

工业软件浅析

Analysis of Industry Software

中航工业信息技术中心 朱焕亮 徐保文



朱焕亮

西北工业大学管理学硕士,具有10多年航空工业软件研发、项目实施经验,对工程研发、生产制造、客户服务、项目管理以及综合管理业务都有较深入的理解。目前担任中航工业信息技术中心(金航数码)研发中心部长,主要负责航空业务基础平台研发、航空工业软件研发、软件测试、软件交互体验设计工作。

工业软件的定义与分类

广义上,工业软件是指在工业领域里应用的软件,包括系统软件、应用软件、中间件、嵌入式软件。其中,系统软件和中间件为计算机运行和使用提供最基本的功能,并不针对某一特定应用领域,而应用软件则恰好相反,根据面向的特定应用领域提供不同的功能。

提出工业软件的定义和分类,并结合国内外工业软件发展现状和航空工业的应用分析,论述了工业软件发展规律,认为工业软件是信息化和工业化融合的产物,强调工业知识在工业软件发展中的核心作用,指出工业软件起源于工业并依托于工业才能发展壮大。文章最后以国家级工业软件研发基地规划为指引,总结了国内工业软件重点发展方向,并对工业软件产业化发展路径提出建议。

国家信息化专家咨询委员会常务副主任周宏仁认为,工业软件是指能够使机械化、电气化、自动化的生产装备具备数字化、网络化、智能化特征的软件,其最终目标是工业领域提供一个面向产品全生命周期的网络化、协同化、开放式的产品设计、制造和服务平台。本文的定义是:工业软件是指专门用于工业领域,能提高工业企业研发、制造、生产、服务与管理水平以及工业产品使用价值的软件。

工业软件按安装媒介分为嵌入式软件和非嵌入式软件。嵌入式软件是嵌入在工业装备或工业产品之中,具有采集、控制、通信、显示等功能的软件;非嵌入式软件是安装在通用计算机或工业控制计算机中,用于产品设计、制造、服务和管理等用途的软件。本文中,工业软件按照产

品和工业过程主要分为3类(图1)。

一是业务系统,指基于业务模型,实现工业产品研发、生产、服务和管理过程中业务流程信息化的工业软件;二是专业工具,指基于物理原理,与学科和专业关联性强的基础性工业软件;三是嵌入式软件,指嵌入在工业产品中的操作系统和应用软件,以提升产品的自动化和智能化程度,提升产品使用价值。

国内外工业软件发展现状

我国工业软件产业的整体发展水平远远落后于主要发达国家。数据显示,2012年全球工业软件市场规模高达9154亿美元,而我国工业软件市场规模为723亿元人民币,仅占全球市场规模的1%,这与我国作为一个工业大国的地位极不匹配。我国的高端软件发展尤其滞后,几乎

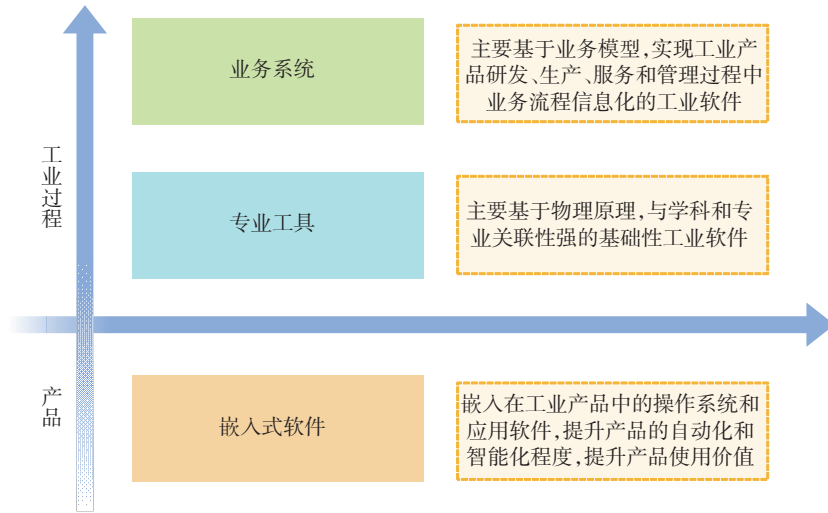


图1 工业软件分类

表1 全球工业软件企业分布情况

企业类别	国别	数量 / 家	所占比例 / %
经营管理	美国	75	79.80
	加拿大	7	7.40
	其他	12	12.80
研发设计	美国	21	95.50
	其他	1	4.50
集成协同	美国	4	80.00
	印度	1	20.00
生产控制	美国	40	43.00
	德国	22	23.70
	其他	31	33.30

