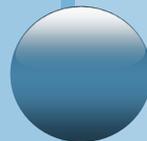


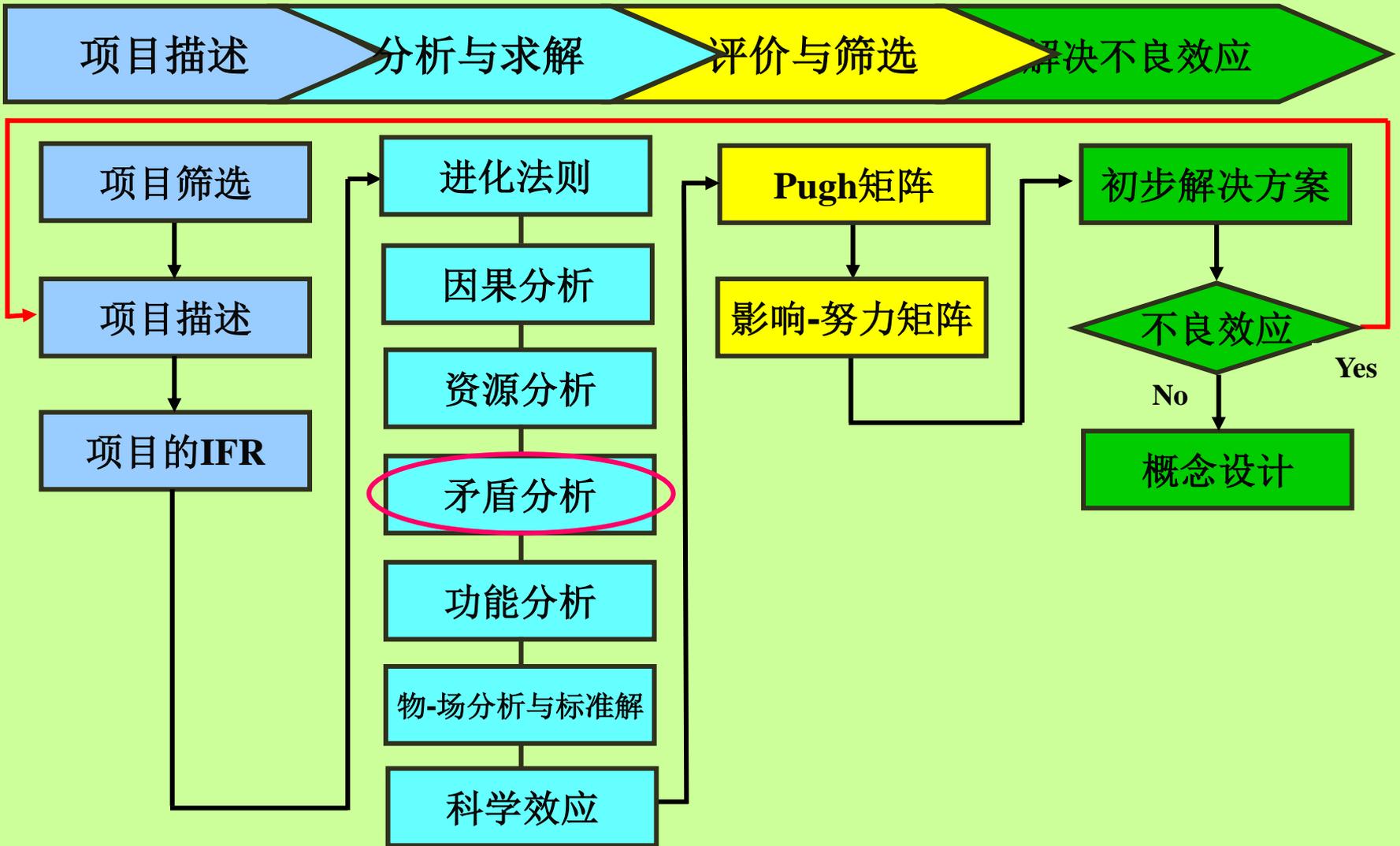


# 流程2 项目的分析与求解

## 2-4 矛盾分析及应用



# TRIZ解题流程（Roadmap）



# 目录

---



2.4.1 技术矛盾与物理矛盾的概念

2.4.2 技术矛盾的解决方法

2.4.3 物理矛盾的解决方法



# 矛盾 (Contradictions)

1. **管理矛盾 AC (Administrative contradictions)**—为了获得或达到某个结果必须需要某些事物以避免某些现象，但是要如何得到这个结果还是未知。(将 AC 转换为 TC / PC)
2. **技术矛盾 TC (Technical contradictions)**—一个措施同时产生有用及有害的结果，或者会产生有用功能与有害功能；有用活动的介入或扩大或者有害效应的衰退导致一些子系统或者整个系统的恶化。
3. **物理矛盾 PC (Physical contradictions)**—规定之子系统 (组件 / 操作) 必须拥有 A-特性以完成必要的功能，以及 non-A 或 Anti-A 特性要满足问题的条件。



# 技术矛盾 (TC)

1. 一个子系统中引入一种有用功能后，导致另一个子系统产生一种有害功能，或加强了已存在的一种有害功能。
2. 一有害功能导致另一个子系统有用功能的变化。
3. 有用功能的加强或有害功能的减少使另一个子系统或系统变得更加复杂。

**A** ↑

- 参数 A 改善
- 参数 B 恶化

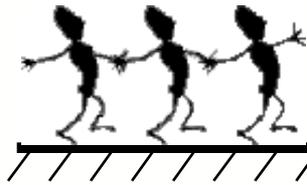
**B** ↓

- 温度与能量的浪费
- 物质的数量与可靠性，等等
- 发明同时克服矛盾



# 物理矛盾 (PC)

- 技术系统要求某一参数性质为A
- 同时又要求这一参数性质为非A



正

参数A



例如:

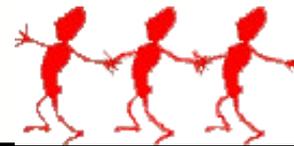
温度既高又低

牛奶杀菌

长度既长又短

钓鱼杆

负



# 物理矛盾的表现形式

物理矛盾表现在：

- 系统或关键子系统**必须存在**，又**不能存在**；
- 系统或关键子系统具有某性能“F”，而同时应具有性能“-F”，“F”与“-F”是**相反的参数性能要求**；
- 系统或关键子系统必须处于状态“S”及状态“-S”，“S”与“-S”是**不同的状态**；
- 系统或关键子系统**不能随时间变化**，又要**随时间变化**。



