

顶管穿越砂夹石公路的施工方法探析

孙兆鹏¹ 孙 晖² 石通秀¹

(1. 山东临沂水利水电建筑安装公司, 山东 临沂 276000;

2. 山东省临沂市兰山区水务局, 山东 兰山 276003)

【摘 要】 随着水资源的日益紧缺,城乡区域供水管网项目步入建设的快车道,但是在施工过程中,经常遇到需要穿越路公路、铁路和建筑物的情况。本文以临沂市供水管线穿越省级公路为例,详细介绍了穿越路基为砂夹石的公路顶管施工方法,为类似工程提供借鉴。

【关键词】 供水管网;顶管穿越;公路

中图分类号: TV554

文献标识码: B

文章编号: 1005-4774(2017)010-0001-04

Discussion on construction method of jacking pipe crossing sand gravel highway

SUN Zhaopeng¹, SUN Hui², SHI Tongxiu¹

(1. Shandong Linyi Water Conservancy and Hydropower Construction Installation Co., Ltd., Linyi 276000, China;

2. Shandong Linyi Lanshan Water Bureau, Lanshan 276003, China)

Abstract: Urban and rural regional water supply pipe network project is constructed rapidly with the growing shortage of water resources. However, the pipe network should penetrate through highway, railway and buildings frequently during construction. In the paper, water supply pipeline crossing provincial highway in Linyi is adopted as an example for introducing the construction methods of jacking pipe crossing highways with sand gravel roadbed in detail, thereby providing reference for similar projects.

Key words: water supply network; jacking pipe crossing; highway

1 工程概况

临沂市自 2015 年开始以岸堤水库为源水开始建设 30 万 t 供水白沙埠镇管网工程,工程建成后将彻底解决白沙埠镇 72 个村庄近 8 万人的安全饮水问题。工程在建设过程中,需要穿过多条省级公路主干道,考虑顶管作业不影响正常交通,不破坏周围环境,不对周围构筑物的基础产生扰动,具有成本低、技术成熟、工期短等特点,因此在穿越省道 227 时采用混凝土强度

等级 C50、抗渗等级 S8 的 DN1200 II 级钢筋混凝土管进行顶管穿越,顶管长度约 77m,为减少对公路通车的影响,确保施工安全,结合类似穿越公路施工经验,确定穿越深度为管顶至路面 4.2m,纵向水平顶进。根据地质勘查资料显示:公路路面以下的路基土为砂夹石,深度约 2.5m,路基以下原状土为连砂石层,因此采用人工挖掘的方式。

2 设备选择

顶管设备必须满足最大计算顶力的要求,而顶力



计算公式为

$$F_p = \lambda D_0 L f_\kappa + N_F \quad (1)$$

式中 F_p ——顶进阻力, kN;

D_0 ——管道外径, 取值 1.4m;

L ——管道设计顶进长度, 77m;

f_κ ——管道外壁与土的单位面积平均摩阻力, 该工程为砂砾石层, 取值 13.0kN/m²;

N_F ——顶管机的迎面阻力, kN, 由于顶管采取敞开式顶管法施工, 按照式(2)进行计算。

$$N_F = \lambda (D_g - t) t R \quad (2)$$

式中 t ——工具管刃脚厚度, 取值 0.1m;

D_g ——顶管机外径, 取值 0.4mm;

R ——挤压阻力, 取值 $R = 300 \sim 500 \text{ kN/m}^2$, 该工程取值 500kN/m²。

根据以上选择的参数代入公式, 计算得 $F_p = 3944 \text{ kN} = 400 \text{ t}$ 。为防止顶管过程中遇到复杂地质情

况, 选用顶推能力大于 1.3 倍的顶力设备, 因此使用两个顶力为 300t 的千斤顶作为顶管动力设备。由于顶管土层的土质较差, 为避免开挖时引起塌方事故, 决定采用先顶后挖的施工方法进行作业。

3 施工方法

3.1 工作坑施工

工作坑是管道吊入、顶管作业、出管的主要工作场所。在穿越公路两侧分别设置一个, 采用钢筋混凝土结构, 用机械开挖、人工修正护壁法进行施工。根据管线距离以及工作坑周边情况, 为满足人工液压顶管施工要求, 工作坑深 4.8m, 底部为长 5.5m、宽 5m 的矩形, 坑边按 1:0.4 放坡, 局部 1:2 放坡便于弃土运输, 护壁厚度为 300mm 厚的 C30 钢筋混凝土。工作坑剖面图如图 1 所示。