所有重点工业行业使用的高端软件都要依赖进口。

以航空工业为例,对于基于物理技术的专业工具,如CAD、CFD、CAM等,以采购进口工业软件为主;对于基于非物理技术的业务系统,如CAPP、ERP和MES等,以自主研发工业软件为主;对于业务系统中的平台类应用软件,如PDM、门户系统、商业智能等,主要采用在外购国内外先进工业软件平台上进行集成开发的方式(如图2所示)。

美国《软件杂志》(Software Magazine)按年度发布全球软件企业500强(以下简称SOFT500),表1所示为SOFT500中全球工业软件企业的分布情况。可以看到,全球工业软件企业基本分布在美国、德国等主要发达国家中。

国内工业软件企业大部分还很弱小,在国际市场上影响力较弱,只是在国内中低端市场具有较高的占有率,而在生产管理、生产控制及工业装备嵌入式软件等方面,虽然国内工业软件企业的市场占有率不断提升,但是在专业工具软件方面发展缓慢,举步维艰。

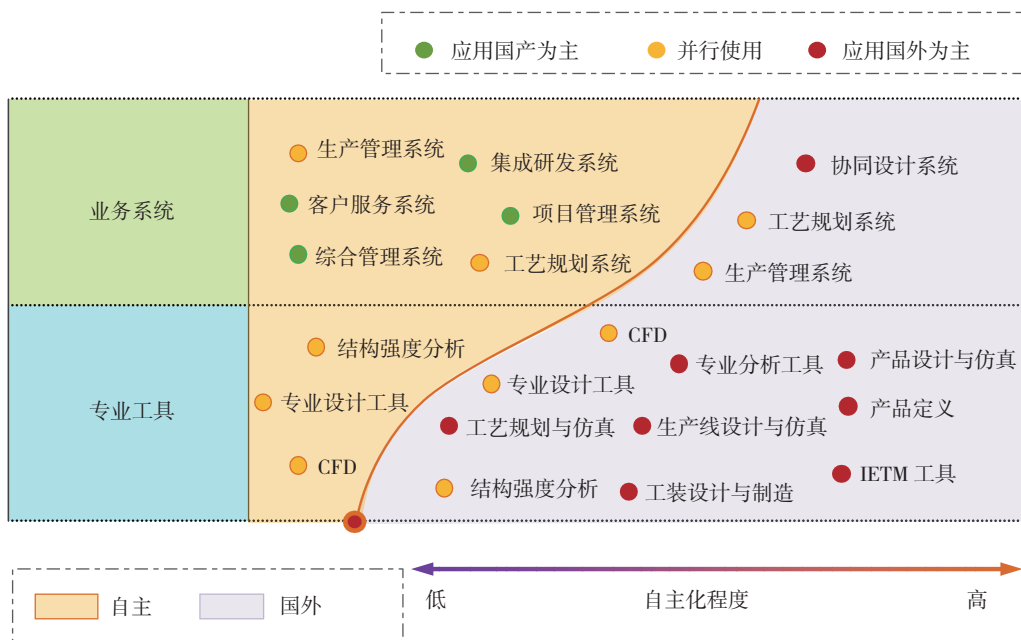


图2 航空工业领域工业软件应用概况

多种原因导致我国高端工业软件产业发展滞后,最主要的原因有两点:一是国内知识产权保护环境较差,市场容量被大幅挤压,企业创新动力不足;二是缺乏长远发展规划,软件产业投入不够,基础研究弱,软件产业起步晚、积累少,尚未形成工业软件产业链。

工业软件发展规律

周宏仁曾指出,工业软件并不是一般意义的软件,而是科学研究和技术创新成果的软件表现,具有很高的学术、技术水平。因此,没有“内行”的直接参与,仅仅依靠软件人员是写不出工业软件的。从国内外工业软件发展历程也可以看出,工业软件大都产生于工业,并依托工业才能发展壮大。

