

TRIZ (萃智)

TRIZ 简介与 40 个发明原理

TRIZ 是“发明问题解决理论”的俄文缩略词的英译，由原苏联的阿尔特苏列尔博士(G. S. Altshulle)于 1946 年创立。他从 1946 年开始，领导一批研究人员和学生，花了 1500 人年时间，在分析研究世界各国 250 万件专利的基础上，从抽样的 20 万件专利中选出 4 万件作为解决发明问题的代表，提出一套进行发明即产品创新的方法理论 TRIZ。20 世纪 80 年代前，它对别国严格保密。1992 年后随着苏联解体，一批 TRIZ 专家移居美国等西方国家，才逐渐流传到美欧亚和世界各国。

TRIZ 的出现，给创新这一现代社会中最活跃的元素带来了革命。TRIZ 提供的不仅仅是一种纯粹的创新理论，它还是一种思维模式，能够帮助我们形成一种系统的、流程化的创新设计思考模式，有助于人们在几乎所有事情中找到创新的方法。

TRIZ 认为考虑问题不仅要考虑当前系统的过去和未来，还要考虑当前系统子系统和超系统的过去和未来，从九个层面来考虑问题，寻找解决问题的办法。但是由于系统中各子系统不均衡的演变导致了系统冲突。系统冲突是 TRIZ 的另一个核心概念，指隐藏在问题背后的固有矛盾。如果要改进系统的某一部分属性，必然引起其它的某些属性恶化，就好像天平一样，一端翘起，另一端必然下沉。在产品的结构设计中，结构的重量与强度构成了一对冲突。减轻结构的重量就必然削弱结构的强度；反之，增加结构的强度则必须增加结构的重量。

对于冲突问题，通常的解决方案是采用折衷的方法，而 TRIZ 则强调运用创造性的思维把冲突彻底消除。阿尔特苏列尔对大量的发明专利研究发现，尽管它们所属技术领域不同，处理的问题千差万别，但是隐含的系统冲突数量是有限的。他整理归纳出引起系统冲突和矛盾的 39 个重要参数（见表 1）。

表1 39个参数

1. 移动物体的重量	2. 不移动物体的重量	3. 移动物体的长度
4. 不移动物体的长度	5. 移动物体的面积	6. 不移动物体的面积
7. 移动物体的体积	8. 不移动物体的体积	9. 速度
10. 力量	11. 压力	12. 形状
13. 物体稳定性	14. 强度	15. 移动物体的持久性
16. 不移动物体的持久性	17. 温度	18. 亮度
19. 移动物体所耗能量	20. 不移动物体所耗能量	21. 功率
22. 能量损耗	23. 物质损耗	24. 信息丢失
25. 时间消耗	26. 物质量	27. 可靠性
28. 测量的精确性	29. 制造精确性	30. 影响物体的有害因素
31. 有害的副作用	32. 可制造性	33. 使用方便性
34. 可维修性	35. 适应性	36. 装置复杂性
37. 控制复杂性	38. 自动化水平	39. 生产率

阿尔特苏列尔从几百万个专利中进行筛选，来寻找发明性问题以及它们是如何解决的，从具有发明性的专利中提炼出了解决冲突或矛盾的 40 条发明原理（见表 2），利用这些发明原理来寻找解决问题的可能方案。

表2 40个发明原理

1. 分割	2. 局部质量	3. 抽取	4. 非对称
5. 结合	6. 通用性	7. 成套	8. 平衡
9. 优先考虑反作用	10. 优先的行动	11. 预先铺垫	12. 均势
13. 倒置	14. 球形化	15. 动态性	16. 采取部分的或过分的行动
17. 改变移动方向	18. 机械震动	19. 采取周期的行动	20. 有效行动的持续性
21. 采取迅速的行动	22. 变害为益	23. 反馈	24. 中介
25. 自我服务	26. 拷贝	27. 用低廉的、短寿命的代替昂贵的、耐用的	28. 机械系统的替代
29. 采用空气的或水利的结构	30. 采用柔性的薄膜	31. 采用多孔材料	32. 改变颜色
33. 同类性	34. 抛弃和回收部件	35. 物体的物理和化学状态转变	36. 相位变换
37. 热涨	38. 使用强氧化剂	39. 不敏感的环境	40. 复合材料

1--分割（segmentation）原理体现在 3 个方面

分割原理体现在 3 个方面：

1. 将物体分割为独立部分。这个原理产生的发明例如：

比如：用个人计算机代替大型计算机；用卡车加拖车的方式代替大卡车；用烽火传递信息（分割信息传递距离）；在大项目中应用工作分解结构，等等。

又如：电脑分割为 CPU、显卡、声卡等，可分别独立制作，插接组合成 PC 使用；鼠标/键盘与电脑的分离—无线鼠标/键盘；

又如：电视控制部件的分割—遥控器的产生；电视机的分割—电视盒，可以接收解码电视节目；

又如：独立分割的立交桥制作方法，将不同端分别制作再连接；火车车厢之间是单独的个体，可调整车厢的数量；

又如：分割笔芯和笔—自动铅笔；圆珠笔的笔心与笔套是两个可分部分，笔心可以换；

又如：手机将显示时间部分进行分割—双屏翻盖手机，外部小屏显示时间；耳机与耳机线的分割—无线耳机；

2. 使物体成为可组合的（易于拆卸和组装）。这个原理产生的发明例如：

比如：组合式家具；橡胶软管可利用快速拆卸接头连接成所需要的长度，等等。

又如：刮胡刀的刀片与手柄可分离；可更换刀片的美工刀；可更换不同街头的电钻；

又如：抽油烟机油盒的可拆卸；可更换镜片的望远镜

3. 增加物体被分割的程度。这个原理产生的发明例如：

比如：用软的百叶窗代替整幅大窗帘；中央空调出气口，被格栅分割成面向不同方向的出气口；

又如：电子线路板（PCB）表面贴装技术（SMT）中所使用的锡膏，主要成分是粉末状的焊锡，用这种焊锡替代传统焊接用的焊锡丝和焊锡条，从而大大地提升了焊接的透彻程度；

又如：存储食物制冷箱体的分割—冰箱包括冷冻室、冷藏室，再分割成保鲜室；

又如：多个块状竹制块（麻将块）的凉席替代竹条式凉席；

又如：将相机镜头部分分为多个套管连接实现伸缩镜头的结构。自行车、摩托车等的链条是一环一环相接的，每环都是可以取下来的

TRIZ 故事 1——通红的玻璃板

在玻璃批量生产线上，对玻璃先进行加热然后再进行加工，加工完成后的玻璃仍处于通红状态，需要将其输送到指定位置直至冷却下来。

现在的问题是，因为玻璃还处于高温，呈现柔软的状态，在滚轴传输线的输送过程中会因为重力下垂而造成变形，导致玻璃表面凹凸不平，后续需要大量的打磨工作来进行修正。

年轻的工程师提出将传输线上的滚轴直径做到尽量小，以减少玻璃悬空的面积，提高玻璃的平度。

“我们可以将滚轴直径像火柴棍一样细，”年轻的工程师说，“组成一个传输线”。

“那么，每米长度内将有大约 500 个滚轴，安装时需要像做珠宝首饰一样细致。”老工程师说，“想一想这个传输线的造价。”

“我认为我们不能再考虑滚轴传输线，”一位工程师说，“最好用新的方法来替代它。”

“有什么号办法呢？”年轻的工程师说道。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“让我们来研究一下这个问题，”他说，“从方法上来选择。”

随后，一个基于分割原理的解决方案展示了出来：

突破常规思维的限制，将滚轴直径无限缩小，小到头发丝、1/100 毫米、1/1000 毫米、1/10000 毫米……一直分割下去，会是什么呢？物质呈现分子、原子状态。

解决方案是：用熔化的锡来代替滚轴。传输线是一个长长的、盛满熔化锡的槽子。由于锡的熔点低而沸点高，正适合通红的玻璃板的冷却温度区间，熔化锡在重力作用下，会呈现出一个绝对平面，可以很好地满足此工序的要求。

