

文章编号: 1007-4619(2006)04-0531-06

# 冲击指标应用于保安林地人为冲击之研究

钟玉龙, 吕明伦

(屏东科技大学 森林系, 中国台湾 屏东)

**摘 要:** 保安林分布遍及全台湾省,但在自然与社会环境的变迁下,民众对土地资源需求日益迫切,区外保安林常遭非法使用,因此如何有效地订定经营决策,为经营者应正视之问题。本研究以垦丁公园辖区之区外保安林为研究范围,利用 1993 与 2001 年 SPOT 卫星遥测影像为材料,并用监督性分类法中之最大似法进行影像分类,建立都市、森林、农耕地等 3 种土地利用类型,分类结果提供监测 1993 至 2001 年间保安林之土地变迁。此外保安林地受人为之冲击评估乃采用分类之结果与地理信息系统之空间分析技术,配合保安林地之开发地成长率、农耕地开垦率及保安林地受人为潜在开发率等冲击指标,评估垦丁公园境内各编号保安林所受到的人为冲击。研究结果显示,共有 8 处保安林所受之冲击最为严重,值得管理者加以重视。

**关键词:** 遥感; 分类; 土地利用; 空间分析

**中图分类号:** X719/TP79 **文献标识码:** A

## Applying Impact Index to Assessing the Human Impact of Protection Forest

Yuh Lung Chung Ming Lun Lu

(Department of Forestry, Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan, China)

**Abstract:** The protection forest lands are distributed scattering among the island in Taiwan, its function in safeguarding the territory is very important. In recent years, because the nature and social environment change quickly, people need more and more land resource; therefore the protection forest land was illegal lyused by the people usually. The purposes of this study are to use remote sensing data to detect the human impact on the protection forest of Kenting Park from 1993 to 2001. Remote sensing data has been used (1993 and 2001 SPOT XS) to establish the land-use database and ancillary with The Bureau of Forestry's protection forest database as the data input of the study. Moreover we used impact indicators of land resources and GIS spatial analysis tools to measure the percent urban growth metric, percent farm growth metric, and percent human impact metric on these protected forest. The result showed that 8 protection forests have serious human impact and attentions should be paid by the manager.

**Key words:** remote sensing; classification; land use; spatial analysis

### 1 引 言

保安林编列范围广阔并遍及全台湾省,自设立以来对于国土保安与民众之生命财产具有明显之益助,但随着时光之流逝,林地常有变迁的现象,如山

坡地违规滥垦、滥建与超限利用等情形<sup>[1]</sup>,因此如何有效地订定经营决策,为经营者应正视之问题。

遥感探测 (remote sensing, RS) 有利于观测大尺度的土地面积,以便量化空间结构的差异性。遥测信息已可提供较佳的空间解析力及时间解析力,有助于同地区的变迁量测,欲达到此一目的,必须具备

收稿日期: 2005-08-15; 修订日期: 2005-10-25

作者简介: 钟玉龙 (1956—), 男, 博士, 1999 年毕业于台湾大学森林学研究所。现任屏东科技大学森林系副教授。主要从事森林经营管理与自然资源遥测探勘之相关研究。E-mail: cly@gisfore.npust.edu.tw; lain@gisfore.npust.edu.tw.

充足的空间信息加以支持,而卫星影像正可提供此方面所需的可靠信息。目前有许多各式各样的卫星传感器涵盖了完整的空间与时间解析力信息,在环境监测研究上给予良好的监测工具<sup>[2]</sup>。

土地经营之相关信息包括时间性与空间性,不但数量庞杂且格式多样,在数据搜集与处理上往往费时费力,但由于地理信息系统(geographic information system, GIS)的迅速发展,空间分析的技术更趋成熟,在土地资源利用经营上,作一整合存取分析之系统应用日广,如都市发展模拟计划<sup>[3]</sup>;自然保护区、生育地受干扰之评估<sup>[4,5]</sup>;山崩地之危害程度划分等研究<sup>[6]</sup>,因此 GIS 与 RS 遂成为土地资源经营管理上的有力工具。

垦丁公园具有南台湾特殊景观,为全台湾最具吸引力之旅游据点之一,在游客人数日益增加的情况下,该地区经济效应将益形提升,都市扩张之效应势必急遽增大。本研究以垦丁公园辖区之区外保安林为例,应用多时期卫星遥测信息为材料,透过 GIS 之空间分析技术探讨 1993 至 2001 年期间保安林地受人为开发所造成之冲击,用以了解区外保安林之经营现况,并指出受人为开发造成冲击较严重之保安林,提供具有研拟保安林经营管理决策之参考依据。

