

创造工程学

黄友直 肖云龙 著



南师范大学出版社

创造工程学

武衡

内 容 提 要

创造工程学是一门研究创造规律与方法的新兴学科，学习和应用她所阐述的创造理论和创造技法，对于开发个人和群体的创造力，促进科学发现、技术发明、技术革新和合理化建议活动的深入开展具有极其重要的实用价值。

本书是有关创造学学科方面的最新著述，共 3 篇 17 章，全面系统地阐述了创造的理论基础和创造技法，并对典型的创造活动（科学发现、技术发明、技术革新和合理化建议等）进行了深入浅出的分析和指导。

本书的突出特点是学科体系新颖、内容丰富、资料翔实、文图例并茂，每章附有开发创造力的思考与训练题，可帮助读者迅速而有效地掌握创造工程学的基本理论与方法。

本书是各行各业的科技人员、管理人员和广大职工群众从事现代创造活动的必备书籍之一，是学校、企事业单位开展创造教育的优选教材，对从事创造教育研究者也有重要的参考价值。

前 言

21 世纪正向我们快步走来，这是一个创造力竞争的世纪。想要在竞争中出类拔萃、事业有成，唯有发挥个人和群体的创造力。

回顾人类的文明史，乃是一部不断创造的历史，人类生活的本质就是创造。因此，应付新世纪挑战的办法，除了创新开拓外别无他法。

如何创新开拓？学习和应用创造工程学便是一条最有效的途径。创造工程学是一门研究创造规律与方法的新兴学科，她的主要任务是揭示创造的基本原理与理性化的创造技法，为人们进行新的创造提供实用的手段。这门学科自 80 年代初传入我国以来，在开发个人和组织的创造力，促进科学发现、技术发明、技术革新以及合理化建议活动广泛深入发展，创造实际的经济效益和社会效益诸方面发挥了重要的作用。

无容置疑，改革开放的动力和市场压力的竞争，将使人们对富有旺盛生命力的创造工程学情有独钟。

然而，创造工程学作为一门独立的学科来说尚处在幼年时期，她的理论框架、内容体系、研究方法以及应用模式，仍在探索和完善之中。为了促进这门学科的发展，国内外学者正积极地进行深入细致的研究。

我们致力于创造工程学的研究与实践已达 10 余年。本书是我们在这方面所取得的阶段性研究成果。

在本书中，我们对创造工程学学科进行了一系列探索，建构了以创造理论、创造技法和典型创造活动分析为基本内容的学科框架，并充分突出这门新学科的系统性、科学性和应用性特点。在具体论述方面，本书紧紧抓住人们进行创造实践所需要的理论基础和创造技法，作了深入细致的探索和阐述。同时，考虑到我国

推广普及创造工程学的需要，我们在写作上还尽可能地遵循现代教育的循序渐进、理论联系实际、注意启发等基本原则进行结构布局和内容取舍。书中所列举的大量创造案例，具有中等以上文化水平的读者都能理解。此外，在各章后面附录有巩固所学知识和模拟创造力开发的思考与训练题，它们对掌握基本理论与方法具有重要的辅导作用。因此，本书是各行各业的科研设计人员、管理人员，以及广大职工群众从事现代创造的必备书籍，也是学校、机关和企事业单位开展创造教育的优选教材。对从事创造学研究者也具有参考价值。

本书在编写过程中，得到中国发明协会、湖南省科委、湖南省发明协会、湖南省专利局、长沙铁道学院等单位的领导以及从事创造学、现代设计方法学研究的专家学者的关心、支持和赐教。中国发明协会会长武衡同志为本书题写书名，安玉涛、王文光、张寅南、雷电驰、杨松桥、宁星耀、姜加之等同志，为本书的立题研究以及内容审定给予了赐教，在本书出版过程中，湖南师范大学出版社社长龚维忠副教授给予了大力支持，并担任责任编辑。在此，谨向为本书的问世费心尽力的所有同志表示崇高的敬意和衷心的感谢。

