

汽车总装生产线设计及建设中的数字化与智能化发展研究

何志武

(中国汽车工业工程有限公司 天津 300110)

摘要: 该文主要讨论在汽车生产线的建设中数字化的应用及向智能化的发展趋势。现在很多汽车厂从设计到建设已开始实现了数字化,并逐渐向智能化工厂方向规划。该文论述了汽车总装生产线数字化的应用、特点及作用、虚拟仿真在汽车厂设计建设中作用,随着技术的发展及要更好满足客户需求的,“虚拟工程”及“沉浸式虚拟工厂”方式在工厂的建设设计中将会是未来的发展方向。

关键词: 汽车总装;数字化;智能化;虚拟工程;沉浸式虚拟工厂

中图分类号: U461

文献标识码: A

文章编号: 1671-3567(2022)11-0004-03

Research on the Development of Digitalization and Intelligence in the Design and Construction of Automobile Final Assembly Lines

HE Zhiwu

(China Automotive Industry Engineering Co., Ltd., Tianjin, 300110 China)

Abstract: This paper mainly discusses the application of digitization in the construction of automobile production lines and the development trend towards intelligence. Now many automobile factories have begun to realize digitalization in design and construction, and are gradually developing towards intelligent factories. This paper discusses the application, characteristics and function of digitization in automobile assembly line, and how virtual simulation is used. With the development of technology and to better meet the needs of customers, in factory design, “virtual engineering” and “immersive virtual factory” will be the future development direction.

Key Words: Car assembly; Digital; Intelligent; Virtual engineering; Immersive Virtual Factory

随着中国汽车工业快速发展,市场的成熟度越来越高、竞争也更加激烈,客户对汽车产品期望也越来越高。这些因素导致汽车企业需更多的产能,更多的符合客户需求的产品,更短时间里设计制造出产品。所有汽车产品的开发周期也在不断的缩短,产品的制造工艺、制造生产线设备、工装等都需并行开发,为高效、最大限度的减少设计反复、缩短设计、生产准备和制造时间。在现代汽车厂设计及建设中,数字化在总装中得到了广泛的应用。

数字化工厂以产品全生命周期的相关数据为基础,在计算机虚拟环境中,对整个生产过程进行仿真、评估和优化,并进一步扩展到整个产品生命周期的新型生产组织方式。数字化工厂主要解决产品设计和产品制造之间的“鸿沟”,实现产品生命周期中的

设计,制造、装配、物流等各个方面的功能,降低设计到生产制造之间的不确定性,在虚拟环境下将生产制造过程压缩和提前,并得以评估与检验,从而缩短产品设计到生产的转化的时间,并且提高产品的可靠性与成功率。

数字化工厂建设的核心要素可以归纳为:工厂装备数字化、工厂物流数字化、设计研发数字化、生产过程数字化。通过这四个方面的建设,带动产品设计方法和工具的创新、企业管理模式的创新。

1 总装生产线设计及建设中数字化实施

1.1 生产线中装备数字化设计

目前汽车厂在设计阶段都可实现整车间的三维模型的集成。数字化的实施后带来了很多好处,通过整体三维模型可检查设备间、设备与厂房、管道间是

作者简介:何志武(1980—),男,本科,工学学士、管理学学士双学位,工程师,主要研究方向汽车制造装备及工艺。

否存在干涉，还可直观检查设备位置对物流是否有影响，设备维修空间及备件更换运输路线是否合适。车间整理美观性提前审查，减少项目实施过程的修改，提高项目建设质量，缩短项目施工周期。设备数字化后，可对设备进行结构受力仿真，更科学的对设备进行分析优化，提高设备的可靠性，减少设备设计缺陷。设备三维直观的展现，有利于进行外观美化设计，在设备上体现工业美，提高产品的美观性。

1.2 车间总图布局数字化

传统车间总图规划通过二维的平面图，及局部的截面图来展现，这种方式对于复杂车间很难准确传达整个规划的内容，规划人员也容易出现考虑不全或没有考虑到的问题，通过三维数字方式来进行车间整体规划，在空间实现了立体的规划，容易让规划人员考虑清楚每处的细节，提高规划图的质量，提高总体工作效率。同时三维立体规划图的呈现，也容易让其他专业人员更容易理解及评估布局。总之，车间数字化布局提高了规划的质量、效率、是现阶段推行及发展的必然趋势。未来车间布局规划可能发展为沉浸式虚拟工厂模式，这部分在后面车间智能化部分中论述。

