

滴灌系统灌水器物理堵塞发生与控制机理研究进展

冯吉* 焦有权 杨林林 韩敏琦
北京农业职业学院 水利与建筑工程系
DOI:10.32629/hwr.v4i1.2687

[摘要] 灌水器是滴灌系统最关键的部件,但是由于其流道狭小,极易发生堵塞,且已有研究与工程实践证明引起灌水器堵塞的主要原因是物理堵塞。若想解决这一问题,首先要对灌水器内部水流流动机理有全面和深入的了解,其次要针对解决物理堵塞采取有效的控制措施。因此,本文从应用现代流动显示技术和计算流体动力学方法两方面对堵塞发生机理研究进展进行阐述,以为滴灌系统灌水器物理堵塞控制措施与机理的研究提供一定的理论基础。

[关键词] 滴灌系统; 灌水器; 物理堵塞; 机理

引言

灌水器是滴灌系统最关键的部件,其作用是使有压水流通过其内部的狭长流道或微孔充分消能后,以均匀、稳定的小流量滴入土壤。也正是由于消能的需要,灌水器流道通常比较狭小,一般只有0.5~1.2mm左右,滴灌水源中的悬浮物等杂质都极易引起灌水器的堵塞,少数堵塞的灌水器就能很大程度上降低灌水的均匀度,灌水器堵塞问题已成为制约滴灌技术应用、推广的主要障碍,它解决的好坏决定着工程的使用寿命和应用效益,灌水器堵塞也是引起整个系统灌水不均匀的主要原因^[1],即使有限的几个灌水器堵塞也可以大大降低灌水均匀度。大量学者试图从沉淀-过滤、化学加氯/加酸等多途径来解决堵塞问题依然未能得到很好解决,新疆部分科研工作者采用一次性薄壁滴灌带来解决堵塞问题虽获成功,但产生了极为严重的环境污染和资源浪费。可以说灌水器堵塞是一个世界难题。

滴灌水源中通常含有大量的悬浮颗粒,大量滴灌工程应用实践表明^[2],通过沉淀和过滤可以清除直径大于76 μm的细沙粒,粒径小于76 μm的细颗粒泥沙依然会进入滴灌系统和灌水器流道内部。众多研究人员也一直认为颗粒是引起灌水器堵塞的主要原因^[3],固体颗粒是滴灌系统灌水器堵塞物质的主要成分,即使是主要由于藻类、细菌等微生物在灌水器流道中繁殖而形成的生物堵塞灌水器中,堵塞物质中固体颗粒也占到90%以上^[4],因此物理堵塞(物理堵塞是指水中含有的有机(生物残体)或无机颗粒(砂、淤泥和粘粒)引起的堵塞)是灌水器堵塞发生的主要成因。众多专家学者通过沉淀、过滤、提高灌水器本身抗堵塞能力、滴灌系统管道冲洗等方式来解决灌水器堵塞问题,并对灌水器堵塞机理进行了深入探索,取得了一定的成果。因此,本文首先对目前已有研究学者采用现代流动显示技术及计算流体动力学方法对灌水器堵塞机理研究进行详细介绍,以为滴灌系统灌水器物理堵塞控制措施与机理的研究提供一定的理论基础。

1 滴灌系统灌水器堵塞发生机理研究进展

实现灌水器内部水流及颗粒物运动的可视化是明确灌水器堵塞机理、提升灌水器自身抗堵塞性能的前提和基础。实现灌水器流道内部流体流动的可视化已成为灌水器设计者的重要目标。由于灌水器流道狭窄且边界复杂,灌水器本身不透明,原型试验在技术和经济上都比较困难,常规手段难以满足流场测试要求。目前实现灌水器内部流体流动可视化的方法主要有利用现代流动显示技术测试灌水器流道内部流体运动特性和应用计算流体动力学软件模拟灌水器流道内部流体运动。众多专家学者利用上述两种方式探寻灌水器堵塞发生进行机理,取得大量有意义的成果。

1.1 应用现代流动显示技术探究堵塞发生机理进展

众多研究学者利用现代流动显示技术探寻灌水器堵塞机理的代表性研究结果有:李云开等^[5]借助数字粒子图像(Digital Particle Image

Velocimetry - DPIV)技术率先实现了灌水器流道内全流场运动特征,明确了流道内液体为紊流;刘海生等^[6]以此为基础从流道单元段,流道结构单元及流道齿尖局部结构三个层次分析了灌水器流道内流动特征,认为灌水器流道内流体运动呈现分区特性;魏正英^[7]等借助LDV测量了灌水器放大模型内流体速度分布情况,发现在迷宫流道的圆弧拐弯处存在较大的速度极低的漩涡,形成流动滞止区。

