

MADE IN CHINA

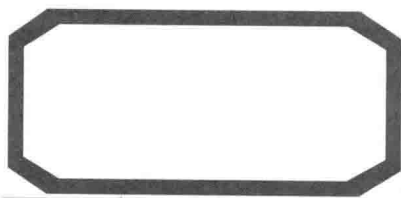
2025  
中国制造2025

# 智能制造企业 信息系统

INTELLIGENT MANUFACTURING ENTERPRISE  
INFORMATION SYSTEM

蒋理 马超群 主编

湖南大学出版社



MADE IN CHINA

2025

**中国制造2025  
智能制造企业信息系统**

INTELLIGENT MANUFACTURING ENTERPRISE  
INFORMATION SYSTEM

蒋理 马超群 主编

湖南大学出版社

## 内 容 简 介

本书系统地介绍了“中国制造 2025”环境下智能制造企业中智能制造信息系统的各项功能,对智能制造信息系统的总体结构及各个子系统的构成和作用进行了分析和探讨。

全书共分 8 章,内容包括智能制造信息系统概述、智能制造工业大数据精准分析系统、智能协同设计、智能制造系统、智能管控信息系统、智能物流管理、精准供应链管理信息系统、智能客户关系管理。

本书结构合理、内容全面系统、图文并茂,既有理论,也有实际案例,对各个子系统还特别提出了逻辑结构,对智能制造信息系统的实际开发和应用具有一定的借鉴作用。

本书可供与智能制造相关的各决策、实施、参与部门参考,也可作为大专院校信息管理与信息系统、电子商务、计算机等专业的教材和参考用书,还可作为智能制造企业的培训用书。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

中国制造 2025 智能制造企业信息系统/蒋理,马超群主编.

—长沙:湖南大学出版社,2018.5

ISBN 978-7-5667-1499-2

I. ①中... II. ①蒋... ②马... III. ①智能制造系统—制造业—  
企业管理—管理信息系统—中国 IV. ①F426.4-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 021674 号

---

## 中国制造 2025 智能制造企业信息系统

ZHONGGUO ZHIZAO 2025 ZHINENG ZHIZAO QIYE XINXI XITONG

---

主 编:蒋 理 马超群

责任编辑:刘非凡 责任校对:尚楠欣

印 装:湖南雅嘉彩色印刷有限公司

开 本:787×1092 16 开 印张:11.75 字数:288 千

版 次:2018 年 5 月第 1 版 印次:2018 年 5 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5667-1499-2

定 价:32.00 元

---

出 版 人:雷 鸣

出版发行:湖南大学出版社

社 址:湖南·长沙·岳麓山 邮 编:410082

电 话:0731-88822559(发行部),88821327(编辑室),88821006(出版部)

传 真:0731-88649312(发行部),88822264(总编室)

网 址:<http://www.hnupress.com>

电子邮箱:hnuplff@126.com

---

版权所有,盗版必究

湖南大学版图书凡有印装差错,请与发行部联系

# 序

为了促进经济发展,跟上时代的步伐,中国提出了许多创新驱动的规划和行动计划,如:大众创业万众创新,互联网+、“中国制造 2025”等。

其中,《中国制造 2025》是中国实施制造强国战略的行动纲领,它提出了要重点推进的五大工程和十大领域,为我国制造业的发展指明了方向,目的是增强我国制造业的综合实力,使我国进入世界制造强国前列。

但对这些规划中的工程和领域不能孤立地看待,这其中还蕴含着对高水平管理的要求。

我国之所以还只是个制造大国而不是制造强国,原因固然有如核心技术、产权主体地位、企业组织能力、人力资本素质、产业支撑体系、人文社会基础等方面的不足,但一个不容忽视的因素是管理,包括管理者素质不高、管理主体边界模糊、管理体制僵化、管理方法简单粗暴、管理水平较低等问题,这种低水平管理是无法适应“中国制造 2025”的内在要求的,为此需深化改革,促进管理模式转型升级,构建新的管理体系。

管理改革的关键是要增强主体的协同性。在全球开放环境下,制造业链条越来越长,跨组织、跨行业管理范围越来越宽,极大地改变了原先的组织主体边界,而且要解决其中的管理问题不是传统的管理所能实现的,也不是传统的行业协调所能达到的,而需要国家打破传统的行业管理界限,实行跨行业宽领域管理,作大跨度的管理协调。

互联网已成为一种生产力引擎,正大范围地延伸、渗透到制造业各个领域,企业为获得网络经济性,打破组织主体边界,将研发、采购、生产、服务、营销和管理过程越来越多地链接到网络中,使管理体制与网络技术结合起来,深刻地改变着制造方式、流程与制造业结构。这就要求在增强组织主体的协同性的同时,也要注重实体管理与虚拟网络管理的协同。

为此,本书对“中国制造 2025”中管理信息化的改革做出了有益的探索。书中对智能制造信息系统的总体结构和各个子系统的构成及作用进行了分析和探讨,研究了如何通过智能制造信息系统实现并增强各主体的协同性,促进“中国制造 2025”中的工业互联网、云计算、企业研发设计、生产制造、产供销一体、业务和财务衔接等关键环节与经营管理全流程以及全产业链的综合集成应用,实现集团智能管控,解决原有的各种低水平管理问题。

