

市政桥梁施工中的钻孔灌注桩施工技术

徐腾

广州市市政工程机械施工有限公司

摘要：钻孔灌注桩是指通过钻机钻进将钢筋笼从地面或地下的混凝土中贯入，并浇筑一定数量的混凝土形成桩基础的一种施工方法。它具有成孔方便、适用范围广、技术要求相对较低等优点。基于此，本文对市政桥梁施工中的钻孔灌注桩施工技术进行分析与研讨。本文首先对钻孔灌注桩施工特征进行分析，其次对施工中的常见问题进行简析，再次对钻孔灌注桩施工技术进行分析，最后对施工注意事项进行分析，以供参考与借鉴。

关键词：市政桥梁；钻孔灌注桩；钢筋笼

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.22.050

引言

随着我国经济的快速发展，城市化进程不断加快，市政桥梁工程在城市建设中扮演着重要角色。桥梁作为一种建筑结构物，它的稳定性、安全性和耐久性是其使用寿命的关键因素。而桩基作为支撑桥梁上部结构的主要受力构件之一，其质量直接关系到整个桥梁的安全性能。因此，加强对桩基施工过程中的质量控制尤为重要。

一、钻孔灌注桩施工特征分析

钻孔灌注桩（简称钻孔桩）是施工机械利用冲击器或回转钻机在下部一定深度的持力层内打桩、锤击沉孔，然后浇灌混凝土而成的桩。主要特点是：高强度等级的桩体混凝土可达C30级（含C30级）以上；单根桩的直径更大，刚度更强，所以它的承受力也是比较高的；一般不需振捣密实，但为了保证桩的承受力和耐久性，应根据具体工程要求，决定是否插入钢筋笼并采取相应措施。钻孔桩广泛应用于各种建筑物的基础和主体结构的施工中。随着技术进步及对环境保护意识的增强，人们开始寻求一种更合理、经济的施工方法来替代传统的人工挖孔桩。经过实践证明，钻孔灌注桩是一项具有广泛适应性、先进高效、施工简便、成本低、质量可靠、环保效果好的桩基施工方法。泥浆护壁的做法也常用于钻孔灌注桩的施工中。护壁泥浆是由水、黏土或二者混合而成，其密度应为 $0.8\sim 1.2\text{g}/\text{cm}^3$ 。为了使泥浆具有良好的流动性和渗透性，必须满足以下条件：（1）黏度高，不分层。抗压性能强。（2）具有一定的切力和抗剪切性能，并能抵抗钻渣的冲击。（3）具有一定的乳化性和吸附能力，以保持钻头和孔壁间的润滑状态^[1]。下图是钻孔灌注桩装置结构图。图中的1为水龙头，2为钻机，3为护筒，4为钻杆，5为钻头。6为真空泵，7为砂石泵，8为电机，9为泥浆池。

