

科学技术转化为生产力的技术经济分析

匡永祝 严士成

当代世界发展表明,经济增长越来越依赖于以技术创新为标志的技术进步,而不是依靠技术水平长年不变的一般性投资的增长。20世纪英国经济的衰落和美、日、德等国经济的崛起,充分说明了这一事实。今天,我们也认识到了这一历史性的结论,并创造性地提出了“科学技术是生产力,而且是第一生产力”的精辟论断,从而在理论上发展了马克思主义的生产力学说。

科学技术是生产力,但它并不是现实的、直接的生产力,它必须通过转化才能达到推动经济发展的目的。目前,对这种转化的机理分析还不够深入,本文将通过分析科技投资、科技增长、科技转化、科技利用等规律,来阐述科技进步推动经济发展的机理及其条件。

一、科技进步与经济发展的相互依存关系

科技进步,广义地讲是科学的发展、技术的创新及其在生产中的应用。科学技术总是随着生产的发展而发展;同样,生产也会随着科技的进步而增长,两者是相辅相成,互相促进的。

首先,科技进步的程度是由生产发展的水平来决定的。恩格斯早就说过:“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”¹⁸世纪的英国之所以发生领先世界的产业革命,是因为当时的英国是最发达的资本主义国家,经济的发达决定了当时英国科技的进步;到20世纪英国经济逐渐走向衰落时,科技进步趋于减缓。20世纪中期美国、日本、德国的经济复苏和增长,又使科学技术的中心向这几个国家转移。我国解放前,由于晚期封建社会和半封建殖民地社会的经济落后,使科学技术大大落后于当时的世界水平。解放后,我国通过经济恢复和社会主义改造奠定了现代生产的基础,从而使我国科学技术也随之发展了起来,60年代初的我国第一颗原子弹的爆炸和现代科技突飞猛进地发展,充分说明了这一事实。总之,生产发展的顺利与否必然决定科技进步的程度,经济发展的水平高低决定科技发展的速度。

另一方面,科技进步也能从根本上提高生产力的发展速度,从而推动经济增长和发展。马克思曾经说过:“劳动生产力是随着科学和技术的不断进步而不断发展的。”世界上几次重大的产业革命均极大地推动了社会生产力的发展和经济的增长,这是人所共知的。现在许多国家都在潜心研究新科学和新技术,想以此恢复和促进经济的高速增长,其根本原因也就在于科技进步能促进生产力的发展,还能使社会中已有的矛盾得到缓解和淡化,使社会制度得以发展和完善。解放初期,我们通过引进技术加速发展“156项工程”,奠定了工业化基础,从而也巩固了刚建立的社会主义经济制度,随后的科学技术的发展则促进了社会主义制度的巩固和完善。当然科技进步通过促进生产力的发展,也能使腐朽的制度得以延长,比如,资本主义制度在本世纪上半期,其社会矛盾已经非常激化,但通过电子等技术的革命,使其又具有了较强的生命力。总之,科技进步能从根本上冲破束缚生产力发展的桎梏,加速社会发展,缓和社会矛盾。

科技进步与经济发展的相互依存关系,已被世界各国的经济发展道路所证实,我国过去由于种种原因,没有对科技进步引起足够重视,以致错失了诸多发展经济的良机。现在发达国家正在进行产业结构调整和转变,这对我国又是一次机遇,因此,我们必须从理论上充分认识科技进步与经济发展的相互关系。

二、科技投资的社会经济效益

科技进步能极大地提高社会生产力,但这首先要求将科技产品投入到其它部门中去,我们将它简称为科技投资。

我们知道,财富的价值是由劳动构成的,劳动量的增加或劳动生产率的提高都能引起产出的增加,这就是说:总产出=总劳动量×平均劳动生产率

劳动量和劳动生产率是产出的两个直接因素,劳动量的增加会直接影响产出的增加,同样,劳动生产率的提高会直接影响产出的增加,但二者在长期效益上却有所不同。劳动量,是人的脑力和体力支出的总和,它会受到人的生理素质和知识水平的制约,从某种意义上说,它是一种静态的量,对产出的影响必定只产生短期效益。这就是说,在短期内增加劳动会使总产出具有大的增长,但长时期就不会发生同样的效益。因此,通过增加劳动量来提高产出量不是我们发展的方向。

