

教学参考
资料

谢燮正

编著

技术发明学

北京现代管理学院

技术发明学

谢燮正 编著

前 言

技术发明学是四十年代兴起，于六十年代后期初具规模并在七十年代得到较大发展的一门新学科。国内因种种原因，一直少有资料加以介绍，但随着专利法实施和一个群众性的发明创造活动热潮的到来，对发明的理论方法的社会需要正在形成。本书就是为了适应这一需要，针对着理工院校高年级学生、科技干部专修班和助教研究班、研究生开选修课的目标编写的。材料来自1975年以来新收集的资料以及1978年以来陆续发表的一些文章，其中一部分内容曾在沈阳市科协办的科研所长班和工程师班上讲过。但是由于技术发明是一个“巨大的社会现象”，涉及学科不少且影响因素甚多，国外的著述虽丰，却很少具有讲义形式而且往往只涉及某一方面。编著者虽然有理工方面的实践，对于发明创造研究方面却是新兵，而且限于素质与学力，很难胜任这种综合研究工作，之所以勉为其难，主要是感应了社会需要并期望通过这本不成熟的东西，引起条件更适合的人一同来发展与应用这一学科，以便为日后建立起适合于中国的技术发明学体系开辟道路。

本书编写中得到霍俊、康荣平、王振东等同志的鼓励，又参阅了大量国内外学者的著作，在此谨表感谢。原书中的第5、7两章与发明无直接关系，又各章的例题习题和参考文献等，限于篇幅删去；关于发明与创新的管理、政策、技术转让和社会效果等，虽已有所涉猎，尚未消化，希望以后能予补充。

读者对本书的批评指正，烦寄东北工学院 229 信箱，在此先表欢迎与感谢。

编著者

目 录

前言

第一章 绪论	(1)
§ 1.1 什么是技术发明.....	(1)
§ 1.2 技术发明学的形成.....	(6)
§ 1.3 技术发明学的学科性.....	(11)
§ 1.4 影响技术发明的因素.....	(12)
第二章 发明创造的研究	(16)
§ 2.1 发明创造的地位作用.....	(16)
§ 2.2 发明创造源泉的研究.....	(18)
§ 2.3 发明创造方法的研究.....	(20)
§ 2.4 创造性思维和创造理论.....	(22)
§ 2.5 创造的过程和步骤.....	(26)
第三章 发明创造教育	(28)
§ 3.1 发明创造教育兴起的条件.....	(28)
§ 3.2 发明创造教育的产生与发展.....	(31)
第四章 创造的心理与障碍	(34)
§ 4.1 创造个性与创造才能.....	(34)
§ 4.2 创造的心理保证.....	(37)
§ 4.3 创造的心理、社会障碍.....	(40)
第五章 创造工程	(44)
§ 5.1 创造工程简介.....	(44)
§ 5.2 智力激励法.....	(45)
§ 5.3 列举法.....	(46)
§ 5.4 设问法.....	(47)
§ 5.5 联想法.....	(48)
§ 5.6 类比法 (综摄法)	(50)
§ 5.7 卡片整理法.....	(51)
第六章 技术发展规律与技术发明策略	(54)
§ 6.1 技术体系的发展规律.....	(54)
§ 6.2 技术发明的规律.....	(58)
§ 6.3 通用技术原理与发明原则.....	(64)
§ 6.4 发明课题与发明机制.....	(65)
§ 6.5 发明的策略与原型.....	(68)

第七章 等价变换理论与方法	(70)
§ 7.1 等价变换理论概述.....	(70)
§ 7.2 等价变换流程图.....	(72)
§ 7.3 Ce辞典和等价表.....	(78)
第八章 变换合成方法	(88)
§ 8.1 变换合成方法简介.....	(88)
§ 8.2 变换合成的规律.....	(92)
§ 8.3 变换合成方法的辅助工具.....	(99)
§ 8.4 变换合成法应用举例.....	(107)

第一章 绪 论

§1.1 什么是技术发明

一、技术的概念

技术 (Technology) 的含义历来有各种理解。柏拉图、亚里士多德、托马斯·阿奎那、F·培根等思想家都认为存在着一种不同于纯科学的关于实践的科学,即技术。但是就技术 (希腊语tekhne) 的语源来看,却包含着Technology (技术) 和Technique (技巧) 两种含义。历来大多数学者是在同一意义上使用上述两个术语的。然而在欧美国家技术指各种特殊的生产方法,技巧指生产过程,因而技巧的使用范围大于技术。而在苏联和东欧,技巧专指劳动方法,技术则指这些方法的应用,并将某些描述性研究作为不同于科学性研究的东西而归入于技术之中。马克思则将技巧与技术相区别,视技术为科学,并用于表示劳动方法和生产流程的总和。同时,在《资本论》中,马克思在三种含义上使用技术一词,这三种含义按其外延广度依次为:劳动方法,工业学校中的实用数学,技术的科学。

由于劳动方法具有很强的实践性,所以通常又称之为技巧,并将技术理解为“技巧的科学” (Science of technique) 或“技术科学” (technical science),以便同科学加以区分。然而,技术与科学的区分常常只在工程学,特别是工程实践中存在,在自然科学领域,技术与科学紧密相连,以致形成了“科学技术”这样一个总名称,有时甚至在“科学”一词中也包含了“技术”。

