

论技术革新的历史作用

技术革新的根本问题



科学技术文献出版社

论技术革新的历史作用

[日] 星野芳郎 著

陶建明 译

王宗林 李树人 校

科学技术文献出版社

论技术革新的历史作用

编辑者：中国科学技术情报研究所

出版者：科学技术文献出版社

印刷者：西安新华印刷厂

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本：850×1168 1/32 印张：5.125 字数：132千字

1979年11月北京第一版第一次印刷

印数：1—30,700册

科技新书目：127—20

统一书号：15176·378 定价：0.55元

译者的话

本书是根据日本技术评论家星野芳郎所著《技术革新的根本问题》一书1975年第二版译出的。该书依据丰富的历史资料，分析了社会体制对科学技术发展的影响，以及科学技术发展给社会经济结构所带来的变化，特别着重分析了近一、二百年来技术革新在自动化工业、动力工业、合成化学工业，以及宇宙开发领域中的历史作用及其当前的国际动向。对于了解近代现代科学技术发展过程及其发展趋势，了解科学技术在社会发展中所起的作用，以及如何开展技术革新和技术革命，有一定的参考价值。

本书在翻译时，我们根据“洋为中用”的方针，在保留全书主要内容的前提条件下，作了部分删节，并就个别章节作了某些调整。由于本书涉及的科学技术内容比较广泛，因此，译文中可能会出现不妥之处，请读者批评指正。

此外，在翻译过程中，中国科学技术情报研究所李勇为同志曾给予热情的帮助和指导，特此表示谢意。

目 录

第一章 何谓技术革新?	(1)
1. 技术革新的开端	(3)
2. 技术上的军用转民用	(4)
3. 技术革新的成熟	(8)
第二章 自动化革命的意义	(14)
1. “自动化”一词的由来	(14)
2. 生产过程自动化的前提条件	(16)
3. 底特律式自动化的前提	(20)
4. 计量仪器和自动控制理论的进步	(23)
5. 自动化——管理技术的核心	(25)
6. 自动化的技术意义	(33)
7. 自动化和“新产业革命论”	(35)
8. 自动化和资本主义	(40)
第三章 原子能时代的意义	(44)
1. 第一次动力革命	(44)
2. 第二次动力革命	(51)
3. 当前的动力革命	(64)
4. 动力革命的课题	(77)
第四章 合成化学时代的到来	(99)
1. 化学工业对其它工业市场的渗透	(100)
2. 化学工业——其它新兴工业的前提条件	(109)
3. 开辟新市场的化学工业	(110)

4. 化学工业结构的变化.....	(111)
5. 改组化学工业, 寻求新原料.....	(115)
6. 其它工业的化学工业化.....	(119)
第五章 美国的宇宙开发和技术革新.....	(122)
1. V_2 火箭——宇宙开发的技术起点	(123)
2. V_2 火箭的改进成果——洲际弹道导弹	(130)
3. 原子能技术的特殊性.....	(135)
4. 宇宙技术的特殊性.....	(138)
5. 宇宙开发的内在矛盾.....	(143)
第六章 技术革新的停滞.....	(149)
1. 技术革新在新技术领域中的障碍.....	(149)
2. 技术革新在传统技术领域中的障碍.....	(154)

第一章 何谓技术革新？

二次世界大战后，报刊杂志上开始出现了原子能时代一词，于是，人们便模模糊糊地感到新的技术时代已经开始了。但是对于这一新的时代究竟意味着什么，甚至连专家们也很难预料。

起初，人们围绕着原子弹的问题，把新的技术时代理解为恐怖的时代，把技术和人、技术和社会问题的焦点似乎都集中到战争与和平这一问题上来了。第一次世界大战后，人们也曾探讨过科学技术与战争的问题，但并未引起这种程度的恐惧。

