

# 一处成功处置前方障碍物过河球墨铸铁顶管工程技术探讨

顾新刚

上海勘测设计研究院有限公司 上海 200434

**摘要:** 宁波至杭州湾新区引水工程球墨顶管穿越河道时遇到障碍物需紧急处理, 经采取双层拉森钢板桩围堰+长臂挖机施工挖出障碍物后, 顶管顶部覆土、恢复顶进完成管道作业, 管道打压试验合格。

**关键词:** 球墨 顶管 障碍物 成功处理 工程技术

宁波至杭州湾新区引水工程位于浙江省宁波市中北部, 输水线路起始于宁波市海曙区, 向宁波杭州湾新区和慈溪市调配原水。该工程水资源配水量为8000万 $m^3$ /年, 同时预留远景年市区北部水厂配水需求。<sup>[1]</sup>输水主线总长69.2km, 其中主线隧洞长28.8km, 管道长40.4km。输水沿线管道直径DN2.0m~1.4m分区域设置。管道段采用埋管、顶管, 管桥、倒虹吸等方式穿越沿线区域, 沿线布设一定数量的检修、排水、进气、进人阀井及流量计井。

本工程土建V标段管线总长14.6Km。本标段位于慈溪市及杭州湾新区境内, 工程主体为引水管道, 管道管材主要选用ND1400球墨铸铁管, 倒虹吸及顶管内的连接管采用钢管。

## 1 水文及地质情况

本工程处甬江流域属亚热带季风气候区, 四季分明、气候温和湿润、雨量丰沛。多年平均气温16.5 $^{\circ}C$ , 最热月7月为27.5 $^{\circ}C$ ~28.3 $^{\circ}C$ , 最冷月1月为4.0 $^{\circ}C$ ~5.4 $^{\circ}C$ ; 流域年平均日照数1800~2000h; 年平均无霜期230~240d; 常年最多风向为东北风、北风和东南风; 平均相对湿度81%; 平均水汽压17.1hPa。

本工程引水管道地面标高 $\nabla 3.0m$ ~ $\nabla 5.0m$ 左右, 直接开挖埋管段埋深约 $\nabla 2.0m$ ~ $\nabla 3.0m$ 左右, 基本在①2层黏土、①3层淤泥质黏土、②1层粉质黏土、②2层粉土中穿行, 地基土工程性能一般。

## 2 问题提出

四灶浦河道宽度为80米, 河底水深最深处为-3.8m。杭州湾引水工程采用泥水平衡的顶管施工工艺从四灶浦河底穿过。管道管材主要选用ND1400承插式球墨铸铁管。西侧为9号工作井(桩号10+132), 东侧为9号接收井(桩号9+930)。顶管9号工作井及顶管9号接收井剖面图详见图1。

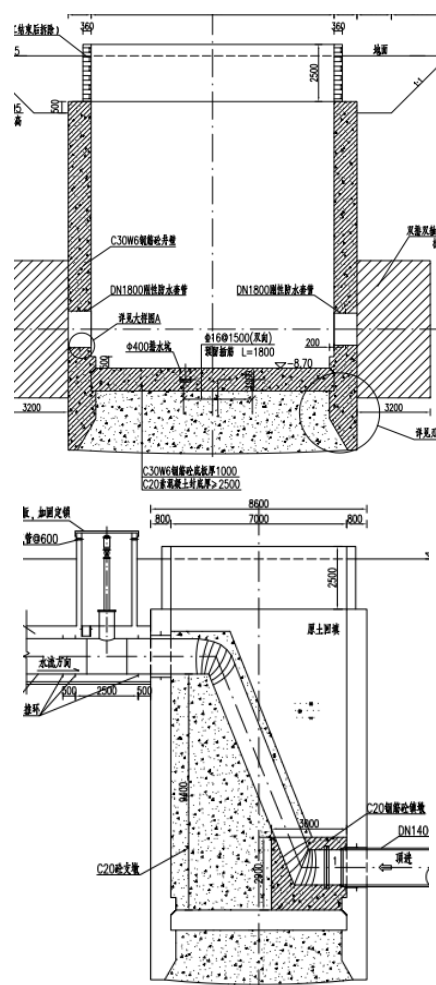


图1 顶管9号工作井及9号接收井剖面图

顶管方向从西往东(从9#工作井至9#接收井)在顶管施工过程在距离工作井70米左右处碰到了块石, 且顶管机头顶部河道内水流有漩涡及气泡产生。<sup>[2]</sup>在采用安全监测、调整泥浆比重、减缓顶管机头速度、加大顶推力等多种措施下, 顶管机继续顶进。在顶管机顶进至距离

工作井110米时，机头发生持续抖动、经监测机头开始上扬，判断前方遇到了大型障碍物。为防止由于机头上扬造成承插式球墨铸铁管道接头脱落而造成管线报废，急需采取有效的抢险方案。穿越四灶浦河道球墨铸铁顶管详见下图2所示。