1 工业软件是工业技术和信息技术融合的产物

工业软件是工业技术和信息技术相互融合的产物。工业技术主要分为过程、方法和装置3个要素。工业技术要素和信息技术要素在各个层次融合,产生不同类型的工业软件(如图3所示)。

工业技术在方法层面与信息技术融合,推进产品研发虚拟化,从而产生了基于物理技术服务于专业学科发展的各类专业工具;工业技术在过程层面与信息技术融合,推进企业管理的信息化,实现了业务流程的显性化、结构化和标准化,从而产生了以流程管理为核心的各类业务系统;工业技术在装置层面与信息技术融合,推进生产装备的自动化和产品智能化,从而产生了各类嵌入式软件。信息技术和工业技术的融合催生了覆盖产品全生命周期的工业软件,并使它成为推动生产组织方式的变革和工业转型升级的重要动力。

2 工业知识是工业软件的核心

工业软件作为一种应用软件,主要由软件开发层、软件运行层、软件业务层和软件展示层构成,见图4。

其中,软件开发层提供软件开发环境,包括开发语言、开发工具、技术组件等,主要面向软件开发人员。软件运行层提供软件运行环境,包括中间件、操作系统、数据库等,主要面向软件开发、实施和运维人员。软件展示层为工业用户提供特定的业务功能,主要面向工业用户。软件开发层、

运行层、展示层都是信息技术导向的,与所服务的工业领域无关,特别是软件开发层和软件运行层,狭义上讲是通用软件,不是工业软件的组成部分。

第三层的软件业务层主要包含了相关工业领域的流程、算法、知识库(包含了工艺库、设计库、标准库、技术文档库等)、业务组件库。软件业务层实质上就是由相关工业领域的工业知识构成,这些工业知识是工业软件的核心所在。离开了工业知识,工业软件就失去了意义。因此,工业软件可以认为是一种“知识工程”,其特色就是流程化、模板化、知识化。

在工程设计领域,航空工业正在面向航空产品的全谱系构建和完善飞机、发动机和机载系统的集成设计环境。通过集成设计环境使各类知识——经验、规则、模型、标准和方法等嵌入流程之中,达到知识的共享、传播和使用,实现基于工业知识的设计活动流程化、模板化。

在管理领域,从微观角度来看,所有的管理和经营活动都体现为流程,而管理信息化的核心是“e化流

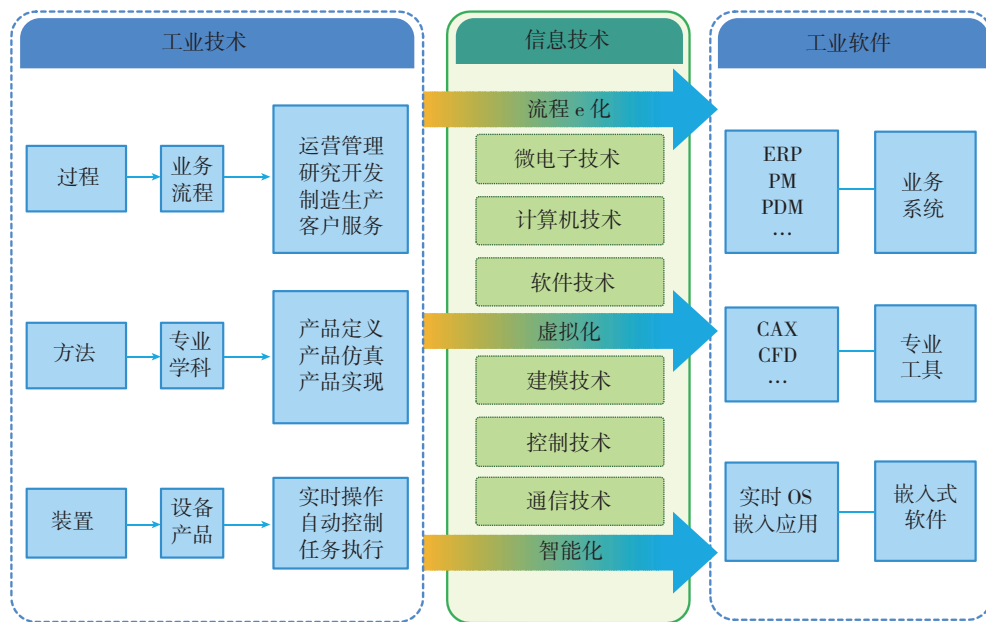


图3 融合工业技术和信息技术的工业软件

程”。e化流程分成两个过程：首先是业务流程的梳理和优化，即业务流程的显性化、结构化和标准化；其次是通过信息技术e化业务实现业务流程的电子化和自动化，并使这两个过程不断迭代、交互优化。

