

中国工程院重大咨询项目


制造 强国

战略研究·智能制造专题卷

RESEARCH ON THE MANUFACTURING
POWER STRATEGY

制造强国战略研究项目组 著



 中国工信出版集团

 电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

中国工程院重大咨询项目

74264
38/1

制造 强国

战略研究·智能制造专题卷

制造强国战略研究项目组 著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是中国工程院会同工业和信息化部、国家质检总局，从2013年至2014年联合组织开展的“制造强国战略研究”重大咨询研究项目的研究成果。

本书分析了我国发展智能制造的基础条件和需求，提出发展智能制造的战略思路、战略目标和优先行动计划；分析了工业机器人领域的产业现状、发展趋势和存在的问题，借鉴强国经验，进而提出发展战略和目标、重点任务和保障措施；同时，深入研究了航空装备、船舶、轨道交通装备、汽车、航天装备、输变电装备、工程机械、钢铁工业、石化工业、家用电器和纺织工业的数字化、网络化、智能化制造技术路线图；此外，还选取了深圳雷柏、宁夏小巨人、成都西门子、西开电气、潍柴、天水长城、伊利集团七家企业实施数字化、智能化制造的实践为例，阐述企业发展智能制造的实践经验。本书为国家研究制定“中国制造2025”提供了科学支撑。

本书可为政府部门、制造业企业和研究机构中从事制造业政策制定、管理决策、咨询研究及智能制造研究和实施的人员提供参考，也可以供高等院校相关专业师生及其他对制造业感兴趣的社会读者阅读。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

制造强国战略研究. 智能制造专题卷 / 制造强国战略研究项目组著. —北京：电子工业出版社，2015.5
ISBN 978-7-121-26027-8

I. ①制… II. ①制… III. ①智能制造系统—制造业—产业发展—研究—中国 IV. ①F426.4

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第089011号

策划编辑：陈韦凯

责任编辑：郭穗娟 陈韦凯 特约编辑：刘丽丽

印 刷：北京顺诚彩色印刷有限公司

装 订：北京顺诚彩色印刷有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：32 字数：819千字

版 次：2015年5月第1版

印 次：2015年5月第1次印刷

定 价：598.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlbs@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

编委会

顾问：徐匡迪 苗 圩 潘云鹤 陆燕荪

主任委员：周 济 朱高峰

副主任委员：干 勇 邬贺铨 苏 波 柳百成 吴 澄

委员（按姓氏笔画排序）：

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 丁荣军 | 马伟明 | 王一德 | 王天凯 | 王天然 | 王立鼎 | 王礼恒 | 王威琪 |
| 王基铭 | 支树平 | 尤 政 | 尹泽勇 | 邓中翰 | 卢秉恒 | 叶培建 | 田世宏 |
| 由淑敏 | 包为民 | 冯培德 | 朱 荻 | 朱宏任 | 朱森第 | 庄松林 | 刘人怀 |
| 刘大响 | 刘友梅 | 刘永才 | 刘高倬 | 刘源张 | 刘福中 | 关 桥 | 孙 玉 |
| 孙昌基 | 孙晋良 | 孙瑞哲 | 李 平 | 李 刚 | 李 明 | 李 骏 | 李仲平 |
| 李伯虎 | 李国杰 | 李彦庆 | 李培根 | 李新亚 | 李德毅 | 杨海成 | 肖 华 |
| 吴有生 | 吴曼青 | 邱定蕃 | 何光远 | 汪应洛 | 宋天虎 | 张 纲 | 张广钦 |
| 张寿荣 | 张相木 | 张钟华 | 张彦敏 | 张新国 | 陆钟武 | 陈 钢 | 陈克复 |
| 邵新宇 | 林忠钦 | 郁铭芳 | 欧阳松 | 季国标 | 金 涌 | 金东寒 | 金国藩 |
| 金鉴明 | 周 翔 | 周国泰 | 庞国芳 | 屈贤明 | 赵振业 | 胡 楠 | 胡正寰 |
| 钟 掘 | 钟志华 | 钟群鹏 | 段正澄 | 俞建勇 | 闻雪友 | 姚 穆 | 袁晴棠 |
| 顾国彪 | 顾诵芬 | 倪光南 | 倪维斗 | 徐惠彬 | 徐滨士 | 徐德龙 | 殷瑞钰 |
| 高 文 | 高 勇 | 高金吉 | 高振海 | 郭孔辉 | 郭东明 | 郭振岩 | 唐长红 |
| 唐守廉 | 黄平涛 | 曹湘洪 | 蒋士成 | 傅志寰 | 舒印彪 | 谭建荣 | 熊有伦 |
| 魏复盛 | | | | | | | |

