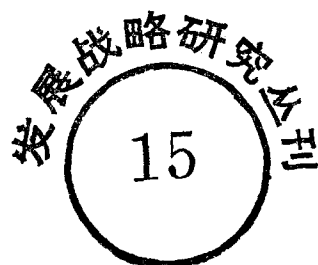


中国科学技术情报研究所

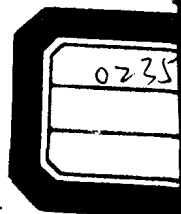


技术与美国的经济增长

科学技术文献出版社

一九八四年

80



技术与美国的经济增长
中国科学技术情报研究所编辑
科学技术文献出版社出版
北京印刷三厂印刷
科学技术文献出版社发行

开本:850×1168 1/32 印张:1.25 字数:22千字

1984年12月北京第一版第二次印刷

全年出版40期 总定价:12元

02351

目 录

- 一、从历史的角度看技术…………… (1)
- 二、美国经济与技术发展的特点…………… (7)
- 三、十九世纪的美国——技术输入者…………… (15)
- 四、十九世纪的美国——技术创新者…………… (22)
- 五、二十世纪美国的技术革新…………… (30)

技术与美国的经济增长

〔美〕Nathan Rosenberg

一、从历史的角度看技术

概 论

一个经济系统可以比作一个巨大的工厂，而在这一经济系统中所发生的技术变化可以改变它的投入和产出之间的关系，技术变化导致生产方法的变化，使经济系统有可能以同样数量的资源取得更多的产出，或比较小数量的资源取得同样产出。这种生产功能的变更不同于由其他方式引起的经济系统的产出增加，例如，一个经济系统也可以通过使用更多的投入（如增加劳动力或增加劳动时间等）来增加其产出。因此，要认真了解经济增长的过程，就要求我们弄清楚促使这种经济变化的各种根源的相对重要性以及各种根源之间的相互关系。

资源可以通过各种方式结合起来，从而产生一定量的最终产出。最佳的投入结合，要根据各种资源的价格、供应情况等而定。最佳的投入结合导致最佳的最终产出，也就是提高资源生产率。然而采用较新和较优的技术可改变

最佳的投入结合，使资源生产率进一步得到提高。因此，技术变化在经济增长中的作用，是一个令人感兴趣的探讨课题。

在探讨技术变化的历史作用时，对一八〇〇年的美国经济进行一番考察是非常有益的。那时候的经济以农业经济为主，使用相当少的资本，其生产大多为了供应本地市场，只有最原始形式的陆上运输，人口密度低，生产活动一般集中在家庭单元。我们不妨假定，就这样一种经济而言，不存在任何技术变化。在这种情况下，如果单靠增加一八〇〇年式的运输和工具等的投资或增加劳动力来促使经济增长，即使天然资源对这种经济增长没有限制，美国的经济会发展到一个什么样子呢？显然，这种经济充其量只能是一种以广泛的小自耕农为基础的平均主义经济。何况，事实上资源是受到限制的。例如，这个社会第一受到土地的限制；第二人口继续增加，因而总产出的增长率下降。由此而推理，它会进入一个没有资本积累、人口膨胀到使每人收入仅够糊口的状态。然而，如果我们把本世纪七十年代的社会与一八〇〇年的社会作一比较，则两者出现了显著的差别。显然，这种差别是由于技术变化而使生产率提高所造成的。经济学家在过去十来年中曾研究比较了更多的投入与更有效地利用投入对于经济增长所起的作用。结果发现，更有效地利用投入比投进更多的投入更为重要。就美国而言，按人口平均收入的增加中，大致不到百分之十五可归因于每一工人的资本额的增长。这就表

明技术变化曾对美国的经济增长作出了重大贡献。因此，我们只要集中考虑技术变化在提高生产率方面所起的作用，就不难弄清楚美国的技术变化与长期经济增长之间的关系。但是这还不全面，因为技术变化使社会的最终产出的构成发生变化。

