

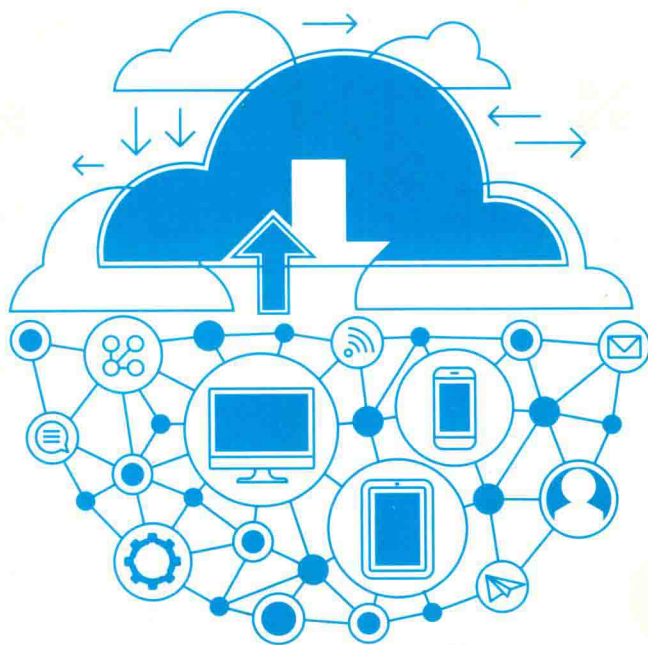
YUNZHIZAO
LILUN TIXI JI
SHIJIAN YINGYONG

云制造

理论体系及实践应用

李 强 闫洪波

著



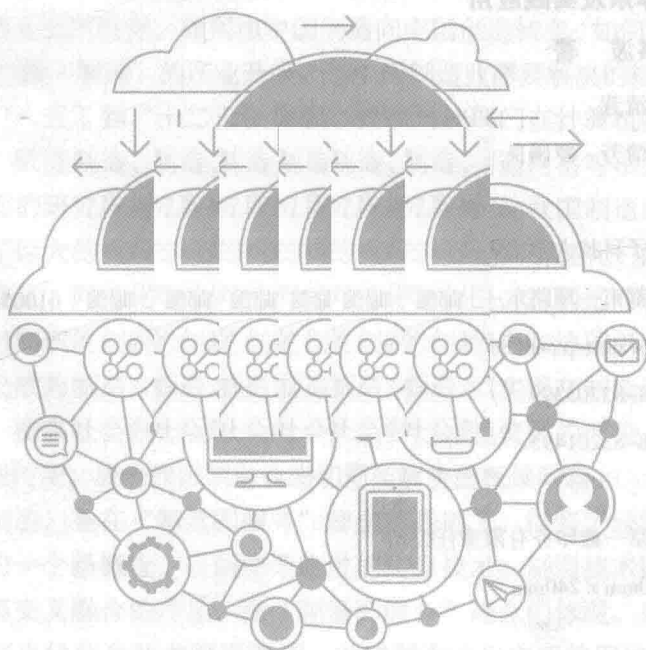
电子科技大学出版社

University of Electronic Science and Technology of China Press

云制造

理论体系及实践应用

李 强 闫洪波 著



电子科技大学出版社

University of Electronic Science and Technology of China Press

图书在版编目(CIP)数据

云制造理论体系及实践应用/李强, 闫洪波著. -- 成都:
电子科技大学出版社, 2017.12
ISBN 978-7-5647-5368-9

I.①云… II.①李…②闫… III.①计算机网络-
应用-制造业-研究 IV.①F407.4-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第288848号

