

陕北黄土丘陵地区坡耕地遥感分类方法研究

刘咏梅^{1,2}, 杨勤科², 汤国安¹

(1. 西北大学 城市与资源学系, 陕西 西安 710069; 2. 中国科学院水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 陡坡开垦使坡耕地面积扩大是造成黄土高原水土流失严重、生态恶化的根本原因。应用遥感技术, 及时准确地掌握坡耕地的分布特征及面积数据, 对合理实施退耕还林还草工程意义重大。以陕北黄土丘陵沟壑区为实验样区, 以 TM 图像为主要信息源, 采用非监督分类与监督分类相结合的混合分类方法提取坡耕地信息。通过改进采样方法, 在非监督分类生成的初始训练样本的基础上, 进行删除、增补、合并等样本调整, 使训练样本的选取精度大大提高, 明显提高了分类精度。研究证明, 在黄土丘陵沟壑区, 采用混合分类方法进行坡耕地分类, 较好地解决了大量存在的坡耕地同物异谱的现象, 是进行坡耕地调查与监测的理想方法。

关键词: 黄土丘陵区; 遥感; 坡耕地; 混合分类

文献标识码: B

文章编号: 1000—288X (2004) 04—0051—04

中图分类号: P208; F301.24

Remote Sensing Classification Method of Slope Field in Loess Hilly and Gully Area of Northern Shaanxi Province

L U Yongmei^{1,2}, YANG Qin-ke², TANG Guo-an¹

(1. Department of Urban and Resource Sciences, Northwest University, Xi'an 710069,

Shaanxi Province, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling District 712100, Shaanxi Province, China)

Abstract: Reclaiming steep slope land to extend the area of slope fields plays a very important role in soil and water loss and eco-environment deterioration in the Loess Plateau. In order to convert farmland into forest on slope land effectively, obtaining up-to-date and reliable information on the spatial distribution and regional extent of slope fields by remote sensing is of critical importance. Using Landsat TM 5 data of the loess hilly and gully area of northern Shaanxi Province, integrated supervised and unsupervised classification were applied to extract slope field and other categories. By improving the signature selection accuracy, this method improves classification accuracy greatly. The result shows that integrated classification is suitable to slope field investigation in the loess hill and gully area.

Keywords: loess hill and gully area; remote sensing; slope field; integrated classification

黄土高原是我国土壤侵蚀和水土流失最强烈的地区, 区内生态环境持续恶化, 资源遭受严重破坏, 经济贫困落后。造成以上结果的主要原因, 除了该地区的新构造运动活跃, 黄土覆盖深厚, 土层疏松及降雨集中且多暴雨等自然因素外, 主要与人为活动的干扰破坏密切相关。长期以来, 在黄土高原地区一直沿袭着“靠天吃饭”、“广种薄收”的传统耕作方式, 为了扩大耕地面积, 大量毁林毁草进行陡坡开垦耕种。在全区耕地中, 除了少量的塬地、川地及河谷平原地区以外, 绝大多数为坡耕地, 坡耕地所占比例高达 90%。这些坡耕地一般坡度均较大, 抗冲性弱, 产量低, 水土流失严重, 进一步加剧了该地区的土壤侵蚀和环境退化。

为了恢复黄土高原的生态环境, 实现社会经济的可持续发展, 国家提出了“退耕还林(草)”的战略部署, 对坡度大于 25° 的耕地逐步实现退耕还林还草。

“退耕还林(草)”是黄土高原地区生态环境建设的核心, 及时掌握坡耕地的性质、面积、分布特征等信息, 是科学合理地实施退耕还林还草措施的关键与前提。遥感具有宏观、综合、动态、快速的特点, 随着航天遥感信息获取技术的快速发展, 遥感为地球科学研究提供数据的能力越来越强, 已经成为资源调查、环境监测的重要技术手段^[7-8]。应用遥感图像分类技术, 快速提取坡耕地信息, 为退耕还林还草提供翔实准确的基础数据; 并且通过动态监测, 对生态环境建设效

