

# 巨鼎建筑安装公司关于机械设备知识科普

为进一步增强集团职工业务知识，提升业务能力，在集团上下营造重视学习、崇尚学习、坚持学习的浓厚氛围，现将机械设备（水平定向钻机）相关知识整理印发如下。

## 水平定向钻机

水平定向钻机是在不开挖地表面的条件下，铺设多种地下公用设施（管道、电缆等）的一种施工机械。

### 一、水平定向钻机原理

水平定向钻机钻进技术是将石油工业的定向钻进技术和传统的管线施工方法结合在一起的一项施工新技术，它具有施工周期短、施工成本低、表面损伤小、环境污染小的特点。水平定向钻机设备的发展趋势正朝着大型化和微型化、适应硬岩作业、自备式锚固系统、钻杆自动堆放与提取、钻杆连接自动润滑、防触电系统等自动化作业功能、超深度导向监控、应用范围广等特征发展。该种设备一般适用于管径 $\phi 300$ - $\phi 1200$ mm的钢管、PE管，最大铺管长度可达1500m，适应于软土到硬岩多种土壤条件，施工技术应用广泛，具有很大的推广意义。

### 二、水平定向钻机适用范围

水平定向钻机工作环境温度为 $-15^{\circ}\text{C}$ — $+45^{\circ}\text{C}$ ，广泛应用于供水、电力、电讯、天然气、煤气、石油等柔性管线铺设施工中，石油、天

然气、水、化工原料等管道穿越，河流、公路、铁路、大堤、建筑物、湖泊、海湾、渔塘以及其他不宜进行大型开挖的地段，均可采用水平定向钻进行管线铺设施工。适用以下地层：

- 1.最好的地层：粉质粘土、粉砂、细沙、软塑粘土、淤泥。
- 2.一般地层：中砂、软岩石、可塑粘土。
- 3.难穿地层：硬塑粘土、铁板砂、粗砂、中等硬度岩石、卵砾石、流砂。

### 三、水平定向钻机施工的特点

1.定向钻穿越施工具有不会阻碍交通，不会破坏绿地、植被，不会影响商店、医院、学校和居民的正常生活和工作秩序，解决了传统开挖施工对居民生活的干扰和对交通、环境、周边建筑物基础的破坏和不良影响。

2.现代化的穿越设备的穿越精度高，易于调整敷设方向和埋深，管线弧形敷设距离长，完全可以满足设计埋深要求，并且可以使管线绕过地下的障碍物。

3.城市管网埋深一般达到三米以下，穿越河流时，一般埋深在河床下 9-18 米，所以采用水平定向钻机穿越，对周围环境影响较小，基本不破坏地貌和环境，适应环保的各项要求。

4.采用水平定向钻机穿越施工时，没有水上、水下作业，不影响江河通航，不损坏江河两侧堤坝及河床结构，施工不受季节限制，具有施工周期短人员少、成功率高施工安全可靠等特点。

5.与其它施工方法比较，进出场地速度快，施工场地可以灵活调

整，尤其在城市施工时可以充分显示出其优越性，并且施工占地少，工程造价低，施工速度快。

6. 大型河流穿越时，由于管线埋在地层以下 9-18 米，地层内部的氧及其他腐蚀性物质很少，所以起到自然防腐和保温的功用，可以保证管线运行时间更长。

7. 可以预扩孔，在地质情况和地下管线探测或勘测清楚的情况下逐级按照管径大小的 1.3-1.5 倍把孔回扩到预期直径的大小。

#### **四、水平定向钻机施工存在的缺陷**

1. 由于水平定向钻机施工是一项新的生产工艺技术，我国尚无统一的技术标准和施工验收规范，造成对工程设计、施工质量的把控没有官方依据，一旦发生质量事故，对责任方的认定也造成一定难度。

2. 由于采用定向扩孔拖拉，施工结束时，管材与回扩孔之间的空隙处理，不能像开槽敷设施工那样进行回填夯实。因此，对管材沉降要求比较高的工程在实际使用中存在着一定的风险。

#### **五、水平定向钻机系统简介**

各种规格的水平定向钻机都是由钻机系统、动力系统、控向系统、泥浆系统、钻具及辅助机具组成，它们的结构及功能介绍如下：

1. 钻机系统：是穿越设备钻进作业及回拖作业的主体，它由钻机主机、转盘等组成，钻机主机放置在钻机架上，用以完成钻进作业和回拖作业。转盘装在钻机主机前端，连接钻杆，并通过改变转盘转向和输出转速及扭矩大小，达到不同作业状态的要求。

2. 动力系统：由液压动力源和发电机组成动力源是为钻机系统提

供高压液压油作为钻机的动力，发电机为配套的电气设备及施工现场照明提供电力。

3. 控向系统：控向系统是通过计算机监测和控制钻头在地下的具体位置和其它参数，引导钻头正确钻进的方向性工具，由于有该系统的控制，钻头才能按设计曲线钻进，现经常采用的有手提无线式和有线式两种形式的控向系统。

4. 泥浆系统：泥浆系统由泥浆混合搅拌罐和泥浆泵及泥浆管路组成，为钻机系统提供适合钻进工况的泥浆。

5. 钻具及辅助机具：是钻机钻进中钻孔和扩孔时所使用的各种机具。钻具主要有适合各种地质的钻杆，钻头、泥浆马达、扩孔器，切割刀等机具。辅助机具包括卡环、旋转活接头和各种管径的拖拉头。

