

济南市土地利用遥感动态监测研究

曲 凯¹, 李新运²

(1. 山东师范大学人口·资源与环境学院;2. 山东经济学院信息管理学院, 济南 250014)

摘 要:采用遥感与 GIS 相结合的技术对济南市土地资源进行遥感调查,按照全国二级分类系统建立判别标志,绘制了 2000 年和 2004 年济南市土地利用现状图和变化图。并简要分析了这 4 年间济南市土地利用的变化情况。
关键词:遥感;GIS;土地利用;济南市
中图分类号:F301.24;TP79 文献标识码:A 文章编号:1005-3409(2007)02-0179-03

Remote Sensing Dynamic Investigation in the Status of Land Utilization in Jinan

QU Kai¹, LI Xin-yun²

(1. School of Population Resources & Environment, Shangdong Normal University;
2. Information Management College, Shandong Economic University, Jinan 250014, China)

Abstract :Land resources is surveyed by RS and GIS techniques in Jinan , according to the whole country second class classification system established the discretion symbolize , built the present status and variation of land utilization of Jinan in 2000 and 2004. Based on those , the status of land using of Jinan in the 4 years are analyzed.
Key words :remote sensing; GIS; land utilization; Jinan

在过去的土地利用现状调查中,通常使用传统的资料和数据采集方法,需要耗费大量人力、物力和资金,而且调查的时间跨度非常大,这就影响了基础数据获取和分析的效率,给实现土地可持续利用和决策造成不利影响。而遥感技术的应用和发展则为土地资源的调查和监测提供了广阔的前景,不但费用低,周期短,而且精度高,质量好。近几年随着多光谱和高分辨率遥感卫星的快速发展,更有利于准确的调查小范围内的土地利用特征,空间结构变化^[1]。因此,利用遥感技术可以实现快速、准同步、高质量的调查,对合理利用、开发和保护土地资源具有重要的现实意义。

1 研究区概况

济南市辖区的地理坐标为北纬 36°1' ~ 37°4', 东经 116°12' ~ 117°44'。济南市位居山东省中西部,是京沪铁路与胶济铁路的交汇点,南面与列入“世界自然文化遗产”清单的泰山毗邻,北与被成为“中华民族母亲河”的黄河相依。地貌类型主要有低山、丘陵、平原和沿黄低洼四部分,南为泰山山地,北为黄河冲积平原,地势南高北低。地形复杂多样,大体可分为三带,北部临黄河平原带;中部山前平原带及南部低山丘陵带。

2 研究方法

本研究采用遥感图像处理软件 Erdas8.5 对研究区 2000 年的 Landsat TM 和 2004 年 CBERS - 2 遥感影像进行校正、增强与镶嵌^[2]。按照全国二级分类系统(一级类型 6 个,二级类型 25 个)进行 3 级划分(见表 1),采用遥感信息与地学资料相结合,室内判读与专家经验、野外调查相结合的原则,建立影像判读译标志,并通过人机交互判读得到图形

和属性数据库。利用地理信息系统软件 Arc/ Info 进行空间叠加分析,结合用于 Arcmap 提取发生变化的信息。

表 1 土地利用现状调查分类系统

一级类型	二级类型	代号	内容
耕 地	水田	11	有水源保证和灌溉设施,种植水稻等水生农作物的耕地
	旱 地	12	无灌溉水源及设施,靠天然降水生长作物的耕地
林 地	有林地	21	郁闭度>30%的天然林和人工林
	灌木林地	22	郁闭度>40%,高度在 2 m 以下的矮林地和灌丛林地
	疏林地	23	郁闭度为 10%~30%的稀疏林地
	其它林地	24	未成林造林地、迹地、苗圃及各类园地
草 地	高覆盖度草地	31	覆盖度>50%的天然草地、改良草地和割草地
	中覆盖度草地	32	覆盖度在 20%~50%的天然草地和改良草地
	低覆盖度草地	33	覆盖度在 5%~20%的天然草地
水 域	河渠	41	天然形成或人工开挖的河流及主干渠常年水位以下的土地
	湖泊	42	天然形成的积水区常年水位以下的土地
	水库、坑塘	43	人工修建的蓄水处常年水位以下的土地
	冰川积雪	44	常年被冰川和积雪覆盖的土地
	海涂	45	沿海大潮高潮位与低潮位之间的潮浸地带
	滩地	46	河、湖水域平水期水位与洪水期水位之间的土地
城乡居	城镇用地	51	大城市、中等城市、小城市及县镇以上的建成区用地
民点和工	农村居民用地	52	镇以下的居民点用地
矿用地	工矿和交通用地	53	厂矿、油田、盐场、采石场、交通道路、机场、码头等
未利 用地	沙地	61	地表为沙覆盖、植被覆盖度在 5%以下的土地
	戈壁	62	地表以碎石为主,植被覆盖度在 5%以下的土地
	盐碱地	63	地表盐碱聚集、植被稀少,只能生长强耐盐碱植物的土地
	沼泽地	64	地势平坦低洼、排水不畅、长期潮湿,生长湿生植物土地
	裸土地	65	地表土质覆盖、植被覆盖度在 5%以下的土地
	裸岩	66	地表为岩石或石砾,其覆盖面积>50%的土地
	其他	67	其它未利用土地