希望本书的内容对提高“中国制造 2025”实施过程中整体的管理水平和管理效率,起到较大的推进作用。

黄 伟

2016 年 10 月

# 前 言

当前,世界经济和产业格局正处于大调整、大变革和大发展的新的历史时期。一方面国际金融危机的影响仍在持续,经济复苏缓慢,发展的不确定因素增多;另一方面,全球新一轮科技革命和产业变革酝酿新突破,特别是新一代信息技术与制造业深度融合,加上新能源、新材料、生物技术等方面的突破,正在引发影响深远的产业变革。发达国家纷纷实施“再工业化”战略,强化制造业创新,重塑制造业竞争新优势;一些发展中国家也在加快谋划和布局,积极参与全球产业再分工,谋求新一轮竞争的有利位置。

发达国家高端制造回流与中低收入国家争夺中低端制造转移同时发生,对我国形成“双向挤压”的严峻挑战。

一方面,高端制造领域出现向发达国家“逆转移”的态势。制造业重新成为全球经济竞争的制高点,各国纷纷制定以重振制造业为核心的“再工业化”战略,如美国发布《先进制造业伙伴计划》《制造业创新网络计划》,德国发布《工业 4.0》,日本发布《2014 制造业白皮书》,英国发布《英国制造 2050》,法国发布《新工业法国》等。

另一方面,一些发展中国家如越南、印度等,依靠资源、劳动力的比较优势,也开始在中低端制造业上发力,以更低的成本承接劳动密集型制造业的转移。一些跨国资本直接到新兴国家投资设厂,有的则考虑将中国工厂迁至其他新兴国家。

总的来看,未来十年我国制造业发展面临的挑战巨大,机遇也前所未有,但机遇大于挑战。我们必须牢牢把握新一轮科技革命和产业变革与我国加快转变经济发展方式形成历史性交汇的战略机遇期,审慎应对、提前部署,坚定不移地推进结构调整和转型升级,努力形成新的经济增长点,塑造国际竞争新优势,抢占制造业未来的发展先机。

制造业是我国实体经济的主体和国民经济的支柱,是经济结构调整和产业转型升级的主战场。我国制造业持续快速发展,建成了门类齐全、独立完整的产业体系,有力推动工业化和现代化进程,显著增强综合国力,支撑世界大国地位。然而,与世界先进水平相比,中国制造业仍然大而不强,在自主创新能力、资源利用效率、产业结构水平、信息化程度、质量效益等方面差距明显,转型升级和跨越发展的任务紧迫而艰巨。

《中国制造 2025》是中国政府实施制造强国战略第一个十年的行动纲领,是适应世界经济发展趋势和中国制造业发展要求的战略选择。

《中国制造 2025》是在新的国际国内环境下,中国政府立足于国际产业变革大势,做出的全面提升中国制造业发展质量和水平的重大战略部署。其根本目标在于改变中国制造业大而不断强的局面,通过十年的努力,使中国迈入制造强国行列,为到 2045 年将中国建成具有全球引领和影响力的制造强国奠定坚实基础。

《中国制造 2025》明确提出了建设制造强国的“三步走”战略,以十年为一个阶段,通过“三步走”实现制造强国建设,并对第一个十年的战略任务和重点进行了具体部署。《中国



制造 2025》不是一般意义上的中长期发展规划,而是兼顾当前和长远、战略和战术的一个行动计划。它立足当前,面向制造业转型升级、提质增效,提出了提高国家制造业创新能力、推进信息化与工业化深度融合、强化工业基础能力、加强质量品牌建设、全面推行绿色制造、大力推动重点领域突破发展、深入推进制造业结构调整、积极发展服务型制造和生产性服务业、提高制造业国际化发展水平等九大战略任务;提出了制造业创新中心建设工程、智能制造工程、工业强基工程、绿色制造工程、高端装备创新工程等五项重点工程;又着眼长远,着眼应对新一轮科技革命和产业变革、抢占未来竞争制高点,围绕先进制造和高端装备制造,部署了需突破发展的新一代信息技术产业、高档数控机床和机器人、航空航天装备、海洋工程装备及高技术船舶、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车、电力装备、农机装备、新材料、生物医药及高性能医疗器械等十大重点领域;还提出了若干重大政策举措,描绘了未来三十年建设制造强国的宏伟蓝图和梯次推进的路线图。

在《中国制造 2025》中,智能制造被定位为中国制造的主攻方向,要着力发展智能装备和智能产品,推进生产过程智能化,培育新型生产方式,全面提升企业研发、生产、管理和服务的智能化水平。

智能制造中包括大量的生产、管理、运营数据和数据流,这些数据只有通过智能制造信息系统的管理,才能让智能制造真正体现出价值。智能制造信息系统是智能制造的灵魂。本书以智能制造价值链为主线,以客户驱动商业模式(C2B)的流程为研究对象,对智能制造信息系统的总体结构和作用进行了分析和探讨,提出了各个子系统的构成,并结合实际、展望未来,对各子系统的应用进行了分析和探讨。希望以智能制造信息系统为核心,通过数据流的集成和共享,使智能制造中的各个环节形成一个有机的、相互协调的整体,避免各自为政、重复浪费、效率低下的问题发生,使“中国制造 2025”在一个高起点上向前发展。

