

面向机床全生命周期的协同开发体系研究*

刘新宁¹, 苟卫东¹, 刘涛²

(¹青海一机数控机床有限责任公司, 西宁, 810018)

(²华中科技大学机械科学与工程学院, 武汉, 430074)

[摘要] 为了提高机床企业的自主开发能力, 需要应用信息化集成技术建立和完善机床制造企业的产品开发平台, 本文从机床全生命周期协同开发需求出发, 提出了面向机床产品全生命周期的协同开发体系结构, 分析了专业化产品开发工具、产品性能分析及优化工具, 以及面向企业的业务过程协同管理工具等关键技术, 并采用 SOA 构架和面向对象技术及组件开发技术, 综合考虑集成性和开放性要求, 基于 CORBA 标准的软总线集成模式, 实现了基于分布式应用的集成开发环境。

关键词: 数控机床; 协同设计; 全生命周期; 集成化.

中图分类号: TP391; TH12 **文献标识码:** A

Study on collaborative development system for machine tool overall lifecycle design

Liu Xin-yu¹, Gou Wei-dong¹, Liu Tao²

(¹Qinghai No.1 Machine Tool Co., Ltd, Xining, Qinghai 810018, PR China)

(² School of Mechanical Science and Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430074, PR China)

[Abstract] In order to keep up with the requirements of improving the self-development capacity, an integrated design platform based on digital design technology is proposed to support the overall lifecycle concurrent designing of machine tools. Based on the synthetic necessity for concurrent design, this paper puts forward the frame work of systematic design for concurrent design. Some specialized digital tools, which include product development tools, performance analysis and optimization tools for CNC, and collaborative business processes for the enterprise management tools are analyzed, respectively. Finally, considering the requirements of integration and openness requirements, on the base of theoretical research and standards-based CORBA software bus integrated mode, service-oriented architecture and component technology and object-oriented technology are adopted, a distributed application integration environment of collaborative technical service orient machine tool lifecycle is implemented to demonstrate the functions.

Keywords: CNC machine tools; Concurrent design; Product overall lifecycle; Integrated Design.

*来稿日期: 2013-07-20 *基金项目: 国家“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项(2010ZX040001-032); 青海省科技重大专项计划项目(2011-G-A5A)。

1、前言

随着新一代信息技术的不断发展,高档数控机床设计及生产信息化集成已经成为信息技术和产业本身创新的动力源泉^[1-3]。在分析国内外机床行业 and 现代信息技术发展趋势,总结我国数控机床行业多年发展和信息化建设经验的基础上,针对目前存在的不足和企业发展需求,本文主要讨论面向机床全生命周期的协同开发相关的关键技术,提出了相应的平台架构,并结合企业的生产实际,进行了机床产品协同开发体系的实施工作,对提高机床企业产品自主创新能力具有重要意义。

2、企业对面向机床全生命周期产品协同开发的需求

建设完善的复杂机电产品协同开发体系,需要系统的规划和较长时间的积累才能达到预定目标。相关的基础工作包括以下主要方面:

1) 重视基础数据的规范化管理^[4,5]。需要从全局高度出发,规范业务流程、统一数据描述与接口、建立标准体系,是实施产品数据管理系统的基础和前提。

2) 贯彻二、三维设计规范,将 CAD 系统与 CAE、CAM 和设计方法学有效地结合起来,将产品的开发设计从面向图样的设计转变到面向模型的设计。

3) 研究建立基于二、三维产品模型的设计方法和规范,形成以产品数据管理系统为支撑的数字化设计环境。

4) 研究建立产品数据管理系统运行和管理的基础标准和规范^[6],包括:电子图档管理标准、三维设计规范和二维出图标准、模块化设计技术和基于产品数据的模块管理、产品数据管理系统使用规范、产品数据管理系统环境下的版本管理规范 and 标准件分类与管理规范。

5) 产品开发设计人员的工作方式将随着开发设计模式和开发设计管理方式、手段的改变而发生改变。应建立相应的管理制度,严格执行管理流程。

6) 加强产品开发过程中产品数据规划、产品优化以及分析技术的研究与应用,将产品开发过程中的系列化、通用化、标准化工作真正落到实处,逐步搭建产品开发的知识平台。

7) 落实和加强各级部门领导对于应用产品数据管理系统所应赋予的管理责任和要求。

3、面向机床全生命周期产品协同开发体系的关键内容

3.1 数字化产品创新技术管理体系

针对机床企业整机开发和基础支撑结构、高速主轴典型零部件开发设计过程的特点,对其过程中的专业设计经验进行归纳与凝练,建立机床产品正向开发过程的方法描述,包括正向设计阶段及过程、各阶段设计目标、理论依据、专业知识、实现步骤、实施方法、标准要求等,形成机床企业典型产品正向设计流程及相应的规范和标准体系^[7]。