应进行评估,对黄土高原地区的生态环境建设与水土保持工作的开展具有重要意义。

目前,在常规的遥感图像自动分类方法中,以监督分类法的研究和应用最多,单一的监督分类法由于分类训练样本选取困难而具有明显的局限性。为了改进监督分类方法,很多人提出了非监督分类与监督分类相结合的混合分类方法^[2,6,8],而在黄土高原这样的地形复杂地区,改进分类方法的研究工作很少。本研究以典型的黄土丘陵沟壑区为实验样区,采用混合分类方法提取坡耕地信息及其它地物类别,取得了较好的分类结果。从而为建立地形复杂地区成熟的遥感图像分类方法做了有益的探索,并且为该地区退耕还林还草的生产实践提供了关键技术。

1 实验样区概况

实验样区位于陕北无定河,地理范围为东经 109°40'00"—110°40'00",北纬 37°8'00"—38°40'00",面积为 1 062 km²。该地区属于典型的黄土丘陵沟壑地貌,沟蚀及重力侵蚀活跃,地面切割破碎,地貌沟壑密度为 5~6 km/km²,地面平均坡度 28.7°;地面平均粗糙度 1.18, >25 的陡坡占 60% 以上,陡坡耕地多,侵蚀非常强烈,水土流失严重(图 1)。本次研究采用的数据主要包括:1997 年 6 月 13 日成像的 Landsat TM 图像(7 个波段,空间分辨率为 30m),已做过几何校正;1:10 万土地利用现状图(矢量地图)。

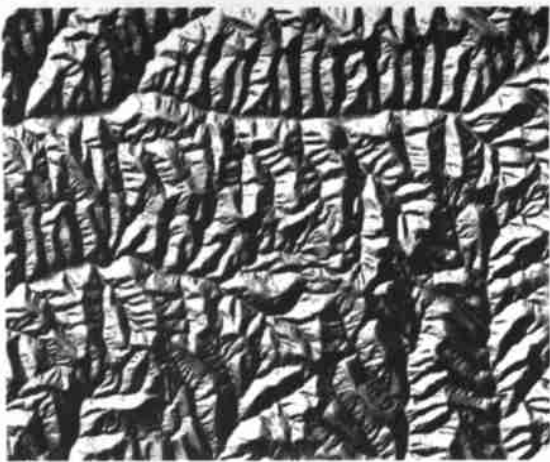


图 1 实验样区光照模拟图

2 坡耕地信息的自动提取

2.1 图像预处理

对 TM 图像 7 个波段进行主成分变换,获取最佳的信息源——主成分变换的前 3 个波段图像;为了提高图像的目视效果和可判读性,对主成分变换获得

的图像再进行主成分逆变换,使其重新恢复到 RGB 彩色空间(7 个波段)。以主成分逆变换得到的 7 个波段作为分类的信息源。

2.2 分类方法

监督分类法是指在被分类的区域内选择典型区域作为训练区,利用训练区样本建立判别函数,对待分类像元进行分类。监督分类法采用人机互动的方式,能够识别主要地物类别,有一定的精度保证,但由于大量存在的同物异谱和异物同谱现象^[10],很难选取能够准确反映地物光谱特征、足够数量的样本。

黄土丘陵沟壑区地形复杂,沟深坡陡,坡耕地的分布范围广,分布的地形部位既有缓坡又有陡坡;同时由于丘陵区地形起伏在图像上形成阴影,造成了坡耕地的光谱特征非常复杂,在 TM 标准假彩色图像上,坡耕地呈现出灰白、浅灰、浅红、灰、深灰、灰黑等不同的色调。如果采用常规的监督分类人工选取坡耕地的训练样本,工作量很大,而且很难获取坡耕地的所有样本,从而影响分类精度。

针对上述问题,本研究采用了监督分类与非监督分类相结合的混合分类方法,是监督分类与非监督分类的集成。具有两者的优点,该方法改进了采样方法,明显提高了分类精度,较好地提取了坡耕地信息。

首先,对主成分逆变换的 7 个波段图像进行非监督分类,在获得分类结果的同时生成分类的模板文件。然后,将此模板作监督分类初始模板,通过实地调查,并以原始图像、土地利用专题图为参考,确定模板中每一类的专题意义,删除错误样本,增补遗漏的样本,对属于同一类的样本进行合并,以调整好的模板为基础执行进行监督分类。最后,对分类结果进行重编码、聚类、去除小图斑等后处理(图 2)。

