

湖南省“五个一工程”科研项目

科技转化论

——关于科学技术转化为生产力诸问题的研究

钟贤道 王迈群 江政华 著

国防科技大学出版社

前 言

科学技术革命对社会的影响无处不在，既为人们提供了千载难逢的腾飞机遇，又提出了严峻的挑战，如不能把握机遇，对社会的政治、经济、文化作出相应的变革，就有被抛到历史进程后面的危险。邓小平同志正确地指出，科学技术已成为第一生产力。怎样发挥科学技术的生产力功能，使它成为中华大地真正意义上的第一生产力，是人们迫切关心的问题。呈献给读者的这本小册子是我们对这个问题的一份答卷。我们认为科学技术是人类认识和改造客观世界过程中的产物，既是对客观世界规律性的正确认识，又是改造客观世界的有力武器。当代科学技术革命已使科学技术成为决定生产力性质和水平诸因素中第一位的因素。科学技术知识作为精神产品是一种知识形态的潜在的生产力，要变成物质形态的现实的¹生产力，有一个物化过程，也有一个转移过程。本书花了大量篇幅来讨论这种转化的历史、现状、机制和条件，并力图探索一条有中国特色的科技转化之路。

本书是中共湖南省委宣传部“五个工程”科研项目。为完成这一任务，先后向百余个科研单位，厂矿企业发了问卷，查阅了国内外有关资料，在充分蕴酿的基础上拟定提纲，分头撰写。第一、二、三章由江政华撰写，第四、五章由王迈群撰写，第六、七、八、九、十章由钟贤道撰写，全书由钟贤道统稿，附录由王迈群摘译。

本书写作过程中得到了中共湖南省委宣传部、省委讲师团

的大力支持，谨此志谢。

作 者

1993年10月

目 录

上篇 历史概况

第一章 古代技术发明与科学发现	(3)
一、三大技术发明与食物生产革命.....	(3)
二、科学之光初露爱琴.....	(5)
三、从历史浩劫中拯救科学.....	(9)
第二章 科技革命与工业革命	(15)
一、科技革命三阶段.....	(16)
二、科技革命作为工业革命的前提.....	(19)
三、科技革命和工业革命中的科学家.....	(23)
第三章 从科技依赖生产到生产依赖科技	(25)
一、科技和工业领域再次发生革命.....	(25)
二、向人类生活的一切领域进军.....	(26)
三、现代科技的悲喜剧.....	(31)

中篇 转化论

第四章 科技转化的内在机制	(39)
一、科技源泉涌动.....	(39)
二、企业受体渴求.....	(51)
第五章 科技转化的外在机制	(57)
一、技术市场牵动.....	(57)
二、国家宏观调适.....	(67)

第六章 科技转化的指标体系	(75)
一、转化程度的社会经济指标.....	(75)
二、科学技术力量的社会指标.....	(80)
三、科技开发能力的社会经济指标.....	(89)
第七章 中外科技转化模式比较	(95)
一、科技转化的美国模式.....	(95)
二、科技转化的日本模式.....	(98)
三、科技转化的前苏联模式.....	(101)
四、探索中的科技转化中国模式.....	(104)

下篇 转移论

第八章 科技转化的实现途径——技术转移	(113)
一、技术转移是现代文明的基石.....	(113)
二、技术转移的类型.....	(115)
三、技术转移的机制.....	(121)
四、技术转移的社会条件.....	(125)
第九章 技术转移的现状与对策	(129)
一、当前技术转移的有利条件.....	(129)
二、技术转移的基本任务.....	(132)
三、当前技术转移的问题.....	(139)
四、加速技术转移的对策.....	(140)
第十章 走有中国特色的科技转化之路	(145)
一、完善和发展技术市场.....	(145)
二、完善专利法规,普及专利知识.....	(148)
三、产学研联合开发工程.....	(151)
四、科技参股.....	(153)
五、技术改造与企业改造相结合.....	(155)
附录 科学技术与生产力	(158)
参考书目	(178)