技术发展的最重要的社会最终产物是按人口平均收入的增长率。由于收入较高的人们处理他们的收入所采取的各种方式，结果在社会中产生全面和广泛的链锁反应。较高的按人口平均收入使社会需求的构成有所变化，因而使最终产出发生变化。例如，随着消费者在粮食产品上支出的比例减小，农业部门的相对重要性减小，制造部门的相对重要性则提高。所以，技术影响不仅使生产率发生变化，而且也使产出的构成以及投入的分配等发生重大变化。这在工业的劳动力构成的变化方面是很明显的。工业技术有使生产活动按地理集中的倾向。对商业机构来说，大的人口中心为它们的商品以及它们的服务提供大的市场，所以进一步在空间上集中。这种集中的一个不可避免的结果是，越来越多的经济资源需要运输和销售到它们最终的消费地点。因此，在运输、零售、贮存，信贷和金融方面需要使用越来越多的劳力。现代经济如果没有相当一部分劳动力从事于工业技术的独特条件所要求的辅助活动，它是不能有效地运转的。

试看技术已如何改变了美国普通家庭的家务操作。耗费的做饭做菜的劳动由于一系列的革新创造而大为减

轻。这些革新使饭菜的准备和处理工作由商业机构承担，容许家庭较长时间贮存这些食品。肉罐头商店和面包店的兴起，加上电冰箱等的发展，大大缩短家庭用于准备和处理食物的时间。缝纫机的问世大大节省了家庭为儿童缝制衣着的时间。吸尘器、洗衣机、洗盘机等家用电器使家庭妇女的家务劳动有所减轻。无线电和电视广播使家庭受到外界的社会和文化的广泛影响。同时，由于可购得的耐久消费品越来越多，这就促使人们加入劳动队伍，以便获得为购买它们所需的收入。所以，技术革新对家庭的一个不可忽视的重大影响是妇女参加劳动队伍的比率增大。

总之，技术变化不仅使得每单位投入有可能生产更多的产出，而且也提供了各种各样的商品和服务，这些商品和服务在一八〇〇年是做梦也没有想到的。

此外，技术变化使许多产品的质量发生变化。例如在治疗传染病方面的抗菌素效力的改进以及其他减轻病痛、控制疾病的大批药品的质量改进，这是很难以定量方式或用美元来表示的。其他如环境噪音、顾客由于不了解某些化学品的危险性等而造成的后果，也是不易定量表示的，但是损失确是存在的。因此，对一个经济体制的判断，应该根据它如何影响市民的生活，而不是根据它所增加的金钱利润或所能计算得出来的产出多少。

技术和资源的贡献

技术知识应该被理解为一种情报，这种情报可提高人们控制天然环境的能力，以实现人类的目标，并使环境更适应于人类的需要。但是，天然资源是由什么构成的呢？煤、石油和铝土矿对美国的印第安人来说，都不成其为资源。只有当技术知识发展到一定程度时，这种矿藏才对人们可能有用。到那时候，开采成本又成为关键的经济问题。石油钻井技术的改进，使今日的深井采油成为可能，这在五十年前也由于成本过高而是不切实际的。同样，今日对低品位铁燧岩矿石正在进行常规的开采，这在本世纪初，当较高质量的矿石很丰富时，是不屑一顾的。现在已知油页岩的储量很丰富，不过，迄今尚不值得开采。然而，如果石油价格上涨很高，则它们就可能有价值开采。所以某一矿藏是否值得开采，一方面将取决于对矿物的需求，另一方面将取决于开采的成本。

技术知识的增长可以导致：（一）生产功能的变更，即可从一定量的投入取得更多的产出；（二）创造新的生产功能，即引进新的产品或服务。但是，根据经济历史学家的看法，技术知识的产生和应用，必须根据不同的社会背景来加以观察。这些社会背景包括不同的文化遗产、不同的人力资本、具有特殊资源的环境等。我们应该强调资源的特殊性，因为一定的问题、一定的限制等是在一定的

