旋挖钻机成孔技术在矿井工程中的应用

赵晋泽 (山西高河能源有限公司, 山西 长治 047100)

摘要: 随着社会经济的发展, 生产、生活领域对资源的需求量逐步提高, 矿井生产规模随之扩大, 此时合理应用施工技术对于保证施工安全、提高质量而言有重要的意义。在矿井工程钻孔环节, 旋挖钻机为关键的设备, 其具有成孔质量好、钻孔效率高等多重优势, 施工人员能够以较快的速度完成钻孔作业, 成孔质量良好, 具有突出的综合效益。但旋挖钻机成孔技术的应用细节较多, 工程人员在日常工作中需要予以精准的把控。鉴于此, 文章以矿井工程为背景, 着重围绕旋挖钻机成孔技术在其中的应用要点展开探讨, 以期起到抛砖引玉的作用。

关键词: 矿井工程; 旋挖钻机; 成孔技术; 应用要点

在现代矿山矿井建设中, 旋挖钻机钻孔技术极具代表性, 较之于传统的钻机作业方式, 其具有质量可靠、灵活性强、效率高、污染小等多重特点, 得益于该项技术的多重应用优势, 其正逐步成为矿井建设中的重要支撑技术。为了充分发挥出旋挖钻机成孔技术的应用优势, 需要加强探索, 以合理的方法将技术应用到位。

1 工程概况

高河井田位于长治市以西约 4.75km 处, 酒村风井工程为高河煤矿的接续工程, 西距酒村约 50m, 南、北两处均为田地。现场勘察结果显示, 自然地形标高 +915.9m~+920.4m, 总体来看平坦性较好。现场共布设 4 眼观测井, 深度 17m, 井管内、外径分别为 320mm、380mm, 间距约 4.5m。井管外滤料为石屑砾料, 粒径 1~4mm。

2 旋挖钻机成孔技术的施工原理

于钻斗的底部、侧边两个部位镶焊切削刀锯, 该钻斗具有闭合、开启的功能, 可以在伸缩钻杆的带动作用下完成切削作业。旋挖钻施工期间, 存在特定的受力传递路径。例如, 压力按照“动力头油缸→钻杆钻头→切削刀”的顺序传递; 扭矩则按照“动力头轮毂→钻杆→钻头→岩土”的顺序传递。无论压力还是扭矩, 均要有效提高其利用率, 以便更好地切割, 而此方面则主要取决于钻杆和钻斗, 以钻斗为例, 需要重点关注的是斗齿刃前角, 随着此方面的变化, 取得的钻进效果不尽相同。

3 旋挖钻机钻孔技术的优缺点分析

3.1 优点分析

旋挖钻机是现代工程领域的重要设备, 其优点主要体现在如下几方面: ①施工的灵活性较强, 可以根据实际需求予以合理地优化, 同时作业效率较高, 在各类土层中均能够以相对较高的速度完成钻进作业; ②钻机运行时可以快速且准确地定位、移位, 有利于提高施工精度。钻机采用到伸缩履带液压底盘, 可以根据实际情况自行完成升降起落动作, 以保证移位的高效性和定位的准确性。在操作得当的前提下, 成孔的垂直度满足要求; ③计算机控制系统起到重要的调度作用, 能够减轻员工的作业强度, 施工规范性也得以提升; ④钻机对环境的适应能力较强, 可有效应对孔底沉淤问题, 并且可有效

减小桩基侧面的摩擦阻力, 更有助于保证成孔效果。

现阶段, 全液压履带式钻机为重要的施工装置, 其实施的是液压系统驱动的模式, 电、液一体化, 能够以自动化的方式完成相关操作, 全程规范性较好, 效率较高。通常, 在砂层或土层的钻进中, 速度可达到 8m/h, 几乎可达到同条件下普通回转钻进的 3 倍, 在粘土层中也具有适应性, 钻进速度可达到 4.6m/h。旋挖钻进施工通常实施的是干式钻进或无循环泥浆钻进的方法, 泥浆量明显小于正循环钻进的方法, 现场的整洁性得到保证, 同时旋挖钻进过程中虽然伴有振动和噪音, 但均得到有效的控制, 成孔后孔壁稳定可靠, 孔壁泥皮较为粗糙, 对于提高桩侧摩阻力而言有重要的作用, 此时更有助于提高桩基的承载力。

3.2 缺点分析

运行成本较高, 需投入较多的费用, 具体体现在钻杆、动力头、卷扬系统等关键部分, 若某些构件受损, 对其进行更新所耗费的时间较长、资源较多, 可能会因此而影响到项目的经济效益。旋挖钻机的重量较大, 对施工现场的场地提出较高的要求, 即必须具有平整、开阔的特点, 同时场地应有足够的硬度, 否则均会影响设备的正常运行。

