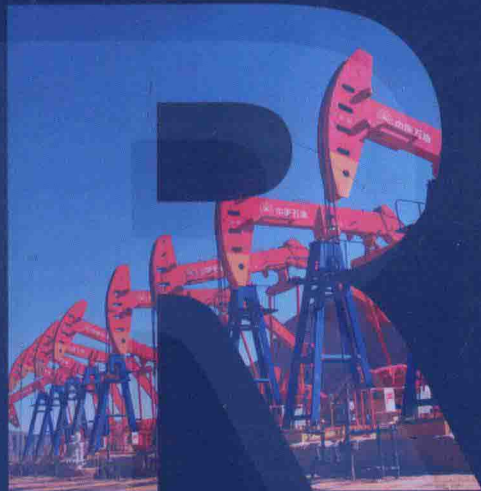


EFFICIENT INNOVATION

# 高效革新

TRIZ理论在石油石化行业技术革新中的应用

汤 凯 杨海波 编著



石油工业出版社

EFFICIENT INNOVATION

# 高效革新

TRIZ理论在石油石化行业技术创新中的应用

汤 凯 杨海波 编著



石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书是我国石油石化战线运用创新方法从事技术革新的经验总结,介绍了技术革新的基础和方法,阐述了 TRIZ 理论在石油石化行业革新中的应用,并做了典型案例分析。

本书可供从事石油石化现场技术革新的员工以及革新爱好者参考使用。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

高效革新: TRIZ 理论在石油石化行业技术革新中的应用/  
汤凯, 杨海波编著. —北京: 石油工业出版社, 2017. 1

ISBN 978-7-5183-1563-5

I. 高…

II. ①汤…②杨…

III. 石油化学工业-技术革新-研究-中国

IV. F426.22

中国版本图书馆 CIP 数据字 (2016) 第 253628 号

---

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号楼 100011)

网 址: [www.petropub.com](http://www.petropub.com)

编辑部: (010) 64523712

图书营销中心: (010) 64523633

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京中石油彩色印刷有限责任公司

---

2017 年 1 月第 1 版 2017 年 12 月第 4 次印刷

710×1000 毫米 开本: 1/16 印张: 15.25

字数: 260 千字

---

定价: 49.00 元

(如发现印装质量问题, 我社图书营销中心负责调换)

版权所有, 翻印必究

# 序|Preface

我怀着十分喜悦的心情饶有兴趣地阅读了由汤凯、杨海波同志撰写的《高效革新——TRIZ 理论在石油石化行业技术革新中的应用》一书，掩卷静思，面对这部出自大庆石油一线技术工人之手的数十万字的著作，与其说给人的是些许的愉悦和享受，不如说感受更多的是钦佩与感动。毫不夸张地说，此书是迄今为止我读过的一部比较系统地将企业技术革新与 TRIZ 理论有机结合的书籍。

TRIZ 理论研究在根里奇·阿奇舒勒开创以来已经整整走过了 70 个年头，由于种种原因，创新方法研究在中国还是一项相对年轻的事业。目前，全国专门从事 TRIZ 理论教学与应用研究的学校和专家还不多，专门出版介绍 TRIZ 理论的书籍虽然有一些，但是能够真正面向企业一线技术工人的、比较系统全面阐述技术革新与 TRIZ 理论的书籍却凤毛麟角。汤凯、杨海波同志在撰写这本书的过程中克服了种种困难，经过两年多的努力，完成了这部立足目前国内石油石化行业介绍高效革新和 TRIZ 理论的书籍，可喜可贺！概括起来，本书具有如下几个特点：

一、系统性。本书共分为四章，即技术革新基础、技术革新方法、TRIZ 理论在企业革新中的应用和典型案例分析，作者从概念阐述入手进入到方法归纳，然后用实际案例来说明如何将 TRIZ 理论运用到企业的技术革新之中，章节之间环环相扣，前后呼应，逻辑性强，给人的感觉系统、紧凑、干练。

