

# 费县王家邵庄坡面径流场特大暴雨侵蚀特征分析

杨慧玲, 屈传新, 陈奉丽

(临沂市水文中心, 山东 临沂 276000)

**【摘要】**通过对“7·07”“7·20”以及台风“格美”暴雨和土壤流失情况分析,覆膜耕作可以有效减少雨水对土壤的直接冲击,降低土壤侵蚀。等高沟垄耕作可以减缓雨水径流速度,降低土壤流失风险。种植地瓜和黄豆的小区在暴雨过程中土壤流失量较大,需要考虑作物的根系结构和覆盖度,选择更适合当地气候和土壤条件的作物种植,文章分析成果可以为农业规划、土地管理和水土流失防治提供参考。

**【关键词】**费县;特大暴雨;水土流失;水土保持;侵蚀特征

**【中图分类号】**S157

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1009-6159(2025)-05-0067-03

## Analysis on Erosion Characteristics of Extraordinary Rainstorms in Wangjia Shaozhuang Slope Runoff Field in Feixian

YANG Huiling, QU Chuanxin, CHEN Fengli

(Hydrological Center of Linyi Municipality, Linyi, Shandong 276000, China)

**Abstract:** Through the analysis of the rainstorms and soil loss situations during "July 7th", "July 29th" and Typhoon "Kaemi", it is found that plastic film mulching cultivation can effectively reduce the direct impact of rainwater on the soil and decrease soil erosion. Contour furrow and ridge cultivation can slow down the speed of rainwater runoff and reduce the risk of soil loss. The plots planted with sweet potatoes and soybeans have relatively large soil loss during rainstorms. It is necessary to consider the root structure and coverage of crops and select crops more suitable for the local climate and soil conditions. The analysis results of this paper can provide a reference for agricultural planning, land resources management and soil erosion prevention.

**Key words:** Feixian County; Extraordinary rainstorm; Soil erosion; Soil and water conservation; Erosion characteristics

水土流失是指由水、重力和风等外力引起的水土资源和土地生产力的破坏和损失。导致水土流失的因素有很多,其中包括:降雨侵蚀力、土壤可蚀性、植被覆盖、地形等,在这些相关因素中,降雨是土壤侵蚀的直接气象驱动力。降雨发生时会导致土地的水土流失加剧,其降雨量与降雨侵蚀力呈显著正相关关系,因此,强降雨的发生会对土壤侵蚀会产生更大的影响,较大的降雨量会使降雨侵蚀力增加导致土壤侵蚀的加剧。因此,暴雨灾害的发生更容易对当地的水土流失造成极大影响。

2024年山东省临沂市遭遇了历史罕见的超特大暴雨,7月1日~20日,临沂市累计降水量

516.8 mm,较历年同期偏多245.2%,较2023年同期偏多178.9%,同期降水量在1955年以来水文资料系列中排第二位,为1957年以来同期最大。

7月6日21时至7月9日12时,全市平均降水量233.9 mm,简称“7·07”;7月16日0时至7月20日16时,全市平均降水量179.4 mm,简称“7·20”。7月26日20时至7月28日8时,因台风“格美”原因,全市平均降水量81.5 mm。此次暴雨洪水降雨量大、强度高。不论是规模还是其后续影响都对水土保持工程及水土保持措施影响的研究具有典型性。

收稿日期:2025-03-19

作者简介:杨慧玲(1984—),女,工程师

## 1 研究区概况

王家邵庄坡面径流场位于费县梁邱镇张家庄,属于沂蒙山泰山国家级水土流失重点治理区,属淮河流域沂河水系温凉河流域,流域狭长,河谷两侧是海拔 200~500 m 的群山,面积 750 km<sup>2</sup>。径流场海拔高度为 193 m,径流小区南北走向,原始地貌为耕地。

