

农田水利工程灌溉规划设计的要点研究

李小伟 温 芑

榆林市榆阳区三岔湾渠灌溉服务中心 陕西 榆林 719000

摘 要：本文聚焦榆林地区农田水利工程灌溉规划设计。先分析当地气候、土壤、农业布局等基础条件，明确规划方向。接着阐述灌溉需求测算、水源选择与配置、灌排系统布局、灌溉方式适配等核心内容。还深入探讨灌溉渠道、管道、首部枢纽、田间设施的设计要点及水力特性优化设计，旨在为榆林农田水利灌溉提供科学、合理的规划方案。

关键词：农田水利工程；灌溉规划设计；水源利用；灌排系统

引言

农田水利工程灌溉规划设计对农业发展意义重大，榆林地区独特的自然环境与农业生产特征，使其灌溉规划设计面临诸多挑战。合理的灌溉规划不仅能满足作物生长需求，还能提高水资源利用效率，促进农业可持续发展。本文旨在深入研究榆林地区农田水利工程灌溉规划设计的要点，为当地水利建设提供理论支持与实践指导。

1 榆林地区农田灌溉规划设计的基础条件分析

榆林地区农田灌溉规划设计需以区域基础条件为前提，其独特的自然环境与农业生产特征直接决定规划设计的方向与重点。气候上，该地区年均降水量少且集中在夏季，春冬干旱明显，农田需水量与自然降水时空匹配度低，规划设计需重点考虑季节性补水，保障作物关键生育期水分供应；土壤方面，部分区域土壤保水能力弱且存在沙化倾向，需结合土壤质地选适配灌溉方式，避免水分渗漏与土壤退化；农业生产布局上，主要种植玉米、马铃薯、杂粮等作物，不同作物需水规律与灌溉需求差异大，规划需兼顾作物多样性，制定差异化灌溉方案；水资源分布呈现“东多西少”特点，地表水与地下水储量不均衡，规划设计需统筹区域水资源禀赋，合理分配不同水源利用比例，为后续灌排系统布局与技术选择奠定坚实基础。

2 榆林地区农田水利工程灌溉规划的核心内容

2.1 灌溉需求的精准测算

灌溉需求测算作为规划起点，需结合榆林农田实际构建多维度体系。首先依据不同作物生育周期，明确各阶段需水临界值，如玉米拔节期、灌浆期及马铃薯块茎膨大期的水分要求，确保灌溉需求与作物生长规律高度契合；其次分析土壤田间持水量、凋萎系数等指标，确定土壤适宜含水量范围，以此计算不同土壤类型的灌溉补充量；同时将降水量、蒸发量、风速等气象数据纳入

范畴，通过多年气象资料预估季节有效降水量，调整灌溉需求总量；此外需兼顾经济性与高效性，避免过度灌溉造成水资源浪费，确保测算既满足作物生长需求，又符合区域水资源利用现状^[1]。

2.2 灌溉水源的选择与优化配置

榆林灌溉水源选择遵循“因地制宜、优先利用、合理调配”原则，充分挖掘区域水资源潜力。地表水方面，该地区有榆溪河、无定河、窟野河及中小型水库，规划中需评估其可利用量、水质及季节变化特征，优先选用水质达标、水量稳定的地表水作为主要水源，同时建设蓄水设施储存夏季多余降水与河流水，缓解春冬季节水源短缺；地下水利用需避免过度开采导致地下水位下降，需明确开采限额，结合区域地下水补给能力确定合理开采量与深度，必要时采用地表水与地下水联合调度实现水源互补；此外可探索非常规水源利用，如将农田排水、雨水收集处理后用于灌溉，尤其在干旱缺水区域，非常规水源可作为补充提升水资源利用效率。水源配置中需建立供需平衡模型，根据不同区域农田面积、作物类型、需水量，合理分配各类水源的供应范围与比例，保障水源利用的均衡性与可持续性。

2.3 灌排系统的布局规划

灌排系统布局是灌溉规划的关键环节，需结合榆林地形地貌、农田分布与水源位置，构建“灌排结合、功能协调”体系。灌溉系统布局上，根据水源位置与农田分布确定输水干渠、支渠、斗渠、农渠的走向与规格，确保输水线路短捷、工程量小，减少输水水分损失；地形起伏较大区域采用分级灌溉方式，建设节制闸、分水闸等设施控制输水流量与水位，保证不同高程农田灌溉均匀性；田间灌溉系统布局需结合作物种植模式与土壤特性选择渠系形式，如条田种植区采用“U”型渠或管道输水，提升田间灌溉效率。排水系统需与灌溉系统同步

