

基于 LCCS 的大尺度土地覆被遥感 产品类别相对一致性研究

张晓楠^{1,2}, 宋宏利²

(1. 矿山空间信息技术国家测绘地理信息局重点实验室, 河南 焦作 454000; 2. 河北工程大学 资源学院, 河北 邯郸 056038)

摘 要: 该文提出了一种基于 LCCS 分类体系的大尺度土地覆被遥感产品间类别一致性的定量计算方法, 并以 GLOBCOVER 和 MODIS COLLECTION5 两种大尺度土地覆被遥感产品为数据源对该方法进行了验证。结果表明: GLOBCOVER 和 MODIS COLLECTION5 两者间的类别一致性区域较小, 且集中分布于中国的华北、四川盆地、台湾省、西北沙漠地区和喜马拉雅山东麓。类别一致性值分区统计表明, 两种土地覆被遥感产品的类别一致性面积百分比存在显著的区域差异, 在东北区域, 高值区和低值区总面积相近, 该区域一致性值以 0.5~0.7 为主, 约占该区域总面积的 35%; 在西北区域, 一致性值以 0.7~0.9 为主; 在华北区域, 一致性值表现出明显的高值优势, 一致性值大于 0.9 的区域约占区域总面积的 63%; 在东南区域, 类别一致性值表现出高值面积百分比大于低值面积百分比的特征; 青藏高原高寒区的类别一致性值则与东南区域相反; 四川盆地的陆表土地覆被类别以耕地为主, 因此表现出与华北区域类似的分布特征; 西南区域各个区间的类别一致性值百分比表现出较为均匀分布特征, 并无明显优势级别。

关键词: 土地覆被遥感产品; 相对一致性; 亲近度矩阵; LCCS

中图分类号: S127; TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2014)05-0306-05

Analysis of Consistency between Globcover and Modis Collection5 Based on LCCS

ZHANG Xiao-nan^{1,2}, SONG Hong-li²

(1. Key Laboratory of Geo-Informatics of National Administration of Surveying, Jiaozuo, He'nan 454000, China; 2. College of Resources, Hebei University of Engineering, Handan, Hebei 056038, China)

Abstract: Based on the LCCS, this article proposed a method for assessing the relative consistency of large scale land cover products, hereafter GLOBCOVER and MODIS COLLECTION5 were used as validate data to prove the method. The results show that the percentage of higher affinity value is lower because of the difference of category threshold, and concentrated in northern China, Sichuan basin, Taiwan Province, northwest desert and eastern Himalayas. The zonal statistics demonstrated the significant differences, for example, in Northeast, the percentage of high value and low value is almost identical, the value was between 0.5~0.7, occupying the 35%; in northern China, the high value showed an apparent advantage, there was about 63% of area great than 0.9; in southeast region, the region of high value is more than low value, but in Tibet alpine, the tend is adverse compared with southeast region; Sichuan basin has the similar vegetation composition, so the affinity value distribution is analogous with northern China; the affinity value percentage showed a uniform distribution, there was no predominant value interval.

Key words: land cover; relative uniformity; affinity value; LCCS

精确的全球及区域尺度的陆表土地覆被信息是客观真实地描述地球陆表生态系统结构及其生态过程的关键因子^[1-6]。目前, 地表土地覆被信息及其动

态变化已成为多领域科学研究的基础数据^[7], 在生物地球化学、环境建模、水土流失、大气环流模型、全球碳循环模型等方面均得到广泛应用^[8-10]。近年来, 一

收稿日期: 2013-11-14

修回日期: 2013-01-02

资助项目: 河北省自然科学基金“大尺度多源遥感信息融合土地覆被制图研究”(D2013402014); 矿山空间信息技术国家测绘地理信息局重点实验室基金“大尺度多源土地覆被遥感产品融合研究”; 邯郸市科学技术研究与发展计划项目(1321103076-4)

作者简介: 张晓楠(1981—), 女, 河北深州人, 讲师, 主要研究方向为国土资源遥感。E-mail: 360217051@qq.com

通信作者: 宋宏利(1980—), 男, 河北抚宁人, 博士, 主要研究方向为大尺度土地覆被遥感信息挖掘。E-mail: songholi2003@163.com

