



码头改造工程中水运计价体系的应用与改进

周凡, 严茵

(上海国际港务(集团)股份有限公司, 上海 200080)

摘要: 码头改造项目自然条件复杂、利旧率高、设计变更频繁等特点致使其工程计价工作面临挑战。现行相关规范在造价审核中存在特征描述不全面、子目覆盖不足、定额消耗量与实际不符、工程量计算规则不一致等问题。以上海港罗泾港区集装箱码头改造一期工程为研究对象, 采用案例分析法, 梳理工程结算审核中的关键问题, 提出分拆清单条目、新增专项子目、调整定额消耗量及规范工程量计算规则等解决方案。构建了码头改造工程的 4 层级造价指标体系, 其中二级指标和三级指标拆解工程费用, 实现造价指标的分类和细化; 工程量指标和综合单价等四级指标为码头改造工程内容提供精准量化依据。研究结论为码头改造工程的造价审核提供了可操作的实践范式, 积累的造价数据为水运工程计价标准的动态更新提供了关键支撑。

关键词: 码头改造工程; 造价审核; 水运清单; 水运定额; 造价指标体系

中图分类号: U655

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2025)S1-0182-07

Application and improvement of port and waterway pricing system in wharf renovation projects

ZHOU Fan, YAN Yin

(Shanghai International Port (Group) Co., Ltd., Shanghai 200080, China)

Abstract: The complex natural conditions, high utilization rate, and frequent design changes of the wharf renovation project pose challenges to its engineering pricing work. The current relevant specification has problems in cost audit, including incomplete feature descriptions, insufficient types of sub-items, inconsistency between quota consumption and actual situation, and inconsistent rules for calculating quantities. Taking the phase I container terminal renovation project in Luojing port area of Shanghai Port as the research object, by using the case analysis method, the key issues in the project settlement audit are sorted out, and solutions such as splitting list items, adding special sub-items, adjusting quota consumption, and standardizing quantity calculation rules of the project quantity are proposed. A four-level cost indicator system for wharf renovation projects is constructed. The second-level and third-level indicators decompose construction costs to realize the classification and refinement of cost indicators. The fourth-level indicators such as engineering quantity indicators and comprehensive unit prices provide accurate quantitative basis for the content of wharf renovation project. The research conclusions provide a practical paradigm for the cost audit of wharf renovation projects, and the accumulated cost data provide key support for the dynamic update of the pricing standards for port and waterway engineering.

Keywords: wharf renovation project; cost audit; bill of port and waterway engineering; quota of port and waterway; cost indicator system

收稿日期: 2025-05-15

作者简介: 周凡(1982—), 男, 高级工程师, 研究方向为港口工程项目管理。

随着国家岸线资源集约化利用战略的推进,旧码头升级改造已成为水运工程领域的重要内容,尤其传统散杂货码头向全自动化集装箱码头的转型需求日益迫切^[1]。与新建工程相比,码头改造工程因自然条件复杂、利旧率高、设计变更频繁等特点,其造价审核难度显著提升,对现行计价体系提出了更高要求^[2]。现有相关研究探讨了大型运河工程的造价控制方法^[3],指出了水运工程的定额管理存在更新周期长、子目覆盖不足、计算规则不匹配等问题^[4],但仍需要充分考虑码头改造工程的特殊性,进一步深入分析造价审核的技术细节,并提出具有针对性的工程造价审核方法改进路径,以减轻结算争议风险。

本文基于研究现状,以罗泾港区集装箱码头改造一期工程为案例分析研究对象,系统分析现行水运清单与水运定额在造价审核中的适配性问题,提出针对性改进方案,并构建适配改造工程的多层级造价指标体系。以集装箱码头改造工程为案例,形成可复制的清单子目拆分与定额调整方法;构建包含 4 级指标的精细化造价体系,旨在填补现行计价标准在改造工程领域的细化空白,为行业计价标准动态更新提供量化依据。

1 码头改造工程造价审核特点

码头改造工程造价审核是建设项目投资控制的最终环节,其准确性直接关系到资金使用效益和工程结算的公平性。尤其在码头工程这类专业性强的项目中,造价审核的质量直接影响项目的经济合理性和建设目标的实现。

