

# 铜川市土地利用/土地覆被动态变化研究

李慧燕, 常庆瑞, 马廷刚, 申健

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 采用铜川市 1987 年和 2002 年两期 TM 遥感影像对该市的土地利用/土地覆被动态变化进行了研究。并结合遥感技术和地理信息系统技术, 采用监督分类方法提取土地利用类型信息, 分析了铜川市土地利用的数量变化特征和空间变化特征。研究结果表明, 铜川市植被覆盖率(包括乔木林、灌木林、草地)由 1987 年的 54.52% 增加为 2002 年的 64.46%, 增加了近 10%, 退耕还林工程的实施在该区获得了显著成效; 此外铜川市居民地面积增加了近 1 倍, 主要由耕地转化而来, 表明城市扩张占用耕地现象严重。

**关键词:** 土地利用; 土地覆被; 遥感; 监督分类; 转移矩阵

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)02-0211-04

中图分类号: F301.24

## Dynamics of Land Use /Cover in Tongchuan City of Shaanxi Province

LI Hui-yan, CHANG Qing-rui, MA Ting-gang, SHEN Jian

(College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The dynamics of land use and land cover in Tongchuan City, Shaanxi Province were analyzed based on TM remote sensing images of 1987 and 2002. Together with remote sensing (RS) and geographic information system technology, information regarding land use types was obtained using the supervised classification method. The characteristics of quantity and spatial variations of land use were further analyzed based on collected information. The results indicate that the percentage of vegetated land(woods, shrubbery, and grassland) increased from 54.52% in 1987 to 64.46% in 2002, approximately an increase of 10%, implying significant achievements resulted from the project of Grain-to-Green project. Furthermore, the total area of residential land, transferred mainly from cultivated field, almost doubled during the period, showing a serious land use problem of cultivated field depletion owing to urban expansion.

**Keywords:** land use; land cover; remote sensing; supervised classification; transition matrix

土地资源是人类赖以生存和发展的物质基础。近年来随着经济的快速发展,我国土地利用结构发生了明显的变化,耕地数量减少,非农业用地大量增加。因此,及时、准确地掌握土地资源的数量、质量、分布及其变化趋势,直接关系到国民经济的持续发展与规划。“国际地圈与生物圈计划(IGBP)”和“全球环境变化的人文领域计划(HDP)”,于 1995 年联合提出“土地利用覆被变化研究计划”,使土地利用变化研究成为全球环境变化研究的前沿和热点课题<sup>[1-2]</sup>。

目前,人们已经做了大量关于土地利用/土地覆被动态变化方面的研究工作<sup>[3-10]</sup>。本研究区域铜川市位于陕北黄土高原南缘,该市丘陵连绵,沟谷纵横,地势相差悬殊,地形破碎,是关中平原与陕北黄土高原的过渡地带。这一特殊地理位置决定了其生态环境的复杂

性,多样性及脆弱性。随着该区经济的发展以及资源的不合理利用,使得铜川市地质灾害频繁,水土流失等生态环境问题日益严重<sup>[11-12]</sup>;同时,随着该区城市化进程加快,耕地不断减少,人地矛盾日益突出。因此对铜川市土地利用/土地覆被变化的研究具有必要性和典型性。通过该研究可以检验该区自 1999 年陕西省退耕还林工程实施以来的成效,对促进当地土地利用的合理化具有重要意义,同时可以为铜川市的规划发展、环境保护、生态建设提供相关决策依据。

## 1 研究区概况

铜川市位于陕西省中部,处于关中平原向陕北黄土高原的过渡地带,是关中经济带的重要组成部分,介于东经 108°34'—109°29'、北纬 34°50'—35°34'之

收稿日期:2010-08-03

修回日期:2010-08-29

资助项目:国家自然科学基金项目“黄土高原植被恢复对土壤有机碳影响机理及其储量估算研究”(30872073)

作者简介:李慧燕(1986—),女(汉族),青海省大通县人,硕士研究生,研究方向为资源环境遥感监测与评价。E-mail: lihuiyan04dixin@126.com。

通信作者:常庆瑞(1959—),男(汉族),陕西省子洲县人,教授,博士生导师,主要从事资源环境与 3S 技术研究。E-mail: chqr@nwsuaf.edu.cn。

