

材料 创造发明学

涂铭旌 著

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心



材料创造发明学

涂铭旌 著

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

材料创造发明学/涂铭旌著. —北京: 化学工业出版社, 2000. 7

ISBN 7-5025-2895-4

I. 材… II. 涂… III. 材料科学 IV. TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 31131 号

材料创造发明学

涂铭旌 著

责任编辑: 宋向雁 龚浏澄

责任校对: 李 楠 李 林

封面设计: 郑小红

化学工业出版社 出版发行

材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

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

新华书店北京发行所经销

北京市燕山印刷厂印刷

北京市燕山印刷厂装订

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 4 字数 87 千字
2000 年 7 月第 1 版 2000 年 7 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—3000

ISBN 7-5025-2895-4/TQ · 1256

定 价: 11.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

在农业经济时代，人们梦想占有土地；在工业经济时代，人们希望拥有资本；在知识经济时代，创造新知识，创造知识新的应用将成为人们的新追求；创造知识和应用知识的能力与效率将成为影响一个国家综合国力和国际竞争能力的决定性因素。江泽民同志说“一个没有创新能力的民族，难以屹立于世界先进民族之林。”“创新是一个民族进步的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力。”

科技创新是推动科学技术发展的原动力，创造发明则是知识的源泉。没有科技创新就没有科技的发展、进步，科技创新又离不开一定的方式方法。创造方法对科学技术创新有着重要作用。法国著名生理学家贝尔纳说得好：“良好的方法能使我们更好地发挥运用天赋的才能，而拙劣的方法则可能阻碍才能的发挥。因此，科学中难能可贵的创造性才华，由于方法拙劣可能被削弱，甚至被扼杀；而良好的方法则会增加、促进这种才华。”

科技工作者的创造性研究方法要靠自己在实践中去探索，同时也要学习前人之有效而带有普遍意义的创造方法。这对于中青年科技工作者尤为重要。如果完全自己去探索创造方法，等到有了比较成熟的方法时，创造的最佳时间可能已经过去。

1107992

本书的特点是结合材料科学与工程的实际，介绍各种创造发明的原理和方法，及其应用举例。在第一章中介绍创造发明过程及思路，在第二章中运用逻辑方法分析论述三大材料的共性与个性，作为先导和基础。第三章介绍科学技术创新方法。第四章介绍创造发明方法。最后，附录国内外金属发明史资料。

希望本书对青年学生和中青年科技工作者能给予方法论的指导。使读者了解创造发明的基本原理和方法，启发创造发明的思维，开拓材料科学发展的视野，并初步掌握创造发明方法。

希望本书能助奋斗在科技战线上的广大中青年科技工作者以一臂之力。

涂铭旌

2000年4月于成都

内 容 提 要

作者根据几十年从事材料科学与工程科研实践，领悟出各种材料领域创造发明的原理、方法及应用规律，涵盖创造发明过程及思路；金属材料、无机材料、高分子材料等三大材料的共性和个性（用逻辑方法分析创造发明的先导和基础）；科学技术创新方法及工程技术创造发明方法。

作者着意启发读者的工作思路，开拓对材料科学发展的视野，并初步掌握创造发明的方法。

目 录

第一章 创造发明过程与思路	1
1.1 创造发明的概念	1
1.2 创造发明的规律	5
1.3 创造发明的过程与思路	10
第二章 三大材料的共性与个性——逻辑方法分析	18
2.1 概述	18
2.2 从细分化走向综合，全材料科学的形成	19
2.3 三大材料的共性规律与个性	27
2.4 三大材料的共同效应	45
第三章 科学技术创新的方法及实例	54
3.1 继承、叛逆与创新	54
3.2 移植创新法	58
3.3 交叉突破，边缘突破	61
3.4 复合突破法	64
3.5 科学领域中的“少人区”与“无人区”创新方法	69
3.6 “矛”与“盾”的创新方法	73
3.7 “对立”概念的创新方法	75
3.8 逻辑分析创新方法	77
3.9 机遇与创新	80
第四章 工程技术创造发明方法及实例	84
4.1 原型启发法——自然现象探索法	84
4.2 联想法	86

4.3 组合法	88
4.4 伞形辐射法	89
4.5 逆向发明法 (含缺点逆用法)	94
4.6 反求工程法——技术引进与创新	96
4.7 列举法	98
4.8 检核表法 (校核目录法)	100
4.9 局部改变法	103
4.10 资源合理利用法	105
4.11 废物利用法	107
4.12 环境保护法	109
附录	111
一、中国古代的冶金技术发明	111
二、金属的发现、研制及研究史	112
主要参考文献	119

