



# 工业与民用建筑场地土方工程计算 电子计算机模拟方法

张羽彬 著

陈辉光 审

张孚

广西人民出版社

# 前 言

工业与民用建筑场地除地形极其平坦之外，都要对其所选用场地按照场区平面布置和竖向规划计算土方平整场地。目前建筑场地高程设计和土方计算工作，基本上还是采用人工或查表方法，近些年来部分设计部门开始使用计算机，但仅用于计算土方工程量，场区竖向规划高程设计仍用人工经验方法。

本书应用动态仿真、确定性模拟原理，著有四方棱柱体法、三角棱柱体法、4△法、多边形网格法计算机模拟建筑场地最佳设计高程和计算、平衡土方工程等方法。适用于形状规则、形状不规则的建筑场地与平坡式、阶梯式、重点式建筑场地；还适用于计算填、挖方边坡部分土方量。作者使用FORTRAN (FORTRAN X3.9~1966) 语言编有十七个各种用途的电子计算机软件，共2839句。其中有九个逻辑控制软件，可控制建筑场地从方案比较到施工图各设计阶段对土方工程计算、输出内容的不同要求，软件使用灵活简便。并附有六个计算机运行记录，以供检查软件的可行性和帮助正确使用这些软件。

应用电子计算机模拟方法求解建筑场地最佳设计高程，计算、平衡土方工程量，不但速度快、精度高、计算准确，而且通过模拟“最优解”，能够最大限度节省土方量。用于大型工业建筑场地，大面积居住区，大型综合性体育建筑群，运动场，飞机场，城市规划，大型铁路编组站等模拟计算土方工程效益尤为显著。

著 者

1985年10月于南宁

## 内 容 提 要

全书共分五个部分：第一、二部分，论述了方格网法应用电子计算机计算土方工程的数学模型和土方计算软件；第三、四、五部分，论述了土方计算模拟原理，和应用电子计算机模拟建筑场地最佳设计高程，计算、平衡土方工程等模拟方法及模拟软件。全书共编有十七个软件，并附有六个计算机运行记录。

本书为技术专著，书中 $\Delta$ 法、多边形网格法和把计算机模拟应用于高程设计、土方工程计算，是目前国内最新技术。用于大型工业与民用建筑场地，其效益尤为显著。本书可供城市规划，总图设计，土方施工等工程技术人员和建筑院校有关专业学生使用与参考。

### 工业与民用建筑场地土方工程计算 电子计算机模拟方法

张羽彬 著

陈辉光 审

张孚

☆

广西人民出版社出版

(南宁市河堤路14号)

广西新华书店发行 桂林漓江印刷厂印刷

\*

开本 787×1092 1/16 印张 17.25 字数 401,000

1988年1月第1版 1988年1月第1次印刷

印数：1—2,000册

ISBN 7-219-00176-1

定价：3.85元

TU·2

# 目 录

## 前言

一、四方棱柱体法 .....	1
(一) 土方计算数学模型 .....	1
(二) 零点位置数学模型 .....	5
(三) 土方计算软件 .....	6
(四) 程序检验及语句删除 .....	9
(五) 算例 .....	14
二、三角棱柱体法 .....	25
(一) 土方计算数学模型 .....	25
(二) 零点位置 .....	26
(三) 土方计算软件 .....	27
(四) 程序检验及特殊方格处理 .....	27
(五) 算例 .....	32
三、土方计算模拟方法 .....	43
(一) 计算机模拟计算原理 .....	43
(二) 四方棱柱体法模拟计算 .....	47
(三) 三角棱柱体法模拟计算 .....	60
四、土方计算 4 $\Delta$ 法 .....	116
(一) 4 $\Delta$ 法概述 .....	116
(二) 4 $\Delta$ 法模拟计算 .....	119
(三) 02数据输入法 .....	120
(四) 计算机软件及模拟算例 .....	121
五、多边形网格法 .....	142
(一) 多边形网格法概述 .....	142
(二) 计算机模拟软件 .....	143
(三) 模拟算例 .....	150
六、计算机运行记录 .....	177

# 一、四方棱柱体法

## (一) 土方计算数学模型

工业与民用建筑场地土方工程量计算，普遍采用方格网法。方格网法是将建筑场地划分为等边长的若干方格，按一定顺序将方格编号，分别计算每个方格的挖方量和填方量，然后将全部方格挖、填方量汇总，即得到场地总挖方量和总填方量，如图 1—1 所示。用方格网法计算土方工程量要给出和计算：①方格四个角点原地面高程、设计高程和施工高度，供计算土方工程量及平整场地施工使用；②零线与方格四边交点（称零点）位置，供绘制零线使用。

采用方格网法计算每个方格的土方量，通常有两种方法：四方棱柱体法和三角棱柱体法。过去人工计算时这两种方法都被普遍采用，但其中以应用四方棱柱体法最为广泛，因为它的计算工作量比三角棱柱体法要小。四方棱柱体法是依据方格四角施工高度计算土方量，每个方格有四个计算点，这四个计算点都要给出原地面高程和设计高程，两者之差即为施工高度，如图 1—2 所示。

