

农村应用数学

华中师范学院数学系
《农村应用数学》编写组编

人民教育出版社

农村应用数学

华中师范学院数学系

《农村应用数学》编写组编

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

1976年6月第1版 1977年1月第1次印刷

书号 13012·037 定价 0.77 元

毛主席语录

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

农业学大寨

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

前 言

在无产阶级文化大革命和批林批孔运动的推动下，在农业学大寨运动的热潮中，我系工农兵学员和教师，遵照毛主席关于“教育要革命”、“教材要彻底改革”的教导，坚持以阶级斗争为纲，深入农村，开门办学，在教育革命的实践中，学习、搜集和总结了贫下中农和实际工作者的经验，按照农业八字宪法的八个字（土、肥、水、种、密、保、管、工），根据科学种田中提出的数学问题，编写了这本《农村应用数学》。本书共分八章：土地规划，合理施肥，农田水利测量和计算，选种计算和品种试验的方差分析，合理密植，植保测算，田间管理中的气象预报，作物布局和统筹方法，农用机电有关计算。书中既介绍了农田基本建设中的测、绘、算的有关知识，同时还介绍了农业科学试验中常用的数学方法，例如优选法、正交试验法、方差分析法、回归分析法、规划法和统筹法等。这本书的编写和出版，是教育革命的一项成果，是对修正主义教育路线的有力批判。

本书可供师范院校数学系师生和中学数学教师阅读，也可供知识青年和农业技术人员参考。由于农业生产的地区性较强，有些例子和数据带有一定的局限性，在应用时，要注意因地制宜。

限于我们政治和业务水平,缺点和错误在所难免,希望同志们批评指正.

华中师范学院数学系

《农村应用数学》编写组

1976年1月于武汉

目 录

第一章 土地规划	1
§ 1 地积测算	1
§ 2 平整土地	10
§ 3 合理使用土地	28
附录 标高函数及其性质	37
第二章 合理施肥	40
§ 1 积肥造肥计算	40
§ 2 施肥量计算	45
§ 3 肥料生产中的优选法	54
§ 4 肥效试验的正交设计	65
附录 常用正交表	80
第三章 农田水利测量与计算	83
§ 1 渠道测量和设计	83
§ 2 小型水库测量和计算	115
§ 3 合理用水	141
第四章 选种计算和品种试验的方差分析	152
§ 1 选种的有关计算	152
§ 2 单因素试验的方差分析	156
§ 3 正交试验的方差分析	167
§ 4 区组试验的方差分析	172
附录 平方和的简化计算公式的证明	181
附表 F 表	184
q 表	187

第五章 合理密植	190
§ 1 根据株行距确定种植密度	190
§ 2 农作物估产	195
§ 3 根据产量结构和指标确定株行距	204
§ 4 密植的合理布局举例	205
第六章 植保测算	215
§ 1 农药配比的有关计算	215
§ 2 农药稀释倍数和使用浓度的优选	219
§ 3 虫情测报经验公式的求法	221
§ 4 历期预测法	241
第七章 田间管理中的气象预报、作物 布局 and 统筹方法	246
§ 1 农业气象预报	246
§ 2 农作物的合理布局	257
§ 3 田间管理中的统筹法	265
第八章 农用机电有关计算	276
§ 1 常用农机有关计算	276
§ 2 小型水泵站的有关计算	294
§ 3 小型水电站的水能计算	318

第一章 土地规划

农业“八字宪法”中的土，是指深耕、改良土壤、土壤普查和土地规划。作好土地规划，是实现农业机械化，加速农田基本建设，建设大寨县的重要措施。本章介绍土地规划中的有关测算。

§ 1 地积测算

一、地积测算

对于规则形状的田地，可直接按规则图形的面积公式计算地积。但是，通常遇到的田地，一般都是不规则的，因此，计算地积时，必须“对于具体情况作具体的分析”，将不规则的图形转化为规则的图形进行计算。下面介绍几种常用的地积计算方法。

1. 分割法

有些田地，形状虽不规则，却可以分割成近似于规则形状的几块。这时便可用分割法计算地积。如图 1-1 所示的大鼓形，可以分割成两个近似于梯形的图形，按梯形面积公式计算其面积，即得

$$S \approx \left(\frac{a+c}{2} \right) \frac{h}{2} + \left(\frac{c+b}{2} \right) \frac{h}{2}.$$

