

泵站施工中的基坑支护与降水技术研究

朱太飞¹ 唐加庆²

1 昆山市水利建筑安装工程有限公司, 江苏苏州, 215300;

2 苏州市吴中区水务局, 江苏苏州, 215104;

摘要: 本文首先对基坑降水技术的基础进行概述, 分析了降水技术在泵站施工中的重要性及其影响因素, 并详细阐述了降水技术的基本流程。接着, 文章对基坑支护技术进行了全面解析。在此基础上, 文章进一步详细探讨了基坑降水技术的具体应用, 如井点降水系统、喷射井点与深井泵降水等, 以及降水井的合理布置与选择策略。最后, 文章着重研究了基坑支护与降水的协同应用, 强调了支护与降水联合设计的重要性, 提出了施工期间动态监测与调整的方法, 以及避免基坑失稳与减少周围环境影响的策略。

关键词: 基坑支护; 降水技术; 泵站施工; 井点降水

DOI: 10. 69979/3060-8767. 25. 09. 029

1 基坑降水技术基础

1.1 降水技术在泵站施工中的作用

降水技术在泵站施工中扮演着至关重要的角色。首先, 它能够有效降低基坑内的地下水位, 为泵站施工提供一个干燥的作业环境。这不仅可以提高施工效率, 还能有效避免因地下水影响而导致的施工质量问题。其次, 降水技术还能增强基坑的稳定性, 减少基坑侧壁和坑底的渗水量, 降低基坑失稳的风险。最后, 通过合理的降水措施, 可以保护泵站周边的地下水资源, 避免施工活动对地下水环境造成不良影响。因此, 在泵站施工中, 科学合理地运用降水技术, 是确保施工安全、质量和进度的重要保障。

1.2 影响基坑降水的因素分析

基坑降水技术在泵站施工中扮演着至关重要的角色, 它能够确保基坑开挖过程中的稳定性, 防止地下水位过高导致的土体软化或流砂现象。影响基坑降水的因素多种多样, 包括但不限于地质条件、地下水类型与埋深、气候因素以及周边环境。例如, 地质结构中的砂层或粉细砂层对降水效果有显著影响, 渗透性强的砂层可能需要更复杂的降水方案, 如采用深井泵或深井井点降水技术。此外, 地下水类型与埋深也是决定降水技术选择的关键因素。不同类型的地下水, 如承压水和潜水, 对基坑降水的影响截然不同。承压水因其具有一定的压力, 需要特别设计降水方案, 以防止降水过程中地下水的突然涌入。而潜水则相对较为稳定, 但其埋深和水量也会影响降水效果。同时, 气候因素如降雨量和降雨强度, 也会对基坑降水产生重要影响。在降雨量大的季节, 基坑内的地下水位可能会显著上升, 增加降水难度和成

本。最后, 周边环境也是不可忽视的影响因素。例如, 基坑周边有建筑物或地下管线时, 需要特别谨慎地选择降水方案, 以避免对周边环境造成不良影响。因此, 在制定基坑降水方案时, 必须综合考虑各种影响因素, 确保降水技术的科学性和合理性。

1.3 降水技术的基本流程

降水技术在泵站施工中起着至关重要的作用, 它能够有效地降低地下水位, 确保基坑开挖过程中的稳定性。基本流程通常包括降水需求评估、降水方案设计、降水井施工、降水试验、降水系统运行及后期的地下水位恢复管理。

降水需求评估是降水技术实施的首要步骤, 它通过对泵站施工区域的地下水位、地质条件以及周边环境的综合分析, 确定是否需要采取降水措施以及所需降低的地下水位幅度。接下来, 根据评估结果, 设计科学合理的降水方案, 明确降水井的数量、位置、深度以及降水系统的配置等关键参数。

降水井施工是降水方案实施的关键环节, 它要求严格按照设计方案进行施工, 确保降水井的质量和效果。在施工过程中, 还需对降水井进行实时监测, 以及时发现和解决可能出现的问题。降水试验则是在降水井施工完成后进行的一项重要工作, 它通过对降水系统的试运行, 检验降水效果是否达到预期目标, 并根据试验结果对降水方案进行必要的调整和优化。

降水系统运行是降水技术实施的核心阶段, 它要求降水系统能够持续、稳定地运行, 以满足基坑开挖过程中的降水需求。在此期间, 需对降水系统进行定期维护和保养, 以确保其长期稳定运行。最后, 在基坑开挖完成后, 还需进行地下水位恢复管理, 通过采取适当的措

