

自主创新 方法先行

Теории
Решения
Изобретательских
Задач

创新思维
与 TRIZ
创新方法

周 苏 主编 / 陈敏玲 副主编



清华大学出版社

创新思维 与

TRIZ 创新方法

周 苏 主 编 / 陈敏玲 副主编
李亮亮 褚 赟 王 文 韩志科 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

建设创新型国家,核心是要增强自主创新能力。要增强自主创新能力,方法必须先行。

前苏联科学家阿奇舒勒投入毕生精力,致力于创新研究,他率领团队创建了一种由解决技术问题、实现技术创新的各种方法组成的理论体系——TRIZ。2008年国家四部委联合发文,明确指出要“推进TRIZ等国际先进技术创新方法与中国本土需求的融合……特别是推动TRIZ中成熟方法的培训……”

本书从创新思维与创新方法的教育与培训出发,所涉及的知识面广,编排系统又充分考虑了教学的特点,内容涉及创新思维与创新方法的重要概念、发明问题的传统方法、创新思维与方法、技术系统的进化、发明原理与应用、技术矛盾与矛盾矩阵、物理矛盾与分离方法、物-场分析与标准解、科学效应与应用和用TRIZ解决发明问题,本书共10章和7个内容丰富又实用的附录。

各章都精心安排了实验与思考环节,实操性强,把创新思维与创新方法的概念、理论和技术知识融入实践中,帮助读者加深对学习的认识和理解,熟悉创新方法的实际应用。作为学习辅助,书后附录提供了部分问题的参考答案,是有关创新思维与创新方法的一本理论与实践相结合的优秀教材。

本书可作为高等院校各个专业学习创新思维与创新方法的应用型主教材,也可供科技工作者和工程技术人员参考或作为继续教育的教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

创新思维与TRIZ创新方法/周苏主编. --北京:清华大学出版社,2015
ISBN 978-7-302-40319-7

I. ①创… II. ①周… III. ①创造学 IV. ①G305

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第113339号

责任编辑:张 玥 薛 阳

封面设计:常雪影

责任校对:李建庄

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:18.25 字 数:451千字

版 次:2015年7月第1版 印 次:2015年7月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:39.50元

产品编号:064593-01

本书得到了创新方法工作专项：

2013IM020900 浙江省创新方法应用推广与示范

2014F30031 浙江省创新方法推广应用与服务基地建设(一期)

2014F30008 浙江省科技人才教育培训课程体系建设研究

项目的资助

前言

P R E F A C E

研究表明,创新的先锋团队——众多的诺贝尔获得者的成功途径,一是科学发现,二是科学仪器,三是科学方法。其中科学方法的核心是创新方法,几乎有三分之一的诺贝尔奖获得者是靠科学的创新方法实现研究的突破性进展的,可见创新方法对于科学研究的极端重要性。

1946年,前苏联科学家根里奇·阿奇舒勒(1926—1998)开始了“发明问题解决理论”(TRIZ)的研究工作。在以后的数十年中,这位科学家投入其毕生精力,致力于创新研究。在他的带领下,前苏联的几十所学校、研究部门和企业,组成专门机构。他们先后分析了世界的几十万份发明专利,总结出技术进化所遵循的普遍规律,以及解决各种技术矛盾和物理矛盾时采用的创新法则,创建了一种由解决技术问题、实现技术创新的各种方法组成的理论体系——TRIZ。

2007年,为了落实国家中长期科技规划纲要,从源头推进我国的自主创新,科学技术部决定联合有关部委组织实施创新方法的研究与推广应用工作。2008年,国家科学技术部、发展与改革委员会、教育部、科学技术协会四部委联合颁布了《关于加强创新方法工作的若干意见》,文件中明确指出要“推进 TRIZ 等国际先进技术创新方法与中国本土需求融合……特别是推动 TRIZ 中成熟方法的培训……”

所谓创新,是指一种技术与经济相关联的活动。不管是发明、创造还是革新,最终都应该转化成生产力,产生经济效益,才能称得上是创新。阿奇舒勒所提出的“发明问题解决理论”,强调通过发明来解决实际问题,实现发明的实用化,这符合创新的基本定义。因此,阿奇舒勒所说的“发明”基本上与创新是同义的。

