

人参资源储藏量调查中的遥感技术方法研究*

□陈士林 张本刚** (中国医学科学院 药用植物研究所 北京 100094)
(中国协和医科大学)

张金胜 (中国科学院遥感应用研究所 北京 100101)

周应群 (中国医学科学院 药用植物研究所 北京 100094)
(中国协和医科大学)

苏钢强 (国家中医药管理局 北京 100026)

肖诗鹰 杨 智 (中国 21 世纪议程管理中心 北京 100089)

肖培根 (中国医学科学院 药用植物研究所 北京 100094)
(中国协和医科大学)

摘要:利用遥感技术对人参种植区域的人参种植面积进行调查,建立了人参资源遥感调查的技术路线和方法,并通过抽样调查对人参进行了产区面积测算和估产。野外验证点与图象判读结果对比分析表明,人参调查样区的人工判读精度, Landsat 7 ETM 图像(15 米)达 90%, ETM 与 Spot 融合图像(5 米)达 97%, Quick Bird 图像(0.61 米)达 100%, 本研究为遥感技术在中药资源调查中的应用摸索了方法。

关键词:人参 中药资源 中药材种植 资源普查 遥感技术

中药资源可持续发展是我国中药现代化的重要课题^[1-2],进行全国中药资源普查,是实现中药资源可持续发展的前提之一,已列为中药现代化发展纲要的重要内容,而传统的资源调查方法远不能满足目前动态监测的需要^[3-5]。目前,遥感技术已成功地应用在农业、林业、国土资源调查等领域,作为可

持续发展研究的技术基础之一,具有宏观、快速的特点,在全球变化研究、资源调查、环境动态监测与预测中起着其他技术不可替代的作用^[6],但在药用植物上应用尚未见报道。

我们对人参(*Panax ginseng*)种植面积进行遥感调查,并通过抽样调查对人参进行估产;人参遥感调查的技术路线与方法主要包括:目标确定,相关背景资料的收集与整理,遥感信息源的获取与处理

收稿日期:2005-06-06

修回日期:2005-06-20

* 科技部“十五”科技攻关计划项目(2001BA701A63):全国中药资源普查规划及实施方案研究,负责人:张本刚。

** 联系人:张本刚,教授,中国医学科学院中国协和医科大学药用植物研究所资源中心副主任,研究方向:中药资源的保护、鉴定及资源调查等方面研究, Tel:010-62899725, E-mail:zhangbengang@163.net。

[World Science and Technology/Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica] 37

(辐射校正、图象合成、色彩校正、几何校正、图像融合), 遥感判读与制图(判读标志的建立、内业判读、野外验证与修改、质量检查控制、制图), 面积测量与汇总, 产量测算, 结论分析等(图1)^[7]。通过本研究为遥感技术在中药资源调查中的应用摸索出一套方法, 可为遥感技术在中药资源普查中的应用起到示范作用。

一、人参遥感调查地点的确定

根据人参的生境特征及其分布的范围、现有种植区域的分布特点以及主产区的地理特征, 选定吉林省靖宇、抚松两县作为这次遥感调查的重点区域。

靖宇县位于吉林省东南部, 白山市北部, 长白山西麓, 松花江上游。东临抚松, 南接江源, 西靠辉南, 北连桦甸。位于东经 $126^{\circ}30' \sim 127^{\circ}16'$, 北纬 $42^{\circ}06' \sim 42^{\circ}48'$ 。全县平均海拔 775m, 县城海拔 549.2m, 年平均气温 3.7°C , 无霜期 107d, 具有冷凉湿润、雨量充沛、光照适中、四季分明的气候特点。耕地面积 10700ha, 林地总面积 2169km², 70% 的面积适合发展人参, 森林覆盖率达 74.9%。

抚松县地处吉林省东南边陲的长白山腹地, 松花江上游, 长白山西北

麓, 东经 $127^{\circ}01' \sim 128^{\circ}06'$, 北纬 $41^{\circ}42' \sim 42^{\circ}49'$, 总面积约 6530 平方公里。素有“人参之乡”的美誉^[8]。抚松栽培园参的历史已有 430 年, 有亚洲最大的人参种植园——抚松参场。抚松县属大陆性高山气

