

一元回归统计分析模型在土地利用 动态监测中的应用

赵静珍¹, 任凌宇¹, 谭旭晨², 王少华², 任立全²

(1. 河北省科学院应用数学研究所, 石家庄 050081; 2. 河北省遥感中心, 石家庄 050021)

【摘要】 概述了一元回归统计分析模型的几种常见类型, 给出了各种函数的曲线标准形式和将非线性问题线性化的方法; 详细阐述了计算机软件的功能和使用方法, 并以河北省某市建成区为实例进行计算, 证明方法可行, 原理正确, 结果可靠。

【关键词】 一元回归统计分析, 预报, 土地利用, 动态监测

【中图分类号】 O 213 **【文献标识码】** A

The application of unified regression statistical analyses model in land utilization dynamic measure

ZHAO Jing-zhen¹, REN Ling-yu¹, TAN Xu-chen²,
WANG Shao-hua² REN Li-quan²,

(1. Institute of Applied mathematics, Hebei Academy of Sciences, Shijiazhuang 050081, China;

2. Remote Sensing Centre of Hebei Province, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract The paper presents several command types of Unified Regression Statistical Analyses Model. The standard form of each function and the method of a non-linear function changed into linear one are given. The functions and the operation of calculated software are detailed. Regarding a certain city of Hebei province as an example, it is calculated. It is proved that the method is feasible, the principle is correct, the result is reliable.

Keywords Unified regression statistical analyses, Forecast, Land utilization, Dynamic measure

人口、资源、环境是当今人类面临的三大问题, 已引起世界各国的关注。如何利用好有限的不可再生的国土资源, 是关系到社会可持续发展的大事。因此, 我国把“十分珍惜合理利用每一寸土地, 切实保护耕地”定为一项基本国策。

到1997年底的十几年内在全国范围内, 进行了国土资源利用现状的全面调查工作, 并对240多个重点城市, 以遥感为手段进行了土地利用的动态监测。到目前为止, 已经以1989年土地利用现状为基础, 按土地权属单位建立了初始统计台帐, 分级(省级、县级和乡级)建立了土地利用动态监测网。并以每年10月为土地年, 统计汇总当年土地利用变更情况。各省已积

累了 10 多年的土地利用动态监测的详细资料。如何充分利用这些宝贵的资料,采用什么样的计算方法对土地利用变化趋势进行有效的预报,是本文试图解决的主要问题。

根据观测数据,建立相应的数学模型,进行预报的方法有多种。对于较简单的问题可以用灰色系统、时间序列分析、统计分析等方法;对于复杂的问题还可以用有限差分法、有限单元法等,选择哪种方法主要取决于所要解决问题的复杂程度。本文要解决的土地利用动态变化趋势预报问题,主要关心的是某一类土地利用的变化趋势,如耕地的增减、城市发展的速度等,它们都是单变量的因素,只随着时间的变化而变化。因此,可以用一元变量的函数来描述。笔者采用的一元回归统计分析模型,是解决此类问题的方法之一。

1 一元回归统计分析模型

一元回归统计分析模型广泛应用于各个领域,它适用于给定的一批观测数据(即样本值),根据在特定坐标系中制作的散点图,选择图形形状与散点连线较接近的曲线函数,计算其必要的常数 a_g, b_k, R 等,依据相关系数 R 值与 1 的接近程度,判断所选曲线与实际数据是否吻合。若 $R > 90\%$ 则认为相关性很好,所选函数可靠,函数切合实际,可用于未来的预报。否则需要重新选择曲线或修改某些参数。笔者根据多年从事应用数学研究和对土地利用动态监测资料的分析,将一元回归统计分析模型应用于某类土地利用变化趋势的预报中,计算结果比较满意。

一元回归统计分析模型包括一元线性回归统计分析模型和非线性回归统计分析模型。后者可通过适当的变换转变成前者。一元回归统计分析模型一般有六种函数形式(见表 1)。但最终都可用线性回归方程来表示。非线性回归统计分析函数的线性变换,只要用表 1“化归线性所作的变换”栏中给出的相应公式,即可将非线性函数线性化。将所研究的问题线性化处理后,再将处理后的结果回代成非线性问题,即得最终结果。还原处理方法是将被采用的线性化公式逆向回代。一元线性回归统计分析所构成的方程又称为线性回归方程。

