

公路桥梁施工中钻孔灌注桩技术的应用

周长华

娄底市美丽公路投资有限公司 湖南 娄底 417000

摘要: 在实施公路桥梁建设项目的施工阶段, 钻孔灌注桩的施工手段是普遍采用的一项技术, 其适用领域极为宽广。然而, 在具体施工操作过程中, 这项技术常因诸多外部因素的作用而出现多种质量隐患, 这对公路桥梁工程的整体品质造成了不小的负面影响。鉴于此, 施工人员必须深刻理解钻孔灌注桩施工技术的核心作用, 并结合现场实际状况, 选取恰当的施工策略, 严格监管施工品质, 以保证工程项目的顺畅推进。

关键词: 公路桥梁; 钻孔灌注桩; 技术应用

1 钻孔灌注桩成孔方法

1.1 正循环回转法

使用钻杆钻挖土壤, 泥浆从钻杆中孔进入钻孔中, 随着钻孔上返至保护管顶排出, 进入沉泥池, 沉泥分离, 泥浆返回泥浆池循环再利用。此种方式称为“正向循环回钻”, 适合钻挖黏土、粉土、中粗砂100m以内, 具有边挖边排放废渣的优点, 因而钻孔掘进速度快、达到深孔。

1.2 反循环回转法

这种方法通过旋转钻头和反循环泵钻孔过程中的土和水来抽取, 以防止被抽取的水泥受污染或稀释。这种技术应用在高难度地形、地下水位高、易溢漏、易泥沙流失的地方效果更佳。反循环旋转钻探工艺能保证灌注桩的质量和稳定, 加快施工进度。因泥沙运动存在孔壁坍塌的可能性比正循环的大, 故要求具有较好的泥沙特性, 而反循环旋转钻探工艺机械操作程序简单、工作程序少和基础的适应性广的特点, 能在各类地基如粘土、砂砾、卵石上顺利进行钻孔操作, 适宜钻孔直径500-1800mm。

1.3 冲抓锥法

冲抓锥法的实施包括: 钻孔深度达到预定要求后, 用液压钳将钻孔底端泥土压紧, 转动钻杆向上提升抓取器, 从而将钻杆内部的泥土从钻杆上剥离下来。进而实现将钻孔内的泥土成功提起, 避免了钻孔因泥土下沉而出现坍孔的情况。但是, 这种施工方法的机械化程度不高, 需要借助人力来完成; 垃圾清理工作量大且耗时多。尽管如此, 却更加适合在地形、地质条件复杂等处施工的建筑及桥梁墩及大型管线等工程构筑物, 能够为这些工程构筑物稳定性及安全性提供更多保障。同时还因为此类方法在施工过程中不受季节及天气影响, 故而具有十分优越的机动性、适用性和适应性。

1.4 冲击锥法

冲击锥法的工作原理就是用三脚架上的滑轮将锥头

举起, 再放开让其自由下落。锥头的冲击力将砂土或岩打碎, 并随着泥浆悬浮起来后被排出。这种方法适应于任何土层。此法的优点是该方法24小时连续施工, 施工效率高; 冲击锥在下冲过程中, 可以挤出部分钻渣进入到孔壁, 可以增加孔壁强度, 增加土层与桩身间的侧摩阻力。

2 公路桥梁钻孔灌注桩施工关键技术

2.1 测量放样

首先, 通过GPS接收器获取桩位的具体坐标, 确保桩位位置的准确性。在放样过程中, 技术人员将根据设计图纸和现场实际情况, 利用GPS定位系统在地面标记出桩位的位置。

2.2 护筒制作与埋设

套管的主要功能在于保障桩位的准确性与桩身垂直度, 避免孔壁发生塌陷。在土质松软或地质不稳定的条件下, 套管能够有效保持孔壁的稳固。制作套管时需选用钢板, 其直径应超出设计桩孔直径至少20cm, 以防发生形变。套管中心线须与预定桩中心线相吻合, 误差应控制在50mm以内, 且其垂直度偏差需在1%以内。套管顶端应高出地面30cm或超出施工期最高水位1至2m, 同时要考虑到潮汐影响, 确保其高出最高潮位1m以上, 以确保钻进作业的质量与安全。

