



上海交通大学
学术出版基金资助项目

A project supported by
Shanghai Jiaotong University Academic Publishing Fund

发明解析论

张秀彬 陆冬良 著

Invention Profiling &
Creative Thinking Theory



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

上海交通大学
学术出版基金资助项目

A project supported by
Shanghai Jiaotong University Academic Publishing Fund

发明解析论

Invention Profiling & Creative Thinking Theory

张秀彬 陆冬良 著



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书是贯穿信息工程、计算机科学与技术、创造思维学和创造方法论等学术领域的一部跨学科学术专著。作者从自己数十项发明专利出发,采用“由点到线、由线到面”、交叉分类阐述方式,论述了传感与检测、节能环保与新能源、基于图像信息的智能检控和特征识别与状态甄别等多类发明创造,并深度剖析了每项(组、类)发明的技术背景、原理与方法、理论基础及其创构过程的思维方法,因此对读者创造性思维的培育能够起到一种有益的启发作用,并能够收到“见微知著”的效果。

本书可供计算机科学与技术、电子科学与技术、电气工程与自动化、信息处理与智能控制、智能机器人、机电一体化、现代传感技术、智能汽车工程、图像处理与模式识别、兵器科学与技术、创造工程学等相关学术领域从事教学、科研、技术开发和管理的科技人员学习和参考,还可作为研究生和高年级本科生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

发明解析论/张秀彬,陆冬良著. —上海:上海交通大学出版社,2014

ISBN 978-7-313-10908-8

I. ①发… II. ①张… ②陆… III. ①创造性思维—能力培养—研究 IV. ①B804.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 036475 号

发明解析论

著 者: 张秀彬 陆冬良

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

出 版 人: 韩建民

印 制: 上海万卷印刷有限公司

开 本: 787mm×960mm 1/16

字 数: 513 千字

版 次: 2014 年 6 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-10908-8/B

定 价: 85.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 28.25

印 次: 2014 年 6 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 021-56928211

知识犹如浩瀚无垠的宇宙，勤奋就是
超光速的驾驭者，能够将自己带到未知的
绚烂时空！

——愿与读者互励共勉之

序

记得与张老师的第一次见面是在他的办公室里。

正值大四暑假,当时被保送硕士研究生之后的我,对未来颇感迷茫,因为我的研究方向尚未确定。

刚开始,我对研究生的生活非常向往,对即将要进行的研究课题也很有期待。可是和自己所在实验室的一些师兄长谈后,却发现我对他们的研究方向并没有兴趣。不甘心混日子的我开始在系里打听,看能否在课余时间,在自己感兴趣的方向跟其他老师做一些课题。一番调查之后,我发现张老师做的研究很前沿,也很有意思。抱着尝试的心态,我给张老师写了一封邮件。出乎我意料的是,张老师没有一点教授的架子,非常热情地邀我见面,这让我非常感动。于是,在他的指导下,我参与了一些课题,并且获得了四项专利。接着,在张老师的鼓励和帮助下,我申请了美国的大学,来到大洋彼岸继续攻读博士学位。

张老师最让我敬佩的一点,并且直到现在仍然让我感到难以望其项背的是他创造性的思维方法。一些大家看来很普通的事情,在张老师眼中都会变成一个个“点子”,并且最终变成一项项专利和一篇篇论文。记得有一次,张老师在与我们闲聊时,有人说起自己在下出租车时,后方的自行车差点与出租车门发生碰撞、酿成事故。大家皆为其庆幸时,张老师却想到我们可以设计一套车辆智能后视镜系统。当发现后方有车辆或者行人快速接近时,出租车门会自动上锁,从而避免事故的发生。张老师的这种开放性的思维方法让我深受启发,并且在后来的学习和生活中也受益匪浅。遇到一个问题的时候,如果能够换一个角度,往往能够获得意想不到的结果。