正像每种科学都有其理论部分和实验部分一样,技术也有理论与实验两个部分,并且技术还同动物学、天文学等多数自然科学学科一样,有描述的部分。但由于技术注重实践,技术人员喜欢持经验态度处理事情,使技术方法不同于科学方法。例如模型实验法就是技术所特有的方法。第二次世界大战以来,技术的方法已系统化为:选题、收集资料、建立假设、试验、成果评价的模式,并且在方法运用中采取不断扩大实验规模的步进模式和始终考虑费用及损耗的态度。这些技术方法论上的特点反映了技术的本质特点,因而也成为判别技术的重要判据。此外,由于技术方法具有“大批生产”这种高度系统化的特征,使任何技术研究必须与成批生产相联系而且具有明确的生产上的目标,同时成为集体的综合而有计划的活动的一部分。这一特征也被用于区分科学与技术。

技术的原义是指个人的技能、技艺、手艺,由于这些个人技巧来自实践经验的积累和练习,并且表现为一定的操作程序、方法、配方和某些特定的工具。因而在古代,技术一词也被广泛地引申到上述范围,但古代的技术概念中,作为主体的人占有重要位置,技术往往与持有者联系在一起。近代以来,科学和教育的发展,机器的应用,使技术的涵义有了变化。个人的技能、技艺已经在社会化的教育、训练体制中得到提炼、科学化并转而用于交流、培训,科学与教育已成为个人技能、知识的重要来源之一。同时在生产劳动中,机器和工具发挥着越来越大的作用,劳动所需要的许多技巧已被凝结和物化于机械上,以致于人们只凭一般知识而未经特殊训练和实践,有时也能运用机械做到以前必须依赖技能才能完成的工作。特别是流水线的推行,使非熟练工人的集体可以完成本须熟练工人才能做的工作,因而,近

代的技术概念变成以物化形态的机械、设备、仪器、工具等为主。相应地，那些操纵机器、使用仪器和工具的方法和规则，以及构成机器、工具的原理、结构的知识及其物化形态的图纸等，也被视为技术。所以近代人们将技术视同于“生产手段的体系”。

在科学技术迅速发展的现代，技术与生产的发展越来越依赖于科学的进步，生产过程的复杂化和控制技术的发展，使各种运用“硬件”（机器）所需的方法、程序、诀窍等显示出越来越重要的作用，因而技术的含义也有了新的发展。在现代，可视技术为人类利用科学知识改造自然的一切手段的总和。

由于技术是人类改造自然的手段，又是科学和生产的中介物，是人类所创造发明的为自然界原来所没有的事物，所以技术具有双重属性，其自然属性表现于现代技术是科学即对自然规律认识的运用，不但技术物必须是人们利用自然物构成的，而且技术的存在与发展必须符合自然规律。技术的另一属性即社会属性，反映了它的人工本质，即技术是属于人的，是为了人类的目的，为人类社会所利用的。由于人类目的及其对技术的利用都依存于社会，由上述目的和利用所影响的技术发明、发展、应用和评价，也都受着社会的制约，所以技术的社会属性也构成技术的本质属性。

但是在关于技术的范围上，目前有若干种不同的看法，因而有广义技术、狭义技术之分。例如有人主要将直接作用于自然界（生产劳动）的各种手段作为技术，有人将与改造自然有关的各种协调和控制、改善社会的手段也包括在技术之中，还有人甚至将立法程序等纯社会手段也视为技术的一部分。

同样对于技术的构成，有人偏重硬件，有人强调软件或软硬件结合，另有人提出硬件、软件、组织件（组织管理技术）共同构成技术。

技术概念的不同对于技术发明范围的确定有很大影响。我国习惯上将与服务有关的手段视为技术，近年来也开始重视管理的技术，说明对技术的理解正在拓宽，因而技术发明的范围也宜稍大。

二、技术发明的概念

技术发明，顾名思义，应当是技术上的新创造，但如上所述，因技术涵义和外延上存在着不同看法，对技术发明的定义带来影响。即技术发明按狭义技术理解，只是工程技术和自然科学方面的发明，按广义技术理解，则可以包括社会技术、管理技术方面的发明。此外，发明（Invention）一词本身也是一个难以界论的概念。不同使用情况下，它的外延是不同的。

最广泛的涵义是民俗学的发明涵义，它是在发明的主要特征的广泛引申意义上使用发明一词的，因而将一切人造的新事物均称为发明，不但技术上的新创造，社会、文化、行为方面的新创造和各种并非有目的的活动结果，新概念和甚至荒诞不经的东西，都可以用发明一词来称呼与描述。例如“用小说反党是一大发明”的说法或嬉皮士、旁客之类的标新立异的装束等。这种涵义的发明，其外延甚至超过“创造”的外延。

其次广泛的涵义是社会学的发明概念，这种发明概念随时代与不同社会群体而异，但大致指对该社会来说是新的创造，而且往往是褒扬而很少含贬义，其外延涉及所有的社会活动和科技文化活动，因而提出新制度、新的社会措施和某些新称呼，例如用黑色幽默来概括某一类作品和行为，也被称为发明。在这种发明概念中，包含着的被各种严肃认真的人在正规场合下使用的发明概念，即为该社会的实际发明概念，它往往未经定义，但使用者大体能正