项目办公室：吴国凯 谢冰玉 易 建 屈贤明 杜洪敏 左家和 王晓俊
延建林 蔡昌金 郝振宇 韩 雪 杨晓迎 吕 彤

《制造强国战略研究》出版工作委员会

主任：刘九如

出版人：徐 静

编辑部成员：

郭穗娟 陈韦凯 许存权 王玲玲 魏志强

管晓伟 齐 岳 李 洁 万子芬 武 鹏

出版监制：周 彤

装帧设计：王彦飞

序言

制造业是实体经济的主体，是国民经济的支柱，也是国家安全和人民幸福安康的物质基础，无疑是我国经济实现创新驱动、转型升级的主战场。

经过新中国 60 多年特别是改革开放 30 多年的艰苦发展历程，中国制造业总体规模已经很大，综合实力不断增强，不仅对国内经济社会发展做出了重要贡献，而且成为支撑世界经济发展的重要力量。世界银行数据显示，2010 年以来，我国制造业产值连续三年超过美国，在全球制造业占比达到 20%，成为名副其实的全球制造大国。同时，我国已拥有世界上最为完整的制造业产业体系和丰富的制造业人力资源优势，取得了“上天”、“入地”、“下海”、超级计算、高铁、百万千瓦级发电、超高压输电、国防“杀手锏”等一系列辉煌成就。

然而，我国制造业仍然是“大而不强”，产业产能过剩和重复建设问题突出，资源、能源、环境、市场的约束不断加剧，长期依赖的低成本的优势逐步削弱，制造业正面临综合成本上扬、需求放缓的持续压力。与发达国家相比，我国制造业的整体素质和竞争力仍有明显差距，突出表现如下：自主创新能力还不强，核心技术和关键元器件受制于人；产品质量问题突出；资源利用效率偏低；产业结构不尽合理，大多数产业尚处于价值链的中低端五个方面。因此，实现我国从“制造大国”到“制造强国”的发展，是新时期我国制造业发展面临的重大课题，是推进产业结构升级、加快经济发展方式转变的重大举措，是实施创新驱动发展战略、提高我国国际竞争力的迫切要求，是实现国家现代化、中华民族伟大复兴的重要途径。

面对错综复杂、快速变化的形势，我们必须未雨绸缪、早做谋划、深入研判、密切跟踪、凝聚力量、攻坚克难，牢牢把握历史机遇实现新的跨越，实现由“制造大国”到“制造强国”转变，推进我国经济和产业格局的根本性变化。

作为我国工程科技界最高荣誉性、咨询性学术机构，中国工程院肩负着为中国工程科技及产业发展服务，为中国现代化事业做贡献的神圣使命。中国工程院成立二十年来，充分发挥国家工程科技思想库的重要作用，紧紧围绕我国制造业的振兴和发展，持续组织开展了一系列重大咨询研究项目，在我国制造业发展的每一个关键时刻，都及时向国家提出了政策建议，为国家坚定发展实体经济提供科学依据，为我国制造业抓住机遇加快发展作出了重要贡献。

2013 年以来，中国工程院会同工业和信息化部、国家质检总局共同组织开展了《制造强国战略研究》重大咨询研究项目。这里的“制造强国”有两重含义，其一是通过制造业的发展使中国更加繁荣更加强大；其二是中国由制造大国成为制造强国。

项目研究提出，我国制造业迈向强国的进程是：到 2025 年中国制造业迈入制造强国行列；到 2035 年，中国制造业整体达到世界制造强国的中等水平；到 2045 年中国制造业可望进入第一方阵，成为具有全球引领影响力的制造强国。

为确保制造强国战略目标的实现，研究提出发展战略如下：要坚持发展社会主义市场经济，坚持全面深化改革，坚持积极主动的对外开放，以体现信息技术与制造技术深度融合的数字化、网络化、智能化制造为主线，以“创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本”为发展方针，实施八大战略对策，包括：推行数字化、网络化、智能化制造，提高创新设计能力，完善技术创新体系，强化制造基础，提升产品质量，推行绿色制造，培养具有全球竞争力的优势产业和企业群体并发展现代制造服务业。

在此基础上，项目组建议，抓紧组织制定和实施“中国制造 2025”，以此作为动员全社会力量建设制造强国的总体战略，打造中国制造升级版，实现中国制造由要素驱动向创新驱动的转变，由廉价产品竞争向质量效益竞争优势转变，由资源消耗大、污染物排放多的粗放制造向绿色制造转变，由生产型制造向服务型制造转变，力争到 2025 年迈入制造强国行列。

