

China Manufacturing 2025

中国制造2025大众读本

丛书总主编 褚君浩

丛书副总主编 王喜文 朱运海

中国制造 2025曙光

智能 绿色 融合 创新

王喜文 编著

这是一套工业技术科普读物

区别于知识性科普读物

读者的广度和深度和科普读物

如果说

知识科普读物有助于读者蓄知广智

那么

工业技术科普读物则助力于读者行远多识



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

China Manufacturing 2025

中国制造2025大众读本

丛书总主编 褚君浩

丛书副总主编 王喜文 朱运海

中国制造 2025曙光

智能 绿色 融合 创新

王喜文 编著



山东科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国制造 2025 曙光 : 智能 · 绿色 · 融合 · 创新 /
王喜文编著. — 济南 : 山东科学技术出版社, 2018.4
(中国制造 2025 大众读本)
ISBN 978-7-5331-9224-2

I . ① 中… II . ① 王… III . ① 制造业 — 工业
发展 — 中国 IV . ① F426.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 004705 号

中国制造 2025 大众读本

中国制造 2025 曙光 : 智能 · 绿色 · 融合 · 创新

王喜文 编著

主管单位: 山东出版传媒股份有限公司

出 版 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路16号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发 行 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路16号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098071

印 刷 者: 山东新华印务有限责任公司

地址: 济南市世纪大道 2366 号

邮编: 250104 电话: (0531) 82079112

开本: 720 mm × 1020 mm 1/16

印张: 9

字数: 144 千

印数: 1-3000

版次: 2018 年 4 月第 1 版 2018 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-9224-2

定价: 38.80 元

丛书序言

科学技术的进步和普及是社会进步的重要内在动力。《中国制造 2025 大众读本》丛书生动解读和传播中国制造强国建设第一个十年纲领性文件《中国制造 2025》及其技术路线图提及的科学技术，是一套值得大众阅读的科普好书。

习近平总书记在 2016 年“科技三会”上指出：“科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。没有全民科学素质普遍提高，就难以建立起宏大的高素质创新大军，难以实现科技成果快速转化。”本丛书编写的目的就在于通过科学普及，让大众都能消化吸收和运用扩展“中国制造 2025”的科技内涵，从而能够在实现创新型国家建设中更好地发挥才智。

目前，我们已经有一些科普网站从事科学传播工作，也有很多普及科学的广播和电视节目、报刊和图书，其内容或是对科学趣味性的发掘，或是对科学之美的展现，或是对读者阅读兴趣的引领，主要是科学知识的普及与传播，侧重于全民科学知识的积累。这为提高全民科学素养奠定了扎实的基础。与此同时，如何进一步传播从知识到技术的转化，以促进产业和经济发展，是需要广大科技工作者尤其是致力于科学普及创作的科技工作者深入思考并身体力行的。

就图书领域来说，由上海市科普作家协会组织编撰、由我担任总主编的国家出版基金项目《战略性新兴产业科普读本》（8 卷本，上海科学技术文献出版社 2014 年出版），已经试着打破传统科普读物那种纯粹以知识普及为主的固有模式，将科普与国家政策、产业发展、科技创新以及社会发展大势紧密融合，从而帮助人们形成产业意识并投入其中，吹响人们“科技行动”的

号角。

但是，当时并未意识到科普与国家政策、产业发展等的结合将会开创一个全新的科普读物门类——工业技术科普读物。这次，由九三学社中央科普工作委员会和科技专门委员会成员组织编撰、山东科学技术出版社出版的《中国制造 2025 大众读本》丛书，从国家政策的顶层设计、产业行业的发展轨迹和科学技术的知识内涵等方面，对我国制造强国建设的第一个十年纲领性文件《中国制造 2025》及其技术路线图进行了多方位、全视角、普及化的解读，是对工业技术科普读物内涵的又一次深入发掘，标志着我国原创科普图书创作的一种新模式、新品种、新门类的诞生，将为广大科普爱好者奉上全新的知识盛宴。

工业技术科普的最大亮点，是打破了传统科普读物纯粹的知识普及为主的固有模式，将科普与国家政策、产业发展、科技创新以及社会发展大势紧密融合，体现了科普创作服务于国民经济建设的宗旨，可作为领导干部和公务员的决策参考、可为企业家和相关产业科研人员提供研发启迪、可使学生及普通读者获得具有现实应用意义的新知。^①

