

(3) 危险高度以下空间内能见度不低于 10m。

2.3 研究方法

本项目利用火灾动力学模拟软件（FDS）对火灾发展过程及烟气控制过程进行数值模拟计算，验证初步设计能够达到的烟气控制效果，并及时对初步设计的烟气控制系统及其参数值进行调整以满足设计要求，确定最终的烟气控制系统设计方案及其设计参数值。

3 研究结果与分析

3.1 计算初设条件

表 3 FDS 计算初设条件

初始条件	参数及要求
火灾增长方式	快速
火灾热释放速率	10.5MW
自动灭火系统	未设置
防排烟设置	咽喉区未要求，两侧自然通风

3.2 模拟结果

如图 2 所示为烟粒子分布情况，所示为咽喉区火灾发生后 100S~1800S 等时刻烟气在咽喉内的分布情况。火灾发生后，烟气向盖下咽喉区顶部蔓延，到达顶棚后向四周扩散，最终由盖边开敞区排除。

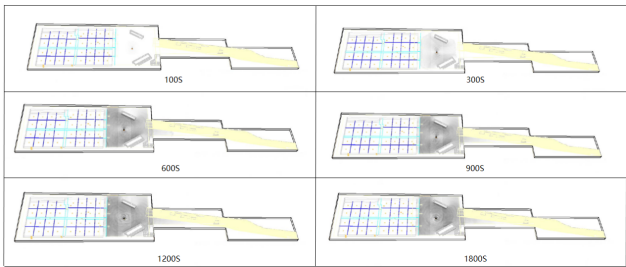


图 2 不同时刻咽喉区烟气分布情况

经模拟，除着火点附近区域外，在计算时间 1800S 内，盖下停车场的能见度、温度、CO 浓度均未达到为危险判据值，满足本项目的人员生命安全判定标准。图 3 为咽喉区火灾发生后 1800S 时危险高度处能见度、温度、CO 浓度等检测参数云图，从图中可以看出，火灾发生后 1800S 时，Z=2.8m 高度处可耐受指标（烟气的能见度、温度、CO 浓度）均满足烟气温度不超过 50℃、CO 浓度不超过 500ppm、空间内能见度不低于 10m 的要求；同时，火灾发生后 1800S 时，X 方向处可耐受指标（烟气的能见度、温度、CO 浓度）除着火点附近外其他区域均满足烟气温度不超过 50℃、CO 浓度不超过 500ppm、空间内能见度不低于 10m 的要求。

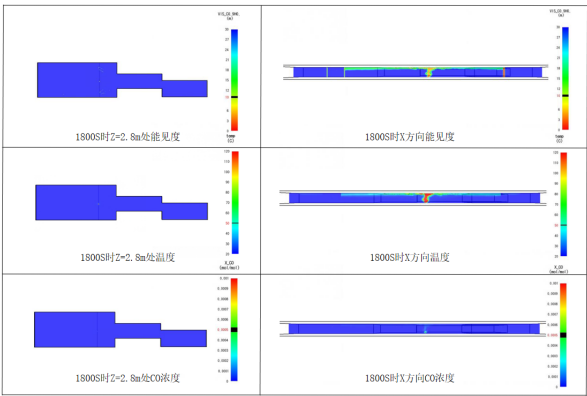


图 3 咽喉区火灾发生后 1800S 时检测参数云图

《地铁设计防火标准》（GB 51298-2018）第 8.2.7 条的条文解释指出：其他库外以轨行区为主的交通区域基本无可燃物，亦非人员长期居留场所，且空间高大，因此未要求设排烟设施。结合前述模拟及分析，盖下咽喉区不要求设置排烟设施，两侧自然通风即可满足人员生命安全判定标准。因此，盖下咽喉区不设置排烟措施满足规范及人员生命安全判断标准的要求。

4 结语

本文针对盖下车辆段咽喉区列车火灾进行模拟与分析，分析了可燃物情况及火灾特性，确定了火灾场景的设计参数及人员生命安全判定标准，获得了火灾场景下咽喉区的火灾危险性，并提出了盖下咽喉区火灾的设计方法。具体结论如下：

火灾情况下安全判定标准可为危险高度以下空间内烟气温度不超过 50℃、CO 浓度不超过 500ppm 及空间内能见度不低于 10m。

咽喉区发生火灾，烟气向四周扩散，30 分钟内可满足生命安全判定标准。

咽喉区不设置排烟措施，利用自然通风可满足规范及实际需求。

参考文献

[1] NFPA 92-2018.Standard for Smoke Control Systems[S]
[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部，国家市场监督管理总局. 地铁设计防火标准:GB 51298-2018[S].北京：中国计划出版社，2018：93.
[3] 薛克仲. "城市轨道交通车辆车体材料选择." 城市轨道交通研究 6.1(2003): 6.
[4] 中华人民共和国住房和城乡建设部，中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 建筑防烟排烟系统技术标准:GB 51251-2017[S].北京：中国计划出版社，2017：26.

