

目 录

第 1 章 TRIZ 基础	1
【创意无限】TRIZ 的 40 个发明原理	2
第一节 发明与创新的基本概念	5
一、科学与技术	5
二、发现与发明	5
三、创造与创新	6
四、典型问题与非典型问题	7
第二节 TRIZ 的起源与发展	8
一、经典 TRIZ 的理论体系结构	8
二、TRIZ 的发展历程	9
第三节 发明的五个级别	10
一、发明的创新水平	11
二、发明级别的划分	11
三、发明级别划分的意义	13
第四节 TRIZ 的核心思想	14
第五节 国家标准：创新方法应用能力等级规范	15
习 题	16
【实验与思考】在线学习创新方法	16
第 2 章 发明问题的传统方法	21
【创意无限】发明原理 1~4	22
原理 1：分割	22
原理 2：抽取	23
原理 3：局部质量	24
原理 4：增加不对称性	24
课堂讨论	25
第一节 什么是思维定势	26
一、四种思维定势	26
二、泛化思维视角	27
三、将传统方法与创新方法相结合	28
第二节 试错法	28
第三节 头脑风暴法	29
一、基本规则	30
二、小组成员	31

三、方法实施	32
四、使用技巧	33
第四节 形态分析法	33
一、形态分析法的特点	34
二、形态分析法的实施	34
三、形态分析法的优缺点	35
第五节 和田十二法	36
习 题	37
【实验与思考】头脑风暴法实践与嵌套原理应用	37

第3章 创新思维技法 41

【创意无限】发明原理 5~8	42
原理 5: 组合 (合并)	42
原理 6: 多功能性 (多用性、广泛性)	42
原理 7: 嵌套 (套娃)	43
原理 8: 重量补偿	44
课堂讨论	44
第一节 创造性思维方式	45
一、发散思维与收敛思维	45
二、横向思维与纵向思维	47
三、正向思维与逆向思维	48
四、求同思维与求异思维	49
五、转换问题	50
第二节 创造性思维技法	51
一、整体思考法	51
二、多屏幕法	53
三、尺寸 - 时间 - 成本分析 (STC 算子)	56
四、金鱼法	57
第三节 最终理想解 (IFR) 方法	59
一、理想度	59
二、理想系统	60
三、最终理想解	60
四、理想化方法的应用	62
习 题	63
【实验与思考】创造性思维技法的实践	64

第4章 系统分析方法 71

【创意无限】发明原理 9~12	72
原理 9: 预先反作用	72

原理 10: 预先作用	72
原理 11: 预补偿 (事先防范)	73
原理 12: 等势	74
课堂讨论	74
第一节 系统与系统思维	75
一、系统思维	76
二、系统分析	77
第二节 功能分析	78
一、功能	78
二、功能分解与功能结构	80
三、功能模型分析	81
第三节 组件分析	83
一、建立组件列表	83
二、建立结构关系	85
三、建立组件模型	85
第四节 因果分析	86
一、五个“为什么”	86
二、鱼骨图分析法	88
三、三轴分析法	89
第五节 资源分析	91
一、资源的特征	91
二、资源的分类	92
三、资源分析方法	93
四、使用资源的顺序	95
第六节 裁剪分析	96
一、裁剪原理和过程	97
二、裁剪对象选择	99
三、基于裁剪的产品创新设计过程模型	99
习 题	100
【实验与思考】关于眼镜的系统组件分析	101

第 5 章 S 曲线与技术系统进化法则

【创意无限】发明原理 13~16	104
原理 13: 反向作用	104
原理 14: 曲面化	105
原理 15: 动态特性	106
原理 16: 未达到或过度作用	107
课堂讨论	107
第一节 技术系统的进化	108
一、技术系统的定义	108

二、技术系统进化规律的由来	108
第二节 S 曲线及其作用	109
一、S 曲线	109
二、技术预测	112
第三节 技术系统进化法则	113
一、3 条生存法则	113
二、5 条发展法则	117
三、技术系统进化法则的本质	121
习 题	122
【实验与思考】深入理解 S 曲线与技术系统进化法则	123

第 6 章 技术矛盾与矛盾矩阵 127

【创意无限】发明原理 17~20	128
原理 17: 空间维数变化 (一维变多维)	128
原理 18: 机械振动	128
原理 19: 周期性作用	130
原理 20: 有益 (效) 作用的连续性	131
课堂讨论	131
第一节 TRIZ 中的矛盾	132
第二节 技术矛盾	133
第三节 39 个通用工程参数	134
第四节 矛盾矩阵	138
第五节 利用矛盾矩阵求解技术矛盾	139
一、分析技术系统	139
二、定义技术矛盾	140
三、解决技术矛盾	140
习 题	143
【实验与思考】应用矛盾矩阵获取问题解决方案	144

第 7 章 物理矛盾与分离方法 149

【创意无限】发明原理 21~24	150
原理 21: 减少有害作用的时间 (快速通过)	150
原理 22: 变害为利	150
原理 23: 反馈	151
原理 24: 借助中介物	151
课堂讨论	152

第一节	物理矛盾	153
	一、定义物理矛盾	154
	二、物理矛盾的定义步骤	155
	三、技术矛盾与物理矛盾的关系	155
第二节	分离方法	156
	一、时间分离	157
	二、空间分离	158
	三、条件分离	159
	四、系统级别上的分离	160
第三节	利用分离方法求解物理矛盾	161
	一、分析技术系统	162
	二、定义物理矛盾	163
	三、解决物理矛盾	163
第四节	将技术矛盾转化为物理矛盾	164
第五节	用发明原理解决物理矛盾	165
	习 题	167
	【实验与思考】用分离方法解决物理矛盾	168

第 8 章 物场分析与标准解 171

	【创意无限】发明原理 25~28	172
	原理 25：自服务	172
	原理 26：复制	172
	原理 27：廉价替代品	173
	原理 28：机械系统替代	173
	课堂讨论	174
第一节	物场分析的概念	175
	一、物场分析的由来	175
	二、物质	176
	三、场	176
	四、物场模型	177
第二节	物场分析方法	178
第三节	物场模型类型	179
第四节	物场分析的一般解法	181
第五节	物场模型分析的应用	184
第六节	标准解系统	187
	一、建立标准解	187
	二、76 个标准解	188

