

doi: 10. 6046/gtzyyg. 2018. 02. 33

引用格式: 熊文兵,莫伟华,丁美花,等. 基于开源 GIS 的生态质量气象评价系统[J]. 国土资源遥感,2018,30(2):243-248.

(Xiong W B, Mo W H, Ding M H, et al. Meteorological evaluation system of ecological quality based on open-source GIS technology [J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2018, 30(2): 243-248.)

基于开源 GIS 的生态质量气象评价系统

熊文兵^{1,2}, 莫伟华³, 丁美花³, 王君华³, 莫建飞³

(1. 广西来宾市气象局, 来宾 546100; 2. 广西气象科技服务中心, 南宁 530022;
3. 广西气象减灾研究所, 南宁 530022)

摘要: 为了满足生态质量气象评价技术成果应用的需要, 利用开源的地理信息系统 (geographic information system, GIS) 技术——MapWinGIS, 在 C# 开发环境下, 设计开发了广西生态质量气象评价业务系统。该系统从业务流程需要出发, 实现了气候数据的分析处理, 利用 MapWinGIS 的接口和类库实现了业务平台中 GIS 功能的设计与开发。通过自主开发编写的类, 实现了包括 MODIS 遥感资料等气象评价数据的处理及指数计算, 进而得到生态质量综合评价指标, 最后利用 GIS 地图生成业务产品。该系统为生态质量气象评价业务工作提供了标准化的工作流程。

关键词: 开源 GIS; 遥感; 生态质量; 气象; 评价; 系统

中图法分类号: TP 311 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-070X(2018)02-0243-06

0 引言

地理信息系统 (geographic information system, GIS) 及卫星遥感技术在广西气象行业的应用研究已经开展多年, 成果丰厚。近年来, 广西利用遥感资料开展了广西生态质量气象评价方面的研究, 取得了很好的效果。经过逐步的试验研究, 在生态质量气象评价方面的成果已经投入业务应用^[1]。但是, 各种评价业务都需要完成多种指数模型的计算, 部分指数需要应用 GIS 计算, 图形产品也需要在 ENVI 和 ArcGIS 等平台上来处理、设计和完成。总之, 一份产品的制作过程要经过繁琐的手工操作才能完成, 产品风格由工作人员临时设计, 业务流程没有标准化。针对以上问题和需求, 本研究利用 GIS 技术, 设计开发了广西生态质量气象评价业务系统, 让该项业务工作人员能够方便地利用该系统对气象观测数据及 MODIS 遥感数据进行处理, 对广西生态质量气象评价指标中的湿润指数、植被覆盖指数、水体密度指数、土地退化指数及灾害指数 5 个指标信息进行提取与计算, 并利用 GIS 生成业务产品, 实现业务工作的流程化与标准化。

GIS 是一种采集、存储、管理、分析、显示与应用地理信息的计算机技术系统, 是分析和处理海量地理数据的通用技术。所有具有空间分布的数据都可以使用 GIS 进行处理, 在国土、林业、农业、水利、测绘、交通、生态、规划和物流等很多领域有着广泛的应用^[2-7]。近年来 GIS 技术在我国气象上的应用迅速发展, 方法日趋成熟, 成果喜人。如武汉市利用 GIS 技术建立了长江中游气象水文预报系统^[8]; 湖南省利用 GIS 技术建立了山洪灾害预警系统^[9]; 沙莎等^[10]研发了“气象灾害评估系统 (干旱模块)”; 吴盛洪^[11]研发了“气象服务监控管理平台”; 董学士等^[12]设计开发了“气象查询服务系统”; 李轩等^[13]开发了“农作物病虫害气象等级预报系统”; 熊文兵等^[14]与施益强等^[15]分别在基于多普勒雷达数据可视化的基础上研发了预警系统; 高大伟等^[16]则研究了风云气象卫星数据的应用。

常见 GIS 应用开发使用的地图组件有很多种, 功能和效果各有不同。目前免费的开源 GIS 平台越来越受到开发人员的青睐。开源 GIS 组件具有小巧方便、效率高和灵活性强等特点, 特别适合轻量级业务应用方面的开发。本研究选择的开源 GIS——MapWinGIS 是一个高效的地图引擎, 放大、缩小、漫

