

基于 ArcGIS Engine 的粤北岩溶山区 农地石漠化预警系统设计

黄金国,蔡永龙,王兮之,魏兴琥,李辉霞,周红艺,梁钊雄

(佛山科学技术学院空间信息与资源环境系,广东佛山 528000)

摘要:利用 GIS 技术对石漠化信息进行现状分析、预警与决策,是石漠化灾害防治的有效途径之一。基于 ArcGIS Engine 组件技术、Visual Basic、NET 平台技术和 SQL Server 数据库技术,设计了粤北岩溶山区农地石漠化预警系统,并对系统目标、结构、功能、数据库设计进行了分析。该系统具备数据管理、查询、分析、预警预报、制图制表等功能,系统的建立有助于及时、准确、科学、全面地掌握粤北岩溶山区农地石漠化现状及变化趋势,为农地石漠化的综合治理提供决策依据和技术支撑。

关键词:农地石漠化;GIS;预警系统;粤北岩溶山区

中图分类号: S127;S158.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)07-0338-03

粤北岩溶山区是广东省石漠化分布的核心区域,石漠化与潜在石漠化总面积高达 45.96 万 hm^2 , 占全省的 94.6%^[1]。农业是粤北岩溶山区的主业,农用地发生石漠化潜在威胁多、隐患大,不合理的农业生产活动造成的石漠化几乎占了当地石漠化的全部。农地石漠化的存在与发展不仅制约着当地群众的生存状况和农村经济的可持续发展,而且对珠江三角洲的生态安全构成严重威胁,甚至影响到广东省国民经济可持续发展和社会和谐社会的构建。

预警是农地石漠化防治工作的重要组成部分,通过预警可以定性、定量、定位地反映农地石漠化发生的可能性及其危害程度,把握农地石漠化发展变化的规律,进而对农地石漠化进行有效治理与科学防范,为农地资源的合理利用提供科学依据。地理信息系统(geographical information system,简称 GIS)是用于采集、存储、管理、综合分析和处理空间信息的计算机系统,它可以将空间数据和属性数据有机结合起来,具有强大的空间分析和空间数据库管理能力^[2],能为农地石漠化信息管理和预警提供一个强大的表达、分析和管理工作。ArcGIS Engine 是 ESRI(美国环境系统研究所)在已有成熟技术的基础上,整合了 GIS 与数据库、软件工程、人工智能、网络技术而开发出的新一代 GIS 开发平台,为用户提供有针对性的 GIS 功能^[3],它具有 ArcGIS 平台的所有优点,如开发平台的先进性、可扩展性和兼容性等,具有得天独厚的优势^[4]。因此,本研究选择 ArcGIS Engine 作为 GIS 支撑平台,设计了粤北岩溶山区农地石漠化预警系统,系统的建立与应用为粤北岩溶山区农地石漠化的综合治理提供了决策依据和技术支

撑,对粤北岩溶山区农地石漠化防治工作走向信息化、科学化具有重要意义。

1 系统目标与设计原则

1.1 系统目标

粤北岩溶山区农地石漠化预警系统设计的目标主要包括 2 个方面:一是通过系统的构建,实现粤北岩溶山区农地石漠化信息的规范化、信息化管理,为农地石漠化防治提供实时、准确、快速的信息服务;二是应用 GIS 和数据库技术,结合专业数学应用模型,构建一个可视化的、具有农地石漠化信息的录入与存储、检索与查询、修改与更新、数据统计与分析、预测预警、制图输出等功能的农地石漠化预警系统,为粤北岩溶山区农地石漠化的综合治理提供决策支持和技术支撑。

1.2 设计原则

粤北岩溶山区农地石漠化预警系统是以粤北岩溶山区空间数据库为基础,在地理信息系统(GIS)、遥感(RS)、网络、多媒体及计算机仿真等现代高新科技手段的支持下,对农地石漠化空间数据进行采集、管理、查询和统计分析,集知识、模型和决策为一体的系统^[5]。其设计应满足科学性、规范性、实用性、可延展性与开放性、安全性等原则。

(1)科学性原则。系统的结构合理,功能模块化,易于维护,数据库设计重点考虑科学清晰的数据结构与组织,力求系统的科学性。

(2)规范性原则。数据合理分类和编码的规范化、标准化是农地石漠化预警系统扩充联网、实现信息交流与数据共享的基础。为了使系统结果具有较高可信度,系统输入的数据格式要规范,数据结构清晰,坐标系统统一等,在此原则下,本系统要建立一个包括农地石漠化各种影响因素的数据、图像、图形等的标准数据库^[6]。