在美国当助教时接触过不少美国学生和中国学生,就学习能力和知识的扎实程度来说,我认为中国学生并不比美国学生差,甚至还要略强于美国学生,至少每次考试中国学生都能名列前茅。可是我却深感美国学生不好“对付”。一个简单的定理,中国学生喜欢默默地抄下来并牢牢记住,少有自己的思考,考完试以后或许很快就忘了。而美国学生常常三五成群地坐在一起讨论,有时提出的各种奇怪的问题让我这个“老师”也颇感棘手。这或许是两国不同的教学方法造成的吧!创造性思维方法的培养不是一朝一夕的事,《发明解析论》一书包含了张老师几十年教学和研究的心血,相信读者一定能从书中获益。

我们无法改变过去,但是可以创造未来!

zhen ma

莫臻博士 2013 年 6 月 1 日于美国佛罗里达



2012 年国庆期间部分弟子与作者团聚于上海交通大学

前言

提笔之际,浮想顿生:怎样才能培养学生掌握“分析与解决问题的能力”?人的创造思维是如何形成的?“跨学科人才”又该如何去培养?……

有学者云:美国与中国的教学方法存在明显差异,前者让学生“自由发挥”,后者对学生满堂灌注;前者,现代诺奖名人成堆、成就斐然;后者,创造性被压抑、“难就大师”。无可否认,两者差异固然存在,但事实也未必尽然。

世人皆知,中国上下五千年人才辈出,其中享誉世界的著名学者、专家不计其数。只因近代,“积贫积弱”、外辱内患,教育事业难以发展。自新中国诞生以来,百废俱兴,在短短数十年中也已先后培养出数以千万计的科学家、工程师等各类国家建设人才,在成就丰硕连连的现代化进程中,处处显现着优秀人才的身影。当今,中华民族的聪明才智得以充分发挥,何以见得不如外国?可以自豪地说,中华祖先遗传给我们最为珍贵的财富就是创造思维,炎黄子孙在民族复兴的洪流中正在努力救过补阙、从善如流,各项事业蓬勃发展、欣欣向荣!

不过话得说回来,要讲我国教育水平与发达国家的差距,似乎要着眼于教育理念与教学方法上的研究与探索。据不完全统计,近年我国每年培养出的博士与硕士数量已经位居“世界第一”,但是,其中的培养质量究竟如何,值得斟酌与探究。关于人才的培养,可以分为宏观规划和微观培养两大方面。宏观人才培养计划靠国家制度和教育体制来制定,微观的人才培养则要靠全社会的共同努力,特别是靠学校和作为人类灵魂工程师的各级教师心血和劳动的付出,方能为国家持续造就各类优秀人才。

俗话说,十个指头有长短。只要是人,总会良莠不齐。幼苗需要依靠良好的培育环境才能茁壮成长,教师正确引导学生培养其科学思维方法无疑会成

为富有才赋青年酝酿创造发明的催化剂。作为教授与学者,除了对国家人才培养体制积极建言献策外,更为重要的是在人才的具体培养方法上要多加思考,以求为青年才俊的层出不穷做出应有贡献。这也是作者撰写本书的出发点。

知识犹如浩瀚无垠的宇宙,勤奋就是超光速的驾驭者,能够将自己带到未知的绚烂时空!记住伟大发明家托马斯·阿尔瓦·爱迪生(Thomas Alva Edison)的话:“世界上没有任何一种具有真正价值的东西可以不经过辛勤劳动而能够得到的。”他还说过:“我平生从来没有做出过一次偶然的发明,我的一切发明都是经过深思熟虑和严格试验的结果。”人之所以能够成才,智者的引导固然重要,然而,自身能够掌握科学的思想方法进行不断求索与努力,才是通往科学真理之道。

作者从教40多年,先后培养出博士和硕士研究生数十位,教学与指导过的本科学生也达数以千计。其间,对于学生们理解、分析与解决问题能力之状况感受颇多。发现优者,心中快乐无比;否则,便有畴咨之忧之感叹!

