

# 整机传动尺寸链公差分析

主讲人：于宏生

深圳市合发齿轮机械有限公司  
Shenzhen HEFA Gear Machinery Co.,Ltd.



## 主讲人介绍

**于宏生** 资深高级工程师

汉蓝(常州)智能科技有限公司总经理，  
十六年非标设备设计专家，  
主导研发40多种专利设备。

为雀巢，宝洁，安利，完美等知名企业提供优质服务！



# 目录

**一.系统精度等级合理分配**

**二.传动链创新原理浅谈**

**三.传动链设计失效分析**

# 一. 系统精度等级合理分配

## 1. 确定设备运行指标

- 设备运行指标是设备终端执行动作的精度和速度，是整机设计结果的最终要求；是所有机构的最终目的所在。
- 确定合理的设备的运行指标关系到产品质量，市场定位和成本，是产品设计之初通过市场需求，合理定位而作为设计输入的重要指标。



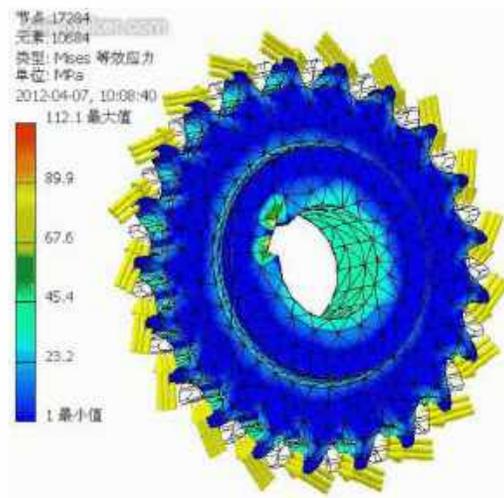
## 2. 影响运行指标实现的因素

传动系统精度

材料的受力变形

控制系统精度

传感元件精度



### 3. 设备输出精度等级划分



设备精度设计是综合机械原理，质量管理与控制，材料学，机械制造工艺，检测等诸多学科综合应用，又以信息技术，光电技术为支撑的，是一项综合性技术性要求很高的综合技术问题。

随着不同行业的技术发展和不同的历史时期对设备精度要求也有所不同，目前，设备精度根据不同行业需求大体作出如下划分：

精密机械设备的精度无论多高总是存在误差，因此：精度的高低用误差的数值来表示，在设备机械系统与结构设计制造中，必须使误差限制在技术条件规定的精度范围内。

### 中等精度

直线位置

(回转) 误差:

1~10um,

圆分度度误差:

1" ~10"

### 高精度

直线位置

(回转) 误差:

0.1~1um,

圆分度度误差:

0.2" ~1"

### 超高精度

直线位置

(回转) 误差:

0~0.1um,

圆分度度误差:

0" ~0.2"

## 4. 达到设备输出精度的设计原则

设备精度设计要根据使用要求确定总误差，再将总误差分配到各个误差源中去，形成对各组成部件，零件的技术要求，这个过程称为精度误差分配设计。

在设计过程中要遵循如下原则：

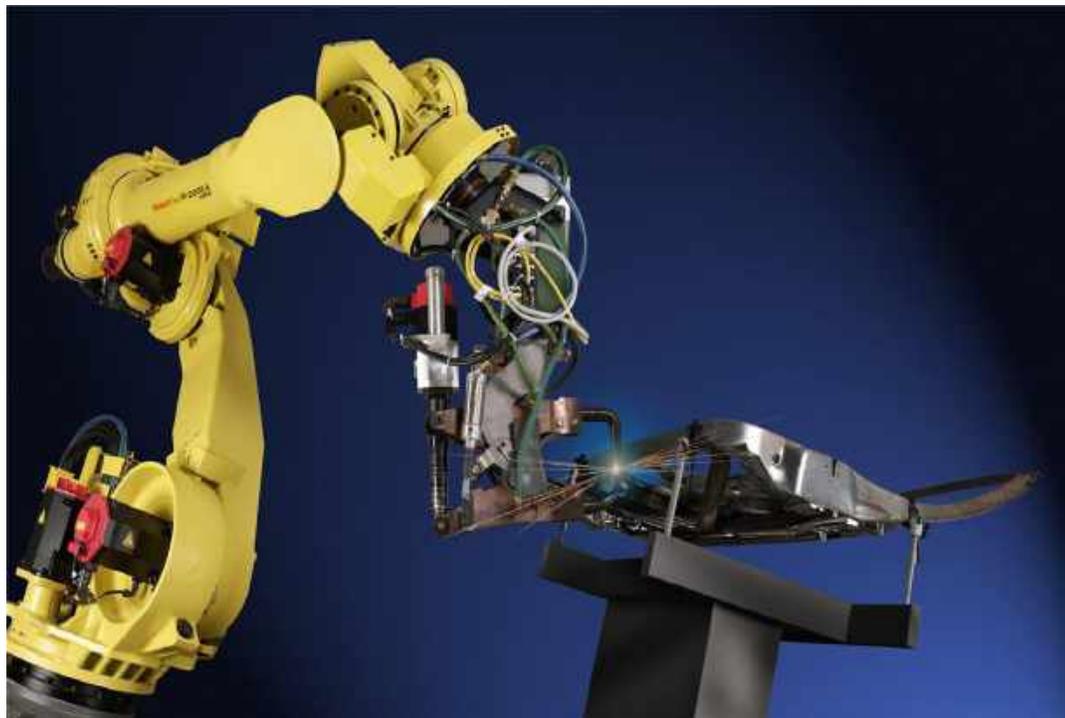
- 4.1 功能保证原则
- 4.2 互换性原则
- 4.3 经济性原则
- 4.4 匹配性原则

