

独墅湖第二通道工程关键技术研究

钱文斐, 江 帆, 宋 尚

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘 要:独墅湖第二通道工程陆域段采用明挖法施工,水域段采用明筑围堰法施工,总体道路方案的确定主要受规划、航评、洪评等因素影响。对于陆域段隧道,基坑邻近周边敏感建筑段主要采用刚度较大的地连墙支护形式,基坑底部进行了被动区加固,并针对性地采用了 MJS、钻孔灌注桩的隔离措施。为了降低水域段隧道变形缝处的渗漏水隐患,在变形缝处采用了“桩基+枕梁”方案,通过减小差异沉降确保止水带的工作性能。对于水域段,采取双排钢管桩为主的围堰形式,根据航评、洪评结论采用分区施工的方案,以满足施工期间航道的正常通行和防洪要求。针对横向围堰的结构整体稳定性和抗渗流稳定性采取了相应措施,最后对基坑、围堰相互影响进行了分析研究,确保两者的安全。经过工程实践检验,以上关键技术合理可行,为类似工程提供了可借鉴的经验。

关键词:水下隧道;桩基+枕梁方案;双排钢管桩围堰;围堰分区;基坑-围堰相互影响

中图分类号: U455.4

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)10-0150-04

1 工程概述

独墅湖第二通道工程的建设是为了缓解既有独墅湖隧道的交通压力,进一步增强独墅湖两侧吴中区、园区的交通联系,提高区域路网沟通能力。工程总长 3.93 km,采用城市主干路标准,主线设计速度 50 km/h,匝道设计速度 30 km/h。主线隧道长约 2.6 km,匝道隧道长约 0.65 km。陆域段隧道工法采用明挖法,下穿苏申外港、独墅湖等水域段隧道工法采用明筑围堰法。

2 总体方案

本工程平面线形的制定主要依据规划,纵面线形相关控制性因素如下:(1)经过与河道管理部门沟通,隧道需下穿尹山河过水涵洞,为降低道路纵坡,涵洞底板与隧道顶板采用共板形式,路线纵坡为 5.3%。(2)苏申外港段经过航道主管部门批复,标高需满足现行《内河通航标准》^[1]相关规定:Ⅲ级航道条件下隧道顶部不应高于远期规划航道底标高以下 2 m,确定河道口宽范围内隧道顶板标高为 -5.09 m。(3)独墅湖段无通航要求,为远期预留水上运动休闲的船只通行条件,隧道建成后顶部最小覆土按 1 m 考虑。

主线隧道双向 4 车道采用分离式单箱单室断面,双向 6 车道采用两孔一管廊断面,其中管廊舱上至下分为 3 舱,分别为电缆通道、安全通道、管沟通道。匝道隧道采用单箱双室断面形式。

独墅湖第二通道工程平面图和纵面图分别如图 1、图 2 所示。



图 1 独墅湖第二通道工程平面图

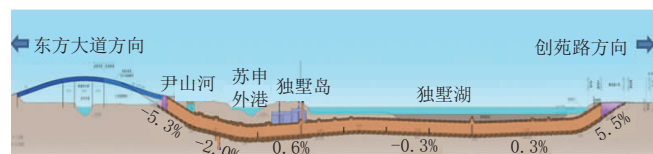


图 2 独墅湖第二通道工程纵面图

3 水域段隧道接头方案

水域段隧道结构节段长度对 30 m、60 m、90 m 3 种情况进行了分析研究,考虑到温度应力工况下混凝土裂缝开展情况,从尽量减少接缝数量从而提高防水能力等方面因素出发,节段长度采用 60 m,同时变形缝宽度取 20 mm,以满足温度变化条件下节段伸缩

收稿日期: 2022-01-29

作者简介: 钱文斐(1977—),男,硕士,高级工程师,从事隧道及地下工程设计与研究工作。

水侧钢管桩除满足受力要求外,尚需起到止水帷幕的作用。以较深水处为例,临水侧采用锁扣钢管桩规格为 DN630×14 mm,背水侧钢管桩规格为 DN500×10 mm,其间设置土工布和土工格栅起到挡土作用。两排钢管桩通过上下两排 $\phi 48$ 圆钢拉杆、[28a 槽钢形成的围檩对两侧钢管形成拉结作用,填土后可以形成类似“重力坝”式围堰(见图 6)。为了避免临水侧湖水对围堰底部的冲刷,湖床上设置复合土工膜,并在其上堆载 2 m 高的袋装土。背水侧堆放隧道基坑的挖方,高度控制在 3 m,后期可作为基坑回填土。

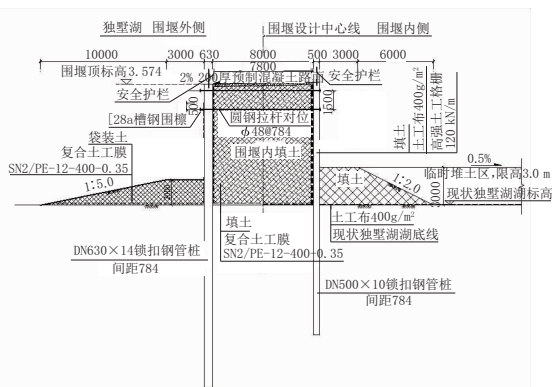


图 6 双排钢管桩围堰横断面图(单位:mm)

