北京市社会科学理论著作出版基金资助
首都师范大学学术文库

文明的支点：

科技发展与世界现代化进程

嵇立群摇著

首都师范大学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

摇图书在版编目（悦阴）数据

摇文明的支点：科技发展与世界现代化进程 辑嵇立群著 郾原北京：首都师范大学出版社，圆瓯郾怨
摇阴月晕苑愿园远瀑颤苑范

摇Ⅰ郾文…摇Ⅱ郾嵇…摇Ⅲ郾科学技术鄄技术史鄄世界鄄愿世纪～圆园世纪摇Ⅳ郾晕园怨员

摇中国版本图书馆 悦阴数据核字（圆瓯源 第 园怨员园员号

宰耘晕园阴郾阅耘在阴阴晕：运耘阅耘在阴晕再哉杂阴阴耘载阴晕阅阴阅耘 阴晕悦耘晕郾

文明的支点：科技发展与世界现代化进程

嵇立群摇著

责任编辑摇张成水摇
首都师范大学出版社出版发行
地摇址摇北京西三环北路 员园缘号
邮摇编摇员园瓯藏范
电摇话摇远源愿缘园藏（总编室）摇远源愿缘园员（发行部）

网摇址摇憎憎郾晕园怨园晕园怨园社
耘晕鄄苑摇精园怨园岳 皂苑鄄晕园怨园隧鄄怨园社
北京嘉实印刷有限公司印刷
全国新华书店发行
版摇次摇圆瓯缘年 员月第 员版
印摇次摇圆瓯缘年 员月第 员次印刷
书摇号摇阴月晕苑愿园远瀑颤苑范辑运· 员怨
开摇本摇愿怨园皂 伊员圆园皂 皂摇员辑圆
印摇张摇员遠缘
字摇数摇猿愿千
印摇数摇园园园员—员园瓯园册
定摇价摇圆缘圆园元

版权所有摇违者必究
如有质量问题摇请与出版社联系退换

导摇言

直到员范世纪之前的大部分时期，人类历史基本处于经济上的相对静滞状态。人们据此安排社会与生活中的一切，坚信这是社会历史的常态，以为这是理所当然的事，自然，他们也不会预见“产业革命”、“经济与社会流动”或者“消费经济”这样的事。在欧洲，员范世纪之前的一千年间，按人口平均的收入增长率微乎其微，约为每年园员豫，即千分之一。按这样的年增长率，人均收入大约这园年才能翻一番。世界上其他地方的增长率也大体与欧洲相近。这种近乎原地踏步的增长率，与今日世界滚雪球般的增长率已是两重天地。

人类社会经济的“起飞”发生在近代以来，即资本主义社会形成特别是机器大工业出现以来，漫长的经济停滞得以结束，历史进入了前所未有的经济惊人增长时期，以致在机器大工业刚刚确立不久的年代，马克思恩格斯就毫不含糊地说，资本主义不到一百年的生产，比以前历史上所有年代生产的总和还要多。马克思和恩格斯预言，资本主义力量还只是刚刚开始积蓄力量。从那时至今的历史不断地证明着他们的预言——自员园园年至园园世纪结束的不到两个世纪的时间内，西欧北美的资本主义先行国家的人均收入增长率加快，英国大约增长了员园倍，德国员缘倍，美国员愿倍，日本园缘倍。与此前年代的这园年翻一番相对照，这种增长速度如同神话一般不可思议。

这种变化的动因是什么？是一场多元互动的革命——科学革命、技术革命、经济革命和社会革命。这种革命的结果，表现为现代化的整体推进。现代化不等同于“现在”，也不局限于简单的“增长率”，它是人类文明的一次转换和整体变动，是工业文明逐步取代农业文明的转换过程。今天，工业文明内部也正在孕育和经

