

基于地球空间信息技术的地地景观生态学

郭 砾, 余世孝

(中山大学生命科学院, 广东 广州 510275)

摘 要: 本文介绍了地球空间信息及其核心 3S 技术在山地景观生态研究中的应用, 分析了山地景观生态研究中的空间信息特征、信息源和信息获取、信息处理中的尺度问题。总结了山地景观生态研究中的空间信息分析在景观格局与过程、景观动态与空间模拟、景观分类与景观生态评价、景观生态规划与设计等方面的应用。提出了山地景观生态研究应重视空间信息和信息的分析, 改变研究的思维方式, 尽快于地球空间信息技术全面接轨。指出了当前山地景观生态研究中存在的尺度泛化问题和空间信息来源问题。

关键词: 山地景观; 地球空间信息; 景观生态; 3S 技术

中图分类号: Q 149

文献标识码: A

随着计算机技术、信息技术、空间技术的迅速发展和各种地学理论的不断成熟, 以及它们相互间的紧密结合和系统集成, 促进了新的更高层次的地球空间信息科学的诞生^[1,2]。地球空间信息科学(Geo-Spatial Information Science, 简称 Geomatics)是地球科学与现代信息技术以及系统科学交叉而形成的新兴学科, 是地球科学的一个前沿领域, 具有鲜明的时代特征, 其核心思想是“3S”(RS、GPS、GIS)技术, 并涵盖了现代通讯技术与计算机技术等^[3]。它集遥感、遥测、定位、虚拟地理环境以及地理信息系统为一体, 依靠遥感(RS)技术来提供最新的图像信息, 通过利用全球定位系统(GPS)为图像提供“骨架”位置信息, 并采用地理信息系统(GIS)来进行图像的处理、分析, 对图形数据库和属性数据库共同管理、分析和应用^[4,5]。进一步, 以通讯与计算机技术为支撑, 综合应用现代数学方法、MIS、DCS、虚拟技术等多种技术, 形成集成化技术体系和一体化网络系统, 实时、准时地对随时空变化的地球空间信息进行数据提取和综合分析。地球空间信息技术的应用

已扩展到与空间分布相关的诸多领域。在景观生态学领域, 通过利用地球空间信息科学技术可以构建景观生态信息系统, 迅速地获取景观空间数据, 及时地进行编辑、组织、分析、模拟、存贮、管理、变换, 便于进行景观的多层叠加空间分析, 精确快速量算, 及时更新, 建立相应层次相关关系的景观数据库和景观图库, 有利于景观图形数据和属性数据相关作用的共同分析。对于景观生态学研究实现信息化、科学化, 推动景观生态学研究深入发展具有重要的理论和实践意义。

1 山地景观生态研究中的空间信息

在地球空间信息技术支持下, 山地景观生态学研究是一个具有等级、时空尺度和格局特征的复杂系统, 包括了各种环境因子和生存在一定环境之中的生物及生物群体, 社会、经济和人文因素等综合影响因素也要涉及, 因此需要从多层次上获取有关要素的相关信息。而 GIS 作为一种必不可少的工具

收稿日期(Received date): 2003- 02- 25; 改回日期(Accepted): 2003- 05- 04。

基金项目(Foundation item): 广东省自然科学基金(021657)和广东省千百十工程优秀人才基金[Funded by Natural Science Foundation of Guangdong Province(No. 021657) and the Fund for Excellent Researcher of Guangdong Province]

作者简介(Biography): 郭砾(1975-), 女, 中山大学生命科学院 2001 级博士生, 研究方向: 生态学与 3S 技术用。Email: gl2010@163.net [GU Luo (1975-), female, DSc Candidate at the School of Life Sciences, Sun Yat-Sen University. Major in ecology and application of 3S technique. Email: gl2010@163.net]