* 收稿日期:2006-03-24
基金项目:国家自然科学基金课题(编号:405711191);山东省自然科学基金课题(编号 Y2004E04)
作者简介:曲 凯(1982-),男,山东聊城人,硕士生,主要从事地学模型分析与应用研究。

3 影像预处理

3.1 数据源

(1) 2000 年 9 月的 Landsat TM 4,3,2 波段合成 Landsat TM 影像

(2) 2004 年 9 月的 CBERS - 2 4,3,2 波段合成 CBERS - 2 影像

(3) 1 : 25 万地形图

3.2 几何校正

遥感影像的几何校正一般采用二阶多项式变换,利用双线性内插法将 TM 影像重采样为 30 m 的空间分辨率,将 CB 影像重采样为 20 m 的空间分辨率。本研究利用 Erdas8.5 中的 Image Geometric Correction 功能,以 1 : 25 万地形图为参考影像,对两期影像进行几何精校正。大地控制点(GCP)每景影像一般 20~25 个均匀分布,山区部分由于地形影响适当加密^[3]。经几何校正的影像采用等面积割圆锥投影(Albers Conical Equal Area),椭球体为 Krovovsky,中央经线为东经 110°,双标准纬线为北纬 25°和北纬 47°,投影起始纬度 12°,中央经线偏差和起始点偏差都为 0。

3.3 增强处理

为使影像上感兴趣的特征得以加强,并使图像变得清晰,解译性提高,需要对遥感图像进行增强处理^[3]。遥感影像增强处理的方法有很多,如线性或非线性拉伸、各种空间

变换(如 K-L 变换、K-T 变换)等、各种滤波处理、直方图均衡化和各种假彩色合成技术等。本研究采用线性拉伸和 RGB 假彩色合成进行增强处理。

利用 Erdas8.5 中的 LUT Stretch 功能实现影像的线性拉伸,通过拉伸使影像的亮度范围扩大,可以提高图像的对比度和清晰度,突出图像细节部分。线性拉伸方程为:

$$\frac{x_b - b_1}{b_2 - b_1} = \frac{x_a - a_1}{a_2 - a_1} \Rightarrow$$
$$x_b = \frac{b_2 - b_1}{a_2 - a_1} (x_a - a_1) + b_1 \quad [a_1, a_2], x_b \quad [b_1, b_2]$$

式中:[*a*₁, *a*₂]
——原影像亮度值变量动态范围;
[*b*₁, *b*₂]
——待拉伸的范围,
*x*_{*b*}
——拉伸的像元亮度值,
*x*_{*a*}
——原影像亮度值。

根据理论和以往的经验,将济南市 TM 和 CB 影像利用 4,3,2 波段进行假彩色合成,在 Erdas8.5 的 Layer Stack 功能实现。合成后的影像信息含量丰富,植被反映为红色,水为黑色。

4 遥感影像综合分析与解译

4.1 建立解译标志

经过图像预处理后,需要建立不同图像要素的解译标志。因 CBERS - 2 的波谱设置与 TM 的波谱设置相近,空间分辨率略高于 TM - 5(TM 为 30 m,CB 为 19.5 m),所以在本研究中两种影像采用相同的判读标志^[4]。如表 2 所示:

