

BIM技术在化工领域智能化工程中的应用

赵元楷 焦阳阳*

多氟多新材料股份有限公司 河南 焦作 454000

摘要: 本文聚焦BIM技术在化工智能化工程全生命周期的应用。设计阶段, 利用BIM技术构建化工工艺参数化模型, 实现智能化校验; 进行设备与管线智能化整合设计, 开展碰撞检查; 实现设计成果智能化交付。施工阶段, 借助BIM模型融合施工进度计划, 实现进度智能化管控; 利用参数化与可视化特性保障施工精度; 搭建协同平台推进施工协同。运维阶段, 将BIM模型与运维数据融合, 实现设备智能化运维管理; 开展管线与工艺系统可视化运维; 进行运维数据智能化整合与复用。通过深度融合, 提升工程全生命周期管理效能。

关键词: BIM技术; 化工工程; 智能化工程; 应用

引言: 在化工行业转型升级的大背景下, 化工智能化工程成为推动行业发展的关键力量。其以信息技术为支撑, 深度融合化工工程全生命周期各环节, 实现设计、施工、运维等阶段的智能化管理与控制。而BIM技术凭借可视化、参数化、协同化、信息化等核心特性, 与化工智能化工程高度适配。从设计阶段的工艺建模、设备管线整合, 到施工阶段的进度管控、精度保障与协同推进, 再到运维阶段的设备与管线系统运维以及数据整合复用, BIM技术贯穿化工智能化工程全生命周期。深入研究BIM技术在化工智能化工程各阶段的应用, 对于提升工程全生命周期管理效率与质量, 推动化工工程向智能化、精细化方向发展具有重要意义。

1 化工智能化工程与BIM技术核心概述

化工智能化工程是以信息技术为支撑, 深度融合化工工程全生命周期各环节, 实现设计、施工、运维等阶段智能化管理与控制的工程体系。其核心构成涵盖智能设计系统、智能施工装备与工艺、智能运维监测平台等。在设计阶段, 要求精准模拟工艺流程、优化设备布局, 确保设计方案的合理性与高效性; 施工阶段需实现施工过程的精准管控、资源的高效调配, 保障施工安全与质量; 运维阶段则要实时监测设备运行状态、快速诊断故障, 实现预防性维护与智能化管理。(1) BIM技术具有可视化、参数化、协同化、信息化等核心特性。可视化使工程各阶段信息以直观的三维模型呈现; 参数化赋予模型元素可调整的参数, 实现设计变更的快速响应; 协同化支持多专业、多参与方在同一平台上实时协作; 信息化则整合工程全生命周期数据, 为决策提供全

通讯作者: 焦阳阳, 男, 1991年10月, 河南焦作, 汉, 本科, 研究方向: 化工项目管理, 邮箱: 809645134@qq.com

面依据。(2) BIM技术与化工智能化工程具有高度适配性。二者结合的核心逻辑在于, BIM技术为化工智能化工程提供数字化基础平台。在设计阶段, 利用BIM模型进行工艺模拟与优化; 施工阶段, 通过BIM模型指导施工, 实现进度、质量、安全的智能化管控; 运维阶段, 基于BIM模型集成设备运行数据, 实现智能化运维管理。通过BIM技术与化工智能化工程的深度融合, 可提升工程全生命周期的管理效率与质量, 推动化工工程向智能化、精细化方向发展^[1]。

2 BIM技术在化工智能化工程设计阶段的应用

2.1 化工工艺智能化建模

在化工智能化工程设计阶段, BIM技术发挥着至关重要的作用, 尤其在化工工艺智能化建模方面优势显著。(1) 借助BIM技术, 可构建涵盖化工工艺全流程的参数化模型。该模型并非简单的图形展示, 而是深度整合了化工工艺中的各类核心信息, 像工艺参数, 它精确记录了温度、压力、流量等关键数据; 物料流向则清晰呈现了原料、中间产品及最终产品的流动路径; 反应条件也详细标注了反应所需的催化剂、反应时间等要素。

(2) 通过这一参数化模型, 能够实现工艺设计的可视化呈现, 让设计人员直观地了解整个工艺流程。更为关键的是, 依托该模型可开展工艺方案的智能化校验。利用计算机强大的计算与分析能力, 对模型中的各项参数和流程进行模拟运行, 快速发现可能存在的工艺冲突, 如物料交叉污染、设备布局不合理导致操作空间不足等问题, 还能识别流程中不合理的环节, 及时进行调整优化, 从而有效提升化工工艺设计的精准度, 推动化工工艺设计向智能化方向迈进。