确理解。这种实际通用的发明概念，基本上不含贬义，相当于上述“广义技术”的发明概念。

比较严格的并业经许多努力加以定义和判明的是法定的发明概念，法定的发明概念主要指技术上的发明，尤其指能获得专利的发明，所以也有广义与狭义之分，广义的法定发明概念指能够得到社会肯定和赞扬的发明，狭义的专指能获得专利的发明。二者差别在于有一些发明虽然不能获得专利，例如因新颖性、实用性不够，或因早期泄漏了内容，或专利申请手续不全、格式不对，或涉及专利优先权纠纷，以及由于专利法规定不授予专利权发明等。事实上各国专利法都规定了一些不授予专利权的发明，其中除违反国家法律、社会公德或者妨害公共利益的发明创造（参见我国专利法第五条）外，还有诸如科学发现、智力活动的规则和方法，疾病的诊断和治疗方法，食品、饮料和调味品，药品和用化学方法获得的物质，动物和植物品种，用原子核变换方法获得的物质等（参见我国专利法第25条）。当然，那些可获得专利但未申请专利的发明也属于这一类。这些发明（除科学发现外），一般都可以成为发明奖励制度的对象，因而具有法定的性质，只是不享受专利权而已。

一般认为受专利保护的发明，属于具有明确定义的发明概念。其定义因各国专利法规定而异，例如日本专利法规定，发明是指利用自然规律研究出来的高度的技术创造（第2条），并认为对发现给予专利是不合理的（第29条），只有利用已发现的自然规律或自然现象构思出别人所没有的技术产品或方法等，才被视为发明，加以专利保护。世界知识产权组织出版的《发展中国家发明示范法》（1979）中则定义发明为发明人的一种思想，这种思想可以在实践中解决技术领域的特有的问题。苏联1974年实施的《发现、发明及合理化建议条例》则定义发明为“对于国民经济、社会文化建设或国防的任何领域中的问题的一种新的、具有本质的、提供良好效果的技术解决方案”（第21条）。

但是取得专利的发明并非都能得到实施，有一部分得到实施的发明并未取得专利（如技术诀窍、技术秘密等），所以从更严格的意义上，即发明的效度（有效性）方面考虑，还可以有一个按实践效果确定的发明概念，即有效实施的发明概念，据统计，专利总数中约5%以下为有效地得到实施的发明。此外，最狭窄的发明概念，则指上述发明中的创意的形成，有时在理论探讨中得到使用。

这样，我们可以按发明外延的广度、评价标准的不同和使用范围的差异绘出发明概念的示意图（图1.1）。

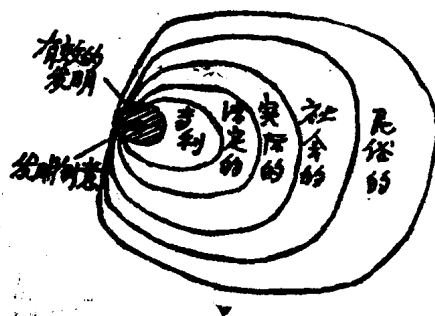


图1.1 发明概念图

三、发现、发明与创新

发明在本质上不同于发现，在范围上不同于创新。发现、发明、创新连同文学艺术上的创作，都属于创造之列。尽管苏联和捷克、保加利亚、蒙古等国的专利法规定了对某些发现进行保护，其它经互会成员国家也已接受了实行这种保护的建议。但是发现主要是对自然规律和自然现象的发现，给“发现”以专利，等于给自然规律以专利，是不合理的，所以1947年以前各国都不保护发现，目前除上述国家外，其他国家也仍不保护发现。即使苏联等国对发现的保护，也有各种限制，例如只承认“凡给认识水平带来根本变化的，对以前未知的物质世界客观存在的规律、特性及现象等的判明”，才承认为合法的发现，以外的不予保护。符合此保护条件的发现中，那些地理学、考古学及古生物学的发现，矿床的发现及社会科学的发现也不予保护〔《发现、发明及合理化建议条例》(第二章第10条)〕；当然，关于数学题的解和证明，物质和星体的结构与起源，各种假说，动植物新品种的发现，也不予保护。就是给予保护的发现，也不过是保护其发现优先权和作者权(第二章第2、3条)而不是使用权。

由此可见，一般说来，发现在法律保护方面并不能占据如发明那样的地位。

创新本来是一个经济学的范畴。在技术方面所作出的创新称为技术革新或技术创新，它仍然不止是单纯的技术领域的事情，而同经济发展有密切的联系。

应当指出，我国习用的技术革新概念的外延较窄，通常指工艺上的一些改进，与小改小革、技术措施或合理化建议的关系比较密切。西方通用的技术革新则包括着技术上的各种改进与发展，涵义比较广泛，近年来国内习惯于译为技术创新，以资区别。

需要说明的是发现与发明，发明与创新之间存在着一些重迭的部分，例如爱迪生发现的“爱迪生效应”就被视为发明，并授予了专利。这种发现与发明的重迭，随着技术科学和工程科学的发展，即对人工自然的规律的研究的发展，会越来越扩大，因而有时甚至难以划出明确的界限。关于发明与创新的重迭，由于发明本身是创新的构成部分和核心，是创新过程中的一段，要作出明晰分割是更为困难的。

技术发明与技术创新二者之间的紧密联系表现为二者在特性上也相当类似。

按我国《发明奖励条例》第二条，“发明是一种重大的科学技术新成就，它必须同时具备下列三个条件：(1)前人所没有的；(2)先进的；(3)经过实践证明可以应用的。即发明的基本属性为：新颖性、先进性、实用性。在增加由技术进步获取经济社会效益的内容后，即可推出技术创新的基本属性。

新颖性指在原理、结构、性能、材料、使用方法和技术特征等方面至少有一项是过去没有的。可表现为提供新产品、采用新工艺、开辟新应用、获取新资源、应用新材料、建立新体制等。

