

水利工程设计中的渠道设计与施工分析

郭 欣

河南省水利勘测设计研究有限公司 河南 郑州 450000

摘 要：水利工程在水资源调配、灌溉及防洪等方面意义重大，而渠道作为其关键部分，其设计与施工至关重要。本文围绕水利工程中渠道设计与施工展开分析，先是阐述了渠道设计要点，涵盖规划布局中对地形、水源及其他水利设施衔接的考量，还有横断面、纵断面以及防渗设计等方面内容。接着介绍了渠道施工关键环节，包括施工准备、基础处理以及衬砌施工等具体步骤。旨在通过对这些内容的探讨，助力提升渠道设计与施工质量，保障水利工程整体效益。

关键词：水利工程设计；渠道设计；渠道施工

引言：水利工程作为基础设施，对社会发展起着基础性支撑作用，关乎着水资源能否科学合理调配与高效利用。渠道作为水利工程中水流输送的重要载体，其设计与施工质量直接影响水利工程的运行效果与使用寿命。在实际的水利工程建设中，渠道设计需要综合考虑多方面因素，施工也有着诸多关键环节需要把控。因此，深入分析水利工程设计中的渠道设计与施工具有重要的现实意义，值得展开详细探讨以更好地指导实践工作。

1 水利工程设计概述

水利工程设计是一项综合性、系统性的工作，旨在通过科学规划与合理布局，开发、利用、控制和调配水资源，以满足防洪、灌溉、供水、发电、航运等多方面的需求。从宏观层面来看，水利工程设计需要全面考量区域的自然地理条件，像地形地貌、河流水系分布、气象条件等，这些因素会影响工程的选址、规模以及整体布局。同时，还需结合社会经济发展状况，明确工程要服务的对象及目标，例如为农业灌溉区提供充足且稳定的水源，保障农作物生长；或是在城市建设中，构建可靠的供水与防洪体系，提升城市的水安全保障能力。在设计过程中，涉及多学科知识的交叉运用，涵盖水工结构、水文水资源、工程地质、水利机械等专业领域。设计人员要依据相关规范和标准，对工程各个部分进行详细规划与精确计算，从枢纽布置到具体建筑物的设计，都要确保其科学性、合理性与安全性，如此才能打造出高质量、高效益的水利工程^[1]。

2 渠道设计要点

2.1 规划布局

2.1.1 考虑地形地

在渠道设计的规划布局中，地形地貌是关键考量因素。若处于地势起伏较大的山区，渠道走向需顺应等高

线蜿蜒布置，尽量减小坡度落差，避免水流流速过快对渠道造成冲刷破坏，同时可减少大量的土方开挖与填方工程量。而在地势平坦的平原地区，渠道布置相对灵活，可依据用水需求采取直线或规则的折线形式，保障水流能均匀、顺畅地输送至各用水区域。通过对地形细致分析，科学规划渠道走向与布局，既能提高渠道输水效率，又能降低建设成本，实现渠道与周边地形的和谐适配。

2.1.2 结合水源与用水区域

渠道的规划布局要紧密结合水源与用水区域。水源是渠道水流的源头，需精准确定其位置、水量及水质情况，比如以河流为水源时，要分析河流的枯水期、丰水期流量变化，确保渠道能在不同时段获取稳定水量。对于用水区域，要明确其用水规模、用水时间等需求，像农业灌溉区需依据农作物种植面积和灌溉周期来规划渠道输水能力。合理连接水源与用水区域，使渠道能按需输水，最大限度减少输水过程中的水量损失，高效满足各区域用水要求，保障水资源合理利用。

2.1.3 与其他水利设施的衔接

渠道与其他水利设施的衔接至关重要。例如和水库衔接时，要确保水库的放水设施能与渠道进水口精准对接，使水库的水可以平稳、适量地流入渠道，实现水量的有效调配。与水闸、渡槽等设施衔接时，需从结构和水流控制方面进行优化，水闸能准确调节渠道水位和流量，渡槽则可保障渠道跨越障碍时水流的顺畅输送。良好的衔接可让整个水利系统协同工作，增强水利工程的综合调控能力，避免出现水流紊乱、水量分配不均等问题，充分发挥各水利设施的功能与效益。

2.2 渠道横断面设计

2.2.1 确定渠道形状

渠道横断面形状的确定需综合多方面因素考量。常见的有梯形、矩形、U形等。梯形断面因边坡稳定,施工简便,对土质适应性强,多用于土质渠道,能较好地承载侧向土压力,在农业灌溉渠道中应用广泛。矩形断面占地空间小,适合地形狭窄、土地资源紧张区域,像城市供水渠道等常采用。U形断面水力性能优越,水流阻力小,抗冻胀能力相对较好,常用于小型灌溉渠道以及一些对水流条件要求较高的场合。依据渠道的功能、所处地质条件、土地利用情况等合理选定形状,对保障渠道稳定输水、降低建设成本等起着关键作用。

