

基于企业成本数据库的成本分析方法研究

张鹭

(中交一航局安装工程有限公司)

摘 要: 为解决建设工程成本分析中的数据整合困难、分析效率低下、预测精度不高等问题,以防城港某煤炭仓储项目机电标段 EPC 总承包项目为例,采用定额法、经验法及企业成本数据库相结合的方法,对投标与项目执行阶段的成本分析方法进行了研究。通过构建成本数据库解决方案系统,实现了成本数据的标准化处理、整合与迭代,有效提升了成本分析的准确性和效率。结果表明,该方法能够显著提高管理效率、降低管理成本、优化资源配置,并对未来人工智能时代建设工程成本管理进行了展望。

关键词: 港口机电项目; 成本分析方法; 数据库; 人工智能

0 引言

建设工程的成本分析是投标阶段乃至项目实施管理过程中的关键环节,其快速反应能力和准确性直接关系到项目的市场竞争力和经济效益。然而,传统的成本分析方法存在数据整合困难、分析效率低下、预测精度不高等问题。本文针对当前成本分析方法的弊端,结合企业内部的成本管理系统,为成本管理提供了新的解决方案以供参考。

1 工程概况

防城港某港口煤炭散货堆场建筑、机电 EPC 总承包项目,施工范围包含变电所房建、带式输送机设备基础、防风网工程、斗轮堆取料机设备供货及安装调试、供电照明系统、中央控制系统、斗轮机自动化控制及数字化堆场管理系统、环保喷淋系统、视频监控系统、电缆管(沟)、电缆井等设施的施工、工艺衔接处设施改造施工、调试、验收及相关服务。本文结合该项目,对成本分析过程进行了解析。

2 项目投标阶段成本测算方法

本项目是设计采购施工总承包模式招标,基本囊括了港口散货堆场配套土建和机电工程水、电、暖、自动控制等专业。投标阶段无施工图预算清单,专业繁多,成本测算难度非常大。针对本项目,首先需要明确招标范围和需要施工的内容。投标阶段成本测算基本步骤见图 1。详细阅读招标文件中招标方要求章节与技术规格书章节,特别关注与项目范围、主要供货设备数量、设备技术要求、改造部分工作等相关的部分。总结项目的施工范围,包括需要完成的分部工程、单位工程、子单位工程以及相关的附属工程。从招标图入手,分析施工的难点与重点,按施工方案预估额外需要的措施费用。最后,将梳理出的施工范围和技术要求与招标方提供的招标参考清单进行对比。检查清单是否涵盖了所有施工范围和技术要求,确保没有遗漏。对于识别出的清单漏项及时补充,将补充后的清单与原有清单进行整合,形成一个全面、准确、适用于成本分析的清单。

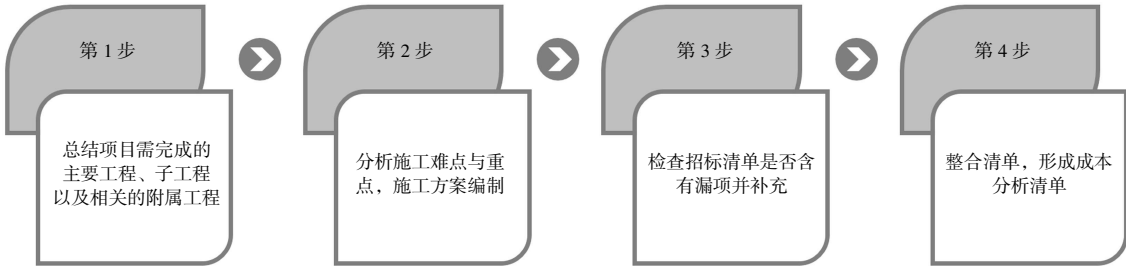


图 1 投标阶段成本测算基本步骤

3 成本分析方法的选用

当前行业成本分析主要采用传统定额法和经验法。定额法依据地方或行业发布的标准定额，结合造价站发布的调整文件进行成本估算；经验法基于历史项目数据进行成本预测。这 2 种方法

