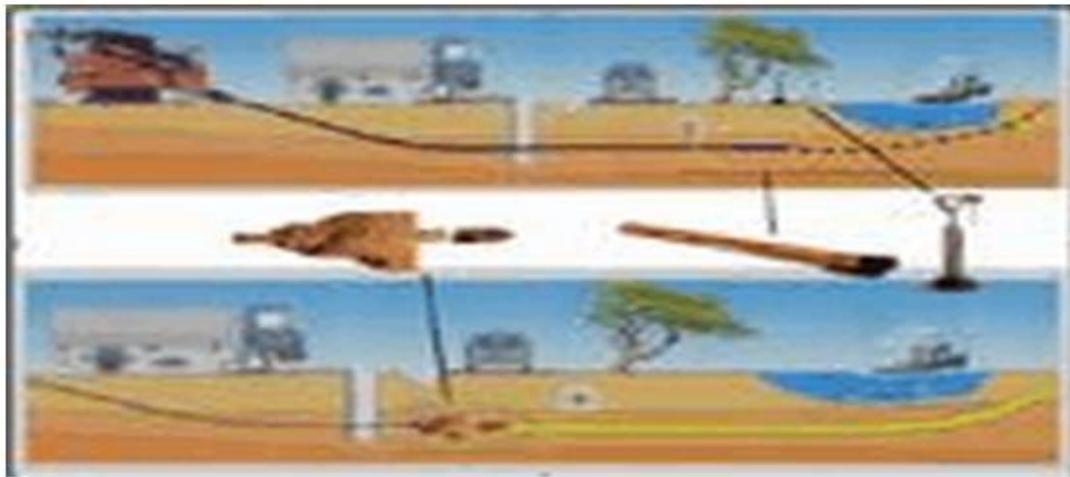


道路排水中水工程拉管施工方案

该工程采取非开挖施工方案即水平钻机钻孔牵引管道的施工方法。该工程涉及面广，如何确保工程质量，确保施工安全是本工程重点控制的一方面。

水平导向钻进法，它的主要特点是，可根据预先设计好的铺管线路驱动装有契形钻头的钻杆从地面钻入，地面仪器接收由地下钻头内传送器发出的信息，控制钻头按照预定的方向绕过地下障碍物直达目的地，然后卸下钻头换装适当尺寸和特殊类型的回程扩大器，使之能够在拉回钻杆的同时将钻孔扩大至所需直径，并将需要铺装的管线同时返程牵回钻孔入口处。在整个工作中，特别的混合机组提供的钻孔混合液不断地从钻头的钻口嘴喷出，用以润滑钻头，钻杆和加固钻道，以提高整个工程的工作效率。水平导向钻进法示意图见下图。



水平导向钻进法示意图

1、施工准备

1.1 进场前的准备

地层勘探主要了解有关地层和地下水的情况，为选择钻进方法和配制钻液提供依据。其内容包括：土层的标准分类、孔隙度、含水性、透水性以及地下水位、基岩深度和含卵砾石情况等。可采用查资料、开挖和钻探方法获取。

地下管线探测主要了解有关地下已有管线和其它埋设物的位置，为设计钻进轨迹提供依据。根据现场实际情况解决施工用电、用水。以钻机路线的入土点和出土点各挖一个工作井和接收井，便于钻机入土开钻，并且作为泥浆的排放和收集点，若泥浆过多采用泥浆车外运。

1.2 技术准备
(1) 组织工程施工技术人员参与设计单位、建设单位的施工图会审和企业内施工技术交底，了解施工特点和技术要求，熟悉施工操作规程和各项技术数据。

(2) 根据敷设管道的管径尺寸，计算出管道孔的扩孔次数和每次回扩所使用的回扩器的规格。

(3) 根据钻机操纵手册和导向仪的控制、精度要求，制定出详细的技术交底。并向施工作业人员进

行交底。

(4) 与钻机操作手共同制定出管道中线和高程的控制数据和纠偏措施。

1.3 主要设施设备

采用国产 DDW-350 铺管钻机 马克 3 导向仪。另配功率为 45KW 的不停钻射流循环泥浆搅拌系统，可快速制备钻进用泥浆；操纵台全功能数字仪表显示，独立的液压锚桩系统。钻机整体性能优越。

