

复杂产品制造信息集成规划内容与方法^①

鲁玉峰, 刘伟泽

(中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司, 沈阳 110043)

摘要: 分析了复杂产品制造业信息化的历程、面临的信息孤岛问题和企业信息集成规划需求的迫切性。结合企业的实际, 提出了基于两化融合的复杂产品制造企业信息集成规划与实施的总体思路, 并重点论述了其中数据管理规划、基于 BOM 的业务信息数据关联模型、系统集成的数据关联定义和规范化“就源取数”管理关键技术内容和示例。

关键词: 复杂产品制造; 信息孤岛; 信息集成; BOM; 数据规范

Contents and Methods for the Information Integrated Plan of the Complicated Product Manufacturing

LU Yu-Feng, LIU Wei-Ze

(AVIC Shenyang Liming Aero-Engine(Group)Corporation LTD., Shenyang 110043, China)

Abstract: Analyzing the process and the information isolated problems of the information technology application in complicated product manufacturing, and the urgent requirement for the enterprise information integrated plan. Combining with the enterprise practice, it promotes the overall idea for the information integrated plan and implement based on merging information technology and industrialization for the complicated product manufacturing, and the major statement is focused on the key technical contents and examples of the data management plan, the BOM based business information data related model, the system integrated data related definition and the standardization "data from source" management.

Key words: complicated product manufacturing; information isolated problems; information integration; bill of material; data standardization

随着制造企业各业务处理信息系统(如计算机辅助工艺设计、企业资源计划、制造执行系统、质量管理体系及综合协同平台等)深入应用, 其业务处理信息量和范围不断增加, 前期开发或引进的信息系统出现了“信息孤岛”的现象, 并成为企业实现两化融合的“棘手”问题, 这促使企业面临一个新的思考: 如何使企业信息资源有效管理, 并实现企业各系统信息共享。

绝大多数企业没有从企业宏观的角度对信息资源的开发和管理进行规划, 少数大企业虽然意识到了整体规划的重要性, 但是却缺少有效的方法和实用的工具^[1]。本文结合某航空发动机制造企业(以下简称某企业)的信息化实践和需求, 研究企业在计算机化的新环

境下信息集成规划的思路和内容, 以实现企业信息孤岛问题的解决和信息资源的有效管理, 并提出了基于两化融合的信息集成规划实施方法和总体框架, 引导企业信息集成工作的实施, 为复杂制造业信息化管理的有效应用提供借鉴。

1 企业信息化过程和两化融合的挑战

1.1 企业信息化过程

信息系统成长规律的经典研究当属美国学者诺兰(Nolan)于 1973 年提出, 最终完善于 1979 年的 Nolan 模型^[2]。诺兰强调, 任何组织在实现以计算机为基础的信息系统时都必须从一个阶段发展到下一个阶段, 不

^① 收稿时间:2013-05-01;收到修改稿时间:2013-05-31

能实现跳跃式发展. 诺兰模型的六个阶段分别是: 初始阶段、扩展阶段、控制阶段、集成阶段、数据管理阶段和成熟阶段. 根据中国企业目前信息化状况分析, 虽然技术进步比较可观, 但在应用的拓展、计划和控制策略的变化以及用户状况方面缺陷比较明显, 所以目前中国企业达不到跨越式发展的条件^[3].

企业的信息化历程是一个逐步发展和不断完善的过程. 某企业在上世纪 70~90 年代中期, 信息技术应用处在初期阶段, 以点单元和工具替代应用为主, 如工程计算和绘图应用等. 随着计算机技术和网络信息技术的不断发展, 也伴随着企业对基于计算机的信息系统有所了解, 企业加大了 IT 软硬件投入, 逐步形成了基于网络下离散组织状态的信息技术应用(扩展阶段). 进入“十一五”时期, 某企业开展了以“线”单元和业务处理功能应用为主的信息技术应用, 进行了 PDM、ERP、MES 和综合协同平台等的实施, 明显提升了企业管理与技术创新的水平. 同时, 企业也出现各系统间信息集成困难和信息资源管理欠缺问题, 信息系统建设投入风险增大. 目前, 某企业已基本实现企业园区网下各业务处理信息系统的总体应用, 形成了企业计算机化. 基于诺兰模型的企业信息化现状分析, 现企业信息化处于控制到集成的过渡转折点阶段, 也是企业由计算机化向两化融合的关键转折阶段, 如图 1 所示.

