

水利排水管道穿越复杂地质条件施工技术

魏 伟

滕州市中润供水有限公司 山东 滕州 277599

摘 要：随着城市化进程的不断加快，各类市政工程不断涌现，其中水利排水管道工程作为城市基础设施的重要组成部分，其施工技术尤为重要。特别是在复杂地质条件下，水利排水管道的穿越施工面临着诸多挑战。本文旨在探讨水利排水管道穿越复杂地质条件的施工技术，以期为类似工程提供参考。

关键词：水利排水管道；复杂地质条件；施工技术

引言

水利排水管道穿越复杂地质条件时，需考虑多种因素，如地质稳定性、地下水位、土层特性等。这些因素直接影响施工的安全、质量和进度。因此，选择合适的施工技术，确保排水管道穿越复杂地质条件的安全性和可靠性，是工程成功的关键。

1 复杂地质条件对水利排水管道施工的影响

1.1 地质稳定性

地质稳定性作为排水管道施工过程中的核心考量因素，其重要性不言而喻。在复杂多变的地质环境中，特定的地质条件往往对管道施工构成严峻挑战。特别是在软弱土层区域，由于土壤承载力低，管道敷设过程中极易引发地基不稳，导致管道出现位移、下沉乃至破损等安全隐患。这类问题不仅威胁到管道结构的完整性，还可能严重影响其正常排水功能。同样值得关注的是湿陷性黄土地区，这类土壤在遇水后易发生体积收缩和强度降低，进而造成管道周围土体的塌陷，对管道形成额外的压力，加剧管道损坏的风险。而在膨胀土区域，土壤随季节变化而发生显著的体积膨胀与收缩，这种周期性的地质活动同样会对管道造成不可忽视的破坏作用，如管道接口松动、渗漏等。

1.2 地下水位

在排水管道施工过程中，地下水位的高低是一个至关重要的考量因素。当地下水位较高时，其产生的浮力效应不容小觑。随着水位的上升，管道所承受的浮力也随之增大，这无疑增加了施工过程中的难度与风险。特别是在管道敷设阶段，若浮力控制不当，很可能导致管道偏移、上浮甚至损坏，严重影响施工质量和进度。此外，地下水对管道基础的侵蚀作用同样值得警惕。长期受地下水侵蚀，管道基础材质可能逐渐软化、剥落，进而削弱基础的承载能力。这种侵蚀作用不仅会降低管道的稳定性，还可能引发管道沉降、渗漏等一系列问题，

对排水系统的长期稳定运行构成严重威胁^[1]。因此，在排水管道施工过程中，必须充分考虑地下水的影响，采取有效的排水、降水及防护措施，以确保管道施工的顺利进行及后续的稳定运行。

1.3 土层特性

土层特性作为排水管道施工中的重要考量因素，其物理力学性质的差异对施工过程及结果产生着显著影响。在砂土、砂砾土等松散土层中，由于土壤颗粒间空隙较大，土壤凝聚力较弱，管道敷设后易受重力作用而发生下沉。这种下沉不仅会导致管道坡度改变，影响排水效率，还可能造成管道接口处错位、渗漏等严重问题。相比之下，岩石、硬土等坚硬土层则给排水管道施工带来了另一番挑战。这类土层硬度高、开挖难度大，往往需要采用特殊的施工技术和设备，如爆破、掘进机等，从而大幅增加了施工成本和难度。同时，坚硬土层对管道基础的稳定性要求较高，需确保管道基础与土层之间的紧密结合，以防止管道因土层不稳定而发生位移或破损。

2 复杂地质条件下水利排水管道施工技术

2.1 顶管施工技术

在面对河流、道路以及其它复杂地质条件时，传统的开挖施工方法往往显得力不从心，不仅会对地面造成破坏，还可能引发交通中断等一系列问题。而顶管施工技术，作为一种先进的非开挖施工方法，凭借其独特的优势，在这些复杂地质条件下的管道施工中展现出了强大的应用潜力。顶管施工技术的核心在于利用顶管机这一专业设备，将管道顶入预定的土层中。这一过程中，顶管机不仅需要具备足够的顶推力，以克服土壤对管道的阻力，还需保持高度的稳定性和精度，以确保管道能够按照设计要求准确敷设。因此，在选择顶管机时，必须综合考虑地质条件、管道直径、施工长度以及周围环境等多重因素，以确保施工的高效与安全。在实际施工

