

# 土地利用/土地覆被时空分布 100 年数字重建 ——以大庆市杜尔伯特蒙古族自治县为例

白淑英<sup>1</sup>, 张树文<sup>2</sup>, 张养贞<sup>2</sup>

(1. 南京信息工程大学遥感学院, 南京 210044;

2. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130012)

**摘要:** 长时间序列的土地利用/土地覆被数据是开展全球变化、可持续发展及生态安全等各项研究的重要基础。然而, 早期的土地利用/土地覆被数据, 特别是卫星遥感数据出现之前的土地利用/土地覆被信息通常很难获取。利用 TM、MSS 遥感影像数据和地形图、气候、地质、地貌、土壤、植被、水文等自然环境背景图件以及数据, 社会经济统计数据等多源数据, 选择大庆市杜尔伯特蒙古族自治县作为典型案例区, 在 GIS 技术支持下建立了土地利用/土地覆被数字重建模型, 再现了典型研究区 20 世纪 30 年代和 50 年代土地利用/土地覆被空间分布状况。通过野外调查和历史文献资料对土地利用数字重建结果进行精度评价并初步得到以下结论: ① 采用逐个图斑跟踪记录的方法对研究区各个时期土地利用/覆被变化的敏感性进行分析, 有利于揭示区域土地利用/土地覆被变化的规律; ② 在定量、定位分析环境背景对土地利用/土地覆被分布及其变化的影响基础上, 综合判断各种土地利用/土地覆被分布概率, 其结果可为土地利用数字重建提供依据; ③ 对 1:10 万地形图提取土地利用信息的可行性与可信度分析表明, 地形图中土地利用信息完全能够达到一级土地利用分类精度, 同时疏林地、灌木林、沼泽地、盐碱地、沙地等二级分类信息也能获取。

**关键词:** 土地利用; 土地覆被; 历史时期; 数字重建; 大庆

## 1 引言

历史数据是建立全球环境变化模型的关键所在, 由于气候系统变化的滞后效应, 只有建立长期的土地利用驱动力模型, 才能加强综合的环境评估和预测, 全球环境变化模型的建立需要几十年海量数据支持, 为此, 建立了全球的历史数据库 (HYDE)。目前数据库中数据时间范围已经延伸到 1700~1995 年<sup>[1]</sup>。该数据库重点是对过去 300 年的土地利用变化进行评估, 土地利用数据作为 HYDE 数据库的重要组成部分, 不仅要求是定量的而且要求是定位的。如何数字重建没有遥感信息时期的土地利用/土地覆被空间分布数据则是 HYDE 数据库完善面临的挑战。

遥感信息因为具有周期性、现实性、宏观性和系统性方面的优势, 在土地利用与土地覆被状况调查中得到了广泛的应用<sup>[2]</sup>。但在 1972 年陆地卫星未获取遥感图像数据以前, LUCC 数据的采集受条件的限制, 其空间数据基本上都是从历史调查和统计资料中获取, 有时结合有关的地形图、土地利用图等, 也可以利用航空遥感资料来取得有关数据<sup>[3]</sup>, 但对于大范围的区域研究, 航空遥感资料不仅特别昂贵, 而且其工作量相当大。于是深入研究土地利用数字重建方法成为长时期土地利用与土地覆被动态变化研究迫切需要解决的关键问题。

收稿日期: 2006-09-28; 修订日期: 2006-12-22

基金项目: 南京信息工程大学科研基金项目 (QD44) [Foundation: Supported by scientific research fund of Nanjing University of Information Science & Technology, No.QD44]

作者简介: 白淑英 (1973-), 女, 蒙古族, 内蒙古人, 博士, 研究方向为遥感与地理信息系统在资源环境中的应用研究。

E-mail: baishu-ying@163.com

国外土地利用数字重建研究比较典型的有 Houghton 创建的分析陆地碳的储存量对土地利用变化的反应的 OBM 预测模型, 对土地扩张过程进行跟踪研究<sup>[4-6]</sup>; Esser 利用栅格数据模拟了土地利用变化<sup>[7]</sup>; Richards and Flint 提出了一个扩展的模拟历史土地利用变化的研究方法, 并模拟了东南亚地区 1880~1980 年的历史土地利用变化<sup>[8]</sup>。Loveland and Belward 通过统计数字中耕地的百分比表示元胞值的方法, 研究了历史土地利用变化<sup>[9]</sup>; Ramankutty 提出了一个详实的研究重建土地利用的方法, 以当前从遥感影像获取的土地覆盖和历史资料为依据, 重建了从 1700~1992 年的全球历史耕地覆盖的变化<sup>[10]</sup>; IGBP 数据信息系统 (简称 DIS) 根据各个专家研究成果, 研究全球 300 年人口密度、耕地、草地等的分布及其土地利用变化的情况。Kees Klein Goldewijk 对全球 300 年土地利用变化进行评估<sup>[1]</sup>; 国际系统应用研究所于 1995 年启动了“欧洲和北亚土地利用 / 覆被变化模拟”的项目, 旨在分析 1900 年到 1990 年该区域的土地利用 / 覆被变化的空间特征、时间动态和环境效应<sup>[11]</sup>。

