

| 中国制造2025系列丛书 |

智能制造

国家制造强国建设战略咨询委员会
中国工程院战略咨询中心

编著



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>

中国制造 2025 系列丛书

智能制造

国家制造强国建设战略咨询委员会
中国工程院战略咨询中心 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书是围绕经济社会发展和国家安全重大需求，由中国工程院会同工业和信息化部、国家质量监督检验检疫总局联合组织开展的“制造强国战略研究”重大战略咨询研究项目的成果之一。

智能制造是实施“中国制造 2025”的主攻方向。本书深入阐述了智能制造的内涵和特征，介绍了大数据时代的数据分析的变革、挑战和应用，云制造的技术和应用案例，智能制造标准化工作面临的挑战及我国智能制造体系的初步设想，分析了工业互联网的发展状况和关键问题。此外，本书还分别介绍了智能制造试点示范专项行动、“数控一代”和“智能一代”的实施成效和总体情况。

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、管理决策和咨询研究的人员提供参考，也可以供高等院校相关专业师生和其他关心中国制造业发展的人士阅读。

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

智能制造 / 国家制造强国建设战略咨询委员会，中国工程院战略咨询中心编著. —北京：电子工业出版社，2016.5

（中国制造 2025 系列丛书）

ISBN 978-7-121-28167-9

I. ①智… II. ①国… ②中… 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（2016）第 029820 号

策划编辑：齐 岳

责任编辑：徐 静

印 刷：中国电影出版社印刷厂

装 订：中国电影出版社印刷厂

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：720×1000 1/16 印张：21.25 字数：340 千字

版 次：2016 年 5 月第 1 版

印 次：2016 年 5 月第 1 次印刷

定 价：98.00 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）88254888，88258888。

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

本书咨询联系方式：（010）88254473、qiyue@phei.com.cn。

落实《中国制造 2025》加快建设 制造强国

——在国家行政学院“中国制造 2025”
专题研讨班上的讲话

(代序)

马 凯

制造业是国民经济的主体，是立国之本、兴国之器、强国之基。党中央、国务院历来高度重视制造业发展。习近平总书记强调，“工业化很重要，我们这么一个大国要强大，要靠实体经济，不能泡沫化”，“要推动中国制造向中国创造转变、中国速度向中国质量转变、中国产品向中国品牌转变”。李克强总理指出，“制造业发展与就业民生密切相关，根本出路在于加快创新升级，强化质量品牌建设，打牢实体经济根基”。为推动中国制造由大变强，党中央、国务院着眼全球视野和战略布局，立足我国国情和发展阶段，做出了实施《中国制造 2025》的战略决策，这是未来 10 年引领制造强国建设的行动指南，也是未来 30 年实现制造强国梦想的纲领性文件。

实施《中国制造 2025》，加快建设制造强国，要全面贯彻党的十八大和十八届三中、四中全会精神，坚持市场主导、政府引导，立足当前、着眼长远，整体推进、重点突破，自主发展、开放合作，坚持创新驱动、智能转型、强化基础、绿色发展、人才为本，坚持把装备升级作为重中之重，积极推动信息技术与制造技术深度融合，大力提升国家制造创新能力，夯实工业四大基础，提高数字化、网络化、智能化制造水平，促进产业转型升级，努力满足经济社会发展和国防建设需求，加快实现制造业由大变强的历史跨越。

组织实施《中国制造 2025》，是一项庞大的系统工程，涉及方方面面、关系全国上下，需要中央、地方、企业、科研院所、大专院校、金融机构等有关方面广泛参与、共同努力。当前和今后一个时期，我们要全面动员社会各方力量、充分汇集社会各方资源，千方百计、扎扎实实地把《中国制造 2025》组织实施好，加快把战略规划转变为年度计划，把年度计划落实到实际行动，把实际行动转化成实实在在的发展成效。