(1) 钻机的主要技术参数：

发动机功率：200KW 最大推力/拉力：380KN 最大回转扭矩：18000N.m 输出轴转速：0 - 110r/min
泥浆系统功率：45KW 泥浆泵流量：320L/min 泥浆泵压力：10Mpa 角度范围：8°—20°
钻杆规格：Φ89mm×7mm/5000 配套钻杆：300m 钻头级配：6 个—Φ750mm
主机外形尺寸（长×宽×高）：5200mm×2300mm×2200mm
泥浆搅拌站外形尺寸（长×宽×高）：4200mm×2300mm×2700mm



附图：DDW-350 型钻机泥浆制备系统



附图：DDW-350 型钻机主机

(2) 马克 3 导向仪

在水平导向钻机钻进的过程中，用来跟踪和定位钻头位置的设备，此仪器可以提供钻机过程中每跟钻杆的斜度、旋转方位、深度等信息。

2、材料准备

管道生产厂在产品出厂前做严格的出厂试验，产品出厂附带质量保证书。运输管时，应用带挡板的平台车辆，车辆应配备平坦无锐棱的档杆，运输时管材要固定，使管材和档杆间尽量减少移动。各种设备根据施工进度计划安排，提前与材料厂家签定供货协议，并提交材料加工计划。

管材进场后,堆放在现场附近,设专人看护。并设置产品标识。

3、工力准备

劳动力计划表

工 种	工程开工至结束			
	机械工	6	6	有 证
木 工	1	1		本单位职工
电 工	1	1	有 证	本单位职工
焊 工	2	2	有 证	本单位职工
管 工	3	3	有 证	本单位职工
水 工	2	2		本单位职工
管理人员	4	4		本单位职工
合 计	19 人	19 人		

4、施工技术措施

4.1 施工工艺流程



4.2 施工测量

4.2.1 平面控制放线

平面控制及放线，依据现有边线，通过勘测方提供的控制点引测本工程的定位点，为保证施工各阶段控制点网，坐标及高程的准确，首先对施工现场内各控制桩加以保护。并把各控制点引测至现场外加以保护，以便竖向引测放线。同时要做闭合校核。

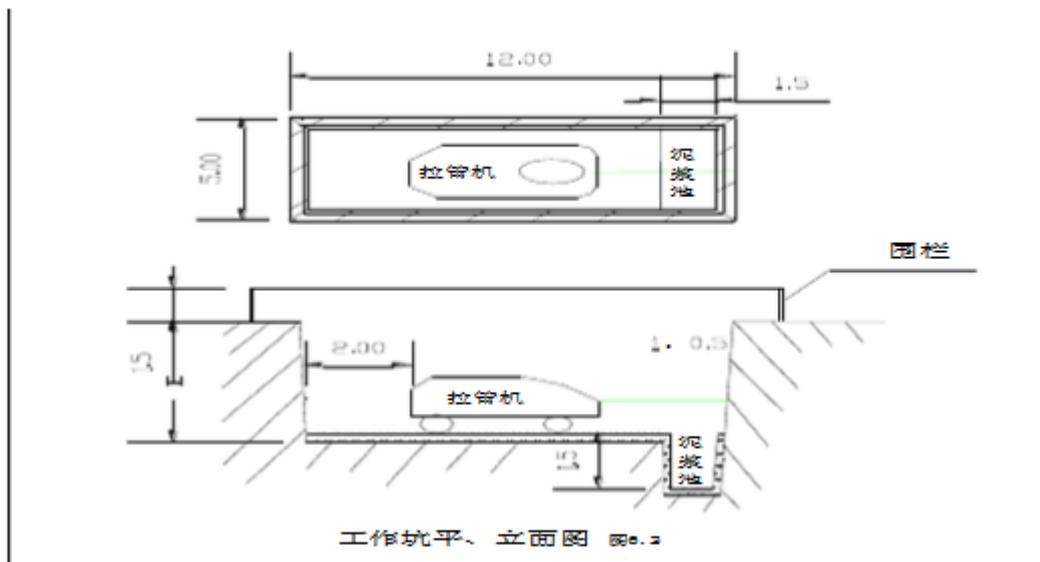
施工前通过全站仪沿地面上拉管的中心线每 3 米设置一桩(有障碍物的除外)，并沿拉管的中心线撒好白灰线且测出桩高程，算好桩高程与设计拉管流水面的关系。

