
基于产品流技术的产品全生命周期管理研究

四川理工学院机电工程系 胡光忠 柳忠彬 兰芳

摘要：本文介绍了产品全生命周期管理（PLM）技术背景、国内外研究应用现状。结合现代企业生产现状和未来发展趋势，提出了构建基于产品流的 PLM 新方法。文中详细论述了建立产品流的 PEORRC 产品主模型结构、产品流概念及其模型，以及产品流的意义。给出了以产品流为基础的生命视图管理实现 PLM 系统的方法与总体框架。本文论述的产品流理论方法对开发企业级或广义企业级 PLM 系统具有参考价值。

关键词：PLM 产品流 产品建模 企业信息化

经济全球化和工业信息化使制造业竞争环境、发展模式和活动空间等发生了深刻的变化，这些变化对制造业提出了严峻的挑战。为满足日益变化的客户需求，产品制造商需要从以生产推动销售的方式，转变到按客户需求订单安排生产的方式。为此，制造企业纷纷利用先进的管理理念和计算机技术来提升企业的市场竞争能力，如 CAX、ERP、PDM、SCM、CRM 等等，这些先进的管理模式与技术的确为企业发展做出了巨大贡献。CAX 包括 CAD/CAPP/CAM/CAQ/CAE，统称为计算机辅助技术，主要是用来协助产品设计和制造的工具；SCM、ERP、CRM 等都属于管理软件，旨在降低企业的运转成本，使资源能够更为合理地得到利用；PDM 侧重于对产品开发数据的管理，其目的是实现对 ERP、CAD 等系统的对接式集成。不同技术的应用不免会造成企业内和企业间信息孤岛，随着计算机信息的进一步深入，这种“孤岛”现象已经是制约企业发展的瓶颈。当前，集团企业、联盟企业、虚拟企业等广义企业蜂拥而至，更加需求有一个统一的集成的信息平台。产品全生命周期管理（PLM）^[1,2]正是在这一背景下提出来的，经过近二十年的发展，人们已经认识到产品全生命周期管理对企业作为一个集成系统运行的重要性。可以认为，产品全生命周期管理是适用于企业过程、组织方式的技术，具有强烈的企业运行模式的背景^[3,4]。

1 产品流概念及模型

1.1 产品模型

产品全生命周期管理（Product lifecycle management, PLM）是指管理产品从规划、概念设计、工程化设计、生产、营销、维修与售后服务的全生命周期中的信息与过程^[5,6]。在产品全生命周期的管理过程中，为了更好的描述产品全生命周期过程，本文建立了 PEORRC（Product, Event, Organization, Resource, Route, Constraint）多视图产品主模型。

产品（Product）是管理的对象，具有特定的结构、性能和状态。产品建模是通过定义产品与产品之间以及其不同状态之间的逻辑关系来描述产品流程的模型。产品的每一状态的变化都是一个事件，事件（Event）是为

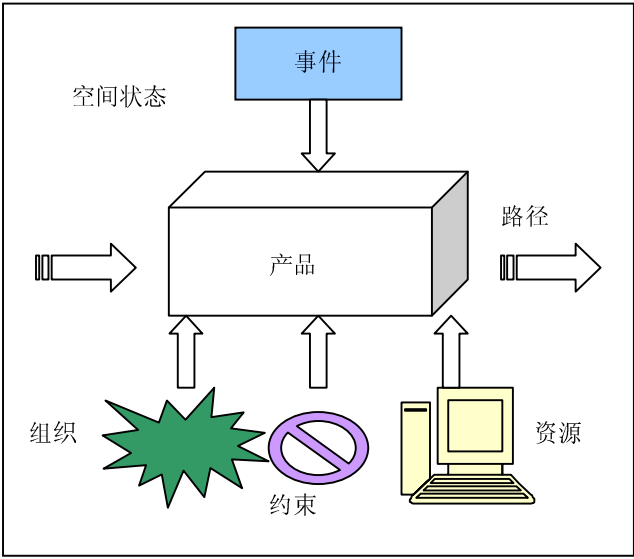


图 1 产品模型的基础结构

完成特定任务（产品变化）而实施的一系列功能活动。实施这一事件的主体是组织（多个专业的人组成的群体）Organization，需要利用一定的资源（工具、设备等）Resource，满足一定的约束 Constraint，并按照特定的路径 Route 发生（图 2）。因此一个产品的模型需要由五个内容来描述，它们分别是事件 E、组织 O、资源 Re、约束 C 及 路径 Ro，而时间作为事件的属性。