间,总面积 3 882 km<sup>2</sup>,辖 3 区(王益区、印台区、耀州区),1 县(宜君县),1 个经济技术开发区(新区)。属暖温带大陆性半干旱、半湿润气候,四季分明,年平均气温 8.0~12.3 ℃,多年平均降水量 555.9~709.3 mm。其地貌类型复杂,西部和北部是广阔的山区,中部和东部为沟塬相间的残塬区,南部是地势平坦的台塬区。铜川矿产资源丰富,已发现的矿产资源有 4 大类 20 种,建材工业的水泥配料黄土、耐火黏土居陕西省第 1 位,陶瓷黏土、铝土矿居第 2 位,水泥石灰岩居第 3 位;该市煤田面积 522 km<sup>2</sup>,煤炭产量占陕西省总产量的 1/3。

## 2 材料与方 法

### 2.1 影像资料与软件

本研究采用铜川市 1987 年 10 月 12 日和 2002 年 8 月 30 日的 TM 遥感影像,分辨率为 30 m×30 m。使用软件为 Erdas 9.1 和 Arcgis 9.3。

### 2.2 土地利用分类系统

根据 2007 年 8 月颁布的《土地利用现状分类》国家标准<sup>[13]</sup>,结合铜川市的土地利用状况和特点,确立土地利用类型。针对铜川市遥感影像来说,商服用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地与特殊用地不易区分,交通运输用地由于是线划地物,提取存在难度,经过综合考虑,将研究区的土地利用类型划分为 7 个一级类,耕地、园地、林地、草地、工矿仓储用地、住宅用地、水域、其它土地。最终确定土地利用类型为耕地(包括水浇地,旱地)、果园、有林地、灌木林、草地、水域(包括湖泊水面,河流水面,水库水面,坑塘水面,滩涂)、居民地、工矿仓储用地(采矿用地)以及其它用地(未利用土地)。

### 2.3 遥感影像信息提取

铜川市两幅遥感影像由于成像时间不同,所以整体色调存有差异,就铜川市 1987 年 10 月 12 日 TM 遥感影像而言,由于此时气候转冷,植物落叶,整个植被的反射率下降,影像上植被的颜色不鲜艳。铜川市 2002 年 8 月 30 日 TM 遥感影像,植物的反射率明显高于 1987 年 10 月植物的反射率,如有林地颜色在影像上呈现鲜艳的色调。

2.3.1 信息提取 野外调查与目视解译相结合,基于影像特征,区分典型地物,建立解译标志,定义分类模板。采用最大似然法(maximum likelihood)进行监督分类,对分类结果进行精度评价(随机产生的点与类别涉及的像元数成正比,确保最小类别至少有 20 个点)。结果表明,分类精度均达到分类要求标准。评价结果详见表 1—2。

表 1 铜川市 1987 年土地利用分类精度

类别	参照数	分类个数	正确分类个数	生产者精度/%	用户精度/%
水域	22	20	20	90.91	100.00
采矿用地	20	20	18	90.00	90.00
果园	7	21	7	100.00	33.33
居民地	18	26	16	88.89	61.54
耕地	138	124	108	78.26	87.10
有林地	110	112	106	96.36	94.64
灌木林	71	56	51	71.83	91.07
草地	21	29	19	90.48	65.52
未利用地	23	22	16	69.57	72.73
分类总数	430	430	361	K=86.74% > 70%	

表 2 铜川市 2002 年土地利用分类精度

类别	参照数	分类个数	正确分类个数	生产者精度/%	用户精度/%
水域	21	20	20	95.24	100.00
采矿用地	20	20	20	100.00	100.00
果园	15	25	15	100.00	60.00
居民地	14	28	13	92.86	46.43
耕地	96	99	81	84.38	81.82
有林地	130	108	107	82.31	99.07
灌木林	77	67	54	70.13	80.60
草地	24	27	18	75.00	66.67
未利用地	33	36	30	90.91	83.33
分类总数	430	430	358	K=86.31% > 70%	

2.3.2 分类后处理 进行去除分析,初步分类影像中有很多细碎的小图斑,需要进行分类后处理,就是将聚类组图像中小面积的聚类组删除,合并到相邻的最大的分类中,设定合并的最小图斑为 4 个像元,得到去除分析后的图像。人工手动纠错,将分类处理后的图与原始影像叠加,勾画错分地物,运用 Raster 里的 Fill 工具进行纠正,最终得到较精确的分类图(附图 5)<sup>[14]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 土地利用/土地覆被状况

