



新型模板连接及拆除装置 在水下挡墙工程中的应用

杜璐

(中交一航局第二工程有限公司, 山东 青岛 266071)

摘要: 针对高大现浇水下混凝土模板施工难度大、模板水下拆卸效率低和频繁吊装安全风险高的问题, 对大型模板水下连接、拆除和吊装工艺进行了研究。设计了适用于独立墩水下连接的丁字型螺栓和夹模三段式拉条, 水下拆模时间缩短为3~4 h。设计了多功能组合吊具, 利用正反旋连接器实现水下模板顶松脱模和整体吊装, 可提高施工工效, 降低施工成本, 保证施工安全。对于类似水下大型混凝土结构模板工程具有一定的借鉴意义。

关键词: 水下混凝土; 模板; 水下连接; 组合吊具

中图分类号: U 615.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)06-0236-04

Application of newformwork connection and dismantling device in underwater retaining wall engineering

DU Lu

(No.2 Engineering Co., Ltd. of CCCC First Harbor Engineering Co., Ltd., Qingdao 266071, China)

Abstract: To address the difficult construction of tall cast-in-place underwater concrete formwork, the low efficiency of underwater formwork disassembly and high safety risk of frequent hoisting, this paper studies the underwater connection, dismantling and hoisting technology of large formwork. T-shaped bolts and three-stage clamping strips are designed for the underwater connection of independent piers, and the underwater mold removal time is shortened to 3-4 hours. A multi-functional combined sling is designed, and the positive and negative rotary connectors are used to realize the release and overall lifting of the underwater formwork top, which improves the construction efficiency, reduces the construction cost and ensures the construction safety. It has reference significance for similar underwater large-scale concrete formwork projects.

Keywords: underwater concrete; formwork; underwater connection; combined sling

渠江重庆段航道整治工程位于川渝交界处的渠江丹溪口, 包括整治、疏浚工程和护岸工程, 主体为1 175 m长护岸工程, 护脚采用C20水下素混凝土结构。挡墙分段长度为5~10 m, 最大尺寸为10 m×5 m×10 m(长×宽×高), 共分为163段。挡墙最大高度10 m, 露出水面部分为200 mm。本项目护岸工程典型断面结构见图1。

针对传统的大型护岸水下混凝土施工, 有

围堰干施工法、混凝土套箱法、不拆模水下钢模板以及预制安装法。本项目位于分汊河道内, 距岸较远, 受施工成本和航道条件所限, 传统工艺均不适用。通过参考建筑施工模板安全技术规范及相关文献, 从模板设计、水下模板连接、安装、拆除和吊装全过程进行了设计优化, 应用多功能吊具实现了水上模板的整体吊装和拆除。

收稿日期: 2021-10-12

作者简介: 杜璐 (1992—), 男, 工程师, 从事港口航道施工工作。

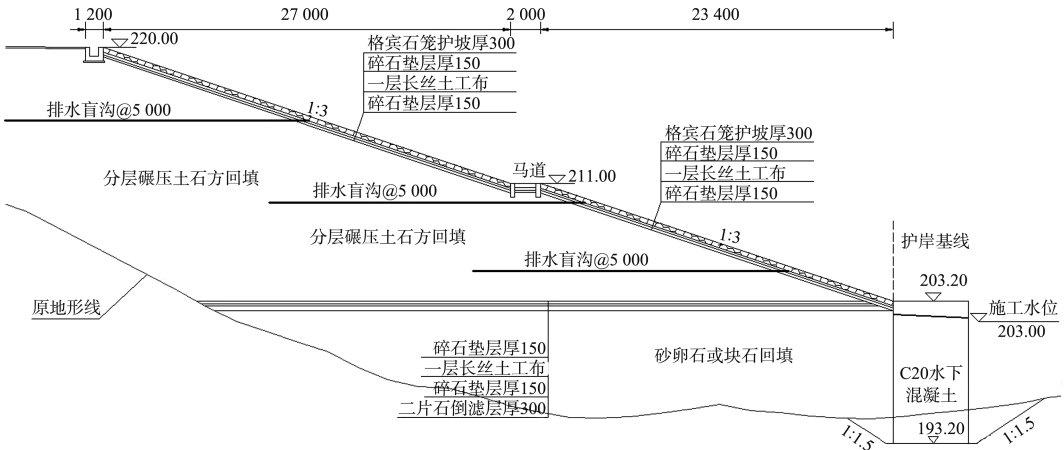


图 1 护岸工程典型断面 (尺寸: mm; 高程: m)

