

⑭ 73-77

基于特征技术的机械产品并行设计系统研究^{*}

Study on the Mechanic Product Parallel Design
System Based on Characteristic Technology

TH122

TP391.72

廖小云 ^①	张根保 ^②	雷闻宇 ^①	徐宗俊 ^②
Liao Xiaoyun	Zhang Genbao	Lei Wenyu	Xu Zongjun

(^① 重庆大学现代设计法研究所, 重庆, 400044; ^② 重庆大学机械工程一系, 第一作者 29岁, 男, 博士, 助理研究员)

摘要 介绍了机械产品并行设计的发展背景、基本概念, 探讨了并行设计方法及其特点, 建立了基于特征技术的机械产品并行设计系统结构, 开发了相应的阀门产品并行设计系统, 并已在工厂实际应用。

关键词 计算机辅助设计; 并行设计 / 特征技术
中国图书资料分类号 TP391.72

机械产品 CAD

ABSTRACT In this paper, the parallel design method and its property are discussed, a parallel design system structure based on characteristic technology is presented, and a valve parallel system is developed, and it successfully works in a factory.

KEYWORDS computer aided design; parallel design / characteristic technology

0 引 言

80年代中期以来世界竞争加剧, 先进制造技术(如 CIMS、CE)日渐成为国际制造业研究和应用的热点。其原因不仅在于先进制造技术具有提高生产率、保证产品质量、缩短生产周期、降低生产成本等一系列极具吸引力的优点, 而且在于它在新的生产组织原理和概念指导下形成了一种新型生产模式。以计算机集成制造技术、并行工程方法与技术为代表的先进制造技术将成为 21 世纪占主导地位的新型生产方式。虽然人们对并行设计及其相关技术进行了大量研究, 但在工厂实际应用的并行设计系统并不多见^[1-2]。本文从产品设计自动化的角度, 探讨产品并行设计方法及其特点, 建立一种基于特征技术的机械产品并行设计系统的结构, 并开发了相应的阀门产品并行设计系统, 在工厂运用取得明显的经济效益。

1 机械产品并行设计方法及其特点

制造系统的功能是把原材料毛坯转换为中间产品, 再从中间产品转换为最终产品。它的直接目标就是获得最大限度的利润。设计者的基本任务就是要在满足规定的功能要求和经

* 收文日期 1996-12-09

济性与时间限制的条件下设计出产品。设计者的设计意图将直接影响产品成本。设计阶段最初所作出的决定,对产品成本、制造和质量的影响更为重要。然而长期以来,人们在设计过程中,一般遵循“概念设计—详细设计—过程设计—加工制造—实验验证—设计修改”的串行流程。在设计的早期由于缺乏必要的、及时的交流与反馈环节,不能全面的考虑下游的多种因素,无法在产品功能、质量、价格和生产开发周期等方面统一协调,使新制造出的产品存在许多缺陷,这就必然要求对设计进行更改,构成了从概念设计到设计修改的大循环,而且可能在不同的环节多次重复这一过程,造成设计改动量大、产品开发周期长、成本高,难以满足激烈的市场竞争的需求。所谓并行工程,或并行设计,就是集成地、并行地设计产品及其相关的各种过程(包括制造过程和支持过程)的系统方法。这种方法可以使产品开发人员从一开始就考虑产品从概念设计到消亡的整个生命周期中的所有因素,包括质量,成本,进度计划和用户需求。产品并行设计从概念上能够潜在地缩短产品开发周期、降低产品成本,全面提高产品质量。并行设计最核心的问题是设计过程的并行协调、控制与管理,而关键问题是建立并行设计的支撑环境*。

并行设计中,应充分考虑产品生命周期各个环节的要求和约束^[3],包括:设计要面向性能(DFP)、设计要面向制造(DFM)、设计要面向装配(DFA)、设计要面向测试(DFT)、设计要面向维护(DFS)、设计要面向质量(DFQ)、设计要面向成本(DFC)。并行设计方法提供产品设计全新的操作思想。产品的并行设计过程是一项极为复杂的系统工程。它所面临的必须解决的问题很多,主要有:设计目标;产品建模;过程计划;费用估计模型;设计过程评价与决策等。产品并行设计方法特别强调面向设计过程的信息集成,以便设计时即时考虑制造、装配、维修、销售等下游过程的约束因素,基本单元技术和方法包括产品信息建模、过程建模、结构化分析、仿真、集成CAD/CAM、面向制造的设计、面向装配的设计、生命周期工程和质量功能调度等。其中集成CAD/CAM、面向制造和装配的设计方法是目前产品并行设计方法实际工程应用的主要技术^[4~6]。

