

Revelation of the World's Famous Creations

世界著名 创造案例启示录

无论是**联想发散**，还是**逻辑判断**，
在每个**令人惊叹**的发明创造背后，
都有一些鲜为人知的**思想历程**，

发明家和科学家究竟是怎么想的，又是怎么做的？
本书带你回到现场据实推演，让创造有规律可循！

刘家冈 / 著



科学出版社

世界著名 创造案例启示录

刘家冈 / 著



科学出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

世界著名创造案例启示录 / 刘家冈著. —北京: 科学出版社, 2015.6
ISBN 978-7-03-044949-8

I. ①世… II. ①刘… III. ①创造发明—案例—世界 IV. ①N19

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 128523 号

责任编辑: 侯俊琳 朱萍萍 牛 玲 / 责任校对: 刘亚琦
责任印制: 张 倩 / 封面设计: 众聚汇合

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 7 月第 一 版 开本: 720 × 1000 1/16

2015 年 7 月第一次印刷 印张: 13 3/4

字数: 186 000

定价: 38.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

写作这本书的初衷，跟我自己的经历、爱好、见识有关。本书的内容融入了我几十年生活、学习和工作的经历与思考。

我上小学的时候，就好动，与许多小朋友一样，喜欢玩沙、和泥、爬树，也喜欢摆弄一些小玩意，如拧铁丝，叠纸飞机、纸船，揠折铁皮。例如，做一些战车、大炮之类的小玩意。我对许多事物充满了好奇：把鞭炮放进炮管里，观察小鞭炮爆炸时为什么会向火捻的相反方向飞行；观察蚂蚁怎样搬家，不同蚁群的蚂蚁之间怎样互相掐架；别人修理闹钟，我就在旁边静静地观看游丝摆轮的往复运动，怎样控制表针均匀转动，大大小小的齿轮又是怎样传递能量的。

20 世纪 50 年代我们国内曾经有许多很好的科普小册子，记得有的介绍蒸汽机、内燃机的工作原理，也有介绍“东方红”拖拉机的，还有讲飞机是谁发明的，以及翻译过来的《十万个为什么》等。这些科普读物给我留下了深刻印象，对我产生了深远影响。

我记得在一本科普书中读到，爱迪生发明留声机，原来是因为他注意到一个特殊现象，那就是用小针顶住电话机话筒的膜片，手会感到振动，而且这个振动随着声音的高低、强弱而发生变化。于是爱迪生受到极大启发，产生了一个非同小可的灵感，他想，如果把这个振动记录在某种介质上，再想办法让它还原出来，岂不是一种可以记录声音的机器了吗？顺着这个思路，他就发明了留声机。在科普书上还可以读到，英国科学家亚历山大·弗莱明注意到，被污染过的培养皿有真菌存在，在这些真菌的周围，金色葡萄球菌不能存活。他抓住这个特殊现象，想到很可能是因为真菌产

生了一种被他叫作青霉素的物质，抑制了金色葡萄球菌的生长，于是经过艰苦努力，最后发明了世界上第一种抗生素——青霉素。诸如此类，凡此种种，逐渐积累成了本书中“基于特殊现象的发明思路”的内容。

上高中时，我就迷上了物理，于是考大学就选择了北京大学物理系。在上大学期间，我们非常有幸得到许多物理学界著名的前辈大师的培养，如胡宁、王竹溪、褚圣麟、郭敦仁、赵凯华等教授。在他们的指导下，我们一门一门地学理论，一道一道地解习题，一个一个地做实验，扎扎实实地完成了大学的学业，实现了从中学生到大学毕业生的蜕变。在北大这个科学的花园圣殿，我不仅学到了物理学和自然科学的基础理论，而且还学到它的研究方法、思想哲学和科学史。

物理系的专业课程告诉我们，是爱因斯坦相对论的质能公式 $E = mc^2$ 引起物理学家对巨大能量的期望，哈恩和斯特拉斯曼发现的核裂变反应有质量亏损，而亏损的质量对应于一份放出的能量，这就给予科学家以灵感，从而最终导致了核能技术的发明。另外，是爱因斯坦的受激辐射理论显示了光子数放大的可能性，引起物理学家的发明灵感，经过众多科学家几十年的努力，先是发明了微波激射器，后来又发明了激光器。这些都是本书中“基于科学规律的发明思路”的最早来源。

