

创新方法是指创新活动中带有普遍规律性的方法和技巧。法国哲学家笛卡儿曾说：“人类历史上最有价值的知识是关于方法的知识”。英国数学家怀特里德也曾说：“19 世纪最伟大的发明是发明了发明的方法。那是打破了旧文明基础的真正新事物。”据统计，从 1901 年诺贝尔奖设立以来，大约有 60%~70% 的奖项是因科学观念、思路、方法和手段的创新而取得的。

通过学习和应用创新方法，可以诱发人们潜在的创造力，使长期以来被人们认为神秘的，只有少数发明家或创新者所独有的创新设想，为每个普通人所掌握。

3.1 传统的创新方法

目前，创新的方法有 300 多种，其中最常用的创新方法有试错法和头脑风暴法等。

3.1.1 试错法

1. 什么是试错法？

试错法是一种随机的，盲目的和纯粹经验的寻找解决方案的方法。这种方法在动物的行为中是不自觉地应用的，在人的行为中则是自觉的。

试错法分两个步骤，即猜想和反驳。它是对已有认识的试错，即不是找正面论据，而是寻求推翻它、驳倒它的例子，并排除这些反例，从而使认识更加精确、科学。

自古以来，人们一直用这种方法来解决问题。例如，尝试使用一种方法去解决这个问题，如果解决不了，就会进行第 2 次尝试，然后是第 3 次等，直到进行了 N 次尝试后终于得出了解决方案。而很多情况下，可能尝试了很多次最后也没有任何的结果。

(1) 猜测

猜测是试错法的第一步，没有猜测，就不会发现错误，也就不会有反驳和更正。猜测在一定意义上就是怀疑，这种怀疑不是为了怀疑而怀疑，而是为了发现问题、更正问题，是科学的审慎的态度。我们的认识一方面来自于观察、实践，另一方面来自于大脑中已有的知识储存。然而，大脑中的知识储存并不是原封不动地被吸引、利用，而只能是有选择地、批判地吸引、利用。这就需要猜测、怀疑，对已往知识进行修正，修正过的知识方可融进新的认识、理论之中。

(2) 反驳

反驳是试错法的第二步。没有反驳,猜测就是一厢情愿、且可能错误重重的设想。反驳就是批判,就是在初步结论中寻找毛病,发现错误,通过检验确定错误,最后排除错误的思维过程。排除错误是试错法的目的,也是它的本质。因为不能排除错误,认识就不能得到提高,就不可能从错误丛生中走出来。

例 3-1 著名的试错法论证实验

把饥饿的猫放在一个封闭的笼子里,笼子外摆着一盘可望但不可及的食物。如果笼子里面的一个杠杆被碰到,那么笼子的门就能开启。起初,猫在笼子里乱窜并用爪子在笼子里乱抓。显然,猫偶尔会碰到那个杠杆,门也就开了。在随后的试验序列中,当猫被重新放回笼子时,它还是像先前那样在笼子里动来动去,但是渐渐地,猫好像领会了门是通过那杠杆开启的。最终,当它再被放回笼子里的时候,它就会直接去碰那根杠杆并逃离笼子。

例 3-2 固特异发明硫化橡胶的故事

在 19 世纪初,英国和美国兴起早期的橡胶工业。完全用生树胶制成的制品会在太阳下熔化,在寒冷的天气里会失去弹性。这一缺点使得橡胶产品毫无市场,早期的橡胶工业无一例外地陷入了危机。

一天,查尔斯·固特异买了一个树胶救生圈,决定改进给救生圈打气的充气阀门。但是当他带着改造后的阀门来到生产救生圈的公司时,他得知如果他想成功的话,就应该去寻找改善树胶性能的方法。当时树胶仅仅用做布料浸染剂,例如,当时非常流行的查尔斯·马金托什发明的防水雨衣(1823 年的美国专利)。查尔斯·固特异对改善树胶的性能着了迷。他瞎碰运气地开始了自己的实验,身边所有的东西,例如盐、辣椒、糖、沙子、蓖麻油甚至菜汤,他都一一掺进干树枝里去做试验。他认为如此下去,早晚他会把世界上的东西都尝试一遍,总能在这里面碰到成功的组合。查尔斯·固特异负债累累,家里只能靠土豆和野菜根勉强度日。据说,那时如果有人来打听如何才能找到查尔斯·固特异,小城的居民都会这样回答:“如果你看到一个人,他穿着树胶大衣、树胶皮鞋,戴着树胶圆筒礼帽,口袋里装着一个没有一分钱的树胶钱包,那么毫无疑问,这个人就是查尔斯·固特异。”人们都认为他是个疯子,但是他顽强地继续着自己的探索。直到有一天,当他用酸性蒸汽来加工树胶时,发现树胶弹性得到了很大的改善。他第一次获得了成功。此后他又做了许多次“无谓”的尝试,最后,终于发现了使树胶完全硬化的第二个条件:加热。当时是 1839 年,橡胶就是在这一年被发明出来的。但是直到 1841 年,查尔斯·固特异才选配出获取橡胶的最佳方案。于是人们争先恐后地来购买他的专利,但是他却毫无经验,以惊人的低价把专利卖给了企业。他逝世于 1860 年,身后留下了 20 万美元的债务。与此同时,世界上已经有 6 万名工人在各大工厂里制造出 500 多种橡胶制品,而每年生产的橡胶产品价值达 800 万美元之多。如图 3-1 所示。

这里,查尔斯·固特异使用的发明方法就是试错法。他的一生只解决了一个难题。实际上,甚至在解决这一个问题时他也是非常幸运的,而大多数研究者在解决类似的难题时,往往用了一生的时间也没有任何结果。

19 世纪大多数发明家们使用的创新方法几乎都是试错法。试错法的成果在 19 世纪是非常卓著的,例如,电动机、发电机、电灯、变压器、山地掘进机、离心泵、内燃机、钻井设备、转化器、炼钢平炉、钢筋混凝土、汽车、地铁、飞机、电报、电话、收音机、电影和照相等。



图 3-1 查尔斯·固特异(1800—1860 年)

例 3-3 爱迪生发明电灯的故事

1878 年,爱迪生开始尝试发明灯泡,在最初的试验中,烧焦的纸做的灯丝亮了 8 分钟,铂做的灯丝亮了 10 分钟,随后他尝试用钛和铌的合金、硼、铬、钼等做灯丝,但效果都不理想。共计用了 1600 多种金属材料 and 6000 多种非金属材料。1879 年,在他经过了大约 6000 次试验之后才获得了成功。