第一，企业要承担起制造强国建设的主体责任。企业是战略规划的实施主体，在制造强国建设中肩负着重要使命。我们衡量由制造大国到制造强国转变的一项重要指标就是能否形成一批富有创新精神、竞争力强、在国际上有重要影响的制造业大企业大集团，能否形成一批世界知名的制造业品牌。重点要抓好七个方面。一**要抓市场**。坚持市场导向，做好市场分析，瞄准市场需求，紧盯国家短板，紧跟未来科技发展。唯有如此，企业发展才有出路。离开市场，发展就会缺乏动力，也难有效益。二**要抓创新**。这是建设制造强国的根本。这里所说的创新，是全方位、全过程、全环节的创新，包括技术创新、体制创新、管理创新、商业模式创新等，也包括从整机到核心元器件、材料、工艺等各方面/各环节的创新。三**要抓融合**。下一步制造业的发展，核心就是要抓信息技术与制造技术的深度融合，实现“数字化、网络化、智能化”制造，这是新一轮科技革命和产业变革的核心所在。在过去的 200 年里，我国与第一次、第二次工业革命失之交臂，但目前我国无论是装备制造业还是信息技术产业都具备了相当的基础。如果搞得不好，就完全有可能走在世界前列。四**要抓服务**。制造业服务化是现代制造业的发展趋势，也是做强服务业的重要途径。从一定意义上讲，未来制造业的竞争，就是生产性服务业的比拼。要加快制造与服务的深度融合，大力发展工业设计和服务型制造，把前端研发设计和后端售后服务的水平提升上去，提高企业价值创造能力。其中，要特别重视工业设计。科技是第一生产力，设计是科技+艺术，是一种新的生产力。杨振宁说，21 世纪是设计的世纪。哪个民族不重视设计，就要落后。五**要抓基础**。我国制造业与国际先进水平的差距，表现出来的是整机或最终产品的差距，但背后却是材料、工艺、元器件等整个工业基础问题。如果关键基础材料、核心基础零部件（元器件）、先进基础工艺及产业技术基础这四个基础不打牢，那么高端产品是生产不出来的。企业要向价值链高

端攀升，必须在这“四基”上狠下工夫。六要抓开放。有条件的企业要加快走出去步伐，学会利用两种资源、两个市场。特别是在我国经济进入新常态的大背景下，要积极参与国际产能和装备制造合作，在国际竞争中扩大市场、提升竞争力。七要抓改革。上述几条能不能真正搞好，最终还是要靠改革。要坚持问题导向，深化国有企业改革，健全内部治理结构，加快建立与市场经济相适应的选人用人、业绩考核、收入分配等激励约束机制。在大胆推进改革的同时，也要注意把增强活力和加强监管相结合，确保国有资产保值增值。中央企业在国民经济发展中具有十分重要的地位和作用，是制造强国建设的骨干和中坚，要积极履行使命，主动承担重任，切实发挥好主力军和排头兵的作用。行业协会是政府与企业的桥梁和纽带，要把规划实施与行业实际紧密结合，不断加强对行业企业的指导和服务。

第二，政府要为制造强国建设创造良好发展环境。推进制造强国建设，主要应靠企业努力，但离不开政府的组织、引导、推动和政策支持。政府要准确把握定位，不能“越位”，也不“缺位”，关键是不能替代市场的主导作用和企业的主体作用。政府的定位就是要深化体制改革，完善政策支持，创造良好环境，为制造企业减负，为创新创造松绑，为产业发展保驾护航。一要在深化改革、简政放权上下工夫。深化市场准入制度改革，实施负面清单管理，加强事中事后监管。二要在创造公平竞争环境、激发企业创造活力上下工夫。健全知识产权创造、运用、管理、保护机制，严厉惩处市场垄断和不正当竞争行为，依法打击侵权行为。三要在发挥制度优势、集中力量办大事上下工夫。有些战略新兴产业一开始仅仅依靠市场很难地发展起来，要发挥社会主义优越性，整合有效资源，积极推动制造业重大工程建设。四要在推广应用上下工夫。加快落实支持重大装备规模化应用的政府采购政策，落实好、完善好首台（套）重大技术装备应用等鼓励政策。五要在财税、金融支持政策上下工夫。完善税收制度，创新财政资金支持方式，积极发挥政策性金融、开发性金融和商业金融的优势，加大对高端装备重点领域的支持力度。

第三，各地区要因地制宜抓好制造强国战略推进实施。地方政府是战略规划实施的重要力量。《中国制造 2025》印发后，不少地方都将其作为新的经济增长点，抓紧研究制订/落实意见或行动计划。这里有几点要注意。一要吃透精神。各地要及时传达党中央、国务院有关精神和要求，认真组织学

