

水利工程渠道及配套建筑物分析

文清华

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要:水利工程渠道及配套建筑物是水資源调配与利用的核心载体,直接影响水利工程整体效益与安全稳定运行。本文基于工程实践与技术标准,系统分析渠道及配套建筑物的类型划分与核心功能,深入探讨渠道基础处理、防渗工程、混凝土施工、衬砌防护等关键施工技术,重点阐述水闸、渡槽、倒虹吸管等主要配套建筑物的施工工艺与质量控制要点,剖析当前工程建设与运行中存在的渗漏、淤积、结构老化、功能失效等常见问题并提出针对性解决对策,最后展望其轻型化、定型化、装配化、信息化的发展趋势。研究成果可为水利工程渠道及配套建筑物的设计、施工、运行管理提供技术参考,对提升水利工程建设质量、推动水利事业高质量发展具有重要现实意义。

关键词:水利工程;渠道建设;配套建筑物;施工技术

引言:水利工程作为国民经济的重要基础设施,承担着水資源调配灌溉供水防洪减灾等多重使命。渠道及配套建筑物作为水利工程的核心组成部分,其建设质量与运行效率直接关系到水資源的利用效益和工程整体功能的发挥。从古代尼罗河流域的灌排渠道到中国战国时期的引漳十二渠,渠道工程的发展伴随着人类文明的进程,历经数千年演变已形成完善的技术体系。

在现代社会,随着工农业生产的快速发展和生态环境保护需求的提升,水利工程渠道及配套建筑物面临着更高的要求。当前许多地区的渠道存在渗漏淤积结构老化等问题,配套建筑物功能不完善运行效率低下等现象也较为突出,这些问题不仅制约了水資源的高效利用,还可能引发安全隐患。因此,需对渠道及配套建筑物的类型、特性、施工技术、管理措施及发展趋势展开深入分析,对于提升水利工程建设质量推动水利事业高质量发展具有重要的现实意义和工程价值。本文基于实际工程经验和相关技术标准,系统探讨水利工程渠道及配套建筑物的关键技术要点常见问题及优化策略,为工程实践提供参考。

1 水利工程渠道及配套建筑物的类型与功能

1.1 渠道的类型与核心功能

渠道是人工开挖或填筑的水道,主要用于输送水流以满足灌溉排水通航或发电等需求。一个完整的灌区内,灌溉或排水渠道系统通常由干支斗农四级构成,简称渠系。根据地形条件和工程用途,渠道可分为明渠和暗渠两类,明渠多用于地形平坦区域,具有施工简便造价较低的特点;暗渠则适用于地形复杂或需节约土地资源的场景,如城市供水和山区输水工程^[1]。

渠道的核心功能体现在水資源调配和输送上,通过

合理的渠系布局,将水源地的水資源,输送至田间地头、工业厂区与居民生活区,实现水資源的空间优化配置。同时,渠道还承担着排水防涝的重要作用,在汛期及时排出多余水量,保护周边耕地和建筑物安全。完善的渠道工程能够减少水資源损耗,提高输水效率,为农业高产稳产和工业稳定生产提供保障。

1.2 配套建筑物的类型与功能划分

配套建筑物又称渠系建筑物,是指在渠系上修建的,用于输水、分水、节制、泄水、量水、交叉等建筑物的总称。根据其作用可分为八大类,各类建筑物各司其职,共同保障渠系工程的安全稳定运行。

调节及配水建筑物主要用于调节水位和分配流量,包括节制闸分水闸斗门等。节制闸能够控制渠道内的水流速度和水位高度,确保水流平稳;分水闸则用于将主渠道的水量分配至支渠斗渠等下级渠道,满足不同区域的用水需求;斗门作为末端配水设施,直接控制田间灌溉水量,实现精准供水。

交叉建筑物用于输送水流,可跨越或穿越山梁、溪谷、河流、渠道、道路等障碍,分为平交和立交两大类。平交建筑物适用于两渠道底部高程相近的情况,常用的有水闸倒虹吸管等;立交建筑物适用于两者高程相差较大的场景,主要包括渡槽、倒虹吸管、涵洞及隧洞等^[2]。渡槽多用于渠道跨越河流或道路,如南水北调工程中的大型渡槽,有效解决了不同水系和交通线路的交叉干扰问题;倒虹吸管则在渠道需要穿越山谷或低洼地带时使用,通过压力流实现水流输送。

落差建筑物修建在地面落差集中或坡度陡峻地段,用于连接上下游渠段,常见的有跌水陡坡跌井等。这类建筑物能够有效消能减势,避免水流速度过快对渠道造

成冲刷破坏,保障渠床稳定。

渠道泄水及退水建筑物是保障工程安全的重要设施,主要包括溢流堰、泄水闸及退水闸等。其主要作用是防止渠道水流超越允许最高水位而酿成决堤事故,保护危险渠段及重要建筑物安全;同时,可在工程维修时放空渠水,为施工创造条件。

