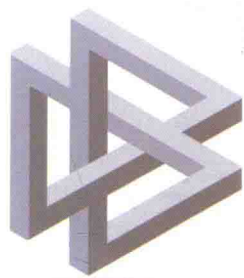


TRIZ

产品创新



设计

高常青 编著

创新方法讲解，步骤详细，论述明确

内容全面，理论与实践相结合，清晰易懂

新思考新内容，包含创新方法的推广模式探讨

为创新工程师培养与创新团队组建提供参考



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

TRIZ

产品创新
设计

高常青 编著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

开发出有竞争力的产品，是制造业企业提高自身竞争优势的重要保障因素。在模糊前端和新产品开发、商品化等阶段，均会出现各种技术障碍，制约着企业的产品研发等技术创新行为。本书以产品设计的一般流程为切入点，详细地介绍了发明问题解决理论（TRIZ）的理论体系和在产品研发过程中的应用，包括技术进化理论、效应、功能分析、冲突解决、物质-场分析、创新思维、资源分析等内容。

本书特别适合于企业创新工程师的培训与企业创新团队的组建，也适合于企业管理人员、研发人员、工科研究生、本科生及 MBA 学生参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

TRIZ：产品创新设计/高常青编著. —北京：机械工业出版社，2018.9
ISBN 978-7-111-61029-8

I. ①T… II. ①高… III. ①创造学-研究②产品设计-研究 IV. ①G305
②TB472

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 222137 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：贺 怡 申永刚 责任编辑：贺 怡 申永刚 张丹丹

责任校对：佟瑞鑫 封面设计：马精明

责任印制：常天培

涿州市京南印刷厂印刷

2019 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 13 印张 · 1 插页 · 250 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-61029-8

定价：59.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88361066

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294

机工官博：weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网：www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网：www.cmpedu.com

前

言

Preface

21 世纪是知识经济引领社会发展的世纪，科技创新进一步成为社会和经济发展的主导力量，世界各国综合国力的比拼越来越体现为以知识服务与技术创新为主要内容的知识产权的竞争，“创新”已经成为这个时代的主旋律，成为影响一个国家与民族发展的决定性因素。在建设创新型国家的过程中，我国正处于“实施创新驱动发展战略”“推动大众创业、万众创新”的关键阶段，山东省面临新旧动能转换重大工程实施的历史性机遇，加强技术创新方法的理论研究与工程应用，是实现科技体系助力企业经济转型的一项重要内容。

2008 年 4 月，国家发展和改革委员会、科学技术部、教育部、中国科学技术协会联合发文，要求在全国推广 TRIZ 理论与方法，从源头上推进创新型国家建设，并出台了《关于加强创新方法工作的若干意见》（国科发财〔2008〕197 号），引导全国范围内的创新方法研究与推广工作。随着国内创新方法试点省份工作的推进，创新方法对于促进企业自主创新能力的提升效果逐渐显现，得到了社会各界的普遍关注。创新方法工作是实施创新驱动发展战略的重要支撑举措之一。

企业与高校是开展创新方法工作的两个重要阵地。目前，企业内部的工程师、高校中的大学生和研究生对于学习与应用创新方法的需求日益迫切。随着创新工程师认证的标准化工作的深入与实施，创新方法的学习越来越受到社会众多群体的重视。在此背景下，我们总结了近年来的部分理论研究与工程应用的成果，汇成此书并出版，希望能对大家的学习提供一些帮助。

本书的内容是济南大学 TRIZ 研究所近年来的部分研究与应用成果。作者获得了国家自然科学基金（51775239、50905074）、科技部创新方法工作项目（2009IM021000、2012IM020700、2013IM022300）、国家科技支撑发展计划（2015BAD20B02）、山东省科技发展计划（2014GGX106003）、山东省大型仪器升级改造项目（2012SJGZ15）、济南大学学科建设重点项目（XKTD1420）等多方面

TRIZ：产品创新设计

的资助，使得作者对 TRIZ 理论展开了持续的研究与应用工作。由衷感谢国家科学技术部、国家自然科学基金委员会、山东省科学技术厅、济南大学等各级部门对创新方法和创新设计理论研究的支持。