大学毕业，正赶上“文化大革命”的特殊时期，我和许多来自全国各地的大学毕业生在南海之滨的一个农场劳动锻炼。我们在那里进行围海造田的艰苦劳动，白天顶烈日冒酷暑，挑沙填海，虽然极其劳累疲惫，一个个年轻生命的体力极限受到了极大考验，却不忘观察大海的潮起潮落，感受着日月星辰的巨大引力。晚上洗净了一天的尘埃和劳累，我常常与几个同学一起躺在海边光滑的大石头上，遥看浩瀚的天穹，如痴如醉地望着那璀璨的银河与精巧的北斗，我们似乎暂时忘却了“文化大革命”的是是非非，只顾神侃着宇宙的膨胀与地球的未来，体会着自然科学的无穷魅力，也学着用科学的眼光审视天地间的一切事物。顺便说一句，我在那里还是第一次（也是迄今唯一的一次）亲眼见识了狮子座流

星雨大爆发的壮丽景观。

接着是一段在大型机械厂作为机修电工的工作经历。一个学理科的，为了在工厂立足，我不得不自学了工科学生必修的机械原理、电工原理和自动控制原理。读过这些书之后，感觉到心情豁然开朗，原来那些机械、电机电器等，都是建立在物理学的经典力学、电磁学基本规律之上的，自动控制原理也是建立在数学工具基础之上。这样，我对基础理论和工程技术的关系就有了具体的认识。很幸运，那时我还参与过我国 20 世纪 70 年代工厂里如火如荼的技术革新运动，也见识过那时工人文化宫的技术普及推广活动，因此我对工人业余发明家（当时称作技术革新能手）也有一定的接触和了解。我也曾经有幸在地方技术研究所工作，那是一所专门研制小型计算机软硬件的单位，因此我接触过计算机软件编程和激光全息信息存储技术的研发等，了解了一些中国技术开发与创造过程中的问题。

改革开放后，我又有机会作为研究生，进入中国科学院物理研究所学习。在那里，我接触了当时最新的科学前沿，除了在导师指导下做凝聚态物理的科研课题外，还系统听过半导体物理大师黄昆的固体物理、力学大师谈镐生的流体力学、诺贝尔物理学奖获得者李政道的统计物理等课程，多次聆听诺贝尔物理学奖获得者杨振宁的学术报告，还听过其他若干位诺贝尔奖获得者和多位两院院士的学术报告，参加过多次全国性和国际性学术讨论会，特别是那种国内外同行专家面对面的小型讨论会等。因此，我得以对当代科学研究有了进一步深入的体验，对著名科学家也有了一定的直观认识，并深受科学文化的影响和熏陶。

借助国家改革开放政策的东风，我有机会在澳大利亚塔斯马尼亚大学、香港城市大学和美国新墨西哥大学做访问学者，并从事相关研究工作。这些经历，使我初步了解了国际上大学的科研模式和他们的创造性工作方式。我还利用各种机会，在美国华盛顿航空航天博物馆，参观过莱特兄弟发明的世界上第一架可以作稳定动力飞行的“飞行者 1 号”飞机（复制品），以

及第一个帮助人类登上月球的“阿波罗”登月舱（备份件）；在美国大西洋诺沃克海军基地，参观过美军现役的核潜艇、直升机两栖登陆舰和庞大的“企业号”核动力航空母舰；在圣地亚哥，游览了美国太平洋上最大的海军基地，并登上了作为博物馆的退役航空母舰“中途岛号”，参观了它巨大的飞行甲板和下层机库。这些，都使我对于美国这个世界超级大国的科技实力有了深刻印象。

所有这些，都使我开阔了眼界，增长了见识，也产生了中国应该在原创科技方面赶超国际先进水平的强烈紧迫感，也感到自己作为中国科技工作者和高校教师的历史责任。

多年来，我曾在北京林业大学给研究生作过创造学讲座，给专科生开设过发明学选修课，也在北京师范大学给本科生作过创造学讲座。这些年，我国学界广泛讨论的“诺贝尔奖困局”和“钱学森之问”，给予我很大的启发和激励。我累积一生的见闻、经历和思考反复涌动，写作一本创造学书的情结在我心中逐渐积累、生长，终于演变成了实际行动。从2010年开始，我真正放下了一切其他事务，专心收集资料，并构思和研究创造学新的理论体系，希望在我的有生之年，完成这本创造学的新书，对我国的科技原创之路作出自己的一份贡献。

本书以人类历史上大量重要创造案例为基础，追寻发明家和科学家的真实思想轨迹，分析、归纳和总结了创造学的，特别是关于原创性重大发明发现的基本方法、思路 and 原则，包括电动机、发电机、核能、激光、飞机、计算机和互联网等的发明思路，以及经典力学、电磁场理论、相对论、量子力学和元素周期律、进化论、大地板块学说等的发现思路与综合过程。