3 工业软件产生并依托于工业发展壮大

从国外高端工业软件的发展历

程来看，工业软件大都诞生于工业领域，并在工业应用中发展壮大。

以 CATIA 软件发展历程为例（见图 5），达索宇航公司于 1967 年着手用 Bézier 曲面建立飞机外形的数学模型，1970 年用批处理方式全面展开幻影飞机的数字化设计，1975 年买下了 CADAM 源程序（CADAM 起源于洛克希德飞机公

司），并在 CADAM 基础上开发出三维交互 CAD 软件，后于 1978 年投入使用，即 CATIA 软件。1981 年，达索宇航成立达索系统，专门负责发展 CATIA 软件，CATIA 得以不断发展。之后，达索系统陆续发展或收购了 SOLIDWORKS、DELMIA、ENOVIA、SIMULIA 等产品线，成为全球最具影响力的工业软件公司之一。

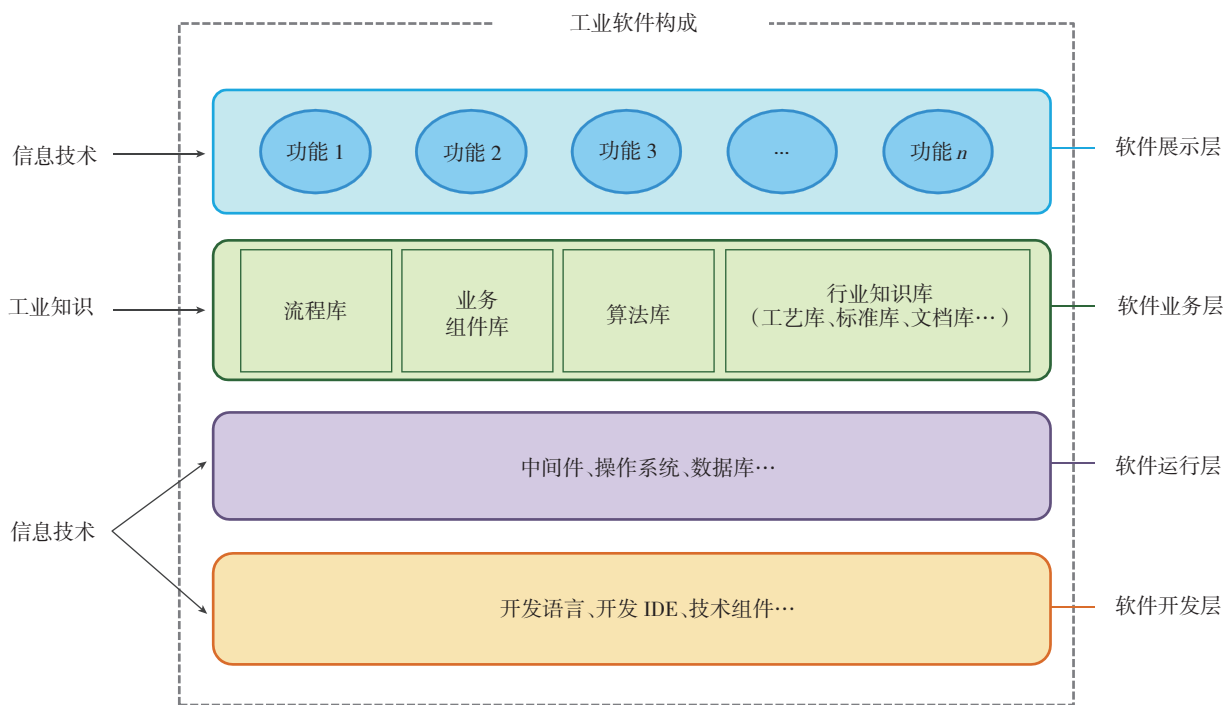


图4 工业软件分层结构

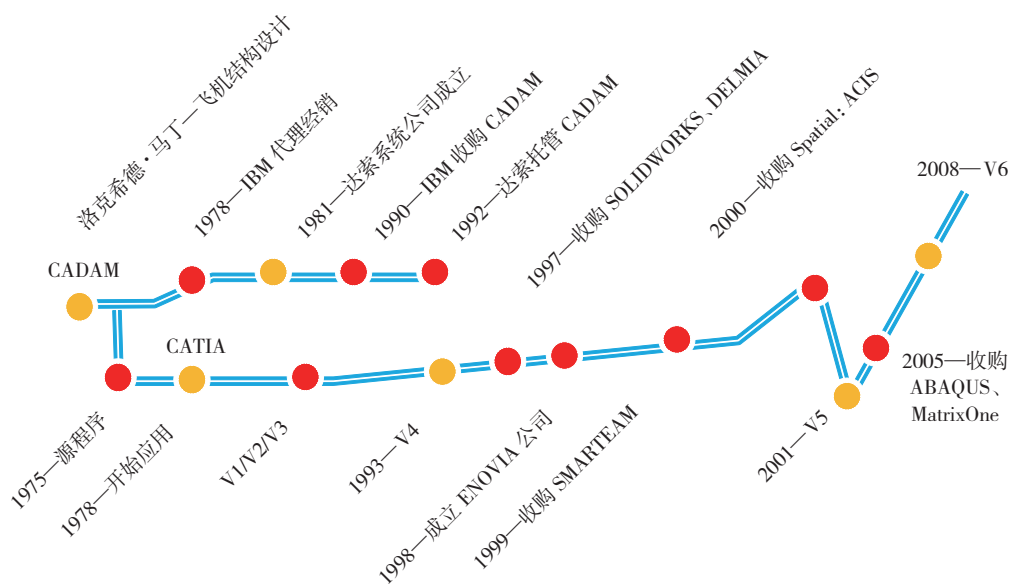


图5 CATIA软件发展历程

CATIA 诞生于幻影飞机研制过程中,并一直在达索宇航的主导下发展,因此达索宇航既是需求提供者、使用者,又是“开发者”。现在,CATIA 已成为最适合复杂外形工业产品设计的软件,在航空、汽车等行业市场占有率最高。