产品模型是支持产品管理的信息的基础结构。它综合描述产品开发管理过程中所需要的信息数据：产品数据、事件数据、组织数据、资源数据和路径数据等等，使产品管理能实现产品的创建、分析、重构、动态模拟以及任务控制等功能。采用集成化和并行工程思想进行分布式设计，这种产品管理与传统的產品数据管理有很大的不同，相应的，产品模型要从内容上体现这些不同之处。

首先，产品具有复合性。事件、组织、资源、路径是产品的四个基本元素，产品模型应包含这些内容，并能表达产品的内在约束关系和运行机制，而不仅仅是单个产品的集合。

其次，产品模型应具有协同性。协同性表现为成员间的交互行为，它是并行工程最为显著的特点，产品模型应具有表达这种协同的能力。

产品模型还应具有多视角性。产品模型创建后，还要进行包括信息流分析、性能评价、动态模拟、任务管理在内的多项数据处理，它们分别需要产品模型的不同信息，如信息流

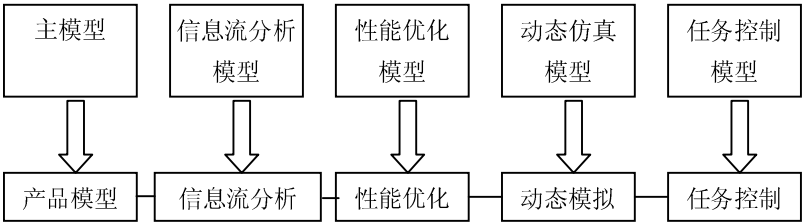


图 2 产品管理中的模型

分析以产品的输入、输出数据为对象，性能评价需要资源、成员间的协同等信息，动态仿真注重于时间的激发、结束条件、时间和空间等信息，而任务管理则需要较为全面的信息^[11]。因此，在管理的每一阶段应有相应的模型：信息流分析模型、性能评价模型、动态仿真模型、任务控制模型（如图 3），它们从不同的侧面表达产品生命过程，有静态的，也有动态的。因此，产品模型是多视角的，仅用某单一视图来表达是不够的。

上述特点决定了产品模型的复杂性、特殊性。产品模型是产品管理的核心，其主要工作在于建立一种模型，使它尽量包含各个方面的信息如信息流、时间链以及所用的组织、资源等，能直接或间接满足后续工作的需要。产品主模型技术就是要为所有的设计活动提供单一的产品模型^[13]，各种设计任务根据各自应用的需要，通过相关的任务需求，对产品模型进行操作，获取相关的分析模型。

1. 2 产品流

流，是一种流程或程序，如 workflow、物流、信息流和资金流等等。产品流就是面向产品全生命周期为核心，按照产品形成的时间顺序和“空间”结构形成的流程（图 4）。它基于并行工程和 Internet/Intranet 技术，目的是实现产品全生命周期中所有数据（空间数据和属性数据）完全集成，包括产品状态发生变化的事件、支持资源、相关组织等。在产品流中产品全生命周期中的每一状态都处在控制、监视之下。

其实，产品流在大工业时代就出现了，任何以开发、生产“产品”的企业的所有活动都是围绕产品而开展，产品在哪儿出现，我们的活动、资源和组织都会出现。多年来，人们都在寻找能够有机集成广义企业信息和资源的理论和方法，如目前的 ERP、PDM 和 PLM 都是一种尝试，都取得了积极的成果。工作流技术就是目前运用较为广泛的方法，工作流起源于生产组织和办公自动化领域，是针对日常工作中具有固定程序的活动而提出的一个概念。其

目标是通过将工作分解成定义良好的任务、角色，按照一定的规则和过程来执行这些任务并对它们进行监督，达到提高办事效率、降低生产成本、提高企业经营管理水平和企业竞争力。从目标这一点上来讲，产品流与 workflow 是一致的，然而，面对日益变化的市场，企业的产品和流程变化很快，产品复杂多变将导致 workflow 管理难以驾驭。而产品流根据产品本身这条贯穿企业活动的主线建立的，不同于企业的物流，它是从更高层次上将企业的物流、资金流、