云制造理论体系及实践应用

李 强 闫洪波 著

策划编辑 周清芳

责任编辑 周清芳 罗国良

出版发行 电子科技大学出版社

成都市一环路东一段159号电子信息产业大厦九楼 邮编 610051

主 页 www.uestcp.com.cn

服务电话 028-83203399

邮购电话 028-83201495

印 刷 北京一鑫印务有限责任公司

成品尺寸 170mm × 240mm

印 张 18

字 数 340千字

版 次 2018年5月第一版

印 次 2018年5月第一次印刷

书 号 ISBN 978-7-5647-5368-9

定 价 65.00元

版权所有, 侵权必究

序 言

制造业是国民经济重要的组成部分，也是一个国家工业发展的战略性支柱产业。中国制造业产值虽然跃居世界第二位，但是“中国制造”的总体水平仍处于国际产业价值链的低端。产品的创新水平和附加值较低，并且严重依赖资源的投入。所以，如何解决我国制造业在发展过程中的难题就成了关键，如何由传统的生产模式向制造服务型转变，如何由制造业大国向制造业强国转变，如何由中国制造向中国创造转变，如何实现“制造－质造－创造－智造”的产业升级，是中国制造业需要解决的核心问题。

由“八五”到“十二五”期间，我国科技部门在计算机集成制造、并行制造、敏捷制造、虚拟制造、网络化制造、制造网格等相关的制造业信息化方面的研究取得了很好的应用效果，对于推动我国制造业的信息化发展做出了巨大的贡献。然而，随着制造业信息化向智能化、绿色化、数字化、集成化、网络化、服务化、敏捷化方向发展，特别是对于制造的服务能力、对知识的创新能力、对各类制造资源的聚合和协同以及对资源环境的友好已成为制造业发展需要考虑的问题。如何实现在制造过程中减少资源浪费，提高社会制造资源利用率，减少对环境资源的污染，实现制造业向服务型转变，成为我国制造业迫切需要解决的瓶颈问题。

云制造，是在“制造即服务”理念的基础上，借鉴了云计算思想而发展起来的一个新概念。云制造是先进的信息技术、制造技术以及新兴物联网技术等交叉融合的产品，是“制造即服务”理念的体现。采取包括云计算在内的当代信息技术前沿理念，支持制造业在广泛的网络资源环境下，为产品提供高附加值、低成本和全球化制造的服务。

云制造为制造业信息化提供了一种崭新的理念与模式，云制造作为一种初生的概念，其未来具有巨大的发展空间。对于云制造的研究与实践工作的开展，需要依靠政府、产业界、学界等多方联合与共同努力，云制造的应用将是一个长期的阶段性渐进过程，而不是一蹴而就的项目工程。当前，对于

业界的广大制造企业而言，迈入云制造仍具有一定门槛。它首先要求制造企业具有良好的信息化基础，已经实现了企业内部的信息集成与过程集成。

云制造的未来发展仍面临着众多关键技术的挑战，除了对云计算、物联网、语义 Web、高性能计算、嵌入式系统等技术的综合集成，基于知识的制造资源云端化、制造云管理引擎、云制造应用协同、云制造可视化与用户界面等技术均是未来需要攻克的重要技术。

本书是我们课题组在近十年的制造业信息化及云制造理论研究及实践运用的基础上，综合了国内外最新的云制造基础理论，编著成书《云制造理论及其实践应用》。本书主要章节内容由制造业信息化、制造业生产模式演进、云制造概论、云制造支撑技术体系、工业 4.0、中国制造 2025 以及云制造的工程实践运用等 13 章组成。主要内容如下：

第 1 至第 3 章，重点阐述了企业信息化和制造业信息化相关理论以及中国制造业信息化的发展现状，以及所面临的问题和机遇。

第 4 章介绍了制造业生产模式的含义和典型的生产模式。

第 5、6 章阐述了云制造提出的背景、概念和特点以及云制造的相关理论及支撑技术。

第 7 章介绍了工业 4.0 提出的背景意义以及对我国制造业产生的机遇与挑战。

第 8 章阐述了中国制造 2025 提出的背景和我国制造业所面临的形势和环境以及未来的发展目标等相关内容。

第 9 至第 13 章为本课题组近十年的研究和应用成果介绍，包含了中小企业公有云制造平台实现技术、面向中小企业云制造应用案例、公有云制造模式、集团级私有云制造模式及行业应用。