三、应用标准解的步骤	198
四、应用标准解改进飞机发动机整流罩	199
习 题	200
【实验与思考】物场分析与标准解系统应用	201

第 9 章 科学效应与知识库应用 205

【创意无限】发明原理 29~32	206
原理 29: 气动与液压结构	206
原理 30: 柔性壳体或薄膜	206
原理 31: 多孔材料	206
原理 32: 颜色改变 (拟态)	207
课堂讨论	208
第一节 科学效应的作用	209
一、什么是效应	209
二、技术过程之间的纽带	209
第二节 TRIZ 理论中的科学效应	211
一、专利与科学效应	211
二、科学效应库	220
三、应用科学效应解决创新问题	221
第三节 创新的知识资源	223
一、产品创新设计中的知识资源	223
二、产品创新设计中的知识类型	223
第四节 支持产品创新设计的知识库	225
一、发明原理实例库	225
二、专利知识库	225
三、领域知识库	226
四、专题知识库	226
习 题	227
【实验与思考】科学效应应用实践	227

第 10 章 用 TRIZ 解决发明问题 231

【创意无限】发明原理 33~36	232
原理 33: 同质 (均质) 性	232
原理 34: 抛弃和再生	232
原理 35: 物理或化学参数改变	232
原理 36: 相变	233
课堂讨论	234
第一节 TRIZ 是最好的创新发动机	234
一、TRIZ 的解题步骤	234

	二、发明问题解决算法 ARIZ	235
第二节	航空燃气涡轮发动机的技术进化	236
第三节	飞机机翼的进化	237
	一、问题描述	238
	二、问题分析	238
	三、设计思路	239
	四、最终方案	239
第四节	提高智能吸尘器的清洁效果	240
	一、初始问题情境	241
	二、定义问题模型	241
	三、研究理想解决方案	241
	四、具体解决方案	241
第五节	宝马汽车的外形设计	242
	一、问题描述	242
	二、问题分析	242
	三、问题解决	243
第六节	油漆灌装系统的裁剪	244
	一、功能分析	244
	二、裁剪	245
	三、利用 TRIZ 工具得到创新解	246
习 题		247
【实验与思考】TRIZ 创新方法应用实践		247

第 11 章 破坏性创新与突破性创新 251

【创意无限】发明原理 37~40	252
原理 37：热膨胀	252
原理 38：加速氧化（使用强力氧化剂）	252
原理 39：惰性环境	253
原理 40：复合材料	253
课堂讨论	254
第一节 破坏性技术创新	254
一、破坏性创新的定义	255
二、科技创新的三大层次	256
三、破坏性创新的类型	257
四、破坏性创新的特征	258
第二节 破坏性创新的运用	261
一、破坏性创新是大公司的黑洞	261
二、产品破坏性创新	262
三、市场破坏性创新	263

第三节 突破性创新	264
一、突破性创新是基于突破性技术的创新	264
二、突破性创新与破坏性创新的关系	265
习 题	266
【课程学习与实验总结】	266
附录 A 物理效应表	270
附录 B 化学效应表	272
附录 C 几何效应表	274
附录 D 39 × 39 矛盾矩阵表	275
参考文献	283

第 **1** 章

TRIZ 基础





【创意无限】

TRIZ 的 40 个发明原理

从 1946 年开始，阿奇舒勒研究阅读了 20 多万份发明专利文献，从中挑选出 4 万份发明专利级别为第 2、3 和 4 级（见本书第三节）的发明专利。通过对大量的高级别发明专利进行深入地统计、分析和研究，阿奇舒勒最先得到的“解决问题的规律”就是发明原理（Inventive Principle，IP）。

在阿奇舒勒看来，人们在解决发明问题过程中，所遵循的科学原理和技术系统进化法则是一种客观存在。大量发明所面临的基本问题是相同的，其所需要解决的矛盾从本质上说也是相同的。同样的技术创新原理和相应的解决问题的方案会在后来的一次次发明中被反复应用，只是被使用的技术领域不同而已。1971 年，阿奇舒勒从专利中提取了最常用的解决发明问题的方法（见表 1-1），这就是 TRIZ 理论的 40 个发明原理。在实践中人们也发现，发明原理是用于解决技术矛盾的最行之有效的创造性方法。

表 1-1 40 个发明原理及其统一规则

编号及发明原理	实现属性转换的规则
1. 分割	产生新的属性（包含空间、时间、物质的分割）
2. 抽取	抽取出有用的属性，去除有害的属性
3. 局部质量	局部具有特殊的属性，确保相互作用中产生所需功能
4. 增加不对称性	形状属性最佳化
5. 组合（合并）	运用多种效应、属性组合成创新产品
6. 多功能性（多用性、广泛性）	一物具有多种属性，运用不同的属性产生组合的功能
7. 嵌套	协调运用空间属性资源
8. 重量补偿	施加反向属性力，抵消重力
9. 预先反作用	产生需要的反向属性
10. 预先作用	形成方便操作的属性
11. 预补偿（事先防范）	预防产生不需要的属性
12. 等势	在重力属性场中稳定高度不变
13. 反向作用	运用反向属性实现需要的功能
14. 曲率增加（曲面化）	运用曲面形状的各种属性
15. 动态特性	利用刚性→单铰接→多铰接→柔性→液→粉→气→场等的特有属性实现功能，提高灵活性