表 2 济南市 TM/CB 影像判读标志

地类	形态	影像特征	色调	纹理
水田	明显的四边形规则排列,呈格状和条带状,灌溉方便,渠系成网	红色、深红色,鲜亮、深暗、色调饱和		平滑细腻
旱地	大块连片,明显的四边形、多边形,有引渠或无引渠的较规则状	色调多样,主要以红色、浅红为主,又有灰白、浅蓝等,鲜亮,饱和度不一		平滑细腻
有林地	呈不规则的条带状和片状	深红色及红色,深暗、灰暗		较粗糙,有立体感
灌木林地	呈不规则的条带状和片状,外缘不很明显	深红色、暗红色		较粗糙,但立体感不强
疏林地	呈不规则的条带状和片状,外缘不明显	深红色,浅暗与深灰		较粗糙,但立体感不强
其它林地	较明显的四边形和多边形,多有渠道相同	暗红色,浓暗,色调较饱和		粗糙有立体感
高覆盖度草地	大小不一,无固定形状,大多呈片状、带状,一般连片分布	暗红或红色,明亮,色彩饱和		平滑细质,无立体感
中覆盖度草地	不规则的片状与条带状,连片分布,大小不一	红色及浅红色		平滑细致,略有立体感
低覆盖度草地	不规则的连片分布	浅黄绿色、淡红色,较明亮		平滑中带有粗糙感
河渠	不规则条带状	深蓝色、蓝色,鲜亮		平滑细腻
湖泊	不规则的片状、面状,大小不一	浅蓝及深蓝色,鲜艳明亮,色调饱和		平滑细致
水库、坑塘	不规则的片状、面状,大小不一,水库下缘有规则平直的边形(水库大坝)	深蓝色和蓝色,鲜艳明亮,色调饱和		平滑细致
冰川积雪	无	无		无
海涂	无	无		无
滩地	条带状、扇状	浅蓝色、蓝色、暗红绿色		平滑、线絮状
城镇用地	属中大型人工建筑区,形状不定,多是面状、片状	蓝灰色、蓝黑色、暗红色,灰暗		较粗糙,斑点小格状
农村居民用地	较小的聚居区,面状片状,相对较规则的形状	灰白、红色、暗红色,较明亮		较粗糙网格式
工矿和交通用地	形状规则,较为清晰,大小不一	灰白、蓝灰、浅红,明亮		细致
沙地	大片状、面状	土黄色、黄绿色、浅蓝色,明亮		坎坷不平,有立体感
戈壁	无	无		无
盐碱地	条带状、面状、片状	白色、灰白色,明亮		絮状、较为平滑
沼泽地	不规则的片状、面状	深蓝、黑红色,暗淡,不明亮		絮状,较粗糙
裸土地	无	无		无
裸岩	片状、条带状	青灰色、浅绿色,鲜亮		凹凸不平,立体感强
其他	无	无		无

4.2 遥感信息提取

对于遥感信息的提取,本研究采用以人工目视解译方法为主,以机助解译为辅的方法进行解译。首先根据各地类的

光谱特征,对分类系统的一级地类进行最大似然法监督分类,监督分类的判别函数为:

$$D = \ln(a_j) - [0.5 \ln(|c_j|)] - [0.5(x - m_j)^T (c_j^{-1})(x - m_j)]$$

式中: D ——权重距离, j ——指定的类别; a_j ——是未知像元属于 j 类的先验概率; c_j —— j 类样本像元的协方差矩阵; $|c_j|$ 矩阵 c_j 的行列式值; c_j^{-1} —— c_j 的逆矩阵; t ——转置函数; x ——像元数据矢量; m_j —— j 类样本的均值矢量。

对分类的结果进行精度评估后,进行聚类分析和去除分析^[5],然后转换为矢量图作为二级地类信息提取的辅助依据。在提取二级地类信息时借助其它地理相关资料,将矢量图与遥感影像在 ArcInfo 软件中叠加,采用矢量底图与影像对比判图方法,通过建立的判图标志进行人机交互解译。得出 2000 年和 2004 年的济南市土地利用现状图,见表 3。

