

基础研究和技术创新的关系 是不是单向的

武际可*

周恒**

(北京大学 北京 100871) (天津大学 天津 300072)

关键词 基础研究,技术创新

在《中国科学院院刊》2008年第2期的‘高层视点’上,刊登了一篇题为“基础研究是科技创新之源”的文章。

一般来说,这个题目的含义似乎没有什么不妥。但事实上,基础研究和科技创新的关系并不是那么简单。文中为了说明这一观点所列举的例子就恰好提供了相反的例证。

文章中说:“人类文明史告诉我们,科学技术的基础研究的每一重大突破,往往都会对科学技术的创新、高新技术产业的形成产生巨大的、不可估量的推动作用。人类历史上的三次重大技术革命都强烈地依赖于科学理论、基础研究的突破:第一次发生于18世纪60年代,主要标志是蒸汽机的广泛应用,这同近代力学、热力学发展有着密切的关联;第二次发生于19世纪70年代,主要标志是电力的应用,是电磁理论突破引发的成果;第三次始于20世纪40年代,是在相对论、量子力学等基础理论突破的基础上产生的,其主要标志是原子能技术、电子技术和空间技术的广泛应用。今天对基础研究的投资就是在播撒未来的经济社会发展的种子,明日的应用研究及商业竞争力一定是根植在雄厚

的基础研究沃土中。”

上面所列举的第一个例子,即:“第一次发生于18世纪60年代,主要标志是蒸汽机的广泛应用,这同近代力学、热力学发展有着密切的关联”,就恰好是一个反例。

一般认为,瓦特改进蒸气机是在1769年前后,而牛顿之创建力学是在1687年,因此似乎可以推测力学一定对蒸气机的发明起了作用。但科学和技术并不是一开始就紧密结合的,它有一个发展过程。如果看一看力学发展史,就可以看到,在牛顿之后的大力学家中,比瓦特早或同时代的有伯努利家族、欧拉、达朗贝尔、拉格朗日等,他们都不是英国人,发表文章时用的自然不是英文,有的甚至是拉丁文。而且他们的研究大多是纯理论的研究,没有多少可直接用于机器和工程的内容。事实上,力学和工程技术的大规模的结合开始于18世纪后期,特别是在材料力学、结构力学、弹性力学和流体力学等连续介质力学的分支得到充分发展以后,但那已是19世纪中叶的事了。那时的力学才是一般所说的近代力学。

至于热力学的创建更是在蒸气机的发明之后。英国蒸汽机的使用和普及并不是18世纪60年代的事。1712年纽可曼(Thomas Newcomen, 1663—1729)就发明了大气压蒸汽机。但由于效率低,速度也不能



中国科学院

* 北京大学教授。E-mail:wu_jike@sina.com

** 中国科学院院士,天津大学教授。E-mail:hzhoul@tju.edu.cn

收稿日期:2008年5月15日

控制,所以只能够用于矿山抽水。1765年瓦特(James Watt,1736—1819)给蒸汽机添加了冷凝器,使蒸汽机的效率大为提高。到1782年前后,瓦特又发明了离心调速器,才使蒸汽机的速度可以控制,并且由于博尔顿(Matthew Boulton,1789—1864)的加入成立了博尔顿-瓦特公司,才开始批量生产蒸汽机。可见蒸汽机比较普及使用是18世纪80年代以后的事。而有关热力学的研究,我们可以追溯到热力学第一定律的提出最早是迈尔(Julius Robert Mayer,1814—1878)于1842年发表的论文提到的,其后焦耳在1843年、亥姆霍兹在1847年分别发表文章提出热功当量与热能转化守恒。至于热力学第二定律则最早可以追溯到卡诺在1824年的论文,又过了20年克劳修斯提出了熵的概念,提出在孤立系统的变化中熵增加的热力学第二定律的新表述。至此,热力学才初具规模。可见热力学是在蒸汽机大量使用之后的大约半个世纪才有的。

对于蒸汽机的产生是不是得益于基础研究的成果,这早在1824年由米克尔姆写的一本书《描述蒸汽机史》(*Discriptive History of the Steam-Engine*)的序言中说得明白:“我们现在已经不得而知,是谁散布这样的说法:‘蒸汽机的’发明是科学历来奉献给人类最贵重的礼物之一。事实是,科学或科学家在这件事上始终什么也没有做。诚然,在今天,理论家给任何机器或机构所做的那点工作并不比过去更形无益。然而,这发明是实际工作的机工——而且仅仅是他们做出的,也是他们加以改良和完善的”^[1]。

因此,说:“近代力学、热力学”对蒸汽机的普遍使用“产生巨大的、不可估量的推动作用”,是不符合历史事实的。倒是反过来说,蒸气机和其它大机器的使用,对力学和热力学的发展起了促进作用,更接近事实。恩格斯曾说过:“如果像您所说的,技术在很

大程度上依赖于科学状况,那么科学却在更大得多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,这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进”^[2]。就是这个意思。