先进性是同现有技术相比较而言的，不但指原理、结构、性能方面，也指技术经济、社会效果方面。

实用性是技术创新成果是可能实施并具有使用价值。技术成果实施的条件因时代、社会、经济阶段不同会有变化，技术创新必须是现实条件下可实用或可通过顺应、改变、创造条件而实用的成果。热力学中的卡诺热机具有新颖性与先进性，但不具实用性，所以不是发明和技术创新。

经济性，技术创新的目的是满足社会、经济需求，为了在人们生活中实现使用价值，必须经过商品化阶段(在目前的历史时期和一般情况下)，获取经济上的利益。技术创新成果

显示其经济性的过程，就是它更好地满足经济、社会需要的过程。经济性是技术发明所不具有的特性。

技术创新活动同其他创造活动相比，还具有以下显著特征：

①技术创新的经济性和新颖性、先进性是在比较中实现的，这种比较造成优胜劣败，具有强烈的竞争性。不像文学艺术上表现同一题材的作品可以共存，甚至互相映辉。②技术创新具有时效性，有一定有效期，其最终将为更新的技术所代替。文艺作品则有“永恒性”。③技术创新的经济性、竞争性、先进性、实用性等导致了它的商业性，使技术创新成果可以交易、转让，有时要给以保密和法律保护。

四、科学技术创新中的概念关系

在科学技术创新方面，欧美常用“研究与发展”（R&D,即research and development）来概括由基础研究到研制的全部研究工作环节（表1.1）

表 1.1 科学技术中的概念与关系

符 号	R	A	D	P
含 义	认识自然	探讨应用	发展新技术成果	推广应用新技术
简 称	基础研究	应用研究	发展研究	技术服务
又 称	原理研究	发展性研究/产品研究		商品化研究
经 费 来 源	政府、大学、国防部门	同左、大企业	企业	企业、行政
R&D				
TI				
I				
C				

表中TI为技术创新（Technology Innovation），这是指在该处首次应用或出现的事物，可兼指技术上和管理上的革新和发明，通常包括发明、改进和引进、转移等不同来源的技术，它可以分为三个阶段：适应（adaptation）、掌握（learning）、修改（modification）。

技术创新以及发明，通常后续一个推广环节（Diffusion），技术转新本身有时就是发明的推广。由于推广主要通过技术综合和交流来实现，这个环节也就是技术转移（Transfer of technology），技术转移对技术提供者来说，是创新的后续，对接受者则为创新的构成部分。

表中的I指发明的可能发生范围，发明可以是应用研究领域中的某些成果，也可以是产品试制、投产、销售时，在产品、工艺、管理、销售技术方面的创新和改进，这里包括了大发明与小发明。然而，按照通常的理解，若某一技术通过连贯的大小发明，形成这种横跨应用研究、研制、投产直到销售的由大大小小的创新和改进工作所构成的完整过程，实际上便是将知识和经验转化为生产手段和新的使用价值的过程，因而可称为技术开发（Technology development）。

表中的C指创造 (Creation), 指示的是创造可能发生范围。

我们平常习用的技术发明概念, 主要指的是发明各种具有新的使用价值的新产品以及其他新技术, 其所涉及范围要窄一些, 相当于表1第三行中发展性研究的后半部(虚线部分)和产品研究的前部分。

由于关于技术创新方面的许多概念, 连同技术论本身, 目前尚未获得深入研究; 以上的界划, 未必妥当。但为便于后文的叙述, 作一界划是必要的。

由上面的界划, 我们可以看到, 技术中的创新, 以发展性研究中偏于形成技术成果的部分为起点一直延伸到该技术的推广应用和发生经济社会效果。技术开发则由类似的起点, 一直延伸到该种技术的企业化和商品化, 跨度较小于技术创新。有的人习惯于将技术开发看成一个完整的发明过程, 即由最初创意到制成成品有效地出售赢利, 则此时的发明概念专指成功(实施)的发明。然而, 最狭义的发明概念, 可专指上述技术创新、技术开创中的创意阶段, 甚至连研制也不包括在内, 因为研制毕竟是利用现有技术去完成新的创意。当然, 也有人鉴于研制中还会发生技术困难, 需要技术攻关, 有时要作出一些次级的、辅助的发明, 因而将由最初创意到研制成样品称为发明。事实上由于狭义发明与研制的界限难以划清, 严格地确定最初创意到何处为止是困难的, 因为必须对最初创意进行验证, 而研制样品常常是验证工作的一部分。

这样, 我们在事实上完全连续和没有明确界限的上述各类概念之间, 硬性地划出了一些界限, 这种划分虽有一定道理, 却有导致对发明作僵化认识的危险。再者, 表1.1所示的分割同样也是人为的, 实际上常常有难以简单地分类的情况和各种例外。例如, 发明实际上可以在几乎任何一个科研阶段作出, 既有来自基础研究阶段的半导体三极管式的发明, 也有直到产品投入市场后由于发明新用途才获得迅速发展的服装拉链的发明。所以简单地规定在何种情况下做出才算发明是没有益处的。然而上面的叙述却可以说明, 不论是在技术研究还是技术开发中, 发明始终是核心, 是技术发展的基础与前提。

§ 1.2 技术发明学的形成

一、为什么会形成技术发明学

关于技术发明学的具体内容, 本书中将作概论性介绍, 大致说来, 技术发明学是研究技术发明的规律性和方法的学科。这样一门学科为什么会在十九世纪末以来受到不同国度不同事业学者的重视, 并不断充实内容; 在本世纪四十年代以来进入迅速成长的阶段? 为什么能得到广泛的多学科的研究而形成超越各种学科专业范围的新的学科并综合了多学科的研究方法? 以及技术发明学能不能作为一个学科跻身于分支繁多的科学之林? 这些问题必须先予探索。