书中观点与论述中有不妥之处，敬请读者批评指正。

编者

目

录

Contents

前 言

第1章 绪论	1
1.1 我国制造业面临的挑战	3
1.2 新产品研发与设计	5
1.3 发明问题解决理论 (TRIZ)	9
1.4 本书的结构框架.....	16
第2章 机械产品的概念设计	19
2.1 产品的设计流程.....	21
2.2 概念设计原理方案的确定.....	21
2.3 应用实例.....	25
2.4 小结.....	32
第3章 技术预测方法与应用	33
3.1 技术成熟度预测.....	35
3.2 技术进化潜能预测.....	37
3.3 基于 TRIZ 的技术预测过程	38
3.4 应用实例.....	39
3.5 小结.....	42

第4章 科学效应与功能原理创新	43
4.1 产品概念设计	45
4.2 基于科学效应的方案设计	47
4.3 知识库系统开发	56
4.4 应用实例	57
4.5 小结	62
第5章 技术系统功能分析方法及应用	63
5.1 发明问题的种类	65
5.2 功能分析	65
5.3 裁剪方法	68
5.4 专利规避设计	73
5.5 小结	76
第6章 冲突及其解决原理	77
6.1 冲突的含义及其类别	79
6.2 技术冲突解决原理	80
6.3 物理冲突解决原理	102
6.4 分离原理与发明原理的关系	103
6.5 冲突解决原理的应用	103
6.6 小结	106
第7章 物质-场分析法与标准解	107
7.1 物质-场分析法	109
7.2 标准解的具体内容	110
7.3 标准解法应用步骤	125
7.4 应用实例	127
7.5 小结	130

第 8 章 技术进化理论	131
8.1 技术进化系统的组成	133
8.2 技术进化定律与进化路线	135
第 9 章 创新思维	147
9.1 九屏幕法	149
9.2 STC 算子	150
9.3 金鱼法	150
9.4 小人法	151
9.5 理想解	153
第 10 章 资源分析	155
10.1 实例分析与思考	157
10.2 可用资源的分类	158
10.3 资源可利用程度分析	159
10.4 资源评估原则	161
第 11 章 创新方法与知识流动	165
11.1 技术创新中的知识流动	167
11.2 企业文化	167
11.3 产学研合作	170
11.4 技术创新中的微观问题研究	172
11.5 小结	174
第 12 章 创新方法推广模式的探讨	175
12.1 技术创新与创新方法	177
12.2 创新方法的推广	178
12.3 小结	182

第 13 章 发明问题解决理论与机械类本科生创新能力的培养	183
13.1 机械类本科生创新能力的内涵	185
13.2 机械设计教学现状分析	185
13.3 创新方法的选择	186
13.4 TRIZ 理论教学实践	187
13.5 小结	191
附录	193
参考文献	200

第

1

章

绪
论

近年来，我国政府持续强调并强化“技术创新”在国民经济发展中的作用。推广应用创新方法是实现创新型国家建设的重要途径之一，其根本目的在于提高企业的创新能力，培养创新型人才。企业技术创新过程的实现取决于创新过程中有效的知识应用。如何应用创新方法服务于企业的技术创新过程引起了社会各界的广泛关注。

1.1 我国制造业面临的挑战

从一定程度上讲,制造业体现了一个国家的生产力发展水平。近30年来,我国制造业得到了长足的发展,规模可观。但是,制造业“大而不强”的局面,应当引起国人的高度重视。由于缺乏自主知识产权,中国制造业长期处于国际化分工的外围和产业链的末端,利润空间小,不利于自身的可持续性发展。

1.1.1 经济结构调整与可持续性发展的迫切需求

从20世纪70年代以来,科技创新迅猛发展,科学技术成为第一生产力,提高创新能力成为经济增长的主要驱动力。经济发展模式从以资本、劳力、资源为支撑的传统经济发展模式,转向以知识、人才、信息为依托的创新发展模式。

2014年,我国GDP总量达到63.6万亿元,人均GDP大约为7575美元,进入了中等偏高收入的国家行列。“中等收入陷阱”作为一个客观存在,从历史上看,深度影响了众多国家和地区的经济的发展,如拉美漩涡、东亚泡沫、西亚北非危机等。目前,我国经济发展过程中的人工成本、资源成本、环境成本、技术进步成本均大幅度提高,依靠土地、人力、资源等生产要素来驱动经济发展已经难以为继,为了实现良性的经济发展,发展模式需要从生产要素驱动、市场驱动转变为技术创新驱动。

我国政府提出实施创新驱动发展战略,强调科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑,必须摆在国家发展全局的核心位置。