续表

编号及发明原理	实现属性转换的规则
16. 未达到或过度的作用	属性量值的选择性最佳化
17. 空间维数变化（一维变多维）	空间属性的协调转换
18. 机械振动	振动属性的运用
19. 周期性作用	时间属性的协调转换
20. 有益（效）作用的连续性	属性在时间维度上的稳定协调作用
21. 减少有害作用的时间（快速通过）	属性在时间维度上的急剧协调作用
22. 变害为利	运用有害的属性实现有用的功能
23. 反馈	信息属性作用的利用，时间属性和时间流的作用
24. 借助中介物	运用中介物的特有属性作用实现功能
25. 自服务	运用物质自身的属性完成补充、修复的功能
26. 复制	运用廉价的复制属性资源替代各种资源
27. 廉价替代品	运用物质特有的廉价的属性，确保一次性执行所需的功能
28. 机械系统替代	运用光、声、电、磁、人的感官等新的替代属性，高效率地执行所需的功能
29. 气动与液压结构	运用液压、气动属性实现力的传递
30. 柔性壳体或薄膜	运用柔性壳体和薄膜的特有属性作用实现功能
31. 多孔材料	运用多孔材料具有比重轻、绝热性等特有属性
32. 颜色改变（改变颜色、拟态）	提高物质颜色属性的运用
33. 同质性（均质性）	运用相同的某个特定的属性
34. 抛弃和再生	使物质随着某一功能完成而消失，或是获得再生
35. 物理或化学参数改变	运用变、增、减、稳、测改变物质的各种属性，高效率地执行所需的功能
36. 相变	运用物质相变时形成的某些特征属性的作用实现功能
37. 热膨胀	运用物质的热膨胀属性实现功能
38. 强氧化剂（使用强氧化剂、加速氧化）	运用强氧化的化学属性作用实现功能
39. 惰性环境	运用化学惰性气体的特有属性改变环境
40. 复合材料	组合不同属性的物质，形成具有优良属性物质实现功能



在实践中人们进一步发现，实际上，这 40 个发明原理的使用率也有很大不同（见表 1-2）。

表 1-2 40 个发明原理按使用率排序

编号及发明原理	使用率	编号及发明原理	使用率	编号及发明原理	使用率
35. 物理或化学参数改变	1	34. 抛弃和再生	15	11. 预补偿（事先防范）	29
10. 预先作用	2	16. 未达到或过度的作用	16	31. 多孔材料	30
1. 分割	3	40. 复合材料	17	38. 强氧化剂（使用强氧化剂、加速氧化）	31
28. 机械系统替代	4	24. 借助中介物	18	8. 重量补偿	32
2. 抽取	5	17. 空间维数变化（一维变多维）	19	5. 组合（合并）	33
15. 动态特性	6	6. 多功能性（多用性、广泛性）	20	7. 嵌套	34
19. 周期性作用	7	14. 曲率增加（曲面化）	21	21. 减少有害作用的时间（快速通过）	35
18. 机械振动	8	22. 变害为利	22	23. 反馈	36
32. 颜色改变（改变颜色、拟态）	9	39. 惰性环境	23	12. 等势	37
13. 反向作用	10	4. 增加不对称性	24	33. 同质性（均质性）	38
26. 复制	11	30. 柔性壳体或薄膜	25	9. 预先反作用	39
3. 局部质量	12	36. 相变	26	20. 有益（效）作用的连续性	40
27. 廉价替代品	13	37. 热膨胀	27		
29. 气动与液压结构	14	25. 自服务	28		

阅读上文，请思考、分析并简单记录。

（1）你怎么理解“创造发明是无限的，但创造发明的基本原理是有限的”？

答：_____

（2）请简单记述你所知道的上一周发生的国际、国内或者身边的大事。

答：_____

第一节

发明与创新的基本概念

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，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。

相比传统的创新方法，比如试错法、头脑风暴法等，TRIZ（发明问题解决理论）作为一套成熟的理论和方法体系，具有鲜明的特点和优势。实践证明，运用 TRIZ 理论，可大大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。

一、科学与技术

在生活中，人们习惯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，并建立起将这些事实和现象联系起来的理论；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；技术是指在相对成熟的领域内工作，可以作比较准确的规划。

因此，对科学和技术的定义有如下解释：

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。

二、发现与发明

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。科学研究的目的就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。通常指人类通过技术研究而得到的前所未有的成果。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。发明最注重的是独创性和时间性（或称为首创性）。《中华人民共和国专利法》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。

我国是一个文明古国，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前列，为推动人类进步与发展做出了不可磨灭的贡献，中国的四大发明曾在世界文明史上写下了一页页光辉的篇章。

三、创造与创新

“创造”一词是对创造活动的综合概括。在《现代汉语词典》里，“创造”被解释为“想出新方法、建立新理论、做出新的成绩或东西”。

可以说，创造是人们应用已知信息，产生某种新颖而独特的、具有社会价值或个人价值的产品的过程，是“破旧立新”，打破世界上已有的、创立世界上尚未有的精神和物质的活动。作为创造的成果，这种产品可以是新概念、新设想、新理论，也可以是新技术、新工艺、新产品。其特征是新颖、独特、具有一定的社会价值或个人价值。

创新是从英文 innovate（动词）或 innovation（名词）翻译过来的。根据《韦氏词典》所下的定义，创新的含义为：引进新概念、新东西和革新。

创新理论（Innovation Theory）最早是由奥地利经济学家熊彼特（J. A. Schumpeter, 1883—1950）于 1912 年在其成名作《经济发展理论》一书中首先提出来的。此书在 1934 年译成英文时，使用了“创新”（Innovation）一词。按照熊彼特的观点，“创新”是指新技术、新发明在生产中的首次应用，是指建立一种新的生产函数或供应函数，是在生产体系中引进一种生产要素和生产条件的新组合。他认为创新包括以下 5 方面的内容：

- （1）引入新产品或提供产品的新质量。
- （2）开辟新的市场。
- （3）获得一种原料或半成品的新的供给来源。
- （4）采用新的生产方法（主要是工艺）。
- （5）实现新的组织形式。

创新是对已有创造性成果的改进、完善和应用，是建立在已有创造性成果基础上的再创造。这说明已有创造性成果既可以是有形的事物（如各种产品），也可以是无形的事物（如理

论、技术、工艺、机构等)。

从一般意义上讲,创造强调的是新颖性和独特性,而创新强调的则是创造的某种具体实现。创造与创新在概念上的差别体现在以下几个方面:

(1) 创造比较强调过程,创新比较强调结果。

(2) 在程度上,创造强调“首创”“第一”“无中生有”“破旧立新”,主要是指自身的新颖性,不一定有比较对象;创新则是建立在已经创造出的既有概念、想法、做法等基础之上,其着眼点在于“由旧到新”,强调与原有事物相比较。因此,在某种程度上,可以将创新看作是创造的目的和结果。

例如,黑白电视机的出现可以看作是一种创造性成果的诞生,而彩色电视机的出现是一种创新,因为它是在黑白电视机的基础上,利用其他的科学理论和技术对其进行改造而出现的一种全新的产品。

(3) 在思维过程上,创造应是独到的,其思维始终站在新异的尖端;创新则是在已经创造出的既有概念、想法和做法等的基础上,将别人的原始想法组织起来,应用到自己的思维活动中去。

(4) 在范畴上,创造一般指的是知识、概念、理论、艺术等方面;创新一般指的是技术、方法、产品等方面。

(5) 在目的上,创造注重的是科学性和探索性;创新更注重经济性和社会性。

四、典型问题与非典型问题

很多哲学家认为,只有在面对问题的时候,人才会开始思考,而且思考过程是以问题为起点进行的。当看到了问题的现状,并设想了问题被解决后应该实现什么样的状态时,就会想办法改变问题的现状。在解决问题的过程中,如果用那些已经熟知的典型解决方法无法解决问题,那么人们就会考虑采用非典型方法来解决问题。

典型解决方法:是指可以在学校通过专业教育学到的处理问题的常规方法。对于专业人士来说,典型解决方法是他们在工作中经常用到的、非常熟悉的那些解决本领域问题的方法。

典型问题:是指那些用典型解决方法可以解决的问题。

非典型问题:是指那些用典型的解决方法无法解决的问题。

对于一个非典型问题来说,既然无法使用典型解决方法来解决,那么就需要使用具有创造性、创新性的思维方法来找到一种解决方法。这种能够解决非典型问题的,具有创造性、创新性的解决方法对于该问题来说就是一种非典型解决方法。因此,非典型问题也被称为创新问题。

面对非典型问题,在各种典型解决方法都无能为力时,专业人士就会绞尽脑汁去寻找某种非典型解决方法。一旦所找到的这种非典型方法解决了该非典型问题,这种方法最终会成为该领域中的一种典型解决方法。在绞尽脑汁的过程中,有人通过“顿悟”,有人通过从其他领域四处寻找,最终找到可以解决该问题的非典型方法。

为了找到解决非典型问题的方法,处于同一时代的两位先驱者从不同的角度提出了

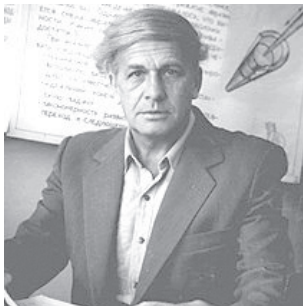


图 1-1 发明家阿奇舒勒

不同的理论。以美国的奥斯本为代表的学者们开创了“创造学”这种以创造主体的心理活动为主的创新方法体系；1946年，苏联军方技术人员、发明家根里奇·阿奇舒勒（Genrich S. Altshuller，见图 1-1）和他的同事们，通过研究、分析和总结来自于世界上百万个专利（其中包含二十多万个高水平发明专利），发现了隐藏在专利背后的规律，提出了一套体系相对完整的“发明问题解决理论”，为 TRIZ 的问世和发展奠定了基础。

第二节

TRIZ 的起源与发展

TRIZ 源于“发明问题解决理论”的俄文单词的首字母缩写，只是一个特殊缩略语，它既不是俄文，也不是英文。“发明问题解决理论”有两个基本的含义，表面的意思是强调解决实际问题，特别是发明问题；隐含的意思是由解决发明问题而最终实现（技术和管理）创新。

一、经典 TRIZ 的理论体系结构

阿奇舒勒在分析专利的过程中，从不同角度，利用不同的分析方法对专利进行分析，总结出了多种规律。如果按照抽象程度由高到低进行划分，可以将经典 TRIZ 中的这些规律表示为一个金字塔结构（见图 1-2）。

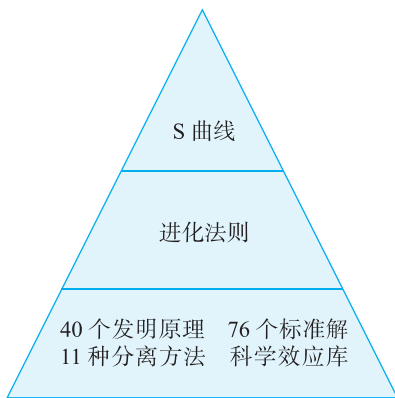


图 1-2 经典 TRIZ 中的规律

随着 TRIZ 的不断发展和完善，其不仅增加了很多新发现的规律和方法，还从其他学科和领域中引入了很多新的内容，从而极大地丰富和完善了 TRIZ 的理论体系（见图 1-3）。