爱迪生发明蓄电池的故事几乎完整重演了发明电灯时“试错法”的过程,先后试验多达 50 000 次,几乎“穷尽”了所有可用的金属和酸碱资料。爱迪生发明的“长寿蓄电池”于 1909 年才最后大量投产并盛行美国。

图 3-2 托马斯·爱迪生
(1847—1931 年)

爱迪生是位举世闻名的美国电学家和发明家,他除了在留声机、电灯、电话、电报、电影等方面的发明和贡献以外,在矿业、建筑业、化工等领域也有不少著名的发明创造。爱迪生一生共有约 2000 项创造发明,为人类的文明和进步做出了巨大的贡献。如图 3-2 所示。

爱迪生的名言是:“天才就是 1% 的灵感,加上 99% 的汗水”。爱迪生的故事,一方面反映了爱迪生的勤奋和努力、另一方面也说明传统试错法的效率低下。

2. 试错法的特点

试错法如同走迷宫,如图 3-3 所示。通俗地讲就是“摸着石头过河”。试错的次数,取决于设计者的知识水平和经验。因此,试错法的特点是具有随机性、盲目性和效率低下。

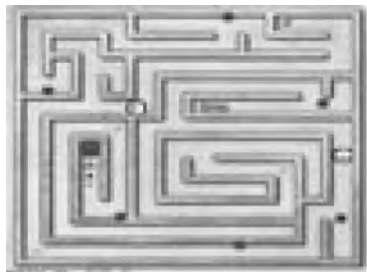


图 3-3 试错法如同走迷宫

3.1.2 头脑风暴法

1. 什么是头脑风暴法?

为了提高试错法的效率,现代创造学的创始人亚历克斯·奥斯本于1938年首次提出头脑风暴法。如图3-4所示。

头脑风暴法,又称智力激励法或自由思考法(畅谈法、畅谈会和集思法)。头脑风暴法的基本思路就是把产生想法的过程与分析、评判想法的过程分开。

(1) 产生想法小组

在产生想法的过程中,很多人都害怕犯错误,害怕别人的嘲笑和领导的负面态度等,所以他们不敢说出大胆的、出人意料的想法。即使这些想法真的被说出来,它们也会遭到其他参与讨论的人的毁灭性的批判。因此,奥斯本建议需要挑选出一个产生想法的小组(6~8人组成),应该在良好的环境中产生想法。

(2) 评判想法小组

评判想法小组由专家组成,他们负责评价这些想法,并且挑出其中有发展潜力的主意。

例 3-4 用直升机扇雪的故事

1952年,美国华盛顿1000km长的电话线由于大雪造成树挂,使通信网络中断。

许多人试图解决这一问题,但都未能如愿以偿。后来,电信公司经理应用奥斯本发明的头脑风暴法,尝试解决这一难题。他召开了一次能让头脑卷起风暴的座谈会,参加会议的是不同专业的技术人员,要求他们必须遵守以下原则:

(1) 自由设想,即要求与会者尽可能解放思想,无拘无束地思考问题并畅所欲言,鼓励与会者尽可能多而广地提出设想,以大量的设想来保证质量较高的设想的存在。

(2) 延迟评判,即要求与会者在会上不要对他人的设想评头论足,不要发表“这主意好极了!”“这种想法太离谱了!”之类的“捧杀句”或“扼杀句”。至于对设想的评判,留在会后组织专家完成。

会后,公司组织专家对想法进行分类论证。专家们认为设计专用清雪机,采用电热或电磁振荡等方法清除电线上的积雪,在技术上虽然可行,但研制费用大,周期长,一时难以见效。其中有一个设想是“直升机扇雪”,即用直升机螺旋桨的垂直气流吹落树挂,这是一种既简单又高效的好办法。经过现场试验,使用这个方法,使通信很快恢复了正常。一个久悬未决的难题,终于在头脑风暴会中得到了巧妙的解决。如图3-5所示。



图 3-4 亚历克斯·奥斯本
(1888—1966 年)



图 3-5 集体创新的头脑风暴法

例 3-5 创新源于喝咖啡休息时

IBM 瑞士研究所是诺贝尔奖获得者密度较高的研究机构。这个研究所能培养众多的诺贝尔奖获得者,有很多因素。但其中有一点很耐人寻味,那就是“创新源于喝咖啡休息时”。原来,IBM 瑞士研究所的早茶、下午茶时间特别长,各种特长的专家,例如,计算机、物理、化学、工程等专家,在这两段时间内都在咖啡厅闲聊。这里所谓“闲聊”是指专家们实际上是在充分交换他们的设想和意见。针对某一个具体问题出主意想办法。IBM 瑞士研究所的专家们一致认为,喝咖啡休息时,非常可能而且适宜于引发头脑风暴。

2. 头脑风暴法的特点

“三个臭皮匠,赛过诸葛亮”,可见,即使对天资平常的人,若能激发思维“共振”,说不定也会产生意想不到的新创意。头脑风暴法是一种集体开发创造性思维的方法。头脑风暴法自产生以来,因其实用性与科学性,在全世界范围内得到了广泛的应用。其应用领域包括技术革新、管理、预测、发明及专项咨询等多个领域。可以说,只要有存在问题的地方,就可以使用头脑风暴法,它几乎可以解决任何问题。但它也具有局限性。头脑风暴法认为创新是人们克服思维定式,在已有经验的基础上进行的想象、联想、直觉、灵感等非逻辑思维过程,其没有一定的规律可言。因此,它要求想法要有一定的数量,再由数量来保证方案的质量。人们越是提出更多的设想,就越有可能走上解决问题的正确轨道。

头脑风暴法对参与者的要求是专业构成要合理,不应局限于同一专业,而是考虑全面而多样的知识结构。这样才能使参与者能互相启发,从而突破种种思维障碍和心理约束,让思维自由驰骋,借助参与者之间的知识互补、信息刺激来提出大量有价值的设想。可以看出,头脑风暴法主要依赖的资源是参与者的头脑中存在的知识与经验,因而一般要求与会者应是相关领域的专家。

头脑风暴法首先是头脑风暴产生想法,然后对想法进行过滤。头脑风暴法耗费大量的时间和精力去对大量的思路进行筛选分析,容易延误解决问题的时间,同样存在有效率低下的问题。

3.2 发明问题解决理论(TRIZ)

3.2.1 TRIZ 理论概述

创新方法决定创新效率。传统的创新方法,例如,试错法和头脑风暴法等,创新效率较低。它们帮助人们产生发明和创新,但这些创新的方法是抽象的、盲目和随机的、方向不明确的。应用这些方法进行的创新活动不一定能得到新的解决理念和方案,而可能最终产生发散的创新结果。这些方法一般要靠“灵感”和“悟性”,不能加以控制;当然也难以用这些技法去培养和增长其他人的创新能力。这些方法均不具备可操作性、可重复性和培训性。