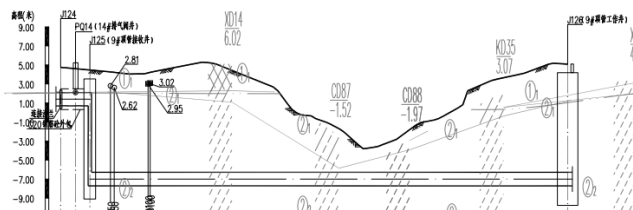


图2 穿越四灶浦河道球墨顶管剖面图

### 3 抢修方案

四灶浦河道宽度为80米，河底高程最深处为-3.8m，机头停滞距于东侧河岸线11米、河底3米左右。考虑到在河底直接用挖机挖除可能会破坏机头，并有可能导致球墨铸铁管道进水从而倒灌至工作井，将会引起严重后果。考虑到以上因素，需先修筑围堰使顶管机机头及障碍物范围内形成干地作业条件，再采用长臂挖掘机将机头前方的障碍物及大块石进行清除。<sup>[3]</sup>本次围堰采用长15米双排拉森钢板桩+De325\*10钢管对撑结构型式。拉森钢板桩沿管道轴线两侧各2米距离打设两排，在顶管机头后侧10米处打设两排钢板桩与沿管线轴线方向打设的钢板桩形成封闭区域。两排钢板桩之间设De325\*10钢管支撑，支撑水平间距5米，垂直间距3米。待围堰及支撑稳定后在两排钢板桩中间填充粘土，形成封闭围堰。用水泵将围堰内的水抽干后，采用长臂挖机将顶管机头前的大块石及障碍物清除。抢险过程中需对围堰进行安全监测，做好围堰内渗漏点通道进行及时封堵，以避免泥砂通过通道进入接收井。

### 4 抢修方案实施

本次球墨铸铁顶管抢修按照以下施工流程：测量放线→拉森钢板桩施工→围堰止水（填土）→基坑开挖（机头前块石清理）→顶管施工→排水通道封堵→顶管施工完成后围堰拆除。

#### 4.1 围堰修筑施工重点工序流程：

钢板桩围堰→围堰加固→围堰内土方回填→钢板桩围堰→围堰加固→围堰内土方回填→钢板桩围堰封头→围堰转角加固。

#### 4.2 顶管机头前端障碍物块石清理重点工序流程：

围堰转角加固→围堰内河底土方开挖→围堰支撑内侧加固→围堰内河底土方开挖→围堰内侧支撑加固→基底块石清理。

#### 4.3 球墨顶管机恢复施工重点工序流程：

基底面检查→顶管机头检查修理→顶管机顶覆土回填（保证覆土厚度）→顶管作业

#### 4.4 河道底部修复重点工序流程：

河底管顶覆土压实→顶部抛石回填加固

#### 4.5 围堰拆除重点工序流程：

双层拉森钢板桩内土方开挖→钢板桩围堰内第一层加固拆除→双层拉森钢板桩内土方继续开挖→钢板桩围堰内第二层加固拆除→双层拉森钢板桩内土方继续开挖→钢板桩拔除→剩余土方挖除→恢复河底原状。

#### 4.6 岸坡修复重点工序流程：

抛石护坡→松木桩→浆砌石挡墙→C15砼压顶→桐庐石→水生植物养护。

### 5 抢修作业注意事项和控制重点

5.1 拉森钢板桩施工控制重点：①钢板桩的机械性能和尺寸符合要求，其堆放、搬运、起吊时应防止由于自重而引起的变形和损坏。②钢板桩采用振锤式下沉施工方式施工。钢板桩施工过程中随时检查其平面位置是否正确，桩身是否垂直（垂直度偏差 < 1/100H），随时纠偏或重打。施打完毕，用De325\*10钢管将钢板桩连成整体。③顶管管道上方的钢板桩施工时需注意安全距离，避免对顶管管道造成破坏。拉森钢板桩围堰施打及障碍物挖除作业详见图3所示。



图3 拉森钢板桩围堰施打及障碍物挖除作业施工

#### 5.2 围堰注意事项和控制重点

两排钢板桩内止水：考虑到河道水位较深，水压力大，为保证施工安全，在围堰外侧的两排钢板桩内侧先沿钢板桩侧面铺设一张防水布，并用土方进行填筑压实。

顶管管道处钢板桩止水：为避免钢板桩施工时对顶管管道造成破坏，在位于顶管管道上方的钢板桩施工时将会保留一定的安全距离。但该安全距离由于在水压

力的作用下,将会形成一个渗水通道。现采取止水措施为:①钢板桩打设位置离机头开挖处保持10米距离。机头上方的覆土厚度在4米左右。②在机头和钢板桩之间采用土方进行回填。

**结束语:**

宁波至杭州湾新区引水工程土建V标段球墨顶管穿越四灶浦河道遇到障碍物后采取双层钢板桩围堰(De325\*10钢管支撑)形成顶管机头前方施工作业条件,采用长臂挖机将障碍物清除、对顶管机进行检查修理后覆土恢复顶进,直至完成该段顶管作业工作。该段

球墨铸铁顶管管道经压力试验打压合格。此次在穿越河道顶管作业过程中成功处理障碍物为工程顺利提供了保障,也为类似工程积累了相应的经验。

**参考文献:**

[1]张刚.顶推用球墨铸铁顶管施工技术研究.市政工程,2021-09.

[2]李楚虎严小玲.球墨铸铁管施工方案.建筑设计及理论,2019-04.

[3]董凌云.球墨铸铁管安装施工技术分析.文化科学,2020-04.