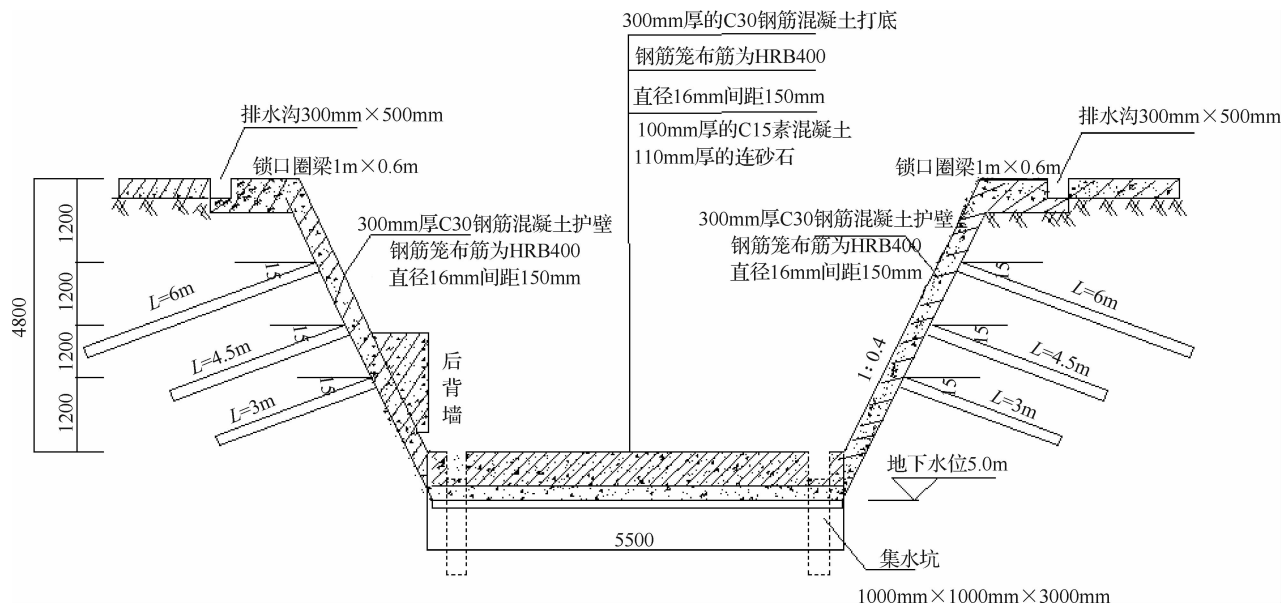


图 1 工作坑剖面

3.2 圈梁施工

为保证工作坑结构稳定, 工作井在开挖 1m 深时, 在井口处设现浇钢筋混凝土锁口梁一道, 锁口梁基础为 100mm 厚 C30 混凝土, 圈梁宽 1000mm, 高 600mm, 圈梁采用 12 根 $\phi 20 \text{ mm}$ 为主筋, $\phi 12 \text{ mm} @ 300 \text{ mm}$ 箍筋,

混凝土强度等级为 C30。圈梁内侧砌筑 24cm x 30cm 的挡水墙, 为了保证下部钢筋能与锁口梁连接成整体, 锁口圈梁向下预留钢筋接头, 方法是在槽底向下打孔, 用 $\phi 18 \text{ mm}$ 钢筋 @ 500mm, 并在梁内锚固不小于 800mm。锁口圈梁配筋示意图如图 2 所示。

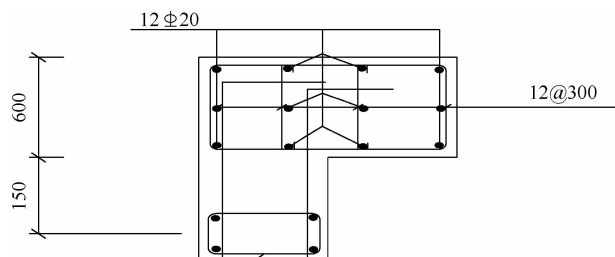


图2 锁口圈梁配筋示意图(单位: mm)