这样,提高劳动生产率就成了我们创造财富,增加产出的长期动力和决定因素。劳动生产率是一种相对量,它表示产出与劳动支出的比值,这是一种效率衡量值。

怎样提高劳动生产率,马克思作了经典性的论述,他认为有五大因素影响劳动生产率,其中科技进步是第二大因素,这说明科技进步直接关系到劳动生产率的高低。为了说明这一机理,我们引入科技投资的概念,这时科技进步对劳动生产率的影响就间接地反映在由于科技投资所带来的产出增加上,即体现为科技投资的社会经济效益。

假定国民经济有 n 个部门,用 $I_{ij}(t)$ 表示在 t 年第 i 部门的科技产品向第 j 部门的投资,这必然引起第 j 部门的产出增加,设其增量为 $\Delta x_j = x_j(t+1) - x_j(t)$,于是科技产品投资系数为:

$$b_{ij}(t) = \frac{I_{ij}(t)}{\Delta x_j} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

科技产品投资系数 b_{ij} 表示:第 j 部门每增加一单位产品所需要第 i 部门的科技投资产品。

第 i 部门在 t 年间国民经济 n 个部门投资的总科技产品为:

$$I_i(t) = \sum_{j=1}^n I_{ij}(t) = \sum_{j=1}^n b_{ij}(t) \Delta x_j$$

由此式解出产出增量,得

$$\Delta x_i = \sum_{j=1}^n B_{ij}(t) I_j(t) \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

式中 $B_{ij}(t)$ 为部门科技投资经济效益,其含义是:在 t 年第 j 部门科技投资产品每增加一单位,第 i 部门的生产产品将增加 B_{ij} 个单位。此式为第 i 部门的产出增量,全社会的产出增量可以由此式加总得到,即

$$\Delta x = \sum_{i=1}^n \Delta x_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n B_{ij}(t) I_j(t)$$

该式说明了科技投资对整个社会经济效益的作用机理,其规律是:科技投资是通过科技投资的经济效益对总产出产生影响的。如果我将此式简化,则这一规律显得更明朗。

为此,设

$$\text{社会总产品增长率 } R(t) = \frac{\Delta X}{X(t)}$$

$$\text{社会总产品科技投资率 } U(t) = \frac{I(t)}{X(t)}$$

$$\text{第 } j \text{ 部门科技投资分配率 } \lambda_j(t) = \frac{I_j(t)}{I(t)}$$

于是上式可写为:

$$\frac{\Delta X}{X(t)} = \frac{I(t)}{X(t)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n B_{ij}(t) \frac{I_j(t)}{I(t)}$$

即

$$R(t) = U(t) \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n B_{ij}(t) \lambda_j(t)$$

我们再定义

$$V(t) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n B_{ij}(t) \lambda_j(t)$$

为科技投资的社会经济效益,其含义是:每个单位科技投资所引起的社会总产出增长量。这样上式又可简化如下:

$$R(t) = U(t) \cdot V(t)$$

这就说明社会经济增长速度为科技投资率与科技投资社会效益之积。

科技投资对社会经济效益的作用机理告诉我们:在有限的科技投资条件下,必须提高科技投资的社会经济效益,才能保证一定的社会经济增长速度;在社会经济效益不高的情况下,增加科技投资率,也能保持一定的经济增长速度;将科技投资的重点放在社会效益较高的部门是发展经济的最佳途径。

三、科技转化、利用对经济发展的作用

科技进步带动经济发展,首先必须依靠科技投入,通过科技产品向国民经济部门的投资,使整个社会效益提高。然而,为使科技进步推动经济长期发展,还必须对科技与生产的关系进行更细致的分析。