1.1.2 企业自主创新能力提升的迫切需求

创新型国家的建设成功,取决于出现大批的民族“创新型企业”。近年来,世界制造业逐步形成国际化分工体系,全球技术创新中心与加工中心逐步分离,但技术创新中心对加工中心的控制逐步加强。尽管低端加工制造业的转移给发展中国家和地区带来了发展的机遇,但是资源、环境的破坏,对国家宏观经济的负面影响日益突显,更令人担忧的是,该过程并未有使得民族企业获得更好的竞争优

势，反而使得“加工中心”对“技术创新中心”的依赖程度越来越强。

在知识经济时代，专利战略是成功跨国企业保持竞争优势的重要手段。诸如“苹果”“三星”等跨国企业之间的“专利战”，正在反复上演；我国企业走出国门后，遭受竞争对手起诉的“专利侵权”事件也屡屡发生。要改变这一现状，我国企业自主创新能力必须提高。

另外，复杂的国际形势不断警示我们，部分西方国家处于自私的目的，对发展中国家和地区的干扰从未停止过，维护国家主权和领土完整，始终是我们的历史性任务。而任何行业的真正核心技术，特别是涉及国防安全的行业，技术进步不可能通过“经济行为”直接获得。自主创新是企业发展的不二选择。

1.1.3 企业对于创新人才与创新方法的迫切需求

国家与国家之间竞争、企业与企业之间的竞争，归根结底是人才的竞争。尽管成功创新的决定性因素有很多，但是在若干企业技术创新的阻碍因素当中，“缺乏创新人才”依然是首要因素。企业技术创新的阻碍因素的相关数据见表 1-1。

表 1-1 企业技术创新的阻碍因素的相关数据

阻碍因素	次序
缺乏创新人才	1
缺乏足够投入	2
企业创新能力落后	3
缺乏市场竞争压力	4
缺乏优惠政策	5
缺乏创新收益保障	6
缺乏有利于创新的制度	7
缺乏企业家精神	8
员工缺乏积极性	9

美国心理学家 Sternberg 等的研究指出，个体创造力与智力、知识、思维模式、人格、动机和环境等因素相关。研究表明，当个体的 IQ 达到一定水平后，智力因素对创造能力的影响很小。

但是，相关学者的研究结果并不乐观。法国心理学家 Antwan Ribaut 认为通常 18 岁是人的创造力高峰期，然后创造力逐步减弱；Altshuller 指出，人在 14 岁时，就达到了其创造力的高峰；Boris Zlotin 的研究发现，人的创造力会在 21 岁左右时，

迅速达到谷底，如图 1-1 所示。在高校中培养创新型人才，在企业中培养创新工程师是一项刻不容缓的历史性任务。

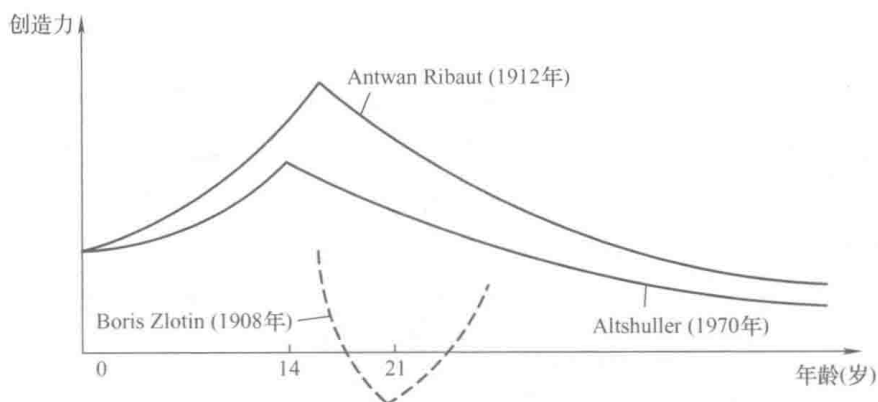


图 1-1 创造力变化趋势对比 (Ribaut、Altshuller 和 Zlotin)

“授之以渔”而非“授之以鱼”的重要性为社会所接受。创新人才缺乏的重要原因之一是由于对于创新方法缺乏了解与掌握。社会各界迫切需要能够指导技术创新过程的系统化创新方法学。

1.2 新产品研发与设计

产品是企业实现自身价值的重要途径，是企业参与市场竞争的主要载体。新产品开发是企业内部重要的研发活动。

1.2.1 为什么需要研发新产品

任何产品的存在都有自身的生命周期。一方面，由于技术的进步、人们需求方式与内容的变化，现有产品的各项技术指标很可能逐步不能满足市场的需求；另一方面，现有产品之间的同质化竞争，使得企业之间的竞争日益残酷，而价格战会导致利润空间逐步减小，不利于企业的进一步发展。因此，任何一个企业不能仅依赖于一款产品而一劳永逸。