3.2 专业化产品开发工具

充分利用三维技术提升产品协同开发及制造能力,建立基于三维模型的专业化开发软件工具,推动三维 CAD、基于三维的 CAPP 系统及其他相关专业化开发软件工具在各种型号机床设计中得到深入应用。为了提高产品的设计效率,需要在通用软件基础上,围绕机床关键零部件(如基础支撑结构、主轴等)设计技术,将企业设计知识、技术规范及基础数据固化成一种知识资源,形成一系列具有专业设计知识的可重构与可重用的设计工具集。

3.3 专业化产品性能分析及优化工具

高档数控机床产品的协同设计需要较为完善的产品数字化设计与仿真分析体系。在分析子系统的支持下,可以开展针对基础支承件结构的拓扑优化、高速主轴单元动态性能综合实验、高速主轴单元综合回转误差动态检测、双通道主轴单元轴承温度控制技术、主轴系统的振动特性频谱分析及优化等一系列虚拟分析工作,因此需要建立包括分析模型、分析方法与流程、知识与经验数据、试验验证数据、标准与规范等内容的典型分析模板^[8]。

3.4 面向企业的业务过程协同管理工具

除了上述数字化设计及分析仿真专业工具之外,面向企业的业务过程协同管理工具也是系统开发体系的关键内容,需要研究公司主机厂与零部件供应商之间的供需协同资源管理及企业间生产协调机制,以业务流程为主线,开发基于业务流程优化的多系统的集成平台,在企业集成信息平台的基础上,按内容进行归类和管理,形成基于内容协同的门户平台,为员工、供应商等提供个性化的服务内容。

4、面向机床全生命周期产品协同开发平台的实现

4.1 项目总体框架体系结构

本文结合作者单位的产品开发工作的实际,本文将采用如图1所示的框架体系结构及功能组成结构,实现企业数字化综合集成平台。从图1中可以看出,数据、模型、知识、过程资源管理提供整个机床产品开发过程中形成的各种数据、模型、知识及资源的逻辑组织及物理存储管理;通用基础构件则提供各种数据流、消息流及工作流的内部驱动及监控机制;协同管理组件则提供协同开发过程中所有成员、数据、知识、资源及过程的合理调配及冲突的仲裁与消解机制;应用支撑层将以原有系统为基础进行功能完善和扩展,完全按照 SOA 的体系构架思想进行组件化封装;使能工具层则利用系统提供的 API 接口及二次开发工具开发面向企业高端机床的专业设计、分析、仿真及各种管理专业工具。

