



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLISHING FUND PROJECT

科技革命与国家现代化研究丛书

Series of Studies in Scientific Revolutions,
Technological Revolutions and the Modernization of Nations

张柏春 主编

科技革命 与英国现代化

Scientific Revolutions,
Technological Revolutions
and the Modernization of Britain

刘益东 高璐 李斌 著



科技革命与国家现代化研究丛书

Series of Studies in Scientific Revolutions,
Technological Revolutions and the Modernization of Nations

张柏春 主编

科技革命 与英国现代化

Scientific Revolutions,
Technological Revolutions
and the Modernization of Britain

刘益东 高璐 李斌 著

图书在版编目 (CIP) 数据

科技革命与英国现代化 = Scientific Revolutions, Technological
Revolutions and the Modernization of Britain / 刘益东, 高璐, 李斌著
— 济南 : 山东教育出版社, 2020. 6

(科技革命与国家现代化研究丛书 / 张柏春主编)

ISBN 978-7-5701-0913-5

I. ①科… II. ①刘… ②高… ③李… III. ①技术革
新一关系—现代化建设—研究—英国 IV. ①F156.143 ②D756.1

中国版本图书馆CIP数据核字 (2019) 第293967号

策 划 陆 炎
责任编辑 范增民 张 达
责任校对 任军芳
装帧设计 晓 沫

KEJI GEMING YU GUOJIA XIANDAIHUA YANJIU CONGSHU

KEJI GEMING YU YINGGUO XIANDAIHUA

科技革命与国家现代化研究丛书 张柏春/主编
科技革命与英国现代化 刘益东 高璐 李斌/著

主管单位: 山东出版传媒股份有限公司

出版发行: 山东教育出版社

地址: 济南市纬一路 321 号 邮编: 250001

电话: (0531) 82092660 网址: www.sjs.com.cn

印 刷: 山东临沂新华印刷物流集团有限责任公司

版 次: 2020 年 6 月第 1 版

印 次: 2020 年 6 月第 1 次印刷

开 本: 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张: 16.5

字 数: 216 千

定 价: 86.00 元

(如印装质量有问题, 请与印刷厂联系调换) 印厂电话: 0539-2925659

总 序

现代化和科技革命是当代中国社会的热议话题，也是出版物中的高频术语。现代化是19世纪60年代以来中国的宏大实践，在20世纪30年代成为学者们广泛关注的议题。中华人民共和国在建国伊始就着力推进产业和国防的现代化，并且在五六十年代将现代化逐步具体化为农业、工业、国防和科学技术等方面的现代化。1964年，中央政府宣布以建成“一个具有现代农业、现代工业、现代国防和现代科学技术的社会主义强国”为发展目标。1978年，中央强调科学技术是生产力，是“四个现代化”的关键。此后，“科学革命”“技术革命”“科技革命”等概念深得学者们的认同。三四十年来，政府和科技界希望国家能抓住“新科技革命”的机遇，且借此实现现代化。那么，科技革命与现代化究竟存在怎样的关系？这正是本套《科技革命与国家现代化研究丛书》试图探讨的核心问题。

现代化、科学革命和技术革命等都是非常复杂的概念。本套丛书中，我们将“现代化”理解为农业社会向工业社会的转变，工业化是这一转变进程中的一条主线。现代化始于西欧，逐步扩展到欧洲其他