通讯作者(corresponding author): 余世孝(1962-), 男, 中山大学生命科学院教授、博士生导师, 研究方向: 植被生态学、数量生态学与 3S 技术应用。Email: lssysx@zsu.edu.cn [YU Shi-xiao(1962-), male, correspondence author. Full Professor at the School of Life Sciences, Sun Yat-Sen University. Major in vegetation ecology, quantitative Ecology and application of 3S technique. Email: lssysx@zsu.edu.cn]

在处理数据和获取山地景观生态信息等方面具有传统地面实验方法不可替代的作用^[6]。

1.1 山地景观生态信息特征

景观生态学来源于地理学上的景观和生物学中的生态,把地理现象的空间相互作用的横向研究和生态学对生态系统机能相互作用的纵向研究融为一体,强调景观空间异质性的维持和发展、生态系统之间的相互作用、景观格局与生态过程的关系以及人类对景观及其组分的影响^[7],形成以不同时空尺度下格局与过程、人类作用为主导的景观演化等概念为中心的理论框架。

山地景观由斑块、廊道、基质组成,这些组成要素在地理位置上具有定位特征,都有与其相对应的描述其自然和社会经济特征的属性数据;在空间分布上具有多维结构和层次结构的特征,在等级和层次上,不同层次景观信息又构成空间信息的整体;使信息的整体性、关联性特征十分明显;在空间尺度上随时间而变化,使景观信息具有明显的动态特征和时序特征。地球空间信息技术的应用,要求研究和把握景观信息这种区域性、多层次和动态变化的特征,对于构建景观生态信息系统,尤其是信息的获取和处理具有非常重要的意义。

1.2 信息源

山地景观生态研究以山地景观结构、功能和动态为主要内容,研究对象一般为中尺度异质地表区域,研究范围跨度大,景观组分数量多,时空格局和过程亦相当复杂,传统的生态学地面调查法获取景观生态信息的途径,受到多方面的限制。近年来已将大范围的地面调查与遥感和地理信息系统等方法结合起来作为山地景观生态研究中获取基础数据的重要技术手段^[9]。目前山地景观生态研究中信息源主要有:

1. 野外实地调查资料:诸如典型标准地、大量的小样方调查及抽样调查数据,实查的信息真实、可靠,但从样地调查资料通过整理、统计形成大区域的基础数据则难度大、不够全面、误差率大;

2. 已往调研资料、各种专题图件:诸如植被、土壤、森林、土地利用分布图等,这些专题图件都详细地记录了大量的一定时段的景观信息,便于数字化仪图形数据输入,辅以手工输入属性数据,并通过技术上处理可形成实用的基础数据,是山地景观生态研究的主要信息源;

3. 地形图:在 GIS 支持下从地形图上可获得大

量详细的地理信息,已成为景观生态研究不可缺少的地理信息源;

4. 遥感资料:航空、航天遥感数据和影像,通过解译和信息提取可以获得大量有用的空间数据,是景观生态研究中的主要空间数据源。

2 山地景观生态信息处理

2.1 信息处理中的尺度问题

山地景观信息特征受时间尺度和空间尺度及系统约束,景观格局和过程、景观异质性又依景观生态信息源时空尺度变化而异,在一个尺度上定义的同质性景观可随观测尺度改变而转变为异质性景观,在不同时空尺度上占主导地位的格局和过程不同,在景观生态系统内同一尺度或不同尺度上的组分之间的非线性关系和反馈作用又极为普遍^[10]。因此山地景观生态研究必须在景观尺度这一组织层次上考虑尺度(scale)问题。尺度选择在信息获取前需要定位,尺度转换在信息获取中需要掌握,要解决大尺度的问题必须将大尺度上的信息与其他尺度上的信息联系起来进行尺度推绎。尺度推绎问题已成为山地景观生态信息获取中必须研究和解决的核心问题。不顾及尺度的作用和性质,采用微观实验成果的简单聚合,直接推论来替代宏观规则或简单解聚的方法,势必会丧失尺度性,使尺度泛化(scale generalization)、信息失真。