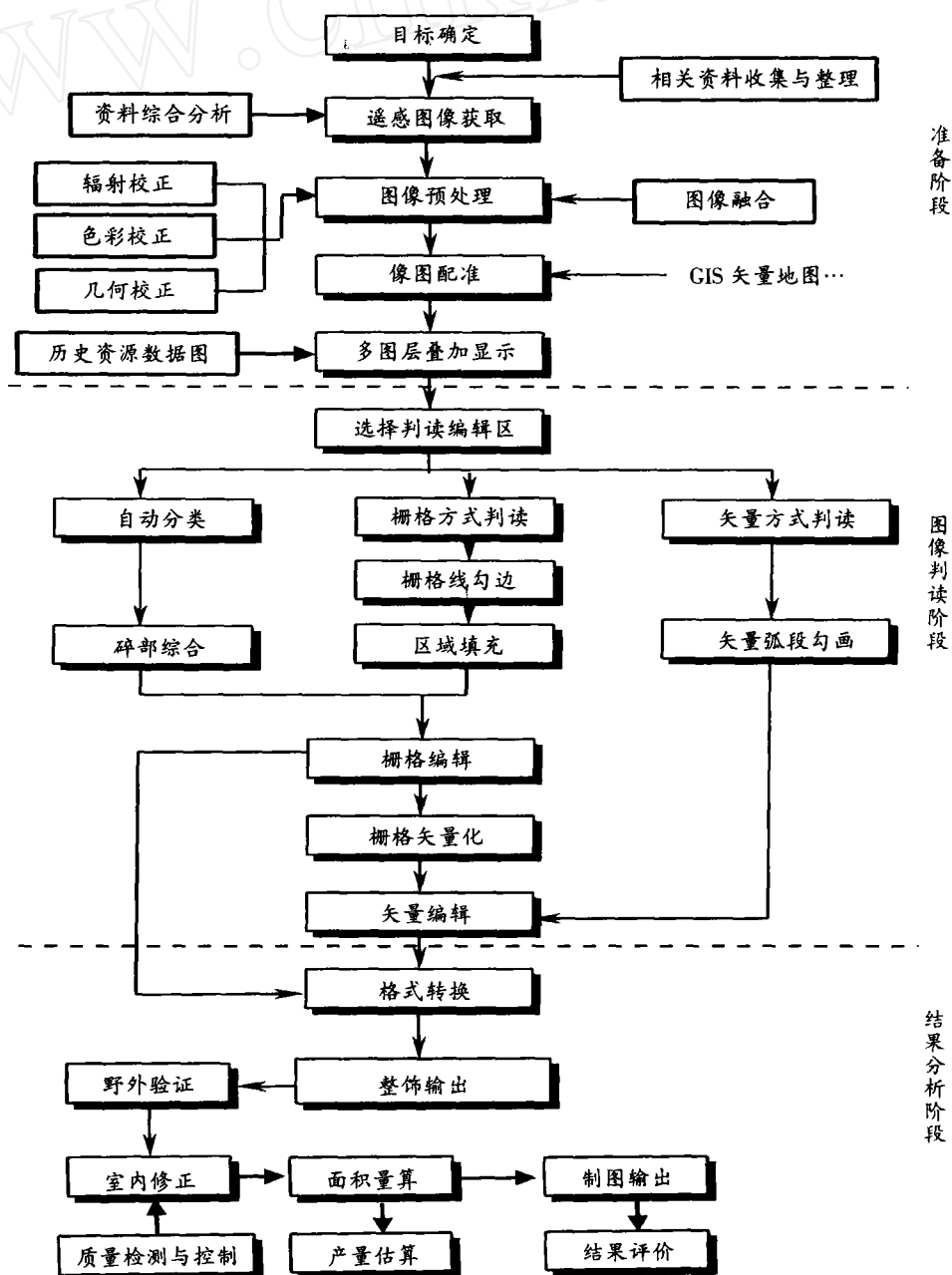


图1 遥感调查技术流程图

候,年平均气温为 $1.9^{\circ}\text{C} \sim 4.3^{\circ}\text{C}$,极端最低气温 $\sim 44.1^{\circ}\text{C}$,极端最高气温 34.8°C 。全县日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$,积温为 $1945.2^{\circ}\text{C} \sim 2604.6^{\circ}\text{C}$ 。年平均降水量为 $763 \sim 834\text{mm}$,多集中于七、八月份。全年日照时数 $2200 \sim 2500\text{h}$ 。无霜期平均为 130d 。

二、人参遥感调查区域范围的确定

根据本调查的目的,调查区域范围不宜过大,依据卫星影像数据的可获取状况而定。为了选择最佳影像组合,本次调查采用了不同分辨率的卫星影像数据,因此针对不同分辨率的影像数据,调查区域范围也不同。TM 图像范围确定在 $1/4$ 景 $\sim 1/2$ 景的区域范围,每一区域的实际调查面积均约为 2000km^2 左右;美国的快鸟(Quick Bird)影像数据,控制在 24km^2 内。本次调查使用的图像具体范围见图2。

三、遥感信息源获取与处理

遥感信息源是实施遥感调查的基础信息源。经过遥感信息数据的分析、判读解译、遥感制图等过程可完成药用植物资源调查与分析。目前主要采用的遥感信息源有:美国陆地卫星 Landsat - 7 ETM 数据,法国 SPOT 5 数据,美国 QuickBird 数据等。根据所选的人参生产和生长特征,本调查的图像具体时相见表1。

