



创造性问题解决方法 (TRIZ)

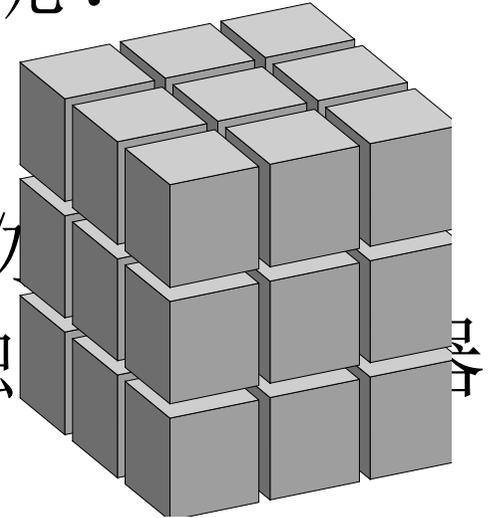
Theory for Solving Inventive Problems

ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ
(*Theory*) (*Solving*) (*Inventive*) (*Problems*)

TRIZ例題

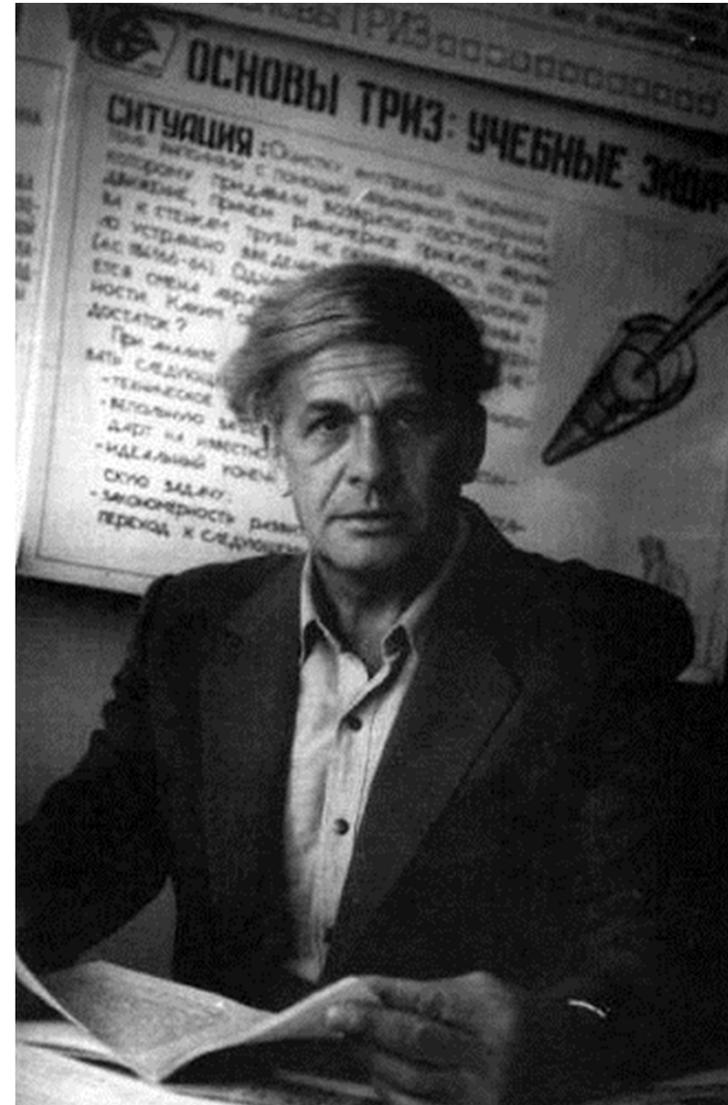
○ 假如沒有吊車，如何將重達一噸的變壓器從一米高的磚台搬運至地上呢？

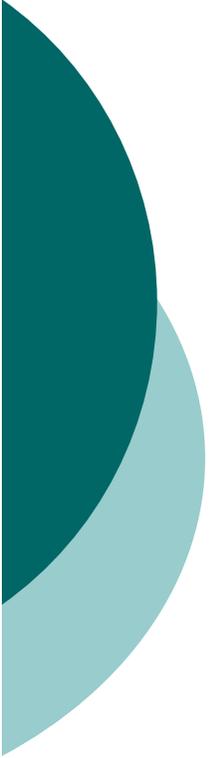
○ 運用冰，將變壓器移至用冰與磚台等高的平台，冰會融便會逐漸下降。



TRIZ的起源

- TRIZ 理論是由俄國人Genrich Altshuller在1940年代所創。他翻閱世界各種專利達四十萬則，而發現這些發明之後的規律





TRIZ介紹

- TRIZ之可用是因為經顯示工程人員所面對的90%的問題已於其他地方被解決過
- 若我們能利用此資訊，則研發將更加有效
- 主要焦點是浮現、了解、強化与刪除矛盾
- Altshuller已証明發明可系統化地導出，而不必嘗試錯誤
- 一種系統改良的方法



TRIZ

- 一種自覺性演化的技術系統和解決工程問題的方法
- 一種消除工程矛盾而不抵消妥協的工具
- 分享無數發明家的知識與經驗來增加工程人員知識創造力和解決問題技巧的方法

创新等级

级别	发明程度	解决方法%	知识来源	考虑的问题
1	方法明显	32%	个人知识	10
2	小的改进	45%	公司知识	100
3	大的改进	18%	行业知识	1000
4	新概念	4%	行业以外知识	10000
5	新发现	1%	所有的知识	100000

- 对于等级1, Altshuller 认为不算是创新, 而对于等级5, 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…, 因此发明几种增进的改进是更好的策略”, 他建议将这两个等级排除在外, TRIZ工具对于其它三个等级创新作用更大。其中, 等级2、3 称为“革新 (Innovative)”, 等级4 称为“创新 (Inventive)”

正在使用TRIZ的知名公司





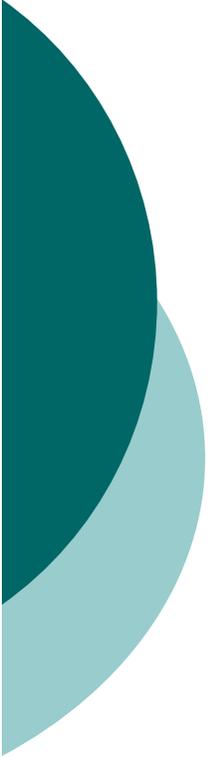
TRIZ的觀念和方法

- 理想性觀念
- 工程系統的進化趨勢
- 技術矛盾與物理矛盾
- 矛盾表
- 創意原則
- 物质場分析

理想性觀念

- 理想性 = 有用的機能 / 有害的機能
- 目的在於將系統的有用機能最大化，同時將有害結果最小化

$$\uparrow \text{理想性} = \frac{\mathbf{F} \text{ (function)} \uparrow}{\mathbf{E} \text{ (expense)} \downarrow}$$

