

多级复合网式过滤器水力性能试验研究

李盛宝^{1,2}, 袁志华², 杜思琦¹, 李辉¹, 韩启彪^{1*}, 孟卫校³

(1.中国农业科学院 农田灌溉研究所/河南省节水农业重点实验室/农业部节水灌溉工程
重点实验室, 河南 新乡 453002; 2.河南农业大学 机电工程学院, 郑州 450000;
3.金丰(中国)机械工业有限公司, 浙江 宁波 315221)

摘要:多级复合网式过滤器是将不同目数的滤网(50、80、120目)集成在同一壳体以增加其过滤效果的微灌用过滤器。【目的】研究该过滤器性能。【方法】开展清水试验,考察过滤器清洁压降变化;开展浑水试验,以流量和含沙量为因素,其中,流量设置18、22、26 m³/h,含沙量设置0.07、0.10、0.13 g/L,考察水头损失、流量、浊度等指标变化规律。【结果】清水试验时,过滤器清洁压降曲线符合幂函数关系,拟合系数0.9999;浑水试验时,流量起初较稳定,约18~30 min后出现拐点而急剧下降;相对应的,过滤器水头损失则起初稳定,出现拐点后急剧增大,流量和含沙量越大,流量和水头损失变化的拐点出现越早,过滤周期越短,过滤器发生堵塞的时间越短,但发生堵塞后,浊度出现降低趋势,预示过滤效果更好。【结论】新研发的多级复合网式过滤器(壳体内径370 mm,高720 mm)水力性能变化规律与单一网式过滤器类似,而且过滤周期较长,过滤精度较高,适用于微灌系统。

关键词:微灌;网式过滤器;过滤性能;清水试验;浑水试验

中图分类号: S275.6

文献标志码: A

doi: 10.13522/j.cnki.gggs.2020021

OSID:



李盛宝, 袁志华, 杜思琦, 等. 多级复合网式过滤器水力性能试验研究[J]. 灌溉排水学报, 2021, 40(3): 110-115.

LI Shengbao, YUAN Zhihua, DU Siqi, et al. Experimental Study on the Hydraulic Performance of a Multi-stage Composite Mesh Filter[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2021, 40(3): 110-115.

0 引言

【研究意义】我国农业水资源利用率处于较低水平,发展高效便捷的灌溉技术及设备可有效提高水资源利用率。复合过滤技术由于其综合了单一过滤器的优点,如适用范围大、过滤效果好等,是微灌过滤器研究的重要方向之一,不少学者围绕复合过滤技术开展了研究。【研究进展】杨培岭等^[1]提出了“砂石一筛网”一体式结构方案,并进行了数值模拟及性能试验;谢崇宝等^[2]将传统的砂石过滤器和网式过滤器集合于一体,以期解决过滤系统占据空间大等问题;李正平等^[3]对离心筛网一体式微灌过滤器与组合式过滤器进行了多种方案的水力性能对比试验,发现其水头损失小于组合式;王柏林等^[4]将旋流与网式过滤器串联组合,通过清水试验及不同含沙量浑水试验进

行了过滤效果分析;肖新棉等^[5]针对研制的叠片式砂过滤器性能展开了试验研究,提出了叠片式砂过滤器水力性能特性曲线方程和过滤水头损失经验公式。董文楚等^[6]在总结国内外文献资料的基础上,给出了网式过滤器的设计原理和方法;宗全利等^[7-8]研制了新型自清洗网式过滤器,对其结构进行了优化,并对滤网堵塞成因和过滤器水头损失进行了分析与计算;刘贞姬等^[9]对卧式和立式网式过滤器水头损失变化规律进行了研究,认为进口流量对水头损失的影响远大于含沙量;石凯等^[10]以新型翻板网式过滤器为研究对象,重点研究进水流速和含沙量对过滤器水头损失的影响程度,也发现进水流速影响较大。

【切入点】网式过滤器由于结构简单、使用方便等优点,在农业生产实践中被广泛运用。很多学者针对不同类型过滤器组合下的水力性能及过滤效果等进行了深入研究,致力于优化结构并探讨其水力性能,分析水头损失和过滤效果的影响因素。目前研究较少涉及“网-网”复合过滤技术。【拟解决的关键问题】在此背景下,对复合网式过滤技术展开研究,设计了一种复合网式过滤器^[11],就其水力性能及过滤效果展