再有,认为20世纪40年代后的空间探索技术的发展,受量子力学和相对论基础研究的推动,也与事实不符。钱学森先生在1969年就曾说过:“一直到今天,航天技术虽说把人类的活动范围大大地扩展了,是一项很大的成就。但是其所用的原理却是古老的,没有超出20世纪初的东西。既没有用上相对论,也没有用上原子物理、核物理等在20世纪30年代才大大发展起来的東西;从这一点来说航天技术的发展没有核技术来得深刻”^[3]。

我们并不反对说基础研究对技术发展有巨大的推动作用,但必须承认,基础研究和技术发展的关系不是单向的。固然,可以举出在20世纪,由于在某方面基础研究的突破,促成了某些重要技术的形成和发展。但也可以举出技术发展走在基础研究前面的例子。因为,有些技术的发展是社会需要,并不是基础研究促使的。例如,我国泥沙和风沙的治理,就不是在对泥沙或风沙的运动规律已经清楚的情况下进行的。反倒是工程实践的需要及积累的经验和数据,对泥沙或风沙的运动规律的研究起了促进作用。

文章中还有一点需要加以推敲:“科技与经济的结合、创新链与产业链的互动必须深入到基础研究的层次和水平上,才会实现真正的紧密的结合,才能实现基础研究与科技进步、经济社会发展的良性循环、相互促进的机制”。

产业链的形成意味着大规模生产的开始,而基础研究是探索未知。从发现规律到最终形成产业,中间有很多环节,要有应用基础研究、关键技术研究、产品定型等。其中

无论哪一步都不是简单容易的事。例如,核聚变的原理早就知道了,受控核聚变的概念和可能的途径也早就提出来了,技术上的开发也已有几十年的历史了,但用受控核聚变的方法解决人类的能源问题,从任何意义上讲,现在都还远远谈不上产业链的问题。事实上,对某些产品,即使关键技术已解决,除非是军用品,可以不顾成本,否则还有一系列成本、原料、环境等等问题都要仔细考虑,才能谈得上启动产业链,否则就可能造成大的浪费。就以燃料电池电动汽车来说,燃料电池的发明甚至早于内燃机。但由于至今还有若干关键问题没有解决,美国人就老实实在地承认,现在还无法确定将来替代内燃机的最佳技术路线是什么。事实上,要想替代内燃机,新能源发动机必须同时满足以下条件:(1) 发动机加燃料容器的总体积及总重量,至少应和内燃机加油箱的差不多;(2) 汽车累计行驶 20 万公里前,不需要更换发动机或其主要部件,除非发动机或该主要部件较便宜(以内燃机为动力的汽车一般在行驶 20 万公里前,发动机不需大修);(3) 燃料补充的方便程度和内燃机的相当;(4) 包括燃料制备过程在内的总合热效率不低于内燃机的;(5) 燃料制备过程造成的污染不高于内燃机排放的;(6) 综合使用成本(包括燃料的制备、储存、输运、分配等)与内燃机的相当,特别是车主的花费和用内燃机汽车时相当;(7) 废发动机及燃料容器的回收及处理所需费用及造成的环境问题不大于内燃机的;(8) 加一次燃料能行驶的路程不少于 500 公里;等等。任何一个条件在没有把握满足前,就谈不上启动产业链。除非是石油已接近枯竭,急需上马。但那至少是三四十年之后的事。而那时也还要和其它可能的替代发动机在上述几个方面做比较,才能确定究竟走哪条路。

最后,虽然我们承认文章中的第一句,即:“科学基础研究的每一重大突破,往往都会对科学技术的创新、高新技术产业的形成产生巨大的、不可估量的推动作用”大致是对的,但也不能一概而论,也有推敲的必要。有不少基础研究的重大突破,就不一定能够对高新技术产业的形成起推动作用。例如,星系的演化及宇宙起源、人类的起源及进化、黑洞是否存在、生物进化中缺失环节的寻找等研究的突破,就看不出对高新技术产业的形成和发展会有什么帮助。但它们对人们正确观念的形成,却可能有重要的影响。这正是基础研究的另一个重要的作用。不过,在这里我们不是在全面探讨基础研究的重要性,所以提一下也就可以了。

2008 年 5 月 12 日,报纸上刊登了温家宝同志的题为“让中国的大飞机翱翔蓝天”的文章。也许我们可以从中看到温家宝同志在未来大飞机的产业化问题上的态度。在“正确认识和处理研制攻关同实现产业化的关系”一段中,他指出:“研制阶段以研发和设计为主,风险很大。特别是核心技术的研发和突破,需要依靠以企业为主体、产学研相结合的技术创新体系,需要发挥社会主义制度集中力量办大事的优势,举全国之力联合攻关。造出样机只是成功的开端,还要通过不断试飞、不断总结经验和不断改进设计,逐步满足用户需要,才能谈得上产业化”。

主要参考文献

- 1 亚·沃尔夫.18 世纪科学、技术和哲学史(下册).北京:商务印书馆,1995,731.
- 2 恩格斯.致瓦·博尔吉乌斯(1894 年 1 月 25 日).马克思恩格斯选集(第 2 版第 4 卷).北京:人民出版社,1995,732.
- 3 涂元季.人民科学家钱学森.上海:上海交通大学出版社,2002,81.



中国科学院