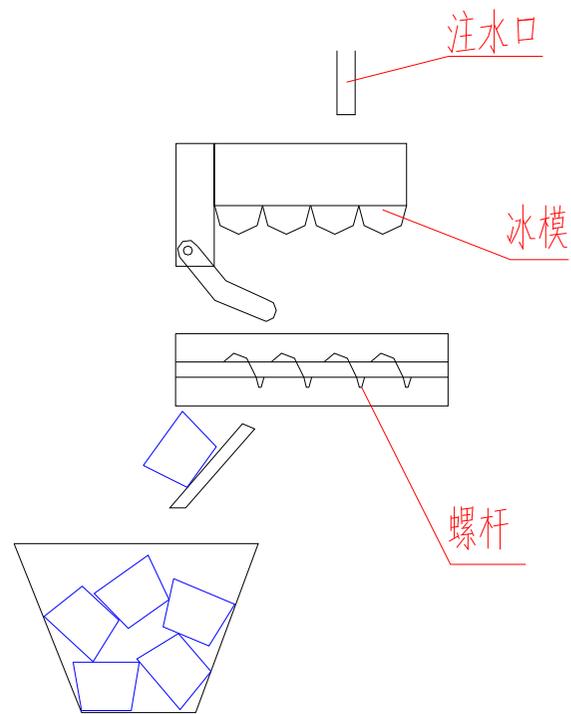


最後理想結果(IFR)四個特性

- 1. 消除原系統缺點
- 2. 保留原系統之優點
- 3. 不會使系統複雜化(利用免費或可利用資源)
- 4. 不導入新的缺點

理想性觀念

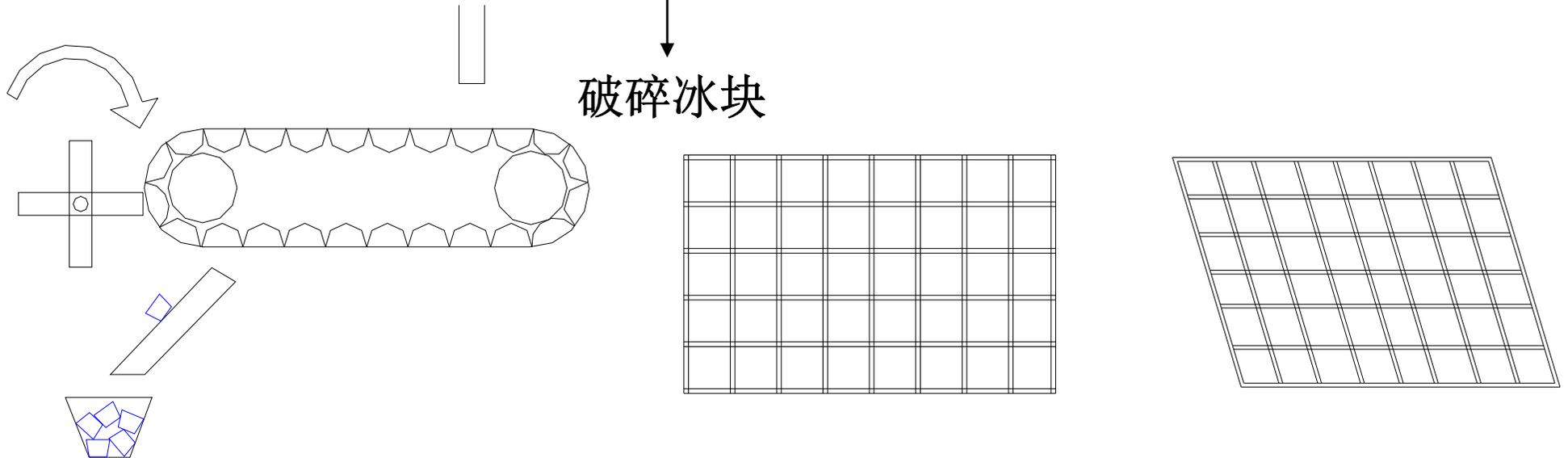
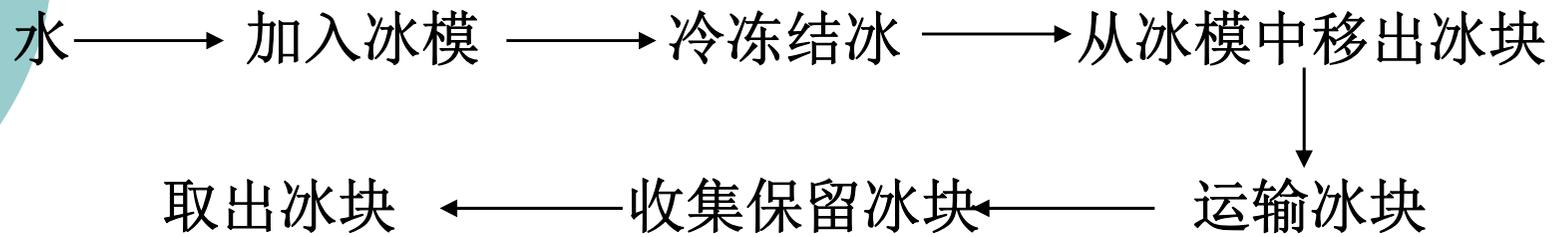
○ 制冰机

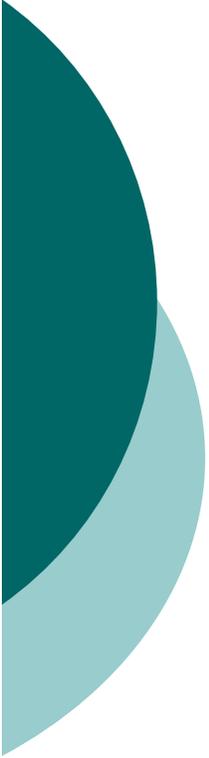


主要问题： 效率低，螺杆内的冰可能融合。

理想性觀念

制冰的主要过程:





工程系統的進化趨勢

- 由單一趨向複數
- 由整體趨向分割
- 由剛性趨向柔軟
- 由單向趨向雙向
- 由一維趨向多維
- 由單一用途趨向多用途

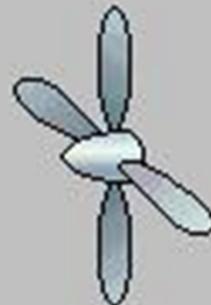
由單一趨向複數



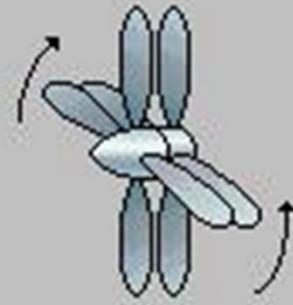
Two-blade



Three-blade

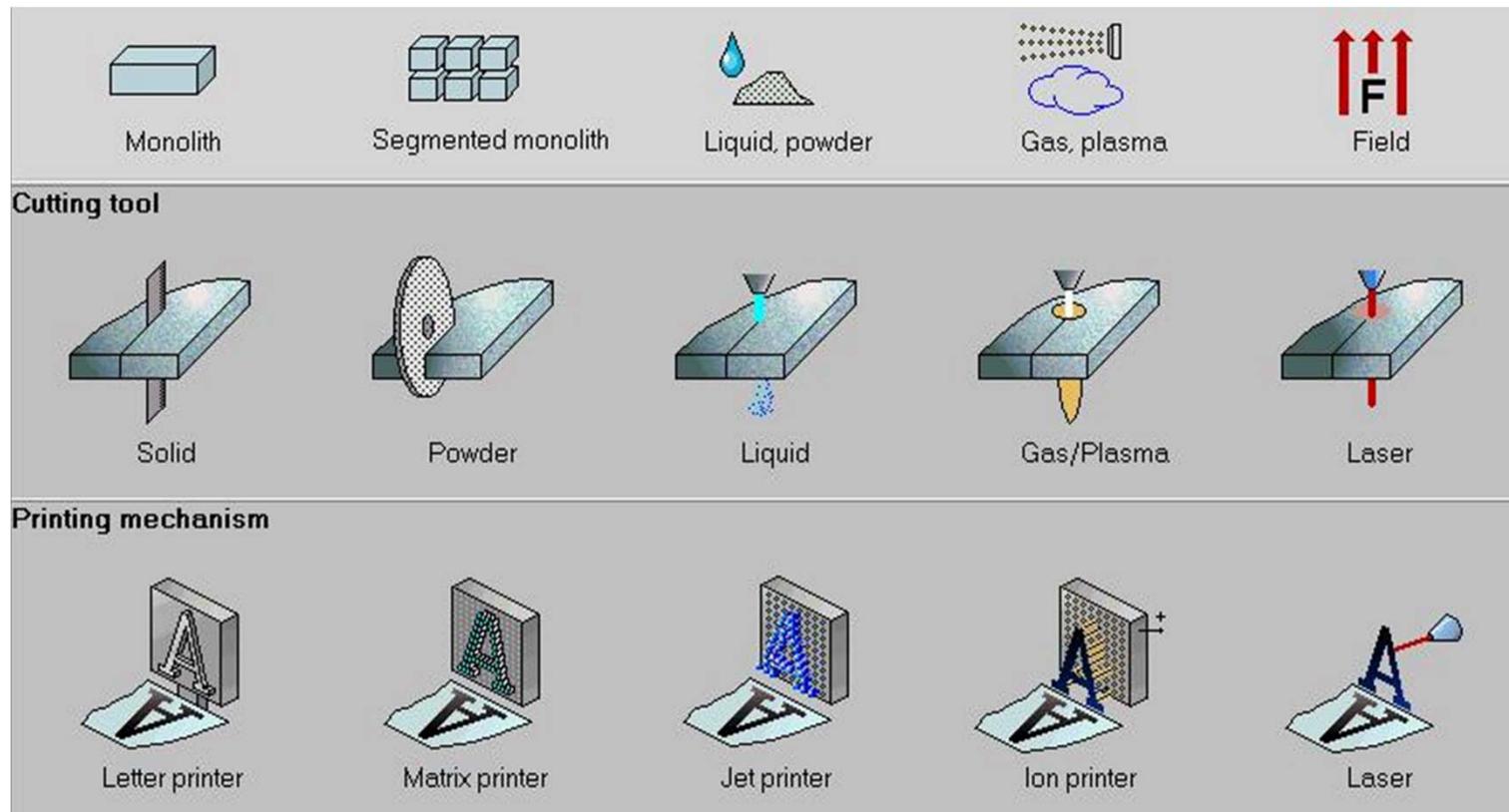


Multi-blade

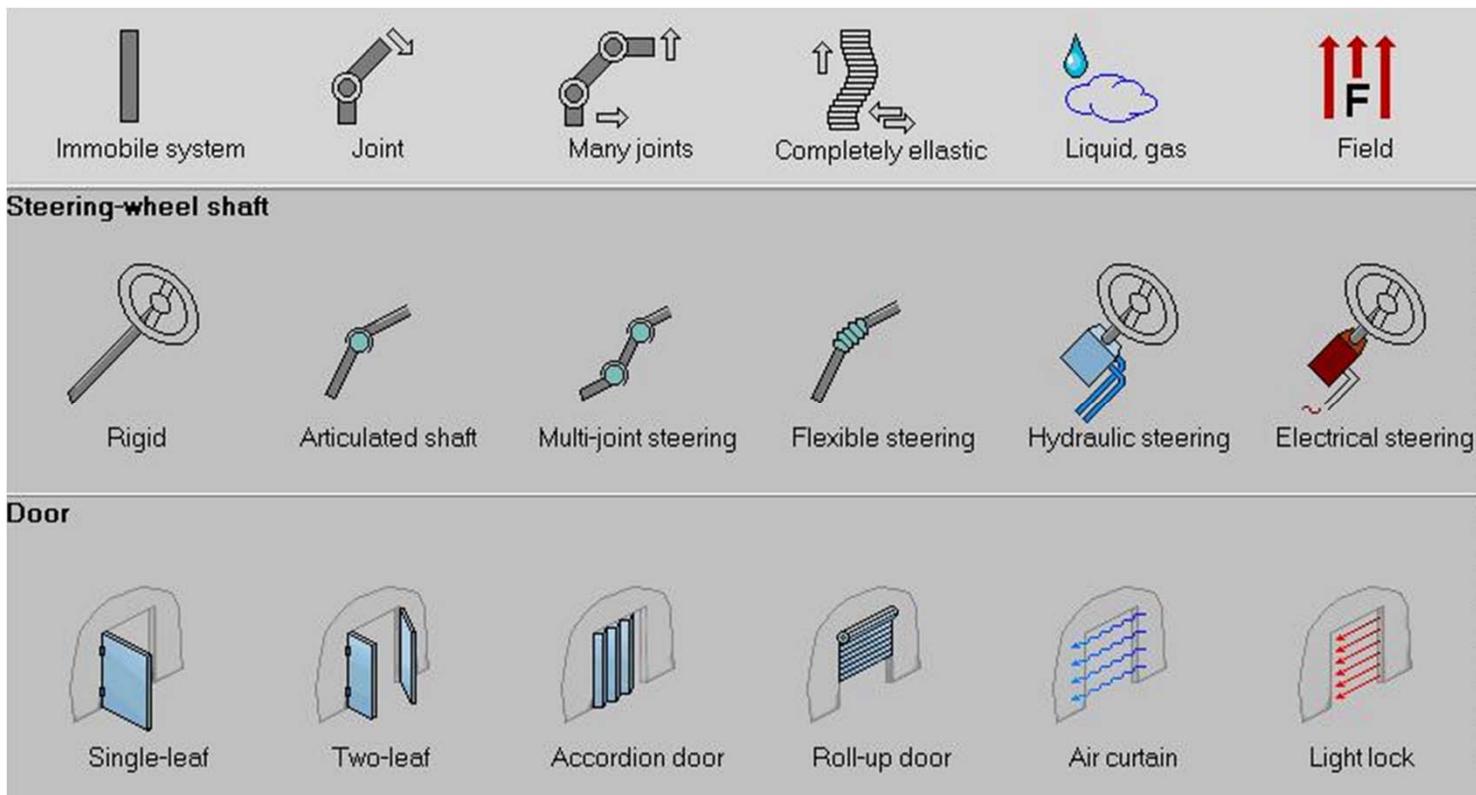


Double-row

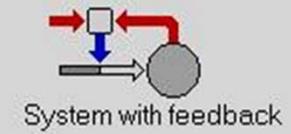
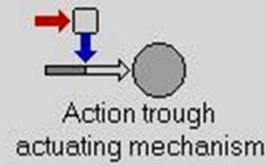
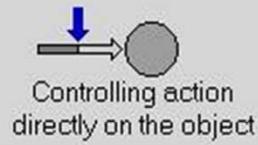
由整體趨向分割