黄友直 肖云龙

1995年春于长沙

目 录

前言

第一篇 创造的理论基础

第一章 绪 论	(1)
第一节 创造的基本概念	(1)
第二节 创造工程学学科的形成	(5)
第三节 创造工程学的研究对象	(7)
第四节 创造工程学的研究方法	(11)
思考与训练	(14)
第二章 现代创造活动的基本特点	(16)
第一节 现代创造活动的加速性	(16)
第二节 现代创造活动的综合性	(19)
第三节 现代创造活动的群体性	(21)
第四节 现代创造活动的风险性	(24)
思考与训练	(25)
第三章 创造活动的基本要素	(27)
第一节 创造主体	(27)
第二节 创造对象	(36)
第三节 创造手段	(38)
第四节 创造环境	(45)
思考与训练	(46)
第四章 创造动力分析	(48)
第一节 社会需要与创造	(48)
第二节 科技进步与创造	(56)
第三节 心理动机与创造	(64)
思考与训练	(68)

第五章 创造性思维原理	(70)
第一节 创造性思维的基本概念	(70)
第二节 创造性思维的一般过程	(77)
第三节 创造性思维的突变方式	(85)
第四节 创造性思维的发散方式	(100)
思考与训练	(116)

第二篇 创造技法

第六章 列举分析型创造技法	(120)
第一节 缺点列举法	(120)
第二节 希望点列举法	(129)
第三节 特性列举法	(136)
第四节 信息列举法	(138)
思考与训练	(142)
第七章 组合思考型创造技法	(143)
第一节 主体添加法	(143)
第二节 同物自组法	(146)
第三节 异类组合法	(148)
第四节 重组组合法	(153)
第五节 信息交合法	(157)
思考与训练	(161)
第八章 逻辑推理型创造技法	(163)
第一节 类比创造法	(163)
第二节 移植创造法	(171)
第三节 归纳创造法	(182)
第四节 演绎创造法	(189)
思考与训练	(194)
第九章 系统分析型创造技法	(196)

第一节	形态分析法	(196)
第二节	等价变换法	(201)
第三节	物场分析法	(206)
第四节	价值分析法	(210)
	思考与训练	(222)
第十章	检核提示型创造技法	(224)
第一节	奥斯本检核表法	(224)
第二节	动词提示检核表法	(228)
第三节	5W1H 提问法	(229)
第四节	专项问题检核表法	(232)
	思考与训练	(234)
第十一章	智力激励型创造技法	(235)
第一节	奥氏智力激励法	(235)
第二节	改进型智力激励法	(241)
第三节	函询智力激励法	(244)
	思考与训练	(247)
第十二章	观察发现型创造技法	(248)
第一节	见异思迁法	(248)
第二节	动态发现法	(253)
第三节	变换视角法	(255)
第四节	迂迴发现法	(257)
	思考与训练	(259)
第十三章	创造技法的应用特性	(260)
第一节	创造技法应用的适宜性	(260)
第二节	创造技法应用的协同性	(262)
第三节	创造技法应用的依存性	(263)
第四节	创造技法应用的实践性	(265)
	思考与训练	(268)

第三篇 典型创造活动分析

第十四章 科学发现	(271)
第一节 科学发现的基本概念	(271)
第二节 科学发现的一般模式	(276)
第三节 科学发现的选题	(281)
第四节 科学发现活动的展开	(288)
第五节 科学论文的写作	(295)
思考与训练	(301)
第十五章 技术发明	(303)
第一节 技术发明的基本概念	(303)
第二节 发明创造的进程	(305)
第三节 发明创造的专利性	(310)
第四节 发明创造成果的保护	(313)
第五节 技术交底说明书的编写	(317)
思考与训练	(321)
第十六章 技术革新	(324)
第一节 技术革新的基本概念	(324)
第二节 新产品开发的基本知识	(327)
第三节 新产品开发的市场观念	(332)
第四节 技术改造	(343)
思考与训练	(345)
第十七章 合理化建议	(347)
第一节 合理化建议的基本概念	(347)
第二节 合理化建议的征集技法	(352)
第三节 合理化建议的审查处理	(355)
思考与训练	(357)

第一篇 创造的理论基础

第一章 绪论

创造，一个闪闪发光的词汇；创造，人类高度智慧的结晶。翻开世界几千年的文明史，我们在不同的时代都可以看到人类创造的奇光异彩及她的不朽功勋。

为了揭开创造的神秘面纱，开发和利用人的创造潜能，创造工程学脱颖而出。当我们要攀登这门新兴学科的知识高峰以前，先应该了解创造的基本概念，创造工程学的形成、研究对象与研究方法。

