

发明创造学

贾玉健 钱承耀 编著

西安交通大学出版社

发 明 创 造 学

贾玉健 钱承耀 编著

西安交通大学出版社

概 论

每当人们听到某一技术成果在实验室、试验场获得成功，就象听到了从产房传出婴儿的啼哭声一样，无不欣喜若狂。阿基米德在找到了如何鉴别皇冠真假的方法后，从浴盆里跳出来，赤身裸体地跑到大街上喊叫：“我找到了！我找到了！”，引得行人和他一起纵情欢呼。当无线电波把我国第一颗原子弹爆炸成功的消息传向四面八方的时候，举国上下载歌载舞，一片欢腾。是呀，每一发明创造的诞生，都代表了人类社会前进的脚步，对一个民族而言，代表了一种精神，一种勇气，一种骄傲。然而，人们更崇敬和歌颂的是那些发明创造成果的研制者，甚至把他们奉为神灵。我国古代关于遂人氏、神农、伏羲、嫫祖的传说，爱因斯坦曾被作为犹太精神的象征的事实，就是人们对发明创造者的尊崇和敬仰的反映。自不待言，发明创造成果带动科技进步，从而推动历史发展的巨大力量，更为世代人称道。

一 什么是发明创造

在《辞海》中，发明被解释为“创制新的事物，首创新的制作方法”。联邦德国著名学者伯恩卡尔德认为：“发明——就是有成效地应用于实践，并且不是逻辑地从中等专业知识产生的，对于利用自然力、材料和物质的指示。”《苏联发现、发明和合理化建议条例》规定得较为详尽：“在国民

经济和社会文化建议或国防的各个领域内，一项新的、具有实质性特点并提供积极效果的解决课题的技术方案称为发明。”

因此，我们可以肯定，发明必须具有如下特点：

(1) “首创的”，即必须是第一次控制或利用自然的方法和手段而得出的结果。在各自独立的情况下，两人或数人同时完成某一项发明，应同视为首创。如果您构思出一台和瓦特蒸汽机完全一样的装置，即使您是独自苦思冥想得出的，但因别人已有此项发明，就不能说这种装置是您的发明；相反，有人发明了一种两头用的绣花针，尽管其结构简单、一目了然，但在世界上是独一无二的，具有实质性特点，那么，这项技术就是发明。另外，发明必须是人创造的，不是客观存在的，如果您发现了以前谁也没有发现的星系或地震活动规律，尽管其意义深远，但也不能算是发明。

(2) “创造性”，即必须是技术上的突破，不是一种简单的等同，象几何尺寸大小的改变，结构形状简单的变换并不足以引起技术上实质性的变化，那么就不是发明；反之，有些技术的转用，模仿能够引起技术上实质性的变化并产生巨大的效益，这些技术就是发明。

(3) “社会性”，即必须能够满足人类需要，产生积极效果，对于技术发明来讲，必须能够制造或者使用。另外有一些发明，与现有技术相比，无论其结构及其效果都具有明显的本质区别，虽然其内容的特征上有其所长，但就其内容的实质而论却是倒退的，或者是对社会或科学技术的进步无益的、脱离社会需要的，例如，马用脚踏车、苍蝇断头台、一些严重污染环境、严重浪费能源或资源的发明，毒具、淫具

等，不管其新颖性和创造性的程度有多深，都是无效发明。

广义地讲，创造的涵义要大得多。创造是根据生产、生活实践经验和自然科学原理而发展成的直接或间接的给人以物质精神享受，具有新颖性、独创性的智力劳动成果。美国学者艾曼贝尔认为，创造包括两个基本要素：（a）对眼前工作作出的反应既具有新颖性、又具有适当性、实用性、正确性和价值；（b）任务是启发性的而不是刻板的，在这样的程度上，某个产品或反应被鉴定为创造性的。^①纽厄尔认为，“创造性活动看起来就是一种特殊种类的解决问题的活动，它的特点是在问题的系统阐述方面具有新颖性、独特性、持续性和一定的难度。”^②因此，创造不仅仅是技术上的发明，文学创作、宗教艺术、美术工艺作品、科学管理方法、新的理论体系和分析方法的诞生都属于创造的范畴。但丁的《神曲》，穴居野人的图腾，古罗马人的铜塑、蚀刻，《圣经》中的传说，托尔斯泰的《战争与和平》、《安娜·卡列妮娜》……，都是创造的产物。简·方达创作的健美操是心理学、生理学、美学综合运用结果，不但使人身心健康，而且给人以美的享受；价值工程学的创建是经济管理手段的总结和深化。一种节省原料、降低能耗、提高产品质量的工厂管理方法，尽管不是一种新物质的发明，但它也是一种能带来经济效益和社会效益的智力劳动成果，因而是一种管理方法的创造。

