

企业集成系统技术

范玉顺

清华大学自动化系，北京 100084

摘要：企业集成系统是企业信息化的高级阶段，也是当前企业信息化实施的重点工作内容。企业集成平台为实施企业集成系统提供了有效的支撑环境。本文介绍了企业集成系统的基本概念，给出了几种企业集成的分类方法。重点介绍了信息集成、过程集成和企业间集成技术，最后给出了企业集成平台的定义和主要组成功能。

关键词：企业集成，集成平台，企业信息化，集成技术

1. 企业集成系统的基本概念

集成是由部分构成整体、由单元构成系统的主要途径，集成就是通过接口实现不同功能系统之间的数据交换和功能互连，集成意味着将分散的异构部件联合在一起形成一个协同的整体，从而实现更强的功能，完成各个部分独自不能完成的任务。企业集成是指通过连接所有必须的系统和异构功能实体来方便跨越组织界限的信息流、控制流和物料流的传递，改进企业内的通信、合作与协调，从而将企业组成一个协调的整体，达到提高生产率、柔性和管理水平的目的^[1]。

企业集成系统是在企业单元技术和系统得到广泛应用的基础上，通过集成形成的支持企业生产经营的集成化系统。相对于单元技术系统，集成系统具有覆盖范围广、功能多、系统结构复杂等特点。

集成是企业实施先进制造战略和实现信息化带动工业化的核心，一般来说，企业集成的程度越高，企业的功能就越协调，竞争取胜的机会也就越大。因为只有各种功能有机地集成在一起才可能共享信息，才能在较短的时间里做出高质量的经营决策，才能提高产品的质量，降低成本，缩短交货期；只有集成才能使“正确的信息在正确的时刻以正确的方式传到正确的地方”。因此集成是构成整体，构成系统的主要途径，是导致整个企业成功的关键因素。

2. 企业集成的分类

在不同企业和不同应用场景次下，集成系统具有不同的构成和功能，按照覆盖范围可以分为部门级集成、企业级集成、企业间集成；按照系统之间的耦合紧密程度，集成的方式可以分为松散集成和紧密集成；按照企业集成的方向可以分为横向集成和纵向集成；从集成的深度上，集成已经从最初的信息集成扩展到了当今的过程集成，并向未来的知识集成方向发展。

部门级集成是指由多个不同的功能系统通过集成形成功能更强的集成化系统，如 PDM 系统与 MRPII 系统。**企业级集成**是指一个企业内部业务过程的集成。**企业间集成**是指一个企业的业务过程与另外一个企业的业务过程集成，或者不同的企业共享一些业务过程。

信息集成是指利用通信技术、数据库技术，在共享信息模型的支持下，实现不同应用系统之间的信息共享，解决由于各部门之间信息不共享、信息反馈速度慢、信息不全等造成企业决策困难、计划不正确、库存量大、产品制造周期长、资金积压等问题，提高企业现代化管理水平和整体经济效益。

过程集成是指利用计算机软件支持工具高效、实时地实现企业应用系统间的数据、资源共享和应用间协同工作，将一个个孤立的应用集成起来形成一个协调的企业运行系统。实现过程集成后，就可以方便地协调各种企业功能，把人和资源、资金及应用合理地组织在一起，获得最佳的运行效益。

知识集成是提高企业竞争力的重要手段，虽然目前还没有一个统一的关于知识集成的定义，但是，知识集成的重要性还是得到了普遍的认可。知识集成主要目的是快速高效地在企业内部共享企业的知识，并且通过知识的积累、知识的组织、知识的重用来提高企业的生产、经营、设计和管理水平。比如说，通过积累产品设计知识，并将这些知识组织成为非常方便查询和使用的专家系统供设计人员使用，从而帮助新的设计人员迅速高效的设计出高质量的产品。

