

农业生产潜力计算与分析系统的设计与实现

程传周^{1,2}, 杨小唤^{1*}, 徐瑞娜^{1,2}, 石瑞香¹, 王 静^{1,2}, 李月娇^{1,2}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 随着人口的不断增加和经济的快速发展, 粮食安全问题日益突出, 而农业生产潜力可以描述某一地区的粮食生产能力, 因此, 研究农业生产潜力非常重要, 对合理开发农业资源, 指导农业生产, 具有十分重要的现实意义。本研究在 GIS 技术、COM 组件技术、插件技术等支持下, 采用 C# 开发语言、ArcEngine 开发组件、SQL Server 数据库软件、ArcSDE 空间数据库引擎, 在 Visual Studio . NET 平台下设计、实现了一个集数据库管理、气象插值、农业生产潜力计算、农业生产潜力分析、农业生产潜力模型扩展、图形输出、系统管理于一体的农业生产潜力计算与分析系统。同时构建了一个具有统一坐标系统、数据格式、空间尺度, 可以动态更新的农业生产潜力数据库。并以山东省为研究区, 计算了山东省的农业生产潜力, 分析了计算模型的合理性。系统应用结果表明, 该系统可以很好地应用于农业生产潜力计算与分析, 以及为农业生产潜力计算提供数据基础, 且为农业生产潜力分析提供软件支持。

关键词: COM 技术; 插件技术; 农业生产潜力; 系统设计与实现

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2011.00205

1 引言

随着人口的迅速增长, 资源、环境、人口三者之间的矛盾日益尖锐, 由此引发的粮食问题愈发严重^[1]。粮食问题事关国民经济之发展, 社会政局之稳定, 国家政权之稳固, 而粮食生产能力是粮食问题的关键^[2-4]。农业生产潜力可以描述某一地区的粮食生产能力^[5], 因此, 研究农业生产潜力非常重要, 对合理开发利用自然资源, 进而指导农业生产具有十分重要的意义^[6-8]。

农业生产潜力是指在一定的气候、土壤、社会经济及最优管理、优良品种、无病虫害等条件下, 某一作物转化为生物化学潜能的能力^[5]。当前人们在计算农业生产潜力时, 大多要使用多种格式的数据、多种类型的商业软件, 数据量较大, 操作较为繁琐, 而且在不同格式、不同软件的转化过程中, 数据容易损坏, 精度容易丢失, 缺乏一个集计算、分析于一体的系统化、流程化的系统软件, 对农业生产潜力的研究造成了很大的困难, 而计算机技术、GIS

技术和数据库技术的发展为上述问题提供了一种很好的解决方案。周治国^[9]、周留根^[10]等引入了知识模型的概念, 建立了以棉花生产潜力知识模型为特征的知识系统, 将知识工程和数据库技术有机结合, 以 Mapinfo 5.5 为系统开发平台, 利用 MapBasic 和 Visual Basic 程序设计语言, 建立了知识模型的棉花生产潜力评价系统, 实现了棉花生产潜力评价的计算机辅助决策。曹卫星^[11]等应用面向对象的程序设计技术、COM+ 构件化技术与 WEB 应用程序扩展技术, 构建了一个具有较强兼容性、层次性和安全性的网络化小麦生产模拟和管理决策支持系统。高瑞^[12]、夏斌^[13]等利用 .NET 技术、SuperMap GIS 组件技术和 Oracle 网络数据库技术, 设计了 Windows 平台下的河南省小麦生产潜力评价系统, 评估了河南省小麦生产潜力。方萌、刘高焕^[14]等在黄河三角洲可持续发展信息系统数据库的支持下, 以黄河三角洲为实验区, 利用农业生产潜力计算模型, 对农业生产潜力进行了量化的评价计算。

收稿日期: 2010-07-30; **修回日期:** 2011-03-23.