国内土地利用数量数据重建研究有: 封志明等对 1949~2003 年不同时期不同来源的耕地数据系列进行分析, 刻画 1949 年以来中国耕地资源数量变化的趋势和特征<sup>[12]</sup>。葛全胜等利用清代文献资料中田亩数据研究了 300 余年以来我国内地 18 省耕地资源的时空变化特点<sup>[13]</sup>。并对 20 世纪前、中期中国农林土地利用变化及驱动因素分析<sup>[14]</sup>。国内土地利用空间数据重建研究有: 赵杰、赵士洞等借助参与性农村评估方法, 以科尔沁沙地东南部尧勒甸子村为例, 对小尺度区域的土地利用变化进行初步研究。绘制出一系列尧勒甸子村建国以来各个时代的土地利用图, 重建了 50 年来的土地利用变化过程<sup>[15, 16]</sup>。匡文慧等利用遥感数据、1954 年与 1976 年地形图数据以及 1930 年新京功能分区图和新京现状图、1898 年旧城区轮廓图, 重建了 1900 年以来长春市土地利用空间扩张过程<sup>[17]</sup>。颜耀文、王乃昂等采用历史地理学研究方法, 通过对历史文献、文物考古资料、数字遥感影像、地图资料和实地考察访问资料的综合分析, 基本恢复了汉代、魏晋、明代、清代四个时期民勤绿洲的空间分布状况<sup>[18]</sup>。

近年来土地利用数字重建研究取得了一些成果, 但有些研究只注重土地利用的数量重建; 有些基于空间分布的研究, 但未能形成一定精度的土地利用空间分布数据; 有些研究形成一定精度的空间数据, 但空间尺度过小, 不能被广泛应用。土地利用数字重建仍有待于深入的研究。

## 2 研究区域数据与处理方法

### 2.1 研究区域特点

杜尔伯特蒙古族自治县位于黑龙江省西南部, 介于北纬 45°53'~47°08' 和东经 123°45'~124°42' 之间<sup>[19]</sup>。地处中纬度, 属温带大陆性季风气候。地处松嫩平原腹地, 嫩江之滨, 占据这一大平原最低平的部分, 地势平坦开阔, 起伏不大。平均海拔高度 135~145 m, 从北向南略倾斜, 总面积 59.90 万  $\text{hm}^2$ 。研究区位于我国北方典型的农牧交错带上, 是东北西部典型草原中的典型地区。原以典型草原为主的牧区, 在清光绪三十年 (1904 年) “蒙旗地开放” 汉族的移入, 土地被大量垦殖, 开始了它的农耕史, 农业开发较晚<sup>[19]</sup>。而其农业发展历史, 就是牧区被开垦为耕地, 从以牧业为主的生产方式发展成为农牧交错的生产方式的历史<sup>[20]</sup>。研究区从“蒙旗地开放”到现在也不过是一百年的农业开发史。因此从有大量人类活动开始的百年尺度上, 研究其土地利用变化, 有利于明晰土地利用 / 覆被变化与人类活动的关系。可以揭示在人类活动影响下土地利用 / 土地覆被变化的完整过程, 有利于弄清作为生态环境脆弱的农牧交错带在人类开发过程中环境演变过程。

### 2.2 数据来源及其处理方法

本研究的数据来源包括遥感数据、地形数据、各种专题图、社会经济统计数据、调查数据等。遥感数据主要包括 1988 年、1996 年、2001 年 7、8 月份的美国 Landsat/TM 影像数据，1976 年的 8 月份 MSS 影像数据；1963 年航空相片 (45 张，用于重建精度检验)；1976 年 (1:10 万, 1:5 万)、1954 年 (1:10 万)、1934 年 (1:10 万, 1:5 万) 三个时期的地形图数据；自然环境背景数据主要有土壤、水文、植被、地貌等专题地图数据；社会经济数据主要有人口数据和主要社会经济指标数据。各数据均由空间数据和属性数据构成，并统一经过空间化处理，统一采用北京 1954 坐标系高斯—克吕格投影。

1988 年、1996 年、2001 年土地利用状况数据由 TM 影像目视解译方法获取；1976 年是由 MSS 影像目视解译并用 1:10 万, 1:5 万地形图辅助方法获取；土地利用动态数据在 GIS 支持下空间分析获得。

## 3 土地利用数字重建模型

### 3.1 模型思路

土地利用数字重建是通过多源数据综合形成土地利用空间数据的研究，根据可以获取的数据，有三种途径，第一，根据当时的历史图件 (地形图、各种专题图)，对土地利用 / 覆被空间分布信息进行提取；第二，通过自然环境背景数据和社会经济数据对当时的土地利用空间分布的可能性进行判断；第三，通过有遥感信息以来的土地利用动态变化规律，对当时的土地利用空间分布状况进行模拟<sup>[21]</sup>。土地利用数字重建具体流程如图 1。

### 3.2 土地利用数字重建模型结构与功能

土地利用 / 覆被数字重建模型包括敏感区分析子模型、空间分析子模型、土地利用分布概率子模型、空间布局子模型四个部分<sup>[22-24]</sup>。

首先由空间分析子模型、敏感区分析子模型、土地利用分布概率子模型产生耕地和非耕地分布的空间约束条件；然后根据各类土地利用的空间约束条件，对土地利用进行空间布局输出土地利用图。模型模拟过程如图 2。

