

# 竞争新前沿——基于模型的企业

## New Frontier in Competition—Model Based Enterprise

通力凯顿(北京)系统集成有限公司 乔建明 汪伟

**[摘要]** 从世界工厂演变的角度,对制造模式的变迁进行了分析,指出基于模型的企业(MBE)是新的竞争前沿。对MBE的特点进行了分析,说明了企业进行MBE能力建设的框架和路径。

**关键词:** 制造模式 基于模型 竞争 信息化

**[ABSTRACT]** From the view of the world factory, this article provides an analysis for the change of manufacturing mode, and points out that MBE is the new frontier in competition. The characteristics of MBE are analyzed, meanwhile the framework and path for enterprise to construct MBE capacity are described.

**Keywords: Manufacturing mode Model based Competition Informatization**

**DOI:**10.16080/j.issn1671-833x.2015.S2.026

制造是财富的源泉,而占据了竞争前沿的制造企业、国家,更是能从制造中获得巨大的、源源不断的财富。在制造的发展过程中,围绕时间、成本、质量、服务等几个最基本的竞争要素,人们不断探索、发展新的制造技术,去适应不同的市场环境和需求,形成了一个又一个竞争前沿,一次又一次改变着世界制造格局。回顾制造竞争的演变,可以发现,那些日后被认为对于新的竞争起决定性影响的关键因素,在它们出现之初却往往表现得并不太受人重视,然而当在此基础上新的制造模式慢慢建立起来并开始发挥作用时,其影响力又足以统治一切、改变一切。那些做出了正确选择的人、企业、国家,就成为新一轮竞争的引领者,风光无限。18世纪英国人带来的机器化工业革命,19世纪美国人开创的流水线规模化生产,20世纪日本人建立的精益化生产体系,都引领了一个时代的制造竞争前沿。

进入21世纪,经济全球化趋势不可阻挡,市场越来越强调多样化、个性化需求,制造正面临更大的挑战,需要在更广阔的时间和空间范围内,在整个产品的生命周期中,同时响应时间、成本、质量、服务等多种竞争要素,实现最佳的平衡和优化。借助电子、信息技术的深入发展和广泛应用,以集成、并行、协同为主要特点的虚拟化、数字化制造模式正在形成,基于模型的技术带来了

信息技术环境下新的制造理念,在此基础上建立基于模型的企业(Model Based Enterprise, MBE),正在成为新的竞争前沿。把握这样的发展方向,将在新一轮的竞争中占据先机。

### 1 竞争前沿的演变

目前,比较公认的“世界工厂”依次是英国、美国、日本。“世界工厂”的变迁过程从背后反映了制造竞争前沿的演变,通过分析这些变化,有助于更好地理解基于模型的企业所代表的新的制造竞争目标和理念。

工业革命之前,人们借助简单的工具从事生产制造,主要依靠手工和经验进行操作,以自给自足为主,在小范围内进行交易,制造更多地表现为一种手工技艺,手手相传。18世纪在英国发生的工业革命带来了机器动力,极大提升了制造的效率和能力。在此基础上建立起机器化大工厂,出现了产业工人,彻底改变了传统的生活、生产方式,世界开始进入工业社会时代,英国借此成为第一个“世界工厂”。

在机器化生产时代,如何才能更好地发挥机器的潜力,以更短的时间、更低的成本生产出更多的产品以满足更多人的需求?美国人找到了答案。借助机床、电气等制造技术的发展,以劳动分工和互换性为基石,福特实现了使用流水线生产汽车,斯隆建立了相应的企业组织管理结构体系,开创了大规模生产的新时代,使美国继英国成为第二个“世界工厂”。

当规模化生产达到鼎盛并席卷全球的时候,日本人面对新的市场环境,已经开始开创属于他们的精益生产时代。市场需求逐步多样化,并要求具有更灵活的响应时间、更精细的成本、更高的质量,以提供标准化产品为主的规模化生产体系表现出不适应。丰田汽车公司则以准时生产、消除浪费为基本原则,发展了一整套精益化生产体系,建立了与大规模生产不同的制造模式,获得了巨大的成功,开创了精益生产和管理的新时代,使日本成为第三个“世界工厂”。