4 旋挖钻机成孔技术的应用要点

支护桩成孔施工环节, 所用设备采用的是旋挖钻机, 以隔桩施工的方式设置排桩, 待本桩灌注混凝土 24h 后, 方可组织下一根桩的施工, 如此类推。

4.1 钻孔流程

钻头对准十字线交点, 经过检测后, 若偏差在许可范围内, 方可正式钻进。钻进期间, 用探测仪和垂直度仪加强检测, 以便掌握孔深、孔垂直度的具体情况, 将实测结果与设计要求做对比分析, 采取有效的控制措施。随着成孔量的增加, 待成孔至最后 2~3m 时, 用测绳测量孔深。对于钻孔期间采集到的各项数据, 均要完整记录在《钻孔施工原始记录》中, 作为反映实际施工状况的重要依据, 也能够给后续处理工作的开展创设良好的条件。钻进至设计孔深后, 由监理工程师予以确认, 若无误则安排终孔。

4.2 场地的平整硬化处理

旋挖钻机的自重较大,通常达到60~100t,对现场地基承载力的要求较高。为保证钻机的正常运行,需提前对现场做平整硬化处理,可铺设厚度为2~3cm的钢板,用于均匀分布荷载,以免钻机下沉(此时将进一步诱发桩位被挤偏)的问题。待基础处理工作落实到位后,安排钻机就位。

4.3 护筒埋设及拔除

旋挖钻机运行过程中,实施的是钻芯取土的方法,若成孔后留置时间偏长,将威胁到孔壁的稳定,可能诱发塌孔问题。因此,通常设置合适尺寸的钢护筒,借助此装置来提高孔内松散土体的稳定性,且随着淤泥层厚度的增加,需视实际情况及时增加钢护筒的长度。为顺利完成厚淤泥层的钻孔作业,需配套一台振动锤,在其辅助作用下,拔除钢护筒或适当向下振入。钢护筒埋设环节,可配套相对较大的口径钻头,分阶段施工,即首先预钻1~2m,而后向上提起钻头,再借助振动锤将护筒打设到位,期间加强对护筒的检测,明确其垂直度偏差和偏位情况,以免影响成孔效果。待混凝土浇筑工作完成后,平稳向上拔起护筒,尽可能减小护筒起拔过程中对周边地层的干扰。

4.4 钻头的合理选用

遵循因地制宜的原则,根据现场实际条件选择合适的钻头,包含冲抓锥钻头、扩底钻头、筒式取芯钻头等。钻头的选型极为关键,若钻头形式不合理,将影响正常成孔,出现成孔质量差、效率低的问题。例如,在淤泥土层中钻进时,可采取双层底的旋挖钻头,若现场存在粘性较差的沙层、土层,也可以采用此类形式的钻头;遇硬胶泥层时,可采取旋挖钻头;遇胶结较好的强风化基岩时,可优先考虑双层底旋挖钻头,或是视具体情况调整为锥形螺旋钻头;在粘土层的钻进中,可选用单层底旋挖钻头;施工现场的地层存在较高的含砂卵石量时,较为可行的是短筒钻钻进的方法,并在钻进期间加强对钻速的有效控制;若遇到较硬岩石的地层,则优先考虑的是螺旋式钻头;在软塑层或淤泥层施工中,可结合实际情况对钻头的形式做合理的改良,并配套导流槽,借助一系列的优化措施来减小钻头的内外空气压差,以免在压力差的作用下而出现孔壁坍塌、缩颈质量问题。

4.5 泥浆的制备

泥浆是旋挖钻孔施工中的重要材料,有效保证泥浆的性能尤为关键,若泥浆过稠,将会附着于钢筋和孔壁处,若泥浆过稀,将无法有效浮渣,孔底沉渣量失控,导致钻进效果受到影响,显然泥浆过稠或过稀均会在不同程度上影响桩基的质量,因此需要合理制备泥浆,确保其性能的合理性。在实际制备中,需以设计要求为导向,严格控制聚丙烯酰胺、烧碱等相关材料的用量,在制浆机内制作,而后将其引入提前规划好的泥浆池中,以免出现沉淀。配套泥浆泵,在此装置的作用下,达到

