

顶推工艺钢结构桥梁造价分析

涂正浩

(南京城市建设管理集团有限公司, 江苏 南京 210000)

摘要 为研究顶推工艺钢结构桥梁造价, 本文汇总了现行涉钢结构相关定额, 对工程计价中存在的问题进行了分析, 并提出实操层面的相关建议, 通过工程实例, 深入探讨了大型顶推式钢结构跨河桥梁项目不同定额、市场询价、实测实量下成品钢箱梁制作的计价, 同时对顶推工艺关键费用进行识别, 分析了项目整体计价的重难点及应对技巧, 旨在为帮助造价人员根据实际情况灵活应用各种计价体系、更加准确地反映项目投资提供借鉴。

关键词 工程造价; 顶推式; 钢结构桥梁; 定额; 询价

中图分类号: U442

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.08.020

0 引言

随着我国交通事业的飞速发展, 我国钢结构桥梁的建设规模以及建设的数量有了很大的增长。结合我国现行的顶推式钢结构投资控制现状, 为了更好地完善钢结构桥梁工程项目的成本管理以及控制工作^[1], 本文以某大型跨河桥建设工程为单跨钢箱梁系杆拱桥为例, 阐述钢箱梁制作及顶推工艺计价的思路, 同时结合钢箱梁的加工工艺流程及顶推施工方案, 分析顶推工艺钢结构桥梁中的钢箱梁制作及顶推工艺工程造价。

1 涉顶推工艺钢结构定额及工程计价现状分析

在项目决策与实施过程中, 工程造价扮演着至关重要的角色, 它不仅是项目财务分析与经济评价的核心基石, 还在资源配置与成本控制中发挥着关键作用。定额作为工程造价编制的基础, 其全面性和准确性直接影响着造价工作的质量和效率。本文将深入剖析顶推工艺钢结构定额的现状以及工程计价的实际情况, 旨在为相关领域的研究者和实践者提供有价值的参考和借鉴。

1.1 现行涉及钢结构相关定额

现行涉钢结构相关的定额主要有《江苏省建筑与装饰工程计价定额》(2014 年)、《江苏省市政工程计价定额》(2014 版)、《公路工程预算定额》(JTG/T3832-2018)、《公路工程建设项目概算预算编制办法》(JTG-T3830-2018)、《江苏省建设工程费用定额》(2019 版) 等。

1.2 涉顶推工艺钢结构相关定额及工程计价存在的问题

当前各地区行业主管部门在工程造价管控领域, 尚未构建起统一的成本管控架构或单价指标限定区间。定额计价与市场实际询价所得金额往往相去甚远, 不同省(区、市)之间定额组价的数额差异亦颇为突出。

对于单项工程成本在项目总体造价中占比重大且各地定额基价离散程度高的项目而言直接套用部颁定额或者地方定额, 大概率会引发造价偏离, 无法达成对项目造价的精准把控。

1.3 实操层面相关建议

在开展工程造价编制工作期间, 应当综合多渠道询价成果, 在此基础上挑选出最为适配的定额类型, 并逐步搭建起不同工程方案与工程造价相互呼应、彼此适配的关联体系, 塑造完善的造价编制流程与定额选用规范。针对借用部颁定额或者非本地定额的工程子项, 须在造价编制说明文档里予以全面、细致地阐释解读, 以此契合造价管控与行业审查的要求。多渠道询价与定额适配体系构建:

1. 市场动态价格采集: 建立材料价格指数跟踪系统(如 Myssteel、广材网数据接口)、开发供应商分级管理系统(战略供应商/区域供应商/临时供应商)、设置价格波动预警机制($\pm 5\%$ 自动触发复核程序)。

2. 历史数据智能分析: 搭建项目造价数据中心(按结构类型/工程部位/施工工艺分类)、开发机器学习模型(预测材料价格趋势)、建立异常数据清洗规则(剔除 3σ 外离散数据)。