本书分别对“技术发明的选题”和“科学研究的选题”作了分析和讨论，帮助读者正确切入创造过程。本书还分别讨论了发明家和科学家的类型，以帮助读者根据自己的条件选择适合自己的角色。

对于技术发明，本书还特别提出和讨论了“基于科学规律的发明思路”

“基于特殊现象的发明思路”和“基于技术集成的发明思路”等，以及技术发明的原则等。

作为科学研究的基本思路，本书讨论了伟大物理学家伽利略的 5 步研究方法，讨论了科学理论的综合方法、理想模型方法、理想实验方法等。

关于创造思维，本书也是在大量案例的基础上，讨论了创造思维的概念，我们提出“发散点”的概念，提高了发散思维的可操作性，讨论了逻辑思维、辩证思维和形象思维在创造中的重要意义和作用，讨论了直觉、顿悟和灵感的内涵和区别，还讨论了联想思维和类比思维、知识与创造性的关系等。

本书遵循“尊重历史，根据事实，分析案例，总结规律”的研究原则和方法，得到的结论应该更加具有历史的真实性，因而也就应该更加具有可操作性。

本书一方面力图写得严谨，避免夸夸其谈，杜绝贴标签现象，也反对拟历史现象。另一方面，又尽量在不失科学性和历史真实性的前提下，尽量使本书具有一定的通俗性和较好的可读性，做到图文并茂、雅俗共赏。此外，读者可以从任意一个地方开始阅读，不懂的地方可以跳过也不会太影响后边的阅读。

感谢北京林业大学多年来为我所提供的良好学术环境，支持我在理论生态学方面作出开拓，从而也为撰写本书积累了大量的实际科研经验。

感谢北京林业大学李俊清、中国科学院生态环境研究中心王本楠长期以来对于本书出版提供的多方面支持。

感谢我的大学同学徐纪敏、辛俊兴、周月梅、严隽珏、毛剑珊对本书内容所提的意见和建议，以及为本书提供的图片和各种支持。我的大学同学杨德，是我国创造学界著名学者，最初是他热情地向我介绍了创造学的基本概念和知识，这也促使我后来给学生开设了创造学方面的课程，在此表示特别的感谢。

特别感谢科学出版社科学人文分社侯俊琳社长和几位参与本书出版的

编辑们的工作和努力,使得本书能够在科学出版社这个优秀的平台上面世。

最后,对于北京林业大学给本书出版的资助,也表示特别感谢。

刘家冈

2015 年于北京

目 录

前言

第一章 人类的创造	1
一、创造和创造学	1
二、创造是推动人类历史前进的强大动力	6
三、创造力是国家的根本国际竞争力	10
四、每个人都具有创造力	16
第二章 发明的选题	19
一、探索性选题	20
二、科学规律应用性选题	25
三、特殊现象应用性选题	32
四、新技术的应用性选题	32
五、技术集成性选题	34
六、新发明的完善和商业化型选题	36
七、商业竞争性选题	38
八、灾难对抗性选题	39
九、军事对抗性选题	41
十、公共安全性选题	43
十一、系统组合性选题	44
十二、机器内部或相互之间的矛盾性选题	45
十三、仿生学发明选题	46
十四、广义发明选题	48

第三章 基于客观规律的发明思路	51
一、电动机和发电机的发明	52
二、核能技术的发明	56
三、激光技术的发明	61
四、特殊现象引起的发明	66
第四章 技术集成发明	78
一、莱特兄弟发明飞机	78
二、计算机的发明	86
三、互联网的发明和发展	93
第五章 技术发明的原则	100
一、注意正确选题	100
二、重视知识继承	100
三、发散思维和收敛思维	101
四、具体问题具体分析	101
五、集中精力抓主要矛盾	104
六、重视理论的指导	104
七、研发离不开试验和实验	105
第六章 发明家的类型	106
一、科学家型发明家	106
二、职业发明家	108
三、任务型发明家	109
四、理论方案型发明家	110
五、职务内业余发明家	111
六、非职务业余发明家	112
七、农业发明家	113
八、企业主发明家	114
第七章 什么是科学	116
一、伽利略的 5 步研究方法	116

