

深基坑施工中地下水控制技术探讨

段二敏¹, 李 珊²

(1. 西安市政道桥建设集团有限公司, 陕西 西安 710082;

2. 西安排水集团有限公司, 陕西 西安 710082)

摘 要 深基坑施工是土木工程中一项复杂且关键的工作, 尤其在城市建设中扮演着重要角色。然而, 地下水作为地质环境中的关键要素, 对深基坑施工的安全与稳定性构成了显著挑战。本文探讨了深基坑施工中的地下水控制技术, 分析了地下水对深基坑施工的影响, 详细介绍了多种地下水控制技术的原理、实施步骤及应用实例, 并探讨了施工监测与风险管理的重要性, 旨在为深基坑施工中的地下水控制提供理论支持和实践指导, 确保施工的安全性和高效性。

关键词 深基坑施工; 地下水控制; 井点降水; 帷幕灌浆; 施工监测

中图分类号: TU47

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.011.013

0 引言

随着城市化进程的加速, 城市地下空间的开发利用日益增多, 深基坑施工成为土木工程中不可或缺的一部分。深基坑施工涉及地质条件复杂、施工难度大、安全风险高等问题, 其中地下水控制是确保施工顺利进行的关键环节。地下水不仅影响基坑的稳定性, 还可能对周围环境造成不利影响。因此, 研究深基坑施工中的地下水控制技术, 对于保障施工安全、提高工程质量具有重要意义。

1 地下水对深基坑施工的影响

1.1 对基坑稳定性的影响

1. 渗透作用: 地下水通过基坑壁面或底部渗透进入基坑内部, 会降低基坑土体的抗剪强度, 加大基坑边坡失稳的风险。特别是在软土地区, 地下水的渗透作用更为明显, 可能导致基坑边坡滑塌、坑底隆起等安全问题。

2. 浮力作用: 地下水对基坑底部产生的浮力作用也是影响基坑稳定性的重要因素。当地下水位上升时, 基坑底部受到的浮力作用增大, 可能导致基坑底板隆起或破坏。在深基坑施工中, 由于开挖深度大, 地下水浮力作用更为显著, 需采取有效措施加以控制^[1]。

3. 冲刷作用: 地下水流动对基坑边坡产生冲刷作用, 可能加剧边坡的失稳。在砂土、砾石等粗粒土地区, 地下水流动速度较快, 冲刷作用更为明显。因此, 在这些地区进行深基坑施工时, 需特别关注地下水的控制问题。

1.2 对施工效率的影响

1. 施工难度增加: 地下水渗透导致基坑壁面泥泞, 增加支护结构的施工难度。施工人员难以在泥泞的基坑壁面上站立和操作, 导致施工效率降低。同时, 泥泞的基坑壁面还可能导致支护结构安装不牢固, 影响基坑的整体稳定性。

2. 工期延长: 地下水丰富时, 需采取降水措施降低地下水位, 以确保基坑施工安全进行。然而, 降水措施需占用大量施工时间和资源, 从而延长工期。特别是在地下水水位较高、渗透性较强的地区, 降水措施可能需持续数周甚至数月的时间, 对施工进度产生严重影响^[2]。

1.3 对周围环境的影响

1. 地面沉降: 地下水水位下降导致周围建筑物、地下管线等出现沉降或开裂。当地下水被大量抽取时, 地下水位迅速下降, 周围土体固结压缩, 进而引发地面沉降。这种沉降作用不仅影响周围建筑物的使用安全, 还可能对地下管线等基础设施造成破坏。

2. 水质污染: 深基坑施工过程中的泥浆、废水等可能通过地下水系统扩散, 对周围环境造成长期影响。特别是当泥浆、废水等含有有害物质时, 会对地下水水质造成污染, 威胁周围居民的健康和安全。

2 地下水控制技术的分类与原理

2.1 截水技术

1. 分类: 截水技术主要通过设置隔水帷幕来阻断地下水向基坑内的渗透。常见的截水技术包括地下连

续墙、旋喷桩帷幕、搅拌桩帷幕等。这些技术根据施工材料和工艺的不同,具有各自的适用范围和优缺点。

2. 原理:截水技术的原理是利用隔水材料的低渗透性,在基坑周围或底部形成一道连续的隔水帷幕,将基坑内外的地下水隔离^[3]。这样,即使基坑外的地下水水位较高,也无法渗透到基坑内部,从而确保基坑施工的安全进行。

