

信息系统集成技术与 方法教程

主编 陈 燕 李桃迎

大连海事大学出版社

信息系统集成技术与方法教程

主编 陈 燕 李桃迎

大连海事大学出版社

© 陈燕 李桃迎 2015

图书在版编目 (CIP) 数据

信息系统集成技术与方法教程 / 陈燕, 李桃迎主编. — 大连 : 大连海事大学出版社, 2015. 10

ISBN 978-7-5632-3246-8

I. ①信… II. ①陈… ②李… III. ①计算机系统—信息系统—高等学校—教材
②信息系统—计算机通信网—高等学校—教材 IV. ①G202 ②TP391

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 247359 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌海路 1 号 邮编: 116026 电话: 0411-84728394 传真: 0411-84727996

<http://www.dmupress.com>

E-mail: cbs@dmupress.com

大连住友彩色印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2015 年 10 月第 1 版

2015 年 10 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 185 mm×260 mm

印张: 19

字数: 424 千

印数: 1~600 册

出版人: 徐华东

责任编辑: 董玉洁

责任校对: 宋彩霞

封面设计: 王 艳

版式设计: 解瑶瑶

ISBN 978-7-5632-3246-8

定价: 38.00 元

本书由

辽宁省交通厅项目（201401）、国家自然科学基金项目（71271034）资助
出版

The published book is sponsored by

the Funds of Department of Communications of Liaoning Province

（201401） and the National Natural Science Foundation of China （71271034）

作者简介



陈燕 (Chen Yan), 博士, 大连海事大学交通运输管理学院教授/博士生导师, 管理科学与工程学科一级学科带头人并为省重点学科负责人, 担任辽宁省物流航运管理系统工程重点实验室主任、辽宁省创新团队负责人。曾撰写《数据挖掘技术与应用》、《数据仓库与数据挖掘》、《数据仓库技术及其应用》、《管

理信息系统开发教程》、《信息经济学》等学术专著与教材。主持并完成多项国家自然科学基金、国家科技计划项目及多项省、部、市级项目, 获得省、部级奖励 10 余项, 发表相关学术论文 200 余篇。

李桃迎 (Li Taoying), 博士, 大连海事大学交通运输管理学院副教授, 曾独撰《交通领域中的聚类分析方法研究》, 参与撰写《管理信息系统开发教程》、《数据挖掘与聚类分析》等学术专著与教材。主持国家社科基金项目 1 项、省、市级项目 3 项, 参与国家、省、部、市级项目十余项, 获得省、部级奖励 5 项, 发表相关学术论文 30 余篇。

内容提要

本书系统、详细地阐述了信息系统集成的多种相关方法、技术及具体应用。主要内容包括：信息系统集成概述，数据整合概念及其相关技术，基于 ORM 的数据持久化，应用集成技术，SOA 的理论与方法，Web Service 技术，SCA 软件架构，MQ 消息队列，基于多层缓存池机制的 SOA 服务协作，信息系统集成案例等内容。

本书可作为信息管理与信息系统、电子商务、计算机应用、软件工程等高年级本科相关专业的教科书；同时也可以作为管理科学与工程、计算机应用及软件工程、工业工程等相关学科研究生的教科书或参考资料。本书有助于信息系统集成与开发相关研究人员系统掌握软件集成类信息化项目的理论、技术、方法及应用。

前 言

随着互联网技术的飞速发展，全社会的信息化程度不断提高，各行各业都已经建立或正在建设应用系统，对信息系统的依赖程度越来越高。信息管理工程研究者和管理者面临严峻挑战：如何将这些独立建设、分散开发的信息系统进行集成？如何实现不同信息系统的互联互通？信息系统集成可以为上述问题提供有效的解决方案。信息系统集成技术与方法的研究与创新已经成为信息科学与管理工程领域最为重要的研究方向之一。

笔者在信息系统集成等方面潜心研究数十年。尤其近年来，通过参与企事业单位委托开发的项目，深入研究了信息系统集成的理论、技术与方法，获得多项科研成果。特别是面向航运管理、交通运输、港口物流管理等特色领域，开展基于信息系统集成的实用性、创新性研究，取得了良好的社会效益与经济效益。

