

文章编号: 0529-6579 (1999) 02-0099-05

地理信息系统支持下的广东省耕地变化^{*}

张新长¹, 徐开源²

(1. 中山大学城市与资源规划系, 广东 广州 510275; 2. 英国东伦敦大学测量系)

摘要: 应用地理信息系统(GIS)和统计分析方法, 建立广东省空间数据库和近年来广东省各县市主要经济发展指标属性数据库, 以及统计数据分析的数学模型, 并将调查研究的结果用地图的形式表示, 从而充分地显示这些统计数据之间在空间和时间上的分布特征及变化规律, 更客观、更有效地分析评价影响广东省经济持续而稳定发展的主要原因所在。

关键词: 地理信息系统; 持续发展; 耕地调查

中图分类号: P 28 **文献标识码:** A

广东省作为全国外向型经济发展的重要基地, 对中国的经济发展起到了举足轻重的作用。然而, 在经济快速增长的同时, 一些问题也不断地暴露出来, 其中最主要的问题表现在: 人口的迅速增长和耕地的不断减少; 工业企业的迅速发展, 特别是外向型乡镇企业的崛起, 使大片良田变成了厂房, 人地矛盾日益紧张。为了更深入地调查研究近几年来广东省经济快速发展所引发出来的人口的迅速增长和耕地的不断减少问题, 进一步揭示经济发展、人口增长和耕地减少在空间和时间上的分布关系及制约关系, 借助于 GIS 手段进行综合分析和研究。

1 研究综述

本文在 ARC/INFO (GIS) 软件等的支持下, 进行了以下研究: ① 将广东省行政区划图的主要地理要素进行数字化及编辑处理, 建立各要素和它们之间的拓扑关系, 以及对各要素表示方法的研究。② 将广东省 1992~1996 年统计年鉴中的主要经济指标输入并建立不同年代的属性数据文件。③ 将空间数据联接起来, 建立各种属性数据统计计算的数学模型^[1]。④ 应用 Excel 的相关数学分析功能, 计算和分析各种相关关系, 并完成各种表格图形分析^[2,3]。⑤ 应用 ARC/INFO 软件中的制图功能, 合成相应分析地图并输出^[4]。⑥ 根据所制作的分析地图和图表, 结合地域空间分布特征, 运用区域发展和规划理论, 分析评价影响广东省经济持续发展中的重大问题, 并提出作者的一点建议。

2 研究方法及过程

2.1 数字化地理底图

通过对广东省 1:400 万行政区划图进行数字化处理及各种编辑加工, 根据调查研究需

^{*} 收稿日期: 1998-09-09 作者简介: 张新长, 男, 1958 年生, 副教授。

要，按地理底图不同要素组织数据层；将不同的数据层文件按点、线、面组建拓扑关系和地图数据库，从而使得空间数据成为有用。

2.2 统计数据的采集与联接

本文以 1992~1996 年广东省统计年鉴^[4] 中各县市各项经济指标为基本统计数据源。其主要统计数据包括：人口总数（万人），耕地面积（万 hm²），工业总产值（亿元），农业总产值（亿元）和国内生产总值（亿元）。将这些国民经济统计数据按不同年份输入到文件中，并建立属性数据表格文件。为了使地图数据库的几何数据与 INFO 文件中的属性数据有机地结合在一起，可将不同的数据层文件与不同的属性数据文件用一个共同的关键项联系起来，可构成一个庞大的数据体。

2.3 统计数据的建模与计算

为了摸清广东省近年来经济发展、人口增长和耕地减少的实际变化情况，建立相应的数学模型，以寻求广东省不同地域，不同时间意义上的统计数据指标的变化规律。这些统计数据的计算主要包括有：1993~1996 年各县市耕地面积年平均递减率（%），人口年平均增长率（%），工业总产值年平均增长率（%），工农业总产值年平均增长率（%）等。由于上述统计数据的建模与计算工作量大同小异，所以在此仅以 1993~1996 年全省各县市耕地面积年平均递减率（%）的建模与计算过程为例进行说明。

2.3.1 统计数据的建模与计算 对于计算各县市耕地面积年平均递减率，可构造以下数学模型

展.
$$\hat{x} = \sum_{i=1}^{n-1} [(x_i - x_{i+1}) / x_i] \setminus n \quad i = 1, 2, 3, \cdots, n$$

其中， $\hat{x}$ 表示耕地面积年平均变化率， x_i 表示上年耕地面积（万 hm²）， x_{i+1} 表示本年度耕地面积数（万 hm²）， i 表示年度数。本文以 1992~1996 年各县市耕地面积为基础，计算 1993~1996 年耕地面积年平均递减率，所以 $n=5$ 。将全部计算结果同样使用区域名作为关键项另外开辟一个文件，其计算结果见表 1。当计算结果出现负值时，说明该县市耕地面积是递增的。

