

“3S”技术及其在退耕还林中的应用

胡华科^{1,2}, 郑春燕¹

(1. 嘉应学院地理系, 广东 梅州 514015; 2. 中山大学地理科学与规划学院, 广州 510275)

摘要: 退耕还林是国家为保护生态环境、治理水土流失的一项重大举措,但在广大的基层农村,还缺乏有效的技术支持手段。“3S”技术是集遥感、全球定位与地理信息系统于一体的高新技术手段,可以为退耕还林提供强有力的技术支持。就“3S”技术在梅州市退耕还林应用中的设备选用、技术路线、基本过程与方法等进行了探讨,对基层退耕还林工作的开展起到一定的指导作用。

关键词: “3S”技术; 退耕还林; 水土流失

中图分类号: T P79; X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)04-0054-03

3S Technology and Its Application in Converting Cultivated Land to Forest

HU Hua-ke^{1,2}, ZHENG Chun-yan¹

(1. Department of Geography, Jiaying University, Meizhou, Guangdong 514015, China;

2. School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: It is one of the most important ways for protecting the ecosystem environment and soil and water conservation by converting cultivated land to forest. But in the countries, the technique means are short of solving it. The 3S technology, an integrated technology of GPS, RS and GIS, is a high-tech means, can give support for converting cultivated land to forest. Under the support of 3S technology, selecting of equipments, general thoughts and the principle methods and procedure of its application in converting from farmland to forest are discussed, which plays an important role in converting cultivated land to forest in the future.

Key words: 3S technology; converting cultivated land to forest; soil and water loss

1 前言

梅州市地处广东省东北部,韩江上游,是一个经济欠发达的山区市,面临着新形势下,如何加快经济、社会发展的重任。同时,梅州市地形地貌复杂,山地、丘陵面积很大,分别占 24.3%、56.6%, 盆地和平原仅占 13.7%, 人均耕地仅有 0.036 hm², 是一个典型的人多地少矛盾突出的地方,土地利用率高达 97.5%。过高的土地利用率同时也造成了一定的生态环境问题,据调查,梅州市目前仍有水土流失面积 126 800 hm², 占全市土地总面积的 8.0%。理论实践证明,生态环境是人类生存和发展的基本条件,是经济、社会发展的基础,山区生态环境建设和可持续发展是山区发展的核心内容^[1,2]。梅州市的经济发展,绝不能以牺牲区域生态环境为代价,走先破坏,后治理的老路,梅州市政府在提出建设“工业梅州”的同时,适时提出“生态梅州”建设是不无道理的。

退耕还林是保护生态环境、治理水土流失的有效途径,按国家有关规定,25°以上坡地禁止开垦种植农作物,必须有计划的退耕还林(草),国家给予一定的钱、粮补贴。许多学者进行了退耕还林(还草)有关产业政策、区划布局、经济与生态环境效益等的研究^[3-8]。其实在实践操作过程中,还面临着缺乏有效的技术支持手段的问题。由于退耕还林工作一般是在偏远的山区进行,技术力量薄弱,如何准确确定在

何处退何处不退、退多少是个难题,一些地方采用罗盘仪导线测量配合图上量测计算的方法,一些地方甚至采用现场目估的方法,然后在地形图上大致划定范围。这些方法精度很低,甚至难免有误差,劳动强度很大,效率也不高。二是有的地方为了个别利益,有些该退不退,不该退而退的现象存在,对这些地方如没有有效的技术手段进行检查,则达不到应有的治理效果。由于坡耕地是否必须退耕主要取决于该坡耕地的高程、坡度以及用地类型等数据,因此,准确、高效的获取区域土地的高程、坡度、坡向、土地利用现状、面积及其分布数据是做好区域退耕还林工作的关键。

2 “3S”技术

所谓“3S”技术是指全球定位系统(Global Positioning System, 简称 GPS)、遥感(Remote Sensing, 简称 RS)和地理信息系统(Geographic Information System, 简称 GIS)及其集成技术。其中 GPS 提供准确、实时的定位信息,RS 能几乎实时的提供大量价格低廉的地理信息数据,而 GIS 具有强大的空间数据处理和分析能力,能高效便捷地处理和管理有关信息,三者结合可以为退耕还林工作提供强大的技术手段。

2.1 全球定位系统

全球定位系统是以卫星为基础的具有全能性(陆、海、空、天)、全球性、全天候、连续性、实时性的无线电导航、定位、定

* 收稿日期: 2005-07-01

基金项目: 广东省自然科学基金项目(5008167); 嘉应学院“地图学与地理信息系统”重点学科资助项目

作者简介: 胡华科(1976-),男,江西临川人,实验师,主要研究方向: 数字测量与制图、GIS 应用。

时系统。其定位基本原理是利用空间测距后方交会确定点位,即根据高速运动的卫星瞬间位置作为已知的起算数据,采用空间距离后方交会的方法,确定待测点的位置。美国在取消SA(Selective Availability),使单点定位的精度由100 m提高到15 m后,其商业用途日渐强大,在勘测、导航、资源调查等方面发挥了重要的作用,甚至出现了许多廉价的手持式GPS接收机等设备,很大程度上提高了GPS系统的实用性。