## 4.1

## 功能保证原则

产品功能是产品能为顾客提供的基本效用或利益的功能，包括产品特性、寿命、可靠性、安全性、经济性等，是满足客户对该产品最基本需要的部分，是客户需求的中心内容。

因此功能保证原则是设备精度设计的出发点和归宿，所有的动力分配，传动形式，执行机构的选择，都以此为目标。



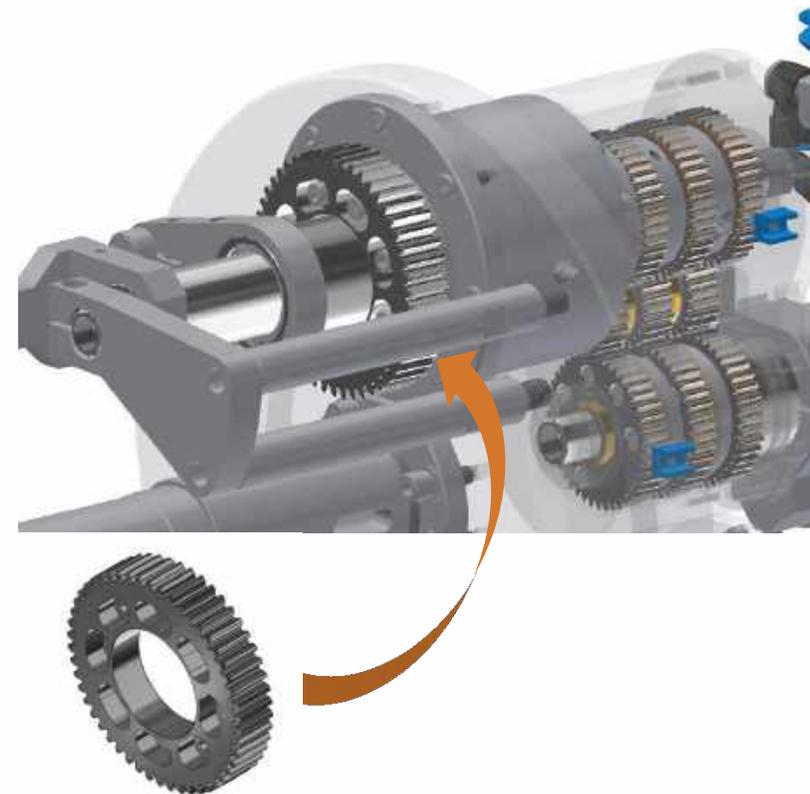
## 4.2

## 互换性原则

## 4.2.1

设备元件几何参数互换性，是指同种零件在几何参数方面能够相互替换的性能，例如标准模数的齿轮，带轮，涡轮蜗杆等。

设计过程中优选标准件，除了国标的配件以外，新兴的零配件供应平台如MISUMI，等也要优选，以缩短开发周期，提高标准化。

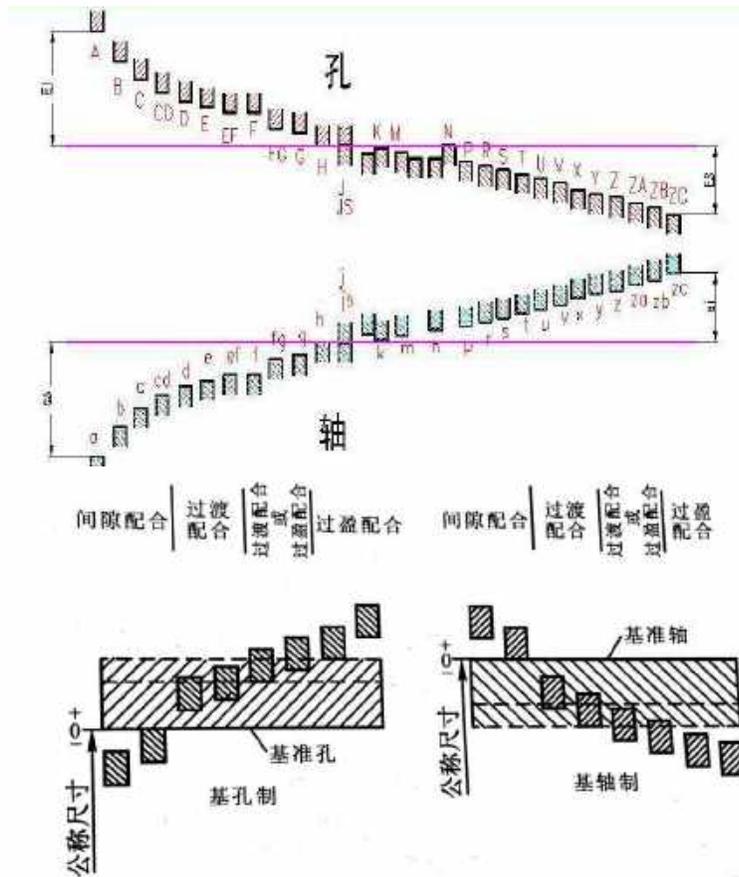


## 4.2.2

机械零件的形体大不相同，从一些典型零件来看就有圆柱形、圆锥形、单键、花键、螺纹、齿轮等。虽然形体各异但它们都是一些点、线、面等几何组成。

实际零件由于在制造中受到“机床、刀具、夹具”的误差影响，致使其尺寸几何要素之间的相互位置，线与面的宏观几何形状，表面的微观几何形状出现误差，这些误差被称尺寸公差、位置公差、形位公差和表面粗糙度。

