

鸭涌河综合整治工程——过澳边界跨河供水管 关键技术分析

孙安¹, 史慧婷², 赖德贤¹, 陈位洪¹

(1.广东省建筑设计研究院, 广东 广州 510010; 2.广州市城市规划勘测设计研究院, 广东 广州 510060)

摘要: 伴随环境治理需要, 很多时候需在河涌中新建大型污水渠箱。渠箱如何穿越重要的跨河构筑物有时是工程能否顺利推进的关键所在。以鸭涌河综合整治工程为例, 分析过澳边界跨河供水管存在的难题, 提前对现有供水管进行保护, 改渠箱为钢管, 变开挖为非开挖, 采用一次性闷顶方式顺利顶进, 可为类似工程提供参考。

关键词: 供水管保护; 橡胶垫片; 千斤顶; 钢管桩; 闷顶

中图分类号: TV212.5+2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2020)12-0121-03

1 工程概况

鸭涌河又称鸭涌运河, 是位于澳门半岛和珠海市北面边界的一条狭窄人工河道, 全长 2.3 km。受常年两岸排污及淤泥沉积影响, 鸭涌河底部形成了厚度不等的淤泥层, 导致河床抬高, 水环境质量下降, 上游长满草木灌丛, 出现了常态干涸和间歇干涸现象。通过鸭涌河综合整治工程, 将建设一河两岸的绿色景观走廊, 实现广东绿道和澳门北区绿网规划的对接, 营造两岸环境优美的生态小区, 彰显粤澳环保、和谐、持续的发展理念(见图 1)。

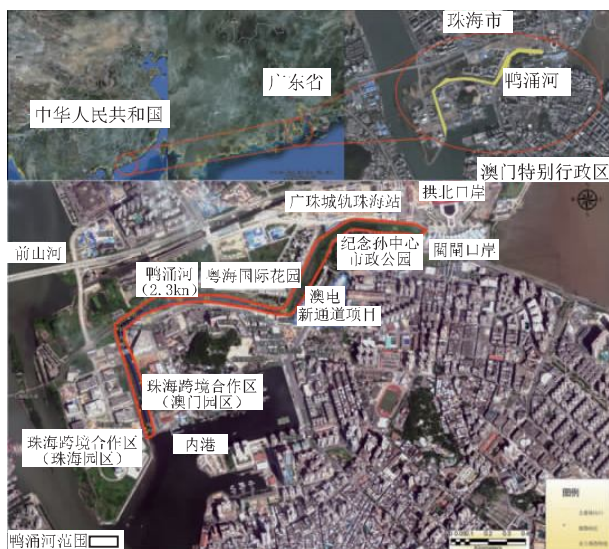


图 1 鸭涌河平面示意图

收稿日期: 2019-09-17

作者简介: 孙安(1986—), 男, 高级工程师, 从事市政结构与岩土设计工作。

本截污渠箱为鸭涌河综合整治市政工程中的主要部分。通过埋设于鸭涌河内的截污渠箱, 将两岸的污水纳入下游新建的污水提升泵站, 再统一泵送至污水厂处理。渠箱全长 1.1 km, 截面内净空 1.8 m × 1.4 ~ 2.5 m × 2.0 m, 渠箱顶位于河床下 0.5 ~ 1.0 m。

2 工程地质

根据钻孔揭露情况, 地层自上而下分布情况如下:

①填石: 厚度 6.40 ~ 7.30 m, 位于两侧堤岸和河堤堤脚, 为强透水层, 块径较大, 难以利用;

②₁ 淤泥层: 厚度 2.60 ~ 5.30 m, 流塑状, 承载力低, 压缩性高;

②₂ 细砂层: 厚度 1.20 ~ 2.80 m, 松散状, 承载力低, 易产生渗透破坏;

②₃ 中、粗砂层: 厚度 1.20 m, 松散状, 承载力低, 易产生渗透破坏;

③₁ 淤泥质土层: 厚度 1.70 m, 软塑状, 压缩性高, 承载力低;

③₂ 粉质黏土层: 厚度 5.40 ~ 8.60 m, 夹透镜状砂层, 可塑状, 中等压缩性;

④₁ 中、粗砂层: 厚度 1.50 ~ 1.70 m, 稍密 ~ 中密状, 承载力较高, 分布不连续;

④₂ 粉质黏土层: 厚度 0.90 m, 透镜状分布, 可塑状, 中等压缩性;

⑤粗、砾砂层: 厚度 7.70 ~ 12.80 m, 中等渗透性地层, 承载力较高, 埋深较大;

⑥残积土: 厚度 1.00 ~ 2.10 m, 硬塑 ~ 坚硬状, 承载力较高。

区内地表水主要是河涌内的混合水,包含两侧澳门和珠海的生活污水、两侧渗出的地下水、以及随潮汐涨落的海水。场地内地下水以孔隙水为主,孔隙水主要贮存于上部第四系松散砂层(细砂层②₂、中粗砂层②₃、中粗砂层⑤₁、粗、砾砂层⑥)孔隙中,受大气降水和海水补给,向附近河道及大海排。地下水位标高一般在0.50~2.7 m,且受潮汐和大气降水控制。

