

长武王东试验区土壤抗冲试验研究

郑世清 周佩华 刘宝元 武春龙

中国科学院
水利部
西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100

提 要

该文采用野外人工放水冲刷试验方法,对不同放水量,不同坡长,不同土地利用与土壤冲刷关系进行了试验研究。并对试验资料整理分析,得出下列关系式:

$$Y = 7.39X^{0.97} \quad R = 0.9852$$

$$Y = 7.82L^{1.01} \quad R = 0.9582$$

关键词:人工放水冲刷 土壤抗冲性 冲刷量

Study on Soil Anti-scourability in Experimental Area Located in Changwu County, Shaanxi Province

Zheng Shiqing Zhou Peihua Liu Baoyuan Wu Chunlong

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica and
Ministry of Water Resources, Yangling Shaanxi, 712100)

Abstract

A field simulating runoff test had been carried out to approach the relationships between different runoff and soil erosion, different sloplength and erosion, types of soil utilities and erosion. Following two formulas had been set up through the analysis of the experimental results.

$$Y = 7.39x^{0.97} \quad R = 0.9852 \quad Y = 7.82L^{1.01} \quad R = 0.9582$$

Key words simulated runoff soil anti-scourability scouring rate

黄土高原沟壑区地面起伏大,黄土层深厚,一旦有径流发生,很快汇成股流,随着坡长的增加,逐渐形成较大的股流,并引起沟蚀。黄土高原严重的土壤侵蚀主要是由于少数几次大的暴雨径流所引起的,通常是一次大的暴雨所引起的侵蚀量占年总侵蚀量的60%,甚至90%以上。为了模拟暴雨径流冲刷过程,从1985年以来,我们在野外人工模拟降雨试验的基础上,先后完成了陕西志丹、佳县(沙黄土区),长武、富县(黄绵土区),杨陵、礼泉(粘黄土区)200多场人工放水冲刷试验。现仅对长武王东试验区径流冲刷研究资料分析整理,其研究内容主要包括不同放水流量、不同坡长、不同土地利用对土壤冲刷量影响关系试验研究。

一、测试方法与试验设备

对于土壤抗冲性的研究,多年来我国一些学者通过实验室或在野外测定某些物理性质来评价

土壤抗冲性的强弱,由于受试验条件的影响与实际土壤冲刷过程差异很大,所得结果值得怀疑。评价土壤抗冲性比较好的方法,是使土壤在已知冲刷力的径流作用下,根据冲刷量的大小来衡量土壤抗冲性的强与弱。我们的试验采用消防车供水,消防车内设有微调油门、压力表、抽水与排水系统,配合其它放水和量水设备,能在一定的压力条件下,控制径流的强度和大小,可以比较准确地模拟各种坡面径流对土壤冲刷过程。能较快而准确测定各种土壤抗冲性。

试验设备主要包括供水消防车、分水箱、稳流槽、水表、径流分流桶、径流桶、泥沙分析设备。供水消防车型号为CS₁型,水罐容积为4m³,分水箱进水管管径为65mm,出水管管径为40mm(分有两个25mm接管),可模拟0.01~0.1m³/min不同流量,试验小区面积为0.8m×5m,水流通过稳流槽均匀进入径流小区,随即汇集为股流,集中冲刷。水表前后安有球阀和压力表,球阀上设有度盘,主要用于率定径流量。其工作程序为:供水消防车在稳定的压力条件下,出水量始终保持不变,水流进

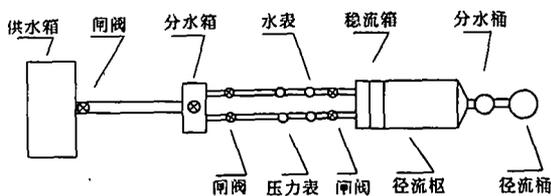


图1 试验设备示意图

入放水管道,通过闸阀度盘刻度、压力表读数控制通过流量使其达到所需流量。如图1所示。

表1 不同流量与土壤冲刷关系试验结果

地点	土地利用	土壤容重(g/cm ³)	小区面积(m ²)	放水量(mm/min)	放水总量(mm)	径流总量(m ³)	平均含沙量(kg/m ³)	冲刷量(kg)
王东8队	农地	0.96	5×0.8	2.50	87.50	0.2675	59.60	15.94
王东8队	农地	0.91	5×0.8	5.00	175.00	0.5180	71.50	37.05
王东8队	农地	1.09	5×0.8	7.93	277.55	1.0594	60.20	63.81
王东8队	农地	0.95	5×0.8	9.90	346.50	1.1468	63.60	72.98
王东8队	农地	1.04	5×0.8	12.10	423.50	1.4413	54.70	78.84
王东8队	农地	1.05	5×0.8	17.50	612.50	1.6101	63.50	102.24

二、试验结果与分析

(一)不同放水流量与土壤冲刷关系 试验小区坡度为5°,坡长为5m,面积为4m²,土壤容重为0.90~1.09g/cm³,放水流量分别为2.5mm/min、5.0mm/min、7.93mm/min、9.90mm/min、12.10mm/min、17.5mm/min,不同径流量与土壤冲刷量具有很好的相关性,径流系数同样随着放水流量的加大而递增。试验数据由表1所示。

