

农村常用数学

比例 求积 测量



浙江省教育局
《农村常用数学》编写组编

毛主席语录

备战、备荒、为人民。

我国有五亿多农业人口，农民的情况如何，对于我国经济的发展和政权的巩固，关系极大。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

一切可以到农村中去工作的这样的知识分子，应当高兴地到那里去。农村是一个广阔的天地，在那里是可以大有作为的。

511 01 编者的话

伟大领袖毛主席指出：“我们的各个工业部门，都必须坚决地把自己的工作转移到以农业为基础的轨道上来。”农业是国民经济的基础。农业的情况如何，对我国社会主义革命和社会主义建设的发展，关系极大。经过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，广大贫下中农和社员群众，正以极大的社会主义积极性，深入开展“农业学大寨”运动，为实现农业现代化，建设社会主义新农村而努力奋斗。

毛主席说：“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。”我们要实现农业现代化，建设社会主义新农村，就必须运用自然科学这一有力武器。数学，和其它自然科学一样，它在人类的生产实践中产生，为生产斗争服务，又在生产实践的基础上得到发展。数学是研究现实世界中数量关系和空间形式的科学。在农村的三大革命运动中，特别是实现农业现代化过程中，处处涉及到数量关系和空间形式，离不开计算、绘图和测量。丈量土地、科学用水、打方估囤、合理密植、合理用肥、机器安装维修、规划作物布局、抽样估计产量等等，都要用到数学知识。随着社会主义革命和社会主义建设的不断发展，农村对数学的需要将会越来越多。

“教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结

合。”千百万知识青年热烈响应毛主席关于“知识青年到农村去”的伟大号召，踊跃上山下乡。他们在各级党组织的领导下，在贫下中农的再教育下，成为农村社会主义革命和社会主义建设的一支积极活跃的力量；他们为巩固无产阶级专政服务，为缩小三大差别作出应有的贡献。

为了实现农业现代化和建设社会主义新农村的需要，帮助广大知识青年进一步掌握农村三大革命运动中所需要的数学知识，我们编写了这套《农村常用数学》，准备分册陆续出版。编写本书，对我们来说还是一次尝试。我们力求在马克思主义世界观的指导下，介绍农村三大革命运动中常用的数学知识，着重讲述如何运用数学知识去解决农村社队范围内经常遇到的各种有关实际问题。在讲解数学原理和方法时，力求简明扼要，便于应用。在文字上，力求通俗易懂，便于自学。编排次序由浅入深，而各章又有一定的独立性，以适应读者的不同需要。

本书在编写过程中，曾得到北京市和本省许多单位的大力支持和热情帮助，我们在此表示衷心感谢。

由于我们水平有限，存在不足之处，恳切希望广大读者提出批评和建议，以便改进。

浙江省教育局《农村常用数学》编写组

1975年1月

目 录

第一章 比例	1
一、百分比计算	1
二、坡度计算	8
三、比例尺计算	11
四、传动装置计算	17
五、砂浆、混凝土的配料计算	28
六、配药计算	33
练习	40
第二章 求积	44
第一节 面积的量算	44
一、丈量距离	44
二、规则图形面积的计算	48
三、不规则形状地块面积的量算	53
四、山坡面积的量算	58
第二节 体积的量算	59
一、规则形状物体体积的计算	60
二、不规则形状物体体积的量算	64
第三节 灌排用水量的量算	67
一、来水量计算	67
二、灌溉用水量计算	70
三、流量计算	75
四、流量测定	80
练习	87

第三章 测量	92
第一节 土地规划测量	92
一、土地规划图的识读	94
二、地物平面位置的确定	96
三、小平板仪的构造与安置	97
四、小平板仪测量的基本方法	102
五、小平板仪导线测量	104
六、碎部测量	111
七、图形的整理与加工	113
八、尺、杆测绘平面图	115
第二节 渠道测量	119
一、地面点高程的确定	119
二、水准测量原理	120
三、简易水准测量仪器	123
四、工程水准仪	125
五、渠道纵横断面水准测量	129
六、渠道纵横断面图的绘制	136
七、渠道计算	139
八、土方计算	143
九、渠道放样	145
第三节 灌溉扬水站的测量与计算	146
第四节 简易公路测量	152
第五节 土地平整测量	161
第六节 小型水库测量	168
一、地形分析及其表示	169
二、小型水库地形测绘	173
三、小型水库工程的计算	178

