

自驱动集成式一体化喷灌机研发

李仰斌¹, 谢崇宝¹, 张国华¹, 鲁少华², 史少培³, 谢瑞环⁴

(1. 中国灌溉排水发展中心, 北京 100054; 2. 北京中灌绿源国际咨询有限公司, 北京 100054;
3. 河海大学, 江苏 南京 210098; 4. 中灌润茵(北京)节水灌溉设备有限责任公司, 北京 101302)

摘要: 自驱动集成式一体化喷灌机研发, 集喷灌机自行走与喷水行车自行走功能于一体, 用柴油机或电动机替代水涡轮实现喷水行车的自动回收, 降低能耗, 根据需要选配水泵和动力装置。与传统绞盘式喷灌机相比, 一体化移动式喷灌设备进行灌溉, 避免了行车过程中对庄稼的损坏, 可以使灌溉面积控制更加灵活, 所包含的地段广阔, 灌溉投资成本低廉, 且劳动强度较小, 适用于小地块喷灌作业需要, 尤其适合应急抗旱时使用。

关键词: 自驱动; 集成式; 喷灌机

中图分类号: S275.4 **文献标识码:** B

1 研发目的

绞盘式喷灌机是众多喷灌机械类型中的一种。现有的绞盘式喷灌机主要由承重底盘、卷盘、卷管、多功能减速器、轴流式水涡轮和喷头车等组成。绞盘式喷灌机的作业方式随绞盘安装在底盘(机架)上的位置而不同。最常见的是绞盘式喷灌机牵引方向与喷头车作业方向垂直。用拖拉机将绞盘式喷灌机牵引到地块一端的给水栓处, 将卷盘车调转 90°, 接上水源。用拖拉机将喷头车和卷管牵引到地块另一端。打开给水栓供给压力水, 开始喷灌, 绞盘式喷灌机利用水压力通过水涡轮回卷卷管, 使喷头车边喷洒边后退(喷头约成 300° 以内的扇形喷洒), 直至卷盘处即自动停车。喷完后, 用拖拉机将绞盘式喷灌机牵引到另一地块上, 继续以上顺序进行喷灌。

此种结构的绞盘式喷灌机, 其喷头车依靠拖拉机在田间牵引移动, 拖拉机的牵引造成田面庄稼的碾压, 导致庄稼减产, 农民减收, 挫伤了农民使用喷灌技术的积极性。另外, 此种喷灌机械在装卸、运输与转移作业时, 费时费力, 增加了劳动强度, 降低了工作效率, 也在一定程度上限制了绞盘式喷灌机的大规模推广应用。

因此, 研制一种能够自行走的喷水行车, 可以自带动力, 无需拖拉机牵引即可前进, 避免对作物的过多碾压, 实现与传统绞盘式喷灌机的主机连接, 实现移动式喷灌具有十分重要的现实意义。

2 设计方案

2.1 结构设计

参照图 1, 自驱动集成式一体化喷灌机(专利号: 201220026838.4), 包括抽水泵与输水管道; 在田间使用的装载车辆上, 安装有自动盘管机构, 并连接有自行走喷灌机构; 自动盘管机构具有不同的速度档位, 不同档位对应于不同的盘管速度, 实现不同的灌溉水量, 自动盘管机构外侧连接有通向水源的灌溉输送管道及通向田间的水泵供水软管, 该供水软管端部连接到喷头; 箱体状外壳内还装有喷灌控制装置, 下部有柴油动力水泵。田间使用的装载车辆为有动力车辆, 车辆电源可采用蓄电池组或其他动力, 它为车辆行驶和自动盘管机构提供能源。

自动盘管机构包括调速机构和换挡机构, 其中换挡机构分工作档和拖动档, 当换挡机构位于工作档时, 配合调速机构设置的盘管速度, 将自行走移动喷灌机构向靠近盘管机构的方向收拢移动, 并完成喷灌作业。当换挡机构位于拖动档位时, 自行走移动喷灌机构依靠其自身能源行走, 并将供水管道一并拖到需要的位置。在装载车辆中还连接着自行走移动喷灌机构组件, 该组件包括有蓄电池、内置的减速驱动轮、调速手柄、喷头支架, 高均匀度喷头以及万向拖轮。

