

# 公路桥梁施工中钻孔灌注桩 施工技术的应用探析

李响<sup>[1]</sup> 孙宁嵘<sup>[2]</sup>

(1. 济南城建集团有限公司, 山东 济南 250031;  
2. 济南市市政工程建设集团有限公司, 山东 济南 250031)

**摘要** 在公路桥梁的桩基施工中经常采用钻孔灌注桩的方法,保障整体建造承重,承担上部结构荷载,这种利用冲击钻、旋转钻等钻机在桩位上成孔,然后再将混凝土材料从其孔底自下而上地向上灌注,使其成桩的施工方法工艺成熟、造价低廉、应用广泛且环境危害小,本文从技术层面对钻孔灌注桩的具体施工工艺进行了全面的分析,旨在对促进该技术的应用有一定的帮助。

**关键词** 公路桥梁施工 钻孔灌注桩施工技术 地质勘察

**中图分类号:** U415; U445

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-0745(2022)06-0052-03

公路桥梁的施工区域、地质条件比较复杂,桥梁主体重量大、整体沉降要求小,因此大多采用桩基础来承受主体传下来的荷载,而钻孔灌注桩技术广泛应用于此类桥梁的桩基施工,其工艺特点是可适应各种复杂的地质条件、作业速度快、成桩质量高、总体造价较低,而这种施工方法的难点在于工艺流程较多,施工质量控制难度大,关键是对钻孔、钢筋笼下放、水下混凝土灌注成桩等几个步骤进行重点管控,同时还要加强对埋设护筒、清孔等几个工序的质量管理。

## 1 前期准备工作

### 1.1 地质勘察及施工方案确定

公路桥梁施工区域的地质条件比较复杂,而地质条件对钻具和钻孔方法的选择具有非常重要的影响,施工单位在前期准备阶段要开展全面的地质调查活动,掌握土壤、地下水、岩层的具体情况,然后以此为基础正确地选择成孔机具和方法。常用的钻孔方式包括以下几种:

第一,冲击钻成孔。这种施工方法适用的地质条件最为广泛,根据冲程的不同适用的地质也不同。高冲程主要用于处理相对坚硬的基岩、漂石以及卵石层,中等冲程可用于处理砂卵石地质,低冲程可在砂砾层、风化层以及黏性土上实现钻孔。

第二,全套管冲抓成孔。这种钻孔方法要求施工区域的地质条件为松软的土层,典型的如黏土和砂土,如果一个钻孔位置既存在软土层,又存在坚硬的土层,那么这种施工方法将不适用。

第三,旋挖钻成孔。在沙土、黏性土以及粉状土

的施工中可采用旋挖钻成孔的方法,其成孔的直径可达到1.5m到4m的范围内,深度可达到60m以上,显然,这种施工方法要求土质坚硬程度较低。

第四,正循环钻孔。施工方法适用于基岩、淤泥质土层、粉土、黏土等各种地质条件,操作方法相对简单,但是缺点也较为明显,那就是速度慢、排土能力差。

第五,反循环钻孔。钻孔方式适用的土壤地质条件和正循环钻孔法基本一致,但是这种方法克服了正循环钻孔法的缺点,在排土效率上大幅提升,缺点是设备较为复杂,使用成本高<sup>[1]</sup>。

施工单位在作业之前要通过广泛的地质勘察活动充分了解作业区域的地质条件,尤其是根据钻孔深度了解岩层的类型以及坚硬程度等参数,然后在此基础上正确选择钻具,制定出合理的钻孔施工方案,这是前期准备阶段非常重要的一个环节。

### 1.2 场地平整及测量放线

第一,实现“三通一平”。公路桥梁作业区域大多在野外环境下,施工之前要开辟出临时性的道路,为物资进出、渣土清运等创造良好的条件。与此同时,施工过程中还会使用到水、电等,这些也要在准备阶段完成。其次,在钻孔施工之前要将作业场地平整好,将多余的渣土清运出场地。

第二,测量放线,做好水准点、基准点以及控制网的部署。钻孔灌注桩施工要确保所有的成桩处于相同的标高上,在前期准备阶段要根据水准点精确测量基准点,确保钻孔施工机械在安装标高上的一致性,根据

钻孔施工的要求设置钻孔桩位,形成网格化控制<sup>[2]</sup>。

第三,形成临时材料场地。钻孔灌注桩施工要使用大量的钢筋、碎石、水泥以及其他各种类型的工程物资,根据施工现场的实际条件设置好临时性的材料存储区域,必要时搭建物资存储棚,做好防雨、防潮等措施。

第四,施工前复核桩位。钻孔作业之前要再次复核钻孔的桩位,确保其标高、水平位置等满足图纸设计要求。钻孔灌注桩在钻孔之前会根据图纸上的要求为每一个钻孔位置设置具体的桩号,复核阶段也要再次检查桩号是否和图纸保持一致。

