

文章编号: 1007-4929(2017)01-0076-03

上下复合型砂石-滤网集成式过滤器研发

谢崇宝¹ 张国华¹ 鲁少华² 卢文娟³ 陈娟⁴ 谢瑞环⁵

(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. 扬州大学, 扬州 225000; 5. 中灌润茵(北京)节水灌溉设备有限责任公司, 北京 101302)

摘要: 目前大部分过滤系统成本高、重量大、安装过程复杂。针对这一问题, 创新性地研发了上下复合型砂石-滤网集成式过滤器, 该过滤器将传统的砂石过滤器和网式过滤器集成为一体, 注塑而成, 具有体积小、成本低, 便于安装的优点。且可以通过控制阀门的开关实现对灌溉过滤器的自动反冲洗。

关键词: 上下复合; 砂石-滤网; 集成式; 过滤器

中图分类号: S275 **文献标识码:** A

1 研发目的

农田灌溉中为防止灌溉水中的杂质堵塞灌水器, 在灌溉水进入灌溉系统之前需对其进行过滤除去杂质, 因此需要在灌溉系统的进水管线上设置过滤系统^[1-3]。

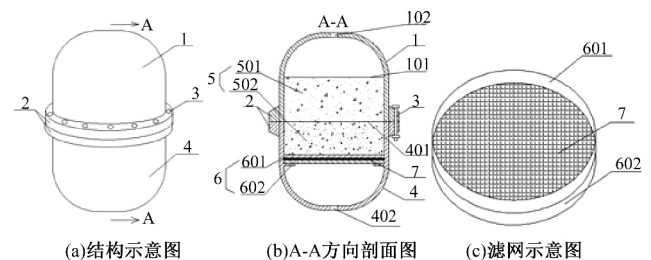
目前过滤系统中常用的过滤装置^[4-6]主要包括离心过滤器、叠片式过滤器、砂石过滤器和网式过滤器。实际的过滤系统中通常将这两种过滤装置结合起来使用。安装时先分别安装砂石过滤器和网式过滤器, 再通过管道将二者连通。这两种过滤器通常采用钢材加工制造, 同时使用两个钢质过滤器不仅重量大、成本高, 而且安装维护时易将接口接错, 影响正常使用。此外, 钢质过滤器容易生锈。因此, 亟须研制一种成本低、体积小且易安装维护的过滤装置。

2 设计方案

2.1 结构设计

本文研发的上下复合型砂石-滤网集成式过滤器, 包括上部壳体1、壳体连接部件2、下部壳体4, 如图1所示。

如图1所示, 上部壳体1为中空壳体, 上部壳体1的内部设置有第一滤料区101, 第一滤料区101用于装填滤料; 上部壳体1上设置有进水口102, 进水口102位于第一滤料区101上方, 用于使初始灌溉水进入灌溉过滤器; 下部壳体4为中空壳体, 下部壳体4的内部设置有第二滤料区401以及滤网固



1-上部壳体; 101-第一滤料区; 102-进水口; 2-壳体连接部件; 3-螺栓; 4-下部壳体; 401-第二滤料区; 402-出水口; 5-滤料; 501-第一滤料; 502-第二滤料; 6-滤网固定部件; 601-上压条; 602-下压条; 7-滤网

图1 上下复合型砂石-滤网集成式过滤器
结构示意图、剖面图及滤网示意图

定部件6, 第二滤料区401用于装填滤料, 滤网固定部件6用于固定滤网7; 第二滤料区401位于所述滤网固定部件6上方; 第二滤料区401与第一滤料区101连通; 下部壳体4上设置有出水口402, 出水口402位于滤网固定部件6下方, 用于将过滤后的灌溉水从灌溉过滤器输出; 壳体连接部件2位于上部壳体1的外表面以及下部壳体4的外表面, 用于将上部壳体1和下部壳体4连接在一起。

具体的, 滤网固定部件6包括上压条601以及下压条602, 滤网固定部件6到下部壳体4的底部的距离为下部壳体4的高度的1/3~1/2; 壳体连接部件2为法兰; 第一滤料区101占上部壳体1的容积的1/2以上。

收稿日期: 2015-09-08

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: 谢崇宝(1965-), 男, 副总工程师, 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: xchb@263.net。