● 上 篇 ●

历 史 概 况

中國書局

民國廿九年

第一章 古代技术发明与科学发现

科学技术的主要特征在于它刻意寻求物质的有效运用、转变方式和途径。科学技术能供实际应用这一事实则既是科学技术进步的永恒源泉，又是科学技术生效的确实保证。无论过去、现在还是未来，科学技术对每一种生产方式都或多或少、或这样或那样地产生一定的作用和影响。因为一旦利用那种符合逻辑的、经过实践证明的、有组织的科学思想，获得了一个改进技术的方法，即使一开始范围很小，也开辟了道路，使各种生产方法受到科学的无限影响，并使这些生产方法发生根本变更。这些生产方法的变更转而又影响种种生产关系，并因此对整个社会的经济和政治的发展产生巨大影响。

总之，科学技术的进步与否和经济活动的兴衰相吻合，科学技术所走过的道路与生产活动所经过的道路相伴同。诚然，在科技革命和工业革命之前的千百年间，科技总是步生产的后尘，在生产诸要素中，仅仅作为一般的要素而存在，其地位是微不足道的。关于这一点，无论是东方还是西方，无论是原始社会、奴隶社会还是封建社会，概莫能外。

一、三大技术发明与食物生产革命

唯物史观认为，人类是在认识和改造自然的过程中发展的，而人类控制环境的手段也有一个历史发展的过程。这个过程可

以划分为若干历史阶段，而每个历史阶段都以某种新的物质技术的出现为标志。我们知道，对过去各个历史时代所用的考古学名词均以物质名称冠之，有所谓石器时代、青铜时代、铁器时代等，继之而起的还有所谓蒸汽时代、电气时代、电子时代等，而现在我们人类所处的则是所谓信息时代。

在原始社会各时代，人类创设了许多作为科学之必要基础的技术和观念。在旧石器时代，产生了处理和粗制物材的一些主要方法，包括火的使用在内，还有对野生动植物的出处和习性的知识，以及人伦、语言、礼仪、音乐和绘画等基本社会性发明。在这个时代，人只要知道自己期待的是什么，并且到现场去接受自然的赐予就行，完全不必自己动手来使事物发生，这种知识属于现实性和叙述性观念，而诸如打猎、摘果这两项技艺就是以这种观念为前提的。在这个时代，语言是团结和发展社会最强有力的方法，它本身就是生产手段之一，甚至在所有生产手段中占居第一性的地位。

在新石器时代，出现了农业文明和农村文化，人类学会了农耕种植，纺织和制陶。社会性的发明有象形文字，有组织的宗教等。在这个时代，人类经历了经济生活或生产活动中的第一次革命——食物生产革命。正是这场革命，促成了打猎经济走向了生产经济，改变了人类生存的整个物质状况和社会状况。而农业技术的发明与火、原动力的使用并称为人类历史上三个最大的发明。这在本质上是社会由对生物环境的榨取到控制的转变，而这正是达到生产力十分充足的经济的第一步。

在青铜器时代，产生了金属、建筑、车轮和其它机械装置，产生了具有决定性意义的社会新发明物——城市这个文明和政治的基地。与此同时，有意识的科学开始兴起，天文学、医学、化学之可辨识的典籍有了最初的传统。在这个时代，正是车轮、舟船、风帆和兽力的发明和利用，产生了巨大的物质和科学效

果。双轮车与犁使新兴农业文明能散布到所有广阔平原，远远超出各旧有文明区域的界限，而这个时代初期的双轮牛车则成为四千年后人类开辟新大陆大草原时所用蓬车的原型。在平坦的地方，只要能使用犁和双轮车，就既能有效地增加剩余农产，又能大量输入外地货物。同样，用牛拉双轮车运输尤其是用带风帆的舟船运输，不仅使运量大幅增加，也使速度成倍提高。在这个时代，正是城市这一社会性发明奠定了人类全部文明历史的基础。有了城市，才有科学技术进步的现实可能性。例如数学，就是首先由于城市生活中有了必要也有了可能，才作为一种辅助性生产方法而崛起的。同样，有了城市，才有了贸易的必要和可能。贸易产生于仪式交换，城市出现后成为必要，于是专业商人应运而生，他们原本是城市官员或王室官员，后来自己经营，以贸易为生。

