

钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用分析

石胜

山东智邦文物保护科技有限公司

摘要：钻孔灌注桩技术凭借其优越的力学性能和广泛的适用性，在建筑工程施工中得到了广泛应用。本文从钻孔灌注桩技术的概述入手，详细阐述了其在建筑工程施工准备、施工过程、质量控制和安全管理等方面的应用要点。通过两个典型案例的分析，展示了钻孔灌注桩技术在不同工程条件下的应用效果。文章还探讨了钻孔灌注桩技术的发展趋势，提出了提高其应用水平的建议，为今后更好地发挥钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的作用提供参考。

关键词：钻孔灌注桩；建筑工程；施工技术；质量控制；应用分析

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.12.092

引言

随着城市化进程的不断推进和建筑工程规模的日益扩大，地基基础工程面临着更加复杂的地质条件和更高的质量要求。在这一背景下，国家相继出台了一系列政策，鼓励建筑业积极采用先进适用的新技术，提高工程质量和施工效率。钻孔灌注桩技术作为一种成熟可靠的地基处理方法，凭借其卓越的性能和广泛的适用性，在建筑工程施工中得到了越来越多的青睐。本文将围绕钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用展开分析，期为建筑业同仁提供有益参考。

一、钻孔灌注桩技术概述

1. 钻孔灌注桩的定义和特点

钻孔灌注桩是一种常用的深基础施工技术，其基本原理是通过机械钻孔在地层中形成桩孔，并在桩孔中插入钢筋笼，然后向桩孔内浇筑混凝土而形成的桩基。钻孔灌注桩具有诸多优点：首先，它能够适应各种复杂的地质条件，通过调整桩长和桩径，可以将桩端持力层设置在更加坚固的土层或岩层中，从而有效提高桩基承载力；其次，钻孔灌注桩施工过程对周边环境影响较小，噪音和振动等扰民因素能够得到有效控制；再者，钻孔灌注桩的桩身完整性良好，桩身混凝土强度高，能够很好地抵抗外界不利因素的影响；最后，钻孔灌注桩施工工艺相对成熟，各环节可实现机械化作业，施工效率高，工期相对较短。总的来说，钻孔灌注桩技术凭借其诸多优势，已成为建筑工程领域最为常用和成熟的深基础处理方法之一。

2. 钻孔灌注桩的分类

钻孔灌注桩可以按照不同的标准进行分类。按照施工方法，可分为全套管施工、二次清孔施工和双管螺旋钻施工等。在全套管施工中，钢护筒随钻头一起沉入土

层，形成桩孔，钢筋笼安装后通过导管灌注混凝土；二次清孔施工则在初次成孔后，采用清孔钻头再次清孔，然后安放钢筋笼并灌注混凝土；双管螺旋钻施工则是在护筒内架设导管，土体由导管排出，施工完毕拔出导管，灌注混凝土。按照桩端承载力类别，可分为土钻孔灌注桩和岩钻孔灌注桩。当桩端持力层为土层时，采用土钻孔灌注桩；当桩端持力层为岩层时，则采用岩钻孔灌注桩。此外，根据施工过程中是否采取措施处理桩端沉渣，还可分为清底灌注桩和不清底灌注桩。在实际工程中，应根据场地地质条件、周边环境限制以及建筑物对桩基的要求等因素，合理选择钻孔灌注桩的类型和施工工艺，以达到安全、经济、高效的建设目标。

3. 钻孔灌注桩的适用范围

钻孔灌注桩具有良好的适应性，在建筑工程施工中应用十分广泛。首先，对于一般土层条件，如粉土、黏土、中密以上的砂土等，钻孔灌注桩可发挥较好的桩端阻力和桩侧摩阻力，有效提高单桩承载力。其次，在软土、淤泥等地基条件较差的场地，采用钻孔灌注桩可将桩端持力层置于较深的坚硬土层或岩层中，充分利用桩端阻力，保证桩基的稳定性和安全性。再者，钻孔灌注桩施工振动小、噪音低，对邻近建筑物和环境影响较小，特别适用于城市中心区、工业厂房、历史文物保护区等对施工扰动敏感的区域。同时，钻孔灌注桩还可应用于高层建筑、桥梁、港口码头等重大工程，满足大型建筑物对地基高承载力、高刚度的要求。

二、钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用

1. 施工准备阶段

钻孔灌注桩施工前的准备工作对于确保施工质量和效率至关重要。首先要进行施工场地勘察，全面了解场地的地形地貌、地质条件、水文特征等，根据勘察结果

编制详细的施工组织设计和施工方案。施工场地还需进行必要的平整、排水、临时道路修建等，为钻孔设备进场和施工材料运输创造条件。其次是施工设备的选择与准备，根据工程规模、桩型尺寸、地质情况等因素，选择性能可靠、效率高的钻机、吊装设备、混凝土泵车等，并进行严格的检查和调试，确保设备处于最佳工作状态。再者是施工材料的选择与准备，混凝土、钢筋、护筒等原材料的质量直接影响桩基性能，应严格把控原材料质量，选用优质产品。混凝土应根据设计要求，科学设计配合比，选择高强、高性能外加剂，并做好混凝土拌和、运输、泵送等各环节的准备工作。钢筋笼应严格按照设计图纸进行下料、绑扎，并采取可靠的防腐措施。护筒应选择壁厚合适、刚度足够的钢护筒，确保成孔质量。