为了实现零件互换，要按一定要求，把这些几何参数要素误差限制在相应的尺寸公差范围内。



## 4.3

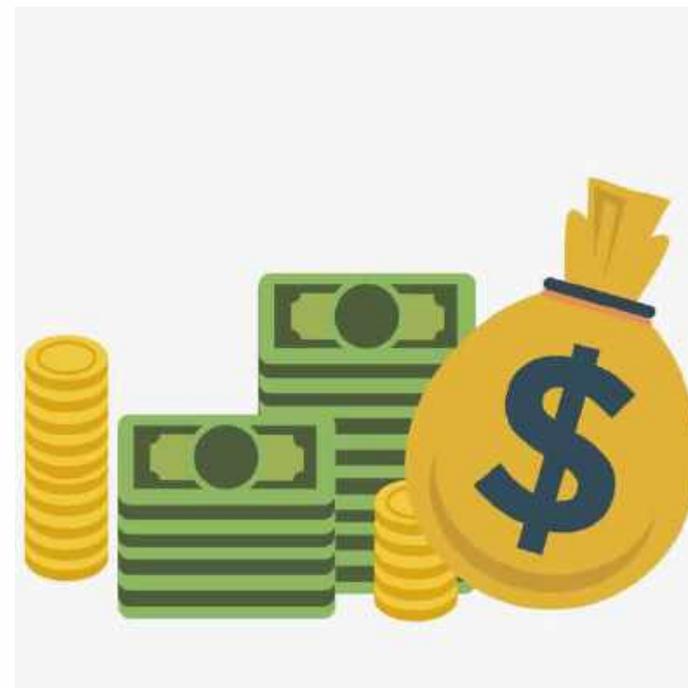
## 经济性原则

## 4.3.1

达到精度要求的零部件加工工艺性较好，易于组织生产节省工时，降低管理费用，人们对于结构工艺性通常都比较重视，对精度设计工艺性则往往注意不够。

## 4.3.2

合理的精度要求，避免过度设计，时刻围绕整机输出精度要求设计。



### 4.3.3

合理确定互换性程度，以降低对零件的加工精度要求，达到降低机器成本目的。

4.3.4 有必要的精度储备，以保证设备的使用寿命。

### 4.3.5

提高产品开发设计过程的质量经济性。

设计中要有完善的技术经济指标，要对总体方案进行可行性分析，做到设计上先进、经济上合理、生产上可行，综合考虑质量的社会经济效益。

注意质价匹配，质价匹配是一个十分重要的问题，不能盲目追求先进性，忽视经济性。



## 4.4

## 匹配性原则

对设备（机构、结构部件、零件）进行精度分析时，各部件对设备的预定功能影响程度不一样，应分别提出不同的精度要求，做出恰当的精度分配。即达到各部件、各环节精度的工艺难易程度大体相当，即做到设计工艺等价：



