

关于技术创新问题的若干认识

殷瑞钰

(钢铁研究总院, 北京 100081)

[摘要] 讨论了科学、技术、工程、产业的本质与含义, 研究了科学—技术—工程—产业的知识链, 指出技术、工程与经济的关联程度远高于科学与经济的关联程度。文章强调科学与基础研究是资金向知识的转化, 而技术创新则是在资本的支持下, 使知识通过市场向效益、利润的转化。工程师是新生产力的重要创造者, 也是新兴产业的积极开拓者。工程师要面对的是不同层次、不同领域、不同尺度上的技术创新。在经济快速成长时期, 应该更加重视工程师的创造性劳动。培养大批工程技术创新人才是推进经济发展、社会进步的必然要求。

[关键词] 科学—技术—工程; 技术创新; 工程师

[中图分类号] T-19; TB **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2002)09-0038-04

1 关于“科学—技术—工程—产业”知识链

科学发现推动了人们在认识世界过程中形成科学原理, 工程技术的使命则是把科学原理、科学方法变成改造世界的能动力量。可以说工程技术架起了科学发现与产业发展之间的桥梁, 是产业革命、经济发展和社会进步的强大杠杆。

工程科学、工程技术在推动人类文明的进步中一直起着发动机的作用。近代世界社会生产力的发展史, 是科学发现、技术创新、产业革命相互促进的历史。蒸汽机发明以来, 工程科学、工程技术飞速发展, 世界生产力发生了革命性的飞跃, 人们的生产方式和生活方式也发生了根本性的变化。在发电、核能、航空航天、计算机、基因组工程等领域取得的重大工程技术成就, 使人类世界的物质文明和精神文明迈入了新的历程。

现在, “创新”已经成为一种主流话语和热门话题, 时常出现“科技创新”一词。对此应该进行认真的推敲, 注意在“创新”话题中科学与技术的差别。如果不分清科学与技术的本质和关系, 以及

它们对经济的作用, 在科学、技术不分的观念下, 要解决科技与经济所谓“两张皮”的问题, 可能会事倍功半。

在这里讨论一下科学、技术、工程、产业的本质及其相互之间的关系, 对认清其哲学范畴、经济意义、社会价值也许是有帮助的。

科学是研究自然界和社会事物的构成、本质及其运行的系统性、规律性的知识体系。科学的目的与价值在于探求真理、弄清自然界或现实世界的事实与规律, 求得人类知识的增长。所以, 科学是研究与探索、分类与归纳、发现与开拓, 是对自然界和世界上客观存在的诸多事物的本质与运行规律的揭示和逼近的描述。

技术也是一种特殊的知识体系, 现代技术往往是运用科学的原理、科学方法开发出来的设计系统、制造系统、调整运作和监控系统以及各类产品、装备等。例如: 工艺方法、生产装备、仪表、仪器、自动控制系统以及新产品、新装备等, 这是一类经过开发、加工的知识、方法与技能体系。技术是需要很多资金开发出来的有经济目的、社会目的的知识系统。技术的特点, 在于突出发明与创

新。与科学不同，技术在很大程度上有其经济属性和产业特征。而科学往往注重的是公共知识、公共目标。

《辞海》对于“工程”一词的解释是：**a.** 将自然科学的原理应用到工农业生产中去而形成的各学科的总称。**b.** 指具体的施工建设项目。我们讨论的工程一词的含义显然是广义的。根据《不列颠百科全书》解释，与 Engineering 范畴相对应的工程师职能分为：**a.** Research（研究），**b.** Development（开发），**c.** Design（设计），**d.** Construction（构建），**e.** Production（生产），**f.** Operation（操作，运行）。总的来看，工程的内涵离不开研究与开发、设计与制造、操作及管理等方面的内容。因此，从实质上看，工程可以看成是以一种核心专业技术或几种核心专业技术加上相关的配套辅助技术所构成的技术组合应用的知识体系。工程系统的开发与建设，往往需要比技术开发投入更多的资金，具有很明确的经济目的或特定的社会服务目标。工程往往表现为某种生产作业线，某种工程设施系统，各种工、农业的设施网，等等。因此，工程既有很强的、综合的知识属性，又具有更强的、更明确的经济属性。

产业则可以看成是建立在不同专业技术、不同工程系统基础上的工、农业的各种门类的专业生产和社会服务系统。例如制造业、电业、交通运输业、农林业、水利业等。产业是经济范畴内的一种专业系统，它是由同类的或相似的工程技术系统加上相关的工程技术系统集合而成的。产业的目标主要是盈利和公益，经济性、社会公益性非常明显。产业技术、产业工程系统的开发、投资首先是着眼于市场、着眼于社会服务对象的，而不是首先为了认知事物的本质与运行规律。

由此可以看出，科学与技术（工程）是两种既相关又有区别的人类文明活动。科学与技术（工程），科学家与技术专家、工程师，实际上是一种交集，是相互区别又相互联系的。不过，值得注意的是，这个交集彼此都不应覆盖对方的核心部分，不能包办对方的专业活动领域。

