

文章编号:1005—0523(2006)02—0125—04

基于 Delmia/QUEST 的数字化装配线仿真应用

马健萍,周新建,潘 磊

(华东交通大学 机电工程学院,江西 南昌 330013)

摘要:随着先进制造技术、虚拟现实技术与仿真技术的发展,他们之间的融合应用越来越紧密和深入,带动了虚拟制造技术和数字化工厂技术的飞速发展和日趋成熟,使得对他们的研究与应用越来越广泛而深入,基于 Delmia/QUEST 的数字化装配线仿真技术便是该领域中一个方面.

关键词:数字化工厂;装配线;仿真

中图分类号:TH

文献标识码:A

0 引言

当今,随着经济全球化的发展,制造企业之间的竞争越来越激烈,决定制造企业全球竞争能力的主要指标是产品的开发时间(Time)、质量(Quality)、成本(Cost)、以及相应的服务(Service),即 TQCS^[1]. 制造技术已从物质形式的制造向信息制造转变,产品中知识信息的价值占据越来越高的比例,这不但反映在产品本身,而且体现在产品的整个生命周期,特别是生产制造环节,随着信息技术的发展,不断出现了新的制造理念和制造系统,如 FMS、CIMS、敏捷制造和网络化制造等. 这些技术从制造的现实出发,对制造过程中产生的数据进行数字化,并对它们进行加工处理,产生相关信息,在制造系统中进行存储和交换,并直接应用于对生产过程的管理和控制,进一步可对信息进行分析加工产生相关知识,使制造系统的“智能”得到提高,通常把这种生产方式称为数字化制造. 另一方面,随着仿真技术的发展和虚拟现实技术的产生,另一种概念的数字化工厂随之产生,这个工厂生存于数字信息世界,在真实工厂或生产过程还没有开始前,这个工厂在

虚拟空间中运作,对真实工厂进行虚拟现实的仿真,提供优化的结果,这是现在数字化工厂主要研究和应用的内容.

1 数字化工厂的体系结构

数字化工厂是企业活动信息化、数字化、网络化的总称,也是企业信息化发展的新阶段,包括产品开发数字化、生产准备数字化、制造数字化、管理数字化、营销数字化、因此,数字化工厂除了要对产品开发过程进行建模与仿真外,还要根据产品的变化对生产系统的重组和运行进行仿真,使生产系统在投入运行前就了解系统的使用性能,分析其可靠性、经济性、质量、工期等,为生产过程优化和网络制造提供支持^{[2][3]}. 所以,随着数字化生产、虚拟企业概念的提出,生产系统的布局设计与仿真变得日益重要,合理的系统布局不仅可以减少系统运行的成本和维护费用,提高设备利用率和系统生产效率,而且对系统的快速重组和提高企业的快速响应特性,均具有十分重要的意义.

收稿日期:2006—03—18

作者简介:马健萍(1971—),女,浙江东阳人,工程师,在读工程硕士,主要研究方向:虚拟装配技术.

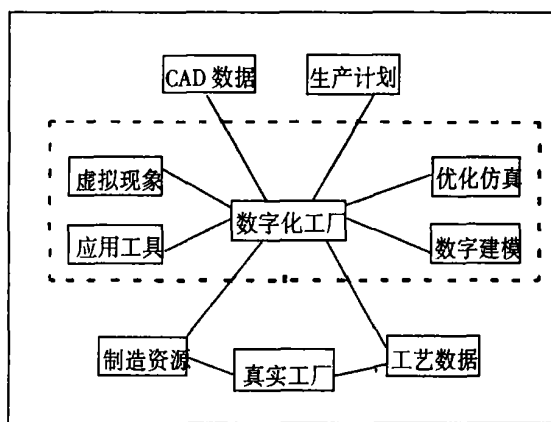


图1 数字化工厂结构

图1展示了数字化工厂的结构,图中点画线框内为数字化工厂的主要内容,通过建模技术对真实工厂的制造资源和工艺数据进行分析,在计算机内建立真实工厂的数字化模型。CAD数据、装配工艺和预计的生产计划作为输入,通过优化仿真系统进行装配制造过程的模拟,对产品的设计和装配过程进行评价。现在越来越多的优化仿真系统还采用虚拟现实技术进行可视化仿真,并给出优化仿真结果。数字化工厂技术对生产工程的各个环节,在不同的层次,小到操作步骤,大到生产单元、生产线乃至整个工厂进行设计、仿真、分析和优化。它从并行工程的基本观点出发,在产品设计阶段就同时考虑和解决生产工程的问题,包括工艺过程设计、工艺装备、机床设备、刀具、生产线或加工单元的布局、人体工程学、生产调度、物料管理等,实现数字化的制造和装配,其结果可用于改善真实工厂的生产制造和装配过程。