## 2 材料与方法

### 2.1 研究区概述

本研究区为垦丁公园辖区内(图 1),经由主管机关编列设置之区外保安林,其范围内之分布共计 7 个编号、29 个区块保安林。研究区域内地形以低山及丘陵台地为主,而最高峰老佛山海拔高度为

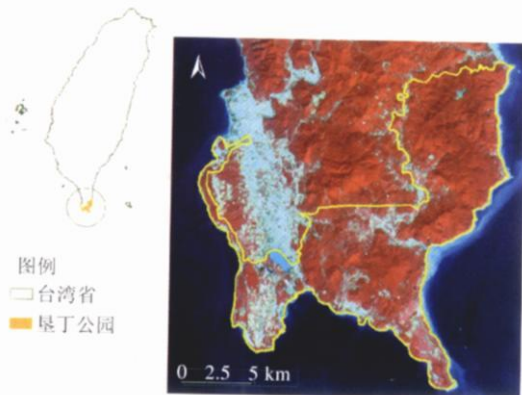


图 1 研究区 垦丁公园

Fig 1 Study area Kenting Park

674m。其地势大体上以 200 号县道及台 26 号省道划分为 3 部分。屏 200 号县道以北,港口溪以东地区,除港口溪两岸之长乐、满州一带为一河谷平原外,全部为低山丘陵绵延,如太平山、南仁山、埤亦山等,海拔高度约在 500m 左右,坡度多在 30% 以上,系属中央山脉之余脉。屏 200 号县道以南,台 26 号省道以东,属珊瑚礁石灰岩台地,海拔高约 200m,坡度以 25%—30% 之间者居多。

### 2.2 研究材料

#### 2.2.1 保安林检订及清查成果资料

由“林务局”办理全台每个区内、区外编号保安林检订及清查成果数据,以作为建立研究区域中各编号保安林图层与属性数据之地理数据库。

#### 2.2.2 卫星影像数据

本研究选用 1993 年 10 月 29 日与 2001 年 10 月 13 日之两期 SPOT XS 卫星影像,含绿光、红光、红外光三个波段,每一个像元点的解析力经由太空遥测中心处理后为地面 12.5m × 12.5m。

#### 2.2.3 地真资料

以 1994 年与 2002 年“林务局”农林航空测量所出版,比例尺为 1:5000 之像片基本图数值文件,作为卫星影像分类与精确度评估时之地面真实参考数据。

### 2.3 研究方法

#### 2.3.1 保安林地理数据库之建立

数据库的建立为森林经营一项基础而重要的工作,本研究以保安林编定之适宜性及经营管理良窳为前提之下,配合林务局办理全台每个编号保安林检订及清查成果数据,利用 GIS 软件 ArcGIS 8.1 为工具,建置保安林地理数据库,其中包含保安林图形数据及属性数据。建立一套完整的台湾省内、区外保安林地理数据库,除了提供可行管理方式之相关信息外,并可透过空间分析之原理,了解保安林之经营现况。

#### 2.3.2 卫星影像分类

本研究以垦丁公园之辖区为例,采用 1993 与 2001 年两时期的 SPOT XS 卫星影像为材料,并采 ERDAS Imagine 软件之影像分类功能,配合航空照片判释之结果选取训练样区,以监督式分类法中常用的方法——最大似然分类法进行影像分类。影像分类完成后,依据所搜集的地面真实现况参考数据,评估分类后影像的精确度,利用误差矩阵、全影像总

体精确度及 kappa 值<sup>[7,8]</sup>, 分别检测各分类别及总体分类之准确度。

### 2.3.3 保安林地资源利用冲击之评估

欲估测垦丁公园辖区之区外保安林地因人为开发之冲击, 本研究以 GIS 作为空间分析之工具, 经由 SPOT 卫星影像分类后所获得之各个土地利用类型, 计算 1993 至 2001 年间, 各编号保安林地资源受下列 3 种指标冲击所造成之流失, 指标演算分述如下:

开发地成长指标 (%) :

$$\frac{1993 \text{ 至 } 2001 \text{ 年森林转变为开发地之面积}}{1993 \text{ 年森林地面积}} \times 100\%$$

本指标可计算保安林之土地利用类型受人为冲击影响转变为开发地之比率。

农耕地开垦率指标 (%) :

$$\frac{1993 \text{ 至 } 2001 \text{ 年森林转变为农耕地之面积}}{1993 \text{ 年森林地面积}} \times 100\%$$