2.2 降水技术

1. 分类:降水技术主要通过降低地下水水位来减少地下水对基坑的影响。常见的降水技术包括井点降水法、明沟排水法、电渗排水法等。

2. 原理:降水技术的原理是利用抽水设备将基坑内外的地下水抽出,从而降低地下水位。这样,即使基坑外的地下水水位较高,也无法对基坑施工产生影响。同时,降水技术还可以减少地下水对基坑壁面的渗透作用,提高基坑的稳定性。

2.3 回灌技术

1. 分类:回灌技术主要是在采取降水措施后,通过向基坑周围地层回灌地下水,以维持地下水位的相对稳定,减少对周围环境的影响。常见的回灌技术包括井点回灌法、渗透回灌法等。

2. 原理:回灌技术的原理是利用回灌设备将处理后的地下水注入基坑周围地层中,以维持地下水位的相对稳定。这样,即使采取了降水措施,也不会对周围环境造成太大的影响。

3 地下水控制技术的实施与应用

3.1 井点降水法

3.1.1 技术特点

井点降水法是一种常用的降水技术,具有降水速度快、效果显著、适用范围广等优点。该技术通过在基坑四周或内部按一定间距打入带孔的钢管(即井点),然后连接抽水管和真空泵,通过抽吸作用使地下水位下降到所需位置。井点降水法适用于各种地质条件的深基坑施工,特别适用于渗透性较强的土层。

3.1.2 实施步骤

1. 井点布置:根据基坑的形状、大小、深度以及地下水的渗透系数等因素,合理布置井点。井点间距应根据地下水的渗透速度和降水要求来确定,一般控制在 0.8~2.0 m 之间。

2. 井点安装:在基坑四周或内部按预定位置打入带孔的钢管(即井点),并安装抽水管和真空泵。井点管应垂直打入土中,确保管口畅通无阻。同时,应

对井点管进行密封处理,防止地下水从管口渗入。

3. 抽水作业:启动真空泵进行抽水作业,使地下水位下降到所需位置。抽水过程中应密切关注地下水位的变化情况,及时调整抽水速度和抽水量。同时,应定期对抽水管和真空泵进行检查和维护,确保其正常运行。

4. 监测与维护:在降水过程中应实时监测地下水位、基坑变形等参数,确保基坑的稳定性和施工安全。如发现地下水位异常上升或基坑变形过大等情况,应及时采取措施进行处理。

3.2 地下连续墙

3.2.1 技术特点

地下连续墙作为一种先进的基坑支护与截水技术,在现代建筑工程中得到了广泛应用。它以其独特的隔水性好、刚度大、抗渗性强等显著优点,成为解决复杂地质条件下基坑支护和地下水控制问题的有效手段。地下连续墙通过在基坑周围精确开挖槽沟,并在槽沟内精心设置钢筋笼和浇筑高强度混凝土,最终形成一道连续、密实的墙体。这道墙体不仅能够为基坑提供强有力的支护作用,还能有效隔离基坑内外的地下水,确保基坑开挖过程中的稳定性和安全性^[4]。

3.2.2 实施步骤

(1) 槽沟开挖:地下连续墙的施工首先需要进行槽沟开挖。根据基坑的具体形状和大小,使用专用的开挖设备沿基坑周围进行精确开挖。在开挖过程中,应密切关注地下水位的变化情况,及时调整开挖速度和开挖深度,以防止地下水对槽沟稳定性造成不利影响。同时,对槽沟进行必要的清理和加固处理,确保槽沟在后续施工过程中的稳定性和安全性。(2) 钢筋笼制作与安装:在槽沟开挖完成后,接下来需要在槽沟内制作并安装钢筋笼。钢筋笼的制作应严格按照设计要求进行,确保其尺寸、形状和钢筋间距等参数满足基坑支护和隔水帷幕的要求。钢筋笼的安装过程同样需要精确控制,确保其在预定位置固定牢固。为了提高钢筋笼的耐久性,还应对其进行防腐处理,以延长其使用寿命。(3) 混凝土浇筑:钢筋笼安装完成后,接下来需要在钢筋笼内浇筑混凝土以形成连续的墙体。混凝土浇筑过程中应密切关注混凝土的流动性和均匀性,确保混凝土能够充分填充槽沟并形成密实的墙体。同时,还需要对混凝土的浇筑速度和浇筑高度进行严格控制,以防止因浇筑不当导致的墙体质量问题。(4) 监测与维护:在地下连续墙的施工过程中,应实时监测墙体的变形情况和地下水位的变化情况。如发现墙

体变形过大或地下水位异常上升等情况,应及时采取措施进行处理,以确保基坑的稳定性和施工安全。同时,在地下连续墙施工完成后,还应定期对其进行检查和维护,确保其正常运行并满足设计要求。