由于发明创造的新颖性和创造性特征，因而它往往也带

①②艾曼贝尔：《创造性社会心理学》，上海社会科学院出版社 1987 年版，第 49 页

有一定的神秘性。难怪人们常常把发明家，看成是具有某种神秘色彩的天才人物或英雄，而更多的人是在羡慕和崇拜中变得聪明起来：“发明家是怎样进行发明创造的，他们是如何思考问题的？”“发明创造需要具备什么样的条件？”

“发明创造有无固定的过程和模式？”、“我能成为一个发明家吗？”

二 创造秘密的揭示

发明创造是人的一种有目的的创造性活动，要揭示创造的秘密，必须首先从人的角度去考察：发明创造者应具备什么样的生理素质和心理机制？如何最大限度地开发人的创造性才能？环境如何影响人的创造才能的发挥？20世纪初兴起的发明创造学对这些问题作出了系统的回答，使发明创造的秘密逐渐“曝光”。

发明创造学是研究发明创造的思维过程和方法及其发展规律的科学，其目的是通过对科学技术史上的发明创造成果的研究，找出进行新的发明创造的规律和方法。

信息是发明创造的基本要素，发明创造的思维过程就是人们将许多原先杂乱的孤立的信息要素经过创造性的思维，组合成具有新颖性、创造性、有效性的有序的信息体的过程。正如美国人维·范杰利所指出的，所谓创造，不过是已有要素的重新组合，所谓创造性乃是进行这种组织的能力。

作为发明创造基本要素的信息，是关于事物运动状态的广义化知识。现有科学技术的基本知识，人类社会的一切现象，包括直觉、灵感或暗示、顿悟、幻觉、梦境、妄想、呓语、潜意识等心理因素都可成为发明创造的源泉和动力。人

类祖先经历了几十万年的日积月累，留下了数不尽的智慧火花。特别是人类创造了文字以后，自然、社会、思维的现象和规律被认识和记录，由此而形成的流传故事、史记、科技报告、论文汇集、专利文献等都可构成发明创造的基础。系统地学习科学文化知识和广泛地参加社会实践，是获取信息的主要途径。没有足够的基础理论知识或社会实践经验，要想做出发明创造等于缘木求鱼。鲁迅先生说得好，其实即使天才，在生下来时候的第一声啼哭，也和平常的儿童的一样，绝不会就是一首好诗。这就是说，人的才能，即使是禀赋优越的人的才能，也都是后天通过勤奋得来的。人们的知识积累通过潜移默化，一部分埋藏在潜意识中，一旦外界因素碰到其触发点，就以灵感、顿悟的形式爆发出来，梦境、妄想、幻觉、呓语是埋藏在潜意识中的信息的升华，一旦人们把握住它并利用它，就会成为强大的发明创造的源泉和动力。

发明创造学并不研究具体的发明创造成果，而是研究这些成果如何从发明创造者的大脑中脱颖而出的过程，（如，如何捕捉信息，如何确定发明创造目标，如何根据现有信息来孵育发明创造成果，以及进行创造活动的最佳主、客观条件等等），旨在谋求发现发明创造的规律和总结出一般的方法，并建立相应的技术系统。通过这些工作，开发人们头脑中潜在的发明创造才能，培养人们的发明创造意识，使长期以来被人们认为是神秘的、只有少数天才人物独具的创造性构思逐步为普通人所了解，使普通人也有可能发挥发明创造的才能，促进和提高科学技术创造的效率。

