

系统功能分析和系统裁剪

江西创新方法培训中心
南航培训基地



目录

CONTENTS

- 系统功能的定义
- 系统功能分析
- 系统裁剪



目录

CONTENTS

- 系统功能的定义
- 系统功能分析
- 系统裁剪

2.1.1 功能的概念

功能 (Function) : 是指某组件 (子系统、功能载体) 改变或保持另一组件 (子系统、功能对象) 的某个参数的行为或作用 (Action)。



录放声音



提供光源



降低温度

定义功能的原则

功能描述系统或组件是用来做什么的。功能分析要回答‘主体作用于客体的什么参数？主体、作用、客体、客体参数是功能模型核心要素术语’的使用，破除人们的心理惯性。

功能=动作+对象 (F=V+O)

定义功能的原则：就是用两个词来说明，一个动词和一个名词。

动词回答“它能做什么”的问题，关注点在于用途而不是产品本身；

名词回答“作用的对象”，名词要可以度量；

定义功能的原则

功能=动作+对象 (F=V+O)

1、用动宾词组描述，功能=工作+对象 (V+O) 如：

电线的功能=传输电流

2、功能受体至少要有一个参数受到影响，发生改变。 如：

传输电流意味着电子位置的改变。

3、禁止使用“不”替代否定动词。

不能说“陶瓷不能传导电流”，而说“陶瓷阻碍电流”。

不能说“河堤缺口不能阻止河水”，而说“河堤缺口引导河水”

4、功能对象必须是组件，不能是组件参数，并且需要针对特定条件下的 具体技术系统进行功能陈述。

5、尽量用抽象的词语表达，避免使用专业术语

CHU 20

定义功能的原则

SVOP法定义功能

规范化表述技术系统实现的功能

技术系统（**S**, system）：

施加动作（**V**, verb）：

作用对象（**O**, object）：

作用对象的参数（**P**, parameter）：

因此，本技术系统的功能可以表达为

“ ____系统（S）+施加动作（V）+作用对象（O）+作用对象的参数（P） ”

定义功能的原则

功能定义的直觉表达与本质表达

技术系统	直觉表达	本质表达
电吹风机	吹干头发	蒸发水分
电风扇	凉爽身体	移动空气
放大镜	放大目标物	改变光线
白炽灯	照亮房间	发光
挡风玻璃	保护司机	防止车外物体撞击
二极管	整流电流	阻滞某极性电流

- 直觉表达：描述的不是功能，而是功能执行的结果
- TRIZ的功能定义采用**本质表达**

抽象表达法常用功能动词

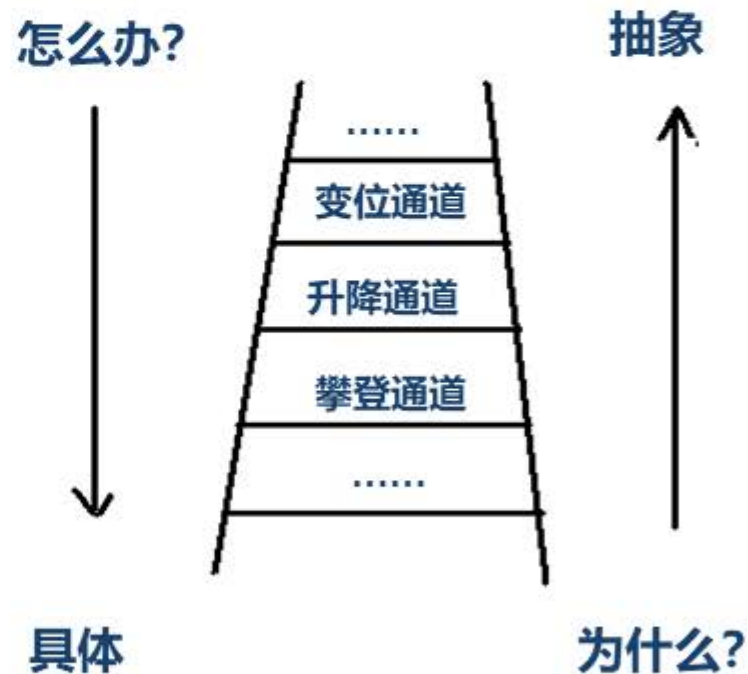
功能动词	功能动词	功能动词	功能动词
吸收	分解	加热	阻止
聚集	沉淀	支撑	加工
装配（组装）	破坏	告知	保护
弯曲	检测	连接	移除
拆解	干燥	定位	旋转（转动）
相变	嵌插	混合	分离
清洁	浸蚀	移动	振动
凝结	蒸发	定向	固定
冷却	析取	擦亮	传递
腐蚀	煮沸	防护	