中国制造 2025 具有鲜明的时代特征。“互联网+”时代，信息技术与各项实体技术深度融合，工业行业的重重围墙不断被突破，“互联网+”以巨大的资源聚合力和创新驱动推动着全球工业格局重塑。“互联网+”以其特有的跨界融合、资源聚合和整合传播力，深刻地改变了人们理解和体验现代科技文明的方式和习惯。以“开放、共享、协作、参与”的互联网精神扎实开展工业技术科普，切实构筑我国工业强国建设的公民科学素质根基，迫在眉睫。^②

中国制造 2025 的核心是创新驱动。习近平总书记多次对中国制造转型升级做出重要论述。李克强总理从政府层面扎实推进中国制造 2025，努力推动形成我国经济发展的新动能。2017 年 6 月 12 日新华社发表标题为《习近平

① 佚名. 科普爱好者的“盛宴” “战略性新兴产业科普读本”丛书亮相 [N/OL]. 人民网—上海频道 [2014-08-12]. <http://sh.people.com.cn/n/2014/0812/c134768-21965506.html>

② 张义忠. “互联网+”时代亟须工业科普 [N]. 中国科学报, 2015-09-28.

重新定义中国制造》的评论员文章，再次将世界的目光吸引到“中国制造”上来^③。文章中归纳出，中国制造，当以创新为灵魂，当以品质为生命，当以人才为根本。现在，在比较挑剔的外国消费者眼里，中国产品的质量也已今非昔比，但我们也应清醒地认识到，中国制造走以质取胜的发展道路仅仅开了个头，人们还多用老眼光来看“中国造”。改变人们的“老眼光”，既要立足于行，使“质量第一”成为从企业到消费者普遍参与的社会行动；也要大力宣传，展现我们在制造业方面“强”的部分，激发人们的自豪和认同。横向对比，“德国制造”之所以长盛不衰，与其拥有大量一流技术工人、发达的职业技术教育分不开。从我国现实看，制约中国制造转型升级的一个瓶颈就是人才短板。建设制造强国，需要培养和造就一支数量充足、结构合理、素质优良、充满活力的制造业人才队伍，为实现中国制造“三步走”战略目标奠定坚实人才基础。相比技术的研发、产品的创新，这一过程更加需要定力和耐心，也更加呼唤企业界、教育界和政府部门等各方的共同努力，其基础在于改变人们对于制造业“傻大笨粗”的老印象、从事制造业“低人一等”的老观念，吸引更多的优秀人才到制造行业中创新创业，就业乐业。《中国制造 2025 大众读本》的策划，正是基于这个信念，从“工业技术普及”的角度，采用科普图书生动活泼的笔触，为产业现状、工业技术倾注各领域专业人士的情感，用带有温度的呈现形式展现出我国制造业的现状和未来。内容架构上，从纵向（历史）的角度展现各领域产业行业的传承与发展，从横向（国际）的角度展现各领域产业行业所取得的成绩以及与世界先进水平的差距。

《中国制造 2025 大众读本》丛书，与国家政策、产业发展、科技创新以及社会发展大势紧密融合，体现科普创作服务国民经济建设的宗旨。丛书共分十册，总论《中国制造 2025 曙光：智能·绿色·融合·创新》结合 2015 年国务院印发的《中国制造 2025》文本，全面剖析我国制造业的新阶段、新形势和新环境，准确分析面临的挑战和任务。其余九册分别围绕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

③ 辛识平. 习近平重新定义中国制造 [N]. 新华社 [2017-06-12]. http://news.xinhuanet.com/2017-06/12/c_1121130716.htm

船舶、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车、农机装备、新材料、生物医药与高性能医疗器械等《中国制造 2025》要突破发展的九大重点领域（《中国制造 2025》提及的是十大领域，其中电力装备对应的分册暂不出版）进行科普解读，系统介绍每个领域产业行业的发展历程、发展路径、技术方向、发展目标以及和社会经济发展的关联。编写中，突出“掌握规律—技术发明—产业应用”的发展脉络和思想，体现所涉及技术、产品知识产权的“自主”和“创新”。内容选取，参照又不拘泥于国家制造强国建设战略咨询委员会发布的《〈中国制造 2025〉重点领域技术路线图》，既阐明我国制造业“大而不强”的现状态势以及“从大变强”的意愿和做法，帮助读者“认清家底儿”，又重点展现我们在制造业方面“强且领跑”的部分，激发读者的认同和自信。