规划,重点解决雨季农田内涝与土壤盐碱化问题,根据地形坡度确定排水方向,合理设置排水干沟、支沟、斗沟确保排水畅通,同时控制排水沟深度与间距,避免排水过度导致土壤水分流失;此外灌排系统布局需考虑与农田道路、林网等基础设施的协调,避免相互干扰,提升农田整体利用效率。

2.4 灌溉方式的适配性选择

榆林灌溉方式选择需结合区域自然条件、作物类型与经济成本,确保实用性的高效性。保水能力较弱的沙质土壤区域,适配滴灌、微喷灌等节水方式,此类方式可将水分直接输送至作物根部,减少渗漏与蒸发损失,尤其适合马铃薯、蔬菜等经济作物;地势平坦、农田连片区域,采用低压管道输水灌溉或畦灌,通过优化畦田规格与灌溉制度提升均匀度、降低成本,适配玉米、杂粮等大面积种植作物;水资源极度短缺区域推广膜下滴灌技术,结合地膜覆盖进一步减少水分蒸发,提高利用效率。选择灌溉方式时还需考虑技术操作简便性,确保当地农户能掌握要点,同时兼顾设备维护成本与使用寿命,避免选择技术复杂或维护成本过高的方式,保障灌溉系统长期稳定运行;此外需根据榆林不同区域实际情况,采用“一区一策”合理搭配灌溉方式,形成多元化灌溉技术体系^[2]。

3 榆林地区农田水利工程灌溉设计的关键要点

3.1 灌溉渠道的设计要点

灌溉渠道设计需兼顾输水效率与工程稳定性,适应榆林地区的自然环境与农田布局。渠道断面设计是核心,需根据设计流量、土壤质地与地形条件确定断面形式与尺寸。对于土渠,可采用梯形断面,其结构简单、施工方便,适合中小型渠道;对于流量较大、输水距离较长的干渠,可采用混凝土衬砌断面,减少渠道渗漏损失,提高输水效率,同时增强渠道抗冲刷能力,适应榆林地区偶尔出现的暴雨天气。渠道纵坡设计需结合地形坡度,确保水流速度适宜,既避免流速过慢导致泥沙淤积,又防止流速过快引发渠道冲刷,通常土渠适宜纵坡需控制在合理范围内,混凝土衬砌渠道可适当提高纵坡。渠道防渗设计需针对榆林地区土壤渗漏问题,除混凝土衬砌外,还可采用土工膜防渗、浆砌石防渗等方式,根据渠道位置与成本预算选择适宜的防渗材料,例如在地下水位较高的区域,可优先采用土工膜防渗,避免地下水对渠道基础的侵蚀。此外,渠道配套设施设计不可忽视,需合理设置分水闸、节制闸、渡槽、涵洞等设施,确保渠道输水调度灵活,同时方便农户取水灌溉,设施位置需结合农田分布与灌溉需求,保证使用便

捷性与安全性。

3.2 灌溉管道的设计要点

灌溉管道设计需注重管道选型、管径确定与管网布置,确保管道系统的高效性与可靠性。管道选型需考虑榆林地区的气候与土壤条件,冬季寒冷区域需选择抗冻性能强的管道材料,例如PE管、PVC-U管等,避免低温导致管道破裂;在土壤腐蚀性较强的区域,需选择耐腐蚀的管道材料,延长管道使用寿命。管径确定需根据设计流量与水力计算,结合管道长度与沿程水头损失,确保管径既满足输水流量要求,又避免管径过大导致成本增加或管径过小导致水头损失过大。管网布置需遵循“短路径、少转弯、便于管理”的原则,根据农田地块划分与作物种植布局,采用树枝状或环状管网形式,树枝状管网适合地块分散的区域,成本较低;环状管网适合连片农田,供水可靠性更高。管道压力设计需结合灌溉方式,滴灌、微喷灌系统需保证一定的工作压力,设计中需合理设置加压设备与压力调节装置,确保各灌溉出口压力均匀,灌溉效果一致。此外,管道系统需设置排气阀、排水阀、过滤器等配套设施,排气阀用于排除管道内的空气,避免气阻影响输水;排水阀用于冬季管道排空,防止冻裂;过滤器用于去除水中杂质,避免堵塞灌溉设备。

