

Arcview 在土地整理项目土方量计算中的运用

柳长顺¹, 杜丽娟²

(1. 北京师范大学; 2. 北京林业大学)

摘要: 土方量计算是土地整理项目规划设计的重要内容之一, 准确快速地计算土方量对开展规划设计、控制总投资及分配资金具有重要意义。该文应用数字高程模型(DEM)原理, 对 Arcview 软件应用于土地整理项目土方量计算进行了探讨, 并以河北省南宮市清凉江项目为具体案例介绍了计算的详细步骤。计算结果仅比经专家论证后批复的项目设计土方量大 3.45%, 说明该方法计算土方量是可行的。

关键词: 土地整理; 土方量计算; Arcview; 数字高程模型

中图分类号: F311

文献标识码: A

文章编号: 100226819(2003)0220224204

1 引言

土地开发整理, 是实现耕地总量动态平衡的有效措施, 提高土地质量, 促进土地集约化利用的重要手段。土地是不可再生性资源, 随着经济的发展, 人口的增加, 积极开展土地开发整理, 对于缓解人地矛盾, 改善农业生产条件和生态环境, 促进农村现代化建设, 经济可持续发展具有极其重要的意义。土地整理中土地平整工程投资约占总投资的 40%~80%, 土方量的大小与土地平整的投资直接相关, 不同的计算方法结果相差悬殊, 因此准确快速地计算土方量对开展规划设计、控制总投资及分配资金具有重要意义。

传统的土方量计算方法有许多种, 常用的有: 断面法、方格法^[1]、散点法^[2]和表格法^[3]。断面法主要适应山地及高差比较大的地形, 也是土方计算的主要方法。方格法主要适合平坦地区及高差不太大的地形场地平整时使用。散点法适用于地形虽有起伏, 但变化比较均匀, 不太复杂的地形。在坡面平直的山地丘陵区, 土方计算也可根据坎高与土方量的关系而求得^[2]。传统的土方量计算方法工作量大, 不易在计算机上实现, 不能有效利用现有的数据资源。而且, 不同的计算方法都存在计算结果精度低, 结果相差悬殊的问题^[4]。因此, 土地整理项目需要一种具有广泛用户基础、操作简单、能充分利用现有数据资源且计算结果精度较高的土方量计算软件与方法。本文根据土地整理规划设计要求的基础图件的特点, 应用数字高程模型(DEM)原理, 对 Arcview 软件应用于土地整理项目土方量计算进行探讨, 以期对土地整理项目设计的土方量计算工作起到启迪作用。

2 应用 Arcview 计算土方量的原理

Arcview 是由美国环境系统研究所(ESRI)研制的

基于窗口的集成地理信息系统和桌面制图系统软件。它支持多类型数据和多种数据库, 具有强大空间分析、统计分析功能。并且附带许多扩展模块, Arcview 具有广泛的用户基础, 应用也非常方便^[5-6]。

农田平整土方量计算采用 Arcview 软件空间分析扩展模块(Spatial Analysis)进行计算。数字高程模型(Digital Elevation Models, 简称 DEM)是空间分析模块的核心内容和基础数据。目前, 土地整理规划设计要求的基础图件为 1:2000~1:5000 的地形图^[7]。一般项目区都提供最新测量的数字化的地形图, 为 Arcview 的应用提供了基础数据。

数字高程模型(DEM)是数字地面模型(DTM)的一种, 它表示地面上的高程信息。DEM 以数字的形式按一定的结构组织在一起, 表示实际地形高低起伏和地形大小特征的空间分布模型。DEM 的数据是以离散的方式组织在一起的, 其结构有规则和不规则两种。其文件同样可以二进制或 ASCII 码方式存贮。此外, DEM 可以进行各种运算, 以满足我们计算的精度需求^[8]。

Arcview 计算土方量是利用 DEM 提供的高程信息和 Arcview 其它功能结合起来共同完成。其计算模型如式(1)和式(2), 示意图见图 1。

$$V_i = \frac{V_{挖} + V_{填}}{2} = \frac{\sum_{j=1}^m A_{ij} \times (BH_{ij} - H_i)}{2} \quad (1)$$

