

文章编号: 1007-4619 (2002) 01-0070-05

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

乔玉良

(山西省农业遥感应用研究所, 山西 太原 030002)

摘 要: 利用空间遥感信息在地理信息系统支持下, 以山西省定襄县为试验区, 进行黄土地区高中低产农田监测时, 选用与高中低产农田成因有直接关系的盐碱程度、灌溉等级和地形坡度等专题信息与TM数据进行信息复合, 采用先分区后分类最后合并的复合分层分类方法, 改进了常规的遥感分类方法, 大大提高了分类精度。

关键词: 遥感; GIS; 农田; 复合分层分类

中图分类号: TP79/S19 **文献标识码:** A

1 引 言

在常规的遥感数据计算机判读分类方法中, 主要是监督分类与非监督分类两种, 监督分类时经常使用最大似然分类、最小距离分类和多组判别分类等。这些分类方法能识别主要地物, 有一定的应用价值, 但也存在明显不足, 往往产生较多的错分、漏分情况, 且分出的图斑比较零乱, 分类精度不足以满足生产实践的需求。造成这些情况的原因, 主要是客观地物的错综复杂及大量存在着同谱异物和同物异谱现象。另外, 常规方法只考虑光谱信息, 仅依据每个像元的多光谱数据进行分类, 而没注意其重要的空间信息和其它地理信息及其相关关系, 更没有考虑像元之间的相互关系, 忽视了区域的地理信息, 使地学专家的宝贵知识不能融入分类过程, 地学信息有助于克服同物异谱和改善分类结果。在统计判别的基础上采用以地理信息系统为辅助的多信息复合分层分类方法, 选用地形高程、盐碱程度与灌溉等级等与高中低产农田成因有直接关系的遥感和非遥感数据与TM数据进行信息复合, 引入目视判读者所掌握的多种学科知识, 结合专家思想和综合推理逻辑分析能力, 对每块图斑进行分析比较作出最后

判断。在实际分类中, 又根据黄土地区地形地貌复杂多样特征, 采取了先分区后分类最后合并的复合分层分类方法, 大大改善和提高了高中低产农田的分类精度。

2 高中低产农田的成因分析及影响分类因子的确定

2.1 试验区概论

定襄县位于山西省北中部忻定盆地东侧, 属黄土高原地区。地理位置在东经 $112^{\circ}39'15''$ 至 $130^{\circ}16'50''$ 与北纬 $38^{\circ}19'22''$ 至 $38^{\circ}40'15''$ 之间, 东北南三面环山, 中西部是河谷平川。南北长 36 km, 东西宽 33 km, 总面积 865 km^2 。耕地面积 36800 hm^2 , 中低产田约占耕地面积的 68%, 主要农作物为高粱、玉米、小麦、谷子等。

2.2 高中低产农田成因分析

中低产田是指那些土壤内部因子不相协调、基础设施不配套、生态环境不良、耕作措施或布局不当等原因造成的产量水平低而不稳的农田。为了全面了解定襄县低产田形成的原因, 掌握划分高中低产田的综合指标, 尽可能地提高高中低产田的分类精

收稿日期: 2000-10-31; 修订日期: 2001-01-11

基金项目: 国防科工委卫星应用重点技术资助项目 Y95-8。

作者简介: 乔玉良(1952—), 山西农业大学毕业, 现为山西省农业综合开发局遥感研究所研究员。主要从事农业遥感应用研究, 国内外发表学术论文多篇。CN 11-3021/China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

度。我们首先进行了实地考察,认为该县中低产田的形成可以分为以下类型:

(1)干旱缺水型:定襄县处于忻定盆地的东部,为半封闭式断陷盆地,南、东、北三面基岩裸露,除南面系舟山一带为石灰岩外,其余地层为片麻岩、石灰岩、变质岩及少量结晶白云岩、砂页岩等地带,盆地中心为第四纪松散沉积物。流经本县的河流多为季节性河流,其水源主要靠降雨补给,但由于半干旱地区降雨量少,河流在夏季常因干涸断流。在此地,水浇地面积的分布决定着高中低产田的空间分布,灌溉程度决定着粮食产量的高低。