本丛书编写团队，由我担任总主编，工信部中国智造与工业 4.0 研究所原所长王喜文博士和山东省科学院自动化研究所所长朱运海博士具体协调组织，作者以九三学社中央科技委委员为主，既有工信部、科技部下属科研院所以及山东省科学院的青年才俊，又有北京市交通委、中国中车的技术大拿，还有中国科协的首席科学传播专家，更有泰山学者、山东省科学技术最高奖获得者，他们的专业性和对于科技传播和科普创作的热忱，决定了本丛书是一套既有科技含量又有温度的工业技术科普读物。

希望本书有益于深化大众对《中国制造 2025》的全面认识。

褚君浩

（中国科学院院士，中国科学院上海技术物理研究所研究员，
华东师范大学教授，九三学社中央科普工作委员会主任 褚君浩）

序 言

全球制造业正面临新技术革命和产业变革的挑战,主要表现为新一代信息技术快速发展并与制造技术深度融合,正引发制造业发展理念、制造模式、制造手段、技术体系和价值链的重大变革。美、德、法、日等先进国家的制造业战略规划中提出的基于数字化、网络化(互联化)、智能化制造技术的绿色化、协同化、个性化、柔性化的智慧制造理念、模式和手段,就是例证。

在党的十七大报告提出的“工业化和信息化两化融合”、党的十八大报告提出的“工业化与信息化深度融合”“创新驱动”、党的十九大报告提出的“推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”“培育若干世界级先进制造业集群”战略指引下,我国制造业取得了巨大的成绩、实现了快速的发展。我国建成了门类齐全、独立完整的产业体系,2010年,我国制造业产出占世界比重为19.8%,首次超越美国的19.6%,成为全球制造业第一大国,同时在航空航天、高性能计算机、深海机器人、无线通信、高速轨道交通、大容量发电及海洋装备等领域取得了辉煌的成就。但是,从宏观上讲,我国的制造业还是大而不强,主要表现为产品的创新能力和售后服务能力不强。我国制造业多处于附加值较低的生产、加工、组装环节,产品质量问题突出,产业结构不尽合理,产品制造能耗高并对环境污染严重,工业基础薄弱,产业链集成、协同和优化能力不足,制造业信息化水平低。总体而言,我国现在正处于从制造业价值链的低端向中高端、从制造大国向制造强国、从“中国制造”向“中国创造”转变的关键历史时期。

2015年5月8日,国务院印发《中国制造2025》。作为我国实施制造强国战略第一个十年的行动纲领,《中国制造2025》指出,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。2015年9月29日，国家制造强国建设战略咨询委员会发布《〈中国制造2025〉重点领域技术路线图（2015版）》。发布会上，国家制造强国建设领导小组办公室副主任、工业和信息化部副部长辛国斌强调，要通过各种形式加强路线图的解读和宣传工作，引导企业特别是中小企业科学利用好路线图。

《中国制造2025》是推动我国制造业转型升级、提升我国制造业企业国际竞争力的战略规划和行动纲领，向大众普及、解读《中国制造2025》及其重点领域涉及的科学技术，增强大众对于中国制造强国建设的自信，是十分必要的。作为工业技术科普读物，《中国制造2025大众读本》丛书的主题是“科普中国制造2025，宣讲制造强国战略”，生动解读和传播《中国制造2025》这一中国制造强国建设第一个十年纲领性文件及其技术路线图提及的科学技术，是一套值得大众阅读的科普好书。

王喜文博士是九三学社中央科技专门委员会委员，曾从事工业和信息化领域一线实践工作十多年，2009年后进入工业和信息化部直属单位，一直从事高端产业研究工作。作为《中国制造2025大众读本》丛书的总论，这本《中国制造2025曙光：智能·绿色·融合·创新》正是他对《中国制造2025》较为全面的解读，书中有着他对于制造业现状及前景的独特见解。希望本书以及《中国制造2025大众读本》丛书其他分册有助于推进我国制造业企业与技术工作者对《中国制造2025》的研究与应用实践，有助于增强大众对于中国制造强国建设的认识和认同，凝心聚力，万众一心，共创中国制造强国未来。