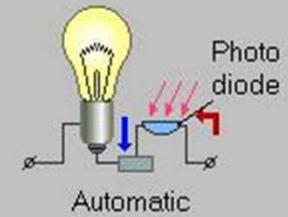
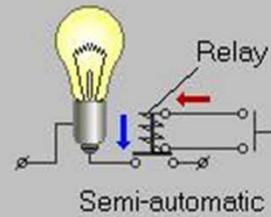
由剛性趨向柔軟



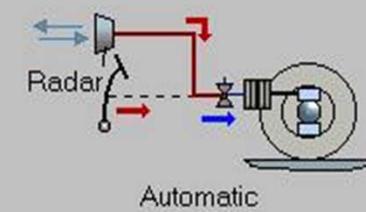
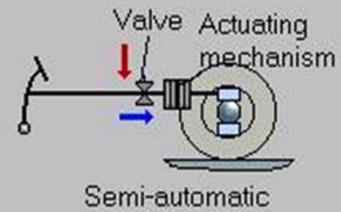
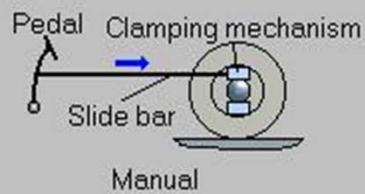
由單向趨向雙向



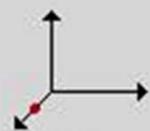
Actuator



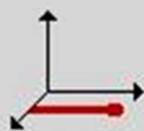
Automobile brake drive



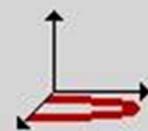
由一維趨向多維



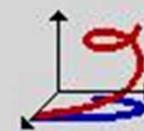
Point



Line



2D-curve



3D-curve

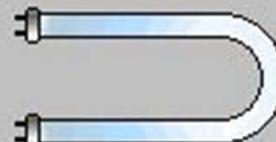
Electric bulb



Point-source



Linear



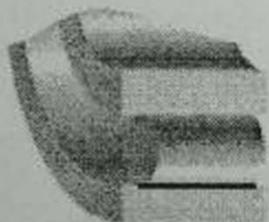
U-shaped



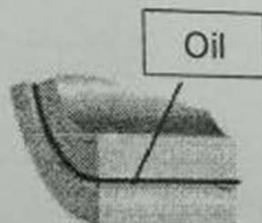
Compact electric bulb



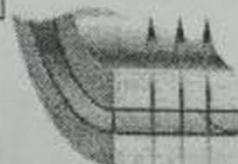
球



滾轴

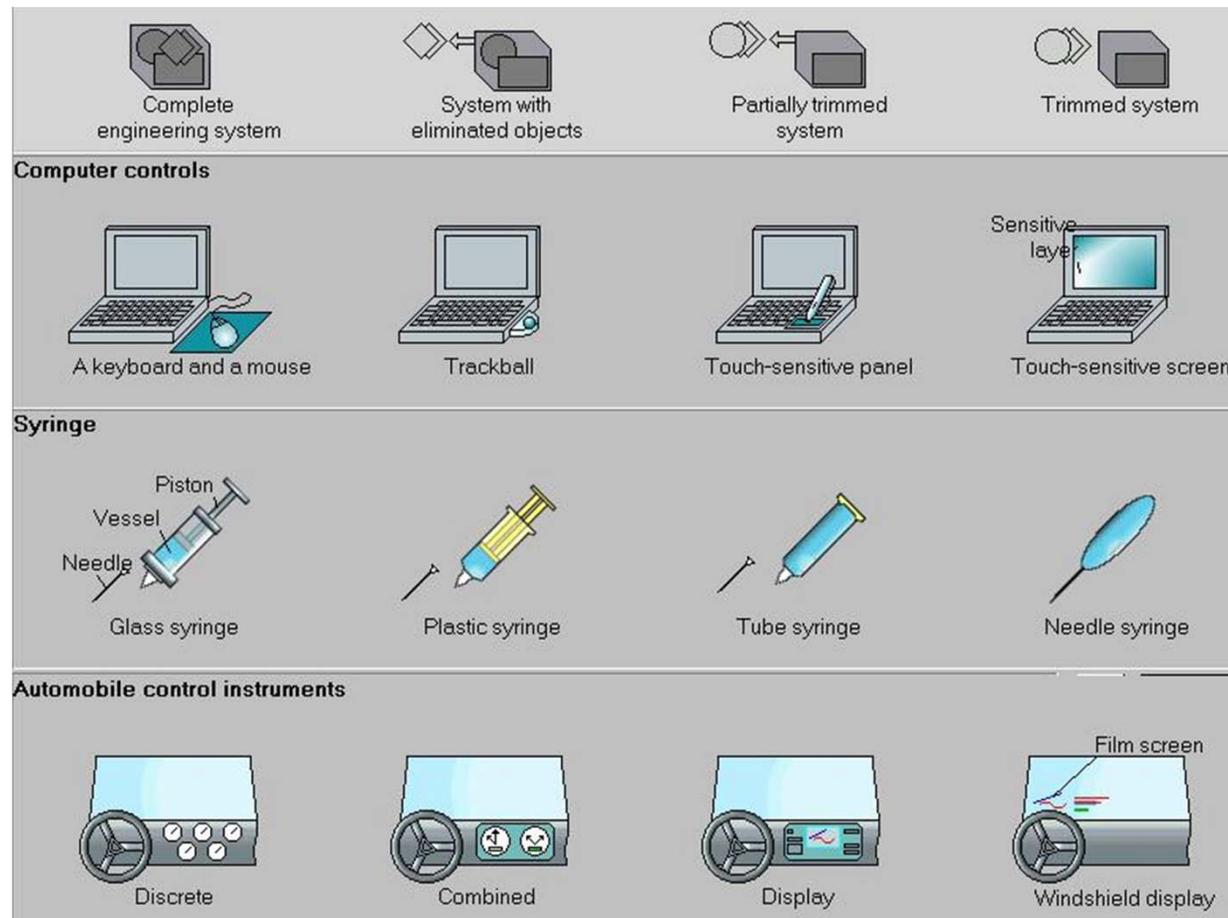


滑道



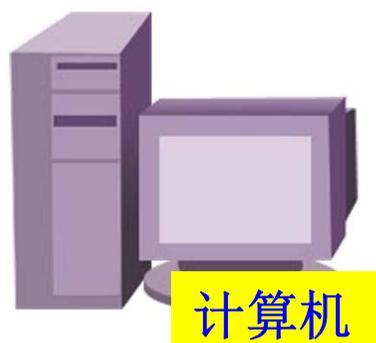
磁场

由單一用途趨向多用途



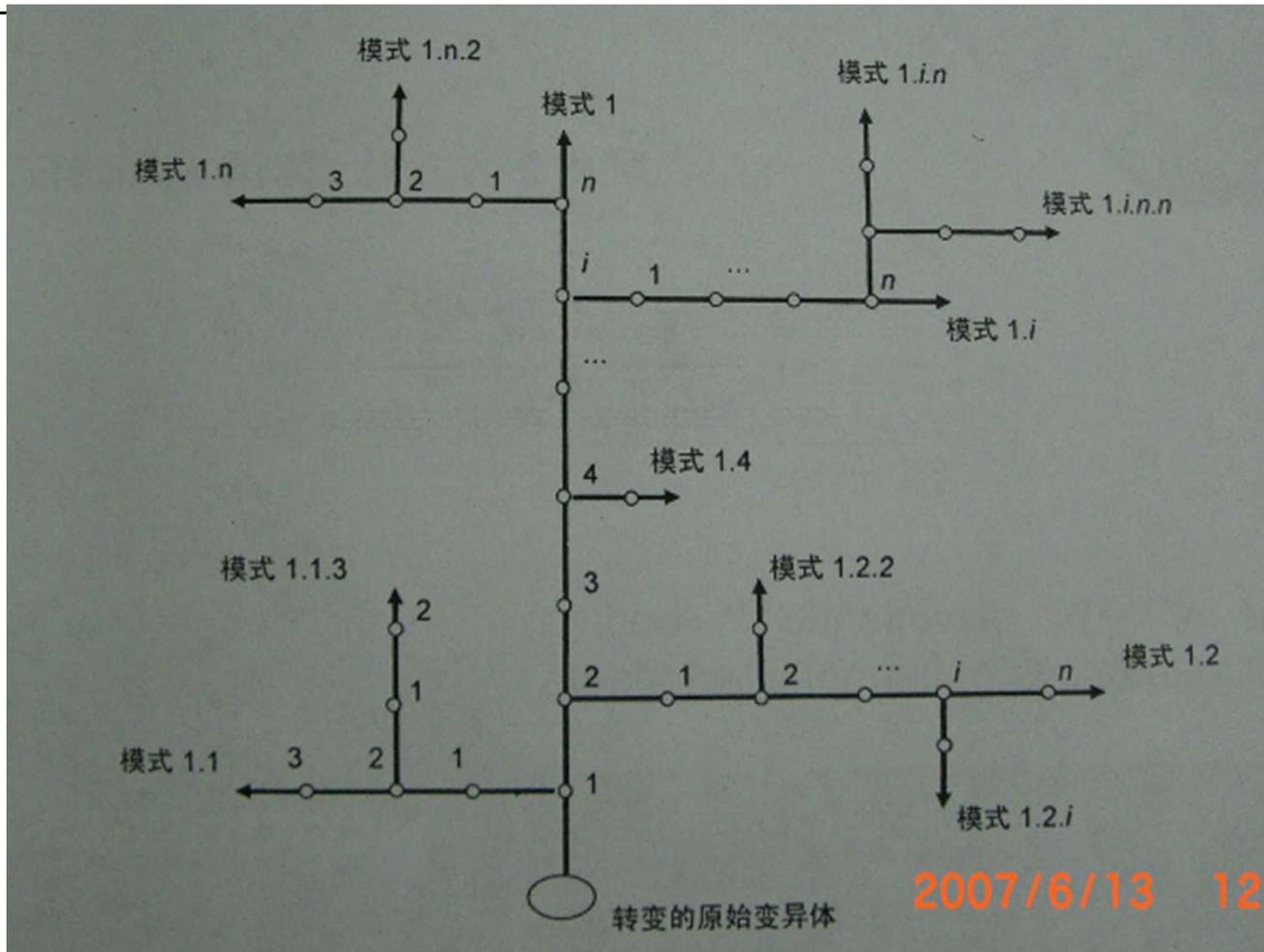
例如：手机由单一通话工具变成集通话、游戏机、照相机、MP3、电视、GPS、上网于一体

