

计算机辅助大型土石方工程计量的方法探索

周 波 张文君

(西南科技大学环境与资源学院测绘工程系, 四川 绵阳, 621010)

[摘要] 本文结合西南科技大学新区建设的大型土石方工程计量项目, 说明了一套以数字化地形图和高程数据为主要信息源, 通过运用南方 CASS5.0 和 EXCEL (XP) 软件, 用计算机辅助大型土石方工程计量的方法。该方法能高效率、高精度地实现大型土石方工程计量。同时还对大型土石方工程计量过程中的人工干预程度进行了探讨。得出的结论用于指导实践, 获得了满意的结果, 并为同类型工程积累了经验。

[关键词] 土石方工程计量; 数字化地形图; DEM; 人工干预

[中图分类号] P258 [文献标识码] A [文章编号] 1001-8379(2005)02-0082-03

RESEARCH OF COMPUTER AIDING MASS CALCULATION FOR EARTH WORK METHOD

ZHOU Bo ZHANG Wen-jun

(Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China)

Abstract: From the experiences in mass calculation for earth work project of the construction of the new campus of Southwest University of Science and Technology, this paper analyzes the method of computer aiding mass calculation for earth work by using South CASS5.0 and EXCEL software, base on utilizing digital topographic map and height data as the main information source. This method could make mass calculation for earth work more effective and precise. At the same time, it also discusses the degree of manual intervention in mass calculation for earth work. The results have been used to guide the project construction and proved that the experiences obtained from this project could be helpful to solve the similar problems.

Key words: Mass calculation for earth work; Digital topographic map; DEM; Manual intervention

1 前言

土石方工程是土木工程建设的一项基础性工作。土石方工程计量是土木工程造价的一项重要组成部分。由于直接涉及到工程建设方和施工方的经济利益, 还有实际工程中土石方计量的复杂性, 它的成果经常会被工程双方质疑。如何规范化土石方工程计量被视为当今土木工程界的一道难题。

由于地表施工场地的复杂性和地下地质结构的复杂性, 大型土石方工程施工时, 很多时候需要按照总体场平设计思路结合施工现场实际而作出局部方案调整。从而达到因地制宜、节约经费、方便施工的效果。所以大型土石方工程计量普遍采用的方法是: 首先需要对土石方施工的规划区域进行原始地形测量和地质结构勘察, 地面土石方工程完成后对变化区域进行施工后地形测量, 根据不同时期的地形测量资料和工程地质勘察资料, 利用计算机辅助生成 DEM (数字高程模型) 或人工分析高程模型来分块解算土石方的变化体积量, 最后汇总成果。本文对根据西南科技大学校园建设的新区土石

方工程计量项目实践探索出的一套计算机辅助大型土石方工程计量方案进行了说明。

2 土石方工程计量的工作流程和技术路线

西南科技大学校园新区土石方工程计量面积、体积和地形起伏较大。动土范围约 1 平方公里, 实际测算面积约 0.5 平方公里, 总挖方达一百多万立方米。

工作流程总体分为原始地形测绘、规划区域地质结构勘察、土石方工程竣工后地形测绘、分别进行 DEM 网格分析处理、地形 DEM 数据叠加、生成成果图件和数据。其中数字化测绘成图和 DEM 分析处理是用 CAD2000 平台下的南方 CASS5.0 软件进行处理, 而数据统计与整理是用 OFFICE XP 的 EXCEL 软件处理。

3 关键步骤和技术的分解

3.1 地形图的前期处理

为了保证土石方计量精度, 对施工区域所进行

的数字化地形测量应按照 1:500 或更大比例尺的要求测绘。测绘的大比例尺数字化地形图除了严格按照规范要求外,还要求图面上有足够多的高程注记。有足够多的高程数据才能生成与实际地形更吻合的 DEM。同时在层处理时,高程点要单独处在一层上,包括点位和高程注记。为了保持后续图面的清晰,在生成 DEM 网格前要关闭除高程点层和计算区域边界层还有图框层的所有层。

3.1.1 人工内插加密高程点

在已有数字化地形图的情况下,如果用作土石方计量,则要找到原始测绘的全部碎部点数据,在剔除错误和无用的高程点后全部展绘在图面上。另外,野外地形图测绘,为了简便一般在陡坎接平台时,陡坎上下边线的高程点都测得比较稀。在利用高程点生成 DEM 时,则必须人工地沿地性线方向,按照 DEM 单位网格长度值,对图面高程点内插。这样才能避免软件在生成 DEM 时产生许多与实际地形不符合的插值错误。

