

阮汝祥 编著

技术创新 方法基础



高等教育出版社

高等教育出版社

内容简介

本书以创造创新学理论为基础,以培养科学素质和创新能力为目标,提出了创新的概念和个体创造力的结构模型,全面介绍了创新思维、创新才能与结构优化、创新技法和 TRIZ (萃智) 理论、创新工具与综合运用等基础知识,对发达国家研究、发展 TRIZ 理论与应用重点进行了论述,并将 TRIZ 创新方法与设计、生产制造中的 AD、ADT、QFD、六西格玛 (6 σ)、DFX 等理论相融合,形成独特的技术创新方法的基础。本书能拓展思路,提高智能,激发创新意识,提高创新实践能力。

本书可作为高等院校理、工、管等学科各专业大学生、研究生学习研究创新理论和方法的教科书,也是广大研究人员、设计人员、工程技术人员、教师、机关技术干部、企业领导和管理人员等培养创新意识和创新能力的有益读物。

图书在版编目 (CIP) 数据

技术创新方法基础/阮汝祥编著.

—北京:高等教育出版社,2009.5

ISBN 978-7-04-026768-6

I. 技… II. 阮… III. 技术革新—研究 IV. F062.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 068005 号

策划编辑 王青林

责任编辑 李 激

封面设计 张 楠

责任绘图 尹 莉

版式设计 王艳红

责任校对 殷 然

责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100120

总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司

印 刷 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 850×1168 1/16

印 张 22

字 数 660 000

购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landraco.com>

<http://www.landraco.com.cn>

畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009年5月第1版

印 次 2009年5月第1次印刷

定 价 34.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 26768-00

前言

创新是关乎国家命运和前途的头等大事。一个国家如果没有技术独立，就没有经济独立、政治独立。产业的细胞是企业，因此建设创新型企业，追求技术上的独立，不仅是市场竞争的需要、企业发展的需要，也是国家进步的需要。

自建设创新型国家这个重大战略目标面世以来，关于创新的文章与报道不断。创新到底为何物？创新的活动可大可小，最重要的不在于说，而在于做；最务实的不在于跟风炒作，而在于落实行动；最有效率的不在于概念探讨，而在于掌握方法与工具。

在美国、德国、日本等创新型国家，其政府均高度重视创新思维的培育，超前部署创新方法的研究和推广，设立专项资金鼓励科学仪器设备等科学工具的自主研发。相比较而言，我国对创新方法重视不够，投入严重不足，对科学思维培育不够，科技活动以跟踪模仿为主，自主创新成果少，科学仪器设备等科学工具严重依赖进口，这与加强自主创新、建设创新型国家的战略要求极其不相适应。

英国科学家李约瑟提出：中国曾有非常先进的技术发明（四大发明），为什么牛顿式的工业革命没有在中国诞生？这是中国学术界讨论了半个多世纪没有结果的“李约瑟问题”。自2004年以来，笔者一直致力于创造发明、技术创新、创新管理等方面的研究与探索，特别是接触到源于苏联，发展于美、欧等发达国家的最新创新理论——TRIZ（也称为萃智）理论后，认识到科学思维、科学方法和科学工具的创新与突破是提升国家核心竞争力的源泉，并于2007年初编著出版了《创新制胜》，全面、系统地介绍了创新知识、创新能力、创新方法、创新体系、创新环境和创新战略等知识。特别需要说明的是TRIZ理论是本书的重要核心内容，书中引入了“萃智”这一中国化的名词。

随着世界各国（美国、欧洲、日本、韩国等）对创新方法，特别是TRIZ的研究和应用的不断深入，TRIZ正以前所未有的速度得到全世界工程界、技术界、教育界及管理层的认知。

中国科学技术部从2007年始逐步推动创新方法的培训，并在2008年会同国家发展和改革委员会、财政部、教育部和中国科学技术协会联合启动了创新方法工作。笔者在《创新制胜》的基础上，专注于创新方法的理论与应用基础的研究，学习、吸收了国际TRIZ创新方法研究的最新成果，撰写出这本《技术创新方法基础》。

拥有综合的、扎实的基础知识和专业知识是杰出人才的必备条件，同时还必须具有良好的能力结构和心理结构。创造性成果来自于创造性思维。本书第一章简要介绍了国内外有关创造学发展的情况，同时介绍了11种新颖、独特、有效的思维方法，其中既有逻辑思维，也有非逻辑思维，它们都属于创新思维的范畴。

创新技能代表一个人的智能（智商）水平。智能由人的基础能力和基本素质形成，是人们开展创造创新活动的前提条件。本书第二章介绍了10种创新技能，以及提高技能的各种途径，并创造性地提出了个体创造力结构模型，立志创造者可以从中学会认识自我，完善自我，充分发挥创造创新潜力，自我实现梦想，学习和开发自己的创新技能。

创新方法是建立在创造心理和认识规律基础上的一些规则、技巧和做法，它们大多数以原则、诀窍、思路的形式来指导人们克服心理障碍和思维定式，促进思维的灵活性、流畅性和独特性。从第一次工业革命至今，心理学家、社会学家和创造学家们，根据大量的创新实践，研究归纳出的创新技法大约有1000多种，其中被人们普遍认同和推广应用的创新技法也有10多种，如智力激励法、联想法、形态分析法、检核表法、头脑风暴法等，人们称它们为常用（或传统）的创新技法。这些创新技法曾有过成功的辉煌纪录，但总体上讲都是抽象的、随机的、方向不明确的，普遍强调个人的“灵感”和

“顿悟”，普遍性、再现性、适用性差，没有创新理论的指导，没有知识库的支持，更谈不上科学性，不符合科学发展观，因此难以用这些创新技法去培育人的创新能力，而将它们与 TRIZ 等现代创新方法的集成融合，以增强其活力，是传统创新技法的发展方向。

本书第三章介绍了常用的 10 余种常用创新方法。它们都是 20 世纪初心理学家们对众多天才发明家的思想和活动的总结，对完成相当于发明等级为 1~2 级的小改小革有一定的作用。