1.3 生产线系统仿真

通过 Plant Simulation 对汽车总装车间主要线体的进行仿真模型和生产过程控制系统的建模，再利用模型进行仿真，主要实现以下功能：

(1) 生产线瓶颈分析，是否能达到目标产能，找出对产能影响的关键位置。(2) 基于现有生产系统，对影响生产的因素进行分析，从而消除生产瓶颈，优化生产系统，减少浪费，提高产量。(3) 通过仿真找出多车型混合生产时，产量达成情况及最优的生产批量或者排产方法。(4) 分析设备故障、停线等异常因素对生产系统的影响，包括 Buffer、节拍、产量等的影响。(5) 分析关键设备的负荷情况，了解设备数量对产量的影响。(6) 分析 Buffer 区的占用情况，为生产提供依据。(7) 生产物流配送时间、数量和线路分析，保证生产线正常生产。(8) 人力需求状况分析，以及排班因素对生产的影响。(9) 研究关键设备位置可能出现的碰撞、干涉等问题，发掘工艺规划中的问题。(10) 进行虚拟预装配，进行人机工程模拟仿真分析，研究装配的可行性以及装配工具的选择。

1.4 车间物流仿真

模拟仿真技术建立于实验性的概念上。当要一个机构决定使用一个新的设计或新的概念时，往往由于时间和资金的限制上，我们没有办法承受失败

所带来的风险。因此模拟技术可以帮助我们减轻失败的风险。通过电脑虚拟现实的情况，决策者可以知道概念或设计的可行性。从而帮助他们作明智的决定。

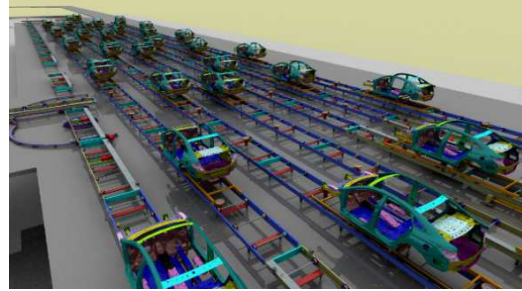


图 1 线路运行仿真

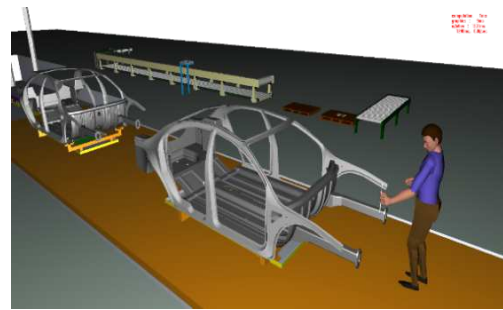


图 2 装配及人机工程仿真

物流仿真在系统的规划、设计、运行、分析及改造的各个阶段，仿真技术都可以发挥重要作用，不但能提高效率，缩短研究开发周期，而且对保证安全、节约开支、提高质量尤其具有突出的功效。

车间物流仿真可通过 Flexsim 软件实现，可以模拟出搬运效率、搬运工具利用效率、空载运行率，对线路交叉点优化、人员投入数量优化。仿真成为车间布局规划、物料管理采用系统化、精细化策略的工具。

1.5 设备控制程序虚拟仿真

汽车生产线控制程序仿真可通过 WinMOD 实现对 PLC 的程序进行虚拟调试。WinMOD 软件注重建模简单化，逻辑编辑是支持 IO 符号导入导出，支持 PLC 硬件组态导出数据，然后快速导入 WinMOD 建立地址映射关系，逻辑块之间支持拖拉连接。通过 WinMOD 虚拟仿真，可发现 PLC 中的错误及设计不完善的地方，进行改进。可较大缩短现场调试时间，提高效率，缩短整体项目周期。

通过这个虚拟的数字化车间，可以检查工艺设备与管道、厂房是否存在干涉，公用管线布置位置是否合理，是否对工艺设备本身及设备的维护造成影响、是否对物流通道造成影响，这可在设计阶段通过三维模型的直观真实的展现，由设计工程师、客户生产管

理工程师、客户设备运维保养工程师等进行评估。在设计阶段及早发现存在的问题及不合理的方面，在设计阶段就可进行调整改进设计，使达到最佳的效果，这样既避免了后续的更改、节省了时间、金钱，同时提高了项目设计及建设质量。

2 总装车间智能化

智能工厂是在数字化工厂的基础上，利用物联网技术和监控技术加强信息管理服务，大量的互联网技术被应用到生产制造过程中，提高生产过程可控性、减少工作失误，以及合理计划排程，提高工作效率，提供决策参考、加强外界联系。同时，集初步智能手段和智能系统等新兴技术于一体，构建高效、节能、绿色、环保、舒适的人性化工厂。智能工厂实现了人与机器的相互协调合作，其本质是人机交互。

