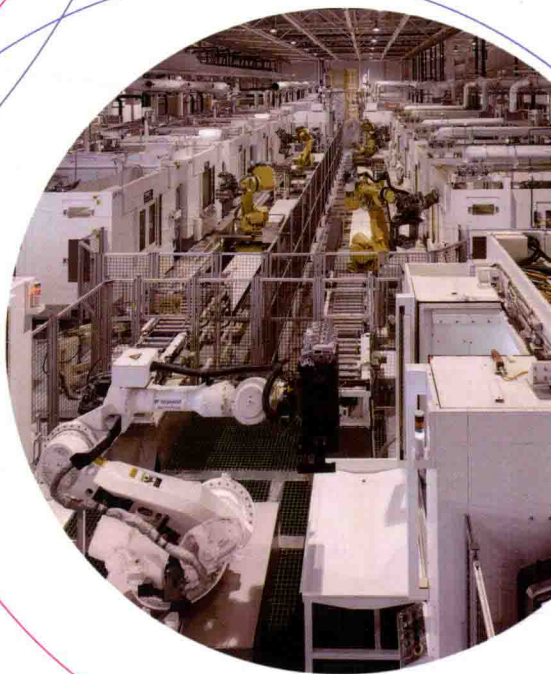


Smart Factory for Made In China 2025

面向中国制造 2025 的智能工厂

主编 陈卫新



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

Smart Factory for Made In China 2025

面向中国制造 2025 的智能工厂

主 编 陈卫新

副主编 涂 焯 顾永兴

参 编 罗启军 邓经生 李东庆 周 虹 陈廷炯 徐 东

包贞强 王俊卿 黄志波 梁凤伟 许笑旻 沈 彦

王 奕 巫文龙 吴烨琪 张勇杰 陶 钧 吴毅平

吴 斌 刘典勇 邬知衡



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书从智能制造概念出发,介绍目前世界上在智能制造方面比较超前的一些制造强国关于智能制造实施路线、方针,同时分析和解读了我国提出的“中国制造 2025”的相关政策、战略思考,旨在为读者客观了解当前制造业的发展趋势,结合我国智能制造业的发展实际及存在的突出问题,来思考中国智能制造中智能工厂的构成和实施。

全书共分 9 章,内容包括中国制造 2025 与智能制造,智能制造创新模式,智能工厂的信息设施,智能工厂的生产信息的管控,智能工厂的安防管理,智能工厂的生产环境管理,智能工厂的能源管理,企业综合信息服务管理系统,智能工厂的实践。

本书对于我国智能制造工程相关技术人员和管理人员都有很强的实用价值和借鉴作用。

图书在版编目(CIP)数据

面向中国制造 2025 的智能工厂 / 陈卫新主编. —北京: 中国电力出版社, 2017.5
ISBN 978-7-5198-0210-3

I. ①面… II. ①陈… III. ①智能制造系统-制造业-研究-中国 IV. ①F426.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 320655 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号(邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 周 娟 杨淑玲

责任校对: 常燕昆

装帧设计: 王英磊

责任印制: 单 玲

印 刷: 三河市汇鑫印务有限公司

版 次: 2017 年 5 月第 1 版

印 次: 2017 年 5 月北京第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 16 开本

印 张: 21.25

字 数: 517 千字

定 价: 68.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

本书编委会

主任：程大章

编委：（按姓氏笔画排序）

王俊卿 包贞强 田晓峰 吴斌 陈卫新

陈华刚 祁志民 徐建平 顾永兴 涂焯

黄志波 程大章 蓝鸿翔

主编：陈卫新

副主编：涂焯 顾永兴

主审：蓝鸿翔

序

信息通信技术尤其是互联网、云计算、大数据、物联网、集成电路、传感器的快速发展以及与各行各业的深度融合重新定义了制造业，制造业价值链的每个环节——研发、设计、生产、销售、服务都在经历重新定义，以智能制造为代表的新一轮产业变革在全球兴起，数字化、网络化、智能化日益成为未来制造业发展的主要趋势，智能制造浪潮席卷全球。

为加速我国制造业转型升级、提质增效，2016年5月，国务院发布了中国政府实施制造强国战略第一个十年的行动纲领《中国制造2025》，将智能制造作为主攻方向，加速培育我国新的经济增长动力，抢占新一轮产业竞争制高点。

目前，我国制造业的机械化、电气化、自动化、信息化正在发展过程中，地区、行业、企业的发展水平极度不平衡，许多地区和领域信息化与工业化融合还远未完成，智能制造面临关键技术、智能制造标准、智能制造信息化基础、智能化集成应用等一系列问题，推动我国制造业智能转型还需要从各个方面做长期艰苦的努力。