历着新的剧烈变动，人类的脚步正在迈入后工业社会（亦称信息社会）的门坎，新的文明形态雏形初现。历史上的每一种文明都有其坚实的物质基座，相应的技术构成正是这基座上的精巧支点，在技术的支点上架起的经济杠杆，以“四两拨千斤”之力，一次次撬动整个世界。本书所关注与研究的，正是近代以来科学技术的发展在世界现代化进程中所发挥的巨大驱动作用，本书所力图剖析与完整叙述的，也正是这样一种科学——技术——经济——社会的多元互动的整体关系及过程。

拉里夫·赖在他的《和未来相撞》一书中写道：“任何人，即便是现代科学家中最有才干的人，也不能真正地知道科学会把我们引到哪里去。我们乘着火车奔驰着，速度越来越快，路轨分叉越来越多，方向不明。驾驶室中没有科学家，每一个指针的背后都潜伏着危险。”这段话很形象地表现了当代一些西方学者对科学及技术发展的态度。此话不能说没有一点道理，在历史的具体细节上确实存在不少人类始料不及的发展，然而，科技发展在总体上并非神秘莫测，也并非无规律可言。“不可知”的态度是太消极、太悲观了。本书以科技发展与世界现代化进程为研究对象，其目的正是为打下一个基础，找到大体上可以把握的预示未来的线索。本书的研究对象主要不是未来而是过去了的历史，不过，理清过去，方能明白现在，也才能预示未来，因为规律性的东西总是有一定的普遍性的。

人类在历史上利用自然、改造自然的过程，实际上也正是科学技术进步的过程。从本质上说，科技进步属于社会经济过程。为什么？首先，科技原本是社会生产的一个要素，属于知识形态的社会生产力范畴，社会生产力发展的历史，本身就是科学发展与技术不断改进、改良和革命的历史，并且在这个过程中，技术是社会生产力中一个不断扩大分量的常量，尤其是在近现代，社会生产力首先是科学技术的力量。其次，科技发展史表明，独立于社会经济过程之外的科学研究和科学实验是有的，但是必须看到，这些科学研究与实践的发生与发展，从一开始便是由社会生产所决定的，社会生

产不但为之提出了需要和动力，而且为之提供了材料、事实、条件和手段。从终极意义上说，离开了社会生产，这些“独立”的科学根本不可能产生，或者产生了也不可能长时间地存在与发展。需要特别指出的是，当代科技进步的一个显著特点，就是科学研究的新成果直接形成可以并入生产过程的高新技术，因而使技术进步和社会经济发展过程更加直接地统一起来或者“同一”化了。

马克思在《资本论》手稿中指出，科学作为知识的形式是“精神生产力”、“一般生产力”，当它应用到生产过程、渗透到生产力的物质要素中去的时候，就会“物化”，就会转化为“物质生产力”、“直接生产力”。科技对生产力的作用，最突出地表现在对生产工具的巨大影响上。例如蒸汽机，自瓦特改良它并使其为工业发展提供新的动力工具后，在英国的工业生产中很快形成了一个纺织工业、冶金工业、煤炭工业、机械工业和交通运输业相互推动、竞相发展的大工业群体，极大地提高了社会生产力，从灵苑园~灵魂园年苑园年间，英国工人的平均劳动生产率提高了圆园倍，这一惊人的提高从以往历史的经验看是不可思议的，实际上，这只是因为以往从“精神生产力”到“直接生产力”的过程仅发生在相对较低的层次上，而灵愿世纪的这一过程发生在一个从未有过的相对较高的层次上。

科学技术因与生产力密切相关，进而也对生产关系产生着巨大的影响。马克思在《哲学的贫困》中描述了因科学技术发展和应用而引起的社会变革的情景，他指出：手推磨产生的是封建主为首的社会，蒸汽机产生的是工业资本家为首的社会。他还指出：“火药、指南针、印刷术——这是预告资产阶级社会到来的三大发明，火药把骑士炸得粉碎，指南针打开了世界市场，并建立了殖民地，而印刷术则变成传教士的工具。”他高度评价科学技术对于社会革命的推动作用，认为“蒸汽、电力和自动纺机甚至是比巴尔贝斯、

