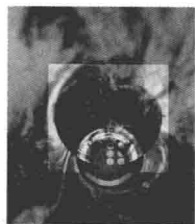


创 新的哲学探索



金吾伦
◎
著

创新的哲学探索



亚吾伦◎著

東方出版中心

图书在版编目(CIP)数据

创新的哲学探索/金吾伦著. —上海: 东方出版中心,
2010.5

ISBN 978-7-5473-0150-0

I. 创… II. 金… III. 技术革新—研究 IV. F062.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 048675 号

创新的哲学探索

出版发行: 东方出版中心

地 址: 上海市仙霞路 345 号

电 话: 62417400

邮政编码: 200336

经 销: 全国新华书店

印 刷: 昆山亭林印刷有限责任公司

开 本: 890 × 1240 毫米 1/32

字 数: 267 千

印 张: 10.75

版 次: 2010 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5473-0150-0

定 价: 28.00 元

版权所有, 侵权必究

内 容 简 介

创新已成为世界各国在 21 世纪取得成功和进步的最重要的手段之一,它将对人类生活的多个方面产生越来越巨大而深刻的影响。本书从哲学的高度审视创新,对创新本质、创新模式、创新价值论、创新认识论、创新方法论、科技创新、组织管理创新、创新文化以及我国当前创新中存在的问题等诸多方面作出系统全面的考察和论述,对中国建设创新型国家,实现自主创新具有一定的参考价值。

们带来竞争优势；创新还可以从多个方面来提高我们的生活质量，如提供新形式的便利和娱乐。它不仅提供新产品和服务，还能对其作进一步的改进，并让人民用得起；最重要的是，创新一直是人们解决社会面临的巨大挑战的途径。当今，从科学到政治、从教育到商业等领域，一些尚无法想象的创新将让我们达到使全世界的人们能够明显地提高健康水平，为快速老龄化的人口制定多种选择方案，找到丰富的、用得起的、环境友好的能源，更多地利用那些能保证更安全和更令人满意的未来知识等等。^①

二、创新需要持久的精神动力

科技创新使科技成果转化为生产力，从而加快经济和社会的发展。已经过去的20世纪，由于科技创新爆炸式增长，使世界面貌发生了巨大的变化，造成了人类的生产方式、生活方式和思维方式的深刻变革。在新的世纪里，随着科技创新进一步成为经济和社会发展的主导力量，并进一步加速，必将对全球化的竞争和综合国力的提升，对世界的发展和人类文明的进步，产生更加巨大而深刻的影响，社会生产方式和产业结构，劳动者素质等生产力要素以及人们的生活方式和思想观念，都将发生新的革命性变化。

创新是民族进步的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力。创新越来越成为当今社会生产力解放和发展的重要基础与标志，越来越决定一个国家、一个民族的发展进程。如果不能创新，一个民族就难以兴盛，难以屹立于世界民族之林……我们必须把以科技创新为先导促进生产力发展的质的飞跃，摆在经济建设的首要地位，这要成为一个重要的战略指导思想。为此，我们必须大力开展科技创新，增强自主创新能力，使国家更加强盛，人民生活更加富裕，中华

① 参见中国科学技术信息研究所等编：《创新美国》，2005年。

前 言

20 世纪的历史回顾和新世纪的展望 ——科技创新需要持久的精神动力

一、20 世纪回眸:科技创新的辉煌历程

20 世纪的曙光初露,1900 年,德国物理学家普朗克提出了光量子假设,开启了物理学的新革命;1905 年,爱因斯坦的狭义相对论问世,20 年代物质原子论的发展使化学工业繁荣昌盛的同时,量子力学创立、标准模型被提出并得到阐述;1929 年,天文学家哈勃用他研制的望远镜发现宇宙膨胀现象(谱线红移),此后不久,1945 年,天文学家提出宇宙大爆炸模型;1953 年沃森、克里克发现脱氧核糖核酸(DNA)的双螺旋结构及其对生物遗传信息传递的意义。沃森、克里克的发现是人类历史上伟大的遗传学革命的起点,此后便形成了生物技术的一系列创新以至对人类生活的各个方面发生了巨大的影响。