对于围堰分期实施需设置横向围堰,其设计方案为:在已建隧道顶部设置槽墙,形成两个 0.8 m (宽)×2 m (高)卡槽,以固定钢管桩,其余做法同前(见图 7)。为避免二期围堰施工期间湖水通过一期结构底板产生渗流破坏,在一期隧道结构底板下设置水泥土搅拌桩作为止水帷幕,长度需隔断承压水层。

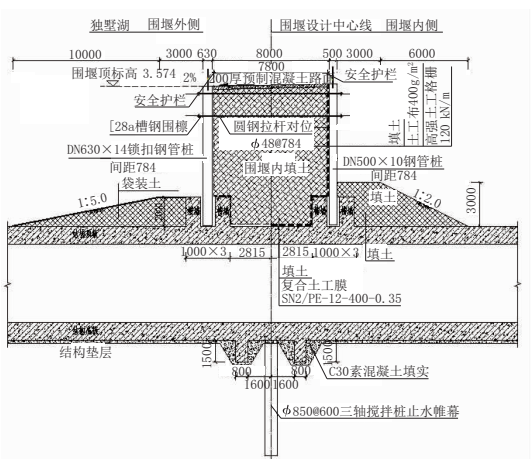


图 7 横向围堰剖面图(单位:mm)

5.3 苏申外港段

苏申外港现状为四级航道,远期规划为三级航道,长度为 29.92 km,通行的船只大多在 500 t 以下,流量约 13 艘/h。根据航评、洪评评估报告,施工期间拟分两期以保证施工期船只的通行及泄洪,需满足如下要求:航道通航水深不小于 3.2 m,底宽不小于

45 m,口宽不小于 60 m,平面半径不小于 320 m。为此,围堰采取分期实施以满足上述要求,为了消除船只直接碰撞围堰的安全隐患,在围堰外侧设置了 DN630×14 mm 的钢管桩防撞措施。根据海事部门要求设置相关的标志并进行安全巡查。关于防撞钢管桩的设计需满足现行《公路桥涵设计通用规范》条文中碰撞力工况下的安全性。

本段基坑开挖深度范围为 13~21 m。受航道通行影响,围堰与基坑之间的距离按 9 m 考虑,在基坑 1 倍开挖深度范围内,两者之间的相互影响大,工程实施风险高。为此,适当加强了围护设计,采用了抗侧刚度大的 1 200 mm、1 000 mm 厚地连墙,并加大了嵌入深度。经过有限元模拟分析得出,基坑开挖对围堰产生的累计水平位移为 20.49 mm,累计向下竖向位移为 14.69 mm,由此得出通过合理的基坑支护设计,对围堰的不利影响可控。

苏申外港段航道一期、二期实施平面示意图如图 8、图 9 所示。基坑开挖对围堰影响位移云纹图如图 10 所示。

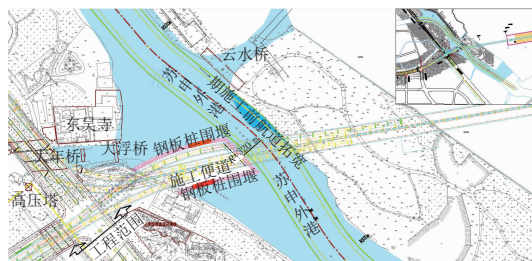


图 8 苏申外港段航道一期实施平面示意图

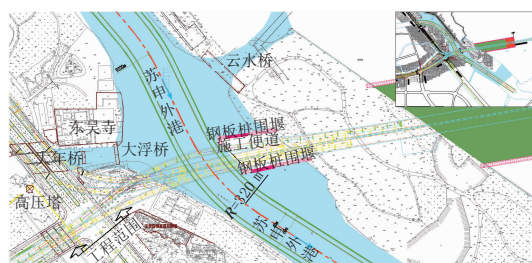


图 9 苏申外港段航道二期实施平面示意图

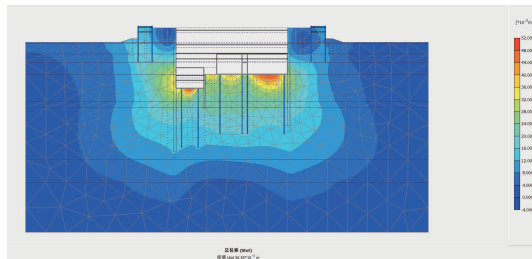


图 10 基坑开挖对围堰影响位移云纹图

5.4 独墅湖段

独墅湖湖泊面积 9.19 km²,湖泊岸线长度为 18.07 km,其中工业园区境内 12.19 km,吴中区境内

5.88 km。根据洪评评估报告,独墅湖段需采用两期实施(见图 11)。一期北侧、南侧纵向围堰长度分别为 1 174 m 和 910 m。二期北侧、南侧纵向围堰长度分别为 600 m 和 708 m。其中,二期围堰利用一期围堰长度为 258 m,横向围堰长 253 m。为了满足独墅湖的环评要求,达到土方工程“取之于湖、用之于湖”的目的,在北侧围堰与湖内基坑放坡脚间预留 100 m 空间作为临时堆土场。

