

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

生态文明
建设卷

中国道路

绿色制造： 中国制造业未来崛起之路

GREEN MANUFACTURING:
A PROMISING FUTURE FOR THE
MANUFACTURING INDUSTRY OF CHINA

赵建军 著

海外借

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

生态文明
建设卷

“十三五”国家重点出版物出版规划项目



绿色制造： 中国制造业未来崛起之路

GREEN MANUFACTURING:
A PROMISING FUTURE FOR THE
MANUFACTURING INDUSTRY OF CHINA

赵建军 著

图书在版编目 (CIP) 数据

绿色制造：中国制造业未来崛起之路/赵建军著.
—北京：经济科学出版社，2017.9
(中国道路·生态文明建设卷)
ISBN 978-7-5141-8445-7

I. ①绿… II. ①赵… III. ①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 (2017) 第 229839 号

责任编辑：李 雪
责任校对：刘 昕
责任印制：李 鹏

绿色制造：中国制造业未来崛起之路

赵建军 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址：北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编：100142

总编部电话：010-88191217 发行部电话：010-88191522

网址：[www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件：[esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店：经济科学出版社旗舰店

网址：[http://jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

北京季蜂印刷有限公司印装

710×1000 16 开 14 印张 180000 字

2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5141-8445-7 定价：42.00 元

(图书出现印装问题，本社负责调换。电话：010-88191510)

(版权所有 侵权必究 举报电话：010-88191586)

电子邮箱：[dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn))

《中国道路》丛书编委会

顾 问：魏礼群 马建堂 许宏才

总 主 编：顾海良

编委会成员：（按姓氏笔画为序）

马建堂	王天义	吕 政	向春玲
陈江生	季 明	季正聚	竺彩华
周法兴	赵建军	姜 辉	顾海良
高 飞	黄泰岩	魏礼群	魏海生

生态文明建设卷

主 编：赵建军

《中国道路》丛书审读委员会

主任：吕 萍

委员：（按姓氏笔画为序）

刘明晖 李洪波 陈迈利 柳 敏

总 序

中国道路就是中国特色社会主义道路。习近平总书记指出，“中国特色社会主义这条道路来之不易，它是在改革开放三十多年的伟大实践中走出来的，是在中华人民共和国成立六十多年的持续探索中走出来的，是在对近代以来一百七十多年中华民族发展历程的深刻总结中走出来的，是在对中华民族五千多年悠久文明的传承中走出来的，具有深厚的历史渊源和广泛的现实基础”。

道路决定命运。中国道路是发展中国、富强中国之路，是一条实现中华民族伟大复兴中国梦的人间正道、康庄大道。要增强中国道路自信、理论自信、制度自信、文化自信，确保中国特色社会主义道路沿着正确方向胜利前进。《中国道路》丛书，就是以此为主旨，对中国道路的实践、成就和经验，以及历史、现实与未来，分卷分册作出全景式展示。

丛书按主题分作十卷百册。十卷的主题分别为：经济建设、政治建设、文化建设、社会建设、生态文明建设、国防与军队建设、外交与国际战略、党的领导和建设、马克思主义中国化、世界对中国道路评价。每卷按分卷主题的具体内容分为若干册，各册对实践探索、改革历程、发展成效、经验总结、理论创新等方面问题作出阐释。在阐释中，以改革开放近40年伟大实践为主要内容，结合新中国成立60多年的持续探索，对中华民族近代以来发展历程以及悠久文明传承进行总结，既有强烈的时代感，又有深刻的历史感召力和面向未来的震撼力。

丛书整体策划，分卷作业。在写作风格上注重历史与现实、理论与实践、国内与国际结合，注重对中国道路的实践与经验、过程与理论作出求实、求真、求新的阐释，注重对中国道路作出富有特色的、令人信服的国际表达，注重对中国道路为发展中国家走向现代化和为解决人类问题所贡献的“中国智慧”和“中国方案”的阐释。

