

5.1 TRIZ 创新工具体系简介

TRIZ 创新工具体系中一共有四种问题模型：技术矛盾、物理矛盾、物场模型和“How to”模型，相对应的创新工具有：矛盾矩阵、分离方法、标准解法系统和知识库。见表 5-1。

表 5-1 TRIZ 创新工具体系

问题属性	问题模型	定 义	创新工具	解决方案模型
参数属性	技术矛盾	两个技术参数之间的矛盾	矛盾矩阵	创新原理
参数属性	物理矛盾	同一个技术参数两个不同要求	分离方法	分离方法
结构属性	物场模型	实现技术系统功能的某机构要素出现问题	标准解法系统	标准解法
资源属性	How to 模型	寻找实现技术系统功能的方法与科学原理	知识库	知识库中的方案

阿奇舒勒提出了 TRIZ 解决问题的一般流程，大致分为三个步骤：
首先，将待解决的实际问题转化为 TRIZ 中的某种通用问题模型；
然后，利用 TRIZ 中相应的创新工具，得到 TRIZ 的解决方案模型；
最后，结合实际问题得到最终解决方案。

可见，TRIZ 解决问题一般流程是从“特殊”到“一般”，又从“一般”到“特殊”的数学建模过程。TRIZ 创新工具及解决问题的模式，如图 5-1 所示。



图 5-1 TRIZ 解决问题的一般流程

5.2 技术矛盾与矛盾矩阵

5.2.1 技术矛盾的定义及特点

1. 技术矛盾的定义

技术矛盾是指两个技术参数 A、B 之间的矛盾,即为了改善技术系统的某个参数 A,会导致该技术系统的另一个参数 B 恶化。技术矛盾符号表示为: A^+ 、 B^- 或 A^- 、 B^+ 。技术矛盾两个参数(A、B)之间如同跷跷板的两端,如图 5-2 所示。



图 5-2 技术矛盾如同跷跷板游戏

技术矛盾描述的是两个技术参数之间的矛盾,例如,人们希望桥的承载力越大越好,但为了获得更大的承载力,就要使用更多的材料建筑桥梁,让桥变“粗”,然而,桥自身的重量太大,将有可能超过桥的强度所允许的范围,降低了桥的安全性。可见,改善的参数 A 为桥

的强度,恶化的参数 B 为桥自身的重量,这就是一对技术矛盾。再如,改善了汽车的速度,导致了安全性发生恶化,速度与安全性就是一对技术矛盾。

2. 技术矛盾三种表现

- (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。

3. 技术矛盾的解决流程

阿奇舒勒总结了 39 个通用工程参数来描述技术矛盾。实际应用中,把构成矛盾的双方内部性能用 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 40 个创新原理找到最后解决方案。

5.2.2 工程参数和矛盾矩阵

1. 39 个通用工程参数

阿奇舒勒通过对大量专利的分析、研究、总结、提炼和定义,用 39 个通用工程参数来表述技术系统的性能。39 个通用工程参数的定义,见表 5-2。

表 5-2 39 个通用工程参数的简明注释

编 号	工程参数的名称	定 义
1	运动物体的重量	在重力场中运动物体所受到的重力
2	静止物体的重量	在重力场中静止物体所受到的重力
3	运动物体的长度	运动物体的任意线性尺寸,不一定是最长的
4	静止物体的长度	静止物体的任意线性尺寸,不一定是最长的
5	运动物体的面积	运动物体内部或外部所具有的表面或部分表面的面积
6	静止物体的面积	静止物体内部或外部所具有的表面或部分表面的面积
7	运动物体的体积	运动物体所占有的空间体积

续表

编 号	工程参数的名称	定 义
8	静止物体的体积	静止物体所占有的空间体积
9	速度	物体运动的方向和位置变化的快慢
10	力	两个系统之间的相互作用。力是试图改变物体状态的任何作用
11	压力、压强	单位面积上的力
12	形状	物体的外部轮廓或系统的外貌
13	稳定性	系统的完整性及系统组成部分之间的关系。磨损、化学分解及拆卸都降低稳定性
14	强度	物体对外力作用的抵抗程度
15	运动物体的作用时间	运动物体完成规定动作的时间、服务期
16	静止物体的作用时间	静止物体完成规定动作的时间、服务期
17	温度	物体或系统所处的热状态,包括其他热参数,如影响改变温度变化速度的热容量
18	光照度	单位面积上的光通量,系统的光照特性,如亮度、光线质量
19	运动物体的能量消耗	能量是物体做功的一种度量
20	静止物体的能量消耗	能量是物体做功的一种度量
21	功率	单位时间内所做的功,即利用能量的速度
22	能量损失	做无用功的能量
23	物质损失	部分或全部、永久或临时的材料、部件或子系统物质的损失
24	信息损失	部分或全部、永久或临时的数据损失
25	时间损失	指一项活动所延续的时间间隔。改进时间的损失指减少一项活动所花费的时间
26	物质的数量	材料、部件及子系统等数量,它们可以被部分或全部、临时或永久地改变
27	可靠性	系统在规定的材料及状态下完成规定功能的能力
28	测量精度	系统特征的实测值与实际值之间的误差。减少误差将提高测量精度
29	制造精度	系统或物体的实际性能与所需性能之间的误差
30	作用于物体的有害因素	是指物体对受外部或环境中的有害因素作用的敏感程度
31	物体产生的有害因素	有害因素将降低或系统的效率或完成功能的质量
32	可制造性	物体或系统制造过程中简单、方便的程度
33	可操作性	要完成的操作应需要较少的操作者、较少的步骤以及使用尽可能简单的工具
34	可维修性	对于系统可能出现失误所进行的维修要时间短、方便和简单
35	适应性、通用性	物体或系统响应外部变化的能力或应用于不同条件下的能力
36	系统的复杂性	系统中元件数目及多样性。掌握系统的难易程度是其复杂性的一种度量
37	控制和测量的复杂度	系统复杂、成本高、需要较长的时间建造及使用。控制和测量困难,测试精度高
38	自动化程度	系统或物体在无人操作的情况下完成任务的能力
39	生产率	单位时间内所完成的功能或操作数

2. 39 个通用工程参数分类

按照 39 个通用工程参数本身的内涵,将其分为三大类:物理和几何参数类、技术负向参数类和技术正向参数类,见表 5-3。

表 5-3 39 个工程参数及其分类表

物理和几何参数		技术负向参数		技术正向参数	
编号	工程参数名称	编号	工程参数名称	编号	工程参数名称
1	运动物体的重量	15	运动物体作用时间	13	结构的稳定性
2	静止物体的重量	16	静止物体作用时间	14	强度
3	运动物体的长度	19	运动物体的能量	27	可靠性
4	静止物体的长度	20	静止物体的能量	28	测试精度
5	运动物体的面积	22	能量损失	29	制造精度
6	静止物体的面积	23	物质损失	32	可制造性
7	运动物体的体积	24	信息损失	33	可操作性
8	静止物体的体积	25	时间损失	34	可维修性
9	速度	26	物质或事物的数量	35	适应性及多用途
10	力	30	作用于物体的有害因素	36	装置的复杂性
11	应力或压力	31	物体产生的有害因素	37	监控与测试的困难程度
12	形状			38	自动化程度
17	温度			39	生产率
18	光照度				
21	功率				

(1) 物理及几何参数(共 15 个)是描述物体的物理和几何特性的参数,编号第 1~12,第 17、18 和 21;

(2) 技术负向参数(共 11 个)是指这些参数变大时,使系统的性能变差,编号第 15、16,第 19、20,第 22~26,第 30、31;例如,子系统为完成特定的功能所消耗的能量(编号第 19、20)越大,则设计越不合理。

(3) 技术正向参数(共 13 个)是指这些参数变大时,使系统的性能变好,编号第 13、14,第 27~29,第 32~39。例如,子系统可制造性(编号第 32)指标越高,子系统制造成本就越低。

3. 矛盾矩阵

矛盾矩阵是提高解决技术矛盾效率的工具。阿奇舒勒将 39 个通用工程参数和 40 个创新原理有机地联系起来,建立对应关系,整理成 39×39 的矛盾矩阵表。见表 5-4。

表 5-4 矛盾矩阵表(略表)

	恶化的 参数(横)	1	2	3	4	...	39
改善的 参数(纵)		运动物 体的重量	静止物 体的重量	运动物 体的长度	静止物 体的长度	...	生产率
1	运动物 体的重量	+	—	15,8,29,34	—	...	35,3,24,37

续表

	恶化的 参数(横)	1	2	3	4	...	39
2	静止物 体的重量	—	+	—	10,1,29,35	...	1,28,15,35
3	运动物 体的长度	8,15,29,34	—	+	—	...	14,4,28,29
4	静止物 体的长度	—	35,28,40,29	—	+	...	30,14,7,26
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	+	⋮
39	生产率	35,26,24,37	28,27,15,3	18,4,28,38	30,7,14,26	...	+

- (1) 矛盾矩阵表中,纵行表示要改善的参数,横行表示会恶化的参数;
- (2) 矛盾矩阵表中,第 1 行、第 1 列分别表示 39 个通用工程参数的编码,第 2 行、第 2 列分别表示 39 个通用工程参数的名称;
- (3) 矛盾矩阵表中,39 个通用工程参数从行、列两个维度构成矩阵的方格共 $39 \times 39 = 1521$ 个,在其中 1263 个方格中,均列有 0~4 组数字,这些数字表示推荐采用的创新原理的序号,即矛盾矩阵建议的优先采用这些创新原理帮助解决技术矛盾;
- (4) 按照序号可查找这些创新原理的含义,并使用这些创新原理来指导解决实际问题;
- (5) 矛盾矩阵表中对角线的方格(带“+”的方格)中都没有数字,表示同一名称参数所产生的矛盾是物理矛盾而不是技术矛盾;
- (6) 矛盾矩阵表中,行和列对应的方格中是空格(带“—”的方格),表示技术矛盾表述得不准确,需重新表述。

例 5-1 卫星运载中的技术矛盾

将卫星送入太空时希望卫星的重量越小越好,因为这将更加容易运载,同时成本也会降低。但若减小卫星的重量,势必要缩小尺寸,这样,卫星的性能又会受到影响。在使卫星更易于运载时,卫星的重量和尺寸之间就产生了一对技术矛盾。

(1) 定义技术矛盾。

这里,卫星的重量和尺寸之间是一对技术矛盾。首先,在 39 个工程参数中,确定要改善的工程参数为“运动物体的重量”(No. 1)和恶化的工程参数为“运动物体的长度”(No. 3)两个技术参数;

(2) 查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理序号。

在矛盾矩阵中查找分别对应参数“运动物体的长度”(纵列 No. 1)及“运动物体的重量”(横行 No. 3)的行和列位置;

最后,在矛盾矩阵表中两参数的交叉处,即第 1 列与第 3 行交叉处所对应的方格里,该方格中的数字 8,15,29 及 34 表示所推荐的创新原理序号。见表 5-5 中的椭圆处所示。

表 5-5 矛盾矩阵表的使用

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	...
No. 1	+	—	8,15,29,34	—	29,17,38,34	
No. 2	—	+	—	10,1,29,35	—	

续表

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	...
No. 3	8,15,29,34	—	+	—	15,17,4	
No. 4	—	35,28,40,29	—	+	—	
No. 5	2,17,29,14	—	14,15,18,4	—	+	
...						
No. 39	25,26,24,37	28,27,15,3	18,4,28,38	30,7,14,26	10,26,34,3	

5.2.3 技术矛盾应用案例

例 5-2 破冰船的创新设计

冬天破冰船要在厚度为三米多的冰封航道上破冰前进运送货物,破冰船常用尖而硬的船头或使船头翘起、落下,船身左右摇摆,从而压破冰层,在这种情况下,破冰船只能以较低的速度前进。现希望增加其前进速度。这样就要加大发动机的功率,但加大发动机的功率就会带来一系列的负面影响,如传动系统体积增加、破冰船的质量增加等。如图 5-3 所示。

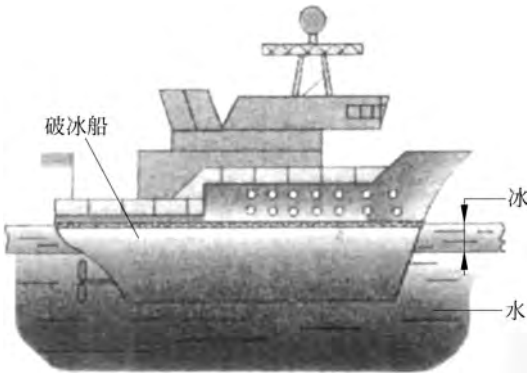


图 5-3 破冰船原设计图示

1. 定义技术矛盾

如何提高破冰船前进速度? 技术矛盾定义为: 改善的技术参数为速度(No. 9),恶化的技术参数为功率(No. 21)。

2. 查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理

查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是: 19、35、38 和 2,见表 5-6。

表 5-6 例 5-2 矛盾矩阵表

	恶化的参数: 功率(No. 21)
改善的参数: 速度(No. 9)	19、35、38、2

19# 创新原理: 周期性作用原理

- (1) 将连续动作改为周期性动作;
- (2) 已是周期性动作,则改变其运动频率;

(3) 在脉冲周期中利用暂停来执行另一有用动作。

35# 创新原理：物理或化学的参数变化原理

改变物体的物理或化学状态，浓度或黏度。

38# 创新原理：加速氧化原理

(1) 将普通空气用浓缩空气取代；

(2) 用纯氧代替空气；

(3) 将空气或氧气用电离放射线处理，产生离子化的氧气；

(4) 用臭氧代替离子化的氧气。

2# 创新原理：抽取原理

(1) 从物体中抽出产生负影响的部分或属性；

(2) 从物体中抽出必要的部分或属性。

3. 解决方案描述

选择 2# 抽取原理来解决该技术矛盾。首先，抽出产生负影响的部分，即把船头与冰相接触的那部分船体抽掉，这样船就变成两个独立的部分：一部分在冰上，另一部分在冰下；然后，想办法把冰上船体与冰下船体连接起来，否则，冰下船体就会沉入海底。冰上船体与冰下船体两个独立的部分可以用一垂直放置的破冰刀刃连接，这样使船的横截面最小化，破冰刀刃在船行进中的破冰阻力就会减小，消耗的功率就会大大降低，可以提高破冰船前进的速度。新改进的破冰船，如图 5-4 所示。

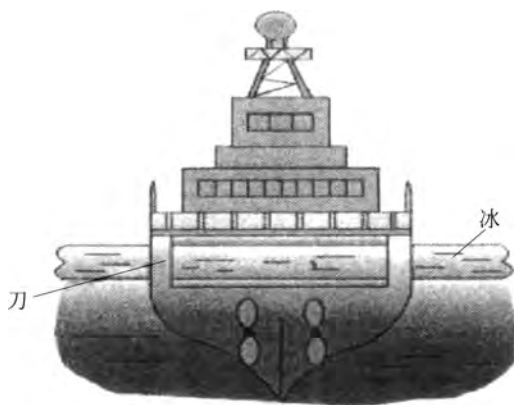


图 5-4 新改进的破冰船图示

例 5-3 快捷信封的设计

文具店出售信封的样式，如图 5-5 所示，不同大小和格式的信件或文档有与之相匹配的信封，大页面的文件可用比其稍大些的信封封装以便拆开。人们往往认为撕开胶粘的信封是快捷方便的，但是，这种方法通常会把信封内的文件撕坏或使信封开口变粗糙。当然，如果借助某种辅助工具如剪刀且在剪开前抖动信封，就可既不损坏文件又获得好看的开口。但是，该方