砂石泵。8为电机，9为泥浆池。

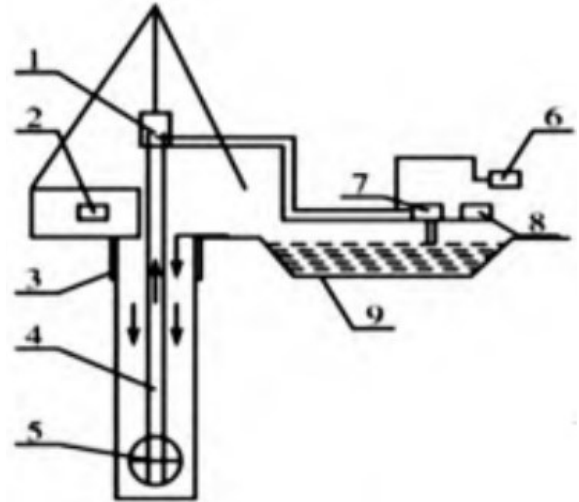


图1 钻孔灌注桩结构图

二、钻孔灌注桩施工常见问题

在钻孔灌注桩施工过程中，由于内外因素的影响，使得钻孔灌注桩施工还存在一定的问题，具体如下：

（1）护筒内外侧壁坡度不够。如果护筒外侧壁与土体接触处呈弧形，内侧壁与土体间形成一道坡口，则容易在冲水和抽渣时使土体掉落护筒内，进而造成护筒开裂或护筒底部破损，最终导致孔壁坍塌。同时，由于泥浆比重过低或黏度过大，无法将钻孔内松散的颗粒带走，也无法有效防止塌孔，使护筒无法稳定，从而影响了泥浆的流通速度，影响了泥浆的出渣。此外，使用清水代替循环浆，或者采用软性泥浆护壁都会对护筒的稳定性产生不良影响。（2）坍塌度偏大。在灌注过程中，由于导管埋深不够，导致混凝土中砂率过大，与水泥浆接触面积减小，水分损失较多，造成混凝土强度不足。为加快施工速度，减少现场搅拌混凝土的次数，往往采用水下灌注混凝土的方式。但水下灌注混凝土必须保证不间断供应，否则极易发生断桩现象，极大地影响了混凝土的品质。（3）在钻孔前没有进行泥浆试验，导致泥浆比重和黏度不符合施工要求，或是使用了不适合地层的钻头。不匹配的泥浆密度和黏度，也会使得在钻孔时造成孔壁失稳。同时，在钻孔前没有将钻杆下到预定位置，而是直接开始钻孔作业，这样就会造成孔壁岩粉堆积，形成薄弱部位。

三、市政桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术分析

（一）施工准备

在市政桥梁打孔灌注桩施工前，施工人员需要精心

准备,确保各项准备工作顺利完成。建筑工人需要通过对建筑工地进行全面的调查和设计施工设计图,对建筑工地进行实地勘察。综合施工设计图纸以及地质报告编制施工方案,明确设计流程。施工人员还需紧急制定施工方案,以备不时之需,根据施工设计图进行施工作业。同时,要认真做好岗前的锻炼工作。为科学管理施工进度,施工管理人员需要根据勘察报告以及施工技术标准,对施工设计方案进行评价分析,做好桩型、施工工艺以及持力层的甄选。施工人员对建材质量也需要全面把控。安排监管人员对材料甄选、采购以及物流等流程进行全面监督,从而为后续施工建设奠定基础。当钻孔设备抵达施工现场之前,施工人员需要对护筒位置以及实际埋设深度进行检测。当钻孔设备到位后,施工人员需要对其稳固以及水平情况进行检查,例如钻杆的垂直程度。同时对泥浆指标进行全面检测,保证后续施工质量,全面提升市政桥梁建设水平。

(二) 掩埋护筒

施工人员可以对地面与钻杆之间的垂直程度进行控制,从而保证钻孔施工中钻孔灌注桩的稳定性。并有效地将灌注桩与其他建筑部件隔离开来,从而提供良好的建筑外部环境进行钻孔施工。现在的建筑施工中,一般都是施工人员用钢制钢筒进行保护,而这些钢筒都是由钢制钢筒构成的。由于钢质护筒的密度相对较大且自身强度高。因此在施工中能够有效提高灌注效率,确保整体施工水平的钻孔灌注桩。为了在掩体掩埋过程中进行施工作业,施工人员需要对施工现场的地下水位进行考量。施工人员对洞内静水产生不平衡压力,避免表层水渗入洞内。因此,在进行套筒埋设时,必须保证套筒埋设指标符合施工设计要求。在埋设套筒时,施工人员需要在一个总线路上保证桩孔中心线与套筒中心线的衔接。桩孔中心位置偏差不能高于50mm。钢护筒在埋设时,倾斜度一般不能超过百分之一。在桩孔位置分层次夯实黏土。倘若孔中存在承压水。则需要保证护筒高度稳定额定基础上,使其承压水位不能低于2m^[2]。

(三) 泥浆制备及护壁

施工人员在泥浆制备的过程中,需要对制备材料的配比进行科学设计,同时开展泥浆制备性能试验。施工人员在制备泥浆过程中需要选择材料的种类和实际用量,以确保泥浆的黏合率不低于96%,泥浆的相对密度不低于1.2。施工人员在实际操作中,需要在使用冲击锤敲击桩体的情况下,将黏土打碎后填入护筒内,完成黏土对泥浆的改造。同时,在配制泥浆时,施工人员还需要对助剂的用量和黏土的配比,使施工材料达到钻孔灌注桩施工要求的泥浆施工材料得到有效保障。泥浆护壁是钻孔灌注桩施工中保证施工质量的一项重要措施。施工人员需要根据实际情况,做好护壁作业,倘若在钻孔中出现泥浆泄漏问题,施工人员需要再第一时间

