

## 基于 PDM 的产品维修性设计

聂成龙 于永利\* 王毅刚 杜晓明

(军械工程学院维修工程研究所 石家庄 050003)

(\*军械工程学院装备指挥与管理系 石家庄 050003)

摘要：概述了产品数据管理的定义，体系结构，功能模块。针对目前存在的产品维修性设计中的新问题，提出了基于 PDM 的产品维修性设计理念，较好的体现了并行工程的设计理念。

关键词：PDM，并行工程，维修性，产品设计 中图法分类号：

现代的产品需要有现代的质量观念。新的质量观念，从满足用户需要出发，强调质量是反映或服务满足需要能力的特征和特性的总和。基于这样的认识，产品质量应当是包含各种质量特性、包括设计质量与制造质量等的全面质量，应当考虑从研制、生产、使用（含维修）直到报废的全寿命过程（寿命周期）的质量。其中产品的维修性就是其中非常重要的一部分。

产品的维修性是一种质量特性，即：由产品设计赋予的使其维修简便、迅速和经济的固有特性。例如，一台计算机，如果要维修简便、迅速、经济，就必须拆装容易，不需要专用工具，换件迅速。要达到这些要求，就需要合理的设计零部件尺寸、外形及其配置与连接，零部件要满足互换性要求等。由此可见，维修性是一种设计决定的质量特性[1]。

产品数据管理 (Product Data Management,简称 PDM)是 80 年代开始兴起的一项管理企业产品生命周期内与产品相关数据的技术，它继承和发展了设计资源管理、设计过程管理、信息管理等各类系统的优点，并应用了并行工程方法学、网络技术、数据库和面向对象等技术，有效地解决了企业信息集成、过程优化管理等企业“瓶颈”问题[2]。

利用 PDM 在产品设计与制造过程中能够管理所有与产品有关的信息与过程的特点，将产品设计中的维修性要求自然融合到产品的整个设计和制造过程中去，使得产品能够获得良好的维修特性，也避免了产品设计过程中因未能达到指定维修性要求而产生的在时间、资源等方面的重复和浪费。基于 PDM 的产品维修性设计改变了以往产品维修性设计不能完全融入产品的设计过程的局面，能够很好的体现并行工程的设计理念。

### 一、PDM 结构与功能特点

美国制造业信息咨询公司 CIMdata 总裁 Ed. Miller 认为 PDM 的定义应是：PDM 是一门用来管理所有与产品相关的信息（包括零件信息、配置、文档、CAD 文件、结构、权限信息等）和所有与产品相关的过程（包括过程定义和管理）的技术。

PDM 是系统以网络环境下的分布式数据处理技术为支撑，采用客户端 \ 服务器 (Client/Server)体系结构和面向对象 (Object Oriented)的设计方法，实现产品全生命周期的信息管理，协调控制工作流程和项目进展，在企业范围内建立一个并行化产品开发协作环境。

PDM 的体系结构分为四层：(如图 1 所示)。

第一层是支持层。目前的 PDM 一般以通用的关系型数据库作平台，利用关系数据库的存、取、删、改、查等基本的数据管理功能。

第二层是面向对象层。PDM 系统将其管理的动态变化数据的功能转化几个、几十个、甚至几百个二维关系型表格，实现面向产品对象管理的要求。

第三层是功能层。在面向对象层的基础上，根据 PDM 系统的管

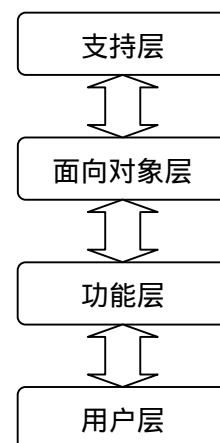


图 1 PDM 系统的层次结构图

理目标，在 PDM 系统中建立相应的功能模块。

第四层是用户层，包括开发工具层和界面层。

PDM 软件系统一般提供九大功能：数据仓库及文档管理功能、产品结构编辑功能、产品配置管理功能、 workflow 控制功能、分类编码与检索功能、项目管理功能、应用集成和开发工具[3]。这些功能强调了以下一些特点：