实践表明,运用 TRIZ 创新,能够帮助人们突破思维定势,从不同角度分析问题,进行理性的逻辑思维,揭示问题的本质,确定问题的进一步探索方向,能根据技术进化规律,预测未来的发展趋势,最终抓住机会来彻底解决问题,并开发出富有竞争力的创新产品。

TRIZ 是一种方法学,理论上可以解决多领域的问题。本教材的内容包括了创新思维的基本方法、TRIZ 原理和工具的介绍以及运用 TRIZ 原理来解决创新问题的一些实践案例,是学习创新思维和创新方法的一本理论与实践相结合的优秀教材。

本书的编写工作得到 2013IM020900 浙江省创新方法应用推广与示范项目、2014F30031 浙江省创新方法推广应用与服务基地建设(一期)和 2014F30008 浙江省科技人才教育培训课程体系建设研究项目的支持,得到浙江省科技人才教育中心、浙江大学城市学院、浙江商业职业技术学院、温州大学城市学院等单位的支持。参加本书编写的还有张丽娜、柳俊、吴林华等。欢迎教师索取与本书配套的丰富教学资料并交流,E-mail: zhousu@qq.com,QQ: 81505050,个人博客: <http://blog.sina.com.cn/zhousu58>。

周 苏

2015 年 5 月于杭州西湖

课程教学进度表

课程号：_____ 课程名称：创新思维与创新方法 学分： 2 周学时： 2
总学时： 34 （其中理论学时： 34 课外实践学时： 20 ）
主讲教师： 周 苏

序号	校历周次	章节(或实验、习题课等)名称与内容	学时	教学方法	课后作业布置
1	1	引言与第1章 绪论	2	课堂教学	
2	2	第1章 绪论	2	课堂教学	实验1
3	3	第2章 发明问题的传统方法	2	课堂教学	实验2
4	4	第3章 创新思维与方法	2	课堂教学	实验3
5	5	第4章 技术系统的进化	2	课堂教学	
6	6	第4章 技术系统的进化	2	课堂教学	实验4
7	7	第5章 发明原理与应用	2	课堂教学	
8	8	第5章 发明原理与应用	2	课堂教学	实验5
9	9	第6章 技术矛盾与矛盾矩阵	2	课堂教学	
10	10	第6章 技术矛盾与矛盾矩阵	2	课堂教学	实验6
11	11	第7章 物理矛盾与分离方法	2	课堂教学	
12	12	第7章 物理矛盾与分离方法	2	课堂教学	实验7
13	13	第8章 物-场分析与标准解	2	课堂教学	实验8
14	14	第9章 科学效应与应用	2	课堂教学	实验9
15	15	第10章 用TRIZ解决发明问题	2	课堂教学	
16	16	第10章 用TRIZ解决发明问题	2	课堂教学	
17	17	课程实验总结	2	课堂教学	课程实验总结

目 录

C O N T E N T S

第 1 章 绪论	1
1.1 发明与创新的基础概念	1
1.1.1 发现和发明	2
1.1.2 创造与创新	4
1.1.3 典型问题和非典型问题	5
1.2 TRIZ 的起源与发展	6
1.2.1 经典 TRIZ 的理论体系结构	6
1.2.2 TRIZ 的发展历程	7
1.3 发明的 5 个级别	9
1.3.1 发明的创新水平	10
1.3.2 发明级别的划分	11
1.3.3 发明级别划分的意义	13
1.4 TRIZ 的核心思想	15
1.5 TRIZ 的未来发展	15
1.6 实验与思考：在线学习创新方法	16
1.6.1 实验目的	16
1.6.2 工具/准备工作	17
1.6.3 实验内容与步骤	17
1.6.4 实验总结	19
1.6.5 实验评价(教师)	20
第 2 章 发明问题的传统方法	21
2.1 试错法	21
2.2 头脑风暴法	22
2.2.1 头脑风暴法的基本规则	23
2.2.2 头脑风暴小组的成员	24
2.2.3 头脑风暴法的实施	26
2.2.4 头脑风暴法的使用技巧	27