(3)实用性原则。系统设计充分考虑用户使用时的需求,能满足相关部门对粤北岩溶山区不同区域农地石漠化相关数据的查询、统计及决策分析等的要求;避免盲目追求最新技术,又要防止系统处理能力不够;同时,系统结构、用户界

收稿日期:2013-09-25

基金项目:国家自然科学基金(编号:31170486、31070426);广东省哲学社会科学规划(编号:GD12CGL01);2013年广东省大学生创新创业训练计划(编号:1184713015);2013年国家级大学生创新创业训练计划(编号:1184713015)。

作者简介:黄金国(1967—),男,湖南桃源人,副教授,研究方向为土地退化防治与农业资源利用。E-mail:fsjgh@163.com。

面、菜单、命令等力求简洁清晰,便于使用者操作。

(4)可延展性与开放性原则。系统应具有有良好的接口和方便的二次开发工具,以便系统能不断地扩展和完善,在信息编码、底图坐标系统选择、数据库设计以及系统功能等方面,尽可能留有余地,方便系统的扩充或数据库的移植,当新的模块增加时,现有模块和整个系统结构将不会受到大的影响^[7]。

(5)安全性原则。系统应对用户的登录权、管理任务操作权和数据库访问权限等方面有高度的控制能力^[8]。针对不同类型的用户,根据口令设置不同的访问权限级别,防止系统的越权使用及对数据的非法修改和拷贝等。

2 系统总体设计

2.1 平台选择

根据系统目标要求和系统的设计原则,本系统采用 Windows Server 2003 操作系统,以 ESRI 公司的 ArcGIS Engine 9.3 作为 GIS 支撑平台,采用大型关系数据库管理系统 SQL Server 2000 和空间数据库引擎 ArcSDE 来实现对空间数据和

属性数据的统一存储,选用微软最新开发平台 Visual Studio. NET 中的 Visual Basic. NET 进行程序设计,保证系统在平台技术上处于领先地位。

2.2 系统总体结构

根据粤北岩溶山区农地石漠化预警系统建设的需要和 ArcGIS Engine 的技术特点,本系统采用数据服务层、平台层、表现层的 3 层结构模式(图 1)。

数据服务层是系统运行的数据基础,主要提供数据存储管理服务,由空间数据库、属性数据库构成。空间数据库主要由 ArcSDE 提供的服务进行管理,属性数据库主要由 SQL Server 2000 来组织和管理。系统通过 ArcSDE 连接到 SQL Server 2000 数据库后,利用 Arc Catalog 提供的中间件导入空间数据,通过表间的关联字段实现空间数据和属性数据的无缝集成^[9]。

