

MapGIS 技术支持下的典型田块土方量计算及成图

张新海^①, 何政伟^②, 吴柏清^③, 许辉熙^①, 张何兴^①, 汪宙峰^①

(①成都理工大学 地质灾害防治与环境保护国家专业实验室, 成都 610059; ②首都师范大学 资源环境与地理信息系统北京市重点实验室, 北京 100037; ③成都理工大学 资源环境与城乡规划系, 成都 610059)

【摘要】 土地平整工程是土地整理中最重要的组成部分之一, 而土方量的计算则关系到土地平整的投资与预算, 因而快速准确地计算土方量意义重大。本文以传统的方格网法计算土方量作为研究对象, 利用 MapGIS DTM 分析模块中对数字高程模型的空间分析功能和 Microsoft Excel 方便的统计功能, 从而实现土地平整中土方量的快速计算及自动成图。利用这种方法, 自动提取特定点的高程, 减小了由手工计算而带来的人为误差, 在确保计算精度的情况下有效提高工作效率。

【关键字】 土地整理; 土方量; MapGIS; DEM; 方格网法

【中图分类号】 S281

【文献标识码】 A

【文章编号】 1009-2307(2007)03-0132-03

1 引言

土地整理是指在一定区域内, 根据土地利用总体规划与土地整理专项规划, 对田、水、路、林等实行综合整治, 达到“田成方, 林成网, 沟相通, 路相连, 旱能浇, 涝能排”的总体标准要求, 调整土地关系, 改善土地利用结构和生产生活条件, 挖掘土地潜力, 增加可利用土地面积和有效耕地面积, 提高土地利用率的活[5,7]。土地平整工程是土地整理的重要组成部分, 其投资约占总投资的 50% 左右, 因而准确快速地计算土方量对开展土地规划设计、施工设计、控制总投资及分配资金具有十分重要的意义[1]。

目前, 计算土方量的方法主要有: 方格网法, 适用于地势平坦的区域, 精度较高; 横截面法, 适用于地形起伏较大, 自然地面比较复杂的地区[11]。随着地理信息系统的迅速发展以及在土地整理上的应用, DEM 在土地整理项目决策支持上有了-定的进展[9], 在计算土方量的运用中也得到了一-定的发展, 这种方法较传统的计算方法, 减少的一-定的工作量, 但受软件的影响和数据精度的影响较大, 且计算精度问题尚待提高。本文采用传统的方格网法, 利用 MapGIS 的 DTM 分析功能和 EXCEL 的统计功能, 实现典型田块的土方量的计算及成图, 减少人工计算及输入图形的工作量, 经实践检验, 利用此种方法, 不仅提高了土方量的计算精度, 还有效地减少了工作量。

2 方格网法计算土方量原理

方格网法是指将田块分隔成一定规格的规则网格, 按照地块坡降的要求计算设计高程, 计算每个格网的挖填方量, 从而得到整个田块的土方总量。该方法主要适用于地形较平坦或台阶宽度较大的地段采用, 精度较高, 但计算

方法较为复杂。其计算步骤如下[2]:

1) 划分方格网

根据地形图划分方格网, 尽量与测量或施工坐标网重合, 根据项目要求方格大小的划定不一, 一般而言, 平原区格网可采用 50m × 50m 大小, 而在浅丘带坝地区可适当加密网格, 采用 20m × 20m 的格网大小。格网确定后, 将设计高程和地面高程分别标注在对应单元格网的右上角和右下角, 并求出各点的施工高度(挖深或填高), 填在方格点的左上角, 挖方为“+”, 填方为“-”。

2) 零点位置的确定

计算方格网中两端角点施工高度符号不同的方格边上的零点位置, 标于方格网上, 然后联结零点, 即得填方与挖方区的分界零线[2]。如图 1 所示。

3) 单元方格网土方量的计算

计算土方量时, 首先确定底面积, 然后按方格网底边图形面积和挖(填)深度(高度), 计算体积值, 即求得每个方格内的挖方和填方量。

非零线位置方格内的挖(填)方量计算公式如下:

$$V = \frac{S}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4) = \frac{S}{4} \sum_{i=1}^4 h_i$$

其中: S 为单元格面积; h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 分别为单元方格四个角点的施工高度。

在单元网格零线处, 如图 1 所示:

此单元格的挖填方计算公式如下:

$$A \text{ 区: } V_{挖} = \frac{S_A}{4}(h_1 + h_3)$$

$$B \text{ 区: } V_{填} = \frac{S_B}{4}(h_2 + h_4)$$

其中: S_A 、 S_B 分别为单元格内零线两边的面积; h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 分别为单元方格四个角点的施工高度。