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。

2.2 技术特点

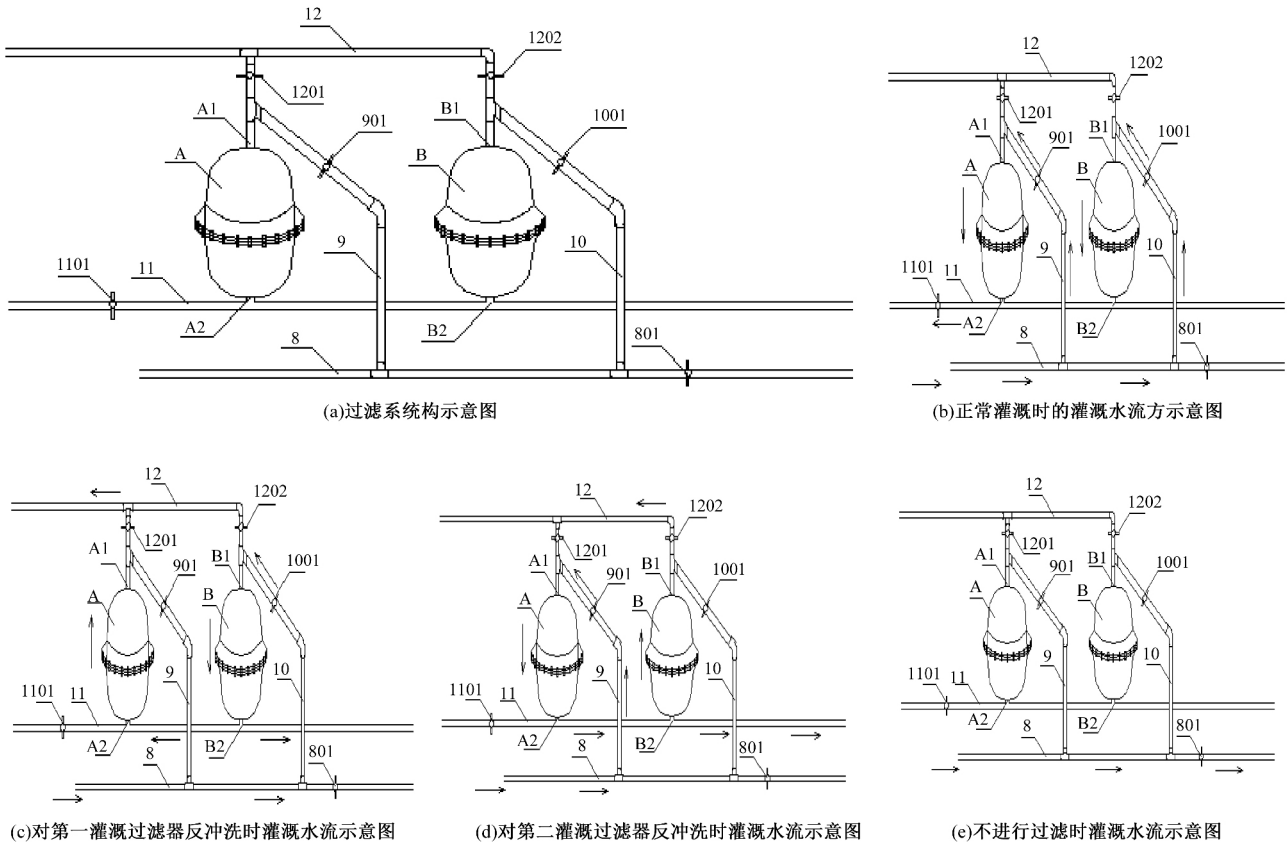
上下复合型砂石-滤网集成式过滤器的优点: ①将传统的砂石过滤器和网式过滤器集成为一体, 实现了两种过滤器功能的优合; ②采用一体化的设计, 减小了传统灌溉过滤器的体积以及重量, 同时降低了成本, 而且便于安装。

3 工作原理

3.1 正向灌溉

上下复合型砂石-滤网集成式过滤器的工作原理为: 将滤

网 7 用滤网固定部件 6 固定, 将滤料 5 装填在第一滤料区 101 和第二滤料区 401, 利用壳体连接部件 2 将上部壳体 1 和下部壳体 4 固定。然后将进水口 102 与灌溉系统中灌溉水进水管线连通, 将出水口 402 与灌溉系统灌溉水出水管线连通。初始灌溉水由进水口 101 进入所述灌溉过滤器, 经过滤料过滤以及滤网过滤后所得灌溉水由出水口 402 输出, 对农田进行灌溉。在此, 提供一种利用本灌溉过滤器的灌溉过滤系统, 灌溉过滤系统用于设置在灌溉系统的进水管线上, 见图 2 所述灌溉过滤系统包括: 第一灌溉过滤器 A, 第一灌溉过滤器 A 为上下复合



