

轻型两栖式多功能工作机 在人工湿地水生植物维护中的应用

宋 力¹, 沈 静²

(1. 江苏省水利科学研究院材料结构研究室, 江苏 扬州 225002;
2. 江苏省水利机械制造有限公司, 江苏 扬州 225002)

摘要:针对当前平原水源地工程(人工湿地)水生植物收获采用人工收获和机械收获收割机械技术并不成熟的现状,研发一种新型人工湿地轻型两栖式多功能工作机。介绍该新型工作机产品研发背景及当前国内外类似产品研究现状。结合水生植物收割特点,对工作机主要结构、研发现状及主要特性进行了分析,对其应用前景进行展望并提出性能改进方向。

关键词:两栖式多功能工作机;湿地工程;结构;水生植物

中图分类号:TV49;S225 文献标识码:A 文章编号:1007-7839(2019)07-0005-04

Application of light amphibious multi – functional work machine in the maintenance of aquatic plants in constructed wetlands

SONG Li¹, SHEJING²

(1. Material Structure Laboratory, Jiangsu Institute of Water Resources and Hydropower Research, Yangzhou 225002, Jiangsu; 2. Jiangsu Province Water Conservancy Machinery Manufacturing Co., Ltd., Yangzhou 225002, Jiangsu)

Abstract: Aiming at the current situation that the artificial harvesting and mechanical harvesting machinery technology was not mature in the current plain water source project (artificial wetland), a new type of artificial wetland light amphibious multi – functional working machine was developed. The research and development background of the new working machine products and the current status of research on similar products at home and abroad were introduced. Combined with the characteristics of aquatic plant harvesting, the main structure, research and development status and main characteristics of the working machine were analyzed, and its application prospects were prospected and the performance improvement direction was proposed.

Key words: amphibious multi – functional working machine; wetland engineering; structure; aquatic plants

1 产品研发背景

随着近年来各类产业技术的不断发展,各区域紧急性水环境污染事件呈不断上升趋势。为了确保此类事件发生后城市居民的安全饮水,根据江苏省《关于开展全省集中式饮用水源地达标建设的要

求》,同时结合当地水利发展规划和水生态文明建设,在江苏陆续兴建了众多人工湿地型水源地项目,例如:连云港市应急水源地工程(蔷薇湖)、盐城市区饮用水源生态净化工程(盐龙湖)、连云港市徐圩新区应急备用水源工程(徐圩湖)、金湖应急水源地工程等等^[1]。

收稿日期:2019-04-29

作者简介:宋力(1977—),男,高级工程师,主要从事工程材料结构试验及项目管理工作。

人工湿地采用复合表流湿地为主辅以强化预处理技术的净化工艺,通过构建深沟浅滩、搭配不同生活类型的水生植物,形成立体式植物配置和净化系统,但人工湿地水生植物季节性收割维护工程量多,投入资金量巨大(盐龙湖年维护管理费用接近 1000 万元)。人工湿地管护主要工作内容包括:水生植物收割(挺水植物及沉水植物)、清除杂草、漂浮物打捞、控制水生植物过度生长等。

在上述背景下,小型化水陆两栖工况下自由行走、精准收获作业、人工智能化、环保型、大幅度减少人工劳动强度、高效服务于水环境管理维护的湿地工程轻型两栖式多功能工作机的运用,是今后人工湿地维护过程中发展的方向。

2 当前国内外类似产品研究现状

早在 1952 年开始就有专门的水利机械运用于河道杂草清除的相关研究。IHC KONIJIN 机械厂于 1958 年开始相继研制出 H 系列、M 系列、S 系列多种两栖式机型,随后 HEREDR 公司也开始研制各种机型的河道除草机。

国外水中作业工作机有影响的产品为 AQUA-MARNE 公司(美国)研制的 H 系列产品;ROLBE 公司(英国)研制的 Oibeaux 系列水中割草机,其他如德国等国家对于相应类似的产品进行了研发。

近年来,在我国一些企业也对该领域相继展开研究和探索,成果显著。例如:宁波市农业机械所牵头研制出 WH1800 型清草机;上器集团农业装备有限公司研制出 GC 系列割草船;内蒙古农业大学研发出 9GSCC 系列沉水植物收割机等[2-6]。

虽然国内外市场水生植物收割设备已有多种产品,但专门针对水源地人工湿地水生植物收获及维护的国内外尚属空白,技术性能针对性不强。

3 水生植物收割特点

水生植物主要包括:挺水植物例如芦苇、香蒲;沉水植物例如金鱼藻、穗状狐尾藻、轮叶黑藻、龙须眼子菜等。水生植物切割、捡拾、输送具有如下特性[7-8]:

(1)沉水植物在水流状态下易倾伏,遇水流作用其倾角可能超过 30°以上。

(2)沉水植物根、茎、叶在水流中易缠绕成一体,不易分离。在收割部件作用下,在旋转部件及窄缝部位可能发生缠绕,随着工作时间增加,工作部位缠绕会加具,严重时会引起电机故障。

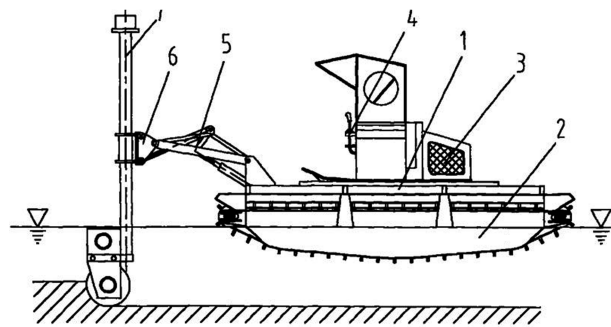
(3)收割过程中,根、茎分离后,茎、叶、杆会漂浮于水体表面,应及时捡拾,防止随处漂浮引起二次污染。

针对水生植物维护上述特点,新型工作机功能定位主要解决人工湿地水生植物维护过程中如下问题[7]:①实现水下收割沉水植物切割、捡拾、传送、牵引、运输一体化作业;②大面积挺水植物收获连续作业、输送、再加工;③复杂地形全气候条件下作业;④微型化、多功能及智能化设计。

4 人工湿地轻型两栖式多功能工作机结构简介

新型人工湿地轻型两栖式多功能工作机包括:车架、行走底盘、动力装置、操纵装置、升降臂架、快换接头、工作装置。

工作机主体为车架,车架两侧设置行走底盘,行走底盘为浮箱履带式。车架中部设置动力装置及操纵装置与车架滑动连接。车架前部设置升降臂架,升降臂架前端设置快换接头,快换接头上配设有工作装置。工作装置为水草切割装置、旋挖清淤装置、挖泥装置、水草打捞装置、水面污物清理装置或水面油污收集装置,通过快换接头对不同工作环境及时更换工作装置,以适应不同工况。工作机结构图见图 1。



1. 车架 2. 行走底盘 3. 动力装置 4. 操纵装置
5. 升降臂架 6. 快换接头 7. 工作装置

图 1 工作机结构简图

5 人工湿地轻型两栖式多功能工作机研发现状及主要特性

5.1 产品定位

新型人工湿地轻型两栖式多功能工作机功能定位于在湿地两栖工况下自由行走、精准收获作业、人工智能化、环保型、大幅度减少人工劳动强度、高效服务于水环境管理维护,该工作机功能主要解决人工湿地水生植物维护过程中如下问题:

(1)实现水下沉水植物收获切割、水面漂浮物收捡、水面传送、动力牵引、传输一体化全过程作业,水下切割深度可以根据特定的沉水植物在一定范围内进行调整,以确保最大限适应水中作业的要求;

(2)大面积挺水植物收获的连续作业、输送、再加工;

(3)复杂地形全气候条件下作业;

(4)两栖式多功能工作机小型、轻型化后,功率与效率的综合平衡;

(5)两栖行走结构首次采用轻型高强度非金属材料履带;

(6)微型化、多功能及智能化设计;

(7)环保、美观。

5.2 设计创新点

(1)整机轻量化、小型化设计

双浮箱及多种构件研发选用高强度铝合金料,采用轻型高强度尼龙刮板履带,为国内首创,大幅度降低整机重量,整机结构紧凑,体积小,重量仅为1.6 t,运输便捷,能耗小。

(2)操作智能化、简单化设计

整机操控系统采用电液比例系统控制,自创编程,操作灵活,可通过操作两个手柄完成整机所有动作,整机爬坡能力卓越,可轻松在沼泽地中自由行走。控制器亦可接入遥控装置,可实现人机分离操作,人在岸边即可操纵机器在水上、滩涂地上行走工作。

(3)功能多样化设计

通过独有的快换接头设计,可更换多种功能工作装置,实现了割、收、钻等多种作业用途的需要。并可通过上车平台前后移动保证更换不同工装的整机重心位置。

6 工程实例

连云港市应急水源地工程(蔷薇湖水库)^[9],工程位置座落于东海县张湾乡与海州区锦屏镇交界处,蔷薇河南岸,东侧以通榆河为界,西侧以沿海高速为界,占地约293.47 hm²,主要包括预处理区(18.67 hm²)、复合表流湿地净化区(76.67 hm²)、沉水植物区(20 hm²)及深度净化区(蓄水水库,116.67 hm²)4个功能区,有效库容约650万m³^[1]。

