

# 基于遥感数据的南京仙林地区土地 利用类型动态变化分析

张 宇,王得玉

(南京邮电大学地理与生物信息学院,江苏 南京 210023)

[摘要] 以南京仙林地区为研究对象,根据 1994 年、2000 年、2007 年 3 期的 Landsat5 TM 数据以及 2014 年的 Landsat8 OLI 数据,结合相关地形图资料,借助遥感图像处理软件及 GIS 空间分析方法,对南京仙林地区的土地利用类型进行动态变化分析.依据土地利用类型变化动态度,结合当地具体的自然与社会经济条件等因素,得出该地区土地利用类型变化趋势及原因,并建议以后该地区的规划要着重解决“人地关系”问题.

[关键词] 遥感,土地利用类型,变化分析,南京仙林

[中图分类号] S127 [文献标志码] A [文章编号] 1672-1292(2017)04-0079-07

## Land Use Types' Dynamic Changing Analysis Based on Remote Sensing Data in Xianlin District of Nanjing

Zhang Yu, Wang Deyu

(College of Geographic and Biologic Information, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** Land use types' dynamic changes are analysed in Xianlin District of Nanjing based on Landsat5 TM images from 1994, 2000, 2007, as well as Landsat8 OLI image in 2014, and local topographic maps. The dynamic degrees of land use types' changes are especially investigated in the study. Considering the local natural and social factors, the study finally summaries the trend of changes of land use types and its reasons. Some reasonable suggestions are also proposed. Therefore man-land relationship should be considered first in regional planning and urban development of Xianlin District.

**Key words:** remote sensing, land use types, changing analysis, Xianlin District of Nanjing

区域土地利用类型变化研究属于社会热点研究领域.土地是人类生存和发展的重要前提,研究区域土地利用类型的变化对区域的经济发展与区域规划具有重大意义<sup>[1-4]</sup>.南京仙林地区属于南京市未来重点打造的副城区,对南京仙林地区进行土地利用类型动态变化分析,可以对今后该区域的规划及发展提出合理化的建议,促进该地区生态文明建设和社会的可持续发展.

随着遥感技术的飞速发展,遥感技术已越来越多地应用于土地利用现状调查与环境监测等方面.遥感技术凭借其监测范围大、获取数据量大、数据更新快等特点,在土地利用调查方面发挥了重要作用<sup>[5]</sup>.在过去的几十年里,基于遥感的土地利用类型分类一直是遥感图像分类研究的重要应用方向,是土地利用/土地覆盖变化(land use/cover change, LUCC)研究的重要内容<sup>[6]</sup>.史泽鹏等人利用 J48 决策树算法对肥东县进行了土地利用变化分析<sup>[7]</sup>,陈劲松等人基于多源遥感信息融合的方式对广东省雷州半岛进行了土地利用分类研究<sup>[8]</sup>,张雨等人基于 MODIS 数据对辽宁省进行了土地利用分类研究<sup>[9]</sup>,赵志平等人基于 Landsat TM 数据对秦岭地区近 20 年的土地利用/覆盖变化进行了遥感分析<sup>[10]</sup>,这些学者基于遥感数据对土地利用进行研究都取得了不错的研究成果.发展至今,该技术领域的理论与方法越来越成熟和完善,故利用遥感影像进行南京仙林地区的土地利用类型变化分析可以获得很好的研究成果.

收稿日期:2017-06-02.

基金项目:江苏省青年科学基金(BK20140868).

通讯联系人:王得玉,博士,讲师,研究方向:水环境遥感、GIS 软件设计与开发. E-mail:Wangdy@njupt.edu.cn

本研究主要以 RS 技术和 GIS 技术为主要技术及手段,利用 1994 年、2000 年、2007 年 3 期的 Landsat5 TM 数据以及 2014 年的 Landsat8 OLI 数据为基础数据,结合遥感图像处理方法及 GIS 空间分析方法,对仙林规划区进行土地利用类型变化分析,得出变化趋势、方向及变化的影响因素,为今后该区域发展与决策提供参考依据。