收稿日期: 2016-10-09; 修订日期: 2017-02-09

基金项目: 广西自然科学基金项目“广西典型生态环境气象监测与评估应用技术研究”(编号: 桂科自 0991207)、“基于‘3S’技术的水稻高温热害预测监测和灾害区划技术研究” (编号: 桂科 AB17195037) 和国家科技部农业科技成果转化项目“水稻低温冷害监测预警及防控技术中试”(编号: 2014GB2E100281) 共同资助。

第一作者: 熊文兵 (1974-), 男, 硕士, 副研级高工, 主要从事专业气象服务工作, 研究方向为 GIS 技术在气象中的应用。Email: 万方数据0@163.com。

游速度很快,开发人员对其评价较高。MapWinGIS 是一套二次开发组件库,其核心库是一个名字为 MapWinGIS 的 ActiveX 控件,开发人员可以利用这个组件在已有系统中添加 GIS 相关功能,其二次开发环境支持 VB 和 C#等语言。

1 系统功能设计

系统主体框架包含 3 部分: GIS 功能模块、气候条件分析模块和生态质量指数计算模块。GIS 功能模块主要包括地图管理、图层管理、地图缩放和漫游等;气候条件分析模块包括月份与季度气候资料的累加计算、距平计算和数据分析功能,主要任务是生成平均气温分布图、平均气温距平分布图、降水量分布图、降水量距平百分率分布图、日照时数分布图和日照时数距平分布图等图件产品;生态质量指数计算模块实现湿润指数、植被覆盖指数、水体密度指数、土地退化指数和灾害指数等的计算及评价分析。

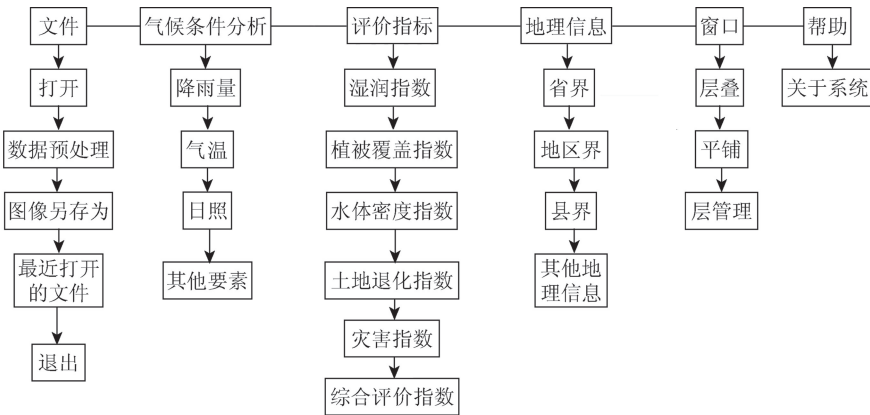


图 2 系统功能菜单结构

Fig.2 System function menu structure

2 主要功能实现

系统的功能是依据业务流程进行设计的,功能的编排也按照业务操作顺序进行。按照功能属性的不同可以分为数据分析处理功能、GIS 操作功能和产品制作功能 3 个类别。

2.1 数据分析处理功能

数据分析处理主要是为了得到分析结果的表格或图形等业务产品而进行的初步工作,包括气候条件数据即气温、降雨和日照等的网格化分析,栅格距平图的计算及 MODIS 卫星数据的计算处理。

2.1.1 气候条件数据网格化

广西各气象台站的常规观测资料(气温、降雨和日照等)仅代表该站点所在地的气象要素值,不能全面真实反映广西全区范围内气候资源的整体分

系统功能布局设计为常规的带菜单栏的模式窗体(图 1)。布局设计包括功能菜单栏 + 工具条、地图框 + 操作栏选项卡。地图图层操作设计为常用的树目录结构。主功能菜单包括文件、气候条件分析、评价指标、地理信息、窗口和帮助等(图 2)。