2.2 技术特点

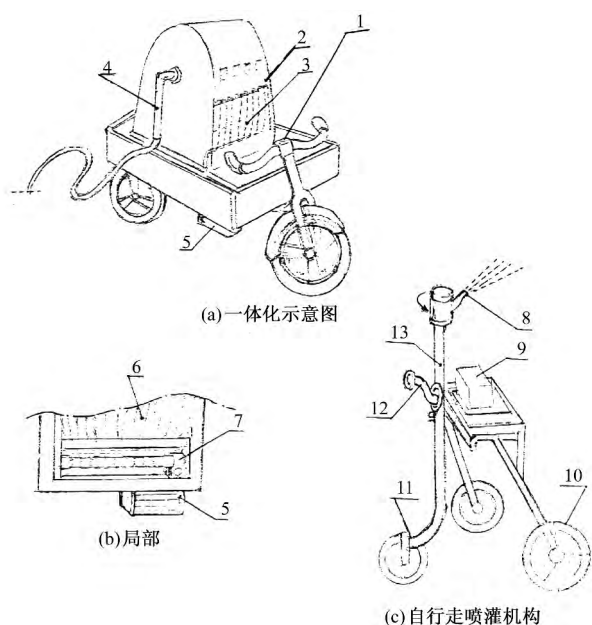
自驱动集成式一体化喷灌机属于轻小型喷灌机组, 具有良好的机动性能, 适用于平原地区和坡度较小的丘陵地区等各种

收稿日期: 2014-04-02

基金项目: 水利部公益性行业科研专项“自驱动多功能高效节水灌溉关键设备研发”(201301010)。

作者简介: 李仰斌(1957-), 男, 教授级高级工程师, 主要从事农田水利与饮水安全方面的研究。E-mail: liyangbin@mwr.gov.cn。

通讯作者: 张国华(1980-), 男, 高工, 主要从事农业水土工程方面的研究。E-mail: zgh311133@163.com。



1. 装载车辆; 2. 箱体状的外壳; 3. 自动盘管机构; 4. 输水管道; 5. 柴油动力水泵; 6. 通往田间的水泵供水软管; 7. 喷灌控制装置; 8. 喷头; 9. 蓄电池; 10. 内置的减速驱动轮; 11. 万向拖动轮; 12. 调速手柄; 13. 喷头支架

图1 自驱动集成式一体化喷灌机

形式和地形,适用于农业、果林、草地等方面的不同灌溉要求。同时,其自身配备有水泵和柴油动力机,对水源要求简单,无需配套水源工程,尤其适用与农村地区零散地块作业;但对于已有完整水源工程的地区,可不运行该设备水泵和柴油机,直接将绞盘进水口连接到水源工程,依靠其提供的有压水进行灌溉。

(1)该设备配有柴油动力水泵、喷灌输水管、喷灌车、牵引机车,可独立完成灌溉作业,要求配套设施相对简便,可减少原有灌溉供水系统重复。

(2)喷水行车的自行走功能,可带动喷头管道自动行走,节省劳力,避免了使用拖拉机牵引过程中对庄稼的损坏。

(3)用柴油机或电动机替代水涡轮实现喷水行车的回收,降低了能耗。

(4)牵引机车采用清洁环保电池驱动,便于转移地块喷洒作业,不受田间的电线杆、树木等障碍物的限制,能够适应平原或丘陵不同开头大小地块。

(5)通往田间的水泵供水软管两端采用快速接头,极大方便了田间取水过程。

(6)操作方便、平稳可靠、工作运行连续,1~2人便可操作多台喷灌机,节省劳力。

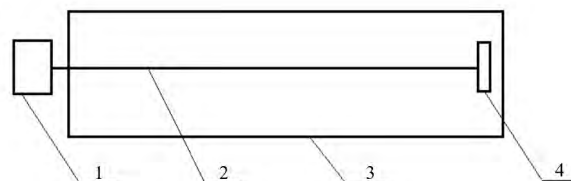
(7)适用于多种水源,且对水质要求不高,可在水塘、溪、坑、水渠等取水,尤其方便农村距离较远、且无水源工程的地块进行灌溉。

(8)在控制面积大,一次性投资多地块使用,可大大降低农民经济负担。

3 工作原理

自驱动集成式一体化喷灌机的工作原理与传统绞盘式喷

灌机基本一致,将装载车辆安置在农田一侧,由人驾驶自行走移动喷灌机构行进至农田另一侧,保证自行走移动喷灌机构与设备成一直线。启动水泵,打开进水阀门,自动盘管机构驱动卷管向装载车辆安置方向移动,以使喷灌强度小于土壤允许喷灌强度为标准,通过调速手柄调节自行走移动喷灌机构的速度直至符合要求。当自行走移动喷灌机构运行至装载车辆安置点时,这一地块灌溉结束,收其自行走移动喷灌机构到装载车辆上,驱动装载车辆到其他地块继续上述作业过程。



