

公路桥梁冲击钻桩基浇筑施工技术

奚太龙

新疆生产建设兵团交通建设有限公司 新疆 石河子 832017

摘要：冲击钻桩基技术成熟且应用广泛，其原理是钻锤冲击破碎岩土，通过排渣形成桩孔。该技术设备简单、适应性强，适用于复杂地质。施工关键技术涵盖钻孔定位、冲击成孔、清孔检测等环节。桩基混凝土灌注需做好拌合准备，精准计算首批混凝土方量、安装导管并连续灌注。质量控制要关注成孔、混凝土质量与灌注连续性，同时重视施工安全，设置防护设施，加强人员培训，并采取环保措施，减少施工对环境的影响。

关键词：公路桥梁；冲击钻；桩基施工；成孔技术；混凝土灌注

引言：在桥梁深基础工程中，冲击钻桩基技术凭借设备简单、适应性强等优势，成为处理复杂地质的常用方法。其施工涵盖冲击钻成孔、混凝土灌注等关键环节，各环节技术要点紧密关联，直接决定桩基质量。同时，施工中的质量控制与安全措施至关重要，关乎工程的安全性与耐久性。本文将围绕冲击钻桩基技术的施工要点、质量控制及安全环保等方面展开深入探讨。

1 冲击钻桩基技术概述

冲击钻桩基技术作为桥梁深基础工程领域里一种成熟且应用广泛的成桩工艺，有着独特的原理与显著优势。其核心原理是借助钻锤在重力作用下自由下落，产生强大的冲击能量，这种能量作用于岩土层时，能够将其破碎。在钻锤持续冲击的过程中，破碎的岩土碎屑会通过特定的循环排渣系统排出孔外，随着这一过程的不断重复，桩孔便逐渐形成。（1）从设备构成来看，冲击钻桩基施工所使用的设备相对简单，主要包括钻机、钻锤、钢丝绳以及循环排渣装置等。这种简单的设备配置不仅降低了设备采购与维护的成本，而且在施工现场的组装与调试也较为便捷，能够快速投入施工，有效缩短施工准备时间。（2）该技术具备极强的适应性，这是其得以广泛应用的关键因素之一。在面对复杂多变的地质条件时，冲击钻桩基技术展现出卓越的性能。例如在卵石层中，卵石颗粒大小不一、排列无序，其他一些成桩工艺可能难以有效破碎卵石并形成规整的桩孔，而冲击钻凭借其强大的冲击能量，能够逐步将卵石破碎并排出，确保桩孔的顺利成型^[1]。同样，在岩层施工中，无论是硬度较高的岩石还是存在裂隙的岩层，冲击钻都能通过合理的参数调整，实现有效钻进。因此，在桥梁深基础工程中，当遇到卵石层、岩层等复杂地质情况时，冲击钻桩基技术往往是优先考虑的施工方法。

2 冲击钻成孔施工关键技术

2.1 钻孔定位与护筒埋设

在冲击钻成孔施工流程中，钻孔定位与护筒埋设是至关重要的起始环节，对后续成孔质量有着决定性影响。（1）施工准备阶段，专业测量人员需运用高精度的测量仪器，如全站仪等，依据设计图纸精确测放桩位，确保桩位坐标的准确性，误差需严格控制在规范允许的极小范围内。桩位确定后，紧接着进行护筒埋设工作。护筒一般采用钢制材料，具备足够的强度和刚度。埋设时，要保证护筒垂直度，可借助垂球等工具进行校准，使其垂直偏差不超过规范要求。（2）护筒需埋设稳固，可通过在护筒周围填筑黏土并分层夯实的方式来实现，防止在后续施工过程中护筒发生移位或倾斜。护筒中心与桩位的偏差同样要精准把控，这是保证桩孔位置准确的关键。（3）还需合理布置泥浆循环系统，规划好泥浆池、沉淀池的位置与尺寸，确保泥浆能够顺畅循环，有效携带钻渣排出孔外，为冲击钻成孔营造一个稳定、良好的施工环境，保障成孔作业的顺利进行^[2]。

2.2 冲击成孔与泥浆护壁

在冲击钻成孔施工过程中，冲击成孔与泥浆护壁是确保成孔质量的关键所在。（1）进行冲击成孔作业时，要精确调控钻锤的起落高度与频率。起落高度过高，孔壁易失稳；过低则冲击能量欠缺，影响钻进效率。频率过快会频繁碰撞孔壁，加剧扰动；过慢又会拖慢施工进度。故而，需结合地质条件、钻机性能等因素，经多次试验确定最优的起落高度与频率，实现连续稳定的冲击成孔。（2）冲击成孔期间，维持孔内泥浆水位稳定极为关键。泥浆可在孔壁形成致密泥皮，防止孔壁坍塌，还能凭借黏性携带钻渣排出。要实时监测泥浆水位，依消耗情况及时补充，确保水位高于地下水位一定高度。（3）不同地层物理力学性质差异明显，如软土层、砂层、岩层等，需针对各层及时调整冲击参数，保证高效

