

# Research on Cost Control under EPC Model for Civil Aviation Airport Engineering

Shaomin Zhang

Western Airport Group Construction Engineering (Xi'an) Co., Ltd., Xianyang, Shaanxi, 712035, China

## Abstract

Civil aviation airport projects are characterized by large investment scale, long construction cycles, and high system complexity. Under the EPC mode, the integration of design, procurement, and construction significantly increases the uncertainty and systematic challenges of cost control. Focusing on the organizational structure and implementation mechanism of the EPC mode, this study conducts a systematic analysis from the perspectives of cost control system construction, influencing factors, and key control links. Based on the concept of whole-process cost management, it examines the impact paths of design optimization, equipment selection, and construction organization on cost formation. On this basis, the application of information and digital technologies in cost control is further explored, and the precision and forward-looking capability of cost management are enhanced through risk identification and dynamic early warning mechanisms. The findings contribute to improving the scientificity and coordination of cost management in civil aviation airport projects under the EPC mode, and provide technical support for enhancing investment benefits.

## Keywords

civil aviation airport engineering; EPC mode; cost control; whole-process management; cost optimization

## 民航机场工程 EPC 模式下造价控制研究

张少敏

西部机场集团建设工程（西安）有限公司，中国·陕西 咸阳 712035

## 摘要

民航机场工程具有投资规模大、建设周期长及系统复杂度高等特点，在 EPC 模式下，设计、采购与施工环节高度集成，使造价控制面临更高的不确定性与系统性挑战。围绕 EPC 模式的组织结构与实施机制，从造价控制体系构建、影响因素分析及关键环节控制等方面展开系统梳理，结合全过程造价管理理念，分析设计优化、设备选型及施工组织对造价形成的作用路径。在此基础上，进一步探讨信息化与数字化技术在造价控制中的应用方式，并通过风险识别与动态预警机制提升成本控制的精准性与前瞻性。相关研究有助于提升民航机场工程 EPC 模式下造价管理的科学性与协同性，为工程投资效益提升提供技术支撑。

## 关键词

民航机场工程；EPC 模式；造价控制；全过程管理；成本优化

## 1 引言

随着民航基础设施建设规模持续扩大，机场工程逐步呈现出多专业交叉、系统集成度高及技术要求复杂等特征。在此背景下，EPC 模式因其集成化管理优势被广泛应用于大型机场建设项目之中，将设计、采购与施工深度融合，形成统一的责任主体与管理链条。然而，这种高度集成的实施方式在提升建设效率的同时，也使工程造价控制由传统分阶段管理转变为全过程协同控制，对管理方法与技术手段提出了更高要求。工程造价不仅受设计方案合理性影响，还与设备采购策略、施工组织方式及市场环境变化密切相关，任何

环节的偏差均可能放大成本风险。因此，有必要从系统角度出发，对 EPC 模式下造价形成机制及控制路径进行深入分析，构建适应民航机场工程特点的造价控制体系，以实现投资效益与工程质量的高质量落实。

## 2 民航机场工程 EPC 模式下造价控制体系构建

### 2.1 民航机场工程 EPC 模式内涵及其造价管理特征

民航机场工程 EPC 模式是以工程总承包为核心，由单一责任主体对设计、采购与施工实施一体化管理的组织方式。在机场工程中，航站楼、飞行区、空管系统及机电设备等多专业交叉，EPC 模式通过纵向整合资源实现设计与施工深度耦合，使造价管理由分阶段控制转向全过程统筹。工程总承包方需承担投资控制与履约责任，促使造价管理从单一计量控制转向成本策划与价值工程并重的综合管理形态。

【作者简介】张少敏（1986-），女，中国陕西宝鸡人，本科，工程师，从事民航及公路桥梁造价管理研究。

同时,合同价格形式多采用总价或目标成本方式,风险在各参与方之间重新分配,使造价控制呈现出责任集中、过程联动及结果导向的显著特征<sup>[1]</sup>。

## 2.2 EPC 模式下造价控制目标与控制原则界定

EPC 模式下造价控制目标以实现投资效益最大化为导向,在满足安全、功能及质量要求的前提下,将工程总成本控制在合同约定范围内,并通过技术优化提升资金使用效率。造价控制不仅体现在成本压缩,还强调价值提升与资源配置效率,要求在设计阶段实现方案经济性,在采购阶段实现性价比最优,在施工阶段实现成本消耗与进度匹配。控制原则体现为全过程协同控制与动态调整机制并行推进,依托设计、采购及施工的联动关系构建成本闭环管理路径。同时强调风险可控原则,通过合同条款与风险分担机制对价格波动,成本信息透明化与数据化管理成为重要支撑,通过持续跟踪与偏差分析实现对造价的实时修正与精细化控制。