(2)盐碱危害型:包括盐土、碱土、盐化土壤与碱化土壤。由于土壤盐分含量过多或碱性太大,对植物根系直接产生毒害,并提高了土壤溶液的浓度,使作物吸收不到所需要的水分甚至造成生理失水;作物生长受抑,土壤有机质和养分含量过低,造成土壤结构物理性能不良,水肥气热不能很好协调,从而导致低产。此类盐碱地只生长天然耐盐碱的植物,主要分布于滹沱河沿岸与盆地低洼地带。

(3)水土流失破坏型:定襄县属黄土地区,山地面积所占比重较大,坡耕地由于地面坡度大且无地埂,水土流失严重,因而土壤瘠薄,水肥条件较差,粮食产量很低,主要分布在离村镇较远的山区禁垦范畴。

2.3 高中低产农田影响因子的确定

在全面综合分析的基础上,结合中低产农田划分的复杂性和模糊性,最终确定其分类指标的主要影响因子为水浇地级别、盐碱化程度与地形坡度。

3 高中低产农田分类的实现

3.1 训练区采样与初始分类

在1:1.9万彩红外航片上,根据地面调查真实状况和专家经验,分类中采取“分解和归并”的方法选取训练样区。例如:将高产田分为稳产高产田和一般高产田。分别选取训练区,在计算机识别分类时分别形成各自的类别,最后统计地类面积时再把稳产高产田和一般高产田合并为高产田。

初始分类中,着重考虑作物长势特征提取,所用的TM数据正值八月份,植被长势良好,生物量最高,高中低产田与其关系密切。利用红外-红,红外/红,(红外-红)/(红外+红),即 $TM5-TM3$ 、 $TM5/TM3$ 、 $(TM5-TM3)/(TM5+TM3)$ 三个波段提取植被

指数图,分析已选好的训练样区。通过计算各类别灰度值的最大值、最小值、均值和方差并调整训练区,最后绘制出各波段之间光谱特征散布图1:(注:图中的代码分别为:1 稳产高产田;2 一般高产田;3 受水分限制的中产田;4 受盐渍化威胁的中产田;5 重盐渍化低产田;6 无灌溉低产田;7 水土流失严重的坡耕地低产田;8 河滩下湿低产田;9 居民点;10 鱼池;11 河流;12 非耕地)。

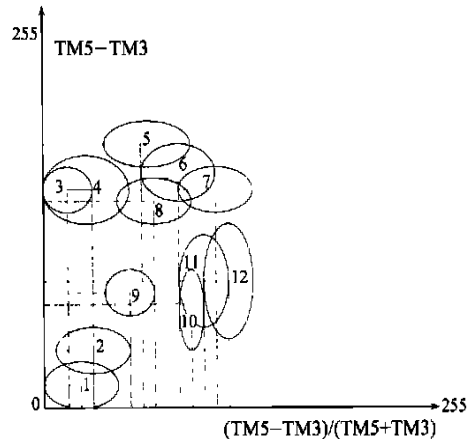


图1 光谱特征散布图

Fig. 1 Spectral cluster map

由光谱散布图分析可知: $TM5-TM3$ 和 $(TM5-TM3)/(TM5+TM3)$ 波段组合中各大信息类内部虽有重叠,但各大类之间的光谱区分比较明显,在实际分类中有助于地物类别的区分。因此,为保证初始分类精度,选择 $TM5-TM3$ 和 $(TM5-TM3)/(TM5+TM3)$ 两个波段重新进行光谱分类,并对结果进行调整和合并。将稳产高产田和一般高产田进行合并,中产田和低产田也分别进行类间合并,最后确定为六种地物信息类,即高产田、中产田、低产田、居民地、水体和非耕地,得到初始分类结果。

3.2 高中低产田分类标准及分类系统的确定

根据全国农业区划委员会高中低产农田统一分类标准^[1],确定分类标准如下:

- (1) 高产田:平均亩产 300 公斤以上的农田(以小麦产量为准)
- (2) 中产田:平均亩产 150—300 公斤的农田(以小麦产量为准)
- (3) 低产田:平均亩产 150 公斤以下的农田(以小麦产量为准)