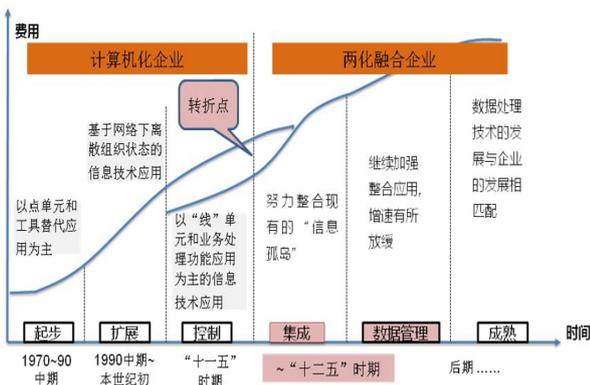


图 1 某企业基于诺兰模型下的控制到集成过渡阶段

1.2 两化融合的挑战

信息化是充分利用信息技术、开发利用信息资源、促进信息交流和知识共享、提高经济增长质量、推动经济社会发展转型的历史进程. “促进信息化与工业化融合, 走新型工业化道路”是中国工业化社会发展和

提升的选择. 信息化与工业化的关系经历了从“支持”到“带动”, 再到现在的“融合”阶段.

实现从计算机化企业向两化融合企业转变的关键就是实现系统集成环境下的信息融合与资源管理, 从而使企业走向两化融合的成熟与更高阶段. 企业信息化的发展过程总体趋势基本一致, 但不同企业在向两化融合企业转化发展中遇到的问题不完全相同. 目前, 某企业在迈向两化融合实现信息共享与资源管理过程中面临的重大核心问题是数据问题, 其主要体现在以下几个方面:

- ① 数据集成有间隙: 各业务信息系统之间产品数据表达有差异性, 如 BOM 表达、物料编码和数据规范的不一致性;
- ② 结构化数据不足: 满足企业管理要求和实现系统间共享的结构化数据不足, 如检验工序定义、现场产品制造流等非结构化形式的数据不能满足共享使用需求;
- ③ 全局数据不统一: 各系统之间既有全局性数据冗余, 又有全局性数据的“短板”, 使企业全局一致性有效数据管理困难;
- ④ 数据应用需求性: 业务数据管理范畴与粒度需求明晰性不够, 没有形成明确的企业顶层数据管理需求, 如企业管理决策支持数据的使用与分析需求等.

上述数据及集成问题使企业局部出现系统、手工和系统外电子化的业务数据交叉或重叠存在, 业务数据的一致性维护和使用困难, 企业整体信息系统效能发挥有限, 已滞后了某企业两化融合的发展进程, 成为企业信息化发展历程的“瓶颈”难题.

2 信息集成规划迫切性和总体思路

2.1 信息集成规划迫切性

20 世纪 70~80 年代, 美国等西方发达国家出现了各种数据处理系统不能实现数据集成与共享的数据处理危机问题. 美国著名学者詹姆斯·马丁对此进行了深入研究, 先后发表了《信息工程》、《总体数据规划方法论》等专著, 提出了信息工程方法. 美国著名数据管理专家威廉·德雷尔在专著《数据管理》中总结了信息资源管理的基础 - 数据管理标准化方面的经验. 他的名言是: 没有卓有成效的数据管理, 就没有成功高效的数据处理, 更建立不起来整个企业的计算机信息系统. 20 世纪 90 年代米歇(Mische)在诺兰模型基础上

提出: 作为前后两个阶段的集成与数据管理其实是不可分割的, 集成阶段的实质和主要特征恰恰就是以数据集成为核心的数据管理, 因此, 米歇对诺兰模型进行了进一步的修正: 将信息系统的整合和数据的管理合为一体^[4]. 国内高复先教授基于信息工程方法论研究了信息资源整合与应用系统集成问题的解决策略, 认为应用系统的核心是信息资源(驱动业务活动的燃料)的规范标准和共建共用问题, 以及业务流程(支持企业战略和运作机制)的改造优化问题. 基于信息资源规划的总体设计方法是能有效解决这信息“孤岛”难题的可供选择的一种方法, 并提出了基于信息资源规划总体设计的整套技术方法^[5].

企业数据集成问题的主要原因是企业信息集成规划的欠缺和两化融合认识上的不足:

① 以需求为驱动的信息化建设虽然大大加快了信息化建设和实施的速度, 但也不可避免地带来系统兼容性、可扩展性、数据共享等方面的问题^[6]. “重实施、轻管理, 重技术、轻数据”的信息化建设方式缺少清晰的以信息资源为核心的应用主线, 是企业信息化成效低的主因.