8-第一灌溉水输送管线; 801-第一阀门; 9-第二灌溉水输送管线; 901-第二阀门; 10-第三灌溉水输送管线; 1001-第三阀门; 11-第四灌溉水输送管线; 1101-第四阀门; 12-第五灌溉水输送管线; 1201-第五阀门; 1202-第六阀门; A-第一灌溉过滤器; A1-第一灌溉过滤器进水口; A2-第一灌溉过滤器出水口; B-第二灌溉过滤器; B1-第二灌溉过滤器进水口; B2-第二灌溉过滤器出水口; 箭头方向表示灌溉水的流动方向

图 2 灌溉过滤系统结构示意图及各种情况下灌溉水流向示意图

型砂石-滤网集成式过滤器, 第一灌溉过滤器 A 内装填有滤料并且安装有滤网; 第二灌溉过滤器 B, 第二灌溉过滤器 B 为上下复合型砂石-滤网集成式过滤器, 第二灌溉过滤器 B 内装填有滤料并且安装有滤网。

第一灌溉水输送管线 8, 用于输送初始灌溉水; 第一灌溉水输送管线 8 与灌溉系统连接; 第一灌溉水输送管线 8 上设置有第一阀门 801, 用于控制第一灌溉水输送管线 8 与灌溉系统的连通或者断开。

第二灌溉水输送管线 9, 第二灌溉水输送管线 9 与第一灌溉水输送管线 8 以及第一灌溉过滤器进水口 A1 连接; 第二灌溉水输送管线 9 上设置有第二阀门 901, 用于控制第一灌溉水输送管线 8 与第一灌溉过滤器进水口 A1 的连通或者断开。

第三灌溉水输送管线 10, 第三灌溉水输送管线 10 与第一

灌溉水输送管线 8 以及第二灌溉过滤器进水口 B1 连接; 第三灌溉水输送管线 10 上设置有第三阀门 1001, 用于控制第一灌溉水输送管线 8 与第二灌溉过滤器进水口 B1 的连通或者断开。

第四灌溉水输送管线 11, 第四灌溉水输送管线 11 的两端与灌溉系统连接, 第四灌溉水输送管线 11 的中部与第一灌溉过滤器出水口 A2 以及第二灌溉过滤器出水口 B2 连接, 用于输送过滤后的灌溉水。第四灌溉水输送管线 11 上设置有第四阀门 1101, 用于控制第四灌溉水输送管线 11 与灌溉系统的连通或者断开。

第五灌溉水输送管线 12, 第五灌溉水输送管线 12 与第一灌溉过滤器进水口 A1 以及第二灌溉过滤器进水口 B1 连接。第五灌溉水输送管线 12 上设置有第五阀门 1201 以及第六阀

门 1202、第五阀门 1201 用于控制第五灌溉水输送管线 12 与第一灌溉过滤器进水口 A1 的连通或者断开,第六阀门 1202 用于控制第五灌溉水输送管线 12 与第二灌溉过滤器进水口 B1 的连通或者断开。

3.2 反向冲洗

本灌溉过滤系统既能够进行正常的灌溉,还能够对灌溉过滤器进行冲洗,要实现反冲洗,至少需要 2 台过滤器。

(1) 当对第一灌溉过滤器 A 进行冲洗时,关闭第一阀门 801、第二阀门 901、第四阀门 1101 以及第六阀门 1202,打开第三阀门 1001 以及第五阀门 1201,使第一灌溉水输送管线 8 与第一灌溉过滤器进水口 A1 断开,第一灌溉水输送管线 8 与第二灌溉过滤器进水口 B1 连通。如图 2(c) 中箭头方向所示,初始灌溉水通过第一灌溉水输送管线 8 由第二灌溉过滤器进水口 B1 进入第二灌溉过滤器 B 进行过滤,所得过滤后的灌溉水一部分由第一灌溉过滤器出水口 A2 进入第一灌溉过滤器 A 对其中的滤料及滤网进行冲洗,冲洗后的灌溉水由第五灌溉水输送管线 12 输出,另一部分过滤后的灌溉水进入第四灌溉水输送管线 11,进而进入灌溉系统对农田进行灌溉。