撰写本书的目的在于：利用信息系统集成技术实现不同信息系统的数据整合、应用系统互联互通、应用集成，避免出现系统间信息孤岛与功能模块重复的问题。

李欧、韩红云、王琦、陈志珍、于福生、李盼、张鑫、徐慧颖等同学参与完成全书的校对工作；刘志、陈艺丹、于莹莹、林博辞、程澄、赵路、乔月英等同学参与了本书中应用算例的开发工作。

本书旨在涵盖典型和有代表性的信息系统集成技术与方法，但由于信息系统集成技术与方法多种多样，还有许多信息系统集成技术与方法需要进一步探讨。在编写过程中，笔者查阅了国内外大量文献资料，谨向书中提到的和参考文献中列出的学者表示感谢。如果由于我们工作的疏忽，本书中某处内容所参考的文献没有列出，在此向所涉及的作者深表歉意。

同时，由于时间仓促和编者能力有限，书中难免存在一些不当之处，敬请广大读者批评、指正。

编 者

2015 年 7 月

目 录

第 1 章 信息系统集成概述	1
1.1 信息系统集成	1
1.2 信息系统集成平台的建设	3
1.3 信息系统集成的组成	4
1.4 信息系统集成的框架体系	6
1.5 信息系统集成的特点	6
本章小结	7
第 2 章 数据整合概念及其相关技术	8
2.1 数据整合的概念	8
2.2 异构数据整合	8
2.3 空间数据整合	15
2.4 数据交换技术	18
2.5 数据仓库技术	22
2.6 非结构化数据整合	25
本章小结	28
第 3 章 基于 ORM 的数据持久化	29
3.1 关系模型	29
3.2 对象模型	33
3.3 ORM 的原理	37
本章小结	45
第 4 章 应用集成技术	46
4.1 单点登录	46
4.2 访问控制	48
4.3 中间件	63
4.4 工作流技术	67
本章小结	83
第 5 章 SOA 的理论与方法	84
5.1 SOA 的概念	84
5.2 SOA 的特点	85
5.3 SOA 的原则	87

5.4 SOA 的基础.....	88
5.5 SOA 的实现方法	89
5.6 SOA 与几种关键技术的联系	90
5.7 SOA 的意义和应用	93
本章小结.....	97
第 6 章 Web Service 技术	98
6.1 采用 Web Service 的必要性	98
6.2 Web Service 概述	98
6.3 Web Service 关键技术与体系结构	103
6.4 Web Service 的优势	110
6.5 Web Service 开发方案	111
本章小结.....	121
第 7 章 SCA 软件架构	122
7.1 SCA 软件架构概述.....	122
7.2 SCA 规范基础知识.....	123
7.3 SCA 的体系结构.....	125
7.4 SDO 简介.....	138
本章小结.....	140
第 8 章 MQ 消息队列	141
8.1 MQ 的基本概念.....	141
8.2 JMS 和 MQ 的区别.....	143
8.3 MQ 的工作原理.....	144
8.4 消息队列特性.....	147
8.5 MQ 的基本配置举例.....	149
本章小结.....	152
第 9 章 基于多层缓存池机制的 SOA 服务协作	153
9.1 缓存技术理论.....	153
9.2 服务协作.....	157
9.3 基于缓存的服务协作需求分析	158
9.4 基于缓存的服务协作总体架构设计	159
9.5 多层缓存池设计	161
9.6 服务协作设计.....	169
本章小结.....	176
第 10 章 信息系统集成案例	177
10.1 动态 ORM 实现	177
10.2 基于 Web Service 的综合物流服务平台集成.....	195

10.3 基于 XML 的异构数据集成	204
10.4 访问控制技术在物流商管理系统的应用	210
10.5 基于中间件技术的集成应用	219
10.6 基于多层缓存池机制的 SOA 服务协作实现	227
本章小结	254
参考文献	256

第1章 信息系统集成概述

1.1 信息系统集成

1.1.1 信息系统集成的定义

系统是一个含义十分宽泛的概念，但又是一个具有相对性的概念。系统可以是一个独立的系统，也可以是一个从属于另一个系统的子系统。

系统集成（System Integration）的概念也有不同的含义。将各种设备、计算机软件、硬件以及操作平台等组成一个系统的全部过程，可以称之为系统集成；将若干子系统组成大系统也称为系统集成。