王家邵庄坡面径流场属温带季风气候,雨热同期,季相明显,冬冷少雪,春早多风,夏热多雨,秋高气爽。多年平均降水量 854.9 mm,多集中于夏季,汛期(6~9月)多年平均降水量 633.3 mm,占 74.3%。历年最大降水量 1 542.2 mm(1960年),历年最小降水量 435.3 mm(2002年)。根据王家邵庄水文站多年降水量频率分析成果资料,20年一遇 24 h 最大降雨量 226.4mm,50年一遇 24 h 最大降雨量 270.3 mm,年平均蒸发量 1 094.0 mm。

## 2 研究方法

该研究基于 7月6日~7月20日王家邵庄实测降雨、径流、泥沙资料,以 24 h 降水量 $\geq 50$  mm 的降雨作为一次暴雨过程进行研究,采用径流小区平行对比法对暴雨条件下实施水土保持耕作措施土壤侵蚀特征进行科学分析。

### 2.1 监测设施布设

王家邵庄坡面径流场共建有 4 个坡度为 5° 的径流小区,水保措施相关布局见表 1。

表 1 径流小区水保措施相关布局统计表

小区编号	坡度	水保措施	植物种类	整地方法
5-1	5°	等高耕作	花生(覆膜)	全面整地
5-2	5°	等高沟垄种植	地瓜(覆膜)	全面整地
5-3	5°	等高沟垄种植	黄豆	全面整地
5-4	5°	无	无	裸地

径流小区长 20 m,宽 5 m(水平投影),水平投影面积 100 m<sup>2</sup>。径流小区上部及两侧设置现浇板围埂,围埂埋深 30 cm,高出地面高 30 cm。下部设集水槽,集水槽横断面为矩形,底宽 0.15 m、深 0.17 m、比降 0.05。集水槽末端设置分流池(9孔分流法)、集流池,分流池与集流池大小一样,内部尺寸为长 2.74 m、宽 1.41 m、高 1.15 m,分流孔孔底高度 0.9 m,能满足 50 年一遇 24 h

最大暴雨设计的要求。降水观测主要依据坡面径流场观测房上部安装 JDZ05-1 型翻斗式雨量计。

### 2.2 观测项目

坡面径流场主要监测项目有降水、径流、泥沙、植被调查(郁闭度、灌草作物覆盖度、地面覆盖度等)、土壤水分等项目。

## 3 结果分析

### 3.1 “7·07”暴雨过程土壤侵蚀特征分析

“7·07”暴雨过程中,产生径流的降雨一共有 3 次,其中第三次产流平均雨强在 16.0 mm/h 左右,降水量为 328.5 mm,平均雨强 16.0 mm/h, $I_{30}$  为 59.4 mm/h,降雨侵蚀力 4 823.8 MJ·mm/(hm<sup>2</sup>·h);流域内河道最高水位 154.5 m,流量为 650 m<sup>3</sup>/s,如图 1 所示。造成的水土流失最为严重,种植地瓜小区土壤流失量最大,含沙量 53.1 g/L,土壤流失量 5.121 t/hm<sup>2</sup>。

### 3.2 “7·20”暴雨过程土壤侵蚀特征分析

“7·20”暴雨过程中,产生径流的降雨一共有 3 次,其中第二次产流平均雨强在 23.6 mm/h 左右,降水量为 151.5 mm,平均雨强 23.6 mm/h, $I_{30}$  为 71.5 mm/h,降雨侵蚀力 2 905.7 MJ·mm/(hm<sup>2</sup>·h),流域内河道最高水位 152.6 m,流量为 231.0 m<sup>3</sup>/s,如图 2 所示。造成的水土流失最为严重,种植黄豆小区土壤流失量最大,含沙量 24.8 g/L,土壤流失量 6.494 t/hm<sup>2</sup>。

