

# 双壁钢板桩围堰施工技术与工程运用

王会永

(中交公路规划设计院有限公司, 北京市 100010)

**摘要:**经探测发现松花江主河道佳木斯晨星岛段附近有大量日本遗弃化学武器可疑埋藏点,为稳妥彻底地消除遗弃化学武器的安全隐患,采用在主河道试挖区范围及周边修筑围堰和防渗体系的方法,并对如何安全合理地组织实施围堰施工和挖掘清理进行研究。结果表明:采用搭建临时栈桥施工平台进行直立式双壁钢板桩防渗围堰施工,抽排基坑内江水并及时进行挖掘,随后拆除临时栈桥的方法可使工程运行安全可靠,工期成本得到有效控制。

**关键词:**双壁钢板桩围堰; 防渗体系; 临时栈桥; 围堰施工

具有密闭、高强、施工便利等诸多优点的钢板桩围堰适用于高水位软弱地基地段的地下深层基础开挖,可起到防水挡流、拦洪支护的作用。为将围堰的建造工期压缩至一个洪水周期之内,形成封闭干地挖掘清理作业区,解决松花江佳木斯河段水下埋藏的日本遗弃化学武器区域安全挖掘问题,中日专家组协商采用直立式双壁钢板桩悬挂式防渗+抽排基坑内江水的围堰方案进行该段的挖掘工作。为直观反映直立式双壁钢板桩围堰的技术原理,该文基于实际工程对双壁钢板桩围堰施工技术进行相关介绍,并对实际效果进行评价。

## 1 工程概况

### 1.1 工程简介

日本遗弃化学武器(下称“日遗化武”)埋藏区位于

佳木斯市北侧晨星岛(又称大柳树岛)附近的松花江主流河道,该河段宽700~900 m,水深4~8 m,两侧河岸多有较宽沙滩地。经日中双方前期初步调查,探测区共发现磁异常点919个,分布于整个探测区域,其中有4个密集区。为了安全、稳妥、彻底消除“日遗化武”隐患,中日双方协商,拟在北侧靠晨星岛的一处约110 m×80 m范围的浅滩进行试挖,在河道中设置隔水防渗围堰,使试挖清理区域形成干地施工作业条件,试挖区范围围堰布置图如图1所示。

### 1.2 地质条件

佳木斯松花江河段“日遗化武”围堰工程区一带第四系发育较好,表层有黑褐色淤泥质土,其下为全新统的现代冲积层。厚度达2~3 m的粉质黏土、黄褐粉砂、粉土为江心岛及漫滩主要组成部分,而心滩、边滩则主要为砂、砾以及混合有淤泥质的粉土所组成。

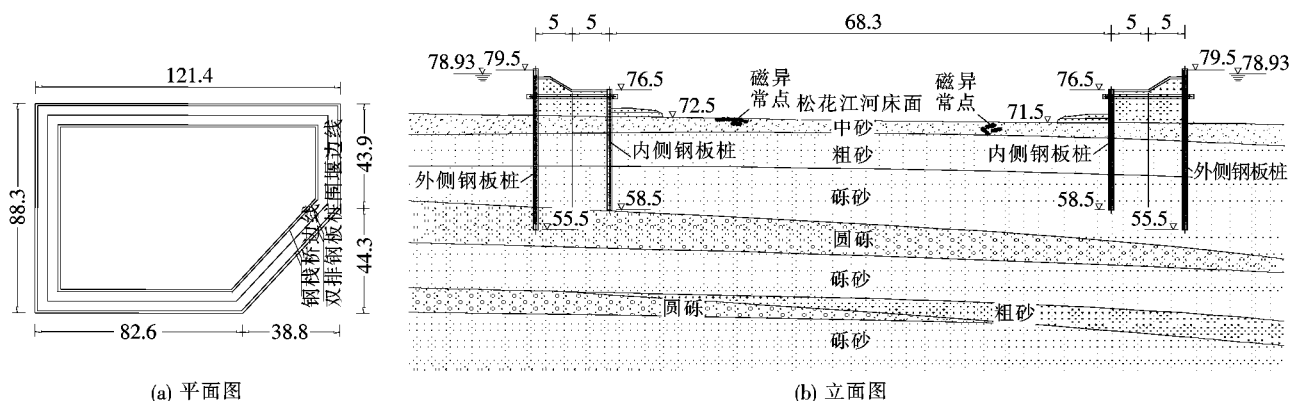


图1 试挖区域围堰布置图(单位:m)

