

产品生命周期管理研究综述*

黄双喜 范玉顺

(清华大学自动化系 CIMS 中心 北京 100084)

Tel: 010-62789634-1056 Email: huangsx@cims.tsinghua.edu.cn

摘要: 作为企业一项重要的信息化战略, PLM 在近几年有了迅速的发展。然而, 在 PLM 的概念、作用和内容等方面仍存在一些混淆。该文对国内外主要的 PLM 研究进行了调研和分析, 介绍了 PLM 的发展和研究状况, 对于什么是 PLM, 其发展和产生背景如何, 它在企业信息环境中处于什么样的角色和地位, 它包括那些功能和关键技术以及今后 PLM 的发展趋势如何这五个问题进行了分析和回答。

关键词: 产品生命周期 产品生命周期管理 产品定义 企业信息化战略

中图分类号: TH166

1、PLM 的产生与演化

产品生命周期的概念最早出现在经济管理领域, 是由 Dean^[1]和 Levitt^[2]提出并发展起来了, 当时产品生命周期提出的目的是研究产品的市场战略, 产品生命周期的划分也按照产品在市场中的演化过程分为推广阶段、成长阶段、成熟阶段和衰亡阶段^[3]。经过 50 多年的发展, 产品生命周期的概念和内涵也在不断的发展变化。其中最大一次变化发生在 20 世纪 80 年代。并行工程的提出首次将产品生命周期的概念从经济管理领域扩展到了工程领域, 将产品生命周期的范围从市场阶段扩展到了研制阶段, 真正提出了覆盖从产品需求分析、概念设计、详细设计、制造、销售、售后服务一直到产品报废回收全过程的产品生命周期的概念^[4]。

虽然产品生命周期的概念已经存在了几十年, 但产品全生命周期管理 (Product Lifecycle Management--PLM) 是近二十年市场竞争和技术演化的结果。80 年代以前, 产品生命周期概念主要作为一种策略和经验模型来指导产品的市场分析和计划, 不涉及对产品资源和信息的实际管理。在 80 年代以后, 随着自动化、信息、计算机和网络技术在制造领域的广泛应用, 企业制造能力和制造水平都有了飞速的发展, 企业在追求产量的同时, 也越来越重视新产品开发的 T (Time 上市时间) Q (Quality 质量) C (Cost 成本) S (Service 服务) K (Knowledge 产品创新) E (Environment 环境等可持续发展) 等指标。企业迫切需要~~将信息技术、现代管理技术和制造技术相结合, 并应用于企业产品全生命周期 (从市场需求分析到最终报废处理) 的各个阶段, 对产品全生命周期信息、过程和资源进行管理, 实现物流、信息流、价值流的集成和优化运行, 从而提高企业的市场应变能力和竞争能力。~~

PLM 正是基于企业的这种需求而产生并发展起来的。在 PLM 出现初期, 它是作为一个术语用来描述创建、管理和使用产品全生命周期相关信息和智力资本的一套业务方法。而随着企业信息化进程和先进信息

基金项目: 国家十五 863 基金资助 (2001AA411010)。

作者简介: 黄双喜 (1972-), 男, 四川人, 清华大学自动化系讲师, 主要从事企业集成平台、企业建模、工作流管理、分布式产品设计等研究。E-mail: huangsx@cims.tsinghua.edu.cn

和管理技术的迅猛发展, PLM 的定义、内涵也在不断地演化和成熟。

在 80 年代, **企业对产品生命周期的管理集中在设计工程活动**, 支撑工具主要是围绕着以工程设计活动为对象的**专用应用**。在该阶段, 产生了大量的面向专用需求的应用工具, 如 CAD、CAE、CAM、虚拟制造、产品数据管理、可视化、业务流程管理、供应管理等。这些应用在理论和工具上为 PLM 的进一步发展积累了大量的宝贵经验。

90 年代以后, 由于并行工程、计算机集成制造系统、敏捷制造等制造模式的发展和成熟, **企业产品生命周期管理的重点逐渐转向支持生命周期中不同应用领域、不同生命周期阶段的集成和协作**。因此出现了一些综合业务系统, 如支持设计、分析和制造的 CAD/CAM 系统、支持企业知识管理的知识工程系统、支持虚拟产品开发的 PDM II 系统、面向扩展企业的供应链管理系统、支持企业应用集成的 EAI (Enterprise Application Integration) 系统以及支持虚拟企业协作的 B2B 系统。

到了 90 年代后期, 随着 internet 技术的迅猛发展, 各种新名词、新理念层出不穷, 从供应链管理到客户关系管理, 从大规模制造到大规模定制, 从电子商务到协同商务, internet 以它前所未有的速度在冲击着我们的生活。**综观该阶段 PLM 的发展特点, 我们可以将其归纳为以 internet 为基础的协作**。其中**典型的应用**包括面向产品商务协同的 CPC (Collaborative Product Commerce) 平台、面向产品协同模型定义的 cPDM (collaborative Product Definition Management) 平台和面向产品协同设计制造的 CPD (Collaborative Product Development) 平台等。

以上提到的这些工具、系统和平台虽然在一定程度上解决了产品生命周期管理中的一些问题, 但它们的应用范围和所提供的功能只覆盖了产品生命周期管理中的一部分内容, 因此它们只能算是一种局部的 PLM 解决方案。进入 21 世纪, 人们开始考虑建立一个能够满足产品生命周期过程中不同领域、不同开发阶段信息管理与协调的整体解决方案, 使得产品设计、开发、制造、销售以及售后服务等信息能快速的流动, 并且能有效的协同和管理, 从而实现真正意义上的产品生命周期管理。