系列全球及区域尺度的土地覆被遥感产品相继问世,如美国地质调查局的 IGBP DISCover 产品^[11]、欧洲联合中心的 GLC2000 产品^[12]、全球制图国际委员会的 GLCNMO 产品^[13]、美国波士顿大学的 MODIS 系列产品^[14-15]和欧洲空间局的 GLOBCOVER 系列产品^[16]。尽管这些产品均是源于中等分辨率的光学传感器,其目标都是针对全球尺度的地表覆被信息提取,但由于不同的产品采用的传感器类型、分辨率、制作流程、验证手段存在明显差异,使得产品的质量不尽相同,因此,产品的质量评价及产品间可兼容性显得尤为重要^[17]。

近年来,国内外学者在多源土地覆被遥感产品相对一致性方面做了大量研究,并均认为不同遥感产品间的相对精度验证可以深入分析不同遥感产品所包含的信息在空间上的分布规律。通过产品间的类别比较,基于位置的信息一致性可以为遥感产品的生产者提供训练样本的选择区域,为产品的使用者提供准确可靠的信息分布;同理,信息的差异性特别是类别间的混淆可以阐明不同遥感数据产品及遥感分类算法在区域尺度和类别尺度的不足,为产品生产者有针对性改进分类算法提供科学的合理依据^[18]。但已有研究均是在类别聚合基础上对土地覆被遥感产品的相对一致性进行分析^[19-22],且一致性分析的结果只有

一致或不一致两种可能,Herold 等^[16]认为类别聚合后的绝对相对一致性分析无法清晰表达由于分类体系不同而导致的土地覆被遥感产品间的类别差异,因此如何通过模糊集合理论来定量表达原始分类体系基础上产品间的类别一致性是当前亟待解决的问题。

近年来关于多源土地覆被分类体系归一化的研究得到了国际社会的高度重视,一系列针对该问题的国际计划开始实施。例如全球森林与土地覆被动态监测计划,并一致同意将联合国粮农组织的土地分类体系(LCCS)作为标准分类体系,该体系实质上并非所谓的土地类别体系,而是一组分类器的组合。LCCS 采用二叉树方法,主要分为 8 个类,分别为陆表种植和管理类、自然和半自然陆表植被、种植水生植物和定期水淹没区、自然或半自然水域或定期水淹没区、人工表面和相关区域、裸地区域、人工水体和冰雪、自然水体和冰雪。笔者提出了一种以联合国粮农组织提出的土地利用分类体系(LCCS)为基础,通过 LCCS 的分类器标准,对现有大尺度土地覆被遥感产品的类别进行语义描述(表 1),并根据语义的差异从而揭示不同产品在对应像元的类别一致性值,最终以中国区域为研究对象,以 GLOBCOVER2005 和 MODIS COLLECTION5 两种土地覆被遥感数据为例,对提出方法进行验证。

表 1 MODIS—LCCS 类别转换表

项目	1 植被/ 非植被	2 陆地/ 水域	3 人工/ 自然	4 生命 形态	5 叶子 类型	6 覆被 密度	7 物候	8 树高 1
常绿针叶林	A	A1	A12	A3	D2	A10(60%~100%)	E1	B2igbp(2~30 m)
常绿阔叶林	A	A1	A12	A3	D1	A10(60%~100%)	E1	B2igbp(2~30 m)
落叶针叶林	A	A1	A12	A3	D2	A10(60%~100%)	E2	B2igbp(2~30 m)
落叶阔叶林	A	A1	A12	A3	D1	A10(60%~100%)	E2	B2igbp(2~30 m)
混合林	A	A1	A12	A3	D1/D2	A10(60%~100%)	E1/E2	B2igbp(2~30 m)
密闭灌木林	A	A1	A12	A4	X	A10(60%~100%)	E1/E2	B3igbp(0.3~2 m)
开放灌木林	A	A1	A12	A4	X	A11(10%~60%)	E1/E2	B3igbp(0.3~2 m)

1 数据来源及预处理

本文以当前最高分辨率的全球尺度土地覆被遥感产品 GLOBCOVER2005(简称 GLOBCOVER)和 MODISCOLLECTION5(简称 MODIS)为研究对象,二者均代表了 2005 年陆表土地覆被信息,具体参数如表 2 所示。