垦丁地区农作物产量是该地区重要的经济来源之一, 为评估各编号保安林遭受到农耕地开发及滥垦等非法垦植行为之影响而造成林地的流失, 本研究采用农耕地开垦率指标推估保安林地转变为农耕地之发展趋势。

保安林地受人为潜在开发率指标 (%) :

$$\frac{1993 \text{ 至 } 2001 \text{ 年森林潜在开发之面积}}{1993 \text{ 年森林地面积}} \times 100\%$$

区外保安林多处于人为活动频繁之区域, 本研究利用 GIS 之环域分析 (buffer), 产生 2001 年新成长开发地面积之环框, 以其边界为起始, 间距向外扩大 100m 环框范围, 将 1993 年森林地类型与环框进行套叠, 推估环框范围内森林地之潜在开发面积。

## 3 结 果

### 3.1 保安林地地理数据库之建立

依保安林检订及清查成果资料, 可获得全台湾之保安林分布, 经由地理统计可得知各保安林种类之座落位置, 以及其所涵盖之面积多寡, 保安林种类如图 2 所示, 以水源涵养林占大多数, 约 61.5%; 次为土砂捍止林, 约 29.0%。因林地在水源涵养的功能上占有极重要地位, 利用森林的功能让水资源的使用上有所保障。

### 3.2 卫星影像分类

影像分类工作系针对垦丁公园 1993 与 2001 年两期 SPOT 卫星影像进行分类, 依据小面积、多样区之原则选取训练样区, 并给予各类别合适之土地利

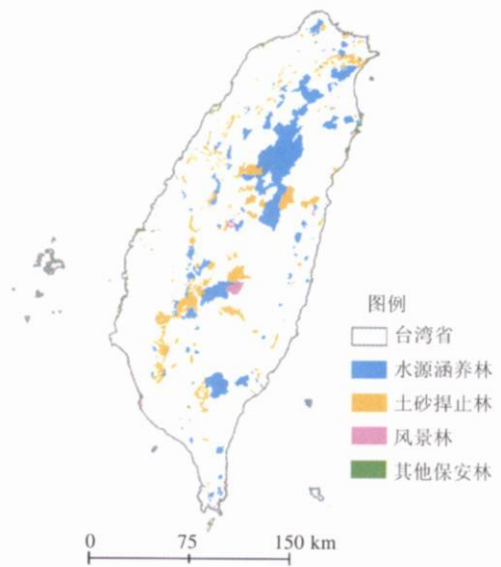


图 2 台湾省保安林之分布图

Fig 2 Distribution of protected forest in Taiwan

用型态, 再依研究之目的之所需, 将同类型土地利用之类别建立开发地、森林、农耕地等 3 种类别。

为评估分类结果之准确度, 本研究依据现场 GPS 定位资料以及像片基本图选取检核点, 共取 4 种土地利用型之检核点 814 个, 以误差矩阵、全影像总体准确度及 kappa 值, 分别检测影像分类后之准确度, 其结果见表 1。

表 1 分类影像之准确度评估

Table 1 Accuracy assessment results of the classification for 1993 and 2001

	1993	2001
全影像总体精度 %	90.92	91.51
平均漏授 %	89.33	90.90
平均误授 %	85.61	86.97
kappa 系数	0.80	0.82

研究区域内区外保安林空间分布数据之建立, 乃利用保安林检订及清查成果数据所建置之全台保安林数据库, 切取垦丁公园辖区内之区外保安林分布。因 SPOT 卫星影像之空间解析力属于中级解析力 (12.5m × 12.5m), 部分保安林之面积较小, 其分类结果之准确度有限, 因此未避免造成这些保安林产生巨大之误差, 本研究筛选出面积小于 15hm<sup>2</sup> 之保安林, 共计 9 处保安林将不进行冲击评估。如图 3 所示, 依据 20 处保安林进行冲击评估。