2.3 分类系统的确定

根据《陕西省土地利用现状调查技术规程》及各类地物的光谱特征,确定分类系统如下(表 1)。

表 1 分类系统

编号	名称	含义
1	林、草地	指生长乔木、灌木的林业用地(包括果园);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
2	坡耕地	指地面坡度为 6°~35° 的旱耕地
3	平地	指川道地区地面平坦的旱地
4	居民点及工矿用地	指城镇用地和农村居民点用地及其以外的工矿交通用地
5	水域	指天然陆地水域和水利设施用地,包括河渠、湖泊、水库、坑塘

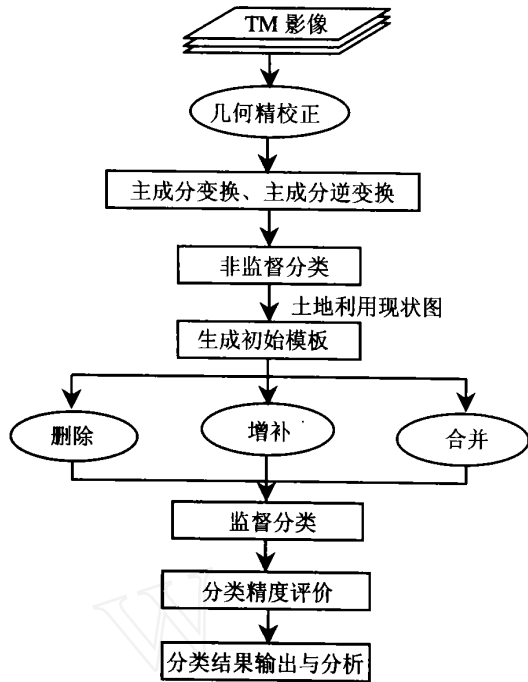


图 2 分类流程图

2.4 训练样本评价

训练样本的选择是分类的关键。根据分类类别数和各种地类的光谱特征, 由非监督分类生成初始样本 40 个, 在此基础上, 经过反复调整与修改, 最终为 5

个类别确定了 74 个样本, 其中坡耕地样本 26 个。对各类样本进行直方图分析, 发现坡耕地与其它地类的光谱分离度较大, 在 1, 2, 3 波段尤为明显。

可能性矩阵说明了每一类的样本像元中有多少个像元分别属于相应的类别。通常我们期望样本像元都能够分到它们参与训练的类别中, 实际上样本像元对于各个类别都有一个权重值, 因而存在误差。表 2 显示, 各类的误差矩阵值均在 80% 以上, 说明各类样本的识别情况较好。林草地、坡耕地的误差矩阵值大于 90%, 样本的识别精度很高。平地、居民点、水域与林草地的光谱特征有着一定程度的类似, 这 3 类中各有 8.6%, 9% 和 7.5% 的样本像元被分到林草地类, 因而存在少量的混分现象。

表 2 训练样本可能性矩阵

样本所属类别	分类前样本类别				
	1	2	3	4	5
1	96.2	3.2	8.6	9.0	7.5
2	3.1	95.7	4.0	4.5	1.7
3	0.5	0.0	86.8	0.0	0.0
4	0.2	0.0	0.0	80.3	2.1
5	0.0	1.0	0.6	6.2	88.7

样本确定之后, 采用监督分类的最大似然分类法进行分类, 并在分类处理后对最终分类结果进行面积统计(见表 3)和光谱特征值统计(见表 4)。

表 3 分类结果面积统计

类别	1	2	3	4	5	合计
面积/hm ²	55 581.66	46 949.95	2 104.11	790.38	856.53	106 180.20
百分比/%	52.34	44.12	1.98	0.74	0.81	100.00

表 4 分类结果光谱特征值统计

波段类别	1		2		3		4		5		6		7	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
1	163	5	187	6	67	6	90	5	138	8	188	5	146	5
2	185	3	204	3	50	3	107	3	129	4	205	3	163	3
3	151	6	170	6	84	6	76	5	165	7	157	8	122	7
4	165	5	182	5	71	5	112	6	107	9	208	7	168	6
5	148	7	157	9	96	8	119	9	95	15	200	7	168	8

2.5 分类精度评价

以选取的训练样本训练判别函数进行分类, 其结果只能尽可能地接近自然特性而不可能完全符合实际。因此必须将分类结果与地面真实数据进行比较, 进行检验, 对分类的错误率进行评估。

