

KEJI CHUANGXIN YUANLI JI YINGYONG

科技创新原理及应用

● 陈 洁 张 健 著



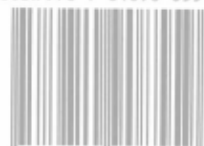
苏州大学出版社

KEJI CHUANGXIN YUANLI JI YINGYONG

科技创新原理及应用



ISBN 978-7-81090-855-9



9 787810 908559 >

定价：25.00元

科技创新原理及应用

陈洁 张健 著

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

科技创新原理及应用/陈洁,张健著. —苏州:苏州大学出版社,2007.7

ISBN 978-7-81090-855-9

I. 科… II. ①陈…②张… III. 技术革新-高等学校-教材 IV. F062.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 109168 号

内 容 提 要

创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力。本书从科技创新学研究的内容与方法出发,先后对科技创新过程的特征与方法的选择以及创新思维方法、创新思维技法、TRIZ 理论、专利利用及发明过程与启示等,进行了比较系统的介绍与深入的讨论。并用大量发明与创新实例来具体地说明理论、方法的应用,启发读者,使读者通过对发明与创新学的学习,增强创新意识、掌握创造技法、激发创造潜能、提高创造能力。

全书共分 7 章:概论、创新过程特征与创新方法选择、创新思维基本方法、创新思维技法、TRIZ 理论基础、发明与创新启示录、专利与创新发明。

本书的阅读对象为科普工作者、大中专学生以及社会各界科学爱好者。

科技创新原理及应用

陈 洁 张 健 著

责任编辑 苏 秦

苏州大学出版社出版发行

(地址:苏州市干将东路 200 号 邮编:215021)

常州市武进第三印刷有限公司

(地址:常州市武进区湔里镇村前街 邮编:213154)

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 17 字数 423 千

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81090-855-9 定价:25.00 元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话:0512-67258835

前 言

创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力。

进入 21 世纪,我们正迈入人类历史上最富挑战性的一个时代——创新时代。中华民族要实现伟大复兴,就需要大量的具有自主知识产权的发明与创新。开拓和创新,是时代赋予我们的崇高而神圣的使命!

中共中央总书记、国家主席胡锦涛在 2006 年 1 月 9 日的全国科学技术大会上向全国人民发出了“坚持走中国特色的自主创新道路,为建设创新型国家而努力奋斗”的进军号令,提出用 15 年的时间,使我国进入创新型国家行列。胡锦涛总书记指出:“要始终把提高自主创新能力摆在突出位置,显著提高我国的科技实力。科技实力是综合国力的重要内容和基础。自主创新能力是国家竞争力的核心。一个国家、一个民族要真正赢得发展、造福人类,必须注重自主创新。”

创新是技术和经济发展的原动力,是国民经济发展的重要因素。当今世界各国之间在政治、经济、军事和科学技术方面的剧烈竞争,实质上是人才的竞争,而人才竞争的关键是人才创造力的竞争。

发明与创新学是形成于 20 世纪 30 年代的一门研究人类创新能力、创新发明活动及其规律的科学。发明与创新是人类特有的一种思维和实践活动,也是人类最富有意义的一种劳动。发明与创新发展了生产力,推动了社会的现代化,改善了人类的生存环境、劳动环境。人类的历史,从某种意义上来说,就是一部不断发明与创新、日益繁荣昌盛的文明史。

在科学技术高速发展的今天,发明与创新对我国现代化建设十分重要。正像胡锦涛总书记在全国科学技术大会上的讲话中指出的那样:“我们必须下更大的气力、作更大的努力,进一步深化科技改革,大力推进科技进步和创新,带动生产力质的飞跃,推动我国经济增长从资源依赖型转向创新驱动型,推动经济社会发展切实转入科学发展的轨道。这是摆在我们面前的一项刻不容缓的重大使命。”

本书从科技创新学研究的内容与方法出发,先后介绍了概论、创新过程特征与创新方法选择、创新思维基本方法、创新思维技法、TRIZ 理论基础、发明与创新启示录、专利与创新发明等内容,从各个角度对发明与创新方法进行了广泛的探讨。

本书特点是,理论与实践相结合,通过大量发明与创新实例来启发读者,使读者通过对发明与创新学的学习,增强创新意识、掌握创造技法、激发创造潜能、提高创造能力。使原来认为十分神秘的,只有科学家、发明家、艺术家等才能产生的创造性思维,最终成为每个普通人都能具有的智慧。

本书的编写不局限于某门课程,而是以发明与创新能力的培养为目标,力图总结规律、联系实际、深入浅出、便于自学,各章之间既有联系,又有一定独立性,读者可根据需要自由选读。