## 2 钻孔灌注桩施工技术要点

### 2.1 埋设护筒

护筒具有两个方面的核心作用:一是为钻具提供导向和固定的作用,排渣时也会利用到护筒;二是为混凝土灌注作业形成模具,混凝土依靠护筒来成桩。

第一,护筒的制作要求。(1)护筒可使用钢筋混凝土材料预制,或者使用钢板预制,前者的厚度一般可达到8cm到10cm,后者的厚度一般可达到4cm到8cm。具体使用哪一种护筒可结合成本、桩体高度等因素来加以确定,护筒上设置有溢浆口,一般为1到2个,确保灌浆过程的顺利实施;(2)钻孔是在护筒内实施的,因而护筒的内径通常要比钻孔桩的直径略微大一些,当然,也要比钻具更大一些。如果采用冲击钻或者冲抓钻成孔,护筒的内径应该比钻具直径大出30cm到40cm,如果采用回旋钻成孔,护筒的内径要比钻具直径大出20cm到30cm<sup>[3]</sup>。

第二,护筒埋设方法。护筒的埋设方法具有多种类型,典型的包括锤击埋设、振动埋设、加压埋设等,要根据护筒的类型合理选择,避免对其造成结构变形或者损坏。护筒的埋设深度通常控制在2m到4m的范围之内,如果项目具有特殊要求,可提高护筒的长度。护筒内存在一定的水位设置要求,其顶部的标高要具备足够的保持水位的能力,通常护筒的顶部标高比地面高出300mm,护筒的倾斜度直接关系到钻孔和成桩的质量,因此在埋设护筒的过程中要将其倾斜度控制在1%以内。

### 2.2 制备泥浆

配置泥浆使用的材料包括粘土(主要为膨润土)、添加剂以及水,粘土的品质要求为塑性指数不得低于25,粘土的粒径大小控制在0.005mm之内,这种对粒径的要求并不是百分之百要达到,只要超过50%的黏土颗粒小于这一数值即可。制备泥浆使用的添加剂包括有机类和无机类,在泥浆中加入纯碱可避免粘土颗粒沉底,使其更加充分和均匀地分散在泥浆中。有

机类的添加剂主要包括丹宁液和拷胶液等,其作用是降低浆液的黏度,使其便于流动。泥浆的主要作用是保护成孔的内壁,通过泥浆的润湿作用使成孔内壁的表层不易脱落。

### 2.3 安装钻机

钻机的水平度、钻杆的垂直度以及钻机的底座的稳定性等直接决定了钻孔施工的质量和安全性,施工单位在钻机就位之前要对地基进行夯实处理,可使用振动机反复锤击地面,确保其承载力能够承受钻机的重量。同时,使用专业的测量工具检测钻机底座的水平度是否满足要求。钻机的钻进方向和桅杆的角度密切相关,施工单位在钻机就位之后要严格检查桅杆的垂直度能否满足钻孔施工的技术规范,当其角度设置正常的情况下钻头可在孔道内轻松的提升,如果角度存在问题,一方面钻孔可能会歪斜,另一方面在提钻过程中钻头有可能与孔壁碰撞挤压,进而破坏钻孔施工的成果。

### 2.4 钻孔

钻具和钻孔方法的差异性导致其在钻孔环节采用不同的施工措施,此处以使用最为广泛的冲击钻成孔方法为例,介绍具体的钻孔施工策略。

第一,注入泥浆。实施钻孔之前根据作业区域的土质情况向钻孔位置注入适量的泥浆,如果孔道内本身就存在一定高度的地下水,也可直接利用这些水在孔道内制备出泥浆,具体做法是先在其中添加黏土,然后将其搅拌均匀且流动性强的泥浆。

第二,实施钻孔。在前期的地质勘察阶段应该已经充分掌握了钻孔位置的地质条件,根据硬度合理调整冲程大小,整个钻孔过程中要注意控制操作的速度,总体上要慢操作,不宜过快的钻孔,否则容易引发塌孔之类的问题。

第三,处理好特殊的地质条件。如果钻孔的过程中遭遇了坚硬而不平整的岩层,冲击钻作用力难以均匀地施加在岩层上,此时可在岩层表面填充一些碎石,使其更加平整,确保冲击钻的均匀作用。有些土质条件下还要对浆液的粘稠度进行适当的调整。

### 2.5 清孔

第一,验孔。钻孔结束之后不能立即实施清孔,而是要组织专业的技术人员以及监理工程师对成孔质量开展全面的验收,确保成孔质量达到设计要求,验收内容包括孔位、孔深、孔径、垂直度、沉渣厚度等,验收合格后方可进行清孔,整个检验过程要在最短的时间内完成,拖延的时间过长会增加塌孔的风险。

第二,清孔。钻孔的过程中会在成孔的底部产生大量的渣土、岩石碎屑以及泥浆,这些物质会严重影

响混凝土灌注施工的质量,所以钻孔结束之后可采用换浆法将底部的碎屑清理出来,这种清孔方法的优点在于整个操作过程不会依赖于其他的设备,之前的钻孔注浆设备可再次用来完成清孔的操作,泥浆在整个过程中用于保护孔壁,使其不会塌陷。