2.3 泥浆池开挖与泥浆制备

在挖掘泥浆池时, 其容积应为钻孔体积的1.5到2倍, 池底及四周应采取密封措施, 防止泥浆渗漏。在配置泥浆时, 必须对所有性能指标进行试验, 并根据具体地质条件对泥浆的性能进行相应调整, 以保障钻进过程中孔壁的稳定及护壁效果。

2.4 钻孔作业与清孔

2.4.1 钻孔方法与注意事项

在公路桥梁施工项目中, 钻孔环节对于确保桩基的支撑力及整体工程的安全性至关重要。针对该地区的地

质特点,选取恰当的钻孔技术显得尤为关键。在常见的钻孔技术中,旋挖钻孔与冲击钻孔是两种主流方式。鉴于地质条件的多样性,建议采纳旋挖钻孔技术,该技术适应性强,对不同类型的土壤都有较好的适用性,同时,对周围环境的影响也相对较小,并能有效保障钻孔的准确性。

钻孔操作过程中,以下几点需严格遵循:首先,在施工启动前,需对地质情况进行全面勘探,依据勘探结果以及《市场路施工图第二册》的规定,挑选恰当的钻孔机械及钻头类型。其次,施工过程中要不断监控钻孔的垂直度和位置,防止出现偏差。再次,在钻孔作业期间,要密切关注地下水位动态,如有需要,应立即采取措施降低水位,确保施工安全及桩基质量。最后,必须强化施工现场的安全管理工作,完善安全防护措施,保障作业人员的人身安全。

2.4.2 清孔效率与质量控制

在公路桥梁施工项目中,孔洞清理作业至关重要,其目的是移除钻孔终了后内部的碎屑和泥浆,确保混凝土能够与底层土壤紧密贴合。对孔洞清理作业必须施加严格的管理。清理作业应当在钻孔结束之际即时启动,以防孔壁坍塌或泥浆固化,这两者都会使得清理工作变得更加困难。利用空压机喷气或抽吸方法来移除孔内杂质和泥浆,并对孔底及孔壁进行彻底清洁。在清理期间,要持续监测泥浆的特性,如密度和粘度,并按需调整其配方以保障清理效果。指定专门人员监督清理流程,并运用诸如孔底摄像头等合适的检测工具,检查清理后的孔底状况,确认无遗留杂质和软土。一旦检测结果未达标,应迅速采取措施再次清理,直至符合质量标准。此外,在清理全过程中,还需留意控制泥浆的溢出,防止对周围土壤产生污染或不利影响。清理后的泥浆需按照环保规定妥善处理,严禁任意排放。

2.5 钢筋笼制作与安装

依据工程图纸详尽打造钢筋骨架,并在施工场地进行严谨的组装及定位作业。在骨架的制作阶段,必须挑选符合我国标准的钢筋材质,依照设计规范执行切割、弯折及扎绑作业。钢筋的接合应通过电阻焊接或机械连接手段,确保接合部位坚固耐用。在钢筋骨架的构造中,还要依照设计规定的间距安装纵向和环向钢筋,以保持骨架的整体稳定性和均匀的承重能力。

在进行钢筋骨架的组装阶段,应借助起重机械精准地将骨架置入预先钻好的孔洞中。在放置的过程中,要特别留意维持骨架的垂直度和中心线位置,防止位置偏差对桩基质量造成影响。为了确保钢筋骨架在孔洞中的

稳固性,可以在骨架的底部及侧边装置定位构件,例如定位块或支撑架构,以避免在混凝土浇筑过程中骨架发生位移或形变。

在钢筋笼的组装及置放阶段,必须对其规格、轮廓以及定位进行精细的审核和丈量。同时,为了确保施工人员的人身安全,施工现场必须实施一系列安全防范措施,包括架设安全防护网和施工人员配备必要的个人防护用品等。在桩基的建设过程中,应采纳有效手段避免钢筋笼产生上浮现象,针对桥梁墩台的桩基部位,应按照摩擦桩的设计标准执行,确保桩底沉淀物的厚度不超过10cm。

