



管理科学与工程前沿译丛

 Springer



Cloud Computing for Logistics

云计算 在物流体系中的应用研究

[德]迈克尔·腾·霍姆佩尔(Michael ten Hompel)

[德]雅各布·瑞霍夫(Jakob Rehof) 主编

[德]奥利弗·沃尔夫(Oliver Wolf)

李顺喜 吴超仲 刘冬梅 译

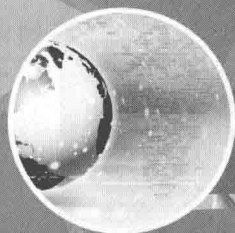
 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



管理科学与工程前沿译丛



Springer



Cloud Computing for Logistics

云计算 在物流体系中的应用研究

[德]迈克尔·腾·霍姆佩尔(Michael ten Hompel)

[德]雅各布·瑞霍夫(Jakob Rehof) 主编

[德]奥利弗·沃尔夫(Oliver Wolf)

李顺喜 吴超仲 刘冬梅 译



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

云计算在物流体系中的应用研究 / (德) 迈克尔·腾·霍姆佩尔, (德) 雅各布·瑞霍夫, (德) 奥利弗·沃尔夫主编; 李顺喜, 吴超仲, 刘冬梅译. —北京: 北京理工大学出版社, 2016. 5

(管理科学与工程前沿译丛)

书名原文: Cloud Computing for Logistics

ISBN 978-7-5682-2415-4

I. ①云… II. ①迈…②雅…③奥…④李…⑤吴…⑥刘… III. ①计算机网络-应用-物流-研究 IV. ①F253.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 123700 号

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2016-0442

Translation from the English language edition:

Cloud Computing for Logistics

edited by Michael ten Hompel, Jakob Rehof and Oliver Wolf

Copyright © Springer International Publishing Switzerland 2015

Springer International Publishing AG is part of Springer Science + Business Media
All Rights Reserved

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)
(010) 82562903 (教材售后服务热线)
(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京通州皇家印刷厂

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 11.75

字 数 / 210 千字

版 次 / 2016 年 5 月第 1 版 2016 年 5 月第 1 次印刷

定 价 / 64.00 元

责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 封 雪

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

前言

物流目前正处于一个复杂的阶段：全球化不断增强，网络化程度呈几何级数增长，“批量规模”已经成为现实。物流的数据量正在以每10年1000个因素的速度增长。与此同时，物流系统和过程的稳定性正在减弱。因此，关于供应链管理的柔性化的必要性没有任何争议。

当前，云计算正在发挥着“快刀斩乱麻”的作用。作为一个系统环境，云计算拥有潜力去设计特定程度的复杂性，并兼具处理的灵活性，它不仅仅是新的应用或市场，更是关于物流系统颠覆性的设计。云计算还可以提升这些系统控制和组织方面的能力。

弗劳恩霍夫应用研究促进协会的创新集群——“基于云计算的物流”，是一个不平凡的例子，它表明：可以通过物流和信息，为创新驱动发展提供力量。物流商城创造了市场和基础设施，以帮助供应商和用户来测试云计算的可能性。对于其用户，物流商城将确保云计算在物流意识上不仅仅是一个“云”，更是推进物流公司发展的解决方案。

物流无疑是信息技术（IT）最重要和最具创新性的应用行业之一：它已经内化并推进了云计算，因为它很早就意识到了互相连接的便利。然而，正如德国物流协会（BVL）的基础文件《物流和IT的创新驱动企业所在地：德国——物流信息技术的新的领导作用》指出的那样，云计算的潜力远没有被发掘出来。弗劳恩霍夫物料流和物流研究所（IML）和软件及系统技术研究所（ISST）正在应对这些挑战，并捆绑它们的能力用于弗劳恩霍夫创新中心物流和IT（FILIT）的研究。