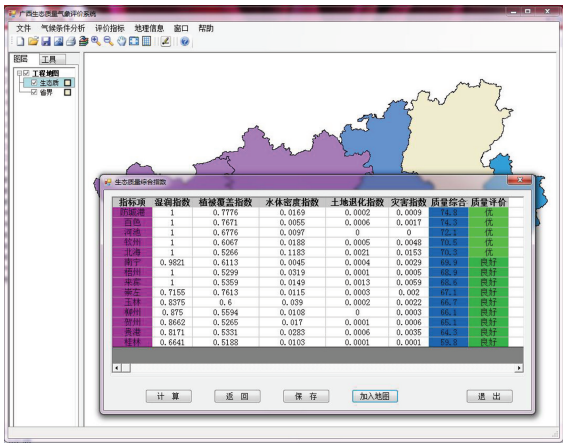


图 1 系统运行界面

Fig.1 System operation interface

布特征,为比较客观真实地反映广西不同区域的气候资源状况,需建立气候要素随地理因子变化的空间分析模型,即

$$Y = f(\varphi, \lambda, h, \beta, \theta) + \varepsilon \quad (1)$$

式中: Y 为气候要素(如气温、降雨和日照时数等); $\varphi, \lambda, h, \beta, \theta$ 分别为纬度、经度、海拔高度、坡向、坡度等地理因子; ε 为余差项,称为综合地理残差,可视 为 $\varphi, \lambda, h, \beta, \theta$ 所拟合的气候学方程的残差部分。若用 Y^* 表示台站实测值,则

$$\varepsilon = Y^* - f(\varphi, \lambda, h, \beta, \theta) \quad (2)$$

将广西各台站(92 个常规站及 1 500 多个自动站)所测的气温、降雨及日照时数等气候要素与各 站点所在地的纬度、经度、海拔高度、坡向和坡度等 地理因子采用回归分析方法建立各气候要素的空间

分析模型 $f(\varphi, \lambda, h, \beta, \theta)$ 。

根据各气候要素的回归分析模型,利用事先准备好的 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 网格上的 $\varphi, \lambda, h, \beta, \theta$ 等地理数据,推算出各气候要素在 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 网格上的分布值,再进行残差订正。

残差订正方法是:首先,将所有气象站点的 $\varphi, \lambda, h, \beta, \theta$ 等地理数据分别代入各回归方程,得到各气候要素在站点的推算值;再根据式(2),用各站点的实测值与推算值得到残差项 ε ;运用反距离权重法,将 ε 插值到 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 网格点上,生成气候要

素的残差栅格图;最后将该栅格图与前面计算好的气候资源分布图进行叠加运算,即得到各气候要素的实际分布图。

本系统为了方便业务使用,设计了分析向导,将分析过程流程化。向导分3步:

1)选择气候资料,建立拟合方程。在使用对话框将单一的气候数据文件导入后,系统自动提供要素选择项供用户选择作业的要素(如气温),在执行线性回归方法后,很快得出拟合方程。系统专门编写了线性回归分析的类 LineRegress(图3)。

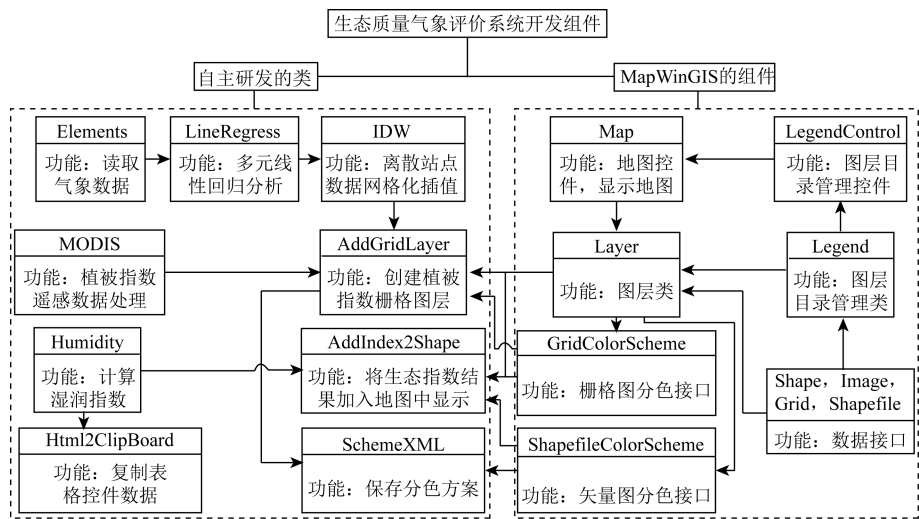


图3 系统开发用到的组件(箭头连接线表示类间的被调用逻辑关系)

