

科技成果转化实践及其机理

原玉全 霍振水 李世林 刘立新 王京京 编著

国防工业出版社



前 言

江泽民同志在党的十五大报告中,指明了我国在世纪之交的指导理论、战略目标、基本路线和任务。告诉全党和全国人民在新世纪将要到来的时刻,我们面对着严峻的挑战,更面对着前所未有的有利条件和大好机遇。世界格局走向多极化,和平与发展是当今时代的主题,可能争取较长时间的国际和平环境,这有利于我国经济建设;世界技术的突飞猛进,经济持续增长,对我国在一个高起点上发展也是有利的。国内多年来积累了可观的综合国力基础,改革开放创造了良好的适合社会发展规律的体制条件,开辟了广阔的市场需求和资金来源,调动了全国人民的积极性。在邓小平理论伟大旗帜下,建设有中国特色社会主义事业定会取得伟大成功。与此同时,我们面对严峻的挑战。美国经济增长1%的绝对数要超过我们经济增长的10%,因此,要清醒认识我们的困难,利用有利条件,在世纪之交抓住机遇,经过几代人的努力,缩小差距,使我国在下个世纪中基本实现现代化,可以达到中等发达国家水平,建成富强、民主、文明的社会主义国家。

1988年邓小平同志提出“科学技术是第一生产力”的英明论断,解决了我们在认识上和实践中争论的问题。江泽民同志1991年指出实现现代化的关键是科学技术,我们的农业现代化、工业现代化、国防现代化,没有一项能离开科学技术现代化。我国的机遇在于依靠科学技术的进步、跨越别人走过的几个台阶,在比较高的起点上,建设和发展社会主义市场经济和科技自身,使我国在有限的资金、人才(这是我们的弱项)基础上获得较高的收益和较快的发展。

这种发展的竞争在世界范围是十分激烈的,抓住机遇也是困难的。我国属发展中国家,不富裕,要拿出大量资金与发达国家抢科技制高点,是有困难的。因此,我们的机遇在于科技成果转化,从成果转化中获取高额效益。日本人曾经这样做过,使其一跃成为经济强国。东南亚各国也这样做过,也取得了好效果。目前,虽然他们都碰到持续发展的问题、金融危机问题,但其经验教训均可借鉴、预防。

基于上述理由,本书从科技成果管理的实践出发,论述在社会主义市场经济条件下,科技成果转化中的相关问题处理,并试图做些理论上的研究探讨。由于篇幅、学识的限制,本书不可能面面俱到,但愿能起到抛砖引玉的作用。

我国领导人极为重视科技成果转化,大力宣传科学技术是第一生产力的伟大理论,但从计划经济向市场经济转变过程中,存在一定困难和阻力,国防科技成果转化实践也一样。管理人员和技术人员一样,都承受着极大的压力,但科技成果转化是涉及国家重大利益的事业,愿同仁们共同努力,创造更优异的成绩,奉献给生我养我的祖国大地。

本书由国防科技成果办公室原玉全、霍振水、李世林、刘立新、王京京共同编写,并由原玉全执笔和统稿。疏漏不妥之处,敬祈读者批评指正。

编著者

内 容 简 介

本书主要阐述了科技成果在市场经济条件下转化的实践和机理,探讨了转化规律。从促进科技成果转化的国策出发,讲述在成果转化的实践中,成果转化的主体——企业及技术单位、技术经济服务业、政府、金融等部门在选项、可行性分析研究及决策、实施过程中应开展的工作和操作方法等,目的在于使科技成果转化过程中,明确涉及到的人群应采取的促进措施。

就历史发展看,科学技术在经济建设和社会发展中起着关键作用,但这个关键作用是否能发挥出来,是有必要条件的,是遵循一定的客观规律的。我国自向社会主义市场经济转轨以来,加快了前进步伐,确定了科教兴国的战略,对科学技术的社会功能做了肯定,提出科学技术是第一生产力的论断。在这样一种体制发生重大变革的时期,如何遵循科技发展和技术成果转化的自身规律办事,是至关重要的。本书从国防科技成果管理、科技成果转化、技术市场管理的实践经验出发,从科学学的角度,探讨了科技成果通过市场手段转化的机理及相关问题,可操作。本书可供政府工作人员、投资者、技术市场从业人员、技术发明人、企业家等使用,也可供大专院校师生参考。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 科技自身发展规律	1
一、对科技自身发展规律研究的历史与现状	1
二、科学与技术是两个概念	3
三、科技自身发展的动力与环境	6
四、开放的大系统	9
第二节 我国的科技成果转化	10
一、战略和问题	10
二、实施措施	11
三、努力符合客观规律	11
第三节 科技成果管理科学是科学学的一个分支	11
一、科技管理科学的产生	12
二、科学学与科技成果管理学	12
三、科技成果管理的核心是促进成果转化	13
四、科技成果管理系统工程	13
五、科技成果管理原理、原则、方法和技术	18
六、科技成果管理的重要性	26
第四节 科学技术发展到今天的问题	27
一、科技前沿	27
二、科技成果转化加速并形成新产业	28
三、综合性加强	28
四、军转民的加速及军民共用技术开发	29
五、信息网络功能加强	29
六、国际合作加强	30
第五节 科技成果转化需要探讨的问题	32
一、形势分析后的对策	32
二、涉及到的一些概念和定义	32
三、涉及到的人群	37
四、涉及到的投资	39
第二章 科技成果转化的规律	41
第一节 科技成果转化的典型实例	41
一、人才的培养	41
二、在实践中锻炼成长	41
三、学术交流,相互促进	42
四、人才流动——选择合适的环境	42
五、在困难中前进	43