需要全本请访问 www.ertongbook.com

拉斯拜尔和布朗基诸位公民更危险万分的革命家。”① 的确，马克思首先是把科学看成历史的有力杠杆和强大的革命力量。

科学技术的社会变革功能，不仅表现在物质与制度的层面上，还表现在它推动社会传统观念的变革上，因为科学技术的本质特征是尊重客观事实，积极地开拓和创造，因而在科学技术发展的同时，也必然在不断地批判和摒弃一切错误的、过时的旧观念，促生着更接近客观实际的新观念、新理论。

科技的发展还必然积极地推动人的素质的提高，从而在现代化进程中推动社会全面向前发展。现代化进程，除了物质的不断丰富外，还表现为人的进步，主要是人的素质的提高。人的素质归结到一点，就是改造自然、改造社会的能力。纵观人类文明史可知，数千年来，人自身的体质变化很小，但人类认识世界、改造世界的能力却增长很快，这主要是依赖文化科学技术的进步，科技作为人类文化的一个组成部分，不断地被人发现、发明，并得以积累、传播和继承，人自身的素质也在其同时不断地提高。

从人类诞生之初，技术进步就与之相伴而生了。在几千年的文明史中，正是一次又一次的科技革命，使人类在越来越大的范围内驾驭自然，从而把人类社会推上一个又一个新的台阶。从石器、青铜器、铁器到钢铁（材料技术），从人工取火到煤炭、石油的开采和原子能的利用（能源技术），从独木舟、帆船到汽船，从推车、马车到蒸汽机驱动的火车、内燃机驱动的汽车、涡轮发动机驱动的飞机（交通和航行技术），从烽火台、驿站到电话、电报、无线电（通讯技术），从刀枪弓箭、滚木雷石到线膛枪、火炮、坦克、核武器（军事技术），从泥版、石刻到纸的发明和活字印刷术的应用，进而到无线电广播、电视的出现（信息技术）等等，每每是生产力的发展呼唤和孕育新的技术，而新技术的出现又反过来发挥巨大的能动作用，如同强有力的飞轮一样带动人类社会更快地向前

① 马克思：《在〈人民报〉创刊纪念会上的演说》，见《马克思恩格斯选集》，第四卷，北京，人民出版社，[illegible]年版，第[illegible]页。

发展，驱动着农耕文明走向工业文明，又从工业文明走向信息文明。

三百年来，世界的现代化进程大致可分为三个阶段，考察其每一个阶段的过程总会看到，现代化推进的过程总是以科技革命为先导，由技术革命先行突破，尔后由产业革命引动整个社会的嬗变：

世界现代化的第一次浪潮是从 员愿世纪到 员怨世纪中期。此前，从 员远世纪中叶到 员苑世纪下半叶，作为其前奏的科学革命就发生了。继而，由以蒸汽机的发明和广泛应用为代表的第一次工业革命引起和推动的现代化进程开始了，在此过程中，一批国家实现了工业化，经济、政治、社会和思想文化领域发生了深刻的变化，使人类社会由分散、低效的农业社会逐渐转变为集中、高效的工业社会。

世界现代化的第二次浪潮发生在 员怨世纪末到 圆园世纪初。而此前，从 员愿世纪下半叶到 员怨世纪下半叶，在第一次现代化浪潮的母腹中，新的科学革命已经孕育并发生。新的现代化浪潮的技术基础是电和钢铁，以内燃机和电动机带动的电工技术革命，使经济增长速度大大超过第一次工业革命时期，员怨世纪后半期世界经济出现了爆炸性的大增长，在完成了初始现代化之后，西欧北美的农业劳动人口一般都降到 源豫以下，老牌资本主义的英国甚至降到 缘豫以下，整个社会结构和面貌都又一次发生了显著的改变，工业文明进入它的高级阶段。