#### 3.2.1 敏感区分析子模型

敏感区分析子模型相当于土地利用动态变化监测子模型，它

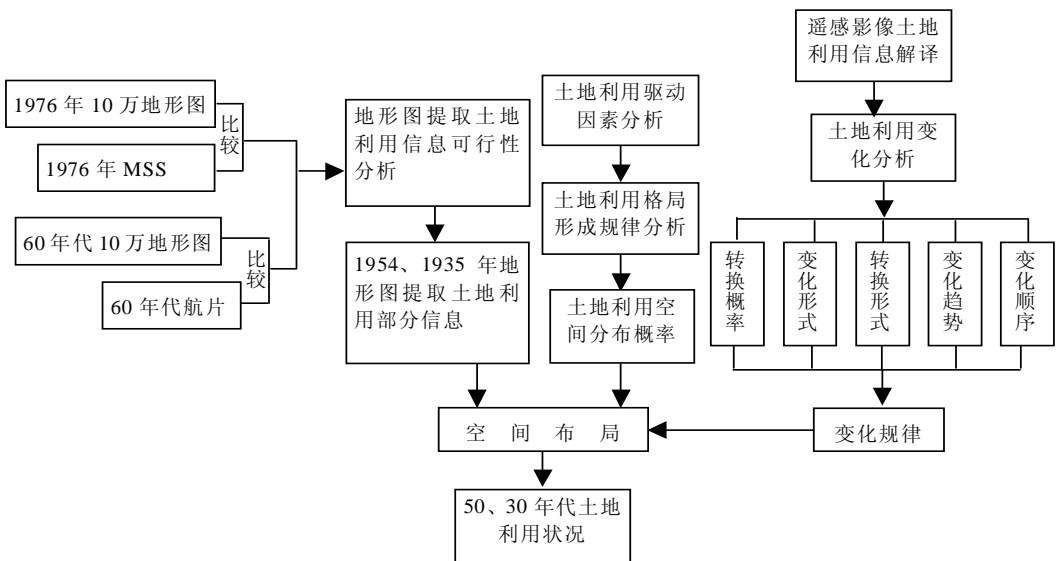


图 1 土地利用数字重建技术流程图

Fig. 1 Flow chart of the digital rebuilding technique of land use

监测每个空间单元土地利用动态变化过程及其土地利用类型转换趋势，计算各个时期土地利用类型之间的转移概率。通过分析居民点、道路分布及其变化，土地利用变化过程、转换过程、变化趋势、变化顺序，来揭示有遥感信息以来各个时段的土地利用变化的规律。为土地利用分布概率判断子模型提供基础数据，同时为土地利用空间布局子模型产生约束条件(图3)。

敏感区分析子模型具体完成以下分析：① 土地利用变化过程分析，对研究时段中已知土地利用的变化幅度与速度分析；② 土地利用转换过程分析，主要分析土地利用转换概率及研究时段某一种土地利用类型的累计转换概率，即研究时期的各个时段一种土地利用类型转为另一种土地利用类型的面积之差与研究区总土地面积之商，用各个时段土地利用类型之间转换之和来反映研究时段内土地利用类型转换的趋势；③ 土地利用敏感性分析，土地利用的显著特点之一是其空间区位的固定性与独特性，因而只有对区域土地利用变化进行定位化、定量化的空间分析，才能更为深入和准确地认识区域土地利用的动态演变过程。譬如，在某一变化时期内，同时发生了以下两种土地利用变化：一是某一片草地被开垦为耕地；二是另一片耕地因盐碱化被弃耕。在面积同等的情况下，从数量上看，耕地没有变化，类似这样的土地利用变化，在总量分析中被相互对冲掉了。但空间位置上耕地却同时发生了正向变化和逆向变化，这对环境造成了双重影响，所以只有通过量化、定位化的分析才能予以揭示<sup>[25]</sup>。

研究时段所有时期的土地利用现状数据及各时段间变更数据均为一个数据层，所以能够跟踪记录每个图斑在各个时段发生的变化。

首先，将土地利用图的解译结果编号重新编码，归为8类，即耕地、林地、草地、

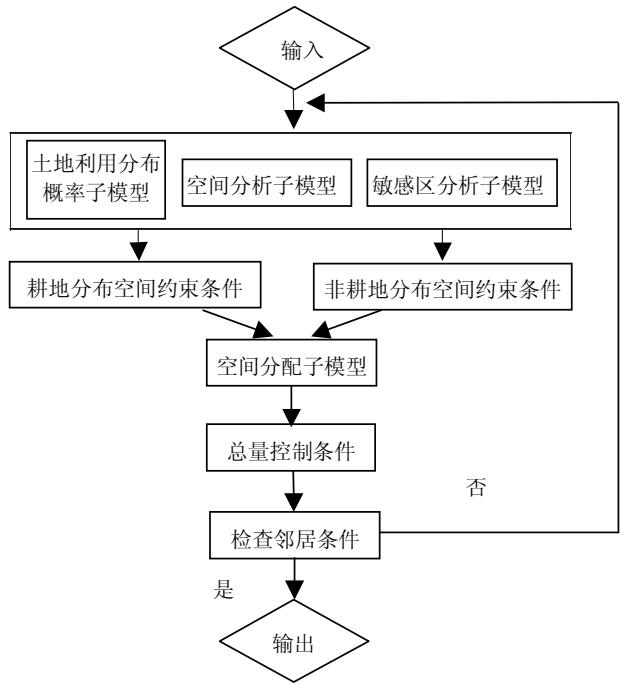


图2 土地利用数字重建模型流程图

Fig. 2 Flow chart of digital model rebuilding of land use

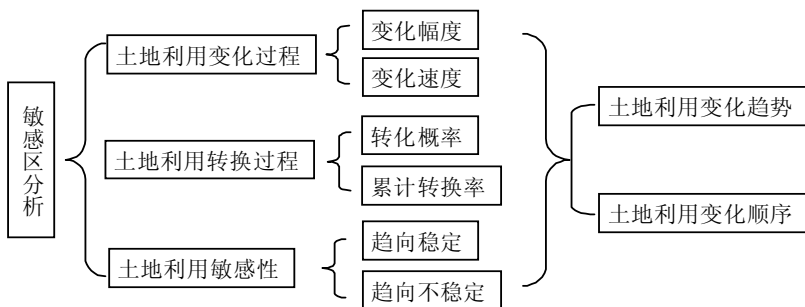


图3 敏感区分析子模型功能

Fig. 3 Function of the submodel for analyzing sensitivity area

水域、城乡建设用地、盐碱地、湿地, 其他未利用土地, 各类分别用 1、2、3……8 的一位数表示其属性。然后根据公式 (1) 计算记录每个图斑在 1976~2001 年转换过程的属性码。

$$Y_{(76-01)} = Y_{76} \times 1000 + Y_{88} \times 100 + Y_{96} \times 10 + Y_{01} \quad (1)$$