技术发明由于具有推动经济社会发展的巨大功用, 以及构筑文化和文明基础的重要作用, 已随着科学技术的发展, 受到近代各国的日益重视。尽管技术发明本身还不是实际的物质利益, 但对技术发明的应用, 却可以带来巨大的物质利益和便利, 因而被视为技术进步的直接源泉。在经济社会发展仰赖于技术进步的现代, 技术发明已成为涉及国家民族兴旺盛衰, 政治军事力量消长和经济社会繁荣与否的重要因素, 技术发明以及应用技术发明所造成的技术创新, 比起其他生产力要素来说, 甚至比起科学知识来, 更其成为发展生产力的关键。对于我国四个现代化建设, 科学技术现代化是关键, 而技术发明与创新, 则是关键的关键。

正是技术发明的上述重要性，使技术发明受到各种学科的关注，成为多种学科的研究对象，而旨在促进技术发明的努力，也在理论上实践上和方法方面得到进展。同时，几千年人类文明中各民族共同作出的技术发明，特别是近代以来的各种发明，其不断积累已构成了技术发明知识宝库，成为新的技术发明的基础。所谓“蓄之既久，其发必速”。在上述需要和可能性的双重作用下，技术发明在总量上迅速增加，在地位作用方面不断加强，终于成为当代最重要的研究对象之一。而技术发明的特殊性和综合性，又使近代以来由社会学、经济学、心理学、哲学等学科所进行的研究，逐渐突破学科的藩篱，实现了交叉，很难再由某一已有学科在本学科原来的范畴中进一步研究而不必涉及其他学科，同时，各学科研究的成果从各个侧面对技术发明的规律性所作的描述，也已有必要和可能加以综合，以适应当代对技术发明规律加深认识的要求。这种形势使技术发明学的产生和形成有了必要。

二、发明创造的学科产生的背景

此外，技术发明学的产生还有以下背景：

（一）人类的自然进化落后于社会进化。

从猿到人数百万年间，人脑容量仅扩大了700毫升（从600毫升→1400毫升），刚脱离野蛋时代的古人，其平均脑容只比现代人少100余毫升。人体体形的稳定，使新生儿头颅大小受到母体骨盆和产道的限制，即使近代剖腹产增多，子代的脑容仍不能显著地高于亲代。

脑的绝对容量大小并不是影响创造力的主要秉赋因素，康德的脑容仅1,000毫升，而拜伦为2,000毫升，两人都很富有创造性。这是因为脑的结构具有更大的意义。按脑重占身体总重比率，鲸为 $\frac{1}{10000}$ ，狮为 $\frac{1}{550}$ ，象 $\frac{1}{440}$ ，猴 $\frac{1}{90}$ ，人 $\frac{1}{40}$ ，说明脑对体重的相对比重越大，智力越发达。同样，脑中担负综合和创造功能的部位——前额叶，其表面积占脑皮层总面积的比例，可以作为判断秉赋条件的参考依据。猫的前额叶表面积占脑皮层表面积的3%，狗7%，猴16%，人29%。因此，在人的进化中，存在着上述两种比例增大的趋势。此外，大脑皮层的总表面积，可以通过增加脑皮层的沟裂褶回而增加，人脑的皮层总表面积已达2,00⁰立方厘米，约有一 $\frac{2}{3}$ 位于裂回的深处，动物机体的器官与组织在皮层上都有自己的投射区，投射区在皮层中所占面积最大的，猪为猪鼻，马为马鼻孔，羊为咀唇，猴为手眼尾，但是人脑的大部分皮层表面，属于把脑的工作结合成为统一整体的联合区。显然，联合区相对面积越大，智力越发达。这种联合区（联想部位）的扩大是人脑的另一进化途径。按芝加哥大学的神经学家丁赫里克计算，人脑的联合可能性已达到 $10^{2783000}$ 个组合，这样庞大的组织是人为万物之灵的物质基础，但如此密集的众多神经细胞，已使脑皮层褶回重重，到了难以大幅度提高单位脑重的比表面积的程度。

有人说人脑中只有 $\frac{1}{5}$ 或 $\frac{1}{10}$ 部位有明确的功能，因而断言人只用了脑的几分之一。人脑在利用上或许确实有潜力可挖，但决不是在脑容量方面。现代脑生理学的研究表明，人脑是全体工作的，脑区的分工并不表明那些未明确功能的脑区未投入使用，或许只能表明这些脑区担负的是整体的综合的工作。近代人脑中担负综合功能的前额叶的增大，说明人脑在容量方面的储备已经不足而需要扩充，但扩充受到限制，已如前述。

人脑通过增多和加深皮层褶回、升高前额叶，以及改善结构，可以在功能上得到很大提高；然而人脑的结构进化也是十分缓慢的。总的说来人脑的进化落后于知识的增加，更落后

于社会对创造发明成果量需求的增加,而且从量的方面或生理的质的方面,也即从自然方面去提高人脑,要受到物理的限制。

(二)人类难以依靠“重演”来学习“切身”的知识。

生物学家海克尔发现,生物个体生长具有重演种族历史的特点。动物依靠胚胎重演自己的种族发展史,人类个体则不但靠胚胎来重演人类的自然发展史,而且在诞生之后还要重演人类文明的历史。通过重演,个体可以迅速、扼要地经历和扫过其祖先亲历过的文明发展的各重要阶段,可以在几个月与几年中学习到几千年文明所取得的重要经验。学校教育也带有一定的重演性质,可以使学生在几小时内获得前人几十年努力所取得的知识。总之,近代以前的人可通过重演自己具有适应生活的能力。