2.2.5	头脑风暴法的优点及其局限性	27
2.3	形态分析法	28
2.3.1	形态分析法的特点	29
2.3.2	形态分析法的实施	29
2.3.3	形态分析法的优缺点	30
2.4	和田十二法	31
2.5	实验与思考：头脑风暴法实践	33
2.5.1	实验目的	33
2.5.2	工具/准备工作	33
2.5.3	实验内容与步骤	33
2.5.4	实验总结	34
2.5.5	实验评价(教师)	34
第3章	创新思维与方法	35
3.1	思维定势	35
3.2	创造性思维方式	36
3.2.1	发散思维与收敛思维	37
3.2.2	横向思维与纵向思维	40
3.2.3	正向思维与逆向思维	43
3.2.4	求同思维与求异思维	44
3.3	泛化思维视角	47
3.3.1	改变思考方向	47
3.3.2	转换问题	47
3.4	创造性思维技法	48
3.4.1	整体思考法	48
3.4.2	多屏幕法	51
3.4.3	尺寸-时间-成本分析	56
3.4.4	资源-时间-成本分析	57
3.4.5	金鱼法	58
3.5	因果分析法	61
3.5.1	常见的因果分析方法	61
3.5.2	因果轴分析	64
3.6	资源分析法	65
3.6.1	资源的特征	65
3.6.2	资源的分类	66
3.6.3	资源分析方法	67
3.7	实验与思考：创造性思维技法的实践	70
3.7.1	实验目的	70

3.7.2	工具/准备工作	70
3.7.3	实验内容与步骤	70
3.7.4	实验总结	73
3.7.5	实验评价(教师)	73
第4章	技术系统的进化	74
4.1	TRIZ 的基本概念	74
4.1.1	技术系统	74
4.1.2	功能	75
4.1.3	矛盾	76
4.1.4	理想度	77
4.1.5	理想系统	78
4.1.6	最终理想解	79
4.2	理想化方法的应用	80
4.3	技术系统进化规律的由来	82
4.4	S 曲线及其作用	82
4.4.1	S 曲线	83
4.4.2	技术预测	85
4.5	技术系统进化法则	86
4.5.1	3 条生存法则	87
4.5.2	5 条发展法则	90
4.5.3	进化法则的本质和作用	95
4.6	裁剪	96
4.6.1	裁剪原理和过程	98
4.6.2	裁剪对象选择	99
4.6.3	基于裁剪的产品创新设计过程模型	100
4.7	实验与思考:用最终理想解启迪创造性思维	101
4.7.1	实验目的	101
4.7.2	工具/准备工作	101
4.7.3	实验内容与步骤	101
4.7.4	实验总结	105
4.7.5	实验评价(教师)	105
第5章	发明原理与应用	106
5.1	发明原理的由来	106
5.2	原理 1: 分割	109
5.3	原理 2: 抽取	111
5.4	原理 10: 预先作用	112

5.5	原理 13: 反向作用	114
5.6	原理 15: 动态特性	115
5.7	原理 18: 机械振动	116
5.8	原理 19: 周期性作用	118
5.9	原理 28: 机械系统替代	119
5.10	原理 32: 颜色改变	120
5.11	原理 35: 物理或化学参数改变	122
5.12	实验与思考: 熟悉与应用嵌套原理	123
5.12.1	实验目的	123
5.12.2	工具/准备工作	123
5.12.3	实验内容与步骤	123
5.12.4	实验总结	127
5.12.5	实验评价(教师)	127
第 6 章	技术矛盾与矛盾矩阵	128
6.1	技术矛盾	128
6.2	39 个通用工程参数	129
6.3	矛盾矩阵	133
6.4	利用矛盾矩阵求解技术矛盾	135
6.4.1	分析技术系统	135
6.4.2	定义技术矛盾	136
6.4.3	解决技术矛盾	137
6.5	矛盾矩阵的发展	140
6.6	实验与思考: 应用矛盾矩阵获取问题解决方案	142
6.6.1	实验目的	142
6.6.2	工具/准备工作	142
6.6.3	实验内容与步骤	142
6.6.4	实验总结	145
6.6.5	实验评价(教师)	145
第 7 章	物理矛盾与分离方法	146
7.1	物理矛盾	146
7.1.1	定义物理矛盾	147
7.1.2	物理矛盾的定义步骤	148
7.1.3	技术矛盾与物理矛盾的关系	149
7.2	11 个分离原理	149
7.3	4 种分离方法	152
7.3.1	时间分离	152