图 1 从工具和技术方面概括了 PLM 的发展和演化过程^[5]。从图 1 我们可以看到, PLM 经历了从工具时代、综合应用时代、协同平台时代和 PLM 时代的演化过程。在演化过程中, 组成 PLM 的各项技术和工具也随着企业业务模式和管理模式的变迁而不断发展和整合, **最终形成了面向整体解决方案的产品生命周期管理的概念**。

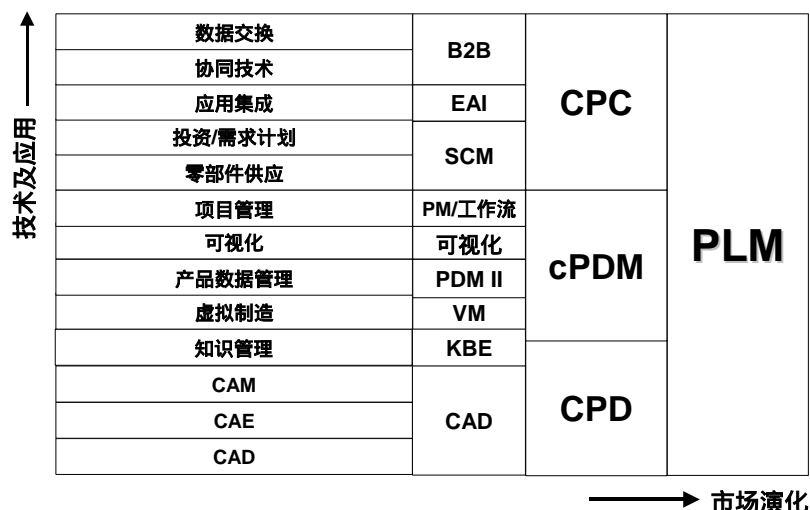


图 1 PLM 的发展与演变

近两年, PLM 发展十分迅速, 并迅速成为全球制造业关注的焦点。许多国际知名的企业、软件供应商和研究机构为此纷纷采取行动。其中许多研究和应用项目都取得了很大的成功。这些研究和项目的经验与成果对于我们如何理解 PLM 技术定位、体系结构、关键技术及其发展方向都是非常有意义的。本文在对目前国内外 PLM 研究的分析与调查基础上, 对 PLM 的定义、研究体系、主要研究与应用项目以及发展趋势进行了全面的说明。

2、PLM 的定义、内涵及其在企业信息化中的地位和作用

2.1 PLM 的定义

由于 PLM 是企业的一项信息化战略, 其具体内容和实施、应用程度可能根据企业的具体需求而有所不同。因此, 到目前为止, 对于 PLM 仍没有完全统一的定义。而且, 近年来伴随着 PLM 概念的产生, 还出现了许多其它的术语。如 Aberdeen Group 提出的 CPC 概念^[6], CIMData 提出的 cPDM 概念^[7], 以及 PDC (Product Definition and Commercialisation), PIM (Product Information Management) 等^[8]。这些概念在许多方面和 PLM 非常相似或雷同。因此, 给人们在理解和应用上造成了一定的迷惑和混淆。这里, 我们列举了一些有代表性的 PLM 定义, 它们分别从不同的角度对 PLM 概念进行了描述, 可以使我们对 PLM 的一些基本特征以及其功能和作用有一定的理解。

- CIMdata 给 PLM 下了一个比较完整的定义: PLM 是一种战略性的商业方法, 它应用一组一致的业务解决方案来支持在扩展企业内创建、管理、分发和使用覆盖产品从概念到消亡整个生命周期的定义信息。它集成了人、过程和信息, 形成了企业的产品信息管理的主干^[9]。
- Portella 认为 PLM 是一个企业级的信息基础框架, 提供了一个单一的产品信息源和一致的产品信息管理机制, 保证正确的人、在正确的时间, 以正确的格式访问到正确的信息^[10]。

- Miller 将 PLM 看作是一个建立和管理产品定义供应链的有效工具。它作为一个信息桥梁将 OEM (Original Equipment Manufacturer) 伙伴、子承包商、供应商和用户连接起来,为扩展企业提供了一个一致的产品相关信息视图,实现了产品数据的共享,使扩展企业中不同部门、不同地域的人和组织可以方便地进行协同^[11]。
- Aberdeen Group 定义 PLM 为一类软件和服务的集合,它使用 Internet 技术来使用户可以在产品生命周期过程中协同的开发、建造和管理产品^[12],而不用考虑他在产品生命周期中的角色、所使用的计算机工具、地理位置、供应链中的地位如何。
- 四家资深的工业分析公司: AMR Research, Gartner, Giga 和 Yankee Group 给 PLM 下的定义是: PLM 是提高产品开发效率的必要的企业基础结构,它描述了一个复杂的技术和服务框架,允许制造公司和它的合作伙伴以及客户可以贯穿整个生命周期来分析、设计、制造和管理产品^[13]。
- IBM 定义 PLM 是一种商业哲理。该哲理认为产品数据应该可以被管理、销售、市场、维护、装配、购买等不同领域的人员共同使用。而 PLM 系统是工作流和相关支撑软件的集合,允许对产品生命周期进行管理,包括协调产品的计划、制造和发布过程^[14]。
- MSC Software^[15]的定义是: PLM 是采用一种全新的方法和视角所连接起来的一组已有技术的集合,使产品信息可以被组织中任何所需要的人获取和使用。
- Collier、Wayne 给 PLM 下的定义是:产品生命周期管理是一个跨越产品开发全阶段的产品信息行为模型,用来定义和管理用户可以对这些信息进行什么操作、如何操作以及这些信息如何演化为最终的产品定义^[16]。
- 产品生命周期管理联盟 (PLCS-Product Life Cycle Support) 给 PLM 下的定义是: PLM 是一个概念,用来描述一个支持用户管理、跟踪和控制产品全生命周期中所有的产品相关数据的协同环境^[17]。