方法经长期实践检验并形成理论。苏联最伟大的发明家阿奇舒勒将发明创新从对某些天才的研究转向了对全人类创新成果的结晶——专利的研究，通过对数十万份高水平发明专利所做的分析、归纳和提炼，基于辩证唯物主义的认识论、矛盾论、本体论和系统论的思想，发现了人类进行科学研究和发明创造的背后所遵循的客观规律。本书第四章介绍了当今世界卓有成效的先进的创新理论和方法——TRIZ（萃智）理论。在以美国为代表的一些发达国家中，TRIZ 理论正以“爆炸式”的速度在学校、研究机构及大中企业中推广和应用，被誉为当今“最伟大的发明”。

TRIZ 理论被提升为工具，具有程式化和可操作性的显著特点。本书第五章介绍了几种主要的创新工具以及它们的综合运用。TRIZ 理论与六西格玛、AD、QFD、DFX 等理论与工具的融合，使创新产品从概念设计开始，直至生产、销售，包括企业的管理等，确保各个环节的高速度、高质量、高收益。创造创新者熟练地掌握和运用这些理论和工具，也就找到了打开创造创新世界大门的“金钥匙”。

“创造和创新既是古来有之的中华法宝，更是新时代腾飞的神器”。创新方法是科学思维、科学方法和科学工具的创新统称，其中，科学思维创新是科学技术取得突破性、革命性进展的先决条件；科学方法的创新是实现科学技术跨越式发展的重要基础；科学工具的创新是开展科学研究和实现发明创造的必要手段。“自主创新，方法先行”，创新方法是从源头推进自主创新的开创性、长期性和基础性的工作。中华民族本是高智商的民族，以逻辑思维为主导运用标准解和效应知识库等程式化的解题方式更是我国科技人员特有的优势。只要我们大家都来学习创造学，学会创造性思维，提高创新意识，掌握创新方法，中华民族再创世界辉煌的时代必将指日可待。

本书涉及多种学科，包括自然科学、社会科学、管理科学和教育学等，综合了国内外诸多学者的论点和研究成果，可作为高等院校理、工、管等学科各专业大学生、研究生学习研究创新理论和方法的教科书，也是广大科技研究人员、设计人员、工程技术人员、教师、机关技术干部、企业领导和管理人员等培养创新意识和创新能力有益的读物。

在本书撰写过程中，参阅并吸收了国内外创造学、创新领域专家们的大量文献资料和研究成果（详见书后参考文献），但由于篇幅所限，未能将所有引用资料一一注明具体出处，在此谨向各位原作者和单位表示歉意，并致以诚挚的敬意和感谢。

创造创新的理论和方法、体系和环境都在不断发展中，书中涉及的诸多命题，是一个崭新的领域，加之水平所限，时间仓促，不乏表达错误和不当之处，恳请读者批评指正。同时，为了使创新方法这门学科逐渐长大，希望各位读者提出具体的修改意见。

E-mail: ruxiangr@263.net

ruanruxiang@miit.gov.cn

阮汝祥

2009年3月于北京

目 录

第一章 创新基础与创新思维	1	三、类比法	83
第一节 创新的概念	1	四、自然现象和科学效应探索法	88
一、创新的涵义	1	五、等价变换法	89
二、与创新相关的概念	2	六、KJ法	89
三、创新的研究与发展	6	七、类推法	90
第二节 创新思维	11	八、发明问题解决理论	90
一、概述	11	第三节 组合型技法	90
二、逻辑思维	16	一、组合法	90
三、非逻辑思维	20	二、分解法	92
四、创新思维的主要影响因素	26	三、形态分析法	94
五、培养和拓展创新思维	29	四、信息交合法	96
思考题	31	五、横向思考法	100
第二章 创新才能与结构优化	32	第四节 有序思维型技法	100
第一节 创造力综述	32	一、奥斯本检核表法	100
一、创造力的生物基础	33	二、5W1H法	103
二、创造力的构成	36	三、和田十二法	104
三、个体创造力结构模型	37	第五节 联想型技法	106
四、创造力开发	44	一、智力激励法	106
五、实例	47	二、联想技法	112
第二节 创新才能开发	50	三、逆向构思法	116
一、观察能力	50	第六节 形象思维型技法	118
二、注意能力	55	一、形象思维法	118
三、记忆能力	55	二、灵感启示法	118
四、理解能力	58	三、大胆设想法	119
五、发现问题的能力	58	第七节 列举型技法	120
六、抓住机遇的能力	59	一、特性列举法	120
七、操作能力	61	二、缺点列举法	122
八、工程能力	63	三、希望点列举法	124
九、系统分析和系统决策能力	65	第八节 创造技法应用特性	124
十、信息能力	68	思考题	126
第三节 创新才能优化	72	第四章 TRIZ (萃智) 理论	128
一、创新才能结构	72	第一节 TRIZ (萃智) 理论概述	128
二、创新才能优化原理	73	一、TRIZ (萃智) 的来源	128
三、创新才能的评价	75	二、TRIZ (萃智) 的定义	129
思考题	76	三、TRIZ (萃智) 的产生与阿奇舒勒坎坷的	
第三章 常用创新方法与应用	78	人生	129
第一节 创新技法的分类	78	四、TRIZ (萃智) 的特点和优势	131
第二节 逻辑推理型技法	80	第二节 TRIZ (萃智) 理论的发展及其体系	132
一、演绎法	80	一、TRIZ (萃智) 在国外的的发展状况	132
二、归纳法	81	二、TRIZ (萃智) 在我国的发展状况	134

三、TRIZ (萃智) 理论体系	136
第三节 技术系统进化法则	137
第四节 产品进化 S 曲线	141
第五节 发明等级	144
第六节 40 条创新原理	145
创新原理 01 分割 (分离)	151
创新原理 02 抽取 (提取)	153
创新原理 03 局部质量改善	154
创新原理 04 增加不对称性	156
创新原理 05 组合	156
创新原理 06 多样性 (一物多用)	157
创新原理 07 嵌套	158
创新原理 08 重量补偿 (巧提重物)	159
创新原理 09 预先反作用	161
创新原理 10 预先作用	162
创新原理 11 预置防范	163
创新原理 12 等势	163
创新原理 13 逆向运作	164
创新原理 14 曲面化 (曲线)	165
创新原理 15 增强动态性	167
创新原理 16 部分达到或超越	168
创新原理 17 多维化	169
创新原理 18 机械振动	170
创新原理 19 周期性运动	171
创新原理 20 有效持续运作	172
创新原理 21 快速运作 (减少有害作用的 时间)	173
创新原理 22 变害为利	174
创新原理 23 反馈	175
创新原理 24 借助中介物	176
创新原理 25 自服务	177
创新原理 26 复制	178
创新原理 27 廉价物品替代	179
创新原理 28 机械系统替代	180
创新原理 29 气压或液压结构替代	181
创新原理 30 柔性壳体或薄膜结构替代	182
创新原理 31 多孔化 (多孔材料)	183
创新原理 32 色彩化 (改变颜色)	184
创新原理 33 同质化	185
创新原理 34 自生自弃 (抛弃或再生)	186
创新原理 35 物理或化学状态变化 (参数 变化)	186
创新原理 36 相变	187
创新原理 37 热膨胀	189
创新原理 38 加速氧化	190
创新原理 39 惰性 (或真空) 环境	191
创新原理 40 复合材料	192

