

钻孔灌注桩施工工艺及质量控制研究

田 宝

银川第一市政工程有限责任公司 宁夏 银川 750101

摘要：本文详细探讨了钻孔灌注桩的施工工艺及其质量控制措施，旨在通过系统性的分析，提高钻孔灌注桩的施工质量，确保工程的安全性和稳定性。文章首先介绍了钻孔灌注桩的基本概念和应用场景，随后从施工准备、施工工艺流程、质量控制要点及常见问题解决方案等方面展开，以期为相关工程实践提供理论支持和指导。

关键词：钻孔灌注桩；施工工艺；质量控制

引言

随着我国城市化进程的加快，高层建筑、大型桥梁、港口码头等基础设施建设日益增多，钻孔灌注桩因其优良的承载力和适应性，成为这些工程中最常用的桩基类型之一。然而，钻孔灌注桩施工过程中的质量控制问题直接关系到工程的安全性和耐久性，因此对其施工工艺及质量控制进行深入研究具有重要意义。钻孔灌注桩施工具有隐蔽性和复杂性，一旦施工质量出现问题，往往难以通过事后检查发现，且补救困难。因此，加强钻孔灌注桩施工工艺及质量控制研究，对于提高工程质量、保障工程安全、促进建筑行业的可持续发展具有重要意义。

1 钻孔灌注桩施工工艺

1.1 施工准备

施工前的准备工作是钻孔灌注桩施工的关键环节，其详细步骤如下：首先，进行地质勘探，通过钻探、取样等手段，详细了解工程地块的地质构造、土层分布、地下水位等信息，为施工方案的制定提供准确依据。其次，设计图纸审核，确保施工图纸与现场实际情况相符，施工参数准确无误。接着，进行设备选型与进场验收，根据工程需求选择合适的钻机、泥浆泵等设备，并进行严格的进场验收，确保设备性能安全可靠。最后，进行原材料检测，对钢筋、水泥、砂石等原材料进行质量检测，确保材料质量符合国家标准及设计要求，为后续的施工质量打下坚实基础。

1.2 施工工艺流程

钻孔灌注桩的施工工艺流程主要包括测量放线、埋设护筒、钻机就位、制备泥浆、钻孔成孔、清孔验孔、安放钢筋笼、灌注水下混凝土等步骤。每一步骤都需严格按照操作规程进行，确保施工质量。

1.2.1 测量放线

测量放线是钻孔灌注桩施工的首要步骤，其精确性

直接影响到后续施工的质量。具体操作为：首先，利用全站仪根据设计图纸上的坐标，准确放出每个桩位的中心位置，确保桩位偏差在允许范围内。其次，使用水准仪测量地面高程，确定钻孔的起始高度，为后续的钻孔深度控制提供依据。在确定桩位和高程后，需及时埋置护筒。护筒的埋设应牢固可靠，确保其垂直度符合规范要求，以防止在钻孔过程中发生坍塌现象^[1]。护筒的顶部应高出地面一定距离，以便在钻孔过程中保持泥浆的稳定，同时护筒的底部应嵌入土层中，以增加其稳定性。护筒的内径应比钻头直径稍大，以便钻头能顺利进出，同时护筒的外壁应光滑，以减少与土层的摩擦，便于护筒的拔出。通过精确的测量放线和规范的护筒埋设，为后续的钻孔施工奠定了良好的基础。

1.2.2 钻机就位与泥浆制备

钻机就位是钻孔灌注桩施工的关键步骤之一。在钻机就位前，应确保施工场地平整，以便钻机稳定停放。钻机就位后，需调整钻机的水平度和垂直度，确保钻机中心与桩位中心完全重合，以避免钻孔偏斜。同时，钻机应稳固地固定在地面上，防止在钻孔过程中发生移动或倾斜。泥浆制备也是钻孔灌注桩施工的重要环节。泥浆的配比应根据地质条件进行调整，以确保其具有良好的护壁和悬浮钻渣的效果。一般来说，泥浆应由水、黏土和添加剂按一定比例混合而成。在制备泥浆时，应严格控制黏土的含量和颗粒大小，以及添加剂的用量，以确保泥浆的黏度和流动性符合施工要求。制备好的泥浆应及时送入钻孔中，以保持孔壁的稳定，并悬浮钻渣，方便后续的清孔工作。通过精确的钻机就位和规范的泥浆制备，为后续的钻孔施工创造了有利的条件。

1.2.3 钻孔成孔

钻孔成孔是钻孔灌注桩施工中的核心环节。在钻孔过程中，应严格控制孔径、垂直度和钻孔速度，以确保成孔质量。钻孔前，需根据设计要求选择合适的钻头，

并检查钻头的磨损情况,确保钻头锋利且尺寸准确。钻孔时,应保持稳定的钻压和转速,避免钻孔偏斜或塌孔现象的发生。同时,需定期检查孔壁稳定性,通过观察孔口返浆情况、监听钻孔声音以及测量钻杆倾斜度等方式,及时发现孔壁不稳定迹象^[2]。一旦发现孔壁有塌孔或偏斜趋势,应立即停止钻孔,采取加固措施,如注入泥浆、下放套管等,以确保孔壁的稳定性 and 钻孔的垂直度。在钻孔过程中,还应注意控制钻孔速度,避免过快或过慢导致孔壁破坏或钻头磨损加剧。通过严格的钻孔过程控制和及时的孔壁稳定性检查,可以确保钻孔成孔的质量,为后续的钢筋笼安放和混凝土灌注打下坚实的基础。