3 工程难点

现状鸭涌河上游K0+660 m处横跨有2根供澳门的供水管,澳门40%生活用水由此输送。供水管外径1.2 m,为焊接压力钢管,管底距离河床面约1.8 m,中间设有2个桥墩,桥墩之间净距4.5 m,河面宽约20 m。本截污渠箱拟从靠澳门第二跨穿过。从河涌内新建的施工便道顶算起,渠箱基坑深度约5.2 m,基坑开挖宽度约3.5 m。

渠箱常规段采用现浇钢筋混凝土,地基采用10 m长的旋喷桩复合地基,两侧12 m长拉森钢板桩支护,上下设置2道支撑。由于高度受限,此处不能施工钢板桩,也不能采用旋喷桩内插钢管形式。如采用普通顶管,一则顶管覆土只有0.5 m不满足规范要求,二需在河中设置较大的顶管井,现场条件不允许。另由于供水管建设年代较久,结构安全性较低,鉴于供水管涉及到澳门的用水安全,重要性不言而喻,故为减小施工过程对供水管的影响,还需对现有供水管做相应的加固保护(见图2)。



图2 供水管现状

4 应对措施

针对上述不利情况,本下穿跨河供水管处由开挖改为顶管,同时渠箱变钢管,渠箱与钢管衔接处设置两座检查井。施工前对供水管提前进行加固保护。

4.1 对现有供水管的保护

对现有供水管的保护可以加强其构件,也可以调整其受力体系。本次加固从调整受力体系上入手,即增加管道的多余约束,减小管道的跨度,从

而提高管道的整体安全。同时为避免对河道影响,本次设置的多余约束以靠近原有支墩为宜,拟在适当位置加设钢梁支撑,钢梁两端设置桩基础。为减小施工振动的影响,首先在现有支墩上下游两侧距原水管3 m处各施工一直径1 m的冲孔灌注桩,桩顶出露河床1 m,出露部分采用钢套筒支模。随后在钢套筒外侧加焊一0.7 m×0.7 m的钢牛腿平台,再将小型千斤顶放置于平台,通过汽车吊将双拼600×300H型钢搁置在灌注桩顶,同时在供水管处的钢梁顶部焊接一弧度与供水管匹配的预制钢托,钢托宽度0.5 m,为使钢托与供水管底紧密相连,在钢托上覆一10 mm厚橡胶垫片,然后通过千斤顶加压使钢托紧贴管底。待定位后在钢梁与灌注桩顶之间浇筑细石混凝土密实,将钢梁包裹其中,以永久固定钢梁。最后撤去小型千斤顶并拆除钢平台(见图3)。

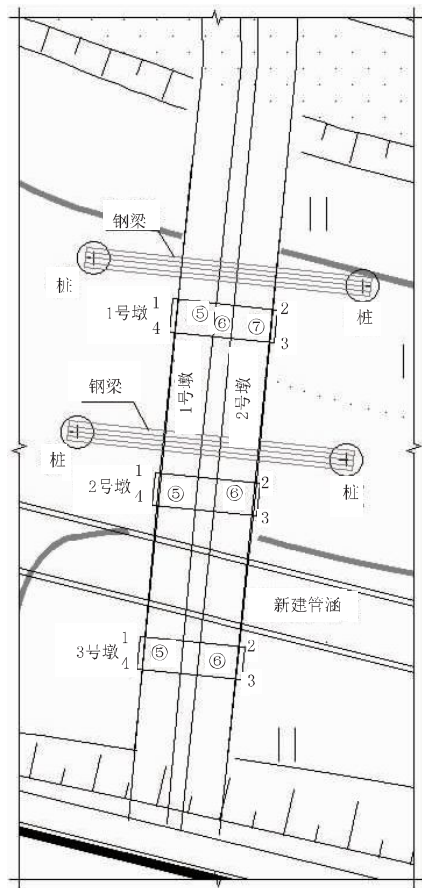


图3 供水管保护平面图

为避免供水管在管道平面外方向移动,钢梁在钢托前后设置了相应卡板,卡板采用小钢板焊接而成与钢托顶死(见图4)。

4.2 检查井的设置

渠箱常规段采用明开挖支护方式。由于过供水管段不能实施支护桩,且由于地质较差如放坡则势必影响到原有供水管桥墩的安全,故此段改顶

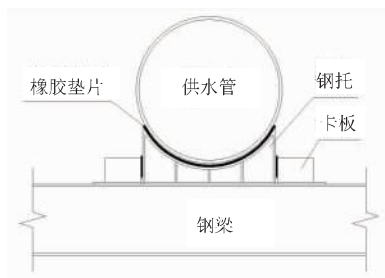


图 4 钢梁支撑大样

管通过。顶管始发位置设置在离原水管 3.0 m 外，采用 12 m 长拉森钢板桩支护。顶管平面长度约 10 m。如采用钢筋混凝土管，由于管底下未能做地基处理，后期的淤泥沉降将会导致钢筋混凝土管之间产生脱节、错口等现象。故采用焊接钢管顶进。此时钢管可视为两端简支在检查井的钢梁。为避免两端检查井受压沉降过大，同时考虑钢管抗浮的需要，检查井采用承载力较大的钢管桩做为基础。钢管桩直径 509，钢管壁厚 14，桩端十字尖钢靴封底，振动下沉后再内芯浇筑 C25 素混凝土成型^[1]。为避免检查井与渠箱之间产生不均匀沉降，检查井底板采用外伸牛脚与渠箱底板搭接衔接(见图 5)。