3. 定额动态适配矩阵: 编制定额适用性评估表(包含地域系数、技术参数、工艺标准等维度)、开发 BIM 工程量与定额自动匹配插件建立典型工程定额模板库(房建/市政/机电等专业模板)。

2 工程实例

2.1 项目概况

某大型钢结构顶推跨河桥, 该桥梁全桥长 128.6 m, 总宽度 45 m。在河道两岸大堤上设置下部结构, 采用

顶推工艺过河，河道范围不设置永久结构，工程与在建地铁线路并行，桥台跨越地铁线路盾构区间。本工程中钢箱梁及钢箱拱体型大、单节可达 10 ~ 40 吨，而普通的钢梁单重一般仅为 0.5 ~ 5 吨左右。普通钢梁的组成一般为一块腹板 + 两块翼缘板，零件基本为矩形结构，损耗率一般不超过 3%，本工程钢箱梁的零件异形、弧形、孔洞等都较多，经加工厂排料计算，损耗率超过 11%。材质方面，本工程桥梁结构用钢材质为 Q345qd，而一般民用结构用钢大多是普通的 Q345B 结构钢。普通钢梁的探伤要求为超声波探伤，而本工程的钢箱梁不仅需要超声波探伤，还需要做磁粉探伤及射线探伤，对焊缝质量要求远高于普通钢梁。加工厂预拼装需占据整个生产车间，此种大异形构件的生产制作对加工厂的硬件设备要求高，制作、运输、安装耗费的人工、机械、辅材等要远超普通钢梁结构。而普通民用及工业建筑的钢柱、钢梁制作、运输、安装等都较为简单，对机械的要求不高。

2.2 成品钢箱梁制作计价测算

2.2.1 成品钢箱梁加工工艺

1. 钢板预处理，为满足待涂覆构件表面粗糙度 sa3.0 级的要求，构件加工前首先进行钢板预处理，彻底清除钢板表面氧化皮，消除残余应力^[2]。

2. 板单元制作，桥梁钢箱梁结构形式复杂，制作工序中是先制作一块板单元。

3. 钢箱梁组焊制作，板单元制作完成后，以板单元作为单元个体进行钢箱梁制作。

4. 工厂预拼装，钢箱梁及钢拱制作完成后，需在加工厂进行整体预拼工作，以整体线形及对接符合设计要求。

5. 构件整体除锈，按设计要求，对成品构件整体抛丸除锈，须完全清除构件加工期间产生的锈蚀，特别注意焊缝部位的表面粗糙度处理。

6. 现场拼装及焊接，钢箱梁及钢拱运输至现场后，进行现场拼装及安装焊接工作，需注意焊前预热及焊后热处理，焊前预热是焊前将焊件局部和整体进行适当加热的工艺措施，其目的是避免产生淬硬组织和减小焊接应力与变形，它是防止产生焊接裂纹的有效方法。焊后热处理是焊接引起的不均匀的温度分布，焊缝金属的热胀冷缩等原因造成残余应力产生，焊接工作完成后可通过高温回火来消除。

2.2.2 成品箱梁制作不同定额组成分析

1. 房建类定额分析。基于《江苏省建筑与装饰工程计价定额》（2014 年），7-26 箱型钢梁制作定额，

涉及相关工作内容为放样、划线、截料、平直、钻孔、拼装、焊接、成品矫正、除锈、刷防锈漆一遍及成品编号、堆放。经测算钢箱梁梁体部分制作全费用约为 11 937 元 / 吨，钢箱梁的主材消耗为 2%，整个测算加工费用约为 4 210 元 / 吨，材料费用约为 7 727 元 / 吨，其中辅材（碳钢焊丝、氧气、乙炔气、防锈漆）等费用约为 1 320 元 / 吨，主材费用约为 6 407 元 / 吨。