本书共分 8 章,内容包括智能制造信息系统概述、智能制造工业大数据精准分析系统、智能协同设计、智能制造系统、智能管控信息系统、智能物流管理、精准供应链管理信息系统、智能客户关系管理。对智能制造信息系统的各个部分介绍了其功能和一些实际案例,还特别提出了其系统的逻辑结构,对未来具体的系统分析、设计、实施都有一定的借鉴作用。

本书各章执笔分工是:第 1 章蒋理,第 2 章周中定,第 3 章黄万良,第 4 章赵志坚,第 5 章蒋艳辉,第 6 章梁盛,第 7 章胡湘云、李林,第 8 章蒋炎炎。全书由蒋理和梁盛统稿。

由于本书所涉及的内容较新,编者水平有限,书中错误或不妥之处在所难免,恳请广大读者不吝赐教。

编 者

2017 年 5 月

# 目 次

<b>第 1 章 智能制造信息系统概述</b> .....	1
1.1 《中国制造 2025》简介 .....	1
1.2 智能制造系统的内涵 .....	4
1.3 智能制造信息系统的重要性 .....	6
1.4 智能制造信息系统的逻辑结构 .....	8
1.5 智能制造信息系统面临的挑战 .....	12
<b>第 2 章 智能制造工业大数据精准分析系统</b> .....	15
2.1 智能制造工业大数据概述 .....	15
2.2 智能制造工业大数据系统数据集成 .....	18
2.3 智能制造工业大数据分析系统平台 .....	24
2.4 智能制造工业大数据精准营销应用系统 .....	31
<b>第 3 章 智能协同设计</b> .....	35
3.1 智能个性化定制设计 .....	35
3.2 协同设计 .....	38
3.3 众创 .....	44
3.4 众包 .....	47
<b>第 4 章 智能制造系统</b> .....	53
4.1 信息物理系统 .....	53
4.2 3D 打印 .....	56
4.3 柔性生产 .....	59
4.4 云制造 .....	63
4.5 智能制造系统 .....	68
<b>第 5 章 智能管控信息系统</b> .....	72
5.1 ERP 的应用 .....	72
5.2 MES 的应用 .....	77
5.3 ERP 与 MES 的集成 .....	82
5.4 产品全生命周期管理 .....	84
5.5 智能管控信息系统的逻辑结构 .....	86
<b>第 6 章 智能物流管理</b> .....	89
6.1 智能物流定义及其发展 .....	89

6.2	物流管理的智能化 .....	91
6.3	物流管理的柔性化 .....	92
6.4	智能物流的一体化 .....	95
6.5	物流管理的社会化 .....	98
6.6	智能物流管理信息系统的逻辑结构 .....	103
<b>第 7 章</b>	<b>精准供应链管理信息系统 .....</b>	<b>109</b>
7.1	精准供应链管理信息系统的基本概念 .....	109
7.2	精准供应链管理信息系统的理论基础 .....	110
7.3	精准供应链管理信息系统的技术架构 .....	118
7.4	精准供应链管理信息系统的逻辑结构 .....	121
<b>第 8 章</b>	<b>智能客户关系管理 .....</b>	<b>127</b>
8.1	智能制造时代的客户关系管理理论 .....	127
8.2	客户智能与客户数据分析 .....	136
8.3	支持智能制造的营销变革 .....	145
8.4	支持智能制造的销售变革与交叉销售分析 .....	152
8.5	智能在线客服系统 .....	159
8.6	智能客户关系管理系统的逻辑结构 .....	170
<b>参考文献 .....</b>		<b>173</b>



# 第 1 章 智能制造信息系统概述

## 1.1 《中国制造 2025》简介

### 1.1.1 《中国制造 2025》背景

当前，中国经济的发展出现了实体经济与虚拟经济之间的失衡问题。实体经济是人类社会生存和发展的基础。目前中国的实体经济，特别是实体经济中最主要的产业——制造业，产业结构调整 and 升级已刻不容缓。

制造业是一个国家经济的主体，是一个强国的基本保证。自从人类社会开启工业文明以来，世界各国的发展史都证明，没有强大的制造业，一个国家和民族就不可能强盛。为了提升综合国力，保障国家安全，必须使中国的制造业具有国际竞争力，将我国建设成为世界制造强国。

世界科技和产业的发展目前正处于新一轮的变革期，国际产业分工格局正在进行重塑，这与我国正在进行的转变经济发展方式形成了历史性交汇。我们必须牢牢抓住这一重大历史机遇，加强统筹规划和前瞻部署，实施制造强国战略，把我国建设成为引领世界制造业发展的制造强国，为实现中华民族伟大复兴打下坚实的基础。

2015 年 3 月 5 日，李克强总理在全国两会上作《政府工作报告》时首次提出“中国制造 2025”的宏大计划。《政府工作报告》指出：“制造业是我们的优势产业。要实施‘中国制造 2025’，坚持创新驱动、智能转型、强化基础、绿色发展，加快从制造大国转向制造强国。”