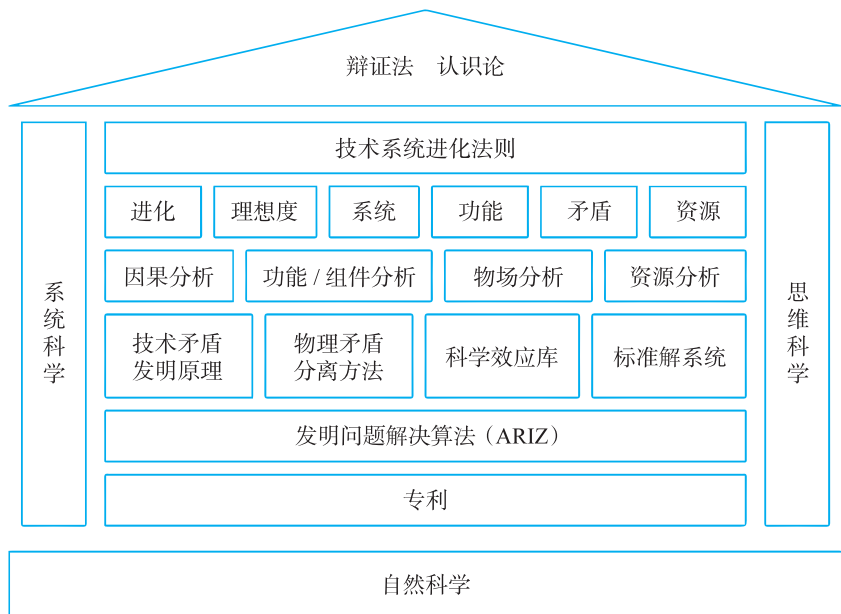


图 1-3 经典 TRIZ 的理论体系结构

从图 1-3 中可以看出以下几点：

- (1) TRIZ 的理论基础是自然科学、系统科学和思维科学。
- (2) TRIZ 的哲学范畴是辩证法和认识论。
- (3) TRIZ 来源于对海量专利的分析和总结。
- (4) TRIZ 的理论核心是技术系统进化法则。
- (5) TRIZ 的基本概念——进化、理想度、系统、功能、矛盾和资源。
- (6) TRIZ 的创新问题分析工具包括：创新思维技法、功能分析、组件分析、因果分析、物场分析和资源分析等。
- (7) TRIZ 的创新问题求解工具包括：发明原理、分离方法、科学效应库、标准解系统和创新思维技法。
- (8) TRIZ 的创新问题通用求解算法是发明问题求解算法 (ARIZ)。

二、TRIZ 的发展历程

在阿奇舒勒看来，人们在解决发明问题过程中，所遵循的科学原理和技术系统进化法则是一种客观存在。大量发明所面临的基本问题是相同的，其所需要解决的矛盾（在 TRIZ 中称为技术矛盾和物理矛盾），从本质上看也是相同的。同样的技术创新原理和相应的解决问题的方案，会在后来的一次次发明中被反复应用，只是应用于不同的技术领域而已。因此，将那些已有的知识进行整理和重组，形成一套系统化的理论，就可以用来指导后来者的发明和创造，这就是 TRIZ（见图 1-4）。

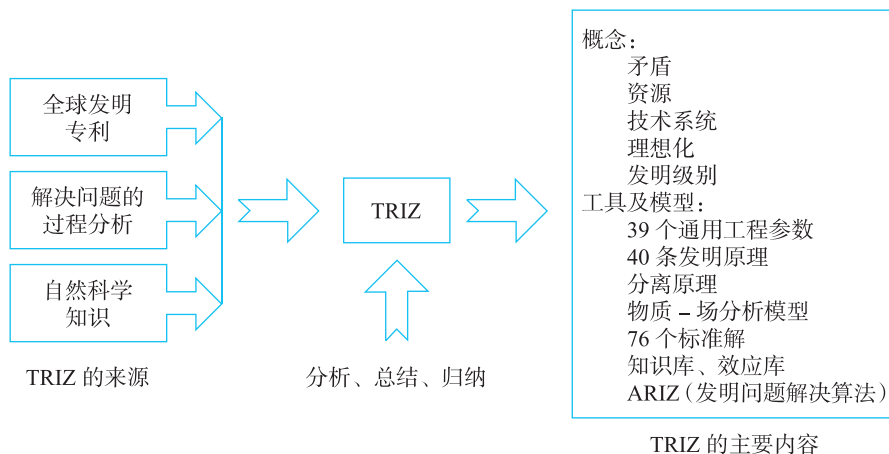


图 1-4 TRIZ 的来源与内容

苏联解体后，在 20 世纪 90 年代初中期，随着部分 TRIZ 研究人员移居到欧美等西方国家，TRIZ 被系统地传到了西方并引起学术界和企业界的关注。特别是在 TRIZ 传入美国后，密歇根州等地成立了 TRIZ 研究咨询机构，继续对 TRIZ 进行深入的研究，使 TRIZ 得到了更加广泛的应用和发展。

在我国学术界，少数研究专利的科技工作者和学者在 20 世纪 80 年代中期就已经初步接触 TRIZ，并对其做了一定的资料翻译和技术跟踪。在 20 世纪 90 年代中后期，国内部分高校开始研究和跟踪 TRIZ，在一定范围内开展了持续的研究和应用工作。进入 21 世纪，TRIZ 开始从学术界走向企业界。如今，作为一个比较实用的创新方法学，TRIZ 在我国已经逐步得到企业界和科技界的青睐，也得到国家领导人的高度重视。自 2007 年开始，国家科学技术部和地方政府科技厅陆续展开了对 TRIZ 的大范围推广与普及活动。2008 年，国家科技部、发展改革委、教育部、中国科协联合发布了《关于加强创新方法工作的若干意见》，明确了创新方法工作的指导思想、工作思路、重点任务及其保障措施等。

第三节

发明的五个级别

今天，当回顾历史的时候，人们往往只注意到那些给人类社会发展带来巨大影响的发明创造，例如：制陶技术为人类提供了最早的人造容器；冶炼技术为人类提供了最早的金属制品——青铜器；十进位计数法为科学的发展奠定了基础；造纸术对人类文化传播产生了广泛、深远的影响；指南针对航海产生了深远的影响；火药改变了整个世界事物的面貌和状态等。但是，很少有人会注意到那些对已有事物进行的修修补补式的小发明、小创造。而正是由于有了这些小发明、小创造，才有了现在所看到的各种各样功能相对完善、结构相对简单的生产工具和生活用品。所以，伟大的发明给社会的发展提供了巨大的推动力，而那些小的发明创造却是伟大发明的基础，只有在无数小发明、小创造的推动下，伟大的发明才得以出现，并逐步趋于完善。

一、发明的创新水平

在 18 世纪，为了鼓励、保护、利用发明与创新成果，以促进产业发展，各国纷纷制定了专利法。在阿奇舒勒开始对大量专利进行分析、研究之初，他就遇到了一个无法回避的问题：如何评价一个专利的创新水平？