第七节 小型隧洞测量	191
练习	194
附表 1 常用计量单位	198
附表 2 常见物质的比重	199
附表 3 常见物体的容重	200
附表 4 主要粮油作物千粒重参考表	200

第一章 比 例

毛主席教导我们：“胸中有‘数’”。这是说，对情况和问题一定注意到它们的数量方面，要有基本的数量的分析。任何质量都表现为一定的数量，没有数量也就没有质量。”在农村三大革命运动中，我们会遇到各种各样的量，例如长度、面积、体积、重量、时间、温度、速度等等。这些量都在不断地变化，而又互相关联着。例如，使用的氨水，氨与水存在着一定的比例关系。如果离开了这个比例界限，或者含氨量太低而使肥效不显著；或者含氨量太高而灼伤庄稼。又如，排灌站（又叫机埠、扬水站）中电动机和水泵的转速与皮带轮直径之间，也存在着一定的比例关系，如果离开了这个比例界限，就会使机器发挥不出应有的功效，甚至使机器受到损坏。可见事物的数量之间的比例关系，在许多情况下是决定事物质量的数量界限。所以，熟悉比例计算，有助于我们掌握决定事物质量的数量界限，更好地为三大革命运动服务。

一、百分比计算

1. 两个数的比

“有比较才能鉴别。”人们常常通过数量之间的比较来了解事物的变化，鉴别其性质。

例如，曙光人民公社的粮食平均亩产量1965年为860斤，

1973 年达到 1290 斤。比较 1973 年与 1965 年的粮食平均亩产量, 得

$$\frac{1290}{860} = 1.5.$$

就是说, 曙光人民公社 1973 年的粮食平均亩产量是 1965 年的一倍半。

曙光人民公社的粮食平均亩产量每年都在变化着, 我们就把它叫做变量, 而 860 斤和 1290 斤, 是这个变量分别在 1965 年和 1973 年所取的值。如果用 x 来表示这个变量, 那么它所取的这两个值可表示为

$$x_1 = 860 \text{ 斤}, \quad x_2 = 1290 \text{ 斤}.$$

因此, 1973 年与 1965 年的粮食平均亩产量的比较就可以表示为

$$\frac{x_2}{x_1} = 1.5.$$

一般地, 对于两个量 x_1 和 x_2 , 将它们相除得

$$\frac{x_2}{x_1} = k, \quad (1)$$

就说 x_2 与 x_1 的比值是 k 。常把 (1) 式写成

$$x_2 : x_1 = k. \quad (1')$$

两个数的比可以看作是除法(或分数)的特殊情形。把除法(或分数)的基本性质推广到比上, 就是: 比的前、后项同乘以一个不为零的数, 比值不变。这叫做比的基本性质。

调换 $x_2 : x_1$ 的前项和后项的位置, 就得到 $x_1 : x_2$, 它叫做 $x_2 : x_1$ 的反比。两个互为相反的比, 其比值互为倒数, 即

如果 $x_2:x_1=k$, 则 $x_1:x_2=\frac{1}{k}$.

也可以写成 $x_1:x_2=\frac{1}{x_2}:\frac{1}{x_1}$.

2. 百分比计算

根据比的基本性质, 可以将任何两个数的比表示为百分比, 用符号“%”表示. 例如

$$\frac{1290}{860}=1.5 \times 100\% = 150\%.$$

一般地,
$$\frac{x_2}{x_1}=k \times 100\%. \quad (2)$$

百分比又叫做百分率, 它用来表示部分量占总量的百分之多少. 百分率在农村三大革命运动中应用很广泛, 例如:

$$\text{出米率} = \frac{\text{大米斤数}}{\text{加工稻谷斤数}} \times 100\%;$$

$$\text{发芽率} = \frac{\text{发芽种子总粒数}}{\text{试验种子总粒数}} \times 100\%;$$

$$\text{该年产量增长率} = \frac{\text{该年产量} - \text{前一年产量}}{\text{前一年产量}} \times 100\%;$$

$$\text{发病率} = \frac{\text{病苗(株、叶、秆)数}}{\text{检查总苗(株、叶、秆)数}} \times 100\%;$$

$$\text{种子净度} = \frac{\text{去掉废种子和杂质后种子的重量}}{\text{被检验种子的总重量}} \times 100\%.$$

此外, 在农业生产中还用“成数”、“折扣”来表示百分比. “几成”或“几折”就是百分之几十.