然而现代知识倍增期的缩短,不但使知识总量翻番的年限缩短到几年和使知识迅速老化,而且使当代人为适应生活所需要的知识的绝大部分必须是他们直接的、切身的知识,是他们亲眼目睹其产生的知识。普赖斯在《小科学大科学》中提到当代科学家可以活着看到90%以上知识产生。这种情况表明,重演固然可以缩短人类个体对文明认识的历程,却不能帮助现代人掌握工作与生活所需的绝大部分知识,难以帮助当代人去创造未来社会所需要的科学文化成果。

(三)人类可通过社会势力取得成果,但受到饱和效应、边际效应限制。

人类具有社会性,适当的社会分工、协作和社会化服务,可以产生组织效应(规模效应),使取得的总成果大于各个个体单独工作所能取得的成果,从而扩大全社会的能力。科技研究机构数量、规模和组织形式的变化,科学由小科学向大科学的发展,反映人类社会已致力于利用组织效应来获取更多的科技成果。然而恰如普赖斯所说,这种努力最终将受到经费、人力等方面限制而出现饱和现象。此外,运用政策和各种管理技巧可以最大限度地调动工作人员积极性和创造性,减少内耗和低效率劳动,增加成果,不过有效的政策和各种管理措施的实施,自然会引形势的预期目的方向发展而消减其自身的必要性和效果。任何政策实施的同时,必然引起若干最终将抵消实施此种政策的变化,而且一般说来,政策和管理措施会产生类似边际效应的作用,一用再用后,其效果是递减的。因此难以制定一个不需创新和改进的万用万灵的政策和措施。而要改进和创制有效的政策、社会措施,却离不开发明创造。

(四)相关学科的发展支持了发明创造学科的形成和发展。

发明创造的学科自然要以前述各有关学科对发明创造的研究为基础,此外,还必须以其他有关学科的发展为条件。例如心理学关于智力、能力和创造力的研究,情报科学关于情报的记录、贮藏、整理、提供方法和情报形成理论的研究,科学学和技术论中关于科学技术的社会学、心理学和政策方面的研究,经济学关于知识产业(第四产业)、后工业社会和技术的经济作用的研究,以及哲学中关于认识论的研究等。自然科学领域的脑科学、生理心理学、神经生理学方面的进展,人工智能关于学习、认知、理解和知识获得、表达、传递方面的研究,以及系统工程、信息论、控制论观点与方法的进展,都对发明创造学科的形成提供了支持。

被称为软科学的政策科学,以社会方面的创造性活动为对象,它的进展,在理论上和方法上对发明创造的学科具有直接影响。在西方国家被冠之以创造工程名称的许多创造技法,事实上已在政策科学中得到直接应用,同样,创造工程中也吸取了预测学、管理学的若干方

法。对发明创造学科有直接影响的另一类学科实际上也可包括在软科学范畴中。例如所谓认识科学 (Cognitive Science), 是美国加州大学D.A. 诺尔曼在1977年提出的一门综合地研究认识过程和知识结构的边缘科学, 综合了心理学、语言学、神经脑科学、人类学、哲学和人工智能科学等多个专业。又如, 我国科学家钱学森提出的思维科学 (《哲学研究》1980年第4期)。类似的还有诸如问题学 (日刊工业新闻社会出版城功专著: 《问题学诞生》, 1969)、整理学 (汤雄秀俊, 1976) 等。

这些学科虽然大多处于迅速发展中, 同发明创造学科一样, 还不是成熟的学科, 却已显示出它们的生命力。这些相关学科的同时产生和发展, 以及生理学、心理学等学科将研究重点转向脑和智能的探索, 反映了时代潮流和需要。

三、技术发明学优先发展的原因

发明创造的学科, 在西方国家称之为创造科学或创造学 (Creative Study), 因多以实用技法为中心, 又称为创造工程 (Creative Engineering)。这种创造学或创造工程主要根据人的心理特点, 形成了一些有助于克服心理障碍和思维僵化的方法, 并对方法的实际运用, 深入进行了理论和实践探索, 在实际应用中, 取得了显著的效果。然而, 创造学或创造工程作为普遍适用于一切领域的创造性活动的学科或方法论, 在研究与发展上难度较大, 目前尚处于形成理论阶段, 其方法的运用带有浓重的经验技巧色彩。同时, 由于实际上各领域的发明创造活动, 尽管在本质上有共同之处, 却还有着各领域的特点, 因而常常难以适用一种通用的方法, 而必须探索具有针对性的更加有效的方法。显然, 为了使发明创造方法更为科学和有效, 必须首先了解不同领域创造活动的特点。

艺术领域的创作活动, 其选题主要由艺术家个人决定, 同他对时代精神的感受有关, 而艺术创作也主要表现艺术家的主观感受。因此对于同一主题可以有許多成功的艺术作品, 这些作品不能互相代替, 它们的价值通常不会因时代久远而消失。此外, 创作中艺术家主要追求成功的作品而不是注目于方法, 其所收集的素材, 进行的练习和对作品的构思, 都带有具体性和形象性, 并且主要关注于人的社会性。

科学领域的创造活动主要是自然规律和现象的发现, 科学家选题既可根据生产和社会的需要, 又可根据对事物的好奇心, 而且其探索效果受到个人好奇心和科学素质的极大影响。科学家主要依据一套科学规范 (概念和方法) 行事, 他着重于运用方法进行探索, 而对结果持有客观态度, 其创造活动是“方法导向型”的。科学创造涉及到优先权, 因此某一规律或现象的先发现者往往取得全部荣誉, 而重复的发现一般被认为是无价值的。科学家探索中追求的是严格的客观性、精确性和合理性, 往往没有严格的时间计划, 不大考虑研究活动的经济性, 以及利用结果获取利润等, 因而也不大关心结果的具体应用。