影视系统进化



?

进化树



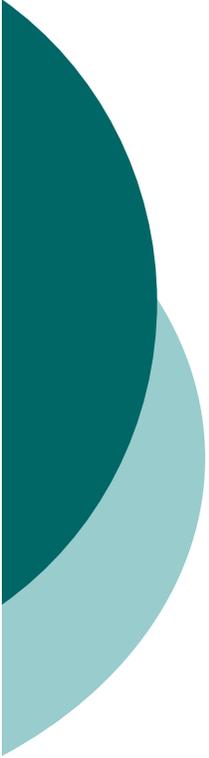
例如元素周期表

矛盾

- 矛盾（冲突）普遍存在于各种产品的设计之中。按传统设计中的折衷法，冲突并没有彻底解决，而是在冲突双方取得折衷方案，或称降低冲突的程度。TRIZ理论认为，产品创新的标志是解决或移走设计中的冲突，而产生新的有竞争力的解。设计人员在设计过程中不断的发现并解决冲突是推动产品进化的动力。
- 创新设计要做的工作就是解决改进设计过程中的各种矛盾，将主要工作聚焦于“矛盾”这一焦点上。

矛盾分类

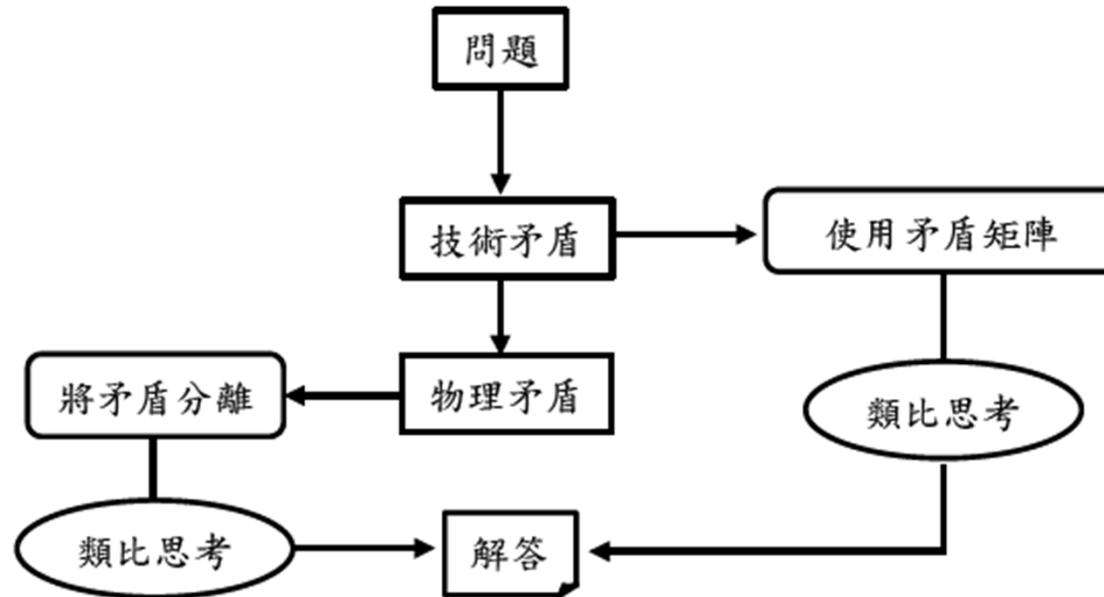
- 技术矛盾
- 技术矛盾是指一个作用同时产生有用及有害两种效应，也可指有用效应的引入或有害效应的消除导致一个或几个子系统变坏。技术矛盾常表现为一个系统中两个子系统之间的矛盾，而且总是涉及到两个基本参数：当其中一个得到改进时，另一个变得更差。
- 三种表现：
 - ①一个子系统中引入一种有用性能后，导致另一个子系统产生一种有害性能，或增强了已存在的有害性能；
 - ②一种有害性能导致另一个子系统有用性能的变化；
 - ③有用性能的增强或有害性能的降低使另一个子系统或系统变得更加复杂。
- 例：动力对照耗油量、重量对照强度
- 物理矛盾
- 它是指为了实现某种功能，一个子系统或元件应具有一种特性，但同时出现了与该特性相反的特性。物理矛盾的核心是指对一个物体或系统中的一个子系统有相反的、矛盾的要求。
- 两种表现
 - ①一个子系统中有害性能降低的同时导致该子系统中有用性能的降低；
 - ②一个子系统中有用性能增强的同时导致该子系统中有害性能的增强。
- 例：直尺，又要它长、又要它短



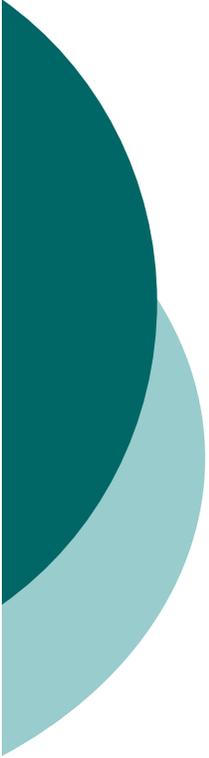
矛盾分类

- 一般来说，相对于技术矛盾，物理矛盾显得更加尖锐和明显，并且技术矛盾的存在往往隐含着物理矛盾的存在，有时物理矛盾的解决比技术矛盾的解决更容易。如果最终能够准确确定物理矛盾，那么该问题就能够较为容易地解决。在解决实际创新设计问题时，应当努力把问题中所面临的物理矛盾和技术矛盾分析清楚，然后运用相应的解决原理和方法，对症下药，一一解决，最终就能够获得问题的最优解。

TRIZ的問題解決程序



當拿到一個問題時，必須先判定這個問題的矛盾點是技術矛盾還是物理矛盾，如果此矛盾點是技術矛盾，則可以使用TRIZ中的「矛盾矩陣」來解決矛盾。從這些被建議的法則利用類比思考的方式可以提供解決矛盾的思考方向。如果在矛盾矩陣中的39個工程參數找不到適合的參數，或在40個創新法則中找不到適合的法則，則必須把技術上的矛盾轉換成物理上的矛盾，再利用時間、空間或尺寸上的分離原理將物理上的矛盾分離，然後使用類比思考的方式求解。



物理矛盾的解决

- 物理矛盾的解决原理 物理矛盾的解决一直是TRIZ理论研究的重要内容。TRIZ理论的创始人——G.S.Altshuller提出了包含有矛盾特性的空间分离、矛盾特性的时间分离、通过物理作用及化学反应使物质从一种状态过渡到另一种状态等11种解决原理。正确、科学地应用这些原理我们就可以逐步实现对物理矛盾的深入分析和标准化，最终实现物理矛盾的解决。下面介绍四种解决原理。