本书第1章、第2章、第6章、第7章由陈洁编写;第3章、第4章、第5章由张健编写;全书由陈洁统稿。本书承芮延年教授审阅,他提出许多宝贵意见和建议,作者在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,错误和不当之处在所难免,恳请各位读者批评指正。

编 者
2007年6月

目 录

第1章 概论

- 1.1 创新学研究的内容与方法 (1)
- 1.2 技术创新的定义、要素与分类 (9)
- 1.3 技术创新的动力来源 (20)
- 1.4 技术创新的研究与发展 (23)

第2章 创新过程特征与创新方法选择

- 2.1 创新过程的分析 (31)
- 2.2 创新过程的特性 (34)
- 2.3 创新过程的方法选择 (34)

第3章 创新思维基本方法

- 3.1 创新思维概述 (38)
- 3.2 创新思维的基本特征 (41)
- 3.3 创新思维的主要形式 (42)

第4章 创新思维技法

- 4.1 概论 (62)
- 4.2 智力激励法 (63)
- 4.3 题目问答法 (67)
- 4.4 联想创新技法 (71)
- 4.5 组合创新法 (81)
- 4.6 列举法 (86)
- 4.7 逆向思考法 (90)
- 4.8 模仿创新法 (94)
- 4.9 仿生创新法 (100)
- 4.10 其他创新法 (109)

第5章 TRIZ 理论基础

- 5.1 TRIZ 理论概述 (127)
- 5.2 八大技术系统进化法则 (128)
- 5.3 40 条发明创新原理 (137)
- 5.4 解决创造发明难题的三个步骤 (163)

5.5 综合应用举例	(170)
------------------	-------

第6章 发明与创新启示录

6.1 生活篇	(175)
6.2 工业篇	(195)
6.3 移动技术启示篇	(213)
6.4 失误发明启示篇	(243)

第7章 专利与创新发明

7.1 专利的基本概念	(247)
7.2 申请专利保护创新发明	(254)
7.3 利用专利进行创造发明	(260)
7.4 专利文献的检索	(262)

第1章 概 论

本章重点：主要介绍创新学的研究内容、方法、定义，创新的动力来源及技术创新的研究与发展。

1.1 创新学研究的内容与方法

20 世纪是知识不断创新、科技突飞猛进、世界深刻变化的世纪,21 世纪科技创新将进一步成为社会和经济发展的主导力量。世界各国综合国力竞争的核心是知识创新、技术创新和高新技术产业化。创新是一个国家国民经济可持续发展的基石。对于一个国家而言,拥有持续创新能力和大量的高素质人力资源,就具备了发展知识经济的巨大潜力。缺乏科学储备和创新能力的国家,将失去知识经济带来的机遇。江泽民根据世界发展趋势的主要特点,及时指出:“创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力。”

创新学是研究人类创造发明活动及其一般规律的科学,其宗旨在于通过对人们创新活动和创新发明方法的研究,揭示人类创新发明的一般规律,并用以有效促进人们的各种创造和发明,促进科学技术进步和社会生产力的发展。通过创新学的学习和研究,将会使人们原来误认为十分神秘的、似乎只有科学家或艺术家才独有的创新能力最终成为每一个普通人也能被开发出来加以运用的一种能力。

1.1.1 创新学研究的内容

创新学研究的内容,包括创新活动、创新过程、创新者的人格因素和心理品质、创新力及其开发、创新思维、创新环境、创新性人才培养和创新评价等。

1. 创新的含义与创新活动

人的实践活动永远离不开创新,也可以说离不开创造。但是,用科学语言回答什么是创造却极为困难,因为创造包括的外延太多,根据逻辑学原理,它的内涵就很少。所以,《韦氏辞典》英文版干脆将创造定义为“赋予存在”。在我国的《辞源》中,“创”字有疮、伤、损、惩的意思,其共同含义是“破坏”;“造”字有作、为、始、成的意思,共同含义是“建设”;两字合起来,创造就是“破旧立新”,即“创新”。

国外学者对“创新”一词从不同角度下了许多定义。如日本的思田彰认为,“创新”是依据异质的信息或事物与至今未有的方法结合起来,产生新的有价值的东西。美国学者欧文·泰勒认为,创造包括 5 个层次,第一层次是表达式创造,这是最初级的创造,像孩子绘画就属于这类;第二层次是生产创造,指的是发展各种技术得到完美产品的活动;第三层次是发明创造,指发明家寻找新方法来解决现存问题,即技术发明;第四层次是创新式的创造,指对各种原理、原则和概念的洞察;第五层次是深奥的创造,指经过长期苦心钻研得到崭新原理的活动。

