

基于遥感技术的甘草资源调查方法研究

张本刚¹, 陈士林^{1*}, 张金胜², 苏钢强³, 周应群¹, 杨智⁴, 肖诗属⁴

- (1. 中国医学科学院 中国协和医科大学药用植物研究所, 北京 100094; 2. 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101;
- 3. 国家中医药管理局, 北京 100026; 4. 中国 21 世纪议程管理中心, 北京 100089)

摘要:目的 以甘草为研究对象, 以遥感技术为基础, 探索野生药用植物资源调查的方法。方法 通过对确定的研究区域进行遥感调查, 确定调查的最佳技术方案。结果 确定了基于遥感并结合野外抽样的甘草资源调查方法, 包括遥感信息源的选择、图象的处理、解译、野外验证等。结论 采用中等分辨率的卫星影像 ETM(15 m)量测, 并计算出甘草分布的面积和蕴藏量, 判读精度高于 90%, 表明该遥感调查方法用于甘草的野生资源调查是可行的。

关键词:甘草; 遥感技术; 资源调查

中图分类号: R282.2

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2005)10-1548-04

Resources survey of *Glycyrrhiza uralensis* based on remote sensing technique

ZHANG Ben-gang¹, CHEN Shi-lin¹, ZHANG Jin-sheng², SU Gang-qiang³,

ZHOU Ying-quan¹, YANG Zhi⁴, XIAO Shi-ying⁴

- (1. Institute of Medicinal Plant, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100094, China; 2. Institute of Remote Sensing Application, Chinese Academy of Science, Beijing 100101, China; 3. State Administration of Traditional Chinese Medicine of People's Republic of China, Beijing 100026, China;
- 4. The Administrative Center for China's Agenda 21 Century, Beijing 100089, China)

Abstractive: Objective To explore the survey methods based on remote sensing technique for the wild medicinal plant resources such as *Glycyrrhiza uralensis*. **Methods** Through the preliminary study by remote sensing technique in designated area, the optimal methods in the procedure for the survey were selected. **Results** In this study, a set of survey method for *G. uralensis* based on remote sensing technique was found, which included the remotely sensed data-source selecting, the remote sensing image processing, interpretation, and validation, etc. **Conclusion** By the medium space resolution remotely sensed data-source ETM (15 m), the distribution area and the natural storage of *G. uralensis* are obtained, and the classification accuracy is more than 90%, which shows that the method is feasible for resources survey of wild medicinal plants, such as *G. uralensis*.

Key words: *Glycyrrhiza uralensis* Fisch.; remote sensing technique, resources survey

中药资源可持续利用及生物多样性保护已成为当前研究热点, 但缺乏定量可行的具体资源调查方法成为该项研究的瓶颈, 国家中医药现代化发展纲要已将全国中药资源普查列入重要内容, 本研究拟通过遥感在甘草资源调查中具体方法的探索, 推动遥感技术在整个中药资源普查中的应用。

甘草 *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. 为豆科多年生宿根草本, 是最常用中药之一, 具有很高的药用及经济价值, 而且固沙能力强, 是维护我国西部荒漠、半荒

漠草原地区生态环境的重要植物, 为了保持甘草资源可持续发展, 有必要对其资源量进行清查。考虑到在我国甘草分布的范围较广, 利用传统的抽样调查不但效率低而且准确率不高, 而遥感方法与传统的地面调查和考察比较, 在经济上可以大大地节省人力、物力、财力和时间; 在目标范围上具有探测目标广的特点, 而且遥感数据可在较大程度上排除人为干扰, 所以通过遥感的方法对其进行调查是可行的。

1 调查区域概况

收稿日期: 2005-06-06

基金项目: 国家科技攻关课题(2001BA701A63)

作者简介: 张本刚(1958—), 男, 上海人, 研究员, 1982年毕业于吉林农业大学特产园艺系药用植物专业, 1982年至今在中国医学科学院药用植物研究所工作, 现任资源中心副主任, 药用植物园主任, 研究方向为中药资源学研究, 包括: 中药资源的引种驯化, 资源保护, 资源鉴定, 资源调查等。 Tel: (010)62899725(O) E-mail: zhangbengang@163.net bgzhang@implad.ac.cn.