上述竞争前沿的演变展示了制造所面对的两个核心问题,即提高效率和适应变化。相比于工业革命之前,机器化大生产极大提高了工作效率,取代了传统的

手工操作,建立了单件生产方式,采用通用机器、借助人的经验和技艺,可以按实际需要来定制,对变化的适应性较强,然而面对随之而来的急剧增长的需求数量,其效率仍然不能达到要求。规模化生产通过采用专用设备、充分的分工、不间断的流程,将机器的效率发挥到极致,可以用最高的效率生产大量的廉价标准化产品,创建丰富的物质财富,然而,规模化刚性生产却在很大程度上损失了单件生产的按需定制特点,对快速变化的需求不能很好地响应。精益生产则在提高效率和适应变化之间进行了平衡,强调柔性的设备、多能的工人、快速的调整,在保持较高效率的前提下增加响应变化的能力,更好地满足多变的市场环境。可以说,几个竞争前沿都是在某种程度上解决制造所面对的两个核心问题,并从不同侧面给出了答案,再不断加深对制造的理解和认识。

近几十年来,全球市场环境日益复杂、多变,产品和制造系统本身也越来越复杂,为了赢得竞争优势,各国都大力发展先进制造系统,尝试建立新的更具竞争力的制造模式,在这个过程中,信息、电子技术的深入发展和广泛应用带来了新的解决方案。借助信息化技术,将有可能实现虚实紧密结合的数字化制造模式:在虚拟的计算机空间中,可以开展制造业务的集成、并行、协同,对整个制造过程进行规划、设计、分析、验证,并能以直观的方式展现出来,解决可能存在的问题;在实际生产环境中,依据虚拟环境中的结果,各种信息可以在正确的时间、以正确的方式传递到正确的地点和人,实际的制造信息也可以快速、准确地反馈到虚拟环境中,进行跟踪监控及分析调整。在虚实结合模式中,制造所关注的效率 and 变化问题将得到最佳的平衡。一方面,虚拟的信息化处理大大提高了工作效率,可以实现实物生产的一次成功;另一方面,在虚拟环境中处理变化是非常方便的,而与信息化设备关联,可以在实物环境中大大减少适应变化所需的调整、准备工作,可以做到“以变应变”。

到目前为止,制造业信息化已经走过了几十年的发展历程,从 CAD、CAM、CAPP、CAE 的应用到集成制造系统 CIMS、敏捷制造 AM、并行工程 CE、虚拟制造 VM、PDM、PLM、ERP、MES 等,取得了很大成效,但同时也面临着巨大的挑战。从某种程度上讲,目前的制造信息化工作,更多的是在现行的制造模式框架下,利用信息化手段进行改善,不管是局部的信息化应用还是整体的集成,本质上都还没有突破现有制造模式的约束,缺少一个核心的抓手,这在一定程度上束缚了先进技术的应用。基于模型企业的提出,明确指向了一个全新的、以三维模型为核心的、虚实结合的数字化制造模式,代表

新的竞争前沿。

## 2 MBE 是竞争新前沿

MBE 的内涵可以理解为,以产品三维模型数字化定义为核心,建立整个企业和供应链的制造信息集成共享和协同环境,支持从概念设计到退役处理的产品全生命周期的所有制造活动快速、无缝和经济的开展,能够适应快速变化的市场需求环境,高效提供高质量产品<sup>[1-2]</sup>。参照西门子 MBE 总体解决方案,基于模型企业的总体架构如图 1 所示<sup>[3]</sup>。

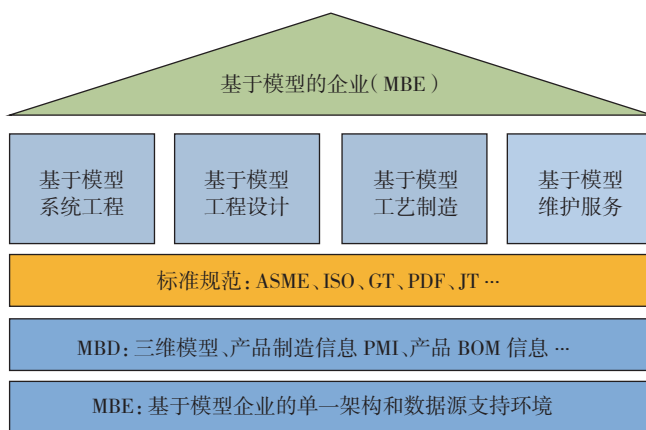


图1 基于模型企业的总体架构

Fig.1 General framework of model based enterprise

与现有制造模式相比,MBE 具有以下新的特点:

