

水利工程中的渠道设计及施工研究

严兆坤

新疆花城勘测设计研究有限责任公司 新疆 伊宁 835000

摘要: 本文探讨了水利工程中的渠道设计研究,概述了渠道设计的基本概念、遵循的力学与水力学原理,以及设计的流程与关键要素。文章详细分析了前期勘察与资料收集、渠道流量与流速计算、断面设计、结构设计以及附属设施设计等环节。同时,本文还讨论了影响渠道设计的自然因素和社会经济因素,并介绍渠道放样施工管理、标尺制作管理以及施工质量控制等施工技术与管理内容。旨在为水利工程渠道设计提供理论支持和实践指导,确保渠道工程的安全、高效和可持续发展。

关键词: 水利工程;渠道设计;水资源管理

1 水利工程渠道设计的基础理论与原则

1.1 渠道设计的基本概念

渠道设计是水利工程中的一个关键环节,它涉及灌溉、排水、供水等多种功能的水利设施布局与构造规划。基本概念上,渠道是指人工开挖或构筑的用于输水、配水或排水的线状构筑物,其设计旨在实现水资源的有效管理和利用。渠道设计不仅要考虑水流的高效传输,还需兼顾渠道的稳定性、耐久性以及对周围环境的影响。这要求设计师综合考虑地形地貌、水文地质条件、土壤特性、植被覆盖以及社会经济因素等多方面信息,以确保设计方案的合理性和实用性。

1.2 渠道设计遵循的力学与水力学原理

力学原理主要指导渠道的结构设计和稳定性分析,确保渠道在各种荷载作用下(如静水压力、动水压力、土压力等)能够保持稳定。这包括渠道的横断面形状设计、边坡稳定性计算、地基处理等关键方面。水力学原理则关注于水流在渠道中的运动规律,如流速分布、能量损失、水流形态(层流或湍流)等,这对于确定渠道的过流能力、减少能量损耗、防止冲刷和淤积至关重要^[1]。设计中需合理确定渠道断面尺寸、底坡、边墙高度等参数,以优化水流条件,提高输水效率。

2 水利工程渠道设计的流程与关键要素

2.1 前期勘察与资料收集

前期勘察与资料收集是水利工程渠道设计的起点,也是至关重要的一步,勘察工作应涵盖地形地貌、地质条件、水文气象、植被覆盖、土壤类型等多方面内容。通过实地测量和观测,获取渠道区域的地形图、地质剖面图、水文数据等基础资料。同时,还需了解区域的气候特点、降雨分布、蒸发量等信息,以评估水资源状况和潜在的水文风险。资料收集则侧重于政策法规、技术

标准、历史数据等方面的内容。需要收集国家和地方关于水利工程建设政策法规,以及相关的设计规范和技术标准。另外,还需查阅历史水文资料、地质灾害记录等,以分析区域的历史水文状况和潜在的地质灾害风险。在前期勘察与资料收集过程中,应注重数据的准确性和完整性。通过现场勘察和资料搜集,为后续的设计工作提供全面、准确的基础数据支持。

2.2 渠道流量与流速计算

流量与流速的大小直接关系到渠道的输水能力、水流稳定性以及冲刷能力等多个方面。在进行流量计算时,需要根据渠道的灌溉、排水或供水任务确定设计流量标准。还需考虑降雨、蒸发、渗漏等自然因素的影响,对设计流量进行必要的调整。流速的计算则需结合渠道的横断面形状、尺寸以及底坡等参数,通过水力学公式进行精确计算。在计算过程中,注重理论分析与实际情况的结合,通过合理的假设和简化,建立符合实际的水力学模型,以获取准确的流量与流速数据。同时,还需对计算结果进行必要的验证和校核,确保其符合设计要求和实际情况。

2.3 渠道断面设计

渠道断面设计是确定渠道横断面形状、尺寸和边坡等参数的关键环节。断面设计的合理性直接关系到渠道的水流条件、土壤稳定性以及施工成本等多个方面。在进行断面设计时,要综合考虑地形条件、水流特性、土壤稳定性以及施工难度等因素。常见的渠道断面形状有矩形、梯形和U形等,每种形状都有其独特的优点和适用范围。在选择断面形状时,根据实际情况进行权衡和取舍。在确定断面尺寸时,需要根据设计流量、流速以及土壤稳定性等要求进行精确计算^[2]。同时,还需考虑施工条件和材料供应情况对断面尺寸的影响。边坡的设