资源范围内产生的，而技术变化就是人类在此范围内所作出的反应。虽然我们可以为了分析的目的，用抽象的方式设想技术变化是投入和产出之间关系的改变，但是，它并不抽象地而是在非常特殊的历史范围内发生的，是作为成功地解决在某一资源范围内所产生的某一问题的办法而发生的。例如。在战时一种传统的供应源被切断，往往成为发展新技术的一种重要的动力。哈伯固氮法，是德国人在第一次世界大战中，因受英国人的封锁，无法进口智利的硝酸盐，才发展起来的。在第二次世界大战期间，由于日本人占领了马来亚，美国丧失了天然橡胶的来源，从而促使美国合成橡胶工业的兴起。又如，以色列的天然环境条件使它致力于廉价的海水淡化技术，荷兰的天然环境条件使它必须发展抗盐碱作物品种。这些实例说明，技术开发与属于本地区的资源的可资利用情况或天然环境的条件密切相关。然而，任何社会对某一种技术的需求虽然取决于天然环境，但是能不能解决问题以及解决的方式还将取决于它所能利用的知识。例如，北吕宋的伊富高族人民上千年来在山区种稻，他们通过扩大种植面积来增产；而今日就在离这些田地不远地方的农民，正在利用现代遗传学和植物学来开发新的高产稻米，以便发展生产。这些都说明技术的发展与天然资源的条件及知识的积累有关。

二、美国经济与技术发展的特点

美国拥有的资源财富

美国广泛影响技术发展形式的一项最为持久的因素，也许就是它的极高的土地-劳力比，也就是说，它的人口极少，但是它的天然资源却非常丰富。因此，美国许多技术革新都有一个明显的特点，就是目的在于用很少的劳力去开发大量的天然资源，或者以丰富的天然资源代替稀缺的劳力，并在较小的程度上代替资本。例如，在十九世纪后五十年内，对农业技术革新起了很大推动作用的，就是在以畜力代替人力的情况下，提高了每个农民所能耕种的土地亩数。在对小麦、玉米和燕麦进行的研究中发现，在一八四〇到一九一一年间每个农民的产量增长了两倍多，其中大约百分之六十的增长可以归因于农业实现了机械化。这主要表现在采用农业机械进行收获和收获以后需要大量劳力的农业活动。有两项技术革新对农业增产起了很大推动作用，这就是创造了收割机和脱粒机。在玉米生产方面，由于在十九世纪中叶用中耕机代替了锄头，并在十九世纪九十年代采用了玉米摘穗机，因而使劳力的需要大为减少。在美国南部，轧花机使得棉桃中去除棉籽的繁重劳动大为减轻，从而消除了棉花种植向西部发展的一项基本限制。在轧花机制成以前，棉花只限于在海滨地区种植，

而有了这项技术革新后，棉花种植地区便远远扩大到沿海地区的狭小范围以外了。在十九世纪稍晚时候，由于美国西部出现了倒刺铁丝围栏，于是使需要大量土地的家畜饲养业兴起，而且后来竟成为美国西部地区的一个特点。

为开发国内广泛的林业资源，美国在十九世纪前五十年内，除了制成无数专用机械外，还对锯木机、刨木机，凿榫机，制榫机和钻孔机等这一整套木材加工机械作了改进。根据美国在一八六〇年所作的调查，按各产业部门所创造的价值计算，木材工业被列为美国仅次于棉织业的第二大工业。

到十九世纪五十年代，英国人普遍认为，美国的木材加工机械是世界上最精密和最灵巧的机械，但欧洲采用这些机械的数量却不多，因为这些机械使用起来很浪费木材，但这一点在十九世纪头五十年在美国远远不象在英国那样重要。例如，美国的圆锯虽然速度很快，但锯片较厚，锯齿间隔也太大，因此把很大一部分木材变成了锯末。此外，这些机械一般还需耗用较多电力，但只需很少的人力加以看管和维护。这个特点很适应美国资源的特点，但极不适应英伦三岛的实际情况。由于美国人力稀少，因此采用以廉价木材代替昂贵劳力的这些技术，能获得最佳效果。但在英国则相反，继续盛行的是以廉价劳力取代昂贵木材的手工技艺。