Fig.3 Components used in the system development (arrow lines represent the called logical relationships between classes)

2)数据网格化。根据拟合方程,可以得到网格化数据,并按照反距离权重法进行残差订正,系统提供选择项,可以选择订正与否,并提供反距离权重的参数设置等。系统专门编写了反距离权重插值的类 IDW(图3)。

3)出图。以上计算结果以TIF格式输出成栅格图,此步骤提供选择输出结果导入系统地图显示界面,将TIF文件作为新图层添加到地图。此步骤可以独立使用。

2.1.2 距平计算

为了得到气候条件分析的距平图,系统需要提供距平计算功能。为便于使用,专门开发了可以单独使用的距平计算子模块——栅格图相减,即将历史数据分布预先计算,也保存为栅格图。计算距平时利用 MapWinGIS 的 Grid 接口同时打开2个栅格文件,执行逐个格点的栅格值相减(若被减值为空值,则不执行),并将结果另存为新的栅格文件。

2.1.3 MODIS 遥感数据处理

系统的综合评价指数由5个评价指标计算得出,其中植被覆盖指数需要从MODIS单通道数据(*.Vix)提取并计算得到。为了使用的规范化,专

门编写了此类遥感数据处理的类 MODIS。Vix 文件为二进制格式,包含了250个字节的文件头,文件头包含卫星标识、日期时间、通道、投影方式、分辨率和经纬度范围等基本信息,以及火灾、水体和海水等识别阈值等数据信息。本系统用3个结构体来存放文件头。处理好文件头后,用一个二维矩阵来存放指数数据。数据读取按照文件头获取的行列数进行。

为了获得更加可靠的数据,还需对得到的矩阵数据进行降噪处理。系统以直方图统计的方法执行降噪,编制了接口,并且提供动态的步长和阈值等参数设置。

2.2 GIS 操作功能

系统的 GIS 操作实现了 GIS 应用系统的常规功能,即地图的漫游、缩放和移动等操作,并通过编程实现了图层管理和属性设置功能,如图层的添加和删除,矢量要素图层的颜色、大小、形状以及标注等的设定。

2.2.1 图层管理

系统利用 MapWinGIS 提供的 Map 和 LegendControl 控件,设计了带地图的窗体,并以树状目录的形式设计了图层管理界面(图1)。设计快捷工具

条,提供图层管理按钮和地图放大、缩小和漫游等基本操作按钮,并提供图层属性查看、图像输出和工作向导等快捷按钮。在菜单栏也可以添加各种预设的边界地图,以便使业务人员操作尽量便捷。Legend-Control 控件负责管理地图中的图层,实现图层显隐和属性设置。

2.2.2 图层属性设置

MapWinGIS 是开源的 GIS 引擎,提供了丰富的 GIS 功能接口,能实现大部分地图和图层功能,但其并没有像 ArcGIS 那样给出预开发的组件(或控件),需要开发人员完成图层管理、属性和风格设置等功能的交互界面开发。系统针对上述功能,专门开发了图层属性设置窗体,将所有的图层属性管理集成到一个界面(图 4)。

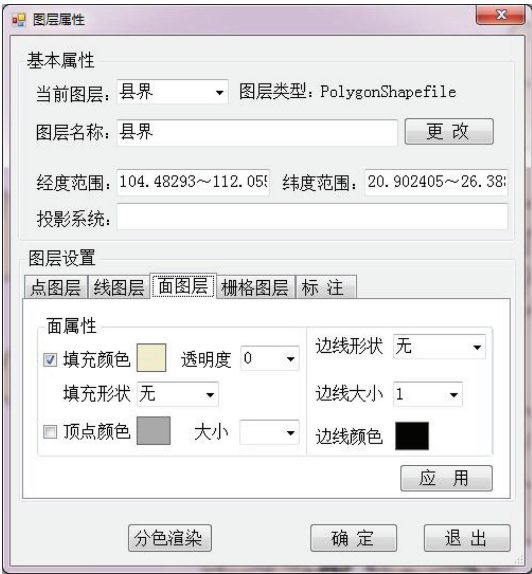


图 4 地图图层属性设置对话框

Fig. 4 Dialog box of map layer properties setting

除常规的图层名称、要素形状、大小、颜色和标注等,还完成了图层的分色渲染功能,并实现了常用的多种字段值多种方式的分色,属性设置比较完善。MapWinGIS 的二次开发是开放性的,要实现的交互功能虽然比较麻烦,但是对开发人员来说非常自由。系统运用到的 MapWinGIS 提供的主要接口或类见图 3。