1 模板设计方案

1.1 方案比选

方案 1(原设计): 采用不拆卸钢套箱模板, 可避免水下拆模, 降低施工难度, 需要投入 118 段长度为 10~15 m、总质量约 1 213 t 的钢模板, 一次性投入量大, 成本较高。分段挡墙尺寸见表 1。

方案 2: 根据挡墙的不同宽度设计加工宽度分别为 2.5、3.0、4.0、4.7 和 5.0 m 的模板, 为保

证施工进度, 配置模板数量多, 不同宽度挡墙衔接位置施工难度较大。模板配置见表 2。

表 1 分段挡墙尺寸

挡墙宽度/m	挡墙高度 H/m	挡墙长度/m	分段数量/段
2.5	$H \leq 3$	30.00	2
3.0	$3 < H \leq 5$	62.95	12
4.0	$5 < H \leq 7$	318.95	29
4.7	$7 < H \leq 9$	20.00	2
5.0	$9 < H \leq 10$	743.10	73
合计		1 175.00	118

表 2 模板配置

挡墙宽度/m	挡墙高度 H/m	挡墙长度/m	分段数量/段	模板数量	模板总质量/t	备注
2.5	$H \leq 3$	30	4	1 套独立墩模板	6.48	
3.0	$3 < H \leq 5$	63	9	1 套独立墩模板	11.52	
4.0	$5 < H \leq 7$	319	43	2 套独立墩模板	31.68	
4.7	$7 < H \leq 9$	20	3	1 套独立墩模板	22.32	
5.0	$9 < H \leq 10$	743	104	3 套独立墩模板+2 套夹模模板	146.30	2 套夹模通用
合计		1 175	163	共 10 套	218.30	

方案 3: 设计一种可组装式模板, 在方便水下拆除的同时, 模板还能够改装进行重复利用, 以适应不同尺寸的挡墙浇筑, 见表 3。本方案能够明显

减少模板配置数量, 但需要尽量统一挡墙宽度, 模板设计加工难度大, 拼接处易发生变形。同时挡墙宽度统一后将增加混凝土量, 成本将有所增加。

表 3 组合式模板配置

挡墙宽度/m	挡墙高度 H/m	挡墙长度/m	分段数量/段	模板数量/套	模板总质量/t	备注
2.5	$H \leq 3$	30.00				
3.0	$3 < H \leq 5$	62.95	统一为 4 m, 共 56 段	3 套独立墩+2 套夹模	-	2 套夹模通用, 独立墩模板可由 4 m 改装为 5 m
4.0	$5 < H \leq 7$	318.95				
4.7	$7 < H \leq 9$	20.00				
5.0	$9 < H \leq 10$	743.10	统一为 5 m, 共 107 段	3 套独立墩+2 套夹模	-	
合计		1 175.00	163	共 5 套	154	

根据比选，方案3挡墙宽度统一增加的成本小于方案2模板加工的成本，方案3通过对模板组装和拆卸方式进行优化，可以提高模板施工效率，优于方案1。因此，选择方案3作为本工程设计方案。

1.2 工艺原理

本工程挡墙采用总长1 175 m，采用无底式钢套筒模板浇筑而成。先间隔10 m浇筑两个5 m独立墩，拆模后利用两端独立墩作为模板，用两块钢膜将另外两侧封闭后，再浇筑中间段夹模，从而实现挡墙连续浇筑成型，见图2。

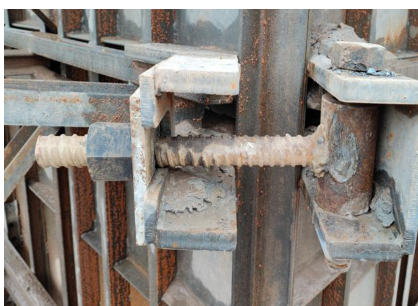


图2 挡墙浇筑

1.2.1 模板连接装置

5 m独立墩模板通过在模板四周安装丁字型拉条实现模板连接锚固，采用直径50 mm精轧螺纹钢作为旋转式拉条将螺栓拧松后水下旋转45°即可实现模板的拆除，从而降低潜水员水下作业量和施工难度，见图3a)。

10 m夹模模板采用3段式拉条代替传统整体拉条，其采用套筒在模板内连接，模板拆除过程中，只需分别将模板外侧小段拉条拆除即可，减小了水下拉条拆除难度，提高了模板水下拆除效率，见图3b)。



a) 5 m独立墩丁字拉条



b) 10 m夹模拉杆

图3 模板连接装置

1.2.2 组合式多功能吊具

通过改进吊具两端与模板吊点连接基座的连接方式，以模板上的吊点基座为支撑点，吊具为连接杆件，连接器为受力杆件，在吊具槽钢上设置可移动活动槽，通过旋转连接器，实现模板的拆卸，见图4。