# 物理矛盾例子

1. 侦察机应飞行得很快，以便尽快离开被侦察的地区；但在被侦察的地区上空又应飞行得很慢，以便多收集资料。
2. 飞机的机翼应有大的面积以便起飞与降落，但又要较小以便高速飞行。
3. 飞机发动机罩既应该加大直径，以便吸入更多的空气；但又应该减小直径，以增加该罩与地面的距离。
4. 软件应容易使用，但又应有多项选择以能处理复杂的事物。
5. 学习某种理论要彻底，但最好不花时间。
6. 咖啡应尽可能热，以保持其味道；但又不能太热，以防止烫伤饮用者。
7. 钢笔的笔尖应该细，以使钢笔能够写出较细的文字；同时钢笔的笔尖又应该粗，以避免锋利的笔尖将纸划破

# 目录

---



2.4.1 技术矛盾与物理矛盾的概念

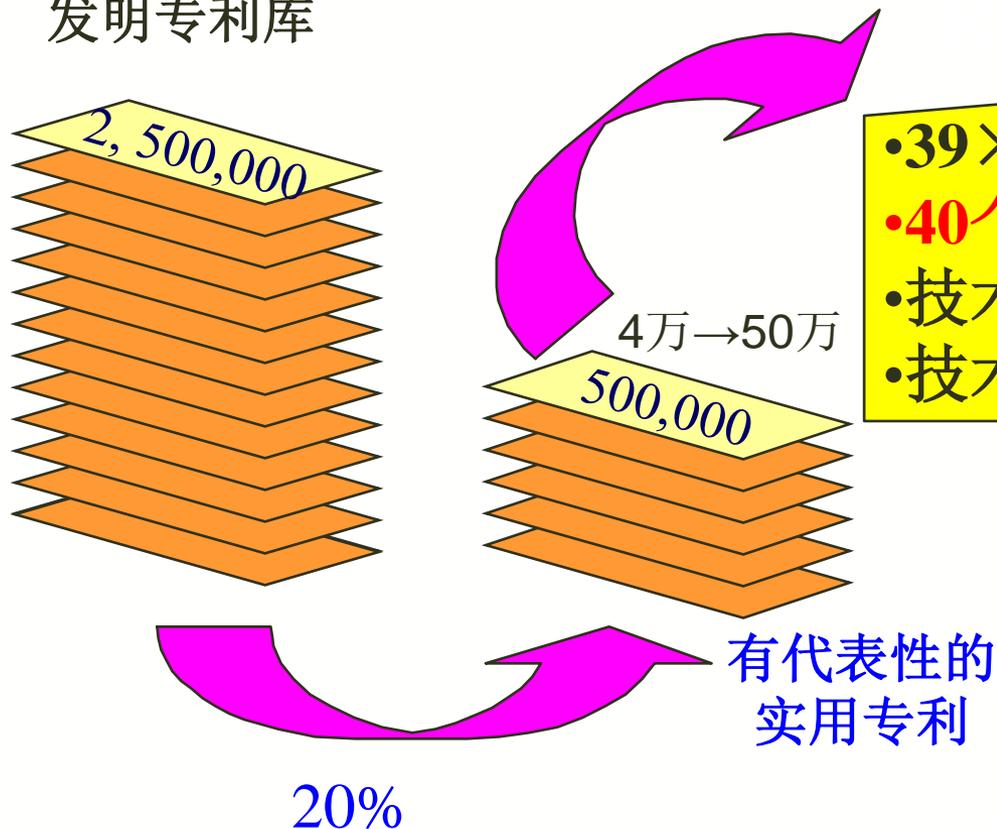
2.4.2 技术矛盾的解决方法

2.4.3 物理矛盾的解决方法

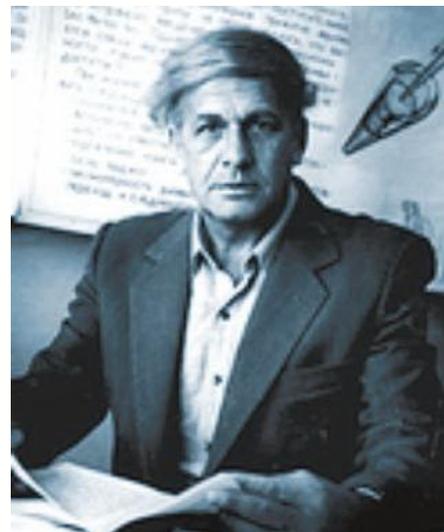


# 40个发明原理

发明专利库



- 39 × 39 矛盾矩阵
- 40个创新原理
- 技术系统/过程分析、问题定义
- 技术系统进化法则



# 阿奇舒勒的重要发现之一

---

在以往不同领域的发明和创新中所用到的原理与方法并不多；不同时代的发明，不同领域的发明，应用的原理与方法被反复利用。

-----用有限的**40**条原理来解决无限的发明问题

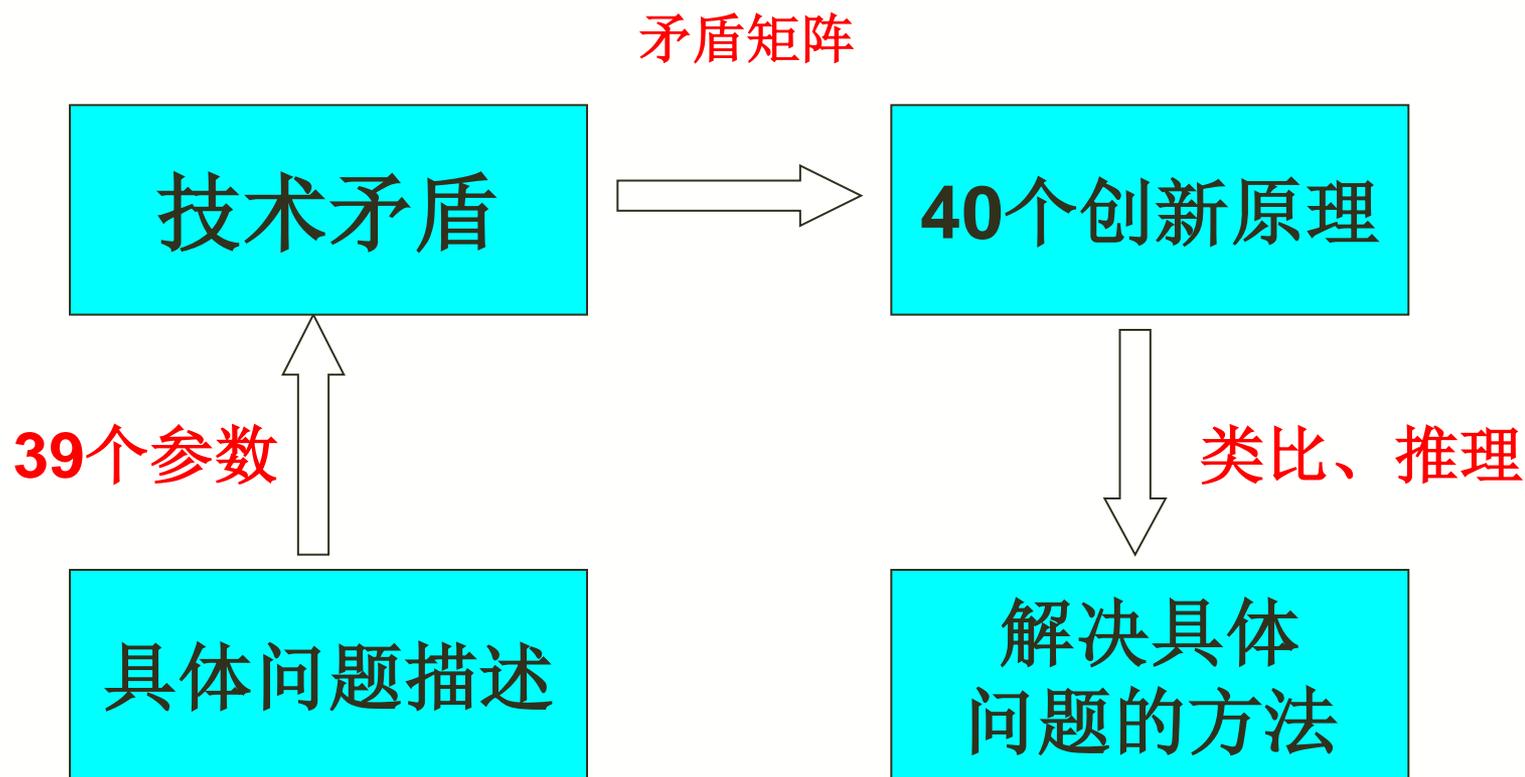


# 40 个发明原理——锦囊妙计

1. 分割	15. 动态	29. 气压或液压
2. 抽取/分离	16. 局部或过度的动作	30. 弹性膜或薄膜
3. 局部特性/质量	17. 改变到新的维度/次元	31. 使用多孔材料
4. 不对称	18. 机械震动	32. 改变颜色
5. 结合/合并	19. 周期性动作	33. 同构型
6. 万用性	20. 有效动作的持续	34. 抛弃及再生零件
7. 套迭	21. 快速通过	35. 变化物理或化学状态
8. 平衡力	22. 转有害为有益	36. 相变
9. 预先的反作用力	23. 回馈	37. 热膨胀
10. 预先动作	24. 中介物	38. 强氧化剂
11. 预先缓和	25. 自助	39. 随性环境
12. 等位性	26. 复制	40. 复合材料
13. 倒转/反向操作	27. 取代以便宜寿命短的对象	
14. 球面化/曲率	28. 更换机械系统	



# TRIZ解决技术矛盾的流程



# 39个通用工程参数

1.运动物体的重量	14.强度	27.可靠性
2.静止物体的重量	15.运动物体的作用时间	28.测量精度
3.运动物体的长度	16.静止物体的作用时间	29.制造精度
4.静止物体的长度	17.温度	30.作用于物体的有害因素
5.运动物体的面积	18.照度	31.物体产生的有害因素
6.静止物体的面积	19.运动物体的能量消耗	32.可制造性
