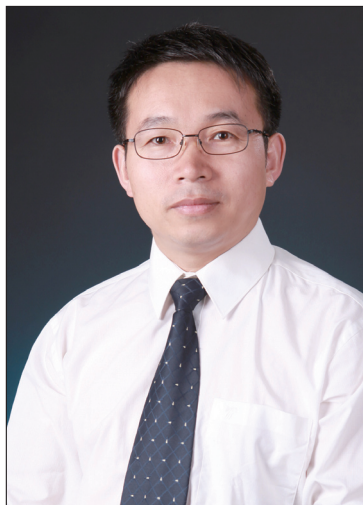


数字化装配工艺规划 系统设计

Design of Digital Assembly Process Planning System

哈尔滨工业大学机电工程学院 李建广 许晓月



李建广

工学博士,教授,主要从事 CAD/CAM、加工过程仿真及优化、数字化制造技术等方面的研究,参加“863”、国防基础科研、总装备部、省市项目等多个课题的研究工作。获国家级教学成果奖二等奖 1 项,黑龙江省教学成果奖一等奖 2 项,发表论文 80 余篇。

装配是按照规定的技术要求,在工装工具和辅助材料的辅助下对产品的零部件进行配合和联系,使其成为具有某种功能产品的制造工艺过程,是产品质量和性能保证的最后环节。目前装配工艺设计远落后于产品设计和加工制造与管理的发展水

数字化装配技术为基于三维模型的装配工艺规划与验证提供了有效的支撑技术,但至今仍缺乏满足多方需求的数字化装配工艺规划系统。本文针对数字化装配工艺详细设计,介绍了基于商业化数字化装配系统 Tecnomatix 的数据准备、装配工艺详细设计、装配示教等方面的研究工作。

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.08.046

平,已经成为整个产品制造全生命周期中的瓶颈问题,所以数字化装配技术的研究受到关注和重视。

数字化装配技术指利用仿真技术与 CAPP 技术,基于零部件的三维模型,对装配过程进行工艺规划与仿真验证,然后进行装配工艺详细设计生成工艺文件以指导实际装配操作,在装配方面其主要内容包括装配工艺规划与仿真、装配工艺详细设计、装配现场示教等。

美国华盛顿州立大学开发了首个数字化装配系统——VADE^[1],通过虚拟现实环境来仿真装配过程,生成装配工艺。新加坡南洋理工大学开发了 V-REALISM^[2],结合了虚拟现实与智能拆卸算法,系统能自动规

划拆卸顺序。国内的数字化装配序列规划软件应用方面处于起步阶段,主要是基于国外的 CAD/CAM 软件进行二次开发,或者建立数据接口进而开发数字化装配系统。而国外已开出商业化的数字化装配软件系统,如达索的 Delmia^[3]和 Siemens 公司的 Tecnomatix^[4],已获得广泛应用。

我国清华大学、浙江大学、哈尔滨工业大学、北京理工大学、上海交通大学、西安工业大学等高校在数字化装配方面进行了大量的研究工作,但缺乏将基于数字化装配技术的装配序列规划与仿真、工艺详细设计与装配示教等功能相结合的应用系统^[5],通常是根据用户的实际需求进行定制开发。如清华大学以 Pro/

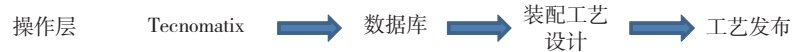
Engineer 为平台开发了 VASS (虚拟装配支持系统) 系统^[6], 用于装载机的虚拟装配; 哈尔滨工业大学以 SolidWorks 为平台开发了涡轮泵的装配工艺设计和装配示教系统^[7]。这些系统尤其是装配序列规划与仿真的开发工作量大, 对装配工艺设计人员的要求高, 且当产品模型复杂时, 系统运行慢。

本文结合项目研究, 介绍采用商业化数字化装配工艺规划与自主开发相结合的方法实现数字化装配工艺规划系统的设计过程。

是国内装配工艺规划的业务要求, 一般用户利用商业化软件系统实现装配的序列规划与验证, 再通过自主开发实现数字化装配工艺规划的资源配置和详细工艺设计等任务。

以某数字化装配工艺规划项目为例, 装配序列规划与仿真验证由 Siemens 的 Tecnomatix 实现, 利用其强大的几何模型管理和操作、装配序列规划与仿真、动画生成等功能实现装配序列的规划与仿真、获取产品

结构树、装配工艺树、资源结构树等数据。根据项目的应用要求开发三维数字化装配工艺详细设计系统, 导入 Tecnomatix 生成的多种数据作为装配工艺详细设计的基础数据, 并且通过产品结构树和资源结构树分别对产品、资源的轻量化三维几何模型进行管理。在数字化装配工艺详细设计系统中, 通过人机交互进行装配工艺的详细设计, 利用文字、图片、动画、三维模型等充分表达工艺设计信