从图 5 的另外一条线看,1989 年洛克希德飞机公司因开发新型战斗机缺少资金,决定出售自主开发的 CADAM。IBM 公司花费巨资收购 CADAM,但是因为脱离工业背景支撑,IBM 很快就将 CADAM 交予达索托管,并专注于在全球销售达索系统的工业软件。

CATIA 的成功发展历程说明,只有基于高端工业才能诞生和孕育世界一流的工业软件。航空工业作为“工业之花”,是高端工业软件的摇篮,除了 CATIA 之外,UGNX 和各种工程分析系统及各类研制管理平台等工业软件也大都起源于航空工业或在航空工业的大量应用中不断成长。

4 工业软件助推工业转型升级

我国已成为全球制造业大国,但远远不是制造业强国,总体上还处于国际分工和产业链的中低端。未来,实现从“中国制造”到“中国智造”的转变,是我国由制造业大国走向制造业强国的必经之路。要完成从“中国制造”向“中国智造”的转变,必须利用以信息技术为核心的高新技术,使我国制造业从生产型制造向服务型制造、从粗放型制造向绿色制造、从低技术制造向智能制造等方向发展。信息技术具有高渗透性、高倍增性、高带动性和高创新性的特征,在工业领域广泛扩散、深入渗透,推动了工业企业的研发、制造和运营的信息化。信息化是工业转型升级的使能工具,只有走信息化与工业化融合发展的道路,才能加速工业结构的调整和发展方式的转变,实现可持续发展(如图 6 所示)。

