

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.09.018

节水式道路绿化带清洗系统的设计

饶成晨, 吴 波*, 彭祥祥, 詹 斌, 雷 耀, 方文杰

(武汉理工大学 机电工程学院, 湖北 武汉 430070)

摘要:针对现有城市园林作业车对道路绿化带清洗方面水资源浪费严重、清洗设备落后以及城市空气净化等问题,对新型喷头设计、旋转机构设计、单片机自动化控制、测距、监控等方面进行了研究,提出了一套车用节水式道路绿化带清洗系统。通过实际操作进行了实验验证,实验结果表明,该系统能实施反映绿化带清洗时的工况,自动化程度高,给作业人员带来极大的便利。与传统人工高炮清洗装置相比,该系统可实现出水锥度、角度可调,从而控制喷洒范围,可针对不同宽度高度的绿化带进行作业,浇灌效果好,操作方法简单,无需专人操作,节省人力。

关键词:节水;绿化带;道路;系统设计

中图分类号:TH39

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2014)09-1182-03

Design of water conservation cleaning system in road green-belts

RAO Cheng-chen, WU Bo, PENG Xiang-xiang, ZHAN Bin, LEI Yao, FANG Wen-jie

(Mechanical and Electrical Engineering Institute, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: Aiming at solving the problems of serious waste of water resources, air pollution and backward cleaning equipment in city garden working vehicles, a water-saving cleaning system for road green belt was investigated. After researches of new-type nozzle design, rotary mechanism design, automatically single chip microcomputer control, ranging and monitoring study, the system was established. The experiment indicates that the system shows cleaning condition and brings great convenience to workers because it is highly automated. Compared to traditional artificial gun cleaning devices, the system may realize adjustable water coning and outlet angle so as to control the water's spraying range. It can be applied to different green belts varied in widths and heights, which hardly need special operation but mak better irrigating effect and saves manpower.

Key words: water saving; green belt; road; system design

0 引 言

城市道路绿化带犹如城市的一条彩带,是净化城市的“法宝”,对固态和气态的大气污染物均有较强的防护效果,具有滤尘、吸毒、放氧等净化大气和降低噪音的作用^[1-2],被誉为“城市绿肺”。在工业发达城市,扬尘污染严重,尘埃落在植被叶面堵住植物气孔,不仅影响了市容,同时严重阻碍了植物的蒸腾作用、光合作用^[3],导致其净化大气的效果大打折扣。因此需要定

期清洗城市道路绿化带,保持城市道路绿化带清洁。

目前,武汉市城市道路绿化带以灌木为主^[4],清洗方式主要为园林作业车移动式喷洒,即人工高炮喷洒。高炮清洗过程中,由于人为操作的不稳定性,其出水范围难以准确控制,无法实现准确清洗^[5],大量的水洒在绿化带之外;而高炮清洗设备自身结构的设计,导致其出水形状为雾状空心锥,出水均匀性一般,冲击力小,易产生漂移损失^[6],需多次清洗,水资源利用率低;不同宽度道路绿化带需水量不同,作业时,无法根

收稿日期:2014-03-27

作者简介:饶成晨(1992-),男,福建武平人,主要从事机械工程及自动化方面的研究. E-mail:374590756@qq.com

通信联系人:吴 波,男,教授,硕士生导师. E-mail:Wubo-01@whut.edu.cn

据道路绿化带宽度相应调节其流量大小^[7]。

本研究针对现有城市道路绿化带的清洗现状,提出一种节水式道路绿化带清洗系统。

1 设计方案

该系统与传统清洗设备相比,其可实现以下功能:
①实现对不同宽度道路绿化带的准确清洗;②出水状为锥形实流,提高水资源利用率;③出水流量可自动调节,实现按需清洗;④控制方便,园林车司机可在驾驶室完成所有操作。