经济发展是通过经济增长速度实现的,决定经济增长的因素很多,如劳动力、资金、技术等,其中科技进步是重要因素之一。为了探求科技投入与经济增长的关系,我们引入科技转化率、科技增长率及科技利用强度等概念。

设 $S_{Ti}(t)$ 表示在 t 年第 i 部门的科技支出系数,即在 t 年第 i 部门每增加单位产品价值中必须包含的科技投入的价值量,则第 i 部门总产出增加 ΔX_i 时,为了得到这个追加的产出量就得按 $S_{Ti}(t) \Delta X_i$ 来增加第 i 部门的科技投入,这样因科技投入而增加的总产出为:

$$S_{Ti}(t) \Delta X_i = S_{Ti}(t) \sum_{j=1}^n B_{ij}(t) I_j(t)$$

全社会总产出增加量为:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n S_{Ti}(t) \Delta X_i &= \sum_{i=1}^n S_{Ti}(t) \sum_{j=1}^n B_{ij}(t) I_j(t) \\ &= \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n S_{Ti}(t) B_{ij}(t) \lambda_j(t) U(t) X(t) \end{aligned}$$

于是,定义

$$T_r(t) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n S_{Ti}(t) B_{ij}(t) \lambda_j(t)$$

称 $T_r(t)$ 为社会产品的科技转化率, 即每单位社会总产品所包含的科技投入引起的社会产品增量, 也就是科技转化为社会产品增量占社会总产出量的比例。

定义

$$p(t) = \frac{\sum_{i=1}^n S_{T_i}(t) \Delta X_i}{\sum_{i=1}^n S_{T_i}(t) X_i(t)}$$

称 $p(t)$ 为科技增长率, 即科技投入转化为社会总产出的增量与社会总产出量之比率。

定义

$$a_r(t) = \frac{\sum_{i=1}^n S_{T_i}(t) X_i(t)}{X(t)}$$

称 $a_r(t)$ 为科技利用强度, 即每单位社会产品中所包含的科技投入利用率。

上面我们引入的几个概念之间的关系是

$$p(t) = \frac{U(t) T_r(t)}{a_r(t)}$$

即

$$\text{科技增长率} = \frac{\text{科技投资率} \times \text{科技转化率}}{\text{科技利用强度}}$$

从这一关系式中我们可以看出科技的进步与生产的交互作用关系。在单位产品所需科技投入一定的前提下, 单位社会产品的科技投资越多, 科技转化为社会产品的功能越强, 则科技投入转化为社会总产出增量越大。

前文已经说明, 经济增长速度为科技投资率与科技投资效益之积, 即 $R(t) = U(t) \cdot V(t)$, 将两个公式统一起来, 可得

$$R(t) = \frac{a_r(t) V(t)}{T_r(t)} \cdot p(t)$$

这就是科技发展速度影响经济发展速度的关系式, 它说明了科技进步通过一种系数 $\frac{a_r(t) V(t)}{T_r(t)}$ 影响经济发展速度。我们令该系数为 $A(t)$, 显然 $A(t)$ 是动态的, 它既决定于科技进步本身, 又决定于生产, 还决定于科技与生产的交互关系。因此, 系数 $A(t)$ 的变化也是复杂的。从理论上我们可以考察它的三种变化情况:

(1) $A(t) = 1$, 这时经济增长速度与科技增长速度相等, 现实经济生活中容易发生这种情况, 其条件是: 科技的社会经济效益等于科技转化率与科技利用强度之比, 即 $V(t) = \frac{T_r(t)}{a_r(t)}$, 然而这种情况并不很普遍。

(2) $A(t) > 1$, 这时经济增长速度比科技增长速度快, 它所需要的条件是科技的社会经济效益高于科技转化率与科技利用强度之比。一个社会在经济处于起飞阶段往往是这种情况, 如二战后的日本、德国、解放初期的中国等。