7.运动物体的体积	20.静止物体的能量消耗	33.操作流程的方便性
8.静止物体的体积	21.功率	34.可维修性
9.速度	22.能量损失	35.适应性，通用性
10.力	23.物质损失	36.系统的复杂性
11.应力，压强	24.信息损失	37.控制和测量的复杂性
12.形状	25.时间损失	38.自动化程度
13.稳定性	26.物质的量	39.生产率



# 39个通用工程参数的定义

编号	名称	解释
1	运动物体的重量	在重力场中运动物体所受到的重力。运动物体是指会自行改变位置，或者受到外力会改变位置的物体；而重量则是来自重力。
2	静止物体的重量	在重力场中静止物体所受到的重力。静止物体是指不会自行改变位置，或者受到外力也不会改变位置的物体；而重量则是来自重力。
3	运动物体的长度	运动物体上的任意线性尺寸，不一定是最长的长度。它不仅可以是系统的两个几何点或零件之间的距离，而且可以是一条曲线的长度或一个封闭环的周长
4	静止物体的长度	静止物体上的任意线性尺寸，不一定是最长的长度。它不仅可以是系统的两个几何点或零件之间的距离，而且可以是一条曲线的长度或一个封闭环的周长
5	运动物体的面积	运动物体被线条封闭的一部分或者表面的几何度量，运动物体内部或者外部表面的几何度量。面积是面图形的正方形个数来度量的，如面积不仅可以是二维的面积，也可以是三维表面的面积，或一个具有平面、凸面或凹面的面积之和
6	静止物体的面积	静止物体被线条封闭的一部分或者表面的几何度量，静止物体内部或者外部表面的几何度量。面积是面图形的正方形个数来度量的，如面积不仅可以是二维的面积，也可以是三维表面的面积，或一个具有平面、凸面或凹面的面积之和
7	运动物体的体积	以填充运动物体或者运动物体占用的单位立方体量。体积不仅可以是三维物体的体积，也可以是合、具有给定厚度的一个层的体积

# 39个通用工程参数的定义

8	静止物体的体积	以填充静止物体或者静止物体占用的单位立方体量。体积不仅可以是三维物体的体积，也可以是合、具有给定厚度的一个层的体积
9	速度	物体的速度或者效率，或者过程、作用与时间之比
10	力	物体(或系统)间相互作用的度量。在牛顿力学量中力是质量与加速度之积，在萃智中力是试图改变物体状态的任何作用
11	应力，压强	单位面积上的作用力，也包括张力。例如，房屋作用于地面上的力，液体作用于容器壁上的力，气体作用于汽缸活塞上的力。压强也可以理解为无压强(真空)
12	形状	形状是一个物体的轮廓或外观。形状的变化可能表示物体的方向性变化或者物体在平面和空间两方面的形变
13	稳定性	物体的组成和性质(包括物理状态)不随时间而变化的性质。物体的完整性或者组成元素之间的关系。磨损、化学分解及拆卸都代表稳定性的降低，增加物体的熵就是增加物体的稳定性
14	强度	物体在外力作用下抵制使其发生变化的能力，或者在外部影响下抗破坏(分裂)和不可逆变形的性质
15	运动物体作用时间	运动物体具备其性能或者完成作用的时间，服务时间，以及耐久力等。两次故障之间的平均时间也是作用时间的一种度量