泥浆循环的效果。按照每 1m^3 掺 $\pm 450\sim 500\text{kg}$ 的用量要求向掺入膨润土,也可以掺入适量的烧碱,借助此材料来达到提高泥浆粘度的效果,同时还可以保证颗粒悬浮的均匀性。在制浆前,先做好各项准备工作,例如打碎粘土块,用搅拌机做充分的搅拌处理,制得泥浆,而后再将其引入泥浆池内。考虑到泥浆原料高效回收、环境保护多重要求,配套泥浆净化循环系统。钻进过程中,密切关注钻进深度范围内的地质条件,动态调节泥浆的稠度,以免出现缩孔、塌孔现象。需要确保泥浆的浓度可达到悬浮细渣的效果,由此才可将孔底沉渣量控制在许可范围内。此外,需以实际进尺情况为准,及时安排补浆,目的在于维持泥浆水头的稳定性,使其始终在指定的范围内。

4.6 清孔

旋挖至设计标高后,安排清孔,有效控制沉淀层的厚度。钢筋笼、导管两类装置均安装到位后,再次检测沉淀层的厚度,若该值达到20cm或更大,有必要安排二次清孔,直至沉渣厚度被控制在许可范围内为止。

4.7 钢筋笼的制作

支护桩的长度较大,钢筋笼加工时,以分节段的方式有序完成,运至现场后,于钻孔处焊接,构成完整的整体结构。在本次施工中,支护桩钢筋笼包含上、下两个等长的节段,各段长度均为11.9m。

钢筋笼在现场制作成型,此环节加强质量控制,主要考虑如下几点:①主筋的直度偏差需得到有效的控制,不可超过长度的1%,且禁止出现局部弯折现象;②钢筋应保持洁净,在使用前先清理,避免该处附着表面油渍、铁锈等;③严格控制焊缝的尺寸,其中高度、宽度为重点控制指标,各自分别以所用钢筋直径的0.3倍、0.7倍为宜,并且高度不小于4mm,宽度不小于10mm;④根据焊接方法灵活控制搭接长度,以单面焊、双面焊为例,分别不可超过钢筋直径的10倍、5倍;⑤钢筋间存在衔接点,需加强管理,保证稳定性。例如:加强筋与主筋间,以点焊的方法实现稳定的连接;螺旋筋与主筋,较为合适的是绑扎的方法。

4.8 混凝土灌注

在本文所提的工程中,采用到商品混凝土,由拌和站生产,及时用于现场灌注。为了加强对混凝土施工质量的控制,灌注前留置试块(每天2组),以便根据试块的质量对实际施工情况做出相应的判断。

4.9 钢筋笼吊放

钻孔桩钢筋笼的主筋丰富,为最大限度缩短孔口连接时间,考虑到18m、20m两种钢筋笼长度,均以一次性吊装的方法将其安装至指定位置。

4.9.1 钢筋笼吊放

分阶段有序完成:①将被吊构件转至现场,分别安装吊点的卸扣;②全面检查各吊点,判断各处钢丝绳的配置情况,应保持稳定;③首先初步吊起钢筋笼,使其

离地 0.3~0.5m, 于该处悬停, 全面检查钢筋笼的实际状态, 例如是否平稳, 在确认无误后, 主钩起钩, 根据实际情况适时指挥辅助吊车配合起钩; ④在吊车的协同作业下, 调整钢筋笼的姿态, 使其在空中翻转, 直至与地面呈垂直的关系为止; ⑤由起重工拆卸设置在辅助钩吊点的卸扣; ⑥指挥吊机吊笼入孔, 钢筋笼上拉牵引绳。

4.9.2 钢筋笼定位

钢筋笼下放全过程中均要保持竖直的状态, 灵活调整钢筋笼的姿态, 使其中心线与桩中心重合, 全程匀速、缓慢下放, 尽可能规避与孔壁刚蹭的问题。

4.9.3 导管下放

本次施工选用的是内径为 240mm 的导管, 用邮轮螺母予以连接, 为避免漏水, 配套“O”型密封圈。正式使用前, 先组织水密承压试验, 检验导管的质量, 若有局部渗漏的情况, 禁止投入使用。严格控制导管的位置, 底部与孔底相距 300~500mm 为宜。

4.9.4 二次清孔

导管下放到位后, 检测沉渣厚度, 要求该值不超过 20mm, 否则需安排二次清孔, 以免对后续施工造成影响。

5 钻孔施工的注意事项

①钻机准确就位, 保持平整、稳定的状态, 在此前提下方可正式钻进, 否则会出现桩孔偏斜现象; ②钻进期间, 根据现场实际环境灵活调整作业方法, 以免影响钻孔效果; ③及时检查钻头和连接部位的完整性, 若有磨损且超出许可范围, 需以补焊的方法加以处理, 必要时换新; ④精准控制回次进尺, 未经许可不得随意调整该值。