过程中,注浆减阻是顶管施工不可或缺的一环。通过向管道周围的土层中注入适量的浆液,可以有效减小土壤与管道之间的摩擦阻力,从而降低顶管过程中的能耗和管道磨损^[2]。同时,注浆还能起到加固土层、防止地层塌陷的作用,为顶管施工提供更为稳定的作业环境。此外,测量纠偏也是顶管施工中不可忽视的关键步骤。由于地质条件的复杂性和施工过程中的不确定性,管道在顶进过程中难免会出现偏差。因此,必须采用先进的测量技术,实时监测管道的位置和姿态,并根据测量结果及时调整顶管机的施工参数,以确保管道能够按照设计要求准确敷设。

2.2 开挖施工技术

在地质条件相对简单且施工场地宽敞的情况下,开挖施工技术以其直接、高效的特点,成为水利排水管道施工的首选方案。这一技术通过一系列有序的工序,包括开挖沟槽、铺设管道以及回填夯实,确保了管道施工的顺利进行和后续的稳定运行。开挖沟槽是开挖施工技术的第一步,也是至关重要的一环。在开挖前,需对施工现场进行详细的测量和规划,确定沟槽的走向、宽度和深度。开挖过程中,应严格控制沟槽的形状和尺寸,避免超挖或欠挖现象的发生。同时,还需注意保护周边的环境设施,确保施工的安全与文明。铺设管道是开挖施工技术的核心步骤。在管道铺设前,需对管道进行仔细的检查 and 准备,确保其质量符合设计要求。铺设过程中,应严格按照施工图纸进行,确保管道的坡度、位置和高程等参数准确无误。此外,还需注意管道之间的接口处理,确保接口的严密性和稳定性。回填夯实是开挖施工技术的最后一步,也是确保管道稳定运行的关键环节。回填材料的选择应根据地质条件和设计要求进行,常用的回填材料包括原土、砂石、灰土等。回填过程中,应分层进行夯实,确保回填材料的密实度和稳定性。同时,还需注意控制回填的速度和压力,避免对管道造成不必要的损坏。在开挖施工过程中,基础处理措施的选择同样至关重要。根据地质条件的不同,可以选择灰土垫层、砂石垫层、钢筋混凝土管沟等基础处理方式,以确保管道基础的稳定性和承载力。这些基础处理措施不仅能够有效分散管道所承受的荷载,还能提高管道的抗震性能和耐久性。

2.3 穿越河流施工技术

在水利排水管道施工中,穿越河流是一项极具挑战性的任务。河流的水流冲击、河床冲刷以及复杂的地质条件,都对管道的施工和安全运行提出了严峻考验。为了有效应对这些挑战,我们通常采用挖沟埋设、顶管或

水平定向钻孔等穿越河流施工技术。挖沟埋设技术,作为一种传统且直观的施工方法,特别适用于水流平缓、河床平直且地质稳定的河流。在这种条件下,通过开挖河床沟槽,将管道埋设于其中,并采取相应的防护措施,如铺设砂石垫层、设置混凝土护管等,以确保管道免受水流冲刷和河床变动的影响。此方法施工简单、成本相对较低,但要求施工期间河流的水流和河床状态保持相对稳定。然而,在河床为均质粘土层或地质条件更为复杂的中小河流中,挖沟埋设技术可能难以实施。此时,顶管或水平定向钻孔技术便成为了更为合适的选择。顶管技术通过顶管机将管道顶入河床下方的土层中,避免了直接开挖河床对水流和河床结构的破坏。而水平定向钻孔技术则利用钻孔设备在河床下方形成一条导向孔,随后将管道拉入孔中并完成连接。这两种技术均能有效应对河床冲刷和地质不稳定的问题,确保管道的安全穿越。在选择穿越河流施工技术时,我们需综合考虑河流的水流状况、河床地质条件、施工难度以及成本等因素^[3]。同时,施工过程中还需加强监测和防护措施,如设置临时支撑结构、加强注浆固结等,以确保施工的安全和管道的长期稳定运行。

3 水利排水管道穿越复杂地质条件施工注意事项

3.1 加强地质勘察

在水利排水管道穿越复杂地质条件的施工过程中,地质勘察作为首要环节,其重要性不言而喻。详细而准确的地质勘察,不仅能为施工方案的制定提供科学依据,还能有效规避施工过程中的潜在风险,确保施工的安全与效率。地质勘察的内容应涵盖施工区域的地质构造、地层分布、土质特性、地下水位以及可能存在的地质灾害等多个方面。通过地质钻探、物探、化探等多种手段,我们可以深入了解施工区域的地质条件,为后续的施工技术选择和施工方案制定奠定坚实基础。在地质勘察过程中,应特别关注地下水位的变化情况。地下水位的高低直接影响施工难度和管道的稳定性。因此,需准确测量地下水位,并分析其季节性变化规律,以便在施工时采取相应的排水或降水措施,确保管道敷设过程中的稳定性和安全性。此外,对土层特性的详细了解也是地质勘察的重要一环。不同土层的物理力学性质差异显著,对施工技术和方法的要求也各不相同。通过地质勘察,我们可以明确施工区域土层的类型、厚度、承载力等关键参数,为选择合适的施工技术和设备提供有力支持。

