



技术创新方法培训丛书

科学技术部

系统创新方法概述

SYSTEMATIC INNOVATION

赵 辉 主编 陈广胜 主审



科学出版社



技术创新方法培训丛书

科学技术部

系统创新方法概述

SYSTEMATIC INNOVATION

赵 辉 主编 陈广胜 主审



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是《技术创新方法培训丛书》之一。

本书首先阐述了思维的基础、特点以及训练方法,为系统创新方法体系的形成奠定了基础。其中,创新技法章节中介绍了传统创新方法及当前流行创新方法,系统进化模式可以指导读者沿着有利的方向创新,冲突及其解决方法有助于具体工程问题的解。以上章节易于理解,具有普通教育经历的读者即可应用,在实践中验证并发展创新方法。计算机辅助创新论述中以 Pro/Innovator 软件为例,说明了计算机辅助创新的优势。介绍了搜索引擎和自然语言搜索,创新者只要连接 Internet 网络,即可搜索创新所需信息,用于辅助创新。科学效应体现了创新的思想精髓——“他山之石可以攻玉”,对于科研领域的学者很有益处。

本书可以作为科技领域及服务行业的工程师作为参考书,也可作为大专院校及高中师生的教材。

图书在版编目(CIP)数据

系统创新方法概述 / 赵辉主编. —北京:科学出版社, 2012

(技术创新方法培训丛书)

ISBN 978-7-03-034671-1

I. 系… II. 赵… III. 创造学 IV. G305

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 120176 号

责任编辑:李 敏 王 倩 / 责任校对:朱光兰

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:陈 敬

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>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 6 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2012 年 6 月第一次印刷 印张: 15 3/4 插页: 2

字数: 330 000

定价: 66.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《技术创新方法培训丛书》总编委会

主 任 刘燕华 国务院参事

王伟中 科学技术部副部长

副主任 张晓原 科学技术部科研条件与财务司司长

郭日生 中国 21 世纪议程管理中心主任

委 员 (按姓氏笔画排序)

么 厉 马俊如 马晋并 仲伟俊 任定成

孙增奇 严登华 李 普 吴 英 吴学梯

张巧显 张武城 林 岳 周 元 赵 敏

常 影 翟立新 潘晓东 霍 竹 檀润华

总 序

2006年2月，国务院发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》，纲要中明确提出了建设创新型国家的宏伟战略目标。2007年10月，胡锦涛总书记在党的十七大报告中指出：“提高自主创新能力，建设创新型国家是国家发展战略的核心，是提高综合国力的关键。”为深入贯彻党的十七大精神，落实科学发展观和《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》，从源头上推进创新型国家建设，按照温家宝总理在王大珩、叶笃正、刘东生院士《关于加强我国创新方法工作的建议》中“自主创新，方法先行”的批示要求，科学技术部会同国家发展和改革委员会、财政部、教育部和中国科学技术协会，联合启动了创新方法工作。

创新方法是科学思维、科学方法和科学工具的总称，科学思维创新是科学技术取得突破性、革命性进展的先决条件，科学方法创新是实现科学技术跨越式发展的重要基础，而科学工具创新则是开展科学研究和实现发明创造的必要手段。创新方法工作要以思维创新、方法创新和工具创新为主要内容，以机制创新、管理创新和体制创新为主要保障，营造良好的创新环境，建立有利于创新型人才培养的素质教育体系，形成全社会关注创新、学习创新、勇于创新的良好社会氛围，培养掌握科学思维、科学方法和科学工具的创新型人才，培育拥有自主知识产权和持续创新能力的创新型企业，研发具有自主知识产权的科学方法和科学工具，为自主创新战略、建设创新型国家提供强有力的人才、方法和工具支撑。

技术创新方法培训作为创新方法工作面向国民经济和社会发展主战场的重要方面，是传播技术创新方法、推广技术创新工具、增强企业自主创新能力的重要抓手，是提高科技人才创新能力的重要工作。以技术创新方法培训为突破口，传播创新意识和创新方法，推广创新先进手段，培育创新型人才，增强企业自主创