1

**精度分配相似**

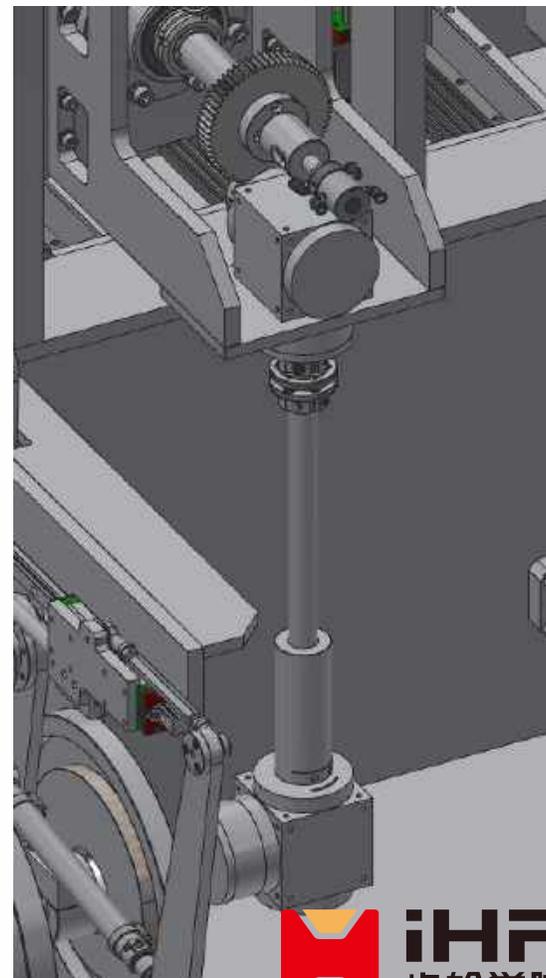
2

**等公差原则**

3

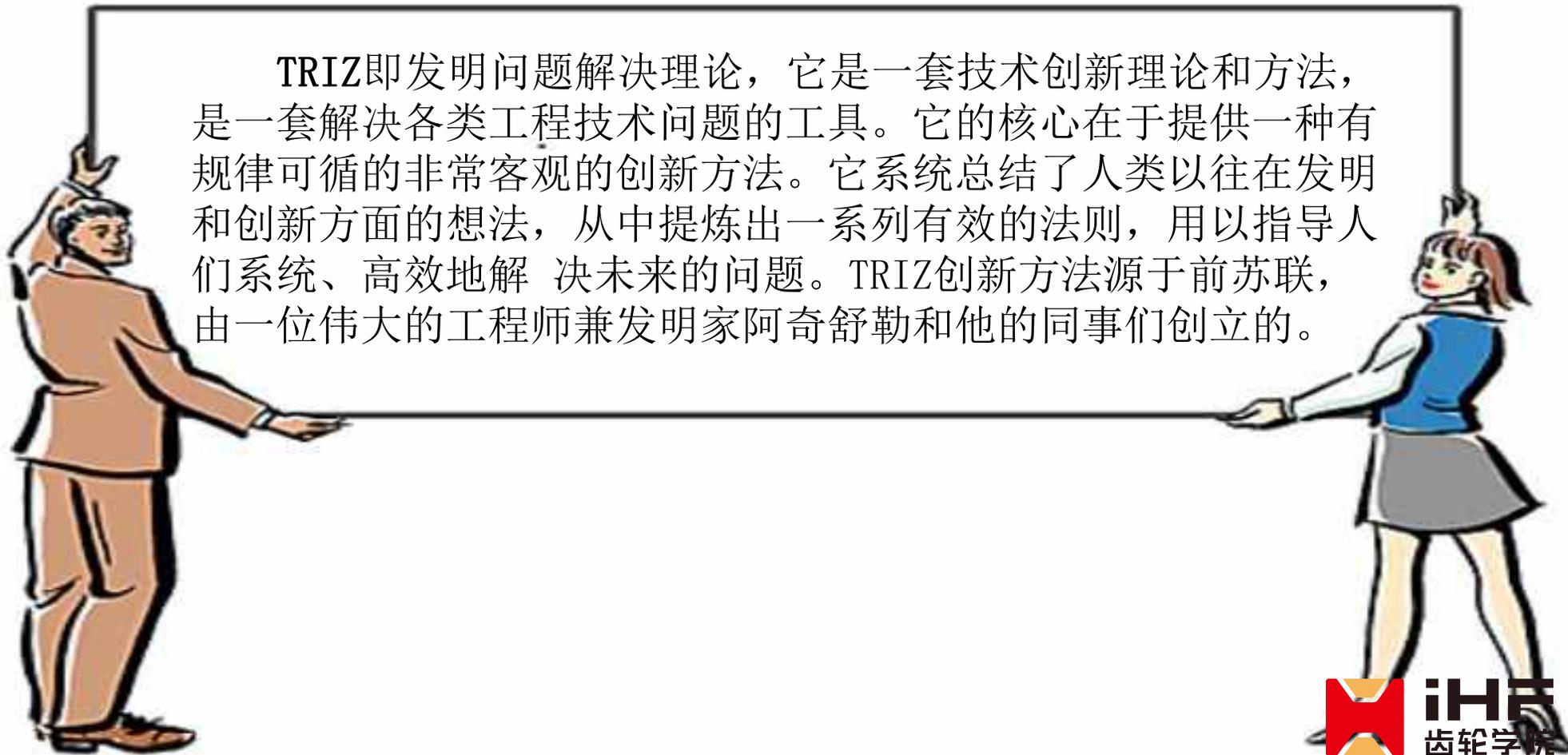
**等影响 等精度**

## 5. 设计案例



## 二.传动链创新原理浅谈

TRIZ即发明问题解决理论，它是一套技术创新理论和方法，是一套解决各类工程技术问题的工具。它的核心在于提供一种有规律可循的非常客观的创新方法。它系统总结了人类以往在发明和创新方面的想法，从中提炼出一系列有效的法则，用以指导人们系统、高效地解决未来的问题。TRIZ创新方法源于前苏联，由一位伟大的工程师兼发明家阿奇舒勒和他的同事们创立的。



## 2.1. 40个创新发明原理

### 创新原理

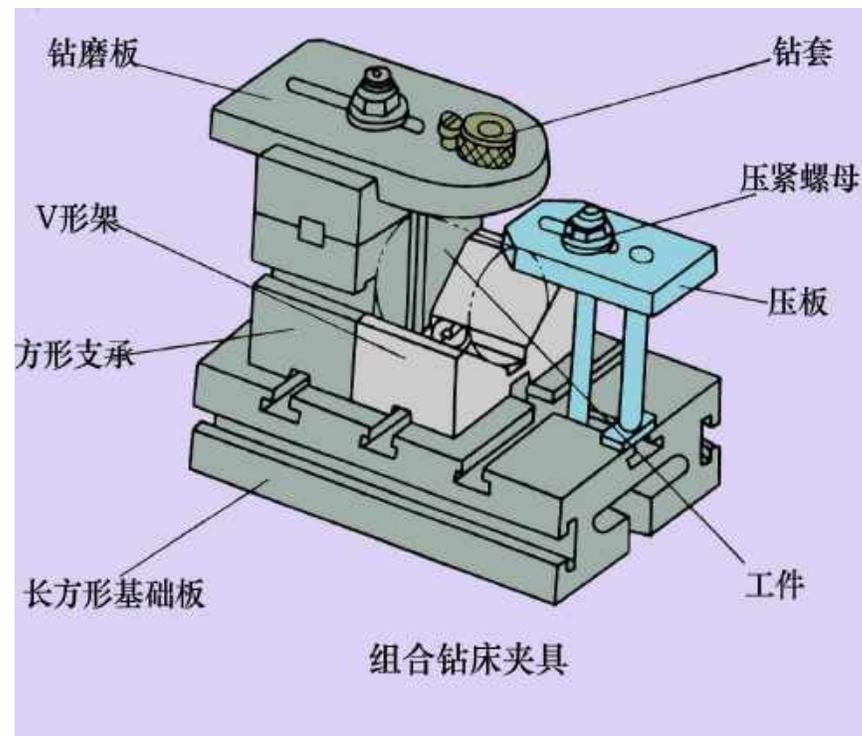
Altshuller通过对大量的专利进行了研究、分析、总结，提炼出了TRIZ理论中最重要，具有普遍用途的40个发明原理。

- |             |                      |                  |
|-------------|----------------------|------------------|
| 01、分割原理     | 16、部分达到或超越原理         | 29、气压或液压结构替代原理   |
| 02、抽取原理     | 17、多维化原理             | 30、柔性壳体或薄膜结构替代原理 |
| 03、局部质量改善原理 | 18、机械振动原理            | 31、多孔化原理         |
| 04、增加不对称性原理 | 19、周期性运动原理           | 32、色彩化原理         |
| 05、组合原理     | 20、有效持续运作原理          | 33、同质化原理         |
| 06、一物多用原理   | 21、快速运作原理（减少有害作用的时间） | 34、自生自弃原理        |
| 07、嵌套原理     | 22、变害为利原理            | 35、改变物理/化学参数原理   |
| 08、重量补偿原理   | 23、反馈原理              | 36、相变原理          |
| 09、预先反作用原理  | 24、借助中介物原理           | 37、热膨胀原理         |
| 10、预先作用原理   | 25、自服务原理             | 38、加速氧化原理        |
| 11、预置防范原理   | 26、复制原理              | 39、惰性（或真空）环境原理   |
| 12、等势原理     | 27、廉价物品替代原理          | 40、复合材料原理        |
| 13、逆向运作原理   | 28、机械系统替代原理          |                  |