2.3 产品制作功能

按照业务流程,系统需要根据获取的各地市湿润指数、植被覆盖指数、水体密度指数、土地退化指数和灾害指数等 5 种生态质量指数的原始统计数据,分别计算各生态质量指数,最后将各指数加权得出综合评价指数。

2.3.1 各生态质量指数的计算

为了方便使用,我们将各生态质量指数的计算

界面设计为风格统一的窗体,根据计算的具体对象,对界面做相应的细节调整。

各生态质量指数的具体计算步骤为:打开相应的资料文件,设置好相应的参数,给定结果保存的路径,即可执行计算。计算结果保存在文件中,同时显示在列表控件中,并可以即时加入地图中浏览,也可以单独打开以前计算好的指数执行浏览操作。每个生态质量指数分别计算,其中植被覆盖指数需要打开遥感数据并执行降噪操作,其余指数的数据文件均为文本文件;各生态质量指数的数据包含轻、中、重 3 种程度的统计值,计算时需要按照设定的权重加权,权重在界面中可调。

生态质量指数计算窗口如图 5 所示。

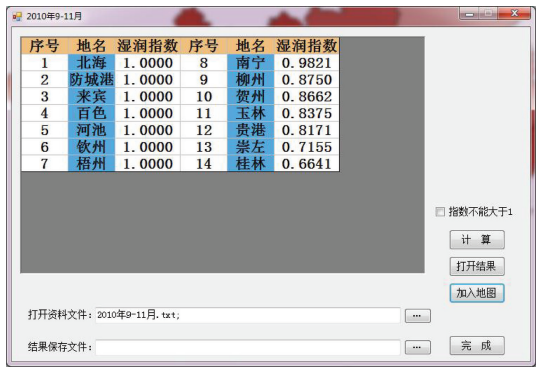


图 5 生态质量指数计算对话框

Fig. 5 Dialog box of ecological index calculation

2.3.2 综合评价指数

综合评价指数的计算相对简单。将之前计算得到的各个生态质量指数文件打开,进行加权平均(各评价权重数值的设置不属本研究内容),即可得到综合评价指数。界面提供对各个权重的设置,也提供即时加入地图中浏览和风格设置(图 6)。

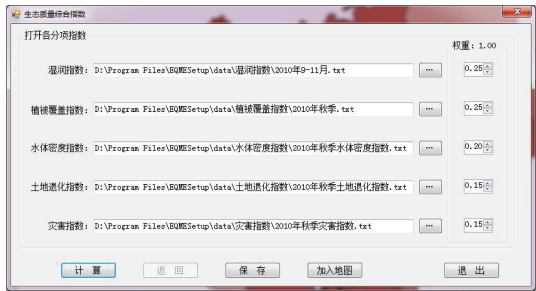


图 6 综合评价指数计算对话框

Fig. 6 Dialog box of comprehensive evaluation index

2.3.3 产品制作

系统提供 2 种方式的产品制作。一种是在上述计算界面得到的指数数值列表中提供右键菜单的表格复制功能,表格复制后即可粘贴到服务产品的文档中;另一种为图片产品,即在将指数加入地图后,可以点击“图片输出”按钮,调用图片输出窗体,窗

