文章编号： 1006 – 544X（2008）01 – 0147 – 04

人口地理信息管理系统的建立

蒙　映

（桂林工学院 土木工程系，广西 桂林　541004）

摘　要： 在探讨人口地理信息管理系统建立方案的基础上，以 ArcGIS 9.0、MapObjects 和 VB 为平台，进行桂林市人口地理信息系统的开发，实现了人口信息查询和分析、专题图制作、人口预测及网络信息发布等基本功能，为政府管理人口提供了有效的方法和手段。

关键词： 人口地理信息系统；ArcGIS 9.0；分布式网络系统

中图分类号： P208　　　　**文献标志码：** A

传统的人口管理信息系统已无法满足信息时代经济快速发展的需要，科学、高效地管理人口数据为政府管理人口提供了有效的方法和手段，开发基于 GIS 的人口地理信息管理系统势在必行。本文在探讨人口地理信息管理系统建立方案的基础上，以桂林市为例，在 ArcGIS 9.0、MapObjects 和 VB 平台支持下，进行桂林市人口地理信息系统的开发。

1　人口地理信息系统的建立

1.1　人口地理信息系统的功能需求

通过对人口地理信息系统的需求进行分析，其功能包括如下方面[1]：

1） 人口、资源、环境与社会经济统计数据的输入与更新。

2） 人口数据及相关信息的查询检索。

3） 区域人口信息的统计分析。这是人口分析的基本工作，包括城乡人口、民族、性别和年龄结构、人口的文化素质、人口健康水平和出生率、死亡率与自然增长率等信息的统计分析。

4） 对人口统计信息进行专题制图与分析；对人口信息与其它国情因子进行叠加分析和制图。

5） 人口预测。人口预测对区域发展战略的研究与制定具有重要的指导意义，特别在城市规划、市场预测、资源利用规划、环境保护等方面有重要的参考价值。人口地理信息系统中的预测模型是系统分析模型中的重要组成部分。

6） 成果输出。包括专题地图的输出打印、人口信息报表输出与打印。

7） 三维可视化。三维可视化提供一种地图显示的方式，它可以弥补传统二维地图的诸多不足，使地图的表示更加逼真与直观。虽然目前三维 GIS 还处于初级发展阶段，但三维 GIS 和 WebGIS 代表着 GIS 的最新发展方向。

8） 网上信息发布系统。随着经济的快速发展，当今社会对人口信息的需求量越来越大，为更有效地实现人口信息数据的共享，在人口地理信息系统中建立人口信息网络发布是有必要的。

9） 系统权限管理。人口地理信息系统是大型的分布式网络系统，涉及许多政府部门和单位，同时人口地理数据库中存储的大量人口数据，关系着居民的日常生活和个人隐私，因此必须对各级用户设置相关权限。

1.2　系统总体结构设计

1.2.1　*系统数据流程*（图 1）

1） 通过图形编辑功能实现地理空间数据的采集，生成地理空间数据库。

2） 通过扫描识别或手工键盘输入实现人口、资源环境、社会经济及相关数据的采集，生成人口、资源、环境数据库。

收稿日期： 2006 – 12 – 04
基金项目： 广西科学研究与技术开发计划资助项目（桂科攻 0330008 – 7）；广西自然科学基金资助项目（桂科基 0448076）
作者简介： 蒙　映（1969 – ），女，硕士，讲师，研究方向：GIS 及测绘工程理论及应用。

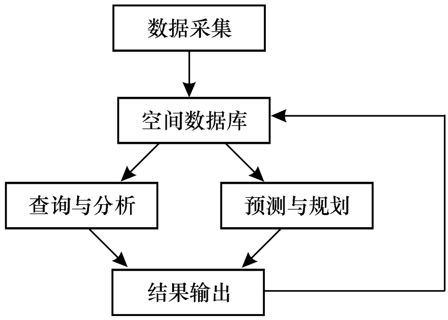

图 1 人口地理信息系统的数据流程图
Fig. 1 Data flow chart of PGIS

3）在人口地理信息系统逻辑操作下实现地理空间数据库与人口、资源、环境数据库的互操作。

4）生成新的人口分析、预测或规划数据集。

5）新的数据集以专题地图、统计表格或文字报表形式显示与输出，或在数据库中保存。

1.2.2 系统网络设计（图 2） 人口地理信息系统是利用计算机网络构建的全国性大型分布式网络系统，各地区的人口管理部门是国家人口地理信息系统中的一个节点，拥有独立运行的人口地理信息系统，可开展人口管理与人口信息发布等相关工作。各地区的地形图、人口信息数据、环境资源数据、社会经济统计资料都存放在本地数据库服务器上，并且各地区相关部门拥有系统空间数据库管理与更新权限，保证数据的完整性，以供全国使用，因此各地的人口地理信息系统从局部来看是一个独立的信息管理系统，从整体上来看是一个分布式网络系统。该系统包括 7 大功能子系统，见图 3。