1. TM 图像波段组合

根据人参的植物波谱特性,考虑到 ETM 各波段数据的相关性和 ETM 图像不同时相和季相对各种地物的判读效果,我们采用对植被反映最为敏感的 ETM4, 3, 2 的波段组合方式。

2. 遥感图像数据的几何纠正

遥感卫星影像数据在应用之前必须进行几何纠正,我们采用最小二乘法对人参影像数据进行了几何精校正和正射纠正,像元重采样采用最近邻点法或双线性插值法。考虑到一些地区明显地物控制点选取比较困难,我们还采用了卫星轨道参数和少量地面明显

标志点(GPS 测量)进行几何精校正。

3. 数字图像融合

为了提高对目标地物的识别能力,最大限度地利用不同数据源的特征信息,我们采用了不同信息源以及同一信息源不同分辨率的遥感数据进行数据融合^[9],采用的是小波融合法,结果见图3,图4。

四、遥感判读解译与制图

目前,遥感解译主要包括地学专家目视解译和计算机辅助下交互式解译。目前计算机自动判读技术尚不能满足实际需要,本项研究的判读工作主要采用人工目视解译的方法,也进行了计算机直接分类的探索。上述各法,都需对实地调查,获得影像覆盖区域地学知识以及验证解译的精度。遥感解译主要根据解译标志来获取地物成像后的影像特征信息,直接的遥感解译标志主要包括形状、大小、色调、阴影、结构、纹理、位置等^[10]。

1. 建立解译标志

根据判读标志建立的方法,综合分析人参的区域分布特征及其生长特点,以及其在影像中的反映。我们确立了人参的判读解译特征(表2)。

2. 图像人工判读解译过程

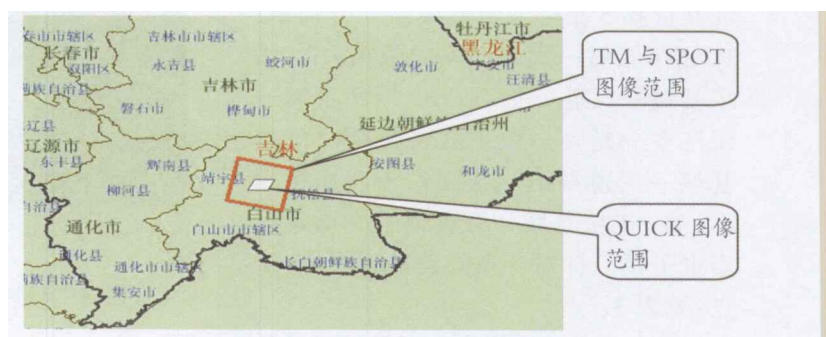


图2 人参遥感调查区域

表1 人参调查选用的多种遥感图像数据具体时相列表

数据来源	分辨率(m)	覆盖面积(km ²)	时相
Quick Bird	0.61	24	2003/09/19
SPOT 5	5	1800	2003/09/13
Landsat7 ETM	15	16000	2003/09/17

判读人员根据已有的经验在得到卫星影像之后,抽取一定量的样区或样带结合以前资源环境及植被遥感调查判读数据进行室内分析,对不同的地物类型分析其标志特征,并进行预判。之后,按照样区的预判结果到实地进行验证,同时进行野外实地抽样调查分析,并根据验证结果最终确定各种地物类型的标志性图像判读特征。

(1) 室内预判读。

根据建立的判读标志,在室内进行调查区域的地类判读,判读方法采用目视解译。利用地理信息系统软件,以卫星影像数据为背景,并在背景层叠加显示前期的土地资源图型数据,用地理信息系统提供的图形编辑工具直接勾绘出面状地物多边形图斑、线状地物的线条走向、点状地物的位置等图形要素,并赋予地物属性特征值,见图 5。

(2) 实地验证。

在完成室内判读并完成初级制图,打印输出后到实地验证判读结果。本验证共选择 5 条外业考察线路,分别是:1. 靖宇县城—大北山—龙泉镇;2. 靖宇县城—义胜—扳石;3. 靖宇县城—蒙江乡—复兴—大北山农场;4. 靖宇县城—三道湖镇—花园口镇—榆树川乡;5. 抚松县城—万良镇—兴参镇—新屯子镇。针对 5 条线路验证了 13 个点,见表 3。