式中:  $Y_{76}$ 、 $Y_{88}$ 、 $Y_{96}$ 、 $Y_{01}$  分别是 1976 年、1988 年、1996 年、2001 年的土地利用空间属性一体化数据。它记录了各个空间单元在不同采样时刻的土地利用状态。 $Y_{(76-01)}$  为土地利用单元在 4 个时段土地利用转化的过程。

从研究起始时间开始从没变过, 或变化次数较少的空间单元较稳定, 而变化次数较多的空间单元不稳定, 土地利用变化的过程中土地利用类型趋向的稳定程度, 可以揭示土地利用变化的规律<sup>[26]</sup>。

**3.2.2 空间分析子模型** 空间分析子模型主要利用 GIS 强大的空间统计分析功能, 分析各种土地利用类型及其变化, 以及他们与自然、社会、经济等因素之间的相互作用关系及其空间表现形式。为土地利用分布概率判断子模型提供基础数据, 同时为土地利用空间布局子模型产生约束条件。① 土地利用空间格局与描述自然环境条件和社会经济条件变量数据进行统计分析, 用以确定土地利用格局与环境背景条件之间的定量关系。② 对土地利用及其变化与自然环境背景进行空间相关分析, 可以确定土地利用与自然背景条件的定量关系; ③ 选择能够反映社会经济因素的因子与耕地进行相关分析, 揭示影响因子与耕地及其变化的关系, 建立逐步回归模型。

**3.2.3 土地利用分布概率子模型** 土地利用分布概率子模型是通过敏感区子模型和空间分析子模型产生的土地利用变化规律, 以及土地利用与环境背景之间的关系进行综合分析, 生成土地利用分布的概率, 为空间布局子模型提供空间约束条件。

土地利用可能分布分析可以通过两种途径完成, 其一, 通过已知土地利用及其变化状况, 确定土地利用分布概率; 其二, 根据环境背景条件与土地利用分布之间的关系, 确定土地利用分布的概率。

判断各种土地利用 / 覆被分布概率的证据主要有以下几种: ① 支持某种土地利用类型一定存在的证据 (完全适宜性条件); ② 支持某种土地利用类型一定不存在的证据 (强制限制性条件); ③ 支持某种土地利用类型存在的证据 (一般适宜性条件); 其四, 支持某种土地利用类型不存在的证据 (一般限制性条件)。各种证据的集合形成土地利用分布概率的空间约束条件。

#### (1) 土地利用分布概率判断

土地利用变化和驱动因子之间关系可以利用逻辑斯蒂回归模型进行分析<sup>[24]</sup>。根据一组引起土地利用变化的驱动因子, 运用逻辑斯蒂逐步回归对每一栅格单元可能出现某一种土地利用类型的概率进行判断。其计算公式为:

$$\text{Log} \left( \frac{P_i}{1 - P_i} \right) = \beta_0 + \beta_1 X_{1,j} + \beta_2 X_{2,j} + \dots + \beta_n X_{n,j} \quad (2)$$

式中:  $P_i$  表示每一栅格单元可能出现土地利用类型  $i$  的概率,  $X$  表示各个驱动因子。

二元逻辑斯蒂回归通过计算事件的发生概率, 使用自变量作为预测值, 可以解释土地利用类型和其驱动因素之间的关系。当因变量是二值变量 (0 或 1)、自变量是连续变量或类型变量时使用这种方法<sup>①</sup>。

#### (2) 耕地可能分布判断

根据土地自身的光、热、水、土等自然条件和人口、居民地、道路等社会经济条件以及政策体制等条件, 来判断耕地的可能分布及其土地质量。土地利用分布概率判断并不能确定当时是否有某种土地利用类型分布, 它只是判断某一块地是否具有土地利用分

① 谭永忠, 县级尺度土地利用变化驱动机制及空间格局变化模拟研究, 中国优秀博士学位论文全文数据库, 2004 年, 77-78。

布的条件及其分布的概率,其概率为空间分配子模型提供分配依据<sup>[27]</sup>。

### (3) 其他约束条件

① 地形图土地利用信息提取结果。从地形图上可以提取居民地、工矿用地、河流、湖泊、林地和交通道路分布的情况,这部分信息的位置和范围是确定的。同时还可以了解草地、沼泽、果园、水田、旱地、沙地、盐碱地等的地理分布<sup>[28]</sup>。系统的分析了地形图中能够反映土地利用信息的面状地物,对地形图提取土地利用信息的可行性与可信度分析,结果表明,地形图完全能够达到一级土地利用分类精度,同时疏林地、灌木林、沼泽地、盐碱地、沙地等二级分类信息也能获取。利用地形图可以提取土地利用分布的范围,为土地利用分配提供依据。

② 土地利用类型总量控制。历史资料、数据、历史图件中的土地利用信息是重建的重要依据,历史图件中土地利用信息的提取结果是土地利用空间布局的重要约束条件。同时各种土地利用类型的总量作为外部变量对分配进行控制。