1.3 人口预测模型

人口预测模型是人口地理信息系统重要的分析模型之一，主要有几何增长法、一元线性回归法、阻滞增长模型（Logistic 法）、灰色模型 GM(1,1)法和人口动力学法等。不同模型具有不同的适用范围和特点，其中，几何增长法和一元线性回归法适合 10 年之内的短期预测，Logistic 法、灰色模型 GM(1,1)法适合 20 年左右的中长期人口预测，而人口动力学法在进行 50 年以上的人口预测时能产生较好的预测效果。本文将简单介绍几何增长法、一元线性回归法和阻滞增长模型。

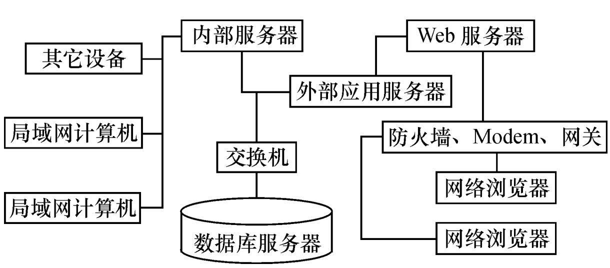

图 2 人口地理信息系统网络结构
Fig. 2 Network structure of PGIS

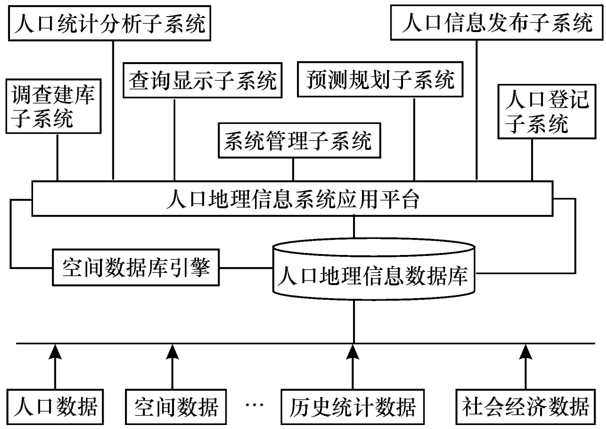

图 3 应用系统模块结构图[2]
Fig. 3 Structure of application module

下面公式中的(x,y)为各行政区域地理单元的中心坐标。

1.3.1 几何增长法 计算公式为

$$y_n(x,y) = y_0(x,y)(1 + r(x,y))^n,$$

其中，$y_n(x,y)$为某地理单元第 n 年的人口数，$y_0(x,y)$是该地理单元基年人口，$r(x,y)$是该地理单元的人口年平均增长率。

1.3.2 一元线性回归法 计算公式为

$$y(x,y) = a + bt(x,y),$$

式中：$y(x,y)$为某地理单元第 t 年的人口数，$t(x,y)$是该地理单元从基年起算的时间，a 和 b 为系数。

1.3.3 阻滞增长模型（Logistic 模型）[3] 设增长率 $r(x)$是人口 $x(t)$的函数，设 $r(x) = r - sx$,($s > 0$, $r(x) < r$)，r 是相对于 $x = 0$ 时的增长率，称固有增长率。最大人口数量是自然资源和环境条件所能容纳的人口数量，记为 x_m。

当 $x = x_m$ 时，$r(x_m) = 0$，

则 $r(x_m) = 0 = r - sx_m$，

即 $s = r/x_m$，

那么 $r(x) = r - sx = r - xr/x_m = r(1 - x/x_m)$。

其中，r、x_m 是根据人口统计数据确定的常数，$(1 - x/x_m)$体现了对人口增长率的阻滞作用。

上式说明：增长率 $r(x)$与人口尚未实现部分（相

对最大容量而言）成正比，比例系数为固有增长率 r。

因此　$dx/dt = r(1 - x/x_m)$，　　　　(1)

$X(0) = x_0$，　　　　(2)

式(1)、(2) 即为 Logistic 模型。

人口地理信息系统中的 Logistic 模型为：

$y_n(x,y) = L(x,y)/[1 + ae^{-bt(x,y)}]$.