以上这些定义分别反映了 PLM 在定位、内容、功能和实施等方面的一些看法和认识。虽然它们侧重点各有不同,但从这些定义,我们可以从中抽取出 PLM 所应具备的一些关键特性:

- 1) **PLM 是一项企业信息化战略**,需要从企业战略层角度来规划 PLM 系统,包括其体系、工具和实施方法等;
- 2) PLM 范围跨越企业或扩展企业从产品概念产生到产品消亡和回收的所有产品阶段;
- 3) PLM 的管理对象是产品信息,这些信息不但包括产品生命周期的定义数据,同时也描述了产品是如何被设计、制造和服务的;
- 4) PLM 的目的都是通过信息技术来实现产品生命周期过程中协同的产品定义、制造和管理;
- 5) PLM 的实现都需要一批工具和技术支持,并需要企业建立起一个信息基础框架来支持其实施和运行;
- 6) **PLM 的功能是对产品信息的管理。负责对由 CAD、CAM、CRM 等应用工具所产生的产品信息进行获取、**

处理、传递和存储。

根据以上分析,我们可以给出如下的 PLM 定义: *PLM 是一项企业信息化战略,它描述和规定了产品生命周期过程中产品信息的创建、管理、分发和使用的过程与方法,给出了一个信息基础框架,来集成和管理相关的技术与应用系统,使用户可以在产品生命周期过程中协同的开发、制造和管理产品。*

2.2 PLM 的内涵

产品生命周期是 PLM 的主线,通过对产品生命周期的分析我们可以了解到产品生命周期管理都需要管理那些阶段、那些内容,以及 PLM 系统需要提供哪些功能。

CI Mdata 从产品的定义、生产和管理三个方面来理解产品生命周期。它认为,任何工业企业的产品生命周期都由产品定义、产品生产和运作支持这三个基本的紧密交织在一起的生命周期组成。其中:

- 产品定义生命周期开始于最初的客户需求和产品概念,结束于产品报废和现场服务支持,产品定义作为企业知识财富,定义产品是如何设计、制造、操作和服务等信息;
- 产品生产生命周期主要是发布产品,典型的是一个物理资产,如汽车、家电等。该阶段包括与生产和销售产品相关的活动。ERP 系统是该阶段的主要企业应用。该生命周期包括如何生产、制造、管理库存和运输,其管理对象是物理意义上的产品;
- 运作支持生命周期主要是对企业运作所需的基础设施、人力、财务和(制造)资源的统一监控和调配。

上述每一个生命周期都包括相关的过程、信息、业务系统和人来实现相关的商业功能。而 PLM 系统的目的就是对这些过程、信息、系统和人进行协调和管理,实现这三个阶段的紧密协作和通讯,将企业知识财富(产品定义)通过企业生产与运做支持转变为企业的物理资本(产品)。

PTC 公司从产品的演化过程来理解产品生命周期^[18]。它将产品的演化过程分为概念产生、设计、采购、生产、销售和服务几个阶段。每个阶段都有其特定的活动、产生相应的信息、涉及到相关的人员和部门,而 PLM 在每个阶段也起着不同的作用。

- 概念产生阶段:该阶段基于市场信息,获得新产品或产品设计改进的概念。PLM 系统在该阶段主要对产品的市场预测、产品创意、商业前景预测、客户需求和投资规划等活动提供支持。PLM 系统从所连接的其它系统中提取信息,增加市场需求分析和产品开发计划的准确度;
- 设计阶段:在该阶段,产品开发团队将通过 PLM 系统交换和共享产品设计数据和思路,协同完成产品的设计工作。该阶段主要活动包括产品的概念设计、详细设计、设计评估、工程分析、文档管理以及 EBOM 管理等;
- 采购阶段:该阶段对产品制造所需的器件、材料、部件和设备进行初步分析,确定外构件和自

制件计划。PLM 系统从 ERP、PDM、SCM 等系统中抽取器件/材料的可获得性、报价、潜在供应商、替代器件等信息, 提供给采购人员制定相应的计划;

- 生产阶段: 该阶段根据研发工程师建立的设计规格, 利用所采购的器件和材料进行生产, 通过质控/质检或其它过程控制方法来检查生产是否与设计规格一致。PLM 在该阶段主要涉及 MBOM 的管理、工装计划、生产测试、自制件加工等活动;
- 销售阶段: 该阶段的主要活动包括: 市场推广、产品发布、销售战略制定以及客户管理、定单管理等。PLM 系统负责企业与分销商、客户以及供应商之间的信息协调和管理, 保证定单、生产、库存和销售等环节的畅通和一致性;
- 售后服务阶段: 主要负责产品维护、服务和维修。PLM 系统将把客户服务信息传递给相关的设计、生产、制造部门, 并将相应的处理和解决方案反馈给服务部门和客户, 充分利用企业资源提高服务质量和效率。

2.3 PLM 在企业信息化中的地位和作用

目前, 一些企业在一定程度上实现了产品生命周期过程中某些方面的集成和管理, 如现在的 CAX、PDM、ERP 等解决方案。这些方案的推广和应用确实简化和改进了各种商业规则, 但是由于它们各自针对产品生命周期中某些特定阶段, 解决特定领域的问题, 使得产品信息分散于企业内部不同应用之中。而且由于这些系统大多是相互独立开发或购买自不同的软件供应商。它们可能运行于不同的平台, 使用不同的数据格式。从而造成了这些系统之间信息交换和集成的困难, 无法彼此互动。因此, 企业需要一个将这些孤立的系统结合到一起的产品生命周期管理系统, 使产品信息可以在不同的应用和阶段之间顺畅的流动, 并且能有效的加以管理。在此机制下, 不但产品开发时间能大幅缩短, 节省可观的资源外, 企业也能更紧密的结合上、中、下游各环节之产品开发体系, 缩短反应时间, 并有效控管生产资源, 进而强化市场竞争力 (图 2)^[19]。