系统集成对应用的支持是通过完整的系统来实现的，它是对一个组织机构内的设备及信息的集成。

为了充分共享资源，实现便利、集中、高效的管理，信息系统集成利用计算机网络技术与结构化的综合布线系统，把分离的各个设备（如个人电脑）、信息、功能等集成到统一的、协调的、相互关联的系统之中。解决系统之间的互联与互操作性问题是实现系统集成的关键，它是一个多协议、多厂商和面向多种应用的体系结构。这需要解决一切与面向集成相关的问题，主要是关于各个设备、子系统间的接口、协议、应用软件、系统平台等与建筑环境、人员配备、施工如何进行配合和组织管理等方面的问题。系统集成采用了多种集成技术，包括网络集成、功能集成、软件界面集成等。

将分散的各种因素或者单位结合并调和成为一个更加和谐的整体过程，称之为集成。美国信息技术协会（ITAA）对信息系统集成的定义为，它是根据一个复杂的信息系统或者子系统的要求将多种产品与技术验证并接入一个完整解决方案中的过程。

国外许多学者对信息系统集成的研究，大多集中在技术和软件方面上。如 W. Rossack 提出了系统集成的框架结构。他指出，从技术、方法及概念的角度，可以视集成的模型由可重用技术、总体集成和集成结构这三个主要部分组成。基于国内信息系统的现状，国内的相关研究则往往集中在硬件及网络方面上。国外计算机公司的涌入导致多种硬件平台及软件平台的共存，并且各种信息系统在此基础上进行集成时也产生了各种各样的问题。因此，信息系统集成的代名词一时间就变成了实现底层协议上的集成。

在此，对信息系统集成做出的定义如下：信息系统集成是一个过程，它追求整体最优，根据总体信息系统的目标与要求，通过组织、结合、协调或重建多种软硬件产品及技术、现有的分散信息子系统、相应的人员及组织机构，从而形成一个和谐的整体信息系统，能够为组织提供全面的信息支持。

1.1.2 信息系统集成的必要性

组织的需求是信息系统集成的动力。这类组织通常具有如下特点：

- ①有高层领导的支持；
- ②一定的计算机应用基础已具备，或已建立部分业务信息系统；
- ③出于业务扩展、管理决策和组织发展的需要。

以下几个方面体现了系统集成的必要性：

①通过实行系统集成，可以对企业的资源进行统筹规划，提高资源利用的效率。实行系统集成可以将分散式的管理用共享式的数据管理来替代，实现大范围的数据共享，对企业的业务及信息流程进行理顺，对基于 Client/Server 体系的分布式计算信息进行统一的管理，并保证其快速传输，对各级决策环节加以强化，对企业管理方式进行重组（Reengineering），有利于提高企业的综合效益。

②当一个企业建设信息系统时，几乎没有一个厂商能够提供它所需要的全部产品和技术，因此使用多家的产品构成解决方案就成了必然要求。各个信息技术企业仅在它所专长的领域提供产品，比如：Oracle、Informix 等公司在数据库领域各有所长；Microsoft 公司在操作系统和办公自动化领域予以重点关注；3Com、Cisco 等公司的重点在网络平台上；Sybase 公司则专注于开发工具及开发平台方面；Amd 公司与 Intel 公司则致力于 CPU 性能的改善与提升。

③从企业信息系统的安全与发展的角度考虑，通过使用多家信息技术公司的产品，降低了对某个特定供应商的依赖性，更有利于公司的信息安全。

此外，从企业信息体系结构的基本要求的角度来看，它包括：

①信息访问：使用公司网络来访问有效的信息资源及服务，能够以每个人需要的方式将信息从各个信息源中进行集成。

②协同工作：人和计算机在空间（例如设计工程师和生产工程师共同解决一个问题）和时间（例如一个产品生命周期内的不同阶段）上作为一个团体进行合作，知识和信息必须被团队的成员共享，并且对可能冲突的决策能够加以修正。