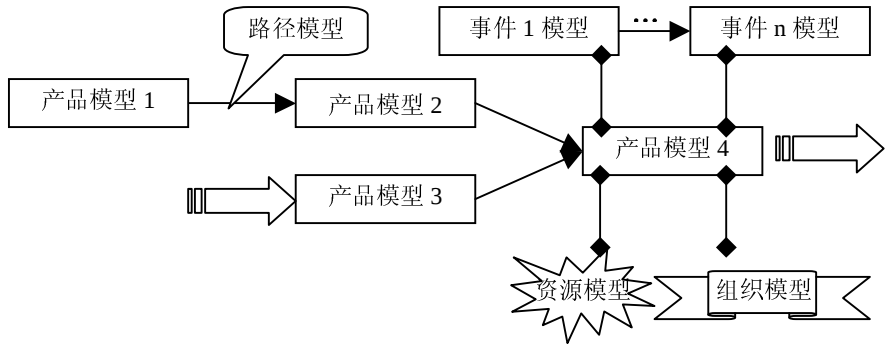


图 3 产品流模型

信息流及其相关过程和应用集成起来，并提供这种集成机制，从而使企业能够实现业务过程的集成、业务过程自动化。

产品流是对产品生命活动的抽象表示，也就是对产品模型的进一步的集成和统一。产品流管理分为建立、仿真和执行三个阶段。产品流建立主要是完成经营过程的计算机化的定义，也就是完成产品建模的任务。在这一阶段，利用一个或多个建模方法及其相应的建模工具，完成产品实际的形成过程到计算机可处理的形式化定义的转化。第二阶段就是仿真分析阶段，建立的模型要满足产品多视图要求，便于进行性能优化和动态仿真。产品流执行就是所有与产品相关的业务按照给定的模型进行操作，这一阶段主要解决并发冲突、执行监督和事件协调。

2 产品生命视图构建

2.1 产品生命视图

基于产品流的产品生命视图管理就是用图形可视化方法进行产品流管理。产品全生命周期管理覆盖了产品生命链的各个环节的管理，基于产品流的产品生命视图管理能直观形象地表达清楚产品的上述生命状态，条理清楚，层次分明。生命视图管理为企业生产经营活动提供生产经营活动管理的重要手段。在生命视图中，通过产品主模型结构进行资源配置、组织分配和事件安排，通过产品多视图进行信息流分析、流程优化、动态仿真和任务控制，从而实现整个企业的经营活动管理（如图 4）。比如，在产品生命周期的早期阶段，通过产品规划视图和产品

概念设计视图，将用户的需求、概念设计的相关信息以及规划、概念设计过程清楚表达出来，为产品生命后续设计和生产提供一个透明的信息平台。在产品生命周期的中期阶段，通过设计视图、生产视图等表达设计和生产等过程，在视图可以分析资源、组织等利用状况和事件时间来优化资源和寻求最优路径。而在产品生命周期的后期阶段，通过营销、售后服务等视图表示出产品的市场分布、产品使用状态等，并可进一步分析产品市场走势和监测产品运行状态。所有的视图都在全局视图管理之下，也就是说全局视图为多个子视图提供了一个共

