

河道垃圾清理设备研究现状及发展方向分析

宋 强¹ 徐小龙²

南水北调东线山东干线有限责任公司 山东 济南 250100

摘 要:河道垃圾清理是践行生态文明、守护青山绿水的必然要求。河道垃圾的堆积极易造成水体污染、视觉污染、通行阻碍、设备损坏等问题,直接影响河道水域和水体作业。因此,开展河道垃圾清理设备研究具有十分重要的意义和工程应用价值。本文综述了河道垃圾清理设备的研究现状和河道垃圾清理设备新技术情况,分析了设备作业方式与新技术的优缺点,结合我国生态文明建设现状,阐述了河道垃圾清理设备的发展方向。本文旨在为河道垃圾清理设备研发和技术研究提供有意义的指导和借鉴。

关键词:河道垃圾清理;生态文明建设;清理设备;作业方式;新技术应用

引言

河道垃圾清理是当前河道治理的关键核心问题,河道垃圾的堆积极易引起水体污染、水环境破坏、通行阻碍、设备损坏等问题,进而造成巨大的经济损失和不良的社会影响^[1,2]。随着十九大报告生态文明建设以及青山绿水就是金山银山理念的提出,河道垃圾清理亟待解决^[3,4]。随之而来的是,面向河道垃圾清理的机械研发成为当前行业的研究热点。各类设备层出不穷,设备功能不断完善,设备自动化和智能化水平不断提高,垃圾清理作业的效率和质量不断提升。本文综述了河道垃圾清理设备的研究现状,分析了不同作业方式的优缺点。阐述了目前广泛应用于河道垃圾清理装置的典型技术,分析了不同技术的原理和技术关键问题。最后,结合当前我国生态文明建设现状,提出了河道垃圾清理设备的发展方向。

1 河道垃圾清理设备研究现状

1.1 河道垃圾清理方式及设备

目前,河道垃圾清理方式主要包括:人工和机械辅助清理两类。机械辅助方式多借助船舶为载体,在其上安装垃圾收集、转运和存储等工作装置,极大的降低了人工参与的数量和劳动强度,作业效率和质量也得到极大提高。仿生机器人方式亦可归于机械辅助方式,但由于其设计涉及机械、检测、控制等多学科,结构形式和控制方式复杂,因此其多处于实验室阶段。现将两种方

式的研究现在总结如下:

(1) 人工方式

人工方式是普遍采用的河道垃圾清理方式,其主要是人工利用网兜打捞河道垃圾或人工借助船舶工具完成清理作业。人工方式具有灵活性高、设备简单且投资成本低等优点。但人工方式存在的用工数量大、劳动强度大、作业效率低、安全保障欠缺等问题。因此,人工方式多针对小型且河道地形复杂水域的垃圾清理作业。针对于大型宽阔河道水域,机械辅助作业方式成为首选^[5]。

(2) 垃圾清理船方式

垃圾清理船方式基于船舶主体,在其上配备垃圾收集、搬运、处理设备,进而完成河道垃圾清理的作业方式。垃圾清理船方式较好地解决了人工方式存在的用工数量大、劳动强度大、作业效率低、存在安全隐患等问题,同时其还兼具水氧化检测、垃圾转运与处理、蓝藻治理、智能监测等功能,成为当前河道垃圾清理的主力方式^[3]。随着青山绿水就是金山银山战略的提出,国内对于生态环境的保护日趋重视。河道垃圾清理船得到快速发展,清理船的种类、功能等迅速完善丰富,工程实际应用也逐步拓宽。

(3) 仿生机器人方式

仿生机器人方式是指模拟鱼类外形和游动方式,利用现代设计方法和制造手段研发的新型垃圾清理方式。仿生机器人方式具有结构精巧,流体阻力小、推进效率高、作业灵活等优点。此外,仿生机器人方式基于现代控制技术研发,其具有良好的自动化程度和智能性,能够适应不同水域和不同环境下的垃圾清理作业。目前,国内郭李雯等^[6]设计了一种水面清洁机器鱼,刘国莘等^[7]基于仿生设计理论,设计了一种模仿深海魔鬼鱼外貌和