基于费用定额，预制场地的建设费用包含在临时设施费用中，预制场地费用计入临时设施费。其次定额 7-26 包含一遍防锈漆，而实际桥梁钢箱梁需要在车间内做一遍富锌底漆，差距约 83 元 / 吨。基于定额 7-26 测算出与实际成本之间的差别，主要差距在主材消耗量，实际按照图纸净工程量计算（需扣除相关洞口）与实际下料工程量存在较大差别，因为桥梁钢结构节点对比房建中钢梁要更为复杂，主材的消耗大于 5%。

2. 市政公路类定额分析。《江苏省市政工程计价定额》（2014 版）、《国家市政工程消耗量定额》《公路工程预算定额》仅编制钢箱梁的安装定额，并未有相关钢箱梁制作定额，存在定额缺失问题。经咨询造价主管部门，《江苏省市政工程计价定额》（2014 版）与《公路工程预算定额》默认按照成品钢箱梁考虑定额使用。为了更好地匹配桥梁的钢箱梁定额，参考《广东省市政工程综合定额》（2018 版）相关定额，广东省对钢箱梁有现场加工定额，参照 D3-4-1 定额分析，定额工作内容放样、划线、截料、平直、钻孔、拼装、焊接、成品矫正、除锈、刷防锈漆一遍及成品编号、堆放。经测算钢箱梁制作全费用为 13 000 元 / 吨，钢箱梁的主材消耗为 5.5%，整体测算加工费用约为 5 737 元 / 吨，材料费用约为 7 763 元 / 吨，其中辅材（碳钢焊丝、氧气、乙炔气、防锈漆）等费用约为 1 326 元 / 吨，主材费用约为 6 437 元 / 吨。

目前市政定额的消耗量基本一致，差别在于加工费用。

2.2.3 成品箱梁制作市场询价

市场询价采集的样本是经过梳理整合，排除偏离较大、明显不适用的数据后平均计算所得^[3]。对于成品钢箱梁市场询价，询价价格需确保与市场行情相适应，可采用多家钢箱梁加工厂进行比选。

本项目对比了江苏南通钢箱梁生产厂家、江苏宜兴钢箱梁生产厂家、江苏扬州钢箱梁生产厂家、浙江台州钢箱梁生产厂家等，成品钢箱梁的出厂价格基本在 15 000 元 / 吨左右，不包含运输费用，运输费用陆运及水运多种方式综合考虑，并考虑路线及相关手续费等，综合报价在 800 元 / 吨。基本成品钢箱梁价格

在 15 800 元 / 吨。

为避免后期审计风险，利用类似项目作为比较，对比分析公路钢箱梁，基本价格在 15 000 元 / 吨。询

价的成品钢箱梁价格基本符合市场行情，但面临着相关烦琐的询价程序，同时参考调研的加工厂与类似项目，存在相关信息不对称。

表 1 除锈、刷防锈漆市政定额 单位: 100 m²

子目编号			5-422	5-423	5-424	5-425
子目名称			二毡三油	每增减 一毡一油	二布三油	每增减 一布一油
人材机名称		单位	消耗量			
人工	综合用工二类	工日	4.600	2.030	5.708	2.514
	石油沥青玛蹄脂	m³	0.540	0.170	—	—
	石油沥青油毡 350#	m³	239.760	116.490	—	—
	木柴	kg	240.900	70.400	214.500	61.600
材料	冷底子油 3:7	kg	48.480	—	48.480	—
	石油沥青 30#	kg	—	—	524.700	163.240
	玻璃纤维布	m²	—	—	250.300	121.760
	其他材料	%	1.000	2.000	1.000	2.000

(注: 工作内容: 熬制、裁料、涂刷底油、配料、拌制、铺贴安装、材料运输、清理场地。)