目前，我国制造业规模居世界前列，但是，与世界先进国家的制造业水平相比，我国制造业在自主创新能力、资源利用效率、产业结构水平、信息化程度、质量效益等方面的差距还比较大。我国原来主要依靠资源等要素投入来推动经济增长、规模扩张的粗放型发展方式已不可持续，转变经济发展方式刻不容缓。制造业是我国实体经济的主体和国民经济的支柱，是经济结构调整和产业转型升级的主战场，“中国制造 2025”的提出，是适应世界经济发展趋势和中国制造业发展要求的战略选择。

2015 年 3 月 25 日，李克强总理组织召开国务院常务会议，部署加快推进实施“中国制造 2025”，实现制造业升级。也正是这次国务院常务会议，审议通过了《中国制造 2025》。

2015 年 5 月 8 日，国务院正式印发《中国制造 2025》，这是中国政府实施制造强国战略第一个十年的行动纲领。

## 1.1.2 《中国制造 2025》相关内容

为了对全球制造业的发展有所了解，深刻理解国务院印发的《中国制造 2025》的总体规划，下面简要介绍一下《中国制造 2025》的相关内容。

### 1. 发展形势和环境

目前全球制造业格局面临重大调整。新一代信息技术与制造业深度融合，正在引发影响深远的产业变革，形成新的生产方式、产业形态、商业模式和经济增长点。各国都在加大科技创新力度，推动三维（3D）打印、移动互联网、云计算、大数据、生物工程、新能源、新材料等领域取得新突破。基于信息物理系统的智能装备、智能工厂等智能制造正在引领制造方式变革；网络众包、协同设计、大规模个性化定制、精准供应链管理、全生命周期管理、电子商务等正在重塑产业价值链体系；可穿戴智能产品、智能家电、智能汽车等智能终端产品不断拓展制造业新领域。我国制造业转型升级、创新发展迎来重大机遇。

### 2. 指导思想

《中国制造 2025》的指导思想是全面贯彻党的十八大和十八届二中、三中、四中全会精神，坚持走中国特色新型工业化道路，以促进制造业创新发展为主题，以提质增效为中心，以加快新一代信息技术与制造业深度融合为主线，以推进智能制造为主攻方向，以满足经济社会发展和国防建设对重大技术装备的需求为目标，强化工业基础能力，提高系统集成水平，完善多层次多类型人才培养体系，促进产业转型升级，培育有中国特色的制造文化，实现制造业由大变强的历史跨越。

### 3. 战略目标

立足国情，立足现实，力争通过“三步走”实现制造强国的战略目标。

第一步：到 2025 年，力争用十年时间，迈入制造强国行列。

第二步：到 2035 年，我国制造业整体达到世界制造强国阵营中等水平。

第三步：到 2045 年，力争通过三个十年的努力，到新中国成立一百年时，使中国制造业大国地位更加巩固，综合实力进入世界制造强国前列。

### 4. 战略任务和重点

#### (1) 推进信息化与工业化深度融合。

加快推动新一代信息技术与制造技术融合发展，把智能制造作为“两化”深度融合的主攻方向；着力发展智能装备和智能产品，推进生产过程智能化，培育新型生产方式，全面提升企业研发、生产、管理和服务的智能化水平。

促进工业互联网、云计算、大数据在企业研发设计、生产制造、经营管理、销售服务等全流程和全产业链的综合集成应用。加强智能制造工业控制系统网络安全保障能力建设，健全综合保障体系。

推进制造过程智能化。在重点领域试点建设智能工厂/数字化车间，加快人机智能交互、工业机器人、智能物流管理、增材制造等技术和装备在生产过程中的应用，促进制造工艺的仿真优化、数字化控制、状态信息实时监测和自适应控制。加快产品全生命周期管理、客户关系管理、供应链管理系统的推广应用，促进集团管控、设计与制造、产供销一

体、业务和财务衔接等关键环节集成，实现智能管控。

深化互联网在制造领域的应用。制定互联网与制造业融合发展的路线图，明确发展方向、目标和路径。发展基于互联网的个性化定制、众包设计、云制造等新型制造模式，推动形成基于消费需求动态感知的研发、制造和产业组织方式。建立优势互补、合作共赢的开放型产业生态体系。加快开展物联网技术研发和应用示范，培育智能监测、远程诊断管理、全产业链追溯等工业互联网新应用。实施工业云及工业大数据创新应用试点，建设一批高质量的工业云服务和工业大数据平台，推动软件与服务、设计与制造资源、关键技术与标准的开放共享。

针对信息物理系统网络研发及应用需求，组织开发智能控制系统、工业应用软件、故障诊断软件和相关工具、传感和通信系统协议，实现人、设备与产品的实时联通、精确识别、有效交互与智能控制。

