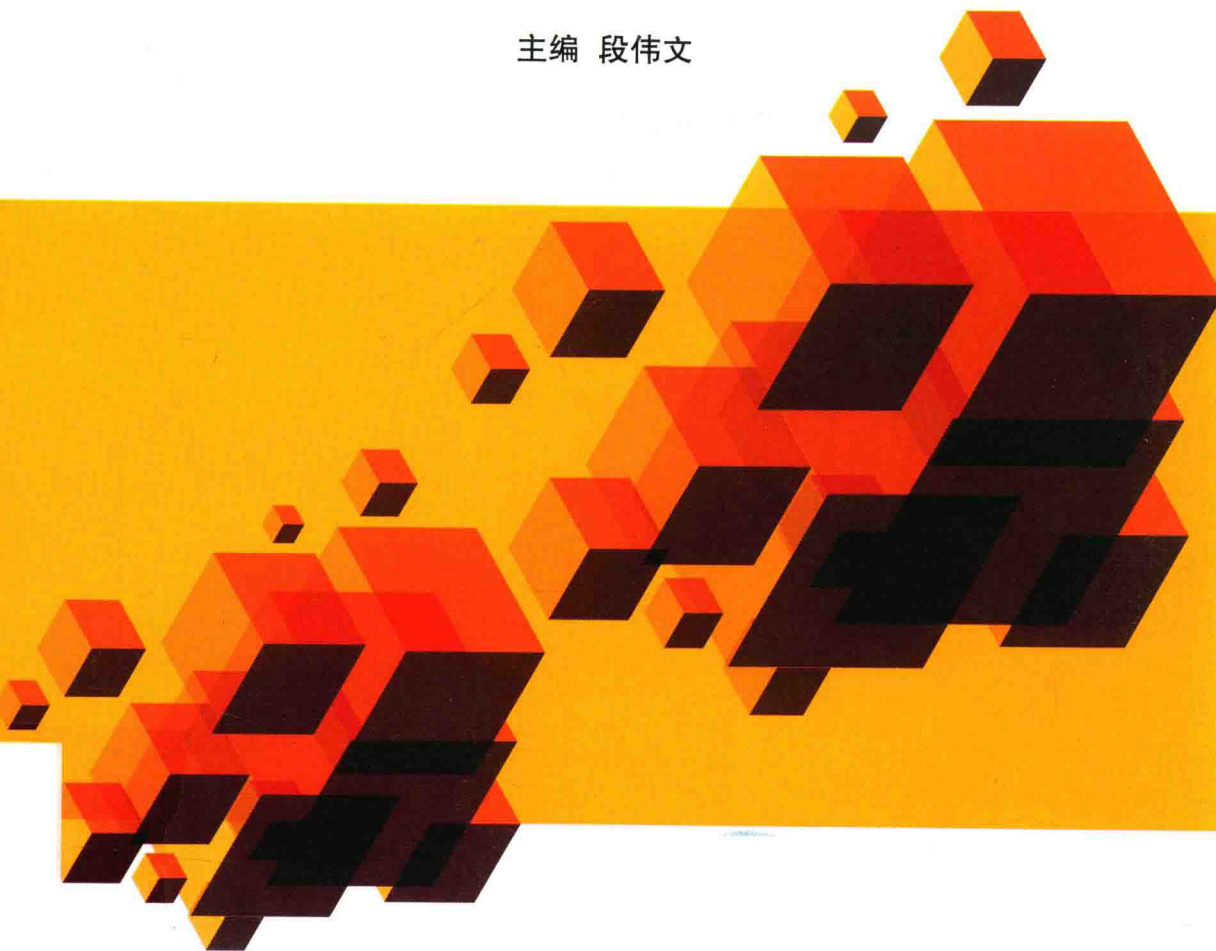


创新方法应用能力等级规范 培养与实践

主编 段伟文



中国广播影视出版社

创新方法应用能力等级规范 培养与实践

主编 段伟文

中国广播影视出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

创新方法应用能力等级规范培养与实践 / 段伟文主

编. —北京: 中国广播影视出版社, 2016.5

ISBN 978-7-5043-7680-0

I. ①创... II. ①段... III. ①创造能力—能力培养—
研究 IV. ①G305

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 092097 号

创新方法应用能力等级规范培养与实践

段伟文 主编

责任编辑 许珊珊

封面设计 肖 珍

出版发行 中国广播影视出版社

电 话 010-86093508 010-86093583

社 址 北京市西城区真武庙二条 9 号

邮 编 100045

网 址 www.cntp.com.cn

电子信箱 cntp8@sina.com

经 销 全国各地新华书店

印 刷 北京楠海印刷厂

开 本 710 毫米×1000 毫米 1/16

字 数 249(千)字

印 张 13

版 次 2016 年 5 月第 1 版 2016 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5043-7680-0

定 价 29.00 元

(版权所有 翻印必究·印装有误 负责调换)

