

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2011.06.002

北京市永定河流域土地利用格局变化及图谱分析

侯碧屿,曹孟磊,刑哲,冯仲科

(北京林业大学测绘与3S技术中心,北京 100083)

摘要:利用遥感技术和地理信息技术对5期遥感影像进行处理分析,得出永定河流域(北京段)1987~2009年土地利用变化情况,即:①永定河流域水量在逐年递减,但随着政府部门对 these 问题的重视并采取了相应的措施,使永定河流域的水量年递减速度有所缓解。②随着社会经济的发展,北京城区将向永定河流域扩张,从而使永定河流域居民用地迅速增长,年增长率依次为1.41%、2.78%、3.96%和5.06%,耕地面积在逐年减少。③从1987年和2009年土地转移矩阵和土地利用变化图谱中可以看出,居民地的增加主要来自于耕地的转变,而水域面积转移到了耕地上。④永定河流域林地面积有升有降,在这23年间,政府推行退耕还林等政策,2009年林地面积恢复到8 198.62 km²,使永定河流域的生态环境有了明显改善。

关键词:土地利用格局;土地转移矩阵;图谱分析;永定河流域

中图分类号:S718;P285.13;F301.24 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-3168(2011)06-0005-05

Land Use Pattern Change and Mapping Analysis of Yongding River Watershed

HOU Bi-yu, CAO Meng-lei, XING Zhe, FENG Zhong-Ke

(Mapping and 3S Technology Center, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Using remote sensing and geographical information technology, 5 remote sensing images were analyzed, the land using change of the Yongding River (Beijing section) from 1987 to 2009 had showed that: ① the Yongding River water was gradually declining, but with the government's attention to these issues and appropriate measures taken, the annual declining rate of Yongding River water eased. ② With the social and economic development, Beijing city will expand to the Yongding River basin so that residential areas were in rapid growth followed by an annual growth rate at 1.41%, 2.78%, 3.96% and 5.06%, arable land area was decreasing annually. ③ land transfer and land use change mapping matrix in 1987 and 2009 showed that, the residential land increase were mainly from changes in arable land, and water area transferred to arable land. ④ woodland changes in the Yongding River basin were mixed, in the past 23 years, the government has implemented policies such as returning farmland to forests, resulted in forest area back to 8 198.62 km² in 2009, the Yongding River ecological environment has improved significantly.

Key words: land use pattern; land transfer matrix; mapping analysis; Yongding River watershed

土地利用变化不仅会对区域的生物多样性、实际和潜在初级生产力、土壤质量、河川径流和沉积速率等产生重要影响^[1-2],而且也是全球及区域气候变化的主要驱动力之一。因此,不同尺度的土地利用变化研究一直是近年来国内外相关学科研究的热点。永定河是全国四大重点防洪江河之一,是首都重要防洪安全屏障和重要供水水源河道与水源保护

区,在北京市的发展过程中发挥着重要作用。长期以来,国内外学者对永定河开展了大量研究^[3-11],但是多以现有的土地利用现状为基础开展分析。本文根据1987~2009年间的5期遥感影像来研究永定河流域(北京段)的土地利用格局变化,并总结分析导致这种变化的驱动因子,为打造规范高效、和谐生态的永定河流域提供基础参考资料。

收稿日期:2011-10-10;修回日期:2011-11-11。

基金项目:国家十一五科技支撑计划课题“城镇体系规划监测关键技术研究”(2006A14B02)。

作者简介:侯碧屿(1987-),女,北京大兴人,在读硕士。研究方向:遥感技术应用。

1 研究区概况

永定河流经山西、内蒙古、河北、北京、天津 5 省市(自治区),入渤海,全长 740 km(含永定新河),是海河水系北系的最大河流.本文针对的是永定河北京流域土地利用格局变化的研究,官厅山峡及下游上段是北京段,位于北京的西南部,流经门头沟区、石景山区、丰台区、房山区、大兴区.由官厅水库至门头沟三家店,长 108.7 km,平均海拔 500~100 m.研究区域的气候为典型的暖温带半湿润大陆性季风气候,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥,春、秋短促.年均气温 10~12℃,全年无霜期 180~200 d,西部山区较短.年均降雨量 600 mm 左右,为华北地区降雨最多的地区之一,山前迎风坡可达 700 mm 以上.降水季节分配很不均匀,全年降水的 75% 集中在夏季,7、8 月常有暴雨.

2 研究方法

2.1 研究技术路线

研究技术路线如图 1 所示.