2.2 化工设备与管线智能化整合设计

在化工智能化工程设计过程中, 化工设备与管线智

能化整合设计是极为关键的环节,而BIM技术为此提供了有力支撑。(1)借助BIM技术,能够构建出化工设备与管线的三维智能化模型。此模型并非简单的立体图形集合,而是详细标注了各类核心信息。对于化工设备,精确记录其参数,如设备的功率、转速、容积等;针对管线,清晰标注规格、材质,像管径大小、是碳钢还是不锈钢材质等,同时明确连接方式,如法兰连接、焊接连接等。(2)基于该三维智能化模型,可实现多方面的智能化碰撞检查。不仅能检查设备与管线之间是否存在安装冲突,避免设备运行时因管线阻碍影响正常运作;还能排查管线与管线之间的碰撞问题,防止出现管线交叉导致施工困难或后期维护不便的情况;同时也能检查设备与工艺的适配性。通过提前进行这些碰撞检查,能够及时发现并解决潜在问题,进而优化设备布局与管线走向,充分适配化工工程设备密集、管线复杂的特性,提高设计质量与效率^[2]。

2.3 设计成果智能化交付

在化工智能化工程设计流程中,设计成果智能化交付是保障工程全生命周期高效管理的关键步骤,BIM模型为此提供了坚实的技术基础。(1)依托BIM模型,可将化工智能化工程设计成果以数字化、智能化的形式进行交付。这一交付方式并非简单的文件传递,而是对设计全过程信息的深度整合。它涵盖了从初步设计到详细设计的各个阶段,包括工艺流程、设备选型、管线布置等多方面的数据信息。(2)通过这种整合,形成了一个可复用、可追溯的设计模型。在后续的施工阶段,施工人员能够直接从该模型中获取精确的设备安装位置、管线走向等关键信息,减少施工过程中的沟通误差和返工情况。在运维阶段,运维人员可依据模型中的设备参数、运行历史等数据,实现智能化运维管理。同时,可追溯性确保了在整个工程生命周期内,任何设计变更或问题都能迅速定位源头。如此,便为后续施工、运维阶段的智能化推进提供了有力的数据支撑,实现了设计与后续环节的无缝衔接,提升了化工工程整体的管理效率和智能化水平。

3 BIM技术在化工智能化工程施工阶段的应用

3.1 施工进度智能化管控

在化工智能化工程施工阶段,施工进度智能化管控是保障工程顺利实施、按时交付的关键环节,BIM技术为其提供了高效且精准的管理手段。(1)具体而言,把BIM模型与施工进度计划进行深度融合,能够构建出化工智能化工程施工进度的三维可视化模型。此模型并非简单的三维展示,而是详细明确了各施工工序的起始

与结束时间,精确标注了设备安装、管线铺设等关键工作的时间节点,同时清晰界定了不同工序之间的衔接要求,避免出现工序脱节或冲突的情况。(2)借助该三维可视化模型,可实时呈现施工进度状态。管理人员能直观看到各个区域的施工进展情况,及时发现实际进度与计划进度的偏差。一旦出现偏差,可依据模型迅速分析原因,并通过智能化手段对施工进度进行动态调整,如合理调配资源、优化施工顺序等。这种智能化的管控方式,能够有效应对化工工程施工复杂度高的特点,确保施工活动有序推进,提高施工效率,降低延误风险^[3]。

3.2 施工精度智能化保障

在化工智能化工程施工阶段,施工精度智能化保障是确保工程质量、实现化工系统稳定运行的核心要素,BIM技术凭借其独特优势为施工精度控制提供了有力支持。(1)BIM技术具备参数化与可视化两大关键特性。在化工设备安装环节,利用参数化功能,可精确设定设备的安装位置、角度、标高等参数,并通过可视化模型直观呈现设备的安装状态,使施工人员清晰了解安装要求。对于管线铺设,借助BIM模型能精准规划管线的走向、坡度、间距等,提前发现管线与其他设施的碰撞问题,避免后期返工。在结构施工中,BIM模型可对混凝土浇筑、钢结构连接等关键部位进行精准模拟,明确施工要点。(2)施工过程中,通过将实际施工情况与BIM模型进行实时比对,能够及时校验施工精度。一旦发现实际施工与模型存在偏差,可迅速分析原因并采取调整措施,将偏差控制在允许范围内,有效规避施工偏差,从而保障化工智能化工程的施工质量,满足化工设备、管线安装对高精度的严格要求。

