

高层建筑混凝土灌注桩施工技术控制

常世卡 高俊轮 赵立兴

中国水利水电第六工程局有限公司 辽宁 沈阳 110000

摘要：混凝土灌注桩施工技术控制涉及多个关键环节，包括施工前准备、成孔技术管控、钢筋笼制作与安装、混凝土灌注技术等。地质勘查、场地整备、设备与材料筹备是基础；钻孔方法选择、孔径孔深垂直度控制、泥浆护壁质量是成孔关键；钢筋笼制作与安装需精细管理；混凝土配合比优化与灌注流程把控至关重要。针对孔壁坍塌、钢筋笼上浮、断桩等常见问题，提出有效处理策略，确保施工质量与安全。

关键词：混凝土；灌注桩；施工技术控制

引言

混凝土灌注桩是地基处理的核心形式，其施工技术水平的高低，直接关系到建筑物的稳固与安全。随着建筑高度的攀升，对灌注桩的承载能力和质量要求愈发严格。在此背景下，如何科学有效地控制混凝土灌注桩的施工过程，确保其质量达到设计要求，成为建筑建设中的关键挑战。本文旨在深入探讨混凝土灌注桩的施工技术控制要点，为提升施工质量和确保建筑安全提供理论支持和实践指导。

1 施工前准备工作

1.1 地质勘查精析

地质勘查是灌注桩施工不可或缺的先行步骤，其重要性不言而喻。通过专业的勘查手段，如地质钻探、物探等，我们可以全面而精准地掌握施工现场的地质情况，勘查内容涵盖土层分布格局、各土层的物理力学特性（如承载力、压缩模量、渗透系数等），以及地下水位动态等关键信息^[1]。这些信息是确定灌注桩设计参数，如桩型、桩长、桩径、桩端持力层等的重要依据。地质勘查还能揭示施工现场是否潜藏不良地质状况，如溶洞、流沙、软弱夹层等。这些不良地质状况可能对灌注桩的施工和稳定性造成严重影响。在勘查过程中一旦发现这些问题，就需要及时制定针对性的应对预案。若探测到地下存在溶洞，就需要在施工前实施相应的溶洞处理方案，如填充、注浆加固等，以确保灌注桩的稳定性和承载能力。通过地质勘查的精析，我们可以为灌注桩的施工提供有力的技术支持和保障，确保施工质量和安全。

1.2 场地整备与测量放线精度保障

地质勘查在灌注桩施工中扮演着至关重要的角色，其重要性不容忽视。这一步骤不仅为后续的施工提供了基础数据，更是确保施工质量和安全的关键所在。借助专业的勘查手段，如地质钻探和物探技术，我们能够全

面且精准地掌握施工现场的地质情况。勘查内容广泛，涵盖了土层分布格局、各土层的物理力学特性（例如承载力、压缩模量、渗透系数等），以及地下水位动态等关键信息。这些信息是制定灌注桩设计参数，包括桩型、桩长、桩径、桩端持力层等决策的重要依据。更为关键的是，地质勘查能够揭示施工现场是否潜藏着不良地质状况，如溶洞、流沙、软弱夹层等。这些不良地质状况如同潜在的施工陷阱，可能对灌注桩的施工过程和稳定性造成严重影响。在勘查过程中，一旦发现这些问题，就必须立即采取行动，制定针对性的应对预案。若探测到地下存在溶洞，施工前就需要实施相应的溶洞处理方案，如填充、注浆加固等。这些措施旨在确保灌注桩的稳定性和承载能力，防止因地质问题导致的施工事故和质量问题。

1.3 施工设备与材料精选筹备

在灌注桩施工准备阶段，施工设备与材料的精选筹备是确保工程顺利进行和施工质量的关键环节。依据工程地质状况、桩型设计、桩长及桩径等具体参数，我们需要精心挑选适配的施工设备。这些设备包括但不限于钻孔机、冲击钻、旋挖钻机等。在挑选过程中，我们不仅要考虑设备的性能卓越性，还要确保其运行稳定可靠，以满足复杂多变的施工需求。我们还需要对施工设备进行定期的维护和保养，以确保其始终处于最佳工作状态。在材料筹备方面，我们悉心准备所需的建筑材料，这些材料主要包括钢筋、水泥、砂石料等。钢筋作为灌注桩的主要受力构件，其质量直接关系到桩体的承载能力。我们务必确保钢筋具备质量合格证明文件，且其规格、型号、力学性能指标需精准契合设计要求。对于水泥的选择，我们应择取强度等级适配且保质期、安定性合格的产品，以确保混凝土的强度和稳定性。砂石料作为混凝土的主要组成部分，其质地、级配、含泥量

