

微灌系统的堵塞及防治措施*

翟国亮 吕谋超 王 晖 向华安
(水利部 中国农业科学院农田灌溉研究所)

摘 要 根据微灌系统堵塞的因素及水质评价, 结合我国微灌发展具体情况, 系统地总结了堵塞的成因、影响要素和防治措施, 提出了“水处理—设备改进—强化设计和管理”三拳并举的防堵观点。并针对国内微灌应用情况, 提出了切实可行的防堵方法和建议。
关键词 微灌 堵塞与防治 水处理 设备改进

堵塞问题一直是微灌发展的最大障碍, 堵塞问题解决的好坏决定着工程的使用寿命和应用效益, 我国许多滴灌工程使用 2~ 3 年就因堵塞而废弃, 工程的效益不能发挥。一些地方忽视堵塞问题盲目上马微灌工程的失败教训是惨痛的, 典型的代表是山西运城式的渗灌, 它波及北方近十个省推广面积百万亩, 直接经济损失超亿元, 使群众发展微灌的积极性严重受挫。“九五”期间, 微灌技术进入一个高速发展时期, 必须解决好堵塞问题使我国微灌事业走上健康发展之路。本文分析了当前微灌发展中存在的堵塞隐患、防范技术及灌水器改进等问题。

1 灌水器堵塞的原因及其水质评价

微灌堵塞突出表现为灌水器(滴头、滴灌管、滴灌带和微喷头)的堵塞, 关于灌水器堵塞的因素早在 1979 年 Bucks 课题组提出了一个包括物理、化学和生物因素的表格, 表格收编所有的堵塞因素资料, 详见表 1。在提出表 1 的同时 Bucks 对堵塞灌水器的水质进行评价, 提出灌水器堵塞的水质分类表, 详见表 2, 这一分类方法得到绝大多数专家的赞同。国内此类研究较少, 主要借鉴国外的研究资料, 其中 Bucks 堵

表 1 灌水器堵塞因素表(Bucks 等 1979)
Tab 1 Physical, chemical and biological factors involved in emitter clogging(Bucks et al 1979)

物 理 因 素	化 学 因 素	生 物 因 素
无机物质颗粒	碱性氧化物	藻类
砂(50~ 250 μ m)	重金属离子	细菌
淤泥(2~ 50 μ m)	钙、镁、铁	丝状物
粘土(< 2 μ m)	锰酸盐	粒状物
有机物质	阴离子	微生物分解物
水生植物:	碳酸盐、氢氧化物	铁菌、锰菌、硫
浮游植物	硅酸盐、硫酸盐	菌
藻类	肥料	
水生动物:	氨水、铁	
浮游动物	铜、锌	
蜗牛	锰、磷	
细菌		
塑料碎末		
润滑油		

塞因素分析、堵塞水质评价和 F-PaiWu 的堵塞对均匀度影响资料被国内微灌界广泛应用^[1]。

收稿日期: 1998-10-13

* 国家“九五”攻关项目(96-006-01)

翟国亮, 助理研究员, 新乡市东牧村 水利部 中国农科院农田灌溉研究所, 453003

2 水质处理是防止堵塞的基础

防止堵塞须从水质处理开始,与表 1 对应,水质处理方法分为物理处理、化学处理和生物处理,3 种方法中由于生物处理技术复杂费用高且不成熟,研究和应用者甚少。化学处理可同时防治化学和生物堵塞,且处理技术较成熟,然而由于灌溉耗水量大,化学试剂用量多投资大,操作要求高,所以只有少部分规模较大的微灌工程采用。物理处理是每个微灌

表 2 灌水器堵塞的水质分类表(Bucks 等 1979)

Tab 2 Water quality classification relative to its potential for emitter clogging(Bucks et al 1979) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