Research on Dynamic Adjustment Mechanism of High-speed EPC Cost under Digital Measurement

Chunmei Shen

Yunnan Yunling Expressway Engineering Consulting Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

High-speed EPC projects are characterized by extended construction timelines, technical complexity, and volatile external environments. Traditional static cost control methods struggle to adapt to dynamic changes during construction, often leading to cost overruns and resource waste. Digital measurement technology, with its real-time, precise, and collaborative advantages, provides technical support for dynamic cost adjustments. This paper examines the application logic of digital measurement in cost control from a full lifecycle perspective of high-speed EPC projects. It identifies key factors influencing dynamic cost adjustments and establishes a closed-loop dynamic adjustment system encompassing “data collection, deviation analysis, strategy generation, and execution feedback.” The paper proposes safeguard measures in three areas: technical adaptation, organizational coordination, and risk prevention. These efforts aim to enhance cost control accuracy and maximize project investment returns, offering both theoretical references and practical implementation pathways.

Keywords

digital measurement; high-speed EPC project; dynamic cost adjustment; full life cycle; closed-loop mechanism

数字化计量下高速 EPC 造价动态调整机制研究

沈春梅

云南云岭高速公路工程咨询有限公司，中国·云南 昆明 650000

摘要

高速EPC项目具有建设周期长、技术复杂、外部环境变化大等特点，传统静态造价控制方式很难适应施工过程中各种动态变化，容易造成造价超支、资源浪费等问题。数字化计量技术具有实时性、精确性和协同性优势，可为造价动态调整提供技术支持。本文从高速EPC项目全生命周期角度出发，分析数字化计量在造价管控中应用逻辑，找出造价动态调整主要影响因素，构建“数据采集-偏差分析-策略生成-执行反馈”闭环动态调整体系，从技术适配、组织协同、风险防控三个方面提出保障举措，希望为提高高速EPC项目造价管控精度，实现项目投资效益最大化，提供理论参照和操作途径。

关键词

数字化计量；高速EPC项目；造价动态调整；全生命周期；闭环机制

1 引言

高速 EPC 工程是基础设施建设的重要一环，造价控制直接决定投资效益及基建资金利用率。EPC 模式下，总承包商权责集中，但受设计优化、价格波动、工艺变更等动态因素影响，分段核算存在数据滞后、偏差发现不及时等问题，难以适应以工程实体质量检验、计量支付同时进行的合同计量要求，由于计量依据滞后、数据传递不畅会造成计量审核效率低下，不能匹配现场施工进度与合同约定计量支付节点。以 BIM、物联网等为依托的数字化计量技术可实时采集施工数据，实现造价动态更新，但目前研究缺少全生命周期造价动态调整机制的系统构建。因此本文基于数字化计量

优势，结合高速 EPC 项目造价控制痛点建立动态调整机制，具有理论与实践价值。

2 数字化计量在高速 EPC 项目造价管控中的应用逻辑

2.1 数字化计量的技术特征与造价管控需求的适配性

高速 EPC 项目造价控制主要需求就是“实时性”和“精准性”。实时性即要及时发现施工过程中造价偏差，防止偏差积累；精准性即根据具体工程数据来制定调整措施，而不是凭经验进行大致估计。数字化计量技术用三个特征同这一需求实现深度匹配：

【作者简介】沈春梅（1977-），女，中国四川泸县人，本科，工程师，从事工程造价研究。

表 1 数据处理功能及作用表

数据处理方式	实现途径	作用
数据实时采集	采用计量软件系统和合同清单参数化关联等方式	对监理核验合格的工程量、合规材料进场量、见证备案设备租赁时长等数据进行实时采集，解决传统人工计量滞后且与合同计量脱节的问题
数据集成共享	依靠云平台构建起设计、采购、施工、造价等部门数据共享通道	避免因信息孤岛引发造价核算错误，设计方案调整能够立即传递至造价部分，自动评估变更为造价带来影响
数据精准分析	借助大数据算法，将历史造价数据同实时施工数据以及外部市场数据（材料价格波动等）整合加以分析	找到造价偏差出现原因，进而为调整策略提供数据支持

