

软科学丛书

发明的艺术

王海山 编著



辽宁科学技术出版社

软科学丛书

刘则渊 王续琨 主编

发明的艺术

王海山 编著

辽宁科学技术出版社

1986年·沈阳

发明的艺术
Faming De, Yishu
海山 编著

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市南京街6段1里2号)
辽宁省新华书店发行 锦州印刷厂印刷

开本: 787×960, 1/32 印张: 6¹/₄ 字数: 99,000

1986年4月第1版

1986年4月第1次印刷

责任编辑: 董平 责任校对: 文英
封面设计: 曹太文

印数: 1—2,800

统一书号: 13288·25 定价: 1.05元

前 言

在浩瀚无垠的科学海洋中，新兴的科学群——软科学，犹如一排陡然而起的巨浪，追逐而又推拥着信息时代的潮流，拍击着华夏古土的现实岸线。



我们的时代，是有着与以往时代不同特征的信息时代。软科学是这个时代的催生婆，又是这个时代的骄子。

人们常说，材料、能源、信息是任何时代的技术都不可或缺的三大要素。其中，材料、能源是技术的“硬件”，可以称为“硬要素”，而信息则是技术的“软件”，不妨叫做“软要素”。这三大要素在技术史上都曾发生过多划时代的革命，然而，它们在不同时代的地位和作用却不尽相同。因此，就时代的主要技术特征而言，由它们各自依次扮演主角的不同技术时代，便构成了人类文明漫长的历史画卷。

古代，尽管钻木取火、语言文字、印刷术的发明，都堪称是能源和信息领域的伟大革命，但

标志人类诞生的劳动工具及其制作材料的革命始终是占支配地位的主角。所谓石器时代、铜器时代、铁器时代，从技术特征上看乃是材料型主导时代。接踵而来的则是能源主导型时代，即史称以能量转换为中心的蒸汽时代、电气时代。虽然近代以来大规模的钢铁冶炼、电报、电话和无线电通信的发明，都是值得一书的材料革命和信息革命，但扮演主角的是以换能机器为主导的能源动力革命。二十世纪以来，高分子材料的崛起，石油的大量开采与利用，核能的广泛应用，都曾掀起材料、能源方面的革命浪潮，但比起电子计算机、信息技术及新知识急骤增长所造成的技术革命的大波，它们却都相形见绌了。从当代技术革命潮流的主流看，我们正在走向信息主导型时代。

形象地说，以往的时代是以硬科学、硬技术、硬产业——探讨物质运动、开拓物质技术、生产物质产品为主要对象的硬件技术时代。而当今时代人们谈论最多的字眼则是信息，这个“软要素”的作用正日益超过“硬要素”的作用。以“软要素”为研究对象的信息论、控制论和一般系统论的兴起，以及其他一系列软科学的出现，引起软技术的大发展，从而导致科学技术的“软化”，由此又推动了现代产业结构的知识密集化或曰产业结构的“软化”，即信息产业与知识产

业——软产业的比重与日俱增。尽管当代的硬件技术比过去的任何时代都要更丰富、更发达、更高级，然而无可否认的是，现时代是研究、创造和生产无形的软件的软科学、软技术、软产业占优势地位的软件技术时代。

二

人类是富有理智的，但是人的理智的作用从来没有象今天这样巨大，这样昭著。软科学的产生是人类理智的结晶，它的作用又体现出人类理智的技巧。象程序软带支配着电子计算机的硬件履行人脑的部分职能，象遗传密码控制婴儿维妙维肖地复现父母的印记呱呱坠地一样，软科学的力量就是如此强悍，又如此无形。

软科学澎湃于当代科学革命、技术革命和产业革命的浪潮迭次高涨的前沿，横跨于现代自然科学、技术科学和社会科学彼此渗透的多边领域。它帮助人们在昨天、今天、明天的各个界面上作纵向的思考与求索，更引导人们于自然、人类、社会的交叉网络中作横向的规划与调节。

软科学的主要对象是软要素，但这并不排斥硬要素，因此软科学并非远离硬科学而孤军奋战。事实上，在任何时代，“软”与“硬”两个方面都是不可分割的伴侣。不过，以往的软技术主要表

