

超声波在土壤粒度分析中的应用

查 轩

(中国科学院西北水土保持研究所
水利部)

提 要

本文以粗悬移质泥沙和耕种黄绵土为样品,通过进行不同功率、不同分散时间的超声波分散与煮沸分散试验,分析比较了两种方法的优缺点、分散能力及效果,得出以下结果:

1、超声波法较煮沸法分散完全,分散效果是煮沸法的113—123%; 2、超声波分散法省时、省电; 3、同频率下不同时间分散力不同。以频率17.5千赫芝、电压220伏、电流500毫安超声25分钟,或以电流700毫安、超声15分钟,均可达到理想的分散效果。

土壤粒度是研究土壤特性的重要参数,它的分析对于研究水土流失中泥沙运移及不同粒级携带的营养元素和污染物,都具有十分重要的意义。泥沙粒度分析,习惯上采用司笃克斯沉降法,其精度取决于样品的分散和悬液的制备。以往我们采用的经典煮沸法,在煮沸过程中经常因泥沙样品中较粗颗粒易沉杯底和受热不均,致使部分样品外溅或发生瓶裂;对一些粘粒含量多的土壤样品不能充分分散,给分析结果带来误差。为此我们应用超声波分散以代替经典的煮沸法。

一、试验材料及方法

试验样品为无定河白家川水文站的粗悬移质泥沙和长武耕种黄绵土。试验方法有:

煮沸法。称取土样10克置于500毫升三角瓶中,加水200毫升浸泡,再加0.5N(NaPO₃)₆10毫升,静置过夜。接着加热并微沸一小时,然后按吸管法进行测定。

超声波法。称取土样10克置于250毫升高型烧杯中,加水100毫升,再加0.5N(NaPO₃)₆10毫升,静置过夜后用频率为17.5千赫芝、电压220伏、电流500毫安或700毫安的CSF—500—2型超声波发生器进行超声分散,分散时间分别为10'、15'、20'、25',冷却后用吸管法分析。试验均重复3次。

二、试验结果分析

(一) 不同处理时间对样品分散的影响。超声波分散法主要是利用超声波在液体中的空化作用。这种空化作用是在强烈的超声波作用下,液体分子时而受拉、时而受压,形成一个个微小的空腔。由于空腔内外力相差悬殊,空腔破裂时具有很大的冲击力,被分散的土粒表面受到这个冲击时,其相互粘结的复粒将被分开,特别是一些附在较粗颗粒表面的细颗粒就被剥落,从而使土粒分散。超声波的这种作用使不同时间的超声处理,其分散能力及效果不同。从长武县黄绵土分析结果(表1)看,不同分散时间,其<0.001毫米的粘粒含量不同,在10—25分钟的时间呈递增趋势,<0.001毫米的含量由18.82%增加到20.15%。当超声时间增加到15分钟时,其粘粒含量

表1

700毫安超声处理的黄绵土粒度分析结果

超声时间 (分)	各级颗粒(毫米)含量百分率(%)						
	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005	0.005—0.001	<0.001	<0.01
10	0.17	5.82	51.98	10.32	12.89	18.82	42.03
15	0.16	5.23	51.84	9.61	13.13	20.03	42.77
20	0.14	4.48	52.65	9.73	12.91	20.07	42.71
25	0.10	3.06	53.80	9.50	13.39	20.15	43.04

基本保持稳定。由图1的积累曲线可以看出,超声10分钟的累积曲线较15分钟为低;超声时间大于15分钟以后,曲线基本重合,说明分散临界时间为15分钟。由此可知,在同频率、同电流条件下,随着超声时间的延长,粘粒含量增加,但到一定时间基本稳定。当电流为700毫安时,在15分钟内则达稳定值,即完全分散。

(二) 超声波功率与分散效果。

不同功率下的超声波分散结果见表2、表3。由表2、表3可以看出,电流不同时,分散效果亦不同;时间相同功率大者,分散力强;频率和时间相同时,电流500毫安与700毫安的分析结果不同:以500毫安分散25分钟时,粘粒含量才基本稳定,而以700毫安仅需分散15分钟,就可达到同样良好的分散效果。从图1和图2的积累曲线可以更清楚地看出这种趋势。

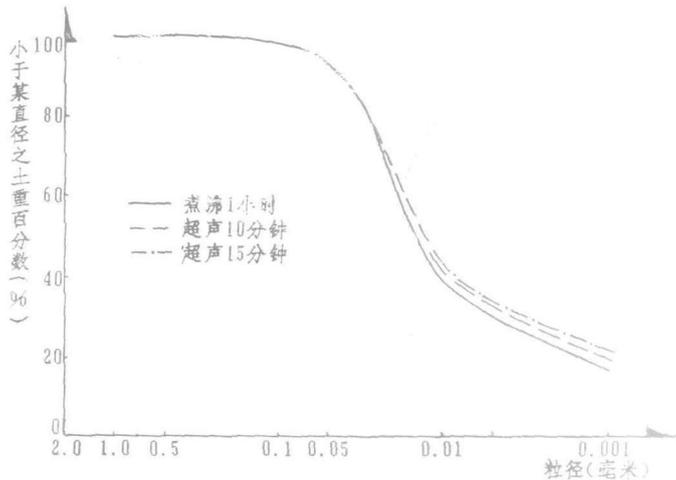


图1 700毫安超声波与煮沸分散黄绵土颗粒累积曲线

表2

500毫安超声波处理的泥沙粒度分析结果

超声时间 (分)	各级颗粒(毫米)含量百分率(%)						
	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005	0.005—0.001	<0.001	<0.01
10	2.38	46.30	36.04	2.45	4.19	8.64	15.28
15	2.38	45.90	35.59	2.45	4.41	9.27	16.12
20	2.53	45.28	35.65	2.51	4.60	9.43	16.54
25	2.39	45.05	35.03	2.38	5.66	9.47	17.51