- 1) 数据共享、安全性和完整性；
- 2) 实施范围在企业内部的最大化；
- 3) 现有 P D M 对项目管理功能设置较弱；
- 4) 更好的利用富有创造力的团队精神，提高设计效率，提高生产效益；
- 5) 强调应用工具的封装、集成与功能强大的接口。

## 二、 当前产品维修性设计中的新问题

随着产品设计制造技术的飞速发展，在产品的维修性设计中也不断的暴露出一些问题。这些问题的出现极大的阻碍了产品设计和制造业的进一步发展，急需尽快解决。

当前在装备型号研制中主要存在着以下几个问题：

1. 维修性设计与工程设计的结合的紧密性问题。目前的维修性设计工作在装备设计部门一般由专业设计室承担，也有个别单位（型号）采用设计师兼管维修性设计，在装备设计过程中进行维修性分配与预计工作。设计单位的可靠性室，一般说来，协助主管总师进行可靠性、维修性的管理工作。因此，维修性设计往往不是由专职的维修性工程师来进行的，主要是靠各专业的设计人员来完成，但是他们往往对维修性设计技术不够了解或不够熟悉，甚至不够重视。
2. 维修性设计手段单一，与工程需要不适应。目前，型号维修性设计工作主要的依据就是已颁布的 GJB368A《装备维修性通用大纲》、GJB/Z 57《维修性分配与预计手册》。个别单位引进了预计、分配软件，但是由于种种原因，这些软件也没有得到很顺利的应用，维修性工作基本上还是采用手工作业的方式进行。而维修性设计工作，和其他专业的设计工作一样，要求在设计过程中不断的、反复的进行维修性分析迭代，以反映出对装备维修性设计的影响，但手工作业显然不能满足要求。
3. 与工程 CAD 的发展不协调。当前产品设计和研制过程都依靠以计算机辅助为手段的先进设计工具，而且逐步发展到整个产品设计研制过程要并行的进行、要在一个统一的平台上进行数据和管理，以实现先进设计理念的要求。这对维修性设计又提出了新的要求。
4. 与当前并行设计理念不能很好的相容。目前，对维修性的研究尚未纳入并行设计中，这使得在产品阶段很难真正考虑到维修性，很难将维修性真正设计到产品中去。要达到并行工程的要求，实现产品设计研制的并行工作，就要求产品开发模式由新的改变，就需要以并行工程的组织模式——集成产品开发团队(IPT：integrated product team)模式展开工作，维修性设计作为产品设计的一个部分，当然也要适应并行设计的要求。

利用 PDM 在产品设计和制造过程中能够管理所有与产品有关的信息与过程的特点，将产品设计中的维修性要求自然融合到产品的整个设计和制造过程中去，可以较好的解决所提出的这些问题。

## 三、 基于 PDM 的产品维修性设计

### 3.1 并行维修性设计是现代产品设计研制的必然趋势

传统的产品设计制造模式，又称为“串行工程”、“抛过墙式”作业，其产品开发的过程顺序完成，每一过程的开始是以上一个过程的结束作为前提，各个过程之间基本上是独立的，彼此缺乏信息的交流，常常造成设计修改大循环，严重影响产品的上市时间、质量和成本。因此造成产品的可制造性、可装配性和可维护性差；不能对现有的设备、工具和人力等各种资源进行最优化利用。

随着信息技术的发展，市场要求企业以最短的时间开发出质量最高、用户可接受的新产品。那

种不注重产品开发的企业将在市场竞争中处于劣势。迅速开发出满足用户需求的新产品并尽快上市成为企业赢得市场竞争的关键。要解决这些问题，必须改变长期以来传统的产品开发模式。