第一节 创造的基本概念

学习和研究创造工程学，首先应当了解什么是创造。

提到创造，人们会情不自禁地想到中国古代的四大发明，或大量列举蒸汽机、电灯、电动机、计算机、航天飞机以及力学三大定律、元素周期律、相对论、地洼学说等世界不同历史时期的创造发明成果。的确，科学家的科学发现，发明家的技术发明，工程师的开发设计，革新者的运筹策划，等等，都是创造工程学所涵盖的范畴。

那么，从学术的角度看，创造又是什么呢？《辞海》中将“创造”一词解释为“首创前所未有的事物”。这是有关创造的最一般的阐述。

在创造工程学的形成过程中，人们不断地研究各种工程活动中创造实践的共同特征，并力图对创造进行学术上的定义。然而，

要给出一个严格的、统一的定义不是一件容易的事。至今，人们对创造的定义仍然是各抒己见。

例如，日本创造工程学家恩田彰教授在其著作《创造的理论和方法》中，列举了人们提出的有关创造的83个定义。其中代表性的提法有：

“创造，是用新鲜的观点解决各种各样的问题，发现和发明出更好的东西的活动”。

“创造，是人类智慧行为的一种，它通过对储存的信息资料做出选择和判断，并产生出新的有价值的东西”。

“创造，是以独特的设想和努力去开拓对于个人、集体、国家和人类未知的领域，以造福社会的活动”。

我国学者对什么是创造也进行了大量的探讨，并给出了许多有关创造的定义。具有代表性的提法有：

“创造是指在破坏旧事物的基础上，产生新事物的活动”。

“创造，是在智慧作用下进行推陈出新，使事物发生性质突变，从而推动社会进步的活动”。

“创造，是指人们在各种社会实践中，充分利用自己的聪明才智，发现新事物，研究新问题，解决新矛盾，产生新思想或新产品，以满足人类社会物质生产和精神生产的需要，从而推动社会发展的活动过程”。

对创造定义的百家争鸣，与创造活动的普遍性有关。一个概念愈是普遍，愈是频繁出入人们的语言中，要给它一个公认的统一定义就愈困难。尽管如此，这种现象并不影响人们对创造活动规律的深入研究。因为在创造的文字定义上虽众说纷纭，但在关于创造的实质方面，人们的认识还是趋于一致的。创造的实质主要表现在以下几方面。

第一，创造是一种有目的的实践活动。科学家的创造，目的在于发现自然界的奥秘，提高人类认识自然的能力；发明家的创

造，目的在于首创前所未有的事物，用新的技术方法，新的产品来提高人类改造自然的能力；技术革新者革新生产工艺，改进技术装备，提出新方案，目的是把事情做得更好，使经济效益和社会效益得到提高。总之，任何创造都有着特定的目的，并需要经过实践活动才能完成。从实质上讲，创造，是人类认识世界和改造世界的一种最基本的生产实践。

第二，创造必须提供富有创新性的成果。人类的生产实践多种多样，也能获得这样那样的劳动成果，但并非所有的实践都属于创造活动，所有的劳动收获都是创造成果。事实上，人们在将创造与成果联系起来时，头脑中只有将那些具有创新性的成果才视为创造。

例如，我们说爱迪生发明电灯是创造，是因为他的成果与当时的油灯相比，具有更先进的照明特性，是前所未有的突变。再如，一个设计师按照设计手册绘制出活塞发动机的装配图，尽管获得了劳动成果，但不能说进行了创造。假如这位工程师在设计过程中不囿于设计手册或规范的约束，构思出一种有别于传统的活塞往复发动机的技术方案，则是在进行创造性设计活动。例如，转子式发动机的设计，相对往复式活塞式发动机而言，就是一种创新性的成果。

第三，创造是创造者聪明才智高度发挥的行为。在创造活动中，创造者必须充分发挥自己的聪明才智，才能获取创新成果。无论是重大的创造还是一般水平的创造，都是人的智能在特定条件下的物化。面对同一问题，不同的人有不同的求解思路，只有选择了与众不同的，非显而易见的，效果更佳思路与方法，才有可能实现真正的创造。

例如，高悬在教堂里的吊灯，在微风吹动下不停地摆动，这种现象大家都习以为常，而年青的伽利略却对此情有独钟。他仔細观察吊灯摇摆的幅度，发现其无论大小，每一摇摆的时间竟和

自己脉搏五次的时间完全相同。伽利略回家后马上用绳子把铅坠悬挂起来摆动，经实验，终于发现著名的单摆等时性原理。根据这一原理，伽利略曾绘制出“摆钟”的图纸。几十年后，荷兰物理学家惠更斯研制出世界上第一架摆钟，实现了人类计时史上的一次巨大飞跃。

