

虚拟工厂在智能工厂中的应用

陈昆仑 邓洪涛 袁建刚

中国轻工业长沙工程有限公司 湖南长沙 410000

摘要: 在制造业竞争日趋激烈的背景下, 各国相继出台了发展智能制造的国家战略。智能工厂是实现智能制造的重要载体, 主要通过构建智能化生产系统、网络化分布生产设施, 实现生产过程的智能化^[1]。其难点之一是如何实现物理世界与信息世界的交互。研究有别于传统智能工厂建设模式的“物理工厂+虚拟工厂”架构, 阐述了虚拟工厂的内涵及系统组成, 并结合实际案例介绍了虚拟工厂技术在智能工厂中的应用价值。

关键词: 虚拟工厂; 智能工厂; 虚实融合

一、什么是虚拟工厂

虚拟工厂是在新一代信息技术驱动下, 通过遍布在物理工厂的传感器采集实时数据, 并基于这些数据在计算机虚拟环境中, 应用三维建模技术、虚拟仿真技术、大数据分析建立物理工厂的实时真实映射^[4-5]。利用虚拟工厂灵活可变、高效率低成本的优势完成对物理工厂整个生产过程的仿真、评估、优化、预测及决策, 从而满足特定目标和约束的前提下, 实现车间生产和管控最优化。

虚拟工厂系统可分为以下几个层级:

(1) 物理层: 指物理工厂人、机、料、环境等客观存在的实体集合, 负责产品生产的物理实现。

(2) 模型层: 指物理层的完全数字化镜像, 包括物理层的各类模型、规则等。负责在虚拟空间中进行仿真实验、分析优化及预测决策。

(3) 数据层: 包含设备位置及保养信息、零部件存量及存储位置、生产过程数据等物理层数据及建模数据、仿真分析数据、优化决策数据等虚拟层数据。

(4) 应用层: 指在大数据挖掘、系统仿真等技术支持下实现车间生产和管控优化的各类应用。如: 智能排产、智慧能源管理、设备健康管理、物料跟踪服务等。

二、虚拟工厂技术在智能工厂中的应用

1. 智能工厂规划设计阶段

基于系统仿真技术和信息化技术的发展, 设计模型正逐步由二维设计向基于三维建模的协同设计及基于系统仿真的虚拟设计模式。多专业协同的三维建模设计可以避免不同专业之间的信息断层, 减少设计出错。在规划设计阶段通过三维建模技术真实的再现场工厂建成完成后的情况, 可直观的检查规划设计方案的合理性, 避免建造过程中发生更改, 提高设计效率。基于系统仿真的

虚拟设计模式采取离散事件建模、三维可视化技术对工厂的工艺静态布局、动态的生产过程进行模拟运行。这种基于仿真模型的“预生产”可及时发现设计中的问题, 保证设计方案的合理性和先进性。

2. 智能工厂建设阶段

完成智能工厂建设这项复杂工程需要分析清楚业主需求、找准市场定位、设计监理施工等多方资源密切配合^[6]。目前成熟的方法论是基于模型的系统工程。BIM (Building Information Modeling) 技术作为一种物理工厂数字化建模技术对智能工厂的建设有重要的推进作用。

(1) 施工模拟, 利用BIM模型模拟演示施工过程。与二维图纸的施工组织设计相比, 通过BIM技术, 可以提前进行施工预演, 对施工的流程、工序以及施工时的环境进行真实模拟与分析, 为施工方提供数据报告, 施工人员也能够更清楚、更透彻的掌握施工流程。减少了建筑质量问题、安全问题, 减少了返工和整改, 提高了效率。

(2) 加快工期, 合理利用BIM技术可有效缩短施工周期。基于BIM技术的碰撞检测可提前发现各专业的的设计冲突, 优化设计方案, 避免应设计冲突导致的变更, 节约工期。