（中国科学院院士，九三学社中央科技专门委员会主任 孟安明）

前 言

18 世纪第一次工业革命以来，我国从未如此近距离地接触工业革命。第一次工业革命是机械取代人力，第二次工业革命是自动取代手动，第三次工业革命使得制造业迎来信息技术和自动化。从全球来看，制造业比重继续增长。制造业产值约占全球 GDP（国内生产总值）的 16%，创造 14% 的就业机会。我国与这三次工业革命并未沾边。直到改革开放以来的 30 多年，中国经济经历了接近 10% 的高速增长，而制造业是我国经济高速增长的引擎。目前，我国尚处于工业化进程的中后期，制造业创造了 GDP 总量的 30% 强，贡献了出口总额的 90%。未来几十年，制造业仍将是我国经济的支柱。

落后的人力劳动无法满足现代化制造业的需求，发达国家很早就开始借助自动化技术去提升生产力。最近几十年以来，随着各种产品的信息化、数字化和网络化，制造业本身的生产结构也变得更复杂、更精细、更自动，生产线和生产设备内部的信息流量以及管理工作的数据剧增，以往的自动化系统在信息处理能力、效率和规模上都已经难以满足现代制造业的更高需求。新一代信息技术的应用在一定程度上解决了这一难题。

当今，全球正在出现以互联网为代表的新一轮工业革命创新浪潮。而变革的核心也是互联网等新一代信息技术的应用。当新的形态开始注入制造领域时，一个全新的挑战也随之开始，就是让制造业由机械化、电气化、数字化，转向网络化、数据化和智能化。

新一轮工业革命已经向我们袭来，制造业正在发生根本性变化。无论是制造业的参与者角色、制造的理念、模式还是驱动力，都在出现颠覆与重构。为了应对全球制造业面临的资源、环境、人口等方面的挑战，创新性的制造理念和制造模式正不断涌现，比如智能制造、智能工厂、网络协同、以人为

中心的个性化定制等。未来制造业的最终目标，是以极高的质量、效率和合理的成本，以对环境最小的代价生产出智能产品。

现代工业化的技术特征是，除了物理系统（自动化）之外，还要通过融合信息系统（信息化），最终实现信息物理系统（智能化）。工业 4.0 时代，中国制造业向智能化发展，存在着巨大的空间和潜力。目前，我国正处在工业化的发展进程之中，经济崛起必定需要重点依托制造业。

新一轮工业革命到来之际，发展中国家或许不会一步一步沿袭发达国家工业转型升级的进化路线，而是借助新一轮工业革命的历史性机遇，实现跨越式发展甚至赶超。所以说，制造业基础尚未巩固的一些发展中国家也有机会成为新一轮工业革命的主角。中国，即是如此！

无论是发达国家，还是发展中国家，无论是大企业，还是中小企业，都希望应用互联网升级制造业，实现生产智能化与智能制造。新一轮工业革命在全世界同时发生，许多国家都想搭乘这趟快车，挤进第一集团。我国制造强国建设第一个十年纲领性文件《中国制造 2025》里面提到：“载人航天、载人深潜、大型飞机、北斗卫星导航、超级计算机、高铁装备、百万千瓦级发电装备、万米深海石油钻探设备等一批重大技术装备取得突破，形成了若干具有国际竞争力的优势产业和骨干企业，我国已具备了建设工业强国的基础和条件。”

如今，高铁，我国已经处于全球领先行列；互联网，我国也仅次于美国。美国著名风险投资人吉姆·布雷耶 (Jim Breyer) 在 2014 年底曾说过，“今后五年全球最大的 IT 企业将是 Facebook、Google、Apple、Amazon 和腾讯、阿里巴巴、百度。”纵观德国工业 4.0 和美国工业互联网，我们可以发现，新一轮工业革命恰恰是以互联网为核心的智能制造。