### 3.3 “格美”暴雨过程土壤侵蚀特征分析

较前两次降雨,本次降雨降雨虽然是台风造成的,但是造成的水土流失和措施的损坏较前两次小,产流和水土流失量与“7·20”暴雨基本一致,如图 3 所示。

### 3.4 研究区水土流失量分析

王家邵庄坡面径流场径流小区三次暴雨期间径流泥沙统计见表 2。

“7·07”暴雨过程中,降雨强度、降雨量都较“7·20”暴雨强度大,但是产流产沙较小,主要原因是前期土壤干涸,入渗量大,产流小,后期土壤蓄水达到饱和状态,产流较大,土壤侵蚀强度大,土壤流失量大。

从耕作措施方面分析,种植地瓜、黄豆土壤流失量大,覆膜和等高沟垄耕作可以有效防治水土流失。

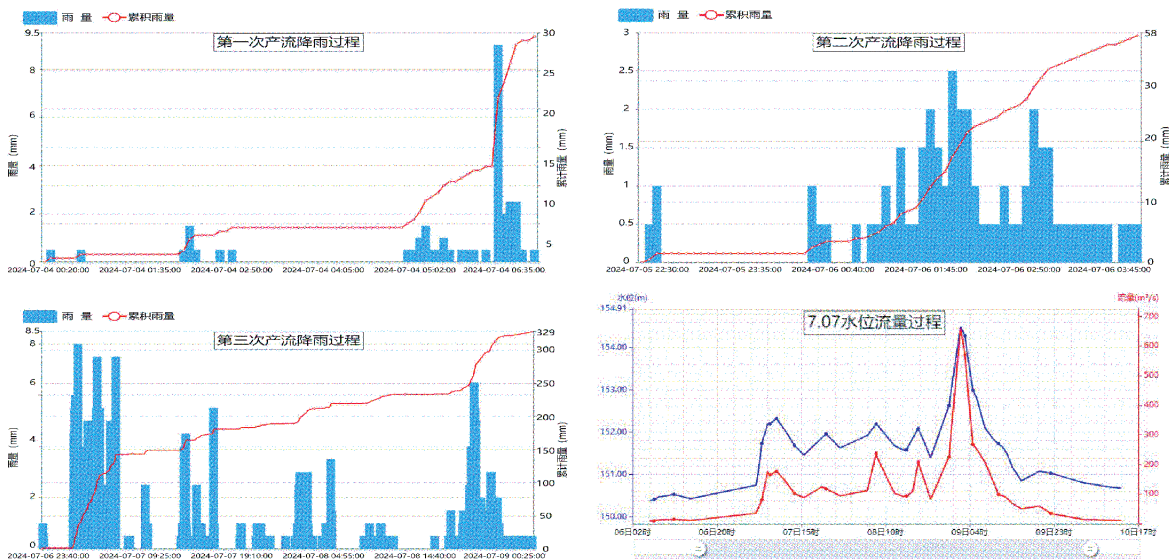


图1 “7·07”次降雨和产流过程图

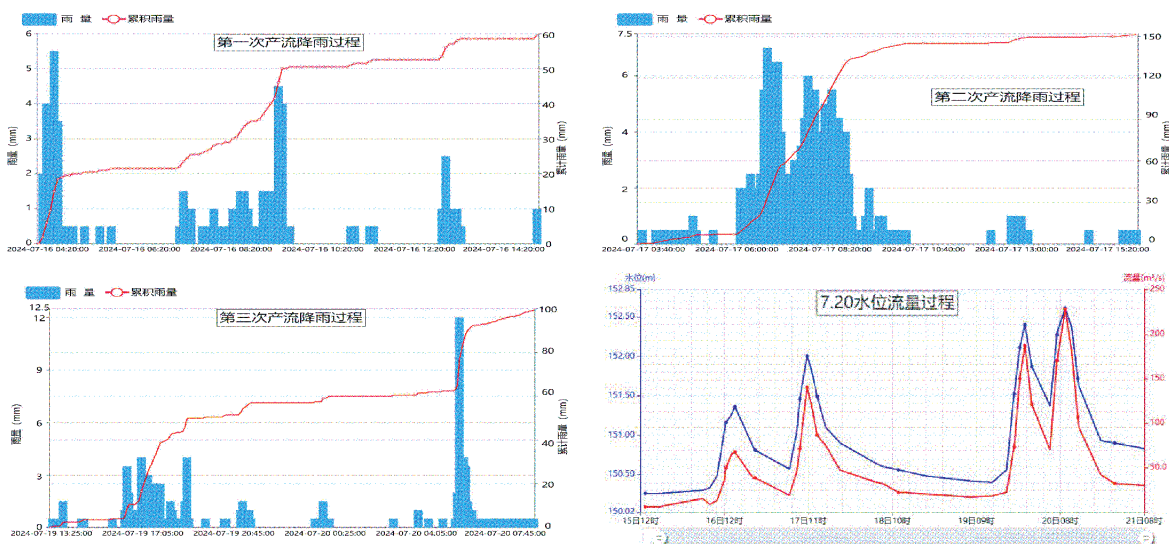


图2 “7·20”次降雨和产流过程图

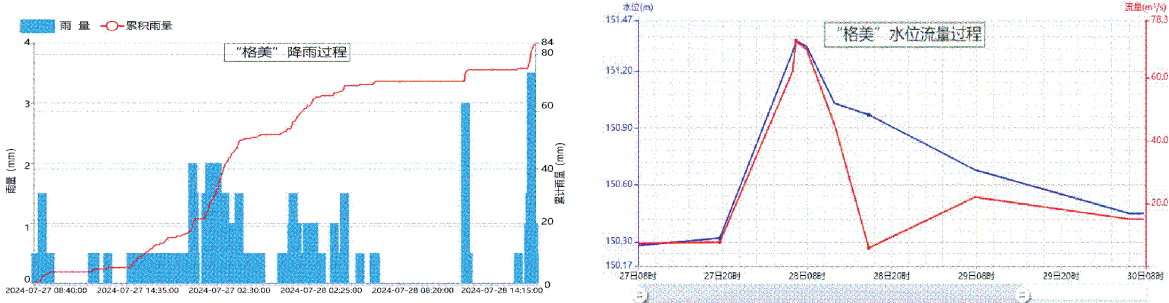


图3 “格美”次降雨和产流过程图

表2 王家邵庄坡面径流场径流小区三次暴雨期间径流泥沙