从某种意义上讲，科学—技术—工程—产业是一种知识链，当然不能理解为一种简单的线性链。如果要从经济角度上看分界，则科学（特别是基础性的研究）应是一种对自然界和社会本质运行规律的探索与发现，并不一定要有直接的、明确的经济

目标。而技术、工程则有着明显的经济目标或社会公益目标，甚至从某种意义上也可以划入经济范畴。技术、工程的研究开发，必将联系到市场、资源、资金、成本、利润等经济方面的基本要素。

换言之，在科学领域，人们活动的主要评价原则是服从于对科学发现和学术原创性的承认；在经济领域，人们活动的主要原则是服从于商品与货币。因此，不难看出，技术、工程与经济的关联程度远高于科学与经济的关联程度。越是在经济快速增长和发展的时期，对技术（工程）创新的需求程度就越高。

2 竞争与创新

为了解决我国经济结构的调整、优化，合理利用资源，保护生态环境，提高人口素质，彻底消除贫困等重大问题，实现工业化和现代化的宏伟目标，必须高度重视和大力发展工程技术和工程科学，促进技术创新，为经济建设和社会进步提供更大的动力，为企业的市场竞争力提供核心保证。

当前，经济朝着全球一体化的方向发展，各国的社会、科学技术和经济都面临巨大的结构调整，其中充满着新的机遇和挑战，其实质是竞争加剧。竞争源于差异，竞争是通过差异来显示优劣，进而实现优胜劣汰。在竞争进程中，差异的表现方式、方法是多种多样的，诸如成本差异、性能差异、时间差异、市场差异、地域差异，等等。为了显示差异，实现优胜，就要求人们善于创新。每个国家、每个地区、每个企业都必须重视通过实施创新，在经济全球化的进程中适应竞争，获得胜机。

激烈的竞争不仅要求对创新的涵义和领域有全面的把握，而且对创新速度和创新时机重要性的认识也十分重要。从广义上看，创新不仅包括了技术原理、新技术、新装备、新产品，以及新的服务方式、方法等，也包括了更大尺度或更高层次上的新的工程系统、工艺过程（流程）、服务网络体系等，还包括新的组织结构以及对管理和领导方法的新认识，其中特别重要的是发展战略、方式、方法等所谓“软科学”方面的创新。

竞争是多因素、多目标的，竞争必须重视综合竞争力。竞争不仅包括价格、成本、质量、品种、规格，也包括过程服务和制造过程的灵活性等。与此同时，必须看到在当代世界上竞争已经进一步扩展到环境保护、环境友好、生态平衡等可持续发展

因素,还必然涉及到资金的投入产出,资金的回收速度等财务、金融因素。

必须认识到,面对市场供求的不断变化和消费者需求的不断更新,竞争者做出反映变化的决策速度以及学习适应变化的能力(这也可以看成是一种素质)也是一个关键,这就是发展战略创新和创新速度的重要性所在。注意到市场变化的脉搏以及相关技术的成熟程度,把握好技术创新的时机也是发展战略创新的重要内涵。

在长期科技实践过程中,人们逐步认识到,科学、基础研究是资金向知识的转化,而技术创新则是在资本的支撑下将知识通过市场向效益、利润的转化。知识转化为新工艺、新装备、新产品、新的系统结构等,到底有没有创新的价值?主要取决于社会和市场消费者的检验和需求。不少专利技术被束之高阁,就是一种反证。

在创新过程中,往往需要基础研究,有时甚至是十分重要的。因此,不能犯短视症……。但是,对于技术创新而言,只有基础研究是不够的,局限在实验室技术的水平上也是不够的,创新需要更宽阔的知识面,更多的技术集成,更有效的手段……,所有这些都会归结到对创新人群的素质、能力提出更高的要求。

实际上,改革也好,创新也好,永远是一种有冒险成分的探索与有风险、有压力的实践,因为创新、改革往往要脱离已有的习惯,已有的模式和熟悉了的环境,而人们往往喜欢稳定或者习惯于稳定,习惯于熟悉的老环境、老模式……。因此,从某种意义上讲,我们自身都有可能是创新的障碍,人人都要做好战胜自我的准备。人们都要不断学习思考,重视创新,支持创新,参与创新,尽快使自己从传统的习惯、模式、环境的束缚下挣脱出来,转入充满活力的创新轨道中。

3 工程师——创新者

工程师是新生产力的重要创造者,也是新兴产业的积极开拓者。工程师面对的是一个不同层次、不同领域、不同尺度上的技术创新。工程师不仅要能解决新兴生产力、新兴产业中的诸多工程、设计、生产技术以及产品开发等问题,而且要有广博的科学知识和严谨扎实的务实风格,以此为基础,结合市场、资本等因素激发出创新的灵感、思想和主意。

高度重视工程师的创造性劳动,培养大批工程技术创新人才,是推进经济发展和社会进步的必然要求。中国工业化、现代化的任务还十分繁重,路程还很长,面临全球经济一体化的大潮,我们试图在有条件的领域,有条件的产业内实现跨越式发展,这一切,都需要大力加强工程技术、工程科学的研究开发,努力设计、建造、运行好新的工程系统,其中充满着技术创新的机会和需求。