科技革命与英国现代化

地区、北美以及亚、非、拉等地，其间伴随着工业强国的殖民扩张和“被现代化”国家的社会转变，包括转变中出现的弊端。我们所讨论的“科技革命”是科学革命和技术革命的简称，是指相对于知识进化而言的重大知识变革。第一次科学革命是指16和17世纪发生在欧洲的科学变革，其主线是由哥白尼拉开序幕，从伽利略到牛顿的物理学、天文学和数学等学科的理论突破及具有现代特点的科学建制化。第一次工业革命与第一次技术革命相伴发生，其主要标志是蒸汽机的发明和应用。历次的科学革命、技术革命和工业革命的成果在全球化的进程中传向世界各地，被人们普遍共享和发展，并影响到当地的知识和社会的转变。现代化、科学革命和工业革命（技术革命）早已成为一些史学家叙事的方法和框架，相关著述浩如烟海。有趣的是，此前学界对科学革命和技术革命的研究主要集中于欧洲，如意大利、英国、法国和德国，而对现代化的研究则主要关注该进程中的后起国家，如日本、中国、印度等。有关欧洲现代化的研究主要集中于早期现代国家制度产生的过程及文化上的现代性等方面。其原因显而易见，科学革命和技术革命主要发生在西方国家，而当以工业化为主线的现代化概念盛行时，西方发达国家已完成了由农业社会向工业社会的转变。然而，无论在西方还是在东方，每个国家都有其现代国家制度的确立及工业化的实现的具体过程，也同样都有现代科学和技术的形成和制度化的不同历程。

中国科技事业发展和现代化建设要求人们理解世界科学技术的发展历程，以求得历史借鉴和启发。李约瑟（Joseph Needham）等国

际学者能够研究中国的科学技术传统，我们也应该以自己的眼光审视世界科学技术的发展，提出新的学术问题和见解。1978年以来，中国科学院自然科学史研究所将世界科学技术史列为一个新开拓的研究方向，其重点是西方近现代科学技术史，编著了《20世纪科学技术简史》和《贝尔实验室》等学科史和机构史的著作。为了进一步探讨世界科技史，我们与中国科学院规划战略局领导在2010年春季开始组织研究“科学革命、技术革命与国家现代化的关系”，选择意大利、英国、法国、德国、俄罗斯（苏联）、美国和中国等国家为案例，着力阐释我国社会普遍关注的科技革命、现代化等重大问题，其中涉及发展的路径和模式。这个项目将对科学革命、技术革命的研究扩展到俄罗斯和中国等科学革命或工业革命的非原发国家，探讨“地域性的”科学革命或技术革命以及外力冲击下启动的现代化。一方面，从科学和技术的发展去理解社会的转变；另一方面，从社会的发展去理解科学和技术的变革。对这类复杂问题的探讨必定既有共识，又见仁见智。

经过认真筹划和评议，这项工作被中国科学院批准为“十二五”规划项目，同时被国家新闻出版总署列为“十二五”出版规划项目，并得到山东教育出版社的大力支持。为了实施这项计划，我们邀请自然科学史研究所、北京大学、清华大学、美国波莫纳加州理工大学（California State Polytechnic University, Pomona）、意大利卡西诺大学（Università di Cassino）等科研机构 and 大学的近30位专家学者，开展个案研究和综合研讨。为了完善研究计划，项目组在2012年访问德国马普学会科学史研究所（Max Planck Institute for the History of

科技革命与英国现代化

Science），与雷恩（Jürgen Renn）所长等近20名西方科技史专家学者讨论这项研究的框架、主要内容、典型案例、方法论、前人工作和资料基础等重要问题。此外，项目组还听取了美国、法国、俄罗斯、意大利、英国等国专家的建议。国际同行的中肯意见对项目的设计和实施很有帮助。

科学革命、技术革命与现代化的关系是一个富有挑战性的、视野宽阔的大题目，对这个专题的研究在国际上非常鲜见。我们期望通过探讨这样的题目，能够为学术研究贡献点滴新知识，对读者思考有关问题提供线索。当然，在国内的世界科技史研究积累薄弱的情况下，研究这么大的新题目算是一次冒险的尝试。无论我们怎样努力，《科技革命与国家现代化研究丛书》都会挂一漏万，不过是万里长征的第一步。受研究基础的限制，目前完成的书稿中难免有疏漏，甚至错误，敬请学界同道和读者朋友们不吝赐教。