**3.2.4 空间分配子模型** 空间布局子模型是整个模型的核心部分。该子模型将利用空间分析子模型的分析结果,敏感区分析所确定的土地利用变化的敏感性,土地利用分布概率判断子模型所判断的土地利用分布概率,在空间上对各种土地利用类型进行布局。

空间约束条件主要有:① 地形图判读结果;② 已知某种土地利用/覆被分布概率;③ 适宜某种土地利用/覆被分布的空间约束条件;④ 耕地质量等级约束条件;⑤ 居民点分布;⑥ 交通道路分布等。利用这些已经形成的空间约束条件,首先对耕地空间分布进行布局,然后在耕地布局结果的图层中对其他土地利用类型进行布局。

## 4 土地利用重建结果分析

地形图可以提供一些土地利用空间分布的信息,有些是确定的,如居民建设用地,林地;有些有地类界,这些信息可以直接获取。但有些只有大致分布的范围,比如耕地。这就需要通过土地利用数字重建模型的各个子模型进行进一步的判断。其中敏感区分析子模型提供土地利用变化和转化的规律,如有些土地单元1976年以来从未发生过变化,就认为这些单元较稳定,在其前一阶段也未发生变化;如有些单元变化的频率较高,则根据其土地利用变化的规律进行判断。空间分析子模型提供土地利用与其环境背景之间的关系,离居民点较近的肥沃平坦土地可能有耕地分布。有些土地单元很肥沃,但离居民点和道路较远,则认为没有耕地分布。土地利用分布概率子模型通过1976~2001年间土地利用的分布状况和土地本身的自然背景条件,形成各类土地利用分布的概率数据。空间布

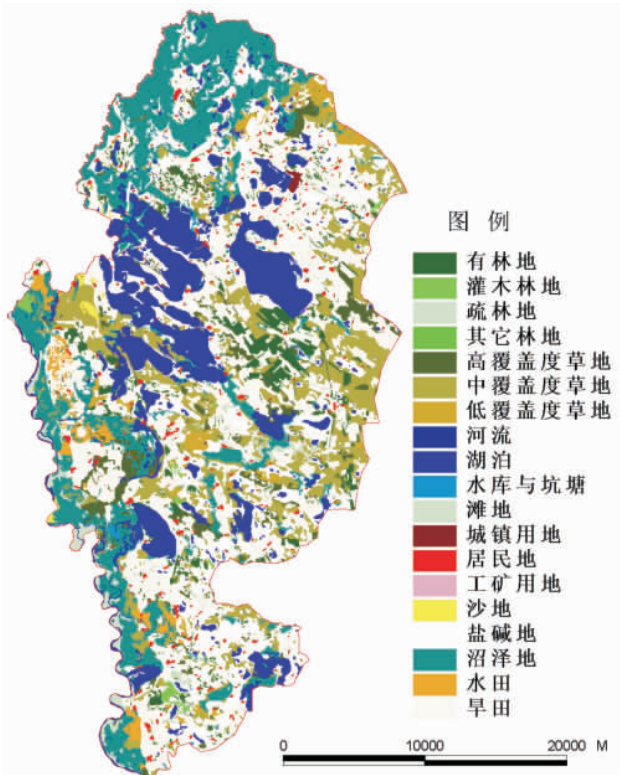


图4 杜蒙县2001年土地利用TM解译结果

Fig. 4 Land use map of Dorbod county in 2001

局子模型在地形图提取土地利用信息基础上, 根据土地单元的土地利用变化稳定与否, 土地利用变化与其环境背景之间的关系, 对土地利用分布的概率做进一步判断, 形成土地利用空间分布数据。

#### 4.1 20 世纪 50 年代土地利用重建结果分析

20 世纪 50 年代土地利用重建结果 (表 1, 图 5), 耕地为 7.9 万  $\text{hm}^2$ , 因为制图比例尺的限制, 耕地中的细小地物无法确定, 还有该地区的撂荒和轮耕现象比较多, 所以结果比统计数据多一些。还有 1.81 万  $\text{hm}^2$  范围内有耕地分布, 但范围及数量不能确定; 林地确定的有 0.77 万  $\text{hm}^2$ , 还有 0.46 万  $\text{hm}^2$  范围内有林地分布, 但具体数量及范围不能确定; 水域只有 0.04 万  $\text{hm}^2$  不能确定; 城乡建设用地 0.06 万  $\text{hm}^2$  不能确定, 盐碱地有 0.05 万  $\text{hm}^2$  不能确定; 沼泽地中 1.59 万  $\text{hm}^2$  范围不能完全确定。经过综合考虑各种因素, 重建结果如表 2。

#### 4.2 20 世纪 30 年代土地利用重建结果分析

20 世纪 30 年代土地利用重建结果 (表 1, 图 6), 耕地为 4.36 万  $\text{hm}^2$ , 耕地中的细小地物无法确定, 结果比统计数据多。还有 0.37 万  $\text{hm}^2$  范围内有耕地分布, 但范围及数量不能确定; 林地确定的有 0.76 万  $\text{hm}^2$ , 还有 0.07 万  $\text{hm}^2$  范围内有林地分布, 但具体数量及范围不能确定; 草地只有 0.04 万  $\text{hm}^2$  不能确定; 沼泽地中 1.37 万  $\text{hm}^2$  范围不能完全确定。

表 1 杜蒙县 20 世纪 30、50 年代土地利用状况 (单位: 万  $\text{hm}^2$ )  
Tab. 1 The situation of land use in Dorbod county in the 1930s and 1950s  
(unit:  $10^4 \text{hm}^2$ )

类型	耕地	林地	草地	水域	城乡建设用地	盐碱地	沼泽地	其它未利用地
30 年代	4.36	0.76	36.85	2.55	0.11	0	15.24	0.04
50 年代	7.90	1.23	25.58	5.62	0.38	0.99	17.65	0.55