目 录

第一章 创新思维、TRIZ 方法、发明原理	(1)
【本章要点】	(1)
第一节 增进创意思考的流畅性	(1)
第二节 问题导向的创新技法培养	(10)
第三节 掌握发明的工具 TRIZ 方法	(21)
第四节 发明原理及其应用	(25)
【本章思考题】	(32)
第二章 技术系统的进化	(33)
【本章要点】	(33)
第一节 技术系统的进化曲线	(34)
第二节 技术系统的进化法则	(37)
第三节 技术进化法则的应用	(44)
【本章思考题】	(46)
第三章 技术矛盾与矛盾矩阵	(47)
【本章要点】	(47)
第一节 技术系统中的矛盾	(47)
第二节 39 个通用工程参数	(52)
第三节 技术矛盾矩阵	(56)
第四节 技术矛盾的解题流程	(57)
【本章思考题】	(61)
第四章 物理矛盾与分离原理	(62)
【本章要点】	(62)
第一节 物理矛盾的类型	(62)
第二节 分离原理及其应用	(63)
第三节 分离原理与发明原理的关系	(69)
【本章思考题】	(72)

第五章 物—场模型分析	(73)
【本章要点】	(73)
第一节 物—场分析方法	(73)
第二节 物—场模型的类型	(75)
第三节 物—场分析的一般解法	(76)
第四节 发明问题的标准解法	(79)
【本章思考题】	(88)
第六章 ARIZ 算法与计算机辅助创新技术	(89)
【本章要点】	(89)
第一节 ARIZ 概述	(89)
第二节 ARIZ 的基本流程	(91)
第三节 计算机辅助创新技术与应用	(100)
【本章思考题】	(103)
第七章 工业工程的基本方法与应用	(104)
【本章要点】	(104)
第一节 工业工程的基本概念	(105)
第二节 工作研究及其应用	(107)
第三节 人因工程及其实践	(124)
第四节 设施规划与设计	(133)
第五节 定性与定量预测方法	(142)
【本章思考题】	(145)
第八章 精益生产与六西格玛管理	(146)
【本章要点】	(146)
第一节 精益生产的思想与方法	(147)
第二节 精益物流与精益供应链	(152)
第三节 精益生产及其系统实施	(156)
第四节 精益技术的详解与实操	(165)
第五节 六西格玛管理	(173)
第六节 DMAIC 模型及实操	(179)
【本章思考题】	(185)
附录一 创新方法应用能力等级标准	(186)
附录二 创新方法认证考核大纲 (试行)	(191)
特别说明	(200)

第一章 创新思维、TRIZ 方法、发明原理

【本章要点】

本章介绍有利于增进创意思考的流畅性的创造性思考方法,剖析以解决问题为导向的创新技能的形成与培养机制,阐述发明理论 TRIZ 方法的基本内容。

〔案例〕

电线除冰

有一年,美国北方大雪纷飞,很多大跨度的通信线路被积雪压断,严重影响了通信的畅通。电信公司经理找来十名不同专业的技术人员,尝试应用头脑风暴法来解决这一难题。按照头脑风暴法的会议规则,大家开始七嘴八舌地议论起来。有人提出,设计一种专用的电线清雪机;有人想到,用电热来融化冰雪;也有人建议,用振荡技术来清除积雪;还有人提出,能否带上几把大扫帚,乘坐直升机去扫掉电线上的积雪。对于这种“坐飞机扫雪”的离奇设想,尽管大家心里觉得实在滑稽可笑,但在会上没有人对此提出批评。听到用飞机扫雪的想法后,一个工程师突然受到启发,产生了一种简单可行且高效率的清雪方法。他想到,每场大雪过后,可以出动直升机沿积雪严重的电线飞行,依靠螺旋桨高速旋转时产生的强大气旋,可将电线上的积雪迅速扇落。他提出“用直升机扇雪”的设想,引起其他与会者的丰富联想,一下子又产生了七八条有关用飞机除雪的主意。不到一个小时,与会的十名技术人员共提出九十多条新设想。公司组织专家对记录下的各种设想进行分类和论证。专家们认为由“用直升机扫雪”激发出来的几种设想,不失为一种大胆的新方案,如果可行,将是一种既简单又高效的好办法。经过现场试验,人们发现用直升机扇雪确实有效。

第一节 增进创意思考的流畅性

一、发散思维、联想与逆向思维

1. 发散思维

发散思维是指面对问题沿着多方向思考、产生出多种设想或答案的思维方式。扩散思维又称发散思维、辐射思维、求异思维、多向思维等。

发散思维训练

结构发散	以某个事物或概念的结构为发散点,设想出该结构的各种可能性。如有了三阶魔方之后可以做出四阶、五阶和四面体、多面体魔方。又如,想想有多少带有“土”和“日”的字?
材料发散	以材料为发散点,设想它们的多种可能性。设想能用哪些材料造房子:冰块、雪、水、酸奶、果冻……
功能发散	以某种功能为发散点,设想获取该功能各种可能性。如一艘探险船在南极被冻结,船员用铁锤、铜子去砸冰、锯冰,用炸药炸冰,都无法开出一条路。一船员建议用黑炭、煤屑、垃圾撒到船周围的冰上去,让它们吸收太阳光把冰化掉,足足铺了 2000 米,成功脱险。
方法发散	以人们解决某种问题的方法为扩散点,设想出各种可能性方法。如去油灵、防油净等都是沿着去污的思路思考问题,有人想到可以变去污为防污,把产品涂在厨房器具表面上,10 分钟后形成一层透明的防护膜,等到油污积到一定程度,一撕即掉。
因果发散	以事物发展的因或果为发散点,设想出因及果或果及因可能性。如:没有老鼠的设想:世界上少了一种动物;可以减少粮食损失;不会发生鼠疫;不认识童话中出现的老鼠……;又如,假如世界上没有摩擦力,没有电会成为什么样子?假如没有第二次世界大战?等等。