中国科学院自然科学史研究所

张柏春

2017年5月6日

于科学院基础园区

引言

18世纪工业革命前后的两三百年发生了人类历史上影响最为深远的社会大变革，英国迅速崛起的历史过程为研究科技革命与国家现代化关系提供了最为丰富和典型的案例，是针对内源式革命、外源式革命、多源交叉式革命来探讨科技革命与国家现代化的极为难得的案例。比如，因历史、地理和宗教等原因形成的宪政议会制度的创立（内源式政治现代化），16世纪中叶开始的依靠引进外国技术、人员和资金实现的初次工业化（工业革命前的外源式工业变革），在英国汇聚多种创新出现的18世纪中叶开始的第一次工业革命（内源式工业革命）。在第二次、第三次工业革命中，针对多源交叉、外源引进来讨论科技革命与国家现代化，英国也有非常典型的社会实践。受篇幅和主旨的限制，本书不能面面俱到，如何把丰富的资料和已有的研究成果按照研究主旨重新加以组织和提炼，如何通过研究中心问题，突出重点和特色，有所推进和创新，是本项研究面临的挑战。

对于科技革命与英国现代化的探讨是一项十分复杂的研究工作，我们通过对英国的政治、经济、文化与知识基础等来阐述英国现代化的开端；通过科学革命与牛顿来分析科学革命前后英国的科学、技术

的整体状况；通过英国的大学与皇家学会、牛顿科学革命的来龙去脉分析科学革命与工业革命的关系及历史影响。工业革命与现代化的关系十分典型，探讨两者的关系可以加深对工业革命和现代化的认识。用分子生物学革命与“二战”后英国国家科技体制的建立为案例，来揭示英国20世纪的科学技术与国家进步的关系所呈现出的新特征，进一步具体回答科技革命与国家现代化关系这一问题。显然，要驾驭这样复杂的问题最好建立一个统一的理论框架，但是由于涉及内容繁多，具体涉及现代化、科学革命、技术革命、工业革命等多个主题，各自又有不同的理论体系，所以要做到这一点并非易事，而且与整套丛书的体例也不协调。因此我们在本书前四章的研究中，根据各章的主题，史论相结合地进行论述和分析。在本书的最后部分，进行一些理论探索，把理论探索作为一项结论，既可以丰富全书的内容，同时也为以后的研究提供借鉴。