工业软件是新型工业装备的核心要素,也是工业化和信息化融合的切入点和“粘合剂”。以航空工业为例,航空工业两化融合的方向是工业信息化,即信息技术在产品全生命周期、企业全业务流程和产业全价值链的应用,重点是推动以产品数字化为核心的生产方式变革。在航空产品研制中,利用计算机辅助设计软件实现基于三维模型的数字定义,建立产品的数字样机,在数字世界中完成协同建模、优化分析、试验仿真、制造仿真,模拟产品的建造和使用过程,实现“建造前飞行”。同时,通过建立虚拟、并行、协同的研发网络和软件平台,有效整合跨地域、跨企业、跨专业的研发资源和能力,逐步实现产品研发的网络化,利用全球资源增强技术创新能力和产品研发能力。

当前,航空产品的生产方式正在发生变革,即向数字化、大系统集成、最优能力集成转变,向高度并行、多组织协同转变。这次变革的本质就是信息化和工业化的深度融合,而以工业软件为代表的信息技术正是这场变革的推动力,也是变革的关键使能工具。

对我国工业软件发展的几点思考

1 发展工业软件必须走自主创新之路

工业软件作为软件产业的重要组成部分,其重要性正逐步被认识。从伊朗的核研发系统受到“震网”病毒攻击的例子可以看出,工业软件关系到工业生产的安全,进而关系到国家的安全。工业软件是工业转型升级的转换器、倍增器和助推器,是现代工业发展的神经中枢。因此,发展自主的高端工业软件对于推动两化深度融合、加快工业转型升级具有重要的战略意义。

航空产品包括飞机、航空发动机和机载系统等,是高技术含量、高附加值、高精加工产品的典型代表。航空工业是国家战略性先导产业,兼具多类产业发展的特征,因此航空工业的两化融合具有典型性、代表性和引导性,航空工业的工业软件发展和应用水平也得到国家层面的高度认可。2013 年,工业和信息化部依托中国航空工业集团公司设立国家级“信息化和工业化深度融合工业软件研发基地”(以下简称“工业软件研发

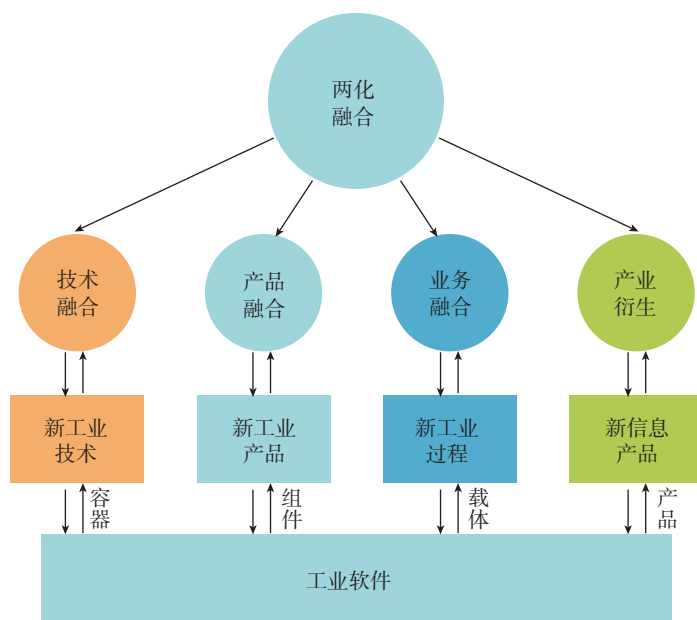


图6 工业软件在两化融合中的作用

基地”)由金航数码(中航工业信息技术中心)负责承建。工业软件研发基地承担国家使命,立足航空,面向国防,服务社会,致力于成为中国工业软件的研发中心、验证中心、推广中心和服务中心(如图7所示)。

工业软件研发基地将根据国家工业软件发展规划,吸收航空工业以及其他工业领域最佳实践,研究相关先进技术、基础技术和共用技术,广泛与国内厂商及科研院所合作,打造国家自主工业软件体系,逐步成长为具备国际影响力的工业软件开发、推广和服务的重要基地。

2 工业软件的重点发展方向

国家信息化和工业化融合战略的实施,给我国工业软件产业带来了发展机遇。按照国家级工业软件研发基地的发展规划,在业务系统、专业工具和嵌入式软件方面,在产品研发、生产运营、客户服务和综合管理等领域都将加大投入,加快发展自主可控的工业软件产品,加快发展面向工业全价值链的业务解决方案。未来,将依据国家两化融合战略,努力打造自主工业软件体系,构建工业软件产业链。