《面向中国制造2025的智能工厂》一书着力于智能制造的最基础部分——工厂基础设施，不但从宏观上描述了世界主要国家智能制造的发展态势，而且结合智能制造的实现，给出了智能化工厂基础设施的功能与特征，设计工厂运营必需的智能化系统，并以应用案例的方式，从实践的角度提出如何支撑智能制造的实现。

全面实施《中国制造2025》，需要重点领域的共性技术的突破，所以在智能制造工程中，探索新一代信息技术与制造装备融合的集成创新和工程应用亟为重要，《面向中国制造2025的智能工厂》在这方面进行了有益的尝试，会对我国智能制造业的发展发挥积极的促进作用，对我国从事智能制造事业的工程技术和研究人员具有很强的实用价值和借鉴意义。

中国科学院上海高等研究院院长
上海市电子学会 理事长 封松林

前 言

随着云计算、物联网、互联网+和大数据技术的不断演进，推动了传统制造业的变革与创新。通过发展以数字化、信息化、网络化和智能化为核心内容的先进制造技术，以先进制造技术和先进制造理念为基础，从而推动制造产业的发展，实现制造业新的一次革命——智能制造。

智能制造是集成了技术创新、模式创新和组织方式创新的先进制造系统，也是集成制造、精益生产、敏捷制造、虚拟制造、网络化制造等多种先进制造系统和模式的综合。智能制造概念一经提出，在全球范围内引起了业界的极大关注，无论是来自政府的政策引导，还是全球产业发展趋势驱动，以及日益繁多的新兴技术的出现，都推动并引导着智能制造向更深的空间发展。目前，世界主要工业化发达国家都纷纷出台以先进制造业为核心的智能制造实施战略，无论是美国的“再工业化”，德国的“工业 4.0”，还是日本的未来“无人化工厂”等，都将智能制造作为重振制造业战略的重要抓手，并影响着全球范围内制造产业的布局。

新一轮工业革命即将拉开序幕，智能制造所引发的新的制造业革命将重构全球制造业的竞争格局。中国作为制造业大国，需要走中国特色的道路，把制造大国变成制造强国，在世界制造市场中占有更大的份额，获得足够的话语权，并赢得生存与发展的更多机会。以“互联网+”和“智能制造”为核心，我国政府制定了“中国制造 2025”的发展战略，为中国制造成为中国智造指明了方向和布署具体实施行动。

智能制造需要有智能的生产条件，如何提升工厂的信息化和智能化技术的应用水平，我们都在努力探索。针对这一情况，上海市电子学会建筑智能化技术专业委员会组织有关专家和行业资深人士编写了本书，以满足广大企业和建筑智能化的从业人员和读者的需要。本书结合“中国制造 2025 与智能制造”的相关概念，对互联网时代的制造工厂信息化基础和智能化环境给予了深入的分析与介绍。

本书共分为 9 章，讲述实现智能工厂所需的信息化基础和智能化环境的构成和具体实施。第 1 章介绍了中国制造 2025 与智能制造的关系和我国实施智能制造政策背景和步骤，由涂焯、徐东、陈廷炯撰稿；第 2 章介绍了智能制造的创新模式，由涂焯、徐东、陈廷炯、顾永兴撰稿；第 3 章介绍了智能工厂的信息基础设施，由陈卫新、梁凤伟、许笑旻撰稿；第 4 章介绍了智能工厂的生产信息管控，由顾永兴、王奕、陶钧、吴毅平撰稿；第 5 章介绍了智能工厂的安防管理，由王俊卿撰稿；第 6 章介绍了智能工厂的生产环境管理，由黄志波、邓经生、罗启军撰稿；第 7 章介绍了智能工厂的能源管理，由吴斌、吴焯琪、巫文龙、李东庆、周虹撰稿；第 8 章介绍了企业综合信息服务管理系统，由包贞强撰稿；第 9 章介绍了智能工厂的实践，由陈卫新、沈彦、张勇杰、顾永兴、刘典勇、邬知衡撰稿。