在本项目某些专业上具有一定适用性和可行性。

经过梳理，按照能够获取到的资源对各系统成本如何分析进行了评估，从而进行工作分解与任务分配。投标阶段各系统使用的主要成本分析方法见表 1。

表 1 投标阶段各系统成本分析方法

系统分类	基本工作思路	选用成本分析方法
带式输送机系统	通过技术分析，对每条带式输送机的钢结构、托辊组、滚筒、驱动、张紧、胶带、漏斗溜槽、拉绳开关等安全装置及其他附属设备进行初步设计，列出清单，对每类部件采购成本进行询价；施工费成本则通过经验法调整得出	经验法
供电照明系统	通过技术分析，依据招标清单，主要设备经数量复核后，增加设备参数进行采购成本询价；施工费成本通过定额法套取	定额法与经验法结合
中控系统、视频监控系统、斗轮机自动化控制及数字化堆场管理系统	通过技术分析，对系统所需软硬件、对监控点位进行配置、编程费用进行估算	经验法
环保喷淋系统	通过技术分析，补全主要管道、支管道管径、阀门、喷枪参数清单描述，定额套取、添加询价材料费组价	定额法
变电所房建、转运站	提交给联合体设计院相关设备参数，由设计院出具基础形式、建筑面积、层数、装修要求等参数，按公司类似工程乘以换算系数后得出	经验法
配套设施	如带式输送机系统基础(廊道、落地基础)、高杆灯基础、防风网(地基基础及上部钢结构)、电缆管(沟)、电缆井、管道基础等需联合体设计院提供相关参数后，按公司类似工程乘以换算系数后得出	经验法

通过定额法、经验法进行成本估算虽然快速，但历史数据和经验可能存在误差或不适用于当前项目，从而导致成本测算结果偏离实际成本。

4 成本分析方法的不足与改进

项目落地后，通过与联合体设计院提供的施工图预算金额对比，供电照明系统与基础建设部分成本预算不足，其他系统在投标阶段技术人员提前介入有效地控制了成本。由此可见，定额法和经验法虽然在投标阶段发挥了巨大的作用，能够获得较为贴近的成本金额，但在项目实际执行过程中仍有预算不足的缺点。

首先，定额法的前提是清单的工程量和特征描述准确，同时考验定额人员的专业水平，人员需完整地按每项施工内容的工序套取涉及的人材机消耗量与单价准确录入，措施费、取费完整，才能得到一份相对准确的价格预测。在实践经验中，虽同为定额法，个人差异所导致的结果差异比较巨大，只能作为项目概算阶段的预算参考，作为实际成本分析的实用性较差。例如，桥架施工路由弯通数量与定额算法数量的差异。《广西壮族自治区安装工程消耗量定额》(2015)第四册电气设备安装工程，工程量计算规则“桥架按延长米计算工程量，不扣除弯头、三通、四通等所占的长度。桥架安装包括运输、组对、吊装、固定，

弯通或三、四通修改、制作组对，切割口防腐，桥架开孔，上管件、隔板安装、盖板安装、接地、附件安装等工作内容”^[1]。实际工作中，大多数采用成品弯通供货，提高工程形象，同时减少现场制作废料及人工消耗。这时需要对定额消耗量进行修改，适当减少人工消耗，增加成品弯通材料费用，减小桥架的损耗系数，删除弯通制作所需的切割机及砂轮机的台班数量及零星辅材以修正价格。这种调整几乎在新增定额，调整时存在以下 2 个问题：1) 如何确定原定额中安装直桥架与制作弯通的人工占比，人工消耗减少到多少较符合实际。2) 增加了成品弯通导致直桥架的损耗率从 0.5%降低到什么数值为新损耗率。所以，在使用定额法的过程中即使知道修正定额的方法，也依然会存在个人差异导致的结果差异。