(1) 基于三维模型的产品数字化定义 MBD。

产品设计是制造的源头,长期以来,制造工程领域采用工程图纸作为产品设计数据表达的统一语言,围绕产品设计图纸的建立、审查、发放、传递、使用、变更等,形成了一整套完整的、行之有效的规范,指导着整个制造过程各个业务环节活动的开展。然而,随着信息技术的应用,工程图纸中所表达的各种设计信息较难通过计算机等信息化设备来进行有效的处理,还需要各业务环节的人员来进行理解和转换,以获取设计意图。最终,围绕工程图纸的应用业务过程,结合三维模型的实际使用,形成了相对复杂的处理方式,效果却并不能让人满意。在基于模型的企业中,提出了基于三维模型进行产品数字化定义(Model Based Definition, MBD)的方式,即在三维模型中完整定义产品信息,不仅包含几何、拓扑等信息,还包括所有制造信息如公差、技术要求、标注、材料等,统一采用三维模型作为产品数据的表达方式,不再以工程图纸为主。采用 MBD 技术,可以实现在虚拟环境中管理全部的、唯一的产品定义数据,与二维工程图纸相比,这是一种更高级、更直接的全新的产品数据定义方式,是巨大的进步。

(2)以三维模型为核心实现业务关联。

整个制造过程包含企业内部、外部的许多环节,需要围绕产品的实现进行业务协作。现有制造模式下,各个业务环节都有自己的数据表达和管理方式,不同环节之间要进行产品数据的转换和交换,及时性和准确性都有待提高。基于模型的企业在三维产品数字定义的基础上,可以用三维模型实现不同业务环节数据表达和管理方式的统一,都围绕三维模型来开展相关的业务活动,所有的数据也都与三维模型紧密关联,业务之间的协同合作有了根本保障。

(3)以三维模型为核心实现信息系统关联。

在制造领域,存在各种各样的信息化应用系统,这些系统的关注点不同,对信息的处理和表达方式也各有特点,除了一些底层数据描述和格式标准外,对更多产品数据的管理并没有形成统一的规范,往往造成系统之间集成的困难,较易形成信息化的应用孤岛,从整个制造业务链条上看,难以充分发挥信息系统的作用。基于模型企业建立以三维模型为中心的产品信息表达和处理方式,可以为各种信息系统提供一个统一数据表达和管理机制,可以使信息系统之间的数据交换更方便进

行,更好地辅助相关业务的开展。

(4)以三维模型为核心的虚拟制造环境。

现有制造模式下,需要耗费大量的人力、物力和时间进行实际的加工试验、验证等工作,以确保设计结果的正确、可行,即使这样,生产过程中的返工率也是很高的。基于模型企业在三维模型基础上,可以用计算机可理解的方式构建整个制造系统,在虚拟的环境中完成全部的制造规划和验证,解决可能出现的问题,实现实际生产的一次成功。

研究表明,构建基于模型的企业,建立虚实结合的数字化制造模式,能够减少 50%~70% 的非重复成本,缩短 50% 的上市时间。波音等公司的实践表明,以三维模型为核心构建数字化制造体系是通向新的竞争前沿的正确道路。

### 3 走向 MBE

基于模型的企业将改变现有的制造模式,是新的竞争前沿。在技术上,它具有革命性,会带来巨大的变化;在实现上,又必然是一个渐近性的,很难一蹴而就,需要一个漫长的过程<sup>[4]</sup>。重要的是,必须树立起数字化