本书编写得到了江苏达海智能系统股份有限公司、上海工业自动化仪表研究院（工业过程自动化国家工程研究中心）、上海宝信软件股份有限公司、上海信业智能科技股份有限公

司、杭州海康威视系统技术有限公司、上海能誉科技发展有限公司等单位的大力支持与帮助，在本书成书过程中还受到了业内众多专家的指点，对此我们一并致以最诚挚的谢意。

由于智能制造和智能工厂尚在实践和发展中，同时也限于我们的认知，书中一定存在不足与错误，恳请广大读者给予批评与指正。

上海市电子学会建筑智能化技术专业委员会

本书的范围与价值

随着科学技术的飞速发展，制造技术正在向数字化、网络化、智能化和自动化方向发展，逐渐提升为智能制造，并成为未来制造业发展的方向。目前，世界范围内智能制造国家战略相继提出。但智能制造所涉及的内容十分丰富，行业领域非常广泛，世界上包括传统制造强国都在不断摸索符合自身国情的智能制造发展之路。推进智能制造也是一项庞大的系统工程，不仅要从事单一的技术和装备着手，还要从制造技术与信息技术融合集成创新，以及发展模式的创新来考虑，对于智能制造将会是结合产、学、研、用、金五位一体的全新的制造模式的进化。

本书从智能制造概念出发，介绍目前世界上在智能制造方面走得比较超前的一些制造强国关于智能制造实施路线、方针，同时描述中国智能制造相关政策、战略思考，旨在为读者客观分析当前智能制造业的发展趋势，结合我国智能制造业的发展实际及存在的突出问题，来思考我国智能制造业的发展方略。

本书还从实践应用着手，系统介绍智能制造实施关键任务，智能工厂构建。并通过不同章节详细叙述了在每个制造环节如何来系统有效实施智能制造过程，从而实现智能工厂加工制造全过程的设备管控数字化、物料管理数字化、工艺过程数字化、计划调度数字化、质量管控数字化、车间信息数字化，人员管理数字化来提升制造能级和生产管理水平，在提高产品制造精度和稳定性，保障产品制造过程的一致性和可追溯性的同时，降低生产成本，提高企业综合效益，完成智能制造模式的转变，最终实现制造生产过程智能化、绿色化的智能工厂的目标。最后章节提供应用案例，进一步验证实施有效性。

本书的编纂主要是针对想了解智能制造内涵及基本概念、智能工厂的基本要素及构建而成的普及型教材，也可作为工程技术人员参考用书。对我国智能制造工程实施人员的应用实践具有很强的实用价值和借鉴意义。

目 录

序

前言

本书的范围与价值

第 1 章 中国制造 2025 与智能制造	1	3.1.1 电磁兼容	53
1.1 在全球智能制造热潮中的工业 4.0	1	3.1.2 防爆	56
1.1.1 美国重振制造业	2	3.1.3 信息设施的安全性	57
1.1.2 英国高价值制造	4	3.1.4 可靠性	65
1.1.3 日本智能制造系统	6	3.2 工厂信息系统布线	66
1.1.4 德国工业 4.0	6	3.2.1 信息系统布线原则	66
1.2 中国制造 2025	12	3.2.2 信息系统布线规划	66
1.2.1 发展背景	12	3.2.3 布线系统的分级与选用	69
1.2.2 中国制造 2025 要义	14	3.2.4 线缆布放、电气防护、接地 及防火要求	71
1.3 智能制造相关技术标准	24	3.2.5 综合管网工程	73
1.3.1 工业 4.0 标准化路线图	24	3.3 工厂网络系统	75
1.3.2 中国智能制造标准	25	3.3.1 网络系统建设原则	75
1.3.3 国内外智能制造相关 标准化组织	27	3.3.2 网络系统建设目标	76
参考文献	29	3.3.3 网络逻辑架构	76
第 2 章 智能制造创新模式	31	3.3.4 核心交换模块	77
2.1 智能制造新模式	31	3.3.5 厂区有线接入模块	78
2.1.1 离散型数字化制造	31	3.3.6 厂区无线接入模块	78
2.1.2 流程型智能制造	32	3.3.7 互联出口模块	79
2.1.3 网络协同制造	33	3.3.8 安全防护模块	80
2.1.4 大规模个性化定制	33	3.3.9 运维管理模块	80
2.1.5 远程运维服务	34	3.3.10 智能工厂网络基础架构	80
2.2 智能制造推动智能工厂的创新	34	3.3.11 四级骨干网	81
2.2.1 智能工厂	34	3.3.12 三级生产管理网	82
2.2.2 智能工厂关键技术创新	35	3.3.13 二级生产控制网	82
2.2.3 智能工厂工作流程创新	51	3.3.14 二级与三级网络互联	83
参考文献	52	3.3.15 三级与四级网络互联	83
第 3 章 智能工厂的信息设施	53	3.3.16 广域网互联	83
3.1 基础技术要求	53	3.4 工厂计算机网络数据中心	83

