

自驱动多功能一体化喷滴灌两用机设备研发

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: 自驱动多功能一体化喷滴灌两用机, 集水泵、动力系统、输水管道系统、喷滴灌两用机构于一体; 集喷灌、滴灌、可移动功能于一体, 集施肥、过滤、量水等功能于一体; 既适合集约化的土地经营模式, 也适合分散零碎小地块的灌溉要求, 尤其适合应急抗旱时使用。该设备使用自带电力驱动盘管机构, 解决了使用水涡轮驱动盘管的耗能大的问题; 能够根据气候、地形、土壤、作物等因素对灌溉要求, 实现喷灌和滴灌两种模式的快速转换; 能够实现不同作业地点间的快速移动, 避免碾压庄稼, 提高了工作效率, 降低劳动强度和单位面积灌溉成本。

关键词: 自驱动; 喷滴灌两用机; 一体化; 研发

中图分类号: S275.4 文献标识码: A

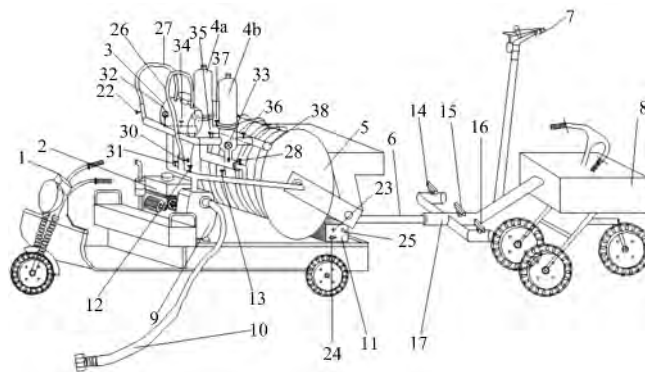
1 研发目的

固定式管道喷灌系统是干管、支管全部固定安装, 田间人工劳动强度低, 但投资较大; 半固定式或全移动式管道喷灌系统是干管、支管部分或全部可以移动的喷灌系统, 是目前我国实际应用广泛的一种喷灌系统, 投资少, 但田间人工劳动强度较大, 不利于大规模推广; 机组式喷灌系统, 因其结构较为复杂、技术条件要求高、维修有一定难度、一次投资较大、机组移动不便、人工劳动强度大等, 阻碍了在我国的大范围推广应用。因此, 研发一种便于操作的将动力机、水泵、管道等设备集成于一体的移动式喷滴灌两用机, 同时具备喷灌和滴灌功能, 将大大减少灌溉投资成本、减轻劳动强度, 适合不同规模的土地经营方式, 符合广大农户的要求, 行业需求广泛。

2 设计方案

2.1 结构设计

如图 1 所示, 开发的自驱动多功能一体化喷滴灌两用机 (专利申请号: 201310314102.6), 在满足田间作物滴灌要求的前提下, 既能够适合滴灌系统对首部设备的要求, 又能够适合田间移动喷灌要求。需要说明的是, 设备的设计压力应按喷灌时的工作压力设计, 输水管道及管件的尺寸应按照喷灌和滴灌这种灌溉方式正常工作时的设计流量较大者确定。



1-牵引机车; 2-发动机; 3-施肥罐; 4-过滤器; 4a-第一过滤器; 4b-第二过滤器; 5-卷盘; 6-卷管; 7-喷头; 8-喷滴行车; 9-水泵; 10-水泵进水管; 11-卷盘开关箱; 12-第一阀门; 13-第二阀门; 14-第三阀门; 15-第四阀门; 16-第五阀门; 17-分水器; 18-滴灌主管; 19-滴灌带; 20-农作物; 21-水源; 22-第六阀门; 23-钥匙孔; 24-方向开关; 25-调速开关; 26-施肥罐进水管; 27-施肥罐出水管; 28-第七阀门; 29-卷盘进口; 30-第八阀门; 31-第九阀门; 32-进水口压力表; 33-出水口压力表; 34-第十阀门; 35-第十一阀门; 36-第十二阀门; 37-第十三阀门; 38-排污管

图 1 自驱动多功能一体化喷滴灌两用机的组成

如图 1 所示, 自驱动多功能一体化喷滴灌两用机, 包括牵引机车 1, 以及设置在牵引机车 1 上的发动机 2、水泵 9、施肥罐 3、过滤器 4、卷盘 5、卷管 6、分水器 17 及喷滴行车 8, 发动机 2