技术领域的发明具有完全不同于上述两个领域的某些特点。发明总是出于实际目的, 并且受实际需要的选择、评价和制约的, 工程师选择发明课题时, 不但考虑个人爱好 并且考虑社会需要和实现可能性, 他要估量自己可能投入的力量和结果, 特别是从经济方面考虑发明活动的得失, 发明成果的实用性, 并且会作出严密的计划。技术发明常常不是追求最佳而是最经济。解决某一技术任务, 可能会有不止一个发明, 这些发明不像艺术品那样可以长久并存, 而是要相互竞争, 但又不像科学发现那样只承认一个。此外, 技术发明受到社会严格淘汰, 不实用的发明决无存在的可能。

由上述可以看到, 由于对象、性质、目的、内容方面的不同, 艺术、科学和技术三个领

域的创造,在规律性和方法上也会有差异,借用其他领域的创造方法或经验可能会有启发性,但难以保证有效。特别是技术领域中的创造,包括发明与创新,其改造自然、造福人类的实用性很强,需要借助社会团体的努力,在复杂的经济社会、科学文化因素影响下,从事目标明确、计划周密的活动,而主要不是为了探索和获得理性认识。因此,技术创造活动所用的方法偏于考虑多因素,侧重经验和试验,由抽象到具体的方法,它不要求十分精确和严密,但必须十分实用、有效。

技术创造活动的这些特点,决定了在人类所有创造领域中,它是可能首先采用逻辑化方法的领域。早在自然科学发轫之初,就有人提出要“用科学代替创造”,这种想法如果在科学和文艺领域,目前只是接近实现,则在技术发明领域,却在一定程度上已成为现实。一百年以前,技术系统的设计完全依靠着天才设计师的经验直觉,技术创造方法犹如一种艺术;在本世纪中期以前,发明,作为改进旧系统和创造新系统的方法,已经通过标准、手册等规范化工具,变成一种技巧,各种专门工程领域中的设计和创新,已经可以通过课堂和见习方式进行传授。那么,七十年代以来,技术创造方法已进一步严密化、精确化而进入精确科学行列,其应用范围也已遍及整个技术领域,并且涉及到相关的管理和应用科学研究领域中。原来必须依靠手工、经验直觉,摸索着进行的创新活动,已有相当大部分可以利用机器、公式来进行。人类的智慧已进一步向高难度、更复杂、创造性更强的方面集中。毫无疑问,技术发明方法的科学化将使人类更好地发挥自己的创造性,并且使目前的人和机器的分工和关系更加适当和协调。

技术创造活动按程度、逻辑进行这一事实本身似乎是同创造的概念抵触的。长久以来,人们习惯于创造的突兀、神奇和新颖的一面,而断言创造是无程序、公式可言的。事实上任何创造活动都不可能是全部或大部分同时突破,往往却是大部分继承已有事物和知识,只在局部或个别地方有所创新,在技术创造活动中,从来不会为创新而创新,因而这种继承性更加明显,因此有人(雅各布)曾概括技术的发展为“进化与修补”。这说明在技术创造活动中,利用程序和公式将有关可继承部分同必须创新部分分开,又将必须创新部分分解为大部分可用已有知识(事物)模拟的,从而使整个复杂的创造活动简化为某一局部的创造活动,使创新者避免大量重复劳动,将智慧集中于关键所在,会更加有效,容易成功。

历史上有些创造活动的演变,可说明这个道理。在数学解题中,不同地方的不同人,用同一公式解同一数学题,可得到同一结果,说明了公式的作用。公式的发现诚然是创造,第一次实现解题,例如解三次方程,在中世纪也是一种创造;后人如果不知道公式重复实现解题,同样可说是“创造”,而运用公式解题,则成为技术方法的应用。可见创造与技术方法应用之间并没有鸿沟,创造的概念和内容是变化的。卡尔达诺公式使解三次方程的创造,由艺术经过技巧最终转化为科学。

技术发明学的任务就是凭借着极为丰富翔实的专利资料,由对前人他人卓越发明经验及所用方法的归纳总结,和对发明活动规律性的研究,得到某些有效的、合理的、科学的规则和方法,使大部分技术发明活动变成可以按逻辑程序,系统地加以解决的活动。目前的技术发明学固然还在迅速发展,却已可能初步实现上述任务,使技术发明活动逐渐走上科学化道路。

§1.3 技术发明学的学科性

一、科学学科的特征

技术发明学要成为一门科学学科，必须具有科学学科性的特征。一般说来，科学学科性特征包括：

1. 具有特殊的研究对象和综合性课题；
2. 有一套特殊的研究手段；
3. 具有关于被研究对象的知识系统；
4. 拥有由具有接触上述三项内容的成员组成的学术团体和交流状态；
5. 拥有培养该学术团体新成员的特殊系统。

二、技术发明学的学科性

就目前技术发明学的发展阶段看，已大体具备了上述学科性特征。首先，技术发明学作为研究人类的发明活动规律的科学，是唯一专以技术发明的规律、规则、方法，发明过程、机制、源泉、发明实践和发明者经验等各种发明现象为研究对象的，其他学科纵或也研究发明活动，却只是从某个侧面进行研究，而且往往不成为该学科的主要方向。再者，技术发明学对发明活动的研究涉及到发明活动的诸方面及它与外界的各种联系，其中许多课题具有综合性，而本学科的目的也正是希望最终能为人类解决发明问题提供综合的措施和手段。