式中：$y_n(x,y)$ 为某地理单元 n 年的人口数；$L(x,y)$ 为该地理单元的人口最大容量；a，b 是系数。

2　人口地理信息系统的开发实现

下面以桂林市为例，进行人口地理管理信息系统的开发。

2.1　数据采集

数据采集包括基础地理信息数据采集、人口数据采集、社会经济数据采集等。

2.1.1　基础地理数据采集　在系统开发中，基础地理数据的获取方法有很多，可以购买，也可以从网上下载免费数据或通过扫描矢量化来获得数据。本次设计的基础地理数据主要是从网上下载的免费数据（1∶400万），对其进行处理加工，制作成适合本系统的数据。本系统基础地理数据包括：桂林县级行政区；桂林县级居民点；桂林市内主要公路；桂林市内主要铁路；桂林市内各级河流。数据获取后要进行坐标转换、投影变换等处理。

2.1.2　人口数据采集　本系统的人口数据表包括：

①历年人口数统计。包含桂林市区和其它 12 个县从 1990 年到 2004 年的人口统计数据。

②人口变动。2000 年第 5 次人口普查桂林市统计数据，包括男性人口、女性人口、出生人口、死亡人口、迁入人口、迁出人口、出生率、死亡率、增长率等统计数据。

③人口信息登记。详细的个人信息。

④民族人口分布。该表主要是对主要的少数民族人口进行统计。

……

以上各表之间使用关键字段 ID 来连接。本系统采用 Oracle 数据库统一存储与管理所有的系统数据。空间数据通过 ArcSDE 在数据库和前台应用程序之间进行传输。