简单地说,学生的智力在“悟性”上的表现大体可以分为“强”与“不强”两种类型。前者悟性强,可谓“心有灵犀一点通”,只要听过一二次教师对课题的介绍或课程的讲解,基本上能够很快理解其中的核心(或关键)内容,并通过自己的思索,能够在极短的时间里形成自己的创造性思维。后者悟性较差,入学考试成绩也许“相当的好”,但是对于教师的提问往往需要反复“开导”,甚至需要“手把手”地教他,方能有所领悟。

记得,有一次我在给研究生上课时,让学生讲述各自创造(创新)性思想时,同学们踊跃发言。其中,有一位学生给我的印象特别深,当时的情景至今还历历在目。他说:“采用键盘输入个人密码时,如果事先根据密码设置者敲击键盘的动作特点编制一段智能识别软件,那么就可以为密码被窃取(或破译)增加一道防线。”妙!作者当即就惊叹这位学生的独特思维,如今与其见面时仍然赞赏有加!因为每个人敲键时的“指法”(作用力及其间隔时间)有其特有的“生理反应特征”,但是各人相互间的“指法”却不可能绝对一样,这就可以从键盘点击时间和作用力的差异上运用模式识别算法予以甄别。

当然,学生的智力水平绝对不是一成不变的,要讲清楚造成智力差别的原因也非易事。本书的宗旨就在于探索一种创造(创新)思维培养方法。

本书无意在“抽象的创造技法”上“添枝加叶”,而在于试图将“复杂的问题”简单化,探索出一种给人以进入创造思维宝库的“钥匙”。书中内容将以作者近十余年来与弟子们共同研发的数十项发明技术为例,结合社会学、心理学和工程学的理论解析,采用“由点到线、由线到面”的方式交叉分类阐述创造思维的形成过程撰著而成,称之为“发明解析”。希冀能够对读者产生“见微知著”的效应,特别希望能给在校的博士、硕士研究生们以启迪。

当然,囿于专业与学科特点,全书之内容未必对所有读者都能直接受用。如果其中的原理与方法能够对读者起到一种触类旁通的作用,那也算是对本书创作初衷的一种宽慰吧!

我要感谢陆冬良博士对本书问世所做出的突出贡献,因为他对全书的安排及其理论分析与我进行了许多有益的讨论,还参与撰写部分内容。我还要特别感谢张颖璐、莫臻、应俊豪、门蓬涛、吴炯、孙志旻、焦东升、张筱、朱磊、戴映忻等,他们都是我的得意门生,在交大就学期间就已表现出非凡的智慧和能力,并为本书的出版做过出色的贡献。

本书的出版还得到了韩正之和陈国呈二位教授的竭力推荐,借此向二位表示诚挚的谢意!

最后,我想借用爱迪生的名言——“书籍是天赋给人类的遗产,世代相传,更是给予那些尚未出世的人的礼物”——将此拙著作为献给我的弟子和所有喜爱它的读者的礼物吧!



2013年3月9日于上海交通大学
暨电力传输与功率变换控制教育部重点实验室

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 导言 / 1	
1.1.1 发明要素 / 1	
1.1.2 创造与创新的区别 / 2	
1.2 创造思维规律 / 3	
1.2.1 创造学基本概念 / 3	
1.2.2 创造方法 / 4	
1.2.3 生成发明成果的内外在因素 / 5	
1.2.4 创造思维系统动力学 / 10	
1.3 发明解析与创造思维的关系 / 13	
1.3.1 发明解析的意义 / 13	
1.3.2 发明解析论与创造学的关系 / 14	
1.3.3 发明解析论的内容安排 / 15	
第 2 章 传感与检测	17
2.1 荷载传感 / 18	
2.1.1 恒定受力面的称重传感 / 18	
2.1.2 便携式荷载传感 / 23	
2.2 荷载传感发明的技术延伸 / 25	
2.2.1 桥梁限载自动监控 / 25	
2.2.2 车辆超限的自动快速检测 / 34	
2.3 对不良驾车习惯的监控技术 / 37	
2.3.1 自动阻止双手脱离方向盘驾车 / 37	
2.3.2 酒后驾车的智能监控 / 42	
2.4 智能辅助人们文明出行技术 / 49	