而基于这个解决方案，又出现了很多的专利，比如给锡通电可以与磁铁一起作用，来完成对玻璃的成型加工。

2--抽取/分离（extraction/taking out）原理体现在两个方面：

1. 将物体中“负面”的部分或特性抽取/分离出来。

比如：由于压缩机用于压缩空气，所以将嘈杂的压缩机放在室外。无噪音中央真空吸尘系统：美国 Duo Vac 中央真空吸尘器系统的马达被抽离且安装在室外，因此吸尘器噪音不会传至室内。

又如：计算机 CPU 的水冷散热器，将散热部分设置在计算机机箱外。

又如：分体手机，辐射大的与网络通信的部分抽取，单独设置模块。

又如：子弹、发生后，将无用的弹壳丢弃，仅发送弹头。多级火箭，冲出大气后将燃烧完的部分解体分离丢弃。

又如：高建筑物易遭雷击，设置高于建筑物的避雷针，将雷电抽取出引入地下

2. 从物体中抽取必要的部分或仅有用的特性。

比如：用狗叫声，作为报警器的报警声，而不用养一条真正的狗。在机场播放猛禽叫声驱赶鸟类（将叫声抽取出来）。

又如：用光纤分离主光源，增加照明点；

又如：将蟑螂、蚊子等天敌所发出的声音低频抽取出来，制作的播放低频的电子驱虫装置。

又如：风洞测试仪（抽取出物体在空气中快速通过的相对风速，而不是让物体真正快速通过测试）：

又如：红外体温测试仪（抽取人体体温特征测试）

TRIZ 故事 2——三个火枪手

大仲马在小说《三个火枪手》中，描述了普托斯是如何在裁缝店定制新装的。

普托斯不允许裁缝接触他的身体，裁缝无法量体，僵持之中，剧作家莫里哀来到了裁缝店。

莫里哀将普托斯带到镜子前，然后让裁缝对着镜子里的普托斯进行测量，一个两难的问题得到了解决。

这里，莫里哀使用的就是抽取原理，将普托斯影响抽取出来，有效地化解了普托斯和裁缝之间的矛盾。

3--局部质量（local conditions）原理体现在 3 个方面：

1. 将物体或外部环境的同类结构转换成异类结构。

比如：采用温度、密度或压力的梯度，而不用恒定的温度、密度或压力。

2. 使物体的不同部分实现不同的功能。

比如：带橡皮擦的铅笔，带起钉器的榔头；多功能的工具，不同部分可作为普通钳子、剥线钳、普通螺丝刀、十字螺丝刀和指甲修剪工具等使用。

3. 使物体的每一部分处于最有利于其运行的条件下。

比如：快餐饭盒中设置不同的间隔区来分别存放热、冷食物和汤。

TRIZ 故事 3——巨大的过滤器

一家工厂获得了一个大订单，产品是一个圆柱形过滤器，圆柱的直径 1 米，长度 2 米，轴向均匀分布直径为 0.5 毫米的密密麻麻的很多过滤通孔。

工程师们看到图纸后都惊呆了，每个过滤器要加工出成千上万个轴向小孔。

“我们该如何来加工这么多的小孔呢？”总工程师问大家，“用钻床来钻吗？”

“显然，钻这么长的小孔是不可能实现的，也许可以用高温铁针来扎出这些孔，”一位年轻的工程师毫无把握地说道。

所有的工程师都陷入了沉默。

这似乎是一个无法解决的难题。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“我们既不需要钻床，也不需要铁针，这件事应该这样来考虑.....”

随后，一个基于局部质量原理的解决方案展示了出来：

将过滤器的功能进行分解，其主要构成元素是过滤孔和基体，有用功能的元素是过滤孔，即过滤孔是有用的局部质量。每个过滤孔不就是一条管子吗！

哦，答案找到了。拿一些细管，并捆扎起来，就形成了过滤器。这种过滤器的组装制造和拆离都可以非常方便的完成。

用细圆棒做原料，然后捆扎起来，而圆棒之间的空隙就形成了过滤孔，也可以实现过滤器的功能。

4--非对称（asymmetry）原理体现在两个方面：

1. 用非对称形式代替对称形式

比如：非对称容器或者对称容器中的非对称搅拌叶片可以提高混合的效果（如水泥搅拌车等）；模具设计中，对称位置的定位销设计成不同直径，以防安装或使用中出错。

2. 如果对象已经是非对称，增加其非对称的程度。

比如：将圆形的垫片改成椭圆形甚至特别的形状来提高密封程度。

TRIZ 故事 4——聪明的气罐

很多家庭在使用灌装液化石油气，但让他们烦恼的是，不知道气罐里的气体何时将耗完，所以不能及时更换燃气。

一家燃气公司的工程师们试图解决这个问题。前提是方法简单易行，并能准确预报何时罐中燃气将耗完。

“测量压力？”一位工程师说。

“不行，这不管用，只要罐中还有少量燃气，其压力的变化不明显，而且，压力表的成本较高。”另一位工程师即刻反对。

“如果称重量呢？”又一位工程师说。

“这也不行。每次都要拆出气罐来称重量，对于用户来说太麻烦了，况且容易引发安全问题。”再一位工程师反对道。

看来，在不增加成本和复杂性的基础上要获得气罐的信息是一个似乎不能解决的难题。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“我知道答案。”他说，“这个气罐应该会很有礼貌地报告自己的情况。”

随后，一个基于非对称原理的解决方案展示了出来：

煤气罐的传统结构设计中，气罐的底面一般是完整的圆形。现在，要改变这种习惯性的对称结构，采用非对称的结构。

新的设计是：煤气罐的底面做成部分斜面。这样，当有液体燃气充当气罐底部重物时，气罐保持直立，一旦液态燃气消耗完毕时，底部失去压重物，煤气罐会在重力作用下歪向一边。相当于提醒用户：“煤气将尽，请速更换。”

5--合并（consolidation）原理体现在两个方面：

1. 合并空间上的同类或相邻的物体或操作。

比如：网络中的个人计算机；并行处理计算机中的多个微处理器；合并 2 部电梯来提升一个宽大的物体（拆掉连接处的隔板）。

2. 合并时间上的同类或相邻的物体或操作。

比如：把百叶窗中的窄条连起来；同时分析多项血液指标的医疗诊断仪器；现代冷热水龙头，调温通过转动完成，将过去的 2 个龙头合并为一个龙头。

TRIZ 故事 5——玻璃磨角

一个工厂接到一个大订单，需要生产大量椭圆形的玻璃板。

首先，工人们将玻璃板切成长方形，然后将 4 角磨成弧形从而形成椭圆形。然而，在磨削工序中，出现了大量的破碎现象，因为薄玻璃受力时很容易断裂。

“我们应该将玻璃板做得厚一点。”一位工人对主管说。

“不行，”主管说，“客户的订单上要求的就是这种厚度的产品。”

这似乎是一个难以解决的难题。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“我们的玻璃应该既厚又薄，”他说，“玻璃在磨削的工序中应该是厚的，而加工完成后应该是薄的。”

随后，一个基于合并原理的解决方案展示了出来：

将多层玻璃叠放在一起从而形成一叠玻璃，而且事先在每层玻璃面上洒一层水，以保证堆叠后的玻璃可以形成相当强的粘贴力。

一叠玻璃的强度会远大于单层玻璃的强度，在磨削加工中就可以承受较大的磨削力，从而改善了玻璃的可加工性。

当磨削加工完成后，再分开每层玻璃，水分自行会挥发掉，从而获得了所需要的产品。

6--普遍性 (universality) 原理：使得物体或物体的一部分实现多种功能，以代替其他部分的功能。

比如：内部装有牙膏的牙刷柄；将汽车上的小孩安全座位转变成小孩推车；小组领导人充当记录员和计时员。

TRIZ 故事 6——一物二用

渥伦哥尔船长(阿奇舒勒笔下的一位主人公,阿奇舒勒经常使用科幻小说的形式,进行 TRIZ 相关知识的讲解和传播。)经常应用一物二用来产生发明。

比如船上的压舱物,常规的是用水或沙子。但渥伦哥尔船长却使用土作为压舱物。在土中种上可以生长的棕榈树,棕榈树又用来作为船的桅杆。

这就是普遍性原理的应用。

7--嵌套 (nesting) 原理体现在两个方面：

1. 将第 1 个物体嵌入第 2 个物体，然后将这 2 个物体一起嵌入第 3 个物体.....