3.3 后背墙设置

后基座平面应垂直于管道中心线,且后背座的反力必须大于总顶力,才能满足设计要求。由于坑边为自然砂石层,不能作为天然后背墙,所以要在最薄处浇筑不小于50cm厚C30钢筋混凝土墙作后座。后座墙尺寸为2m×2m×0.5m,为现场浇筑钢筋混凝土,内置 $\phi 20\text{mm}@150\text{mm}\times 150\text{mm}$ 钢筋笼,并加垫20mm厚钢板组成装配式后背墙,满足顶管的最大顶力要求。假设顶进过程中主千斤顶的顶进力均匀作用在后背墙上,其后背墙的反力 R 只有等于1.2~1.6倍的总顶进力 F_p 才能确保顶进过程中后背墙的安全可靠。

反力 R 可采用式(3)计算:

$$R = \alpha B \left(\gamma H^2 \frac{K_p}{2} + 2cH \sqrt{K_p} + \gamma h H K_p \right) \quad (3)$$

式中 R ——总推力之反力,kN;

α ——系数, $\alpha = 1.5 \sim 2.5$,取2.5;

B ——后座墙的宽度,取5m;

γ ——土的容重,取 19kN/m^3 ;

H ——后座墙的高度,取2m;

K_p ——被动土压系数,取3.69;

c ——土的内聚力,取10kPa;

h ——地面到后座墙顶部土体的高度,取2.8m。

代入数据得总推力之反力 $R = 7620\text{kN}$,超过了最大顶力 F_p (3944kN)的1.9倍^[1],满足要求。后背墙组装示意图如图3所示。

3.4 导轨安装

导轨要求采用P38(每米38kg,长3m,高100mm)两根,安装高程严格控制在低于管外底高程1~2.5cm,两导轨内距通过式(3)求得:

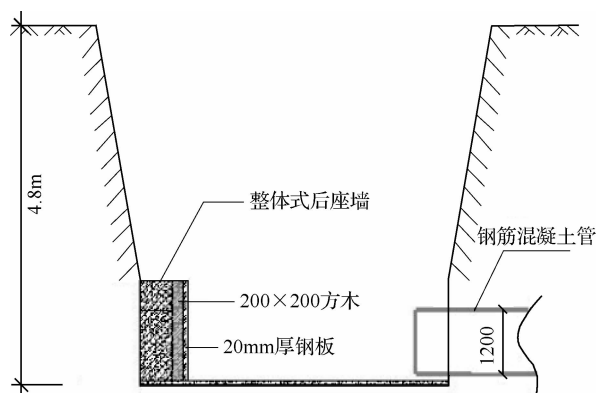


图3 后背墙组装示意图

$$A = 2 \sqrt{(D - h + e)(h - e)} \quad (4)$$

式中 A ——两导轨上部内侧间距,mm;

D ——管外径,1400mm;

h ——导轨高度,100mm;

e ——管外底距导轨距离,20mm。

带入公式得,两导轨内距 $A = 596\text{mm}$,取60cm。复测导轨高程、内距、平行度无问题,纵坡与管道设计坡度一致后,将导轨与基坑混凝土垫层内的预埋件焊接牢固。导轨示意图如图4所示。

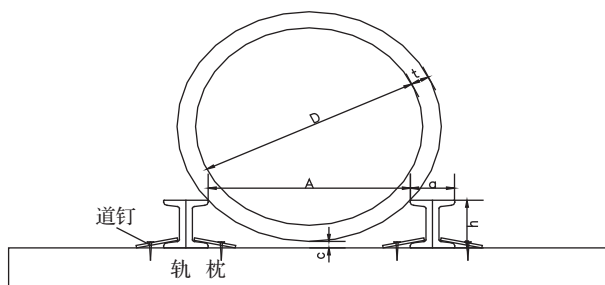


图4 导轨示意图

3.5 千斤顶安装

千斤顶在工作坑内与管道中心垂直对称固定在支架上,为避免管道在顶进过程中出现偏差,确保千斤顶的顶进合力与管壁的反作用力在同一轴线,考虑在机械开挖过程中不可避免地造成管上壁与土层之间出现空隙,因此将千斤顶的合力点确定在1/4~1/5的管道垂直直径处。

3.6 顶管挖土

挖土前,用全站仪放设好管道中心轴线。在开挖

时,采取“先挖后顶,随挖随顶”的原则,并在首节管段前端放置一个 20mm 厚,长度为千斤顶行程 2~3 倍,弧度为 120°的弧形仞脚,切割土体和保护掌子面稳定,以确保顶进施工过程中人员安全。在顶进前,先在管道前端挖出一个深度 40cm 左右,与顶进管道断面形状相似的坑道,然后用千斤顶将管道顶入坑道。手工掘进顶管法施工前 10m 非常关键,严格控制轴线和高程偏差,在挖土时,采用先中间、后周边、不超挖、勤收边的办法进行挖掘,在施工过程中如果遇见较大的漂石,应采用破碎处理后才进行挖掘顶进导管。