2.6 导管设置与混凝土灌注

导管在混凝土灌注作业中扮演着至关重要的角色,它负责将混凝土匀速导入钻孔内部。这一过程的关键是保证混凝土能够充实整个钻孔,并在钢筋笼周围形成坚固的桩基结构。

在部署导管时,需依据钻孔的实际深度和大小来选用适宜的导管规格。导管需垂直定位于钻孔中央,且下端应与孔底保持一定间隔,以免混凝土下落时直接撞击孔底导致混凝土分层或离析。此外,还需采取稳固措施以确保导管在混凝土灌注过程中不会产生位移或偏斜。

在进行混凝土灌注作业时,应实施不间断的灌注方式,以防产生层与层之间的冷接缝。在灌注前,必须对混凝土进行彻底的拌合,确保其分布均匀且具备良好的流动性,并根据具体条件对水泥与水的比例进行适度调整,以调控混凝土的粘稠度。灌注期间,应逐步提升导管,维持混凝土的压强和流动性,以便混凝土能够有效地填满钻孔并牢固地围绕钢筋笼。灌注作业结束后,要对混凝土表层进行刮平和处理,并且实施恰当的保养措施,例如用湿布覆盖,以保障混凝土的强度与持久性。

在整个导管布置和混凝土灌注的过程中,必须对混凝土的灌注量、灌注速率以及导管提升速度进行精确管理,以避免桩基出现空洞、蜂窝状缺陷或裂缝等问题。同时,还要对灌注期间的混凝土质量实施即时监控,例如通过测量混凝土的温度、进行抽样检验等手段,确保混凝土符合设计规范及施工标准。

3 质量控制措施

3.1 钢筋笼上浮控制

若钢筋笼发生上升,将直接影响桩基的坚固性与承载力。为避免此类问题,可执行以下预防策略:①精心规划钢筋笼构造。在构思钢筋笼时,需充分考虑到笼内空间与钢筋的紧密结合,以提高钢筋与混凝土的连接强度,并充分考虑到混凝土浇筑过程中的水平及垂直作用力,以降

低钢筋笼上浮的概率；②加固钢筋笼的定位。利用支撑结构、过渡支撑等固定设施，对钢筋笼的上端和下端进行加固处理，确保在浇筑过程中钢筋笼的稳定性，防止其上浮；③确保钢筋笼的联接稳固。将钢筋笼与桩顶的联接进行加固处理，避免钢筋笼轻易上浮，可通过焊接、绑扎或应用连接器等手段完成；④优化混凝土配比。依据实际状况，调整混凝土的配比，提升其流动性并降低粘稠度，这有助于在浇筑过程中更有效地填充钢筋笼的内部空间，从而减少钢筋上浮的风险；⑤掌握混凝土的浇筑速率。在浇筑作业中，合理控制混凝土流入桩孔的速率，因为过快的浇筑速度可能会引发钢筋笼上浮，因此需要适度调整浇筑速度，让混凝土能够均匀地填满桩孔。

3.2 缩径与塌孔

当钻孔技术与地层条件不相匹配、孔内泥浆的品质未能满足标准、孔内水位高度频繁波动、清孔后未能及时补充材料导致长时间空置等情况出现时，都可能导致孔内局部或大面积缩孔或塌孔现象。此外，钻孔速度过快、泥浆比重偏低、膨胀性土壤在遇水后膨胀等因素，也可能造成孔径缩小。应对策略包括严格管控孔内泥浆的指标，使用高品质、比重较大的泥浆，利用高胶体率的黏土制浆或添加适量的外加剂，以减少水分流失。遇到缩径问题时，可多次上下移动钻头，重复清理孔洞，以恢复原有孔径；若孔内发生坍塌，导致钻进作业受阻，则需回填黏土及石块或使用低强度等级的混凝土，完成回填后再进行冲孔作业。