对钻孔中的泥浆进行及时补充,保证后续施工质量。

(四) 钢筋笼制备及吊装

在对钢筋笼进行制备的过程中,施工人员需要对钢筋建材的质量、规格进行检测,并根据设计规范完成钢筋笼制备。钢筋主筋的接缝可采用两面搭接焊接的形式固定,焊接长度一般不应小于5厘米。主筋一半以上的焊接处,同一截面的焊接处不能多。加强筋接头位置则采用电弧焊的形式进行焊接,焊接长度同样不得低于5cm。当焊接作业完成后,便可以使用平板运输车辆将钢筋笼运输至吊装现场进行吊装。在吊装钢筋笼时,施工人员可以采用2时吊装的方式,其中第一个吊点可以放在钢筋笼下,第二个吊点可以放在中心位置钢筋笼骨架的长度。施工人员可以在起吊点的位置绑上木杆,这样就可以保证钢丝笼在起吊的时候不会变形。在下放钢筋笼时,不能强行插入,这样可以避免钢筋笼漂浮的问题。在吊装完成后,施工人员需要对钢筋笼的吊放质量进行检测,检测合格后,便可以清孔,并对钻孔灌注混凝土建材^[3]。



图2 钢筋笼

(五) 钻孔及清孔

施工人员需要将钻机放置到相应位置,才能进行钻探作业,然后才能进行钻探作业。一边抓紧检修钻探设备。施工人员需要对钻机底盘以及底座等位置进行固定,从而保证钻机设备的运行稳定,保证其不会在运行过程中出现偏移。在实际操作中,施工人员需要确保钻头中央与炮筒位置呈正交叉的状态,这样才能保证钻头的中央与炮筒的位置呈正交叉状态。施工人员一边往洞内注入泥浆,一边根据土层情况对泥浆的相对密度进行调整。施工人员需要保证孔底水平面高于地下水水面1米,方式是低于护筒顶部0.3米左右。施工人员在进行完清选工作后,需要对其进行补水作业。倘若遇到相对较为疏通额土质,施工人员则需要调整钻孔灌注措施。

可以采用小冲程或是浓泥浆来对钻井进行冲刷、倘若为微风化泥灰岩，施工人员则可以加入一些黏土材料，并将其表面垫平，同时对表面进行冲砸，规避斜孔以及塌孔施工事故的出现，下表为钻孔成桩误差数值（允许）。

表 1 钻孔成桩允许误差数据表

组别	允许偏差
钻孔直径	不低于设计直径
钻孔深度	不低于设计深度
孔位中心偏心	群桩 ≤ 100mm/ 单排桩 ≤ 50mm
倾斜度	≤ 1% 孔深
沉渣厚度	≤ 50mm

（六）混凝土灌注

在对市政桥梁进行钻孔灌注桩进行施工时，施工人员可能会涉及水下混凝土灌注桩作业、水下混凝土浇筑作为钻孔灌注桩施工的重要一环，需要对其施工工艺进行全面把控。施工人员需要对初期灌溉量进行科学计算，以此来保证灌注作业效果，具体计算公式如下：

$$v = \frac{\pi}{4} D^2 (H - H_{\text{管}}) + v_1 + (v_2 + v_3)$$

上述公式中的v代表着初期灌注量，D代表着桩孔平均直径，H代表着桩孔的平均深度， $H_{\text{管}}$ 代表着初期灌注后的桩孔深度。 v_1 代表着平衡管外部的冲洗液导管中的混凝土体积， v_2 代表着埋设导管的环形体积， v_3 代表着隔水栓塞体积。在对上述公式进行运用之前，施工人员需要对 v_1 进行计算，如下所示。

$$v_1 = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot H_{\text{管}} \cdot \frac{r_1}{r_2}$$