2.2 信息获取

景观信息获取依赖于大量空间数据的有效处理。对多种形式(影像、图形和数字)、多种来源的信息通过地理信息系统技术,可以实现多种方式数据输入,建立空间数据库。采用光栅扫描数字化或矢量跟踪数字化建立的图形数据库与采用键盘输入建立的相应属性数据库必须匹配和规范。如何将隐含的和具有生态学意义的景观信息表达成空间和时间上连续分布的综合信息,决定于数据的有效处理,这实际上是 GIS 本身应用功能的体现。在 GIS 支持下各种专题图信息可采用矢量途径,以点、线、多边形组合、图层叠加表达和处理信息,对于遥感信息还可采用栅格途径以离散化的空间单元来表达和处理信息。目前普遍使用的 GIS 软件很多,如 ARC/INFO、ARCVIEW 等。地球空间信息技术的深入发展将使以上复杂繁重的工作更为简单,通用的适宜山地景观生态研究的数据提取和具有景观生态空间信

息分析能力的 GIS 将更加完善。值得注意的是, 如何结合相应的属性数据提取山地景观生态研究所必须的空间数据, 从所生成的景观信息专题图中去提取那些具有生态学意义的隐含景观信息, 将是研究的重点。

3 山地景观生态研究的空间信息分析

在地球空间信息技术支持下山地景观的信息分析的方法和过程变得十分明晰。目前空间信息技术的应用着重在景观格局与过程, 景观动态与空间模拟、景观分类、景观生态评价、景观生态规划与设计等诸多方面。

3.1 景观格局与过程分析

山地景观空间格局是非生物的、生物的和人为因素包括地貌、地形、气候、各种干扰和过程共同作用的结果, 具有多层异质结构和空间缀块特征。格局影响过程且相互紧密联系, 关系十分复杂。不同因素在山地景观格局中所发挥的作用或影响随尺度而异, 其中地形、地貌及山地气候等环境特征表现为格局对过程大范围的制约, 在此基础上自然和人为干扰在各种尺度上的影响都十分明显。这表明山地景观生态研究的空间信息分析, 必须把格局与过程结合起来进行, 从格局到过程着重分析景观结构对生态过程的影响, 通过景观格局的变化来反映景观生态过程。格局与过程是山地景观生态信息分析的核心内容。

景观格局空间信息分析的目的是从看似无序的景观斑块镶嵌中发现潜在的有生态学意义的规律性^[10], 在确定山地景观空间构型时, 斑块密度、镶嵌度以及景观各要素类型的聚集点、聚集线或聚集体是空间信息分析的重要量度和内容, 在景观信息分析中, 诸多景观指数能够高度浓缩景观格局信息, 是重要的可供筛选的定量指标。线性法、网格法等信息论方法是除传统统计分析等方法之外的主要方法, 尤其是在 GIS 中采用栅格途径, 利用图像的网格像素信息可直接在二维空间中分析景观要素的分布。目前采用景观指标定量分析景观结构特征和变化的理论、方法和应用已成为景观生态学研究的核心, 其新的趋势是把传统的计算程序集成于地理信息系统中, 能够分析不同景观单元之间的距离、邻接性、连通度以及边缘效应, 可以进行景观结构对景观生态过程的敏感性分析和模拟, 以研究不同景观结

构对于生态过程的影响, 该技术在景观结构研究中的作用日益重要。例如曹燕丽等利用 TM 数据和 GIS 技术, 通过地形三维分析、景观制图从不同空间尺度分析五台山高山带景观特征, 得出五台山景观结构的十大特征^[11]。卢远等集成 GIS 和 RS 技术提取景观生态格局信息, 在 FRAGSTATS, ARC/INFO 软件支持下, 对桂西南典型喀斯特山区的景观格局进行定量分析, 提出采取综合措施进行生态重建^[12]。肖寒则借助遥感、地理信息技术, 分析了海南岛不同景观类型的空间分布和空间格局特征, 探讨了人类活动与景观结构之间的关系^[13]。

