

1955年8月1日

873511057
LCI

87156219595
LCI 144365

平場土方計算表

871511
LCI

李长涛 編



鐵路工程局

人民鐵道出版社



本書介紹了一種計算平場土方的查表法，
它是將場地分成正方形塊，按四角頂點的填挖
高度，即可由表中得出填挖體積。

本書可供土建部門技術人員、領工員、工
長等在從事平整場地時計算土方工程量之用。



平場土方計算表

李長濤 編

人民鐵道出版社出版

(北京市霞公府17號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第010號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印

書號 1565 開本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印張 $1 \frac{7}{32}$ 字

1959年12月第1版

1959年12月第1版第1次印刷

印數 2,500 冊

統一書號：15043·1106 定價 (8) 0.12

平場土方計算表

在新建工業企業等需作平正場地的工程中，為確定土方工程量，則需做有時是十分繁雜的土方計算工作。

為了簡化計算工作，下面介紹幾種用方格網計算平場土方的計算方法和計算表。

一、計算公式的選擇*

為了便利後面談到的土方計算表的設計，下面的公式都採用這樣的形式：

$$V = h_m \cdot f$$

式中 V 為欲求的土方體積， h_m 為填（挖）土平均高度， f 為欲求土方立體的底面積。

在下面的公式中，設 a 為方格邊長， h 為方格角點的填（挖）土高度。

* 計算公式的證明見土木工程 1958 年 第三卷 第四期 李長海“平場土方計算方法的研究”一文。

1. 方格四角全是填土或挖土时(圖1):
一般应視自然地形, 选择下列計算公式。

当自然地形的等高線接近平行方格之边者, 可采用:

$$\pm V = \pm \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} \cdot a^2 \quad (1)$$

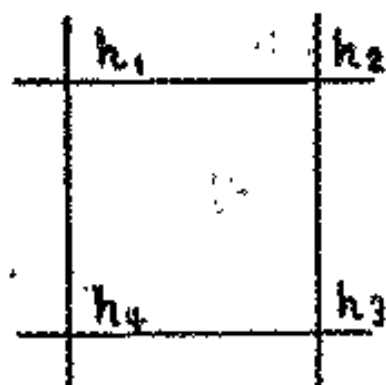


圖 1

当自然地形的等高線接近平行方格的对角線时, 可將該对角線相連, 將方格分做两个三角形計算。設圖 1 方格中, 自然地形的等高線接近平行 $h_1 h_3$, 則

$$\pm V = \pm \frac{2h_1 + h_2 + 2h_3 + h_4}{6} \cdot a^2 \quad (2)$$

2. 方格四角中有一点为零, 其他各点全是填土或挖土时 (圖 2):

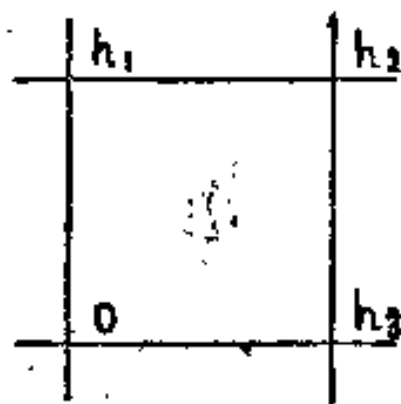


圖 2

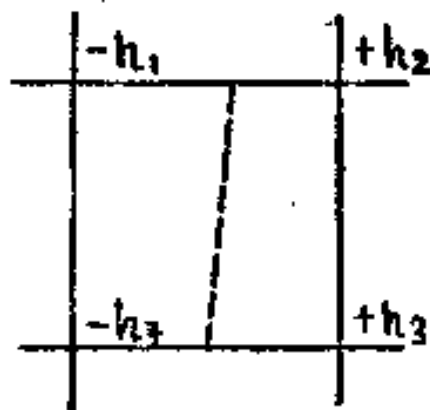


圖 3

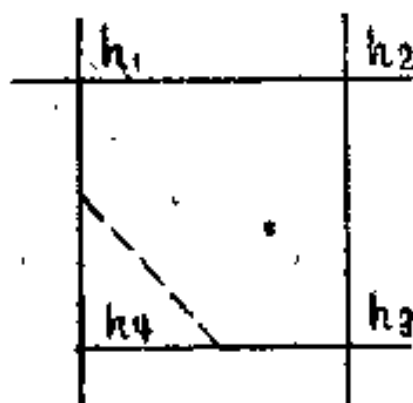


圖 4

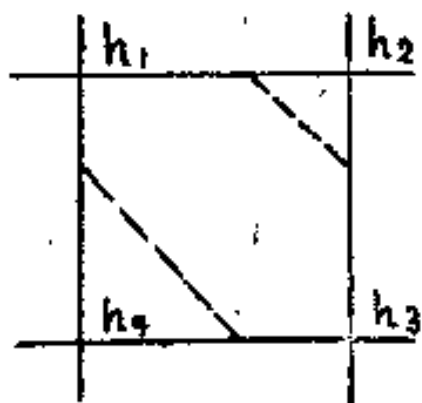


圖 5

$$\pm V = \pm \frac{h_1 + 2h_2 + h_3}{6} \cdot a^2 \quad (3)$$

3. 兩填兩挖的方格 (圖 3):