1.2.4 清孔验孔

当钻孔达到设计深度后,必须进行清孔操作,以彻底清除孔内的泥土、砂石及其他杂质,确保孔内清洁。清孔一般采用换浆法,即通过注入新鲜泥浆,利用泥浆的循环流动将孔内杂质带出孔外。清孔过程中,应保持泥浆的适当流速和流量,确保清孔效果。清孔完成后,需对孔径、孔深和垂直度等关键指标进行严格检查。孔径检查可采用探孔器进行检测,确保孔径不小于设计值。孔深检查可通过测量钻杆长度或采用测深仪进行,确保孔深达到设计要求。垂直度检查则可通过观测钻杆倾斜度或使用测斜仪进行,确保钻孔的垂直度符合规范要求。通过细致的清孔操作和严格的验孔检查,可以确保钻孔的质量满足设计要求,为后续的钢筋笼安放和混凝土灌注创造有利条件。同时,清孔验孔也是保证钻孔灌注桩施工质量的重要环节,必须引起足够的重视。

1.2.5 安放钢筋笼与灌注水下混凝土

钢筋笼制作需按照设计图纸精确进行,制作完成后,应全面检查其尺寸、形状和质量,确保钢筋焊接牢固,无脱焊、漏焊现象。在安放钢筋笼时,需使用专门的吊具,对准孔位中心位置,缓慢下放,防止钢筋笼碰撞孔壁,造成孔壁坍塌或钢筋笼变形。灌注水下混凝土前,需再次检查孔底沉渣厚度、泥浆比重等指标,确保满足设计要求。灌注前,应计算好首批混凝土的灌注量,确保导管下口埋入混凝土中一定深度。灌注过程中,应保持混凝土连续灌注,避免中断,同时控制导管埋深和灌注速度,防止导管提升过快导致断桩等质量问题。在灌注过程中,还需注意观察混凝土面的上升情况,及时调整导管高度,确保混凝土面均匀上升。灌注完成后,应及时拔出导管,清理孔口,为后续的桩头处理做好准备。通过严格的钢筋笼安放和规范的混凝土灌注,可以确保钻孔灌注桩的施工质量,提高桩的承载力

和稳定性。

2 钻孔灌注桩施工质量控制

2.1 桩身质量控制

2.1.1 材料选择

桩身材料的选择需基于工程的实际需求,综合考虑地质条件、设计荷载、环境腐蚀性等因素。对于普通混凝土,应选用符合国家标准的水泥、砂石等原材料,确保混凝土的强度和耐久性。对于高性能混凝土或特殊混凝土,还需考虑其抗渗性、抗裂性、耐腐蚀性等特殊性能,以满足工程对桩身材料的更高要求。在选择材料时,应进行充分的试验和验证,确保材料性能稳定可靠。

2.1.2 配筋设计

桩身的配筋设计应严格按照设计要求进行,确保桩身受力合理、稳定可靠。配筋时,应根据桩身受力特点,合理布置主筋、箍筋和加强筋等,确保钢筋的规格、数量和间距符合设计要求。在焊接钢筋时,应采用合格的焊条和焊接工艺,确保焊接质量牢固可靠。同时,应严格控制钢筋的保护层厚度,防止钢筋锈蚀和混凝土剥落,影响桩身的受力性能和耐久性。

2.1.3 施工过程监控

在桩身施工过程中,应进行全面的施工监控,确保施工质量符合设计要求。钻孔过程中,应定期检查孔径、孔深和垂直度等指标,及时发现并纠正偏差,确保钻孔质量。在灌注混凝土前,应清理孔底沉渣和杂物,确保孔底干净无污染。灌注混凝土时,应控制混凝土的坍落度和灌注速度,避免施工不平整、错芯、沉降等问题^[3]。同时,应加强现场管理和监督,确保施工人员按照规范操作,保证施工质量和安全。在灌注过程中,还应定期检测混凝土的强度和密实度等指标,确保桩身质量符合设计要求。

2.2 混凝土灌注质量控制

2.2.1 混凝土配比设计

在进行配比设计时,应依据设计要求的强度等级,结合施工环境的气温、湿度以及钻孔灌注桩的特定条件,如孔深、孔径等,进行综合考虑。首先,应选择合适原材料,包括水泥、砂石、水等,确保它们的质量符合国家标准或行业标准。水泥应选用品质稳定、强度等级符合要求的产品;砂石应选用洁净、级配合理、含泥量低的材料;水应选用清洁、无杂质的水源。其次,应确定合理的配比参数,包括水灰比、砂率、石率等。水灰比是影响混凝土强度和流动性的关键因素,应根据设计要求和原材料性能进行调整;砂率和石率则影响混凝土的密实度和工作性,应根据砂石的质量和级配进行

