



自主创新 方法先行

# 创新方法教程 (初级)

创新方法研究会  
中国21世纪议程管理中心

# 创新方法教程(初级)

Chuangxin Fangfa Jiaocheng(Chuji)

创新方法研究会  
中国21世纪议程管理中心



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容简介

本教程分初级、中级、高级三册,本册为初级分册。本册是专门针对有志于创新但还没有掌握系统性创新思维和方法的工程师而编写的,主要内容包括三部分:第一部分是创新思维技法部分,通过实例详细介绍了创新思维规律、4种阻碍创造性思维的思维定势和3种常用的创造性思维技法;第二部分是 TRIZ 部分,介绍 TRIZ 的理论体系及发展,重点介绍 TRIZ 理论中的基本概念、分析问题和解决问题的流程、计算机辅助创新技术的基本知识;第三部分是工业工程部分,介绍工业工程的起源、概念、作用、主要内容及共性技术。本册结构按照由浅入深的顺序构建,但各章都是相互独立的,对于具有创新基础知识的读者,只需挑选感兴趣的章节阅读。

本册虽然是针对创新工程师的初级教程,但内容丰富,案例生动,具有很大的信息量,因此也可以作为对创新技术感兴趣的各类工程师以及大学高年级学生的参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

创新方法教程:初级/创新方法研究会,中国21世纪  
议程管理中心编. —北京:高等教育出版社,2012.5

ISBN 978-7-04-033422-7

I. ①创… II. ①创…②中… III. ①创造学-教  
材 IV. ①G305

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 021594 号

策划编辑 张海雁  
插图绘制 尹莉

责任编辑 张海雁  
责任校对 杨凤玲

封面设计 于文燕  
责任印制 刘思涵

版式设计 杜微言

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
印 刷 唐山市润丰印务有限公司  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 21  
插 页 1  
字 数 390千字  
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landraco.com>  
<http://www.landraco.com.cn>  
版 次 2012年5月第1版  
印 次 2012年5月第1次印刷  
定 价 47.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究  
物 料 号 33422-00

## 《创新方法教程》编辑委员会

主任:刘燕华

副主任:吴学梯 周元 孙增奇 马晋并

委员(按姓氏笔画排序):

齐二石 仲伟俊 刘春晓 任定成 李彦

陈光 吴博 林岳 郑健 常影

霍竹 檀润华

主审:周元 任定成

## 《创新方法教程》(初级)编辑委员会

主编:林岳

副主编:齐二石 李彦

编委:陈光 史晓凌 刘亮 裴小兵 李建芳

闫喜强 栾芸 高洁雯 谢茜 周斌

杨帆

本书得到了创新方法工作专项  
“创新方法培训认证体系建设与  
企业试点示范”项目的资助

# 序

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、刘东生、叶笃正院士《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,2007年,科技部会同国家发展改革委、财政部、教育部和中国科协,联合启动了创新方法工作。创新方法是自主创新的根本之源,创新方法是创新活动的推进器、创新过程的催化剂,系统掌握、运用创新方法并不断发现新的创新方法是提升自主创新能力、实现跨越式发展的重要途径。

我们常说“思路决定出路,方法决定成败,工具决定实效”。创新方法工作以思维创新、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。

四年来,创新方法工作紧紧围绕自主创新战略和建设创新型国家的重大需求,在科学思维、科学方法、科学工具等诸多领域部署了18项重点任务。尤其是在区域及企业推广应用技术创新方法方面卓有成效。目前,全国已有24个省市开展了创新方法工作,据不完全统计,已有9万余人参加了技术创新方法培训,其中培训时间为2天以上的3万余人,解决核心技术难题近千个。同时结合技术创新工程和战略性新兴产业发展需求,在中国北车唐山轨道客车有限责任公司等国家级创新型企业深入开展了创新方法企业试点示范活动,企业需求强烈,成效显著。目前全国创新方法试点示范企业共计375家,形成了“一汽轿车精益管理模式创新”、“中铁二院CAI辅助技术创新成果”等一批典型的成功案例,为企业培养了一批创新人才,解决了一批技术难题,切实提升了企业的核心竞争力与自主创新能力。社会各界关注创新方法,践行创新方法的氛围已经初步形成。

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,是区域与企业技术创新方法应用与推广的基础,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、用相结合的技术创新体系的关键所在。

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。通过近几年的培训、企业试点示范以及区域创新方法推广等,积累了丰富的实践案例与宝贵的经验,在集中国内创新方法领域优势专家系统总结与提升后,形成本套《创新方法教程》。希望本套教程的出版能够为不同需求的读者系统掌握创新的方法和工具提供有益的参考和帮助,为企业及区域的创新人才培养与创新方法推广提供有力的支撑,为探索具有中国特色的技术创新方法能力建设体系提供经验借鉴,也能为我国的创新型国家建设起到一定的促进作用。

“十二五”期间是我国创新能力全面提升的关键时期,也是我国创新型国家建设的攻坚阶段。创新方法工作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。作为“十二五”科技工作的重要抓手,我衷心地希望大家继续关注、关注和参与创新方法工作,以创新促转变,以转变促发展,为我国经济社会的健康、平稳、较快发展做出新的更大的贡献!