六、注重成果转化,吸引企业投资	43
七、基础研究的成果不是一下子就能变成现实有用的东西的	44
八、战争对研究的促进及国家投入	44
九、战后研究工作的发展及政府干预(计划、资金、监督)	46
十、政府扶持的经济技术服务机构建立及研究规模扩大	46
十一、人才的作用	47
第二节 几个值得注意的问题	49
一、基础研究、应用研究、开发研究及工程化的相互渗透与促进	49
二、基础研究、应用研究、开发研究中人是至关重要的因素	49
三、经费来源	50
四、大学和政府研究所	50
五、企业的参与	51
第三节 科技成果转化的规律	51
一、历史的进步	51
二、科技成果转化规律探讨	51
三、研究的问题	54
第三章 科技成果转化主体	55
第一节 把经济建设转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来	55
一、问题的提出	55
二、国营大中型企业	55
三、提高劳动者素质	56
第二节 行为科学的一点常识	57
一、需要引起动机	57
二、需要是多样的	58
三、动机	58
四、行为	58
第三节 企业吸收新技术时的技术经济思考	58
一、存在问题	59
二、技术经济原理	60
三、技术方案综合评价	62
第四节 市场需求预测	63
一、市场需求预测技术的使用	64
二、市场需求预测方法	67
三、抽样调查方法	68
四 现场调查方法	69
第四章 可行性分析研究	71
第一节 投资项目周期和投资前研究的种类	71
一、投资项目周期	71
二、投资前研究的种类及内容	74
三、初步可行性研究	82
第二节 投资前研究的基本问题	84
一、战略方向	84
二、项目范围	88

三、投资前研究所依据的数据	89
四、方案的选择和核实	90
五、术语解释和有关事项	90
六、进行研究	94
第三节 改建和扩建项目的可行性研究	95
一、改建项目的研究	96
二、扩建项目的研究	99
三、现有企业的分析	100
第四节 技术经济服务业	103
一、组成	103
二、任务	103
三、现代化手段	105
第五节 财务分析与投资评估	106
一、财务分析的范围和目标	106
二、财务分析的基本方面和投资评估的概念	107
三、投资评估方法	108
四、通货膨胀对财务分析和评估的影响	108
五、经济评估的必要	109
六、在投资前阶段的决策	110
第五章 技术方在技术成果转化中的作用	111
第一节 成果通过法定评价	111
一、科技成果评价的指标体系	111
二、科技成果评价的方法	114
三、科技成果鉴定	115
第二节 让技术成果成为技术商品	117
一、科技成果成为商品是社会发展的客观规律	118
二、技术商品的特征	118
三、技术商品流通特性	120
四、可以成为技术商品的技术成果	121
第三节 科技成果信息流通	121
一、成果登记概况	121
二、成果登记的目的	122
三、成果登记的范围	122
四、成果登记的格式	123
五、成果登记的程序	125
六、提高成果登记的积极性	127
七、科技成果信息流通和反馈	127
第六章 技术市场	130
第一节 开拓技术市场	130
一、技术市场的定义	130
二、技术商品交易种类	132
三、技术市场的管理	132
第二节 关于技术合同法	134

一、我国技术合同法建立的历史过程	134
二、我国技术合同法的特征	134
三、有关技术商品流通中的一些专用名词解释	136
四、技术合同的种类	140
五、技术合同的管理	156
六、技术合同收益减免税	157
第三节 新产品开发	159
一、新产品定义	159
二、新产品开发过程	159
三、新产品开发政策	162
第四节 风险企业和风险投资	162
一、风险企业与风险投资的概念	162
二、高技术概念	164
三、风险企业的特点	165
四、风险投资的特点	167
五、高新技术产业开发区	168
第五节 科技成果转化为生产能力的决策	169
一、决策的重要作用	170
二、决策的基本依据	170
三、决策程序	173
四、决策分类及方法	174
第六节 技术作价	174
一、技术作价的原则	174
二、技术商品价款的支付方式	177
第七节 农村技术市场	178
一、问题的提出	178
二、农业技术推广法促进农村技术市场健康发展	178
三、积极慎重、开拓创新	179
第七章 知识产权保护	181
第一节 知识产权基本状况	181
一、基本概念	181
二、著作权	181
三、农业化学物质产品和药品行政保护制度	182
四、商标制度	182
五、反不正当竞争制度	182
六、我国承担的国际义务	182
第二节 专利制度	182
一、专利制度的基础	183
二、我国专利制度的特点	183
三、专利法的主要内容	184
四、我国的专利工作体系	190
五、专利的申请	191
六、专利的审查批准及撤消	194