在新中国成立特别是改革开放以来我国发展取得重大成就的基础上，近代以来久经磨难的中华民族实现了从站起来、富起来到强起来的历史性飞跃，中国特色社会主义焕发出强大生机活力并进入了新的发展阶段，中国特色社会主义道路不断拓展并处在新的历史起点。在这新的发展阶段和新的历史起点上，中国财经出版传媒集团经济科学出版社精心策划、组织编写《中国道路》丛书有着更为显著的、重要的理论意义和现实意义。

《中国道路》丛书 2015 年策划启动，首批于 2017 年推出，其余各册将于 2018 年、2019 年陆续推出。丛书列入“十三五”国家重点出版物出版规划、国家主题出版重点出版物、项目和“90 种迎接党的十九大精品出版选题”。

《中国道路》丛书编委会
2017 年 9 月

前 言

工业文明发轫于工业革命。工业革命时期人的理性觉醒，人类对自然科学规律的认识进一步得到加深，科学和技术有了巨大的飞跃。从天上地下力的关系，到生物之间的进化，再到人类社会精神文化的各种科学都得到了长足的进步。工业革命只是人类数万年进化史与数千年文明史上的一个短暂瞬间，而就在这 200 多年的时间里，人类的物质生活、行为方式、伦理观念、组织制度都发生了深刻变化。可以说，正是人类经历了工业革命的洗礼，才真正的成长与成熟。工业革命决定了从今以后人类的生存、生产与生活，影响了整个社会的前途与命运。从此，人类文明的历史正式步入工业文明的篇章。

工业文明带来了人的巨大解放，人类凭借工业发展的高歌猛进，在自然面前改变了依附、依赖的状况，自然科学与社会科学知识的发展也使得人类的思想更为自由。科学与技术在这段时间的累进与飞跃在人的思想深处、在社会生活之间或者是人与自然的相处模式上，都形成了一种机械的模式。社会的运转被看作一台巨大的机器，每个社会组织都被视为基本的功能结构部件，人也被看作最为精密的机器，自然界被看作为人类机器生产有待开发的资源，最具创造力的掌握一定知识与技术的群体也被看作人力资源。人类社会工业化的进程更是加强了人类形成了以二元对

立的机械思维为代表的工业文明，一台巨大的机器在宇宙之间轰隆隆开起。“知识就是力量”在科学与权力之间形成了一种密切的关联，凭借知识带来的技术革新，工业社会中的资本主义生产方式，创造了人类社会有史以来最具丰富的物质成就。其中，制造业的发展是工业文明辉煌的一个重要原因。

制造业集中体现了工业的本质，以制造业的发展为基础和核心，形成了人类在工业革命之后的文明现象，在某种程度上说，制造文明成就了工业文明。制造业不仅创造了巨大的物质财富，而且孕育了科学理性、分工协作、标准生产和组织管理等各种现代文明现象。而此时的制造是一种机械的制造，人与自然二元对立的机械加工、机械制造、机械废弃。资源、环境和制造业对于人类来说是同等重要的，其中任何一方出现问题都可能带来严重的问题。第二次世界大战之后，全球经济步入了前所未有的高速发展时期，制造业在类创造了大量的物质财富的同时，也带来了资源的过度开发与消耗、污染物的大量排放及生态环境的破坏，在资源、环境和制造之间产生了极大的矛盾，暴露了传统工业发展所存在的种种弊端，所以亟待解决制造业所带来的负面问题。由此也致使工业文明陷入了越发严重的发展困境。

工业文明发展带来的负面影响要求人类要放弃近代以来形成的经济生产和社会交往方式，一种人与自然和谐共生的绿色理念开始广泛影响经济社会的各个领域。作为一种综合考虑资源消耗和环境影响的现代模式，绿色制造便应运而生。1996年，美国制造工程学会（Society of Manufacturing Engineers, SME）发布蓝皮书，正式提出绿色制造（Green Manufacturing, GM）的概念。绿色制造研究的目的是在企业得到应用和实施，最终实现整个行业的绿色转型，取得经济效益、社会效益与环境效益的三方共赢。