中国要迈向制造强国，需要充分发挥市场和政府的作用、统筹利用好各方面优良资源，坚定发展制造业的信心毫不动摇，从而形成全国、全社会关注制造业、重视制造业、发展制造业的良好氛围。为此，将研究成果编集成册，共分四卷出版，包括一个综合卷、两个领域卷（含十三个领域）和一个专题卷（智能制造）。期望本书的出版能够为专家学者研究制造业提供帮助，为有关部门科学决策提供参考，为加快推进中国迈向制造强国发挥积极作用。

感谢项目组全体成员两年来的不懈努力，感谢各位院士不辞辛劳在项目研究中发挥核心引领作用，感谢项目办公室研究人员和工作人员的辛勤付出，感谢各级政府及企业界、学术界的同志们在项目研究过程中给予的鼎力支持，让我们共同携手努力，为中国早日迈向世界制造强国行列而继续奋斗！

徐匡迪
二〇一五年

前言

“制造强国战略研究”是中国工程院会同工业和信息化部、国家质检总局，从 2013 年至 2014 年，联合组织开展的重大咨询研究项目。项目特邀中国工程院主席团名誉主席徐匡迪院士、工业与信息化部苗圩部长、中国工程院常务副院长潘云鹤院士、原机械工业部副部长陆燕荪担任顾问，由中国工程院院长周济院士和朱高峰院士担任组长，组织 50 多位院士和 100 多位专家共同参与研究工作。

项目研究紧紧抓住我国实现从制造大国到制造强国发展中亟待解决的重大问题，包括制造强国评价指标体系、制造业创新驱动发展、制造业质量提升、制造业绿色发展、制造业体制机制改革以及制造业服务化等，设置一个项目总体组和六个综合课题组，同时考虑到制造业涵盖范围广泛，项目研究按照制造业主要行业，拓展到机械、航空、航天、轨道交通、船舶、汽车、电力装备、信息电子、冶金、化工、纺织、家电、仪器十三个领域，进一步研究各行业领域实现制造强国的发展战略。

项目研究按照“总—分—总”三个阶段来推进。第一阶段从 2013 年 1 月至 2013 年 6 月，主要是各个综合课题组率先开展研究，总体组在汇集各综合组前期成果的基础上形成阶段性研究成果，并向各领域课题组提出统一研究大纲和研究要求；第二阶段从 2013 年 6 月至 2014 年 6 月，各领域组按照总体组提出的研究大纲，结合本领域实际情况，深入开展本领域的研究工作并形成领域研究报告；第三阶段从 2014 年 7 月至 2014 年 12 月，各综合课题组根据各领域组反馈的阶段性研究成果，进一步修改完善综合课题报告，同时，总体组在与各综合课题组及各领域组的沟通的基础上，形成项目综合报告，上报党中央国务院。

项目组从 2013 年 1 月启动以来，先后奔赴广东、贵州、天津、浙江、江苏、山东、辽宁、黑龙江、陕西、安徽、福建、湖北、重庆、河南等省市，与当地政府领导、行业协会及企业代表就制造业转型升级展开了深入交流和座谈，同时还组织专家赴德国等国家开展考察调研。在此基础上，项目组多次召开研讨会，分阶段召开 4 次大型成果交流会，在全国各地开展学术报告 8 次，数千名专家学者、企业人员、政府官员参与项目研究活动。

在项目研究过程中，高度重视加强咨询团队建设，积极构建“强核心、大协作、开放式”的咨询队伍体系：一方面，充分吸纳院士研究团队及来自政府、企业、高校、研究院所、行业协会、学会等各方面专家，形成涵盖工程科技、经济、社会、人文等不同学科领域的专家队伍；另一方面，项目组专门成立制造业研究室，聘请专职研究人员，负责推进项目组织及研究工作，保障项目研究顺利进行。

此外，在项目研究中十分注重科学研究方法和先进手段的运用和推广，鼓励各个课题

组和专题组采用路线图、问卷调查、建模计算、案例调查分析等科学方法，将需求、市场、技术、产业政策结合起来，科学分析，量化评估，更科学、更有效地反映制造业发展趋势。同时，项目研究突出工程科技特色和优势，围绕核心技术、关键装备、重点产业集中力量开展研究，实事求是地提出明确、具体、可操作性的工程化解决方案，为决策提供科学依据。

