

全装配式与传统高桩码头工程造价分析

王俊杰, 贺 静

(中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032)

摘要: 为对比全装配式与传统高桩码头的经济性, 以我国首座全装配式高桩码头为研究对象, 通过计算其与传统结构码头平台的各部位混凝土用量及预制率, 对全装配式高桩码头平台的工程造价组成进行分析, 并在直接建造成本、建设融资成本等方面与传统码头进行比较。结果表明, 全装配式码头各方面的经济性均优于传统高桩码头。研究结论可为推广全装配式高桩码头提供依据。

关键词: 装配式; 高桩码头; 预制率; 工程造价

中图分类号: U 656.1+13

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2023)05-0071-04

Engineering cost analysis of fully prefabricated and traditional high-pile wharfs

WANG Junjie, HE Jing

(CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China)

Abstract: This study takes the first fully prefabricated high-pile wharf in China as the research object to compare the economy of the fully prefabricated high-pile wharf with that of the traditional high-pile wharf. Specifically, it analyzes the engineering cost composition of the fully prefabricated wharf platform by calculating the concrete consumption and the prefabrication rate of each part of the two wharf platforms. Then, it compares them in the direct construction cost, the financial cost of construction, and other aspects. The results show that the fully prefabricated wharf is more economical than the traditional one in the above-mentioned aspects, which can provide a basis for promoting fully prefabricated high-pile wharfs.

Keywords: prefabricated; high-pile wharf; prefabrication rate; engineering cost

近年来, 在国家提倡大力发展装配式建筑的形势下, 水运建设行业积极响应号召, 努力探索装配式码头的建造方法。工民建行业在国内装配式建筑的探索中走在前列, 已形成多本行业及省市规范^[1], 而国内首个装配式码头相关规范——《装配式高桩码头设计与施工规范》仍在编制中。本文以连云港港徐圩港区六港池 64#~65#液体散货泊位工程为例, 对全装配式与传统高桩码头的工程造价进行对比分析。

1 工程概况

1.1 码头结构

连云港港徐圩港区六港池 64#~65#液体散货泊位工程位于连云港港徐圩港区六港池东侧, 拟建 1 个 10 万吨级和 1 个 8 万吨级液体散货泊位。根据项目设计和施工方案, 装配式建造技术主要体现于该工程的主体结构——码头平台。因此, 本文选取下横梁底高程以上码头平台结构作为研究对象, 不包含桩基、橡胶护舷、快速脱缆装置、管架。

收稿日期: 2022-11-15

作者简介: 王俊杰 (1988—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事水运工程造价咨询和研究。

码头平台长 588 m、宽 25 m，主体结构由预制横梁和预制 π 形板组成(图 1)^[3]；而传统高桩码头的主体结构由现浇桩帽、现浇横梁、预制纵梁和

预制实心平板组成。与传统高桩码头相比，全装配式高桩码头的组成部件种类、数量更少，构造更简化，结构整体性更好。

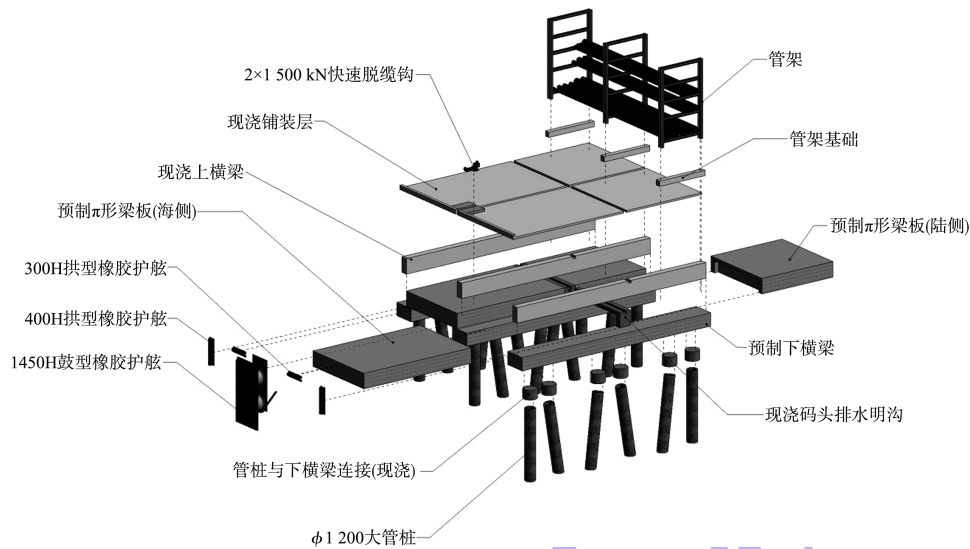


图 1 全装配式高桩码头结构构造

1.2 混凝土用量分析

根据两种不同设计方案，分别计算各部分构件的混凝土用量，见表 1。由表可见，全装配式方案的混凝土用量比传统方案减少 4 939 m³，节约

了 19.32%；预制构件数量从 880 件变为 178 件，减少近 80%。以上统计结果的前提是两种设计方案的所有结构内力计算结果均满足设计和使用相关要求。

表 1 全装配式与传统高桩码头平台结构组成及混凝土用量对比

方案 类型	混凝土用量/m ³								预制构件 数量/件	预制率/ %
	预制 横梁	预制 π 形板	预制 纵梁	预制实 心平板	现浇 桩帽	现浇 横梁	现浇铺装 层、节点等	合计		
全装配式	4 737(下横梁)	9 735	0	0	0	2 292(上横梁)	3 863	20 627	178	70.16
传统结构	0	0	3 703	2 705	6 061	7 286	5 811	25 566	880	25.06