TRIZ 是俄文“发明问题解决理论”首字母的缩写。TRIZ 理论的出现为人们提供了一套全新的创新理论,揭开了人类创新发明的新篇章。

TRIZ 理论是苏联发明家阿奇舒勒带领一批学者从 1946 年开始,经过 50 多年对世界上 250 多万件专利文献加以搜集、研究、整理、归纳、提炼,建立的一整套体系化的、实用的解决发明问题的理论、方法和体系。

TRIZ 理论曾经被誉为苏联的“国术”和“点金术”,它的技术系统进化法则被西方称为

“人类进化三大理论之一”，与达尔文的生物进化理论和马克思的人类社会进化理论相提并论，是 20 世纪最伟大的发明。

阿奇舒勒指出：发明创新是有理论依据的、有规律可遵循的。发明是对问题的分析找出矛盾而产生的。发明问题解决过程中所寻求的科学原理和法则是客观存在的，大量发明创新面临的基本问题和矛盾也是相同的，同样的创新原理和相应的解决方案，会在后来的一次次发明创新中被反复应用，只是被使用的技术领域不同而已。因此，将那些已有的知识进行提炼和重组，形成一套系统化的理论，就可以相对容易地用来指导后来的发明创造、创新和开发。就可以能动地进行产品设计并预测产品的未来发展趋势。他说：“你可以等待 100 年获得顿悟，也可以利用这些创新原理 15 分钟内解决问题。”

例 3-6 爆米花的原理

通过加热，铁容器中每个米粒的内部和外部压力慢慢增加，达到一定程度时，铁门突然打开，每个米粒内部的高压只能从最薄弱的地方冲出来，由此形成一个个松软的、香喷喷的爆米花。

爆米花的原理就是：先是慢慢增加压力，然后突然减少压力。很多发明都是遵循这个原理，例如松子去硬壳，葵花子去皮，甚至沿着肉眼看不到的人造金刚石的裂纹对其分解，无法拆卸的过滤器的清洗，晶体糖变成粉末等。据统计，在不同的领域、不同的时间有 200 多项发明专利是这样完成的。

例 3-7 俄罗斯套娃与创新原理

俄罗斯套娃，大的里面嵌套小的，有的多达十几个，套在一起时只看到一个最大的，而全部拿出来时，则可以成一个整齐的队列，很令人喜欢。如图 3-6 所示。



图 3-6 俄罗斯套娃

在许多领域、许多行业 and 不同时间都能看到类似的嵌套原理被应用，到今天已经在各个领域获得了 400 多项专利，解决了不同时间、不同领域的不同工程问题。例如各种能伸缩的天线，各类能伸缩吊臂的吊车等。显然，同一条规律或方法往往在不同的产品或技术领域被反复应用。尽管发明专利很多，研究表明真正有实质性创新的并不很多，因此有代表性的专利数量是有限的；其中采用的发明原理更是有限。把这些发明原理概括出来，就得到了 TRIZ 理论的 40 个发明原理。

TRIZ 理论是一门基于知识的创造方法学。它基于技术系统演变的内在客观规律，对

问题进行逻辑分析和方案综合。它可定向地一步一步地引导人们去创新,而不是盲目的、随意的。它提供了一系列的工具,包括解决技术矛盾的 40 个原理和矛盾矩阵,解决物理矛盾的 4 个分离方法,76 个发明问题的标准解法和发明问题解决算法(ARIZ)等。它使人们可按照解决问题的不同方法、针对不同问题、在不同阶段和不同时间去操作和执行,因此发明就可被量化进行,也可被控制;而不是仅凭灵感和悟性来发明。

借助 TRIZ 理论,人们能打破思维定式、拓宽思路、正确地发现产品或系统中存在的问题,激发创新思维,找到具有创新性的解决方案。同时,TRIZ 理论可以有效地消除不同学科、工程领域和创造性训练之间的界限,而使问题得到发明创新性的解决。TRIZ 理论已运用于各行各业,世界 500 强中的多数企业都已经成功利用 TRIZ 理论获得了发明并得到发展。所有这一切都证明了 TRIZ 理论在广泛的学科领域和问题解决中的有效性。

3.2.2 TRIZ 理论的发展历程和现状

1. TRIZ 理论的创立

苏联发明家阿奇舒勒,1926 年 10 月 15 日出生于苏联的塔什罕干,他创立了 TRIZ 理论。如图 3-7 所示。



图 3-7 根里奇·阿奇舒勒
(1926—1998 年)

阿奇舒勒在 14 岁时就获得了首个专利证书,专利作品是水下呼吸器。15 岁时,他制作了一条船,船上装有使用碳化物作燃料的喷气发动机。

从 1946 年开始,阿奇舒勒经过研究成千上万的专利,发现了发明背后存在的通用模式并形成 TRIZ 理论的基础。为了验证这些理论,相继做出了多项发明。比如:排雷装置获得苏联发明竞赛的一等奖,发明船上的火箭引擎,发明无法移动潜水艇的逃生方法等。多项发明被列为军事机密,阿奇舒勒也因此被安排到海军专利局工作。

专利局的局长非常喜欢奇思妙想,一次他让阿奇舒勒为他的一个念头想出答案:给困在敌区的士兵找出不用任何外界支援而逃脱的办法。为解决这个问题,阿奇舒勒发明了一种新型武器——由普通药物制作的剧毒化学品,这是一项很

好的发明,他因此得到克格勃首领贝利亚的接见。

1948 年 12 月,阿奇舒勒写了一封信,他向国家领袖指出当时苏联对发明创造缺乏创新精神的混乱状态。在信的末尾还表达了更激烈的想法:有一种理论可以帮助工程师进行发明,这种理论能够带来可贵的成果并可以引起技术世界的一场革命。

1950 年,他突然得到通知要到格鲁吉亚的第比利斯,他到达后就被逮捕了。两天后,在贝利亚的一个监狱里审讯开始,他被指控利用发明技术进行阴谋破坏,被判刑 25 年。

他被捕以后,由于各种恶劣情况的出现,为了保存生命,阿奇舒勒利用 TRIZ 理论来做自我保护。在莫斯科监狱,阿奇舒勒拒绝签署认罪书而被定为“连轴审讯”对象。他被整夜审讯,白天也不允许睡觉,阿奇舒勒明白如果这样下去他的生存无望。他将问题确定为:怎么才能同时既睡又不睡呢?这项任务看起来很难完成。他被允许的最大的休息是在椅子上睁着眼。这意味着:要想睡觉,他的眼睛必须同时又睁着又闭着,这就容易了。他从烟盒上