本书在写作过程中力求普及基本概念、理论研究与工程实践，尽可能照顾到不同层次不同专业的读者，力求给广大读者建立一个整体性、系统性的云制造相关知识框架体系，成为大家日常学习、工作的案头参考书。本书各章节结构做了精心的设计和安排，由浅至深，有较强的逻辑性，力求系统性、全面性、专业性和实践性。

本书由李强主持编写，他编写了大纲和各章节的内容要点，对全书各章节内容进行了优化、统稿和审阅，并撰写了前言和致谢。本书由李强教授所带团队共同完成，是大家群体智慧的结晶。编写团队主要有：李强、闫洪波、刘计良、秦伟、邵长锋、史志强、张迎楠、张帅、张桂霞、李闯、于

青、申彤彤、庄威阳、郑晓东、肖胜旭。其中，第1章、第2章由李强编写；第3章、第4章由闫洪波编写；第5章、第6章、第7章、第8章、由李强教授编写，第9章、第10章、第11章、第12章、第13章由闫洪波编写。编写过程中刘计良、邵长峰、史志强做了大量的文字校对、图片处理工作，本书的部分内容为课题组主要的研究成果，此书也参考了大量的制造业的研究成果和资料，在此一并感谢他们对本书出版做出的卓越贡献。

云制造作为一种新兴的制造业信息化的新模式，其相关理论、技术、方法都在不断地发展和完善。由于作者水平有限，很多内容无法面面俱到，同时错误和不足之处也在所难免，欢迎读者批评指正。