比如：（一组）量杯（匙）；俄罗斯玩偶娃娃（俄罗斯套娃）。

2. 让物体穿过另一物体的空腔。

比如：伸展天线、伸缩变焦镜头。

TRIZ 故事 7——火星车

一个科幻故事里描述了一次火星探险。宇宙飞船降落在一个石头山谷，宇航员乘坐一两火星车开始火星之旅。这个特型火星车有巨大的轮胎，当行驶到陡坡时，很容易在石头的颠簸下翻车。怎么办？

这个问题刊登在一本杂志上，收到了大量的读者来信，提供解决办法：

在火星车的下面悬挂重物，降低整车的重心，增加稳定性；

将轮胎的气放出一半，轮胎下陷，增加稳定性；

在火星车的两边分别多安装一只轮胎；

让宇航员探出身体来保持车子的平衡；

.....

上面的各种建议，确实能改善火星车的稳定性，但明显都带来另一些问题，比如：降低了火星车的运动性能，降低了车速，让火星车变得更复杂，增加宇航员的危险性等。

由于以上正反两方面问题的存在，有一位读者干脆建议：“什么办法都没有了，让宇航员走路吧！”

这个问题似乎是一个难以解决的问题。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“将重物放得非常低以接近火星的地面，以降低车子的重心而且在火星车里面。”他说。

随后，一个基于嵌套原理的解决方案展示了出来：

在火星车的轮胎里放置球形重物，这些重物可以滚动，总处在轮胎的最下面，以最低的重心来保持火星车的稳定。

8--配重 (anti-weight) 原理体现在两个方面：

1. 将一个物体与另一能产生提升力的物体组合，来补偿其重量。

比如：在一捆原木中加入泡沫材料，使之更好地漂浮；用气球悬挂广告条幅。

2. 通过与环境（利用气体、液态的动力或浮力等）的相互作用实现物体重量的补偿。

比如：飞机机翼的形状可以减小机翼上面的密度，增加机翼下面空气的密度，从而产生升力；水翼可使船只整个或部分浮出水面，减小阻力。

TRIZ 故事 8——飞机紧急降落之后

一架巨型运输机在起飞后出现了故障，紧急迫降在距离飞机场 200 公里外的空地上。经过检查，发现飞机机体上出现了许多裂缝和损坏，必须将飞机运送往工厂进行维修。

这架运输机非常重，如何运送成为问题。

专家们聚在一起，商讨如何将这个庞然大物运走。

“地上没有跑道，只有将飞机用吊车吊起来运走。”一位年轻的工程师说。

“年轻人，”一位专家沮丧地说，“哪里有这么大的吊车？而且我们也没那么大的车子将飞机运走！”

问题处于僵持之中而不能解决。

突然，TRIZ 先生出现了。

“我们确实需要将飞机吊起，”他说，“而且用车子运走。”

于是，一个基于配重原理的解决方案产生了。

将气袋固定在飞机翅膀下，然后充气，气袋所产生的浮力可以抬起飞机，然后将平板拖车开到飞机下面，拖走飞机。

9--预先反作用（prior counteraction）原理体现在两个方面：

1. 预先施加反作用。

比如：在溶液中加入缓冲剂来防止高 PH 值带来的危害。

2. 如果物体将处于受拉伸工作状态，则预先施加压力。

比如：在浇注混凝土之前对钢筋进行预压处理。

TRIZ 故事 9——让暴风雨来得更猛烈些吧

在靠近岸边约 5 公里的海上，一只挖泥船正在为航道进行清理工作，挖出的混着海水的泥巴通过一条管道被抽送到岸上，为保证管道浮在水面，管道上捆绑着一长溜的浮桶。

“天气预报说一场暴风雨即将来临！”船长说，“我们要立即停止工作，将管道拆开并带回岸上。暴风雨过后再带回来安装。大家行动要快，必须在暴风雨来临之前完成。”

“没有别的办法，”船员们说，“如果暴风雨将管道破坏，情况会更糟，赶快拆卸。”

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“不用拆卸管道，”他说，“不管什么样的暴风雨，我们都可以继续工作。”

于是，一个基于预先反作用原理的解决方案产生了。

管道不必浮于水面，而是沉入海水中。暴风雨的影响被消除了。

10--预先作用（prior action）原理体现在两个方面：

1. 事先完成部分或全部的动作或功能。

比如：不干胶纸；卷状食品保鲜袋，事先在 2 个保鲜袋间切口，但保留部分相连，使用时可以轻易拉断相连部分等等。

2. 在方便的位置预先安置物体，使其在第一时间发挥作用，避免时间的浪费。

比如：停车位的咪表；柔性制造单元等等。

TRIZ 故事 10——请你做侦探

一家粮油公司购买的食用油，用油罐车来运装，每罐可装 3000 升。但老板发现每次卸出的油都短缺 30 升，经过核准流量仪，检查封条和所有可能漏油部位后，没有找到短缺的原因。

没办法，请来了老侦探调查这个问题，老侦探进行了暗地跟踪，发现油罐车在运送途中没有停过车，但依然短缺了 30 升，连老侦探也百思不得其解。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“我们只要思考一下，”他说，“就知道是司机偷了油。”

接着，他解释了这个基于预先作用原理的问题答案。

原理司机事先在油罐内挂了一个桶，当油罐中注满食用油时，桶中就盛满了食用油。但是卸油后，桶中的油却保存了下来。司机随后伺机取出这一桶油。

司机真是聪明啊！

11---预先应急措施（cushion in advance）原理：针对物体相对较低的可靠性，预先准备好相应的应急措施。

比如：降落伞、消防设施；俄沙皇害怕敌人投毒害他，就每天服用少量的毒药培养抗毒性。后来他想服毒自杀，居然没有成功。

TRIZ 故事 11——危险的冰柱

北方的冬天，房子上的排水槽和排水管里会形成坚硬的冰柱，有的长达数米。当春天来到的时候，排水管受到太阳的照射，吸收的热量会首先融化冰柱的外表。当融化到一定程度时，冰柱会在重力的作用下从排水管中滑落，撞破排水管的弯头，有时，冰柱碎块会从排水管中飞出，扎伤经过的行人。

如何消除这个问题？成为人们面临的一道难题。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“这个问题需要我们预先做些应急的事情。”他说。

于是一个基于预先应急措施原理的解决方案是：在冬天来临之前，在排水管里穿进一根绳子，冰柱中的绳子可有效防止冰柱滑落，保证其渐渐地消融。

12--等势原则（equipotentiality）原理：在势能场中，避免物体位置的变化。

比如：电子线路设计中，避免电势差大的线路相邻；在两个不同高度水域之间的运河上的水闸等等。

TRIZ 故事 12——古塔是否在下沉

城市的中心广场有一座古塔，似乎在逐渐下沉。名胜古迹保护委员会前来测量研究这个古塔的下沉问题。测量的第一步是要选择一个高度不变的水平基准，并且在塔上可以看到这个基准以便进行比较测量。

很可能广场周围建筑也在一起下沉，所以需要寻找一个远离古塔而且高度不变的基准，最后他们选择了远离古塔 1500 英尺以外的一个公园的墙壁，但古塔和公园的墙壁之间被高层建筑物遮挡住了，无法直接进行测量。

“非常复杂的情况，”测量员沉思后说，“看来我们得求助于其他的专家。”

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“不必麻烦专家，”他说，“看一下初中物理书就可以找到此问题的解决办法。”