新能力，是建设以企业为主体，产、学、研相结合的技术创新体系的关键所在。因此，2007年8月以来，按照“政府引导、企业主体、专家支撑、社会参与、突出重点、试点先行、扎实推进”的原则，科学技术部进行了技术创新方法培训工作的部署，并在地方申报的基础上，在黑龙江、四川、上海、江苏、浙江、内蒙古等省（自治区、直辖市）推动实施了技术创新方法培训地方试点工作。

培训教材建设是开展技术创新方法培训的基础性工作。必须开发针对性强、实用性高、适应企业技术创新能力建设需求的权威性的培训教材，为技术创新方法培训工作提供有力的支持。2008年2月，在科学技术部科研条件与财务司、政策法规与体制改革司的协调领导下，中国21世纪议程管理中心组织专家启动了《技术创新方法培训丛书》的编写工作。按照《技术创新方法培训教材编制方案》总体框架，系列培训教材分为通用类和专业类两个层面。首批通用类培训丛书主要包括：技术创新方法概论、企业技术创新管理理论与方法、中国技术创新政策、TRIZ入门及实践、六西格玛管理与企业案例集等。专业类培训丛书则按制造、电子、农业、材料、能源、环保等不同行业领域分类，建设符合行业技术创新活动特点的专业化教材体系。

“自主创新，方法先行”。创新方法是一项从源头推进自主创新的开创性、长期性和基础性工作。希望《技术创新方法培训丛书》的出版，为全国不同地区开展技术创新方法师资、科技管理人员、企业家和技术研发人员的培训提供标准化的教学参考书，为探索有中国特色的技术创新方法能力建设体系提供经验借鉴。让我们继续解放思想，转变观念，大胆探索，积极实践，以技术创新方法培训作为重要载体，扎实有效地推进创新方法工作，为提升我国的自主创新能力、实现建设创新型国家的宏伟目标作出积极的贡献！

科学技术部 副部长

刘燕华

2008年9月

前 言

在“自主创新，方法先行”的旗帜指引下，国内的创新方法研究呈现出百家争鸣的局面。作者受台湾新竹许栋梁教授的创新思想影响，致力于系统阐述各种创新方法，并尽力使各个方法可以独立应用，读者能够取其一而受益，不必通晓所有方法。

本书致力于推广一种观念，创新方法只是发现一种更经济、更方便的做事方法，从身边之事做起，汇涓流成汪洋，形成全社会的创新、进步。首先阐述了思维的基础、特点以及训练方法，为系统创新方法的体系的形成奠定了基础。其中，创新技法章节中介绍了传统创新方法及当前流行创新方法，系统进化模式可以指导读者沿着有利的方向创新，冲突及其解决方法有助于具体工程问题的解决。以上章节易于理解，具有普通教育经历的读者即可应用，在实践中验证并发展创新方法。计算机辅助创新论述中以 Pro/Innovator 软件为例，说明了计算机辅助创新的优势。介绍了搜索引擎和自然语言搜索，创新者只要连接 Internet 网络，即可搜索创新所需信息，用于辅助创新。科学效应体现了创新的思想精髓——“他山之石可以攻玉”，对于科研领域的学者很有益处。

本书是在科学技术部条件与财务司协调领导下，由中国 21 世纪议程管理中心具体组织完成的，并得到了国家创新方法工作专项“技术创新方法辅助创新体系和推广机制研究、培训教材开发及成效评估”项目（项目编号：2008IM030300）的支持。中国 21 世纪议程管理中心潘晓东处长、张巧显研究员指导和协调了本书的编写工作。

本书在编写过程中得到了河北工业大学的檀润华教授，北京亿维讯科技有限公司的林岳、史晓凌、李建芳、黄焱，GET 集团（Global Engineering Technology Group）的张青华，东北林业大学的陈广胜、于慧玲、臧睿、方迪、张恩