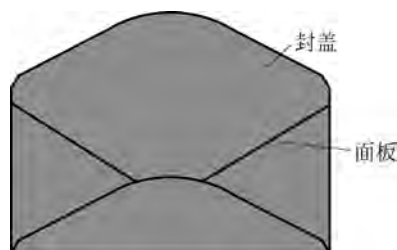


图 5-5 常用信封样式

法给用户带来了不便。因此,设计一种能又快又可靠地拆开的信封很有必要。

怎样用最少的时间安全快捷地取出信封内的文件或资料?新的设计方案要求拆信简单方便,为用户节约了时间,在不损坏文件的同时获得美观的信封开口。

方案一

1. 定义技术矛盾 1

技术矛盾 1 定义为节约拆信时间与降低拆信的可靠性之间的矛盾,该技术矛盾中,改善的技术参数为时间浪费(No. 25),恶化的技术参数为可靠性(No. 27)。

2. 查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理

查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是: 10、30 和 4,见表 5-7。

10 # 创新原理: 预先作用原理

- (1) 预置必要的动作、功能;
- (2) 预先在方便的位置安置相关设备,使其在需要的时候及时发挥作用而不浪费时间;

30 # 创新原理: 柔性壳体或薄膜原理

- (1) 使用柔性壳体或薄膜替代传统的三维结构;
- (2) 使用柔性壳体或薄膜,将物体与环境隔离;

表 5-7 技术矛盾 1 矛盾矩阵表

	恶化的参数: 可靠性(No. 27)
改善的参数: 时间浪费(No. 25)	10、30、4

3. 解决方案描述

根据 10 # 和 30 # 创新原理建议的信封设计是通过封装前于封盖下放置拆封线或拆封条来实现的。该方案已申报美国专利。

方案二

1. 定义技术矛盾 2 和 3

技术矛盾 2 定义为改善拆信的可靠性与恶化拆信方便性之间的矛盾,该技术矛盾中,改善的技术参数为可靠性(No. 27),恶化的技术参数为方便性(No. 33);

技术矛盾 3 定义为减少信件信息丢失与增加拆信时间之间的矛盾,该技术矛盾中,改善的技术参数为信息损失(No. 24),恶化的技术参数为时间损失(No. 25)。

2. 查询矛盾矩阵,列写出可参考的创新原理

相应于技术矛盾 2,查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是: 17、40 和 27。

相应于技术矛盾 3,查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是: 24、26、32 和 28。见表 5-8。

17 # 创新原理: 一维变多维

- (1) 单层排列的物体变为多层排列;
- (2) 将物体倾斜或侧向放置;
- (3) 利用给定表面的反面;

24 # 创新原理: 借助中介物

- (1) 使用中介物实现所需动作;

(2) 把某一物体与另一个容易去除的物体暂时结合在一起。

表 5-8 技术矛盾 2 和 3 的矛盾矩阵表

	恶化的参数：方便性(No. 33)	恶化的参数：时间损失(No. 25)
改善的参数：可靠性(No. 27)	17、40、27	
改善的参数：信息损失(No. 24)		24、26、32 和 28

3. 解决方案描述

根据 17# 和 24# 原理的建议设计了信封,如图 5-6 所示。该方案把中介物或其他媒介物在封信前置入封盖和面板之间,这样,便可简单地通过拉中介物或其他媒介物的一端很方便地打开信封并拿到信封内的文件,从而获得美观而整齐的信封开口。

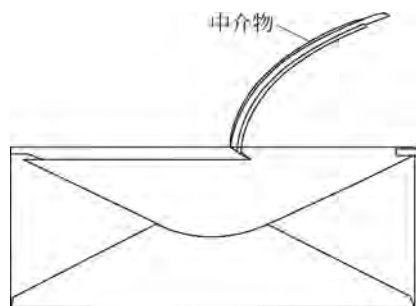


图 5-6 基于 TRIZ 理论设计的信封

例 5-4 减震器的优化设计

发动机在工作时,会产生剧烈的振动,这种振动是有害的,如果直接将发动机和车架相连,振动会直接传向车架、驾驶室、机罩,使得整机噪声很大,对操作人员的听力造成损害,并且整机零部件易提早疲劳损坏。因此,在工程机械设计中为了解决这个问题,都会在发动机支架上安装减震器,以此来减小有害振动。

按照最优设计,每种配置都应有一款相应的减震器。但从实际生产设计、生产成本多方面考虑,这都不太现实。往往减震器厂家只生产几款标准规格的减震器,这就出现了减震器和发动机不相匹配的情况。减震器刚度选大了,振动传递比较明显,噪声大;减震器刚度选小了,发动机振幅大,排气管等连接部件振动位移大,刚性连接处易被拉坏。

1. 定义技术矛盾

改善参数为:强度(No. 14),恶化参数为:可制造性(No. 32)。

2. 查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理

查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是: 11、3、10 和 32,见表 5-9。

11# 创新原理: 预置防范原理,即采用事先准备好的应急措施,对系统进行相应的补偿以提高其可靠性。

表 5-9 例 5.4 矛盾矩阵表

	恶化的参数：可制造性(No. 32)
改善的参数：强度(No. 14)	11、3、10、32

3. 解决方案描述

通过分析,11#原理就可以解决该问题,选用刚度稍小一点的减震器,预先设定好最大振幅,使减震器振幅在规定范围内,迫使其满足性能要求。在这个原理的指导下,设计出了以下结构的减震器,振幅刚度可调,使用性能良好。

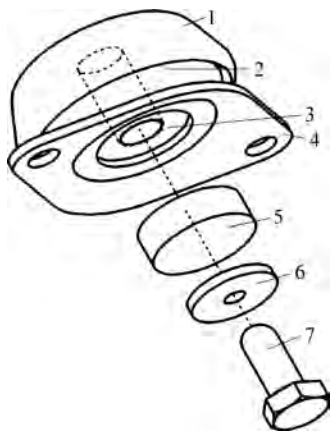


图 5-7 减震器结构图
①—盖板；②—橡胶；③—螺栓套；
④—支撑板；⑤—橡胶垫；⑥—减振
钢垫片；⑦—调节螺栓。

具体解决方法：在原有减震器的下方先垫一块减振橡胶垫(10mm 厚),在减振橡胶垫下面加一块钢铁制作的减振垫片(3mm),垫片底部中心位置钻凹形球面；然后,制作调整螺栓接触面也带球头,使其与垫片球面接触,使其受力均匀。将调整螺栓固定在车架的焊接螺母上,通过调整螺栓的锁紧程度,来调节减震的幅度,使得达到整机的最佳振动状态。如图 5-7 所示。

例 5-5 “绿色”洗衣机的设计

“绿色”洗衣机是能省水、省电、省洗衣剂的洗衣机。

1. 定义技术矛盾

减少物质的浪费是否能达到原来的效果,即“物质的浪费”与“功率”之间的矛盾。改善参数为：物质损失(No. 23), 恶化参数为：功率(No. 21)。

2. 查询矛盾矩阵,列写出可参考的创新原理

查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是：28、27、18 和 38,见表 5-10。

28# 创新原理：机械系统替代原理

以光学、声学、热能以及嗅觉的系统取代机械的系统；

18# 创新原理：机械振动原理

假如振动的方式已经存在,提高振动的频率至超声波；

38# 创新原理：加速氧化原理

转换并提高氧化的程度。

表 5-10 例 5-5 矛盾矩阵表

	恶化的参数：功率(No. 21)
改善的参数：物质损失(No. 23)	28、27、18、38

3. 解决方案描述

28# 创新原理,机械系统替代原理提示：用其他系统替代现有机机械系统。

18# 创新原理,机械振动原理提示：超声波振动水流把衣物纤维间脏污从缝隙中弹出来。

38# 创新原理,加速氧化原理提示：将自来水电解产生活性氧与次氯酸,以溶解衣物上的有机汗污。

方案合成：利用水电解与超声波振荡相结合的方式,取代原有电机拖动波轮或滚筒的系统。

该方案既可以避免衣物缠绕,也可降低甚至免用洗衣剂,而且洗衣水可以重复利用,达到环保与节能的功效。从大电流的电机驱动到电解与振荡装置的发展,符合技术系统的进化趋势。实现了省水、省电和省洗衣剂的要求。

例 5-6 冬天客车车窗结霜问题

在北方严冬时节,在大客车和小客车的车窗上经常结上厚厚的霜,直接影响了乘务员和乘客观察外部环境,乘客经常坐过了站,给乘客的出行带来不便。

1. 定义技术矛盾

技术矛盾是车厢内外温度不改变的情况下,解决车窗不结霜问题。改善参数为:照度(No. 18),恶化参数为:温度(No. 17)。

2. 查询矛盾矩阵,列写出可参考的创新原理

查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是:32、35 和 19,见表 5-11。

32# 创新原理:颜色改变

在 32# 创新原理中,改变物体或环境的颜色,显然不能解决这对技术矛盾;改变物体或环境的透明度,也不能利用;在物体中增加颜色添加剂,也不行;如果已经用了添加剂,则考虑增加发光成分,也行不通。

35# 创新原理:物理或化学参数改变

在 35# 创新原理中,改变系统的物理状态是我们要解决的问题,就是要把霜的固态变成气态,也难实现;改变浓度或密度和改变灵活性程度也无法解决;改变温度和体积,用热风吹车窗,霜可以融化消失,但停止吹风,车窗又要马上结霜,还浪费能源。目前有的客车在车厢里将汽车尾气排出的余热用于车内取暖,但客车如果夜晚在室外停放,要把车厢内所有车窗上的结霜消除,也需要很长时间,并且汽车尾气泄漏,还会对人体健康造成侵害,显然也不是最理想的办法。

19# 周期性动作

在 19# 创新原理中,将持续运动变成间隙运动(脉冲法)或如果动作已经是间歇性的,则改变间隙频率,这不适用我们提出的技术矛盾;而利用间隙提供附加作用,为我们提供了解决矛盾新的出路。

从物理课程中知道,空气不导热,热量是通过空气对流来传导的。利用间隙,将间隙中的空气封闭,可以直接消除对流,这样车内和车外温度差异由于没有对流,就切断了车窗结霜的路径,这里提出的技术矛盾就迎刃而解了。

如何制造车窗的间隙?以硬币为垫,用透明胶带将一块玻璃固定在靠近的车窗上,虽然很方便,但不美观。这使我们想到了北方冬季塑钢窗双层玻璃防寒,不仅保温,还有效地解决了窗户结霜问题。

表 5-11 例 5-6 矛盾矩阵表

	恶化的参数: 温度(No. 17)
改善的参数: 照度(No. 18)	32、35、19

3. 解决方案描述

经过上述分析,解决严冬季节大客车和小客车的车窗结霜问题的办法也就出来了,就是

将销往北方高寒地区的大客车和小客车的车窗做成双层玻璃的车窗,既可以在夏天拉开车窗,又在冬季解决了车窗结霜问题,还提高了车厢的保温性能,是一种理想的解决方案。

例 5-7 烟囱盖子的改进

为了不让风雪落入烟囱,人们为烟囱安装了盖子,但是,一般形状的盖子不能很好地防止风雪落入烟囱,特别是风较大时,形状复杂的盖子会使烟囱出口变窄,不利于烟的排出。需要设计新型的烟囱盖子。

1. 定义技术矛盾

- 技术矛盾 1 定义为形状(No. 12)与可操作性(No. 33)之间的矛盾;
- 技术矛盾 2 定义为形状(No. 12)与系统的复杂性(No. 36)之间的矛盾;
- 技术矛盾 3 定义为形状(No. 12)与控制 and 测量的复杂度(No. 37)之间的矛盾。

2. 查询矛盾矩阵,列写出可参考的创新原理

技术矛盾 1,查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是: 32、15 和 26;
技术矛盾 2,查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是: 16、29、28 和 1;
技术矛盾 3,查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是: 15、13 和 39。见表 5-12。

表 5-12 例 5-7 矛盾矩阵表

	恶化的参数: 可操作性 (No. 33)	系统的复杂性(No. 36)	控制和测量的复杂度 (No. 37)
改善的参数: 形状 (No. 12)	32、15、26	16、29、28、1	15、13、39

3. 解决方案描述

15# 创新原理: 盖子做成可转动的,类似风向标的头盔式盖。如图 5-8 所示。



图 5-8 上海世博会零碳馆会转动的“风帽”

上海世博会伦敦案例零碳馆位于上海世博园区城市最佳实践区,在世博园区的零碳馆里,可以领略到零碳生活的各种独特方式,品尝到零碳美食,例如饭后的餐具可以吃掉的。从外面看上去,满眼翠绿的景天植被覆盖了整个零碳馆北向的屋顶。在下雨时屋顶的雨水收集系统开始工作,对屋顶植被自动灌溉,当然不仅仅是作为装饰,绿色屋顶的植被还是中和碳排放不可缺少的角色。在坡型的屋顶上,五颜六色的风帽,跟随风向灵活转动,利用温压和风压将新鲜的空气源源不断地输入每个房间,并将室内空气排除,随时保持室内空气的纯净。零碳馆冬天不冷,夏天不热。可以说不用花费更多的人力和物力,零碳馆从自然界收集阳光、空气、电力和水,并将废弃物处理成电力和热。今后我们如果生活这样的环境里,不需要空调,不需要热水器,可以说是真正的低碳了。

例 5-8 波音 737 飞机整流罩的改进设计

在历史上著名的波音 737 飞机引擎改进设计中,设计人员遇到了一个技术难题:引擎的改进需要增大整流罩的面积以使其吸入更多的空气,即需要增大整流罩的直径;但整流罩直径的增大将使它的下边缘与地面的距离变小,从而会使飞机在跑道上行驶时产生危险。这样,在“发动机的功率”和“整流罩与地面的距离”之间就产生了一对技术矛盾。

下面运用 TRIZ 理论的 CAI 软件来解决这一问题。

1. 定义技术矛盾

要改善的参数是:功率(No. 21),恶化的参数是:物质的量(No. 26)。

2. 查找矛盾矩阵

亿维讯的 CAI 软件 Pro/Innovator 中嵌有一个专门的解决技术矛盾的工具——技术矛盾解决矩阵。其中纵轴上的元素表示希望得到改善的技术参数,横轴上的元素表示某技术参数改善时会恶化的技术参数,纵横轴交叉处的数字表示用来解决系统矛盾时所使用的创新原理的编号。进入 Pro/Innovator 软件,运用相应模块分析后,选择两个技术参数为“功率”(希望得到改善的参数)和“物质的量”(恶化的参数)。对照技术矛盾解决矩阵,两个参数交叉处的创新原理编号为:4、34 和 19,见表 5-13。