施,逐步恢复地下水位至正常水平,以减少对周边环境的影响。

2 基坑支护技术详解

2.1 土钉墙支护

土钉墙支护是一种经济且有效的基坑支护技术,尤其适用于地下水位较高、土质条件复杂的城市建设中。该技术通过在开挖的基坑侧壁上设置一系列的土钉,将基坑土体与支护结构紧密结合,形成一个整体的稳定结构。土钉墙支护不仅增强了基坑土体的抗剪强度,还提高了整体稳定性,有效抵抗了侧向土压力。土钉一般采用钢筋或钢绞线制成,通过钻孔注浆的方式固定在土体中,注浆材料通常采用水泥砂浆或水泥浆,确保土钉与土体之间的粘结力。同时,土钉墙支护还需配合面层防护,如喷射混凝土面层,以进一步提高支护效果。该技术施工简便、快捷,对周边环境干扰小,因此在城市基坑工程中得到了广泛应用。

2.2 深层搅拌桩支护

深层搅拌桩支护是一种有效的基坑支护技术,尤其适用于地下水位较高或土质条件复杂的泵站施工场景。该技术通过利用水泥浆液或其他固化剂与基坑土体混合,形成具有较高强度和稳定性的搅拌桩体,从而增强基坑周边土体的刚度,防止基坑坍塌或土体流失。

深层搅拌桩支护的施工过程相对简单,首先,通过专业的搅拌设备将水泥浆液或其他固化剂注入到基坑土体中,同时利用搅拌叶片进行充分混合,确保固化剂均匀分布。随着搅拌的深入,土体逐渐与固化剂发生化学反应,形成具有高强度和良好稳定性的搅拌桩体。这些搅拌桩体不仅能够提供有效的支护作用,还能有效阻止地下水的渗透,确保基坑施工的安全进行。此外,深层搅拌桩支护还具有较好的经济性。由于该技术利用的是基坑原有的土体,只需添加适量的固化剂,因此大大减少了支护材料的消耗。同时,搅拌桩体的施工速度快,能够缩短工期,进一步降低施工成本。

值得注意的是,深层搅拌桩支护的效果受多种因素影响,如固化剂的种类和用量、搅拌设备的性能、土体的性质等。因此,在施工前需要进行详细的勘察和设计,确保支护方案的科学性和合理性。

2.3 钢管桩与地下连续墙支护

在基坑支护技术中,钢管桩与地下连续墙是两种广泛应用且效果显著的支护结构。钢管桩以其高强度和可穿透性强的特点,常用于地下水位较高或地层复杂的场地,如地铁站、大型泵站等工程的建设。其工作原理是利用自身重量和连接稳定性,形成一道连续的屏障,有

效抵抗侧向土压力和地下水的渗透。

而地下连续墙则是一种连续、无接缝的墙体,通常由多次挖掘和浇筑混凝土墙段组成。这种技术不仅提供强大的侧向支撑,还能形成良好的防水屏障,减少降水需求。在地下水丰富或邻近建筑物需严格控制沉降的项目中,地下连续墙是首选方案。其施工通常涉及挖掘槽段、清除泥浆、安装钢筋笼、浇筑混凝土等多个步骤,每一步都需要严格的质量控制,以确保墙体的整体强度和稳定性。此外,地下连续墙的设计还需考虑墙体厚度、深度、钢筋配置等因素,以满足不同项目的特定需求。

3 基坑降水技术详解

3.1 井点降水系统

井点降水系统是基坑降水技术中的一种重要方法,尤其适用于地下水位较高或土质渗透性强的施工环境。该系统通过在基坑周围设置一系列的降水井,利用真空吸力或水泵将地下水抽出,降低地下水位,确保基坑开挖和结构施工的稳定性。井点降水系统的优势在于其灵活性和高效性。根据基坑的大小、形状和地下水位情况,可以灵活调整降水井的数量和位置,以实现最佳的降水效果。同时,该系统能够快速有效地降低地下水位,为基坑开挖和结构施工提供干燥、稳定的工作环境。此外,井点降水系统还具有一定的环保性,通过合理控制降水速度和水量,可以最大限度地减少对周围环境的影响。

3.2 喷射井点与深井泵降水

在基坑降水技术中,喷射井点与深井泵降水是两种重要的方法,尤其适用于地下水位较高或基坑深度较大的复杂工程。喷射井点系统通过在基坑周围布置一系列小口径井点,利用高压水泵将地下水抽出,有效降低地下水位。而深井泵降水则是通过在基坑内部或周边挖掘深井,并安装潜水泵或深井泵进行抽水作业。深井泵降水方法具有抽水效率高、降水深度大、适应性强等特点,特别适用于基坑深度大、地下水位高且土层渗透性差的复杂地质条件。此外,深井泵降水还可以根据基坑开挖进度和地下水位变化情况,灵活调整抽水位置和抽水量,确保基坑开挖和结构施工的安全稳定。在实际应用中,喷射井点与深井泵降水方法常常结合使用,以充分发挥各自的优势,实现最佳的降水效果。

3.3 降水井的布置与选择

在基坑降水技术中,降水井的布置与选择是确保施工安全和效率的关键环节。合理的降水井布局可以有效降低地下水位,防止基坑过量涌水,影响支护结构的稳定性。通常,降水井的布置会依据基坑的几何形状、地质条件、地下水的赋存状态以及周边环境敏感性等因素

