

科技创新与 大国关系

Technological Innovation in the Rise and Fall of Great Powers

赵卫星 杨小科 著



经济管理出版社

ECONOMY & MANAGEMENT PRESS

科技创新与 大国关系

Technological Innovation in the Rise and Fall of Great Powers

赵卫星 杨小科 著



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

科技创新与大国关系/赵卫星, 杨小科著. —北京: 经济管理出版社, 2015.11
ISBN 978-7-5096-4320-4

I. ①科… II. ①赵… ②杨… III. ①技术革新—影响—国际关系—研究
IV. ①F062.4 ②D81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 318620 号

组稿编辑: 陈 力
责任编辑: 陈 力 周晓东
责任印制: 黄章平
责任校对: 雨 千

出版发行: 经济管理出版社
(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: www.E-mp.com.cn

电 话: (010) 51915602

印 刷: 北京九州迅驰传媒文化有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 720mm×1000mm/16

印 张: 13.5

字 数: 234 千字

版 次: 2015 年 11 月第 1 版 / 2015 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5096-4320-4

定 价: 48.00 元

·版权所有 翻印必究·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

目 录

第一章 科技创新与人类进步的多向度规律	1
第一节 科技创新的文明条件与人类进步	2
一、科技创新的文明条件	2
二、科技创新的基础与人类进步	8
第二节 科技创新涨落与国家地位兴替	13
一、科技创新与科技中心的转移路径	15
二、国家地位兴替的本质内涵	18
三、科学技术实力是国家综合国力的重要构成因素	20
第三节 大国能力要素的结构支撑与递变	31
一、大国能力要素结构构成及递变	33
二、要素竞争优势与产业结构发展	37
三、实例分析产业转型与大国能力要素结构的动态变化	40
第四节 现今世界主要潮流与科技创新全球化	48
一、现今世界主要潮流	48
二、科技创新全球化的特征	48
第二章 国家发展能力是科技创新能力的实质	55
第一节 科技创新能力：含义和特征	55
一、科技创新能力的含义	55
二、科技创新的作用和意义	59
第二节 科技创新能力与大国兴衰	63
一、历史上的科技大国	63
二、科技进步在强国崛起中的重要作用	68



第三节 科技创新能力是影响大国兴衰的最重要的直接原因	73
一、科技发展是大国崛起的强大动力	73
二、科技创新能力对大国崛起的主要影响	74
三、科技创新能力的提高是实现大国崛起的核心力量	75
第四节 国家力量组成及发展模式转向以科技创新能力为主导	76
第五节 科技创新能力是国家竞争力提升的核心	79
一、科技创新能力是中国经济持续发展的动力所在	79
二、国家竞争的核心是科技创新能力的竞争	88
三、科技创新能力主导 21 世纪的大国演化	90
 第三章 大国崛起过程中科技创新的经验对比与路径选择	105
第一节 科技创新能力历史作用分析	105
一、科技创新能力历史作用的一般性分析	106
二、科技创新能力历史作用的实例分析——以美国为例	109
第二节 科技创新能力推动综合国力增长的途径与政策分析	120
一、科技创新能力带动综合国力增长的途径分析	120
二、科技创新能力带动综合国力增长的政策分析	123
第三节 科技创新能力推动大国崛起的机制与方式	126
一、科技创新能力促进经济增长	127
二、科技创新能力提高政治影响力	134
三、科技创新能力增强国家军事实力	140
四、科技创新能力提升文化竞争力	145
五、科技创新能力影响国际关系	153
 第四章 提高科技创新能力的有效步骤及手段	157
第一节 制定和坚持长远发展战略与目标	157
一、改造传统社会结构	157
二、注重体制及其制度创新	164
三、培育创新文化	167
第二节 完善和把握中期规划任务与布局	176
一、转换发展模式	176