资助感谢：

北莱茵-威斯特法伦州（德国）科技创新厅（部）
弗劳恩霍夫协会（德国弗劳恩霍夫应用研究促进协会）

迈克尔·腾·霍姆佩尔
雅各布·瑞霍夫
奥利弗·沃尔夫

2014年12月

目 录

第1章 物流相关的 ERP, WMS, TMS 和 SCM 软件系统和功能概述 / 1

- 1.1 介绍 / 1
- 1.2 系统的定义 / 2
 - 1.2.1 ERP / 2
 - 1.2.2 WMS / 3
 - 1.2.3 TMS / 4
 - 1.2.4 SCM / 6
- 1.3 系统的要求 / 8
 - 1.3.1 物流的要求 / 8
 - 1.3.2 技术的要求 / 8

参考文献 / 9

第2章 物流 App 商城——物流云平台 / 10

- 2.1 介绍 / 10
- 2.2 物流领域的云计算 / 11
 - 2.2.1 物流云服务的要求 / 12
 - 2.2.2 实现短时响应 / 13
 - 2.2.3 云计算物流的认可度 / 14
- 2.3 物流 App 商城 / 14
 - 2.3.1 前景 / 14
 - 2.3.2 概念 / 15
 - 2.3.3 物流 App 商城的组件 / 17
 - 2.3.4 App 集成接口 / 20

2.4 结论 / 21

参考文献 / 21

第3章 运用实例定性分析物流云计算市场 / 23

- 3.1 介绍 / 23
- 3.2 新标准 / 24
- 3.3 现状 / 24
- 3.4 采用云计算 / 25
- 3.5 云计算在行动 / 25
- 3.6 公众的认知 / 26
- 3.7 公共云和私有云 / 26

- 3.8 当前困难 / 27
 - 3.8.1 资源利用不充分 / 27
 - 3.8.2 服务水平协议(SLA)和统一标准未达成 / 27
 - 3.8.3 数据保护和安全问题 / 27
- 3.9 云计算的用户 / 28
- 3.10 物流云计算 / 28
- 3.11 物流云计算新概念: 弗劳恩霍夫创新集群的物流云计算 / 30
- 3.12 实证分析的结果 / 31
- 3.13 机遇和风险 / 33
- 3.14 结果 / 35
- 3.15 结论和展望 / 35
- 参考文献 / 36

第4章 基于IT架构的物流云服务应用平台 / 39

- 4.1 介绍 / 39
- 4.2 业务架构 / 40
 - 4.2.1 业务战略 / 40
 - 4.2.2 组织 / 41
 - 4.2.3 业务流程 / 41
- 4.3 设计和执行决策 / 42
 - 4.3.1 设计决策 / 42
 - 4.3.2 执行决策 / 42
- 4.4 物流云服务应用平台(阶段一) / 43
 - 4.4.1 逻辑架构 / 43
 - 4.4.2 技术架构 / 45
 - 4.4.3 表示层 / 46
 - 4.4.4 服务层 / 47
 - 4.4.5 存储层 / 48
 - 4.4.6 执行 / 48
- 4.5 物流云服务应用平台(阶段二、三) / 50
 - 4.5.1 物流云服务应用平台总线 / 51
 - 4.5.2 物流云服务应用平台网关 / 52

