

复杂零件产品虚拟开发技术研究*

唐罗生 李圣怡 刘阳 柳卓之

(国防科技大学机械电子工程与仪器系 长沙 410073)

摘要 本文针对复杂零件产品制造精度要求高,工艺性差,残次品率高,生产周期长等特点,在探讨虚拟产品开发技术及其原型系统的基础上,提出了一种复杂零件产品开发的新模式:即在虚拟状态下对产品进行构思、设计、分析、仿真、装配、测试、性能及经济性评估、快速原型及产品数据管理等。

关键词 虚拟制造, 产品开发, 虚拟产品开发

分类号 TH 165

Research on Virtual Developing Technique of Complex parts

Tang Luosheng Li Shengyi LiuYang Liu Zhuozhi

(Department of Mechatronics Engineering and Instrumentation, NUDT, Changsha, 410073)

Abstract In view of the characteristics of high accuracy, poor manufacturability, high residue or waster rate and long production period of complex part manufacturing, based on discussing virtual product developing technique and modeling system, a new mode is presented in this paper for complex part development. This new mode involves the work-out, design, analysis, simulation, assembly, test, evaluation of performance and economy, rapid modeling and product data management of the product under virtual status.

Key words virtual manufacturing, product development, virtual product development

国际上近几年提出了一项新型的制造技术:虚拟制造技术 VMT (Virtual Manufacturing Technolgy)。VMT 是由多学科知识形成的综合系统技术,其本质是以计算机支持的仿真技术为前提,对设计、制造等生产过程进行统一建模,在产品阶段,实时地、并行地模拟出产品未来制造全过程及其对产品的影响,预测产品性能、产品制造技术、产品的可制造性,从而更有效、更经济、更柔性灵活地组织生产。

* 1997年5月8日收稿

虚拟产品开发 (VPD) 作为虚拟制造的核心技术, 一开始就倍受人们关注。虚拟产品是一种数字产品模型, 它具有它所代表的产品的各种性能和特征。这些虚拟产品在投入生产以前已存在, 它具有明确的可视性, 可同时进行协作设计和分析, 可和供应商和合作者交换信息, 客户可进行评估并作出反应。

虚拟产品开发即设计和制造虚拟产品的过程。在这过程中是数字方式的和全局性的, 不论在何时何地, 人员可以单独地也可以协同地进行工作。这种产品生产网络不仅包括生产员工, 而且也包括供应商、合作伙伴和客户。

目前, 国外一些有优势的制造厂商和产品开发公司都把 VPD 作为一项总体经营战略, 努力发挥它的最大潜力。据报道, 汽车工业对 VPD 最有兴趣, 并且动手出最早, 如美国的克莱斯勒和福特汽车公司、德国的大众汽车公司以及日本的一些汽车公司都积极采用 VPD 技术。采用 VPD 技术后, 新产品开发周期可大大缩短, 竞争的优势显然得到加强, 其影响不可估量。

1 虚拟产品开发流程

传统的新产品开发方法是由工程师在图板上手工设计出产品, 并制造出原型, 然后经测试、验证、分析, 如果产品达不到规定的要求, 就反复地进行这一过程, 直到满意为止。采用传统的产品开发方法, 开发周期长, 缺乏柔性, 设计成本高, 投资风险大。而对于复杂零件产品, 由于其设计和制造难度大、质量要求高、交货时间要求严格等, 将不可避免地耗用大量的投资、存在较大风险。基于复杂零件产品制造的上述特点, 系统地、全面地分析复杂零件产品设计、制造中各种直接的、非直接的, 可量化的和不可量化的影响因素, 在计算机上准确地构造出复杂零件产品的虚拟模型, 即采用虚拟产品开发技术使设计者借助于计算机, 通过对复杂零件产品的可制造性、可装配性、制造成本、模制品性能等的综合评估以及复杂零件产品加工方案择优等, 来反复修改和优化复杂零件产品结构, 以达到产品开发一次成功的目的。

图 1 所示为采用 VPD 技术的产品开发流程图。从图中可以看出: 传统的产品开发是通过制造产品实物原型来修改设计, 而 VPD 是以可视的三维计算机数字模型代替产品实物原型来不断地修改设计的, 它可使复杂零件产品开发一次成功, 以取得最大的经济效益。