3.2 确保施工安全

在水利排水管道穿越复杂地质条件的施工过程中,

施工安全是首要任务，也是项目成功的关键。为确保施工人员和设备的安全，必须构建全方位的安全保障体系，制定完善的安全措施和应急预案。首先，加强安全管理是核心。项目管理团队应设立专门的安全管理岗位，负责全面监督施工安全，确保各项安全措施得到有效执行。同时，应定期组织安全培训和演练，提高施工人员的安全意识和应急处理能力，使他们能够熟练掌握安全操作规程，并在紧急情况下迅速做出反应。针对顶管施工、水下作业等特殊施工环节，更应严格遵守操作规程和安全规范。在顶管施工中，应确保顶管机的稳定性和精度，加强注浆减阻和测量纠偏措施，防止管道偏移或破损。同时，应密切关注地质条件的变化，及时调整施工方案，确保施工安全。在水下作业中，应严格遵守潜水作业规范，确保潜水员具备相应的资质和经验。同时，应配备专业的潜水装备和救生设备，确保潜水员在水下的安全。此外，还应加强水下作业的监测和记录，及时发现并处理潜在的安全隐患。除了上述特殊施工环节外，施工过程中的一般安全措施也不容忽视^[4]。应设置明显的安全警示标志，确保施工现场的秩序和人员的安全。同时，应定期对施工设备进行检查和维护，确保其正常运转和安全性。最后，制定完善的应急预案是确保施工安全的重要保障。应急预案应涵盖各种可能出现的紧急情况，如设备故障、人员伤亡、自然灾害等，并明确应急响应流程和责任人。通过定期演练和更新，确保应急预案的有效性和实用性。

3.3 注重施工质量

在水利排水管道穿越复杂地质条件的施工中，施工质量直接关系到管道未来的长期稳定运行。因此，将施工质量视为工程的核心要素，是确保项目成功的关键所在。为确保施工质量，首先需加强质量控制体系的建立与完善。项目团队应设立专门的质量管理部门，负责全面监督施工过程中的质量控制工作。该部门应制定详细的质量控制计划，明确各阶段的质量控制要点和验收标准，确保施工过程中的每一步都符合设计要求和施工规

范。在管道材质的选择上，应严格按照设计要求进行采购和验收。管道材质应符合国家相关标准，具备良好的耐腐蚀、抗压等性能。同时，对管道的规格也需进行严格控制，确保其与设计要求一致，避免因规格不符而导致的施工问题。管道的焊接质量是施工过程中的重要环节。焊接作业应严格遵守相关规范，确保焊缝的强度和密封性。焊接前，应对焊材进行检验，确保其质量符合要求。焊接过程中，应控制焊接速度和温度，避免产生焊接缺陷。焊接完成后，还应对焊缝进行外观检查和无损检测，确保其质量达标。此外，施工过程中的其他细节也需严格控制。如管道的敷设应平整、稳固，避免出现弯曲、错位等现象；管道的连接应紧密、可靠，避免出现渗漏等问题。这些细节的控制，都是确保施工质量的重要环节。

结语

水利排水管道穿越复杂地质条件的施工技术多种多样，需根据具体地质条件、管道直径和长度等因素进行综合考虑。在施工过程中，需加强地质勘察、确保施工安全、注重施工质量，以确保管道穿越复杂地质条件的安全性和可靠性。随着技术的不断进步和经验的积累，水利排水管道穿越复杂地质条件的施工技术将不断完善和发展。

参考文献

- [1]刘越,杨二孟.复杂地质条件下水利工程施工关键技术研究[C]//《中国建筑金属结构》杂志社有限公司.2024新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集(一).黄河勘测规划设计研究院有限公司;,2024:2.
DOI:10.26914/c.cnkihy.2024.036578.
- [2]胡竞文,王松.水利工程深基坑排水控制技术与安全管理要点分析[J].水上安全,2024,(19):185-187.
- [3]陈丽芳.农业农田水利灌溉与排水工程现状及优化对策[J].河南农业,2022,(20):53-55.
- [4]李帅.暗管排水技术在农田水利中的应用研究[J].农业灾害研究,2021,11(10):147-148.