

乡村沟渠水面垃圾源头管控与机械化清捞应用

周秀芳

封丘县王村乡人民政府 河南 新乡 453300

摘要:为解决乡村沟渠水面垃圾污染突出、人工清捞效率低、小型机械适配性差等问题,本文选取多区域典型乡村开展调研,剖析垃圾污染源与现有治理短板。构建源头减量、过程拦截、长效管护一体化管控体系,筛选适配浅窄沟渠的轻量化清捞设备,制定标准化作业流程,搭建人机协同治理模式。研究有效提升沟渠保洁效率、降低作业风险,为乡村水生态治理提供实操参考。

关键词:乡村沟渠水面;垃圾源头管控;机械化清捞;应用

引言:乡村沟渠是农村水生态系统的核心组成,其水面垃圾污染直接影响人居环境与农田灌溉安全。当前乡村垃圾来源繁杂、时空污染特征显著,传统人工清捞模式效率低下、隐患较多,通用清捞设备适配性不足、管护机制不完善,治理成效难以长效巩固。基于多区域乡村调研数据,本文聚焦源头管控与机械化清捞融合应用,探索适配乡村沟渠的低成本、高效率治理路径,助力农村人居环境提质升级。

1 乡村沟渠水面垃圾污染现状及成因分析

1.1 乡村沟渠垃圾污染现状调研

(1) 调研区域与调研方案设计。选取鲁中丘陵区、江淮平原水网区及西南山地农业区典型乡村,涵盖种植业主导型、养殖业主导型及农旅融合型三类产业村庄,每类选取3个样本村,对村内主要沟渠开展逐段踏勘与定期采样监测。(2) 垃圾类型特征。按重量统计,生活类垃圾占比约35%(塑料袋、包装盒、旧衣物为主),农业生产类垃圾占比约30%(地膜残片、秸秆碎段、农药瓶),畜禽养殖废弃物占比约25%(粪便、垫料),水生漂浮杂物占比约10%(枯枝烂叶、浮萍)。养殖业主导型村庄畜禽废弃物占比明显偏高,农旅融合型村庄生活类垃圾中一次性餐具、饮料瓶比例突出^[1]。(3) 垃圾污染时空分布规律。季节上,汛期(6—9月)沟渠垃圾聚集量较枯水期增加40%—60%,且随径流扩散范围扩大;空间上,村居下游段及沟渠转弯处、桥涵洞口为污染聚集重点区域,聚集量可达上游段的2—3倍,且以大件漂浮物和缠绕性垃圾为主。

1.2 垃圾污染主要来源解析

(1) 外源输入污染。村民生活污水直排沟渠携带厨余残渣、洗涤絮状物等固体杂物;岸边生活垃圾临时堆放点缺乏围挡,降雨径流冲刷导致大量塑料类、纸类垃圾滑落入沟,此类输入占垃圾总量的40%以上。(2) 农

业面源污染。水稻、玉米等作物收获后秸秆随意抛入沟中,农用地膜回收不彻底,碎片经风力搬运或翻耕作业进入沟道;农药包装瓶(袋)被随手丢弃于田埂沟边,遇水浸泡后沉入沟底或随水流漂浮迁移。(3) 运维管理疏漏。村级沟渠未划定明确管护责任段,汛前清淤、日常巡查等制度流于形式;沟渠入口及关键节点未设置垃圾拦截栅栏或拦网,上游来水携带的漂浮垃圾长距离迁移扩散,加重下游末端聚集负荷。

1.3 现有治理模式存在的问题

(1) 源头管控短板。村级垃圾收集设施布点不足,部分自然屯距离集中收集点超过500米,村民就近倾倒入沟;村规民约对垃圾入沟行为约束力弱,乡镇环保巡查频次低、覆盖面窄,属地监管“重路面、轻水面”倾向明显。(2) 清捞作业弊端。目前主要依靠村民手持网兜、钉耙沿沟人工打捞,人均单日作业量仅约80—120米,汛期或高温季节作业强度大、中暑及滑跌风险高,且清捞后垃圾临时堆放路边造成二次污染,难以实现每周常态化保洁。(3) 机械化应用困境。现有小型水面保洁船适用水深需大于0.8米,而乡村沟渠水深多为0.3—0.6米,设备搁浅频发;成套清捞设备采购费用约8—15万元/台,超出村级财力承受范围;设备维修需专业技术人员上门,乡镇缺乏配套维护能力,设备闲置率较高。

2 乡村沟渠水面垃圾源头管控体系构建

2.1 源头减量管控机制

(1) 生活污染源头管控。按照“村收集、镇转运、县处理”模式完善乡村生活垃圾收运体系,合理增设垃圾收集点,确保村屯收集覆盖率达到95%以上,收集点距沟渠岸线不少于30米并配套防雨防散落设施;同步推进农户生活污水三格式化粪池改造,杜绝厨余残渣、洗涤废水直排入沟,建立岸边垃圾堆积物限期清理制度,实行“发现—上报—清除—销号”闭环管理,从岸上阻断生活垃