二、培育创新型人才	183
第三节 紧抓和落实具体对策与效果	188
一、技术层面：着力发展“核心技术”和“高端技术”	188
二、政策层面：制定有利于科技创新资源聚集的政策	190
三、企业层面：提高企业的创新能力	198
参考文献	207

第一章 科技创新与人类进步的多向度规律

科技包含科学与技术。科学侧重认识自然，回答是什么、为什么方面的知识；技术则更侧重改造与利用自然，回答做什么、怎样做方面的知识。从科学知识与技术知识的获取角度看，科学更倾向从客观到主观的逻辑认识过程，而技术则更倾向从主观到客观的实践积累过程。然而，科学与技术也并非是完全分离的。后来许多在生产实践中有用的经验与诀窍被证明是符合古典逻辑的科学，但在一些生产过程中，仍然存在无法证明有用的技术知识是科学的。同时，科学与技术是相互作用、相互促进的，一项科学理论的建立可以为新技术相关领域的开发提供有效的知识基础，甚至改变技术开发的方式。

科技创新是一个系统概念，主要指科技领域的不断突破与发展，是在技术创新的基础上延伸而来，既涵盖技术创新，又涵盖科学创新。其中，技术创新指生产技术的创新，包括开发新技术或者将已有的技术进行应用创新（何道谊，2009）。科学创新是通过科学研究获得新的基础、技术科学知识，并将新的科学知识运用到新技术、新产品、新产业中，直至形成新的生产方式的一个完整动态过程，它涉及科学、技术、经济、金融、管理等领域，关系到经济增长动力和整个社会科技进步。科学是技术之源，技术是产业之源，技术创新是建立在科学道理的发展基础上，而产业创新主要建立在技术创新基础上。

科技创新的重要作用可以从三个方面进行分析：第一，从人类历史发展与进步的角度看，人类社会的进步与发展实质上是物质文明与精神文明的改善与发展，而科技创新的基础正是物质文明与精神文明；第二，从国家地位兴替的角度看，通过分析科学创新的涨落与世界科技中心转移的路径，可以获取以国家综合国力为评判标准，得到国家在国际上的地位及地位兴替，进而发现世界科技中心转移的路径与国家地位兴替的路径，这两者在某种程度上具有惊人的相似性；第三，从单个国家的要素结构递变规律角度看，分析大国能力要素结



构和大国在其产业结构调整与变迁过程中主导能力要素的递变规律——资源要素到科技要素的变迁,进而了解当今世界主要潮流与科技创新全球化的外在表现形式及特征。

第一节 科技创新的文明条件与人类进步

科技创新与技术创新既有联系又有区别。科技创新是技术创新的深化与发展,这一概念的内涵比技术创新更广。技术创新作为一种特定技术经济过程,是在特定时空范围内诸多资源的优化配置与合理组合,是科技创新的前提保障^①。

站在巨人的肩膀之上,才有了现今世界的繁华多彩。同样的道理,科技创新也需要强大的力量来支撑才能得以发展和实现,进而推动人类社会的进步。这个强大的力量指的就是物质文明和精神文明。现实中有多种指标或者尺度来衡量人类社会的进步,比较常用的是从人类发展指数和马克思的社会进步尺度这两个角度来反映物质文明与精神文明的进步,进而说明科技创新在人类发展历史上的重大作用。

一、科技创新的文明条件

科技创新具有层面多、范围广及跨时空的特性,科技创新本质上其实就是物质文明与精神文明的进步与发展。从历史进程这个角度来看,科技创新是一个系统过程,它推动物质文明与精神文明的建设与发展,但是就其历史的某个横截面来说,科技创新的进步离不开当时所处的时代背景,离不开当时的物质基础与精神文明条件。

文明或称社会文明,是人类特有的社会现象。在界定文明时,人们通常强调三点:一是指社会进步和人类开化的状态;二是指人类改造世界的物质成果和精神成果的总和^②,即物质文明和精神文明;三是特指一个区域、一个社会、一个

^① 常涛,李志强等.科技创新系统研究:基于资源型经济转型案例的探讨[M].科学出版社,2014:6.

