

市政道路工程中钢板桩支护施工技术运用研究

文 / 周迪敏 华森工程科技集团有限公司

摘要: 在市政道路工程现代化发展进程中, 钢板桩支护技术因优势特征较多, 如承载力高、适应性强以及隔水效果好等, 得到了广泛的应用。基于此, 本文结合某市政道路工程的实际情况, 简要分析了钢板桩支护施工的难点后, 重点阐述了应用钢板桩支护技术的关键要点与有效策略, 旨在提升钢板桩支护施工质量和效率, 强化市政道路工程建设成效, 以期为从业人员提供参考和借鉴。

关键词: 市政道路工程; 钢板桩支护; 施工技术

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.03.052

引言

随着社会经济的不断发展, 城市化进程的日益加快, 市政道路工程的建设数量与规模持续增加扩大, 对施工质量和效果也提出了更高的要求, 而钢板桩因耐久性、水密性较强, 在承载性能方面呈现出了较大的优势, 有利于大幅度提高市政道路工程施工的安全性与可靠性。但从部分市政道路工程钢板桩施工作业目前的开展情况来看, 还存在一定的欠缺和不足, 其中施工技术的应用缺乏规范性与专业性, 是导致钢板桩施工质量和效率不佳的重要原因。故而深层次分析并研究钢板桩支护施工技术的应用方法, 对于我国市政道路工程领域的可持续发展, 具有深远的意义。

一、工程概况

某市政道路工程(简称A工程)作为城市新区快速路建设项目, 对施工质量和效率的要求较为严格, 具体情况, 详见表1。

表1 A市政道路工程基本概况

| 序号 | 市政道路工程 | 基本概况 |
|----|--------|-----------------------------------|
| 1 | 道路全长 | 5.8km |
| 2 | 红线范围 | 60-100m |
| 3 | 地质条件 | 地势总体平坦, 局部起伏, 属于长江三级阶地地貌、呈现剥蚀堆积特点 |
| 4 | 地层性质 | 杂填土、淤泥、粉质黏土、含碎石粉质黏土等 |

通过对表1的观察和分析可知, A工程的地质条件相对较为复杂, 为保证基坑施工的安全性, 提高道路的承载能力和使用年限, 需要利用钢板桩支护施工技术, 助推市政道路工程的高质量、高效率竣工成为现实。

二、钢板桩支护施工难点分析

通过对A市政道路工程的实地勘察发现, 施工区域地质条件较为特殊, 受湖湾沉积相的影响, 湖泊底部淤泥质软土层较厚, 在6m左右。并且当地气候环境复杂多变, 连续的集中降雨, 导致路基基底塑性变形, 诱发隆起现象, 给钢板桩支护施工的顺利推进, 造成了一定的阻碍和限制, 主要体现在两个层面: 一个是在A工程的初期规划阶段, 决定采用水泥搅拌桩的施工模式, 但受内外部等多种因素的影响, 水泥搅拌桩的强度明显不

足, 不仅严重扰动软弱土层, 还呈现出了侧向位移的趋势。另一个是在A工程的停工阶段, 降雨量较大, 雨水持续下渗, 使得土体的自重也随之增大, 明显高于软弱土层本身的承载能力, 给市政道路工程的整体建设质量, 埋下了诸多风险隐患^[1]。

结合上述内容可知, A市政道路工程面临着一系列复杂的技术难题, 不利于钢板桩支护施工的顺利推进。这就要求施工单位联系场地的现实情况, 综合制定钢板桩支护施工方案, 逐一突破技术难点后, 达成一次性验收通过的质量控制目标, 创造更多的经济效益和社会效益。

三、市政道路工程中钢板桩支护施工要点

(一) 准确验证支护方案

在钢板桩支护施工正式开始前, 需要结合实地勘察数据, 制定科学合理的施工方案, 并对支护方案的可操作性进行验证, 避免因施工方案脱离实际, 缺乏可行性, 引发安全事故。现阶段, 钢板桩支护验证方法较多, 常见的有三种, 分别是经典弹性法、瑞典条分法及入土深度检验法, 不同验证方法的操作模式, 存在较大的差异性, A工程主要是采用经典弹性法。