为了实现两种产品间的空间叠加分析,二者必须具有相同的地理参考。本文选择阿尔伯特等积投影作为基准投影,MODIS 数据的投影转换在 MRT 工具中完成,而 GLOBCOVER 数据投影的转换在 ArcGIS 中完成。由于 MODIS 数据的空间分辨率为 500 m,而 GLOBCOVER 数据的空间分辨率为 300 m,在进行比较前需将两种产品转换到相同的分辨率,本文选

择 500 m 分辨率作为基准,采用最优聚合准则将 GLOBCOVER 数据转换到 500 m 分辨率基准,聚合过程中设定的阈值为 50%,即在聚合窗口内,如果某类的面积百分比大于 50%,则该窗口用该类表示;如果聚合窗口内,每种类的面积百分比均小于 50%,则该窗口被设为 253,该像元不参与随后的计算。

表 2 GLOBCOVER 和 MODIS Collection5 产品信息

特征	数据集	
	GLOBCOVER	MODIS
传感器	Meris	Terra
数据获取时间	2004-12-01—2006-06-31	2005-01-01—2005-12-31
空间分辨率	1/360°	1/240°
投影	Lat-Lon	Intergrid sinusoidal grid
类别数	22	17
分类体系	LCCS	IGBP

2 研究方法及步骤

基于 LCCS 的土地覆被遥感产品类别一致性计算可以分为两个阶段,在第一阶段,每个土地覆被类别可以通过预先定义的分类器进行定义,LCCS 为每个主要类别分别制定了不同的分类器属性。笔者通过植被/非植被、陆地/水域、人工/自然、生命形态、叶片类型、覆被密度、叶子物候、树高 8 个分类器完成分类体系的转换和描述;第二阶段是在分类体系转换与完成的基础上计算 GLOBCOVER 和 MODIS 两种产品的类别一致性分值矩阵,通过 GIS 的重分类完成研究区域像元尺度的类别相似性图谱,依据类别一致性值从空间上表达待评价产品的类别相似性。

多源土地覆被遥感数据间的类别一致性值的计算主要以预先定义的 8 个属性为基准,首先分别计算

8 个属性的一致性分值,然后将所计算的 8 个分值进行整合,形成最终的类别一致性值。由于所采用的属性分为离散和连续两种类型,针对不同的属性类别,本文提出了相异的计算方法。

本研究共包含植被/非植被、陆地/水域、人工/自然、生命形态、叶子类型、叶子物候 6 个离散即类别属性,设每个属性都具有一个向量用以存储属性的取值,其中植被/非植被、陆地/水域、人工/自然、叶子类型、叶子物候 5 个属性的取值为 0 和 1,而生命形态属性的取值为 0,1,2,3 四个值,具体取值见表 3。

在计算类别对的一致性值过程中,做如下规定:对于植被/非植被、陆地/水域、人工/自然、叶子类型、叶子物候 5 个属性,如果两个土地覆被遥感数据的对应类别在对应属性取相同的值,则该属性的一致性值为 1,如果取不同的值,则对应的一致性值为 0。

表 3 LCCS 分类属性赋值

植被/非植被		陆地/水域		人工/自然		生命形态				叶子类型		叶子物候	
植被	非植被	陆地	水域	人工	自然	裸地、冰雪 水域、建设用地	林地	灌木	草地	针叶	阔叶	常绿	落叶
1	0	1	0	1	0	0	1	2	3	0	1	0	1

对于生命形态属性,因其取值为[0,1,2,3],针对多值特征本文提出了一种新的计算属性一致性的方法,与二值属性类似,如果类别对的生命形态属性取相同值,则一致性为 1,但如果不相同,则一致性计算公式为

$$\text{Affinity}=\frac{a_i}{b_j} \quad (i\leqslant j)\text{或}\frac{b_j}{a_i} \quad (i>j)$$

$(i=0,1,2,3;b=0,1,2,3)$

(1)

式中:Affinity——对应属性一致性值; a_i —— a 数据某土地覆被类别的生命形态属性取值为 i ; b_j —— b 数据的某土地覆被类别生命形态属性取值为 j 。