2 基于 Delmia/QUEST 的变速箱虚拟装配线技术应用

Delmia/QUEST 是数字化工厂及离散事件仿真软件,是工厂生产系统集成、工艺流程设计和可视化解决方案,是用于对生产工艺流程的准确性与生产效率进行仿真与分析的全三维数字工厂环境。QUEST 为工业设计工程师、制造工程师和管理人员提供了一个单一的协同环境,以在整个产品设计过程中开发和确证最好的生产工艺流程。在为实际设施投资之前,改善设计,减少风险与成本,使数字工厂效益最大化,可使产品从一开始就能尽如人意。用 QUEST 测试各种参数,例如设施布局、资源配置、其它可替换方案,产品开发小组可以量化他们的决策对生产产量和成本的影响。QUEST 灵活的、基于

对象的离散事件仿真环境结合了强大的可视化和健壮的导入/导出功能,使其成为对生产工艺流程仿真与分析的工程与管理首选解决方案^{[4][5]}。下面就以某型号汽车变速箱装配线仿真为例说明。

2.1 搭建变速箱装配线仿真模型环境

装配生产线车间建模不但需要在虚拟环境中建立有形实体的三维几何形状,而且需要定义包含各种资源对象的层次结构关系和交互行为。例如在设计工艺时,往往需要定义与机床、工艺参数、工人等等对象的关系,在没有发生动态行为前,这种关系是静态的。在上述对象中,对于机床对象而言,它又具有装载、加工和卸载工件等对象行为(操作方法),并通过消息传递机制与其它对象发生交互行为。如:当生产线仿真运行时,机床、缓冲区、传送带、工人等等对象会发生交互行为和动态行为联系。所以,虚拟物理建模和虚拟逻辑建模是实现将现实装配生产线映射到虚拟环境,并进行仿真的关键步骤。其中虚拟物理建模针对生产线上所有设备进行三维几何建模,以使虚拟环境中的变速箱装配线(及相关设备)模型能与现实生产线(及相关设备)的有形实体相符或相近,便于可重组装配生产线的布局优化设计。我们可以建立虚拟物理模型的生产资源包括机床、上料站(Source)、缓冲站(Buffer)、卸料(仓储)站(Sink)、自动导向小车(Automated Guided Vehicles,简称AGV)、工人(Labor)及装卸机器人等生产资源。根据变速箱装配生产线的层次结构关系,从装配线类中派生出物理设备类、工艺类、逻辑控制类、仿真支持类。物理设备类对应现实生产线中有形的实体,如加工设备、物流设备等;工艺类在现实生产线中没有有形的实体对应,如循环加工工艺(Cycle Process)、装载工艺(Load Process)、卸载工艺(Unload Process)、生产计划和任务等工艺内容。逻辑控制类描述对象间的逻辑关系,如AGV控制逻辑、Labor控制逻辑、传送带控制逻辑等。仿真支持类描述生产线仿真交互过程时间、事件和数据性能统计等仿真支持对象。搭建好的变速箱装配线场景如图2所示。

2.2 变速箱装配线的仿真优化

在搭建完成虚拟的装配线仿真环境后,我们就可以进行装配线的虚拟装配仿真了。因为 Delmia/QUEST 是数字化工厂及离散事件仿真软件,它的仿真机理主要是由内部的逻辑事件来驱动外在的物理事件,比如,我们建立了一条传送带 Conveyor,如果没有内部逻辑事件驱动的话,也只是一个静止不

动的传送带三维实体罢了,必须依靠系统背后的逻辑事件的驱动,才使得传送带在仿真过程中能够输送零件;同理,装配工人(labor)也是在其内部逻辑事件驱动下往返于不同的装配工位完成其装配操作的,总之,我们所建立的所有仿真模型都必须在其各自的逻辑事件驱动下来实现仿真,Delmia/QUEST 内部逻辑事件是由其 SCL (Simulation Control Language)语言编写的,系统内置了数字化工厂仿真中常用的逻辑事件,但对于特殊的仿真事件,我们可以进行编程开发即可.软件依靠其内部的仿真时钟来模拟装配线运行仿真进程.

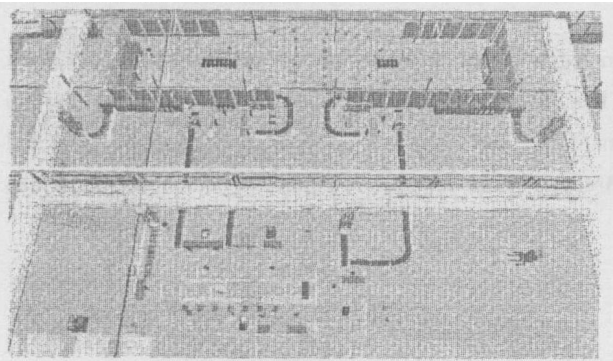


图 2 变速箱装配线的虚拟车间场景俯视图

在装配线的规划仿真中,一个重要问题就是调整装配线平衡并保证装配线的物流顺畅,这里的变速箱装配线仿真中也出现了此类问题,在仿真初期,瓶颈问题主要发生在二轴部装作业区,因为局部装配节拍调整不协调和设备位置规划不够合理导致了传送带上有大量的零部件积压,阻塞了物流,使得后续装配线无法继续运行,并且使得设备和工人的利用率和忙闲程度等指标不合理等.通过对仿真模型的反复调整和对工人运动路径等问题的重新规划调整等措施,最后使得变速箱装配线得以平衡,并且使得工人和装配机床等的忙闲利用率等装配线指标趋于合理化.如图 3 所示为调整后装配线仿真 8 小时(28800s)场景,而图 4 为变速箱装配线仿真 8 小时部装作业区场景.从全三维的虚拟装配线上,我们可以很直观看出,部装作业区、总装作业区和各个传送带等物流运送系统中没有零部件积压现象和物流阻塞现象发生了.