经典弹性法主要是利用信息技术软件以及计算机设备等现代科学技术, 搭建符合项目工程实际的土压力模型后, 对土压力系数进行准确的计算, 在计算的过程中, 可利用公式(1):

$$P=Ka \cdot \gamma \cdot H \tag{1}$$

在公式(1)中K代表的是主动土压力系数; γ 与H分别代表的是土的容重、计算面与土顶面的高度。

根据公式(1)准确计算出钢板桩内侧土压力强度后, 再分析钢板桩入土后, 对支护结构可靠性的影响, 结合分析结果, 有针对性的优化钢板桩的入土深度以及支撑结构等, 有利于提高钢板桩支护施工方案的可行性, 为施工人员更好的落实技术工艺, 提供科学的指导, 指明正确的方向。

(二) 细化整体施工流程

钢板桩支护施工是一项复杂且艰巨的任务, 对施工人员的专业能力以及工作经验等要求较高, 一旦施工人员缺乏工作经验, 就可能会影响到施工质量和效率, 严

重的情况下，还会诱发安全事故，危及到相关人员的生命健康安全。因此，为减少人为因素，对钢板桩施工安全与质量的不良影响，需要结合施工现场的实际情况，细化施工流程、规范施工程序，在明确且具体流程的指引下，规范施工人员的行为，能够大幅度提高整体施工水平，将安全事故的发生概率控制在最小范围内。A工程钢板桩支护施工流程，如图1所示^[2]。



图1 钢板桩支护施工流程

根据图1掌握市政道路工程钢板桩支护流程后，还要立足于专业的角度，规划设计施工标准。在实际规划设计过程中，可从以下几方面入手：

①软基处理：通过对施工现场的实地勘察可知，复杂的地质条件，阻碍了深基坑挖掘作业的顺利开展，这就需要施工单位采取行之有效的技术措施，处理软弱土层地基。A工程主要的处理方法为：以道路红线为基点，划分出两个分区后，顺着基点，将钢板桩打进圆弧滑动面，插打深度达到目标设计值后，起到临时支护的作用，等待一段时间，确定水泥搅拌桩的强度符合技术要求后，将钢板桩拆除。这种地基处理方案，既能够实现钢板桩的回收再利用，最大化资金资源的利用效率，还能够解决地质条件不佳，深基坑施工难度大的问题，为市政道路工程后续施工活动的顺利开展，奠定了良好的基础。

②结构设计：钢板桩的结构类型较多，如U型钢板桩、Z型钢板桩以及H型钢板桩等，不同类型的钢板桩，施工方法差异较大，以U型钢板桩为例，这种结构的钢板桩形状较为稳定，承载性能较强，在深基坑工程以及河道围堰等工程应用广泛，又称之为拉森钢板桩。A工程以施工现场的实际情况为导向，综合对比分析各种类型结构的钢板桩后，最终决定采用拉森VI钢板桩，设置一个围堰支护结构，长度控制在15m。

③技术标准：在钢板桩插打施工正式开始前，需要

进行支撑结构的布置，这一施工环节，危险系数较高，需要施工单位制定明确且合理的技术标准。A工程的支撑布置施工标准为：严格检测原地面的下降情况，确保下降系数符合设计要求后，开挖到一定的深度，有针对性的布置支撑，第一层支撑的规格要设定为350×350mm H型钢，其中型钢与原地面之间的距离应保持在1.5m左右，每两层H型钢之间的距离应控制在2.5m左右。同时，在钢板桩的接触区域，要采用钢管类支撑结构，直径与厚度分别设定为630mm、12mm。在混凝土的封底施工中，要求施工人员以0.2-0.5m为技术指标，规范操作封底技术^[3]。

