

水利施工钻孔灌注桩施工技术方法

汪亚运

广东河海工程咨询有限公司 湖北 潜江 433100

摘要：本文围绕水利施工钻孔灌注桩施工技术展开论述。介绍了钻孔灌注桩的特点，包括适应性强、承载能力高、施工噪音小及可在水上施工等。阐述了施工原理及流程，涵盖施工准备、钻孔、钢筋笼制作与安装、混凝土灌注、桩头处理与检测等环节。强调了施工技术要点，如泥浆制备与管理、钻孔垂直度控制、钢筋笼制作等。提出了质量控制措施，包括施工前、中、后的质量控制及质量检测方法。分析了常见问题及解决方法，如孔壁坍塌、桩孔偏斜、钢筋笼上浮和断桩等。为水利施工中钻孔灌注桩施工提供了全面的技术参考。

关键词：水利施工；钻孔灌注桩；施工技术

引言

在水利工程建设中，钻孔灌注桩施工技术因其适应性强、承载能力高、施工噪音小、可在水上施工等优点而被广泛应用。然而，该技术施工过程复杂，涉及多个环节和关键技术要点，管理难度较大。为确保水利工程的质量与安全，本文将对其进行系统分析，为水利施工提供理论支持和实践指导。

1 钻孔灌注桩施工技术概述

1.1 钻孔灌注桩的特点

(1) 适应性强：无论是软土地区，其能稳固地扎根于松软的地质中；在砂土地区，也可凭借自身特性良好适应；即使面对坚硬的岩石地层，同样能找到合适的施工方法。(2) 承载能力高：桩身通过与周围土体的紧密结合，产生的摩擦力以及桩端的阻力共同发挥作用，为上部结构提供强大的支撑力，确保建筑物等工程结构的稳定安全。(3) 施工噪音小：主要采用机械钻孔和水下灌注混凝土的方式，相比其他施工方法，产生的噪音相对较低，极大地减少了对周围环境和居民生活的干扰。

(4) 可在水上施工：在一些水上水利工程中，无需搭建复杂的水上施工平台，就能顺利进行施工，为工程建设带来了极大的便利，节省了时间和成本。

1.2 钻孔灌注桩的施工原理

钻孔灌注桩是通过机械钻孔或人工挖孔等方式在地基土中形成桩孔（目前人工挖孔工艺已限制使用本文主要讨论机械钻孔施工），然后在桩孔内放置钢筋笼，再灌注混凝土而形成的一种桩基础。其工作原理是利用桩身与周围土体的摩擦力以及桩端的承载力来承受上部结构的荷载。钻孔灌注桩的承载能力主要取决于桩身的直径、长度、混凝土强度以及桩周土体的性质等因素。

2 钻孔灌注桩施工流程

2.1 施工准备

(1) 场地平整：对施工现场进行平整，清除杂物，确保施工场地满足钻机的安装和运行要求。(2) 测量放线：根据设计图纸进行测量放线，确定桩位的位置，并设置明显的标志。(3) 埋设护筒：护筒的作用是固定桩位、保护孔口、防止孔口坍塌及提高孔内泥浆水头。护筒一般采用钢板制作，护筒的埋设深度应根据地质情况确定。(4) 制备泥浆：泥浆在钻孔灌注桩施工中起到护壁、悬浮钻渣、冷却钻头等作用。泥浆的制备应根据地质情况和施工要求进行，一般采用膨润土或黏土等材料进行配制。

2.2 钻孔

(1) 钻机安装：将钻机安装在桩位上，调整钻机的水平度和垂直度，确保钻机的稳定性。(2) 钻进：采用合适的钻进方法进行钻孔，常见的钻进方法有正循环钻进、反循环钻进、冲击钻进等。在钻进过程中，应根据地质情况和钻进速度及时调整泥浆的性能指标，保持孔壁的稳定。(3) 清孔：钻孔达到设计深度后，应进行清孔，下钢筋笼后进行二次清孔。清孔的目的是清除孔底的沉渣，保证桩底的承载力。清孔的方法有抽浆法、换浆法、掏渣法等。

2.3 钢筋笼制作与安装

(1) 钢筋笼制作：根据设计要求制作钢筋笼，钢筋笼的制作应在专门的加工场地进行，确保钢筋笼的尺寸和质量符合要求。钢筋笼的主筋一般采用焊接连接箍筋采用绑扎连接。(2) 钢筋笼安装：将制作好的钢筋笼运至施工现场，采用吊车等设备将钢筋笼垂直放入桩孔内。钢筋笼的安装位置应准确，确保其中心与桩位中心重合^[1]。

2.4 混凝土灌注

(1) 混凝土配合比设计：根据设计要求和施工条件进行混凝土配合比设计，确保混凝土的强度、流动性和耐久性等性能指标符合要求。(2) 混凝土搅拌与运输：混凝土宜在搅拌站进行集中搅拌，然后采用混凝土搅拌运输车运至施工现场。在运输过程中，应保持混凝土的均匀性和流动性，防止混凝土发生离析。(3) 混凝土灌注：采用导管法进行混凝土灌注，导管的直径应根据桩径和混凝土的流动性确定。在灌注过程中，应保持导管的埋深在2~6m之间，防止导管拔出混凝土面而造成断桩。还要控制混凝土的灌注速度，避免混凝土在桩孔内形成高压气囊而影响混凝土的质量。