平台层是系统实现技术支撑,包括 ArcGIS Engine 组件、数据操作组件、视频控制组件、Visual Studio. NET 开发平台。

表现层提供应用系统的功能界面,为用户调用各模块功能提供平台,实现系统与用户之间的动态交互。

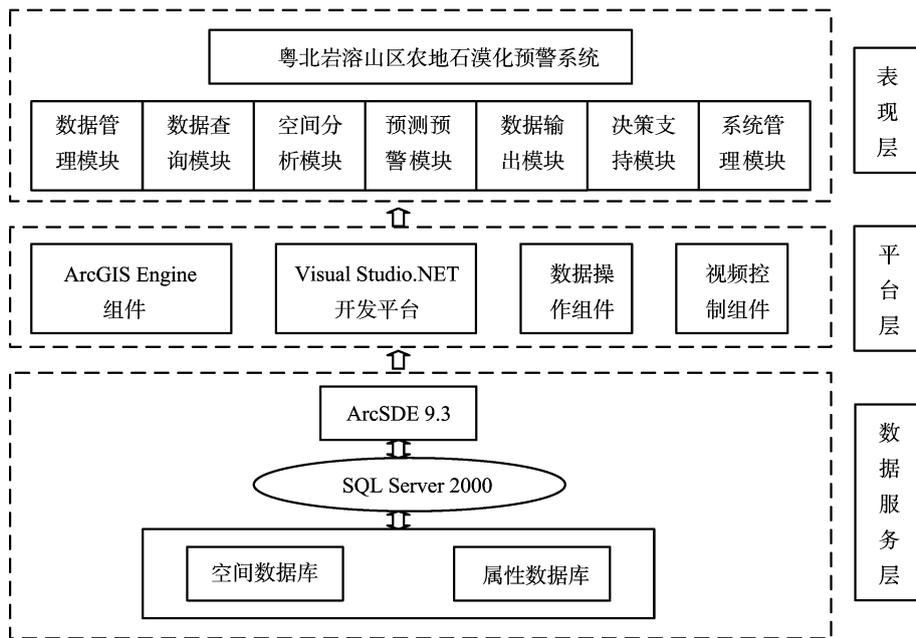


图1 粤北岩溶山区农地石漠化预警系统总体结构

2.3 数据库设计

数据库为整个系统的运行提供数据支撑,它是整个系统的基础,也是预警分析和信息输出的依据,因此,在设计数据库系统时,本着数据库数据共享、独立、完全、完整性的原则,尽量满足各个子模块能够快速、方便、灵活地存取数据^[10]。目前数据库技术较多,主流的数据库技术有 Oracle、SQL Sever 等,本系统选择性能优越、稳定可靠的 Microsoft SQL server 2000 作为数据库建库平台,以保证系统的存储容量和数据的安全性。数据库的设计包括空间数据库的建立和属性数据库的建立,同时包括空间数据和属性数据的连接。数据库建立流程如图 2 所示。

(1)空间数据库设计。空间数据主要包括基础空间信息数据(粤北岩溶山区的行政区划图、岩性图、地质图、地形图、

坡度图等)、专题空间信息数据(土地利用现状图、植被指数图、土壤侵蚀图、农地石漠化分布图等)和图像数据(数字高程模型 DEM、数字正射影像 DOM 等)^[11]。空间数据采用数字化处理并分层存储,空间数据库的建立是在 ArcGIS 9.3 中的 ArcCatalog 中创建,通过 ArcSDE 创建其连接,将采集后的数据导入到 SQL Server 数据库中,其中将对空间数据创建新的字段来连接属性数据^[12]。

(2)属性数据库的设计。属性数据主要包括粤北岩溶山区环境信息、石漠化基本信息、石漠化程度评价数据信息、社会经济信息等数据,如年均降水量、年均暴雨次数、植被盖度、土层厚度、基岩裸露率、石漠化程度、土地垦殖率、土地利用类型、农业人口密度、农业总产值等。将这些数据收集完后经过整理、核对、分类、编码完成入库,同时在相关数据的属性表中

增加了一个关键字段,该字段作为数据库各表之间建立各种关联关系的标志符,通过识别该字段来完成链接^[7]。属性数据库的设计主要考虑用户需求和能够提供的数据,数据的格式、制定字段及其值的输入规范,以 SQL Server 数据表的形式存储^[13]。

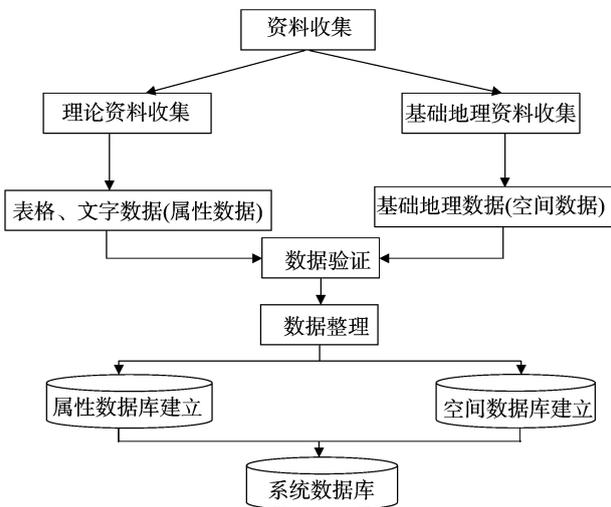


图2 数据库建立流程

3 系统功能与实现

根据系统的建设目标和设计原则,结合基于可扩展性和可维护性的系统3层体系结构,在逻辑上将系统总体功能分解成若干模块,每个模块完成一部分功能,模块与模块之间既独立又相互配合,共同实现整个系统的功能。系统主要具有如下功能:

(1)数据管理。该模块具有数据的管理功能,主要是利用数据库及 GIS 专业软件来实现各种空间和属性数据文件的创建、维护、数据库备份和更新,以及分析预测模型参数的修改和构建新的模型。

(2)数据查询。该模块可通过分类查询、空间数据查询、属性数据查询以及图-属互查等查询方式,实现对粤北岩溶山区农地石漠化信息、自然环境条件、农地利用状况、社会经济条件等的查询,并可对查询结果进行保存、显示及打印等。