一项技术成果之所以能通过专利审查，获得专利证书，必定有其独到之处。但在众多的专利当中，有的专利只是在现有技术系统的基础上进行了很小的改变，改善了现有技术系统的某个性能指标；而有的专利则是提出了一种以前根本不存在的技术系统。显然。这两种专利在创新水平上是有差别的，但是如何制定一个相对客观的标准来评价它们在创新水平上的差异呢？

从法律的角度来看，专利的定义会随着时间的变化而改变。即使在同一历史时期，不同国家对专利的定义也有所差异。专利的作用就是准确地确定一个边界，只有在这个范围之内，用法律的形式对技术领域的创新进行经济利益的保护才是有意义的。但是，从技术的角度来看，判断一个产品或一项技术是否具有创新性，其创新的程度有多高，更重要的是要识别出该产品或技术的创新的核心是什么，这个本质从来没有变过。从技术角度来说，一项创新通常表明完全或部分地解决了技术系统中存在的矛盾，这一直是创新的主要特征之一。

二、发明级别的划分

发明的独特之处就在于解决矛盾，解决现有技术系统中存在的问题。但是在获得专利证书的专利当中，也有大量简单的、毫无意义的、类似于常规设计的专利。如何从多如牛毛的专利中将那些具有分析价值的专利找出来呢？阿奇舒勒在研究中提出了一种评价专利创新性的标准，他按照创新性的不同，将专利分为 5 个级别（见表 1-3）。

表 1-3 发明的 5 个级别

发明级别	创新程度	知识来源	试错法尝试	比例 (%)
第一级	对系统中个别零件进行简单改进，属于常规设计	利用本行业中本专业的知识	< 10	32
第二级	对系统的局部进行改进，属于小发明	利用本行业中不同专业的知识	10~100	45
第三级	对系统进行本质性的改进，大大提升了系统的性能，属于中级发明	利用其他行业中本专业的知识	100~1000	18
第四级	系统被完全改变，全面升级了现有技术系统，属于大发明	利用其他科学领域中的知识	1000~10000	4
第五级	催生了全新的技术系统，推动了全球的科技进步，属于重大发明	所用知识不在已知的科学范围内，是通过发现新的科学现象或新物质来建立全新的技术系统	>100000	<1



1. 第一级发明

第一级发明是指在本领域范围内的正常设计，或仅对已有系统进行简单改进与仿制。这一类问题的解决，主要依靠设计人员自身掌握的常识和一般经验就可以完成，是级别最低的发明，即不是发明的发明。利用试错法解决这样的问题通常只需要进行 10 次以下的尝试。

例如，增加隔热材料，以减少建筑物的热量损失；将单层玻璃改为双层玻璃，以增加窗户的保温和隔音效果；用大型拖车代替普通卡车，以实现运输成本的降低。

该类发明大约占人类发明总数的 32%。

2. 第二级发明

第二级发明是指在解决技术问题时，对现有系统某一个组件进行改进，是解决技术矛盾的发明。这一类问题的解决，主要依据本专业内已有的理论、知识和经验，设计人员需要具备系统所在行业中不同专业的知识。解决这类问题的传统方法是折中法。这种发明能小幅度地提高现有技术系统的性能，属于小发明。利用试错法解决这样的问题通常需要进行 10~100 次尝试。

例如，在气焊枪上增加一个防回火装置；把自行车设计成可折叠的（见图 1-5）等。

该类发明约占所有发明的 45%。

3. 第三级发明

第三级发明是指对已有系统若干个组件进行改进。这一类问题的解决，需要运用学科以内的现有方法和知识，如用机械方法解决机械问题，用化学知识解决化学问题。

这些是解决了物理矛盾的发明。如果系统中的一个组件彻底改变，就是很好的发明（如改变某物质的状态，由固态变成液态等）。可以用一些组合的物理效应来解决这类问题。例如，利用电动控制系统代替机械控制系统；用自动换挡系统代替汽车机械换挡系统；用单片机控制冰箱温度等。

这种发明能从根本上提升现有技术系统的性能，属于中级发明。利用试错法解决这样的问题通常需要进行 100~1000 次尝试。

该类发明约占所有发明的 18%。

4. 第四级发明

这种发明一般是在保持原有功能不变的前提下，用组合的方法构建新的技术系统，属于大发明，通常是采用全新的原理来实现系统的主要功能，属于突破性的解决方案，能够全面升级现有的技术系统。

由于新的系统不包含矛盾，所以给人的错觉是新技术系统在发明过程中并没有克服困难。实际上并非如此，在原有的技术系统——系统原型中是存在矛盾的，这些矛盾通常通过其他科学领域中的方法来消除，因此设计人员需要来自于不同科学领域的知识。需要多学科知识的交叉，主要是从科学底层的角度而不是从工程技术角度出发，充分挖掘和利用科学



图 1-5 可折叠自行车

知识、科学原理来实现发明。

在解决第四级发明问题时所运用的原理通常可以用来解决第二级发明和第三级发明的问题。例如，内燃机替代蒸汽机，核磁共振技术代替 B 超和 X 线技术，世界上第一台内燃机的出现、集成电路的发明、充气轮胎等。

利用试错法解决这样的问题通常需要进行 1000~10000 次尝试。

该类发明在所有发明中所占比例小于 4%。

5. 第五级发明

第五级发明催生了全新的技术系统，推动了全球科技进步，属于重大发明。利用试错法解决这样的问题通常需要进行 10 万次以上的尝试。

通常，问题的解决方法往往不在人们已知的科学范围内，是通过发现新的科学现象或新物质来建立全新的技术系统。

对于这类发明来说，首先是要发现问题，然后再探索新的科学原理来完成发明任务。本级发明中的低端发明为现代科学中许多物理问题的解决带来了希望。支撑这种发明的新知识为开发新技术提供了保证，使人们可以用更好的方法来解决现有的矛盾，使技术系统向最终理想迈进了一大步。

一般的设计人员通常没有能力解决这类问题。这一类问题的解决，主要是依据人们对自然规律或科学原理的新发现。例如，计算机、蒸汽机、激光、晶体管等的首次发明；又如，轮子、半导体、形状记忆合金、X 线透视技术、微波炉、蒸汽机、飞机的发明。