2.2.4 成品箱梁制作加工实测实量

对比相关定额，工序内容基本一致，对于差异的部分进行实际测量。经跟踪审计、监理单位、总承包单位、建设单位各派一人驻场，每天记录加工情况，每天测量确认。经测量分析，由于节点较多，目前主材加工损耗在 12%，但损耗的钢板可以回收利用，基于房建定额的损耗为 5%，超出 7% 的损耗，最终按一半计取超出损耗，最终确定损耗为 8.5%。对于加工费用与定额的差异，差异的部分主要在于工种，现场基本是高级焊工，焊工工资较高，与定额的人工费用存在差距，故建筑二类工按照一类工工资计算，符合市场行情，最终按照此方法确定了钢箱梁加工价格，调整人工工资单价以及调整钢箱梁主材消耗量。经计算，钢箱梁加工价格为 14 155 元 / 吨，整个测算加工费用约为 6 215 元 / 吨，材料费用约为 7 940 元 / 吨。

2.3 顶推工艺计价测算

2.3.1 顶推工艺施工步骤

施工拼梁平台共设置 7 排 21 组，上部结构桩顶设置型钢分配梁，临时墩，布置 48 台 250 吨双行程交替式步履顶推设备（12 台备用），采用多项推设备组合并通过 PLC 数控实现同步或特定顺序进行工作，全过程安排 150 名技术人员进行设备及顶推垫块调节。拼

梁平台上将钢梁一次性拼装完成，钢箱拱拼装及安装完成后安装刚性支撑、撤出支撑胎架，钢箱梁安装前、后钢导梁，需要注意对临时拼梁平台进行预压，预压过程中对沉降观测点进行检测，确保其支撑反力满足要求。

进行试顶推，顶起钢梁后推进一个行程，确认钢梁和临时结构正常后进行正式顶推，根据监控指令实时进行纠偏，注意观测主梁变形和各临时墩的支反力及变形情况。

根据竖曲线实时在钢梁和千斤顶之间垫钢板，确保各项推点接触密实。将钢箱梁顶推到设计位置，顶推过程需做好应力应变及变形监测^[4]。

顶推就位后拆除前后导梁及顶推刚性支撑，根据监控指令对同一索号的拉索同步分级均衡缓慢加载，并及时同步旋紧螺母张拉至设计索力，落梁至设计标高，并完成拱结构的变形监测。拆除所有临时设施，桥梁成型，并完成后续栏杆结构安装。

2.3.2 顶推体系组成

顶推平台，设计拼装平台长 140 m，宽 45 m，采用钢管桩基础+H 型钢分配梁结构。对应上部结构主纵梁位置设置 7 排 21 组临时墩，排距为 15.22 m+3*23.5 m+11.75 m+23.5 m+11.75 m，横向间距为 18.68 m。上

部结构由上至下依次为 2HN700*300 拼装分配梁, 通长 3HN700*300 纵向分配梁(梁长 136.7 m)、3HN700*300 横向分配梁。拼装平台中墩采用 $\phi 1020 \times 16$ mm 钢管桩, 边墩钢管桩基础采用 $\phi 820 \times 8$ mm 钢管桩。钢管桩顶标高 +11.005 m, 原地面标高为 +8.9 m。中墩钢管桩底标高 -7.1 m, 边墩钢管桩底标高 -2.7 m。此部分为施工作业平台, 未出现相关新工艺, 按照正常钢结构定额计价, 可以测算相关费用。

顶推布置, 桥台放置步履式千斤顶位置与顶推临时墩所受最大反力一致, 为保证桥台整体结构的安全性, 对桥台做局部应力补充加强。布置形式为 5 层 HPB400 钢筋网片, 钢筋间距为 15 cm, 桥台顶部布置 2 cm 厚钢板。此部分为顶推设备安装及相关措施费, 对于布置型式为 5 层 HPB400 钢筋网片, 钢筋间距为 15 cm, 桥台顶部布置 2 cm 厚钢板此部分有适用定额, 参照定额执行^[5]。

2.3.3 顶推工艺关键费用识别

1. 顶推平台费用识别。顶推平台与传统施工平台一致, 未出现相关新工艺新材料, 按照正常钢结构定额计价, 可以测算相关费用, 例如分配梁定额可以套用房建定额 8-112 圆柱每根重 4 吨以内安装。定额按照摊销考虑, 考虑项目实际情况及市场常规做法, 可以将平台的钢结构按照租赁方式计算, 定额工序已基本覆盖顶推平台的工作内容。