惠、李滨、付敏，江苏生产力促进中心的田介花等创新方法学者的支持，深表感激！

编者的水平和时间有限，有疏漏之处，敬请读者指正！

编者

2012 年 5 月

目 录

总序	
前言	
第一章 系统创新思维概述	1
第一节 思维基础	1
一、思维的定义	1
二、思维的生理基础	1
三、思维的形式	2
第二节 创新性思维	3
一、创新性思维的概念	3
二、创新性思维的特点	4
三、创新性思维的表现形式	7
第三节 系统创新思维训练	11
一、影响创新思维的诸因素	11
二、突破思维惯性	14
第二章 创新技法	27
第一节 试错法与头脑风暴法	27
一、试错法	27
二、头脑风暴法	28
第二节 共同研讨法与形态分析法	33
一、共同研讨法	33
二、形态分析法	33
第三节 5W1H 法与和田十二法	34
一、5W1H 法	34



二、和田十二法	35
第四节 六西格玛和 TRIZ	35
一、六西格玛	35
二、TRIZ	36
第五节 水平思考与六顶思考帽	41
一、思考方向与帽子	41
二、思考帽的使用方法	46
第三章 问题分析方法	49
第一节 功能分析法	49
一、基本概念	49
二、组件分析与组件模型的建立	52
三、结构分析与结构模型的建立	55
四、功能分析与功能模型的建立	58
第二节 根本原因分析	61
第四章 冲突及其解决方法	64
第一节 冲突概述	64
一、冲突及其分类	64
二、技术冲突与物体冲突	65
第二节 39 个通用工程参数	66
第三节 发明原理	70
第四节 冲突矩阵	90
第五节 物理冲突的解决原理	91
第六节 创新原理应用	93
第五章 物-场模型与标准解法	95
第一节 物-场模型概述	95
一、物质	95
二、场	95
三、物-场语言符号	96
四、物-场模型的分类	96
五、构建物-场模型的步骤	97



第二节 标准解与标准技术	97
一、物-场模型的构建与破坏	99
二、物-场模型的进化原则	103
三、使用磁物-场的原则	104
第三节 物-场分析实例	104
第四节 76 个标准解	106
第六章 系统进化模式	110
第一节 理论基础	110
第二节 系统进化模式介绍	111
第三节 作为解决问题的工具	126
第四节 系统预测策略	128
第七章 计算机辅助创新	134
第一节 Pro/Innovator 简介	134
第二节 系统分析	135
第三节 问题分解	145
第四节 解决方案知识库	151
第五节 创新原理在 Pro/Innovator 产品结构中的地位	166
第六节 专利查询	175
第七节 方案评价	181
第八节 知识库编辑器	186
第八章 搜索引擎与自然语言搜索	202
第一节 搜索引擎	202
一、搜索引擎发展简史	202
二、搜索引擎的构成	205
三、典型搜索引擎主页的构成要素	210
四、对网站服务的实际期待	212
五、搜索引擎覆盖的主题领域	215
六、更新的频次	215
七、典型的检索和排序因素	215
八、搜索引擎的性能评价	217



九、搜索引擎检索的重复情况	217
第二节 基本检索方法	218
一、布尔逻辑检索	219
二、截词检索	220
三、词组和靠词检索	220
四、专有名称的检索	221
五、范畴检索——在记录的特定部分中检索	221
六、选择输出的格式及每个页面显示结果的数量	223
七、国际版本	224
八、各类入口	224
第三节 检索结果的预处理方式	224
一、关键词的提取	225
二、重复或转载网页的消除	225
三、链接分析	226
四、网页重要程度的计算	226
第四节 自然语言搜索技术	227
一、用于自然语言搜索的知识库	227
二、自然语言搜索引擎	228
三、精确性与完整性的挑战	230
第九章 科学效应	232
第一节 引言	232
第二节 理论基础	232
一、效应的概念	232
二、效应与原理解	233
三、效应的收集	234
四、效应链和输出控制	235
第三节 效应库应用	236
一、效应库作为智能百科全书	237
二、效应库作为知识库管理器	238
参考文献	239