成孔与孔壁稳定，为后续桩基施工筑牢根基。

2.3 清孔与成孔检测

在冲击钻成孔作业达到设计标高后，随即进入至关重要的清孔与成孔检测环节。（1）清孔质量对桩基的承载能力与耐久性影响深远，故而需采用科学合理的换浆清孔法。此方法通过向孔内注入新鲜泥浆，借助泥浆的循环流动，将孔底沉积的钻渣、泥块等杂质带出孔外，实现彻底清除孔底沉渣的目标。清孔期间，要精准把控泥浆的性能指标，如比重、黏度等，保证泥浆具备优良的携渣能力，防止因泥浆过稀使清孔效果不理想，或因泥浆过稠阻碍钻渣排出。（2）清孔结束后，需立即开展全面且细致的成孔检测。检测涵盖孔深、孔径、垂直度以及沉渣厚度等关键参数。孔深检测借助精准测绳等工具，确保实际孔深达标；孔径检测采用专用孔径仪，防止缩径；垂直度检测依靠垂球、测斜仪等设备，保证桩孔垂直度合规；沉渣厚度检测严格把关，通常用测锤测量，确保其在设计允许范围内，为后续混凝土灌注筑牢基础^[3]。

3 桩基混凝土灌注技术

3.1 混凝土拌合准备与现场条件

混凝土拌合准备是确保混凝土品质的基石。（1）原材料选择上，须严格把关。水泥应契合设计强度且质量稳定，进场时核查出厂合格证、检验报告等质量证明文件，并按规定抽检。砂石质量关乎混凝土强度与耐久性，砂的含泥量、细度模数，石子的粒径、级配等均应符合规范。外加剂选择要依据混凝土性能需求与施工条件，严格按产品说明确定掺量。（2）拌合前，要对拌合设备进行全面检查调试，确保设备正常运转。计量设备需定期校准，保证原材料计量精准，误差在允许范围。同时，依据混凝土配合比与施工进度，合理安排原材料储备，保障施工期间供应充足。（3）现场条件对混凝土灌注影响重大。施工现场应平整坚实，便于混凝土运输车辆与灌注设备通行作业。合理规划场地，科学设置混凝土搅拌站、材料堆放区、灌注作业区等，确保各区域紧密衔接、互不干扰。此外，要提前做好水电供应保障，确保施工期间水电稳定，为混凝土灌注创造良好条件。

3.2 首批混凝土方量计算与导管安装及水下灌注

首批混凝土方量的计算十分关键，它直接影响导管能否顺利埋入混凝土面，形成稳定柱体隔绝泥浆。计算需综合考虑桩径、桩长以及导管埋深等参数，确保初灌量能让导管一次埋入足够深度。（1）导管是混凝土输送的关键，性能要求高。安装前，要逐节做密封试验，仔细检查接口处橡胶圈是否完好、安装是否紧密，防止

灌注时漏浆，避免泥浆混入影响桩身强度与耐久性。安装导管时，要保证其垂直、居中，下端出口距孔底 300 - 500 毫米，利于混凝土顺利进入孔底置换泥浆。灌注中，导管埋入深度宜控制在 2 - 6 米，过浅混凝土可能冲翻导管，使泥浆卷入桩身；过深会增加灌注阻力，甚至堵管。（2）初灌时，混凝土要快速、连续注入导管，形成足够压力排出泥浆。随着混凝土面上升，要按规定逐步提升导管，提升务必谨慎，严禁提离混凝土面，否则泥浆会涌入空隙，造成桩身夹泥，形成质量缺陷。

3.3 浇筑的连续性与车辆等设备的适配情况

在桩基混凝土灌注作业中，灌注的连续性是确保桩身质量的核心要点。（1）灌注过程必须一气呵成，若因意外中断且时长超过混凝土初凝时间，桩身将出现冷缝，这会显著削弱桩基的承载能力与耐久性，甚至导致断桩等重大质量事故。（2）为保障灌注连续性，要制定严谨的施工计划，对混凝土的生产、运输及灌注时间进行精准统筹。生产环节，依据施工进度与灌注量，科学调节搅拌机生产能力，保证混凝土及时供应。运输时，选用性能可靠的混凝土运输车，结合运输距离和路况，合理规划车辆数量与行驶路线，避免因车辆故障或交通堵塞造成供应中断。（3）车辆等设备的适配情况对灌注顺利开展意义重大。混凝土运输车容量要与搅拌机生产能力、灌注量相匹配，减少运输次数与等待时间。灌注设备应根据桩径、桩长和施工条件合理选择，如混凝土输送泵或吊车等，确保混凝土精准快速注入桩孔。同时，配备充足备用设备，以便主设备故障时及时启用，保障灌注不间断，确保桩基施工质量。