经过系统深入的调查研究，项目明确提出了我国跨入制造业强国行列的“三步走”战略目标，提出实现制造强国必须遵循的“创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本”的发展方针，以及实现实施制造强国战略的8项战略对策，并提出要牢牢坚持发展制造业不动摇，要加紧研究制定“中国制造2025”，作为动员全社会力量建设制造强国的总体战略，加快打造中国制造升级版，为我国在2025年迈入世界制造业强国行列提供科学指引。

在研究过程中，项目组按照“服务决策、适度超前”的原则，高度重视与国务院相关部委的沟通，推动项目研究成果及时为政府决策提供科学支持。2014年1月7日，马凯副总理专门听取了项目组研究阶段性成果汇报。马凯副总理对于制造强国战略项目研究工作给予了充分肯定，并要求工信部牵头，在中国工程院战略咨询研究成果的基础上，加快制定“中国制造2025”。项目组一方面积极配合参与工信部研究制定“中国制造2025”，为国家战略决策提供有力的科技支撑；另一方面，继续深入开展调查研究和宣传推广，主动加强与地方行业和企业的联系，选择广东东莞、福建泉州、武汉“光谷”、西安电气集团作为地方、行业和企业代表制订面向2025年的制造业发展战略，推动“中国制造2025”在地方、行业 and 企业的落地生根。

本丛书集结了“制造强国战略研究”两年来取得的一系列研究成果，包括一份综合报告、六份综合课题报告、十三份领域专题报告和智能制造专题报告，分为综合卷、领域卷（一）、领域卷（二）和专题卷共四卷出版。其中，综合卷收录了综合报告“制造强国战略研究总报告”和六份综合课题报告，分别是“制造强国的主要指标研究”、“制造质量强国战略研究”、“制造服务战略研究报告”、“工业绿色发展工程科技战略及对策项目综合报告”、“制造业创新驱动发展战略研究报告”、“中国制造业体制机制改革与政策调整研究”；领域卷（一）收录了机械、航空、航天、轨道交通、船舶、汽车、电力装备七个领域的制造强国战略研究成果；领域卷（二）收录了信息电子、冶金、化工、家用电器、纺织、仪器仪表六个领域的制造强国战略研究成果；专题卷收录了智能制造发展战略研究成果。

本丛书是“制造强国战略咨询研究”的研究成果，是来自项目组各位院士、专家集体智慧的结晶。期望本丛书的出版能够为政府部门的科学决策及相关研究学者的进一步深入研究提供借鉴参考，为推动中国制造业转型升级、创新发展提供有力的支撑。敬请广大读者批评指正。

编委会

2015年4月

目录

| | |
|-------------------------------|----|
| 第一篇 智能制造发展战略研究报告 | 1 |
| 课题组成员名单 | 3 |
| 第一章 国外智能制造发展总体现状与趋势 | 4 |
| 1.1 智能制造的起源与历史沿革 | 4 |
| 1.2 智能制造是制造业发展的重要方向 | 5 |
| 1.3 发达国家推进智能制造的主要对策 | 6 |
| 1.4 智能制造的发展趋势 | 10 |
| 第二章 智能制造的内涵特征及影响 | 12 |
| 2.1 国内外学者关于智能制造认识的共同点 | 12 |
| 2.2 智能制造内涵与特征 | 13 |
| 2.3 智能制造将引发制造业的革命 | 14 |
| 第三章 我国智能制造发展的基础及需求分析 | 17 |
| 3.1 我国智能制造发展的基础 | 17 |
| 3.2 我国发展智能制造存在的问题 | 20 |
| 3.3 典型企业和典型地区对智能制造的需求 | 21 |
| 第四章 发展智能制造的重要性和紧迫性 | 24 |
| 4.1 智能制造是应对国际巨大挑战的必然选择 | 24 |
| 4.2 智能制造是提升优势和破解瓶颈的关键举措 | 25 |
| 4.3 智能制造是经济发展新常态下撬动经济增长的新模式 | 25 |
| 4.4 智能制造是两化深度融合的集中体现、主攻方向和突破口 | 26 |
| 4.5 智能制造是提高产业和企业竞争力建设制造强国的关键 | 26 |
| 第五章 我国智能制造发展战略和目标 | 27 |
| 5.1 指导思想 | 27 |
| 5.2 基本原则 | 27 |
| 5.3 发展目标 | 29 |
| 第六章 发展智能制造的优先行动 | 30 |
| 6.1 优先行动一：建立智能制造标准体系 | 30 |
| 6.2 优先行动二：突破关键部件和装置并实现产业化 | 31 |
| 6.3 优先行动三：大力推广数字化制造 | 34 |
| 6.4 优先行动四：开发核心工业软件 | 35 |
| 6.5 优先行动五：建立数字化/智能工厂 | 37 |
| 6.6 优先行动六：发展服务型制造 | 39 |