第二次世界大战结束以来的半个多世纪，是人类社会发展史上最为辉煌的一个时期，正是在这半个多世纪，第三次现代化浪潮席卷全球。此前，早在 员怨世纪末至 圆园世纪前期，又一次的科学革命就率先发生了。战后，一系列具有深远影响的科技成果先后诞生，当经济、社会因素和科学技术因素的积累突破其临界点的时候，科技革命与社会革命相互驱动，以较以前快得多的加速度把人类社会推向前进，它使以往任何时代所建树的业绩都相形见绌。战后以来，以核技术、微电子技术、航天技术、生物技术和新材料技术为支柱的一系列高技术取得重大突破和飞速发展，使知识的更新越来

越快。

第三次现代化浪潮是一次真正具有全球性的现代化浪潮，它的一个显著的特点，是它和新技术革命以及新的工业革命同步进行。它带动了初级工业向高级工业升级，并且，随着生产的高科技化、自动化和专业化的逐步推进，随着第二产业向第三产业的迅速转移，在老牌资本主义国家形成了以资本密集、技术密集、大众消费、福利主义为特征的发达资本主义文明，在世界范围推动工业文明向信息文明过渡。它还在造成产业结构变化的基础上加速了工业化向全球扩散，使大批欠发达国家进入经济快速增长过程，第一次真正卷入现代化的大浪潮。

在当代，科学技术大踏步前进，它在社会经济发展中的作用越来越显著，它在生产力中的作用已经上升到首位。统计表明，迄今为止，人类知识总量的四分之三是□□世纪中叶以来创造的。在□□世纪，人类知识量大约每隔□□年增加一倍；在□□世纪，则每□□年增加一倍；□□年代每□□年增加一倍；□□年代每□□年增加一倍。现代物理学中□□的知识是在□□世纪□□年代以后发现的，人类认识的化合物在□□世纪末只有□□□□多种，在一个多世纪后的今天，则达到了□□□□多万种。与此相应的，是技术进步因素在经济进步中的分量越来越重，以致上升到首位。□□世纪初，发达国家的国民生产总值的增长，其科技进步因素所占比重仅为□□～□□。到□□年代～□□年代，其比重上升为□□左右，到□□年代以后，则高达□□～□□。与人类历史上其他时代相比，新技术革命给世界所带来的日新月异的变化是前所未有的、极为迅速的。正是基于这一事实，邓小平提出了“科学技术是第一生产力”的科学论断。

纵观近代以来现代化进程三次浪潮的推进，都可以看到科学革命、技术革命和产业革命作为现代化浪潮前奏的交互运动。诸进程在时间上先后不一，社会的进步与需求推动科学革命，科学革命引导技术革命，技术革命牵动产业革命，它们此起彼伏，交错前行，一次又一次孕育新的社会变动，最终汇聚成为现代化的潮头。当

今，在世界大步迈入知识经济的时代，科技进步日益成为经济发展的决定性因素，“科学技术是第一生产力”成为现实。目前世界的竞争主要体现在以经济为基础、以科学技术特别是高科技为先导的综合国力的竞争。在此背景下，研究科学技术发展与世界现代化进程的基本过程及其相互关联的规律，就具有了十分现实的意义。今天，科学技术的发展仍在突飞猛进，世界现代化的进程仍在快速推进之中，遁着这两条主线索进行探索，力图在它们的关系中找到一些规律性的历史经验，勾勒出科技发展如何作用于世界现代化的进程，这正是写作本书的目的所在。

第一章

通摇摇论

人类的历史，是一部科技、经济、社会、精神几条线索交叉作用、多元互动的历史，由此产生了世界各地不同类型的“文化”和处于历史阶梯上不同阶段的“社会”。在诸多的因素和线索中，科学技术有着特殊的能动作用，它不仅是改变物质世界的强大力量，而且也是改变精神世界的强大力量。它的影响广泛而深刻，如同撬动巨大物体的杠杆一样，科学技术的每一突破，都使经济发展、社会变迁、文化演进以及现代化进程的车轮加速地转动起来。与此同时，它自身也被诸多因素影响和制约着。

一摇科学与技术的关系

在很大程度上，正是由于科学和技术的产生，才使人类的生活和其他动物的生活产生了质的区别。人们常常把科学和技术混合为一，以“科技”一词来使用。但是严格地说，这是两个有着确切区别又有密切联系的不同概念。