4.6 总结 / 53

参考文献 / 54

第5章 面向不断变化的物流需求而开发的业务应用程序服务介绍 / 55

5.1 介绍 / 56

5.2 物流需求 / 56

5.3 物流 App 商城具体要求 / 58

5.4 业务应用程序架构方法 / 58

5.4.1 应用实例 / 59

5.4.2 层 / 59

5.5 物流 App 商城基础设施间的通信 / 62

5.6 应用程序生命周期 / 64

5.6.1 开发阶段 / 65

5.6.2 物流 App 商城验证阶段 / 65

5.6.3 部署阶段 / 66

5.6.4 执行阶段 / 66

5.6.5 取消部署/终止阶段 / 66

5.7 结论 / 66

参考文献 / 67

第6章 基于物流业务对象的商业与 IT 技术无缝互操作物流信息系统 / 68

6.1 介绍 / 69

6.2 BO4L 物流业务对象模型 (BO - model) / 70

6.2.1 目标 / 70

6.2.2 BO 模型的设计 / 73

6.2.3 域模型开发方法 / 78

6.2.4 技术模型的开发方法 / 79

6.2.5 模型管理 / 80

6.3 通过 BO 模型缩小商业与 IT 技术之间的差距 / 84

6.3.1 水平 IT 差距: 典型的应用沟通 / 84

6.3.2 垂直数据差异: 域模型映射到技术模型 / 87

6.3.3 垂直行为差距: 预执行活动过程模型 / 89

6.3.4 缩小差距: 过程建模的转移范例 / 91

6.4 软件组件无缝集成 / 94

6.4.1 BO 实例库 / 94

6.4.2 BO 元数据存储库 / 97

6.5 背景及相关工作 / 98

6.5.1 业务对象 / 98

6.5.2 弥合商业和 IT 的差距 / 100

6.6 结论 / 102

参考文献 / 103

第7章 云业务流程管理面临的挑战 / 107

7.1 介绍 / 108

7.2 云业务流程管理 (CBPM) / 110

7.3 物流流程设计器 (LPD) / 112

7.3.1 LPD 的结构 / 112

7.3.2 建模的一个基本例子 / 120

7.4 相关工作 / 121

7.4.1 商业厂商的云 BPM / 121

7.4.2 云的 BPM 开源产品 / 122

7.4.3 云 BPM 的学术解决方案 / 122

7.5 未来的工作和结论 / 123

参考文献 / 124

附录 英文专业术语释义 / 127

后记 / 177

第 1 章

物流相关的 ERP, WMS, TMS 和 SCM 软件系统和功能概述

安德烈亚斯·纽特斯特, 蒂姆·戈本, 马库斯·维萨特,
迪特马尔·尔宝, 简斯·斯科尔博姆

摘 要: 软件系统是当前物流的重要组成部分, 包括 ERP (企业资源规划) 系统、WMS (仓库管理系统)、TMS (运输管理系统) 和 SCM (供应链管理) 系统。本章提供了关于这些软件系统定义、典型功能的概述以及当前物流和技术要求的简单介绍。

关键词: 物流软件; ERP; WMS; TMS; SCM

1.1 介 绍

物流分析和物流模型中商品、人员和信息的流通几乎涵盖所有经济系统, 并为流通的设计和实现提供建议。因此, 研究的重点是基于经济、环境和社会目标对网络和流通进行布局、组织、控制和管理。

物流软件系统在本文中被定义为用来支持物流任务 (指软件和数据) 的

安德烈亚斯·纽特斯特 (✉)

弗劳恩霍夫物料流和物流研究所, 多特蒙德, 德国

e-mail: andreas.nettstraeter@iml.fraunhofer.de

系统，它包括在整个物流供应链中的规划和预测工具。它涵盖了从内部物流到物流运输供给的供应链管理的所有物流领域。在这些领域中典型的软件系统有企业资源规划（ERP）系统、仓库管理系统（WMS）、运输管理系统（TMS）和供应链管理（SCM）系统。

ERP，WMS，TMS 和 SCM 之间的整体联系和信息流如图 1 所示。SCM 并不局限于一家公司，还应用于跨国公司之间的供应网络中。ERP 和 WMS，TMS 一样，是公司的基础。SCM 和 ERP 之间的区别变得越来越模糊。现今许多 ERP 都支持多站点并提供跨站点的规划和处理功能，因此可用于供应链管理。

