

深水桩基础施工技术方法

赵川 王小康 张春玉 李志宏 曲睿祚
中国建筑第七工程局有限公司 河南 郑州 450000

摘要：本文深入探讨了望沙路延长线（横沥桥）拆除重建工程中深水桩基础施工的技术方法。分析了深水施工环境对成孔、钢筋笼安装及混凝土灌注等关键技术的要求，介绍了专用施工船舶、高精度定位系统及特种工具的应用。构建了全面的施工质量控制与安全防护体系，并通过案例分析总结了深水桩基础施工的成功经验。本文旨在为类似工程提供技术参考，推动深水施工技术的发展。

关键词：深水桩基础；成孔技术；钢筋笼安装；混凝土灌注；施工质量控制

引言：随着城市基础设施建设的快速发展，深水桩基础施工技术在桥梁、海上风电等领域的应用日益广泛。望沙路延长线（横沥桥）拆除重建工程作为东莞市的重要交通项目，其深水桩基础施工面临诸多挑战。本文旨在通过深入分析该工程的技术特点，探讨深水桩基础施工的有效方法，包括环境适应性分析、关键技术解析、施工设备与工具应用等方面，以期为类似工程提供借鉴与参考。

1 深水桩基础施工环境分析

1.1 水深条件影响

在望沙路延长线（横沥桥）的深水桩基础施工中，水深条件成为决定施工难度与效率的关键因素。随着水深增加，施工设备需具备更强的作业能力和稳定性，以克服水压力增大、作业空间受限等挑战。此外，深水环境下，泥浆护壁、成孔质量监控及孔底沉渣清理等工艺难度显著提升，要求采用高性能的泥浆配比、精确的孔深测量技术及高效的清孔工艺，以确保成孔质量满足设计要求。

1.2 水流与波浪作用

寮夏水道复杂的水流与波浪条件对深水桩基础施工构成显著影响。强烈的水流可能导致桩体定位困难、成孔过程中孔壁坍塌等问题，而波浪作用则可能加剧施工船舶的晃动，影响施工精度与安全性。为此，需建立高效的水流与波浪监测机制，采用动态调整施工参数、增设稳定装置等策略，以减轻水流与波浪对施工的不利影响。同时，采用先进的定位与导航技术，确保桩体定位准确、成孔过程稳定。

1.3 地质条件勘察

地质条件的复杂性是深水桩基础施工不可忽视的重要因素。详细的地质勘察工作需涵盖海底土层的物理力学性质、地下水位、障碍物分布等多方面内容，为桩

基础设计提供全面、准确的地质资料。针对复杂地质条件，需制定针对性的施工方案，如采用特殊的成孔工艺、调整泥浆配比、增设护壁结构等措施，以确保施工顺利进行及桩基承载力满足要求。此外，地质勘察数据还需结合现场实际情况进行动态调整与验证，确保施工方案的可行性与有效性。

2 深水桩基础施工关键技术

在望沙路延长线（横沥桥）拆除重建工程的深水桩基础施工中，为了确保工程质量、安全及施工进度，需采用一系列高技术含量的施工措施。以下是深水桩基础施工中的几项关键技术：

2.1 成孔技术

2.1.1 钻孔准备与设备选择

深水桩基的成孔施工，首先需选择合适的钻孔设备。根据工程实际情况，本项目采用了旋挖钻和冲击钻相结合的方式。旋挖钻适合陆上及浅水区域的桩基施工，具有高效、成孔质量好的特点；而冲击钻则适用于深水区域，能有效应对复杂的地质条件。

2.1.2 护筒埋设

护筒的埋设是成孔技术中的关键环节。本工程中，水中桩基护筒采用14mm的钢板卷制，内径应比桩径大20cm，以确保钻孔过程中孔壁的稳定。护筒顶需高出最高水位1.5m，埋设时需确保护筒的垂直度、稳固性和中心位置的准确性。同时，护筒四周应回填粘土并夯实，以防止泥浆渗漏。

2.1.3 泥浆配制与管理

泥浆的配制需根据地质情况确定性能指标，如比重、黏度、含砂率等。本项目中，泥浆池分为储浆池和沉淀池两部分，通过泥浆循环系统保持泥浆的性能稳定。在钻孔过程中，需定期检测泥浆的性能指标，并根据需要进行调整，以确保钻孔的顺利进行。

2.1.4 钻孔作业与质量控制

钻孔作业应分班连续进行,并根据地质情况调整钻进速度和压力。在钻孔过程中,需经常对孔深、孔径、孔位和孔形进行检查,确保满足设计要求。同时,需注意观察地层变化,及时捞取样渣进行分析。钻孔完成后,需进行终孔检查,经监理工程师认可后方可进行下一步施工。

2.2 钢筋笼制作与安装

2.2.1 钢筋笼制作

钢筋笼的制作需严格按照设计图纸进行,包括钢筋的规格、数量、焊接质量等。本工程中,钢筋笼采用滚焊机进行加工,以确保钢筋笼的尺寸准确、焊接质量可靠。同时,需对钢筋笼进行编号和标识,以便于现场安装和管理。