从 1987 年和 2002 年土地利用分类图可以看出,有林地主要分布在铜川市西北部的子午岭山地;灌木林分布在有林地与耕地或草地过渡的沟坡处;草地分布在灌木林的边缘以及一些小的沟坡处;耕地主要分布在铜川市东南部耀州区的台塬区和北部宜君县境内地势平坦的区域,此外河谷两边的阶地,川台等水分条件好的地方也有耕地分布;果园主要分布在印台区与王益区;居民地主要沿漆水河两岸分布,其中南部台塬,北部及西部地势平坦的地方也有分布;煤矿主要分布在铜川市西部,水域分布散乱但并不多。

### 3.2 土地利用/土地覆被动态变化

从表 3 可以看出,研究区域总面积为 3 928.61 km<sup>2</sup>,1987 年铜川市耕地面积最大,占到全市总面积

的 42.67%，而 2002 年铜川市有林地所占面积最大，占全市总面积的 39.5%，耕地退居第二。1987—2002 年，有林地面积增加了 91.44 km<sup>2</sup>，灌木林面积增加了 349.05 km<sup>2</sup>，占铜川市总面积的 22.8%，耕地面积减少了 542.45 km<sup>2</sup>，但仍占全市总面积的 28.86%，所以有林地，耕地，灌木林为铜川市主要用地类型，占到了总面积的 91.18%。水域，未利用地，采矿用地所占面积比很小。15 a 来，铜川市耕地变化比例最大，为 -13.81%，其次为灌木林，有林地，果园，居民地。除耕地，草地，未利用地以外，其它土地利用类型均呈增长趋势。

表 3 铜川市 1987 年和 2002 年土地类型面积和变化量

土地利 用类型	面积/km <sup>2</sup>		占总面积比例/%		变化/ %
	1987 年	2002 年	1987 年	2003 年	
水域	4.68	4.75	0.12	0.12	0
采矿用地	1.07	3.05	0.03	0.08	0.05
果园	3.83	88.23	0.10	2.25	2.15
居民地	81.88	164.89	2.08	4.20	2.11
耕地	1 676.37	1 133.92	42.67	28.86	-13.81
有林地	1 460.24	1 551.68	37.17	39.50	2.33
灌木林	547.62	896.67	13.94	22.82	8.88
草地	135.3	84.26	3.44	2.14	-1.30
未利用地	17.63	1.17	0.45	0.03	-0.42
总面积	3 928.61	3 928.61	100	100	0

注：土地类型面积变化比例为变化面积与总面积的比值。

土地利用动态演变是土地覆盖格局在时间序列上的变化，各类型间的相互转化过程对初期土地覆盖状态有一定的依赖性。单一类型土地利用动态度表达了某研究区在一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况，其表达式为<sup>[15]</sup>：

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

表 4 铜川市 1987—2002 年土地利用转移矩阵

km<sup>2</sup>

类别	水域	采矿用地	果园	居民地	耕地	有林地	灌木林	草地	未利用地	总计(2002 年)
水域	2.93	0.00	0.00	0.05	0.66	0.06	0.26	0.19	0.60	4.75
采矿用地	0.02	0.79	0.00	0.70	0.40	0.30	0.25	0.47	0.11	3.05
果园	0.03	0.00	0.34	2.93	58.95	2.11	19.33	3.90	0.63	88.23
居民地	0.31	0.20	0.17	39.03	87.07	3.95	11.54	18.79	3.83	164.89
耕地	0.52	0.02	1.89	22.56	913.53	56.95	104.65	23.48	10.32	1 133.92
有林地	0.08	0.01	0.46	2.72	240.26	1 167.42	130.95	9.58	0.20	1 551.68
灌木林	0.34	0.03	0.89	6.63	359.39	228.18	248.32	51.96	0.91	896.67
草地	0.22	0.00	0.07	7.01	15.93	1.12	32.19	26.90	0.83	84.26
未利用地	0.23	0.02	0.00	0.24	0.16	0.16	0.12	0.03	0.20	1.17
总计(1987 年)	4.68	1.07	3.83	81.88	1 676.37	1 460.24	547.62	135.30	17.63	3 928.61