国内学者对创造也有不同的定义。例如,《发明创造的艺术》一书的作者认为,“创造就

是人们利用自己的聪明才智对已有的物质或精神材料进行加工,从而产生前所未有的有价值的物质产品与精神产品”。

根据逻辑关于下定义的规则,首先要定义一个有主语、系词和谓语的完整判断,谓语应由种概念加属差组成;其次,定义应该正确概括被定义对象的本质特征。

目前,在国内外一些关于“创新”或“创造”的定义中,有一部分定义没有遵循上述两条逻辑规则。例如,有的定义只有属差而无种概念;有的定义种概念选择不当;有的定义有种概念,但只概括了某一方面的属差而显得片面;有的定义只说明了它们的外延(如欧文·泰勒的定义),而没有指出其内涵,从严格意义上说“创新”和“创造”在定义上也是有一定的区别的。

编者认为,“创新”或“创造”虽然从语言逻辑定义上有所不同,但是,从科技创新的角度上看,其实就是“破旧立新”。当然从专利的角度上讲,又分成“发明创新”(发明专利)、“变异创新”和“组合创新”(新型实用专利)等。所以,所谓创新,是人的主观能动性的高度发挥,是为满足社会物质生活和精神生活的需要,在破旧基础上的立新。从种概念上看,创新既是一种有过程的活动,又是一种行为,也是一种具有新颖性、独特性的成果。

例如,美国一家公司在市场调查时发现,人们使用其生产的电熨斗时感到不便的是它拖着一根电线,于是就决心割掉这根“尾巴”。经过研究,终于研制出了世界上第一台不带电线的电熨斗。新电熨斗由熨铁和一个连接电源的熨铁架两部分组成。使用前,将熨铁放到熨架上,当加热到一定温度时指示灯就会亮起来,这时就可以使用电熨斗了。而熨铁每加热一次能使用一分钟,而加热一次仅需6秒钟。后来德国一家公司又推出一种感应式电熨斗,即在熨衣板上设有感应电源,熨衣时自然产生温度,且温度可调,使用很方便。这种不断的技术进步就是“创新”或者说“科技创新”。

因此,编者认为,创新其实就是一种活动,一种社会活动。因此,对于主体人而言,创新与创新活动的含义是相同的。那么,究竟什么是创新活动呢?创新活动是指人们所从事的各种具有“新颖性”的活动。这里所指的“新颖性”,有两个不同层次的含义,本文所说的“创新”是指“非重复性”活动,这是一条重要的判断标准。比如,一个大学生通过自己的思索而做出了一种别人早已发明成功的“自动鞋刷”,这种仅仅对于创新者自己来说是新颖的,即所谓相对新颖性,不属于“创新”;而像爱迪生发明电灯,这种“新颖性”对于其他人甚至对于全人类来说都是新颖的,是所谓的绝对新颖性,我们称其为“创新”。

创新活动既然是一种社会活动,那么它就不可能离开社会实践,更不可能不对社会产生一定影响。于是,根据创新活动对社会的影响效果,创新活动大致可划分为正向创新活动和负向创新活动两大类。凡是有利于(或者至少无害于)社会发展、符合社会公德的创新活动,可称为正向创新活动,如哥白尼日心说的创立、核电站的诞生、电视机的问世、拉链的出现等。相反,凡是不利于社会发展、违背社会公德的创新活动,则称为负向创新活动,如从事那些我国专利法中明文规定的“违反国家法律、社会公德或者妨害公共利益的发明创造”的活动以及因特网上各类“黑客”的创新活动等。应该指出,在某些情况下,就创新本身而言是难以明确判断其创新活动的正向性或负向性的,如原子弹及各类武器的发明等。甚至,有些内容完全相同的创新活动在不同时期、不同地点、不同社会背景之下,还可能具有正负向互相转化的趋势。因此,我们极力主张人们做有利于社会发展、造福于人类的“创新活动”。

2. 创新过程

创新过程,有完整的创新过程和不完整的创新过程两大类。

(1) 完整的创新过程

完整的创新过程,即一般人们所说的创新过程,它包括选题过程、分析思维过程、实施过程和运用各种方法解题过程等。据此,人们已建立了创新过程的程序模式,如杜威(J. Dewey)的创新五阶段模式、沃勒斯(G. Wallas)的四阶段模式以及其他学者的三阶段模式、七阶段模式等。