^② 《中国大百科全书》编辑部.中国大百科全书(哲学卷)[M].中国大百科全书出版社,1987:924.



时代或一个民族所具有的精神生活、物质生活及生产方式这样一个局部性整体^①，如农业文明、古希腊文明等。

（一）科技创新的物质文明基础

物质文明是人类社会进步与发展的基石，科技创新对社会文明的促进作用最直接和最根本地体现在物质文明的建设与发展中，所以，科技创新推动了物质文明建设，但是反过来，科技创新需要建立在一定的物质文明条件基础上，科技创新关键在于“创新”。能否创新、怎样创新、其成果如何，这些都与所处的时代背景以及物质基础密切相关。

物质文明是人类在社会历史发展过程中所创造的，体现社会生产力发展进步的物质成果。它包括物质生产力方面以及物质财富和物质生活方面。物质生产力方面是指一定历史时期生产力的状况，主要是指生产力的性质和生产力的水平。生产力的性质是生产力质的规定性，如以石器、铁器及电气等为代表的生产力；生产力的水平是生产力量的规定性，包括外延的量（速度、规模）和内涵的量（程度）。物质财富和物质生活方面有两个方面的含义：一是指社会物质财富的积累程度；二是指人们的日常生活条件、人们的物质生活状况。所以说物质文明与社会存在不能简单等同。因为社会存在的主要内容是生产方式，生产方式是生产力和生产关系的统一。物质文明只涉及社会存在的生产力某些方面。生产力是人类社会改造自然获取生存资料的实践力量，它直接决定了物质财富的多寡、质量的好坏。

劳动对象的改变是科技创新的基础。劳动对象是随着主体的认识水平和实践水平不断改变而改变的。在古代，劳动对象仅限于天然的自然资源。近代以来，人类在广泛利用天然自然界物质的同时，也开发出了各种人造材料。人类总在对原有的劳动对象进行改造与创新。比如自发动机发明以来，马车经过一系列的改造，变成了现在的汽车、火车等便捷的交通工具。劳动对象的范围和种类变化使原有的科学技术进一步扩大和创新。

劳动资料的改变是科技创新的外在表现形式。劳动资料是人本质力量的对象化，人们借助它把自己的作用传递到劳动对象上去。这是人类区别于物的一个重要方面。劳动资料中最主要的又是劳动工具。马克思说：“各种经济时代的区别，

^① 文化学辞典[M]. 中央民族学院出版社, 1988: 206.



不在于生产什么，而在于怎样生产，用什么劳动生产资料生产。”从古至今，劳动手段从手工演化到机器，直到现在的信息等多元化方式的发展改变，这使科学技术取得了长足的发展。可以说，在人类历史的发展长河中每一次固定资产等设备的更新都是科技创新的外在表现，它引导并推动了后期科学技术的发展与创新。

在 19 世纪 50 年代的国际背景下，日本政府和一些有实力的封建领主意识到了建造强火力大炮的重要性，由此产生了对钢铁质量的需求。钢铁的生产原来是采用铁砂和木炭混合生产，主要采用本土小规模的一种生产方式，由于需求的增加，因此对熔炉也有了新的要求。1874 年，日本明治政府打算在釜石建立一个现代熔炉，并雇用本国工程师大岛和一个德国工程师来策划这件事。德国工程师建议在两个引进的熔炉之间建立一个大规模的现代工厂以及一个用于搬运产石和铁矿石的铁路系统。而大岛则基于本国的实际情况建议建立五个相对小一点的熔炉并采用更加适当的运输方式，但是政府最终拒绝了大岛的计划而采用德国工程师的计划从英国引进熔炉、铁路机车和其他设备，并雇用英国工程师来建立大工厂。1890 年工厂开始投入使用，但很快就遇到了困难并在营业 196 天后关闭，其关闭的原因是显而易见的。大工厂使用木炭，但不久之后就发现供给如此大规模的木炭是不可能的，然后接下来又决定用焦炭作为燃料。虽然焦炭随处可得，但却很难保证质量。毋庸置疑，技术无法离开当时社会所具有的物质条件，憧憬美好的未来并为此做了很大的努力，因为忽略了现实中的某一因素迫使放弃这一计划。