## 六、水平定向钻施工注意事项

### （一）加强对施工企业及人员资质的审查

GB50424《油气输送管道穿越工程施工规范》第1.0.4条明确规定：“承担穿越施工的企业，应具有国家或行业主管部门认定的施工企业资质”。目前从事燃气管道施工的企业资质常见为市政公用工程总承包、化工石油设备管道安装工程专业承包和管道专业工程承包三类。其中仅管道专业工程明确了穿越工程承包范围（二级企业可承担80米及以下、三级企业可承担50米及以下管道穿、跨越工程），其它均无明确规定。

针对目前穿越施工队伍多为业主选择指定且资质达不到相应要求的实际情况，监理公司意见仍应按规范要求进行审核，施工队伍无

相应资质的应以联系单形式告知业主，要求更换。若是以管道施工承包单位名义实施穿越工程的，监理应注意穿越施工方案的审批人、工序报验单上的填报单位、项目经理均应为承包单位相应人员；并应有相应公章。相应监理表单应发至管道施工承包单位，由其承担穿越施工的管理责任。

焊工、无损检测等特殊工种人员应有相应的资格证书，定向钻控向操作人员应有上岗培训考核合格证明。

## （二）认真对待，充分做好事前控制工作

GB50424 规范第 7.1.10 条要求：“水平定向钻穿越前，建设方应提供完整的施工图。内容包括：设计说明；管道穿越施工平面图、断面图；出、入土点的角度和位置；地下障碍物的位置、埋深应标注在施工图上”。

因此，对涉及城市地下管网、有防洪要求或通航的河流等复杂地段穿越施工，应当要求建设方提供穿越设计施工图。由施工单位设计的管段路径轨迹及编制的施工方案必须取得设计或业主签字认可，以避免监理承担不必要的责任风险。

1. 开工前监理应参与穿越段的现场调查，对穿越段的路障情况一定要做到心中有数。若无设计或设计不详，应以联系单形式提请业主提供，或根据施工合同内容以通知单形式要求施工单位自行认真调查清楚诸如地质、水文、地下管线等必备的基本资料。

2. 审查穿越施工组织设计应包括：具体施工方法（含导向轨迹图）、场地布置、质量和进度计划、管段长度、人员配备、主要材料、



机械设备以及安全措施等内容。一般应有“三图”：施工平面布置图；标注有参照物的管线路由图；穿越轨迹剖面图。无论是设计单位还是由施工单位设计的穿越施工图，监理都应要求将穿越管段路由的地面和地下障碍情况在剖面图上详细标注，并审核管位与障碍物的安全间距是否符合相应规范要求。

3. 召开方案审查会（可结合现场踏勘同时进行），审核施工单位编制的施工措施，并形成由参会各方签字的会议纪要。熟悉设计图纸及审核施工方案时，应注意检查、核对下列主要数据和内容：

（1）穿越深度，特别是穿越通航河流时，应注意 GB50424 第 7.1.1 条规定：穿越管段管顶埋深在河流最大冲刷线下 2.5m，且穿越管段管顶到河床底部的最小距离宜大于穿越管径的 10-15 倍，且不小于 6m。

GB50028《城镇燃气设计规范》6.3.11 第 2、4 条规定：“燃气管道至河床的覆土厚度，应根据水流冲刷条件及规划河床确定。对不通航河流不应小于 0.5m；对通航河流不应小于 0.1 米，还应考虑疏浚和投锚深度”；“在埋设燃气管道的河流两岸上、下游应设立标志”。由于水流冲刷情况较难掌握，当无设计院改计时，监理宜对河床下的覆土厚度提请建设方报有关部门核准。

（2）出入土角，按 GB 50424 第 7.1.2 规定，宜控制在入土角为  $8^{\circ}$  -  $20^{\circ}$ ，出土角  $4^{\circ}$  -  $12^{\circ}$ 。

（3）曲率半径，是定向钻穿越的重要参数，为保证管段有足够的强度安全裕量，应按规范要求不宜小于 1500D，且不得小于 1200D。

（4）回拖拉力和钻机选择，根据设计要求的拉力值（若无设计，

应要求穿越施工单位核算，并列出计算式）核查所使用的钻机能力是否与工程要求相符。一般宜大不宜小。PE管穿越施工时，回拖拉力不得大于管材屈服拉伸应力的50%；拖拉长度不宜超过300米。

（5）材料及钻具等器具的检查。

（6）应急预案。

### （三）重视导向环节，核查导向轨迹数据

1. 督促施工单位认真按已经审定的平面图中的导向轨迹进行测量放线：应要求施工方在地面上做出轨迹线标记（撒石灰粉线、喷涂红漆或插标志杆）；穿越河流段，如河面较窄时可在河两侧插标志杆，水面较宽时，可在水面上每隔30-50m加设一个浮标。监理应核对有无偏离设计路由。

2. 在正式开钻前，应督促操作人员按导向仪说明要求在地面上直观地校准控向系统的探棒向导向仪发出的钻头深度（即地面上的直线距离）、倾角（斜率）和导向铲面向角数据信息是否准确。

3. 跟踪检查控向操作情况，责成导向人员将每次在地面检测出的导向数据如实记录，并与设计路曲核对，发现偏离设计轨迹应及时调整，以控制导向孔实际曲线与设计穿越曲线的偏差在规范允许范围内。GB50424规范要求其偏差不大于1%。

### （四）加强穿越施工现场安全监督

1. 穿越施工方案中必须包含有现场安全、环保健康等文明施工的技术措施及现场安全监管系统相关人员。

2. 对照经审查批准的施工方案，检查施工单位安全技术措施现场

落实情况及安全监管人员是否到岗。发现存在质量和安全事故隐患的，应立即要求整改，情况严重危及安全时，要立即停止作业并及时报告，同时尽可能以监理工程师通知单形式要求整改和暂停施工，以充分留下监理方切实履行了应尽职责的证据。

供稿：巨鼎建筑安装公司 袁伟