

大型渠道工程建设中的关键技术分析

李彦发

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 841100

摘要：大型渠道工程建设涉及复杂的地质条件、水文环境以及高标准的施工质量要求。本文旨在探讨大型渠道工程建设中的关键技术研究，包括地质勘测与设计、施工技术、材料选择以及生态修复等方面，以期为类似工程提供理论参考和实践指导。

关键词：大型渠道工程；关键技术；地质勘测；防渗施工

引言

大型渠道工程作为水利建设的重要组成部分，对于水资源调配、农业灌溉、防洪排涝等方面具有重要作用。然而，由于工程建设规模庞大、施工环境复杂，对技术要求极高。因此，深入研究大型渠道工程建设中的关键技术具有重要意义。

1 地质勘测与设计

1.1 地质勘测技术

地质勘测作为大型渠道工程建设的基石，其精确性和全面性直接关系到后续设计与施工的顺利进行。为确保地质勘测的高效与准确，需综合运用多种先进技术手段。地质雷达技术凭借其高分辨率和穿透力，在探测渠道沿线地层结构方面发挥着重要作用。通过发射电磁波并接收反射信号，地质雷达能够清晰描绘出地层界面、裂隙、溶洞等地质构造，为渠道线路的优化设计提供关键数据。地震勘探技术则通过人工激发地震波，并记录波在地层中的传播情况，以分析地层岩性、厚度及埋藏深度。这一技术在探测深部地质结构、评估地基稳定性方面具有显著优势，有助于工程师全面了解渠道沿线的地质条件，为渠道基础处理方案的设计提供依据。此外，水文地质勘测也是地质勘测中不可或缺的一环。通过钻探、抽水试验等手段，获取地下水位、渗透系数等水文地质参数，为渠道防渗设计、排水系统设计提供科学依据。同时，还需关注地下水水质问题，确保渠道建设不会对周边地下水环境造成不良影响。在地质勘测过程中，还需充分利用GIS（地理信息系统）、遥感技术等现代信息技术手段，对勘测数据进行高效处理与分析。通过构建三维地质模型，实现地质信息的可视化展示，为工程设计人员提供直观、准确的地质信息支持，确保设计方案的科学性和合理性。

1.2 渠道设计技术

在地质勘测提供的详实数据基础上，渠道设计进入

实质性阶段，这一环节要求设计师综合运用水文、气象等多学科资料，以科学严谨的态度进行渠道线路的优化设计。水文资料的运用是渠道设计中的重要一环。通过收集和分析历史水文数据，设计师可以准确了解渠道沿线的降雨量、径流量、蒸发量等关键水文参数，为确定渠道规模、设计流量提供可靠依据。同时，考虑未来气候变化趋势，确保渠道设计具有足够的适应性和前瞻性。气象资料同样对渠道设计产生重要影响。风速、风向、温度、湿度等气象因素直接关系到渠道的蒸发、渗漏及冰冻等问题。设计师需充分考虑这些因素，采取合理的工程措施，如设置挡风墙、保温层等，以确保渠道在极端气象条件下的正常运行^[1]。在渠道线路优化设计中，三维可视化设计技术发挥着举足轻重的作用。通过构建三维模型，设计师可以直观地模拟渠道水流状态，观察水流速度、流向、水深等关键参数的变化情况。这一技术有助于评估渠道的输水能力、稳定性和安全性，发现设计中可能存在的问题和隐患，并及时进行修正和优化。此外，渠道设计还需充分考虑生态环境保护因素。设计师需合理规划渠道线路，避免对敏感生态区域造成破坏，同时采取生态修复措施，确保渠道建设与生态环境保护相协调。

2 施工工艺关键技术研究

2.1 机械化衬砌技术

机械化衬砌技术在大型渠道工程施工中占据核心地位，它对于提升施工效率、确保工程质量具有至关重要的作用。这一技术主要依赖于先进的衬砌机械设备，如滑模摊铺机、振捣提浆机、抹面机等，以实现混凝土的高效、均匀铺设。滑模摊铺机能够连续、均匀地将混凝土铺设在渠道基床上，其自动化控制系统能够精确控制铺设厚度和宽度，减少人工操作带来的误差。振捣提浆机则通过高频振动，使混凝土中的气泡排出，提高混凝土的密实度和强度。抹面机则用于对混凝土表面进行

精细处理,确保渠道的平整度和美观度。在机械化衬砌过程中,混凝土的配合比和浇筑工艺也是关键。通过优化混凝土配合比,可以确保混凝土具有良好的工作性能和力学性能。同时,采用分层浇筑、分段振捣的施工工艺,可以进一步提高衬砌层的密实度和整体性。此外,机械化衬砌技术还注重施工过程的温度和湿度控制。在混凝土浇筑和养护过程中,严格控制环境温度和湿度,避免混凝土因温度变化而产生裂缝,确保衬砌层的质量和耐久性。

