

文章编号: 1007-4929(2014)09-0084-03

自驱动集成式一体化滴灌机研发

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, 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:滴灌系统因其节水效率高, 便于实施水肥一体化管理而日趋受到重视, 但其控制范围有限、投资成本高、使用效率低已成为推广该技术过程中难以回避的问题。自驱动集成式一体化滴灌机将传统滴灌系统首部枢纽各项设备功能进行集成, 无需拆卸和安装, 可独立完成作业; 在多种水源条件下均可进行灌溉作业, 实现移动便携式滴灌, 适用范围广泛, 尤其适合应急抗旱时使用。

关键词:自驱动; 集成式; 滴灌机; 研发

中图分类号:S275.4 **文献标识码:**A

1 研发目的

滴灌可根据作物需水要求, 通过低压管道系统与安装在末级管道上的灌水器, 将水和作物生长所需的养分以很小的流量均匀、准确、适时、适量地直接输送到作物根部附近的土壤表面或土层中进行灌溉, 从而使灌溉水的深层渗漏和地表蒸发减少到最低限度。滴灌以少量的水湿润作物根区附近的部分土壤, 因此主要用于局部灌溉。滴灌具有省水、省工、节能、增产、灌水均匀、适应性强等特点, 较喷灌具有更高的节水增产效果, 同时可以结合施肥, 提高肥效一倍以上。可适用于果树、蔬菜、经济作物以及温室大棚灌溉, 在干旱缺水的地方也可用于大田作物灌溉。

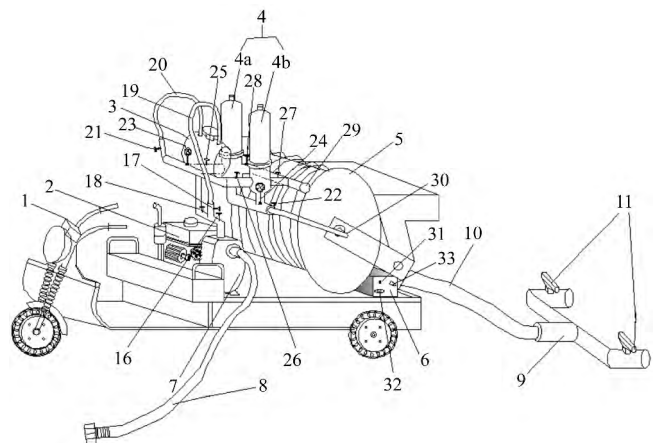
传统的滴灌系统首部枢纽是一个固定系统, 由水源工程、首部枢纽、输配水管网和灌水器以及流量、压力控制部件和量测仪表等组成, 其中首部枢纽包括水泵、动力机、肥料和化学药品注入设备、过滤设备、控制阀、进排气阀、压力及流量量测仪表等。该系统仅能控制有限范围内的灌溉面积, 投资成本高、使用效率低, 因此, 将滴灌系统首部枢纽各项设备功能进行集成, 开发可移动式的滴灌机, 对于降低工程投资, 提高首部枢纽的使用效率, 具有重要的现实意义。

2 设计方案

2.1 结构设计

为了解决现有滴灌系统存在首部使用效率低的问题, 本文研发了一种自驱动集成式一体化滴灌机(专利号:

201320444536.3), 如图1所示。



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-卷盘开关箱; 7-水泵; 8-水泵进水管; 9-分水器; 10-卷管; 11-第一阀门; 12-滴灌支管; 13-滴灌带; 14-农作物; 15-水源; 16-第二阀门; 17-第三阀门; 18-第四阀门; 19-施肥罐进水管; 20-施肥罐出水管; 21-第五阀门; 22-第六阀门; 23-进水口压力表; 24-出水口压力表; 25-第七阀门; 26-第八阀门; 27-第九阀门; 28-第十阀门; 29-排污管; 30-卷盘进口; 31-钥匙孔; 32-方向开关; 33-调速开关

图1 自驱动集成式一体化滴灌机的立体结构图

如图1所示, 本文研发的自驱动集成式一体化滴灌机, 包括牵引机车, 以及设置在牵引机车上的发动机、水泵、施肥罐、过滤器、卷盘、卷管及分水器, 发动机提供动力给水泵, 水泵与水源及施肥罐相连, 施肥罐连接过滤器, 过滤器连接卷盘, 卷盘