图 1 给出了信息集成、过程集成与知识集成的示意图，从图中可以看出，无论是信息集成、过程集成还是知识集成都需要在组织与人员的集成的支持下开展工作。

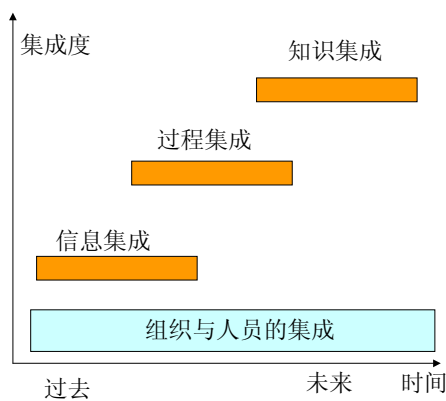


图 1. 信息集成、过程集成与知识集成

两个系统称为是**松散集成**的，是指它们之间仅仅交换信息而不管对方是否能够解释这个信息，或者说它们的集成仅仅是语法层的集成，而不是语义层的集成。两个系统称为是**紧密集成**的，当且仅当：（1）每个系统的内部规格（Specification）仅仅由本系统知道，即本

系统不知道其它系统的定义；(2)两个系统共同为完成一个任务作贡献；(3)两个系统对于它们之间交换的(概念)信息有相同的定义。比如使用不同技术和语言建立起来的两个系统，它们采用相同的标准协议来交换信息，就称为紧密集成的。

横向集成是指从产品需求直到产品发运业务过程的集成，包括物理的和逻辑的集成，它跨越组织壁垒。这种集成通常依赖于所使用的技术(受到数据交换量、所使用的数据交换格式、使用局域网还是广域网等因素的约束)，它主要考虑的是与技术相关的流，即物料流和技术文档流。**纵向集成**是考虑不同的企业管理层之间的集成，即决策集成，它主要涉及决策流的集成，上级管理层的指令或目标传递到下级管理层，反馈信息或状态报告由下层传递到上层。

企业集成系统是一个逐步发展，逐步完善的过程，最终的企业集成系统就是现代集成制造系统(CIMS)^[2]，可以说CIMS是企业集成系统的高级阶段和努力方向！

3. 企业系统集成技术

企业系统集成技术是一个大的概念，它包括了实现企业应用系统集成所采用的各种可能的方法和技术，本节对信息集成、过程集成、企业间集成三个集成技术进行介绍。

3.1 信息集成技术

信息集成的主要方法有：

- **专用集成接口**：通过开发一对一的专用集成接口实现不同系统之间的信息交换与集成。这种集成方式就是通常所说的“点到点”的集成方式，其特点是对于应用系统数量少、且系统功能相对固定的情况下，比较容易实现。但是在应用系统数量增多时，接口数量以指数倍的速度增加，由于接口数量的增加导致接口的维护工作变得十分困难，一个应用系统发生调整将导致一批应用集成接口重新修改。
- **共享数据库**：通过建立共享数据库的方式实现不同应用之间的数据共享，这个集成方式需要定义共享的信息模型。共享数据库可以采用独立于任何具体应用系统的共享信息库，即将需要共享的信息从每个应用的数据库中复制到一个共享的公共数据库中，也可以采用联邦式的方法使用多个数据库实现信息共享。数据联邦将多数据库集成为一个统一视图虚拟的数据库。数据联邦需要建立一个中间件层次来连接各个分布式数据库和应用。这个中间层在后台真实数据库和虚拟数据库之间建立一个映射。这种方式特点是通过单一的预定义的联邦接口访问各类应用数据库，可以使用用户方便的操作语言，而无须改变源数据和应用。
- **集成平台**：用集成平台支持的中间件的方式进行信息共享，这种方式可以实现应用对数

据的透明访问，解决应用对于操作系统和数据存储方式的依赖性，是当今最先进的应用系统集成方式之一。

3.2 过程集成技术

过程集成技术主要包括过程建模、过程分析与优化、过程集成与运行三个方面的内容。

1) 过程建模

过程建模是过程重组和过程集成的重要基础。过程建模主要解决如何根据过程目标和系统约束条件，将系统内的活动组织为适当的业务过程的问题，对过程的描述需要提供对逻辑顺序结构，如顺序、分支、汇合、条件、循环、并发的描述。使用者可以通过这一套方法对企业的业务过程进行形式化描述。

2) 过程重组与优化

实施过程集成除了需要建立过程模型外，更重要的是需要对现有的业务过程进行分析，并在此基础上对过程进行优化设计。过程优化也是企业业务过程重组实施中一个非常重要的阶段，它的主要任务是在已建立的业务过程模型的基础上，分析和优化企业的业务过程。不考虑改善业务流程而单纯地使用计算机提高单个功能的处理效率实质是达不到提高整个业务过程效率的目标的，实施过程重组和过程集成就是要从整个流程的角度，从整体目标上来配置和协调组成流程的各个活动之间的关系。