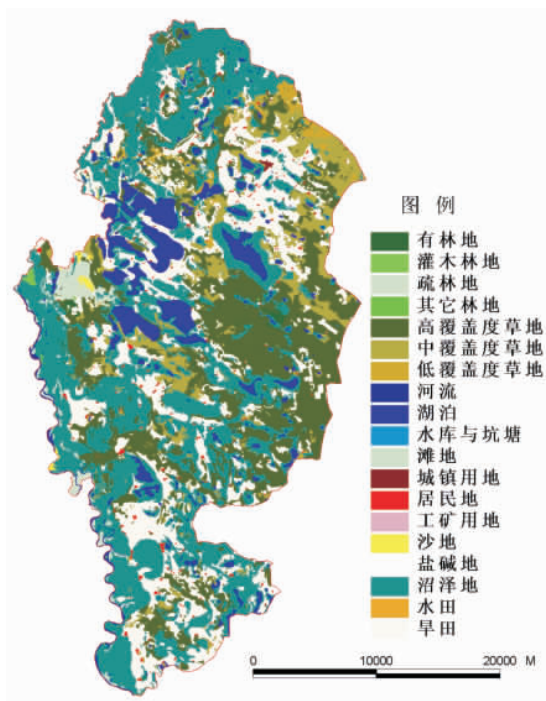


图 5 杜蒙县 20 世纪 50 年代土地利用重建结果

Fig. 5 The rebuilding result of land use in Dorbod county in the 1950s

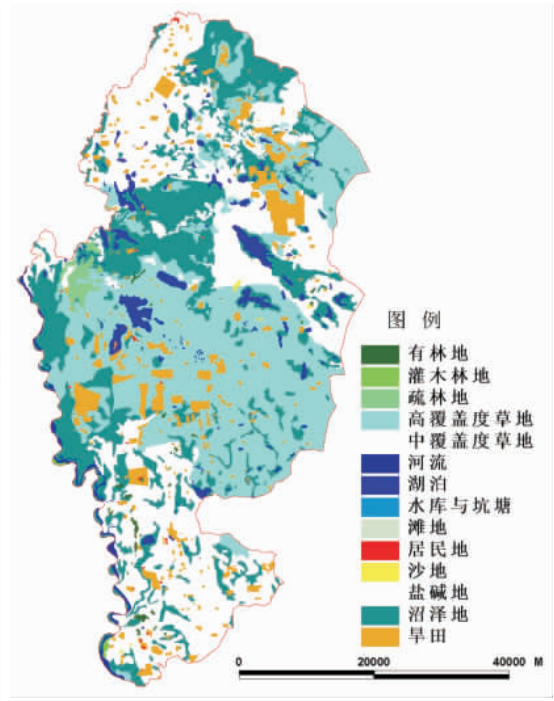


图 6 杜蒙县 20 世纪 30 年代土地利用重建结果

Fig. 6 The rebuilding result of land use in Dorbod county in the 1930s

## 5 精度分析

本研究是对研究区近 100 年来的土地利用空间信息进行数字重建, 因为 20 世纪 50 年代以前的数据和资料极少, 通过与当地农民聊天可以获得较为真实的第一手资料。根据研究区的自然条件差异选择了五个乡镇为此次土地利用调查的典型区, 每个典型区选择两个村, 选择的的原则是 30 年代就存在的村子 10 个, 分布在 8 个乡镇, 携带手持 GPS 共测 21 个点。每个村选择两个 70 岁以上的长辈、任职多年的村干部、村会计或教师进行调查。

在农民的记忆中没有确切的耕地数量的概念, 但大概可以估计出当时的面积, 从重建结果与估计比较来看, 基本与重建结果相符 (表 2)。资料表明 30 年代耕地在 8.68~10.68 万垧之间 (资料显示 1 垧 = 5.53 亩), 即为 3.20~3.94 万  $\text{hm}^2$  之间, 重建结果为 4.36 万  $\text{hm}^2$ ; 资料记载 1956 年代实有耕地 19.08 万垧, 合 7.03 万  $\text{hm}^2$ , 重建结果为 7.90 万  $\text{hm}^2$ , 说明本重建结果具有一定的可靠性。

## 6 结论

(1) 由于资料和数据限制越是往前的数据精度越低, 20 世纪 50 年代的土地利用类型可以精确到土地利用的二级分类, 而 20 世纪 30 年代的土地利用类型只能了解一级分类和部分二级分类状况。

(2) 土地利用的显著特点之一是其空间区位的固定性与独特性, 只有对区域土地利用变化进行定位化、定量化的分析, 才能更为深入和准确地认识区域土地利用的动态演变过程。采用逐个图斑跟踪记录的方法对研究区各个时期土地利用 / 覆被变化的敏感性进行分析, 有利于揭示区域土地利用 / 土地覆被变化的规律。

(3) 在定量、定位分析环境背景对土地利用 / 土地覆被分布及其变化的影响基础上, 综合判断各种土地利用 / 土地覆被分布概率, 对土地利用 / 土地覆被分布概率进行模拟, 结果可为土地利用数字重建提供依据。

(4) 系统分析了地形图中能够反映土地利用信息的面状地物, 对地形图提取土地利用信息的可行性与可信度分析, 结果表明, 地形图完全能够达到一级土地利用分类精度, 同时疏林地、灌木林、沼泽地、盐碱地、沙地等二级分类信息也能获取。