七、专利的期限、终止及无效	194
第三节 专利实施及许可贸易	195
一、专利实施的概念	195
二、实施主体	195
三、专利实施许可合同种类	195
第四节 专利制度在成果转化中的重要作用	196
一、参与国际竞争的先决条件	196
二、调动各方面的积极性	196
三、促进成果加快转化	196
第八章 研究一点行为科学	198
第一节 概念	198
一、行为科学的基本概念	198
二、研究一点行为科学的目的	198
三、以人为本	199
第二节 需要	200
一、生理需要	200
二、安全需要	201
三、社交需要	201
四、心理需要	201
五、自我实现需要	201
六、需要的层次性	201
第三节 动机	202
一、动机的分类	202
二、动机对行为的作用	203
三、动机和行为的关系	203
第四节 行为	203
一、个体行为	203
二、团体行为	204
三、组织行为	204
四、领导行为	205
第五节 目标	206
一、目标连锁	206
二、因人而异的目标	206
三、目标的先进性	207
四、目标的多样性	207
五、目标的可变性	207
六、目标的升级	207
第六节 激励	207
一、需要层次理论	207
二、双因素理论	207
三、目标导向理论	208
四、期望理论	208
五、公平理论	210

六、强化理论	210
第七节 奖励	211
一、奖励的原则	211
二、国外科技成果奖励概况	211
三、我国科技成果奖励概况	215
第九章 科学技术是第一生产力	218
第一节 科学技术的社会功能	218
一、历史	218
二、科学和文化	218
三、近代科学的社会功能	219
第二节 科学技术是第一生产力	222
一、历史发展进程	223
二、科学技术是第一生产力	224
第三节 我国的科技发展战略	225
一、做适应社会主义市场经济的改革	225
二、发展重点	230
三、加快科技成果转化速度	231
参考文献	232

第一章 绪 论

第一节 科技自身发展规律

自 20 世纪 80 年代以来,中国实行改革开放的政策,社会经济发展加速,人民的物质生活也逐步丰富起来。这时人们开始和发达国家进行各种认识比较,发现除了我们自己有很多长处外,人家也有一些值得我们借鉴的东西。最令人吃惊的是他们把最新的科技成果应用于生产中所创造出的高效益。他们投入 1 可以产出 5~10,而我们投入 1 只能产出 1~2。我国 1992 年 1 万余家大中型企业生产设备原值比 1988 年增加约 4000 亿元,利税增长约 400 亿元。

科学技术是生产力发展的重要动力。科学技术史告诉我们,科学技术的每一次重大突破,都引起生产力的跃进和社会的深刻变革。科学技术深深渗透到了经济发展和社会生活的各个领域,成为推动生产力发展和社会进步的决定性力量。

自 1985 年《中共中央关于科学技术体制改革的决定》发布以来,经过十多年的努力,打破了原来封闭的计划管理体制,科技与经济脱节的状况有所改善,大部分科技力量以多种方式进入到经济建设主战场,取得了很大成绩。然而在中国全面向社会主义市场经济转变的深刻变革形势下,科技发展如何与其相适应,决不是科技界自身可以解决的。这是一项涉及许多方面、许多环节、许多时间的系统工程。

科学技术体制改革,核心是要逐步建立起适应社会主义市场经济体制和科技自身发展规律的科技体制,以达到充分发挥科学技术作为第一生产力在经济建设和社会发展中的关键作用。这个关键作用包含了经济建设必须依靠科学技术,达到以较少的投入、较短的时间获得较高的效益,提高科学技术在国民经济中的贡献率。这个关键作用还包含了科学技术必须面向经济建设,解决国民经济建设和社会发展中重大、综合、关键、迫切的技术问题,为持续发展增加技术储备,保证基础性研究、应用研究、高技术研究和重大科技攻关活动。这个关键作用还在于调动千军万马,其主力是企业、研究开发机构和技术服务机构,还有金融、税务、财政,通过政府的宏观调控,加速科技成果转化,使科学技术转化为现实的生产力,以大幅度提高社会生产力和经济效益,提高农业、工业和第三产业的科技水平。这个关键作用更在于通过教育和科学普及,提高中华民族的素质,有高度精神文明的人,就能有高水平的创造。同时,伴随经济的发展国家将有可能提供更多的研究、开发、教育经费,这是科教事业发展的前提。到那时,中华民族更是不可战胜的。

一、对科技自身发展规律研究的历史与现状

科技自身发展规律的研究是近代开始的。参与这项研究的有科学史家、科学哲学家、科学社会学家、科学心理学家及科学家自己。他们从大量科学史的深入统计研究中,从不同侧面或立场发表了很多重要著作或论述。