总之，早期人类发明并使用了一些技术，这些技术足以改变当时的环境，并促使人类对生活方式进行根本变革。结果，一方面是适合生存而又可控制的自然环境之范围每因一种新技术的产生而得以扩大；另一方面，一种新技术的有效应用必然改变自然环境状况，引发和导致一些新问题的产生。只有改变旧技术，发明新技术，才能使人类免遭灭顶之灾。显然，这些变化，变革都是进步的，它们不仅增强了人类控制环境的力量，而且也扩大了人类控制环境的范围。

二、科学之光初露爱琴

随着社会的发展，物质技术发挥作用的领域也大有扩张。在文明社会初期，人类经历了一个重要时代，这就是铁器时代。在这个时代，物质技术的改善虽不明显，仅有玻璃和其它一些改良的工具和机械装置，但价廉而有用的新金属——铁的和使

用，则使文明扩张得既广且远。在这个时代，人类社会性的新发明有字母表、货币、政治和哲学等四项，正是它们，使科学技术得以迅速发展和扩充。在这个时代，与经济、商业及其它生产活动的兴盛相伴随，科学技术的火炬也从埃及、巴比伦（美索不达米亚）传递到了爱琴海周边国家，尤其是希腊。一方面，那些善骑射、善航海的民族习惯于流动迁徙，他们一旦拥有新式的铁制武器，就使得那些古老帝国无法在武力上与之相抗衡，只能归入灭亡；另一方面，铁器时代诸民族一旦定居下来，就显示出他们有能力在向无收成的土地上建立起兴旺的农业或贸易社会。结果是严重削弱了一些初期人河流域文明圈内诸民族在政治和经济上的优越地位，使这些文明圈不再成为人类文化发展的中心，尽管它们文化的许多物质或精神成就得以流传并记录保持下来。相反，历史的进步力量则把一些有效焦点移至古代文明圈之外，即移至比较近的先前所谓野蛮民族居住地。他们首先用铁骑和坚船利炮蹂躏旧文明的中心，然后再在这个中心以外的地区发展自己的文化，雅利安印度人、波斯人、希腊人、马其顿人和罗马人等都是这样做的。

诚然，用新文化取代旧文化，意味着继承性上损失良多，但也意味着大量积淀的文化糟粕得以清除，意味着在旧基础之上建设更有效的新结构具有了现实可能性。难怪在这种新旧更替时期，旧文明往往得不到人民的支持，人民往往更同情那些作为新文明代表的入侵者，而不甚同情本民族那些贪鄙无能的统治者。

显而易见，铁器时代的破坏行为和战争并非没有补偿。如果说马上的战士和满船的海盗象征着那个时代的破坏行为，那么，持斧的樵夫和驾犁的农民就足以弥补这种破坏。铁产丰富的直接后果之一，就是整块的新大陆被开辟以供农耕。为达此目的，森林可以斩除，沼泽可以排干，由此所得到的空地即用于耕种，