2.4.1	智能辅助交通协管自动装置 / 49	
2.4.2	公交专座智能提示技术 / 54	
2.5	非接触式检控技术 / 64	
2.5.1	币面微厚异物检测 / 65	
2.5.2	低频信号传感技术 / 76	
2.6	小结 / 82	
第3章	节能环保与新能源	86
3.1	节能技术 / 86	
3.1.1	智能节电技术 / 87	
3.1.2	光控智能开关 / 98	
3.1.3	机车电气软制动 / 103	
3.2	环保技术 / 109	
3.2.1	智能节水 / 109	
3.2.2	高频智能水处理 / 117	
3.2.3	输电网智能防治冰凌灾害 / 130	
3.2.4	智能软降噪 / 153	
3.3	新能源开发 / 176	
3.3.1	河道水流自由式发电技术 / 177	
3.3.2	光伏并网优化技术 / 185	
3.4	小结 / 194	
第4章	基于图像信息的智能检控	197
4.1	车辆行驶安全保障技术 / 197	
4.1.1	车辆智能后视 / 198	
4.1.2	安全车距智能检控 / 212	
4.1.3	限速标志的自动识别 / 227	
4.1.4	道路深坑与障碍物的智能识别 / 237	
4.1.5	防撞行人智能技术 / 245	
4.2	智能交通与汽车辅助智能技术 / 254	
4.2.1	交通信号灯智能控制 / 255	
4.2.2	地下停车位信息的自动回应 / 264	
4.3	视感智能检控 / 271	

4.3.1	料场视感检测 / 271	
4.3.2	电视摄像色彩智能化自动调节 / 281	
4.3.3	广角图像自动拼接 / 289	
4.3.4	钢卷步进移位防侧翻监控 / 301	
4.3.5	站台屏蔽门智能控制 / 307	
4.3.6	车辆通行自动监控 / 315	
4.3.7	颗粒大小分布自动检测 / 321	
4.4	目标识别与跟踪 / 329	
4.4.1	空中/地面目标图像自动识别与快速跟踪 / 330	
4.4.2	钢坯自动剪切 / 342	
4.4.3	多流钢坯定尺切割控制 / 350	
4.5	小结 / 358	
第 5 章	特征识别与状态甄别	363
5.1	生理心理特征识别 / 363	
5.1.1	对驾驶员疲劳状态的智能识别 / 365	
5.1.2	车门智能开关 / 374	
5.1.3	急刹车防误踩自动控制 / 385	
5.2	运行状态甄别 / 392	
5.2.1	机车动力装置异常状态的智能甄别 / 392	
5.2.2	地铁机车牵引电路故障诊断 / 404	
5.3	小结 / 409	
第 6 章	全书综合	411
6.1	如何提出问题 / 411	
6.1.1	狭义“发明视角” / 411	
6.1.2	广义“发明视角” / 412	
6.2	为什么不要迷信权威 / 413	
6.2.1	世上没有绝对的权威 / 413	
6.2.2	知识是无限的 / 415	
6.3	理论基础的重要性 / 416	
6.4	动手能力如何培养 / 417	
6.5	发散思维的奥妙之处 / 419	

6.5.1 历史故事的启发 / 420	
6.5.2 现实发明的启示 / 420	
6.6 解决问题的方法 / 422	
6.7 结束语 / 424	
参考文献	425
索引	430

第1章 绪 论

一提起“发明”，似乎有种神秘的感觉。其实，发明创造并不是“专业发明家”的什么“独门绝技”，当然也绝不是高不可攀、可望而不可及的事情。

在展开全书阐述之前，先对发明概念、发明要素和发明思维方法等若干问题作一简单明了的介绍。

1.1 导言

何谓“发明”？发明即创造，创造是指人类提出新方法、建立新理论、造出新东西的活动。两者往往联用，称之为发明创造或创造发明。

提到发明创造，自然会想到“发现”一词。在某种程度上，发明创造与发现是紧密相连的。可以说，没有发现就没有发明，发明是在发现新问题、新事物后产生新的想法，或对现有技术的不足和缺陷进行改进并付诸实施的过程。然而，人们往往重视发明的结果，却忽视了对发明本身的研究，这就使得一般人对发明创造会产生两种极端想法：要么，将发明创造看得比较深奥，以为只有少数人才能搞发明创造；要么，见到别人的发明结果，会认为这很简单，自己也容易做到，只是自己主观上没有去竭力发现它而已。