小区号	水土保持措施	降水量/mm	降雨侵蚀力/[MJ·mm·(hm <sup>2</sup> ·h) <sup>-1</sup> ]	径流深/mm	径流系数	土壤流失量/t·(hm <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>
5-1	花生(覆膜)	928.0	11 546.2	27.5	0.03	1.77
5-2	地瓜(覆膜)	928.0	11 546.2	36.4	0.04	2.05
5-3	黄豆	928.0	11 546.2	22.6	0.02	1.13
5-4	裸地	928.0	11 546.2	18.0	0.02	0.41

(下转第 72 页)

历年同期多蓄 28 423 万  $m^3$ 。大型水库总蓄水量为 29 246 万  $m^3$ ,比去年同期多蓄 6 455 万  $m^3$ ,比历年同期多蓄 15 218 万  $m^3$ ;中型水库总蓄水量为 31 017 万  $m^3$ ,比去年同期多蓄 3 760 万  $m^3$ ,比历年同期多蓄 13 205 万  $m^3$ 。

2)河道水情。受 7 月份降水影响,全市各主要河道出现了 1~5 次洪水过程,全市 32 处河道水文站累计实测洪峰 113 站次,最大洪峰流量为五龙河莱阳市团旺水文站 2 030  $m^3/s$  (发生于 23 日 13 时 20 分),重现期为 20 年一遇。