## 1 研究区域与数据

### 1.1 研究区介绍

仙林地区隶属于南京市栖霞区,位于栖霞区东部、紫金山东麓,仙林大学城便坐落于此,是江苏省重要的高等教育集聚区。该地区多山,山体大多为东西走向,主要有桂山、灵山、栖霞山等。该地区主要呈低山丘陵特色,山丘、岗地、谷底平原相间分布,区域自然植被生长茂盛,生态环境良好。

本研究主要以 2010 年南京市规划局出台的《南京市仙林副城总体规划(2010-2030)》中定义的范围为研究区域,该规划区北至长江,南至沪宁高速和京沪高速,西至绕城高速,东至市界、312 国道和七乡河,总面积约占 166 km<sup>2</sup>。图 1 所示规划区即为本研究主要的研究范围(图中阴影部分区域)。

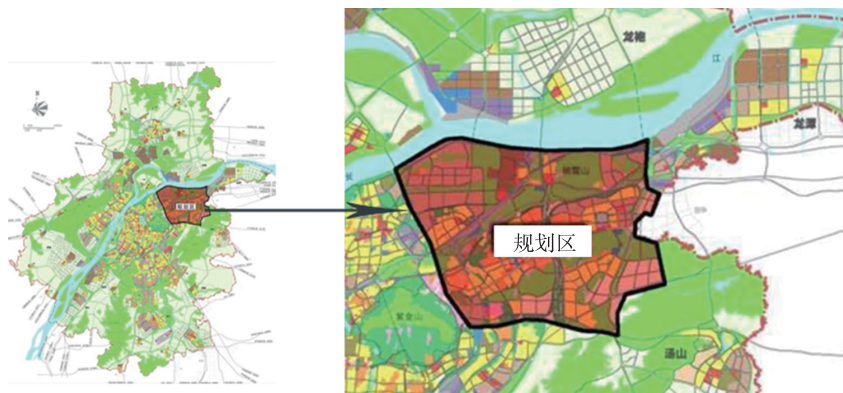


图 1 研究区示意图

Fig. 1 The schematic map of study area

### 1.2 数据及预处理

由于遥感能够频繁持久地提供地表面状信息,具有宏观、动态、精确地监测地表环境变化的特点,目前已越来越广泛地应用于区域土地利用类型变化分析领域。本研究主要选取了 1994 年、2000 年、2007 年 5 月中旬的 Landsat5 TM 数据和 2014 年 6 月初的 Landsat8 OLI 数据,考虑到各个季节地表覆盖类型的不同,选取相同季节的数据是为了提高土地利用类型变化分析的精度。

本研究采用 ENVI5.1 为遥感图像的预处理、监督分类及分类后处理软件。首先对 4 幅影像做预处理,分别进行辐射定标、几何纠正、大气校正、研究区裁剪,经过预处理后的影像和原始影像相比具有更好的识别度和精度。而后再进行监督分类操作<sup>[11]</sup>。

## 2 研究方法

### 2.1 土地利用分类

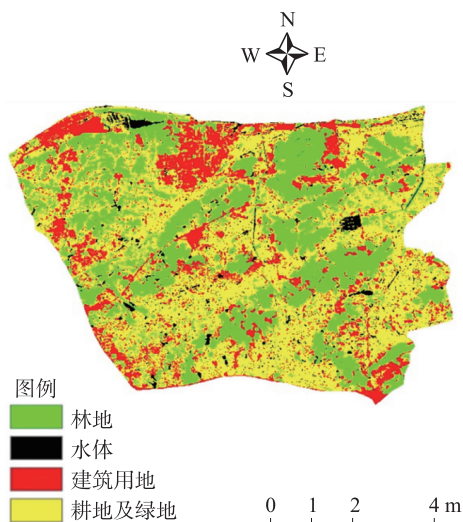
本研究根据国家土地利用类型一级分类标准进行分类,考虑到南京仙林地区主要是经济发达的低山丘陵地区,不考虑草地类型及未利用类型,此外还考虑到当地实际情况,并结合本研究最主要的目的是分析该地区的发展趋势及城市化进程状况,故将该地区的土地利用类型主要分为林地、水体、建筑用地、耕地及绿地四大类。监督分类时主要依据目视解译原理并结合野外实地验证的方式,对于 1994 年至 2007 年间的 TM 数据,根据 TM 影像的波段组合特性,利用 TM4、3、2 波段假彩色合成影像提取林地和水体,利用 TM7、6、4 波段假彩色合成影像提取建筑用地,利用 TM5、4、3 假彩色合成影像提取耕地及绿地。对于 2014 年的 Landsat8 OLI 数据,根据 OLI 波段组合特性,利用 Band5、6、2 和 Band5、4、3 结合来提取林地、耕地及绿地,利用 Band5、6、4 来提取水体,利用 Band7、6、4 来提取建筑用地。再利用 ENVI 软件中的最大似然法进行监督分类,4 期数据分类结果的各类别可分离度均大于 1.93,具有较好的分类效果<sup>[11]</sup>。图 2 是 1994 年