预制率是指主体结构中预制构件部分的混凝土用量占对应部分混凝土总用量的体积比^[4]。虽然国家标准 GB/T 51129—2017《装配式建筑评价标准》(以下简称“标准”)提出了“装配率”这一新概念^[5]，但该概念更适用于民用单体建筑；对码头结构来说，预制率比装配率能更直观地反映出装配式程度的差异。由表 1 得出，装配式设计方案组成部件的预制率达 70.16%。若类比标准中的计算原则，将预制 π 形板之间的现浇上横梁作为预制构件间连接部分的后浇混凝土计入预制混凝土体积，则码头平台预制率将达到 81.26%。根据标准，对于

单体建筑主体结构，预制率达到 80% 及以上时，装配率即为 100%。目前水运建设行业还没有专门针对装配式高桩码头的评价标准，若借鉴民用建筑标准，则本码头平台的装配率已达 100%，可称为全装配式高桩码头。

2 全装配式与传统高桩码头成本比较分析

2.1 直接建造成本

依据水运工程行业现行的 JTS/T 276-1—2019《沿海港口水工建筑物工程定额》^[6]，通过工程造价软件测算，分类汇总后得到两种设计方案下码头平台的造价结果如表 2 所示。

表 2 全装配式与传统高桩码头平台造价对比

工程内容	全装配式方案			传统式方案		
	总造价/万元	占比/%	单价/(元·m ⁻²)	总造价/万元	占比/%	单价/(元·m ⁻²)
预制混凝土(含模板)	1 578	33	1 073	571	10	388
预制构件吊装	399	8	272	168	3	114
现浇混凝土(含模板)	679	14	462	2 229	39	1 516
预制钢筋制作安装	1 632	34	1 111	663	11	451
现浇钢筋制作安装	537	11	366	2 100	37	1 429
合计	4 826	100	3 283	5 730	100	3 898

注:项目编制初步设计概算时所用 2020 年 11 月建材信息价。

由表 2 可见,全装配式高桩码头平台的直接建造总成本比传统码头平台减少 904 万元(其中混凝土相关成本减少 311 万元,钢筋相关成本减少 593 万元),降低近 16%。但单方混凝土(含现浇和预制)的平均造价全装配式高桩码头平台为 2 340 元/m³,传统码头平台为 2 241 元/m³,全装配式码头略高。

在传统高桩码头平台中,造价占比最大的工程是现浇混凝土(含模板)和现浇钢筋制作安装;而在全装配式高桩码头平台造价中,预制钢筋制作安装和预制混凝土(含模板)的占比分别为前两位,这是码头平台预制率大幅提升在工程造价上的直观反映。在两种建造方案的造价中,预制构件吊装费用的占比均最小。虽然全装配式方案的预制构件数量仅为传统方案的约 20%(表 1),但预制构件吊装费用与传统方案相比急剧增加(表 2),约是传统方案的 2.4 倍,这是因为全装配式方案的单个预制构件质量与传统方案相比大幅提高(从 28.5 t 增加至 225 t),导致单个预制构件的平均吊装费用随之上升。

从另一角度统计,将直接建造成本中的市场价定额直接费按人工、材料、机械费用分别汇总,结果见表 3。

表 3 市场定额直接费分项汇总

项目	全装配式方案		传统方案		两种方案 直接费 比值/%
	市场价定 额直接费/ 万元	占比/ %	市场价定 额直接费/ 万元	占比/ %	
人工费	327	8.63	417	9.23	78.42
材料费	2 724	71.83	3 123	69.19	87.22
机械使用费	741	19.54	974	21.58	76.08

由表 3 可见,全装配式高桩码头平台与传统式相比,人工费、材料费、机械使用费均有一定幅度减少,减少比例最大的是机械使用费,仅为传统方案的 76.08%;从占比来看,全装配式高桩平台建造成本中人工费和机械使用费的比例与传统方案相比均有所下降,分别由 9.23%、21.58%下降为 8.63%、19.54%,只有材料费的占比上升,由 69.19%增加到 71.83%。

2.2 建设融资成本

工程项目的建设融资成本受到融资金额、融资周期、利率等因素影响。融资金额越大、融资周期越长、利率越高,则融资成本相应越大。在预制构件水上安装技术日趋成熟及全装配式码头较高预制率的背景下,码头建设工期缩短使得融资周期相应变短,融资成本相应降低。