国务院参事 刘燕华

创新方法研究会常务副理事长

2012年4月

# 前 言

人类发展及科学技术进步中的每一次重大跨越和重要发现都与思维创新、方法创新、工具创新密切相关。离开了“创新”，人类社会不可能向前迈进，科学技术也不可能有实质性的进步。可以说，“创新”已经成为现代社会发展与进步的基本动力。据统计，从1901年诺贝尔奖设立以来，大约有60%~70%是由于科学观念、思维、方法和手段上的创新而取得的。近代、现代科学技术的发展历程表明，科学思维、方法和工具的创新已经成为科学技术发展与进步的重要动力。

但在我国，科学思维、方法和工具的创新却存在着以下五个方面的问题：

一是科学思维培育不够。创新思维与创新精神培养缺位，目前灌输式的教学方法抑制了学生的创新思维和创新精神；科研活动创新思维不足，自主创新研究成果少；以跟踪模仿为主；2011年5月前中国申请人在世界知识产权组织的PCT专利申请只占总量的8%。

二是科学方法研究与应用不够。科技界关于科学方法的认识薄弱，科研活动中忽视研究方法的规范性、创新性；对科学方法的研究不够，仅限于对国际科学方法的跟踪、了解，缺乏对前沿方法的前瞻性研究；科学方法的研究与应用严重脱节；企业技术创新能力不足，缺乏科学创新方法。

三是具有自主知识产权的科学仪器设备匮乏。“十五”期间，国家主体科技计划用于“科学仪器设备研制与开发”项目的经费仅占三大科技计划经费的千分之二和科学仪器购置经费的百分之一；科学仪器水平与发达国家存在明显差距；科学研究“空心化”现象严重，每年科学仪器固定资产投资中的60%用于进口设备，其中，精密仪器、生命科学仪器、大型科学仪器等高技术含量的产品更是90%以上依靠进口。

四是创新政策环境还不完善。虽然近年来我国科学研究与发展(R&D)经费投入不断增加，但与发达国家以及同等发展水平的发展中国家相比，我国科技投入水平还不高。以2010年为例，我国研发经费仅占GDP比例的1.5%。这一数字与发达国家相比还有很大差距。

五是评价方法有待改进。目前，我国科技成果评价方式也不利于创新方法的发展。科研院所对科研人员研究能力的评价标准不全面，过分重视SCI，而忽视一些基础性或方法上的重要问题。

正如王大珩、刘东生、叶笃正三位老科学家所说：“自主创新，方法先行。



创新方法是自主创新的根本之源。”从一定意义上说,谁掌握了最先进的科学方法,谁就掌握了科技发展的优先权。我国目前正在全面落实科学发展观,贯彻执行《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》,建设创新型国家。要有效推进这些战略目标的实现,就要加强科学思维、科学方法与科学工具的创新,具体包括以下几点:

(1) 建设创新型国家迫切需要创新科学方法。建设创新型国家,核心就是把增强自主创新能力作为发展科学技术的战略基点,走出一条具有中国特色的自主创新道路。我国要在激烈的国际竞争中掌握主动权,就必须在若干重要领域加强科学方法的研究与创新,只有这样才能掌握一批核心技术和关键方法,从而降低科技发展对国外技术和方法的依赖,真正提高自主创新能力。

(2) 创新方法上的突破是实现科学技术跨越式发展的重要基础。实现科学技术的跨越式发展是我国由科技大国向科技强国转变的根本途径。科技史上后进赶超先进的经验表明,创新方法是科技跨越式发展的关键。研究思维、方法和工具上的突破与创新不仅意味着能够进入并占领科学研究的前沿和战略制高点,而且意味着能够在向新的领域、新的方向开拓时占据先机,具备跨越式发展的竞争优势。