4) 土方量汇总

分别将挖方区和填方区内所有方格的土方量汇总, 即得该地块挖方区和填方区的总土方量。

$$V_{总} = \sum V$$

3 MapGIS DTM 分析原理

在 GIS 学科中, 经常会遇到两个重要的概念, 即 DTM 和 DEM, DTM 是数字地形模型, 是地形表面形态属性信息的数字表达, 是带有空间位置特征和地形属性特征的数字描述[3]。



作者简介: 张新海(1983-), 男, 河南民权人, 成都理工大学硕士研究生, 专业: 地图学与地理信息系统, 主要研究方向: 生态地理信息系统、资源环境与城乡规划管理。

E-mail: zxinhai2004@yahoo.com.cn

收稿日期: 2006-05-23

基金项目: 首都师范大学北京市资源环境与地理信息系统重点实验开放基金; 四川省学术与技术带头人培养基金(2200319); 四川省青年基金(06QZ026-14)

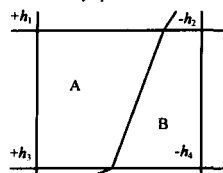


图 1 土方计算方格网示意图

在DTM中,用于描述高程信息的称之为DEM(数字高程模型)^[8]。在地理信息系统中,DEM最主要的三种表示模型是:规则格网模型,等高线模型和不规则三角网模型^[3]。

规则网格模型将区域空间切分为规则的格网单元,每个格网单元对应一个高程值,在数学上可以表示为一个矩阵,在计算机实现中则是一个二维数组^[3]。在土方量计算中,利用规则格网的DEM模型可以非常方便地计算出方格网角点的高程。

地形图上的绘制的等高线在输入GIS后可作为生成DEM的数据源,但单纯的等高线模型不利于提取特定点的高程值,可以根据研究需要将等高线模型转换成符合条件的GRID格网文件,以满足研究需要。

MapGIS软件是中国地质大学(武汉)开发的、通用的地理信息系统软件。它基本包括了通用的GIS的空间分析功能,如网格状或三角网的数字地形模型(DTM)分析、空间叠加分析、缓冲区分析、统计分析等^[4]。MapGIS作为国内最优秀的GIS软件之一,正被广泛应用于数据库的建设和土地管理工作中,成为地学空间数据库的基础平台,在应用过程中,巧妙地利用MAPGIS平台,可提高土地整理工作中的效率和数据质量^[6]。

利用MapGIS的DTM分析模块可以将常用的等高线模型转换为易于分析的格网DEM模型,然后再进行高程剖面分析、蓄积量/表面积计算(挖填土方量计算)、可视性分析、最佳(最短)路径分析、洪水淹没分析及水文表面流域分析等等^[4]。本次研究中将现有的等高线通过处理点线的高程点/线栅格化功能,将等高线模型转换为一定规格的格网模型,从而提取格网角点的高程值,为土方量的计算做好数据上的准备。

4 土方量的计算及成图流程

Excel是Microsoft公司推出的Office办公软件中的一员,它在处理属性数据、进行数据统计分析具有很大的优势,功能较强,但空间图形分析能力较差,因此,它结合MapGIS的空间图形分析功能,以自身的数据统计优势,对土方量计算和成图有非常大的帮助。

下面即是两种软件的结合来计算土地平整中土方量的计算步骤及分析方法。

1) 根据工作区地形图中已赋值的地形线和离散高程点,利用MapGIS的DTM分析子系统,将等高线或高程点栅格化,生成50m×50m的格网DEM,同时将典型田块划分为50m×50m的方格网。

2) 读取每个方格网角点的坐标值,结合MapGIS图形处理子系统,将坐标值自动标注在每个方格的右下角(如图2所示)。

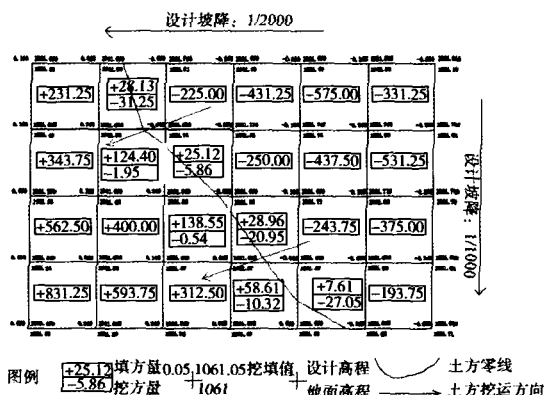


图2 土地平整典型田块设计示意图

3) 利用MapGIS的属性库管理子系统,将每个角点的高程值输出到Excel表格中,发挥Excel的统计分析功能,按照田块的坡度要求,计算每个格网角点的设计高程,并

做相应的调整以使该田块的挖填方基本保持平衡。并计算出施工高度及每个方格的挖填土方量。

4) 结合MapGIS的属性管理系统,将设计高程和施工高度作为格网角点的属性导入到MapGIS图形中,在MapGIS图形处理子系统中,将其自动标注在格网角点的右上角和左上角(如图2所示)。