宋强(1986—),男,工程师,主要从事水利工程管理、大型泵站日常管理及技术改造等工作。E-mail:617767585@qq.com。

徐小龙(1981—),男,工程师,主要从事大型泵站的日常管理和技术改造等工作。E-mail:34402110@qq.com。

内部结构的水面清污器。虽然仿生机器人方式具有众多优点,但由于其需要大量先进技术作为支撑,因此现多处于实验室阶段。

1.2 河道垃圾收集方式及设备

目前,河道垃圾收集方式主要包括:人工收集和机械收集两类。机械收集根据实用机械装置类型不同分为翻斗式、带式、链式、造流式等^[8]。

人工收集具有较强的针对性,因其作业效率低、劳动强度大、安全隐患多等因素影响,其多在河道狭窄或局部区域开展垃圾的收集作业或者作为机械收集方式的补充作业方式。

相较于人工收集,机械式收集应用范围更广,作业效率更高,作业人员数量得到极大减少,劳动强度亦得到极大地降低。带式和链式是目前河道垃圾清理的主要方式,其具有打捞速度快且可连续作业等优点,但其耗能较高。带式和链式收集原理一致,利用带或链上分布的爪手随带和链的运动将河道内垃圾收集到河岸高处或清理船上的存储装置。

造流式收集是指利用喷水、叶轮等方式使水面形成涡流,将分布的垃圾集中于涡流中心,然后利用网兜式或翻斗式收集装置转运至存储装置的作业方式。造流式可以减小收集装置的作业范围,对于小水域湖面较为适用,可有效提高作业效率,减少作业人员数量。但造流式所需装置结构较为复杂,设计和制造难度较大。

2 河道垃圾清理设备新技术应用

随着现代设计方法以及检测、控制技术的快速发展,河道垃圾清理装置中新技术的应用更加广泛,作业效率和质量也得到极大的提高。现将目前广泛应用于河道垃圾清理装置的典型技术总结如下:

2.1 视觉识别技术

视觉识别相当于人的眼睛和大脑的作用。首先,其依靠相机实时拍摄记录水域环境以及目标物体的图像。然后,通过信息传送装置将图像传送至信息处理器。最后,通过信息处理器识别、处理图像信息得到水面环境和目标物信息,进而做出相应指令或报警给作业人员。特别是对于南水北调引水渠的调水作业,其可有效避免因大型、硬质垃圾的流入而导致调水主电机的损坏等,提高调水作业的安全性、稳定性和高效性。目前,视觉识别技术主要包括OCD-ICP图像配准法和HIS颜色分量法。前者基于图形原理学,识别目标物体轮廓形状,通过与轮廓库对比完成识别,后者利用颜色或明暗等色彩差别实现对目标物体特征进行提取和识别。视觉识别技术对光照度有较强的依赖性,因此在光线较强或较暗环

境下,需要进行相应的遮光或打光操作,以确保视觉识别的准确性^[9,10]。

2.2 自主导航技术

自主导航技术是融合检测、信息处理与控制等为一体的新技术^[11]。功能上而言,其包括定位、路径规划、行走控制、路径导航等。河道垃圾清理装置中自主导航主要应用与船舶的自主导航,结合视觉识别技术,自动定位垃圾位置,规划行走路径并运行至指定位置。

2.3 轨道巡检技术

轨道巡检技术是基于具有视觉识别技术的运行装置沿轨道运行,进而实现对河道情况进行监控的手段。相较于自动导航技术,轨道巡检技术受轨道限制,其作业范围较小,但其成本较低,主要适用于河道岸边以及近岸水域环境和垃圾情况进行实时监控。轨道巡检技术所用轨道主要包括钢轨和索轨两类。钢轨具有良好的刚度,在中小距离且要求精度较高的巡检中应用广泛。相较于钢轨,索轨刚度较低,但其具有成本低、铺设简单等优点,适用于远距离巡检^[12]。索轨的应用也可扩展轨道巡检技术的应用范围,对于大水域水面情况巡检,索轨具有良好的适用性和可行性。

2.4 智能控制技术

智能控制技术是软硬件结合的系统工程,其融合了信息处理、信息反馈和控制决策等功能,用于解决传统控制方法难以解决的高非线性、强随机性等复杂系统控制问题^[13]。智能控制方法主要包括:模糊控制、专家控制、分层控制等。三种控制方法具有不同的特征属性,适用场合不同。模糊控制基于模糊数据获得明确指令。专家控制基于预设算法用于提高传统控制方法的作业效率和质量。分层控制基于三元理论,将作业过程分为组织、协同和执行级,有序进行信息处理,协同完成控制作业,提高作业效率和质量。因此,智能控制技术是实现河道垃圾清理装置实现垃圾清理作业的综合系统工程,与其他技术相辅相成。

