

DOI:10.14048/j.issn.1671-2579.2021.06.037

# 深水航道区域大型双壁钢围堰拆除施工技术

王超, 陈诚, 曾瑞祥

(中交第二航务工程局有限公司, 湖北 武汉 430000)

**摘要:**沌口长江公路大桥为主跨760 m双塔双索面半漂浮体系斜拉桥,该桥3<sup>#</sup>、4<sup>#</sup>主墩位于长江航道区域,其承台等利用围堰作为模板及施工平台进行施工,双壁钢围堰尺寸为55.3 m×29.1 m,高23.9 m,双壁隔舱厚1.5 m,其间浇筑混凝土。为满足河道通航要求,围堰需拆除承台顶标高以上部分。围堰在竖直方向上分为两层,单层分为34块进行拆除,第一层钢结构部分采用氧割法割除,浇筑有混凝土部分采用金刚石绳锯割除。第二层水面以上钢结构部分采用氧割法割除,水面以下隔舱内无混凝土部分采用水下氧弧切割法拆除,其余部分采用金刚石绳锯割除。

**关键词:**双壁钢围堰; 金刚石绳锯; 水下切割

双壁钢围堰因其结构稳定性好、强度及刚度较高、挡水效果好、施工风险可控等诸多优点在深水基础施工中被广泛应用。围堰浮运至施工区域后通常采用隔舱内注水或灌注砂石辅助下沉,围堰隔舱在完成全桥施工后一般采用潜水员水下氧弧切割法切割成块配合浮吊转运进行拆除。部分在深水航道区域的围堰考虑高水头差下围堰稳定性在围堰下沉到位后会在围堰隔舱内浇筑混凝土,此类围堰并不适宜采用水下氧弧切割法进行拆除,且无相关经验可以借鉴,因此有必要对隔舱内有异物围堰的拆除施工进行研究,找出一种适宜的施工方式安全高效地进行围堰拆除施工。

## 1 工程概况

### 1.1 工程简介

沌口长江公路大桥主桥为五跨一联双塔双索面半漂浮体系钢箱梁斜拉桥,跨径布置为(100+275+760+275+100) m=1 510 m。主塔为钻石形结构,总高233.7 m,为空心箱形截面。承台平面尺寸为52.2 m×26 m,高6 m(图1)。

大桥主墩位于武汉长江航道区域,近5年内最高水位26.67 m,最低水位11.81 m,主墩区域水流流速接近2.5 m/s。水位变化趋势为7—10月水位缓慢下降,10—11月水位略微上升,随后至次年3月水位持续下降。

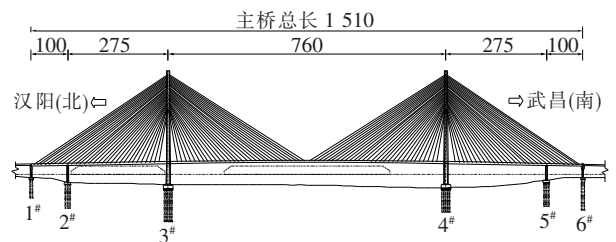


图1 沌口长江公路大桥主桥桥型布置(单位:m)

### 1.2 双壁钢围堰简介

双壁钢围堰长55.3 m,宽29.1 m,高26.5 m,下设1.74 m高度刃脚。双壁钢围堰由内外两层钢板及其间的加劲肋与连接支撑组成,双壁隔舱厚1.5 m。围堰内壁板及外壁板为6 mm钢板,竖肋为75 mm×50 mm不等肢角钢,环向间距40 cm,焊接在内外壁板上。横肋为10 mm厚环板与90 mm×8 mm不等肢角钢,竖向间距为900~1 300 mm,与内外壁板焊接将其连接为整体。围堰在平面上由12 mm厚隔舱板分为32个大小不等的隔舱。围堰内竖向设置3道钢管内支撑,3层内支撑之间的间距分别为3.7、4.3 m,内支撑采用 $\phi 1\ 000$  mm×10 mm螺旋焊管焊接而成,螺旋焊管之间以及焊管与围堰内壁的焊接采用哈弗板的形式连接(图2)。

由于内外设计水头差达到11 m,为保证围堰结构在施工期间的整体安全及稳定性,围堰封底后在围堰隔舱中浇筑C50混凝土,其中箱形隔舱内混凝土浇筑至围堰顶标高,其余隔舱内混凝土浇筑至设计水位

收稿日期:2021-04-12(修改稿)

