

浅谈灌注桩在水利工程中的应用

梁桐业 梁雅卉

中国水利水电第三工程局有限公司 陕西 西安 710000

摘要: 灌注桩作为水利工程中重要的基础形式,对保障工程安全稳定意义重大。本文首先概述了灌注桩技术,包括钻孔、沉管、人工挖孔灌注桩的特点。接着阐述了其在堤防、水闸、泵站、水电站工程中的具体应用,如加固堤基、承受荷载等。最后说明了灌注桩施工质量控制要点,涵盖成孔、钢筋笼制作与安装、混凝土灌注质量控制等方面,强调各环节对保证灌注桩质量及水利工程安全稳定运行的重要性。

关键词: 灌注桩;水利工程;应用

引言:在水利工程领域,基础质量关乎整个工程的安全性及稳定性。灌注桩作为水利工程中极为重要的基础形式,凭借自身特性,在不同类型的水利工程中均有着广泛应用。本文将详细阐述钻孔、沉管、人工挖孔等各类灌注桩的技术特点,介绍其在堤防、水闸、泵站、水电站等工程中的具体应用,同时深入分析灌注桩施工时成孔、钢筋笼制作与安装、混凝土灌注等环节的质量控制要点。

1 灌注桩技术概述

钻孔灌注桩通过机械钻孔、钢管挤土或人力挖掘形成桩孔,放置钢筋笼并灌注混凝土成桩,其适应性强,能应对软土、砂土、卵石层、岩石等各种复杂地质条件,可通过选择合适钻机和施工工艺完成桩孔施工;桩长和桩径变化大,可依工程需要灵活调整,桩长可达数十米甚至上百米,桩径也能在较大范围变化;施工噪音小,与打入式桩相比,对周围环境影响小,适合城市或对环境要求高的地区施工。沉管灌注桩用锤击或振动方法将带桩尖的钢管沉入土中,边灌注混凝土边拔管成桩,其施工设备简单,主要设备为桩管、桩锤和振动器等,成本低,操作易掌握,适合施工条件简单的工程;施工速度快,成孔快,能在短时间内完成大量桩施工,对工期紧的工程有优势;但承载能力受土质影响大,在软土地区施工易出现桩身缩颈、断桩等质量问题,影响承载能力^[1]。人工挖孔灌注桩采用人工挖掘成孔,放置钢筋笼并灌注混凝土成桩,其单桩承载能力高,可挖至较深深度,利用深层土承载能力,且桩身直径大,适合承载要求高的工程;施工质量容易控制,施工人员可直接观察孔壁情况,及时发现处理问题,钢筋笼制作安装和混凝土灌注等环节可现场直观检查监督;但施工安全性要求高,属高空作业且在地下进行,存在坍塌、溺水、中毒等隐患,需采取严格安全防护措施。

2 灌注桩在水利工程中的具体应用

2.1 堤防工程

堤防作为水利工程中防御洪水的关键建筑物,其安全性对人民生命财产安全至关重要,在堤防工程中灌注桩主要发挥加固堤基与提高堤防抗渗能力的作用。在加固堤基方面,软弱堤基承载能力弱,易出现较大地基沉降,影响堤防稳定,采用灌注桩能有效改善这一状况,通过在堤基中按一定间距和深度布置灌注桩形成桩基础,桩基础可将堤防产生的荷载均匀传递至深层土中,深层土通常具有更好的承载性能,能使堤防荷载均匀分布,避免局部应力集中,减少地基不均匀沉降,增强堤基稳定性,确保堤防在洪水冲击等外力作用下能保持稳定,保障其防御洪水功能正常发挥。在提高抗渗能力上,堤防背水侧易出现渗流问题,渗流会破坏堤防结构,降低其防御能力,设置灌注桩防渗墙可切断渗流路径,减少堤身渗透量,灌注桩防渗墙有连续墙和间隔桩两种形式,连续墙连续性好,能形成完整防渗屏障,有效阻挡水流渗透;间隔桩则通过桩间相互作用减少渗流,可根据堤防实际情况选择,若堤防所处地质条件复杂、渗流严重,连续墙防渗效果更优;若地质条件相对较好、渗流问题不突出,间隔桩可满足需求,通过合理选择灌注桩防渗墙形式,能提高堤防抗渗能力,防止因渗流导致堤防溃决,保障堤防在洪水期间安全稳定运行,为保护人民生命财产和地区安全提供坚实屏障。

2.2 水闸工程

水闸作为水利工程中控制水流的关键建筑物,其基础需承受较大水压力与自重等荷载,对稳定性要求极高,灌注桩在水闸工程中主要用作闸室基础以提升闸室稳定性。在承受荷载方面,水闸闸室运行时会产生巨大荷载,若基础不能有效处理,易引发地基不均匀沉降,影响闸室正常运行,采用灌注桩基础可将闸室荷载均匀