7.3.2	空间分离	154
7.3.3	条件分离	155
7.3.4	系统级别上的分离	156
7.4	利用分离方法求解物理矛盾	157
7.4.1	分析技术系统	158
7.4.2	定义物理矛盾	159
7.4.3	解决物理矛盾	159
7.5	将技术矛盾转化为物理矛盾	159
7.6	分离方法与发明原理的对应关系	161
7.7	实验与思考:用分离方法解决物理矛盾	162
7.7.1	实验目的	162
7.7.2	工具/准备工作	162
7.7.3	实验内容与步骤	163
7.7.4	实验总结	164
7.7.5	实验评价(教师)	164
第8章	物-场分析与标准解	165
8.1	基本概念	165
8.1.1	物质	165
8.1.2	场	166
8.1.3	标准解	167
8.1.4	标准问题和非标准问题	167
8.2	物-场分析方法	167
8.3	物-场模型类型	169
8.4	物-场分析的一般解法	171
8.5	物-场模型分析的应用	174
8.6	标准解系统	178
8.7	标准解的应用原理	190
8.7.1	应用标准解的步骤	190
8.7.2	标准解的应用流程图	191
8.7.3	标准解的应用案例	191
8.8	实验与思考:物-场分析与标准解系统应用	193
8.8.1	实验目的	193
8.8.2	工具/准备工作	193
8.8.3	实验内容与步骤	193
8.8.4	实验总结	197
8.8.5	实验评价(教师)	197

第 9 章 科学效应与应用	198
9.1 科学效应的作用	198
9.2 TRIZ 理论中的科学效应	200
9.3 应用科学效应解决创新问题	210
9.4 实验与思考：科学效应应用实践	211
9.4.1 实验目的	211
9.4.2 工具/准备工作	211
9.4.3 实验内容与步骤	211
9.4.4 实验总结	214
9.4.5 实验评价(教师)	214
第 10 章 用 TRIZ 解决发明问题	215
10.1 发明问题解决算法 ARIZ	215
10.2 航空燃气涡轮发动机的技术进化	217
10.3 飞机机翼的进化	218
10.4 提高智能吸尘器的清洁效果	222
10.5 宝马汽车的外形设计	224
10.6 课程实验总结	226
10.6.1 实验的基本内容	226
10.6.2 实验的基本评价	228
10.6.3 课程学习能力测评	228
10.6.4 创新思维与创新方法实验总结	229
10.6.5 实验总结评价(教师)	230
附录 A 40 个发明原理	231
A1 IP1: 分割原理	231
A2 IP2: 抽取原理	231
A3 IP3: 局部质量原理	231
A4 IP4: 增加不对称性原理	232
A5 IP5: 组合(合并)原理	233
A6 IP6: 多功能性(多用性、广泛性)原理	233
A7 IP7: 嵌套原理(套娃原理)	234
A8 IP8: 重量补偿原理	234
A9 IP9: 预先反作用原理	234
A10 IP10: 预先作用原理	235
A11 IP11: 预补偿(事先防范)原理	235
A12 IP12: 等势原理	236
A13 IP13: 反向作用原理	236

