

扬黄灌区玉米滴灌系统设计与灌溉效率提升策略研究

罗小虎

海原县李旺镇人民政府 宁夏 中卫 755204

摘要: 扬黄灌区玉米滴灌技术对于保障玉米稳产高产、实现水资源高效利用意义重大。本文聚焦玉米滴灌系统设计与灌溉效率提升。先阐述系统设计,包括水源、首部枢纽、输配水管网及滴灌带布置等环节要点;接着分析影响灌溉效率的因素,如系统设计合理性、运行管理水平、土壤特性等;最后提出提升策略,优化系统设计方面,要进行精确水力计算、合理选择滴灌带;加强运行管理需制定科学灌溉制度、完善维护管理;改善土壤条件可通过土壤改良和合理施肥,采用滴灌施肥技术,实现节水节肥与高效灌溉的统一,为玉米生长提供稳定适宜水分条件。

关键词: 玉米;滴灌系统设计;灌溉效率;提升策略

引言

在农业水资源日益紧张的当下,提高灌溉效率对于保障玉米等粮食作物产量至关重要。滴灌作为一种高效节水灌溉技术,在玉米种植中展现出巨大潜力。然而,滴灌系统的设计与运行管理直接影响其灌溉效率,同时土壤特性也是不可忽视的影响因素。本文围绕玉米滴灌系统设计展开,详细阐述水源工程、首部枢纽、输配水管网及滴灌带布置等设计要点,深入分析系统设计合理性、运行管理水平、土壤特性对灌溉效率的影响,并针对性地提出优化系统设计、加强运行管理、改善土壤条件等提升玉米滴灌灌溉效率的策略。

1 玉米滴灌系统设计

1.1 水源工程设计

水源选择要立足当地水资源状况,选择水质好、水量够且供水稳定的水源,若用井水,得核实井的出水量能否满足滴灌系统用水量,防止用水高峰期水量不够影响灌溉;若选地表水,要考虑水位季节性变化,保证最低水位时能正常取水,还要关注水质变化,避免水质恶化影响滴灌设备运行和玉米生长。取水设施设计依水源类型和水质而定,井水取水常用潜水泵或离心泵,能稳定抽水,满足系统压力和流量需求。地表水取水方式多样,浮船式适合水位变化大、取水量小的区域;缆车式可灵活在一定范围内取水;固定式取水构筑物适用于水位稳定、取水量大的情况。而且,不管采用何种水源和取水方式,都要设置拦污栅、沉淀池等初步处理设施,拦污栅能阻挡较大颗粒杂质,防止其进入取水管道损坏设备,沉淀池可使水中悬浮物沉淀,降低水的浊度,保障后续滴灌系统正常运行,确保灌溉水质符合玉米生长要求。

1.2 首部枢纽设计

水泵选型依据滴灌系统的设计流量与扬程,所选水泵的流量和扬程须满足系统用水要求,同时兼顾效率与能耗。通常离心泵、潜水泵是常见选择,小型滴灌系统也可用自吸泵。过滤器是滴灌系统关键设备,作用是去除水中杂质和颗粒,防止滴头堵塞。常见类型有砂石过滤器、筛网过滤器和叠片过滤器等。选型时根据水源水质,可单一使用或组合使用。水质差的水源,一般采用砂石过滤器搭配筛网过滤器或叠片过滤器的组合过滤方式。施肥器用于将肥料溶解于水,经滴灌系统施入玉米根部土壤。常见类型有压差式、文丘里和注肥泵等。压差式施肥器结构简单、成本低,但施肥精度低;文丘里施肥器施肥精度较高,不过有水头损失;注肥泵施肥精度高、控制方便,然而成本也高^[1]。在实际设计中,要综合考量滴灌系统规模、水源水质、施肥需求以及成本预算等多方面因素,选择合适的水泵、过滤器和施肥器,确保首部枢纽能稳定高效运行。

1.3 输配水管网设计

一是管网布置原则,管网布置需遵循经济合理、便于施工与管理的原则。干管布置优先考虑地势较高且土质良好的位置,如此能有效减少管道埋深,降低土方工程量,节约建设成本。支管应垂直于干管进行布置,通过这种布局方式,可使各滴灌带的水头损失更为均匀,保障滴灌系统运行的稳定性。毛管则与支管垂直铺设,直接放置在玉米种植行上,确保水分能够精准地输送到玉米根部。二是管径确定,依据滴灌系统的设计流量与流速,通过水力计算来明确各管段的管径大小。管径选择至关重要,要保证管道内的流速处于合理区间。若流速过大,会造成水头损失过大,影响滴灌效果;若流速过小,则容易导致管道淤积,影响系统的正常运行。三是水力计算,水力计算的主要目的是确定各管段的水头

