

基于 ArcGIS Engine 的暴雨参数自动查算系统设计与实现

郭成建¹,熊芳金¹,梁艳红²

(1. 江西水利职业学院,江西 南昌 330013;2. 南昌工程学院,江西 南昌 330099)

摘要:由于小流域一般缺乏实测水文资料,设计洪水多根据各省的设计暴雨洪水查算手册,查算各暴雨洪水参数,间接推求。但暴雨参数种类繁多,传统的手工查算任务繁重,影响工作效率。本文主要探讨基于 ArcGIS Engine 开发暴雨参数自动查算系统的系统设计依据、查询数据库建立途径及系统功能实现方法,在查算数据库建立时考虑了经纬度坐标的运用,提高了工程定位的准确性。通过应用于江西省暴雨参数查算的实例验证了其可行性、可靠性和高效性。

关键词: ArcGIS Engine;暴雨参数;数据库;自动查算

中图分类号: TV122+.1

文献标识码: A

文章编号: 1004-4701(2016)06-0415-04

0 引言

近年来,计算技术、水科学等相关学科的发展迅速,为改进小流域设计洪水计算中暴雨参数传统的查算方法提供了可能。其中地理信息系统(GIS)在水利行业中暴雨分析计算方面的应用日趋广泛,有如陈银平^[1]运用 ArcGIS Engine 实现了济南市雨情系统的设计;樊高峰、何月等^[2]探讨了基于 GIS 的浙江省暴雨灾害及其危险性评价;黄国如等^[3]研究了基于 GIS 和 SWMM 模型的城市暴雨积水模拟等。在小流域设计洪水计算暴雨参数自动查算方面具有代表性的有浙江大学唐纯喜的《中小流域设计洪水计算理论研究及其软件开发》^[4]以及江西省大坝安全管理中心开发推出的暴雨推求洪水程序^[5]。本文在前人的基础上,应用 ArcGIS Engine 开发的暴雨参数自动查算系统,实现了用鼠标拖动、放大地图定位工程地理位置,自动查算暴雨参数。同时,在查算数据库建立时考虑了经纬度坐标的运用,进一步提高了工程定位的准确性,确保了暴雨参数查算的可靠性。

1 系统总体设计

1.1 设计依据

专业系统软件开发时,都必须遵循相关的专业规范

和标准。暴雨参数具有区域性分布规律的特点,各省、市针对本区域的实际情况都对暴雨参数进行了统计分析计算,并绘制了相关图集。系统结合江西省的实际特点,严格依据江西《2010 暴雨洪水查算手册》中暴雨参数图集来设计数据库、制定功能,并进行必要的扩充,使系统具有良好的扩展性。

1.2 系统数据库设计

ArcGIS 中的 GeoDatabase 是第三代地理数据模型。和过去的数据库模型相比,GeoDatabase 最大的优点是其主要要素更加智能化,每个要素是一个拥有属性和行为的对象而不再仅仅是一条有几何字段的记录。也就是说 GeoDatabase 是一个面向对象模型关系的数据库。GeoDatabase 可以给对象一些更加准确的关系和行为。从而保证了对一个数据对象存储的多态性、封装性以及继承性三大基本特点。运用 ArcGIS Engine 可以直接调用 Geodatabase 数据模型来进行地理信息的显示及分析等功能。

暴雨参数查算数据库的建立主要可分为以下四个步骤实现^[6]:添加坐标系统与地理配准、等值线图矢量化、插值计算、栅格数据转点数据。

(1)添加坐标系统与地理配准。为了使在暴雨参数查算的过程中增进工程地理位置查找的准确性,在暴雨参数查算数据库建立前需对参数图集添加地理坐标,并进行统一的地理配准。地理坐标系统(Geographic Coordinate Systems)是用经纬度表示地面点位的球面坐