(3) 人工判读精度分析根据野外验证点与图像判读结果对比分析,得到如下精度对比结果见表 4。

(4) 矢量专题层面生成。

将人工目视判读的成果生成矢量专题层面,其方法是从人工目视判读软件中导出 ARC/INFO 能够接受的格式文件,利用 ARC/INFO 的 ARC/ED-

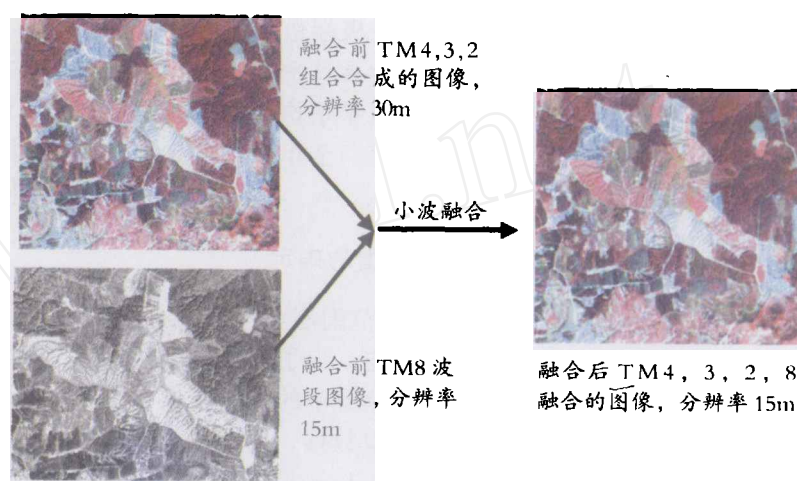


图 3 TM4,3,2 组合(30m)与 TM8(15m)小波融合效果图

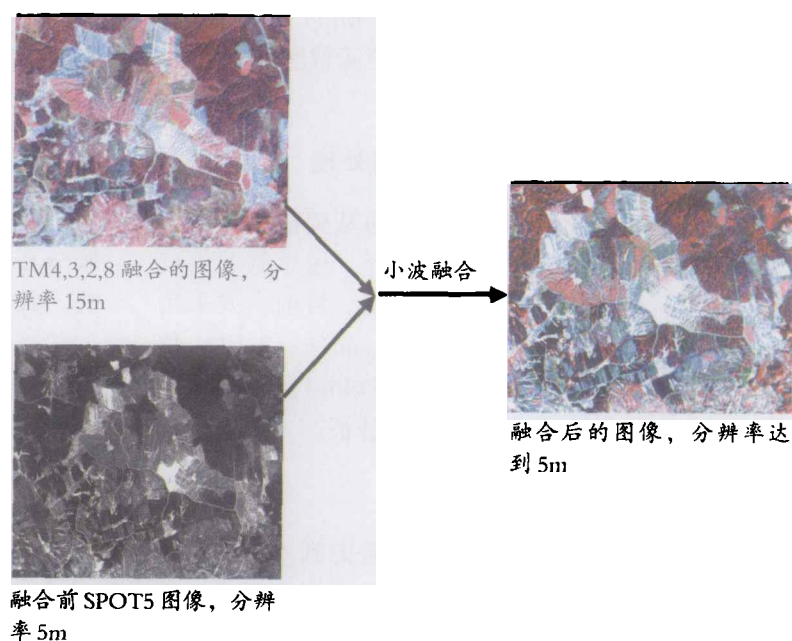


图 4 TM4,3,2,8 组合 (15m) 与 SPOT5 (5m) 小波融合效果图

表 2 人参判读特征

Landsat ETM 彩色	Spot 5 全色	Quick Bird 彩色
蓝色或蓝白相间, 有明显的边缘轮廓, 内有明显的耕作轮廓, 立体突起特征明显。	高亮度白色, 带有立体感, 边缘轮廓明显, 内有明显的耕作轮廓, 色调较均匀。	蓝色, 蓝白相间、条状栽培大棚轮廓明显, 色调均匀, 边缘轮廓明显, 形状具有一定的规则

IT 模块进行图形编辑,分专题内容逐图斑赋给属性代码。同时按图廓边界完成相邻图幅的接边,统一行政区划,建立拓扑关系。而后采用图形叠加的方式,形成组合图形,供面积量算使用。