结果，使欧洲这块本来是名符其实的原始森林的大地，变成了麦浪翻滚的金色西方，并且使人口陡增，而西方的旱耕法与东方的水耕法之间的均势也被迅速打破。

据考证，商品生产成为经济活动的正常部分甚至基本部分，首先就发生在铁器时代并成为这个时代的社会经济特点之一。这个时代的另一个社会经济特点就是使用奴隶，不仅象过去那样为了服役，而且作为生产货物供应市场的手段，而既使这个时代文明扩展得既快且广，又使其内部极不稳定的一件社会性创造，就是金属货币的发明、创造和运用。正是货币这个普遍的抽象的价值被用来计量其它一切价值，并把全部社会关系变为买卖关系。正因为货币具有通用性和不记名性，因而给持有者带来无义务的权利并使权力集中于富人之手。由于货币的出现使氏族部落分配实物财富的旧办法行不通了，因而就撤除了对穷人的一切保障。正是在这个时代，氏族经济在短短数代之内突然过渡到货币经济，各种远古以来的传统习惯迅速被打破，货币开始以神的身份君临天下，统治一切并且不顾一切。

正是在上述时代大背景之下，处于爱琴海新兴文明圈中心的希腊抓住了千载难逢的历史机遇。希腊人从几个古代帝国的废墟中搜集了各种科学思想和技术经验，从中发展出了人类最早的完全理性化的科学，为现代科学提供了最直接最令人难以忘却的思想源泉。即使到今天，在人们的思想上仍留存有希腊的印记。与之相比，继之而起的罗马帝国，虽对公共事业和法律贡献良多，但在科学上则建树甚少。显然，希腊的科学和艺术所放出的光辉至今仍令人目眩；希腊的城市、神庙、雕象和瓶饰的优美及希腊的逻辑、数学和哲学的精微至今仍令人心醉。

但是，希腊人的知识和才能对于生活外表上的影响，远胜于对生活实质上、物质上的现实影响。实际上，经过希腊科学和文艺繁荣昌盛时期之后，到罗马帝国灭亡之时，文明各国大多数人

民的生活方式在许多方面，仍处于青铜器时代文明崩溃时期的水平。农业、食品、衣着、房屋并未得到根本性改良。除了灌溉、筑路上的一些改进和纪念性建筑物、城市规划建设上的一些新风格以外，希腊科学几乎未见应用。原因主要是：第一，生活优裕的公民并不是为了他们所轻视的应用目的而去钻研科学；第二，即使具有当时世界上最优秀的头脑，他们所获科学仍嫌太狭隘，太偏着于表面华美而无实用价值，例如，希望数学虽然优美完整，但因为当时没有实验物理学和精确力学，所以就没有多少实际用途。又如希腊天文学可谓精微宏大，但其首要成果除了一些占星预言外就是一套良好的历法和几幅无足轻重的地图。由于既无适当船只又无必要鼓励，让人们到广阔无垠、无轨可循的大海洋上去航行，因此就没有应用天文学的广大园地。而其他几种自然科学充其量不过是一些散乱的记录，一些各行各业能工巧匠的经验或睿智述说而已。显然，古典文化和科技的全部可能性不能从其所产生的文明体制上得到实现，主要原因是贵族统治制度所提供的社会、经济和政治条件进行限制和阻碍的结果。而这种限制和阻碍又是这种制度内在固有的。

希腊科学的真正贡献有待于将来，但也仅限于古典文化的萌芽因素能得以保存和传授的时期和地区，这种贡献才有可能真正兑现。所幸的是，古典文明虽无力自救，却有足够的影响力保证其至少某些成就永远不被遗忘，并且在后来还成为复兴的根基。这种在爱琴海初露曙光的古典文化或文明，经过希腊罗马的强权时代，扩展为从大西洋到兴都库什山脉的一大片文明。显然，这些帝国的强大势力所到之处所产生的文化影响，远比其政治影响经久得多。事实证明，在古典文化或文明的各种因素中，科学特别是天文学和数学的影响力最为持久。因为即使只为占星上的预测，就需要这两门科学来绘制行星图，因此它们就必须流传下去，并见诸于实用。无疑上述影响即使在其原有的激荡力

消失之后，仍然凭其余波把希腊化的各种思想方法、风格和技术传播到更为广大的地区；在西方，凭借已消失的学术所剩下的影响力驯服了欧洲的野蛮民族；在东方，中亚细亚、中国和印度也都感受到了希腊文化或文明的影响，并作出努力试图把这种影响与本地的现有文化或文明加以融合。