(3) 企业创新能力的增强有赖于科学方法的应用与创新。企业是一个国家经济发展的主体,科技自主创新的关键是企业科技的自主创新。企业为适应生产发展和市场需求,必然以开拓新技术、新产品、新市场为经济目的进行科技创新活动。如美国的波音、日本的丰田、德国的大众汽车等公司,其企业自身就拥有庞大的科研机构,不断开展科学研究与技术创新。可以说,科学思维与方法的研究与创新不仅为企业研发提供了必要的知识,而且科学思维和方法研究及其与先进科研仪器的结合能够大力增强企业研发能力,从而提升企业的技术创新能力和市场竞争力。我国目前正处在经济发展的重要时期,提高企业的国际竞争力是我国目前经济发展的重要任务,而提高企业竞争力的最重要途径就是提高企业的技术研发能力。因此,现阶段有必要对企业在科学思维、方法和工具的应用与创新方面加大能力建设,为有效提高企业的自主创新能力与国际竞争力提供帮助。

(4) 普及科学方法、弘扬科学精神是提高全民科学素养的重要手段。科学素养是公民素质的重要组成部分,公民的科学素养反映了一个国家或地区的软实力。自主创新、科技发展不仅依赖于社会的物质保障,还与社会文化环境和广大公众的科学素养高低紧密相关。据有关调查显示,2010年我国公民具备基本科学素养的人口比例仅为3.27%,与美国2001年已经达到的17%的水平相距甚远,这与实现建设创新型国家和全面建设小康社会战略目标的要求形成了很大反差。要提高全民科学素养,不仅要加强公众对科学内容的了解,更要提高公

众对科学思维、科学方法和科学工具的认识,只有这样才能使公众形成对科学具体而丰富的把握。全面推动方法的研究与创新,并在此基础上加强对相关知识的传播,将对全面提高全民科学素养产生重要而深远的影响。

本教程是创新方法系列教程,包含了创新思维技法、TRIZ、工业工程三大方法体系,其具体技术内容被梳理归纳和总结,形成了初级、中级、高级三册。本册为初级分册。参加初级分册编写工作的有:周元(第1章),李彦、李文强(第2章),林岳(第3、第4、第5、第7章),刘伟华、梁新华(第6章),李建芳(第8章、附录),齐二石、刘亮(第9、第10章)。

本册在编写过程中,参考了大量的文献,向所有参考文献的作者表示诚挚的敬意与谢意!由于参考文献很多,尽管作者做了许多细致的工作,但仍存在个别文献处理不合适的可能,如果存在此类问题,作者向您表示真诚的歉意。

由于作者水平有限,书中肯定存在不妥与错误之处,殷切希望广大读者对书中的错误和不妥之处批评指正。

创新方法研究会  
中国21世纪议程管理中心  
2012年3月

# 目 录

<b>第 1 章 制造创新方法链</b> .....	1
1.1 内涵 .....	1
1.1.1 制造链:从技术获取到产品实现 .....	1
1.1.2 制造创新链:突出创意、研发、知识、效率、市场 .....	1
1.1.3 方法群与方法系统 .....	1
1.2 结构 .....	2
1.3 难点 .....	3
1.4 创新思维技法、TRIZ 与工业工程 .....	3
1.4.1 创新思维技法 .....	4
1.4.2 TRIZ .....	4
1.4.3 工业工程 .....	5
1.4.4 三大方法体系在本教程中的分布 .....	6
<b>第 2 章 创新思维与创新技法</b> .....	8
2.1 创造性思维方式 .....	8
2.1.1 发散思维与收敛思维 .....	8
2.1.2 横向思维与纵向思维 .....	11
2.1.3 正向思维与逆向思维 .....	15
2.1.4 求同思维与求异思维 .....	17
2.2 思维定势 .....	20
2.2.1 从众型思维定势 .....	20
2.2.2 书本型思维定势 .....	20
2.2.3 经验型思维定势 .....	21
2.2.4 权威型思维定势 .....	21
2.3 泛化思维视角 .....	21
2.3.1 改变思考方向 .....	22
2.3.2 转换问题 .....	22
2.4 创造性思维技法 .....	23
2.4.1 整体思考法 .....	23
2.4.2 概念扇 .....	27
2.4.3 KJ 法 .....	31