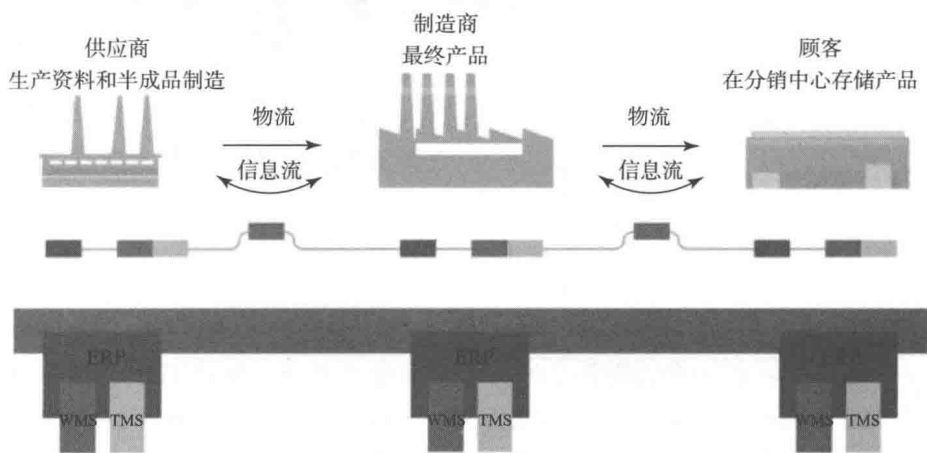


图 1 ERP，WMS，TMS 和 SCM 之间的联系和信息流

1.2 系统的定义

1.2.1 ERP

20 世纪 90 年代，具有多功能的 ERP 主要应用于大型公司的一些部门。小型和中型的公司使用专家决策支持系统来完成资源规划、生产、仓库管理和财务管理。随着硬件和软件成本的降低，完全集成的 ERP 对于中小企业来说不再是可望而不可即。近年来 ERP 获得了越来越多的扩展功能，许多以前分散的专家决策支持系统整合进 ERP。今天，ERP 是一个全面规划、协调和管理全公司任务的工具。其优点在于可以有效利用公司现有的资源（如资金、人力和信息资源）。除了在物流中的应用（如库存管理或部署），ERP 涵盖了一家公司的几乎所有功能，例如财务、会计、管理、制造、研发。现代的 ERP 能够

适应不断变化的业务流程,同时必须采用开放的技术标准以便能转变为灵活的软件解决方案。图2显示了典型ERP的关键功能和扩展功能。

	市场	客户管理	框架合同	供应商评估	订单进度	货物收据	仓库及仓库控制
关键功能	报价和订单管理	物料规划	电子采购	订单和生产能力规划	多站点/多公司	航运	
扩展功能	销售	需求规划	采购	生产	仓库管理	批量控制和可追踪性	
相关过程测试	研究和开发	质量管理	客户服务	人力资源	财务会计	库存控制	
文件管理	文本数据	主要数据	备件	工资	控制	性能指标	
运输管控	串行控制	测试计划和检测说明书	回收	人力资源发展	报告	计划和控制	

图2 典型ERP的关键功能和扩展功能

ERP的市场包括超过200个供应商,但不是每个供应商都提供了一个自主开发的ERP。ERP的市场可以分为以下几类:

①软件开发商:开发和销售自己的产品,并对所有的技术和功能特性负责。

②经销商:作为软件开发商的合作伙伴销售ERP给客户。经销商在细分市场中很强劲,而在这个细分市场中软件开发商并不分销和出售自己的ERP。

③配套的供应商:也与软件开发商致力于通过行业专用模块或功能来扩展软件系统的功能范围。对于用户来说这个所有功能集成的兼容环境是一个很大的便利。

④执行合作伙伴:支持为客户在ERP中实施服务。也有软件开发商、经销商和配套供应商同时互为执行合作伙伴。

1.2.2 WMS

20世纪70年代以来,仓库和库存管理方面的软件系统日益被用于支持物流流程。最初,这些系统是用于管理数量(存储或箱)和位置以及它们之间关系的系统^[1]。附加的功能可以管理运输工具,因此,WMS起初作为库存管理系统。

在节省了主要的潜在物流,特别是仓储方面的成本后,WMS不再只是管理库存的系统,而是具有卓越的优化和管理功能的集成软件系统。



因此，今天的 WMS 具有控制、监测、优化复杂的仓储和分销系统的功能，仅次于管理数量和存储位置或控制以及安排运输方式的基础功能。运用综合的方法和工具来监督系统的状态，是现代仓库管理的功能范围，也是一种精选的业务和优化策略。因此，WMS 的业务是对实地仓储系统的运作和优化。

因为客户不断要求更多功能以实现降低仓库成本的目的，所以 WMS 供应商不断地扩大软件系统功能的范围。其结果是，现在的 WMS 越来越多地提供了一些原本属于 ERP、SCM 和 TMS 的功能，如整个订单的执行，支持所有进程中的接收、发送信息和控制面板。进一步的功能通常越来越多地属于标准的现代 WMS，包括行程和路线的规划、供应商的库存管理以及在多客户端方案案例中的计费 and 增值服务。这些核心和附加的功能（图 3）靠可选择的子系统（插件）信息的交流与采集（如通过光、声音来控制）或者系统自身来识别产品（如射频识别设备、手持设备）。