表 1 历年耕地面积变化率及年平均耕地面积变化率

Tab 1 Annual rate of change and average rate of change in cultivated land area

区域名	1993 耕地变化率	1994 耕地变化率	1995 耕地变化率	1996 耕地变化率	平均变化率
.....					
高明	0.122	0.037	-0.001	0.013	0.043
阳江	0.148	0.120	0.104	-0.075	0.074
廉江	-0.003	-0.013	0.002	-0.013	-0.007

2.4 计算结果的相关分析

本文进行了一系列相关分析，主要包括：1993~1996 年全省各县市人口变化率与耕地面积变化率相关关系，工业总产值变化率与耕地面积变化率相关关系，及人口变化率与工业总产值变化率相关关系等。为了说明这些按时间序列统计的相关分析建模与计算过程，下面仅以人口变化率与耕地变化率相关关系统计分析为例加以说明。

2.4.1 建立相关分析数学模型及计算^[3] 相关分析数学模型为

$$\rho_{x,y} = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_x\sigma_y}$$

其中， $\rho_{x,y}$ 为相关系数， $-1\leq\rho_{x,y}\leq1$ 。当两种事物或现象愈具有相关性，则 $\rho_{x,y}$ 愈接近1；愈具有负相关性，则 $\rho_{x,y}$ 愈接近-1。本文不考虑负相关问题。 $Cov(X,Y)$ 表示两种事物或现象之间平均差，其数学表达式为

$$Cov(X,Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

σ_x, σ_y 分别表示两种事物和现象量测值的标准差，其数学表达式分别为

由
$$\sigma_x = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2}, \quad \sigma_y = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2} \quad (\%)$$

应用上述相关分析数学模型，将 1993 ~ 1996 年广东省各县市耕地面积变化率与人口变化率按时间序列组进行相关分析计算，计算结果见表 2。

表 2 广东省耕地面积变化率与人口变化率之间的相关关系
Tab 2 Correlation between the changes of cultivated land area and population

区域名	年份	耕地变化率	人口变化率	相关系数	区域名	耕地变化率	人口变化率	相关系数
南海	1993	0.031	0.022	0.665	三水	0.169	0.031	0.883
	1994	0.009	0.021			0.083	0.017	
	1995	0.000	0.014			0.000	0.017	
	1996	0.011	0.013			0.013	0.017	

2.5 分析计算结果的表达与输出^[3]

根据不同的统计计算结果的空间表达和分析的需要，可以用地图形式组合各种不同类型的分析数据来表达它们。在此仅以制作广东省耕地面积年平均递减率分析图（1993 ~ 1996）为例来说明，其主要包括以下步骤：① 数据的分级。将全部县市区的耕地面积年平均递减率进行分级处理，一般控制为 6 级，并与表示各类境界的数据层文件通过关键项联接在一起。② 地图内容设计。根据地图符号所代表的不同意义、用途及比例尺等选择和设计符号。③ 地图图面设计。地图图面的设计包括图名、图例、图框及地图比例尺等设计。④ 创建地图与输出。当完成地图内容和图面设计后，可制作地图并输出（图 1）。

3 分析及评价

从图 1 可以看出：① 大多数地级城市所在地耕地面积年平均递减速度较快于县市及乡村。其中深圳市、佛山市、惠州市、潮州市和云浮市耕地面积年平均递减速度均超过 10%；② 珠江三角洲地区耕地面积年平均递减速度均超过 2%，快于其它地区；③ 湛江地区、韶关地区和河源地区耕地面积年平均递减速度很少超过 1%，部分县市有递增趋势。综上可以得出，在广东省经济越发达地区，其耕地面积递减速度越快；人口越密集地区，其耕地面积递减速度越快。如果按照近几年来耕地面积递减速度推测，那么广东省大多数地级城市所在地的耕地面积将在 8 ~ 10 a 内全部消失，珠江三角洲地区的耕地面积将在 15 ~ 20 a 内全部消失。这种情况无疑将会给持续发展中的广东经济带来巨大的阻力。究其原因可以发现，人口的迅速增长和工业生产规模的不断扩大是导致耕地面积迅速减少



图 1 广东省耕地面积年平均递减率分析图（1993~1996 年）

Fig. 1 Annual average rate of decrease in cultivated land in Guangdong province 的最主要因素. 为了充分说明这种情况, 本文应用 GIS 技术及建立统计分析数学模型, 分析得到 1993~1996 年各县市人口年平均增长率与耕地面积递减率的相关系数, 如广州(0.771), 深圳(0.823), 佛山(0.921), 惠州(0.610), 韶关(0.920), 潮州(0.634), 肇庆(0.920), 清远(0.978), 茂名(0.949), 梅州(0.986); 工业总产值年平均增长率及相应与耕地面积递减率的相关系数, 如增城(0.734), 从化(0.978), 深圳(0.714), 惠东(0.976), 台山(0.930), 新会(0.825), 高明(0.931), 顺德(0.773), 东莞(0.923), 中山(0.948).