撕下两片纸,用烧过的火柴头在每片纸上画一个黑眼珠。他的同囚室友将两片“纸眼珠”蘸上口水黏在他闭着的眼睛上。然后他就坐着,冲着牢房门的窥视孔,安然入睡。这样他天天都能睡觉。以至于他的审讯者很奇怪,为什么每天夜里审讯他时他还那么精神。

在另一个古拉格集中营瓦库塔煤矿,他每天利用 12~14 小时开发 TRIZ 理论,并不断地为煤矿发生的紧急技术问题出谋献策。没有人相信这个年轻人第一次在煤矿工作,他们都认为他在骗人,矿长不想相信是 TRIZ 理论和方法在帮助解决问题。

1956 年,阿奇舒勒和沙佩罗合写的文章“发明创造心理学”在《心理学问题》杂志上发表了。对研究创造性心理过程的科学家来说,这篇文章无疑像一枚重磅炸弹。直到那时,苏联和其他国家的心理学家还都在认为,发明是由偶然顿悟产生的,即来源于突然产生的思想火花。

2. TRIZ 理论的发展与完善

TRIZ 理论的法则、原理、工具主要形成于 1956—1985 年间,他将发明创造问题归纳为 5 个等级,39 个工程技参数、40 个创新原理;由创新思维方法与问题分析方法、技术系统进化法则、技术矛盾矩阵、物质-场分析标准解法和问题解决算法(ARIZ) 5 个分析和解决问题的方法论构成的一整套系统化的、实用的解决发明问题的理论方法体系。它成功地揭示了创造发明的内在规律和原理,并基于技术发展的进化规律来研究整个技术发展过程。可快速确认和解决系统中存在的矛盾,大大加快发明创造进程,提升创新的能力。

1959 年,为了使他的理论得到认可,阿奇舒勒向苏联最高专利机构苏联发明创造者联合会写了一封信,他要求得到一个证明自己理论的机会。九年之后,在写了上百封信后,他终于得到了回信,信中要求他在 1968 年 12 月之前到格鲁吉亚的津塔里举行一个关于发明方法的研讨会。

这是 TRIZ 理论的第一个研讨会。之后,一些年轻的工程师在各自的城市开创了 TRIZ 理论学校,成百上千的从阿奇舒勒学校进行过培训的人,邀请他去苏联不同的城市举办研讨会和 TRIZ 理论学习班。

1969 年,阿奇舒勒出版了他的新作《发明大全》。在这本书中,他给读者提供了 40 个创新原则,即第一套解决复杂问题的完整法则。

安格林是列宁格勒一位杰出的发明家,曾经饱尝艰辛,利用试错法发明了 40 项专利。安格林又一次参加了 TRIZ 理论研讨会,整个会议期间他都沉默不语。大家都离开后,他仍旧独坐在桌边,双手捂住头,“我浪费了多少时间啊!”他说,“我要是早些知道 TRIZ 该有多好啊!”

1989 年,俄罗斯 TRIZ 协会成立,由阿奇舒勒出任主席。第一个 TRIZ 计算机辅助创新软件被开发出来,TRIZ 理论开始从专家的研究应用走向教育普及。

1989 年,苏联解体后,大批的 TRIZ 理论专家移居欧美等发达国家,将 TRIZ 理论传播到美国、欧洲、日本、韩国等地,TRIZ 理论从此走向世界。

1993 年,TRIZ 理论正式进入美国,1999 年,美国 TRIZ 研究院和欧洲协会相继成立。

1998 年 9 月 24 日,阿奇舒勒逝世于彼得罗扎沃茨克,享年 72 岁。

3.2.3 TRIZ 理论体系

创新从最通俗的意义上讲就是创造性地发现问题和创造性地解决问题的过程,TRIZ 理论的强大作用正在于它为人们创造性地发现问题和解决问题提供了系统的理论和方法工具。

这一方法学体系是以辩证法、系统论和认识论为哲学指导,以自然科学、系统科学和思维科学的分析和研究成果为根基和支柱,以技术系统进化法则为理论基础,以“技术系统”“技术过程”、技术系统进化过程中产生的“矛盾”、解决矛盾所用的“资源”和技术系统的进化“理想化”方向为四大基本概念,包括了解决工程矛盾问题和复杂发明问题所需的各种分析方法、解题工具和算法流程。如图 3-8 所示。

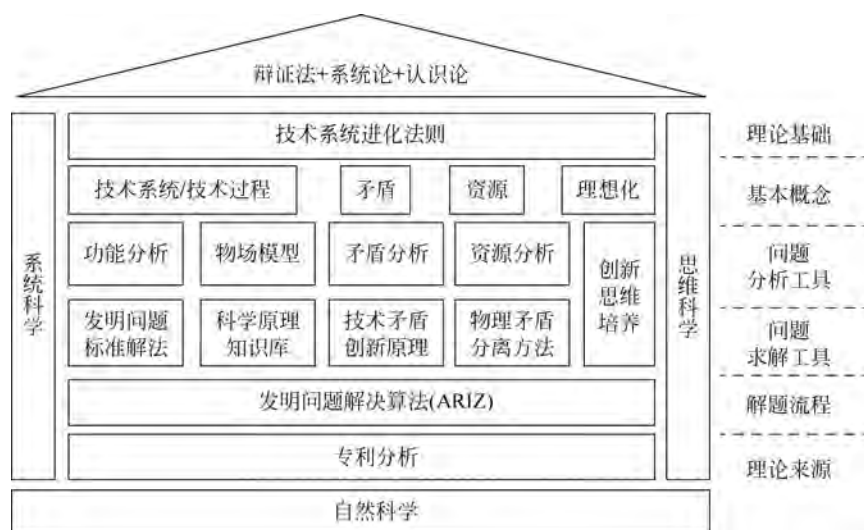


图 3-8 TRIZ 理论体系

TRIZ 理论体系具体包括以下方面的内容:

1. 创新思维方法与问题分析方法

TRIZ 理论中提供了如何系统分析问题的科学方法,如多屏幕法等;而对于复杂问题的分析,则包含了科学的问题分析建模方法-物场分析法,它可以帮助快速确认核心问题,发现根本矛盾所在。