表 1 一元回归统计分析模型的函数形式

曲线类型标识符	曲线类型	化归线性所作的变换
1	幂函数 $y = dx^b$	$Y' = \lg y \quad x' = \lg x \quad a = \lg d$
2	负指数函数 $y = de^{bx}$	$Y' = \ln y \quad x' = 1/x \quad a = \ln d$
3	S 型曲线函数 $y = 1/(a + be^{-x})$	$Y' = 1/y \quad x' = e^{-x}$
4	指数函数 $y = de^{bx}$	$Y' = \ln y \quad a = \ln d$
5	对数函数 $y = a + b \lg x$	$Y' = y \quad x' = \lg x$
6	线性函数 $y = a + bx$	$Y' = y \quad x' = x$

线性回归方程的一般形式为: $y = a_g + b_k x$

其中: a_g 直线的截距, b_k 直线的斜率, R 曲线相关系数。

按

$$R = \frac{(\sum_{i=1}^n x_i y_i - 1/n (\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i))}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - 1/n (\sum_{i=1}^n x_i)^2) (\sum_{i=1}^n y_i^2 - 1/n (\sum_{i=1}^n y_i)^2)}}$$

$$b_k = \frac{(\sum_{i=1}^n x_i y_i - 1/n (\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i))}{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - 1/n (\sum_{i=1}^n x_i)^2)}$$

$$a_g = 1/n (\sum_{i=1}^n y_i) - b_k \sum_{i=1}^n x_i / n$$

计算。

2 计算程序的实现

根据决策支持系统的要求和面向对象方法的编程原则,进行软件的设计和开发。软件的实用性适应性可操作性强,安全性高。软件在 Windows 98 环境下运行,使用可视性开发工具 Visual Basic 6.0 和 Access 数据库,经编译后脱离开发平台操作,稳定可靠、使用方便。

