

工业厂房混凝土排架结构施工成本控制方法探讨

文 / 姚 勇 安徽金溢市政工程有限公司

摘要：工业厂房混凝土排架结构的施工成本控制是项目管理中的关键环节。本文从全生命周期视角出发，深入分析了施工全过程的成本构成要素，并提出了基于生命周期理论的成本控制框架。通过细化设计、材料采购、施工等各阶段的成本影响因素，构建了动态成本控制模型，形成了涵盖事前预测、事中监控与事后评估的三阶段管理体系。研究着重探讨了标准化设计、精细化施工与资源优化配置等技术路径，提出了多维度的成本控制方法。研究表明，该方法能够有效协调质量、进度与成本目标，为类似工程项目提供了可参考的成本管理范式。本研究不仅在方法论层面进行体系化构建，还强调了技术措施与管理手段的协同作用，具有较强的实践指导意义。

关键词：工业厂房；混凝土排架结构；施工成本控制；全生命周期管理；资源配置优化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.10.040

引言

随着国民经济的飞速发展，工业发展规模也越来越大，工业厂房建设规模也越来越大，厂房结构也逐步从砖混结构往混凝土结构发展。混凝土结构工业厂房是近年广泛使用的一种结构形式，与砖混结构相比，其施工工艺成熟而且结构强度高，所以受到工程师的认可。随着工业厂房建设规模的不断扩大，混凝土排架结构因其卓越的承载力与便捷的施工特点被广泛应用。然而，施工成本超支的现象仍较为普遍。传统的成本控制方法往往局限于单一阶段，缺乏系统性的全过程管理，无法有效应对材料价格波动和工艺复杂化等现实挑战。本文结合混凝土排架结构施工的特点，系统分析了设计决策、资源调配和施工组织等环节的成本关联性。通过构建动态控制模型与多维度评价体系，本研究探索了成本控制的关键技术路径与管理策略，为提高工业厂房建设的经济效益提供了理论依据。

一、施工成本构成与影响因素分析

（一）全周期成本要素分解

在工业厂房混凝土排架结构的建设中，施工成本的形成是一个复杂的多阶段过程，每个阶段都可能产生不同的成本影响。设计阶段是成本控制的起点，合理的设计决策能够直接影响后期的施工和运营成本。设计中，混凝土的使用量、钢筋的配比、模板的选择等因素对成本的影响非常直接。采购阶段，材料价格波动和供应链的不稳定性也可能导致成本的增加。对于混凝土结构而言，模板的选择和周转率是重要的成本驱动因素。^[1]模板如果设计不合理，不仅会增加材料浪费，还会在施工过程中增加更换和调整的成本。而施工阶段，工期安排、工人配置、设备使用等决定了项目的直接施工成本。最后，运维阶段虽然主要集中在厂房的使用和维修上，但通过对设施维护的提前设计和规划，能够有效避免大规模维修的高昂成本。

（二）技术性成本影响因素识别

施工过程中的技术性成本因素主要来源于结构设计的复杂度、施工工艺的选择以及质量控制标准的实施。

结构设计的复杂性直接影响到施工时所需材料的种类和数量，越是复杂的设计，越容易造成原材料的浪费和施工难度的增加。例如，设计中若采用了特殊形态的排架结构，需要使用更加复杂的模板系统，这不仅增加了初期的施工准备成本，还会在施工过程中产生额外的操作难度。另外，施工工艺的选择也是一个重要的成本因素。不同的施工工艺在效率和资源消耗上存在显著差异，尤其在混凝土浇筑、模板安装与拆除等环节，选择合适的工艺可以大大提高施工效率，减少物料损耗。

在此过程中，“质量成本控制因素”同样至关重要。质量成本一般由预防成本、鉴定（检测）成本、内部失败成本和外部失败成本等部分构成。为降低内部失败成本（如返工、材料浪费等）与外部失败成本（如后期质量缺陷修复、纠纷赔偿等），项目团队需在设计阶段就充分考虑质量需求，预留合理的预防成本投入（包括培训、工序优化和工艺升级），并在施工阶段严格执行鉴定和检测流程。虽然短期内会增加检测和预防相关的投入，但有助于在后期避免因质量问题造成的返工、人力和材料额外支出。从长远来看，严格的质量管理所付出的预防与鉴定成本往往低于缺陷处理或外部索赔带来的高额支出。由此可见，设计阶段的合理选择、施工工艺的优化、质量控制标准的精细化执行以及对质量成本各维度的综合管控，构成了控制技术性成本的核心路径。

