

# 水利工程设计中的渠道设计与施工分析

乔晨阳 罗 健

西安景天水利水电勘测设计咨询有限公司 陕西 西安 710000

**摘要:** 本文全面阐述了渠道设计与施工在水利工程设计中的重要性。渠道设计遵循水力学原理、经济性与可持续性原则,通过选择适宜的渠道类型和优化设计参数,确保渠道性能。关键技术包括水力学计算、渠道稳定性分析和材料选择。施工方面,详细介绍了施工前的准备工作、主要施工步骤及质量控制措施,确保渠道施工的顺利进行和工程质量。

**关键词:** 水利工程; 渠道设计; 施工分析

## 引言

渠道作为水利工程的血脉,其设计与施工质量对工程整体性能至关重要。本文旨在全面剖析渠道设计的基本原理与关键技术,深入探讨施工过程中的核心步骤及质量控制要点。通过阐述渠道设计的原则、类型选取及参数确定方法,结合施工实践中的关键环节,为水利工程提供科学依据和实践指导。期望本文能为渠道工程的优化设计与高效施工贡献一份力量。

## 1 渠道设计的基本原理

### 1.1 渠道设计的基本原则

渠道设计作为水利工程设计中的重要环节,其基本原则主要遵循水力学原理和经济性与可持续性原则。水力学原理是渠道设计的基石,它要求设计师必须充分考虑水流在渠道中的运动规律,包括水流的流速、流量、压力分布等参数,以确保渠道能够满足设计要求的输水能力。在设计过程中,需要利用水力学公式和模型进行精确计算,确保渠道的水力学性能达到最优。同时,渠道设计还必须注重经济性与可持续性。经济性原则要求设计师在满足功能需求的前提下,尽量降低渠道的建设成本和维护费用,提高工程的经济效益。可持续性原则则强调渠道设计应考虑其对环境的影响,包括土地利用、生态保护、水资源合理利用等方面,以确保渠道工程能够长期、稳定地运行,并与社会、环境相协调。

### 1.2 渠道类型与选择

在渠道设计中,渠道类型的选择至关重要。明渠和暗渠是两种常见的渠道类型,它们各有优缺点。明渠具有施工简单、维护方便、造价较低等优点,但易受外界环境影响,如风沙、雨雪等,且占地面积较大。暗渠则能够避免外界环境的干扰,保证水流的稳定,但施工难度较大,维护成本较高。因而,在选择渠道类型时,需要综合考虑地形、地质、气候、水文等多方面因素。对

于平坦地区,明渠是较为合适的选择;而在山区或地质条件复杂的地区,暗渠可能更为适宜。此外,还应根据渠道的具体用途和输水要求,选择最适合的渠道类型,以确保渠道工程的可靠性和安全性<sup>[1]</sup>。

### 1.3 渠道设计的主要参数

渠道设计的主要参数包括流量计算、断面设计和坡度与流速的确定。流量计算是渠道设计的基础,它决定了渠道的输水能力和规模。在设计过程中,需要根据设计流量来确定渠道的断面尺寸和坡度。断面设计则直接影响着渠道的水力学性能和稳定性。常见的断面形状有梯形、矩形和圆形等,选择哪种断面形状需要根据具体的设计要求和条件来决定。坡度与流速的确定也是渠道设计中的关键参数,它们直接影响着渠道的水流状态和输水效率。在设计时,需要综合考虑地形条件、水流特性、渠道材料等因素,以确定最合适的坡度和流速,确保渠道能够高效、稳定地运行。

## 2 渠道设计的关键技术

### 2.1 水力学计算

在渠道设计中,水力学计算是不可或缺的一环,它直接关系到渠道的水流性能、输水能力和运行效率。其中,曼宁公式作为水力学计算中的经典公式,被广泛应用于渠道设计之中。(1)曼宁公式,又称曼宁-斯特里克勒公式,是描述渠道中水流速度与渠道粗糙度、断面形状、水力半径及坡度之间关系的经验公式。在渠道设计中,通过曼宁公式,我们可以根据渠道的断面形状、粗糙度系数及设计坡度,计算出渠道在设计流量下的水流速度。这一速度不仅是设计渠道断面尺寸的重要依据,也是评估渠道输水能力、确定渠道运行方式的关键参数。曼宁公式的应用,使得渠道设计更加科学、合理,提高了渠道的水力性能和运行效率。(2)除了水流速度的计算,水流阻力与能量损失的计算也是水力学计算中