总装车间智能化未来可能从以下几个方面进行。

2.1 虚拟工程

在车间的设计上使用虚拟工程，让人们可切实、直接的体验那些未来、实际尚不存在的物体，营造一个生产车间的沉浸式虚拟工作环境。

虚拟工程采用互动、创新的人机交互要求新的工程方法、工程内容和通信工具。不同于传统的数字技术中，计算机系统仅仅给人们提供协助，而人仍需要操控程序。需要强调的是“虚拟现实”只是“虚拟工程”的工具，这个常常被人们忽视，或片面的理解为“虚拟现实”就是“虚拟工程”。

该文所述的虚拟现实类似如近年来游戏产业中，3D电视、头戴显示器和游戏主机能通过手势操控并进行互动的展现方式，人不再操作系统，而是直接的接收和改变可视化内容，这些系统界面具有相当高的沉浸度，使用户有置身于虚拟世界的感觉。这种虚拟现实环境能更快地将信息传递给用户，因为用户通过感官能够更好的融入界面中，从而缩短信息处理时间，加速互动并做出更好的判断。

目前由于硬件和软件购买和维护成本较高，加上独立应用尚不成熟，除了汽车和航空航天业外，虚拟现实在工业上还没有得到推广。

在汽车行业已有少数国外企业已开始使用虚拟工作环境装配来验证装配工艺。

虚拟工程技术可集成不同学科的仿真模型；可对用户难以明确的产品特征进行建模验证；能进行预测性模拟，以及评估未来技术可实现的产品理念。在产品开发和生产中的这些优势已得到大家的认可，所以随着虚拟现实技术成熟，成本的降低，未来汽车总装设计采用沉浸式虚拟工厂是一种发展方向。

2.2 人机互动、设备预防性维修、优化机械设备

在智能化方面，可开发一些硬件和软件，使用户随时获取机器状态信息，这些信息有助于优化机械设备。例如：开发一些传感器，监测设备温度、振动情况、应力变化等情况，传感器易于安装到机械设备上，且不改变设备原有结构。同时开发一系列软件模块，用于信息的传递，根据不同需求，进行人机互动。如监测设备状态，对设备进行预防性维修。

2.3 合作式机器人的开发应用

目前使用的绝大多数机器人安装在防护栏里，和人员完全隔离开的。未来在汽车厂使用的机器人将具备逐步与人类相近的感知、思维及处理能力。未来机器人和人之间的安全围栏将不再存在，将会有新的安全理念产生。目前已有极少数汽车厂在生产线上有类似的应用尝试，使用了KUKA人机协作的灵敏型轻型机器人LBRiiwa，实现人类与机器人之间的直接合作，以完成高灵敏度需求的任务。形成了新的工作区域，可以提高经济效益和效率。

根据欧洲智能系统集成技术平台的技术线路图，将智能系统分为三代。第一代智能系统融入高度发达的自动化、管理及控制技术，现已投入使用。第二代智能系统主要扩展了机器化学习。第三代智能系统将具备与人类相近似的感知、思维及处理能力。

因此，未来汽车工厂自动化和机器人发展将会迎来突飞猛进的时期，将会开发更多形式的合作机器人满足新的工作场景的需要，机器人在总装车间的应用也将迎来黄金时期，与新型合作机器人相关的新技术也将不断发展。

参考文献

- [1] 波特霍夫, 哈特曼. 工业4.0实践版: 开启未来工业的新模式、新策略和新思维 [M]. 刘欣译, 主编. 北京: 机械工业出版社, 2015.
- [2] 陆剑峰, 张浩, 杨海超, 等. 智能工厂数字化规划方法与应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2020.
- [3] 郑维明. 数字化制造生产线规划与工厂物流仿真 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2020.
- [4] 王莹, 张浩, 马玉敏. 数字化工厂工艺规划系统的研究与开发 [J]. 组合机床与自动化加工技术, 2005(9):88-89.
- [5] 季金花, 陆剑峰, 朱志浩, 等. 数字化工厂技术在汽车制造企业布局规划中的应用研究 [J]. 汽车工程, 2009, 31(11):1104-1107, 1103.
- [6] 蔡炳杰, 廖朋芳. 基于数字化与智能化技术的工厂规划 [C]//2019中国汽车工程学会年会论文集 (5), 2019:226-231.