作者

第一章 企业信息化介绍 / 001

1.1 企业信息化1.0 / 001

1.2 企业信息化2.0 / 004

1.3 中国信息化机遇 / 006

第二章 制造业信息化 / 012

2.1 制造业信息化的由来 / 012

2.2 制造业信息化内涵 / 013

2.3 制造业信息化的特点 / 014

2.4 制造业信息化的主要内容 / 014

2.5 信息化的制造业影响 / 016

2.6 制造业信息化发展现状 / 018

第三章 中国制造业信息化道路 / 019

3.1 中国制造业信息化发展历程 / 019

3.2 中国制造业信息化现状 / 031

3.3 中国制造业发展展望 / 047

第四章 制造业生产模式演进 / 052

4.1 制造业的重要性 / 052

4.2 生产模式 / 053

4.3 几种典型的生产模式 / 054

目录

第一章 企业信息化介绍 / 001

1.1 企业信息化 1.0 / 001

1.2 企业信息化 2.0 / 004

1.3 中国信息化机遇 / 006

第二章 制造业信息化 / 012

2.1 制造业信息化的由来 / 012

2.2 制造业信息化内涵 / 013

2.3 制造业信息化的特点 / 014

2.4 制造业信息化的主要内容 / 014

2.5 信息化的制造业影响 / 016

2.6 制造业信息化发展概况 / 018

第三章 中国制造业信息化道路 / 039

3.1 中国制造业信息化发展历程 / 039

3.2 中国制造业信息化现状 / 041

3.3 中国制造业发展趋势 / 047

第四章 制造业生产模式演进 / 052

4.1 制造业的重要性 / 052

4.2 生产模式 / 053

4.3 几种典型的生产模式 / 054

第五章 云制造概述 / 071

5.1 云制造背景 / 071

5.2 云制造定义 / 076

第六章 云制造支撑技术体系 / 094

6.1 云制造与云计算的关系 / 094

6.2 云制造的五个关键牵引技术 / 097

6.3 云制造相关先进技术 / 100

6.4 云制造支撑技术特征 / 104

第七章 工业 4.0 / 108

7.1 “工业 4.0” / 108

7.2 “工业 4.0”对中国制造业的启示——机遇与挑战 / 121

7.3 “工业 4.0”带来的改变与影响 / 128

第八章 中国制造 2025 / 133

8.1 “中国制造 2025”概念提出的背景 / 133

8.2 战略目标 / 139

8.3 战略任务和重点 / 142

8.4 战略支撑与保障 / 156

第九章 中小企业云制造服务模式概述 / 161

9.1 我国中小企业现状 / 161

9.2 中小企业的作用 / 162

9.3 中小企业信息化现状 / 163

9.4 中小企业对信息化的需求 / 163

9.5 云制造对中小企业信息化发展的作用 / 164

9.6 云制造对中小企业发展的意义 / 165

9.7 中小企业云制造服务平台的内涵 / 165

9.8 中小企业云制造平台运营模式 / 167

9.9 云制造服务平台与制造业网站的区别 / 168

9.10 中小企业云制造平台体系结构 / 168

9.11 中小企业云制造平台服务内容 / 170

9.12 云制造平台物理环境搭建 / 172

第十章 中小企业公有云制造平台实现技术 / 178

10.1 云搜索技术 / 178

10.2 图像信息识别技术 / 189

10.3 云桌面技术 / 210

第十一章 面向中小企业云制造应用案例 / 220

11.1 支持业务协作的中小企业云制造应用模式 / 220

11.2 实施方案 / 231

第十二章 公有云制造模式概述 / 237

12.1 集团企业现状 / 237

12.2 私有云制造服务模式特征 / 239

12.3 云制造服务服务模式 / 240

12.4 私有造服务服务模式 / 242

12.5 云制造平台支撑技术 / 245

12.6 平台整体架构 / 247

第十三章 企业集团私有云制造模式行业应用 / 250

13.1 航天复杂产品特点 / 250

13.2 研制应用需求 / 251

13.3 私有云制造平台基础硬件环境搭建 / 260

13.4 私有云制造平台 / 265

13.5 云制造虚拟化 / 270

13.6 高性能计算集群 / 272

13.7 基于云平台的模型设计模块 / 274



第一章 企业信息化介绍

1.1 企业信息化 1.0

1.1.1 摩尔定律

摩尔定律是由英特尔创始人之一戈登·摩尔提出，当价格不变时，集成电路上所容纳的晶体管数目，每十八个月便会增加一倍，性能也提升一倍。

安迪—贝尔定律是由英特尔创始人之一安迪·葛洛夫和微软创始人比尔·盖茨提出，微处理器的价格和体积每十八个月会减小一半。

很有意思的是摩尔定律在 1965 年被发现，而贝尔定律在 1972 年就被大家所熟知。但没人为了等待计算机的降价而错过购买新机器的时间。从个人电脑进入中国开始，处于信息化 1.0 时代的我们就一直在更新我们的电脑。20 世纪 90 年代，台式电脑的价格都在万元以上，直到 1999 年联想的突破，电脑才开始进入万元以内的时代，但是当时的年工资水平只有 9 371 元，一台电脑相当于一年的工资。

1985 年 6 月中国长城 0520CH 诞生，这是中国第一台中文化、工业化、规模化生产的微型计算机，其汉字处理水平超过了当时包括 IBM 在内的国际知名品牌计算机。CPU8086、内存 640KB、硬盘 10MB、单色显示器、两个五英寸软驱，价格 32 000 元。

1999 年 4 月联想宣布联想高档商用电脑奔月系列大幅降价，电脑开始进入万元时代。奔腾 III450CPU、64MB 内存、4.3GB 存储，预装 Windows98，定价 9 999 元。



2012 年京东商城推出一台台式机, 奔腾双核 G630、2GB 内存、500GB 硬盘, 价格仅为 2 999 元。

2015 年 11 月, 淘宝商城推出一台电脑, I5 处理器、4GB 内存、128GB 固态硬盘, 售价 2 366 元。

1.1.2 BRP

BRP (Business process reengineering) 即业务流程再造。1993 年由美国麻省理工工程学院的迈克尔·哈默教授和 CSC 管理顾问公司董事长钱皮在他们合著的《公司重组——企业革命宣言》一书中首次提出的。书中定义 BRP 为: 为了飞跃性地改善成本、质量、服务、速度等现代企业的重要运营基础, 必须对工作流程进行根本性的重新思考并彻底变革。书中指出应对 3C 挑战, 就是顾客 (customer)、竞争 (competition)、变化 (change) 的挑战。如顾客提出的更高要求、全球化竞争的日益激烈、市场环境的快速变化等。