表 3 济南市土地资源遥感调查结果统计表

一级地类	二级地类	2000 面积 /hm ²	占总 面积 %	2004 面积 /hm ²	占总 面积 %	变化面积 /hm ²
耕地	水田	4541.47	0.58	4582.25	0.58	40.78
	旱地	504803.1	64.21	503108.98	63.99	-1694.12
	小计	509344.57	64.79	507691.23	64.58	-1653.34
	有林地	59742.15	7.6	59779.31	7.6	37.16
林地	灌木林地	11652.95	1.48	11652.95	1.48	0
	疏林地	23835.73	3.03	23897.04	3.04	61.31
	其它林地	1784.6	0.23	1926.67	0.25	142.07
	小计	97015.43	12.34	97255.97	12.37	240.54
	高覆盖度草地	17857.1	2.27	17847.8	2.27	-9.3
草地	中覆盖度草地	34195.1	4.35	34042.91	4.33	-152.19
	低覆盖度草地	7645.79	0.97	7633.41	0.97	-12.38
	小计	59697.99	7.59	59524.12	7.57	-173.87
	河渠	7482.78	0.95	7488.09	0.95	5.31
水域	湖泊	2840.79	0.36	3014.39	0.38	173.6
	水库、坑塘	4295.68	0.55	4431.73	0.56	136.05
	滩地	4194.07	0.53	3975.88	0.51	-218.19
	小计	18813.31	2.39	18910.09	2.41	96.78
城乡居民点	城镇用地	26128.06	3.32	26898.13	3.42	770.07
	农村居民用地	60831.93	7.74	60807.74	7.73	-24.19
	小计	91454.89	11.63	93154.43	11.85	1699.54
和工矿用地	工矿交通用地	4494.89	0.57	5448.56	0.69	953.67
	小计	91454.89	11.63	93154.43	11.85	1699.54
	沙地	1095.88	0.14	1095.88	0.14	0
	盐碱地	8250.81	1.05	8041.16	1.02	-209.65
未利用土地	沼泽地	209.02	0.03	209.02	0.03	0
	裸岩	309.93	0.04	309.93	0.04	0
	小计	9865.65	1.25	9655.99	1.23	-209.66
	合计	786191.83	100	786191.83	100	

4.3 动态信息提取

对于动态信息的提取,本研究采用分类后比较法和 ND-VI 差值法^[6]相结合的方法进行。

首先将两个时相的分类图像进行空间叠加分析,通过算法:if 1 != 2 then 2 else null(其中 1 表示 2000 年的土地利用类型,2 表示 2004 年的土地利用类型)得出 2000~2004 年的发生变化的区域。然后利用 Erdas8.5 中的 Indices 功能求出两个时相的植被指数 NDVI00 和 NDVI04,通过算法:i1 = NDVI00,i2 = NDVI04;if i1 = 0 or i2 = 0 then null else i1 - i2 求出 changeNDVI,最后在 2000 年影像中通过算法:if I > A then 0 else if I < B then 255 else 100(A 为植被变差的阈值,B 为植被变好的阈值)得出植被变差的部分(0),植被变好的部分(255)和植被不变的部分(100)。经过 ArcInfo 矢量化后得出 2000~2004 年的济南市土地利用变化图。见图 1,表 4。

5 结果与分析

由表 3 可知,近 4 年间,济南市的 6 个一级地类均发生

变化。

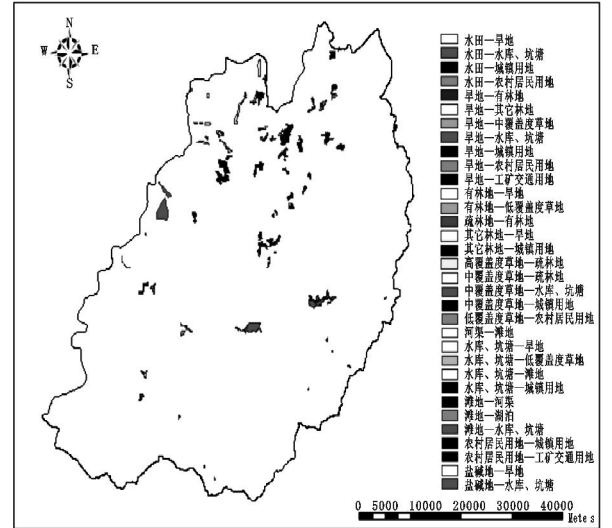


图 1 2000~2004 年济南市土地利用类型变化图(市区部分)