于是，一个基于等势原则的方案呈现了。

拿 2 根玻璃管，一个安装在塔上，一个安装在公园的墙壁上，用胶管将其连接起来，然后灌入液体，就组成一个水平仪，两只玻璃管中的液体应保持同样的高度，我们在玻璃管上标出这个高度。如果古塔下沉，则塔上的玻璃管内液体会升高。

13--逆向思维（inversion）原理体现在 3 个方面：

1. 颠倒过去解决问题的办法。

比如：为了松开粘连在一起的部件，不是加热外部件，而是冷却内部件；把大山带到穆罕默德的面前来，而不是让穆罕默德到大山那里去等等。

2. 使物体的活动部分改变为固定的，让固定的部分变为活动的。

比如：旋转部件而不是旋转工具；健身跑步机等等。

3. 翻转物体（或过程）。

比如：通过翻转容器以倒出谷物；将杯子倒置，以便从下面喷水清洗。

TRIZ 故事 13——巧克力的窍门

这一天是一个漂亮女孩的生日，有一个客人带来了一大盒巧克力糖，这是一种酒瓶形的果汁巧克力糖，巧克力的中心是液态的果汁，大家都非常喜欢。一边吃着巧克力，有位客人好奇地问道：“我很纳闷这种果汁巧克力的果汁是怎么装进去的？”

“先做好巧克力，然后往里面灌上果汁，再封口。”另一位客人猜测道。

“果汁必须非常的稠，要不然会影响巧克力成型，”第三位客人说，“但是果汁不容易灌进巧克力中。通过加热是可以让果汁稀些以便灌入，却会融化巧克力。”

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

于是一个基于逆向思维的解决方案产生了。

先将果汁降温，降到冰冻状态，将一颗颗冰冻的果汁颗粒放入巧克力中，然后进行成型，随后冰冻的果汁会在常温下恢复液体。果汁巧克力就完成了。

14--曲面化（spheroidality）原理体现在 3 个方面：

1. 将直线、平面用曲线、曲面代替，立方体结构改成球体结构。

比如：在建筑中采用拱形或圆屋顶来增加强度；结构设计中，用圆角过滤避免应力集中等等。

2. 使用滚筒、球体、螺旋状结等结构。

比如：圆珠笔的球状笔尖使得书写流利，而且提高了寿命。

1. 从直线运动改成旋转运动，利用离心力。

比如：用洗衣机甩干衣物，代替原来拧干的方法。

TRIZ 故事 14——莫比乌斯环

科幻故事《黑暗的墙》中，哲人格里尔手里拿着一张纸，对同伴不里尔顿说：“这是一个平面，它有 2 个面。你能设法让这 2 个面变成一个面吗？”

不里尔顿惊奇地看着格里尔说：“这是不可能的。”

“是的，乍看起来是不可能的，”格里尔说，“但是，你如果将纸条的一端扭转 180 度，再将纸条对接起来，会出现什么情况？”

不里尔顿将纸条一端扭转 180 度后对接，然后黏贴起来。

“现在把你的食指伸到纸面上。”格里尔静静地说。

不里尔顿已经明白了这位智者同伴的智慧，他移开了自己的手指。“我懂了！现在不再是分开的 2 个面，只有一个连续的面”。

这就是以著名的德国数学家莫比乌斯命名的“莫比乌斯环”。

很多人利用这个奇妙的“莫比乌斯环”来获得发明。大约有 100 多项专利均是基于这个奇妙的环。有砂带机、录音机、皮带过滤器等。

“莫比乌斯环”正是曲面化原理的典型代表。

15--动态化（dynamicity）原理体现在 3 个方面：

1. 使物体或其环境自动调节，以使其在每个动作阶段的性能达到最佳。
比如：汽车的可调节式方向盘（或可调节式座位、后视镜等）。
2. 把物体分成几个部分，各部分之间可相对改变位置。
比如：折叠椅、笔记本电脑等。
3. 将不动的物体改变为可动的，或具有自适应性。
比如：用来检查发动机的柔性的内孔窥视仪；医疗检查中用到的柔性状结肠镜等等。

TRIZ 故事 15——神奇的不倒翁

玩具公司的总裁召集工程师们开会。

总裁问道：“我们能不能在不倒翁的基础上发明一种新的玩具？”

大家说不倒翁很早就被发明出来了，还能挖掘出什么新意呢？

“这种玩具太简单了，”一位年轻的工程师叫道，“没什么可增加或减少的。”

总裁说：“新专利 645661 号颁发给了发明家柴兹塞夫的一款新型不倒翁。”

工程师们围过来看这个新玩具，发现它与传统的不倒翁不同的是内部安装了滑槽，重物可以沿着滑槽滑动，所以，这个新的不倒翁可以倒立和平躺。

“哦，这是动态性原理。”总工程师评论道，“重物原来是固定的，现在可移动了。”

“让我们依据动态性原理，发明一个更动态的不倒翁吧！”总裁说。

于是，一个基于动态化原理的新方案产生了。

将重物分成两部分，而且都可以滑动，这样，重心会不断移动和变化，不倒翁的晃动频率会不断地变化，显得更有趣。

16--不足或超额行动（partial or excessive actions）原理：如果用现有的方法很难完成对象的 100%，可用同样的方法完成“稍少”或“稍多”一点，问题可能变得相当容易解决。

比如：大型船只在制船厂的制造，往往先不安装船体上部的结构，以避免船只从船厂驶往港口的过程中受制于途中的桥梁高度，带船只达到港口后再安装上部的结构；

油印印刷时，滚筒涂布全表面的印油，印刷到纸张上的是需要的字体部分，其他的印油被蜡纸所阻挡；

表面贴装技术的锡膏印刷工艺，锡膏印刷机的刮刀涂布是全面积的锡膏，而印刷到电路板上的只是钢网开孔对应的焊盘上，其他的被钢网阻挡。

TRIZ 故事 16——大直径钢管的切割

现在要生产一种直径 1 米、长度 12 米的钢管。原材料为带状卷料，在钢管弯卷焊接设备上加工，此设备以连续的 2 米、秒的速度输出焊接完成的钢管，所以，需要每 6 秒完成一

次切割。因为切割设备的电锯切割这 1 米直径的钢管需要一定的时间才可以完成，而钢管在连续向前输出，所以切割设备得与在钢管同步前进中进行切割，切割完成后海需要快速返回到原来的位置，以开始对下一段钢管的切割，切割和返回的动作需要在 6 秒之内完成。

现在的矛盾是，切割设备的功率选择和移动速度产生了矛盾，大功率的设备切割速度快但比较笨重、移动起来缓慢，小功率的设备比较轻巧，可快速移动但切割时间会比较长。

工程部被要求来解决这个问题，工程师们陷入了激烈的争论，最后折中方案似乎占据了上风，那就是降低钢管弯卷焊接设备的输出速度。

“难道我们非得降低焊接设备的钢管输出速度吗？”总工程师说，“如果将输出速度降低到 1 米/秒，我们的生产率将降低一半，根本无法按时交货。”

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“我们根本不必降低输出速度，切割工作可以预先来做一部分。”

于是，一个基于不足或超额行动的解决方案产生了。

可以事先将带状原材料钢板进行切割，但是不能完全切断，要保留部分连接以保证弯卷焊接过程中的足够连接强度，这样，在后续切割中，只切断那部分保留的部位就可以了。

最后，以一个振动来实现钢管的切割，生产效率得到了大幅提升。

17--一维变多维（shift to a new dimension）原理体现在 4 个方面：

1. 将物体从一维变到二维或三维空间。

比如：螺旋梯可以减少所占用的房屋面积。

2. 用多层结构代替单层结构。

比如：多碟 CD 机可以增加音乐的时间，丰富选择。

3. 使物体倾斜或侧向放置。

比如：自动装卸车。

4. 使用给定表面的“另一面”。

比如：印制电路板经常采用两面都焊接电子元器件的结构，比单面焊接节省面积。

TRIZ 故事 17——会变身的自行车

对很多人来说，学骑自行车可能是件令人烦恼的事，经常会摔倒，尤其是儿童学骑自行车时可能会产生危险。

现在，人们将不再有这种顾虑了。美国帕杜大学的工业设计师发明出了一种“变身三轮车”，当骑车者加速时，它的 2 个后轮会靠的越来越近，而减速或停车时，2 个后轮又会分开，骑车者根本不用担心车子会侧翻。