（一）有了专门研究科学自身的学科

30年代英国物理学家J.D. 贝尔纳的《科学的社会功能》，为科学学这门综合性的边缘科学奠定了基础。引发了以科学本身为研究对象的新学科的研究，探讨科学的社会性质、作用、发展规律以及科学的体系结构、规划、管理和科学政策等问题。60年代以来，科学学在国外有了很大发展，受到科学家和科技管理人员的普遍重视。

（二）有众多科技自身发展规律的研究

哲学家卡尔·R. 波普尔在30年代发表的《科学发现的逻辑》，系统地提出了一种科学观，他认为任何一种科学理论都是由猜想或假说开始的，其中一定会有错误，直到有一天遭到实验的反驳，即“证伪”，便被否定掉。于是新的猜想、假设出现，又发现错误被“证伪”。科学就是在这样一个不断地提出猜想，在循环无止境的过程中向前发展的。科学之所以成为科学就是因为它经受实践检验、并不断纠正错误而前进。这也是科学的本质特征。于是“真理-谬误-真理”的发展机制是科学的自我运动，是科学自身的发展规律。科学和伪科学的分界也在此，科学可检验、证伪，伪科学不能检验或不许检验。那么总被批判的猜想、假设从何而来？它来自人的创造性。是科学发展过程中已有理论与新理论或新经验之间的矛盾问题与人们先于实践“预期范围”（即猜想假设的注意范围）一致时，人们提出了猜想假设，并力图证明或证伪。并为此去观察、去实践，推动科学的进步。卡尔·R. 波普尔的理论核心是分界问题和归纳问题，它在中国学者中受到关注。促进了中国知识界重新探讨马克思主义科学观的精髓。还有如科学史家I. 伯纳德·科恩的《科学革命史》、理论物理学家T. S. 库恩的《科学革命的结构》等等。

（三）我国的进展

50年代，我们的科学观是马克思主义哲学指导自然科学，科学要为生产实践服务。因此我们认识的科学发展的基本规律是科学在哲学和实践双重动力下，围绕以哲学和生产为圆心的椭圆轨道螺旋地上升。我们忽略了马克思深入科学内在结构中寻找科学发展动力的论述。后来，在一种特定的历史条件中，在历史、社会、文化等各种因素综合作用下，科学失去自己独立的主体性而成为外部环境的附庸，一会儿说它是马克思主义，一会儿又说生产工人的实际操作经验才是科学。于是我们没有了科学，也不需要科学研究的管理部门了。

当那个异乎寻常的年代过去后，一切又开始恢复了生机，我们也回到了问题的原点（当然不会重合），科学技术自身的发展规律是什么？怎样才能解决我们目前急于解决的实际问题，如何加快科技成果转化，提高投资效益，让我们也能和先进国家比一比，投入1也产出10，并且得到持续发展。

毛泽东同志在《矛盾论》中指出：“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。”又说：“事物内部的这种矛盾性是事物发展的根本原因，一事物和他事物的互相联系和互相影响则是事物发展的第二位原因。”

科学技术的发展也是由科学技术自身存在的矛盾斗争推动的。猜想假设被检验验证，检验验证证实是真理，则它继续存在发展，并在检验验证的过程中产生有价值的适用技术，应用于生产和经济发展中。当实验验证证明不具有真理性时，便有矛盾出现，当和人们预想的注意力一致时，就会提出问题、猜想、假设，又开始了更高层次的新一轮循环。科学技术就是在这样一种循环中前进发展的。当然人们的猜想和假设不是凭空产生的，而是

因其知识积累、经验积累、创造性思维、环境影响等等因素综合作用的结果,是人类所特有的特征。其中一直处在主导地位的是人,而人又是社会的人。因此科学技术发展的外部环境条件至关重要,但它终究是外因。

将卡尔·R·波普尔的《科学知识进化论》推荐给中国人的纪树立先生写了一篇很好的编译前言。他介绍了近代科学哲学的发展过程,深刻检讨了中国现代的故事,讲解了对科学发展的自身规律的探讨。他写道:“马克思主义对科学的根本看法,是把它看作生产的一种特殊方式,生产劳动的一种特殊形式。因此也像人的一切生产活动一样,科学是人通过自己的活动来调节人同自然的关系的过程。科学一方面通过人的自觉的创造活动把人的本质投射到外部自然界,一方面他又受到自然界的制约和改造。”

国内还有许多科学哲学家,从马克思主义认识论的角度,开展了大量的研究。

二、科学与技术是两个概念

现代人们经常把科学与技术简称之为“科技”,这说明随着科学、技术的发展和进步,它们的联系越来越紧密了,但科学与技术毕竟还是有差别的,它们是两个不同的概念。例如在科技管理工作中经常的一些根本性理论问题:基础科学研究中的发现、应用技术研究中的发明相互有什么关系;在科技、经济、社会协调发展中,知识密集型、资本密集型、劳动密集型有什么区别;在成果转化过程中,科学理论成果、技术原理成果、设计方案成果、工艺方法成果、操作技能革新成果及生产经验之间的相互促进、转化等等,直至制订科技发展政策,都归结到科学与技术有什么不同,有什么联系的根本问题上了。

