

细沟侵蚀量测算方法的探讨

郑粉莉

(中国科学院西北水土保持研究所
水利部)

提 要

本文评价了量测细沟侵蚀量的填土法和容积法。认为容积法简单易行，适于野外调查，但精度较低。为了提高容积法估算精度，通过资料分析，提出了野外调查量测细沟侵蚀量时的样方选择方法及具体量测和计算方法，并进一步通过资料分析，给出了根据容积法估算细沟侵蚀量的方程式。用这个方法量测和估算细沟侵蚀量简单、易行，精度也较高。

细沟侵蚀是坡耕地土壤侵蚀的主要方式。细沟侵蚀面积占沟间地总面积的10%以上，细沟侵蚀量占农地侵蚀量的70%⁽²⁾，占总侵蚀量的45.3%。因此，细沟侵蚀的研究在坡耕地土壤侵蚀的研究中占有极其重要的地位，而细沟侵蚀量测方法的研究是细沟侵蚀研究的重要组成部分；同时，细沟侵蚀量的调查也是野外调查坡耕地土壤侵蚀的重要手段之一。

一、量测方法

目前，量测细沟侵蚀量的方法，主要有容积法、填土法、摄影测量法和自动细沟量测仪法，其中后两种方法主要适宜于小区试验研究，本文主要讨论前两种方法，即容积法和填土法。

(一) 填土法。填土法是将预备的土(与所要量测地块的土壤完全一致)称其重量(在称重量之前，采若干样品，测定含水量)，然后将土充填在所要量测的细沟内，使所填满细沟的高低与周围地面保持一致。细沟侵蚀量即充填土的总重量减去总的含水量。

(二) 容积法。容积法是通过量测细沟的深宽长，计算出细沟的体积，用细沟

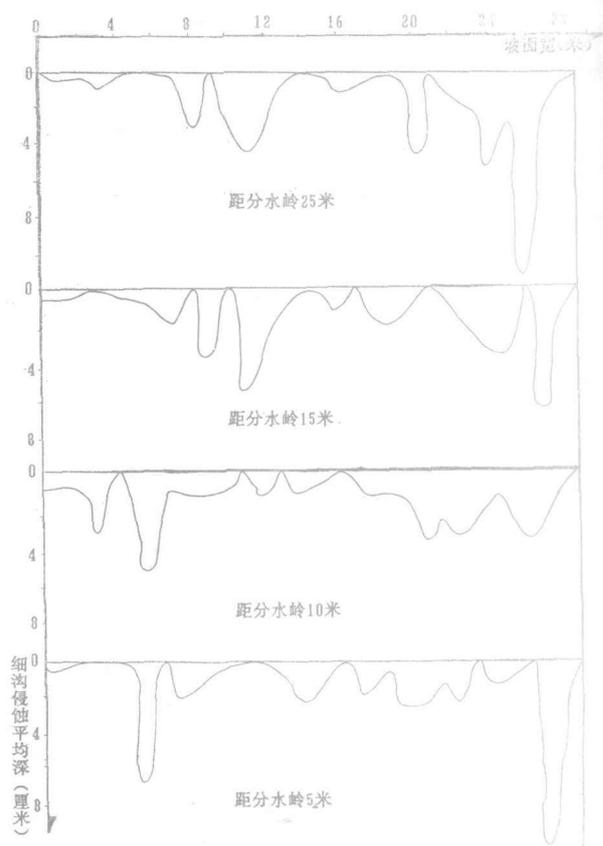


图1 细沟侵蚀深的 向变化

的体积乘以土壤的干容重，即为细沟侵蚀量。

(三) 填土法与容积法的比较。填土法和容积法相比，填土法具有估算细沟侵蚀量精确之优点，这是因为细沟侵蚀的深和宽在坡面上的分布比较复杂(图1)，横断面的形状多变的缘故(图2)。利用填土法，无论其变化如何复杂，都能较精确地估算出细沟侵蚀量。但由于填土法需备土、称重，而且要进行土壤水分的测定，因而满足不了调查人员的野外需要。而容积法具有