表 5-13 例 5-8 矛盾矩阵表

	恶化的参数:物质的量(No. 26)
改善的参数:功率(No. 21)	4、34、19

- 4# 创新原理: 不对称原理;
- 34# 创新原理: 抛弃或再生原理;
- 19# 创新原理: 周期性作用原理。

3. 解决方案描述

分析软件所推荐的 4 个创新原理以及相关的实例,显然 34# 创新原理和 19# 创新原理对本例的改进的意义不大,因此单独采用 4# 创新原理: 不对称原理。

解决方案为: 将整流罩由规则的圆形改为不规则的扁圆形,如图 5-9 所示,这样在增大发动机功率时就不会导致整流罩与地面的距离过小,从而消除了技术矛盾。

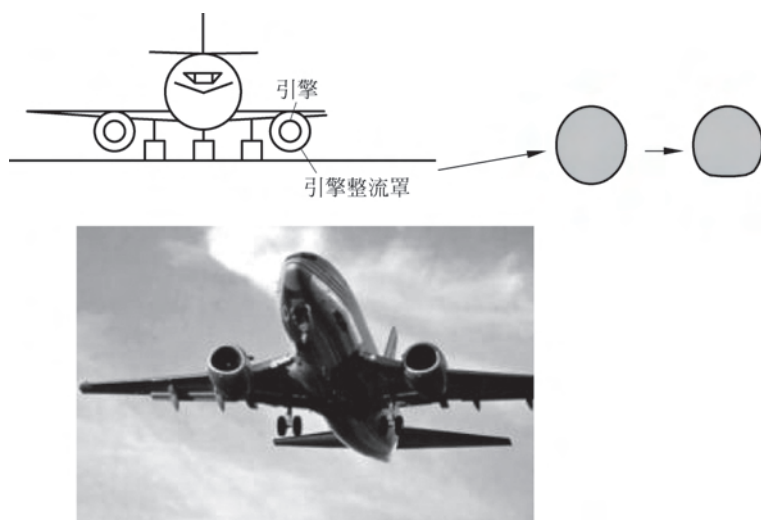


图 5-9 整流罩修改前后对比

5.3 物理矛盾与分离方法

5.3.1 物理矛盾的定义

1. 物理矛盾的定义

物理矛盾是指一个参数内的矛盾,即对同一个参数有两个不同要求。物理矛盾符号表示为: A^+ 或 A^- ,如同拔河游戏,如图 5-10 所示。



图 5-10 物理矛盾如同拔河游戏

例如,现在手机制造要求整体体积设计得越小越好,便于携带,同时又要求显示屏和键盘设计得越大越好,便于观看和操作。即对手机的体积具有大、小两个方面的设计要求,这就是手机设计中的一对物理矛盾。再如,由于空间所限,电脑中不可能安装很大的散热片。如果想要散热效果好,散热片面积就要大;如果想要节省空间,散热片面积就要小。即对于散热片面积这个参数,既要求大,又要求小,有两个不同的要求,产生了一对物理矛盾。

2. 常见的物理矛盾

常见的物理矛盾,见表 5-14。

表 5-14 常见的物理矛盾

类 别	物 理 矛 盾			
几何类	长与短 圆与非圆	对称与非对称 锋利与钝	平行与交叉 窄与宽	厚与薄 水平与垂直
材料及能源类	多与少 时间长与短	密度大与小 黏度高与低	导热率高与低 功率大与小	温度高与低 摩擦系数大与小
功能类	喷射与堵塞 运动与静止	推与拉 强与弱	冷与热 软与硬	快与慢 成本高与低

5.3.2 分离方法

俗话说：“萝卜白菜，各有所爱”，同一块菜地，既要全部种白菜，又要全部种萝卜，爱吃萝卜和爱吃白菜的人就会产生物理矛盾。常规的解决方案是萝卜和白菜各种植一半的面积，这就是传统方法中的“折中法”。结果是，两个需求都只满足了一半，谁都没有达到完全满意。

TRIZ 理论解决问题的思路是将有用的部分结合起来，去除无用的部分。如果种植一种具有白菜叶和萝卜根的蔬菜，即上面长白菜，下面长萝卜的“白菜萝卜”，那么，爱吃萝卜和爱吃白菜的两个需求均得到了最大程度的满足。这就是 TRIZ 理论解决物理矛盾的分离方法。

TRIZ 解决物理矛盾的工具是分离方法。具体地，分离方法分为四种基本类型：空间分离、时间分离、条件分离和整体与部分分离。

1. 空间分离方法

空间分离方法是将矛盾双方在不同的空间上进行分离，以降低解决问题的难度。例如，蔬菜新品种——白菜萝卜，如图 5-11 所示。

再如，立体农业，分层种植，如图 5-12 所示。



图 5-11 蔬菜新品种：白菜萝卜



图 5-12 立体农业，分层种植

例 5-9 图书馆搬家故事

大英图书馆老馆年久失修,在新的地方建了一个新的图书馆,新馆建成后,要把老馆的书搬到新址去。这本来是一个搬家公司的活儿,没什么好策划的,把书装上车,拉走,摆放到新馆即可。问题是按预算需要 350 万英镑,图书馆没有这么多钱。眼看着雨季就到了,不马上搬家,损失就大了。馆长想了很多方案,但一筹莫展。

正当馆长苦恼时,一个馆员告诉馆长一个解决方案。图书馆在报纸上刊登了一条惊人的消息:“从即日起,大英图书馆免费、无限量向市民借阅图书,条件是从老馆借出,还到新馆去。”

这个故事中应用了将借书和还书进行空间分离的方法,解决了图书馆搬家中的物理矛盾。

2. 时间分离方法

时间分离方法是将矛盾双方在不同的时间上进行分离,以降低解决问题的难度。

例 5-10 LED 灯管暗区问题的改进

LED 灯发光时在连接处会产生明显的暗区。经过全面了解,发现 LED 灯采用 COB 工艺封装,在固定硅胶的过程中使用了塑料框,而塑料框的存在,影响到光线的射出角度,从而在 LED 发光时产生明显的暗区,影响了产品品质。

通过分析,这是一个典型的物理矛盾,即塑料框在硅胶固定工艺步骤起到使加固定型效果更佳的作用,而在成品当中却因它的存在易产生暗区,影响成品品质。

应用时间分离方法,把矛盾双方在不同的时段上分离,得到的方案是去掉塑料框或者是让塑料框在 LED 工作期间消失。

具体解决方案:改变塑料框的材料,同时这种材料需要具有耐高温性、抗渗透、成本低廉等特性,采用新材料制成的塑料框在硅胶固定工艺中起作用,而在后来的加工过程易于分离,成品中不再有塑料框,从而解决暗区问题。

例 5-11 土地爷的哲学

有一次土地爷外出,交代给他的儿子说:“如果有祈祷者来,就将他们的话记下来。”土地爷走后,一共来了四个祈祷者:

第一位是船夫前来祈求刮风,以便能乘风远航;第二位是果农前来祈祷别刮风,以避免快要成熟的果子给刮下来;(对“风”有两个不同的要求,产生一对物理矛盾)

第三位是农民前来祈求下雨,以免耽误了播种的季节;第四位是商人前来祈祷别下雨,以便趁着好天气带着大量的货物赶路。(对“雨”有两个不同的要求,产生一对物理矛盾)

土地爷回来看到儿子的记录,提笔在上面批了四句话,四个不同的祈祷者都如愿以偿、皆大欢喜。

“刮风莫到果树园,刮到河边好行船; (“风”的空间分离)

白天天晴好赶路,夜晚下雨润良田。” (“雨”的时间分离)

3. 条件分离方法

条件分离方法是将矛盾双方在不同的条件下进行分离,以降低解决问题的难度。

例 5-12 跳水池里的气泡

高台跳水训练时,对水有两个不同要求:水既要硬的,防止运动员撞击池底;水又要软的,防止运动员受伤。出现了物理矛盾。

水在什么条件下会变软？让运动员训练时少受伤呢？

具体解决方案：采用条件分离方法，想到软的物质如泡沫或海绵的结构，于是在水中注入大量的空气，水就变软了。

4. 整体与部分分离方法

整体与部分分离方法是将矛盾双方在不同的层次进行分离，以降低解决问题的难度。

例 5-13 一个欧洲鞋业公司遇到的难题

某欧洲鞋业公司生产一种知名品牌的运动鞋。为了节约生产成本，这个公司把生产地点转移到了东南亚某个国家。一切似乎进展很顺利，但是没过多久，一个新的问题出现了：管理者发现少数当地工人有偷鞋的行为。管理者采用公开警告、降薪、开除等管理手段，但是始终难以奏效。

这个欧洲鞋业公司遇到的难题是：生产过程需要降低成本，因此需要让东南亚国家当地工人生产鞋；但是因为有当地工人偷鞋的行为，所以，又不能让当地工人生产鞋。在这里，“既要”让当地工人生产鞋，又“不要”让当地工人生产鞋，物理矛盾出现了。

杜绝工厂丢鞋的解决方案是：生产地点还是在东南亚，但是在某个国家生产左鞋，在另外一个国家生产右鞋，在第三个国家生产鞋带，对于生产地点来说，应用的是空间分离方法；对于鞋子来说，应用的是整体与部分分离的方法。

同理，在生产诸如枪械等军工产品的时候，也常常采用把枪栓、撞针等零部件在异地生产的空间分离方法，以避免在某一地枪支零件丢失以后被组装成整枪的危险。

例 5-14 十字路口道路交通问题

道路的十字路口对于车辆来说是非常危险的地段。来自不同方向的车辆要经过十字路口的相同地段，就产生了物理矛盾。道路既应该交叉，以便于车辆改变行驶的方向，道路又不应该交叉，以免车辆发生碰撞；车辆既应该经过十字路口，又不应该经过十字路口。现实生活中怎样解决这种矛盾的呢？

目前，常用方法有四种，如图 5-13 所示。

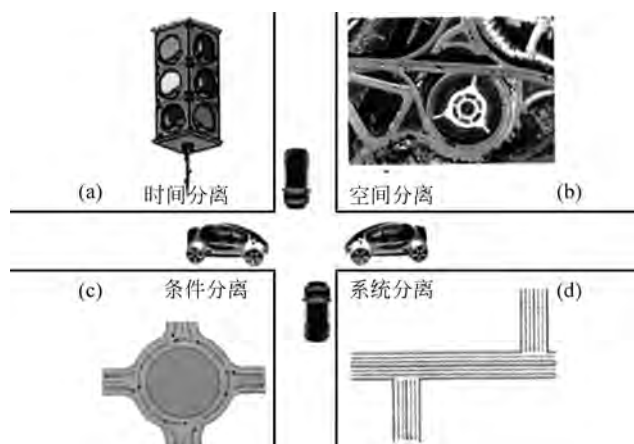


图 5-13 道路交通示意图

(1) 通过设置信号灯进行“时间分离”，从时间上将矛盾分离开；

(2) 通过建设立交桥、过街天桥和地下通道进行“空间分离”是交通效率最高的方法，从

- 空间上将矛盾分离开；
- (3) 通过设置中心转盘,各个方向的车辆进入十字路口后按逆时针绕行,附加车辆运行规则进行“基于条件的分离”；
- (4) 将十字路口分解成两个丁字路口,进行整体和部分的“系统分离”,也可以解决这些矛盾。

5. 分离方法与创新原理的关系

四个分离方法与 40 个创新原理之间存在一定关系。如果能灵活地、综合地运用这些关系,就可以扩展解决物理矛盾的解决思路。四个分离方法与 40 个创新原理的关系,见表 5-15。

表 5-15 分离方法与创新原理的关系

分离方法	创新原理编号	实 例
空间分离	1、2、3、4、7、13、17、24、26、30	鸳鸯火锅
时间分离	9、10、11、15、16、18、19、20、21、29、34、37	折叠自行车
条件分离	1、5、6、7、8、13、14、22、23、25、27、33、35	近视眼镜
整体与部分分离	12、28、31、32、35、36、38、39、40	无绳电话

5.3.3 物理矛盾应用案例

例 5-15 鸳鸯火锅

鸳鸯火锅,如图 5-14 所示,就是利用 1 号分割原理,即在同一个火锅中把不同口味的火锅汤进行了空间分离。解决了吃火锅时,“火锅既要辣,又要不辣”的物理矛盾。



图 5-14 鸳鸯火锅

例 5-16 折叠自行车

自行车在使用时人们要求它的体积足够大,以便载人骑乘；在停放或携带它乘坐地铁时又要求它体积尽量小,以便不占空间。这里对自行车存在“既要求其大,又要求其小的”物理矛盾。

折叠自行车,如图 5-15 所示,利用了 15 号动态化原理,采用多铰接车身结构,让刚性自行车车身变得可以折叠,体现了“用时大,不用时小”的时间分离方法,解决了物理矛盾。

例 5-17 平视加近视的眼镜

为了防止青少年长期佩戴近视镜,而使近视的度数不断增长的弊端,可以利用 1 号创新



图 5-15 折叠自行车

原理：分割原理，使镜片上部分的度数稍低一点或是平镜，下半部分的度数为正常近视镜的度数。

这样当看书时，眼镜通过下半部分的镜片看书，平时不低头看书时，目光是平视的，相当于没有戴近视镜，这样就可以有效地抑制近视度数增长的速度。

这个实例应用条件分离方法和 1# 分割原理相结合来解决物理矛盾。

例 5-18 无绳电话

为了能保持通话，话机必须与电话机身连在一起；为了在房间里任意地方接听电话或者接电话的人可以随时走动，话机就不应该与电话机身连在一起。这是一对物理矛盾。

无绳电话应用 28# 机械系统替代原理，用电磁场连接替代了电线连接，采用整体与部分分离方法解决了物理矛盾。

5.3.4 综合应用案例

例 5-19 攀爬机器人迁移性的改进设计

攀爬机器人主要应用于城市设施的清洗和维护，例如，高层建筑物清洗、维护；还可以进行复杂、危险环境下的管道、支撑物等设备的检修，特别是在发生地震、火灾、化学污染、核泄漏等突发性自然灾害和人为不慎引起的突发性灾害环境下的检修。

目前，攀爬机器人攀爬运动方式有轮式、履带式、蛇形攀爬、磁吸式和蠕行式。但是，在工作过程中的迁移性都比较差，例如，爬杆机器人在相邻杆之间不能实现迁移性攀爬，另外，现有的爬杆机器人在弯曲杆或者 T 型、L 型杆中攀爬效果较差，而蠕行式爬杆机器人对杆状物的形状具有更大的依赖性，不能实现在有分支或者弯曲的杆状物攀爬等。以下是对杆状物攀爬机器人迁移性的技术矛盾分析及新型翻转式攀爬机器人设计方案。

1. 定义技术矛盾

通过对杆状物攀爬机器人迁移性的技术矛盾分析发现，攀爬机器人的迁移性差的矛盾发生在攀爬机器人的工作环境适应性及工况多用性与装置的复杂性上。即可以通过改善机器人的环境适应性及工况多用性来解决这些矛盾，然而装置的复杂程度将增大。技术矛盾定义为：改善的技术参数为适应性、通用性(No. 35)，恶化的技术参数为系统复杂性(No. 36)。

2. 查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理

查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是: 15、29、28 和 37,见表 5-16。

表 5-16 例 5.18 矛盾矩阵表

	恶化的参数: 系统复杂性(No. 36)
改善的参数: 适应性、通用性(No. 35)	15、29、28、37

15# 创新原理: 动态特性原理

- (1) 自动调节物体使其各动作、阶段的性能最佳;
- (2) 将物体的结构分成既可变化又可相互配合的若干组成部分;
- (3) 使不动的物体可动或自适应。

29# 创新原理: 气压和液压结构原理

将物体固体部分用气体或液体代替,如利用气垫、液体的静压、流体动压产生缓冲功能。

37# 创新原理: 热胀冷缩原理

- (1) 利用热膨胀或热收缩的材料;
- (2) 组合使用多种具有不同热膨胀系数的材料。

28# 创新原理: 机械系统替代

- (1) 用视觉系统、听觉系统、味觉系统和嗅觉系统代替机械手段;
- (2) 采用与物体相互作用的电、磁或电磁场;
- (3) 场的替代: 从恒定场到可变场,从固定的场到随时间变化的场,从随机场到有组织的场;
- (4) 将场和铁磁离子组合使用。

3. 解决方案描述

15# 创新原理,动态特性原理提示: 使攀爬机器人实现在一定距离之内的杆状物之间迁移性攀爬及 L 型等杆状物上越障攀爬,这样就保证了机器人具有良好的动态性;将物体的结构分成既可变化又可相互配合的若干组成部分。因此,设计了一种新型翻转式攀爬机器人,如图 5-16 所示,其主要由躯干、安装在躯干上的 2 个翻转臂、安装在翻转臂上的旋转臂、安装在旋转臂上的夹紧手爪和控制器组成。该结构的运动由控制器控制 5 个电机的正反转来完成。翻转运动是由翻转电机输出的力矩,经过传动装置输出带动翻转臂和躯干翻转。