第七节 39 个通用工程参数与矛盾矩阵表	194
一、39 个通用工程参数	195
二、通用工程参数的分类	198
三、48 个通用工程参数	198
四、矛盾矩阵	199
第八节 物-场模型及发明问题标准解法	204
一、物-场模型	204
二、标准解法	206
三、关于测量与检测的标准解法	209
四、76 个标准解法与 40 条创新原理的关系	211
第九节 物理矛盾分离方法	213
一、什么是物理矛盾	213
二、解决物理矛盾的分离原理	214
三、物理矛盾分离原理应用实例	215
四、4 个分离原理与 40 条创新原理的关系	219
五、扩展的创新问题解决引导	222
第十节 效应知识库	223
一、效应知识库的应用	223
二、效应知识库与计算机辅助产品创新设计	224
三、概念设计的过程建模	224
第十一节 理想解	225
一、解决发明问题的理想化和理想化水平	225
二、系统理想化的设计	226
三、最终理想解 (IFR)	227
四、寻求系统最终理想解的实例	227
第十二节 发明问题解决算法 (ARIZ)	228
第十三节 TRIZ (萃智) 理论综合运用示例	230
第十四节 学习和掌握 TRIZ (萃智) 理论的重要 意义	241
思考题	245
第五章 创新工具与综合运用	246
第一节 公理化设计	246
一、概述	246
二、公理化设计要素	246
三、交角量、等角量与信息量的度量	249
四、AD 的推理及一般设计定理	250
五、小结	252
第二节 六西格玛 (6 σ) 管理法	253
一、六西格玛管理法的起源及涵义	253
二、西格玛统计度量	254
三、摩托罗拉推行六西格玛管理法方案及其 绩效	256
四、六西格玛的发展	257
五、企业引入六西格玛管理应具备的条件	258
六、六西格玛管理质量指数统计单位及其 换算	258
七、推行六西格玛管理的步骤	262

八、小结	265	二、CAI 技术	280
第三节 质量功能展开 (QFD)	265	三、TRIZ (萃智) 理论与公理化设计 (AD) 的 融合	287
一、概述	265	四、TRIZ (萃智) 理论与六西格玛管理法的 融合	288
二、QFD 的基本原理	266	五、TRIZ (萃智) 理论与质量功能展开 (QFD) 的 融合	289
三、建立 QFD 矩阵的步骤	267	思考题	290
四、QFD 的应用价值	268	附录 1 39 个通用工程参数与矛盾 矩阵表	291
五、QFD 的发展	269	附录 2 2003 矛盾矩阵表	302
六、实例——汽车门的设计	269	附录 3 功能代码表	326
七、小结	271	附录 4 物理效应和现象知识库 (效应 知识库)	327
第四节 田口法	272	附录 5 英文缩写汉英对照	334
一、概述	272	参考文献	336
二、实施程序	272		
三、田口法与质量工程	272		
第五节 面向制造和装配的设计技术 DFMA	273		
一、DFMA 技术简介	273		
二、DFMA 系列软件	274		
三、DFMA 的应用领域	278		
第六节 创新工具的综合运用	279		
一、TRIZ (萃智) 的应用与发展	279		

第一章

创新基础与创新思维

第一节 创新的概念

一、创新的涵义

“创新”一词在汉语中早已有之，在我国古代典籍《词源》中“创”字有疮、伤、损、惩的意思，其共同涵义是“破坏”；而对“新”的解释是“初次出现，与旧相对”。在《新华字典》中对“创新”的解释是“抛弃旧的、创立新的”，即在已有的基础上，提出独特的、新颖的且富于成效的见解与思维。综合起来，创新（innovation）在词典上的意思应该是“破旧立新”、“推陈出新”、“首创新事物”。

创新可以分为狭义创新和广义创新。

狭义创新：美籍奥地利经济学家熊彼特于1912年在其著作《经济发展理论》中首次提出“创新”的概念。狭义的创新就是“建立一种新的生产函数，在经济活动中引入新的思想、方法，以实现生产要素新的组合，能够促进企业生产力提高、经济效益增长，是与现代科学技术相关联的直接企业行为”。在此，创新是指以技术为内涵的创新，是一个经济学概念。它主要包括以下五个方面的内容：

- (1) 产品创新——引入一种新的产品或者赋予现有产品一种新的特性。
- (2) 工艺创新——引入一种新的生产方法，它主要体现为生产过程中采用新的工艺或新的生产组织方式。
- (3) 市场创新——开辟一个新的市场。
- (4) 原材料创新——获得原材料或半成品新的供应来源。
- (5) 管理创新——实现一种新的工业组织。

广义创新：既包括一切从无到有的创造，也包括一切与以前既有的东西相比具有新形式、新内容的新东西。它可以是一个以技术为内涵的创新，也可以是一个非技术内涵的创新。

创新包含的范围很广，可以说各种能提高资源配置效率的新活动都是创新。这种活动既涉及技术性变化的创新又涉及非技术性变化的创新。后来，人们又把创新划分为技术创新和制度创新两大类型。

从熊彼特提出创新的本义来看，创新指的是一种经济活动，技术创新和制度创新都是从创新概念演化而来的，它们都是创新的重要组成部分。由此引发了许多新概念，如为了提高国家的总体实力和竞争能力，提出了国家创新体系、体制创新和制度创新；为了获得自主知识产权和加快科技成果转化，提出了技术创新；企业为了获取更高的效益提出了管理创新和市场创新；为了扶持高技术企业成长提出了金融创新；为了培养创新型人才，教育系统从应试教育转向素质教育，提出了教育创新；为了满足企业竞争和生存的需要，提出了战略创新。