相对于类别属性,连续属性的计算主要针对属性的取值区间进行,本研究涉及植被覆盖密度和树高两个连续属性。设某两种土地覆被遥感数据的植被覆盖密度或树高属性的取值间隔分别为 $l_i=[l_{il},l_{iu}]$ 和 $l_j=[l_{jl},l_{ju}]$,则两种数据间植被覆盖度或树高一致性值的计算公式如下:

$$\text{Affinity}=\frac{l_i\cap l_j}{\max(l_{iu},l_{ju})-\min(l_{il},l_{jl})}$$

(2)

式中: $l_i\cap l_j$ ——较对应为比类别的覆被密度或树高取值区间的交集; $\max(l_{iu},l_{ju})$ ——比较对应类别的覆被密度或树高取值区间的最大上限值; $\min(l_{il},l_{jl})$ ——最小下限值。在综合计算两种土地覆被遥感数据间的 8 个分类指标属性一致性值后,需要对 8 个分类属性一致性值进行综合处理,以获取两种数据间不同类

别的综合一致性指数 Affinity_{ij} :

$$\text{Affinity}_{ij}=\sum_{k=1}^8\omega_k\text{Affinity}_k$$

(3)

式中:Affinity_{ij}——两种土地覆被遥感数据某类别对间的综合一致性指数; ω_k ——第 k 个分类属性的权重,本文认为 8 个分类属性具有相同的权重值,因此 ω_k 取 1/8,Affinity_k 为两种数据间某个类别对第 k 个属性的一致性值。

3 结果与分析

3.1 GLOBCOVER 与 MODIS COLLECTION 类别亲近度矩阵

表 4 为 GLOBCOVER 与 MODIS 产品之间的类别一致性矩阵,结果表明二者间的类别一致性高值较少,这主要是因为二者采用的分类体系的原因,GLOBCOVER 采用的 LCCS 分类体系过多地描述了混合类型,尽管这有助于表达地表的真实土地覆被类别组成,但对于类别间的准确匹配带来了较大的不确定性。由于类别间多数存在共性,因此类别对的一致性值大多不等于 0,例如常绿针叶林和裸地尽管属于完全不同的陆表景观,但其二者具有一定的共同属性,如都具有陆地和自然属性,因此二者的一致性值为 0.25;类别对间的完全一致,即值为 1 的现象主要发生于非植被类型的非混合地表景观,如裸地、水域、建设用地、永久性冰雪等,而对于植被地表覆被类别,

GLOBCOVER 和 MODIS 的类别间的一致性值均小于 1,如 GLOBCOVER 中的 Closed broadleaved deciduous forest 与 MODIS 中的 Dec. Broad Leaved,二者本是完全相同的类别,但其亲近度值仅为 0.95,这主要是因为数据在定义植被的覆盖度、树高等属性时,采用了不同的阈值,如 MODIS 数据中对林地的

定义为覆盖度大于 60%,而 GLOBCOVER 将林地根据覆盖度的大小区间分为开放林(15%~40%)和密闭林(>40%);对于灌木,GLOBCOVER 定义的覆盖度阈值是大于 15%,且树高小于 5 m,并根据叶子的物候和形状特征进行划分;而 MODIS 则根据覆盖密度将其分为开放(10%~60%)和密闭(>60%)两种类型。

表 4 GLOBCOVER—MODIS 亲近度矩阵

植被	常绿 针叶林	常绿 阔叶林	落叶 针叶林	落叶 阔叶林	混合林	密闭 灌木林	开放 灌木林	城市 建设区	混合耕地
洪水灌溉水田	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.31	0.31	0.25	0.95
雨水灌溉水田	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.31	0.31	0.25	0.95
混合灌溉水田	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.34	0.34	0.25	0.98
植被/耕地混合区	0.38	0.38	0.38	0.38	0.4	0.4	0.4	0.25	0.98
常绿阔叶林	0.8	0.92	0.55	0.8	0.73	0.62	0.56	0.13	0.25
落叶阔叶林	0.7	0.82	0.82	0.95	0.76	0.52	0.44	0.13	0.25
开放落叶阔叶林	0.61	0.74	0.74	0.86	0.67	0.56	0.63	0.13	0.25
密闭常绿针叶林	0.95	0.82	0.82	0.7	0.76	0.62	0.56	0.13	0.25
常绿落叶针叶混合林	0.8	0.67	0.8	0.67	0.67	0.56	0.63	0.13	0.25
阔叶针叶混合林	0.8	0.8	0.8	0.8	0.92	0.62	0.63	0.13	0.25
林地灌木混合区	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.63	0.13	0.25
草地林地混合区	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.13	0.25
灌木	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.85	0.67	0.13	0.25
草地	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.13	0.25
稀疏植被	0.56	0.56	0.56	0.56	0.68	0.69	0.69	0.13	0.56
水淹阔叶林	0.5	0.62	0.5	0.62	0.62	0.5	0.5	0.13	0.56
红树林	0.46	0.56	0.46	0.56	0.56	0.64	0.56	0.13	0.56