习《中国制造 2025》，把握好规划的指导思想、基本原则和核心内容。二要**加强组织**。健全本地区工作推进机制，强化部门协同和上下联动，确保重点工作落实到位。三要**科学规划**。各地要从各自省情、区情、市情出发，结合自身制造业发展实际、所处阶段和比较优势，科学地制定发展规划。四要**突出重点**。各地都要分析自身优势所在，确定本地区发展重点，不能简单机械地照搬或者搞层层分解，切忌面面俱到、什么都搞。要选择有优势的领域或者产业链的优势环节，集中力量实现重点突破。五要**大胆探索**。《中国制造 2025》的实施需要在体制机制等方面开展创新，具备条件的地方应积极探索、先行先试。例如，制造业发展条件好、创新资源丰富的地区，可以率先探索建立区域性创新中心，带动本地区制造业创新发展等。

第四，科研院所和高等院校要为制造强国建设提供坚实的科技和人才支撑。科研院所和高校是科技创新和人才培养的重要基地，在制造强国建设中承担着不可替代的职责。制造业最终的比拼就是人才的比拼，是各个层次人才的比拼，包括一流科学家、高素质科研人员、各行业领域领军人物，也包括高级技工，还包括一般工人。总之，人才是关键。科研院所和高等院校要切实抓好以下几方面工作。一要在**主动参与企业为主体的产学研用协同创新上下工夫**。科研院所和高等院校要走出校门、走出院门，和企业结成共同体，形成一个新的协同创新体系。高铁的成功，协同创新功不可没，其中科研院所和高等院校都发挥了重大作用。二要在**基础研究上下工夫**。基础研究是科技创新的根基，这是企业和政府取代不了的。原始创新能力不强、重大原创性成果不多，是建设制造强国最为突出的一块短板。要瞄准国家重大战略需求和未来产业发展制高点，大力加强基础研究和高技术研究，不断提高原始创新能力，为制造业技术创新提供坚实的科学基础。三要在**突破共性技术上下工夫**。过去，我国在共性技术领域拥有一套完整、系统的研发体系和人才队伍，但原行业的科研院所转企改制后共性技术供给严重缺失。要尽快整合有关力量，加强与“四基”企业、整机企业对接合作，积极参与设立制造业创新中心，加快突破关键基础材料、核心基础零部件等的工程化、产业化瓶颈，夯实制造业发展的基础。四要在**推动成果转化上下工夫**。成果转化是联结科技与经济的纽带，是技术从实验室走向市场、实现价值创造的关键一跃。要以完善激励机制为重点，加快推进科技成果使用、处置和收益管理改革，

大力推动科技成果产业化。五要在人才培养上下工夫。一方面，要以高层次、急需紧缺专业技术人才和创新型人才为重点，实施专业技术人才知识更新工程和先进制造卓越工程师培养计划，打造一支高素质的专业技术人才队伍。另一方面，要强化职业教育和技能培训，形成一支门类齐全、技艺精湛的技术技能人才队伍。

第五，金融机构要为制造强国建设提供全方位的金融服务。金融和实体经济是命运共同体，一荣俱荣、一损俱损。金融是现代经济的核心，实体经济是金融的根基；离开了实体经济发展，金融也就成了无源之水、无本之木。因此，金融机构要牢牢树立为实体经济服务的理念，创新金融产品，创新服务模式，拓宽制造业融资渠道，千方百计降低企业融资成本，支持制造业发展。要积极发挥政策性金融、开发性金融和商业金融的优势，加大对新一代信息技术、高端装备、新材料等重点领域的支持力度。健全多层次资本市场，支持符合条件的制造业企业上市融资、发行各类债务融资工具。积极引导风险投资、私募股权投资等支持制造业企业创新发展。探索开发适合制造业发展的保险产品和服务，鼓励发展贷款保证保险和信用保险业务。在风险可控和商业可持续的前提下，通过内保外贷、外汇及人民币贷款、债权融资、股权融资等方式，支持企业走出去。