可以说，创新有着无限的“演绎”空间，既有涉及以技术为内涵的创新，如产品创新、工艺创新、原材料创新、市场创新、管理创新，也涉及一些非技术内涵的创新，如体制创新、机制创新、制度创新、政策创新、组织创新、文化创新、观念创新等。

在国内外的传媒和有关书籍中,创新是一个模糊不清的概念,许多人认为创新就是发明创造,也有人把创新与研究开发和科学发现视为同义词。究竟创新是什么呢?许多研究者对创新作了解说,具有代表性的定义有如下几种:

(1) 创新是开发新事物的过程。这一过程从发现潜在的市场需要开始,经历新事物的技术可行性阶段的检验,到新事物的广泛应用为止。创新之所以被描述为一个创造性过程,是因为它产生了某种新的事物。

(2) 创新指创新的行为、过程或新推出的某种东西。如习惯或行使方法的改变、更新、变更等。

(3) 创新是创造力的实施。

(4) 创新是新创意的认知。

(5) 创新的生命周期是一个 S 形曲线。由三个不同的阶段组成:出现(产品和服务的开发,它的生产能力以及它在市场中的位置)、增长(需求增长,需求量和销售额迅速上升)和成熟(市场饱和、增长缓慢)。

(6) 创新是指新事物本身,具体说来就是指被相关使用部门认定的任何一种新的思想、新的实践或新的制造物。

(7) 当代国际知识管理专家爱米顿对创新的定义是:新想法到行动(new idea to action)。

(8) 美国人戴布拉·艾米尔把创新定义为“赢利的战略性创造力的措施。”

(9) 克瑞斯·弗雷曼在《工业创新经济学》一书中说:“工业创新包括技术设计、制造、管理以及新产品(或改进产品)商业化工程中的营销”。

(10) 罗尔·罗茨韦尔和鲍尔·甘德勒在他们的文章《发明、创新、再创新和用户角色》中指出“……创新不仅包含先进技术的商业化(突破式创新),而且包括技术诀窍应用中的小规模变革(渐进式创新)……”。

(11) 彼得·德鲁克说:“创新是企业家的特殊工具,企业家可利用创新工具来开发新的市场机会。我们可以把创新看作一门独立学科,对其展开研究,并投入实践。”

(12) 迈克·波特在他的《国家的竞争优势》中指出:“公司通过创新活动获得竞争优势。他们从更广泛的意义上组织创新,包括做事的新角色和新方法。”

(13) UK 创新单位(DTD)的定义为“创新是新观点的成功利用”。

(14) 创新由新的联结而产生的信息培育而来,是从对其他学科和领域的洞察而来。创新源自交换的不断循环,在这个过程中信息不仅仅被积累和存储,而且被创造。知识再次从以前不存在的联系中产生。

艾米尔等研究了 40 种以上对创新的定义。这些定义基本上可归纳为以下两个观点:

1) 发明本身是一个过程,不同于创新的过程。

2) 发明是创新过程的第一阶段,是创新的一部分。

多数学者倾向于第二种观点,为了有效地管理这个过程,必须将其作为一个完整的价值系统来运作。人们曾经把创新过程简化为 3C:知识创造、知识转化和知识商业化(knowledge creation knowledge conversion and knowledge commercialization)。

有关创新概念的讨论仍在继续着,至今尚无一致的结论。但是,正如著名学者彼得森所说:“我们没有更多的时间去弄清正在发生的事情及其原因,但我们必须用足够的时间去组织创新”。

本书主要讨论以技术为内涵的创新。

二、与创新相关的概念

(一) 创造(creation)

创造是指“第一次提出、造出的东西”,是第一次产生崭新的物质成果或精神成果的行为,其特征表现为首创。独创性、新颖性是创造成果的共性,新是创造的核心。

狭义的创造——科学、技术、理论、方法和产品（包括物质产品和非物质产品）在世界范围内的首次产生，它是一种“从无到有”的过程，故有人将其简称为首创或原创。狭义创造将“对已有事物的改进”排除在创造概念之外。创造的主体仅是少数的天才、精英们。

广义的创造——创造主体首次做成功自己从未做成过，也不知别人做成过，或知道别人做成功过，但不知道别人是如何做的，有益于社会发展的事情。创造的主体是普通人群或者社会精英。

创造学是运用哲学、心理学、教育学、人才学、科学学、管理学、逻辑学、科学史学等多门学科知识，揭示人类社会创新活动的规律，探索创造文明的思维与方法，研究创造能力培养的科学。它是系统科学的重要分支，是一门边缘性、综合性的学科。

我国有史书记载：“创，始造之也。”可见，我们的祖先很早就将“创”和“造”紧紧地联系在一起了，“创造”一词由“创”和“造”两字组成，“创造”是历史流传已久的概念。如本书一开始所述，“创”字有疮、伤、损、惩的意思，其共同含义是“破坏”；而“造”字有作、为、始、成的意思，其共同含义是“建设”。“创”、“造”两字结合起来就是“破旧立新”。我国《辞海》中将“创造”一词解释为“首创前所未有的事物”，这是关于创造的最普遍的阐述。

在创造学形成的过程中，人们曾不断研究各种创造活动的共同特征，试图对创造作学术上的准确定义。但要对创造给出一个严格、统一的定义殊非易事。究竟什么是创造呢？到目前为止，世界各国的创造学学者还没有一个一致的说法。对创造的定义大致有如下几种：

（1）“创造是不同质的素材的新组合”。这种定义对科学、艺术、哲学、宗教等精神活动的全部领域都是适用的。重点在“新组合”上，而且是“不同质的素材的新组合”。

（2）“创造活动是一种提供独特的具有社会价值产物的活动”。

（3）“根据一定目的、运用一切已知信息产生出某种新颖、独特、有社会和个人价值的产品的智力品质”。

（4）“人们在自己的思维和实践过程中，只要能产生某种新颖、独特、有社会价值的成果，这便是创造”。

（5）创造是以独特的设想和努力去开拓对于个人、集体、国家和人类未知领域，使之实现对人类有贡献的事物的活动。

综合上述学者的研究结果表明，创造具有如下特征：

（1）创造的主体性。即创造主体必须是现实的人，包括现实的个人、群体和全人类。

（2）创造的控制性。任何一种创造都是主体有目的地控制、调节客体的一种活动，是主体实现自己的目标而使活动作用于自身客体、自然客体、社会客体，并在创造活动中有控制地进行信息、物质和能量的交换。

