

南水北调中线地区土地利用变化 及生态环境效应

郭恒亮¹, 韦原原¹, 赫晓慧¹, 罗清元²

(1. 郑州大学 水利与环境学院, 郑州 450001; 2. 河南省水文水资源局, 郑州 450001)

摘要: 根据河南境内南水北调中线沿线地区的土地利用数据, 分析了土地利用变化的空间特征, 并在县域尺度上分析了不同时期土地利用的生态环境效应。结果表明, 近年来该区域耕地向建设用地的转移面积较多, 但土地利用的整体格局并未发生显著变化, 而整个区域内土地利用变化强度的空间分布极不均匀。中线工程施工以来, 沿线地区生态环境状况总体上有所改善。

关键词: 土地利用; 南水北调中线地区; 生态环境指数; 河南省

中图分类号: X821 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-1683(2015)03-0444-04

Land use change and its eco environmental effects analysis of Middle Route of South to North Water Transfer Project

GUO Heng liang¹, WEI Yuan yuan¹, HE Xiao hui¹, LU O Qing yuan²

(1. College of Water Conservancy and Environmental Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;

2. Henan Bureau of Hydrology and Water Resources Survey, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Based on the land use data in the Middle Route of South to North Water Transfer Project (SNWTP) in Henan Province, the spatial characteristics of land use change were analyzed, and the eco environmental effects of land use in different periods at the county scale were investigated. The results indicated that a large area of cultivated land has become the construction land in recent years, but the overall pattern of land use has not changed significantly. Over the whole area, the spatial distribution of land use change intensity is extremely uneven. In addition, since the construction of Middle Route of SNWTP, the ecological environment has improved in general.

Key words: land use; Middle Route of SNWTP; ecological environment index; Henan Province

区域土地利用变化及其生态环境效应已成为地学研究热点问题之一, 目前的研究多集中于生态环境脆弱地区^[1,2]及城市周边地区^[3,4]土地利用变化对生态环境的影响方面。南水北调中线工程是国家的重大基础设施工程^[5], 也是一个十分复杂的生态系统工程^[6], 以往对该工程沿线土地利用及其生态环境方面的研究相对欠缺^[7-10]。

随着国家“中原崛起”和“中原经济区”战略的实施及工业化进程的推进, 河南经济在取得巨大发展的同时, 也产生了城乡建设用地扩张、资源过度开发和污染物大规模排放等问题, 给南水北调中线沿线地区的生态环境带来巨大压力。因此, 掌握该地区土地利用及生态环境状况及其变化态势, 不仅有助于减少沿线地区生态环境变化对南水北调工程水

质安全的影响, 更能为沿线地区经济社会、资源环境的可持续发展提供支持。

1 研究区概况

南水北调中线工程干线在河南省境内经过 27 个区县, 东北至安阳县, 西南分别到淅川县和邓州市, 区域的经纬度范围为 32°38'N-36°36'N, 110°98'E-114°76'E。在河南境内干渠长度 731 km, 占南水北调中线工程总干渠全长的 36%, 区域面积 31 109 km², 约占河南省面积的 16%。沿途跨越伏牛山、南阳盆地、华北平原等多个地形单元, 地形地貌较为复杂。途径长江、淮河、黄河和海河四大流域, 具有不同的水生态特征。区域内资源丰富, 土地开发历史悠久, 土地

收稿日期: 2014-07-21 修回日期: 2015-04-17 网络出版时间: 2015-05-13
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20150513.1538.016.html>
基金项目: 河南省教育厅科学技术研究重点项目(12B17008)

作者简介: 郭恒亮(1971-), 男, 河南商丘人, 副教授, 主要从事自然地理及地理信息系统方面的研究。E-mail: guohengliang@zzu.edu.cn
通讯作者: 赫晓慧(1978-), 女, 河南商丘人, 副教授, 博士, 主要从事水利遥感、地理信息及水生态方面的研究。E-mail: hexh@zzu.edu.cn

利用类型复杂多样。

研究区跨越湿润、半湿润的亚热带和半湿润、半干旱的暖温带2个气候带,气候、水资源、生物、土壤等变化多样,社会经济情况也存在很大差异^[8]。同时,研究区内的水资源承载能力与经济社会发展不相适应,因此产生了许多河道断流,地下水位持续下降,地面沉降塌陷,水体严重污染等环境问题,严重制约经济社会的可持续发展^[9]。