3) 过程集成与执行

在完成了过程建模和过程重组后，下一个任务就是在集成支撑环境的支持下，实现业务过程的集成与运行。图 2 出了过程集成支持系统的结构^[3]，集成支持系统对整个过程建模、优化、实施的全生命周期提供支持。在过程建模和优化阶段，完成对过程模型的建立、分析与优化。在过程集成与运行阶段，在优化的过程模型的基础上，通过集成已有的应用系统和开发所需要的部件化的应用系统，在 workflow 管理系统的帮助下，实现过程的集成与优化运行。信息集成服务、过程实例管理、日志管理、系统管理等功能都是实现过程集成与优化运行的支撑功能，它们统一在 workflow 管理系统的调度下，为实现过程集成的目标服务。在这里还需要指出的是，通常过程集成系统都是运行在分布的异构环境下，所以相应的工作流管理系统通常也是一种分布式的系统。

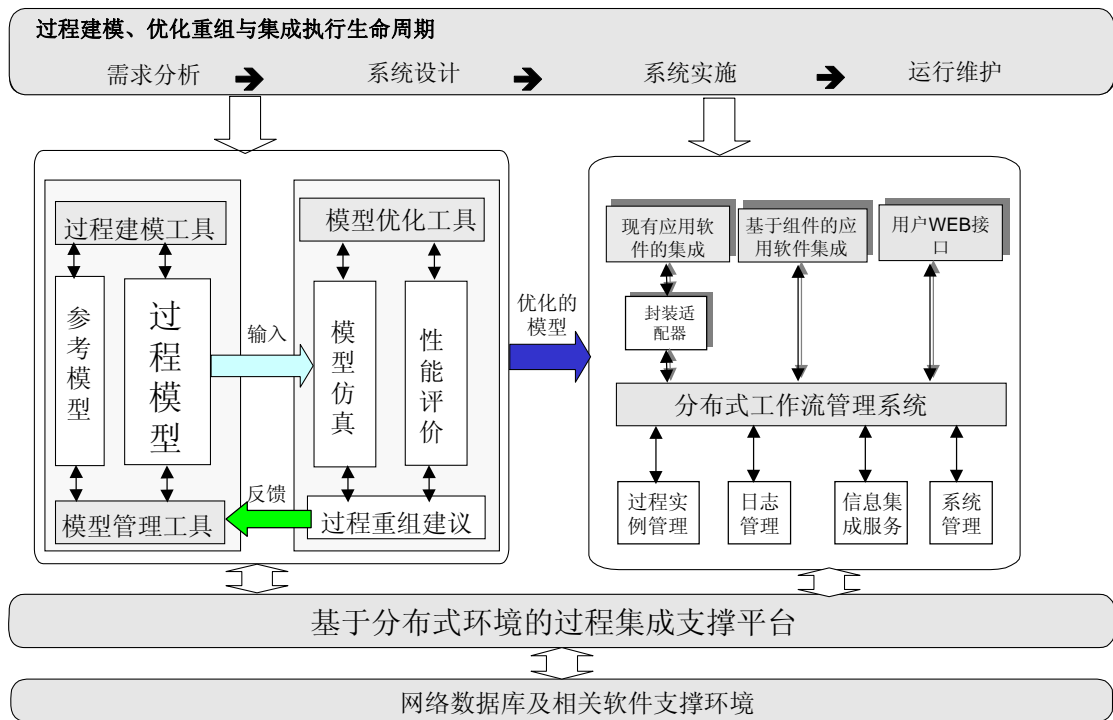


图 2 程集成支持系统体系结构

3.3 企业间集成技术

电子数据交换（EDI）是早期用来支持企业间数据交换的方法，实践证明 EDI 在支持企业间集成和提高工作效率方面并没有发挥太大的作用，其主要的原因是 EDI 实现的仅是单点的数据交换，没有从企业间协作的流程上来考虑 EDI 与企业管理信息系统的集成。企业间集成应该能够沿着数据交换的路径将跨企业的整个流程穿起来，实现整个流程的无缝连接才可能提高整个企业间协同系统的效率。