3.3 钻孔偏斜控制

钻孔偏斜的原因主要包括：钻机在钻孔过程中安装位置不准确、护筒没有垂直放置或者桩孔本身倾斜；地质条件复杂多变；钻头因磨损严重，在不均匀的地质层中钻进时受到不均匀的力；以及成孔后钻机移位未能及时调整。

以下是针对问题的具体处理方案：①确保钻机安装精准。努力维持钻机的水平状态，若难以达到水平，可以利用地面上的水平尺或者垂直校正工具进行精准调整；②确保护筒高于地表0.5至1米，并且其位置必须精确无误；③在遇到松软土层或淤泥时，应缓慢旋转钻头，并多次进行清孔操作，将淤泥质土压入孔中；④若钻遇溶洞、裂隙、砂层等特殊地质条件，应在钻头上加装护筒，并且合理控制钻进速度；⑤钻孔完成后应立即对桩位进行检查和孔斜校正。若钻孔出现偏斜，可使用扩孔工具、冲击锤或者重锤进行校正。对于严重偏斜的情况，可拆卸钻杆，重新进行钻孔作业。

3.4 夹泥和断桩

若导管上升速度偏快、混凝土供应出现中断或泥浆

压力波动，均会对桩基施工的品质产生不利影响。当导管埋深不足，混凝土散布后容易与土壤混杂，再加上操作上的不当，如导管与混凝土面脱离，这些因素都可能导致桩身出现夹泥或桩身断裂。因此，必须严格遵循既定的工艺流程，彻底完成二次清孔，确保清孔质量合格；对采购来的混凝土进行严格的质量评估，确保其流动性佳且坍落度适中；准确计算出混凝土的需求量，并在浇筑作业中保持连贯性，避免中断，若出现紧急情况，可适时添加缓凝剂，以延长施工时间。

3.5 护筒脱落

护筒的松脱问题通常源于其固定作业不牢靠或地下环境的变动。而地面下沉则往往是因为地基的承重能力不够或者施工过程中的荷载超出了承受范围。为了预防护筒松脱，施工前必须对护筒的设计方案进行彻底审查，保证其具备足够的结构强度和稳固性。在护筒的固定阶段，必须实施有效的定位与固定手段，例如利用定位架或定位桩等设施，以保障护筒的垂直度和定位精确度。同时，要根据地质状况的变化适时调整护筒的固定策略和支撑力度，以防止地下水位波动或周边施工活动引发的土壤松动，进而导致护筒松脱。

针对沉降问题的防治，应强化地基的处理工作，提升土壤的承重能力，特别是在处理软弱土层时，采取预压加固、土体换填或者植入钢筋等加固手段。在施工期间，需要合理规划施工步骤和荷载的分布，防止因荷载集中而引发的局部地面下沉。

结论

在公路桥梁建设过程中，钻孔灌注桩技术被广泛应用，其显著的优势使其成为重要施工方法之一。然而，该技术的应用也面临着不少限制因素。为了最大限度地挖掘钻孔灌注桩的潜力，必须对施工步骤进行标准化，严格控制质量标准，减少桩体出现的瑕疵，从而增强桩基的承载力和延长其使用寿命。

参考文献

- [1]李祥, 陈明玉. 现代工业化背景下钻孔灌注桩施工技术 在公路桥梁建设中的应用研究[J]. 建设机械技术与管 理, 2023,3(65):125-127.
- [2]杨凤银. 钻孔灌注桩技术在公路桥梁施工中的应用 研究[J]. 交通科技与管理, 2023,(419):119-121.
- [3]张晓东. 浅谈超厚砂层中钻孔灌注桩施工技术及其 质量控制[J]. 西部探矿工程, 2024,3(69):4-6.
- [4]张绍娟. 路桥工程中钻孔灌注桩技术实施要点研究 [J]. 工程机械与维修, 202(48):149-151.