② 企业顶层信息化规划滞后于企业各业务处理信息系统的建设, 业务信息系统的建设先于企业统一的总体设计和数据规范化. 业务信息系统不同程度的“自由发展”也是大型企业信息化数据问题的重要根本原因.

③ 传统基于纸质的业务数据集(如表单)传递、阅读、保管和聚合应用等的管理方式已不适合现代基于计算机化的企业数据管理要求.

④ 信息系统本身是一种“使能”工具, 只有承载业务才能发挥作用, 只有与业务流程优化融合才能使业务管理有效提升. 缺失两化融合的认识和业务应用的主导, 信息系统实施是难以有效能的.

数据集成是企业实施信息集成和资源管理的重要内容, 信息孤岛要有一个解决过程和长效机制的保障. 所以, 某企业迫切需要企业顶层信息集成规划, 以推进企业两化融合的进程.

2.2 信息集成规划与实施总体思路

总体思路: 以实现企业的战略为目标, 以信息技术应用与企业流程深度融合为导向, 以数据集成为中心, 基于系统工程方法和企业信息化框架, 开展: (1)制定企业信息集成规划, 以保证数据全面性、统一性、规范性和有效性;(2)统筹信息集成过程的关键技术难点、应用

急需和系统“短板”的实施计划, 协同推进企业整体信息化能力的提升. 总体内容为:

① 建立企业信息集成顶层规划, 形成企业数据集成与管理大纲, 重点建立以 BOM 为核心的各业务关联数据模型;

② 构建基于企业数据规范管理体系下的企业主数据规范与编码应用管理平台, 实现信息系统“就源取数”的数据规范化管理;

③ 以企业信息化整体效益为出发点, 统筹企业信息管理系统数据管理的“难点”、“应急”和“短板”内容, 做到企业信息化协调发展;

④ 完善企业基于 ESB (企业服务总线)的信息集成接口要求与管理规范;

⑤ 完善基于两化深度融合的信息化管理新机制, 在组织、制度和文化等方面保障企业两化融合的推进.

企业信息化的总体架构为 1 个网络基础平台、2 个体系(信息化标准体系和安全体系)、3 个应用系统(数字化工程系统、企业资源管理系统、制造执行系统)和 1 个企业综合协同平台. 图 2 为基于企业信息化总体架构下的信息集成规划与实施总体框架.

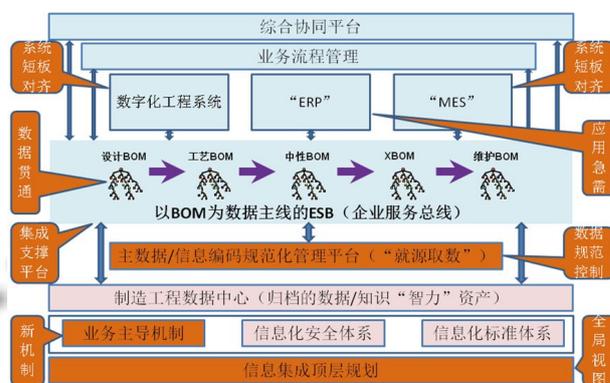


图 2 企业信息集成规划与实施总体框架

3 企业信息集成规划与实施关键内容示例

3.1 数据管理规划

数据管理是企业信息有效集成的重要前提. 数据管理规划是基于企业架构下面向业务数据对象的企业信息管理规划, 其明确了企业顶层数据管理总体需求与定义, 形成企业所有应用程序存取和遵循的规范化数据, 其实施内容为:

- ① 面向业务主题的数据管理范围与粒度大纲确定;
- ② 用户视图(如表单类数据)应用分析与分类定义;

- ③ 全局数据价值性、正确性、完整性和一致性审定;
- ④ 元数据、分类编码和数据模型的规范化定义;
- ⑤ 数据定义、生成、存储、应用和维护方法与制度的建立.

3.2 基于 BOM 的业务信息关联数据模型定义

BOM 是复杂产品数据管理的组织核心,也是实现企业信息集成贯通的桥梁. 制造企业 BOM 信息伴随着产品全寿命周期过程和生产经营管理业务流在产生、传递和演变. 伴随产品全寿命周期的 BOM 经过了设计 BOM、工艺 BOM、中性 BOM、实物 BOM 和服务 BOM 等过程演变; 伴随生产经营管理业务流的 BOM 经过了设计 BOM、工艺 BOM 和制造 BOM 演变, 并由制造 BOM 衍生了不同需求 BOM 视图, 如图 3 所示.