二、创新性。TRIZ 理论体系是一项较为复杂的系统工程，其主要内容包括技术系统八大进化法则、最终理想解（IFR）、40 个发明原理、39 个工程参

数及阿奇舒勒矛盾矩阵、物理矛盾和四大分离原理、物场模型分析、发明问题的标准解法、发明问题解决算法（ARIZ）、科学效应和现象知识库等。正是由于经典的 TRIZ 理论内容十分庞杂，过度的理论化增加了学习者在实践应用中的难度。企业技术人员学习起来耗时费力，从而在实际工作中难以全面掌握。本书作者系统钻研了 TRIZ 理论多年，具有丰富的经验，能够直接与自己所从事的工作相结合，并获取了大量的实践成果，书中的很多观点论述既出自于经典的 TRIZ 理论，但又不拘泥于经典的 TRIZ 理论，虽然没有严格地遵循经典 TRIZ 理论的概念、程序，但却又巧妙地实现了 TRIZ 理论所追求的目标境界，这就是本书所体现的创新性。

三、实用性。当我们参加俄罗斯老师们主讲的 TRIZ 理论培训班时深切地感受到，他们在 TRIZ 理论教学课方面的最大特点是启发式、互动式和研讨式教学，课堂上不断地提出问题、研究问题、解决问题，为了能够解决问题而努力调动学生们参与和思考的积极性。本书自始至终贯穿了从企业技术革新实际目的出发，充分体现了启迪思维、注重实用、提高能力的原则。例如第四章中列举了解决手工火焰切割中割炬定位的难题、延长抽油机井口密封填料使用寿命等 5 个来自石油石化行业的鲜活案例。这些案例的分析运用了 TRIZ 理论的思想，取得了很好的效果。目前，现有的 TRIZ 理论及应用类的书籍大多数是由高校及科研院所团队来编著的，很少有来自企业一线技术工人编写的书籍，难能可贵的是本书有从企业生产实践中总结分析出的新认识、新观点。所以从某种意义上讲，这本书更具备了很强的实用性。

四、可读性。作为一本面向企业技术工人的技术革新书籍，很重要的是要使技术工人能够对所学的理论感兴趣，如果就理论谈理论，就会使理论成为干巴巴的食之无味的东西，会使人望而却步、难以接受。本书把提高技术工人学习兴趣与阅读兴趣作为传授知识的重要途径之一。也就是说，在讲授技术革新和 TRIZ 理论的过程中，本书首先注意的是语言通俗、案例鲜活，由浅入深、循循善诱。例如在技术革新基础一章中，作者在讲革新的三种意识（即革新人人可为、革新时时可为、革新处处可为）时，分别举出了工人发明家倪志福、英国男童萨姆·休顿和日本东京一家专卖手帕的“夫妻老店”来加以佐证，就取得了很好的效果，令人信服。

总之，这本书是来自我国石油石化战线运用创新方法从事技术革新的经验

总结，它既反映了企业技术革新的实践，同时又总结了作者多年的理性思考，本书具有行业创新的时代性和面向企业的针对性。正如本书作者之一汤凯所言，这是一部企业革新者从自身角度编撰的针对革新者理论应用的方法指南，所以它具有更实用的价值。

黑龙江省技术创新方法研究会常务副会长

Handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '李', '建', '军' (Li Jianjun).

2016 年 9 月 20 日

# 前言 | Introduction

作为一名无线电爱好者，我从小就喜欢自己动手制作电子装置，参加工作后，又疯狂地迷上了技术革新，自己的爱好最终变成了职业的一部分。岁月的积累让自己成为了行业中资深的“老师傅”，每天在自己的工作圈子里修修补补地解决点小问题，秉着小富即安的心态度日，倒也得意扬扬。突然有一天，接触到了一些关于 TRIZ 理论的书籍，连续读完后惊叹不已，顿时觉得自己井底之蛙的时代应该结束了。

曾经和很多朋友交流了 TRIZ 理论的学习经验，不少人对经典章节条目和案例论述起来如数家珍，但是在应用方面却是一片空白，究其根源则是理论脱离了实践应用。TRIZ 理论是来源于实践的理论总结，反过来要通过实践活动来彰显理论的作用，这也是 TRIZ 理论存在的价值。如果脱离了实践应用，TRIZ 理论学习得再好也没有任何意义。

在企业中多年的革新经历使我形成了“兵来将挡水来土掩”的解题思想，通过对 TRIZ 理论的深入学习，我彻底改变了思维方式。我学会了放弃表象，在更深的层次寻找问题根源；学会了摒弃传统，在更大的范围寻找突破点；学会了拒绝华丽，追求高效的实用主义。这是 TRIZ 理论给技术革新活动带来的改变——打破传统认识，树立高效的解题新思维。这也是本书期望带给大家的新认识。