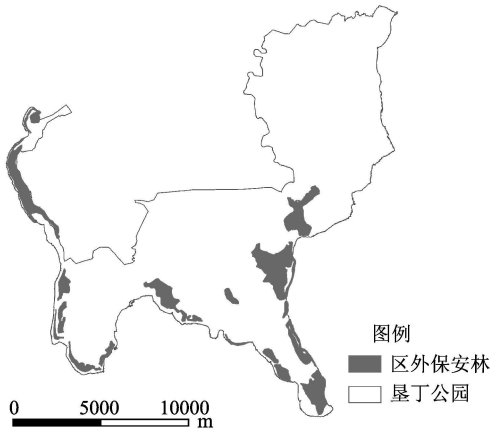


图 3 研究区之区外保安林分布图

Fig 3 Distribution of protected forest in study area

### 3.3 保安林地资源利用冲击之评估

本研究以 GIS 作为遥测影像之空间分析工具, 表 2 提供了 1993—2001 年间, 共 29 个编号保安林地资源利用冲击指标统计总表, 可作为每一编号保安林所受冲击大小之基准, 由表中可知开发地成长率平均为 50.4%。垦丁地区近年来因游憩需求, 促使土地利用变迁情形频繁, 故探讨其森林资源之演变, 系不可忽视的重要课题。垦丁公园欲提升旅游之经济效应, 在 1996 年第一次通盘检查中, 预计至 2001 年游客人数达成 4500000 人次, 因而将扩大各项交通设施, 如南北第 2 高速公路开辟, 西部滨海公路拓宽改善, 恒春机场设备改善及后壁湖游艇港辟建等交通系统之完成建设, 因此在各项设施兴建的同时, 将间接地对自然资源造成影响。

表 2 各保安林地资源利用冲击指标之摘要统计  
Table 2 Summary of impact indicator statistics for protected forest

	开发地成长 %	农耕地开垦率 %	保安林地受人为 潜在开发率 %
平均值	50.4	24.3	37.2
极小值	1.2	0.7	3.1
极大值	87.4	96.8	90.6
中值	60.8	18.7	28.6

以下针对各类型冲击指标分别探讨保安林地之变迁情形。

#### 3.3.1 开发地成长率指标

图 4 显示出各编号保安林在 1993 至 2001 年期

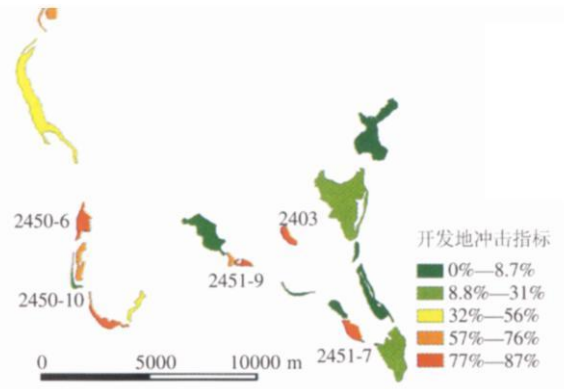


图 4 开发地成长率指标

Fig 4 Building growth ratio distribution of protected forest land

间开发地成长率指标, 图中红色区域为开发地成长最为明显之处, 其中包含编号 2403, 2450-6, 2450-10, 2451-7 及 2451-9, 其成长百分率高达 77%—87%。在非法占地频传的情况下, 保安林违规占有之情形颇值得管理单位加以留意。此外浅绿色区域为开发地成长较不显著之处, 其成长百分率只提高 8.7% 以下, 其中部分编号保安林边界趋近于“生态保护区”之中, 此分区受管制较严谨, 人为开发情形较不明显。

#### 3.3.2 农耕地开垦率指标

农业的发展直接影响台湾人民的耕作方式, 但因非法垦植行为, 也相对间接影响了自然资源之利用。图 5 显示出了各编号保安林在 1993—2001 年期间、保安林受农业政策及其他主客观因素的影响所造成林地流失之指标, 红色区域为人为活动旺盛、林地流失最为严重之处, 其中包含编号 2450-8, 此处保安林约 29%—68% 之林地面积改变为农耕地, 此编号保安林正处于开发地成长率指标属于红色区域范围之编号 2450-6 与 2450-10 保安林边缘地带。