三、从历史浩劫中拯救科学

由于内部矛盾和纷争无法解决，罗马帝国在政治和智能上日益衰落。随着这座政治大厦的倾倒，古典文明也终于湮没。

象两千年前几处大河文明的衰落那样，古典文明的崩溃对于科学来说，也决不是一个完全不幸的灾难。众所周知，在希腊时代初期，文化的进展曾于满怀希望的开始中受到若干局限、若干限制和挫折，到了晚期，这种局限、限制和挫折越来越明显，越来越严重，要冲破限制，摆脱局限，避免挫折，只有寄希望于罗马帝国的崩溃，寄希望于逐渐用新文明取代旧文明。只有这样，才能为人类文化和文明的发展开拓一条新的道路，打开一个新的局面。

具体说来，古典文化尤其在它进入晚期之后，所受局限越来越集中于以下两个方面：首先，在社会方面，古典文化几乎完全为上层阶级所占有和把持。由此而来的严重后果是，这种文化越来越脱离实际而沦为抽象的东西，且越来越没有实用价值而沦为学究式的东西。由于诸般技艺的地位越来越低下，它们与学识世界之间就出现了一条不可逾越的鸿沟。这是因为有一笔实践知识的巨大财富被锁闭在几乎没有文化的手艺人的各种传统里，而以知识自傲的积习又阻止了“有学问”的人去接近这笔财富。其次，在地理方面，古典文化大多局限于地中海和近东一带，而它本身的完整性又阻碍它去吸收其它文化中的技术和观念。

罗马帝国的崩溃才使这种文化的交流和交换成为更广泛的事情。

诚然，在人类社会历史进入漫长的中世纪之后，封建制度起初无论在政治上还是在经济上，都表现得比被它所取的那个旧制度更片面，更幼稚，更不需要彻底的知识形态，因而也就谈不上发展这些形态。由于封建制度缺少使唯理科学得到应用的途径，以产生实际利益，因而只有把它主要用来给神学提供事例。这样一来，就没有理由要求科学走得比一种相应于经验的形式类比更远些，而那些关系到实际用途的研究性试验也就永远不必实施。因此，在整个中古时代里，科学大部分仅局限于书本知识和争论。

随着社会历史的发展，封建农村的经济逐步成熟起来。虽然在社会形式上，封建制度显示出回复到古典时代以前农村经济的迹象，但这次回复，技术水平却升高了。可以说，封建经济制度所能做而且也真正做到了的，就是发明一些新的生产技术以便广泛推行农业垦殖，这些技术主要有铁器、犁铧、挽具、织机和磨机等。其中，马鞍、时钟、罗盘、贯轴舵、火药、纸和印刷术等均为东方国家尤其是中国的发明创造。这些技术虽然规模小，但推广传播的范围却很广，与人们日常生活也很接近。换句话说，古典时代的种种技术进步仅限于城市以及由奴隶耕种的人型种植场，而现在这些技术进步则传播推广普及到广大乡村，使生产率提高，各地均有了剩余农产品。由此可见，封建制度在工业方面也为更进一步的发展打下了良好基础，为未来积累了制造和运输方面的大量技术。

在这漫长的中古时代，真正称得上文化知识活动奋发和勃兴的只有以下三个时期：九世纪伊斯兰教文明勃兴时期；12世纪基督教文明勃兴时期和15世纪文艺复兴时期，显然这三次文化知识活动的奋发和勃兴有一个共同点，那就是致力于拯救古典