目前，国外有些学者将发明创造学分为五个内容、三个

组成部分。

五个内容是：创造精神、创造性思维、发明创造的环境、创造性教育和发明创造的技法。

三个组成部分是：创造科学、创造性科学和创造工程学。

创造科学是着重研究创造活动和创造过程，揭示创造规律的科学，是发明创造学的基础理论。

创造科学的出发点是：在完成一件发明创造的过程中，不管这件发明创造是自选的课题，还是他人委托的课题；也不管是发明创造者历尽千辛万苦，用汗水和鲜血换来的，还是天赐良机，偶或所得，总要遵循一定的规律。目前，发明创造学的研究表明，这些规律是：能动反映创新律、普遍联系创新律和积累突变创新律。

能动反映创新律，是指发明创造活动是人对客观世界的能动反映和对客观存在的能动作用，实践是发明创造的源泉和归宿。这种反映是对于客观事物的新表现、新信息的反映，是一种能动的、创新的反映，它表现为主动地探索客观事物，并通过探索活动反映出客观事物的新的运动规律或新的关系，从而达到使创新成果为实践服务的目的。

普遍联系创新律是指发明创造活动是人能动地发现、利用客观世界已有信息并建立起其间的某种联系的活动，实质是进行信息交合。普遍联系创新律概括了创造性思维和发明创造技法的本质。

积累突变创新律是指发明创造活动经历了一个由量的积累到质的突变的过程。人的思维常常有逐渐成熟的积累到一目了然的跃变，常常有百思不得其解的沉思和豁然开朗的顿

悟。画家莫尔斯看了电磁铁试验为什么突然想到了电报机？为什么汤斯花费数年未能成功，却在富兰克林公园内的瞬间找到了解决微波激射的方法？这些难以清晰描述的思维活动，却正是遵循了积累突变的规律。积累突变创新律是对直觉、灵感、梦、机遇等现象的科学说明，是对创造性思维过程的本质概括。

创造性科学着重研究创造心理学和人的创造性，研究创造活动的组织和创造环境的形成等，以求培养和开发创造性人才。

19世纪末期，由于自然科学的迅速发展，对创造心理奥秘的进一步探索显得更为迫切。同时，心理学的发展也为这种探索提供了一定的条件。于是，创造心理的研究就蓬勃地开展起来，形成了一个专门的研究领域。

随着科学学在本世纪二三十年代的兴起，科学创造心理开始纳入科学学的研究领域。今天，创造心理的研究工作更进一步发展成为一种综合性的科学探索。投入这个研究领域的有心理学家、哲学家、科学家、文艺家、科学史家、文艺理论家、逻辑学家、控制论专家和社会学家，等等。他们从人的心理机能的角度讨论人的观察能力、记忆力、联想能力、分析综合能力、想象能力、操作能力等智力结构，以及动机、专注力、情绪、兴趣、意志等非智力因素与人的创造能力的关系问题，论述创造才能的源泉、显露、培养和发挥等问题，还阐述直觉、灵感、梦境、机遇等非逻辑思维在发明创造活动中的作用问题。

由于发明创造专业化程度愈来愈高，势必要求发明创造者之间的协作趋向紧密。一些重大的发明创造仅靠一、二个

发明创造者是不能完成的，需要成百甚至上千、上万人的共同努力才能成功。因此，创造活动中的组织工作也是创造过程中的关键问题。创造集体中那些宽容、安全、友好、合作、谦让的风气激发了人们的创造积极性。创造性科学从科技管理和社会心理学的角度，探讨如何组织管理才能很好地协调每个发明创造者之间的关系，从而使每一个发明创造者都能最大限度地发挥其创造才能。

“天才是百分之九十九的勤奋加百分之一的灵感。”人的发明创造才能除了具有天生的素质外，而主要是通过后天学习得到的；一个人的发明创造才能的形成和发展，除了个人的努力以外，还有赖于教育的作用和环境的影响。创造性科学还引导人们如何进行家庭、学校和社会三方面的教育，以造就一个有利于发明创造的社会风气、社会环境。

创造工程学是思维科学的工程技术的一部分，旨在概括总结人们在发明创造过程中所运用的创造性技法，例如，智力激励法、列举法、分析比较法、检核表法等等。创造工程学以使创造过程的程序明确化、技术化为重点，以推理方法为过程，从而表现创造过程与技术。