虽然现有研究对于探索灌水器内部流体流动机理提供了一定的理论基础,但这些研究仅局限于少数颗粒的运动轨迹跟踪,难以反映水流及颗粒物运动的全场信息,且所应用模型,如平面模型、放大模型等,对实际灌水器的代表性需要论证,且研究过程中所选用示踪粒子流动跟随性需提高。

1.2 应用计算流体动力学软件探究堵塞发生机理进展

众多研究学者利用计算流体动力学分析方法探寻灌水器堵塞机理的代表性研究结果有:李云开^[8]借助CFD方法对迷宫流道内断面平均流速、水流分区运动速度大小及矢量分布等进行分析,表明构建分形流道,提高流道内部紊流强度是提高灌水器抗堵塞性能的关键;Zhang et al.^[9]借助CFD方法对流道内流场进行固液两相数值模拟,研究表明在流道圆弧顶部和右下侧会出现不同大小的漩涡,跟随性小颗粒比大颗粒好,但更容易受湍流脉动影响;闫大壮等^[10]对迷宫滴头流道内不同质量浓度的悬浮颗粒运动情况进行模拟,发现水流中颗粒质量浓度对滴头内部流场有着较强的反作用。

虽然众多专家学者采用CFD计算方法对灌水器堵塞机理进行研究,取得了一定突破性成果,但灌水器的流量一般在0.2~8L/h,流道断面尺寸微小(0.5~1.2mm),流道断面平均流速为0.1~1.0m/s,计算得器流道中内流体流动雷诺数为70~1000,因而部分国内外学者在进行模拟灌水器流道内流体运动时采用了层流模型;但根据流态指数来看,国内外大量灌水器流态指数在0.50~0.65之间,由此推断其内部流动为湍流,因而国内部分学者采用了湍流模型,二者存在着明显的矛盾。同时,按照国际流体力学界通常的划分,灌水器流道尺寸介于宏观尺度(>1mm)和微观尺度(特征尺度在1.0 μm~1.0mm)和之间,灌水器内部的流体流动属于临界尺度流体流动问题。为此,基于宏观尺度研究方法的CFD分析方法在灌水器内部流动分析中应用的可行性还有待于依靠试验测试进行论证。

2 结语

解决灌水器堵塞问题是滴灌技术发展的重中之重。今后应基于研究基础实现:(1)在现有基础上完善DPIV测试系统及方法。在今后研究中要考虑在测试过程中水与颗粒之间的相互影响效应,在此基础上考虑颗粒本身特性(容重、表面特性等)对流动测试结果的影响;(2)探索灌水器流道内全流场三维测试。目前已有专家学者仅实现二维全场流动测试和准三维全场流动测试(仅一个垂向截面流动测试),如何实现真正的三维全场测试

解析水利水电工程移民长期补偿机制与新农村建设的有效契合

阿迪力·尼扎木

水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院

DOI:10.32629/hwr.v4i1.2701

[摘要] 本文简要分析了传统以土安置水利水电工程移民方式存在的缺陷,论述了水利水电工程移民长期补偿机制的基本概念,以及其中存在的各类问题与诱因,之后提出切实可行的移民长期补偿机制与新农村建设协调发展策略,以供借鉴。

[关键词] 水利水电工程; 移民; 长期补偿机制; 新农村建设

水利水电工程移民与搬迁安置是一项极其复杂的工作,涉及各种各样的经济问题与社会问题。当前,移民安置已成为水利水电工程建设与新农村经济建设环节需要面对的重点难题。为此,建立移民长期补偿机制,与新农村建设相互契合显得尤为重要。

1 以土安置移民方式存在的缺陷

在水利水电工程移民搬迁安置过程中,不可避免的会占用一部分农耕地或山林地,甚至是破坏基础设施,造成严重的资源损耗与资金浪费。另外,让本地居民搬离赖以生存的家园,单纯以置换土地或财务作为经济补偿方式,或多或少都会使居民产生不平衡心理,一方面阻碍水利水电工程的正常施工,另一方面干扰社会秩序。