再如，机械行业中广泛使用的台虎钳，工人们它对它的慢速夹紧工件早已“心怀不满”，但谁能创造出一种新颖的快夹台虎钳，以减轻工人的笨重劳动呢？传统的台虎钳采用普通丝杆螺母机构，拿它去夹紧一个100mm的工件，当移动丝杆的螺距5mm时，手柄就得慢慢地转20圈；倘若遇到非常薄的工件，要越过这空行程，也要一圈一圈地转。一百多年来，虽然它速度慢，工效低，甚至容易使工人产生厌烦情绪，可它稳定可靠，结构简单，因此丝杆螺母式的台虎钳一直沿用至今。过去，国外专家曾设计过新的台虎钳，但都因缺乏实用性而得不到推广应用。如何攻克这一难题？中国发明家范朝来凭着自己的聪明才智，于1987年成功地开发设计出“范氏快夹台虎钳”。应用这种台虎钳，不管工件多么薄，多么厚，只需要用手一推，一转手柄，不到一秒钟便把工件夹紧。此外，这种新台钳具有自适应性，能夹持球形、椭圆形、棱形、三角形、楔形等异形工件。在结构上，它只是在传统的螺杆传动机构上增加了3个小零件。该项发明被国外宣传媒体誉为“机械螺旋传动史上具有划时代意义的重大创造”。

人人都有创造能力，人人都有创造机会，但并非人人都能作出创造成果。这中间的差别固然因素很多，但其中不可否认的重要因素之一就是创造者能否将自己的创造才能在高水平上综合发挥出来。因此，创造，也可以理解为人们在一定的环境里，潜在的创造才能得到充分释放并作出新的贡献的一种行为。

第二节 创造工程学学科的形成

创造活动自人类开始制作最简单的工具起就已存在，它的不断发展为社会的进步作出了巨大的贡献。

在不断的创造活动中，人们也不时地对创造奥秘产生推测与猜想。在古代，这种探索常常通过神话表现出来。例如，古希腊神话中有个智慧女神雅典娜，她从天上来到人间，教人纺织、冶金、铸铁、制造车船等本领，她还发明了犁和耙，让农民愉快耕耘。在中国，也有不少类似的神话故事。如神农氏尝百草，教人利用草木治病的方法；神禹下凡，喝令三山五岳让道，让滚滚洪流顺江河东去。在科学技术相当落后的古代，人类对创造活动的认识只能如此。但是，从神话传说的产生和传播，也表明人类早就在研究创造活动，并力图揭开它那神秘的面纱。

但是真正将人类创造活动进行理性化研究还是古希腊以后的事。据考证，最早研究创造问题的文献，是公元前 300 年古希腊学者帕普斯撰写的《解题术》。

尔后，毕达哥拉斯、亚里士多德、培根和伽利略等人在自然科学方法论方面进行了大量研究，提出了观察法、实验法、归纳法、演绎法等，为人们开展新的创造提供了实用的工具。

1637 年，法国数学家、哲学家笛卡尔发表专著《方法论》；1908 年，法国理论天文学家、哲学家彭加勒发表专著《科学与假说》、《科学的方法》；1931 年，美国心理学家洛斯曼，从美国专利局的文献中挑选出 700 名高产发明家，对他们进行调查、总结，编写了《创造发明者心理学》一书。嗣后，社会上出版的大量的哲学、逻辑学、心理学著作，都纷纷涉及到创造性问题。哲学家、心理学家们对创造活动的理性研究，为创造工程学的形成提供了科学的理论基础。

真正使创造工程学作为一门独立的学科登上历史舞台的，当推美国通用电气公司1936年的一次创举。随着科学技术的迅猛发展和市场竞争的日益激化，迫使企业家们不得不在创新中寻找出路。不创新将被淘汰的压力，也使企业认识到开发职工创造潜力的重要性和价值性。于是，美国通用电气公司组织专家学者对科学技术和经营管理的创新思路与技巧进行实用性研究，并编写出名为《创造工程》的讲义。在对职员进行创造工程教育之后，企业的创新能力大为增强。通用电气公司的新举措不久便受到国内外有识之士的关注和研究。