(3)空间分析。该模块提供了叠置分析、缓冲区分析、统计分析等功能,用户可结合数据库中的空间数据和属性数据对农地石漠化形成的自然和人为环境要素以及农地石漠化的发生范围、发展速率、发展趋势等进行空间分析,并将结果以图、表等形式显示出来。

(4)预测预警。该模块是本系统的核心模块,具有对用户指定区域进行各种分析统计和预测的功能。用户只要指定要分析预测的工作区域,系统就会利用 GIS 的空间分析、空间数据表达的直观功能,通过调用系统数据库中的数据资料,利用开发的预警模型进行运算、分析、模拟和判断,并将预警结论和分析结果以色块图方式或图表形式直观地显示给用户,为用户提供参考。

(5)数据输出。该模块可根据用户需求生成并输出各种数据文件、专题地图和统计图表,输出形式为计算机屏幕显示和通过打印机打印输出2种。

(6)决策支持。该模块可根据预警结果中的警情判定,调用数据库中历史防治措施与经验,提供相应的防治方案,以便及时排除警情,为农地石漠化防治提出对应的决策支持。

(7)系统管理。包括用户管理和系统维护2方面的功能。用户管理是对不同级别的用户授予不同的权限,保证系统及数据的安全性。如一般用户只能对信息进行浏览查询,无权修改或删除任何信息,而系统管理员则可以添加、修改、删除和查询用户信息,并可以进行数据库的备份、恢复以及远程数据提取等操作^[8]。系统维护的内容主要包括应用系统的维护、数据的维护、代码的维护、硬件的维护等。

4 结语

本研究设计的基于 ArcGIS Engine 的粤北岩溶山区农地石漠化预警系统,充分利用了 ArcGIS Engine 强大的空间分析能力和空间数据库管理能力以及 Visual Studio .NET 的快速可视化编程优势,提高了系统的开发效率,实现了粤北岩溶山区农地石漠化多源海量数据的统一存储与管理,集农地石漠化信息“数据采集-查询检索-空间分析-预警预报-专题制图”等功能于一体,具有较好的智能化与自动化能力。系统的建成与应用不仅粤北岩溶山区农地石漠化的研究提供了新的途径和方法,而且为粤北岩溶山区农地石漠化的综合治理提供了决策依据和技术支撑。

参考文献:

- [1]冯汉华,熊育久. 广东岩溶地区石漠化现状及其综合治理措施探讨[J]. 中南林业调查规划,2011,30(1):15-19.
- [2]张伟红,赵勇胜,邸志强,等. 基于 ArcGIS Engine 的地下水资源及其地质环境信息系统设计与实现[J]. 吉林大学学报:地球科学版,2006,36(4):574-577.
- [3]刘春玲,朱金生. 基于 ArcGIS Engine 的溢油环境预警软件(OSEA)开发[J]. 环境科学与管理,2011,36(2):41-45.
- [4]麻德明,丰爱平,黄沛. 基于 ArcGIS Engine 的江苏海岸保护与利用规划信息管理系统研究[J]. 北京测绘,2010(2):7-9.
- [5]颜学莉,谢世友,费文涛. 基于 ArcObjects 的石漠化管理信息系统的设计研究[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2008,33(4):80-85.
- [6]丁雷. 基于 GIS 的煤矿水害预警系统[J]. 矿业安全与环保,2013,40(2):46-48.
- [7]李海峰,高德政. 基于 GIS 的地质灾害信息管理系统的开发与实现[J]. 四川地质学报,2006,26(3):178-181.
- [8]宋邦耀,罗有贤,苏维词. 基于 WebGIS 的农业产业化信息系统分析与设计[J]. 农业系统科学与综合研究,2007,23(2):217-219,223.
- [9]廖赤眉,胡宝清,覃开贤,等. 区域喀斯特石漠化信息系统的设计研究[J]. 地理科学进展,2007,26(2):77-86.
- [10]欧阳渊,王辉,李飞. 基于 GIS 的水资源管理信息系统[J]. 软件导刊,2006,12(23):51-52.
- [11]谭启宇,胡宝清,覃开贤,等. 区域喀斯特石漠化灾害信息系统的开发设计[J]. 大地构造与成矿学,2006,30(1):120-126.
- [12]毛春花,乔玉良. 基于 ArcEngine 的汾河流域关帝山区森林资源管理系统设计[J]. 山西林业科技,2011,40(1):7-9.
- [13]陈超,仇阿根,朱芳菲,等. 基于 ArcGIS Engine 的土地信息管理系统的设计与实现[J]. 全球定位系统,2012,37(2):77-80.