2. 技术系统进化法则

针对技术系统进化演变规律,在大量专利分析的基础上 TRIZ 理论总结提炼出八个基本进化法则。利用这些进化法则,可以分析确认当前产品的技术状态,并预测未来发展趋势,开发富有竞争力的新产品。

3. 技术矛盾解决原理

不同的发明创造往往遵循共同的规律。TRIZ 理论将这些共同的规律归纳成 40 个创新原理,针对具体的技术矛盾,可以基于这些创新原理、结合工程实际寻求具体的解决方案。

4. 创新问题标准解法

针对具体问题的物场模型的不同特征,分别对应应有标准的模型处理方法,包括模型的修整、转换、物质与场的添加等。

5. 发明问题解决算法 ARIZ

主要针对问题情境复杂,矛盾以及相关部件不明确的技术系统。它是一个对初始问题进行一系列变形及再定义等非计算性的逻辑过程,实现对问题的逐步深入分析,问题转化,直至问题的解决。

6. 基于物理、化学、几何学等工程学原理而构建的知识库

基于物理、化学、几何学等领域的数百万项发明专利的分析结果而构建的知识库可以为技术创新提供丰富的方案来源。

3.2.4 创新的5个等级

1. 5个创新等级

阿奇舒勒对250万个专利进行研究时,发现可以根据创新程度的不同,将这些专利技术解决方法分为5个创新等级。

第1级,简单发明。这个级别的专利占总数的32%。技术系统的简单改进,严格来说,这些专利不算发明,所要求技术在系统相关的某行业范围内,例如,增加壁的厚度以提高强度;以厚度隔离减少热损失;以大卡车改善运输成本效率等。

第2级,小型发明。这个级别的专利占总数的45%。技术系统的少量改进,要求系统相关的不同行业知识,例如,可调整倾斜角度的方向盘;中空的斧头柄可以储藏钉子;带小手电的钥匙链等。

第3级,中型发明。这个级别的专利占总数的18%。运用现有技术实现现有技术系统的重大改进,要求系统相关行业以外的知识。例如,原子笔、登山自行车、计算机鼠标等。

第4级,大型发明。这个级别的专利占总数的4%。运用新的技术产生新一代技术系统,要求不同科学领域知识;例如,内燃机车取代蒸汽机车,集成电路取代晶体管等。

第5级,重大发明。这个级别的专利占总数的1%。主要指那些科学发现,一般是先有新的发现,建立新的知识,然后才有广泛的运用。例如,蒸汽发动机,飞机、激光等。

绝大多数发明属于第1,2和3级,而真正推动技术文明进步的发明是属于第5级的,但第5级的发明数量相当稀少,属于能够改变世界的发明。创新等级的饼图,如图3-9所示。

TRIZ理论认为,发明创造的5个级别中,最低级别是小改新,在原有的基础上修修补补,最高级别就是像电、蒸汽机、计算机、因特网这样的重大发明。人们的惯性思维对于3级以上的创新问题,特别是有根本性改变的发明问题是没有帮助的,更多的情况下会使你远离可行的解决方案。

对于第1级阿奇舒勒认为不算是创新,而对于第5级,他认为“如果一个人在旧的系统还没有完全失去发展希望时,就选择一个完全新的技术系统,则成功之路和被社会接受的道路是艰难而又漫长的。因此发明几种在原来基础上的改进是更好的策略”。他建议将这两个等级排除在外,TRIZ理论对于其他3个等级创新作用更大。一般来说,等级2,3称为“革新(innovative)”,等级4称为“创新(inventive)”。创新等级及特征,见表3-1。

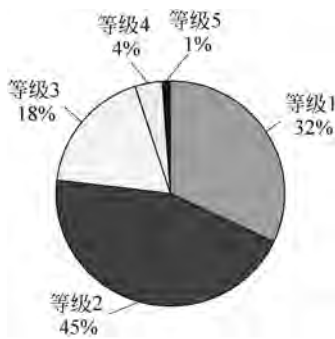


图 3-9 创新等级饼图

表 3-1 创新等级及特征

创新等级	创新的程度	知识来源	比例/%	专利新颖性	专利创造性
1	简单的改进	个人的知识	32	低	低
2	局部的改进	公司内的知识	45	中	中
3	根本的改进	行业内的知识	18	高	中高

续表

创新等级	创新的程度	知识来源	比例/%	专利新颖性	专利创造性
4	全新的概念	行业外的知识	4	全新	高
5	重大的发现	所有已知的	1	全新	最高

2. 各种创新方法的比较

对于第 1 级和第 2 级创新等级的小发明,试错法一般需要经历 10~100 次尝试,而对于第 5 级的重大的发现,即意味着一门新工业新学科的诞生(如发明晶体管)则要经历 100 000 次尝试。因此,试错法仅仅对第 1 级和第 2 级简单的发明问题有效,即可能的解决方案数目不超过 100 个,在这些方案中寻找合适的解决方案成功率还比较高。对第 3 级发明问题,由于可能会有上千个可能的解决方案,但这其中很多都是无效的解决方案,所以试错法的成功率实际上在解决第 3 级及以上发明问题时已几乎降为零。

头脑风暴法和试错法的区别在于:先产生很多不同的候选方案,然后再一起分析这些方案,而不是像试错法那样,产生方案和进行尝试是交替进行的。头脑风暴法对第 1 和第二级简单的发明问题是有效的,但对于更加复杂的发明问题,采用这种发明方法不可能猜想出解决方案。

TRIZ 理论与传统的创新方法比较,其主要优点是它可从成千上万个可能的解决方案中快速找出复杂发明问题的最佳方案,而不是在可能的候选方案中进行大海捞针式的搜索。TRIZ 理论主要优点表现在突破思维惯性;效率高;预测性高。

3.2.5 TRIZ 理论的应用

1. TRIZ 理论提升企业竞争力

进入 21 世纪后,TRIZ 理论已经逐渐发展成为一套解决新产品开发实际问题的成熟理论和方法体系,在欧美、日本、韩国等地得到了极大关注,并在航空航天、信息产业、汽车制造、生物医药、石油化工、食品等诸多领域,以及波音、宝马、克莱斯勒、通用、三星公司、摩托罗拉、强生等很多世界 500 强企业中得到了广泛应用。例如,2001 年,美国波音公司邀请 25 名苏联 TRIZ 理论专家对 450 名工程师进行两周 TRIZ 理论培训,取得了 767 空中加油机研发的关键技术突破,最终战胜欧洲空客公司,赢得了 15 亿美元空中加油机订单。

