

不同清淤方式对土壤侵蚀影响的研究

胡海波 张金池

朱克成

(南京林业大学·南京市·210037) (江苏省水利厅·南京市·210029)

提 要

该文着重研究了人工与机械两种不同清淤方式的堆土对土壤入渗率、地表径流、抗冲性、抗蚀性等土壤侵蚀因子的影响。指出：人工清淤的堆土，土壤入渗率高、地表径流少、抗冲抗蚀能力强，且土壤侵蚀强度小，而机械清淤则完全相反。同时还讨论了上述两种不同清淤方式的利弊和土地利用等问题。

关键词：人工清淤 机械清淤 土壤侵蚀

Study on the Influences of Different Silt-eliminating on Soil Erosion

Hu Haibo Zhang Jinchi

(Nanjing Forestry University, Nanjing Jiangsu 210037)

Zhu Kecheng

(Department of Water Conservancy of Jiangsu Province, Nanjing Jiangsu)

Abstract

The influences of piled soil under artificial and mechanical silt-eliminating on soil erosion factors such as infiltrative ratio of soil, runoff, anti-erosibility and anti-scourability were mainly studied. It was pointed that the piled soil under artificial silt-eliminating has a higher soil infiltration, little runoff, greater ability of anti-erosibility and anti-scourability and little erosion intensity. But, these characteristics of the piled soil under mechanical silt-eliminating are completely contrary to that ones under artificial silt-eliminating. At last, the advantages and disadvantages and land use of the two different ways were discussed.

Key words artificial silt-eliminating mechanical silt-eliminating soil erosion

江苏沿海平原沙土区土质松散，属沙性土，由于兴修农田水利改变了小地形，为土壤侵蚀创造了条件，开挖的河道 3~5 年即被淤塞，严重影响了防洪排涝，为此，不得不花费大量人力、物力用于清淤疏浚工作。据统计，盐城市在 1986~1990 年 5 月共完成农田水利配套土方 40 264 万 m³，其中新挖土方仅占 18.5%，而疏浚土方高达 81.5%。用传统的人工清淤方法，不但劳动强度大、生产率低，而且成本高。于是机械清淤便应运而生，所谓机械清淤就是用高压水流把土壤冲成泥浆，再用吸泥泵吸至堤顶或堤身另一侧，常常要占用农田、阻塞沟道，较少应用。机械清淤效率高、成本低，一

台 745.7W 的发电机可供两台泵同时工作,每台泵每天可清淤 500m^3 ,相当于 100~200 人的工作量,而成本仅为人工清淤的 50%,甚至更低。这两种清淤方式各有利弊,在不同的自然、社会、经济条件下可灵活选用。

一、研究区概况

研究区位于江苏盐城沿海地区,该地年均温 14.6°C ,年均降水量 $1\,042\text{mm}$,无霜期 144 天。降雨量在一年中分布不均,主要集中在 6~9 月(占全年的 60%),具有雨热同季的特点。该区属平原粉沙淤泥质海岸,由滨海沉积相母质沉积而成,土壤颗粒多以粗粉沙和细沙为主,土质松散,故又称“沿海平原沙土区”。灾害性天气主要有台风、暴雨、连阴雨等,台风是沿海地区频繁发生、危害性最大的灾害性天气,台风、暴雨与天文大潮汐相遇可导致海堤溃决、海水倒灌;暴雨是引起土壤侵蚀并影响其强度的主要原因,平均每年 3.2 次,其中 7 月份发生最多(平均 1.4 次);连阴雨一般发生在春、秋及梅雨季节,平均每年 3.4 次,连阴雨使土壤长期积水降低其抗冲性和抗蚀性。

二、研究过程及方法

选择人工清淤和机械清淤典型地段(土壤条件基本一致,清淤土堆积于堤顶)作为研究对象,测定土壤入渗率、抗冲性、抗蚀性、有机质含量、容重、孔隙率、机械组成等影响土壤侵蚀的因子,同时测定侵蚀量。另外,在研究区内还广泛地调查了两种不同清淤方式对植被、树木生长以及土壤侵蚀的影响。

三、研究结果

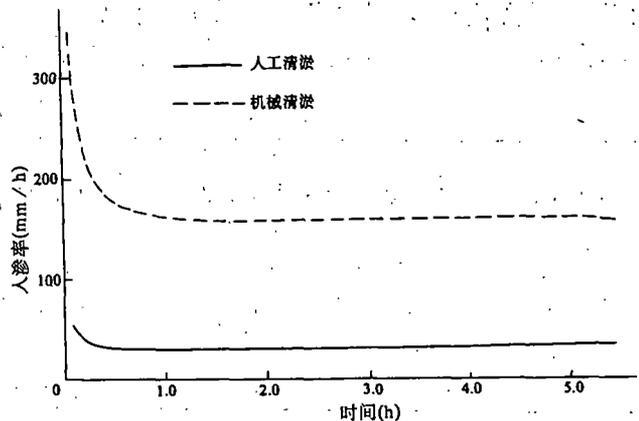
(一)土壤入渗速度 试验结果表明:无论初渗速度还是稳渗速度,人工清淤均比机械清淤大。在渗透的最初 10min 内其值分别为 348.65mm/h 和 50.38mm/h ,前者是后者的 6.9 倍;达稳渗时前者是后者的 4.6 倍,见附图。