数字化装配工艺规划系统体系结构

装配工艺规划主要包括装配序列规划与验证、资源配置和详细工艺设计等内容。数字化装配技术的发展为装配工艺的规划提供了有效手段, 如商业化的 Tecnomatix、Delmia 软件系统提供了强大的数字化装配支撑环境。但这些系统通常不能满

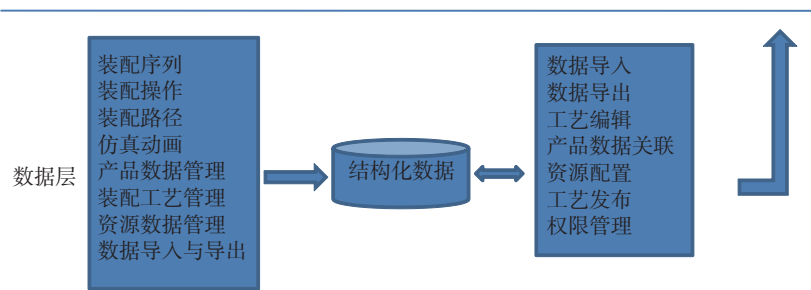


图1 数字化装配工艺规划设计方案

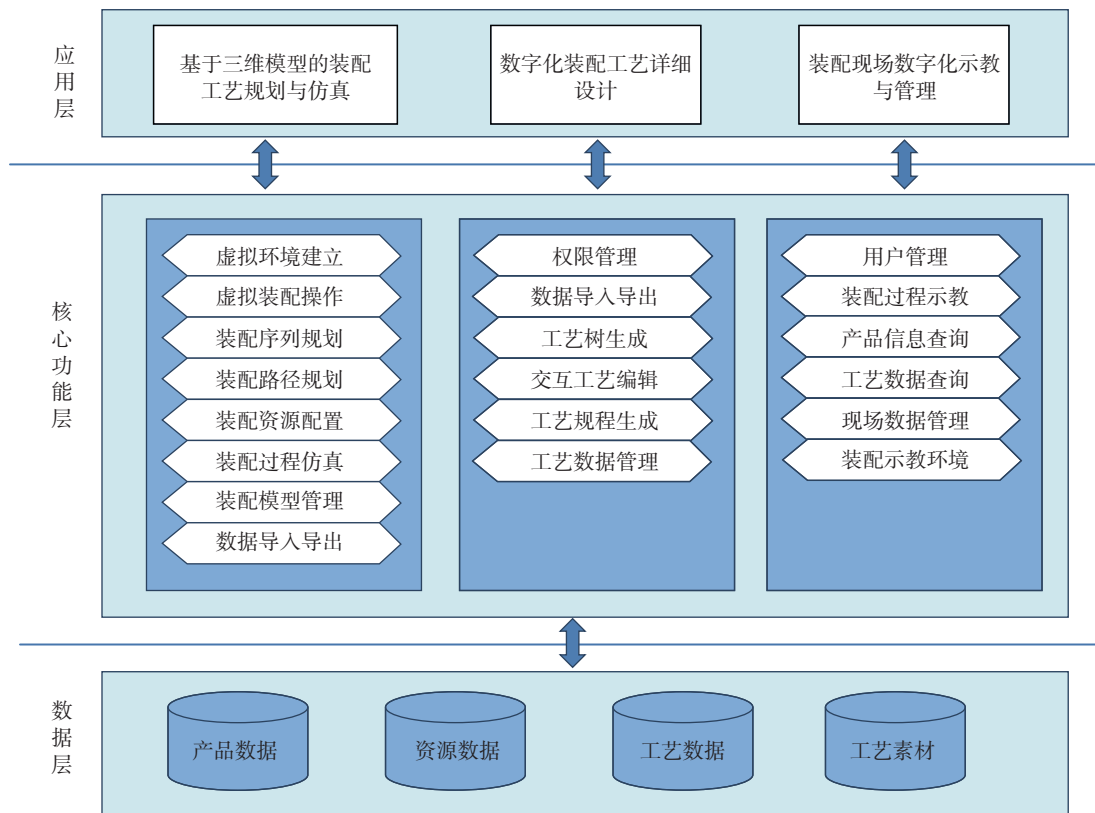


图2 数字化装配工艺规划系统体系结构

息,工艺设计信息利用数据库进行管理。该数字化装配工艺规划系统的设计方案如图 1 所示,对应的体系结构如图 2 所示(包含了装配现场示教和管理功能)。

数字化装配工艺详细设计

数字化装配工艺规划以数字化技术来保证所规划的装配过程可靠,装配工艺信息充分完整,理解无歧义,便于装配工艺信息的多层次应用。数字化装配工艺详细设计是以基于三维模型的装配工艺规划与仿真所得到的数据为基础进行的。