二、典型例证	120
第八章 科学研究的选题	124
一、新仪器的发明是一个机遇	124
二、发现新事物、新现象后对其规律的归纳或提出新的理论	126
三、对理论特别是对新理论进行的实验验证	127
四、新的实验现象没法解释或与原有理论有矛盾时，需要提出新 理论	129
五、两个理论之间存在矛盾	130
六、在科学前沿突破后及时跟进	132
七、异常现象显示选题的机遇	133
八、理论的综合	134
九、科学原理的推广	135
十、基础理论成熟后转而应用于对具体对象的研究	135
第九章 科学理论的综合	138
一、横向综合	138
二、纵向综合	147
第十章 理想模型方法	153
一、点电荷	153
二、质点	154
三、刚体	154
四、理想气体	155
五、理想流体	155
六、绝对黑体	155
七、准静态过程	155
八、谐振子	156
九、顶级群落	156
十、理想变压器	157

第十一章 理想实验方法	158
一、伽利略的自由落体理想实验	158
二、伽利略的斜面理想实验	158
三、牛顿的理想抛体实验	159
四、马赫的水桶理想实验	160
五、爱因斯坦的升降机理想实验	160
六、海森伯的电子束单缝衍射实验	161
第十二章 科学家的类型	163
一、探险发现型科学家	163
二、博物调查型科学家	165
三、理论型科学家	166
四、实验型科学家	168
五、实验理论综合型科学家	169
六、计算机实验型科学家	170
第十三章 创造思维	172
一、发明家和科学家的思维特点	172
二、发散思维	178
三、逻辑思维、辩证思维和形象思维的作用	183
四、直觉、顿悟与灵感	188
五、联想和类比	199
六、知识与创造性的关系	203
参考文献	208

第一章 人类的创造

一、创造和创造学

创造，对于许多人来说，是个充满奥妙和神秘感的事物。

本书起书名为《创造的奥秘》，就是想揭开创造的神秘面纱。那么“创造”是什么呢？在本书中，我们所说的创造是专指“发明”和“发现”。文学艺术的创作也会提到，但不是本书的重点。

我们所说的发明是指：将原有事物按一定规律重新组合，使其产生不同于以前事物的新的功能或性能。

所谓原有事物，可以是原有的原材料，可以是原来的零部件，或者是原来某种机械或工具，甚至是原有的系统，是要按一定规律重新组合的，而不是随意组合的。组合的结果应该产生新的功能和性能，而不是重复原有设备的功能和性能。这里的所谓新的功能和性能，是广义的，包括更加有力、更加快、更加高、更加准、更加聪明、解决更多问题、更加方便、更加节省等。

所谓原有事物，既可以如上所述是物质性的，也可以是规则性的。

以物质性的事物重新组合，产生的是实物性的发明，如电动机、飞机、电脑等。电动机可以使电能转换为强大的机械能，飞机使人可以更加方便快捷地旅行和运输，电脑则可以大大提高人类处理信息的能力。

以规则性的事物重新组合，产生的是广义发明，如银行、超市、股份制等。银行的基本功能是汇兑、储蓄、借贷；超市可以降低进货成本、减少中间环节、节约管理和运营成本、方便顾客；股份制则可以集中民间资金进行大型工程，同时方便民众投资。

其他的制度性改革，只要是新颖的，也都可以归结为广义发明。

我们将发现的内涵，概括为发现物质的“存在形式”和“运动形式”。所谓存在形式是指“有什么”“是什么样子的”“怎么样分布的”等。所谓运动形式是指“什么运动规律”“什么变化规律”等。

所谓物质，可以是无生命的对象，如原子、分子、天体、黑洞；可以是生物体，如细菌、动物、生态系统；还可以是人类社会，如经济现象、犯罪、战争；等等。

1492年，哥伦布通过70个昼夜的艰苦航海探险登上了现在的加勒比海巴哈马群岛，此后又三次西行，登上了美洲的许多海岸，这样哥伦布就发现了美洲新大陆的存在。1609年，伽利略用自己研制的望远镜发现了月面环形山投下的阴影、太阳自转和太阳黑子、木星的卫星、土星光环、金星和水星的盈亏现象等。这些都是发现了物质的存在形式。

对于地质学、考古学、人类学和社会学研究者，特殊化石、重大古迹、偏远地区土著少数民族的发现，也可以看作是这类物质存在形式的发现。对于公安机关来说，新类型的毒品、新的走私方式和电信诈骗方式的发现，也是这类物质存在形式的发现。虽然是犯罪分子发明了新的犯罪方式，却是秘而不宣的，只有公安机关才会把它们发现和揭示出来。