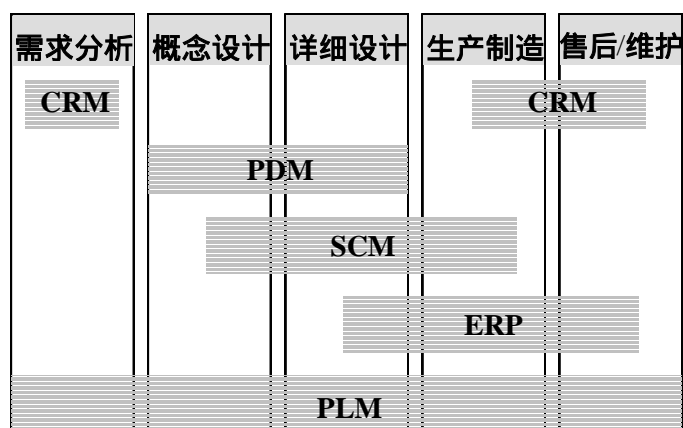


图 2 产品生命周期解决方案

在 PLM 的支持下,企业不仅可以管理不同阶段内部的信息,还可以实现不同阶段之间的信息整合,打通设计、制造、生产、销售之间的关系,实现 CAD/CAPP/CAM/ERP/SCM/CRM 等系统的集成,使得产品生命周期的各种信息能完全共享和交互,并有效管理。

PLM 使整个产品价值链上的资源(包括企业内部和外部的)都可以为产品设计增加价值。它通过自上而下的、一体化的方式进行以产品为中心的协同产品开发。通过 PLM,所有相关人员都可以参与产品设计、开发、制造和使用,可突破地理、组织等限制进行协同。产品数据可以通过各种形式进行共享和分析,如 3D 模型、示意图、BOM、进度计划和预测等。这使你能将用户、产品知识和业务过程都能集中于产品创新上,使企业内外价值链的创新能力最大化。PLM 真正实现了以产品为核心企业价值链协同。它解开了企业价值链不同环节中由相互独立的应用系统产生的孤立信息,并将它们集成为统一的产品知识源。完整的价值链能无缝地、实时地进行产品及所有信息的协同管理,从而降低产品成本并缩短产品开发周期。

3、PLM 技术体系

大量的 PLM 研究和应用已经表明,PLM 是一个企业级解决方案,它不是一个单项技术或应用,而是一个技术和应用的复杂集合体。因此,PLM 系统必须具备一个完备的技术框架,来规范和描述 PLM 系统应该包含那些组成元素,以及如何组织这些组成元素,以使它们可以作为一个整体运行,协同完成系统的各项功能。CIMData 在广泛调研用户、方案提供商以及对大量商业化 PLM 解决方案研究和评估基础上总结出一个多层的 PLM 技术体系(图 3)^[20]。该体系描述了 PLM 解决方案中基本组成元素和它们之间的关系,并根据不同的实现层次,将 PLM 组成元素分为关键技术、核心功能、特定应用和解决方案四个层次。

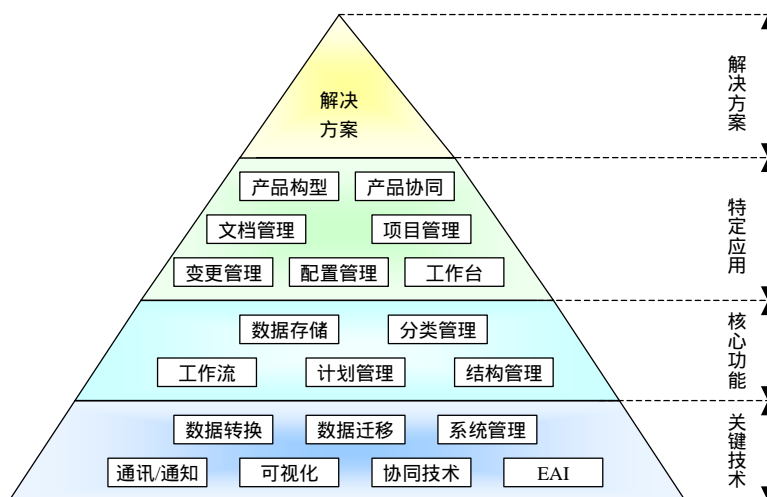


图 3 PLM 技术体系

3.1 PLM 关键技术

PLM 关键技术直接与底层的操作系统和运行环境打交道,将用户从复杂的底层系统操作中解脱出来。

用户可以针对需求和环境对关键技术进行裁减。PLM 主要关键技术包括：

- 数据转换技术：实现数据格式的自动转换，使用户能够访问到正确的数据格式；
- 数据迁移技术：实现数据从一个地方转移到另一个地方或从应用到应用的数据迁移；
- 系统管理技术：负责系统运行参数的配置及运行状态的监控，具体功能包括数据库和网络设置、权限管理、用户授权、数据备份和安全以及数据存档等；
- 通讯/通知技术：实现关键事件的在线、自动化通知，使相关人员可以得知项目和计划的当前状态，得知什么时候产品定义信息可以被处理和使用，以及那些数据是最新的；
- 可视化技术：提供对产品定义数据的浏览和处理。标准的可视化功能包括对文档、2D/3D 模型的查看和标注以及产品模型的虚拟装配和拆卸；
- 协同技术：协同技术允许团队共同进行实时和非实时的协作和交流，消除环境、地域和异构软件所带来的沟通障碍；
- 企业应用集成 (EAI - Enterprise Application Integration)：EAI 将商业活动所涉及的大量数据、应用和过程集成起来。需要综合利用应用服务器、中间件技术、远程进程调用、分布式对象等先进的计算机技术来实现。