2 数据来源及处理

本文利用 ERDAS IMAGINE 分别对研究区内 2000 年、2005 年的 Landsat5 TM 影像和 2012 年的资源 2 号卫星影像进行波段合成、几何校正、影像拼接裁剪等一系列预处理;然后通过监督分类划分了土地利用的一级类型^[11-14],三期影像的解译精度分别为 91.3%、90.7% 和 93.1%,满足精度要求;在一级分类的基础上,根据土地资源的自然属性划分了二级类型(见表 1);最后再进行了实地考察验证和纠错,得到

表 1 土地利用分类系统及生态环境指数赋值

Tab. 1 Land use types and their environment index values

一级类型	耕地			林地			草地			水域			建设用地			未利用土地	
二级类型	水田	旱地	有林地	灌木林地	疏林地	其他林地	高盖度草地	中盖度草地	低盖度草地	河渠	坑塘	滩地	城镇用地	农村用地	其他	裸土地	裸岩及其他
生态质量指数	0.30	0.25	0.95	0.65	0.45	0.40	0.75	0.45	0.20		0.55		0.20	0.15	0.05	0.01	

表 2 南水北调中线地区(河南境)土地利用类型转移矩阵 2005 年-2012 年

Tab. 2 Matrix of land use conversion in the Middle Route of SNWTP from 2005 to 2012

土地利用类型	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用土地	期内减少
耕地	18 761.66	179.42	78.88	143.48	362.03	1.86	1 753.44
林地	251.18	3 837.36	278.29	21.63	9.76	0.09	346.36
草地	29.84	56.89	1 635.67	4.78	3.82	0.00	407.62
水域	256.36	29.52	12.61	670.49	14.95	0.00	188.11
建设用地	1 210.92	80.35	36.55	17.94	3 111.81	0.79	391.25
未利用土地	5.14	0.17	1.28	0.27	0.69	2.13	2.74
期内增加	765.68	560.95	95.33	313.44	1 346.56	7.56	--
净变化	- 987.77	214.59	- 312.29	125.34	955.31	4.82	--

在 2005 到 2012 年 7 年间,区域内耕地和草地的面积分别减少 987.77 km² 和 312.29 km²,林地增加 214.59 km²,水域增加 125.34 km²,建设用地和未利用土地分别增加 955.31 km² 和 4.82 km²。其中耕地的净减少面积略高于建设用地的净增加面积,而期内耕地转化为建设用地的面积达到 1 210.92 km²,占耕地转移面积的 69.06% 和总转移面积的 39.19%,是区域内主要的土地转移类型。这是由于耕地在整个区域内所有的土地利用类型中占主导地位,2005 年耕地占据全区域面积约 65.94%;而南水北调中线沿线地区又处于中原经济区的重要位置,因此工业化和城镇化必然导致对耕地的大量占用。另一方面,南水北调工程实施以来,区域内的生态工程建设受到重视,因此林地有较大面积的增加。

分析区域内各类土地利用比重的变化可知,耕地一直占据主导地位,2012 年其面积仍占全区域 62.77%。虽然建设用地比重由 2005 年的 11.27% 增加到 2012 年的 14.34%,与

各时期的土地利用数据。运用层次分析法并参照相关的研究成果^[23],对二级土地利用分类下各土地利用类型所具有的生态环境指数进行赋值(表 1)。

3 土地利用变化特征的分析

3.1 土地利用结构变化分析

通过对不同时期的土地利用图进行空间叠加运算,求出各时期土地利用类型的转移矩阵。对于任意两期(k 及 $k+1$)土地利用类型图 $A_{i \times j}^k$ 和 $A_{i \times j}^{k+1}$,可以用地图代数方法按以下公式进行运算:

$$C_{i \times j} = A_{i \times j}^k \times 10 + A_{i \times j}^{k+1} \quad (1)$$

其中, $C_{i \times j}$ 是 k 时期到 $k+1$ 时期的土地利用变化图,反映了土地利用变化的类型及其空间分布,据此可以求得土地利用类型相互转化的数量关系的原始转移矩阵。本文选择 2005 年和 2012 年的土地利用转移情况(表 2),分析南水北调施工以来沿线地区的土地利用变化情况。

林地面积基本持平,但并未对区域土地利用整体格局产生根本性影响。

3.2 土地利用变化强度分析

根据 GIS 的空间分析原理,对土地利用变化的动态图斑进行密度分析。具体方法是以每个图斑的质心点位置为对象,结合其所在图斑的面积进行核密度估算。得到土地利用变化强度的空间分布图(图 1)。