## No.1 分割

- (1) 将一个物体分成相互独立的部分
- (2) 使物体分成容易组装及拆卸的部分
- (3) 增加物体相互独立部分的程度

- 组合式家具
- 模组化的电脑设备
- 组合机床
- 组合夹具
- 百叶窗



## No.2 抽取

(1) 将物体中的“负面”部分  
或特性抽取出来

(2) 只从物体中抽取必要的部  
分和特性

- 将嘈杂的压缩机放在室外

- 避雷针



- 战斗机油箱

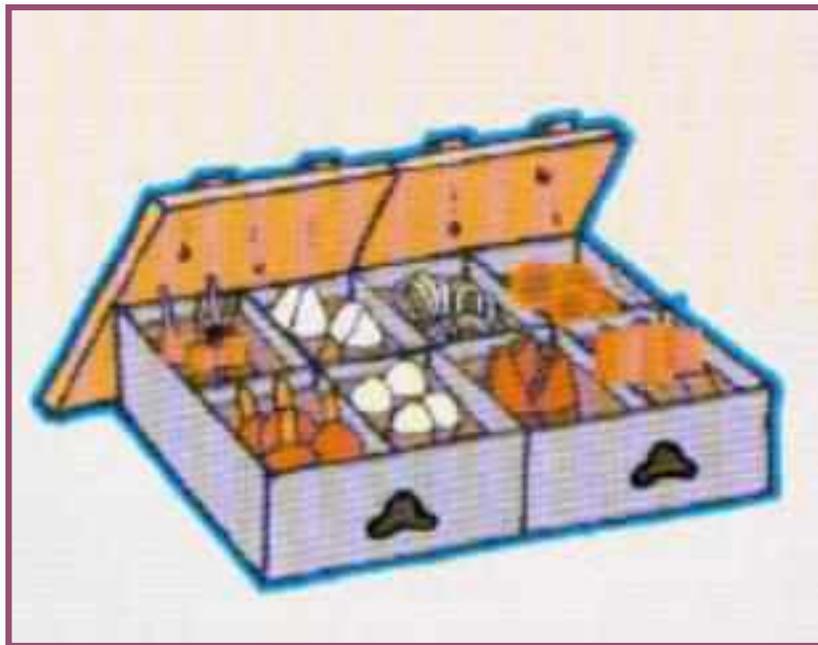


## No.3 局部质量

(1) 将物体或环境的同类结构转化成异类结构

(2) 使组成物体的不同部分实现不同的功能

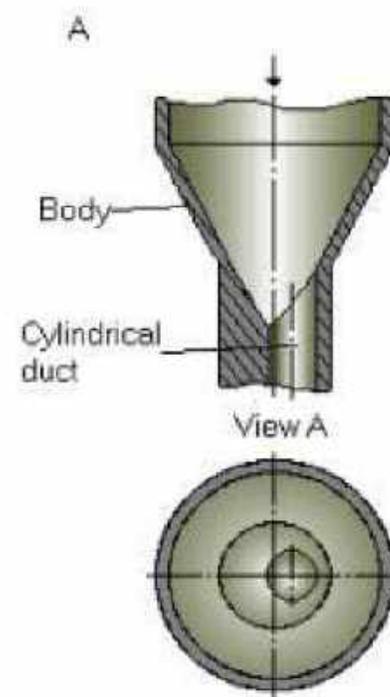
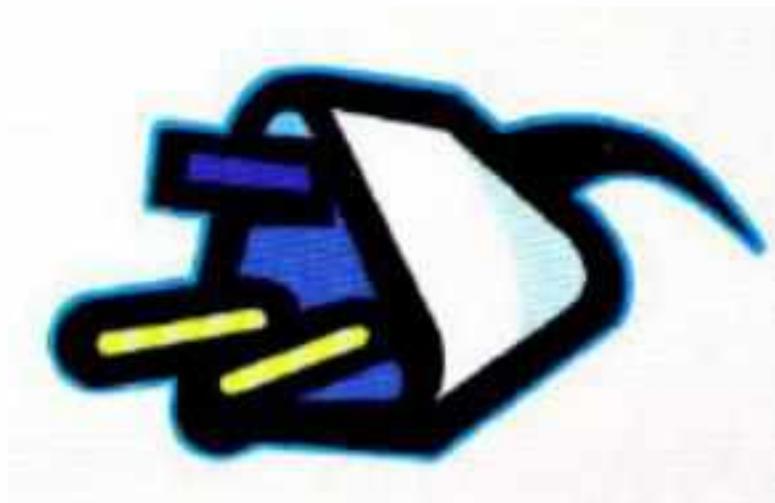
(3) 使组成物体的每一部分都最大限度地发挥作用