3.2 PLM 核心功能

PLM 核心功能提供给用户对数据存储、获取和管理的功能。不同的用户使用不同的功能集合。这些功能可以包括：

- 数据存储：PLM 将通过建立一个单一的数据逻辑视图，提供一种安全、透明、一致的数据存取机制，而不管数据在物理上分布在什么地方。数据存储与管理将具备基本的数据检入/检出、发布管理、元数据管理、一致性维护等功能；
- workflow 管理：workflow 管理可以使设计人员跟踪整个产品的开发过程，包括设计活动、设计概念、设计思路、设计变更等。workflow 管理将数据和信息发送给商业过程执行中相关的用户、组或角色，支持业务流程的自动化；
- 结构管理：结构管理支持产品配置和 BOM 表的创建与管理。并能够跟踪产品配置的变化，跟踪其版本和设计变形。同时，产品配置管理也需要按照不同的领域需求生成专门的产品定义视图；
- 分类管理：分类管理允许相似的或标准的零件、过程及其它设计信息按照公共的属性进行分组和检索。提高数据的标准化程度，支持设计的重用；
- 计划管理：通过项目工作分解结构 (WBS) 定义项目所包含的活动和资源进行规划、跟踪和管理。

3.3 PLM 应用

一个 PLM 应用是一个或多个 PLM 核心功能的集合体, 提供一套功能满足产品生命周期的一些具体需求, 都代表了 PLM 解决方案的某一视图。随着 PLM 在工业和企业的推广应用, 许多不同的 PLM 使能应用被开发出来, 如配置管理、工程变更管理、文档管理等, 现在都已成为 PLM 的标准功能。这些应用缩短了 PLM 的实施时间, 并将许多成功的实施经验融合在这些应用中。典型的 PLM 应用包括:

- 变更管理: 使数据的修订过程可以被跟踪和管理, 它建立在 PLM 核心功能之上, 提供一个打包的方案来管理变更请求、变更通知, 变更策略, 最后到变更的执行和跟踪一整套方案;
- 配置管理: 建立在产品结构管理功能之上, 它使产品配置信息可以被创建、记录和修改。允许产品按照特殊要求被建造, 记录哪一个变形被使用来形成产品的结构。同时也为产品周期中不同领域提供不同的产品结构表示。
- 工作台: 将完成特定任务所必须的所有功能和工具集成到一个界面下, 使最终用户可以在一个统一的环境中完成诸如设计协同、数据样机、设计评阅、仿真等工作;
- 文档管理: 提供图档、文档、实体模型安全存取、版本发布、自动迁移、归档, 签审过程中的格式转换、浏览、圈阅和标注, 以及全文检索、打印、邮戳管理、网络发布等一整套完整的管理方案, 并提供多语言和多媒体的支持;
- 项目管理: 管理项目的计划、执行和控制等活动, 以及与这些活动相关的资源。并将它们与产品数据和流程相关联在一起, 最终达到项目的进度、成本和质量的管理。
- 产品协同: 提供一类基于 Internet 的软件和服务, 能让产品价值链上每个环节的每个相关人员不论在任何时候、任何地点都能够协同地对产品进行开发、制造和管理;
- 产品构型: 产品构型管理是应对系列化产品设计和生产的有效方法。通过构型管理避免产品发生局部修改或更换选件时重新构造 BOM 表和数据准备的繁重任务。

3.4 解决方案

解决方案是在基础技术、核心功能和特定应用之上构筑的一个面向行业或职能领域的技术基础结构, 它不仅包括了一系列灵活、可配置的软件工具, 而且包括了以往相关实施的最佳实践经验、实施的方法和资源, 以及一些原则性的指导等。目前, 在制造领域, 比较优秀 PLM 解决方案包括 PTC 的 Windchill, EDS 的 TeamCenter 和 IBM/达索公司的 ENOVIA。

PTC 公司的 Windchill 是 PTC 公司提供的产品生命周期管理解决方案, 它为企业产品生命周期管理提供了一个单一公用的基础结构, 保证快速、高效地部署产品生命周期应用软件。通过 Windchill 提供的强大的产品数据管理、 workflow 管理以及 EAI 工具和环境, 企业能够快速简单地访问到庞大的产品资料库, 并能把各种应用整合在一起。Windchill 同时也提供了基于 WEB 的可视化功能, 实现了产品和过程信息的共

享和可视化。使产品生命周期的参与者可以使用 Web 浏览器来访问、查看和标记模型,向工程师提供更准确和及时的咨询响应^[18]。

EDS 公司的 TeamCenter 是一个覆盖产品生命期各种活动与数据的、基于 Web 协同的集成解决方案。不同与 Windchi II 的联邦式的体系结构,TeamCenter 采用从产品集成到企业集成的层次结构,包括工程协同、可视化工具、网上社区、协同平台和企业集成等组件。其中协同平台是 TeamCenter 的核心层,提供传统 PDM 的核心功能(workflow 管理、人员与资源的配置、产品结构与管理、版本管理、更改管理、文档管理、签审发放等)^[19]。

IBM/达索公司的 ENOVIA 是一个面向制造企业 PLM 方案。它可以与 IBM 公司的其它产品,如 PM、VPM、CATIA 紧密集成。它为企业提供了一个支持产品生命周期开发活动的 IT 基础构架,支持 CATIA、DELMIA、ENOVIA 等不同应用间的集成。ENOVIA 解决方案共包括:入口、生命周期应用、产品过程资源中继(PPR HUB)、企业基础架构和快速应用开发框架五个基本部分。其中入口是支持企业内和外协作的主要的场所;产品生命周期应用是用来实现企业业务活动的应用系统,覆盖产品开发的所有阶段,从产品的概念到实现;产品过程资源中继(PPR HUB)可以看作是一个电子仓库系统,为应用提供了通用的建模功能和数据模型。确保全生命周期产品定义、制造过程和生产资源的一致性,实现对产品、过程和资源(PPR)的统一管理;企业架构定义了企业共享、交换、通讯和集成的标准和框架;快速应用开发框架提供了与企业原有遗留系统以及 CRM、SCM 和 ERP 等系统的集成能力,同样也提供与入口集成的能力^[14]。