# 39个通用工程参数的定义

16	静止物体作用时间	静止物体具备其性能或者完成作用的时间，服务时间，以及耐久力等。两次故障之间的平均时间也是作用时间的一种度量
17	温度	物体所处的热状态，代表宏观系统热动力平衡的状态特征。还包括其它热学参数，比如影响温度变化速率的热容量
18	照度	照射到某一表面上的光通量与该表面面积的比值。也可以理解为物体的适当亮度、反光性和色彩等
19	运动物体能量消耗	运动物体执行给定功能所需的能量。经典力学中能量指作用力与距离的乘积。包括消耗超系统提供的能量
20	静止物体能量消耗	静止物体执行给定功能所需的能量。经典力学中能量指作用力与距离的乘积。包括消耗超系统提供的能量
21	功率	物体在单位时间内完成的工作量或者消耗的能量
22	能量损失	做无用功消耗的能量。减少能量损失有时需要应用不同的技术来提升能量利用率
23	物质损失	部分或全部，永久或临时，物体材料、物质、部件或者子系统的损失
24	信息损失	部分或全部，永久或临时，系统数据的损失，后者系统获取数据的损失，经常也包括气味、材质等感性数据



# 39个通用工程参数的定义

25	时间损失	一项活动持续的时间，改善时间损失一般指减少活动所费时间
26	物质的量	物体(或系统)的材料、物质、部件或者子系统的数量，它们一般能被全部或部分、永久或临时改变
27	可靠性	物体(或系统)在规定的方法和状态下完成规定功能的能力。可靠性常常可以理解为无故障操作概率或无故障运行时间
28	测量精度	系统特性的测量结果与实际值之间的偏差程度。比如减小测量中的误差可以提高测量精度
29	制造精度	所制造产品的性能特征与图纸技术规范 and 标准所预定参数的一致性程度
30	作用于物体的有害因素	环境(或系统)其它部分对于物体的(有害)作用，它使物体的功能参数退化
31	物体产生的有害因素	降低物体(或系统)功能的效率或质量的有害作用。这些有害作用一般来自物体或者作为其操作过程一部分的系统
32	可制造性	物体(或系统)制造构建过程中的方便或者简易程度



# 39个通用工程参数的定义

33	操作流程的方便性	操作过程中需要的人数越少，操作步骤越少，以及工具越少，代表方便性越高，同时还要保证较高的产出
34	可维修性	一种质量特性，包括方便、舒适、简单、维修时间短等
35	适应性，通用性	物体（或系统）积极响应外部变化的能力，或者在各种外部影响下以多种方式发挥功能的可能性
36	系统的复杂性	系统元素及其之间相互关系的数目和多样性，如果用户也是系统的一部分，将会增加系统的复杂性，掌握该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	测量或者监视一个复杂系统需要高成本、较长时间和较多人力去实施和使用，或者部件之间关系太复杂而使得系统的检测和测量困难。为了低于一定测量误差而导致成本提高也是一种测试复杂度增加。
38	自动化程度	物体（或系统）在无人操作时执行其功能的能力。自动化程度的最低级别是完全手工操作工具。中等级别则需要人工编程，监控操作过程，或者根据需要调整程序。而最高级别的自动化则是及其来自动判断所需操作任务，自动编程和对操作自动监控
39	生产率	单位时间系统执行的功能或者操作的数量，或者完成一个功能或操作所需时间以及单位时间的输出，或者单位输出的成本等



# 矛盾矩阵表（局部）

		<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span style="font-size: 2em; font-weight: bold; color: red;">TRIZ</span> <span style="font-size: 1.5em; font-weight: bold; color: gold;">矛盾矩阵表</span> <span style="font-size: 0.8em;">Copyright HeiHe University Version 1.0</span> </div>												
		改善参数	恶化参数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
				动体重量	静体重量	动体长度	静体长度	动体面积	静体面积	动体体积	静体体积	速度	力	
1	移动物体的重量 Weight of moving object	+				15, 8, 29, 34		29, 17, 38, 34		29, 2, 40, 28		2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	
2	静止物体的重量 Weight of stationary object		+				10, 1, 29, 35		35, 30, 13, 2		5, 35, 14, 2		8, 10, 19, 35	
3	移动物体的长度 Length of moving object	8, 15, 29, 34		+				15, 17, 4		7, 17, 4, 35		13, 4, 8	17, 10, 4	
4	静止物体的长度 Length of stationary object		35, 28, 40, 29		+				17, 7, 10, 40		35, 8, 2, 14		28, 10	
5	移动物体的面积 Area of moving object	2, 17, 29, 4		14, 15, 18, 4				+		7, 14, 17, 4		29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	
6	静止物体的面积 Area of stationary object		30, 2, 14, 18		26, 7, 9, 39				+				1, 18, 35, 36	
7	移动物体的体积 Volume of moving object	2, 26, 29, 40		1, 7, 4, 35				1, 7, 4, 17			+	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37	
8	静止物体的体积 Volume of stationary object		35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14							+	2, 18, 37	
9	速度 Speed	2, 28, 13, 38		13, 14, 8				29, 30, 34		7, 29, 34			+	13, 28, 15, 19
10	力 Force (Intensity)	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10			19, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	13, 28, 15, 12		+
11	压力或应力 Stress or pressure	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16			10, 15, 36, 28	10, 15, 36, 37	6, 35, 10	35, 24	6, 35, 36	36, 35, 21	
12	形状 Shape	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7			5, 34, 4, 10		14, 4, 15, 22	7, 2, 35	35, 15, 34, 18	35, 10, 37, 40	
13	物体稳定性 Stability of the object's	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37			2, 11, 13	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16	
14	强度 Strength	1, 8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26			3, 34, 40, 29	9, 40, 28	10, 15, 14, 7	9, 14, 17, 15	8, 13, 26, 14	10, 18, 3, 14	

# 矛盾矩阵表的使用

**Altshuller** 将39个通用工程参数和40条创新原理有机地联系起来，建立起对应关系，整理成  $39 \times 39$  的矛盾矩阵表。

**矩阵表中：**

**列-所代表的工程参数是系统改善的特性。**

**行-所描述的工程参数是系统恶化的特性；**



# 矛盾矩阵表的使用

系统恶化的特性 → 系统改善的特性 ↓		运动物体质量	静止物体质量	运动物体尺寸	速度	运动物体使用能量	制造精度
		1	2	3	9	9	29
1	运动物体质量		—	10 8 29 34	2 8 15 38	35 12 34 31	28 35 26 18
2	静止物体质量	—			—	—	10 1 35 17
3	运动物体尺寸	8 15 29 34				8 35 24	10 28 29 37
9	速度	2 28 13 38	—	13 14 8		8 15 35 38	10 28 32 25