计则应结合土壤的抗剪强度和地下水位等因素进行综合考虑,以确保边坡的稳定性和安全性。在断面设计过程中,注重创新与实践的结合。

2.4 渠道结构设计

渠道结构设计是水利工程渠道设计的重要组成部分,结构设计的合理性直接关系到渠道的安全性、稳定性和使用寿命。在进行纵断面布置时,需要根据地形条件、水流特性以及灌溉、排水或供水需求等因素进行综合考虑。通过合理的纵坡设计和转弯半径设置,确保水流的平稳流动和渠道的安全性;它涉及到渠道底部的土壤承载力、稳定性以及抗渗性等多个方面。在处理基础时,应根据土壤的物理力学性质和地下水位等因素进行综合考虑,采取必要的加固措施和防渗措施,以提高渠道的承载力和稳定性。边墙与底板结构设计则需要根据水流的压力、土壤的侧压力以及温度变化等因素进行综合考虑。通过合理的结构形式和材料选择,确保边墙和底板的承载力和稳定性。同时,还需考虑施工条件和材料供应情况对结构设计的影响,在渠道结构设计过程中,注重安全与经济性的平衡。通过合理的结构设计和材料选择,提高渠道的安全性和稳定性。

2.5 渠道附属设施设计

2.5.1 进水口与出水口设计

进水口是渠道从水源引水的关键部位,其设计需充分考虑水源的水位变化、水质条件以及水流特性。进水口的位置、形状和尺寸应精心规划,以确保水流的平稳引入,避免产生漩涡、冲刷或淤积等问题。同时,进水口还需设置必要的过滤和净化设备,以保障引入水质的安全,出水口则是渠道将水输送到目的地(如农田、工业区或城市供水系统)的出口。其设计需考虑水流速度、压力以及下游接收设施的要求。出水口应确保水流的平稳排出,避免对下游设施造成冲刷或破坏。对于需要精确控制流量的场景,出水口还应配备流量调节装置。

2.5.2 闸门与启闭机设计

闸门是控制渠道水流的关键设备,它允许在必要时截断或调节水流。闸门的设计需根据渠道的水流条件、压力以及所需的控制精度来确定。常见的闸门类型包括平板闸门、弧形闸门等,每种类型都有其特定的应用场景和优缺点,启闭机则是用于操作闸门的机械设备。其设计需确保操作简便、安全可靠,且能适应不同的工作环境和气候条件。在选择启闭机时,应充分考虑其动力来源、控制方式以及维护需求。

2.5.3 渡槽与倒虹吸设计

渡槽是跨越河流、山谷等自然障碍物的渠道结构,

它允许水流在不受阻碍的情况下继续流动。渡槽的设计需综合考虑水流条件、荷载要求、地形条件以及施工难度等多个因素。其结构形式、材料选择以及施工方法均需经过精心策划和实施。倒虹吸是指利用上下游水位差,从高处向低处越过障碍(如道路、河流、山谷等)的水工建筑物,因其形似倒置的虹吸管而得名。在渠道设计中,倒虹吸常用于跨越障碍物或调整水流方向。其设计需精确计算水流速度、压力和流量等参数,以确保虹吸效应的稳定和高效。同时,倒虹吸的结构和材料选择也需能够承受水流的冲击和压力。

2.5.4 监测与维护设施设计

为确保渠道的正常运行和安全使用,还需设置必要的监测与维护设施。这些设施包括但不限于水位计、流量计、水质监测仪等传感器设备,以及检修平台、爬梯等维护设施。它们为渠道的实时监测、故障预警以及定期维护提供了必要的支持和保障。在渠道附属设施设计过程中,应注重实用性与经济性的平衡。通过合理的规划、选材和施工方法,确保附属设施能够满足渠道的运行需求,同时降低建设和维护成本。另外,还应充分考虑环保和可持续性要求,选择对环境影响较小的材料和施工方法,以实现水利工程的可持续发展。

3 影响水利工程渠道设计的因素分析

3.1 自然因素

自然因素在水利工程渠道设计中起着决定性的作用,地形地貌是影响渠道线路选择和布置的关键因素。复杂多变的地形要求设计者必须充分考虑渠道的坡度、转弯半径以及穿越障碍物的能力,以确保渠道的稳定性和水流顺畅。同时,地质条件也是不可忽视的因素,如土壤承载力、地下水位、岩层分布等,这些因素直接关系到渠道基础的稳固性和施工难度。气候条件,特别是降雨量和洪水频率,对渠道的防洪排涝能力提出了具体要求,设计者需根据历史气象数据预测未来可能遭遇的极端天气事件,并据此调整渠道的设计标准^[1]。水文条件,如河流的水位变化、流速、流量等,直接影响渠道的引水能力和输水效率,设计时需确保渠道能够安全、高效地引导水资源。

3.2 社会经济因素

社会经济因素同样对水利工程渠道设计产生深远影响。首先,人口分布和土地利用规划决定渠道的受益范围和灌溉需求,设计者需根据区域发展规划和农业布局,合理规划渠道网络,以最大化服务范围和经济效益;其次,资金和技术水平是制约渠道设计规模和先进性的重要因素。充足的资金可以支持采用更先进的技