3.4.1 数据中心的组成要素	84	4.2.4 CPS 的意义	117
3.4.2 数据中心规划	85	4.3 智能感知及自动控制	117
3.4.3 数据中心分区	85	4.4 生产制造执行系统 (MES)	119
3.4.4 数据中心服务器区分层、 分级	86	4.5 企业资源管理计划 (ERP)	120
3.4.5 集中存储方案	88	4.6 互联网+制造	122
3.4.6 分层存储方案	89	4.7 云计算	123
3.4.7 持续数据保护方案	90	4.7.1 云计算的概念及基本特征	123
3.4.8 远程灾备方案	91	4.7.2 云计算的体系架构	124
3.4.9 数据中心的运维管理	92	4.7.3 云计算与智能制造	125
3.5 信息机房	98	参考文献	126
3.5.1 建设内容	98	第 5 章 智能工厂的安防管理	127
3.5.2 机房建设原则	99	5.1 视频监控	127
3.5.3 信息机房规划要求	100	5.1.1 视频监控的发展及构成	127
3.5.4 机房装修	101	5.1.2 视频监控的系统组成	129
3.5.5 电气系统	102	5.1.3 视频监控前端	130
3.5.6 不间断电源系统	105	5.1.4 视频监控传输网络	136
3.5.7 机柜配电	106	5.1.5 监控中心系统	138
3.5.8 照明工程	107	5.1.6 视频智能技术	145
3.5.9 机房管路桥架线缆敷设	107	5.2 企业一卡通	155
3.5.10 防雷接地	108	5.2.1 门禁管理	155
3.5.11 机房空调系统	109	5.2.2 考勤管理	162
3.5.12 新风系统	109	5.2.3 梯控管理	164
3.5.13 排烟系统	110	5.2.4 巡查管理	166
3.5.14 环境和设备监控系统	110	5.2.5 消费管理	167
3.5.15 机房安全防范系统	111	5.2.6 访客管理	169
3.5.16 机柜系统	111	5.3 报警管理	171
3.5.17 消防报警及气体灭火 系统	112	5.3.1 报警系统的发展	171
3.5.18 其他要求	112	5.3.2 报警系统组成	172
参考文献	112	5.3.3 报警系统功能	174
第 4 章 智能工厂的生产信息的 管控	114	5.4 车辆管理	176
4.1 智能工厂管控平台及其总体 架构	114	5.4.1 系统概述	176
4.2 CPS 概述	115	5.4.2 系统组成	176
4.2.1 CPS 的起源	115	5.4.3 系统功能	177
4.2.2 世界各国对 CPS 的研究	115	5.4.4 场景应用	179
4.2.3 CPS 的定义和特征	116	5.5 企业安全综合管理平台	181
		5.5.1 平台概述	181
		5.5.2 平台总体框架	181
		5.5.3 平台功能	182
		参考文献	185

第6章 智能工厂的生产环境管理	186	7.5 工厂能源综合管理平台	249
6.1 智能工厂基础环境	186	7.5.1 综合监控功能	249
6.1.1 环境指标通用要求	187	7.5.2 基础能源管理功能	255
6.1.2 不同企业类型对环境指标要求	193	参考文献	260
6.1.3 基础环境变量的控制	197	第8章 企业综合信息服务管理系统	261
6.2 智能工厂环境控制	198	8.1 综述	261
6.2.1 空气调节	198	8.1.1 主要功能特点包括	261
6.2.2 空调水系统	198	8.1.2 主要内容包括	261
6.2.3 空调风系统	199	8.1.3 信息标准体系	262
6.2.4 通风与除尘	200	8.2 目标和范围	263
6.2.5 智能工厂环境自动控制	203	8.3 系统架构	263
6.3 工厂环境智能控制的设计	213	8.4 信息管理系统	264
6.3.1 厂房环境智能控制系统设计	214	8.4.1 外网网站	264
6.3.2 厂房智能化集成系统设计	221	8.4.2 内网门户	266
参考文献	224	8.4.3 移动门户	268
第7章 智能工厂的能源管理	226	8.4.4 单点登录	269
7.1 工厂能源管理概述	226	8.4.5 协同办公管理系统	270
7.1.1 工厂能源管理的建设目标	226	8.4.6 人力资源管理	271
7.1.2 工厂能源管理设计依据	227	8.5 合同管理系统	271
7.1.3 工厂能源管理设计原则	227	8.6 档案管理系统	272
7.1.4 设计内容及定位	228	8.7 供应商管理与交易系统	275
7.2 工厂能源管理	229	8.7.1 系统综述	275
7.2.1 电力监管	229	8.7.2 系统架构	276
7.2.2 燃气监管	235	8.7.3 主要功能	276
7.2.3 供用水监管	238	8.7.4 采购计划管理	277
7.2.4 热能回收	241	8.7.5 招投标管理	277
7.3 生产用气监管	244	8.7.6 流程管理	279
7.3.1 生产用气监管概述	244	8.7.7 供应商交易管理	279
7.3.2 生产用气监管系统结构和功能	245	8.7.8 系统特性	279
7.3.3 生产用气监管系统特点	246	8.8 企业内部管理与应用	280
7.4 可再生能源监管	247	8.8.1 知识管理系统	280
7.4.1 太阳能光伏发电技术	247	8.8.2 统一用户管理系统	282
7.4.2 光伏并网逆变器	248	8.8.3 企业邮件系统	284
7.4.3 太阳能光伏电站监测及通信	248	8.8.4 统一接口关系	285
		8.8.5 统一 workflow 引擎	286
		8.8.6 统一内容管理	288
		8.8.7 统一的单点登录	289