## 3 民航机场工程 EPC 模式下造价影响因素分析

### 3.1 设计阶段对工程造价的关键影响机制

设计阶段对民航机场工程造价具有决定性影响,结构形式、功能布局及技术标准直接决定工程量规模与成本构成。航站楼空间组织、跑道结构设计及机电系统配置均对投资水平产生显著影响,设计方案一旦确定,后续阶段调整空间将明显受限。在 EPC 模式下,设计与施工的联动关系更加紧密,设计单位需充分考虑施工可行性与材料供应条件,通过优化结构体系与工艺路径降低施工成本。技术参数选择同样影响造价水平,设备容量、系统冗余度及自动化程度均与投资规模密切相关。设计阶段若缺乏成本约束,容易导致功能过度配置与技术标准过高,从而推高整体造价。通过限额设计与价值工程方法,将成本指标嵌入设计决策过程,可实现技术与经济的协调统一,使造价在源头得到有效控制<sup>[2]</sup>。

### 3.2 采购与设备选型对造价波动的影响路径

采购与设备选型在民航机场工程中占据较高成本比例,航站楼机电系统、行李处理系统、安检设备及空管设施均属于高价值设备,其价格受市场供需、技术标准及供应链稳定性影响明显。在 EPC 模式下,采购活动由总承包方统一组织,设备选型需兼顾性能、可靠性与经济性,选型偏差将直接导致投资增减。国际化设备采购比例较高,汇率波动与运输成本变化对价格形成影响,使造价呈现一定不确定性。供应商选择与采购方式同样影响成本水平,集中采购与规模化采购可降低单位成本,而分散采购则可能增加管理费用。采购周期与施工进度之间的匹配程度也对成本产生作用,设备到货延误会引发工期延长与费用增加。通过优化采购策略与建立供应链协同机制,可有效降低造价波动风险。

### 3.3 施工组织与实施过程中的成本驱动因素

施工组织与实施过程是造价消耗的主要阶段,施工方案、资源配置及现场管理水平直接决定成本控制效果。在民

航机场工程中,飞行区施工、航站楼结构施工及机电安装工程均具有施工周期长、技术要求高及交叉作业复杂等特点,施工组织不合理将导致资源浪费与效率下降。施工工艺选择对成本影响显著,机械化施工水平与施工方法的优化可降低人工成本并提高施工效率。材料管理与现场物流组织同样影响成本水平,材料损耗率与周转效率直接关系到费用支出。施工进度控制与成本控制存在耦合关系,进度滞后会引发机械闲置与人工费用增加,进度过快则可能导致资源配置不合理。通过精细化施工管理与动态成本监控,实现施工阶段成本消耗的合理控制,是 EPC 模式下造价管理的重要环节。

## 4 民航机场工程 EPC 模式下造价控制关键环节

### 4.1 设计优化与限额设计控制机制

设计优化与限额设计在 EPC 模式下直接决定工程投资边界,需将造价指标嵌入设计全过程。以航站楼工程为例,结构形式优化可使混凝土用量由每平方米 0.52m<sup>3</sup> 降低至 0.46m<sup>3</sup>,钢筋用量由 95kg/m<sup>2</sup> 下降至 82kg/m<sup>2</sup>,单体结构造价下降约 8.6%。通过限额设计控制,将单位建筑面积造价控制在 7200 元 /m<sup>2</sup> 以内,相较初步方案 7800 元 /m<sup>2</sup> 降低 600 元 /m<sup>2</sup>,按建筑面积 20 万 m<sup>2</sup> 计算可减少投资 1.2 亿元。机电系统设计中,通过冷热源配置优化,将冷机装机容量由 42000kW 调整至 38000kW,设备投资减少约 900 万元,运行能耗降低约 6.5%。飞行区道面设计中,厚度由 36cm 调整为 34cm,在满足荷载等级 PCN 值要求下,每公里跑道混凝土节约约 4200m<sup>3</sup>,造价下降约 300 万元<sup>[3]</sup>。限额设计要求将投资指标分解至专业与分项层级,通过动态校核设计成果与成本偏差,使设计阶段造价偏差控制在 ±3% 范围内,从源头实现投资约束。

### 4.2 采购管理与合同价格控制策略

采购管理在机场工程中通常占总造价的 45% 以上,设备与材料价格波动对整体投资影响显著。航站楼机电设备采购中,通过集中采购将空调主机单价由 620 元 /kW 压缩至 580 元 /kW,按 38000kW 容量计算节约约 1520 万元。行李处理系统采购中,采用技术规格优化与供应商竞争机制,使单位价格由 3.6 万元 /m 降至 3.2 万元 /m,总投资减少约 2400 万元。合同价格控制中,采用目标成本加激励约束机制,将合同总价设定为 38 亿元,设置偏差控制区间 ±5%,当实际成本控制在 36 亿元以内时,节余部分按 3:7 比例分配,形成成本约束动力。国际设备采购受汇率波动影响较大,当汇率由 6.8 波动至 7.2 时,设备采购成本增加约 5.9%,通过锁汇机制将汇率风险控制在 ±2% 以内,减少潜在损失约 3000 万元。通过优化采购批次与到货节奏,使库存周转周期由 90 天缩短至 60 天,资金占用减少约 30%,有效降低财务成本<sup>[4]</sup>。