2. 联想

联想是由此想到彼,并同时发现它们共同的或类似的规律的思维方式。如瑞士人美斯托拉,有一次上山打猎回到家里,发现自己的裤子上粘了许多草籽,他灵机一动,想到能不能人工造出一边是钩形刺另一边是纺织环的东西呢?不久,这种被称为“魔术带”的新鲜玩意很快被人们接受,慢慢地演变成今天人们常用的尼龙子母扣。

联想的形式

联想可分为相似联想、接近联想、对比联想、连锁联想、飞跃联想等形式:

联想的形式

相似联想	相似联想是由某一事物或现象想到与它相似的其他事物或现象,进而产生某种新设想。如屎壳郎与耕作机:四川省有个姚岩松,他意外地发现屎壳郎能滚动一团比它自身重几十倍的泥土,却拉不动比那块轻得多的泥土。他曾开过几年拖拉机,他联想到:能不能学一学屎壳郎滚动土块的方法,将拖拉机的犁放在耕作机身动力的前面,而把拖拉机的动力犁放在后面呢?经过实验他设计出了犁耕工作部件前置、单履带行走的微型耕作机,以推动力代替牵引力,突破了传统的结构方式。
接近联想	接近联想是根据事物之间在空间或时间上的彼此接近进行联想,进而产生某种新设想的思维方式。如苏东坡当年在杭州任地方官的时候,西湖的很多地段都已被泥沙淤积起来,成了当时所谓的“葑田”。苏东坡多次巡视西湖,反复考虑如何加以疏浚,再现西湖美景。有一天,他想到,如果把从湖里挖上来的淤泥堆成一条贯通南北的长堤,既便利来往的游客,又能增添西湖的景点和秀美,多好啊!苏公妙计,一举数得。

续表

对比联想	对比联想是根据事物之间存在着互不相同或彼此相反的情况进行联想,从而引发出某种新设想的思维方式。如美国人布什耐发现有几个孩子在玩一只昆虫,这只昆虫不但满身污泥污垢而且长得十分难看,他想市场上都是形象优美的玩具,假如生产一些丑陋的玩具投入市场会如何呢?结果这些玩具带来了丰厚的利润。
连锁联想	连锁联想是根据事物之间这样或那样的联系,一环紧扣一环地进行联想,从而引发出新的设想。如某小化肥厂,由生产化肥联想到了生产饮料,因为生产饮料可以利用生产化肥的软水处理和冷冻设备,还能利用生产化肥所剩余的蒸汽,于是他们办了饮料厂,由饮料厂又联想到香精生产,于是他们开发了玫瑰花生产基地,办起了香精厂,又建立了水泥厂、化工机械厂、建筑公司等。
飞跃联想	飞跃联想是在看上去没有任何联系、相距甚远的事物之间形成联想,以引发某种新设想。如冰——南极输油管道,美国的一个探险队首次准备在南极过冬时,遇到了这样一个问题:队员们打算把船上的汽油输送到基地上,但由于输油管的长度不够,当时又没有备用的管子,无法输油。队长想:能否用冰做成冰管子呢?由于南极气温极低,低至 -80°C ,冰比钢还要硬,但怎样才能使冰成为管状而不致破裂呢?他又想到了医疗上使用的绷带,他们试着把绷带缠在铁管子上,然后上面浇水,让水结成冰后,再拔出铁管子,就做成了冰管子,这样再把冰管子一截一截地联结起来,需要多长就接多长,解决了这个问题。

联想的方法

联想的基本方法是类比法与移植法。类比法是把陌生的对象与熟悉的对象、把未知的东西与已知的东西进行比较,从中获得启发而解决问题的方法。类比法包括直接类比、仿生类比、因果类比、对称类比等。如:蛋卷为什么会碎?浙江省某食品机械厂的技术人员一次去贵阳某糕点厂安装蛋卷机,在本厂总装试车很满意的蛋卷机,在贵阳却不听使唤了,蛋卷坯子出来后,都在卷制过程中碎掉了。他们在原料、配方、卷制尺度等很多方面花了许多精力也解决不了问题。后来,他们看到贵阳即便是阴天,晾在外面的湿衣服半天也能干,想起丝绸厂空气湿度不当会造成断丝,蛋卷在卷制过程中碎掉可能也与空气湿度有关,于是,他们采取了在本车间及机器内保湿加湿的措施,漂亮的蛋卷终于做出来了。移植法是指把某一事物的原理、结构、方法、材料等转到当前研究对象中,从而产生新成果的方法。移植法包括原理移植、结构移植、方法移植、材料移植等。