根据散点图(见图2)分布趋势按幂函数曲线分析。其回归方程为:

$$Y = 7.39x^{0.97}$$

$$R = 0.9852$$

式中:Y为土壤冲刷量(kg); x为平均放水流量(mm/min); R为相关系数。

其回归方程近似直线关系。

(二)不同坡长和不同流量与土壤冲刷关系 试验小区坡度为5°,土壤容重控制在0.95~1.10g/cm³之间,小区宽度为0.8m,长度分别为3m、6m、9m、12m、15m、18m,放水流量分别为0.01m³/min、0.02m³/min、0.03m³/min、0.04m³/min、0.05m³/min、0.06m³/min,坡长之间相应比值

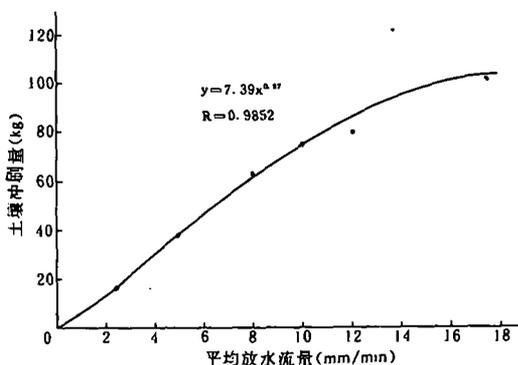


图2 不同放水量与土壤冲刷试验结果散点图

与放水流量之间比值相同,分别为 1:2:3:4:5:6,即单位面积内放水量相同。试验结果为:与坡长相应的土壤冲刷量分别为:23.01 kg、47.77kg、71.94kg、96.20kg、120.52kg、144.89kg。坡长与土壤冲刷量具有很好的相关性。将试验数据点绘在方格纸上(见图 3),根据分布趋势统计分析,其回归方程近似直线关系。

回归方程为:

$$Y = 7.82L^{1.01} \quad R = 0.9582$$

式中:Y 为土壤冲刷量(kg); L 为试验小区坡长(m); R 为相关系数。

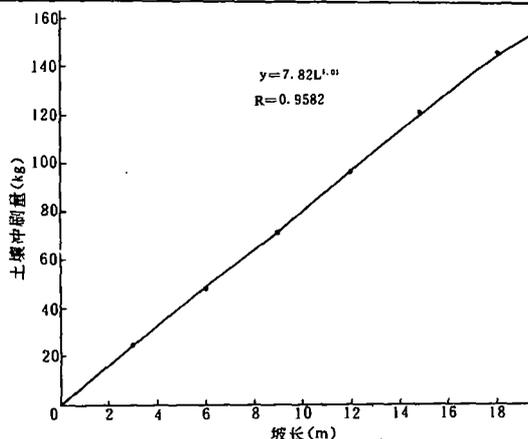


图 3 不同坡长与土壤冲刷量关系

(三)不同坡长,相同放水量与土壤冲刷关系 在坡度、土壤容重、放水流量基本保持不变的试验条件下,由于单位面积内放水量不同。因此,随着坡长的增加,相对放水量逐步减少,地表径流沿坡面由于放水量相对减少,坡面径流逐步变小,沿坡面径流入渗量却在增加,土壤冲刷量上升到一定的阶段后,随坡长增加而逐步减少。

(四)不同利用条件对土壤冲刷的影响 试验结果如表 2 所示。不同土地利用情况分别为翻耕农地、豆子地、苜蓿地和荒坡草地几种类别,由于土壤容重和根系含量,植被覆盖度的差异,导致土壤抗冲性的差异,实验结果为:在相同的坡度和放水流量的条件下,苜蓿地的抗

表 2 不同利用条件下土壤冲刷试验结果

土地 利用	土壤 容重 (g/cm ³)	小区 面积 (m ²)	坡度 (°)	植 被 覆盖度 (%)	放水 流量 (mm/min)	径流 总量 (m ³)	平 均 含沙量 (kg/m ³)	土壤 冲刷量 (kg)
翻耕农地	1.05	5×0.8	2	0	2.40	0.3692	12.60	4.65
翻耕农地	0.97	5×0.8	5	0	2.40	0.5744	69.00	39.63
翻耕农地	0.99	5×0.8	10	0	2.40	0.6291	120.20	75.62
豆子地	1.15	5×0.8	5	50	2.40	0.1357	87.20	11.83
苜蓿地	1.36	5×0.8	5	85	2.40	0.1607	0	0
荒坡草地	1.35	5×0.8	33	75	2.40	0.2147	1.70	0.36

冲性成倍的高于翻耕农地,未翻耕农地其抗冲性大于翻耕农地。在黄土高原由于不合理的土地利用,改变了土壤的自然结构状况,使土体疏松,容重变小,抗冲性减弱,加剧了水土流失。

此外,我们在长武王东试验区还进行了野外人工模拟降雨试验,对降雨强度、坡度、土地利用方式进行了三因子三水平正交试验设计,降雨强度分别为 1.2mm/min、1.8mm/min、2.4mm/min,地面坡度分别为 2°、5°、10°,土地利用选用农地、草地、翻耕地,分析结果如下:降雨强度极差 R=5.4314,地面坡度极差 R=3.9747,土地利用极差 R=16.6418。由此可见,不同利用状况对土壤冲刷影响显著。

三、结 论

1. 通过对坡长,不同放水量与土壤冲刷量相关分析,在特定的试验条件下,土壤冲刷量随放水量增加而增加,具有很好的相关性。其关系式为:

$$Y = 7.39X^{0.97} \quad R = 0.9852$$

2. 在单位面积内放水量保持不变的试验条件下,土壤冲刷量随坡长增加而增加。其关系式为

$$Y = 7.82L^{1.01} \quad R = 0.9582$$

3. 在放水量保持不变的试验条件下,土壤冲刷是上升到一定阶段后,随坡长增加而逐渐减少。