由于各类作物产量的差异和不可比性,产量的确定具有一定的模糊性,可以采用模糊综合评判方法,通过确定产量水平指数来综合评估耕地的产量。

高中低产田分类系统以高中低产农田成因为依据,这样有利于进行中低产田改造。具体分类见光谱特征散布图中的分级。

3.3 专题信息的提取与引入

提取专题信息的资料包括:1989年8月12日和1994年8月26日两景各7个波段的TM数据及同一时相的1:5万假彩色合成图像;1987年9月8日航摄的1:1.9万比例尺红外航片340张;定襄县1:5万比例尺土地利用现状图等。

为了充分发挥专家思想和地理信息系统的作用与优势,实行信息逐层提取。在分类过程中,引入地貌、灌溉、盐碱等专题信息,又针对初始分类结果,引入不同的专题图层和辅助信息。

3.3.1 水浇地专题信息的提取与引入

定襄县高中低产农田的分布与灌溉时间、次数、水量有着密切的关系;高产地块一般年灌水两次,为保浇地;中产田块年灌溉一次,为一般水浇地;低产田一般是有渠系但无保证水源的耕地,为名誉水浇地。因此,将水浇地分作保证水浇地、一般水浇地和名誉水浇地3种,在进行水浇地类别判读时,除了考虑高中低产田的影像特征外,还结合了以下两方面影像特征进行结合分析:

凡畦块规整度高,机井和田林渠路配套齐全,是保证水浇地;畦块较大,规整度低,没有机井,基本没有农田林网或很少,离干渠和居民点较远,为一般水浇地;畦块大而不规整,渠路密度低,田林渠路不成体系,盐碱和砂质影响明显,或处于较高地形部位,形成不了灌溉能力,一般是名誉水浇地。

水浇地分级专题信息的引入是结合红外航空遥感信息,持TM提取的1:5万水浇地专题图像,经过配准及网格化之后使用,其像元灰度共分4级,分别为一级水浇地、二级水浇地、三级水浇地和旱地。然而,它们并非与高中低产田是绝对对应关系,一般水浇地也可能为高产田块,名誉水浇地也可能为中产田块。但根据调查,凡是属于保证水浇地类型的一般都是高产田,因此在实际应用时提取保证水浇地信息,使之与分类复合。

3.3.2 盐碱地专题信息的提取与引入

盐碱地专题信息提取时,把未种作物的盐碱地和种植作物的盐碱地以不同方法加以分析。对于未种植作物的盐碱地可直接按盐分在土壤表层聚积程度与反应在红外航片上白色的浓淡和均匀程度来划分。淡薄而不均匀的白色是轻度盐碱;浓厚而均

匀的白色是重度盐碱;介于中度色调和饱和度的是中度盐碱地;盐碱荒地色调和饱和度上与重盐碱类同,且一般没有或很少有人为的排水渠等工程。硝池是蓝黑色水坑,若长有盐生植被的呈浅色。苏打碱土在白底上呈现有密布不均匀黄色点状或小横竖条带的影象特征。种植作物的盐碱地有明显的田块形状及农作物和田边树木影像,它主要依据作物覆盖度和长势好坏的色调深浅来划分类型。作物覆盖在70%以上,且红黄或黄绿色淡浅色且不匀的为中度盐碱;作物覆盖30%以下的为重度盐碱。根据以上分析,以红外航片为参考,解译产生出1:5万盐碱地专题分布图。

在此基础上,依据土壤盐渍化程度引入盐碱地专题信息:

1. 非盐渍化土壤(全盐量 $<0.1\%$)
2. 轻度盐渍化土壤(全盐量 $0.1\% - 0.2\%$)
3. 中轻度盐渍化土壤(全盐量 $0.2\% - 0.4\%$)
4. 中度盐渍化土壤(全盐量 $0.4\% - 0.6\%$)
5. 重度盐渍化土壤(全盐量 $0.6\% - 0.8\%$)
6. 盐土(全盐量 $>0.8\%$)