联想思维的基本方法

类 比 法	直接类比	根据原型的启发,直接将一类事物的现象或规律用到另一类事物上。如日本人在扣子上戳个小洞注入香水,成为“香扣子”。
	仿生类比	根据自然或生物结构和功能的启发获得创新思路和方法。如根据气步甲虫(当它遇敌时会喷出一种液体“炮弹”),德国科学家研制了世界上最先进的二元化学武器。狗鼻子灵敏,人们发明了“电子警狗”,灵敏度达到狗的1000倍。
	因果类比	根据某一事物的因果关系推出另一个事物的因果关系,而产生新成果。如,美国一教授根据放浴池里水流旋向的研究,推断出台风旋向的结论。
	对称类比	利用对称关系进行类比而产生创新成果。如:原来化妆品都是女人专用,根据对称类比,男士化妆品应运而生了。
移 植 法	原理移植	将某种科学技术原理转用到新的研究领域。如:根据贺卡,台湾一位业余发明家将其移植到汽车倒车提示器上,“倒车请注意”。
	结构移植	将某事物的结构形式和结构特征转用到另一个事物上,以产生新的事物。如拉链,某公司为有口蹄疫地区的动物做了数双短筒拉链靴,美国将拉链移植到外科手术的缝合。
	方法移植	将新的方法转用到新的情景中,以产生新的成果。如香港一集团的老总根据参观荷兰的“小人国”——荷兰风光的缩影,建成了“锦绣中华园”,年收入1000万元。
	材料移植	将某种材料移植到新的应用领域之中。亚硫酸锌具有白天能吸收光线、夜间发光的特性,有人将它制造电器开关、夜光工艺品、夜光航标灯、夜光门牌等。

3. 逆向思维

逆向思维法是一种摆脱习惯的思维方式,沿着事物或过程的反向,即“倒过来”、“逆过程”的方向进行思维,取得突破性的创造发明的方法。在逆向思维过程中,会用到还原分析法——遇到问题时,回到问题的起点,分析问题的本质,从而另辟蹊径。如经研究发现,铜矿区的野玫瑰呈蔚蓝色,金矿和银矿区的忍冬藤特别茂盛等,于是,人们发明了植物探矿法,先分析植物的参数,再集中目标钻探。逆向思维还可以帮助人们化缺点为优势,甚至利用事物的缺点进行创新。

逆向思维的含义十分广泛,总的来讲是指一切常规思维的反面。在一般的工程技术发明中,往往从以下几个方面进行逆向思维:

(1)从事物自身的功能的反面进行探索,扩大技术的应用范围。例如:一种高温防火涂料,“防”火和隔热性能都很好,能否将这种性能用到相反的方向去呢?用来“保”火行不行呢?人们将它加以改进用于水泥厂转窑外壁,起到降低热损耗的作用。

(2)从事物结构的空間位置的反面探索出路。例如:一种转动墙板,结构联系处

由轴和碗组成,过去一直是碗口向上,易积灰,后来在空间位置的反面探索出路,把轴和碗的空间位置对换一下,碗口向下,不仅不积灰,而且每转动一次就清灰一次。

(3)从事物运动发展过程的逆过程进行研究,从结果反向探求原因以求突破。例如:爱迪生发明留声机就是“反过来”思维的成果。他在试验改进电话时想到:既然说话能使膜板颤动,那么,“反过来”这种颤动也一定能发出原先说话的声音。根据这一想法,爱迪生发明了“会说话的机器——留声机。”

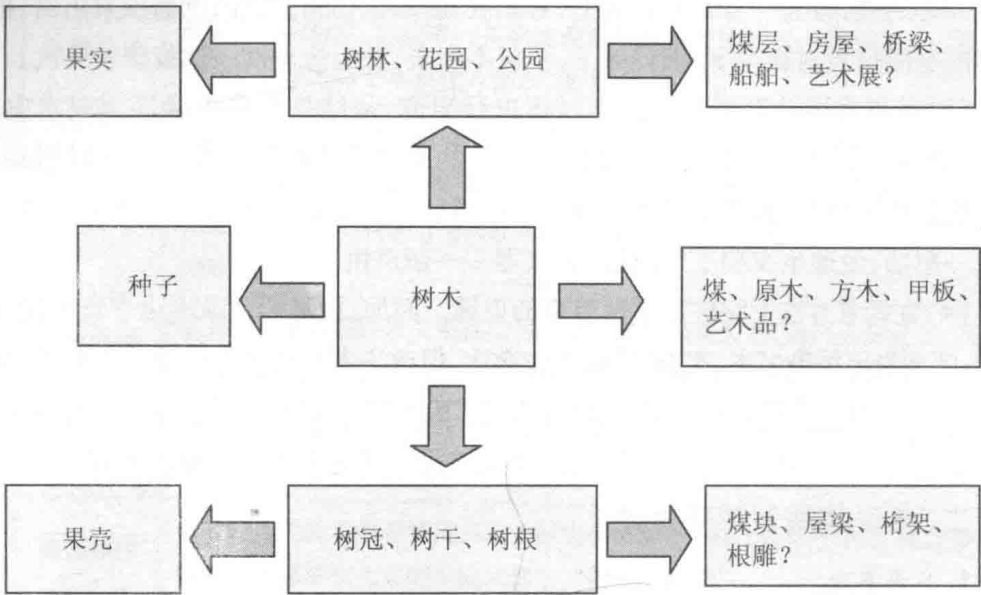
(4)在探求方法上突破习惯性思维的束缚。例如:最早的圆珠笔由于笔头滚珠的磨损,笔油溢出污染书本、衣物、纸张而被淘汰,但改进者只在笔珠耐磨上下功夫,毫无进展。后来,日本人中田藤三朗,一反过去的试验方法,在圆珠笔芯的油量上寻找出路,使存在的问题迎刃而解。至今,世界各国使用的圆珠笔芯仍保留中田的形式。