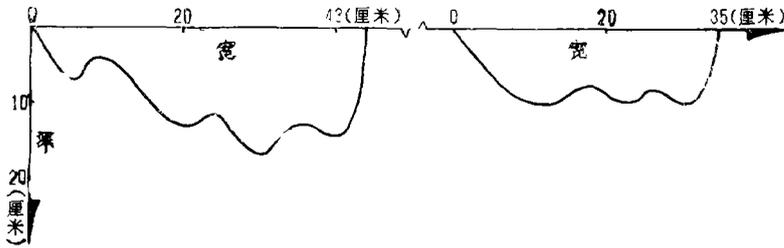


图2 细沟横剖面

简单易行之优点，但也由于细沟横断面的多样性和细沟分布的复杂性，在具体量测时，很难掌握精度要求。为了方便起见，在量测细沟体积时，一般以上部宽作为细沟宽，以通过中心线垂直地表的深度作为细沟深；在实际计算时，又将横断面看作矩形，这无疑是在计算值大于实际值。尽管量测人员可凭目估，消除横断面形状的影响，但带有很大的任意性，其计算精度也因之无法确定。在细沟纵向上，因是每隔一段距离量测一次，忽略掉两次量测断面之间细沟断面形状变化的影响，这对侵蚀量的计算精度也有一定的影响。所以容积法简单易行，但估算精度较低。

二、容积法量测细沟侵蚀量时的样方选择和计算方法

(一) 样方选择。一场暴雨过后，坡耕地上冲出稠密的细沟，它们是细沟侵蚀的真实记录。但我们不可能对所有的细沟进行量测，需在田间典型地段选取样方进行量测。但对如何选择样方

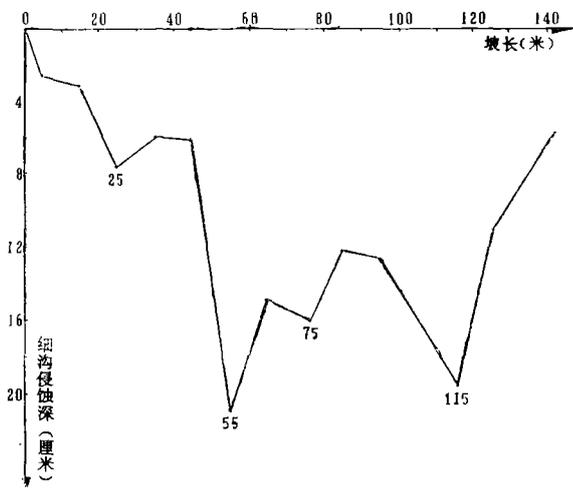


图3 细沟侵蚀深的纵向变化

才能更好地代表被测区域的细沟侵蚀量这一问题的研究较少。刘元保1984年在黄土高原坡面沟蚀的危害及其发展规律的论文中对黄土高原瓦背状地形中如何选取样方的问题，通过资料分析作了详细说明，可以借鉴。在其它地形情况下，可根据细沟的分布特征及地形变化的特点选取样方：在直形坡上，细沟侵蚀深度在坡长方向上呈波状起伏，起伏的波长平均为20—30米(图3)，而细沟的深宽在横向上变化不大(表1)，因此，可以选取长为20—30米、宽为5米的样方面积进行量测；在复合形坡上，由于凸凹形坡细沟侵蚀强弱不一，应分别对凹形坡、凸形坡选取样方进行量测；在沟谷部分开垦的陡坡耕地上，为了较精确地量测细沟侵蚀量，可对整个地块所有的细沟进行量测，因为在这种情况下，整个地块的面积较小。

表1

直形坡上细沟深度和宽度随样方宽的变化

单位: 毫米

| | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 样方宽(米) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 平均细沟宽 | 10.1 | 12.3 | 12.5 | 14.6 | 12.1 | 10.8 | 13.7 | 11.6 | 15.5 | 10.2 |
| 平均细沟深 | 8.3 | 8.5 | 9.2 | 10.3 | 10.4 | 8.9 | 9.2 | 12.1 | 10.8 | 10.2 |
| 样方宽(米) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 平均细沟宽 | 15.5 | 13.6 | 14.2 | 13.0 | 14.5 | 9.8 | 12.1 | 10.6 | 1.7 | 12.6 |
| 平均细沟深 | 12.0 | 8.6 | 10.4 | 11.6 | 9.3 | 10.0 | 9.2 | 8.7 | 9.6 | 10.0 |

样方选好后,在样方内如何量测,才能使计算值更接近于实际值呢?为了解决这个问题,我们在野外分别用不同的断面间距量测细沟侵蚀量,并把它与填土法所得值作了比较(表2),结果发现,当量测间距在2米内变化时,相差不大;而超过2米之后,变差突然增加。因此,在调查细沟侵蚀量时,在纵向上应每隔2米量测一次,计算值才比较接近实际值。