这里介绍一下人们常用的沃勒斯的四阶段模式。沃勒斯认为,无论是科学的或艺术的创新,一般都要经过以下四个阶段。

第一阶段(即准备期):主要指发现问题,收集有关资料,参考别人或前人的知识、经验并从中得到一定的启示等。

第二阶段(即酝酿期):这一阶段主要是冥思苦想,对问题做各种试探性解决。

第三阶段(即明朗期):是指在上一阶段酝酿成熟的基础上豁然开朗,产生了灵感或顿悟。

第四阶段(即验证期):即对灵感或顿悟得到的新想法进行检验和证明。

应该说,上述四步与许多学者所称的创新性思维的四个阶段大体相同,这里似乎混淆了创新性思维过程与创新活动过程的界限。实际上创新学中所指的创新过程,还应包括创新的实践过程。

(2) 不完整的创新过程

不完整的创新过程,即突发性创新过程,由于这种创新过程非常短暂,所以人们一般很难再将其分为若干个阶段。例如,早年在足球比赛时裁判并未使用哨子。有一次在伦敦比赛,运动员为了一个得分而发生争执,继而观众涌入场内,顿时秩序大乱。当时的裁判恰好是一个警察,出于职业习惯(即联想思维的结果)他灵机一动,从口袋里掏出警笛吹了起来,球场立刻安定下来。由此,人们便发明了足球比赛用哨。其实,我们一般所见的“灵机一动”的创新,很多都反映了不完整的创新过程,它们多与人的联想思维关系甚为密切。不完整的创新过程更加增添了创新的神秘色彩,因此,更值得人们去深入研究。

3. 创新者的人格因素和心理品质

创新者的人格因素,是指创新者个人的连续性的持久的心理面貌或心理“格局”。它包括人的性格、品格和体格等。创新学要研究创新者需要具备什么样的人格和心理品质才更有利于创新,研究一个人应当如何培养自己的创新性人格和心理品质以及如何克服创新过程中的心理障碍因素等。

4. 创新力及其开发

人们几乎天天讲创造力,但真正追究其概念来,往往说不清楚。长期以来,对什么是创造力的问题,人们曾经提出各种各样的答案。在本世纪初以前,普遍认为创造力是一种神秘的现象,是极少数天才人物所具有的特别禀赋。现在当然否定了上述认识,每个正常人都具有一定程度的创造力,只是由于一系列主客观因素的影响,创造力的显示才表现出个体的差异。美国著名学者马斯洛认为,人的创造力有两种层次的表现。一种表现,我们可以在日常生活中看到,如一位工匠手艺的独特风格,一位家庭主妇烹调美味佳肴和设计美观雅致的房间布置。另一种是高层次的创造力,表现为学术思想、科学研究、文学艺术和管理工程等复

杂问题的创造。他认为前一种创造是自发的创造,后一种创造是特殊才能的创造。前者是初级的、基本的,后者不仅具有自发的特性,而且需要艰苦的工作、长期的训练等。

美国创造学家阿玛拜尔认为有三种类型的创造力:一是一般的创造才能,指在一切领域都起作用的、最普遍的创造能力,具备这种能力的人在许多领域都会表现出创造性。二是特殊的创造才能,指具有与特定活动领域有关的创造才能,如音乐才能、绘画才能等。三是更加专门的创造才能,它往往与人的动机、兴趣等结合紧密,只是对同一领域的某一课题表现出的高度创造力。

奥斯本认为,创造力是通过想像提出新设想,创造新事物,发现和解决新问题的能力。

日本索尼公司研究中心主任菊一在总结索尼公司成功的经验时,也提出了两种不同模式的创造力。他认为,索尼成功的奥秘是日本人的勤奋刻苦工作同一种日本民族特有的“创造力”相结合。这种创造力同美国人所说的创造力概念迥然不同。这种才能运用于电子技术上成效特别显著。菊一把爱因斯坦那种天才式的突发灵感称为一种“独立不羁的创造力”。而日本民族最擅长的是那种“推陈出新的创造力”,即善于集中智慧,解决那些基本性质已有定论的问题。总之,创造力是一种复杂的混合物,是创造者通过创造行为表现出来的各种积极的心理特征的总和,是创造者智、情、意、体、美诸因素的结合。它有不同类型、不同层次,由各种特性或成分构成。其中有些起主导作用,有些起支柱作用,而另外一些则构成有效的创造行为所必需的背景。一种单独分出的孤立的能力要素,如记忆力、想像力、观察力等,即使它们达到非常高的发展水平,表现得非常明显,也不能当做创造力本身。通常创造力受下列因素影响。