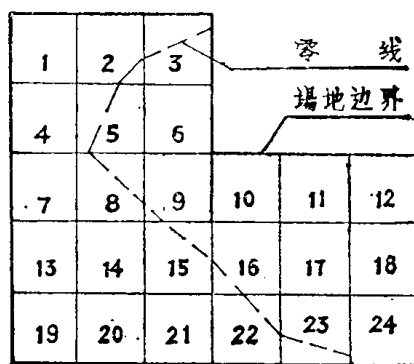


图 1—1

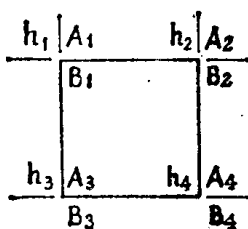


图 1—2

$$h_i = A_i - B_i, \quad i = 1, 2, 3, 4$$

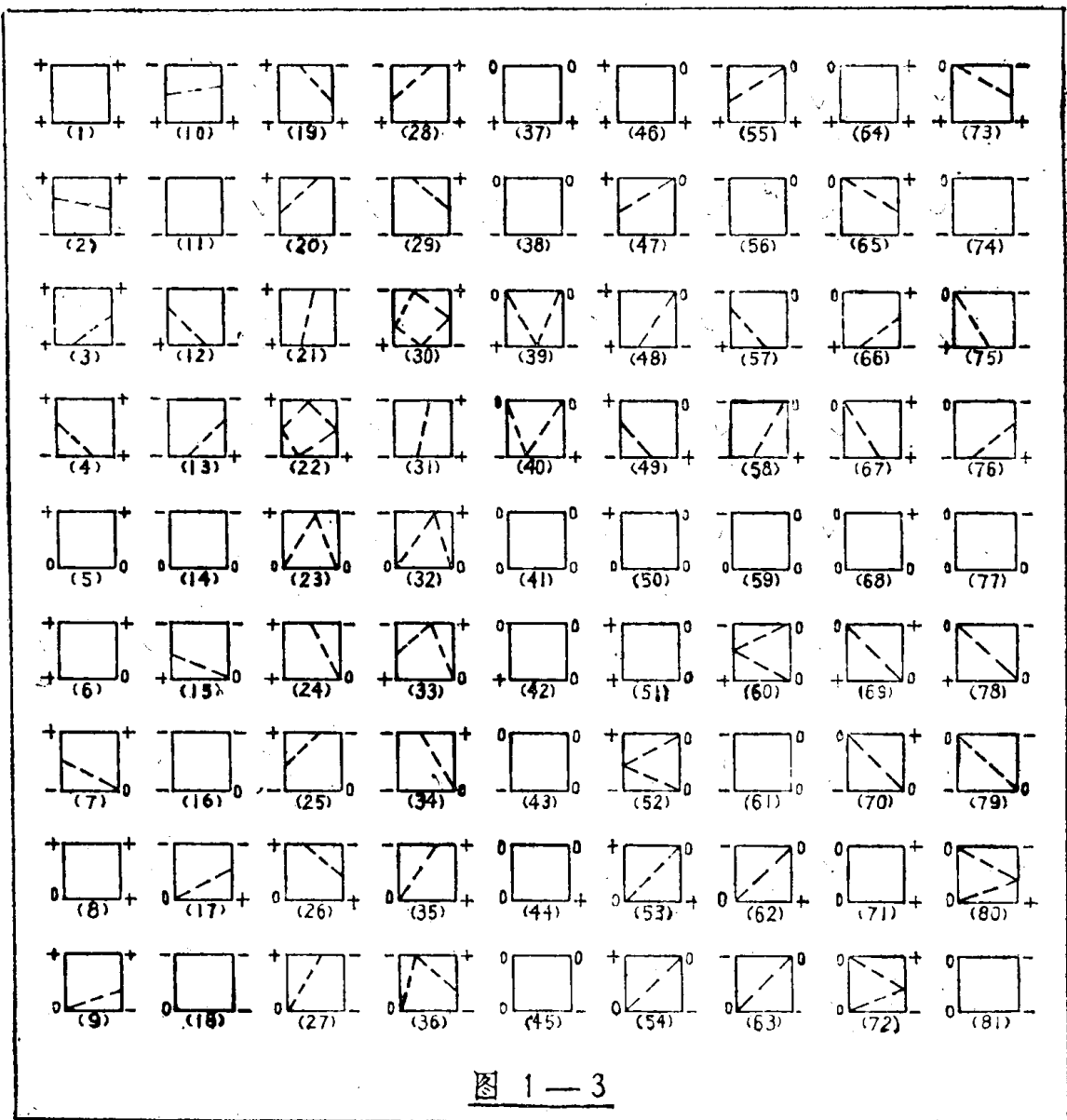
式中： $A_i$  为原地面高程（米）； $B_i$  为设计地面高程，简称设计高程（米）； $h_i$  为方格角点施工高度（米）。