2000 年-2005 年,南水北调中线工程沿线河南境内高强度的土地利用的变化主要集中于郑州市及其周边地区,其他地区的变化强度相对较低。2005 年-2012 年,整个区域的土地利用变化强度明显增大,但在空间分布上趋于分散。整体呈北高南低的规律,其中以郑州市和博爱县的土地利用变化强度最高,其次是修武县、辉县市北部和方城县南部等一些地区。

由于耕地向建设用地的转移主导了区域内土地利用的变化,因此土地利用的变化强度主要集中于城市及其周边地

区。在 2000 年- 2005 年间, 郑州市的土地利用变化强度最大。其后, 城市扩张趋势已扩展至郑州市的外围地区和各县

市。这必然导致整个区域用水量的大幅增加, 区域内本已紧缺的水资源将变得更为紧张。

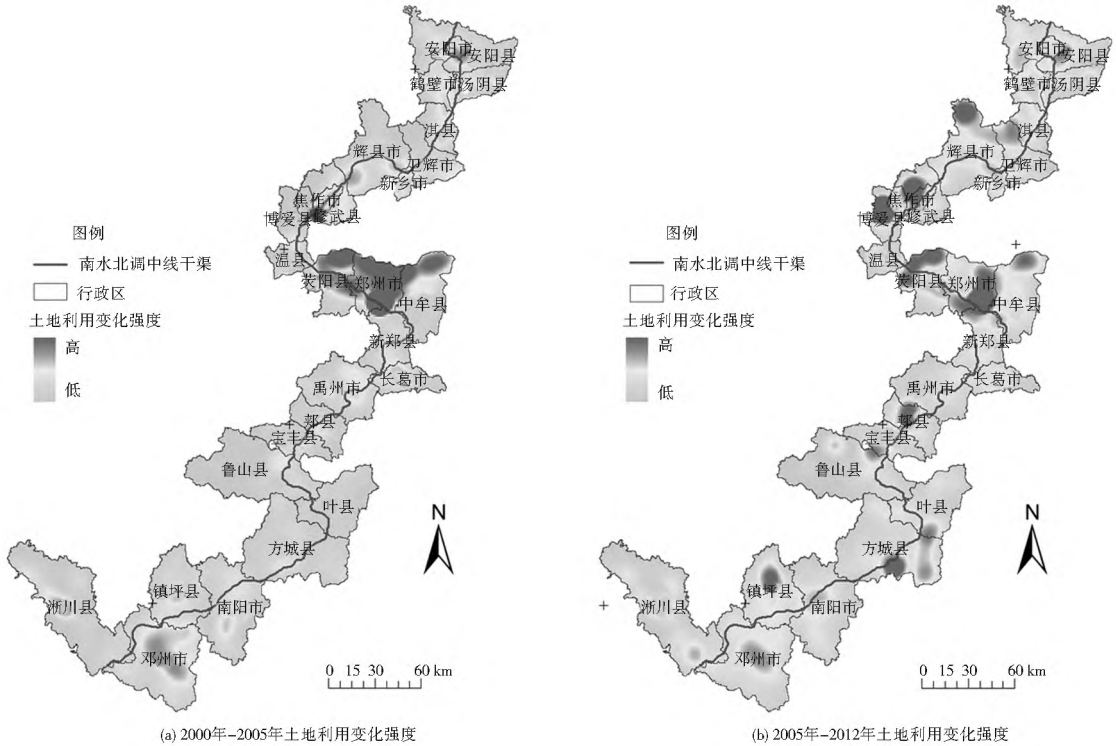


图 1 研究区两期土地利用变化强度

Fig. 1 Variation intensities of land use in the two periods

3.3 土地利用生态环境效应分析

根据表 1 中的生态质量指数赋值进行计算, 得到区域生态环境指数(EV), 它综合考虑了区域内各土地利用类型所具有的生态环境质量及面积比例, 用以定量表征某一区域内生态环境质量的总体状况^[10], EV 值越高表明生态环境状况越好。

$$EV_i = \frac{\sum L U_i \cdot C_i}{TA} \quad (2)$$

式中: $L U_i$ 、 C_i 分别表示该区域内 i 时期第 i 种土地利用类型所具有的面积和生态质量指数; TA 为区域总面积; n 为区域内所有土地利用类型数量。