我国的制造业还保持着门类齐全和规模庞大的特征，“产能过剩”成为中国制造业技术基础不坚实，精致性、生态性差的一

个重要反映。2014年，我国具有世界第一的钢产量，而每年还要大量进口各种规格的特种性能钢材，且进出口钢材每吨的差价高达463美元。同时，在自产钢材的成本消耗与环境污染方面，我们也付出了高昂的代价。可见通过传统的制造方式，中国无法成为世界制造强国，而且也会将自身的资源和环境消耗殆尽。要实现制造业的可持续发展，就必须完成从原来的资源消耗型、技术支撑型向生态友好型转向，这种转向对于整个经济增长方式的改变也是一条可行且必需的途径。

全面推行绿色制造是建设生态文明的必由之路，也是参与国际竞争、提高竞争力的必然选择。在我国生态文明建设的大背景下，《中国制造2025》中规划了绿色制造的发展路线，提出以创新理念作为发展动力、以质量优先作为发展根本、以绿色方针作为发展要求、以产业调整优化作为发展方式、以人的全面发展为目标的基本方针，强调通过坚持走可持续发展之路来建设制造强国，实现生态文明。与此同时，加大绿色制造工程的推广力度，重视其作为五大重点工程的意义，健全绿色制造的发展机制，使绿色制造体系高效化、清洁化、低碳化、循环化。

路漫漫其修远兮。制造业的发展从来都是一个累进发展的过程，既要有技术的创新、还要有技艺的积累，还需受到理念和文化的浸润。从整体上来看，中国的制造业水平为中等偏下，生产过程能耗大，劳动力成本也不再占优，再加上现在中国经济发展速度增快，下行压力较大，中国的绿色制造前路漫漫，要善于抓住世界经济社会发展的重要战略机遇，统筹利用两种资源、两个市场，迫切需要加快制造业绿色发展，结合自身的制度与技术优势，走好中国制造产业绿色发展的自强之路。

赵建军

2017年8月

目 录

- 第一章 中国绿色制造业的兴起 / 1
 - 一、制造业发展的绿色走向 / 1
 - 二、“绿色制造”是什么? / 15
 - 三、中国制造业的绿色发展迫在眉睫 / 27
- 第二章 经济发展“新常态”与制造业的巨大转变 / 39
 - 一、世界经济进入全面提质换挡阶段 / 39
 - 二、绿色制造在世界经济变化中的角色 / 47
 - 三、中国制造从传统到绿色的转变 / 61
- 第三章 绿色制造体系的核心与基本要素 / 68
 - 一、设计理念：绿色制造的核心 / 68
 - 二、绿色制造体系的基本要素 / 70
 - 三、绿色设计与传统制造融合发展 / 82
- 第四章 绿色制造变革的内在动力 / 91
 - 一、绿色价值观的兴起 / 91

二、生产、生活和思维方式的转变 / 105

第五章 中国绿色制造的实践探索 / 118

一、中国制造业发展的远景规划 / 118

二、我国绿色制造的经验总结 / 133

三、中国绿色制造的成功典范 / 139

第六章 中国绿色制造任重道远 / 160

一、中国制造业发展面临的挑战与机遇 / 160

二、中国绿色制造发展的“绿色自信” / 174

三、推进中国绿色制造的战略应对 / 188

结语 / 204

参考文献 / 206

第一章

中国绿色制造业的兴起

制造是人类生生不息的永动机，正是借助制造的力量，人类才得以从自然界中进化而来。蒸汽机发明之后，近代工业化大生产的序幕被拉开，制造业开启了一个新纪元，生产实现了从手工工具时代转向机械化大生产时代。因此，制造业是国家生产力的反映方式，是决定发达国家和发展中国家定义的分水岭。现代制造业面临的一个主要问题是：制造业因排放污染而声名狼藉。由于环境保护日益成为关系人类未来生死攸关的大问题，所以各行各业都面临着变革，制造业首当其冲。绿色制造正是在人们激烈讨论工业时代的终结和我们的思想、生活和行为方式转变的大背景下应运而生的，并且它也与我们的创造一个繁荣昌盛的世界和真正和谐的未来是紧密相连的。