损失,为水泵选型和系统设计提供科学依据。水头损失分为沿程水头损失和局部水头损失,需借助相应公式进行精确计算。在计算过程中,要全面考虑管道的材质、粗糙系数、长度以及管径等多种因素。不同材质的管道粗糙系数不同,对水流阻力也有影响;管道长度和管径则直接决定了水流通过时的阻力大小。

1.4 滴灌带布置

一方面,在滴灌带选择上,需依据玉米的种植模式与土壤特性来挑选。常见类型有内镶贴片式滴灌带和迷宫式滴灌带等。内镶贴片式滴灌带具备滴头间距均匀、出水稳定的特点,能适应多种土壤类型,无论土壤质地疏松还是紧实,都能较好地发挥作用,保障水分均匀地输送到玉米根部。迷宫式滴灌带结构相对简单,制造成本较低,不过其滴头容易发生堵塞情况,所以更适合应用于土壤质地较好的地块,在这样的地块中,堵塞风险相对较低,能维持一定的滴灌效果^[2]。另一方面,滴灌带间距和长度的确定,要综合考虑玉米的株距、行距以及土壤的渗水能力等因素。通常,滴灌带的间距可设置为与玉米行距一致,这样能使水分精准地作用于玉米种植区域。滴灌带的长度不宜过长,若长度超出合理范围,会导致水头损失过大,使得滴灌带末端的水压不足,进而出现滴水不均匀的现象,影响玉米对水分的吸收。不同类型滴灌带长度有不同要求,内镶贴片式滴灌带和迷宫式滴灌带都有各自适宜的长度范围,以确保滴灌系统正常运行。

2 影响玉米滴灌灌溉效率的因素分析

2.1 系统设计合理性

管网水力平衡是保障滴灌系统正常运行的基础,若输配水管网的水力设计不合理,就会打破整个滴灌系统的水流平衡。这会使各滴灌带的水头损失产生差异,进而造成部分滴灌带出水过多,超出玉米正常吸收能力,导致水资源白白浪费;而另一些滴灌带则出水过少,甚至无法出水,使玉米得不到充足水分供应。这种不均匀的出水状况,会直接拉低灌溉均匀度,影响整体灌溉效率,让玉米难以在生长过程中获得稳定且适宜的水分条件。同时,滴灌带的选型和布置也不容小觑。选型方面,若滴头流量过大,水分会迅速在土壤表层积聚,增大水分与空气的接触面积,加速水分蒸发,降低水资源有效利用率;若滴头流量过小,又无法满足玉米不同生长阶段的需水要求,阻碍玉米正常生长发育。布置方面,若滴灌带的间距和长度不合理,水分在田间分布就会不均匀,无法全面覆盖玉米种植区域,导致部分区域灌溉过度,部分区域灌溉不足,最终影响灌溉均匀度,

降低玉米滴灌的灌溉效率。

2.2 运行管理水平

灌溉制度是提升灌溉效率的核心,涉及灌溉时间和灌溉水量等要点。若灌溉制度不合理,灌溉时间过长,玉米根系会因长期处于水分饱和状态而呼吸受阻,不利于其正常生长;灌溉时间过短,又无法满足玉米生长对水分的需求。但是灌溉水量过大,不仅会造成水资源的无端浪费,还可能引发土壤养分流失、土壤板结等不良后果;灌溉水量过小,玉米会因缺水生长受限,导致水分利用效率降低。与此同时,滴灌系统在运行过程中,定期的维护管理不可或缺。这包括及时清洗过滤器,防止杂质堵塞影响水流顺畅;仔细检查管道和滴灌带,查看是否存在漏水、堵塞等问题。若系统维护管理不到位,过滤器堵塞会使水流不畅,进而影响滴灌效果;管道和滴灌带出现漏水、堵塞情况,会导致部分区域无法正常灌溉,增加系统故障发生频率,最终降低灌溉效率,无法确保玉米生长获得稳定且适宜的水分供应。

2.3 土壤特性

土壤质地对灌溉水的入渗和分布作用重大,砂质土壤因颗粒间孔隙大,渗水能力强,水分可快速下渗,但保水能力差,水分易流失,使得土壤水分含量不稳定;而黏质土壤颗粒细小、空隙小,渗水能力弱,水分下渗缓慢,不过保水能力强,能长时间维持土壤湿润。基于不同质地土壤的这些特性差异,实施滴灌时需采用不同的滴灌参数和灌溉制度,以此确保水分合理分布,满足玉米生长需求。同时,土壤肥力也影响着玉米生长和水分利用效率,肥力高的土壤富含多种养分,能为玉米生长提供充足营养,让玉米生长旺盛,此时玉米需水量大,以支撑其快速生长和代谢;肥力低的土壤养分不足,玉米生长较弱,需水量也小^[3]。因此,制定灌溉制度时,必须考虑土壤肥力因素,根据其状况合理确定灌溉时间、灌溉水量等参数,进而提高玉米滴灌灌溉效率,促进玉米健康生长。