（三）管理性成本波动机制研究

管理性成本波动与施工组织效率、供应链协同水平以及工期压力紧密相关。施工组织的高效性是确保项目按期完成并避免无谓成本增加的关键因素。例如，施工过程中的工序衔接、人员调度等管理因素，直接决定了每一阶段的资源利用率和工期安排。如果管理不善，可能会导致工期延误，进而带来额外的人工成本和设备租赁费用。在供应链管理方面，原材料的采购和运输过程中任何的延误和中断都会导致工期的滞后，这种管理上的缺陷会引起整个项目的成本波动；工期压力也是不可忽视的因素。在项目的后期，往往会面临赶工期的压力，这时不合理的加班、过度依赖临时性施工方案等，都会

使管理成本上升。^[2] 优化施工组织、提高供应链的协同水平并合理调控工期压力，是控制管理性成本波动的有效途径。

二、成本控制方法体系构建

(一) 标准化设计优化策略

在工业厂房混凝土排架结构的施工过程中，标准化设计是实现成本控制的首要步骤。通过推动设计模块化和构件尺寸的统一化，能够有效地减少设计过程中的不确定性，降低材料采购的复杂性。例如，采用统一尺寸的构件可以减少模板种类的烦琐选择与制作过程，从而降低了模板的生产和更换成本；另外，统一化的设计有助于批量采购标准化材料，避免了因定制材料带来的价格波动与供应问题。标准化设计还能够显著提高施工过程中的工效，因为工人和设备对于标准构件的加工与安装更为熟悉，从而缩短了施工周期，减少了施工过程中的时间成本。^[3] 更重要的是，模板周转率的提高使得设备的使用更加高效，进而降低了不必要的浪费。

(二) 动态资源调配模型

施工过程中，资源的有效配置和调配对成本控制具有决定性作用。随着施工进度的推进，所需的资源（如材料、设备、劳动力等）会随之发生变化，合理的动态资源调配模型显得尤为重要。结合进度计划与资源需求，建立一个灵活的资源调度机制，可以实时调整各类资源的使用，确保资源供给与需求之间的平衡。比如，材料库存的管理不仅要确保及时供应，同时避免库存过剩带来的资金占用和过期损耗。机械设备的调度需要根据施工进度和工序的需求来优化使用，避免设备空闲或重复使用的情况出现。在此过程中，先进的算法和信息技术，如平衡算法，可以帮助项目管理者更好地预测资源需求，避免施工过程中因资源短缺或过剩导致的成本波动。

(三) 施工过程精细化管理

施工过程的精细化管理是通过细化每个施工环节，优化工序衔接，可以大幅提升施工效率并减少因不当操作带来的额外成本。施工过程中，工序间的衔接优化至关重要，因为不同工序之间往往存在紧密的关联，一旦某一环节出现问题，可能会造成连锁反应，从而导致工期延误与成本的增加。通过合理的工序安排与衔接优化，不仅可以提高施工效率，还能有效预防因施工不当导致的返工问题；质量缺陷的预防机制同样对成本控制具有重要作用。在施工过程中，质量管理和缺陷预防不仅仅

是对质量的追求，更是对成本的管控。如果能够在早期阶段预防质量问题的发生，就能避免因质量问题造成的返工与延误，将直接降低成本。所以，在施工过程中，加强对各工序的细化管控、严格执行质量标准与缺陷预防机制，可以最大限度地减少施工中的浪费和不必要的成本支出，为项目的顺利完成提供强有力的保障。

