

四性及综合保障数据管理技术及其应用

LDM Technology and Its Application

北京瑞风协同科技股份有限公司 王 可



王 可

北京瑞风协同科技股份有限公司副总经理,主持多个国家 863 先进制造领域的课题研究,在应用软件系统的体系架构、数据模型、交互界面方面有深入研究。目前的研究重点为四性及综合保障系统(LDM)的规划、开发和应用实施方面。

概述

1 LDM 基本概念

四性及综合保障数据管理(Logistic-support and Dependability data Management, LDM)是管理装备全生命周期的四性及综合保障专业信息的技术。四性及综合保障数据管理系统是利用网络数据库技术实现四性及综合保障数据管理并支撑四性及综合保障业务过程的信息化系统,也称四性

LDM 的产生和发展是当今装备技术发展的结果。现代装备越来越复杂,价值越来越高,维护维修费用也越来越高。促使装备用户越来越重视战备完好性(或可用性),在装备用户的推动下,装备研制单位越来越重视综合保障设计分析工作,从而引出了管理四性综保设计信息的 LDM 系统。

综保数据平台或 LDM 系统,或四性综保数据库或 LDM 数据库,或直接简称为 LDM。

LDM 的概念可表示为如图 1 所示的概念图。四性及综合保障数据管理系统(LDM)的对象是涉及装备四性及综合保障业务的 3 类信息:四性数据、综保设计数据和技术保障数据。四性数据是围绕装备的可靠性、维修性、测试性、保障性等方面的设计/分析/试验/评估数据;综保设计数据是围绕装备保障系统的设计/研制/试验/评估数据,包括保障方案、

保障资源数据;技术保障数据是围绕装备在使用阶段的使用保障和维修保障等方面的部署/收集/监测/评估数据,包括装备使用、故障报告、训练及备件供应信息。

四性及综合保障数据管理系统(LDM)的应用主体是装备的研制、使用、维护维修 3 类企业或组织。装备的四性及综合保障业务就是由这 3 类企业或组织围绕如何使装备发挥、保持或恢复效能而开展的。限于篇幅因素,本文主要针对装备研制企业的 LDM 展开论述。

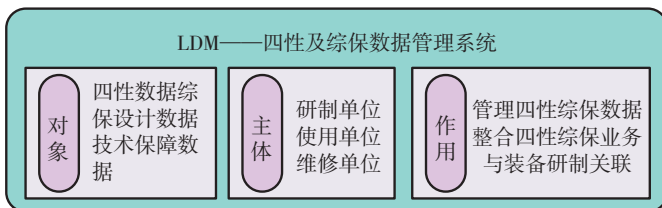


图1 LDM的概念图

对装备研制企业来说,四性及综保专业领域主要有3方面业务:四性设计分析、综合保障设计、技术保障支持, LDM 管理的3类数据就来自这3类业务。四性及综保数据管理(LDM)是现代信息技术在装备四性及综保领域的应用成果,它主要利用网络和数据库实现对上述3类信息的管理。

2 LDM 背景介绍

LDM 的产生和发展是当今装备技术发展的结果。现代装备越来越复杂,维护维修费用也越来越高。促使装备用户越来越重视战备完好性(或可用性),在装备用户的推动下,装备研制单位越来越重视综合保障设计分析工作,从而引出了管理四性综保设计信息的 LDM 系统。

可靠性、维修性和保障性设计分析软件工具的综合应用需要 LDM 的支持。使用可靠性维修性软件已经有几十年的历史,大量的数据和知识需要一个有效的存储和再利用的手段。同时,维修性、测试性、保障性等专业之间的密切联系与孤岛式的应用模式之间的矛盾已经无法调和。在这种情况下,需要有一个共同的数据平台作为各软件之间联系的桥梁, LDM 责无旁贷。