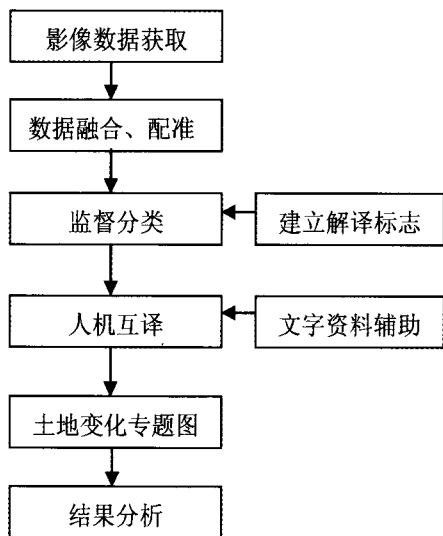


图 1 研究技术路线

Fig. 1 Technology roadmap

2.2 土地利用分类

永定河流域(北京段)作为一个独立的地理区域,流域内部景观土地类型多样.本研究运用遥感和地理信息技术,选用 5 期遥感数据为主要数据来源,分别是 1987 年的 TM 影像,1996 年的 ETM 影像,2000 年的 TM 影像,2004 年的 SPOT 5 影像和 2009 年的 TM 影像,应用专业遥感处理软件 ERDAS 对影像进行融合、几何校正等前期处理,结合研究区域土

地利用调查样点资料及实际情况,将永定河流域的土地利用/覆盖首先划分为居民地、林地、草地、干旱河道、耕地、水域、未利用地七大类(表 1).其中,对于干旱河道的提出,是为了准确地分析永定河流域水量的变化.利用 ArcGIS 软件对影像进行人机交互式判读解译,并进行土地利用分类,然后采用人机交互方式,选用最大似然法对目标影像进行监督分类^[12],从而建立土地利用空间数据库和属性数据库.

表 1 遥感监测土地利用/覆盖分类体系

Tab. 1 Remote sensing land use / cover classification system

名称	意义
耕地	种植农作物的土地,包括熟耕地、新开荒地、休闲地、轮歇地、草田轮作地;以种植农作物为主的农果、农桑、农林用地;耕种 3 年以上的滩地和滩涂.
林地	生长乔木、灌木、竹类以及沿海红树林地等林业用地.
草地	以生长草本植物为主,覆盖度在 5% 以上的各类草地,包括以牧为主的灌丛草地和郁闭度在 10% 以下的疏林草地.
水域	天然陆地水域和水利设施用地.
干旱河道	河流、湖泊常水位至洪水位之间的滩地;时令湖、河洪水位以下的滩地等,不包括已利用的滩地.
居民地	城乡居民点及县镇以外的工矿、交通等用地.
未利用地	目前还未利用的土地,包括难利用的土地.

2.3 土地利用变化程度指标及趋势判定

1) 土地利用变化指标

选取变化量、变化幅度、年变化率 3 个指标,对土地利用变化的数量和变化的速率进行定量分析.其中前者表示土地利用类型面积变化的数量大小,后两者分别表示土地利用变化的剧烈程度及变化的速度^[13],公式为:

$$\Delta U = U_b - U_a \quad (1)$$

$$K = \frac{u_b - u_a}{u_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

公式(1)及(2)中, U_a 、 U_b 分别表示研究期初与研究期末某种土地利用类型的数量; ΔU 表示土地利用类型面积变化量; T 为研究时段步长,当 T 设定为 1 时, K 为研究时段内某种土地利用类型的变化幅度;当 T 设定为年时, K 为研究时段内某种土地利用类型的年变化率.通过这 3 个指标对永定河流域 1987 以来的土地利用变化及区域差异进行时空对比分析.

2) 土地利用转移矩阵

转移矩阵是进行土地利用类型间相互转化的数

量及方向特征定量研究的主要方法,它能够具体地反映土地利用变化的结构特征和各类型之间的转移方向.转移矩阵的数学形式可以表示为^[14]:

$$S_{ij} = \begin{vmatrix} S_{11} & X_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{12} & X_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{ni} & X_{n2} & & S_{nn} \end{vmatrix} \quad (3)$$

式中: S_{ij} 表示土地面积, n 表示土地利用类型的数量, i 代表研究期初的土地利用类型, j 为研究期末的土地利用类型, S_{ij} 为研究期内第*i*类土地转化为第*j*类土地的面积.