	最佳日期前的管理	危险材料的管理	资源规划	增值服务	供应商库存管理
关键功能	订单处理	订单释放	主数据	顾客	
扩展功能	入库（入境）	存放	仓库控制	序列号	
双/多深度的储存	航运（出境）	检索	订单分拣	批号	
运输方式	存货盘点	信息系统	库存管理	多客户端能力	
回收	叉车控制系统	码头/堆场管理	多仓库功能	空箱和装载设备管理	

图 3 典型 WMS 的关键和扩展功能

1. 2. 3 TMS

之前，以 IT 为基础的 TMS 已经在外部应用，运输相关的物流通常是借助运输和物流服务提供商的软件来进行。为了防止更多的复杂问题出现，路径规划软件被加以应用。就运货商而言，社会物流对部分托运人的外部物流简单的功能要素覆盖在过去的 ERP 中。

20 世纪 90 年代末，由于全球紧密相连的物流链日趋复杂，出于管理这些复杂系统的需要，复杂的运输链得以发展，这些系统被称为 TMS。由这个系统产生的任务包括规划、优化采购和分销结构，考虑到成本或时间的限制，对多

式联运运输链或交付运输进行优化、控制和实时监控。通过远程通信业务实现移动单元的整合（运输方式、装卸的辅助装备等）是传递的结果。

TMS 一般具有规划、控制和监测以及优化运输网络和物流链的功能。这些系统的基本功能是对订单的管理、调度、运输规划和优化、跟踪和追踪车队及资源管理，参见图 4。

	文件管理	商业智能	多式联运 运输链管理	厂区监控	远程 信息联系 处理环节
关键功能		客户管理	工作流程 管理	人力资源 管理	路径规划
扩展功能		订单管理	时间安排	运输规划/ 优化	导航
	供应链事件 管理	跟踪/追踪	车队和资源 管理	运费管理	附件处理 管理
	报价管理	装载空间 规划/优化	交通战略 规划	主数据	回收管理
	基本协议 管理	条件和进料 建模	司机工作 时间管理	位置管理	访问控制

图 4 典型 TMS 的关键和扩展功能

运输管理系统在市场上已经存在了数年，企业提供的运输管理解决方案可以分为以下几种：

①纯粹的运输管理软件开发商提供自己的产品或结合其他软件元素进行扩展。一方面，专业化的软件解决方案被认定为一个特定的行业；另一方面，它也出现在正在发展的企业中。因此，发展中的企业与供应商一起合作，组成销售伙伴来卖给特定的客户。

②销售合作伙伴更多地以服务为导向，完全集中地关注运输管理。此外，还有一些所谓的经销商不但销售软件还提供咨询服务。这使得该群体可以提供大范围的不同产品——从纯粹的道路上的解决方案到运输方式的结合——分别具有不同的功能。这也是其能变得非常灵活且能提供广泛功能的原因。

③供应商也可以描述为一个上述类型的组合。供应商通常是一些中型或大型的企业，拥有自己的发展规划部门以及运作良好的销售部门。对于 TMS 来说，这个群体是应当关注的焦点，供应商们正在开发和实现直接的软件解决方案，还提供顾客咨询。

另外，大的供应商提供的产品范围和功能范围往往比小企业的更广。而

且,这个供应商群体能够进一步开发超过系统界面的软件解决方案,如 ERP, WMS,也能够给大客户提供一个完整的方案。直到现在,能提供 ERP, WMS,还能提供 TMS 的企业数量还是有限的。然而,考虑到目前的扩展情况,一些 ERP 供应商也在逐渐向 TMS 发展。在大多数情况下, TMS 功能范围的扩大会显著提高整个系统成本。