和 2000 年的分类结果,图 3 是 2007 年和 2014 年的分类结果。

## 2.2 精度评价

精度问题是当前土地利用动态变化监测中普遍关心的问题,所以对分类结果给出精度评价很有必要<sup>[12]</sup>。在 ENVI 软件中依据混淆矩阵进行精度评价,得到 1994 年的总体分类精度为 90.574 7%,Kappa 系数为 0.837 9;2000 年的总体分类精度为 90.988 5%,Kappa 系数为 0.816 6;2007 年的总体分类精度为 86.778 2%,Kappa 系数为 0.767 7;2014 年的总体分类精度为 87.384 5%,Kappa 系数为 0.785 0。从总体上来看,各分类结果的总体分类精度均大于 85%,基本上可以满足后续分析要求。

1994年南京仙林地区土地利用类型分类结果图



2000年南京仙林地区土地利用类型分类结果图

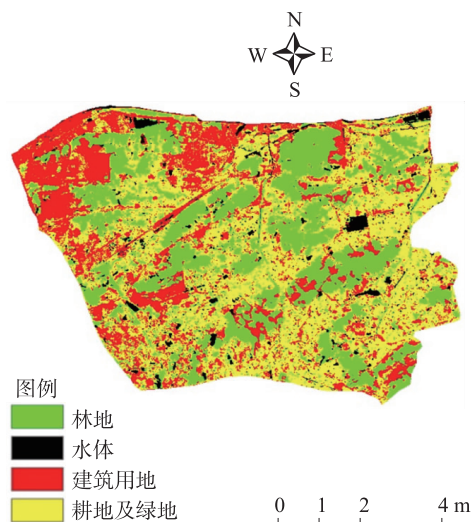
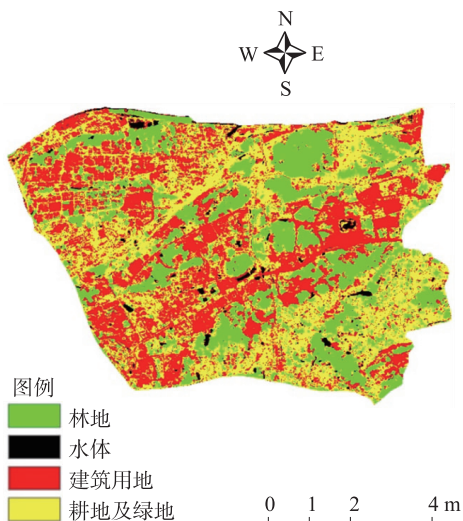