(1) 创造力与智力的关系

人们在现实生活中经常谈论智力问题。例如,说“这个孩子机灵”,“那个孩子笨”等。智力、智能和智慧,虽然用词不同,但其含义都是指人的聪明才智,一般而言,智力主要是指与人学习有关的能力,智力水平往往是一个人学习能力大小的标志。比如,智力的五大要素——观察力、注意力、记忆力、想像力、思维力,基本上指学习的速度、深度、广度和精确度;而创造力则主要指干预外界事物、创新和改变存在的能力。创造力更具有主动性、冒险性和灵活性。例如,学生经常被问到这么一道古老的智力题:树上有10只鸟,打死1只,还剩下几只?回答“打死1只,还有9只”的学生被认为是最不聪明的;而回答“打死1只,就一只也没有了,因为它们都被吓跑了”的学生被认为是最聪明的。这条答案也成了惟一正确的答案,并把它作为考核其他学生的试金石了。表面上看,这种智力问题对学生的智力发展有刺激作用,但实际上,这种追求惟一答案的结果束缚了儿童创造力的发挥。

(2) 创造力与知识的关系

知识是智力的基础,智力又是创造力的基础,所以知识也是创造力的基础。儿童可能在许多方面表现出较强的独创性,但由于缺少知识,有些设想只是空想而无实用性,只能说是前创造力,还没有发展成真创造力。而我们讲的科技、管理、艺术等方面的创造力,它要依赖于专门知识。

然而,知识多又不等于创造力就强,有知识未必能顺利完成任务。知识与创造力是不能相互取代的。这是因为,首先,知识只能迁移到与其内容相似的场合中去,与知识适用领域不相似的场合,原知识是无能为力的,而创造为个人特点时,就可以迁移到不同的场合,在极广泛的范围内发挥作用。创造力通常随一个人知识的不断积累而加强,但是知识多有时也

会阻碍人创造力的发挥。电话的发明人贝尔并不是电气专家,而是一位聋童教育家和语言学教授,与他同时产生电话设想的还有一位叫可格雷的有专业训练的电气专家。可由于格雷头脑中传统知识太多,竟莫名其妙地认为一个送话器只能送出单一频率的振荡信号,因此,传送人的话音就必须由许多架不同频率的送话器协同工作,这就太复杂了,所以没有坚持搞下去。相比之下,贝尔却没有那么多顾虑,尽管他走了许多弯路,还是首先发明了电话。美国创造学家道格拉斯曾说过:“孕育了发明能力的小学毕业生,远比扼杀了发明创造能力的哈佛大学毕业生有更多的成功机会。”此话是对创造力与知识之间相互关系的绝好说明。

(3) 创造力与创造动机的关系

研究一个人的创造行为,很自然地要考虑到它产生的直接原因——创造动机。常听到有人问:“是什么力量激励某人去克服重重困难,努力去创造的呢?”这就是在寻找创造动机。所谓创造动机,是指激励着人们去进行某种创造的内在力量,是产生创造行为的动力基础。创造动机直接推动人热衷于创造,表现出创造行为,获得创造结果,因而反映出创造能力的潜在动力。它是一种内隐变量,看不见、摸不着,也无法直接测量。但凡创造,总是为某种动机所驱使,如有的人是看到生产存在的问题,产生了解题的紧迫感;有的人是对工作本身感兴趣,受好奇心的驱使;有的人受榜样力量的鼓舞;有的人是为了谋取个人物质利益;有的人是为提高声誉、威望等。

例如,19世纪以前,天花病是人类疾病中最可怕的一种,死亡率达10%,那时的医生想不出任何治疗办法。爱德华·琴纳学医后开办了一家医院,作为一名医生,解救天花病人的痛苦驱使他产生了强烈的创造动机,立志要找到一种治疗和免疫天花的办法。在此动机的支配下,他勇敢地打破了当时医学界的传统偏见,多次冒危险进行接种实验,终于发明了轰动医学界的种牛痘的免疫方法,征服了天花病。琴纳的成功反映了创造动机对创造的重要作用。

此外,经济收入也常常成为人们进行创造的间接动机,这在资本主义社会尤为明显。美国著名电子学家、电子琴的发明人科克在《创造性工程师》一书中,论述了资本主义国家发明家的发明动机,即将金钱、声誉放在首位,为祖国作贡献则成了较次要的。当然,在社会主义社会中,经济收入也会成为一些人从事发明创造的动机之一,但我们更提倡树立为国为民、造福人类的创造志向,应更多地宣传为祖国建设而去创造发明的模范人物,以产生激励作用。

直接动机是指能直接促使人们去创造的动力,主要包括求知欲、好奇心、挑战心理、创造兴趣和对创造的自豪感等。

求知欲和好奇心都属于人的天性,只不过有的人把这种特性保持下来,而有的人则将其压抑,很多人正是由于强烈的求知欲和好奇心的驱使才终生进行创造发明的。物理学家玻恩曾说:“我一开始就觉得搞研究工作是很大的乐事,直到今天仍感到是一种享受。”阿基米德在领悟到浮力定律时,兴奋得在大街上边跑边喊的故事也是一个典型例子。此外,心理学研究表明,每个人都或多或少具有挑战心理,即争强好胜,希望战胜别人,这种挑战心理也常常是发明创造的直接动机,为创造提供一种较大的内在动力。