3.3 施工协同智能化推进

在化工智能化工程施工过程中,施工协同智能化推进是保障工程高效、顺利实施的重要基础,BIM模型为此构建了坚实的技术框架。(1)基于BIM模型搭建的化工智能化工程施工协同平台,是一个集成化的信息枢纽。它将施工、监理、设计、设备供应等多方参与者的资源与信息进行全面整合。通过该平台,各参与方能够突破传统沟通模式的局限,实现智能化协同沟通。无论是施工方案的讨论、设计变更的传达,还是设备供应情况的反馈,都能在平台上及时、准确地进行。(2)平台具备实时信息共享功能。施工进度、质量状况、设备运行状态等关键信息,能够在各参与方之间同步更新。这使得各方能及时掌握工程动态,根据实际情况调整工作安排。例如,施工方可根据设备供应情况合理安排施工顺序,监理方能依据实时质量信息加强过程管控。通过解

决施工协同不畅、信息脱节等问题，有效提升了施工效率，确保化工智能化工程按计划有序推进。

4 BIM 技术在化工智能化工程运维阶段的应用

4.1 化工设备智能化运维管理

在化工智能化工程运维阶段，BIM 技术为化工设备的高效管理提供了有力支撑。（1）通过将 BIM 模型与化工设备运维数据、实时监测数据进行深度融合，能够构建出一个全面且精准的设备智能化运维模型。该模型可集成设备运行过程中的各类关键信息，实时呈现设备的运行状态，如运行参数是否正常、是否处于过载或闲置状态等；同时，能清晰展示设备的损耗情况，包括零部件的磨损程度、设备整体的老化趋势等；还能完整记录设备的维护历史，涵盖维护时间、维护内容、更换的零部件等详细信息。（2）基于此模型，借助智能算法和数据分析技术，可实现设备故障的智能化预警，提前发现潜在问题并发出警报。同时，能够依据设备的实际运行状况和维护需求，智能化制定维护计划，合理安排维护时间和内容，有效提升化工设备运维的便捷性与高效性，切实保障设备的稳定运行。

4.2 管线与工艺系统智能化运维

在化工工程运维领域，管线与工艺系统的智能化运维至关重要。（1）借助 BIM 模型所具备的强大可视化功能，可对化工管线和工艺系统进行直观呈现，实现可视化运维管理。运维人员能够在模型中清晰标注管线的老化程度、介质的具体流向以及各关键位置的压力参数等核心信息，为运维工作提供全面且精准的数据参考。（2）利用 BIM 模型与实时监测系统相连接，可对管线的运行状态进行 24 小时不间断的实时监控。一旦出现异常情况，系统能迅速反馈。通过模型强大的定位功能，可快速锁定管线故障点以及泄漏隐患位置。在此基础上，结合系统内置的智能分析模块，制定出科学合理的智能化处置方案，及时采取有效措施进行修复和处理，避免事故扩大，有效降低运维成本，确保化工工艺系统能够持续、稳定、安全地运行。

4.3 运维数据智能化整合与复用

在化工智能化工程运维阶段，运维数据智能化整合与复用是提升运维效能的关键举措。（1）依托 BIM 模型强大的数据集成能力，能够对化工智能化工程运维全过程中产生的各类数据进行全面整合。这些数据来源广泛，涵盖设备运行参数、故障记录、维护保养信息、管线运行状态以及工艺系统调整情况等多个方面。（2）通过对其进行标准化处理，构建起系统化的运维数据库，确保每一项数据都有明确的来源和时间标记，实现运维数据的可追溯性，运维人员可随时查询历史数据，了解设备或系统的运行演变过程。（3）整合后的数据具备可复用性，借助先进的数据分析技术，深入挖掘数据背后的规律和潜在问题，以此为依据优化运维方案，合理调整维护周期与内容，提前预防事故发生，提升运维智能化水平，为化工智能化工程运维效率的持续提升提供坚实可靠的数据支撑。

结束语

BIM技术在化工领域智能化工程全生命周期的应用，为化工行业带来了全新的发展模式与管理理念。从设计到施工，再到运维，BIM技术以其独特的优势，在提升设计精准度、保障施工质量、优化运维管理等方面发挥了不可替代的作用。通过实现各阶段信息的深度整合与共享，打破了传统工程管理中信息孤岛的局面，提升了工程全生命周期的管理效率与质量。未来，随着技术的不断进步与创新，BIM技术将与更多先进技术深度融合，进一步推动化工智能化工程向更高水平发展，助力化工行业实现绿色、安全、高效、可持续的发展目标，在激烈的市场竞争中占据更有利的地位。

参考文献

- [1] 白梅, 王冉, 董浩. BIM技术在建筑智能化工程中的运用[J], 居舍, 2020(28):77-78.
- [2] 张浩. BIM技术在建筑智能化工程中的应用研究[J]. 建筑工程, 2022(12): 20-23.
- [3] 崔建国. BIM技术在建筑施工管理中的应用研究[J]. 建筑工程, 2021(21): 34-36.