一部人类历史贯穿着几条基本的线索，其中，一条十分重要的线索正是科学技术史。在这条线索上，技术与科学表里相映，彼此互动，它们又共同形成“科技”这一力量，影响和驱动着人类的历史进程。在当代新技术革命席卷全球、世界经济发展突飞猛进的背景下，邓小平同志汲取了马克思、恩格斯、毛泽东关于科学技术与生产力之间关系的思想，明确提出了“科学技术是第一生产力”的科学论断。

究竟什么是科学？什么是技术？二者之间又是怎样一种关系

呢？

科学，是关于自然、社会和思维的知识体系，是社会实践的总结，是发展精神文明的重要因素。通常认为，人类在认识自然现象、社会现象，探索物质运动和社会运动客观规律所形成的基本理论、概念和原理就是科学。科学的历史，和人类生产的历史、技术发展的历史密不可分，也和人类精神、思想和世界观的进步密切相关。

“科学”这个名词，起源于中世纪拉丁文“[illegible]”，后来衍生为英文“[illegible]”，意为“学问”、“知识”。法国、德国的文字中也有类似的字句。日本在明治维新前后介绍西方文明时在翻译中使用了“科学”一词，以后又在中国得以传播、使用和认可。其实，中国人在最初接触西方文明的时候，将“科学”这一概念翻译为中国古代已有的概念“格物致知”：“格物”，指以“物”为本，强调物质和实践的重要性，“致知”，指人可以通过“格物”得到真知。随着交流的增多，渐感到西方文明中“[illegible]”概念与中国的“格物致知”还不完全相同。到[illegible]年，康有为在翻译日文中首先直接用了“科学”一词，紧接着，严复在翻译《天演论》和《原富》时也借用了日文“科学”一词。此后，中国学界不再使用“格物致知”而用“科学”这一概念。

科学，有着自身独有的特征。首先，它是知识的积累——点滴的不连贯的知识不能称之为科学，科学是大大小小的知识单元通过内在的联系而建里起来的知识体系；其次，它是通过对现象由表及里的延伸的认识，是经过概括了的认识，是实事和规律在人们头脑中的反映；其三，它是对客观事物的一种有根据的分析与判断；其四，它是一种方法，用以认识自然与社会，同时也是改造自然与社会的工具。

技术，一般是指人类在生产斗争、科学实验和社会活动中认识自然和社会以及改造自然和社会过程中积累起来的经验、知识、技能，是人们为满足个人和社会需要所采用的所有手段和方法的总和。技术是物化的科学，是现实的劳动力，它反应着人类生存和发

需要全本请访问 www.ertongbook.com

展状况的变化轨迹。它有两个最基本的成分——一个是硬件，即技术中的工具、设备、仪器等实物手段；另一个是软件，即操作和运用工具、设备、仪器所采取的方法和遵循的工艺规则。这两种成分共同构成了技术的体系。

技术有自身独有的特征。其一，技术是人类在生产、生活和科学实验中创造与总结出来的系统知识，既包括计算、设计、结构等理论知识，又包括操作中的决策、管理和服务等技能，因而具有系统性；其二，单纯的理论知识不具有可操作性，只有技术可以通过制造产品、提供服务转化为直接的生产力，因而技术知识具有可操作性和实用性；其三，技术能够在实践中不断创新、积累和丰富，新旧技术循着自身的开发、发展、成熟和衰老的生命周期推陈出新，因而具有可积累性和周期性；其四，自人类有了商品和交换之后，技术的使用价值的实现就往往与其拥有价值密不可分，技术的价值是凝结在技术商品中的活劳动和物化劳动，因而技术具有商品性。