计算程序共分为 4 大部分:一元回归分析模型、计算结果查询、计算结果分析、利用模型预报。下面分别叙述各部分的主要功能。

2.1 一元回归分析模型

具有样本数据输入、制作散点图、选择曲线类型、回归分析计算、显示计算结果、绘制曲线图、计算结果打印、数据初始化、退出计算过程等功能。

①样本数据输入:输入观测得到的样本数据,并存入数据库中。

②制作散点图:根据输入的样本数据,在与之相适应的坐标系中,画出样本数据对应的点,形成散点图。图 1 中的方块为某市建成区面积散点图。

③选择曲线类型:给出 6 种函数的标准曲线,与上述制作的散点图同屏显示,用户可根据散点图的形状,选择近似的标准曲线。本次计算所选定的曲线,如图 1 左边所示。

④回归分析计算:依据给出的样本数据和选定标准曲线方程进行计算。无论选择哪一种曲线,其计算过程和处理方法程序自动实现,给出的计算结果均为最终结果。

⑤显示计算结果:在“回归分析计算结果”框内显示计算所得结果。如图 1 右下脚。

⑥绘制曲线图:根据计算得到的函数,在制作散点图的同一坐标系下绘制计算结果得到的曲线图形。如图 1 中的斜线。

⑦打印计算结果:以表格形式输出计算结果,它包括最终常数 a_g 、 b_k 和相关系数 R 。

⑧计算结果的查询与打印:功能与 2.2 相同。

⑨数据初始化:删除样本数据库中存放的所有数据。

2.2 计算结果查询

查询计算得到的结果并可打印输出。

2.3 计算结果分析

根据计算得到的相关系数,分析所得结果的计算精度。如果相关系数 $R > 90\%$,则认为相关很好,计算结果准确,否则需要调整计算模型。

2.4 利用模型预报

如果得到的一元回归统计分析模型相关系数大于 90% ,且样本个数足够多,所得回归方

程可用于预报某类土地利用状况的变化趋势,也可得到该类土地某一时刻利用现状的预报值。

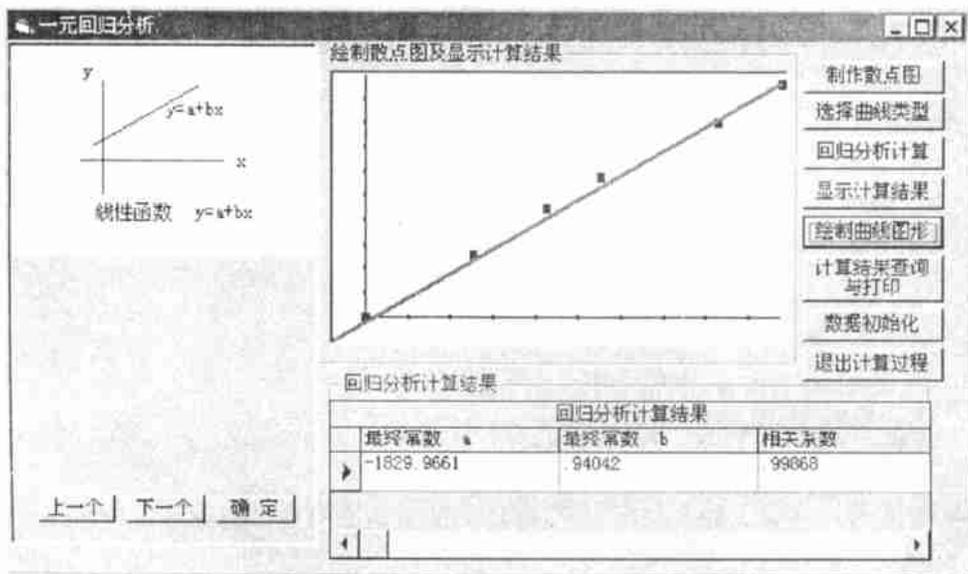


图 1 一元回归统计分析计算过程图

3 计算实例

用上述一元回归统计分析模型,建立了河北省某市建成区的计算模型,预报了它未来的发展变化趋势,并对其特定年份给出了预报值。本文所用数据为某市 1949 年至 1997 年建成区实测数据,如表 2。

表 2 河北省某市建成区原始数据

年 代	占地面积(km ²)	年 代	占地面积(km ²)
1949	2.318	1982	33.288
1959	12.169	1988	39.346
1966	19.630	1994	48.351
1971	24.613		

采用上述软件完成全部计算,所得回归曲线常数为:

回归曲线常数: $a_g = -1829.9661$ $b_k = 0.94042$
 相关系数: $R = 0.99868$ 样本个数: $n = 7$

所得曲线回归方程: $y = a_g + b_k x$

详细的计算步骤和结果见图 1 所示。

使用所得计算模型对该市 2000 年和 2010 年建成区的占地情况进行了预报,结果如下:
 2000 年建成区占地面积: 50.8739km²; 2010 年建成区占地面积: 60.2781km²。

预报结果分析:从相关系数看,所得计算模型符合实际情况,但因样本个数较少,预报精度不一定很高,因此预报结果仅供参考。

用一元回归统计分析模型, 预测一类土地利用状况的变化趋势, 是一种既简单又行之有效的方法。将此方法用在土地利用动态监测中还属首次。该计算机软件编译后生成脱离开发平台的应用软件, 操作简便, 选择图形直观, 匹配曲线的相关程度一目了然, 这些都为用户的使用和推广提供了方便。

参考文献:

- [1] 上海机械学院, 安徽省计算中心. FORTRAN 应用程序库[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社. 1984.
[2] (美) Evangelos Petroustos. 邱仲潘等译. Visual Basic 6 从入门到精通[M]. 北京: 电子工业出版社. 1991.

重要更正

我在学报 2001 年第 2 期发表的“具有对称面的斜圆锥管三通计算机辅助设计”中, 只有在 $r_1 = r_2$ 时, 结论才正确。特此更正, 并对读者致歉。

作者郭士先

2001-11-19