堵塞因素	堵塞程度		
	轻度	中度	重度
物理因素			
悬浮颗粒	< 50	50~ 100	> 100
化学因素			
pH	< 7.0	7.0~ 8.0	> 8
不溶固体	< 500	500~ 2 000	> 2 000
锰	< 0.1	0.1~ 1.5	> 1.5
含铁量	< 0.2	0.2~ 1.5	> 1.5
硫化氢	< 0.2	0.2~ 2.0	> 2.0
生物因素			
细菌数/ $\text{No.} \cdot \text{L}^{-1}$	< 10 000	10 000~ 50,000	> 50 000

工程必须具备的,比较而言物理处理具有投资省,安装操作简单的优点。最简单的物理处理是安装一台网式过滤器,我国大多数微灌工程采用的是最简单的处理方法。

2.1 物理处理

微灌水质的物理处理主要包括过滤和沉淀两种方式,对于任何水质过滤是必不可少的,而沉淀则用于水质较差的水源。早期使用的过滤器包括筛网式、砂石式和离心式处理容量达不到微灌要求的过滤容量,改进后的微灌专用过滤器,过流量大水头损失小适合于微灌专用。用户可根据工程的实际情况采用单级过滤或多级过滤,较大的过滤站由多组过滤器联合组成。

目前国内过滤器市场网式过滤器占主导地位,砂石过滤器销量较小,近两年塑料网式过滤器销量迅速增长,钢制壳体过滤器(网式)逐渐被取代。从过滤器的销售市场看微灌工程过滤设施的重要性并未引起足够重视,事实上对于大多数水源来说单一的网式过滤器是不可靠的。

过滤并不能彻底解决堵塞问题,极小的颗粒能够穿越过滤介质进入系统,这些颗粒与微生物的代谢物相互吸引形成大体积的聚合体产生堵塞,同时,部份颗粒的沉积产生缓慢堵塞,这两种堵塞普遍存在且难以清除,于是采用化学处理杀灭微生物,减少沉淀离子浓度是必要的。

2.2 化学处理

国外一些规模较大的微灌工程其水质处理采用化学处理和物理处理结合,其抗堵性能显著增加,相应的用于水质处理的投资增大,微灌工程使用的化学处理技术有下列几种: 1) 加氯处理控制微生物污染; 2) 加硫酸或其它酸控制碳酸盐沉淀; 3) 加入专门的化合物控制碳酸盐沉淀; 4) 水中加入水玻璃或氧气可综合溶解铁离子; 5) 有针对地将化学制剂添加到灌水器生产原料中去可控制虫、草根对灌水器的堵塞。化学处理的最大缺点是安全性差,操作时必须慎重,最好采用专门的安全控制设施,避免因各种意外事故造成连锁性化学污染。

3 微灌灌水器改进是防止堵塞的有效途径

为了防止堵塞除了对水质进行处理外,改变灌水器的构造增强其抗堵塞性也是行之有效的途径之一。单从微灌设备上分析,堵塞的主要原因有两个: 一是管道或灌水器流道狭窄,大粒径悬浮颗粒无法顺畅通过; 二是灌水器及联接灌水器的管道内流速缓慢,水中的一些悬浮质产生沉积或沉淀,缩小过水断面尺寸产生堵塞,此种堵塞开始时不很明显,随着时间推移堵塞愈