### (2) 积极发展服务型制造和生产性服务业。

加快制造与服务的协同发展，推动商业模式创新和业态创新，促进生产型制造向服务型制造转变。大力发展与制造业紧密相关的生产性服务业，推动服务功能区和服务平台建设。

推动发展服务型制造。开展试点示范，引导和支持制造业企业延伸服务链条，从主要提供产品制造向提供产品和服务转变。鼓励制造业企业增加服务环节投入，发展个性化定制服务、全生命周期管理、网络精准营销和在线支持服务等。支持有条件的企业由提供设备向提供系统集成总承包服务转变，由提供产品向提供整体解决方案转变。鼓励优势制造业企业“裂变”专业优势，通过业务流程再造，面向行业提供社会化、专业化服务。支持符合条件的制造业企业建立企业财务公司、金融租赁公司等金融机构，推广大型制造设备、生产线等融资租赁服务。

加快生产性服务业发展。大力发展面向制造业的信息技术服务，提高重点行业信息应用系统的方案设计、开发、综合集成能力。鼓励互联网等企业发展移动电子商务、在线定制、线上到线下等创新模式，积极发展对产品、市场的动态监控和预测预警等业务，实现与制造业企业的无缝对接，创新业务协作流程和价值创造模式。加快发展研发设计、技术转移、创业孵化、知识产权、科技咨询等科技服务业，发展壮大第三方物流、节能环保、检验检测认证、电子商务、服务外包、融资租赁、人力资源服务、售后服务、品牌建设等生产性服务业，提高对制造业转型升级的支撑能力。

强化服务功能区和公共服务平台建设。建设和提升生产性服务业功能区，重点发展研发设计、信息、物流、商务、金融等现代服务业，增强辐射能力。

### (3) 提高制造业国际化发展水平。

依托互联网开展网络协同设计、精准营销、增值服务创新、媒体品牌推广等，建立全球产业链体系，提高国际化经营能力和服务水平。

## 1.1.3 《中国制造2025》的主攻方向

我们必须准确把握实施《中国制造2025》的总体要求。《中国制造2025》的总体思路是坚持走中国特色新型工业化道路，以促进制造业创新发展为主题，以加快新一代信息技术与制造业深度融合为主线，以推进智能制造为主攻方向，强化工业基础能力，提高综合

集成水平，完善多层次人才体系，实现制造业由大变强的历史跨越。未来十年，我国制造业发展的着力点不在于追求更高的增速，而是要按照“创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本”的总体要求，着力提升发展的质量和效益。

2016年1月27日，李克强总理主持召开国务院常务会议，决定推动“中国制造2025”与“互联网+”融合发展。在“中国制造+互联网”上尽快取得突破，实现中国制造迈向中高端。在具体举措上，首先要以推进数字化、网络化、智能化制造为抓手，加快构筑自动控制与感知技术、工业云与智能服务平台、工业互联网等制造业新基础，培育制造业新模式、新业态、新产品。

值得注意的是，国家首次正式提出“中国制造+互联网”，两大国家战略有很多交叉的部分，这次在国家层面将二者紧密结合起来。

由此看出，在《中国制造2025》中，智能制造被定位为中国制造的主攻方向，同时要推动“中国制造2025”与“互联网+”的融合发展。

## 1.2 智能制造系统的内涵

目前，制造业重新成为全球经济竞争的制高点，各国纷纷制定以重振制造业为核心的类似于“中国制造2025”的再工业化战略，目前，在全球范围内具有广泛影响的是德国的工业4.0战略和美国工业互联网战略。“中国制造2025”与德国工业4.0战略相呼应，有些目标和内容是类似的，其核心都是智能制造。

随着技术的发展，智能制造系统的内涵在不断地变化。20世纪80年代，起始于人工智能在制造领域中的应用，智能制造的概念正式提出。20世纪90年代，随着智能制造技术的发展，业界提出了智能制造系统的概念。21世纪以来，伴随着移动互联网、云计算、大数据、物联网等新一代信息技术的发展与应用，智能制造又被赋予了新的内涵，即新一代信息技术条件下的智能制造。

### 1.2.1 工业4.0中智能制造系统的内涵

德国的工业4.0是指利用信息物理系统（Cyber Physical System，简称CPS）将生产中的供应、制造、销售信息数据化、智慧化，最后达到快速、有效、个性化的产品供应，通过信息网络与物理生产系统的融合来改变当前的工业生产与服务模式。

作为工业4.0中的核心内容智能制造，其广义的内涵有5个方面：产品智能化、装备智能化、生产方式智能化、管理智能化、服务智能化。

工业4.0中，原材料都将被信息化，被贴上信息化的标签，智能工厂中使用含有信息的原材料，制造业终将成为信息产业的一部分。

在工业4.0时代，未来制造业的商业模式就是以解决顾客问题为主。未来制造企业将不仅仅进行硬件的销售，还要通过提供售后服务和其他后续服务，来获取更多的附加价值，这就是软性制造。而带有“信息”功能的系统成为硬件产品新的核心，意味着个性化需求、批量定制制造将成为潮流。制造业的企业家们要在制造过程中尽可能多地增加产品附加价值，提供更丰富的服务，提出更完善的解决方案，满足消费者的个性化需求，走软

性制造+个性化定制的道路。

## 1.2.2 《中国制造2025》中智能制造系统的内涵

2015年12月,根据《中国制造2025》的战略部署,工业和信息化部、国家标准化管理委员会共同发布了《国家智能制造标准体系建设指南(2015年版)》(以下简称《建设指南》),其对智能制造有了更详尽的解析。《建设指南》的部分内容充分借鉴了德国工业4.0和美国工业互联网的相关标准化内容,并与先进制造国家和国际标准化组织进行参照,推动将相关标准上升为国际标准。

