

农田水利灌溉渠道工程设计分析

胡 勇

沭阳县陇集水利站 江苏 宿迁 223600

摘要: 农田水利灌溉渠道工程设计对保障农业生产意义重大。本文围绕设计展开分析,涵盖前期规划,如灌溉区域分析、制度确定、水源选择与系统布局;阐述横断面设计,包括流量计算、形式与尺寸确定等;探讨纵断面设计,涉及比降、高程计算与节点设计;还介绍结构设计,如衬砌材料与结构设计及防渗设计。为灌溉渠道工程设计提供全面参考。

关键词: 农田水利;灌溉渠道;工程设计;横断面设计;纵断面设计

引言:农田水利是农业发展的命脉,灌溉渠道工程作为农田水利的关键部分,直接影响着水资源的合理利用与农业生产的稳定。科学合理的灌溉渠道工程设计,不仅能有效输送灌溉用水,满足作物生长需求,还能提高水资源利用效率,减少水资源浪费。随着农业现代化进程的加快,对灌溉渠道工程设计提出了更高要求。深入分析设计要点与方法,对于提升农田水利建设水平、促进农业可持续发展具有重要的现实意义。

1 灌溉渠道工程设计的前期规划

1.1 灌溉区域分析与规划

对灌溉区域展开全面且深入的分析是灌溉渠道工程设计前期规划的关键环节。需详细考察灌溉区域所处的地理位置,明确其在更大地理范畴中的方位,以此把握该区域与周边的空间关联,以及区域气候、地理环境对其产生的具体影响;同时需精确测量灌溉区域的面积,为后续资源分配与工程设计提供基础数据支撑^[1]。地形地貌对灌溉渠道的走向与布局影响显著。不同地形,如平原、山地、丘陵等,其地势起伏、坡度变化差异较大,直接决定了渠道的铺设方式和施工难度。土壤类型同样不容忽视,不同类型的土壤,如砂质土、黏质土、壤土等,在透水性、保水性等方面存在明显区别,这会影响渠道的渗漏情况以及灌溉效果。气候条件涵盖降水、气温、蒸发等因素,降水分布不均会影响灌溉用水的季节性需求,气温和蒸发则与作物的水分需求和灌溉频率密切相关。通过对这些自然特征的细致分析,能够精准确定灌溉区域的灌溉范围与灌溉面积,为后续设计工作筑牢根基。

1.2 灌溉制度确定

灌溉制度是灌溉渠道工程设计的重要依据,它明确了灌溉过程中的一系列关键参数。灌水定额指一次灌水单位面积上的灌水量,其确定需综合考虑作物种类、土壤性质、气候条件等因素。灌溉定额则是一生育期内单

位面积上的总灌水量,反映了作物整个生长周期的需水总量。灌溉周期即相邻两次灌溉之间的时间间隔,其长短取决于作物需水规律和水源供水能力。不同作物在不同生长阶段对水分的需求存在显著差异。例如,小麦在分蘖期和拔节期需水量较大,而玉米在抽雄期和灌浆期对水分更为敏感。深入分析这些需水规律与灌溉要求,能够制定出科学合理的灌溉制度,确保作物在各个生长阶段都能获得适宜的水分供应,从而实现高产优质的目标。

1.3 水源分析与选择

可供灌溉使用的水源类型多样,包括河流、湖泊、水库、地下水等。对每种水源都要进行全面评估,分析水量是否充足且稳定,能否满足灌溉区域在不同季节的用水需求。水质方面,需检测水中的盐分、杂质、有害物质等含量,确保水质符合灌溉标准,避免对土壤和作物造成不良影响。水位变化情况也不容忽视,水位的大幅波动可能影响渠道的正常引水和灌溉效果。通过综合评估,选择水量充沛、水质良好、水位稳定的水源作为灌溉水源,为灌溉渠道工程的稳定运行提供可靠保障。

1.4 灌溉渠道系统布局规划

依据灌溉区域的自然条件和已确定的灌溉制度,开展灌溉渠道系统的总体布局规划工作。要充分考虑地形地势,使各级渠道的走向顺应自然坡度,减少土方工程量,降低施工成本。合理确定各级渠道的位置、长度和间距,确保灌溉水能够均匀、高效地输送到各个灌溉区域。完成规划后,绘制详细的灌溉渠道系统布局图,直观展示各级渠道的分布情况,为后续的工程设计和施工提供清晰的指导。