现为个人的经验与技巧，尚未达到科学的高度，软科学尚未形成，只是存在着软科学思想的萌芽，因此软技术完全附属于、服从于硬技术——工具与机器。而今天却不同了，软科学的形成与软技术的发展，导致软科学超前于硬科学，硬技术受制于软技术。在现实生活中，软科学与硬科学、软技术与硬技术总是彼此结合而共同发生作用的。

确切地说，软科学是以自然、人类、社会、经济、科学、技术诸因素构成的各类综合体为对象，将自然科学、技术科学和社会科学各个领域的相关知识有机地结合起来，借助于系统分析、应用数学及智能性的软技术手段与方法进行研究的综合性科学。软科学是由对象交叉、领域跨界、彼此相关的一系列学科所构成的科学群。它主要包含如下部分：

——在理论性软科学方面，主要涉及科学技术的体系结构与动力机制，科技、经济、社会和自然的统一协调，人才与智力开发的规律等方面的理论知识，如科学技术论、创造学和创造工程学、人才学或智力论等等。

——在方法性软科学方面，主要是以一般系统、广义信息、整体知识诸类抽象客体为对象的一些方法性学科，如系统分析方法、信息技术或情报处理、战略规划与决策技术、未来预测方法、

软件工程、智力工程、科学与工程与知识工程等等。

——在应用性软科学方面，主要是将有关软科学的原理与方法应用于“自然—人—社会”的综合领域所形成的社会技术科学领域的知识，如现代管理学与社会工程、工程经济与价值工程、工程生态学与生态经济学、工程心理学与人体工程学或工效学等等。

三

一场新的技术革命正在兴起，这对我们既是一个挑战，又是一个机遇。我们的伟大祖国，在时代剧变、世纪更替的时候进入新的发展期。我们要迎接奔涌拍岸的信息时代的潮流，就要掌握作为这个时代宠儿的软科学知识。现在，我们国家科学落后，亟待振兴；不仅硬科学落后，需要振兴，而且软科学更加落后，尤其要大加振兴。

我们编辑这套《软科学丛书》，期待它能够展现现代软科学的概貌，帮助读者领略一下现代科学百花园里这团软科学锦簇的风姿，激发人们为献身现代化建设而努力掌握现代化知识的热忱。

我们国家要实现现代化，《软科学丛书》将帮助我们整体把握部分、从全局认识局部，为科学地规划现代化建设而进行系统的、全面的思考。

我们国家要面向世界，《软科学丛书》将帮

助我们从中国观察世界，由世界鸟瞰中国，为建立一个开放系统而进行动态的、横向的考察。

我们国家要面向未来，《软科学丛书》将启发我们由现在预测未来、按未来设计现在，为达到2000年的宏伟目标而进行可靠的、慎重的决策。

总之，《软科学丛书》将力求联系我国科学技术、经济建设和社会管理的实际，通俗地介绍软科学领域的一系列新学科、新思想、新方法，促进硬科学与软科学的结合，为中国的四化建设服务。我们把她奉献给读者，奉献给正在改革中拼搏奋进的志士，并怀着一颗虔诚的心，祝愿有着悠久科学文化传统、勤劳而聪颖的中华民族涌现出越来越多的追赶时代潮流的“弄潮儿”。

软科学是尚在发展中的新兴知识领域，期待着人们去进行新的开拓。面对这个勃然兴起的科学群，我们尚处于“脱毛”的过程中。因此，我们这套丛书的编者与作者，既是软科学的普及工作者，又是软科学的被普及对象。尽管作者们对每本小册子所涉及的领域都做了一番研究，但毕竟还是初步的探索。我们热诚地期待着读者们的关心、批评与帮助。

刘则渊 王续理

1985年1月于大连

目 录

前 言

第一章	发明和发明学	1
1.1	发明学和发明的艺术	1
1.2	发明的类型及其规定性	6
1.3	发明的创造学原理	12
第二章	发明课题的选择	21
2.1	发明课题的来源	21
2.2	选择发明课题的基本原则	27
2.3	选择发明课题的程序	33
2.4	选择发明课题的方法	36
第三章	发明的逻辑性构思	47
3.1	逻辑方法与发明的构思	47
3.2	类比发明法	50
3.3	联想发明法	55
3.4	归纳发明法	59
3.5	分析发明法	64
第四章	发明的经验性构思	70
4.1	经验性构思的心理机制	70
4.2	组合发明法	75
4.3	形态分析法	81
4.4	设问发明法	87

