

# 基于 TM 影像的黄陵县土地利用变化动态监测

吴 琴<sup>1,2</sup>, 常庆瑞<sup>1</sup>, 刘梦云<sup>1</sup>, 薛阿亮<sup>1</sup>, 王德彩<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100;

2. 赤峰市抗旱防汛指挥部办公室, 内蒙古 赤峰 024005)

**摘要:** 以 1987 年和 2002 年两期 TM 影像为信息源, 应用计算机自动识别分类与 GIS 空间分析相结合的方法, 提取了黄陵县不同时期的土地利用现状信息及其动态变化。结果表明: 研究区森林覆盖率高, 林地占区域土地总面积的 70% 以上; 耕地面积较小, 占地比例不到 7%。1987 年至 2002 年, 耕地和草地面积明显减少, 园地增加突出, 林地、居民点及工矿用地略有增长, 其中面积变化最大的是耕地, 减少 111.13 km<sup>2</sup>; 变化率最大的是园地, 达到 329.44%。

**关键词:** 黄陵县; 土地利用; 遥感; 动态监测

**中图分类号:** S 181 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)03-0241-05

子午岭位于黄土高原中部偏南陕西省与甘肃省的交界处, 是目前黄土高原地区保存最为完整的次生林区, 构成黄土高原中部的一道绿色屏障, 对森林资源奇缺, 植被率极差的陕北黄土高原来说, 生态价值十分重要。因此, 以位于子午岭核心区的黄陵县为例, 应用遥感与 GIS 技术相结合的方法, 提取不同时期的土地覆盖信息, 分析研究区土地利用的基本方式和空间特征, 以期掌握该地区近 20 年来土地利用的动态变化过程, 揭示其变化原因, 为保护黄土高原珍贵的森林资源, 进行生态环境建设提供决策依据。

## 1 遥感数据处理

### 1.1 数据源及预处理

研究所使用的遥感数据是 1987 年 10 月 8 日和 2002 年 8 月 30 日两期 Landsat-5 TM 影像, 轨道号 127/35。该图像已经做过辐射校正、几何粗校正和拼接处理, 图像云层覆盖面积较少, 图像质量较高, 能满足研究要求。

运用 ERDAS 8.5 对 TM 影像进行数据预处理<sup>[1]</sup>。采用掩膜法进行图像的不规则裁剪来提取研究区域, 以 1:5 万地形图为基准对 1987 年的 TM 影像进行几何精校正, 然后再以校正过的 1987 年的 TM 影像对 2002 年的 TM 影像进行几何配准, 图像的几何校正和几何配准精度均小于 1 个像元。

### 1.2 波段选择与增强

在 TM 影像中, TM 3(0.03~0.69  $\mu\text{m}$ ) 是叶绿

素的主要吸收波段, 对区分植物种类和植物覆盖度有利; TM 4(0.76~0.90  $\mu\text{m}$ ) 是植物识别中的通用波段, 对绿色植物类别的差异反映最为敏感; TM 5(1.55~1.75  $\mu\text{m}$ ) 适于植物含水量的调查, 用于植物的区分和长势的分析; TM 2(0.52~0.60  $\mu\text{m}$ ) 对健康茂盛的植物反映敏感, 利于探测健康植物绿色反射比。本研究针对森林植被的识别需求, 及其 TM 各波段间的相关性<sup>[2]</sup>, 选择 TM 4、TM 5、TM 3 三个波段, 对应红、绿、蓝组合进行假彩色合成, 并对合成影像进行线性拉伸增强处理, 用于提取土地利用和植被信息。

## 2 信息提取

### 2.1 分类系统确定

根据全国农业区划委员会 1984 年公布的土地利用分类方案, 结合黄陵县土地利用实际情况和本研究的目的, 确定分类系统为: 耕地、林地、园地、草地、居民点及工矿用地和水域 6 大类。

### 2.2 分类识别

基于统计方法对遥感图像分类是目前应用较多的算法和较为成熟的分类方法<sup>[3]</sup>, 它主要依据地物光谱的灰度值, 应用统计特征量, 对像元进行逐点判别, 属于单像元信息提取的分类方法<sup>[4]</sup>。

黄陵县地处高原丘陵沟壑区, 地形比较破碎, 导致影像受阴影影响较大, 存在着大量的同谱异物和同物异谱现象, 使得建立解译标志及选取训练样本

收稿日期: 2007-09-26

基金项目: 国家自然科学基金西部重大研究计划项目“近 140 年子午岭地区植被—侵蚀—土壤互动作用及机理”(90302001); 西北农林科技大学 2006 年创新团队支持计划