本书精选了大庆油田数十项优秀技术革新成果研制案例与广大读者共同分享，在此对成果研制人员表示由衷的敬意。

在本书编辑过程中，大庆油田各级工会、技术发展部、第四采油厂等单位领导与同事们给予了大力的指导和支持，“汤凯劳模创新工作室”和“杨海波劳模创新工作室”的全体成员参与了本书编撰工作，我们谨向为本书撰写提供帮助的各位友人表示衷心的感谢。

## 后 记

我们曾经把 TRIZ 理论视为无所不能创新宝典，但是 TRIZ 理论中一些内容还不完善，有些设计中的冲突用 39 个参数不能描述，所以 TRIZ 理论还处于发展中。技术系统进化论是 TRIZ 理论中一个非常重要的工具，该方法对于描述简单产品是方便的。但是对于一个复杂的产品往往会比较复杂繁琐，甚至无法进行描述。同时组成物场体系的三个构成要素虽然同时存在，但是相互之间的关系描述依然较为模糊，这也为经典理论的准确性留下了质疑。

要想学会运用理论解决问题，除了要掌握系统的方法、原理外，更要注意的是要改变我们的思维惯性。要想真正把理论为我所用，就要打破传统的思维方式，用积极的思维方法，培养一种全新的思维方式才能从真正意义上提升我们的创新能力。

按照 TRIZ 理论的整体思路，应用 TRIZ 理论的过程至少需要四步，即分析、原理、预测、效应，相应补充、完善与改进的分析模型还有很多，如果是从技术革新的用途来分析，感觉把过多的精力都浪费在方法上有些得不偿失，很多工作做完了也不一定有意义，能简化的尽可能简化，还是应该多在专业知识上下工夫。

本书中的很多观点论述出自传统的 TRIZ 理论，但又脱离了传统经典，这是因为高速发展的新技术时代给我们带来的认知革命，颠覆了我们的记忆。

另外，寻找解决问题的方法很重要，但不应因此走向极端误入禁区。首先方法只是概念，是解决问题的一种智慧、路径与技巧，不应该因此追求投机取巧和偷工减料。真正的成功者是努力学习、勤奋工作的务实者。——

方法重在时效，而不是局限于形式，纸上谈兵而不能实施的方法，无论创意多么新颖，效益多么远大，如果不能实施，都没有任何意义。没有一成不变的计划，也没有一成不变的方法，要解决工作中遇到的问题，就应立足实际，灵活掌控发展方向，随时针对变化进行调整。追求行动至上，杜绝空谈主义，再好的计划如果不能及时执行和落实，都无意义。

不断进取的观念能够创造出一种不断变革的企业环境，人们是通过创新而

学得聪明的。在做一件事之前，即使你把情况分析得很透彻，仍可能出现某些预料之外的结果。而当员工消除了害怕革新失败的紧张心理后，就会变得主动去尝试各种新的想法。失败中只有经过艰苦努力、不断改进，才能取得成功。

更多的研究表明，解决问题的关键还是需要丰富的效应知识库，也就是知识的积累，否则再多的方法都解决不了问题。从革新走向创新，我们的目的是真正解决问题，绝对不应盲从于方法论，最终将一事无成。

我们本希望能从革新者的角度编撰一本针对革新者的技术务实指南，竭尽全力填补这一空白领域，但是遇到了前所未有的难题，无论是在理论还是实际应用领域，所有的理论信息都是指向更高基调的创新概念。不得已只能将很多创新的概念进行分解化，以让其更加贴近我们需要。因为水平有限，不可避免存在谬误，敬请批评指正。