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。E-mail: liangbin@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。

连通卷管,卷管缠绕在卷盘上,卷管与分水器相连。

具体地,如图 1 所示,滴灌机还包括第二阀门至第十阀门、三通、排污管、进水口压力表和出水口压力表,水泵包括水泵进水管和水泵出水管,施肥罐包括施肥罐进水管和施肥罐出水管,过滤器包括第一过滤器和第二过滤器,第一过滤器与第二过滤器并联设置,第一过滤器与第二过滤器均设有进口和出口,卷盘包括卷盘进口,水泵进水管与水源相连,水泵出水管经第二阀门连通三通一支口,三通二支口经第三阀门连接至施肥罐进水管,三通三支口经第四阀门连接至第一过滤器进口,施肥罐出水管经第五阀门、第七阀门连接至第一过滤器进口,施肥罐出水管经第五阀门、第八阀门连接至第二过滤器进口,第一过滤器出口和第二过滤器出口经管道及第六阀门连接至卷盘进口,卷盘进口经卷盘连通卷管,第一过滤器经第十阀门连通排污管,第二过滤器经第九阀门连通排污管,进水口压力表设置在第一过滤器进口之前,出水口压力表设置在第二过滤器出口之后。

进一步地,如图 1 所示,滴灌机还包括卷盘开关箱,卷盘开关箱上设有钥匙孔、方向开关及调速开关。此外,滴灌机还包括第一阀门,第一阀门设置在分水器的分水端,发动机一般选用柴油机,过滤器选用叠片式过滤器,盘管为一百多米的管子,使得本设备可用于水源和田地相距一百多米内的灌溉。

2.2 技术特点

开发的自驱动集成式一体化滴灌机,集施肥罐、过滤设施、量测控制设施、安全保护装置、自驱动系统于一体,简化滴灌系统的操作和维修难度,实现了滴灌系统首部枢纽的一体化和可移动功能,提升了滴灌系统的使用效率和作业区域,降低工程投资,主要技术特点:

(1)该设备配有牵引机车、输水管、过滤器、分水器等设备,只要有水源供水,便可进行滴灌作业,要求配套设施相对简便,大大提高了滴灌首部系统的使用率。

(2)该滴灌机上留有施肥罐接口,作物需要施肥时,可随时安装施肥罐,方便快捷。

(3)牵引机车采用清洁环保电池驱动,操作简便、噪音少,便于不同灌溉地块之间的转移,不受田间的电线杆、树木等障碍物的限制,能够满足平原或丘陵地区不同大小地块灌溉需要,使用范围广泛。

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

(5)控制较大面积,能够控制多个地块,降低了单位面积上的投资,提高了灌水效率。

3 工作原理

如图 2 及图 3 所示,在农田中合理铺设好滴灌支管和滴灌带,将设备通过驾驶牵引机车开至水源(井、河道)附近,将滴灌支管分别接入分水器上。当设备工作时,启动发动机通过水泵抽水,既可以通过施肥罐进入过滤器,也可以直接进入过滤器,水从过滤器中出来,进入卷盘连通到卷管上,再由分水器分到滴灌支管中接滴灌带,进行滴灌,完成这个田块的滴灌后,拔掉与分水器连接的卷管到下一个灌溉农田重复上述过程即可进

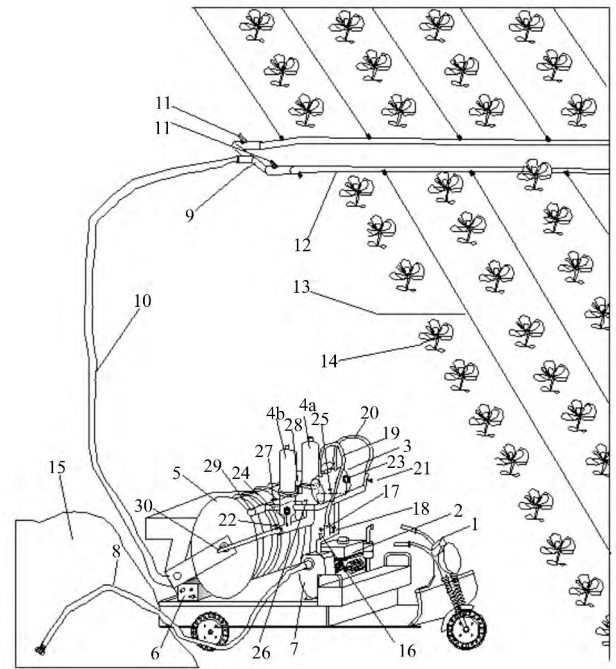


图 2 滴灌工作示意图(图中数字所示同图 1)