3.2 景观动态与空间模拟

在山地景观生态研究中, 研究景观动态的主要目的是发现、认识并运用景观变化规律, 保护自然环境、维持生态平衡。景观动态是指景观的过去、现状和未来变化趋势, 在同一变化中它包括景观空间和景观过程变化两个方面, 从景观变化的总趋势可以了解景观的稳定性、景观的抗逆性、景观恢复性及受干扰的程度。山地景观各主要要素中地貌要素是稳定的, 气候和植被对景观变化则具有周期性和异常性影响, 土壤对景观的变化可能相当剧烈, 森林砍伐、山区开发、土地利用、旅游发展等人类活动和洪水、火灾及病虫害灾害等自然影响可使山地景观改变。

在受到自然和人为干扰后, 山地景观可能产生较大范围的变化, 而这将对影响区域的生态环境。因此, 景观动态监测和模拟方面的应用研究日益受到重视, 而 RS 与 GPS 的结合将为这一方面的研究提供了连续的空间信息分析手段, 在此基础上进一步运用 GIS 建立各种空间模拟模型, 进行空间统计分析、景观要素的时空转换、计算机制图等有效的数据分析及处理手段, 将使地球空间信息技术的应用达到较高水平。例如岳文泽等利用 RS 和 GIS 技术研究了兰州市西固区在不同地貌形态上景观镶嵌体的数量特征变化特点, 应用分形结构模型模拟显示出人类影响较小的自然景观的复杂性高于人工景观^[14]。沙晋明等提出了以景观生态学分析和地物隶属关系分析为主, 对东南山区土壤景观制图, 并利用 3S 技术, 通过图形叠加、图形 - 影像叠加生成双因素、三因素叠加图, 反映了山区土壤景观变化^[15]。

由于景观的变化要求较为清楚地描绘景观空间位置的变化, 景观变化的空间信息源又是多样的, 模拟景观变化的模型研究越来越离不开 GIS 空间信

息分析, 目前从景观整体变化、景观分布变化、景观空间变化等诸多方面研究并建立了大量的模型, 尤其是景观空间变化模型可预测景观中要素变化量和变化的景观构型, 更需要采用遥感影像的矢量或栅格格式确定多种模型变量和各种复杂的空间信息分析及数学算法, 使空间信息分析与模拟变化模型的拟合紧密结合。各种景观变化动态模型的交融和空间信息共享已成为景观动态发展方向。

3.3 景观分类与景观生态评价

景观生态分类是景观格局与过程研究的基础和各种应用研究的前提, 分类以人与景观的相互作用为着眼点, 要求通过全球定位、遥感、地理信息系统、虚拟技术的有机结合, 对景观特征进行综合分析, 并强调景观的空间分析和空间模拟, 要求全球定位和遥感技术提供覆盖范围广、实时性强的影像信息, 经分析后可以解译不同的景观类型。因此, 地球空间信息技术在景观分类方面的应用日趋广泛和重要, 例如从 SPOT 影像的超高分辨率扫描仪以及其他具有较高分辨率的传感器的影像资料上可以分辨森林景观中的阔叶林、针叶林、混交林和主要优势组成树种的森林类型。通过对不同时段遥感影像的分类制图, 如 Bastian 应用遥感和地理信息系统对德国各州进行景观分类, 可详细描述各景观单元并分析未来景观发展变化^[16]。Mary 等采用陆地卫星 TM 信息和广义分类法绘制了美国俄勒冈西北山区森林景观特征图, 以利用空间数据进一步研究景观分类^[17]。