一般来讲,重度盐渍化土壤和盐土都与低产田块相对应。因此从盐碱地专题层中提取中重度盐渍化土壤和盐土信息使之与初始分类相复合,纠正中产田和低产田块混分像元。

3.3.3 耕地坡度信息的提取与引入

先以100m的采样间距制作比例尺为1:5万的DEM图。引入平原(小于 6°)、缓坡地($6 - 15^\circ$)、陡坡地($15 - 25^\circ$)、急坡地(大于 25°)4类坡度图层信息,从坡度图层中提取出大于 15° 的坡度信息,与分类结果进行复合,进一步改善低产田块的分类精度。

遥感信息提取与非遥感复合信息的引入,可以有效地改善分类精度,如:既是保证水浇地类型,又是非盐渍土壤,而且是平原,必为高产田。这种复合方式重点在于修正高产田和低产田的分类结果。试验表明,经过分层提取,高产田和低产田的分类精度分别由原来的63.39%、61.24%提高到85.37%和86.38%,分别提高21.94%和24.96%。

3.4 先分区后分类的复合分层分类

上述方法虽然解决了高产田和低产田的分类问题,但仍未划定中间类型。例如:一般水浇地可以是中产田块,也可能是高产田块。为了使分类方法更适合于大面积范围,在全县分类过程中采用先分区后分类的方法,作业流程如下:

(1) 考虑土壤盐渍化和丘陵山区地貌因素,把定襄县分为六个分区:1)冲积平原高产农田区;2)盐渍化土壤中低产田区;3)洪积平原中低产田区;4)黄土台中低产田区;5)土石丘陵低产田区;6)石质山地低产田区,见图 2;

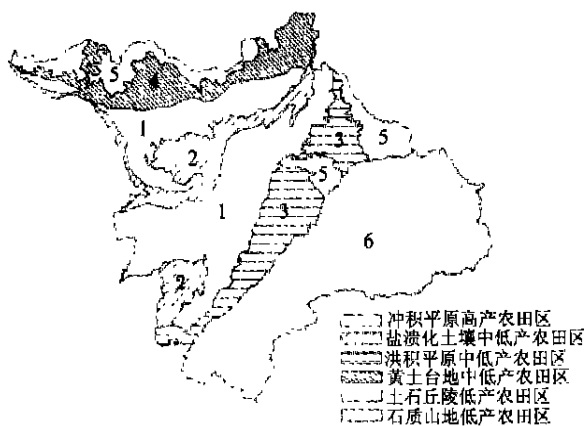


图 2 定襄县高中低产农田分区图

Fig. 2 Sub-regions of high medium low yield fammland in

确率较高。所以对每个区都采用最大似然判别法。分类流程如图 3。

(3) 将 6 个小区的分类结果图合并,加入居民点分布等辅助信息,对分类结果图进行修正,即得到定襄县理想的 1:5 万高中低产农田分类图。这种分类方法的优点是:1)使多种复杂因素简单化,适用于大区域的分类;2)类别趋于简单,使得预估先验概率成为可能;3)进行了分类处理过程。如土石山区居民点的加入,体现了应用地理信息提高分类精度的优势。

4 成果精度检验与分析

试验进行后期课题组人员选择了 5%高中低产农田分类图斑进行了野外验证,结果误差为 4.7%。另外,抽取了 60%的彩红外航片,与监测结果进行了对比分析,误差为 4.9%。除此而外,在 1:5 万 TM 卫星图像上进行了目视解译判读与遥感分类图进行了对比分析,结果如表 1;

表 1 定襄县高中低产农田分类与目视解译结果精度对比分析表^[2]

Table 1 Comparing analyses of the classification results (hm²)

类别	高产田	中产田	低产田	总耕地面积
遥感分类结果	10863	117432	14187	36793
目视解译结果	10791	12367	13551	36709
差数	-72	624	-636	-84
%	-0.6	5.3	-4.5	-0.2

从上表可以看出,遥感自动识别分类结果与目视解译结果最大误差中产田为 5.3%,总耕地面积仅为 0.2%的误差,成果精度达到 95%,综合上述野外调查、航片对照、目视解译结果,总精度达到 90%以上,完全达到预期精度指标。