| | | |
|-------|----------------------|----|
| 6.7 | 优先行动七：攻克八大共性关键技术 | 41 |
| 6.8 | 优先行动八：保障信息和网络安全 | 45 |
| 6.9 | 优先行动九：强化人才队伍建设 | 46 |
| 第七章 | 促进智能制造发展的措施和政策 | 48 |
| 7.1 | 建立统筹协调机制 | 48 |
| 7.2 | 设立“智能制造重大工程” | 48 |
| 7.3 | 建立国家智能制造创新网络 | 49 |
| 7.4 | 加大金融支持力度 | 49 |
| 7.5 | 建立智能制造技术和产业发展联盟 | 49 |
| | 参考文献 | 50 |
| 第二篇 | 工业机器人发展战略研究报告 | 51 |
| | 课题组成员名单 | 52 |
| 第一章 | 现状与差距 | 53 |
| 1.1 | 现状 | 53 |
| 1.1.1 | 市场需求分析 | 53 |
| 1.1.2 | 市场竞争分析 | 56 |
| 1.1.3 | 技术水平分析 | 58 |
| 1.2 | 存在问题 | 60 |
| 第二章 | 趋势与借鉴 | 62 |
| 2.1 | 发展趋势 | 62 |
| 2.1.1 | 市场需求呈现快速增长态势 | 62 |
| 2.1.2 | 工业机器人技术日益智能化、模块化和系统化 | 63 |
| 2.1.3 | 工业发达国家纷纷进行战略部署 | 64 |
| 2.2 | 发达国家经验借鉴 | 65 |
| 2.2.1 | 日本机器人产业发展经验值得借鉴 | 66 |
| 2.2.2 | 美国机器人产业的兴衰带来的启示 | 67 |
| 第三章 | 强国标志 | 69 |
| 3.1 | 对标企业情况分析 | 69 |
| 3.1.1 | 安川电机企业情况分析 | 69 |
| 3.1.2 | ABB 企业情况分析 | 71 |
| 3.1.3 | FANUC 企业情况分析 | 71 |
| 3.2 | 强国特征 | 73 |
| 第四章 | 战略与目标 | 74 |
| 4.1 | 发展战略 | 74 |
| 4.2 | 战略目标 | 75 |
| 4.2.1 | 2020 年目标 | 75 |
| 4.2.2 | 2030 年目标 | 75 |

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| 4.3 发展途径 | 76 |
| 4.3.1 准确定位, 扬长避短谋求发展 | 76 |
| 4.3.2 创新驱动, 重点突破核心技术 | 76 |
| 4.3.3 协同发展, 完善产业链体系 | 76 |
| 4.3.4 推广应用, 提升产业化程度 | 77 |
| 4.3.5 提高集中度, 打造知名品牌 | 77 |
| 4.3.6 培养人才, 实现行业可持续发展 | 77 |
| 4.4 产业技术路线图 | 77 |
| 第五章 重点任务 | 82 |
| 5.1 关键技术研究 | 82 |
| 5.2 重大产品开发和产业化 | 83 |
| 5.2.1 实现机器人本体的批量生产 | 83 |
| 5.2.2 实现工业机器人集成应用的批量化 | 84 |
| 5.2.3 实现新一代工业机器人小批量生产 | 85 |
| 5.3 关键部件开发和产业化 | 86 |
| 5.4 应用示范与技术创新平台建设 | 87 |
| 5.4.1 工业机器人产业化与应用示范 | 87 |
| 5.4.2 核心部件及产品技术创新平台建设 | 88 |
| 5.4.3 前沿共性技术研发平台建设 | 88 |
| 5.4.4 工业机器人整机及关键功能部件检测试验平台建设 | 88 |
| 第六章 保障措施 | 89 |
| 6.1 以创新能力建设增强产业竞争力 | 89 |
| 6.2 以产业孵化平台促进科技成果转化 | 90 |
| 6.3 以应用示范工程提升市场认知度 | 90 |
| 6.4 以质量保障工程和标准化建设提高产品可靠性 | 91 |
| 6.5 以财税政策扶持企业发展 | 91 |
| 6.6 充分发挥行业组织的作用 | 92 |
| 参考文献 | 93 |
| 第三篇 若干产业数字化、网络化、智能化制造技术路线图 | 95 |
| 第一章 航空装备数字化、网络化、智能化制造技术路线图 | 97 |
| 课题组成员名单 | 98 |
| 1.1 概述 | 99 |
| 1.2 现状分析 | 101 |
| 1.3 需求分析 | 102 |
| 1.3.1 机械加工过程对数字化、智能化技术的需求 | 104 |
| 1.3.2 钣金成形过程对数字化、智能化技术的需求 | 104 |
| 1.3.3 复合材料构件制造对数字化、智能化技术的需求 | 104 |