(一) 科学的定义

科学源远流长。“它既起源于巫师、僧侣或者哲学家的有条理的思辨,也起源于工匠的实际操作传统知识”,因此科学有双重的起源。但真正的科学是以1543年哥白尼的《天体运行论》发表为起点的,这部巨著1514年写成,30年后才发表,又过了70年,到1616年才解除禁令。即使这样,哥白尼的猜想得到验证也历时300年。而伽利略、开普勒等科学家使天文学发生了革命性变革。科学的发展和进步是十分艰难的,它除了受到人的认识能力的限制,试验观测技术手段的限制,还受到社会发展的制约。

由于科学有着这样漫长的历史和不断的发展进步,因此到今天要给科学下一个确切而公认的定义就非常困难了。也正因为如此,要透彻无误地说清楚科技发展的自身规律的细节,也是不可能的,只能根据历史的经验总结,尽可能地正确预测以后的发展方向,少出错误,更不要重复历史上已经发生过的错误。

对“科学”有着各种各样不同的定义,归纳起来它应该包括多个侧面:

(1) 科学是一种完成科学社会任务的组织系统。科学是一种社会现象,与政治、经济、文化、艺术、宗教一样,具有社会文化功能,社会革命功能,是推动社会发展的动力,也关系到人类精神面貌和道德面貌的变化,科学还应用于社会的剧烈变化——战争。因此科学是一种社会活动,是相对独立的社会体系。我国提出的经济建设依靠科学技术,科学技术面向经济建设的战略方针就是科学社会化和社会科学化的重大决策。

(2) 科学是发现事实和总结规律的方法的总和。它既教会人怎样认识自然和社会,也教会人怎样改造自然和社会。

(3) 科学是各种知识及其内在联系组成的知识体系。科学家既是知识的创造者,又是

知识的综合者,他们无论采用归纳还是演绎的方法,都使知识体系化。而这种知识体系又是无止境地发展着的。

(4) 科学是技术之源,是生产发展的重要因素,科学的应用可转化为社会的直接实践力量。

(5) 科学是新思想、新世界观之源。马克思主义和科学的关系在于证明科学是经济和社会发展的一个极其关键的组成部分,科学是根本性社会变革的主要因素。人在科学发展、进步中自觉地服从客观规律并能能动地改造客观世界和主观世界,而不再盲目相信上帝和神。人在科学工作中,明白了承上启下、互相协作才能找到自己的目标,才能取得成功。

(二) 技术的定义

技术的历史比科学的历史更长,它伴随着人类进化的进程而产生和发展,每一块石器都包含着技术的萌芽。

“技术”一词的希腊文原意是指个人的技能、技艺。在手工业时代,技术除了指个人的技巧、手艺外,包括了世代相传的制作方法、手段、配方等内容。随着技术的发展,机器、工具的作用增强了,个人的技能、技巧、经验成分减弱了,因此技术活动的物质手段也成了技术的主要标志了。发展到今天,技术又有了新的内容:

(1) 技术的结果不仅是改造自然的手段,而且还是人类认识自然,进行科学探索的手段,这就是新产生的实验技术。

(2) 科学是技术之源,它走在技术之前,成为技术的先导,技术不仅仅是经验的产物,而且是科学物化的结果。

(3) 技术活动中的物质手段除硬件外还包括软件,在计算机广泛应用后,软件的作用越来越重要,软件也物化了。

那么,技术的定义到底是什么?技术存在于人对自然运用知识和物质手段实现控制、改造的过程中,是实现自然人工化的手段。因此技术存在于动态过程中,它既不是自然科学、技术科学、工程科学等知识形态的东西,也不是设备、工具、能源或材料等物质形态的东西。例如无线电通信技术存在于电磁波按人所确定的频率、振幅的发射、接收和通过各种装置运动的过程中,即电磁波的人工化过程中。

技术必须符合自然规律,是自然规律的自觉应用,因而技术也必然造成自然后果,其中有的有利于人类,如能源技术产生的能源;其中也有不利于人类的,如造成环境的污染。技术又是人类有目的的创造活动。这种目的性是社会的人共有的,并在社会中产生出来,又随社会的发展而变化,既促进社会发展又受社会制约,这就是技术的社会性。因此技术有双重属性,既有自然性又有社会性,然而技术却不具有阶级性。

技术包括主体要素和客体要素。主体要素为经验、科学知识和技能,都是人从客观实践中获得的。客体要素指天然物,人工物等。主体要素和客体要素的结合才产生控制和改造自然界的单元,许多功能单元按目的性与自然规律性相统一的原则,组成了技术系统。