和泥块含量等均需严格控制在规定范围之内,以保证混凝土的质量和性能。为确保进场材料的质量,我们实施严格的检验和试验流程。这一流程包括对材料的外观检查、物理性能测试、化学成分分析等,以全面评估材料的质量和适用性。对于检验不合格的材料,我们坚决杜绝其流入施工现场,从源头上保障灌注桩的施工质量。

2 成孔技术管控要点

2.1 钻孔方法的适配抉择

基于地质条件与设计规范要求,审慎选择合适的钻孔方法。常见的钻孔方法包括泥浆护壁钻孔法、干作业钻孔法、套管护壁钻孔法等。泥浆护壁钻孔法适用于地下水位较高、土质松软的地层,凭借泥浆的护壁效能有效防范孔壁坍塌;干作业钻孔法适用于地下水位较低、土质坚实稳定的地层,施工过程中无需泥浆护壁,能降低对周边环境的污染影响;套管护壁钻孔法适用于地质条件复杂多变、孔壁易坍塌的恶劣地层,借助套管的强力保护确保钻孔作业顺利推进。在抉择钻孔方法时,需全方位综合考量各类因素,保障钻孔流程安全高效、质量稳定可靠。

2.2 孔径、孔深与垂直度的精准把控

在钻孔作业过程中,要对孔径、孔深和垂直度实施严格精准的控制。孔径必须契合设计标准,过大或过小均会对灌注桩的承载能力产生不利影响。可通过定期细致检查钻头的磨损程度,并采用恰当的扩孔工艺措施来确保孔径的精度要求。孔深的控制需依据设计桩长并结合实际地质状况进行动态调整,保证桩端精准抵达设计要求的持力层深度。通常采用测绳测量孔深,并综合钻进速率、地质变化等因素进行全面判断核实。垂直度作为灌注桩施工质量的关键指标之一,垂直度偏差过大极有可能导致桩身受力和不均,甚至引发断桩风险。通过在钻进过程中确保钻机的平稳运行、定期严格检查钻杆的垂直度,并采用先进的垂直度自动检测装置等手段,将垂直度偏差有效控制在允许范围之内,一般要求垂直度偏差不得超过1%,确保桩身质量达标。

2.3 泥浆护壁质量的严格管控

针对采用泥浆护壁钻孔法的灌注桩施工项目,泥浆护壁质量堪称重中之重。泥浆的主要功能在于护壁、携渣以及冷却钻头。泥浆的性能指标涵盖比重、粘度、含砂率、胶体率等,需依据地质条件和钻孔方法进行科学合理的调配^[2]。在粘性土层中,可适度降低泥浆比重和粘度;在砂性土层中,则应提高泥浆的比重和粘度,以强化护壁效果。要定期对泥浆的性能指标进行检测,依据检测结果及时精准调整泥浆的配比,确保泥浆始终维持

良好的护壁性能。此外,在钻进过程中,要高度重视对泥浆液面高度的控制,保持孔内泥浆压力稳定平衡,有效预防孔壁坍塌事故的发生。

3 钢筋笼制作与安装技术关键控制点

3.1 钢筋笼制作质量的精细管理

钢筋笼的制作必须严格遵循设计和规范要求。钢筋的加工应按照设计尺寸精准操作,确保钢筋的长度、弯钩长度、间距等参数符合规定标准。钢筋的焊接质量是钢筋笼制作的核心环节,应采用符合规范要求的焊接工艺,如双面焊或单面焊,确保焊接接头牢固可靠、无缺陷,焊缝长度和高度满足规范指标。钢筋笼的加强箍筋和螺旋箍筋应均匀布置,与主筋紧密连接,以保障钢筋笼的整体刚度和稳定性。制作完成的钢筋笼需进行严格的外观检查和尺寸复核,确保钢筋笼无变形、扭曲现象,尺寸偏差严格控制在允许范围内,为后续安装工作提供坚实保障。

3.2 钢筋笼安装技术的严谨把控

钢筋笼的安装应在孔深、孔径、垂直度等指标经检测合格后有序进行。在钢筋笼吊运环节,要采取切实有效的防护措施防止钢筋笼变形,如采用多点均衡起吊、设置加强支撑结构等。钢筋笼下放过程中,应保持缓慢、匀速的操作节奏,避免碰撞孔壁造成损伤。要运用精准的定位技术确保钢筋笼的中心与桩孔中心精准重合,垂直度符合要求,可通过在钢筋笼上合理设置定位钢筋或导向装置来实现精准控制^[3]。钢筋笼下放至设计深度后,应迅速及时地进行固定,防止其上浮或下沉,一般采用吊筋将钢筋笼稳固地固定在孔口护筒上,确保钢筋笼在混凝土灌注过程中始终处于正确位置。