3.4 灌注过程控制与桩头处理及养护

在混凝土灌注阶段，精准控制导管埋深是关键。

（1）需定时运用测绳等工具实测混凝土面高度，结合预设的 2 - 6 米导管埋深范围，合理调控导管提升高度，确保其始终处于适宜状态。同时，安排专人详尽记录灌注时间、混凝土面高度、导管埋深、灌注量等参数，这些记录不仅是施工过程的重要凭证，更为后续质量分析与问题追溯提供有力支撑，可有效预防断桩、夹泥等质量问题。（2）当混凝土灌注至桩顶设计标高以上 0.5 - 1 米时，应进行超灌。此超灌部分意义重大，因灌注末期泥浆杂质可能上浮聚集于桩顶，且混凝土振捣与导管提升时或存在不密实情况，超灌可保证后续凿除质量不佳的混凝土，使桩头满足设计强度与密实度要求。（3）待超灌部分混凝土强度达标后，采用人工或机械凿除，操作时需谨慎，避免损伤有效桩体。灌注完成后，随即开展桩体养护。依据现场实际，选择自然养护或针对性养护

措施。自然养护时，通过覆盖塑料薄膜、草帘等保持桩体表面湿润；若环境不利，如气温异常或过于干燥，则采取洒水、加热或保温等措施，为混凝土强度发展营造良好环境，保障桩基工程长期稳定与安全。

4 质量控制与安全措施

4.1 成孔质量管控

在桩基施工的成孔阶段，成孔质量管控是保障后续工序顺利开展与桩基整体质量的关键。（1）施工全程需对孔形、孔径及垂直度实施实时监测。运用先进的测斜仪、孔径测量装置等仪器，按固定间隔或特定钻进深度进行精准测量。一旦监测到孔形出现不规则、孔径未达设计要求或垂直度发生偏斜，要迅速分析成因，如地层软硬不均、钻机操作不当等，并及时采取纠偏措施，像调整钻机姿态、改变钻进参数等，确保桩孔几何尺寸精准、垂直度良好。（2）泥浆性能指标对成孔质量影响重大。要增加泥浆密度、黏度等指标的检测频次，依据不同地层特性与施工进展，科学调整泥浆配比，使其既能形成稳固护壁，防止孔壁坍塌，又能有效携带钻渣排出孔外，为后续混凝土灌注奠定坚实基础^[4]。

4.2 混凝土质量与灌注连续性

在桩基工程里，混凝土质量与灌注连续性对桩基的承载能力及耐久性起着决定性作用。（1）就混凝土质量而言，要从源头严格管控。需精准把控混凝土配合比，依据设计要求与现场实际状况，科学确定水泥、砂石、外加剂等原材料的用量比例，保证混凝土强度达到设计标准。同时，要严密监测混凝土坍落度，该指标关乎混凝土的工作性。合适的坍落度可确保混凝土在灌注时具备良好的流动性与和易性，能顺利注入桩孔并填充密实，避免出现蜂窝、孔洞等质量问题。（2）灌注过程中，连续性是不容忽视的关键。要制定详尽的施工计划，提前做好各项筹备工作，保障灌注作业一气呵成。为应对设备故障等突发情况，需配备充足的备用设备，如备用导管、发电机等，主设备故障时能及时启用，防止灌注中断，杜绝桩身出现冷缝、夹泥等质量缺陷，从而保障桩基施工质量。

4.3 施工安全与环境保护

在桩基施工进程中，施工安全与环境保护是两项不容忽视的重要工作。（1）为保障施工安全，需在孔口位置设置稳固可靠的防护设施，如安装防护栏杆并悬挂警示标识，防止人员不慎坠落孔内。同时，要制定严格规范的操作流程，对施工人员进行全面的安全教育培训，使其熟悉各类施工机械的操作方法与安全注意事项，避免因违规操作引发机械伤害事故。（2）在环境保护方面，施工产生的泥浆与钻渣若处理不当，会对周边环境造成严重污染。因此，要采取科学合理的处理措施，例如设置专门的泥浆池与沉淀池，对泥浆进行沉淀处理后循环利用，减少泥浆排放；钻渣则需集中收集，运至指定地点进行妥善处理。通过这些举措，有效降低施工对周边土壤、水体等环境要素的影响，实现文明施工，推动工程建设与环境保护协调发展^[5]。

结语

综上所述，冲击钻桩基技术从成孔到混凝土灌注，各环节紧密相连、环环相扣。成孔阶段需精准把控质量，混凝土灌注要确保质量与连续性。同时，施工安全与环境保护也不容忽视。只有严格遵循规范，做好各环节的质量控制、保障安全并注重环保，才能打造出高质量的桩基工程，为桥梁等建筑物的稳定与安全奠定坚实基础，推动工程建设领域持续健康发展。

参考文献

- [1]赵志勇.公路桥梁钻孔灌注桩施工技术研究[J].工程建设与设计, 2021 (3) : 213-214.
- [2]刘焕荣.公路桥梁桩基加固施工技术研究[J].中国高新科技,2021(02):100-101+142.
- [3]于天池.公路桥梁加固施工技术的应用研究[J].智慧城市,2021,7(09):138-139.
- [4]陈亮, 徐腾飞. 公路桥梁桩基施工问题及承载力测试探讨[J]. 山西建筑, 2021, 47(1):151 – 153.
- [5]林海波. 浅析公路工程中道路桥梁桩基施工的检测技术[J]. 智能建筑与工程机械, 2021, 3(1):86 – 87.