码头工程相较于一般建筑工程和基础设施具有显著的独特性。其建设受潮汐、波浪、地质、气象等自然条件影响较大,施工工艺复杂,因而水运工程的概算预算编制依赖全国统一的专业清单和定额。这种专业性使得码头工程的计量计价和投资控制工作具有较高的技术门槛,要求造价人员既熟悉工程特点,又掌握水运建设的计价规则,还要有创新突破的能力。

为加强国家岸线资源集约化利用,旧码头升

级是必然趋势,当前国内许多码头因建成年代较早,设施老化,正进入集中改造期。改造工程涉及功能转换、结构保留与升级、规模扩大及自动化改造等,其复杂程度远超新建工程。同时,由于改造项目时间紧迫,前期资料不全,设计深度不足,施工过程中需频繁调整方案和工艺,工程变更和现场签证增多,给投资控制带来巨大挑战。

然而,现行 JTS/T 271—2020《水运工程工程量清单计价规范》^[5](简称《水运清单》)和 JTS-T 276-1—2019《沿海港口水工建筑工程定额》^[6](简称《水运定额》)在码头改造工程中的应用存在一定局限性。例如,拆除加固、利旧结构计量、新旧工艺结合等场景缺乏明确计价依据,导致结算阶段工程量计算和清单组价争议频发。因此,需结合改造工程特点,进一步完善计价规则,提高造价审核的规范性和科学性,确保投资控制的有效性。

2 罗泾港区集装箱码头改造工程结算审核的关键工作

2.1 罗泾改造一期工程结算审核工作难点分析

上海港罗泾港区集装箱码头改造一期工程(简称罗泾改造一期工程)总投资约 40 亿元,是国内传统散杂货码头系统化转型全自动化集装箱码头,利旧率超 70%,这为造价控制带来极大挑战。老码头改造项目的水工工程施工难度突出,水域狭窄、拆除新建交叉、老桩沉新桩等问题,加大了人、材、机投入与索赔风险。

《水运清单》《水运定额》更新周期较长,现行《水运清单》和《水运定额》无法完全覆盖老码头拆除改造的内容,超长植筋、高精度凿除、港池疏浚、减载挖泥等非常规工序缺乏定额与历史经验参照,部分设计方案结合拆除情况进一步完善,导致变更量非常大,工程结算审核工作需要技术创新。

2.2 《水运清单》和《水运定额》在造价审核中的适应性分析与解决方案

2.2.1 《水运清单》部分子目特征描述不全面

工程量清单计价法虽已成为主流,但在水运

等专业工程中,仍存在清单与实际偏离的情况^[7],比如《水运清单》规范中,部分清单项目的特征描述无法反映施工工艺,且施工工艺往往需要结合施工现场情况做进一步规划和确认^[8]。不同施工工艺价格相差很大,现场实施情况可能与合同清单中单价的组成产生较大差异。

罗泾改造一期工程招标清单的施打钢管桩子目特征描述未写明施工工艺,因而合同清单的单价仅能覆盖普通方式打桩。施工现场实际采用吊打和普通打桩两种方式,因两种工艺存在较大价差,导致施工方与建设单位在结算时就计价方式产生争议。

为解决这一问题,在上海港罗泾港区集装箱改造二期工程(简称罗泾改造二期工程)的码头打钢管桩清单编制工作中,借鉴了一期经验,将打钢管桩分列为两条清单项目,区分了“水上打直桩”和“吊打直桩”,分别详细列示吊打工艺和普通打直桩工艺的项目特征及费用组成。通过分拆清单条目的方式,明确不同施工工艺对应的不同价格,有效减少争议,为结算审核提供清晰依据。

2.2.2 《水运清单》和《水运定额》未充分覆盖码头改造工程所需子目

1) 码头面保护性凿除。码头改造项目需要在尽量保护可用结构主体的前提下凿除部分原有结构,然而保护性凿除作业面临适用定额缺失的问题。现行《水运定额》仅涵盖普通混凝土凿除(如陆上拆除混凝土),缺少保护性凿除专项子目,未考虑老结构保护、人工精平凿除等特殊要求。