8.8.8 与 Office 集成	290	9.3.1 智能物流服务系统的构成	305
8.9 移动开发技术	291	9.3.2 关键技术	307
参考文献	292	9.3.3 应用案例	312
第 9 章 智能工厂的实践	293	9.4 机器人应用概要	319
9.1 智能工厂规划设计	293	9.4.1 工业机器人在物流行业的 应用	319
9.1.1 建设目的	293	9.4.2 机器人在生产操作中的 应用	320
9.1.2 建设原则	293	9.5 智能工厂案例汇编	320
9.1.3 建设内容	294	9.5.1 高压开关智能工厂	320
9.2 智能工厂设计案例	294	9.5.2 工业搬运车辆智能工厂	322
9.2.1 亨克电梯工厂概况	294	9.5.3 电站锅炉智能工厂	324
9.2.2 亨克电梯工厂对智能工厂 的期望	297	参考文献	326
9.2.3 亨克电梯工厂的智能化	298	编后记	327
9.2.4 智能电梯厂的运营	303		
9.3 厂区物流服务系统	304		

第1章 中国制造2025与智能制造

1.1 在全球智能制造热潮中的工业4.0

国际上对智能制造尚无统一的定义，但是我们认为智能制造是以现代传感器技术、网络通信技术、自动化技术、虚拟仿真技术、云计算技术等智能技术为基础，将物联网、大数据、云计算等新一代信息技术与设计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节融合，具有信息深度自感知、智慧优化自决策、精准控制自执行等功能的先进制造过程、系统与模式的总称，它应具备以智能工厂为载体，以关键制造环节智能化为核心，以端到端数据流为基础、以网通互联为支撑的四大特征，可有效缩短产品研制周期、提高生产效率、提升产品质量、降低资源能源消耗，实现面向产品全生命周期和实现泛在感知条件下的数字化、网络化、绿色化制造，对推动制造业转型升级具有重要意义。

随着市场需求的变化，智能制造集成了技术创新、模式创新和组织方式、集成制造、精益生产、敏捷制造、虚拟制造、网络化制造等多种先进制造系统和模式的综合。智能制造概念一经提出，在全球范围内引起了业界的极大关注，不仅有来自政府的政策引导，全球产业发展趋势也驱动了众多的新兴技术的出现，都推动并引导着智能制造更深的空间发展。

智能制造的功能构架如图1-1所示。

近年来，世界各国为提高产品质量、降低成本、缩短研制周期，制定多项先进制造发展战略与规划，调整产业架构，促进产业转型。但随着产品功能的多样化，产品结构的复杂化、精细化，产品所包含的信息也越来越大，因而在生产

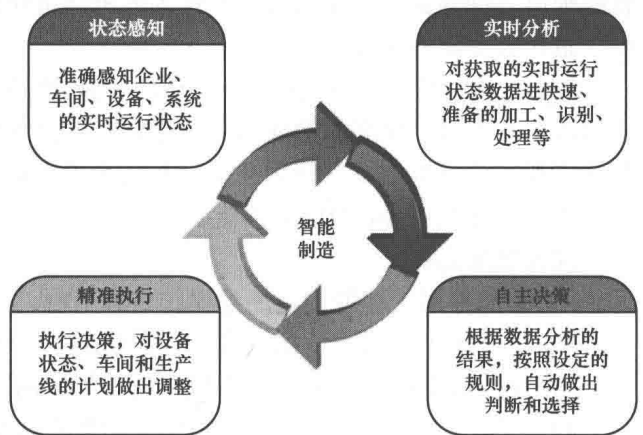


图1-1 智能制造功能构架

制造过程内部的信息流量猛增，生产管理信息量也随之剧增。为了满足市场瞬息万变的需求和激烈的竞争环境，要求制造过程有更高的灵活性、敏捷性。通过对发展以数字化、信息化、网络化和智能化为核心内容的先进制造技术，以先进制造技术和先进制造理念为基础，来推动制造产业的发展，实现制造业的新的—次革命。