对科学技术的起源有着不同的主张。有古代起源说，认为科学技术的起源可以追溯到原始社会早期，那时处于科学技术的萌芽状态；有的学者则认为真正意义上的科学技术产生于近代，以实验科学为代表。其实，可以将其以广义与狭义、萌芽与形成统一起来来理解。可以说，科学技术萌芽于古代——从极其简陋的石器工具、火的驾驭和利用，古代农学、医学、天文学，无不是科学技术，像远古人类发明的钻木取火技术，其意义胜于 20世纪的核技术，貌似迷信的古代炼丹术，其实正为近代化学做着技术积累。科学技术形成于近代—— 文艺复兴之后，近代科学知识体系高度提炼与综合了以往科学技术两方面的积累，以哥白尼的《天体运行说》为代表的天文学、以达尔文的《物种起源》为代表的生物学，以牛顿的一系列重大发现为代表的力学、能量守恒与转化学说、细胞学说，电磁理论、有机化学、无机化学、分析化学等等，都表明近代科学知识体系已经构成，与此同时，蒸汽机、内燃机、发电机、电话机、火车等技术的发明，引发着科学与社会的双重革命。到了现

代，科学技术则着以加速度不断地发展着，通过数次科学革命和技术革命，如同蝉蜕皮一样，使人类社会升腾到一个全新的境界。

科学与技术有着显著的区别。

其一，它们所处层次不同。科学处于自然界（或思维、社会）与技术之间，而技术则处于科学与自然界（思维、社会）的交叉点上，它比科学低一个层次。其二，功能不同。科学的功能在于探求自然界、思维和社会发展的内在规律，认识客观世界，回答“是什么”“为什么”的问题；而技术的功能则是在于运用自然规律，以可能的物质手段和方式去改造世界，回答“做什么”、“怎么做”的问题。其三，主体不同。科学研究的主体是科学家，而技术创造的主体则是工程技术人员和从事技术工作的生产者。其四，出现的先后顺序不同，技术先于科学出现，科学晚于技术产生。早在远古时代，技术就伴随着人类生产活动出现了，石器、弓箭、火，稍后的陶器、车辆等等，都是在改造客观世界的过程中出现的伟大技术发明，但最初并没有科学，更没有科学知识来指导发明、创造。只是在人类长期实践中积累了丰富的经验之后，人们才慢慢地从中总结出规律性，从而科学得以产生。其五，对客观世界与人类生存环境的影响不同。由于科学的功能在于“认识”世界，所以它与环境的关系、对环境影响是间接的；而技术则不然，它的功能和目的就在于改造世界，所以它能直接对环境产生巨大的作用，甚至影响人类的生存。其六，成果形式不同。科学探索的最终成果是总结出科学知识，形成科学体系；而技术的成果则是创造出的各种方法、手段和技术系统，通过技术制造出各种改造世界的物质工具，或用它直接实现对客观世界的物质改造。

科学与技术虽有显著的区别，但更有密切的联系。

科学与技术都是来自人们对自然界、思维和社会的认识，来源于人们的实践活动，因而它们具有同源性。就目的而言，无论技术发明还是科学发现，总体上都是为了认识自然和改造自然，为了实现人类自身的发展和彻底解放，因而它们又具有目的的同一性。

科学与技术的关系相互推动，一方面，技术成为科学探索的前

沿武器；另一方面，科学前沿成了技术的突破口。它们相互裹挟着，彼此推动着，成为人类历史发展中的一条粗重的线索。它们能够相互渗透和相互转化，不过，在不同的历史时期，科学与技术的相互作用有着程度的差异和主导方向的不同。

在古代，科学与技术距离较远，两者的相互作用关系相对比较疏离，不那么直接。因为在科学发展的一定阶段，人们凭借自己肉体感官的功能就能直接面对科学研究的对象，科学所涉及的自然现象的复杂性和精确范围没有超出肉体感官所能把握的尺度，不需要复杂的技术手段。而技术则多为实践经验的直接产物，偶然性、自发性相对多一些，不一定都是科学理论所直接推动。科学可以脱离技术而独自发展，同样，技术的发展亦并不是科学理论的直接推动。而且，在历史的一定阶段，技术的发展走在科学的前面，居于主导地位。