罗泾改造一期工程合同清单包含的拆除混凝土子目为普通混凝土凿除。实际施工过程中,部分老码头面层拆除工作应为码头面保护性凿除,面层整体降低 8 cm,且需保护下部钢筋网片,只能由人工使用小型设备慢速凿除,人工和机械的消耗量远高于常规的风镐凿除工艺。项目造价工程师根据实际情况进行审核,新增码头利旧凿除清单子目,经测算其消耗量远高于原合同清单中定额消耗量,但因招标图中已描述保护性凿除的相关内容,最终通过谈判,按照原合同单价计入

结算。这是结合项目本身条件,经风险评估、多方权衡后的解决方案,而随着旧码头改造项目的逐渐增多,本文建议《水运清单》和《水运定额》在修编工作中应更新保护性凿除等相关作业内容。

2) 码头下方减载挖泥。现行《水运清单》和《水运定额》所列的港池挖泥等疏浚工作均无码头下方减载挖泥的对应子目,因此既无明确的工程量计算规则,也缺乏消耗量组价依据。例如,罗泾改造一期工程码头下方地质为油性黏土,无法采用常规抓斗船进行挖泥施工,需使用长臂挖机等专用设备,因此无法直接套用现有的《水运清单》和《水运定额》子目,组价依据随之缺失。且由于缺乏计量规范,减载挖泥的超挖、超深工程量如何计取也容易成为争议焦点。

罗泾改造一期工程新增码头下方减载挖泥清单子目,借用清淤定额并调整相关作业设备,针对特殊地质情况考虑减载挖泥工效,并按图纸计算挖泥工程量,为后续项目的造价审核提供参考。

3) 码头防滑刻纹。现行《水运清单》与《水运定额》均无码头防滑刻纹相应子目,刻纹工程量计算亦无统一标准。码头防滑刻纹槽深、槽宽要求高,且需适应水工结构耐久性,与其最接近的 SHA1-31(01)—2016《上海市市政工程预算定额》^[9]中混凝土路面刻纹等子目,因施工工艺不同无法直接套用。且市政定额中的机械台班和人工消耗量偏低,与码头实际施工相差甚远,进而导致组价依据缺失。

罗泾改造一期工程结算审核时,新增面层刻切缝清单子目,工程量计算规则为按图以面积计算,并编写综合单价分析表以明确其组价依据。采用“三方确认”形式,以联系单记录刻纹具体参数(槽深、槽宽、间距)及施工工艺,辅以三方会议纪要,明确综合单价组成、单位换算原则,在结算审核中合理调整了消耗量,最终确定防滑刻纹综合单价为 18.26 元/m²。

2.2.3 部分定额子目分级、消耗量与工程实际不符

码头改造工程通常涉及主体结构新老面层结合处的植筋工作,现行《水运定额》中钢筋植筋的

分级与材料消耗量与实际需求不匹配,施工工效受部位影响大,常规定额无法覆盖多样化的施工场景。《水运定额》中植筋仅按钢筋直径划分 6 个档位,未考虑植入部位、深度的差异。实际施工中,植筋需穿越老码头纵、横梁等复杂结构,植筋深度差异显著,不少部位远大于定额默认深度 $15D \sim 20D$ (D 为钢筋直径)。码头区域植筋所用黏合剂对防水,耐久性等均高于常规区域,其消耗量对定额组价影响较大,导致现有《水运定额》无法准确反映实际成本。

罗泾改造一期工程结算审核工作采用定额消耗量按植筋深度等比换算的方法。首先测算某档直径的钢筋植筋定额中,黏合剂消耗量与实算黏合剂体积之比(即包含损耗率);再按图纸植筋深度对应的实算黏合剂体积增加或减少定额消耗量。从而将现有定额消耗量等比例调整到图纸植筋深度应有的消耗量,改善了定额组价的准确性。

2.2.4 个别子目定额和清单工程量计算方法不一致

现行《水运清单》和《水运定额》中个别子目的工程量计算方法不一致,需要在套定额时对定额组价做换算或者做说明。《水运定额》的港池疏浚工程量按“设计量+超宽超深量”计算^[10],而《水运清单》的工程量按设计图纸“净量”计取。罗泾改造一期工程项目合同中港池疏浚清单子目的工程量为图纸净量,但单价的组价基数却是定额工程量,且未能在招标阶段进行澄清。因此结算审核期间发生有关疏浚工程量计算规则的争议,最终按照清单计价原则不作核增,将合同单价视为承包人让利。