(5)完成地物图形数据库。

在完成野外验证并确定判读结果的准确性达到要求后,按照图形数据库的建库方法建立地物图形数据库,并提供地理信息系统本底数据库。

3. 计算机分类判读制图

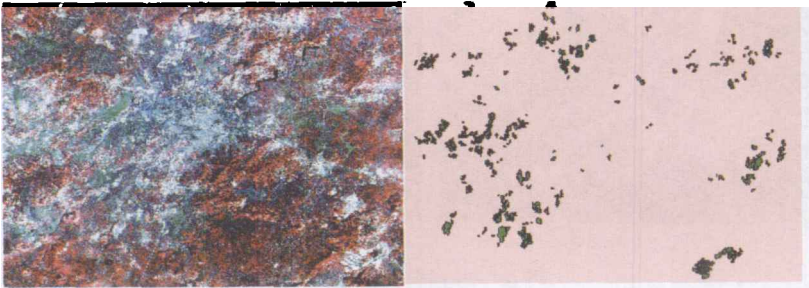


图5 人参调查样区原始图像[TM 与 SPOT 融合图像(5m)]与人工分类判读解译结果图

表 3 人参调查外业考察样地情况

地点	经度	纬度	描述
板石 1	126°45'53. 89"	42°28'01. 3"	低山丘陵,阳坡
板石 2	126°45'39. 77"	42°27'16. 63"	山地,阴坡,山腰地带
板石 3	126°45'41. 14"	42°27'11. 88"	山地,阴坡,山腰地带
板石 4	126°45'55. 19"	42°28'04. 60"	低山丘陵,阳坡
龙泉镇	126°39'49. 0"	42°24'52. 0"	山地,阴坡
复兴 1	126°44'48. 60"	42°20'55. 0"	丘陵,顶部
复兴 2	126°44'44. 89"	42°19'48. 30"	丘陵,顶部
八里村	126°59'18. 84"	42°18'37. 46"	低山,山顶
八里村东	127°02'57. 60"	42°18'37. 85"	低山,山顶
北高生村	127°18'23. 80"	42°28'49. 11"	低山,山顶
万良镇 2 号桥	127°14'56. 25"	42°31'49. 50"	低山,丘陵,顶部
北山	127°14'08. 88"	42°32'35. 62"	山地,阴坡
高升木材站	127°17'48. 52"	42°30'33. 18"	山地,阳坡

表 4 人参图像判读精度对比

卫星影像类型	野外验证点	精度(%)
Landsat7 Tm 图像(15m)	12	90
Tm 与 Spot 融合图像(5m)	12	97
QuickBird 图像(0. 61m)	3	100

应用计算机对遥感数字图像进行自动分类,是实现自动专题制图的最理想目标。本调查同样应用计算机技术对所调查的植物对象进行了自动分类研究,主要采用了非监督分类和监督分类技术,在监督分类中采用了神经网络分类和专家系统分类等方法^[10~12]。

(1)非监督分类。

非监督分类是根据同类地物本身在多维空间中具有内在的相似性进行分类的。在遥感数字影像上,同样条件下同类地物应具有相同或相似的地物光谱信息特征,从而集群在同一光谱空间区域里,不同类地物因其光谱信息特征不同而集群在不同的光谱空间区域里。因而可以根据他们的类似度进行分割或合并,形成不同的群来分类。由于只是基于统计学原理,非监督分类精度较低,只能作为监督分类的基础数据(表 5)。我们选取了其中一幅(图 6)。

(2)监督分类。

监督分类是根据已知训练场地提供的样本,通过选择特征参数,建立判别函数对待分像素进行分类。故需选取一定数量的训练区,且分类的好坏和精度在一定程度上取决于训练样本的质量和数量,即训练样区的代表性和训练样本的可分离性。监督分类方法很多,本调查用专家系统和人工神经网络法做了两法对比研究。

采用专家系统分类结果表明:通过像素层的评价,该方法分类精度达到 80%;通过特征级的精度评价,分类精度达到 82%。在分类结果图中可以清晰地看到绿色块状图斑均为人参栽种大棚,条状的绿色图斑为道路或河流,红或蓝色小斑块为计算机不确定的图斑,必须通过人工识别确定(见图 7)。

基于神经网络法的分类结果表

明：通过像素层的评价，在研究区域利用神经网络的方法进行分类精度明显提高，可达到 85%；通过特征级的精度评价，分类精度达到 86%。在分类结果图中可以清晰地看到黑色区域以外的其它颜色块状图斑均为人参栽种大棚，只有条状的图斑为道路或河流（见图 8），该种分类方法的分类精度明显高于上述其它分类方法。

五、面积量算与汇总

在完成遥感调查后，将调查数据建成药用植物分布图形数据库，利用 GIS 系统的分析功能进行图形数据的面积量算与汇总，本次研究只对需要判读的人参进行图像解译。对于人参来说只有一种类型的图形，只要计算出每一个图斑的面积，最后再对所有图斑面积进行累加即可。调查区域的面积为 718.39km²，量算出人参面积为 8.53km²。

六、人参产量估算

由于人参采用的是人工大棚栽培，整个生长阶段均被塑料薄膜覆盖，遥感图像的光谱反应值已不能直接反映出人参的光谱反射与吸收的实际状况。因此，根据光谱计算生物量的方法在这种情况下已不能应用，最终解决的办法是利用人工抽样调查。根据人参遥感判读制图结果，利用统计学的理论针对人参分布建立抽样体系，并根据抽样分析计算结果与上述调查得到

表 5 人参图像非监督分类方法精度分析结果

图像类型	样本数量(块)	抽样面积(km ²)	分类精度(%)
TM 图像(分辨率 15m)	5	500	76
TM + SPOT5 融合图像(分辨率 5m)	5	500	80
快鸟图像(分辨率 0.61m)	2	10	90