# 案例1：波音飞机发动机整流罩的改造

**问题背景：**波音737要进行加大航程的改型，就要采用功率更大的引擎，当然需要有更多的空气进入引擎，这就要求增大引擎整流罩的直径，但这样整流罩与地面的距离将减小，严重地影响了飞机起飞和着陆的安全。

## 第一步：确定技术系统名称

系统名称：发动机整流罩

## 第二步：问题描述

**我想**增加发动机整流罩的直径，

**但我不能，因为**这样整流罩与地面之间的距离会减小，飞机起飞和着陆不安全。

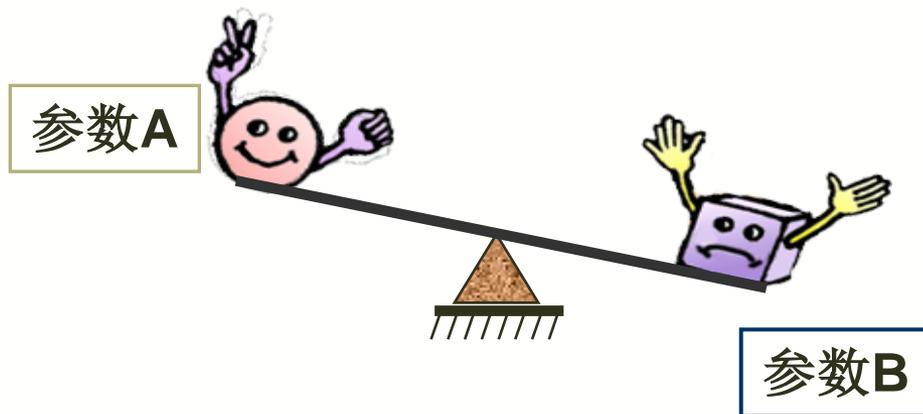


# 案例1：波音飞机发动机整流罩的改造

## 第三步：定义技术矛盾

改善的参数：“运动物体的面积” (5)

恶化的参数：“运动物体的长度” (3)



# 案例1：波音飞机发动机整流罩的改造

## 第四步：查找矛盾矩阵表

14, 15, 18, 4

矛盾矩阵 (选择矛盾)

改善的参数	恶化的参数	1. 运动物体的重量	2. 静止物体的重量	3. 运动物体的长度	4. 静止物体的长度
1. 运动物体的重量		41,42,43,44,45,46		15,8,29,34	
2. 静止物体的重量			41,42,43,44,45,46		10,1,29,35
3. 运动物体的长度		8,15,29,34		41,42,43,44,45,46	
4. 静止物体的长度			35,28,40,29		41,42,43,44,45,46
5. 运动物体的面积				14,15,18,4	
6. 静止物体的面积			30,2,14,18		26,7,9,39
7. 运动物体的体积		2,26,29,40		1,7,35,4	
8. 静止物体的体积			35,10,19,14	19,14	35,8,2,14
9. 速度		2,28,13,38		13,14,8	
10. 力		8,1,37,18	18,13,1,28	17,19,9,36	28,10
11. 应力/压强		10,36,37,40	13,29,10,18	35,10,36	35,1,14,16
12. 形状		8,10,29,40	15,10,26,3	29,34,5,4	13,14,10,7
13. 稳定性		21,35,2,39	26,39,1,40	13,15,1,28	37
14. 强度		1,8,40,15	40,26,27,1	1,15,8,35	15,14,28,26
15. 运动物体的作用时间		19,5,34,31		2,19,9	
16. 静止物体的作用时间			6,27,19,16		1,40,35

确定 取消

# 案例1：波音飞机发动机整流罩的改造

## 第五步：产生想法

发明原理序号	发明原理名称	想法
14	曲面化	已经是曲面
15	动态特性	整流罩在起飞和着陆时能上调，飞行时恢复原位
18	机械振动	使整流罩振动并不会增加空气的吸入
4	增加不对称性	整流罩是规则圆形，增大直径后将底部形状改变，减少与地面的距离