产品数据管理(PDM)对 LDM 发展有着巨大的影响。PDM 管理产品信息的巨大成就,给 LDM 的产生和发展以巨大启示。PDM 应对数据种类繁多、检索困难、安全性要求高等方面的能力也是四性综保信息管理所需要的。同时, PDM 在管理保障性信息方面的能力不足,也需要 LDM 来填补这个空白。LDM 与 PDM 协作(更准确地说 LDM 配合 PDM),补充完整了与产品可用性和维护维修方面的信息。

就像复杂产品的功能设计需要 CAD 更离不开 PDM 一样,复杂产品的综合保障设计既需要可靠性维修性测试性设计软件,也离不开 LDM 系统。

3 LDM 的作用

LDM 的作用是建立四性综保数据平台、集成四性综保业务工具、整合四性综保业务流程,形成全生命周期的四性综保业务协同环境,提高综合保障业务水平和效率(图 2)。

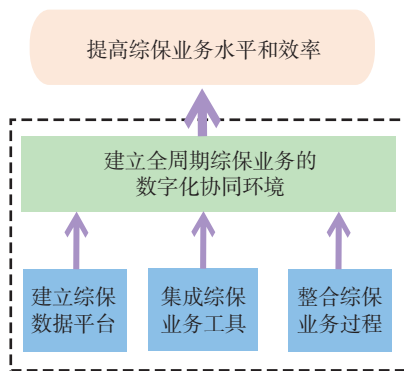


图2 LDM作用示意图

- 建立四性综保数据平台,建立四性综保数据模型,建立四性综保数据的收集与规范化手段,统一存储各种来源的四性综保业务数据,并提供浏览/查询等管理功能。

- 集成四性综保软件工具,基于 LDM,通过软件数据接口集成四性设计软件、保障性分析软件、保障资源研制软件和技术服务软件等,使各种工具能够在统一平台上进行协作。

- 整合四性综保业务过程,基于与 PDM/PM 的接口实现与装备设计环境的集成,实现四性综保设计/分析/试验/维护任务的调度和监控,实现与装备研制过程的沟通和协调,保持四性综保技术状态与装备设计技术状态保持一致。

总结起来, LDM 的作用即管理从产品的规划开始到产品报废的整个生命周期中的各种四性综保信息,将各个综合保障信息化孤岛集成起来,从而建立起完整流畅的四性综保业务过程,并且融入装备设计环境中,从而提升整个四性综保业务。

LDM 的作用分为管理专业设计分析和管理工作流程两方面。从专业设计分析来看, LDM 系统负责管

理四性、保障性、保障方案和保障资源、技术服务等软件工具及其数据;从业务流程来看, LDM 系统负责管理诸如任务分解、执行监控、设计审查、变更控制、以及信息发布等过程。

4 LDM 发展历史概述

LDM 技术的发展可以粗略分为3个阶段:分散的可靠性设计文档保存阶段、基于数据库的集中管理阶段、面向业务整合的综合集成阶段。

分散的设计文档管理阶段。从20世纪60年代起,可靠性软件已经在复杂产品研制中得到应用,这个阶段数据都由工程人员自己分散保存的,是 LDM 最原始形式。

基于数据库的集中管理阶段。从20世纪80年代开始,可靠性维修性测试性设计已经成为军用产品的强制标准设计内容,综合保障的必要性已经确立。以美国 CALS 计划为指导,出现一系列的信息系统和规范,其代表是 JCALS 和 CITIS。与此同时, MIL-STD-1388 标准规定了保障性分析的方法和数据模型,引出了一些对应的工具软件,如 Eagle。这个阶段的 LDM 仅仅满足于把数据用数据库存储起来,没有业务流程的串联,谈不上综合集成。

面向业务整合的综合集成阶段。进入20世纪90年代以来,工程应用系统的面貌开始发生翻天覆地的变化,旧的基于 C/S 模式的系统逐步落后,出现新一代的基于 Web 和富客户端技术的新型架构模式。同时,可靠性维修性综合设计分析功能被逐步集成到四性综保应用系统中,形成现代 LDM。典型例子包括 BAE 公司的 LIMS、美国海岸警卫队的 CG-LOCIM、美国空军的 REMIS 系统等。