经测算,本工程总投资为 6.44 亿元,在传统建造方案下,该工程整体建设工期约为 18 个月^[7];采用全装配式方案后,工期缩短至 12 个月,较传统建造方式缩短 33%,在项目建设资金的 70%来自银行贷款的前提下,工期缩短可节约融资成本约 556 万元。

2.3 其他成本

采用全装配式建造方案后,施工过程大幅减少了水上铺设工字钢围囿、绑扎钢筋、安装模板、水上浇筑混凝土等作业^[8],建设过程模块化、规范化程度大幅提升,减弱了泥浆等施工材料落水 and 水上人员活动等对海洋水体的负面影响,降低了施工碳排放总量及对海洋环境的污染程度,节约了采取相关环境保护措施的成本。

装配式建造方案的预制构件全部在专业化预制

工厂中制作,工厂预制环境与施工现场浇筑混凝土环境相比标准规范化程度更高,使得预制构件的质量更有保障,有效地提升了整个码头的工程品质,码头建成运营后的修缮维护成本也随之降低。

3 结语

1) 装配式高桩码头与传统高桩码头相比,不是机械地将某些混凝土现浇部位形状、尺寸按照原样改为预制,而是在满足设计规范和使用的要求的前提下,创造性地对原结构进行整合和简化,提高码头结构预制率,减少混凝土及钢筋总用量,使码头平台结构组成由“种类杂、个体小、数量多”向“种类简、个体大、数量少”演变,提升了码头建造速度。

2) 预制率高是装配式码头的突出优势。在装配式高桩码头平台中,预制构件的混凝土体积占整个码头平台混凝土体积的比例已达 70.16%,若将现浇上横梁作为后浇混凝土计入预制混凝土体积,则预制比例可达 81.26%,借鉴民用建筑装配率评价标准,该码头平台的装配率为 100%。

3) 装配式高桩码头平台的经济性全面优于传统结构,其直接建造成本比传统高桩码头降低近 16%,此外,建设工期的缩短降低了财务成本;建造方式的改变减少了对海洋环境的影响,降低了环保成本;码头工程质量的提高减少了后期运营维护成本。

参考文献:

- [1] 江义,程泽坤,吴志良,等.装配式桩基码头设计建造应用现状与展望[J].水运工程,2018(6):103-109.
- [2] 全国首座全装配式高桩码头通过交工验收.光明网[EB/OL].(2022-06-24)[2022-08-05].https://tech.gmw.cn/2022-06/24/content_35835933.htm.
- [3] 中交第三航务工程勘察设计院有限公司.连云港港徐圩港区六港池 64#~65#液体散货泊位工程初步设计变更(报批稿)[R].上海:中交第三航务工程勘察设计院有限公司,2021:22.
- [4] 陈颖,莫馥姣,何庆辉.给装配式建筑算账!预制率与成本关系如何?实测项目数据告诉你![EB/OL].(2018-08-11)[2022-08-05].http://www.360doc.com/content/18/0811/16/10674139_777470311.shtml.
- [5] 住房和城乡建设部科技与产业化发展中心.装配式建筑评价标准:GB/T 51129—2017[S].北京:中国建筑工业出版社,2017.
- [6] 交通运输部定额站.沿海港口水运建筑工程定额:JTS/T 276-1—2019[S].北京:人民交通出版社有限公司,2019.
- [7] 王俊杰,贺静,张之栋,等.连云港港徐圩港区六港池 64#~65#液体散货泊位工程工程概算[R].上海:中交第三航务工程勘察设计院有限公司,2021.
- [8] 江苏省交通运输厅.连云港港首创全装配式高桩码头完成首榀横梁吊装.[EB/OL].(2021-08-17)[2022-08-05].http://td.jiangsu.gov.cn/art/2021/8/17/art_65478_9977027.html.

(本文编辑 王传瑜)

(上接第 58 页)

2) 通过预制横梁中预埋钢扁担工字钢,解决了预制横梁施工期搁置在桩基上的失稳问题,也避免了钢管桩壁直接与开孔处横梁主筋接触而引起施工期钢筋应力过大问题。

3) 在保证结构整体性的同时,提高了上部结构的预制装配率,大幅减少现场混凝土浇筑量,施工环保,工期更短。

参考文献:

- [1] 中交第一航务工程勘察设计院有限公司.码头结构设计规范:JTS 167—2018[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2018.

- [2] 中交水运规划设计院有限公司.水运工程混凝土结构设计规范:JTS 151—2011[S].北京:人民交通出版社,2011.
- [3] 上海港务局.上港机修厂门机修理码头工程竣工图[R].上海:上海港务局,1985.
- [4] 交通部上海港修建工程公司设计室.上港机修厂门机修理码头工程地质勘察报告[R].上海:交通部上海港修建工程公司设计室,1983.
- [5] 中交第三航务工程勘察设计院有限公司.江浦路越江隧道工程码头拆复建工程施工图[R].上海:中交第三航务工程勘察设计院有限公司,2017.
- [6] 中交水运规划设计院有限公司.水运工程钢结构设计规范:JTS 150—2012[S].北京:人民交通出版社,2012.

(本文编辑 王传瑜)