二、多屏幕法与算子方法

1. 多屏幕法

根据系统论的观点,系统由多个子系统组成,并通过子系统间的相互作用实现一定的功能。系统之外的环境及系统所归属的高层次系统称为超系统,系统之内的低层次系统称为子系统。我们所要研究的、问题正在当前发生的系统,通常也称作“当前系统”,一般称为系统。常见的多屏幕方法是九屏幕法,它实际上是一种图解式的矩阵排列,以空间为纵轴,考察当前系统、子系统和超系统;以时间为横轴,来考察上述三个系统的“过去”、“现在”和“未来”。九屏幕法能够帮助人们进行超常规思维,克服思维惯性,它从结构、时间以及因果关系等多维度对问题进行全面、系统的考察。不仅要考虑当前系统,还要考虑它的超系统和子系统;不仅要考虑当前系统的过去和未来,还要考虑超系统和子系统的过去和未来。如果把汽车作为一个当前系统,那么轮胎、发动机和方向盘都是汽车的子系统。如果把汽车看作整个交通系统的一个组成部分,交通系统就是汽车的一个超系统。从其他角度看,大气、车库等也可以看成汽车的超系统。当前系统是一个相对的概念。如果我们以轮胎作为“当前系统”来研究的话,那么轮胎中的橡胶、子午线、充气嘴等就是轮胎的子系统。

九屏幕法能够帮助人们不仅研究问题的现状,而且考虑与之相关的过去、未来和子系统、超系统等多方面的状态。如果你所思考的当前系统是树木,就可以画出一个九屏幕图。但这个九屏幕图中所画出的未来其实是很遥远的未来,对解决目前的问题没有多大帮助。如果我们把未来放得近一点,比方说十年或几十年,你就可以重新填右边的三个格子了。如果你仍然想得到煤这种树木的未来形态,那就可以想想用什么方法让树木在很短的时间内变成人工煤,如木炭或者比木炭的燃烧效率更高的某种形态,也可以是艺术品、药材等等。九屏幕法可以使技术系统的未来的开放性得到充分展示。



九屏幕法的应用

2. STC 算子与 RTC 算子方法

STC 算子方法

STC 算子方法是指我们可以从物体的尺寸 (size)、时间 (time)、成本 (cost) 三个方面来重新思考问题,改变对物体的尺寸、时间和成本的固有认识。应用 STC 算子方法提示的思维框架,可以克服因思维惯性产生的障碍,迅速发现对研究对象最初认识的不准确和误差,重新认识研究对象。

STC 算子的分析步骤

1. 明确研究对象现有的尺寸、时间和成本
 2. 想象对象的尺寸无穷大($S \rightarrow \infty$),无穷小($S \rightarrow 0$)
 3. 想象过程的时间或对象运动的速度无穷大($T \rightarrow \infty$),无穷小($T \rightarrow 0$)
 4. 想象成本(允许的支出)无穷大($C \rightarrow \infty$),无穷小($C \rightarrow 0$)
 5. 在最大范围内来改变每一个参数,直到临界值,即原有问题失去物理学意义并出现新的特性。
 6. 继续逐步地改变参数的值,以便理解和控制在新条件下问题的物理内涵。
- 在以上步骤中应该遵循以下原则:
1. 以上每个想象试验要分步递增、递减,直到进行到物体新的特性出现,不要在还没有完成所有想象试验就担心系统变得复杂而提前中止。
 2. 要充分自由地发挥想象力,不要在试验的过程中尝试猜测问题最终的答案。
 3. 在实际应用中,无穷大、零都是相对于实际物体而言的无穷大和零,而不是数学上的无穷大和零。

RTC 算子方法

RTC 算子方法是指从物体的资源(resource)、时间(time)和成本(cost)三个方面,重新思考问题,以打破对资源、时间和成本等的固有认识,帮助我们找出解决问题新的思路。RTC 算子实质上是通过夸张的手法改变物体在资源、时间和成本等方面的参数,帮助我们想象各种可能,大大扩展思维,突破思维定势。

RTC 算子的基本思路是,充分发挥想象力,进行以下尝试性的想象:

1. 逐渐增大物体的尺度,使之超过真实物体的尺度,直至无穷大。

2. 逐渐缩小物体的尺度,使之自动小于真实物体的尺度,直至为零。在改变物体尺寸时,应注意到每个物体都有三个维度,即长度、宽度和高度。通常放大或缩小物体的尺寸,均在三个方向上同时进行。但如果这样改变尺寸,还不能使物体有明显的特性变化,就需要先固定一个维度,放大或缩小其他两个维度,来观察物体特性的显著变化。

3. 逐渐增加物体作用的时间,直至无穷大。

4. 逐渐减少物体作用的时间,直至为零。

5. 增加物体的成本,直至无穷高的成本。

6. 减少物体的成本,直至成本为零。

在想象过程中,应该遵循以下原则:

1. 不得改变初始问题,全部完成以上过程,尽可能获得更多的变化了的新特性。

2. 每个过程要完成其全部阶段,在每个阶段,必须多次改变物体的参数,充分观察和分析每一次改变所引起的物体特性变化;必须完成各参数所有阶段的变更,不能因为找到了一个答案就停止,要不断地反复比较;可将物体分成几个单独的子部分,也可组合几个相似物体来进行分析。

3. 要充分自由地发挥想象力,不要在试验的过程中尝试猜测问题最终的答案

4. 在实际应用中,无穷大、零都是相对于实际物体而言的无穷大和零,而不是数学上的无穷大和零。

三、智慧小人法与金鱼法

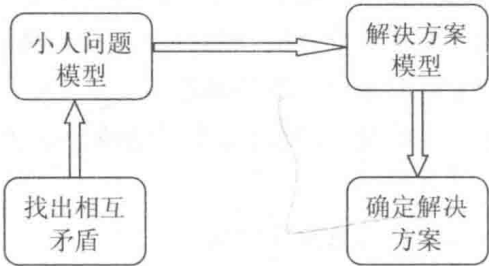
1. 智慧小人法

我们都知道,只有人能够清晰地按照自己的意愿行动。智慧小人法就是将物体想象成有智慧的小人,并利用这种想象解决实际问题。当系统内的某些组件不能完成其必要的功能,并且表现出相互矛盾的作用时,我们可以假想一组智慧小人来代表这些不能完成特定功能的部件,通过对智慧小人的行动的想象,思考实现预期功能的办法,再根据智慧小人模型重新设计系统的结构和功能。智慧小人法的目的是克服由于思维惯性导致的思维障碍,提供冲突的额外信息,找出解决问题的路径和思路。

表 1-6 智慧小人法的应用步骤

1.	找出矛盾。当系统内的某些组件不能完成其必要功能,并表现出相互矛盾时,找出问题中的矛盾。
2.	建立小人问题模型。用一组智慧小人来代表这些不能完成特定功能部件,建立问题模型。
3.	寻找解决方案。通过能动的智慧小人,实现预期的功能,消除矛盾,找到解决方案模型。
4.	从解决方案模型过渡到实际方案

注意:一个常见的错误是用一个小人表示一个组件,最好用一组小人表示。

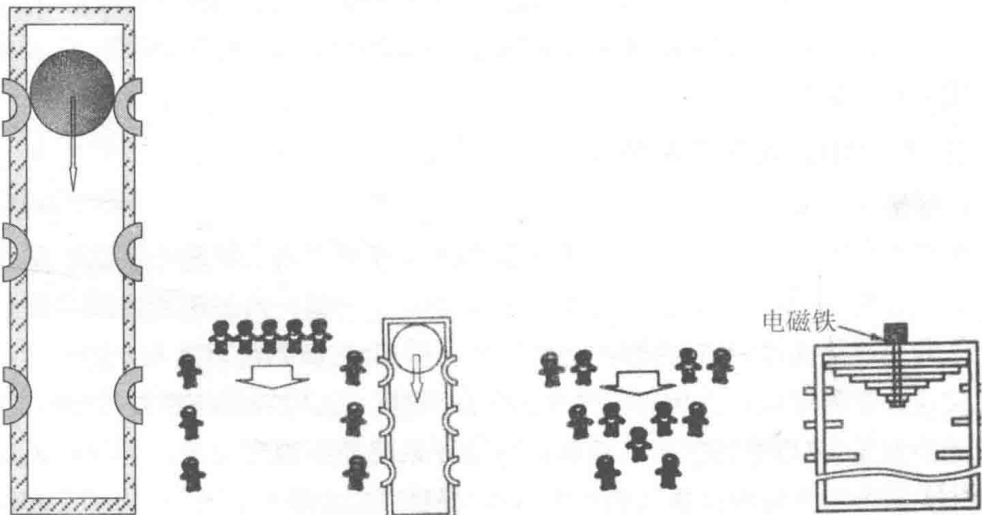


智慧小人法的思路

智慧小人法的应用案例

问题:在采矿作业时,通常两分钟内有十次爆破,操作员有足够的时间用传爆管手动将电路接通。采矿作业采用了新方法之后,需要在 0.6 秒的时间内,顺次闭合 40 个触合器。同时,每一次爆破之间的时间间隔也不同。例如第二次爆破必须在第一次爆破 0.01 秒后发生;第三次在第二次的 0.02 秒之后,依此类推。实施精度必须达到正负 0.001 秒。

有人提议:将接点置于圆柱体中,用一个球接通接点,但是当球滑过或者当球卡住后,都导致不能正常发生爆炸。怎么办?