（3）创造的新颖性。凡是创造就意味着要产生一种前所未有的新成果。

（4）创造的功利性。它其实就是创造的进步性，即任何一种创造活动的成果必须是具有社会价值的、有利于社会进步的。

（5）创造的综合性。任何一种创造都是主体辩证地综合来自各方面的信息，并重新组织新信息的过程。从这个意义上说，综合就是创造。

因此，对创造的定义可表述如下：创造是创造主体综合各方面的信息，形成一定目标，并运用创造性思维、方法和工具，进而控制和调节客体，产生前所未有的新成果的活动过程。是人们在社会实践中所从事的全部创造活动和表现出的全部创造行为，以及由此产生的各种创造成果的总称。实际上，“创造”一词的定义不仅是概念上的差别，从本质上看，它反映着人们对创造本质认识的不断深入，因而赋予了创造更丰富的内涵。创造，其实是一个过程动词。所以，要理解什么是创造，就应该理解什么是创造活动，什么是创造行为，什么是创造过程，什么是创造结果。

创造有两种不同的基本表现形式，一种是在旧事物的基础上进行改革，克服原有的不足，增加新的优势，这属于技术创新，即所谓的“推陈出新”；而另一种是不依赖于现成的旧事物，通过直觉、灵

感,产生独特的新事物。如牛顿看到苹果落地而发现了万有引力定律,他的这一发现在当时是前所未有的。

随着创造学的不断发展,派生出许多新的分支领域,归纳起来主要有三个分支:

(1) 创造科学。旨在研究人类的创造活动,以揭示创造活动与创造过程的客观规律,创造性的突变机理,是创造学的基础理论研究。

(2) 创造性科学。旨在研究人类的创造性、创造思维、创造才能和合理的才能结构、创造与非智力因素,为开发人类的创造性、培养和造就创造性人才提供理论依据。

(3) 创造工程。旨在研究各种行之有效的创造技法,使之应用于人类创造发明活动中,以提高创造发明的效率。这是创造学最具应用性的一个领域。

目前,还出现了与其他学科交叉的边缘分支,如创造心理学、创造教育学等。这些学科的研究,需要运用组织工程学、组织心理学、社会心理学、环境学、群体动力学等新学科的知识。

(二) 发明 (invention)

发明是指“通过思维或实验过程首先为一项科学或技术难题找到或发现了解决方案、解决方法”,例如生成新事物、新方法、新观点和新理论等。准确地说,一件发明就是一个以物质形态或概念形态存在的新的实体。发明与创造是非常接近或者等同的概念。

发明的成果都具有新颖性,因此发明应该是一种创新。发明有不同的级别,最小的发明可能属于改进与革新,有的发明成果属于首创,因此这样的发明也应该是一种创造。最高层面的发明属于发现级的重大成果。

技术发明就是依据科学原理,首创出来的新设备、新工艺、新材料、新产品、新的生物品种等成果,是应用科学理论改造世界,主要回答“做什么”和“怎么做”的问题;是人为地利用自然科学的规律在技术领域创造出具有新颖性、独创性和实用性并能获得专利权的技术成果。其成果无疑要有益于人类社会、生产和生活。包括物质成果、精神成果和社会成果三大类。瓦特的蒸汽机、爱迪生的电灯、中国的火药、造纸术、活字印刷术和指南针、侯德榜的制碱法、倪志福的钻头、潘际銮的 MIG 焊接电弧控制法、袁隆平的杂交水稻等都属于技术发明。

(三) 革新 (renovation)

革新是指“革除旧的,创造新的(事物、技术等)的行为或过程”。

革新是一种具有高度创造性的,但通常却不是首次被使用的解决方案。

技术革新是指生产技术上的改进,如工艺规程、机器部件等的改进,也叫技术改革或者技术改造。

所有的发明都是革新。然而,却有很多的革新并不是发明。革新比发明有着更为广泛的含义。革新不仅包括实体和物质,还包括战略、流程、风俗习惯、技术工艺、方法、理念、表达方式以及做事的方式等。

(四) 创意 (originality)

创意是人的智慧,是一种能创造物质财富和精神价值的思维。由于创意要从打破常规、大胆突破常规、天马行空甚至胡思乱想开始,因此创意往往是引人入胜和出其不意的,常常表现为对事物具有前瞻性、新颖性、创造性等方面的认识和特性。

由于创意常与视觉艺术结合在一起,其主要作用是视觉效果,所以创意往往是虚构的、示意的(例如给马车安装上喷气发动机),更多的是一种艺术形式或者产品的最早期构思,而并非一种真实的产品。

即使是对产品的构思、主意 (idea) 或者所谓的“点子”,绝大多数也并不能最终实现。根据国际上的统计结果显示,大约 3 000 个不成文的 idea 仅有 1 个能够最终在市场上取得成功。

因此,创意并不等同于创新,但一个好的创意可以引导出创新的结果。

(五) 发现 (discovery)

发现是指对科学研究中前所未知的事物、现象及其规律性的一种认识活动,是“第一次明确表述

早已存在的客观事实、规律与现象”。发现也是一种最高层面的创新（或创造）。发现某些情况下是指获得天然性新成果的一类创造，例如，发现的成果是客观存在的物质，或者物质的性质与规律。更多的情况下发现是指推动全人类科技进步的重大技术创新（或创造），例如，由发现圆木能滚动重物而发明了车轮，奠定了人类交通工具的基础；由于发现 PN 结的单向导电性而发明了晶体管，奠定了人类所有信息化工具的基础等。

科学发现就是对客观事物及其运动规律的新认识，是发现新的科学事实和新的科学理论的创造活动，是要解决“是什么”和“为什么”的问题，探索尚未被人们发现的各种事物的现象和规律，揭示事物的客观存在，包括找到了人类未曾掌握的事物或运动规律和补充了对人类已经掌握的事物运动规律，使人们对其有了更完善、更正确的理解。只有找到或补充了客观事物及其运动规律这样一类性质的创新成果，才能称之为科学发现。例如：马克思的剩余价值规律的揭示、门捷列夫的元素周期率的理论、牛顿三大定律、麦克斯韦的电磁场理论、爱因斯坦的相对论以及近代出现的系统理论、信息论、控制论等都属于科学发现。