基金项目: 中国科学院知识创新工程重大项目(KSCX1-YW-09-01)。

作者简介: 程传周(1985-), 男, 山东人, 硕士研究生。主要从事 GIS 开发, 农业遥感等研究。

E-mail: chengcz@reis.ac.cn

* **通讯作者:** 杨小唤(1965-), 男, 安徽人, 研究员。主要从事遥感、GIS 应用及人文数据空间集成分析等研究。

E-mail: yangxh@reis.ac.cn

本研究在前人研究的基础上,开发了一个集数据库管理、气象插值、农业生产潜力计算、农业生产潜力分析、农业生产潜力模型扩展、图形输出、系统管理于一体的 GIS 系统,并构建了一个具有统一坐标系统、数据格式、空间尺度,可以动态更新的农业生产潜力数据库,为农业生产潜力研究提供数据基础,为农业生产潜力计算、分析提供软件支持。

2 系统结构与功能模块设计

2.1 系统结构的设计

农业生产潜力计算与分析系统采用客户端—服务器(C/S)的开发模式,以 Windows XP 为操作系统,C#为开发语言,ArcEngine 为 GIS 二次开发组件,SQL Server 为数据库平台,ArcSDE 为空间数据库引擎,在 Visual Studio .NET 编程环境下进行二次开发,系统在逻辑上分为三层:数据层、应用层、表现层(图 1)。对系统进行分层设计,有利于系统的逻辑实现,并能有效隔离不同层次需要解决的问题^[15]。

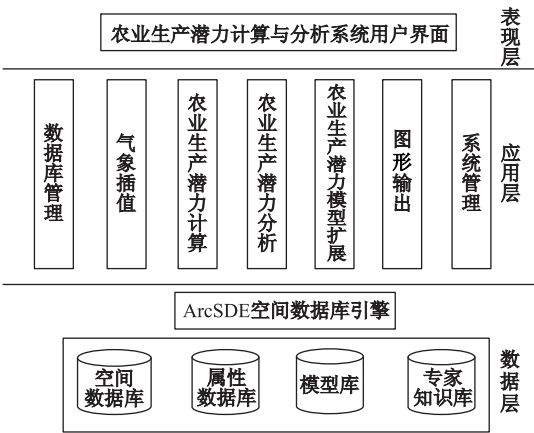


图 1 系统总体结构设计图

Fig. 1 Design of the system architecture

2.2 系统功能模块的设计

农业生产潜力计算与分析系统是地理信息系统与农业生产潜力计算模型的有机结合,系统通过提供数据库管理、农业生产潜力计算、农业生产潜力分析等信息化服务,为粮食估产、农业生产等领域提供技术支持。根据用户的需求和系统的总体设计,系统功能模块设计如图 2。

2.2.1 农业生产潜力计算模块的设计

当前,我国计算农业生产潜力最为常用的方法是“机制法模型”,它根据作物生产力形成的机理,考虑光照、温度、水分、土壤等自然因子,从作物能量转化及产量形成过程,进行逐步“衰减”来估算农业生产潜力,将农业生产潜力计算划分为 4 个阶段:光合生产潜力、光温生产潜力、气候生产潜力、土地生产潜力^[16]。因此,该模块由光合生产潜力计算、光温生产潜力计算、气候生产潜力计算、土地生产潜力计算 4 个子模块组成。其中每个子模块又有不同的计算模型^[17-21],而大多数模型都需要气象、辐射、蒸散等大量数据作为输入,如果完全在 .NET 平台下实现,系统运算速度较慢,效率较低,为此本系统采用了 .NET 与 IDL 混合编程的技术来设计。IDL 是一种数据分析和图像化应用程序及编程语言,它完全面向矩阵,具有快速分析超大规模数据的能力。农业生产潜力计算模块实现了 .NET 与 IDL 语言之间的交互,即包含了 IDL 语言强大的科学计算能力,又兼备了 .NET 开发环境的灵活性和稳定性,兼顾两者优势,从而达到农业生产潜力快速计算的目的。

2.2.2 农业生产潜力分析模块的设计

该模块主要用以农业生产潜力与人口承载力分析、农业生产潜力模型比较与评价分析、农业生产潜力限制因子分析等。其中,每一种分析模型都是区域统计、栅格计算、叠加分析、相关性分析、回归分析、主成分分析、层次分析等多种分析方法的有机结合。以农业生产潜力模型比较与评价为例,其分析模型设计流程如下:(1)利用不同的农业生产潜力模型组合计算出同一时间、同一地区的农业生产潜力;(2)利用分区统计算法,统计出省、县、乡等行政单元的农业生产潜力;(3)利用相关性分析不同的模型计算结果与作物实际产量的相关关系与相关性系数;(4)利用回归分析,获得不同的模型计算结果与作物实际产量的回归方程;(5)通过对上述相关性系数、回归方程的对比,对不同的计算模型进行评价。

