

土地开发整理项目土方量计算方法探讨

胡向稳, 洪雪梅, 莫金永

(云南地质工程勘察设计研究院, 昆明 650041)

摘要: 土地平整工程是土地整理项目的核心, 结合工程实际探讨当前全国开展土地开发整理项目涉及土地平整工程中的土方量计算的方法。

关键词: 土地平整; 土方量计算; 方法讨论; 土地开发整理

中图分类号: P271 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-1885(2009)02-219-06

我国土地开发整理工作起步较晚, 使用新增建设使用费、耕地开垦费、复垦费、土地出让金的部分、耕地占用税等, 以土地开发整理项目为载体, 借鉴基本建设项目的管理经验, 通过土地平整、配套田间水利、道路及防护工程等, 对农村的田、水、路、林、村进行综合整治, 对开发整理的耕地格田化, 为农业产生的机械化、集约化创建一个较好的基础和平台。通过土地开发整理, 使开发整理的耕地达到相对一致的生产条件, 归并原有农户零星分散的耕地, 进一步提高劳动生产率。土地平整作为土地开发整理的重要内容, 项目前期如何准确地估算项目土方量, 对于开展项目规划设计和资金分配具有重要意义。土地平整中土方量计算方法主要有方格网法、横断面法、散点法和其它方法(调查法, 实物工程量法, 水库积分法)。本文结合土地平整工程中常用土方量计算方法及使用范围、具体计算步骤进行探讨。

1 方格网法

计算土地平整工程量常用的一种方法, 适合于地形较平缓或者台阶宽度较大的地段。土地整理项目区位于平原地带, 项目区内高差较小时, 采用方格网法进行土方量计算精度较高。步骤及要点:

(1) 划分方格网。

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。根据土地开发整理项目的特点, 方格网可采用 $100\text{m} \times 100\text{m}$ 或 $200\text{m} \times 200\text{m}$ 或一个标准田块大小。划分方格网 - 确定方格顶点高程。以某块地段为例(图1)方格网边长 $a = 20\text{m}$, 各方格角点的自然地面标高标示于图上, 设计规定地块中心标高 70.29m , 设计坡度如图 $i_x = 2\text{‰}$, $i_y = 3\text{‰}$, 不考虑土壤可松性影响, 计算土方量:

收稿日期: 2008-05-07

作者简介: 胡向稳(1978~), 男, 云南曲靖人, 助理工程师, 主要从事土地开发整理规划设计及地质灾害防治工程设计工作。

设计高程和挖填深度

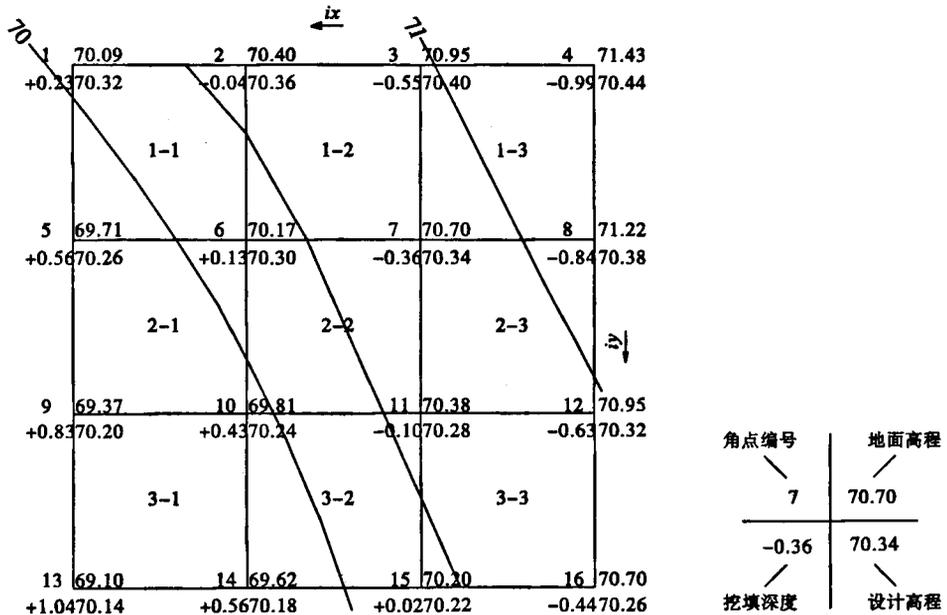


图 1 块段方格网角点

Fig. 1 Basal Area and Common Calculation Formula of Grid

根据设计坡度和方向计算各方格角点的设计高程。

田块中心高程为 $H_0 = 70.29\text{m}$ ，方格角点设计高程为：

$$H_1 = H_0 - 30 \times 2\% + 30 \times 3\% = 70.32 \text{ (m)},$$

$$H_2 = H_1 + 20 \times 2\% = 70.36 \text{ (m)},$$

$$H_5 = H_1 - 20 \times 2\% = 70.26 \text{ (m)},$$

其他各角点标高的算法同上，计算结果标示于角点右下角，各角点挖填深度结果标示于角点左下角。

(2) 计算田面平均高程

根据各桩点实际高程，用下式计算田块平均高程：

$$\bar{h} = \frac{1}{n} \left(\frac{\sum h_{\text{角}}}{4} + \frac{\sum h_{\text{边}}}{2} + \sum h_{\text{中}} \right)$$

式中： \bar{h} ：田块平均高程 (m)； $\sum h_{\text{角}}$ ：各角点高程之和

(m)； n ：田块中方格总数； $\sum h_{\text{边}}$ ：各边点高程之和 (m)； $\sum h_{\text{中}}$ ：各中点高程之和 (m)。

(3) 计算零点位置

方格的挖方点与填方点之间，必定有不挖不填的边界点（零点），把所有相邻的零点连接起来，就是填挖边界线（零线）。零点和零线是计算土方量和施工的重要依据。计算零点位置的方法所依据的是相似三角形的比例关系如图 2；在实际工作中，可采用图解法直接求出零点，如图 3 所示，方法是用直尺在各角上标出相应比例，用直尺相连，与方格相交点即为零点位置。

零点位置按下式计算：

$$X_2 = \frac{h_2}{h_1 + h_2} \times a \quad X_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} \times a$$

式中: X_1, X_2 为角点至零点的距离; h_1, h_2 为相邻两角点的高程 (m), 均用绝对值; a 为方格网的边长 (m)。

(4) 计算土石方工程量

以零界线为棱边, 按方格网地面图形和高程, 计算 +、- 体积值, 即求出每个方格区的总土石方量。可用下式近似计算:

$$V_{挖} = S_{方格} \left[\frac{\sum h_{角挖}}{4} + \frac{2 \sum h_{边挖}}{4} + \frac{4 \sum h_{中挖}}{4} \right]$$

$$V_{填} = S_{方格} \left[\frac{\sum h_{角填}}{4} + \frac{2 \sum h_{边填}}{4} + \frac{4 \sum h_{中填}}{4} \right]$$

零线穿过的散格, 按方格网底面积图形和表 1 中的公式分别计算挖方量和填方量。

表 1 方格网底面积和常用计算公式
Tab. 1 Calculation of Zero Point Position

项目	图式	计算公式
一点填方或挖方 (三角形)		$v = \frac{1}{2} bc \frac{\sum h}{3} = \frac{bch_3}{6}$ 当 $b=c=a$ 时 $v = \frac{a^2 h_3}{6}$
二点填方或挖方 (梯形)		$v = \frac{b+c}{2} a \frac{\sum h}{4} = \frac{a}{8} (b+c) (h_1 + h_3)$ $v_+ = \frac{b+ee}{2} a \frac{\sum h}{4} = \frac{a}{8} (b+c) (h_1 + h_4)$
三点填方或挖方 (五角形)		$v = \left(a_2 - \frac{bc}{2} \right) \frac{\sum h}{5} = \left(a_2 - \frac{bc}{2} \right) \frac{h_1 + h_2 + h_4}{5}$
四点填方或挖方 (正方形)		$v = \frac{a^2}{4} \sum h = \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$

注: 表中① a —方格网的边长 (m); ② b, c —零点到一角的边长 (m);