BRP 本质上就是利用先进的管理思想、制造技术、信息技术等, 对企业的业务流程进行再思考和再设计, 实现对客户需求的最大化满足。BRP 有四项基本原则, 即清除、简化、整合、自动化。简单来说, 清除就是发现和清理不增值的活动, 简化就是在清除没必要的活动后, 对其余活动进行简化, 以加快流程效率, 整合就是将相近或者相似的流程合并, 集成功能。自动化就是将 ESI 后的流程通过信息化技术的方法来实现流程的运转。

BRP 理论非常完美, 人们很容易接受这个理论。但是 BRP 项目大部分都以失败告终, 主要有两部分原因, 一是管理上追求完美以及信息化时代的局限性。BRP 的实现就是对流程进行根本性的重新思考和彻底变革, 这个对于很多企业来说是一件很困难的事情。二是一些企业试图一夜颠覆旧有的工作流程, 但是接受变革的关键是思想的转变。

1.1.3 ERP

ERP 是在 1990 年由全球知名的研究机构 Gartner 提出, 最初为一套管理类软件, 是在 MRP 和 MRPII 发展的基础上演化而来的。其基本的思想就是把企业内部的所有资源进行整合, 对采购、生产、预算、库存、销售、售后、产品全生命周期管理和人力资源等进行规划, 从而达到最优资源配置, 得到最优企业效益。这个理念基本上迎合了企业急于用信息化提高企业信息化管理水平的心理, 并且整

合了多种制造业加工思想，并将加工制造思想软件化，对于企业来说这是一个创举。ERP 实现了管理思想与信息技术的契合，如敏捷制造、精益生产、全周期生命管理和 JIT 生产集成制造等。

1.1.4 C/S 模式与 B/S 模式

C/S (Client/Server, 客户机 / 服务器) 模式又称 C/S 结构，是软件系统体系结构的一种，是因特网上的计算机通信采用的方式。简单地讲，C/S 模式就是基于企业内部网络的应用系统。客户是服务请求方，服务器是服务的提供方。两者都要使用网络核心部分提供的服务。客户程序被调用后，主动向远地服务器发送请求服务。而服务器需要一直不断地运行着，被动地等待客户的请求并处理。建立联系后，通信是双向的。C/S 模式应用系统最大的好处是不依赖企业外网环境，即无论企业是否能够上网，都不影响其应用。

B/S (Browser/Server, 浏览器 / 服务器) 模式又称 B/S 结构，是 WEB 兴起后的一种网络结构模式，WEB 浏览器是客户端最主要的应用软件。Browser/Server 结构主要是利用了不断成熟的 Web 浏览器技术，结合浏览器的多种脚本语言和 ActiveX 技术，用通用浏览器实现原来需要复杂专用软件才能实现的强大功能，同时节约了开发成本。这种模式统一了客户端，将系统功能实现的核心部分集中到服务器上，简化了系统的开发、维护和使用。B/S 最大的优点就是客户端可以在任何地方进行操作而不用安装任何专门的软件，只要有一台能上网的电脑就能使用，客户机上只需要安装一个浏览器。客户端零安装、零维护，维护和升级方式简单，所有的客户端只是浏览器，根本不需要做任何维护，成本降低，选择更多。大家都知道 Windows 在桌面电脑上几乎一统天下，浏览器成了标准配置，但在服务器操作系统上 Windows 并不是处于绝对的统治地位。当前的趋势是凡使用 B/S 架构的应用管理软件，只需安装在 Linux 服务器上即可，而且安全性高。所以服务器操作系统的选择有很多，不管选用哪种操作系统都可以让大部分人使用 Windows 作为桌面电脑操作系统不受影响，这就使 Linux 操作系统快速发展起来。但是也存在应用服务器运行数据负荷较重的隐患，一旦发生服务器“崩溃”等问题，后果不堪设想。