术材料和施工方法,提高渠道的耐用性和自动化程度;而技术水平的进步,如遥感监测、智能控制系统等,也为渠道设计提供更多创新可能性;另外,政策法规也是渠道设计必须遵循的准则,包括水资源管理政策、环境保护法规等,这些政策对渠道设计提出明确的指导和限制,要求设计者在追求经济效益的同时,兼顾生态保护和可持续发展;最后,公众参与和利益协调也是渠道设计不可忽视的社会经济因素,设计者需广泛听取受影响群体的意见,确保设计方案兼顾各方利益,促进社会和谐。

4 水利工程渠道设计的施工技术与管理

4.1 渠道放样施工管理

渠道放样是渠道施工前的关键步骤,它涉及到将设计图纸上的渠道线位、高程等信息准确地转移到实地上的过程。放样的准确性直接影响到后续施工的精度和质量。在渠道放样施工过程中,首先需要根据设计图纸和现场实际情况,制定详细的放样方案。方案应明确放样的方法、精度要求、使用的测量仪器以及人员分工等信息。在放样过程中,应严格遵守测量规范和操作规程,确保放样结果的准确性。同时,放样施工管理还包括对放样成果的校核和验收。校核是对放样结果进行复查和验证的过程,以确保其符合设计要求^[4]。验收则是由相关部门对放样成果进行审查,确认其满足施工要求后方可进行下一步施工;为了加强渠道放样施工管理,还需建立完善的质量管理体系。通过制定详细的质量计划、实施质量控制措施以及对施工过程中的问题进行及时整改,确保渠道放样施工的质量。

4.2 渠道标尺制作管理

渠道标尺是渠道施工过程中用于测量和标记渠道尺寸、高程等信息的重要工具。标尺的准确性直接关系到施工精度和渠道的质量。在渠道标尺制作过程中,首先需要根据设计图纸和施工要求,确定标尺的长度、刻度间隔、材料以及制作工艺等信息。标尺的制作应严格按照图纸和工艺要求进行,确保标尺的准确性和耐用性;标尺制作完成后,还需进行校准和检验。校准是对标尺的刻度进行精确调整和验证的过程,以确保其符合设计要求。检验则是由相关部门对标尺的质量进行审查,确认其满足使用要求后方可投入使用。

4.3 渠道施工质量控制

渠道施工质量控制是确保渠道工程整体性能和长期稳定运行的关键。在施工过程中,必须实施严格的质量控制措施,以确保施工活动符合设计要求和相关标准。质量控制的首要任务是制定详细的施工质量控制计划,该计划应明确施工过程中的关键环节、控制点、检验标准和验收程序。通过提前规划,可以确保施工团队在施工过程中有明确的质量目标和指导方针;在施工过程中,应加强对原材料、构配件和设备的质量控制。所有进入施工现场的材料和设备都应经过严格的检验和测试,确保其符合设计要求和相关标准。同时,建立完善材料追溯体系,以便在出现问题时能够及时追溯和处理。对于关键施工工序和隐蔽工程,应实施旁站监督和检验。旁站监督人员应具备丰富的施工经验和专业知识,能够对施工过程中的关键步骤进行实时监控和指导。隐蔽工程在覆盖前,必须经过相关部门和人员的验收,确保其满足设计要求和质量标准。

结束语

综上所述,水利工程中的渠道设计是一个复杂而关键的过程,涉及多方面的理论和实践知识。为确保渠道工程的质量和性能,必须在设计过程中充分考虑自然和社会经济因素,遵循科学的力学与水力学原理,严格执行施工规范和质量标准。未来,随着科技的进步和创新理念的引入,水利工程渠道设计将迎来更多的挑战和机遇。我们应不断探索和优化设计方法,推动水利工程事业的持续发展。

参考文献

- [1]陈芬,卢聪.水利工程中的渠道设计研究[J].建材与装饰,2025,21(2):160-162.DOI:10.3969/j.issn.1673-0038.2025.02.054.
- [2]孟祥宇,杨庆华.农业水利工程设计中的渠道设计与施工[J].中国高新科技,2021(15):118-119.DOI:10.3969/j.issn.2096-4137.2021.15.057.
- [3]王振清.农业水利渠道工程质量控制中的典型问题及措施[J].数字农业与智能农机,2024,(8).DOI:10.3969/j.issn.2097-065X.2024.08.018.
- [4]谢文栋,支钰智.渠道防渗水利工程技术的设计特点研究[J].城镇建设,2025(3):223-225.DOI:10.12254/j.issn.2096-6539.2025.03.075.