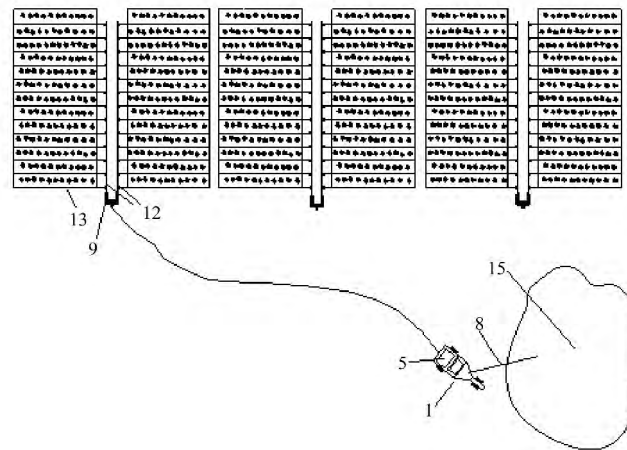


图 3 灌工作俯视图(图中数字所示同图 1)

行滴灌。

由此可见,本设备是滴灌带结合绞盘卷管式喷灌机的部分结构组成的一种滴灌移动首部枢纽系统,本设备抛开传统意义上滴灌的概念,将发动机、水泵、施肥罐和过滤器等装置合理放置在牵引机车上,实现移动便携式滴灌设备,尤其适合应急抗旱时使用,能够降低工程投资,提高使用效率。

如图 1 所示,当设备工作并进行施肥时,第三阀门打开,第四阀门关闭,启动发动机通过水泵抽水,水泵抽出的水可以经第三阀门及施肥罐进水管进入到施肥罐,再经施肥罐出水管、第五阀门进入第一过滤器和第二过滤器。通过上述结构实现了对农作物的灌溉和施肥。当设备工作但不进行施肥时,第三阀门关闭,第四阀门打开,启动发动机通过水泵抽水,水泵抽出的水直接经第四阀门进入第一过滤器。第三阀门和第四阀门的作用就在于调节两管进水比例,从而调节施肥速度。

此外,本设备还具有反冲洗功能设置:进水口压力表设置在第一过滤器进口之前,出水口压力表设置在第二过滤器出口

之后,当出水口压力表和出水口压力表压差超过过滤器允许压差时,需对过滤器进行清洗,过程如下:

当通过第一过滤器对第二过滤器进行反冲洗时,第三阀门及第五阀门关闭,第二阀门和第四阀门打开,水泵抽出的水不经过施肥罐,而直接进入过滤器,第七阀门和第九阀门打开,第六阀门、第八阀门和第十阀门关闭,水泵抽出的水经过第一过滤器过滤,反冲洗第二过滤器,最后由排污管排出。

当通过第二过滤器对第一过滤器进行反冲洗时,第三阀门及第五阀门关闭,第二阀门和第四阀门打开,水泵抽出的水不经过施肥罐,而直接进入过滤器,第八阀门和第十阀门打开,第六阀门、第七阀门及第九阀门关闭,水泵抽出的水经过第二过滤器过滤,反冲洗第一过滤器,最后由排污管排出。

完成所有的农田灌溉后,拔掉与分水器连接的滴灌带。在卷盘开关箱中将钥匙插入钥匙孔启动电源,将方向开关扭至回卷挡,就能驱动卷盘转动,回收卷管。调速开关改变卷盘回卷的转速,即改变卷管的回收速度。通过上述结构,在滴灌完成后能实现电力驱动卷管,省时省力。

4 技术规格

本设备输水卷管长度 100 m,规格 $\phi 110 \times 3.2$ mm;工作压力 0.1~0.5 MPa;过滤器最大压力 0.8 MPa,最大流量 30 m^3/h ;每个作业点最大喷洒面积 225 hm^2 ;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:300 kg,产品样机如图 4 所示。适用范围:①水源:水源供水能力应满足工作流量要