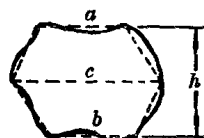


图 1-1

关于大鼓形的地积计算，劳动人民在实践中总结成如下的口诀：“中广加上两半梢，得出结果乘半高”。用 c 表示中广， a 与 b 表示两梢， h 表示高，写成公式便是

$$S \approx \left(c + \frac{a+b}{2} \right) \frac{h}{2}.$$

这就是前一公式的简化形式。

2. 割补法

有些不规则形状的田地，可以把它割补成一个或几个近似于规则形状的田地，从而可以利用相应的公式来计算。

割补时，要尽可能使割去部分和补进部分的地积相近。贫下中农的经验是：“割凸补凹化规则，借助目测和步测”。这就是说，把凸出的部分割去，补在凹处，但不能出入太大，应借助目测和步测，使割补相当。如图 1-2，将 I 割下补 II，将 III 割下补 IV，这时原来形状的田地，便可转化为矩形田地来计算地积。

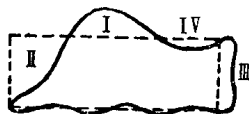


图 1-2

3. 平行线法

在平整土地时，有时不容易直接丈量土地面积，需要先测绘平面图，再在平面图上计算面积。关于平面图的测绘将在下节介绍，这里先讲面积计算的平行线法。平行线法是：先用一组等距离的平行线把图形分成若干块，然后将各小块近似地看成三角形或梯形，求出这些小块的面积的和，即得土地的近似面积。

图 1-3 是跃进生产队一块坡地的平面图。图的比例尺为 1:1000。用一张间距为 d 厘米的平行线透明纸蒙在图上，转

动透明纸，使平面图刚好落在某两条平行线之间。设这些平行线被平面图截得的长度分别为 $L_1, L_2, \dots, L_n$ 厘米，于是各小块的面积分别为(单位：厘米²)：

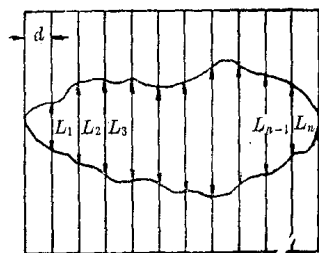


图 1-3

$$S_1 = \frac{1}{2} L_1 d,$$

$$S_2 = \frac{1}{2} (L_1 + L_2) d,$$

.....

$$S_n = \frac{1}{2} (L_{n-1} + L_n) d,$$

$$S_{n+1} = \frac{1}{2} L_n d.$$

所以，

$$\begin{aligned} \text{图形面积} &\approx S_1 + S_2 + \dots + S_n + S_{n+1} \\ &= (L_1 + L_2 + \dots + L_n) d. \end{aligned}$$

由于

$$\frac{\text{实际面积}}{\text{图形面积}} = \left(\frac{1000}{1} \right)^2,$$

所以

$$\begin{aligned} \text{实际面积} &= 10^6 \times \text{图形面积} \\ &\approx 10^6 (L_1 + L_2 + \dots + L_n) d. \end{aligned}$$

在图 1-3 中，平行线间距 $d=1$ (厘米)， $L_i (i=1, 2, \dots, n)$ 分别为 1.8, 3.0, 3.6, 4.0, 3.8, 4.0, 4.8, 4.4, 3.8, 2.8 厘米，所以
坡地面积 $\approx 10^6 (1.8 + 3.0 + 3.6 + 4.0 + 3.8 + 4.0$
 $+ 4.8 + 4.4 + 3.8 + 2.8) = 10^6 \times 36$ (厘米²),

即坡地面积为 3600 平方米。

从上例看出,在选取平行线间距相等的情况下,所求的面积近似等于各平行线段的长度之和与间距的乘积。显然间距越小,所求得面积越精确。

4. 方格法

对于已绘出平面图的土地,还可用方格法计算地积。方法是:用一张画有厘米方格的玻璃板或透明纸,覆盖在平面图上,数出图形占有的满格和半格(凡不满格的都作半格,如发现这种折合与实际情况出入较大,则按实际情况进行折合)个数,然后按图中比例算出地积。