(三) 做好充足准备工作

首先，在钢板桩支护施工开始前，施工单位要进行测量放样与平整土地，在全站仪等仪器设备的作用下，精准划分出钢板桩的点位后进行标记，并根据标记路线，对支护桩的桩顶高程进行全面的测量，结合基坑的挖掘深度，确定钢板桩的施工长度。A工程采用拉森IV型钢板桩，宽度、高度与厚度分别设定为400mm、170mm、15.5mm。在设计钢板桩的截面模量时，可利用公式(2)：

$$EI = D^3 \frac{3}{12} \quad (2)$$

在公式(2)中E代表的是钢板桩的弹性模量；I代表的是钢板桩的截面惯性矩 ($I=4670\text{cm}^4$)；D代表的是钢板桩的截面高度。经过准确的计算后，可以确定A工程钢板桩的截面模量为 2270cm^2 。

其次，在加工制作钢板桩的过程中，要做好加长处理，常见的三类钢板桩，即18m、21m以及24m，在操作加长工艺时，应选择同类、同强度的材料，即18m的钢板桩，应选择18m型号与18m强度的钢板桩进行加长处理，其中加长的参数控制在6-15m以内即可。A工程主要是采用焊接工艺，对钢板桩进行加长，在实际操作中，两端钢板桩之间的断面错位应在2mm以下，端头间隙应控制在2-3mm，不允许>3mm。

最后，为确保钢板桩支护施工能够在规定期间内顺利结束，保证基坑施工的安全性与可靠性，施工单位在布设钢板桩的过程中，还要对施工场地进行全面系统的勘察，优选地形平坦、沉降变形风险发生概率低的区域，作为钢板桩的存放区后，再对各类钢板桩进行分类+分层存放，能够为施工活动的高效推进夯实基础。此外，在实际施工过程中，要求施工人员规范操作钢板桩吊装技术，通过“两点吊”的技术模式，将一次吊运数量控制在合理范围内，以便于施工活动的安全顺利推进。

四、市政道路工程中钢板桩支护施工技术实践策略

(一) 钢板桩深度

在市政道路工程的钢板桩支护施工中，插打深度的设计与控制属于关键内容。在实际操作中，要将重点放

在两方面，一方面是要根据钢板桩的截面尺寸以及土层平均容重等关键技术参数，准确计算出施工现场土层的最大压强与压力，主要计算方法可结合公式（1）；另一方面是要根据施工现场的土压力系数，计算出钢板桩的入土深度，计算方法，如公式（2）所示：

$$M_a = E_a \times H_a - E_p \times H_p \quad (2)$$

在公式（2）中 M_a 代表的是钢板桩的入土深度； E_a 与 E_p 分别代表的是主动土压力与被动土压力； H_a 代表的是主动土压力作用点高度； H_p 代表的是被动土压力的作用点高度。

常规情况下，钢板桩的施打深度应控制为基坑挖掘深度的1.5-2倍，由于本工程基坑挖掘深度在5m以上，因此钢板桩的施打深度应 $>9m$ 。

（二）钢板桩施打

在钢板桩插打施工正式开始前，安排专业施工人员对钢板桩的整体质量进行严格的核验，确定不存在变形、锈蚀等不良现象后，选取适量的润滑油脂，涂抹到锁扣上。在实际施工过程中，要求施工人员控制好振动锤的速度，确保其处于均匀下降状态后，将钢板桩与夹扣对齐，利用液压设备，使二者紧密结合到一起后，调整振动锤的工作状态，当振动锤缓慢匀速上升后目标位置后，与锁扣高度对齐，启动振动锤，将钢板桩打入土层设计深度，连续捶打时间应 $>30s$ ，经过实时检验检测，确定钢板桩的桩体与设计高度之间的距离在35m左右时，振动锤停止振动^[4]。