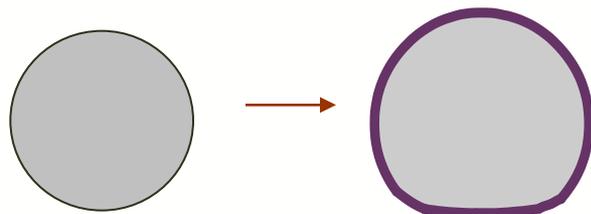


# 案例1：波音飞机发动机整流罩的改造

最佳解决方案：

4号原理：增加不对称性

将飞机整流罩做成不对称的扁平形状，纵向的尺寸不变，横向尺寸加大。这样，飞机整流罩的面积虽然加大了，但整流罩与地面的距离仍保持不变，因而飞机的安全性不会受到影响。



# 目录

---



2.4.1 技术矛盾与物理矛盾的概念

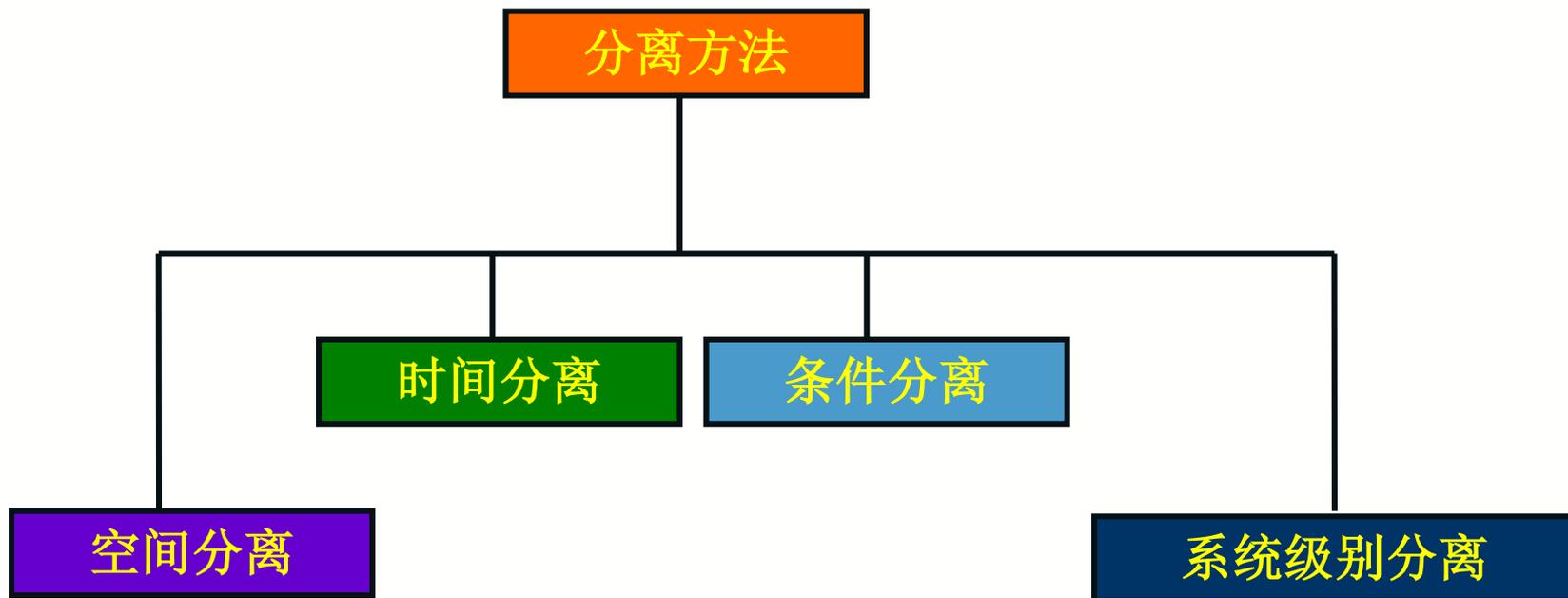
2.4.2 技术矛盾的解决方法

**2.4.3 物理矛盾的解决方法**



# 分离原理(Separation Principles)

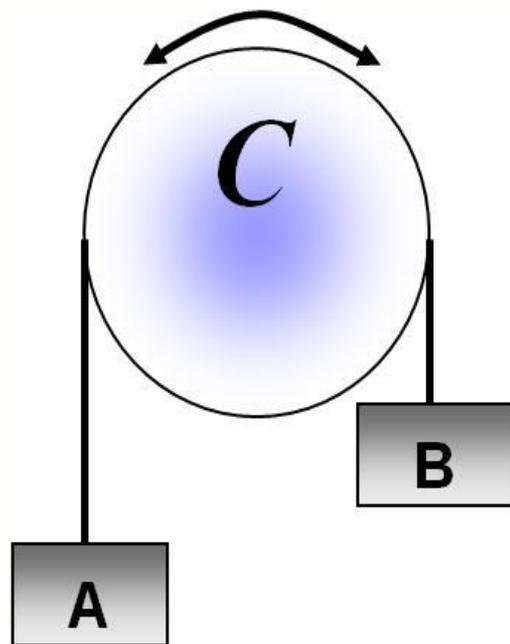
解决物理矛盾的核心思想是——实现矛盾双方的分离



# 分离原理(Separation Principles)

## 分离原理解决物理矛盾

1. 时间分离
2. 空间分离
3. 条件分离
4. 系统级别分离



# 1.时间分离

---

时间分离的应用条件：

系统的某个参数出现相反（或不同）的要求，但又并不是同时出现。

这时，可以将矛盾双方在不同的时间上分离开来，以获得问题的解决或降低问题的解决难度。



# 1.时间分离案例

例：

- 物理矛盾：自行车在骑乘时体积要大以便载人，在停放时要小以节省空间。
- 解决方案：折叠式自行车。



# 1.时间分离案例

例：航空母舰上的飞机停放问题



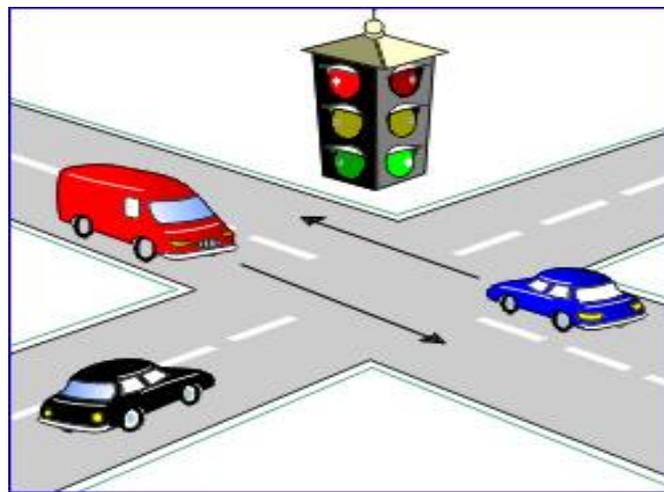
# 1.时间分离案例

例：

- 物理矛盾：城市道路的十字路口需要解决四个方向的车流通行。
- 解决方案：用红绿灯控制不同时间的交叉放行。

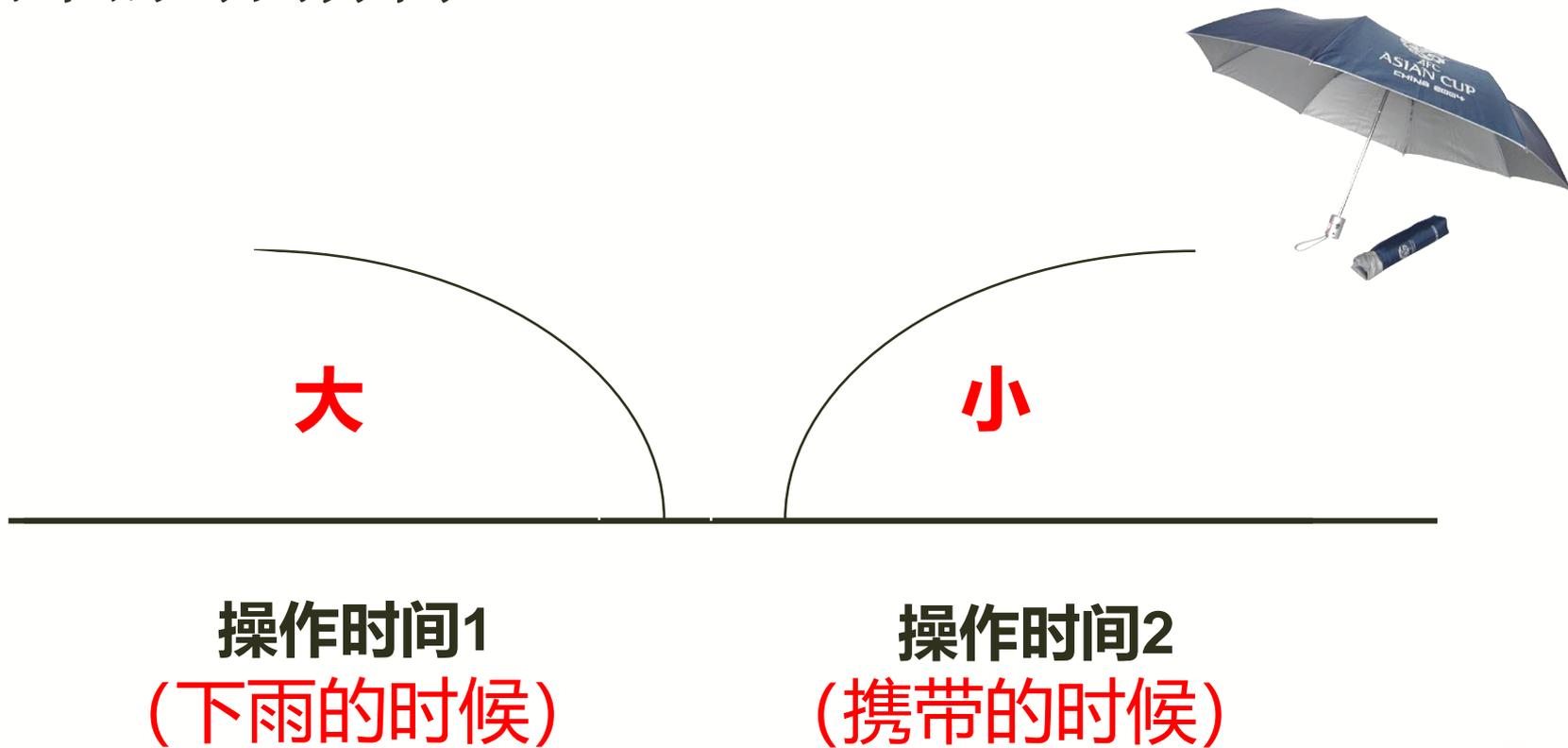
**时间分离**  
(红绿灯)