设一个方格的面积是 1 厘米²,比例尺为 1:1000,则

一个方格表示的实际面积

$$=10^6 \times 1 \text{ 厘米}^2 = 100 \text{ 米}^2$$

$$=0.15 \text{ 亩}.$$

如果图形占有 m 个满格和 n 个半格,则

$$\text{土地实际面积} = \left(m + \frac{n}{2}\right) \times 0.15 (\text{亩}).$$

例如,图 1-4 的闭合曲线内部(阴影部分),占有满格 26 个,半格 22 个,故闭合曲线内部的地积为

$$\left(26 + \frac{22}{2}\right) \times 0.15 = 5.55 (\text{亩}).$$

显然,格子越小,用方格法所求的面积就越精确。

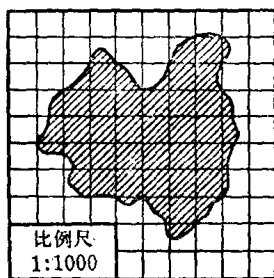


图 1-4

5. 步测法

在生产实践中,贫下中农常常用步测法测算土地面积。

现有长方形土地一块，设长为 m 步，宽为 n 步，平均步长为 a 尺，那么这块土地的面积

$$S = \frac{ma \cdot na}{6000} = \frac{a^2 mn}{6000} (\text{亩}).$$

令

$$k = \frac{a^2}{6000},$$

那么

$$S = kmn (\text{亩}). \quad (1-1)$$

上式中的 k 叫做步测系数，它的值由步长的大小来决定。例如某人用100步走了80米，那么他的平均步长

$$a = \frac{80 \times 3}{100} = 2.4 (\text{尺}),$$

因此

$$k = \frac{2.4^2}{6000} = 0.00096.$$

(1-1)式说明，用步测法测算土地面积时，可按通常的面积公式计算，其单位为平方步，乘以步测系数后，单位换算为亩。这个原则，不仅适用于长方形，同样适用其他情形。

例1 一块梯形土地，用步测测得上下底分别是52步和34步，高34步，如果步测系数为0.001，那么这块土地的面积

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{2} (52 + 34) \times 34 \times 0.001 \\ &\approx 1.5 (\text{亩}). \end{aligned}$$

二、试验田截积

农业科学试验中，有时需要在一块大田内划出一定面积

的试验田，这就是试验田截积问题。下面以长方形和梯形地块为例，研究试验田截积的计算。

1. 长方形截积

从长方形地块中划出一定面积的一小块长方形，如果长固定，求宽，计算公式为

$$\text{应截宽} = \frac{\text{应截面积}}{\text{原长}}.$$

宽固定，求长，计算公式为

$$\text{应截长} = \frac{\text{应截面积}}{\text{原宽}}.$$

例 2 向阳公社农科所，要在一块宽为 3 丈的长方形地块上，以宽当长截取 8 块地积都为 0.4 分的长方形地块做小区试验，求每小块的应截宽。

$$0.4 \text{ (分)} = 600 \text{ (尺}^2\text{)} \times 0.4 = 240 \text{ (尺}^2\text{)},$$

$$\text{应截宽} = \frac{240}{30} = 8 \text{ (尺)}.$$

2. 梯形截积

对于梯形地块，为使截得的试验田通风、透光、便于灌溉和管理，试验田的沟厢通常视具体条件开为直厢或横厢。

(1) 直厢式

如图 1-5，根据水流来向，需要用垂直于 AB 的直线去截梯形 $ABCD$ ，使截下的部分为给定面积 S_1 。这种开厢方式称为直厢式。

作 $DE \perp AB$ ，记 $\triangle AED$ 的面积为 S_0 。考虑如下三种情况：

$$1^\circ \quad S_1 = S_0$$

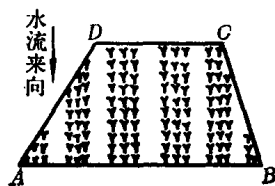


图 1-5

这时 $\triangle AED$ 即为所求, 如图 1-6.

2° $S_1 < S_0$

如图 1-7, $\triangle AD'E'$ 是要截的三角形, 显然 $D'E' \parallel DE$, 所以

$$\triangle AD'E' \sim \triangle ADE.$$

由相似三角形的性质,

$$\frac{\triangle AD'E' \text{ 的面积 } S_1}{\triangle ADE \text{ 的面积 } S_0} = \left(\frac{AD'}{AD}\right)^2 = \left(\frac{AE'}{AE}\right)^2,$$

得

$$AD' = AD \sqrt{\frac{S_1}{S_0}}, \quad AE' = AE \sqrt{\frac{S_1}{S_0}}.$$

这样, 就可根据 AD 和 AE 的长度, 找到 D' 、 E' 两点, 从而截得所需要的面积 S_0 .

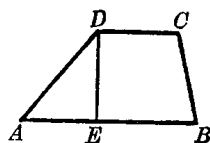


图 1-6

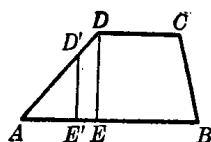


图 1-7

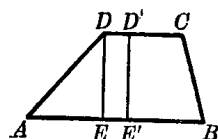


图 1-8

3° $S_1 > S_0$

如图 1-8, 在直角梯形 $DEBC$ 中截取一矩形 $DEE'D'$, 使矩形 $DEE'D'$ 的面积 $= S_1 - S_0$ (这里只讨论在直角梯形 $DEBC$ 中可截得矩形 $DEE'D'$ 的情况), 也就是在 EB 上截取

$$EE' = \frac{S_1 - S_0}{DE}.$$

再在 DC 上截取 $DD' = EE'$, 于是梯形 $AE'D'D$ 即为所求.