例 1 某大队土地改革时期各阶级的户数和土地的占有情况如下表. 试计算各阶级的户数占总户数的百分比和各阶级的土地亩数占总土地亩数的百分比, 并填入下表中的相应

栏内:

数量 项目 阶 级	户 数		土 地 数	
	户 数	占总户数的百分比	亩 数	占总亩数的百分比
贫 下 中 农	168	72.7%	248	9.8%
中 农	45	19.5%	382	15%
地主、富农	18	7.8%	1911	75.2%
合 计	231	100%	2541	100%

解: 根据(2)式,

$$\frac{\text{贫下中农的户数}}{\text{占总户数的百分比}} = \frac{168}{231} \times 100\% = 72.7\%.$$

$$\frac{\text{贫下中农的土地亩数}}{\text{占总土地亩数的百分比}} = \frac{248}{2541} \times 100\% = 9.8\%.$$

用同样的办法可求出其余有关百分比, 然后将它们填入表中有关栏内.

例 2 胜利大队的山南畝(音 fàn)有 195 亩水田, 1973 年每季作物的早、中、晚三种品种的种植面积的百分比, 分别是 5%、35% 和 60%. 计算这三种品种的种植面积.

解: 由题意可知, 本题就是已知总量及其比值求部分量的问题. 已知总种植面积为 195 亩, 早熟品种的种植面积占总种植面积的百分比为 5%, 假定早熟品种的种植面积为 x 亩, 那么根据(2)式, 得

$$\frac{x}{195} = 5\%.$$

上式是含有未知数 x 的等式, 它就是方程。解这个方程, 得

$$x = 195 \times 5\% = 9.75 (\text{亩}).$$

即早熟品种的种植面积为 9.75 亩。

同样可以求出, 中熟品种的种植面积为 68.25 亩, 晚熟品种的种植面积为 117 亩。

如果两个量的比值比较小(例如, 人口出生率和某些医药配比等), 可以采用千分比, 千分比的符号是“‰”。

例 3 某人民公社 1973 年的年平均人口数(即年初人口数与年底人口数的平均数)为 15420 人, 出生人口数为 264 人, 死亡人口数为 106 人。计算该公社 1973 年的人口出生率、人口死亡率和人口自然增长率(用千分比表示)。

解:

$$\begin{aligned} \text{人口出生率} &= \frac{\text{出生人口数}}{\text{年平均人口数}} \times 1000\% \\ &= \frac{264}{15420} \times 1000\% = 17.12\%; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{人口死亡率} &= \frac{\text{死亡人口数}}{\text{年平均人口数}} \times 1000\% \\ &= \frac{106}{15420} \times 1000\% = 6.87\%; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{人口自然增长率} &= \frac{\text{出生人口数} - \text{死亡人口数}}{\text{年平均人口数}} \times 1000\% \\ &= 17.12\% - 6.87\% = 10.25\%. \end{aligned}$$

3. 正比例关系

假定某一台拖拉机每小时可以耕地 12 亩, 那么容易看

出,如果这台拖拉机工作 2 小时,可以耕地 24 亩;如果工作 3 小时,可以耕地 36 亩;……。这就是说,如果拖拉机的工作时间扩大(或缩小)若干倍,那么相应的耕地亩数也扩大(或缩小)同样的倍数。