一、制造业发展的绿色走向

资源、环境和制造业对于人类来说是同等重要的，其中任何一方出现问题都可能带来严重的问题。自第二次世界大战之后，世界各国都进入休养生息的发展阶段，全球经济步入了前所未有的高速发展时期，制造业一方面为人类创造了大量的物质财富，极大地推进了人类文明的进步；但另一方面，也带来了资源的过

度开发和浪费、污染物的大量排放及生态环境的破坏，从而导致全球性的资源短缺、环境污染和生态系统失衡，并且给人类自身带来了生存和发展的威胁，在资源、环境和制造之间产生了极大的矛盾，暴露了传统工业发展所存在的种种弊端，因此亟待解决制造业所带来的负面问题。

（一）传统制造业的弊端

当今世界仍面临着新挑战，具体表现在：全球温度上升控制在 2°C 阈值之内面临巨大挑战；世界资源短缺风险日益凸显，实现资源消耗“零增长”目标任重道远；全球环境污染程度持续加重，仍处于环境与发展的“两难”境地；全球生态服务功能持续下降，“生态赤字”加速上升。

传统制造业过于依靠能源、资源、原材料的开采利用，且讲求用数量换效益，这种生产方式投入虽高、产出却低。《世界资源报告》（1996~1997年）中指出：1950~1997年，全世界制造业与服务业的产值增长了近5倍，但与此同时，全球木材使用量增加了8倍，纸张消耗增加了6倍，矿物燃料增加了5.5倍。^①从中国的具体情况看，工业的能源消耗占总能耗的70%多。2012年我国一次能源总消耗折合36.2亿吨标准煤，约占世界总能耗的21.3%，但却只创造了全世界11.6%的GDP，单位GDP能耗是国际水平的2倍，是美国的4倍。由于资源的压力，资源依赖型的制造业模式注定是不可持续的，中国的制造业必须要转变观念、革新技术、走节能降耗的新道路。长期以来，中国制造业沿袭了几十年的低端、组装、代工（OEM）、重复投资、产能过剩的路径选择，一方面所带来的弊端不但无法消除，反而越发严重；另一方面导致企业缺乏技术创新，产品难以与世界先进制

^① 席俊杰等：《从传统生产到绿色制造及循环经济》，载于《中国科技论坛》，2005年第9期，第95页。

造企业竞争，最终势必影响整体国家经济的长期发展。

在传统的工业制造模式下，产品的生产被作为主要的关注目标，一般只从经济效益的角度去实施制造过程，在产品设计时主要考虑产品的功能与品质，而往往忽视工业排放和资源短缺、环境破坏等问题。据统计，制造业排放的污染物占全球总量的70%，每年约产生55亿吨无害废物和7亿吨有害废物。^①“在国民经济运行中，社会需要的最终产品仅占原材料用量的20%~30%，而70%~80%的资源最终成为进入环境的废物，造成环境污染与生态破坏。”^②传统的制造业一般采用“末端治理”的方式来解决生产中产生的废水、废气和固体废弃物的环境污染问题，但用这种方法无法从根本上解决制造业及其产品产生的环境污染，而且投资大、运行成本高，进一步消耗了资源。因此，如何尽我们所能，将节约资源及其妥善利用做到最好，并尽量少地排放有害物质，保护生态环境，已成为各国政府、企业和学术界普遍关注的热点问题之一，建立一个可持续发展的社会正在成为21世纪世界各国社会改革浪潮中的一个重要主题。自20世纪90年代以来，绿色制造技术在可持续发展和绿色浪潮思想的推动下迅速崛起，并在发达国家得到广泛的应用。

另外，即便是最近几年的新兴产业，也有可能陷入传统制造业的老路中。据报道，我国机器人企业已经超过2000家，而且还在走扩大产能、进口核心零部件搞组装的老路。其他的一些产业，如智能制造、生物医学工程、新能源等，由于各地区竞相布局，高价引进国外设备、零部件，或以市场换技术，等到具备相应技术和能力后，又可能出现产能过剩，低价向国外出售，引来国外的反倾销。由此可见，有些新兴产业与传统制造业并没有本