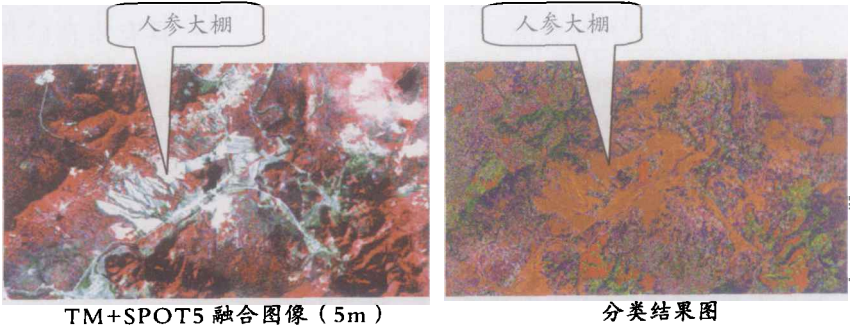


图 6 非监督分类结果

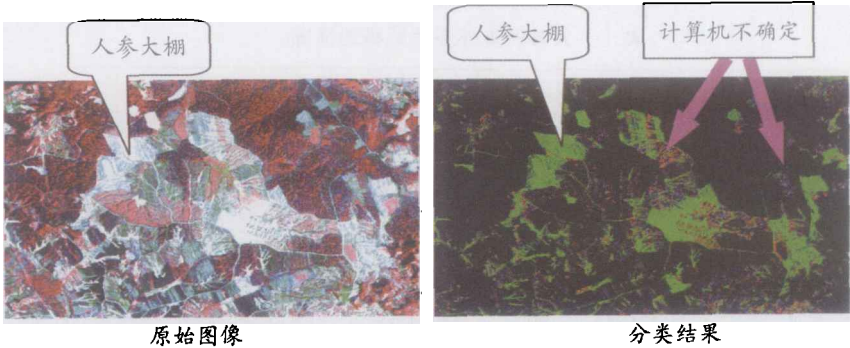


图 7 专家系统分类结果图

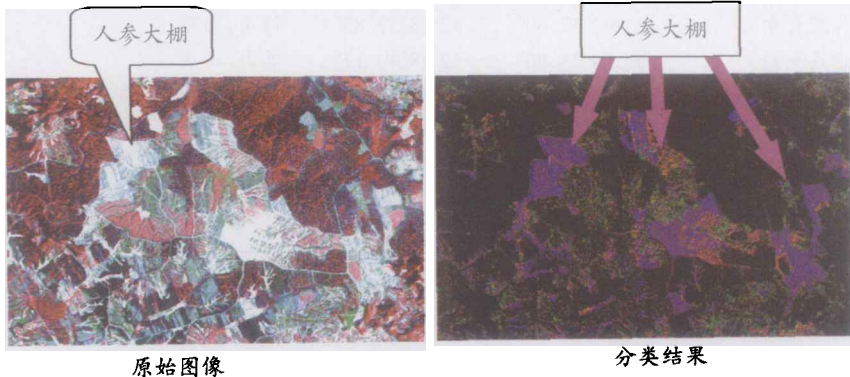


图 8 神经网络法分类结果图

的面积进行计算从而估算出人参的年产量。计算公式为：调查区总面积 × 当年人参收获面积比例 × 抽样分析单产数据 = 总产量。

1. 单产量调查

应用统计抽样的方法进行地块抽样,而后,在每一地块内抽取样方。本调查抽取了3块不同的样地,每一样地抽取3样方,每样方面积为 $4 \times 4\text{m}^2$ 。样地与样方调查内容主要包括应收获年的人参种植面积比例,当年收获人参的鲜参产量等。样地调查的具体数据见表6。

根据抽样调查每亩鲜参产量应为:

$$19.6\% \times 2.59 \times 667 = 338.6(\text{kg}/\text{亩})$$

(2) 调查区域人参总产量计算

调查区域鲜参实际产量计算: $8.53 \times 1500(\text{亩}) \times 338.6(\text{kg}/\text{亩}) = 4,332,387(\text{kg})$

七、讨 论

分析上述调查结果,应用遥感技术对人工种植人参资源的调查,基本上可以得出以下结论:

1. 应用遥感技术进行中药资源的宏观调查是完全可行的

本调查利用高分辨率的卫星影像人工判读精度可达100%。但是,利用高分辨率卫星影像,成本极高,不能大面积推广。利用中高分辨率和中等分辨率影像结合,同样可以达到比较高的判读精度(达97%),成本相对较高。利用中等分辨率的卫星影

像,美国 Landsat7ETM 图像(15m),可以达到90%的判读精度,对于大面积宏观调查,目的是为国家提供宏观的资源数量,为国家主管部门进行宏观决策时提供参考,我们认为该精度可基本满足要求。利用该分辨率的卫星影像进行遥感调查,面积 $186 \times 186\text{km}^2$ 的购买费用仅约4500元,成本比上两种要低得多,较适合大面积宏观调查的推广。