第三,确认清孔效果。清孔并不是简单地完成相关操作即可,清孔后要保证孔底的沉淀层厚度不大于设计或规范要求,工程实践中要求孔底沉渣的厚度不得超过10cm,检查时使用专门的测试锤,初次触底时记录数据,稍微晃动后在此记录数据,二者之间的差值即为沉渣的厚度,整体上操作方法较为简便。

### 2.6 安装钢筋笼和导管,完成二次清孔

第一,制作钢筋笼。钢筋的加工可在预制厂完成或者在施工现场的钢筋加工棚中完成,如果采用前者,只需将成品运输到施工现场安装即可。如果采用第二种方式,则要监测钢筋笼加工质量,主要包括钢筋型号、钢筋笼尺寸、长度、钢筋间距以及焊接质量等等,在焊接之前要确保主筋和加强筋之间保持垂直,可使用直角尺检测二者之间的垂直度,主筋和加强筋之间采用焊接的方式来加固,施工时重点检查焊接质量。

第二,安放钢筋笼。钢筋笼自重非常大,只能采用吊装的方式将其下放在孔道内部,具体实施前要根据钢筋笼的结构造型合理布置吊装的点位,主要是掌握起吊之后的平衡性,确保其受力均匀,不要在吊装的过程中发生变形。下放钢筋笼的过程中要放慢速度,通过人工的方式实时微调其下放的方位,防止钢筋笼和孔壁发生碰撞。另外,在灌注混凝土浆液的过程中,钢筋笼会受到冲力和浮力的扰动,有可能发生上浮,为了避免这种情况,应该在护筒上设置专门的固定点,将钢筋笼的位置牢牢固定住。

第三,安装导管。导管用于完成后期的灌注操作,一般采用直径20~30cm钢制导管、丝扣或法兰连接,导管使用前要进行水密承压和接头抗拉试验,确保导管的密封性,下导管时记录好导管安装的每根长度和顺序,便于进行导管的拆除。导管距离孔底要保持一定的高度,一般将其设置在距离孔底400mm的位置,不可将其直接放置到孔底,这样容易造成堵塞,灌注过程应连续,灌注过程中导管埋置深度控制在2m~6m之间,严禁将导管提拔出混凝土面。

第四,二次清孔。导管和钢筋笼安装的过程中有可能将地面上的渣土等带到成孔内,为了确保灌注施工的质量,可在钢筋笼下放到位之后实施二次清孔,具体操作方法是换浆,二次清孔后各项泥浆指标必须达标,泥浆比重一般介于1.03~1.1之间,粘度为17~20Pa.s,含砂率<2%,胶体率不小于98%,样品

分别自顶、中、底分别取样,以平均值为准。

### 2.7 灌注混凝土

第一,首批混凝土浇筑。首批混凝土的浇筑直接影响到灌注桩底部的质量,应按规范计算首批混凝土灌注方量,确定料斗容积,确保首灌混凝土导管埋深大于1m,在工程实践中还经常使用滑阀配合完成第一批混凝土的浇筑,滑阀的作用是将孔底的水分彻底排出,然后使用混凝土封底。

第二,灌注桩身混凝土。将配置好的混凝土材料使用专门的运输车辆及时运输到施工现场,每车混凝土均进行坍落度检测,合格后方可灌注,利用事先设置的导管以合理的速度将其灌注在孔道内,严格控制导管提拔速度,注意做好导管之间的连接密封,等到接近顶部标高时,注意控制停止灌注的时机,要超高灌注1m左右。原则上灌注桩最好采用一次成型的灌注方式,如果中间因为各种原因中断,那么应严格控制中断时间,否则桩身可能存在重大质量隐患。

### 2.8 桩头的处理

在实施混凝土灌注桩的施工时,一般顶部的标高比设计标高高出1m左右,这样是为了保证桩体顶部的施工质量,等到其凝固到足够的强度,将超过设计标高大部分凿除。混凝土灌注桩的强度要达到设计强度的80%,通常采用环切法来处理桩头,在具体操作的过程中要注意保护好桩头的完整性,确保其中的预埋钢筋、预埋金属管件等不被破坏。桩头处理完成之后还要再次检查桩体质量。

## 3 结语

钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁桩基施工中被广泛地应用,首先根据地质条件、岩层类型等选用合适的钻机,在具体施工时借助护筒进行定位和钻机导向,制作泥浆实现护壁、携渣、润滑钻具,成孔之后下放钢筋笼和导管,将底部的沉渣清理到合适的程度后实施水下混凝土灌注,成桩养护足够时间之后将多余的桩头凿除才完成整个桩基的施工,严格按照此工艺流程逐级施工并进行质量控制,可以确保桩基质量满足规范要求,起到承载上部结构和交通负荷的作用。

## 参考文献:

- [1] 黎华煜. 浅谈公路桥梁钻孔灌注桩施工技术和质量控制[J]. 广东建材, 2015,31(04):51-53.
- [2] 王领彦. 公路桥梁钻孔灌注桩施工技术探讨[J]. 引文版:工程技术, 2016(05):99.
- [3] 王光炼, 于亚伟. 公路桥梁钻孔灌注桩施工技术常见问题控制[J]. 建筑工程技术与设计, 2016(24):903.