作者简介:王超,男,大学本科,高级工程师. E-mail:82637866@qq.com

标高。

围堰顶标高: +26.0 m(含防浪板)。

围堰底标高: -0.5 m。

承台顶标高: +10.3 m。

隔舱内混凝土标高: +12.1~+16.0 m。

箱形隔舱内混凝土标高: +24.1 m。

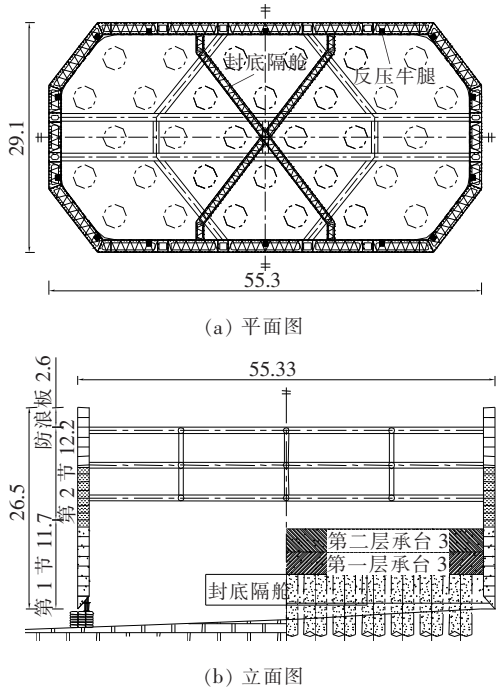


图 2 钢围堰结构布置(单位:m)

## 2 钢围堰拆除工艺

### 2.1 总体施工方案

为满足主塔区域通航净空要求,需要将承台顶标高以上部分围堰全部拆除。综合考虑起重船的吊装高度和起吊能力及水位情况分 3 步拆除围堰:首先抽水清理围堰,同时拆除围堰顶部防浪板。后续从标高 +16.0 m 处将围堰分成 2 层分别进行拆除,第 1 层高 8.1 m,第 2 层高 5.7 m。在枯水期(当年 11 月至次年 3 月)进行围堰内抽水清理。水位低于 +16 m 时开始拆除第 1 层,采用氧割法割除标高 +16 m 以上钢结构部分,箱形隔舱钢混结构采用金刚石绳锯切割;第 2 层水面以上钢结构部分采用氧割法割除,水面以下隔舱内无混凝土部分采用水下氧弧切割法拆除,其余部分采用金刚石绳锯割除(图 3)。

### 2.2 拆除前准备工作

前期施工中已拆除两道内支撑,剩余一道内支撑

标高为 +13.4 m。在原设计基础上建立有限元模型,模拟内支撑拆除施工过程,对围堰结构进行验算。结果表明施工水位不超过 +17 m,进行围堰内支撑拆除围堰的结构强度及刚度满足规范要求。

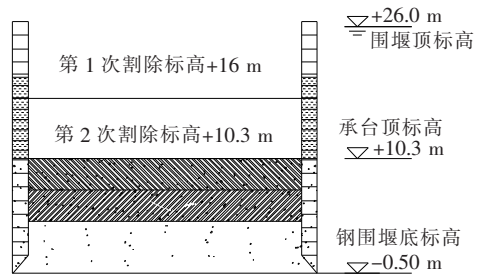


图 3 钢围堰分层示意图

水位低于 +18 m 时开始围堰内抽水、拆除防浪板等工作,同步进行隔舱内的泥砂清除(防浪板拆除后围堰顶标高为 +24.1 m)。待围堰内抽水完成后,利用高压水枪开始清理、冲洗围堰内淤泥、杂物、封堵集水井并割除内支撑围堰端,利用浮吊船采用捆绑式栓钩栓紧,待钢丝绳稍受力后割除内支撑塔座端。并对塔座表面埋件处进行修饰处理。

根据施工现场的实际起重能力将第 1 层围堰平面分为 34 块,竖向切割缝均设置在角钢竖肋之间,最大块件重量为 28 t。切割前在围堰内外壁体上放出切割线的位置,并用红漆喷涂标记。为方便作业人员进入狭小隔舱内安全作业,将隔舱内切割线附近角钢竖肋及环向钢板切除作为横向、竖向安全通道。

### 2.3 第 1 层围堰拆除

考虑现场设备起重能力,第 1 层围堰平面分为 34 块,围堰钢结构部分采用氧割法切割拆除,箱形隔舱采用金刚石绳锯切割拆除。

(1) 首先在围堰上游处采用氧割由上到分层线位置割开宽 30 cm 的缺口,以防止围堰受挤压造成吊运困难。

(2) 作业人员自安全通道进入围堰隔舱内部切割墙体,墙体切割遵循“自上而下,先竖向缝后水平缝”的原则进行。待竖向缝切割完成后在围堰顶部环板与壁板之间焊接吊耳。

(3) 采用  $\phi 32$  mm 钢丝绳及 25 t 卸扣在 4 个吊耳处栓挂好块件后开始切割围堰墙体水平缝,墙体切割完成作业人员离开后将块件吊运至驳船上。