在山地景观生态研究中空间信息分析亦经常应用到景观生态评价诸多方面, 在不同尺度上也有更专门的应用, 其中生态系统综合评价 (integrated ecosystem assessment, IEA) 是分析和评价生态系统提供对人类发展具有重要性的生产及服务能力, 主要是对流域、黄土高原、草原、山地、湖泊、三角洲湿地等较大范围的空间进行评价。近年来, GPS、RS、GIS 以及计算机网络的一体化技术为山地景观评价提供了技术支持, 评价模型的应用相当广泛。例如应用 USGS 数据, Germino 采用 ARC/INFO 建立了属性数据库和评价模型而对美国落基山脉进行了全景模拟, 评价了景观的视觉特性^[18], 张晓丽等应用 3S 技术对北京市森林立地分类和立地质量进行评价, 通过对景观信息的综合分析, 编制立地质量评价图, 在分类和评价的基础上进行面向目标的动态决策^[19], 马荣华以 TM 遥感资料为信息源, 以 GIS 为工具提取生态因子信息, 并按景观生态类型对海南

岛进行生态环境评价, 分析了海南 1998 年的生态环境现状, 为其保护改善生环境制定决策依据提供了基础^[20]。

3.4 景观生态规划与设计

景观生态规划与设计是通过对原有景观要素的优化组合调整构建合理的景观格局, 使景观整体功能最优, 达到人类的经济活动与自然过程协同进化。3S 技术与其它计算机技术的综合应用, 使得多属性、大范围的景观空间信息分析和规划成为现实, 由于 3S 技术和计算机技术在景观生态研究中的广泛应用, 景观生态规划与设计日益系统化、科学化。以山地景观生态图作为山地景观生态规划的基础图件, 通过空间信息分析与模拟, 可以从整体把握景观的利用, 合理的优化配置资源。如 Vuilleumier 应用遥感和地理信息系统建立了生态网络规划和景观模型, 绘制景观生态网络图, 以分析人类活动对野生动植物分布的影响^[21], 而张惠远等针对西南喀斯特地区破碎化的景观特征和严重的水土流失状况, 利用空间信息处理技术, 采用适宜性评价与景观整体格局优化相结合的方法, 提出了维护整体生态质量与控制水土流失的防治相结合的山地景观生态规划、景观管理模式和景观保护策略^[22]。

4 问题与讨论

1. 山地景观生态研究应尽快与地球空间信息技术全面接轨。地球空间信息科学技术的迅速发展和应用, 势必为山地景观生态研究深入发展注入强大的活力, 实践表明该技术的应用, 不仅为山地景观研究提供了有效的技术手段和工具, 更重要的是综合的空间信息分析能力必将促进山地景观生态研究的迅速发展。

2. 山地景观生态研究应特别注意景观空间信息问题。零散的各类信息综合高效率的贮存、调用, 空间资料与特征资料的关联及可长期更有效的利用都是目前关注的问题, 但更应研究和探讨空间信息的属性、潜能、尺度、时空等特征, 尤其是信息源、信息处理、信息提取、尺度推绎以及空间信息与等级格局、过程、景观变化动态相关联系, 用信息论的大尺度观点, 组织和挖掘景观空间信息。

3. 山地景观生态研究应着重于景观空间信息分析。实践证明山地景观生态研究水平与景观空间信息分析能力相关, 山地景观生态研究与综合信息

分析技术紧密结合将从根本上改变传统分析论和方法论,大尺度和多尺度信息聚合和解聚,GIS和模拟模型的耦合都将大幅度地增加景观空间信息动态分析能力和生态学实用价值,解决大尺度上景观的空间异质性和复杂性问题。

4. 基于 3S 技术的山地景观生态研究应注意的两个问题:

(1) 尺度泛化的问题: 在这里将尺度泛化定义为,尺度泛化是指在研究某一物体或对象时所采用尺度的作用和性质不清或概念模糊,泛化地理解和应用尺度。目前有关时间和空间尺度、粒度和幅度、空间粒度和时间粒度、空间幅度和时间幅度、大尺度和小尺度、粗尺度和细尺度、单尺度和多尺度、以及景观尺度、绝对尺度、尺度选择、尺度转换、尺度推绎或跨尺度信息转换、尺度上推和尺度下推等概念,在理解和应用上的差距都可能使景观空间信息失真,其研究成果将丧失尺度性,应引起注意;