- 午餐盒被分成放热食、冷食及液体的空间
- 带有橡皮的铅笔，带有起钉器的榔头等

## No.4 不对称

- (1) 用不对称形式代替对称形式
- (2) 如果对象已经是不对称的，增加其不对称的程度



## No.7 套装

(1) 将一个物体放在第二个物体中，将第二个物体放在第三个物体中……

(2) 使一个物体穿过另一物体的空腔

- 俄罗斯套娃
- 天线
- 机床防尘板



## No.9 预先反作用

(1) 预先施加反作用

(2) 如果物体处于或将处于受拉伸状态，预先增加压力

- 滚珠丝杆螺母预压紧
- 缓冲器能吸收能量、减少冲击带来的负面影响

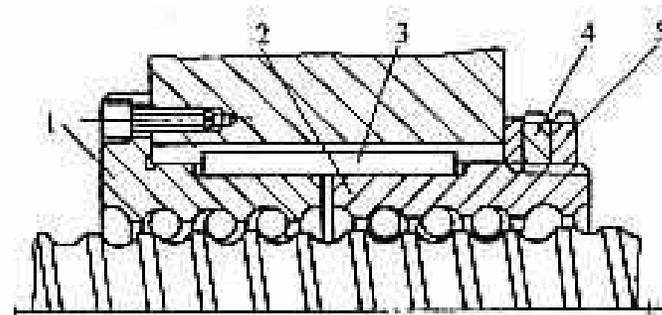


图 2-17 螺纹调整间隙法

1、2—单螺母；3—平键；4—调整螺母；5—锁紧螺母

## No.20 有效运动的连续性

(1) 持续采取行动，使对象的所有部分一直处于满负荷状态

(2) 消除空闲的、间歇的行动

- 打印机的打印头在回程过程中也进行打印



## No.24 中介物

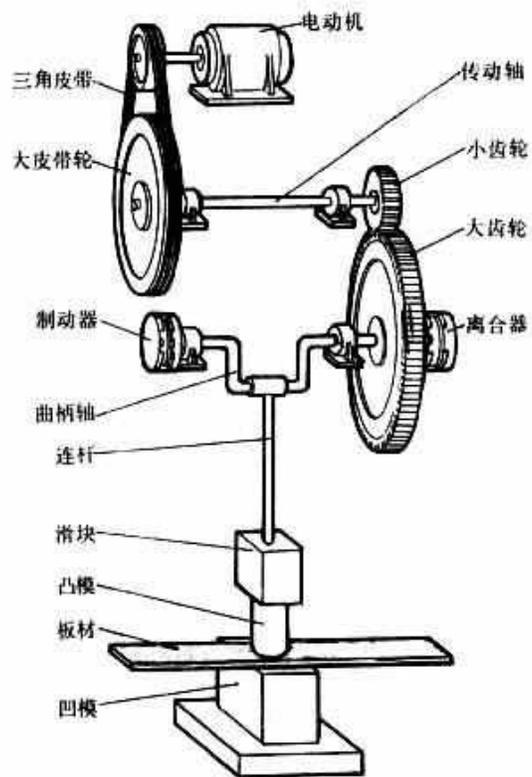
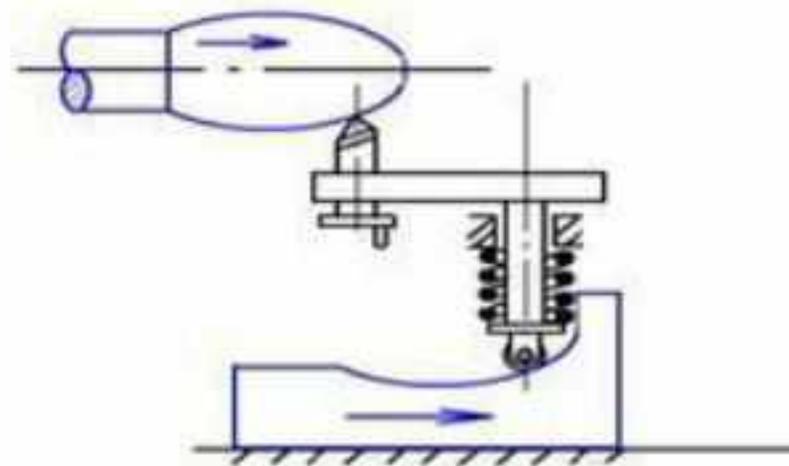


图2 机械压力机工作原理图

(1) 曲柄滑块机构:利用曲柄将  
旋转运动转为直线运动

(2) 靠模车削系统 (凸轮机构)

