

矩形桩基础机械成孔施工技术

杨云涵

四川省交通建设集团有限责任公司 四川 成都 610000

【摘要】：随着科技进步、生命安全日益凸显，当今社会新科技、新技术帮助公路工程施工逐步走向机械化，在施工成本、工作效率以及安全系数有了突飞猛进的发展。桩基础是一种承载能力高，能承受竖直荷载，也能承受水平荷载，能抵抗上拔荷载也能承受振动荷载，能将建筑物的全部或部分荷载传递给地基土并具有一定刚度和抗弯能力的传力构件，是应用最广泛的深基础形式。采用传统工艺施工存在诸多弊端，且矩形桩基础只能采用人工挖孔工艺，但存在重大安全及质量风险。矩形桩基础机械成孔以德会高速 TJ1-1 标段抗滑桩施工为背景，通过施工安全性与施工工期方面的分析，探讨机械成孔替代传统人工挖孔在矩形桩基础施工中的优越性。

【关键词】：机械冲孔；矩形桩基础；施工安全性；施工经济性；施工工期及质量

DOI:10.12417/2811-0722.24.08.013

1 前言

抗滑桩是处治滑坡工程措施的一部分，它用于新老边坡滑体的剪切面地层部位，其功能是依靠抗滑桩，有效抵抗滑裂面的剪切弯曲力，从而阻止滑体沿剪切面可能发生的滑动，保护高速公路工程的使用安全。

根据德会高速地质构造物理学特性，结合现场实际施工条件等情况制定了本项目专用旋挖钻机矩形桩基施工工法技术。

2 工法特点

(1) 与传统人工成孔工法相比较，机械成孔具备功效高、安全性高、成孔快的特点。

(2) 采用机械开挖节约护壁混凝土，从而节约砂石、水泥、钢筋等材料。

3 工艺原理

3.1 工艺流程图

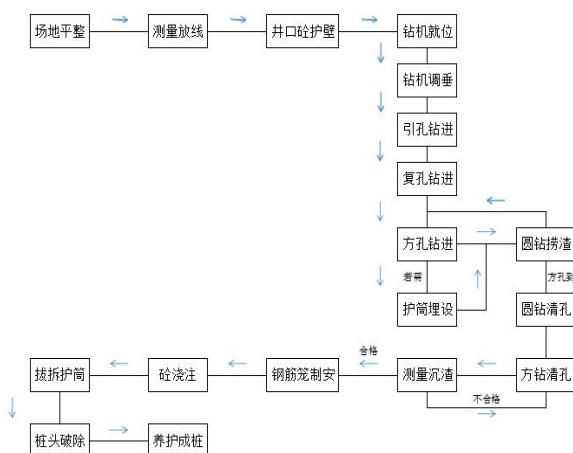


图 1 施工工艺流程图

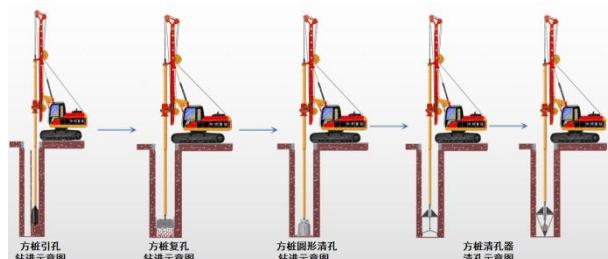


图 2 旋挖钻开挖矩形抗滑桩

3.2 施工工艺流程

3.2.1 钻机就位

钻机就位前应压实地面，确保钻机的平稳，在钻进过程中不会因沉陷产生倾斜或位移。

3.2.2 钻机调垂

为确保桩基成孔后的垂直度，根据钻机自带水平仪调整好钻机桅杆即钻杆的垂直度。

3.2.3 引孔钻进

引孔是方桩成孔的关键，可以了解该桩大概地质构造，并复核是否与地勘报告相符。若遇塌孔现象将采用方桩钢护筒工艺施工。引孔根据地质构造的不同可分为以下 2 种方式钻进：

(1) 引孔钻进方式 1 (四角引孔法)：地勘报告揭示地层构造较稳定，不易塌孔的桩基，可采用 $\phi 800\text{mm}$ (有条件时可采用 $\phi 1000\text{mm}$) 圆形截齿捞砂钻头在该桩基 4 个角开梅花状引孔，每孔应钻至设计孔底标高。