(4) 安装金刚石绳锯系统,包括切割装置、导向装置、动力装置等部分,绳锯通过滑轮组改变锯绳的切割方向。将需要切割部分的邻近围堰壁体作为导向装置

定位点,末道小隔舱割除采用主墩平台临近桩作为导向架定位点。安装绳锯切割机具并收紧金刚石切割绳,采用钢丝绳捆绑栓挂块件至浮吊后,开始启动切割机具,金刚石切割绳切割隔舱钢混部分,切割完成之后吊运至驳船上。

(5) 按照上述步骤将围堰第1层全部拆除。

## 2.4 第2层围堰拆除

第2层围堰平面共分为36块,水面以上钢结构部分采用氧割法割除,水下钢结构采用水下氧弧法切割,钢混结构采用金刚石切割绳切割割除。考虑水流夹带泥砂淤积的影响,水下部分从下游侧向上游侧进行拆除。

(1) 水下钢结构与水上钢结构切割方法、顺序类似,即先切割安全通道、清理围堰隔舱,后切割竖向缝及水平缝。不同点有:竖向缝的定位需要在隔舱内用垂线法的方式进行确定,潜水员手持水下氧弧切割专用设备沿垂线自上而下切割竖向缝(水面以上竖缝预留0.25 m),竖向缝切割完成后浮吊栓好块件至钢丝绳垂直再进行水平缝切割。水平缝的位置根据混凝土面或承台面进行确定。水平缝切割完成后潜水员离开工作水域,在围堰顶部切割预留的竖向缝,由浮吊船吊运至驳船。

(2) 第2层围堰拆除前在围堰内侧墙体上沿承台顶面开出7 cm圆孔用于金刚石绳锯设备穿线,开孔处保留外壁板由潜水员水下割除。

(3) 将需要切割部分的邻近围堰壁作为导向架定位点,最后一部分围堰壁割除采用交通船作为导向架定位点,将动力装置固定在围堰顶面工作平台上,将金刚石绳索穿过导向滚轮后由潜水员将绳索穿过水下导向装置并穿入圆孔,调节导向装置方向使切割面与绳索转动方向位于同一水平面上,调试整套机具并收紧金刚石绳索。

(4) 采用四点吊,在围堰壁与环板处开孔,用25 t卸扣及 $\phi 36$  mm钢丝绳栓好块件,开启机具,按照先水平缝再竖向缝的方式切割围堰钢混部分,由潜水员解决卡绳、断绳等问题直至切割完成,由浮吊船将块件从水中吊离至驳船。

## 3 施工注意事项

(1) 结合混凝土强度钢板厚度来选择切割机具的

功率、绳索的类型及机具转动速度。施工中发现绳索锋利程度与钢混结构材质不匹配会使得切割工效极低。绳索过于锋利则切入钢混结构的速度快,导致机具功率跟不上切割绳运转速率,从而出现卡绳的情况。

(2) 金刚石绳锯锯切面为弧形,需等到完全切割后浮吊才能起重吊离。

(3) 当绳索运转速度较小时,金刚石绳锯的弧区锯切力分布波动很小,绳索运转流畅,不易卡绳但工效较低。当绳索运转速度较大时,弧区起始端的弧区锯切力会明显大于终端位置的锯切力,混凝土较松散时容易出现卡绳的情况。

(4) 在水位较低,且围堰强度能够满足要求的前提下可以采取在围堰内壁板上开孔,人工配合小型凿岩机凿除隔舱内混凝土,潜水员水下氧弧切割外壁板的方式进行围堰拆除。

## 4 结语

沌口长江公路大桥主墩围堰自2017年11月开始进行拆除施工,耗时两个枯水期至2018年2月安全顺利完成拆除工作,后经航道部门河床扫描确认拆除工作满足要求。该文介绍的在深水航道区域对隔舱内有混凝土的双壁钢围堰的拆除施工案例可为后续类似环境下的工程施工提供参考和借鉴。

## 参考文献:

- [1] 王昌举,徐娟.桥梁基础双壁钢围堰施工技术的应用及发展趋势[J].四川建材,2011(1).
- [2] 邢键,谢德宽.强涌潮区大型双臂钢围堰拆除施工关键技术[J].中国水运(下半月),2017(4).
- [3] 农代培.安庆长江铁路大桥主墩深水钢围堰拆除技术[J].桥梁建设,2016(5).
- [4] 交通部第一公路工程总公司.公路施工手册(桥涵)[M].北京:人民交通出版社,1999.
- [5] 孟庆鑫,曹立文,王立权,等.水下金刚石绳锯机切割技术的研究[J].哈尔滨工程大学学报,2006(3).
- [6] 谢国华,陈伟仁.旧桥桩基础水下切割技术[J].公路,2020(8).
- [7] 裴峰丽,黄辉,郭桦.金刚石绳锯加工弧区锯切力分布的研究[J].金刚石与磨料磨具工程,2011(4).
- [8] 丁巍,张娟.超大哑铃形首节双壁钢围堰施工技术[J].中外公路,2019(1).