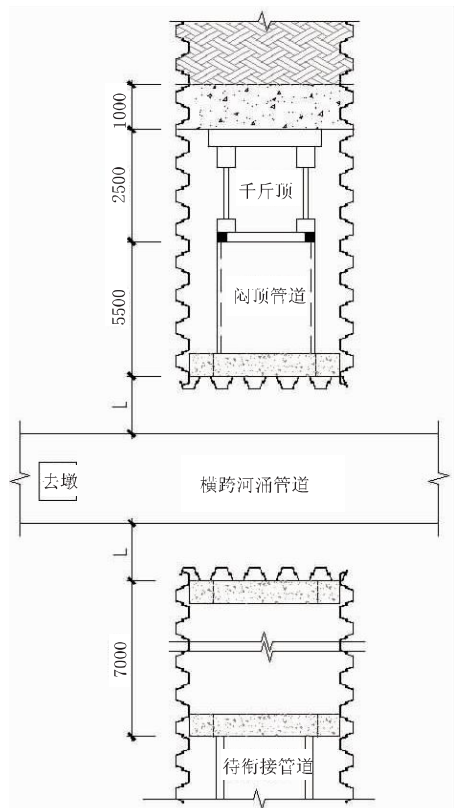


图 5 顶管平面示意图(单位:mm)

4.3 顶管下穿

经复核,此处顶管段内径需 1.8 m 才满足过水要求。考虑强度与变形需要,钢管壁厚取 20 mm。由于管顶覆土约 0.5 m,不能满足顶管规范的覆土

要求,故不考虑机头顶进,以避免机头抬头导致管道标高偏差^[2]。同时管道所在地层为软弱淤泥层及细砂层,不适宜敞开式顶进。为此,选择闷顶方式顶进,即前不设置机头,由管道尾端的千斤顶加压推进,顶进过程中通过调控后座千斤顶油压来控制方向及速度。利用现有基坑作为顶管后座,浇筑厚 1 m 的 C20 钢筋混凝土作为顶管后座,后座后方保留一段未开挖区域。鉴于河岸两边有不少抛填块石,为避免顶管过程遇块石卡壳,顶管前先用 4 m 长钢钎插入粗探,若发现管道深度范围内有块石则小型勾机或人工局部开挖清除。钢管 2 m 一节,顶完一节卸下千斤顶油压,焊接好下一节钢管,检测焊缝完好后再顶进。当顶至接收位置后,管内土体被封闭在管内与外隔绝,此时再进行掏土作业就不会出现流土涌砂现象,确保了施工安全(见图 6)。

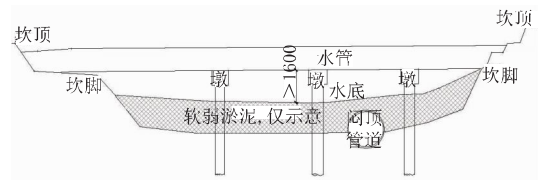


图 6 顶管剖面示意图

4.4 防腐

由于工程地处沿海,地下水腐蚀性较强,需对钢管表面做好相应防腐措施。如采用常规防腐工艺,施工周期较长,且在顶管过程中钢管与土体摩擦防腐漆容易发生脱落现象。故综合比较后选用防腐性能好、耐磨性较好的石墨烯改性无溶剂陶瓷耐蚀涂料面漆。此漆外观为淡黄色,无分层、无杂质的黏稠液体,具有极优良的柔韧性和良好的耐蚀性、耐磨性。采用高压无气喷涂工艺,单次喷涂厚度(干膜)120~130 μm,分底漆、面漆两层;表面干燥时间 25℃ 为 5 h,70℃ 为 30 min,大大加快了施工进度。

5 结 语

过边界跨河供水管往往伴随较大风险。本鸭涌河综合整治工程中,通过对现有供水管结构体系加固,检查井采用振动钢管桩基础解决抗压抗浮问题,同时采用施工影响小的闷顶方式下穿,最后采用性能良好的石墨烯改性无溶剂陶瓷耐蚀涂料对钢管表面防腐处理,较好地解决了过边界跨河供水管的安全问题。监测结果表明供水管在施工期间最大竖向变形为 1.8 mm,整体处于安全状态。

参考文献:

[1] JGJ 94—2008,建筑桩基技术规范[S].
[2] CECS 246:2008,给水排水工程顶管技术规程[S].