3 玉米滴灌灌溉效率提升策略

3.1 优化系统设计

一方面,要进行精确的水力计算。在设计滴灌系统过程中,精确的水力计算不可或缺。通过合理确定各管段的管径以及水头损失,能够有效保障管网的水力平衡。借助计算机软件开展水力计算和模拟是可行之策,这能极大地提高设计的准确性与可靠性。因为计算机软件可以综合多方面因素进行精准分析,避免人工计算可能出现的误差,使滴灌系统的设计更贴合实际需求,为后续的稳定运行奠定基础。另一方面,要合理选择滴灌

带。需依据玉米的种植模式和土壤特性来挑选合适的滴灌带。对于滴灌带类型、滴头流量、间距和长度等参数都要综合考量。在土壤质地较差的地块，内镶贴片式滴灌带是较好的选择，这种滴灌带具备较强的抗堵塞能力，能减少因土壤杂质导致的堵塞问题，保证滴灌的顺畅进行^[4]。而在土壤质地较好的地块，迷宫式滴灌带更为合适，它能在满足灌溉需求的同时降低成本，提高经济效益。通过合理选择滴灌带，可使滴灌系统更好地适应不同地块条件，提升灌溉效率。

3.2 加强运行管理

制定科学合理的灌溉制度极为重要，需充分考虑玉米的生长发育阶段、需水规律以及土壤水分状况。由于玉米在不同生长阶段对水分需求差异显著，在苗期，适当控制灌溉水量可刺激根系向深处生长，增强根系的吸收能力与抗逆性；而拔节期、抽雄期和灌浆期作为玉米生长的关键时期，必须保证充足的水分供应，以满足玉米快速生长发育、开花授粉以及籽粒灌浆的需求，进而促进玉米高产稳产。同时，加强系统维护和管理也不可或缺，要建立完善的系统维护和管理制度，按周期对滴灌系统进行检查与维护。在灌溉季节开始前，对系统进行全面检查与调试，排查潜在问题以确保系统正常运行；在灌溉季节中，定期清洗过滤器，防止杂质堵塞影响水流，仔细检查管道和滴灌带是否存在漏水、堵塞等情况，发现问题及时处理、排除故障；灌溉季节结束后，对系统进行冲洗和保养，排空管道和滴灌带中的水，避免低温冻裂，延长系统使用寿命，保障滴灌系统始终处于良好运行状态。

3.3 改善土壤条件

对于土壤质地较差、存在结构不良、渗水与保水能力弱等问题的地块，需进行土壤改良。增施有机肥可增加土壤有机质含量，促进土壤团粒结构形成，让土壤疏松透气；秸秆还田能将农作物秸秆转化为土壤养分，改善土壤物理性质，增强保水保肥能力；深耕深松可打

破土壤犁底层，加深耕层，改善土壤水、肥、气、热状况，提高渗水能力，使灌溉水更顺畅渗入土壤，同时增强保水能力，减少水分蒸发，为玉米生长营造良好土壤环境。合理施肥同样关键，依据土壤肥力状况和玉米需肥规律施肥，能满足玉米不同生长阶段养分需求。采用滴灌施肥的技术，将肥料随水精准施入玉米根部土壤，使肥料直接作用于根系吸收区域，提高肥料利用率，让玉米充分吸收养分^[5]。此外，该施肥方式还能减少肥料在土壤表面的残留和挥发，降低流失浪费，避免过量施肥引发的土壤污染和水体污染，实现节水节肥与高效灌溉的有机统一。

结语

综上所述，玉米滴灌系统设计与灌溉效率提升对玉米高产稳产意义重大。通过科学合理的水源、首部枢纽、输配水管网设计及滴灌带布置，能构建高效滴灌系统；深入分析系统设计、运行管理、土壤特性等因素对灌溉效率的影响，可明确优化方向。采取优化系统设计、加强运行管理、改善土壤条件等策略，能显著提升玉米滴灌灌溉效率。未来，随着技术发展，需持续探索创新，完善滴灌系统设计与管理模式，以实现玉米种植节水、节肥、高产的目标，推动农业可持续发展。

参考文献

- [1]司昌亮,尚学灵,于海荣,等.基于水力计算的滴灌系统输水管网优化设计初步研究[J].农业与技术,2025,45(9):48-52.
- [2]张振国,郭全峰,蒋贵菊,等.玉米免耕播种自动调偏系统设计与试验[J].农业机械学报,2024,55(3):40-52.
- [3]丁文建.基于利用新技术提高玉米种植效率的研究[J].善天下,2020(14):320-321.
- [4]王丽珍.玉米密植滴灌水肥精准调控栽培技术[J].今日农业,2025(9):31.
- [5]王华.玉米高效种植管理与产量提升研究[J].农业开发与装备,2025(5):202-204.