(2) 空间信息来源问题: 信息源是景观生态研究的基础,其来源和质量问题必然影响信息分析精度,尤其在研究景观变化动态时,往往要收集各种尺度信息,这些信息也就必然要经过验证,检验和筛选过程,否则将造成或引起较大的信息分析误差,影响研究成果的实际意义。

参考文献(References):

- [1] Chen Shupeng, Zeng Shan. Earth System Science and Geo-informatics. *Geographical Research*, 1996, **15**(2): 1~ 10. [陈述彭, 曾杉. 地球系统科学与地球信息科学[J]. 地理研究, 1996, **15**(2): 1~ 10.]
- [2] Li Deren, Li Qingquan. The Formation of Geospatial Information Science. *Advance in Earth Sciences*, 1998, **13**(4): 319~ 326. [李德仁, 李清泉. 论地球空间信息科学的形成[J]. 地球科学进展, 1998, **13**(4): 319~ 326.]
- [3] Chen Shengbo, SunYunsheng. The Geo-spatial Information Science. *World Geology*, 1999, **18**(18): 44~ 48. [陈圣波, 孙运生. 地球空间信息学[J]. 世界地质, 1999, **18**(18): 44~ 48.]
- [4] Li Deren. Spatial Information Science and Application—RS, GPS, GIS. Wu Han: Wu Han University Press, 1998. 2~ 154. [李德仁. 空间信息学及其应用——RS, GPS, GIS 及其应用[M]. 武汉: 武汉大学出版社. 1998. 2~ 154.]
- [5] Ma Ainai, Wu Lun, Chen Xiuwan, et al.. Development on Geographical information Science. *Geography and territorial Research*, 2002, **18**(1): 1~ 5. [马蔼乃, 邬伦, 陈秀万, 等. 论地理信息科学的发展[J]. 地理学与国土研究, 2002, **18**(1): 1~ 5.]
- [6] Fu Bojie, Chen Lixiang, Ma Keming, et al.. Landscape Ecology: Theory and Application. Beijing: Higher Education Press, 2001. [傅伯杰, 陈利项, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用[M]. 北京: 高等教育出版社. 2001.]
- [7] Wu Jianguo. Landscape Ecology: Concept and Theory. *Journal of Ecology*, 2000, **19**(1): 42~ 52. [邬建国. 景观生态学——概念与理论[J]. 生态学杂志, 2000, **19**(1): 42~ 52.]
- [8] Forman RTT. Land mosaic. London: Cambridge University Press, 1995, 112~ 315.
- [9] Li Weijuan, Zeng Hui. The Utilities of Remote Sensing Technique in Landscape Study. *Remote Sensing*, 2002, **6**(3): 233~ 238. [李韦娟, 曾辉. 遥感技术在景观生态学研究中的应用[J]. 遥感学报, 2002, **6**(3): 233~ 238.]
- [10] Wu Jianguo. Landscape Ecology: Pattern, Process, Scale and Hierarchy. Beijing: Higher Education Press, 2000. [邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社. 2000.]
- [11] Cao Yanli, Cui Haijing, Liu Hongyan, et al.. Remote Sensing Analysis of Alpine Landscape of Wutai Mts Shanxi Province. *Acta Geographica Sinica*, 2001, **56**(3): 297~ 305. [曹燕丽, 崔海亭, 刘鸿雁, 等. 五台山高山带景观的遥感分析[J]. 地理学报, 2001, **56**(3): 297~ 305.]
- [12] Lu Yuan, Hua Cui, Zhou xing. A study of Landscape Pattern in the Karst Mountainous Area Using RS and GIS. *Journal of Mountain Science*, 2002, **20**(6): 727~ 731 [卢远, 华瑾, 周兴. 基于 RS 和 GIS 的喀斯特山区景观生态格局[J]. 山地学报, 2002, **20**(6): 727~ 731.]
- [13] Xiao Han, OuYang ZY, Zhao Jingzhu, et al.. Analysis of Landscape Spatial Structure in Hainan Island. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, **21**(1): 20~ 27. [肖寒, 欧阳志云, 赵景柱, 等. 海南岛景观空间结构分析[J]. 生态学报, 2001, **21**(1): 20~ 27.]
- [14] Yue Wenzhe, Xu Jianhua, Ai Nanshan. Quantity Character Analysis and Fractal Model Study on the Mosaic Structure of the Landscape in a Mountainous Area—A Case Study in Xigu District of Lanzhou City. *Journal of Mountain Science*, 2002, **20**(2): 150~ 156. [岳文泽, 徐建华, 艾南山. 山区景观镶嵌体的数量特征分析与分形结构模型——以兰州山区西固区为例[J]. 山地学报, 2002, **20**(2): 150~ 156.]
- [15] Sha Jinning, Li Xiaomei, Shizhou, et al.. Monitoring and Mapping Soil Landscape in Southeast Mountains of China By GIS. *Journal of Mountain Science*, 2002, **20**(5): 578~ 582. [沙晋明, 李小明, 史舟, 等. 在 GIS 支持下的东南山区土壤景观监测与制图[J]. 山地学报, 2002, **20**(5): 578~ 582.]
- [16] Olaf Bastian. Landscape classification in Saxony (Germany) – a tool for holistic regional planning. *Landscape and Urban Planning*, 2000, **50**: 145~ 155.
- [17] Mary Pax Lenney, Curtis E, Woodcock, et al.. Forest mapping with a generalized classifier and Landsat TM data. *Remote Sensing of Environment*, 2001, **77**: 241~ 250.
- [18] Matthew J, Germinoa, William A, et al.. Estimating visual properties of Rocky Mountain landscapes using GIS. *Landscape and Urban Planning*, 2001, **53**: 71~ 83.
- [19] Zhang Xiaoli, You Xianxiang. Application of 3S Technology to Forest Site Type Classification and Site Quality Evaluation in Beijing. *Remote Sensing*, 1998, **2**(4): 292~ 297. [张晓丽, 游先