第六，专家学者要为制造强国建设提供广泛的智力支持。制造强国战略实施，涉及经济、法律、政策、产业、技术、管理、文化等多个领域，需要广泛的智力支持。广大专家学者是党和国家的宝贵财富，是实施《中国制造2025》的重要依靠力量。在《中国制造2025》的形成过程中，专家学者做出了重大贡献。希望在实施推进过程中，广大专家学者能够继续发挥作用、提供智力支撑。为保证规划实施的科学化、民主化，国务院决定成立制造强国建设战略咨询委员会，作为领导小组咨询机构。该咨询委员会由产业经济、专业领域、行业协会、企业代表等方面的院士和专家组成，代表着各领域的最高水平。各位专家要加强制造业前瞻性、战略性、长远性问题调查研究，积极建言献策，提出有价值 and 独立见解的咨询意见和建议。今后，对拟提交领导小组审议的重大问题，要积极吸收有关专家参与研究，主动征求咨询委员会意见建议，充分开展论证评估。与此同时，也要支持包括社会智库、企业智库在内的多层次、多领域、多形态的中国特色新型智库建设，为制造强

国建设提供咨询建议。

加快建设制造强国，任务艰巨，意义重大。我们要紧密团结在以习近平同志为总书记的党中央周围，求真务实，奋发有为，共同推动我国实现从制造大国向制造强国的历史性转变，为全面建成小康社会、实现中华民族伟大复兴的中国梦做出新的更大贡献！

2015年7月14日

目 录

Contents

智能制造——

“中国制造 2025” 的主攻方向 //001

- 一、实施“中国制造 2025” 的意义和部署 //002
- 二、两化融合是“中国制造 2025” 的主线，智能制造是“中国制造 2025” 的主攻方向 //010
- 三、“中国制造 2025” 要以创新驱动发展为主要动力 //033

智能制造的内涵和特征 //039

- 一、制造与智能 //040
- 二、智能制造概念的产生与发展 //042
- 三、智能制造的定义 //044
- 四、智能制造的目标 //047

五、智能制造的技术体系 //049

六、智能制造的系统特征 //066

七、关于智能制造的一些思考 //068

参考文献 //071

大数据技术的关键是数据分析 //073

一、大数据的发展、定义和特征 //074

二、数据分析流程简介 //077

三、大数据时代的数据分析变革与挑战 //081

四、数据分析关键技术和应用 //087

五、大数据分析软件工具介绍 //100

六、大数据在智能制造中的应用 //116

参考文献 //127

云制造——一种智能制造的模式与手段 //129

一、引言 //130

二、云制造 1.0 简介 //132

三、智慧云制造（云制造 2.0）概论 //137

四、航天云网的云制造应用范例 //159

五、智慧云制造研究与实施中值得关注的几个问题 //172

六、本章小结 //176

参考文献 //178

标准化是智能制造的重要基础 //183

一、迫切性 //184

二、智能制造标准化的范围 //186

三、智能制造标准化工作面临的挑战 //187

四、智能制造相关国际标准活动 //190

五、我国智能制造标准体系的初步设想 //197

参考文献 //212

工业互联网发展状况及关键问题 //213

- 一、工业互联网的作用和意义 //214
- 二、国外工业互联网发展布局策略 //216
- 三、工业互联网发展的关键问题 //221
- 四、工业互联网主要应用场景和案例 //228
- 五、产业界加快工业互联网布局和实践 //231
- 六、我国加快发展工业互联网的初步建议 //235

智能制造试点示范专项行动 //239

- 一、智能制造试点示范工作开展情况 //241
 - 二、智能制造试点示范推进目标 //249
 - 三、智能制造试点示范典型案例 //252
 - 四、智能制造试点示范几点体会和思考 //285
- 参考文献 //288

“数控一代”和“智能一代”机械产品创新工程 //289

- 一、实施“数控一代”和“智能一代”是“中国制造 2025”战略目标的核心内容，是实现中国“工业 4.0”的有效途径 //290
- 二、“数控一代”机械产品创新应用示范工程概述 //292
- 三、“数控一代”示范工程（一期）总体实施效果良好，涌现了一批典型案例 //299
- 四、开展“智能一代”机械产品创新应用示范工程的一些思考 //315