本文借助于地理信息系统软件 ArcGIS 的 Analysis Tool 模块下的 Intersect 功能进行土地利用转移矩阵的计算.运用土地利用转移矩阵对不同类型土地的转移方向以及转移数量的区域差异进行对比分析研究.

3 结果与分析

3.1 土地利用结构及其变化

根据永定河流域 1987 年、1996 年、2000 年、

2004 年和 2009 年 5 期土地分类情况的统计结果(表 2,图 2)可以看出;林地、耕地和草地是该区域土地利用的主要类型,3 种土地类型面积占总面积情况:林地>耕地>草地;1987 年,各土地类型面积占总体面积的比例依次为 40.30%、31.54% 和 19.34%;在 2009 年,各土地类型面积占总体面积的比例依次为 40.95%、29.05%、17.89%,在时间上总体变化不大.然而,5 个时期居民地面积比例依次为 2.14%、2.41%、2.68%、3.10% 和 3.88%,呈现大幅度上升趋势.与此同时,耕地和草地面积比例则明显下降,其中水域面积总体趋势呈现减少状态,但在 1996 年有小幅上升;干旱河道和未利用地则表现出先下降后上升的趋势.

3.2 土地利用变化量及年变化率

从图 3 中可以看出,1987~2009 年永定河流域土地利用格局发生了变化,具备以下特征:①从土地变化量上看,居民用地的面积明显增加,林地面积的变化最大,在 2000 年林地面积为 7 802.32 km²,比 1996 年减少 494.23 km².耕地面积的总体趋势也在

表 2 1987~2009 年度研究区不同时段土地利用情况

Tab. 1 The study area land use in 1987~2009

土地类型	1987 年		1996 年		2000 年		2004 年		2009 年	
	面积/km ²	百分比/%	面积/km ²	百分比/%	面积/km ²	百分比/%	面积/km ²	百分比/%	面积/km ²	百分比/%
居民地	427.57	2.14	482.01	2.41	535.63	2.68	619.95	3.10	776.77	3.88
干旱河道	128.11	0.64	138.62	0.69	83.55	0.42	99.64	0.50	104.04	0.52
未利用地	1016.33	5.08	1001.07	5.00	1516.95	7.58	1524.15	7.61	1455.17	7.27
林地	8068.39	40.30	8296.55	41.44	7802.32	38.98	7799.74	38.96	8198.62	40.95
水域	192.03	0.96	220.31	1.10	150.82	0.75	97.78	0.49	88.43	0.44
耕地	6313.75	31.54	6186.67	30.90	6304.57	31.49	6125.66	30.60	5814.41	29.05
草地	3872.45	19.34	3693.38	18.45	3624.78	18.11	3751.70	18.74	3581.18	17.89
总计	20018.62	100.00	20018.62	100.00	20018.62	100.00	20018.62	100.00	20018.62	100.00

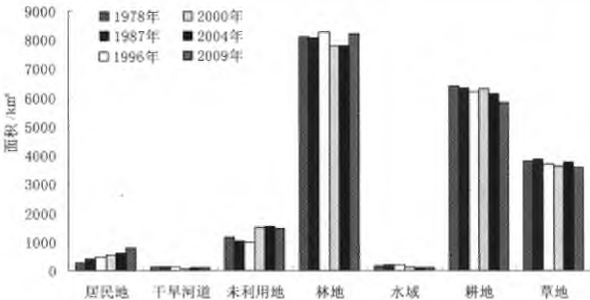


图 2 永定河(北京段)土地利用变化

Fig. 2 Yongding River (Beijing Section) Land use change map

减少.②从土地类型年变化率上看,居民用地年变化率是逐渐增加的,依次为 1.41%、2.78%、3.96% 和 5.06%.同时干旱河道、未利用地和水域的年变化率较大,干旱河道在 2000 年的变化最为剧烈,变化率为 -9.93%,未利用地的年变化率依次为 -0.17%、12.88%、0.12% 和 -0.91%,有升有降;水域的年变化率依次为 1.64%、-7.88%、-8.79% 和 -1.91%,总体趋势在减少.而林地、耕地、草地在这期间都是小幅度变化.