- 祥. 应用“3S”技术进行北京市森林立地分类和立地质量评价的研究[J]. 遥感学报, 1998, 2(4): 292~ 297.]
- [20] Ma Ronghua, Hu Mengchun. Assessment of The Ecological Environment in HaiNan Island Based on RS and GIS. *Tropical Geography*, 2001, 21(3): 198~ 201. [马荣华, 胡孟春. 基于 RS 与 GIS 的自然生态环境评价——以海南岛为例[J]. 热带地理, 2001, 21(3): 198~ 201.]
- [21] Sé verine Vuilleumier, Roland Pré laz-Droux. Map of ecological networks for landscape planning[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2002, 58: 157~ 170.
- [22] Zhang Hui Yuan, Wang Yanglin. Apractical Approach of Ecological Planning of Mountain Landscape——A Case Study of KARST Mountain Areas of Southern-western China. *Journal of Mountain Science*, 2000, 18(5): 445~ 452. [张惠远, 王仰麟. 山地景观生态规划——以西南喀斯特地区为例[J]. 山地学报, 2000, 18(5): 445~ 452.]

Montane Landscape Ecology Research based on Geomatics

GUO Luo and YU Shi-xiao

(School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275 China)

Abstract : The technique of geomatics, being capable of getting and analyzing spatial information, has been used to manage and process spatial and attribute data comprehensively. Its application is closely related to landscape structure, landscape dynamics, landscape classification, landscape assessment and landscape planning in landscape ecology. In this paper, the contents and method of its application to montane landscape ecology were reviewed. In addition, the problems and limitations of its application were also discussed.

Key words : montane landscape ; geomatics; landscape ecology; 3S technique