在业务系统方面,应大力发展支撑各业务系统运行的技术基础架构,

即统一的业务基础平台。该平台支持 SOA、ESB、BPM、BI 等平台技术的综合,可实现各业务系统的无缝集成、柔性组合和配置;基于业务基础平台,提炼航空工业和其他工业领域的业务模型,发展工程研发系统、制造管理系统、客户服务系统、项目管理系统和综合管理系统,将需求管理、方案设计、详细设计、工艺设计、生产制造和客户服务等业务集成一体,实现项目、需求、产品及资源之间的有效集成和联动,形成面向产品全生命周期的一系列自主业务系统。在专业工具方面,提炼工业领域多学科知识和实践,大力发展大型 CAD 软件、结构强度分析软件、计算流体力学软件、系统仿真建模软件、信息安全软件等重点方向,填补国内在专业工具软件领域的空白。在嵌入式软件方面,着手建立嵌入式软硬件系统开发标准体系;持续研发嵌入式实时操作系统,增强其可裁剪性、实时性、泛联网性、高可用性;发展航空及各工业领域的专业嵌入式软件,增强工业装备的使用价值。

3 创新工业软件产业化模式

高端工业软件研发是一项长期复杂的系统工程,其发展一般需要3个条件,一是有深厚的工业背景作支

撑;二是有产业链整合能力,能够团结上下游的合作伙伴形成合力;三是采用产业化发展模式。国家级工业软件研发基地依托于航空工业,以市场化、实力强的软件企业为主导,是国内工业软件产业发展的优良平台,必将为国家工业软件发展作出重要贡献。

作为科学研究、工业知识、技术成果的集中表现,工业软件研发需要工业企业、软件企业、科研院所等方面的专家和人员的共同努力。按照“产、学、研、用”相结合的方式,工业软件研发基地将依靠国家支持和工业背景支撑,聚集产业链上的各方力量,组成集成研发团队,建立起协同研发模式,组织好工业软件由产品到市场、由市场到产业化的进程。

工业软件研发需要大量人、财、物投入。工业软件研发基地将构建专业化的商业运营模式,积极争取国家政策支持和资金投入,主动引入各类投资渠道,并大力引进工业领域专家、软件架构专家、应用开发专家等各方面人才。同时,还将通过收购国内外工业软件产品和企业,加快知识产权和核心技术整合的步伐。通过商业模式创新,逐渐形成一个覆盖预研、开发、营销、服务的完整工业软件产业链,走出一条国产替代进口、低端迈向高端的可持续发展之路。

结束语

工业软件是信息化和工业化融合的产物,其核心是工业知识,因此工业软件必须依托于工业才能发展壮大。中国工业软件的发展任重道远,需要国家政策的大力支持,需要工业企业和软件企业的共同努力。航空国家级工业软件研发基地将扛起发展自主工业软件的旗帜,团结产、学、研各方面力量,奋勇向前,为建立自主可控的国家工业软件体系作出更大的贡献。

(责编 谷雨)

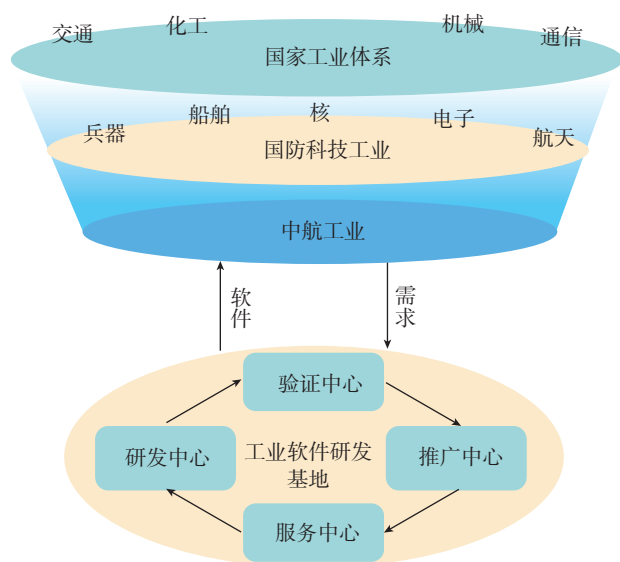


图7 工业软件研发基地愿景