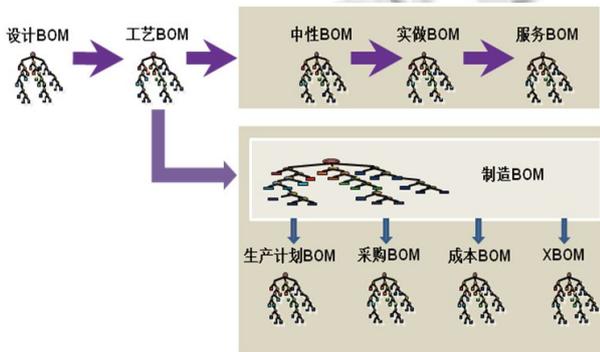


图 3 BOM 在制造企业产生、传递和演变过程示意图

通过基于 BOM 的全局数据模型定义, 将各业务信息有机关联是实现企业信息集成的关键核心. 航空

发动机产品结构和全生命周期管理过程的复杂性, 再加之信息化对 BOM 数据的正确性、一致性和完整性的要求, 又注定了 BOM 是一个难点问题^[7], 也是整个数据集成规划过程中难度最大和最重要的工作.

图 4 为基于 BOM 的全局数据模型定义中一个制造实物数据与产品定义虚拟数据关联管理模型的示例.

3.3 系统集成的数据关联定义

在企业全局信息系统功能规划和数据模型定义的基础上, 分析企业信息系统之间信息流转和交互内容, 形成系统集成的数据关联定义(逻辑关系), 进而实现基于单一数据源的企业全局数据共建与共享. 图 5 为企业制造数据中心平台与其它业务信息系统集成的数据关联定义示例. PDM、MRO 与 MDC(制造数据中心)为同一个产品平台--Teamcenter, 设计数据、工艺数据、服务阶段数据与 MDC 数据模型直接关联和信息传递, 不需接口集成. 对制造、装配和试车过程中的数据, MDC 通过 MES 系统获取; 对于采购入库过程中的数据, MDC 则通过 ERP 系统获取.

3.4 企业规范化“就源取数”管理平台

基于企业规范一致性的数据定义, 确定面向业务主题的用户数据视图、结构化数据元素集、企业(主)数据字典之间结构关联关系, 并形成企业数据规范化管理的应用平台, 为系统实施或创建新用户数据视图(如新构表单)时提供相关数据规范与编码的查询和使用, 实现企业(主)数据“就源取数”的规范化管理, 并通过相关管理要求和流程的制定为其平台有效运行提供管理上保障. 图 6 为企业规范化“就源取数”管理平台示意图.