1941年，美国BBDO广告公司经理奥斯本发表《思考的方法》，并系统地提出了“头脑风暴法（智力激励法）”，从而推动了创造技法的研究。1942年，美国加利福尼亚大学韦开教授提出“形态分析法”；1944年，日本东京大学市川龟久弥教授发表《独创性研究的方法论》，随后又出版《创造工程》，详细介绍了“等价变换法”；1979年，原苏联学者Г.С.阿利特舒列尔在其著作《创造是一门精确的科学——解决发明创造课题的理论》中，创立了物场分析理论与方法。

世界各国学者对创造理论与方法的大量研究，使创造工程学从哲学、心理学体系中分离出来。现在，创造工程学以创造原理和创造技法两大研究方向构建了自己的学科体系雏形。当然，要使创造工程学最终成为一门系统的、精确的、完整的学科，还需要人们作进一步的研究与开拓。

当人们在科学技术领域对创造活动进行研究的同时，一些专家学者也从心理学、教育学、艺术学、生理学和哲学等方面对人类创造活动的规律进行深入的研究，并相应地创立起创造心理学、创造教育学、创造艺术学、创造生理学和创造哲学。在此基础上，人们正力图将这些研究成果综合成统一的“创造学”。显然，作为创造学，它是研究人类创造活动共同规律的综合性学科。相对创

造学来说,创造工程学只是其学科体系中的一个分支。由于创造工程学的内容更接近实际,因此人们也可将其视为“应用创造学”。

第三节 创造工程学的研究对象

创造工程学作为一门独立的学科,有着自己特定的研究对象。简单地说,它研究的对象是科学技术领域内创造活动的规律。这里所说的创造活动,并不是指某种具体的科技活动,而是指各种科技实践的集合。尽管人们在机械工程、土木工程、水利工程、电力工程、化学工程、管理工程等领域内从事的创造活动有着不同的特点,但是它们在创造实践中总会遵循某些共同的认知模式和问题求解思路,表现出某些规律性的特征。创造工程学正是在对诸多创造工程活动研究的基础上,将创造活动作为一个整体,并将它放在科学、经济、自然和社会的大系统中进行理性化的综合研究,以揭示人们进行创造活动的基本原理与基本方法。这种以创造活动整体规律作为研究对象的创造工程学,对于指导科学技术领域的各种创造活动都具有重要的指导意义。

创造工程学的研究内容,目前主要以创造理论和创造技法为主体,同时结合科学技术领域内的典型创造活动进行应用性研究。因此,创造工程学的研究体系可以用图 1-1 的模式来描述。

在创造理论的研究中,主要涉及创造活动的构成要素、创造的基本动力、创造性思维原理等问题。掌握有关创造活动的基本理论,对于从事新的创造实践有着重要的指导意义。

对创造技法的研究,是创造工程学成为具有实用价值科学的重要基础。创造活动具有认识世界和改造世界的功能,与人们在创造活动中掌握和运用各种创造方法与技巧密切相关。方法得当,事半功倍,否则就会事倍功半,甚至很难收到创新开拓的效果。创

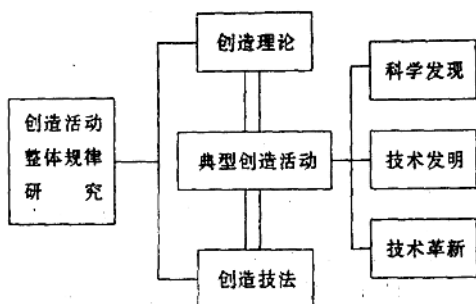


图 1-1 创造工程学的研究体系

造实践孕育了许多富有成效的创造技法，将这些方法与技巧加以理性化，使之成为科学的、规范的、可操作性的创造工具或手段，是创造工程学研究极为重视的问题。

创造工程学虽然以创造活动的整体性作为研究对象，但是它也需要对典型的创造活动进行分析研究。因为整体性是建立在个性集合的基础之上的。创造理论与创造技法的研究，也只有在对具体的创造活动进行分析综合，抽象升华之后才能得到发展。因此，对科学发现、技术发明、技术革新等典型创造活动的研究，也是创造工程学的研究内容。

科学发现是发现新的科学事实和新的科学理论的创造活动。马克思发现了剩余价值规律，并在此基础上揭示了人类社会发展的基本模式；门捷列夫发现元素周期律，为人们认识各种化学元素之间的联系提供了新的理论；李四光发现了中国第四纪冰川的遗迹，打破了中外地质权威的“中国没有第四纪冰川”的定论，等等，都是不同历史时期的重大科学发现实例。