（六）技术创新

技术创新是指把科技成果加以变化，从而能够以更加有效的方式予以应用的工作，如产品、设备、工装、工艺方法、材料以及各种管理方法等方面的各种改革措施。这是创造性工作的一个极为广阔的空间。当前，绝大多数技术创新工作者所做的工作都属于这个范畴。

要理解“技术创新”这一概念的特定内涵，应抓住以下要点：

（1）技术创新是科技活动过程（见图 1-1-1）中的一个特殊阶段，即介于技术与经济领域之间的技术经济领域，其核心是知识商业化。国家大力度的科技投入，为通过基础研究、技术发明和技术前沿攻关，使投入转化为知识（或成果）；而企业的技术创新，是使这些知识（或成果）实现商业价值。

（2）技术创新是受双向作用的动态过程（见图 1-1-2）。它始于综合科学技术发明成果与市场需求双向作用所产生的技术创新构想，通过技术开发，使发明成果首次实现商业价值。

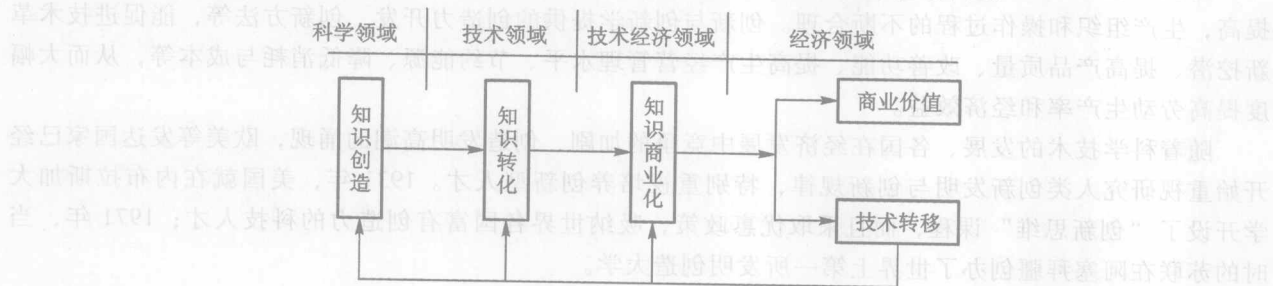


图 1-1-1 创新活动过程



图 1-1-2 双向作用下的技术创新动态过程

（3）衡量技术创新成功的唯一标志是技术成果首次实现其商业价值。技术创新是以市场为导向、以效益为中心，而不是以学科为导向和以学术水平为中心的。这就表明，具有创造性和取得市场成功是技术创新的基本特征。同时，技术创新的目的不仅仅是要推动技术进步和生产发展，主要在于“实现社会商业价值”。

(4) 企业是技术创新的主体, 企业家是企业技术创新的灵魂。

美国经济学家曼斯菲尔德认为: 一项发明, 当它可以应用时, 方可称之为“技术创新”。澳大利亚学者唐纳德·瓦茨认为: “技术创新是企业对发明成果进行开发并最后通过销售而创造利润的过程”。

三、创新的研究与发展

创新的研究即创新学。创新学是对事物本质的新认识, 是现存规律的新应用, 是有目的地根据已知去发现未知的活动, 就是发现新的规律、新的物质, 建立新的理论, 发明新的技术与方法, 设计并制造出新的产品的总称, 是运用哲学、心理学、教育学、人才学、科学学、管理学、逻辑学、科学史学等多门学科知识, 揭示人类社会创新活动的规律, 探索创造文明的思维与方法, 研究创造能力培养的科学。它是系统科学的重要分支, 是一门边缘性、综合性的学科。

创新学的研究对象是研究创新的概念、创新能力的培养、创新的思维、创新的原理、创新的方法、创新的工具及其规律, 包括什么是创新; 创新者应该具有什么样的能力; 创新能力如何培养与提高; 影响个体创造力的因素有哪些; 创新过程有哪些规律可循; 创新有哪些科学的方法等。

(一) 创新研究的作用

创新研究对于一切社会实践领域都是必要的。

首先, 它有助于促进科学技术领域的发现和发明。据英国科学家詹姆·马丁推测, 近百年的创造发明比过去两千年来创造发明的总和还要多, 而自 20 世纪初以来, 大约每隔 30 年知识就增加一倍。随着创造学的产生、发展和应用, 近 40 年来, 大约每隔 10 年知识就翻一番, 这就是所谓的“知识爆炸”。

其次, 它有助于教育改革和创新人才的培养。创新学研究创新能力、创新才能的优化结构和创新性教育, 要求改革传统的教育观和现行应试教育体制, 克服传统教育方式中存在的重知轻能和对创新性思维的压抑, 培养具有创新精神、宽厚知识、创新能力与创新素质协调发展的创新型人才。

再次, 它有助于生产劳动。人类生产劳动的主要特点之一是生产工具的不断改进, 生产技术的不断提高, 生产组织和操作过程的不断合理。创新与创新学提供的创造力开发、创新方法等, 能促进技术革新挖潜、提高产品质量、改善功能、提高生产经营管理水平、节约能源、降低消耗与成本等, 从而大幅度提高劳动生产率和经济效益。

随着科学技术的发展、各国在经济发展中竞争的加剧、创造发明高潮的涌现, 欧美等发达国家已经开始重视研究人类创新发明与创新规律, 特别重视培养创新型人才。1931 年, 美国就在内布拉斯加大学开设了“创新思维”课程, 而且采取优惠政策, 吸纳世界各国富有创造力的科技人才; 1971 年, 当时的苏联在阿塞拜疆创办了世界上第一所发明创造大学。

(二) 国外的发展情况

创造与创新学的研究可追溯到公元前 300 年, 古希腊罗马时代的帕普斯, 在他所著的《解题术》中首先提出了“发现法”这一术语。一代先知亚里士多德不但奠定了形式逻辑的理论基础, 对人类已经拥有的知识做了精辟的归纳和分类, 并第一次将知识划分为理论科学、实践科学和创造科学三大类, 将“创造”定义为“产生前所未有的事物”。他通过对知识的再创造, 从混沌引向有序的重要论述, 为人类的创新思维从随机性跃升到理智化和系统化提供了理论基础。