圾入沟途径。(2)农业污染源头管控。建立“户集—村收—镇转运—专业处置”农业废弃物回收利用机制,在田间地头设置农膜、秧盘、农药瓶(袋)专用回收桶,推行秸秆粉碎还田或打捆离田利用,明确秸秆入沟即为污染行为并纳入耕地保护负面清单;农药包装废弃物实行押金回收制度,引导农户主动交回农资包装物,从源头减少农田垃圾随地表径流汇入沟渠^[2]。(3)养殖污染源头管控。规范散养畜禽圈养行为,要求农户对鸡、鸭、鹅等家禽实行围网圈养,与沟渠岸线保持10米以上安全距离;对牛、羊等中型牲畜推行集中拴养或划定限养区域,配套建设简易粪污收集池,严禁粪污直排、冲刷入沟。对规模以下养殖户建立粪污资源化利用台账,引导粪肥还田利用,杜绝养殖废弃物沿沟堆积扩散。

2.2 过程拦截防控措施

(1)沟渠分级拦截设施布设。按照“主干渠重点设防、支毛渠节点布控”原则,在沟渠入村口、干支流交汇处、农田集中排灌段下游依次布设粗格栅拦污栅(栅距5厘米)和细格栅拦截网(栅距2厘米),对塑料瓶、地膜碎片、枯枝杂草等漂浮物实施分级截留;在桥涵洞口、沟渠转弯处增设浮动式拦漂带,形成多级拦截防线,有效控制垃圾向下游迁移扩散。(2)分段分区管控。将乡村沟渠按村界划分为若干管护网格,每个网格明确1名村级河长和1名保洁管护员,实行“定人、定段、定责”网格化管护模式。各网格段设置管护责任公示牌,标明责任人、保洁频次、监督电话。落实每周不少于2次常态化巡查保洁,对重点聚集区域加密至每日巡查,确保水面漂浮物滞留时间不超过48小时^[3]。(3)动态监测预警。依托村级河长日常巡查建立纸质或电子巡查记录台账,对垃圾易聚集点位实行重点标记管理;鼓励在重点沟渠段布设太阳能供电的简易视频监控或水位图像采集设备,通过定时抓拍比对,自动识别水面垃圾堆积面积超过2平方米的异常情形,即时向管护员手机推送预警信息,实现垃圾堆积隐患“早发现、早预警、早处置”。

2.3 长效管护保障体系

(1)制度保障。制定出台村级沟渠水环境管护实施细则,明确村“两委”为沟渠管护责任主体,村民组长为本组沟段第一责任人,农户负责门前屋后沟段日常清理。将沟渠管护要求纳入村规民约,建立沟渠垃圾污染行为公示制度,对多次违规倾倒的农户在村务公开栏予以通报,形成制度约束力。(2)宣传引导。利用农闲时节、村民代表大会、乡村大喇叭等载体开展水生态保护入户宣传,每户发放通俗易懂的垃圾分类和沟渠保护明白卡;在沟渠沿岸设置宣传标语和警示牌,组织“最美清

洁沟渠”评选活动,对主动参与沟渠保护的农户给予积分奖励并可兑换生活用品,逐步培育“垃圾不入沟、护水人人有责”的村庄共识。(3)考核监督。将沟渠水面垃圾管控成效纳入乡镇对村级人居环境月考评指标体系,设置“水面清洁度、岸线整洁度、垃圾滞留响应时效”三项核心考核指标,实行每月打分、季度排名、年度总评。考核结果与村级运维经费拨付、村干部绩效报酬直接挂钩,排名末位的村限期整改并约谈村主要负责人,构建起“考核—反馈—整改—提升”的闭环监督机制。

3 适配乡村沟渠的机械化清捞技术及应用

3.1 乡村沟渠机械化清捞设备选型与适配性分析

(1)小型轻量化清捞设备类型。当前适宜乡村沟渠条件的设备主要有三类:一是便携式手动清捞机,采用锂电池或汽油机驱动,配备螺旋绞刀或抓斗装置,整机重量20—40公斤,可由1—2人沿渠操作;二是小型全自动清漂船,船体长2.5—3.5米,吃水深度0.25—0.4米,适合连续清漂作业;三是履带式沟渠清捞设备,采用橡胶履带底盘,可在浅水(水深不足0.2米)及松软沟底行进作业,对沟底扰动小,适用于季节性断流的农田排灌沟渠。(2)不同设备适配场景。设备选型遵循“因渠制宜”原则:宽度不足1.2米的狭窄沟渠优先选用便携式手动清捞机;宽度1.2—2.5米、水深0.3米以上的开阔沟渠适配小型全自动清漂船;水深长期低于0.3米的浅水沟渠及杂草密集沟渠选用履带式设备,其通过性强且对沟岸破坏小。选型标准包括三项指标——作业宽度与沟宽匹配度 $\geq 80\%$ 、设备自重不超过沟岸承载力70%、核心部件防水等级不低于IP67^[4]。(3)设备性价比与运维优势分析。以单公里沟渠年清捞成本测算:人工清捞年用工约120工日,按100元/工日计,年成本约1.2万元,但人均日作业仅100—150米,高温汛期作业风险高且清捞不彻底;机械化设备采购费约2—5万元/台,设计寿命5—8年,年均折旧运维费约0.6—1.2万元,单机日作业800—1200米,效率为人工6—10倍,且操作人员远离水面,安全风险显著降低。