2.5 物联网技术

物联网技术基于传感器技术、信息通信技术、嵌入系统技术、智能系统技术、纳米技术、云计算技术等发展而来,是信息科技产业第三次革命的产物。物联网技术通过传感器设备(视频监控、智能设备、工业系统、数控系统、移动终端等)感知信息,按照预先约定协议以及信息安全保障机制,利用网络将感知信息传送给处理器,实现作业对象的智能化识别监管、定位追溯、远程控制、远程维护、调度指挥、报警联动等功能,进而提升作业的高效性、节能性、安全性和环保性等^[14]。

3 河道垃圾清理设备发展方向

随着生态文明建设的深入推进和绿水青山就是金山银山理念的普遍认同,河道垃圾清理作业质量和效率以及作业的绿色环保性和安全性亟待提升,河道清理作业设备的自动化和智能化程度亦急需提升。总体看来,河道垃圾清理设备的发展方向可概括为:

(1) 集成化。集成化一方面体现在垃圾清理功能的集成,包括垃圾分类、识别、收集、存储、运输和处理等。集成后的设备能够极大的提升垃圾清理作业的效率和质量;另一方面体现在垃圾清理不同作业方式的集成,综合不同作业方式的优点,扬长避短,针对不同作业水域情况,融合不同的作业方式,进一步提高作业效率和质量。

(2) 智能化。随着现代检测、识别、控制技术的发展,使得河道垃圾自动智能清理成为可能。基于视觉识别技术、自动导航技术、智能控制技术、物联网技术等,可实现垃圾的智能识别、分类、转运、处理以及其他垃圾深度处理功能,减少作业人员数量,降低劳动强度,提高作业效率和作业质量。同时,较好地提高垃圾清理作业的安全性。

(3) 绿色化。随着环境保护、节能降耗意识的逐步认可,河道垃圾清理设备在完成垃圾清理作业时,其自身的节能环保性以及其对生态修复功能亦成为关注的热点和核心的问题。因此,新能源的引入、能耗的智能控制、垃圾的绿色处理以及蓝藻防治等亦将成为必然。

4 结论

紧密结合我国当前生态文明建设现状以及河道垃圾清理作业的要求,本文首先综述了河道垃圾清理设备的研究现状,分析了各类作业方式以及收集方式的优缺点。然后,结合河道清理装备用新技术的发展情况,阐述了视觉识别、自主导航、轨道巡检、智能控制技术的概念和原理,分析了各技术的优缺点和关键特征。最后,针对当前河道垃圾清理设备的研究和应用现状,提

出了其发展方向。本文旨在为河道垃圾清理设备及技术发展提供有意义的指导和借鉴。

参考文献

- [1]刘瑾,高增亮,钱明星,等.水面垃圾清理设备的研究现状及发展趋势[J].机电产品开发与创新,2022,35:82-84.
- [2]邹育新.浅析城市河道生态治理常见问题及应对措施[J].水利技术监督,2022,9:256-259.
- [3]曹雯丽,万志远.智能垃圾清理船设计[J].装备制造技术,2022,2:135-137.
- [4]纪海婷,李骏,张喜.“河长制”下的河道治理和保护研究—以扁担河为例[J].水利技术监督,2019,5:156-160.
- [5]牛永华.浅谈水面垃圾清理装置[J].山西水利科技,2018,4:77-79.
- [6]郭李雯,等.一种水面清洁机器鱼的设计[J].科学技术创新,2021,14:181-182.
- [7]刘国莘,石雅梦.仿生视角下的水面清污器设计研究[J].中国资源综合利用,2018,36:189-191.
- [8]原建洋,窦岩,王少文,等.市面上典型水面垃圾清理船对比研究[J].科技创新导报,2019,7:67-68.
- [9]李德鑫,闫志刚,孙久运.基于无人机视觉的河道漂浮垃圾分类检测技术研究[J].金属矿山,2021,9:199-205.
- [10]廖强.基于机器视觉的提防坝沉降实时监测方法[J].水利技术监督,2023,1:25-28.
- [11]王巍,邢朝洋,冯文帅.自主导航技术发展现状与趋势[J].航空学报,2021,25:525049.
- [12]何晓辉,裴文良,刘晓明,等.钢丝绳牵引轨道巡检机器人现场应用与分析[J].煤炭工程,2021,53:91-94.
- [13]费益新,叶雪芬,刘子系.基于BIM的水利工程施工质量全过程控制研究[J].水利技术监督,2023,1:17-21.
- [14]李杰.物联网技术下水文监测系统构建研究[J].水利规划与设计,2017,4:58-61.
- [J].水利规划与设计,2021,10:38-42.