决定技术革新活动的某些因素

经济发展反映了一个国家动员其资源以获取某一方面的经济成果所必要的技术突破。它涉及人类技巧、动机、社会机构和经济机构的效率等问题。为什么某些社会比其它社会有更高的创造能力？为什么某些社会对其它地方的创造发明有大得多的接受能力？这是两个不同的问题。前一问题涉及需有发明才能、创造力和应用专业知识解决技术问题的能力，而后一问题则更多地涉及需有管理能力，充满进取精神的企业家，灵敏的商业头脑和有效的组织能力。人们经常谈论：法国人有很高的发明才能，但是法国社会对新发明的应用却很缓慢；另一方面，日本人并未创造许多重大发明，但在利用发明为本身服务方面，却有突出的能力。

拿十九世纪美国的情况来说，美国技术革新的速度很高，一方面反映了美国人有很高的技术才能，另一方面也反映了美国社会采用发明的速度极快。美国有一个后来居上的特点，它能在其它国家发展的技术的基础上，进一步改进和提高。流入美国的移民随身带入了欧洲的技术，并继续凭这类技术立足谋生。无疑，美国人为了实现其经济目标以旺盛的精力和专心致志的态度进行工作，是众所周知的。欧洲移民在美国定居后，虽然变成了一个自由选择的集团，其中有很大一部分人极愿响应经济刺激措施，以

及准备忍受贫困和接受新环境，只要这样做最终能带来经济发展的美好前景。

十九世纪中叶，美国社会发展给人的印象是，这个新兴国家的才干显然表现在机械方面。最伟大的思想家不是在图书馆，也不是在会议厅中产生的，而是在机械车间里产生的。美国人一心一意学习的，不是过去文明的美好记载，也不是古代奇才的象徵纪念物，而是如何最好地耕耘土地，如何筑路和造船，以及如何利用自然力将丰富的材料变成实用和享受的工具。这个国家的青年学习科学的方式不是去学习理论，而是将科学应用到技艺中去。教育不是教人去学文学，而只是教人学会如何使用工具。显然，美国人的这些态度和社会价值观念，对美国十九世纪极高的技术革新速度有很大关系。这种积极的社会价值观，以及在美国没有欧洲那样多的起约束作用的机构，都有助于使美国人把很大一部分创造力导向能产生高超的技术的工作。

美国社会不仅将很大一部分资源用于发明活动，而且用于使美国人受很高的正规教育。他们所学会的技能，使他们成为发明家和技术革新家，从而提高社会生产率。一八五〇年，美国学校注册人数是所有国家最高的。在美国受教育很容易，这就为有雄心壮志和有才干的人提供了一条走出其微贱家们的道路。从这个意义上来讲，教育制度是很重要的，它不仅使每个人都能获得有用的技能，而且使有才干的人能获得使社会可以有效利用其才干的工作

岗位的可能性也大大增加了。教育因而起了保证更有效地分配人才的作用。

需 求 的 作 用

一项发明预计获得的利润，将受最终产品的需求力的影响。这种需求力可能包括按人口平均收入的变化，家庭大小的变化和人口年龄组成情况的变化等。有人曾证明，这些变化对分配给某些特定工业的发明人力来说，是一个决定因素。

在需求方面还有一个严重影响技术革新的问题，即用户需求的构成情况和公众爱好的多变性。公众乐于购买质量均匀的产品，可能是促使手工技术改为机械生产的一个主要因素。从各种商品可以看出，英国消费者将其爱好强加于生产者，以致英国的机械生产技术受到严重约束。英国人民惊奇地发现，美国产品不是为了消费者的爱好，而是根据机械的需要设计的。例如，标准的美国餐具显然就是一种适合工厂生产的用具。同样，美国是最早采用机械化生产男服的一个国家，这反映了美国人更乐于穿用“现成”的服装。