标。系统采用 Beijing1954 地理坐标系统,配准通过在等值线图上加控制点,运用 ArcGIS 工具条中自带工具完成。

(2)暴雨参数等值线图矢量化。首先在 ArcGIS 软件中打开暴雨参数等值线扫描图,然后打开 ArcCatalog 新建点文件存储文件夹和点元素,打开点文件属性数据表添加相应暴雨参数字段并设置其类型为浮点型。在上述步骤完成后便可开始编辑点要素,即矢量化等值线图。在矢量化过程中首先将雨量站实测数据点于图中并在其字段属性输入其值,之后把等值线均匀等分成点并输入其值。另外,在实际工作中,暴雨参数等值线图往往存在部分区域等值线稀疏等情况,容易造成空间插值计算的误差,在自动插值前需根据实际情况人工加密数据点。具体方法为根据等值线图运用线性插值方法人工插值加密数据点,使数据点均匀分布。

(3)暴雨参数矢量化图插值计算。根据暴雨洪水参数查算的实际特点,在工程实际中,有实测值时我们往往直接采用实测值数据进行分析计算。反距离权重插值方法是通过已知样本点赋权重继而求得未知样点的值,并能保证在样点处的预测值与实测值相等。反距离权重插值方法可以由式(1)来表示。

$$Z(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i) \quad (1)$$

式中, $Z(x_0)$ 为未知点的值; $Z(x_i)$ 为未知样点的周围已知样本点的值; λ_i 为第*i*个已知样本点对未知样本点的权重; n 为已知样本点的个数。采用反距离权重法对矢量化点数据进行插值分析计算。首先在 ArcGIS 中打开 ArcToolbox,打开 SpatialAnalyst 工具在插值分析中选择反距离权重法。插值过程中输出像元大小直接关系到插值的精确程度,默认认为 2,搜索半径设置为点数,数值为 8。设置好后,ArcGIS 将自动完成插值计算。

(4)栅格数据转矢量数据。当数据插值完成后,将形成栅格数据图层。为了建立查值数据库,此时将再次运用到 ArcToolbox 工具箱。首先打开 ArcToolbox,打开由栅格转出选项选择栅格转点。其中的点数据集便组成了本文的查算数据库。查算数据库建立后将在 VB.NET 平台编辑程序语句实现参数的自动查算。

1.3 系统结构设计

系统首先采用 ArcGIS 软件创建查算数据库,数据库采用 Microsoft SQL Server2008,建立统一的数据服务器,并采用 ArcSDE 作为空间数据引擎。依靠在 VB.NET 编程平台下加载 ArcGIS Engine 组件快速构架 GIS 系统,降低了开发的成本,提高了系统的开发效率。系

统结构设计如图 1 所示。

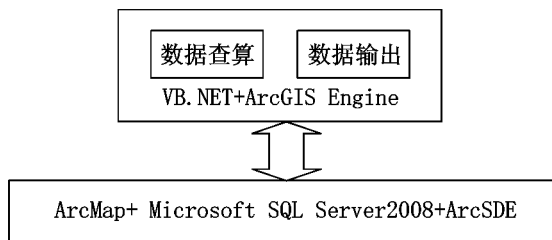


图 1 系统结构设计图

2 系统功能设计

2.1 基本操作

基本操作主要包括导入 Map 地图、加载预先处理好的暴雨参数矢量图层数据库、放大缩小地图、移动查找地理位置等。这些功能可以通过加载 ArcGIS Engine 组件自带的工具实现,也可以通过 Vb.NET 编辑程序语言实现。如加载地图,可用以下代码实现:

```
pmxdfile.Open("d:/ canshushujuji. mxd") 加载. mxd 地图操作
```