第五章	发明的逆向构思	93
5.1	逆向构思的思维逻辑	93
5.2	反转型逆向发明法	97
5.3	转换型逆向发明法	102
5.4	缺点逆用发明法	107
第六章	等价转换发明法	112
6.1	等价转换发明法的基本思想	112
6.2	等价转换发明法的个例分析	116
6.3	运用等价转换发明法的逻辑步骤	123
第七章	通向现代技术发明的途径	129
7.1	现代发明的科学源泉	129
7.2	向生物索取技术原理	136
7.3	回采、移植及综合	144
第八章	发明家的向导——机遇	153
8.1	机遇发现与技术发明	153
8.2	机遇引导发明的作用机制	158
8.3	捕捉机遇的条件和方法	163
第九章	发明的成功之道	170
9.1	成功之道的基本要素	170
9.2	发明创造的心理因素	178
9.3	发明者的创造技巧	183
	主要参考文献	189

第一章 发明和发明学

1.1 发明学和发明的艺术

“发明”这个词，对于我们来说并不陌生。发明，是人类智慧的结晶。在古希腊神话中就有智慧女神雅典娜发明犁和耙，并教会人们纺织、冶铁、制造船舶和车辆的美妙传说。然而，历史毕竟不是由神创造的，而是人类智慧的物化和结晶。在某种意义上可以说，一部人类文明史，就是一部科学发现和技术发明的创造史。

但是，在浩如烟海的科技文献和人类文明史的其他鸿篇巨制中，记载的多是科学发现和技术发明的结果，而很少有关于科学家和发明家进行这些创造性活动的思路和方法的记录；人们往往敬仰、崇拜科学家和发明家，珍视科学技术创造的成果，却很少去研究和探索科学技术创造的过程及其规律。其所以如此，是因为，科学家和发明家进行创造活动的过程和机制，往往被人们视为只可意会、不可言传的东西，蒙上了一层层神

秘的面纱。这样一来，他们创造活动的规律、方法和技巧，也就犹如珍贵而细微的沙金一样，被深深地掩埋在历史长河的流沙之中。

然而，历史发展有它自身的辩证法。随着时代的进步，发掘创造活动背后的奥秘这种“沙里淘金”的工作终于开始了。人们首先通过科学技术史研究，历史地重现科学技术创造的宏观历史过程；同时，又通过科学技术方法论的研究，逻辑地重建科学发现的微观历史过程和思维——心理机制。这两个方面的研究和探索，使人们逐步对创造活动，特别是技术创造的规律和方法有了系统的认识，摆脱了对技术创造活动所抱有的神秘感，终于诞生了一门研究技术创造、技术发明的规律与方法的学问——发明学。

发明学既源于创造工程，又有别于创造工程。大家知道，创造工程起源于1939年。当时美国通用电气公司为了提高职工的创造能力，首创了“创造工程”这门课程。1941年，美国创造学家奥斯本，发明了一种富有成效的激发创造力的方法——智力激励法。从此，在美国、日本等国普遍开展了创造工程的研究。现在，世界上已有300多种发明和激发创造力的方法，其中最常用的就有100多种。透过这300多种方法，我们可以看出，由著名创造学家奥斯本所开创和倡导的创

造工程研究，旨在致力于创造发明方法的发明和创造力的培养。而发明学则是以此为基础，由从事创造活动的主体——发明家入手，通过分析发明家和技术创造的环境，来研究技术创造的基本原理、发明课题的选择、发明方法的逻辑类型及其内在联系以及发明家的成功之道的创造技巧等诸方面。一句话，它着重于探索技术创造所必须遵循的一般规律以及发明的艺术。正如日本明治大学工学部教授、工学博士川口寅之辅所说，发明学是要象生物学、动物学和植物学那样，“把许许多多的动机和发明启示集中起来，按动机分成若干体系”，这样，“就可以了解发明的思想体系”，“思考怎样进行才能纳入发明的轨道。”^①