* 通讯作者 陈士林 Tel: (010)62899701 E-mail: scslchen@sohu.com

研究区域范围为北纬 $37^{\circ}11'4.56'' \sim 38^{\circ}15'52.56''$, 东经 $104^{\circ}14'40.56'' \sim 107^{\circ}29'4.2''$ (图1), 位于风沙侵袭的灵盐台地, 为鄂尔多斯高原的一部分, 海拔在 $1\ 200 \sim 1\ 500\text{ m}$, 行政上包括宁夏回族自治区灵武市的部分区域和盐池县的部分区域, 两地均是甘草的主产区, 其中盐池县位于宁夏回族自治区东部、毛乌素沙漠南缘, 土地资源十分丰富, 因地处鄂尔多斯台地向黄土高原过渡地段, 境内地形地貌较为复杂, 大体可分为两大地貌单元, 即: 中北部为缓坡丘陵区, 地势平缓起伏, 沙丘连绵, 约占总面积的 80% ; 南部是黄土高原区, 沟壑纵横, 梁洼相间, 约占总面积的 20% , 属典型的大陆性季风气候, 年平均气温 $9.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, 无霜期 148 d , 年降水量 280 mm 左右, 年蒸发量 $2\ 100\text{ mm}$, 日照充足, 是一个以牧为主, 半农半牧县, 盛产糜、谷、荞麦、土豆、豌豆等优质小杂粮。境内野生中药材资源丰富, 已查知县内分布有 130 多种野生中药材, 尤以甘草、苦豆草突出, 面积分别超过 $13.3 \times 10^4\text{ km}^2$, 1995 年被国务院命名为“甘草之乡”。

2 遥感信息源的获取与处理

2.1 数据源的选取: 遥感信息源的选择应从图像分辨率、性价比、图像获取的可能性, 甘草生长季节等方面考虑。甘草生长的旺盛季节在每年的 $7 \sim 9$ 月份, 这个季节内遥感影像反映特征最为明显, 与其他地物易于区分, 美国陆地卫星 Landsat-7ETM 数据, 分辨率 $1 \sim 7$ 波段 (6 波段除外) 为 30 m , 8 波段为 15 m , 是使用较为普遍且性价比较高的数据源, 可用于 $1:10$ 万比例尺各种数据信息的采集制作, 综合考虑经费及调查目的, 选择 2003 年 9 月 21 日的影像数据 $1/2$ 景, 覆盖范围为北纬 $37^{\circ}11'4.56'' \sim 38^{\circ}15'52.56''$, 东经 $104^{\circ}14'40.56'' \sim 107^{\circ}29'4.2''$ 。

在图像的判读上本研究主要采用了对植被反映最为敏感的 $TM4, 3, 2$ 的波段组合方式。

2.2 图像处理: 图像处理主要包括: 图像的辐射校正、几何校正、颜色订正、图像增强及图像融合等过程。

图像的辐射纠正已在地面站完成。对图像的几何校正主要是以研究区 $1:10$ 万地形图为几何参照系统, 在影像上均匀选择 20 个以上控制点, 以二次多项式为纠正方程, 分别对 30 m 分辨率和 15 m 分辨率的第 8 波段进行几何校正。最终的校正误差控制在 1 个像元以内, 然后在此基础上将 30 m 分辨率 $ETM4, 3, 2$ 组合波段的与 15 m 分辨率的全色波段进行融合, 最后对融合后的图像进行颜色匹配与增强处理。

3 遥感调查与制图^[1]

遥感调查与制图是完成本研究的主要技术核心, 通过遥感调查与制图才能最终完成甘草资源分布面积调查与资源量的估算。遥感调查与制图的过程包括: 遥感图像中甘草解译标志的建立、图像判读、外业验证、判读错误的纠正、专题图件制作、面积量算等。