一般地,有两个相关的量,如果其中一个量扩大(或缩小)若干倍,另一个量也跟着扩大(或缩小)同样的倍数,就把这两个量叫做成正比例的量。

于是,上述拖拉机工作时间与其相应的耕地亩数是两个成正比例的量。我们还容易看到,它们的比值是一个常数(都等于 12)。

一般地,如果 y 和 x 是两个成正比例的量,那么它们的比值是一个常数,记作 k ,即

$$\frac{y}{x} = k,$$

或

$$y = kx. \quad (3)$$

在(3)式中, x 、 y 都是变量,其中 x 叫做自变量, y 随着 x 的变化而变化,我们把 y 叫做 x 的正比例函数。例如,如果用 x 来表示上述拖拉机的工作时间,用 y 来表示相应的耕地亩数,那么

$$\frac{y}{x} = 12,$$

或

$$y = 12x. \quad (3')$$

即 y 为 x 的正比例函数。正比例函数关系可以用图象来表示。下面我们用图象来表示(3')式的正比例函数关系。

如图 1 所示,我们先来介绍如何建立平面直角坐标系。

在平面上作两条互相垂直且交点为 O 的数轴 $X'X$ 和 $Y'Y$ ， $X'X$ 叫做横坐标轴或 x 轴，通常取向右的方向为正方向； $Y'Y$ 叫做纵坐标轴或 y 轴，通常取向上的方向为正方向， O 点叫做坐标系的原点。 x 轴或 y 轴的单位通常是一致的，但根据实际需要，也可以不一致(例如图

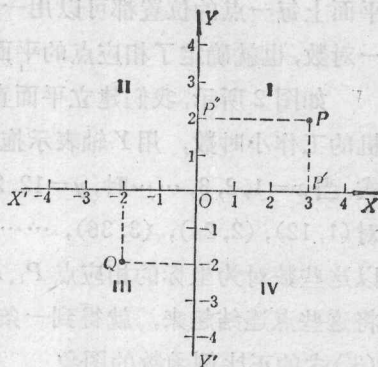


图 1

2 中的平面直角坐标系)。 x 轴和 y 轴把平面分成四个部分，它们分别叫做第 I 象限、第 II 象限、第 III 象限、第 IV 象限。

假定 P 是该直角坐标系中的一点，过点 P 作 x 轴的垂线，交 x 轴于 P' 点，又过 P 点作 y 轴的垂线，交 y 轴于 P'' 点， P' 和 P'' 在 x 轴和 y 轴上表示的数分别为 3 和 2，它们分别叫做 P 点的横坐标和纵坐标，

或者将它们合称为 P 点的坐标，记作 $P(3, 2)$ 。

反过来，对于给定的一对数，例如 $(-2, -2)$ ，我们可以通过作图的方法，找到它在该坐标系中的对应点 Q 。

这就是说，在建立了平面直角坐标系以后，

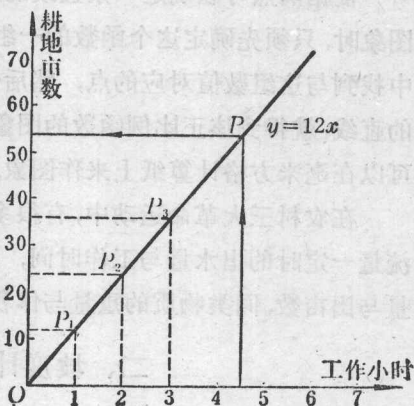


图 2

平面上每一点的位置都可以用一对数来表示;反过来,给定了一对数,也就确定了相应点的平面位置。

如图 2 所示,我们建立平面直角坐标系,用 X 轴表示拖拉机的工作小时数,用 Y 轴表示拖拉机的耕地亩数。根据(3')式,当 $x=1, 2, 3, \dots$ 时, $y=12, 24, 36, \dots$ 这样,就得到数对 $(1, 12), (2, 24), (3, 36), \dots$ 然后在该直角坐标系中描出以这些数对为坐标的相应点 $P_1, P_2, P_3, \dots$, 我们看到,如果将这些点连结起来,就得到一条通过原点 O 的直线,它叫做(3')式的正比例函数的图象。

利用正比例函数的图象,可以直接从一个变量的值求出另一个变量的对应值。假定上述拖拉机的工作时间为 4.5 小时,那么我们可以在图 2 中横轴的 4.5(小时)处作该轴的垂线并与图象相交于 P 点,再过 P 点作纵轴的垂线,其垂足处的读数 54(亩)就是拖拉机工作 4.5 小时的耕地亩数。