| 第一章 | 系统创新思维概述

第一节 思维基础

一、思维的定义

什么是思维？《辞源》的解释是，思维（thinking）就是思索、思考的意思。思维是大脑的功能，是人类脱离动物界的主要标志之一，是人的智力的核心。做什么事情都要思维，尤其在执行创新和创造活动时更需要思维，需要对收集到的各种客观的信息、资料进行逻辑推理的加工活动。因此，可以说，思维是人脑接受信息、存储信息、加工处理信息和输出信息的逻辑推理的全部活动过程。

二、思维的生理基础

目前，科学家们研究认为人脑是由万亿个脑细胞构成的。平均质量在 1300g 左右，虽然只占我们体重的 2.3%，但却要消耗身体 20% 的能量。在万亿个脑细胞中，可能有 1000 亿个是活跃的神经元细胞（目前我们只用其 10%），每个神经元细胞可长出多达两万多个树枝状的树突以存储信息并接收从其他细胞输入的信息，每个神经元细胞沿着叫做轴突的主要通道通过电脉冲将信息传输到其他神经元细胞和身体的其他部位。而轴突外层包裹着起绝缘作用的髓磷脂鞘，其绝缘性能越好，传输速率就越高，速度可高达 352km/h。当信息到达另一神经元的突触（连接点）时，每个电脉冲都会引起化学反应，启动神经传递反应，跨越突触传输信息。而所有的轴突又被多达 9000 亿个将大脑各部分黏合起来的神经胶质细胞所包围。所有的这些部分连接起来，就组成了迄今为止这个世界上已知的独一无二的天然电脑。而我们每个人都拥有一台这样强大的电脑。



概括地说，我们每个人的大脑大体由“两个部分、三位一体、六个通道和七个智力”所构成。

“两个部分”——是指大脑可分左右两个部分，中间通过有多达3亿个细胞组成的胼胝体相连。左脑的主要功能是理性、分析和逻辑思维；右脑的主要功能是形象、非逻辑和创新思维。

“三位一体”——是指大脑由三个部分组成。小脑也称爬行动物脑，它控制着人体的本能，如我们的呼吸、心跳、平衡、运动等；小脑上面的第二层脑为边缘系统，也称古哺乳动物脑，它控制着吃奶、情感、记忆等；最上面一层是大脑皮层，也称新哺乳动物脑，由于人类的大脑皮层特别发达——有2mm厚（成熟的皮层有6层）是黑猩猩的4倍——别于其他高等动物，从而使人成为独一无二的种类。它负责我们的观察、交谈、思考、分析、推理、创新等。

“六个通道”——我们的学习是通过视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉和所做这六个基本通道与外界进行双向交流的。

“七个智力”——即有七种不同类型的智力中心。一是语言智力，即读、写与词语交流的能力。这一能力在作家、诗人身上得到高度发展；二是逻辑智力，即计算与推理能力，这在科学家、数学家、律师和法官身上得到极大发展；三是音乐智力，在作曲家、指挥家和一流的音乐家身上有明显的发展；四是空间智力，表现在建筑师、雕塑家、画家、航海家和飞行员方面；五是运动智力，在运动员、舞蹈家、体操运动员等身上有很好的体现；六是人际智力，即与他人相处的能力，是营销员、鼓动家、外交家应有的能力；七是内省智力，即洞察能力和了解自己的能力。