20 世纪的每一项重大科学发现与技术发明,都产生了一系列的重大创新,成为创新之源,促成了人类生活方式与思维方式的深刻改变。21 世纪,人类在享受着 20 世纪科学技术成果所带来的恩惠的同时,把注意力转向创新,因为创新是导致社会和经济价值创造的发明和洞察力的结合,创新成为人们在 21 世纪取得成功的一个重要因素。例如,美国在过去 50 年里,创新所产生的生产力对美国 GDP 增长贡献率达到 50%,创新产生了新产业的市场,推动了财富创造和赢利,并且创造了高价值、高收入的工作岗位。在我们如今生活的这个世界里,只有创新——创造新价值的能力——才能为我

民族更加振兴。

但是我们还必须意识到,科技创新并不是一件容易的事情。科技创新要比单纯的科学发现和技术发明更加复杂,它涉及研究与开发,技术管理、组织、设计、制造,营销、用户参与等等一系列复杂的活动过程。我国的科技水平与发达国家相比还不高,创新能力还不强,创新精神还没有得到高扬,甚至还有来自各方面的阻力。为了增强科技创新能力,高扬创新精神,确立一个不断创新的精神动力,我们需要对科技创新有一个更深刻的认识。

1. 马克思特别重视科技创新

恩格斯《在马克思墓前的讲话》中赞扬马克思在他所研究的每一个领域(甚至在数学领域)都有独特的发现,这样的领域是很多的,而且其中任何一个领域他都不是肤浅地研究的。“这位科学巨匠就是这样,但是这在他身上远不是主要的。在马克思看来,科学是一种在历史上起推动作用的、革命的力量。任何一门理论科学中的每一个新发现,即使它的实际应用甚至还无法预见,都使马克思感到衷心喜悦,但是当有了立即会对工业、对一般历史发展产生革命影响的发现的时候,他的喜悦就完全不同了,例如,他曾经密切地注意电学方面各种发现发展情况,不久以前,他还注意了马赛尔·德普勒的发现。”^①

由此可见,马克思对科技创新比对科学发现更加重视,并且对当时的科技创新活动给予了极大的关注和赞许。

马克思、恩格斯在《共产党宣言》中以赞扬的语言,肯定了资产阶级的创新精神,他们在书中指出:“现代资产阶级本身是一个长期发展过程的产物,是生产方式和交换方式的一系列变革的产物。”资

① 恩格斯:《在马克思墓前的讲话》,《马克思恩格斯选集》第3卷,人民出版社,1976年版,第575页。

产阶级“创造了完全不同于埃及金字塔、罗马水道和哥特式教堂的奇迹，它完成了完全不同于民族大迁移和十字军东征的远征”。^①

他们还指出：“资产阶级除非使生产工具，从而使生产关系，从而使全部社会关系不断地革命化，否则就不能生存下去。反之，原封不动地保持旧的生产方式，却是过去的一切工业阶级生存的首要条件。生产的不断变革，一切社会关系不停的动荡，永远的不安定和变动，这就是资产阶级时代不同于过去一切时代的地方。一切固定的古老的关系以及与之相适应的素被尊崇的观念和见解都被消除了，一切新形式的关系等不到固定下来就陈旧了。一切固定的东西都烟消云散了，一切神圣的东西都被亵渎了。我们终于不得不用冷静的眼光来看他们的生活地位、他们的相互关系。不断扩大产品销路的需要，驱使资产阶级奔走于全球各地，它必须到处落户，到处创业、到处建立联系。”^②从马克思、恩格斯的这段话的最后一句可以看出，资产阶级的创新是被迫的、被动的，而我们今天强调创新则应是自觉的、主动的，是建立在对世界历史发展规律进一步认识的基础上的。

但是马克思、恩格斯仍然对资产阶级的创新精神给予了充分的肯定。他们指出：“资产阶级在它的不到一百年的阶级统治中所创造的生产力，比过去一切世代创造的全部生产力还要多、还要大。自然力的征服，机器的采用，化学在工业和农业中的应用，轮船的行驶，铁路的通行，电报的使用，整个整个大陆的开垦，河川的通航，仿佛用法术从地下呼唤出来的大量人口——过去哪一个世纪能够料想到有这样的生产力潜伏在社会劳动里呢？”^③事实上，这种潜伏在社会劳动里的巨大生产力就是由包括科技创新在内的创新活动使

① 马克思、恩格斯：《共产党宣言》，《马克思恩格斯选集》第1卷，人民出版社，1976年版，第254页。

② 同上。

③ 同上书，第256页。

之涌现出来的。创新精神的高扬,创新能力的增强,需要人们具有推动社会进步的强烈责任感,需要有创造新世界的巨大激情和内在精神动力。新兴资产阶级竟有如此巨大的创新动力,并由此推动资本主义的发展和繁荣,我们是马克思主义的继承人,难道不应该有比资产阶级更加强烈的创新激情和动力,亲身参与到创新实践中,从而作出比前人更加辉煌的创新成果来吗?!