来愈严重直致全部堵死。基于上述分析可得出结论: 增加灌水器的流道, 加大水流的流速能够起到防治或减缓堵塞的效果。

3.1 微灌大流道灌水器的研制

滴灌灌水器以滴头、滴灌管、滴灌带为主, 按照滴灌定义制造的灌水器, 一般流量 $2 \sim 5 \text{ L/h}$, 滴灌管滴灌带流量小于 $5 \text{ L}/(\text{m} \cdot \text{h})$, 工作压力 49 kPa 左右, 流道直径不足 1 mm , 最小的仅有 0.2 mm , 流道长度相对较长, 流态接近层流。微灌发展初期大多数工程因堵塞问题严重在使用不到 2 年时间便废弃, 不仅因为对水质处理的轻视, 灌水器的抗堵性较差, 也是突出存在的问题。稍后上市的防堵和自冲洗滴头抗堵性能有所提高, 但使用可靠性差且价格昂贵。70 年代中期, 一些专家在总结滴灌发展经验教训的基础上, 开始对滴灌技术进行改革, 于是微灌的概念应运而生。按照微灌定义, 滴灌是它的一个组成部分, 另外两个部分是微喷灌和涌泉灌。微灌灌水器的特点是, 工作压力一般 ($49 \sim 196$) kPa ; 流量范围从 2 L/h 到 300 L/h , 流道内径 $0.5 \sim 2.0 \text{ mm}$, 与早期的滴头相比抗堵性能有显著的提高。

我国微灌大流量灌水器的研制和推广在世界上是较突出的, “小管出流灌溉”灌水器流道内径达 4 mm , 出流量 $100 \sim 200 \text{ L/h}$, 这一微灌方式在山东、山西等地推广势头良好。涌泉灌灌水器采用 ϕ 的 PE 管, 流量 $50 \sim 80 \text{ L/h}$ 有效地解决了堵塞难题。另外大流量孔口滴头, 内径达 $0.6 \sim 2.0 \text{ mm}$, 流量 $10 \sim 25 \text{ L/h}$, 堵塞问题大大缓解。这类大流量灌水器的工作性能和田间效果与滴灌用滴头有显著区别, 按照水利部《微灌工程技术规范》定义, 采用这类灌水器的灌水方式应属于涌泉灌, 其特征是形成田间径流。与滴灌比较涌泉灌的一次灌水时间短, 管网投资较大, 此外, 由于孔径过大, 田间一些虫子往往在灌水器流道内做窝寄居, 带来新的堵塞问题。为了取得抗堵塞和滴灌效果的有机统一, 研制出一次性和可拆装式微灌灌水器。

3.2 一次性和可拆装式滴灌灌水器的研制

一次性灌水器是指田间一次安装后使用一茬作物或一定时期(季或年)就报废更新的一类灌水器, 更新时工程管网和首部设备不变。由于更新周期短, 对堵塞的要求相对较低, 同时它必须具备价格低和易更换的特点。滴灌带是常见的一次性灌水器, 滴灌带没有专门的滴水器, 而是通过输水软管(相当毛管)的微孔将水送到田间, 它的流量决定于微孔的孔径和孔间距, 一般小于 $5 \text{ L}/(\text{m} \cdot \text{h})$ 。国内滴灌带的生产厂家和品种较多, 山东、上海、辽宁、河南和江西均有生产, 由于生产设备和工艺的原因滴灌带生产成本高可靠性差。目前国产滴灌带价格优势不明显, 且抗堵塞性能差, 其推广面积受到限制。

可拆装式灌水器一般由 $2 \sim 3$ 个部件组装而成, 当灌水器出现堵塞时, 可拆开更换或清洗失灵部件。大流量的微喷头本身抗堵性好, 易拆装的意義不大, 而小流量滴头则不然, 一条毛管个别滴头堵塞就会造成部分农作物减产或死亡, 可拆装式滴头可以有效地解决这一问题。可拆装滴头以迷宫式较多并且外国产品占主导地位, 国内产品虽有价格优势但制造精度差, 外观欠佳。这种滴头缺点是体积大, 安装移动不便和拆装过程的误差容易带来流量的不均匀。

4 强化设计严格管理是防止堵塞的关键

微灌工程设计者应充分考虑工程使用过程中的堵塞问题, 对于规模较大的工程必须进行专门的防堵设计。设计的内容包括: 水处理方式、水处理设备的结构与选型、堵塞对灌水均匀度的影响和防止堵塞管理章程等。一般情况较好的地下水源采用网式过滤器即可, 滤网选择 100 目以上的钢丝网; 河道取水或池塘水微生物和有机物含量较高, 须采用介质过滤器。修沉淀过滤池或使用砂石过滤器还须安装离心过滤器或网式过滤器与之配合使用, 以便于反冲洗。单