当然，产生一项发明绝非易事，但也绝不是“难于上青天”之事。只要善于发现问题、提出问题，并掌握了解决问题的充分理论知识和实验能力，发明就会成为“手到擒来”之物。

1.1.1 发明要素

从严格意义上讲，发明创造并没有什么明确的定义。不过，一项科学技术成果是否属于发明创造必须看其是否具有两个基本要素：

(1) 发明创造具有独创和新颖性，而不是对现有技术的简单重复，更不是模仿。

(2) 发明创造必须对社会进步和生产力发展具有积极意义和(或)实用性,即能够提供科学新理论和(或)解决实际问题的技术方法。

发明创造还有狭义和广义概念之分。

所谓狭义创造,其所产生的研究成果对全人类来说属于“首创”,即“前所未有”。例如,我国古代的“四大发明”在人类数千年的生产力和文化发展历史中产生了重大的影响。又如,英国著名发明家詹姆斯·瓦特(James Watt)对当时已出现的蒸汽机原始雏形做了一系列重大改进,发明了单缸单动式和单缸双动式蒸汽机,提高了蒸汽机的热效率和运行可靠性,同时还发明了离心飞摆调速器,制造出世界上第一台具有实用价值的蒸汽机装置。从此人类迎来了利用能源的新时代,并标志着工业革命的开始。后人为了纪念这位伟大的发明家,把功率的单位定为“瓦特(W)”。再如,阿尔伯特·爱因斯坦(Albert Einstein)创立的相对论是关于时空和引力的基本理论,相对论和量子力学共同奠定了近代物理学的基础,对全世界和全人类都有着重要的意义。

所谓广义创造,其所产生的研究成果虽不是世界首创,但是它对于特定的区域或范围内仍是“首创”(“前所未有”)的,仍不失其具有新颖的属性。例如,我国研制成功的原子弹、载人航天飞船、海洋深潜器等成果就属于广义发明创造。

没有广义创造,就没有狭义创造,广义创造是发明创造集合中的元素,自然成为狭义创造的基础。

一个人只有在不断探索与追求中才会有可能获得发明创造的成果,也只有在积累了诸多广义创造的基础上才有可能获得重大突破,成就超群绝伦之功!

1.1.2 创造与创新的区别

从科学与技术的定义上来看,创新和创造发明存在一定的联系,但是,两者又存在着本质的区别。

(1) 发明创造是一个绝对的概念,而创新则是相对的概念。前者强调“首创”或“第一”;后者只要在一个相对的范围,不必事先考虑在相对范围内过去有没有人做过,而只需要所做的事情相对同类具有进步性,同时这种进步可以获得新的收益,因此创新又是一个经济学范畴的概念。换句话说,创新强调的是更新,一般不对原有事物进行全盘否定。

(2) 发明创造既有促进社会发展的积极性,也有阻碍社会发展的消极性。比如,有人提出一种能够使“火表”(即电度表)计数减缓的技术,是否可以申请发明专利?显然这是一种典型的阻碍社会发展和损害社会公德的消极“发明创造”。

当然,创新也有积极与消极的两面性。换句话说,对事物表达形式的改变并不

具备创新意义,只有对事物的功能特性有所改进才能算得上创新。

从文学意义和思维方法论上看,创新与创造并没有严格的区别界限,两者均是对周围事物的认知、启发和引导的形成过程。创新也好,创造也罢,就是使整个思维充满着知识链和想象链及其交叉、融合和增殖的过程,最后形成一种全新的思想理论和技术工艺。