2.2.3 农业生产潜力模型扩展模块的设计

由于农业生产潜力计算模型较多,本系统没有也不可能将所有模型一一实现,为了让用户能够在此系统中添加更多的农业生产潜力计算模型,特设计了该模块,实现这一模块的基础为插件技术。插件技术是在软件的设计和开发中,将整个应用程序开发划分为宿主程序和插件对象两部分,宿主程序

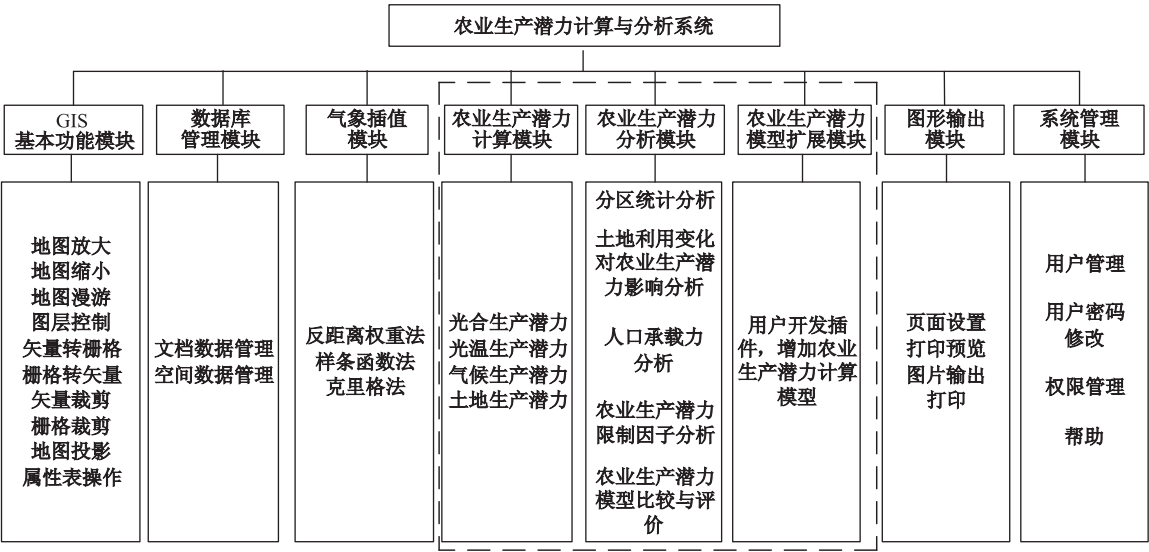


图 2 系统功能模块设计图

Fig. 2 Design of the system functional modules

能够调用插件对象,插件对象能够在宿主程序上实现自己的逻辑功能,而两者的交互基于一种公共的通信契约。宿主程序可以独立于插件对象存在,即使没有任何插件对象,宿主程序的运行也不受影响,因此,用户可以在避免改变宿主程序的情况下通过增减插件或修改插件的方式来增加或调整系统功能。插件式技术能够有效地降低功能对象与对象管理逻辑之间的耦合程度,并将耦合置于最优的程度^[22]。本系统将农业生产潜力计算与分析系统作为宿主程序,然后在宿主程序上自主设计命令接口 ICommand、工具接口 ITool、工具条接口 IToolBarDef、菜单栏接口 IMenuDef、界面接口 IWindowDef 等,用户只需按照一定的标准实现上述接口,就可以增减插件或修改插件。

3 系统实现与应用案例分析

3.1 系统的实现

农业生产潜力计算与分析系统采用客户端-服务器(C/S)的模式进行开发,下面就系统部分主体功能的实现作详细分析。

3.1.1 数据库管理模块的实现

数据库管理模块主要实现两大功能:文档数据管理和空间数据管理。其中文档数据管理是基于数据绑定的方式实现的。数据绑定就是将数据与应用程序控件进行绑定,其中绑定的过程涉及到数据集的创建,数据的填充以及数据的绑定等过程。