图4 组合式多功能吊具

2 工艺流程

水下挡墙模板施工工艺流程见图5。

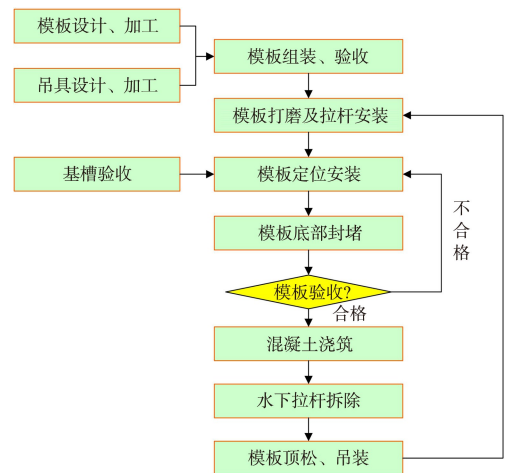


图5 水下挡墙模板施工工艺流程

3 施工要点

3.1 模板设计

由于水上起重能力有限，考虑施工便捷性，

设计可整体拆除、安装的钢套箱模板^[2], 单套模板质量不超过 35 t。针对不同高度和宽度的挡墙, 模板尺寸可由 5 m×4 m×6.8 m 改装为 5 m×5 m×10 m, 实现重复利用。5 m 独立墩模板四角采用旋转式拉条连接, 10 m 夹模采用 3 段式拉条连接, 为提升自稳性, 在其底部设置 25 cm 宽压脚^[3], 经结构验算^[4]可知满足稳定性要求, 见图 6。



图 6 钢套箱模板

3.2 吊具设计

考虑与模板连接的稳定性和吊装方便, 设计了井字形 5 m 独立墩^[5]专用吊具(图 7), 与模板 8 点连接, 4 点吊装; 10 m 夹模吊具采用 6 点连接, 4 点吊装。采用丝杆连接, 吊具同时可作为模板顶部连接加强部分和作业平台。



图 7 5 m 独立墩吊具

3.3 模板安装

由于挡墙顶露出水面, 吊装的同时需进行打磨。5 m 独立墩整体吊装至平板船后加固螺栓; 10 m 夹模在吊装的同时, 在挡墙上安装逐层安装

拉杆, 拉杆一侧拧紧, 另一侧固定即可。模板安装到位后, 由潜水员对模板与底部基槽进行堵漏^[6]。

3.4 水下拉杆拆除

混凝土浇筑成型、待其强度达到拆模要求后, 潜水员将 5 m 模板四周丁字拉条螺栓外侧旋转脱离卡槽, 拉条采用直径较大的精轧螺纹杆, 可水下单人拆除; 10 m 夹模模板采用 3 段式拉条固定, 拆模时, 潜水员将模板外侧拉杆两端拆除即可。

3.5 模板顶松及吊装

模板吊装前先检查水下拉杆是否全部拆除完成; 人工旋转顶层吊具与模板的连接器, 将模板向外顶松, 可以防止模板拆卸破坏挡墙棱角, 然后整体吊装出水; 5 m 独立墩需吊装至平板船将丁字拉条安装到位, 10 m 夹模可直接吊装至下一处挡墙浇筑位置进行安装。

4 结论

1) 发明了一种适应于水下作业条件的模板连接装置, 解决了水下作业模板拆除难、工效低的难题, 1 套 5 m 独立墩模板配备 2 名潜水员耗时约 2.5 h 可完成模板拆卸, 实现了模板水下高效拆除。

2) 发明了一种集模板拆除、吊装功能于一体的多功能组合吊具, 模板与吊具通过连接器进行固定, 实现了模板整体吊装、整体拆除。

3) 潜水作业时间减少 50%, 吊装作业量减少 75%, 降低了作业安全风险。

4) 水下新型模板连接装置和拆除装置的应用将模板周转效率提高到 3 d/次, 提高了模板利用率。配备 3 套 5 m 独立墩模板和 2 套 10 m 夹模模板, 一个作业面每月预计可完成约 180 m 水下混凝土挡墙施工, 施工效率明显提升。

5) 根据初步估计, 相比原设计不拆模方案, 可节约模板约 1 000 t。

(下转第 244 页)