收稿日期: 2020-01-15

基金项目: “十三五”国家重点研发计划项目(2016YFC400202); 中国农业科学院科技创新工程团队项目; 中央级科研院所基本科研业务费专项资助项目(FIRI2019-01-01)

作者简介: 李盛宝(1992-),男,硕士研究生,主要从事节水灌溉设备研究。E-mail: 78711159@qq.com

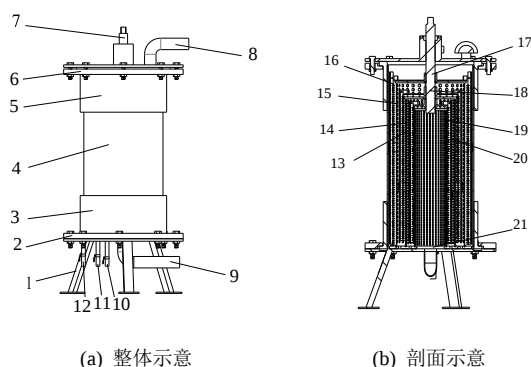
通信作者: 韩启彪(1984-),男,副研究员,主要从事节水灌溉技术与设备研究。E-mail: hanbiaoedu@126.com

开研究,为复合过滤技术的发展提供一定的技术支撑。

1 材料与方法

1.1 多级复合网式过滤器结构

多级复合网式过滤器是基于复合过滤思想,在网式过滤器基础上改进的新型微灌过滤器,其核心部件包括多层滤网、分段式刷体和壳体等。目前该过滤器结构已授权国家发明专利(CN105999807A)和美国发明专利(US10, 232, 290B2)。开发的初代样机水力性能较好^[12]。在此基础上,利用 SolidWorks 软件 3D 建模对其进行结构优化,改进后结构见图 1。



注 1.支架; 2.下法兰; 3.下壳体; 4.中间壳体; 5.上壳体; 6.上法兰; 7.摇柄; 8.进水口; 9.出水口; 10.第三排污口; 11.第二排污口; 12.第一排污口; 13.第二滤筒(80目); 14.第二刷毛架; 15.第一滤筒(50目); 16.第一刷毛架; 17.旋转轴; 18.固定螺钉; 19.第三刷毛架; 20.第三滤筒(120目); 21.滤筒底座

图 1 复合网式过滤器整体结构示意图

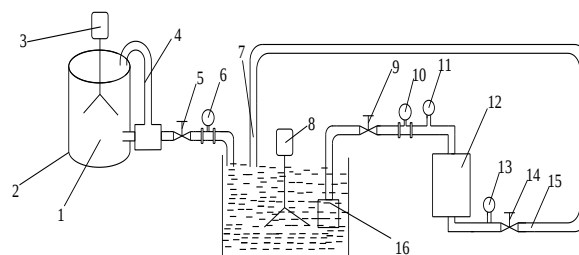
Fig.1 Schematic diagram of the overall structure of the composite mesh filter

设计加工的新型多级复合网式过滤器样机包括:壳体、多级滤网、分段式刷体等。其中壳体分为上中下 3 部分,上下壳体采用 PVC-U 管,为了便于观察过滤器内部,此次样机的中间壳体采用透明的有机圆柱玻璃管制成,壳体内径 370 mm。为了检验多级复合网式过滤器结构设计的合理性和复合过滤效果,此次样机设计了 3 层滤网,实际应用中可依据需求灵活选配滤网层数和目数。样机的 3 层滤网均通过精加工技术有效贴合在每层的不锈钢骨架上,滤网目数从外到内依次为 50、80、120 目,其中,第 1 滤筒(50 目)内径 296 mm,高 720 mm,第 2 滤筒(80 目)

内径 212 mm,高 650 mm,第 3 滤筒(120 目)内径 136 mm,高 600 mm;滤筒开口端设置有与卡槽相匹配的卡环,滤筒通过卡环旋扣在卡槽内,三级滤筒同轴心装配而成。分段式刷体由与滤筒个数、直径相匹配的刷毛框架及单面毛束等组成。分段式刷体通过螺钉与旋转轴固定,通过手摇柄或电机带动旋转轴转动,即可实现多级滤筒的清洗工作。制作加工的样机进、出水口管径为 50 mm,材质为 PVC-U。