18--机械振动（mechanical vibration）原理体现在 5 个方面：

1. 让物体处于振动状态。

比如：电动剃须刀。

2. 对有振动的物体，则增加振动的频率（甚至到超声波）。

比如：振动送料器。

3. 使用物体的共振频率。

比如：用超声波共振来粉碎胆结石或肾结石。

4. 用压电振动器代替机械振动器。
比如：石英晶体振荡驱动高精度的钟表。
5. 使用超声波和电磁场振荡耦合。
比如：在高频炉里混合合金，使混合均匀。

TRIZ 故事 18——聪明的测量仪

化工厂车间里，一种强腐蚀性的液体装在一个巨大的容器中，生产时，让液体从容器流向反应器，但进入反应器的液体量需要进行精确的控制。

“我们尝试使用了各种玻璃或金属制作的仪表，”车间主任对厂长说，“但它们很快就被液体给腐蚀了。”

“如果不测量流量，只测量液体高度的变化怎么样？”厂长问。

“容器很大，高度变化很微小，”车间主任说，“我们无法得到准确的结果，而且容器接近天花板，操作上很不方便。”

这似乎是一个难以解决的问题。

……

突然，TRIZ 先生出现了。

“我们需要一台聪明的测量仪，”他说，“不是测量液体，而是测量空隙。”

于是，一个基于振动原理的解决方案产生了。

原来，利用振动的原理，测量容器中液面以上的空气部分的共振频率，得到空气部分的变化量，从而准确推算出液面的细微变化量。

19--周期性动作（periodic action）原理体现在 3 个方面：

1. 用周期性动作或脉动代替连续的动作。
比如：松开生锈的螺母时，用间歇性猛力比持续拧力有效。
2. 如果行动已经是周期性的，则改变其频率。
比如：用频率调制来传送信息，而不用 Morse 编码。
3. 利用脉动之间的间隙来执行另一动作。
比如：在心肺呼吸中，每 5 次胸腔压缩后进行呼吸。

TRIZ 故事 19——2 根绳子

在一个空房间里，有一个布娃娃放在窗台上，2 根细绳从天花板上垂直下来。你的任务是将 2 根绳子的下端绑在一起。

但是，如果你拿着一根绳子却够不到另一根绳子，旁边没有人，所以不会得到帮助。当然的想法是让绳子动起来。但是绳子又轻又软，根本就动不起来。

怎么办？

突然，TRIZ 先生出现了。

“看到了窗台上的那只布娃娃了吗？”他说，“用它来解决这个难题。”

于是，一个基于周期性动作原理的解决方案产生了。

将布娃娃绑在绳子的下端，然后让绳子在布娃娃的重力作用下形成周期性的摆动，问题就迎刃而解了。

20--有效作用的连续性（continuity of useful action）原理体现在 2 个方面：

1. 持续采取行动，使对象的所有部分都一直处于满负荷工作状态。
比如：在工厂里，使处于瓶颈地位的工序持续地运行，达到最好的生产步调。
2. 消除空闲的、间歇的行动和工作。
比如：打印头在回程过程中也进行打印。

TRIZ 故事 20——穿山甲

《先驱者真理》杂志上刊登了一个问题：在地底下可以随意穿行的车子应该是一个什么样子的？

杂志社收到了很多解答。

用一辆拖拉机，前面装上铲子，把土挖开形成通道。

带翅膀的车子。

.....

所有的设想基于挖掘原理，将土从车前移到车后，而车后的土，需要运输处理掉才可以形成通道。车子要达到地下行动自如的目标，看来不大可能实现。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“这是有一定的难度，”他说，“不过是可以实现的，让我们看看穿山甲是怎么工作的。”

穿山甲打洞的原理是：将土一点点的用头拍到隧道壁上，这连续的有效动作不断地重复，最后“挤”出一条隧道来。

基于穿山甲有效动作连续性原理的“人造穿山甲”专利在苏联诞生，是一种前边带有尖锥形的切土器的机器，不仅将土切下来，而且挤拍到隧道壁上去。

21--紧急行动（rushing through）原理：快速地执行一个危险或有危险的作业。

比如：牙医使用高速电钻，避免烫伤口腔组织；快速切割塑料，在材料内部的热量传播之前完成，避免变形。

TRIZ 故事——“磁速”网球拍

菲舍尔公司推出的“磁速”网球拍不但不会限制你的正手击球，反而能击中最高效的击球点，你将会体验到其中的不同。在正常击球时，球拍的结构在恢复前会稍微变形。然而，一旦拥有“磁速”网球拍，安装在拍头两侧的两个单极磁铁有助于加快球拍恢复的速度，这样，球就有了更大的力量可以弹回到球网的方向。德国网球选手格罗恩菲尔德和其他著名选手都使用这种球拍进行比赛。

磁铁就是在瞬间完成的球拍恢复原位的紧急行动。

22--变害为利 (convert a harm into a benefit) 原理体现在 3 个方面：

1. 利用有害的因素（特别是对环境的有害影响）来取得积极效果。

比如：用废弃的热能来发电；废品的回收二次利用。

2. “以毒攻毒”，用另一个有害作用来中和以消除物体所存在的有害作用。

比如：在腐蚀性的溶液中添加缓冲剂；在潜水中使用氮氧混合气，既消除空气或其他硝基混合物带来的氧中毒。

3. 加大有害因素的程度。

比如：用逆火烧掉一部分植物，形成隔离带，来防止森林大火的蔓延。

TRIZ 故事 22——渥伦哥尔船长的遭遇

渥伦哥尔船长要从加拿大乘雪橇前往阿拉斯加，一个叫“倒霉蛋”的团伙给他买了一只“鹿”和一条“狗”，但他实际收到的不是鹿和狗，所谓的“鹿”实际是牛，“狗”是狼。

渥伦哥尔船长并没有被难住，他巧妙地利用牛和狼之间的有害作用，顺利完成了旅行任务。

渥伦哥尔船长将牛和狼一前一后套在雪橇上，受惊吓的牛拼命的拉着雪橇向前奔，狼想扑牛业拼命地拉着雪橇向前跑。

23--反馈 (feedback) 原理体现在两个方面：

1. 通过引入反馈来改善性能。

比如：音乐喷泉；系统过程控制中，用测量值来决定什么时候对系统进行修正。

2. 如果已经引入了反馈，则改变其大小和作用。

比如：在机场 5 英里范围内，改变自动驾驶仪的灵敏度。

TRIZ 故事 23——聪明绳索

任何一个消防队员或者攀岩者都可以告诉你，一条简单的绳子可以救你的命，条件是它不要磨损或突然断裂。如今科学家研制出了“聪明绳索”，这种智能绳索里面有电子传导金属纤维，可以判断它所承受的重量，如果重量太大，它无法承受，绳索就会向使用者发出警告。智能绳索还可以用于停泊船只、保护贵重物品或者用于营救行动。

聪明的绳索就是在普通绳索上增加了反馈，从而提高安全性。

24--中介物 (mediator) 原理体现在两个方面：

1. 采用中介体传递或完成所需动作。

比如：木匠的冲钉器，用在榔头和钉子之间；机械传动中的惰轮。

2. 把一个物体和另一个物体临时结合在一起（随后能比较容易地分开）。

比如：用托盘把热盘子端到餐桌上。

TRIZ 故事 24——胶管上的孔

现在需要在一根长胶管上钻出很多径向小直径的标准孔，因为胶管很软，钻孔操作起来显得非常不容易。

有人建议用烧红的铁棍来烫出小孔。经过尝试，发现烫出的小孔很毛糙，而且很容易破损，不能满足质量要求。

“有没有什么号的办法？”经理问。

大家面面相觑。

这似乎是一个不容易解决的问题。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“有一个很简单的办法，可以帮助我们完成这项加工。”他说。