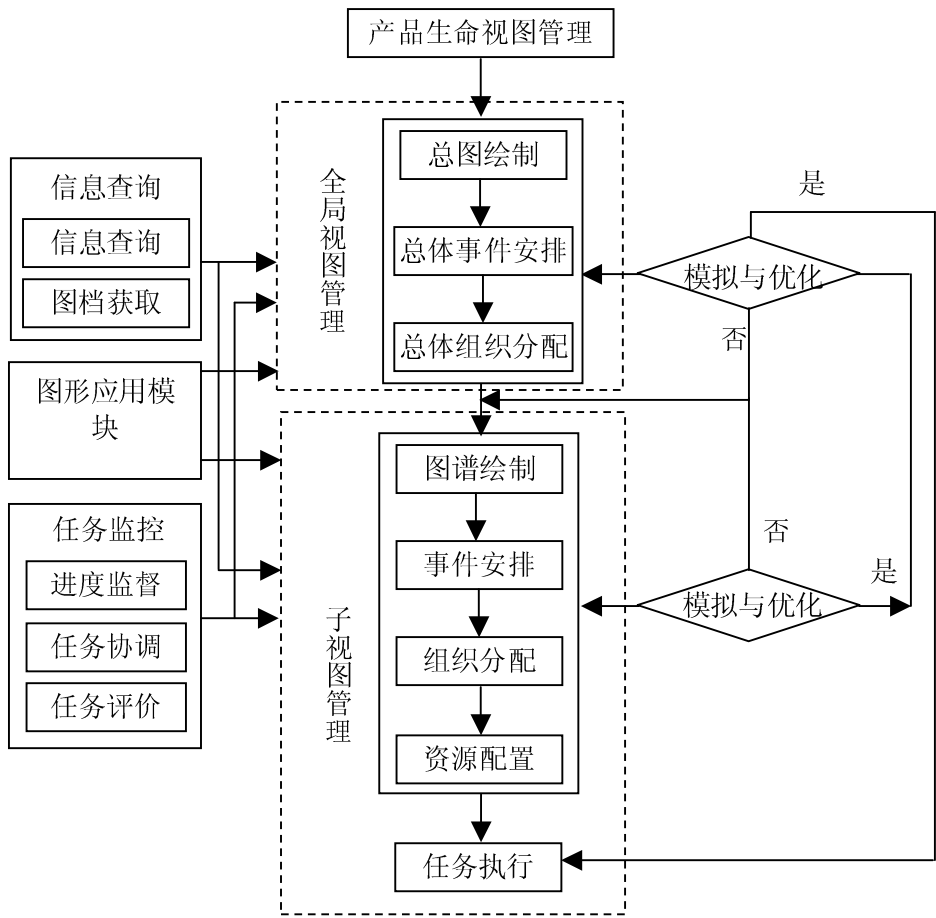


图 4 产品生命视图运行模型图

享信息平台。一个视图可以有若干层子视图，直至表达清楚为止。

2. 2 产品生命视图管理的特点

产品生命视图管理利用产品流技术的特点，并将它与产品数据管理相结合作为实现产品全生命周期管理的理论方法。具体表现在以下两点：生命视图管理与产品数据管理、企业资源管理无缝结合。

传统上，在企业与其供应商及客户之间、企业中异构的应用系统之间、产品生命周期内

不同的阶段之间、分散在不同地点的产品生命周期的参与者之间都存在着信息交换的诸多障碍。信息流的不通畅严重地影响着企业的研发和生产效率。

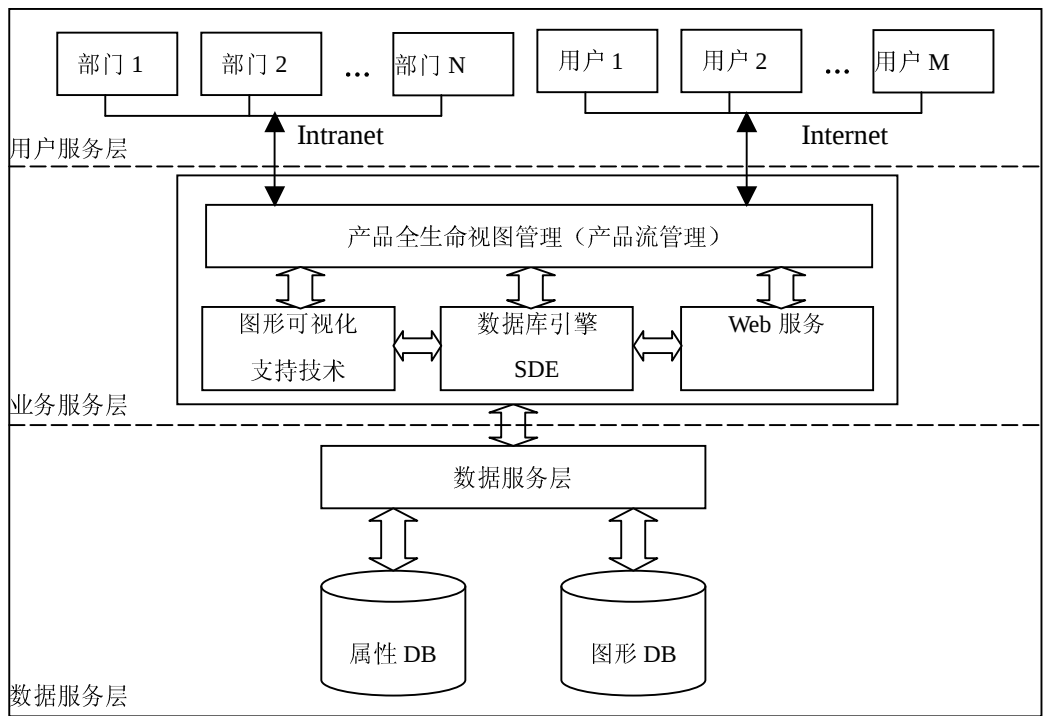
产品流生命视图集成了与产品相关企业内与企业间的信息，在生命视图中产品的每一状态的数据与产品数据管理（图档、配置）相关联，也就是说在生命视图中能直接获得产品相应状态的数据；产品主模型包含了企业资源（组织、资源、供应链、客户关系等），从而使产品生命的每一状态都与相应资源连在一起。由此，产品生命视图为产品生命周期管理提供了信息载体，为企业提供了一个协同的工作平台，为产品全生命周期管理信息的畅通提供了绿色通道，在权限许可的情况下，只要找到产品的某一生命状态，信息的获取便轻松实现，解决了当前产品生命周期管理信息共享难以逾越的壁垒。