③监测和自动化：跟踪信息是如何并从哪里得到的，使得影响相应的软件及人员的决策和事件能够被注意到，以便他们采取相应的行动。

④维护一致性：对不同形式的模型及数据中的不一致性进行检测，并采取措施将之消除。

⑤系统集成：为了能够无缝地操作独立开发的软件包，并且使它们使用和维护起来比较方便，就要求这些软件包能够容易地集成到一个框架中。而且，这个框架须提供一个方法，该方法能够使得企业从完全人工操作渐进地移植到人机合作的环境中。

一项称作“90 年代的管理”的研究是由 MIT 开展的，该项研究的调查内容为 IT 应用对各类机构的影响，研究人员从调查中发现：成功的企业在 IT 的应用方式上比事务处理自动化和办公室自动化要先进。由研究结果可知，企业的信息化应用水平可分为以下 5 个层次：

第 1 级，本地化应用。一个企业中的各个部门，如存货、财务、客户记录等，为了实现

单项业务管理的效率化,从而将信息技术相互独立地应用。

第2级,集成化应用。当一个企业应用信息技术进入到成熟期时,他们会意识到需要连接各个独立运行的系统,如通过数据的共享将生产与财务系统集成一体化。

第3级,业务流程重新设计。不是简单地实现已有工作的自动化,而是应用信息技术转变企业的工作方式。

第4级,业务网络重新设计。对企业与企业之间的业务处理过程进行重新设计,即重新设计企业整个供应链的工作流程。

第5级,业务范围重新定义。信息技术应用可以扩展企业的业务范围。为新的市场提供已有的产品或服务,或者为新的或已有的市场提供新的产品或服务。

从第1级到第2级,通常发生在应用信息技术一段时间之后,是一个自然发展的渐进过程。企业在这一阶段一般不具备充分发挥信息技术手段的潜能,因此这个阶段无疑是收益较为缓慢的一个阶段,但在系统建设中该阶段也是不可逾越的关键阶段,能够为以后各阶段的成功实施建立坚实的基础。第3、第4和第5级注重工作任务与工作流程,不是在现有的工作方式上应用信息技术,而是注重将信息技术手段支持新工作方式的能力发挥出来,这一阶段是革命性的变化。

由此可见,系统集成是企业信息体系结构的基本要求之一,而且信息系统的有效集成是企业信息化成功实施的基础,它不仅是企业信息技术应用的发展与成熟,更是以后企业重组业务流程的有力保障。

1.2 信息系统集成平台的建设

信息系统集成平台将主要实现以下内容:

①建立一个集中式管理的、统一标准的业务数据库。在信息化的基础上,对现有系统的各种业务软件和数据进行充分利用,与进一步开发的各系统结合,以底层数据为基础,建立统一、标准的基础数据库,进而实现对业务数据集中、统一的管理与维护。

②构建一个集成信息平台,它支持对具体领域、行业的日常业务的处理及监督控制。

③在信息集成平台上建立多业务系统。

④通过建立信息平台化的内网网站,形成部门服务的综合平台,并把网站的建设整合到集成信息平台中。

⑤在信息集成平台的基础上,采用资源分配、权限控制和工作流等技术建立一个跨系统的协同管理办公机制。

⑥在数据集成及整合的基础上,通过知识发现与数据挖掘技术为领导决策提供科学的、可靠的支持。

1.3 信息系统集成的组成

系统集成由设备系统集成和应用系统集成组成。

(1) 设备系统集成

设备系统集成（硬件系统集成）为了与机电设备安装类的弱电集成区分开，在大多数场合简称为系统集成。它的目的是在组织机构内搭建信息化管理支持平台，对相关设备及软件进行集成设计、安装调试、界面定制开发与应用支持，且该过程需要利用以下几个技术：通信技术、楼宇自控技术、综合布线技术、网络互联技术、网络安全技术、安全防范技术、多媒体应用技术等。

(2) 应用系统集成

应用系统集成（Application System Integration）为用户提供了一个全面的系统解决方案，它从系统的高度为客户需求提供一种应用的系统模式，并提供具体的技术解决方案与运作方案用以实现该系统模式。因此，应用系统集成又称为行业信息化解决方案集成。