方格各角点施工高度  $h_i$  的值有三种情况：

$$h_i = \begin{cases} +, & \text{挖方} \\ -, & \text{填方} \\ 0, & \text{不挖不填} \end{cases}$$

由方格四角施工高度  $h_i$  的不同符号，构成八十一一种组合，见图 1—3 所列。为使计算机遇到每一种组合都能准确算出其挖、填土方量，将图 1—3 所列的八十一一种组合归纳为八类数学模型[1]~[8]。

设：变量  $X, Y, Z, W$  为方格四个角点施工高度值（米）； $S$  为方格边长（米）； $V_1$  为一个方格的挖方量（立方米）， $V_0$  为一个方格的填方量（立方米）。



[1]类数学模型：方格四角施工高度值均为挖方或不挖不填；或方格四角施工高度值均为填方或不挖不填。

1. 如图1—3中编号(1)、(5)、(8)、(11)、(14)、(16)、(18)、(37)、(38)、(41)、(42)、(43)、(44)、(45)、(46)、(50)、(51)、(6)、(56)、(59)、(61)、(64)、(68)、(71)、(74)、(77)、(81)等二十七种组合，计算每个方格土方量的数学模型为

$$V = \frac{S^2}{4} (X + Y + Z + W)$$

$$\text{当 } V \geq 0 \text{ 时, } V_1 = V, V_0 = 0$$

$$\text{当 } V < 0 \text{ 时, } V_0 = V, V_1 = 0$$

2. 如图1—3中编号(53)、(63)、(69)、(79)等四种组合，即在X、W均不为零，且符号相同，而Y、Z均为零的条件下，计算每个方格土方量的数学模型为

$$V = \frac{S^2}{6} (X + W)$$

$$\text{当 } V \geq 0 \text{ 时, } V_1 = V, V_0 = 0$$

$$\text{当 } V < 0 \text{ 时, } V_0 = V, V_1 = 0$$

其中，X为挖方角点或填方角点施工高度值；Y、Z为与X相邻的两个角点施工高度值；W为与X相对角点施工高度值。

[2]类数学模型：方格的一个角点为挖方，其他三个角点为填方；或方格的一个角点为挖方，而其相对角点不挖不填，两个相邻角点均为填方。

如图1—3中编号(12)、(13)、(20)、(25)、(29)、(36)、(57)、(76)等八种组合，其计算方格土方量数学模型为

$$S_A = \frac{X^2}{2(X + |Z|)(X + |Y|)} S^2$$

$$V_1 = \frac{X}{3} S_A$$

$$V_0 = \frac{1}{5} (Y + Z + W) (S^2 - S_A)$$

式中， $S_A$ 为方格内挖方面积（平方米）；X为挖方角点施工高度值；Y、Z、W角点关系表示意义同[1]—2。

[3]类数学模型：方格的一个角点为挖方，而与其相邻的一个角点不挖不填，其他两个角点均为填方。

如图1—3中编号(15)、(17)、(27)、(34)、(47)、(58)、(65)、(75)等八种组合，计算方格土方量数学模型为

$$V_1 = \frac{X}{3} S_A$$

$$V_0 = \frac{1}{4} (Y + W + Z) (S^2 - S_A)$$

式中，X、Y、Z、W、 $S_A$ 表示意义同[2]。

[4]类数学模型：方格的一个角点为填方，其他三个角点为挖方；或方格的一个角点为



填方，而相对角点不挖不填，其他两个相邻角点为挖方。

如图 1—3 中编号(3)、(4)、(19)、(26)、(28)、(33)、(49)、(66)等八种组合，其计算方格土方量数学模型为

$$S_B = \frac{Y^2}{2(|Y| + X)(|Y| + W)} S^2$$

$$V_1 = \frac{1}{5} (X + Z + W) (S^2 - S_B)$$

$$V_0 = \frac{Y}{3} S_B$$

式中， $S_B$ 为方格内填方面积（平方米）； $Y$ 为填方角点施工高度值； $X$ 、 $W$ 为与 $Y$ 相邻的两个角点施工高度值； $Z$ 为与 $Y$ 相对角点施工高度值。

[5]类数学模型：方格的一个角点为填方，而与其相邻的一个角点不挖不填，其他两个角点均为挖方。

如图 1—3 中编号(7)、(9)、(24)、(35)、(48)、(55)、(67)、(73)等八种组合，其计算方格土方量数学模型为

$$V_1 = \frac{1}{4} (X + Z + W) (S^2 - S_B)$$

$$V_0 = \frac{Y}{3} S_B$$

式中  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 、 $W$ 、 $S_B$  表示意义同[4]。