4.2.2 高程控制

高程控制根据勘测方提供的水准点引测施工现场的高程控制点。根据本工程的实际情况，在现场选择固定的地方做临时水准点，并做好保护。

高程控制采用两次仪器高程前后视等距测法，保持精度。为保证设计方向、位置的正确性，控制线的传递用经纬仪进行引测，保证平面位置的准确。

4.3 基坑开挖



工作坑与接收坑尺寸与 1#、2#坑相同。工作坑按 1:0.5 放坡，不需要采用支护。见上图

4.4 地层勘探地下管线探测及钻进轨迹的规划与设计

地层勘探主要了解有关地层和地下水的情况，为选择钻进方法和配制钻液提供依据。其内容包括：土层的标准分类、孔隙度、含水性、透水性以及地下水位、基岩深度和含卵砾石情况等。目前甲方尚未提供本地区的地址勘探资料，因此需要在现场挖探坑确定土质情况。导向孔轨迹设计是否合理对管线施工能否成功至关重要。钻孔轨迹的设计主要是根据工程要求、地层条件、地形特征、地下障碍物的具体位置、钻杆的入出土角度、钻杆允许的曲率半径、钻头的变向能力、导向监控能力和被铺设管线的性能等。

过路段拉管需要穿越未拆迁建筑物，因此施工前需要根据未拆迁建筑物地基资料确定管道埋深以避免钻孔时以外损伤。

4.5 钻机就位

根据北高南低的管道设计坡度方向和现场实际情况,在 2#坑中安置钻机。因 2#坑处土质较软,且拉管距离长,拉力较大,钻机底脚要安置在 20 cm厚 C15 混凝土平基上,并在平基混凝土内预留 ϕ 20 钢筋(地锚)和钻机焊接紧密,以防地基沉降影响钻机稳定。

4.6 钻液的配置

钻液的好与坏对于拉管施工的成败起到了极关键的作用。钻液具有冷却钻头、润滑钻具,更重要的是可以悬浮和携带钻屑,使混合后的钻屑成为流动的泥浆顺利地排出孔外,既为回拖管线提供足够的环形空间,又可减少回拖管线的重量和阻力。残留在孔中的泥浆可以起到护壁的作用。

本工程地质勘探资料尚未给出,现只能按以往施工经验和对类似地区地质情况的了解,配置钻进液。钻液由水、膨润土和聚合物组成。

水是钻液的主要成份,膨润土和聚合物通常称为钻液添加剂。钻液的品质越好与钻屑混合越适当,所制造的泥浆的流动性和悬浮性越好,回扩成孔的效果越理想,成功的概率越大。

为改善泥浆性能,有时要加入适量化学处理剂。烧碱(或纯碱)可增粘、增静切力、调节 PH 值,投入烧碱量一般为膨润土量的 2%。

根据以上理论,本工程的钻液配合比确定为:膨润土 20%,转液宝 1%,水 75%,2%膨润土重量的烧碱。

4.7 导向钻进

钻机就位后,调整钻机导向杆到略高于设计管位中心高程的位置,水平钻入土中。在导向钻头中安装发射器,通过地面接收器,测得钻头的深度、鸭嘴板的面角、钻孔顶角、钻头温度和电池状况等参数,将测得参数与钻孔轨迹进行对比,以便及时纠正。地面接收器具有显示与发射功能,将接收到的孔底信息无线传送至钻机的接收器并显示,操作手根据信号反馈操纵钻机按正确的轨迹钻进。在导向钻孔过程中技术人员根据探测器所发回的信号,判断导向头位置与钻进路线图的偏差,随时调整。并把调整数值记录在“钻进位置”相应的表格中。