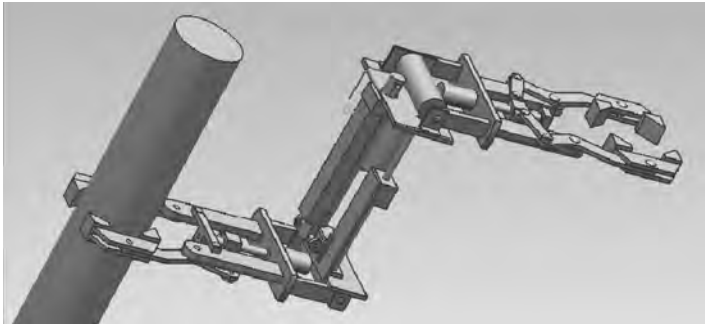


图 5-16 新型翻转式攀爬机器人整体结构

其攀爬过程为：初始状态时，手爪均夹紧在杆状物上，当机器人向上攀爬时，其中一只手爪仍处于夹紧状态，另一手爪松开，翻转电机旋转使得整个机器人向外翻转。当松开的手爪的传感器信号反馈到控制系统，翻转电机停止转动，该手爪开始夹紧。当该手爪夹紧后，机器人完成一个完整的上翻动作。当机器人要实现迁移性攀爬时，一只手爪夹紧，另外一个松开，躯干翻转运动，直到松开手爪接收到夹紧信号，躯干停止翻转，手爪开始夹紧。当手爪夹紧后，另一只手爪开始松开，躯干翻转运动，直到两只手爪均迁移到相邻杆状物时，机器人的迁移性攀爬动作完成。此外，如果相邻杆状物不在一个平面时，可以通过旋转手臂调整角度，以完成迁移性攀爬。

29# 创新原理，气压和液压结构原理提示：该原理可以引入到连接部件中解决该问题，但成本会大大增加；

37# 创新原理：热胀冷缩原理提示：通过分析该原理与本问题没有直接关系，不予采用。

28# 创新原理：机械系统替代原理提示：通过分析该原理的适用范围，发现不能较好地解决该问题；

综上所述，15# 创新原理（动态特性原理）能够较好地解决攀爬机器人不能完成迁移性动作的问题，新型翻转式攀爬机器人具有爬行速度快，运动灵活，结构新颖等特点。

例 5-20 纳米机器人的设计

1959 年，诺贝尔奖得主理论物理学家理查德·费曼率先提出利用微型机器人治病的方法。纳米机器人是根据分子水平的生物学原理为，设计制造可对纳米空间进行操作的“功能分子器件”，如图 5-17 所示。

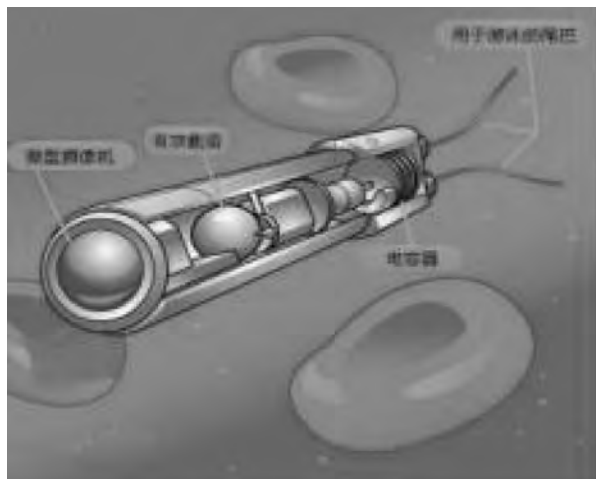


图 5-17 纳米机器人

纳米机器人是纳米生物学与电子设计领域最为吸引人类探究的内容。纳米机器人可以通过 2~3mm 的直导管，找到需要治疗的特定区域，纳米技术被认为是未来对抗癌症最理想的武器。

1. 技术矛盾分析及解决方案

(1) 定义技术矛盾。

纳米机器人体积小，难以携带大量物质进入体内。技术矛盾定义为：改善的技术参数

为运动物体的体积(No. 7),恶化的技术参数为物质的量(No. 26)。

(2) 查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理。

查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是: 29、30 和 7,见表 5-17。

表 5-17 例 5-20 矛盾矩阵表

	恶化的参数: 物质的量(No. 26)
改善的参数: 运动物体的体积(No. 7)	29、30、7

29# 创新原理: 气压和液压结构原理

将物体固体部分用气体或液体代替,如利用气垫、液体的静压、流体动压产生缓冲功能。

30# 创新原理: 柔性壳体或薄膜原理

使用柔性外壳和薄膜代替传统结构; 用柔性外壳和薄膜把对象和外部环境隔开。

7# 创新原理: 嵌套原理

把一个物体嵌入另一个物体,然后再嵌入第三个物体。

(3) 解决方案描述。

7# 创新原理,嵌套原理提示: 将生物系统与纳米机械装置相融合成为嵌套组合体的具备特定功能的分子机器人,并将机器人体积修改成一定线度,并将其注射到一个特定的组织。生物系统探知周围环境信息并做出判断,机械系统完成生物系统所发出的指令动作,在人体血管内,有效地进行身体健康检测和疾病治疗。

30# 创新原理: 柔性壳体或薄膜原理提示: 纳米机器人应该具有细胞膜的基本结构,在人体内部则不会发生免疫排斥反应。例如,可以为其安置由纳米薄膜材料做成的小型鳍片或尾巴,从而可以自动旋转,进而流入病人的血流中。

2. 物理矛盾分析及解决方案

(1) 定义物理矛盾。

人们既希望设计的纳米机器人体积足够小,可以在微小空间内工作,探知生物分子内部的细小组成; 又希望纳米机器人体积足够大,可以携带大量物质进入体内。

(2) 采用空间分离原理。

(3) 解决方案描述。

为了保证纳米机器人足够微小,直接从原子或分子这样的微观空间对纳米分子器件进行组装,使其具有特定的功能。或者嵌入纳米计算机,成为一种可以进行人机对话的智能装置。

例 5-21 “复兴号”动车组座椅优化设计

“复兴号”动车组是由中国国家铁路集团有限公司牵头组织研制、具有完全自主知识产权、达到世界先进水平的动车组列车。“复兴号”是目前世界上运营时速最高的高铁列车,代表着中国速度,是最亮丽的一张国家名片,如图 5-18 所示。2019 年 10 月 9 日,我国铁路部门发布《复兴号动车组客室优化提升方案征集公告》,向全社会公开征集复兴号动车组一、二等座椅和商务客室的优化方案,希望能增加复兴号运量,并提升座位的舒适性、便捷性和经济性。

为了提高运送乘客的效率,通过增加车厢内乘客座位数是有可能实现的。如何在增加乘客座位数量的同时 又能提升座位的舒适性、便捷性、经济性?



图 5-18 “复兴号”动车组

1. 定义技术矛盾

为了提高运送乘客的效率,需要增加座椅的数量,在 39 个工程参数中,物质的数量与适应性、通用性构成了一对技术矛盾,即改善的技术参数为物质的量(No. 26),恶化的技术参数为适应性、通用性(No. 35)。

2. 查询矛盾矩阵,列写出可参考的创新原理

查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是: 15、3 和 29,见表 5-18。

表 5-18 例 5-21 矛盾矩阵表

	恶化的参数: 适应性、通用性(No. 35)
改善的参数: 物质的量(No. 26)	15、3、29

15# 创新原理: 动态特性原理

- (1) 自动调节物体使其各动作、阶段的性能最佳;
- (2) 将物体的结构分成既可变化又可相互配合的若干组成部分;
- (3) 使不动的物体可动或自适应。

3# 创新原理: 局部质量原理

- (1) 将均匀的物体结构、外部环境或作用改为不均匀的;
- (2) 让物体的不同部分各具不同功能;
- (3) 让物体的各部分处于各自动作的最佳状态。

29# 创新原理: 气压和液压结构原理

将物体固体部分用气体或液体代替,如利用气垫、液体的静压、流体动压产生缓冲功能。

3. 解决方案描述

2020 年 12 月 22 日,中国铁道科学研究院集团公司公布了复兴号动车组一、二等座椅和商务客室优化提升方案征集结果,中车四方股份公司的方案从百余份竞争方案中脱颖而出,荣获一等奖。据介绍,“鱼骨式布局方案”等成熟设计方案已进入样车试制阶段。

新方案优化了平面布局,采用同排座椅鱼骨式交错排列的布局方案,使每位乘客拥有自己“专有”的过道,不仅增加了乘客座位数量,还提升了座位的私密性,如图 5-19 所示。

座椅罩壳设计灵感来源于“太极图”,采用流畅的 S 曲线造型,如图 5-20 所示。

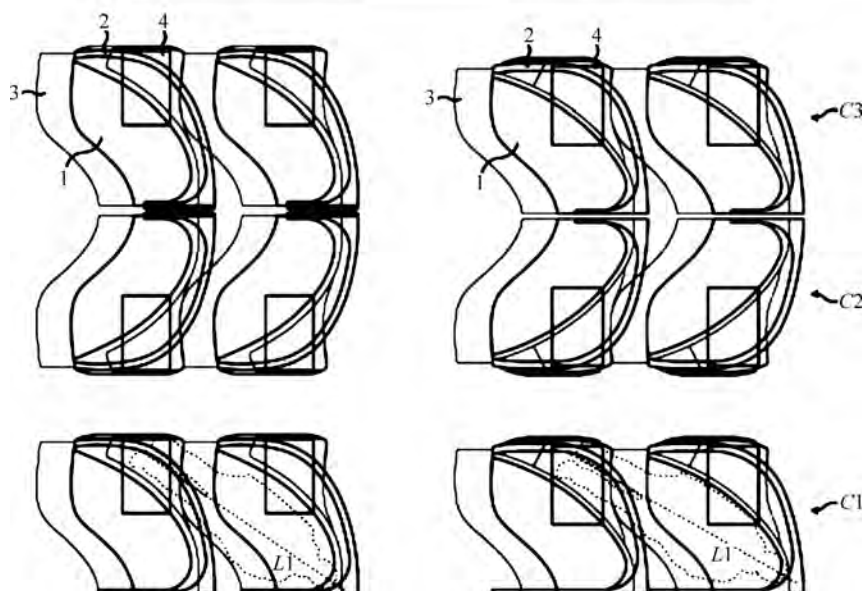


图 5-19 鱼骨式布局

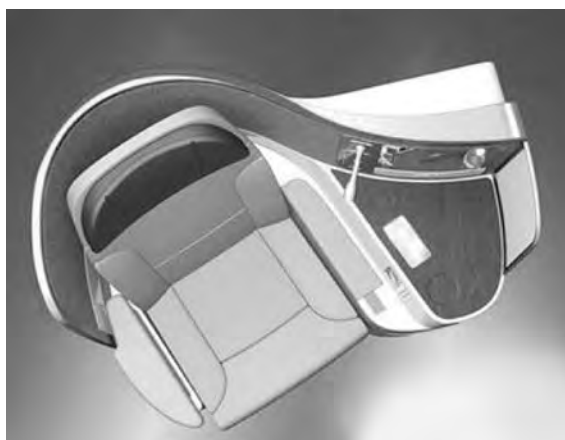


图 5-20 座椅罩壳采用流畅的 S 曲线造型

新方案应用局部质量原理,集成优化了座椅侧边柜及储物格,让小件常用物品取用更方便。设置小桌板,满足乘客办公及用餐需求;设置触屏电视,满足乘客休闲娱乐需求,提升了座位的便捷性。

新方案应用动态特性原理,头枕和腿靠增加可调功能,以增强不同人群对头枕和腿靠的适应性;增设空调送风口调节装置,给了每位乘客可自主调节的机会,让旅行过程更加适合自己。

新方案运用气压和液压结构原理,改进靠背造型、设气动腰靠,增强腰部支撑;采用复合发泡材料,改善触感;优化座椅运动机构,减弱半躺、平躺时下滑感,提升了座位的舒适性。

例 5-22 搪瓷反应釜技术改进

搪瓷反应釜系统功能是搅拌混合物料。技术系统基本要素有①动力装置：电机；②传动装置：减速机、联轴器；③执行装置：锚式搅拌；④控制装置：开关按钮；⑤制品：物料；⑥能源：电。搪瓷反应釜系统结构图,如图 5-21 所示。

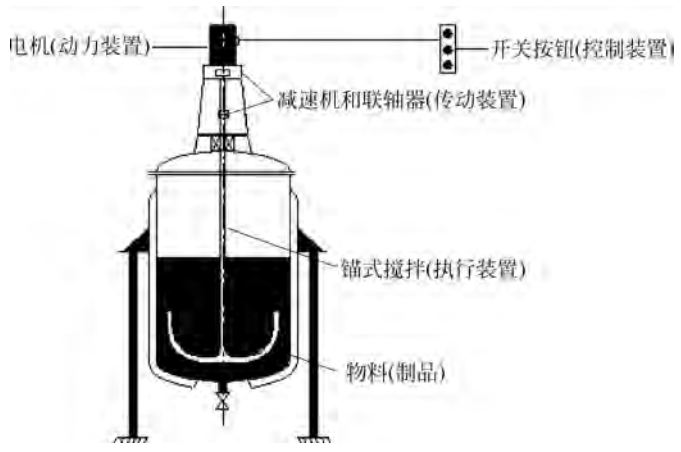


图 5-21 搪瓷反应釜系统结构图

问题 1：为了充分混合物料,如何改进搪瓷反应釜的锚式搅拌装置？

1. 技术矛盾定义

为了充分混合物料,必须提高搅拌的速度(改善的参数 No. 9),而速度提高后,搅拌的强度就会降低(恶化的参数 No. 14)。

2. 查询矛盾矩阵,列写出可参考的创新原理

查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是：8、3、26 和 14,见表 5-19。

表 5-19 例 5-22 矛盾矩阵表

	恶化的参数：强度(No. 14)
改善的参数：速度(No. 9)	8、3、26、14

- 8# 创新原理：重量补偿原理；
- 3# 创新原理：局部质量原理；

26 # 创新原理：复制原理；

14 # 创新原理：曲面化原理。

3. 解决方案描述

利用 3 # 创新原理,局部质量原理:搅拌的上部加粗,实心,搅拌的下部变细,空心。

问题 2: 根据车间工艺要求搅拌 15min 正转,15min 反转,如何改进搪瓷反应釜控制装置?