4、国内外研究现状及发展趋势

4.1 PLM 研究现状

PLM 一经出现,便引起了各国政府、IT 厂商、工业企业、科研院所的注意,并将 PLM 视为提高企业核心竞争力的重要手段,纷纷制定各自的研究项目和发展计划。其中具有代表性的有 ICP-35K 项目、JSF 项目、AdCoMS 项目、Enhance 项目、PLCS 计划等。

ICP-35K 项目^[21]: ICP-35K(Implementing CPD and PLM Technologies for 35,000 European Manufacturing Companies)是一个欧盟第六框架的一个申请项目,目标是为欧洲制造企业建立一个高效的 PLM 网络,使 35000 个公司可以快速实施协同产品开发和产品生命周期管理技术来应对激烈市场竞争。项目将研究和开发 PLM 知识库,开发 PLM 环境下的组织模型和改进的知识管理方式,开发通用的可实施的 PLM 模型,开发全生命周期的信息管理战略并将其转化成为价值链中的知识,定义 PLM 的标准,建立基于知识的 PLM 仿真环境以及 WEB 入口,为中小企业建立专用框架使他们可以更好共享资源,保证它们的需求可以被 PLM 中的其它伙伴了解。并为中小企业提供简单的工具来支持项目管理、知识获取、效益评估等。

JSF 项目^[22]: JSF(Joint Strike Fighter, F-35)是准备装备于美国海军、空军、海军陆战队以及英国国防部的下一代先进的联合攻击战斗机。准备设计和制造 5000 架次并在整个 21 世纪服役。JSF 是历史上首次采用真正全球化的虚拟企业方式联合设计生产最先进、高性能的军队战斗机。Lockheed Martin 公司是 JSF 项目的唯一承包者。JSF 项目团队将建立一个虚拟开发环境,通过 PLM 战略来管理 JSF 开发的全过程,使工程人员可以在实际加工前仿真飞机设计、制造的每一个方面。在早期的开发阶段改进设计,有效减少返工次数和花费,提高设计质量。

AdCoMS 项目^[23]: AdCoMS(Advanced Configuration Management System)是项目欧盟支持的一个 ESPRIT 项目,也是欧洲 AIT 计划的一部分,开始于 1996 年。主要参加单位包括参与欧洲战机(Eurofighter)项目的欧洲飞机制造商、IBM 公司、CSC(Computer Sciences Corporation)和 System Consultant 公司以及 Leeds 大学。作为一个概念性验证项目,AdCoMS 的目的是解决异地环境下多企业参加的复杂产品协同开发问题,特别是针对欧洲战机项目,解决欧洲主要宇航公司所面临的关键性问题。基于欧洲战机项目,AdCoMS 项目详细分析了复杂构型管理的需求,调研了欧洲战机从初始概念设计到售后服务全生命周期中的每一个步骤,清晰定义了生命周期管理过程的控制方法,建立了电子化的产品生命周期过程模型。同时,AdCoMS 还利用 IBM 公司的 ENOVIA VPM 系统搭建了一个 PLM 原型系统,选择了生命周期过程中的几个关键功能点对该系统进行概念验证,这些功能包括需求管理、应用集成、冲突协调和可视化协同入口。

Enhance 项目^[24]: ENHANCE(Enhanced Aeronautical Concurrent Engineering)项目开始于 1999 年 2 月,历时三年,目前项目已经完成。项目目标是利用 PLM 技术来支持扩展企业的产品工程和设计,缩短欧洲航空产品的上市时间、降低开发成本、减少数据管理、转换和传输的费用。ENHANCE 项目的内容和成果覆盖了飞机的全生命周期,从零件设计到检验和维护,包括面向扩展企业的产品工程和设计、商业过程和型号管理、多团队协同工作、IT 工具和基础结构以及方法和工具的商业验证。

PLCS 项目^[25]: 是最近才启动的一个国际性开放项目。其目的是开发满足产品全生命周期信息管理需求的国际标准。PLCS 项目准备提供全球化标准来支持复杂、长生命周期产品开发中的信息定义和交互。项目将在 STEP 基础上,开发一个开放的产品生命周期数据管理软件框架。项目将通过三年时间完成一份 ISO 标准的草案。该标准将与 ISO 10303(STEP)标准相兼容。与 STEP 的结合将大大增强 PLCS 在企业的应用性,更好的支持产品生命周期不同阶段的需求。

除了上面几个研究与应用项目,随着 PLM 研究的不断深入,许多传统的 CAD、ERP 和电子商务供应商也纷纷进入到 PLM 领域,开发相关的软件产品。全球 PLM 产品市场呈现出迅速增长的趋势。根据 AMR 公司的分析,全球 PLM 产品市场 2001 年为 180 亿美元,而到 2005 年,全球 PLM 市场将达 500 亿美元。目前,国际上主要的 PLM 供应商包括:EDS、PTC、Dassault Systemes、MatrixOne、Agile Software、Eigner、Alventive、Centric Software、CoCreate、Framework Technologies 等^[26]。同时,一些大型的企业级方