目前已有不少GPS接收机还可同时接收处理GLO-NASS系统信息,提高了困难条件下(如山谷中)的定位可能性与定位精度。

2.2 遥感

遥感通常是指通过某种传感器装置,在不与研究对象直接接触的情况下,获得其特征信息,并对这些信息进行处理、加工、表达和应用的一门科学技术。它利用地物的电磁波特性,即一切物体,由于其种类及环境条件不同,因而具有反射或辐射不同波长电磁波的特性,通过观测电磁波,从而判读和分析地表的目标以及现象。具有视域范围大、获取信息的速度快、周期短,获取信息受条件限制少,获取信息的手段多,信息量大等特点,使其广泛应用于陆地水资源调查、土地资源调查、植被资源调查、地质调查、城市遥感调查、海洋资源调查、测绘、考古调查、环境监测和规划管理等领域。

遥感数据的处理主要包括纠正(包括辐射纠正和几何纠正)、增强、变换、滤波、分类等,以提取各种专题信息,如土地利用类型等,可以很大程度上弥补地形图现势性的不足。

2.3 地理信息系统

地理信息系统是以地理空间数据库为基础,在计算机软硬件支持下,对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示,并采用地理模型分析方法,适时提供多种空间和动态的地理信息,为地理研究、综合评价、管理、定量分析和决策服务而建立起来的一类计算机应用系统^[9]。GIS的技术优势在于它的混合数据结构和有效的数据集成、独特的地理空间分析能力、快速的空间定位检索和复杂的查询功能、强大的图形创造和可视化表达手段以及地理过程的演化模拟和空间决策支持功能等,通过地理空间分析可以产生常

规方法难于获得的重要信息并加于直观表达,具有一般信息管理系统难于比拟的优势^[10]。

利用“3S”技术进行退耕还林、水土保持等方面的研究,目前还处于快速发展探索阶段,国内外学者对此作了许多有益的尝试,取得了一些成果^[1,2,11-21]。这些研究概括起来具有以下特点:一是大区域,小比例尺,侧重宏观方面,定量精度不能满足区域性具体工作需要;二是采用软件大多为国外引进的大型GIS软件,如ARC/INFO,价格昂贵,操作复杂;三是硬件设备要求高,如采用测地型GPS接收机、RTK技术接收机等,并且需要专门的解算软件。

3 系统设施的选用

3.1 硬件

由于牵涉到大量的图形数据处理分析,因此计算机硬件设备配置要求较高,需采用绘图工作站或高性能计算机。目前手持式GPS接收机的价格仅约在1000多元,单点实时定位精度约10 m,足于满足小于1:1万比例尺地形图的调查需要,并且可以进行联合平差后处理,精度更高。

3.2 GIS软件

GIS软件选用了国产的SuperMap Deskpro5。它是由中国科学院地理信息产业发展中心下的北京超图地理信息技术有限公司最新推出的桌面GIS产品,是管理、显示、编辑、分析空间数据和输出的强大工具。SuperMap Deskpro作为一个优秀的桌面GIS软件,具有性价比高、实用性强、流程清晰、操作简单方便等优点,特别是在数据输入、可视化数据管理、地图编辑、查询检索、影像配准和海量影像浏览等方面别具特色^[22]。

4 技术路线与方法

4.1 技术路线

主要利用基于SuperMap Deskpro5的GIS平台,对图形图像数据进行矢量化,分别分层建立图形与属性数据库,然后制作DEM,提取高程、坡度等信息,结合土地利用现状数据进行空间叠加分析,最终确定需要退耕还林区域的空间分布和面积等数据。见图1:

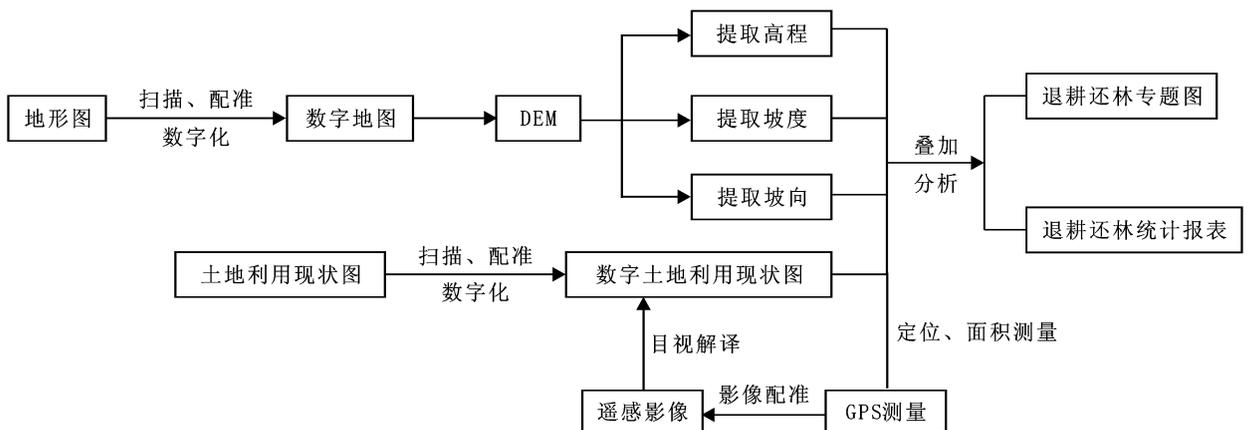


图1 基于“3S”技术的退耕还林技术路线图

4.2 数据采集

原始数据精度直接影响结果的正确性,根据清华大学人居环境研究中心党安容等人研究,经国家测绘局验收的1:25万的数字地图(高程精度25 m),在用于滇西北分县土地坡度分级计算时,最小误差是0.9%,最大误差是4.9%^[23],笔者采用了研究区域同坐标系、高程系的现势性较强的1:5万比例尺地形图、土地利用现状图和其它土地详查资料,适合县级土地统计,精度应更高。

对于利用现状发生变化或地图资料空白地区采用遥感影像制图结合GPS测量来解决。由于TM多光谱影像不能满足该调查精度的要求(分辨率30 m),同时选取TM3、TM4、TM5波段与SPOT全色波段影像(分辨率10 m)进行融合,融合图像兼有SPOT图像的高空间分辨率和TM图像的多光谱分辨率特征。结合野外实地测量、调绘,内业进行影像纠正和解译。

手持式GPS接收机操作非常简单方便,像手持罗盘仪一

样。首先室内在 TM 影像上找出明显地物点,野外调绘作业时在此地物点上即时观测,可直接测定该点坐标作为 TM 影像几何纠正的依据。此类型接收机还具有航点(行走轨迹点)储存、区域面积实时自动计算功能,大大方便了野外作业。

4.3 图形数据分层与建库

为便于空间数据的管理和分析,地形图中按要素分别划分为居民地、道路、水系、境界、等高线、注记等图层,土地利用现状图中不同用地类型如耕地、园地、林地、水域、未利用地等均单独分层并划分至二级用地类型,分别按各自空间特征建立点、线、面、文本数据集。利用交互式编辑功能分层进行矢量化,建立图形与属性数据库。

4.4 DEM 的生成制作

SuperMap Deskpro 具有良好的等高线自动跟踪矢量化功能,灵活利用此功能可方便高效的完成矢量化工作,为减少等高线自动矢量化后数据量,可调用软件重采样功能进行点抽稀。然后调用三维建模的数据转换功能将等高线数据转为 DEM 数据。对于采用选择采样等方法获取的离散点数据可先构建 TIN 数据再转换得到 DEM 数据。

4.5 坡度划分与提取

根据动力学、重力学和农业生产实践证明:坡度 $0\sim 7^\circ$ 为平缓地,水土流失微弱,是农业生产最理想的坡度条件; $7\sim 15^\circ$ 为缓坡地,重力和水动力作用加大,水土流失加重,但不太强烈,仍是条件较好的农业区; $15\sim 25^\circ$ 为斜坡地,水土流失更为严重,只能勉强进行农作,是农业上限区; 25° 以上为陡坡地,侵蚀强烈,水土流失严重,土壤贫瘠,不宜耕作,应当退耕还林^[8]。因此这里对于坡度划分为 $0\sim 7^\circ$ 、 $7\sim 15^\circ$ 、 $15\sim 25^\circ$ 、 $25\sim 35^\circ$ 、 35° 以上共 5 层。

新建三维窗口,打开三维模型,调用 DEM 坡向坡度分参考文献:

- [1] 杨存建,刘纪远,张增强,等.遥感和 GIS 支持下的云南省退耕还林(还草)决策分析[J].地理学报,2001,56(2),181-188.
- [2] 张军,倪绍祥,周跃. GIS 技术支持下的龙川江流域退耕还林规划方法[J].云南地理环境研究,2003,15(2),27-31.
- [3] 彭文英,张科利,陈瑶,等.黄土坡耕地退耕还林后土壤性质变化研究[J].自然资源学报,2005,20(2),272-278.
- [4] 米文宝,刘小鹏,王亚娟.宁夏南部山区退耕还林还草后续产业发展的初步研究[J].水土保持研究,2005,12(1):91-94.
- [5] 徐刚.重庆市退耕还林条件的区域比较研究[J].水土保持学报,2001,15(6):81-83.
- [6] 王冬梅,周心澄,贺康宁,等.青海大通退耕还林工程区主要造林树种生产潜力[J].生态学报,2004,24(12):2984-2990.
- [7] 樊小军.略谈吕梁地区退耕还林布局及树种选择[J].林业调查规划,2004,29(4):59-61.
- [8] 焦峰,温仲明,李锐.黄土高原退耕还林(草)环境效应分析[J].水土保持研究,2005,12(1):26-29.
- [9] 张剑平,任福继,叶荣华,等.地理信息系统与 MapInfo 应用[M].北京:科学出版社,1999.
- [10] 胡鹏,黄杏元,华一新.地理信息系统教程[M].武汉:武汉大学出版社,2002.
- [11] 马超飞,马建文,哈斯巴干,等.基于 RS 和 GIS 的岷江流域退耕还林还草的初步研究[J].水土保持学报,2001,15(4):20-24.
- [12] 冯九梁,王贵平,贾志军,等.基于 RS 和 GIS 的小流域水土保持规划设计[J].山西水土保持科技,2001,(1):18-20.
- [13] 邹亚荣. GIS 支持下的江西省水土流失生态风险评价[J].水土保持通报,2002,22(1):48-50.
- [14] 赵钢,王冬梅,钱惠康. GPS 快速 RTK 技术在水土保持动态监测中的应用与研究[J].水土保持研究,2004,11(1):71-73.
- [15] 卜崇峰,蔡强国. GIS 技术在水土保持中的应用[J].水土保持研究,2004,11(4):162-164.
- [16] 史明昌,李智广.新技术在我国水土保持中的应用[J].水土保持研究,2005,12(2):13-14.
- [17] 孙希华,姚孝友,周虹.基于 GIS 的青岛市山丘区退耕还林还草决策方案分析[J].水土保持研究,2004,11(3):109-111.
- [18] 李洪星.3S 技术在水土流失动态监测上的应用[J].水土保持研究,2004,11(2):16-18.
- [19] 张青峰,邢丽芳.3S 技术在水土保持与荒漠化防治中的应用[J].山西水土保持科技,2004,(4):12-15.
- [20] 林敬兰,杨学震,郑本暖.3S 技术及其在福建省水土保持中的应用[J].福建水土保持,2003,15(1):53-56.
- [21] 李晓燕,李壁成,安韶山.基于 GIS 的小流域坡耕地调查方法探讨[J].水土保持通报,2001,21(5):37-40.
- [22] 唐蜀川,朱蕾,黄敬峰.基于 GIS 的大比例尺生态退耕还林决策分析-以先居县城关镇为例[J].水土保持通报,2003,23(5):19-21.
- [23] 党安容,毛其智,王晓栋.遥感与地理信息系统在人居环境可持续发展研究中的应用[A].ARC/INFO 暨 ERDAS 中国用户大会论文集[C].北京:测绘出版社,2000.

析功能,在三维模型上任意选择一点,系统可把该点的坡度与坡向值计算出来,并在综合查询输出窗口中显示,并将该点位置在三维模型上用红色标志标识出来,可实现任意点的坡度坡向查询。同时可输入坡度分级取值范围,生成坡度分级图。

4.6 叠加分析

一般分布在坡度 $\geq 5^\circ$ 的山坡上,其面积的准确量算受地形地貌的影响,一直是较为棘手的问题之一。分别调入地形图中居民地、道路、水系、境界、等高线、注记等数据集,土地利用现状等数据进行叠加分析,即可明显看出各点的空间位置、坡度及其土地利用现状等,据此即可决定该处是否应该退耕。在三维窗口中将调入 DEM 数据,调用 DEM 表面面积分析计算功能,在综合查询输出窗口输出地块的三维表面积大小,据此可以计算补偿费用大小。一直以来,土地统计数据都以水平地表面积为基础(因为地形图是正射投影图),对于山区丘陵地带而言,自然地表面积和水平地表面积相差是较大的,如 45° 斜坡表面积和水平投影面积相差可达到 30%,因此利用 GIS 技术计算的土地面积更加客观、准确。

5 结 语

退耕还林对于生态环境建设具有重要意义,但对于土地资源严重不足,目前仍需要广泛开源,大力开发、复垦、整理补充新耕地的梅州市而言,“3S”技术利用其科学、定量的分析手段,提供了快捷、翔实、高可靠性的数据,具有常规方法无可比拟的技术优势,而且具有明显的生态效益、经济效益、社会效益,是值得推广的。

致谢:本文得到嘉应学院地理系张正栋副教授的悉心指导,谨表谢意!