思考题 .....	35
本章参考文献 .....	35
<b>第3章 TRIZ 与企业创新</b> .....	<b>37</b>
3.1 TRIZ 的起源 .....	37
3.2 TRIZ 的核心思想 .....	40
3.3 TRIZ 的理论体系 .....	42
3.4 TRIZ 在国内外企业的应用 .....	44
3.4.1 TRIZ 在国外的应用 .....	44
3.4.2 TRIZ 在国内的应用 .....	47
3.5 TRIZ 对于企业技术创新的作用 .....	48
3.6 TRIZ 的发展 .....	49
思考题 .....	50
本章参考文献 .....	50
<b>第4章 TRIZ 的基本概念与方法</b> .....	<b>51</b>
4.1 TRIZ 的基本概念 .....	51
4.1.1 技术系统 .....	51
4.1.2 功能 .....	52
4.1.3 矛盾 .....	53
4.1.4 理想度 .....	54
4.2 创新的级别 .....	54
4.3 因果分析法 .....	56
4.3.1 常见的因果分析方法 .....	56
4.3.2 因果轴分析 .....	65
4.4 资源分析法 .....	69
4.4.1 资源的特征与分类 .....	69
4.4.2 资源分析方法 .....	73
4.5 克服思维定势的方法 .....	81
4.5.1 小人法 .....	81
4.5.2 STC 算子 .....	83
4.5.3 金鱼法 .....	86
4.5.4 多屏幕方法 .....	90
4.6 理想化方法 .....	93
4.6.1 最终理想结果——IFR .....	94
4.6.2 IFR 的应用 .....	95
思考题 .....	98
本章参考文献 .....	99

<b>第 5 章 技术矛盾与物理矛盾</b> .....	100
5.1 产品创新的矛盾 .....	100
5.1.1 技术矛盾 .....	100
5.1.2 物理矛盾 .....	101
5.2 39 个通用技术参数 .....	102
5.3 两类矛盾及关系 .....	105
5.3.1 定义技术矛盾 .....	105
5.3.2 定义物理矛盾 .....	106
5.3.3 技术矛盾与物理矛盾的关系 .....	106
思考题 .....	107
本章参考文献 .....	107
<b>第 6 章 发明原理与分离方法</b> .....	108
6.1 什么是发明原理? .....	108
6.2 40 个发明原理及实例 .....	108
6.3 分离方法 .....	150
6.3.1 空间分离 .....	151
6.3.2 时间分离 .....	152
6.3.3 条件分离 .....	154
6.3.4 系统级别分离 .....	154
思考题 .....	157
本章参考文献 .....	158
<b>第 7 章 解决矛盾的方法与流程</b> .....	159
7.1 解决矛盾问题的方法与流程 .....	159
7.1.1 矛盾矩阵 .....	160
7.1.2 查找阿奇舒勒矛盾矩阵 .....	161
7.2 工程应用案例 .....	162
7.3 小结 .....	179
思考题 .....	180
本章参考文献 .....	181
<b>第 8 章 计算机辅助创新技术(CAI)</b> .....	182
8.1 CAI 的起源 .....	182
8.2 CAI 工具的主要类型 .....	184
8.3 CAI 工具的主要功能模块 .....	185
8.4 CAI 的应用价值和案例 .....	187

8.5	国际国内 CAI 软件介绍 .....	192
8.5.1	Goldfire Innovator .....	193
8.5.2	TRIZSoft .....	194
8.5.3	Creax Innovation Suite .....	194
8.5.4	Pro/Innovator .....	195
8.5.5	InventionTool .....	196
	思考题 .....	196
	本章参考文献 .....	197
<b>第9章</b>	<b>工业工程与企业创新 .....</b>	<b>198</b>
9.1	工业工程是企业管理创新的方法 .....	198
9.1.1	企业中的技术创新和管理创新 .....	198
9.1.2	工业工程与 TRIZ .....	199
9.1.3	工业工程的作用 .....	200
9.2	工业工程基本知识 .....	202
9.2.1	工业工程的起源 .....	202
9.2.2	工业工程的概念 .....	204
9.2.3	工业工程的主要内容 .....	205
9.3	工业工程的共性技术 .....	208
9.3.1	工业工程标准符号 .....	208
9.3.2	系统分析与系统设计 .....	210
9.3.3	发现问题的 5W1H 技术 .....	212
9.3.4	实现改善的 ECRS 原则 .....	215
9.3.5	系统图表法 .....	217
9.4	工业工程的程序与原则 .....	219
9.4.1	工业工程的实施程序 .....	219
9.4.2	工业工程的实施原则 .....	219
	思考题 .....	227
	本章参考文献 .....	228
<b>第10章</b>	<b>设计改善方法 .....</b>	<b>229</b>
10.1	工作研究 .....	229
10.1.1	方法研究 .....	230
10.1.2	作业测定 .....	242
10.2	人因工程 .....	250
10.2.1	人因工程概述 .....	250
10.2.2	人体测量与设计 .....	251
10.2.3	作业能力与作业疲劳 .....	253