1 装配数据准备

装配数据准备就是为装配工艺详细设计的顺利进行提供必要的模型、设计信息和素材等,具体包括装配工艺树、产品结构树及其三维模型、资源结构树及其三维模型、动画、图片、文本等,其中图片和文本等信息可由设计人员提供,较为方便。

(1) 产品和资源结构树及其三维模型在数字化装配工艺规划中所操作的、与产品和资源相关的几何模型,通常是轻量化的模型,如 Tecnomatix 采用的 JT 模型,将 CAD 导出的 JT 模型导入到 Tecnomatix 中进行装配序列的规划和仿真。产品和资源的结构树可通过 Tecnomatix 导出的 XML 数据建立,而零部件模

型选用通用性强的 3D PDF 模型(即可通过 CAD 系统导出),方便用户建立独立于 CAD 系统的产品和资源模型(图 3),供数字化装配工艺详细设计使用。

(2) 装配序列规划数字化装配工艺规划环境中,根据拟定的产品结

构和装配顺序,应用工装和工具模拟产品零部件的装配过程,并仿真验证装配路径、装配顺序和装配空间,确定可行的装配序列。该结构化的装配序列可作为装配工艺详细设计中装配工艺树的主框架,在 Tecnomatix 中可导出为 XML 文件。



图3 产品模型重建

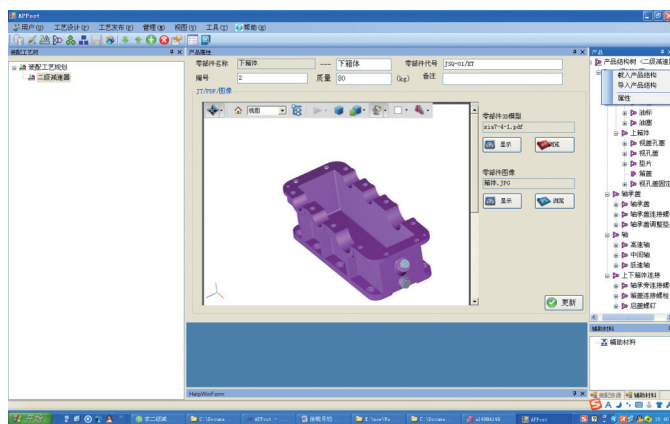


图4 数字化装配工艺详细设计环境

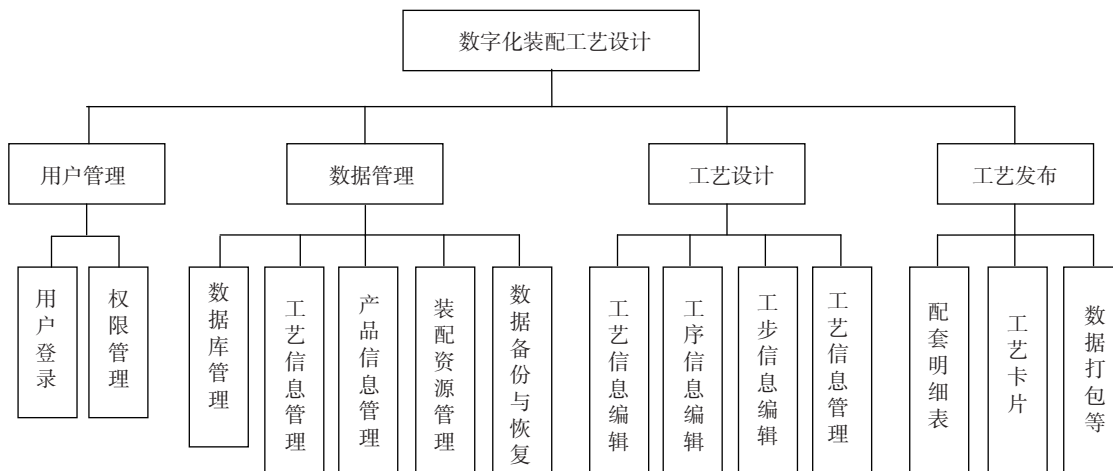


图5 数字化装配工艺详细设计系统功能结构树

(3)动画利用商业化的数字化装配系统进行装配工艺规划,通过人机交互拟定装配序列、装配路径,在仿真验证的同时可生成动画,为装配工人理解装配过程提供支持。在数字化装配工艺设计中,可为关键装配操作关联演示装配过程的动画。

2 数字化装配工艺详细设计

数字化装配工艺详细设计将工艺设计过程中所产生的(或用到的)诸多信息按装配工艺进行集成和管理,并可转化为直接被装配操作人员查询参考的格式化数据形式。图4为装配工艺详细设计环境。

