

# 融合BIM的选煤厂管道与设备协同设计方法研究

刘诗宇

中煤科工集团北京华宇工程有限公司 北京 100120

**摘要：**选煤厂工艺流程复杂，管道与设备协同设计需求迫切。本文分析选煤厂工艺流程、设备组成及管道系统设计特点，指出管道与设备协同设计需求。构建融合BIM的协同设计框架，明确总体目标与组成结构，阐述工作流程。研究管道与设备BIM模型创建与标准化、碰撞检测与协调、设计信息集成与共享、工艺流程模拟与优化等关键技术，为选煤厂管道与设备协同设计提供新方法。

**关键词：**BIM技术；选煤厂；管道与设备；协同设计

## 1 选煤厂管道与设备设计特点及协同需求分析

### 1.1 选煤厂工艺流程与设备组成

选煤厂作为煤炭加工的重要场所，其工艺流程复杂且精细，旨在通过一系列物理和化学方法去除原煤中的杂质，提高煤炭质量，满足不同用户的需求。典型的选煤工艺流程包括原煤准备、分选、脱水、脱泥以及产品处理等多个环节。原煤准备阶段，原煤首先经过预处理，如破碎、筛分，以调整粒度分布，确保后续分选过程的高效进行。破碎设备通常采用颚式破碎机、圆锥破碎机等，根据原煤的硬度和粒度要求选择合适的破碎机型。筛分则通过振动筛实现，将原煤按粒度大小分成不同级别，为后续分选提供适宜的物料条件。分选环节是选煤厂的核心，常见的分选方法有重力分选、浮选、磁选等。重力分选利用煤炭与杂质在密度上的差异进行分离，主要设备包括跳汰机、重介质分选机等。浮选则是基于煤炭与杂质表面性质的差异，通过添加浮选药剂使煤炭附着在气泡上浮至水面，实现与杂质的分离，浮选机是该过程的关键设备。磁选则针对煤炭中的磁性杂质，如黄铁矿，通过磁选机进行去除。脱水与脱泥阶段，经过分选的煤炭产品含有大量水分和细泥，需通过脱水筛、离心机、压滤机等设备进行脱水处理，降低产品水分含量，提高煤炭的热值和运输效率。同时，脱泥作业可进一步去除煤炭中的细微杂质，提升产品质量。产品处理阶段，根据市场需求，将脱水脱泥后的煤炭产品进行分类、储存和装运。这一过程涉及输送机、堆料机、装车机等设备，确保煤炭产品能够高效、安全地送达用户手中。

### 1.2 管道系统设计特点

选煤厂的管道系统是连接各个工艺环节的“血管”，负责输送原煤、介质、水、药剂等多种物料，其设计特点直接关系到选煤厂的生产效率和运行稳定性。

第一，管道系统布局复杂，需根据工艺流程和设备布置进行精心规划。从原煤的输入到最终产品的输出，管道需穿越多个生产区域，连接各种设备，形成错综复杂的网络。因此，管道设计需充分考虑空间利用、设备维护和检修的便利性，确保管道走向合理，避免交叉干扰。第二，管道材质选择多样，需根据输送物料的性质、温度、压力等条件进行合理选材<sup>[1]</sup>。第三，管道直径和流速的设计需兼顾输送效率和能耗。过大的管道直径会增加投资成本和占地面积，而过小的直径则可能导致流速过快，增加管道磨损和能耗。因此，需通过计算确定合理的管道直径和流速，确保物料输送既经济又高效。第四，管道系统还需配备完善的阀门、仪表等附件，以实现对物料输送的精确控制。阀门用于调节流量、压力和方向，仪表则用于监测管道内的温度、压力、流量等参数，为生产操作提供准确的数据支持。

### 1.3 管道与设备协同设计需求

在选煤厂的设计中，管道与设备的协同设计至关重要。一方面，管道设计需充分考虑设备的接口尺寸、位置和方向。不同设备的接口形式各异，有的采用法兰连接，有的采用焊接连接，管道设计需根据设备接口的具体要求进行定制，确保连接紧密、无泄漏。设备的位置和方向也直接影响管道的走向和布局，管道设计需与设备布置紧密配合，避免管道弯曲过多或过长，增加阻力和能耗。另一方面，设备设计也需考虑管道的布置和安装要求，设备在设计和制造过程中，需预留足够的空间和接口，以便管道的连接和安装。同时，设备的外形和尺寸也需与管道系统相协调，避免设备过大或过小导致管道布置困难或空间浪费。另外，管道与设备的协同设计还需考虑运行过程中的相互影响。同样，设备的运行状态也可能影响管道内的流体参数，管道设计需根据设备的运行特点进行优化，确保管道系统的安全运行。