当您认真地读完了这本书，那你已经处在革新之路的起点上，我们衷心祝愿各位读者走向成功！

# 目录|Contents

## 第一章 技术革新基础 / 1

创新与革新 / 2

革新三种意识 / 3

一、革新人人可为 / 3

二、革新时时可为 / 4

三、革新处处可为 / 5

进入企业革新者角色 / 6

一、学会创新思维 / 6

二、学会找问题 / 6

三、学会革新设计 / 7

四、学会 DIY / 8

五、革新成果常见问题 / 9

## 第二章 技术革新方法 / 11

观察与测量 / 12

一、观察式研究法 / 12

二、试错法 / 13

三、形态分析法 / 15

四、焦点分析法 / 17

五、类比法 / 18

六、反馈法 ( 监测法 ) / 21

改进与优化 / 24

- 一、重量补偿法 / 24
- 二、预先反作用法 / 28
- 三、预先作用法 / 30
- 四、事先防范法 / 32
- 五、等势法 / 34
- 六、曲面法 / 35
- 七、动态法 / 39
- 八、不足或过度法 / 44
- 九、减少有害作用法 / 46
- 空间的转换 / 47
  - 一、迂回法 / 47
  - 二、移植法 / 48
  - 三、牺牲法 / 52
  - 四、逆反法 / 56
  - 五、仿生法 / 58
  - 六、分割法 / 60
  - 七、抽取法 / 62
  - 八、组合法 / 63
  - 九、多功能法 / 68
  - 十、嵌套法 / 71
  - 十一、反向作用法 / 74
  - 十二、空间转换法 / 78
  - 十三、振荡法 / 85
  - 十四、周期性作用法 / 89
  - 十五、连续作用法 / 92
  - 十六、机械系统替代法 / 96
  - 十七、气压和液压法 / 99
  - 十八、相变法 / 101
  - 十九、热膨胀法 / 106
  - 二十、强氧化法 / 108
  - 二十一、惰性环境法 / 109

## 改变事物主体 / 112

### 一、改变局部质量法 / 113

### 二、不对称法 / 114

### 三、变害为利法 / 115

### 四、中介法 / 120

### 五、自服务法 / 125

### 六、复制法 / 128

### 七、廉价替代法 / 132

### 八、柔性材料法 / 133

### 九、多孔材料法 / 137

### 十、改变颜色法 / 139

### 十一、材料均质法 / 141

### 十二、再生法 / 143

### 十三、改变物理或化学参数法 / 145

### 十四、复合材料法 / 148

## 第三章 TRIZ 理论在企业革新中的应用 / 153

### TRIZ 理论简介 / 154

#### 一、TRIZ 理论的来源及概念 / 154

#### 二、TRIZ 理论体系框架和简要内容 / 155

### TRIZ 理论在革新活动中的应用现状 / 158

#### “三化”原则 / 159

##### 一、系统化整理 / 159

##### 二、精细化分析 / 161

##### 三、实用化实施 / 165

### 基于物场环境的标准解与技术革新方法的结合应用 / 168

#### 一、基本分析原则与流程 / 168

#### 二、76 种标准解法与应用 / 170

### 矛盾矩阵的使用方法 / 185

#### 一、物理矛盾的认识 / 185

#### 二、技术矛盾及 39 个参数 / 185

#### 三、矛盾矩阵的使用方法 / 188

四、折衷原理 / 190

#### 第四章 典型案例分析 / 193

解决手工火焰切割中割炬定位的难题 / 194

延长抽油机井口密封填料使用寿命分析 / 197

一、密封填料的工作过程分解 / 199

二、密封盒矛盾推导过程 / 199

三、获取物理矛盾解决方案 / 201

四、方案实施 / 202

三防压力表的研制 / 203

光杆电灼伤性腐蚀成因分析 / 211

一、抽油机井口光杆密封盒严重漏油的因果分析初步推导 / 211

二、光杆腐蚀成因的精细化分析 / 214

三、光杆腐蚀解决方案 / 217

抽油机拖动装置存在问题分析 / 220

一、技术现状 / 220

二、问题产生的原因 / 222

三、解决措施的导出 / 224

参考文献 / 229

# 第一章

## 技术革新基础

# 1 创新与革新

创新即推陈出新，继往开来。创新一词最早出现于《魏书》第六十二卷：“革弊创新者，先皇之志也。”但词意与现代不同，主要是指制度方面的改革、变革、革新和改造，并不包括科学技术的创新。在西方，创新（Innovation）一词起源于拉丁语，原意有三层含义：一是更新，就是对原有的东西进行替换；二是创造新的东西，原来没有的东西；三是改变，对原有的东西进行发展和改造。



图 1-1 约瑟夫·熊彼特

创新作为一种理论最早是由美籍奥地利政治经济学家约瑟夫·熊彼特（图 1-1）提出的。1911 年，他在德文著作《经济发展理论》中，首次提出创新的概念。他认为：“创新”就是把生产要素和生产条件的新组合引入生产体系，即“建立一种新的生产函数”，其目的是为了获取潜在的利润。熊彼特的理论一开始并没有引起足够的重视，直到他的作品用英文出版后，才引起了学术界的广泛关注。

