

复杂环境下建筑工程深基坑降水方案优化设计

聂冬平

江西百泰建筑工程有限公司 江西南昌 330000

摘要: 随着城市化速度的加快, 建筑工程的规模和深度持续扩大, 深基坑工程在复杂环境下的降水问题变得愈发显著。本文针对复杂环境下深基坑降水问题, 提出了优化设计方案。文章深入分析了深基坑降水的必要性及其对工程安全的重要性, 随后探讨了影响降水效果的多种因素, 涵盖了地质条件、基坑尺寸、周边环境等多个方面。在此基础上, 提出了包括井点系统设计、排水系统优化、监测与预警机制建立等在内的降水方案优化措施。

关键词: 深基坑; 降水方案; 优化设计; 复杂环境

引言

在建筑工程中, 深基坑工程是确保建筑物安全稳定的基础。随着城市地下空间的开发利用, 深基坑工程的规模和深度不断增加, 降水作为深基坑施工的重要环节, 其方案设计的合理性直接关系到工程的顺利进行和周边环境的安全。在复杂环境下, 如地下水位高、土质复杂、周边建筑物密集等情况下, 传统的降水方法往往难以满足工程需求, 因此, 对深基坑降水方案进行优化设计显得尤为重要。

一、复杂环境特征及其对建筑工程深基坑降水的影响

(一) 复杂环境要素识别

复杂环境在建筑工程中的具体体现是多方面的, 需要细致识别。首先是基坑紧邻的既有建筑结构。这些结构机械的作业半径和土方开挖、运输的顺序, 进而影响降水系统的安装效率、抽水效率以及整个基坑工程的施工组织。对这些复杂环境要素进行全面、准确的识别, 是后续分析其影响并制定应对策略的前提。

(二) 环境要素对降水影响的工程机制

这些识别出的环境要素会通过具体的工程机制作用于降水过程, 并产生相应的后果。例如, 降水引起的地下水位下降, 会在渗透系数相对较高的土层中引发土体固结沉降。当基坑紧邻的既有建筑结构, 特别是那些基础形式简单(如天然浅基础)、结构刚度较低或对差异沉降极为敏感(如精密仪器厂房、古建筑)时, 这种由降水引发的、往往不均匀的沉降, 极有可能超出其结构承载或变形适应能力, 导致墙体开裂、基础倾斜甚至结构

破坏。不同土层的渗透系数存在显著差异时, 降水漏斗曲线将不再是理想的同心圆状, 而是在高渗透性土层中扩展迅速, 而在低渗透性土层中扩展缓慢, 形成复杂、不规则的形状。这导致基坑内不同区域的地下水位下降速度和幅度不一致, 影响降水效果的均匀性, 可能出现局部区域降水不足或过度降水的情况。如果基坑开挖范围内或其下方存在承压水层, 且承压水头高于基坑开挖底板标高, 那么在降水或开挖过程中, 若对承压水头控制不当, 承压水可能顶破上覆土层, 发生突涌现象, 导致基坑底板隆起、破坏, 严重威胁基坑稳定和工程安全。至于场地狭窄对降水设备布置和施工顺序的限制, 则可能导致降水井点间距过大、抽水能力不足, 或者施工机械难以高效作业, 延长降水时间, 降低降水效率, 甚至因为施工干扰导致降水系统运行不稳定。这些环境要素通过上述机制, 共同构成了深基坑降水工程面临的主要挑战^[1]。

二、建筑工程深基坑降水方案的关键设计要素

(一) 地质条件适应性

地质条件适应性是降水方案设计的基石。降水方案绝非可以随意套用, 它必须首先与场地的具体地质条件高度契合。这要求设计者必须详尽掌握含水层的分布状况、各土层的渗透系数大小、地下水位的具体埋深, 以及是否存在承压水层及其水头压力等核心地质参数。这些参数是选择最适宜降水方法(例如, 是采用轻型井点、喷射井点、管井、深井, 还是结合集水明排等)的关键依据。例如, 渗透系数大的砂砾石层适合管井或深井, 而渗透系数小的粘性土层可能需要结合真空井点或进行预降水。同时, 这些地质信息也是确定井点布置的密度、