2 VPD 系统功能模型

VPD 系统是在传统产品开发技术的基础上, 结合现代产品开发技术, 包括 CAID、CAD、CAM、CAE、CAPP、CAT、PDM、逆向工程技术、网络技术等, 采用最具国际先进水平的计算机软、硬件平台及网络软件来实现的, 其大体上可划分为四个广义功能模块, 如图 2 所示。

图 2 为 VPD 框架四个广义核心功能关系示意图, 其内容如下:

- 产品建模可以采用最具国际先进水平的商品化 CAD/CAE/CAM 系统, 工艺建模可在上述软件平台基础上开发 CAPP 决策支持模块, 有限元分析可采用 NASTRAN 或 SAP9 等专业化的软件, 加工过程仿真可采用商品化的 NC 仿真软件, 装配分析及仿真可采用商品化的装配分析及仿真软件, 如法国 MDTV 公司的 MEGAVASION 等。

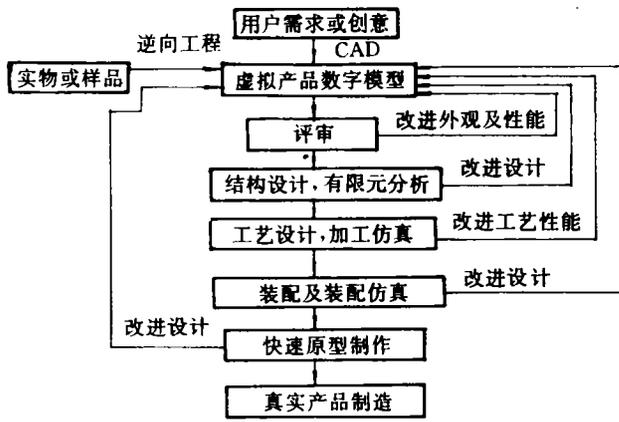


图1 采用VPD技术的产品开发流程图

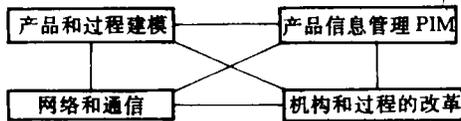


图2 VPD 框架广义功能关系

- 产品信息管理 (PIM) 可在商品化的 PDM 产品基础上, 结合产品开发特点, 通过建立各种设计知识库、方法库, 完成产品信息管理。

- 网络和通信可借助企业 INTRANET 或校园网采用 NOVELL、WINDOW-NT 等网络软件改造进行。

- 机构和过程的改革可通过与工厂合作, 根据 VPD 的需要模拟改革, 探索 VPD 五个不同等级 (局部优化、内部互联、相互依存、全面参入及全面 VPD) 环境下的机构配置。

图3所示为 VPD 系统功能模块示意图。

3 VPD 系统网络结构

图4所示为 VPD 系统网络结构框图, VPD 工作站通过局域网服务器及 switch HUB 或 FDDI HUB 与企业中央计算机连接, 同时通过中央计算机与数控车间局域网相连, 以形成企业 INTRANET 网, 在企业 INTRANET 网的基础上, 通过企业中央计算机及路由器, 实现与 CHINANET 乃至国际互联网 INTERNET 的联网, 以实现全球制造。