| | | |
|-------|---------------------------|-----|
| 1.3.4 | 部件及主机装配对数字化、智能化技术的需求 | 105 |
| 1.3.5 | 航空制造业数字化、智能化制造的共性化需求 | 105 |
| 1.4 | 总体目标 | 106 |
| 1.5 | 智能制造关键技术 | 107 |
| 1.5.1 | 航空产品及生产线智能化设计技术 | 107 |
| 1.5.2 | 知识系统与智能化控制技术 | 108 |
| 1.5.3 | 制造运行智能管控技术 | 109 |
| 1.5.4 | 智能装备技术 | 109 |
| 1.5.5 | 智能制造服务技术 | 110 |
| 1.5.6 | 智能制造关键技术路线 | 110 |
| 1.6 | 重大智能制造装备 | 111 |
| 1.6.1 | 机械加工智能化工艺装备 | 111 |
| 1.6.2 | 钣金成形智能化装备 | 111 |
| 1.6.3 | 复合材料构件数字化制造装备 | 112 |
| 1.6.4 | 柔性装配自动制孔及柔性对接单元 | 112 |
| 1.6.5 | 重大智能制造装备发展路线 | 112 |
| 1.7 | 数字化车间/工厂 | 113 |
| 1.7.1 | 零部件机械加工智能化车间 | 113 |
| 1.7.2 | 复合材料成形数字化车间 | 113 |
| 1.7.3 | 钣金成形数字化车间 | 114 |
| 1.7.4 | 数字化柔性装配生产系统 | 114 |
| 1.7.5 | 数字化车间/工厂发展路线 | 114 |
| 1.8 | 保障条件 | 115 |
| 1.9 | 技术路线图 | 115 |
| 第二章 | 船舶制造业数字化、网络化、智能化制造技术发展路线图 | 119 |
| | 课题组成员名单 | 120 |
| 2.1 | 我国船舶工业发展概述 | 121 |
| 2.1.1 | 产业规模与实力 | 121 |
| 2.1.2 | 产业在国际国内所处的地位 | 123 |
| 2.1.3 | 数字化、智能化制造的重点领域 | 124 |
| 2.2 | 数字化、网络化、智能化制造基础 | 125 |
| 2.2.1 | 发展中取得的进步 | 125 |
| 2.2.2 | 存在的主要问题 | 127 |
| 2.3 | 数字化、网络化、智能化制造需求 | 129 |
| 2.3.1 | 模块化造船 | 129 |
| 2.3.2 | 数字化造船 | 130 |
| 2.3.3 | 智能化造船 | 130 |
| 2.3.4 | 绿色化造船 | 131 |

| | | |
|-------|--------------------------|-----|
| 2.4 | 发展思路与目标 | 132 |
| 2.5 | 重大智能制造装备 | 132 |
| 2.5.1 | 智能焊接机器人 | 132 |
| 2.5.2 | 智能涂装机器人 | 133 |
| 2.6 | 关键系统 | 134 |
| 2.6.1 | 分段建造数字化车间 | 134 |
| 2.6.2 | 绿色制造综合评价系统 | 135 |
| 2.6.3 | 基于厂域网的智能管理系统 | 136 |
| 2.7 | 关键技术 | 136 |
| 2.7.1 | 关键设计技术 | 136 |
| 2.7.2 | 关键建造技术 | 138 |
| 2.7.3 | 信息集成技术 | 141 |
| 2.7.4 | 运行管理技术 | 142 |
| 2.7.5 | 基础共性技术 | 144 |
| 2.8 | 保障条件 | 145 |
| 2.8.1 | 加大政策支持力度 | 145 |
| 2.8.2 | 深入开展国际合作 | 146 |
| 2.8.3 | 不断提升创新能力 | 146 |
| 2.8.4 | 加强基础设施建设 | 146 |
| 2.9 | 技术路线图 | 146 |
| 第三章 | 轨道交通装备数字化、网络化、智能化制造技术路线图 | 151 |
| | 课题组成员名单 | 152 |
| 3.1 | 产业概况 | 153 |
| 3.1.1 | 产业发展现状 | 153 |
| 3.1.2 | 数字化、智能化制造基础 | 154 |
| 3.2 | 数字化、智能化制造需求 | 155 |
| 3.2.1 | 产品的数字化、智能化 | 155 |
| 3.2.2 | 制造过程的数字化、智能化 | 157 |
| 3.2.3 | 服务的数字化、智能化 | 160 |
| 3.3 | 发展思路和目标 | 161 |
| 3.3.1 | 背景及环境 | 161 |
| 3.3.2 | 对数字化、智能化的理解 | 161 |
| 3.3.3 | 轨道交通制造数字化、智能化发展的总体原则 | 162 |
| 3.3.4 | 轨道交通制造数字化、智能化发展的总体目标 | 163 |
| 3.4 | 数字化、智能化车间/工厂 | 164 |
| 3.4.1 | 企业信息化和三维工程化应用和升级 | 165 |
| 3.4.2 | 关键部件数字化、智能化车间示范 | 168 |
| 3.4.3 | 制造工序的数字化 | 173 |