（二）科技创新的精神文明基础

精神文明是人类在改造客观世界和主观世界的过程中所取得的精神成果总和，是人类智慧、道德的进步状态。它主要包括科学文化和思想道德两个方面。精神文明的思想道德方面指的是社会的政治思想、道德面貌、社会风尚、人们的态度、信念、理想、觉悟、情操、组织纪律性等。精神文明的科学文化方面指的是社会的教育、科学、卫生、体育、文学艺术状况、人们的科学知识水平、智力状况、文学艺术修养等。综观历史发现，大多数的科技创新都是在特定的文化环境下产生的。

从历史的某个横截面来说，科技创新离不开其所处的制度环境、文化氛围等因素。在西方科技发展史中，科技中心的变化与转移就是在特定人为环境中产生的。依个体而言，一些科学家的科研发明离不开他们的观念、思想、智力



等因素。

制度结构最早是由新制度经济学家舒尔茨提出来的。它在《制度与人的经济价值的不断提高》中指出,“制度的结构由四种基本形式的制度构成:①用于降低交易费用的制度,如货币、期货等;②用于影响生产要素的所有者之间配置风险的制度,如合约、公司等;③用于提供职能组织与个人收入之间联系的制度,如财产;④用于确立公共品和服务的生产与分配的框架制度,如飞机场”。^①诺斯后来进一步完善制度结构概念,他认为制度结构应该由正式制度、非正式制度和实施机制三个部分组成。而纳尔逊在《美国支持技术创新的制度》中指出,市场制度、专利制度、政府支持技术创新的政策和计划、大学和 R&D 内部化、风险投资与鼓励创新合作的制度等都是支持技术创新的主要制度因素。

技术总是在一定的社会组织形式中存在和发展,或者说技术本身就是一种有组织的活动,如手工坊、手工业工厂。从技术的社会塑造理论来看,技术和组织不能完全隔开,因为社会及环境的组织方式影响其典型的价值模式,从而影响技术在其中变化的性质,并影响着技术创新活动的效率。新技术的出现必须以新组织方式的发明和进化为前提。比如,若没有大众娱乐和有组织的新媒体的出现,就不可能有电视的创新,因此,组织的发展可以推动新技术的出现。技术从手工工具阶段发展到机器阶段,一定意义上是与生产组织形式(从工场发展到工厂)相关。马克思认为,机器是以简单协作为前提的,甚至可以说正是工厂这种组织形式的存在发展给瓦特完善其发明提供了机会。

人文文化传统由于具有被社会所接受和认同的稳定性,所以它对技术的影响是潜移默化和根深蒂固的。从这一角度来看,一定程度上技术的起源和特征就是根据特定的人文文化背景来理解的。日本学者森谷正规曾说过,每个国家的技术和制成品,都是该国文化的产物。他认为日本文化就是日本技术的基础,而制造的产品也反映出文化上的特征表现。如日本地域狭小、资源匮乏的不利环境造就了加工制品时的简洁精练和精雕细刻,形成了所谓的“浓缩文化”。所以日本的技术产品表现出结构紧凑、重视细节、手工精巧的特色。

古希腊曾经出现过极为繁荣的科学文化,其直接原因是当时出现了许多学派之间的自由争鸣,促进了学术思想的活跃和学术探索的深化,形成这种学派林

^① [美] 舒尔茨. 制度与人的经济价值的不断提高, 载 [美] R. 科斯, A. 阿尔钦, D. 诺斯等: 财产权利与制度变迁——产权学派与新制度学派译文集 [M]. 上海三联书店, 上海人民出版社, 1994: 254.