[6]类数学模型：方格的一个角点为挖方，另一个角点为填方，其他两个角点为不挖不填。

如图 1—3 中编号(54)、(62)、(70)、(78)、(23)、(32)、(39)、(40)、(60)、(52)、(72)、(80)等十二种组合，其计算方格土方量数学模型为

$$V_1 = \frac{X}{3} S_A$$

$$V_0 = \frac{Y}{3} S_B$$

式中， $S_A$ 表示意义同[2]； $S_B$ 表示意义同[4]； $X$ 、 $Y$ 分别为挖、填方角点施工高度值。

[7]类数学模型：方格两对对角均为一个角点为挖方，另一个角点为填方。

如图 1—3 中编号(2)、(10)、(21)、(31)等四种组合，其计算方格土方量数学模型为

$$S_C = \frac{S^2}{2} \left( \frac{Z}{Z + |X|} + \frac{W}{W + |Y|} \right)$$

$$V_1 = \frac{S_C}{4} (Z + W)$$

$$V_0 = \frac{1}{4} (X + Y) (S^2 - S_C)$$

式中： $S_C$ 为方格内挖方面积（平方米）； $Z$ 、 $W$ 为挖方角点施工高度值； $X$ 、 $Y$ 为填方角点施工高度值。并且 $Z$ 、 $W$ 两角点相邻； $X$ 、 $Y$ 两角点相邻。

[8]类数学模型：方格两对对角，一对为挖方，另一对为填方。

如图 1—3 中编号(22)、(30)两种组合, 其计算方格土方量数学模型为

$$S_D = \frac{W^2}{2(W + |Y|)(W + |Z|)} S^2$$

$$S_E = \frac{Z^2}{2(|Z| + X)(|Z| + W)} S^2$$

$$V_1 = \frac{X}{3} S_A + \frac{W}{3} S_D$$

$$V_0 = \frac{Y}{3} S_B + \frac{Z}{3} S_E$$

式中,  $S_D$  为方格内挖方面积(平方米);  $S_E$  为方格内填方面积(平方米);  $X$ 、 $W$  为挖方角点施工高度值;  $Y$ 、 $Z$  为填方角点施工高度值;  $S_A$ 、 $S_B$  表示意义同前。

以上八类数学模型, 在 FORTRAN 程序设计中将模型定义为语句函数, 由计算机判别每个方格属于哪一类型, 然后将方格四个角点施工高度值代入语句函数, 求出土方量。

## (二) 零点位置数学模型

场地平整挖方与填方之间, 以零线为界, 零线是挖方面与填方面的交线。实际应用中, 在计算土方量的同时, 定出零线, 并绘制在土方计算图上, 使挖方区域和填方区域一目了然。确定零线的方法是求出零线与方格四边交点(即零点)位置, 将若干个零点按一定顺序连接起来, 即为零线。

在一个方格内, 挖方角点与其相邻的填方角点之间必有零点, 求零点的位置采用线性插值法, 见图 1—4。

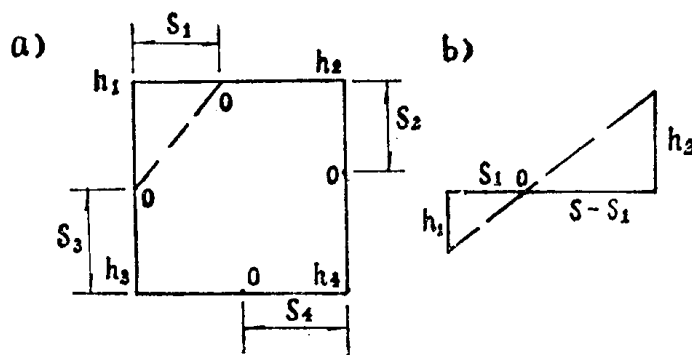


图 1—4

设  $S_1$  为零点至相应角点(脚标相同)的距离(米);  $S$  为方格边长(米)。对于方格的每一条边, 其零点位置:

$$S_i = \begin{cases} S & \text{相应角点为挖方或为填方, 相邻角点为不挖不填, 零点在相邻角点上。} \\ S - R & \text{两个角点一个为挖方, 另一个为填方, 零点在边上。} \\ 0 & \text{两个角点均为挖方或均为填方, 边上和角上都没有零点; 或相邻角点为挖方或填方, 相应角点为不填不挖, 零点在相应角点上。} \end{cases}$$

$$0 < R < S$$

计算机判别和计算  $S_i$  的数学模型:

$$S_i = \frac{|X_i|}{|X_i| + |Y_j|} S, \quad i \neq j, \quad X_i, Y_j \text{ 不全为 } 0$$

当  $X_i \neq 0, Y_j \neq 0$ , 且  $X_i, Y_j$  符号相同或  $X_i = 0, Y_j = 0$  时, 则令  $S_i = 0$

其中,  $X_i$  为  $S_i$  相应角点的施工高度值;  $Y_j$  为  $X_i$  相邻角点的施工高度值;  $i, j = 1, 2, 3, 4$ 。

在 FORTRAN 程序设计中, 把数学模型定义为语句函数, 将  $S_i$  的相应角点和相邻角点的施工高度值  $X_i, Y_j$  代入语句函数, 计算机即可求得零点位置。

### (三) 土方计算软件

#### 1. 计算机软件及其功能

根据上述土方计算和零点位置计算数学模型, 采用 FORTRAN 语言编制了四方棱柱体法土方计算电子计算机软件。软件包括:

(1) 《工业与民用建筑场地土方工程计算四方棱柱体法源程序(1)》, FORTRAN 语言字符串名称为 HSVA1。由主程序和两个子程序 SVVA、SS 组成, HSVA1 源程序附后, 见软件编号 1—1。

(2) 子程序 SVVA 和 SS 框图, 见图 1—5。

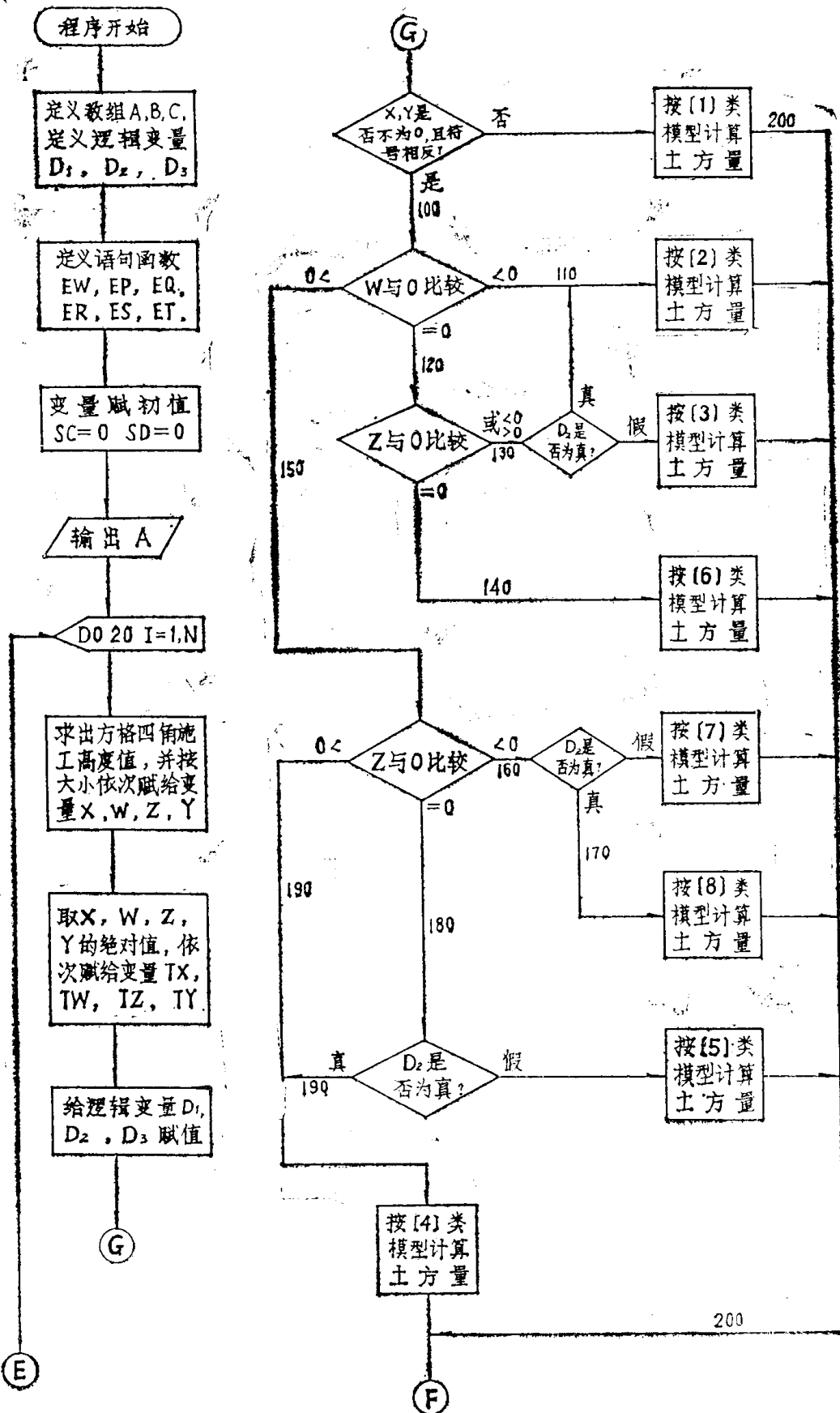
(3) HSVA1 源程序使用说明。

HSVA1 源程序功能有:

(1) 输出由输入语句给计算机读入的数据。方格边长、要计算的方格数目、每个方格四个角点原地面高程与设计高程等, 是计算建筑场地及每个方格土方量的基本数据, 这些数据通过输入语句输给计算机, 然后计算机再将这些数据打印输出, 供查对输入的数据是否正确和作为运行记录。

(2) 计算并输出每个方格四角施工高度, 每个方格的挖、填方数量及累计总和。具体输出一个  $N$  行 ( $N$  为计算方格数目) 9 列表格。第一列为方格编号; 第二至第五列为方格四角施工高度  $h_i, i = 1, 2, 3, 4$ ; 第六、七列为方格挖方量  $V_1$ 、方格填方量  $V_0$ ; 第八、九列为挖方量累计  $SUMV_1$ 、填方量累计  $SUMV_0$ 。表格形式详见算例输出结果。