体即可将地图中设置好的当前图层制作成图片,同时提供标题设置;还可以将图片复制到剪贴板,或者将图片保存为文件,供服务产品的编辑使用。图片输出对话框如图 7 所示。

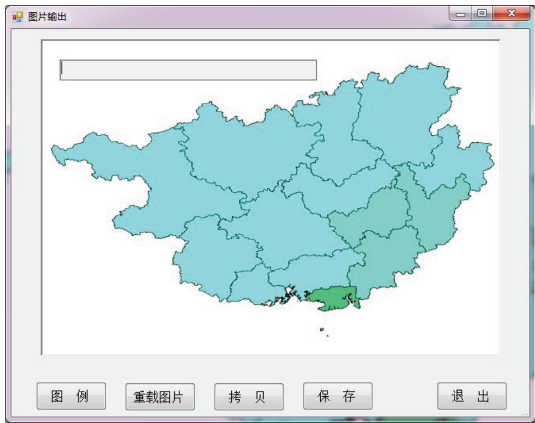


图 7 图片输出对话框
Fig. 7 Dialog box of picture output

3 结论

开源 GIS 在当前的地图应用开发中日益受到欢迎,其组件小巧方便,具有二次开发方便快捷、效率高和灵活性强等特点,特别适合轻量级业务应用方面的开发。广西生态质量气象评价业务系统的研发基本掌握了 MapWinGIS 的接口和有关类库的使用方法,为进一步使用该开源组件打下很好的基础。将开源 GIS 组件应用到本业务平台的研发中,是研究业务系统自主开发的一次有益尝试。

本研究自主开发了多元回归、反距离插值和遥感数据处理等 C#类程序,实现了气候数据的分析处理、MODIS 数据读取及处理和气象评价指标分析等功能。利用 MapWinGIS 的接口和类库实现了业务平台中 GIS 功能的开发,包括地图的缩放及漫游、图层管理、数据导入、图层属性设置和评价结果显示等,并利用 GIS 生成一系列业务产品。该平台从业务流程需要出发,实现了气象评价指标中湿润指数、植被覆盖指数、水体密度指数、土地退化指数及灾害指数 5 个指标数据的处理及计算,最后得到综合评价指标。该评价系统为业务工作提供了标准化的工作流程。

参考文献 (References):

[1] 王君华,莫伟华,陈燕丽,等. 基于遥感的广西生态质量气象评价方法研究[J]. 气象科学,2009,29(6):833-837.
Wang J H, Mo W H, Chen Y L, et al. Research on meteorological evaluation of ecological quality in Guangxi based on satellite data [J]. Scientia Meteorologica Sinica, 2009, 29(6): 833-837.

[2] 肖建民. 基于 Web 与 GIS 技术的黑龙江省防汛指挥信息服 务子系统的设计与实现[D]. 大连:大连理工大学,2002.
Xiao J M. Design and Realization of Flood - Control Information Service Subsystem with Web and GIS in Heilongjiang Province [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2002.

[3] 戴长雷,迟宝明,林 岚,等. 基于 GIS 的地下水监测管理信息 系统(GMSMIS)分析与设计[J]. 遥感技术与应用,2005,20 (6):625-629.
Dai C L, Chi B M, Lin L, et al. Analysis and design of management information systems of groundwater monitoring based on GIS[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2005, 20(6): 625-629.

[4] 王学登. 广东省水资源管理地理信息系统[J]. 中国农村水利 水电,2005(11):35-36.
Wang X D. Guangdong Province water resources management geo- graphic information system[J]. China Rural Water and Hydropower, 2005(11): 35-36.

[5] 闻国年,李 峰,邵进达. 江苏省公路地理信息系统建设规划 (上),(下)[J]. 交通科技,2000(1):18-22,2000(2):31-33.
Lyu G N, Li F, Shao J D. GIS construction plan of highway in Jian- gsu Province, GIS construction plan of highway in Jiangsu Province (continued) [J]. Transportation Science and Technology, 2000 (1): 18-22, 2000(2): 31-33.

[6] 石红兵,魏庆朝,曾学贵. 地理信息系统在勘测设计一体化软 件开发过程中的应用[J]. 铁路勘测,2000(2):20-22.
Shi H B, Wei Q C, Zeng X G. GIS application in the developing process of survey and design integration software[J]. Railway Air Survey, 2000(2): 20-22.

[7] 程 玉,张 群,熊 英. 基于 GIS 现代物流信息系统的设计[J]. 湖北工业大学学报,2006,21(4):95-97.
Cheng Y, Zhang Q, Xiong Y. A design of logistic information sys- tem based on GIS technology [J]. Journal of Hubei University of Technology, 2006, 21(4): 95-97.

[8] 黄治勇,袁正腾,万 军,等. 基于 GIS 长江中游气象水文预报 系统的设计[J]. 暴雨灾害,2007,26(4):316-318.
Huang Z Y, Yuan Z T, Wan J, et al. Design of meteorological and hydrological forecasting system based on GIS in the middle reaches of Yangtze River[J]. Torrential Rain and Disasters, 2007, 26(4): 316-318.