由于市场上有各种各样的产品,因此无论大小企业都可以找到合适的 TMS。

在运输密集型行业中,软件解决方案的应用是十分重要的。在过去的几年中,由于对运输方案的需求, TMS 有了很大的发展。这就意味着 TMS 几乎是不可或缺的。在这方面,用户的目标是趋同的。高效节约资源、成本和优化订单管理,已经逐渐成为终极目标。规格上的差异主要和企业大小及相关范围的订单有关。

TMS 供应商的关键能力,涉及规划、优化采购和经济生态的最低成本分销结构。然而,系统在功能范围和技术基础上也存在不同之处。尤其是更大的供应商在系统中会提供更具有战略规划元素的功能。仅有很少的系统提供一些跨行业的功能(如运输成本管理或规划)。

TMS 的复杂性在于多种框架结构和限制条件的集成。同时开放的全球运输网络也在显著增加部分 TMS 开发者的竞争压力,以至于开发者们特别注重不断开发自己的系统。

过去几年的市场发展表明,要专注于发展 TMS 以满足新的需求。最近发现一个新的趋势是多式联运。即使是复杂的欧洲范围的运输链以及拥有不同运输方式的全球运输链,也都期望着对规划和控制的支持,就像道路运输一样。在这种背景下,多式联运运输和物流链的生态评估扮演着重要的角色。

1.2.4 SCM

SCM 涉及组织间的生产和物流网络。供应链的概念在某种程度上是有一定偏差的,因为 SCM 不仅仅是入厂物流,更是“用来满足客户需求的所有阶段的商业活动”^[2]。区别于单一供应或分销链,SCM 涵盖所有网络,因此,价值网络的概念是更加合适的。相似地,SCM 的组织范围的定义,在实际和科学文献中是不同的。一种观点是,SCM 整合了所有物流规划和执行采购、生产以及配送单一厂家的产品的任务;另一种观点在学术论文中极为常见,它认为 SCM 包括所有的采购、运输、生产和分销活动,即不同企业从原材料供应商跨越到最终客户的网络,其中也包含回收和售后服务。

SCM 概念的不同,导致出现各种各样 SCM 软件的定义。一个极端的立场

是, SCM 必须涵盖所有物流规划, 在跨企业的生产和物流网络中执行任务。然而, 在 SCM 软件市场中, 是没有这样的软件解决方案存在的。尽管有一些软件厂商提供整个工作任务的计划和执行的解决方案, 但这些系统不能跨企业应用。秉着务实的态度, 我们推荐这样一个关于 SCM 的概念, SCM 是对组织内外的物流以及信息流的设计、规划和执行。基于此, 我们提出一个任务模型, 它包含 IT 技术支持的所有活动, 并应用于生产和物流网络的管理 (图 5)。这个系统可以更进一步地分为三个主要部分: SCD、SCP、SCE。第一组服务于网络的设计——供应链设计 (SCD) 涵盖了选址规划等一些事情, 其中选址规划包括运输系统设计和仓库大小设计的问题, 而这些取决于客户的需求和生产能力。供应链规划 (SCP) 包括给一个指定的网络规划工作; 基于客户的需求, 生成整体采购、制造和分销计划。此外, 一些 SCP 根据客户和供应商的合作需求和产能规划, 提供一些特性。可承诺的功能是在供应链层面上用于到期的客户查询。SCM 功能的最后部分被称为供应链执行。除了供应链项目管理, SCE 的功能和 ERP, TMS, WMS 软件系统的功能有所重叠 (图 5)。这种 SCM 工作模型的最初版本是专门为 1998 年到 1999 年 SCM 软件市场的对比研究而开发的, 主要修订是在 2003 年。由此产生的 SCM 系统软件的模型包括典型模块和基于国际范围的供应链运作参考模型 (SCOR)。