现代创造与创新学主要有美、日、俄三大流派, 其理论与方法各有千秋。以美国奥斯本的智力激励法和戈登的类比启发法(原型启发法)为代表的欧美创造与创新学, 重视个人的心理过程和潜力的开发, 视创新为联想、想象、直觉等的结果; 日本以川喜田的 KJ 法和中山正和的 NM 法为代表的创造与创新学, 倾向思维的实际操作, 通过模仿和不断的改进, 扩大产品的市场占用率, 在 20 世纪 80 年代尤为突出; 苏联的创造学以阿奇舒勒的“TRIZ 法”为代表, 把发明创造建立在客观规律基础上和有组织的思维活动上, 力求使发明创造成为一门严谨而精确的科学, 并按一定的解题程序达到必然的结果。

1. 创造与创新学在美国的发展情况

1906 年, 美国专利审查人员 E. J. 普林德尔注意到一些发明家具有独特的“创意的技巧”, 他向美

国电气工程师协会提交了论文“发明的艺术”，不仅用一些实例说明了“创意和技巧”，而且建议对工程师进行这方面的训练。

20 世纪初，专利审查人员 J. 罗斯曼从已注册的专利资料中选出 700 多个杰出的发明家，对他们进行问卷和统计分析，并出版了《发明家的心理学》一书。

1926 年，沃拉斯提出了著名的创造思维过程的“四阶段说”，即准备、酝酿、明朗和验证四个阶段，并对过程的每一个阶段做了剖析。

1931 年，美国内布拉斯加大学 R. P. 克劳福德教授首创一种创造技法——“特性列举法”，并首次在大学开设创新思维课程。

1936 年，A. R. 史蒂文森在美国通用电器公司率先开设了“创造工程”课程，职工只有经过创造工程教育训练后才可安排工作，这是工业企业在创造力开发方面的首次尝试。此举取得了很好的成效。次年，美国通用电气公司的专利申请量猛增三倍，创造力开发尝试获得极大成功。

1938 年，美国 BBDO 广告公司 A. F. 奥斯本发明“智力激励法”，他在工作中为自己制定了座右铭“一日一构思”，他的方法对美国的技术创新和经济的发展起到了重要的推动作用。1941 年出版了他的名著《思考的方法》一书，该书发行了 1.2 亿册，在当时 2 亿人口的美国，几乎是人手一册。后来，这本书在国际上也广为流传。奥斯本还在布法罗大学创立了想象夜校，并经常亲自到学校、工厂的多个社团传授创造技法，促使群众性的技术发明活动形成热潮。奥斯本因此被誉为“创造工程之父”。

1942 年，美国天文学家 F. 茨维基发明了“形态分析法”，并应用于火箭研究。

1944 年，美国哈佛大学 W. J. 戈登教授发明了“综摄法”应用于鱼雷研制。

1948 年，美国麻省理工学院开设“创造性开发”课程，创造学正式被列入大学教育内容，这标志着创造学的真正诞生。

1949 年，美国兰德公司开展“系统分析”的创造方法研究。

随着科学技术的突飞猛进和国际市场竞争的日益加剧，西方政界、科技界和教育界大力推动创造力开发研究，“创造力研究”（creative study）或称“创造学”开始成为学者们认可的一门新兴学科。1950 年，美国心理学会主席 J. P. 吉尔福特通过对美国心理学摘要统计发现，有关创造性问题的理念只有 186 条，他对不大重视创造性研究的现象给予了批评，号召心理学家加强对创造性的研究。吉尔福特发表的《论创造力》演讲，在美国学术界引起了巨大的震动。

在美国社会各界中，已普遍认识到创新思维是人的基本属性，并且人的创新思维能力是可以经过培养、训练获得提高的。美国麻省理工学院创新中心主任李跃滋提出：“既然运动员的技巧可以通过训练加以提高，那么创造家和发明家也同样可以根据一定的方法训练出来”。1954 年美国成立了“创造性教育基金会”（CEF），其宗旨是在教育界推动创造性教育，许多高等院校相继开设了创造力开发研究类课程，将创造学的理念融入整个教学过程，以全面提高学生的创造思维能力和创造能力。美国目前至少有 10 个专门研究创造学的研究所，有 50 多所大学设立了相应的研究机构，且研究所之间有明确的分工。

1957 年美国陆军开发了“5W1H 法”。该法的通用性极强，可以广泛应用于改进工作、改善管理、技术开发和价值分析等方面。

1955 年至 1963 年期间，美国犹他州立大学举办“全美科学才能鉴别与开发研究会议”，即“犹他会议”，它对美国创造学研究和发展起到了有力的推动作用。到 20 世纪 70 年代，创造学的研究在美国掀起了新的高潮，1970 年美国成立了创造性领导中心，1978 年成立了创造性学习中心，各种创造力咨询公司也蓬勃兴起。

1993 年，苏联的 TRIZ 理论传入美国，得到社会各界的高度重视，爆炸式地被普及和应用，使 TRIZ 理论开始了新的发展阶段，促进了美国从知识经济向创新经济时代的快速转移。

2. 创造与创新学在日本及苏联的发展情况

20 世纪 50 年代前后，美国的创造热潮迅速传播到世界各国，日本、苏联、芬兰、德国、瑞典等相

继开展了对创造学的研究。其中，日本、苏联的进展尤为突出。

日本是一个善于学习外来技术和文化的国家，自 1955 年从美国引入创造学以后迅速普及，1959 年就开始在大学里设置创造能力训练课程；1979 年成立了全国性“日本创造学会”，各县都建立了“星期日发明学校”，每星期日下午上课，讲授创造技法和专利知识；日本还将每年 4 月 18 日定为“发明节”，这一天，在全国举行表彰创造者和纪念成绩卓著的发明家等活动。日本各行各业不断筛选出能主持项目开发的创新者，号称有 600 万人的发明大军，其中有 350 万人是家庭妇女。人人致力于创新已成为日本的良好社会风气，最为突出的是：日本的创造学和创造力的开发得到了政界的重视。1982 年，日本首相福田赳夫亲自作出了“开发日本人的创造力是日本通向 21 世纪的支柱”的决议。一个人如果不能创新，在家庭、家族中都难以得到尊重。目前，日本每年平均受理专利数超过了千万件，成为世界头号发明大国。日本的许多企业家十分崇敬毛泽东主席提出的“鞍钢宪法”，他们认为企业的创造发明，不能只依靠少数尖子人才，而应按照“鞍钢宪法”的精神，工人参加管理和革新，干部要参加劳动，只有这样才能获取最大的经济效益。据丰田汽车公司董事长丰田英二介绍：“日本工人的特征之一就是他们既动手，又动脑，公司工人每年提出 200 万条建议，其中 95% 被采纳”。