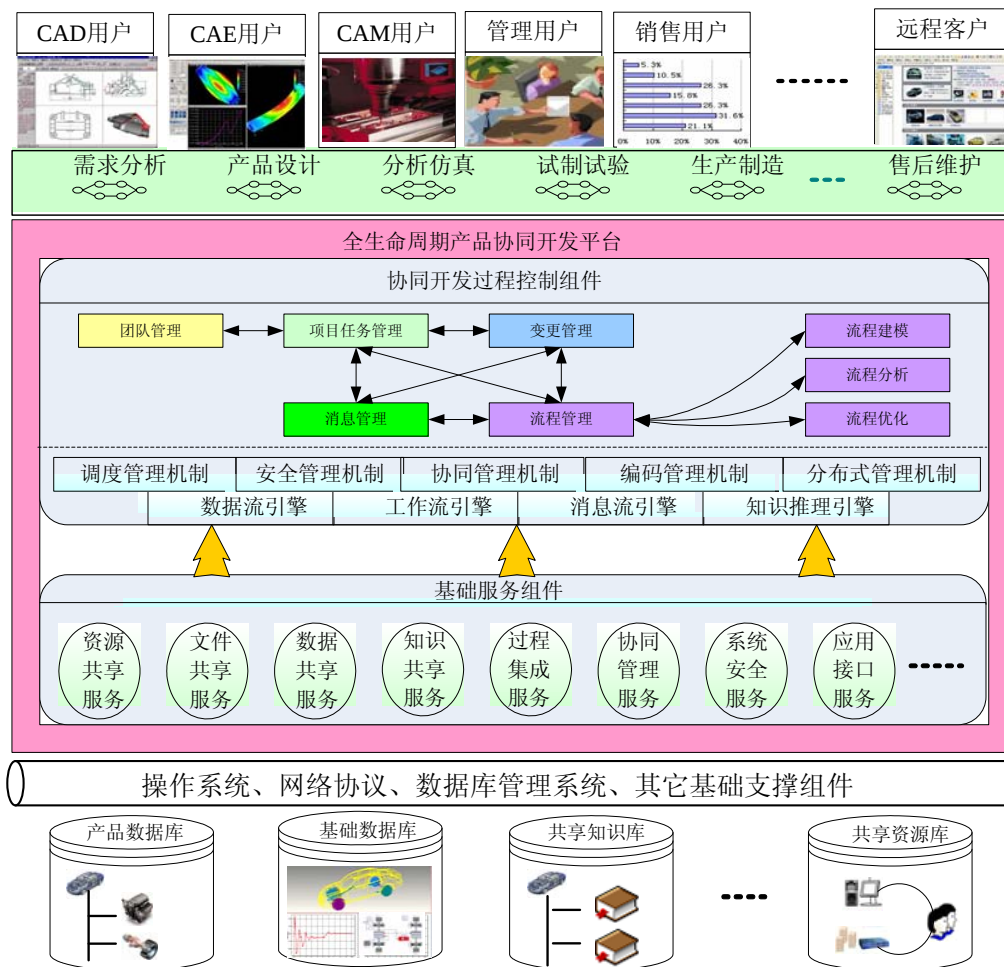


图 1 协同开发平台组成结构

Fig. 1 Composition Collaborative Development Platform

4.2 面向生命周期的产品协同开发平台的开发

结合青海一机数控机床有限责任公司的生产实际，按照上述体系架构，考虑到数控机床企业现有信息化基础，本文将充分利用原有成熟技术及基础中间件，重点对现有信息化技术进行扩展，实现面向统一数据管理、统一过程管理、统一知识管理及统一集成框架的集成开发平台，建立青海一机机床产品数字化设计与制造过程的产品全生命周期协同开发环境，如图 2 所示。

采用 SOA 构架体系的开放式体系结构，广泛采用面向对象技术及组件开发技术，综合考虑了集成性要求和开放性要求。在协同控制机制上采用主动式服务技术，为了支持产品全生命周期的各个阶段的协同和信息共享，建立跨阶段的产品对象信息模型，采用基于本体的产品表达和信息建模技术，对产品对象进行有效管理，采用自动化的产品对象编码技术，实现基于知识的产品智能化配置过程以及面向产品生命周期的开发管理。

以 Internet/Intranet 技术和 B/S 结构为基础，支持异地协同设计制造，实现基于 CORBA

标准的软总线集成模式，最终形成基于分布式应用的集成环境。通过 Internet 环境，使产品信息、知识共享，无论是设计者、制造商、供应商、分销商或最终用户，不同用户进入 PLM 系统，系统将根据相应角色，通过应用接口组织有关数据，提供对应的服务，从而形成以产品为中心，以协同设计和仿真、可视化、产品结构定义、 workflow 管理、变更管理、企业应用集成的跨领域、跨地域，支持企业统一信息集成、知识集成和过程集成的机床产品全生命周期系统开发平台。