1986 年美国国防部防御分析研究所 (IDA) 发表了非常著名的 R-338 报告，提出了“并行工程” (Concurrent Engineering: CE) 的概念，将其定义为对产品及其相关过程进行并行、一体化设计的一种系统化的工作模式[4]。它特别强调在设计阶段应该全面考虑产品生命周期内各个阶段对产品的设计需求，使得产品在设计阶段便具有良好的可制造性、可装配性、可维护性及回收再利用等方面的能力，从而最终达到缩短产品研制开发周期 (T)、全面提高产品质量 (Q)、降低产品成本 (C) 及改善售后服务 (S) 的目标。实践证明：并行工程是达到改善产品 TQCS 目标的有效方法。

目前，对维修性的研究尚未纳入并行设计中，这使得在产品的设计阶段很难真正考虑到维修性，很难将维修性真正设计到产品中去。并行设计的要求同时考虑寿命周期中的各种因素，而维修性是寿命周期中的一个重要因素，因此，维修性必然是并行工程所要研究的一个重要内容。事实上，维修性和产品的 TQCS 指标有着密切的关系，对其均有重要影响。

解决维修性的根本出路在设计，而要在设计阶段解决维修问题，即进行维修性设计必然会影响到研制进度。但是实践证明，在设计阶段解决维修问题是十分必要也是十分有益的，它能够有效的缩短产品研制开发周期。

并行设计强调在设计开始就考虑寿命周期中的所有因素，而维修是产品的研制、使用过程必然的延伸，是产品寿命周期链条中的重要环节，在并行设计的过程中必须考虑产品的维修性。并行维修性设计是在并行设计框架下集成与维修相关的各种信息并进行优化利用的活动，除了维修性方面的信息外，它也能将维修保障系统所需的物质资源、人力资源、信息资源及维修组织机构与维修制度等基本要素集成进来，从而将维修性设计与维修性管理等工作统一起来、联系起来，即将维修性工程与维修工程集成到一起。

### 3.2 PDM 能为实施并行维修性设计提供集成框架支持

进行并行维修性设计就是要将与维修性相关的一切活动有序地组织到并行设计环境中。为了成功地实施并行维修性设计，离不开并行设计集成框架软件的支持。并行设计框架是构造和支撑集成的并行设计环境的基础结构，是产品并行设计的开发环境和运行环境。

所谓“集成框架”，是在异构、分布式计算机环境中能使企业内各类应用实现信息集成、功能集成和过程集成的软件系统。随着产品设计研制技术的不断发展，企业规模的不断扩大，企业集成信息模型越来越复杂，对信息控制和维

护的有效性、可靠性和适时性要求越来越高，迫切需要寻求更高层次上的集成技术，能够提供高层次的信息集成管理机制，从而提高整个产品设计过程的运作效率。

PDM 为并行设计提供统一的产品及相关数据的管理、通信、产品的生命周期管理等服务功能，它是并行设计的实施平台，是其他各工具工作的环境与基础。PDM 作为支持并行工程的使能技术，能支持异构的计算机环境，包括不同的网络与数据库，能提供产品数据的统一