上述公式中的 r_1 以及 r_2 分别代表着冲洗液密度以及混凝土建材密度，d代表着冲洗液导管中的内部直径。

在实际操作中，施工人员需要根据测量结果，对浇筑混凝土的高度进行测量，并对最初埋设管线的深度进行测算。施工人员在开始进行下一阶段的灌注作业前，埋设工作能够达到设计要求。管内水位骤然上升。由此可见，水的问题摆在那里，需要施工人员立即采取措施，以备不时之需。再加上施工人员需要控制孔底沉渣厚度，不符合施工设计要求的沉渣厚度，需要施工人员二次对孔洞进行清掏。一般情况下，沉渣含砂率不能高于3%，相对密度为0.05-1.10之间，黏度为16-20mPa.s。施工人员进行水下混凝土浇筑时，要保证孔底与基底之间的距离为0.3m，且初次灌注管道的深度需要高于0.8m。

四、市政桥梁施工中钻孔灌注桩施工注意事项

由于地质条件复杂，施工环境恶劣，在市政桥梁钻孔灌注桩施工工作中，经常会出现塌方、断桩、桩孔不

密实、钢筋笼上浮等现象。所以，在钻孔深度、泥浆指标等方面都要严格把关，使成孔质量得到保证；钢筋笼要加强绑扎和安装，防止打桩时打桩变形，钢筋笼的绑扎和安装要注意安全同时还要加强混凝土浇筑质量控制，确保桩体强度达到设计要求。市政桥梁工程施工质量安全才有保障。具体如下：（1）重视尺度缩小，重视夹渣问题。针对夹渣现象，可通过适当提高泥浆比重、使用较大直径钻头和增加泥浆循环泵排量等方法来加以解决。泥浆比重过低，会使混凝土中产生渣土；而泥浆比重过高，会再次引发崩环。因此，应选择合适的泥浆比重。并且还应严格控制钻孔深度，避免钻头碰到地下坚硬物体或碎石，引起钻头折断或破碎。同时，应合理安排泥浆循环次数，避免泥浆堆积，减少夹渣现象发生。（2）注意好卡钻问题。建筑工人需要确保良好的泥浆表现，以符合项目的要求。同时，加大泥浆泵的流量，确保及时补充足量的泥浆，防止钻杆的“干进”现象，提高钻进速度。合理控制液压马达的压力，保证钻杆垂直钻进。并且严格控制钻机倾斜度，避免钻机歪斜而引发卡钻。此外，还要注意检查钻具、钻头等设备是否完好，并定期更换磨损的部分，以保证其正常运转。（3）注意好塌孔问题。施工人员及时补充泥浆，确保泥浆配比达标，黏度达标。增加泥浆浓度，适当增加泥浆比例，增强抗冲力；在泥浆中加入膨润土，防止因泥浆散失而引起崩洞的产生。控制好钻孔深度。打完孔后，再用清水清洗干净，这样就可以确保泥沙干净，不会有杂质。严格按照技术方案操作，严禁盲目加大泥浆比重^[4]。

结论

综上所述，市政桥梁作为城市建设的重要内部，关乎城市化建设发展水平。钻孔灌注桩施工技术作为市政桥梁施工的重要基础技术，将其充分应用。不仅可以有效的提高桥梁建设水平以及安全，还可以提高施工速度，节约施工成本。因此，在实际施工中，施工人员需要充分利用好钻孔灌注桩施工技术优势，全面提高市政桥梁建设水平。

参考文献

[1] 韩玉成. 复杂地质条件下桥梁钻孔灌注桩设计及施工关键技术研究[J]. 工程建设与设计, 2024, (09): 227-229.
 [2] 王甫云. 小河坝大桥钻孔灌注桩施工技术要点及质量控制分析[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(09): 152-154.
 [3] 李强. 陡坡地段公路桥梁旋挖钻孔灌注混凝土施工技术研究[J]. 混凝土世界, 2024, (04): 76-79.
 [4] 王卿, 陈光, 刘勇, 盖永斌, 乔秋衡. 洞庭湖区高速公路中小跨径桥梁PHC管桩标准化设计及试验研究[J]. 公路, 2024, 69(04): 139-146.