(2) 当对第二灌溉过滤器 B 进行冲洗时,关闭第一阀门 801、第三阀门 1001、第四阀门 1101 以及第五阀门 1201,打开第二阀门 901 以及第六阀门 1202,使第一灌溉水输送管线 8 与第二灌溉过滤器进水口 B1 断开,第一灌溉水输送管线 8 与第一灌溉过滤器进水口 A1 连通。如图 2(d) 中箭头方向所示,初始灌溉水通过第一灌溉水输送管线 8 由第一灌溉过滤器进水口 A1 进入第一灌溉过滤器 A 进行过滤,所得过滤后的灌溉水一部分由第二灌溉过滤器出水口 B2 进入第二灌溉过滤器 B 对其中的滤料及滤网进行冲洗,冲洗后的灌溉水由第五灌溉水输送管线 12 输出,另一部分过滤后的灌溉水进入第四灌溉水输送管线 11,进而进入灌溉系统对农田进行灌溉。

通过上述方法就可以实现在不影响灌溉的前提下,利用一个灌溉过滤器过滤得到的灌溉水对其余灌溉过滤器进行冲洗。

当不需要对灌溉过滤器进行冲洗时,关闭第一阀门 801、第五阀门 1201 以及第六阀门 1202,打开第二阀门 901、第三阀门 1001 以及第四阀门 1101 即可进行正常的灌溉。如图 2(a) 中箭头方向所示,初始灌溉水通过第一灌溉水输送管线 8 由第一灌溉过滤器进水口 A1 以及第二灌溉过滤器进水口 B1 进入第一灌溉过滤器 A 及第二灌溉过滤器 B 进行过滤,所得过滤后的灌溉水进入第四灌溉水输送管线 11,进而进入灌溉系统对农田进行灌溉。而当初始灌溉水不需要过滤时,则打开第一阀门 801,关闭第二阀门 901、第三阀门 1001、第四阀门 1101、第五阀门 1201 以及第六阀门 1202。如图 2(e) 中箭头方向所示,初始灌溉水不经过灌溉过滤器过滤,直接通过第一灌溉水输送管线 8 进入灌溉系统进行灌溉。

由上述工作过程可知,本文提供的灌溉过滤系统能够通过控制阀门的开关,在不需停止灌溉的前提下,利用一个灌溉过滤器过滤得到的水对其余的灌溉过滤器进行冲洗,一方面使水资源得到了合理利用,另一方面简化了对灌溉过滤器进行冲洗的操作。

4 技术规格及设备安装

本设备为一体化的设计,安装方便,一端连接进水管,另一端连接出水管即完成安装。图 3 为上下复合型砂石-滤网集成式过滤器实物图,图 4 采用本过滤设备的首部系统正常工作状态,图 5 为本过滤设备第一过滤设备反冲洗和第二过滤设备正常工作状态,图 6 为第二过滤设备反冲洗和第一过滤设备正常工作状态。



图 3 上下复合型砂石-滤网集成式过滤器产品



图 4 上下复合型砂石-滤网集成式过滤器正常工作状态



图 5 第一过滤设备反冲洗和第二过滤设备正常工作状态



图 6 第二过滤设备反冲洗和第一过滤设备正常工作状态首部过滤系统连接图

经检测,本产品符合国家标准 GB/T 18690.2-2002《农业灌溉设备 过滤器 网式过滤器》的要求:公称压力(下转第 82 页)

由表1可看出,地形落差为6 m时,毛管铺设长度应在40 m左右为宜,支管长度不能超过40 m,原因是有限的落差满足不了支管进口的压力,使 $h_d \geq \Delta H_{毛管} + \Delta H_{支管} + h_i$ 时可满足要求,式中 h_i 为管道进口处水头损失、过滤装置水头损失及干管水头(沿程水头损失和局部水头损失)损失之和,通过推算得 $h_i = 0.6$ m。

2.3 调水池调节流量的计算

调水池和集水桶间进水管末端流出的流量大于等于集水桶的出流量 $Q_{集}$ 时,集水桶内的水量保持稳定状态。根据表1计算的轮灌组流量 $Q_{系}$,然后选定进水管管径,计算调节流量 $Q_{调}$ 满足等式(1)为止。

(1) 进水管管径 $d=0.4$ m,管长 $L=10$ m,上下游水位差 $z=2$ m,沿程阻力系数 $\lambda=0.025$,进口局部水头损失系数 $\xi_1=0.5$,出口局部水头损失系数 $\xi_2=0.8$,打开排气阀开始时刻进水管初末端流速相等,随后集水池的水位上升,C-C断面流态为有压非恒定淹没出流(图1所示),进水管流量逐渐降低,最终使调水池和集水池的水位齐平,根据水力学原理计算确定调水池的最大淹没 $Q_{调}$ 出流量^[7,8]。计算过程如下:

管道过水断面面积:

$$A_{管} = \frac{\pi}{4} d^2 = 0.1256 \text{ m}^2 \quad (20)$$

淹没出流的流量系数:

$$\mu_0 = \frac{1}{\sqrt{\lambda \frac{L}{d} + \sum \xi}} = 0.796 \quad (21)$$

将 $g=9.8 \text{ m/s}^2$ 代入下式计算确定调水池与集水池间的送水管流量。即:

$$Q_{调} = \mu_0 A \sqrt{2gz} = 0.57 \text{ m}^3/\text{s} \quad (22)$$

(2) 集水桶尺寸的计算:集水桶高度2.5 m,其中集水桶底部不动水位高程0.5 m,上部高程为0.5 m,集水高程 $h=2.0$ m,集水桶直径 $d=3$ m,则集水桶的集水面积为:

$$A_{集} = \frac{\pi}{4} d^2 = 7.1 \text{ m}^2 \text{ 相应容积 } V = 14.2 \text{ m}^3 \text{ 打开排气阀后}$$

集水桶水位上升,上、下游水位差 Δh 减少,集水桶逐渐蓄满。关闭排气阀打开系统供水阀后,集水桶内流出的水量由调水池提供,调水池内流入的水量大于等于系统所需水量,集水桶内的水量保持稳定状态。

3 结 语

(1) 该文实例说明无用电过滤装置尺寸的确定方法。渠道进水量、调水池的调节流量、集水桶的供水流量及系统流量间建立平衡关系,阐述了系统流量的计算方法,解决了无电灌区水源的过滤、过滤网的自行冲洗、排沙等问题。为牧业灌区实现节水灌溉技术提供依据。

(2) 整个计算 Excel 连接流程完成,只调节毛管和支管长度,结果自动形成。

(3) 节省滴灌工程沉淀池的投资,根据自压灌溉面积的大小适当加大集水桶的尺寸,可持续利用。为牧业灌区实现节水灌溉工程,预防水土流失、土壤盐碱化提供依据。

参考文献:

- [1] 穆哈西. 用于自压滴灌工程的无用电调节水温过滤装置[P]. 中国专利: ZL201420199913.6, 2014.09.10.
- [2] 史海滨, 刘清华. 灌溉排水学[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006, 43-75.
- [3] 汪志农, 冯浩. 节水灌溉管理决策专家系统[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2001: 34-52.
- [4] 张志新. 滴灌工程规划设计原理与应用[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007: 60-141.
- [5] 穆哈西. 地下垂直分层水压及盐分调控装置[P]. 中国专利: ZL201320498814.3, 2014.01.15.
- [6] 张国祥. 微灌技术探索与创新[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2012: 16-100.
- [7] 邱秀云. 水力学[M]. 乌鲁木齐: 新疆电子出版社, 2008: 139-156.
- [8] 陈明杰, 潘孝兵. 水力分析与计算[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2011: 29-76.

(上接第78页) 的1.5倍(即0.9 MPa)条件下保压1 min,无泄漏、无损坏和永久变形;额定工作压力(即0.6 MPa)保持5 min,过滤器出口的泄漏量不大于过滤器流量的0.05%;出水悬浮物浓度 $\leq 2 \text{ mg/L}$;压差0.1~0.5 MPa时,流量20~50 m^3/h 。

5 结 语

上下复合型砂石-滤网集成式过滤器已获国家授权专利,该设备将传统的砂石过滤器和网式过滤器集成于一体,将两种过滤器的功能集合在一起。采用一体化的设计,减小了所述灌溉过滤器的体积以及重量,同时降低了成本,而且便于安装维护。

采用本设备的灌溉过滤系统中,通过控制阀门的开关,不仅能够实现正常的灌溉,而且能够在不需要停止灌溉的前提下,利用一个灌溉过滤器过滤得到的水对其余的灌溉过滤器进

行冲洗,一方面使水资源得到了合理利用,另一方面简化了对灌溉过滤器进行冲洗的操作。

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] 王钢生. 滴灌过滤器的种类和应用[J]. 水利水电技术, 1990, (4): 39-42.
- [3] 郁永辉. 浅谈滴灌首部过滤器的选用[J]. 新疆农机化, 2009, (3): 54.
- [4] 常楚阳, 米博宇, 周瑾慧, 等. 滴灌过滤器改进方法探讨[J]. 中国防汛抗旱, 2013, (5): 45-55.
- [5] 宗全利, 刘焕芳, 郑铁刚, 等. 微灌用网式新型自清洗过滤器设计与试验研究[J]. 灌溉排水学报, 2010, (1): 78-82.
- [6] 杨树新. 砂石过滤器在滴灌系统中的应用[J]. 青海科技, 2005, (2): 50-51.