2.2.2 计算渠道尺寸

准确计算渠道尺寸是确保其输水能力达标的重要环节。要依据渠道的设计流量、水流流速要求等因素来开展。首先通过分析用水区域的需水量、灌溉或供水保证率等确定设计流量,再根据渠道土质、衬砌情况等设定适宜的流速范围,流速过小易导致泥沙淤积,过大则引发渠道冲刷。运用明渠均匀流公式等相关水力计算方法,结合流量、流速数值,反推计算出渠道的底宽、水深、边坡坡比等尺寸参数,确保渠道断面尺寸既能满足输水需求,又能维持良好的水力条件,保障渠道长期稳定运行。

2.3 渠道纵断面设计

2.3.1 确定渠道纵坡

确定渠道纵坡是渠道纵断面设计的核心要点之一。要充分考量沿线地形条件,若地势落差大,纵坡可适当大些,但需兼顾渠道衬砌抗冲能力与水流速度限制,防止流速过快引发渠道冲刷、坍塌等问题;若地势平缓,纵坡则要合理设置以保障水流依靠重力顺利流动,避免出现淤积情况。同时,还需结合渠道的输水功能、流量大小等因素综合权衡。通过精确的水力计算与实地勘察,科学选定纵坡,确保渠道内水流稳定、均衡,既能满足输水要求,又可延长渠道的使用寿命。

2.3.2 设置渠道衔接建筑物

设置渠道衔接建筑物对于保障渠道整体运行效果意义重大。在渠道的高程突变处、不同渠道交汇或穿越障碍物时,需合理布置相应衔接设施。例如,在渠道跨越沟壑时,渡槽能平稳输送水流;遇到道路、管道等阻碍时,倒虹吸可巧妙改变水流方向实现穿越;而水闸能精准调控水位与流量,实现不同区域的水量分配。科学设置这些衔接建筑物,能让渠道在复杂环境下实现水流的顺畅衔接与有序调配。

2.4 渠道防渗设计

2.4.1 选择防渗材料

渠道防渗材料的选择至关重要,需综合多方面因素考量。常见的有混凝土、土工膜、浆砌石等。混凝土强度高、耐久性好,防渗效果显著,适用于各类规模和地质条件的渠道,不过其成本相对较高且施工要求较严格;土工膜质地轻薄、施工便捷,成本较低,对于小型渠道以及对防渗要求较高的局部区域很适用,但抗穿刺能力较弱,需做好保护;浆砌石具有良好的抗冲刷性,常用于水流流速较大的渠道,可就地取材,不过其整体性稍弱,缝隙处易渗漏。要依据渠道的规模、水流特性、预算等合理选用,确保防渗效果与性价比兼顾。

2.4.2 防渗结构设计

防渗结构设计是保障渠道防渗性能的关键环节。在设计时,要考虑渠道的断面形状、尺寸以及所受内外压力等因素。对于混凝土防渗结构,需合理设置伸缩缝、止水带,应对温度变化与地基沉降带来的影响,同时确定适宜的衬砌厚度。土工膜防渗结构则要注重膜的铺设方式、搭接长度与密封处理,搭配好保护层以防被破坏。浆砌石结构要规划好石块的砌筑方式、勾缝工艺,增强整体防渗性。科学的防渗结构设计能有效减少渠道渗漏,提升水资源利用效率^[1]。

3 渠道施工关键环节

3.1 施工准备

3.1.1 施工测量

施工测量在渠道施工准备阶段起着至关重要的作用,是后续施工能够精准开展的前提。施工团队需组织专业测量人员,依据设计图纸,运用全站仪、水准仪等高精度测量仪器,对渠道中心线进行精确测定。沿着渠道的规划路线,每隔一定距离设置控制点,并做好标记,确保中心线位置准确无误,其偏差要严格控制允许范围内。同时,细致测量渠道的边坡坡顶线、底边线,通过多次复核、校准,保证各条边线的位置符合设计要求,为土方开挖提供明确的边界指示。此外,还要对渠道沿线的地形高程进行全面测量,绘制详细的高程断面图,将实测数据与设计高程对比分析,及时发现差异并采取相应措施。这样一来,在后续的土方开挖、衬砌施工等环节,施工人员就能依据准确的测量成果有序施工,避免因测量误差引发的质量问题,保障渠道施工质量和整体布局的合理性。

3.1.2 材料与设备准备

材料与设备准备工作的完善程度直接影响渠道施工的进度与质量。在材料准备方面,要严格按照设计文件所规定的材料规格、型号和质量要求,提前开展采购工作。例如,对于渠道衬砌所需的混凝土原材料,要挑选