1.2 试验装置

试验在中国农业科学院农田灌溉研究所的水利部节水灌溉设备质量检测中心进行。试验装置由蓄水池、浑水添加装置、测试管道等组成,如图 2 所示。蓄水池规格为 2.4 m×1.2 m×1.3 m,使用潜水泵提供试验所需压力流量;进、出水口管径为 50 mm,使用涡轮流量传感器(LWGY-50)测量管道流量变化;在过滤器的进口端、出口端分别安装精密压力表(量程 0.6 MPa,精度 0.02 级);在进水口处和出流口处安装流量调节阀。通过调节进、出水口阀门开度来改变过滤器流量,形成所需因素水平。浑水添加装置包括真空自吸泵、搅拌器、搅拌桶等,浑水试验时,搅拌桶内按要求配置高质量浓度的原水,使用真空自吸泵抽取搅拌桶中配置好的高质量浓度原水进入蓄水池形成所需质量浓度的浑水,蓄水池内装有搅拌器对浑水充分混合。



注 1.水沙混合液; 2.300 L 塑料桶; 3.搅拌机; 4.回流管; 5.阀门; 6.流量计; 7.测试管道; 8.搅拌机; 9.阀门; 10.流量计; 11.压力表; 12.复合网式过滤器; 13.压力表; 14.阀门; 15.潜水泵; 16.蓄水池; 17.真空自吸泵

图 2 试验装置示意

Fig.2 Schematic diagram of test device

试验用泥沙取自山西引黄灌区渠道淤积泥沙,试验前对其晾晒。使用激光粒度分布仪(BT-9300HT)测定其粒径分布,结果如表 1 所示。

表 1 泥沙粒径分布

Table 1 Sediment particle size distribution

粒径范围/ μm	0.498~1.800	1.801~6.505	6.506~23.510	23.520~84.950	84.960~306.990	306.100~716.000
粒级分布	0.93	2.48	3.64	16.90	56.18	19.87

1.3 试验设计

为研究复合网式过滤器水力性能,设置清水和浑水试验。

清水试验中设置 6 个流量: 16、18、20、22、24、26 m^3/h 。试验时,调节阀门至所需流量,待过滤器运行稳定后,记录流量计和压力表读数,每组试验重复

3次,考查过滤器清洁压降曲线变化。

浑水试验时,考虑流量和含沙量2个因素。其中流量设置为18、22、26 m³/h,含沙量(蓄水池)设置0.07、0.1、0.13 g/L,真空自吸泵流量设置为0.3 m³/h;试验过程中,每隔3 min分别记录流量计、过滤器两端压力表读数,并使用浊度计(WGZ-200A)测定过滤后水样浊度值。为降低水池中泥沙沉淀带来的影响,采用在300 L塑料桶中配置高质量浓度含沙水,由真空自吸泵从桶中抽取含沙水进入蓄水池混合,保证水池中含沙量稳定。每一过流量下搅拌桶中所加泥沙质量,可由溶质溶剂关系计算。

$$\omega = \frac{\frac{m}{300L} \cdot 0.3 \frac{m^3}{h} \cdot T}{(Q + 0.3 \frac{m^3}{h}) \cdot T} \quad (1)$$

由(1)式可得:

$$m = (Q + 0.3) \cdot \omega, \quad (2)$$

式中: m 为桶中加沙质量; Q 为过滤流量; ω 为含沙量; T 为过滤时间。

表2 搅拌桶加沙质量

含沙量 ω	过流量 $Q/(m^3 h^{-1})$		
	18	22	26
0.07	1.281	1.561	1.841
0.10	1.830	2.230	2.630
0.13	2.379	2.899	3.419

2 结果与分析

2.1 清洁压降曲线

利用清水试验数据拟合得到多级复合网式过滤器的清洁压降曲线如图4所示。由图4可知,相关系数 $R^2=0.9999$,拟合程度较高。由图4可知,在过流量16 m³/h时,其水头损失为2.0 m;过流量26 m³/h时,水头损失为5.2 m。这主要是由于复合网式过滤