间距、深度等具体参数的基础。脱离了准确的地质条件分析,降水方案就如同无源之水,极易导致降水效果不佳或成本失控^[2]。

（二）降水深度与范围控制

在基坑工程中,降水深度的确定必须精准无误。它不仅要满足基坑开挖所需的最大深度以及后续基础结构施工的空间要求,更要考虑到对基坑底板抗突涌稳定性的保障。特别是在存在承压水的情况下,需要将承压水头降至基坑底板以下足够的安全距离,以防止发生危险的基底隆起或破坏。与此同时,降水范围的划定也至关重要。降水范围不仅要完全覆盖基坑主体区域,还需延伸至基坑周边可能受到地下水位下降影响的区域,形成一个保护性的降水帷幕。然而,这个范围也不能无限扩大,必须通过精确的水文地质计算和模拟,力求将降水影响控制在最小必要范围内,以最大限度地减少对邻近建筑物、市政管线和环境的负面影响,避免引发不必要的沉降或开裂等问题。在实际操作中,工程师需要综合考虑地质条件、基坑尺寸、周边环境以及施工技术等多种因素,通过科学的计算方法和合理的工程措施,确保降水方案既安全又经济。

（三）与基坑支护体系的协同

在进行基坑工程的降水方案设计时,必须认识到降水方案并非是一个孤立的环节,它需要与基坑支护体系的设计紧密协同合作。设计降水方案的过程中,必须深入考虑降水过程对土体性质可能产生的改变,以及这些改变如何影响土压力的分布。例如,地下水位的下降会使得土体的有效应力增加,进而影响作用在支护结构上的主动土压力和被动土压力。同时,支护结构的存在及其施工方式(包括桩墙的插入深度、锚杆的位置和预应力、支撑体系的布置等)也会对降水效果产生重要的反作用。例如,支护桩墙的隔水性能会直接影响降水漏斗曲线的形态;而锚杆的设置可能会限制降水井点的布置位置。因此,降水设计与支护设计需要同步进行,相互校核,确保两者作为一个整体能够共同满足基坑的稳定性和变形控制要求,从而保障整个基坑工程的安全和可靠性。在实际施工中,工程师需要密切关注降水和支护的相互作用,及时调整方案以应对可能出现的问题,确保基坑工程的顺利进行。

（四）施工可行性考量

即便设计方案再完美,如果它脱离了实际的施工条件,那么它也只能停留在理论阶段,无法转化为实际的

工程成果。因此,在降水方案设计中,施工可行性是一个不可忽视的重要环节。设计者必须充分考虑施工现场的具体条件,这包括可供选择的降水设备类型及其性能参数、设备安装所需的物理空间、施工现场的供电容量是否满足大功率降水设备的需求、以及抽出的地下水的排放出路(是否需要设置临时排水管线,排入何处,是否会引发二次污染或影响周围环境等)。方案设计需要在这些实际约束条件下进行优化,确保所选方案不仅在理论计算上是可行的,在实际操作中也能高效、经济、安全地实施,避免因施工困难导致工期延误或成本超支,从而确保整个工程项目的顺利进行^[3]。

三、复杂环境下建筑工程深基坑降水方案的优化设计思路

（一）综合信息集成与风险评估

在进行优化设计的过程中,一个至关重要的前提条件是确保信息的全面性和评估的系统性。设计团队必须进行风险预评估,这不仅包括传统的地质勘察,还要求深入理解邻近既有建筑的结构特性及其对差异沉降的敏感度。为了精确掌握市政管线的材质、位置、埋深以及其允许的变形极限,设计团队需要对这些关键信息有详尽的了解。此外,了解邻近地铁等关键基础设施的结构形式、运营要求以及极其严格的变形控制标准也是必不可少的。同时,对基坑范围内地质剖面的精细刻画,特别是不同土层的渗透系数变化、承压水层的存在与否及其水头压力、软弱下卧层的分布等,都需有清晰的认识。在此基础上,运用数值模拟、经验公式等方法,预先评估降水可能引发的地表沉降、基坑周边土体位移、以及对邻近结构物和管线的影响程度,识别潜在的风险点,为后续的方案优化提供决策依据。

（二）多方案技术经济比选

基于风险评估的结果,设计不应局限于单一方案,而应初步拟定几种技术上可行、能够应对主要风险的降水方案。通过从技术可行性、环境影响、经济成本、施工周期等多个维度进行综合比较。例如,方案A可能采用大范围的深井降水,虽然技术成熟,降水效果有保障,但可能对环境的影响较大,成本较高;方案B可能采用局部降水结合回灌的方法,对环境的影响较小,成本相对较低,但技术实现可能更复杂,对施工控制要求更高。通过这种多方案的比选,可以筛选出在技术可靠性满足要求、环境影响可控、经济成本合理、施工周期可接受等多方面达到平衡的最优或次优方案,避免方案选择的盲