10.2.4 环境 .....	256
10.3 设施规划与设计 .....	258
10.3.1 设施选址 .....	258
10.3.2 设施布置设计 .....	261
10.3.3 物料系统设计 .....	273
10.4 试验设计 .....	276
10.4.1 单因子与多因子试验设计 .....	276
10.4.2 正交试验设计 .....	280
思考题 .....	298
本章参考文献 .....	300
附录 A 术语索引 .....	301
附录 B 39 个通用技术参数 .....	306
附录 C 40 个发明原理 .....	308

# 第 1 章 制造创新方法链

## 1.1 内涵

对制造创新方法链内涵的讨论,应当从制造链、制造创新链和方法系统三个角度切入。

### 1.1.1 制造链:从技术获取到产品实现

从技术获取到产品实现的制造链条是企业中最基本的活动链。如图 1-1 所示,制造链是以产品实现为目标,从技术的获取开始,将技术成果物化到产品的设计中,通过产品制造流程,实现最终目标。制造链的三个环节环环相扣、有机联结,在整体上描述了从技术到产品不可分割的全过程:技术获取是前提,产品实现是目标,成果物化是手段。

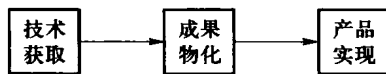


图 1-1 制造链

### 1.1.2 制造创新链:突出创意、研发、知识、效率、市场

将企业制造链转化为制造创新链,这是企业自主创新战略的重要任务。要完成这一任务,需要对制造链进行全方位的创新重塑。重塑的关键是突出创意、研发与知识的核心作用,突出制造系统的高效低耗,突出市场的拉动作用(见图 1-2)。

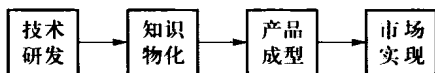


图 1-2 制造创新链

### 1.1.3 方法群与方法系统

在企业内部,制造链并非自动转化为制造创新链,实现这一转化的重要途径是创新方法的应用。在漫长的中外制造创新史上,对于制造创新的每一个环节,都形成了多种多样、各具特色的方法群。将这些基于制造创新环节的方法群加以甄别并系统设计,强化不同方法群之间的有机联结,可构成基于制造创新链的方法系统(见图 1-3)。



制造创新方法链是指将制造链转化为制造创新链的方法系统。

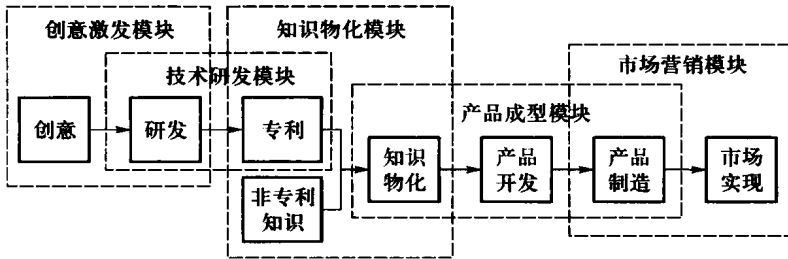


图 1-3 制造创新方法链

需要指出的是,制造创新方法链是一个策略概念,而非严格意义上的学术概念。这一概念的引入,为创新方法在企业的推广应用提供了系统化的思考和视角。

## 1.2 结构

制造创新方法链大致包括五个模块(见图 1-3):

(1) 创意激发模块。由思维技术方法组成,其功能是:激发创新思维,转换思维方式,创造具有市场价值和技术可实现性的新思想、新观点,或对技术问题的解决提出创意性思路。这一模块的输出是:具有市场与技术可实现性的创意。

(2) 技术研发模块。由研发技术方法组成,其功能是:吸收创意激发模块的产出,准确判定研发方向,预测未来发展趋势,打破知识领域界限,从更广阔的视角看待问题,对技术问题或者矛盾提供更合理的解决方案,实现技术突破。这一模块的输出是:具有自主知识产权的技术或知识。

(3) 知识物化模块。由集成技术方法组成,其功能是:对技术研发模块形成的具有自主知识产权的知识以及个人、企业组织的其他知识进行价值测度和物化,使其更好地体现在产品初型之中,构成企业的核心技术能力。这一模块的输出是:融入产品设计中的物化知识和其他资本化知识。

(4) 产品成型模块。由管理技术方法组成,其功能是:实现产品的整套设计理念,突出融入产品设计理念中物化知识的重要地位,以贴近现场、质量控制等为特点,实现产品的高质低耗。这一模块的输出是:具有自主知识产权的产品。

(5) 市场营销模块。由营销技术方法组成,其功能是:分析市场趋势和特点,寻找扩大具有自主知识产权产品市场份额的路径、战略、策略,实现企业市场扩张的目标。这一模块的输出是:较高的产品市场占有率。