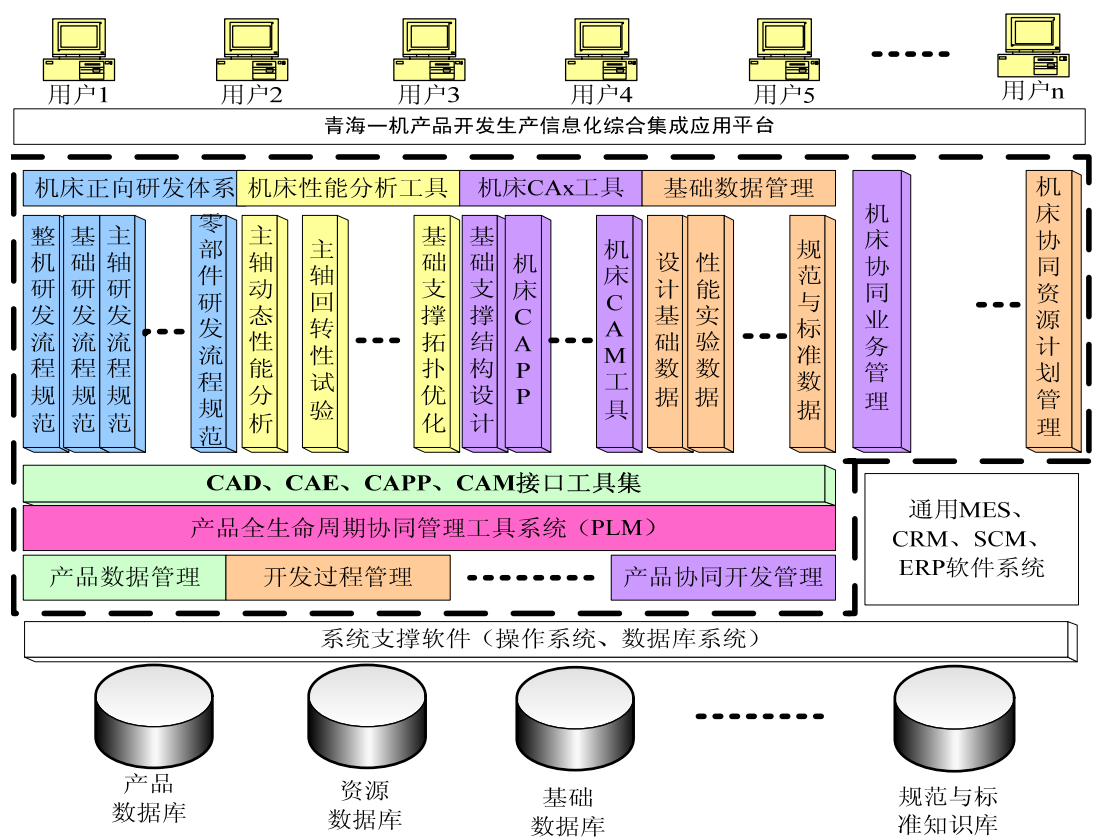


图 2 数控机床协同开发平台

Fig. 2 Collaborative Development Platform for CNC

5、结束语

随着我国经济结构调整和产业升级步伐的加快，机床行业两化的深度融合势在必行。运用信息技术改造传统产业，在机床制造企业实施面向机床全生命周期的协同开发技术，对于提高我国机床制造业产品开发能力，提高产品研发生产管理水平和提升机床行业具有重要的现实意义和战略意义。

参考文献:

[1] 孙亚东, 张旭, 宁汝新, 等. 面向多学科协同开发领域的集成建模方法[J]. 计算机集成制造系统, 2013, 19 (3): 449-460.

- (Sun Ya-dong, Zhang Xu, Ning Ru-xin, et al. Research on the integrated modeling oriented to the domain of multidisciplinary collaborative development[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2013, 19 (3): 449-460.)
- [2] Shen Hui, Wall Brian. Integration of business modelling methods for enterprise information system analysis and user requirements gathering[J]. Computers in Industry, 2004, 54 (3): 307-323.
- [3] 刘钊, 刘婷婷, 汪惠芬. 基于数据库技术的机床设计知识库系统的开发[J]. 机械设计与制造, 2012, 1 (1): 248-250.
- (Liu Zhao, Liu Ting-ting, Wang Hui-fen. Development of knowledge base system in design of machine tools based on database technology[J]. Machinery Design & Manufacture, 2012, 1 (1): 248-250)
- [4] 高庆萱, 易树平, 余德海, 等. 企业信息化环境下产品协同开发流程再造研究[J]. 北京理工大学学报, 2010, 30 (4): 496-500.
- (Gao Qing-xuan, Yi Shu-ping, Yu De-hai, et al. A Study on Business Process Reengineering for Product Collaborative Development Process in Enterprise Information Environment[J]. Transactions of Beijing Institute of Technology, 2010, 30 (4): 496-500.)
- [5] 王明强, 王宁生, 赵良才, 等. 面向协同设计的机械产品全生命周期综合评价研究[J]. 机械科学与技术, 2005, 24 (10): 1241-1246.
- (Wang Ming-qiang, Wang Ning-sheng, Zhao Liang-cai, et al. On Synthetic Evaluation of Machine Product Overall Lifecycle Design for Concurrent Design[J]. Mechanical Science and Technology, 2005, 24 (10): 1241-1246)
- [6] 刘子绪, 张景强, 于天彪, 等. 面向产品全生命周期的协同技术服务研究[J]. 中国科技论文在线, 2010, 5 (8): 592-597.
- (Liu Zi-xu, Zhang Jing-qiang, Yu Tian-biao, et al. Study on collaborative technical service oriented product lifecycle[J]. Sciencepaper Online. 2010, 5 (8): 592-597.)
- [7] 沈建新, 周儒荣. 产品全生命周期管理系统框架及关键技术研究[J]. 南京航空航天大学学报, 2003, 35 (5): 565-571.
- (Shen Jian-xin, Zhou Ru-rong. Research on PLM System Framework and Key Technologies[J]. Journal of Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, 2003, 35 (5): 565-571.)
- [8] Aurich J C, Fuchs C, Wagenknecht C. Life cycle oriented design of technical Product-Service Systems [J]. Journal of Cleaner Production, 2006, 14 (17): 1480-1494.

作者简介:

刘新宁, (1961 年-), 男, 陕西滑县人, 大学, 经济师, 主要研究方向: 企业产品设计及管理.

联系方式:

刘涛: 湖北省武汉市珞瑜路 1037 号先进制造大楼西楼 华中科技大学 CAD 中心 (430074), Email: tower.lau@qq.com, 电话: 18971619319