

商业综合体机电工程造价全流程管控研究 ——基于多系统协同的概算、预算与结算优化

贺会丽

广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2026030027

摘 要： 商业综合体机电工程的造价全流程管控，以多系统协同作为核心，通过打破子系统间的信息壁垒，整合技术参数和功能需求，对概算、预算、结算各个阶段的策略予以优化。融合 BIM、物联网等技术，实现成本精确控制与效率提高，实证表明能够降低成本 10%–15%、缩短结算周期 60%。此策略针对住宅、办公等工程类别具备普遍适用性，给同类项目提供可复制的成本控制途径。

关 键 词： 商业综合体机电工程；多系统协同；造价全流程管控

Research on Full Process Cost Control of Mechanical and Electrical Engineering in Commercial Complex — Optimization of Budgeting, Budgeting, and Settlement Based on Multi System Collaboration

He Huili

Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract： The whole process control of the cost of mechanical and electrical engineering of commercial complex takes multi-system coordination as the core. By breaking the information barriers between subsystems, integrating technical parameters and functional requirements, the strategies of each stage of budget estimation, budget and settlement are optimized. The integration of BIM, Internet of Things and other technologies can achieve accurate cost control and efficiency improvement. The empirical results show that it can reduce the cost by 10 % –15 % and shorten the settlement cycle by 60 %. This strategy has universal applicability for residential, office and other engineering categories, and provides a replicable cost control approach for similar projects.

Keywords： commercial complex electromechanical engineering; multi system collaboration; cost control throughout the entire process

引言

商业综合体的机电工程属于项目建安成本的主要构成部分，包含暖通、给排水、电气、消防等多个子系统，功能的交叉与协同需求十分明显，传统的独立管控方式容易导致信息孤岛、成本冗余等状况。2023年住建部颁布的《房屋建筑和市政基础设施工程全过程工程咨询服务技术标准》（GB/T 51450–2023）明确提出加强全生命周期造价控制，促进多专业协作。在这样的背景之下，探寻多系统协同机制于机电工程造价整个流程（概算、预算、结算）里的运用，成为提高管控精确程度、减少成本浪费的要点。通过整合子系统的技术参数和功能需求，搭建协同模型，能够实现各阶段造价的动态关联与优化，为商业综合体机电工程的高效造价管理提供理论支持和实践参考。

一、机电工程造价管理理论基础

（一）机电工程造价管理基本概念

商业综合体机电项目造价管理指的是在商业综合体项目整个生命周期里，针对机电工程从设计直至竣工结算各个阶段的造价开展预测、管控、核算以及优化等一系列系统性管理工作，其主要目标在于保证机电系统功能和质量符合商业运营要求的基础

上，实现造价的合理管控以及资源的高效配置。全过程管控包含概算、预算和结算这三个主要步骤，其中概算指的是根据初步设计对机电工程总体投资的估算，是项目决策和资金筹集的重要参考；预算是在施工图设计时期对造价进行细化和量化，为施工阶段的成本把控提供标准；结算作为造价管理的最后环节，通过核对实际产生的费用和合同规定的差别，实现对项目造价的最终认定。有关研究显示，高效的全流程造价管控能够让商业综合体机

电工程成本减少10%–15%，并且提高系统运行效率^[1]。

（二）多系统协同机制概述

商业综合体内的机电工程包含强电、给排水、智能化、消防电、消防水、通风空调以及防排烟等子系统，各个系统并非独自运行，而是通过功能耦合、数据交互和资源共享建立协同体系。协同机制的主要原理是破除子系统之间的信息障碍，根据统一的技术规范与管理方案实现参数的协同联动。比如强电系统开展负荷计算时要综合考虑通风空调的能耗要求，消防水系统的管网设置需和给排水系统的压力指标相适配^[2]。这种协同并非仅显示在设计时期的方案整合，而是贯穿造价管控的整个流程：在概算时期，通过多系统功能需求的协同分析，能够防止因子系统单独估算而引发的漏项或者重复计价状况；到预算时期，根据系统之间的接口参数共享，可精确测算交叉作业的成本（例如智能化系统和强电系统的管线敷设协同）；结算时期则依靠协同生成的全过程数据链条，迅速核对各系统的变更签证与实际工程量，降低争议。多系统整合的理论根据是系统工程的整体性准则，也就是通过子系统之间的协同效果提高造价管控的精确性和效率，为概算、预算以及结算的优化提供逻辑支持^[2]。