### 4.3 施工阶段成本动态控制与偏差纠偏机制

施工阶段成本消耗约占总投资的 55%,动态控制与偏

差纠偏成为关键管理内容。在航站楼主体施工中,通过施工组织优化,将钢结构安装效率由每班组日均8t提升至11t,人工费用降低约18%。混凝土浇筑采用泵送与分区施工结合方式,使机械利用率提升至85%,机械费用下降约12%。施工进度控制与成本消耗紧密关联,当工期延误15天,将增加人工及机械费用约480万元,通过进度压缩与资源再配置将延误控制在5天以内,减少成本增加约320万元。材料管理中,通过精细化控制将钢材损耗率由3.5%降低至2.1%,按总用量1.8万吨计算,节约材料约252t,减少成本约120万元。动态成本监控以月度为周期,对比计划成本与实际成本偏差,当偏差超过4%时启动纠偏机制,通过调整施工方案与资源投入,使成本偏差恢复至±2%范围内,实现施工阶段成本可控运行<sup>[5]</sup>。

## 5 民航机场工程 EPC 模式下造价控制方法与实际案例分析

### 5.1 全过程造价控制方法体系构建

全过程造价控制方法以投资策划、设计控制、采购管理与施工执行为核心环节,形成闭环管理体系。以鄂州花湖机场工程为例,该项目总投资约320亿元,在EPC实施过程中通过正向设计与造价协同机制,将航站区单位造价控制在6800元/m<sup>2</sup>左右,较初期方案降低约9%。在设计阶段引入BIM正向设计方法,对结构、机电及管线进行三维集成优化,减少碰撞点约12000处,避免返工成本约8500万元。采购阶段通过集中招标与框架协议方式,使关键设备采购成本下降约6%,节约资金约1.5亿元。施工阶段通过全过程成本跟踪系统,将成本控制精度提升至±2%,并将施工变更率控制在3%以内。全过程造价控制通过数据驱动与多专业协同,实现设计、采购与施工之间的成本联动,使投资控制贯穿项目始终,并形成可量化、可追溯的管理路径。

### 5.2 信息化与数字化技术在造价控制中的应用路径

信息化与数字化技术为造价控制提供了数据支撑与决策依据。以合肥新桥国际机场改扩建工程为例,该项目建设投资约260亿元,构建了智慧管理平台,将造价数据、进度数据与施工数据进行集成管理。平台通过BIM模型与造价数据库关联,实现工程量自动提取精度达到98%,较传统人工计算效率提升约3倍。材料价格数据库实时更新约2000类材料价格信息,使预算偏差控制在±3%以内。施工阶段通过物联网技术对机械设备运行状态进行监测,使设备利用率提升至88%,机械费用下降约10%。平台设置成

本预警阈值,当成本偏差超过5%时自动触发预警,管理人员可在3天内完成调整决策。数字化技术的应用使造价控制由事后核算转变为过程控制,提升了成本管理的实时性与精确性。

### 5.3 风险识别与成本预警机制构建

风险识别与成本预警机制是保障造价控制有效性的关键支撑。以厦门新机场工程为例,该项目总投资约500亿元,建设周期约5年,在实施过程中建立了多维度风险识别体系,将风险划分为设计风险、采购风险及施工风险3类,并细化为15项关键风险指标。通过历史数据分析,将材料价格波动幅度设定为±8%,当市场价格上涨超过该区间时启动采购策略调整。施工阶段设置成本偏差预警值为4%,当月度成本偏差达到该值时即进入风险控制状态。项目采用大数据分析,对超过200万条历史造价数据进行比对,预测成本增长趋势,使成本超支风险提前30天被识别。通过风险分级管理,将高风险事件控制在总事件数量的12%以内,重大成本偏差控制在3%以内。预警机制与决策机制联动运行,使造价控制具备前瞻性与主动性,有效降低项目投资不确定性。

## 6 结语

民航机场工程在EPC模式下呈现出高度集成与全过程协同特征,造价控制已由传统分阶段管理转向系统化、动态化运行。围绕设计优化、采购管控及施工阶段成本调节等关键环节,通过信息化手段与风险预警机制的融合应用,能够有效提升成本控制精度与响应效率。在复杂工程环境与多因素叠加影响下,构建以数据驱动为核心的造价管理体系,对实现投资效益与工程质量协调统一具有重要意义,并为大型基础设施项目管理提供可借鉴路径。

### 参考文献

- [1] 曹佳明,张可嘉,刘宝良,蔡学鹏,董国峰,何林飞,阮祥玲,高智伟,赵伟,贾宇哲,杨凯.合肥新桥国际机场工程智慧管理平台造价算法的研究与实现[J].中国建设信息化,2024,(14):59-63.
- [2] 葛承鑫.民用机场场道工程造价管理[J].工程建设与设计,2023,(08):235-237.
- [3] 杨林晓.基于BIM正向设计的建筑工程造价管理实践——以鄂州花湖机场工程项目为例[J].项目管理技术,2023,21(04):14-19.
- [4] 叶鑫.新建民用运输机场工程造价管控措施分析——以厦门新机场工程为例[J].运输经理世界,2021,(17):85-87.
- [5] 陈迫进.机场工程造价结算审核控制的重点、难点探讨[J].居业,2020,(12):120-121.