## 2 融合BIM的选煤厂管道与设备协同设计框架构建

### 2.1 BIM技术概述

BIM (BuildingInformationModeling) 技术，即建筑信息模型技术，是一种基于三维数字技术的工程设计、建造和管理方法。它通过创建包含建筑物或构筑物几何信息、物理特性、功能要求等全面信息的数字化模型，实现设计、施工、运营等各阶段的信息共享和协同工作。BIM技术具有可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性等特点。通过BIM模型，设计人员可以直观地展示设计成果，便于各方沟通和理解；不同专业之间的设计信息可以在BIM模型中进行协调，避免冲突和碰撞；BIM技术还可以对设计、施工等过程进行模拟，提前发现问题并优化方案；同时，BIM模型中的信息可以为项目的优化提供数据支持；最后，BIM技术还可以自动生成各种图纸和报表，提高设计效率和质量。

### 2.2 协同设计框架的总体目标

融合BIM的选煤厂管道与设备协同设计框架的总体目标是实现设计过程的数字化、可视化和协同化，提高设计效率和质量，降低设计成本和风险。具体而言，该框架旨在通过BIM技术，将管道与设备的设计信息集成在一个统一的数字模型中，实现各专业之间的信息共享和协同工作；通过碰撞检测和协调技术，提前发现设计中的冲突和碰撞问题，避免施工过程中的返工和修改；通过设计信息的集成与共享技术，确保设计数据的准确性和一致性，提高设计效率；通过工艺流程模拟与优化技术，对选煤厂的生产过程进行模拟和分析，优化工艺流程和设备配置，提高生产效率和经济效益。

### 2.3 协同设计框架的组成结构

融合BIM的选煤厂管道与设备协同设计框架主要由以下几个部分组成：（1）BIM模型创建层：负责创建管道与设备的BIM模型，包括几何模型、属性模型和关系模型等。几何模型描述物体的形状和尺寸，属性模型记录物体的物理特性、功能要求等信息，关系模型则表达物体之间的连接关系和空间位置关系。（2）信息集成与共享层：负责将各专业设计的BIM模型进行集成，形成一个统一的数字模型。同时，该层还提供信息共享和交换的平台，确保各专业之间能够实时获取和更新设计信息，保持设计数据的一致性和准确性<sup>[2]</sup>。（3）碰撞检测与协调层：利用BIM技术的碰撞检测功能，对集成后的数字模型进行碰撞检测，发现设计中的冲突和碰撞问题。同时，该层还提供协调机制，促进各专业之间的沟通和协作，共同解决碰撞问题，优化设计方案。（4）工艺流程模拟与优化层：基于BIM模型，对选煤厂的生产过程进行模拟

和分析，评估工艺流程的合理性和设备配置的优化性。通过模拟实验，发现生产过程中的瓶颈和问题，提出改进措施和优化方案，提高生产效率和经济效益。（5）应用支持层：为协同设计框架提供技术支撑和保障，包括BIM软件平台的选择与配置、网络环境的搭建与维护、数据安全与保密措施等。

### 2.4 协同设计框架的工作流程

融合BIM的选煤厂管道与设备协同设计框架的工作流程主要包括以下几个步骤：步骤一，需求分析与规划。明确设计目标、范围和要求，制定设计计划和时间表。同时确定BIM技术的应用范围和深度，选择合适的BIM软件平台和网络环境。步骤二，BIM模型创建。各专业设计人员根据设计要求和规范，分别创建管道与设备的BIM模型。在创建过程中，需确保模型的几何精度、属性完整性和关系正确性。步骤三，信息集成与共享。将各专业创建的BIM模型导入信息集成与共享平台，进行模型的集成和信息的共享。在集成过程中，需解决模型之间的接口问题和数据格式转换问题，确保集成后的数字模型能够准确反映设计意图。步骤四，碰撞检测与协调。利用碰撞检测软件对集成后的数字模型进行碰撞检测，发现设计中的冲突和碰撞问题。对于发现的问题，各专业设计人员需进行沟通和协作，共同制定解决方案并进行修改。修改完成后，需再次进行碰撞检测，确保问题得到彻底解决。步骤五，工艺流程模拟与优化。基于BIM模型，对选煤厂的生产过程进行模拟和分析。通过模拟实验，评估工艺流程的合理性和设备配置的优化性，发现生产过程中的瓶颈和问题。针对发现的问题，提出改进措施和优化方案，并进行模拟验证<sup>[3]</sup>。步骤六，设计成果输出与评审。将最终的设计成果以图纸、报表等形式输出，供施工、运营等阶段使用。同时，组织专家对设计成果进行评审，确保设计质量符合相关标准和要求。步骤七，设计变更与维护。在设计过程中或施工后，如需对设计进行变更或维护，需及时更新BIM模型和相关设计信息，确保设计数据的准确性和一致性。