(5) 以典型区为例对土地利用 / 覆被数字重建模型进行实证研究, 并对土地利用数字重建结果通过野外调查和历史文献资料进行精度评价。资料表明 30 年代耕地在 8.68~10.68 万垧之间 (资料显示 1 垧 = 5.53 亩), 即为 3.20~3.94 万  $\text{hm}^2$  之间, 重建结果为 4.36 万  $\text{hm}^2$ ; 资料记载 1956 年代实有耕地 19.08 万垧<sup>[9]</sup>, 合 7.03 万  $\text{hm}^2$ , 重建结果为 7.90 万  $\text{hm}^2$ ; 通过对研究区 10 个村子进行农户调查, 农民提供的 30 年代耕地数据与土地利用重建耕地数据相符。

## 参考文献 (References)

- [1] Kees Klein Goldewijk. Estimating global land use change over the past 300 years. *Global Biogeochemical Cycles*, 2001, 15(2): 417-433.
- [2] Zhao Yingshi. *The Theory and Technology of Remote Sensing Application*. Beijing: Science Press, 2003. 350-358. [赵

表 2 农户调查 20 世纪 30 年代土地利用结果 (单位: 亩)

Tab. 2 The investigation results of land use from farmers in the 1930s (unit: mu)

居民点名称	重建结果	调查结果	
瑞岱屯	8456.24	4、5千	8千-1万
后地房子		4、5千	
泰康	12980.31	5、6千	1万-1万2
腰山		5、6千	
马铁匠	927.30	4、5百	
胡吉吐莫乡	17120.69	一万五左右	
太平郎头	11586.81	上万	
王染匠的房子	1307.09	6、7千	
他拉哈乡	4808.17	2、3千	
东地房子	3070.67	3千左右	



- 英时. 遥感应用分析原理与方法. 北京: 科学出版社, 2003. 350-358.]
- [3] Liu Jiyuan. Remote Sensing Macroscopical Investigation and Dynamic Research of Chinese Resources and Environment. Beijing: China Science and Technology Press, 1996. [刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.]
- [4] Houghton R A, Hobbie J E, Melillo J M et al. Changes in the carbon content of terrestrial biota and soils between 1860 and 1980: A net release of CO<sub>2</sub> to the atmosphere. *Ecol. Monogr.*, 53(3): 235-262. 1983.
- [5] Houghton R A, Hackler J L. Continental scale estimates of the biotic carbon flux from land cover change: 1850-1980. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN. 1995.
- [6] Houghton R A. The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use 1850-1990. *Tellus*, 1999, 51B: 298-313.
- [7] Esser G, Overdieck D (eds.). Osnabruck biosphere model: Structure, construction, results. In: *Modern Ecology, Basic and Applied Aspects*. Amsterdam: Elsevier, 1991. 679-709.
- [8] Richards J F, Flint E P. Historical land use and carbon estimates for South and Southeast Asia 1880-1980. ORNL/CDIAC-61 NDP-046, Oak Ridge, 1994.
- [9] Loveland T R, Belward A S. The IGBP-DIS global 1 km land cover data set, DIS Cover: First results. *International Journal of Remote Sensing*, 1997, 18: 3289-3295.
- [10] Ramankutty N, Foley J A. Estimating historical changes in land cover: North American croplands from 1850-1792. Subm. to *Global Ecology and Biogeography Letters* Ramankutty, 1999.
- [11] Li Xiubin. A review of the international researches on land use/land cover change. *Acta Geographica Sinica*, 1996, 51 (6): 553-558. [李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用 / 覆盖变化的国际研究动向. *地理学报*, 1996, 51 (6): 553-558.]
- [12] Feng Zhiming, Liu Baoqin, Yang Yanzhao. A study of the changing trend of Chinese cultivated land amount and data reconstructing: 1949-2003. *Journal of Natural Resources*, 2005, 20(1): 35-43. [封志明, 刘宝勤, 杨艳昭. 中国耕地资源数量变化的趋势分析与数据重建 1949-2003. *自然资源学报*, 2005, 20(1): 35-43.]
- [13] Ge Quansheng, Dai Junhu, He Fanneng. Cultivated land amount change and driving forces analysis of some provinces of China in past 300 years. *Advance in Natural Sciences*, 2003, 13(8): 825-832. [葛全胜, 戴君虎, 何凡能. 过去 300 年中国部分省区耕地资源数量变化及驱动因素分析. *自然科学进展*, 2003, 13(8): 825-832.]
- [14] Ge Quansheng, Dai Junhu. Analysis of Chinese agricultural and forest land use change and its driving force in early and mid stage of 20th century. *Science in China (Series D)*, 2005, 35(1): 54-63. [葛全胜, 戴君虎. 20 世纪前、中期中国农林土地利用变化及驱动因素分析. *中国科学(D 辑)*, 2005, 35(1): 54-63.]
- [15] Zhao Jie, Zhao Shidong. Application of the participatory rural appraisal method in the research of land use change at local dimension: A case study of Yaoleidianzi village in Korqin sand. *Resources Science*, 2003, 25(5): 52-57. [赵杰, 赵士洞. 参与性评估法在小尺度区域土地利用变化研究中的应用: 以科尔沁沙地尧勒甸子村为例. *资源科学*, 2003, 25(5): 52-57.]
- [16] Zhao Jie, Zhao Shidong. Apply the participatory rural appraisal method to the research of land use change in local scale: A case study of Village Yaoleidianzi of Korqin sands. *Areal Research and Development*, 2004, 23(1): 73-76. [赵杰, 赵士洞. 利用 PRA 方法研究小尺度区域土地利用变化: 以科尔沁沙地尧勒甸子村为例. *地域研究与开发*, 2004, 23(1): 73-76.]
- [17] Kuang Wenhui, Zhang Shuwen, Zhang Yangzhen. Analysis of urban land utilization spatial expansion mechanism in Changchun city since 1900. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(5): 841-850. [匡文慧, 张树文, 张养贞. 1900 年以来长春市土地利用空间扩张机理分析. *地理学报*, 2005, 60(5): 841-850.]
- [18] Xie Yaowen, Chen Fahu, Wang Nai'ang. Spatial change of Minqin oasis in Gansu over the last 2000 years. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(5): 662-670. [谟耀文, 陈发虎, 王乃昂. 近 2000 年来甘肃民勤盆地绿洲的空间变化. *地理学报*, 2004, 59(5): 662-670.]
- [19] The Compiling Committee of the General Records of Dorbod Mongolian Autonomous County. *The General Records of Dorbod Mongolian Autonomous County*. Harbin: Heilongjiang People's Press, 1995. [杜尔伯特蒙古族自治县县志编纂委员会. 杜尔伯特蒙古族自治县县志. 哈尔滨: 黑龙江人民出版社, 1995.]
- [20] Bai Shuying, Zhang Shuwen. A study on the spatial-temporal land use conversion in county region: Taking Duerbete County as an example. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2005, 19(1): 67-70. [白淑英, 张树文. 县域土地利用时空转换研究: 以大庆市杜尔伯特蒙古族自治县为例. *干旱区资源与环境*, 2005, 19(1): 67-70.]
- [21] Bai Shuying, Zhang Shuwen. The discussion of the method of land utilization spatial information reappearance of history period. *Journal of Arid Land Resources and Environment*. 2004, 18(5): 77-80. [白淑英, 张树文. 历史时期土地利用信息再现方法初探. *干旱区资源与环境*, 2004, 18(5): 77-80.]
- [22] Cai Yumei, Liu Yanshui, Yu Zhenrong. Progress in spatial simulation of land use change: CLUE-S model and its application. *Progress in Geography*, 2004, 23(4): 63-72. [蔡玉梅, 刘彦随, 宇振荣. 土地利用变化空间模拟的进展: CLUE-S 模型及其应用. *地理科学进展*, 2004, 23(4): 63-72.]