式中 V_i ——第 i 田块土方量, m^3 ; $V_{挖}$ ——第 i 田块挖方工程量, m^3 ; $V_{填}$ ——第 i 田块填方工程量, m^3 ; A_{ij} ——第 i 田块第 j 高程组的面积, m^2 ; H_{ij} ——第 i 田块第 j 高程组的高程, m , 如果 DEM 高程单位计算量需换算为 m ; H_i ——第 i 田块的设计标高, m ; m ——第 i 田块的高程分组总数; $BH_{ij} - H_i$ ——第 i 田块第 j 高程组的地面高程与田块设计的差值, m 。

用式(2)汇总各田块平整土方量, 得出项目土地平整工程的土方量。

$$V = \sum_{i=1}^n V_i \quad (2)$$

式中 V ——项目土地平整总土方量, m^3 ; n ——项目区总规划田块数。

收稿日期: 2002210218 修订日期: 2003202220

基金项目: 河北省邢台市南宮市清凉江土地开发项目(HB2002X2冀001)

作者简介: 柳长顺(1975-), 男, 山西临县人, 现为北京师范大学环境科学研究所在读博士生, 长期从事土地整理项目规划设计工作。北京市海淀区新街口外大街 19 号 北京师范大学环境科学研究所博 2001, 100875。Email: liucsdos@263.net

工程量的计算提出了新的挑战, 笔者应用 Arcview 计算了项目土地平整的土方量, 具体计算详细步骤如下:

1) 文件格式的转换 Arcview 支持大部分的地理信息系统文件格式, 如 ArcInfo 的 eoo 文件, CAD 的 DWG 和公共交换格式 DXF, Mapinfo 的 mif 文件等。国产 GIS 软件大部分也具有转换为 Arcview 的 shp 文件的功能。一般测量队提供的电子地图都可以方便地调入或转换为 Arcview Shapefile 格式。

2) 调入数据 将转换好的文件调入 Arcview 中, 如果不是 Shapefile 文件, 将文件转换为 Shapefile 文件。

3) 文件编辑 一般测量队或项目区提供的电子地图需要再编辑, 以满足土地整理项目的需要。Arcview 文件编辑的功能较差, 最好用 Mapinfo 或其它编辑功能较强的 GIS 软件, 如 MapGis, Citystar, ViewGis 等等。

4) 生成 DEM 将编辑好的地图重新调入 Arcview 中, 应用空间分析扩展模块生成不规则三角网 (TIN), 将 TIN 数据进行采样, 并对数据进行进一步的检查。经检查无误后, 生成 DEM。生成 DEM 可以用高程点, 也可以等高线。由于项目区高差太小, 等高线较稀, 故采用高程点生成 DEM。

5) 调入规划田块。

6) 确定规划田块的最优设计高程 把规划田块设置为当前图层, 利用 Analysis 菜单下的 Summarize Zones 命令生成规划田块的最优设计高程。最优设计高程为挖填平衡时的高程 (表 1)。

图 1 Arcview 计算土方量示意图

Fig 1 Sketch map of earthwork calculation using the Arcview

3 案例分析

本文以河北省邢台市南宫市清凉江土地开发项目为例具体介绍利用 Arcview 进行土方计算的详细步骤。河北省邢台市南宫市清凉江土地开发项目是 2002 年国家投资、中央承担的示范项目, 建设规模 567 hm², 投资规模为 1541.09 万元, 其中: 工程施工费 1271.37 万元, 占总投资的 82.50%; 土地平整费用为 560.25 万元, 占工程施工费的 53.44%, 占总投资的 44.90%。项目区位于东经 115°37'25" ~ 115°46'17", 北纬 37°4'05" ~ 37°12'58", 南宫市东南方向的清凉江东岸沿线, 属河流冲积泛滥平原区, 地势除一部分沙丘外相对平坦开阔。由于历史上黄、漳河尤以清凉江的多次泛滥改道, 以及其它外力的作用, 在局部地区形成了一些沙丘、洼地、道沟和坑塘等地貌形态, 整个项目区呈现大平小不平, 给