2 基于特征技术的并行设计系统结构

目前,人们提出的并行设计系统体系结构主要有^[1]:基于设计评审“圆桌模型”的并行设计集成体系结构;基于实时仿真的并行设计集成体系结构;基于计算机网络支持的分散式并行设计体系结构等,它们都是以产品数据管理系统为信息交换与共享的。本文以特征造型与特征变换为实现手段,以工程数据管理系统为信息交换环境,建立一个基于特征技术的机械产品并行设计系统结构,如图1所示。

它有如下特点:

设计视图中的模型由设计者创建,各应用模型通过特征变换同时得到,使得应用人员能并行地对设计模型进行操作。

各应用模型可通过工程数据管理系统进行有关过程数据的信息交换。

设计过程中的评价与决策由工程数据管理系统反馈给设计评价器,进行各种选择或决策,以获得满意的设计结果。同时,设计人员可对不合适的产品零部件等应用特征技术进行

* 李伯虎,蒋新松,并行工程,深圳,中国第二届CIMS学术会议论文集,1992,1~11

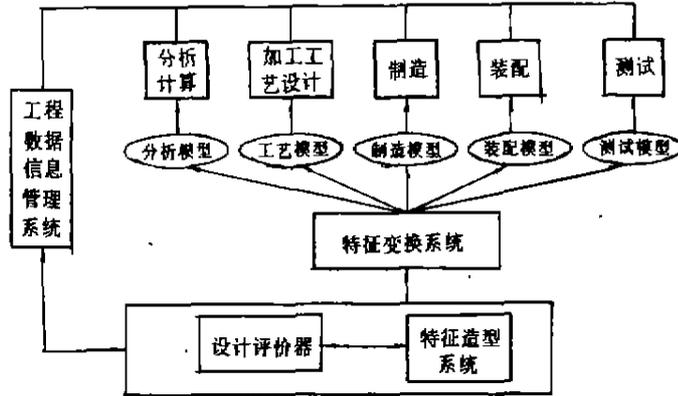


图 1 基于特征技术的机械产品并行设计系统结构

修改。

3 阀门产品并行设计系统的开发实践

根据图 1 所建立的机械产品并行设计系统结构,我们以 DEC 工作站、高当微机为硬件平台,以商品化软件 EUCLID、Auto CAD 等为软件平台,以及使用大型有限元分析软件 MSC/NASTRAN、Algor 等开发了一个阀门产品并行设计系统,其硬件配置如图 2 所示。整个系统包括阀门产品结构功能配置子系统(VFCS)、特征造型子系统(VFMS)、产品零件强度刚度有限元分析子系统(FMES)、产品装配过程仿真子系统(VAPS)、工艺规划子系统(VPPS)、产品图绘制及管理子系统(VMS)和数据库操作与管理子系统(DMS),如图 3。系统强调了人的集成,各 Team Worker 并行地进行产品设计^[7-8]。

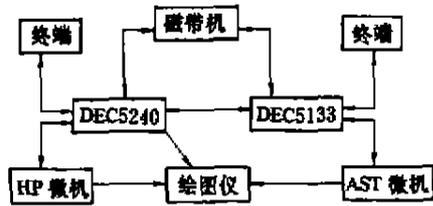
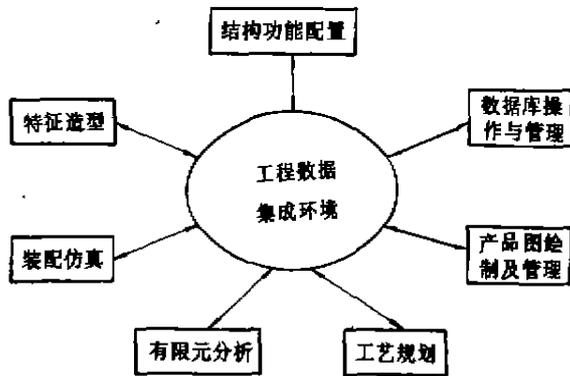


图 2 阀门产品并行设计系统硬件配置

产品结构功能配置子系统(VFCS):主要用于根据客户订单进行阀门产品结构功能配置,确定合适的阀门类型。

特征造型子系统(VFMS):它是阀门产品并行设计系统的核心模块,为下游设计过程提供产品完整的几何与非几何信息。

产品零件强度刚度有限元分析子系统(FEMS):它以大型有限



元分析软件 MSC/NASTRAN(DEC 工作站)和 Algor(微机)为工具,直接从特征造型子系统(VFMS)中获得零件几何模型,进行强度刚度有限元分析。

产品装配过程仿真子系统(VAPS):它是在 EUCLID 软件的 Large Assembly 模块的基础上用其二次开发语言研制的。可以自动完成装配件的装配模拟,并检查其配合面的干涉情况,提出修改意见;同时生成产品的 2D 和 3D 装配图。