2.2　系统基本功能的实现

系统运行界面如图 4 所示；系统可实现图文互查，图 5 为根据图元要素查其属性；缓冲区查询和分析如图 6 所示。

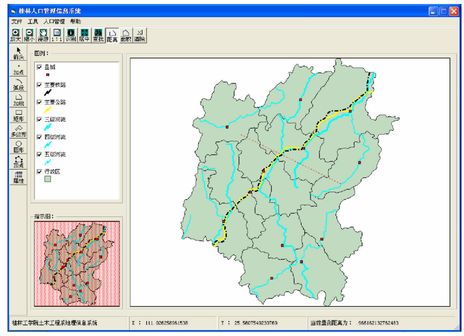

图 4　系统运行界面

Fig. 4　Runing system interface

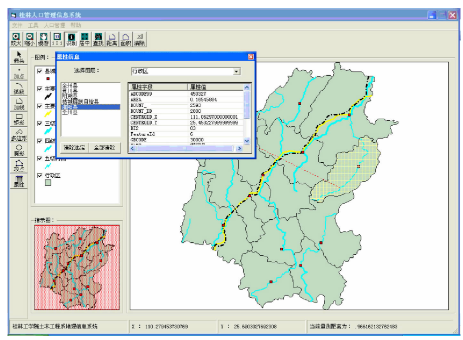

图 5　属性查询

Fig. 5　Property inquiring

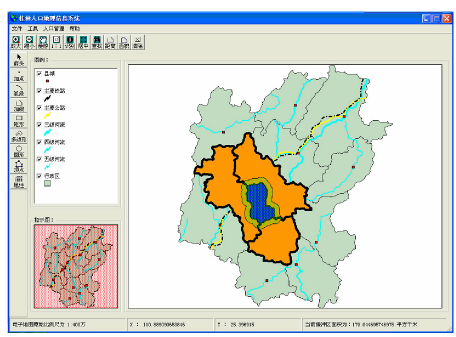

图 6　缓冲区分析

Fig. 6　Buffer analysis

专题图制作：图 7 为分类渲染专题图（以 2000 年人口为例，颜色从黄色到淡红渐变，黄色表示人口最少，红色表示人口最多）。

人口信息查询、分析：图 8 为桂林市人口信息查询分析结果。

人口预测：本系统采用几何增长法来进行人口预测，几何增长法适合进行 10 年内的人口预测。

WebGIS 的实现：本系统 WebGIS 模块使用 ESRI 的 ArcIMS9.0 作为开发平台。创建一个 ArcIMS 网站需要 3 个步骤：

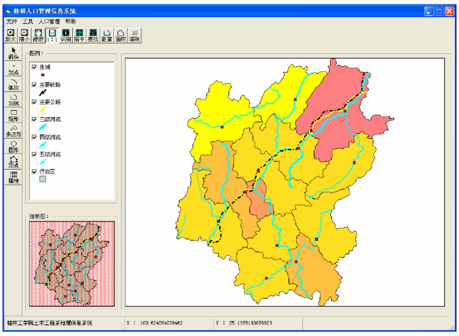

图 7 专题图制作
Fig. 7 Thematic map

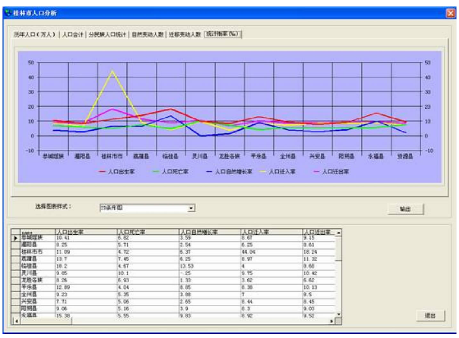

图 8 人口信息分析
Fig. 8 Population analysis

①在明确所需数据的基础上，使用 Author 生成一幅地图。Author 允许同时使用多个地理图层，并选择地图的符号与结构，最终输出结果为 . AXL 文本文件。

② AXL 文件创建好了后，必须在中间件中进行注册，这一过程被称为“启动地图服务”。Administrator 就是用来让服务器与中间件进行通讯的应用程序。Administrator 提供对网站的管理功能。当服务器连接的用户多时，系统性能将会下降，这时可以通过增加虚拟服务器数目来提高系统性能；当服务器连接的用户少时，可以通过减少虚拟服务器数目来减少系统费用。

③一旦创建了地图服务并用 Administrator 启动服务后，就可以设计网站进行信息发布了。整个过程中 Designer 会通过向导引导你创建 HTML 页面和相关的支持文件。HTML 浏览器模板允许地图影像在客户和服务器之间传输，而 Java 浏览器还可以传输矢量要素。一旦选定了使用哪种浏览器模板，Designer 向导就允许你进一步设计你的网站。例如，你可以通过选择你希望让用户使用的工具来定制客户端工具条，也可以改变比例尺栏、导航窗口、各元素的颜色以及显示范围等。

3 结束语

地理信息系统技术取得了飞速的发展,其应用领域日益广泛,而人口地理信息系统的建设在我国还是一个新课题,许多问题亟待进一步的探索和解决,国外成熟的技术值得我们借鉴,但不能完全解决中国的实际问题。本文力图通过建立桂林市动态人口地理信息系统,为人口信息化的建立,以及人口信息服务的实现探寻一种可取的途径和方法。

参考文献:

[1] 厦门信息港. 人口地理信息系统解决方案[EB/OL]. (2003－04－01). http://www.xminfoport.com/gis/news/jiejue1.htm.
[2] 人口地理信息系统解决方案[EB/OL]. (2004－11－09). http://www3.it168.com/solution/20041109/200411097409.PDF.
[3] 李振福. 长春市城市人口的 Logistic 模型预测 [J]. 吉林师范大学学报：自然科学版，2003 (1)：16－17.
[4] 赵伟华,黄晓,章复嘉. 基于 GIS 的人口管理信息系统的设计与实现[J]. 计算机工程与设计,2004,25(1):139－141.
[5] 王远飞，周枫，刘志强，等. 浦东新区人口普查地理信息系统的设计与实现 [J]. 华东师范大学学报：自然科学版，2006 (2)：27－32.
[6] 许晶，吴乐南，徐海军，等. 基于 GIS 的人口信息管理系统的设计与实现 [J]. 解放军理工大学学报：自然科学版，2005，6 (6)：550－554.
[7] 刘建华. 我国人口地理信息系统的建设及其应用 [J]. 南京人口管理干部学院学报，2002，18 (4)：28－30.

Establishment and Implementation of Population Geographic Information System

MENG Ying
(*Department of Civil Engineering*, *Guilin University of Technology*, *Guilin* 541004, *China*)

Abstract: On the basis of establishment of population geographic information system, ArcGIS 9.0, MapObjects and VB as a platform, Guilin PGIS is developed with inquiry and analysis, thematic mapping, population projections, network information release, and other basic functions. The system provides effective methods and means for the government in population management.

Key words: population geographic information system (PGIS); ArcGIS 9.0; distributivity network system