2.2 防渗施工技术

防渗施工技术是大型渠道工程建设中的关键环节,直接关系到渠道的运行效率和水资源的利用效率。为实现有效防渗,通常采用复合土工膜、混凝土防渗墙等先进防渗材料和技术。复合土工膜是一种由高分子材料制成的防渗膜,具有高强度、耐老化、抗腐蚀等优点。在渠道防渗施工中,复合土工膜被铺设在渠道基床或边坡上,形成一层连续的防渗层。为确保复合土工膜的防渗效果,施工过程中需严格控制膜的铺设质量,避免破损和褶皱,同时做好膜的接头处理,确保接头的密封性。混凝土防渗墙则是一种采用混凝土浇筑形成的防渗结构。在渠道防渗施工中,混凝土防渗墙通常设置在渠道底部或边坡上,以阻挡渠道水向外部渗漏。为确保混凝土防渗墙的防渗效果,需严格控制混凝土的配合比和浇筑工艺,确保混凝土的密实度和强度^[2]。同时,在混凝土浇筑过程中,还需加强振捣和养护工作,避免混凝土产生裂缝和空洞。除了采用先进的防渗材料和技术外,加强施工过程中的质量控制也是确保防渗层完整性和耐久性的关键。在施工过程中,需建立严格的质量控制体系,对防渗材料的采购、验收、使用等环节进行严格控制,确保材料的质量符合设计要求。同时,还需加强施工过程的监测和检测工作,及时发现并处理潜在的质量问题,确保防渗层的施工质量和耐久性。

2.3 智能化施工监测技术

在大型渠道工程建设中,智能化施工监测技术的引入为施工安全和进度控制提供了有力保障。这一技术通过集成传感器、物联网、大数据分析等先进技术,对渠道施工过程中的关键参数进行实时监测和数据分析。智能化施工监测系统通常包括多个监测点,这些监测点分布在渠道施工的各个关键部位,如基础开挖、混凝土浇筑、衬砌层铺设等。每个监测点都配备有高精度的传感器,能够实时采集施工过程中的温度、湿度、压力、位移等关键参数,并将这些数据通过物联网技术传输至数据分析中心。在数据分析中心,专业的分析软件会对收

集到的数据进行实时处理和分析,通过对比预设的安全阈值,及时发现施工中的异常情况。一旦发现潜在的安全隐患或施工进度滞后,预警系统会立即触发,通过短信、邮件等方式及时通知相关人员,以便他们迅速采取相应措施进行处理。此外,智能化施工监测技术还能够实现施工过程的可视化管理。通过构建三维施工模型,将实时监测数据与施工模型相结合,可以直观地展示施工进度度的实时情况,为施工人员提供清晰的施工指导。

3 材料选择

3.1 混凝土材料

混凝土作为渠道工程的主要建筑材料,其性能直接关系到渠道的耐久性和安全性。因此,在混凝土材料的选择上,需综合考虑强度、耐久性、抗裂性等多方面因素。为优化混凝土的性能,通常会掺加粉煤灰、矿渣等掺合料。粉煤灰作为一种工业废弃物,具有良好的火山灰活性,能够显著提高混凝土的强度和耐久性。矿渣则是一种高炉炼铁过程中产生的副产品,其掺入混凝土中能够改善混凝土的微观结构,提高抗裂性和耐久性。除了掺合料外,高性能外加剂的应用也是提高混凝土性能的重要手段。减水剂能够显著降低混凝土的水灰比,提高混凝土的强度和密实度;缓凝剂则能够延缓混凝土的凝结时间,方便施工操作;引气剂则能够在混凝土中引入微小气泡,提高混凝土的抗冻融性能。在混凝土配合比的设计上,需根据渠道工程的具体要求和施工条件,通过试验确定最佳的配合比。同时,还需考虑混凝土的施工性能,如流动性、可塑性等,以确保混凝土在施工过程中的顺利浇筑和振捣^[3]。此外,对于渠道工程中的特殊部位,如渠首、渠尾、弯道等,还需根据具体情况选择合适的混凝土材料和技术。例如,对于易受水流冲刷的部位,可采用抗冲耐磨混凝土;对于易受冻融循环影响的部位,可采用引气混凝土等。

3.2 防渗材料

防渗材料的选择对于渠道工程的防渗效果具有决定性影响。为确保防渗层的密封性和稳定性,必须根据渠道的地质条件、水文环境以及工程要求等因素,选择适宜的防渗材料。聚乙烯土工膜是一种常用的防渗材料,具有高强度、耐老化、抗腐蚀等优点。它能够有效阻挡水分渗透,确保渠道的防渗效果。在选择聚乙烯土工膜时,需关注其厚度、抗拉强度、延伸率等性能指标,以确保其满足工程要求。同时,还需注意土工膜的接头处理,采用可靠的连接方式,确保接头的密封性。膨润土防水毯则是一种新型的防渗材料,由膨润土颗粒和织物层组成。膨润土颗粒遇水膨胀,形成致密的防水层,有