表 1 田块最优设计高程表

Table 1 Optional design elevation of each plot

田块编号	面积 Qm ²	最小高程 Qcm	最大高程 Qcm	田块设计高程 Qcm	田块编号	面积 Qm ²	最小高程 Qcm	最大高程 Qcm	田块设计高程 Qcm
1	96439.9	240.0	263.0	245.6	31	56879.4	237.0	288.0	260.4
2	136059.9	237.0	271.0	246.7	32	35929.9	231.0	295.0	265.4
3	86762.5	242.0	254.0	246.4	33	37298.1	243.0	290.0	276.3
4	118060.2	237.0	285.0	244.8	34	42677.0	250.0	288.0	264.4
5	79493.9	243.0	269.0	254.9	35	92279.5	258.0	290.0	285.0
6	81471.6	238.0	268.0	249.9	36	92831.6	223.0	290.0	270.5
7	98239.9	248.0	276.0	268.3	37	90006.7	260.0	296.0	290.7
8	95118.3	244.0	300.0	263.2	38	92288.7	265.0	296.0	290.1
9	95050.9	235.0	286.0	256.1	39	116279.3	241.0	296.0	269.7
10	122226.5	241.0	277.0	247.6	40	81872.5	242.0	295.0	263.5
11	75329.3	248.0	282.0	272.3	41	64690.0	261.0	285.0	265.6
12	105332.3	242.0	278.0	258.0	42	44268.2	259.0	281.0	265.0
13	116517.9	246.0	296.0	270.1	43	55866.3	258.0	282.0	265.2
14	108504.4	235.0	293.0	258.9	44	52633.3	258.0	288.0	263.4
15	105987.9	236.0	274.0	248.2	45	62489.6	261.0	289.0	268.2
16	127665.4	245.0	275.0	257.7	46	69087.5	258.0	294.0	279.1
17	113663.1	245.0	277.0	252.1	47	137437.5	258.0	302.0	274.6
18	92159.8	244.0	277.0	256.9	48	131012.2	257.0	295.0	267.3
19	91012.6	233.0	276.0	256.4	49	72172.7	257.0	306.0	269.9
20	84604.5	246.0	276.0	255.3	50	99263.0	282.0	315.0	300.2
21	111374.1	239.0	284.0	269.3	51	84057.8	273.0	303.0	283.1
22	72565.6	236.0	273.0	256.1	52	135258.0	268.0	290.0	278.4
23	88666.6	247.0	279.0	260.2	53	42416.4	260.0	285.0	267.6
24	96386.6	253.0	289.0	278.0	54	36357.6	261.0	281.0	267.9
25	100442.3	223.0	283.0	257.5	55	102580.9	258.0	273.0	264.6
26	35222.4	245.0	288.0	274.1	56	111447.7	258.0	291.0	270.0
27	32754.6	267.0	297.0	289.4	57	119315.3	258.0	285.0	265.7
28	79994.1	249.0	291.0	277.6	58	111474.4	262.0	289.0	266.4
29	73561.9	210.0	282.0	254.9	59	91084.3	260.0	281.0	266.2
30	47701.9	255.0	292.0	282.5	60	107134.7	263.0	294.0	265.8

7) 生成报表 利用 Analysis 菜单下的 Tabulate A reas 命令, 在其对话框中分别选择规划田块的田块编号和 DEM 的 Value 字段为行和列进行统计生成报表。