案供应商 (如 SUN、IBM、SAP 等) 也认识到 PLM 的战略价值, 提出了企业 PLM 整体解决方案^[27, 28]。

在我国, PLM 的研究也引起了许多研究单位和行业、企业的重视。航空、航天、家电和电子等行业都纷纷举办了 PLM 的专项研讨会, 对 PLM 理念、技术、应用及其与企业技术进步、技术创新和产品结构调整的关系进行了深入探讨。同时, PLM 也得到国家相关部门的重视和大力支持, 国家经贸委技术进步与装备司、全国企业信息化工作领导小组办公室、国家经贸委经济信息中心、全国新技术开发推广协作网于 2002 年 5 月 17 日在杭州共同主办的“产品生命周期管理研讨会”。而国家科技部在十五国家高技术研究发展计划 (863 计划) 现代集成制造系统技术主题中也将产品全生命周期管理系统列为十五期间的重点课题。该课题由清华大学国家 CAD 工程技术研究中心负责。在软件开发方面, 许多国内的 PDM、ERP、CPC 软件的开发公司也纷纷与国外 PLM 厂商合作进行 PLM 的实施和二次开发工作。而有些软件公司也开始着手进行具有自主知识产权的 PLM 软件开发工作, 如新模式公司的“新模式产品链管理系统 (CPChain)”、清华英泰信息技术中心的产品生命周期管理系统 (PLMS) 等。

4.2 发展趋势

作为企业提高其竞争力的一种重要战略。PLM 已经在基本概念、框架体系和核心功能等方面取得了许多成果, 开发了许多 PLM 工具 (如变更管理、配置管理、文档管理等), 同时也在许多行业 (航空、汽车等) 和企业进行了应用。一些 PLM 的早期使用者已经在各自的市场上取得了竞争优势。目前, PLM 的研究正在从基本概念、体系扩展到面向企业生命周期整体解决方案的技术和实施方法上, 希望为企业提供支持产品全生命周期协同运作的支撑环境和功能、提供标准化的实现技术和实施方法。因此, 与整体解决方案相关的技术和应用将成为 PLM 近阶段的研究重点, 主要包括企业基础信息框架、统一产品模型、单一数据源、基于 WEB 的产品入口以及 PLM 标准与规范体系。

1、PLM 基础信息框架

成功的 PLM 实施依赖于健壮和可互操作的 IT 信息基础结构。目前新出现的 J2EE、XML 和 .NET 等框架虽然功能非常强大, 但它们并不保证与企业现有 IT 系统很好的交互。因此, 如何利用集成技术将企业现有的 IT 系统集成到一个统一框架中是 PLM 实施中的一个关键问题。PLM 基础信息框架将成为今后 PLM 实施中的核心工作。今后的 PLM 解决方案将建立在崭新的、开放的 Web 服务标准之上, 为制造企业在—个集成的框架中优化它们的产品生命周期提供了一个极为灵活的基础信息环境。

2、统一产品模型

PLM 平台需要能够定义和管理产品生命周期中不同的产品数据及相关的过程和资源, 并能够抽取和管理这些不同数据之间关系, 利用这些关系自动在不同产品数据之间建立关联。因此, PLM 系统需要建立一个统一产品模型用来存储生命周期所有阶段的产品、过程和资源的开发知识。该模型应是一个统一的、开

放的对象模型, 连接产品不同生命周期阶段的数据、过程、软硬件系统和组织等企业资源, 支持动态的基于知识的产品信息创建和决策支持, 优化产品定义、制造准备、生产和服务。它也可以说是一个电子仓库, 为应用提供通用的建模功能和数据模型, 实际上是为产品定义、制造过程和制造资源提供了一个联结, 确保了全生命周期产品定义、过程和资源的一致性。

3、单一产品数据源

PLM 对产品开发的关键价值在于它必须建立一个存放所有与产品有关的数据和知识的唯一数据库, 无论历史经验还是新信息都可在产品生命周期中得到。PLM 的内部机制可以保证所有信息可被捕捉以供现在和未来产品设计改进的需要, 并可在整个产品价值链共享。所有产品数据的单一数据源, 可减少或消除产品设计中错误包含过时的工程图纸、设计规格和产品资料; 信息维护将得到简化。同时, 产品单一数据源的建立也可以解决分布式、异构产品数据之间的一致性和全局共享问题, 实现了产品研制全生命周期的数据存储和管理。

4、基于 WEB 的产品入口

PLM 为企业提供了一个统一的产品研发平台。但企业用户必须通过一个入口来获得产品的相关数据、应用程序和得到相关的服务。基于 WEB 的产品入口为 PLM 系统提供了一个门户, 使所有参与设计的人员通过浏览器就可以获得所需的设计文档与信息, 并通过浏览器来共同完成某产品的开发设计工作。产品入口可以根据不同的用户需求, 实时地提供个性化的信息服务。企业的员工、企业的最终用户和合作伙伴等, 都可以跨越时空的限制, 参与到企业产品研发设计的各个环节中来。

5、标准和规范体系

PLM 的核心是协同, 而协同的先决条件是大家遵循统一的标准和规范, 没有标准的协作是盲目的、无秩序的和不可控的。因此, PLM 系统必须建立起支持信息共享、交换、通讯和集成的规范与标准。根据 PLM 研究体系, PLM 系统需要从以下九个方面建立其标准和规范体系, 它们是系统管理、资源管理、资源使用、运行控制、流程管理、操作协议、本体协议和数据标准。在 PLM 具体实施时, 可以根据实际情况选择已有的标准来构建 PLM 标准体系, 如采用 STEP 作为数据标准、WFMC 作为流程管理标准、OMG 的对象规范和 W3C 的互连网标准作为运行控制和操作标准等;

5、结论

PLM 是近几年在工业领域得到大力推广应用的 IT 技术之一, 也是增长最快的 IT 应用系统, 其技术和产品都取得了巨大的发展。然而, 实现产品生命周期管理是所有以产品为核心的制造企业的一个长期战略目标, 其内容和程度根据企业的具体需求可以不断的改变和提高。它不是一个通过一次性的投入就可以完