5.1 钻孔异常状况的处理

5.1.1 坍孔的处理

首先查明具体的原因, 富有针对性地予以处理, 较为常见的方法包含增加泥浆比重、加深埋护筒等。部分情况下, 坍孔较为严重, 此时将该孔视为废孔处理, 并在周边合适位置重新钻孔。

5.1.2 缩孔的处理

将钻头提升至偏孔的部位, 于该处做多次的扫孔处理, 直至钻孔正直为止; 若有明显的弯孔现象, 需向其中填入黏土混合物(至偏孔部位), 待填料稳定后, 方可安排钻孔纠偏。

5.1.3 埋钻和卡钻的处理

禁止强行处理, 较为合适的方法是保证孔内有足够的泥浆, 以维持孔内压力的合理性和稳定性, 进而保证孔壁的完整稳定, 在此基础上方可采取有效的处理措施。

5.2 钻进速度的有效控制

旋挖钻机运行时, 以现场地层条件为参考, 灵活地调节钻机的进给速度。在初始钻进环节, 需要以缓慢的速度钻进, 钻杆保持竖直状态。钻进尺度不可过大, 否则易诱发埋钻事故。若由于操作不当或其他原因而导致难以钻进或是钻杆有较为剧烈的摇晃现象时, 需随即提

钻, 做详细的检查, 而后再妥善处理, 在此前提下方可继续钻进, 以免因强制性操作而诱发钻孔偏移、钻具受损等问题。钻斗的升降速度也需得到有效的控制, 若以较快的速度升降, 将会迫使钻斗下部形成较强的负压, 并且存在于外壁与孔壁的泥浆也将对孔壁产生较为强烈的冲刷作用, 若此现象未得到有效的控制, 可能诱发孔壁坍塌、颈缩问题。因此, 必须加强对钻斗提升速度的控制, 且需注意的, 若遇到亚砂土层或粉砂层, 在此类地质条件下钻进时, 需要进一步放慢钻斗的升降速度, 施工人员也不可随意调节, 以免影响钻斗的平稳性。

5.3 成孔后序施工

旋挖钻机成孔技术具有突出的效率优势, 但孔壁的泥皮相对较薄, 可能会在外部因素的干扰下而诱发坍孔问题, 因此在成孔后, 需尽快完成钢筋笼安装、混凝土浇筑等相关工作, 缩短中途间隔时间, 以免坍孔。泥浆具备较强的悬浮性能时, 混凝土灌注的等待时间可延长至 10h 以内。施工现场以厚度较大的粉细砂层为主时, 则有必要缩短砼灌注的等待时间。在钢筋笼安装环节, 需要规范操作, 最大限度减小对孔壁的破坏性影响, 试想, 若钢筋笼刮伤孔壁, 将导致局部坍塌。钢筋笼安装到位后, 在条件允许时尽快浇注混凝土, 若中途等待时间过长, 孔底的沉渣量逐步增加, 后续需再次安排孔底沉渣处理工作, 在此方面耗费较多的资源和时间。通常, 小型专用捞渣钻斗是孔底清渣中的常见工具, 但其存在局限性, 即聚积在钢筋笼根部的沉渣难以得到有效的清理, 因此, 为规避该问题, 必须尽可能缩短间隔时间, 从源头上防控。

6 结语

综上所述, 在工程钻进成孔施工中, 从速度的角度来看, 旋挖钻的成孔速度较高, 其通常达到冲击钻的 5 倍; 从成本的角度来看, 仅比冲击钻高约 0.4%。经过系统性的分析后不难发现, 旋挖钻成孔的方法对于保证质量、提高效率而言均有重要的作用, 能够在不过度增加成本的前提下高效完成钻孔作业, 足以见得旋挖钻机成孔技术的可行性。在矿井等相关工程的钻孔施工中, 可以结合实际情况, 灵活应用旋挖钻机成孔技术, 有效推动工程的发展。

参考文献:

- [1] 侯雅东. 旋挖钻机钻孔技术在矿山建设桩基施工中的应用研究 [J]. 世界有色金属, 2018(18):2.
- [2] 朱清. 旋挖钻机成孔技术在建筑工程桩基施工中的应用 [J]. 城市建设理论研究, 2014,000(029):1710-1711.
- [3] 翟金宝, 郑亚迪. 旋挖钻机成孔技术在建筑工程桩基施工中的应用 [J]. 山西建筑, 2014,40(24):2.

作者简介:

赵晋泽 (1984-), 男, 汉族, 山西长治人, 硕士研究生, 中级工程师, 2010 年毕业于河北工程大学, 主要从事煤矿生产技术管理及矿井建设技术管理。