目性,确保设计的科学性和合理性。此外,设计团队还应考虑不同方案对周边交通、居民生活以及商业活动可能产生的影响,确保方案的实施不会对社会公共利益造成不利影响。同时,还应考虑方案实施过程中的安全风险,制定相应的应急预案,以确保施工期间的安全和稳定。最终,通过全面的分析和评估,选择一个综合效益最优的降水方案,为项目的顺利进行奠定坚实的基础^[4]。

(三) 动态设计与信息化施工

在面对复杂多变的环境条件时,进行降水工程会遇到许多不确定性因素。因此,为了确保工程的顺利进行,优化设计必须特别强调方案的动态调整能力以及施工过程中的信息化管理。这意味着降水方案不能仅仅停留在理论计算和图纸设计阶段,而必须具备根据实际情况灵活应变的生命力。通过在施工现场布设精密的水位观测孔、地表及建筑物沉降监测点、孔隙水压力计等监测设备,实时、连续地收集地下水位变化、土体变形、结构反应等关键数据。这些实时数据经过快速处理与分析,能够直观反映降水效果、环境影响以及潜在的工程风险,成为判断方案是否需要调整的直接依据。基于这些实时数据的动态调整,使得降水方案不再是静态的、一成不变的图纸,而是一个能够随着现场地质条件的细微差异、环境反应的实时变化、乃至突发状况的出现而灵活调整的“活”方案。这种基于监控反馈的即时决策与调整,大大提高了降水工程应对突发状况的能力,有效规避了潜在风险,显著提高了降水工程的成功率和安全性,真正实现了从设计到施工全过程的信息化管理与精细化控制。

(四) 与其他工程措施的整合

降水方案并不是孤立存在的,其优化设计必须放在整个基坑工程的施工组织中去综合考量。它需要与土方开挖的顺序、进度,支护结构的施工时机与方法,以及基础结构的施工节奏等各个方面的因素紧密配合。降水工程作为基坑工程的一个子系统,其效果和进程会直接受到其他工序的影响,同时,它也深刻地影响着其他工序的开展条件。例如,降水效果的好坏直接关系到土方开挖的可行性、支护结构施工的难度以及基础施工的质量。反过来,土方开挖的分层、分段、对称性,支护结构的封闭时间,都会影响降水区域的暴露程度和降水效

果。因此,通过与其他工程措施(如开挖、支护、基础施工)的整合,实现不同工序之间的协同效应至关重要。这种整合旨在找到一个最优的平衡点,使得降水工作既能满足自身目标,又不与其他工序产生过多的干扰和冲突,避免因降水与其他工序的步调不一致导致工程效率低下、工期延误,甚至引发新的工程风险。最终,通过这种系统性的整合与协同,可以形成一个整体最优的、高效且安全的施工组织方案,确保整个基坑工程在复杂环境下能够协调、有序、顺利地进行^[5]。

结语

复杂环境下建筑工程深基坑降水方案的优化设计是一个系统且复杂的过程。它需要综合考虑复杂环境特征对降水的影响,抓住地质条件适应性、降水深度与范围控制、与基坑支护体系协同以及施工可行性等关键设计要素。同时,遵循综合信息集成与风险评估、多方案技术经济比选、动态设计与信息化施工、与其他工程措施整合的优化设计思路。通过这些努力,能够有效应对深基坑降水工程面临的诸多挑战,提高降水效果,保障基坑稳定和工程安全,减少对周边环境和既有建筑的不利影响,实现整个基坑工程的高效、经济与安全施工。未来,随着建筑工程不断向更深、更复杂的环境拓展,还需进一步深入研究和完善深基坑降水方案的优化设计方法,以适应不断变化的工程需求。

参考文献

- [1] 杨敏,朱雨轩,赵德彬,等.复杂条件下深基坑支护及地下水控制技术研究[J].中国住宅设施,2022,(10):64-66.
- [2] 李善质.复杂环境下深基坑抗浮锚杆施工监理措施探讨[J].江西建材,2022,(10):305-306+315.
- [3] 尚世强.复杂环境下地铁深基坑施工动态监测及应用[J].中华建设,2022,(04):149-150.
- [4] 王争光.复杂环境下深基坑支护工程的施工方案优化[J].中国新技术新产品,2021,(22):112-114. DOI: 10.13612/j.cnki.cntp.2021.22.037.
- [5] 张蕾,李佳炜,闫吉祥.复杂环境下深基坑支护工程优化施工措施[J].中国住宅设施,2021,(05):22-23.