1. 装载车辆; 2. 卷管; 3. 田块边界; 4. 自行走移动喷灌机构

图2 田间作业方式

4 技术规格

本设备输水卷管长度 130 m, 直径 $\Phi 40$ mm, 壁厚 3 mm。采用 PYC40 型摇臂式金属喷头, 水平角 $0 \sim 360^\circ$, 喷嘴 12 mm, 工作压力为 0.3~0.5 MPa, 射程为 20~25 m, 水泵为离心泵, 扬程 50 m, 流量 $10 \sim 15 \text{ m}^3/\text{h}$ 。柴油机功率为 4.85 kW, 转速 2600 r/min。本设备有效喷洒幅宽 34~42 m, 长度 140 m; 每个作业点最大喷洒面积为 0.6 hm^2 , 外形尺寸(长×宽×高): $3.5 \times 1.2 \times 1.7 \text{ m}$ 。喷灌机整机重量为 310 kg。喷水行车运行速度为 10~50 m/h。



图3 产品样机

经检测,本设备密封性能:在试验压力(0.8 MPa)下,进水管与绞盘连接处泄漏量不应大于入机流量的 1%;耐压性能:保持试验压力(0.8 MPa)10 min,进水管接口和管身,无破损、无脱落及无渗漏水现象;通过性能:出水管应沿直线拖移,其速度不超过 3 km/h;整机在田间的移动速度不超过 5 km/h,在道路上的移动速度不超过 10 km/h;爬坡性能:整机在地块坡度不超过 9° 的地面上移动时,车轮不打滑;调速性能:灌溉时通过调速装置控制绞盘转动,牵引喷水行车回行速度为 15~60 m/h;灌水性能:喷灌均匀系数不低于 0.85。

5 操作规程

本设备应按照《卷管牵引绞盘式喷灌机》(下转第 74 页)

的污水转化成灌溉用水,其应用前景是不可估量的。

5.3 开发自清洗程度较高的过滤器

自清洗过滤器是指过滤器能够按照过滤时间、前后压差或过滤流量等指标,通过自身的清洗机构,对过滤材料进行自动清洗操作。近几年来,随着微灌工程技术的发展,自清洗过滤器逐渐成为市场的热点。国内一些企业虽然也开发了一些产品,但关键的控制部件仍然采用国外进口,如电子控制仪、反冲洗阀门和压力流量传感器等。国外自清洗过滤器产品占据了国内市场,由于价格居高不下,为了节省开支多数用户只能被迫选择人工清洗操作的过滤器。因此,开发自动化程度较高的自清洗过滤器,解决微灌工程技术发展的迫切需求。

参考文献:

- [1] I K Kulecho, Ulecho, E K Weatherhead. Reasons for smallholder farmers discontinuing with low-cost micro-irrigation: A case study from Kenya[J]. Irrigation and Drainage Systems, 2005, (19): 179—188.
- [2] 翟国亮, 吕谋超. 微灌系统的堵塞及防治措施[J]. 农业工程学报, 1999, 15(1): 144—145.
- [3] 王瑞环, 魏正英. 滴灌系统中有关堵塞问题的探讨[J]. 灌溉排水, 2002, 21(6): 77—78.
- [4] B W Yang, Q Chang. Wettability studies of filter media using capillary rise test[J]. Separation and Purification Technology, 2008, (60): 335—340.
- [5] Bucks D A, Nakayama F S, Gilbert R G. Trickle irrigation water quality and preventive maintenance[J]. Agricultural Water Management, 1979, 2(2): 149—162.
- [6] 程先军, 许 迪. 地下滴灌专用滴头的研制及初步应用[J]. 农业工程学报, 2001, 17(2): 51—54.
- [7] M Duran-Ros, G Arbat, J Barraga'n, et al. Assessment of head loss equations developed with dimensional analysis for micro irrigation filters using effluents[J]. Bio systems Engineering, 2010, (106): 521—526.

(上接第 70 页) 使用技术规范》(SL280)进行保养与维护, 喷灌机配套部件的维护保养应按有关规定和相应的使用维护说明书进行。此外, 使用时还应注意以下事项。

(1) 检查柴油机油箱里的油量、水箱里的水量是否符合要求, 并测试性启动, 看是否运转正常; 检查水泵是否漏气以及与柴油机连接是否正常。

(2) 检查喷水行车蓄电池电量、轮胎气压是否符合要求, 并测试性启动, 检查行走是否正常。

(3) 灌溉季结束后, 应注重对蓄电池的保养, 定期对蓄电池进行充电, 并安全存放。

(4) 在冬季存放前, 最后一次将盘管缠绕到绞盘上, 应该在盘管中充满水的情况下进行。冬季存放时, 应排尽水泵内的余水, 并采取方法尽量排尽盘管中的余水, 以防被冻裂。