中国则是在 20 世纪 90 年代，把“创新”一词引入了科技界，形成了“知识创新”、“科技创新”等各种提法，进而发展到社会生活的各个领域，使创新的说法几乎无处不在。清华大学科学与社会研究所教授李正风认为“创新”一词在中国存在着两种理解，一是从经济学角度来理解创新，二是根据日常含义来理解创新。目前，经常谈及的创新是“创新”的日常概念，简单说就是“创造和发现新东西”。

我们常说的创新是指技术创新，技术创新表现为两种形式：一种是技术发明，一种是技术革新。技术革新也叫技术改革，从企业的角度说，技术革新就是生产设备、生产工具、技术过程、技术标准、操作方法以及劳动条件等方面的改进与提高。技术革新有一个特点，它们本身并不是发明，而是在别人的技术发明或成熟技术的基础上，进行的某些改进。在这个过程中，其技术原理的

整体性没有改变，只是技术功能发生了局部性变化。

## I 革新三种意识

革新能力是每个人都具备的潜能，普通人和天才者并无不可逾越的鸿沟，革新能力与其他技能一样，可以通过培训激发出来，并可以在实践历练中得到不断提高。革新不是一种职业，应该说是一种意识，参与技术革新应树立三种意识，即革新人人可为、革新时时可为、革新处处可为。

### 一、革新人人可为

技术革新不是科学家的“专利”，技术革新不是“高大上”，技术革新不是“高不可攀”，参与技术革新不分学历，只要肯于钻研，人人都可以进行革新创造。

比如，倪志福，一位工人出身的国家领导人，见证了历史的变迁。但对于劳动者，倪志福这个名字就是一部励志书。他由一名普通工人成长为革新能手的先进事迹，激励了几代人爱科研、爱发明，在本职岗位上痴迷革新创造，实现了自己的梦想。

出生在贫苦家庭的倪志福是原北京永定机械厂的一名钳工，没有受过教育的他在1953年发明了“倪志福钻头”，在同样钻削条件下，提高钻头的一次刃磨寿命3~5倍，对世界机械加工领域做出了重大贡献，联合国知识产权组织授予倪志福“杰出的发明家”称号，这是中国工人在科学技术领域取得的最高荣誉，“倪钻”就像一个标识，标记了工人发明家最了不起的成就。

当前，大庆油田第四采油厂地面工程师段福海只读过半年技校，却在27年地面采油设备打交道中，坚持干一行、爱一行、学一行、钻一行，研发技术革新成果152项，获国家专利26项。他将自己的革新经验进行归纳，总结出“283”技术革新工作法，受众4.7万余人次。“一个人文化基础差，但追求不能差；知识水平低，但志向不能低。只要坚持学习，就能超越自我；只要不懈努力，在平凡的岗位上一样做出不平凡的业绩”，正是草根发明家段福海对自

己人生的理解和认识。

## 二、革新时时可为

参与技术革新不分年龄，只要善于观察，肯于学习，时时都可以进行革新创造。

英国男童萨姆·休顿（图 1-2）在 5 岁时就发明了一种双头扫帚，并已经成功申请了专利权，成为英国最年轻的专利拥有人。获得“双头扫帚”创意时年仅 3 岁，一次他在看父亲拿扫帚打扫后花园时，父亲总是不停地交替使用两把扫帚，用一把粗糙的大扫帚扫树叶或枝条，用一把精细的小扫帚清扫更细小的灰尘。萨姆非常爱看英国电视剧《巴拉莫里》，他受到电视剧中的发明家沃利斯和格罗米特的启发，立即想出了一个让父亲不用频频更换扫帚的创意，用一根弹性带将两把扫帚捆绑了起来，做成了一把“双头扫帚”，改良后的扫帚两个扫帚头一前一后靠在一起，这样他父亲扫地时就再也不需要频频更换扫帚了。



图 1-2 萨姆·休顿使用双头扫把

张勇是大庆油田第七采油厂采油工，研发技术革新成果 21 项，获得国家专利 6 项。张勇只有 7 年的从业经历，年纪大、经验少，但他从没放弃过学习，为研究球状密封填料自学力学分布知识，为研究地面负压泵自学泵的知识，为排除电路故障自学电学知识，在 53 岁时获得自己的第一项成果。