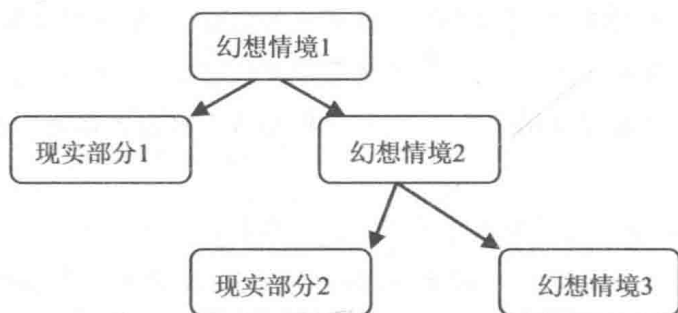
智慧小人解决方案

1. 确定相互矛盾在于每个点的接触可能会卡住而导致下一引爆接触点的延误。
2. 运用智慧小人法将接点和金属球想象成两组能动的智慧小人。
3. 试想象,代表“金属球”的智慧小人中的一个向下运动时,能紧密地与代表“接点”的智慧小人中的一个相结合,而且不会影响其他两队小人的结合,找到解决方案的智慧小人模型。

4. 根据智慧小人模型,将爆破装置制成接点自上而下逐渐收缩,而金属球改由一系列由大到小且能与接点一一对应的金属圆环形状,最后确定解决方案。

2. 金鱼法

金鱼法的名称源自俄罗斯诗人普希金的童话故事“金鱼与渔夫”,金鱼法取其让幻想变为现实的寓意,又称情境幻想分析法。金鱼法是从幻想式的解决构想中区分现实和幻想的部分,对于幻想部分,通过引入其它资源,使一些想法由不现实变为现实,提出新的解决构想;然后再从新的解决构想中区分出幻想部分与现实部分,如此不断反复,直到确定问题的解决构想可以实现。



金鱼法的思路

金鱼法的应用步骤

1. 将问题分为现实和幻想两部分
2. 思考幻想部分为什么不现实
3. 思考幻想部分变成现实或部分变成现实的条件
4. 列出子系统、系统、超系统的可利用资源
5. 构想将幻想变成现实的可能的方案
6. 找出构想中的不现实的幻想部分,再回到 1 循环往复,直至构想方案完全是现实的解决方案。

金鱼法应用案例

问题:如何制造一个会飞的魔毯

金鱼法的解决方案:

1. 现实生活中虽然有毯子,但毯子都不会飞的。

2. 毯子都不会飞的原因是地球引力使毯子具有重量,而毯子比空气重。

3. 思考在什么条件下毯子可以飞翔?我们可以施加向上的力,或者让毯子的重量小于空气的重量,或者希望来自地球的重力不存在。

4. 如果我们分析一下毯子及其周围的环境,会发现这样一些可以利用的资源,如空气中的中微子流、空气流、地球磁场、地球重力场、阳光等,而毯子本身也包括其纤维材料、形状、质量等。

5. 利用这些资源可以找到一些让毯子飞起来的办法:毯子的纤维与中微子相互作用可使毯子飞翔;在毯子上安装提供反向作用力的发动机;毯子可以在没有来自地球重力的宇宙空间飞行;毯子由于下面的压力增加而悬在空中,如气垫毯;利用磁悬浮原理制造磁悬浮飞毯;让毯子的材料比空气轻等。

6. 这些办法有的比较现实,但有的仍然看似不可能,比如毯子即使很轻,但也比空气重,对这一点我们还可以继续分析。比如毯子之所以重是因为其材料比空气重,解决的办法就是采用比空气轻的材料如特轻的羽毛制作毯子等等。

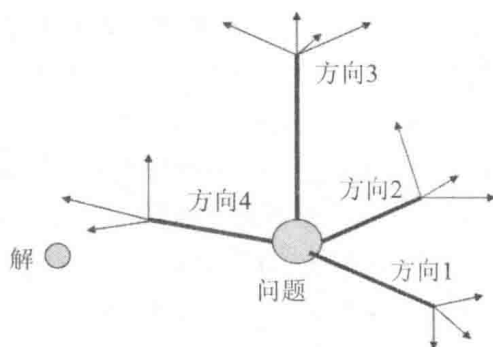
最后,结合可利用资源,可以得到一些可行的方案:采用比空气轻的材料制作毯子;使毯子与尘埃微粒的大小一样,其密度等于空气密度,毯子由于空气分子的布朗运动而移动;在飞行器内使毯子飞翔,飞行器以相当于自由落体的加速度向下运动,以抵消重力。

哈佛大学的马哈德温教授成功制造了一个0.1毫米厚的纸币大小的飞毯,这个毯子飘浮在空中,每秒振动大约10次,振幅大约为0.25毫米。神话中的魔毯已经向现实迈进了坚实的一步。