在 Windows 程序中,数据集 DataSet 可以看作数据库的一个本地对象,应用程序通过数据适配器 TableAdapter 与 DataSet 进行数据交换,DataSet 本身再与数据库进行数据操作。数据适配器 TableAdapter 提供应用程序和数据库之间的通信,TableAdapter 连接数据库,执行查询或存储过程,并用返回数据填充现有数据表^[23]。在 Visual Studio .NET 平台下创建 DataSet 和 TableApater 完成之后,用下述代码可以实现数据的绑定、填充与显示等功能,系统运行界面如图 3,主要实现了文档数据的查询、添加、删除、更新、浏览图片、打印等功能。



图 3 文档数据管理模块界面

Fig. 3 Document management function

```
APPGISDataSet, DataTable tempTable = new
APPGISDataSet, DataTable(); //创建数据集对象
this. TableAdapter1. Fill(tempTable); //填充数据集

this. dataGridView1. DataSource = tempT-
able; //数据与数据显示控件 dataGridView1 绑定
```

空间数据管理模块主要是基于 ArcSDE 与 ArcEngine 实现的。ArcEngine 先连接服务器端的 ArcSDE, ArcSDE 再连接到 SQL Server 数据库。连接 ArcSDE 需要用到 IPropertySet 接口, 还要设置 5 个参数, 代码如下:

```
m_pPropSet. SetProperty("SERVER", server); //设置 SDE 服务器
m_pPropSet. SetProperty("INSTANCE", instance); //设置 SDE 服务端口号
m_pPropSet. SetProperty("Database", database); //设置 SDE 数据库
m_pPropSet. SetProperty("User", user); //设置用户名
m_pPropSet. SetProperty("password", password); //设置用户名对应的密码
m_pPropSet. SetProperty("version", version); //设置版本, 默认为"SDE.DEFAULT"
```

3. 1. 2 农业生产潜力计算模块的实现

该模块由光合生产潜力计算、光温生产潜力计算、气候生产潜力计算、土地生产潜力计算四个子模块组成。其中, 光合生产潜力计算模块主要实现了生育期内太阳总辐射的计算、黄秉维光合生产潜力模型^[1]、邓根云光合生产潜力模型^[17]、于沪宁—赵丰收光合生产潜力模型^[18]等功能。光温生产潜力计算模块主要实现了作物无霜期计算、孙惠南光温生产潜力模型^[19]、邓根云光温生产潜力模型^[17]、李世奎光温生产潜力模型^[20]等功能, 气候生产潜力计算模块主要实现了 Doorenbos 气候生产潜力模型^[16]、李世奎气候生产潜力模型^[5]、迈阿密气候生产潜力模型^[21]、桑斯维特气候生产潜力模型^[1]等功能。土地生产潜力计算模块主要实现了因子归一化处理、FAO 土地生产潜力模型^[1]、专家打分模型等功能。该模块在具体实现时利用 IDLDrawWidget 控件来达到。NET 与 IDL 之间通信的目的, 代码如下:

```
string WorkingDirectory="CD, '"+appwork-
path+"@\"IDL\生育期内辐射计算" + "'";
axIDLDrawWidget1. CreateDrawWidget();
axIDLDrawWidget1. ExecuteStr(WorkingDi-
rectory);
axIDLDrawWidget1. ExecuteStr(". compile
frostlesscal. pro"); //编译 IDL 文件 frostlesscal.
pro 模型的栅格运算, 利用 ArcEngine 的 IMapAl-
```

gebraOp 接口来实现。

3. 1. 3 农业生产潜力分析模块的实现

(1) 分区统计分析模块的实现

该模块利用计算得到的农业生产潜力数据和行政区划数据进行区域统计, 主要统计方法有总值、最大值、最小值、平均值、方差、标准差、中值等(图 4)。其具体实现时要用到 ArcEngine 组件中的 IZonalOp 接口和 ZonalStatisticsAsTable 方法, 代码如下:

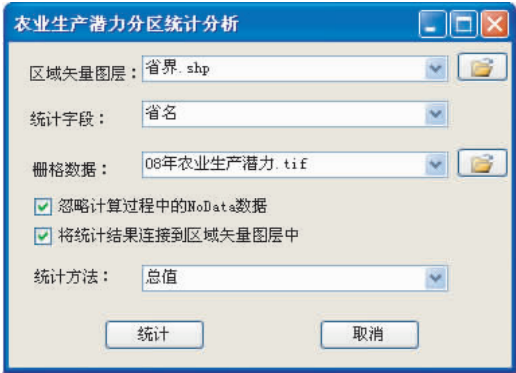


图 4 分区统计分析界面

Fig. 4 Zonal statistics function

```
IFeatureClassDescriptor pFDescriptor = new
FeatureClassDescriptorClass();
pFDescriptor. Create((IFeatureClass) Zone-
GeoDataset, null, sFileName);
pZoneGeoDataset = (IGeoDataset) pFDescriptor; //获取区域矢量图层数据集
pTable = pZonalOp. ZonalStatisticsAsTable
(pZoneGeoDataset, ValueRaster, ignNodata); //
分区统计
```

将统计结果存储到 pTable 之后, 表字段中包括各个行政区域农业生产潜力的总值字段, 以及其他必要描述字段(如行政区域代码等)。存储为表格部分调用接口 IExportOperation, 代码如下:

```
IExportOperation pExOpa = new ExportOp-
erationClass();
pExOp. ExportTable(pDSNamea, null, null,
pOutDSNamea, 0);
```

(2) 层次分析法(AHP)模块的实现

层次分析法(AHP)是 20 世纪 70 年代由美国运筹学教授 T. L. Satty 提出的一种简便、灵活而又实用的多准则决策方法。它根据问题的性质和要达到的目标分解出问题的组成因素, 并按因素间的

相关关系将因素层次化,组成一个层次结构模型,然后按层分析,最终获得最底层因素对于最高层(总目标)的重要性权重。这种方法通过两两比较来确定最后的综合权重,往往会得到更为客观和准确的结果^[24]。

APH 方法在本系统中,主要用于农业自然环境评价等方面。具体流程是:首先,选取农业自然环境评价的评价指标:气候条件、植被条件、土壤条件、人口压力等,然后,根据评价指标之间的相关关系,建立递阶层次结构模型,并构造各层次的所有判断矩阵,接着进行层次单排序和层次总排序,最后,进行一致性的检验。

该模块在具体实现时,并不涉及到 ArcEngine 组件中的接口,主要是, NET 平台下模型算法的实现,首先,构造一个结构体,用来保存判断矩阵的特征向量和权值:

```
public struct TProperty{
public float CR; //一次性比率
public float CI; //一致性指标
public float RI; // 随机一致性指标
public float max; //最大特征值 λmax
public float[] W; //用来存放权值 ω 的数组
(最多 20 行或列) * /
public int n;
};
```

然后,根据相关的矩阵运算,分别计算出上述指标即可,模块的运行界面如图 5:



图 5 层次分析法界面
Fig. 5 Analytic hierarchy process function

3.1.4 农业生产潜力模型扩展的模块

在该模块中,首先,定义了 IPlugin、IComand、ITool、IItemDef、IMenuDef、IToolBarDef、IDock-ableWindowDef 等接口,然后,利用反射机制,只要

用户编写的插件实现了这些接口,就可以实现相应的功能。该模块支持两种开发方式:脚本 (Script) 和插件 (Plug-in),支持两种语言 VB. Net 和 C#,各个接口的方法都已经列在代码编辑框中,用户可以直接在代码编辑框中编写代码,实现各个接口就可以了。在该模块的窗体上有单独的菜单和工具条,用户可以利用“文件”菜单新建、打开、保存 Script 和 Plug-in,利用“运行”菜单执行自己编写的程序,利用帮助查看编写代码辅助信息(图 6)。

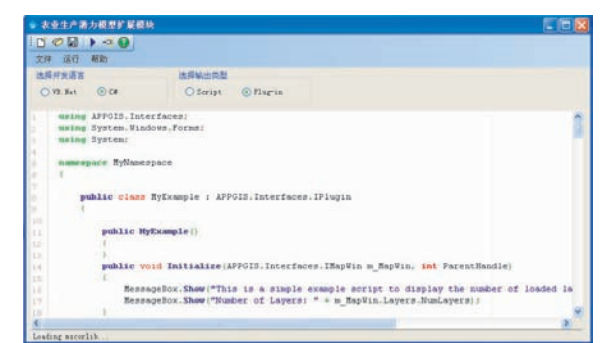


图 6 农业生产潜力模型扩展模块界面
Fig. 6 The plug-in function of the agricultural potential productivity model expansion modulesnhlytic hierarchy process