新产品的推出，往往伴随着新颖功能原理的出现，使产品性能差异化效果显著，产品价值的提升，为企业带来丰厚的利润空间。新产品开发是企业提升竞争能力的重要手段。

1.2.2 技术创新过程模式

从20世纪50年代以来,技术创新过程的研究经历了五代有代表性的模式。

第一代:技术推动型模式(Technology Push Model, 20世纪50年代~60年代中期),如图1-2所示。



图 1-2 技术推动型模式

该模式假设从来自应用研究的科学发现到技术发展和企业中的生产行为,并最终导致新产品进入市场都是一步步前进的。该模式的另一个基本假设就是更多的研究与开发就等于更多的创新。当时,由于生产能力的增长往往跟不上需求的增长,所以很少有人注意市场的地位。

第二代:市场拉动型模式(Demand Market Pull Model, 20世纪60年代~70年代),如图1-3所示。



图 1-3 市场拉动型模式

20世纪60年代后期是一个竞争增强的时期,这时生产率得到显著提高,尽管新产品仍在不断开发,但企业关注的更多是如何利用现有技术变革,扩大规模,多样化实现规模经济,获得更多市场份额。许多产品已经基本供求平衡,企业创新过程开始重视市场的作用,因而导致了市场需求拉动模式的出现。该模式中,市场被视为引导开发的思想源泉,而研发是被动地起作用。

第三代:技术与市场的耦合互动模式(Interactive and Coupling Model, 20世纪70年代后期~80年代中期),如图1-4所示。

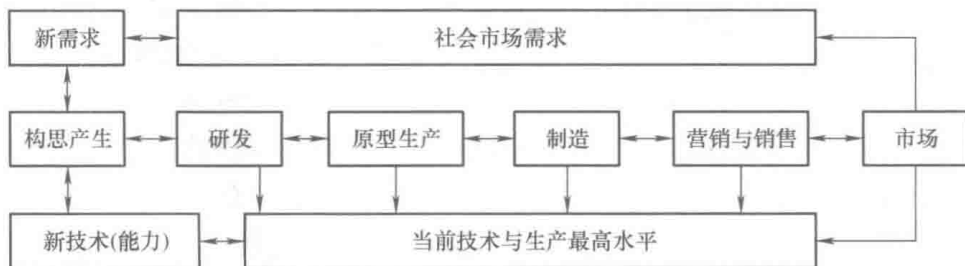


图 1-4 技术与市场的耦合互动模式

大量研究显示，先前的技术创新过程模型对科学、技术和市场的描述过于简单和极端化，并且不典型。于是，Mowery 和 Rosenberg 总结提出了创新过程的耦合互动模式。

第四代：并行模式（Integration Parallel，20 世纪 80 年代早期~90 年代早期），如图 1-5 所示。

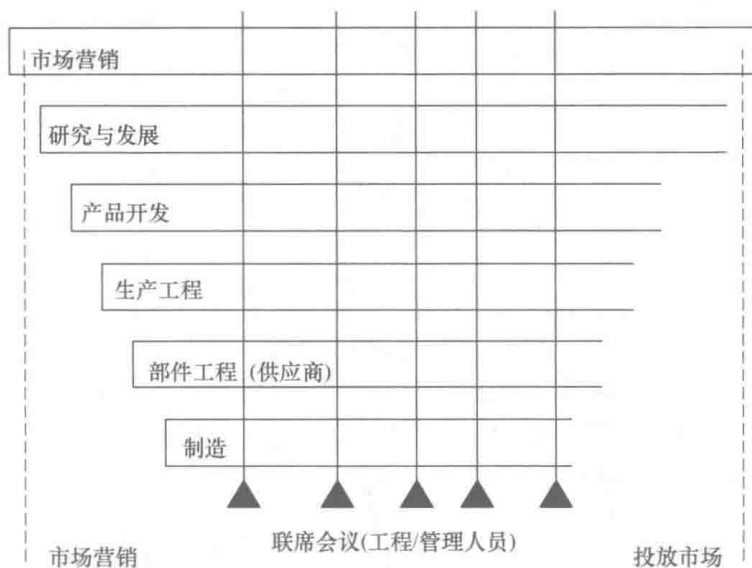


图 1-5 并行模式

进入 20 世纪 80 年代，企业开始关注核心业务和战略问题。当时领先的日本企业的两个最主要特征是一体化（Integration）与并行开发（Parallel Development），这对于当时基于时间的竞争（Time Based Competition）是至关重要的。