我们强调工程师应是创新者,工程师创新的目标是:用知识密集的发展战略取代资源密集的发展战略,通过知识密集发展战略用最小的资源和能源消耗和适当的资金投入,创造出尽可能最大化的、直接的财富并实现可持续发展。这在很大程度上是不同于科学家或教育家的。

工程师必须联系市场进行创新。联系市场进行创新必然面临多尺度观念问题,也就是不同尺度上、不同层次上有许多不同的命题;不同尺度、不同层次上的命题之间的关系问题——结构性问题。而这些多尺度、多层次的命题又有着鲜明的时代性和阶段性。这就是创新的时空感和创新的复杂性。

工程师在技术创新过程中一定会面临一个角色定位问题。这就是一定要搞清楚自己的现实位置,是属于原始创发者,还是属于跟踪性创新者;是属于领先者、赶超者还是落伍者;在此基础上确定方向,明确位置,规划进程。工程师在技术创新过程中一定要注意看准问题,利用比较优势、后发优势,通过创新,突破关键,或是遥遥领先,或是后来居上,从而取得商机,获得效益。

科学家在科学领域中研究,是真理、事物本质的发现者、探索者,而且是不断夯实知识基础,不断发现、孕育新的技术、工程的增长点,科学是知识的源泉。工程师在工程技术领域和经济领域中活动,是技术创新者,是财富的直接创造者。在某种意义上讲,工程师与企业家、管理家没有明显的鸿沟,因为他们工作的领域主要属于经济领域。

在我国解放前的一百年中,工业不发展,农业落后,工程技术缺乏发挥作用的社会经济条件,所以社会上曾经出现过重科学家,轻工程师的现象。随着国际经济竞争日益加剧,人们认识到这首先是技术创新和生产力的竞争。因此,在经济快速成长时期,应该更加重视工程师的创造性劳动。培养大批技术(工程)创新人才是推动经济发展、社会进步的当务之急。

Considerations on Technology Innovation

Yin Ruiyu

(Central Iron & Steel Research Institute, Beijing 100081, China)

[Abstract] The knowledge chain of science-technology-engineering-industry is studied in this paper based on their essences and meanings. It is pointed out that the connection of technology and engineering with economy is much tighter than that of science with economy. It is stressed that science-fundamental research is the transformation of capital to knowledge, and that the technology innovation is the transformation of knowledge to benefit and profit through market by the support of capital. Engineers are the important creators of new productive force and active pioneer of new industrial field. Engineers will confront with technology innovation at different levels, in different areas and on different scales. Much more attention must be paid to the creative work of engineers, especially in rapid economic growth period. The cultivation of a large number of qualified personnel in technology engineering is the requirement for promoting economic development and social progress.

[Key words] science-technology-engineering; technology innovation; engineer

第七届国际岩石爆破破碎学术会议在北京举行

[本刊讯] 由国际岩石爆破破碎委员会组织领导，中国工程爆破协会和中国力学学会承办的第七届国际岩石爆破破碎学术会议于8月12日至15日在北京友谊宾馆举行。这是亚洲国家第一次承办该项系列国际学术会议。与会代表来自五大洲24个国家和地区，共218人，其中国外代表60余人。

国际岩石爆破破碎学术会议，是国际岩石爆破破碎领域最高级别的系列性学术会议。首届会议于1983年在瑞典举行，每3年一届，先后在美国、澳大利亚、奥地利、加拿大、南非举行了前六届会议。在1999年南非第六届会议上，通过激烈竞争，中国工程爆破协会代表整个亚洲赢得了本届会议的举办权。

本届学术会议得到国内外同仁的大力支持，共收到选入论文集的论文149篇，其中国内106篇，国外43篇。安排大会宣读89篇，张贴交流60篇。这些论文表明近几年来岩石爆破破碎新理论与新技术的发展，在国内外基础原料开采和基础设施建设中一直发挥着广泛而重要的作用。新中国成立后，工程爆破技术先后在我国农田水利建设、矿山采掘、铁路（公路）修筑等国民经济基础的恢复和建设发挥了第一生产力的重要作用。改革开放以来，我国工程爆破科技事业获得了更加蓬勃的发展，科技发展与工程建设紧密结合，在三峡工程、青藏公路、西气东输工程等建设及其他国民经济基础建设项目中正在发挥更大的作用。同时，我国在起爆器材、乳化炸药、峒室爆破、城市拆除控制爆破等领域已跻身于国际先进行列；向国外出口技术和产品，在国内建设工厂，承办工程，直接参与国际市场竞争，受到国际同行的广泛关注。

第七届国际岩石爆破破碎学术会议在我国举行，对促进我国岩石爆破破碎科技工作者与国际同行的交流和合作，进一步提高我国岩石爆破理论研究和工程技术应用水平，将会产生积极的作用和影响。