图 2 1994 年、2000 年土地利用类型分类结果图

Fig. 2 Land use types' classification results in 1994, 2000

2007年南京仙林地区土地利用类型分类结果图



2014年南京仙林地区土地利用类型分类结果图

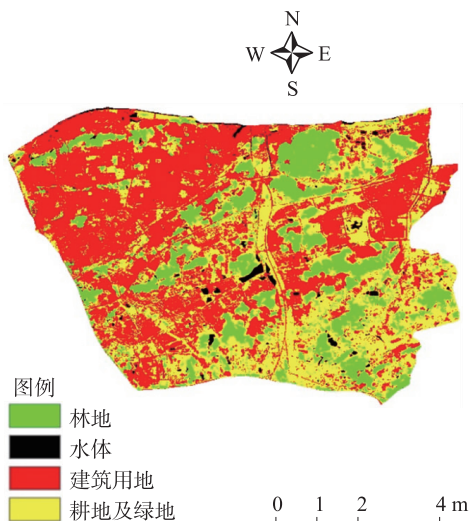


图 3 2007 年、2014 年土地利用类型分类结果图

Fig. 3 Land use types' classification results in 2007, 2014

## 3 土地利用类型动态变化分析

### 3.1 土地利用类型面积变化分析

将 ENVI 中分类结果图像数据导入 ArcMap,并结合 Excel 做后期的分类统计处理,得到各年份的土地利用类型分类结果如表 1 所示,各年份的分类结果数据柱状图如图 4 所示。



表 1 南京仙林地区 1994~2014 年土地利用类型情况

Table 1 The land use types's situations in Nanjing Xianlin district from 1994 to 2014

土地类型	所占面积/km <sup>2</sup>				所占比例/%			
	1994 年	2000 年	2007 年	2014 年	1994 年	2000 年	2007 年	2014 年
林地	50.54	46.49	40.84	27.19	30.45	28.01	24.60	16.38
水体	5.51	6.85	3.25	2.68	3.32	4.13	1.96	1.62
建筑用地	29.79	41.26	57.76	78.58	17.94	24.85	34.80	47.35
耕地及绿地	80.16	71.40	64.15	57.55	48.29	43.01	38.64	34.65
总和	166	166	166	166	100	100	100	100

从表 1 及图 4 可以看出,1994 年至 2014 年间,南京仙林地区的土地利用类型发生了很大变化,其中林地面积呈减少趋势,建筑用地面积呈增加趋势且增加幅度最大,耕地及绿地的面积呈减少趋势且减少幅度较大,而水体面积先增加后逐渐减少。

3.2 土地利用变化动态度分析

动态度即土地利用类型年变化速率. 动态度可定量描述区域一定时间范围内某种土地利用类型的变化速度,可用来反映区域土地利用类型变化的剧烈程度,在比较土地利用变化的区域差异及预测未来土地变化趋势方面具有积极作用. 动态度具体的表达式为<sup>[13-15]</sup>:

$$R=\frac{U_b-U_a}{U_a}\times\frac{1}{T}\times100\%,$$

式中, $R$  为土地利用类型变化的动态度; $T$  为研究时间; $U_a$  和  $U_b$  分别指时间靠前年份与时间靠后年份某土地利用类型的面积。

同样,可设变化幅度为某时段内靠后时间的某一土地利用类型与靠前时间的该土地利用类型的面积差与靠前时间的该土地利用类型的面积相除的结果,具体的公式为<sup>[15]</sup>:

$$\Delta U=\frac{U_b-U_a}{U_a}\times100\%.$$

本研究采用 1994 年~2000 年,2000 年~2007 年,2007 年~2014 年这 3 个时段的统计数据进行土地利用类型变化的动态度分析, $T$  分别取 6、7、7,则求得的动态度即为各时段的年动态度. 根据公式及数据,得到的动态度分析结果如表 2 所示。

表 2 不同时期内南京仙林地区土地利用变化的动态度分析

Table 2 The dynamic degrees of Nanjing Xianlin district's land use types' changes in different periods

土地类型	1994 年~2000 年		2000 年~2007 年		2007 年~2014 年	
	变化幅度/%	动态度/%	变化幅度/%	动态度/%	变化幅度/%	动态度/%
林地	-8.01	-1.34	-12.15	-1.74	-33.42	-4.77
水体	24.32	4.05	-52.55	-7.51	-17.39	-2.48
建筑用地	38.50	6.42	39.99	5.71	36.03	5.15
耕地及绿地	-10.93	-1.82	-10.15	-1.45	-10.29	-1.47

从表 2 可以看出,1994 年至 2000 年间建筑用地的变化幅度最大,为 38.5%,表现为面积快速增加,且其年动态度也最大,为 6.42%。水体的变化幅度也较大,为 24.32%,具体表现为水体面积增加. 而林地与耕地及绿地均出现面积减少趋势,面积减少幅度相对来说一般,年动态度均较小。