3.7 管道顶进

将管件利用汽车吊吊入工作坑的导轨上,检查管件完好,各设备工作正常,高程等参数复测无误后,先进行试顶,经试顶合格后,开始正常的顶管作业。其操作过程如下:安装好顶铁挤牢,工具管前端破取一定长度后,启动油泵,千斤顶进油,活塞伸出一个工作行程,将管件顶进一定距离。然后停止油泵,打开控制阀,千斤顶回油,回缩活塞,再次添加顶铁,重复上述操作,直至顶进完成一段管节后卸下顶铁,然后将下一段管节吊放在导轨上进行管道连接,连接严密后,再次进行管道的顶进作业。在顶进过程中要勤挖、勤顶、勤测,加强监控,首段管件每顶进 25cm 左右,其余管件每顶进 0.5m 就需要用全站仪和水准仪复测一次顶进方向和高程是否正确,确定无偏移后再进行顶进。顶管过程应连续不中断,以免中途停止引起摩阻力增大,造成进行顶进困难。

3.8 管道纠偏

顶管过程中如果发现方向发生偏差,要及时进行纠偏。当偏差在 20mm 以内时,保持偏向侧土层不动或留坎,在偏向的反侧进行适当超挖后,缓慢顶进,将管节回归到正确顶进方向上来;当偏差超过 20mm 时,用千金顶顶在管端偏向反侧的管壁上,另一端斜撑在有垫板的管前土壁上,支顶牢固后,施加顶力,同时在偏向反侧进行适当的超挖配合来进行纠偏。

3.9 管道接口处理

当首节管道顶进完成后,回缩千斤顶,将下一节管道吊装就位后,在下节管道口凹槽处粘贴橡胶止水带,

同时将软木衬垫夹于前后管节钢套环间,启动千斤顶,使下节管道与钢套环缓慢对接严密后再进行管道的继续顶进。当管道全部顶通后,将相邻管节间的软木衬垫凿出不超过 3cm 的槽,用膨胀水泥、砂和水配合比为 1:1:0.3 的膨胀水泥砂浆进行压实抹平^[2]。

3.10 井内出土

管内土方开挖通过人工用推车将土推至井底,然后利用电动提升架将土方提升至地面。顶管施工井内出土示意图如图 5 所示。

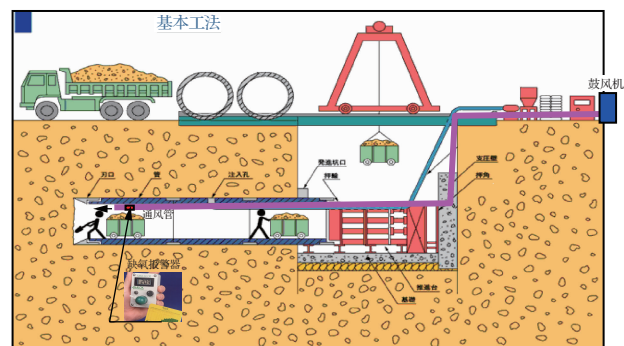


图 5 顶管施工井内出土示意图

3.11 注浆填隙

顶管段内由于施工工艺的局限性,在管段顶部存在一定空隙,为了确保地面布置下沉,施工时必须采取注浆措施填充管段上空隙,称为压浆处理。即顶管顶进完成后,将 42.5MPa 普通硅酸盐水泥和水调制成水灰比 1:1 的水泥浆,用注浆泵将配好的水泥浆分 2~3 次,压入管道与土层之间的空隙,注浆压力从 0.5MPa 慢速调到 2.0MPa,使压入的水泥浆包裹混凝土管外壁,达到无空隙,起到防沉防裂作用。

4 结 语

经工程实践证明:采用人工挖土顶管穿越砂夹石路基的公路,施工难度低,质量可靠,最大程度保护了穿越公路的通行安全,达到了预期的施工目的。◆

参考文献

- [1] 郑宇. 哈尔滨市开发区松花路供水管线的施工方法[J]. 黑龙江水利科技, 2011(4): 139-140.
- [2] 成雷. 输水管道水压试验的技术总结[J]. 水利建设与管理, 2016, 36(7): 27-30.