其次，经验法的数据是通过企业历史工程按照不同的项目参数分类汇总得出，逻辑来源于类似工程预算法。例如：本项目皮带输送机带宽 1.8 m，2 条皮带机平行布置，基础预制桩中心线相距 9.4 m；可参考防城港 2019 年某散货堆场项目皮带输送机栈桥施工成本，皮带输送机带宽 1.8 m，2 条皮带机平行布置，基础预制桩中心线相距 8.3 m。2 个项目土建的图纸做法相同，可以考虑在 2019 年项目成本的基础上上调系数以确定现工程价格。

但经验法也有弊端，以成本分析团队的工作经验为基础，数据样本较少。而且，即使有 10 份以上类似工程的样本，但反映的是过去的情况，每个项目的成本结构和成本驱动因素也可能存在显著差异，历史数据往往只能提供有限的信息，而且可能受到如技术进步、原材料价格波动、人工成本上涨等多种因素的影响，可能导致无法完全准确地预测未来的成本情况，缺少合理的系数调整确定方法，查询分析效率低下。传统的成本分析方法通常采用表格或报告的形式展示数据，基层人员需要花费大量时间进行数据筛选和分析。由于缺乏智能化分析功能，难以从海量数据中发现有价值的信息，从而获得导向信息。

目前，从信息技术(IT)时代向数据技术(DT)时代转变。DT 时代强调数据处理技术，不仅关注数据的收集和处理，更注重如何利用数据来提升生产效率。

5 成本数据归集系统

提升项目成本管控的关键在于成本测算前期准确预估，执行阶段有效控制，仅靠项目人员的经验管理很难实现规模化的复制，扩充企业的成本数据库，实现数字化是非常有必要的。

工作的难点在于一个项目在实施过程中会产生大量的成本数据，这些数据来源于不同的业务

部门，一个大型公司又会有成百上千个项目，数据的杂乱与庞大不容小觑，系统工程的重点在于数据的整合与迭代。搭建成本数据库首先要收集每一个项目数据，并进行整合，确保数据的完整性和准确性。然后对收集到的数据进行标准化处理，统一数据格式、数据名称、单位换算等，整合和标准化后的数据存储于数据库中，随着更多的项目积累，新的成本数据会不断产生。

中交集团的项目管理系统为项目采购、劳务分包、机械成本的归集与统计提供了一种解决思路，并实现了数据沉淀，成本数据库解决方案系统逻辑见图 2。从对齐业务管理颗粒度入手，以 WBS(Work Breakdown Structure)+工程量复核清单(按施工图经确认的施工清单)为基础管理最小单元，清单细化至最小单位部位设计量为思路。由此，引入 3 个清单的概念，即合同工程量清单、工程量复核清单、主材清单。合同工程量清单指上游合同清单及上游合同变更后清单；工程量复核清单是按施工图经确认的施工清单。通过与统一编码标准的 WBS 清单进行挂接，主材清单使用统一的设备物资编码录入，实现预算收入预测，上游与下游数据的对比，进度计量与成本关系，物料节超分析报表的自动输出。