从土地利用转移矩阵中看出，15 a 来铜川市土地利用/土地覆被状况从数量和空间上都发生了很大的变化，其土地利用类型内部间的转化非常复杂。矩阵

式中：K——研究时段内某一类型土地利用动态度；U<sub>a</sub>, U<sub>b</sub>——分别为研究期初和研究期末某一种土地利用类型的数量；T——研究时段长。当 T 的时段设定为年时，K 值就是该研究区某种土地利用类型的年变化率。

从各类土地利用类型的动态度计算结果可以看出，果园年变化率(22.05%)最高，耕地(-0.32%)，草地(-0.38%)以及未利用地(-0.93)面积以较快的速度减少，果园面积则以极高的速度增加，此外采矿用地(1.85%)，居民地(1.01%)，灌木林(0.64%)面积也在以较快的速度增加，有林地(0.06%)面积也有所增加。

然而动态度是从相对量的角度出发，并不能揭示绝对量的变化。虽然果园和采矿用地的年变化率很高，但是由于其初始覆盖面积很小，所以其变化量与总面积相比是非常小的，而耕地的初始覆盖面积就很大，即使动态度不是很高，但其变化从绝对量的角度来说是相当可观的，从表 3 中的土地类型面积变化比例即土地利用类型的变化量与总面积的比值可以发现看出，耕地的减少量最大，达到了 13.81%，从某种角度来说，主要地物类型对一个区域土地利用类型空间结构变化的影响是比较大的。

### 3.3 土地利用/土地覆被转移矩阵

针对土地利用/土地覆被变化的研究，不仅要分析其数量的变化，同时对各土地利用类型之间转化关系的深入研究也是十分必要的。本研究对两期分类结果图进行叠加运算，获得铜川市不同土地利用类型间的转换关系。其中，表 4 中列表示 1987 年的某种地类单元转变为 2002 年各类土地类型的面积，对角线上的数据代表土地利用类型未发生变化的面积。

中每一类土地利用类型都有转入量和转出量，面积增加的土地类型，转入是主导趋势，反之，转出为主导趋势。1987—2002 年，铜川地区水域总面积增加量很

小,可能是因为两期影像成像时间不同,铜川市在 2002 年 8 月降雨量丰富而 1987 年 10 月则处于枯水期,有一部分耕地和未利用地转化为了水域,同时也有部分水域转出为耕地,但数量并不多。煤矿面积显著增加,主要由居民地、耕地、有林地转化而来。果园面积由原来 3.83 km<sup>2</sup> 增加到了 88.23 km<sup>2</sup>,增加幅度剧烈,主要由耕地和灌木林转化而来,其中各占转入量的 67%和 22%(这里的转入量为 2002 年各土地利用类型面积与矩阵中对角线上未发生变化的相应土地利用类型面积的差值;转出量为 1987 年各土地利用类型面积与矩阵中对角线上未发生变化的相应土地利用类型面积的差值)。居民地由 81.88 km<sup>2</sup> 增加到 164.89 km<sup>2</sup>,面积增加了 1 倍,主要由耕地转化而来,占转入量的 70%,其中也有部分居民地转出为耕地,草地等土地利用类型。耕地由原来的 1 676.37 km<sup>2</sup> 减少为 1 133.92 km<sup>2</sup>,主要转化为灌木林、有林地、居民地、果园,它们分别占转出量的 47%,31%,11%,8%;与此同时有 104.65 km<sup>2</sup> 的灌木林,56.95 km<sup>2</sup> 的有林地转化为耕地,说明毁林开荒的现象仍然存在,但并不严重。有林地面积由 1 460.24 km<sup>2</sup> 增加到 1 551.68 km<sup>2</sup>,耕地和灌木林分别占到转入量的 63%和 34%,此外有 228.18 km<sup>2</sup> 有林地转化为了灌木林,占到转出量的 78%,这有可能是前期对铜川市南部少部分有林地进行了砍伐,后期又进行了还林工作。灌木林由 547.62 km<sup>2</sup> 增到 896.67 km<sup>2</sup>,主要由耕地,有林地及草地转化而来,分别占到转入量的 55%,35%,8%。草地由原来的 135.30 km<sup>2</sup> 减少为现在的 84.26 km<sup>2</sup>,主要变为灌木林和耕地,分别占到转出量的 30%和 22%。未利用地减少,大部分转入耕地,占到转出量的 60%。从总变化量(转入量加转出量)的角度来说,耕地,灌木林,有林地对铜川市土地利用类型变化的贡献最大,他们的总变化量分别为 983.23,947.65,677.08 km<sup>2</sup>。

