

岩层真厚度计算的改进公式

何 昌 祥

(云南省地矿局区调队)

摘要 苏联列昂托夫斯基关于岩层真厚度的计算公式为： $m = L \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \sin \gamma \pm \cos \alpha \cdot \sin \beta)$ 。笔者将列氏公式中测向与岩层走向的夹角 γ 改为测向与岩层倾向的夹角 ω ；并将式中的“ $\pm$ ”法改为统一的“ $+$ ”法。改进公式为： $m = L \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \cos \omega + \cos \alpha \cdot \sin \beta)$ 。改进公式有两个特点：1. 适宜用普通函数型和程序型计算器或计算机作为运算工具，连续运算，避免了小数位的取舍以及查表等精度影响，提高了计算精度；2. 测量数据与计算输入数据完全一致，从而达到简化计算的目的。

自从苏联列昂托夫斯基关于岩层真厚度计算公式传入我国以来，一直为我国广大地质工作者所接受和使用。后来叶东虎(1976)编写了一本《岩层真厚度计算手册》，简化了计算手续和提高了工作效率。但是，上述两种计算方法都必需在计算前对每一地段露头的几何图形作一次繁杂而又容易出错的判断，这对初学者来说就更为头痛了。为了克服这一弊病，笔者在列昂托夫斯基公式的基础上，以数学推理方法为依据，推导出一个统一的计算公式，用电子计算器(机)作工具，为更加简化计算手续，提高运算速度和运算准确性提供了依据。

(一) 公式

改进后的公式为： $m = L \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \cos \omega + \cos \alpha \cdot \sin \beta)$ ①

式中： m —真厚度

A —剖面测向(方位角)

L —斜距

B —岩层倾向

α —岩层倾角

ω —剖面测向与岩层倾向间的

β —地形坡度角

夹角， $\omega = A - B$

(二) 公式由来

改进公式是根据苏联列昂托夫斯基公式 $m = L \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \sin \gamma \pm \cos \alpha \cdot \sin \beta)$ 推导而得。

(三) 主要改进点及依据

(1) 首先将列氏公式中测向与岩层走向的夹角 γ ($< +90^\circ$)改为测向与岩层倾向间的夹角 ω ，如图1。两者的三角函数关系为： $\sin \gamma = \cos(90 - \gamma) = \cos \omega$ ，

(2) 第二步，改变列氏公式中的“ $\pm$ ”法为统一的“ $+$ ”法。这样就可以大大简化

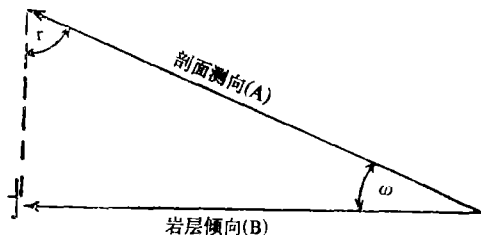


图 1

计算前用露头几何图形去判断该用加法或减法等麻烦手续。主要依据如下。

由公式①, 令: $x = \sin\alpha \cdot \cos\beta \cdot \cos\omega$②

$y = \cos\alpha \cdot \sin\beta$③

$\therefore m = L \cdot (x + y)$④

因此, ④式可以这样理解: 某一地段的岩层真厚度, 等于该地段斜距与 x 、 y 两三角函数代数之和之积。所以 x 、 y 函数值就成为直接影响真厚度的主要因素了。现在来看:

1. 由于②式中 $\sin\alpha$ 和 $\cos\beta$ 的值始终保持正值不变, 而 $\cos\omega$ 的值, 则视剖面测向与岩层倾向之差的的不同而有正负之异。当 $\omega < \pm 90^\circ$ 时, $\cos\omega$ 的函数为正值; 当 $\omega > \pm 90^\circ$ 时, $\cos\omega$ 的函数为负值。所以, 当测向与倾向同向时, x 函数一是为正值, 反之为负。