韩国的三星企业是亚洲地区应用 TRIZ 理论取得成功的最为典型的企业。韩国三星企业集团引进了十几位苏联的 TRIZ 理论专家,帮助该企业在产品开发上进行自主创新设计,使 TRIZ 理论在三星电子的六个主要部门(技术运营部、数字媒体部、电网络部、数字应用部、半导体部、LCD 部)得到了广泛应用,取得了很好的经济效益。20 世纪 90 年代,韩国三星集团曾因美国公司垄断 IT 业上游专利而陷入困境,1997 年亚洲金融危机之时,三星集团身处险境,面临企业何去何从之选择,该公司适时引入了 TRIZ 理论开展企业技术创新工作。2003 年,三星电子在 67 个研究开发项目中使用了 TRIZ 理论,为三星电子节约了 1.5 亿美元,并产生了 52 项专利技术。到 2005 年,三星电子的美国发明专利授权数量在全球排名第 5,领先于日本竞争对手索尼、日立等公司。目前,三星电子是在中国申请发明专利最多的国外企业,从“技术跟随者”成为了“行业领跑者”。韩国三星电子 TRIZ 理论应用大事记,见表 3-2。

表 3-2 韩国三星电子 TRIZ 理论应用大事记

年 份	大 事 记
1995	设立内部设计学校—三星创新设计实验室
1996	董事长李健熙宣布本年度为“设计革新年”，强调设计人员在产品规划方面应处领导地位
1997	成立价值创新计划，邀请十多名前苏联 TRIZ 理论专家在研发部门进行 TRIZ 理论培训
1998	第一次进入美国发明专利授权榜前 10 名
1998	1998 年至 2004 年，共获得了美国工业设计协会颁发的 17 项工业设计奖，连续 6 年成为获奖最多的公司
2004	三星电子在美、欧、亚的各项顶级设计大赛中共获得 100 多项大奖，其中 2004 年 33 项
2005	美国发明专利授权超过 Intel 和日本竞争对手索尼、日立、松下、三菱和富士通公司

2. TRIZ 理论应用于非工程技术领域

TRIZ 理论广泛应用于工程技术领域，目前已逐步向非工程技术领域渗透和扩展，应用范围越来越广，由原来擅长的工程技术领域分别是向自然科学、社会科学、管理科学、生物科学等领域发展。例如，摩尔多瓦国家在 1995—1996 年总统竞选的过程中，其中两个总统候选人就聘请了 TRIZ 专家作为自己的竞选顾问，并把 TRIZ 理论应用到具体的竞选事宜中，取得了非常好的效果。两人中一位总统候选人成功登上总统宝座。再如，2003 年，“非典型肺炎”肆虐中国及全球的许多国家。其中新加坡的 TRIZ 研究人员就利用 40 个创新原理，提出了防止“非典型肺炎”的一系列方法，其中许多措施被新加坡政府采纳，并用于实际工作中，收到了非常好的效果。

3. TRIZ 理论中国化

2000 年，河北工业大学檀润华教授的创新方法研究所最早开始研究 TRIZ 理论；2001 年，亿维讯公司将 TRIZ 理论培训引入中国；2004 年，中国开始 TRIZ 国际认证。

2006 年，胡锦涛主席在全国科学技术大会上提出到 2020 年，使中国进入创新型国家的行列的新目标。在党的十七大报告中胡锦涛明确指出：“自主创新能力是国家竞争力的核心，是我国应对未来挑战的重大选择，是统领我国未来科技发展的战略主线，是实现创新型国家目标的根本途径。”

我国三位资深院士王大珩、刘东生、叶笃正给温家宝总理写信，提出了《关于加强我国创新方法工作的建议》。温家宝总理随即做出重要批示，要求科技部、教育部、发改委、中国科协认真研究、落实创新方法工作。经过调查研究和充分酝酿，四部委于 2007 年 10 月联合向国务院呈送了《关于加强创新方法工作的报告》，并形成了《关于加强创新方法工作的若干意见》。

创新方法工作成为科技部“十一五”重点工程，重点面向科研机构、企业、教育系统三个对象，加强创新人才的培养。并预言，中国的 3800 万科技人员有 10% 的人接受了 TRIZ 理论培训，中国就肯定进入了创新型国家的行列。2007 年 8 月，科技部正式批准黑龙江省和四川省为“科技部技术创新方法试点省”。全面启动了创新方法的研究推广计划。

目前，我国各级政府部门、企业和高等学校纷纷聘请俄罗斯资深的 TRIZ 理论专家来中国授课，开展 TRIZ 理论的研究和推广工作，从此真正开始了 TRIZ 理论的中国时代。

3.3 计算机辅助创新工具(CAI)

3.3.1 CAI 概述

TRIZ 理论需要大量已有知识的支持,包括:技术知识、科学原理、专利知识、社会知识、成功案例、失败案例等。如何在有限的时间里从浩瀚的知识海洋中寻找有用的知识?全靠人力为之,真可谓大海捞针,而且面对越来越加快的知识更新速度,人脑已经无法有效地担当海量知识的记忆载体和处理中枢。因此,基于 TRIZ 理论的计算机辅助创新技术应运而生。1990 年,阿奇舒勒的一个学生开发了最早的两个基于 TRIZ 理论的计算机化产品:Invention Machine Lab 和 TechOptimizer"J。苏联解体后,随着 TRIZ 理论大师们移居欧美,TRIZ 理论在全球得到了广泛的传播和应用,国际上越来越多机构致力于研发基于 TRIZ 理论的创新软件。

经过十多年的发展,基于 TRIZ 的计算机辅助创新软件从最初的计算机化 TRIZ 工具已发展成为了以 TRIZ 理论为核心,融合现代创新方法、计算机技术、多领域科学知识为一体的较完善的计算机辅助创新 CAI 系统,并随着计算机技术的不断发展,CAI 技术将向智能化发展。CAI 技术的体系构成如图 3-10 所示。

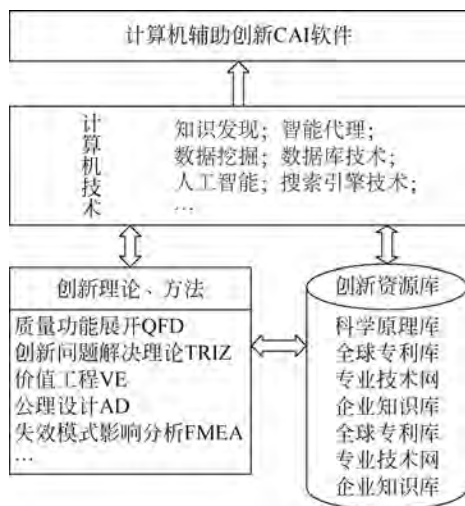


图 3-10 CAI 技术体系构成

目前,较有代表性的 CAI 软件有美国 Invention Machine 公司的 Goldfire Innovator、美国 Ideation International 公司的 InnovationWorkBench(IWB)、美国 IWINT 公司的 Pro/Innovator,比利时 CREAX 公司的 CREAX Innovation Suite 以及乌克兰 TriSolver GmbH&Co. KG 公司的 TriSolver 等。