《建设指南》将智能制造系统架构分成了生命周期、系统层级和智能功能三个维度。

### 1. 生命周期

生命周期是由设计、生产、物流、销售、服务等一系列相互联系的价值创造活动组成的链式集合。生命周期中各项活动相互关联、相互影响。

### 2. 系统层级

系统层级自下而上共五层,分别为设备层、控制层、车间层、企业层和协同层。智能制造的系统层级体现了装备的智能化和互联网协议(IP)化,以及网络的扁平化趋势。具体包括:

(1) 设备层级包括传感器、仪器仪表、条码、射频识别、机器、机械和装置等,是企业进行生产活动的物质技术基础;

(2) 控制层级包括可编程逻辑控制器(PLC)、数据采集与监视控制系统(SCADA)、分布式控制系统(DCS)和现场总线控制系统(FCS)等;

(3) 车间层级实现面向工厂/车间的生产管理,包括制造执行系统(MES)等;

(4) 企业层级实现面向企业的经营管理,包括企业资源计划系统(ERP)、产品生命周期管理(PLM)、供应链管理系统(SCM)和客户关系管理系统(CRM)等;

(5) 协同层级由产业链上不同企业通过互网络共享信息实现协同研发、智能生产、精准物流和智能服务等。

### 3. 智能功能

智能功能包括资源要素、系统集成、互联互通、信息融合和新兴业态等五层。

(1) 资源要素包括设计施工图纸、产品工艺文件、原材料、制造设备、生产车间和工厂等物理实体,也包括电力、燃气等能源。此外,人员也可视为资源的一个组成部分。

(2) 系统集成是指通过二维码、射频识别、软件等信息技术集成原材料、零部件、能源、设备等各种制造资源。由小到大实现从智能装备到智能生产单元、智能生产线、数字化车间、智能工厂,乃至智能制造系统的集成。

(3) 互联互通是指通过有线、无线等通信技术,实现机器之间、机器与控制系统之间、企业之间的互联互通。

(4) 信息融合是指在系统集成和通信的基础上,利用云计算、大数据等新一代信息技术,在保障信息安全的前提下,实现信息协同共享。

(5) 新兴业态包括个性化定制、远程运维和工业云等服务型制造模式。

综上所述,智能制造绝不仅仅是工业化和自动化这么简单,智能制造是要给客户提



高附加值的服務，包括智能物流、智能服務和智能產品製造等各方面內容。

智能制造的實施過程是製造業創新發展的過程，製造技術、產品、模式、業態、組織等方面的創新，將會層出不窮，從技術創新到產品創新，到模式創新，再到業態創新，最後到組織創新。智能制造的整個生產形態，將從大規模生產轉向個性化定制，使整個生產的過程更加柔性化、個性化、定制化。

智能制造具有較強的綜合性，不僅是單一技術和裝備的突破與應用，而且還是製造技術與信息技術的深度融合與創新集成，在製造業領域構建信息物理系統，從而徹底改變製造業生產組織方式和人際關係，帶來製造方式和商業模式的創新轉變。

## 1.3 智能制造信息系統的重要性

### 1.3.1 什么是信息系統

#### 1. 信息系統的概念

信息系統是由人、硬件、軟件和數據資源組成的系統，目的是及時、正確地收集、加工、存儲、傳遞和提供信息，實現組織中各項活動的管理、調節和控制。

組織中各項活動表現為物流、資金流、事務流和信息流的流動。“物流”是實物的流動過程。物資的運輸，產品從原材料採購、加工直至銷售都是物流的表現形式。“資金流”指的是伴隨物流而發生的資金的流動過程。“事務流”是各項管理活動的工作流程，例如原材料進廠時進行的驗收、登記、開票、付款等流程，廠長做出決策前進行的調查研究、協商、討論等流程。“信息流”伴隨以上各種流的流動而流動，它既是其他各種流的表現和描述，又是用於掌握、指揮和控制其他流或其他相關模塊運行的軟資源。

關於信息系統的概念，還有如下兩種說法。

在一個組織的全部活動中存在各式各樣的信息流，而且不同的信息流用於控制不同的活動。若幾個信息流聯繫組織在一起，服務於同類的控制和管理目的，就形成信息流的網，稱之為信息系統。

一個組織的信息系統可以是企業的產、供、銷、庫存、計劃、管理、預測、控制的綜合系統，也可以是機關的事務處理、戰略規劃、管理決策、信息服務等的綜合系統。

信息系統包括信息處理系統和信息傳輸系統兩個方面。信息處理系統對數據進行處理，使它獲得新的結構與形態或者產生新的數據。比如計算機系統就是一種信息處理系統，通過它對輸入數據的處理可獲得不同形態的新的數據。信息傳輸系統不改變信息本身的内容，作用是把信息從一處傳到另一處。由於信息的作用只有在廣泛交流中才能充分發揮出來，因此，通信技術的進步極大地促進了信息系統的發展。