A14	IP14: 曲率增加(曲面化)原理	236
A15	IP15: 动态特性原理	237
A16	IP16: 未达到或过度的作用原理	237
A17	IP17: 空间维数变化(一维变多维)原理	238
A18	IP18: 机械振动原理	239
A19	IP19: 周期性作用原理	239
A20	IP20: 有益(效)作用的连续性原理	239
A21	IP21: 减少有害作用的时间(快速通过)原理	240
A22	IP22: 变害为利原理	240
A23	IP23: 反馈原理	240
A24	IP24: 借助中介物原理	241
A25	IP25: 自服务原理	241
A26	IP26: 复制原理	242
A27	IP27: 廉价替代品原理	243
A28	IP28: 机械系统替代	243
A29	IP29: 气动与液压结构原理	243
A30	IP30: 柔性壳体或薄膜原理	244
A31	IP31: 多孔材料原理	244
A32	IP32: 颜色改变(改变颜色、拟态)原理	245
A33	IP33: 同质性(均质性)原理	245
A34	IP34: 抛弃和再生原理	245
A35	IP35: 物理或化学参数改变原理	245
A36	IP36: 相变原理	246
A37	IP37: 热膨胀原理	246
A38	IP38: 强氧化剂(使用强力氧化剂、加速氧化)原理	246
A39	IP39: 惰性环境原理	247
A40	IP40: 复合材料原理	248
附录 B	39 × 39 矛盾矩阵	249
附录 C	物理效应	258
附录 D	化学效应	261
附录 E	几何效应	263
附录 F	部分参考答案和解决方法	264
参考文献	274

绪论

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。

创新理论和实践都证明，创新是人人都具有的一种潜在的能力，而且这种能力可以通过一定的学习和训练得到激发和提升。同时，创新是有规律可循的。人类在解决工程技术问题时所采用的方法都是有规律的，并且这些规律可以通过总结和学习加以掌握和应用。

创新思维是在客观需要的推动下，以新获得的信息和已储存的知识为基础，综合运用各种思维形态或思维方式，克服思维定势，经过对各种信息、知识的匹配、组合，或者从中选出解决问题的最优方案，或者系统地加以综合，或者借助于类比、直觉等创造出新办法、新概念、新形象、新观点，从而使认识或实践取得突破性进展的思维活动。创新思维具有新颖性、灵活性、探索性、能动性和综合性等特点，是创新过程中最基本的手段。对创新思维的内在规律加以总结归纳，形成有助于方案产生或问题解决的策略，即创新思维技法。在具体的问题解决和方案生成中，对创新思维技法的系统化应用以及辅助工具的支持也是非常关键的。

相对于传统的创新方法，如试错法、头脑风暴法等，作为一套成熟的理论和方法体系，TRIZ(发明问题解决理论)具有鲜明的特点和优势。实践证明，运用 TRIZ 理论，可极大地加快人们创造发明的进程，帮助人们系统地分析问题情境，突破思维障碍，快速发现问题本质或矛盾，确定问题探索方向。

1.1 发明与创新的基础概念

在生活中，人们习惯于把科学和技术联系在一起，统称为“科学技术”或“科技”。实际上，科学和技术既有密切联系，又有重要区别。

科学要解决的问题，是发现自然界中确凿的事实和现象之间的关系，并建立理论把这些事实和现象联系起来；技术的任务则是将科学的成果应用到实际问题的解决中去。科学主要是与未知的领域打交道，其进展程度(特别是重大突破)往往是难以预料的；技术是在相对成熟的领域内工作，可以做比较准确的规划。

因此，对科学和技术的定义是：

科学(science),如实反映客观事物固有规律的系统知识。

技术(technique),完成复杂的或科学的任务的系统步骤。

下面对发现、发明、创造和创新等概念进行简要论述和限定。

1.1.1 发现和发明

发现(discovery)是对客观世界中前所未知的事物、现象及其规律的一种认识活动。发现的结果本身是客观存在的,是不以人的意志为转移的。无论人类是否对其有所认识,它都按照自身的规律存在于客观世界中。对这种结果进行认识的活动过程就是发现。例如,物质的本质、现象、规律等,不管人类是否发现了它们,它们本来就是客观存在的。后来被人类认识到了,就是发现。科学研究的目的是发现这些客观存在的、还没有被人类认识到的规律。发现也称为科学发现(Scientific Discovery)。