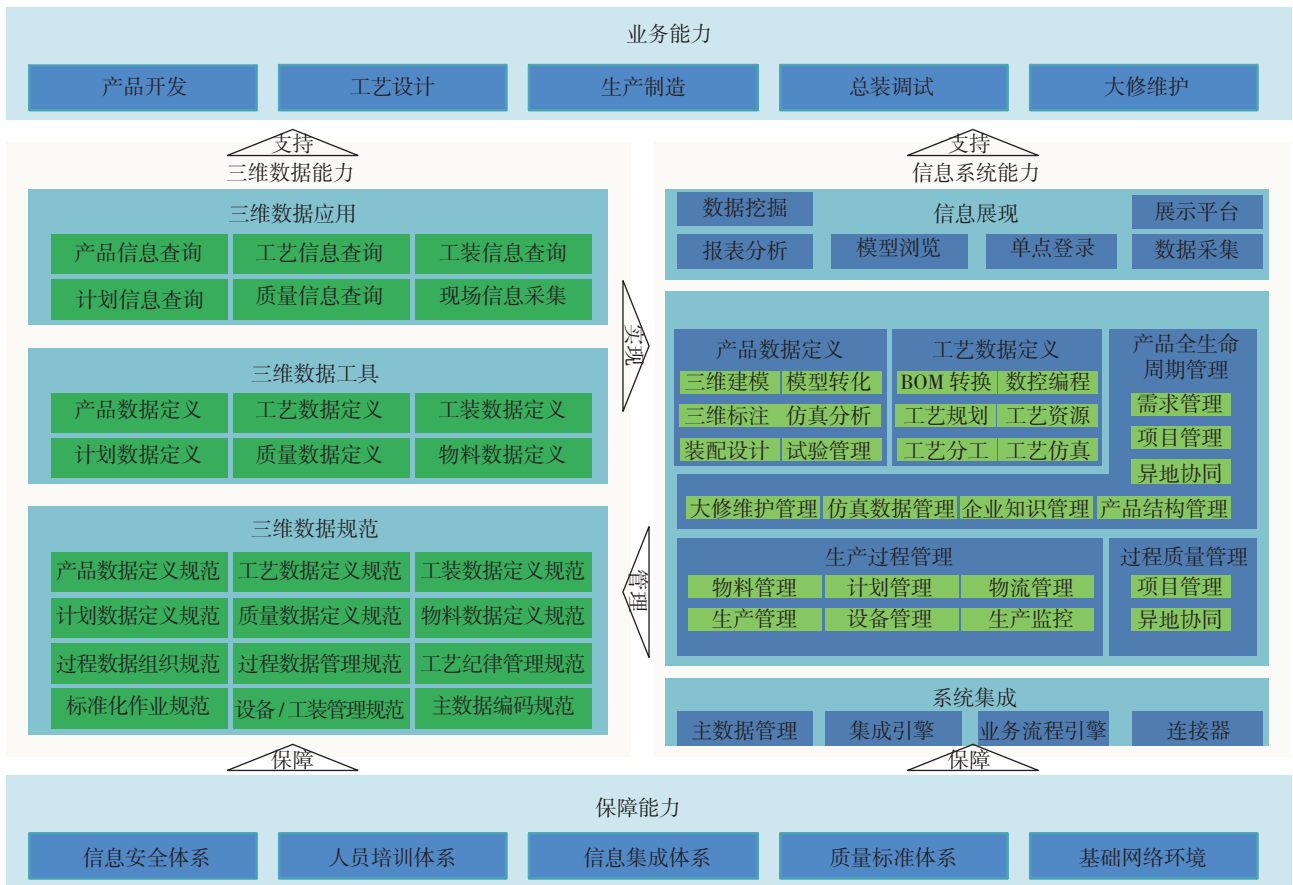


图2 基于模型企业的架构能力

Fig.2 Capacity framework of model based enterprise

制造的新思维,努力建立起适应于基于模型企业的能力。

根据对基于模型企业的理解和在信息化实践中的经验,图2描述了建立基于模型企业的能力架构,说明了业务、数据、信息、保障等方面关键的能力要求,可以供企业开展相关的能力建设工作作为参考。

业务能力要求企业建立完整的产品开发、工艺设计、生产、总装调试以及大修维护各个环节的数字化能力,这些能力包括:清晰的业务流程、完善的管理规章、人员岗位的任职能力、设备的生产能力等。实现从传统模式到三维数字化模式的转变。