利用人工清淤将河底挖出来的土块堆积于堤顶,土块之间大孔隙较多。在施工中虽采取了一些措施(如夯实、机械碾压等),但土体中大孔隙还是普遍存在的,因此其入渗率很大。利用机械清淤,由于土壤受到水流强烈冲击而呈分散状态,当泥浆被吸到堤顶后,水分逐渐下渗、蒸发,泥沙自然沉积下来,土壤各颗粒之间不存在大孔隙,因此入渗率小。

土壤中孔隙多、入渗率大,对减少地表径流、防止水土流失有一定作用,但土壤松散必然降低堤身稳定性,并可能导致严重后果。实践表明,即使将堤身压紧,它也能将一般降雨

入渗,不会引起严重的土壤侵蚀,相反,土壤松散,在雨滴冲击下,堤坡极易造成土壤侵蚀。机械清淤堆积的土体由于渗透率过低,在暴雨、连阴雨等气候条件下常产生地表径流,而地表径流则是引起土壤侵蚀的重要因素。

(二)土壤抗冲性和抗蚀性 不同清淤方式对土壤抗冲、抗蚀性能影响较大,其大小除与土壤结构、机械组成、有机质含量等因素有关外,由于人工清淤过程中对土壤某些物理及化学性状破坏较



附图 人工清淤和机械清淤的渗透过程

小,而且人工清淤的地段,堤身一般都经过平整镇压,土壤紧实且有一定的结构,因而土壤抗冲、抗蚀性能较强,见表 1。在机械清淤过程中,土壤颗粒受到强烈冲击,再由吸泥泵通过管道输送到堤顶,经过这个过程土壤颗粒基本呈分散状态,因此其抗冲、抗蚀性能就比较弱。

表 1 不同清淤方式的抗冲指数和抗蚀指数

清淤方式	调查地段	抗冲指数(1/cm ³)				抗蚀指数(%)			
		0~5 (cm)	5~20 (cm)	20~40 (cm)	40~60 (cm)	0~5 (cm)	5~20 (cm)	20~40 (cm)	40~60 (cm)
人工清淤	I	0.26	0.25	0.15	0.16	40	45	45	40
	II	0.15	0.11	0.13	0.11	50	48	50	40W
机械清淤	I	0.07	0.05	0.07	0.07	5	21	5	5
	II	0.08	0.06	0.06	0.06	15	20	15	9

通过方差分析,不同清淤方式对土壤抗冲性和抗蚀性都存在着极显著差异(表 2)

表 2 抗冲指数和抗蚀指数方差分析表

变异来源	自由度	离差平方和		均 方		均方比		F($\alpha=0.01$)
		抗 冲	抗 蚀	抗 冲	抗 蚀	抗 冲	抗 蚀	
组间	3	0.0528	4429	0.0176	1476	17.90**	51.19**	2.61
组内	12	0.0118	346	9.83×10^{-4}	28.8			
总和	15	0.0646	4775					

(三)土壤孔隙率 人工清淤的堆土初期孔隙率较大,大孔隙多,但在长期重力作用下经雨水淋溶,逐渐变得紧实,大孔隙被土填满,除表土孔隙率较大外,其它各层相差不大;机械清淤的堆土土体均匀,孔隙率小、土壤紧实、表层与底层孔隙率相差不大,以下是两个典型地段的土壤孔隙率(表 3),经方差分析,两种不同清淤方式的各层土壤孔隙率没有显著差异($\alpha=0.01$)

表 3 人工清淤和机械清淤的土壤孔隙率

深度(cm)	人工清淤			机械清淤		
	总孔隙率 (%)	毛管孔隙率 (%)	非毛管孔隙率 (%)	总孔隙率 (%)	毛管孔隙率 (%)	非毛管孔隙率 (%)
0~5	60.79	50.11	10.68	50.53	44.43	6.10
5~20	50.83	40.08	6.75	49.13	43.57	5.56
20~40	51.58	45.87	5.71	50.45	44.80	5.65
40~60	52.60	43.93	8.67	50.91	43.33	7.58

(四)机械组成和容重 土壤机械组成相对稳定,不随清淤方式的变化而改变,它对土壤入渗率、抗冲性、抗蚀性等均有很大影响,因此本文在选点时就已考虑这一重要因素(用数学方法验证,各地段土壤质地基本一致。不同清淤方式对土壤容重的影响与孔隙一致,机械清淤的各层容重基本相同;人工清淤的堆土初期容重变化较大,不稳定,但经过一段时间后除第一层较小外,其它各层差异不大。

(五)土壤侵蚀 机械清淤的堆土是由泥浆自然流淌沉积下来的,地表有一定的坡度(坡比 1%~3%),暴雨来临时因入渗率很小,产生大量地表径流。在暴雨、地表径流作用下,泥沙、雨水形成泥