## 3 融合BIM的选煤厂管道与设备协同设计关键技术研究

### 3.1 管道与设备BIM模型的创建与标准化

管道与设备BIM模型的创建是协同设计的基础。为了确保模型的准确性和一致性，需制定统一的建模标准和规范。建模标准应包括模型的几何精度、属性定义、关系表达等方面的要求。在建模过程中，需采用参数化设计方法，将模型的几何信息和属性信息与参数相关联，实现模型的快速创建和修改。同时，还需利用BIM软件

的族库功能，建立常用的管道和设备族库，提高建模效率和质量。为了确保建模标准的贯彻执行，需对设计人员进行培训和考核，确保他们掌握建模标准和规范，能够按照标准要求进行建模。同时，还需建立模型审核机制，对创建的BIM模型进行审核和验收，确保模型符合标准要求。

### 3.2 基于BIM的碰撞检测与协调技术

碰撞检测是协同设计中的重要环节。基于BIM的碰撞检测技术能够自动检测数字模型中的冲突和碰撞问题，提前发现设计中的隐患。碰撞检测技术主要包括硬碰撞检测和软碰撞检测两种。硬碰撞检测是指检测物体之间的直接碰撞，如管道与设备之间的碰撞；软碰撞检测则是指检测物体之间的空间距离是否满足要求，如管道与管道之间的间距是否足够。在碰撞检测过程中，需选择合适的碰撞检测软件和算法，确保检测结果的准确性和可靠性。建立碰撞问题协调机制，促进各专业之间的沟通和协作，共同解决碰撞问题。对于复杂的碰撞问题，可采用三维可视化技术进行展示和分析，帮助设计人员更直观地理解问题所在，制定更合理的解决方案。

### 3.3 管道与设备设计信息的集成与共享技术

设计信息的集成与共享是协同设计的核心。通过信息集成与共享技术，能够将各专业设计的BIM模型和相关设计信息集成在一个统一的数字模型中，实现信息的共享和交换。信息集成与共享技术主要包括数据交换标准、信息共享平台和数据安全与保密措施等方面。数据交换标准是确保不同专业之间能够顺利交换设计信息的基础。需制定统一的数据交换格式和规范，确保设计信息能够在不同BIM软件之间进行无缝传递。信息共享平台则是实现设计信息共享和交换的关键。需搭建一个安全、可靠、高效的信息共享平台，支持各专业设计人员实时获取和更新设计信息。建立信息更新机制，确保设计信息的及时性和准确性。数据安全与保密措施是保障设计信息安全的重要手段。需采取加密技术、访问控制技术等措施，确保设计信息不被非法获取和篡改。同

时，建立数据备份和恢复机制，防止数据丢失和损坏。

### 3.4 基于BIM的选煤厂工艺流程模拟与优化技术

工艺流程模拟与优化是提高选煤厂生产效率和经济效益的重要手段。基于BIM的工艺流程模拟技术能够利用BIM模型中的几何信息和属性信息，对选煤厂的生产过程进行模拟和分析。通过模拟实验，能够评估工艺流程的合理性和设备配置的优化性，发现生产过程中的瓶颈和问题<sup>[4]</sup>。在工艺流程模拟过程中，需建立准确的数学模型和仿真算法，确保模拟结果的准确性和可靠性。同时，还要考虑实际生产中的各种因素，如物料性质、设备性能、操作条件等，对模拟结果进行修正和优化。基于模拟结果，可提出改进措施和优化方案，如调整工艺流程、优化设备配置、改进操作条件等。通过实施这些改进措施和优化方案，能够提高选煤厂的生产效率和经济效益，降低生产成本和能耗。还可利用BIM技术的可视化特点，将模拟结果和优化方案以直观的方式展示给设计人员和管理人员，便于他们理解和决策。

## 结束语

融合BIM的选煤厂管道与设备协同设计方法，借助BIM技术优势，实现了设计数字化、可视化与协同化。通过构建协同设计框架并研究关键技术，有效解决了传统设计中信息沟通不畅、碰撞问题频发等难题，提高了设计效率与质量，降低设计成本与风险。未来，随着技术发展，该方法将不断完善，为选煤厂建设与运营提供有力支持，推动行业技术进步。

## 参考文献

- [1]李建荣.选煤厂选煤介质消耗的降低方法研究[J].机械管理开发,2023,38(03):126-128.
- [2]徐征.朱智果.选煤厂选煤工艺流程优化分析[J].能源与节能,2020(4):106-107,164.
- [3]乔霈俊.某选煤厂选煤工艺及系统优化研究[J].内蒙古石油化工,2020,46(08):41-42.
- [4]申静静.选煤厂选煤工艺流程优化分析[J].清洗世界,2020,36(08):77-78.