3.2 GLOBCOVER 与 MODIS 类别一致性空间图谱

附图 9 阐明了 GLOBCOVER 和 MODIS 两种土地覆被遥感产品类别一致性值在空间的分布特征,结果表明类别一致性值具有明显的地域差异,其中两种产品的高值区域主要分布于中国的华北地区、四川盆地、台湾省、西北沙漠地区和喜马拉雅山东麓,这主要是因为在上述区域均存在明显的优势类别,且这些类别呈现面状分布特征,这将有助于粗分辨率传感器精确提取地表信息。如华北地区和四川盆地耕地为主要类别,该类别具有明显的物候特征;在台湾和喜马拉雅山东麓林地则为主要类别;在西北地区裸地为主要类别。两种土地覆被遥感产品类别一致性低值区域面积较小,但分布较为集中,体现出明显的聚集现象,其中 0~0.3 之间的区域主要位于内蒙古中北的突出地区和北疆地区,根据对两种产品的分析可知,GLOBCOVER 在该区域主要为裸地,MODIS 在该区域主要为草地,该区域的地表类别分布呈现多样性特征,且类别分布呈现破碎性,景观异质性较强,导致两者间的一致性值较低。

3.3 GLOBCOVER 与 MODIS 类别亲近度值分区统计

表 5 阐明了 GLOBCOVER—MODIS 两种土地

覆被遥感产品的类别一致性在中国东北、西北、华北、东南、青藏高寒区、四川盆地和西南 7 个地理区域的面积统计,结果表明:在东北区域,高值区和低值区总面积相近,该区域一致性值以 0.5~0.7 为主,约占该区域总面积的 35%;在西北区域,以 0.7~0.9 为主,约占研究区总面积的一半,这主要是因为该区域以裸地为主,类别较为单一,因此两种产品的类别一致性值较高;在华北区域,表现出明显的高值优势,大于 0.9 的区域约占区域总面积的 63%,这主要是因为该区域地表类别以耕地为主,耕地在 LCCS 的分类体系中并不存在树高、植被覆盖度、叶片类型等参数;在东南区域,表现出高值面积百分比大于低值面积百分比的特征,这主要是因为该区域地表类别以耕地和林地为主,虽然林地具有叶片类型、物候等参数,但在该区域,叶片类型和叶片物候较为单一,多数为常绿阔叶林,因此造成该区域的类别一致性值较高;青藏高寒区与东南区域相反,这主要是因为 GLOBCOVER 在该区域以草地和灌木为主,而 MODS 则以裸地和草地为主,类别的差异导致了该区域一致性值较低;四川盆地的陆表土地覆被类别以耕地为主,因此表现出与华北区域类似的分布特征;西南区域各个区间的

类别一致性值百分比表现出较为均匀的分布特征,并性特征,异质性较强,导致值在这个区间分布较为平衡。无明显优势级别,这主要是该区域地表景观呈现多样

表 5 GLOBCOVER—MODIS 类别亲近度分区统计 %

地理区域	0~0.3	0.3~0.5	0.5~0.7	0.7~0.9	>0.9
东北区域	21.78	10.60	35.44	14.95	17.23
西北区域	16.44	21.37	1.07	52.40	8.72
华北区域	11.05	14.19	2.70	8.78	63.29
东南区域	12.11	21.63	6.13	26.28	33.86
青藏高原区	13.29	41.17	2.46	13.60	29.46
四川盆地	14.80	18.02	6.16	24.86	36.15
西南区	7.27	37.36	15.28	22.98	17.11

4 结 论

本文以 LCCS 分类体系为标准,提出了一种大尺度土地覆被遥感产品交互比较的方法,以 GLOBCOVER 和 MODIS 数据为例对提出方法进行了验证,结果表明该方法所计算的产品间的相似性存在明显的地域分布特征,高值的区域主要出现在景观均质性较强区域,而低值区域主要分布于景观异质性较强区域。研究结果为未来大尺度土地覆被遥感产品验证训练数据的选择提供了合理依据,同时表明在景观异质性区域,应该改进地表信息提取算法,并尽量融合高分辨率遥感数据以增强土地覆被类别的提取精度。

参考文献:

[1] 陈军,陈晋,宫鹏,等. 全球地表覆盖高分辨率遥感制图[J]. 地理信息世界,2011(2):12-14.