立、自由探索、自由争鸣局面的重要条件是古希腊特有的人文传统。

近代科学肇始于文艺复兴，文艺复兴运动歌颂人性，反对神性；提倡人权，反对神权；提倡个性自由，反对宗教禁锢。由于文艺复兴运动动摇了天主教的精
神独裁，松懈了经院哲学对人们思想的束缚，使人们能较自由地去研究和探索自然
的奥秘。同时，文艺复兴再现了古希腊、古罗马科学的光辉成果，使近代科学的
巨匠们有机会吸收丰富的营养以充实自己。正是在这种人文精神下，产生了像
哥白尼、伽利略、牛顿等一大批优秀科学家。科学家库恩认为，文艺复兴时期的
文化因素对新柏拉图主义、古代原子论的复兴以及阿基米德的再发现起到了极其
重要的作用。^①

美国的文化特征也极大地影响并造就了其科学技术发展。美国的历史并不
长，居民主要是移民的后代。美国人具有开拓冒险精神、对新事物有着浓厚的兴
趣。此外，由于它是移民国家，其文化来源的多样性及包容性使得他们能够较好
地适应不断变化的外部世界。美国人还讲究实用、重视实现个人价值、人际关系
相对比较简单，有知识及能力的人受到社会的尊重，也就造就了大量的发明家。
但是其不足之处在于过于追求个人价值致使团队作用不能充分发挥，过于实用化
致使对许多具有长远发展战略意义的项目无法开展，使彩电、录像机、液晶显示
器、复印机、光纤等许多新发明的后续研究停顿，而最终由日本人形成了大规模
的产品生产。

波尔说：“宽容产生明智。”^②历史表明，宽容、开明的文化氛围，民主、自
由的文化传统，是科学健康发展必不可少的外部条件。不但科学的发展需要一定
的文化环境，而且科学家的创新也离不开一定的文化环境。科学家是处于一定文
化环境中的人，他们的创造活动受到一定文化传统中信仰意识、思维方式、价值
观念、社会风气等因素的影响。因此，从某种程度来说，科学概念及原理的建构
和发明是探索者智慧和文化传统的结晶。

哈维之所以能创建血液循环理论，首先，是因为文艺复兴运动冲破了中世纪
以来禁止人体解剖的文化传统；其次，他生活在具有经验传统的英国文化环境
中，具有培根式的反对盲从权威、固守教条和面向自然、重视实验的精神气质。

① [美] 库恩. 科学史 [M]. 载吴国盛编：科学思想史指南，四川教育出版社，1997：14-15.

② 转引自 [德] 海森堡. 原子物理学的发展和社会 [M]. 马名驹等译校，中国社会科学出版社，1985：268.



他说：“任何教条不能够压制明显的事实，任何旧传统不能窒息自然界的作用，因为没有任何东西比自然界更古老更权威。”^①哈维的血液循环理论是将优秀的文化传统与自己科学的实验成果相结合的产物。

人文素质涵盖面极为广泛。它无疑应包括对技术发展具有影响作用的人的理想境界、道德水准、对客观实际的态度、团队精神和对创新的追求等方面。人的素质提高是技术发展的基础。一个有力的证据是：在一个文盲充斥的社会显然是发展不出高科技的。就拿团队精神来说，这是一种与他人合作的素养，它对技术发展的作用得到了普遍强调。因为围绕共同目标的创新思想交流与相互启发，可以极大地推进新发现及发明的产生。美国学者艾曼贝尔等通过研究发现，合作或者竞争一般会对创新性活动产生强化作用，有 1/3 是由于与他人合作而获奖。科研在德国曾经被认为是“孤独人”的事业。而今天，那里的学生在学校除了学习科学知识以外，还被要求学习诸如“交流”或者“在团队里工作”等课程，这显示出合作在研究中的重要性。