| | | |
|-------|-------------------------|-----|
| 3.4.4 | 质量敏感、高危工序的智能化 | 175 |
| 3.5 | 关键技术 | 176 |
| 3.5.1 | 部件产品数字化设计 | 176 |
| 3.5.2 | 数字化、智能化产品及系统 | 178 |
| 3.5.3 | 产品数字化样机 | 179 |
| 3.5.4 | 数字化、智能化制造技术 | 180 |
| 3.5.5 | 数字化服务 | 181 |
| 3.6 | 保障措施 | 181 |
| 3.6.1 | 提高原始创新能力 | 181 |
| 3.6.2 | 持续强化工业基础 | 183 |
| 3.6.3 | 构建国际标准体系 | 183 |
| 3.6.4 | 推进工业化与信息化深度融合 | 184 |
| 3.6.5 | 健全行业管理体系制度 | 185 |
| 3.7 | 技术路线 | 185 |
| 第四章 | 汽车制造业数字化、网络化、智能化制造技术路线图 | 189 |
| | 课题组成员名单 | 190 |
| 4.1 | 产业概述 | 191 |
| 4.1.1 | 产业规模 | 191 |
| 4.1.2 | 产业关联性 | 193 |
| 4.1.3 | 数字化、网络化、智能化制造重点领域 | 193 |
| 4.2 | 数字化、网络化、智能化制造基础 | 194 |
| 4.3 | 数字化、网络化、智能化制造需求 | 196 |
| 4.4 | 发展目标 | 200 |
| 4.5 | 重大智能制造装备 | 201 |
| 4.5.1 | 大吨位闭环控制伺服压机 | 201 |
| 4.5.2 | 数字化柔性焊装夹具系统 | 202 |
| 4.5.3 | 多功能机器人系统 | 202 |
| 4.5.4 | 高精度复合加工中心 | 202 |
| 4.5.5 | 精密铸造和轻合金压铸设备 | 203 |
| 4.6 | 数字化工厂 | 203 |
| 4.6.1 | 冲压生产线/车间 | 206 |
| 4.6.2 | 涂装生产线/车间 | 206 |
| 4.6.3 | 焊装生产线/车间 | 206 |
| 4.6.4 | 总装生产线/车间 | 206 |
| 4.6.5 | 动力总成生产线/车间 | 207 |
| 4.7 | 关键技术 | 207 |
| 4.7.1 | 高强度钢成形技术 | 207 |
| 4.7.2 | 数字化在线检测与控制系统 | 208 |