进行。例如，对于矩形基坑，井点通常沿基坑周边均匀布置；而复杂地质条件下，可能需要采用环形或星形布置，以确保降水效果的均匀性。此外，降水井的深度和间距需通过水文地质计算确定，以达到既定的降水深度，同时避免过度抽取导致的地面沉降问题。在某些大型泵站工程中，可能需要结合多种降水井类型，如采用浅层的轻型井点与深层的深井泵相结合的方式，以实现分层次、有控制的降水目标。

4 基坑支护与降水的协同应用

4.1 支护与降水的联合设计

在基坑施工中，支护与降水的联合设计是确保工程安全和效率的关键环节。基坑降水不仅要有效降低地下水位，防止地下水对支护结构的不利影响，同时也要考虑到地下水位变化对周边建筑物稳定性及地基土体性质的潜在影响。例如，通过合理的降水方案，可以减少地下水对土体的浮力，从而减小支护结构承受的侧向土压力。

联合设计过程中，通常会采用数值模拟方法，如有限元分析，结合现场的土质条件、地下水动态及工程经验，预测降水对基坑稳定性的影响。此外，可能需要采用多种降水技术的组合，如在地下水渗透性强的区域，可能先采用井点降水系统快速降低水位，再结合深井泵进行深层降水，以实现降水效果的最大化和最优化。

施工期间，支护与降水的动态监测至关重要。通过设置的地下水位监测井和支护结构监测点，实时获取数据并反馈至设计模型中，以调整降水策略或加固支护措施。例如，当监测数据表明降水导致周边建筑物出现沉降预警时，可能需要调整降水速率或采取补偿措施，如设置土体加固区，以防止对周边环境造成不可逆的影响。

4.2 施工期间的动态监测与调整

在泵站施工过程中，基坑支护与降水的动态监测与调整是确保工程安全和质量的关键环节。施工期间，由于地质条件的复杂性和不可预见性，如地下水位的变化、土体的渗透性以及周边建筑物的沉降，都需要实时监测并作出相应调整。例如，当井点降水系统运行中发现地下水位下降速率过快，可能引起基坑周边土体的不均匀沉降，此时需调整降水方案，可能需要增加井点数量或调整抽水频率，以维持地下水位的稳定下降。同时，利用地下水位监测数据，结合地下水动力学模型进行分析，预测可能对周边环境的影响。

此外，支护结构的稳定性也需要持续监控。通过安

装在支护结构内部或周边的传感器，可以实时获取土钉、搅拌桩或地下连续墙的应力变化情况。一旦发现异常应力集中或变形，应及时采取加固措施，如注浆补强或调整支护结构的预应力，确保支护结构的安全性能。

施工期间，还应结合地面沉降监测数据，对周围建筑物和地下管线的保护采取预防措施。例如，通过设置沉降观测点，对比分析施工前后的沉降数据，一旦发现沉降速率超过预警值，可能需要调整降水策略或采取补偿措施。

4.3 避免基坑失稳与周围环境影响的策略

首先，制定详细的应急预案至关重要。应急预案应涵盖各种可能出现的紧急情况，包括但不限于基坑失稳、地下水位异常波动、周边建筑物沉降过快等。预案中应明确应急响应流程、责任分工、救援措施以及所需设备和物资的准备。通过定期的应急演练，提高施工团队的应急响应能力和协作效率。

其次，加强与周边居民的沟通也是减少环境影响的关键。施工前，应向周边居民详细解释施工方案、可能的影响以及采取的保护措施，以获取他们的理解和支持。施工期间，定期向居民通报施工进度和监测结果，及时回应他们的关切和疑问，增强透明度和信任度。

此外，采用先进的施工技术和材料也是有效避免基坑失稳和环境影响的重要手段。例如，采用高性能的支护结构和防水材料，提高基坑的稳定性和防水性能；利用智能化监测系统进行实时监测和数据分析，及时发现并处理潜在的安全隐患。

5 结语

总之，泵站施工中的基坑支护与降水技术是一个复杂而关键的系统工程。通过科学合理的支护设计与降水方案，结合先进的施工技术 with 材料应用，可以有效确保基坑的稳定性和施工安全。同时，加强施工期间的动态监测与调整，以及采取积极的沟通策略与环境保护措施，能够最大限度地减少对周边环境的影响，提升施工质量和效率。未来，随着技术的不断进步和创新，基坑支护与降水技术将迎来更多的发展机遇和挑战，为泵站施工领域的发展注入新的活力。

参考文献

- [1] 毕仁芬. 基坑支护在水利工程中的应用[J]. 河南水利与南水北调, 2024(02)
- [2] 王龙. 基于管井井点降水的水闸泵站基坑施工技术研究[J]. 东北水利水电, 2023(03)