器的三层滤网结构,导致内部孔隙率降低,导致过滤器局部水头损失增大,较单层滤网水头损失要高。一般情况下,单级网式过滤器额定流量下的水头损失在2~3 m,考虑多级复合网式过滤器结构,此过滤器样机额定流量建议以25~30 m³/h。

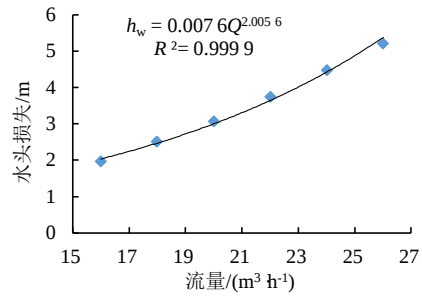


图3 过滤器清洁压降曲线

Fig.3 Filter cleaning pressure drop curve

2.2 过流量随时间变化规律

图5给出了复合网式过滤器在浑水试验时不同因素条件下流量随时间的变化。由图5可知,过滤器在未堵塞时其过流量基本没有改变;发生堵塞后,流量会逐渐变小。滤网堵塞过程中,会发生堵塞现象,一般为靠近出水口区域,此时为介质堵塞阶段;随着过滤时间的延长,堵塞范围逐步增大,最终形成滤饼,此时小于滤网孔径的杂质颗粒也被截留下来,即发生滤饼堵塞^[13]。所以过流量在发生堵塞后会逐渐减小。分析同一含沙量不同过流量发现,含沙量一定时,过流量越大,过滤器发生堵塞所用时间越短;从出现拐点到结束这一段的斜率也随过流量的增大而增大,即过流量越大,堵塞后流量下降越快。分析同一过流量不同含沙量条件下,以过流量26 m³/h为例,在不同含沙量条件下,流量变化的时间点分别为18、24、27 min。由此可知,同一过流量下,含泥量越高,流量降低越快,发生堵塞风险的时间随含沙量的增大而减小。

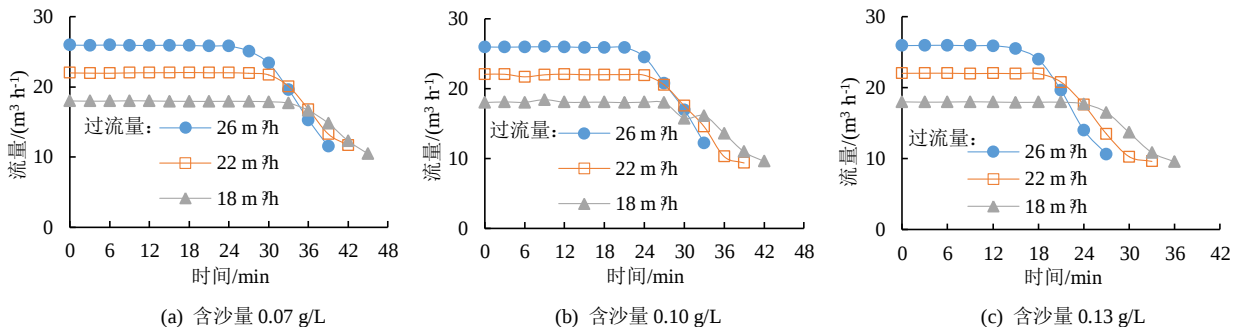


图4 不同含沙量条件下流量随时间变化

Fig.4 Flow rate changes with time under different sand content conditions

2.3 水头损失随时间变化规律

水头损失是衡量过滤器运行效果的重要指标,也是判断其是否发生堵塞的主要参数^[14]。图6给出了不同过滤流量及含沙量条件下水头损失随时间变化规

律。从图6可知,在未发生堵塞时,水头损失没有发生变化,与清水试验时保持一致;以含沙量0.10 g/L为例,发生变化的时间拐点分别为20、25、28 min,即认为此时间点为过滤器开始堵塞时间,而后水头损