目 录

引言 \ 1

第一章 英国现代化的开端：政治、经济、文化、宗教与知识基础 \ 1

第一节 英国民族国家的形成与特质 \ 4

一、民族意识的形成 \ 4

二、宪政制度的确立 \ 9

三、英国与欧洲的文化联系 \ 12

第二节 经济发展与市场经济制度的确立：从农业革命到工业革命 \ 15

一、农业革命 \ 15

二、贸易与移民 \ 17

三、工业革命与城市化 \ 18

四、市场经济制度及相关制度的确立 \ 20

第三节 新教与英国的崛起 \ 22

一、英国宗教改革 \ 22

二、新教与资本主义 \ 25

三、清教与自然哲学 \ 26

科技革命与英国现代化

第四节 知识传统与科学的兴起 \ 29

一、自然哲学传统 \ 29

二、工匠传统 \ 34

三、组织化的科学：从三贤士到皇家学会 \ 39

第五节 小结：实现英国现代化的有利因素 \ 44

第二章 科学革命与牛顿 \ 47

第一节 科学的总体情况：自然哲学家与工程师 \ 47

一、关于天文学 \ 48

二、关于力学 \ 52

三、关于化学 \ 53

四、关于生理学 \ 54

五、发明家与工程师 \ 56

第二节 大学与皇家学会 \ 60

第三节 牛顿：站在巨人肩上的巨人 \ 68

一、牛顿与科学革命 \ 72

二、科学革命的特点 \ 73

第四节 小结：牛顿科学革命及其与工业革命的关系 \ 76

一、牛顿对哲学与社会思潮的影响 \ 79

二、科学革命对工业革命的影响 \ 81

第三章 工业革命与现代化 \ 91

第一节 走向繁荣：1750年前后的经济、社会与文化 \ 92

一、人口的增长与高工资现象 \ 93

二、煤炭使有机物经济逐渐转变为矿物经济 \ 95

三、交通运输业：收费公路与“运河狂热” \ 99

四、纺织业的技术革新链 \ 102

五、适宜的经济制度环境 \ 106

六、农业革命 \ 108	
七、英苏合并与全球市场的形成 \ 110	
第二节 科学的发展 \ 111	
一、力学与天文学的发展 \ 111	
二、从力学、天文学向化学、热学和电学的转变 \ 113	
三、科学文化与科学传统 \ 115	
第三节 蒸汽机的发明与创新 \ 118	
一、蒸汽机的发明为什么在英国 \ 118	
二、长达一个半世纪的改进 \ 121	
三、瓦特与博尔顿的合作 \ 125	
四、索霍工厂：企业研发机构的雏形 \ 127	
第四节 技术革命与工业革命 \ 131	
一、蒸汽机的普及 \ 131	
二、采矿与冶炼 \ 134	
三、机器制造 \ 135	
四、交通业的革命性变化 \ 138	
五、英国的工程师传统 \ 141	
第五节 小结：工业革命与国家现代化 \ 143	
一、现代化对工业革命的影响 \ 144	
二、工业革命对国家现代化的影响 \ 146	
三、现代化的扩散 \ 148	
第四章 分子生物学革命与“二战”后英国国家科技体制的建立 \ 150	
第一节 国家与科学的关系 \ 152	
一、“二战”后的世界：英国与国际社会 \ 154	
二、“新英国”与国家科学 \ 155	
三、关于国家科学的讨论与政策共识 \ 158	

科技革命与英国现代化

第二节 帝国的梦想：英国国家科学技术体制的确立 \ 159

- 一、现代科研体系的建立 \ 160
- 二、后战争时代：从冷战到技术白热化 \ 162

第三节 传统与变革：DNA双螺旋结构的发现与分子生物学革命 \ 170

- 一、卡文迪许：英国科学的传统 \ 171
- 二、迈达斯的金子：DNA结构的发现 \ 175
- 三、新学科的产生：分子生物学实验室与分子生物学的发展 \ 184

第四节 生物技术产业与国家创新体系 \ 188

- 一、“英国病”的解药：走向创新的英国科技政策体系 \ 190
- 二、《斯平克斯报告》与单克隆抗体事件：生物技术产业的起飞 \ 193
- 三、赛尔泰克公司的建立 \ 196
- 四、“剑桥现象”与创新生态系统 \ 199

第五节 小结：分子生物学革命与国家科技体制现代化 \ 202

- 一、科学传统至关重要，可抵御短期不利因素的影响 \ 202
- 二、成也传统败也传统：富有世界级科学成果，缺乏世界级高科技企业 \ 203
- 三、科技革命与科技体制现代化 \ 204
- 四、通过国家创新系统，卓越的科学转化为国家的竞争优势 \ 206
- 五、知识的积累与扩散：科技革命与国家现代化的互动 \ 206

第五章 人本现代化理论初探与科技资本主义及其危机 \ 208

第一节 现代化理论评析与内外因人本现代化理论初探 \ 210

第二节 科技资本主义及其危机 \ 217

第三节 主要结论与讨论 \ 222

参考文献 \ 235

后记与致谢 \ 254

第一章

英国现代化的开端：政治、经济、文化、宗教与知识基础

英国工业革命波澜壮阔，其前后两三百年的历史进程昭示了史无前例的经济增长奇迹。马克思和恩格斯在《共产党宣言》中指出：“资产阶级在它的不到一百年的阶级统治中所创造的生产力，比过去一切时代创造的全部生产力还要多……”托马斯·K.麦克劳指出：直到大约17世纪，经济发展的停滞不前似乎是自然而然的，社会各阶层的人们对此都习以为常，并根据这种情况安排各自的生活。在1700年前的1000年里，欧洲人均收入的年增长率只有0.11%，世界上其他各地的情况也大致如此。以0.11%年增长率计算，人均年收入每630年才增长一倍。但是，在1820—1990年这170年间，人均年收入的增长在英国翻了10倍，德国翻了15倍，美国翻了18倍，日本翻了25倍（麦克劳，2006）。这一奇迹是如何发生的？学者们进行了广泛、深入的探讨和研究。本书研究的主题是科学革命、技