第一章 创造发明过程与思路

1.1 创造发明的概念

1.1.1 创造性的定义

创造性活动的特点是创新，不是重复。创造不是墨守陈规，而是推陈出新。鲁迅说得好：“什么是路？就是从没路的地方践踏出来的，从只有荆棘的地方开辟出来的。”创造性活动就是披荆斩棘，开辟新的道路。比如，基础研究就是要发现和创立过去没有的规律和理论，应用研究就是要获得过去所没有的新产品、新工艺和新材料；开发研究就是要研制过去没有的机器设备和其他产品。因此，创造性是科学研究的灵魂。我们衡量科研成果水平高低的方法，就是看其中创造性成分的大小。创造性成分愈大，水平愈高；创造性成分愈小，水平愈低。

那么对“创造性”一词作何解释呢？我们认为，创造性可用“道前人所未道”或“作前人所未作”来解释。例如用新的资料和新的方法，站在新的角度去研究新的问题，从而提出了新见解、得出了新结论、发现了新规律、作出了新发明，那么这种研究工作就具有创造性。总的来说，凡是能提高我们对自然界和人类社会的认识，从而丰富人类知识的工作，都是有创造性的工作。

科技工作者在科技创新中，首先要学会自己评定自己的智力结构，发挥自己的优势，避开自己的劣势，走自己的创新成长之路，这样更易产出创造性成果。

智力结构主要由观察能力、记忆能力、思维能力、想象能力、操作能力等基本能力构成。这五种基本能力，可以称为智力结构的五个要素。为了便于理解，我们不妨打个比方：观察能力是智力结构的眼睛，记忆能力是智力结构的储存器，思维能力是智力结构的中枢，想象能力是智力结构的翅膀，操作能力是智力结构转化为物质力量的转换器。在智力结构中最为重要的是创造性思维和创造性想象，这两种能力构成了人的创造能力。每个科技工作者可以根据自己智力结构的特点，分别选择基础研究、应用研究和开发研究等不同类型的课题。

1.1.2 技术发明

在科学技术工作中，科学发现和技术发明都属创造性的活动。下面主要论述一下技术发明的特点及其实际应用。

1.1.2.1 技术发明与科学发现的区别

科学发现是人们认识物质世界的一种特殊行为，能够扩大人类利用自然力的可能性，在发现中反映着科学的社会功能。一般来说，科学发现是指揭示出已有的但不为人们所知的事物的规律。它属于人类认识活动的范畴，没有对客观世界作出技术性的改造。技术发明则不同，是指设计和制造出前所未有的东西，是首创新的、有价值的、实用的物体。世界知识产权组织曾对发明下过一个定义：发

明是发明人的一种思想，这种思想可以在实践中解决技术领域里特有的问题。我国颁发的《发明奖励条例》中说：“发明是一种重大的科学技术成就，它必须同时具备下列三个条件：（1）前人所没有的；（2）先进的；（3）经过实践证明可以应用的。”所以，技术发明是受专利保护的，而科学发现在许多国家是不受专利法保护的。

按照专利法的规定，申请专利权的发明要求具有新颖性、创造性和实用性。所谓新颖性，是指在申请之日前没有同样的发明在国内外出版物上公开发表过、在国内公开使用过或者以其他方式为公众所知，也没有同样的发明向专利局提出过申请并且记载在申请之日以后公布的专利申请书中。所谓创造性，是指同申请之日以前已有的技术相比，该发明有突出的实质性特点和显著的进步，具有出乎意料的良好效果，解决了长期以来的技术难题，或发明的结果推翻了所属技术领域的专家们长期形成的偏见。有的国家把商业上的成功作为判断发明的创造性的一个重要参考标准之一。所谓实用性，是指该发明能够制造或应用，并且能够产生积极效果。实用性具有三个特征：一种技术课题的解决方案、再现性和有益性。当然，发明必须符合国家有关法律的规定，符合国家和人民的利益，符合公共道德，否则，虽具有新颖性、创造性和实用性，也不能授予专利权。

1.1.2.2 技术发明的范围和类型

有人总结出，有16个范围可适用于大多数专利。这些范围是原料加工、制造、建筑、交通、通讯、电力、农业、医药、渔业、食品加工、军事、家庭用品、办公用品、玩

具、个人用品和娱乐品。在每一个范围中都有一些小类，这些小类包括了绝大多数的技术发明。对于大量的技术发明进行分类是一件麻烦事，不过，在多数情况下，某项技术发明可以归入下述各类型中的一种。