失突增,分析认为筛网过滤器依靠滤网的二维表面拦截杂质,其过滤性能由滤网有效过滤面积决定,当杂质过多的集聚在滤网表面时,有效过滤面积减小,流过滤网的水流随之减小,故水头损失随之增大。

由清洁压降曲线及水头损失出现拐点时间,可以

以水头损失达到 8 m 为过滤周期,即达到 8 m 时,需进行反冲洗。含沙量为 0.07 g/L 时,过滤周期分别为 27、33、37 min; 含沙量为 0.1 g/L 时,过滤周期分别为 23、27、33 min; 含沙量为 0.13 g/L 时,过滤周期分别为 18、22、28 min。

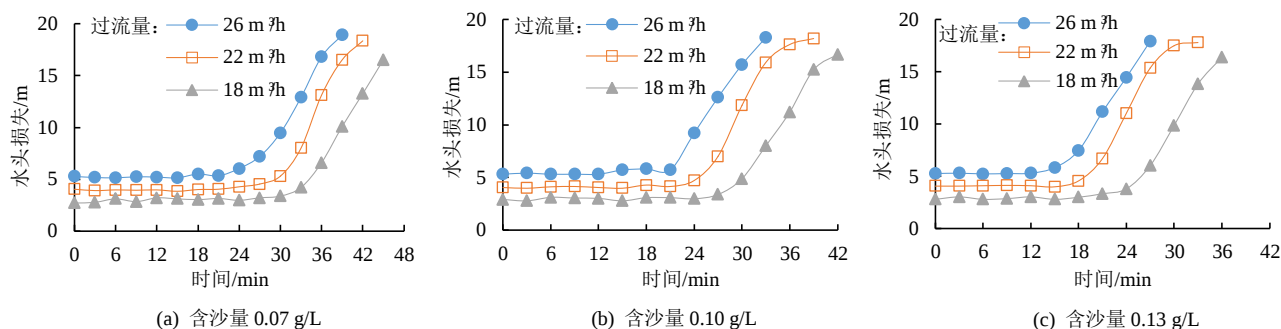


图 5 不同含沙量条件下水头损失随时间变化

Fig.5 Changes in head loss with time under different sand content conditions

2.4 浊度随时间变化规律

图 7 给出了不同含沙量及过流量条件下浊度随时间变化规律。对比同一流量下不同含沙量在过滤初期的初始浊度值大小,发现随含沙量的增大,其初始浊度值也增大,浊度与水中含沙量成正相关关系。在不同含沙量试验下,3 个过滤流量条件下的浊度变化均表现为:在浑水试验初期,即样机未发生堵塞现象时,浊度值在一定范围内小幅度波动,整体比较平缓,但在过滤器开始堵塞的时间节点后,滤后水浊度值有明显的下降趋势,分析认为这是由于堵塞过程中有介

质堵塞和滤饼堵塞 2 个过程,在介质堵塞阶段,滤网是过滤主体,粒径大于滤网孔径的颗粒被截留,小的颗粒则顺利通过滤网,所以浊度基本稳定,而发生滤饼堵塞后,局部区域粒径小于滤网孔径的杂质也可能因为滤饼的截留作用亦不能通过滤孔,滤饼越厚,这种现象越突出,这就导致了滤后水中颗粒减少,即浊度减小。对比 3 个过滤流量下浊度值出现拐点后曲线的近似斜率值,发现过滤流量越大,浊度值变化越快,与水头损失值、过流量值变化规律相似。