1.3.1 硬件集成

各个子系统通过硬件设备连接起来，例如，广域网是通过路由器来连接的。

1.3.2 软件集成

异构软件的相互接口是软件集成所要解决的问题。

1.3.3 数据和信息集成

数据和信息集成是系统集成的核心，是在硬件集成和软件集成的基础上建立的，通常要解决的信息系统集成问题主要包括以下几个：

- ①对数据和信息进行合理规划；
- ②减少数据的冗余；
- ③更加有效地实现信息共享；
- ④对数据和信息的安全保密加以确保。

面对众多繁杂的信息和复杂的系统，信息集成的具体实践需要有一定的方法和理论作为指导，系统论、知识组织理论、信息集成原则、信息集成模式等是目前国内较为关注的理论方法。

①系统论是在系统的形式中对对象加以考察，对信息化实践的指导是从系统的角度进行的，考察与优化从整体性、关联性和优化性的角度出发，系统论作为由各个具体资源整合而成的信息集成体系的理论基础，具有重要的现实意义。

②知识组织理论优化了知识库结构，以期加强知识利用及创新能力，它揭示了知识的本质以及知识间的关系；为了实现资源在不同资源和系统间的共享，并发掘知识内涵以及具有内在关联的信息链与知识链，知识组织在整合异构数据时侧重以元数据为描述格式；在建立

数据仓库、数据挖掘和知识发现等技术的基础上,知识组织能够实现更多功能,如对异构信息的转换、过滤、提取、整合等操作;知识抽取和智能处理,按照特定的方式表示信息资源,并将信息资源以知识内容特性进行聚集等。不论从形式、技术、组织对象、组织方式哪一个角度来看,这一切都表明应该在知识组织理论的基础之上对数字资源进行整合。

③信息集成原则:整体性原则(系统性原则)保持了资源对象学科的完整性;连续性原则(开放性原则)确保了资源集成的发展性与不间断性;针对性原则(专指性原则)强调了满足特定用户的需求是集成的目的;科学性原则是针对集成对象、内容及方式的科学性;层次性原则强调了集成的结构性和多维性;优化性原则是通过运用技术手段和方法对组织的结构及功能进行优化。

④信息集成模式包括:分析模式,即在分析原始信息时,利用一系列定量或者定性分析模型得到结论性或咨询性的信息;组织模式,即将信息按照结构特性组织在框架结构内;关联模式,即将有关信息按信息内容间的相邻性集成在一起;综合模式,即从信息中提取出相关内容并重新组织为新的信息。

1.3.4 技术与管理集成

经济效益是企业的核心问题,因此,系统集成的重要内容是使各部门协调一致地工作,最终做到产品生产、市场销售以及管理的高效运转。

1.3.5 人与组织机构集成

提高每个人及每个组织机构的工作效率,是系统集成的最高境界,系统集成能够提高企业管理水平以及管理效率。

系统集成是一种系统的思想、方法和技术,它将多种软件和硬件技术、各个单独的信息系统通过人的作用进行重新优化和组合,进而形成一个统一的系统,而不是哪一种计算机软件系统或硬件系统。人的集成是系统集成的灵魂,没有人的集成,再好的软硬件系统也只是—个空壳或者摆设。

系统集成涉及各类人员:原系统开发及维护人员,系统集成人员,各级管理者(用户)以及高级决策层。

①原系统开发及维护人员。对原系统的修改、扩充及重建往往是系统集成涉及的内容,因此原系统的开发人员和系统集成人员的相互理解与密切配合就显得十分重要。

②系统集成人员。系统集成人员在集成的过程中起主导作用,他们是集成的组织者和实施者。原系统的开发人员也可能是其中的一部分,但新的系统集成的使命要求他们看待原系统必须站在整体的角度。