在爱好方面的这些区别，使英国的主要商品生产者在很大程度上仍保持着“定做的金属加工”方式，而美国的生产者在机械设计方面却发挥了创造性。换言之，美国的生产者为机械带来了高度标准化，从而使生产问题大为简

化，并相应降低了商品的售价。美国生产者的这种创造性在发展商品生产专门化方面是一项极为重要的因素。

由此看来，需求的构成情况和产品质量的均匀性与社会所能获得各种技术的可能性之间，存在一种密切的关系。为了适于大批生产，生产者必须尽量限制对其产品的自由设计，而且在这方面看来很明显，美国生产者受消费者爱好的影响，要小于英国的生产者。美国商品的这种显然不同的性质，在一八五一年于伦敦水晶宫展览会上已充分显示出来。英国观察者对此深有体会，并在公报上写道：

“由于美国没有那些广泛积累的财富购买大量奢侈品，以及人民普遍有钱购买生活上更需要的必需品，因此使美国工业生产具有与许多其它国家不同的性质。在某一产品上花费几月或几年的劳力不是为了增加其使用价值，而只是为了提高其作为古董的价格的做法，在美国是不常见的。相反，手工劳动和机械劳动都是用来生产适合全体人民需要的商品，以及用来提高人民对他们普遍具有的中等财产享受程度。”美国在展览会上展出的具有特点的产品中有制冰机、玉米壳床垫、防火保险箱、猪肉饼干、弹性橡胶鞋、救生艇、铁路道岔、航海仪器、电机机具、特殊去油皂（可在咸水和淡水中使用）、假肢以及大量的农业机械。

供 应 的 作 用

需求只能解释在确定商品价格方面所起的作用，而不能解释发明资源的分配问题。为了进行这种解释，我们还需考虑供应所起的作用。我们的基本论点是，在任何时候供与求的问题都是相互影响的，并为整个发明领域提供将获利润的形式，而这种形式反过来又将影响发明资源的分配。此外，适用技术、才能和知识的提高，将共同降低某一特定发明的预计成本，从而提高该项发明的预计利润。

技术革新不是从各个经济部门任意涌现出来的，而是大量集中经济部门中解决问题的技巧长期造成的结果。在整个十九世纪美国工业化的早期，这些技巧大量集中在冶金、机床、蒸汽动力和工程方面；随后由于科学进展的结果，又逐渐集中到以化学、电学、电子学和生物学为基础的各个工业。随着这些工业在二十世纪的迅速发展，技术革新日益取决于人们对科学技术，尤其是最新获得的知识利用。例如，二十世纪三十年代杂交玉米的发展需有遗传学的高深知识；二次大战后，晶体管的发展，是由于二十世纪二十年代出现了量子力学以后才有可能的；合成材料的惊人发展，是人们对分子化学的深入了解的结果。

价格造成的适应性

迄今我们只讨论了供与求影响发明资源分配的方式。但是，市场力量对技术革新过程的影响，比我们所认识的还要普遍和深入得多。

首先，价格机制对技术的选择很重要，因为它能确定最低成本的适用技术。因此，价格方面的差别，可以用来解释为何各国或各地区采用的技术有所不同。美国人民用木材代替英国人民各种用途中的砖和金属，就是一个恰当的例子。

其次，各项生产因素的相对价格不仅能影响现有技术的选择，而且能影响技术革新的速度和方向，因此朝着预测其相对价格将上涨的生产因素这个方向去进行发明是值得的。这种预测对受到很多批评的美国人民乐于发明和采用节约劳力的机械的这种爱好，似乎起了很大的作用。这里不是较高的工资标准，而是劳力市场上一贯受到的压力，以及在一个资源丰富的国家里到处有许多就业机会和劳力的高度流动性，促使人们预计劳力费用将会进一步增长。于是，将会出现发展节约劳力的技术的严重倾向。

最后，必须强调发明并不是以发明时间的函数的方式来助长经济发展，而是决定于发明的采用和推广速度。新技术只有在新用户予以采用或达到被采用的程度时，才能提高生产率。因此，经济发展的过程在很大程度上，确实