上述操作结束后，施工人员还要利用振动锤的惯性，驱动钢板桩进入坚实土层，在这一过程中，要对钢板桩的垂直度进行实时观察，一旦发现钢板桩的垂直度存在偏差，要及时纠正和改进，行业有关技术标准明确规定钢板桩的桩顶标高偏差与桩体倾斜度，应分别控制为 $\pm 10cm$ 、2%以下。一旦钢板桩桩体的倾斜度 $>2\%$ ，要求施工人员暂停施工，将该桩体拨出来后二次施打。

此外，还需注意的是，当钢板桩施打结束后，还要进行闭水试验，针对试验过程中，产生的渗水点，要采取有针对性的密封措施，最大程度上保证钢板桩的水密性。在实际开展闭水试验的过程中，可利用公式（3）：

$$q = \frac{W}{T \cdot L} \quad (3)$$

在公式（3）中 q 代表的是实测渗水量； W 代表的是补水量； T 与 L 分别代表的是实测渗水观测时间与钢板桩的长度^[5]。

（三）钢板桩拔出

通过闭水试验，对钢板桩各方面的性能进行检测，确定其符合技术要求后，可操作支护技术，并在质量验收后做好基坑的回填施工。在操作回填工艺时，要对土壤的质量进行严密的检测，严禁将杂质多、质量不佳

的土质用于回填施工中，并且回填土的含水量应控制在15%以下。当基坑回填施工结束后，经过性能检验，确定基坑回填施工符合规范要求后，可以将钢板桩拔除。由于钢板桩的自重较大，在拔除的过程中，可能会造成地面沉降，诱发位移风险，因此施工单位要采用振动锤+履带式挖掘机的综合技术模式，尽可能减少钢板桩拔除施工，对周围土层的不良影响，为市政道路工程的顺利竣工夯实基础。

（四）质量控制

为进一步提高钢板桩施工的安全性，施工单位要建立健全质量控制体系，利用现代科学技术，展开动态化的监测工作，采集到一系列真实可靠的信息数据后，通过对施工数据的深度分析，及时发现问题并解决问题，能够从根本上避免人员伤亡事故的发生。在实际开展质量控制工作时，可从地下水位变化观测、水位位移与沉降观测、周围土体裂缝观测三个维度入手，不同观测技术的应用方法存在较大的差异性。以地下水位变化观测为例，由于A工程施工时间较为特殊，在多雨季节，受连续降雨的影响，地下水位较高。针对这种情况，要采用“信息技术+人工观测”的综合技术手段，对地下水位的变化状态进行实时预测与密切观察，确保施工区域的地下水位始终保持在1-2m左右。

另外，当市政道路工程竣工结束，投入运行后，为延长市政道路的使用年限，要加强质量监测与养护管理，强化市政道路的社会服务能力，为城市居民提供更加优质的服务。

结论

综上所述，在市政道路工程的施工中，钢板桩支护技术的合理应用，有效提高了不良地质的处理效果，有利于基坑开挖施工的稳定性与安全性，促进市政道路工程的顺利竣工。研究成果具有较强的理论参考和实践指导价值，能够为市政道路工程的钢板桩施工，指明正确的方向，减少施工误差同时，提高资金资源的利用效益，推动行业的长久稳健发展。

参考文献

- [1] 徐双. 钢板桩支护施工技术在市道路施工中的应用[J]. 工程建设与设计, 2023, (20): 198-200.
- [2] 蓝宏. 桥梁深基坑工程中的钢板桩支护施工技术[J]. 工程技术研究, 2021, 6(22): 93-94.
- [3] 袁卓康. 住宅建筑基坑施工中的钢板桩支护施工技术[J]. 居舍, 2024, (07): 49-52.
- [4] 高岳峰, 尤晓烽, 张晔, 等. 闸站工程深基坑钢板桩支护施工技术研究[J]. 四川建材, 2024, 50(03): 78-79+82.
- [5] 郑显春, 马瑞林. 某工程坑中坑钢板桩支护施工技术[J]. 低温建筑技术, 2023, 45(06): 122-126.

作者简介:

周迪敏(1985.04-), 男, 汉族, 籍贯: 广东省湛江市, 本科, 研究方向: 道路与桥梁施工。