2 灌溉渠道横断面设计

2.1 渠道流量计算

渠道流量计算是灌溉渠道横断面设计的基础环节。设计流量是渠道在正常运行情况下需要输送的水量,它的

确定需综合考虑灌溉区域的面积、作物灌溉制度、灌溉方式等因素。通过精确计算灌溉区域的总需水量,并结合灌溉时间和渠道的输水效率,能够得出合理的设计流量值^[2]。最小流量则是在灌溉用水低谷期或特殊情况下渠道需要维持的最小输水量,其计算要考虑到渠道的冲淤保洁以及避免渠道内水生植物过度生长等因素。加大流量是为应对突发情况,如暴雨期间排水或短时间内大量灌溉需求而设定的,一般根据设计流量并乘以一定的加大系数来确定。影响渠道流量的因素众多。灌溉区域的作物种植结构变化会直接影响需水量,不同作物在不同生长阶段的需水特性差异显著。水源的水量季节性变化也不容忽视,在枯水期,水源可供水量减少,渠道流量可能需相应调整。此外,渠道的输水损失,如渗漏、蒸发等,也会使实际到达灌溉区域的水量减少,在设计流量时需充分考虑这些损失因素。

2.2 渠道横断面形式选择

常见的渠道横断面形式有梯形、矩形、U形等,每种形式都有独特的特点与适用条件。梯形断面施工相对简便,边坡稳定性较好,能适应一定的地形变化,在一般的地形条件下应用较为广泛。矩形断面结构规整,占地面积小,在水流流速较大且对渠道宽度限制严格的情况下较为适用。U形断面水流条件优越,过流能力强,且能有效减少渠道的渗漏损失,在小型灌溉渠道或对节水要求较高的区域有较好的应用前景。在选择渠道横断面形式时,要综合权衡渠道流量、地形条件、施工条件等因素。若渠道流量较大且地形起伏较小,梯形断面可能是较为合适的选择;若场地空间有限,对渠道宽度有严格要求,矩形断面则更具优势;而在追求节水效果和良好水流状态的场景下,U形断面值得优先考虑。

2.3 渠道横断面尺寸确定

依据已确定的渠道流量和选定的横断面形式,开展渠道横断面尺寸的计算工作。通过运用水力学相关公式,结合渠道的设计流量、渠底坡度、渠床糙率等参数,能够精确计算出渠道的底宽、水深、边坡系数等关键尺寸参数。完成初步计算后,需进行渠道横断面水力计算,验证渠道的过流能力是否满足设计要求,水流状态是否平稳。若计算结果不满足要求,则需对横断面尺寸进行调整优化,直至达到理想的过流效果。

2.4 渠道超高与边坡稳定分析

确定合理的渠道超高值至关重要,它能够保证渠道在最高水位时水流不会漫溢,从而保障渠道周边区域的安全。超高值的确定需综合考虑渠道的设计流量、水流波动的幅度以及安全系数等因素。同时要对渠道边坡的稳定

性进行深入分析。渠道边坡的稳定性受土壤性质、边坡坡度、地下水位等多种因素影响。若边坡不稳定,可能引发滑坡、坍塌等灾害,严重影响渠道的正常运行。需采取必要的边坡防护措施,如铺设护坡材料、设置排水设施等,确保渠道边坡的安全稳定。

3 灌溉渠道纵断面设计

3.1 渠道比降确定

渠道比降是渠道纵断面设计的关键参数,其确定需综合考量多方面因素。地形坡度是首要影响因素,若地形坡度较大,渠道比降可适当增大,以顺应自然地势,减少土方工程量与施工难度。但比降并非越大越好,过大的比降会使水流速度过快,对渠道渠床产生强烈冲刷,破坏渠道结构稳定性,缩短渠道使用寿命^[3]。土壤质地同样不容忽视。不同土壤的抗冲刷能力差异显著,砂质土壤颗粒较粗,结构疏松,抗冲刷能力弱,渠道比降应设计得小一些,防止水流将土壤冲走导致渠道塌陷;而黏质土壤颗粒细小,结构紧密,抗冲刷能力较强,比降可适当增大。渠道流量也是重要因素。流量较大时,水流能量大,为避免冲刷,比降应设计得相对较小;流量较小时,为保证水流顺畅,防止淤积,比降可适当增大。综合这些因素,通过科学分析与计算,确定出合理的渠道比降,确保渠道水流既顺畅又不会产生冲刷或淤积现象,保障渠道的正常运行。

3.2 渠底高程与水位高程计算

在确定渠道比降后,依据渠道起点的高程,运用相关数学公式,可精确计算各级渠道的渠底高程。从起点开始,按照既定比降逐级推算,能得到每一级渠道渠底的准确高度位置。水位高程的计算则需考虑渠道的设计流量、渠道糙率等因素。根据水力学原理,结合设计流量与渠道断面尺寸,计算出不同位置的水位高度。完成各级渠道渠底高程与水位高程计算后,绘制渠道纵断面图。该图以渠道长度为横轴,高程为纵轴,能够直观展示渠道沿程的高程变化情况,为后续的渠道施工与运行管理提供清晰的参考依据。