目前，世界主要工业化发达国家已经纷纷出台以先进制造业为核心的智能制造实施战略，无论是美国的“再工业化”、德国的“工业4.0”、英国“工业2050”战略，还是日本的未来“无人化工厂”等，都将智能制造作为重振制造业战略的重要抓手，并影响着全球范围

内的制造产业的布局。新一轮工业革命即将拉开序幕，智能制造所引发的新的制造业的革命将重构全球制造业的竞争格局。

德国提出的“工业 4.0”、美国提出的“工业互联网”与我国提出的“中国制造 2025”如出一辙、异曲同工、殊途同归，其理念和发展思路对我国制造业发展有借鉴意义。

1.1.1 美国重振制造业

第二次世界大战结束后，全球分工体系和贸易格局发生深刻变革：以美国为代表的发达经济体逐渐向价值链的市场、研发两端延伸，而把低附加值、处于中间环节的制造业导出。随着美国经济从制造业向知识产权和服务业转移，制造业开始经历趋势性萎缩。20 世纪 50 年代初，美国制造业增加值占世界总和的近四成，80 年代以来，美国制造业逐渐衰退，到 2011 年，美国的制造业中多个行业产值创新低，近 1/6 制造业企业停产，给美国的制造业乃至全美经济都带来了重大影响，2012 年美国制造业增加值占世界总和进一步跌落至 17.4%，美国保持多年世界第一的制造业大国地位被中国取代。

1. 再工业化

为了重塑美国制造业的全球竞争优势，寻找能够支撑未来经济增长的高端产业，通过产业升级化解高成本压力，实现经济的复苏，美国启动了制造业振兴战略，本质是产业升级，高端制造是其战略核心，来加快发展技术密集型先进制造业，实现再工业化，并启动高端制造计划，针对纳米技术、高端电池、能源材料、生物制造、新一代微电子研发等产业，通过研究基于模型的企业、虚拟物理系统、工业机器人、先进测量与分析、智能制造系统集成等智能制造关键要素进行系统支持。作为先进制造业的重要组成部分，智能制造得到了美国政府、企业各层面的高度重视。

实行“再工业化”并非只是一个简单的政策转变就能够完成，美国将面临很多问题，很多制造企业难以消化高额的成本和技术创新的巨大投资花费。为了保障“再工业化”战略的顺利实施，美国推出了一些相互配合的政策和措施，如大力发展新兴产业、鼓励科技创新、支持中小企业发展等，力图加快传统产业的更新换代和科技进步，以推动美国经济走向复苏。

优先领域为：

- 1) 工业界用于智能制造的建模和仿真平台。
- 2) 经济实惠的工业数据采集和管理系统。
- 3) 企业级集成：业务系统、生产商和供应商。
- 4) 智能制造设计、运行和维护所需的教育和工作培训技能。

“再工业化”使美国制造业成为世界的创新者，美国将通过“人工智能+机器人+数字制造技术=智能制造”重新夺回美国制造业在世界的优势。

2. 智能制造创新网络

自美国“重振制造业”战略导向以来，美国政府从战略布局、发展路径到具体措施，环环相扣，逐层分解，完成了美国制造业创新计划部署。为了加强美国的创新和制造能力，扭转制造业的下滑局面，推进美国国内制造业的发展。2012 年 3 月美国总统奥巴马提议，投资 10 亿美元构建国家制造业创新网络（National Network for Manufacturing Innovation, NNMI），从而推动高校、企业和政府部门形成合力，通过缩小科研与商业之间的差距，打造一批具有先进制造业能力的创新集群，促进新技术、生产工艺、产品和教育项目的开发，推

动美国先进制造业的复兴，为美国创造更多的就业机会。

美国制造业创新网络计划的核心是集中产学研力量推动数字化制造、新能源以及新材料应用等先进制造业的创新发展，旨在将产、学（研究型大学和社区学院）、有关组织（行业财团、经济发展组织、劳动组织、国家实验室等），以及各级政府机构（联邦、州和地方）等制造业各个利益相关者结合起来，克服跨领域产品以及先进制造工艺的发展障碍，支持国内制造业中小企业创新，促进就业的同时实现美国制造业的复苏。