术革命、工业革命与英国现代化，显然这一研究是在英国崛起这一主线和背景下展开的，因此探讨英国经济增长的主要社会文化的基础和条件可以成为全书的第一部分，同时它们也与全书各个部分的讨论紧密相关。

综合内森·罗森堡、小伯泽尔（1989）、马克斯·韦伯（1920）、道格拉斯·诺斯（2009）、尼尔·弗格森（2012）等学者的观点和概括，对以英国为代表的西方国家崛起，大致有17种解释：（1）科学技术的作用。这是关于西方繁荣的最流行的解释。（2）自然资源的优势所致。（3）竞争。欧洲的政治处于割据分裂的局面，在每个国家内，都存在着多个相互竞争的集团。（4）法治与代议制政府。这一优越的社会政治秩序出现在英语国家。（5）自由的观念。这始终是英国最显著的特征。（6）心理原因。一个广泛被接受的解释是，封建主义的衰落与一种心理变化多少有点联系，这种心理的变化从某种新的资本主义精神中创造了市场机制。（7）运气因素。的确，西方的运气比其他地方要好。（8）不端行为。最常被指责为西方经济的不端行为有日趋扩大的收入和财富不均、对工人的剥削、殖民主义和帝国主义以及对别人的奴役。（9）收入和财富的不均。在各种不端行为中，最根本的一种意见认为，收入和财富的不均是不公平的，但对西方经济制度来说却又是必要的。（10）剥削。在马克思主义的术语中，剥削是指资产阶级占有工人创造的“剩余价值”。（11）殖民主义和帝国主义。认为掠夺殖民地国家的财富促进了经济增长。（12）奴隶制度。认为奴隶制度是西方经济增长的原因之一。（13）宗教改革。认为新教伦理对资本主义发展至关重要。（14）一个

有效率的经济制度是西方国家兴起的关键。（15）一个不受政治和宗教控制的、有高度自主性的经济领域和商人阶级的出现。（16）自主、试验和多样性是解释西方经济持续增长的关键。（17）消费社会。随着工业革命的兴起，英国的高工资和高生产效率的先进技术提供的物美价廉的商品，使社会需求扩大。

这17种解释比较全面，但是限于本书的主题和篇幅，我们对这些观点进行概括和精炼，并结合本研究主题的需要，把民族国家的形成与特质、经济与市场经济制度、新教的影响、知识传统与科学这四个方面作为研究科技革命、工业革命与英国现代化的主要社会经济文化的基础和条件。本章旨在为全书做出铺垫，揭示为何科学革命在17世纪英国的牛顿时期达到最强音，为何工业革命发生在英国，科学革命、技术革命与工业革命的关系如何，科学革命、技术革命与英国的现代化的关系怎样等。社会经济文化的基础和条件是如何发挥作用的，它们之间的结合是如何发生的，都将成为本书讨论的重点。

第一节 英国民族国家的形成与特质

如果我们要在世界现代化的进程中找出英国有别于其他国家的特征，那么答案一定是英国在科学革命到来之初便自发地完成了现代国家的建设，这使得此后的二三百年来英国拥有了比其他欧洲国家更适宜于创新活动与资本主义市场经济的制度与文化环境。与意大利的城邦制和法国的王权社会不同，英格兰的市民社会与王权的结合与制衡使得英国在17世纪呈现出现代民族国家的形态，而这也为其日后的工业、经济、教育与文化的发展奠定了基础。按马克斯·韦伯的看法，现代化的关键是宗教取向的世界观向国家取向的世界观的转变（英格尔哈特，2003），这便是民族国家的兴起。民族国家代表一种公共权力，是现代化的载体。现代化是一个自由确立的过程，对内保障个人自由和个人财产，对外以国家的形式出现保障其民族利益。英国较早地完成了民族意识与政体完备的民族国家的建立，在科技革命与现代化的故事开始之初，我们必须一起回首这段重要的历史。

一、民族意识的形成

1. 地理与资源禀赋

土地养育了一个民族，同时也推动或制约了民族的发展。英国是一个岛国，英国人具有岛国居民的特性：他们生活在四面环海的岛屿上，英国的总面积仅244200平方千米，东临北海，西、北面对大西