4 结束语

笔者所在的先进制造技术中心 CAD/CAM 实验室已初步利用 VPD 技术为某摩托车

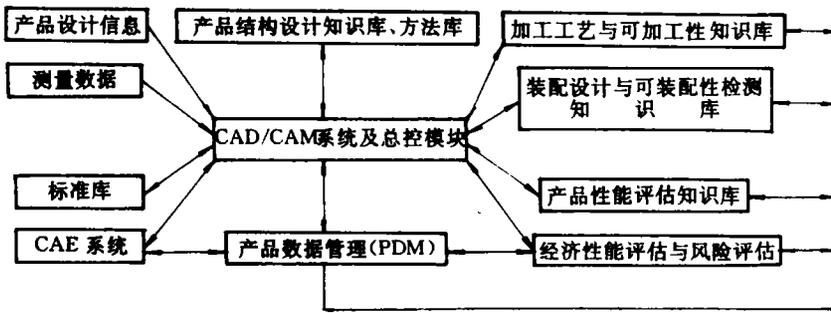


图3 VPD系统功能模块示意图

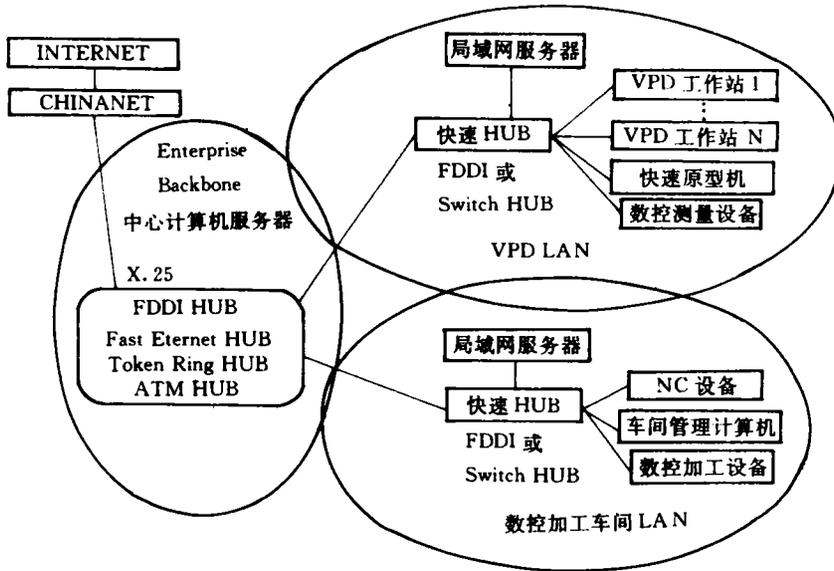


图4 VPD系统网络结构图

厂完成油箱模具的设计制造，借助 VPD 系统完成对油箱产品的建模、制造、仿真、测试、分析，并对产品进行可制造性、可装配性、制造成本、制品性能等的综合评估及制造方案优化，实现产品加工一次性成功，并且在很大程度上缩短了产品开发周期，降低了开发成本，提高了产品质量。

VPD 将计算机软件工具与产品开发过程集成起来，是唯一可对企业经营环境进行有效控制的技术，能够在虚拟状态下构思、设计、制造、仿真、测试、分析和评估产品，以解决那些反映在时间、成本、质量诸方面的重大问题。VPD 从根本上改变了传统的产品开发方法，无论从 VPD 的概念到特点，还是从 VPD 的应用获得的好处，都使人感到这一新技术将对工业界产生巨大的影响。就我国工业界来说，深入研究和应用 VPD 技术，

一方面可以对发展包括汽车工业在内的民品工业生产,增强企业竞争实力产生巨大影响;另一方面,针对目前国防工业既要面对压缩原有国防工业基础的现实,又要承担起开发新的武器系统的重大任务,采用VPD技术对武器系统研制将起到大的推动作用。因此开展该课题研究具有十分重大的意义。

参 考 文 献

- [1] C. A. 狄苏尔、葛守仁。电路基本理论。林争辉主译,北京人民教育出版社,1979
- [2] 陈树柏主编。网络图论及其应用。北京科学出版社,1982
- [3] B. 贝卡利。网络分析与综合基础。陈大榕等译。北京人民教育出版社,1979
- 1 Barbara Schmitz. Investigating Virtual Product Development. Computer-Aided Engineering, 1996, 5: 32~40
- 2 John Mazzola Build and Break. Digital Style. Computer-Aided Engineering, 1996, 5: 62~65
- 3 Beverly A. Beckert. Venturing into Virtual Product Development. Computer-Aided Engineering, 1996, 5: 45~50
- 4 Barbara Schmitz. The Value of Virtual Product Development. Computer-Aided Engineering, 1996, 7: 3A~9A
- 5 EUCLID & STRIM100 Technology Document
- 6 唐罗生,李圣怡等。复杂型腔模具虚拟产品及其开发系统。九五国防预研《先进制造技术》研讨会学术论文,1997,

(责任编辑 张 静)