2. 科技创新正在改变文明的基础

以科技创新驱动的新浪潮正在深刻改变建立在工业革命之上的现代文明的基础,一个新文明的曙光已经初露。这一文明的基础和动力就是知识和信息。知识和信息必将成为所有财富所必需的资源中最主要和最宝贵的要素。信息和知识创造的财富必将大大超过物质生产的财富。

工业时代的经济增长,主要靠物质投入,往往表现为高成本,其实质是高成本社会化;而知识时代的经济增长,主要依靠信息与知识,它们是非消耗性的,而其中的物质消耗与工业时代相比则要低得多。知识时代的经济增长实质就在于低成本的社会化,因而可以实现低成本的增长,高速发展着的信息产业中的计算机软件业、网络通信业等领域,可以在十多年内达到或超过工业时代以消耗物质资源为主的产业近一个世纪才能达到的资产水平。美国石油大王洛克菲勒花了几十年的时间资产达到10亿美元,而软件大王比尔·盖茨达到10亿美元的资产只花了12年,这是因为物质增长产生的财富增长与时间的关系是近似线性的,而信息知识增长所产生的财富增长与时间关系则是非线性的,有时甚至是爆炸式的。

知识与信息一旦应用于传统产业,传统产业的效益和资产水平就会大大提升,可以真正实现跨越式发展。这已在许多传统产业部门的资产增长中表现出来。知识与信息已经或正在改变工业组织、公司结构、商业竞争的内容和形式以及创造财富的途径,乃

至战争的方式。总之,知识成了当今世界商业利润和全球竞争的关键。

知识与信息之所以能发挥如此重大的作用,关键就是科技创新。知识是创新的源泉,创新是使知识变成生产力的桥梁和通道。知识源泉只有通过创新才能得到不断的开发和利用,因为创新是一系列复杂的社会过程,知识通过这些过程在特定条件下转化成为某种社会用途。科技创新就是使科技知识转化为社会生产力。我们可以说,当今世界,一切经济价值、经济增长和战略实力都来自于知识和创新。这正如江泽民同志所说:“没有创新,就没有发展,没有生产力。”

以科技知识与创新为基础的新文明的出现,还将深刻地影响到人类的生存方式和生活方式。1956年,美国的白领阶层人数首次超过了蓝领工人的人数。那时就有人指出,这将导致出现一个新社会,即信息社会。在信息社会里,人们主要是处理信息,而不是主要生产(物质)产品。当然,这决不意味着物质产品不重要了,而是说随着科技创新力度的增强和速度的加快,物质产品生产规模进一步缩小,知识与信息产业不断涌现和增加,从事体力劳动的工人人数逐渐下降,知识工作者(knowledge workers)的人数大大增加,原来从事的体力工作,将由机器人和计算机所替代;原来意义上的工人阶级逐渐知识化,并最终将成为知识阶级。

应该说,工人们摆脱了如恩格斯在《英国工人阶级状况》中描述的那种悲惨境地而进入到脑力劳动者的行列,是文明的一大进步。我们理应欢呼,理应赞扬。这是科技创新给人类带来的恩惠。但与此同时,随着工人知识化和新文明的出现,有可能使传统的政治对垒和阶级关系变得模糊。复杂性理论告诉我们,新事物来自混沌的边缘。因此,新文明将孕育相应的制度创新,才能缓解因新文明出现而造成的社会紧张。在这里,我们必须强调制度创新的重要性。科技创新必须要有制度创新作保证。没有制度创新,技术创新就不

能持久,也得不到制度保证,尤其是高科技产业。吴敬琏教授指出:“近年来西方一些对高技术产业发展的研究表明,决定一个国家、一个地区乃至一个企业高技术发展状况的最主要的因素,不是物质资本的数量和质量,而是与人力资本潜力发挥相关的经济组织结构和文化传统等社会因素。”^①所谓“经济组织结构和文化传统等社会因素”,其实质就是制度环境与文化背景。

