

土地开发整理项目中土地平整工程量的计算研究

彭琼芬

(昆明理工大学 国土资源工程学院, 云南 昆明 650051)

摘要: 土地平整工程是土地开发整理项目 工程建设的核心内容. 土地平整工程量计算是土地整理项目 规划设计预算和项目 审查的重要内容之一, 土方量的大小与土地开发整理项目的投资直接相关. 本文在分析各种计算方法的基础上, 分析了各种方法的适用性, 并提出了适用于不同情况下土地平整工程量的计算方法.

关键词: 土地开发整理; 土地平整; 工程量计算

中图分类号: TU 198 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2010)03-0012-04

Research on Calculation of Quantities of Land Leveling in Land Development and Consolidation Projects

PENG Qiong-fen

(Faculty of Land Resource Engineering Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract Land leveling engineering is the central part of the construction in land development and consolidation projects. The calculation of quantities of land leveling is one of the most important tasks in budget and examination, which is directly related to the investment. On the basis of introducing several computational methods, the applicability of different methods are analyzed and optimum methods are selected for different cases in this paper.

Key words land development and consolidation; land leveling; calculation of quantities

0 引言

我国从 20 世纪 90 年代末开始大力实施以增加有效耕地面积、提高耕地质量、实现耕地总量动态平衡, 改善农业生产条件和农业生态环境为主要目的的土地开发整理项目, 并取得显著成效, 成为坚守 18 亿亩耕地红线和确保 13 亿人口粮食安全的一项重要措施. 土地开发整理项目一般包含土地平整工程、农田水利工程、田间道路工程、农田防护与生态环境工程四大工程. 土地平整工程是农田水利、田间道路和其他工程的实施基础, 是实现农田水利化、农业机械化 and 提高新增耕地率的重要保障. 土地平整工程量的计算有很多种方法, 但不同的方法有它具体的适用范围, 如设计时采用的计算方法不当, 计算所得的工程量与正确值相差较大. 近年来, 土地开发整理工作逐步走向规范化的轨道, 土地开发整理的力度也越来越大, 而设计工作中, 土方量计算普遍简单粗糙, 对预算编制管理工作造成较大影响. 因此准确快速地计算工程量对开展规划设计、控制总投资及分配资金具有重要意义. 本文从土地平整工程量计算的方法入手, 分析各种方法的适用性, 最后提出适用于不同条件的土地平整工程量计算方法, 以期今后的土地开发整理工作提供参考.

1 土地平整工程量计算的常用方法

1.1 方格网法^[1]

该方法将原地貌按填挖平衡的原则, 改造成平面. 计算公式如下:

$$\text{挖、填工程量: } V_{\text{填}} = S_{\text{方格}} \frac{\sum h_{\text{角填}} + 2\sum h_{\text{边填}} + 3\sum h_{\text{拐填}} + 4\sum h_{\text{中填}}}{4} \quad (1)$$

收稿日期: 2010-03-24 基金项目: 国家自然科学基金(40661012).

作者简介: 彭琼芬(1966-), 女, 本科, 实验师. 主要研究方向: 测绘及土地资源管理. E-mail: 37724218@qq.com

$$V_{挖} = S_{方格} \frac{\sum h_{角挖} + 2\sum h_{边挖} + 3\sum h_{拐挖} + 4\sum h_{中挖}}{4} \quad (2)$$

式中: $S_{方格}$ 为每个方格的面积, $\sum h_{角填}$ 、 $\sum h_{边填}$ 、 $\sum h_{拐填}$ 、 $\sum h_{中填}$ 、 $\sum h_{角挖}$ 、 $\sum h_{边挖}$ 、 $\sum h_{拐挖}$ 、 $\sum h_{中挖}$ 分别为各角点、边点、拐点、中点填、挖高度的总和。

1.2 散点法^[2]