的重要内容。水流在渠道中流动时,会受到渠道壁面的摩擦阻力、水流内部的紊动阻力等多种阻力的作用,这些阻力会导致水流的能量损失。在渠道设计中,我们需要准确计算这些能量损失,以确保渠道在设计流量下能够保持稳定的水流状态,避免水流过快或过慢导致的渠道冲刷、淤积等问题。为此,我们需要采用相应的水力学公式和模型,如达西-魏斯巴赫公式等,来计算渠道中的水流阻力系数和能量损失。通过这些计算,我们可以对渠道的水力性能进行全面评估,为渠道的设计和优化提供科学依据。(3)在实际应用中,曼宁公式与水流阻力、能量损失的计算往往相互关联、相互影响。例如,在渠道断面设计中,我们需要通过曼宁公式计算出设计流量下的水流速度,然后根据这一速度和水流阻力系数来计算渠道中的能量损失。如果能量损失过大,就需要调整渠道的断面形状、粗糙度系数或坡度等参数,以降低水流阻力、减少能量损失。因此,在渠道设计中,我们需要综合考虑曼宁公式的应用和水流阻力、能量损失的计算,以确保渠道的水力性能和运行效率达到最优<sup>[2]</sup>。

## 2.2 渠道稳定性分析

渠道稳定性是渠道设计中的另一个关键问题。渠道在运行过程中,会受到水流冲刷、土壤侵蚀、地震等多种因素的作用,这些因素可能导致渠道的边坡失稳、渠身破损等问题。因此,我们需要对渠道的稳定性进行全面分析,并采取相应的工程措施来确保渠道的稳定运行。(1)边坡稳定性分析是渠道稳定性分析中的重要内容。我们需要对渠道的边坡进行详细的地质勘察和力学分析,评估边坡的稳定性状况。如果边坡存在失稳风险,就需要采取相应的加固措施,如设置护坡、挡土墙等,以提高边坡的稳定性。同时,我们还需要对渠道边坡进行长期监测,及时发现并处理潜在的边坡失稳问题。(2)除了边坡稳定性分析,渠道防渗与防冲刷设计也是确保渠道稳定运行的关键措施。渠道在运行过程中,水流会对渠身产生冲刷作用,导致渠身破损、渗漏等问题。为了防止这些问题的发生,我们需要采取相应的防渗与防冲刷措施。例如,可以在渠身内部设置防渗层,采用混凝土、沥青等材料进行衬砌;在渠身外部设置护坡、护脚等防护措施,防止水流对渠身的冲刷。通过这些措施的实施,我们可以有效提高渠道的防渗性能和抗冲刷能力,确保渠道的长期稳定运行。

## 2.3 渠道材料选择

在渠道设计中,渠道材料的选择也是至关重要的。不同的渠道材料具有不同的物理力学性质、经济性和耐久性,这些因素直接影响着渠道的性能和使用寿命。

(1)混凝土、砌石和土质是常见的渠道材料。混凝土渠道具有强度高、耐久性好、施工方便等优点,但造价相对较高;砌石渠道则具有就地取材、造价低廉等优点,但施工难度较大、耐久性相对较差;土质渠道则具有施工简单、造价低廉等优点,但抗冲刷能力较弱、易渗漏。于是,在选择渠道材料时,我们需要综合考虑材料的物理力学性质、经济性和耐久性等因素。(2)从经济性角度来看,我们需要对不同渠道材料的造价进行比较分析,选择造价相对较低、性能满足设计要求的材料。同时,我们还需要考虑材料的运输、施工等成本,以确保渠道建设的经济性。(3)从耐久性角度来看,我们需要对不同渠道材料的使用寿命进行评估。混凝土和砌石渠道由于具有较高的强度和耐久性,使用寿命相对较长;而土质渠道则由于抗冲刷能力较弱、易渗漏等问题,使用寿命相对较短。因此,在选择渠道材料时,我们需要充分考虑材料的耐久性,选择能够长期稳定运行的材料<sup>[3]</sup>。

## 3 渠道施工技术

### 3.1 施工前的准备工作

在渠道施工之前,充分的准备工作是确保工程顺利进行和保证施工质量的关键。其中,地质勘察与地形测量是施工准备阶段不可或缺的重要环节。(1)地质勘察是对施工区域的地质条件进行全面、细致的调查和分析。这包括了解地层的岩性、结构、厚度,查明地质构造如断层、褶皱的发育情况,以及评估地基的稳定性、承载力和抗渗性等。通过地质勘察,可以及时发现潜在的地质问题,如软弱土层、滑坡体、泥石流隐患等,为施工方案的设计提供重要依据。同时,地质勘察还能为施工过程中的地基处理、边坡稳定、防渗措施等提供科学指导,确保施工安全和工程质量。(2)地形测量则是对施工区域的地表形态、高程、坡度等进行精确测量。这包括绘制地形图、计算土方量、确定渠道线路和纵坡等。地形测量的准确性直接影响到渠道设计的合理性和施工的准确性。通过地形测量,可以精确掌握施工区域的地形特征,为渠道线路的选择、纵坡的设计、土方工程的计算等提供可靠数据,确保渠道施工的顺利进行。(3)在完成地质勘察和地形测量后,接下来是施工方案的设计与优化。施工方案是指导整个施工过程的纲领性文件,它必须充分考虑地质条件、地形特征、施工难度、工期要求、材料供应等多方面因素。施工方案的设计应遵循科学、合理、经济、安全的原则,确保施工过程的顺利进行和工程质量的可控性。(4)在施工方案的设计中,需要详细规划施工流程、施工方法、施工机械