若要对不同宽度道路绿化带的准确清洗,可调节喷头出水角度 θ 、出水锥度、作业车距绿化带距离 l 、喷头高度 h 4 个变量。其中,作业车距绿化带距离 l 受道路实况限制而无法量化控制,喷头高度 h 因受道路环境限制可调范围较小。根据对武汉市汉南区道路绿化带规格的调研,确定本系统 $l=0.5\text{ m}$ 、 $h=1.9\text{ m}$ 。通过调节喷头出水锥度 δ 、出水角度 θ ,实现对不同宽度绿化带的准确清洗。系统变量调节示意图如图1所示,该示意图为对宽度为2 m、4 m 的绿化带进行作业。

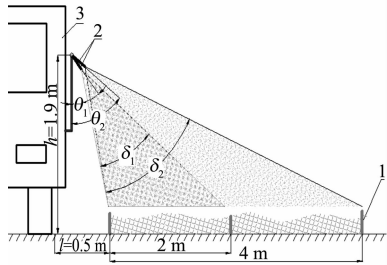


图1 本系统变量调节示意图

1—绿化带;2—清洗系统;3—园林作业车

为保证出水状为锥形实流,提高其出水均匀性和冲击力,喷头采用内外双层弧面结构,并在合适位置分别布置不同锥度的出水孔。外层固定,内层贴合于外层并可相对外层旋转,以此控制每圈出水孔对齐与否,完成出水锥度变换,实现实心锥出水;同时,通过旋转机构带动整个喷头模块旋转,实现出水角度 θ 变换。

不同宽度道路绿化带所需的清洗水量不一样,通过控制出水阀门开度大小,调节水流量。

2 机械结构设计

自主设计的车用绿化带节水系统机械结构部分由喷头模块、旋转机构和流量控制模块 3 部分组成。喷头模块调节出水锥度 δ ,旋转机构调节出水角度 θ ,流量控制模块调节出水流量,其机械结构如图2所示。



图2 节水式道路绿化带清洗系统机械模型图

2.1 喷头模块

2.1.1 喷头结构设计

为保证出水状为锥形实流,增大喷头喷洒范围,将喷头设计内外两层成弧面结构,并在合适位置分别布置不同锥度的出水孔。其中,喷头外层固定,舵机转动,在减速齿轮传动下,内层喷头转动,实现不同锥度的变换。喷头模块的三维模型图如图3所示。

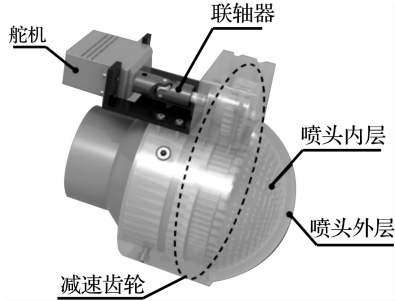


图3 喷头模型图

2.1.2 出水孔设计

喷头内外层均布置5圈大小相同的出水孔,从内到外各层出水孔的出水锥度依次为 28° 、 43° 、 60° 、 78° 、 98° ,相邻出水孔与圆心夹角依次为 15° 、 15° 、 30° 、 12° 、 18° 。外层喷头旋转 0° 、 60° 、 30° 、 45° 时出水孔的对准情况,其中孔内浅色代表封闭,深色代表出水如图4所示。

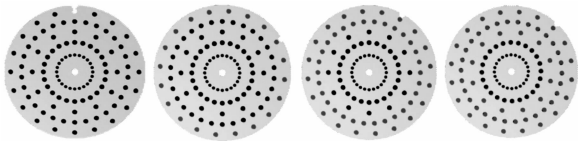


图4 出水孔位置设计原理图

2.2 旋转机构

设计新型旋转机构,其主要由步进电机、减速齿轮、空心轴套构成。当步进电机转动,在减速齿轮传动下,带动空心轴转动,进而使喷头模块整体转动,从而改变出水角度。其结构如图5所示。