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, 主任, 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。

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

提供动力给水泵 9,水泵 9 与水源 21 及施肥罐 3 相连,施肥罐 3 连接过滤器 4,过滤器 4 连接卷盘 5,卷盘 5 连通卷管 6,卷管 6 缠绕在卷盘 5 上,卷管 6 与分水器 17 相连,分水器 17 分别连接滴灌主管 18 和喷滴行车 8,滴灌主管 18 与滴灌带 19 相连。

如图 1 所示,本设备还包括第一阀门 12 至第十三阀门 37、三通、排污管 38、进水口压力表 32 和出水口压力表 33,水泵 9 包括水泵进水管 10 和水泵出水管,施肥罐 3 包括施肥罐进水管 26 和施肥罐出水管 27,过滤器 4 包括第一过滤器 4a 和第二过滤器 4b,第一过滤器 4a 与第二过滤器 4b 并联设置,第一过滤器 4a 与第二过滤器 4b 均设有进口和出口,卷盘 5 包括卷盘进口 29,喷滴行车 8 上设有喷头 7。

水泵进水管 10 与水源 21 相连,水泵出水管经第一阀门 12 连通三通一支口,三通二支口经第八阀门 30 连接至施肥罐进水管 26,三通三支口经第九阀门 31 连接至第一过滤器 4a 进口,水泵出水管经第二阀门 13 连接至卷盘进口 29,施肥罐出水管 27 经第六阀门 22、第十阀门 34 连接至第一过滤器 4a 进口,施肥罐出水管 27 经第六阀门 22、第十一阀门 35 连接至第二过滤器 4b 进口,第一过滤器 4a 出口和第二过滤器 4b 出口经管道及第七阀门 28 连接至卷盘进口 29,卷盘进口 29 经卷盘 5 连通卷管 6,第一过滤器 4a 经第十三阀门 37 连通排污管 38,第二过滤器 4b 经第十二阀门 36 连通排污管 38,进水口压力表 32 设置在第一过滤器 4a 进口之前,出水口压力表 33 设置在第二过滤器 4b 出口之后,分水器 17 分别经第三阀门 14 和第五阀门 16 连通滴灌主管 18,分水器 17 经第四阀门 15 连接至喷滴行车 8。

此外,本设备还包括卷盘开关箱 11,卷盘开关箱 11 上设有钥匙孔 23、方向开关 24 及调速开关 25。发动机 2 一般采用为柴油机,过滤器 4 一般选用叠片式过滤器。

2.2 技术特点

(1)集喷灌和滴灌两种技术于一体,在水源含杂质较少的地方可铺设滴灌带,用滴灌进行灌溉;在风大时节、地形复杂地区或作物幼苗时期,都可以用滴灌灌溉;在水源含杂质较多、地形平坦、风速较小或作物茁壮后,可以用喷灌的进行灌溉,能够满足不同作物灌水要求;

(2)实现了喷滴行车自行走功能,避免了使用拖拉机牵引过程中对庄稼的损坏,同时喷滴行车上连接有分水器,可用于喷灌和滴灌过程拉伸、回收卷管,省时省力;

(3)本设备不仅小型轻便,而且还配有柴油机、水泵、尤其是施肥罐和过滤器,机组转移方便,且可施肥和过滤,属于移动式灌溉设备,尤其适合应急抗旱时使用。

(4)同时具有喷灌和滴灌功能,与单独实现这两种功能所需投资相比,灌溉成本大大降低,使用上也更加灵活,能够满足不同作物或作物不同生育期对灌溉方式的要求。

3 工作原理

如图 2 及图 3 所示,本设备喷灌灌溉方式下的运行工作原理:将牵引机车 1 开至农田一侧,由人驾驶电动喷滴行车 8 行进至农田另一侧,保证喷滴行车 8 与设备成一直线,水泵进水管 10 拉长通入水源 21。当本设备工作时,第二阀门 13 及第四