以县级行政区为单位进行分析, 计算每个县各时期的生态环境指数并进行比较, 得到全区域和每个行政区内的生态环境状况及其变化情况(图 2)。

地、高覆盖度草地和水域等具有较高生态环境指数的土地利用类型分布较多。此外, 新乡市辖区的生态环境状况最差, EV 值仅有 0.22, 安阳市、汤阴县、郑州市、长葛市等地的生态环境指数在整个区域中也处于较低水平。原因在于这些地区均有较大的城市或工业区分布, 对生态环境的负面影响极大。

对比三期的 EV 值, 博爱县环境状况改善最大, EV 值在 2005 年- 2012 年增加 0.09, 主要原因在于其境内林地大面积增加。此外, 郑县、方城和叶县等地区的生态环境也有较大改善, 因为其境内林地、草地和水域的面积也有不同幅度的增长。而郑州、新乡和新乡等地区的 EV 值有较大幅度下降, 这些区域的土地利用类型均有较大变化, 而且以耕地向建设用地的转移为主。如郑州市在该时期内其他类型用地转为建设用地的面积高达 161.27 km², 占各类土地转入面积的 73.88%, 导致其生态环境恶化情况最严重。从全区域来看, EV 值从 2000 年- 2005 年虽略有减少但变化并不明显, 此后 EV 值从 0.338 增加到 2012 年的 0.341, 这一增量在全局尺度上已非常显著。表明南水北调中线地区河南省境内 2005 年- 2012 年间的生态环境状况有明显改善。由土地利用转移矩阵的分析可知, 该时期整个区域林地和水域面积的增加对生态环境的改善有较大贡献。

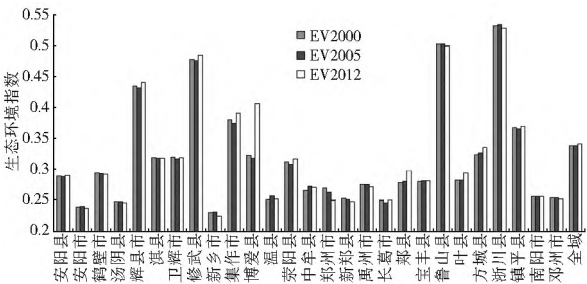


图 2 研究区 2000 年、2005 年和 2012 年生态环境质量指数

Fig. 2 Ecological environmental quality index of the study area in 2000, 2005, and 2012

分析发现生态环境状况较好的有浙川、鲁山、修武以及辉县市, 生态环境指数均在 0.4 以上。因为在这些地区, 林

4 结论

基于土地利用的生态环境效应分析发现, 土地利用类型不同, 其生态环境质量也有明显差异。从县域尺度来看, 河南省境内南水北调中线沿线地区的生态环境质量区域差异

明显,一些生态环境指数较低的地区应采取应对措施,谨防其恶化。

土地利用类型的变化必然导致生态环境状况的变化。2005年-2012年,区域内大面积的耕地变为建设用地,而且城市周围的土地利用变化强度往往更高,导致这些地区的生态环境状况趋于恶化。南水北调通水后,应特别重视沿途城市及工矿区的生态保护,尽量减少对南水北调工程的负面影响。

此外,土地利用类型在不同地区虽然有不同强度的变化,但是这些变化并未对土地利用的整体格局产生明显影响,区域内的土地利用情况稳定,2000年-2005年区域生态环境总体变化并不显著。2005年以后,土地利用变化强度明显增强,各区县的生态环境指数虽互有增减,但整个区域的生态环境状况有显著改善。

参考文献(References):