第一种 组合型。将不同领域内的各种技术或者产品的零部件重新组合成一种新技术或新产品。例如，将钢笔和圆珠笔组合成的一种新型笔就是一种组合型的技术发明。

第二种 节省劳力型。把新的动力源同现有的技术装置挂起钩来，用以节省劳动力。例如，电锯就是如此。

第三种 直接解决问题型。这一类型的技术发明所要研制的装置，是为了解决某一问题而“定制”的。

第四种 修正解决老问题的老原理以获得新成果型。这是上述直接解决问题型的一种变化。在这种发明中课题早已存在，其解决办法所应用的原理也为人们所知。应用这个原理去解决这个特定的课题就是创新性的革新。例如，超声波的防盗警报器的发明就是如此。

第五种 应用新原理解决老问题型。有时存在某个问题，用现在的技术只得到了部分解决；如果利用某个新技术；往往能获得巨大的成功。例如把晶体管应用在助听器上就是如此。

第六种 应用新原理解决新问题型。谁具有最新技术方面的知识，谁就能应用其中一种或几种来满足新的需要。例如，同步卫星的研制成功就是为了满足信息化社会需要的结果。

第七种 意外发现型。有一些重大的技术发现是偶然发现（机遇）的结果。例如，硫化橡胶。

1.1.2.3 技术发明向技术开发转移的特点和规律

一项新的技术发明向技术开发转移有着自己的特点和规律。这些特点和规律概括起来有以下三点。

（1）技术发明被利用是有条件的，即一项技术发明必须是成熟的，才能进入开发，在生产上得到应用。发明未被采用的主要原因有以下几个：一是新发明在经济上暂时没有应用价值而处于潜伏期；二是材料和补充技术还未进步到足以使开发成功的程度；三是情报交流上存在障碍、管理上缺少对发明可能产生的经济效果的评价。

（2）技术开发成本过高，这是阻碍技术进步的重要原因。据美国商业部调查材料表明，从技术发明到开发成为市场上的产品的过程中，发明阶段仅花费总成本的 5%~10%；而开发阶段的花费则是发明费用的 10 倍以上。

（3）技术发明转向开发的时间较长。因为从发明转向开发要受许多条件的约束，并要经过许多环节，所以有一定的时间间隔。

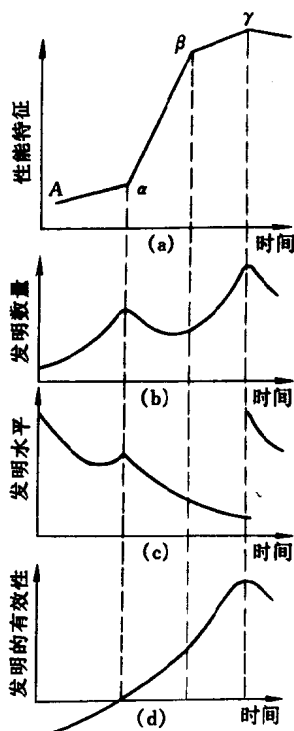
1.2 创造发明的规律

创造发明活动不是孤立的，它与技术、生产和经济密切相关，因而有其自身的发展规律。

技术成长与发明创造之间存在着对应关系（见图 1-1）。图 1-1 (b) 中发明数量的两个高峰对应着图 1-1 (a) 中的 α 、 γ 点，说明体系在过渡到大规模应用时（ α 点）和接

近寿命期时(γ 点)发明数量增大。反映了技术大规模应用必须有足够数量的发明为之扫除技术障碍,也反映了人们企图用技术努力来人为地延长技术寿命的现象。

图 1-1 (c) 表示出发明水平的变化。新技术诞生的前提是高水平的“种子”发明



(其数量不大),紧接着是一些完善性发明,其水平是逐渐降低的。到 α 点,又出现一些高水平的发明。至此,技术具备了大规模应用的条件,开始快速发展。这以后的发明水平又开始不断降低,包括 γ 点对应的大量发明,水平都是非常低的。直到出现另一组高水平的种子发明,开始发展新的技术。图 1-1 (d) 表示发明的平均有效性,即效益、利益、经济性的变化。种子发明只有负的效益,只有当大规模应用时,才能取得正的效益,尽管当时发明水平并不高。而在越

图 1-1 创造发明的分布规律

过 β 点后,虽然发明的水平不断降低,但每个发明的效益都达到高峰。这是由于生产规模很大,小改进也能取得大效益,同时由于要求水平不高,比较容易进行,所以改进

型发明常常被列为发明的重点。许多国家和企业奖励小发明和合理化建议,原因就在于此。

从一个较长的时间范围来看,创造发明活动呈周期性变化。经济学家研究了经济危机周期出现的规律,提出了各种理论。其中康氏长波理论认为,经济活动存在着50~60年的周期,头15年为衰退期。后20年为大量再投资期。技术革新大量涌现,经济繁荣。再后10年为过渡建设期,其结果是导致5~10年的混乱期和下一周期的大衰退。G. 曼斯把1740年~1960年间每10年所发生的基本技术发明资料汇集研究,指出技术发明集中发生在1770年、1825年、1885年和1935年这些年份前后。G. 雷进而指出,技术革新的每次集中大多发生在康氏长波出现低潮以前约10~20年。

