在瘤胃微生物研究中的应用[J]. 饲料研究, 2011(2):10-12.
- [6] TAJIMA K, NAGAMINE T, MATSUI H, et al. Phylogenetic analysis of archaeal 16S rRNA libraries from the rumen suggests the existence of a novel group of archaea not associated with known methanogens [J]. FEMS Microbiology Letters, 2001, 200(1):67-72.
- [7] WRIGHT A D G, WILLIAMS A J, WINDER B, et al. Molecular diversity of rumen methanogens from sheep in Western Australia [J]. Applied and environmental microbiology, 2004, 70(3):1263-1270.
- [8] 裴彩霞,毛胜勇,朱伟云. 晋南牛瘤胃中古菌分子多样性的研究[J]. 微生物学报, 2008, 48(1):8-14.
- [9] 裴彩霞,毛胜勇,朱伟云. 山羊瘤胃产甲烷古菌多样性及与其他动物瘤胃的比较[J]. 畜牧兽医学报, 2012, 43(6):909-914.
- [10] WRIGHT A D G, PIMM C. Improved strategy for presumptive identification of methanogens using 16S ribotyping [J]. Journal of microbiological methods, 2003, 55(2):337-349.
- [11] INOUE H, NOJIMA H, OKAYAMA H. High efficiency transformation of *Escherichia coli* with plasmids [J]. Gene, 1990, 96(1):23-28.
- [12] GOOD I J. The population frequencies of species and the estimation of population parameters [J]. Biometrika, 1953, 40(3/4):237-264.
- [13] 张晶晶,兰阿峰,邓百万,等. 红豆杉免培养内生细菌多样性的初步研究[J]. 微生物学通报, 2013, 40(5):766-774.
- [14] REGENSBOGENOVA M, MCEWAN N R, JAVORSKY P, et al. A re-appraisal of the diversity of the methanogens associated with the rumen ciliates [J]. FEMS Microbiology Letters, 2004, 238(2):307-313.
- [15] WRIGHT A D G, TOOVEY A F, PIMM C L. Molecular identification of methanogenic archaea from sheep in Queensland, Australia reveal more uncultured novel archaea [J]. Anaerobe, 2006, 12(3):134-139.
- [16] YANAGITA K, KAMAGATA Y, KAWAHARASAKI M, et al. Phylogenetic analysis of methanogens in sheep rumen ecosystem and detection of *Methanomicromobium mobile* by fluorescence *in situ* hybridization [J]. Bioscience, biotechnology, and biochemistry, 2000, 64(8):1737-1742.
- [17] WHITFORD M F, TEATHER R M, FORSTER R J. Phylogenetic analysis of methanogens from the bovine rumen [J]. BMC Microbiology, 2001, 1(1):1-5.
- [18] TAJIMA K, NAGAMINE T, MATSUI H, et al. Phylogenetic analysis of archaeal 16S rRNA libraries from the rumen suggests the existence of a novel group of archaea not associated with known methanogens [J]. FEMS Microbiology Letters, 2001, 200(1):67-72.
- [19] 冯仰廉. 反刍动物营养学 [M]. 北京:科学出版社, 2004:1-130.

防治技术, 2017, 30(5):11-15.

- [6] 刘康,覃帮勇,牟伶俐,等. 基于多时相遥感影像的围填海动态监测与变化分析:以辽宁省部分沿海县市为例[J]. 海洋环境科学, 2017, 36(6):911-917.
- [7] 郭程轩,徐颂军,巫细波. 基于地统计学的佛山市土地利用变化驱动力时空分异[J]. 经济地理, 2009, 29(9):1524-1529.
- [8] 张建平,朱教君,闫巧玲,等. 基于决策树的科尔沁沙地土地利用/覆盖变化监测[J]. 生态学杂志, 2009, 28(9):1730-1736.
- [9] 崔伟宏,史文中,李小娟. 基于特征的时空数据模型研究及在土地利用变化动态监测中的应用[J]. 测绘学报, 2004, 33(2):138-145.
- [10] 肖亮明,陈建忠. 无人机航测技术在国土资源管理中的应用[J]. 测绘地理信息, 2017, 42(5):96-99.
- [11] 宋学森,王蕊,熊雨杰,等. 基于遥感影像的汉寿县土地覆盖动态监测[J]. 环境与可持续发展, 2017, 42(5):163-164.
- [12] 杨爽,冯晓明,陈利顶. 土地利用变化的时空分异特征及驱动机制:以北京市海淀区、延庆县为例[J]. 生态学报, 2009, 29(8):4501-4511.
- [13] 顾康康,刘景双,窦鑫磊. 辽中地区矿业城市土地利用变化[J]. 生态学杂志, 2007, 26(8):1265-1270.
- [14] 赵倩,张小平,袁永坤,等. 1997~2007年上海市青浦区河道表层水氮元素污染特征及其社会经济驱动因子分析[J]. 复旦学报(自然科学版), 2009, 48(5):604-609.
- [15] 马红利. 基于 RS 和 GIS 的富平县城镇空间扩张演变规律及其驱动力分析[J]. 测绘与空间地理信息, 2017, 40(9):146-149.
- [16] 龙花楼,刘彦随,唐国平,等. 昆山市土地利用变化与新农村建设[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2007, 43(6):790-796.