3. 科技创新需要良好的环境

历史和现实的经验表明,科学技术的发展和科技创新能力的增强,都需要良好的环境作支撑。创新能力的增强,是与有利于创新的体制、机制和文化相互作用的结果。

世界历史上科技中心的转移和工业革命发展的历程显示出科技发展和科技创新的社会文化背景,显示出与“创新氛围”(Milieux of Innovation)和谐一致的特征,以及科技创新的路径依赖性(Path-dependence)等等因素的重要性。

第一次工业革命的发源地在英国,当时的英国有较宽松的宗教背景,有进行科学探索的合适的气候和土壤,有实现创新的市场意识和商贸手段。历史学家的研究表明,其实早在第一次工业革命发生前100年英国已有了必要的科学知识,但只有到了能够使用这些知识的社会条件成熟,第一次工业革命才能发生。

第二次工业革命发生在德国,是因为德国出现了新的社会条件——活跃的理论思维,原有的科学与工艺技术的结合,大学教学与专业研究的联盟,为科技创新营造了良好的社会环境和文化氛围,使德国成为继英国之后的世界科学中心。20世纪美国成了科技创新的中心,这是因为美国有了比英国和德国更有利于科技创新的环境,有了被人们称为“技术发明与应用系

^① 吴敬琏:《制度重于技术》,中国发展出版社,2002年版,第7~8页。

统之间互动所需要的地域性基础”，尤其是有利于创新的良好文化氛围。

曾任中国国家科学技术部部长的徐冠华指出：“美国科技和经济发展也是通过创新后来居上的。尤为突出地表现在以市场机制为基础，不断营造和优化有利于创新的良好文化氛围。竞争意识、冒险精神、创业胆识和宽容失败的传统是其文化的积极方向。美国较早实现了规模化生产和科学管理，较早地将研究开发机构纳入企业的核心部门，较早地把‘专利制度是给天才之火浇上利益之油’的理念，用法律形式固定下来，建立了较为完善的知识产权法制。在美国，大科学和开放式研究机构使科技与经济、政治、社会发展密切联系。风险投资能从真正意义上得以实施。美国是个移民国家，其文化的包容性反过来成为促进创新的重要条件。二战后至今，尽管不断受到来自工业化国家的挑战，但美国仍在主要高技术领域保持领先地位。”

硅谷是美国创新成功的缩影。硅谷成为世界各国发展高科技的“样板”、高技术的麦加圣地、“创新思想和技术冒险者的天堂”。有人甚至认为，“文艺复兴之后所发生的全部事件中，对世界影响最大的莫过于硅谷的技术”。事实上，硅谷成了 20 世纪下半叶影响世界经济、技术、社会发展的“火车头”。这就向我们提出一个尖锐而严肃的问题：硅谷成功的奥秘是什么？这对于我们学习硅谷是至关重要的。不识其真谛、不学其精髓，硅谷精神是学不来的，或者是只学其皮毛，未能得其真髓。

长期研究硅谷特征的美国伯克利加州大学教授萨克森宁(A. Saxenian)教授指出：“仅仅拥有硅谷的基本因素并不意味着就能创造出该地区具有的那种活力。事实证明，那种认为‘科学园区 + 风险投资 + 几所大学 = 硅谷’的观点是完全错误的。”萨克森宁说，上述基本因素犹如一块块积木，但无法把这些积木组合成完整的图案。积木是搭不出硅谷来的。关键在于它有适宜于创新的组织结

构和良好的创新文化氛围。

美国《商业周刊》一篇题为《克隆硅谷最宝贵的东西》的文章说：“硅谷成功的诀窍不在硅片之中。不是快速芯片，不是奇妙的电脑游戏，也不是供查找数据使用的技术深奥的软件。硅谷成功的秘诀甚至也不在电视上、杂志中以及广告牌上大量出现的网址……硅谷的一些要素有人照搬过，但是世界任何地方都未能克隆出一个‘基因’完全相同的硅谷。”原因是“没有抓住硅谷的真谛”。那么，硅谷的真谛是什么？作者认为：“归根到底，还是那个定义模糊、然而却是极为重要的因素：企业文化。”花费8年时间记录生活在硅谷的成千上万人的观点和习惯的美国圣荷塞大学人类学中心主任查理·达拉(Charles Darra)和他的同事也得到同样的结论：“硅谷已经造就出一种独特的文化。”阿伦·韦伯(Alan Webber)在他的《新经济有新意是什么?》(*What's So New About the New Economy?*)一书中也这样说：“最终，新经济版图并不在科技里，亦非在晶片，或是全球电讯网络，而是在人的思想疆界里。”^①