另外,征地补偿费用偏低,未充分考虑移民的长远生计。通常来说,水利水电工程建设多以“政府定价”的方式进行补偿,而这极易导致为节约投资成本,降低补偿金额标准的问题。若补偿金额标准过低,则会激化政府部门与基层群众的矛盾,影响水利水电工程建设。再者,部分地区单纯采取一次性发放安置费用的方式,未能充分考虑移民的长远生计,这使得移民因各方面条件限制,无法另谋职业,只得坐吃山空,失去经济来源。而这也极大的抑制了区域经济的增长。

除此之外,人地矛盾突出,以土安置移民难度加大。伴随现代化城市建设范围的扩张,大量的农耕地与山林地被占用,呈现出人多地少的尴尬局面。由此,单纯以土安置移民的方式受到极大的限制。若强行沿用以土安置移民的方式,则会进一步降低人均耕地占有量指标,制约农业经济,乃至

还需要更深一步研究。

参考文献

- [1] Bucks DA, Nakayama FS, Gilbert RG. Trickle irrigation water quality and preventive maintenance. *Agricultural Water Management*. 1979, (2): 149-162.
- [2] Megh RG. *Management of Drip/Trickle or Micro Irrigation*. New Jersey: Apple Academic Press, 2012.
- [3] Duran-Ros M, Puig-Bargues J, Arbat A, et al. Effect of filter, emitter, and location on clogging when using effluents. *Agricultural Water Management*. 2009, 96: 67-79.
- [4] Zhou B, Li YK, Pei YT, et al. Quantitative relationship between biofilms components and emitter clogging under reclaimed water drip irrigation. *Irrigation Science*. 2013, 31(6): 1251-1263.
- [5] Li Y K, Yang P L, Xu T W, et al. CFD and digital particle tracking to assess flow characteristics in the labyrinth flow path of a drip irrigation emitter[J]. *Irrigation Science*, 2008, 26: 427-438.
- [6] Liu H.S. Li Y.K., Liu Y.Z. et al.: Flow Characteristics in Energy Dissipation Units of Labyrinth Path in the Drip Irrigation Emitters with

整体市场经济的良好发展。简而言之,以土安置移民方式存在的问题主要集中在农耕地无序占用、安置补偿标准过低、人地矛盾三方面。

2 水利水电工程移民长期补偿机制的核心内涵

2.1 长期补偿机制的基本概念

为有效化解征地移民环节存在的人地矛盾,压缩工程初期投资成本,维护社会关系稳定,保障移民的根本权益,建立移民安置长期补偿机制显得尤为重要。

移民长期补偿机制的基本概念如下所述:将工程项目法人和失地居民看作是相互独立的利益个体,引入成果共享与风险共担的发展理念,维护双方的合法权益。

2.2 长期补偿机制存在的缺陷与诱因

现行长期补偿机制在执行过程中仍存在诸多亟待解决的突出性问题。接下来,本文将从不同层面剖析这些实际问题。

首先,从决策层面体现出的问题如下:①水利水电工程移民长期补偿机制立法工作存在严重的滞后性;②以土安置移民补偿方式与现行土地管理办法相冲突;③各区域长期补偿机制的执行存在差异,进一步激化移民与政府部门的矛盾;④长期补偿机制预算费用未划入工程项目合法成本,这极大的增加了后续补偿资金支付风险;⑤长期补偿机制缺少就业保障功能,无法保障移民的长远生计。

其次,执行层面的问题如下:①长期补偿机制缺乏前瞻性,往往会造成大量的资源损耗与资金浪费;②规划内容与执行方式不统一;③与多样化

DPIV Technology [J]. *Journal of Hydrodynamics*. 2009, 21(6): 137-145.

[7] 魏正英, 赵万华, 唐一平, 等. 滴灌灌水器迷宫流道主航道抗堵设计方法研究[J]. *农业工程学报*, 2005, 21(6): 1-7.

[8] 李云开. 灌水器分形流道设计及其流动特性的试验研究与数值模拟[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.

[9] Zhang J, Zhao WH, Tang YP, et al. Structural optimization of labyrinth-channel emitters based on hydraulic and anti-clogging performances. *Irrigation Science*. 2011, 29(5): 351-357.

[10] 闫大壮, 杨培岭, 任树梅. 滴头流道中颗粒物运移动态分析与 CFD 模拟[J]. *农业机械学报*, 2007, 3(6): 71-81.

作者简介:

冯吉(1992--),女,内蒙古赤峰人,博士研究生,主要从事滴灌灌水器堵塞控制及产品设计理论研究。

基金项目:

北京农业职业学院科研项目(XY-YF-19-19);北京市优秀人才培养资助项目(2018-14)。