(3) 节约成本, BIM模型可快速准确的计算工程量, 减小投资估算误差, 避免不必要的施工浪费。

3. 智能工厂的后期运维阶段

对于智能工厂, 建设难运营维护更难, 很多企业的智能示范线开动率不高, 运营人才缺、管理水平低、维护成本高等, 造成其未能发挥其真正效能^[6]。

应用了虚拟工厂技术的智能工厂可根据实际需求设置不同的场景, 对各种方案进行“预演”, 找到最有效的方案。例如: 智能排产, 区别于传统的理论推导计算,

可直接将各种排产计划输入虚拟工厂系统直接对比运行情况，确认最优排产方案。由于虚拟工厂是物理工厂的真实映射，基于此可有效提高管理效率。例如：(1) 虚拟工厂巡检，传统人工巡检全厂可能需要一天时间，而采用虚拟工厂巡检只要几十分钟，且更易发现隐蔽问题。(2) 大数据挖掘，虚拟工厂可以收集存储大量物理工厂数据，可基于这些数据建立预测模型，预防潜在故障发生。(3) 虚拟教学，应用VR及AR技术，可低成本高效率的对操作人员进行培训。

三、案例应用

H集团是一家以家电生产和销售为主的集团公司，凭着先进的生产技术及管理理念，经过几十年的经营发展H集团已跃升为全国乃至全球家电的龙头之一。为响应中国制造2025的国家战略，H集团提出了打造高端特种冰箱工厂的目标。中国轻工业长沙工程有限公司作为智能工程规划设计专家充分利用虚拟工厂技术为H集团提供了从规划设计、施工管理到后期运维的全过程服务。

(1) 系统仿真技术应用

工厂的首要任务是生产产品，因此如何制定合理的工艺布局低成本高效率的完成生产任务是企业的目标^[7]。传统的规划设计中往往根据经验或者参照其他企业来制定工艺布局。缺乏系统科学的分析方法，在后期实际使用中基本不能达到企业最初的设定目标。

表3-1 工艺布局方案评价项

仿真项目	分析内容
U壳、内胆等配送	配送及时性分析
门体、果盒配送	配送及时性分析
牵引车配送	牵引车数量分析
AGV 配送	AGV 数量分析
底托、底钢地下物流配送	配送及时性分析
装卸位分析	装卸位数量分析

以牵引车配送系统仿真为例：通过仿真分析得到工厂中牵引车全天的利用率及分时段的利用率如图3.2所示。

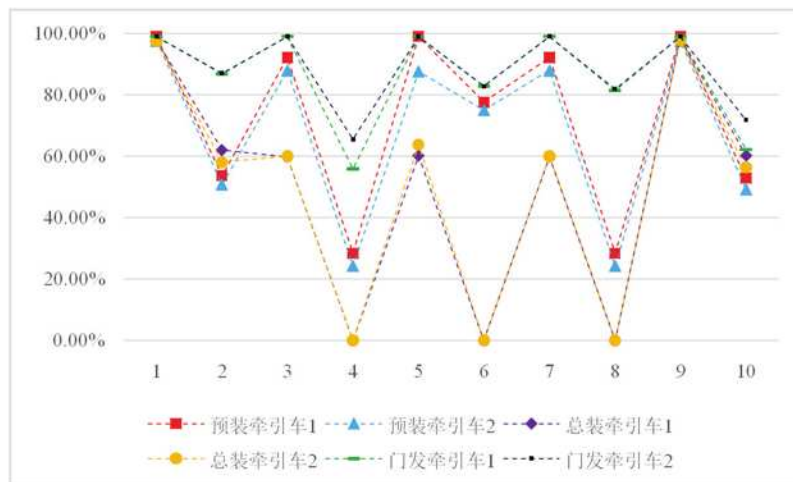


图3.2 牵引车分时段利用率

仿真数据显示不仅不同牵引车全天任务分布不均且同一台AGV全天各时段任务分配也严重不均，造成了资源浪费。通过表3-1中的评价项能够对当前工艺布局方案在实际运行中的物料配送效率、设备配置的合理性、工艺流程的流畅性进行科学而定量的评价。同时，利用系统仿真高效低成本的实验性，能够快速调整参数以对比不同方案的优劣，从而找到最优的方案。