从表 2 还可以看出,2000 年至 2007 年间水体面积变化幅度最大为-52.55%,其年动态度也最大,表现为水体急剧减少,相对于 2000 年的水体面积,2007 年水体面积约减少了一半多. 其次,建筑用地面积变化幅度也较大,为 39.99%,表现为建筑用地面积快速增长. 而林地与耕地及绿地的面积均出现了减少,但减

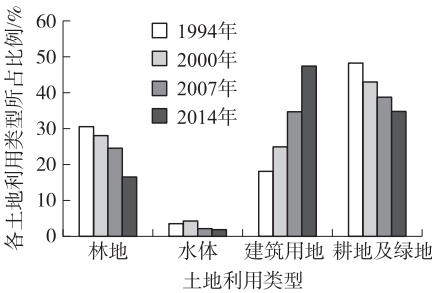


图 4 1994 年、2000 年、2007 年、2014 年各土地类型所占比例图

Fig. 4 All land use types' proportions in 1994, 2000, 2007, 2014

少的幅度均不剧烈,年动态度均较小。

同时,2007年至2014年间建筑用地的面积变化幅度最大,为36.03%,表现为该时期建筑用地面积急剧增加。林地面积也呈现出快速减少趋势,变化幅度达到-33.42%,2014年林地面积相对于2007年减少了很多。而水体、耕地及绿地都呈现减少趋势,但减少幅度较平稳,年动态度较小。

由1994年至2000年、2000年至2007年以及2007年至2014年间的土地利用变化动态度分析可知,该地区土地利用类型变化有共同的趋势,林地、耕地及绿地面积不断减少,而建筑用地面积不断增加。

### 3.3 驱动力分析

驱动力是导致土地利用方式和目的发生变化的主要自然因素与社会经济因素<sup>[14]</sup>,土地利用类型变化主要还是人类活动造成的<sup>[16]</sup>。本研究主要从自然因素、社会经济因素、国家政策因素等方面对影响研究区的驱动力进行分析。

#### 3.3.1 自然因素

南京仙林地区属于亚热带季风气候,雨量充沛,年降水量1200 mm,四季分明,年平均气温15.4℃,年平均降水量1106 mm,且南京仙林地区主要呈现低山丘陵与谷地平原相间的地貌特征。这就导致该地区的土地利用类型前期主要以林地与耕地为主。

进入五月开始至梅雨时期该地区降水量会逐步增多且降雨不稳定,且仙林地区北部濒临长江,受到长江上游的流量影响,每年五至六月份长江堤岸边的积水量可能不同,这就造成了该地区水体面积随着年份而变化,但该地区水体面积变化相对还是比较稳定的。

总体而言,在研究区的气候与地形的共同作用下,从目前来看研究区的林地、耕地及绿地的面积还是占有一定比重的。

#### 3.3.2 社会经济因素

1994年南京仙林地区属于南京的农牧场基地,属于南京城附近的农村地区,尚未进行城市化建设,在这一阶段该地区的人口主要以当地的农民为主。所以这一时期该地区的土地利用类型以林地、耕地及绿地为主,共占78.74%。

至2000年,南京仙林地区已经初步进行了城市化建设,主要是一些大学校区的建设。这时期南京师范大学仙林校区、南京财经大学仙林校区已处于建设阶段,周边的一些基础设施也处于初步建设阶段。加上这一时期有较多的外来人口的流入,人口数量相对1994年有了较大上升,同时也促进了仙林地区的城市化建设。因此这一时期,由于城市开发建设的需要,部分林地、耕地及绿地转变为建筑用地,变化趋势为建筑用地面积增多,林地、耕地及绿地面积减少。

至2007年,由于南京仙林大学城基本建成,仙林新市区正在建设中,大量的大学人口进入该地区,同时随着地区基础设施的建设与完善、一些区域产业园区的建成,吸引了大量人口涌入,城市化进程进一步加快。相比于2000年,该地区的土地利用类型转变依旧是林地、耕地及绿地面积减少,建筑用地面积进一步增加。