3 系统总体结构

考虑企业业务流程的重构特点，系统基于产品流和基于用户群的设计，采用 S/C 和 B/S 混合模式。实现框图如图 5。

系统设计分用户服务层，业务服务层和数据服务层，利于依据不同的任务构造不同的应用子系统，也利于系统的实现和管理维护，具体如下。

（1）用户服务层由企业和客户组成。对于企业来说，需要依据不同部门处理数据的要求进行，这部分需要处理的数据比较复杂，涉及空间数据和属性数据的增加、删除、修改等操作，并且对于不同的部门子系统所处理的数据又有一点差异，如采购部只需要关心企业仓库和其他物质资料的库存量；销售部则关心的是企业商品的销售情况和顾客群等。因而，依据这些不同特点和要求可以构建不同的子产品流或者一定的数据访问权限，有利于系统的稳定安全及减少网络的负担；对于客户而言，由于客户一般是为了了解企业和进行商务活动，主



要是一些查询、订购及信息的反馈等行为，因而，可以在系统的业务服务层采用 Web 技术设计，使用户可通过 Internet Explorer, NetScape Explorer 等浏览器进行访问，并且要建立防火墙以提高企业内部数据的安全性。

(2) 业务服务层是 PLM 系统的核心部分，它是连接用户服务和数据服务的桥梁，能响应用户发来的请求。SDE 主要是用于空间数据的处理（输入和输出），图形可视化技术主要是对空间数据进行分析处理提供可视化管理，Web 是对外部用户的浏览支持。

(3) 数据服务层主要是结合数据库管理系统（DBMS），在其上开发存储过程、触发器、视图来完成数据服务层的功能^[14]。

4 结束语

产品技术和过程技术是制造技术的两个基本的组成部分。集成产品信息和过程开发是企业需要解决的问题。在目前大多数企业的管理系统中，这两个部分基本是各自独立运行的，很难实现整个企业的高度统一的运作。其实，这也是目前计算机辅助产品开发管理系统存在的致命弱点。本文提出基于产品多视图模型的产品流技术，将产品技术管理和产品开发过程管理进行整合，为广义企业生产经营管理提供了一种新的思路和技术途径。

参考文献

- [1] Defense information systems agency. CALS and related Military and Commercial Standards [EB/OL]. <http://cals.disa.mil:8003/>.
- [2] The Technical Information Systems Department, Carderock Division, Naval Surface Warfare Center. CALS Standards/Performance Specifications [EB/OL]. <http://navycals.dt.navy.mil/cals/calsstds.html>
- [3] 褚学宁. 虚拟企业产品设计技术研究. 中国机械工程, 1999, 19 (1) :58~60.
- [4] 宋天虎. 先进制造技术的发展与未来. 中国机械工程, 1998, 9 (4) :2~6.
- [5] 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. 南京航空航天大学学报. 2003.5, p565-571
- [6] 徐宗昌, 曹军海, 王淑玲. CALS 与综合数字数据环境. 中国机械工程, 1998, 9 (12) :38~40.
- [7] 王建民, 杨建峰, 张力, 耿坤瑛. 产品全生命周期管理技术, <http://www.e-works.net.cn/ewkArticles/Category72/>.
- [8] 孟杰. 结盟联手吹响进军 PLM 领域号角. 中国制造业信息化. 2004.2: 42-45
- [9] 赵敏. 建立 PLM 系统的入门招数, <http://www.e-works.net.cn/ewkArticles/-Category72/>.
- [10] Anon. PLM reaches for smaller firms. Industry Week, v 252, n 9, September, 2003, p 20

-
- [11] Moore, John. When Seeking a PLM Supplier, Match Solution Choice to Strategic Objectives. Chemical Engineering Progress, v 99, n 11, November, 2003, p 22
- [12] Teresko, John. The PLM revolution. Industry Week, v 253, n 2, February, 2004, p 32+34-37
- [13] 潘捷. 工作流仿真优化与 PDM 的研究开发[硕士学位论文]. 北京; 北京航空航天大学, 2002.
- [14] 胡运发 编著. 数据与知识工程导论. 北京: 清华大学出版社, 2003.4

作者联系信息: 四川省自贡市高新区四川理工学院机电系 (汇南校区), 邮编: 643000 hgzdhx@163.com