3.3 帷幕灌浆法

3.3.1 技术特点

帷幕灌浆法是一种常用的截水技术,具有防渗效果好、适用范围广、施工简便等优点。该技术通过在基坑周围地层中注入水泥浆或其他化学材料形成一道连续的防渗帷幕。帷幕灌浆法不仅可以作为隔水帷幕使用,还可以作为基坑的支护结构之一。

3.3.2 实施步骤

1. 钻孔:根据基坑的形状和大小在基坑周围地层中钻孔。钻孔过程中应密切关注地下水位的变化情况及时调整钻孔速度和钻孔深度。同时应对钻孔进行清理和加固处理确保钻孔的稳定性和安全性。

2. 灌浆管埋设:在钻孔完成后,需埋设灌浆管。灌浆管应固定在钻孔内,并确保其畅通无阻。同时,灌浆管的连接应牢固可靠,防止在灌浆过程中出现漏浆或脱管现象。

3. 灌浆材料准备:根据地质条件和防渗要求,选择合适的灌浆材料。常用的灌浆材料包括水泥浆、水泥砂浆、化学灌浆材料等。灌浆材料应具有良好的流动性、凝结时间和强度等性能,以满足帷幕灌浆的要求。

4. 灌浆作业:将准备好的灌浆材料通过灌浆管注入钻孔内,形成一道连续的防渗帷幕。灌浆过程中应密切关注灌浆压力、灌浆量等参数,确保灌浆质量和效果。同时,应对灌浆过程进行记录,以便后续的质量检查和评估。

5. 监测与维护:在帷幕灌浆完成后,应实时监测地下水位、帷幕变形等参数,确保基坑的稳定性和施工安全。如发现地下水位异常上升或帷幕变形过大等情况,应及时采取措施进行处理。同时,帷幕灌浆完成后应定期对其进行检查和维护,确保其长期有效的防渗效果。

4 施工监测与风险管理

4.1 施工监测

4.1.1 监测内容

在深基坑施工中,地下水控制效果的监测是至关重要的一环。监测内容主要包括地下水位、基坑变形、周围建筑物和地下管线的沉降等。通过实时监测这些数据,可以及时发现潜在的安全隐患,并采取相应的

措施进行处理。

4.1.2 监测方法

监测方法应根据具体的施工条件和监测内容来选择。对于地下水位的监测,可以采用水位计或测压管等仪器进行测量;对于基坑变形和周围建筑物、地下管线的沉降,可以采用全站仪、水准仪等测量仪器进行观测^[5]。同时,还可以利用远程监控系统实现实时监测和数据传输,提高监测效率和准确性。

4.2 风险管理

4.2.1 风险识别

在深基坑施工中,地下水控制涉及的风险主要包括基坑失稳、周围建筑物和地下管线损坏、施工人员伤亡等。通过风险识别,可以明确潜在的风险源和风险因素,为后续的风险评估和应对措施提供依据。

4.2.2 应对措施

根据风险评估的结果,应制定相应的应对措施来降低或消除风险。对于基坑失稳的风险,可以采取加强支护结构、降低地下水位等措施;对于周围建筑物和地下管线损坏的风险,可以采取隔离保护、加固处理等措施;对于施工人员伤亡的风险,可以加强安全教育培训、提高安全防护水平等措施。

5 结束语

深基坑施工中的地下水控制是确保施工安全和质量的关键环节。通过采用截水技术、降水技术和回灌技术等多种手段,可以有效地控制地下水对基坑的影响。同时,加强施工监测和风险管理也是保障施工安全的重要措施。在未来的深基坑施工中,应继续深入研究地下水控制技术和风险管理方法,不断提高施工水平和安全性。通过科学合理的施工方案和严格的管理措施,确保深基坑施工的顺利进行和周围环境的保护。

参考文献:

- [1] 张明远,李静怡.深基坑施工中的地下水控制技术研究[J].岩土工程学报,2022,44(05):789-796.
- [2] 谢俊.基于不同地质单元地铁基坑地下水控制方法分析[J].交通科技与管理,2024,05(05):35-38.
- [3] 李华冰,何智慧.深基坑高压旋喷桩截水施工及实时监测技术研究[J].建筑机械,2024(09):28-31.
- [4] 陶长青.地下连续墙施工质量安全控制[J].中国建筑金属结构,2024,23(09):160-162.
- [5] 高风昭,刘冬林.填海区内支撑结构深基坑监测分析[J].土工基础,2024,38(02):304-309.