作者简介: 吴 琴(1982—), 女, 山西寿阳人, 硕士, 主要从事地理信息系统和遥感技术研究。

通讯作者: 常庆瑞(1959—), 男, 陕西子洲人, 教授, 博士生导师, 主要从事资源环境与 3S 技术应用研究。

很困难。采用非监督与监督分类相结合的方法来选取训练样本,较好地处理了同物异谱现象,明显提高了分类精度<sup>[3]</sup>。

首先,对影像进行非监督分类,确定初始分类数为 60 类,在获得分类结果的同时,保存分类模板,并以此模板作为监督分类的初始分类模板。然后应用分类叠加方法,结合实地调查确定初始分类模板中每一类别的实际地物类别。删除不能正确反映实际

地物特征的样本,合并代表相同地物类别的样本,增加遗漏的训练样本。经过反复调整,最终得到可以准确反映土地利用信息的模板。

采用最终调整好的分类模板,选用无参数最大似然法进行监督分类。将分类结果进行重编码合并同类,再进行去除分析,删除细小图斑(4×4 像元)。得到该地区土地利用分类图(图 1)。

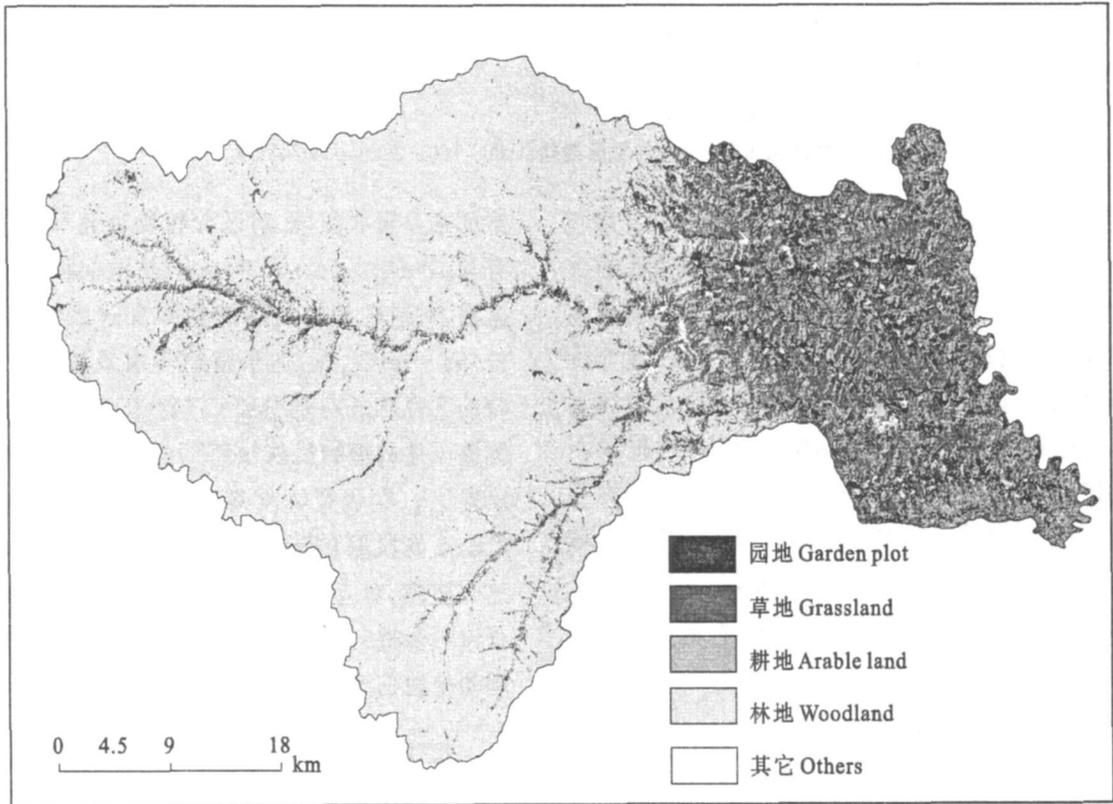


图 1 2002 年黄陵土地利用

Fig. 1 The land use map of Huangling County in 2002

### 3 结果与分析

分别对 1987 年和 2002 年的黄陵县土地利用分类结果进行统计分析,得到黄陵县 1987、2002 年土地利用状况及其变化统计表。

#### 3.1 土地利用总体特征

黄陵县地势西高东低,地形以店头—建庄连线为界分为东西两部。东部为黄土高原沟壑区,塬面开阔平坦,沟壑陡峭,川道狭窄,海拔多在 900~1 100 m 左右。塬面分布着全县 90% 以上的耕地、园地和居民点及工矿用地,沟坡主要分布着灌木林和草地;河流阶地(川道)为居民点和主要城镇的分布区。西部为土石山区,三面环山,一般海拔 1 200