③ h_1, h_2, h_3, h_4 —方格网四角点的施工高程 (m), 用绝对值代入;

④ $\sum h$ —填方或挖方施工高程的总和 (m), 用绝对值代入; ⑤ V —填方或挖方体积 (m^3)。

该公式是按各计算图形面积乘以平均施工高程而得出。

2 横断面法

地形复杂起伏变化较大, 或地域狭长、挖填深度较大且不规则的地段, 宜选择横断面法

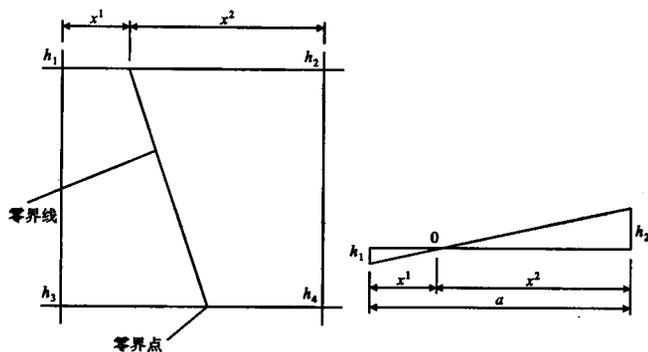


图 2 零点位置计算示意图

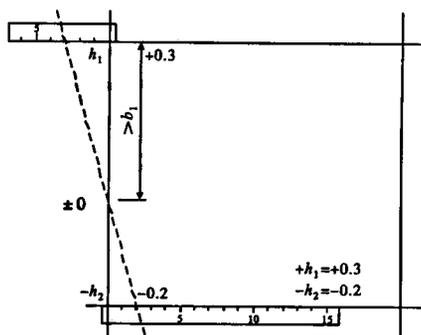


图 3 零点位置图解法

Fig. 2 Calculation of Zero Point Position Fig. 3 Diagram of Zero Point Position

进行土方量计算。步骤及要点:

(1) 首先对规划地块面积、地块宽度和高度进行设计,再以填挖方值最小对地块宽度、地块高度进行优化,最终确定地块设计宽度、高度。具体地块设计依据下列公式进行推算。

$$B_m = Hctg\theta$$

$$B_n = Hctg\alpha$$

$$B = B_m - B_n = H (ctg\theta - ctg\alpha)$$

$$H = B / (ctg\theta - ctg\alpha)$$

式中: θ —原地面坡度 ($^\circ$)

α —埂坎坡度 ($^\circ$)

H—埂坎高度 (m)

B —田面净宽 (m)

B_n —埂坎占地 (m)

B_m —田面毛宽 (m)

(2) 划分横断面

每一个计算田块内沿土地平整区域,取若干相互平行的断面。划分原则为垂直等高线或垂直格田方向,各断面的间距根据地形具体变化进行选取。

(3) 绘制横断面图形

按比例、利用计算机辅助设计软件 Auto CAD,绘制每个横断面的自然地面和设计田面的轮廓线。自然地面线 and 设计田面的轮廓线之间的面积,即为挖方或填方的断面。

(4) 计算横断面面积

将所取的每个断面划分为若干三角形和梯形。断面面积为该断面三角形和梯形面积之和。断面面积利用 AutoCAD 软件计算面积的功能求出横断面的面积。

(5) 计算土方量

设各断面面积分别为 F_1 、 F_2 、 \dots 、 F_n ,相邻两断面间的距离依次为 l_1 、 l_2 、 \dots 、 l_n ,则所求土方量为

$$V = (F_1 + F_2) l_1 / 2 + (F_1 + F_2) l_1 / 2 + \dots + (F_{n-1} + F_n) l_n / 2$$

式中: V —计算田块土方量, m^3 ;

F_1 、 F_2 、 \dots 、 F_n —相邻两断面的挖(或填)方断面面积, m^2 ;

l_1 、 l_2 、 \dots 、 l_n —相邻两断面的间距, m 。

3 散点法

散点法适用于地势虽有起伏, 但变化比较均匀, 不太复杂的地形。特点是测定位置不受限制, 可以根据地形情况、布置测点求平均高程方法简便。步骤和要点:

(1) 根据各测点高程得出田块平均高程

$$H_a = (H_1 + H_2 + \dots + H_n) / n$$

式中 H_1 、 H_2 、 H_n 为各测点高程;

n 为测点数量;

(2) 计算正负偏差平均值

$$\text{正偏差平均值: } h_c = \Sigma H_c / L - H_a$$

$$\text{负偏差平均值: } h_f = H_a - \Sigma H_f / m$$

式中: m 为测点读数小于 H_a 的测点数;

L 为测点读数大于 H_a 的测点数;

ΣH_c 测点读数大于 H_a 的各点读数之和;

ΣH_f 测点读数小于 H_a 的各点读数之和;

(3) 计算平均最高、最低高程:

$$\text{平均最高高程: } H_g = h_c + H_a$$

$$\text{平均最低高程: } H_d = H_a - h_f$$

H_g 为平均最高高程;

H_d 为平均最低高程;

(4) 确定设计田面最高、最低高程, 分别为 H_{s_g} 、 H_{s_d} , H_{s_g} 、 H_{s_d} 要满足 $H_g > H_{s_g} > H_{s_d} > H_d$

(5) 计算挖填深度

$$\text{挖方深: } H_w = H_g - H_{s_g}$$

$$\text{填方高: } H_T = H_{s_d} - H_d$$

式中 H_w 、 H_T 分别为实际挖填深度;

(6) 计算挖填方面积

$$\text{挖方面积: } A_c = A_a \times H_T / (H_w + H_T)$$

$$\text{填方面积: } A_f = A_a \times H_w / (H_w + H_T)$$

式中 A_a 为测量地块总面积;

(7) 计算挖填方量:

$$\text{挖方量 } V_c = A_c \times H_w$$

$$\text{填方量 } V_f = A_f \times H_T$$

4 结 论

土地开发整理是实现土地可持续利用的一项重要工作, 已成为世界关注的焦点。而我国土地资源相对匮乏, 为此, 国土资源部门开展了国家及地方投资土地开发整理工作。本文针对目前土地开发整理项目中常用的土方量计算方法, 方格网法: 适用于地面坡度变化均匀, 能够找到挖填分界线的地块, 横断面法: 适于地形起伏变化较大和挖填深度较大又不规则的

地区；散点法：适用于非均匀变化的凹凸不平地面，挖填分界不明显的地块。计算成果是否准确主要取决于以下 3 点：①测量数据的准确。

②对地形坡度的划分精度。

③所选用的计算方法是否适宜地形坡度。

参 考 文 献

- [1] 国务院法制办公室. 中华人民共和国土地管理法 [S]. 北京: 中国法制出版社, 1998.
- [2] 国土资源部土地开发整理中心. 土地开发整理标准 (TD/T1011 ~ 1013 - 2000) [S]. 北京: 中国计划出版社, 2000.
- [3] 国土资源部土地开发整理中心/土地整理工程设计. 北京: 中国人事出版社, 2005. 11. ISBN7 - 80189 - 413 - 8.
- [4] 国土资源部土地开发整理中心编写/土地开发整理项目预算编制与实务. 北京: 中国人事出版社, 2005. 11. ISBN7 - 80189 - 414 - 6.
- [5] 尚彦, 土地开发整理项目可行性和规划设计探讨 [R]. 云南省国土资源厅国土规划整理中心. 2008. 4

A DISCUSSION ABOUT THE CALCULATION METHOD OF EARTHWORK AMOUNT IN DEVELOPMENT AND ARRANGEMENT OF LAND

HU Xiang-wen, HONG Xue-mei, MO Jin-yong

(Yunnan Institute of Geological Engineering Exploration & Design, Kunming 650041)

Abstract: The flattening of land is the core of a land arrangement project. According to the engineering practice, we have a discussion in this paper about the calculation method of earthwork amount of flattening engineering of land in development and arrangement of land in China.

Key Words: Flattening of Land; Calculation of Earthwork Amount; Method Discussion; Development and Arrangement of Land