# SVVA 子程序框图



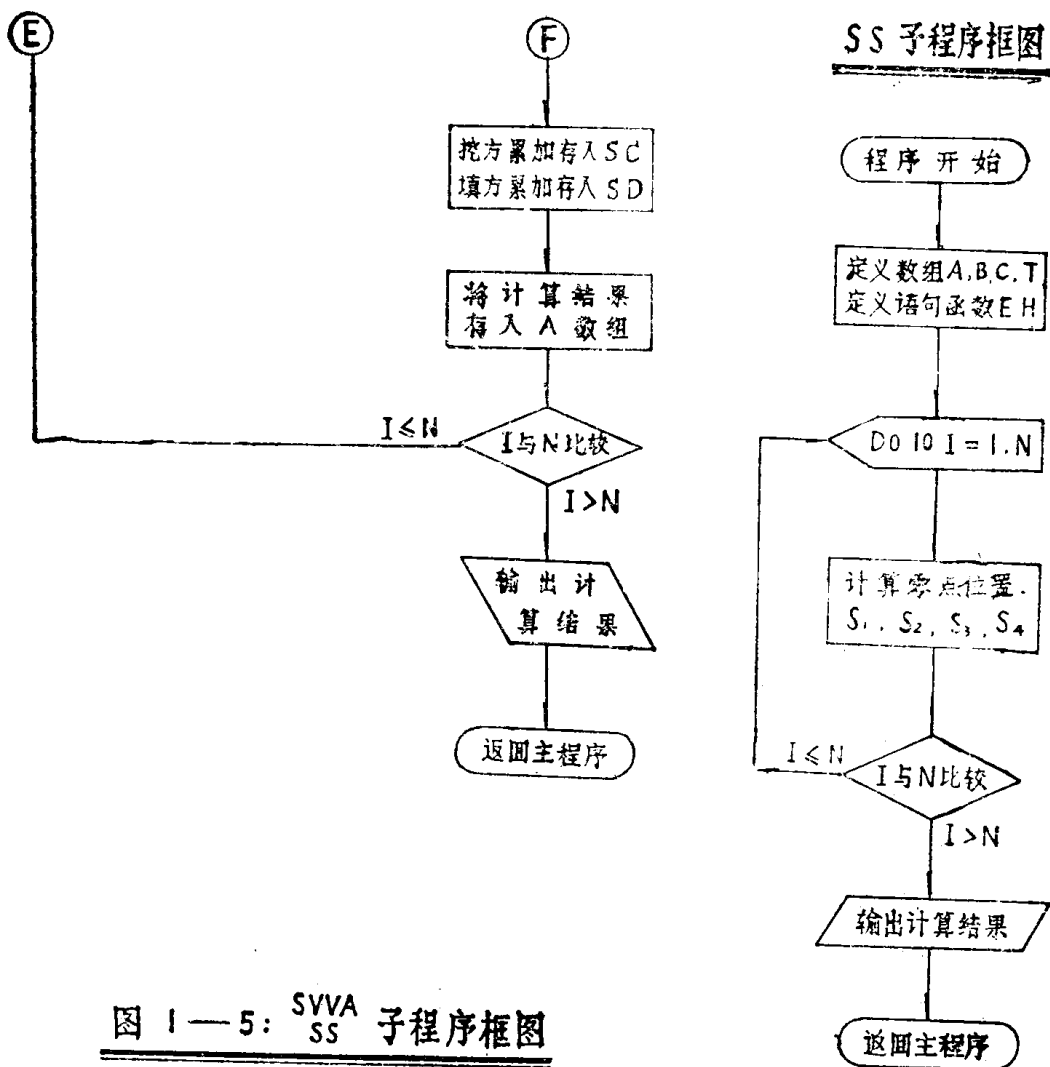


图 1—5: <sup>SVVA</sup><sub>SS</sub> 子程序框图

(3) 计算每个方格的零点位置。输出一个  $N$  行 4 列表格，为方格每条边上的零点位置  $S_i$  (按图 1—4—a 所示编号)， $i=1, 2, 3, 4$ 。

## 2. HSV A 1 源程序使用说明

HSV A 1 程序使用时只需修改主程序中定义的两个数组行数和给计算机输入：计算方格的数目  $N$ 、方格边长  $S$ 、每个方格四个角点的原地面高程和设计地面高程等数据，计算机运行后就会输出上述 HSV A 1 源程序功能(1)~(3)全部计算结果。具体说明如下：

(1) 将主程序第一行(0001)所定义的两个二维数组  $A$ 、 $B$  的行数  $I$ ，改为所要计算的方格数，列数  $J$  不要改动。例如要计算 15 个方格，则将  $A$ 、 $B$  数组的行数写为  $A(15, 8)$ ， $B(15, 4)$ ；要计算的方格为 150 个，则将  $A$ 、 $B$  数组的行数写为  $A(150, 8)$ ， $B(150, 4)$ 。改后即可运行。