三、关键技术应用路径

(一) BIM 技术集成应用

建筑信息模型（BIM）技术的应用在施工过程中提供了极大的便利，尤其是在工业厂房混凝土排架结构的项目管理中，其精准测算和集成化应用为成本控制提供了全新的视角。通过 BIM 技术，项目团队可以对整个项目的工程量进行精确计算，避免了传统手工测量可能带来的误差，减少了材料浪费和采购成本。同时，BIM 系统能够通过碰撞检测提前识别设计中的潜在问题，及时调整设计方案，避免了后期因设计变更而产生的额外费用。施工模拟的实施，使得项目团队能够在实际施工之前就预见到各种施工流程和资源配置的效率，进一步优化工序安排和资源分配。^[4] 通过建立虚拟的施工环境，BIM 不仅提升了项目的可视化管理，还促进了协作效率，所有施工参与方可以在一个共享的平台上进行协同作业，减少了信息传递过程中的失真与误解，从而有效地减少了施工过程中的成本风险。最终，BIM 的集成应用为施工项目提供了数据支持和决策依据，帮助项目顺利完成并控制在预算之内。

(二) 信息化成本监控系统

信息化管理手段的引入则是通过建立实时采集成本数据的系统，可以全面监控工程的各项费用支出，确保各项预算得到严格执行。成本监控系统能够实时跟踪项目进展，并自动更新成本数据，确保每一项支出都能与预定预算进行对比分析。更为关键的是，系统配备了偏差预警模型，能够及时识别与预算之间的差异，提前预警可能发生的成本超支问题，便于管理层及时采取措施进行调整（如图 1 为信息化成本监控系统数据流动图）。这种动态成本跟踪的方式，使得项目管理团队能够根据实时数据做出灵活调整，避免了传统管理方式中存在的信息滞后和决策迟缓的问题。信息化系统的使用不仅限于项目内部的资金流动监控，它还能够与供应链管理、物资采购等系统对接，实现全链条的成本控制，可以进一步优化资源配置、降低整体项目风险。

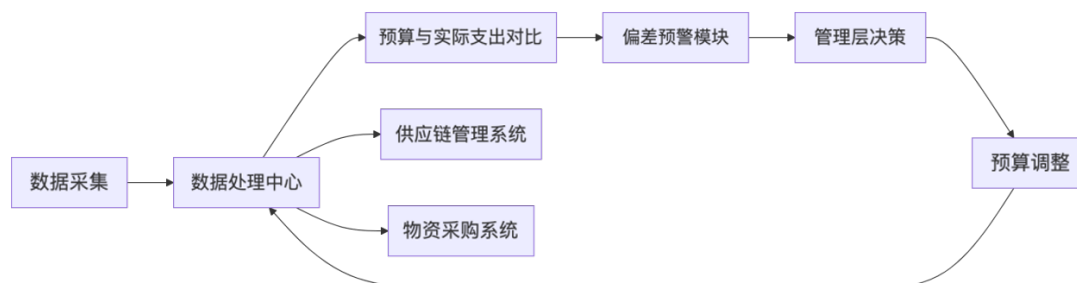


图 1 信息化成本监控系统数据流动图

（三）机械化施工技术优化

机械化施工技术的应用，尤其是在混凝土浇筑和模板安装等关键环节，对于提高施工效率、降低人工成本具有重要意义。混凝土排架结构施工需要大量的人力和物力支持，在这种高强度的劳动密集型工序中，机械化技术能够极大地减轻施工队伍的劳动强度，同时提升施工的精度和效率。在浇筑混凝土时，机械化设备如自动化泵送系统和振动筛可以替代人工进行浇筑操作，不仅提高了混凝土的浇筑速度，还减少了人工操作过程中可能产生的误差，确保了工程质量的稳定性。在模板安装环节，采用机械化模板吊装和安装系统，可以大大缩短施工周期，同时降低了人工成本和安全风险。^[5]

四、管理保障措施研究

（一）全过程成本责任制度

在复杂的建筑工程项目中，成本管理的有效性直接影响到项目的整体成败，尤其是在多方协作的情况下。为了确保各个环节的成本控制能够得以落实，建立全过程成本责任制度显得尤为重要。该制度要求在设计、采购、施工等各个阶段，明确各参与方的具体成本控制责任，形成完整的责任链条。这不仅能够促进各环节责任人的积极性，还能在发生成本超支或其他异常情况时，追溯责任，及时调整。设计单位需要根据项目的实际需求进行合理规划，减少设计变更的频次，确保设计方案符合成本控制的要求；采购单位则应严格把关，确保材料的质量和价格在合理范围内，同时避免采购过程中因选择不当造成的浪费。^[6]