由于技术发展的历史状态,“技术”一词到今天还有各种用法,如一个人的技术水平高低的“技术”等等,都不是按技术一词的严格定义来使用的。

(三) 科学与技术的关系

科学与技术的关系也是众说纷纭。从上述科学与技术的定义可以看出,科学与技术的

关系也是历史、发展、变化的,而且对不同的科技领域也是有差别的。

1. 科学与技术差别

科学与技术任务、目的、方法、研究过程、劳动特点、人才因素、结果评价、发展进程、与社会的关系、价值和意义上都有区别,弄清这些区别对我们发展科学技术事业有重大意义,可以帮助纠正过去只注重科学研究,不注重技术开发和技术发展遗留下来的问题。

科学的任务是发现和积累,技术的任务是控制的改造。技术要有所发明,增加人类的物质财富、改善人类的生存条件。科学研究的目的不一定清楚,因而课题相对单纯;而技术研究都是有明确的目的的,解决的问题具体,一般涉及多学科、多方面,因而限制多、制约多、复杂。科学研究要求精确、完善,有假设、验证、归纳,上升为理论才称得上科学;而技术是重经验的,同时受成本约束,不如科学研究的精确、完善,但却要求安全、可靠。科学研究的目标相对不确定,因此难以做出全过程的准确预计;而技术活动有相对确定的目标,所以有较明确的方向、步骤、经费预算和周期预计,可以做到相对的计划稳定。科学活动的自由度、个体性都大于技术活动,科学成果的个人标记明显;而技术活动很少有个人标记。科研人员需要丰富的知识、敏锐的观察和极大的好奇心、创造性;而技术工作者除需要丰富的知识外,还要有丰富的实践经验和极强的动手能力,即善于敏捷地处理实际问题,因此常见年轻的科学家,却很难见到有重大贡献的年轻工程师、医生。科学研究的答案在世界各国都一样,评价标准只有一个,对或错;然而同一项技术成果在不同国家、不同民族会有不同评价,有实用不实用、效益大小、水平高低等等标准,却不是对或错的标准。科学与技术的发展进程也不一致,一般技术革命均在科学革命之后。科学水平与技术水平有密切的联系,但在某一个特定的国家,不一定成正比,如美国科学水平是世界一流的,但实际技术水平在许多方面亚于日本。目前不论美国还是日本都在着手解决他们的不足问题。自然科学有其长远的、根本性的价值,包括经济的、社会的、认识的、文化的、教育的、哲学的价值;而技术更直接的是当前的经济、社会、军事价值,科学只有经过技术才能转化为物质生产力。

2. 科学与技术的联系

科学与技术的联系在各个时代有不同的特点。在古代,是经验技术推动实用科学的发展。从16世纪初,科学逐渐成了生产过程的因素,生产过程应用了科学。19世纪中叶以来,科学对技术的独立性在增强,对技术发展的推进作用也在增强,如电力技术、无线电技术、计算机技术、核能技术、航天技术、激光技术等,都是首先在科学上取得突破,继而转变为技术成果。现代科学、技术之间,是互相制约、互相促进的关系。而这种制约、促进关系还不是直接的,是有其中间的环节的,这些中间环节包括:

(1)科学实验证实科学理论的真实性、可实践性。

(2)解决技术可能性。

实验技术的进步和发展可以转化为工程技术上的进步,即“科学原理-实验技术-工程技术”,典型的例子是麦克斯韦的电磁理论,赫兹的莱顿瓶放电实验,布冉利、洛奇、马可尼的无线电传播试验,使科学原理进入到现实应用的程度。

(3)技术原理的提出完善,配套成龙。

(4)科学技术知识的普及、教育,是人才、市场的准备阶段。

(5)工程技术的设计和试验。

(6) 技术手段的研制。

从科学到技术的转化是一个复杂的过程,图 1.1 归纳了上述论述,希望给人一个一目了然的概念。除了这些之外,科学转化为技术还需要时间、社会经济条件,当这些条件都具备时,科学就能够较快地转化为技术,并进一步转化为生产力。