2. 人参调查的遥感图像获取季相明显,保证遥感调查的可行性

人参遥感调查利用的遥感图像拍摄的最佳季节应是人参生长的最佳季节,每年的6~8月,因人参是喜阴植物,生长季节不需要阳光直接照射,此时,人参大棚覆盖比较严密,不仅完全被半透光的蓝色聚酯薄膜覆盖,甚至,薄膜上还要覆盖泥土,对光的反射率特别高,与周围的植被比较区分非常明显。因而遥感图像反映特别,在有泥土时成白色,没有的部位呈现蓝色,且具有大棚的边界轮廓,遥感判读标志突出,保证了遥感调查的可行性。

3. 人参遥感调查资源量的估算有着其它方法不可比拟的优势

抚松、靖宇两县是人参种植大县,但两县主管部门除了能够统计国有参厂人参的种植面积和产量外,对个人和集体种植的人参数量无法统计估算;而通过遥感调查,可以把调查区域内的人参资源量(包括种植面积、产量)基本估算出来,估算精度根据遥感调查使用的信息源的不同而得到不同的结果。人参遥感调查试验为其他人工种植药用植物的遥感调查探索了基本技术路线与方法。

参考文献

- 1 肖培根,王永炎. 中药资源与科学发展观. 中国中药杂志, 2004, 29(5): 385.
- 2 肖培根,陈士林. 国家中药资源宏观管理系统的建立. 中国中药杂志, 2003, 28(1): 4.
- 3 陈士林,黄林芳,王禹,等. 中药资源生物多样性保护问题及对策. 中医药信息, 2005, (2): 3.
- 4 陈士林,郭宝林. 中药资源的可持续利用. 世界科学技术—中医药现代化, 2004, 6(1): 1

(下转第36页)

表6 人参单产量样方调查统计表

地点	当年收获面积/地块总面积(%)	鲜参产量(kg/m ²)
板石1	20.5	2.40
板石2	18.5	2.60
板石3	20.0	2.45
复兴1	23.0	2.75
复兴2	16.5	2.25
复兴3	18.0	2.90
万良1	20.6	2.30
万良2	22.5	2.85
万良3	17.5	2.80
平均值	19.7	2.59

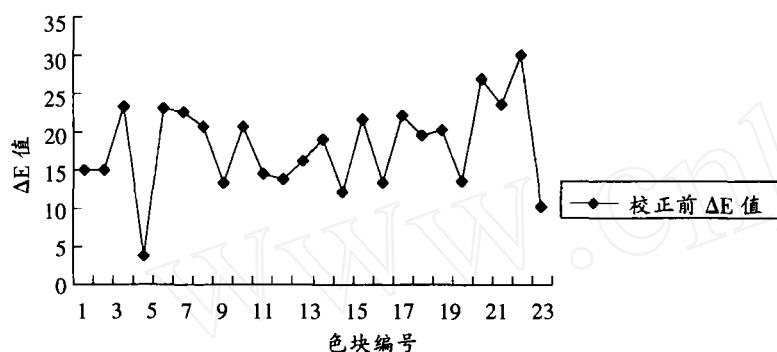


图1 校正前 ΔE 值

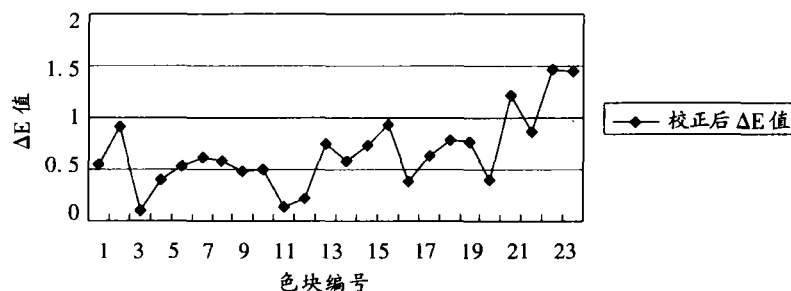


图2 校正后 ΔE 值

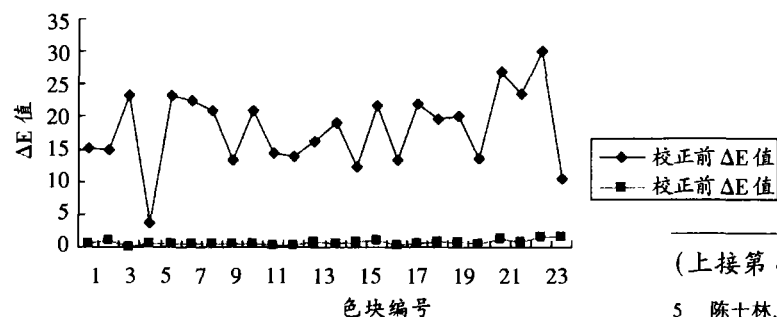


图3 校正前后色差对比图

原的影响,采用了标准光源 D65,以便于观察数码相机 ICC 色彩特性文件对相机所导致的色偏的纠正能力。实验表明,以 GretagMacbeth ColorChecker24 为色标,运用数码相机 ICC 色彩特性文件进行色彩校正后,能够有效地校正由数码相机自身因素产生的色偏。