世界上一些最重要的科学发现不都是在当时物质条件最好的实验室里产生的。当然，不否认有一些科学发现的确是在当时物质条件最好的情况下产生的。这也说明了精神文明水平的进一步提高有助于下一步科学技术的创新与发展。科学精神是科学家在认识自己、探索真理的创造实践中产生并体现出来的理性态度和求实精神。它主要可以概括为：唯实、求真。实际情况则是，我们看到许多天赋极高的科研人员由于各种各样的原因不得不放弃其所在的技术领域，最初是抱有浓厚的兴趣和极大的探索欲望想要了解某一情况，可是当面对一些比较枯燥的理论或者是烦琐、无聊、耗费时间长的实验时，一些人坚持不到最后。当然，也可能是别的外在条件致使一些人放弃了科学探究这一事业。周光召曾说过，好多人都做不到唯实和求真这两点，因为人在一定程度上除了受到他的理想驱动之外，还受到利益的驱动^②。所以，从个人层面来说，除了提倡个人追求其研究兴趣，还要培养其对家人的责任和对国家的责任。他必须要对民族、对国家有一种高度的责任感，要有一种使命感，他要把他个人完全融合到国家的命运里面，融合到集体的命运里面，这样他才能够无所畏惧。从国家层面来说，国家应该有一套好的激励奖罚机制，能够使科学技术行业欣欣向荣。

① 托勒. 发现血液循环的逻辑和心理学模式 [J]. 科学发现论, 1981 (259).

② 周光召. 精神文明在创新中的作用 [J]. 科学新闻, 2001 (45).



二、科技创新的基础与人类进步

科技创新本质上是物质文明与精神文明的进步与发展，它是一个动态的过程。人类社会的进步与发展最终不外乎物质文明与精神文明。由于历史和现实的纷繁复杂，很难推算出科技创新对人类社会进步与发展的推动程度。所以，我们从衡量人类进步与发展的尺度上反观物质文明与精神文明的变化历程，并且阐明物质文明与精神文明的发展分别与科技创新的正向关系，进而说明了科学技术是人类进步与发展的动力。我们将人类进步与发展的尺度进行分解，将相关的各项尺度划分到物质文明和精神文明之下。这样做的缘由是以相关指标或是尺度的变化来说明物质文明及精神文明的变化发展。

（一）衡量人类社会进步与发展的尺度

1. 人类发展指数

人类发展指数是由联合国开发计划署在《1990年人文发展报告》中提出来的，它是对人类发展的概括性指标。它突出表明了一些国家取得了成功，而另一些国家进展缓慢。人类发展指数的方法随着时间推移的调整和数据系列的变化，目前其涵盖的方面主要有健康长寿、知识及体面的社会生活。人类发展指数是通过预期寿命指数、教育指数、人均实际GDP指数的综合加权得出来的。这三个指数对应的可观测项分别为出生时预期寿命、成人识字率、毛入学率、国民总收入等。

2. 马克思的社会进步尺度

社会评价的尺度是进行社会评价活动的基本依据。它阐明了某一社会时期，社会是否进步、人们在社会中的生存与发展状况是否得以改善。

马克思主义认为，社会进步是人类社会发展的必然趋势。但是，由于社会发展过程的复杂性，对于人类历史发展的某一阶段，或者对于某一个具体历史事件对社会发展的作用而言，就存在着评价问题。对历史的进步应当进行具体分析。“马克思主义的两个分支——无论是强调主体的还是强调客体的，都有存在的权利，而且都可以在马克思主义学说的创始人那里找到根据”。^①

马克思主义认为，衡量社会进步的尺度有两个：一个是历史尺度，另一个是价值尺度。两者相互联系、相互补充，而且统一于社会历史的进程中。历史尺度

^① 汉斯·海因茨·霍尔茨. 欧洲马克思主义的若干倾向[M]. 人民出版社, 1983: 58.