表 4 2000~2004 年济南市土地利用类型变化结果统计表

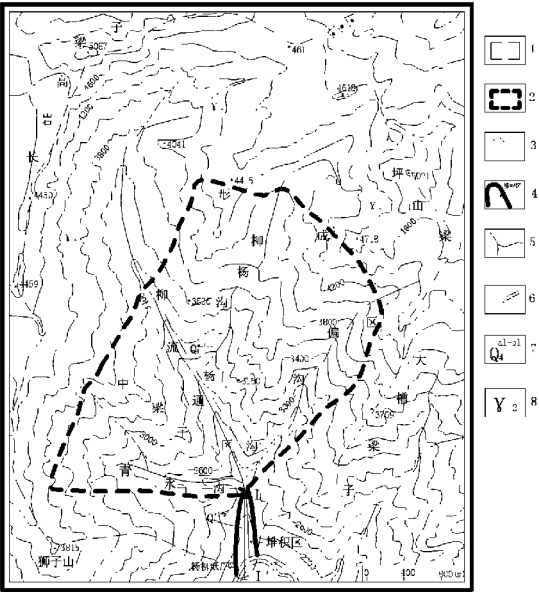
变化类型	变化面积/hm ²	变化类型	变化面积/hm ²
从水田变为旱地	46.74	从中覆盖度草地变为疏林地	59.20
从水田变为水库、坑塘	7.60	从中覆盖度草地变为水库、坑塘	16.16
从水田变为城镇用地	3.84	从中覆盖度草地变为城镇用地	136.90
从水田变为农村居民用地	15.91	从低覆盖度草地变为农村居民用地	82.24
从旱地变为有林地	162.31	从河渠变为滩地	100.09
从旱地变为其它林地	163.98	从水库、坑塘变为旱地	516.29
从旱地变为中覆盖度草地	60.07	从水库、坑塘变为低覆盖度草地	51.72
从旱地变为水库、坑塘	657.15	从水库、坑塘变为滩地	10.54
从旱地变为城镇用地	552.01	从水库、坑塘变为城镇用地	28.80
从旱地变为农村居民用地	98.50	从滩地变为河渠	105.40
从旱地变为工矿交通用地	766.99	从滩地变为湖泊	173.60
从有林地变为旱地	114.20	从滩地变为水库、坑塘	49.82
从有林地变为低覆盖度草地	18.15	从农村居民用地变为城镇用地	34.16
从疏林地变为有林地	7.19	从农村居民用地变为工矿交通用地	186.68
从其它林地变为旱地	7.54	从盐碱地变为旱地	196.98
从其它林地变为城镇用地	14.37	从盐碱地变为水库、坑塘	12.67
从高覆盖度草地变为疏林地	9.30		

面积减少的地类有耕地、草地和未利用地。以耕地减少的面积居首,达 1 653.34 hm²,其中水田面积略有增加,为 40.78 hm²,旱地面积大幅减少,为 1 694.12 hm²。草地面积减少了 173.87 hm²,其中高覆盖度草地、中覆盖度草地、低覆盖度草地分别减少了 9.3 hm²,152.19 hm²,12.38 hm²。未利用地面积减少了 209.65 hm²,其中沙地、沼泽地和裸岩未发生变化,盐碱地减少了 209.65 hm²。

面积增加的地类有林地、水域、城乡居民点和工矿用地。以城乡居民点和工矿用地增加的面积居首,达 1 699.54 hm²。其中农村居民用地面积略有减少,为 24.19 hm²,城镇用地和工矿交通用地面积分别增加了 770.07 hm²,953.67 hm²。林地面积增加了 240.54 hm²,其中灌木林地面积未发生变化,有林地、疏林地和其它林地面积增加了 37.16 hm²,61.31 hm²,142.37 hm²。水域面积增加了 96.78 hm²。其中滩地面积略有减少,为 218.19 hm²,河渠、湖泊和水库、坑塘面积分别增加了 5.31 hm²,173.6 hm²,136.05 hm²。

由表 4 可知,济南市 4 年间土地利用类型之间的转变,以耕地、城乡居民点和工矿用地的转移变化比较普遍。

过程产生的固体物质构成了泥石流活动的主要物源,遇降水很容易产生泥石流灾害。



1. 泥石流流水边界;2. 泥石流形成区;3. 流通道;4. 泥石流堆积区
5. 河流;6. 公路;7. 坡积、冲洪积;8. 花岗岩
图 1 柳杨沟泥石流平面图

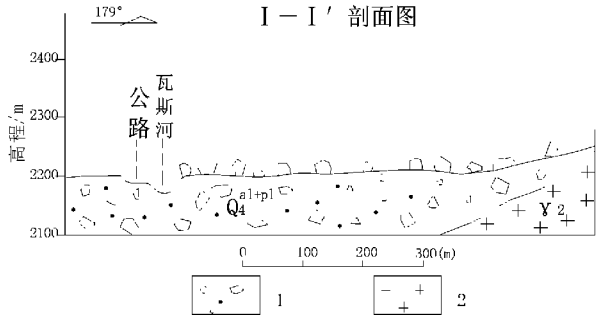
2.3 气候

炉城镇属高原亚湿润气候区,具高原气候特征,干湿明显,垂直气候变化显著。多年平均降雨量为 803.4 mm,多集中在 6~9 月,占全年的 60%~85%,多暴雨与连绵雨,最大日降雨量为 96.1 mm,最长连绵雨长达 58 d,雨量达 427.5 mm。柳杨沟汇水面积为 36.2 km²,沟床纵坡降大,为泥石流形成提供了有利的汇水、流通与水动力条件。