本次实验的结果还表明,数码相机 ICC 色彩特性文件对每个色块的还原能力虽有所不同,但色标中与舌质颜色比较接近的 10 号色块(品红)、11 号

色块(红色)经 ICC 文件还原后,与标准色的色差分别为 0.14、0.22,差别极小。故表明,使用此方法可以使数字舌图的舌色实现较好的色彩还原。将此方法运用于临床舌诊图像的拍摄,不必让病人坐在舌象采集仪器前,从而解决了卧床病人、甚至危重病人的舌图拍摄问题。另外,由于舌象自动采集系统的价格较为昂贵,运用数码相机拍摄数字舌图,也为临床医生提供了一个简便、有效的色彩管理方法。

致谢:爱色丽(亚太)有限公司为本研究提供的色卡和特性文件制作软件,以及该公司应用工程师刘晓宁给予的指导与帮助。

参考文献

- 1 吴丽. 数码相机的色彩管理. 电子出版, 2003,6:57.
- 2 任云. 如何校正您的系统进行色彩管理. 广东印刷,2004,1:32.
- 3 色彩学编写组. 色彩学. 北京:科技出版社, 2003,91.

(责任编辑:柳莎 杨国梁)

(上接第 43 页)

- 5 陈士林,张本刚,杨智,等. 全国中药资源普查方案设计. 中国中药杂志,2005,30(15):26.
- 6 黄敬峰. 论遥感技术与资源、环境可持续发展研究. 遥感技术与应用,1999,14(1):1.
- 7 徐冠华. 三北防护林地区再生资源遥感的理论及其技术应用. 北京:中国林业出版社,1994.
- 8 中国药材公司. 中国中药资源. 北京:科学出版社,1995.
- 9 赵英时等. 遥感应用分析原理与方法. 北京:科学出版社,2004.
- 10 彭望玉. 遥感概论. 北京:高等教育出版社,2002.
- 11 江东,王建华. 人工神经网络在遥感中的应用与发展. 国土资源遥感,1999,2:12.
- 12 杨存建,周成虎. 基于知识的遥感分类方法的探讨. 地理学与国土研究,2001,17(1):72.

(责任编辑:刘维杰)

**Study of Method for Application of Remote – sensing Technology to
Investigation of Reserves of Ginseng Resources**

Chen Shilin, Zhang Bengang, XhouYingqun and Xiao Peigen

(Institute of Medicinal Plants, Chinese Academy of Medical Sciences/

China Union University of Medical Sciences, Beijing 100094)

Zhang Jinsheng (Institute of Remote – sensing Application, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Su Gangqiang (State Administration for Traditional Chinese Medicine, Beijing 100026)

Xiao Shiyong (Center for China ' s 21st Centruy Agenda Management, Beijing 100081)

This article describes the investigation of the cultivated areas of ginseng in the regions of its cultivation by remote – sensing technology, the establishment of technical routes and methods for the investigation of ginseng resources by remote – sensing and the calculation of the cultivated areas and the estimate of the yields of ginseng via sample survey. The compararison of the results from field verification points and image interpretation shows that in the sample areas of ginseng investigation the precision of artificial interpretation of landsat 7ETM image (15m) is 90% , that of the integrated image (5m) of ETM and spot reaches 97% and that of the Quick Brid image (0.61m) is as high as 100% . This study has probed into the method for the application of remote – sensing technology to the investigation of the resources of Chinese medicine.

Key Words: ginseng, resources, general survey, remote – sensing technology.

**Progress in study of Method for Hydride Generation——Non – Chromatic Dispersion atomic Fluorescence
Spectro – photometry and Application of It to Analysis of Trace Elements in Chinese Drugs.**

Li Weili and Liang Keli (National Research Center for Engineering and Technology of

Chinese Patent Drugs, Benxi 117004, Liaoning Province, China)

Hou Haige and Dong Yanping(School of Chemistry, Chemical Engineering and

Materials, Heilongjiang Universigy, Harbin 150080)

This article comments the progress in the study of the method for hydride generation non – chromatic dispersion atomic fluorescence spectro – photometry in accordance with literatures available at home and abroad; enumerates the analyses of arsenic, mercury, lead, cadmium and antimony as practical examples by this method; and look into the future of the application of this method to the analysis of Chinese medicine.

Key Words: fluorescence spectro – photometry method, heavy metal, hydride generation of chloride, analysis of Chinese medicine.

**Investigation of Study Thought in Secondary Development of
Chinese Patent Drugs with brand Name and High Quality**

Di Liuqing, Cai Baochang, Lu Yin, Zhao Xiaoli and Shan Jinjun