阀门 15 打开,第一阀门 12、第三阀门 14 和第五阀门 16 关闭,发动机 2 带动水泵 9 抽水,水泵 9 抽出的水由水泵出水管经第二阀门 13、卷盘进口 29、卷管 6、分水器 17 及第四阀门 15 至喷滴行车 8,最终通过喷头 7 喷洒在农作物 20 上空,形成细小的水滴均匀落下,并随着卷管 6 的回收而实现连续的喷洒作业。卷管 6 的自动回收是由在绞盘下方安置的电动机提供动力的,当开启离合器时,钥匙插入钥匙孔 23 启动电源,将方向开关 24 扭至回卷挡,就能驱动卷盘 5 转动,回收卷管 6。另外,对于卷盘 5 安置有调速开关 25,可改变卷盘 5 卷管 6 的转速,即改变卷管 6 的回收速度,达到调整喷头 7 单位面积喷洒量的目的。

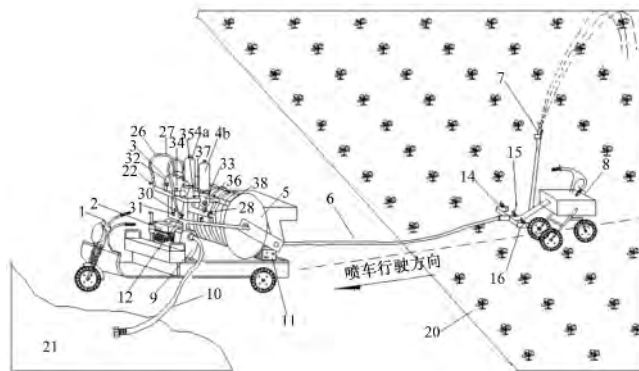


图 2 喷灌运行状态的示意图

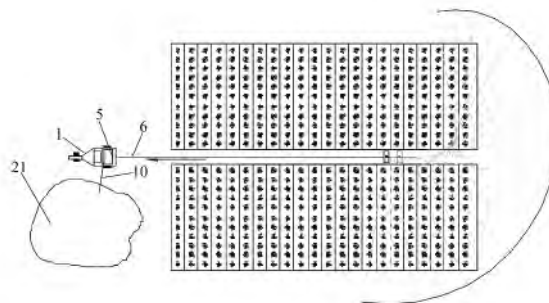


图 3 喷灌运行状态的俯视图

如图 4、图 5 所示,本设备滴灌灌溉方式下的运行工作原理:在农田中合理铺设好滴灌带 19,将设备通过驾驶牵引机车 1 开至水源 21(井、河道)附近,由人驾驶电动喷滴行车 8 行进至农田边上,将滴灌带 19 分别接入分水器 17 上。当本设备工作时,第一阀门 12、第三阀门 14、第五阀门 16 及第八阀门 30 打开,第二阀门 13 及第四阀门 15 关闭,水泵 9 抽水可以经第一阀门 12、第八阀门 30 及施肥罐进水管 26 进入到施肥罐 3,再经施肥罐出水管 27、第六阀门 22 进入第一过滤器 4a 和第二过滤器 4b;当第八阀门 30 关闭,第一阀门 12 及第九阀门 31 打开,水泵 9 抽水还可以直接经第一阀门 12 及第九阀门 31 进入第一过滤器 4a,其中,第八阀门 30 和第九阀门 31 的作用就在于调节两管进水比例,从而调节施肥浓度;水泵 9 抽出的水从过滤器 4 中出来,通过卷盘进口 29,进入卷盘 5 连通到卷管 6 上,再由分水器 17 分到滴灌主管 18 中接滴灌带 19,进行滴灌,完成这个田块的滴灌后将喷滴行车 8 行驶到下一个灌溉农田进行滴灌即可。