2. 施工过程

钻孔灌注桩施工过程包括钻孔、清孔与检查、钢筋笼制作与安装、混凝土浇筑等主要环节。钻孔是利用钻机在土层中钻进，形成桩孔的过程。钻孔设备的选择要考虑桩径、桩长、地层条件等因素，常用的有正反循环钻机、螺旋钻机等。钻进过程中要严格控制钻孔参数，如钻进速度、钻压、护筒下沉速度等，确保成孔质量。当遇到塌孔、漏水等问题时，要及时采取护壁、堵漏等措施加以解决。钻孔完成后，要及时清孔，采用机械清孔或气举反循环等方法清除孔底沉渣，并检查孔深、孔径、垂直度等指标。钢筋笼应在专用加工场进行加工，严格控制钢筋规格、数量、间距等参数，并采用可靠的吊装方式将钢筋笼吊放至桩孔内就位。混凝土浇筑前，要认真检查钢筋笼就位情况，确保其垂直居中。混凝土应连续浇筑，浇筑过程中随时观察混凝土面标高，控制浇筑速度和压力，避免断桩、蜂窝麻面等缺陷。整个施工过程要严格控制各工序质量，及时进行自检和专业检查，发现问题及时处理，确保钻孔灌注桩的施工质量。

3. 施工质量控制

钻孔灌注桩施工质量控制贯穿于施工全过程，包括施工参数控制、施工过程质量检查和桩身完整性检测等。施工参数控制主要是通过监测和调整钻孔速度、钻压、护筒下放速度、混凝土骨料配合比、混凝土拌合物性能等关键参数，确保各施工工序满足规范和设计要求。施工过程质量检查则是对施工过程中的每一道工序进行严格检查，重点检查成孔质量、钢筋笼制作和安放质量、混凝土浇筑质量等，及时发现和处理施工缺陷，

避免质量事故。在关键部位和关键工序，还应增设旁站监理，加强现场监督。桩身完整性检测是钻孔灌注桩施工完成后的一项重要质量检验手段，常用的方法有低应变反射波法、声波透射法等，通过分析桩身完整性测试曲线，评价桩身混凝土密实度、均匀性等，及时发现桩身缺陷，并采取补桩、桩头处理等措施进行补救。钻孔灌注桩施工还应建立完善的质量责任制和奖惩制度，将质量责任落实到每个人，调动全员参与质量控制的积极性，营造人人重视质量的良好氛围，从而确保工程建设质量。

4. 施工安全管理

钻孔灌注桩施工安全管理是保证施工顺利进行、避免安全事故发生的重要手段。施工前，要全面识别和评估施工安全风险，包括设备安全风险、高空作业风险、孔壁坍塌风险、触电风险等，并针对性地制定安全防护措施。施工现场应设置安全警示标志，对作业人员进行安全教育培训，为其佩戴安全帽、安全带等劳动防护用品。施工设备要定期进行安全检查和维修，发现安全隐患及时整改。施工用电要严格执行相关规范，采取可靠的防触电措施。钻孔和吊装作业要遵循安全操作规程，避免误操作引发事故。对于深基坑施工，要做好支护和降水工作，防止坍塌和水土流失。对于邻近建筑物和道路的施工，要采取有效的保护措施，避免对周边环境造成损害。此外，还应根据施工特点和可能发生的安全事故类型，制定详细的应急预案，明确应急处理流程和责任人，并定期组织应急演练，提高快速响应和处置能力。

三、钻孔灌注桩技术应用案例分析

案例1——高层建筑基础工程

某高层建筑项目位于城市中心区，地上45层，地下3层，总建筑面积约12万平方米。场地地质条件较好，地层主要由粉质黏土、中密砂土组成，桩端持力层为中风化花岗岩。基础型式采用钻孔灌注桩，共设计灌注桩327根，桩径800~1200mm，桩长35~50m。施工单位采用XR400D旋挖钻机成孔，全套管成孔技术，保证成孔质量。在成孔过程中，通过泥浆护壁和机械清孔相结合的方式，有效解决了部分桩位淤泥较多的问题。钢筋笼采用整体吊装法施工，保证垂直度和桩身完整性。混凝土采用商品混凝土，标号为C35，通过导管法分段浇筑，严格控制混凝土的骨料级配、水灰比、坍落度等指标，确保混凝土灌注密实，不发生断桩、蜂窝等问题。在施