编委会 //321

中国制造 2025 系列丛书出版工作委员会 //322

跋 //323

1

智能制造—— “中国制造 2025” 的主攻方向

周 济¹

¹ 中国工程院院长 院士

一、实施“中国制造 2025”的意义和部署

制造业是立国之本、兴国之器、强国之基

制造业是国民经济的主体，也是今后我国经济“创新驱动、转型升级”的主战场。

没有强大的制造业，就没有国家和民族的强盛。打造具有国际竞争力的制造业，是我国提升综合国力、保障国家安全、建设世界强国的必由之路。

我国制造业大而不强

1. 我国已经成为一个制造大国

2012 年，我国制造业增加值为 2.08 万亿美元（见图 1-1），在全球制造业中占比约为 20%，成为世界制造大国。

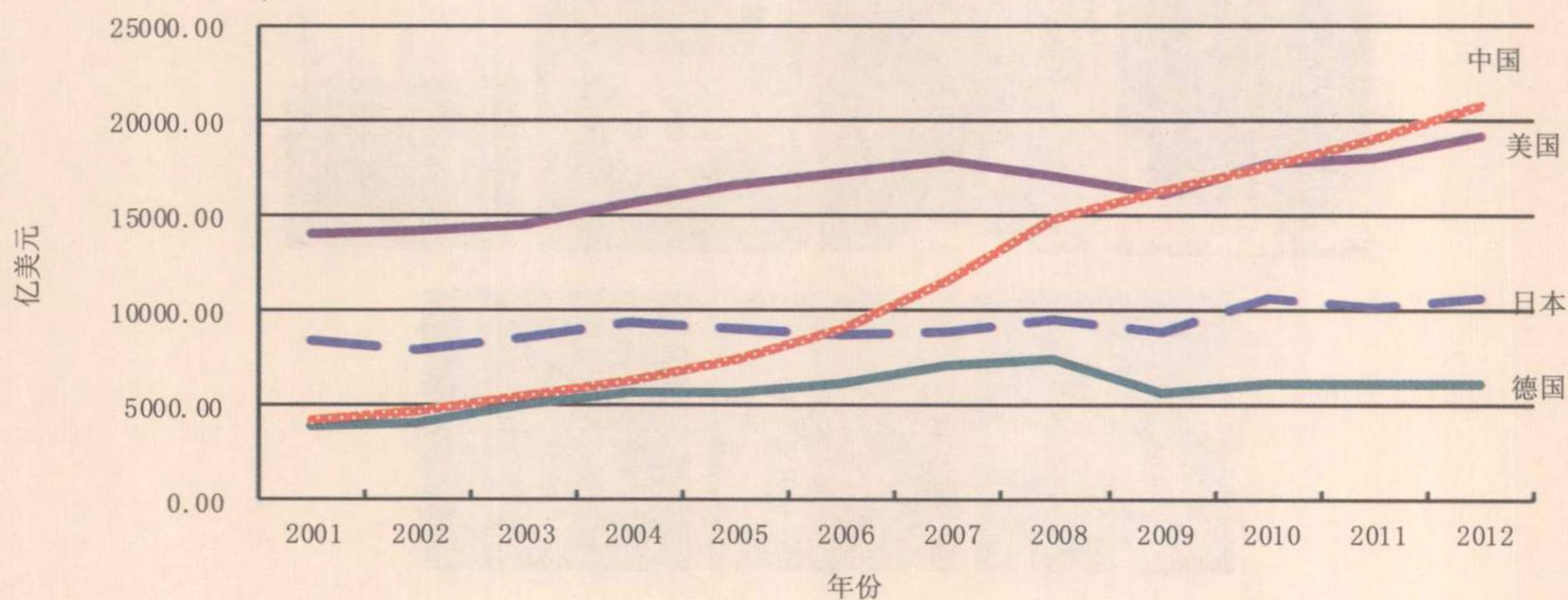


图 1-1 2001—2012 年世界各国制造业增加值变化示意图

新中国成立 60 多年来，特别是改革开放 30 多年来，中国制造业取得了伟大的历史性成就，走出了一条中国特色工业化发展道路，已经具备了建设制造强国的基础和条件：

- (1) 我国制造业拥有巨大市场，需求是最强大的发展动力；
- (2) 我国制造业有着世界上最为门类齐全、独立完整的体系，具备强大的产业基础；
- (3) 我国一直坚持信息化与工业化融合发展，在制造业数字化、网络化、智能化方面掌握了核心关键技术，具有强大的技术基础；
- (4) 我国在制造业人才队伍建设方面已经形成了独特的人力资源优势；
- (5) 我国制造业在自主创新方面成就辉煌，上天、入地、下海、高铁、输电、发电、国防装备等都显示出我国制造业巨大的创新力量。