4 混凝土灌注技术核心控制环节

4.1 混凝土配合比的优化设计

混凝土配合比应依据设计要求的混凝土强度等级、耐久性指标以及施工工艺特性等因素进行科学设计。在满足设计基本要求的前提下,应积极探寻优化方案,适度降低水泥用量,有效减少混凝土的水化热,防止因混凝土温度过高而致使桩身出现裂缝等质量问题。要高度重视对混凝土坍落度和流动性的控制,确保混凝土在灌注过程中能够顺畅地通过导管,均匀填充整个桩孔。混凝土的原材料应严格按照配合比进行精确称量,保证计量准确无误,搅拌充分均匀,以确保混凝土的质量稳定可靠,为桩身质量提供有力保障。

4.2 混凝土灌注流程的严格把控

混凝土灌注是混凝土灌注桩施工的关键环节,直接关系到桩身的质量优劣。在灌注前,应全面细致地检查

导管的密封性和连接牢固性,确保导管无漏水、漏气现象,防止灌注过程中出现混凝土离析、堵管等问题。灌注时,应采用隔水球法进行封底操作,有效阻止混凝土与泥浆混合,保证桩身混凝土的质量。首批混凝土的灌注量应满足导管埋入混凝土深度不小于1m的要求,以确保混凝土灌注的连续性和稳定性。在灌注过程中,要严格控制在导管的埋深,一般将其控制在2-6m之间,避免导管埋深过深或过浅。埋深过深可能导致导管拔不出来,造成断桩事故;埋深过浅则容易使混凝土顶面混入泥浆,影响桩身混凝土的质量。要持续不间断地灌注混凝土,尽量缩短灌注时间,防止混凝土在灌注过程中出现离析、堵管等不良现象。灌注至桩顶设计标高后,应超灌一定高度,一般为0.5-1.0m,以保证桩顶混凝土的质量,待混凝土初凝后,将多余的混凝土凿除,确保桩顶标高和质量符合设计要求^[4]。

5 常见问题及有效处理策略

5.1 孔壁坍塌问题的应对举措

孔壁坍塌是灌注桩施工中较为常见的问题之一,其主要诱因包括地质条件恶劣(如松散砂土、淤泥质土等)、泥浆护壁质量欠佳、钻进速度过快、孔内水位波动变化过大等。一旦发生孔壁坍塌现象,应立即果断停止钻进作业,迅速采取有效措施进行处理。对于轻微坍塌情况,可适当加大泥浆比重和粘度,增强泥浆的护壁性能,同时放慢钻进速度,保持孔内水位稳定平衡;对于严重坍塌状况,应及时回填粘土或掺入适量的水泥、石灰等材料后重新钻进,待孔壁稳定后再继续施工进度,确保施工安全和质量。

5.2 钢筋笼上浮问题的预防与解决方法

钢筋笼上浮主要是由于混凝土灌注过程中,混凝土顶面上升产生的浮力大于钢筋笼的自重和摩擦力所致。为有效防止钢筋笼上浮问题的发生,可采取在钢筋笼上合理设置足够数量的定位钢筋或压重块,增加钢筋笼的自重和稳定性;在混凝土灌注至钢筋笼底部时,适当放

慢灌注速度,降低混凝土对钢筋笼的冲击力;当发现钢筋笼有上浮迹象时,应立即停止灌注混凝土,采取相应措施进行处理,如通过谨慎提升导管使混凝土下降一定高度,然后再重新灌注等操作,确保钢筋笼位置稳定,桩身质量不受影响。

5.3 断桩问题的处理措施

断桩是灌注桩施工中较为严重的质量问题,其成因主要包括导管堵塞或拔出过快、混凝土供应不及时、灌注过程中出现塌孔等。一旦发生断桩情况,应依据具体状况采取针对性的处理措施。对于浅层断桩,可采用接桩的方法进行修复;对于深层断桩,如果条件允许,可采用高压注浆法进行处理,通过向桩身缺陷部位注入水泥浆,使其形成完整的桩身结构;如果断桩情况严重,无法修复,则应重新进行补桩施工,以确保基础的承载能力满足设计要求,保障建筑的安全稳定。

结语

混凝土灌注桩施工技术控制复杂且系统,涵盖多个关键环节与多方面因素。全面严格的施工环节控制是确保灌注桩质量的关键,为建筑的安全稳定奠定坚实基础。展望未来,技术进步与施工要求的提升将推动该领域取得更显著成效。我们期待通过持续创新与优化,进一步提升混凝土灌注桩的施工技术控制水平,确保建筑安全与质量。

参考文献

- [1]马玉.建筑工程中高层建筑冲孔灌注桩施工技术研究[J].中国建筑金属结构,2024,23(1):103-105.
- [2]马刚.建筑工程钢筋混凝土灌注桩施工技术[J].散装水泥,2022(2):166-167,187.
- [3]徐勇.混凝土灌注桩施工技术及其质量控制要点[J].城市建筑与发展,2022,3(11):16-17
- [4]曾圣渊.高层建筑土建施工技术要点分析[J].百科论坛电子杂志,2019(20):19.