2.2.2 钢筋笼运输与吊装

钢筋笼的运输和吊装需确保不变形、不损坏。在运输过程中,需采用专用运输车辆,并设置支承点以保证钢筋笼的平稳。吊装时,需采用多点起吊法,确保钢筋笼在起吊和入孔过程中保持垂直和稳定。

2.2.3 钢筋笼安装

钢筋笼的安装需严格按照设计要求进行,确保钢筋笼的中心位置与桩位中心重合。在安装过程中,需采用测量仪器对钢筋笼的垂直度和中心位置进行监测,如有偏差需及时调整。同时,需对钢筋笼进行固定,防止在灌注混凝土过程中发生移位。

2.3 混凝土灌注技术

2.3.1 导管安装与检查

混凝土灌注采用丝扣式导管进行,导管安装前需进行试拼和水密性试验。导管长度需根据桩长确定,并留有足够的长度以保证混凝土能够顺利灌注至桩底。同时,需检查导管的连接是否紧密、牢固,防止在灌注过程中出现漏浆或脱管现象。

2.3.2 混凝土配制与运输

混凝土需根据设计要求进行配制,确保强度、和易性和坍落度等指标满足要求。在运输过程中,需采用专用混凝土罐车进行运输,并保持搅拌状态以防止混凝土离析。

2.3.3 灌注工艺与质量控制

混凝土灌注需采用连续灌注的方式进行,确保混凝土能够均匀、密实地填充桩孔。在灌注过程中,需严格控制灌注速度和高度,防止因灌注速度过快而导致孔壁坍塌或混凝土离析。同时,需定期对混凝土进行取样检测,以确保混凝土质量满足要求。在灌注至设计标高

后,需进行二次清孔和泥浆置换处理,以确保桩底沉渣厚度和泥浆性能符合设计要求。

3 深水桩基础施工设备与工具

在望沙路延长线(横沥桥)的深水桩基础施工过程中,施工设备与工具的选择与应用直接关系到施工的效率、精度及安全性。以下是该工程所采用的先进设备与工具:

3.1 专用施工船舶

针对深水作业的特殊环境,工程采用了大型专业打桩船及多功能施工驳船。打桩船装备了高功率的液压振动锤,能够高效、稳定地完成深水中的桩体打入作业。施工驳船则配备了先进的起重设备和作业平台,为钢筋笼吊装、混凝土灌注等作业提供了稳定的操作环境。这些专用施工船舶不仅提升了作业效率,还确保了施工过程中的安全稳定。

3.2 高精度定位与监测系统

为了确保深水桩基础施工的精确性,工程采用了高精度GPS定位系统及实时监测系统。GPS定位系统能够准确测量桩位坐标,保证桩体位置的精确度。实时监测系统则对成孔过程中的孔深、孔径、垂直度等关键参数进行实时监测,及时发现并纠正偏差,确保成孔质量。这些高精度定位与监测系统的应用,为深水桩基础施工的精度控制提供了有力保障。

3.3 特种工具与装备

针对深水作业的特殊需求,工程还配备了一系列特种工具与装备。例如,为了保证钢筋笼在吊装过程中的稳定性和安全性,采用了定制化的吊装设备和专用夹具。在混凝土灌注过程中,则采用了高性能的混凝土泵送设备及配套的管道系统,确保混凝土能够连续、均匀地注入桩孔中。此外,还配备了水下摄像机和声波探测仪等先进设备,用于水下桩基施工过程中的质量检测与监控。这些特种工具与装备的应用,进一步提升了深水桩基础施工的技术水平和施工质量。

4 施工质量控制与安全防护

4.1 质量控制体系

在深水桩基础施工过程中,我们建立了一套严格的技术导向型质量控制体系,以确保施工过程中的每一环节都达到或超过设计标准和规范要求。

4.1.1 高精度测量与监测

采用先进的GPS定位系统结合全站仪进行精确放样,确保桩基位置的准确无误。同时,实施全程泥浆性能指标监控,包括泥浆比重、黏度及含砂率等关键参数,以确保成孔质量和混凝土灌注效果。