工艺规划子系统(VPPS):由于阀门产品的主要功能零部件都具有典型加工工艺,可将它们放在工艺文件数据库中。获取特征造型子系统(VFMS)输出的零件特征信息模型,抽取特殊的制造特征,然后调用相应的典型加工工艺文件,并作适当的局部修改就可得到所需的零件加工工艺规划。

产品图绘制及管理子系统(VMS):本子系统专用于产品图的绘制输出,并建立管理目录,便于对客户的产品跟踪和查询使用。

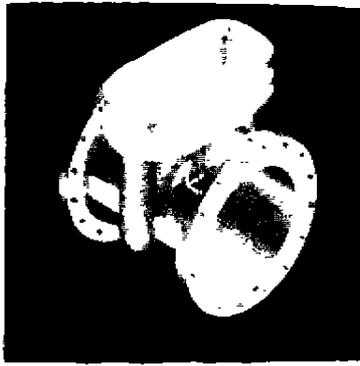


图 4 闸阀壳体

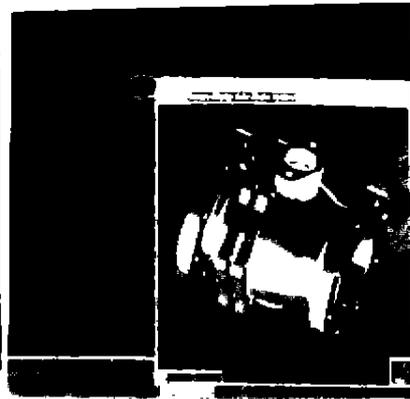


图 5 某球阀 3D 装配图

数据库操作与管理子系统(DMS):用于并行设计系统管理人员对工程设计数据进行有效维护。主要以软件平台 EUCLID 的数据库操作工具 progDB 完成,如进行工程实体的检索、编辑、备份、版本管理、指针管理、解码、排序、空间压缩等多项重要工作。

目前,本系统已在四川某阀门厂运行近半年,大大提高了公司 CAD 技术水平,产品设计开发周期从三个月缩短至半个月,产品质量明显得到改善,增强了企业适应市场变化的能力,经济效益显著。图 4、图 5、图 6 分别给出了系统在产品零件设计、装配设计

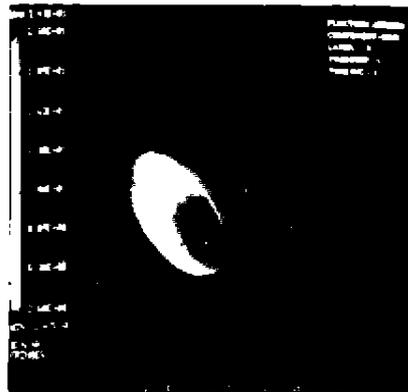


图 6 球体应力分析

和关键零件应力分析等方面的应用实例。

4 结 论

1) 产品并行设计方法从根本上提出了产品设计的新操作思想,它强调设计时尽量考虑产品设计制造过程下游阶段的要求和希望,是缩短开发周期,降低成本,保证质量的重要方法。

2) 基于特征技术的机械产品并行设计结构技术日趋成熟,适合工厂实际需求,便于工程实现,值得推广应用。

3) 所开发的阀门产品并行设计系统强调人机集成,并在大型软件上根据工厂实际需求作二次开发,运行可靠,经济效益显著。

参 考 文 献

- 1 许维胜,吴启迪. 并行工程研究现状与问题. 控制与决策, 1996, 11(增刊): 97~104
- 2 廖小云. 机械产品并行设计方法及其特征技术的研究与实践:[博士论文]. 重庆:重庆大学机械工程一系, 1997
- 3 Ishii K. Life-Cycle Engineering Design. J. of Mech. De. AMSE Transaction, 1995, 117, 450~457
- 4 莫建中,罗燕,蔡建国. 并行工程下的面向制造、装配的产品设计方法. 机械工业自动化, 1996, 18(3), 32~34, 44
- 5 CALS Industry Steering Group. A Framework for Concurrent Engineering. PB Report91-175752, 1991.
- 6 Chu X, Holm H. Product Manufacturability Control for Concurrent Engineering, Computer in Industry. 1994, 5(24), 45~60
- 7 廖小云,雷闻宇. 特征技术及其在阀门产品设计中的应用. 机械研究与应用, 1997, 10(3), 9~11
- 8 廖小云,雷闻宇. 阀门产品 CAD 系统 CAVDS 的研究. 工程设计, 1996, (4), 32~35