收稿日期:2018-04-19

作者简介:王会永,男,硕士,高级工程师。

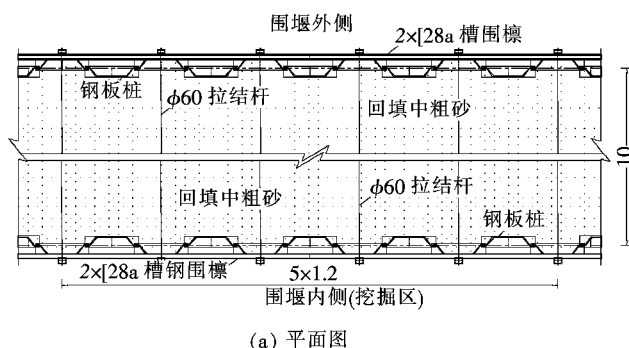
工程所在河段河床构造复杂,主要表现为互嵌夹层及砂砾石、卵石和粗砂等交替出现,其中卵石、砂砾石的矿质组成多为花岗岩、石英、砂岩等。位于卵石砂砾层以下的细黏土层深度范围为河床底层以下 46.3~60.0 m,此外距河床底 46.8~66.0 m 范围为第三系中一上统富锦组的弱胶结砂泥岩所组成的基底岩石层。

### 1.3 水文条件

该围堰施工位于松花江主河道,松花江由西向东经佳木斯市北侧通过,多年平均水位 75.32 m,最低水位 73.17 m(1979 年 11 月 4 日),在汛期的最低水位 73.34 m(2007 年 7 月 26 日)。最大洪峰流量为 15 300 m<sup>3</sup>/s,洪水期流量为 9 000 m<sup>3</sup>/s,流速 1.8~2.0 m/s;常水位流量为 7 800 m<sup>3</sup>/s,流速 1.1 m/s,枯水期流量 5 000 m<sup>3</sup>/s,流速 0.4 m/s,冲刷深度为 0.5 m,最大径流量 695.1 亿 m<sup>3</sup>/d,平均径流深度 131.7 mm。该次江上钻探勘察及测绘期间测得江中心流速为 0.7~0.8 m/s。

## 2 围堰结构

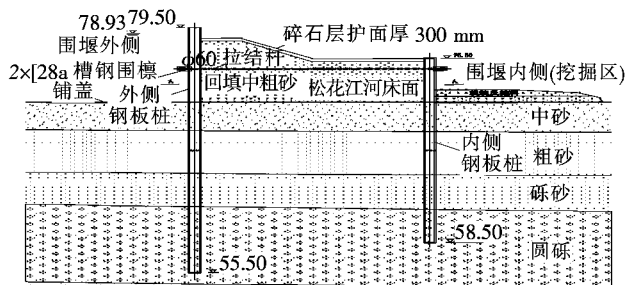
常见的直立式结构围堰包括钢板桩围堰、碾压混



(a) 平面图

凝土围堰、混凝土桩围堰等,直立式堰体建筑材料用量较少,适用于挡土、水高度较高的堰体或土石料来源缺乏地区,松花江日遗化武试挖掘围堰拟采用直立式双壁钢板桩围堰结构。

试挖掘段双壁钢板桩围堰顶部为折线平台,围堰高度为迎水侧在河床以上 8 m,高程为 79.5 m,背水侧在河床以上 5 m,高程为 76.5 m,结构宽度为 10 m。此外,该双壁钢板桩围堰的内侧壁桩插入深度为 13 m,外侧为 16 m,为满足渗透稳定性要求,还可以增加水平铺盖和局部设置反滤层等措施。在施工段河床位置以上 4 m,即设计高程 75.50 m 处增设对穿拉结杆和围圈结构,以期平衡双壁桩内外受力,改善其工作条件,同时也可减少桩体悬臂段的长度。拉结杆设置在高程 75.50 m 处,拉结杆与钢板桩间通过围圈传力,围圈一般采用型钢(包括槽钢、工字钢等),水平布置在钢板桩围堰体外侧,布置中心高程 75.50 m,起到稳固钢板桩、平衡拉结杆受力并将受力传至钢板桩的作用。该试挖段围堰位于松花江主河道上,占用部分河道,围堰施工、试验段挖掘以及后续拆除工作需在一个洪水期内完成。围堰结构如图 2 所示。



(b) 剖面图

图 2 围堰体结构图(单位:m)

## 3 主要施工技术

松花江日遗化武试挖掘围堰的具体施工工艺及作业流程为:测量定位→栈桥搭设→打设钢板桩→安装拉杆→围堰间填砂→围堰顶面施工→围堰内抽水→围堰内挖掘(持续性抽水)→围堰拆除。下文将对施工过程中关键的施工环节及其相应技术进行介绍。

### 3.1 栈桥搭设

试挖区水深较浅,无法采用方驳+吊机进行钢板桩打设。经过多次方案研讨,现场拟采用搭设钢栈桥作为水上施工平台进行钢板桩施工,钢栈桥设置在双

排钢板桩中间,长度为 357 m,宽度为 8 m,标准跨径 12 m,全桥共 31 跨,桥面顶标高为 +78.5 m。栈桥结构从下向上依次为:钢管桩→剪刀撑联结→桩帽→I45a 横梁→贝雷片→I20a 横梁→I12.6 纵梁→钢面板,其纵断面如图 3 所示。栈桥基础的搭建均采用 φ630 mm×12 mm 的钢管桩,在考虑满足设计承载力要求的前提下,其平均打入深度应满足 15.2 m 的设计值要求。