技术发明学的概念和术语虽然来自心理学、社会学、经济学、法学和自然科学技术，但它们的定义还是比较严格的，范畴体系比较完整和准确，特别是同专利发明有关的部分。技术发明学的研究方法是逻辑和历史统一的，既有对专利和科技发明史案例的逻辑分析，也有历史统计分析；由于发明现象曾被多种学科运用多种方法和手段（包括用电脑模拟）进行研究，技术发明学继承和借鉴了这些方法手段并综合成一套比较完整的研究手段。同样，历史上和各学科关于发明活动研究的成果，为技术发明学建立自己的理论和知识系统提供了基础，在此基础上所进行的知识重组，已粗具规模。四十年代以来，各种关于发明理论的论文专著琳琅满目，不但在一些国家和国际上形成了学术团体，而且形成了不同学派，展开了多种形式的交流活动，包括国际、地区会议，互访、刊物和讲学等。许多国家在大学中开设了有关发明创造的课程，特别是旨在提高发明能力的培训活动，自三十年代以来在工业发达国家的大学中和企业中日益广泛地进行，已形成了发明创造教育浪潮。有的国家甚至建立了专门的发明教育系统和体制。因而可以说，技术发明学作为一门科学学科已经卓然特立。在我国由于历史原因，到八十年代初才开始引进和介绍有关知识，开展国内外学术交流活动，1984年起才有各种培训活动，虽则起步稍晚，但势头很好。随着专利法生效，全国发明者协会的建立和一批刊物的创办，1985年将成为我国技术发明学史上的重要的一年。

三、技术发明学的跨学科性

技术发明学除上述学科性特征外，还具有跨学科性特征。首先，它是一个综合性研究领域，涉及许多学科；其次，它与许多学科发生交叉重迭，而且它的主体正好处于某些学科边缘地带；第三，它的概念、理论和方法借鉴于各种学科，只是通过概括和“融化”才成为有自己特殊的体系和方法的新兴学科。技术发明学的跨学科性质和方法论学科性质使它在本质上属于软科学范畴，并只有在发展中才能明确其在科学学科体系中的位置。

技术发明学的学科性与跨学科性还要求它作为一个学科，必须具有理论部分与方法和实

验部分，其理论与方法应当是可以检验的；作为一门应用科学，其理论与方法还必须对实践活动具有指导作用。欧美苏日等国关于创造发明的理论与实践，已证明了这一点。

四、技术发明学的检验评价标准

最后，技术发明学必须提出对本学科理论与方法的进一步发展进行指导和评价的标准。技术发明学必须成为一门不断吐故纳新，顺应科学技术和社会经济发展的学科，它的任何理论与方法，只有相对真理的性质，因而必须不断用新的知识加以修正和补充。技术发明学的改进和发展的方向，以及其理论与方法有效性的评价标准，至少应包括以下几条：

1. 是否符合技术体系发展规律和思维规律；
2. 是否以足够多的历史上积累的技术发明案例，特别是专利作为基础；
3. 是否对技术发明的性质和水平作了区分，剔除了为数甚多的低水平、无甚创造性的发明案例，而主要依据高创造性典范案例来提取方法；
4. 是否根据科学技术和经济社会的新发展，及时吸取了新的原理、效应、现象和反映了新的需要、影响；
5. 是否在足够高水平的课题中和相当大范围内实施有效；
6. 是否便于学习、掌握和运用；
7. 理论结构与逻辑程序方法是否具有相当弹性，容许补充和发展，以及允许局部的修正和定期的修订。

§ 1.4 影响技术发明的因素

一、科学技术发展的回顾

科学技术的发展受到哪些因素影响和制约，是许多学科共同关心的课题。科技史告诉我们，在漫长的古代，在各不同文化中发展的科学技术各有其起源与推动力，一般说来，在人们的生产劳动的经验积累中产生了技术，因而有技术的“工艺传统”之说。技术起源于人类改造自然的行为之中这一事实，被归结为科学技术一开始就是由生产力决定的这样一个命题。事实上人类为了生存与发展，为了征服自然，在几乎没有什么科学文化知识的情况下，通过偶然的发现和非常缓慢的改进，才形成了原始社会的技术。成为这些技术的基础的技术发明，例如石器、火、弓矢、陶器、轮、车舟、栽培植物和驯养动物等，就人类发展历史上的意义来说，不亚于近代的原子能、微电子、生物工程技术方面的发明。但是由于关于原始技术发明的记载，大多为后世补记，带有猜想性质，因此难以用来判断影响当时技术发明的具体因素。

古代科学包含古代自然哲学和古代宗教，它的产生以社会生产力达到一定水平，能够产生剩余劳动为前提，但是也同古代人民的日常生活必需的实际需要有密切关系，天文学、数学、医学的优先发展证明了这一点。

古希腊的科学，按亚里士多德的说法，是“由好奇心引起”的，实质上奴隶制社会保证了学者能从实利、实用观念摆脱而获得闲暇与自由，所以其决定因素仍然是科学以外的社会因素和生产力。古希腊灿烂的学术文化由于“对专门学问以外的发明和技术发明不感兴趣”，未能扎根于生产技术的大地之中，因而不免衰亡。这一事实也反映出古希腊时代，技术发展未得到科学的助益。

近代技术产生于工业生产部门的分工化和专业化，但真正的动力来自西欧社会商业资本