$$+V = \frac{h_2 + h_3}{4} \cdot \frac{a^2}{2} \left(\frac{h_2}{h_1 + h_2} + \frac{h_3}{h_3 + h_4} \right); \quad (4)$$

$$-V = \frac{h_1 + h_4}{4} \left[a^2 - \frac{a^2}{2} \left(\frac{h_2}{h_1 + h_2} + \frac{h_3}{h_3 + h_4} \right) \right] \quad (5)$$

4. 三填 (挖) 一挖 (填) 的方格 (圖 4):

圖 4 中, 三邊形的填挖体积

$$\pm V = \pm \frac{h_4}{3} \cdot \frac{a^2 h_4^2}{2(h_1 + h_4)(h_3 + h_4)} \quad (6)$$

設圖 4 方格的三角形面积

$$\frac{a^2 h_4^2}{2(h_1 + h_4)(h_3 + h_4)} = f,$$

則五邊形的填挖体积

$$\pm V = \pm \frac{h_1 + 2h_2 + h_3}{6} \cdot (a^2 - f). \quad (7)$$

5. 兩对角为挖土或填土，其他兩对角与之相反的方格（圖 5）：

遇到这种情况，应研究附近地形与設計面的关系后，再联結填挖分界線。一般填挖分界線应接近平行自然地形的等高線。两个三角形角頂为填土的，中間必为脊形挖方。反之必为凹形填方。不应將平面上联成四根填挖分界線。因为，方格中兩对角为填土，另外兩对角为挖土，而中間恰为不填不挖的平面的情形，是很难巧遇的。

以圖 5 为例，圖 5 中两个三角形的土方体积的計算公式同 (6)。設与圖中方格角点填（挖）高度 h_n 相应的三角形面积为 f_n ，則六边形的土方体积，

$$\pm V = 2 \cdot \frac{h_1}{3} \cdot f_1 + 2 \cdot \frac{h_3}{3} \cdot f_3 +$$

$$+ \frac{h_1 + h_3}{4} (a^2 - \Sigma f)。(8)$$

二、土方計算表的介紹

从上面的公式看来，复杂的計有 (4) ~ (8) 几个。設方格边長 a 为常数，則

$$V = f(h)。$$

其中除 (6) 式有三个变数 (h_1, h_3, h_4) 外，都包含着四个变数。所以企圖用圖解法或查表法將土方体积一次求出，是非常困难的。故將上列公式分解为底面积 f 和平均高差 h_m 两个因数，即

$$V = h_m \cdot f。$$

在公式 (4) ~ (7) 中，当求得一个 f 后，另一 f 則等于 $a^2 - f$ 。求解甚便。

欲求 f ，則必先求填挖分界点的位置。而求填挖分界点的位置，最簡便的方法莫过于圖解。此圖解即为表 1。求出之截長 l 可取整米数。因方格角点的填挖土高度远小于

方格之边長，故前者就成为計算土方体积的主要因素。

求出了截長，再求面积 f 。在不影响計算精度的前提下，为了减少計算土方体积 V 的表格頁数，故設表 2，將 f 都列为以 10 米² 为进位的整数。

現將土方計算表的原理簡述在下面：

表 1：用于求填挖分界点在方格边上的位置。

表 2 及表 2'：用于求方格內填（挖）立体的底面积 f 。表 2 适用于三填（挖）一挖（填）的方格；表 2' 适用于兩填兩挖的方格。

表 3 及表 3'：用于求方格內的填、挖土方体积。表 3 适用于三填（挖）一挖（填）的方格，由方格內三边形的 $f=10\sim 200$ 的 20 張表組成。表 3' 适用于兩填兩挖的方格，由 $f=10\sim 390$ 的 39 張表組成。

土方体积表的每格內分成兩行数字。上

行是方格里填方(挖方)的体积 $\pm V = \pm h_m \cdot f$, 下行則是方格里挖方(填方)的体积 $\mp V = \mp h_m \cdot (a^2 - f)$ 。

用查表法代替計算, 它的誤差怎样呢?
現在把它証明一下:

1. 三填(挖)一挖(填)方格的土方計算:

(1) 由表 1 求截長 l_1 及 l_2 的最大誤差为 0.5 米。

(2) 由表 2 求 f 的最大誤差:

$$\begin{aligned} f &= (l_1 \pm 0.5) \times (l_2 \pm 0.5) \div 2 \\ &= (l_1 l_2 \pm 0.5 l_1 \pm 0.5 l_2 \pm 0.5^2) \div 2. \end{aligned}$$

正确的 f 应等于 $l_1 l_2 \div 2$ 。又 f 表系以 10 米² 为單位 (小于 10 米² 的均按四舍五入), 故表 2 連同表 1 的最大誤差

$$\begin{aligned} \Delta &= \pm \frac{0.5 l_1 \pm 0.5 l_2 \pm 0.5^2}{2} \pm 5 \text{ 米}^2 \\ &= \pm \frac{0.5 l_1 \pm 0.5 l_2}{2} \pm 5 \text{ 米}^2. \end{aligned}$$

設 l_1 及 l_2 接近 20, 則 f 的最大誤差

$$\Delta_{\max} = 15 \text{ 米}^3.$$

(3) 土方体积的最大累积誤差:

a. 在三角形中, 設

$$\frac{h_4}{3} \times 15 = 1 \text{ 米}^3,$$

則 $h_4 = 0.2 \text{ 米}$

即在三角形的角頂上, h_4 每差 0.2 米, 土方体积的最大誤差为 1 米³; 平均誤差应为 h_4 每差 0.4 米, 土方体积的誤差为 1 米³。

b. 在五边形中, 設

$$\frac{h_1 + 2h_2 + h_3}{6} \times 15 = 1 \text{ 米}^3$$

則 $h_1 + 2h_2 + h_3 = 0.4 \text{ 米}$

即在五边形的三个角頂上的 $(h_1 + 2h_2 + h_3)$ 每差 0.4 米, 土方最大誤差为 1 米³。平均誤差应为: $(h_1 + 2h_2 + h_3)$ 每差 0.8 米, 土方体积的誤差为 1 米³。

2. 兩填兩挖方格的土方計算：

(1) 由表 1 求截長 l_1 及 l_2 的最大誤差為 0.5 米。

(2) 由表 2' 求 f 的最大誤差：

$$f = (l_1 \pm 0.5 + l_2 \pm 0.5) \div 2 \times 20。$$

正確的 f 應等於 $(l_1 + l_2) \div 2 \times 20$ 。所以上式中的最大誤差

$$\Delta_{\max} = \pm 1 \div 2 \times 20 = 10 \text{ 米}^2。$$

(3) 土方體積的最大累積誤差：

設 $\frac{h_1 + h_4}{4}$ 或 $\frac{h_2 + h_3}{4} \times 10 = 1 \text{ 米}^3，$

則 $h_1 + h_4$ 或 $h_2 + h_3 = 0.4 \text{ 米}，$

即在方格兩填（兩挖）的角頂上，填土（挖土）高度之和每差 0.4 米，土方體積的最大誤差為 1 米³。平均誤差應為每差 0.8 米，土方體積的誤差為 1 米³。

經驗證明，在方格填挖分界線附近的填挖土高度，都是較小的，所以一般碰到的填挖兼有的方格，在用下面介紹的表格計算

时，土方体积的誤差一般都在 1 米^3 以內。而这个誤差值在土方計算中是允許的。所以用查表法計算填挖兼有方格的土方体积，不但速度快、錯誤率小和省腦力，而具有較高的正确性。

三、土方計算表的使用

1. 使用范围：边長为 20 米的方格土方体积計算。如方格边長不是 20 米时，在求得的土方数量中应乘以下列系数：

边長为 10 米时……0.25，

边長为 40 米时……4.00。

2. 使用方法：

(1) 用直尺在表 1 中，將欲求方格角頂之填挖高度 h 按比例对准左右兩豎尺中的数字，則直尺在水平尺上的截長即为方格边之填挖分界点距方格角頂之距离 l_1 。此讀数可取整米数。

同样，將方格另一边之填挖分界点距方

格角頂的距离 l_2 求出。

(2) 在表 2 (或表 2') 中, 由 l_1 及 l_2 查出欲求填 (挖) 土方立体的底面积 f 。

(3) 表 3 (或表 3'): 在三填 (挖) 一挖 (填) 的方格中, 找出三边形面积 f 后, 則在相应 f 的表中 (表 3) 以 h_1 来找对应表格中的上行数字, 即为三边形的土方数量。然后在同表中, 以 $h_1 + 2h_2 + h_3$ 之和找对应表格中的下行数字, 即为五边形的土方数量。