2.5 桩头处理与检测

(1) 桩头处理：混凝土灌注完成后，应及时对桩头进行处理，清除桩头的浮浆和松散混凝土，确保桩头的质量。目前已限制“直接凿除法”在部分高等级工程使用，应采用预先切割法+机械凿除”桩头处理工艺、“环切法”整体桩头处理工艺等(2) 桩身检测：对钻孔灌注桩进行桩身质量检测，常见的检测方法有低应变动力检测、高应变动力检测、超声波检测等。通过检测可以了解桩身的完整性、混凝土强度等情况，确保桩的质量符合要求。

3 钻孔灌注桩施工技术要点

3.1 护筒埋设

钻孔灌注桩施工中，护筒埋设是很重要的。护筒的直径和长度需依据桩径及地质条件来确定。通常情况下，护筒直径比桩径大200~400毫米，这样能为后续施工提供足够的操作空间。而护筒长度则因地质而异，比如在复杂地质条件下可能需要更长的护筒以确保施工安全。护筒的埋设必须做到位置准确且垂直。一般来说，埋设深度为1~2米，但在砂土等松散地层中，为防止坍塌等问题，需适当加深埋设深度。

3.2 泥浆制备与管理

(1) 泥浆性能指标：泥浆的性能指标主要包括比重、黏度、含砂率等。在施工过程中，应根据地质情况和钻进速度及时调整泥浆的性能指标，确保泥浆的护壁效果和携渣能力。(2) 泥浆循环系统：建立完善的泥浆循环系统，包括泥浆池、沉淀池、泥浆泵等。泥浆在循环过程中应进行净化处理，去除其中的钻渣和杂质，保证泥浆的性能稳定。(3) 泥浆排放：泥浆排放应符合环保要求，避免对周围环境造成污染。可以采用泥浆固化处理等方法，将泥浆转化为固体废弃物进行处理^[2]。

3.3 钻孔垂直度控制

(1) 钻机安装：钻机安装时应确保其水平度和垂直度，采用水平尺和经纬仪等工具进行测量调整。(2) 钻进过程控制：在钻进过程中，应经常检查钻机的垂直度，发现偏差及时调整。可以采用减压钻进等方法，减少钻杆的晃动，提高钻孔的垂直度。(3) 孔底清理：钻孔达到设计深度后，应进行孔底清理，确保孔底平整。可以采用平底钻头进行清底，或者采用高压水枪进行冲洗。

3.4 钢筋笼制作与安装

(1) 钢筋笼制作精度：钢筋笼的制作应严格按照设计要求进行，确保钢筋笼的尺寸和钢筋间距符合要求。应注意保护层耳精及吊点的制作不得遗漏。(2) 钢筋笼连接质量：钢筋笼的主筋一般采用焊接连接，焊接质量应符合规范要求，应注意焊条型号与钢筋的匹配性。在焊接过程中，应注意控制焊接电流、电压和焊接时间，确保焊接牢固。(3) 钢筋笼安装位置：钢筋笼安装时应确保其中心与桩位中心重合，安装位置准确。可以采用吊线法等方法进行钢筋笼的定位，确保安装位置符合要求。

4 钻孔灌注桩施工质量控制措施

4.1 施工前的质量控制

(1) 熟悉设计图纸和施工规范：施工前，施工人员要认真熟悉设计图纸和施工规范，了解钻孔灌注桩的设计要求和施工工艺，明确质量控制的重点和难点。(2) 原材料质量控制：加强对原材料的质量控制，严格按照设计要求和规范标准进行原材料的采购、检验和验收，确保原材料的质量符合要求。(3) 施工设备检查：对施工设备进行检查和调试，确保设备的性能良好、运行稳定。例如，检查钻机的性能、导管的密封性等。

4.2 施工过程中的质量控制

(1) 护筒埋设质量控制：严格按照设计要求和施工规范进行护筒的埋设，确保护筒的位置准确、垂直，埋设深度符合要求。在埋设护筒过程中，要注意保护孔口，防止孔口坍塌。(2) 泥浆质量控制：根据地质条件和施工要求，制备合适的泥浆，严格控制泥浆的性能指标。在钻进过程中，要及时调整泥浆的性能指标，确保泥浆的护壁效果和携渣能力。(3) 钻孔质量控制：加强对钻孔过程的质量控制，确保钻孔的垂直度、孔径和孔深符合设计要求。在钻进过程中，要注意观察钻机的工作状态和孔内情况，及时调整钻进参数，避免出现卡钻、掉钻等事故。(4) 清孔质量控制：严格按照清孔方法和清孔时间进行清孔，确保清孔后的孔底沉渣厚度符合要求。在清孔过程中，要注意保持孔内水位的稳定，避免孔内水位下降过快导致孔壁坍塌。(5) 钢筋笼制作与安装质量控制：严格按照设计要求进行钢筋笼