工过程中,建立了严格的质量管理体系,及时进行自检和专检,混凝土养护到位,确保了桩基质量。通过低应变反射波法对全部桩基进行完整性检测,合格率100%。本工程钻孔灌注桩施工难度大,工期紧,但通过科学的施工组织和严格的质量控制,圆满完成了施工任务,实现了安全、优质、高效的建设目标。

案例二——复杂地质条件下的桥梁基础工程

某跨江大桥全长1.2km,主跨550m,采用钻孔灌注桩作为主塔基础。桥址区地层条件复杂,上部为厚度不等的淤泥质土,下部为全风化片麻岩,桩端持力层埋深大。钻孔灌注桩桩径2.5m,最大桩长98m,单桩设计承载力达30000kN。施工单位采用BAUER BG40钻机施工,钻孔过程采用三级防护,即护筒防护、泥浆护壁、钢筋笼临时支撑相结合,有效防止了孔壁坍塌。孔底沉渣采用风动式吸泥机反复清理,厚度控制在100mm以内。超长钢筋笼采用多节拼接而成,拼接接头错开布置,并采用满焊接头,经试验验证满足现场施工要求。混凝土采用高强高性能海工混凝土,由专用搅拌站集中搅拌,采用导管分段浇筑,确保桩身密实。通过跟踪监测混凝土水化热、标准养护试块强度等指标,验证大直径长桩混凝土灌注质量满足设计要求。在复杂地质条件下,钻孔灌注桩施工面临诸多难点和风险,设计和施工单位通过深入研究和反复论证,制定了周密的施工方案,采用先进的施工工艺和设备,最大限度地降低了施工风险,保证了施工进度和质量,为同类工程提供了宝贵经验。

四、钻孔灌注桩技术的发展趋势

钻孔灌注桩技术经过多年的发展和完善,已经成为建筑工程领域不可或缺的基础施工方法。随着现代科学技术的不断进步和建筑业的持续升级,钻孔灌注桩技术也面临着新的发展机遇和挑战。未来,钻孔灌注桩技术的发展趋势主要体现在以下三个方面:

(1) 智能化施工技术的应用。随着人工智能、大数据、物联网等新兴技术的兴起,钻孔灌注桩施工过程中越来越多地引入智能化管理和控制手段。例如,利用物联网技术对钻机、泥浆泵等关键设备进行实时监控,通过传感器采集钻进参数、泥浆性能等数据,并结合大数据分析,实现钻孔过程的智能优化控制,提高施工效率和成孔质量。再如,采用自动化成孔质量检测系统,通过声波、超声等无损检测技术,实时评估成孔质量,及时发现和处理缺陷,减少人工检测的劳动强度和失效率。

(2) 环保型施工技术的发展。在国家大力推进绿色发展、建设生态文明的背景下,钻孔灌注桩施工也面临着更高的环保要求。一方面,传统施工过程中产生的噪音、粉尘、泥浆等对周边环境的影响日益受到重视,亟须采用噪音控制、泥浆净化循环利用等环保措施,最大限度减少对周边环境的扰动。另一方面,钻孔灌注桩施工本身也应更加注重材料和资源的节约集约利用,提高能源使用效率。例如,采用高性能混凝土配合比,减少水泥用量;优化钢筋笼设计,减少钢材消耗;改进施工工艺,提高成孔一次合格率,减少返工浪费等。

(3) 高效施工技术的探索。随着城市建设进程的加快,工程建设规模不断扩大,工期要求也越来越紧迫,传统的钻孔灌注桩施工效率已难以满足发展需求,必须积极探索高效施工技术。一是要不断优化施工工艺,如采用全回转钻机、大直径钻头等先进设备,提高钻进效率;优化钻孔参数,提高钻进速度;改进清孔工艺,缩短清孔时间;应用快速接头、整体吊装等先进工艺,加快钢筋笼安装速度等。二是要加强施工组织管理,优化施工布置,合理配置资源,实现多台钻机协同作业,缩短工期。三是积极采用装配式施工、信息化管理等新型施工模式,提高工程管理效率和精细化水平。

结束语

钻孔灌注桩技术在建筑工程中具有广阔的应用前景。随着建筑业的不断发展,钻孔灌注桩技术也必将在智能化、环保化和高效化方面实现更大的突破。建筑企业应积极引进和应用钻孔灌注桩技术,同时加强施工过程控制和质量管埋,不断提高工程建设水平。只有与时俱进,不断创新,才能在激烈的市场竞争中赢得先机,实现企业的可持续发展。

参考文献

- [1] 曹盛泉. 钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用[J]. 江西建材, 2020, (11): 102+104.
- [2] 王晓焯. 钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用[J]. 住宅与房地产, 2020, (33): 192+199.
- [3] 闫翠琢. 钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用策略[J]. 科技创新与应用, 2020, (34): 169-170.
- [4] 朱震. 钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用策略[J]. 居舍, 2020, (32): 35-36+28.
- [5] 魏优勤. 钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用[J]. 四川水泥, 2020, (11): 137-138.