(三) 超声波法与煮沸法的分散结果比较。超声波法与煮沸法分散的黄绵土和河流泥沙结果见表4。由表4可以看出,无论土壤还是泥沙,超声波分散处理的粘粒含量都较煮沸法高,并且样品中粘粒含量高者超声波分散作用更为明显。从图1和图2的累积曲线上分析,几种超声波

表3

700毫安超声波处理的泥沙粒度分析结果

超声时间 (分)	各级颗粒(毫米)含量百分率(%)						
	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005	0.005—0.001	<0.001	<0.01
10	2.28	45.28	36.78	2.48	4.67	8.51	15.66
15	2.07	44.62	36.15	2.21	5.48	9.47	17.16
20	2.24	44.77	35.78	2.12	5.59	9.50	17.21
25	2.22	44.89	35.09	2.46	5.71	9.63	17.80

处理的累积曲线都在煮沸法之上。超声波法的分散结果物理性粘粒含量较煮沸法高3—5%，超声

波分散效果是煮沸法的113—123%，说明超声波法的分散比煮沸法完全。超声波分散的时间比煮沸法（1小时）短，无论黄土或泥沙，用超声波分散时，电流500毫安需分散25分钟，700毫安只需15分钟，因此超声波是一种理想的分散方法，在粒度分析中值得推广。

三、结 语

通过以上分析，我们认为：

1、超声波法较煮沸法分散完全，前者的分散效果是后者的113—123%。

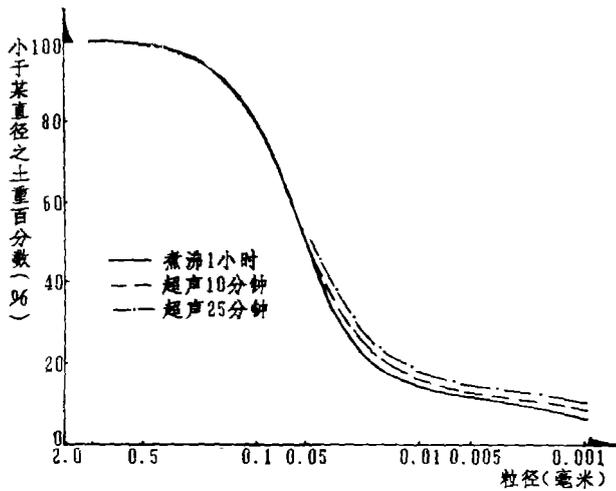


图2 500毫安超声波法与煮沸法分散的泥沙颗粒累积曲线

表4

超声波分散与煮沸分散结果比较表

样 品	分 散 处 理	各级颗粒(毫米)含量百分率(%)						
		1—0.25	0.05—0.01	0.25—0.05	0.01—0.005	0.005—0.001	<0.001	<0.01
黄 绵 土	700毫安超声15分	0.16	5.23	51.84	9.61	13.13	20.03	42.77
	煮沸1小时	0.35	6.90	54.88	9.39	12.23	16.25	37.87
泥	500毫安超声25分	2.39	45.05	35.05	2.38	5.66	9.47	17.51
	700毫安超声15分	2.07	44.62	36.15	2.21	5.48	9.47	17.16
沙	煮沸1小时	2.80	45.30	37.79	2.06	3.95	8.10	14.11

2、超声波分散省时、省电，是一种理想的分散方法。

3、频率相同而时间不同，则分散力亦不同，以频率17.5千赫芝、电压220伏时，用电流500毫安超声25分钟，或以电流700毫安超声15分钟，均可达到理想的分散效果。

(蒋集华同志参加了部分分析工作)

参 考 文 献

- [1] 徐还: 泥沙颗粒分析方法的比较和粒径计法筛分结果的改正, 《泥沙研究》1987年12月第4期。
[2] 蒋梅茵: “用超声波分散土壤的方法”, 《土壤》1978年第3期。
[3] D、E沃林: 《土壤侵蚀与产沙》, 黄河泥研究工作组编, 1981年。
[4] Watson, J. R. : Soil and Fertilizers, 34, p127—134, 1971.

Application of ultrasonic dispersion method to the analysis of soil size

Cha Xuan

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica
and the Ministry of Water Conservancy)

Abstract

Using rough sediment and tilled loess as samples, the paper compares the advantages and faults, dispersion ability and results between ultrasonic and boiling dispersion method in different power and time. The results show that the ultrasonic dispersion method use time and electric power sparingly, being more complete in dispersion than the boiling method, its dispersion effect is 1.13 to 1.23 times of the boiling one, and that the dispersion ability differs from time under same frequency. The conclusion suggests that the way of dispersion at 17.5krh, 220V with 500mA electric current in 25 minutes ultrasonic dispersion or 700mA in 15 minutes could get better results.

(Continued from page 56)

Analysis on the method of pattern recognition on the
development, distribution and the restrictive elements of
debris flows in southwestern China

Chen Buo Wei Lunwu Wu Chun

Chengdu Centre of Hydro-geology and Engineering-geology, MGM

Abstract

The method of pattern recognition is used to distinguish factors which control the development of debris flows in southwestern China, e.g. Sichuan, Yunnan, Guizhou and Guangxi Provinces. The conclusion is that important factor are the firstly features of mother-rock and then the interesting of rainfall, landforms, the covering degree of vegetation cover. These four factors influence the development of debris flows in the region.