(4) 创造力与个性的关系

个性是人的态度和行为方面比较稳定的心理特征。个性不是指那种在偶然场合的特殊态度和行为,而是经常性的、习惯了的 attitude 与行为。它是在个人与环境的相互作用过程中形

成、定型和成熟的。人的个性是通过其外部表现——性格特征而被人们认识的。心理学研究表明,人的个性对其创造力有重要影响。通过大量调查发现,有突出创造性成果的发明家、科学家在个性特征上有许多共同或相似之处。

美国心理学家高夫曾设计过这样一个调查:他编制了有 300 个形容词的自陈测验表,对被各个领域的专家公认具有很强创造力的 12 组共有 1701 位受试者测验。结果发现,他们都普遍选择以下 15 个反映性格特征的形容词:有才能的,聪明的,有信心的,自我中心的,幽默的,个人主义的,不拘礼节的,有见识的,理智的,兴趣广泛的,创造性的,喜欢沉思的,机智灵活的,自信的,不守常规的。尽管这项研究只是针对美国的创造发明者,并不一定符合我国的情况,但仍然有其代表性。从大量统计资料研究得出的结论是,有利于创造的个性特征普遍具有以下几个方面。

① 强烈的好奇心与求知欲

富于创造的人,往往从小到大始终有很强的好奇心与求知欲,见到新东西总要问“为什么”、“怎样”一类的问题,总想动手试试。电话的发明人贝尔在小时候就对大自然表现出极大的兴趣,他曾解剖过许多小动物,了解它们身体的构造;动手试验当时刚刚出现的照相术;帮助同学的父亲改水磨。甚至在他生命的最后一年,还在研究新的发明,如水翼拖靶船和太阳能热水器等。具有这种个性品质的人,往往有孩子一样的童心,表现出孩子般的单纯和不自大,往往有一种谦虚的态度,能倾听别人的建议,并承认自己并不是万事皆知的。以不带成见、不过早下结论的态度来看待世界,这种童心未泯的性格,常常使他兴趣广泛,不注意别人的嘲讽。比如,大科学家牛顿就是这种类型的人,他在临终前曾说过一句耐人寻味的话:“我知道世人怎样看我,但在我自己看来,我不过像是在海边玩耍的孩子,为不时拣到一块比较光滑的鹅卵石,一只比较漂亮的贝壳而喜悦,而真理的大海在我面前,一点也没有被发现。”

② 独立性与自我精神

许多有成就的发明家、艺术家的独立性与自主精神极其突出,他们产生一个有意义的设想后,往往会主动努力加以实现,既不等待别人的吩咐,也不愿别人过多的管束,如果他们无可奈何地落入一种非常拘束的环境,会感到心理上的压抑,甚至丧失创造力。

这种独立性与自主精神能够形成一种特有的思维方式,往往表现出思维的独创性和自由性,较少地受权威的影响。美国发明家贝利在 20 世纪 50 年代初,曾参加过一个 6AJ₄ 射频放大管的发明小组。他们在接受任务的同时,接受了一条命令,经理要求他们任何人不许查看和参阅任何书。结果他们试制成功了这种小功率频率高达 1000 兆赫的放大管,用在超高频(UHF)电视波段。成功后,他们查看书本倒大吃了一惊,因为书上写着玻璃管子的极限频率是 250 兆赫。贝利事后说,如果我们事前看了书,一定会怀疑我们是否能造出这种放大管。

③ 喜欢怀疑和冒险

创造力强的人对传统见解、权威结论或他人的观点常常具有怀疑的精神,但是他们尊重的是事实而不是权威。由于他们具有较强的批判性,也常常会令人难堪或下不了台,因而有时人缘不好,使别人以为他们过于骄傲或清高,在大多数人错时,他们往往是对的。16 世纪以前,大多数人认为地球是宇宙的不动的中心,太阳等其他星球围绕地球运动。而波兰天文学家哥白尼却大胆地向这种传统观点挑战,提出了日心说,其命运是可想而知的,但最终的

事实却证明他是对的。

当然,有时也会出现相反情况,即人们是对的,而他们是错的。像爱迪生这样的天才也免不了犯类似的错误。在他发明电影的前身——“西洋镜”后,许多人都劝他把“西洋镜”与幻灯结合起来,变成电影机,他却认为这是一种没有实用价值和前途的东西。当类似的电影机被别人发明时,他才后悔。据说牛顿曾请瓦匠砌围墙,要求在墙上开一大一小两个猫洞。但瓦匠只开了一个大洞,牛顿很不满意。瓦匠说,小猫也可以由大洞进出,牛顿这才恍然大悟。