1687年，牛顿建立了经典力学，包括惯性定律、运动定律、作用反作用定律和万有引力定律，掌握了物质的宏观、低能条件下的运动规律。1886年，麦克斯韦创立了电磁场方程组，阐明了电与磁的运动规律。1905年，爱因斯坦建立了狭义相对论，掌握了物质在宏观、高能条件下的运动规律。1915年，爱因斯坦创立了广义相对论，阐明了物质世界在宇观大质量条件下的运动规律，包括引力理论。20世纪20年代，在普朗克·爱因斯坦、玻尔、海森伯、薛定谔、狄拉克、波恩和泡利等一批物理学家的努力下，创立了量子力学，掌握了微观物质世界的运动规律。这些都是发现了物质的运动形式。

顺便提一个与“创造”相关的名词，就是“创新”。创新，按照名词提

出者美国经济学家熊彼得的概念，是指在生产和经营实际中采用了新产品和新技术、开辟了新市场、控制了原材料的新来源、实现了新的工业组织等。所以创新这个概念，大体属于经营管理范围的概念。而创造，则是指发明和发现。当然，在时下的语境中，人们常常把创新与创造两个名词混用，由于使用者日益众多，其趋势已经不可逆转。我们认为，语言作为人类交流信息的工具，总是不断发展的，不必拘泥于原始的定义，只要不在关键的地方产生误解，也就无关大雅。因为熊彼得对创新的原始定义基本是属于经营管理的范畴，不是本书讨论的主要问题，除非在引用他人的话语中提及，本书尽量不使用创新一词。如果我们使用了创新一词，那一定是按创造的同义词来理解的。

下面，我们来简单地讨论创造学的发生和发展。

16 世纪以来，世界科学技术和生产力都获得了巨大的进步，几个主要西方大国，如意大利、法国、英国、德国和美国等，都是通过创造，先后使自己的科技实力、经济实力和军事实力在世界上取得了优势，再加上通过战争等手段，使自己的国力得到了长足的进步，成为世界强国的。人们逐渐认识到，科学技术的发展，是生产力进步的根本动力，更是社会发展的原生动力。科技进步离不开创造，创造是科技进步的同义语。于是到了 20 世纪上半叶，一门新兴学科“创造学”在美国应运而生。

1931 年，美国内布拉斯加大学克劳福德教授制订了创造技法——“特性列举法”，并首次在大学开设创造思维课程，从此引起了各式各样开发创造力的训练课程逐渐在大学、研究所和企业流行开来。

1933 年，美国电气工程师奥肯写成了他的发明教育讲义，后来他又开办发明训练班，培养了一批发明家。

1936 年，史蒂文森在美国通用电气公司为技术人员开设了“创造工程学”的课程。这是工业界在创造力开发方面的首次尝试。次年，通用电气公司的专利申请量便猛增三倍，创造力开发首次大获成功。美国通用电气公司又制订了“创造工学计划”。

1938年，被誉为“创造工程之父”的美国发明学家奥斯本提出他的创造技法“头脑风暴法”。

1941年，奥斯本出版了他的创造学书籍《思考的方法》。在美国工业和商业等企业界纷纷学习跟进，形成一股前所未有的创造浪潮。

1942年，兹维基制定了“形态分析法”。

20世纪40年代初，创造学界逐步认识到：创造力是人的基本属性；各行各业都能激发人的创造力量；创造力可以通过教育和训练激发出来。

1948年，麻省理工学院为学生开设“创造性开发”课程，首次将创造学纳入大学教学体系。同年，奥斯本在法布罗大学开设“创造性思考”的夜校课程，进一步探索创造教育的推广工作。此后，一批诸如哈佛大学、加利福尼亚大学等名校，以及部分军事院校和工商企业也陆续开设了“创造性开发”“创造性思维”的训练课程。

1954年，奥斯本发起成立了“创造教育基金会”，旨在推动创造教育的开展和创造型人才的培养。

20世纪60年代之后，美国创办多个创造学研究中心，各大学、大公司和军政部门纷纷开设“创造性思维训练”课程。各种有关创造学研究、创造力开发的机构，如雨后春笋般在各大学、研究机构成立。

1968年，英国人德伯诺提出“横向思维”理论，强调利用所谓“局外”信息发现解决问题的能力。

南美洲委内瑞拉是最早在政府里成立“智力开发部”的国家，并在全国推行思维方法训练。

20世纪70年代，麻省理工大学等几所高校成立了面向社会大众推广创造性教育的“创新中心”。美国创造学家还召开了全国性、国际性的创造力开发学术会议，创建了大批“创造力咨询公司”。

进入20世纪80年代，美国的教育学专家对许多专业课程，如航空学、企业管理、销售学、工业工程、新闻学等大批课程，运用创造力开发的原则进行了改造和重新设计。一些学校还创建了“创造性研究”专业。据报