| | | |
|-------|-------------------------|-----|
| 4.7.3 | 热处理变形控制技术 | 208 |
| 4.7.4 | 数模驱动的虚拟仿真技术 | 208 |
| 4.7.5 | 基于同步工程的 PDM、ERP 系统 | 208 |
| 4.8 | 汽车后服务平台建设 | 208 |
| 4.9 | 保障条件 | 210 |
| 4.10 | 技术路线图 | 211 |
| 第五章 | 航天装备数字化、网络化、智能化制造技术路线图 | 215 |
| | 课题组成员名单 | 216 |
| 5.1 | 产业发展概况 | 217 |
| 5.1.1 | 航天装备制造业的特征 | 217 |
| 5.1.2 | 世界航天装备制造业发展趋势 | 218 |
| 5.1.3 | 中国航天装备制造业发展现状 | 219 |
| 5.2 | 数字化、智能化制造基础与需求 | 220 |
| 5.2.1 | 数字化、智能化制造基础 | 220 |
| 5.2.2 | 数字化、智能化制造需求 | 221 |
| 5.3 | 发展目标与路径 | 223 |
| 5.3.1 | 发展目标 | 224 |
| 5.3.2 | 发展路径 | 225 |
| 5.4 | 数字化研发设计 | 225 |
| 5.4.1 | 航天装备全三维创新研发设计 | 226 |
| 5.4.2 | 模型驱动的航天装备并行研发设计 | 228 |
| 5.5 | 智能化制造 | 230 |
| 5.5.1 | 以全集成自动化为核心的数字化工厂 | 230 |
| 5.5.2 | 智能化柔性制造 | 233 |
| 5.6 | 企业数字化管理 | 234 |
| 5.6.1 | 数字化企业管理 | 235 |
| 5.6.2 | 智慧化企业管理 | 237 |
| 5.7 | 保障措施 | 239 |
| 5.8 | 技术路线图 | 240 |
| 第六章 | 输变电装备数字化、网络化、智能化制造技术路线图 | 243 |
| | 课题组成员名单 | 244 |
| 6.1 | 产业概况 | 245 |
| 6.1.1 | 产业规模 | 245 |
| 6.1.2 | 产业现状 | 246 |
| 6.1.3 | 产业竞争格局 | 247 |
| 6.1.4 | 产业发展趋势 | 248 |
| 6.2 | 数字化、网络化、智能化制造基础 | 248 |
| 6.2.1 | 产品及工程设计 | 249 |

| | | |
|--------|---------------------|-----|
| 6.2.2 | 生产制造 | 249 |
| 6.2.3 | 企业管理 | 249 |
| 6.2.4 | 基础设施建设 | 250 |
| 6.3 | 数字化、网络化、智能化制造需求 | 250 |
| 6.3.1 | 提高产品数字化水平 | 250 |
| 6.3.2 | 推进智能技术在制造过程中的应用 | 251 |
| 6.3.3 | 建立服务支撑体系 | 251 |
| 6.3.4 | 促进企业精益管理 | 251 |
| 6.4 | 发展目标 | 251 |
| 6.4.1 | 第一阶段目标(2015—2020年) | 252 |
| 6.4.2 | 第二阶段目标(2021—2025年) | 253 |
| 6.5 | 重大智能制造装备 | 254 |
| 6.5.1 | 数控机械加工数字化、智能化柔性生产线 | 254 |
| 6.5.2 | 高压开关数字化、智能化柔性装配线 | 254 |
| 6.5.3 | 涂装数字化、智能化生产线 | 255 |
| 6.5.4 | 壳体加工数字化、智能化生产线 | 255 |
| 6.5.5 | 变压器铁芯叠装数字化、智能化生产线 | 255 |
| 6.5.6 | 变压器线圈绕制数字化生产线 | 255 |
| 6.5.7 | 绝缘子避雷器制造数字化、智能化生产线 | 256 |
| 6.5.8 | 电力电子数字化、智能化装配生产线 | 256 |
| 6.5.9 | 配电设备数字化、智能化柜体生产线 | 256 |
| 6.5.10 | 配电设备数字化、智能化装配生产线 | 256 |
| 6.5.11 | 绝缘材料数字化、智能化生产线 | 257 |
| 6.5.12 | 线缆数字化、智能化生产线 | 257 |
| 6.5.13 | 数字化、智能化仓储及物流系统 | 257 |
| 6.6 | 数字化、智能化工厂/车间 | 257 |
| 6.6.1 | 高压开关智能制造工厂 | 258 |
| 6.6.2 | 高压变压器智能制造工厂 | 258 |
| 6.6.3 | 高压电容器智能制造工厂 | 258 |
| 6.6.4 | 电力电子智能制造工厂 | 259 |
| 6.6.5 | 配电设备智能制造工厂 | 259 |
| 6.6.6 | 绝缘子避雷器数字化制造工厂 | 259 |
| 6.6.7 | 线缆数字化制造工厂 | 259 |
| 6.6.8 | 绝缘材料数字化制造工厂 | 260 |
| 6.7 | 关键技术 | 260 |
| 6.7.1 | 输变电产品智能化技术 | 260 |
| 6.7.2 | 基于虚拟样机的输变电产品协同设计与仿真 | 261 |
| 6.7.3 | 输变电产品研发设计知识库智慧库 | 261 |