#### 2. 信息系統的類型

按照處理對象的不同，組織的信息系統可以分為作業信息系統和管理信息系統兩大類。

(1) 作業信息系統的任务是處理組織的業務、控制生產過程、支持辦公事務和更新有



关数据库。

作业信息系统通常由以下三部分组成：

①业务处理系统。业务处理系统的目标是迅速、及时、正确地处理大量信息，如产量统计、成本计算和库存记录等，提高管理工作的效率和水平。

②过程控制系统。过程控制系统主要用计算机控制正在进行的生产过程。如工厂通过敏感元件对生产数据进行监测，并予以实时调整。

③办公自动化系统。办公自动化系统以先进技术和自动化办公设备（如文字处理设备、电子邮件、轻印刷系统等）支持人的部分办公业务活动。这种系统较少涉及管理模型和管理方法。

(2) 管理信息系统是对一个组织（单位、企业或部门）的信息进行全面管理的人和计算机相结合的系统，它能进行管理信息的收集、传递、储存、加工、维护和使用。它综合运用计算机技术、信息技术、管理技术和决策技术，与现代化的管理思想、方法和手段结合起来，能实测企业的各种运行情况，利用过去的的数据预测未来，从全局出发辅助企业进行管理和决策，利用信息控制企业的行为，帮助企业实现其规划目标。

### 1.3.2 智能制造信息系统的重要作用

智能制造的核心就是要互联互通，即把供应商、工厂、设备、生产线、产品、客户等价值链上的各个环节紧密地连接在一起，以适应万物互联的发展。它是将广泛存在的传感器、嵌入式系统、智能控制系统、通信设施通过信息物理系统（CPS）连接，形成一个智能网络，使得产品与生产设备之间、不同的生产设备之间、生产系统与管理系统之间、不同的管理模块之间、虚拟世界和物理世界之间能够互联，使得各种机器、部件、模块、系统以及人类持续地保持着数字信息的交流。

智能制造中包括大量的数据，如实时感知数据、产品数据、设备数据、研发数据、工业链数据、运营数据、管理数据、销售数据、物流数据、消费者数据等等，众多的连接之间也将产生大量的数据流，这些数据需要通过利用高效、标准的方法实时进行信息采集、自动识别，并将信息传输到分析决策系统，通过面向产品全生命周期的海量异构信息的挖掘提炼、计算分析、推理预测，形成优化制造过程的决策指令，再根据决策指令，通过执行系统控制制造过程的状态，实现稳定、安全的运行和动态调整，实现高效高品质的生产。

智能制造中大量的数据和数据流，都必须要有相应的信息系统进行收集、传递、储存、加工、维护和使用，才能保证数据合理、规范、有效的使用，才能实现众多的部件、模块、子系统之间有价值的互联互通。只有通过智能制造信息系统（Intelligent Manufacturing Information System，简称为IMIS）的有效管理，才能真正实现完整意义上的智能制造，让智能制造真正体现出价值。可以这么说，智能制造信息系统是中国制造2025的智能大脑。

与以往不同的是，智能制造信息系统应实现作业信息系统与管理信息系统两种类型信息系统的集成。这里的管理信息系统是广义的，其中可包含企业资源计划系统（ERP）、供应链管理系统（SCM）、客户关系管理系统（CRM）和决策支持系统（DSS）等内容。智能制造信息系统的运行不再局限于组织内部的局域网，大部分模块和内容都要迁移到互

联网上，实现在线化，只有在线才能盘活数据，数据就可以随时被调用和挖掘。在线化的数据不会像以前一样仅仅封闭在某个组织内部。在线数据的流动性强，可随时在产业上下游、协作主体之间以最低的成本流动和交换。数据只有流动起来，其价值才能最大限度地发挥出来，才能将其转化成巨大的生产力，成为社会财富增长的新源泉。

## 1.4 智能制造信息系统的逻辑结构

智能制造信息系统是智能制造企业内信息系统的核心，贯穿于智能制造及管理的全过程，同时又覆盖了每个环节的各个层面，因而其结构也必然是一个包含各种子系统的广泛结构。下面我们着重从广义的概念上阐述智能制造信息系统的逻辑结构。