3.1 甘草判读标志的建立: 判读标志是指能用来判读和识别地物目标的影像特征, 判读标志分直接解译标志和间接解译标志。直接解译标志是指地物在图像中的直接反映, 主要包括: 形状、大小、颜色、纹理及分布等。间接解译标志是通过其他地物在影像上反映出来的直接标志, 间接判断地物的存在及其属性。间接解译标志隐含于影像中各种地物单元的相互联系中, 对判读具有复杂性和模糊性特征的地物目标, 是重要的解译手段^[2]。

为了准确地建立甘草的图像判读标志, 选择了 3 条野外考察路线, 共实地考察了 12 个主要地点, 并在此基础上建立了今后室内解译的判读标志。第 1 条考察路线从灵武市的磁窑堡镇到高沙窝乡, 第 2 条考察路线从灵武市的高沙窝乡到盐池县的鸦儿沟乡, 第 3 条考察路线从鸦儿沟乡到盐池的王乐井乡 (图1)。



图1 甘草遥感调查区域

Fig. 1 Surveying area of *G. uralensis* by remote sensing technique

经过考察, 调查区域内甘草的分布类型可大致分为 3 种: 第 1 种是以苦豆子 *Sophora alopecuroides* L. 为主的苦豆子 + 黑沙蒿 *Artemisia ordosica* Krasch. + 甘草共生天然群落类型, 其中甘草盖度在 1% 左右; 第 2 种是以甘草为主, 黑沙蒿为辅的甘草 + 黑沙蒿天然群落类型, 其中甘草盖度在 25% 左右; 第 3 种是以甘草为优势种的甘草 + 禾本科 + 豆科植物天然群落类型, 甘草盖度在 15% 左右。

3.2 室内判读解译:通过野外考察建立甘草及其周围其他地物遥感影像判读特征后,回到室内进行遥感影像的判读工作。由于计算机自动判读技术发展还不能满足实际调查的需要,本项研究的判读工作主要采用的是人工目视解译的方法。具体方法与过程为:利用 Windows 平台下的美国 ESRI 公司研制的 ARC GIS 地理信息系统的图形编辑功能,在 ARCDIT 模块下以遥感图像为背景,利用系统提供的编辑操作,利用鼠标直接在屏幕上根据影像特征圈定甘草图斑,同时赋予图斑属性信息(图 2)。

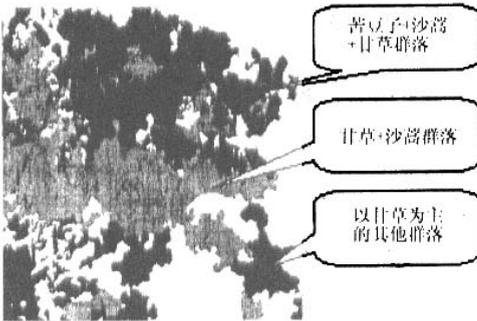


图 2 样区人工分类解译结果图

Fig. 2 Results of manual classification in surveying area

3.3 野外验证与判读修改:完成室内判读后,以下的工作主要是对室内解译工作精度的验证。具体过程主要如下:制作出甘草初步判读结果专题图,打印输出,同时打印输出卫星影像图。根据调查区域内的地理环境及交通道路条件,制定野外验证考察路线,选定重点考察点。本次野外考察共选择 3 条路线,7 个重点考察点。考察线路图斑验证情况见表 1。

表 1 野外考察验证结果

Table 1 Results of validation by field survey

考察路线	验证图斑数	正确率/%
马跑泉—蔡家梁	5	100
蔡家梁—高沙窝	8	87.5
高沙窝—冯记沟	12	83.3

完成野外验证后,回到室内根据验证的结果及对甘草影像特征增加的新的认识,重新进行判读修改,以进一步提高判读的精度,最终可以在原来的精度基础上提高 2%~3%。

3.4 专题制图:完成室内判读修正,验收合格后,可利用地理信息系统软件将图形制作成甘草遥感调查现状分布图。制图过程包括:图形拓扑,图廓整饰,图形尺寸设置,地名标志,图例制作等操作。