数字化装配工艺详细设计环境包含用户管理、数据管理、工艺设计、工艺发布等几类功能,功能结构树如图5所示。

数字化装配工艺详细设计中,针对工艺、工序、工步所包含的不同内容,分别设计其信息编辑界面进行编辑。在工艺设计过程中,查询、输入、修改、关联等操作的数据通过底层数据库进行管理。

3 装配工艺发布

装配工艺详细设计完成后,通过工艺发布生成工艺卡片、配套明细表、数据打包等,供装配工人查阅参

考。在本文研究项目中,将工艺设计信息分类汇总输出到事先设计的Excel表中,生成工艺卡片、配套明细表等(图6)。

图6 装配工艺发布生成的装配工艺卡

装配现场数字化示教

数字化装配技术的另一个重要用途是为装配现场指导工人提供多方面的信息帮助,使按照装配要求正确地进行产品的装配。装配现场数字化示教通常以网页浏览的方式体现,所需的数据来源于工艺设计中生成的和关联的数据。

图7是一种基于Web的装配现场数字化示教界面。通过该界面可在装配现场实现装配工人对装配工艺信息、产品零部件信息、工装工具信息、辅助材料信息和帮助文档等信息的浏览,使其使用正确的工装工具

按照操作要求装配正确的零部件。

结束语

数字化装配技术为基于三维模型的装配工艺规划与验证提供了有效的支撑技术,但至今仍缺乏满足多方需求的数字化装配工艺规划系统。本文针对数字化装配工艺详细设计,介绍了基于商业化数字化装配系统 Tecnomatix 的数据准备、装配工艺详细设计、装配示教等方面的研究工作,以上研究工作充分利用现有成熟的系统功能与针对具体要求自主开发相结合的方式实现数字化装配工艺规划系统的主要功能,实现了 CAD→商业装配工艺规划与仿真→装配工艺详细设计→工艺文档生成→装配现场示教的数据流与管理,为数字化装配工艺规划系统的开发和应用提供参考。

参考文献

- [1] Jayaram S, Wang Y, Jayaram U, et al. VADE: a virtual assembly design environment. IEEE Computer Graphics and Applications, 1999, 19(6): 44-50.
- [2] Li J R, Khoo L P, Tor S B. Desktop virtual reality for maintenance training: an object oriented prototype system (V-REALISM). Computers in Industry, 2003, 52(2): 109-125.
- [3] 姚理,刘慧琴,何小国.基于CATIA中DELMIA的虚拟装配技术的应用.机械,2014(2): 46-50.
- [4] Tecnomatix: Siemens PLM Software[EB/OL].[2015-03-15].http://www.plm.automation.siemens.com/zh_cn/products/tecnomatix/.
- [5] Guan Q,Liu J H,Zhong Y F. A concurrent hierarchical evolution approach to assembly process planning. International Journal of Production Research, 2002, 40(14): 3357-3374.
- [6] Liao H F, Zhang L X, Xiao T Y, et al. An interactive assembly process planner. Tsinghua Science and Technology, 2004, 9(2): 219-226.
- [7] 夏平均,姚英学,李建广,等.三维数字化装配工艺系统的研究.哈尔滨工业大学学报,2005,37(1): 36-39. (责编 亿霖)

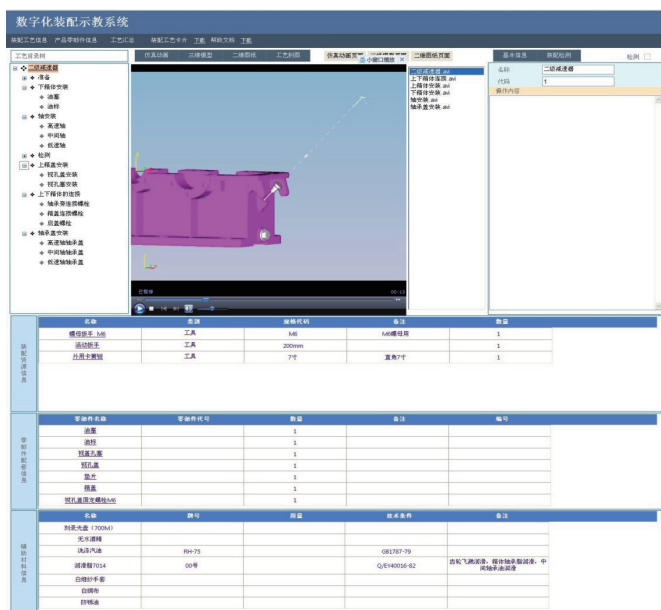


图7 基于Web的装配现场数字化示教界面