传递至地基土中,使地基各部分受力均衡,减少不均匀沉降现象,灌注桩桩长和桩径需依据水闸规模、地质条件及荷载大小等因素合理设计,不同规模水闸荷载差异大,大型水闸荷载大,需更长更粗灌注桩传递荷载。地质条件复杂时,如软弱土层,要适当增加桩长和桩径确保承载能力^[2]。荷载大小直接影响桩设计参数,精确设计才能保证基础稳固。在抗冲刷能力上,水闸水流冲刷较大部位,如闸底板前端,水流长期冲刷易使闸底板受损,严重时冲毁闸底板,影响水闸安全,采用灌注桩加固这些部位,灌注桩可深入稳定土层,增强闸底板与地基连接,提高整体抗冲刷性能,其刚性结构能抵抗水流冲击力,减少水流对闸底板直接冲刷,保护闸底板不被破坏,确保水闸在长期水流作用下正常运行,保障水利工程安全稳定,为防洪、灌溉、供水等功能实现提供坚实基础支撑。

2.3 泵站工程

在减少振动方面,灌注桩基础具备较大的刚度与承载能力,机组运行时产生的振动若直接作用于周围建筑物,会对其结构安全和使用功能造成不良影响,而灌注桩基础能有效削弱这种振动传递,降低对周围建筑物的冲击,并且,通过合理设计桩的布置形式和间距可进一步提升基础的减振效果,不同布置形式和间距会影响振动在基础中的传播路径和衰减程度,科学规划能让振动在基础内部更好地分散和吸收,从而最大程度减少振动对周边环境的影响。在保证稳定性上,泵站机组运行时的荷载较大且分布不均,若基础不能有效传递荷载,易导致基础出现问题,灌注桩基础可将机组荷载传递至深层土中,深层土通常具有更好的承载性能和稳定性,能使机组荷载均匀分布,避免局部应力集中,确保机组在运行过程中不发生倾斜或沉降,一旦机组出现倾斜或沉降,会影响泵站的抽水、供水或排涝效率,甚至引发安全事故,如水泵叶轮与壳体摩擦损坏、管道连接处破裂等,而灌注桩基础的应用能有效规避这些风险,保障泵站安全稳定运行,为农业灌溉、城市供水以及防洪排涝等工作提供可靠支持。

2.4 水电站工程

水电站作为水利工程中用于发电的重要建筑,其厂房与挡水建筑物承担着较大水压力、自重及地震等荷载,对基础稳定性要求极高,灌注桩在此类工程中主要作为厂房和挡水建筑物基础以提升建筑物稳定性。(1)在厂房基础方面,水电站所处地质条件复杂多样,可能存在软弱土层、断层等不良地质情况,灌注桩凭借其良好的适应性,可深入深层稳定岩层,将厂房产生的荷载

有效传递至深层,确保厂房在各种工况下稳定运行,同时,灌注桩基础能均匀分散厂房各部分荷载,减少不均匀沉降现象,避免因不均匀沉降导致厂房结构出现裂缝等质量问题,保障厂房结构完整性和使用安全性。(2)对于挡水建筑物基础,重力坝、拱坝等挡水建筑物的基础处理至关重要,软弱夹层或断层破碎带的存在会显著降低坝基承载能力和抗滑稳定性,给水电站安全运行带来隐患,灌注桩可用于加固这些关键部位,通过在坝基中有规划地布置灌注桩,形成桩基加固体系,该体系能将分散的坝基土体紧密连接,增强坝基整体性,使坝基成为一个有机整体共同承受荷载,有效提高坝基承载能力,使其能够承受挡水建筑物的巨大荷载,同时增强坝基抗滑稳定性,防止挡水建筑物在巨大水压力、自重等作用下发生滑动,避免因滑动引发的溃坝等严重安全事故,保障水电站在长期运行过程中的安全与稳定,为水电站的正常发电和周边地区的安全提供坚实基础支撑。

3 灌注桩施工质量控制要点

3.1 成孔质量控制

成孔质量控制是灌注桩施工中的核心环节,对保证桩基质量起着关键作用,涵盖桩位偏差、孔径和孔深、孔壁稳定性等多方面控制内容。桩位偏差控制方面,施工前需精确测量放样以确定桩位,并在桩位处设置醒目标记,为后续施工提供清晰指引。成孔过程中要严格控制桩位偏差,确保其符合设计要求。对于钻孔灌注桩,要定期检查钻机的垂直度和桩位,一旦发现偏差及时调整,保证钻孔位置准确;对于沉管灌注桩和人工挖孔灌注桩,则要精准控制桩管的下沉位置和桩孔的开挖位置,避免出现位置偏移^[3]。孔径和孔深控制上,依据设计要求选择合适的钻头或桩管直径,以此保证孔径符合标准。成孔过程中要定期检查孔径,防止出现缩径现象影响桩的承载能力。同时,准确控制孔深至关重要,要确保桩长达到设计要求,可通过在钻机或桩管上设置标尺,或者采用测绳等方法来测量孔深,保证测量数据的准确性。孔壁稳定性控制也不容忽视,成孔过程中要采取有效措施防止孔壁塌方。对于钻孔灌注桩,需根据地质情况选择合适的泥浆性能指标,利用泥浆的护壁作用保持孔壁稳定;对于人工挖孔灌注桩,要及时浇筑混凝土护壁,增强孔壁的强度和稳定性,防止孔壁坍塌,为后续钢筋笼放置和混凝土灌注创造良好条件,确保灌注桩施工质量可靠。