6 结 语

自驱动集成式一体化喷灌机将传统绞盘式喷灌机与水泵、动力机进行整合, 集水源工程与喷灌设备于一体, 喷灌时无需拆卸和安装, 可独立完成作业, 在多种水源条件下均可喷灌作

- [8] 闫大壮, 刘 杰, 杨培岭. 滴头堵塞诱发过程及其可控方法的研究进展[J]. 中国农村水利水电, 2009, (4): 39—41.
- [9] Haman D Z, Allen G S, Fedro S Z. Settling basins for trickle irrigation in Florida[Z]. AE65. Gainesville: University of Florida, IFAS, 2003.
- [10] Ravina I, Paz E, Sofer Z, et al. Control of clogging in drip irrigation with stored treated municipal sewage effluent[J]. Agricultural Water Management, 1997, 33(23): 127—137.
- [11] 刘 璐, 牛文全. 滴灌灌水器流道堵塞及防治研究进展[J]. 农机化研究, 2012, (4): 13—18.
- [12] 张国祥. 对微灌过滤器筛网规格 孔径比及两种压降合理取值的探讨[J]. 喷灌技术, 1992, (1): 31—35.
- [13] 郑铁刚, 刘焕芳, 刘 飞, 等. 自清洗过滤器排污系统的水力计算[J]. 水利水电科技进展, 2010, (3): 8—11.
- [14] 刘焕芳, 郑铁刚, 刘 飞, 等. 自吸网式过滤器过滤时间与自清洗时间变化规律分析[J]. 农业机械学报, 2010, (7): 80—83.
- [15] 赵红书, 翟国亮, 冯俊杰, 等. 不同过滤方式下沉积在滴灌带中的颗粒粒度分布研究[J]. 节水灌溉, 2010, (2): 17—20.
- [16] 翟国亮, 陈 刚, 赵 武, 等. 微灌用石英沙滤料的过滤与反冲洗试验[J]. 农业工程学报, 2007, 23(12): 46—50.
- [17] 叶成恒, 范兴科, 姜 珊. 高含沙水流条件下过滤系统水力性能试验研究[J]. 节水灌溉, 2010, (1): 16—22.
- [18] 张文正, 翟国亮, 邓 忠, 等. 微灌砂滤料的表层过滤和汽水反冲洗试验研究[J]. 灌溉排水学报, 2013, 32(1): 86—90.
- [19] 刘焕芳, 郑铁刚, 刘 飞, 等. 自吸网式过滤器过滤时间与自清洗时间变化规律分析[J]. 农业机械学报, 2010, 41(7): 80—83.
- [20] 翟国亮, 冯俊杰, 邓 忠, 等. 微灌用砂石过滤器反冲洗参数试验[J]. 水资源与水工程学报, 2007, 18(1): 24—28.
- [21] 杨万龙, 宋世良. 叠片式自动反冲洗过滤器的研制[J]. 中国农村水利水电, 2005, (1): 115—117.
- [22] Capra A, Scicolone B. Emitter and filter tests for waste water reuse by drip irrigation[J]. Agricultural Water Management, 2004, 68(2): 135—149.

业, 适用范围广泛。为其专门配备的电动牵引车, 无需拖拉机等其他大型牵引机械, 便可轻松实现整个设备的转移和运输, 简化了操作步骤, 降低了运行成本。配有电源和电动机的喷水行车可自动行走, 牵引卷管进行移动, 无需拖拉机或人力牵引操作, 可避免对农作物和土壤的破坏。

参考文献:

- [1] 水利部农村水利司, 中国灌溉排水发展中心. 喷灌工程技术[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2012.
- [2] 马 开, 严海军, 刘 洋, 等. R2000WF 喷头与摇臂式喷头水力性能的比较研究[J]. 节水灌溉, 2011, (2): 29—32.
- [3] 史少培, 谢崇宝, 高 虹, 等. 喷灌技术发展历程及设备存在问题的探讨[J]. 节水灌溉, 2013, (11): 78—81.
- [4] 田 露, 周厚娟. 轻小型喷灌机的使用[J]. 农民致富之友, 2008, (8): 45.
- [5] 吴政文, 张学军, 李 欣, 等. 温室自走式多功能喷灌机的研究[J]. 农业机械, 2008, (4): 61—63.
- [6] 陈国辉. 自走式喷灌机控制系统设计[J]. 林业机械与木工设备, 2008, (5): 36—37.