[2] 李晓兵. 国际土地利用—土地覆盖变化的环境影响研究[J]. 地球科学进展,1999,14(4):395-400.

[3] 李晓兵,陈云浩,喻锋. 基于遥感数据的全球及区域土地覆盖制图:现状、战略和趋势[J]. 地球科学进展,2004,19(1):71-80.

[4] Sutherland W J, Adams W M, Aronson R B, et al. One hundred questions of importance to the conservation of global biological diversity[J]. Conservation Biology, 2009,23(3):557-567.

[5] Feddema J J, Oleson K W, Bonan G B, et al. The importance of land-cover change in simulating future climates[J]. Science,2005,310(5754):1674-1678.

[6] Bonan G B, Oleson K W, Vertenstein M, et al. The Land Surface Climatology of the Community Land Model Coupled to the NCAR Community Climate Model[J]. Journal of Climate,2002,15(22):3123-3149.

[7] Running S W, Nemani R R, Heinsch F A, et al. A continuous satellite-derived measure of global terrestrial primary production[J]. Bioscience,2004,54(6):547-560.

[8] Zhang K, Kimball J S, Mu Q, et al. Satellite based a-

nalysis of northern ET trends and associated changes in the regional water balance from 1983 to 2005[J]. Journal of Hydrology,2009,379(1):92-110.

[9] Foley J A, DeFries R, Asner G P, et al. Global consequences of land use[J]. Science,2005,309(5734):570-574.

[10] Loveland T R, Reed B C, Brown J F, et al. Development of a global land cover characteristics database and IGBP DISCover from 1 km AVHRR data[J]. International Journal of Remote Sensing,2000,21(6/7):1303-1330.

[11] Bartholomé E, Belward A S. GLC2000: a new approach to global land cover mapping from Earth observation data[J]. International Journal of Remote Sensing,2005,26(9):1959-1977.

[12] Tateishi R, Uriyangqai B, Al-Bilbisi H, et al. Production of global land cover data - GLCNMO[J]. International Journal of Digital Earth,2011,4(1):22-49.

[13] Friedl M A, McIver D K, Hodges J C F, et al. Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results[J]. Remote Sensing of Environment,2002,83(1):287-302.

[14] Friedl M A, Sulla-Menashe D, Tan B, et al. MODIS Collection 5 global land cover: Algorithm refinements and characterization of new datasets[J]. Remote Sensing of Environment,2010,114(1):168-182.

[15] Arino O, Bicheron P, Achard F, et al. The most detailed portrait of Earth[J]. European Space Agency, 2008,136:25-31.

[16] Herold M, Mayaux P, Woodcock C E, et al. Some challenges in global land cover mapping: An assessment of agreement and accuracy in existing 1 km datasets[J]. Remote Sensing of Environment, 2008, 112(5):2538-2556.

[17] McCallum I, Obersteiner M, Nilsson S, et al. A spatial comparison of four satellite derived 1km global land cover datasets[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2006, 8(4): 246-255.

展第三产业,而主导产业的生产部门在信息、技术、资本等方面具有优势,这会不断提高生产效率,进而提高城市土地利用效率。地均固定资产投资对城市土地利用效率产生正向影响,地均固定资产投资某种程度上反映单位土地面积上的资本密集程度,而资本是社会生产必不可少的要素之一,城市土地利用的一大特点即高投入、高产出,因此,较大的地均固定资产能带来较大的土地产出。

用人均 GDP 表征的经济发展水平对沈阳城市土地利用效率的影响不显著。可能因为经济发展水平的高低短期内并不能直接作用于土地利用,因而对城市土地利用效率的影响不大。人口密度表征的人口利用强度与沈阳城市土地利用效率的相关性不高,说明人口密度对城市土地利用效率的影响不大,但其系数为负值,可能的解释为短期内人口密度快速提高,城市规模的盲目扩大,造成土地利用效率较低。