在平整成同一高程的范围内, 选取若干个高程点, 设选择的各点的高程分别为 H_1, H_2, \dots, H_n , 计算公式如下:

$$\text{平均高程:} \quad H_0 = \frac{1}{n} (H_1 + H_2 + \dots + H_n) \quad (3)$$

$$\text{挖方区平均挖深:} \quad h_c = \frac{\sum H_c}{l} - H_0 \quad (4)$$

$$\text{填方区平均填深:} \quad h_f = H_0 - \frac{\sum H_f}{m} \quad (5)$$

$$\text{挖方面积:} \quad A_c = \frac{A_a h_f}{h_c + h_f} \quad (6)$$

$$\text{填方面积:} \quad A_f = \frac{A_a h_c}{h_c + h_f} \quad (7)$$

$$\text{挖方量:} \quad V_c = A_c \cdot h_c \quad (8)$$

$$\text{填方量:} \quad V_f = A_f \cdot h_f \quad (9)$$

式中: H_c 为测点高程大于 H_0 的高程值; H_f 为测点高程小于 H_0 的高程值; l 为测点高程大于 H_0 的测点数; m 为测点高程小于 H_0 的测点数, 且 $m + l = n$; A_a 为平整单元总面积。

1.3 截面法

1) 当地形复杂起伏变化较大, 采用以下步骤计算平整工程量^[2]。

(1) 划分横截面: 根据地形图或现场划分横截面。

(2) 绘横截面图及计算横截面面积: 由地形图或实测的横截面数据绘制自然地面和设计轮廓线, 利用计算机计算面积的功能求出横断面的面积。

$$(3) \text{计算平整工程量:} \quad V = D \frac{(A_1 + A_2)}{2} \quad (10)$$

式中: V 为相邻截面间的土方量; A_1, A_2 为相邻两截面挖方或填方的截面积; D 为相邻两截面的间距。

2) 若原有土地利用类型为坡地, 则可使用断面法粗略计算亩均土方量, 进而推算整个平整区域的土地平整土方量, 公式如为^[3]:

$$V = \frac{1}{2} \left(\frac{B}{2} \times \frac{H}{2} \times L \right) = \frac{1}{8} HBL = \frac{1}{8} H \times 666.7 = 83. \text{ H} \quad (11)$$

式中: V 为亩均挖(填)土方量, m^3 ; L 为亩均梯田长度, m ; H 为田坎高度, m ; B 为田面净宽, m

1.4 格田归并计算法^[4]

设需要归并的格田的面积分别为 S_1, S_2, \dots, S_n , 各格田的田面的高程为 H_1, H_2, \dots, H_n , 平整后的田面高程为 H_0

$$\text{则:} \quad H_0 = \frac{S_1 H_1 + S_2 H_2 + \dots + S_n H_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \quad (12)$$

$$\text{每块格田的挖方或填方量为:} \quad V_i = S_i |H_i - H_0| \quad (13)$$

总挖方或填方量为各田块挖方或填方量之和。

2 土地平整工程量计算的常用方法分析

2.1 方格网法

为了用公式(1)、(2)计算挖、填工程量, 则需计算出方格各角点的挖、填高度, 为此还需进行如下计算:

1) 绘方格网并求出各角点的高程

2) 计算平整土地的设计高程: 若每个方格的平均高程为 H_1, H_2, \dots, H_n

$$\text{则设计高程} \quad H_0 = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_n}{n} \quad (14)$$

$$= \frac{\sum H_{\text{角}} + 2\sum H_{\text{边}} + 3\sum H_{\text{拐}} + 4\sum H_{\text{中}}}{4n} \quad (15)$$

式中: n 为方格总数, $\sum H_{\text{角}}$, $\sum H_{\text{边}}$, $\sum H_{\text{拐}}$, $\sum H_{\text{中}}$ 为方格各角点、边点、拐点、中点高程的总和。