系统开发中 C/S (Client/Server) 结构中 Client (客户端) 往往可以由 B/S 结构 (Browser/Server 结构) 的 Browser (浏览器) 及其载体承担，C/S 结构的 Web 应用与 B/S 结构 (Browser/Server 结构) 具有紧密的联系。大系统和复杂系统中，C/S 结



构和 B/S 结构的嵌套也很普遍。

原来的 Client/Server 结构转变成 Browser/Server 结构后, 客户机的压力大大减轻, 负荷被均衡地分配给了服务器。由于这种结构不再需要专用的客户端软件, 因此, 技术人员从繁重的安装、配置和升级等维护工作中解脱了出来, 可以把主要精力放在服务器程序的更新工作上。同时, Web 浏览器作为客户端软件, 界面友好, 新开发的系统也不需要用户每次都从头学习。而且, 这种三层模式, 层与层之间相互独立, 任何一层的改变都不影响其他层原有的功能, 所以可用不同厂家的产品组成性能更佳的系统。总之, 三层模式的 Browser/Server 结构从根本上弥补了传统的二层模式的 Client/Server 结构的缺陷, 是应用系统体系结构中一次深刻的变革。

1.2 企业信息化 2.0

《信息化 2.0+: 云计算时代的信息化体系》首次系统地提出了企业信息化 2.0 的概念, 构建了涵盖云计算、大数据、物联网、移动商务、低碳革命、企业应用加速等新一代信息技术, 适应云计算时代的全新信息化体系。

信息化 2.0 是互联网应用的革命, 改变了人们利用互联网资源的模式, 它具有几个天生的优势:

(1) 用户参与度较高, 改变了以往静态的一对多模式, 网站发布内容, 用户只能被动接受, 2.0 时代用户是内容的接受者也是内容的创造者, 增加了用户的参与度, 也调动了用户的兴趣。

(2) 交互性, 2.0 时代不仅仅是用户与网站之间的交互, 更是用户与用户、用户与各种设备、设备与设备等的交互连接。

(3) 开放性, 网站对于用户来说不再是黑箱, 有兴趣即可参与。

下面就从技术体系、业务创新、两化融合等方面介绍企业信息化 2.0

1.2.1 新的网络技术

传统的从硬件到软件垂直部署的应用系统, 在不断的发展中其弊端也在不断地显示出来, 其中信息孤岛问题和软硬件的资源闲置是最主要的两个方面。后来, 虽然企业想了很多方法, 如 EAI、中间件、SOA 等, 但是不能从根本上解决问题, 且 IT 资源的闲置和应用的灵活性问题并没有解决。信息化 2.0 强调的是一种全然

不同的结构和个人利用 IT 资源的方式,以及全新的信息化体系。改变 IT 架构才能适应这种方式的改变,架构改变需要新一代的信息技术来实现。因此,新一代的信息技术以及架构就是实现资源的使用和有形资源本身接触强耦合关系,让资源可以在虚拟的视图中自由组合和服务交付。

虚拟化与云计算的集合就是新网络技术的体现,分布式计算与云计算的结合也是一样,今后的软件应用甚至计算资源的交付也会这样。从技术角度出发,今后信息化建设的目标就像是建立一层一层的平台,每个平台都是为下个平台提供自动化、可伸缩的服务。如 IaaS 可以看做是 PaaS 的平台, PaaS 是 SaaS 的平台, SaaS 也是一个面向业务服务的平台。平台不会解决具体的一个或某几个需求,平台就像是家里的厨房可以提供水、电、气等,为用户提供充分的能力保障。因此,对于信息化的工作者来说,信息化就是建设一系列能够提供服务的平台,平台与服务的关系也是松耦合的。也就是说,一个平台不仅仅能实现一个服务,还能实现一系列服务或多种服务组合。这里所说的平台不是传统意义上建立在物理硬件上面的平台,而是建立在虚拟化和封装服务之上的。