表 1-1-1 提供了日本制造业创新改造建议数据。

表 1-1-1 创新改善建议数量前十位的日本制造业

公司	总建议条数	每个员工的条数
起雅重工	6 980 870	426.5
尼桑	6 043 344	126.9
东芝	4 166 864	76.6
三菱	4 114 398	43.7
马自达	2 417 264	113
丰田	2 003 646	35
欧路轮胎	1 475 707	83.1
日制轮胎	1 247 523	226.8
尼桑柴油	1 169 745	88.1
富士重工	998 359	

20 世纪 80 年代以后，日本的创造学研究进入了独立深化发展阶段，形成了自己的理论体系，并被社会广泛接受，学校、企业、群众团体、新闻媒体等方面联合行动，变成了各级政府、企业的决策依据，产生了巨大的经济推动力。

苏联时期，创造学的研究始于 1946 年，20 世纪 60 至 70 年代著名发明家和创造学家根里奇·阿奇舒勒认为：“一旦我们对大量好的专利进行分析，提取其问题解决模式，人们就能够学习这些模式，从而会创造性地解决问题”，并在此基础上提出了“发明问题解决理论”即 TRIZ 理论。经过 60 多年的发展，TRIZ 被认为是当今世界最全面系统地论述发明创造的新理论，被美国及欧洲等国称之为“超级发明术”。

TRIZ 理论的核心是：“客观规律支配着所有技术的进化和发展”，借此可以预测各种技术的发展方向和趋势，可以帮助人们挖掘和开发自己的创造潜能。苏联把注重国民创造力的开发载入当时的苏联宪法中，并在大学中开设“科学研究原理”（142 学时）、“技术创造原理”（56 学时）等创造学相关课程，以提高学生的创新思维能力。从 20 世纪 60 年代末开始，苏联陆续建立了各种形式的创造发明学校，成立了全国性和地方性的发明家组织。其中，1971 年在阿塞拜疆创办了世界上第一所发明创造学校，到 1978 年就发展到 100 所，其毕业生的创造发明效率是同等学历者的 9~10 倍。苏联设有“发明

家与合理化建议者协会”，会员达1 300余万人。在创造学的实践方面，苏联在设计部门要求所配备的设计工程师和发明工程师的比例为7:1，即7名设计工程师就需配备1名发明工程师，并规定，凡担任经济、科技领导职务者必须先获得发明教育文凭，从而使苏联在20世纪70年代中期专利申请量和批准量居世界第二位。

(三) 我国的发展情况

从公元前4000年算起截止到公元1536—1610年，世界史上的100项重大发明的前27项，如表1-1-2所示，其中有18项属于中国人的发明，占66.7%。16世纪前的中国，真可称之为发明大国，四大发明曾在世界的发明史上写下了光辉的一页。在当时的生产水平和社会经济结构状态下，中华民族是一个高智商的、富有创造精神的民族，对人类的科技、经济发展起着巨大作用。然而，自1610年以后的长达400年的历史时期内，在世界科技史上的重大发明似乎已与中国人无缘，其原因值得我们认真研究、总结。

表 1-1-2 古代世界科技史上 100 项重大发明的前 27 项

序号	发明年代	国家或地域	发明者	发明名称	评价或影响
1	公元前 4000 年	埃及	不明	陶器	献给人类最早的人造容器
2	公元前 3500 年	美索不达米亚	不明	青铜器	献给人类最早的金属制品
3	公元前 3000 年	西亚西亚	不明	玻璃	这是影响久远的新材料
4	公元前 2000 年	中国	不明	丝绸	开创丝绸产业，提高人们的衣着质量
5	公元前 770— 公元前 746 年	中国	不明	冶铁术	创造历史上起革命作用的最重要原料之一
6	公元前 600 年	古希腊	不明	瓦	对房屋建筑产生深远影响
7	公元前 507— 公元前 444 年	中国	不明	磨	对人类的机械制造具有极大的示范作用
8	公元前 400 年	中国	不明	自来水	开创人类自来水产业
9	公元前 206 年	中国	不明	十进位	李约瑟：“如果没有这个十进位制，几乎不可能出现我们现在这个统一化的世界了”
10	公元前 105 年	中国	蔡伦	纸	对人类文化的传播产生了广泛、久远的影响
11	公元前 60 年	古罗马	恺撒	报纸	这是传播人类文化的最早载体
12	公元 25 年	中国	不明	瓷器	它是中国人对世界文明的独特贡献
13	公元 25 年	中国	不明	水车、风箱	人类利用水利鼓风的早期工具
14	公元 220 年	中国	不明	算盘	它是“世界上最早的手动计算机”
15	公元 220—280 年	中国	马钧	指南车	“它是一切自动控制机械的祖先之一”
16	公元 215—282 年	中国	不明	针灸术	“是中医学术中天才的、最具独特风格的发明”
17	约公元 500 年	印度	西萨	象棋	这是世界上影响最久远的智力玩具
18	公元 808 年	中国	不明	火药	它“曾改变了整个世界事物的面貌和状态”
19	公元 900 年	中国	不明	指南针	造成航海技艺方面的巨大改革
20	公元 1000 年	中国	不明	曲酿酒术	它为人类奉献了美酒佳酿
21	公元 1041—1048 年	中国	毕昇	活字印刷术	这是人类印刷术史上的第一次革命
22	公元 1247 年	中国	秦九韶	秦九韶法	它是世界数学史上解高次方程的最早发明
23	公元 1453 年	德国	古腾堡	印刷机	推动了世界铅字印刷机械化的发展
24	公元 1508 年	阿拉伯	不明	玻璃眼镜	这是人类第一种增强视力、有利于学习文化的新工具