如图 1 所示,本设备具备反冲洗功能:当进水口压力表 32 及出水口压力表 33 前后压差超过过滤器 4 允许压差时,需对

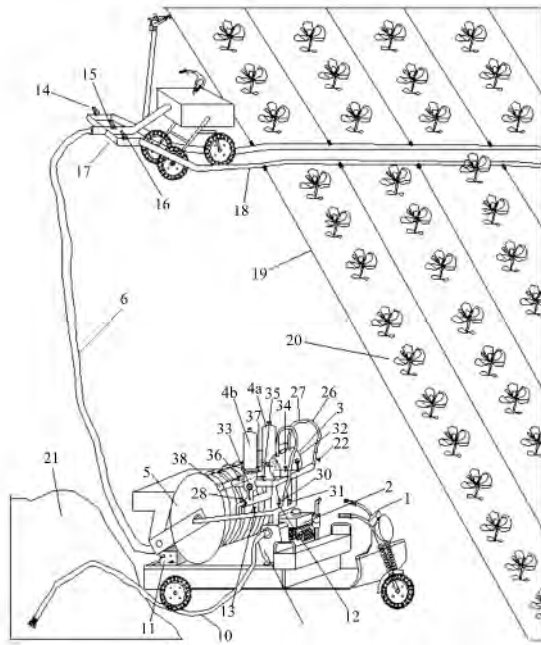


图4 滴灌运行状态的示意图

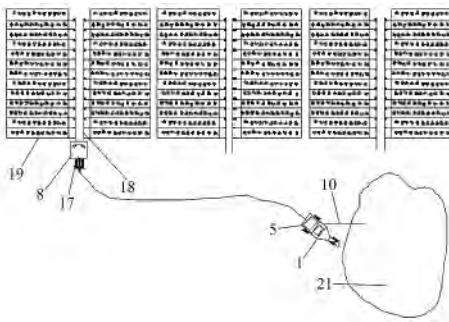


图5 滴灌运行状态的俯视图

过滤器4进行清洗。通过第一过滤器4a对第二过滤器4b进行反冲洗时:第二阀门13、第六阀门22及第八阀门30关闭,第一阀门12和第九阀门31打开,水泵9抽出的水不经过施肥罐3,而直接进入过滤器4,第十阀门34和第十二阀门36打开,第七阀门28、第十一阀门35和第十三阀门37关闭,水泵9抽出的水经过第一过滤器4a过滤,反冲洗第二过滤器4b,最后由所述排污管38排出。通过第二过滤器4b对第一过滤器4a进行反冲洗时:第二阀门13、第六阀门22及第八阀门30关闭,第一阀门12和第九阀门31打开,水泵9抽出的水直接进入过滤器4,第十一阀门35和第十三阀门37打开,第七阀门28、第十阀门34及第十二阀门36关闭,水泵9抽出的水经过第二过滤器4b过滤,反冲洗第一过滤器4a,最后由排污管38排出。

完成所有的农田滴灌后,拔掉与分水器17连接的滴灌带19。在卷盘开关箱11中将钥匙插入钥匙孔23启动电源,将方向开关24扭至回卷挡,就能驱动卷盘5转动,回收卷管6。调速开关25改变卷盘5的转速,即改变卷管6的回收速度,最后将喷滴行车8开回。

4 技术规格

本设备输水卷管长度130 m,规格 $\Phi 40 \times 4$ mm;工作压力

0.1~0.5 MPa;电动牵引车上的蓄电池电压为48 V,电动机功率500 W;设备外形尺寸:长 \times 宽 \times 高=3.1 m \times 1.2 m \times 1.7 m;整机重量:310 kg。喷灌时,入机压力在0.3~0.5 MPa下,喷头压力范围0.2~0.4 MPa,流量范围8~12 m³/h,射程12~20 m;滴灌时,入机压力在0.2~0.4 MPa下,出水口压力范围0.1~0.3 MPa,流量范围0.5~5 m³/h。

经过检测,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大于入机流量的1%;过滤性能:在压差0.02~0.05 MPa下,过滤能力为0.5~5 m³/h;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;喷灌条带宽度:在入机压力0.3~0.5 MPa下,喷灌条带宽度范围20~35 m;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在15~60 m/h之间;灌水性能:喷灌均匀系数不低于0.85,滴灌均匀系数不低于0.95。

5 操作规程

本设备应按照《卷管牵引绞盘式喷灌机使用技术规范》(SL280)进行保养与维护,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:

(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)检查喷滴行车蓄电池电量、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

目前尚无同类产品,开发的自驱动多功能一体化喷滴灌两用机集水泵及动力系统、输水管道系统、喷滴灌两用机构于一体,集喷灌、滴灌、可移动功能于一体,集施肥、过滤等功能于一体,既适合集约化的土地经营模式,也适合分散零碎小地块的灌溉要求,尤其适合应急抗旱时使用。

参考文献:

- [1] 水利部农村水利司,中国灌溉排水发展中心. 微灌工程技术[M]. 郑州:黄河水利出版社,2012.
- [2] 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.
- [3] 范永申,黄修桥,仵峰,等. 喷灌和软管灌溉两用轻小机组研制[J]. 节水灌溉,2008,(10):21-23.
- [4] 胡斌,袁寿其,王新坤,等. 喷滴灌两用轻小型机组设计及能耗分析[J]. 节水灌溉,2013,(7):65-68.