2.4 人类活动

伴随着西部大开发的全面进行,炉城镇经济建设也飞速发展,人们在利用自然资源与改造地质环境条件的过程中,对山地灾害的防范没有给予足够的重视,不同程度地改变了地质环境

条件,打破了原有平衡状态,从而诱发了各类地质灾害。



1. 崩坡积层;2. 花岗岩
图 2 柳杨沟泥石流堆积区剖面图

3 防治对策

特殊的地理位置和环境条件决定了本区域泥石流的发育。柳杨沟为常年流水沟,丰枯期水量变化大,沟内岸坡堆积块石、碎块石土丰富。地形地貌为泥石流的形成提供了自然条件;节理、裂隙发育且易风化的花岗岩及结构松散、厚度大的第四系坡积层为泥石流的形成提供了丰富的物质来源,在雨季受地表径流冲刷、浸泡下,极易形成更大的泥石流。

若再次发生泥石流,将对 318 国道、下游电站与柳杨村构成严重威胁,直接威胁 44 户、近 200 人的生命与财产安全。本着“以防为主,防治结合,因地制宜,因害设防,防灾与发展经济、整治环境相结合”的原则,为确保当地村民的生命与财产安全,建议采取如下防治与预防措施:

- (1) 对流石流汇水区禁止森林砍伐,保护生态植被,使地表水径流延滞,保持水土不流失,维护生态平衡,改善生态环境。
- (2) 沟谷及其两侧,禁止开荒、采石、开矿等一切有可能影响山体稳定的生产活动。
- (3) 雨季加强对泥石流的监测,特别是对天气雨情的监测,做好紧急情况下应急预案。
- (4) 在沟口修建泥石流导流沟,使泥石流有序地流出堆积区,以免重叠堆积。
- (5) 加强减灾防灾知识宣传,加强防灾意识。

参考文献:

[1] 第宝锋,陈宁生,谢万银,等. 罗坝街沟泥石流特征分析[J]. 山地学报,2003,(2):216-222.
[2] 谢洪,韦方强,钟敦伦,等. 四川康定炉城镇山地灾害及防治对策[J]. 中国地质灾害与防治学报,1997,8(1):83-88.

(上接第 181 页)

耕地流失的主要流向是工矿交通用地、水库、坑塘、城镇用地、有林地和其他林地,分别转移了 766.99 hm²,664.75 hm²,555.85 hm²,162.31 hm²,163.98 hm²。耕地增加的主要来源是水库、坑塘和盐碱地,分别转入了 516.29 hm²,196.98 hm²。

城乡居民点和工矿用地的增加比较显著,城镇用地增加的主要来源是旱地和中覆盖度草地,分别转移了 552.01 hm²,136.90 hm²。工矿交通用地增加的主要来源是旱地和

农村居民用地,分别转移了 766.99 hm²,186.68 hm²。农村居民用地增加的主要来源是旱地和低覆盖度草地,分别转移了 98.50 hm²,82.24 hm²。但有 186.68 hm² 转变成工矿交通用地,34.16 hm² 转变成城镇用地。

其他变化比较大的地类有,有林地有 114.20 hm² 转化为旱地,河渠有 100.09 hm² 转化为滩地,滩地有 105.40 hm² 和 173.60 hm² 转化为河渠和湖泊。

参考文献:

[1] 赵书河. 基于遥感与 GIS 的县级土地利用的时空变化分析[J]. 测绘通报,2003,(3):16-17.
[2] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京:中国科学技术出版社,1996.
[3] 章孝灿,黄智才,赵元洪. 遥感数字图像处理[M]. 杭州:浙江大学出版社,1997.
[4] 刘文峰,高敏华,肖继东. 中巴卫星遥感资料在土地资源遥感调查中的应用[J]. 新疆气象,2003,26(5):23-26.
[5] 党安荣,等. ERDAS IMAGINE 遥感图像处理办法[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
[6] Nelson, RF. Detecting forest canopy change due to insect activity using Landsat MSS[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing,1983,48:1303-1314.