实际上不应该把技术和人、技术和社会关系的焦点都集中于战争与和平的问题上来。新技术的发展引起人们的异常恐惧，这正说明它对人的精神和感情、对社会结构都会产生深刻的影响。例如日本在翻译出版德国人杨格所写的《已开始的未来》这部书时，由于正处在比基尼岛核污染的高潮之中，因此在社会上未得到预期的反响。但事隔不久，日本又翻译出版了西格夫利得所写的《现代》一书，该书质量虽然不及杨格所著，但却获得了意外的好评。这标志着当时技术问题的焦点已开始逐渐在摆脱战争与和平问题的框框。

从一九五六年下半年起，技术革新的问题突然引起了人们的极大兴趣。这个问题归根结蒂就是新技术的迅速发展将对资本主义的结构会产生怎样的影响、并对其未来预示着什么的问题。技术革新在引起人们的重视之后，现代技术问题才开始在报刊杂志上占居应有的位置。

日本在一九五六年《经济白皮书》中提到技术革新，于是，技术革新一词便开始流行起来了。一九五五年到一九五七年资本

主义出现了意外的经济繁荣，据说其原因之一就是由于技术革新的结果。实际上这就是技术革新一词流行起来的起因。

技术革新 (innovation) 一词是舒姆彼得经济学上的术语。据说，康德拉泰夫在一九二六年以物价、利率和产量为线索，发现了以 54 年到 60 年为一周期的资本主义景气循环的长期波动。其第一次波动周期为一七八〇年末至一八五〇年初，第二次波动周期为一八五〇年初至一八九〇年，第三次波动周期为一八九〇年至一九二〇年。许多经济学家曾对这种长期波动周期的原因，作过各种论述。而舒姆彼得则用技术革新来说明这一问题。舒姆彼得认为，第一次波动周期是产业革命及渗透过程；第二次波动周期是以铁路建设为中心的蒸汽和钢铁时代；第三次波动周期是当时被称之为“第二次产业革命”的电气、化学、汽车时代。

因此，如果现在再次进入技术革新的时代，那将是第四次波动周期的上升时期。实际上，如将舒姆彼得所指的技术革新内容同二次世界大战后在生产领域中所出现的变化情况相对照，人们就会发现有不少的共同点。

舒姆彼得认为，技术革新的内容，首先是“新商品的出现”。例如从战时至战后大量涌现的塑料、硅、聚酯、聚乙烯等等都是具有代表性的新商品。其次是现有商品生产中的技术变化。例如汽缸体生产中所采用的自动生产线；在炼钢中取代了化铁炉和反射炉的流态化焙烧炉。再次有开辟新市场的产品和新的原料来源，前者有塑料、电视、合成纤维；后者是从石油中获得合成化学中间体的石油化学工业。此外，还有在生产过程中采用的太罗系统，即以自动化为特点的提高生产率运动；在“材料加工的改进”方面有在薄板生产中取代了二辊周期式薄板轧机的带钢轧机……

这样的技术革新是否真正地促进了一九五五年至一九五六年当时的资本主义经济“繁荣”的问题，留待后述。现仅从技术的

方面，谈谈最近技术发展的性质。

1. 技术革新的开端

最近的技术发展确实是非常惊人的。这样的时期在技术史上是罕见的，并且也不是最近一、二年才开始的。技术变革的浪潮起源于二次世界大战。二次世界大战也是一场科学战，正是这场战争使人们用以往的常识所不可想象的全新技术，开出了绚丽之花。

爱因斯坦在一九〇五年，提出质量和能量相等的论点，并暗示这将在放射性物质的研究中得到证实。当时，不论是应用物理学家，还是技术人员都把它看成只是毫无任何重要意义的数学上的无稽之谈。就连世界上首次成功地击破了原子核，并从中获得少许核能的卢瑟福，直到一九三七年去世为止，还一直认为原子能的实际应用是不着边际的空想。但两年之后（即大战爆发之年），铀的核裂变现象竟被发现，随后裂变现象中的连锁反应又被证实，于是，一个陌生而广阔的原子能技术领域便突然地展现在科学家和技术人员的面前。后经17亿多美元的投资和数以千计的科学家与技术人员的密切协作，仅用了五年多的时间，爱因斯坦的定律就在现实之中大显神威了。