4 结论及政策建议

本文基于 2004—2010 年沈阳市 13 个区县的面积数据,利用超效率 DEA 及 Malmquist 指数评价沈阳市 13 个区县的城市土地利用效率;并运用 Tobit 回归模型分析其影响因素,得出以下结论:

(1) 沈阳市各区县的城市土地整体上均达到高效利用,效率均值达到 1.631,但区县间利用效率差别较大。效率值达均值以上的 3 个区县多为实现工业规模效益的地区或享受国家优惠政策的地区。因此,应以老工业产业为重点,以工业园区为突破,从统筹城乡发展的角度,整合区位、职能及发展目标相近的区域,达到资源共享,使城市空间合理有序的发展。

(2) 通过对 13 个区县的 Malmquist 指数动态效率评价,可以发现相应区域和年份的全要素土地利用效率较低主要是由其技术进步指数较低造成的,故提

高土地利用效率的关键是促进技术进步,加大科研投入,从而改变城市土地利用的深度和广度,提高土地利用的集约化水平。

(3) 运用 Tobit 进行影响因素回归,发现城镇化率、非农产业比重及地均固定资产投资对城市土地利用效率影响显著。故应继续科学加快城镇化进程,优化产业结构,加大地均固定资产投资实现城市土地的高效利用。

参考文献:

- [1] 王筱明,闫弘文. 城市土地利用效率的 DEA 评价[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2005,36(4):573-576.
- [2] 张良悦,师博,刘东. 城市土地利用效率的区域差异:对地级以上城市的 DEA 分析[J]. 经济评论,2009(4):18-26.
- [3] 白丽娜,王冬艳,刘立新,等. 吉林市城市土地利用效率及其有序性分析[J]. 资源与产业,2010,12(6):44-48.
- [4] 刘军. 陕西省城市土地利用效率评价研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2010.
- [5] 孙丽娜,宋戈,薛睿,等. 黑龙江省土地利用动态变化及结构效率分析[J]. 水土保持通报,2012,32(4):255-260.
- [6] 郑新奇,王筱明. 城镇土地利用结构效率的数据包络分析[J]. 中国土地科学,2004,18(2):34-39.
- [7] 李娟,李建强,吉中贵,等. 基于超 DEA 模型的成都市城市土地利用效率评价[J]. 资源与产业,2010,12(2):40-45.
- [8] 吴得文,毛汉英,张小雷,等. 中国城市土地利用效率评价[J]. 地理学报,2011,66(8):1111-1121.
- [9] 吕荣杰. 城市化进程中的城市土地利用效率研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2011.
- [10] 刘传明,李红,贺巧宁. 湖南省土地利用效率空间差异及优化对策[J]. 经济地理,2010,30(11):1890-1896.
- [11] 刘东伟. 四川省城市土地利用经济效率及影响因素研究[D]. 成都:四川农业大学,2011.
- [12] 姜海,曲福田. 县域建设用地集约水平影响因素计量分析[J]. 中国土地科学,2008,22(8):4-10.
- [13] Fritz S, See L, Rembold F. Comparison of global and regional land cover maps with statistical information for the agricultural domain in Africa [J]. International Journal of Remote Sensing,2010,31(9):2237-2256.
- [14] Kaptué Tchuenté A T, Roujean J L, De Jong S M. Comparison and relative quality assessment of the GLC2000, GLOBCOVER, MODIS and ECOCLIMAP land cover data sets at the African continental scale[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation,2011,13(2):207-219.
- [15] Giri C, Zhu Z, Reed B. A comparative analysis of the Global Land Cover 2000 and MODIS land cover data sets[J]. Remote Sensing of Environment,2005,94(1):123-132.
- [16] Wu W, Shibasaki R, Yang P, et al. Validation and comparison of 1 km global land cover products in China [J]. International Journal of Remote Sensing,2008,29(13):3769-3785.
- [17] 宋宏利,张晓楠,王雨,等. 多尺度高分辨率全球土地覆盖遥感数据相对一致性比较[J]. 农业工程学报,2012,28(15):118-124.