质量合格、性能稳定的水泥、砂石料,仔细查验其出厂合格证、质量检验报告等资料,并且按规定进行抽样复试,只有复试合格的材料才能进入施工现场。像钢筋等其他辅助材料同样要严格把关,保证其质量达标。对于渠道防渗的土工膜材料,要检查其厚度、拉伸强度等关键指标是否符合标准。而施工设备的准备也不容忽视,根据施工流程和工艺需求,调配充足的机械设备,如挖掘机、装载机用于土方开挖及转运,混凝土搅拌机、振捣器保障混凝土衬砌施工的顺利进行。在设备进场后,安排专业技术人员对其进行全面调试、维护,确保设备处于良好的运行状态,随时可以投入使用,为渠道施工高效推进提供有力支撑。

3.2 基础处理

3.2.1 土方开挖

土方开挖是渠道基础处理的重要环节。首先要依据渠道的设计尺寸、深度以及地质条件等,科学选择开挖方式,像在地质情况简单、渠道较短时可采用全断面开挖,效率较高;而对于长且地质复杂的渠道,分段分层开挖更利于把控质量与进度。开挖过程中,严格按照设计的边坡坡比进行施工,利用水准仪、经纬仪等仪器实时监测,避免边坡过陡引发坍塌事故,对于较高或土质较软的边坡,还需及时采取支护措施,如土钉墙、浆砌石护坡等。同时,合理安排土方的堆放与转运,不能影响后续施工操作以及周边环境。挖到设计基底标高后,要仔细清理基底,去除松散土层、杂物等,保证基底的平整度和坚实度,为后续的地基加固、衬砌施工等奠定良好基础,确保渠道整体结构稳定。

3.2.2 地基加固

地基加固在渠道基础处理中起着关键作用,关乎渠道后续的结构安全与稳定运行。当渠道地基存在软弱土层、承载力不足等情况时,必须采取有效的加固措施。例如,若软弱土层较浅,可采用换填法,将软弱土挖出,换填为强度高、压缩性小的砂石料、灰土等材料,并分层夯实,使其达到设计要求的承载能力。对于深厚软弱地基,常运用深层搅拌桩、高压旋喷桩等方法,通过向地基中注入水泥浆等固化剂,与原地基土充分搅拌混合,形成强度较高的复合地基,增强地基的稳定性。此外,还需考虑地基的排水情况,设置排水盲沟等设施,防止地下水对地基造成不良影响,确保渠道地基能可靠承载上部结构荷载,保障渠道长期使用。

3.3 衬砌施工

3.3.1 混凝土衬砌

混凝土衬砌是渠道衬砌施工中常用且关键的方式。首先,在模板支设环节,要依据渠道断面形状与尺寸精准安装模板,确保模板具备足够的强度、刚度和稳定性,能承受混凝土浇筑时产生的侧压力等荷载,同时保证模板拼接紧密,防止漏浆影响混凝土外观与质量。接着,混凝土搅拌需严格按照设计配合比操作,精准控制水泥、砂石、水以及外加剂用量,搅拌均匀后及时用合适的运输工具运至浇筑现场,避免出现离析、初凝等问题。浇筑时,要分层进行,每层厚度符合规定要求,并用振捣器充分振捣,排出气泡,使混凝土密实。浇筑完成后,及时覆盖草帘、塑料薄膜等进行保湿养护,养护时间达到设计标准,保障混凝土强度正常增长,减少裂缝产生,提升衬砌的防渗、抗冲等性能,确保渠道长久稳定运行。

3.3.2 土工膜衬砌

土工膜衬砌施工在渠道防渗方面有着独特优势。施工前,要先对渠道基底进行精细处理,确保基底平整、坚实,清除尖锐杂物,防止刺破土工膜。铺设时,严格按照设计要求的方向和规定的搭接长度进行操作,一般采用热焊接或粘结等方式保证搭接处密封良好,形成连续的防渗层。对于铺设过程中产生的褶皱要及时处理平整,确保土工膜贴合基底。在土工膜铺设完毕后,需尽快施工保护层,比如采用一定厚度的素土或砂卵石覆盖,按要求压实,既能避免土工膜遭受外力破坏,又能进一步增强防渗效果,保障渠道在输水过程中减少渗漏,提高水资源利用效率^[3]。

结束语

总而言之,水利工程中渠道的设计与施工是一项兼具专业性与系统性的重要工作。科学合理的渠道设计,需全面考量规划布局、横断面、纵断面以及防渗等多方面要点;而规范严谨的施工,则要把控好从施工准备到各关键施工环节的质量。二者相辅相成,共同决定着渠道工程的质量与效益。

参考文献

- [1]季晓.试论水利工程设计中的渠道设计与施工管理[J].农业科技(上旬刊),2019,(10):205-206
- [2]曹凯.水利工程中渠道防渗技术的设计特点[J].建筑工程施工与设计,2017,(12):421-422
- [3]刘文俊.永昌县西河灌区水资源供需分析与渠道改建方案设计[J].南方农业,2022,16(14):220-225.