再拿英国的雷达来说，它是英国制胜德国的一个重要因素。但在一九三九年前后，可供实际应用的波段是米波，而在雷达精度中起决定性作用的则是厘米波。当时，厘米波却只能在实验室中产生。要使实用波段达到厘米波的水平，原有的技术就要来一个彻底的改造。以金属空腔为谐振腔的磁控管取代了真空管，并在制成了许多意外的副产品之后，才制成了厘米波雷达。由于厘米波雷达的出现，德国空军甚至不能进行夜袭，不止于此，德国自己的军事设施和潜艇舰队不得不任凭盟国空军去恣意轰炸。

二次世界大战末期出现的喷气飞机，在各方面都超出了过去的螺旋桨飞机。英国人怀特最早设计的喷气发动机每分钟压缩空气流量为1500磅。在此之前，从未利用这种规格的压气机来进行这样大流量的压气试验。驱动这种压气机需要3000个马力，而以小引擎驱动单级涡轮获得这样大的功率，按以往的知识是办不到的，并且，燃烧室的温度要求比锅炉燃烧温度高几倍，因此，怀特喷气发动机在其终告成功之前，既没有受到英国空军的重视，也没有得到航空发动机厂家的支持。

二次世界大战也是使科学方法（特别是统计数学）应用于武器使用和军事作战本身的一场战争。换言之，战争中已全面采用数量化管理技术。这就是所谓的运筹学。举凡雷达网的计划、空防飞机的部署、运输船队的编制，搜索和警戒等等，应用运筹学就能使现有兵力发挥统计学上所能观察到的最大效果。不仅如此，运筹学还能预先估计出行动的各种结果，而这种估计又可用于指导未来的战略、战术以及武器的发展方向。曾亲自参加过运筹学研究的英国人贝尔纳说，运筹学“使战争本身第一次变成了科学之战。”克罗瑟甚至说：“希特勒满以为通过灵感的作用，能在战争中取胜，殊不知，运筹学却将他打翻在地”。

2. 技术上的军用转民用

二次世界大战中军事技术的飞跃发展，对战后资本主义的变迁产生了重大的影响。战后，由于军需市场的突然缩小，军事技术便向着民用工业技术部门一拥而来。除原子能、喷气发动机暂时仍停留在军事技术部门以外，而雷达技术已转移到民用航空和航海方面。随着超短波电子技术的发展，电视已进入实用阶段。美国电视机产量在一九四六年仅6500台，三年后的一九四九年一跃而为300万台，次年又猛增到746万台。这一事实说明，美国电视机厂家是如何巧妙地进行技术转移和开辟新的巨大市场的

(如表1)。

表1 美国电气设备销售量(合数)

年 份	空调设备	电 视	吸 潮 器
1946	29,840	6,500	210,300
1947	42,900	178,570	607,000
1948	73,630	97,500	630,000
1949	89,320	3,000,000	485,000
1950	200,900	7,463,800	890,000
1951	237,500	5,384,800	1,050,000
1952	380,400	6,096,300	1,140,000
1953	1,044,700	7,215,800	1,090,000
1954	1,230,000	7,346,700	990,000
1955	1,290,000	7,905,000	1,100,000