后来，情况渐渐发生了变化，科学与技术的关系越来越密切。从文艺复兴到产业革命初期，科学与技术的相互作用，主要表现为技术为科学提供研究手段和研究课题，而科学为技术发明、技术发展指明方向，提供理论依据。但总的说来，这时科学与技术的相互作用并不十分明显，起主导作用的还在技术方面。

在那一时期，由于生产发展的需要，科学家们才开始认真研究前人留下的技术。例如，在矿业的发展中矿井里对泵的普遍使用激发了科学家研究真空的兴趣。反过来，真空的理论不仅总结和揭示了泵的工作原理，而且为新水泵的制造提供了理论依据。又如，在对钟、磨等技术的研究中，科学家们创立了机械力学。后来，力学中的运动理论和对摩擦的研究又反过来使钟和磨得到了改进，并指导了新的机械的制造。蒸汽机的发明和大量应用把不少科学家的兴趣吸引到热力学方面，热力学获得了突飞猛进的发展，而热力学理论又进一步指导了新热机的制造，提高了热机的效率。这种情形，正像恩格斯在给友人的一封信中谈及科学和技术的关系时所说："如果像您所断言的，技术在很大程度上依赖于科学状况，那末科学状况却在更大的程度上依赖于技术的状况和需要。社会一旦有技

术上的需要，则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。整个流体静力学（托里拆利等）是由于员远和员苑世纪调节意大利山洪的需要而产生的。关于电，只是在发现它能应用于技术上以后，我们才知道一些合理的东西。在德国，可惜人们写科学史时已惯于把科学看做是从天上掉下来的。”①

随着科学向纵深发展，科学工作越来越需要依靠先进的技术手段作为研究工具，离开了技术，许多研究将无法进行，以至于在现代科学的前沿，技术已成为科学新发现的决定性手段。这一状况，在当代达到了极至。像现代科学前沿的天体演化学、高能物理学、量子物理学、低温物理学、量子化学、分子生物学等，它们所面对的对象已远远超出了人体感官的直接感受。如果不借助具有各种特殊结构和复杂功能的尖端技术装备来模拟自然过程并将其强化、纯化、简化，创造出自然环境中目前不存在的条件和状态，思维的创造性就无法摆脱既有现实的桎梏，难以有所突破。这种情况在当代各前沿科学中表现得都十分显著：

在对微观世界的研究方面，从员怨世纪末 圆园世纪之交开始，现代科学打开了的原子大门，深入到原子核、电子、基本粒子层次。当前向更深层次的自由夸克或层子进军。科学在这里所取得的每一个进展与突破都依赖于技术上的进展与突破。尤其在高能物理研究中，每一创造性思维和重大发现，都是建立在科学仪器和自然现象相互作用的进程特性的分析之上。例如丁肇中发现胶子，是借助于大型加速器，如果没有它，胶子是很难发现的。员怨怨圆年 怨月我国科学家发现三个新核素，中国科学院兰州近代物理研究所和上海原子核研究所发现的铂 圆园园 汞 圆园园，铅 员怨缘 显然，这也是借助先进的科学仪器实现的。

在天文学领域，借助光学望远镜，天文学家只能观测到距地球数亿光年的天体，而到了 圆园世纪中期，在技术上将无线电技术和

① 恩格斯：《致符·博尔吉乌斯（员怨源年 员月 圆日）》，见《马克思恩格斯选集》，第 源卷，北京，人民出版社，员怨缘年版，第 远园缘页。

其他现代技术应用于天文观测，创造出了射电望远镜，则能接收到[illegible]多亿光年远的天体所发出的无线电辐射，其频率已不限于可见光范围，射电天文学研究的已不是可用肉眼就能看到的天体了，借助它的观测，[illegible]世纪 [illegible]年代天文学上得到重大发现。如类星体、脉冲星、[illegible]微波辐射和星际有机分子谱线等宇宙间的特殊信息，把天文学的阵地扩展到 [illegible]多亿光年尺度的总星系，并为探索 [illegible]多亿年久远的宇宙演化提供了丰富而可靠信息。