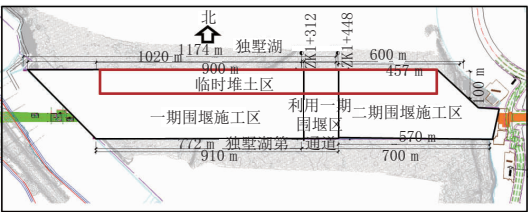


图 11 独墅湖段围堰分期实施平面示意图

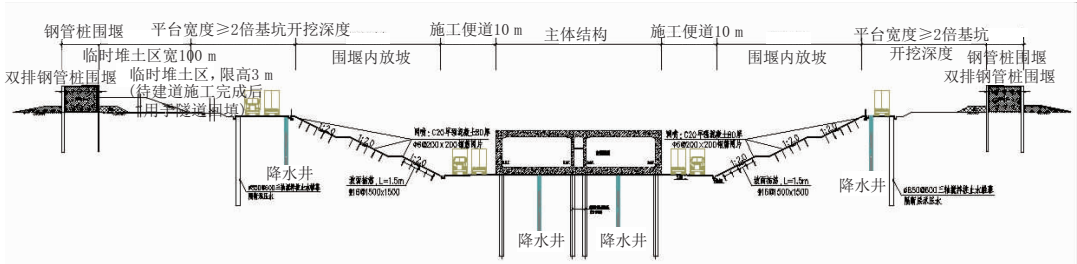


图 12 独墅湖段基坑放坡与围堰横断面图

梁”方案在施工期间监测反映变形缝两侧差异沉降值在 5 mm 以内,后期拟在隧道运营期继续进行相关沉降值的观测,以验证“桩基 + 枕梁”方案的合理性,并将在今后水下明筑围堰法隧道工程中进行推广使用。

参考文献:

[1] GB 50139—2014,内河通航标准[S].

湖中段基坑主要采用放坡开挖形式。通过计算分析,边坡坡率均为 1 : 2.0,边坡间平台宽度为 2.5 m。边坡表面采用 C20 早强喷射混凝土 80 mm,钢筋网片规格为 $\phi 6@200 \times 200$ mm,并设置了 1.5 m 长、间距为 1 500 mm $\times$ 1 500 mm 的 $\phi 16$ 插筋固定钢筋网片。为了进一步提高坡体的稳定性,坡顶设置降水井。围堰与基坑布置以“互不影响、自成体系”的原则,一般情况下围堰布置在 2 倍基坑开挖深度以外(见图 12)。

6 结 语

截至目前,本项目土建结构部分基本完成,以上的关键技术研究结论在工程建设过程中起到了有效的指导作用。其中,水域段变形缝处采用“桩基 + 枕

[2] SL 303—2017,水利水电工程施工组织设计规范[S].
[3] JTG D60—2015,公路桥涵设计通用规范[S].
[4] GB/T 51295—2018,钢围堰工程技术标准[S].
[5] 邓利明,肖铭钊,蔡兵华,等.城市生态与景观敏感区湖底隧道设计施工关键技术[J]市政技术,2016,2(3):79-84.
[6] 林克美,孙勇.武汉市东湖隧道方案探析[J]中国水运,2014(8):248-250.
[7] 张勇.水下明挖隧道防水层的选择[J].中国建筑防水,2007(2):23-27.

(上接第 144 页)

与理论索力值之间的误差最大为 1.1%,均在规范要求的 2% 范围内;主梁线形得到较大改善,最大抬高 4.9 cm,使行人出行更加舒适;主塔偏位最大偏移值为 1.3 mm,未超过施工控制时的规范要求,因此换索施工过程均满足设计要求。

(3)本工程斜拉桥规模不大,因现场条件限制,桥下为铁路,故采用临时斜拉索方案进行换索。此方案具有可行性,可为类似工程提供参考。

参考文献:

[1] 吴春利,李涵.斜拉桥换索施工控制[J].吉林交通科技,2006(2):47-49.

[2] 周诚华,梅秀道.南昌市八一大桥斜拉桥换索工程施工监控[J].世界桥梁,2011(2):73-76.
[3] 岑慧,曾海,雷任安.柳州壶西大桥换索施工[J].预应力技术,2012(4):21-24.
[4] 沈平,严先荣.天津永和大桥斜拉索换索方法分析[J].公路交通科技(应用技术版),2011(4):47-51.
[5] 温敏.独塔斜拉桥换索施工控制研究[D].杭州:浙江大学,2014.
[6] 潘竺兰,赵长军,姜亮.章镇斜拉桥换索设计与施工[J].公路,2011(8):89-92.
[7] 张林.天津永和大桥的换索工程及其索力控制[J].公路交通科技(应用技术版),2011(1):153-155,171.
[8] 徐建华.斜拉桥换索设计研究[J].北方交通,2012(12):78-80.