3.2 钢筋笼制作与安装质量控制

钢筋笼制作与安装质量控制是灌注桩施工中保障桩体结构性能的关键环节,涉及钢筋材质和规格、制作质

量、安装质量等多方面。钢筋材质和规格控制上,制作钢筋笼的钢筋须具备质量合格证明文件,其材质与规格要严格契合设计要求。钢筋进场时,需开展外观检查与力学性能试验,外观检查查看钢筋表面有无裂纹、结疤、折叠等缺陷,力学性能试验检测钢筋的屈服强度、抗拉强度等指标,只有两项检查均合格才可使用,从源头上保证钢筋质量。钢筋笼制作质量方面,要严格依照设计图纸和施工规范操作,确保钢筋间距、直径和长度等参数符合要求,间距偏差过大会影响钢筋笼整体受力性能,直径和长度不符则无法满足设计承载需求。钢筋笼焊接或绑扎要牢固,不得出现松动或脱焊现象,否则在后续施工或使用中易引发钢筋移位^[4]。同时,要在钢筋笼上设置保护层垫块,通过合理布置垫块保证钢筋笼保护层厚度符合设计要求,保护层过薄钢筋易锈蚀,过厚则降低桩体有效承载面积。钢筋笼安装质量上,安装时采用起重设备吊装并缓慢下放,防止因快速下放导致钢筋笼变形。钢筋笼中心要与桩孔中心重合,偏差控制在设计要求范围内,保证桩体受力均匀。下放过程中避免钢筋笼碰撞孔壁,若发现卡住或下放困难,及时查明原因处理,不可强行下放,防止损坏钢筋笼或孔壁。

3.3 混凝土灌注质量控制

混凝土灌注质量控制是灌注桩施工确保桩体质量达标的核心环节,涵盖混凝土配合比设计、灌注过程控制以及强度检验等多方面。混凝土配合比设计方面,需依据设计要求与施工条件开展,保证混凝土强度、和易性、耐久性等性能指标符合规定。设计时要合理挑选水泥品种,不同工程对水泥强度、凝结时间等要求不同;科学确定砂石级配,良好的级配可提高混凝土密实度;恰当选用外加剂,改善混凝土性能。通过试验确定最佳配合比,为混凝土质量奠定基础。混凝土灌注过程控制中,灌注要连续进行,不可中断,否则易形成断桩等严

重质量问题。灌注时把控好速度和高度,速度过快可能导致混凝土离析,高度不当会引发堵管。钻孔灌注桩采用导管法灌注,导管理深控制在2-6m,埋深过浅易使泥浆混入混凝土,过深则增加灌注阻力^[5]。沉管灌注桩和人工挖孔灌注桩分层灌注,每层厚度不超过1.5m,并用振捣器振捣密实,确保混凝土均匀、密实。混凝土强度检验环节,灌注过程中按规定制作混凝土试块进行强度检验,试块制作和养护严格遵循相关标准,保证检验结果准确。通过强度检验能判断混凝土质量是否符合设计要求,为工程质量评定提供可靠依据,确保灌注桩满足工程使用需求。

结束语

综上所述,灌注桩在水利工程中应用广泛,对保障工程安全稳定意义重大。从堤防到水电站,其发挥加固堤基、承受荷载等多种作用。施工时,成孔、钢筋笼制作安装、混凝土灌注等环节的质量控制至关重要,关乎桩基质量与工程安全。只有严格把控各环节,确保灌注桩质量可靠,才能为水利工程长期稳定运行提供坚实基础,推动水利工程事业持续发展。

参考文献

- [1]李贵山.浅谈高效节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J].农业开发与装备,2025(1):167-169.
- [2]姚玮.灌注桩施工技术在水利工程中的应用与实践[J].水上安全,2025(2):43-45.
- [3]王云,王大伟.浅谈水利工程钻孔灌注桩施工监理控制措施[J].治淮,2025(2):55-56.
- [4]许静诗.钻孔灌注桩工艺在水利工程中的应用研究[J].建设机械技术与管理,2025,38(1):160-162.
- [5]王秀莲.钻孔灌注桩施工技术在水利工程中的应用[J].中国厨卫,2025,24(7):286-288.