图 5 所示为装配线中 AGV 设备利用率情况直方图,调整前,有的利用率高达 95%,较低的是 20% 不到,相差很大,调整后,从图中我们清晰的发现变速箱总装线上的 AGV 利用率几乎一样,一般在 70%左右浮动,是合理的,这也说明了经过调整后的装配线整体上是基本平衡的.另外从在制品零件数

来看,调整后使装配线中在制品数很低,从装配线仿真统计数据中,系统原料站在 28800s(8 小时)内共提供了 14 530 个零部件,同时系统消耗掉了 14 361 个零部件,在制品零部件数只有 169 个,只占所提供工件总数的 1.16%,而装配线调整前却高达 56.6%.从本条变速箱装配仿真线运行中,一天内系统共生产了 304 台变速箱,那么其年产量将是 10.944 万台,如果在车间内扩充为 2 条总装线,其年产量将达到 22 万台变速器.当然我们还可以通过工人的利用率、忙闲程度和其他机床设备的数据指标来评价装配线仿真效果,这里因篇幅原因略去.

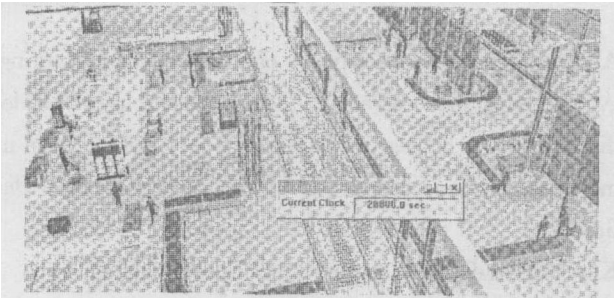


图 3 调整后装配线仿真 8 小时场景

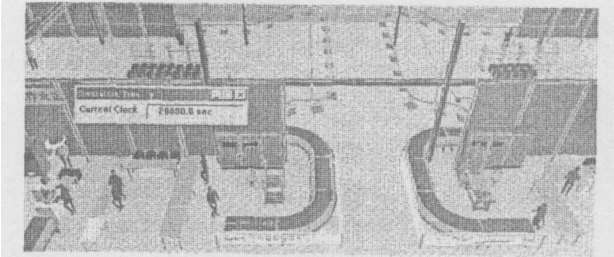


图 4 变速箱装配线仿真 8 小时部装作业区场景

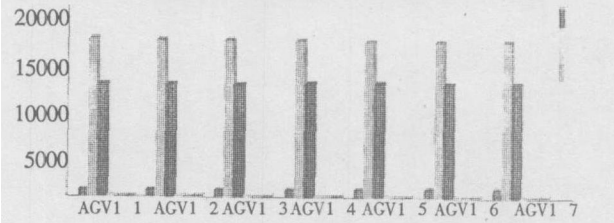


图 5 装配线中 AGV 设备利用率情况直方图

3 小结

本文通过对某厂的汽车变速箱装配线的虚拟规划仿真研究,为该厂变速箱装配线的进一步规划调整做出了参考性的仿真数据,通过装配线的虚拟仿真,不但可以节约大量的物质资源,减少了实物装配线调整中的资金浪费,而且为实际装配线的改造扩建和调整提供了有实际参考价值的仿真数据.

参考文献:

[1] 严隽琪,等. 虚拟制造的理论、技术基础与实践[M]. 上海:上海交通大学出版社,2003.

[2] Harel Beit-On. Delmia—Tecnomatix—The Duel for the Digital Factory·PROMISING MARKET[J]. 2002, 5.

[3] 虚拟制造技术与数字化工厂: <http://www.e-works.com.cn/ewkArticles/Category86/article10740-1.htm>, 2005.

[4] Dassault Systemes Delmia Quest D5R12 应用说明, 2004, 5.

[5] Dassault Systemes Delmia Quest D5R12 用户手册.

Delmia/QUEST-based Digital Assembly Line Simulation Application

MA Jian-ping, ZHOU Xin-jian, PAN Lei

(School of Mechanical and Electronical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: With the development of advanced manufacturing technology, virtual reality technology and simulation technology, the integration use among them is much closer and deeper. It is driving the virtual manufacturing technology and the digital plant technology to develop fast and making them more maturity. The study and application of them are more and more extensive and deeper, The Delmia/QUEST-based Digital Assembly Line Simulation technology is one respect in this field.

Key words: digital plant; assembly line; simulation.