(2) 智慧能源技术应用

能源消耗成本是企业生产运行成本的重要组成部分，如何有效管理能源、提高其使用效率、降低产品能耗是企业响应国家节能减排政策提升产品竞争力的必经之路。

冰箱工厂作为传统的能源消耗大户，不仅能源消耗量大且能源种类多。传统的管理依靠人工定期抄表统计存在着统计周期长、不具有及时性、数据易出错、统计记录易丢失、不能及时发现异常情况等诸多缺点。(见图3.3)

四、结束语

虚拟工厂作为打造智能工厂的重要技术手段，对实现工业4.0、中国制造2025、互联网+制造等先进战略具有重要作用。本文针对虚拟工厂技术在智能工厂中的应用问题，阐述了虚拟工厂的内涵、系统组成并结合实际案例介绍了虚拟工厂技术在智能工厂中的应用场景等。后续将研究如何实现虚拟工厂技术在更多的场景中进行应用等。

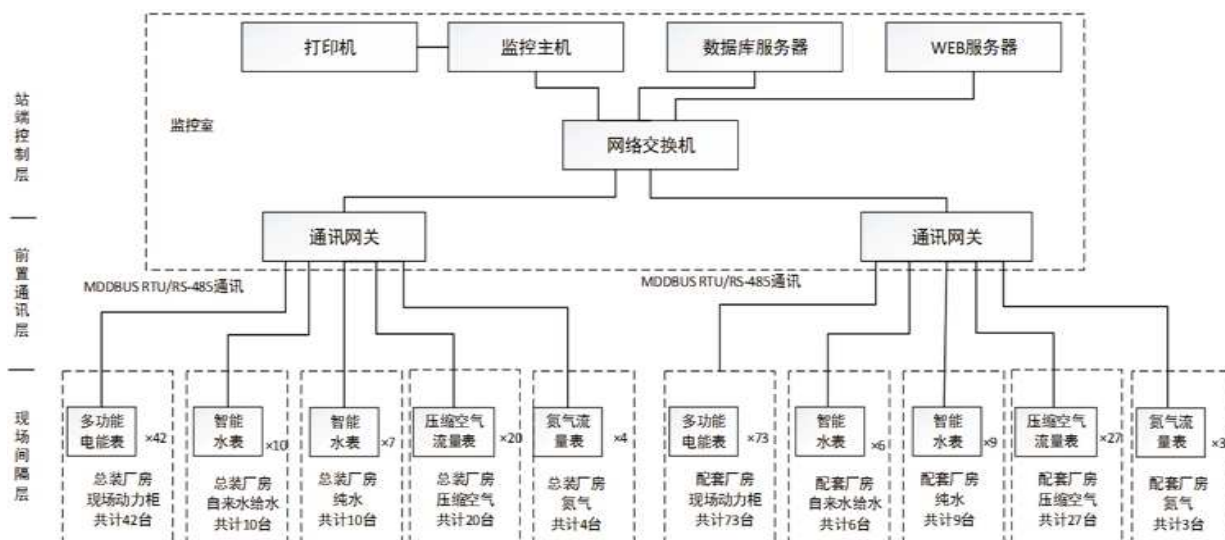


图 3.3 H集团冰箱工厂能源管理系统示意图

参考文献:

[1]刘进, 关俊涛, 张新生, 等. 虚拟工厂在智能工厂全生命周期中的应用综述[J]. 成组技术与生产现代化, 2018 (35): 20-26.
 [2]陶飞, 张萌, 程江峰, 等. 数字孪生车间——一种未来车间运行新模式[J]. 计算机集成制造系统, 2017, 23 (1): 1-9.

[3]苏新瑞, 徐晓飞, 卫诗嘉, 等. 数字孪生技术关键应用及方法研究[J]. 中国仪器仪表, 2019 (7): 47-53.
 [4]秦优培, 杨乐, 信若飞, 等. 基于Flexsim的工厂物流配送中心仿真及优化[J]. 物流工程与管理, 2019 (6): 58-59.
 [5]朱佳乐. 大数据背景下智能化工厂的建设[J]. 科技创新与应用, 2019 (23): 80-81.