2. 顶推布置费用识别。此处分为三部分顶推的设备安装、顶推的使用、顶推的基础。对于千斤顶的基础, 5 层 HPB400 钢筋网片可以参照定额, 此基础为临时性的, 需考虑拆除工艺, 但拆除后的钢筋计取残值。

3. 千斤顶台班费用测算。对于千斤顶台班使用费计取问题, 目前测算思路是按租赁价格, 千斤顶租赁市场价格较为透明, 可以按照租赁的台班费用计取, 或者依据机械定额有相关千斤顶台班费用, 按照机械定额中千斤顶台班费用进行测算。每天使用千斤顶台班需各方确认。目前机械台班定额中千斤顶台班费用与实际现场费用相比较低。定额为按摊销考虑, 项目中未采纳租赁方式确认单价, 按照机械定额台班费用计取。

3 结论

本文汇总分析了涉顶推钢结构相关定额及工程计价中存在的问题, 通过工程实例, 深入探讨了大型顶推式钢结构跨河桥梁项目不同定额、市场询价、实测实量下成品钢箱梁制作的计价, 对顶推工艺关键费用进行识别, 得出以下结论:

1. 顶推工艺钢结构桥梁计价涉及成品钢结构及施

工工艺两方面费用。现行定额在涉顶推钢结构方面存在不全面和不细致的问题, 导致在实际工程中难以准确计价。特别是在顶推工艺的计价方面, 定额的缺失和不适用性使得项目成本难以精确控制。定额本身是施工工序的集合, 对于顶推工艺的关键费用识别, 我们发现千斤顶租赁费用、顶推布置费用等都是影响总成本的重要因素。通过对这些费用的详细测算和分析, 我们可以更好地掌握项目成本构成, 为成本控制提供有力依据。

2. 不同类型的定额测算需考虑适用性差异, 应采用结合工艺方案的测算数据进行修正, 并将修正数据对比市场价格。通过市场询价和实测实量的方式, 我们可以更准确地了解成品钢箱梁制作的实际成本。这种方式不仅提高了计价的准确性, 也为后续的施工成本控制提供了有力支持。

3. 市场价格可作为指导性价格, 定额内容及工艺方案测算计价如与市场价格差异较大, 则需在理清地域影响问题后, 重新分析修正数据。对于市场价格要多方求证合理性及准确性, 尤其新工艺、新材料、新技术等项目定额无法匹配, 市场价获取可能存在信息不对称。因此, 在钢结构桥梁造价分析中, 特别是在涉及顶推工艺等复杂情况时, 我们必须保持高度的专业性和严谨性。对于市场价格, 不仅要进行多方求证, 还要结合项目实际情况进行深入分析, 以确保价格的合理性和准确性。同时, 我们也应积极关注行业动态, 及时了解新工艺、新材料、新技术的发展趋势, 以便更好地应对定额无法匹配的问题。

综上所述, 涉顶推钢结构相关定额及工程计价是一个复杂而细致的过程, 需要我们在实践中不断探索和完善。希望本文的研究能为后续类似项目的计价提供参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 魏康, 王丽瑶, 周艳青. 桥梁维修加固工程造价分析[J]. 公路, 2024(06):243-247.
- [2] 易善德, 王德怀, 文定旭, 等. 双向超宽变腹板钢箱梁顶推施工工艺[J]. 公路交通科技, 2021, 38(S1):112-117.
- [3] 崔明超. 钢箱梁顶推施工控制技术研究[D]. 郑州: 华北水利水电大学, 2020.
- [4] 郭小昆. 建筑钢结构工程全过程的造价控制管理[J]. 中国建筑金属结构, 2023(10):148-150.
- [5] 侯兆新, 刘晓刚. 钢结构建筑产业化关键技术与示范[J]. 建筑钢结构进展, 2021(10):11.