冲沙和沉沙建筑物用于防止和减少渠道淤积,主要有沉沙池冲沙闸等。在渠首或渠系中设置这类设施,能够拦截水流中的泥沙颗粒,避免渠道断面缩小影响输水能力,延长渠道使用寿命。

量水建筑物用于计算向各级渠道和田间输配水量,为合理征收水费提供依据。常见的量水设施包括量水堰、量水槽等,其测量数据的准确性直接关系到水资源的合理分配和用水收费的公平性。

专门建筑物及安全设施是服务于特定目的或保障安全的设施。专门建筑物包括通航渠道上的船闸、码头、船坞,利用渠道落差修建的水电站和水力加工站等;安全设施则包括防止阻拦人畜进入渠道的防护栏等,避免安全事故发生。

2 水利工程渠道施工技术要求

2.1 渠道基础处理技术

渠道基础处理是保障工程质量的关键环节,直接影响渠道的稳定性和使用寿命。施工前需彻底清除渠床范围内的植被根系与有机质土层,避免后期生物降解导致地基沉陷。对于软弱地基,应采用分层碾压法进行处理,确保地基密实度达到设计要求。

2.2 渠道防渗工程施工技术

渠道渗漏是水资源损失的主要原因之一,做好防渗工程对于提高水资源利用效率至关重要。防渗工程施工前必须彻底清理基层表面,保证无尖锐物体残留,以免刺穿防渗材料。当前常用的防渗材料包括土工膜、混凝土面板和沥青涂层等,不同材料的施工工艺各有侧重。

对于土质较好的渠道,也可采用灰土夯实或水泥砂浆抹面等防渗措施,这类方法造价较低、施工简便,适用于中小型渠道工程。无论采用哪种防渗技术,都应注重施工过程中的质量控制,确保防渗层连续完整,无裂缝、无漏洞。

2.3 混凝土渠道施工工艺

混凝土渠道具有强度高、耐久性好、抗冲刷能力强等优点,在大型水利工程中应用广泛。混凝土配合比的设计需依据渠道所处环境条件,确定适宜的水灰比与骨料级配,兼顾强度和抗渗性要求。在寒冷地区,混凝土应添加防冻剂,提高抗冻性能,避免冻融循环导致结构破

坏;在腐蚀环境中,则需选用耐腐蚀水泥。

模板安装必须保证足够的刚度与稳定性,接缝处采用密封条处理,防止漏浆现象发生。模板安装偏差应控制在规范允许范围内,确保渠道断面尺寸符合设计要求。混凝土浇筑应连续进行,分层厚度控制在30厘米以内,插入式振捣棒操作需快插慢拔,直至表面泛出水泥浆,确保混凝土密实度^[3]。

2.4 渠道衬砌与防护工程施工技术

渠道衬砌能够有效防止渗漏和冲刷,保护渠坡稳定,常用的衬砌材料包括预制混凝土板、现浇混凝土、生态混凝土和草皮等。衬砌施工需依据设计断面型式精确放样,控制好坡比与高程,确保施工质量。

防护工程需根据渠道所处环境和冲刷情况选择合适的防护方式。草皮护坡适用于坡度较缓、水流速度较小的渠段,需铺设厚度不小于5厘米的种植土,采用人工拍实方法使草皮与坡面紧密贴合,既起到防护作用又能改善生态环境。对于冲刷较严重的渠段,可采用干砌石护脚,石块应交错砌筑并将大面朝下摆放稳固,提高抗冲刷能力。在地下水埋深浅的区域需设置排水孔,排水孔采用梅花形布置。此举可防止渠道背后积水产生渗透压力,避免衬砌结构被破坏。

3 配套建筑物施工与质量控制

3.1 水闸施工技术与质量控制

水闸作为重要的调节及配水建筑物,其施工质量直接关系到渠系水量调节的准确性和工程运行安全。水闸施工应严格按照设计图纸和技术规范进行,重点关注地基处理、闸室结构施工和止水设施安装等环节。

水闸地基处理需根据地质条件选择合适的方法,对于软土地基,可采用换填法、桩基加固或复合地基处理等技术,确保地基承载力满足设计要求。闸室结构施工应保证混凝土浇筑质量,模板安装牢固,振捣充分,避免出现裂缝和孔洞。闸墩、门槽等关键部位的施工精度需严格控制,确保闸门安装顺利,启闭灵活。

水闸安装完成后需进行启闭试验和漏水检测,确保闸门启闭灵活,止水效果符合规范要求。运行期间应定期检查闸门磨损情况和止水设施完好性,及时进行维修更换。

3.2 渡槽施工技术与质量控制

渡槽施工具有高空作业多、技术要求高、施工难度大等特点,需重点做好结构稳定性和施工安全控制。渡槽基础通常采用桩基或扩大基础,施工时应保证地基承载力均匀,避免不均匀沉降导致结构开裂。