1. 物理矛盾定义

根据车间工艺要求搅拌 15min 正转,15min 反转。物理矛盾描述:搅拌的转向,既要正转又要反转。

2. 列写出采用的分离方法

利用解决物理矛盾的时间分离方法。

3. 解决方案描述

装一个双联开关控制,15min 按正转按钮,15min 按反转按钮。

例 5-23 北京奥运火炬“祥云”设计

北京奥运会火炬“祥云”造型的设计来自中国传统的纸卷轴,如图 5-22 所示。在工艺方面使用锥体曲面异型一次成型技术和铝材腐蚀、着色技术,外形制作材料还是可回收的环保材料,符合环保要求和“绿色奥运”的理念。北京奥运会的火炬在北京奥运火炬的设计中,创造性地解决了很多技术难题,其中很多关键性的问题解决方案与 TRIZ 理论不谋而合。



图 5-22 北京奥运火炬“祥云”

(1) 燃料问题。

燃料是火炬内部系统设计首要解决的问题。北京奥运会火炬选择了丙烷作为燃料。它燃烧后主要产生水蒸气和二氧化碳,不会对环境造成污染。而且丙烷可以适应比较宽的温度范围,在零下 40 摄氏度时仍能产生 1 个以上饱和蒸气压,高于外界大气压,形成燃烧;丙烷可在低温保持一定的压力,不像丁烷在低温时压力就变得很低了,很难喷出来。以往很多火炬传递需要跟着保温车,在保温车里保温,点燃时再把燃气罐拿出来,而丙烷燃料适应的温度范围比较宽。加上它产生的火焰呈亮黄色,火炬手跑动时,动态飘动的火焰在不同背景下都比较醒目。因此,它非常符合作为火炬燃料的各项技术指标。

但是丙烷也存在问题：在低温时压力较小，喷出相对困难，而且在丙烷液体变成气体时需要吸收热量，导致燃气罐温度降低。对于这个技术难题来说，需要提高燃气罐的压力，一般来说，只有充入更多的丙烷气体，或者增加对燃气罐加热的装置，这样就额外损失了能量。

这里实际存在着压力(No. 11)与能量损失(No. 22)这一对技术矛盾。

查询矛盾矩阵表，列写出可参考的创新原理编号是：2、36 和 25，见表 5-20。

表 5-20 例 5-23(1)矛盾矩阵表

	恶化的参数：能量损失(No. 22)
改善的参数：压力(No. 11)	2、36、25

2# 创新原理：抽取原理；

36# 创新原理：相变原理；

25# 创新原理：自服务原理。

根据第 25# 自服务原理，可以利用火炬燃烧时本身会释放出热量，设计增加回热管，用火炬火焰的热量来加热燃气罐，这样就可以使得丙烷燃料始终保持一定的温度，很好地解决了这一技术难题。

(2) 不灭的火焰。

火炬在传递过程中要求不能熄灭，而且不论刮风还是下雨，都必须保持火炬燃烧的状态。尽管大家过去也都想了很多方法，但是在奥运会历史上还是经常出现意外。例如，上一届雅典奥运会在火炬传递的两个最重要的仪式上都曾出现熄火现象。与此不同，在悉尼奥运会上，奥运火炬还首次实现在海底传递。

对于一般的奥运火炬来说，要保证火焰不灭，必须能够始终产生大量的热才能维持火焰的。在各种极端情况下，要求气体燃料足够多，燃烧室中产生火焰热量足够大才能抵御各种情况。因此，就要求燃烧系统所占的体积很大，相应火炬的重量也会增加。但是从奥运火炬传递手安全的角度考虑，火焰的热量不应过大，同时，为了使用方便，火炬的体积和重量也不应过大。因此，技术系统中对同一参数出现了完全相反的要求，这是一对物理矛盾。

对于火焰不灭问题，采用 TRIZ 理论解决物理矛盾的空间分离方法，与北京奥运火炬所采用的是“双火焰方案”设计思想是完全一致的，将整个燃烧系统分为：预燃室和主燃室。

整个火炬燃烧系统的工作方式是：当稳压阀打开以后，燃气以气态形式从气罐里出来，然后经过稳压阀。气体从稳压阀出来后，会经过回热管，到达阀门后气体“兵分两路”，一路流到燃烧器的预燃室，另外一路流到主燃室。到达预燃室的气体与空气形成预混火焰；到达主燃室的气体，将进行空气的补燃，形成饱满的火焰。在预燃室，在火炬内保持一个比较小的但却是十分稳定的火焰，如果出现极端情况，主燃室火焰熄灭，预燃室仍能保持燃烧，保证火炬不熄灭。另外，火炬的燃气罐和稳压阀是连接在一起的，稳压阀的作用是使从气罐里出来的气体经过稳压阀后，保持一定的压力。如果气体压力稳定的话，在各种气候变化时，火炬的火焰能保持一定高度。

这样的设计使得北京奥运会火炬在燃烧稳定性与外界环境适应性方面达到了新的技术高度，在每小时 65km 的强风和每小时 50mm 大雨的情况下仍能保持燃烧。

(3) 防止风的回旋问题。

火炬顶端的纸卷形状,容易形成风的回旋,如图 5-23 所示。因此,需要改进燃烧系统的抗风性。而实际上,只要预燃室不灭,整个火焰也就不会灭。那么对于提高预燃室抗风性的问题,需要改进火炬燃烧系统的可靠性,但要提高火焰的可靠性,就必须提供更大的热量,这样就造成了火炬能量损失。

这里,提高火焰的可靠性(No. 27)和火炬能量损失(No. 22)是一对技术矛盾。

查询矛盾矩阵表,列写出可参考的创新原理编号是: 10、11 和 35,见表 5-21。

表 5-21 例 5-23(3)矛盾矩阵表

	恶化的参数: 能量损失(No. 22)
改善的参数: 可靠性(No. 27)	10、11、35

- 10 # 创新原理: 预先作用原理;
- 11 # 创新原理: 事先防范原理;
- 35 # 创新原理: 物理化学参数改变原理。

根据 11 # 事先防范原理建议,可以在预燃室上方加盖板,提高它的抗风性能。遇到瞬时的风变,火炬仍然可以正常燃烧。



图 5-23 祥云火炬顶部

5.4 物场模型与标准解法系统

物场分析法是 TRIZ 理论中一种常用的解决问题的方法。技术矛盾、物理矛盾研究的是系统的参数问题模型,而物场分析法则研究的是系统的结构问题模型。同样,它遵循着 TRIZ 问题解决的一般流程。物场模型作为问题模型,中间工具是标准解法系统,对应的解决方案的模型是标准解法系统中的标准解。

5.4.1 物场模型的定义

1. 物场模型的定义

物场(su-field),即物质(substance)和场(field)两个英文单词的组合缩写。阿奇舒勒对大量的技术系统分析后发现,一个技术系统如果能发挥其有用功能,就必须具备三个必要的元素,即两个物质 S_1 、 S_2 和一个场 F ,如图 5-24(a)所示。利用物质和场来描述系统问题的方法叫物场分析方法。

物场模型是由两个物质 S_1 、 S_2 和一个场 F 这样三个元素所构成的完全的、最小的技术系统。例如,磁铁吸铁丝的系统、榔头砸钉子系统等物场的基本模型,如图 5-24 (b) 和图 5-24(c) 所示。

S 表示物质、任何东西(客观对象),例如,电脑、桌子、房屋、空气、水、太阳等;

S_1 表示作用承受者(对象物质);

S_2 表示作用发出者(工具物质);

F 表示物质间的相互作用,物质依靠场连接,例如,重力场、电磁场、机械场、热场、化学场、电场、磁场,电磁场,放射场、生物场、嗅觉场、声场等。

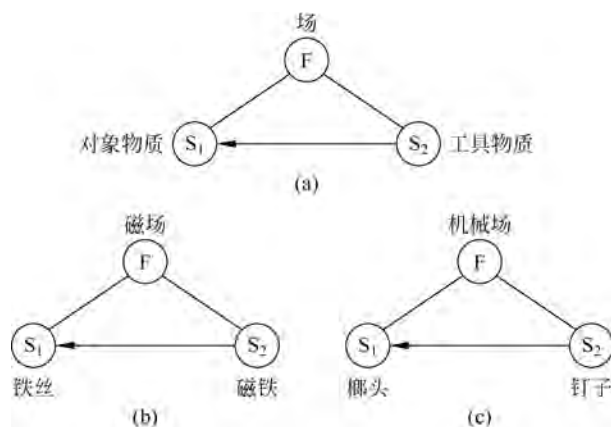


图 5-24 基本的物场模型

2. 物场模型的四种问题模型

(1) 有效作用模型。

这是一种理想的状态,也是设计者追求的状态。物场模型的要素齐全、功能正常,并且相互之间的作用充分。例如,手握住杯子,杯子不会落到地上,这时实现的就是有用并且充分的相互作用。建立起这种系统的物场模型,如图 5-25 所示。其中,图形化符号“ $\longrightarrow$ ”,表示有效、充分的作用。

(2) 不充分作用模型。

物场模型的三要素都存在,但是设计者追求或预期的相互作用未能实现或者只是部分实现。例如,手握住杯子,但是力度不够,杯子还是不断地往下滑,比如小孩拿一个很沉的杯子。这就是有用但不充分的相互作用,建立起这种系统的物场模型,如图 5-26 所示。其中,图形化符号“ $---\longrightarrow$ ”,表示有效、但不充分的作用。

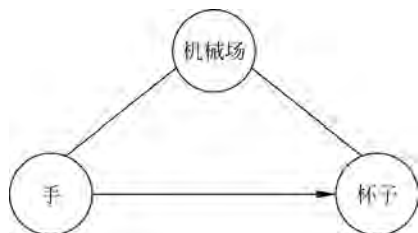


图 5-25 有用并且充分的相互作用

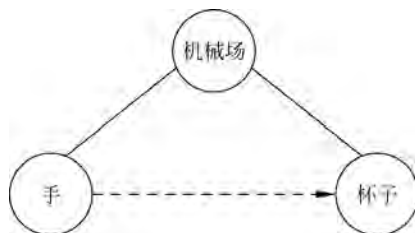


图 5-26 有用但不充分的相互作用

(3) 过度作用模型。

物场模型的三要素都存在,但是设计者追求或预期的相互作用过度实现。例如,手握住杯子,但是力度太大,杯子被手捏得变形。这就是有用但过度的相互作用,建立起这种系统的物场模型,如图 5-27 所示。其中,图形化符号“+++➡”,表示有效、充分的作用。

(4) 有害作用模型。

物场模型的三要素都齐全,但物质之间的作用效应与预期效果相冲突。例如,汽车废气排放污染环境;空调噪声过大等。再如,玻璃杯没有打磨圆滑,手被玻璃边缘或小的凸起割破了。这就是有害的相互作用,建立起这种系统的物场模型,如图 5-28 所示。

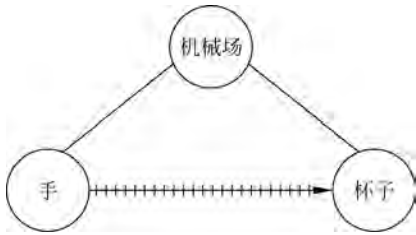


图 5-27 有用但过度的相互作用

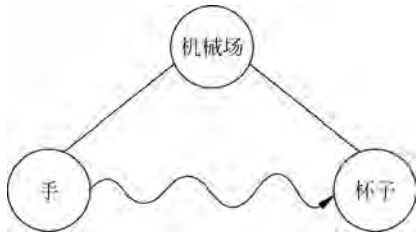


图 5-28 有害的相互作用

其中,图形化符号“~➡”,表示有害、定向的作用。

物场分析法中相互作用的图形化符号,见表 5-22。

表 5-22 TRIZ 物场分析法中相互作用的图形化符号

	图形化符号	含 义
1	➡	有效、充分的作用
2	- - ➡	有效、不充分的作用
3	+++ ➡	有效、过度的作用
4	~ ➡	有害、定向的作用

5.4.2 标准解法系统

物场分析法产生于 1947—1977 年,阿奇舒勒经过分析大量的专利后发现,如果解决问题的物场模型相同,那么最终解决方案的物场模型也相同。针对不充分作用模型、过度作用模型和有害作用模型,TRIZ 物场分析法有 6 种一般解法,见表 5-23。

表 5-23 TRIZ 物场分析的一般解法

编 号	物场模型类型	解 决 措 施
解法 1	不充分作用模型	补全缺失的元素(场、物质),使模型完整
解法 2	有害作用模型	加入第三种物质,阻止有害作用
解法 3		引入第二个场,抵消有害作用

续表

编 号	物场模型类型	解 决 措 施
解法 4	过度作用模型	引入第二个场,增强有用的效应
解法 5		引入第二个场和第三种物质,增强有用的效应
解法 6		引入第二个场或第二个场和第三种物质,代替原有场或原有场和物质

由于面临的问题复杂且广泛,经过不断完善,1985 年阿奇舒勒又创立了物场分析的标准解法系统。标准解法系统包括 86 种标准解法,共分为 5 级,18 子级,各级中解法的先后顺序也反映了技术系统必然的进化方向。见表 5-24。

表 5-24 86 种标准解法

第一级	建立或破坏物场模型	13 个标准解
第二级	增强物场模型	33 个标准解
第三级	向超系统或微观级系统跃迁	6 个标准解
第四级	检测和测量	17 个标准解
第五级	应用标准解法的标准	17 个标准解

第一级: 建立物场模型(8 个)或破坏物场模型(5 个),共 13 个标准解,见表 5-25。

表 5-25 标准解第一级手册

标准解编号		问 题 描 述	举 例
1. 1 建立物场模型	1. 1. 1 完善一个不完整的物场模型	标准解法 1,如果发现只有 S_1 ,那么应增加 S_2 和一个场 F,完善系统三要素,这样才能实现系统必要的功能	用锤子钉钉子,就必须有三要素: 锤子 S_2 、钉子 S_1 和锤子作用于钉子上机械场 F,才能实现系统功能
	1. 1. 2 内部合成物场模型	标准解法 2,如果系统中已有的对象无法实现需要的变化,可以在 S_1 或 S_2 中引入一种永久的或临时的内部添加物 S_3 ,帮助系统实现功能	和面时,若面团硬时,则加水;若面团软时,则加干面粉,这些都是 S_3
	1. 1. 3 外部合成物场模型	标准解法 3,如果系统中已有的对象无法实现需要的变化,也可以在 S_1 或 S_2 的外部引入一种永久的或临时的添加物 S_3 ,帮助系统实现功能	可以通过在滑雪橇上涂上蜡 S_3 改善雪 S_1 和滑雪橇 S_2 组成系统的功能
	1. 1. 4 利用环境的资源	标准解法 4,如果系统中已有的对象无法实现需要的变化,若不允许在物质的内部引入添加物,则可以利用环境中已有的资源(超系统)实现需要的变化	在车内吸烟时会污染空气,这是需开窗换气
	1. 1. 5 改变系统环境	标准解法 5,如果系统中已有的对象无法实现需要的变化,也可以通过改变系统环境或其变形来解决问题。即可以通过在环境中引入某种资源作为添加物	办公室中台式电脑 S_2 发热量较大,增加了室内温度,可以在办公室 S_1 内加上空调(添加物)降低温度

续表

标准解编号	问题描述	举 例
1.1 建立物场模型	1.1.6 施加过度物质	标准解法 6, 当很难精确地达到需要的量时, 可以通过多施加需要的物质, 然后再把多余的部分去掉
	1.1.7 传递最大化作用	标准解法 7, 如果由于各种原因不允许达到要求作用的最大化, 那么让最大化的作用通过另一物质 S_2 传递给 S_1
	1.1.8 选择性最大化作用	标准解法 8, 系统中有时既需要很强的场, 同时又需要很弱的场的作用。这时给系统施以很强的作用场, 然后在需要较弱场作用的地方引入物质 S_3 , 起到一定的保护作用
1.2 破坏物场模型	1.2.1 引入 S_3 来消除有害作用	标准解法 9, 系统中有用及有害作用同时存在, S_1 和 S_2 不必互相接触, 可以在 S_1 和 S_2 之间引入 S_3 来消除有害作用
	1.2.2 引入变形的 S_1 或 S_2 来消除有害作用	标准解法 10, 系统中有用及有害作用同时存在, S_1 和 S_2 不必互相接触, 但不允许引入新的物质, 可以改变 S_1 和 S_2 来消除有害作用。包括增加“不存在的物质”(空穴、真空、空气、气泡等)
	1.2.3 引入物质消除有害作用	标准解法 11, 如果由某个场对物质 S_1 产生有害作用, 则引入第二种物质 S_2 来消除有害作用
	1.2.4 用场 F_2 抵消有害作用	标准解法 12, 系统中有用及有害作用同时存在, 且 S_1 和 S_2 必须直接接触, 通过引入 F_2 来抵消 F_1 的有害作用, 或将有害作用转换为有用作用
	1.2.5 消除磁场的有害作用	标准解法 13, 若系统内的某部分磁性产生了有害作用, 则可以通过加热, 使是这部分处于居里点以上, 从而消除磁性, 或者引入一种相反的磁场

