

化工装置在工程建设过程中的 智能化管控优化策略研究及经济效益分析

曹洪波（中国石油天然气股份有限公司独山子石化分公司，新疆 克拉玛依 833699）

摘要：化工装置是化工企业的核心资产，其安全、高效、节能的运行对化工企业的发展至关重要。随着科技的进步和市场的变化，化工装置的工程建设也面临着新的挑战 and 机遇，智能化建设成为了一种必然的趋势。智能化建设不仅可以提高化工装置的设计、建造、运行、维护等各个环节的质量和效率，还可以降低化工装置的能耗、排放、风险等成本，从而实现化工装置的经济效益最大化。本文通过分析化工装置工程建设的智能化管控策略，探讨了智能化对建设化工装置经济效益的影响和提升途径，为化工装置的工程建设提供了有益的参考和借鉴。

关键词：工程建设；智能化管控；经济效益

随着科技的快速发展和社会的不断进步，工程建设行业也正面临着前所未有的机遇和挑战。在过去，工程项目的实施和管控主要依赖人力资源和传统手段，然而，这种方式存在效率低下、风险高、成本大等问题。为了应对这些挑战，智能化管控策略逐渐受到工程建设行业的关注和重视。智能化管控是指利用先进的信息技术和自动化手段，在工程建设的各个阶段实现对施工过程的实时监测、分析和调控。通过引入物联网、人工智能、大数据等技术，智能化管控可以实现对工程进展、安全风险和质量状况的精确把控，从而提升项目的效率、质量和安全性。通过智能化管控的有效实施，进一步促进工程建设行业向数字化、智能化转型，改善项目管理和施工效率，降低安全风险和质量问题。为工程建设行业带来新的机遇和前景，推动行业的可持续发展。

1 智能化管控在工程建设中的优势分析

智能化管控的原理是基于先进的信息技术和数据分析方法，将传感器、互联网、人工智能等技术应用于工程建设过程中的监测、分析和决策，以实现工程项目全过程的智能化管理和控制。其主要优势包括：

1.1 实时监测与预警

智能化管控系统通过部署大量传感器和监测设备，能够实时采集工程施工过程中的各项数据，并利用数据分析技术进行实时监测和预警。这使得问题能够及早被发现，从而避免事故和延误。

1.2 自动化决策与调度

智能化管控系统能够自动处理大量的监测数据，并结合预设的规则和算法进行决策和调度。例如，在

施工过程中，可以根据材料供应情况、人力资源等因素，自动调整工期计划和资源分配，提高施工效率和资源利用率。

1.3 数据驱动的质量控制

智能化管控系统能够通过数据收集和分析，识别出施工过程中的异常情况和潜在质量问题，并提供针对性的控制措施。通过实时监测和分析，可以及时发现质量问题并采取措施，提高工程质量和减少质量风险。

1.4 高效资源管理

智能化管控系统可以实现对工程项目中各项资源的全面管理和优化利用。通过数据分析和预测模型，可以合理安排资源的调度和使用，减少资源的浪费和成本，并优化工程进度和成果。

1.5 提升安全性与减少风险

智能化管控系统可以通过实时监测和数据分析，提供可靠的安全预警和风险评估。它能够识别潜在的安全隐患并采取相应的措施，以保障工程项目的安全性，并减少事故和风险的发生。

2 工程建设中智能化管控面临的挑战

2.1 技术挑战

实现智能化管控需要倚赖先进的技术和系统。例如，物联网、人工智能、大数据分析等技术需要在工程项目中得到有效应用。然而，这些技术的开发和应用需要大量的研发投入和专业知识，并且可能涉及到与传统工程方式不同的工作流程和方法。因此，解决技术挑战需要对新技术进行深入理解，并确保其在工程建设领域的可行性和可靠性。

2.2 数据挑战

智能化管控依赖于大量的数据采集和处理。工程建设中涉及的数据涵盖施工进度、质量检测、安全监测等多个方面。然而，这些数据可能来自不同的来源、类型和格式，存在着数据集成、共享和互操作性的问题。此外，数据的准确性和完整性也是一个挑战，因为它们可能受到传感器故障、人为误操作或数据篡改的影响。因此，为了充分利用数据的潜力，需要解决数据采集、整合和质量保证的问题。

2.3 安全与隐私挑战

智能化管控涉及大量敏感信息的收集和处理，如工程图纸、施工计划、人员位置等。这些信息的泄露或被未经授权的第三方访问可能对工程项目和相关方造成严重损失。因此，确保智能化管控系统的安全性和隐私保护是一项重要挑战。必须采取适当的安全措施，如加密通信、访问控制和身份验证，以防止数据泄露和未经授权的访问。