该网络计划由 15 家制造业创新研究所（Institutes for Manufacturing Innovation, IMI）组成，主要职能包括：

1) 进行先进制造领域新技术的应用研究、发展和示范，从而降低这些技术发展和推广的成本和风险。

2) 在各层面开展教育和培训工作。

3) 发展创新的手段方法，以提高供应链的整合能力和扩大整个供应链的容量。

4) 鼓励中小型企业的参与。

5) 共享基础设施。

目前已成立 8 家创新网络包括：

1) 美国制造（America Makes），即美国国家增材制造创新机构，位于俄亥俄州杨斯顿，关注增材制造和 3D 打印技术。2012 年 8 月建成。

2) 数字制造与设计创新机构（Digital Manufacturing and Design Innovation Institute），位于伊利诺伊州芝加哥，关注数字设计与制造的集成。2014 年 2 月建成。

3) 明日轻质创新（LIFT），即美国轻质材料制造创新机构，位于密歇根州的底特律，关注轻金属制造技术。2014 年 2 月建成。

4) 电力美国（Power America），下一代电力电子制造创新机构，位于北卡罗来纳罗利，关注基于宽能带隙半导体的电子器件。2014 年 12 月建成。

5) 先进复合材料制造创新机构（IACMI），位于田纳西州诺克斯维尔，关注先进纤维增强聚合物复合材料。2015 年 6 月建成。

6) AIM 光子（AIM Photonics），即美国集成光子制造创新机构，位于纽约州罗彻斯特，关注集成光子电路制造。2015 年 7 月建成。

7) 下一代柔性（Flexible Hybrid Electronics），即柔性混合电子制造创新机构，位于加利福尼亚州圣何塞，关注半导体与柔性电子器件的制造和集成。2015 年 8 月建成。

8) 智能制造系统（intelligent manufacturing system），即智能制造创新机构，针对先进传感器、控制器、平台和制造建模（ASCPMM）技术，支持能够减少其部署成本达 50% 的研究与开发行动。该机构将验证：这些技术运用在制造过程中，能够至少提升 15% 的能源利用效率，以及提升至少 50% 的能源生产率。智能技术广泛应用后，将使美国制造发生转型，在能耗和花费更低的同时提升制造能力，2015 年 9 月组建。

3. 工业互联网

工业互联网是工业系统与高级计算、分析、感应技术以及互联网连接融合的结果。它通过智能机器与机器之间的连接并最终将人与机器连接，结合软件和云平台、大数据分析，来重构全球工业。美国通用电气公司（GE）依托自身完善且庞大的产业链、产品体系和技术实力，提出了自己的“工业互联网”概念，并与美国政府的战略举措相呼应。在美国通用电气

公司对制造业改造的构想中，工业互联网将通过智能机床、智能终端、先进数据分析方法以及人-机、机-机的连接，深度融合数字世界与物理世界，再造一个深刻改变全球工业的美国经济。美国通用电气公司认为，“工业互联网”是两大革命中先进技术、产品与平台的结合，即工业革命中的机器、设施与网络和互联网革命中的计算、信息与通信。“工业互联网”是数字世界与机器世界的深度融合，其实质也是工业和信息化的融合。与工业 4.0 的基本理念相似，它同样倡导将人、数据和机器连接起来，形成开放而全球化的工业网络，其内涵已经超越制造过程以及制造业本身，跨越产品生命周期的整个价值链，涵盖航空、能源、交通、医疗等更多工业领域。

工业互联网的核心是智能机器、先进分析方法以及高知劳动者。其特征是智能设备、智能系统、智能决策。

工业互联网的参考体系构架如图 1-2 所示。

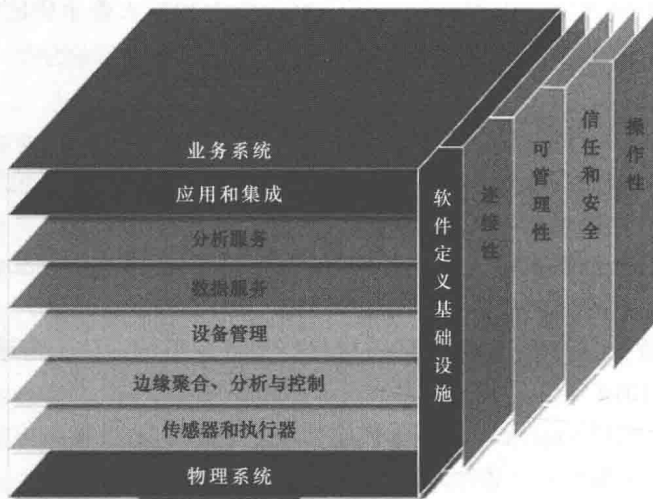


图 1-2 工业互联网参考体系构架

2014 年 3 月，由 AT&T、Cisco、GE、IBM 和 Intel 成立了工业互联网联盟（IIC），工业互联网联盟的任务是协调广泛的生态系统，使用公共的体系结构、互操作性和开放的标准，来连接和融合对象与人、过程和数据。工业互联网联盟的目标是：