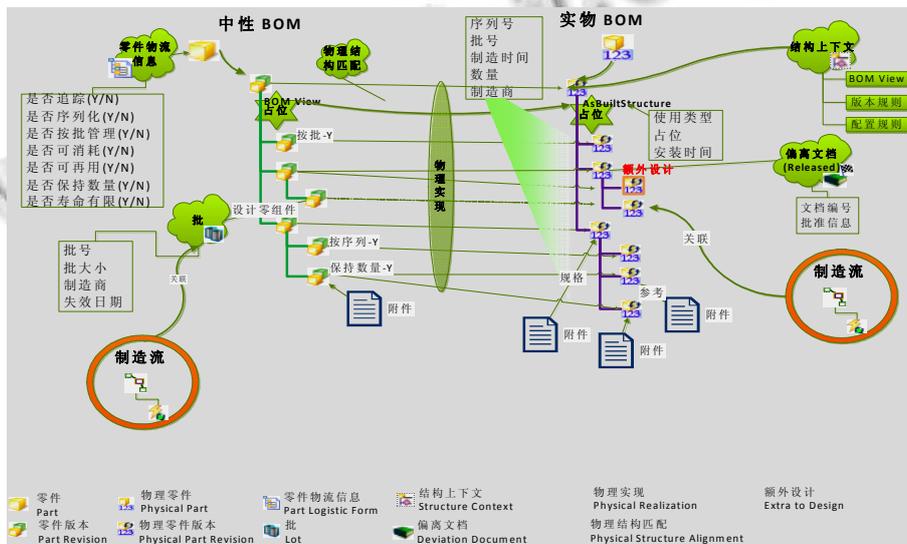


图 4 基于 BOM 制造实物数据与定义数据关联模型

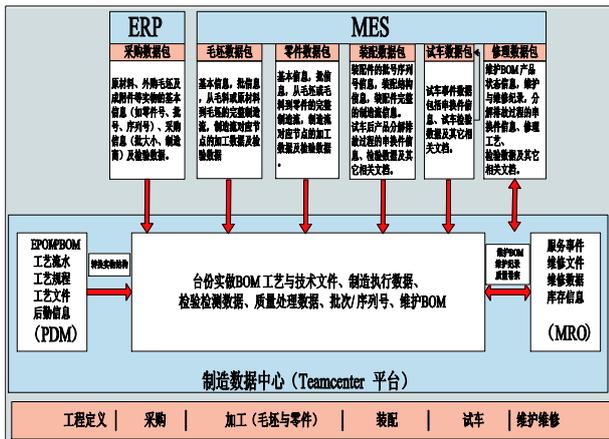


图 5 制造数据中心与其它系统集成的数据关联示例

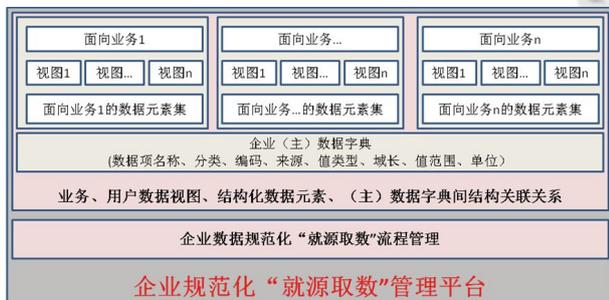


图 6 企业规范化“就源取数”管理平台示意图

4 结语

两化融合是信息化能力和企业能力的融合，是信息技术和业务全面融合的过程。对复杂产品(如航空发动机)制造企业来说，各业务系统信息融合是企业信息化进程的重要阶段、难点和关键，其中数据集成是企业各业务系统信息融合的核心和基础。

企业需要基于系统工程方法和两化融合的顶层信

息集成规划来引导数据集成实施工作。企业顶层信息集成规划包括企业信息规划和集成实施规划。不同企业在信息集成工作中面对的内容和挑战是不尽相同的。本文基于某企业两化融合过程实践经验，阐述了企业信息集成的挑战内容、工作思路和关键实施内容等。

企业信息集成规划与实施的成功性取决于企业顶层关注度、文化变更接受力、计算机基础条件、业务流程优化、数据标准化、IT 技术能力和实施团队执行力等多种因素。企业信息集成规划与实施还有许多挑战和探索，在此愿与同仁交流，共同推进我国复杂产品制造业的两化深度融合。

参考文献

- 1 王学颖.企业信息资源规划:ILEA 的研究与设计[博士学位论文].武汉:武汉大学,2010.
- 2 毕新华,于宝君,齐晓云.中国企业信息系统宏观成长过程及阶段分析.情报科学,2008,26(2):161-166.
- 3 胡海清.多元化集团型企业的信息化实践研究[博士学位论文].山东:山东大学,2009.
- 4 张晓卿.基于 CMM 的组织信息化能力成熟度模型研究[博士学位论文].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2010.
- 5 高复先.系统工程方法在信息化建设中的指导作用.战略与政策中国信息界,2010(12):14-17.
- 6 宋俊典,李名敏,金涛,杨根兴.基于 TOGAF 的轨道交通企业信息化架构规划研究.计算机应用与软件,2010,27(5):165-168.
- 7 赵国志.装备制造企业的信息化整体规划.中国制造业信息化,2008(18):40-42.

(上接第 208 页)

[硕士学位论文].杭州:浙江大学,2013.2.

- 3 ARM Inc. AMBA Specification Rev2.0. <http://www.arm.com>.
- 4 Hennessy JL, Patterson DA. Computer architecture:A quantitative approach. 4th ed. San Franciscok:Morgan Kaufmann. 2007. 66-78.

- 5 潘赞.CK-CPU 嵌入式系统开发教程.北京:科学出版社,2011.9:23-52.
- 6 杭州中天微系统有限公司.C-SKY®嵌入式 CPU 之 CK803. www.c-sky.com.
- 7 ARM Inc.ARM Cortex M3 处理器.www.arm.com.