3.3 灌溉首部枢纽的设计要点

灌溉首部枢纽作为灌溉系统的控制中心,其设计需确保功能完善、运行稳定,满足榆林地区农田灌溉的调控需求。首部枢纽通常包括取水设施、加压设备、过滤设备、施肥设备与控制设备,各部分需协同工作,形成完整的调控体系。取水设施设计需根据水源类型确定,地表水取水可采用岸边式取水建筑物,设置拦污栅与进水闸,防止漂浮物与泥沙进入系统;地下水取水可采用深井泵,结合地下水位深度确定泵的扬程与流量。加压设备选择需根据灌溉系统的压力要求,采用离心泵、潜水泵或变频恒压供水设备,变频设备可根据灌溉需求自动调节压力与流量,提高能源利用效率,适合榆林地区不同时段灌溉压力变化的需求。过滤设备需根据水源水质选择,地表水含沙量较高时,可采用沉砂池+砂石过滤器的组合过滤方式;地下水水质较好时,可采用网式过滤器或叠片过滤器,确保进入灌溉系统的水质达标,避免堵塞滴头、喷头等设备。施肥设备设计需方便农户操作,可采用压差式施肥罐、文丘里施肥器等,实现水肥一体化灌溉,将肥料精准输送至作物根部,提高肥料利用率,同时需确保施肥设备与灌溉系统连接紧密,避免肥料泄漏污染环境。控制设备可采用手动控制或自动控

制,自动控制可结合气象站、土壤墒情监测设备,实现根据土壤水分状况与气象条件自动启停灌溉系统,提升灌溉调控的精准性与智能化水平^[3]。

3.4 田间灌溉设施的设计要点

田间灌溉设施设计需贴近作物种植实际,确保水分能够精准送达作物根部,同时适应榆林地区农田操作习惯。对于滴灌系统,滴头选择是关键,需根据作物行距与土壤质地选择适宜的滴头类型,例如压力补偿式滴头适合地形起伏较大的地块,可保证不同位置滴头出水量均匀;非压力补偿式滴头适合平坦地块,成本较低。滴灌管(带)的布置需结合作物种植方式,单行种植作物可采用单管布置,双行种植作物可采用双管布置,确保滴头间距与作物株距匹配,水分能够覆盖作物根系分布区域。对于微喷灌系统,喷头选择需考虑喷洒半径与雾化程度,蔬菜种植区域可选择雾化好的微喷头,减少对作物叶片的冲击;果树种植区域可选择旋转式微喷头,扩大喷洒范围,满足果树根系大范围需水需求。喷头布置需根据喷洒半径确定间距,确保喷洒重叠度达到合理比例,避免出现灌溉死角。对于畦灌系统,畦田设计需规范,畦田长度、宽度需结合土壤质地与坡度确定,沙质土壤畦田宜短不宜长,避免水分渗漏过快;黏质土壤畦田可适当延长,提高灌溉效率。畦埂高度与宽度需满足挡水与通行需求,防止畦埂坍塌导致水分流失。此外,田间灌溉设施设计需考虑与农业机械作业的兼容性,避免灌溉设施影响播种、施肥、收获等农机操作,确保田间作业顺畅。

3.5 灌溉系统的水力特性优化设计

灌溉系统水力特性优化设计是确保系统高效运行的重要保障,需通过合理设计减少水力损失,提高水资源利用效率与系统运行稳定性。首先,需优化输水线路的水力特性,无论是渠道还是管道,均需控制沿程水头

损失与局部水头损失,渠道设计中需选择适宜的糙率系数,减少沿程损失;管道设计中需减少转弯、变径等局部构件,降低局部水头损失。其次,需确保系统流量分配均匀,通过合理设置分水设施与调节装置,使各分管路、各灌溉单元的流量达到设计要求,避免部分区域流量过大导致浪费,部分区域流量不足影响灌溉效果。对于压力灌溉系统,需通过水力计算确定系统的设计水头,确保各灌溉出口的工作压力满足要求,同时避免系统压力过高导致能耗增加与设备损坏。此外,需考虑系统的水力稳定性,在设计中预留一定的水头余量,应对水源水位变化、管道堵塞等突发情况,确保系统在不同工况下均能稳定运行。同时,可通过模拟计算软件对灌溉系统水力特性进行仿真分析,预判系统运行过程中可能出现的水力问题,例如流量不均、压力波动等,提前优化设计方案,提升灌溉系统的水力性能与运行可靠性,适配榆林地区复杂的农田灌溉需求。

结语

榆林地区农田水利工程灌溉规划设计需综合考量多方面因素。从基础条件分析到核心内容规划,再到各设施设计要点与水力特性优化,每个环节都紧密关联。通过精准测算灌溉需求、合理配置水源、科学布局灌排系统等,可实现高效节水灌溉。未来,应持续优化设计,提升灌溉系统智能化水平,以更好地适应农业发展需求,推动榆林地区农业高质量发展。

参考文献

- [1]杨江勇.农田水利工程灌溉规划设计的要点研究[J].工程建设与设计,2020(24):107-108.
- [2]齐颖.农田水利工程灌溉规划设计的要点研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(3):120-121.
- [3]郭历华.农田水利灌溉工程规划设计要点与灌溉技术分析[J].农家科技,2025(14):73-75.