在时间上，将相互矛盾的需求分离开



# 1.时间分离案例

## 雨伞的时间分离



# 解决物理矛盾——时间分离

## Step 1：定义物理矛盾

参数：运动物体的面积（雨伞的伞面尺寸）

要求1：要大

要求2：要小

## Step 2：如果想实现技术系统的理想状态，这个参数的不同要求应该在什么时间得以实现？

时间1：下雨的时候要大

时间2：不下雨的时候要小

## Step 3：以上两个时间段是否交叉？

否  应用时间分离

是  尝试其他分离方法



# 如何实现时间分离

- ❖ 动态特性原理
- ❖ 抛弃或再生原理
- ❖ 预先作用原理
- ❖ 预先反作用原理
- ❖ 事先防范原理
- ❖ .....



## 2.空间分离

---

空间分离的应用条件：

系统的某个参数出现相反（或不同）的要求，但又并不出现在同一个空间。

这时，可以将矛盾双方在不同的空间上分离开来，以获得问题的解决或降低问题的解决难度。

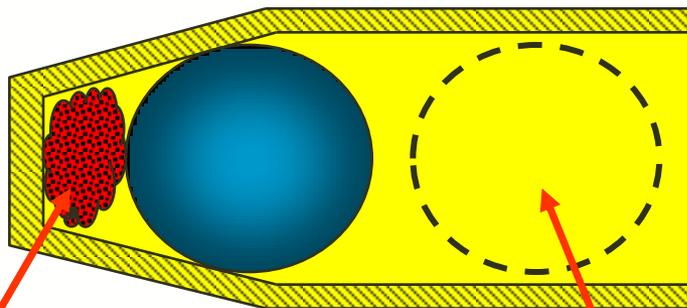




## 2.空间分离案例

### ■ 实例：炮弹筒的设计

解决方案:空间分离，将炮管内径分为二部分，将后部的爆炸室做成锥形，让球形的炮弹与锥形的爆炸室可以形成封闭的空间。



装填炸药的地方

炮弹经过的地方



## 2.空间分离案例

- 例：  
交通道路的空间分离。



(立交桥)

- 饮食行业的空间分离



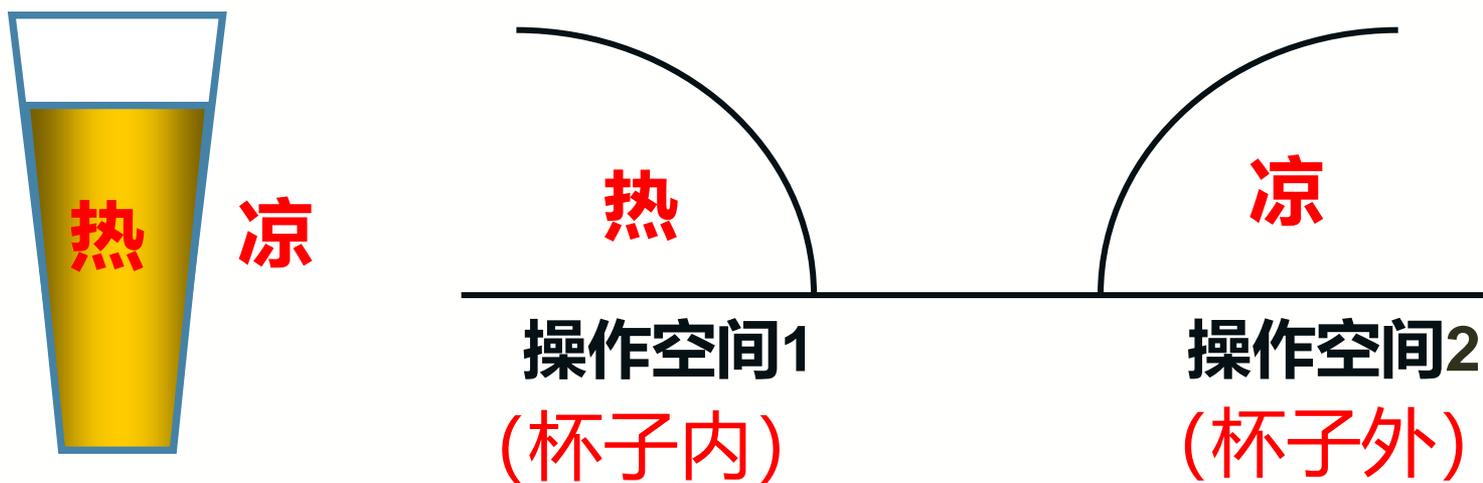
(鸳鸯火锅)



## 2.空间分离案例

□ 例：

杯子的空间分离。



- 对同一个参数的不同要求，在不同的空间实现。
- 局部最佳化。



# 解决物理矛盾——空间分离

## Step 1：定义物理矛盾

参数：     温度    。

要求1：     要高    

要求2：     要低    

## Step 2：如果想实现技术系统的理想状态，这个参数的不同要求应该在什么空间得以实现？

空间1：     杯子的外面温度要低。    

空间2：     杯子的里面温度要高。    

## Step 3：以上两个空间区域是否交叉？

否  应用空间分离

是  尝试其他分离方法



# 如何实现空间分离

- ❖ 分割原理
- ❖ 抽取原理
- ❖ 局部质量原理
- ❖ 嵌套原理
- ❖ 增加不对称性原理
- ❖ 一维变多维原理
- ❖ .....