创造工程学的出发点是：个人的天赋并无太大的差别，其创造能力也如此，但后天所受的教育、生活环境和自我训练等等不同，可以出现较大的差别。创造力可以用知识量和发散性思维能力（即想象力）的乘积来表示；知识渊博，想象力丰富，创造力就强；反之，如果其中一项有欠缺，就缺乏或甚至谈不上有创造力。培养创造力主要是使这两方面都得到发展。从宏观上看，创造工程学可以分为确定目标、分解目标并提出问题、推理、实现等过程。在前阶段，发散性思

维居于主导地位，创造工程的研究对象主要是这阶段的思维机理。创造工程研究中的各个流派虽各有特点，但有一个共同的研究点，就是从如何发挥发散性思维作开端，接着思维在发散性和收敛性两种类型中摇摆，最后落实于收敛性思维，形成假设、计划。

随着思维科学的发展，在总结模式识别、计算机仿真、人工智能等具体工程技术经验的基础上，可以抽象出较科学的创造性思维方法论。还可以在创造性思维方法论的基础上，运用认识科学、微电子技术、人工智能、脑科学、特别是神经生理学的成果来建立创造工程学。创造工程 and 任何工程一样是一个技术系统，它由一系列的技术（如拟制创造性思维活动的模式，提高思维的创造性效率的公式等）组成。这些技术不仅具有知识形态，而且具有一定的物质形态，它不是进行自由的理论探讨，而是有一个明确的改造世界的目标，并且具有确定的或直接的经济作用。

本书根据发明创造学的研究成果，力求从人的生理机能、心理机制和创造技法的角度揭示发明创造的秘密，帮助读者培养发明创造的志趣，开发自身的发明创造才能。



第一编 发明创造的 心理学基础

从认识论的观点出发，发明创造的过程包括三个要素：发明创造的主体——发明创造者；发明创造的媒介——进行发明创造的工具、方法、条件、环境等；发明创造的客体——以智力劳动成果为内容，并以一定的载体形式表现出来的信息体。其中，人是发明创造过程中最关键的要素，因为发明创造是人在全部体力和智力都处于高度紧张状态下的一种活动。在发明创造过程中，人的心理活动达到最活跃状态，任何进行创造活动的个人，包括创造力最高的所谓“天才”，都有同样的心理活动规律。进行发明创造的心理活动同人的生理素质、智力结构以及社会的物质和意识环境都有密切关系，人的发明创造才能则表现在各个不同的方面。

心理过程是人脑的机能，但是，并不是所有的人都具有发明创造的禀赋。由于遗传因素或大脑某些机能天生的差别，我们不得不承认人们的智力天赋是有所不同的，即我们通常所说的某些人聪明些，而某些人迟钝些。但是，这并不是影响发明创造才能的唯一因素。由于各人的发明创造才能在不同方面的发展程度和综合运用水平上的不同，表现出综合的创造才能的差异，才形成了一个“才能连续谱”——从

“天才”到才能平庸的人。

具体而深入地研究各种发明创造的能力，揭示发明创造心理过程的实质，对于培养、发展和发挥创造才能具有重要的意义。对影响发明创造的心理因素有了认识，我们就能自觉地在实践中，尤其是在学习、工作和研究中，发展和运用自己的创造才能。

本编综合了创造心理学的最新成果，从发明创造的主体和发明创造的环境的角度，探讨了人的生理素质、智力结构、非智力结构和灵感、直觉、梦、机遇以及环境对发明创造的影响，为帮助人们培养和优化自身发明创造的心理机制，并为造就一个适宜创造力开发的环境提供一点参考。

第一章 发明创造者的素质

第一节 创造力与TOP或PF区 参与对话——生理学探源

脑解剖学揭示：人的大脑皮层按其结构可分为新皮质和旧皮质。新皮质的功能包括认识、判断和意志等高级精神活动及由此产生的行动，这对于创造力是必不可少的。旧皮质的功能是管理人的本能欲望和愉快、烦恼不安等情绪；新皮质的功能是把各种本能欲望落实到满足的行动上，并进行判断、推理等高级心理活动。