5) 将计算好的挖填土方量作为方格的属性导入到图形中,并标注在相应的位置(如图2示)。

6) 图形整饰,在MapGIS输入编辑子系统中编辑图形,添加图例、图框和图签及其他必要的文字信息。

综上所述,在MapGIS和Excel技术支撑下的典型田块土方量计算及成图的分析步骤如图3所示。

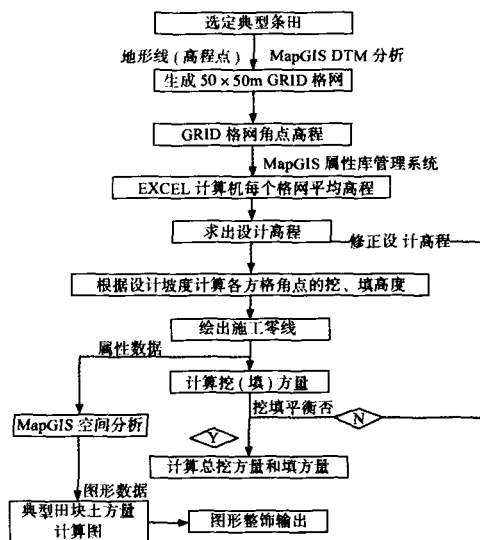


图3 土方量计算及成图流程图

5 案例分析

本文以新疆阿克苏地区某地的土地整理项目为实例,探讨一下应用此方法计算土方量的效果。

本项目区地形起伏较小,土层较厚,一般以现行地面坡降为基础,对部分较高地段,考虑灌溉要求,或低洼地考虑排碱要求进行适当抬高填低,平整土地,使地面坡降控制在1/1000~1/2000之间,农田耕作层厚度在35cm以上,满足田间灌溉要求,依此设计具体田面高程。

本项目土地平整以田块作为平整单元,以项目区挖填土方基本平衡为原则,同时,每个平整单元挖填土方也需基本平衡。

按照图3的土方量计算流程,首先根据地形图划分方格网,尽量使其与测量或施工坐标网重合,根据本土地开发整理项目特点,划分50m×50m大小的方格,并在MapGIS中计算地面高程,以此确定设计高程和施工高度;然后计算零点位置,确定零线;最后采用本文中的公式,根据所获得的数据在Excel中进行编辑计算,求得土方量。并依次求得整个项目区的土方量。

经计算,项目区土地平整需搬运土方量22.32万m³。挖填基本平衡。

6 结束语

土地整理的目标是为了形成合理、高效、集约的土地利用结构,提高土地利用潜力。土地平整工程是田块规划设计、田间道路、农田水利、防护林设计的前提和基础,在整个土地整理工程中处于领头雁的位置^[5]。土地平整中土方量的计算将影响到项目的预算与投资,是项目能否上马实施的关键性经济因素。因而,对土方(下转第93页)

```
//建立 ServerConnection 对象
ESRI.ArcGIS.Server.WebControls.ServerConnection con-
nection = new
ESRI.ArcGIS.Server.WebControls.ServerConnection();
```

```
//与名为“GJ”的 GIS Server 连接
connection.Host = "GJ";
connection.Connect();
```

3) 编写地址定位服务代码

通过与 GIS 服务器的连接, 获得服务器对象, 这样就可以实现对细颗粒 ArcObjects 对象接口的访问。该服务成功定位后返回定位地址的 x、y 坐标, 部分关键词如下。

```
//地址定位 (gs 为 IGeocodeServer 对象)
IPropertySet res = gs.GeocodeAddress(ps, null);
//得到 X、Y 坐标
IPoint gsPoint = res.GetProperty("Shape") as IPoint;
string [] StringPoint = {" 0", " 0"};
StringPoint [ 0 ] = String.Format (" {0: N6}",
gsPoint.X);
StringPoint [ 1 ] = String.Format (" {0: N6}",
gsPoint.Y);
```

4.3 调用地址定位服务

利用地址定位服务, 可以对用户输入地址进行地理编码, 得到该地址的 x、y 坐标。在此基础上, 通过设计界面及开发地图显示功能完成了一个面向直接用户的地址定位服务应用程序, 该应用程序需调用地址定位服务和 ArcGIS MapServer 网络服务。

1) 新建 .NET 网络应用项目

通过使用 Ma PViewer Web Application 模版建立一个 .NET 应用项目, 此应用项目为用户创建了地图显示框、图例、工具条、指北针、比例尺以及工具条等一些与地图显示有关的功能。

2) 调用服务

在应用程序中通过选择“添加 Web 引用”来获取相应的服务。这时, .NET 会自动创建一个 Proxy 代理类, 并且进行编译。由于 .NET 已经自动创建一个代理类, 因此调用 Web Service 可以像使用本地组件进行调用一样方便。