- 1) 通过为现实世界应用创建新工业用例和测试床，驱动工业革新。
- 2) 为互操作性定义和制定参考体系结构和框架。
- 3) 影响互联网和工业系统的全球标准制定。

1.1.2 英国高价值制造

英国是传统的制造业强国，同时英国制造业也面临着全球化、国际金融危机、过度依赖服务业等问题带来的诸多挑战。作为工业革命的发生地、现代工业的摇篮，自 20 世纪 60~70 年代开始，英国制造业经历巨大变革，虽有“去工业化”现象，然而，仍然拥有一批研发创新能力强、极具竞争力的企业，主要集中在航空航天、制药等领域。自 2008 年起，英国政府就推出“高价值制造”战略，希望鼓励英国企业在本土生产更多世界级的高附加值产品，以加大制造业在促进英国经济增长中的作用。目前，“高价值制造”战略已进行到第二期

(2012~2015年)。

(1) 吸引制造业回流。

为了促进制造业回流,英国政府出台了新的经济发展政策,以加大制造业在经济结构中的比重。英国政府试图将已经转移到其他国家的工厂、生产线和业务搬回本国,以重温昔日“世界工厂”的辉煌。

(2) 制造业与服务业融合。

英国的重振制造业之路并不是简单的对工业化进程重复,而是对传统制造业的升级和改造,在重振过程中,注重发展“高价值制造”,从而使得制造业与诸如服务业等的相互促进。制造业从业人员除了从事传统的车间生产和机械操作外,更多从事研发、设计、销售、售后服务等配套工作。

(3) 高端领域的研发。

注重对高端制造业技术的研发,使英国在航空航天产品、雷达、喷气发动机、运输机、军用直升机等领域设计、研发、制造等多方面领先世界,在科研、设计、创新方面的优势有望在制造业细分市场上取得巨大成功。

2013年英国政府启动了对未来制造业进行预测的战略研究项目。该项目是定位于2050年英国制造业发展的一项长期战略研究,通过分析制造业面临的问题和挑战,提出英国制造业发展与复苏的政策。该战略的载体为英国政府科技办公室推出的报告《英国工业2050战略》(The future of manufacturing: a new era of opportunity and challenge for the UK),是“远见”(Foresight)项目中的一个。报告展望了2050年制造业的发展状况,并据此分析英国制造业的机遇和挑战。报告的主要观点是科技改变生产,信息通信技术、新材料等科技将在未来与产品和生产网络的融合,极大改变产品的设计、制造、提供甚至使用方式。报告认为,未来制造业的主要趋势是个性化的低成本产品需求增大、生产重新分配和制造价值链的数字化。这将对制造业的生产过程和技术、制造地点、供应链、人才甚至文化产生重大影响。报告提出,制造业并不是传统意义上“制造之后进行销售”,而是“服务+再制造(以生产为中心的价值链)”,提出了未来英国制造业的特点:一是快速、敏锐地响应消费者需求。生产者将更快地采用新科技,产品定制化趋势加强。制造活动不再局限于工厂,数字技术将极大改变供应链。二是把握新的市场机遇。《英国工业2050战略》也主要将高价值制造业作为未来发展的方向。

英国在制定工业战略的同时,也在积极推出了制造业产业政策,建立一批世界级的技术创新中心,为英国制造业注入驱动力。其中包括“高价值制造弹射中心”(High value manufacturing catapult Centre)。英国政府向英国创新署提供2亿多英镑额外资金,用于2011~2015年创建七家技术创新中心,促进科技成果产业化,加快打造科技与经济紧密结合的技术创新体系。已建立的首批若干家弹射中心涉及细胞疗法、数字化、未来城市、高价值制造、海上可再生能源、卫星应用和运输系统。

弹射中心创新管理运作模式为:

(1) 管理方式采取“政府+企业”的模式。

在监管管理方面,由英国技术战略委员会下设咨询监督委员会,负责对所有“弹射中心”的监管;在运作管理方面,每个“弹射中心”都会建立由企业为主导的管理委员会,负责中心的运营。