2.2 数据查算和输出

本文暴雨参数自动查算系统要实现的功能是通过工程所在地理位置,经由点击的方式一次性获取该处所有暴雨参数。在 ArcGIS Engine 二次开发中,由点查算对象属性实质是通过创建一个以点为中心的几何条件查算对象属性,主要是通过 FeatLayer 对象或 IFeatClass 对象的 Search() 方法来实现。Search() 方法通过 ISpatialFilter 接口来设定空间查算的几何范围。如采用点击查算的方法,首先设定一个 Ipoint 对象,然后定义一个 ISpatialFilter 对象以 Ipoint 为中心设置空间查算条件,最后通过 IFeatureLayer 的 Search() 方法进行查算并返回一个 IFeatureCursor 游标对象,通过其中的 NextFeature 方法可以获取游标中的每一个 IFeature,这个 IFeature 就是要查算的结果。然后使用 IFeature 的 Fields 属性即可获取要查算对象的属性信息,如点暴雨值和 Cv 值。最后通过设置输出框的 Text 属性输出即可^[7]。如 1 小时点暴雨查算和输出语句如下:

```
Dim pPoint As IPoint
pmap = Me. AxMapControl1. Map' 获取一个点的位置坐标
pPoint = Me. AxMapControl1. ActiveView.
```

```
ScreenDisplay. DisplayTransformation. ToMapPoint( e. x, e.
y)
' 创建一个几何条件并定义其位置
Dim pEnv As IEnvelope
pEnv = New Envelope
pEnv = Me. AxMapControl1. ActiveView.
Extent
pEnv. Height = 0. 02 ' 限定几何条件的
区域
pEnv. Width = 0. 02
pEnv. CenterAt( pPoint)
Dim h1spatialFilter As ISpatialFilter = New SpatialFil-
terClass() ' 创建 spatial filter
h1spatialFilter. Geometry = pEnv
h1spatialFilter. GeometryField =
h1FeatClass. ShapeFieldName
h1spatialFilter. SpatialRel = esriSpatialRe-
lEnum. esriSpatialRelIntersects
h1spatialFilter. SubFields = " * "
Dim h1featureCursor As IFeatureCursor =
h1FeatClass. Search( h1spatialFilter, True) ' 进行查算
Dim h1feature As IFeature
h1feature = h1featureCursor. NextFeature
TextBox1. Text = ( h1feature. Value( 3) )
' 输出查算结果, 即 1 小时点暴雨 h1
```

3 应用实例

结合《江西省暴雨洪水查算手册》(2010),对江西省暴雨参数建立了自动查算系统,实现了对 1 h、6 h、24 h 的点暴雨量和对应的 Cv 值的自动查算和输出。最终界面如图 2 所示。

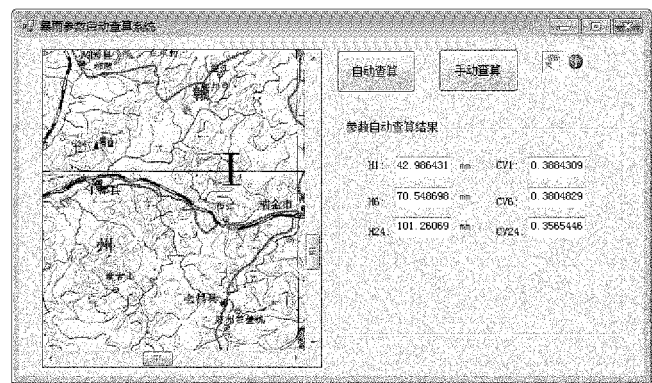


图 2 暴雨参数自动查算系统主界面

《江西省暴雨洪水查算手册》(2010)由暴雨资料推求设计洪水的水文计算分区共有九个分区,为分析自动查算的准确性,在各分区均匀选取 4 个点,全省共均匀选取 36 个点,分别用自动查算系统和请专业人员人工查值查算对应的暴雨参数,将人工查询数据与程序自动查询所得数据进行对比分析。人工查算成果和系统自动查算成果对比分析如表 1 所示。