湿地工程主要施工内容:水生植物的采购、栽植及维护,水生植物种植总面积约120万m²,其中沉水植物、挺水植物及浮叶植物种植面积分别为

60万m²、55万m²及5万m²,主要种植金鱼藻、刺苦草、轮叶黑藻、穗状狐尾藻、伊乐藻、菹草、香蒲、芦苇、再力花、黄菖蒲、菱角、睡莲等。

本工程于2016年7月通过验收正式移交使用。2016年3月~2018年11月期间,选取复合湿地区1、2区及沉水植物区在挺水植物及沉水植物维护期,使用新型人工湿地轻型两栖式多功能工作机对其综合收获性能进行测试,结果表明:人工湿地轻型两栖式多功能工作机实现了水源地工程复杂地形条件下水下沉水植物及大面积挺水植物收获全天候连续作业,切割深度能在一定范围内调整,适应复杂两栖作业的工况要求;工作机小型化、轻型化后,功率与效率实现了综合平衡;轻型高强度非金属材料履带的使用,进一步提高整机的灵活性、机动性、操纵性。

7 人工湿地轻型两栖式多功能工作机应用展望

根据《江苏省城市集中式饮用水水源地保护攻坚战实施方案》工作目标要求^[10]:“2018年底前,力争完成县级以上水源地达标建设任务且县级以上城市建立双源供水或应急水源。”平原地区新开挖水源地工程(湿地工程)均有水生植物维护管理要求,水生植物收获工程量巨大。在此背景下,具有复杂地形条件下水下沉水植物及大面积挺水植物收获高性能人工湿地轻型两栖式多功能工作机的研发尤为重要。

当前国内对人工湿地水生植物的收获主要方式为机械收获辅以人工收获。采用传统人工方式耗时耗力,工作效率低,工作人员分散于大面积湿地区域安全无保障。在夏季水草生长旺盛维护期,其收获速度往往跟不上生长速度萌发速度,从而会导致大量水生植物因收割不及时在水中腐烂,造成水质二次污染^[11]。

机械收获采用水草收割机,当前市场上水草收割机大部份为大型机械,而人工湿地水域宽广,点多作业面散,根据湿地功能区的布置,造型不规则,局部区域操作空间窄小,限制了大型收割机械的行进和转弯的灵活性。机械收获的技术还不成熟,湿地植被承受不了大型收割设备的重量,对于未淹水的湿地可采用四轮拖拉机或履带底盘的收割机械,但对于淹水区的作业,需要可以水上行走的收割机械。沉水植物的收割机械技术并不成熟。

人工湿地轻型两栖式多功能工作机能有效解

决人工湿地水生植物维护过程中出现的问题。多功能工作机小型、轻型化后,功率与效率的综合平衡、恶劣工作环境下收割装置功能的提高、智能化无人操作将是今后进一步研究的方向。

参考文献:

- [1] 姓海涛,宋力,沈静,等. 平原地区新开挖水库水质维持管理——以连云港市蔷薇湖水库为例[J]. 施工技术,2018 (6):1744-1746.
- [2] 金金. 芦苇收割船关键部件的设计与研究[D]. 保定:河北农业大学,2014.
- [3] 范金玲. 水草收割船切割装置参数化建模及有限元分析[D]. 保定:河北农业大学,2013.
- [4] 张丽珍,陈金稳,李俊. 水草收割机的研究现状[J]. 上海水产大学学报,2008 (7):486-492.
- [5] 王攀峰. 9GSCC-1.4H 型水草收割机切割装置的优化设计与仿真[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2010.
- [6] 机械结构设计毕设. [EB/OL]. [2008-4-8]<http://www.docin.com>.
- [7] 尚士友,李旭英,杜健民,等. 柔性沉水植物切割捡拾装置的试验研究[J]. 农业工程学报,1998, (12): 81-84.
- [8] 李旭英,尚士友,杜健民,等. 9GSCC-1.4H 型沉水植物收割机船队的设计[J]. 农业机械学报,2006, (1):59-62.
- [9] 连云港市应急水源地工程(蔷薇湖水库)初步设计报告[R]. 上海勘测设计研究院,2013.
- [10] 江苏省人民政府办公厅关于印发江苏省城市集中式饮用水水源地保护攻坚战实施方案的通知[R]. 江苏省人民政府办公厅,2019.
- [11] 水草收割机的研究现状. [EB/OL]. [2005-05-22]
<http://wenku.baidu.com>.