文化遗产，实在说来，无数代人从古典时代救出的最重要的遗产，也许要数自然科学观念本身。人们对以下信念坚信不渝：认为古代文明人经过深入研究已获得关于自然奥秘的一切知识，因而能够得心应手的控制自然。由于人们认识到，在古典文化的实在因素里，只有天文学和数学等少数几门科学得以流传下来并见于实用，其他许多科学的丰富知识宝藏则被保存在书籍里，任何人只要愿意和善于阅读这些书籍，就可以将其中的科学知识宝藏加以利用。因此后继者都必须一步一步追溯这笔宝藏，直至它的希腊根源。诚然，这些科学知识的宝藏不时由阿拉伯人和文艺复兴时代的人文主义者重新发现，但我们永远也无法知道究竟有多少宝藏已无可挽救地损失掉了。我们现在能肯定的仅仅是经过数代人的努力，有足够多的宝藏免于历史的洗劫，对后来的思想和实践起到了引导和鼓舞作用。而且在近几百年以来，重新发现和仿效的东西如此之多，以致可以说我们已经有效地把古典世界文化合并到现代文明里来了。而在这方面做得最出色、最有成效的就要数工艺学和科学这两门学问了。

公元9世纪以后，伊斯兰教文明在一些阿拉伯国家兴起。这次文化知识活动的奋发和勃兴在科学上的贡献，主要是在几个中心论题上继承了希腊科学，不仅重新赋予它生气，而且扩大了它的规模与范围，而后来的欧洲人正是从他们那里学习了科学。由于伊斯兰学者们新的追求知识的活动 and 努力探索古典典籍，因而就第一次把希腊科学从其一派衰落状态中拯救了出来。他们吸收了非希腊国家的实践经验，扩展了希腊的数学、天文学和医学的狭窄根基，创立了代数和几何，建立了光学基础，而其关键性发展则是化学这门由他们创立的具有生气和远大前途的新科学。在这里，他们改造了炼丹术，使其经验理论化并添上了新实验，创造了科学谱系中的新专科和新传统。11世纪以后，伊斯兰教文明虽未走上触目惊心的崩溃之路，但其极盛时期显然已

经过去。伊斯兰教作为一种文化当初萌发时所特具的那种科学推动力也已一去不复返了，其中的科学实际上已被冻结在11世纪它所达到的水平上。在这里，科学的失败仍表现为这些伊斯兰教国家和地区政治经济衰败的预兆之一，本质上也还是曾酿成古典文化衰败的那些社会力量延续下来的结果。显然，伊斯兰教文明的崩溃曾因蛮族突厥人、蒙古人的入侵而加速，但若非内部政治经济崩溃，这些野蛮民族在13世纪时决不会那样轻而易举地蚕食这片广阔的土地，并且在实际上使这种文化归于灭绝。其实，科学的被冻结表面上是教士宗派的崛起并积极干预的结果；但实际是当时对它已无任何真正需要。因为对经济进步的较早刺激一旦丧失，对知识的刺激就会随之丧失。这种刺激后来本可再生，但当它初露征兆时，便被占优势的欧洲资本主义商业和军事成就所扼杀。不过，总的说来，伊斯兰教的科学果实并未浪费，只不过它们不是在原先栽种它们的地方被人享用罢了。它们的全部工具、资料、实验、理论和方法都直接移交给了新兴的基督教文明国家。因此可以说，它们比希腊科学的传播范围要大得多。

公元10世纪以后，西方基督教国家开始恢复。一开始这种文明也需要有一个知识基础。当然，这个基础比起由阿拉伯学者们从希腊废墟中抢救出来的一点古典学问所提供的和一些天才思想家所表达的都应该宽广些。为适应这种需要，基督教会设立了一些附属学校。当12世纪基督教文明占居主导地位时，这些学校也发展成了大学。在中古时代后期，除了极少几个例外，几乎所有这样的大学均成了法定知识的庇护所，成了文化上任何进步的障碍物。但无论怎么说，这些大学在其初生之时曾的确是欧洲知识生活的焦点。

由于封建制度下推广垦殖的做法在13世纪末期走过了头，使大片森林植被遭到破坏，许多良田变成不毛之地，引起了严重