图 3 是用户在浏览器的页面上按格式输入需要定位点的地址, 服务节点的地址定位服务将其与已进行地理编码的图层相匹配, 确定该地址的位置, 显示在地图上。

5 结束语

将 Web Services

引入 GIS, 为空间地理信息共享、互操作和集成提供了新的解决方案, 人们可以方便地从网络中的任意节点浏览或获取网络上的各种分布式地理空间数据以及进行各种在线的地理分析。

ArcGIS Server 是作为一个基于 Web Services 技术之上用来构建企业级 GIS 应用的平台, 面向服务器应用开发人员, 能够在服务器应用中包含所有的 ArcObjects 功能。文中在分析 ArcGIS Server 的体系结构和内部实现机制的基础上, 通过构建地址定位服务实例表明基于 ArcGIS Server 来构建地理信息服务是完全可行的。

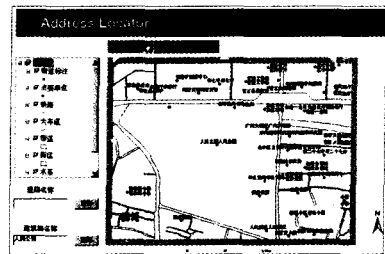


图3 地址定位服务应用实例

参考文献

- [1] 沈百玲. ArcGIS Server 体系结构和开发简介 [R]. 北京:ESRI 中国(北京)有限公司, 2004.
- [2] 朱政. 通过 .Net ADF 开发和部署 ArcGIS Server 应用 [R]. 北京, ESRI 中国(北京)有限公司, 中国, 2004.
- [3] 沈百玲. 用 .NET 构建和部署 ArcGIS Server Web 应用 [R]. 北京, ESRI 中国(北京)有限公司, 中国, 2004.
- [4] 李静燕, 陈勇, 王志坚, 张雪洁. 基于 Web Service 的分布式 GIS 集成研究 [J]. 计算机工程, 2004, 30(1): 59-64.
- [5] 宋亚超, 闫国年, 张宏. 基于 Web Service 的 Internet GIS 集成与应用 [J]. 地球信息科学, 2004, 6(1): 44-48.
- [6] 卢亚辉, 杨崇俊. 基于 Web Service 的 Web GIS 的研究 [J]. 计算机工程与应用, 2003, 25: 153-159.
- [7] 王凌云, 李琦, 喻文承. Web Service 与地理信息互操作 [J]. 测绘科学, 2004, 29(1): 38-41.
- [8] ESRI. Server Developers Guide [R]. 2004.

(上接第 133 页) 量的计算前人做了很多深入的、卓有成效的研究, 尤其是近年来, 随着 GIS 技术的发展, GIS 技术在土地平整工程中得到了十分广泛的应用^[10]。本文在前人探索研究的基础上, 以方格网计算土方量作为研究方法的基础上, 结合项目实践经验, 探讨了 MapGIS 在土方量计算上的应用, 并对计算流程和分析步骤做了详细的介绍。以期即能提高精度, 减小人为误差, 又能提高工作效率。

参考文献

- [1] 柳长顺, 齐实, 杜丽娟. 土地整理项目土方量计算方法 [J]. 中国水土保持科学, 2003, 1(2), 77-79.
- [2] 国土资源部财务司, 国土资源部土地整理中心. 土地开发整理项目预算编制指南 [M]. 北京:地质出版社, 2002.
- [3] 邬伦, 刘瑜, 张晶, 等. 地理信息系统原理、方法和应用 [M]. 北京:科学出版社, 2001.
- [4] 武汉中地信息工程有限公司, 武汉中地时代软件工程有限公司. MapGIS 地理信息系统实用教程 [M]. 2002.
- [5] 国土资源部土地整理中心. 土地整理工程 [M]. 北京:中国人事出版社, 2003.
- [6] 刘福桥. 基于 MAPGIS 的土地利用数据库在土地整理中的应用 [J]. 西部探矿工程, 2005, (7).
- [7] 钟沛林, 赵茵, 赵涛. 四川省土地整理现状及对策分析 [J]. 资源产业, 2005, 7(2).
- [8] 李志林, 朱庆. 数字高程模型 [M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社, 2000.
- [9] 金晓斌, 李海涛, 周寅康, 等. 基于 DEM 的丘陵山区土地整理项目辅助决策 [J]. 中国土地科学, 2004, 18(1), 39-44.
- [10] 鲁成树, 吴次芳. GIS 技术在农田平整工程设计中的应用研究 [J]. 西北农林科技大学学报, 2004, 32(4), 47-50.
- [11] 龚健, 刘艳芳, 黄中华. 我国土地整理中存在的问题及对策 [J]. 国土资源科技管理, 2003, (6), 28-31.