国产化的 CAI 软件,目前有河北工业大学 TRIZ 研究所开发的 InventionTool 软件、亿维讯公司的计算机辅助创新研发平台 Pro/Innovator、创新能力拓展平台 CBT/NOVA 和黑龙江省计算中心研发的“TRIZ 发明原理计算机辅助系统”。

3.3.2 CAI 的主要功能

1. CAI 的主要功能

CAI 技术能帮助企业高效地进行产品创新开发,减少开发成本,加快新产品投放市场的速度。CAI 有以下主要功能:

(1) 在概念设计阶段,CAI 能有效地帮助设计者利用多学科领域的知识和前人的智慧,打破思维定式,正确地分析、发现技术系统中存在的问题,快速找到具有创新性的解决方案;

(2) CAI 可及时跟踪和把握最新的技术动态,帮助设计者避免重复他人的已有研究,有效地规避现有的竞争专利;

(3) CAI 可以对某项技术或产品的未来发展趋势做出预测,从而协助设计者把握新技术的先机;

(4) CAI 在概念设计阶段即可对方案进行技术、经济评价,从而降低产品的研发和生产成本;

(5) CAI 还可以有效地积累和管理企业智力资产,实现知识的积累、共享和管理的一体化,为企业提高核心竞争力储备知识。

现代的 CAI 技术是“创新理论+创新技术+IT 技术”的结晶,使 TRIZ 理论不再只是专家们才能使用的创新工具,降低 TRIZ 理论门槛的同时,也加速了 TRIZ 理论的传播应用。

2. 计算机辅助创新研发平台简介

计算机辅助创新研发平台一般都包含项目导航、技术系统分析、问题分解、解决方案、创新原理、专利查询、知识库扩充、专利申请、方案评价和报告生成等模块。如图 3-11 所示。



图 3-11 Pro/Innovator 软件的模块

(1) 项目导航

提供解题过程中各模块的切换、方案评价、专利生成和项目报告生成等整个创新设计过程的导航。

(2) 技术系统分析

技术系统分析是基于能量流分析原理、价值工程原理、TRIZ 理论的物场分析方法及技术系统进化法则等理论而开发的系统分析模块。通过在该模块中建立功能模型,并对其进行分析和评价,可以有效地揭示技术系统中存在的问题,从而找到进一步提升和改进技术系

统功能的方向。

(3) 问题分解

运用三轴问题分析法,沿流程时序轴、系统层次轴和因果关系轴对初始问题进行分析与重定义,将复杂的工程问题分解成为多个子问题。帮助用户发现隐藏在表层问题背后的真正问题,以及充分利用系统资源的途径。

(4) 解决方案

实践证明,工程师遇到的 80% 的问题都已经在其他领域被解决。Pro/Innovator 中的解决方案基于对欧美 900 万高水平发明专利的分析,形成涵盖众多领域的创新方案知识库。它可以帮助用户及时发现已有的成功的解决方案,提供给用户在原有方案基础上快速寻求自己的问题的合理解决办法。

(5) 创新原理

为用户提供基于 TRIZ 理论的启发式问题求解。在创新原理模块中涉及的 TRIZ 理论以 40 个创新原理为主,每条创新原理均配以相应动画和文字,帮助使用者领悟创新原理内涵,同时提供该原理下从发明专利萃取的、来自不同工程领域的典型应用。

(6) 专利查询

Pro/Innovator 提供基于本体论的专利检索引擎,帮助企业研发人员及时了解美、欧、日最新的专利成果,评估专利级别,计算所关注的专利数量,分析技术发展动态,预测产品中技术系统的发展趋势。

(7) 知识库扩充

Pro/Innovator 提供了按需定制的创新方案库功能。客户可以将自己经过长期的业务实践而掌握的专业知识、经验和相关领域技术知识按照一定的方式组织起来,并构建其中的本体关系,让宝贵的企业经验从个体的知识变成公有的、可以共享的、有组织知识,让中青年研发队伍有效地学习继承老专家的经验,为进一步的创新提供巨大的知识源泉。

(8) 专利申请

研发人员通常都不太熟悉专利申请流程,无法撰写符合国际专利文献格式的专利文件,于是往往把专利申请工作交给了专利事务所等代理机构,这样做产生的问题是,这些专利代理结构并不懂具体的专业技术,不清楚企业委托人的专利技术中具体的发明、创新点是什么,因此,往往要经过与企业委托人多次的、长时间的沟通才能奏效。

在 Pro/Innovator 中,专利生成模块可以随着创新项目的进展,自动生成申请专利的权利要求,支持美国专利中的发明和实用新型两种类型专利申请的辅助生成。撰写大部分申请专利的必备文字,同时进行新颖性检索,实现了申请专利的文件的实时处理,这样大大减少了后期处理的时间。

(9) 方案评价

系统内嵌的方案评价模型,可以帮助工程技术人员对创新原理模块中系统提出的备选方案进行评价,分析其可能存在的正面和负面效果。同时工程技术人员也可以修改和添加新的方案评价模型,并调用不同方案评价模型对项目方案进行评价。

(10) 报告生成

提供了四种不同的报告生成模板满足用户的不同需求。支持用户对报告生成模板的定制。

3.3.3 CAI 技术应用与推广

近年来,CAI 在全球航空航天、汽车、船舶、铁道、机械制造等行业中得到了长足的发展和广泛的应用,至今,世界 500 强企业中已有近 400 家企业在研发流程中采用 CAI 技术。例如,韩国三星电子集团,从 1997 年年底开始在产品研发中引入 CAI 技术,并组织 CAI 技术的培训和应用,在 CAI 技术专家的指导下研究适合自己的创新策略,开展各项技术改进活动。在 2003 年,共计节省资金 1.5 亿美元,产生 52 项技术专利。一项国外的相关调查数据表明,CAI 的运用可使产品设计和技术改进方案的形成速度提高 70%~300%。