该类发明大约占人类发明总数的 1% 或者更少。

三、发明级别划分的意义

阿奇舒勒认为，第一级发明过于简单，谈不上创新，不具有参考价值，它只是对现有系统的改善，并没有解决技术系统中的任何矛盾；第二级和第三级发明解决了矛盾，可以看作是创新；第四级发明也改善了一个技术系统，但并不是解决现有的技术问题，而是用某种新技术代替原有技术来解决问题；第五级发明是利用科学领域发现的新原理、新现象推动现有技术系统达到一个更高的水平，它对于工程技术人员来说又过于困难，也不具有参考价值。

利用 TRIZ 能帮助工程技术人员解决第一级到第四级的发明问题，而第五级的发明无法利用 TRIZ 来解决。阿奇舒勒曾明确表示：TRIZ 方法可以帮助发明家将其发明的级别提高到第三级和第四级水平。

阿奇舒勒认为，如果问题中没有包含矛盾，那这个问题就不是发明问题，或者说不是 TRIZ 问题。这就是判定一个问题是不是发明问题的标准。需要注意的是，第四级发明是利用以前在本领域中没有使用过的原理来实现原有技术系统的主要功能，属于突破性的解决方法。

“发明级别”对发明的水平、获得发明所需要的知识以及发明创造的难易程度等有了一个量化的概念。总体上，对“发明级别”有以下几个方面的认识：

(1) 发明的级别越高，完成该发明时所需的知识和资源就越多，这些知识和资源所涉及的领域就越宽，搜索所用知识和资源的时间就越多，因此就要投入更多、更大的研发力量。



(2) 随着社会的发展、人类的进步、科技水平的提高,已有“发明级别”也会随时间的变化而不断降低。因此,原来级别较高的发明,逐渐变成人们熟悉和容易掌握的东西。而新的社会需求又不断促使人们去做更多的发明,生成更多的专利。

(3) 对于某种核心技术,人们按照一定的方法论对该核心技术的所有专利按照年份、发明级别和数量做出分析以后,可以描绘出该核心技术的“S曲线”。S曲线对于产品研发和技术的预测有着重要的指导意义。

(4) 统计表明,第一、二、三级发明占人类发明总量的95%,这些发明仅仅是利用了人类已有的、跨专业的知识体系。由此,也可以得出一个推论,即人们所面临的95%的问题,都可以利用已有的某学科内的知识体系来解决。

(5) 第四、五级发明只占人类发明总量约5%,却利用了整个社会的、跨学科领域的新知识。因此,跨学科领域的知识获取是非常有意义的。当人们遇到技术难题时,不仅要在本专业内寻找答案,也应当向专业外拓展,寻找其他行业和学科领域已有的、更为理想的解决方案,以求获得事半功倍的效果。人们从事创新,尤其是进行重大的发明时,就要充分挖掘和利用专业外的资源,正所谓“创新设计所依据的科学原理往往属于其他领域”。

TRIZ源于专利,服务于生成专利(应用TRIZ产生的发明成果多数可以申请专利),TRIZ与专利有着密不可分的渊源。充分领会和认识专利的发明级别,可以让人们更好地学习和领悟TRIZ的知识体系。

第四节

TRIZ 的核心思想

阿奇舒勒发现:技术系统进化过程不是随机的,而是有客观规律可以遵循,这种规律在不同领域反复出现。TRIZ的核心思想如下:

(1) 在解决发明问题的实践中,人们遇到的各种矛盾以及相应的解决方案总是重复出现。

(2) 用来彻底而不是折中解决技术矛盾的创新原理与方法,其数量并不多,一般科技人员都可以学习、掌握。

(3) 解决本领域技术问题的最有效的原理与方法,往往来自其他领域的科学知识。

阿奇舒勒发现,“真正的”发明专利往往都需要解决隐藏在问题当中的矛盾。于是,阿奇舒勒规定:是否出现矛盾,是区分常规问题与发明问题的一个主要特征。发明问题指必须要至少解决一个矛盾(技术矛盾或物理矛盾)的问题。

由于TRIZ来源于对高水平发明专利的分析,因此人们通常认为,TRIZ更适用于解决技术领域里的发明问题。目前,TRIZ已逐渐由原来擅长的工程技术领域,向自然科学、社会科学、管理科学、生物科学等多个领域逐渐渗透,尝试解决这些领域遇到的问题。据统计,应用TRIZ的理论与方法,可以增加80%~100%的专利数量并提高专利质量;可以提高60%~70%的新产品开发效率;可以缩短50%的产品上市时间。

TRIZ可以指导人们发现新原理和总结新知识,也使TRIZ本身可以随着科学技术的发展

和社会的进步而不断地完善。TRIZ 今后的研究和应用方向主要有两个：第一个是 TRIZ 本身的不断完善；第二个是进一步拓展 TRIZ 的应用领域。

第五节

国家标准：创新方法应用能力等级规范

当前，我国正处在经济社会和科技事业发展的重要战略机遇时期，在建设创新型国家的过程中，推进创新工作方法对有效提升创新能力和水平起到重要支撑作用。由全国创新方法标准化技术委员会（SAC/TC 542）提出并归口，由国家科学技术部科研条件与财务司等单位起草的推荐型国家标准 GB/T 31769-2015《创新方法应用能力等级规范》于 2015 年 6 月 2 日发布，2015 年 7 月 1 日实施。

《创新方法应用能力等级规范》规定了创新方法应用能力的术语和定义、等级划分和能力要求，适用于创新方法专业人员应用能力评估。该标准的制订和执行是完善我国创新方法工作评估体系和增强我国创新方法应用能力的重要手段，对我国整体科技发展水平的提高具有重大意义。

本标准指出：所谓创新方法（Innovation Method）是指“应用一种或多种科学思维、科学方法、科学工具实现创新的技术”。创新方法应用能力（Applied Competence of Innovation Method）是指“经证实的掌握创新方法的专业人员具有的个人素质和解决工程技术与管理问题的本领”。