3) 计算挖、填高度: 挖、填高度 = 顶点高程 - 设计高程

从以上可看出: 该法的第一步为划分格网, 即在拟平整成一个平面的范围内绘制方格网, 而每个方格网的大小取决于地形的复杂程度, 地形图比例尺的大小以及土方量计算精度的要求。为了达到计算精度要求, 如地形复杂, 方格网的划分应小, 测图比例尺也应小, 对应的测图 (如不用地形图, 而是实地划分格网, 则需测定划分好后各方格角点的高程) 以及计算土方量的工作量就大; 反之, 方格网的划分应大, 测图以及计算的方量的工作量就小。以目前常测的 1: 500 至 1: 2000 的比例尺地形图来看, 它们的高程点间距在 10 ~ 50m 间, 适宜划分的网格大小在 10m × 10m 至 50m × 50m 的范围内, 由于一个平整的范围内包含一个或多个方格网, 这就要求用此方法计算工程量的对象需平整为一个面的区域面积较大。而在土地开发整理工程中, 为节省平整工程量, 满足田间灌溉排水要求, 土地平整成一个面的区域较小。一般以格田为单元, 平整后一块格田的宽在 3 ~ 100m, 每个项目中有成千上万块这样的格田。在数量众多的格田内来分别划分方格网, 且每个格田的方格大小一样, 而格田间的又不一样, 甚至有的格田的方格大小仅有数米, 在较大区域内平整为一个面是不现实的。因此, 该法主要适用于地形简单且平整成一个面的范围较大的工业场地。一般不适于土地开发整理中土地平整工程量的计算。

2.2 散点法

将公式 (4) 和公式 (5) 代入公式 (6) 可推得: $A_c = \frac{A_a l}{n} \quad (16)$

同样将公式 (4) 和公式 (5) 代入公式 (7) 可推得: $A_f = \frac{A_a m}{n} \quad (17)$

从公式 (16) 和公式 (17) 可知, 挖方面积和填方面积与测点高程大于 H_0 的测点数 l 和测点高程小于 H_0 的测点数 m 有关。用此方法计算土方工程量, 如选择高程点时选择点的位置不合理, 随意选择一定数量的高程点, 将得到不同的挖方面积和填方面积。其实, 用公式 (3) 和公式 (14) 比较可知, 公式 (2) 中一个测点的高程 H_i 相当于公式 (14) 中方格的平均高程 H 。那么可以推论散点法中的每一个高程应象方格网法中的每一个高程代表一个方格范围内的平均高程, 因此, 用散点法计算土地平整的工程量时, 点位的选取应均匀, 也就是在地形图上要能找到足够多的且分布均匀的高程点。而不是像很多人认为的平整区域坡度小时用散点法, 或有的文章和书上讲的选用该法计算工程量的优点是点的位置不受限制。在目前常用的 1: 2000 的比例尺地形图和土地开发整理的平整单元中很难找到足够多的且分布均匀的满足散点法计算要求的高程点, 因此, 该法一般也不适于土地开发整理中的土地平整工程量计算。

2.3 截面法

2.3.1 当地形复杂起伏变化较大时的截面法

当地形复杂, 起伏变化较大时, 要用地形图或实测的横截面数据绘制自然地面和设计轮廓线, 两线间的面积即为挖方或填方的截面积, 就要求得到的横截面数据要能较准确地反映自然地面, 一般在 1: 2000 的地形图上图解点的高程较难准确地反映自然地面, 需实测横截面。并且截面尽可能垂直等高线方向, 间距视地形情况及计算精度而定, 地形越复杂, 截面间距的选择应越小。

2.3.2 若原有土地利用类型为坡地的截面法

计算公式 (11) 的使用前提是平整前为坡地, 平整时依山就势严格地按挖填平衡、不重复挖填, 且平整后的田坎宽度为零的原则进行。土地平整时, 多为土坎, 都存在一定的田坎外坡, 因此公式 (14) 计算得的填 (挖) 方量在不重复挖填时将比实际工程量大, 但平整时为了格田的形状相对规整, 势必发生一定量的重复挖填, 公式 (14) 计算得的填 (挖) 方量在田坎宽为零时将比实际工程量大, 因此用公式 (14) 计算所得的工程量的精度依地形坡度、地貌的复杂程度不同而不同。但该法计算时不要求有足够的高程点, 只与

平整后的坎高有关, 当坡度小于 10° 时, 不失为一种计算土方量的实用方法. 而当地面坡度大于 10° 时, 应将公式改为: $V = \frac{1}{8}H^2l(\cot\alpha - \cot\beta)^{1.5}$ (l 为格田长, α 为地面坡度, β 为田坎外坡), 并加重复挖填修正.

2.4 格田归并算法

由公式 (13) 知, 用该法计算需知道归并前每块格田的高程, 这就要求有足够的高程点, 且每个高程点能代替每块格田的平均高程. 在一块水田中, 田面的高程相差较小, 因此该法最适宜于归并前为水田的平整方量计算. 但要求测绘地形图时, 必须测出每块格田的高程.