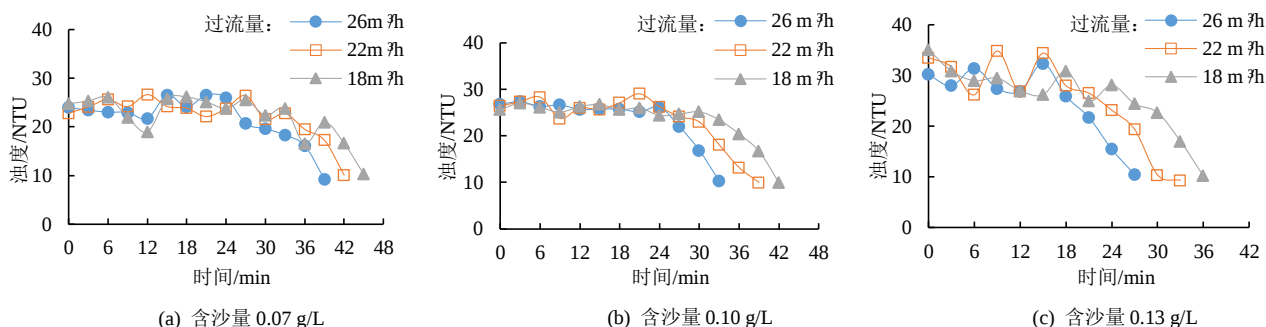


图 6 不同含沙量条件下滤后水浊度随时间变化

Fig.6 Changes in turbidity of filtered water with time under different sand content conditions

3 讨论

过滤器是滴灌系统中不可或缺的设备,其性能优劣直接关系到整个系统的正常运行^[15-16]。本文针对研发的新型复合网式过滤器样机展开了不同流量不同含沙量条件下的性能试验。

复合网式过滤器的清洁压降曲线符合幂函数关系,这与目前的网式过滤器相似,具有一致性^[17]。过滤器的水头损失主要为局部水头损失,由壳体和滤网等带来,由于复合网式过滤器滤网仍为传统结构,故而仍可用幂函数描述,相比之下,较单层滤网^[18]水头

损失会稍大,但相比于多个过滤器组合,由于没有了连接件,其水头损失会更小,更具经济性。过滤器过滤性能优劣可由水头损失、过滤周期、滤后水浊度等指标进行评价^[19]。研发的多级复合网式过滤器在 3 个流量 3 个含沙量因素水平下,含沙量一定时,随着流量的增大,水头损失陡增的时间越短;流量一定时,随着含沙量的增大,水头损失变化越快,过滤周期随流量、含沙量的增大而减小。流量在开始的一段时间里未发生改变,是由于在此期间处于局部堵塞阶段,随着时间增加,滤网逐渐堵塞,故流量变化会出现突变现象;水头损失在开始一段时间里同样未发生变化,

随后发生突变,是由于过滤器内部逐渐堵塞导致,此时为滤饼堵塞阶段;滤后水浊度总体趋势为先小幅度变化,到过滤周期后会急剧减小,是由于此时过滤器堵塞,形成滤饼,小于滤网孔径的杂质也被截留,故导致浊度降低。骆秀萍等^[19]在探究微灌自清洗网式过滤器过滤性能时发现,在清水条件下,当流量在0~90 m³/h时,自清洗网式过滤器水头损失随流量变化缓慢;当流量在90~240 m³/h时,随着流量的增大,其水头损失增加较快。含沙量一定时,进水流量越大,自清洗网式过滤器局部水头损失越大,过滤周期越短;进水流量一定时,随含沙量的增大,自清洗网式过滤器过滤周期缩短,局部水头损失增加的趋势变大。其结论与本文中所得的结论具有一致性,即结论对于网式过滤器具有普遍性。

4 结 论

1) 复合网式过滤器的清洁压降曲线仍为幂函数关系,样机试验显示,在流量 26 m³/h 时,水头损失仅 5.2 m。

2) 当复合网式过滤器过滤浑水时,含沙量一定情况下,随着流量的增大,水头损失陡增的时间越短,过滤周期越短;流量一定的情况下,随着含沙量的增大,水头损失变化越快,过滤周期越短;在水头损失等开始急剧变化,出现拐点后,浊度开始变小,过滤效果更好。

参考文献:

- [1] 杨培岭,周洋,任树梅,等. 砂石-筛网组合过滤器结构优化与性能试验[J]. 农业机械学报, 2018, 49(10): 307-316.
YANG Peiling, ZHOU Yang, REN Shumei, et al. Structural optimization and performance test of sand-screen combination filter [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2018, 49(10): 307-316.
- [2] 谢崇宝,张国华,鲁少华,等. 上下复合型砂石-滤网集成式过滤器研发[J]. 节水灌溉, 2017(1): 76-78.
XIE Chongbao, ZHANG Guohua, LU Shaohua, et al. Research and development of upper and lower composite sand and gravel-filter integrated filter [J]. Water Saving Irrigation, 2017(1): 76-78.
- [3] 李正平. 离心筛网一体式微灌过滤器水力性能试验[J]. 水利与建筑工程学报, 2012, 10(6): 156-159.
LI Zhengping. Hydraulic Performance Test for Centrifugal screen integrated micro-irrigation filter[J]. Journal of Water Resources and Architectural Engineering, 2012, 10(6): 156-159.
- [4] 王柏林,刘焕芳,刘贞姬,等. 旋流网式组合型过滤器过滤性能研究[J]. 中国农村水利水电, 2017(9): 1-9.
WANG Boling, LIU Huanfang, LIU Zhenji, et al. Experimental research on the filter performance of swirl-and-screen type combined filter [J]. China Rural Water and Hydropower, 2017(9): 1-9.
- [5] 肖新棉,董文楚,杨金忠,等. 微灌用叠片式砂过滤器性能试验研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(5): 81-84.
XIAO Xinmian, DONG Wenchu, YANG Jinzhong, et al. Experimental study on characteristics of laminated sand filter for micro-irrigation [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2005, 21(5): 81-84.
- [6] 董文楚. 微灌用滤网过滤器设计原理与方法[J]. 喷灌技术, 1989(3): 7-14.
- [7] 宗全利,杨洪飞,刘贞姬,等. 网式过滤器滤网堵塞成因分析与压降计算[J]. 农业机械学报, 2017, 48(9): 215-222.
ZONG Quanli, YANG Hongfei, LIU Zhenji, et al. Clogging reason analysis and pressure drop calculation of screen filter [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2017, 48(9): 215-222.
- [8] 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, 29(1): 78-82.
ZONG Quanli, LIU Huanfang, ZHENG Tie-gang, et al. The design and experimental study on new net self cleaning filter for micro-irrigation [J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2010, 29(1): 78-82.
- [9] 刘贞姬,石凯,李曼,等. 立式与卧式自清洗网式过滤器水头损失试验研究[J]. 灌溉排水学报, 2019, 38(12): 44-50.
LIU Zhenji, SHI Kai, LI Man, et al. Experimental study on head loss of vertical and horizontal self-cleaning mesh filter [J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2019, 38(12): 44-50.
- [10] 石凯,刘贞姬,李曼. 新型翻板网式过滤器水头损失试验研究[J]. 排灌机械工程学报, 2020, 38(4): 427-432.
SHI Kai, LIU Zhenji, LI Man. Experimental study on head loss of a new type of rotatable plate screen filter[J]. Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering, 2020, 38(4): 427-432.
- [11] 韩启彪,黄修桥,孙浩,等. 一种微灌用自报警多级复合网式过滤器[P]. 中国专利: CN205760034U, 2016-12-07.
HAN Qibiao, HUANG Xiuqiao, SUN Hao, et al. A self-alarm multi-stage composite mesh filter for micro-irrigation [P]. China Patent: CN205760034U, 2016-12-07.
- [12] 李盛宝,韩启彪,杜思琦,等. 微灌多级复合网式过滤器的设计和试验[J]. 节水灌溉, 2020(8): 82-84.
LI Shengbao, HAN Qibiao, DU Siqi, et al. The design and test of multi-stage composite screen filter for micro-irrigation[J]. Water Saving Irrigation, 2020(8): 82-84.
- [13] 邓忠,翟国亮,宗洁. 微灌系统堵塞机理分析与微灌过滤器研究进展[J]. 节水灌溉, 2014(8): 71-74.
DENG Zhong, ZHAI Guoliang, ZONG Jie. Clogging mechanism analysis of micro-irrigation system and the advance of research on micro-irrigation filter[J]. Water Saving Irrigation, 2014(8): 71-74.