图 4 产品样机

求。虽然滴灌机上安装有过滤,但水质应符合现行 GB5084-1992《农田灌溉水质标准》的规定,当水中杂质过多,应进行相应处理以达到滴灌机工作要求;②地形:由于滴灌机上均配有电源动力,因此可以在多种地形条件下进行移动作业;③作物:能满足大田作物、蔬菜、木材、林果等不同种类作物灌溉需求。

经检测,本设备密封性能:在试验压力(0.6 MPa)下,进水管与绞盘连接处泄漏量不大于入机流量的 1%;耐压性能:保持试验压力(0.6 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;过滤性能:在压差 0.02~0.05 MPa 下,过滤能力为 0.5~5 m^3/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;灌水性能:灌水均匀系数不低于 0.95;水力性能: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 m^3/h 。

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。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;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,并采取方法尽量排尽盘管中的余水,以防被冻裂。

自驱动集成式一体化滴灌机的操作较为简单,具体操作方法如下:

第 1 步:将电动牵引车开至田间水源处,置于工作位置,并设法将滴灌机调整到水平位置,拉好手刹,固定好电动车和卷盘;

第 2 步:通过进水管将滴灌机与水泵或出水栓进行连接,以便为滴灌机提供有压水流;

第 3 步:按照设计要求在田间铺设滴灌系统,将各支管和滴灌带进行连接;对于田间已经铺设滴灌系统的地块,可直接连接滴灌机进行灌溉;

第 4 步:铺放滴灌机的 PE 管,启动卷盘电动机,将 PE 卷管拉出一定长度,通过分水器与田间滴灌系统各支管进行连接;

第 5 步:启动水泵、打开输水栓阀门,为滴灌机供水,通过观察滴灌机上的压力表适当调节供水压力,直至达到设计要求,灌溉作业开始;

第 6 步:该地块灌溉结束后,关闭水泵或出水栓阀门,将滴灌支管从分水器上拆除,启动卷盘电动机,将卷管缠绕在绞盘上,直至下一地块连接点,然后将此田间滴灌系统支管与分水器连接,重复步骤 5;

第 7 步:当灌溉作业全部结束后,关闭水泵或出水栓阀门,拆除滴灌机与水泵的连接管。拆除分水器上的管道,启动卷盘电动机扭至回卷挡,将 PE 卷管收回;若需要继续灌溉作业,可移动滴灌机至下一灌溉位置,重复 1~6 的步骤;若整个灌溉作业结束,可直接将滴灌机开回库房存放。转移时,电动牵引车在公路上行驶不应超过 15 km/h,在田间不应 (下转第 90 页)

问题:

- (1) 溢流堰顶高程控制不严, 高低不平, 影响溢流量。
- (2) 过滤池混凝土墙不顺直, 造成钢结构与混凝土间隙不均匀, 封闭不严。
- (3) 方管、扁铁除锈、防锈处理不满足设计要求, 滤网和扁铁间没有铺设黑色密封橡胶条。
- (4) 过滤池钢结构与混凝土间没有采用橡胶皮进行封闭处理, 从而造成大颗粒泥沙进入清水池, 影响了清水池中的水质。

3 运行管理

3.1 一般规定^[4]

河水滴灌重力沉沙过滤池的泥沙运行设计应符合沉沙池运行水位、设计入池流量、含沙量、泥沙沉降设计标准和运用时间等条件的要求。同时还应符合灌区滴灌系统轮灌制度的要求。

3.2 注意事项^[4]

- (1) 河水滴灌重力沉沙过滤池运行设计应根据泥沙淤积和出池泥沙沉降标准, 提出冲洗时机、冲洗方式及闸门调度方式。
- (2) 当河水滴灌重力沉沙过滤池引水含沙量或粒径超过设计特征值时, 应减小引水流量, 直至暂停运行。
- (3) 应根据不同河水滴灌重力沉沙过滤池的运行要求, 设置必要的运行和检修设施, 清淤设施或辅助冲洗设施等。
- (4) 河水滴灌重力沉沙过滤池应安排在非供水期或小流量供水期检修。
- (5) 当河水滴灌重力沉沙过滤池有 2 条以上沉沙池时, 应轮换交替冲沙, 保证河水滴灌重力沉沙过滤池能为滴灌系统连续正常供水。
- (6) 滤网应在非淹没状态下工作, 当影响过流能力时, 应冲洗。
- (7) 清水池的正常工作水位, 应不低于出水管径的 1.5 倍。
- (8) 当水源突然断水时, 有加压要求设计的水泵, 应及时停泵。
- (9) 当沉沙池内有 2 个以上的沉沙道时, 冲沙水量较小时, 应分别逐个进行冲沙。
- (10) 灌溉期结束时, 应排空清水池、沉沙池和集污槽内的沙和水。