（二）协同管理机制设计

现代建筑项目往往涉及多个专业和多个参与方，包括设计单位、施工单位、供应商等各方的紧密合作。在这样的协作框架下，搭建一个跨专业的协同管理平台至关重要。该平台旨在整合各方的资源与决策流程，通过信息共享与沟通机制的建立，确保项目在全程中的协调性与高效性。首先，设计单位和施工单位之间的协作关系必须通过精准的沟通来打破信息壁垒。设计方案的变化和现场的施工进度需要及时传递，以便双方能够及时调整应对。施工单位与供应商的关系同样重要，尤其是在材料采购和交付的过程中，信息的不对称或延误可能导致项目进度和成本的失控。跨专业平台的搭建不仅可以提供一个信息共享的通道，还可以通过协同决策的机制，在设计变更、材料采购、施工进度等关键问题上形成集体决策，有效减少误解和冲突，提升项目的执行效率。此类协同管理机制还能够通过实时监控和反馈，随时调整项目中的各项资源配置，避免资源的浪费，确保项目按期、按质、按成本完成。

（三）风险防控体系构建

在建筑工程项目中，市场的波动、政策变动及不可

预见的技术问题，往往是导致成本失控的隐性因素。为了有效应对这些外部风险，必须建立完善的风险防控体系。该体系的核心在于提前识别和评估可能出现的风险，并为每种风险制定科学的应对预案。尤其是市场价格的波动，对建筑材料的采购成本和施工进度可能产生极大的影响。因此，制定应对市场价格波动的灵活预案，保证在价格波动较大时能够及时调整采购计划，或通过签订价格固定合同来规避不确定的风险。^[7]

结语

本研究系统地构建了工业厂房混凝土排架结构施工成本控制的理论框架与实践路径。在理论层面，通过全生命周期的视角解构了成本形成机制，揭示了技术决策与管理效能之间的耦合作用规律；在方法层面，提出了标准化设计与动态资源调配结合的控制策略，构建了涵盖设计优化、施工管控和技术集成的完整方法体系。

研究成果的学术价值体现在三个方面：一是扩展了全生命周期理论在施工成本管理中的应用深度，二是完善了混凝土结构工程多目标协同控制的方法论，三是创新了工业化建造与精细化管理的理论联结机制。在实践层面，研究提出的动态监控模型为成本实时管控提供了技术手段，协同管理机制设计有助于提升参建方的协作效率，风险防控体系增强了成本控制的稳定性。

通过理论验证，研究形成的技术路径在平衡质量、进度和成本目标方面展现了应用潜力。未来研究可进一步探索智能建造技术对成本控制的影响，寻求低碳施工与成本优化的协同路径，并加强供应链韧性对成本波动的作用研究。建议工程管理部门推广标准化设计指南，完善成本数据库建设，强化施工企业的全过程成本管控能力培训。

参考文献

- [1] 陈振福. 钢筋混凝土结构工业厂房的施工技术探究 [J]. 河南建材, 2016, (03): 109-110.
- [2] 黄湘华. 分析工业厂房混凝土浇筑施工管理及存在问题 [J]. 城市建筑, 2013, (08): 102.
- [3] 原迎军. 超高工业厂房排架柱一次浇筑成形施工技术 [J]. 四川建材, 2019, 45 (05): 138-139.
- [4] 裴兴旺, 李文龙, 刘怡君. 钢筋混凝土排架结构厂房再生利用施工安全风险预警 [J]. 安全与环境学报, 2024, 24 (06): 2127-2137.
- [5] 陈朝明. 混凝土结构工业厂房施工监理探析 [J]. 安徽建筑, 2021, 28 (11): 190+192.
- [6] 吴秀忠. 工业厂房大体积混凝土施工 [J]. 建筑安全, 2007, (06): 11-12.
- [7] 秦浩. 工业厂房框架结构施工的质量问题及控制措施研究 [J]. 建筑技术开发, 2019, 46 (05): 135-136.