(3) 扫描仪中的碳粉

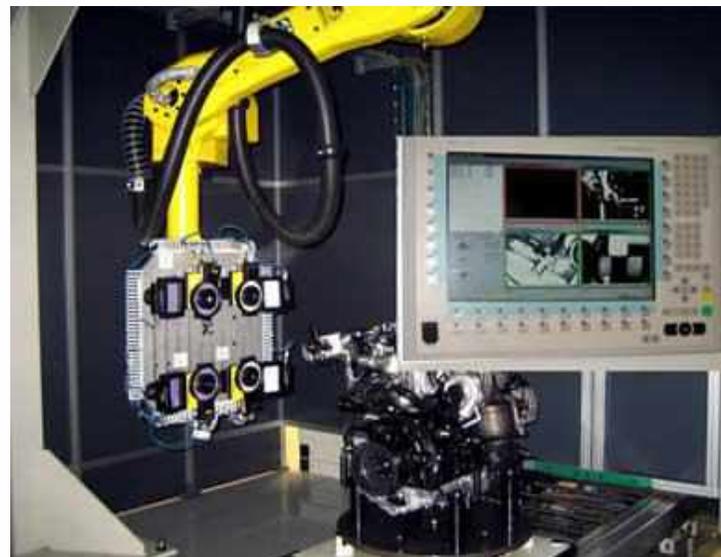


## No.28 机械系统的替代

(1) 用视觉、听觉、嗅觉系统代替机械系统

(2) 使用与物体相互作用电场、磁场及电磁场

(3) 扫描仪中的碳粉



## No.40 复合材料

- (1) 用复合材料代替均质材料
- (2) 改变局部性能



- 复合蜗轮
- 铝摆杆关节处嵌入钢套



## 2.2. 矛盾矩阵

矛盾矩阵表用来解决技术矛盾，即不同参数之间的矛盾。

竖着的一列，都是想要改善的参数。

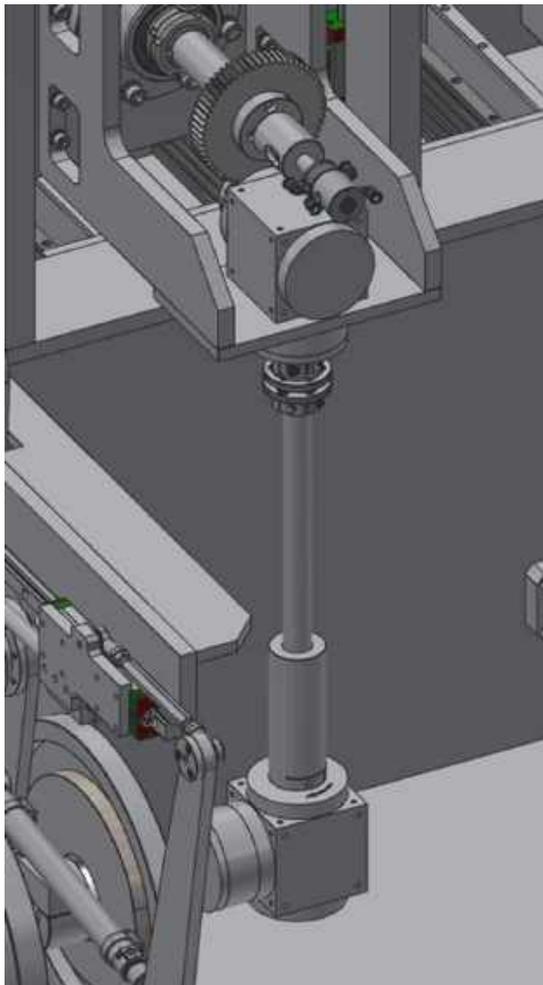
横着的一行，都是不想被恶化的参数。

在竖着的一列，找出你想要改善的参数；再在横着的一行，找到你不想要它被恶化的参数，两行（列）相交的那个格子，就是处理这对矛盾时，以往用得最多的解决原理。

		恶化的参数								速度	力
		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	运动物体的面积	静止物体的面积	运动物体的体积	静止物体的体积		
改善的参数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	运动物体的重量	+	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 10, 20	-	2, 8, 8, 10, 15, 36	8, 10, 18, 37
2	静止物体的重量	-	+	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	发明原理	-	-	8, 10, 19, 35

[TRIZ矩阵表（链接）](#)

## 2.3. 利用TRIZ分析传动系统实例



	恶化的通用工程参数
改善的通用工程参数	

35
适应性, 通用性

33	操作流程的方便性
----	----------

15, 34, 1, 16
------------------

## 三.传动链设计失效分析

### 立式连续式包装机



实现目标

## 失效设计案例

用滚珠丝杆正反转  
实现横封机构上下  
运动，替代了曲柄  
摆杆机构

丝杆磨损过快更换  
频繁，给客户增加  
使用成本



## 传动系统设计过程

1. 设计参数输入

2. 整机运动时序  
计算

3. 执行机构结构  
设计，应力分析

4. 整机传动方案制  
定，公差分配

# Thanks!

Shenzhen Longhua District Road No. 16 An Hongji waves of Creative Industrial Park building C.

深圳市龙华新区大浪创艺路16号安宏基工业园C栋

T - 18929357195 E - 2850623673@qq.com

[www.hefagear.com](http://www.hefagear.com)

[www.szhfcl.com](http://www.szhfcl.com)

[www.hefacd.com](http://www.hefacd.com)

深圳市合发齿轮机械有限公司  
Shenzhen HEFA Gear Machinery Co.,Ltd.



合发齿轮微信公众号



iHF 齿轮学堂