根据两点可以确定一条直线的原理,在作正比例函数的图象时,只须先确定这个函数的一组对应值,并在直角坐标系中找到与这组数值对应的点,然后作出经过这点和坐标原点的直线,就得到该正比例函数的图象。为了便于作图和量算,可以在毫米方格计算纸上来作图象。

在农村三大革命运动中,有很多成正比例的量,例如水泵流量一定时的出水量与工作时间,农药浓度一定时的药剂用量与田亩数,同类物质的重量与体积,圆的周长与半径等等。

二、坡度计算

为了防止水土流失,在山坡造田时,要考虑山坡的缓急;

为了堤坝、渠道的稳定牢靠，它们的边坡面要有一定的倾斜；为了保证行车的安全，公路在上、下坡段和拐弯处的路面，要有一定的倾斜；为了便于排除屋顶积水，屋顶面也要有一定的倾斜。可见，在农村的许多工程建设中，都要研究地（屋）面的倾斜度。地（屋）面的倾斜度叫做坡度。如图 3，直接量出坡面与水平面之间的夹角 α ，可以用它来表示这个坡面的坡度。但是，采用这种量角的方法来

表示坡度需要有量角的仪器，不够简便，因此一般是采用角的有关边长的比来表示角的大小，例如，常用下式来表示坡度的大小（参见图 3）。

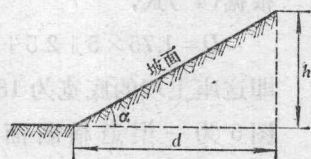


图 3

$$\text{坡度 } i = \frac{\text{垂直距离 } h}{\text{水平距离 } d}. \quad (4)$$

根据正切函数的意义，得

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\angle \alpha \text{ 的对边}}{\angle \alpha \text{ 的邻边}} = \frac{h}{d} = i.$$

可见，坡度 i 就是角 α 的正切值。

通常坡度 i 用分子为 1 的分数来表示：

$$i = 1:m.$$

其中 m 叫做边坡系数，例如渠道的边坡有 1:0.75, 1:1, 1:2 等，相应的边坡系数 m 为 0.75、1、2 等。

由(4)式可知，当坡度一定时，垂直距离与水平距离是两个成正比例的量。将(4)式变形，就得到垂直距离 h 和水平距离 d 的表达式：

$$h = \frac{d}{m}, \quad (4')$$

$$d = mh. \quad (4'')$$

例 图4为一小型水库的土坝横断面图(尺寸单位为米), 计算坝底宽 D 。

解: 在图4中添加辅助线, 得

$$D = d_1 + 2.5 + d_2.$$

根据(4'')式,

$$D = 1.75 \times 5 + 2.5 + 1.5 \times 5 = 18.75 \text{ (米)}.$$

即这座土坝的底宽为 18.75 米。

图5为一渠道横断面图, 用与上例同样的计算方法, 可得渠口宽:

$$D = 2mh + b. \quad (5)$$

(5)式在渠道、堤坝、公路等工程的土方计算中经常要用到。

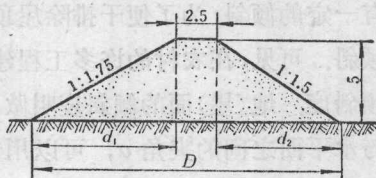


图 4

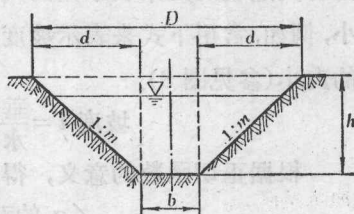


图 5

图6为三角形木屋架。屋架的坡度与屋顶面的坡度相同。习惯上, 大坡屋顶的坡度常用高跨比(屋架高 h 与跨度 L 的比)来表示, 即

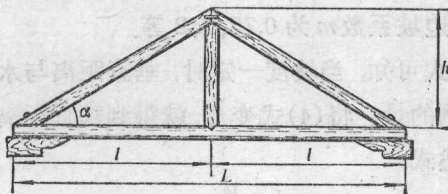


图 6