3.2 系统应用案例分析

利用该系统,本研究分别使用两套模型计算了 2008 年山东省的农业生产潜力,并对不同模型进行了分析与评价。第一套模型组合为黄秉维光合生产潜力模型、孙惠南光温生产潜力模型、孙惠南气候生产潜力模型、FAO 土地生产潜力模型(以下简称方案一);第二套模型组合为邓根云光合生产潜力模型、邓根云光温生产潜力模型、李世奎气候生产潜力模型、FAO 土地生产潜力模型(以下简称方案二)。

利用该系统的气象插值模块,获得了山东省的太阳总辐射、蒸散、光照、温度、降水等空间分布数据,利用农业生产潜力计算模块分别获得了两套方案的山东省光合生产潜力、光温生产潜力、气候生产潜力、土地生产潜力。利用叠加分析模块和栅格计算模块提取出耕地分布区的土地生产潜力,即耕地生产潜力(图 7)。在耕地生产潜力的基础上,利用分区统计模块,获得山东省各市的耕地生产潜力总量,结合数据库中 2008 年山东省各市的实际粮食产量,如表 1:

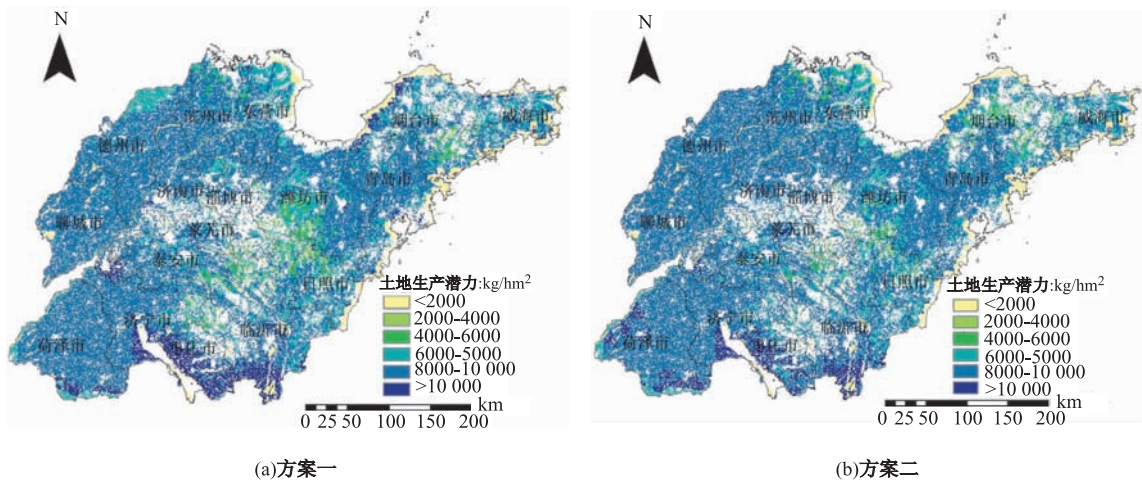


图 7 不同方案计算的山东省耕地地区土地生产潜力分布图

Fig. 7 Spatial distribution of cropland potential productivity in Shandong Province by different models

表 1 两种方案分市耕地生产潜力统计结果

Tab. 1 Cropland potential productivity (at city level) in Shandong Province by different models