2. 由于③式中 $\cos\alpha$ 也始终为正值, 而 $\sin\beta$ 则视正负坡度角而定。所以当 β 为正坡度角时, y 函数值一定为正, 反之为负。

据上述, 兹将不同露头情况下的 β 、 ω 与 $(x + y)$ 的关系列于表1。由表1可知, x 、 y 的正负值具一定内涵, 其代数和(Z)也有如下含义:

表 1

地形坡向与倾向	测向与倾向	$\cos\omega$	$\sin\beta$	x	y	$(x + y)$
反 向	同 向	+	+	+	+	$x + y$
	反 向	-	-	-	-	$(-x) + (-y)$
同 向	$\alpha > \beta$	同 向	+	+	-	$x + (-y)$
		反 向	-	-	+	$(-x) + y$
	$\alpha < \beta$	同 向	+	+	-	$x + (-y)$
		反 向	-	-	+	$(-x) + y$

A、如果 x 、 y 值的正负号是同号时, 其代数和实为两函数相加。这时所代表的露头几何图形一定是地形坡向与岩层倾向呈反向关系。如: $Z = (+x) + (+y)$ 或 $Z = (-x) + (-y)$

B、如果 x 、 y 值的正负号是异号时, 其代数和实为两函数之差。此时所代表的露头几何图形一定是地形坡向与岩层倾向呈同向关系。如: $Z = (+x) + (-y) = x - y$ 或 $Z = (-x) + (+y) = y - x$

$\therefore m = L \cdot Z = L \cdot (x + y) = L \cdot (\sin\alpha \cdot \cos\beta \cdot \cos\omega + \cos\alpha \cdot \sin\beta)$

(四) 计算程序

改进公式适宜用普通函数型和程序型计算器或计算机作运算工具。由于采用连续运算, 避免了小数位的取舍或查表等精度影响, 因而计算精度很高。与叶氏的制表公式对比, 由于各自使用的三角函数的不同, 偶有 $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-9}$ 之差, 与列氏公式对比, 二者则完全一致。现将不同计算器的运算方法和程序简介如下。

(1) 用普通函数型计算器计算岩层真厚度(以CASIO fx-100型为例)。

例1、设 $A = 10^\circ$, $B = 40^\circ$, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 40^\circ$, $L = 50(\text{m})$, 求该露头的岩层真厚度。

操作: DEG状态 $50[\times][([30][\text{SIN}][\times]40[\cos][\times]([10[-]40[)][\cos][+][30][\cos][\times]40[\text{SIN}][)][=]$ 显示: 44.41886867(m)

例2、设 $A = 100^\circ$, $B = 40^\circ$, $\alpha = 20^\circ$, $\beta = -40^\circ$, $L = 70$ (m), 求该露头的岩层真厚度。

操作: DEG状态 $70[\times][()][20][\text{SIN}][\times][40][+/-][\cos][\times][()][100][-]40$
 $[)][\cos][+][20][\cos][\times][40][+/-][\text{SIN}][)][]=]$ 显示: -33.11150209 (m)

(2) 用程序型计算器计算岩层真厚度(以SHARP EL-5100s型为例)

程序: 进入“ASR”状态

$[2\text{ndF}][\text{CA}]$

$[2\text{ndF}][f()=][A][B][C][D][E][2\text{ndF}][f()=]$

$[E][\times][()][\text{SIN}][C][\times][\cos][D][\times][\cos][()][A][-][B][)][+][\cos]$
 $[C][\times][\text{SIN}][D][)][]$

运行: 进入“COMP”和“DEG”状态, 再由 $[COMP]$ 键控制, 依次输入A、B、C、D、E值 最后得出真厚度答案。因上述诸例只计算真厚度, 没有设累计厚度程序。所以, 所得的真厚度, 取绝对值即可。式中 $C = \alpha$, $D = \beta$, $E = L$, 其它代号与前相同。