于是，一个基于中介物原理的解决方案产生了。

先给胶管里面充满水，然后进行冷冻，待水冻成冰态时，再进行钻孔加工。加工完成后，冰会融化成水很容易流出管道。

25--自服务（self-service）原理体现在两个方面：

1. 使物体具有自补充和自恢复功能以完成自服务。

比如：饮水机

2. 利用废弃的资源、能量或物资。

比如：麦秸或玉米杆等直接填埋做下一季庄稼的肥料。

TRIZ 故事 25——钢珠输送管道的难题

在一个输送钢珠的管道中，拐弯部位在工作一两个小时后就会坏掉。根本的原因是钢珠在高速气体的驱动下，对弯曲部位的管壁进行着连续撞击，很快就会撞出一个洞来。

管道损坏后必须停止输送来进行维修，这就影响了生产效率。

“看来还需要一条管道，”工程师说，“当需要维修时，启动另一条管道来输送钢珠。”

“2 条管道会增加成本，”经理说，“而且更替管道时仍然会影响生产效率。”

这似乎是一个难以解决的难题。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“总是修补管道不是个办法，”他说：“我有一个主意，可以保证管道永远工作而不必修补。”

于是，一个基于自服务原理的解决方案产生了。

在拐弯部位的管道外，放置一个磁铁，当钢珠到达磁场范围内时，会被磁铁吸附到管道内壁上，从而形成保护层。钢珠的冲击将作用在由钢珠形成的保护层上，并不断补充那些被冲掉的钢珠。这样，输送管道就被完全保护起来。

26--复制（copying）原理体现在 3 个方面：

1. 使用更简单、更便宜的复制品代替难以获得的、昂贵的、复杂的、易碎的物体。

比如：虚拟驾驶游戏机；听录音带而不亲自参加研讨会。

2. 用光学复制品或图形来代替实物，可以按比例放大或缩小图形。

比如：用空间摄影技术进行调查，而不是实地进行；通过测量其照片来测量一个对象；产生生谱图来评估胎儿的健康状况，而不冒险采用直接测量的方法。

3. 如果可视的光学复制品已经被采用，进一步扩展到红外线或紫外线复制品。

比如：用红外图像来检测热源，例如对农作物疾病，或者安保系统中的入侵者。

TRIZ 故事 26——火车将在 5 分钟内开动

货运列车上装满了大圆木，检查员们都正满头大汗地测量每根圆木的直径，以准确计算出圆木体积。

“看来得让火车推迟开出，”经理说，“今天我们无论如何都是测量不完的。”

“但是，火车必须在 5 分钟内开出，”站长说。“下一列火车正在等待着进站。”

如何解决这个问题？大家给出了很多建议，主要的有以下几个方法。

让更多的人来进行测量，三五百人总可以了吧！

通过测量其中一根圆木的直径，数出圆木总数，相乘后估算总的体积。

锯下每根圆木的一片，稍后进行测量。

以上所有的解决办法，都会带来另外的其他一些问题。

这个问题似乎难以解决。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“这个问题应该这样解决。”他说。

于是，一个基于复制原理的解决方案产生了。

对火车上的圆木进行拍照，然后依据照片进行详细的分析测量。当然，照片中需要一个精确的参照比例尺。

27--一次性用品（disposable objects）原理：用廉价的物品代替一个昂贵的物品，在某些质量特性上作出妥协（例如使用寿命）。

比如：使用一次性的纸用品，避免由于清洁和储存耐用品带来的费用，例如酒店里的塑料杯、一次性尿布、多种一次性的医疗用品。

又如：火箭外的隔热涂料。

TRIZ 故事 27——秘密的上油方法

将钢板加温来轧制钢管，轧制完成后，需要在冷却前给钢管内壁涂上一层均匀的润滑油。

这个涂油工作看起来似乎比较简单，但是实现起来却比较复杂。需要设计制造一台专用的可移动机器进入钢管内，完成涂油工作。由于是在管内壁作业，是非平面涂油，所以涂油的速度比较慢，导致整个轧制生产的速度下降，影响生产效率。

为解决这个问题，专家们开始了研究，但无法得到理想答案。

这似乎是一个难以解决的问题。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

TRIZ 先生给出了一个基于一次性用品原理的解决方案。

制作一种上面涂好润滑油的纸带，直接贴到钢板上，纸会在高温下燃烧，剩下的只有润滑油了。

这个纸带作为一次性用品，起到均匀分配润滑油的作用。

28--机械系统的替代（replacement of mechanical system）原理体

现在 4 个反面：

1. 用感官刺激的方法代替机械手段。

比如：用声学“栅栏”（动物可听见的声学信号）代替真正现实中的栅栏，来限制狗或猫的行动；在天然气中加入气味难闻的混合物，警告用户发生了泄露，而不采用机械或电器类的传感器。

2. 采用与物体相互作用的电、磁或电磁场。

比如：为了混合两种粉末，用产生静电的方法使一种产生正电荷，另一种产生负电荷。用电场驱动它们，或者先用机械方法把它们混合起来，然后使它们获得电场，导致粉末颗粒成对的结合起来。

3. 场的替代：从恒定场到可变场，从固定场到随时间变化的场，从随机场到有组织的场。

比如：早期通信中采用全方位的发射，现在使用有特定发射方式的天线。

4. 将场和铁磁离子组合使用。

比如：铁磁催化剂，呈现顺磁状态。

TRIZ 故事 28——敲钟

在瓷器的二次烧制工序之间，要进行检验，俗称“敲钟”，根据检验结果来确定第 2 次烧制的温度。“敲钟”的工序是这样进行的：检验员用一只特制的小锤轻轻敲击瓷器，然后根据声音判断烧制的程度。

由于这个工序对检验员的技能要求很高，而且这种人工判断的方式波动很大，公司决定使用机器人来代替检验员的工作。

于是，工程师们设计制造了有 2 只手的机器人，一只手拿瓷器，另一只手拿小锤。敲击的声音通过麦克风来接收，然后传送到声音分析仪进行分析判断。

机器人安装到生产线上后，很快又被搬走，恢复到原来人工检验的状态。原因是，机器人检验中，手臂移动得快回敲碎瓷器，缓慢移动将远远低于人工检验的速度。

工程师们非常失望，一个良好的愿望眼看就要失败了。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“我们的机器人还是在用机械方式进行检测，显然需要再次进化。”他说。

于是，一个基于机械系统替代原理的解决方案产生了。

在陶瓷电阻生产的过程测试中，采用的是光测试，从电阻上反射的光强度取决于烧制的程度。所以，瓷器的检验也可以使用光测试来进行。

看来，跨行业间的技术交流和共享非常重要。

29--气体与液压结构(pneumatics or hydraulic construction)原理： 使用气体或液体代替物体的固体零部件，这些零部件可使用气体或水的膨胀，或空气或液体的静压缓冲功能。

比如：充满凝胶体的鞋底填充物，使鞋穿起来更舒服；把车辆减速时的能量储存在液压系统中，然后在加速时使用这些能量。

又如：汽车的安全气囊，儿童的充气城堡（滑梯等）玩具

TRIZ 故事 29——元帅的旗子

在电影拍摄现场，一场激烈的战斗正在进行，兵对兵、将对将捉对厮杀，刀枪飞舞、马嘶人叫，场面好不热闹。

可是，导演依然感觉不满意，虽然布景布置的很漂亮，演员演得也非常好。

“这是一场两军对垒，”导演说，“将军的旗子是战斗的中心，可是我们感觉不到这个气氛。”

“为什么会这样？”助手说，“将军在旗子下战斗着！”

“噢，旗子，旗子挂在旗杆上，一动也不动，”导演说，“它就像一块布，旗子应该在风中飘舞！”

“怎么样才能做到呢？”助手说，“现场没有风啊！”