此外,在二次世界大战中,随着飞机、坦克和卡车的大量生产,石油生产也急剧增长。战后,人们曾预料石油会大幅度减产,但实际情况却与此恰恰相反。一九四〇年世界石油产量为21亿5千万桶,战争结束时为25亿7千万桶,到一九五〇年又上升到38亿桶。战后5年期间的石油增长率远远超过了战争时期。过去主要依靠煤炭的欧洲,自一九四八年以来,石油消费的增长也极为明显。图1为马歇尔计划成员国的工业生产指数、全部能源消费指数、石油消费指数的趋势曲线图(以一九四四年为100)。由图可见,欧洲石油迅速增长的情况。七年期间石油消费量增长了1.5倍。一是因为内燃机技术在战时已完全成熟,特别是柴油机已在船舶和铁路部门中得到广泛应用,同时也是由于煤炭成本

因煤矿日益衰落而连续上涨，从而使石油在各方面（包括燃气轮机发电）取代了煤炭所造成的。

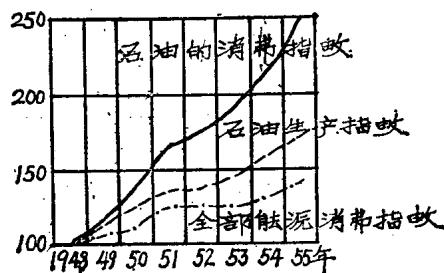


图1 马歇尔计划成员国的石油消费、工业生产总能源消费的趋势曲线

而铝的情况并非如此。一九四〇年美国铝产量仅为20多万吨，到一九四五年因飞机大量生产而上升到92万吨，到了战后的一九六四年，其产量下降到41万吨，但仍然为战前的1倍以上，到了一九五〇年接近72万吨。一方面这是由于战时炼铝技术的发展，降低了铝的

生产成本，而铜、锌、锡等与之相竞争的金属的价格却相对地有所提高；另一方面则是由于战争中的百万工人掌握了铝建筑物的组装技术，打开了建筑部门的需要，并且在输电、卡车、厨房用具等领域中，又开辟了可日益取代其它金属的新市场。

二次世界大战中，合成树脂是作为飞机和雷达等通讯器材而发展起来的。其发展过程与铝大体相同（见表2）。目前的主要塑料都是在二次世界大战中投入工业化生产的。在战争期间，美国85%的塑料是用在武器制造上，因此，战争结束后，塑料产量曾一度下降，但是由于抓了新产品的研制和开辟新市场的工作，塑料又开始取代有色金属、木材、皮革、天然纤维，不久就远远地超过了战时的水平。

如上所述，技术革新实际上开始于第二次世界大战。战后，这些技术在匆忙地由军用转移到民用的过程中，终于有了可观的发展。但是，战前的日本，像现在引进外国技术一样，都是从形式去模仿，忽视基础研究，因此，在战争爆发的同时，技术发展几乎处于停滞状态，而其它各国在此期间却发生了技术革新运动，

表2 主要塑料的工业化生产年代

年 度	塑 料 品 名
1909	酚树脂
1911	聚 酯
1929	尿素树脂
1930	丙烯树脂
1933	氯乙稀
1938	聚酰胺树脂
1938	聚乙烯
1939	三聚氰胺树脂
1942	氟树脂
1944	硅树脂

从而造成了日本技术水平的落后。在战后，国际间虽然恢复了技术交流，但是由于日本与其它各国的技术水平存在着明显的差距，企业家和技术人员都无力解决，致使战时的技术停滞在战后又持续了几年。战时、战后其停滞时间共达十年之久。在国际上，不论是发达的资本主义国家，还是后进的发展中国家，唯有日本一个国家出现了这种情况。这无论在世界技术史，还是在日本技术史上，都是个值得重视的问题。

日本的技术革新，是在一九五〇年日本政府颁布外资法案，并由政府积极奖励与外国进行技术合作之后才开始的。当技术合作在经济上初见成效时，资本主义意外地出现了经济繁荣，因此，自一九五六年下半年以来，“技术革新”一词开始流行起来，也是理所当然的。

3. 技术革新的成熟

然而，“技术革新”在日本之所以流行，并非单纯起于因日本国内。从一九五五年前后开始，新技术的发展在国际上就很受重视。其原因之一是战后出现了空前的经济繁荣；同时也是由于提高生产率的运动已纳入轨道，技术革新的阶段已进入了所谓自动化的时代。