4.1.2 严格的过程检验

每道工序完成后，均需进行严格的自检、互检和专检程序，特别是成孔后的孔深、孔径、倾斜度等关键参数需使用专业检孔器进行复核，确保符合设计要求。

4.1.3 材料与设备控制

所有用于施工的材料，如钢筋、混凝土等，均需经过严格的质量检验，并附有合格证明。施工设备需定期维护保养，确保其处于最佳工作状态，以满足施工精度和效率的要求。

4.2 安全防护措施

鉴于深水桩基础施工的复杂性和高风险性，我们制定了一套全面、细致的安全防护措施，以确保施工人员和设备的安全。

4.2.1 专项安全培训

所有参与施工的人员均需接受专项安全培训，熟悉施工安全操作规程及应急处理措施，提高安全意识和自我保护能力。

4.2.2 施工设备安全检查

定期对施工设备进行安全检查和维护保养，确保设备处于良好状态，避免因设备故障引发安全事故。

4.2.3 施工现场安全管理

设置明显的安全警示标志和围栏，禁止非施工人员进入施工区域。同时，加强施工现场的巡查和监控，及时发现并消除安全隐患。

4.2.4 应急处理预案

针对可能发生的各种安全事故，制定详细的应急处理预案，包括坍塌、钻孔偏斜、卡钻等常见问题的应对措施，确保在紧急情况下能够迅速、有效地进行处置。

5 案例分析

5.1 成功案例剖析

在望沙路延长线（横沥桥）拆除重建工程的深水桩基础施工过程中，我们成功运用了一系列高精度、高可靠性的技术手段，确保了施工的高效与安全。以下是对几个关键成功案例的技术性剖析：

5.1.1 高精度定位与监测系统的应用

为确保深水桩基的精准定位，我们采用了GPS差分定位技术与水下声呐探测系统相结合的方法。GPS差分定位技术通过接收多颗卫星信号并进行差分计算，实现了厘米级的高精度定位，有效避免了传统定位方法中的误差累积。同时，水下声呐探测系统能够实时反馈桩孔位置及孔壁形态，为施工提供了直观、准确的监测数据。两者结合，确保了桩基位置的精确无误，为后续施工奠定了坚实基础。

5.1.2 特种工具与装备的创新应用

针对深水桩基础施工的特殊环境，我们创新性地引入了一系列特种工具与装备。例如，采用特制的高强度起重架和电动葫芦，配合自动卡紧保险装置，确保了提升作业的安全可靠。同时，针对钢丝绳的使用，我们严格执行了严格的检验标准，禁止使用表面毛刺、生锈及断裂的钢丝绳，并确保钢丝绳直径在10mm以上，有效防止了因钢丝绳问题导致的安全事故。此外，我们还配备了应急软爬梯和专用堵漏灵等应急工具，以应对施工中可能出现的突发情况。

5.1.3 复杂地质条件下的施工技术创新

在施工中，我们遇到了地下水丰富、土层松散等复杂地质条件。针对这些难题，我们采取了多项技术创新措施。例如，在护壁施工中，我们采用了钢筋加密支护和填实空洞的方法，确保了护壁的强度和稳定性。同时，我们还设置了护壁锚固钢筋，将护壁与土体牢固连接在一起，有效防止了护壁渗漏水的问题。此外，在地下水较多的情况下，我们采用了边排水边施工的方法，并开挖集水坑用水泵抽出地下水，确保了施工的顺利进行。

5.1.4 严格的质量控制与安全防护措施

在施工过程中，我们建立了严格的质量控制体系，对每一道工序都进行了严格的检验和验收。同时，我们还制定了详细的安全防护措施，包括设置安全警示标志、配备专职安全员、定期进行安全检查等。特别是在深水作业中，我们更是加强了通风和监测工作，确保了作业人员的安全健康。

5.2 经验总结与启示

通过本次深水桩基础施工的成功案例，我们深刻认识到技术创新在工程施工中的重要性。只有不断引进新技术、新设备，才能提高施工效率和质量水平。同时，我们也意识到质量控制和安全防护是工程施工中不可或缺的重要环节，必须始终贯穿于施工全过程。未来，我们将继续加强技术创新和质量管理，为更多类似工程的顺利实施提供有力保障。

结语

综上所述，望沙路延长线（横沥桥）拆除重建工程中的深水桩基础施工是一项复杂而重要的任务。通过本文的研究，我们深入了解了深水施工环境对施工技术的影响，掌握了成孔、钢筋笼安装及混凝土灌注等关键技术的实施要点，并介绍了专用施工设备与工具的应用。同时，通过构建全面的施工质量控制与安全防护体系，确保了施工过程的顺利进行与最终质量的达标。本文的

研究成果不仅为望沙路延长线（横沥桥）拆除重建工程提供了技术支持，也为类似工程的深水桩基础施工提供了宝贵的经验参考。未来，随着技术的不断进步与创新，深水桩基础施工技术将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

[1]王伟.复杂水域环境下深水桩基础施工技术探讨[J].水利建设与管理,2021,41(10):65-68.

[2]陈星斌.桥梁工程深水桩基础钻孔灌注桩施工技术

研究[J].建材与装饰,2021,(06):259-260.

[3]刘亚运.建筑工程土建施工中深水桩基础技术的应用探究[J].绿色环保建材,2022,(02):198-199.

[4]罗许林.深水桩基础施工技术在高层建筑中的应用[J].建材与装饰,2023,(08):172-173.

[5]张伟.海洋工程深水桩基础施工技术难点与解决方案[J].中国水运,2023,(05):78-79.