3.2 机械化清捞标准化作业流程

(1)作业前期准备。现场踏勘沟渠宽度、水深、护岸条件及障碍物分布,确认设备选型与进场路线;对设备空载试运行,检查绞刀、输送带、集污仓等关键部件;将作业沟段划分为若干单元区,明确作业顺序与衔接节点;作业区两端设置安全警示标识,操作人员穿戴救生衣、防滑鞋和防护手套。(2)常态化清捞作业。日常巡回清捞采用“顺流下行、逆流上行”双向作业模式,重点清理漂浮塑料、枯枝及水葫芦,确保水面清洁度保持

90%以上。汛期集中清捞在暴雨过后48小时内启动,以大流量高频作业快速清除冲刷聚集垃圾。季节性专项清捞针对春秋浮萍爆发期和冬季枯叶期加密至隔日1次,防止杂物腐烂沉底。(3)垃圾转运与后续处置。捞取垃圾经设备自带沥水装置脱水后装入密闭式转运袋或加盖桶,由三轮转运车运至村级垃圾集中点。到站后按可回收物、有机易腐物、有害废弃物及其他垃圾四类分拣,有机类就近堆肥利用,有害类单独暂存交专业机构处置,实现全链条规范化处理。

3.3 源头管控与机械化清捞协同治理模式

(1)"源头减量+拦截防控+机械清捞"一体化治理闭环构建。源头减量减少入沟垃圾总量,分级拦截将垃圾分区截留防止远距离扩散,机械化清捞定点清除拦截聚集物,三者形成正向循环。拦截设施满载信号触发清捞调度,清捞台账反向反馈管控薄弱点位,实现动态闭环管理。

(2)分场景协同治理方案。日常保洁以网格化巡查为主、机械定时清捞为辅,每5—7天安排一次全线作业;突发堆积场景中,巡查发现聚集面积超3平方米或厚度超0.3米时,1小时内调派设备到场、4小时内清除完毕;汛期应急场景启动"上游拦截全开+下游机械集中清捞"联合响应,多点布设连续作业,确保退水后48小时沟渠基本恢复清洁^[5]。(3)协同治理成效提升关键点。关键在于管控与清捞节奏紧密衔接——巡查发现垃圾增多趋势时提前部署设备,避免淤积成灾;人力与机械作业配比优化——高素质操作手负责复杂段机械作业,普通保洁员负责岸线巡查和设施维护,实现人机互补,使水面垃圾平均滞留时间由治理前的7—10天缩短至48小时以内。

3.4 机械化清捞应用现存问题与优化方向

(1)现存问题。一是设备推广资金不足,村级购置一套设备需2—5万元,油电消耗和维修费用叠加,多数村庄难以独立承担;二是操作人员专业度低,留守村民对机械操作陌生,启动、行进、故障识别等技能欠缺,

易造成设备损坏;三是复杂地形作业受限,倒树、废弃电线杆等水下障碍物易缠绕卡死绞刀,陡坡段上下困难,作业盲区仍依赖人工补捞。(2)优化方向。加快推进设备轻量化低成本改造,研发模块化组装式清捞机,拆分为动力、作业、收集单元,单件控制在15公斤内,便于拆装搬运和田间转移;建立县级集中培训基地,每年汛前和秋收后组织2期技能培训班,每期不少于3天,考核合格后持证上岗;完善运维常态化机制,依托乡镇农机站设立维护点,与厂家签订年度维保协议,实行每季保养、半年大检、故障24小时响应,确保设备完好率保持85%以上,切实提升机械化清捞可持续应用水平。

结束语

本文系统梳理乡村沟渠垃圾污染现状与治理痛点,搭建了全链条源头管控体系,优化适配乡村工况的机械化清捞技术与作业规范,构建人机协同闭环治理模式。针对设备资金、运维、操作等现存短板提出优化方案,有效破解传统治理难题。未来可进一步推进设备轻量化、智能化升级,完善镇村两级运维体系,深化协同治理机制,持续提升乡村沟渠水生态常态化、精细化治理水平。

参考文献

- [1]李云天,张军,王浩.乡村小微水体漂浮垃圾源头管控与综合治理策略[J].中国农村水利水电,2025,23(04):156-161.
- [2]王健,刘畅.农村河道机械化清漂作业模式与运维效益分析[J].水利科技与经济,2024,30(07):89-93.
- [3]陈磊.乡村河湖水面垃圾常态化保洁与机械化协同治理研究[J].水土保持应用技术,2024,8(02):45-48.
- [4]周鑫,吴启龙.小型模块化水面清捞设备在乡村沟渠的应用优化[J].工程机械与维修,2023,14(05):112-114.
- [5]黄伟.乡村水系垃圾污染成因及源头防控治理机制构建[J].环境科学与管理,2023,48(09):187-192.