首先, 将研究区的土地利用现状矢量图叠加到分类结果图上(详见图 3), 由图 3 可以看出, 分类结果

与土地利用现状符合情况良好。图中深灰色为坡耕地, 浅灰色为林、草地。

这次精度评价采用了计算机随机评价的方法(stratified random), 在研究区内选取了 150 个随机样点, 各类中产生的随机点与分类结果中该类的像元数成正比关系, 并且每类的随机点不少于 10 个。以地面数据及该区域的土地利用现状图为依据, 确定每个

样点的真实地类。分类误差矩阵详见表 5, 分类精度报告如表 6 所示。

表 5 分类误差矩阵

样点所属类别	样点实际类别					合计	
	背景	1	2	3	4		5
背景	0	0	0	0	0	0	0
1	0	56	6	1	0	1	64
2	1	2	51	1	0	0	55
3	0	2	0	9	0	0	11
4	0	1	0	1	7	1	10
5	0	1	0	0	0	9	10
合计	1	62	57	12	7	11	150

表 6 分类精度报告

类别	1	2	3	4	5
分类精度/%	87.50	92.73	81.82	70.00	90.00
Kappa 系数	0.7869	0.8827	0.8024	0.6853	0.8921

注: 分类总精度= 88.00%, 总 Kappa 系数= 0.8210。



图 3 分类结果图的检验

3 结 论

在黄土丘陵沟壑区, 坡耕地的分布广泛, 光谱类型复杂多样, 采用常规的监督分类法提取坡耕地很难达到预期的精度。本文采用非监督分类与监督分类相结合的混合分类法, 改进了采样方法解决了单纯监督分类时人工采样的盲目性, 以及为了选择足够的训练样本花费大量工作量的问题。分类总精度为 88.00%, Kappa 系数为 0.8210。坡耕地的分类精度达到 92.73%, Kappa 系数为 0.8827; 取得了较好的分类效果。因此, 混合分类方法可以为黄土高原地区的坡耕地遥感调查及生态环境建设效应的动态监测提供一个良好的技术支持方法。根据坡耕地在不同地区光谱特征的差异, 可以适当调整非监督分类生成的初始

样本的数量。

黄土丘陵沟壑地区由于地形起伏, 在遥感图像上形成阴影区, 仅依据地物的光谱特征, 无法识别阴影区的地物类别; 另外, 对于“异物同谱”现象, 不同地物具有相似的光谱特征, 只依据光谱特性也不可能区分它们, 这是混合分类方法的不足之处。为了克服上述缺点, 在后续的研究中应引入数字高程模型 (DEM) 信息, 多源遥感影像及其它 GIS 专题数据, 采用 GIS 辅助的多源信息复合分类方法, 消除地形阴影的影响, 为该地区退耕还林还草工程的实施获取高精度的坡耕地及其它土地利用数据。

[参 考 文 献]

- [1] J. Ediriwickrema, Khorram S. Hierarchical maximum-likelihood classification for improved accuracy [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1997, 35(4): 810—816
- [2] Congdon R G. A Review of Assessing the Accuracy of Classification of Remotely Sensed Data: Remote Sensing of Environment [M]. Lewis Publishers, New York
- [3] Caccetta P, Campbell N C, Evans F, et al. Mapping and monitoring land use and condition change in the southwest of Western Australia using remote sensing and other data [R]. Processing of the Europa 2000 Conference, Barcelona 2000
- [4] Cihlar J, et al. Classification by progressive generalization: A new automated methodology for remote sensing multichannel data [J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19 (14): 2685—2704
- [5] Solaiman B, et al. An information fusion method for multispectral image classification postprocessing [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1998, 36(2): 395—406
- [6] 彭望. 遥感数据的计算机处理与地理信息系统 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1991
- [7] 周成虎, 骆剑承, 杨小梅, 等. 遥感影像地学理解与分析 [M]. 北京: 科学出版社, 1999
- [8] 关元秀, 刘高焕, 刘庆生, 等. 黄河三角洲盐碱地遥感调查研究 [J]. 遥感学报, 2001, 5(1): 46—52
- [9] 沙晋明, 史舟, 王人潮, 等. 东南山区土壤遥感监测的图像处理及分类 [J]. 水土保持学报, 2000, 14(1): 38—47
- [10] 乔玉良. 黄土地区高中低产农田成因及遥感分类方法研究——以山西省定襄县为例 [J]. 遥感学报, 2002, 6(1): 70—74