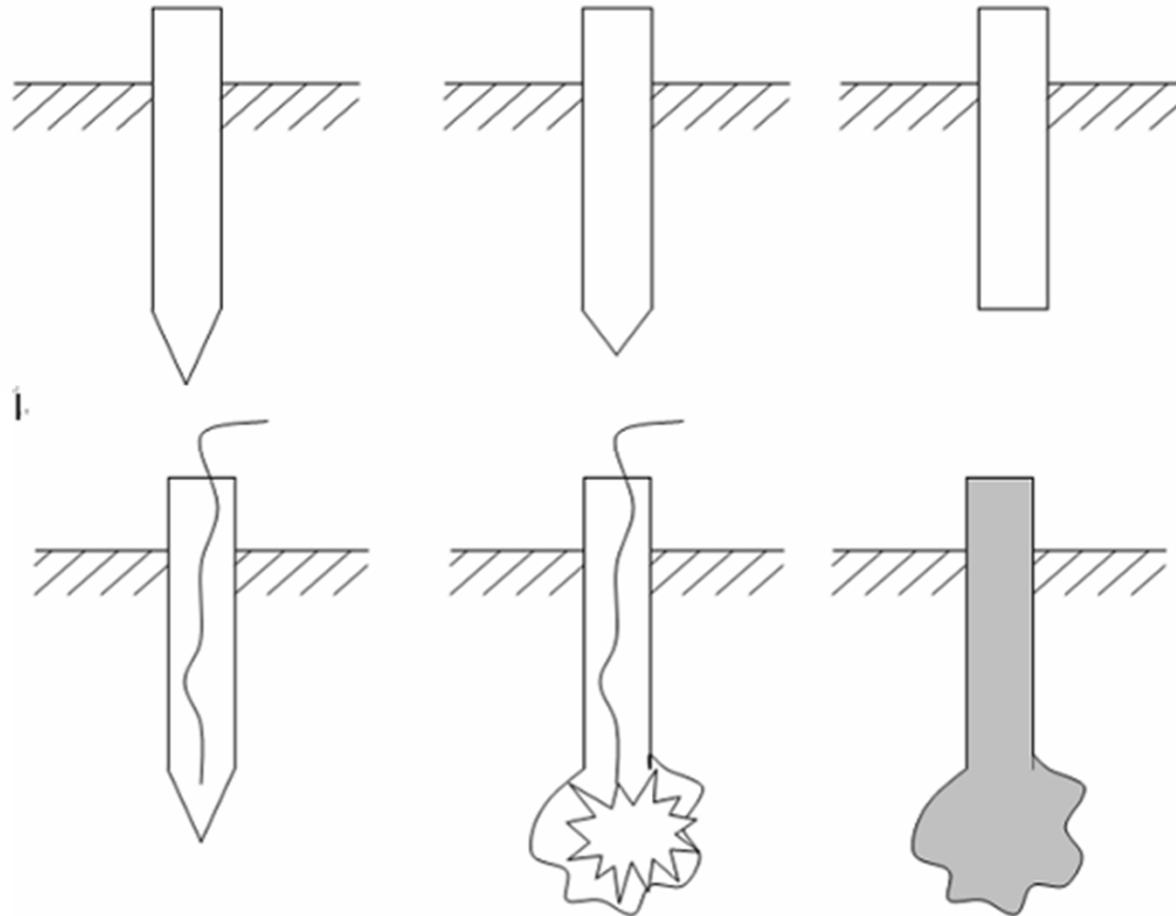
空間分割

- 局部最佳化
- 分割整體為部份
- 例：测量海底时，将声纳探测器与船体空间分离，用以防止干扰，提高测试精度

時間分割

不同的時間有不同的性質

例题：打桩问题



物理矛盾的解决

- 例如十字路口交通问题。



- 主要问题：交通安全事故

- 解决问题方案

时间分割解决



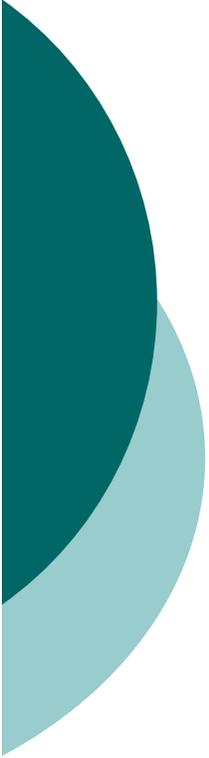
空间分割解决





物理矛盾的解决

- **条件分离**：将水射流条件分离，给予不同的射流速度和压力，即可获得“软”的或“硬”的不同用途的射流，用于洗澡按摩或用作加工手段或武器
- **整体与局部分离**：采用柔性生产线，以满足大众化和个性化市场需求的不同要求



技术矛盾的解决

- 技术矛盾的解决原理 TRIZ理论总结了39个通用工程参数来描述矛盾。实际应用中，把构成矛盾的双方内部性能用这39个工程参数中的某两个来表示，即把实际工程设计中的技术矛盾转化为标准的技术矛盾，然后运用TRIZ理论中包含的分割、分离、等势性、维数变化、振动原理等40个发明创新原理。同样的，只要正确、科学地应用这些原理，我们就可以逐步实现对技术矛盾的深入分析和标准化，最终实现技术矛盾的解决。

矛盾表

不希望的結果.....

要改變的特性
...
...

3	12
21	7

← 最常用的
創新原則



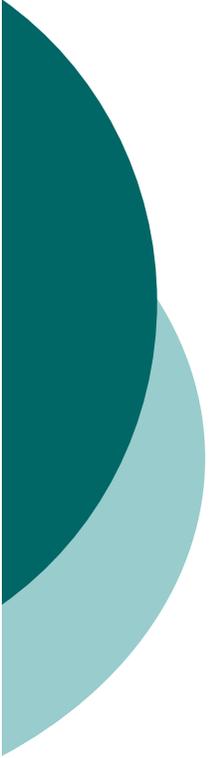
Microsoft Excel
工作表

39個参数

- 物理或几何参数
- 品质或功能参数
- 负面性质参数

39个工程参数

1	运动物体的重量	11	应力与压力	21	功率	31	物体产生的有害因素
2	静止物体的重量	12	形状	22	能量损失	32	可制造性
3	运动物体的长度	13	结构的稳定性	23	物质损失	33	可操作性
4	静止物体的长度	14	强度	24	信息损失	34	可维修性
5	运动物体的面积	15	运动物体耐用时间	25	时间损失	35	适应性及多用性
6	静止物体的面积	16	静止物体耐用时间	26	物质或事物的数量	36	装置的复杂性
7	运动物体的面积	17	温度	27	可靠性	37	监控的困难程度
8	静止物体的面积	18	亮度	28	测试精度	38	自动化程度
9	速度	19	运动物体的能量	29	制造精度	39	生产率
10	力	20	静止物体的能量	30	物体外部有害因素作用的敏感性	40	



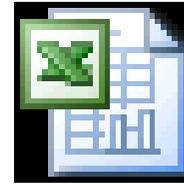
40個創意原則

- 空間的轉換
- 時間的轉換
- 主體的轉換
- 作用力的轉換
- 材料或形态的轉換
- 環境的轉換

七十六标准解法与40项原则的关系

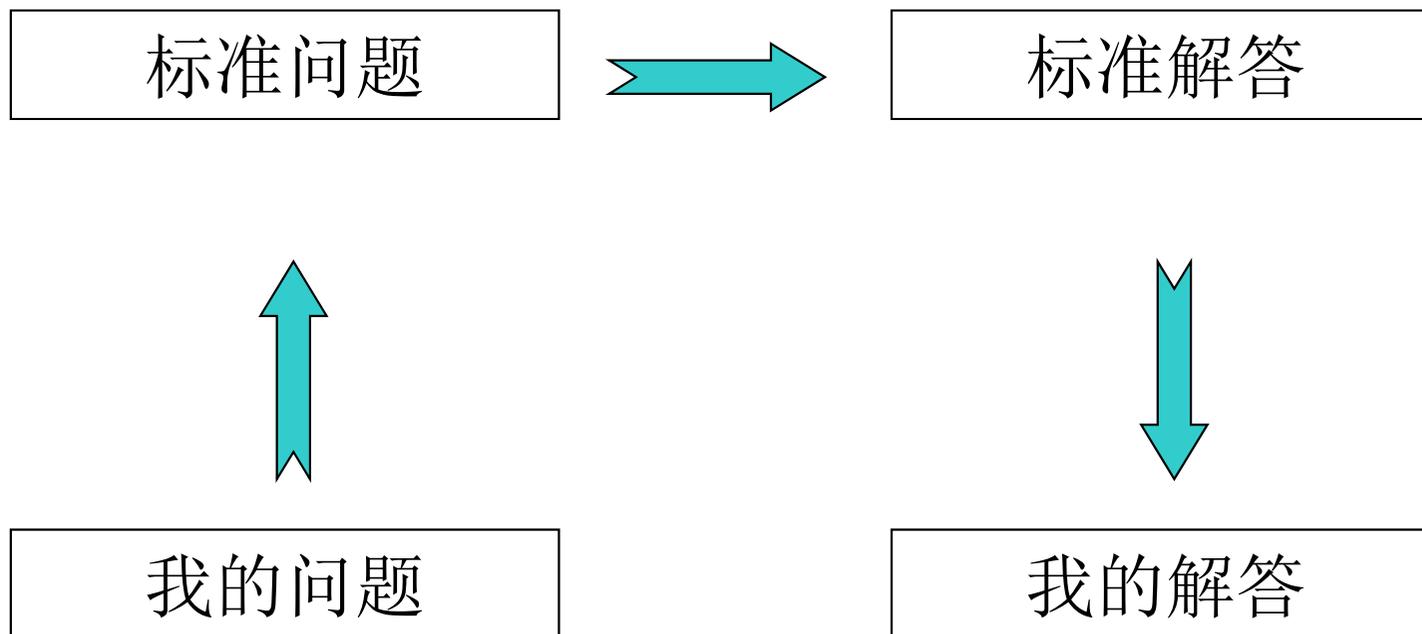


TRIZ40项原则



标准解法与40项原
则

TRIZ 解題模式



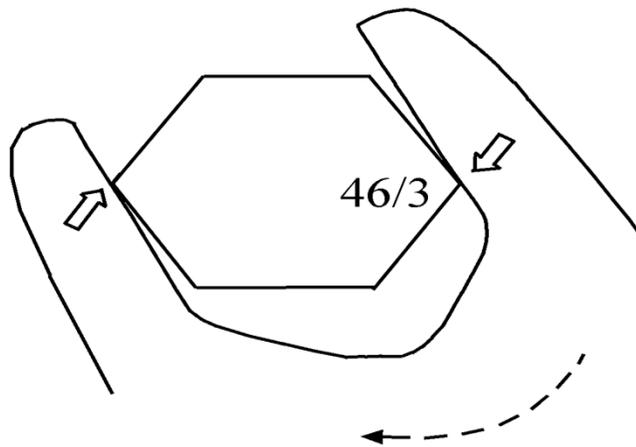
利用矛盾矩阵解决问题

问题：常规的扳手，为拧开生锈的螺母非常困难，还经常损坏螺母。

解决这个问题有三个答案：

- 1) 提高制造精度，使扳手内侧和螺母侧面较好吻合；
- 2) 允许扳手的侧面做自我调整，使其与螺母的侧面相符；
- 3) 使用软一些材料做扳手，以使不损坏螺母。