3 化工装置在工程建设过程中的智能化管控优化策略研究及经济效益分析

3.1 设计阶段智能化管控

3.1.1 自动化设计工具应用

自动化设计工具是指利用计算机软件和算法来辅助化工装置的设计过程，以快速生成优化方案。这些工具可以帮助工程师在设计阶段更高效地完成方案设计，具体包括：①模型建立：自动化设计工具可以提供图形界面或脚本编程接口，使工程师能够快速构建化工装置的数学模型。然后基于设计模型进行各种仿真分析；②优化探索：自动化设计工具通常配备强大的优化算法，通过搜索设计空间中的最优解，寻找最佳的装置配置和操作条件。工程师可以设置不同的目标函数和约束条件，以满足特定的设计要求，如最小化成本、最大化产量或最小化能耗；③结果分析：自动化设计工具能够以可视化和数据报告的形式呈现仿真结果和优化方案。这使得工程师能够快速评估不同设计方案的性能差异，并作出明智的决策。

3.1.2 智能调度和资源管理

智能调度和资源管理在工程建设过程中扮演着关键角色。它们利用物联网、人工智能和数据分析等技术，以提高整个项目的效率和资源利用率。智能调度是指利用先进的调度算法和技术，通过实时监测和分析项目进展、资源需求和约束条件，自动化地制定最佳的工程调度方案。它考虑诸如施工队伍构成、设备使用情况、材料供应和交通状况等因素，以确保项目按时高效地完成。智能调度的关键是数据的收集和分

析。传感器网络可以收集实时数据，包括设备状态、生产率、能耗和安全等信息。这些数据经过处理和析后，可以为项目管理者提供关键的洞察力和决策支持。例如，基于数据分析的预测模型可以帮助确定最佳施工顺序，避免资源浪费和时间延误。

资源管理是指有效地配置和利用项目所需的各种资源，包括人力、设备、材料和资金等。智能化的资源管理系统可以实时跟踪和监控资源的使用情况，并根据需求进行优化和调整。

通过智能化的资源管理，可以实现以下益处：①资源利用效率提高：智能分配和优化资源的算法可以减少资源闲置和浪费，提高资源的利用效率；②降低成本：合理的资源管理可以帮助降低项目成本，避免采购过量或临时性资源不足；③提升生产力：通过有效的资源管理，可以确保所需资源及时到位，从而提高施工进度和生产力；④风险降低：智能化的资源管理系统可以预测潜在资源短缺和风险，并提前采取措施来减轻其影响。

3.2 施工阶段智能化管控策略

3.2.1 实施检测与预警系统应用

实时监测与预警系统是指在工程建设过程中利用传感器和数据分析技术来进行实时监测和异常预警。这种系统的主要目标是通过采集和分析关键参数的数据，及时发现异常情况并提供预警，以避免潜在的安全问题或质量问题。比如当系统检测到异常情况时，会触发预设的警报机制，向相关人员发送实时报警信息。可以通过声音、光信号、电子邮件或短信等方式进行通知，以便快速采取措施。例如通过智能化管控建设智慧工地，能够进一步对现场作业环境、人员状态以及设备运行进行动态监控，为推进文明施工、无土化作业创造更加便利的条件。

3.2.2 BIM 应用

建设信息模型（BIM）是一种综合性的数字化建模方法，可以在工程建设过程中提供全面的项目信息和协作平台。利用 BIM 技术可以有效地提高施工过程的协调性和效率。具体包括：①三维可视化：BIM 可以创建真实的三维建模，使所有相关方可以更清晰地了解建筑物或装置的结构、布局和组成部分。这有助于发现和解决设计冲突和协调问题。例如利用 BIM 设计三维模型，能够实现工程设计、招标采购、生产制造、物流运输、仓储管理、预制安装、验收交接、试运投产等项目建设全过程的智能化管理。同时在管理过程中发现更多问题，从而做好相关解决对策；②预构建模拟：BIM 可以通过预构建模拟来评估施工序列

和工艺流程,帮助识别潜在的冲突和优化施工顺序,从而减少施工中的错误和延误;③资源管理: BIM 可以集成各种资源信息,如材料、设备和人力资源,帮助进行资源分配和优化。这样可以减少资源浪费和提高施工效率;④协同工作: BIM 提供了一个协同平台,不同专业的团队成员可以共享和更新项目信息。这促进了各方之间的实时沟通和协作,避免信息丢失和误解。例如通过 BIM 技术建立智能化安全管理协同平台,能够实现人员培训、风险识别、隐患排查、广播预警、事故事件处理、应急演练、作业许可等安全工作的统一协调,达到多层次、全天候、全方位、高效率和高标准的项目建设安全管理;⑤碰撞检测:借助 BIM 的碰撞检测功能,可以在施工前通过模型验证来解决潜在的构造和设备冲突。这有助于减少现场修改和重复工作,提高施工效率。