- [1] 赵锐锋,姜朋辉,陈亚宁,等.塔里木河干流区土地利用/覆被变化及其生态环境效应[J].地理科学,2012(02):244-250. (ZHAO Rui feng,JIANG Peng hui,CHEN Ya ning, et al. Land use/cover change and its eco-environment effect in the main stream of tarim river[J]. Scientia Geographica Sinica, 2012 (02): 244-250. (in Chinese))
- [2] 杨述河,闫海利,郭丽英.北方农牧交错带土地利用变化及其生态环境效应—以榆林市为例[J].地理科学进展,2004,23(6):49-55. (YANG Shu he, YAN Hai li, GUO Li ying. The land use change and its eco-environmental effects in transitional agro-pastoral region—A case study of Yulin city in northern Shaanxi Province[J]. Progress In Geography, 2004, 23(6): 49-55. (in Chinese))
- [3] 张杨,刘艳芳,顾渐萍,等.武汉市土地利用覆被变化与生态环境效应研究[J].地理科学,2011(10):1280-1285. (ZHANG Yang, LIU Ya fang, GU Jian ping, et al. Land use/land cover change and its environmental effects in Wuhan city[J]. Scientia Geographica Sinica, 2011(10): 1280-1285. (in Chinese))
- [4] 高雪.天津市土地利用/覆被变化的生态环境效应评价[D].辽宁师范大学,2012. (GAO Xue. The eco-environmental effects evaluation of Land use/cover change in Tianjin city[D]. Liaoning Normal University, 2012. (in Chinese))
- [5] 王钦安,马耀峰.南水北调中线工程陕南水源区水环境研究[J].水资源与水工程学报,2008,1(19):77-80. (WANG Qin an, MA Yao feng. Study on the water environment in source areas of southern Shaanxi for the medium route project of the South to North Water Diversion Project[J]. Journal of Water Resources & Water Engineering, 2008, 1(19): 77-80. (in Chinese))
- [6] 刘昌明.南水北调工程对生态环境的影响[J].海河水利,2002(1):1-6. (LIU Chang ming. Ecological environment impact of the South to North water transfer project[J]. Haihe Water Resources, 2002(1): 1-6. (in Chinese))
- [7] 张璐,杨爱民,吴赛男,等.南水北调中线一期工程对受水区城市绿地产生的生态环境效益研究[J].水利水电技术,2012,4(41):4-7,23. (ZHANG Lu, YANG Ai min, WU Sai nan, et al. Study on eco-environmental benefit of urban green space within water receiving areas from phase 1 of mid route of South to North Water Transfer Project[J]. Water Resources and Hydro-power Engineering, 2012, 4(41): 4-7, 23. (in Chinese))
- [8] 窦明,左其亭,胡彩虹.南水北调工程的生态环境影响评价研究[J].郑州大学学报:工学版,2005,26(2):63-66. (DOU Ming, ZUO Qi ting, HU Cai hong. Assessment of influence of water transfer project from South to North on ecological environment[J]. Journal of Zhengzhou University: Engineering Science, 2005, 26(2): 63-66. (in Chinese))
- [9] 汪林,甘泓,赵世新,等.南水北调东、中线一期工程对受水区生态环境影响分析[J].南水北调与水利科技,2009,7(6):4-7,53. (WANG Lin, GAN Hong, ZHAO Shi xin, et al. Ecological and environmental impact analysis of first phase of South to North Water Transfer Project on water recipient areas[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2009, 7(6): 4-7, 53. (in Chinese))
- [10] 刘昌明,左建兵.南水北调中线主要城市节水潜力分析与对策[J].南水北调与水利科技,2009,7(1):1-7. (LIU Chang ming, ZUO Jian bing. Water saving potential analysis and countermeasures for major cities for the Middle Route of the South to North Water Transfer Project(SNWTP)[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2009, 7(1): 1-7. (in Chinese))
- [11] HJ/T 192-2006,生态环境状况评价技术规范(试行)[S]. (HJ/T 192-2006, Technical criterion for eco-environmental status evaluation[S]. (in Chinese))
- [12] 姚尧,王世新,周艺,等.生态环境指数模型在全国生态环境质量评价中的应用[J].遥感信息,2012,3(27):93-98. (YAO Yao, WANG Shi xin, ZHOU Yi, et al. The application of ecological environment index model on the national evaluation of ecological environment quality[J]. Remote Sensing Information, 2012, 3(27): 93-98. (in Chinese))
- [13] 赫晓慧,常庆瑞,高亚军,等.基于3S技术的土地资源动态监测系统设计与建立[J].水土保持通报,2002(6):52-55. (HE Xiao hui, CHANG Qing rui, GAO Ya jun, et al. System designing and building of land resources dynamic monitoring based on 3S technology[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2002(6): 52-55. (in Chinese))
- [14] 李洪远.基于遥感和GIS的天津滨海新区30年间生态用地变化分析[J].南水北调与水利科技,2013,11(1):75-80. (LI Hong yuan. Analysis of 30 year ecological land use variation in the binhai new district of Tianjin based on remote sensing and GIS[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2013, 11(1): 75-80. (in Chinese))