的制作,确保钢筋的规格、数量、间距和焊接质量符合要求。在钢筋笼安装过程中,要保证其垂直度和位置准确,避免钢筋笼碰撞孔壁。(6)混凝土灌注质量控制:加强对混凝土灌注过程的质量控制,确保混凝土的配合比、坍落度和强度符合要求。在灌注过程中,要注意控制混凝土的灌注速度和导管的埋深,确保混凝土的密实度和桩身的质量。

4.3 施工后的质量检测

(1)低应变动力检测:采用该方法对桩身完整性进行检测,检测桩身是否存在裂缝、断桩等缺陷。(2)高应变动力检测:采用该方法可对桩的承载力进行检测。

(3)超声波检测:采用该方法对桩身混凝土的质量进行检测,检测混凝土是否存在蜂窝、麻面、孔洞等缺陷。

(4)钻芯检测:采用该方法对桩身混凝土的强度和完整性进行检测,确定桩身混凝土的质量是否符合要求。

(5)深层平板载荷试验:水利工程多采用该方法对桩基处理复合地基承载力进行检测,确定桩基处理的地基承载力是否符合设计要求。

5 钻孔灌注桩施工常见问题及解决方法

5.1 孔壁坍塌

原因分析:泥浆不合格导致孔内水头压力不足支撑孔壁。钻进速度过快,会对孔壁产生较大的扰动。孔内出现承压水或钻孔通过砂砾等强透水层,未及时补浆导致孔内水位下降,使得孔壁失去了水压力的支撑。

解决方法:调整泥浆性能指标至关重要,应根据地质情况合理调配泥浆比重、黏度等参数,使其具有足够的护壁能力。严格控制钻进速度,避免过快钻进对孔壁造成过大冲击。时刻关注孔内水位变化,采取有效的止水措施,如增加护筒高度、及时补充泥浆等,保持孔内水位稳定。若孔壁坍塌严重,必须及时回填,可采用优质黏土或碎石等材料,回填后重新钻孔时要更加谨慎,加强对各项参数的控制。吊入钢筋笼时严禁碰触孔壁。

5.2 桩孔偏斜

原因分析:钻机安装不水平会使钻进方向发生偏移。钻进过程中遇到障碍物,如大块岩石、地下管线等,会迫使钻头改变方向。地质条件不均匀,如软硬地层交替,也容易导致桩孔偏斜。

解决方法:在安装钻机时,要使用水平仪等工具进行精确调整,确保钻机的水平度和垂直度。当遇到障碍物时,可采用减压钻进等方法,缓慢尝试绕过障碍物。若桩孔偏斜严重,应及时回填,并在重新钻孔前仔细分

析偏斜原因,调整钻进参数和方法^[3]。在施工前要充分了解地质情况,做好应对不均匀地质条件的准备。

5.3 钢筋笼上浮

原因分析:混凝土灌注速度过快会产生较大的上浮力,使钢筋笼上浮。导管埋深过大,混凝土对钢筋笼的上浮力也会增大。钢筋笼固定不牢固,在混凝土的作用下容易发生上浮。

解决方法:控制混凝土灌注速度,避免过快灌注产生过大的上浮力。合理调整导管的埋深,既要保证混凝土的顺利灌注,又要防止对钢筋笼的上浮力过大。加强钢筋笼的固定,可采用钢筋笼与护筒进行钢筋焊接等方法,提高钢筋笼的稳定性。如果钢筋笼上浮严重,应及时停止灌注混凝土,分析原因后采取相应措施,如调整固定方式、降低混凝土灌注速度等。

5.4 断桩

原因分析:混凝土灌注过程中导管拔出混凝土面会使泥浆混入混凝土中,导致断桩。混凝土供应不及时,会使灌注中断,也容易造成断桩。导管水密性不好泥浆混入导管。

解决方法:加强混凝土灌注过程的控制,时刻关注导管的埋深,确保导管始终埋在混凝土中。导管里下入橡胶堵球,提前做好混凝土供应的协调工作,保证混凝土的连续供应。浇筑前要进行导管试拼,并做好水密性试验。若发生断桩,应根据断桩的位置和严重程度及时采取补救措施,如重新钻孔灌注混凝土、采用压浆等方法进行处理。同时总结经验教训,避免类似问题再次发生。

结束语:钻孔灌注桩施工技术在水利工程中具有重要地位。通过对其特点、施工原理、流程、技术要点、质量控制措施及常见问题的分析,以及对常见问题的解决方法探讨,为水利施工提供了有效的指导。在实际应用中,应严格按照施工流程和技术要点进行操作,加强管理,及时处理出现的问题,以确保钻孔灌注桩的施工质量和水利工程的整体安全,为水利事业的发展贡献力量。

参考文献

- [1]何文彬.钻孔灌注桩在水闸工程基础处理中的应用[J].湖南水利水电,2020,103-105.
- [2]邓渊,薛炎彬,羊樟发,等.长螺旋钻孔灌注桩技术及其在水利工程中的应用[J].中国水利工程,2021,45(6):78-82.
- [3]刘强,王志刚.钻孔灌注桩施工技术在水利建设中的应用研究[J].水利建设与管理,2022,9(4):112-116.