由于EL-5100S型计算器编程步数有80位, 除编上述程序外, 空余步数较多。因此, 我们可以充分利用其功能。下面给大家介绍一个只需一次输入A、B、C、D、E变量后, 就可以同时计算并依次输出两测站间的平距、高差、累计高差(或高程)、真厚度、累计真厚度的例子供参考。

程序: 进入“ASR”状态

$f(ABCDE) = E \times \cos D$, ①

$E \times \text{SIN} D \text{ STO } G$,

$G + H \text{ STO } H$,

$E \times (\text{SIN} C \times \cos D \times \cos(A - B) + \cos C \times \text{SIN} D) \text{ STO } I$,

$I + J \text{ STO } J$

运行: 进入“COMP”和“DEG”状态

在一个剖面计算之前, 先使累加器H和J清零, 即 $0 \text{ STO } H$, $0 \text{ STO } J$, 再通过 $[COMP]$ 键输入变量数据和输出答案。其步骤如下:

输入			输出	
按键	显示	输入变量	按键	答案显示
$[COMP]$	1; A=?	导线方位角	$[COMP]$	1; ANS1=平距
$[COMP]$	1; B=?	岩层倾向	$[COMP]$	1; ANS2=高差
$[COMP]$	1; C=?	岩层倾角	$[COMP]$	1; ANS3=累计高差
$[COMP]$	1; D=?	坡度角	$[COMP]$	1; ANS4=真厚度
$[COMP]$	1; E=?	斜距	$[COMP]$	1; ANS5=累计真厚度

在剖面制图总方向已确定的情况下, 还可以在上列程序之末, 再编入一句 $[\text{TAN}^{-1}(\text{TAN} C \times \cos(F - B))]\rightarrow D.\text{MS}$, 并在运行前把剖面总方向赋值于F, 这样即可一

① 本程序的操作按键符号 $[]$ 略。

并求出各测站间岩层的视倾角来。请注意！如得数为53.45，应读作 $53^{\circ}45'$ ，而不是 53.45° ；此外，若得数为负值，表明视倾角的倾斜方向与剖面总方向刚好相反，此时取其绝对值即可。我们还可以将上述编程例子输入计算机内，其编程过程和运行效果自然会更加满意（略）。

（五）正负真厚度的意义

利用列昂托夫斯基和叶东虎的公式或查表法等方法求得的岩层真厚度，都是正厚度，不会产生负值。这主要在于他们所采用的岩层走向（或倾向）与剖面测向的夹角（ γ ，或 w ）都是小于 90° 的正角度，地形坡度角同样地一律用绝对值参加计算。与此相反，改进后的公式则允许 $\pm 90^{\circ} < w < \pm 90^{\circ}$ ，坡度角一律用正、负值计算。也就是说，应用本公式计算时， A 减 B 之后，无须再换算为小于 90° 的锐角了；坡度角是正就输入正，是负就输入负。所以，所求得的真厚度就会有正负之分。这样，计算时输入的数据和测量数据就完全相互一致了，从而达到简化计算的目的。

THE IMPROVED FORMULA FOR CALCULATING THE TRUE THICKNESS OF THE STRATA

He Changxiang

Abstract

The calculation formula about the true thickness of the strata proposed by L. Леонтофский of the U.S.S.R. is $m = L \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \sin \gamma \pm \cos \alpha \cdot \sin \beta)$. The author changes the included angle of the measuring direction and the strike of the strata in the formula into the included angle w of the measuring angle and the dip of the strata and changes the " $\pm$ " method in the formula into the unified "+" method. The improved formula is as follows:

$$m = L \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \cos w + \cos \alpha \cdot \sin \beta)$$

The improved formula has two characters: (1) it is applicable to the common function and programme-controlled calculator or computer as an operation tool and continuous operation, thus keeping the precision from being affected by the rounding off of the decimal place and consultation of tables and improving the precision of calculation; (2) the measuring data are consistent with the input data, thus attaining the aim of simplifying calculation.