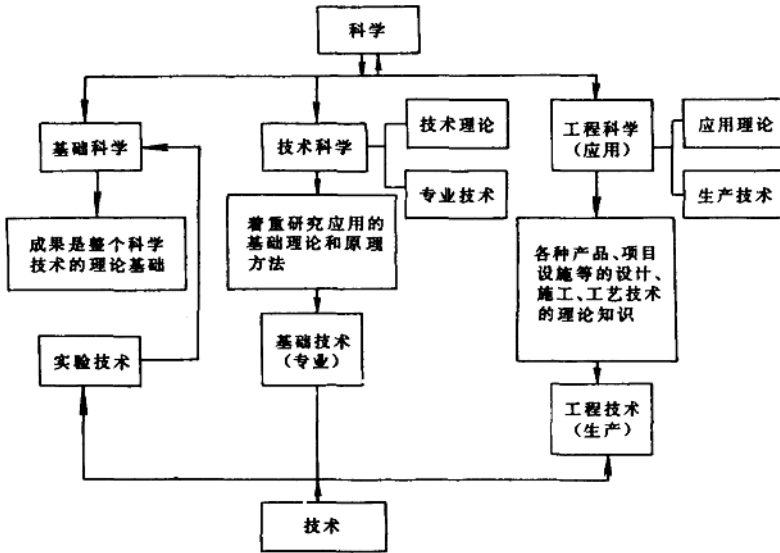


图 1.1 科学与技术的关系及成果产生

三、科技自身发展的动力与环境

如前所述,科技自身发展的动力有内部的和外部的。内部的动力是由于科技发展自身客观规律在起作用。当人的认识符合客观规律时,科学表现出具有真理性,可以转化为满足人类的物质、文化需求服务;当人的认识不符合客观规律时或不认识客观规律时,人不能控制和改造自然。人类会发挥其与动物最大区别的特长——创造性、好奇心,去寻求新的答案,有时不符合客观规律的认识或对客观规律不认识,会对人类造成重大灾害,也迫使人去探寻。实际上,近代科学诞生近四个世纪以来,科学上一系列积累、反常、假设、验证,乃至称之为科学革命的重大发现,宛如被人类不断挖掘出的泉眼逐渐汇合成小溪,无数泉眼和小溪又汇合成大江大河乃至大海,成为现代的科学技术。懒汉不会去挖泉,勤奋者去挖泉,但不是人人都能挖出泉水的,只有那些既勤奋(有创造性)又在有泉水的地点(假设符合自然规律)坚持不懈的人,才能挖出泉水,这时也才证明他的假设是正确的。这个比喻也许不完全贴切,但它通俗易懂。我军的几个给水团,如李国安同志等,为国家安全、国民经济建设做出重大贡献,这些同志是精神文明的典范,但更重要的、为没有科学常识的人所看不明白的却是他们在科学技术上的重大贡献。这种科学技术上的探索追求给了他们极大的乐趣,他们是为此而生的,所以他们不会因困难而退却,他们用实践检验他们的创造性假设,并因此获得成功。

在世界近代科学发展近四个世纪的这段时间，中国恰处于明(末)、清两个朝代，引用意大利传教士利玛窦当年的话说：“在世界上所有大国之中，中国与外国最少通商，确实可以说，他们简直与外国没有来往，因此他们对世界上的情况一无所知。”对于喜欢批判的中国人来说，利玛窦也许说得片面，但利玛窦送给明神宗的钟，却深受他的喜爱。从此欧洲钟表在中国始终是皇家贵族珍爱的玩物，清朝道光或是嘉庆皇帝的孙子至少搜集了12只表，到18世纪60年代，皇宫内存有类似玩物4000余件。也就在这200年间，欧洲由钟表制造发展出了相当进步的机械工业。而科学家伽利略、惠更斯等将其机械学和物理学原理应用于钟表，使其精度提高10倍，科学仪器也随之发展起来。

这时中国人干什么去了？实际上中国人在欧洲人之前500年就有了钟。北宋苏颂出使北方发现宋朝历法有偏差，回朝后宋神宗要求他建立一座更准确的天文钟。苏颂约花了10年时间，这时已是宋哲宗执政了，于1090年，建造了五层、高9m的“水运仪象台”，它包含了巨大青铜动力发动浑天仪、自动旋转星象仪及每一刻钟报时的钟。

这座钟安装在皇宫内，见到它的有识之士不多。1101年宋徽宗继位，先帝颁布的历法废止，这座钟得不到皇帝的保护，也就消失了。但苏颂所著《新仪象法要》对此却做了详细叙述。布尔斯廷在他的《发现者》一书中称：“如果苏颂的水运仪象台不是建造在中国皇帝的御花园内，而是建造在欧洲的市政大厅，那么他早就被赞扬为英雄式的民众恩人了。他的制作品必将成为市民引以为豪的永久纪念物——广泛效法的目标。”

中国大约在15世纪前科技在世界上处领先水平。后来由于种种原因落在了世界水平之后。百年树人，于是树起了一种中庸“忍”者、“书蛀”学风，缺乏创造性，很少能摆脱孔孟说教发扬科学精神，这是我国近代科技发展缓慢的内因。而受到封建统治势力和同类士人的围剿，虽有仁人志士，始终没有形成大的突破，这是外因之一。封建统治者为什么对钟表业这样一项具体的工业持阻碍态度，事出有因。中国的封建统治者为天子，是天的代表，因此历代来的天文气象、历法都是皇家的秘密研究范围，按今天的话说，它有严密的研究机构和严格的纪律规范，有明确的研究目标和由皇家提供的研究经费。因此中国古代天文学有卓越的成就，但也有局限。前面说的钟表，涉及到天文、历法，因此是由皇家控制的，具有重要的政治意义。人民大众不敢窥探皇家保密的天文、历法、占星等。只有皇家的需要，没有人民大众的需求，便没有市场。钟表在欧洲发展起来时，中国除了培训了点修理工，后期建了个100人的厂，因质量不好，也做不下去了之外，无所作为。