另外,创造与冒险总是紧密相联的。创造力强的人常喜欢做一些没把握的事情,那些四平八稳的事对他们没有多少吸引力,他们喜欢智力上的挑战,以解决别人解决不了的问题为极大兴趣,不怕花必要的代价。一次失败的尝试对于理论工作者、艺术家来讲,可能意味着数年心血付诸东流。爱因斯坦建立相对论后,几乎用了后半生的时间研究统一场,终因条件不成熟而失败。对于发明家来说,失败可能意味着丧失自己的财产,甚至负债累累。我国木工安全刨的发明人李林森也是在负债累累,变卖家产的冒险精神下完成其发明的。

冒险精神使许多创造发明家获得成功,也使许多尝试者饱尝失败的辛酸。人们看到获得巨大成就的人只是冰山的顶、而更多的是下面大得多的冰块——失败者。成功者之所以能成功,是因为他们有更多的冒险精神,并以不计其数的失败为代价换来的,所以,冒险精神和献身精神往往是决定一个人创造力的重要品质。

5. 创新性思维

创新性思维,可以说是创新的核心。现在的创新学主要是从行为学角度来认识人类创新性思维的特点、创新性思维的思维形式、思维方式、思维模式及其思维的规律,同时也研究如何对一般人进行更有效的创新性思维培养和训练。

6. 创新环境

创新总是需要一定环境条件的,同样是中华民族的桥梁专家,隋朝的李春只能建造大石拱桥赵州桥,而现代的茅以升却能主持建造钱塘江大桥,显然,这与他们所处的不同社会环境有关。因此,创新学要研究什么样的环境适合于创新性活动的开展,什么样的环境最有利于发挥自己的创造才能等。大量事实表明,创造需要一定的环境,而环境又需要人们去创造,只有尽力创造一个适合于创新者创新的环境,才能更好地开展创新活动。由此,便可从创新学中分出一支环境创新学来。

7. 创新性人才的培养

创新学的最终目的是培养人的各种创新性,由此出发,创新学可同教育学紧密结合起来,形成独特的教育创新学(一般亦称为创新教育)。因而创新学的研究内容必然还要涉及创新性人才的培养目标、培养条件、培养原则和培养方法等。

8. 对创新的评价

(1) 对个人创新性的评价

现在,对于个人创新性的评价主要是通过所谓的“创新力测试”来进行的。然而,目前还缺乏有关这类测试的基础理论,所以至今未见到令人满意的以创新力测试成绩来评价人的创新性的研究成果。

(2) 对创新成果的评价

由于人的大脑生来就不喜欢新奇的设想,就像身体不喜欢新奇的蛋白质一样,总会竭力抗拒新生的具有创新性的事物,这就造成了对创新性成果评价的困难,甚至一些专家、权威

在评价中扼杀杰出创新性成果的现象也屡见不鲜。相比之下,对于一些实物性创新性成果,如遥控彩电的出现、全自动洗衣机的问世等,人们是比较容易通过实践来进行正确评价和肯定的,但是对于一种新颖的创新思想、一些新颖的学术观点,如对恐龙灭绝的全新性认识等,评价起来就比较困难了。而最困难的事情,有时则是对创新者个人的正确评价。

(3) 对创新者的评价

由于受各种因素的干扰,人们最初对一个创新者的评价往往都不是很高。例如,数学家华罗庚小时候曾被人称为“华呆子”;爱迪生也因孩提时代向老师提出为什么三加二等于五之类“显而易见”的问题而被老师称为“笨蛋”,并被开除出校;革命导师恩格斯中学时期的班主任“早就料定恩格斯今后不可能有所作为”等。

总之,对于创新的评价是较为困难的。这就使很多优秀的创新成就在一个阶段或者很长时间内难以问世,甚至被扼杀在摇篮之中。因此,如何科学地评价人们的创新性及其创新成果,必然是创新学的重要研究内容。

1.1.2 创新学研究的方法

由于创新学是一门新兴学科,而且又与其他自然科学、社会科学等各种学科横向交叉、内外渗透,因此,创新学的研究方法与其他一些学科的研究方法是密不可分的。目前来看,创新学的研究方法主要有如下一些。