我们需要关心的就是如何才能培育这种全新思想理论和技术工艺的形成机理。

1.2 创造思维规律

思维是人脑对客观事物本质属性及其内在联系的概括和推理。能够以新颖独特的思维活动来揭示客观事物的本质及其内在联系并引导人们获得对问题的新的理解和解释,从而产生前所未有的思维新成果,称为创意思维,也称创造性思维,简称创造思维。一个人的思维能给人们带来新的具有社会意义的成果,是智力水平高度发展的产物。创造性思维与创造性活动相关联,是多种思维活动的统一。创造性思维一般经历准备期、酝酿期、豁朗期和验证期四个阶段。

不过必须指出,发明创造的思维方法有其规律可循,但又无“定式”可解。唯有通过多看、多听、多学习、多思考、多分析、多讨论、多动手才能有所收获。这也验证了《史记·淮阴侯列传》中所云:“智者千虑,必有一失;愚者千虑,必有一得”道理之所在。

1.2.1 创造学基本概念

说到发明创造,必然要提到“创造学”。所谓“创造学”,就是通过对创造发明史和当今大量的发现、发明的实例进行解剖、分析、研究,力求找出创造发明活动的规律,进而借助这些规律试图有效地进行各种创造发明活动。

创造学的起源可以追溯到公元前三百年。当时的古希腊数学家帕普斯(Pappus)的《数学汇编》(Mathematical Collection)和后来法国数学家笛卡尔(Rene Descartes)的《思维指南录》(Guider La Réflexion Enregistré)、《方法论》(Méthodologie)、《哲学原理》(Les Principes de La Philosophie)等都为创造学的诞生提供了思想与理论准备。

至于现代创造学的研究则发源于20世纪三四十年代的美国。美国的亚历克斯·奥斯本(Alex Faickney Osborn)被公认为“现代创造学”的创始人。他是美国著名的创意思维大师,其所著《创造性想象》(Creative Imagination)在西方曾经一

度成为畅销书。1953年,他已经在纽约州立大学布法罗学院创办了世界上第一个创造学系,开始招收创造学专业的本科生和硕士研究生。他所发明的世界上第一种创造技法——智力激励法,现在已有多达三百多种不同诠释的创造技法应用于世界各国。

创造学实际上是一门边缘性、综合性和应用性的学科。它是建立于哲学、美学、心理学、人才学、教育学、逻辑学、管理科学等理论为基础的新型学科。其主要研究内容包括:创造哲学、创造工程学、创造心理学、创造教育学、创造理学、创造美学、创造方法等多分支内容。

1.2.2 创造方法

创造学最主要的研究内容在于开拓创造方法。

至今为止,创造学所研究的创造方法已经多达300多种^[1]。以下对若干较为常用的思维方法做一个概要的说明。

1. 综合创造法

这是交叉移植、重组次序、综合放大、化繁为简等具体创造方法的综合运用。

2. 智力激励法

智力激励法又称“头脑风暴”,是现代创造学奠基人亚历克斯·奥斯本首先提出的,是一种创造能力的集体训练法。所谓头脑风暴法,力图通过一定的讨论程序与规则来保证创造性讨论的有效性,即遵循自由思考、延迟评判、以量求质和结合改善四大原则作为构成头脑风暴法有效实施的关键因素。

也就是说,发明创造的实践表明,真正有天资的发明家,他们的创造性思维能力远远超过平常人。但是,对于天资平常的人,如果能相互激励,相互补充,引起思维“共振”,也会产生出不同凡响的新创意或新方案,即集思能广益。

3. 检核表法

检核表法主要是对现有某项创造发明从诸方面“检核”,以帮助人们在原有基础上大量突破。也就是指在考虑某一个问题时,先制成一览表,对每个项目逐一进行检查,以避免遗漏要点。

4. 比较异同法

比较异同法是指把两个或两个以上的类似项目进行比较,找出它们细微差别,从而准确把握项目的重点。

5. 立体思考法

立体思考法又称“六位立体思考法”,即从上下、左右、前后,六个角度思考问题。