着重分析生产力当中的物的因素，而物的尺度是历史尺度在社会历史领域的具体化。价值尺度着重表现为生产力当中人的因素，而人的尺度是价值尺度在社会历史领域的具体化。

历史尺度是指社会发展进步无不以个人的意志为转移的客观性，社会生产力的发展和社会物质水平的提高是社会历史进步的客观表现。价值尺度指的是将从事实践活动的人的自身需要、利益和目的作为构建价值观念、实现主体价值追求的尺度。历史唯物主义要求直面现实人的活动过程，社会的进步问题必然是同人类自身的进步联系在一起的。

（二）人类社会进步与发展指标中物质文明因素与精神文明因素

从物质文明的概念与范围来讲，人类发展指数中的预期寿命指数与国民总收入指数可归结为物质文明范畴，而教育指数则属于精神文明范畴。同理可知，马克思的社会进步尺度中，历史尺度（物的因素）可归结到物质文明范畴，而价值尺度（人的因素）则属于精神文明范畴。

（三）物质文明因素、精神文明因素与科技创新

1. 物质文明因素与科技创新

出生时预期寿命衡量某个国家在其人口出生时预期寿命方面的成就，它说明了人类健康长寿生活的程度。从生物学的角度来看，这个指标与人类婴儿生存机会程度相关，并且出生时预期寿命随着人类的发展进程逐渐增加。

一般规律是这样的：众多低级生命在生存竞争中的主要王牌就是其超强的繁殖能力，以此维持物种不灭、总数不减。每一个体或者每一对配偶，都可以繁殖数以百万计的后代，其存活率仅在 10%~20%，且生存能力又很弱。比如一只母兔每年可以生育七十只小兔。兔子的总数维持不变，显然存活率只有七十分之一。人类一对夫妇一年一般只生育一个婴儿，但是人类总人口不断增长^①。可见地位越高，繁衍的经济性越强，生存机会就越大。地位高低隐含的外在因素是其所处的外在环境及所利用的工具具有较大的改善。

总体来看，出生时预期寿命越长，那么人类繁衍生息的时间跨度就相对较长，人口数量就会相对有所增加。在 1750 年至 1800 年，英国人口数量——时间函数曲线上扬的仰角将近 30°。物质文明和机器设备上的根本性变化，新的社会生产力、经济结构的重组，都被称为工业革命。这些事件对英国人民产生了深刻

① [英] 戈登·柴尔德. 人类创造了自身[M]. 安家瑗, 余敬东译. 上海三联书店, 2008: 10.



的影响,效果最为显著的影响莫过于英国人口数量奇迹般地增长。

一般经济增长用人均 GDP 这个指标来代替。所以,人均实际 GDP 与科技创新之间的关系实际上可用经济增长与科技创新之间的关系来加以说明。关于科技创新与经济增长的研究已相当成熟,其中不外乎是相关关系及因果关系。

美籍奥地利经济学家约瑟夫·熊彼特在 1912 年出版的《经济发展理论》是研究科技创新与经济发展关系的基础。他指出,创新扩散是打破经济静态、促进资本主义经济发展的最主要动力。创新尤其是根本性的创新,一旦冲破一定的堡垒就会引发创新群的出现,随之引起投资高潮的出现并扩散到原材料、设备、产品、劳动力等市场。这个好比凯恩斯的投资乘数效应,最终使得经济表现出一派繁荣的景象。美籍德国经济学家格·门施继承了熊彼特的思想,他认为经济低落时期的“技术僵局”会迫使社会进行基础性技术创新,而基础性技术创新又会为下一次经济增长奠定基础。率先完成基础性创新的部门代表了新经济结构,以这些部门为中心,创新产品与过程将会进一步扩散,使整个经济的基础技术迅速改变,经济发展进入上升阶段。但是,当创新扩散到一定阶段后,生产过程创新将取代产品创新,经济发展将会减缓甚至停滞。因此,从总体上看,经济表现呈现出 S 形的波动趋势。