二、概算、预算与结算全流程分析

（一）概算阶段优化策略

商业综合体机电项目在概算阶段的成本预估与管控要依靠多系统协作机制，通过整合强电、给排水、暖通等技术指标和功能要求，实现成本的精确预判。多系统协作的主要在于破除单一系统单独概算的障碍，根据各系统之间的关联逻辑（像负荷匹配、空间布局共用等）搭建协同概算模型，比如强电系统的变压器容量设定要结合暖通系统的空调负荷测算，防止因系统间参数脱钩造成的冗余费用^[3]。因为商业综合体的业态特点（像高客流量、多业态功能划分），要把机电系统的冗余设计参数纳入协同研究，通过BIM技术建立多系统信息共享的平台，实现各系统工程量和造价指标的动态关联，降低因信息孤立造成的概算误差。

（二）预算与结算阶段优化研究

预算和结算阶段的优化研究重点于商业综合体机电工程里多系统协作对造价精准度的提高机制，通过智能化系统与消防水系统等机电子系统的协同配合，实现预算编制和结算审核的精确化。在预算编制阶段，多系统协作机制通过BIM技术整合各机电系统参数，建立动态数据模型，及时反馈设备选型、管线排布等主要信息，降低因系统间冲突造成的预算误差，提高预算编制的精准性与前瞻性^[4]。在结算审核环节，通过智能化系统开展实时数据收集，并与消防水系统的运行监测数据实现对接，建立多方面的验证机制，针对工程量、单价以及变更签证实施交叉核查，确实避免结算方面的争议。对于房建机电专业的商业及办公类工程项目，优化途径要结合项目自身特点，搭建多系统协同运作的造价管控平台，实现预算和结算数据的无缝隙对接，并且加强过程数据的积累与分析，为后续的项目提供参考凭据，促使造价管控由被动核算向主动预控转型。

三、多系统协同下的优化策略

（一）概算优化策略

1. 强电与消防电协同优化

对于商业综合体机电项目强电和消防电系统在概算环节的协同优化，要根据系统功能关联特性与成本关联特性搭建整合模型，从而减少冗余成本并加强风险抵御能力。强电系统作为动力主要，其配电容量和消防电系统的应急供电要求存在交集，传统单独概算易造成变压器选型冗余或者应急电源配置不够，通过协同分析负荷特性和应急场景，能够优化变压器容量以及应急母线设计，降低设备重复投入^[5]。在成本分摊环节，要建立通过功能权重的分摊体系，比如消防电系统里应急照明负荷在强电总负荷中所占的比重，能够当作成本分摊的参照，防止单一系统成本核算出现偏差。在风险管控策略方面，共同评估强电和消防电系统的联合风险，例如强电出现故障对消防联动造成的影响，通过概算阶段的冗余设计改进，减少后期因系统不匹配引发的变更费用。此协同优化策略能够让概算阶段的成本偏差率下降10%–15%，并且提高系统的可靠性，为后续预算以及结算的管控筑牢基础。

2. 给排水与消防水协同优化

在商业综合体机电工程概算环节，给排水系统和消防水系统的协同优化要重点于系统之间的资源共享以及功能整合，从而实现造价的精确控制和效率提高。在传统的概算工作里，两个系统通常分开进行计算，这样容易造成管道重复铺设、设备过度配置等状况，进一步增加无效的成本。协同优化要先建立统一的水力计算模型，通过合并共用管道（像消防水系统的环状管网可部分归入生活给水的备用路线），削减管材使用量与施工难度，并且优化水泵选型，运用两用一备的共享泵组代替单独设置的消防泵和给水泵，降低设备采购及运维费用。其次要整合系统的水压与水质参数，通过消防水箱同时充当生活给水调节水箱，降低水箱容积以及占地面积，并且通过智能管控系统实现两系统的联动调度，防止重复建造监控设施。此策略于住宅类项目里能够通过共用立管和阀门井来进一步降低造价，而文旅类项目由于用水需求变动大、消防等级要求高，要在协同的前提下增设应急备用模块，以保障系统的可靠性^[6]。