效阻止水分渗透。膨润土防水毯具有施工方便、适应性强等优点,适用于各种复杂地质条件下的渠道防渗工程。在选择膨润土防水毯时,需关注其膨润土颗粒的质量、织物层的强度以及防水性能等指标。除了聚乙烯土工膜和膨润土防水毯外,还有其他多种防渗材料可供选择,如复合土工膜、混凝土防渗墙等。在选择防渗材料时,需综合考虑材料的性能、价格、施工难度以及工程要求等因素,确保所选材料既经济又实用。

4 生态修复关键技术研究

4.1 生态护坡技术

生态护坡技术是渠道生态修复中的重要组成部分,旨在通过恢复渠道边坡的自然生态功能,提高渠道的抗冲刷能力和自我修复能力,实现生态与工程的和谐共生。植被护坡是一种常用的生态护坡技术。通过在渠道边坡上种植适宜的植被,如草本植物、灌木等,形成一层绿色的防护层。这层植被不仅能够阻挡水流对边坡的冲刷,还能够通过根系的固土作用,增强边坡的稳定性。同时,植被的生长还能够改善边坡的土壤环境,提高土壤的保水能力和肥力,为边坡生态系统的恢复创造条件。生态袋护坡则是一种新型的护坡技术。生态袋由可降解材料制成,内部填充有土壤和种子。将生态袋铺设在渠道边坡上,随着种子的发芽和生长,逐渐形成一层茂密的植被覆盖层。生态袋护坡不仅具有良好的防护效果,还能够促进边坡生态系统的快速恢复^[4]。在生态护坡技术的实施过程中,需根据渠道边坡的具体情况选择合适的护坡方式。对于坡度较缓、土壤条件较好的边坡,可采用植被护坡;对于坡度较陡、土壤条件较差的边坡,则可采用生态袋护坡或结合两种方式进行综合防护。此外,生态护坡技术的成功实施还需要加强后期的管理和维护。定期对边坡进行巡查,及时发现并处理潜在的问题;同时,加强植被的养护工作,确保植被的健康生长和持续发挥防护作用。通过这些措施,可以确保生态护坡技术的长期效果和渠道的生态安全。

4.2 水质保护与净化技术

针对大型渠道工程中的水质保护问题,研究并应用水质净化技术是至关重要的。这不仅关乎水资源的可持续利用,还直接影响到周边生态环境的健康。生物净

化技术是一种高效且环保的水质净化方法。它利用微生物、水生植物等生物体的自然净化能力,去除水中的有害物质。例如,可以在渠道中设置生物滤池,通过滤料上的微生物降解有机污染物,提高水质。此外,投放适宜的水生动物,如鱼类、贝类等,也能通过食物链作用,进一步净化水质。人工湿地技术则是另一种有效的水质净化手段。人工湿地模拟自然湿地的结构和功能,通过湿地植物的吸收、吸附、降解等作用,以及湿地土壤的过滤、沉淀等物理化学过程,去除水中的悬浮物、有机物、重金属等污染物。同时,人工湿地还能为野生动植物提供栖息地,促进生物多样性的恢复。在实施水质净化技术时,需根据渠道水质的具体情况和净化需求,选择合适的技术组合。例如,对于有机污染较严重的渠道,可以采用生物滤池与人工湿地相结合的方式,以强化净化效果。此外,水质保护与净化还需要加强源头控制和过程管理。通过严格控制渠道周边污染源的排放,减少污染物的输入;同时,加强渠道水质的监测和评估,及时发现并处理水质问题,确保渠道水资源的可持续利用和生态环境的健康。

结语

大型渠道工程建设中的关键技术研究涉及地质勘测与设计、施工技术、材料选择以及生态修复等多个方面。通过采用先进的技术手段和管理方法,可以确保工程建设的质量和安,提高水资源的利用效率和工程的经济效益。未来,随着科技的不断进步和创新,大型渠道工程建设中的关键技术研究将继续深入发展,为水利建设事业作出更大贡献。

参考文献

- [1]谢向荣,郑光俊.南水北调中线渠道工程关键技术研究[J].水利水电快报,2020,41(02):32-39.
- [2]姜瀚.水利工程中农田渠道施工关键技术分析[J].居舍,2020,(12):29.
- [3]卢宇清.水利工程渠道施工中的衬砌混凝土技术[J].科学技术创新,2024,(21):175-178.
- [4]刘国鹏.水利工程渠道防渗施工的关键技术探究[J].科技资讯,2023,21(22):133-136.