实施企业间集成需要解决的主要技术问题包括共享信息模型、过程模型的定义、数据交换标准和数据集成机制的定义、数据交换接口的开发、数据交换接口与企业内部信息系统的集成、信息安全问题等。由于不同的企业采用的信息系统、数据结构和数据存储方式一般是异构的，所以为了实现异构企业间的集成，必须采用或者制订合作企业都认可的数据交换标准，按照定义的标准实现企业内部数据到标准数据的转化，或者将标准数据转化为企业内部数据格式。在许多情况下，企业间的集成还需要对企业的业务流程进行必要的重组，在整个供应链或者协同产品开发的角度，合理地配置整个业务流程，从而实现整个价值链的优化。

采用中间件技术和集成平台是支持企业间集成的有效手段。面向产品全生命周期管理（PLM）平台、基于应用服务提供商（ASP）技术的网络化制造平台、电子商务平台、面向协同产品开发的协同产品商务（CPC）平台、面向项目与过程管理的工作流管理平台等都可以应用于支持企业间的集成。

4. 企业集成平台

为了克服点到点集成方式给企业应用系统集成和维护管理带来的困难,人们提出了采用集成平台的方式来实现企业集成。经过多年的发展,集成平台已经成为支持企业集成的先进和有效的方法。基于集成平台,可以使分散的信息系统通过一个单一的接口,以可管理、可重复的方式实现单点集成(每个应用软件仅需要开发一个与集成平台的接口,就可以实现与所有应用的集成),使企业内的所有应用都可以通过集成平台进行通讯和数据交换,实现广义范围内和深层次上的企业资源共享和集成^[4, 5]。图3出了企业集成平台的示意图。

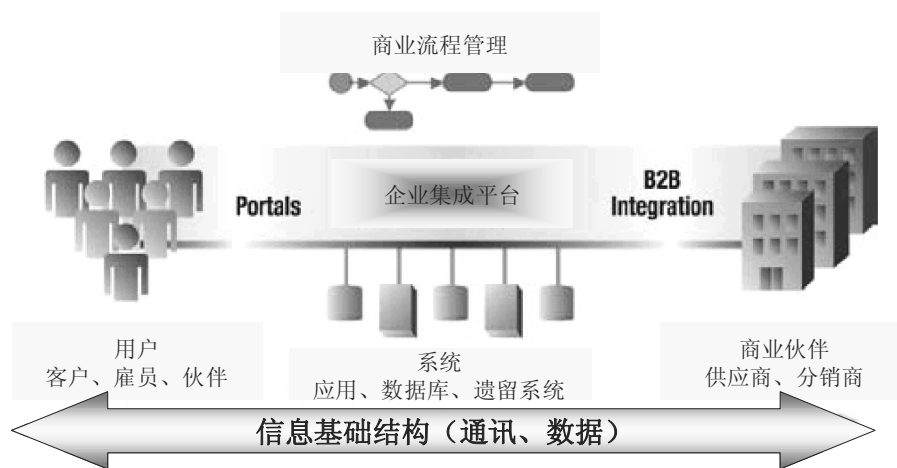


图3 企业集成平台在企业集成化运行中的作用

随着对集成平台的研究和应用不断深入,集成平台的概念和功能也在不断扩展,出现了狭义集成平台和广义集成平台两种概念。狭义集成平台是指一个软件平台,它为企业内多个应用软件系统或组件间的信息共享与互操作提供所需的通用服务,达到降低企业内(间)多个应用、服务或系统之间的集成复杂性的目的。广义的集成平台则是指由支撑软件系统(狭义集成平台)同其他完成不同业务逻辑功能的各应用系统一起组成数字化企业的协同运行环境。而无论是广义的集成平台,还是狭义的集成平台,其核心的内容都是为企业提供集成所需要的服务,并对集成系统进行管理。下面给出企业集成平台的定义:

企业集成平台是一个支持复杂信息环境下信息系统开发、集成和协同运行的软件支撑环境。它基于企业业务的信息特征,在异构分布环境(操作系统、网络、数据库)下为应用提供透明一致的信息访问和交互手段,对其上运行的应用进行管理,为应用提供服务,并支持企业信息环境下各特定领域应用系统的集成。