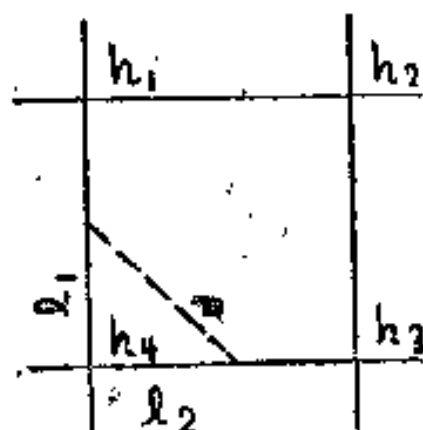


圖 6

在兩填兩挖的方格中, 找到其中一个梯

形面积 f 后，则在相应 f 的表中（表3'）以相应的 h_1+h_4 或 h_2+h_3 来找对应表格中的上行数字。然后在同表中以 h_2+h_3 或 h_1+h_4 来找对应表格中的下行数字，即为此方格内的填方数量及挖方数量。

3. 举例：

(1) 圖6方格边長20米。 $h_1=+0.48$ ， $h_2=+0.25$ ， $h_3=+0.14$ ， $h_4=-0.52$

a. 用直尺在表1中將0.52和0.48按比例分別对准左右兩豎尺之数字，讀直尺截水平尺的讀数 $l_1=10$ 。同样，將0.52和0.14按比例分別对准左右兩豎尺之数字，讀直尺截水平尺的讀数 $l_2=16$ 。

b. 在表2中求得 $f=80$ 。

c. 查表3的 $f=80$ 表，以0.52找对应表格中的上行数字，得 $-V=14$ 米³。

在同表中，以 $0.48+2\times 0.25+0.14=1.12$ 找对应表格中的下行数字，得 $+V=60$ 米³。

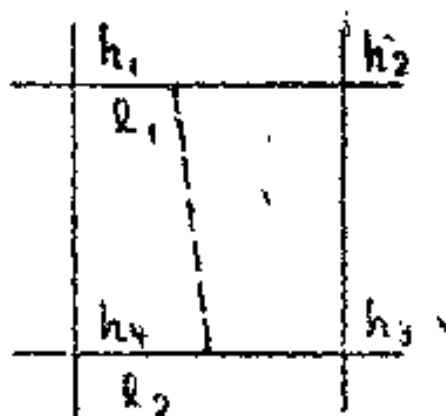


圖 7

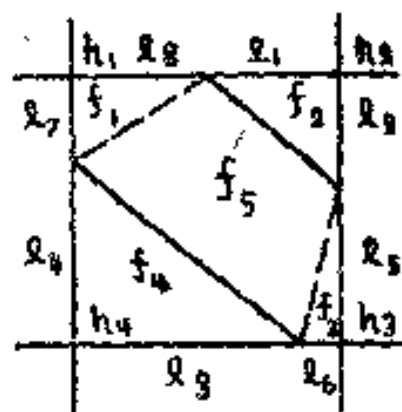


圖 9

(2) 圖 7 方格边長为 20 米, $h_1 = +0.15$, $h_2 = -0.54$, $h_3 = -0.41$, $h_4 = +0.27$ 。

a. 用直尺在表 1 中將 0.15 和 0.54 按比例分別對准左右兩豎尺之數字, 得直尺截水平尺的讀數 $l_1 = 4$, 同樣求得 $l_2 = 8$ 。

b. 在表 2' 中, 求得 $f = 120$ 。

c. 查表 3' 的 $f = 120$ 表, 以 $0.15 + 0.27 = 0.42$ 找對應表格中的上行數字, 得 $+V = 13$ 米³。在同表中, 以 $0.54 + 0.41 = 0.95$ 找對應表格中的下行數字, 則得 $-V = 67$ 米³。

(3) 圖8方格边長为20米, $h_1 = +0.74$, $h_2 = -0.039$, $h_3 = +0.57$, $h_4 = -0.46$ 。

設此方格附近之自然地形等高線, 接近平行 h_1, h_3 。

a. 用直尺在表1中將 0.39 和 0.74 按比例分別對准左右兩豎尺之數字, 讀直尺截水平尺的讀數 $l_1 = 7$ 。同樣求得 $l_2 = 8$, $l_3 = 9$, $l_4 = 8$; 再以 $20 - l_1 = 5 \cdots$, 求得 $l_5 = 12$, $l_6 = 11$, $l_7 = 12$, $l_8 = 13$ 。

連接近平行自然地形等高線的填挖分界線 (圖中實線)。

b. 在表2中求得 $f_1 = 80$, $f_2 = 30$, $f_3 = 70$, $f_4 = 40$ 。

c. 在表3中, 按例(1)方法分別求出這四個小三角形的土方體積:

$$V_1 = 20, V_2 = 4, V_3 = 13, V_4 = 6$$

中間的四邊形底面積當它做 f_5 , 則

$$f_5 = a^2 - f_1 - f_2 - f_3 - f_4$$

$$= 400 - 80 - 30 - 70 - 40 = 180。$$