(3) $A(t) < 1$, 这时经济增长速度慢于科技增长速度, 科技则会出现超前增长势头, 其条件是: $V(t) < \frac{T_r(t)}{a_r(t)}$, 即科技的社会经济效益小于科技转化率与科技利用强度之比。一般在固定资产普遍更新前期属此种情况, 这时也往往伴随着科技革命的开始, 而经济则多数处于经济周期的复苏阶段前期。

科学技术是生产力, 它是不断向前发展的, 所以一般地讲 $p(t) \geq 0$ 。经济周期论和经济现实告诉我们, 经济可能出现负增长, 即有时可能 $R(t) < 0$ 。这种情况的出现, 一方面是由于科技经济效益的非正常变化, 即在其它条件不变的情况下, 科技经济效益为负 (有时人们不讲究科

技投入产出效益时,这种情况很容易发生),这时经济会出现负增长。另一方面,经济本身必然会出现周期性波动,这时经济出现负增长显然源于经济增长的内部。但无论如何,科技经济效益的非正常变动必然引起经济负增长,这说明科技进步推动经济发展不是没有条件的。

四、科技进步推动经济发展的条件

科技进步能够推动经济的发展,可是它必须具备一定的条件。

第一,科技与生产应该具有相关关系。先进的科学技术,如果与生产实践没有关系,或者相关不大,它对生产,对经济的发展就起不到多大作用,这时科技进步就不能有效地推动经济发展。如军工科技,如果不能转化为民用,则很难对经济起推动作用(当然军工的发展可以对经济发展起保护作用)。不同的科技与生产是具有相关性的,基础科学与生产的相关性不大,而应用科学对生产的相关性却很大。科技对生产的相关性越大,对经济发展的推动作用越强,收效也越快。但是,我们不能因此认为,与生产相关性大的科技就应当发展,与生产相关性不大的科技就不发展。基础科学、理论科学虽然对实际生产作用不明显,但它的水平决定着将来的应用科学、具体科学技术的发展程度。因此,各个层次的科技都应当发展。我们应该做到科技发展有系统性,有整体性,从总体上保证科技与生产具有强动态相关关系。

第二,应努力缩小科技应用于生产的时滞。科学技术具有很强的时间性,科技一旦发明出来,立即应用于生产,会充分显示其先进性,对经济发展会起着令人十分满意的促进作用。相反,科技发明出来后很长时间不能应用于生产,则经济发展纯粹损失了这一段时间,经济发展的长期速度也相应得不到提高。缩小科技应用于生产的时滞,减少人为的损失,这是科技进步顺利推动经济发展的先决条件。

第三,提高科技的应用效益。科技应用于生产的整个过程,实际上也是一个经济过程。在这个过程中,必须讲究“以最少的投入,获得最大的产出”。在我们的上述公式中,就是提高要 $V(t)$ 的值。先进的科学技术应用于生产,可能会由于种种原因,使应用先进技术后的效益还不如以前的效益。如引进的成套先进设备弃而不用,或者对使用的先进设备无所适从,各种环节不配套等等。出现这些情况,往往是由于先前的可行性研究不够,或生产管理跟不上,劳动力素质不高,原材料脱节,产品运销不对路等原因造成的。这就要求我们从根本上提高科技的应用效益,重视利用先进技术的经济合理性研究,依据本单位实际情况正确决策,不可一哄而起地用“先进”,最后又一窝蜂地退下来。

以上三点是科技进步能够推动经济发展的三个基本条件,除此之外,还有许多具体条件,如科技与国情、科技与生产结构、科技与市场状态、科技与国际经济环境、科技与经济周期等方面,均有具体的要求。在实际工作中,我们必须统筹考虑,根据实际情况进行正确决策,这样才能保证科技进步有效推动经济发展。

参 考 文 献

- 1 匡永祝:《经济计划与投资决策》,《基建管理优化》1991年第1期。
- 2 匡永祝:《国民经济长期投资的动态效益分析》,《投资研究》1992年第1期。
- 3 Kuagongzhu Optimal Estimation and Control Of stochastic Economic systems Proceeding Intern
AMSE confer. USTC Press Vol. 5(1992) 3008—3013