① 李文斌等：《先进制造技术》，华中科技大学出版社2014年版，第216页。

② 任小中：《先进制造工艺（第二版）》，华中理工大学出版社2013年版，第123页。

质区别，仍局限在组装、加工制造等低附加值环节，处于价值链的弱势位置上，而且继续付出资源消耗和环境污染的沉重代价。例如光伏产业的环保节能决定了它必然是新兴产业，但是由于没有统一的能耗、占地和环保标准，我国多数多晶硅生产企业在成本、质量等方面很难与国外企业竞争。美国投资机构 Maxim Group 的报告中指出，中国规模排行前十的光伏企业已经债台高筑，数额甚至达到 175 亿美元，约合 1 110 亿元人民币，我国光伏产业濒临破产。

从总体来看，虽然中国已经是制造大国，但是中国的制造业是“大而不强”，与制造强国相比仍有很大差距，存在很多问题，其中最根本的问题是要改变传统的以劳动密集型，资源、能源消耗大，甚至以牺牲环境为代价的制造业发展模式，要重塑中国制造业的核心竞争优势，走出一条智能转型、绿色发展的道路，从而实现由低成本竞争优势向质量效益竞争优势转变，由高耗能、高污染的粗放型发展向绿色发展转变。

（二）绿色制造的兴起

有关绿色制造的研究最早可以追溯到 20 世纪 80 年代，但是直到 1996 年，才由美国制造工程师学会（SME）完整地给出了其定义、含义及内容，上述表达收录在 SME 的蓝皮书 *Green Manufacturing*（《绿色制造》）中。1998 年 SME 又通过网络发表了对绿色发展未来预测的报告。密歇根州立大学绿色制造团队的学术带头人是史蒂文·梅尔尼克（Steven A. Melnyk）教授，他早在 1996 年与理查德·史密斯（Richard T. Smith）合作完成了 SME 的《绿色制造》。他长期从事绿色制造方面的研究，主要研究方向包括：绿色供应链管理、绿色 MRP、环境负责制造与全面质量管理、环境管理系统与 ISO14000 等。

美国加州大学伯克利分校专门建立组织团体研究与资源环境保护结合的设计及制造行业，并且开发了互联网门户网站

Greenmfg 用于对绿色制造的系统性了解与查询。美国 AT&T 公司也在企业技术学报上发表了不少关于绿色制造的研究论文。国际生产工程学会（International Institution for Production Engineering Research, CIRP）近年发表了不少关于环境意识制造和多生命周期工程的研究论文。美国国家科学基金会 1999 年资助课题报告会上的报告中有十多项与绿色制造相关的研究课题。而且在此次大会上，美国科学基金会设计与制造学部主任马丁·维加（Martin Vega）博士在大会主题报告中指出了未来制造业在 2000 年面临的六大挑战性问题，其中环境兼容性问题就与绿色制造紧密相关；随后，他提出的未来“十大关键技术”中，“废弃物最小化加工工艺”也可以归入到绿色制造技术中。纽约大学有一项专注于全球绿色发展与环境保护的项目，提出“绿色化”是企业认识、思维和行动上对环境发展和保护所作出的改变，而一个企业的绿色化也是可以计算的，只需将上述三个因素围出的三角形进行面积计算即可。

欧洲也有许多研究团队持续对绿色制造进行了深入的研究。如剑桥大学的可持续制造研究团队，团队致力于研究开发无温室气体排放、避免使用不可再生原料和减少废物产生的材料转换技术。研究领域包括：先进的绿色工艺、纸回收、聚合塑料的回收、废旧纺织品的回收、可持续生产的知识管理和技术管理、逆向物流供应链等方面。德国的斯图加特大学生命周期工程学院也开展了多项与绿色制造相关的研究。其研究内容包括：生命周期评价及生命周期工程、面向环境的设计、环境管理、生命周期工作环境等。从 1992 年开始，根据客户导向，他们与 PE Europe GmbH 公司合作开发了 Gabi 软件系统及数据库，主要用于产品生命周期评价，已广泛应用于全球汽车、化学、金属、电子、能