上述三个答案中的第一个是最切实际的。但如果制造精度越高，工艺性则越差。

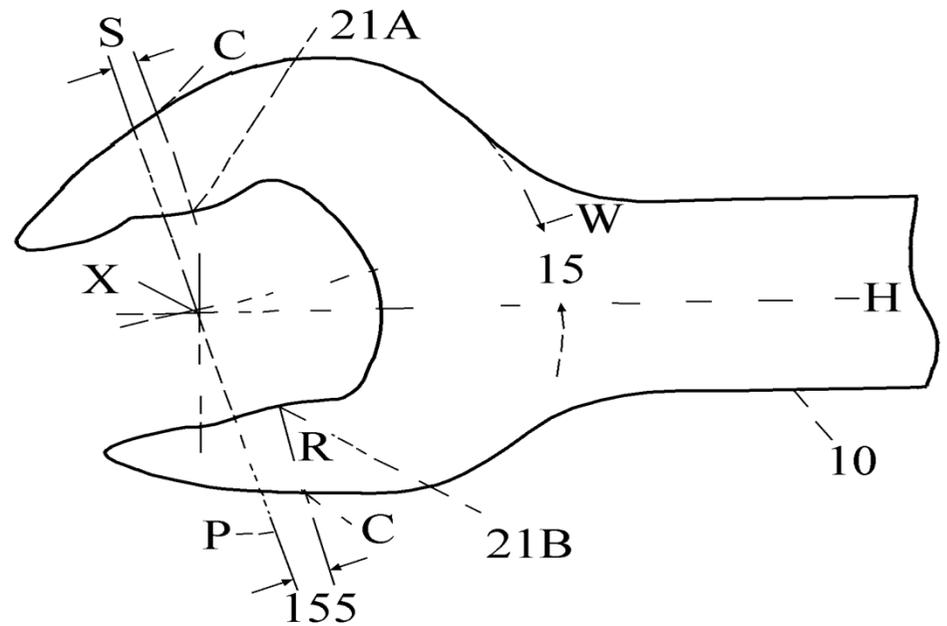


普通扳手

矛盾矩阵表

从矛盾矩阵表可得到四组数据，再将这组数据对照**40**条创造发明原理表，即可得到**4**条推荐的发明原理：

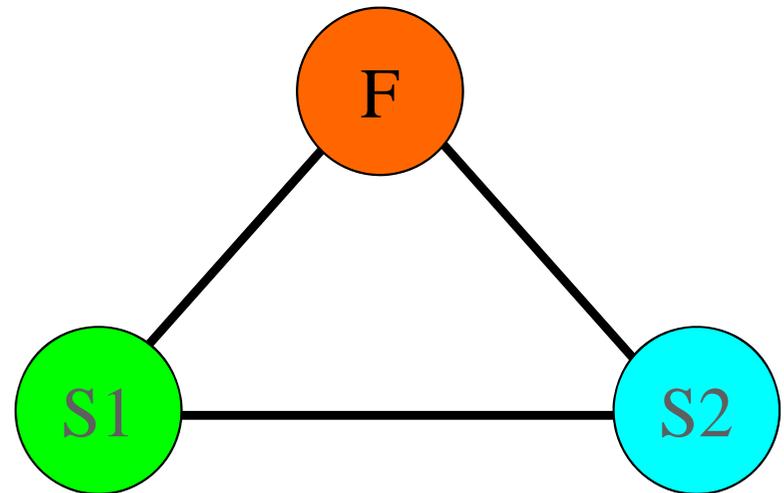
No.04 不对称、**No.17** 变维、**No.34** 抛弃和再生、**No. 26** 复制。对**No. 04**及**No.17** 两条发明原理进行深入分析表明，如果扳手工作面与螺母侧面能多点接触，而不只是棱角单点接触，问题就可以得到解决。该设计于**1995**年在美国获得了专利。

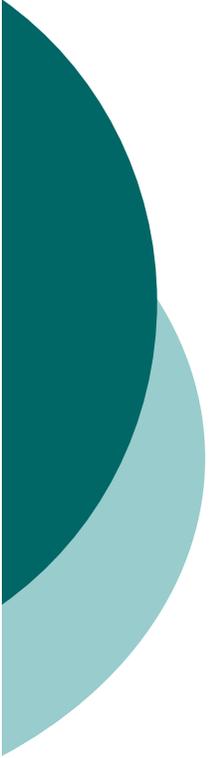


美国专利扳手

物质-場模型

- 技術系統的目的是執行「功能 (Function)」。它的基本組成包括兩個物質 (Substance) 和它們之間的作用力，稱為場 (Field)。場是產生作用力的一種能量。技術系統的功能模型可以用一個完整的物場三角形來表示。



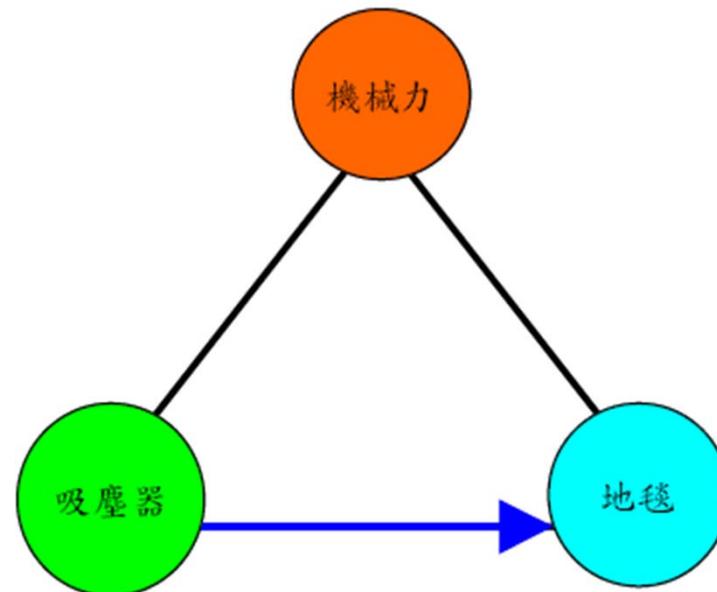


物质-場模型

- 物质的种类
- 材料、工具、零件、人、環境
- 場的种类
- 機械、熱、化學、電、磁

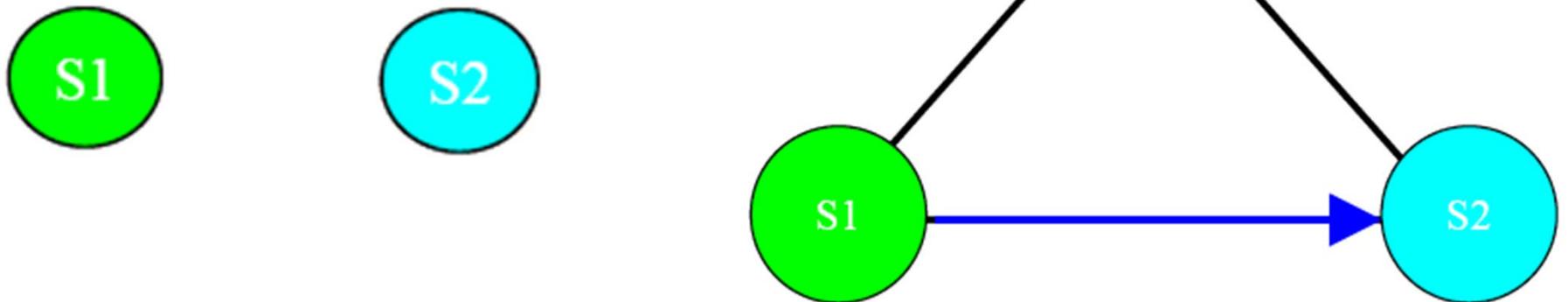
物质-场模型分类

- 物質一場的模型分為四大類，分別是
- (1)有效且完整的系統。有效且完整的系統是指模型完整且需要的效果有產生，例如吸塵器利用機械力（吸力）來達到清潔地毯的目的。



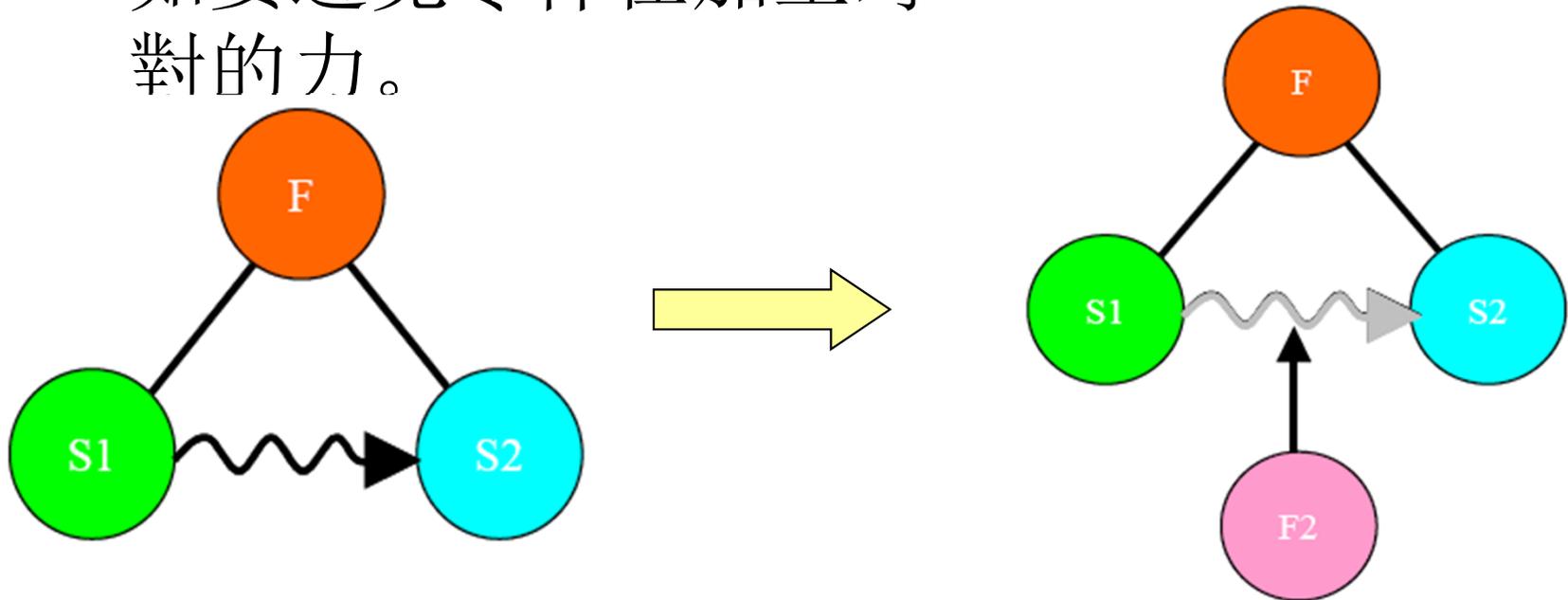
物质-场模型分类

- (2) 未完整的系統。未完整的系統的系統是指需要的效果沒有產生，表示模型缺少一至兩個元件，解決的方式為增加需要的元件，完成物質場三角形。例如：一個液體(S1)含有空氣泡(S2)，增加離心力(F)可以分離空氣泡。