三、思维的形式

思维有逻辑思维和非逻辑思维两种形式。

逻辑思维是一种严格遵循逻辑规则按部就班、有条不紊地进行思考的思维方式，它注重分析、综合、归纳和演绎，又分为形式逻辑思维、辩证逻辑思维、数理逻辑思维三种形式。

形式逻辑思维是逻辑思维发展的初级阶段，这是为了把握事物的本质。事物简化和抽象为概念。用“概念”来反映世界，它的局限性是不能反映事物的矛盾和辩证关系。

辩证逻辑思维也称辩证思维或理论思维，是逻辑思维发展的最高级阶段。它是在形式逻辑思维的基础上，以抽象的概念作为思维的起点，把思维的确定性与



灵活性统一起来，从事物的普遍联系和辩证发展中把握事物，保证思维的客观性和全面性。

数理逻辑思维是利用数学手段而形成的一种严谨的思维方式，它最大限度地舍弃事物中的非本质细节。把概念抽象为符号，采用数学推理规则，从符号群之间推演某种关系为另外一种关系，从而深刻地揭示出事物之间的最本质联系。

非逻辑思维是一种不严格遵循逻辑规律，突破常规，更具灵活的自由思维方式，又分形象思维和创新性思维两种形式。形象思维是形象始终伴随认识过程的一种思维形式，它包含概括形象思维、模型形象思维、图式形象思维、相似形象思维、思想实验形象思维和动作形象思维。它的思维主体是图形、声响、模型等形象材料，能始终保留事物的直观性、鲜明性和生动性。

第二节 创新性思维

一、创新性思维的概念

创新性思维是按照一定的思维方法，逐步分析得到问题解决方案的方法。在创新过程中也包括人的潜意识的活动，如灵感思维、直觉思维和顿悟思维。灵感思维具有突发性、随机性、模糊性的特征，是思维的主体对百思不解的问题，在一瞬间出现思路豁然开朗的灵光一现的解答的非逻辑思维方法。直觉思维是思维主体在探索未知领域时，直觉地观察和领悟事物的本质和规律的非逻辑思维方法。顿悟思维的基础是逻辑思维，是思维主体在探索未知领域的过程中，对问题一筹莫展而使思考中断时，突然悟出问题解答的非逻辑思维方法。顿悟思维是通过逻辑思维量的积累达到一定程度时才发生顿悟的质的突变。

创新性思维是人类打破常规束缚，充分发挥想象力和发掘个人的创造力，进行全新的、独创性的、最有旺盛生命力的探索未知世界的思维。创新思维是反映事物本质属性和内在、外在的有机联系，具有新颖的广义模式的一种可以物化的思想心理活动，亦即创新思维是有创见的思维。通过思维，不仅能揭示事物的本质，而且能在此基础上提出新的、具有社会价值的产品。

创新性思维是一种具有开创意义的思维活动，即开拓人类认识新领域，开创人类认识新成果的思维活动，它往往表现为发明新技术、形成新观念，提出新方案和决策，创建新理论。对领导活动而言，其表现在社会发展处于十字路口，职业经理做出重大选择等。创新性思维不仅表现为做出了完整的新发现和新发明的



思维过程，而且还表现为在思考的方法和技巧上，在某些局部的结论和见解上具有新奇独到之处的思维活动。创新性思维广泛存在于政治、军事决策中和生产、教育、艺术及科学研究活动中。如领导工作实践中，具有创新性思维的职业经理可以想别人所未想、见别人所未见、做别人所未做的事，敢于突破原有的框架，或是从多种原有规范的交叉处着手，或是反向思考问题，从而取得创造性、突破性的成就。

创新性思维的结果是实现了知识即信息的增值，它或者是以新的知识（如观点、理论、发现）来增加知识的积累，从而增加了知识的数量即信息量；或者是在方法上的突破，对已有知识进行新的分解与组合，实现了知识即信息的新的功能，由此便实现了知识即信息的结构量的增加。所以从信息活动的角度看，创造性思维是一种实现了知识即信息量增值的思维活动。

创新性思维需要人们付出艰苦的脑力劳动。一项创造性思维成果的取得，往往需要经过长期的探索、刻苦的钻研，甚至多次的挫折之后才能取得，而创造性思维能力也要经过长期的知识积累、智能训练、素质磨砺才能具备。创造性思维过程，还离不开推理、想象、联想、直觉等思维活动。所以，从主体活动的角度来看，创造性思维又是一种需要人们，包括组织者、职业经理付出较大代价，运用高超能力的一种思维活动。