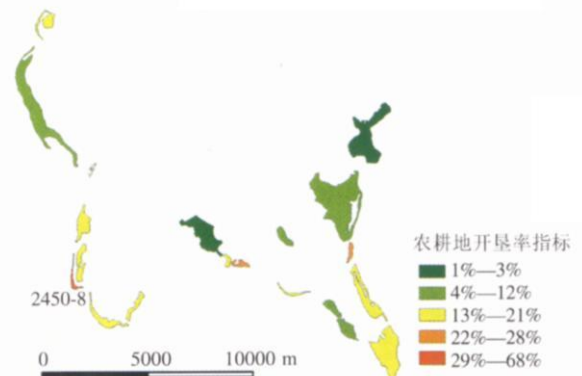


图 5 农耕地开垦率指标分布图

Fig 5 Fam growth ratio distribution of protected forest land

### 3.3.3 人为潜在开发率指标

森林为一重要之天然资源,若森林受人为开发之影响而呈现逐渐减少的状态,势必涉及野生动物的栖所与永续性的经营管理。垦丁公园辖区内之区外保安林多处于人为活动频繁之区域,其边界常隐藏着极大的潜在开发压力,图 6 显示各编号保安林在 1993—2001 年期间保安林受人为潜在开发所造成林地流失之指标,红色区域之保安林包含有编号 2450-8, 2450-10, 2451-8 及 2451-3 等,这些保安林区块受人为潜在开发将近有 71%—91%。

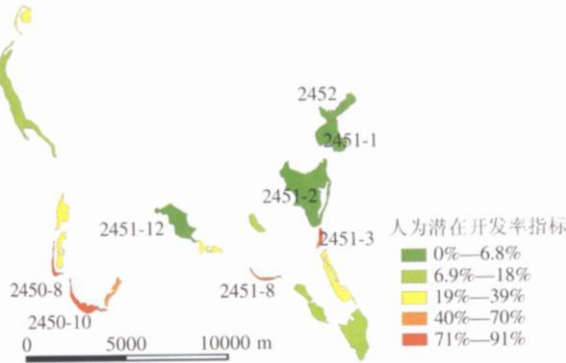


图 6 人为潜在开发率指标分布图

Fig 6 Human impact area distribution of protected forest land

编号 2450-8, 2451-3 及 2451-8 等 3 个保安林,如图 4 所示,其开发地成长率指标虽皆为浅绿色范围,但这些保安林区块之特性具有下列相同之二特性之一,即其外观形状皆为狭长型或开发地发展情形较为零散,由此结果可知,狭长型之区块其边缘受人为干扰之影响较为明显,且开发地分布零散之地区受人为潜在开发之情形较为严重。编号 2451-1, 2451-2, 2451-12, 2452 (图 6) 之开发地成长率指标及保安林地受人为潜在开发率指标

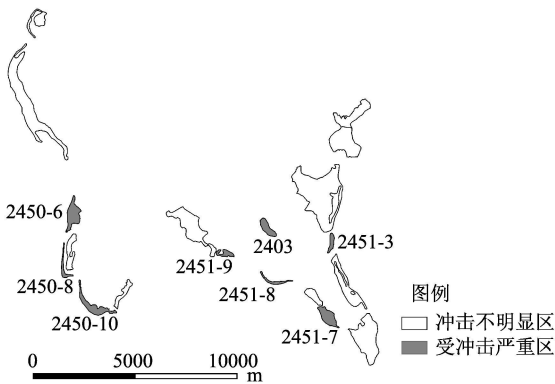


图 7 保安林地冲击严重之区域分布图

Fig 7 Serials impact area distribution of protected forest land

皆属于较低的状态,这些保安林之海拔高度约 450m 左右,地理位置皆属于山区之地段,因此人烟罕至,其土地资源维护情况良好,受人为活动的影响较不明显。

综合以上 3 种保安林地资源利用冲击指标评估结果可得知,编号 2403, 2450-6, 2450-8, 2450-10, 2451-3, 2451-7, 2451-8 及 2451-9 等 8 个保安林受人为冲击之影响最为严重 (图 7)。

## 4 讨论

本研究应用 SPOT 卫星遥测信息所建立之保安林地利用数据库,除可进行保安林受人为冲击与地景变迁之监测,亦可透过上述之 3 种冲击指标之分析,迅速了解保安林地利用类型在不同时期多样化的转变情形,且藉由各种土地资源利用之主题图层与空间结构之量化,可确切地找出土地资源受人为冲击之所在,故本研究将这些冲击指标统称为“保安林地资源利用冲击指标”。

在都市扩张之效应下,人为所造成之冲击亦呈现多样化,保安林地资源利用冲击指标即可针对研究目标之不同,监测各种不同土地利用类型在长期演变下,彼此间之转移过程,如前文所述开发地成长与农耕地开垦率指标,即利用不同种类之土地利用类型,了解研究区域在长期间遭受人为干扰之程度;保安林地受人为潜在开发率指标,即针对森林之核心区域,评估研究区域在长期间下,危及森林资源之潜在范围,有助于资源维护之永续性发展。保安林地资源利用冲击指标虽可实时监测土地资源利用之现况,但前提之下需具备较完整性的土地利用数据库,而本研究将卫星遥测信息与 GIS 地理空间分析技术加以整合,即可支持此监测模式,如此在信息充足的情况下,透过简易的监测模式,将可进行大尺度之土地经营管理。