可以说，第四次工业革命，中国无限接近！

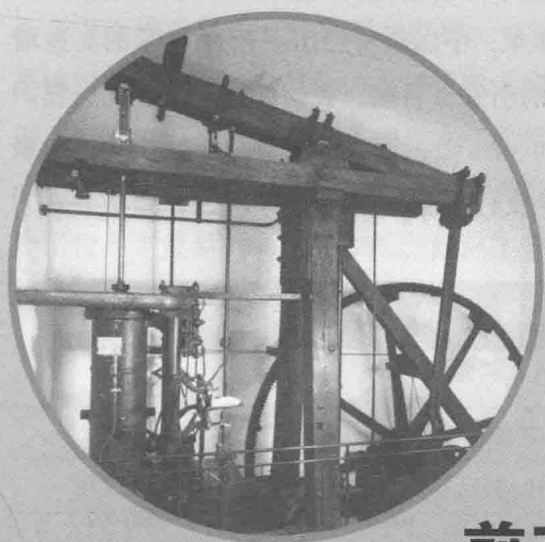
编著者

2018 年 1 月

目 录

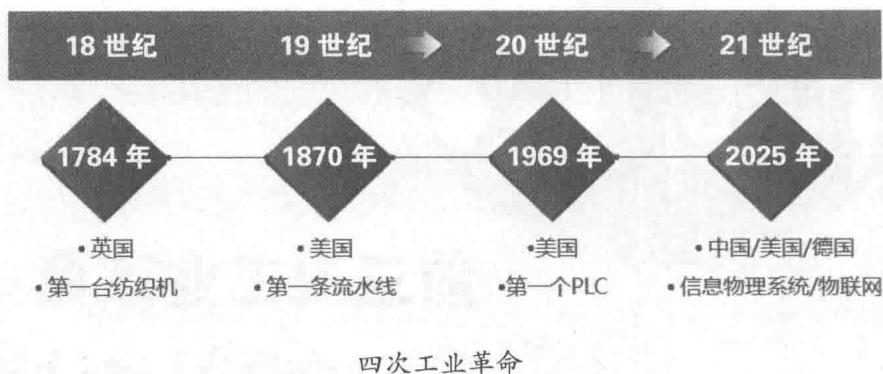
前三次工业革命：中国从未沾边	1
第一次工业革命将英国推上世界霸主地位	2
第二次工业革命为美国称霸全球奠定基础	9
第三次工业革命造就了日本经济发展神话	13
传统工业化发展模式已失去竞争力	15
第四次工业革命：中国无限接近	17
第四次工业革命的特征是以互联网和物联网为驱动	20
互联网 + 物联网实现智能工厂	23
未来制造业：缩短工期、降低成本、提高效率、满足定制、 减少能耗	26
两化融合为中国制造 2025 奠定了基础	32
我国两化融合工作的背景及现状	33
两化融合改变了制造业的方方面面	39
互联网 + 为中国制造 2025 提供了技术保障	42
我国互联网的发展现状与创新实力	43
互联网 + 行动的提出	45
工业互联网的开幕	60
第四次工业革命谁主沉浮	63
美国国家制造业创新中心网络	64

德国工业 4.0	66
英国制造业 2050	67
新工业法国	69
日本机器人新战略	70
韩国制造业创新 3.0	74
压力也是动力	75
 中国工业转型升级之路——中国制造 2025	 78
智能	80
制造与智能	80
主攻方向：智能制造	84
工程：智能制造工程	89
绿色	91
工业化与绿色发展	91
任务：全面推行绿色制造	95
工程：绿色制造工程	99
融合	102
主线：新一代信息技术与制造业的融合	102
任务：推进信息化与工业化深度融合	108
创新	113
主题：促进制造业创新发展	113
任务：提高国家制造业创新能力	117
工程：制造业创新中心建设工程	122
 后记	 125



**前三次工业革命：
中国从未沾边**

第一次工业革命是机械取代人力，第二次工业革命是自动取代手动，第三次工业革命使得制造业迎来信息技术和自动化。我国与这三次工业革命并未沾边。直到改革开放以来的 30 多年，中国经济经历了接近 10% 的高速增长，而制造业是我国经济高速增长的引擎。目前，我国尚处于工业化进程的中后期，制造业创造了 GDP 总量的 30% 强，贡献了出口总额的 90%，未来几十年制造业仍将是我国经济发展的支柱产业。



第一次工业革命将英国推上世界霸主地位

清乾隆四十九年（公元 1784 年），乾隆皇帝开始第六次南巡。当时清朝仍然闭关锁国，不接受外国思想，认为国外的“科学”不过是雕虫小技。到了乾隆后期，中国科技已经落后于法国、英国了。