图 1-1 是智能制造信息系统的结构。横向概括了基于消费者到企业（C2B）价值链的系统结构，纵向概括了价值链中各节点模块和子系统的功能。

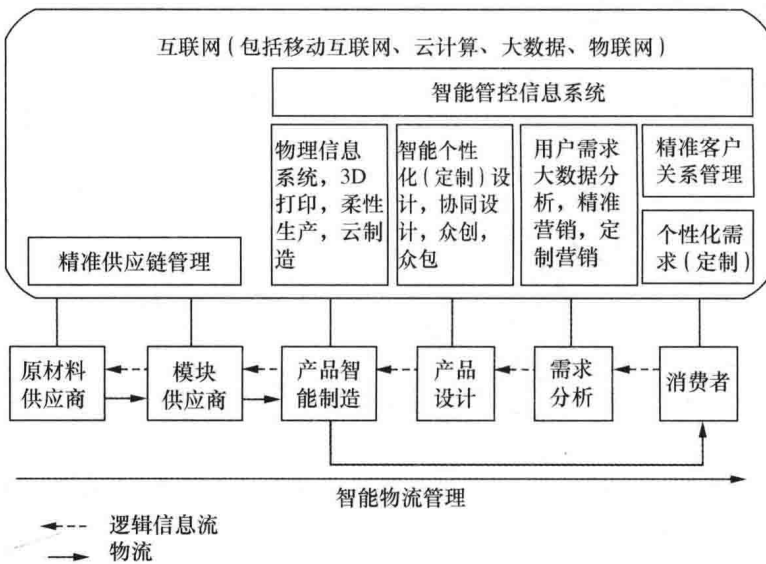


图 1-1 智能制造信息系统结构

### 1.4.1 基于 C2B 价值链的系统结构

互联网的应用加速了生产端与市场需求端的紧密连接，使产销者之间的信息不对称问题得到了极大的缓解，并催生一种新的商业模式：C2B（Consumer to Business，消费者到企业）模式，这是一种消费者驱动的商业模式。C2B 模式要求生产制造系统必须根据用户丰富的、多变的需要，灵活地进行生产，因此，生产制造系统就必须具备高度柔性化、个性化，以及快速响应市场等特性，这与传统商业模式下的标准化、大批量、刚性、变化缓慢的生产方式完全不同。

传统商业模式下生产制造的基本形态是大规模生产+大众营销+大品牌+大零售，大批量、规模化、流程固定的流水线生产，追求的是同质商品的低成本。大量商品生产出来后，再依靠报纸、杂志、广播、电视等传统媒体进行大众营销的广告轰炸。在这种广告模

式下,品牌是靠媒体塑造出来的,消费者处于被灌输、被教育的状态。

在传统商业模式下,生产商与消费者之间隔着许多中间环节,如批发、分销、配送等环节,生产商通过制定折扣、返点、运费等政策来鼓励分销商、零售商每批次大量订货。这种模式信息传递缓慢,生产商往往要在数月后,才能从订单的变化中看到消费者需求的变化。生产商一般以“猜”的方式进行库存和生产,但由于信息的失真和滞后,这种猜测的准确率非常的低。于是在传统的商业模式下就经常出现这样的场景:畅销商品经常缺货,滞销商品堆满货架和仓库,这就导致了既错失销售机会,又积压资金的不利局面。

基于互联网的由消费者驱动的生产方式是一种需求拉动型的生产,利用互联网、大数据等新一代信息技术将消费需求数据、市场信息快速地传送给生产者和品牌商。生产商根据市场需求变化来组织物料采购、生产制造和物流配送,这时的生产方式就开始从大批量、标准化的推动式生产向市场需求拉动式生产转变。

互联网催生了消费者个性化消费的欲望,也催生了新的销售模式和生产方式的诞生。这时的企业生产体系必须适应“多品种、小批量”的要求,才能满足不断丰富的个性化需求。互联网上大量分散的个性化需求正持续施压于电子商务企业的销售端,倒逼生产制造企业必须具备更强的柔性化生产能力,并进一步推动整个供应链乃至整个产业,使之在响应效率、行动逻辑和思考方式上逐步适应快速多变的市场需求。

智能制造就是要采用 C2B 的商业模式,智能制造信息系统的结构也是基于 C2B 价值链,为客户的个性化需求而设置。

首先,各种消费者会提出各种个性化需求,企业可通过互联网平台收集这些需求信息,然后对各种用户需求进行大数据分析,一方面为设计部门提供新的设计依据,另一方面,根据企业现有的各类产品和用户的需求去对接,开展精准营销,定制营销,减少广告的盲目性,提高营销的成功率。

产品设计部门收到营销部门传来的用户需求信息后,对需求信息进行分析,对自己能够设计制造的产品,利用智能设计软件,快速地为顾客进行个性化定制设计;对一些设计有难度的或把握不准确的,可与其他相关合作组织甚至与消费者一起进行协同设计;对于一些高难度的或需要创新解决科学问题的设计,可采用众创的方式,利用社会大众的智慧来进行设计;对于一些自己不擅长的或生产能力不够的设计与生产,可采用众包的方式来解决。产品设计部门通过各种途径和方式设计出产品的图纸、参数并确定好材料和生产工艺后,将这些数据传递给生产部门。

生产部门收到产品设计部门传来的设计信息后,便可开始智能制造。智能制造的方式可以有多种,如利用物理信息系统、3D 打印、柔性生产、云制造等多种手段进行快速灵活的个性化制造。在制造过程中,会需要使用一些零部件和模块,对于一些自制的个性化零部件和模块还需要采购一些原材料才能生产。因此,生产部门可将这些需求信息传递给其他合作的供应商,生产企业与这些供应商之间通过精准供应链管理,实现信息快速和精确的传递,使其保证生产的准时进行而又不产生浪费。

信息传递完成后,接下来就是物流运输。智能制造企业应采用智能物流管理,实现物流的快速高效和低成本,并且采用电商物流的模式,省去中间批发零售环节,直接将产品送到消费者指定的地点。

从价值链的角度看,消费者收到货物后,接下来还有从消费者到产品制造商再到原材