目前,CAI 技术在我国航空、国防等行业有一定的应用。例如,中国航空工业集团公司沈阳飞机设计研究所自 2005 年年初起,在知识工程项目中引进先进的创新方法学 TRIZ 理论,基于亿维讯公司的计算机辅助创新研发平台 Pro/Innovator 及其知识库编辑器,建设开发了沈阳飞机设计研究所自己的知识管理平台和知识库。但总体来说,CAI 技术在我国应用刚刚起步,许多企业对 TRIZ 创新理论和 CAI 技术缺乏了解和掌握。虽然“创新”已成为了目前最热门的话题,然而,具体到产品研发工作中如何实现创新,人们却往往不知从何处入手。要让 CAI 技术真正成为企业创新的有力武器还需进一步推广。

在“以信息化带动工业化,以工业化促进信息化”的信息化建设进程中,没有 CAI 技术的信息化技术更是不完整的信息化技术。CAI 技术的出现为中国实现跨越式的发展提供了一个可行思路。CAI 技术将过去枯燥无味、需要设计者冥思苦想的概念设计工作变成了普通的技术工作。

本章小结

1. 创新方法决定创新效率。传统的创新方法有试错法和头脑风暴法等。传统的试错法是随机寻找解决方案的方法,它漫无目标,耗时巨大,创新效率极低。头脑风暴法首先是头脑风暴产生想法,然后对想法进行过滤。头脑风暴法耗费大量的时间和精力去对大量的思路进行筛选分析,容易延误解决问题的时间,同样存在有效率低下的问题。

传统的创新方法仅仅对解决第 1 级和第 2 级的简单的发明问题有效。

2. TRIZ 发明问题解决理论是苏联发明家阿奇舒勒对世界上 250 多万件专利文献加以研究、整理、归纳、提炼,建立的一整套体系化的、实用的解决发明问题的理论、方法和体系。TRIZ 理论源于创新实践,又反过来指导实践中创新,充分体现了辩证唯物主义的科学发展观。

3. TRIZ 理论与传统的创新方法比较,其优点主要表现在(1)突破思维惯性;(2)效率高;(3)预测性高。

第3章测试题

(满分 100 分,共含三种题型)

一、单项选择题(本题满分 40 分,共含 10 道小题,每小题 4 分)

1. 被誉为 TRIZ 理论之父的阿奇舒勒是()科学家。
A. 美国 B. 苏联 C. 英国 D. 德国
2. 没有体现 TRIZ 理论同以往创新方法不同的是()。
A. 通用、统一的求解参数 B. 规范、科学的创新步骤
C. 广泛的适用性 D. 打破思维定式
3. 按照 TRIZ 理论对创新的分级,“使用隔热层减少热量损失”属于()。
A. 少量的改进 B. 根本性的改进 C. 显然的解 D. 全新的概念
4. 技术系统最理想化的运行状态是指该系统的()。
A. 最终理想度 B. 理想度 C. 最终理想解 D. 理想化水平
5. 不属于最终理想解的特性的是()。
A. 消除了原系统的不足之处 B. 保持了原系统的优点
C. 引入了新的缺陷 D. 没有使系统变得更复杂
6. 爱迪生以极大的毅力和耐心,先后实验了 6000 多种材料,做了 7000 多次实验,终于发现可以用棉线做灯丝,足足亮了 45 小时灯丝才被烧断。这使用的是()。
A. 现代创新方法 B. 试错法 C. 设问法 D. 尝试法
7. 屠呦呦发现青蒿素的主要途径是大量筛选、大量实验和灵感,主要采用了()。
A. 试错法 B. 尝试法 C. 设问法 D. 现代创新方法
8. 头脑风暴的()会遏制住创新。
A. 文化差异 B. 思维方式 C. 权威 D. 性格
9. 灯泡的发明利用了传统创新思维方法()。
A. 逆向思维法 B. 头脑风暴法
C. 发散思维法 D. 试错法
10. 关于 TRIZ 理论的基本想法,正确的是()。
A. 试错法 B. 一种系统性的方法
C. 利用前人的作法 D. 以上皆是

二、多项选择题(本题满分 40 分,共含 5 道小题,每小题 8 分)

1. TRIZ 理论的核心思想是()。
A. 其他领域的科学原理往往可以用来解决本领域技术问题,即所谓他山之石可以攻玉
B. 很多方法和原理在发明的过程中是在重复使用的
C. 技术系统的进化和发展是随机的,不可预测的
D. 技术系统的进化和发展并不是随机的,而是遵循着一定的客观趋势和规律

2. TRIZ 理论在哪几个级别的发明中可以起到有效的作用?
A. 第 4 级发明 B. 第 2 级发明 C. 第 1 级发明 D. 第 3 级发明
3. TRIZ 理论对创新分为 5 级, 分别是简单的改进和()。
A. 局部的改进 B. 根本的改进 C. 全新的概念 D. 重大的发现
4. 创新方法按照发展历程分为()阶段。
A. 尝试法 B. 联想法 C. 试错法 D. 现代创新方法
5. 王国维用三段诗词组合, 形象地描绘了古今之成大事业、大学问者, 必须经过的三种境界包括()。
A. 昨夜西风凋碧树, 独上高楼, 望尽天涯路
B. 衣带渐宽终不悔, 为伊消得人憔悴
C. 天将降大任于斯人也, 必先苦其心志, 劳其筋骨, 饿其体肤, 空乏其身
D. 众里寻她千百度, 蓦然回首, 那人却在灯火阑珊处

三、判断题(本题满分 20 分, 共含 10 道小题, 每小题 2 分)

1. 阿奇舒勒认为, 解决发明问题是有规律可循的。
A. 是 B. 否
2. 在实践中, 人们遇到的各种发明问题以及相应的解决方案是需要不断完全创新的。
A. 是 B. 否
3. 传统的设计采用试错法
A. 是 B. 否
4. 阿奇舒勒所提出的“发明问题解决理论”强调的是通过发明来解决实际问题, 因此他所说的“发明”基本上与创新是同义的。
A. 是 B. 否
5. 发明问题解决冲突所应遵循的规则是: 改进系统中的一个零部件或性能的同时, 不能对系统或相邻系统中的其他零部件或性能造成负面影响。
A. 否 B. 是
6. 不同领域的问题, 可以用相同的方法来解决。
A. 是 B. 否
7. 解决系统中存在的冲突是 TRIZ 的理论基础和核心思想。
A. 是 B. 否
8. TRIZ 理论可以解决所有发明问题。
A. 是 B. 否
9. 阿奇舒勒所提出的“发明问题解决理论”强调的是通过发明来解决实际问题, 因此他所说的“发明”基本上与创新是同义的。
A. 是 B. 否
10. 一切技术问题在解决过程中都有其独特性, 没有可遵循的模式。
A. 是 B. 否