表 1 暴雨参数人工查算与自动查算系统查算成果对比分析表

项目	暴雨均值/mm			Cv		
	1 h	6 h	24 h	1 h	6 h	24 h
正差值个数	11	12	14	5	5	8
负差值个数	11	10	12	5	5	8
相同点个数	14	14	10	26	26	20
正最大差值	0. 9	1. 6	2	0. 01	0. 01	0. 02
负最大差值	- 1. 1	- 2. 0	- 3. 5	- 0. 02	- 0. 02	- 0. 02
ΔCv≤0. 02 占总数比例				100%	100%	100%
ΔH/H<3% 占总数比例	100%	100%	100%			

由表 1 暴雨参数人工查算与自动查算系统查算成果对比分析表可以看出,人工查算结果与程序自动查算结果符合程度很好。其中完全相同的点据占比相对较大,正值偏差点据与负值偏差点据出现个数基本相当,

由此可见,程序暴雨参数自动查询模块设计的查图计算方法无系统偏大和偏小的情况。Cv 值偏差均小于 0. 02,1 h、6 h、24 h 暴雨参数均值最大差值分别为 - 1. 1、- 2. 0、- 3. 5,均小于标准值的 3%。由此,可以

认为本暴雨参数自动查算成果是合理的,可以满足小流域设计洪水的需要。

4 结语

(1)利用 ArcGIS 中的 GeoDatabase 数据库建立暴雨参数自动查算数据库,数据库中添加了地理坐标系。

(2)在 VB.NET 编程平台下加载 ArcGIS Engine 组件快速构架 GIS 系统,直接调用 Geodatabase 数据库实现了多个暴雨参数的一次性自动查算。

(3)建立了江西省暴雨参数自动查算系统,通过工程经纬度坐标提高工程定位的准确性。通过与人工查算结果对比,验证了其自动查算的可靠性和高效性。自动查算系统具有很好的扩展性,可在其上嵌入小流域设

计洪水计算程序,直接推求设计洪水。

参考文献:

- [1] 陈银平. 基于 ArcGIS Engine 济南市雨情系统的设计与实现[D]. 青岛: 山东科技大学, 2010.
- [2] 樊高峰, 何月, 等. 基于 GIS 的浙江省暴雨灾害及其危险性评价[J]. 中国农学通报, 2012, 28(32): 293 ~ 299.
- [3] 黄国如, 黄维, 等. 基于 GIS 和 SWMM 模型的城市暴雨积水模拟[J]. 水资源与水工程学报, 2015, 26(4): 1 ~ 6.
- [4] 唐纯喜. 中小流域设计洪水计算理论研究及其软件开发[D]. 杭州: 浙江大学, 2003.
- [5] [http://www.jxsks.com:8013/jxdam/class.aspx? &boardid=97](http://www.jxsks.com:8013/jxdam/class.aspx?&boardid=97).
- [6] 牟乃夏, 刘文宝, 王海银, 等. ArcGIS 地理信息系统教程[M]. 北京: 测绘出版社, 2012: 121 ~ 122.
- [7] 荆平编著. 基于 Visual Basic 2008 的地理信息系统设计开发案例教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2012: 313 ~ 316.

编辑: 张绍付

Design and implementation of automatic calculation of rainstorm parameters system based on ArcGIS Engine

GUO Chengjian¹, XIONG Fangjin¹, LIANG Yanhong²

(1. Jiangxi Water Resources Institute, Nanchang 330013, China;

2. Nanchang Institute of Technology, Nanchang 330099, China)

Abstract: Due to the general lack of Hydrological data in small watershed, usually, we indirect calculation the design flood of small watershed by check the rainstorm parameters according to the storm flood manual. However, there are many kinds of rainstorm parameters, the traditional manual searching task is arduous and affects the working efficiency. This paper mainly discusses the system design basis, query database establishment method and system function realization method of the automatic calculation of rainstorm parameters system based on ArcGIS Engine. The use of longitude and latitude coordinates is taken into account in the establishment of the database, which improves the accuracy of project positioning. The feasibility, reliability and efficiency of the method are validated by the example of the rainstorm parameter calculation in Jiangxi province.

Key words: ArcGIS Engine; Rainstorm parameters; Database; Automatic calculation

翻译: 郭成建