创新思维有广义与狭义之分。一般认为，人们在提出问题和解决问题的过程中，一切对创新成果起作用的思维活动，均可视为广义的创新思维。而狭义的创新思维则是指人们在创新活动中直接形成的创新成果的思维活动，诸如灵感、直觉、顿悟等非逻辑思维形式。

二、创新性思维的特点

创新性思维之所以有别于一般思维而成为一种新的思维形式的主要特点在于以下几个方面。

（1）思维形式的反常性——又经常体现为思维发展的突变性、跨越性或逻辑的中断，这是因为创新思维主要不是对现有概念、知识的循序渐进的逻辑推理的结果和过程，而是依靠灵感、直觉或顿悟等非逻辑思维形式。创新性思维不一定要遵循现成的思维方法，它的方式、方法、程序、途径等都可以没有固定的框架。进行创新性思维活动的主体在考虑问题时可以迅速地从一种思路转向另一种思路，从一种意境进入另一种意境，多方位地试探解决问题的办法，这样，创新性思维活动就表现出不同的结果或不同的方法、技巧。例如，面对一个处于世界



经济趋于一体化、竞争日趋激烈的小企业的前途问题，企业的职业经理不能无动于衷或沿用老思路，否则，只有死路一条。企业职业经理必须或是考虑引进外资，联合办厂，或是改组企业的人力、财力、物力的配置结构，并进行技术革新，或是加强产品宣传，并在包装上下工夫，或是上述三者并用。企业职业经理也可以考虑企业的转产，或者让某一大型企业兼并，成为大企业的一个分厂。这里的第一条思路是方法、技巧的创新，第二条思路是结果的创新，两种不同的创新都是创造性思维在解决该企业问题中的应用。创造性思维的灵活性还表现为，人们在一定的原则界限内的自由选择、发挥等。一般来讲，原则的有效性体现在它的具体运用上，否则，原则就变成了僵死的教条。

(2) 思维过程的辩证性——主要是指它既包含抽象思维，又包含非逻辑思维；既包含发散思维，又包含收敛思维；既有求同思维，又有求异思维；等等。由此形成创新思维的矛盾运动，从而推动创新思维的发展。创新思维实际上是各种思维形式的综合体。

(3) 思维空间的开放性——主要是指创新性思维需要从多角度、全方位、宽领域地考察问题，而不再局限于逻辑的、单一的、线性的思维，形成开放式思维。

(4) 思维成果的独创性——是创新性思维的直接体现或标志，常常具体表现为创新成果的新颖性及唯一性。创造性思维贵在创新，它或者在思路的选择上，或者在思考的技巧上，或者在思维的结论上，具有“前无古人”的独到之处，具有一定范围内的首创性、开拓性，一位希望事业有成、生活得有意义，或者做一个称职的领导的人，就要在前人、常人没有涉足，不敢前往的领域“开垦”出自己的一片天地，就要站在前人、常人的肩上再前进一步，而不要在前人、常人已有的成就面前踏步或仿效，不要被司空见惯的事物迷惑。因此，具有创新性思维的人，对事物必须具有浓厚的创新兴趣，在实际活动中善于超出思维常规，对“完善”的事物、平稳有序发展的事物进行重新认识，以求新的发现，这种发现就是一种独创、一种新的见解、新的发明和新的突破。

(5) 思维主体的能动性——表明了创新性思维是创新主体的一种有目的的活动，而不是客观世界在人脑内简单、被动的直接反映，充分显示了人类活动的主动性和能动性。

(6) 创新性思维的艺术性和非拟化。创新性思维活动是一种开放的、灵活多变的思维活动，它的发生伴随有“想象”、“直觉”、“灵感”之类的非逻辑。非规范思维活动，如“思想”、“灵感”、“直觉”等往往因人而异、因时而异、因问题和对象而异，所以创新性思维活动具有极大的特殊性、随机性和技巧性，