行代表田块编号, 列表代表不同高程分组。表格内容即为不同田块在不同高程分组的面积(表 2)。

表 2 田块不同高程组面积分配表

Table 2 Area distributions of different elevation groups of each plot

m²

田块编号	高程组.....	高程组 248	高程组 249	高程组 250	高程组 251	高程组 252	高程组 253	高程组 254	高程组.....
1	4039.8	3514.7	2500.5	1938.2	1763.7	1667.1	1589.8	.....
2	4653.3	4241.0	4138.5	4208.2	4117.8	3983.7	3879.1	.....
3	7311.3	5430.6	4695.9	3741.5	2557.8	811.1	0.5	.....
4	1380.0	1170.0	928.0	807.6	728.1	655.6	567.6	.....
5	3941.9	3354.2	3622.9	3975.2	4482.4	5003.2	5017.2	.....
6	1530.9	1437.1	1341.0	1242.4	1163.1	1117.2	1081.2	.....
7	19.7	58.5	98.6	137.4	177.5	215.8	255.5	.....
8	1425.4	1587.1	1696.7	1839.3	2073.2	2312.0	2553.4	.....
9	2648.8	2675.4	2833.2	3063.0	3320.3	3355.8	3221.9	.....
10	7031.5	5229.3	3516.1	2568.6	2076.4	1849.2	1676.1	.....
.....
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.....

注: 高程组 248 表示高程为 24.75~24.85 m 之间的高程组, 其余类推。

8) 计算土方量 利用已经生成的设计高程和报表, 计算田块不同高程分组的土方量; 统计挖、填土方量(表 3), 如挖、填方量之差不超过挖方或填方的 5%, 可以进

行总土方量的计算; 计算不同田块的土方量, 并汇总项目总土方量。

表 3 田块不同高程组挖填工程量表

Table 3 Earthwork for digging or filling of each plot

m³

田块编号	高程组.....	高程组 248	高程组 249	高程组 250	高程组 251	高程组 252	高程组 253	高程组 254	高程组.....
1	989.2	1212.0	1112.3	1056.0	1137.3	1241.8	1343.2	.....
2	582.2	954.7	1345.5	1788.9	2162.3	2490.2	2812.8	.....
3	1144.3	1393.0	1674.1	1708.0	1423.4	532.5	0.3	.....
4	437.3	487.7	479.7	498.2	521.9	535.5	520.4	.....
5	-2732.1	-1989.3	-1786.4	-1562.6	-1313.8	-966.1	-467.0	.....
6	-297.0	-135.1	8.0	131.7	239.6	341.9	439.0	.....
7	-40.1	-113.1	-180.9	-238.3	-290.2	-331.2	-366.6	.....
8	-2164.9	-2251.7	-2237.5	-2241.7	-2319.4	-2355.3	-2346.0	.....
9	-2158.1	-1912.2	-1741.6	-1576.6	-1377.0	-1056.2	-691.8	.....
10	288.7	737.6	847.6	876.0	915.8	1000.5	1074.5	.....
.....
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.....

注: 负表示填方, 正表示挖方。

9) 最后确定土地平整工程的土方量 与其它方法计算或估算的土方量进行对比分析, 以确定土方量。

本平衡, 可以进行总土方量计算。利用公式(1)计算各田块的土方量(表 4)。汇总各田块的土方量, 项目区土地平整总土方量为 1 420 424.5 m³。

4 结果分析

规划方案不同, 土地平整的土方量变化很大, 并且给土方量的计算提出了新的挑战。根据多方案比选, 最后确定整个项目区共划分为 60 个田块。土地平整工程采用推土机推土平整, 每个田块田面基本平整, 部分地势起伏较大的田块采用局部平整, 在田块内划分不同的耕作块, 根据地形的变化各耕作块采用不同的高程。

项目设计已通过专家论证, 批复的设计土地平整工程量为 1 371 489.4 m³。利用 Arcview 计算的总土方量为 1 420 424.5 m³, 二者相差仅为 3.45%。目前项目尚未施工, 缺乏实测数据, 计算精度难于验证。但是, 本方法计算结果与已经批复的项目设计土方量十分接近; 加之, Arcview 具有广泛的用户基础, 操作简单, 系统稳定。因此, 本方法可以用于土地整理项目土方量计算。