2.2 数字化计量对高速 EPC 项目造价管控流程的重构

传统高速 EPC 项目造价控制流程为“线性化”，即设计阶段完成造价估算，采购阶段制定采购预算，施工阶段进行进度款核算，竣工阶段完成结算，各个阶段数据是独立的，不能应对动态变化。数字化计量技术将此流程重新构建为闭环化控制：即在设计阶段依据 BIM 模型做造价模拟，提前评判设计方案经济性，防止后期由于设计不合理造成造价超支；在采购阶段借助数字化平台及时跟进材料价格起伏，依照施工进度来调配采购计划，降低材料成本风险；在施工期间实时对比实际工程量同计划工程量、实际成本与预算成本差异，利用算法剖析差异缘由（材料浪费，工期滞后，工艺改变等），并自动生成初步调整建议；在竣工时，依靠全生命周期数字化数据展开结算审核，从而提升结算速度和精确度。闭环流程将传统“事后核算”模式转变为“事前预判、事中控制、事后优化”动态管控模式^[1]。

3 高速 EPC 项目造价动态调整的关键影响因素识别

3.1 内部工程因素

内部工程因素是引起造价动态变化主要变量，且数据可由数字化计量直接获取，主要有以下几种情况：一是工程量偏差，由于施工工艺精度、地质条件变化、设计方案调整等因素影响，实际完成工程量与清单工程量会出现差异，高速公路路基施工时因地质勘察误差造成土方开挖量增加或减少，需实测核验土方量，结合合同计量规则完成造价动态调整；二是材料、设备成本变动，高速项目对钢材、水泥、沥青等大宗材料需求量大，设备租赁（如摊铺机、压路机）成本占比高，材料价格和设备租赁价格实时变化直接影响造价，数字化计量可以对接市场价格数据库，实时获取价格波

动并计算成本变化幅度；三是工期偏差，工期延误或提前会带来人工成本、设备租赁成本、管理成本变化，工期延误可能会增加设备闲置费用、人工窝工费用，数字化计量通过 BIM 模型与进度计划关联，实时跟踪工期进度，计算工期偏差对造价影响^[2]。

3.2 外部环境因素

外部环境因素不直接作用于工程施工过程，而是通过影响内部工程因素间接作用于造价，其数据须经数字化平台同外部系统对接才能获得，主要有三方面：一是政策法规变动，包含税收政策调节、环保标准提升等，会增添工程成本，比如环保标准升级促使扬尘治理设备投入增多，须通过数字化平台即时获取政策信息并测算成本增量；二是市场供需波动，除材料和设备价格之外，劳动力市场供需变化会引起人工成本上下浮动，高速公路多数处在偏远地区，当地劳动力短缺就可能造成人工成本攀升，数字化计量能够同劳动力市场数据库对接，进而动态修正人工成本预算；三是自然环境变迁，暴雨、台风等自然灾害致使施工中断，工程受损，修复成本以及工期延误成本就会增多，数字化计量可借助气象数据平台，提前预估自然灾害风险，为应急造价调整预留调整空间。

4 数字化计量下高速 EPC 项目造价动态调整机制构建

4.1 数据采集环节：构建多源数据融合的数字化采集体系

数据采集是造价动态调整机制的基础，要形成内外部数据的多源融合体系：首先，从内部工程数据采集角度来讲，利用计量所须的核验工程量，合规材料消耗等数据实施实时采集工作量，材料仓库用关联核验的智能设备记载合规材料进出量；其次，外部数据输入平台取得影响计量的税收政策，材料基准价等信息；最后为数据标准化处理，根据合同计量规范建立统一的数据编码标准，将不同来源、不同格式的计量相关数据转换成统一格式的数据，避免数据格式不兼容造成计量审核偏差，例如按照《公路工程工程量清单计量规范》对工程量数据进行编码，按照材料类型和规格对材料价格数据进行分类编码。

4.2 偏差分析环节：基于大数据算法的造价偏差识别与归因

偏差分析环节要对实际造价和计划造价差别展开对比，找出偏差大小和原因，从而为策略生成提供依据：①偏差计算，借助数字化平台提取采集到实时数据，计算实际工程量和计划工程量偏差率、实际成本和预算成本偏差率，比如实际土方开挖量比计划开挖量多出 5% 时，平台就会将这标注成“中度偏差”；②偏差归因，用大数据算法对偏差原因展开分析，将历史数据和实时数据联系起来，找到偏差主要影响因素，比如通过关联分析发现材料成本超支原因是“沥青