### 3 水文预测预报

7 月全市水文站共施测流量 624 站次,巡逻里程达 3 万多千米,全市共收集雨水墒情数据约 69 万条,向省级转发约 37 万条,向省级主管部门汇报发布大型水库洪水预报 51 站次,向省、市级相关部门发布大中型水库雨前抗洪能力预测 377 站次,通过即时通讯软件发送雨水情短消息 1.2 万余人次,共制作发布《烟台水文快报》39 期、《烟台市雨水情情势分析报告》10 期、《烟台市水文信息简报》2 期,及时准确的水文情报预报信息汇总防汛相关部门直观、准确地分析全市各地区暴雨洪水发展形势,为水旱灾害防御和防汛应急管理提供了科学准确的数据支撑。

#### 3.1 加强合作,提供及时准确预报成果

2024 年以来,市水文中心积极与气象部门合作,先后 3 次就气象预报应用于洪水预报进行交流,取得一定的成果,充分利用气象预报结果可有效提高洪水预报的预见期。通过提取气象预报

3 h 滚动数据,可有效将洪水预报的预见期提前 1~3 d,7 月份共实现洪水预报 51 站次,预报精准全部达到 75%以上。

#### 3.2 数字赋能,提供精准雨水情预警

市水文中心自主研发的烟台水文数字平台,现已共享到烟台市政府城市运行中心和烟台市防汛抗旱指挥部,可以及时掌握全市暴雨中心及降雨分布、各主要河道水势变化,并进行全市 117 处断面监控,通过专网传输实时现场画面,更直观了解河道水库水情。全市重要河道现已安装有 9 处在线测流设备,可实时监测河道洪水流量情况。

#### 3.3 平台辅助,提供可视化预演结果

市水文中心充分应用山东省水文中心开发的山东省洪水预报系统,模拟重要河道的洪水演进过程,对河道超警和受灾区域进行预判,通过洪水推演可有效减少财产损失。2024 年先后组织专业培训 3 期,参加人数 120 多人次。

#### 3.4 “四案三定”,提供科学有效的测洪预案

市水文中心根据现有的水文设施设备及断面情况,对测洪方案、巡逻方案、超标准洪水测报预案、应急预案进行科学编制,“一站一策”应对暴雨洪水有章可循、有案可依。建立水文测站分级管理模式,建立一支由在编人员、购买服务人员、巡逻员组成的测报队伍,“定人定站定路线”,明确责任、任务,做好驻测与巡逻工作,市中心成立专家组指导洪水测报工作。同时为提升从业人员业务素质,2024 年全市水文系统共开展各类防洪测报演练 41 场,参加人员 281 人次。

(责任编辑 崔春梅)

(上接第 69 页)

### 4 结论

1)“7·07”暴雨虽然降雨强度和降雨量都大于“7·20”暴雨过程,但土壤流失量较小,因刚进入汛期,土壤干涸,导致入渗量大,减少了地表径流,从而减少了土壤流失。后期土壤饱和,产流增加,土壤侵蚀强度增大,导致土壤流失量大。

2)在  $5^\circ$  左右坡耕地选择适宜的耕作措施和种植作物类型,可以更有效地防治水土流失,保护土壤资源。

3)覆膜耕作可以有效减少雨水对土壤的直

接冲击,降低土壤侵蚀。等高沟垄耕作可以减缓雨水径流速度,降低土壤流失风险。

4)地瓜和黄豆种植区在暴雨过程中土壤流失量较大,根系不发达的作物固土能力较弱,需要考虑作物的根系结构和覆盖度,选择更适合当地气候和土壤条件的作物种植。

#### 参考文献

- [1] 党维勤,党恬敏,张泉,等.“7·26”暴雨调查对黄土高原水土保持工作的启示[J].中国水土保持,2021(3):24-27.
- [2] 周月华,彭涛,史瑞琴.我国暴雨洪涝灾害风险评估研究进展[J].暴雨灾害,2019,38(5):494-501.

(责任编辑 崔春梅)