LDM 的组成结构及重要功能

1 LDM 的业务功能需求分析

(1) 建立基础数据平台。主要包括两部分工作:第一个是建立系统的基础运行框架和必要的工具集,

第二个是建立四性综保数据模型以及相应的数据库。

(2)集成四性综保软件。对应于前述的3类数据,需要集成的四性综保软件也分为三大类:第一类是可靠性、维修性、测试性、安全性、经济性等应用性能软件;第二类是保障性软件,包括保障性分析(LSA)、和保障资源生成软件;第三类是技术维护类的软件,包括技术服务软件、信息收集软件、故障闭环软件等。

(3)整合四性综保业务。主要是逐步把四性综保业务环节融合成一个顺畅的整体,这些业务环节包括确定保障性要求、进行保障性设计、规划并研制保障资源、及时提供所需保障资源及监控保障过程等。

2 LDM 的组成结构

四性综保数据管理(LDM)的组成结构见图3。

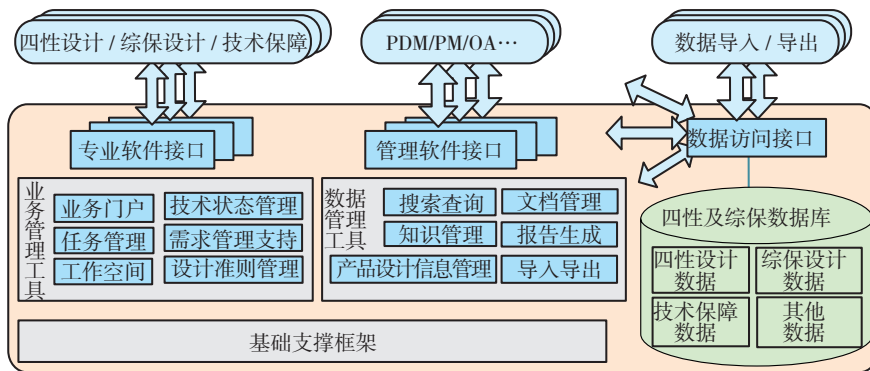


图3 LDM组成结构图

LDM 包括基础支撑框架、四性综保数据库、四性综保数据接口及软件接口、四性综保业务管理工具集、四性综保数据管理工具集。

LDM 中的基础支撑框架提供一般信息系统所需要的运行支持、安全管理、日志及消息管理等功能;四性综保数据库覆盖了四性设计数据、保障性分析数据、技术保障数据等三大类的业务数据。

3 LDM 中的四性综保数据模型

前面已经说明, LDM 四性综保信息分为3类:四性数据、综保设计数据、技术保障数据。

四性数据包括可靠性 / 维修性 / 测试性 / 安全性数据, 分别参照 GJB450A—2004、GJB Z—57、GJB2547—1995、GJB900 等标准, 同时, 针对市场上主流的可靠性 / 维修性 / 测试性 / 安全性软件, 提取出各种软件的共性数据, 加入到 LDM 的数据模型中。

对综保设计数据, 在 GJB3837 和 MIL—STD—1388—2B 标准中有比较明确的规定, 其中包括了数据模型和属性以及数据之间的关系, 因此是一个非常实用的基础。在此基础上, 还引入欧美近年陆续出台的 GEIA—STD—0007、DEF00—60、S3000L 等标准。基于 3837 可以把众多的四性综保数据项进行整合, 构成一体化的数据模型。

对于技术保障业务的数据, 不同的单位的业务模式可能导致

数据模型差异非常大。引入 MRO (Maintenance Repair Overhaul/ Operation, 维护维修大修) 的主要数据类作为技术保障数据的基础, 包括装备运行信息、装备维修需求信息、装备维修计划、装备维修物料、装备维修过程信息。在此基础上根据不同单位的需求扩展。