地市名称	实际产量 (10 ⁶ t)	土地生产 潜力(10 ⁶ t)		实际产量与生产 潜力比值(%)	
		方案一	方案二	方案一	方案二
日照	1.06	1.20	1.23	88.33	86.18
菏泽	5.05	8.16	8.34	61.89	60.55
枣庄	1.80	2.64	2.51	68.18	71.71
济南	2.82	3.69	3.78	76.42	74.60
聊城	4.60	6.16	6.32	74.68	72.78
济宁	4.17	5.28	5.30	78.98	78.68
淄博	1.58	1.79	1.88	88.27	84.04
莱芜	0.27	0.41	0.42	65.85	64.29
泰安	2.91	3.60	3.64	80.83	79.95
潍坊	4.91	6.10	6.25	80.49	78.56
青岛	3.34	3.97	3.91	84.13	85.42
临沂	4.33	5.60	5.73	77.32	75.57
德州	5.72	6.75	7.19	84.74	79.55
滨州	2.77	3.39	3.51	81.71	78.92
东营	0.73	0.80	0.78	91.25	93.59
烟台	2.41	2.66	2.52	90.60	95.63
威海	1.00	1.05	1.00	95.24	100.00
总计	49.47	63.22	64.34	78.25	76.89

从分地级市总量统计结果来看,方案一在青岛、烟台、威海、东营等半岛地区和北部地区的结果比方案二偏小,其他地区结果都偏大,但趋势大致相同,最大值都出现在菏泽市,分别为 8.16×10^6 t 和 8.34×10^6 t。与实际产量相比,两种方案计算结果都较大(从生产潜力的定义看,生产潜力是作物产量的理论最大值,应高于实际产量)且走向一致,

这充分反映了两种方案都适用于山东省土地生产潜力的计算。

为定量分析两种方案的结果与实际产量的相关关系,本研究分县统计了两种方案的土地生产潜力总量,进而和 2008 年山东省分县的统计数据做相关分析与回归分析。研究表明,两种方案的结果与实际产量的线性方程分别为:

方案一: $y = 0.71x + 0.27(\text{sig} = 0.01, R^2 = 0.81)$

(1)

方案二: $y = 0.69x + 0.32(\text{sig} = 0.01, R^2 = 0.86)$

(2)

两种方案的结果与实际产量都有着很高的相关性,方案一结果与实际产量的相关系数(R)为 0.90,方案二为 0.93,与实际产量的相关性更大,即方案二更能反映实际的粮食产量。

综上所述,两种方案在用于山东省土地生产潜力计算时,都是合理的,但方案二计算的结果与实际产量的相关性更大,在用于粮食估产研究时,应该更为精确。

4 结语

农业生产潜力计算与分析系统实现了农业生产潜力系统化、流程化的计算与分析,解决了在不同格式、不同软件的转化过程中,数据容易损坏,精度容易丢失等问题,利用.NET 与 IDL 混合编程的技术,大大提高了农业生产潜力的计算效率,利用插件技术,大大扩展了系统的功能。在山东省的应

用结果表明,该系统可以很好地应用于农业生产潜力计算与分析的研究当中,对合理开发农业资源,进而指导农业生产具有十分重要的意义。

参考文献:

- [1] 刘杨,贾树海,那波. 土地生产潜力计算方法研究[J]. 农业资源与环境科学,2005,21(12):376-382.
- [2] 方修琦,殷培红,陈烽栋. 过去 20 年中国耕地生产力区域差异变化研究[J]. 地理科学,2009,29(4):470-476.
- [3] 殷培红,方修琦,田青,等. 21 世纪初中国主要余粮区的空间格局及区域差异[J]. 地理学报,2006,61(2):190-198.
- [4] 殷培红,方修琦,田青,等. 21 世纪初中国粮食供需的新空间格局[J]. 自然资源学报,2006,21(4):625-631.
- [5] 柳心安. GIS 分析法在农业生产潜力分析中的应用[D]. 南京农业大学硕士学位论文,2007.
- [6] 程传周,杨小唤,李月娇,等. 2005-2008 年中国耕地变化对区域生产潜力的影响[J]. 地球信息科学学报,2010,12(5):620-627.
- [7] 程传周,杨小唤,李月娇,等. 基于不同模型组合的山东省耕地生产潜力计算与分析[J]. 资源科学,2010,32(11):2165-2171.
- [8] Yang Xiaohuan, Cheng Chuanzhou, Li Yuejiao. Effect of Cropland Occupation and Supplement on Light-temperature Potential Productivity in China from 2000 to 2008[J]. Chinese Geographical Science,2010,20(6):536-544.
- [9] 周治国,孟亚利,曹卫星. 基于知识模型和 GIS 的作物生产潜力评价[J]. 中国农业科学,2005,38(6):1142-1147.
- [10] 周留根,周治国,曹卫星,等. 基于知识模型和 GIS 的棉花生产潜力评价系统[J]. 棉花学报,2005,17(2):117-121.
- [11] 曹卫星,潘洁,朱艳,等. 基于生长模型与 Web 应用的小麦管理决策支持系统[J]. 农业工程学报,2007,23(1):133-138.
- [12] 高瑞,夏斌,乔红波. 河南省粮食生产潜力评价 GIS 设计与实现[J]. 光盘技术,2008,11(17):1-2.
- [13] 夏斌,高瑞,张浩,等. 基于 WebGIS 的河南省小麦生产潜力评价系统分析与设计[J]. 河南农业科学,2009(3):5-8.
- [14] 方萌,刘高焕. 黄河三角洲土地生产潜力的 GIS 评价[J]. 地球信息科学学报,2004,6(3):79-85.
- [15] 苑希民,万洪涛,刘业森. 面向防汛减灾应用的三维电子沙盘建设研究[J]. 第八届 ESRI 中国用户大会论文集,2009:590-593.
- [16] 党安荣,阎守邕,吴宏歧,等. 基于 GIS 的中国土地生产潜力研究[J]. 生态学报,2000,20(6):910-915.
- [17] 邓根云,冯雪华. 我国光温资源与气候生产潜力[J]. 资源科学,1980,4(1):11-16.
- [18] 于沪宁,赵丰收. 光热资源和农作物的光热生产潜力——以河北省栾城县为例[J]. 气象学报,1982,40(3):327-335.
- [19] 王宗明,梁银丽. 黄土塬区农田生产力模拟与潜力开发试验研究[D]. 西北农林科技大学硕士学位论文,2002.
- [20] 李世奎. 中国农业气候资源和农业气候区划[M]. 北京:科学出版社,1988.
- [21] Hurtt G C, Frolkoing S, Fearon M G, et al. The Underpinnings of Land-use History: Three Centuries of Global Gridded Land-use Transitions, Wood Harvest Activity, and Resulting Secondary Lands[J]. Global Change Biology, 2006, 12: 1208-1229.
- [22] 蒋波涛. 插件式 GIS 应用框架的设计与实现——基于 C# 和 ArcEngine 9. 2[M]. 北京:电子工业出版社,2008.
- [23] 丁士锋. Visual C# 2005 + SQL Server 2005 数据库与网络开发[M]. 北京:电子工业出版社,2008.
- [24] 许树柏. 层次分析法原理[M]. 天津:天津大学出版社,1988.

Design and Realization of Calculation and Analysis System for Agricultural Potential Productivity

CHENG Chuanzhou^{1,2}, YANG Xiaohuan¹, XU Ruina^{1,2}, SHI Ruixiang¹, WANG Jing^{1,2}, LI Yuejiao^{1,2}

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Food security is a major problem relating to the development of national economy, the stability of social political situation and the solid of state power, and occupies an important position in the national security system. With a large population and a relatively less arable land area, food security has always

been a top priority matter of concern for China, while the productivity of grain is the key for food security. With the increasing population and rapid economic development, food security have become increasingly prominent, so it is important to study agricultural potential productivity, because it can describe the food production capacity in a region. It is of great practical significance to exploit agricultural resources rationally and then guide the agricultural production. In this study, supported by GIS technology, COM component technology and plug-in technology, using C # as the development language, ArcEngine as the development components, SQL Server as the database software, and ArcSDE as spatial database engine, Visual Studio. NET as the development platform, we designed and implemented an agricultural potential productivity calculation and analysis system, which included the functions of database management, meteorological interpolation, calculation and analysis of agricultural potential productivity, expansion of agricultural potential productivity model, graphics output and system management. Then we built an agricultural potential productivity database with unified coordinate system, unified data format, unified spatial scale and the ability of dynamical update. In addition, we took Shandong Province as the study area, calculated the agricultural potential productivity of the province and analyzed the rationality of the calculation model. System application results showed that, the system can be well applied in the study of agricultural potential productivity calculation and analysis, for it can provide basic data and software support for agricultural potential productivity calculation and analysis.

Key words: COM component technology; plug-in technology; agricultural potential productivity; system design and realization