~1 600 m,土地利用方式以林地为主,其间沿河流两侧分布有零星的耕地、灌木林和草地。

从表 1 和图 1 可以看出,黄陵县土地总面积 229 043.16 hm<sup>2</sup>。1987 年黄陵县各土地利用/土地覆盖类型面积大小排序为:林地>草地>耕地>园地>水域>居民点。其中林地、草地、耕地是黄陵县的主要土地利用方式,它们三个的总面积占黄陵县土地总面积的 98.18%。到了 2002 年,黄陵县各土地利用/土地覆盖类型面积大小排序为:林地>草地>耕地>园地>居民点>水域。除居民点外,顺序基本未变。林地、草地、耕地仍然是黄陵县的主要土地利用方式,它们三个的总面积占黄陵县土地总面积的 94.46%。

表 1 黄陵县 1987~2002 年间土地利用/覆盖类型变化统计结果

Table 1 The change of land use types in Huangling county from 1987 to 2002

类型 Type		1987		2002		变化量 Variance (km <sup>2</sup> )	变化率 Rate of change (%)
一级分类 First class	二级分类 Second class	面积(km <sup>2</sup> ) Area	(%)	面积(km <sup>2</sup> ) Area	(%)		
耕地 Arable land	水浇地 Irrigable land	32.84	1.43	25.00	1.09	-7.84	-23.87
	旱地 Dry land	242.39	10.58	131.26	5.73	-111.13	-45.85
林地 Woodland	有林地 Forested land	1530.23	66.81	1574.07	68.72	43.84	2.90
	灌木林 Shrubbery	102.80	4.49	118.72	5.18	15.92	15.49
园地 Garden		25.00	1.09	107.36	4.69	82.36	329.44
草地 Grassland		340.52	14.87	314.58	13.73	-25.94	-7.62
居民点及工矿用地 Residential and scattered industrial land		7.69	0.33	10.69	0.47	3.00	39.01
水域 Water area	河流 River	8.07	0.35	7.76	0.34	-0.31	-3.84
	水库 Reservoir	0.90	0.04	0.97	0.04	0.07	7.78

注:变化量=2002 年面积-1987 年的面积,变化率(%)=变化量/该类型 1987 年面积×100。

Note: Variance=Area of 2002-Area of 1987, Rate of change(%)=Variance/Area of the type in 1987×100.

林地是黄陵县占地面积最大的土地利用类型,林地面积占全县总面积的 70%以上。98%的林地集中成片分布于西部的土石山区,2%的林地零星分布于东部的川地上。其次是草地,它的面积占全县总面积的 13%以上。草地主要分布于东部沟坡上,在西部土石山区仅有少量草地沿河流两侧山坡零星分布。耕地面积 1987 年占全县总面积的 12.01%;2002 占全县总面积的 6.82%。90%的耕地分布在东部的塬面,少量分布在河流两岸的阶地平缓山坡。而且耕地以旱地居多,通过计算可知,1987 年、2002 年旱地在耕地中所占比例分别为 88.07%和 84.06%。相比而言,水浇地在耕地中占的比例很小,主要分布在河流两侧。园地面积 1987 年占全县总面积 1.09%,2002 年占全县总面积 4.69%。园地集中在隆坊、仓村、太贤、候庄和田庄等乡镇,分布在交通方便的公路两侧。居民点及工矿用地面积 1987 年占全县总面积的 0.33%,2002 年占全县总

面积的 0.47%。居民点及工矿用地主要分布在东部沟壑区的河流阶地(川道)上。水域面积最小,占全县总面积的不到 0.4%。

### 3.2 土地利用动态变化

通过对表 1 的分析可以得出,从 1987 年到 2002 年间,研究区的土地利用/覆盖状况在数量上和空间分布上都有了明显的变化。从数量上来说,耕地面积明显减少,园地、居民点及工矿用地大幅度增加,其中面积变化量最大的是耕地,其次是园地和林地;变化率最高的是园地,其次是耕地和居民点。林地和草地略有变化,幅度较小。

为了更好地分析土地利用/土地覆盖格局的时空演变过程,通过转移矩阵定量说明土地利用/土地覆盖类型之间的相互转化状况<sup>[9]</sup>,表 2、表 3 分别为 1987 年类型转化为 2002 年其他类和 2002 年类型来自 1987 年其他类的黄陵县土地利用/土地覆盖转移矩阵。