的选择和配置、施工人员的组织和安排等。同时,还需要对施工过程中的可能出现的风险进行预测和评估,制定相应的应对措施和预案。为了确保施工方案的可行性和优化性,还需要进行多次方案比选和技术经济分析,选择最优的施工方案。(5) 施工方案的优化也是施工准备阶段的重要任务。在施工过程中,可能会遇到一些预料之外的情况和问题,这时就需要对施工方案进行及时调整和优化。通过不断优化施工方案,可以提高施工效率、降低施工成本、保证施工质量,确保渠道施工的顺利进行<sup>[4]</sup>。

### 3.2 渠道施工的主要步骤

渠道施工的主要步骤包括土方开挖与回填、渠道衬砌与防渗处理、渠道边坡加固与防护等。(1) 土方开挖与回填是渠道施工的基础步骤。在开挖过程中,需要严格按照设计图纸和施工规范进行,确保开挖的准确性和安全性。同时,还需要对开挖出的土方进行合理堆放和利用,减少土地资源的浪费。在回填过程中,需要选择符合要求的回填材料,确保回填土的密实度和稳定性。通过精心的土方开挖与回填施工,可以为后续的渠道衬砌和边坡加固等步骤提供坚实的基础。(2) 渠道衬砌与防渗处理是渠道施工中的关键步骤。渠道衬砌可以采用混凝土、砌石等材料进行,以提高渠道的耐久性和抗冲刷能力。在衬砌过程中,需要严格控制施工质量和工艺水平,确保衬砌层的平整度和密实度。防渗处理则是为了防止渠道渗漏而采取的措施,可以采用防渗膜、防渗涂料等材料进行。通过有效的防渗处理,可以减少水资源的浪费,提高渠道的输水效率。(3) 渠道边坡加固与防护也是渠道施工中的重要步骤。边坡加固可以采用护坡、挡土墙等措施进行,以提高边坡的稳定性和安全性。在加固过程中,需要充分考虑边坡的土质条件、坡度、水文地质等因素,选择合适的加固方法和材料。防护则是为了防止边坡受到水流冲刷、风化等作用而采取的措施,可以采用植被防护、工程防护等方法进行。通过有效的边坡加固与防护施工,可以确保渠道的长期稳定运行。

### 3.3 施工质量控制

施工质量控制是确保渠道施工质量的重要环节。在

施工过程中,需要进行严格的质量检测和控制,确保每个施工步骤都符合设计要求和施工规范。(1) 在施工过程中的质量检测方面,可以采用现场观测、实验室检测、无损检测等多种方法进行。现场观测可以及时发现施工过程中的问题和异常情况,为及时调整施工方案提供依据。实验室检测可以对施工材料进行性能测试和质量评估,确保材料符合设计要求。无损检测则可以对衬砌层、边坡加固等结构进行内部缺陷检测,确保结构的完整性和安全性。(2) 在施工后的验收与维护方面,需要按照相关标准和规范进行验收工作。验收内容包括渠道的尺寸、形状、位置、标高等是否符合设计要求,衬砌层、边坡加固等结构是否完整、牢固,防渗处理是否有效等。通过严格的验收工作,可以确保渠道施工质量的可控性和可靠性。同时,还需要制定完善的维护计划和管理制度,对渠道进行定期检查和维护保养,及时发现并处理潜在的问题和隐患,确保渠道的长期稳定运行<sup>[5]</sup>。

### 结语

本文通过对渠道设计与施工的深入探讨,充分展现了其在水利工程建设中的核心地位。合理的渠道设计不仅关乎工程的安全稳定,更是提升水资源利用效率的重要保障。而科学的施工技术则确保了设计理念的精准实现,为渠道工程的长期稳定运行奠定了坚实基础。展望未来,渠道设计与施工技术将持续创新,为水利事业的可持续发展注入新的活力与动力。

### 参考文献

- [1]梁志栋.水利工程设计中的渠道设计与施工分析[J].水利电力技术与应用,2024,6(7).DOI:10.37155/2717-5251-0607-5.
- [2]达世清.水利工程设计中的渠道设计与施工分析[J].水利电力技术与应用,2024,6(17):102.
- [3]田斯琳.水利工程设计中的渠道设计与施工分析[J].建筑工程技术与设计,2020(25):2404.
- [4]王园园.水利工程设计中的渠道设计与施工分析[J].建筑工程技术与设计,2020(23):1180.
- [5]戴碧涛,贡锦炜.水利工程设计中的渠道设计与施工分析[J].建筑工程技术与设计,2020(11):2478.