美国马里兰大学华裔教授钱颖一对硅谷作了学术研究，概括了7个方面的因素：① 硅谷公司的生产结构是开放型的；② 硅谷人才流动频繁，跳槽的情况常有发生；③ 加州法律环境较为宽松，使跳槽变得容易；④ 硅谷人容许失败；⑤ 硅谷人的生活和工作观是“活着为了工作”，硅谷人是工作狂；⑥ 在硅谷工作的外国移民特别多；⑦ 美国的全国证券交易商自动报价系统股票市场为硅谷公司上市创造了有利条件。这些硅谷环境和硅谷文化造成了创新和创业的新天地。钱颖一教授强调：“只有一种自由的创业体制，分散的决策过程才能创造出硅谷这样的奇迹。发展高科技，资金固然重要，但更重要的是要有一种能充分发挥人的创造力的体制和文化，用以造

① 转引自[美] 戴文坡、普赛克：《知识管理》，胡玮珊译，台北：生产力中心出版社，1999年。

就创业者的栖息地。”^①

钱教授还指出,我们中国人并不缺乏企业家精神。当前最大的制约因素还是在我们的某些传统的体制上……归根到底,不是中国缺乏企业家精神,而是我们的某些体制把企业和企业家都捆死了,这才是问题的要害。

前任微软中国研究院院长李开复对中关村能否同硅谷的创业竞争持并非乐观态度,他认为两者的差异在文化上。李开复说:“硅谷正在生成一种转向市场驱动的文化,而在中国,创新在很大程度上受技术的驱动。”这种技术驱动的创新就难以有根本性的突破,必须要有制度创新和文化创新的配合。

硅谷成功的奥秘,用我们的话来说,是因为硅谷有一个良好的文化生态系统。在这个文化生态系统下,大大有利于创新和人才的成长。世界各国优秀的年轻科技人才把技术和产品带到硅谷播种、生根、开花结果。硅谷不只是使泥土变成黄金,变成资本,更使它变成智能。经济的发展主要靠技术,技术要靠人才。人才靠创新,靠思想。只有营造一个可以发挥个人作用的良好文化生态环境,人才的创造力才能得到展现和喷涌。贫瘠的土壤、恶劣的环境是决不能生长出茁壮的幼苗来的。

由于中国特殊的历史条件和社会环境,不可能也无必要完全仿照硅谷。“但有一点是共同的、确定无疑的,这就是文化环境是一个潜在的、深层次的、至关重要的因素。创新要有成果,出成果要有人才,出人才要有适合创新人才成长的土壤和环境。优秀人才只有在创新的文化环境中,才能发挥潜能,完成重大成果,开创卓越的事业。”这是前科技部长徐冠华的概括,我认为是很深刻的。

为了使科技创新有一个更大的发展,取得更大的成就,我们必

① 钱颖一、李钟文等主编:《硅谷优势——创新与创业精神的栖息地》“序言”,人民出版社,2002年版,第5页。

须致力于营造良好的环境。但良好的环境的营造决非是一蹴而就的,特别需要有一种奋发向上的、持久不断的精神动力。

三、创新研究应成为科学哲学研究的新阶段

我是一个科技哲学工作者。1999年我曾写过一篇题为“创新研究应成为科学哲学研究的新阶段”的文章,目的是要强调研究创新是科技哲学工作者的“正业”而非副业。在写此文之前曾在沈阳与陈昌曙教授交换过意见,他立即表示赞同,并向我约稿给《东北大学学报》发表。我在《东北大学学报》发表的那篇文章中,简要回顾了科学哲学发展的四个主要阶段,指出科哲研究的重点,从对科学知识作静态的逻辑和语言分析转移到对科学知识增长的动力学研究,并用六个理由表达了科学哲学研究创新是科学哲学范式转换的看法。

在2000年1月1日中国社会科学院通讯“社科博导论坛”栏里,我以“作为社会软硬件整合部的科技哲学”为题的文章中,又强调了科技哲学与创新的关系,其中说:“知识时代的基本特征是创新……以研究科学发现、科学进步和科学知识成长为己任的科学技术哲学将为创新理论和实践作出贡献。”