3.3 渠道节点设计

渠道节点在灌溉渠道系统中发挥着重要作用,常见的类型有节制闸、分水闸、渡槽、倒虹吸等。节制闸主要用于控制渠道的水位与流量,通过调节闸门的开度,实现对上游水位和下游流量的精准调控。分水闸则用于将渠道中的水分流至不同的灌溉区域,满足不同区域的水需求。渡槽和倒虹吸是跨越障碍物的输水建筑物,渡槽通过架设在空中输送水流,倒虹吸则是利用重力使水流从地下穿过障碍物。进行渠道节点设计时,需根据节

点的功能需求与实际地形条件,开展结构设计工作。确定节点的尺寸要综合考虑水流流量、流速以及结构强度等因素;形式的选择要适应周边环境与施工条件;布置方式需确保水流顺畅,避免产生涡流、气蚀等不良水流现象,保障渠道节点的稳定运行与高效输水。

4 灌溉渠道结构设计

4.1 渠道衬砌材料选择

渠道衬砌材料的合理选取是保障灌溉系统运行效率的基础环节,需基于材料固有性能与工程实际需求开展综合研判。混凝土材料凭借较高的抗压强度与良好的耐久性在衬砌工程中应用广泛,其表面平整光滑可有效降低糙率系数,提升输水能力,但存在抗裂性能较弱且施工成本相对偏高的问题,适用于大中型渠道及地质条件稳定的区域^[4]。浆砌石材料依托当地石材资源即可施工,经济性与抗冲刷能力突出,然而施工周期较长且表面平整度较差,多用于山区小型渠道及石料丰富的地区。土工膜作为柔性衬砌材料,具有重量轻、防渗效果优异及施工便捷等优势,对地质变形的适应性较强,不过其抗紫外线老化能力较弱,易受尖锐杂物损伤,通常用于中小型渠道及地质条件复杂的区域。工程实践中需结合渠道设计流量、运行年限、区域资源禀赋及经济预算等要素,实现衬砌材料的优化匹配。

4.2 渠道衬砌结构设计

衬砌结构设计需以选定材料的力学特性为核心,通过参数精准确定保障结构安全与使用寿命。对于混凝土衬砌,其厚度需依据渠道开挖边坡稳定性、水流冲刷强度及混凝土标号综合计算,一般中小型渠道衬砌厚度控制在8至15厘米,大中型渠道则需通过结构力学模型验算确定。配筋设计应重点考量温度应力与干缩应力引发的开裂风险,在渠底与边坡交接处、边坡中部等应力集中区域设置加强筋,钢筋间距需结合混凝土强度等级与受力情况进行优化。伸缩缝的设置需遵循温度变形补偿原则,横向伸缩缝间距通常为5至10米,缝宽控制在2至3厘米,缝内采用沥青杉木板或橡胶止水带进行密封处理,有效阻

断渗水通道,确保衬砌结构的整体性与耐久性。

4.3 渠道防渗设计

渠道防渗是减少输水损失、提升灌溉水资源利用效率的关键手段,据相关数据统计,未采取防渗措施的土渠输水损失率可达30%至50%,严重制约灌溉效益发挥。衬砌防渗通过在渠床铺设刚性或柔性材料阻断渗水路径,混凝土、浆砌石等刚性衬砌防渗效果稳定,适用于多种地形条件;土工膜柔性衬砌则在防渗效率上更具优势,渗透系数可降至10-10厘米每秒以下。化学防渗通过向渠床土壤注入化学浆液形成防渗层,施工简便且成本较低,但防渗效果受土壤质地影响较大,多用于小型渠道及临时防渗工程。设计中需结合渠道渗漏量检测结果、土壤理化性质及工程投资规模,选择单一或复合防渗措施,实现输水损失控制与工程经济性的平衡,推动灌溉系统节水增效。

结束语

农田水利灌溉渠道工程设计是一个系统且复杂的过程,涉及前期规划、横断面设计、纵断面设计以及结构设计等多个环节。每个环节都紧密相连、相互影响,只有全面考虑各种因素,精准计算各项参数,合理选择设计形式与材料,才能设计出科学合理、经济实用的灌溉渠道工程。通过科学设计,能够保障灌溉渠道的高效运行,提高灌溉水资源的利用效率,为农业生产的稳定发展提供坚实的水利支撑。

参考文献

- [1]常春龙,宋明晓,等.农田水利灌溉渠道工程设计分析[J].水电水利,2022,6(8):34-36.
- [2]周斌.小型农田水利工程中灌溉渠道的设计分析[J].农业科技与信息,2021(03):81-82+85.
- [3]梁军强.农田水利灌溉渠道工程的设计分析[J].农业科技与信息,2021(02):85-86.
- [4]拓永红.农田水利工程中节水灌溉技术的应用[J].农业科技与信息,2022(3):63-65.