3 土地平整工程量计算方法的选用

在土地开发整理项目的设计中, 土地平整的方式主要包括将坡地改为梯地即坡改梯; 旱地改为水田即旱改水; 小格田改为大格田即小改大而进行土地平整的设计. 根据以上土地平整工程量计算方法的适用性分析, 结合土地平整工程的方式, 在设计中计算土地平整工程量时可这样选用计算方法:

1) 坡改梯: 当平整前为坡地, 平整后为水平或为坡式梯田时, 采用 2.3.2 所述的截面法.

2) 旱改水: 若平整前为坡地, 平整后为水平梯田, 采用 2.3.2 所述的截面法; 若平整前为不规则的梯田且格田面不水平, 平整后为水平梯田, 采用 2.3.1 所述的截面法; 若平整前为不规则的梯田且格田面水平, 平整后为水平梯田, 采用 1.3 所述的格田归并法.

3) 小改大: 若平整前为不规则的梯田且格田面不水平, 平整后为水平梯田, 采用 1.3.1 所述的截面法; 若平整前为不规则的梯田且格田面水平, 平整后为水平梯田, 采用 1.3 所述的格田归并法.

4 结束语

总之, 方格网法、散点法、截面法、格田归并法在土地开发整理项目土地平整工程量计算中均有自身的适用条件和要求. 方格网法、散点法、地形复杂起伏变化较大的截面法、格田归并法均要求有足够的高程点作为基础, 才能达到较高的计算精度. 方格网法只有在高程点足够时才能较准确求出各角点的高程; 散点法要求选取的高程点有代表性且密度均匀; 地形复杂起伏变化较大的截面法在高程点足够时才能较准确反映地面线; 格田归并法要求已知每个格田的田面高程. 可见, 除地形起伏变化不大的单面坡地改梯地, 受测绘精度影响较小, 适用截面法外, 其他方法受地形图测量精度的影响, 适用性均较差. 根据 GB 50026-93《工程测量规范》中对一般地区地形测图的技术要求, 1:2000 地形图的地形点间距在 50m 左右, 1:500 地形图的地形点间距在 15m 左右; 1:2000 地形图当两梯田坎间距在地形图上小于 5mm, 1:500 比例尺地图上小于 10mm, 田坎可适当取舍, 即 1:2000 地形图对于实地两田坎距离小于 10m 的, 1:500 比例尺地形图在 5m 以内的可以省略. 显然, 目前的土地开发整理项目规划设计以比例尺为 1:2000 的地形图作为底图, 在很多地形条件下满足不了土地平整土方量计算的需要, 而 1:500 比例尺地形图可基本满足. 但是, 土地开发整理项目测绘和项目勘察的费用不超过工程施工费的 1.65%, 按现行的土地开发整理投资标准, 项目测绘和勘察费每平方千米在 2.5 万元左右, 远远低于测绘 1:500 地形图的收费标准. 因此, 建议通过选取若干能够代表项目区地形的地块作为典型田块, 对典型田块进行 1:500 地形图测量 (采用格田归并计算法的应当测出每个格田的田面高程) 或截面测量, 就可以较为精确地计算出典型田块的土地平整土方量, 进而推算整个项目区的土地平整土方量. 这样, 既可控制测绘成本, 又能满足较准确计算土方量的要求. 另外, 上述计算的土地平整工程量仅为平整底土的工程量, 如要保留表土, 还应用平整面积乘以剥离深度求出剥离 (回填) 工程量.

参考文献:

- [1] 合肥工业大学, 等. 测量学 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008: 170
- [2] 国土资源部土地整理中心. 土地开发整理项目预算编制与实务 [M]. 北京: 中国人事出版社, 2005: 151-160
- [3] 国土资源部土地整理中心. 土地整理工程设计 [M]. 北京: 中国人事出版社, 2005: 64-65
- [4] 刘文超, 王金华, 孟庆山, 等. 水田改造的土地平整方法 [J]. 黑龙江水利科技, 2007(4): 176-178
- [5] 郑财贵, 朱玉碧. 浅析南方丘陵地区土地平整中的表土问题及对策 [J]. 中国农学通报, 2006(7): 512-513