1.2.2 信息化的社交性

简单来说,社交性是指社会上人与人的交际往来,是一种有目的地传递信息、交流思想的社会活动。对企业来说,社交性被赋予更深的意义,企业的社交性也是企业与消费者之间的互动。传统企业中产品的设计、生产、加工等,用户是难以参与的,而依托于信息化 2.0 的企业信息化,就是把信息平台与企业价值整合在一起,实现企业和消费者之间无缝连接互动,如小米手机。还有一层次就是企业与其产业链上下游企业合作的互动,企业可以开放相应的应用服务给相关企业,建立信息交互平台,实现供应链上企业之间的在线互动,形成紧密联系的产业集群,发挥其产业集群优势特色。

企业信息化的社交性还有更深层次的意义,就是 IT 资源的社交化。企业所需 IT 资源并不是单指自己投资、自己建设、自己运维等,其服务器、存储器、交换机等网络设备,甚至是一些企业常用的软件类资源或共有云资源等也包括在内。

1.2.3 企业的核心在于创新

“我们将大力实施创新驱动发展战略,把发展着力点更多放在创新上,发挥创新激励经济增长的乘数效应,破除体制机制障碍,让市场真正成为配置创新资源



的决定性力量，让企业真正成为技术创新主体”。——《发挥亚太引领作用，应对世界经济挑战》（2015 年 11 月 18 日）《人民日报》。

以上是人民日报对创新驱动发展战略的描述，而对企业而言创新是未来不可或缺的一块。传统的信息化建设以中长期规划为蓝图，项目实施周期长，系统规模大，动一发而动全身。但是企业是随着市场不断地进步创新发展的，这就需要不断地更新系统，而系统的改变速度是跟不上业务创新脚步，最终导致信息化不能满足业务需求的问题。从现实角度来说，传统的信息化建设模式其实阻碍了业务创新。但是，信息化 2.0 给企业信息化带来了曙光，企业的信息化建设必须是支持并促进企业的创新，依托于平台的企业信息化就是将信息系统转化为 IT 能力交付平台，用户可以自主选择 IT 资源组合，并实现快速部署，用户就不用担心企业业务需求与系统的不匹配问题。在平台 IT 能力足够的基础上，用户不用担心业务变化后 IT 如何实现。

1.2.4 “两化”一体

“以科学发展为主题，以加快转变经济发展方式为主线，坚持信息化带动工业化，工业化促进信息化，重点围绕改造提升传统产业，着力推动制造业信息技术的集成应用，着力用信息技术促进生产性服务业发展，着力提高信息产业支撑融合发展的能力，加快走新型工业化道路步伐，促进工业结构整体优化升级。”这是工信部对信息化与工业化的表述，也是希望能够实现工业化与信息化的同步发展，螺旋式上升。但在信息技术部升级的情况下其效果是有局限性的。

传统的信息化试图用一个或几个大型应用系统覆盖企业业务流程与组件，这就抑制了企业的创新能力及企业个性化发展，客观上限制了企业发展。而企业信息化 2.0 要实现的就是在分层平台的机制上，实现 IT 资源的交付应用，与企业的每个业务组件紧密连接，并通过平台联系在一起。这样即发挥了两化一体的效应，又能保障企业创新的自由度。这就是企业信息化 2.0 试图实现的目标。

1.3 中国信息化机遇

1.3.1 中国信息化由来及发展

进入 21 世纪以来，中国经济取得了巨大成就。然而在资源环境日益严苛的背

景下,中国的经济增长模式,尤其是工业增长模式的可持续性受到了不断的质疑[1-3]。尽管各类文献的结论存在差异,但对我国粗放型经济增长方式的论断几乎是一致的。实现经济增长方式的转型升级因此也成为我国下一个十年经济建设的主线。像中国这样一个总体上还处在工业化加速阶段的国家,要贯彻可持续发展的要求,新型工业化将是一条必经之路。而从发达国家以往的经验来看,要实现新型工业化,信息化的作用不容忽视。一方面,新型工业化子系统在自身的改进和完善发展中为信息化提供市场与物质基础;另一方面,信息化子系统对新型工业化子系统的发展造成直接影响,但同时又受到后者发展水平的限制与约束。