整个项目区 60 个田块, 挖方比填方大 1 823 m³, 基

表 4 田块土地平整土方量计算结果表

Table 4 Calculation result of land consolidation earthwork of each plot

田块 编号	土方量 \bar{m}^3	田块 编号	土方量 \bar{m}^3	田块 编号	土方量 \bar{m}^3	田块 编号	土方量 \bar{m}^3
1	17042.5	16	47150.7	31	16280.6	46	20851.1
2	42331.3	17	24346.0	32	21384.9	47	59200.3
3	8409.0	18	27193.2	33	18369.9	48	29042.5
4	24281.3	19	26265.5	34	19797.0	49	24010.7
5	15881.5	20	17151.2	35	24775.6	50	29170.4
6	27877.4	21	44787.1	36	50823.0	51	13650.0
7	16547.1	22	13767.5	37	23580.1	52	27763.1
8	33675.2	23	26107.4	38	19267.2	53	7689.7
9	36173.9	24	39101.9	39	67447.0	54	6311.5
10	26847.5	25	25295.1	40	21743.3	55	9801.6
11	17658.6	26	16253.3	41	8788.9	56	28594.2
12	35724.8	27	4285.8	42	6025.3	57	9495.2
13	12888.0	28	30497.0	43	9140.9	58	20653.2
14	48924.7	29	27515.3	44	9516.2	59	13106.1
15	15378.5	30	20120.3	45	15230.7	60	19435.7

5 结论与建议

1) Arcview 计算土方量简单、快速。利用 Arcview 计算土地平整土方量原理简单,操作容易,计算速度快,系统稳定,大大减小了土方量手工计算的工作量。

2) 此方法不但可以应用于地势平缓的项目区,同样适用于丘陵山地项目区。丘陵山地不同土地平整方案,土方量相差悬殊。此方法可以帮助规划人员选择最佳的梯田断面。

3) 此方法还可应用于方案评价。不同的方案土方量不同,在投资既定的情况下,土方量不宜过大,用 Arcview 计算不同方案的土方量,并进行方案比选。

4) 利用 Arcview 计算土方量与地形无关,只与基础数据有关,与其它方法相比,具有明显的优势。

致谢: 论文得到国土地整理规划设计研究院南宫项目规划组的毛泓博士、周鹏伟、易友良、朱国平工程师的帮助,深表感谢。

[参 考 文 献]

- [1] 张光辉. 快速计算土方量的方法[J]. 测绘通报, 1997, (5): 23~ 24.
- [2] 王礼先. 水土保持工程学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2000: 55~ 67.
- [3] 刘 桦. 土方量的表格法测算[J]. 测绘通报, 2000, (4): 64 ~ 65.
- [4] 张剑波, 刘修国, 吴信才. 约束 Delaunay 三角剖分在土方量计算中的应用[J]. 测绘通报, 2001, (8): 22~ 23.
- [5] 李玉龙, 何凯涛. Arcview GIS 基础与制图设计[M]. 北京: 邮电工业出版社, 2002, 5~ 9.
- [6] ESR I Inc. Arcview GIS 使用手册[M]. 北京: 地质出版社, 2000, 5~ 9.
- [7] 国土资源部土地整理中心. 土地开发整理标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 2000, 56~ 57.
- [8] 李志林, 朱 庆. 数字高程模型[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2001.

Application of Arcview for calculating earthwork in land consolidation project

Liu Changshun¹, Du Lijuan²

(1. Institute of Environment Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. Department of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Earthwork calculation is one of the main tasks in the planning and design of land consolidation projects. Calculating earthwork accurately and efficiently is very important for land planning & design, the control of total investment and allocating fund. Applying the principle of Digital Elevation Model (DEM). How to apply Arcview to calculate earthwork of land consolidation project was discussed, and Qingliangjiang project in Nangong of Hebei Province was taken as a case to introduce detailed processes of earthwork calculation. The result is only 3.45% more than the earthwork calculated by experts. So this method is feasible and reliable.

Key words: land consolidation; earthwork calculation; Arcview; Digital Elevation Model (DEM)