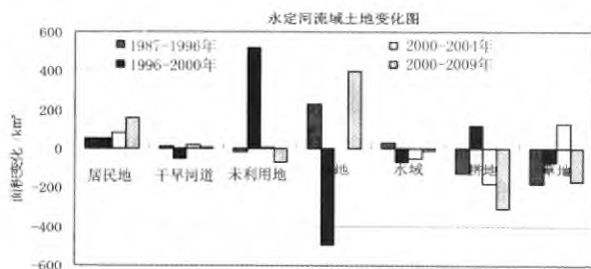


图 3a 1987~2009 年永定河流域各土地类型变化量

Fig. 3a The land use net change in yongding River basin from 1987 to 2009

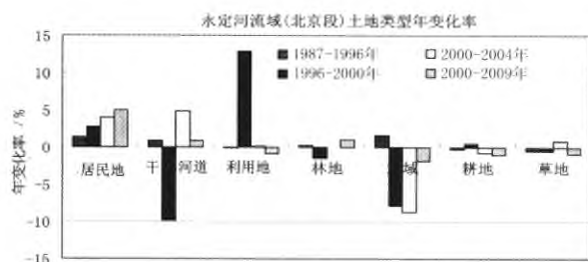


图 3b 1987~2009 年永定河流域各土地类型年变化率

Fig. 3b The annual change rate in yongding River basin from 1987 to 2009

表 3 1987~2009 年永定河流域土地利用转移矩阵

Tab. 3 Land use transition matrix of yongding River basin from 1987 to 2009

	草地	干旱河道	耕地	居民地	林地	水域	未利用地	总计(2009)
草地	2188.52	9.78	636.26	9.61	447.46	4.15	285.40	3581.18
干旱河道	0.02	41.60	34.46	1.41	4.99	21.44	0.13	104.04
耕地	586.18	50.40	4748.16	95.48	190.15	96.36	47.68	5814.41
居民地	19.19	2.89	397.31	303.42	40.45	7.67	5.82	776.77
林地	615.06	9.72	158.40	6.77	7267.35	2.29	139.03	8198.62
水域	1.40	2.68	21.22	2.00	3.52	57.52	0.09	88.43
未利用地	462.08	11.03	317.93	8.87	114.47	2.60	538.18	1455.17
总计(1987)	3872.45	128.11	6313.75	427.57	8068.39	192.03	1016.33	20018.62

自然条件驱动力中,气候因素对土地利用具有制约作用,主要表现在其对农作物、牧草和林木种类选择及其分布、组合、耕作制度和产量的影响上。对研究区而言,气温与降水状况是主要限制因子。随着连续干旱,永定河流域年降水量一直呈递减态势,同时严重的植被破坏导致水土流失和风蚀加剧。风蚀和水土流失,一方面使耕地面积减少,另一方面使土壤肥力下降,进一步导致农业发展受到限制,农民又不得不借助于扩大耕地和轮荒来稳定粮食生产水平。这种不断的开垦、轮荒,使植被反复遭到破坏,形成了恶性循环,致使永定河流域水量减少,甚至出现

3.3 土地利用转移特征及图谱分析

针对 1987 年和 2009 年列出土地转移矩阵并作出土地利用格局变化图谱(图 4),该图谱能够直观地表现出土地类型的变化,从宏观的角度研究这 23 年土地变化的格局。从 1987~2009 年间永定河流域土地利用转移矩阵(表 3)和图谱可以看出:近 30 年永定河流域(北京段)土地利用格局发生了大的变化,从上面的分析也能得出居民用地在增加,在土地转移矩阵中可以看出居民用地的增加主要是来自耕地的转变,2009 年由耕地转变成居民用地的面积占居民地总面积的 51.14%。水域的变化也比较大。从转移矩阵中可以看出,相对于 1987 年的水域面积,2009 年水域面积明显减少,水域主要转化成耕地和干旱河道,它们依次占 1987 年水域面积的 50.18% 和 11.16%,其余的土地类型在 1987 年和 2009 年的总体变化不大,相对稳定。

3.4 土地利用格局变化驱动力分析

永定河流域(北京段)的土地利用格局变化是一个相对复杂的过程,它受到自然条件、社会经济条件等诸多驱动力的影响。

断流、河床裸露的情况。

社会经济驱动力包括人口增长和城镇化进程、经济增长和工业的发展、农业技术进步、政府决策、土地利用者自身行为等驱动因子^[15]。历史上,为北京都城建设而大量砍伐永定河上游流域的森林树木,造成水土流失,从而影响到永定河的水质。中央和水利部高度重视北京的水资源问题,按照水利部提出的“农村水利向城市水利转变,工程水利向资源水利转变,传统水利向现代水利转变”的方向,提出对永定河流域的治水思路:再生水与雨洪综合利用;污水处理与中水回用;遏制非法盗采沙石;防洪