为了保证导向头能严格按照操作人员发出的指令前进,需要在管道线路初步布点后对控制点进行加密加细。间隔 3m 设中线、高程控制点,用木桩做出明显标志,并在桩点周围用混凝土砌出护墩加以保护。控制人员严格按照点位,操纵仪器。

根据以往的施工经验,PE 管在孔内拉动的过程中受重力的作用,会发生管道下沉现象。因此在本工程中,导向钻进的钻进点选择在略高于设计管中线的地方。以减低管道自重对高程的影响。

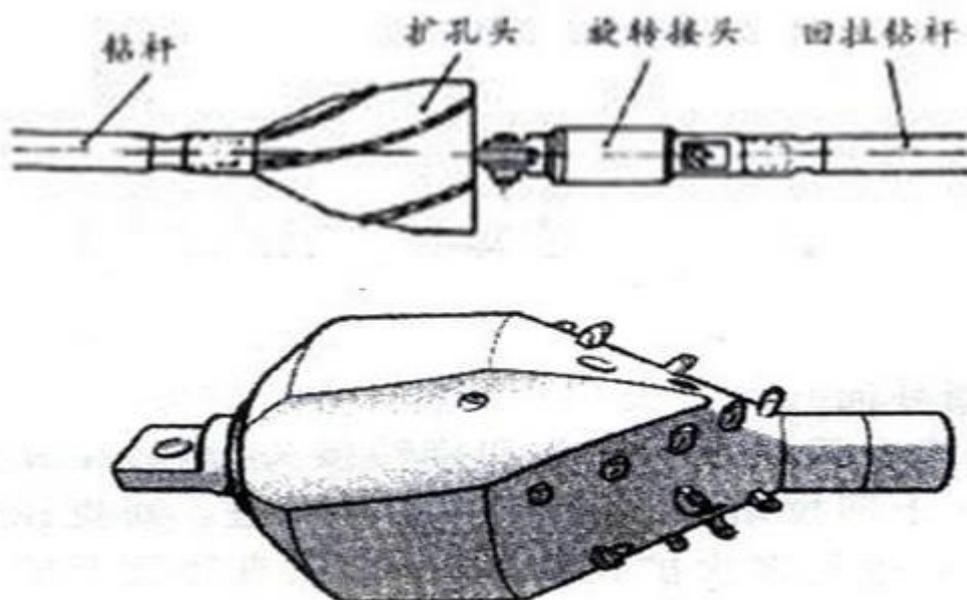


导向钻头图

4.8 扩孔

根据现场地质情况,采用刮刀式扩孔器。扩孔器尺寸为铺设管径的 1.2~1.5 倍,即 $40\text{ cm} \times 1.5 = 60\text{ cm}$ 。这样既能够保持泥浆流动畅通又能保证管线的安全、顺利的拖入孔中。

本段回拉扩孔铺管的距离比较长，泥浆作用特别重要，孔中缺少泥浆会造成塌孔等意外事故，使导向钻进失去作用并为再次钻进埋下隐患。考虑到地层泥浆较易漏失，泥浆漏失后，孔中缺少泥浆，钻杆及管线与孔壁间的摩擦力增大，导致拉力增大。因此要保持在整个钻进过程中有“返浆”，并根据地质情况的变化及时调整钻液配比以产生的不同泥浆。