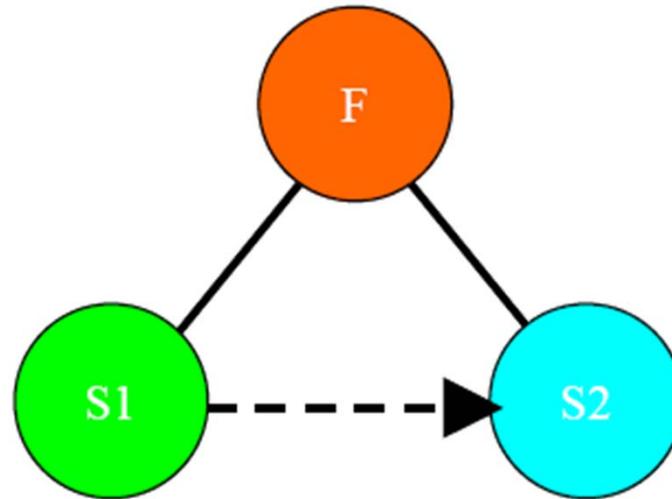
物质-场模型

- 3) 有害的完整系統。有害的完整系統的系統是指模型的三個元件都在，但是產生有害的效果。解決的方式為增加另一個場 (F2)，用來平衡產生有害效果的場。例如要避免零件在加工時對的力。



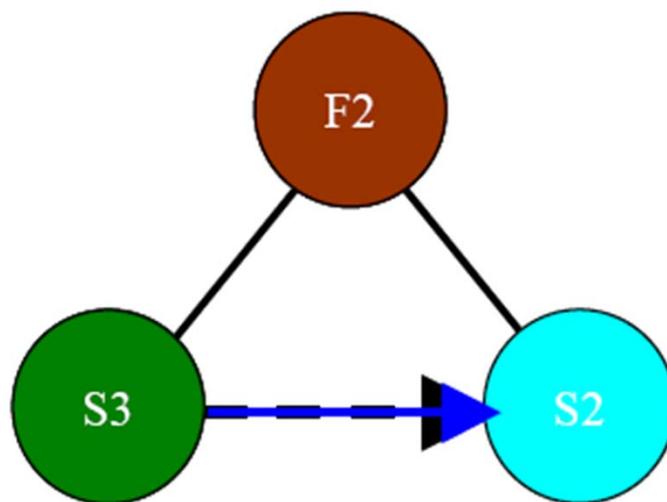
物质-场模型分类

- (4) 不足的完整系统。不足的完整系统是指模型的三个元件都在，但是需要的效果不足。欲解决此不足的完整系统的方法有三，如下说明



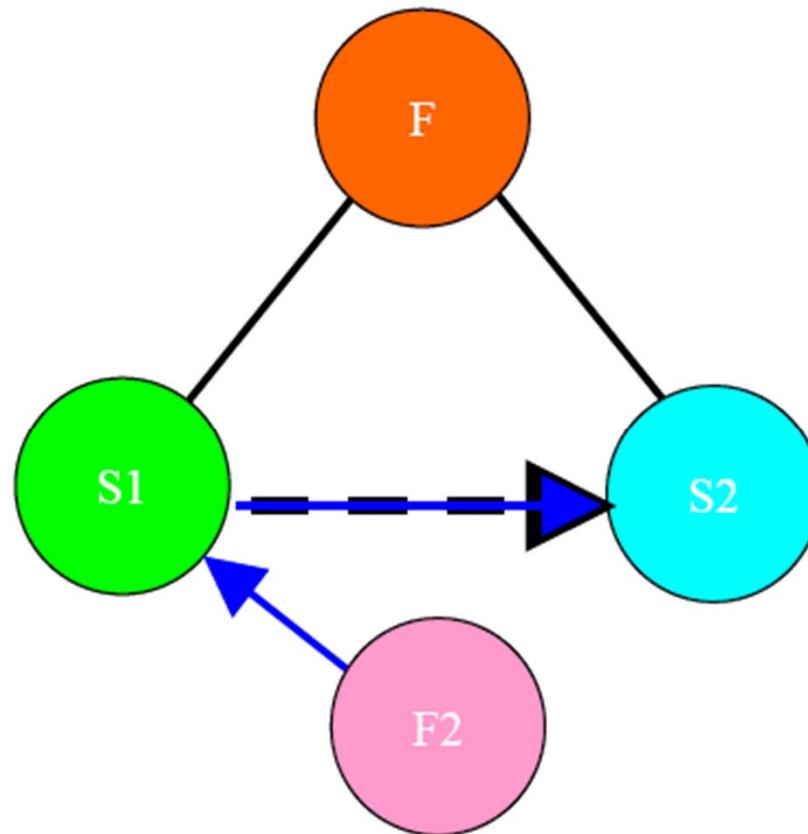
物质-场模型

- 改用新的場(F2)或場和物質(F2+S3)來代替原有的場(F1)或場和物質(F1+S1)，如圖31，例如壁紙很難用刀子刮掉，改用蒸氣。



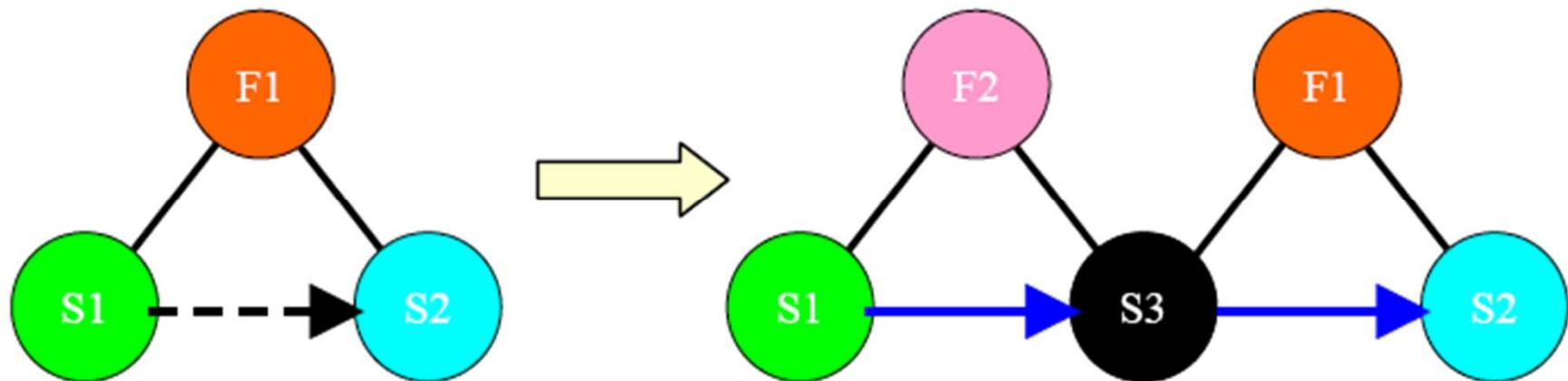
物质-场模型

- 增加一個新的場(F2)來增強需要的效果，如圖32，例如要黏合兩個零件時，用夾子幫助固定。



物质-场模型分类

- 增加新的場(F2)和物質(S3)來加強原有的效果，如圖33，例如用電場使小粒子凝聚，來加強過濾器的效果。



物质-场模型

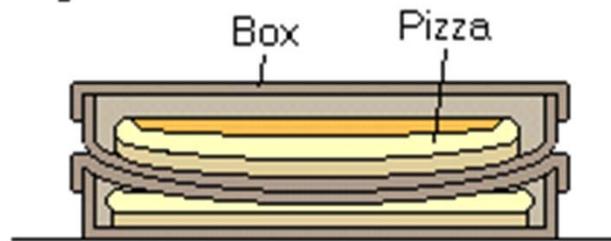
例题：比萨饼粘纸盒问题

物质：S1比萨饼，S2盒子

场：F机械场（盒子支撑比萨饼）

功能问题：热比萨饼粘纸盒以及强度问题

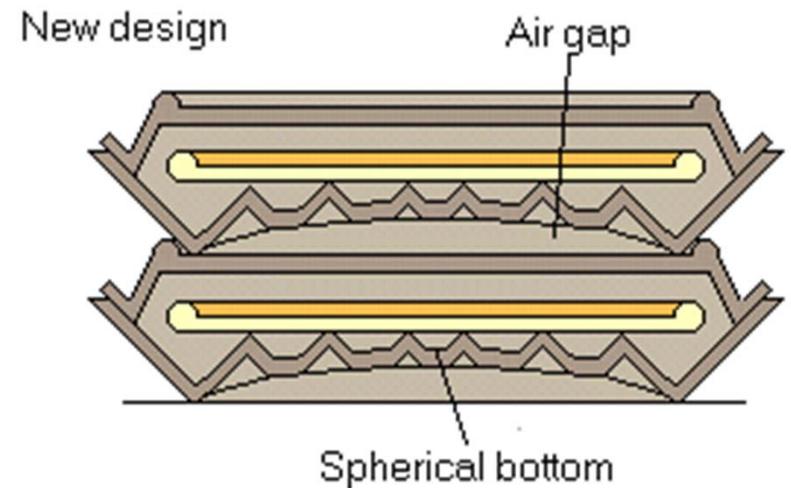
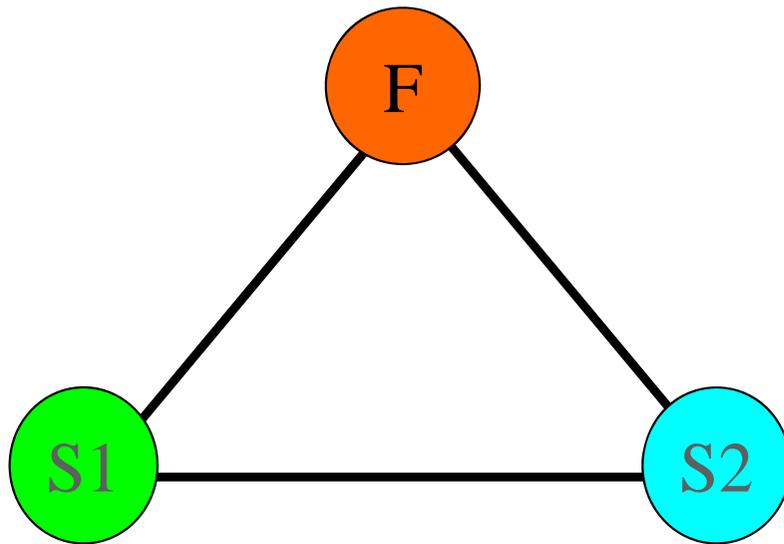
Old design