C. 费里曼等人则认为,由于技术的相互依存关系,一项技术革新常常会引起另外的技术变革。C. 戈洛索夫斯基指出,在各种发现基础上发明的过程加快、周期缩短(前苏联在70年代每项发现公布后,平均有7个发明产生)。E. 曼斯菲尔德根据钢铁、煤矿等部门1919年~1958年间的175项技术创新统计,发现在工业部门设备利用率不足70%时,工艺革新会提高利用率,而越过70%以后,工艺革新数则下降。

此外,还有人对1900年以来的480项重大创新成果进行了分析,发现技术创新的性质和方式在50年代发生了变化,组合应用型成果变为当代的主要创新成果(图1-2)。同时,技术创新成果的内容也发生了变化,由蒸汽动力转向电力进而又转到信息控制领域;而在不同领域内,组合型

创新成果所占比例不同；组合成果比率的峰值都对应着某个技术的实际应用阶段（图 1-3）。

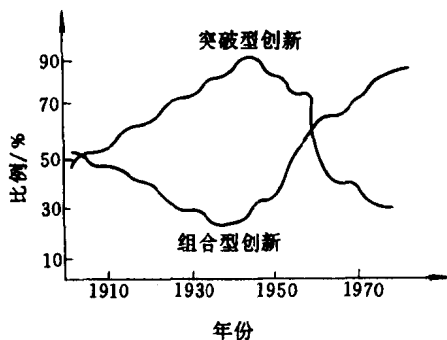


图 1-2 技术创新性质的更替

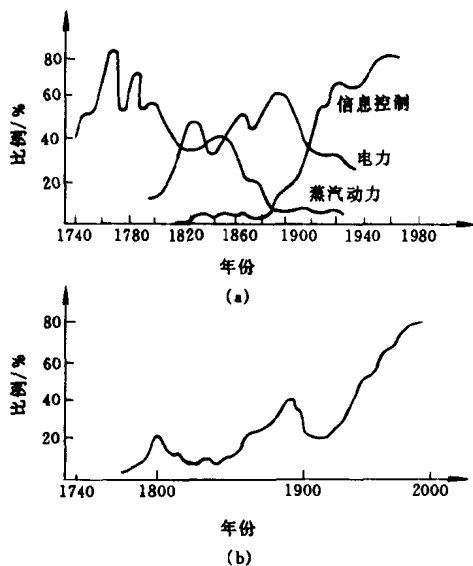


图 1-3 技术创新成果的内容和比例

(a) 三个主导技术群的创新百分比；

(b) 组合型成果所占比例

H.C. 索洛维郁夫研究了主要工业发达国家在本世纪 40 至 70 年代 18 个科技方向出现的发明总量的构成及形成过程,发现这些国家在同一技术方向的发明总量中所占比例是相互接近的,并且这些比例呈波状周期性,这个研究表明,基础发明大约经过相同的时间间隔出现,与各国的科研规模、投资、科技人员总数和技术水平无关,仅取决于该领域和各邻近领域发展的内部结构、各竞争方向的影响。伊·卡姆克莱尔对美国 1837 年~1957 年专利的分析也得到了类似结果,所以,尽管不同国家在所比较的技术领域,专利总量可以相差几十倍,但其在同一技术方向发明比重的算术平均值相差很小。他们的研究还表明,约占发明总数三分之二的发明,利用不超过一次,而利用次数较多的基础发明在各类发明中所占比例要小得多。

此外,有人认为 70 年代以来技术创新率有所下降,这表现在美国等许多国家劳动增长率的增长减缓、每年标准的专利数量减少、每年推广的新药和投产的农药数量减少等。

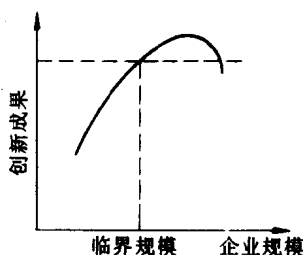


图 1-4 规模与创新

技术创新活动还同企业规模大小有关(图 1-4),规模过大或过小都不利于创新。存在着一个合理的规模范围。这个合理规模的起点称为临界规模,其大小与行业有关(见表 1-1)。