城市是人口的聚集中心. 现代城市急剧发展的人口和产业与有限的土地资源, 要求必须精心合理安排和利用土地资源. 然而, 本文结果表明广东省大多数地级城市人口的迅速增长而导致了耕地的逐年递减. 据调查广东省 1988~1996 年耕地面积下降了 8.4%; 而城镇工矿用地面积却大大增加到了 40.5%, 其中大部分用于城镇住宅用地^[7]. 因此, 过热的房地产开发是可耕作土地减少的主要原因之一.

改革开放以来, 珠江三角洲地区在广东省乃至全国被公认为是经济发展最快地区之一. 据统计 1993~1996 年间全省年平均工业总产值增长率为 29.9%; 而珠江三角洲地区 1993~1996 年工业总产值比上年度增长依次为 38.8%, 31.1%, 30.6%, 26.5%. 在全国名列前茅^[9]. 然而, 近年来珠江三角洲大部分地区耕地面积年平均递减速度远远超过广东省其它地区, 且与该地区工业总产值的增长率有着密切关系. 据统计: 1988 年珠江三角洲城镇村的工矿用地面积为土地总面积的 6.97%, 而在 1996 年则增加至 11.4%, 同期增加的工矿用地面积约为全省增加的 2 倍, 达 73.19%^[7], 从而造成该地区人平耕地面积仅有 0.036 hm², 远低于联合国粮农组织划定的人均耕地面积最低警戒线 0.053 hm²^[8].

但是, 近年来广东省湛江地区, 韶关大部分地区和河源部分地区耕地面积年平均递减

率很小, 有些县市耕地面积有所递增, 一方面说明这些地区不是经济发展的热点地区, 另一方面也说明这些地区仍然保持着以农业发展为基础的模式, 保存和继续开发耕地面积工作就比其它地区做得更好。

土地是不可再生的资源, 其重要性和在经济持续及稳定发展中所起的关键作用已越来越被更多的人所认识^[9]。GIS 支持下的广东省耕地变化的调查研究正是以各县市耕地面积变化调查为主线, 考虑建立有关影响耕地面积变化的主要经济指标数据库, 通过对这些经济指标的加工处理, 统计计算分析以及制作各种统计分析地图和图表, 使空间关系与统计数据的分析结果更有机的结合起来, 为广东省经济的持续发展和耕地面积变化进行分析评价, 动态预测以及数据更新提供更有利的技术支持。

参考文献:

- [1] BURROUGH P A. Principles of geographical information systems for land resources Assessment [M] . Oxford: Clarendon Press, 1986. 78~97.
- [2] ARONOFF S. Geographic information systems: a management perspective [M] . Ottawa: WDL Publications, 1989. 124~134.
- [3] SHAW G, WHEELER D. Statistical techniques in geographical analysis [M] . London: David Fulton Publishers, 1994. 256~345.
- [4] 邓良炳, 张新长. 地图·地理信息系统与规划 [M] . 广州: 广东省地图出版社, 1995. 126~134.
- [5] 毋河海. 地图数据结构与地图数据库 [M] . 北京: 测绘出版社, 1989. 231~247.
- [6] 广东省统计局. 广东年鉴 [M] . 北京: 中国统计出版社, 1992~1996. 35~248.
- [7] 国家土地管理局, 国家统计局. 国土年综报表 [M] . 1988. 27~49; 1996. 42~51.
- [8] 林培. 基本农田保护的几个基本问题 [J] . 中国土地科学, 1997, 11: 21~22.
- [9] 保护耕地问题专题调研组. 中国耕地保护面临的严峻形势和政策性建议 [J] . 中国土地科学, 1995, 1: 2~11.

An Investigation of Changes in Cultivated land in Guangdong Province Using GIS

*
ZHANG Xin-chang , PAUL H. Y. Tsui

Abstract: This paper aims to study the relationship between the changes in cultivated land and the rapid economic development in Guangdong Province in China using GIS. Correlation analysis between the decrease of cultivated land in some counties and the increase of population is conducted. The results of the analysis are demonstrated by GIS with the boundary data to show the spatial distribution and trend of the phenomenon. Measures of saving cultivated land in the province to achieve sustainable development are also proposed.

Keywords: GIS; sustainable development; investigation of cultivated land

* Department of Urban and Resource Planning, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China