4 LDM 功能

(1)综合管理四性综保业务数据。四性综保业务数据的管理功能主要包括如下内容: 建立数据模型、存储及访问、检索 / 查询、数据显示浏览。其中四性综保数据模型是基

础, 已经在前面做了专门论述。

LDM 的存储访问机制采用统一的数据访问接口, 程序之间的互操作也采用统一的消息收发接口。LDM 采用 WebService/XML 的标准方式封装各种接口。

LDM 的四性综保数据检索和查询分两个层次, 其一, 在每个数据对象上都有基本的“选择属性—设置值域—查询”功能; 其二, 提供对全部四性综保业务信息的检索能力, 它是四性综保数据库内“百度”式的搜索能力。

LDM 改变传统上需要启动专业软件才能查看数据的方式, 而是把专业显示直接嵌入到 Web 界面内, 使得任何人非常方便地看到专业数据图表。

LDM 的数据管理功能的最大特点, 就是对四性综保各专业数据的专门的、高效的存储、检索和显示方式, 以及对四性综保数据之间关联性、一致性的维护能力。

(2) 管理四性综保工作项。

在国军标或行业标准中, 针对四性和保障性分析设计, 都规定了比较详细的工作项的分解及裁剪办法, 在每个研制阶段有都不同的要求。

LDM 中的工作项目管理提供任务分解、分派和执行监控功能。在分解时明确工作内容、时间和交付物等要素, 并把各个工作项串联起来, 构成一个完整的业务流程。LDM 的任务一般由企业的项目管理系统下达。

(3)管理四性综保业务数据的技术状态。

LDM 中数据是有严格的技术状态管理要求的。任何四性综保业务数据都隶属于产品的某个结构及配置, 都有明确的阶段、版本 / 基线、有效性等属性。

LDM 能够承接来自 PDM 的产品结构和配置信息。PDM 产品结构上的配置信息(构型)能够在 LDM 的管理结构中得到完整体现。当 PDM 中产品结构发生变化时, LDM 中与

产品结构上关联的所有的四性综保数据能够随之调整。

LDM 能够管理不同设计阶段(方案/论证/研制/定型/部署使用)、不同型号的四性综保数据的版本和基线状态。并且,四性综保数据和技术文档的更改也遵从 PDM 所规定的变更申请和变更审查流程。

(4) LDM 的关键技术及难点。

LDM 中涉及众多技术问题,其关键技术和难点主要包括:四性综保数据的动态建模技术,以适应数据模型变化的需求;四性综保技术状态管理技术,以管理复杂的保障资源数据的变更和追溯问题;其他还包括 LDM 的编码、ETL 工具等。

LDM 的应用

1 基于 LDM 的典型四性综保业务系统

基于 LDM 可以搭建多种形态的四性综保业务系统,典型的系统结构见图 4。在 LDM 基础上集成了四性设计分析、保障性分析、保障设备规划、技术资料生成、训练资料、技术保障服务等软件工具,同时与单位的项目管理、产品数据管理、需求管理等集成。该系统也将与成品配套单位和使用及维修单位进行信息交流。

2 基于 LDM 的其他四性综保业务系统

基于 LDM 可以搭建出满足不同业务需求的专业性系统,例如型号四性数据管理系统、可靠性协同设计系统、保障性分析及保障资源研制管理系统、装备使用及维护信息收集分析系统、维护维修业务支持系统。