科学学创始人默顿通过研究大量的科技史案例，悟出一条道理：同一研究目标，如同百米赛跑一样，许多人是在同一跑道上竞争，最先到达终点的佼佼者，只是在创造过程中发挥了更大的创造力的人，他所运用的创造方法和创造技巧高人一筹。这正是发明的艺术之所在。发明学就是通过各种发明案例的研究，对技术发明目标的确立、创造性设想的提出以及技术原理的构思，进行细致的比较研究，从中提炼技术创造的思路

① 川口寅之辅：《发明学》，专利文献出版社，1984年版。

和方法，领略技术发明的艺术，以此来开发潜在的创造力，使以往只为少数发明家长期积累而成的独特发明艺术，也能为普通人所掌握，有所发明，有所创造，共享在为人类文明事业做贡献中所得到的创造乐趣。

同科学发现一样，技术发明也是人类文明中最高级、最复杂的创造活动，它不仅需要进行创造的方法，而且需要充分发挥和驾驭自己的创造能力。创造能力，人皆有之，并非天才所独具。每个生理、心理正常的人，其天赋的创造能力基本上没有太大的差异，只是由于后天所处环境和所受教育的影响，在不同的人之间才呈现出很大的差别。但这种差别却恰恰表明，每个人都有着巨大的有待开发的创造潜力。事实上，如同人的其他行为一样，创造力也同样可以通过学习和训练而得到提高。

创造工程的奠基人奥斯本，原本是一个没有受过任何高等教育的报社小职员。他从自己的亲身经历中领略到了创造性的可贵，工作之余，“日行一创”，积极主动地开发自己固有的创造能力。结果不但使他成了一名显赫的大企业家，而且成为当代创造工程的鼻祖。据报道，美国通用电气公司通过对职工的培训，使每个职工的创造能力平均提高3倍。目前，美国有50多所大学

和10多个研究所专门成立了研究创造工程的机构。一些诺贝尔奖金获得者和一些当代著名发明家也纷纷撰文向人们传授提高创造力的诀窍和发明的方法。日本自1955年开始，在大学设置了训练创造能力的课程，并陆续建立了创造性研究会、创造性开发研究所、创造工程，来培养和训练人们的创造力。本世纪六十年代至七十年代初，大阪创造科学中心以市川的等价转换理论为主要教学内容，举办了“创造力开发进修班”，培训大学毕业又有5~10年工作经验的技术人员。每期7个月，8年时间共培养500人。这些人在七十年代日本技术的高速发展中发挥了重要作用。

这说明，创造力并非是神秘莫测之物，可望而不可及；创造力的培养和开发，也并非纸上谈兵，可言而不可行。而发明学正是由于它揭示了技术发明的内在规律性，不仅可以成为人们进行技术创造的方法论指南，而且可以作为培养和提高人们创造力的入门教科书。

按照发明学的基本思想，所谓创造力，是指人们运用以往积累的知识和经验，揭示事物新的内在联系的能力，是理智地改变现行规范产生解决问题所需要的创造性设想的能力。正如米德所说：“当一个人为自己做出或发明、想出一些新东西，就可以说他完成了一次创造性行动。这样看

来，一个二十世纪的儿童自己发现，在直角三角形里，勾股边的平方之和等于弦边的平方，那么他就完成了一次跟毕达哥拉斯一样的创造性行为，尽管这个发现的结果对于文化传统来说等于零，因为这句话早已是几何学的组成部分了。”^①这意味着，创造力的发挥是取决于人的主观能动性的主观创新。因而，创造力和创造方法一样，也是完全可以通过后天的学习和实践而得到不断的开发和利用的。

人们可以相信，如果你立志发明，并且你愿意在发明学的理论和方法的指导下进行实践，那么，通向发明之宫的大门是会向你敞开的。

1.2 发明的类型及其规定性

技术发明是不同于科学发现的一种相反的创造过程：科学发现是指对自然界的本质、规律、特性或现象所获得的前人未知的认识；技术发明是指利用这种新认识或以往的科学知识能动地做出的从无到有的技术创造。显然，就区分发现和发明的这一基本特征来说，基础科学和数学科学方面的新发现都不在发明之列，而利用这些新

^① 转引自戈特弗里德·海纳特：《创造力》，《人才》1983年第3期。