罗泾改造二期工程招标清单的编制工作针对这一问题做出改进。港池疏浚清单子目的项目特征描述包括了工程量的计算方法,且注明“招标工程量暂定,最终以施工前第三方测量数据和设计要求的泥面验收高程计算为准。超深、超宽等超挖及施工期自然回淤不单独计量,在报价内综合考虑。”这样的处理方法有效规避了结算审核时可能的争议,增强了《水运清单》应用的规范性。

3 码头改造工程造价指标体系构建

3.1 造价指标编制标准

根据 JTS/T 111—2024《水运工程定额编制规定》^[11](简称《编制规定》),随着水运行业标准化工作的深入推进,《编制规定》确立了造价指标编制的科学性、统一性与时效性原则,系统构建了基础的造价指标体系。这一指标体系指出,水运工程造价指标表式应反映项目的特征信息,包括项目名称、单位及主要参数。同时,按照工程费用、其他建设相关费用及基本预备费等类别,需列示各项工程或费用的名称、造价、对应的技术经济指标及其在总造价中的比例,体现了水运工程建设工程项目的造价结构。

然而,该造价指标体系在实际应用中存在局限性。其适用范围相对有限,没有覆盖码头改造项目;指标分级体系缺乏层次结构,分类标准存在定义模糊,内容界定不够清晰等;此外,数据采集流程、整理标准及动态更新机制尚未明确。这些问题限制了其行业适应性,亟需进一步优化与完善,以提升其在水运工程造价管理中的应用效果。

3.2 码头改造工程造价指标体系的改进

罗泾改造一期工程针对上述问题,研究并优化了码头改造项目的造价指标体系。造价指标的梳理应优先采用结算数据,以全面反映项目施工过程的成本变动真实结果,确保数据的真实性、完整性和时效性。

在《编制规定》中水运工程造价指标体系的基础上,罗泾改造一期工程造价指标体系采用多层次结构设计,一级和二级指标与概算编制规范保持一致,便于结算数据与概算项目的对应与比较。一级指标包括总投资指标、工程费用指标、其他费用指标、基本预备费指标、建设期贷款利息指标;一级指标汇总方法为单位吞吐量指标、每延米码头造价指标及占总投资比例。二级指标将工程费用细分单位工程,对疏浚、水工等 17 类工程费用进行造价拆解,明确分部工程造价指标的计

量方法,实现造价的初步分类与细化。三级与四级指标在二级指标的基础上进行延伸,聚焦单个功能或部位,通过明确工程内容和技术参数,例如疏浚工程中的土质工况、水工结构的拆分及桩基指标的细化,实现造价指标精细化管理,构建完整的造价指标参考体系。码头改造项目的工程费用造价指标体系的定义与范围见表1。

表 1 罗泾改造一期工程费用的造价指标体系
Tab.1 Cost indicator system of construction cost for phase I renovation project in Luojing

二级	三级	四级
疏浚工程指标		
水工工程指标	码头指标	钢管桩指标、PHC 桩指标、现浇构件混凝土指标、预制构件混凝土指标、植筋指标、钢轨指标、系船柱指标、钢塔架指标
	引桥指标	
	接岸护坡指标	
	变电所平台指标	
	引堤指标	
陆上拆除工程指标		
陆域形成及地基处理指标	围堤工程指标	袋装砂斜坡堤指标 抛石斜坡堤指标
	填筑工程指标	回填指标 吹填工程指标
		强夯法指标
	地基处理指标	排水固结法指标 堆载预压法指标
堆场及道路工程指标	道路指标	
	集装箱堆场指标	
	生产管理区指标	
	辅助区指标	
装卸机械设备购置及安装工程指标	集装箱指标	
	多用途指标	
	木材指标	
	杂货指标	
	固体散货指标	
生产辅助建筑物工程指标	液体散货码头指标	
	新建生产建筑物指标	
	新建其他构筑物指标	
	改造生产建筑物指标(若有)	
	改造其他构筑物指标指标(若有)	
给排水及消防工程指标	码头指标	
	陆域指标	