系统融合打通项目一线作业场景，通过数据

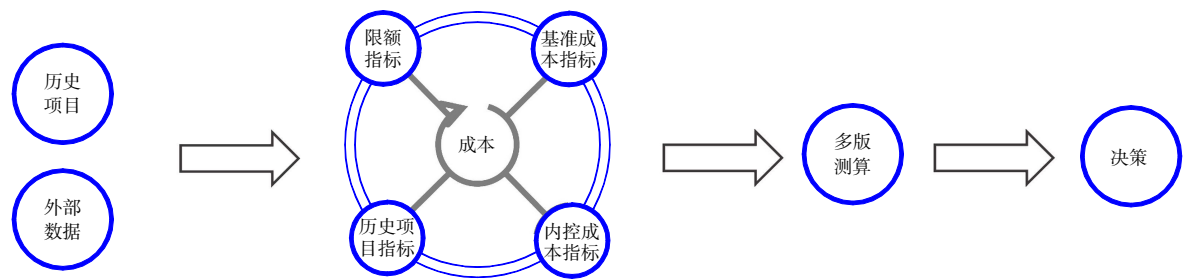


图 2 成本数据库解决方案系统逻辑

平台对全要素数据进行积累，将一线人员作业场景中的成果数据自动清洗、整理出来，摒弃过去碎片化管理，及时采集现场、经营、材料、财务部门数据，实现系统自动成本核算。分析过程尽可能减少人为干预，使用软件比对分析，保证积累数据真实有效。

积累沉淀的数据循环，数据量快速增长，当数据量积累到一定量，就可分析。形成的数据进入历史项目库，获得历史成本数据，将需要计算成本的清单导入到库内，自动匹配相同区域、近

期年份、相同工作内容的成本数据；同时支持材料数据库更新，对材料进行调差，有效指导后续业务的发展，真正发挥管控价值并有效落地。

6 未来成本数据库的应用逻辑

由上文所述，项目管理系统成本数据库的数据存储逻辑可以达成成本分析、预测、管控等诸多目的。但目前数据整合仍需投入大量的人力、物力来对不同的数据进行标准化登记、数据挂接，将数据转换为适合后续分析和建模的格式和结构。不排除数据在挂接过程中存在缺失值、异常值的

问题,数据集中后的使用还需要人工进行修正。

未来人工智能(AI)技术的加入会大大便利数据的整合。ChatGPT 系列,一种基于 Transformer 的大型语言模型,可利用其自然语言处理能力,协助整合不同来源的成本数据^[2]。例如,焊接 DN250 钢管,编制清单时需区分不同壁厚、不同的压力等级、不同的连接方式,特征描述需按统一描述字符完全一致,才能被系统识别,否则会出多条冗余数据,导致数据选用时报错。

在 AI 技术下,ChatGPT 系列能够理解和解析类似的清单条目,自动归类汇总存储。应用方面,则不需要人工将需分析清单翻译成系统所需的标准清单。ChatGPT 系列具备与用户自然语言交互的能力,能够理解用户的查询意图,并提供准确、详细的数据分析结果。例如,用户可以查询特定项目的成本构成、分析成本变化趋势等^[3]。可以利用成本数据库模型中的历史数据和实时数据,识别如地理位置、项目规模、类型的相关性,比较不同施工方案、材料选择或承包商的成本和效益,进行成本预测和决策支持。

通过分析工程项目的成本构成和影响因素,ChatGPT 系列预测工程项目的未来成本趋势,如价格波动、施工延误或设计变更,提供不同决策

选项的成本效益分析、风险评估以图表、报告或其他可视化形式呈现给用户,而不是碎片化的表格数据,便于理解和分析。交互式决策,ChatGPT 系列回答有关成本的问题,提供决策建议,并根据用户的反馈进行调整,整合来自其他系统的数据(如进度管理系统、财务系统等),以提供更全面的决策支持。

7 结语

本文探讨了防城港某煤炭仓储项目机电标段投标阶段成本分析方法选用及实施过程中中交项目管理系统的使用体会,分析了各阶段成本分析方法的不足。对未来企业的成本数据库的发展进行了设想,人工智能技术具有显著的优势和潜力,随着不断发展和完善,加入人工智能技术的成本数据库将在建设工程成本管理中发挥更加重要的作用。

参考文献:

- [1] 广西壮族自治区建设工程造价管理总站. 广西壮族自治区安装工程消耗量定额第四册电气设备安装工程[M]. 北京:中国建材工业出版社,2015.
- [2] 赵瑞雪,黄永文,马玮璐,等. ChatGPT 对图书馆智能知识服务的启示与思考[J]. 农业图书情报学报,2023,35(1):29-38.
- [3] 李旭娟. 基于数据库的矿井成本估算模型构建研究[J]. 煤炭工程,2023,55(7):188-192.