3.1.2 等高线区域内插高程点

在地形图上为等高线表示的地方,同样在进行土石方计量计算时,高程点也不足。除了展绘全部测点外,还要对等高线表示区域增加高程点。手工增加高程点比较繁琐,南方 CASS5.0 软件为用户提供了这一功能。它能通过选定等高线区域,设定增加高程点的步长值,自动对图面进行处理,沿等高线方向增加图面高程点注记。

3.1.3 图幅边界区域增加高程点

由于大型土石方工程计量涉及到的区域比较大,而且动土区域可能比较分散,所以按照大比例尺地形图的标准分幅为单位来分块处理 DEM 数据文件,不会产生过多的单次计算数据量,也便于数据检查和成果输出表示。这样对于计算区域跨图幅边界的地方,在生成 DEM 前要对单幅图形的计算区域进行复合线封闭,并在图幅边界的地方补足一定区域的高程点,便于图幅边界 DEM 网格高程内插。

3.2 南方 CASS5.0 图层图形库和数据库信息转换的实现

在对地形图预处理完成后,可以方便地利用南方 CASS5.0 软件的方格法土方量计算功能,对数字化地形图上的填挖区域生成 DEM 标准方格网,并计算出此 DEM 曲面到设计平面的变化体积量。本次对西南科技大学新区约 0.5 平方公里的动土区域进行土石方工程计量,为了保证精度,采用了 5 米单位的 DEM 方格网,用方格法进行计量。处理高程、体积数据多达 64983 个。如果完全用传统的方法,通过图面信息人工计算,工作太繁杂,工作量太大而

且容易出错。本人通过多年来对南方 CASS 成图软件的使用与研究,摸索出一套利用 CASS5.0 菜单功能和 EXCEL 软件功能,不用编程,来解决 CAD 中 CASS5.0 的图形库和数据库信息转换的方案。提取出来的数据可以方便地利用 EXCEL 进行数据排序、统计、叠加、数据成果输出等操作。大大节约了人力,提高了计量速度和精度,避免了人为的计算错误。

3.2.1 CAD 图面的某一图形类的数据信息提取的实现

CAD 图不是真正意义上的数字图,因为它没有提供完整的和图形库相对应的属性数据库。它提供对应图形的只是图层、颜色、大小、线型、定位参数等文本信息,而进行计算的数据则隐含在这些文本信息里。

在提取 CAD 图面信息数据时,首先需要区分出提取的对象类——CAD 图面 DEM 单位网格高程注记和体积注记。利用 AutoCAD2000 的 Properties 中的 Quick select (筛选)功能,通过对图面颜色、图层、文本注记大小、字体等丰富的选项设定,完成对需要操作类的选定。然后通过对选定的类生成 AutoCAD 交换文件 (DXF 格式),把选定类的图面信息转换成 CAD 文本信息 (绘图信息)。最后通过 EXCEL 软件 (XP 以上版本)的查找、替换、复制等功能,从 CAD 文本信息中提取出用来计算和定位的高程、坐标或体积、坐标等数据。

3.2.2 计算成果数据转换为 CAD 图面表示信息的实现

通过 EXCEL 计算出来的 DEM 单元方格成果数据,为了方便正确性检查和成果的图面显示,必须要转换为 CAD 图形信息。利用 CASS5.0 的批量展绘高程数据的功能,先把定位数据 X、Y 坐标与高程差或 X、Y 与体积差数据用 EXCEL 按一定排列顺序整理成 CASS5.0 展点数据格式。然后用 CASS5.0 展绘高程数据的功能来展绘所需要显示的图形表达数据。这样就实现了从成果数据到 CAD 图形数据的表达转换。

3.3 数据处理

由 CAD 图面所提取的文本信息经过查找、替换、复制等操作形成了可用 EXCEL 处理的数据库文件。由于用来生成 DEM 方格模型的边界区域复合线在开挖前和开挖后的图面上是一致的,所以用此边界复合线生成的开挖前和开挖后图面 DEM 方格模型的方格角点定位参数也是基本一致的,但必须要经过严格的数据排序,使方格图面信息和数据排序一一对应,才能方便的进行数据叠加和成果整理工作。