- [23] Verburg P H, Chen Y Q. Multi-scale characterization of land-use patterns in China. *Ecosystems*, 2000.
- [24] Verburg P H, DeKoning H J, Kok K. A spatial explicit location procedure for modelling the pattern of land use change based upon actual land use. *Ecological Modelling*, 1999, 116: 45-61.
- [25] Liu Shenghe, He Shujin. A spatial analysis model for measuring the rate of land use change. *Journal of Natural Resources*, 2002, 17(5): 533-538. [刘盛和, 何书金. 土地利用动态变化的空间分析测算模型. *自然资源学报*, 2002, 17(5): 533-538.]
- [26] Bai Shuying, Zhang Shuwen. A study on the spatial-temporal land use conversion in county region: Taking Duerbete County as an example. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2005, 19(1): 67-70. [白淑英, 张树文. 县域土地利用时空转换研究: 以大庆市杜尔伯特蒙古族自治县为例. *干旱区资源与环境*, 2005, 19(1): 67-70.]
- [27] Bai Shuying, Zhang Shuwen. Study on the method of diagnose the plowland special distribution in historical era. *System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture*, 2005, 21(4): 252-255. [白淑英, 张树文. 历史时期耕地空间分布判断方法研究. *农业系统科学与综合研究*, 2005, 21(4): 252-255.]
- [28] Zhang Ligu. *Cartography*. Beijing: Higher Education Press, 1994. 1-5. [张力果. *地图学*. 北京: 高等教育出版社, 1994. 1-5.]

## Digital Rebuilding of LUCC Spatial-temporal Distribution of the Last 100 Years: Taking Dorbod Mongolian Autonomous County in Daqing City as an Example

BAI Shuying<sup>1</sup>, ZHANG Shuwen<sup>2</sup>, ZHANG Yangzhen<sup>2</sup>

(1. *College of Remote Sensing, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China;*

2. *Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, CAS, Changchun 130012, China)*

**Abstract:** Historical land use and land cover change (LUCC) data is very important for research of such problems as global environmental change, sustainable development, ecological security, and so on. However, acquiring early LUCC data is not easy, especially getting the data before satellite images came into being. In this paper, by making use of many sources of data such as TM, MSS images, physical environmental background maps including terrain, climate, geology, soil, vegetation and hydrology as well as socioeconomic statistical data, taking Dorbod Mongolian Autonomous County in Daqing City as a case study area, a digital rebuilt model of LUCC was made for the period without satellite remote sensing data based on GIS technology. This model consists of sensitive area analysis submodel, spatial analysis submodel, land use distribution probability submodel, spatial layout submodel, etc. The model was used to reproduce the LUCC spatial-temporal distribution in this study area from the 1930s to 1950s. Finally, the precision of the modeling results was evaluated by field investigation and statistical data in historical literature. The results are shown as follows: (1) The rule of land use/land cover change can be easily revealed by using the method of recording every patch of land use type and analyzing the sensitivity of land use/land cover change in each period. (2) The impact of environmental background on land use/land cover change was analyzed quantitatively and orientationally, thereby the distribution probability of land use/land cover type in each patch was calculated. This distribution probability can provide the basis for LUCC rebuilding. (3) The feasibility and reliability of extracting land use information from topographic maps were also analyzed. The result showed that according to land use classification system adopted in this research, all of the first grade land use types can be well extracted from 1:100000 topographic maps, and furthermore, some of the second land use types such as scattered woodland, shrub land, wetland, saline-alkali land and sandy land can also be obtained from those maps.

**Key words:** LUCC; historical period; digital rebuilding; relief map; Daqing