至2014年,南京仙林地区已成为南京市重点打造的三大副城区之一,该地区的城市化建设已达到较高水平且继续发展,基础设施不断建设与完善,产业结构不断升级,更多大学校园、产业园区建成并投入使用,创造了大量的就业机会,吸引了更多人口进入该地区,同时也带来了住房紧张等问题。故这一时期相比于2007年,仍是建筑用地面积急剧增加,林地、耕地及绿地面积不断减少,同时这一时期建筑用地的需求量很大,许多林地被大规模开发用来作为建筑用地,具体表现为建筑用地面积大幅度增加,而林地面积大幅度减少。

#### 3.3.3 国家政策因素

根据1995年批准的《南京市城区总体规划(1991-2010)》,仙林地区被列为南京的三个新市区之一,从此仙林地区逐步开始并加快城市化发展。

2001年通过的《南京市城市总体规划》进一步明确了仙林新市区是以发展教育和高新技术产业为主的新市区,并于2002年1月启动了仙林大学城与新市区建设。到2007年,南京市规划局出台了《南京市城市总体规划(2007-2020)》将仙林副城确定为南京市三个副城区之一,再加上南京市规划局和仙林大学城管理委员会又共同编制了《南京市仙林副城总体规划(2010-2030)》,受到这些相关政策、文件的影响,仙

林地区加快了城市化建设进程,大量的林地、耕地及绿地转换为建筑用地。此外政府出台的“退耕还林”、“退田还农”政策也引起林地、耕地、建筑用地之间的转移。

## 4 结语

本研究主要根据遥感数据并结合GIS分析方法,利用南京仙林地区的1994年、2000年、2007年3期Landsat5 TM数据和2014年1期的Landsat8 OLI数据,对南京仙林地区的土地利用类型变化进行分析。通过分析发现,自1994年以来,南京仙林地区的林地、耕地及绿地的面积不断减少,建筑用地的面积不断大幅度增加,变化的主要方向是由该地区的林地、耕地及绿地向建筑用地转变。

南京仙林地区是江苏省重要的高等教育集聚区,已集中了全省约8%的在校大学生,且该地区城市化进程中建筑用地面积逐年增多、人口逐年增多,而其他土地类型面积逐年减少,故在今后的发展中尤其要解决好“人地关系”问题,保护耕地及林地,同时着重考虑节约资源、保护环境,努力构建资源节约、生态友好型社会,走可持续发展之路。