表2

纵向上不同间距时容积法与填土法所得细沟侵蚀量的比较

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 间距(米) | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 |
| 细沟侵蚀量(公斤) (I) | 15.484 | 15.630 | 16.016 | 16.210 | 16.912 | 17.556 | 18.284 | 18.550 | 18.984 | 19.096 |
| 填土量(公斤) (I) | 14.000 | | | | | | | | | |
| 变差 (I-I)/I×100% | 10.6 | 11.6 | 14.4 | 15.8 | 20.8 | 25.4 | 30.6 | 32.5 | 35.6 | 36.4 |

(二) 计算方法。野外调查中,在选好的样方内,首先自上而下每隔2米量测每条细沟的宽深长,再用容积法计算细沟侵蚀量。其步骤为:

1、计算 R_{wi} 、 R_{Hi} 及 $\sum_{i=1}^n R_{wi} \cdot R_{Hi}$, n —量测一条细沟宽深的次数; R_{wi} 、 R_{Hi} —分别代表第 i 次量测的细沟宽度和深度,单位为厘米。

2、计算 $R_{vi} = (\sum_{i=1}^n R_{wi} \cdot R_{Hi}) \cdot R_L / n$ 及 $R_v = \sum_{i=1}^m R_{vi}$ 。 R_L —所量测细沟的长度,厘米; R_{vi} —为该细沟的体积,立方厘米; m —样方内细沟的总条数; R_v —样方内所有细沟体积总和,立方厘米。

3、计算 $G_R = R_v \cdot r_d$, G_R —样方内细沟的侵蚀量,克; r_d —土壤干容重,克/立方厘米。

4、计算单位面积上的细沟侵蚀量 $G_r = G_R / A \cdot 10$ 和细沟侵蚀平均深 $R_{H_0} = R_v / A$; G_r —单位为公斤/平方米; A —样方面积,平方厘米; R_{H_0} —单位为厘米。

三、问题及讨论

由前述可知，尽管填土法能精确估算细沟侵蚀量，但满足不了野外调查人员的需要；容积法简单易行，但精度较低。为了既简单易行，又提高量测精度，我们用现有资料对容积法和填土法估算的细沟侵蚀量进行统计分析（表3中为粘黄土资料），得两者相关方程：

$$G_1 = 813.97 + 0.726G_2 \quad r = 0.997 \quad (1)$$

表3 容积法与填土法量算细沟侵蚀量的比较

| 次数 | 填土法量算细沟侵蚀量 G_1 (克) | 容积法量算细沟侵蚀量 G_2 (克) | G_1/G_2 (%) | 备注 |
|----|-------------------------|-------------------------|------------------|-----------------------|
| 1 | 2,539.52 | 2,856.30 | 88.9 | 人工降雨试验径流小区的比较值（粘黄土母质） |
| 2 | 99.90 | 101.58 | 98.3 | |
| 3 | 4,380.00 | 4,441.50 | 98.6 | |
| 4 | 2,413.00 | 2,589.72 | 93.2 | |
| 5 | 1,329.53 | 1,544.84 | 86.1 | |
| 6 | 12,353.00 | 16,561.60 | 74.6 | |
| 7 | 25,765.00 | 31,893.51 | 80.8 | |
| 8 | 16,518.00 | 19,126.78 | 86.6 | |
| 9 | 41,416.00 | 57,857.00 | 71.6 | |
| 平均 | | | 86.1 | |
| 1 | 184,600.00 | 232,189.00 | 79.5 | 野外观测的比较值（沙黄土） |
| 2 | 36,450.00 | 46,893.00 | 77.8 | |
| 3 | 47,901.00 | 64,752.00 | 74.0 | |
| 4 | 197,944.00 | 231,792.00 | 83.3 | |
| 5 | 31,723.00 | 39,368.00 | 80.6 | |
| 6 | 55,760.00 | 73,003.00 | 76.4 | |
| 平均 | | | 79.1 | |

式中： G_1 、 G_2 分别代表填土法和容积法量算的细沟侵蚀量，克。

为了检验公式（1）的适用性及估算精度，我们把沙黄土用容积法量算的细沟侵蚀量值代入该式，比较估算值 \hat{y} 与填土法测算值 y 的差异程度（表4）。除个别数据外，一般误差不超过10%，平均误差6.3%。因此，可以认为，不同黄土母质用公式（1）估算值与填土法所求值的差异不明显。