- [14] 郑铁刚, 刘焕芳, 宗全利, 等. 微灌用自吸自动网式过滤器水头损失的试验研究[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2008, 26(6): 772-775.
ZHENG Tiegang, LIU Huanfang, ZONG Quanli, et al. Experimental studies on head loss of self cleaning water screen filter in micro-irrigation[J]. Journal of Shihezi University (Natural Science), 2008, 26(6): 772-775.
- [15] 李楠, 翟国亮, 张文正, 等. 微灌用叠片过滤器的过滤性能试验研究[J]. 灌溉排水学报, 2016, 35(11): 52-56.
LI Nan, ZHAI Guoliang, ZHANG Wenzheng, et al. Filtration performance of disc filters for micro irrigation [J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2016, 35(11): 52-56.
- [16] 李浩, 韩启彪, 黄修桥, 等. 基于多孔介质模型下微灌网式过滤器 CFD 湍流模型选择及流场分析[J]. 灌溉排水报, 2016, 35(4): 14-19.
LI Hao, HAN Qibiao, HUANG Xiuqiao, et al. Turbulence model selection and flow field analysis of the micro irrigation screen filter based on porous medium using CFD[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2016, 35(4): 14-19.
- [17] 郭宝东, 杨胜敏. 设施农业温室滴灌过滤器的优化配置[J]. 北京农业, 2016(1): 158-160.
GUO Baodong, YANG Shengmin. Optimal Configuration of drip irrigation filter in facility agriculture greenhouse [J]. Beijing Agriculture, 2016(1): 158-160.
- [18] 张文正, 翟国亮, 吕谋超, 等. 微灌条件下三种过滤器过滤效果试验研究[J]. 灌溉排水学报, 2017, 36(4): 88-93.
ZHANG Wenzheng, ZHAI Guoliang, LYU Mouchao, et al. Experimental study on the efficacy of sand filter, screen filter and disc filter for removing silts from the yellow river water for micro-irrigation[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2017, 36(4): 88-93.
- [19] 骆秀萍, 刘焕芳, 宗全利, 等. 微灌自清洗网式过滤器水头损失的试验研究[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2011, 29(1): 98-102.
LUO Xiuping, LIU Huanfang, ZONG Quanli, et al. Experiments and studies on the head loss of the micro-irrigation self-cleaning screen filter[J]. Journal of Shihezi University (Natural Science), 2011, 29(1): 98-102.

Experimental Study on the Hydraulic Performance of a Multi-stage Composite Mesh Filter

LI Shengbao^{1,2}, YUAN Zhihua², DU Siqi¹, LI Hui¹, HAN Qibiao*, MENG Weixiao³

(1. Farmland Irrigation Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Water Saving Agriculture of Henan Province/Key Laboratory of Water Saving Irrigation Project of Ministry of Agriculture, Xinxiang 453002, China;

2. Mechanical and Electrical Engineering, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

3. Jinfeng (China) Machinery Industry, Ningbo 315221, China)

Abstract: 【Objective】 The multi-stage composite mesh filter is a new micro-irrigation filter we developed recently by integrating the meshes of 50, 80 and 120 in the same casting aimed to increase the filtering efficacy. The purpose of this paper is to present the results of an experimental study on its hydraulic performance. 【Method】 The experiment consisted of two parts. The first one used clean water in which we measured the water pressure drop across the filter. The second one was used muddy water to elucidate the combined impact of water flow rate and sediment content on hydraulic performance of the filter. We compared three flow rates: 18, 22 and 26 m³/h, combined with three sediment contents: 0.07, 0.10 and 0.13 g/L. In each treatment, we measured water pressure loss, change in flow rate, as well as turbidity of the water at the exit of the filter. 【Result】 Pressure drop of the clean water across the filter increased with water flow rate in a power-law with a R² of 0.999 9. In the muddy water test, the flow rate was initially stable with the inflection point appearing about 18min-30min after inception of the experiment, after which it dropped sharply. Associated with such a flow rate change, the pressure loss across the filter was also stable at beginning, followed by a steady increase after the inflection point. It was found that the higher the flow rate and/or the sediment content was, the earlier the inflection point appeared for both flow rate and pressure loss, and that the clogging time was positively correlated to the duration of the filtration cycle. However, after the clogging, the turbidity of the effluent decreased, indicating an improved filtration effect. 【Conclusion】 The new multi-stage composite mesh filter we developed has a similar hydraulic performance as the single mesh filter, and it prolonged the filtration cycle thereby improving the filtration efficacy. It thus suits micro-irrigation systems.

Key words: micro irrigation; mesh filter; filtering efficacy; clean water test; muddy water test

责任编辑: 白芳芳