合理搭配。在配比设计完成后，应进行试验验证。通过制作试块并进行强度测试，可以评估混凝土的强度性能；通过流动性试验，可以检验混凝土的流动性和可泵性。只有经过试验验证，确保混凝土的强度和流动性满足设计要求后，方可进行大规模生产。

2.2.2 搅拌和灌注过程控制

在混凝土的搅拌和灌注过程中，应严格控制搅拌时间、搅拌速度和灌注速度，以确保混凝土的均匀性和灌注质量。搅拌时间应足够长，以确保原材料充分混合均匀；搅拌速度应适中，避免过快或过慢导致混凝土质量不稳定。在灌注过程中，应控制灌注速度，避免过快导致混凝土分层、离析等问题，同时确保混凝土能够顺利流入钻孔内，填满整个孔腔。此外，还需加强混凝土的养护措施。在灌注完成后，应及时对混凝土进行养护，避免其受到外界环境的影响而导致开裂、强度不足等问题。养护措施包括覆盖保湿、定期浇水等，以确保混凝土在硬化过程中保持适当的湿度和温度条件^[4]。通过严格的搅拌和灌注过程控制以及加强养护措施，可以确保钻孔灌注桩的混凝土灌注质量符合设计要求，提高工程的稳定性和耐久性。

2.3 常见质量问题及预防措施

2.3.1 坍孔

坍孔是钻孔灌注桩施工中常见的质量问题之一，其主要原因包括护筒埋设不牢、泥浆护壁效果不佳、孔壁土质松散等。坍孔不仅会影响施工进度，还可能对桩身质量造成严重影响。为预防坍孔，应采取以下措施：加强护筒埋设深度，确保护筒底部嵌入稳定土层中，以提高护筒的稳定性。提高泥浆质量，选用优质的膨润土或黏土制备泥浆，确保泥浆的黏度和密度符合施工要求，以增强泥浆的护壁效果。在钻孔过程中，应密切观察孔壁情况，如发现土质松散或泥浆流失，应及时采取补浆、加固孔壁等措施。

2.3.2 钢筋笼上浮

钢筋笼上浮是钻孔灌注桩施工中的另一个常见问题，其原因主要包括混凝土流动性过小、导管埋深过大、钢筋笼重量过轻等。钢筋笼上浮会导致桩身配筋不符合设计要求，影响桩的受力性能和稳定性。为预防钢筋笼上浮，应采取以下措施：控制导管埋深，避免导管埋入混凝土过深，导致混凝土上升时带动钢筋笼上浮。加快混凝土灌注速度，确保混凝土能够迅速填满钻孔，减少钢筋笼上浮的可能性。在钢筋笼制作时，应确保钢筋笼的重量和刚度符合设计要求，以提高其抗上浮能力。

题，其原因主要包括混凝土流动性过小、导管埋深过大、钢筋笼重量过轻等。钢筋笼上浮会导致桩身配筋不符合设计要求，影响桩的受力性能和稳定性。为预防钢筋笼上浮，应采取以下措施：控制导管埋深，避免导管埋入混凝土过深，导致混凝土上升时带动钢筋笼上浮。加快混凝土灌注速度，确保混凝土能够迅速填满钻孔，减少钢筋笼上浮的可能性。在钢筋笼制作时，应确保钢筋笼的重量和刚度符合设计要求，以提高其抗上浮能力。

2.3.3 断桩

断桩是钻孔灌注桩施工中最严重的质量问题之一，其原因主要包括混凝土灌注不连续、导管提升困难、孔底沉渣过厚等。断桩会导致桩身不完整，严重影响桩的承载力和稳定性。为预防断桩，应采取以下措施：确保混凝土连续灌注，避免中途停顿或中断，以确保桩身混凝土的连续性和完整性。控制导管埋深，避免导管埋入混凝土过深或提升困难，导致混凝土灌注不畅或断桩。在灌注混凝土前，应彻底清理孔底沉渣和杂物，确保孔底干净无污染，以提高桩身混凝土的密实度和强度。

结语

钻孔灌注桩施工工艺复杂且质量控制要求高，但通过严格的施工准备、规范的施工流程以及有效的质量控制措施，可以确保钻孔灌注桩的施工质量满足设计要求。未来应进一步加强施工人员的专业培训和技术水平提升，同时引入智能化、自动化等先进技术手段提高施工效率和质量控制水平，推动建筑行业的可持续发展。

参考文献

- [1]张文强.钻孔灌注桩钻孔施工工艺与质量控制要点[J].四川水泥,2023,(03):118-120.
- [2]李明.公路桥梁钻孔灌注桩施工工艺及质量控制分析[J].建设机械技术与管理,2024,37(02):136-138.
- [3]庄思雄.探究公路桥梁钻孔灌注桩施工工艺和质量控制[J].四川水泥,2020,(11):251-252.
- [4]李远峰,张大鹏.浅谈旋挖钻孔灌注桩施工工艺及质量控制[J].中国水运(下半月),2022,22(05):159-160.