二级	三级	四级
供电照明工程指标	码头部分(室外)指标	码头桥架指标 电力电缆指标 码头接电箱指标 塔架配电箱指标 照明灯杆指标
		高压岸电装置指标 低压岸电装置指标
		岸电系统指标
		电力电缆指标 电缆井指标 电缆通道指标 管道基础指标
		陆域部分(室外)指标
	生产及生产辅建区指标	室外设备(投光灯、配电箱等)指标 各变电所的室内设备指标
	系统集成指标	
	控制系统工程指标	设备及材料的购置、制作、安装和附属工程指标
		设备基础及配套构筑物工程指标
信息系统指标	港区自动电话、有线生产调度电话、无线集群通信工程指标	
	宽带网络接入与电子数据交换工程指标	
	海岸电台、船舶电子导航工程指标	
通信工程指标	工业电视系统、安全防护、综合传输线路系统工程指标	
导助航工程指标	有线电话通信系统指标 无线调度集群系统指标 甚高频通信系统指标	灯塔工程指标 导标工程指标 助航标志工程指标
环境保护工程指标	系统工程指标	港区消烟除尘指标 污水处理指标 固体废弃物处理指标 噪声防治指标
		防尘网工程指标
		防治设施工程指标
	环境监测站工程指标	水上溢油指标 液体化工品污染指标
	港区生产作业、管理车辆及船舶指标	
港作车辆指标	港区消防、环保等专用车辆及船舶指标	

续表1

二级	三级	四级
标志标牌 指标	港区交通控制指标	
	标志工程指标	
临时工程 指标	施工临时码头、栈(引) 桥、道路、桥涵工程指标	
	施工场地、仓库、构件临 时预制场、滑道等工程 指标	
	临时围堰工程指标	
	施工降排水工程指标	
	临时供电、供水、供暖、 通信工程指标	
	防汛、防冰、防台设施等 防护工程指标	
	施工期通航安全措施 指标	
	水上安全监控设施指标	
	施工警戒标志指标	
	测量定位设施指标	
	施工期环保措施指标	
	建设项目水土保持措施 指标	
	其他临时工程和施工保 障措施指标	

相对于《编制规定》中较为笼统的水运工程造价指标体系，罗泾改造一期工程的造价指标体系增加三、四级分列，增强指标细化颗粒度，构建了工程部位的工程量与单位造价双重指标体系，适用于码头改造项目的造价审核与成本控制。

4 罗泾改造一期工程造价指标数据积累

4.1 罗泾改造一期工程概算与结算造价指标对比

根据 3.2 所述指标体系，本文梳理了罗泾改造一期工程水工码头 1 标和 2 标工程的真实结算数据。按照码头改造工程造价指标体系所定义的一、二、三级指标的范围和内容，将罗泾改造一期工程批复概算的每一项二级指标(即分部工程)拆分为对应的三级指标(即功能部位)，再以相同

口径汇总了结算审定金额的二级指标和三级指标。汇总的相关造价数据具备可比性，在二级和三级层面分别整理为《罗泾改造一期工程概算与结算造价指标对比表》，即可在不同细度上分析真实的工程建设造价对比批复概算的执行情况。

以罗泾改造一期工程总投资中占比较高的水工工程为例，其概算二级指标高于结算二级指标约 19%，继续分析其概算三级指标对比结算三级指标可知，10 万吨级大码头的概算指标高于结算指标约 21%，同样的差异在 1 万吨级小码头上约为 23%，在引桥上约为 8%，在引堤(含闸门)上约为 16%。通过梳理对比概算与结算的三级造价指标数据，可以细致地分析概算编制的合理性，从而为新的码头改造工程概算编制工作提供可靠依据。

4.2 罗泾改造一期工程重点工程量指标和综合单价指标

根据上述指标体系，本文基于罗泾改造一期工程结算审定数据梳理了第四级造价指标。分析范围包括水工工程(包含上游 10 万吨级码头、下游 10 万吨级码头、大码头背面 1 万吨级小码头、中部 1 万吨级小码头、7#引桥改造及扩建、6#引桥新建、7#引堤、6#引堤、变电所平台)、陆域形成与地基处理工程、堆场及道路工程、装卸机械设备购置及安装工程、生产辅助建筑物工程、给排水及消防工程及信息系统的造价指标，分析内容包括基础结构、上部结构和附属的分项经济指标，以及各分项中的关键工程量指标和关键综合单价指标。