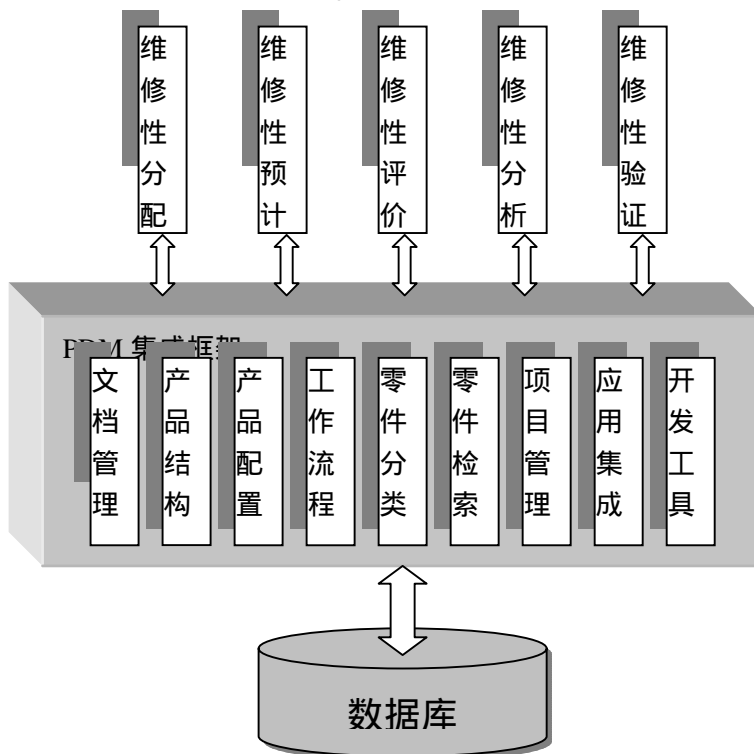


图 2 基于 PDM 的产品维修性设计结构图

管理与共享，PDM 还能够非常方便的实现对应用系统的封装、过程的管理与监控及虚拟产品开发技术等。

并行维修性设计采用集成化与并行化的思想来进行产品维修性设计，强调在信息集成基础上的功能集成、过程集成，PDM 支持并行工程，不仅想 MIS 系统和 MRPII 系统传递所需信息，而且 ERP（相当于 MIS 系统和 MRPII 系统的集成）中产生的于产品维修性设计信息，也使由 PDM 系统来传递的。

由此可见，PDM 能够很好的为实施并行维修性设计提供集成框架支持。

### 3.3 基于 PDM 的产品维修性设计结构

基于 PDM 的产品维修性设计结构如图 2 所示。PDM 系统是建立在关系型数据库管理平台上的面向对象的应用系统，产品维修性设计工作通过 PDM 平台、通过开发的相应的应用工具，实现与其他专业设计工作同步开展，并行设计的目标。基于 PDM 的产品维修性设计系统能够满足维修性设计工作中明确要求、了解约束，系统综合、同步设计，早期投入、预防为主和纠正缺陷、实施增长的一般原则。

PDM 数据库采用面向对象的关系型数据库系统，它能够支持丰富的语义和复杂的数据类型，可以对 PDM 系统广泛的数据库应用要求提供支持。

通过 PDM 系统，可以开发出良好的图形和标准化用户界面，还可以进一步开发人机交互界面，为用户提供更加友好、易于操作的界面。应用 PDM 系统平台，还可以为下一步采用更为先进的体系结构（如分布式数据库等）采用 WEB 使能技术和提供更为强大的功能提供支持。

## 四、 结束语

通过采用基于 PDM 系统平台的维修性设计系统，可以看出，它能够达到与目前先进制造技术要求相匹配的维修性设计与分析，也能较好的体现下一步产品维修性设计的发展趋势。可以说，基于 PDM 的维修性设计体现了一种的设计思想，将会随着产品制造技术的进一步发展逐步成熟起来，也将能够进一步促进产品维修性设计的发展。

### 参考文献：

1. 甘茂治等．维修性设计与验证．国防工业出版社．1995．
2. MILLER ED. PDM today [J]. Computer-Aided Engineering, 1995:32-40.
3. 童秉枢等．产品数据管理技术．清华大学出版社．2000．
4. 熊光楞．并行工程的理论与实践．清华大学出版社．2000．

## PRODUCT MAINTAINABILITY DESIGN BASED ON PDM

Nie Chenglong \*Yu Yongli Wang Yigang Du Xiaoming

(The Maintenance Engineering Institute of Ordnance Engineering College Shi Jiazhuang 050003)

(\*The Department of Equipment Command and Management of Ordnance Engineering College Shi Jiazhuang 050003)

Abstract: Definition, system framework and function module of Product Data Management are summarized. In allusion to new problems exist in product maintainability design, product maintainability design idea based on PDM are advanced, which materialized the design idea of concurrent engineering.