3.3 管理上存在的问题^[5]

- (1) 沉沙池未按设计要求定期冲沙, 造成泥沙淤积高程接近溢流堰顶高程。
- (2) 运行中引水渠引水流量与工程实际控制面积不匹配,

(上接第 86 页) 超过 5 km/h。

6 结 语

自驱动集成式一体化滴灌机将传统滴灌系统的首部集成为一个可移动的一体化设备, 取水灵活, 机动性能好, 适用于平原地区和坡度较小的丘陵地区使用, 能够满足农业、果林、草地等作物不同灌溉需求。滴灌系统较高的灌溉水利用效率, 使得该设备适合在西北、东北、华北等水资源短缺的地区使用。同

引水渠引水流量大于灌溉需要的供水流量, 造成过滤网和集污槽处于淹没工作状态。

- (3) 破损的不锈钢滤网没有及时更换, 影响了清水池中的水质。
- (4) 用硬物拍打清洗过滤网, 造成滤网人为损坏。

4 结论和建议

4.1 结 论

(1) 河水滴灌重力沉沙过滤池将重力沉沙和过滤有机结合, 对泥沙进行二级处理, 泥沙处理效果比单一的沉沙池增加 15%。同时, 过滤网可以清除漂浮物等杂质, 防止淤堵滴灌滴头, 沉沙过滤池处理泥沙效果明显。

(2) 河水通过沉沙池及过滤网后, 河水泥沙含量在 0.5~0.6 kg/m³ 之间, 达到了滴灌系统用水水质要求。沉沙过滤池设计尺寸合理。

(3) 经过 2~3 年的运行证明, 河水滴灌重力沉沙过滤池不仅可以节省沙石和网式过滤器等设施, 还解决了对其反冲洗及田间无电力设施给运行管理带来的不便。

(4) 与现有机械加压过滤设施相比, 具有投资小、不耗能, 易维护, 控制面积大、亩均成本低等优势。

4.2 建 议

(1) 今后应对河水滴灌重力沉沙过滤池进行模型试验研究, 对不同含沙量、地形纵坡条件下, 开展不同粒径沉沙率、淤积分布规律、冲排沙效果等问题的试验研究; 对过滤网的不同角度与冲排沙效果的关系开展试验研究; 通过模型试验优化沉沙过滤池的结构尺寸, 为标准化定型化设计提供依据。

(2) 通过现场试验寻求解决抑制藻类生长的有效办法。

(3) 加强施工、运行管理, 充分发挥沉沙过滤池的作用。

参考文献:

- [1] 王世江. 因地制宜地扩大河水自压滴灌建设面积[J]. 新疆水利, 2012, (3): 6-10.
- [2] 何晓宁. 河水滴灌首部技术的应用与推广[R]. 新疆乌鲁木齐: 新疆呼图壁县水利水电勘察设计院, 2012: 3-40.
- [3] 董新光. 以标准化规范化为抓手努力提升田间高效节水技术水平[J]. 新疆水利, 2012, (3): 11-14.
- [4] 何晓宁, 王 新. 河水滴灌重力沉沙过滤池设计、施工与运行管理技术要求[M]. 新疆乌鲁木齐: 新疆维吾尔自治区水利厅, 2012: 1-51.
- [5] 戚印鑫, 孙 娟. 河水滴灌首部过滤网沉沙池水力特性研究[R]. 新疆乌鲁木齐: 新疆水利水电科学研究院, 2013: 1-34.

时, 对水源和配套水源工程要求简单, 尤其适用零散地块作业和应急抗旱时使用。

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] 涂 琴, 李 红, 蔡 彬. 轻小型移动式喷灌机组配套及性能试验[J]. 节水灌溉, 2010, (11): 59-61.
- [3] 冯 卫, 范永申, 黄修桥, 等. 多功能轻小型灌溉机组水力性能试验研究[J]. 节水灌溉, 2012, (10): 52-55.