突然，TRIZ 先生出现了。

“我们要让旗子永远飘扬。”他说。

于是，一个基于气体结构原理的解决方案产生了。

将旗杆做成中空的，并在旗杆上部靠近旗子的位置钻上小孔。在旗杆的底部装上一个小风扇，将风送上旗子部位，从小孔吹动旗子飘扬。

所以，大家看到的电影中，旗子一定是在空中飘扬的。

30--柔性外壳和薄膜 (flexible “shells” or thin films) 原理，体现在 2 个方面：

1. 使用柔性外壳和薄膜代替传统结构。

比如：使用膨胀的（薄膜）结构作为冬天里网球场上空的遮盖；充气儿童城堡。

2. 用柔性外壳和薄膜把对象和外部环境隔开。

比如：在贮水池上漂浮一层双极材料（一面亲水，一面厌水）来限制水的蒸发作用。

TRIZ 故事 30——雨天也能工作

在一个码头上，一艘轮船正在装货。突然，大雨不期而至，当吊车将货物送入舱口，舱门被打开时，雨水也淋进货舱。

“这是什么鬼天气！”船上的一个搬运工说，“我快成了落汤鸡了。”

“有什么办法呢？”另一位说，“货物要吊装下来，舱门不能关上，也不能盖顶棚来遮雨。”这是一个难题。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“这需要一个非常特别的顶棚，”他说，“可以阻止雨水进入货舱，又不妨碍货物的进入，这样来做……”

于是，一个基于柔性外壳和薄膜原理的解决方案产生了。

做两扇充气门，当货物进入时，可以将气袋推向两边而顺利进入。没有货物时，两气袋对合形成门扇，可以遮雨。

31--多孔材料（porous materials）原理，体现在两个方面：

1. 使物体多孔或添加多孔元素（如插入、涂层等）。

比如：机翼用泡沫金属；在一个结构上钻孔以减轻重量。

2. 如果一个物体已经是多孔的，则利用这些孔引入有用的物质或功能。

比如：用多孔的金属网吸走接缝处多余的焊料；药棉。

TRIZ 故事 31——“椰碳运动服”

Cannondale 公司即将推出的自行车新款运动服“Carbon LE”是一种新布料剪裁而成的，它具有防湿、除味、防紫外线等功能。它由什么制成的呢？从椰子中提取的碳。椰子的外壳被加热到 1600 摄氏度会生成活性炭（水和空气过滤器中使用的也是这种碳），与纱线混合，织成“Carbon LE”布料。这些通过一个专利程序保持活性的碳颗粒，形成一种多孔渗水的表面，防止异味和有害射线侵入，并能使身体排出的汗液迅速蒸发。这种运动服经常清洁、晒干，纤维会焕然一新，骑车者穿着它会感觉更轻松。

32--改变颜色（change the color）原理，体现在 4 个方面：

1. 改变物体或周围环境的颜色。

比如：在冲洗照片的暗房中使用红色暗灯。

2. 改变难以观察的物体或过程的透明度或可视性。

比如：感光玻璃；在半导体的处理过程中，采用照相平版印刷术将透明材料改成实心遮光板，同时地，在丝绢网印花处理中，将遮盖材料从透明改成不透明。

3. 采用有颜色的添加剂，使不易观察的物体或过程容易观察到。

比如：研究水流实验中，给水加入颜料。

3. 如果已经加入了颜色添加剂，则借助发光迹线追踪物质。

TRIZ 故事 32——降落伞的秘密

降落伞工程师为研究降落伞的降落过程，制作了一只小降落伞模型，然后放入有水流流动的透明玻璃管中，研究模型的降落轨迹和涡流的形成。

研究工作进行得不大顺利，因为透明水中的涡流很难用肉眼观察到。于是，工程师在模型上涂上可溶颜料，情况暂时得到了改善，但是，模型经过几次试验以后，颜料没有了，于是需要停下测试再次涂上颜料，结果模型被颜料搞得变了形，测试条件发生了变化，测试的结果误差也增大了。

“颜料应该从模型内壁出来。”一位工程师说，“但是模型伞的吊线太细了，很难能让墨水通过。”

“世上还有在大米上作画的巧匠，我们也许需要那样的人来解决这个难题。”另一位工程师附和道。

“不可想象，完成这样的模型得花多长时间！”总工程师说道。

问题陷入了僵局。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“就用现在的模型，不使用颜料，让模型自己在水中产生颜色，一层又一层，就像神话一样。”

“那不可能，”工程师说，“颜色从哪里来？”

“从水中，”TRIZ 先生说，“只有一个来源，当水和吊线接触时，就产生一种颜色，或者另一种像颜色的物质。”

这个降落伞的秘密就是，将降落伞做成一个电极，与玻璃管中的水形成电解作用，利用电解原理产生的气泡，来观察模型的运动和涡流的形成。

气泡来自于水，增加了可观察性。看似改变了水的颜色，实际并没有改变水的真正颜色。

33--同质性（homogeneity）原理：将物体或与其相互作用的其他物体用同一种材料或特性相近的材料制作。

比如：使用与容纳物相同的材料来制造容器，以减少发生化学反应的机会；用金刚石制造钻石的切割工具。

TRIZ 故事 33——水果纹身

现在一些产品包装员和分发员正在体验一种新的形式，利用一种自然光标签，就是用激光在水果和蔬菜表皮刻上识别信息（比如产地、种类等），但不会擦伤或造成其他的伤害。用梨子进行味道实验，除了刻标签的地方看上去有点怪怪的外，吃起来并没有什么两样。这种新的标签方式可以让供货商给每一个水果标注更具体的信息，比如一个桃子什么时候成熟，什么时候可以食用。

这样，使用了同质性原理，就避免了使用额外的标签。

34--抛弃与再生（rejecting regenerating parts）原理体现在两个方面：

1. 抛弃或改变物体中已经完成其功能和无用的部分（通过溶解、蒸发等手段）。
比如：在药品中使用消溶性胶囊；火箭飞行中的分离抛弃。
2. 在过程中迅速补充物体所消耗和减少的部分。
比如：自动铅笔；自动磨快割草机的刀片。

TRIZ 故事 34——成品油运输的困境

一家石油化工厂，需要经常使用同一条管道长距离轮换输送不同种类的成品油。为避免不同液体混合到一起，需要在转换输送液体时，在 2 种液体间加一个分离器，将液体分隔开来。常用的分离器是一个活塞状的橡胶球。

“这种分离器经常不能保证效果，”经理说，“因为管道中液体处于高压状态，液体会渗透过分分离器而产生混合。”

“而且，因为我们的管道每 200 公里就有一个泵站，分离器不能通过泵站，需要取出来，再放到下一段管道。”经理介绍道，“我们需要一种分离器，既能通过泵站又能避免不同液体产生混合。”

这似乎是一个无法解决的难题。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“我们需要这样的分离器，”他说，“既分隔又不能存在，可以这样来考虑.....”