自动化一词并不是专门的学术用语，其内容不甚明确。但是，自动化一词大体是指包括自动控制在内的生产过程，包括自动生产线在内的生产过程以及包括制表机、计算机在内的信息处理而言。从技术史上看，这些技术在战前就已出现，二次世界大战时已有相当的发展，而正式推广则是从一九五〇年左右开始的。与二十年代合理化的技术内容相比，显然已进入了一个新的阶段。

一般认为，在自动化的三个领域中，自动化的核心是包括自动控制在内的生产过程。所谓自动控制就是通过反馈方式对机器和设备进行自动控制。例如，当要保持气体的一定流量时，以前是通过手工操作阀门，而现在则是通过液压、压缩空气或电气电路、电子电路的动作来自动控制气体流量。当气体流量超出一定范围时，检测仪器即会立即将信号输送给电路，以自动关闭阀门。

与手工操作相比，自动控制能消除产品的不一致性，并能提高生产速度、产品质量和产品合格率。自动控制虽然提高了机器和设备的功能，但是这并不是由于劳动手段的设计原理大有改变所致。实际上，劳动手段本身并没有发生变化，变化了的只是劳动手段的控制，因此，自动化技术确实是能经常而有效地利用现有机器和设备功能的巧夺天工之作。另外，自动控制装置并不需要多大的投资，虽因控制对象和程度而有所不同，不过，大体为

设备总投资的百分之几。既然追加少许的投资，就能大幅度提高生产率，那么，自动化当然就能成为提高生产率运动的最佳手段。

然而，从这个意义上来看，自动化本身只是管理和控制方面的问题，因此，从整个技术体系上看，仍然处于次要地位。

尽管如此，自动化在技术上仍具有极其重要的意义。这种意义即在于自动化的采用，使实质上与以往迥然不同的劳动手段的出现成为可能。例如，由于原子能反应堆存在放射性污染，人工不能直接控制堆心的中子密度，所以，必须采用自动控制装置。由此可见，没有自动控制，便不能建成原子能反应堆；又如，每分钟 6,000 英尺的薄板轧机，其速度之快，也是人工无法直接控制的，同样得采用自动控制装置；再如，以音速飞行的喷气式战斗机的情况也是一样。由于喷气战斗机的速度超过视觉传至大脑而后做出判断，下达指令所需要的时间，所以，一旦从远方发现敌机，再立即瞄准，那么，敌机就会一掠而过，贻误战机。在这种情况下，只能靠雷达捕捉目标，利用自动控制装置进行瞄准和射击。

总之，自动化技术能百分之百地发挥现有劳动手段的功能，在这一点上，自动化技术意味着前期技术的终点和完结；而在导致划时代的劳动手段的发展上，则又标志着新技术的开始。自动化技术的最重要的技术意义，既不在于节约人力，也不只是在于以机器设备的功能来代替人类大脑的判断，而是在于通过在劳动手段中附加自动控制，使劳动手段（工作机）的设计原理和功能进入了一个新的发展阶段。

正是在这一点上，可以说，真正的技术革新已经开始。由于带钢轧机的设计原理完全不同于以前的二辊周期式薄板轧机，才使其生产率高出几十倍；由于喷气飞机的设计原理全然不同于螺旋桨飞机，才使其轻易地突破了后者的速度界限，从而使人类跨