为此，我们把表3中粘黄土和沙黄土资料组合在一起，进行统计分析，有下列相关方程：

$$G_1 = -1160.67 + 0.823G_2 \quad r = 0.988 \quad (2)$$

式中符号意义同式（1）。

这样，只要知道容积法量算的细沟侵蚀量的值，代入式（2），就可以得到填土法所估算细

表4

填土法量算的 y 值与估算值 \hat{y} 的比较

| 次数 | y (克) | G (克) | \hat{y} (克) | $(\hat{y}-y)/y$ $\times 100\%$ |
|----|------------|------------|------------------|-----------------------------------|
| 1 | 184,600 | 232,189 | 169,461.02 | 8.2 |
| 2 | 36,450 | 46,893 | 34,874.01 | 4.3 |
| 3 | 47,910 | 64,752 | 47,845.63 | 0.1 |
| 4 | 197,944 | 231,792 | 169,172.67 | 14.5 |
| 5 | 31,723 | 39,368 | 29,408.34 | 7.2 |
| 6 | 55,760 | 73,003 | 53,838.62 | 3.4 |
| 平均 | | | | 6.3 |

沟侵蚀量的值，达到了既简便又精确的目的。

在用容积法量测细沟侵蚀量时，为了消除细沟横断面的影响，提高精度，以往有人用 $\frac{1}{2} R_w \cdot R_{HI}$ 和 $\frac{2}{3} R_{w1} \cdot R_{HI}$ 来计算侵蚀量。但通过计算比较，它们的计算精度都低于用公式(2)计算的精度(表5)。

表5

不同计算方法在估算细沟侵蚀量上误差的比较

| 次数 | 填土法量算的 细沟侵蚀量 G_1 (克) | 容积法量算的 细沟侵蚀量 G_2 (克) | $\frac{1}{2} G_2 =$ (克) | $\frac{ y_1 - G_1 }{G_1}$ (%) | $\frac{2}{3} G_2 = y_2$ (克) | $\frac{ y_2 - G_1 }{G_1}$ (%) | 用式(2)计 算 \hat{G}) | $\frac{ \hat{G}_1 - G_1 }{G_1}$ (%) |
|----|------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--|
| 1 | 184,600 | 232,189 | 116,094.5 | 37.1 | 154,792.67 | 21.8 | 189,930.88 | 2.9 |
| 2 | 36,450 | 46,893 | 23,446.5 | 35.6 | 32,262.00 | 14.2 | 37,432.27 | 2.7 |
| 3 | 47,901 | 64,752 | 32,376.0 | 32.4 | 43,048.00 | 10.1 | 52,130.23 | 8.8 |
| 4 | 197,944 | 231,792 | 115,896.0 | 41.5 | 154,528.00 | 21.9 | 189,604.15 | 4.2 |
| 5 | 31,723 | 39,368 | 19,684.0 | 37.9 | 26,245.33 | 17.2 | 31,239.19 | 1.5 |
| 6 | 55,760 | 73,003 | 36,501.5 | 34.5 | 48,668.67 | 12.7 | 58,920.80 | 5.7 |
| 平均 | | | | 36.5 | | 16.3 | | 4.3 |

参考文献

- [1] 唐克丽等：杏子河流域坡耕地的水土流失及其防治，《水土保持通报》，1983年第5期。
 [2] 朱显谟：黄土高原流水侵蚀的主要类型及其有关因素，《水土保持通报》1981年第3期；
 1982年第3期连载。

(英文提要转第49页下)

Fluorine determination of the soil on loess area

Bi Guiying Wang Zhizhong Ma Shuying

*(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation under
the Chinese Academy of Sciences and the Ministry of Water Conservancy)*

Abstract

In the determination of soil fluorine on the loess area the method of alkali melting-ion opting electrode, compared with colorimetric analysis by fluorine reagent and by atizarin-zirconium sulphate, titration by the thorium nitrate, is with the characters of wider measuring range of 0.05—1,900mg/l, better selection, simple and faster determination, etc.. The results obtained with the method show that the rate of recovery is 93—101%, the variation coefficient is mostly less than 5%. The comparison with fluorine content of standard sample demonstrates that the determined results obtained with alkali melting—ion opting electrode are accurate and preciser.

(Continued from page 45)

A Research on Method of Measuring Rill Erosion Amount

Zheng Fenli

*(Northwest Institute of Soil and Water Conservation under
Academia Sinica and Ministry of Water Conservancy)*

Abstract

This paper estimates methods of measuring rill erosion amount. It is admitted that volume method is simple, convenient and suitable to use in the field, but its precision is lower. In order to improve its precision, the paper puts forward the method of choosing Yang and method of measuring and calculating estimated the rill erosion amount used the volume method in the field. By analysing data, the paper has further given linear equation calculating precise value according to the measuring value of the volume method. The author considers that measuring and calculating the rill erosion amount used the method raised in this paper in the field is convenient and obtains precise value.