2000年6月在杭州召开的“21世纪知识观”会议上,我表述了“创新研究是知识论研究的新阶段”的看法。非常荣幸的是,这种看法得到了哈尔滨师范大学孙慕天教授的赞成和认同。孙慕天教授在“作为科学哲学概念的创新——发现与创新的关系辨析”一文中,提出了“发现就是创新”的观点。他认为:“当科学发现被视为创新的时候,创新概念就不可避免地进入科学哲学的视野。”^①毫无疑问,

① 孙慕天:《作为科学哲学概念的创新——发现与创新的关系辨析》,载《自然辩证法研究》2002年1月,第18卷,第1期。

科学哲学研究科学发现,这已成为科学哲学上的历史事实,正如孙慕天教授文中充分而深刻的事实引证和理论辨析的那样,我在《东北大学学报》的文章中所谈的科学哲学发展的第二阶段对科学发现的研究已阐明了这一点。

但在发现与创新的关系上,我认为事情还远远不是那么简单。的确,发现与创新是有联系的,但绝不是简单的等同关系。为什么有人将发现与创新等同起来,是因为有权威人士说过,“基础科学的发现称为原始性创新”,而原始性创新是创新的一种,所以,发现与创新就等同起来了。于是,就出现了“什么是原始性创新”和“发现就是原始性创新的说法是否合理”这样一些需要进一步认真辨析清楚的问题。

所谓“原始性创新”提出的背景,是发达国家“随着世界范围内高技术及其产业发展日新月异,产业竞争由生产阶段加速前移到研究开发阶段”。我们可以分析“产业竞争由生产阶段前移到研究开发(通常指 R & D)阶段”的含义,引申出关于发现、发明和创新的关系。R & D 可以是指科学研究(R)与技术开发(D)。科学研究的成果是发现,而技术开发的成果是发明。创新则是一个链,发现与发明只是创新链中不同的组成环节,创新链还包含发现、发明的成果转化为应用。只有发现与发明,没有实际的应用,就只能是发现与发明,而不能说是创新。这是人们之所以要引进“创新”概念所要求的。熊彼特时期的“创新”是“旧要素的新组合”,而知识经济时代的创新不再局限在“旧要素的新组合”了,而是有新发现和新发明,使新发现与新发明成为创新之源。但这还不是创新的全过程。没有成果的转化和应用,产生不了价值,那么,发现只能是发现,发明只能是发明,就不能叫作“创新”。

例如,法拉第发现电磁感应现象,我们只能叫发现;只有当运用此原理创造出电动机、发电机时,这才是创新。在这里,一个科学原理的发现可以引申出许多的创新。当伦琴发现 X 射线,还未成为应

用于探测物体的手段前,我们只能说伦琴发现了 X 射线,而不能说伦琴创新了 X 射线。当 X 射线被应用于人体检查时,是一种创新;当 X 射线被应用于物探时,则是另一种创新。

又例如,沃森、克里克发现 DNA 的双螺旋结构,人们不能也不会将其称作创新,只能认为是发现。但这一发现成果被应用于基因重组工程等等时,我们就可以称作创新,也可称作“原始性创新”。然而,我们却不应把 DNA 双螺旋结构的发现叫作创新。

这里就可以明显看出发现与创新的区别。发现只是创新链的一个环节,而不是创新的全部。

让我们再举两个例子来说明创新与发现的区别。

一个案例是从氮元素的发现到合成氨的投产。19 世纪 70 年代,德国化学家李比希提出了农作物生长的三要素理论,即农作物生长有三种化学元素(氮 N、磷 P、钾 K)起主要作用——这是科学发现。1909 年德国化学家哈伯首次用空气中的氮和氢合成氨——这是技术发明。哈伯的发明不久被德国巴登苯胺纯碱公司接受与采纳,但从发明到生产出产品,其间经历了无数次试验,也经历了大量的失败,到 1913 年第一个合成氨工厂才建成投产。这个过程就是创新。发现、发明,只是这个创新过程中的一部分。当然,我们这里决不意味着轻视发现、发明的重大意义,没有发现、发明,创新就成了无根之树、无源之水了。但我们必须把发现、发明到工程实现的整个过程叫创新。如果把前述三个化学元素的发现叫作创新,那么合成氨的过程叫什么? 实际上合成氨的整个过程才是一个创新过程,其中包括发现和发明。我们可以用下式来表达这个创新过程:

$$R \ \& \ D \rightarrow P \ \& \ S \rightarrow M \rightarrow V$$

R & D 即研究与开发,亦即科学技术过程

P & S 新产品与新服务

M 市场

V 价值