# 3.条件分离

## □ 条件分离的应用条件:

系统的某个参数出现相反（或不同）的要求，而且时间和空间有交叉而无法使用时间分离或空间分离来解决物理矛盾时，应该考虑采用条件分离的手段。

条件分离，是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。



# 3.条件分离（案例）

## 例：跳水运动员的训练问题

- 物理矛盾：训练池里的水要软，以减轻水对运动员的冲击伤害；但又要求水必须硬，以支撑运动员的身体，水的软硬取决于跳水者入水的速度。
- 解决方案：充满气泡的泳池。

- 当系统或关键子系统矛盾双方在某一条件下只出现一方时，则使用基于条件的分离原则是可行的。



# 一个故事：欧洲制鞋公司老板的烦恼

问题：如果你是一家制鞋厂的老板，发现有职工偷鞋，你将如何解决？



# 3、条件分离（案例）

## Step 1：定义物理矛盾

为了防止鞋子损失，又要搜身，又不能搜身。

（参数：37 控制和测量的复杂性）

## Step 2：参数在“时间/空间”上是否交叉？

- 否，尝试用时间或空间分离方法
- 是，尝试条件分离方法

## Step 3：在什么条件下，参数可以控制或不需要控制

在鞋子失去使用价值的情况下（即不值得偷盗的条件下），问题得到解决。

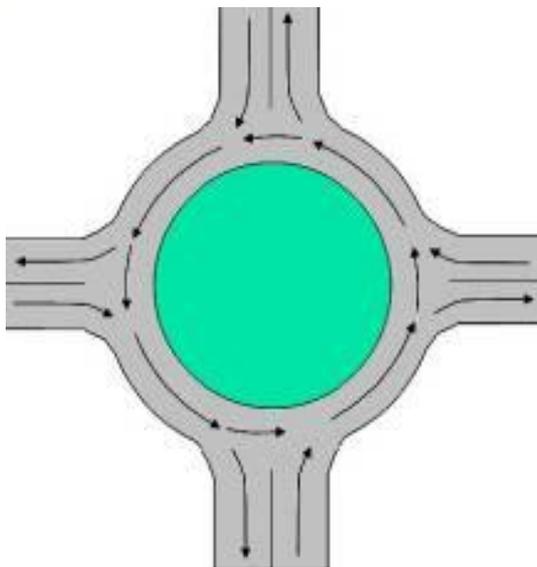
**解决方案：左鞋和右鞋分别安排在不同的地点生产。**



# 3.条件分离（案例）

## ○ 例：

- 物理矛盾：交通道路交叉路口经常出现拥堵情况。
- 解决方案：设置环形岛或其他形式。



# 如何实现条件分离

- ❖ 复合材料原理
- ❖ 多孔材料原理
- ❖ 改变颜色原理
- ❖ 局部质量原理
- ❖ 周期性作用原理
- ❖ 一维变多维原理
- ❖ .....



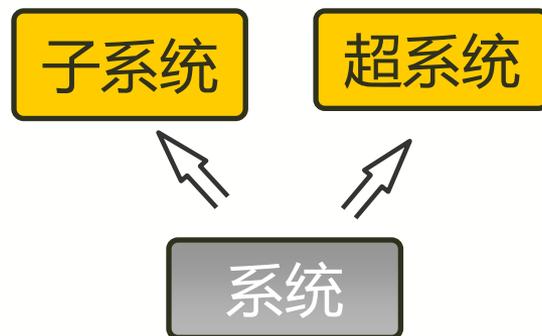
# 4.系统级别分离

## □ 系统级别分离的应用条件：

系统的某个参数出现相反（或不同）的要求，而且时间、空间、条件都有交叉而无法使用上述三种分离方法来解决物理矛盾时，应该考虑采用系统级别分离的手段。

系统级别分离，是将矛盾双方在不同的系统级别上进行分离，以获得问题的解决或降低问题的解决难度。

系统级别分离，还可以简单理解为**整体**（系统）与**局部**（子系统）的分离。



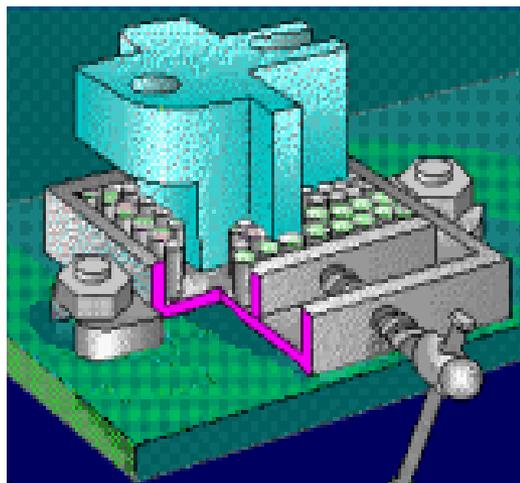
# 4.系统级别分离

A:

系统



子系统



整体与局部分离—转化为子系统，矛盾在子系统（微观级系统）更易解决

- A. 系统具有一种特性，其子系统有其相反的特性
- B. 将系统转换到微观级系统



# 4.系统级别分离



整体与部分分离—转化为超系统，矛盾在超系统级别更易解决

- A. 将**同类**或**异类**系统与超系统结合
- B. 将系统转换为反系统，或将系统与反系统相结合



# 4.系统级别分离（案例）

## Step 1：定义物理矛盾

飞机的油箱要尽量大，但又不能大。

（参数：7 运动物体的体积）

## Step 2：参数在“时间/空间”上是否交叉？

- 否，尝试用时间或空间分离方法
- 是，尝试系统级别分离方法

## Step 3：参数分别向三个方向（系统层级）转化的可能性？

- （A）油箱向微观系统（子系统）转化；
- （B）油箱向超系统转化；
- （C）油箱向反系统转化；

**解决方案：空中加油机**



## 4.系统级别分离（案例）

例：空中加油机。



# 如何实现系统级别分离

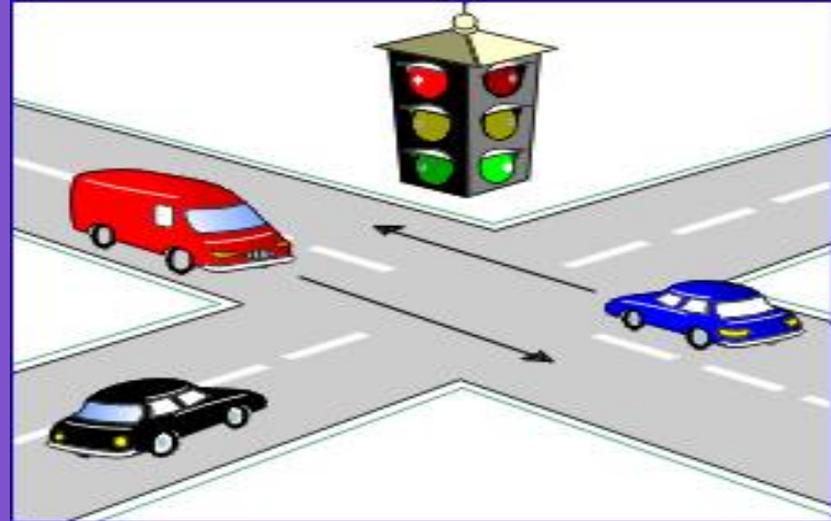
---

- ❖ 分割原理
- ❖ 组合原理
- ❖ 同质性原理
- ❖ 等势原理
- ❖ .....





空间分离



时间分离

物

理



条件分离

矛

盾

系统分离





谢 谢 !