[9] 李 良,黄生叶. 基于 GIS 的山洪灾害预警系统的设计与实现 [J]. 科学技术与工程,2006,6(17):2712-2715.
Li L, Huang S Y. Design and implementation of forewarning deci- sion system of mountain torrent base on GIS[J]. Science Technology and Engineering, 2006, 6(17): 2712-2715.

[10] 沙 莎,曹 芸,朱晓晨. 基于 GIS 的气象灾害评估系统——干 旱评估模块的研究[J]. 科技信息,2009(23):5-6,13.
Sha S, Cao Y, Zhu X C. Meteorological disaster evaluation system based on GIS: Drought assessment module research [J]. Science and Technology Information, 2009(23): 5-6, 13.

[11] 吴盛洪. 基于 GIS 的气象服务监控管理平台的设计与实现 [D]. 成都:电子科技大学,2010.
Wu S H. The Design and Implementation of Meteorological Ser- vices Monitoring Management Platform based on GIS [D]. Cheng- du: University of Electronic Science and Technology of China,

2010.

[12] 董学士,毕硕博,郭文政. 基于 GIS 气象查询服务系统的设计和实现[J]. 微计算机信息,2010,26(7):146-147,137.
Dong X S,Bi S B,Guo W Z. The design and implementation of meteorology inquiry service system based on GIS[J]. Control and Automation,2010,26(7):146-147,137.

[13] 李 轩,郭安红,庄立伟. 基于 GIS 的主要农作物病虫害气象等级预报系统研究[J]. 国土资源遥感,2012,24(1):104-109. doi:10.6046/gtzyyg. 2012.01.19.
Li X,Guo A H,Zhuang L W. The main crop diseases and pests meteorology level forecast system based on GIS[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2012,24(1):104-109. doi:10.6046/gtzyyg. 2012.01.19.

[14] 熊文兵,孙 莹,王艳兰,等. 基于 GIS 技术和天气雷达的短临预警平台研究[J]. 遥感技术与应用,2012,27(3):472-478.
Xiong W B,Sun Y,Wang Y L,et al. The study of early-warning platform based GIS technology and weather Radar[J]. Remote Sensing Technology and Application,2012,27(3):472-478.

[15] 施益强,吴丽娜,吴陈锋. 基于 GIS 的雷达数据三维可视化与预警系统设计及实现[J]. 国土资源遥感,2013,25(1):171-175. doi:10.6046/gtzyyg. 2013.01.30.
Shi Y Q,Wu L N,Wu C F. Design and implementation of a 3D visualization and early warning system for Radar data based on GIS[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2013,25(1):171-175. doi:10.6046/gtzyyg. 2013.01.30.

[16] 高大伟,樊高峰,胡永亮,等. FY-3 气象卫星微波水汽三维可视化及其在强天气监测中的应用[J]. 国土资源遥感,2014,26(1):139-143. doi:10.6046/gtzyyg. 2014.01.24.
Gao D W,Fan G F,Hu Y L,et al. 3D visualization of humidity distribution from FY-3 MWS and its application to severe weather monitoring[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2014,26(1):139-143. doi:10.6046/gtzyyg. 2014.01.24.

Meteorological evaluation system of ecological quality based on open-source GIS technology

XIONG Wenbing^{1,2},MO Weihua³,DING Meihua³,WANG Junhua³,MO Jianfei³
(1. Guangxi Laibin Meteorological Bureau, Laibin 546100, China; 2. Guangxi Meteorology Science and Technology Service Center, Nanning 530022, China; 3. Guangxi Meteorology Disaster Reduction Research Institute, Nanning 530022, China)

Abstract: In order to meet the needs of the application of ecological quality meteorological evaluation technology, the authors designed a service system by using open-source GIS (MapWinGIS) technology in C# develop environment. This system has carried out the analysis and processing of climate data according to the needs of service process. By using MapWinGIS interfaces and class libraries, this platform has achieved the design and development of GIS function. And by self-developed writing class, this platform has the function of the processing of meteorological evaluation data including the MODIS remote sensing data and index calculation, finally obtaining the comprehensive evaluation index of ecological quality by using the GIS map. This system provides a standardized work flow for the ecological quality evaluation.

Keywords: open-source GIS; remote sensing; ecological quality; meteorology; evaluation; system
(责任编辑: 张 仙)