5 结 语

复合分层分类方法主要突出了专题因素、地学专家思想以及地理信息系统在分类过程中不可缺少的作用,较好地解决了农田产量的估算与划分这一复杂问题,避免了自然与人为因素的影响,克服了常规遥感识别分类中混合像元为高中低产农田分类带来的困难。试验采取样本训练、计算机初始判读,主要专题信息层的提取和引入,先分区后分类的复合

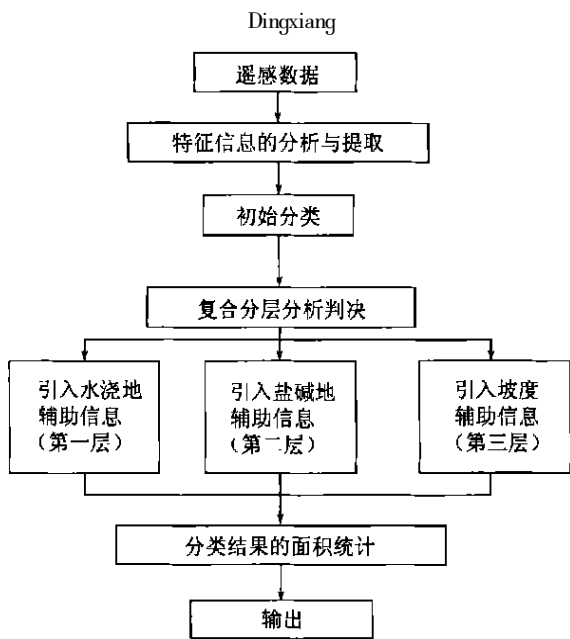


图 3 复合分层分类流程图

Fig. 3 Flowchart of classification of composite hierarchy

(2) 分别将 6 个分区进行分类。由于每一小区的类别数,相对原来的整图类别数明显减少,可以减弱“同物异谱”的影响,避免“异物同谱”的现象造成的判别错误。而且类别的减少,以及分区后面积的缩小,对每个小区进行分类的机时将大大缩短,有利于进行训练区调整及对各类结果进行更改、修正。最大似然判别利用遥感数据的统计特征,按正态分布规律进行判别,得到的分类结果错误概率最小,正

分层分类方法,最大限度地减少了分类误差,使成果精度达到 90% 以上,满足了生产上的需要,同时也为中国资源卫星的应用又探索出一条简便可行的有效途径。

参 考 文 献 (References)

[1] Qiao Yuliang. Study on high-medium-low yield farmland dynamic

monitoring by remote sensing in Shanxi Province [J]. *Satellite Application*. 1998, 6(1): 20-24. [乔玉良. 卫星遥感在山西省高中低产农田遥感监测中的应用研究. [J] 卫星应用. 1998, 6(1): 20-24.]

[2] Qiao Yuliang. Study on Monitoring Farmland by using Remote Sensing and GIS in Shanxi China [J]. *Adv. Space Res.* 2000, 26(7): 1059-1064. [乔玉良. 遥感与 GIS 在中国山西省高中低产农田监测中的应用研究. [J] 空间研究进展. 2000, 26(7): 1059-1064.]

Study on Remote Sensing Classification Method of Classifying High, Medium and Low Yield Croplands and Their Forming Factors in the Loess Plateau —— Taking Dingxiang County of Shanxi Province as an Example

QIAO Yu-liang

(Shanxi Provincial Agriculture Remote Sensing Applications Institute, Shanxi Taiyuan 030002, China)

Abstract: In loess plateau of China, the yield varies from cropland to cropland. It is very important for the agriculture of China that monitoring the changes of cropland in different years with RS information. The paper selects some themes that directly affect the yeild of cropland. Based on the comprehensive thematic information, a large region is divided into several small regions and the cropland from some different region in the remote sensing TM image are classified. The development of the method of divisional compound hierarchical classification has improved the accuracy of remote sensing classification greatly.

Keywords: RS; cropland; divisional compound hierarchical classification; GIS