从上面的定义可以看出,集成平台是支持企业集成的支撑环境,包括硬件、软件、软件工具和系统,通过集成各种企业应用软件形成企业集成系统。由于硬件环境和应用软件的多样性,企业信息系统的功能和环境都非常复杂,因此,为了能够较好地满足企业的应用需求,

作为企业集成系统支持环境的集成平台，其基本功能主要有：

1) 通信服务

提供分布环境下透明的同步/异步通信服务功能，使用户和应用程序无须关心具体的操作系统和应用程序所处的网络物理位置，而以透明的函数调用或对象服务方式完成它们所需的通信要求。

2) 信息集成服务

为应用提供透明的信息访问服务，通过实现异种数据库系统之间数据的交换、互操作、分布数据管理和共享信息模型定义（或共享信息数据库的建立），使集成平台上运行的应用、服务或客户端能够以一致的语义和接口实现对数据（数据库、数据文件、应用交互信息）的访问与控制。

3) 应用集成服务

通过高层应用编程接口来实现对相应应用程序的访问，这些高层应用编程接口包含在不同适配器或代理中，它们被用来连接不同应用程序。这些接口以函数或对象服务的方式向平台的组件模型提供信息，使用户在无须对原有系统进行修改（不会影响原有系统的功能）的情况下，只要在原有系统的基础上加上相应的访问接口就可以将现有的、用不同的技术实现的系统互联起来，通过为应用提供数据交换和访问操作，使各种不同的系统能够相互协作。

4) 二次开发工具

二次开发工具是集成平台提供的一组帮助用户开发特定应用程序（如实现数据转换的适配器或应用封装服务等）的支持工具，其目的是简化用户在企业集成平台实施过程中特定应用程序（接口）的开发工作。

5) 平台运行管理工具

它是企业集成平台的运行管理和控制模块，负责企业集成平台系统的静态和动态配置、集成平台应用运行管理和维护、事件管理和出错处理等。通过命名服务、目录服务、平台的动态静态配置、以及其中关键数据的定期备份等功能来维护整个服务平台的系统配置及稳定运行。

5. 结语

通过集成将企业多种应用连接在一起形成企业集成系统是企业信息化建设的高级阶段，构建企业集成系统可以提高企业信息化应用的水平，也为提升企业的市场竞争力提供信息技术手段上的支持。采用集成平台技术实施企业集成系统是日前相对先进和有效的方法。除了本文介绍的部分集成方法和集成平台外，在企业集成系统的实施过程中还会涉及系统规划、

平台选择、异构系统封装、实施方法与集成策略等技术问题，对这些关键技术的研究和应用不仅具有研究价值更具有重要的应用价值。

参考文献：

1. Vernadat, F. B. *Enterprise Modeling and Integration: Principles and Applications*. New York: Chapman & Hall, 1996
2. 吴澄, 李伯虎. 从计算机集成制造到现代集成制造——兼谈中国 CIMS 的系统论的特点. *计算机集成制造系统*, 1998, 4(5):1~6
3. 范玉顺主编. *workflow管理技术基础--实现企业业务过程重组、过程管理与业务过程自动化的核心技术*. 北京: 清华大学出版社, 施普林格出版社, 2001
4. 范玉顺, 吴澄, 俞盘祥. 面向制造业的 CIMS 应用集成平台. *清华大学学报*, Vol. 38, No.3, 1998, pp. 104-107
5. 范玉顺, 李建强. *企业集成与集成平台技术*, 北京: 机械工业出版社, 2004 年 8 月

Enterprise Integration System Technology

Yushun Fan

Department of Automation, Tsinghua University, Beijing 100084

Abstract: Enterprise integration system is the advanced stage for enterprise information system implementation. It is also the key issue in current enterprise information system implementation. Integration platform provides efficient support environment for enterprise integration system implementation. In this paper, the basic concepts of enterprise integration system are introduced, several classifications of enterprise integration are given. Information integration, process integration, and inter-enterprise integration technologies are introduced. In the last section, the definition and main functions of enterprise integration platform are presented.

Key words: Enterprise integration, Integration platform, enterprise information system implementation, Integration technology