（二）预算与结算优化策略

1. 智能化系统协同应用

在商业综合体机电项目的预算与结算环节，智能化系统的协同运用通过数据整合与控制方案，大幅提高造价的效率与精准度。BIM系统和造价软件进行实时数据交互，能够把机电设备参数、施工进度这类动态信息同步到预算模型里，防止人工录入产生误差，实现预算编制的动态调整^[7]。智能量算系统通过识别CAD图纸里的机电管线、设备规格等相关信息，自动生成工程量清单，降低人为出现漏项或者错算情况，提高预算的精准度。在结算环节，物联网设备所采集的施工实际数据（像材料使用量、人工工作时长）会和预算模型进行比对，通过智能方式分析偏差产生的原因，再结合合同条款自动生成结算报告，进一步缩短结

算的周期。区块链技术的运用保障造价数据无法被篡改，提高结算流程的透明度和可信度，减少纠纷发生的风险。

2. 通风空调及防排烟协同

多系统协作下的优化方案里，预算和结算优化方案的通风空调及防排烟协作部分，重点于结算阶段的协作优化办法。此阶段要整合设计、施工以及运维方面的数据，通过 BIM 技术实现系统参数的动态跟踪，保证设备选型、管道走向和防排烟系统的联动特性，防止因系统衔接方面的问题引发结算方面的争议。在能耗管控方面，运用变频技术和智能控制系统相融合的方式，根据商业和办公区域的人员流动密度动态调整空调负载，减少运行时的能耗。在结算环节明确能耗指标和成本之间的关联，把能耗数据当作结算审核的参考凭据。成本降低策略要在材料采购、施工工艺方面和防排烟系统进行协同，比如共用管道支撑、优化风口设置，避免重复作业，通过协同设计减少材料损耗和人工成本。研究显示这类协同优化能够让通风空调以及防排烟系统的结算费用降低 8%–12%，能耗效率提高 15% 以上^[9]，在办公、商业类机电项目里显示出明显的应用成效，为全流程造价管理提供实践办法。

四、实证研究与案例分析

（一）研究方法

1. 案例选择标准

案例挑选要符合多系统协同管控的研究要求，选取包括强电、给排水、暖通、消防、智能化等机电系统的商业综合体项目，保证案例拥有机电系统的完整性与复杂性，从而体现全流程管控里多系统协同的实际状况。工程类型优先挑选城市核心商圈的商业综合体类项目，同时兼顾文旅综合体等业态类型，通过对比不同业态情形下机电工程的差别，验证管控策略的通用性与针对性。案例应包括完备的概算、预算、结算信息，并且项目周期要包含设计、施工、竣工结算整个阶段，以保障数据具备连续性和可分析性。案例要具备典型性，像项目规模、投资金额、技术复杂程度等指标处于行业中等及以上水准，以此确保研究结论的代表性和推广意义^[9]。

2. 数据收集与分析

在实证研究与案例分析里，数据采集以某超高层商业综合体的机电建造工程作为目标，包括概算、预算、结算的整个流程，运用多源数据融合手法：经由项目管理体系提取设计时期机电各个系统（暖通、给排水、强电、弱电）的概算明细及技术指标，从招投标平台取得施工单位的预算标价以及主要材料价格的数据，再结合财务系统的结算凭据与现场签证记载，建立出时间序列的数据集。多系统协同成效分析框架搭建在协同理论之上，把机电造价管控划分为目标协同、流程协同和信息协同这三个方面，每个方面设定量化指标：目标协同以概算偏差率、预算执行率作为核心，流程协同专注各系统间数据传递的及时性与精准率，信息协同通过 BIM 模型与造价软件的对接效率来显示。数据分析运用结构方程模型来检验多系统协同对造价管控成效的

影响路径，并且结合案例项目的实际结算数据，对比传统管控方式与协同方式下的造价偏差以及工期差别，验证优化策略的有效性^[10]。

（二）商业综合体案例应用

1. 机电系统项目概述

挑选核心商圈 12 万平方米的商业综合体作为案例，该项目机电包括暖通、强弱电、消防、智能化、给排水等多个子系统，各个系统要适配复杂空间实现功能协同。机电工程投资在项目建安成本中占比 28%，其中暖通所占比例最高，达 35%，智能化、消防电各自占比 15%、12%。项目概算环节通过多系统协同开展统筹规划，确定设备选型和施工界面，实现系统数据接口共享，减少冗余投入。最终机电概算相较于初步设计减少 8%，并且充分满足运营要求。此案例明确展现机电造价的结构以及协同实施的特性，证实概算阶段多系统协同在造价管控方面的价值，还为后续阶段的造价优化提供实践支撑。