相比之下，英国本身地处欧洲西海岸的一个角落，地理面积和人口规模仅相当于当时中国的一个中等省份，在很长一段的历史时期内一直处于战乱

之中，直到 14 世纪初英格兰作为一个统一的民族才得以形成。此后，英国积极发展海上贸易，先后打败了荷兰和西班牙，于 17 世纪成为海上强国。但当时的英国与许多国家一样，仍然处于农业社会，还不是世界霸主。

18 世纪兴起的工业革命，将英国推上了世界霸主的地位。这次以蒸汽机的发明和广泛应用为标志的工业革命发源于英国，促进了英国纺织、煤炭、冶金等近代机器工业的兴起和发展，也推动了人类社会生产力的极大发展。英国引领了这次工业革命，生产效率大幅提高，从而快速将其他国家抛到后面。史料显示，1850 年，英国生产了全世界金属制品、棉织品和铁产量的一半，煤产量的 2/3，其他如造船业、铁路修筑都居世界首位。1860 年，英国生产了世界工业品的 40%—50%，欧洲工业品的 55%—60%，对外贸易占世界贸易的比重由 10 年前的 20% 增至 40%。

手工工场与工厂制比较

	工具	规模	分工	纪律
手工工场	手工工具	较小	较粗	较松
工厂	机器	较大	细密	严格

在强大的经济实力支撑之下，英国军事实力也得以快速壮大，能够先后打败法国等欧洲大陆强国，征服远隔重洋的加拿大、印度，在全世界建立起庞大的殖民体系，在全球范围内逐步形成以英国为核心的商业贸易圈，英国成为“日不落帝国”。

许多人都曾研究为什么第一次工业革命会发生在英国。其实，是英国的科技实力为工业革命的兴起奠定了坚实基础。英国是近代科学的主要发源地，以牛顿力学为代表的经典物理学和以斯密为代表的古典政治经济学成为那个时代最先进的自然科学和社会科学，为产业技术创新和自由市场制度创新提供了强有力的理论指导和支撑。

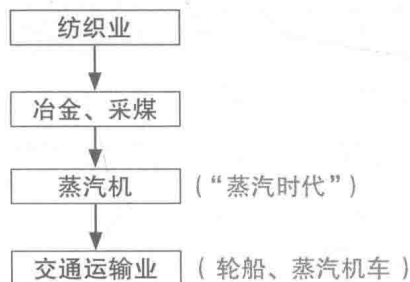
17 世纪中叶，英国的商品经济已有较大发展，并率先爆发了资产阶级革命，消除了农业的封建土地制度和小农经济，为工业革命的兴起造就了最重要的经济前提；同时，随着殖民地的扩张，使得英国可获取的资源越来越多，

同时在全球的拥有庞大的海外市场，全球对英国商品的需求也越来越大，这也为工业革命孕育发展了强大的驱动力。

此外，还有一些因素对英国工业革命也具有重要作用。比如，英国最先建立了比较完善的银行体系，金融成为近代工商业发展有力的推进剂。大力兴办和革新教育，早在 12—13 世纪，英国就建立起牛津、剑桥这样根本不同于中世纪神学院的新型大学。政府大力支持科研活动，奖励发明创造，给予科学家和技术发明者极高的荣誉和社会地位。

史料记载，1733 年，英国机械师约翰·凯伊发明飞梭，将织布效率提高 1 倍。1764 年，织工兼木工詹姆斯·哈格里夫斯发明了珍妮纺纱机，将纺纱效率提升 15 倍。1785 年，工程师埃地蒙特·卡特莱特发明了水力织布机，将工作效率提高了 40 倍，传统的手工业逐步解体，被机械化大生产取代。随着纺织业的兴起，对动力系统提出了更高的要求，原本仅仅用于矿山抽水的蒸汽机经过改良后被用于纺织业——1784 年英国建立了第一座蒸汽纺纱厂。之后，蒸汽机又被应用于冶金工业、铁路运输、蒸汽船等领域。到 1825 年，英国已有蒸汽机 1.5 万台（37.5 万马力，当时 1 马力相当于现在的 735 瓦，后同），从矿山到工厂，从陆地到海洋，到处是机器在轰鸣，到处是机器在转动——呈现出工业大生产的繁荣景象。

至此，英国不仅在纺织业基本摆脱了传统手工业的限制，实现了机械化，还在交通运输、冶金采矿等诸多领域实现了机器对人的替代。至 1850 年，英国工业总产值占世界工业总产值的 39%，贸易额占世界总量的 21%。



第一次工业革命带动的行业发展历程