3.3 运行阶段智能化管控及经济效益分析

3.3.1 采购管控

采购管理涉及到材料和设备的采购、供应商选择、合同管理等方面,通过引入智能化技术和策略,可以提高采购效率、降低成本,并确保项目进展顺利。

智能化采购管控的关键是利用先进的技术手段来优化采购过程。首先,可通过物联网技术实现对供应链的实时监测和追踪,提高采购决策的准确性和响应速度。传感器和标签可以用于监测库存水平、预测需求变化以及监控物资运输状态,从而帮助采购人员做出更明智的决策。其次,人工智能和大数据分析可以用于供应商选择和合同管理。通过建立供应商数据库并利用数据分析算法,可以评估供应商的绩效、信誉和稳定性,从而为采购决策提供依据。此外,利用自然语言处理和机器学习算法,可以自动化处理合同管理中的大量文档和信息,提高合同履约的效率和准确性。智能化采购管控还可以通过电子招投标系统和在线采购平台来简化采购流程。这些平台可以实现供应商注册、招标公告发布、投标文件提交等操作的电子化,提高采购的透明度和公正性。同时,智能算法和数据分析可以用于自动化评估和筛选投标文件,减轻人工操作的负担。

智能化采购管控的经济效益主要体现在以下几个方面:一是降低采购成本,通过集中采购、优化采购策略、提高采购谈判能力等方式,实现采购成本的持续降低;二是提高采购效率,通过简化和自动化采购流程,减少人工干预和错误,缩短采购周期,提高采购执行的速度和质量;三是增强采购价值,通过挖掘和分析采购数据,提供有价值的洞察和建议,帮助企

业优化采购决策,提升采购对企业业务和战略的贡献。

3.3.2 经费结算管控

经费结算管控需要开展自动化数据处理,采用人工智能和自动化技术,对大量的经费结算数据进行快速、准确的处理和分析。通过自动化的数据处理,可以降低人为错误和延误,并提高经费结算的精确度和效率。在预算管理与控制过程中,利用智能化管控系统,建立项目的预算管理模块,对经费使用进行预算和控制。通过与实际支出的比较和分析,可以及时发现超支或节约的情况,并采取相应的措施进行调整和优化。在进度与支付协调的过程中,智能化管控系统可以与项目进度管理系统进行集成,实时监测工程进展情况,并根据项目完成的阶段性目标,进行合理的支付协调。这有助于避免过早支付或拖欠款项,确保经费按照合同约定的条件和进度进行结算。同时智能化管控策略可以实现多方数据的共享和透明化。相关参与方,如业主、承包商和监理机构等,可以通过权限控制的方式获取相关的经费结算信息,促进信息的共享和交流,增加整个工程建设过程的透明度和信任度。经费结算管控的经济效益主要体现在以下几个方面:一是提高经费使用效果,通过智能化管控系统,可以实现经费使用的精准化、合理化、规范化,提高经费使用的效果和效率;二是降低经费管理成本,通过人工智能和自动化技术,可以减少人力投入,降低管理运行成本,提高管理水平;三是增强经费管理效益,通过数据分析和评价,可以及时发现和解决问题,提高经费管理的质量和水平,提升经费管理对企业业务和战略的支持。

4 结语

本文从化工装置工程建设的智能化管控策略的角度,分析了智能化建设对化工装置经济效益的影响和提升途径。通过实施智能化建设,可以提高化工装置建设期的生产效率、质量和稳定性,降低风险和成本,从而实现化工装置起步的经济效益最大化。智能化建设不仅有利于提升化工装置的竞争力和市场占有率,也有利于促进化工行业的转型升级和绿色发展,为我国化工工业的高质量发展做出贡献。

参考文献:

- [1] 郝建华. 煤矿综采工作面智能化开采技术分析 [J]. 低碳世界, 2023, 13(06): 70-72.
- [2] 刘彬. 新基建背景下 JH 高速天津段服务体系优化策略研究 [D]. 保定: 河北工业大学, 2022.
- [3] 俞可嘉. 中化国际财务机器人的应用效果评价及其优化策略研究 [D]. 南昌: 江西师范大学, 2023.