浆向低处流动,从而引起面蚀。一般来说,在坡度平缓时不会产生侵蚀。当地表径流到达堤顶、堤坡交界处时,因坡度突然加大,流水冲击力增强,易引起微地形的变化,形成细沟状侵蚀,水流汇集,再形成切沟产生跌水,沟头溯源侵蚀,发展迅速,逐渐向堤中心切入,有的甚至深入堤顶 20 多 m,同时侵蚀沟逐渐变深一般可达 1.5~2.0m,最深 2.45m。两侵蚀沟的距离 5~15m,坡面上有明显的沙波纹。因此,机械清淤的河堤若任其自然,一年后即形成支离破碎的地形。

人工清淤的堆土表面粗糙、渗透率大、抗冲抗蚀性能强,其顶部水平,在堤顶几乎没有土壤侵蚀,堤坡处仅形成细沟状侵蚀,年侵蚀量也较机械清淤小得多(表 4)。

表 4 人工清淤和机械清淤对土壤侵蚀的影响

清淤方式	堤顶坡度	地表情况	风蚀情况	地表径流	侵蚀形态	侵蚀量(t/km ² ·a)
人工清淤	平坦	粗糙	微弱	少	细沟 (深<10cm)	<100
机械清淤	1%~3%	光滑	形成明显的沙波纹	多	冲沟 (深>1.5m)	>1200

四、问题讨论

(一)人工清淤和机械清淤的利弊 如前所述,人工清淤的河堤水土流失轻,植被容易恢复,对植树造林、种植农作物,充分利用土地资源是有利的,但其劳动强度大、成本高,而机械清淤则完全相反。此外,机械清淤还有两个弊端,一是使堤顶树木长期浸泡在泥浆中,引起生长不良;二是抬高地下水位,使附近农作物受害。后一问题比较容易解决,可在河堤与农田之间挖一深沟,利用沟道将渗出的水排掉。

(二)清淤方式的选择 机械清淤要求把土壤冲成泥浆,再利用吸泥泵将其吸走,因此这种方法仅适于水源充足、土壤中不含石块的地区,在经济发达、劳动力资源紧张的地方尤为适用。另外,机械清淤要求机械、管道等配套,不宜频繁移动,因此对于小型沟道不甚适用(清淤量小,沟道长)。在水源匮乏、土壤含有石块的地区,只能用人工清淤。一个地区究竟采用什么方法,要根据水源情况、土壤条件、经济状况、清淤难易程度等综合确定,具体问题具体分析。

(三)水土流失问题 一般说来,人工清淤的河堤水土流失较轻,但如果施工质量差、大孔隙多,也可能成为土壤侵蚀的突破口。在野外调查中常有这样的现象:有些地方要么不受侵蚀(或侵蚀较轻),一旦受到侵蚀,形成沟头侵蚀,则侵蚀量大得惊人,其原因就在于施工质量不过关。利用机械清淤,由于入渗率小、地表径流多,极易引起土壤侵蚀,形成支离破碎的地形。然而,只要采取积极的预防措施,也能有效地降低土壤侵蚀。第一,提高工程质量,将堤顶上泥浆周围的土埂加宽、加固,因为这是堤顶堤坡交界处,一旦形成侵蚀沟,后果十分严重;第二,利用植物措施,改良土壤结构、提高入渗速度,减少、延缓地表径流。

(四)土地利用问题 由河底清淤出来的土壤比较肥沃,在土地资源紧张的地区应尽快加以利用。人工清淤的第一年因土体不太稳定,最好先种植绿肥,经过一年降雨和土壤改良后再加以利用,既可植树造林又可种植农作物。机械清淤的堆土由于土壤结构差,植被难以恢复,可先种绿肥(如田菁)改土,改良 2~3 年后再进行利用,或直接栽植刺槐、沙棘、紫穗槐等先锋树种,经过改良后再发展经济价值较高的用材树种或经济树种。

(下转第 41 页)

软件说明:

M 和 N 分别为指标数和样品数。130—170 句输入原始数据,先输经度和纬度,后输指标数据。1300 句打印误差函数值,即聚类距离。1376 句和 1445 句打印分类结果。

参 考 文 献

- [1]陕西省农业区划委员会办公室等. 陕西农业地图册. 西安: 地图出版社, 1988 年
- [2]陕西省农牧厅等. 陕西省种植业资源与区划. 西安: 陕西科学技术出版社, 1987 年
- [3]陕西师范大学地理系《延安地区地理志》编写组. 延安地区地理志. 西安: 陕西人民出版社, 1983 年
- [4]西北大学地理系《陕西农业地理》编写组. 陕西农业地理. 西安: 陕西人民出版社, 1979 年

(上接第 33 页)

本文在野外资料收集和成文过程中,曾得到林文棟教授大力协助和精心指导。对此,笔者表示衷心感谢!

参 考 文 献

- [1]陈邦本等著.《江苏海岸带土壤》. 河海大学出版社, 1988 年
- [2]北京林学院主编.《数理统计》. 北京: 中国林业出版社, 1985 年