(2) 引孔钻进方式 2 (单孔引孔法)：地勘报告揭示地层构造不稳定，容易塌孔的桩基，可采用 $\phi 1500\text{mm}$ 圆形截齿捞砂钻 (有条件时可采用 $\phi 1800\text{mm}$ 钻头，为防止桩孔偏位，不益采用 $\phi 2000\text{mm}$ 钻头引孔)，根据地形地貌及场地条件在该桩基偏离钻机远端方向开引孔，并钻进至设计孔底标高 (有利于快速揭穿易塌孔覆盖层，适当的时候可采取下方桩护筒的工

艺施工）。

3.2.4 复孔钻进（预成孔）

因上述引孔遇不同地质构造分两种引孔方式，故复孔钻进也有以下两种成孔方式：

(1) 复孔钻进方式1(四角引孔法)：地质较稳定的梅花状引孔桩基，旋挖钻机采用 $\phi 2000\text{mm}$ 圆形截齿捞砂钻在方桩中心钻进，直至钻进到设计桩底标高达到预成孔。

(2) 复孔钻进方式2(单孔引孔法)：地勘报告揭示地层构造不稳定，容易塌孔单引孔的桩基，采用 $\phi 1500\text{mm}$ （或 $\phi 1800\text{mm}$ ）圆形截齿捞砂钻在方桩靠旋挖钻机近端钻进，直至钻进到设计桩底标高达到预成孔。

因单孔引孔法桩基地质构造较不稳定，在钻进过程中若遇塌孔较为严重时，应合理并及时采取泥浆护壁或深基方桩钢护筒护壁的方式跟进施工。

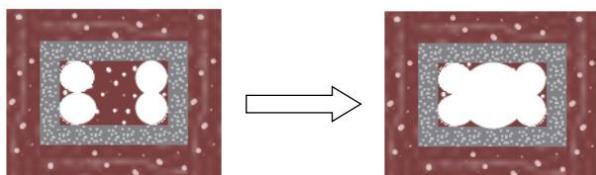


图3 四角引孔法

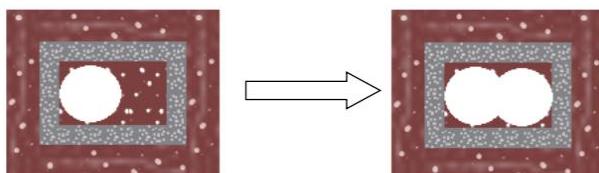


图4 单孔引孔法

3.2.5 方孔钻进

旋挖钻机的引孔钻进和复孔钻进达到预成孔后，将进行方孔钻进。旋挖钻方孔钻进进程是对预成桩孔孔壁进行修边的过程。“方桩钻头”的工作原理是有效地利用旋挖钻机的动能，经过复杂的动能传动部件机构转换，将横向旋转动能转换成纵向旋转动能，再通过该方桩钻头执行部件机构进行掘进修边处理。因修边过程中孔壁有大量孔渣不断掉入预成孔孔底，而方桩钻头不具有取土功能，故该过程将由：方桩钻头修边→圆形钻机取土→方桩钻头修边→圆形钻机取土反复循环进行，直至形成完整的方桩桩孔。

3.2.6 圆钻清孔

方桩成孔施工后，将进行孔底沉渣清理。首先使用 $\phi 800\text{mm}$ 清孔钻清理四个角点沉渣，其次使用 $\phi 2000\text{mm}$ 清孔钻清理整个孔底，从一端到另一端反复平扫孔底，直至基本将孔底沉渣清除干净。

3.2.7 方桩清孔器清孔

通过圆形清孔钻头清孔作后，将用方形清孔钻头进行孔底沉渣清理。方形清孔器的原理是利用活动连杆结合双活页夹渣板，在清孔器强大自重作用下，慢速提拉中心活动连杆，双活页夹渣板自行闭合将孔底沉渣全部刮至孔底中心处并形成倒三角的夹渣空间，然后用旋挖钻机钻杆提拉方桩清孔器，此步骤可重复多次完成对孔底沉渣的清理，直至完全清除孔底沉渣。