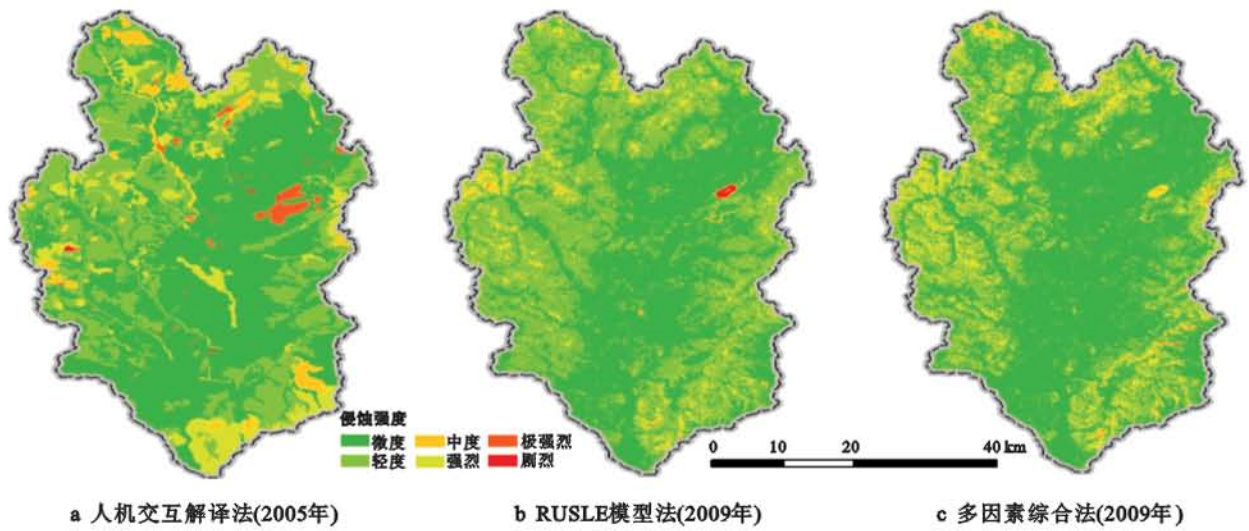
#### 4 结论

果园、居民地、耕地、有林地、灌木林成为 15 a 来铜川市土地利用的主要转化类型。其中耕地面积减少了 542.45 km<sup>2</sup>,主要转化为了有林地,灌木林以及居民地。有林地面积增加了 91.44 km<sup>2</sup>,灌木林面积增加了 349.05 km<sup>2</sup>,铜川地区植被覆盖率(包括乔木林,灌木林,草地)由 1987 年的 54.52% 增加为 2002 年的 64.46%,增加了近 10%。从本研究 1987 年和 2002 年的两期土地利用类型图(附图 5)可以看出,铜川市中部的残塬区还林效果显著,大片的耕地转变为灌木林,这主要是由于退耕还林工程实施所取得的成效。

铜川市居民地面积增加了 83 km<sup>2</sup>,其中耕地占到转入量的 70%。主要是由于随着经济的发展,城市化进程加快,铜川市新区建设,以及各个县城的扩建占用耕地现象严重,这使得本来就存在人均耕地不足问题的铜川市人地矛盾更加尖锐化。如何合理规划城市,保证基本农田面积,优化土地资源利用已成为铜川市面临的主要问题。目前,政策干预应该是最直接最有效的方法,首先,在退耕还林的基础上控制新增建设用地规模,制止乱占滥用耕地和浪费土地的现象;其次,稳定耕地数量,提高耕地质量,控制人口增长,保障粮食安全;最后,优化土地利用结构,促进社会经济和生态环境同步协调发展。