### 3.2 钢板桩的打设

钢板桩的打设施工流程主要包括打设前的准备及检查,线位的测定及导向结构的安置,钢板桩的插打和拉杆等结构的安置。

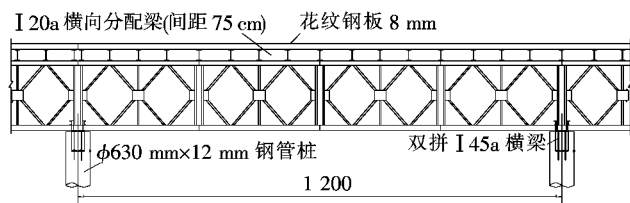


图3 栈桥纵断面图(单位:cm)

钢板桩插打施工采用履带吊与DZ135振动式打拔锤相配合的组合施工工艺完成。钢板桩采用单根插打,先插入角桩及焊成 $90^\circ$ 的成对组合桩,其他单桩依次扣入槽口并垂直插入到位,随后进行角口处 $90^\circ$ 角桩的合龙收尾工作。插打过程中如遇到对桩位和下沉有影响的障碍物,可采用稍微拔出1 m左右,随后再重复插打的方式进行后续施工直至满足设计要求。

### 3.3 围堰的合龙

在钢板桩围堰合龙施工前,先要进行合龙段钢板桩底侧间距的测算工作,根据测算宽度以及选用钢板桩尺寸确定合龙方案和所需材料量。合龙工作的作业平台应尽量选取在靠近最短边角桩的位置,若相距较远实现有困难,也可以调整合龙位置邻侧导向架的位置以满足作业要求。注意在钢板桩围堰打桩过程中,应单根桩逐一进行施工,在距离施工完成的后5根桩施打时,应预先拼装完整后再一并进行施打,如有较大误差可使用倒链等相应设备对其进行对拉以实现合龙要求,合龙后,再逐根打到设计深度。

### 3.4 围堰栈桥拆除

临时围堰位于松花江河道内,会影响松花江防洪和航道运行安全,在临时围堰的功能完成后,应予以全部拆除。拆除项目主要包括钢板桩围堰、钢板桩间中粗砂、临时栈桥。拆除总体顺序为:堰内泥砂抽排施工、钢板桩围堰工程分步拆除,最后再对临时栈桥进行整体拆除。

(1) 围堰内中粗砂抽排方法:采用自吸自泵船在围堰四周进行抽砂施工,根据围堰内填充砂量配备施工设备。

(2) 钢板桩拆除施工:钢板桩拆除选用DZJ-135型振动锤和履带吊,在围堰内部支撑结构全部拆除的前提下,再进行桩体的拔除工作。

(3) 栈桥拆除施工:栈桥拆除采用履带吊及DZJ

-135型振动锤进行拔出施工,栈桥拆除前将围堰内集水井进行拆除,集水井拆除后进行栈桥拆除施工,施工从中间向两侧两个作业面倒退施工。

## 4 结语

工程实践证明:在松花江佳木斯段日遗化武试挖段采用直立式双壁钢板桩悬挂式防渗+抽排基坑内江水的围堰方案进行该段的挖掘工作的方案是成功的。此方法的显著优点有:① 占用部分河道,搭建和拆除临时围堰及栈桥构造可满足一个洪水期内快速施工;② 工法相对简单,更易实施;③ 减少用料浪费,堰基施工方便快捷,有利于满足工期进度。该工程的实施和完成为类似工程积累了宝贵的经验,同时也为松花江佳木斯段日遗化武的后期持续挖掘奠定了基础。

### 参考文献:

- [1] 王军.浅滩裸岩区锁扣桩围堰施工技术方案研究[J].铁道建筑,2016(12).
- [2] 李陆平,尤继勤,王吉连.蔡家湾汉江特大桥深水基础钢套箱围堰施工技术[J].桥梁建设,2010(1).
- [3] 张琨,钟启凯,戴小松,等.超厚砂卵石层钢板桩围堰设计与施工[J].施工技术,2011(3).
- [4] 武向东,吴中鑫,姚振海.松花江大桥抢险维修加固钢板桩围堰设计[J].公路,2013(1).
- [5] 王贵春,皇甫昱.桥梁深水基础双壁钢围堰施工技术分析[J].铁道建筑,2007(8).
- [6] 周燕飞.可拆装式双壁锁口钢围堰施工技术[J].世界桥梁,2017(2).
- [7] 李迎九.钢板桩围堰施工技术[J].桥梁建设,2011(2).
- [8] MP Byfield, RJ Crawford. Oblique Bending in U-Shaped Steel Sheet Pile[J]. Structures and Building, 2003, 156(3):255-261.
- [9] 侯永茂,王建华,顾倩燕.大跨度双排钢板桩围堰的变形特性分析[J].上海交通大学学报,2009(10).
- [10] 徐辉,梁治国.海上软土地基中大型钢板桩围堰加固技术[J].施工技术,2015(17).
- [11] 李荣.双壁钢围堰支撑体系优化设计研究[J].中外公路,2018(1).
- [12] 姚德波,殷新锋.基坑锁口钢管桩围堰的受力行为分析[J].中外公路,2017(2).