第二级: 增强物场模型, 共 33 个标准解, 见表 5-26。

表 5-26 标准解第二级手册

标准解编号	问题描述	举 例
2.1 转化为复杂的物场模型		
2.1.1 链式物场模型	标准解法 14, 引入一个 S_3 , 将 S_2 及 F_2 作用于 S_3 ; 再将 S_3 产生的场 F_1 作用于 S_1	锤子砸石头完成碎石分解功能。可以通过在石头 S_1 和锤子 S_2 之间加入凿子 S_3 , 将锤子的机械场 F_2 传递给凿子 S_3 , 然后凿子 S_3 的机械场 F_1 传递给石头 S_1
2.1.2 双物场模型	标准解法 15, 现有系统的有用作用 F_1 不足, 需要进行改进。但又不允许引入新的物质, 则可加入第二个场 F_2 来增强 F_1 的作用	用超声波清洗眼镜
2.2 加强物场模型		
2.2.1 使用更可控的场	标准解法 16, 对可控性差的场, 用易控场来代替, 或增加易控场。选择易控场的进化路径: 重力场、机械场、电场	将一个机械控制系统用电控制系统代替
2.2.2 增加物质的分割程度	标准解法 17, 提高完成工具功能的物质分裂度	纳米材料
2.2.3 使用毛细管和多孔物质	标准解法 18, 在物质中增加空穴或毛细结构	油漆刷子
2.2.4 使系统具有更好的柔性、适应性、动态性	标准解法 19, 如果系统中具有刚性、非弹性元件, 那么就尝试让系统具有柔性、适应性、动态性来改善其效率	变速自行车
2.2.5 使用异构场	标准解法 20, 由动态场代替静态场, 由可控场代替不可控场, 来增强物场模型	超声波焊接
2.2.6 使用异构物质	标准解法 21, 将均匀的物质空间结构变成不均匀的物质空间结构, 来增强物场模型	混凝土中加入钢筋来提高强度
2.3 通过协调频率加强物场模型		
2.3.1 协调场与物质的频率	标准解法 22, 使 F 的频率与 S_1 或 S_2 的频率相协调	肾结石可以通过超声波使其共振破碎成小碎颗粒, 然后排出体外
2.3.2 协调场与场的频率	标准解法 23, 场 F_1 与 F_2 的频率相协调	机械振动可以通过产生一个与其振幅相同但是方向相反的振动消除
2.3.3 两个动作间隙	标准解法 24, 两个独立的动作可以让一个动作在另一个动作停止的间隙完成	在尚未找到承租者之前装修出租房屋, 可以租更高的价钱
2.4 利用磁场和铁磁材料加强物场模型		
2.4.1 加入铁磁物质	标准解法 25, 向系统中加入铁磁物质	磁悬浮列车
2.4.2 铁磁场	标准解法 26, 将标准解法 16 应用更可控性的场与标准解法 25 铁磁材料结合在一起	橡胶模具的刚度可以通过加入铁磁物质, 通过磁场进行控制
2.4.3 使用磁流体	标准解法 27, 磁流体可以是悬浮有磁性颗粒的煤油、硅树脂或者水的胶状液体, 这是标准解法 26 的一个特例	计算机电机的旋转轴承中, 用磁流体替代原来的润滑剂

续表

标准解编号		问题描述	举 例
2.4 利用磁场和铁磁材料加强物场模型	2.4.4 多孔结构的铁磁场	标准解法 28,应用包含铁磁材料或铁磁液体的毛细管结构	过滤器的过滤管中填充铁磁颗粒,利用磁场可以控制过滤器内部的结构
	2.4.5 转变为复杂的铁磁场模型	标准解法 29,若原有的物场模型中禁止用铁磁物质替代原有的某种物质,可以将铁磁物质作为某种物质内部的添加物引入系统	为了使药物分子到达身体需要的部位,在药物分子上加入铁磁颗粒,并且在外界磁场的作用下,引导药物分子转移到特定的位置
	2.4.6 与环境一起的铁磁场模型	标准解法 30,如果一个物体不能具有磁性,将铁磁物质引入到环境之中	磁铁块可以把纸贴在铁黑板或具有磁性的物质上
	2.4.7 使用物理效应的铁磁场模型	标准解法 31,利用自然现象和效应,如物体按场排列或在居里点以上使物体失去磁性的性质	磁共振成像
	2.4.8 动态化的铁磁场模型	标准解法 32,利用动态的、可变的或自动调节的磁场	木材加工时,有磁铁在木头中寻找钉子
	2.4.9 有结构化的磁场铁磁场	标准解法 33,利用结构化的磁场来更好地控制或移动铁磁物质颗粒	塑料磁性零件制作过程:把铁磁粉加热到居里点以上,均匀地放入注塑模具中加工定型
	2.4.10 协调铁磁场频率	标准解法 34,宏观系统中,应用机械振动来加速铁磁颗粒的运动,在分子及原子级别变换磁场频率可实现系统功能	微波炉是通过微波与水的共振频率使水分子产生振动,从而起到加热水的效果
	2.4.11 应用电磁场	标准解法 35,应用电流产生磁场,而不是应用磁性物质	电磁铁开关
	2.4.12 运用电流变液体	标准解法 36,通过电流可以瞬间改变液体状态,实现固态化	电流变仿真机器人,肌肉随电流变化而变硬或变软

第三级：向超系统或微观级系统跃迁,共 6 个标准解,见表 5-27。

表 5-27 标准解第三级手册

标准解编号		问题描述	举 例
3.1 向双系统或多系统转化	3.1.1 合并系统	标准解法 37,创建双系统或多系统	将薄玻璃堆砌在一起,并且用水做临时的粘贴物质,便于加工
	3.1.2 连接系统	标准解法 38,增强双系统或多系统间的连接	双体船最早是刚性连接,现在是柔性连接,允许船体之间的距离可以改变
	3.1.3 改变系统	标准解法 39,增加系统之间的差异性	多功能复印机
	3.1.4 简化系统	标准解法 40,双系统及多系统的简化	瑞士军刀
	3.1.5	标准解法 41,部分或整体表现相反的特性或功能	液压钳是刚性的,液压是柔性的
3.2 向微观级进化	3.2.1 微观级	标准解法 42,转换到微观级	计算机的发展就是向微观级发展

第四级：检测和测量,共 17 个标准解,见表 5-28。

表 5-28 标准解第四级手册

标准解编号		问题描述	举 例
4.1 间接 方法	4.1.1 改变系统	标准解法 43,改变系统,从而使原来需要测量的系统现在不再需要测量	电扇吹空瓶
	4.1.2 测量复制品	标准解法 44,利用复制品进行测量替代对对象的直接测量	测量航拍照片判断实际状况
	4.1.3 间断测量	标准解法 45,利用两次间断测量代替连续测量	在长度一定时测量原木的体积,只用测量大、小头直径,即可换算出木材体积
4.2 建立 新的 测量 的 物场 模型	4.2.1 测量物场模型的合成	标准解法 46,若一个不完整物场模型不能被检测或测量,则增加单一或双物场模型,且一个场作为输出。若已存在的场是不充分的,在不影响原系统的条件下,改变或加强该场,使它具有容易检测的参数	检查轮胎哪里漏气,把充气轮胎放在水中
	4.2.2 测量引入的附加物	标准解法 47,若引入的附加物与原系统的相互作用产生变化,可以通过测量附加物的变化,再进行转换	煤气无色无味,在煤气中加入有刺激气味的气体,就容易发现煤气泄漏
	4.2.3 测量引入环境的附加物	标准解法 48,若不能在系统中添加任何东西,可以在外部环境中加入物质,并且测量和检测这个物质的变化	GPS 定位原理是: 卫星提供了覆盖全球的连续信号,手持全球定位系统接收器,就能接收卫星提供的信号,根据信号可以测量出自己精确的位置
	4.2.4 从环境中获得附加物	标准解法 49,若系统或环境不能引入附加物,可以将环境中已有的东西进行降解或转换,变成其他的状态,然后测量和检测这种转换后物质的变化	超声波探伤原理是: 在均匀的材料中,缺陷的存在将造成材料的不连续,这种不连续往往又造成声阻抗的不一致。超声波在两种不同声阻抗的介质的交界面上将会发生反射
4.3 增强 测量 物场 模型	4.3.1 利用自然现象	标准解法 50,利用系统中出现的已知效应,检测因此效应而发生的变化,从而知道系统的状态,提高测量效率	海拔仪是通过气压的变化来测量海拔的高度
	4.3.2 利用受控物体的共振	标准解法 51,若不能直接测量或通过引入一种场来测量,可以通过让系统整体或部分产生共振来解决,测量共振频率	测量血压时是通过人体血液的高压、低压和血压计产生共振实现的
	4.3.3 利用附带物体的共振	标准解法 52,若不允许系统共振,可以通过与系统相连的物体或环境的自由振动,获得系统变化的信息	电报原理是: 将文字信息变成电磁波组码(几个滴、嗒组合成一个数字),以相同的电磁波频率发送和接收,实现异地无线通信
4.4 测量 铁磁 场	4.4.1 利用铁磁场	标准解法 53,增加或利用铁磁物质或磁场,从而方便测量	超市商品贴上磁性条码,结账时快速准确

续表

标准解编号		问题描述	举 例
4.4 测量铁磁场	4.4.2 测量铁磁场	标准解法 54,增加磁场颗粒或改变一种物质成为铁磁粒子,通过检测磁场实现测量	在油墨中加入铁磁粒子来印刷货币,可以防伪
	4.4.3 建立复杂化的测量铁磁场	标准解法 55,如果磁性颗粒不能直接加入到系统,建立一个复杂的铁磁测量系统,将磁性物质添加到系统已有的物质中	在非磁性物体的表面涂敷含有磁性的材料,可检测物体表面的裂纹
	4.4.4 在环境中引入铁磁物质	标准解法 56,如果系统中不允许增加铁磁物质,则将其添加到环境中	船舶设计时要考虑到波浪的因素,为了研究波浪的形成特性,可将铁磁颗粒添加到水中以辅助测量
	4.4.5 利用物理科学原理	标准解法 57,通过测量与磁性有关的自然现象,如居里点、磁滞等来实现测量	磁共振成像
4.5 测量系统的进化趋势	4.5.1 向双系统或多系统进化	标准解法 58,若单系统精度不够,可向双系统或多系统转化	体检是要抽血化验、B 超检查、X 射线检查等一系列设备来确定人体多项指标
	4.5.2 测量衍生物	标准解法 59,不直接测量,而是在时间或空间上测量第一级或第二级的衍生物	测量速度或加速度,而不是测量距离

第五级：应用标准解法的标准,共 17 个标准解,见表 5-29。

表 5-29 标准解第五级手册

标准解编号		问题描述	举 例
5.1 引入物质	5.1.1 间接方法	标准解法 60,(1)应用“不存在的物质”替代引入新的物质,如增加空气、真空、气泡、泡沫、缝隙等 (2)用外部添加物代替内部添加物 (3)引入少量高活性的添加物 (4)引入临时添加物等	(1) 泡沫材料做救生衣 (2) 创可贴;自行车补胎 (3) 用洗洁精清洗油腻的碗筷 (4) 创伤切开较大时先用针线缝合,待伤口愈合后再拆线
	5.1.2 分割物质	标准解法 61,将物质分为更小的组成部分	飞机燃油通过形成更多小油滴来提高燃烧率
	5.1.3 添加物自动消失	标准解法 62,添加物在使用完毕后自动消失	用冰打磨
	5.1.4 引入虚空的物质	标准解法 63,若条件不允许加入大量的物质,则加入虚空的物质	在物体内部增加空洞以减轻物体的重量
5.2 引入场	5.2.1 利用现有的场	标准解法 64,利用一种场来产生另一种场	电场产生磁场
	5.2.2 利用环境中的场	标准解法 65,利用环境中已存在的场	电子设备产生大量的热,这些热可以使周围空气流动,从而冷却电子设备
	5.2.3 利用能产生场的物质	标准解法 66,利用能产生场的物质	将放射性的物质植入到肿瘤位置,然后再进行消除

续表

标准解编号	问题描述	举 例
5.3 相变	5.3.1 改变相态	标准解法 67, 相变 1: 改变物质的相态 利用干冰的相变来做舞台烟雾
	5.3.2 双相互换	标准解法 68, 相变 2: 两种相态相互转换 在滑冰过程中, 摩擦力通过将刀片下的冰转化成水来减少阻力; 水又可以冻成冰, 形成平整的表面
	5.3.3 利用相变中物理现象	标准解法 69, 相变 3: 利用相变过程中伴随出现的现象 病人高烧时, 用酒精棉球擦身体, 酒精挥发时吸热, 可实现物理降温
	5.3.4 转化为双相态	标准解法 70, 相变 4: 转化为物质的双相态 当蒸煮食物时, 水处于液和气双相状态, 使锅内保持 100℃ 温度, 从而保证食物稳定加热
	5.3.5 利用相态交互	标准解法 71, 利用系统的相态交互, 增强系统的效率 交流讨论能互相启发, 大幅度提高学习效果
5.4 利用自然现象	5.4.1 状态的自动调节和转换	标准解法 72, 若一个物体必须具有不同的状态, 使其自动从一种状态转换到另外一种状态 太阳镜在阳光下颜色变深, 在阴暗处又恢复透明
	5.4.2 将输出场放大	标准解法 73, 出口处场的增强 真空管、继电器和晶体管可以通过很小的电流控制很大的电流
5.5 产生物质的高级和低级方法	5.5.1 利用降解	标准解法 74, 通过降解获得物质颗粒 (离子、原子、分子等) 如果系统需要氢, 但系统本身不允许引入氢时, 可以向系统引入水, 再将水通过电解转化成氢和氧
	5.5.2 利用结合	标准解法 75, 通过结合, 获得物质粒子 树木吸收水分、二氧化碳, 并且运用太阳光进行光合作用生长壮大
	5.5.3 利用 5.5.1 和 5.5.2	标准解法 76, 若一个高级结构的物质需要降解, 但又不能降解, 就利用次高水平的物质; 反之, 若物质需要低级结构的物质组合起来, 则利用较高级结构的物质 通过电解生成氢和氧

5.4.3 标准解法应用步骤及实例

1. 应用步骤

(1) 确定所面临的问题类型。

首先, 识别组成功能的三个要素: 场 F 和物质 S_1 、 S_2 ; 然后, 识别作用对象, 确定当前系统的功能效应处于何种状态。

(2) 建立问题的物场模型。

根据问题的功能状态, 表述相关元素间的作用, 确定作用的程度, 建立与问题实际状态相一致的物场模型。

(3) 选择标准解法。

按照物场模型所表现出的问题,简单问题查找此类物场模型的一般解法,复杂问题在 86 个标准解中选择适用于该特定问题的标准解法。如果有多个解法,就逐个进行比较,寻找最佳解法。

(4) 形成方案。

根据得到的最佳解法,建立解决方案的相应物场模型。

(5) 最终优化。

比较 TRIZ 所求解法与实际问题,考虑实现条件的约束与限制,形成问题的最终优化解决方案。

物场分析法的一般流程,如图 5-29 所示。

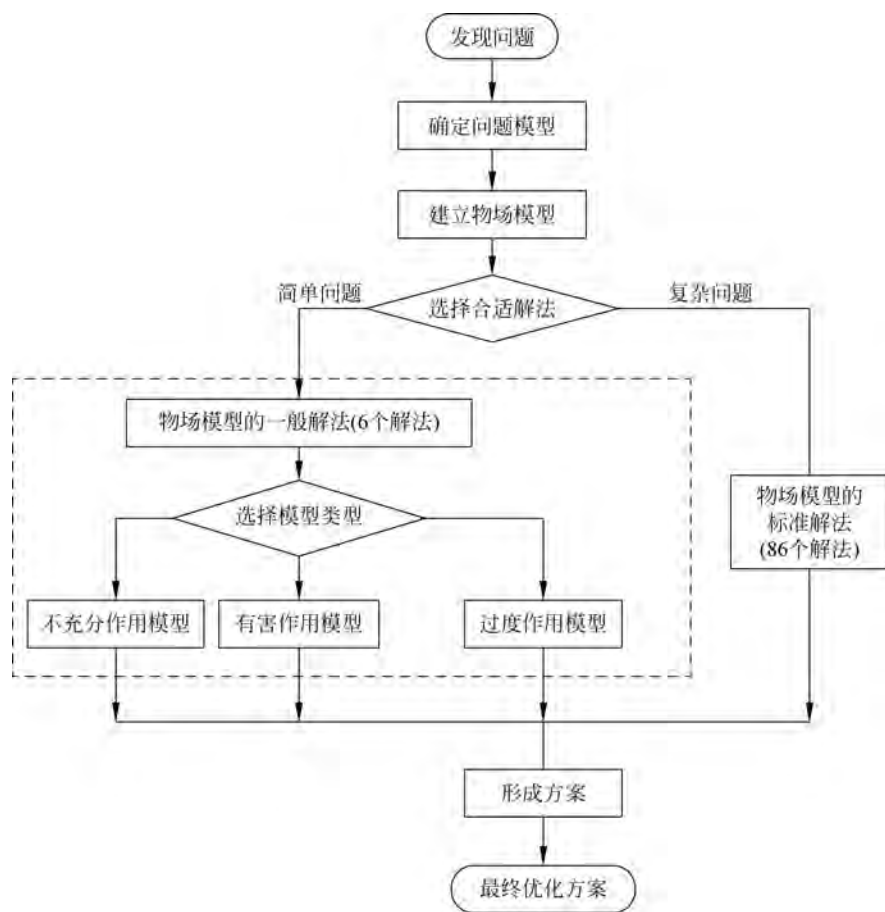


图 5-29 物场分析法的一般流程

2. 应用实例

例 5-24 防止钢珠发送机弯管破损

问题描述: 高压空气输送的钢珠会使转弯处的管壁严重磨损, 如何防止这种磨损的发生?