3.2.8 测量孔底沉渣

方桩清孔完毕后利用沉渣盘测量孔底沉渣，合格后方可进行下一步工序。若不合格将进行二次或多次清孔，有必要时也可利用圆形清孔钻头反复清孔。

4 钻具及附件配置

钻具配置于280型及以上旋挖机即可，各类钻头型号如下：



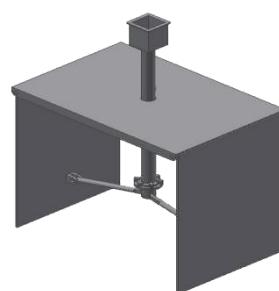
截齿捞砂钻头



截齿开体钻头



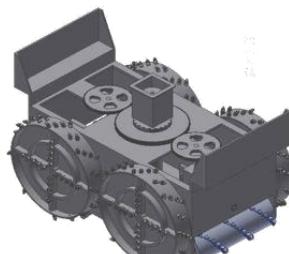
圆形清孔钻头



方形清孔器



截齿筒式钻头



方桩钻头

表1 钻具及附件配置表

序号	名称	规格/型号	备注
1	截齿捞砂钻头	Φ800mm	
2	截齿捞砂钻头	Φ1500mm	
3	截齿捞砂钻头	Φ1800mm	
4	截齿捞砂钻头	Φ2000mm	
5	截齿开体钻头	Φ800mm	
6	截齿筒式钻头	Φ800mm	
7	方桩钻头	2000mm×3000mm	
8	圆形清孔钻头	Φ2000mm	
9	方桩清孔器	2000mm×3000mm	

5 应用实例

5.1 应用背景

德会高速 TJ1-1 项目锦川枢纽 LK0+880-LK1+101 段矩形抗滑桩，原设计为 38 根抗滑桩，其中 22m 深的 31 根、16m 深的 3 根、14m 深的 4 根。抗滑桩为矩形桩平面尺寸分别为 2m*3m、1.8m*2.5m。

5.2 应用成效

(1) 取消了人工开挖，采用机械开挖，提了工程施工安全性的同时单根桩开挖时间由 15 天缩短为 12 小时，单根桩基节约人工成本 8000 元。

(2) 人工挖孔还需采用单节护壁，施工效率较低，且超过一定深度后还需采用通风等安全措施，因此人工挖孔桩不能满足施工工期、安全等方面的要求。采用机械开挖单根桩基节约成本 5 万元。

(3) 为确保施工安全，人工挖孔作业每孔还需配置门架式起吊装置，且不同尺寸桩基门架式起吊装置无法通用，进而

采用机械开挖单根桩基节约成本 3 万元。

5.3 效益分析

(1) 工作效率

机械开挖极大缩短了工作时间，由人工开挖成孔 15 天缩短至 15 小时，保证工程施工进度。

(2) 安全性

施工作业人员无须进入孔内，降低作业人员物体打击、坍塌、中毒与窒息的风险，有效提高了作业人员人身安全。

(3) 机械化

紧跟社会发展步伐，发挥机械化的人文优势，推进生产力发展。

(4) 经济性

机械开挖成本低、耐久性强、施工性好，提高了施工质量和效率，保证了成本、质量和工期目标。

6 结论

基于理论计算与实际应用分析所得，旋挖钻机配合使用不同功能的钻头能有效地进行矩形桩基础施工。

分析结果表明：

(1) 适用范围：钻具所需配置旋挖机型为 280 以上，能较广的覆盖市场旋挖设备型号；配合旋挖机开挖桩基础适用岩层强度范围为 10Mpa-80Mpa，能绝大部分的覆盖各种类地质情况。

(2) 安全性：施工中无须作业人员进入孔内即可完成矩形桩基础成孔，极大有效的保护作业人员生命安全。

(3) 经济性：机械成孔矩形桩基础，单根桩基即可节约 25% 措施费用投入。

(4) 工期及质量：机械成孔矩形桩基础，成孔工期将缩短至 1-2 根/天，且桩基础竖直度得到有效的控制，确保工程施工质量，结构物的安全稳定性得到保障。

参考文献：

- [1] 强伟乐.钢枕道床横向阻力研究与结构优化.
- [2] 曾惠珍,吴梅容.钻孔灌注桩的施工应用.
- [3] 德昌至会理高速公路 A 标段两阶段施工设计文件.