3.5 面积量算:完成遥感调查并制作专题图后建立

甘草分布图形数据库,利用 ARC GIS 系统的分析功能进行图形数据的面积量算与汇总,生成面积量算汇总表格(表 2)。

表 2 研究区甘草面积汇总

Table 2 Area of *G. uralensis* in surveying area

群落类型	群落面积/km ²	甘草实际占有面积/km ²
苦豆子+黑沙蒿+甘草	123.45	1.2345
甘草+黑沙蒿	133.56	33.39
甘草+禾本科+豆科	167.00	25.05
总区域	711.39	

4 蕴藏量估算

甘草生长在自然条件状态下,遥感图像的光谱是其反射峰值的直接反映,因此,可以利用分析植被指数(NDVI)值并结合蕴藏量的实地抽样调查结果及图斑分布最终估算出其蕴藏量(产量)^[3]。

4.1 植被指数含义及提取:归一化差值植被指数(normal difference vegetation index, NDVI)是 Deering 于 1978 年提出的,被定义为近红外波段与可见光波段数值之差和这两个波段数数值之和的比值,即 $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$,它基于生物物理知识的概念,将电磁波辐射、大气、植被覆盖的相互作用结合在一起。NDVI 获取方便,计算简捷,对绿色植被表现敏感,包含了 90% 以上的植被信息,植被指数的定量测量可表明植被活力等,常被用来进行区域和全球的植被状态研究,以及诊断植被一系列生物物理参量:叶面积指数(LAI)、植被覆盖率、生物量(蕴藏量)、光和有效辐射吸收系数(A- PAR)等以及用来分析植被生长过程、净第一性生产力(NPP)和蒸散(蒸腾)等,在植被遥感中,NDVI 应用得最为广泛^[4]。

在对遥感数据进行一系列的预处理之后,根据 NDVI 的公式: $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$,针对甘草调查区域的 TM 数据即可进行 NDVI 的提取计算。本次甘草区域计算 NDVI 采用了 TM 的 3、4 两个波段进行,计算方法为: $NDVI = (TM3 - TM4) / (TM3 + TM4)$ 。

利用 ERDAS 公司的 IMAGINE 图像处理系统,分别读取调查区域已经过处理的图像,根据 NDVI 的计算模型在系统内进行计算,生成 NDVI 值分布栅格图,之后,将该栅格数据读入 ARC GIS 系统,并利用该系统的栅格图像生成矢量图形的功能,生成 NDVI 值分布的矢量图形,以用来统计计算不同值分布区的蕴藏量。

4.2 甘草植被指数(NDVI)图的生成:将上述得到

的该区域的全覆盖植被指数分布图与判读得到的甘草分布图进行叠加分析,得到仅有甘草分布区域的甘草植被指数分布图。生成的该图主要用于计算甘草的蕴藏量。

4.3 甘草蕴藏量抽样调查:蕴藏量的抽样调查是建立在甘草植被指数分布图的基础之上。在得到甘草植被指数分布图后,根据图形分布状况以及甘草植被指数分布级别,在不同的分布级别图斑中进行蕴藏量抽样分析,计算出每一类分布级别中甘草的蕴藏量,抽样调查统计表格。

4.4 甘草蕴藏量计算:完成甘草蕴藏量抽样调查后,将得到的每一个植被指数级别的蕴藏量与图形图斑进行关联,从而赋予每一个甘草类别图斑一个蕴藏量值,根据这个蕴藏量值和图斑面积进行计算,并经过统计汇总即可得到调查区域内甘草的蕴藏量(图 3),本调查区域内甘草的蕴藏量为 2.48×10^6 kg。

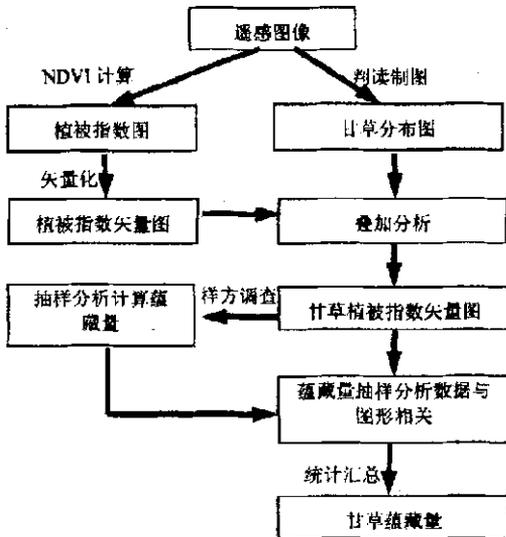


图 3 蕴藏量计算流程图

Fig. 3 Flow chart of *G. uralensis* storage calculation

5 结果分析

通过应用遥感技术对天然药用植物甘草资源的调查,得出以下结论:

5.1 甘草调查的遥感图像获取的季相明显:从影像结果图上可看出,甘草遥感调查利用的遥感图像最佳季节与分析的结果相符,确实应是每年的 7~9 月份,此季节是甘草生长的最佳季节,由于甘草生长的植被群落非常明显,其在群落内基本是优势种群,与其共生或伴生的其他草本植物基本上处于弱势,整个群落由于甘草数量的关系而呈现甘草夹果的颜色棕黄色或偏淡的颜色,仅有与黑沙蒿共生的群落中,

由于黑沙蒿成簇状生长,在 7 月份开始死亡,颜色呈现黑色,使得群落颜色呈现暗黑色。

5.2 甘草生长分布特征明显:本次调查区域地理环境与地貌特征非常明显,正处于毛乌素沙地的南部边缘向黄土丘陵过渡地带,东西向分布表现为 3 条地貌类型分布带,自北向南分布依次为毛乌素沙地-毛乌素沙地与黄土丘陵交错地带-黄土丘陵北部边缘地带。从影像解译图上可看到,区域内甘草的生长与上述地貌特征具有同样的规律分布,在上述第 1 条带内基本生长着以苦豆子+黑沙蒿+甘草为主的群落,第 2 条带内基本生长着以甘草+豆科草本植物为主的群落,第 3 条带内基本生长着以甘草+禾本科+豆科草本植物为主的群落。

5.3 基于遥感技术的甘草资源量测算方法可基本满足需求:调查区域内甘草基本是天然生长的植被,通常情况下无法估算其资源量。通过遥感调查不仅基本摸清甘草的分布状况及面积,同时配合人工抽样统计的方法,基本上能够完成甘草的蕴藏量调查,满足宏观调控的需要。

5.4 大面积分布的药用植物资源调查应用遥感技术是可行的:本次遥感调查由于该区域的卫星影像数据可购买性比较差,仅获取了 Landsat7 ETM 图像,最高分辨率为 15 m,而其他高分辨率的图像数据未能获取。尽管没有高分辨率的卫星影像数据,但经过技术人员的努力,从图像处理到野外调查以及室内判读等每个环节尽可能地达到最高的成效。从调查结果来看,基本上令人满意,可以达到 90% 以上的图像判读精度,对于大面积宏观的资源调查,为国家提供宏观的资源数量,辅助政府部门控制我国中药资源的开发利用提供宏观决策,调查精度应基本满足要求,同时可制作完成 $1:1 \times 10^5$ 比例尺甘草资源分布专题地图;利用该分辨率的卫星影像进行遥感调查,成本比较低,数据购买费用仅为 $0.13/\text{km}^2$,完全适用于大面积宏观调查的推广,所建立的这套基本技术路线与方法在我国其它天然大面积分布的药用植物进行遥感调查时也可提供参考。

References:

- [1] Xu G H. *Remote Sensing Theory and Its Application for Renewable Resources in the Three North Shelter Forest Region* (三北防护林地区再生资源遥感的理论及其技术应用) [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1991.
- [2] Peng W L. *Introduction to Remote Sensing* (遥感概论) [M]. Beijing: Higher Education Press, 2002.
- [3] Liu Y. Monitoring on the crop area and production of soybean based on remote sensing [J]. *Heilongjiang Agric Sci* (黑龙江农业科学), 1999(1): 49-50.
- [4] Zhuo Y S. *Principles and Methods of Remote Sensing Application* (遥感应用分析原理与方法) [M]. Beijing: Science Press, 2003.