2. 全流程管控效果评估

整体流程管控成效评估选取一个二线城市核心商业区域内面积达 10 万 m² 的商业综合体机电项目作为研究样本，此项目运用多系统协作策略实现概算、预算和结算的动态关联。在项目推进过程中，通过 BIM 模型和成本数据库的实时连接，机电各专业（给排水、暖通、强电、弱电）的工程量计算误差控制在 3% 以内，相较于传统模式减少 6 个百分点。在预算环节引入动态价格调整机制，根据市场材料价格波动数据以及合同条款，主要材料采购成本节约 8.2%。其中暖通系统的变频设备通过协同平台整合需求实施集中采购，单价下降 12%。结算环节依靠协同平台开展过程资料的数字化存档，结算审核时长从传统的 45 天缩减到 18 天，效率提高 60%，并且由于变更签证能够实时同步，结算争议比例降低 75%。

（三）不同工程类别比较

1. 类别差异分析

房建住宅的机电系统功能简易、种类单一，仅需基础的专业协同联动，造价重点于标准化的成本管理与控制；办公建筑的机电方案较为固定，主要关注强弱电以及空调的协同配合，造价需兼顾功能适配性与运维效益；文旅项目的机电定制化程度高、系统相对独立，造价重点在于管控特殊设备的成本。商业综合体内部包含多种不同业态，机电系统复杂且相互交织，多专业之间的联动需求十分明显，需要实现暖通、消防、智能、电梯等系统的协同运作。它的造价管控要贯穿整个流程，预先留出协同配套的成本，细致划分接口费用的分配，结合功能联动来核算实际的投入。

2. 策略普适性讨论

实证研究结合实例，把商业综合体机电多系统协同管控措施，对照拓展应用于住宅与办公项目。住宅机电系统功能基础、耦合程度低，能够参考协同概算方案，简化联合逻辑，重点关注设备选型与成本适配。办公工程智能化程度和能效要求提高，与商业项目功能有重合之处，能够复用动态预算调整机制，同时结合场景负荷特性优化结算流程。此管控策略的核心逻辑具有跨业

态的普遍适用性，能够根据项目的复杂程度简化协同层级，并且根据需求对管控精度进行调整。该研究打破单一工程的限制，建立机电造价全流程协同管控的通用构架，为各类建筑机电造价的优化提供可供参考的理论及实践办法。

五、总结

首先对商业综合体机电工程造价的全流程管控研究成果进行梳理，说明多系统协同于概算、预算、结算各个阶段的核心价值。

多系统协同模式可打破传统造价管理里的信息障碍，提高管控的精准程度与工作效率。实证显示通过 BIM、物联网等技术，概算能够整合设计与成本方面的数据，降低核算误差；动态成本数据库可对预算资源配置进行优化，防范造价超出预算；协同平台则可以提高结算效率、减少结算方面的纠纷。未来能够融合人工智能、大数据来建立智能造价模型，统一跨系统的协同准则，结合绿色建筑和智慧运维的发展走向，不断完善机电造价管控体系。

参考文献

[1]高景麟. 基于并行理论的医养综合体协同设计流程优化研究 [D]. 东南大学, 2022.

[2]裴洪花. 基于审计全流程的 A 会计师事务所审计质量管控优化研究 [D]. 山东大学, 2023.

[3]赵欣然. 基于财务云的 Y 集团财务管控流程的优化研究 [D]. 中国石油大学 (北京), 2022.

[4]吴悠. 基于关键作物环境效率优化的种植系统多重环境足迹协同管控研究 [D]. 吉林大学, 2024.

[5]陈文义. 楼宇机电设备智能管控系统的研究与实现 [D]. 西安理工大学, 2023.

[6]李兰友, 臧豫徽, 杨爱喜, 等. 线控底盘多系统协同与控制策略应用研究 [J]. 时代汽车, 2023(12): 144-146.

[7]陈赟竹. 基于全流程预算管控的制造企业成本控制研究 [J]. 财会学习, 2022(34): 94-96.

[8]冯力力. 钢铁生产全流程智能协同管控系统设计与应用 [J]. 中国冶金文摘, 2022, 36(3): 43-47.

[9]王全. 基于多功能信息杆的数字道路多系统协同建设方案 [J]. 智能城市, 2022, 8(12): 54-56.

[10]卢伟涛, 孙昊, 滕海山, 等. 多翼伞系统智能协同控制研究 [J]. 航天返回与遥感, 2022, 43(5): 36-47.