LDM 与其他系统的关系

四性综保数据管理(LDM)在企业信息化环境中的周边关系如图 5 所示。

LDM 是与 PDM 关系紧密的专业级平台,与其他的专业级平台(如 TDM 等)处在同等地位,可以把 LDM

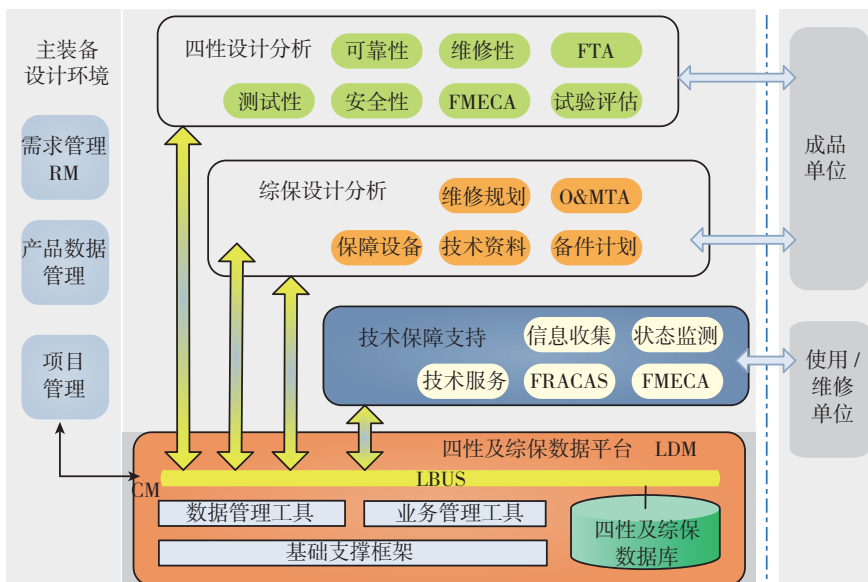


图4 基于LDM的典型系统结构

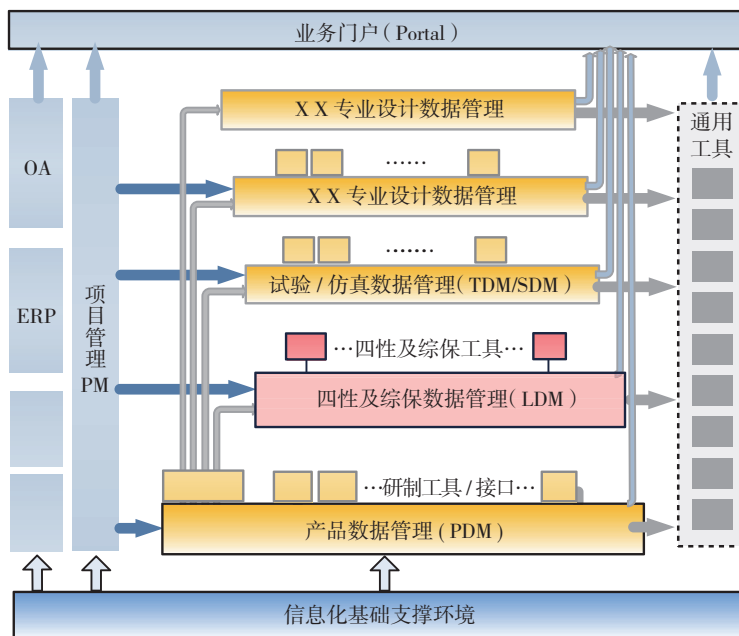


图5 综保在企业信息化环境中的位置

看作是四性综保专业领域的PDM。与PDM的不同在于:LDM专注于四性综保领域的数据模型和业务模型,管理PDM顾及不到的四性综保专业数据和业务过程数据,集成PDM所没有集成的四性综保专业软件。

LDM 会向 PDM 系统提交四性综保业务的最终结果数据。详细的四性综保专业数据和业务过程数据只能在 LDM 中管理,没有其他系统能够承担这个职责。

LDM 的收益

对于装备研制单位来说,采用 LDM 有如下收益:(1)提高单位的装备保障性设计能力,满足军方四性综保要求;(2)构建设计/服务一体化平台,提高技术服务水平;(3)提高对成品配套单位技术质量的监控能力;(4)集成各种现有四性综保软件,有效利用现有技术资产。

(责编 良辰)