本标准定义了创新思维、发明问题解决理论（TRIZ）、工业工程等方面的术语。本标准定义了创新方法应用能力等级，共分六级，六级为最高。

例如，创新方法应用能力一级应达到的能力要求如下：

1. 创新思维技法

- (1) 了解阻碍创造性思维的思维定势类型和突破方法。
- (2) 掌握创造性思维方式。
- (3) 熟练应用 2 种或 2 种以上创新思维技法。

2. TRIZ 方法

- (1) 了解 TRIZ 的工具体系和解题模式。
- (2) 了解产品进化的 S 曲线和技术系统进化法则。
- (3) 能够判断当前产品研发和设计过程中的矛盾问题，掌握确定矛盾的方法和步骤，掌握分析和解决矛盾问题的流程。
- (4) 能够运用流程与方法解决实际工程问题，产生有效的创新方案构思。

3. 工业工程方法

- (1) 熟悉工业工程基本概念及组织架构。
- (2) 了解工作研究、人因工程、物流工程、生产运作与管理以及生产系统信息化基本方法。



- (3) 熟悉精益生产的基本概念,了解精益生产的技术体系、精益物流与现场管理技术。
- (4) 熟悉六西格玛的基本概念,了解六西格玛的方法与管理体系以及 DMAIC 实施过程。

习题

一、单选题

1. 所谓典型解决方法,是指可以在学校中通过专业教育学习到的处理问题的()。专业人士通过学习,掌握了这些方法后,就可以将它们作为“拿来就用”的工具。

- A. 研究方法 B. 常规方法 C. 创新方法 D. 工程方法

2. 以下阐述 TRIZ 的句子中,错误的是()。

- A. TRIZ 的理论基础是自然科学、系统科学和思维科学
B. TRIZ 来源于对海量专利的分析和总结
C. TRIZ 是传统的解决创新问题的方法
D. TRIZ 的理论核心是技术系统进化法则

二、多选题

1. 为了找到解决非典型问题的方法,以美国的奥斯本为代表的学者们开创了一种以创造主体的心理活动为主的创新方法体系,这就是();苏联的阿奇舒勒通过对大量专利的研究、分析和总结,发现了隐藏在专利背后的规律,提出了()发明理论。



第一章习题答案

- A. 创造学 B. 拓扑学 C. 波浪理论 D. TRIZ
2. TRIZ 的理论体系架构包含()。
A. 40 条创新原理 B. 技术系统进化法则
C. 矛盾矩阵 D. 物场模型 E. 标准解法

【实验与思考】

在线学习创新方法

1. 实验目的

本节“实验与思考”的目的如下:

- (1) 理解和熟悉创新发明的基础概念。
- (2) 了解 TRIZ 理论的发展历程和核心思想。
- (3) 熟悉阿奇舒勒的五个发明级别,了解 TRIZ 的适用范围。

2. 工具/准备工作

在开始本实验之前,请回顾教材的相关内容。

需要准备一台能够访问因特网的计算机。

3. 实验内容与步骤

- (1) TRIZ 理论的核心思想是什么?

答: _____

(2) TRIZ 理论体系中包含哪些工具?

答: _____

(3) 发明的级别

请简述: 划分发明级别的意义是什么。

答: _____

在浩如烟海的技术系统中, 有些技术系统对人类有着重大的影响。请根据发明级别的定义, 分析下列发明属于哪个发明级别。

① 晶体管的发明使制造体积更小、结构更为紧凑的计算机成为可能, 成就了今天所有关于“信息化”的技术基础: 属于()级发明。你的理由是: _____

② 数百年前, 人们使用锉刀作为金属加工的工具: 属于()级发明。你的理由是: _____

③ 杯子对于人们的日常生活很重要: 属于()级发明。你的理由是: _____

④ 冰箱作为制冷设备可以为食物保鲜: 属于()级发明。你的理由是: _____

⑤ 因特网连接着全世界千百万台计算机, 实现了全球用户间信息的交换: 属于()级发明。你的理由是: _____

⑥ 书本作为传播媒体将知识与文化代代相传: 属于()级发明。你的理由是: _____

⑦ 收音机借助电磁波可以实现远距离广播节目的传送, 属于()级发明。你的理由是: _____



(4) 请根据各级别发明的特点，举出一些发明实例。

第一级发明：_____

第二级发明：_____

第三级发明：_____

第四级发明：_____

第五级发明：_____

提示：值得指出的是，某些第一级发明和第五级发明似乎都是“首次”出现的事物，但是第一级发明仅仅是首次复现了自然界中已经存在的功能（如竹筒、椰子壳、葫芦等可以有“盛水”的功能），根据既有的原理，用不同的材料把它们做成了产品而已；而第五级发明则是创造出自然界从未有过的东西；其他级别发明是对第一级发明产品的逐步“升级与再造”。以杯子为例，有盖子的杯子、不烫手的杯子可以算作是第二级发明（改进一个组件）；带内胆、有密封饮嘴、有杯盖的保温杯可以算作是第三级发明（改进几个组件）；属于第四级发明的杯子在“盛水”的基本功能方面必须要有原理上的变化，具体的现实例子留给读者去思考。

(5) 请简述，为什么要学习和研究 TRIZ。

答：_____

(6) 请分析上面的提示，以杯子为例，什么样的杯子可以算作第四级发明，为什么。

答：_____

(7) 浏览创新方法专业网站

看看哪些网站在做创新方法的技术支持工作？请在表 1-4 中记录搜索结果。

提示：一些创新方法专业网站的例子包括：

<http://www.chinaims.org/>（创新方法研究会）

<http://www.iwint.com.cn/>（亿维讯同创）

你习惯使用的网络搜索引擎是：_____

你在本次搜索中使用的关键词主要是：_____

请记录：

综合分析，你认为各创新方法专业网站当前的知识热点是：

① 名称：_____
主要内容：_____

表 1-4 创新方法专业网站实验记录

网站名称	网址	内容描述

② 名称：_____
主要内容：_____

③ 名称：_____
主要内容：_____

4. 实验总结

5. 实验评价（教师）