研究区域尺度大小的问题对于地理空间分析亦相当重要,在不同尺度的边界范围进行研究,其结果会产生明显之差异,因此研究区域之选择需有一确切的地景单元<sup>[9]</sup>,如都市规划区域、行政区、林班、集水区等行政边界,如此对于土地资源利用冲击指标的分析皆可做合理性的探讨,因此本研究所分析之地景单元,则选择垦丁公园辖区之区外保安林。此外保安林地资源利用冲击指标之监测模式并非只依赖某项单一指标计算,即可获得完整之监测目的,该模式必须搭配其他不同之土地利用类型分析<sup>[10]</sup>,

例如在都市扩张之冲击下, Hasse 与 Lathrop 利用 4 种不同之土地利用类型, 配合都市成长之分析, 用以了解美国新泽西州土地型态转变迅速之原因, 研究结果更能掌握人为冲击与资源利用之相互关联性<sup>[11]</sup>。

## 5 结 论

台湾在自然环境特殊情况下, 保安林始终扮演着国土保安和维护公共利益的重要角色, 为探讨保安林地资源利用之冲击, 本研究以遥测信息与 GIS 空间分析技术, 配合保安林地资源利用冲击指标, 评估垦丁公园辖区内各区外保安林所受到的人为冲击影响, 包括开发地成长率、农耕地开垦率及保安林地受人为潜在开发率等三大指标。研究结果显示 1993 至 2001 年间, 编号 2403, 2450-6, 2450-8, 2450-10, 2451-3, 2451-7, 2451-8 及 2451-9 等 8 个保安林受到人为冲击影响最为严重。依据保安林地资源利用冲击指标之评估, 可了解土地利用类型之转移情形, 对于受冲击程度较为严重之保安林, 有必要加强经营管理与监测工作, 以提升保安林经营准则之执行效率。

**致 谢** 本文承中国台湾“行政院”农业委员会计划 94 农科-11.4.1 科-a3(1) 补助购置卫星影像经费及中国科学院遥感应用研究所主办、云南大学及北京师范大学遥感与地理信息系统中心协办的“2005 海峡两岸遥感研讨会”邀请参加研讨, 特此致谢。

## 参 考 文 献 (References)

- [ 1 ] Forestry “Bureau”. Management of Protect Forest Land Report Forestry “Bureau” [ R ]. 2000. [ “行政院”农委会林务局. 各县市政府经营管理之区外保安林检讨管理计划执行报告 [ R ]. 2000. ]
- [ 2 ] Jensen J R. Cowen D C. Remote Sensing of Urban Suburban Infrastructure and Socio-economic Attributes [ J ]. Photogramm. Eng. Remote Sensing, 1999, 65 (5): 611-622.
- [ 3 ] Cheng J. Masser I. Urban Growth Pattern Modeling: a Case Study of Wuhan City, China [ J ]. Landscape and Urban Planning, 2003, 62: 199-217.
- [ 4 ] Heit M. Shortreed A. GIS Applications in Natural Resources GIS World. Inc. Fort Collins Colorado, 1991.
- [ 5 ] Rossi F. Kuitunen M. Ranking of Habitats for the Assessment of Ecological Impact in Land Use Planning [ J ]. Biological Conservation, 1996, 77: 227-234.
- [ 6 ] Barredo J. Benavides A. Hervas J. et al. Comparing Heuristic Landslide Hazard Assessment Techniques Using GIS in the Tinajana Basin, Gran Canaria Island, Spain [ J ]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2000, 2 (1): 9-23.
- [ 7 ] Congalton R G. Story M. Accuracy Assessment: A User’s Perspective [ J ]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1986, 55 (9): 1303-1309.
- [ 8 ] Congalton R G. A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data [ J ]. Remote Sensing of Environment, 1991, 37: 35-46.
- [ 9 ] Openshaw S. The Modifiable Areal Unit Problem. Norwich (UK): CATMOG38 Geoabstracts, 1984.
- [ 10 ] Openshaw S. Ecological Fallacies and the Analysis of Areal Census Data [ J ]. Environment and Planning, 1984, 16: 17-31.
- [ 11 ] Hasse J E. Lathrop R G. Land Resource Impact Indicators of Urban Sprawl [ J ]. Applied Geography, 2003, 23: 159-175.