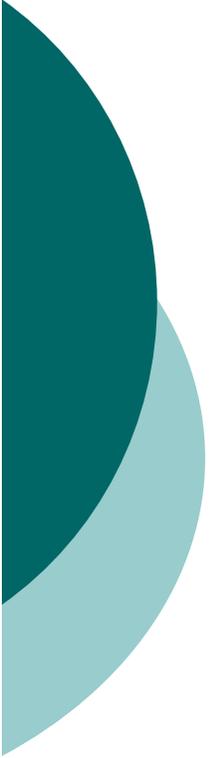
平底易因重量而凹陷。

物质-场模型

- 解决思路：添加第三种物质既能防粘，强度又要高而成本却要低，最好是不用添加任何物质。
- 1、底部震动一会接触一会不接触（时间上解决）
- 2、底盘只有部分接触（空间上解决）



拱形底增加强度和隔热。

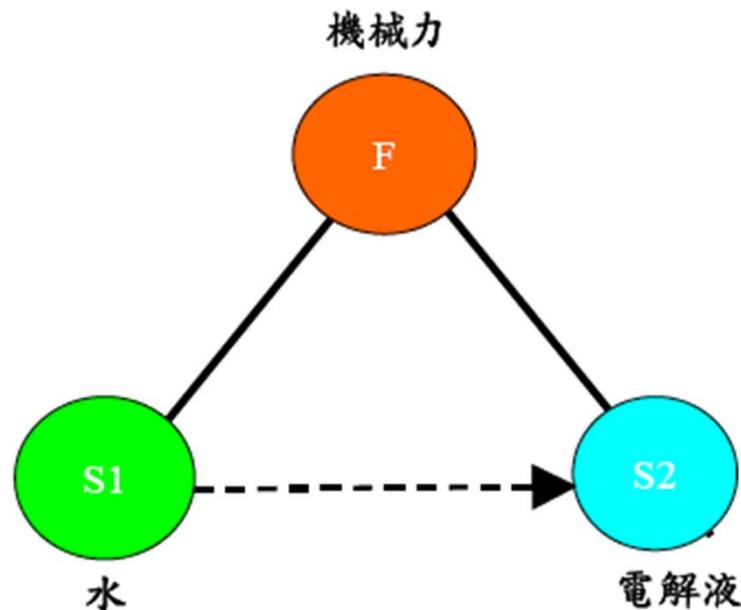


物质-场模型

- 例二：电镀純銅時，少許電解液會留在銅表面的微孔中。若不清除，電解液乾燥時會留下氧化的痕跡，減少產品的外觀和價值。因此通常在儲存之前，要先沖洗表面。但是因為微孔很小，即使用大量的水沖洗，還是會有一些電解液留在微孔中，有無改進的方法？

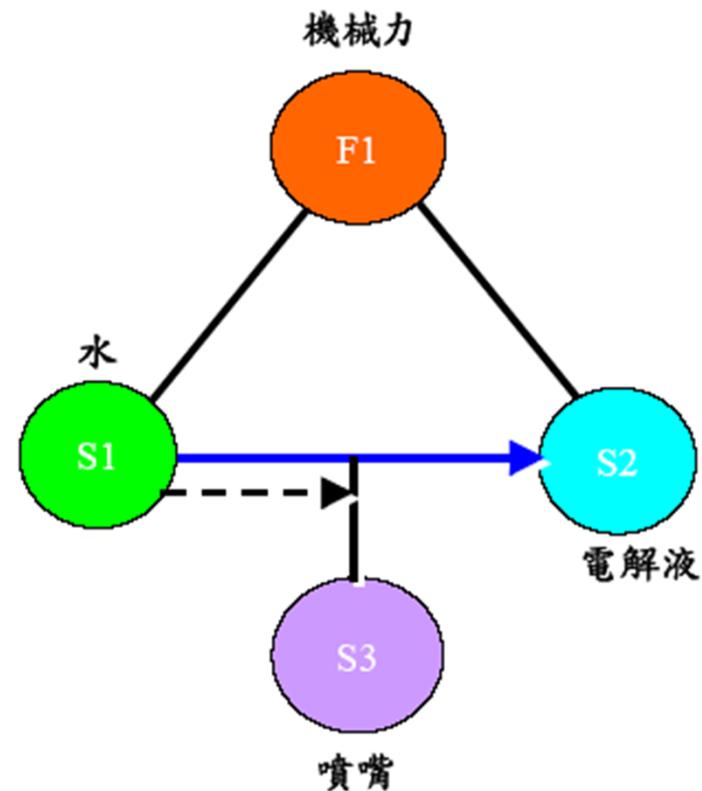
物质-场模型

- 首先建立物質-場模型解析問題，如图所示，显然這是一個「不足的完整系統(Ineffective complete system)」，此問題將嘗試利用76個標準的解決方法依序考慮套入系統中，找尋並發展出最適合的解決方式。



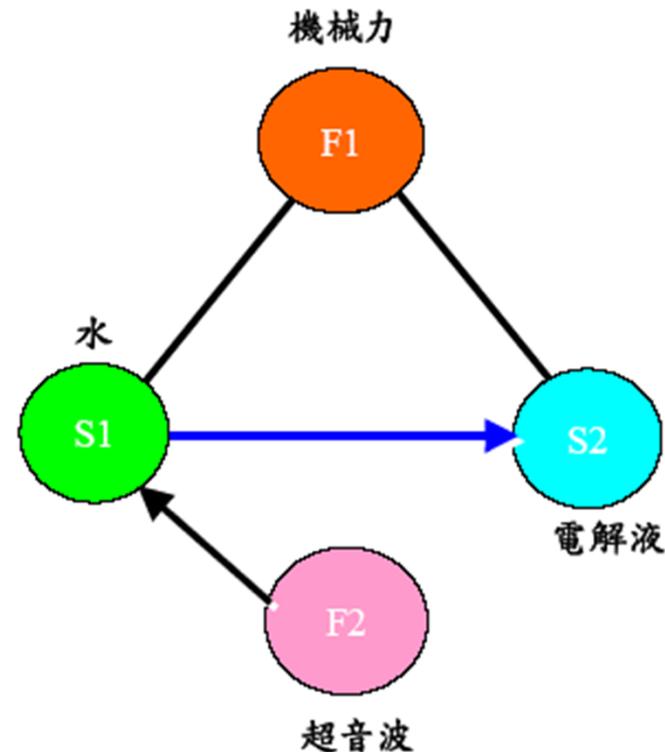
物质-场模型

- 首先考慮76個標準解法中層級一「不改變或少量改變來改良系統」中之「改進不充分系統的性能」此在此類型問題的解來系統組成的情形質(S3)協助增進模型嘗試加入一噴嘴以便清洗電解液。



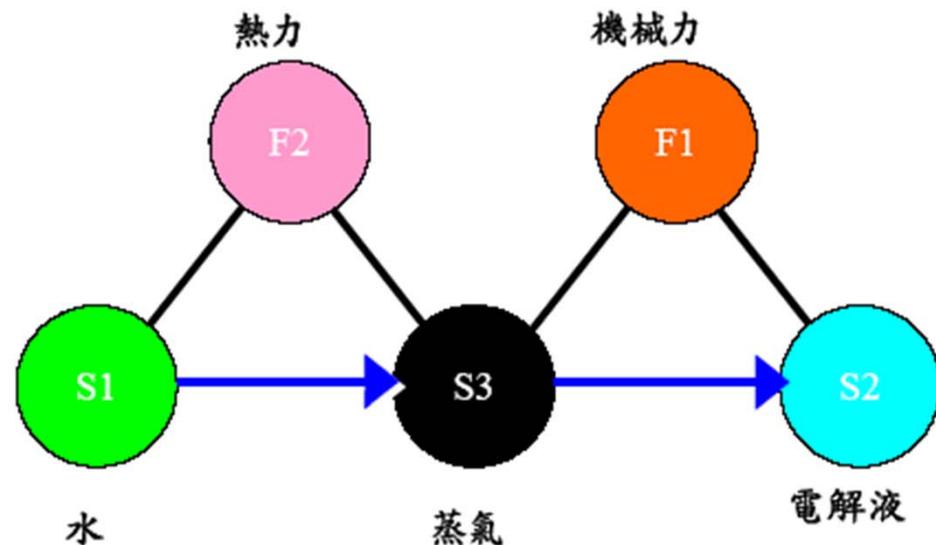
物质-场模型

- 若是上述系統表現仍為一不足的完整系統，則接著嘗試利用76個標準解法中層級二「改變系統來改良」由「轉變到複雜的物質-場模型」。在此類型問題的新的場(F2)於其物質-場模型嘗試微小水泡的方便清洗電解液。



物质-场模型

- 另一個可考慮的方案為「改變系統來改良」中之「轉變到复杂的物质-场模型」此類型問題中，提出了試著嘗試利用增加新的場(F2)和物质(S3)來加強原有的效果。因此，物质-场模型嘗試利用將常溫水升高至超過 100° 高压將其強迫清出電解液。



相关书籍和网站

- <http://www.triz-journal.com/>
- <http://www.triz-journal.com/archives/index.htm>
- <http://www.innovation-triz.com/papers/>
- 《创新设计：TRIZ-发明问题解决理论》 檀润华编著
- 《创新40法：TRIZ创造性解决技术问题的诀窍》 黄玉霖，范怡红译
- 《技术创新理论（TRIZ）及应用》 赵新军编著