人类生活的复杂性，特别是创造力的复杂性反映出脑皮层的复杂性。根据脑神经学某些新近的推算，人的大脑皮层有150亿个神经细胞。如果我们考虑到：每个神经细胞都具有能和其它细胞形成联系的延层和分枝（轴突和树突），而平均一个皮质细胞从其它细胞的分枝可以接受大约两千种联系，那么，这个不可思议的复杂网络就能够形成在数量上多得无法想象的神经模式。相比之下，就连最复杂的计算机都显得简单了。

神经冲动是通过一个个神经元来传递的，神经元之间的联系突触可以在十分之一秒的时间里活动起来，一个突触与另一个突触之间的活动间隔可能是一毫秒。因而它具有非常

广阔的联系范围，并且能够在极短的时间内向所有方向传递多种多样的冲动。有些神经元同时或者连续形成波阵面（或波群放射），这些波阵面的边缘还能潜在地激活其它神经元，决定新波阵面的出现。

对世界的感知和解释都是通过神经模式来进行的。神经元按照不同的组合产生出了不同的形象和思维。知觉、记忆和高级心理活动都是以神经活动的时空模式为中介的。在每一种模式里，神经元被有选择性的突触变换联系起来，重复一种经验就使原先的经验模式重新恢复了活动，这些模式被称作“印迹”。在脑皮层里，有许多待定的神经联系模式是准备用来重新活动的，然而，这些“印迹”并不是静态结构，在某种程度上它们是变化着的。

神经生理学和神经解剖学进一步指出，脑皮层有许多区，每个区都有着特定的机能。这种特性不是绝对的，但是某些区比其它区更多地包含了某些机能。机能的作用也很明确，如后脑中央区是基本感觉区，这些区对于视觉、听觉、触觉、痛觉、温觉和其它对外界的知觉，以及对于随意动作、讲话、书面语和口语的理解来说是必不可少的。因此，它对于人的普通生活来说是基本的。有些学者把这些脑皮层部位说成是“承担义务的”，即它们承担着非常明确的功能。然而，人的脑皮层的大部分是“未承担义务”的，更准确地讲，它的功能是不确定的，至少在刚出生时就是如此。这种“未承担义务的”脑皮层或叫联想区，可划分为 TOP 区和 PF 区。TOP 区和 PF 区实际也是要承担义务的，不过承担后会产生什么结果是不能确定的。它们是从脑的所有其它部位输入的信号当中产生出最大量的联想活动与源合活动的

区域，诸如象征活动、对未来的预想、任何方式的抽象这类最高级心理过程正是发生在这些区。从生理学观点上看，TOP区可以被看成是包括整个顶叶和枕叶与大部分颞叶在内的一个更大区域的机能中心，这三种脑叶构成了人脑当中接受外界刺激，并进一步去加工成更高结构的组成部分。来自大脑皮层其它部分的所有刺激在TOP区被综合和加工成最高级的心理结构。TOP区和PF区协同合作，PF区有四种主要功能：第一，抵御外界能使精力分散的刺激，保持目的的稳定不变，即集中注意；第二，预见未来；第三，准许有计划或有序列的职能得以实行。序列职能是指熟练的动作或成熟的思维按照一定次序所形成的组织和综合；第四个功能进行选择，并促成心理选择向行动转化。总之，TOP区和PF区对来自中枢神经系统其它区的心理材料进行加工，并负责进行更高级的思维活动和有计划的复杂动作，这些区早就成为人的生活当中最重要的参与者。

前面一般地分析了人的生理素质，而发明创造者的生理素质究竟有什么特点呢？一般认为：有创造力的人，他们的脑皮质的TOP区和PF区很可能多次返回到已被确定的或“承担了义务的”脑皮层，或者是把冲动传导给它。尽管有智力而没有创造力的人也很经常地使用TOP区和PF区的神经网络，然而有创造力的人在进行创造活动时，他的思想有意无意地参与了这两个区与脑皮层其他部位之间的“对话”。新的机能系统（或者已经建立的机能系统当中的新的结构）是怎么发展出来的，目前还不能讲述清楚。假如相似性在脑皮层神经生理方面也起作用的话，那可能就是当两种印迹具有共同之处时就相互联系在一起。正是由于印迹当中存在着共同之