1. 观察法

所谓观察法,是指在一定条件下有目的、有计划、系统地观察一个人的创新过程,并依据其行为、言语、性格特征及情绪变化等诸方面,分析其创新心理、创新性思维和自觉或不自觉地运用某些创新原理的一种研究方法。这种研究方法也包括对已经取得创新成就的科学家、发明家或艺术家进行采访及录像、录音等。观察法也是其他学科普遍采用的一种研究方法。在运用观察法时,应坚持观察的客观性,忌讳猜测,应坚持观察的全面性,防止偏见。当然,在观察时还要注意被观察对象的代表性,即要选择典型事物进行观察,这样可简化观察对象以排除次要和偶然因素的干扰。例如,美国心理学家特曼(L. M. Terman)曾运用追踪观察方法研究了1528名智力超常儿童的才华发展情况,历经半个世纪,其大量观测数据为心理学、创新学、教育学、人才学等各个学科提供了丰富的第一手资料,具有极大的科学价值。

2. 传记法

古今中外专门记载人们创新活动、创新性思维和创新方法的文字确实太少,但有关人物,特别是有关科学家、发明家的人物传记却能见到。因此,专门研究人物传记就成为研究创新学的一种很好的方法和途径。通过对人物传记,特别是自传的研究,可以了解科学家、发明家或文学艺术家的具体思维过程、创新过程和成长过程,亦可研究他们的创新性人格特征及其所处的环境等。如法国数学家阿达玛(J. S. Hadamard),他从有关传记中检索出关于数学家成功的事迹后,1945年出版了专著《数学领域中的发明心理学》。

3. 科学史法

所谓科学史法,是指通过研究某一学科(技术)内部新、旧知识之间的产生、变化、发展和消亡的过程来揭示该学科(技术)自身发展规律的研究方法。由于一门学科(技术)发展的规律在一定程度上可反映创造者的许多创新活动,所以,详细研究一门或几门学科(技术)的科学史、发明史,就可以在在一定程度上揭示人们的某种创造规律。这一方法也有助于

了解不同发明创造之间的内在联系。例如,在地质学中,全球板块构造学说的提出即经历了“大陆漂移—海底扩张—全球板块”这样的三步曲,从每一步发展到下一步都蕴含着地质学内部的某些创新规律。

4. 比较研究法

这是一种通过对不同创新过程的比较研究,通过对不同发明家、科学家或艺术家创新人格、创新性思维等的比较研究而深入了解有关创新问题的方法。例如,达尔文(C. R. Darwin)只用了几个月的时间独立地提出了进化论的观点,相比之下,华莱士的创新性思维显然比达尔文略逊一筹。

5. 调查征询法

调查征询法,就是把创新学要研究的问题分解为详要的纲目、拟成简明易答的问题即征询表,分发给征询对象以征求答复,然后回收征询表并利用各种数学方法进行统计研究而得出结果的研究方法。例如,在20世纪80年代,我国著名心理学家王极盛就曾在这方面做了极有意义的工作。他有目的地对我国当时的28位学部委员和127名一般科技工作者的创新做了分门别类的系统征询和研究,于1986年完成了近40万字的专著《科学创造心理学》,为我国创新学的研究作出了突出贡献。又如,编者在机电一体化专业“机械设备电气与数字控制”课教学中实施创新教育以来,发出了包括20多个栏目的征询表,从学生中得到了900多个反馈信息数据,为创新性教学和创新学研究积累了宝贵的素材。

6. 测验统计法

创新学研究经常需要进行一些创新性测试,以便对不同的人或者同一个人不同时期中的创新性作出直观的、定量性的评价,从而探索创新学的某些规律。例如,编者曾对本校机械专业班的学生进行过两次(刚入学时和毕业前夕)专门的创新性测试,并对对照班进行了同样的测试,取得了部分可供研究的第一手资料。然而,由于有关创新性测量的理论研究相对滞后,因此其测试结果只能代表某种倾向,而难以给出科学定论。

7. 创新案例研究法

创新案例研究法,是指通过对一些典型创新实例的成果进行全面的创新性分析,从中探寻出创新者的若干创新规律的研究方法。例如,通过对双体自行车实物进行分析可得出同类组合的创新规律,通过对旧轮胎的充分利用可分析出完满创新原理等。在分析中,虽然研究者对原创新者的创新过程,特别是创新性思维的过程知之甚少,甚至连原创新者自己也可能谈不出其中的原委,但这并不影响研究者对其创新成果进行全面的创新性分析。事实表明,从创新实例研究中经常可探索出一些重要的创新规律来。

总之,创新学的研究方法应当是不断改进和发展的,我们提倡用创新的精神灵活运用上述种种创新学的研究方法,并逐步使之更加科学、实用和完善。

1.2 技术创新的定义、要素与分类

1.2.1 科技创新的定义

1. 国外关于科技创新概念界定的主要观点及其主要争论

科技创新,即科学与技术创新。这一概念最早源于美籍奥地利经济学家熊彼特的“创