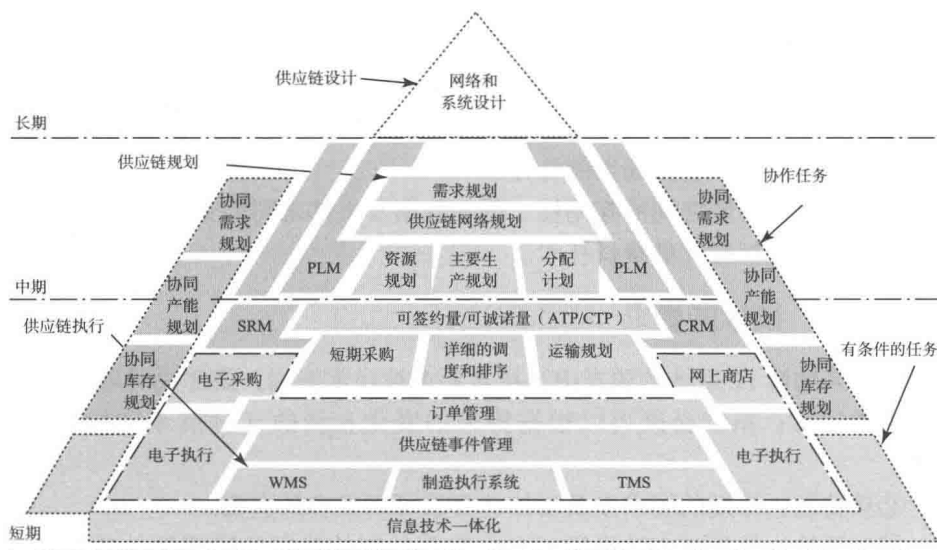


图 5 典型 SCM 的关键功能和扩展功能

1.3 系统的要求

当前物流系统的发展表明,现代信息技术越来越多地被应用到物流的各个领域。只有通过这样的紧密结合,物流的复杂性问题才能够得到处理,现在只有少数物流公司能够在离开 IT 系统的情况下高效运行。软件解决方案和错综复杂的应用领域一样多。然而,无论是从客户的角度还是从软件开发商的角度来看,使用 IT 技术都存在许多困难;还有很多障碍置于用户和供应商之间,从用户和供应商的视角来看,两者对 IT 在物流之中的使用有相反的观点。下一节将会给出一个关于用户对物流软件系统要求的简短概述。此外,许多技术发展的趋势会使它们找到合适的方法融入物流 IT 系统中,这些内容将在 1.3.2 节中涉及。

在 2015 年的 208 个物流软件的用户和软件开发商的调查问卷中,其中有 10 个要求是最为重要的^[3]。这些要求被分成了两组,系统特定的物流需求和全球的技术要求。物流方面的要求如下:

1.3.1 物流的要求

①提高规划和控制物流过程中对商品的生产和运输的准时性。这可以通过使用更精确的调度方法和现代的识别系统来实现。

②创造足够强大的物流系统,使其能够在遇到错误或者不可预见的意外事件时继续运作。可能的解决方案是需要一个预期的系统,它要有充足的可测量资源,一体化仿真和替代场景的计算。

③加强不同系统之间的互用性,例如数据及文件之间的交换。这需要紧密结合的开放式或标准化的接口技术。

1.3.2 技术的要求

在未来物流 IT 系统的调查中,技术要求被经常提到,简要说明如下:

①柔韧性:系统必须可以根据将来的变化和新的(目前未知的)要求扩展。

②独特性:常规的要求以及增加的要求可以很容易实现。

③灵活性:软件应直接可用,而不需要长期的执行阶段或额外的 IT 基础设施。

④开放/标准化接口:软件应该使用公共和开放的接口与其他系统进行信息交换,这样可以使其他系统即使没有集成一体化也可以连接。

⑤低成本：资本和运作成本必须最小化。

⑥直观的人机界面：图形化的人机界面应该是一目了然和易于理解的。

⑦可用于移动设备：该软件应该可以通过公司外部的移动设备访问，如智能电话或平板电脑等。

这些要求使得物流软件系统的开发商不得不关注于当今科技发展的趋势，以便可以找到满足这些要求的解决方案。

参考文献

- [1] ten Hompel, M., Schmidt, T.: Warehouse Management. Organisation und Steuerung von Lagerund Kommissionier systemen. Springer, Berlin (2008).
- [2] Supply Chain Council: SCOR 10.0 Model Reference. Supply Chain Council, Cypress (2010).
- [3] ten Hompel, M. (ed.): IT in der Logistik. DVV Media Group, Hamburg (2012).