施工过程中应加强沉降观测和变形监测,及时发现

并处理异常情况。渡槽竣工后需进行充水试验,检测渗漏情况和结构稳定性,确保满足运行要求。

3.3 倒虹吸管施工技术与质量控制

倒虹吸管施工需重点解决管道安装和密封防渗问题。施工前应做好地形勘察,合理规划施工路线和施工场地,确保施工顺利进行。管道基础需平整坚实,对于软土地基应进行加固处理,防止管道沉降变形。

4 水利工程渠道及配套建筑物常见问题与对策

4.1 常见问题分析

当前水利工程渠道及配套建筑物在建设和运行过程中面临着多种问题,影响工程功能发挥和使用寿命。渠道方面的主要问题包括渗漏淤积、结构老化和冻胀破坏等。渗漏是最普遍的问题,由于施工质量不佳或防渗材料老化,导致水资源大量流失,降低输水效率;淤积则是由于水流速度过慢或泥沙含量过高,泥沙在渠道内沉积,缩小过水断面,影响输水能力;结构老化主要表现为混凝土开裂剥落衬砌破损等,多由长期使用和环境侵蚀导致;在寒冷地区,冻胀破坏较为突出,土壤冻胀导致渠道衬砌开裂隆起,影响结构稳定。

4.2 针对性解决对策

针对渠道渗漏问题,应加强防渗工程施工质量控制,选用优质防渗材料,提高施工工艺水平。对于已建成渠道的渗漏,可采用灌浆处理土工膜铺设或混凝土衬砌修复等方法进行加固。定期清理渠道淤积,合理调整水流速度,减少泥沙沉积;在渠首设置沉沙池,拦截泥沙,从源头减少淤积。

对于结构老化和冻胀破坏问题,应加强日常养护和维修,及时修补破损部位;在寒冷地区采用防冻胀结构设计,选用抗冻性好的材料,添加防冻剂,提高结构抗冻性能。

同时,应加强设计阶段的质量控制,避免设计不合理导致的问题。前期勘察阶段采用无人机航测和三维激光扫描技术,获取高精度地形数据;地质勘探点加密布置,重点关注软弱夹层和地下水分布情况;运用CFD流体仿真技术优化水力计算,采用BIM技术进行碰撞检测,确保设计方案科学合理。

5 水利工程渠道及配套建筑物发展趋势

5.1 技术发展趋势

随着科技进步和工程需求提升,水利工程渠道及配套建筑物正朝着轻型化定型化装配化及机械化施工方向发展。轻型化设计可减少材料用量和工程投资,同时降低对地基的要求,适用于更多地形条件;定型化和装配

化生产能够提高施工效率,保证施工质量,缩短工期,如预制混凝土衬砌板和标准化水闸构件的应用,显著提升了工程建设水平;机械化施工则能够降低劳动强度,提高施工精度,适用于大型水利工程。

节水节能建筑物的研究日益受到重视。通过优化设计和采用新型材料,减少水资源损耗和能源消耗,提高工程的经济性和环保性。例如,新型防渗材料的研发和应用,进一步降低渠道渗漏损失。

5.2 管理发展趋势

电子计算机技术在渠系建筑物设计中的应用与普及将进一步深化。数字化设计平台的推广应用,实现各专业协同作业,减少设计冲突;BIM技术的全面应用,能够实现设计施工运行维护全过程的信息化管理,提高工程管理效率。

渠系建筑物监测管理自动化及集中控制将成为主流。通过建立自动化监测系统和远程控制系统,实现对渠道水位流量渗漏情况和配套建筑物运行状态的实时监测和远程控制,提高管理效率和应急响应能力。集中控制中心的建设能够实现多个工程的统一管理,优化资源配置,提升整体运行效益。

结束语

水利工程渠道及配套建筑物是水资源调配和利用的重要载体,其建设质量和运行效率直接关系到水利工程的整体效益和安全稳定。本文系统分析了渠道及配套建筑物的类型功能施工技术常见问题及发展趋势,得出以下结论:

当前水利工程渠道及配套建筑物,面临着渗漏、淤积、结构老化、功能失效等诸多问题。对此,可通过完善设计、加强施工质量控制、建立常态化养护机制、引入先进管理技术等措施,逐步提升工程运行稳定性,能够有效解决这些问题,提升工程运行效率和使用寿命。

未来,水利工程渠道及配套建筑物将朝着轻型化定型化装配化机械化和信息化方向发展,新材料新技术新方法的应用将为水利工程建设注入新的活力。

参考文献

- [1]黄光磊.小型水利工程渠道防渗技术研究[J].工程技术研究,2026,11(01):16-18.
- [2]史剑侠.水利工程渠道衬砌施工技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2026,(01):214-216.
- [3]牛丽霞.水利工程渠道衬砌混凝土技术研究[J].水上安全,2025,(22):190-192.