3.3.1 数据的一一对应关系处理

由于 CASS 5.0 生成的 DEM 方格体积文本定位参数在开挖前图和开挖后图上有差别, 所以由 CAD 图面所提取而生成的两个数据文件的数据顺序也不完全一致。在用数据文件进行叠加操作前, 必须要利用体积文本定位参数排序, 使开挖前和开挖后 DEM 方格体积数据一一对应。在数据用文本定位参数排序过程中, 除了用 X 坐标排序外还要用 Y 坐标排序。特别是在 DEM 边界的非整方格的文本组注记中, 文本注记定位在大多数情况下不是有规律的。在自动排序完成后, 最好再人工一行行按方格数核对检查。如果因为边界文本定位参数排序的不正确而使数据错位, 则填挖体积的叠加结果就会产生重大错误。

3.3.2 填挖区域的显示区分

由于体积数据的挖方和填方是体现在正负号上的, 所以可以通过体积数据排序把挖方和填方的体积数据区分开。通过在 CASS 5.0 上定义成不同的层, 利用展绘高程数据一样的方法, 把填挖方数据分别展绘到 CAD 上, 再用不同的颜色定义层, 使填方数据和挖方数据在图面上的颜色有明显的区别, 便于检核和成果出图。

4 分析与探讨

在大型土石方工程计量过程中必须要专业技术人员的人工干预, 主要表现在以下几方面。

4.1 对测绘的数字化地形图人工判读, 并增加高程点

测绘的大比例尺地形图, 野外采集碎部点的间隔距离通常都比用作土石方计量的 DEM 间隔大。因为有时对一个均匀坡度地形的图面定义并不需要太密的高程点, 而是用边界高程点组成的地性线构成的面来表示。所以为了避免计算机软件对 DEM 高程点的错误内插, 通常需要专业人员在通过对地形图充分的判读基础上(必要时, 现场判读), 对地性线上的高程点进行人工内插加密。内插密度以 DEM 间隔的两倍为好, 实验表明, 密度再加大一倍, 数据量会增加一倍, 而计算结果的精度提高却很少。均匀坡度面中则不须要人工的内插增加高程点。

4.2 填挖动土区域边界线的确定

填挖动土区域边界需要专业测绘人员根据开挖前后的地形图对照后确定。大型土石方工程往往是零散开挖, 集中填方, 所以涉及施工区域大而杂。

动土范围的人工准确确定有助于减少不必要的数据处理量。

4.3 数据检查

不论是原始高程数据还是计算过程中的 DEM 方格高程、体积数据及结果数据都要经过人工干预、层层复查。当然并不是要人的再计算一遍, 而是通过某些方法通过人工的判读来检核各步骤成果的正确性。比如: 可以通过图面填挖区域颜色的区分, 看填挖区域是否连续, 有无不正常的跳跃高程点或间断高程点, 来判断此位置是否有数据或计算错误。在数据检核时, 首先要把握高程数据源头——外业采集数据。尽量先剔除或改正外业采集中的错误而造成的高程错误的数字。其次, 计量计算过程中对 CAD 提取的数据排序后一一对应关系的检查也是必须的。最后就是成果数据的检查。

5 结束语

综上所述, 过去用断面法作大型土石方计量, 计算过程不直观, 计算成果太粗略。用方格法, 全部人工生成 DEM 方格高程模型进行大型土石方工程计量, 成果直观, 数据精确, 但工作量实在巨大。在计算机在各行各业普及的今天, 利用计算机及工程软件辅助方格法大型土石方计量是完全可行的。本文讨论的是本人在大型土石方工程计量工作积累中摸索的一套以 CASS5.0 和 EXCEL 软件为工具的切实可行的方案, 并在西南科技大学新区大型土石方计量工程中得以应用和完善, 减少了工期, 节约了人财物力, 取得了圆满的效果。希望对类似的大型土石方工程计量有所裨益。

参考文献

- [1] AutoCAD 2002 二次开发技术指南[M]. 北京: 清华大学出版社.
- [2] 龚家玉, 黄德咏. AutoCAD 与其它常用软件的数据转换[J]. 四川测绘, 2004, (1): 32~35.
- [3] 李志林, 朱庆. 数字高程模型[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2001.
- [4] 李青岳. 工程测量学[M]. 北京: 测绘出版社, 1992.

[收稿日期] 2004-12-13

[作者简介] 周波(1974—), 男, 四川宜宾人, 实验师。

[基金项目] 西南科技大学青年预研基金项目(ZK043017).