(2) 横厢式

如图 1-9, 根据水流来向, 需要用平行于底边的直线去截

梯形,使截下的部分为给定面积,
这种开厢方式称为横厢式.横厢
式截积一般又分为两种情况:一
种是从小头(即通常所说的上底)
截起(图 1-10),另一种是从大头

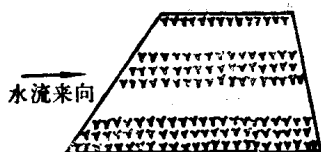


图 1-9

(即通常所说的下底)截起(图 1-11). 它们的截积公式分别是:

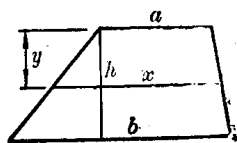


图 1-10

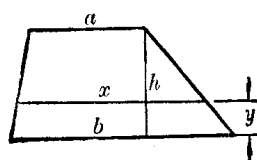


图 1-11

1° 从小头截起

$$\text{应截底} = \sqrt{\text{上底}^2 + \frac{2 \times \text{应截面积} \times (\text{下底} - \text{上底})}{\text{高}}};$$

$$\text{应截高} = \frac{2 \times \text{应截面积}}{\text{上底} + \text{应截底}}.$$

2° 从大头截起

$$\text{应截底} = \sqrt{\text{下底}^2 - \frac{2 \times \text{应截面积} \times (\text{下底} - \text{上底})}{\text{高}}};$$

$$\text{应截高} = \frac{2 \times \text{应截面积}}{\text{下底} + \text{应截底}}.$$

这些截积公式是怎样导出的呢?

设从小头截起的应截面积为 S_1 , 依题意, 可得

$$\begin{cases} \frac{a+x}{2} \cdot y = S_1, \\ \frac{x+b}{2} \cdot (h-y) = \frac{a+b}{2} \cdot h - S_1. \end{cases}$$

解此方程组, 得

$$x = \sqrt{a^2 + \frac{2S_1(b-a)}{h}}, \quad y = \frac{2S_1}{a+x}.$$

这便是从小头截起的截积公式.

同样, 可以推出从大头截起的截积公式.

例 3 红光大队第一生产队有一块梯形田, 丈量结果如图 1-12 所示 (单位: 米). 现计划分成相等的三块来试种不同品种的小麦, 试分别按横厢式和直厢式截积.

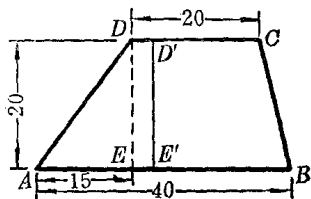


图 1-12

解 (1) 直厢式

$$\begin{aligned} \text{梯形面积 } S &= \frac{1}{2} \times (20 + 40) \times 20 \\ &= 600 (\text{米}^2), \end{aligned}$$

$$\text{所以应截面积 } S_1 = \frac{1}{3} \times 600 = 200 (\text{米}^2).$$

又因

$$\triangle AED \text{ 的面积} = \frac{1}{2} \times 20 \times 15 = 150 (\text{米}^2) < 200 (\text{米}^2),$$

$$\text{所以在 } EB \text{ 上应截取 } EE' = \frac{200 - 150}{20} = 2.5 (\text{米}).$$

在 DC 上截取 $DD' = 2.5$ 米.

这时梯形 $AE'D'D$ 便是所要截的一块. 其余两块截法从略.

(2) 横厢式

从小头截起

$$\text{应截底} = \sqrt{20^2 + \frac{2 \times 200 \times (40 - 20)}{20}} \approx 28.28 (\text{米});$$

$$\text{应截高} = \frac{2 \times 200}{20 + 28.28} \approx 8.29 (\text{米}).$$

从大头截起

$$\text{应截底} = \sqrt{40^2 - \frac{2 \times 200 \times (40 - 20)}{20}} \approx 34.64 (\text{米});$$

$$\text{应截高} = \frac{2 \times 200}{40 + 34.64} \approx 5.4 (\text{米}).$$

§ 2 平整土地

平整土地是土地规划的重要内容。通过土地平整，不仅便于机械耕作，而且能“保土、保水、保肥”，实行山、水、田、林、路综合治理。本节介绍平整土地的有关测算。

一、测绘平面图

地物外形轮廓的水平投影图叫做地物平面图。测绘地物平面图就是按照一定比例尺将图形测绘在图纸上。测绘平面图的方法很多，这里介绍用直角坐标定点的方格网测绘法。步骤如下：

1. 标定基线

经过实地踏勘，在测区中间先选定一点，称为主点。在主点上安置十字架（图 1-13）。利用十字架上的小钉进行瞄准来标定两条互相垂直的主基线，如图 1-14 上的西 4 东 4、南 4 北 4。然后从主点开始，在两条主基线上分别用尺子丈量距离，每隔 200—400 米打一木桩，写上桩号，并标明该桩的方位和到主点的距离（主点标为“0”）。