虽然第三代创新过程模式包含了反馈环，有些职能的交互与协同，但它仍是逻辑上的连续的过程。Graves 在对日本汽车工业的研究中总结提出了并行模式，其主要特点是各职能间的并行性和同步活动期间较高的职能集成。

第五代：系统集成与网络化模式（System Integration and Network Model，20 世纪 80 年代末期至现在），如图 1-6 所示。

越来越多的学者和企业意识到，新产品开发时间正成为企业竞争优势的重要来源。但产品开发周期的缩短也往往意味着成本的提高。Graves 指出，新产品开发时间每缩短 1%，开发成本将平均提高 1%~2%。为此，在这种基于时间的竞争环境下，企业要提高创新绩效，必须充分利用先进信息通信技术和各种有形与无形的网络进行集成化和网络化的创新。

Rothwell 指出，第四代和第五代创新过程模式的主要不同是第五代创新使用了先进的 IT 和电子化工具来辅助设计和开发活动，这包括模型模拟、基于计算机的启发式学习以及使用 CAD 和 CAD/CAE 系统的企业间和企业内的开发合作。开发

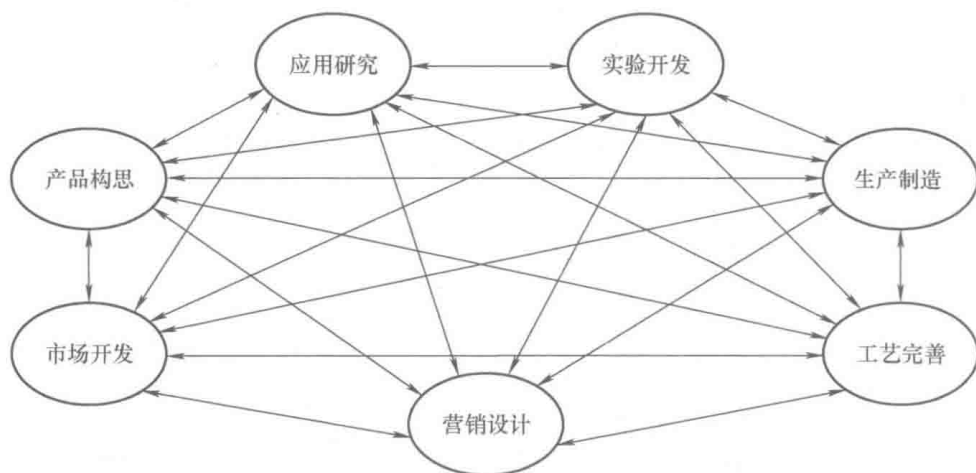


图 1-6 系统集成与网络化模式

速度和效率的提高主要归功于第五代创新过程的高效信息处理创新网络，其中现今的电子信息通信提高了第四代创新的非正式（面对面）信息交流的效率 and 效果。

以上模式是通过分析创新过程而得出的。其中前两种模式实际上是离散的、线性的模式。线性模式把创新的许多种来源简化为一种，没有反映出创新产生的复杂性和多样性。离散模式把创新过程按顺序分解为多个阶段，各阶段间有明显的分界。交互作用模式的提出一定程度上认识到线性模式的局限性，增加了反馈环节，但基本上还是机械的反应模式。第四代和第五代创新过程模式的出现，是技术创新管理理论与实践的飞跃，标志着从线性、离散模式转变为一体化、网络化复杂模式。由于创新过程和产品对象的复杂性大大增强，所以创新管理需要系统观和集成观。而现代信息技术和先进管理技术的发展为第四代、第五代模式的应用提供了有力支撑。

1.2.3 现代设计理论与方法

设计是人类的基本实践活动，进入 20 世纪 60 年代以后，产品设计理论的研究得到了极大的发展。产品设计方法学是研究产品设计的过程、规律及设计思维和工作方法的一门综合性学科。设计方法学的研究结果包括设计理论与设计方法。设计理论是研究产品设计过程的系统行为和基本规律，设计方法是产品设计的具体手段。

目前的产品设计问题一般表述为以经验为基础的演绎、归纳的设计过程。设计是从需求出发寻求设计出的产品解的过程，研究设计理论的目的在于发展新一代用计算机可帮助产品设计人员高效率与高质量地寻求设计解的技术。通过对有