2.3 流量调节模块

流量调节模块主要由气缸、球阀组成。通过控制气缸伸缩距离,带动球阀旋转,进而调节出水阀门开

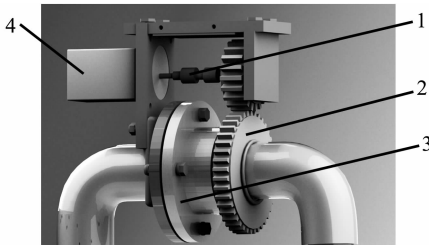


图 5 旋转机构模型图

1—联轴器;2—减速齿轮;3—空心轴;4—步进电机

度,控制其流量大小和出水压力大小。

3 控制模块设计

3.1 整体方案设计

作品采用 MCS-51 单片机为控制系统核心,接收超声波测距模块采集的距离信号与键盘输入的控制信号。单片机根据内部时钟和中断处理,输出园林作业车到绿化带的距离和相应占空比的 PWM 信号^[8],控制喷头出水锥度与角度。同时,园林车司机可通过驾驶室内监控器,实时观察清洗情况。其硬件电路总框图如图 6 所示。

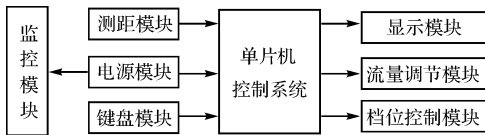


图 6 总体框图设计

3.2 测距模块

测距模块位于车侧面,直接测量车身与绿化的之间的距离。其由超声波测距传感器和信号处理电路构成^[9]。超声波传感器实时监测园林作业车到道路绿化带的距离,提醒作业车司机观测并调整园林作业车与道路绿化带的距离,防止从喷头喷出的水洒到绿化带外。

3.3 键盘及显示模块

园林车司机可通过键盘选择相应的档位,调节喷头出水角度、锥度及流量,以适应 2 m、3 m、4 m 等常规宽度绿化带。系统采用 LCD1602 对系统工作状态予

以显示,主界面显示的信息包括:车体距绿化带距离,阀门档位,清洗档位。

3.4 监控模块

监控模块由摄像头和监控器组成。作业时,园林车司机可通过驾驶室内监控器观察绿化带的清洗情况,并通过手动控制键适当调节喷头的出水锥度与出水角度,从而保证对不同宽度道路绿化带的准确清洗。

4 结束语

本研究采用新型旋转喷头,可以实现调节出水角度、速度,配合旋转机构旋转一定的角度;通过单片机控制各机构运动,操作人员只需调整面板,操作方便,提高了自动化程度。同时配合传感器测距实时检测车体与绿化带间距离,以及摄像监控路况等功能,可以根据不同情况下的绿化带,对出水状态进行实时调节,实现准确清洗,清洗效果良好,且无需专人操作,满足园林车辆上路作业的各项需求,可操作性、灵活性强。

参考文献(References):

- [1] 范丽雅. 绿化带对城市大气环境及空气质量的影响[J]. 气候与环境研究, 2006, 11(1): 85-86.
- [2] 丁亚超, 周敬宣, 李 恒. 绿化带对公路交通噪声衰减的效果研究[J]. 环境污染与防治, 2004, 12(12): 204-206.
- [3] 郑琳露. “由植物蒸腾作用看城市沿街绿化带定期清洗的重要性”的实验设计与实践[J]. 生物学教学, 2002, 27(2): 38-39.
- [4] 徐小玉. 武汉市道路绿化带植物景观评价研究[J]. 江汉大学学报(自然科学版), 2005, 33(3): 79-82.
- [5] 黄晓鸾, 王书耕. 城市生存环境绿色量值群研究[J]. 中国园林, 1998, 14(3): 57-59.
- [6] 徐 冰. 毛乌素沙地喷灌蒸发漂移损失实验研究[J]. 水利科技与经济, 2005, 11(10): 625-626.
- [7] 王向荣. 生态园林与城市环境保护[J]. 中国园林, 1998, 14(2): 14-16.
- [8] 孟海刚. 基于 8051 单片机控制的直流电机 PWM 调速系统设计[J]. 伺服控制, 2013(2): 42-45.
- [9] 郑志聪. 超声波测距技术[J]. 福建农机, 2008(2): 28-29.

[编辑:洪炜娜]

本文引用格式:

饶成晨, 吴 波, 彭祥祥, 等. 节水式道路绿化带清洗系统的设计[J]. 机电工程, 2014, 31(9): 1182-1184.

RAO Cheng-chen, WU Bo, PENG Xiang-xiang, et al. Design of water conservation cleaning system in road green-belts[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2014, 31(9): 1182-1184.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>