入了超音速领域。这类技术的发展今后必然会逐渐走上正轨，而资本主义产业结构不管其主观愿望如何，必将会发生重大变化。

新的劳动手段的发展，相应地要求崭新的材料。例如，原子能反应堆需要锆，喷气式发动机需要钛。一九四九年美国锆产量仅为 2.25 吨，一九五一年上升到 51 吨，一九五四年增加到 168 吨；一九四七年美国钛产量不足 1 吨，一九五一年达到 500 吨，一九五四年上升 4800 吨。钛的强度与钢不相上下，而重量却仅为钢的四分之一，但因极易氧化，难于加工，从而便促进了钛冶炼方法和加工方法的飞速发展。不过，一般认为，如其成本不能降低到不锈钢的三分之一以下，那么，钛除用于制造飞机和满足军需之外，很难开辟新的市场。如能研究出大幅度降低钛成本的技术，那么，钛的地位将会仅次于铝。

一九五〇年以后，合成树脂、合成纤维的技术依然蓬勃发展，连续不断地出现了许多新产品。一九三七年在美国主要最终化学产品中，两者所占比重均为 26%，一九五〇年上升到 38%，当时估计不久的将来会超过 50%。如欲进一步开辟新的市场，首先必须降低原料成本。二次世界大战中发展起来的高辛烷值汽油制造新工艺就是一例。石油催化重整或裂化技术已取代了原来的热裂解技术，而这种新技术的出现带来了含有更丰富的合成化学产品中间体的副产气体，从而便迅速地形成了以石油气为原料，生产各种合成树脂、合成纤维、合成橡胶的合成技术体系。这就是所谓的石油化学。一九五七年日本具有工业化计划的石油化学系统图如图 2。由图可见，日本石油化学所用石油，仅为美国石油总消费量的 1% 强，因此，石油精炼企业如要夺取合成化学原料的已有生产行业——例如电石工业、发酵工业、焦油工业的市场，就可以将原料气体的成本降低到很低的程度，因为由此所产生的赤字可由石油燃料所获得的利润来弥补。一九五七年美国石油化学制品在整个化学制品的产值中的比重已超过了一半（一九

五五年为55%)。石油化学今后无疑也将日益迅速改变整个化学工业的结构。

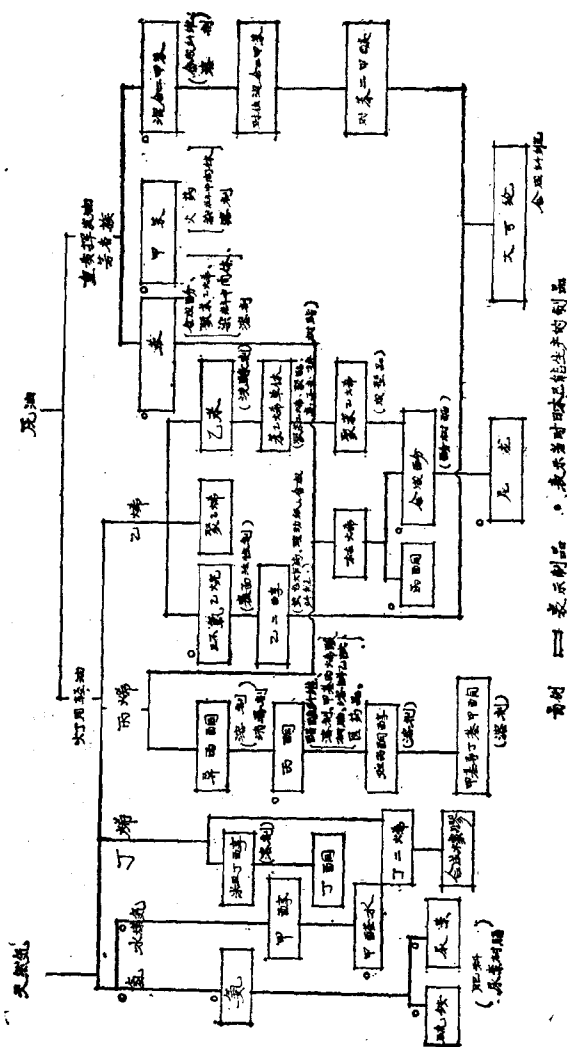


图2 1957年日本具有工业化计划的石油化学系统图