(2) 计算机运行时主程序有两个输入语句，要给输入语句的变量和数组按 FORMAT 格式输入数据。

第一个输入语句是给变量赋值：

```
READ ( 1, 5 ) N, S
```

```
5 FORMAT (I3, F4.1)
```

其中变量：N 为计算方格数；S 为方格边长（米）。

第二个输入语句是给 A 数组赋值：

```
DO 30 I=1, N
```

```
30 READ (1, 10) (A (I, J), J= 1, 8)
```

```
10 FORMAT (8F6.2)
```

按表 1—1 粗线所围的数组形式，按行输入，每行八个数据。表 1—1 为“算例”某建筑场地计算 15 个方格的高程数据表，见图 1—6 所示。表中第一列为方格编号，此列数据不输入，计算机输出时按该编号顺序输出每个方格土方计算结果；第二列到第五列，即  $A_1 \sim A_4$  为方格四个角点原地面高程；第六列到第九列，即  $B_1 \sim B_4$  为方格四个角点设计高程。每个方格占一行，要严格按照图 1—2 所示的点位规定及编号顺序填写。

表 1—1

N	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
1	323.12	322.00	323.92	323.22	322.53	322.53	322.73	322.73
2	322.00	320.80	323.22	321.95	322.53	322.53	322.73	322.73
3	320.80	320.85	321.95	321.71	322.53	322.53	322.73	322.73
4	320.85	321.55	321.71	322.56	322.53	322.53	322.73	322.73
5	321.55	322.60	322.56	323.60	322.53	322.53	322.73	322.73
6	323.92	323.22	324.45	324.05	322.73	322.73	322.93	322.93
7	323.22	321.95	324.05	323.34	322.73	322.73	322.93	322.93
8	321.95	321.71	323.34	322.80	322.73	322.73	322.93	322.93
9	321.71	322.56	322.80	323.48	322.73	322.73	322.93	322.93
10	322.56	323.60	323.48	324.30	322.73	322.73	322.93	322.93
11	324.45	324.05	323.78	323.35	322.93	322.93	323.13	323.13
12	324.05	323.34	323.35	322.60	322.93	322.93	323.13	323.13
13	323.34	322.80	322.60	321.80	322.93	322.93	323.13	323.13
14	322.80	323.48	321.80	322.45	322.93	322.93	323.13	323.13
15	323.48	324.30	322.45	323.25	322.93	322.93	323.13	323.13

输完主程序所要求的数据后，计算机就会输出计算结果。

#### (四) 程序检验及语句删除

(1) 《工业与民用建筑场地土方工程计算四方棱柱体法源程序(1)》遇到图 1—3 所列的 81 种组合，是否都能准确计算出各种组合方格的土方量，需要进行检验。表 1—2 为包含八种类型 ([1]~[8]) 的三十四个代表性方格，使用 PDP 微型电子计算机、DJS—154 小型电子计算机和 IBM—4331 中型电子计算机等三种机型，对 HSVA1 源程序进行运行检验，

表 1—2

N	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	方格角点符号
1	112.80	112.10	112.00	111.80	112.60	112.60	112.20	112.20	
2	122.80	123.10	123.20	124.10	123.30	123.30	123.50	123.50	
3	112.80	112.20	112.00	112.20	112.60	112.60	112.20	112.20	
4	146.00	145.70	145.90	146.70	146.00	146.00	146.20	146.20	
5	112.80	112.60	112.00	111.80	112.60	112.60	112.20	112.20	
6	130.60	130.20	130.20	130.30	130.20	130.20	130.60	130.60	
7	156.00	157.30	156.90	156.90	156.80	156.80	156.40	156.40	
8	124.00	122.50	124.00	123.80	123.00	123.00	123.40	123.40	
9	156.00	157.30	156.90	156.40	156.80	156.80	156.40	156.40	
10	426.50	425.60	426.40	426.80	426.00	426.00	426.40	425.40	
11	156.00	156.80	156.90	156.90	156.80	156.80	156.40	156.40	
12	345.60	345.80	345.00	345.20	345.00	345.00	345.20	345.20	
13	526.80	526.00	525.80	524.80	526.00	526.00	525.80	525.80	
14	613.00	613.60	613.00	613.40	613.00	613.00	613.40	613.40	
15	637.00	635.80	636.40	636.40	636.20	636.20	636.40	636.40	
16	123.00	122.20	123.20	123.60	123.00	123.00	123.20	123.20	
17	437.40	437.20	436.00	435.80	436.80	436.80	436.40	436.40	
18	526.70	527.50	527.00	527.50	527.00	527.00	527.20	527.20	
19	122.60	123.40	123.60	123.20	123.00	123.00	123.40	123.40	
20	223.50	222.90	223.00	223.90	223.20	223.20	223.40	223.40	