于是，一个基于抛弃原理的解决方案产生了。

用氨水做分离器，可以与油一样通过泵站。在到达目的地后，氨水会变成气体挥发掉，对成品油没有产生危害。氨水完成自己的分割使命后被抛弃了。

35--物理/化学状态的变化 (transform the physical/chemical state)

原理：改变物体的物理/化学状态，浓度/密度，柔性，温度。

比如：在制作甜心糖果的过程中，先将液态的夹心冰冻，然后浸入溶化的巧克力中，这样避免处理杂乱、胶粘的热液体；

将氧气、氮气或石油气从气态转换为液态，以减小体积；

液体肥皂是浓缩的，而且从使用的角度看比固体肥皂更有粘性，更容易分配合适的用量，当多人使用时也更加卫生；

用可调节的消音器来降低货物装入集装箱时的噪音，主要是限制集装箱壁的振动；

使橡胶硫化（硬化）来改变其柔韧性和耐久性；

温度升高到居里点以上，将铁磁体改变成顺磁体；

通过升高温度来加工食物（改变食物的味道、香味、组织、化学性质等）；

降低医学标本的温度来保存它们，以用于今后的研究。

TRIZ 故事 35——自动消失

铸造厂里，铸件表面需要清洁，常用的方法是吹砂机，用高速运动的沙子将铸件表面的污层冲掉。

但是，这个工序带来的一个问题是，铸件的缝隙里会残留沙子而且不易清除干净，尤其是又大又重的产品，解决起来更是困难。

工程师们被要求来解决这个难题。

“也行可以先将缝隙盖上，”一位工程师说，“但增加大量的工作量。”

“而且，铸件的清洁程度受到影响。”另一位附和道。

这似乎是一个不易解决的难题。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“沙子可以自己从缝隙里出来，”他说，“我们需要另一种沙子。”

于是，一个基于物理状态变化的解决方案产生了。
用冰粒来替代沙子。
冰粒也被用在批量土豆、红薯的清洁工序中。

36--相变（phase transformation）原理：利用物体相变转换时发生的某种效应或现象（例如热量的吸收或释放引起物体体积变化）。

比如：与其他大多数液体不同，水在冰冻后会膨胀。可以用于爆破；
热泵就是利用一个封闭的热力学循环中，蒸发和冷凝的热量来做有用功的。

TRIZ 故事 36——固体水

波兰作家史蒂芬·万菲各在 1964 年发表的幻想小说《疯子》中，描述了精神病人安里·格里乔的故事。

安里·格里乔想发明在 200℃ 高温下都不融化的固体水，而且获得了成功。他发明了一种白色粉末状的固体，在高温下可变成清澈的水。格里乔说：“固体水的发现可以让人们在水资源缺乏的地区生活，固体水不需要器皿而可以方便地以各种方式运送到任何地方去。”

小说归小说，但科技的发展却是真真切切的。

1967 年，固体水果真被发明出来了。这种包含 90%水和 10%硅酸的固体水，确实呈现为白色粉末状。

相变的应用，可以让很多问题得到巧妙解决。

37--热膨胀（thermal expansion）原理体现在两个方面：

1. 利用热膨胀或热收缩的材料。

比如：过盈配合装配中，冷却内部件使之收缩，加热外部件使之膨胀，装配完成后恢复到常温，内、外件就实现了紧配合装配。

2. 组合使用多种具有不同热膨胀系数的材料。

比如：双金属片传感器，使用两种不同膨胀系数的金属材料并连结在一起，当温度变化时双金属片会发生弯曲。

TRIZ 故事 37——超精确阀门

化学家邀请了一位发明家来帮助解决一个难题。

“在我们的一个实验中，需要精确控制气流的流量，可现有的阀门均不能满足控制的要求。”
化学家苦恼地说。

“当然了，”发明家说，“现有的阀门根本无法达到你那么苛刻的要求。”

“但是，试验中对气体的控制要求又不能降低。”

这是一个难以解决的问题。

……

突然，TRIZ 先生出现了。

“只要稍微动动脑筋，”发明家说，“结合高中物理课程中的知识，这个问题很容易解决。”

于是，一个基于热膨胀原理的解决方案产生了。

采用晶体结构的材料来做阀门的阀门体，利用热膨胀原理来实现精确的流量控制。这就是现在已经普遍使用的超精确阀门。

38--加速氧化（strengthen oxidation）原理体现在 4 个方面：

1. 使用富氧空气代替普通空气。

比如：水下呼吸器中存储浓缩空气，以保持长久呼吸。

2. 使用纯氧代替富氧空气。

比如：用氧气——乙炔火焰做高温切割；用高压氧气处理伤口，既杀灭厌氧细胞，又帮助伤口愈合。

3. 使用电离射线处理空气或氧气，使用电离子化的氧气。

比如：空气过滤器通过电离空气来捕获污染物。

4. 用臭氧代替离子化的空气。

比如：臭氧溶于水中去除船体上的有机污染物。

TRIZ 故事 38——矿渣吊桶的盖子

矿石熔炼后的矿渣，在 1000℃ 时倾倒进大吊桶，作为极好的原料通过铁道被送往工厂加工成建筑材料。但运送过程中，吊桶中的矿渣会冷凝，在表面和铜壁附近会形成坚硬的壳，需要九牛二虎之力才可以破壳，倒出大半液态矿渣进行使用。而另外的少部分凝固的矿渣要倒掉都不容易，需要很多人力来清除吊桶内的残留硬壳。浪费巨大的资源和人力。

最后，这个问题交给专家委员会来解决。

“应该设计绝热良好的吊桶。”一位专家说道。

“我们已经这样试过了，但没有成功。”生产线的一位成员反对说，“绝热层会占去很大的空间，吊桶将很宽大并超出铁路的宽度极限而不能接受。”

“给吊桶加一个盖子怎么样？”专家接着说，“为什么不能用绝缘体做一个盖子呢？主要的热量是从高温的液体矿渣表面损失的。”

“我们也尝试过这种办法，”生产线的成员叹息说，“这吊桶如此大，可以想象一下盖子有多大，盖子得启用吊车来盖上或取下。增加的工作量巨大啊！”

“我们需要寻求不同的方法处理这个问题。”第 2 位专家说，“让我们重新构思整个过程以便不需要将矿渣运送那么远。”

“我不这样想，”另一位专家反对说，“我们应从不同的角度思考一下，以更快的速度输送矿渣。”

这似乎是一个难以解决的问题。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“这个问题可以这样构思.....”

于是，一个基于加速氧化原理的方案展开了。

苏联发明家美克尔·夏洛波夫解决了这个问题，并马上被很多冶金厂应用。解决方案是：给吊桶中的灼热矿渣泼上冷水，矿渣和冷水急速氧化反应后会形成一层矿渣泡沫，泡沫有很好的保温作用，将矿渣和空气隔绝，相当于在矿渣表面加上了一个厚厚的“盖子”。这个“盖子”又不会妨碍矿渣倒出吊桶。

39--惰性环境（inert environment）原理体现在两个方面：

1. 用惰性气体环境代替通常环境。

比如：用氩气等惰性气体填充灯泡，防止发热的金属灯丝氧化。

2. 在真空中完成过程。

比如：在粉末状的清洁剂中添加惰性成分，以增加其体积。这样更易于用传统的工具来测量；真空包装。

TRIZ 故事 39——霜冻提前来临

气象局通知，今年的霜冻将会提前来到。

“这将是一场灾难。”农场主沮丧的说，“我们的大片种子地怎么办呢？这些种子还未长大，仍然需要温暖的空气。”

“这片地太大了，我们没有薄膜进行覆盖，这种种子又不能经受火烤，不能点火加温。真是急死人了！”大家如同热锅上的蚂蚁，急得团团转。

.....

突然，TRIZ 先生出现了。

“我们需要对种子进行保温吧！”他说，“请来消防队，我有一个主意。”

于是一个基于惰性环境的解决方案产生了。

让消防队给田地喷上一层惰性气体的泡沫，作为被子进行保温。

40--复合材料（composite materials）原理：从单一材料改成复合材料。

复合的环氧树脂/碳素纤维高尔夫球杆更轻，强度更好，而且比金属更具有柔韧性。用做航空材料时也是相同的情况。

玻璃纤维制成的冲浪板更轻、更容易控制，而且与木制的相比更容易做成各种不同的形状。

TRIZ 故事 40——饮用水净化器

一杯咖啡（3 美元）的价格就可以拯救一条生命。生命吸管是一种获取饮用水的吸管装置，由瑞士维斯特格德·弗兰德森公司研制，它使用七种过滤器，包括网丝、活性炭和碘，能净化 185 加仑的水，足够一个人饮用。它能预防饮用水引发的疾病，如伤寒和痢疾，在发展中国家，这些疾病每年至少夺去 200 万人的生命。该装置也能为飓风、地震或其他灾难的受害者提供安全的饮用水。它还可以成为人们周末外出旅游随身携带的方便的“武器”。

生命吸管里所使用的过滤器，就是一种复合材料。