以上游 10 万吨级大码头为例，其三级指标为：基础结构造价指标 5 632 元/m²，上部结构造价指标 4 125 元/m²，附属结构造价指标 780 元/m²。四级指标主要列项见表 2。

表 2 上游 10 万吨级大码头三级和四级造价指标
Tab. 2 Third-level and fourth-level cost indicators of 100,000-ton class wharf upstream

三级分项名称	四级指标名称	四级指标数据
基础结构	钢管桩(φ80~100 cm,60 m)	26.63 万元/根,4 438 元/m
	钢管桩(φ100 cm,40 m)	25.16 万元/根,6 290 元/m
	PHC 管桩(φ80~100 cm,60 m)	8.4 万元/根,1 398 元/m
	桩基扫测	1 333 元/根
上部结构	预制构件混凝土	经济指标 2 525 元/m ³ ,含钢量 173 kg/m ³
	现浇构件混凝土	经济指标 2 752 元/m ³ ,含钢量 189 kg/m ³
附属	1 150 mm 三鼓一板橡胶护舷	24 万元/套
	DA300H2500L 橡胶护舷	9 064 元/套
	QU120 钢轨	2 204 元/m
	系船柱(1 500 kN,C40)	96 799 元/个

5 结论

1) 通过分拆清单条目、新增专项子目及调整定额消耗量等措施,有效解决了《水运清单》与《水运定额》在码头改造工程中特征描述不全、子目覆盖不足等问题,为同类项目的结算审核提供了可复制的操作范式。

2) 本文构建的 4 层级造价指标体系,通过精细化分析使真实结算指标数据可以为概算编制提供参考,其数据积累为水运工程计价标准的动态修编及行业定额体系的完善提供量化依据。

参考文献:

[1] 吴亮,陈先威.既有海港高桩码头升级改造方案[J].水运工程,2025(4): 88-93.
WU L, CHEN X W. Upgrading and reconstruction schemes of existing seaport high-pile wharves[J]. Port & waterway engineering, 2025(4): 88-93.

[2] 刘刚,孙晓云.岷江犍为航电枢纽工程项目投资成本控制[J].水运工程,2021(12): 8-10, 17.
LIU G, SUN X Y. Investment cost control of Qianwei navigation-power junction project in the Minjiang River[J]. Port & waterway engineering, 2021(12): 8-10, 17.

[3] 刘海民,潘海涛,赵丽云,等.大型运河工程造价控制和

投资分析[J].水运工程,2024(12): 1-6.
LIU H M, PAN H T, ZHAO L Y, et al. Cost control and investment analysis of large-scale canal projects[J]. Port & waterway engineering, 2024(12): 1-6.

[4] 张宝华,贾楠.水运工程定额管理面临的形势和发展思考[J].水道港口,2023,44(3): 519-522.
ZHANG B H, JIA N. Situation and thinking about quota management of water transport engineering[J]. Journal of waterway and harbor, 2023, 44(3): 519-522.

[5] 水运工程工程量清单计价规范: JTS/T 271—2020[S]. 北京:人民交通出版社股份有限公司,2020.
Code of valuation with bill quantity of port and waterway engineering: JTS/T 271-2020 [S]. Beijing: China Communications Press Co., Ltd., 2020.

[6] 沿海港口水工建筑工程定额: JTS/T 276-1—2019[S]. 北京:人民交通出版社股份有限公司,2019.
Quota for maritime works inseaport: JTS/T 276-1-2019 [S]. Beijing: China Communications Press Co., Ltd., 2019.

[7] 赵紫剑.水运工程工程量清单计价规范的应用探讨[J].中国港湾建设,2023,43(12): 21-25.
ZHAO Z J. Application and discussion of valuation standards for quantity bills in port and waterway engineering[J]. China harbour engineering, 2023, 43(12): 21-25.

(下转第 208 页)