成的项目。因此对于一个企业，必须制定他们自己的产品生命周期管理战略和目标。与传统的工具软件相比，PLM 最复杂和最困难的一点在于实施。成功的 PLM 系统一定是技术、人员和管理方法的成功结合，用户一定要注意根据自己的需求和公司未来的发展战略，选择合适的 PLM 产品和技术。本文的目的就是希望通过 PLM 基本概念的介绍，使用户对 PLM 的定义、内涵、地位和作用以及其基本的技术体系有一个正确的认识，以辅助企业制定和实施它们的产品生命周期管理战略。

参考文献：

- [1] Dean. J. Pricing policies for new products[J]. Harvard Business Review. 1950, 28(6): 45-53
- [2] Levitt. T. Exploit the product life cycle[J]. Harvard Business Review. 1965, 43(6): 81-94
- [3] Rink. D.R, Swan. J.E. Product life cycle research: a literature review[J]. Journal of Business Research, 1979, 7(3): 219-242
- [4] Guangleng Xiong. Theory and Practice of Concurrent Engineering[M]. BeiJing: Tsinghua University Press, 2001(In Chinese)
[熊光楞. 并行工程的理论与实践[M]. 北京：清华大学出版社, 2001
- [5] MakingLeaders Software Inc. Product lifecycle management evolution[OL].
<http://www.makingleaders.com.tw>, 2002-11-7
- [6] Aberdeen Group. Collaborative Product Commerce: Delivering Product Innovations at Internet Speed[R]. Boston: Aberdeen Group, Inc., 1999
- [7] CIMData Inc. cPDM The Key to Harnessing Innovation in an E-Business World[OL].
<http://www.cimdata.com/index.htm>, 2002-11-12
- [8] Hans-Jürgen Brück. The Impact of Organisational Change Management on the Success of a Product Lifecycle Management Implementation -an Investigation into the Electronics Manufacturing Industry[D]. Ludwigshafen: Fachhochschule Ludwigshafen am Rhein University of Lincoln. 2002
- [9] CIMData Inc. Product Lifecycle Management[R]. Michigan: CIMData Inc., 2001
- [10] CIMdata, Inc. Industry Analyst Events News[EB/OL].
http://www.tekрати.com/T2/Analyst_Relations/AnalystEventsArchivedNewsDetail.asp,
2003-4-5
- [11] Miller, E. Managing the Design Supply Chain[J/OL].
<http://www.cimdata.com/article9811.html>, 2002-11-8

- [12] Aberdeen Group. PLM - It's for Any Manufacturer Striving for Product Excellence[R]. Boston: Aberdeen Group, 2002
- [13] PTC. Product Lifecycle Management for Product First Manufacturing Companies[EB/OL]. <http://www.ptc.com>, 2002-11-4
- [14] IBM Inc. What's PLM[EB/OL]. <http://www-1.ibm.com/industries/plm/index.htm>, 2002-11-22
- [15] Frank Fernandez, HOW PLM HELPS[J]. Design News, 2002, 57(4): 60-61
- [16] Collier, Wayne. MANAGING THE PRODUCT LIFECYCLE: THE CHANGING ROLE OF ENTERPRISE PDM[J]. Computer Graphics World, 1996, 19(9):5-6
- [17] PLCS. The Product Life Cycle Support Initiative[R/OL]. <http://www.plcsinc.org>, 2002-11-15
- [18] PTC Inc. Product Lifecycle Management for Product First Manufacturing Companies[EB/OL]. <http://www.ptc.com>, 2002-11-4
- [19] EDS Inc. Collaborative Solutions for Product Lifecycle Management[R/OL]. http://www.eds.com/products/plm/pdf/plm_brochure.pdf, 2002-11-20
- [20] CIMData Inc. collaborative Product Definition management (cPDM): An Overview[R]. Michigan: CIMData Inc., 2002
- [21] ICP-35K Project Consortium. Eol for the ICP-35K Project[EB/OL]. <http://eoi.cordis.lu>, 2002-11-25
- [22] Edward H. Phillips. Lockheed Martin Confident It Can Build Cheaper JSF [J]. Aviation Week & Space Technology magazine, 2001, 155(17): 56-56
- [23] IBM. ENOVAVPM for the Eurofighter AdCoMS project[R/OL]. [HTTP://WWW.ibm.com/solutions/plm](http://www.ibm.com/solutions/plm), 2002-12-2
- [24] Dassault Systems, IBM Inc. Enhanced design-EU-driven aerospace initiative [EB/OL]. <http://www.airbus.com>, 2002-11-6
- [25] PLCS.PLCS_725_FAQ_issue1[R/OL]. http://www.plcsinc.org/trifolds/PLCS_725_FAQ_issue1.doc, 2002-11-30
- [26] Michael Burkett, Jennifer Kemmeter, Kevin Omarah. Product Lifecycle Management: What's Real Now[R]. Boston: AMR Research Inc., 2002
- [27] Sun Microsystems Inc. Deploying Collaborative Product Commerce Solutions with EDS and Sun[R]. California: Sun Microsystems Inc., 2002
- [28] Sun Microsystems Inc. Collaborative Product Commerce (CPC) Solutions from Sun[R].

California: Sun Microsystems Inc., 2001

Overview of Product Lifecycle Management

Shuangxi Huang Yushun Fan

(Department of Automation, Tsinghua University, Beijing, 100084)

Abstract: As a strategic business approach to enable product innovation, PLM has been seen a substantial increase in the last years. Nevertheless, there are still some confusion as to its concept, role, and contents. This paper aims to present the state of the art of PLM and attempts to survey the major international efforts in developing this emerging technology. Five questions can be answered in this document: How and why PLM emergence? What PLM is? How about its role? what is involved in PLM? And, how PLM technology is likely to develop over the coming years?

Key words: product lifecycle; product lifecycle management; product definition; enterprise information strategy

Foundation Item: Project supported by the national High Tech. R&D Programme(863), China(Grant No. 2001AA411010)