③各级管理者。从系统集成的需求分析到方案设计,再至集成系统的实施,从始至终都需要各级用户的配合与协作。各级管理者是集成系统的最终用户。

④高级决策层。集成过程中要调整机构,制订相应的规章制度,要将传统的数据或者部门所属的观念打破,并且需要资金的保证,这一切都离不开高级决策层的支持。因此,高级

决策层的支持是系统集成的重要保证。

人员的培训与教育。企业全体员工都需要参与到系统集成中。要在组织范围内树立企业整体的、集成的观念。信息不是部门的私有物，而是企业的共同资源，要取之于民，用之于民。

集企业各个机构、各类人员以及各种资源是一体的，协调运作的系统就是最终的集成系统。

1.4 信息系统集成的框架体系

信息系统的集成框架体系如图 1.1 所示，其中包含了信息系统集成的关键技术：数据库技术、数据采集技术、中间件技术、计算机网络技术、公共信息平台技术等。

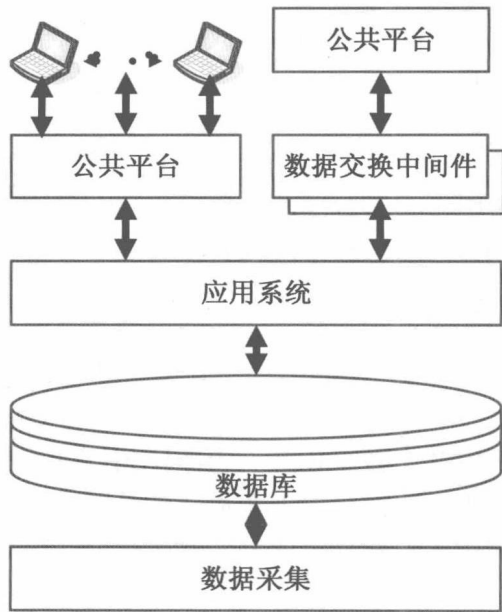


图 1.1 信息系统集成框架体系

1.5 信息系统集成的特点

系统集成能够将系统的有机构成、系统的完整性、系统的效率、系统的灵活性等最大限度地提高，且能对系统的复杂性进行简化，并最终将一套完整的、切实可行的解决方案提供给企业。

最优化的综合统筹设计是系统集成的本质，整体性能最优是系统集成所要达到的目标，即所有部件和成分集成在一起后不但能工作，还要保证全系统是高效率的、低成本的、性能匀称的、可扩充及可维护的系统。对于一个大型的综合计算机网络系统，它的系统集成不仅包括不同厂家产品选型与搭配的集成，还包括计算机硬件、软件、操作系统技术、网络通信

技术、数据库技术等集成。

可由定义得出信息系统集成的三个主要特征：

- ①在原有系统或已有技术的基础之上进行结合及协调；
- ②具有整体且一致的目标，即建立统一的信息系统；
- ③人的集成在多种意义上的集成中占主导地位。

总之，信息系统集成涉及硬件和软件等技术问题，但绝不只是技术问题，而是一种系统的思想和方法。可以这样说，信息系统集成的目标是对信息的集成，其技术基础为平台的集成，其结构为功能的集成，其根本保证为人的集成。集成化的信息系统能够为组织的各级决策者提供及时且准确、一致而适用的信息。

信息系统集成的特点如下：

- ①信息系统集成的根本出发点是满足用户的需求；
- ②信息系统集成要选择最适合用户需求以及投资规模的产品和技术，而不只是简单地选择最好的产品；
- ③信息系统集成是技术含量很高的综合行为，而不是简单的设备供货，它更多地体现了策划、组织、优化、设计、调试与开发；
- ④信息系统集成是一项综合性的系统工程，包含了技术、管理和商务等方面，信息系统集成工作的核心是技术，而信息系统集成项目能够成功实施的可靠保障则是管理和商务活动；
- ⑤在评价一个信息系统集成项目的设计是否合理及实施是否成功时，性能价格比的高低是一个重要的参考因素，因此，信息系统集成应将成本和效益因素纳入考虑范围。

本章小结

本章首先介绍了信息系统集成的定义及必要性，信息系统集成是一个过程，它追求整体最优，根据总体信息系统的目标与要求，通过组织、结合、协调或重建多种软硬件产品及技术、现有的分散信息子系统、相应的人员及组织机构，从而形成一个和谐的整体信息系统，为组织提供全面的信息支持。其次介绍了信息系统集成平台主要实现的内容。再次对信息系统集成的组成进行了介绍，信息系统集成不是单纯的硬件或软件的技术问题，它涉及了硬件集成、软件集成、数据和信息的集成、技术与管理的集成以及人与组织机构的集成。最后介绍了信息系统集成的框架体系及特点。