#### [参 考 文 献]

- [1] 夏春林,王雪,余宗莉,等. 基于 3S 的土地利用动态监测系统[J]. 辽宁工程技术大学学报:自然科学版, 2008,27(1): 26-27.
- [2] 于兴修,杨桂山. 中国土地利用/覆被变化研究的现状与问题[J]. 地理科学进展, 2002, 21(1): 51-57.
- [3] 李团胜. 陕西省土地利用动态变化分析[J]. 地理研究, 2004,22(2): 158-163.
- [4] 孙永光,李秀珍,何彦龙,等. 长江口不同区段围垦区土地利用/覆被变化的时空动态[J]. 应用生态学报, 2010,21(2): 434-441.
- [5] 汤庆新,邵怀勇,仙巍,等. 四十年来嘉陵江中下游土地利用/覆被动态变化研究[J]. 土壤, 2006, 38(1): 36-41.
- [6] 肖捷颖,葛京凤,沈彦俊,等. 基于 TM 和 ETM<sup>+</sup> 遥感分析的石家庄市土地利用/覆被变化研究[J]. 地理科学, 2005,25(4): 495-500.
- [7] 许超,何静,何小弟,等. 基于遥感的土地利用/覆盖信息动态变化监测分析:以扬州市为例[J]. 东北林业大学学报, 2010,38(4): 128-131.
- [8] 郭建坤,黄国满. 1998—2003 年内蒙古地区土地覆被动态变化分析[J]. 资源科学, 2005,27(6): 84-93.
- [9] 李红梅,马友鑫,郭宗峰,等. 基于 RS 和 GIS 的西双版纳土地覆被动态变化[J]. 山地学报, 2007, 25(3): 280-293.
- [10] 曹学章,左伟,申文明. 三峡库区土地覆被动态变化遥感分析[J]. 农村生态环境, 2001,17(4): 6-11.
- [11] 常振荣. 铜川市森林资源动态变化与分析评价[J]. 陕西林业科技, 2009(2): 117-120.
- [12] 杨勇,任志远,赵昕,等. 西部资源型城市生态安全评价与对策:以铜川市为例[J]. 生态学杂志, 2006, 25(9): 1109-1113.
- [13] 陈百明,周小萍.《土地利用现状分类》国家标准的解读[J]. 自然资源学报, 2007,22(6): 999-1001.
- [14] 党安荣,王晓栋. 遥感图像处理方法[M]. 北京:清华大学出版社, 2003:171-172,186-220.
- [15] 王秀兰,包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999,18(1): 81-87.



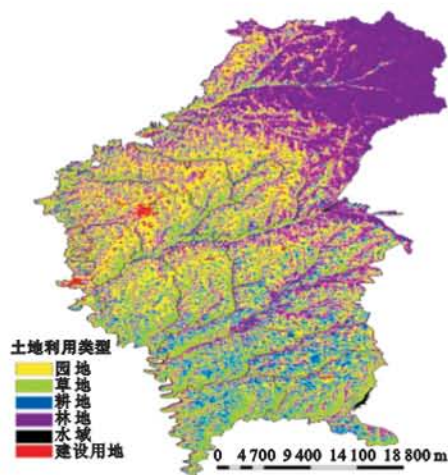
附图1 利用不同方法得到的辽宁省细河流域土壤侵蚀强度分级专题图



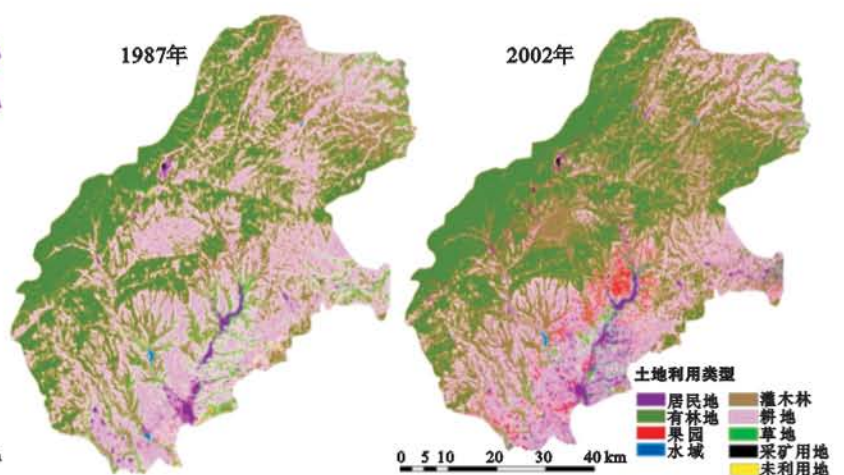
附图2 北京市琉璃河裸露坡岸(左)和实施土壤生物工程措施坡岸(右)景观对比



附图3 陕西省洛川县2000年土地利用现状图



附图4 陕西省洛川县2006年土地利用现状图



附图5 陕西省铜川市1987年与2002年土地利用分类图