第二节 问题导向的创新技法培养

一、从错误中学习的试错法

试错法的基本思想是,人们所追求的目标可以通过不断试验消除误差。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。试错法是纯粹经验的学习方法。应用试错法的主体通过间断地或连续地改变黑箱系统的参量,试验黑箱所作出的应答,以寻求达到目标的途径。主体行为的成败是用它趋近目标的程度或达到中间目标的过程评价的。趋近目标的信息给主体,主体就会继续采取成功的行为方式;偏离目标的信息反馈给主体,主体就会避免采取失败的行为方式。通过这种不断的尝试和不断的评价,主体就能逐渐达到所要追求的目标。



试错法示意图

在发明和创新的应用中,试错法的主要应用环节如下表:

试错法的应用

	选择任务	搜寻概念	收集数据	寻找想法	找到想法	实际实施
1	使用一个已有的任务	使用一个已有的搜索概念	使用已有的数据	使用已有的解决方案	使用现成的设计	按照已有的设计制造
2	在几个任务中选择一个	在几个搜索概念中选择一个	从几种来源收集数据	从几个想法中选择一个	从几个设计中选择一个	修改已有的设计,然后制造
3	改变初始任务	修改适合新任务的搜索概念	修改收集到的适合新任务的数据	修改现有的解决方案	修改现有的设计	按照新的设计制造
4	寻找新任务	寻找新的搜索概念	收集与新任务相关的数据	寻找新解决方案	开发新设计	用新的方式使用设计
5	寻找新问题	寻找新的方法	收集与新问题相关的数据	寻找新概念(原则)	开发新的建设性概念	修改实施新概念的所有系统

试错法在 19 世纪取得了非常卓著的成果。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、照相等发明都是由试错法获得的。爱迪生在试验电灯时,用过 1600 多种金属材料和 6000 多种非金属材料,而搜集的各种材料更多达 14000 多种。他在试验新型蓄电池时,用过 9000 多种材料,失败达 50000 多次。

二、形态分析法与焦点对象法

1. 形态分析法

简单地讲,形态分析法的特点是把研究对象或问题,分为一些基本组成部分,然后对某一个基本组成部分单独进行处理,分别提供各种解决问题的办法或方案,最后形成解决整个问题的总方案。这时会有若干个总方案,因为是通过不同的组合关系而得到不同的总方案的。所有的总方案中的每一个是否可行,必须采用形态学方法进行分析。茨维基形态分析法分为五个步骤:

(1)明确所要解决的问题,并加以解释。

(2)将要解决的问题,按重要功能等分解成若干基本组成部分或独立因素,使每个部分有明确的定义和特性。

(3)建立一个包含所有基本组成部分的多维矩阵——形态模型,在这个矩阵中应包含所有组成部分排列组合成的创造性设想即可能的总的解决方案。

(4)检查这个矩阵中所有的总方案是否可行,并加以分析和评价。

(5)对各个可行的总方案进行比较,从中选出一个最佳的总方案。

在发明创造活动中,运用形态分析法可以在对方案的“一网打尽”中获得可行的新方案。形态分析法既可用来探索新技术,亦可估计出实现新技术的可能性,为探索未来描绘出一幅清晰的因果,它的最大的优点是可用于未来技术的可行性分析,不足的是当组合个数过多时,即总方案的个数太多时,可行性研究比较困难。

2. 焦点对象法

焦点对象法又称焦点客体法(method of focal objects, MFO),是一种问题求解的焦点技术,涉及将不同对象看似不匹配的特性合成为某种新的东西。焦点对象法起源于古希腊的思考艺术,由近代希腊哲学家康采(F. Kunze)完成了格式化。在20世纪50年代,它受到美国的研究者惠汀(C. Whiting)的赞赏和推崇,目的在于创造具有新本质特征的客体。这个方法的主旨就体现在它的名称上,即将需要改进或发明的对象或客体置于注意力的焦点上,并赋予其新的特征——通常由形容词来表述。

焦点对象法的步骤

(1)选择需要完善的研究对象或客体,即焦点对象或客体。

(2)制定完善对象或客体的目标。

(3)借助任何书籍、字典或其他方法来选择偶然词,确定偶然对象或客体。

(4)列出所选偶然客体的特征或性质。

(5)将偶然客体的特征或性质引入被研究的焦点对象或客体。

(6)记下被研究的焦点对象或客体与偶然客体特征结合后得到的想法。

(7)分析得到的结合点,选择最合适的创造性想法。

在应用焦点对象法时,通常会成立一个创造小组,其操作程序是:

(1)在确立了焦点对象或客体以及改进目标之后,将焦点对象或客体的名称写在黑板中央。

(2)创造小组的组长要求组员们举出七个名词——通常的对象或客体的名称,并环绕焦点对象或客体成圆周状写在黑板上。

(3)组长要求组员为每个名词搭配上七个形容词,然后用这些形容词修饰中央的对象或客体。

(4)利用这些名词与形容词的排列组合启发组员的发散性思维,就某个焦点对象产生创意。

在改进的程序中,先从2开始,举出一些名词来,然后收集相关的形容词。做完