“信息化”一词在中国的出现早于“城市化”,但迟于“工业化”。20世纪80年代中期,中国学者开始关注信息化问题并探讨了“信息化”概念的含义,表1列出了近年来“信息化”概念的不同观点。结合其他的文献不难看出:有的是从信息技术角度下定义,有的是从信息产业角度下定义,有的是从信息基础结构下定义,还有的是从经济的、社会的或过程的角度下定义。这些定义都是从不同侧面、不同角度、不同层次对信息化的概念及本质进行概括,难免有这样或那样的不足,但对我们给出科学的“信息化”定义颇有帮助。

给“信息化”下定义必须把握三点:一是要简明扼要,突出重点;二要能揭示其本质;三要有概括性、预期性或指导性。我们可以从3个层面来界定“信息化”这一概念。

(1) 信息化的一般定义。所谓信息化,就是指由计算机和互联网的革命所引起的工业经济转向信息经济的一种社会经济过程。它包括信息技术的产业化、传统产业的信息化、基础设施的信息化、生产方式的信息化等,它对应的是社会整体及各个领域的信息获取、处理、传递、存储、利用的能力和水平。这一定义表明,信息化是一个过程,是一个相对的、发展中的概念。

(2) 国民经济和社会信息化的内涵。所谓国民经济和社会信息化就是指通过在国民经济和社会体系内全面运用现代信息技术开发信息资源,推动经济运行机制、社会组织形式和人民生活方式发生革命性转变的过程,包括国民经济信息化和社会信息化两个方面。其具体内涵包括信息技术的运用,信息资源的开发利用,经济运行机制、社会组织和人民生活方式的转变等。

(3) 国家信息化的定义。1995年俄罗斯国家杜马给国家信息化做了这样的定义:信息化是指在组建和使用信息资源的基础上,为满足公民、国家政权机关、地方自治机关、机构、社会团体的信息需求和实现权益而创造最佳条件的组织等



备、社会经济和科学技术的过程(《俄罗斯联邦信息、信息化和信息保护法》第2条)。1997年4月,在深圳召开的中国第一次信息化工作会议提出了国家信息化的定义及国家信息化体系的概念。所谓国家信息化,就是指在国家统一规划和组织下,在农业、工业、科学技术、国防及社会生活各个方面应用现代信息技术,深入开发、广泛利用信息资源,加速国家实现现代化的进程。这个定义包含4个方面的含义:实现四个现代化离不开信息化,信息化要为四个现代化服务;国家要统一规划和统一组织信息化建设;各个领域要广泛应用现代信息技术,深入开发利用信息资源;信息化是一个不断发展的过程。国家信息化体系框架包括6个方面:信息资源、信息网络、信息技术应用、信息技术和产业、信息化人才队伍、信息化政策法规和标准规范等。

表1 “信息化”概念的不同观点比较

序号	概念	资料来源
1	信息化是通讯现代化、计算机化和行为合理化的总称	李京文 [2](P3)
2	信息化是指在经济和社会活动中,通过普遍地采用信息技术和电子信息设备,更有效地开展和利用信息资源,推动经济发展和社会进步,使信息经济增加值在国民生产总值中的比重逐步上升直至占主导地位的过程	李京文 [2](P41)
3	信息化是指用现代信息技术装备国民经济各部门和各领域,极大地提高社会劳动生产率	钟义信 [3]
4	信息化就是利用电子信息技术,实现信息资源高度共享,发掘社会智能潜力,推动经济和社会优质发展	高新民 [4]
5	信息化是指在工业化的过程中,要逐步提高信息经济在国民生产总值中的比重,同时通过信息高速公路的建设,把信息产业发展起来,把信息技术的应用普及开来,把信息技术的自主开发能力提高上去	张东彦 [4]
6	信息化就是要加快国民经济各部门之间、部门内部以及企业间的信息沟通和交流,促进企业技术改造,使企业的发展更适应新技术的发展和不断变化的市场需求,从而加快经济的运行节奏,促进经济发展	南云 [4]