发明(invention)是指具有独创性、新颖性、实用性和时间性的技术成果。通常指人类做出的前所未有的成果。这种成果包括有形的物品和无形的方法等,在被发明出来之前客观上是不存在的。通过技术研究而得到的前所未有的成果多属发明。发明最注重的是独创性和时间性(或称为首创性)。

《专利法》中指出:发明是指对产品、方法或者其改进所提出的新的技术方案。

简单地说,发现和发明的区别主要是:发现是认识世界;发明是改造世界。发现要回答“是什么”、“为什么”、“能不能”等问题,主要属于非物质形态财富;发明要回答“做什么”、“怎么做”、“做出来有什么用”等问题,是知识的物化,能够直接创造物质财富。科学发现在我国是不被授予专利权的。对于那些具有新颖性、创造性和实用性的发明,发明人可以申请专利,利用法律的手段来保护自己的合法权益。

在漫长的中国历史上,我们的祖先创造了灿烂的科技文化,在16世纪以前长达数千年的历史时期内,中国人一直走在世界科技创新的前列,为推动人类的进步与发展做出了不可磨灭的贡献。

如表1-1所示,从公元前4000年算起,截止到明代末年,世界科技史上的100项重大发明的前27项中,有18项是属于中国人的发明。16世纪前的中国,真可谓发明大国。四大发明曾在世界文明史上写下了一页页光辉的篇章;其他众多的发明,也在同期名列世界前茅,富有创新精神的中华民族对人类的科技、经济发展起着巨大的推动作用。

表 1-1 古代世界科技史上 100 项重大发明的前 27 项

序号	发明年代	国家/地域	发明者	发明名称	评价或影响
1	前 4000	埃及	不明	陶器	人类最早的人造容器
2	前 3500	美索不达米亚	不明	青铜器	人类最早的金属制品
3	前 3000	西亚	不明	玻璃	影响久远的新材料
4	前 2000	中国	不明	丝绸	开创丝绸产业,提高人们的衣着质量
5	前 770—前 746	中国	不明	冶铁术	创造历史上起革命作用的最重要的原料之一

续表

序号	发明年代	国家/地域	发明者	发明名称	评价或影响
6	前 600	古希腊	不明	瓦	对房屋建筑产生深远的影响
7	前 507—前 444	中国	不明	磨	对人类的机械制造具有极大的示范作用
8	前 400	中国	不明	自来水	开创人类自来水产业
9	前 206	中国	不明	十进制	李约瑟曾说：“如果没有这个十进制制，几乎不可能出现我们现在这个统一化的世界。”
10	前 105	中国	蔡伦	纸	对人类文化的传播产生了广泛、久远的影响
11	前 60	古罗马	恺撒	报纸	传播人类文化的最早载体
12	25	中国	不明	瓷器	对世界文明的独特贡献
13	25	中国	不明	水车、风箱	人类利用水力鼓风的早期工具
14	220	中国	不明	算盘	世界上最早的手动计算机
15	220—280	中国	马钧	指南车	一切自动控制机械的祖先之一
16	215—282	中国	皇甫	针灸术	中医学中最具独特风格的发明
17	约 500	印度	西萨	象棋	世界上影响最久远的智力玩具
18	808	中国	不明	火药	曾改变了整个世界事物的面貌和状态
19	900	中国	不明	指南针	航海技艺方面的巨大改革
20	1000	中国	不明	曲酿酒术	为人类奉献了美酒佳酿
21	1041—1048	中国	毕昇	活字印刷术	人类印刷术史上的第一次革命
22	1247	中国	秦九韶	秦九韶法	世界数学史上解高次方程的最早发明
23	1453	德国	古腾堡	印刷机	推动了世界铅字印刷的机械化发展
24	1508	阿拉伯	不明	玻璃眼镜	人类第一种增强视力、有利于学习文化的新工具
25	1556	德国	阿古里科拉	螺丝钉	用于机件连接用途广泛的新元件
26	1567—1572	中国	不明	人痘接种法	世界医学史上人工免疫预防传染病的重大发明
27	1536—1610	中国	朱载堉	十二平均率	科学美学史上一个革命性的变革