第一步: 确定问题类型

问题的发生点位于弯管转弯处；关键点是钢珠对管壁产生冲击作用而造成磨损；因此，核心要素包括：钢珠为作用发起者 S_2 ；管壁作用承受者 S_1 ；两者产生冲击作用 F ；钢珠对管壁产生冲击，属于有害的作用。

第二步：建立物场模型，如图 5-30 所示。

第三步：选择合适解法

选用一般解法 2：加入第三种物质，阻止有害作用；

选用一般解法 3：引入第二个场，抵消有害作用。

第四步：形成方案

方案 1，引入新物质 S_3 ，通常是现有两种物质 S_1 或 S_2 的变形，以减小有害冲击，如图 5-31 所示。

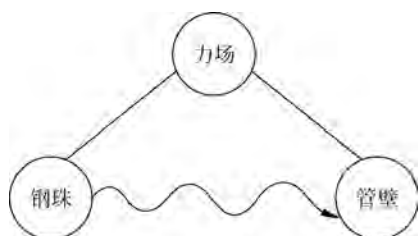


图 5-30 钢珠与管壁有害作用的物场模型

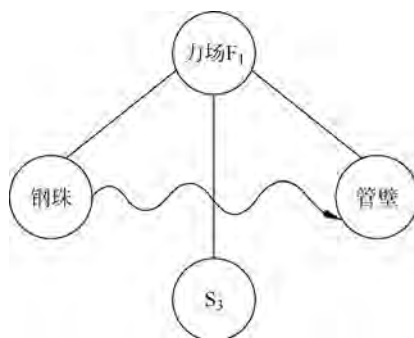


图 5-31 方案 1 物场模型

方案 2，引入新的场，即在弯管强烈磨损区引入一种场，磁铁 F_2 ，吸收钢珠 S_3 驻留，抵消钢珠对管壁的有害冲击，如图 5-32 所示。

第五步：最终优化方案

综合方案 1 和方案 2，利用钢材的铁磁性特性，在管壁外加装磁铁，吸引钢珠在管道转弯处聚积，从而保护管壁免受冲击磨损，如图 5-33 所示。

例 5-25 扫地机器人打扫中止问题

近年来，扫地机器人已经作为家庭日常智能电器走进千家万户。扫地机器人主要包含清扫刷和真空吸尘等工作模块，其组成结构，如图 5-34 所示。扫地机器人工作原理为：先通过清扫刷对地面杂物进行清扫，然后采用真空吸尘方式将杂物吸纳进入自身的垃圾收纳盒（集尘室）内，再配合组件拖布，从而完成地面清理的功能。

某公司某型号的扫地机器人在打扫过程中，经常出现打扫中止问题，并伴随发出异常提示音等现象。经过分析发现，造成该款扫地机器人打扫出现中止问题的主要原因有：集尘室体积小、V 形刷直径小、静电吸附等。请用运用物场分析法，找到解决方案。

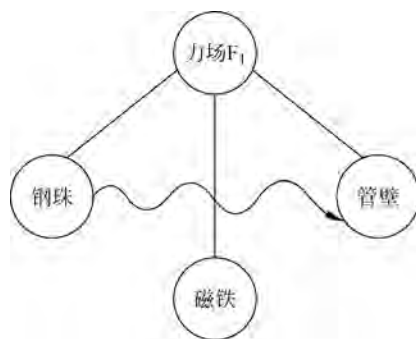


图 5-32 方案 2 的物场模型

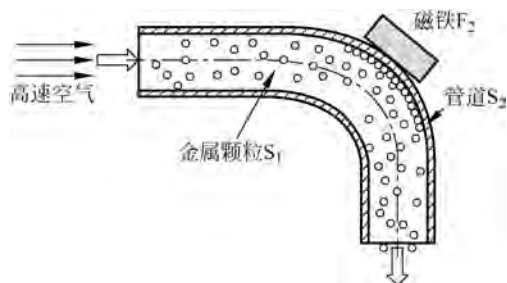


图 5-33 最终优化方案

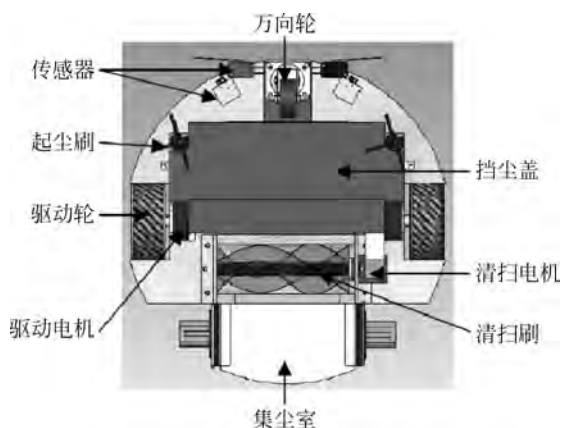


图 5-34 扫地机器人组成结构

1. 以“集尘室体积小”为入手点解决问题

建立集尘室和灰尘间过度作用的物场模型 1, 如图 5-35 所示。应用一般解法 6: 引入第二个场 F_2 和第三种物质 S_3 , 来提高有用效应。

方案 1, 在感应器感应到集尘室内灰尘已满时, 引入压力装置 (第三种物质 S_3) 自动伸入集尘室内挤压灰尘, 同时可以挤压阻塞吸气通路的较大垃圾, 挤压完成后退出集尘室, 以增大集尘盒容量, 如图 5-36 所示。

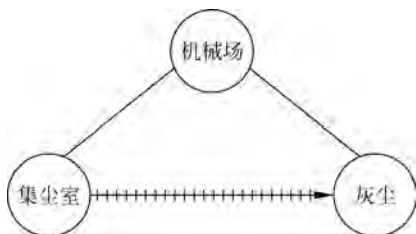


图 5-35 集尘室和灰尘间过度作用的物场模型 1

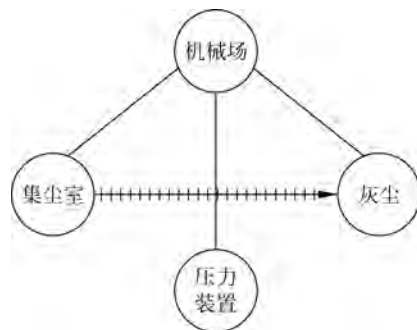


图 5-36 方案 1 的集尘室和灰尘物场模型

2. 以“V 形刷直径小”为入手点解决问题

建立 V 形刷和长发的有害作用物场模型 2, 如图 5-37 所示。应用一般解法 2: 加入第三种物质 S_3 , S_3 用来阻止有害作用。

方案 2, 在 V 形刷镶嵌锯齿状刀片 (第三种物质 S_3), 及时切割毛发或较大垃圾等物品, 防止缠绕卡壳, 如图 5-38 所示。

3. 以“静电吸附”为入手点解决问题

(1) 建立微尘感应器和灰尘的有害作用物场模型 3, 如图 5-39 所示。

应用一般解法 3, 引入第二个场 F_2 , 抵消有害作用。

方案 3, 在集尘室和微尘感应器之间增加一个电场 (第二个场 F_2), 防止灰尘因静电作用

吸附在微尘感应器上,尽量使其吸附在集尘室内,如图 5-40 所示。

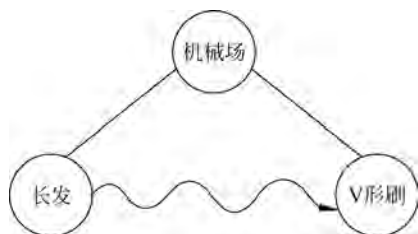


图 5-37 V形刷和长发的有害作用物场模型 2

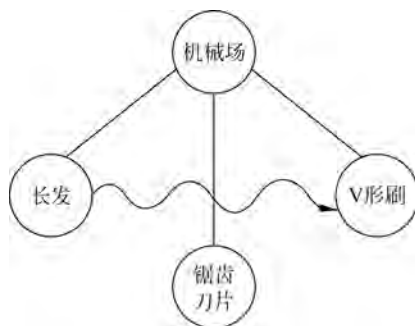


图 5-38 方案 2 的 V形刷和长发物场模型 2

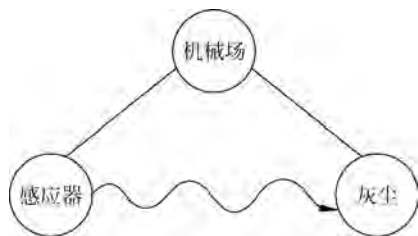


图 5-39 微尘感应器和灰尘的有害作用物场模型 3

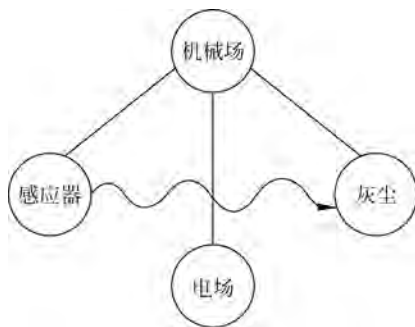


图 5-40 方案 3 的微尘感应器和灰尘的物场模型

(2) 建立微尘感应器和灰尘有害作用的物场模型 4,如图 5-41 所示。

应用一般解法 6,引入第二个场 F_2 和第三种物质 S_3 ,来提高有用效应。

方案 4,在集尘盒和微尘感应器之间增加一个毛刷(第三种物质 S_3),毛刷能够清理微尘感应器表面,防止灰尘因静电作用吸附在微尘感应器上,如图 5-42 所示。

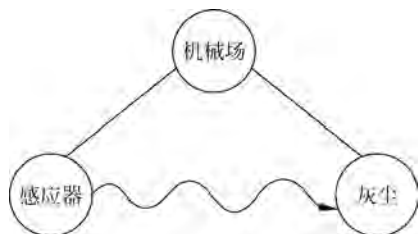


图 5-41 微尘感应器和灰尘有害作用的物场模型

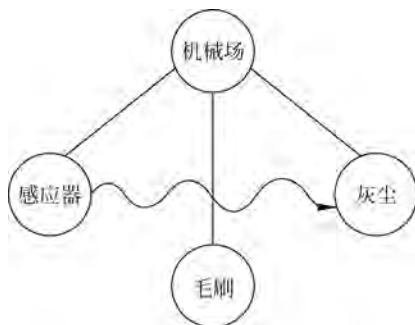


图 5-42 方案 4 的微尘感应器和灰尘的物场模型

运用物场分析法,共得到 4 个解决方案,通过对方案 1、方案 2、方案 3 和方案 4 进行方案优化,最终为解决扫地机器人打扫中止问题,提出以下最优方案:在微尘感应器前安装小

毛刷,及时清除因静电黏附的灰尘。

5.5 “How to”模型

5.5.1 “How to”模型的定义

“How to”模型与知识库也是 TRIZ 理论中一种常用的解决工程问题的方法。应用“How to”模型与知识库解题时也遵循 TRIZ 理论解题的基本流程,首先,将实际问题转化为“How to”模型,其基本形式为:

“How to”模型 = “如何 + 动词 + 名词”

其中,名词多为某一物体的性质或参数,例如,温度、尺寸、力等,构成“How to”模型有:“如何升高温度”“如何改变尺寸”“如何控制力”等;然后,利用科学效应知识库这种中间工具,获得解决方案模型,即知识库中的方案。

“How to”模型与其他三类问题模型相比,是最容易定义的一种问题模型,因为这符合人们提出问题时的常用方式。阿奇舒勒统计出 30 个标准“How to”模型,见表 5-30。

表 5-30 30 个标准“How to”模型

序 号	“How to”模型	序 号	“How to”模型
1	测量温度	16	传递能量
2	降低温度	17	建立移动物体和固定物体之间的相互作用
3	提高温度	18	测量物体的尺寸
4	稳定温度	19	改变物体的尺寸
5	探测物体的位移和运动	20	检查表面的状态和性质
6	控制物体的运动	21	改变表面的性质
7	控制液体及气体的运动	22	检查物质容量的状态和特征
8	控制浮质(悬浮颗粒)的流动	23	改变物体空间性质
9	搅拌混合物,形成溶液	24	形成要求的结构,稳定物体结构
10	分离混合物	25	探测电场和磁场
11	稳定物质位置	26	探测辐射
12	产生(或控制)力	27	产生辐射
13	控制摩擦力	28	控制电磁场
14	破坏(解体)物体	29	控制光
15	积蓄机械能与热能	30	产生及加强化学变化

5.5.2 科学效应库

知识库是解决“How to”模型的中间工具,但在经典 TRIZ 理论当中最早的知识库是科学效应库。科学效应库由许多的科学效应组成,这些科学效应都对应解决 30 个标准“How to”模型,最常见的科学效应有物理效应、化学效应、几何效应,见表 5-31。

表 5-31 常见的科学效应

序号	科学效应名称	序号	科学效应名称	序号	科学效应名称
1	空化作用	21	霍尔效应	41	耿氏效应
2	热磁效应	22	对流	42	电磁感应
3	热膨胀	23	热传导	43	电磁场
4	超导电性	24	热辐射	44	电介质
5	热双金属	25	热敏材料	45	电晕放电
6	莫比乌斯带	26	干涉	46	电弧放电
7	X 射线	27	焦耳-汤姆孙效应	47	电火花放电
8	魏森贝格效应	28	电离	48	弹性波
9	振动	29	佩尔捷效应	49	电致发光物体
10	汤姆孙效应	30	磁场力	50	电阻
11	热电效应	31	磁流体	51	扩散
12	形状记忆合金	32	磁致伸缩	52	毛吸作用
13	驻波	33	渗透	53	离心力
14	共振	34	电泳	54	浮力定律
15	折射	35	1 类相变	55	伯努利定律
16	巴克豪森效应	36	2 类相变	56	包辛格效应
17	放射性	37	光生伏打效应	57	吸附
18	辐射光谱	38	光敏材料	58	驻极体
19	弹性形变	39	压磁效应	59	爆炸
20	塑性形变	40	压电效应	60	霍普金森效应