扩孔钻头图

本工程选用的 DDW-350 型铺管钻机有混合搅拌、泵送系统。施工中将水、膨润土、聚合物等加入混合仓，进行充分搅拌形成钻液。然后由钻液泵将钻液通过中空钻杆输送至孔底钻头，并与孔中钻屑混合形成泥浆在孔底流动。因 2# 工作坑位于管线上游，虽是水平钻进扩孔，但孔内下游的泥浆不会流失过多。扩孔时只需将 2# 坑泥浆池内的泥浆通过钻机泵送系统随时向孔内补充。实验人员需要随时检测泥浆内各组成材料的配比并及时调整，反复循环使用。

4.9 管道焊接（电熔焊接）

管道接口质量的好坏直接影响到拉管施工的成功进行，因此要严格按以下操作步骤执行。

a、电熔连接机具与电熔管件应正确连通，连接时，通电加热的电压和时间符合电熔连接机具和电熔管件的规定。

b、电熔连接冷却时间，不得移动连接件或连接件上不得施加任何外力。

c、电熔承插连接管材连接端应切割垂直，连接面应清洁干净，并应表明插入深度，刮去表面的氧化层。连接前，对应连接件，使其在同一轴线上。

d、干管连接部位下端应采用支架，并固定吻合。

e、管道连接时，施工现场条件允许时，可在在沟槽上进行焊接。 f、焊接完毕后，检查观测孔内物料是否顶起，焊缝处是否有物料挤出。合格的焊口应是电熔过程中，无冒（着）火、过早停机等现象，电熔件的观察孔有物料顶出。

②热熔连接：

- a、热熔连接前、后连接工具加热面上的无污物应用洁净棉布擦净。
- b、热熔连接加热时间和加热温度应符合热熔连接工具生产厂和管材、管件生产厂的规定。
- c、热熔连接保压冷却时间，不得移动连接件或连接件上不得施加任何外力。
- d、管道连接前，管材固定在机架上，取下铣刀，闭合卡具，对管子的端面进行铣削，当形成连续的切削时，退出卡具，检查管子两端的间隙（不得大于 3mm）。电熔连接面应清洗干净，刮初表面皮。
- e、热熔对接连接，两管段应各伸出卡具一定的自由长度，校对连接件，使其在同一轴线上，错边不宜大于壁厚的 10%。
- f、加热板温度适宜（ $220\pm 10^{\circ}\text{C}$ ），当指示灯亮时，最好在等 10 分钟使用，以使整个加热板温度均匀。
- g、温度适宜的加热板置于机架上，闭合卡具，并设系统的压力。达到吸热时间后，迅速打开卡具，取下加热板。应避免与熔融的端面发生碰撞。
- h、迅速闭合卡具，并在规定时间内，匀速地将压力调节到工作压力，同时按下冷却时间按钮。达到冷却时间后，在按一次冷却时间按钮，将压力降为零，打开卡具，取下焊好的管子。
- i、卸管前一定要将压力降至为零，若移动焊机，应拆下液压软管，并做好接头防尘工作。
- j、合格的焊缝应有两翻边，焊道翻卷的管外圆周上，两翻边的形状、大小均匀一致，无气孔、鼓泡和裂纹，两翻边之间的缝隙的根部不低于所焊管子的表面。
- k、管道连接时，施工现场条件允许时，可在在沟槽上进行焊接，管口应临时堵封。在大风环境下操作，采取保护措施或调整施工工艺。

4.10 拉管

拉力计算:管道倾斜角度为：1 度。 $F_{\text{拉}}=(G' + G' \times \mu) \times n$

G' -管道总重量在 X 方向的分量 μ -摩擦系数 n -安全系数 根据计算公式选用拉管机能承受该拉力。

管道焊缝和管道强度检验合格后，即可进入拉管施工。首先用现场制作的“PE 管封套”将管头密封，然后在管头后端接上回扩头，管后接上分动器进行接管，将管子回接到工作井后，卸下回扩头、分动器、取出剩余钻杆，堵上封堵头，进行水压试验。