1956 年美国经济学家索洛发表了论文《对经济增长理论的一个贡献》,创建了新古典经济增长理论模型,后来他又和英国经济学家米德共同发展了这一模型,该模型说明了经济增长取决于劳动增长率、资本增长率、技术增长率这三个因素。他认为,持续的技术进步一直在增加资本需求和资本存量的储蓄。一旦存在技术进步,这个过程就会重复并创造持续的长期经济增长。从长期来看,只有技术进步才是经济增长的源泉。由此,索洛提出了技术进步决定经济增长的观点。但是,他将技术进步看作经济增长的外生变量。卡多尔在《一个经济增长模型》一文中指出,因为已经凝结在现有机器设备的生产技术具有不易变动性,资本和劳动不能迅速被替代,所以必须增加投资以添置技术程度更高的新设备及具有新知识或重新训练的工人来驾驭新设备。

20 世纪 80 年代,保罗·罗默提出知识溢出模型。该模型强调了内生变量技术进步是经济增长的唯一源泉。技术及知识是厂商进行意愿投资的产出,知识产出的溢出效应足以抵消知识资本边际产品的递减趋势,使知识资本的积累不断增强,从而拉动经济的长期增长。他发表的《增长中的盈利和长期增长》一文中,突破了传统的收益递减或收益不变的增长模型,提出了自己的“收益递增增长模



型”。该模型强调了技术变化是内生的，特殊知识和专业化人力资本是增长的主要因素，它不仅自身形成递增收益，还能够使资本和劳动等要素产生递增收益，从而使整个经济具有规模收益递增的特性。此外，他在《内生的技术变化》和《非凸性对理解增长重要吗？》两篇论文中，提出促进经济增长的四种要素，即资本、非技术劳动、人力资本（按受教育年限衡量）和新知识（按专利权的数量衡量）。其中，知识最为重要，因为知识是经济增长的驱动力。

卢卡斯在1988年发表的《论经济发展机制》一文中，将人力资本作为独立因子纳入其增长模型。他认为，只有人力资本的积累才是产出增长的真正源泉，人力资本具有的溢出效应足以抵消资本边际收益递减规律的作用，使得资本的边际收益不变，规模报酬递增。斯科特在1990年出版的《经济增长的一个新观点》一书中提出，技术进步至关重要，但它并不是独立的生产要素。他强调指出，技术进步与总投资密不可分，技术进步的作用可用投资数量来测量。

马克思社会进步尺度中的历史尺度主要指的是物的尺度。人类每一次进入高的社会形态，其固定资产都会有大的变动，主要表现为生产工具的变动。

对于史前史，由于没有文字记载，后人依靠考古学家对史前史所记载的内容，遵循唯物史观的标准将史前史划分为石器时代、青铜器时代和铁器时代三个时代。历史唯物主义认为，这些工具及其材料的重要性在于，它们可以决定一个时代的生产方式和社会经济体制。石斧是石器时代常见的工具，一个家庭甚至一个个体就可以制造它，无须专业分工和大范围内的协作，更不需要大规模的产品交换。对于替代它的青铜斧，那不仅是一种较为高级的工具，而且其生产过程较为复杂，相应地就需要一种较为复杂的社会经济体制。无论是谁，在生产自家所需的生活用品之外再铸造青铜器，都是不太可能的。因此，必须进行分工让一些人专门铸造青铜器。铸造青铜器需要的原料有铜及锡，这些都是不多产的矿产，产地又不在一处，所以有些要从外地运来^①。那么从原则上来说，本地就必须能够自给并又有剩余的可供产品进行交换来获得原材料。在这个漫长的过程中，连带也产生了许多实物工具（如货币）和组织机构等以便于交易。

现代的科技革命始于棉纺织业，哈格里夫斯的珍妮纺纱机的出现标志着工业革命开始，此后第一次工业革命之旅便开始了。瓦特改良了蒸汽机，从而出现了轮船和火车等交通工具。蒸汽时代进入电气时代表现在电力的广泛应用上，比如

^① [英] 戈登·柴尔德. 人类创造了自身[M]. 安家瑗, 余敬东译, 上海三联书店, 2008: 7.