在 TRIZ 理论里,科学效应库中的科学原理共有一百多条,在表 5-31 中只罗列了其中的一部分,这些科学效应都对应实现标准“*How to*”模型中的某种功能,并且在各个领域得到了大量应用。

例 5-26 热磁效应

19 世纪末,物理家居里发现磁铁的一个物理特性,就是当磁石加热到一定温度时,原来的磁性就会消失,人们把这一温度称为“居里点”。这种在居里点温度以下有磁性,高于居里点温度时磁性消失的效应,就是热磁效应。

工程应用:电饭锅的热敏开关。电饭锅能够自动断电,进入保温状态,就是应用了热磁效应,其原理为:在电饭锅的底部安装一块磁铁和一块“居里点”为 105℃ 的磁性材料,当锅里的水分干了以后,食品的温度将继续上升,当温度达到 105℃ 时,磁性材料因磁性消失而失去磁铁对它的引力,这时磁铁和磁性材料之间的弹簧就会把它们分开,同时带动开关断开电源,停止加热。

通过上面科学效应的实例,可以看出科学效应能够实现“*How to*”模型中需要的功能。例 5-26 中热磁效应能够实现“如何控制温度”。当我们将实际问题转化为“*How to*”模型后,可以利用科学效应库中的科学效应得到最终解决方案。

5.5.3 知识库

传统的科学效应库里仅仅为我们提供了 100 多条科学效应,这些是远远不够的。随着计算机辅助创新软件的发展,科学效应库升级为知识库。

现今的知识库不仅包括传统科学效应库中的一百多条科学效应,还囊括了更多的专利技术,它是不同领域的科学效应和专利技术的总结,而且采用了统一的功能性描述和查询方

式,可以快速得到针对问题的解决方案。例如,亿维讯的 Pro/Innovator 中方案的数量已经达到了 10 000 多条,使知识库的应用和作用得到了质的飞跃。

5.5.4 综合应用实例

例 5-27 如何提高散热功效?

夏季长时间使用电脑,常使电脑“发高烧”,如何提高散热功效,让它更好地实现对芯片的冷却?请将 CPU 散热器问题(如图 5-43 所示)分别用四种问题模型进行描述。



图 5-43 CPU 散热器

1. 技术矛盾

散热器是通过对流的形式将热散发掉,表面积越大,散热效果越好。若增大表面积就会使散热器体积变大,就能使热量很快地散发出去。这里,改善了温度却导致散热器体积的增大,温度与体积是一对技术矛盾。

2. 物理矛盾

散热片表面积越大,散热效果越好;散热片表面积越小,越适应电子设备的尺寸。这里,对面积既要求其大,又要求其小,就构成了一对物理矛盾。

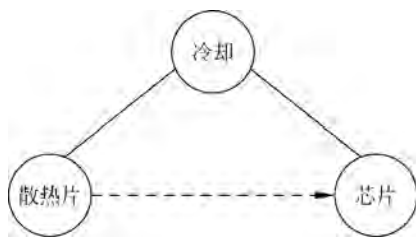


图 5-44 散热器物场模型

3. 物场模型

散热器不能很好地散热,这里对象物质 S_1 是散热片;工具物质 S_2 是芯片;物质间的相互作用力 F 为不足,其构成的物场模型,如图 5-44 所示。

4. “How to”模型

将散热器定义为“*How to*”模型:“如何提高散热功效?”“如何降低温度?”。

本章小结

1. TRIZ 创新工具解决问题的模式

阿奇舒勒提出了 TRIZ 解决技术创新问题的通用模式。首先,它将一个实际问题转化为问题模型;然后,针对不同的问题模型,应用不同的 TRIZ 创新工具。

四种问题模型：技术矛盾、物理矛盾、物场模型和“**How to**”模型。

相对应的创新工具：矛盾矩阵、分离方法、标准解法系统和知识库。

2. TRIZ 理论将矛盾分为两类：技术矛盾和物理矛盾。解决技术矛盾的创新工具——矛盾矩阵

技术矛盾是指两个参数(A、B)之间的矛盾,即为了改善技术系统的某个参数 A,会导致该技术系统的另一个参数 B 恶化。

通用工程参数共 39 个,它们与 40 个创新原理共同构成了矛盾矩阵。应用矛盾矩阵查找解决具体技术矛盾的创新原理。

3. 解决物理矛盾的创新工具——分离方法

物理矛盾是指一个参数内的矛盾,即对同一个参数有两个不同要求。

解决物理矛盾的分离方法有四个,即空间分离、时间分离、条件分离和整体与部分分离。每个分离方法都可与 40 个创新原理中的若干个原理相对应。

4. 计算机辅助创新 CAI 软件能高效、准确地指导人们解决技术问题,降低人们掌握 TRIZ 理论的门槛

5. 物场分析方法是 TRIZ 理论中一种常用的解决问题的方法。技术矛盾、物理矛盾研究的是系统的参数问题模型,而物场分析方法则研究的是系统的结构问题模型

常见的物场模型问题四种类型：有效作用模型、不充分作用模型、过度作用模型和有害作用模型。针对以上四种问题类型,共有 6 种一般解法。

物场分析方法同样遵循着 TRIZ 问题解决的一般流程。物场模型作为问题模型,中间工具是标准解法系统,对应的解决方案的模型是标准解法系统中的标准解。标准解法系统包括 86 种标准解法。

6. “**How to**”模型与其他三种问题模型相比,是最容易定义的,它符合人们提出问题时的常用方式。其基本形式为：

“**How to**”模型=“如何+动词+名词”

当将实际问题转化为“**How to**”模型后,可以利用科学效应库中的科学效应找到最终解决方案。

第 5 章测试题

(满分 100 分,共含五种题型)

一、单项选择题(本题满分 30 分,共含 15 道小题,每小题 2 分)

1. 以下()不是解决物理矛盾的有效方法。
A. 时间分离 B. 空间分离 C. 条件分离 D. 材料分离
2. 将矛盾双方在不同的条件下分离开来,以获得问题的解决或降低问题的解决难度是利用()原则。
A. 空间分离 B. 整体与部分分离
C. 时间分离 D. 条件分离

3. 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
4. TRIZ 理论中,解决技术矛盾时用来表述系统性能的工程领域通用工程参数一共有()个。
- A. 40 B. 39 C. 30 D. 76
5. 相对于传统的头脑风暴法、试错法等创新方法,TRIZ 理论具有鲜明的特点和优势。以下描述不正确的是()。
- A. 它是基于技术的发展演化规律来研究整个设计与开发过程的,而不再是随机的行为
B. TRIZ 理论的技术系统进化理论和最终理想解(IFR)理论,可以有效地帮助设计人员在问题解决之初,首先确定“解”的位置,然后利用 TRIZ 理论各种工具去实现这个“解”
C. 它成功地揭示了创造发明的内在规律和原理,着力于认定和强调系统中存在的矛盾,而不是逃避矛盾
D. 以上描述皆非
6. 发明问题解决理论的核心是()。
- A. 39 个通用工程参数、阿奇舒勒矛盾矩阵、物理效应和现象知识库
B. 技术进化原理
C. 发明问题的标准解法和标准算法
D. TRIZ 理论中最重要、最有普遍用途的 40 个发明原理
7. TRIZ 理论中,当系统要求一个参数向相反方向变化时,就构成了()矛盾。
- A. 技术 B. 系统 C. 物理 D. 以上皆非
8. 一个作用同时导致有用及有害两种结果,也可指有用作用的引入或有害效应的消除导致一个或几个子系统或系统变坏。这种冲突称为()。
- A. 文化冲突 B. 技术矛盾 C. 物理矛盾 D. 组织冲突
9. 物理矛盾的描述为:“为了完成封口操作,安瓿瓶必须提高封口温度;为了使药剂保存完好,安瓿瓶又必须降低封口温度”,则物理矛盾为()。
- A. 安瓿瓶封口温度既高又低 B. 药剂保存完好和药剂保存不全
C. 药剂完好和药剂变质 D. 封口与不封口
10. 以下对矛盾矩阵的特征描述正确的是()。
- A. 矛盾矩阵像乘法口诀表一样,是一种三角形的矩阵
B. 矛盾矩阵可以用来解决物理矛盾
C. 应该从根本原因入手定义技术矛盾
D. 矛盾矩阵是 TRIZ 理论中唯一解决问题的方法
11. 以下情景中,用横线标明的两种物质之间属于过度的物场模型的是()。
- A. 汽车过桥时,桥面正好能支撑住超载的汽车
B. 由于电池供电电压过低,灯泡无法发光
C. 为了室内照明的蜡烛,产生了大量的浓烟,污染了室内的空气
D. 自行车拐弯减速时,刹车闸摩擦车轮,致使车轮停止转动,结果车毁人伤

12. 当系统的()属性比较明显时,我们可以运用物场分析法来解决问题。
A. 性能属性 B. 结构属性 C. 参数属性 D. 形状属性

13. 发明问题标准解法共有()种。
A. 66 B. 76 C. 86 D. 96

14. TRIZ 理论的使用步骤包括()。
A. 具体问题描述—技术矛盾—解决具体问题的方法—40 个创新原理
B. 技术矛盾—具体问题描述—40 个创新原理—解决具体问题的方法
C. 具体问题描述—技术矛盾—40 个创新原理—解决具体问题的方法
D. 具体问题描述—40 个创新原理—技术矛盾—解决具体问题的方法

15. TRIZ 理论是由苏联发明家阿奇舒勒和他的团队研究了世界各地()份高水平专利,总结出各种技术发展进化遵循的规律模式,并综合多学科领域解决各种技术矛盾和物理矛盾的创新原理和法则而建立起来的一个由解决技术问题,实现创新开发的各种方法、算法组成的综合理论体系。

- A. 250 万 B. 350 万 C. 25 万 D. 2500 万

二、多项选择题(本题满分 20 分,共含 10 道小题,每小题 2 分)

1. 如果对 39 个通用技术参数进行分类的话,可以包括()。
A. 一般物理参数 B. 系统参数 C. 技术参数 D. 几何参数
2. 以下属于技术矛盾的案例是()。
A. 人常说“慢工出细活”其意思是活要干的精细(A+),干活的速度就要慢(B-)
B. 为了增强桌子的强度,就需要加厚桌面和桌腿,这势必会导致桌子重量的增加。
提高“强度”参数时(A+),就导致了“重量”参数的恶化(B-)
C. 汽车速度提高了(A+),汽车的安全性必然降低了(B-)
D. 伞在使用时体积要大,以便遮阳避雨,在不用时体积要小,以便收纳。因此,伞的体积既要大又要小
3. 物理矛盾可以使用的分离原理有()。
A. 时间分离 B. 空间分离
C. 条件分离 D. 整体与部分分离(系统级别分离)
4. 手机存在的技术矛盾定义正确的有()。
A. 如果提高手机输入可操作性屏幕应该大,如果提高阅读性,手机屏幕应该小
B. 如果提高通话质量,那么需要提高信号强度,但会对人体辐射增加
C. 如果提高设备密封性,间隙要小,如果要降低磨损,设备间隙应该大
D. 如果提高手机便携性,那么需要缩小手机尺寸,但会手机显示屏幕会缩小
5. 解决技术冲突我们需要用到()。
A. 40 个发明原理 B. 时间分离原理
C. 39 个工程参数 D. 矛盾矩阵
6. 有害完整场解法有()。
A. 改用新的场
B. 增加一个新的场(F_2)来平衡有害作用场
C. 引入第三种物质屏蔽有害作用

- #### D. 形成链式场增强原有的效果

7. 以下属于物理矛盾的案例是()。

- A. 人们希望咖啡尽可能热,以便能保温较长时间;同时,又希望咖啡温度适中,以便随时饮用,不至于烫手烫嘴。因此,要求咖啡的温度既要高又要低
- B. 汽车速度提高了(A+),汽车的安全性必然降低了(B-)
- C. 伞在使用时体积要大,以便遮阳避雨,在不用时体积要小,以便收纳。因此,伞的体积既要大又要小
- D. 人常说“慢工出细活”其意思是活要干的精细(A+),干活的速度就要慢(B-)

8. 解决技术矛盾需要用到()。

- A. 40 个发明原理
B. 矛盾矩阵
C. 时间分离原理
D. 39 个工程参数

9. 发明问题标准解法分成 5 级, 以下属于 5 级中的某一级的是()。

- A. 建立和拆解物场模型
B. 向非标准化过渡到物场模型
C. 检测和测量的标准解法
D. 简化与改善策略标准解法

10. 解决物理矛盾时所使用的原理包括()。

- A. 技术分离
B. 空间分离
C. 条件分离
D. 系统分离

三、判断题(本题满分 30 分,共含 10 道小题,每小题 3 分)

1. 阿奇疏勒矛盾矩阵表无法解决物理矛盾。

- A. 否 B. 是

2. 对 39 个参数进行配对组合, 大约有 1521 对典型的技术矛盾。

- A. 是 B. 否

3. 阿奇舒勒矛盾矩阵中,45 度对角线的方格都是空的,没有推荐的发明原理。这些方格对应的“行”和“列”参数是同一工程参数,因此,都是物理矛盾。

- 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. 技术矛盾是解决技术系统中一个与系统之间或者系统中两个参数之间的相互制约或相互排斥的问题。

- A. 是 B. 否

6. 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. 是 B. 否

7. 如果初始物场中出现波浪线、虚线、加号线,代表当前系统需要改进提高。

- A. 是 B. 否

8. 磁性飞镖是利用了标准解“强化完善物场模型”中的“铁-场模型(合成加强物场模型)”。

- A. 是 B. 否

9. 在进行室内装修时,配置单光源,只能解决室内一般的适当亮度问题,如果用多光源来替代,就可以达到多种装饰和照明效果,并能满足个别的特殊功能需要。这是利用了标准解中的“强化完善物场模型”。

A. 是

B. 否

10. 在建立物场模型时,如果发现仅仅只有一种物质 S_1 ,那么就要增加第二种物质 S_2 和一个相互作用场 F 。这样,该问题通过引入缺失的元素来完善物场模型。

A. 是

B. 否

四、填空题(本题满分 20 分,共含 4 道小题,每小题 5 分)

1. 对于一张木制桌子,我们希望这张桌子更加结实牢固,采取的一般技术方案是:增加桌子木材用料,让桌面板更厚,让桌子腿更粗。由此产生的技术矛盾描述如下:

如果“采用增加桌子木材用料的方法”,那么桌子的()得到改善(A+),但是桌子的重量恶化(B-);

2. 标准解中的第 1 级主要是建立和拆解物场模型,共 2 个子级、()种标准解法。

3. 物场分析法将作用分为四种形式,分别为:充分、不足、()、有害。

4. 物场模型是由两种物质和()场组成的系统模型,描述系统中组件的相互作用,该模型可用来描述任何工程系统。

五、思考题(不计分)

1. 试解决机器人(自选一种)技术中的技术矛盾,要求按以下步骤提交设计方案:

(1) 问题描述

(2) 定义一种技术矛盾;

(3) 查询矛盾矩阵,列写出可参考的创新原理及编号;

(4) 解决方案。

2. 试解决机器人(自选一种)技术中的物理矛盾,要求按以下步骤提交设计方案:

(1) 问题描述

(2) 定义一种物理矛盾;

(3) 列写出所采用的分离原理;

(4) 解决方案。