表 2 黄陵县土地利用/土地覆盖类型转移矩阵(1987 年类型转向 2002 年其他类)

Table 2 Conversion matrix of land use/cover from 1987 to 2002 in Huangling

类型 Type	耕地 Arable land (%)	林地 Woodland (%)	园地 Garden (%)	草地 Grassland (%)	居民点 Residential (%)	水域 Water area (%)	1987 年合计 Summation (km <sup>2</sup> )
耕地 Arable land	56.32	7.48	29.84	5.23	1.09	0.03	275.23
林地 Woodland	0.03	98.55	0.03	1.38	0.00	0.00	1633.03
园地 Garden	0.33	0.42	97.80	1.43	0.02	0.00	25.00
草地 Grassland	0.11	18.32	0.09	81.42	0.01	0.05	340.52
居民点 Residential	0.38	0.10	0.00	0.13	99.11	0.27	7.69
水域 Water area	1.55	3.60	0.07	1.29	0.00	93.49	8.97

表 3 黄陵县土地利用/土地覆盖类型转移矩阵(2002 年类型来自 1987 年其他类)

Table 3 Conversion matrix of land use /cover from 2002 to 1987 in Huangling

类型 Type	耕地 Arable land (%)	林地 Woodland (%)	园地 Garden (%)	草地 Grassland (%)	居民点 Residential (%)	水域 Water area (%)	2002 年合计 Summation (km <sup>2</sup> )
耕地 Arable land	99.27	0.33	0.05	0.24	0.02	0.09	156.26
林地 Woodland	1.22	95.07	0.01	3.68	0.00	0.02	1692.79
园地 Garden	76.51	0.41	22.77	0.30	0.00	0.01	107.36
草地 Grassland	4.58	7.17	0.11	88.10	0.00	0.04	314.58
居民点 Residential	28.01	0.42	0.04	0.26	71.27	0.00	10.69
水域 Water area	1.00	0.78	0.00	2.04	0.24	95.93	8.73

通过分析表 1、表 2 和表 3, 同时结合图 1 分析, 可以看出, 从 1987 年到 2002 年这 15 年间, 黄陵县各土地利用/土地覆盖类型之间的相互转化特征如下:

1) 耕地在 1987~2002 年间减少了 118.97 km<sup>2</sup>, 减幅为 43.22%。其中, 旱地减少了 111.13 km<sup>2</sup>。减少的耕地中, 29.84% 转化为园地、7.84% 转化为林地、5.23% 转化为草地、1.09% 转化为居民点及工矿用地。与此同时有极少量其他地类型转变为耕地。从空间变化来看, 耕地的减少主要发生在塬面旱地, 大部分都比较靠近居民点和交通线, 主要转化为园地和居民点及工矿用地, 只有原来分布在沟坡上或梁峁顶上的耕地转化为灌木林和草地, 位于河川的水浇地主要转化为园地和居民地。

2) 林地在 1987~2002 年间增加了 59.76 km<sup>2</sup>, 增幅为 3.66%。其中有林地增加了 43.84 km<sup>2</sup>, 增幅仅为 2.9%; 灌木林增加了 15.92 km<sup>2</sup>, 增幅达到 15.49%。林地的数量变化不太明显, 但内部结构变化较大, 表现在有林地和灌木林的转变上。而林地增加主要来自于草地和沟坡上的旱耕地。

3) 草地在 1987~2002 年间减少了 25.94 km<sup>2</sup>, 变化幅度较小。从空间变化来看, 主要是东部黄土沟坡上的草地逐渐转化为灌木林, 土石山区的草地转变成有林地; 与此同时, 土石山区的零星耕地和黄土塬坡、沟坡上的一些耕地退耕撂荒, 变化为草地。

4) 园地是黄陵县变化最大的土地利用类型, 从 1987 年到 2002 年, 果园面积增加了 82.36 km<sup>2</sup>, 增幅达到 2.29 倍, 平均每年以近 20% 的速度增加。园地中有 77.23% 是由其他地类转变而来, 其中耕地占了 76.51%。增加的园地主要由塬面耕地转化而来, 集中分布在隆坊、仓村、太贤、候庄和田庄等乡镇, 交通方便的公路两侧。

5) 1987~2002 年的 15 年间, 居民点及工矿用地增加了 3.00 km<sup>2</sup>, 增幅为 39.01%。其中主要由耕地转化而来(28.01%)。从空间上来看, 增加的居民点及工矿用地主要来自原居民点及工矿用地周围