数据能力要求首先实现三维数据定义,包括产品、工艺、质量等,然后在此基础上实现三维数据的应用,包括在车间现场查询、浏览各种信息,并将实际的完成情况用结构化的数据进行反馈,形成完整的数字化信息链条。同时,还需要建立完善的支持三维模型的一系列标准规范体系。

信息系统能力要求信息系统具备完善的三维数据处理能力,包括业务实现能力、信息展现能力、系统集成能力等,要能够支持三维模型数据的定义、管理、展现,围绕三维模型开展不同系统的集成。

保障能力要求在信息安全、人员培训、网络建设等方面满足以三维模型为核心的需求,支持相关的活动能顺利进行。

走向基于模型企业的过程中,选择适当的专业咨询公司作为合作伙伴,共同组建项目团队,借助其技术优势和实施经验,有助于企业更好地向基于模型的企业迈进。

#### 4 结束语

企业的不断成功源于在每个关键机遇期作出正确的抉择。对于中国制造企业来说,如何面向未来,迎接信息时代的到来,是必须面对的一个挑战。树立数字化企业的思想,实现数字化思维,在基于模型的企业思想指导下,全面部署企业的数字化战略,是企业迈向数字化的关键所在。

#### 参考文献

- [1] 陈绍文. MBE 是制造企业信息化的新起点. 航空制造技术, 2013(18):58-62.
- [2] 范玉青,梅中义,陶剑. 大型飞机数字化制造工程. 北京:航空工业出版社,2011.
- [3] 西门子. 西门子 MBE 解决方案综述. 国防制造技术, 2013(1):34-37.
- [4] 贾晓亮. 关于 MBD 技术在我国航空制造业应用的几点思考. 航空制造技术,2013(3):50-54.

(责编 李丹)

(上接第 25 页)

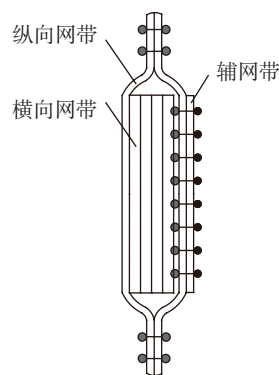


图5 拦阻网缝绉形式

Fig.5 Arresting barrier sewing form

按照 CCAR25.857 条款要求,货舱一般分为 A、B、C、E 4 个等级,设计要求依次降低。A 级货舱要求货舱内有视频监控系统,能给机组实时影像信号,且货舱内有机组用于灭火的通道; B 级货舱要求有烟雾探测、火警探测及告警系统,货舱内有机组用于灭火的通道等; C 级货舱要求有烟雾探测、火警探测及告警系统,有从驾驶舱处可操纵的固定式灭火或抑制系统等; E 级货舱仅要求有烟雾探测、火警探测及告警系统,有从驾驶舱处可切断的通风系统等<sup>[5]</sup>。

客改货应以最小的成本达到改装的目的,因此按 E 级货舱设计难度最小、周期最短且最经济。

#### 3 结束语

民用客机在改装为民用货机时,除上述改装外,还需进行机体结构防腐处理、机身结构加强、舱内地板结构加强、加装烟雾探测系统、在货舱门附近和驾驶舱增加货舱门控制系统、加装货舱照明、货舱内货物装载标记以及重量平衡计算等,在此不一一赘述。

需要强调的是,改装必须按照民航适航规章 FAA 或 CCAR 等适航要求进行,所有改装技术均应满足适航规章的要求,并通过 MC0 至 MC9 10 种验证方法进行符合性验证,确保所有改装项目安全可靠。

#### 参考文献

- [1] 陈文玲. 民航货物运输. 北京:中国民航出版社,2006.
- [2] Methodology of calculating aircraft cargo volumes. SAE AS1825, 2008.
- [3] 于素莲. 货运飞机专用技术设计指南. 北京:航空工业出版社,1996.
- [4] 臧忠福. 航空货物运输装载技术手册. 北京:中国民航出版社,2004.
- [5] 民航局令第 209 号. 中国民用航空规章第 25 部运输类飞机适航标准,2011.

(责编 大漠)