## [参考文献](References)

- [1] 王小玉,张安明,邹小红,等. 重庆市土地利用变化及驱动机制研究[J]. 西南大学学报(自然科学版),2009,31(2):146-151.  
WANG X Y,ZHANG A M,ZOU X H,et al. A study on driving-force system of regional land-use change—taking Chongqing City as an example[J]. Journal of Southwest university(natural science edition),2009,31(2):146-151.(in Chinese)
- [2] 吴坤,王文杰,刘军会,等. 成渝经济区土地利用变化特征与驱动力分析[J]. 环境工程技术学报,2015,5(1):29-37.  
WU K,WANG W J,LIU J H,et al. Analysis on characteristics and driving force of land use change in Chengdu-Chongqing economic zone[J]. Journal of environmental engineering technology,2015,5(1):29-37.(in Chinese)
- [3] 顾蕾,吴春骏,王鑫. 基于遥感的临安市土地利用变化及驱动力分析[J]. 浙江农林大学学报,2009,26(6):870-876.  
GU L,WU C J,WANG X. Land utilization changing and driving force analysis based on remote sensing data in Lin'an[J]. Journal of Zhejiang A&F university,2009,26(6):870-876.(in Chinese)
- [4] 周月敏,王建华,马安青,等. 基于遥感和地理信息系统的临泽县土地利用动态变化分析[J]. 中国沙漠,2003,23(2):142-146.  
ZHOU Y M,WANG J H,MA A Q,et al. Study on land use dynamics based on RS and GIS in Linze County[J]. Journal of desert research,2003,23(2):142-146.(in Chinese)
- [5] 戴晓琴. 浅谈遥感技术在土地利用中的应用[J]. 安徽农学通报,2008,14(23):75-76.  
DAI X Q. The applications of remote sensing technology in land use[J]. Anhui agricultural science bulletin,2008,14(23):75-76.(in Chinese)
- [6] 厉彦玲,赵庚星. 土地利用/覆盖变化与土壤质量退化遥感研究进展[J]. 遥感信息,2017,32(2):1-6.  
LI Y L,ZHAO G X. Advances in land use/cover change and soil quality degradation by remote sensing[J]. Remote sensing information,2017,32(2):1-6.(in Chinese)
- [7] 史泽鹏,马中文,马友华,等. 基于J48决策树算法的遥感土地利用变化分析[J]. 遥感信息,2014,29(1):78-84.  
SHI Z P,MA Z W,MA Y H,et al. Land use change of remote sensing based on J48 decision tree algorithm[J]. Remote sensing information,2014,29(1):78-84.(in Chinese)
- [8] 陈劲松,韩宇,陈工,等. 基于多源遥感信息融合的广东省土地利用分类方法—以雷州半岛为例[J]. 生态学报,2014,34(24):7 233-7 242.  
CHEN J S,HAN Y,CHEN G,et al. Land utilization mapping in Guangdong Province based on integration of optical and SAR remote sensing data[J]. Acta ecologica sinica,2014,34(24):7 233-7 242.(in Chinese)
- [9] 张雨,林辉,臧卓,等. 基于MODIS数据的辽宁省土地利用分类研究[J]. 西南林业大学学报,2014(1):52-57.  
ZHANG Y,LIN H,ZANG Z,et al. Research on land use classification in Liaoning Province based on MODIS data[J]. Journal of Southwest forestry university,2014(1):52-57.(in Chinese)
- [10] 赵志平,关潇,李果,等. 近20年来秦岭地区土地利用/覆被变化的遥感分析[J]. 环境科学与技术,2017(5):187-193.  
ZHAO Z P,GUAN X,LI G,et al. Land use and land cover change in Qinling Region in recent 20 years based on remote sensing analysis[J]. Environmental science & technology,2017(5):187-193.(in Chinese)
- [11] 邓书斌. ENVI遥感图像处理方法[M]. 北京:科学出版社,2010.

- DENG S B. Methods of remote sensing image processing using ENVI[ M]. Beijing:Science Press,2010.(in Chinese)
- [ 12] 陈龙乾,郭达志,胡召玲,等. 徐州市城区土地利用变化的卫星遥感动态监测[J]. 中国矿业大学学报,2004,33(5):528-532.  
CHEN L Q, GUO D Z, HU Z L, et al. Dynamic monitoring on land use change of Xuzhou urban area using satellite remote sensing data[ J]. Journal of China university of mining & technology,2004,33(5):528-532.(in Chinese)
- [ 13] 李瑞俊,孙希华,李平. 基于遥感和 GIS 的青岛市土地利用动态变化分析[J]. 山东师范大学学报(自然科学版),2004,19(4):50-52.  
LI R J, SUN X H, LI P. Analysis of land use dynamic changes in Qingdao City based on RS and GIS[ J]. Journal of Shandong normal university(natural science edition),2004,19(4):50-52.(in Chinese)
- [ 14] 王莉,卫海燕,凤鹏,等. 基于遥感影像的西安地区土地利用变化分析[J]. 资源开发与市场,2010,26(7):582-592.  
WANG L, WEI H Y, FENG P, et al. Analyzing land-use change of Xi'an region on RS image[ J]. Resource development & market,2010,26(7):582-592.(in Chinese)
- [ 15] 宋丹妮,匡鸿海. 基于遥感影像的单县土地利用动态变化分析[J]. 湖北农业科学,2015,54(3):550-554.  
SONG D N, KUANG H H. Analyses of dynamic changes in land use in Shanxian County based on remote sensing image[ J]. Hubei agricultural sciences,2015,54(3):550-554.(in Chinese)
- [ 16] 李团胜. 陕西省土地利用动态变化分析[J]. 地理研究,2004,23(2):157-164.  
LI T S. Analysis on dynamic change of land use in Shaanxi Province[ J]. Geographical research,2004,23(2):157-164.(in Chinese)

[ 责任编辑:严海琳]