的塬面耕地。

6) 水域面积从 1987 年到 2002 年这 15 年间, 水域面积减少了 0.24 km<sup>2</sup>, 减幅为 2.54%。其中河流面积减少了 0.31 km<sup>2</sup>, 而水库面积增加了 0.07 km<sup>2</sup>。不过就总体而言, 水域面积变化并不大。

## 4 结 论

1) 用遥感与 GIS 技术相结合的方法研究区域土地利用及其变化具有明显的优越性: 一是得到的数据资料客观真实, 精度高, 使我们能够准确的掌握研究区的土地利用状况和特点; 二是定位表示各种土地利用的分布位置和空间格局, 便于更合理的进行土地利用规划和经济结构调整; 三是可以定量、定点表达不同时段土地利用的动态变化, 客观准确的反映在什么地方? 有多少面积的一种土地利用类型转换为另一种土地利用类型?

2) 研究区土地利用方式一直是以林为主, 林草地面积大, 森林覆盖率高。1987 年以来, 土地利用结构发生一定变化, 但是, 总体变化较为和缓, 主要是耕地大幅度转化为园地, 林地小幅增长。土地利用方式更趋合理, 符合当前农业结构调整的方向和渭北旱塬发展苹果产业的潮流趋势。

## 参 考 文 献:

- [1] 张宝元, 姜秀梅. TM 影像图在森林资源调查中的应用[J]. 青海农林科技, 2003, (增刊): 65-73.
- [2] 游先祥. 遥感原理及在资源环境中的应用[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003.
- [3] 杨丹, 冯仲科. 北京市森林覆盖率遥感统计及其分析[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(2): 133-135.
- [4] 梁玉喜. TM 图像用于川西地区森林面积自动提取的研究[D]. 硕士学位论文. 四川农业大学, 2004.
- [5] 刘咏梅, 李锐. 基于影像融合的黄土丘陵沟壑区土地利用自动分类[J]. 中国水土保持科学, 2004, 2(4): 6-10.
- [6] 刘琼, 欧名豪, 彭晓英. 基于马尔柯夫过程的区域土地利用结构预测研究—以江苏省昆山市为例[J]. 南京农业大学学报, 2005, 28(3): 107-112.

## Study on dynamic monitoring of land use change in Huangling County based on TM remote image

WU Qin<sup>1,2</sup>, CHANG Qing rui<sup>1</sup>, LIU Meng yun<sup>1</sup>, XUE A liang<sup>1</sup>, WANG De cai<sup>1</sup>

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

2. Office of Flood Control and Drought Relief Headquarter in Chifeng City, Chifeng 024005, China)

**Abstract** : Based on two phases Landsat TM images of 1987 and 2002 as the information sources, and using a classification method that combined computer automatic recognition and GIS spatial analysis, the land use information and dynamic change of Huangling County in different periods was extracted. The result indicated that the area of woodland and grassland with the large area, in the same time, forest with a high coverage and woodland contributes more than 70% of the total land area, and arable land contributes a low proportion, which was less than 7% in the study area. From 1987 to 2002, the area of arable land and grassland reduced obviously, garden plot increased obviously in the meantime. The woodland and residential points area increased slightly. Among them, the arable land covers the most of the changed area, which reduced by 111.13 km<sup>2</sup>. The change rate of garden plot is the biggest which achieved 329.44%.

**Key words** : Huangling County; land use; remote sensing; dynamic monitoring

(上接第225页)

[6] 中华人民共和国国土资源部.《农用地分等规程》(TD/T 1004—2003).北京:中国标准出版社,2003.

验中的应用——以湖北省级成果为例[J].中国农业科技导报,2005,7(3):17—20.

[7] 尹霞,王占歧,刘艳中.回归分析在农用地分等工作成果检

## Study on cultivated land classification in Huaxian County, Shaanxi Province

JIN Hui fang, LI Tuan sheng

(College of Earth Science and Resources, Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710054, China)

**Abstract** : Farmland classification is an important part in the new survey for land and resources. Its output could be effectively applied in many aspects, such as the revision of the land utilization plan, requisition compensation balance of cultivated land, land consolidation and rehabilitation and basic farmland protection and so on. This paper studied cultivated land classification in Huaxian County of Shaanxi Province by factor method. The physical grades are between 9t and 14h. The use grades are 10h and 18h. The economical grades are divided with the result of 4h to 9h. It shows that the three grades have the similar spatial distribution rule. The result accords with facts and provides scientific basis to measure the farmland accurately and manage the farmland effectively.

**Key words** : cultivated land classification; physical quality grade; use quality grade; economical quality grade; Huaxian County