在对太阳的研究中，借助原子光谱仪器及其分析技术，天文学家弄清了太阳内部的核燃烧机制；航天技术的发展使人类离开地球走向太空，同时还将这些一系列相关技术转嫁和应用，从而则开辟了新的科学学科，如月质学、星质学、回声探测、深海钻探技术、卫星与遥感技术、地磁与地震测量技术等，又为板块构造理论的建立提供了一系列佐证，导致了地球观的一场大变革。

在生命科学领域，[illegible]世纪人们借助光学显微镜观察到细胞组织；[illegible]世纪则用 [illegible]载射线衍射技术对蛋白质进行了结构分析，用放射性跟踪技术证明 [illegible]是遗传的物质基础。现代技术为打开生命的奥秘提供了金钥匙。

随着科学在近现代的大发展，技术领域也开始改变了以往那种不以科学理论为指导而由劳动经验、劳动操作促进技术的状况，越来越以现代科学理论作为技术进步的突破口。当产业革命在英国完成并在西欧、北美展开后，主要的基础学科的基本理论趋于完成，它们对技术的发展产生了直接的影响。运动学、动力学和现代数学、控制论、系统论、信息论等科学进展，渗透到机械技术中，其结果，有了今天的现代机器人和无人工厂。科学所揭示的各种能量形式之间联系和转化的规律被认识之后，就被人们不断地被应用于生产动力技术——能源技术经历了机械能 （水、风、兽、人力）、热能 （蒸汽机、柴油机和其他热机）、电能和原子能等多种形式的革命；电磁学的理论创立并发展很快，才使电力工程技术和通讯技术发展起来；热机效率的提高与新热机的制造就则是在热力学理论指导下进行的；电力技术全面发展是在能量守恒与转化定律发现之[illegible]源

后实现的；爱因斯坦提出质能转换原理、哈恩和斯特拉斯曼发现核裂变之后，原子能技术很快就在现实中得到应用，原子弹技术、核电技术相继出现，引发了军事、电力工业的革命性进展。激光器则是利用物理学中受激辐射原理制造出来的光速发射器。灵猴范年巴丁与肖克莱发现了半导体，导致了计算机技术的发展，灵猴范年巴丁等人又发现了超导体并提出了超导体的理论，使超导技术发展起来。灵猴猿年，沃森、克里克发现了细胞中决定遗传的 阅晕粤（脱氧核糖核酸），才导致今天的生物工程技术取得种种神话般的成果。

马克思、恩格斯对他们所处时代的科学发展十分关注，恩格斯在谈到马克思的科学观时说："在马克思看来，科学是一种历史上起推动作用的、革命的力量。任何一门理论科学中的每一个新发现，即使它的实际应用甚至还无法预见，都使马克思感到衷心喜悦，但是当有了立即会对工业、对一般历史发展产生革命影响的时候，他的喜悦就完全不同了。例如，他曾密切地注意电子方面各种发现的发展情况，不久以前，他还注意了马赛尔·德普勒的发展。"①

目前，在科学体系中凝聚的科学原理已极为丰富，技术革新的突破口，已全面散布在现代科学理论的前沿阵地。例如，灵猴范年爱因斯坦在研究原子系统与辐射场相互作用的微观进程时，提出了受激辐射的概念成了微波激光器的理论依据。灵猴员年珀塞尔在实验中发现了粒子数反转分布，并观察到了受激发射，汤斯在三年之后便制成了微波激射器，梅曼在 灵猴园年制成了第一台红宝石激光器。如今，激光器已被广泛应用。再如，在材料技术方面，正是由于 圆园世纪以来，金属物理、高分子物理、半导体物理、量子化学、高分子化学、结构化学等学科的出现，正在引起一场材料技术革命。人们通过认识物质微观结构和宏观特性之间的相互关系，发现和制造了各种具有特殊性能的半导体材料、金属材料、复合材料和

① 恩格斯：《卡尔·马克思的葬仪》，见《马克思恩格斯全集》第 灵猴卷，北京，人民出版社，灵猴猿年版，第 猿猴苑页。

需要全本请访问 www.ertongbook.com