施工时，拉管机操作人员要根据设备数据均匀平稳的牵引管道，切不可生拉硬拽。

4.11 注浆加固

PE 管道拉通后，为了避免地面沉降，需要进行注浆加固。由于受场地条件限制，本次采用孔内注浆的加固措施。

(1) 拉管施工前在 PE 管前端连接两根与 PE 管同长度的 $\phi 25$ 钢管,与 PE 管一同拉入土中并一同到达拉管设计终点桩号。到达终点后，解除 $\phi 25$ 钢管与 PE 管的连接，在两根钢管前面各加一根 6m 长同直径的注浆花管。

(2) 移动拉管机到 1#接收坑，和 $\phi 25$ 钢管连接并回拽。每拽入 6m，把钢管和拉管机的连接取消，换

成和高压注浆泵连接。注入 1:1 水泥、粉煤灰浆液 (0.4Mpa), 从而置换触变泥浆, 补充 PE 管周围的空隙。然后再换再拉, 再拉再注, 反复进行。直到把钢管全部拉出 1#接收坑, 注浆过程也就全部结束了。在注浆施工时应注意:

- a、根据实际情况每 3-6 米注浆一次, 根据计算注浆量一定大于泥浆量, 注浆时尽量保持不要间断。
- b、当花钢管拖入地面时一定要用堵头堵死, 防止浆液从花管前端流出。

4.12 安全保护系统

由于施工中的地质情况复杂、距离较远等特点, 在施工中必须设置必要的安全保护措施, 主要有:

(1) 防触电报警系统, 一旦地下钻头触及电缆等带电体后, 钻机发出触电报警, 此时操作手必须坐在座椅上不得离开, 以免触电。报警解除后, 操作人员方可离开钻机。

远距离遥控紧急停机装置, 随钻跟踪测量者应时刻保持与钻机操作手的联系, 一旦发生意外应及时处置。目前一般采用无线通信联络方式, 有时由于受到当时当地环境的影响这种方式已不能应付紧急突发事件。所以在施工中应由随钻跟踪者采用紧急措施停止钻机工作, 待处理完后, 由后者解除对钻机的限制后, 方可启动钻机。

(2) 移动拉管机到 1#接收坑, 和 $\phi 25$ 钢管连接并回拽。每拽入 6m, 把钢管和拉管机的连接取消, 换成和高压注浆泵连接。注入 1:1 水泥、粉煤灰浆液 (0.4Mpa), 从而置换触变泥浆, 补充 PE 管周围的空隙。然后再换再拉, 再拉再注, 反复进行。直到把钢管全部拉出 1#接收坑, 注浆过程也就全部结束了。在注浆施工时应注意:

- a、根据实际情况每 3-6 米注浆一次, 根据计算注浆量一定大于泥浆量, 注浆时尽量保持不要间断。
- b、当花钢管拖入地面时一定要用堵头堵死, 防止浆液从花管前端流出。

4.12 安全保护系统

由于施工中的地质情况复杂、距离较远等特点, 在施工中必须设置必要的安全保护措施, 主要有:

(1) 防触电报警系统, 一旦地下钻头触及电缆等带电体后, 钻机发出触电报警, 此时操作手必须坐在座椅上不得离开, 以免触电。报警解除后, 操作人员方可离开钻机。

(2) 远距离遥控紧急停机装置, 随钻跟踪测量者应时刻保持与钻机操作手的联系, 一旦发生意外应及时处置。目前一般采用无线通信联络方式, 有时由于受到当时当地环境的影响这种方式已不能应付紧急突发事件。所以在施工中应由随钻跟踪者采用紧急措施停止钻机工作, 待处理完后, 由后者解除对钻机的限制后, 方可启动钻机。

4.13 管件安装

管道穿越完成后, 应立即按设计图纸位置安装三通、阀门等管件。