21	124.60	124.40	124.60	124.40	123.60	123.60	123.80	123.80	
22	232.40	232.40	232.80	232.80	232.00	232.00	232.40	232.40	
23	225.50	225.60	226.00	226.10	226.00	226.00	226.30	226.30	
24	162.50	162.50	162.90	162.90	163.00	163.00	163.40	163.40	
25	467.60	467.00	467.80	467.40	467.00	467.00	467.20	467.20	
26	233.40	234.00	233.70	234.10	234.00	234.00	234.30	234.30	
27	144.00	143.00	144.30	143.60	143.20	143.20	143.60	143.60	
28	213.10	213.80	212.40	213.20	213.80	213.80	213.20	213.20	
29	343.80	343.20	343.40	343.40	343.20	343.20	343.40	343.40	
30	256.00	256.50	256.70	256.70	256.50	256.50	256.70	256.70	
31	132.00	132.00	132.00	132.00	132.00	132.00	132.00	132.00	
32	146.20	146.20	146.20	146.20	146.20	146.20	146.20	146.20	
33	525.80	526.00	525.80	524.80	526.00	526.00	525.80	525.80	
34	526.00	526.50	526.20	525.80	526.00	526.00	525.80	525.80	

表 1-3

N	H1	H2	H3	H4	V1	V0	SUMV1	SUMV0
1	0.20	-0.50	-0.20	-0.40	1.9	-81.7	1.9	-81.7
2	-0.50	-0.20	-0.30	0.60	20.0	-60.0	21.9	-141.7
3	0.20	-0.40	-0.20	0.0	2.2	-44.0	24.1	-185.7
4	0.0	-0.30	-0.30	0.50	13.0	-38.6	37.1	-224.3
5	0.20	0.0	-0.20	-0.40	6.7	-45.0	43.8	-269.3
6	0.40	0.0	-0.40	-0.30	13.3	-52.5	57.1	-321.8
7	-0.80	0.50	0.50	0.50	97.3	-20.2	154.4	-342.0
8	1.00	-0.50	0.60	0.40	145.2	-6.2	299.6	-348.2
9	-0.80	0.50	0.50	0.0	64.9	-20.2	364.5	-368.4
10	0.50	-0.40	0.0	0.40	64.0	-5.9	428.5	-374.3
11	-0.80	0.0	0.50	0.50	69.2	-32.8	497.7	-407.2
12	0.60	0.80	-0.20	0.0	122.5	-3.3	620.2	-410.5



13	0.80	0.0	0.0	-1.00	53.3	-66.7	673.5	-477.2
14	0.0	0.60	-0.40	0.0	40.0	-26.7	713.5	-503.8
15	0.80	-0.40	0.0	0.0	35.6	-8.9	749.0	-512.7
16	0.0	-0.80	0.0	0.40	8.9	-35.6	757.9	-548.3
17	0.60	0.40	-0.40	-0.60	50.0	-50.0	807.9	-598.3
18	-0.30	0.50	-0.20	0.30	49.0	-19.4	856.9	-617.6
19	-0.40	0.40	0.20	-0.20	11.1	-11.1	868.0	-628.7
20	0.30	-0.30	-0.40	0.50	15.9	-10.5	883.9	-639.3
21	1.00	0.80	0.80	0.60	320.0	0.0	1203.9	-639.3
22	0.40	0.40	0.40	0.40	160.0	0.0	1363.9	-639.3
23	-0.50	-0.40	-0.30	-0.20	0.0	-140.0	1363.9	-779.3
24	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	0.0	-200.0	1363.9	-979.3
25	0.60	0.0	0.60	0.20	140.0	0.0	1503.9	-979.3
26	-0.60	0.0	-0.60	-0.20	0.0	-140.0	1503.9	-1119.3
27	0.80	-0.20	0.70	0.0	135.0	-2.7	1638.9	-1121.9
28	-0.70	0.0	-0.80	0.0	0.0	-150.0	1638.9	-1271.9
29	0.60	0.0	0.0	0.0	60.0	0.0	1698.8	-1271.9
30	-0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	-50.0	1698.8	-1321.9
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1698.8	-1321.9
32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1698.8	-1321.9
33	-0.20	0.0	0.0	-1.00	0.0	-80.0	1698.8	-1401.9
34	0.0	0.50	0.40	0.0	60.0	0.0	1758.9	-1401.9

注：方格边长S=20米。表中SUMV1、SUMV0其小数点后尾数之误差为计算机舍入误差。

表 1—4

N	S1	S2	S3	S4
1	5.71	0.0	10.00	0.0
2	0.0	5.00	0.0	13.33
3	6.67	20.00	10.00	0.0
4	0.0	7.50	20.00	12.50
5	20.00	0.0	10.00	0.0
6	20.00	0.0	10.00	0.0
7	12.31	0.0	7.69	0.0
8	13.33	11.11	0.0	0.0
9	12.31	20.00	7.69	0.0
10	11.11	10.00	0.0	20.00
11	20.00	0.0	7.69	0.0
12	0.0	20.00	5.00	0.0
13	20.00	0.0	0.0	20.00
14	0.0	20.00	20.00	0.0
15	13.33	20.00	0.0	0.0
16	0.0	13.33	0.0	20.00
17	0.0	8.00	8.00	0.0
18	7.50	0.0	0.0	12.00
19	10.00	13.33	6.67	10.00