就这样中国人虽有皇帝、贵族的爱好和需求，中国的钟表和机械制造并没有发展起来，也没有吸收欧洲的科学技术，为什么？这具有中国特色，杨沛霖先生的《科学技术史》中涉及此问题，在他写到孔子时，他认为孔子虽为春秋战国时鲁国人，但汉朝以后的中国封建王朝都以他的中庸之道为特色的儒家学说做为思想工具，保守多于创造，妥协多于斗争，历朝历代都有发展，尤其到明清，更以此做为束缚士人(知识分子)的绳索，把其智力引导到孔孟之道的理解、注释、背诵、考官上。

《发现者》的作者为了说明这是中国的独特情况，例举了日本钟表业的发展情况作对比，我们不妨引用一下：

“为了证实中国钟表业不发达并不是什么‘东方式’或‘亚洲式’的问题，我们以日本作个有趣的对照。当中国依然墨守成规，坚持孤立，对任何洋货顽固地抱怀疑态度时，日本人却决定在保持其本国的技艺和制度的同时，以显著的才能仿效和吸收一切舶来品之长。17

世纪末以前，日本人已在仿制欧洲生产的时钟。到 18 世纪，日本人开始发展制钟工业，生产出自己设计的时钟，其上有可以调整‘钟点’的面盘和固定的指针。由于白天和黑夜的‘钟点’长短不同，他们以一只摆用于平衡白天时间，另一只摆用于平衡夜间时间，从而改进了复式的钟摆。”

“直到 1873 年，日本人还保持着‘自然的’日照时间，把日出到日落这一段时间等分成六个钟点。他们的‘钟点’仍旧每天不同，但他们成功地制造出一种整年准确报时的钟，显示出全年不等的‘钟点’。由于日本房屋的纸壁很容易破损，不能悬挂很重的欧式挂钟，他们设计出一种‘柱形钟’，从日本式房间的梁上挂下来，在垂直的刻度面上显示钟点。垂直刻度表上的指时针可以任意调整，以显示每天变化的钟点之间正确的变化间隔。日本人保留了欧洲方面早已淘汰的设计体系，实际上却证明了它促使日本人开了窍。”

“日本由于对制作时钟的主发条遇到困难，一直拖延到 19 世纪 30 年代才制作出由发条开动的时钟。不久，日本人就制造出自己的精美怀表，适用于传统的日本式服装，表的小壳上系一根细绳，便于穿着没有口袋的日本服装时挂在颈上，也可以塞在和服的宽腰带里。由于日本人习惯于席地而坐，他们就不发展装在长匣内的‘原始时钟’了。”

“日本人口稠密，有繁荣的城市中心，也有富于创业精神的商贾，这就促使美术和艺术成为引起人们注意的手段，并使人与事流动不息。许多港口和便利的公路使各类商品来往流通。因此，制钟业在日本比在中国发展得更早些。当地的贵族、大名和将军各自为其城堡定制时钟，但人民大众对时钟的爱好，千家万户得到购买钟表的机会，却要到 19 世纪才开始。”

恰恰是这个日本，1995 年科技白皮书提出如要保持现有经济实力，必须创造高附加值技术。关键是政府在创建智力储备和鼓励创造性方面应起的作用，应制定与普通民众有关的科技政策。

日本到 80 年代已经飞速发展成为世界第二经济大国，但进入 90 年代以后，日本在若干领域中的发展速度与过去相比开始缓慢下来，因而需要调整。过去 50 年来实行的科技政策是日本依赖别国的新技术，而现在要成为一个在开发新技术方面领先的国家就必须开发过去一直被忽视的智力和创造能力，必须学会创造自己的新技术和新产品。日本必须从商品技术产品向高附加值产品转移，以便参与竞争。为了支持这种转移，日本将需要强大的科技基础来支撑新兴产业。

要产生新思想，日本必须向其智力储备投资。为了创造革命性的新技术，日本需要扩充其智力资源，鼓励灵活的、富有创造性的思维以及强调产生新思想、新观点，以新的方式应用现有技术和创造全新技术，改变现在研究人员和工程师中“循规蹈矩”得到推崇而独创性受到抑制状况。

日本还认为想在国际科技界扮演重要角色，就必须在科技领域取得一个与其经济实力相称的地位。日本的科技政策必须考虑到公众的情绪和理解能力，现在科技已被用来创造经济繁荣，但是普通群众并没有感觉到科技给他们带来了更好的生活方式。将来，科技政策应当有助于提高日常生活的舒适程度和公共福利，增强和保持公众对科技的信心对于支持科技持续发展是至关重要的。

白皮书提出政府创建智力储备。智力储备是公众利益，应当由政府来建立和维持。这个由思想、发明和研究成果组成的智力储备将是未来的技术和市场的基础。日本的研究机