独使用砂过滤器时一般采用两台并联方式。堵塞对灌水均匀度影响很大, 增加灌水器的密度是有效地提高均匀度的手段之一。另外, 制订防止堵塞管理章程便于用户实施管理, 避免管理的混乱现象, 也是非常必要的内容。在过去因堵塞报废的微灌工程中有半数以上是由于用户管理不善造成的, 微灌是一种较精细的灌溉方式, 它需要精细的管理, 制订科学的管理规则和建立责任到人的管理制度是工程使用两个关键。河南偃师关瑶千亩移动式滴灌示范工程, 正常工作十几年后仍运行良好, 其成功的经验除合理地设计外, 严格的管理是关键。他们的做法是: 工程建成后主管部门制订了“定人员、定工程、定设备、定维修、定报酬”的“五定”岗位责任制, 并把可移动的支管、毛管按 50% 作价卖给农民(用户), 所得费用存入银行, 用利息解决支、毛管更新费用, 干管及首部设备由专人专职管理。这一成功范例值得设计者和用户借鉴。

5 结语与建议

1) 解决堵塞问题水质处理是基础, 其中物理处理设施是每一个微灌工程必备的, 而化学处理应视水质情况而定, 国内化学处理试验研究较少, 建议开展此项研究。

2) 改进灌水器的结构可有效地减轻水处理负荷减缓灌水器堵塞速度, 实际应用时应因地制宜选择既适合农作物需水规律又具抗堵性的灌水器。

3) 增加防堵设计, 加强工程管理是防止堵塞的关键, 设计应考虑堵塞对灌水均匀度的影响, 应制订专门的防堵管理规章。

4) 微灌的堵塞与水源水质、微灌设备、工程设计、施工和运行管理诸因素有直接关系, 必须引起设计部门和用户的重视, 力争建造高效的、可靠的和耐用的微灌工程。

参 考 文 献

- 1 F-Pai W u Design Considerations of Drip Irrigation Systems ICID, Fifteenth Congress, 1993: 1~ 30
- 2 F S Nakayama and D A Bucks Water quality in drip/trickle irrigation: a review. Irrigation Science, 1991(12): 187~ 192
- 3 史秀兰 滴头堵塞的水质化学分析 喷灌技术, 1995(2): 39~ 41
- 4 史秀兰 我国部分微灌工程的水质分析与评价 喷灌技术, 1989(1): 2~ 6
- 5 董文楚 微灌用网过滤器与砂过滤器综述 喷灌技术, 1992(1): 26~ 30
- 6 董 仲 关于千亩滴灌经济效益分析 喷灌技术, 1990(2): 40~ 43
- 7 董文楚 微灌用过滤砂料选择与参数测定 喷灌技术, 1995(2): 45~ 53
- 8 张国祥 对微灌过滤器筛网规格孔径比及两种压降合理取值的探讨 喷灌技术, 1992(1): 31~ 35
- 9 郑耀泉 小管出流灌水技术的研究 喷灌技术, 1994(1): 2~ 9
- 10 水利部灌溉所 KD 型大流量系列孔口滴头研制 喷灌技术, 1992(1): 8~ 10

Plugging of Microirrigation System and Its Prevention

Zhai Guoliang Lu Mouchao Wang Hui Xiang Hua 'an

(Fam land Irrigation Research Institute, CAA S and MWR, X in x iang)

Abstract Based on the water quality classification and the various factors of plugging in microirrigation system, the cause, the essential affecting factors and the preventing measures were summarized systematically. To prevent the plugging, it is important to pay attention to the water pre-treatment, improvement of equipment, good programming design and management. Practical and useful method and recommendations for plugging prevention were presented too.

Key words microirrigation, plugging prevention, water treatment, equipment improvement