CHU 20

功能描述的表达尽量抽象

价值在于通过多个定义的方法产生更多和更灵活的想法。

『练习』给阶梯的功能下定义



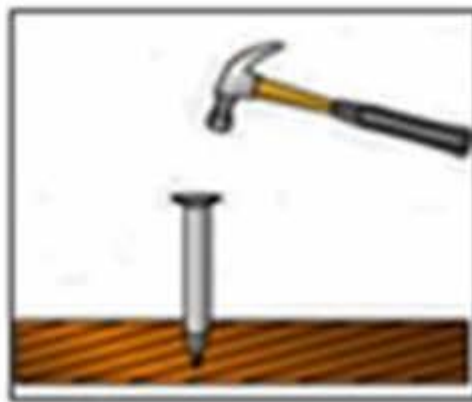
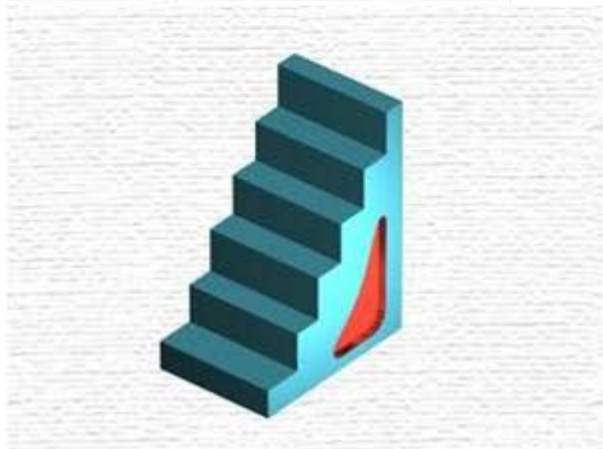
『练习』铁锤的功能



动词	名词
钉	钉子
敲击	钉子
传递	力量
利用	杠杆
.....	

定义功能练习

- 训练题：对下列物体进行抽象的功能定义。



功能的分类

➤有用功能: 基本（主要）功能

辅助功能

附加功能

—————→ 标准作用

.....→ 不足作用

➤负面功能: 有害功能

不足功能

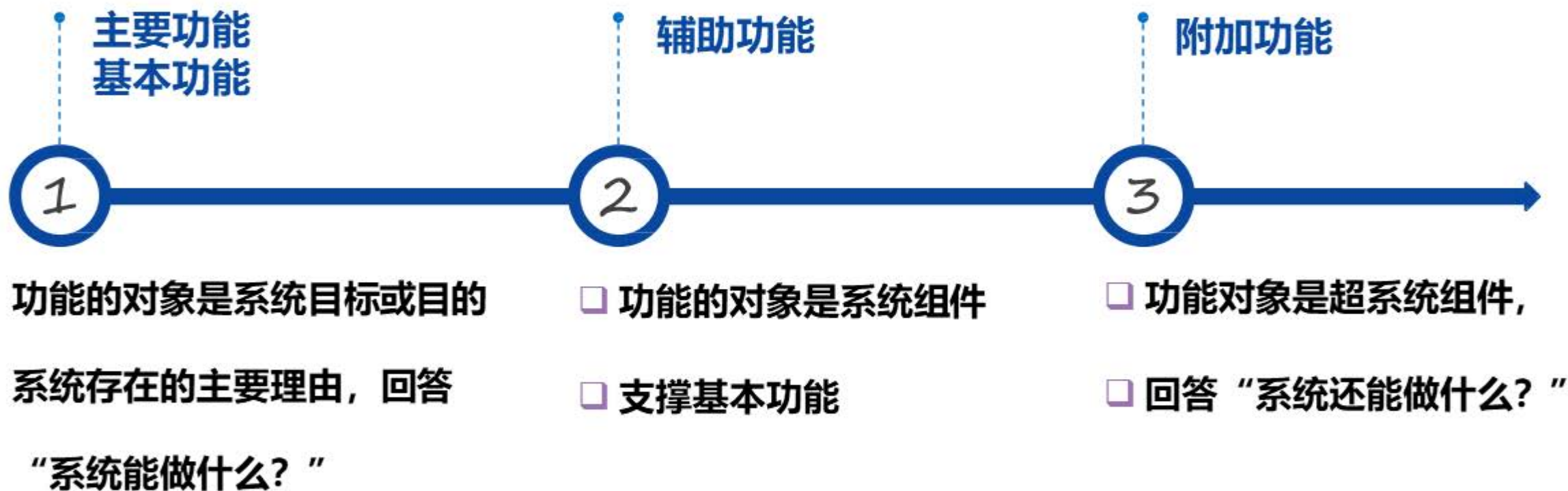
过渡功能

+++++→ 过度作用

~~~~~→ 有害作用

# 功能分类与级别

## 有用功能级别





# 目录

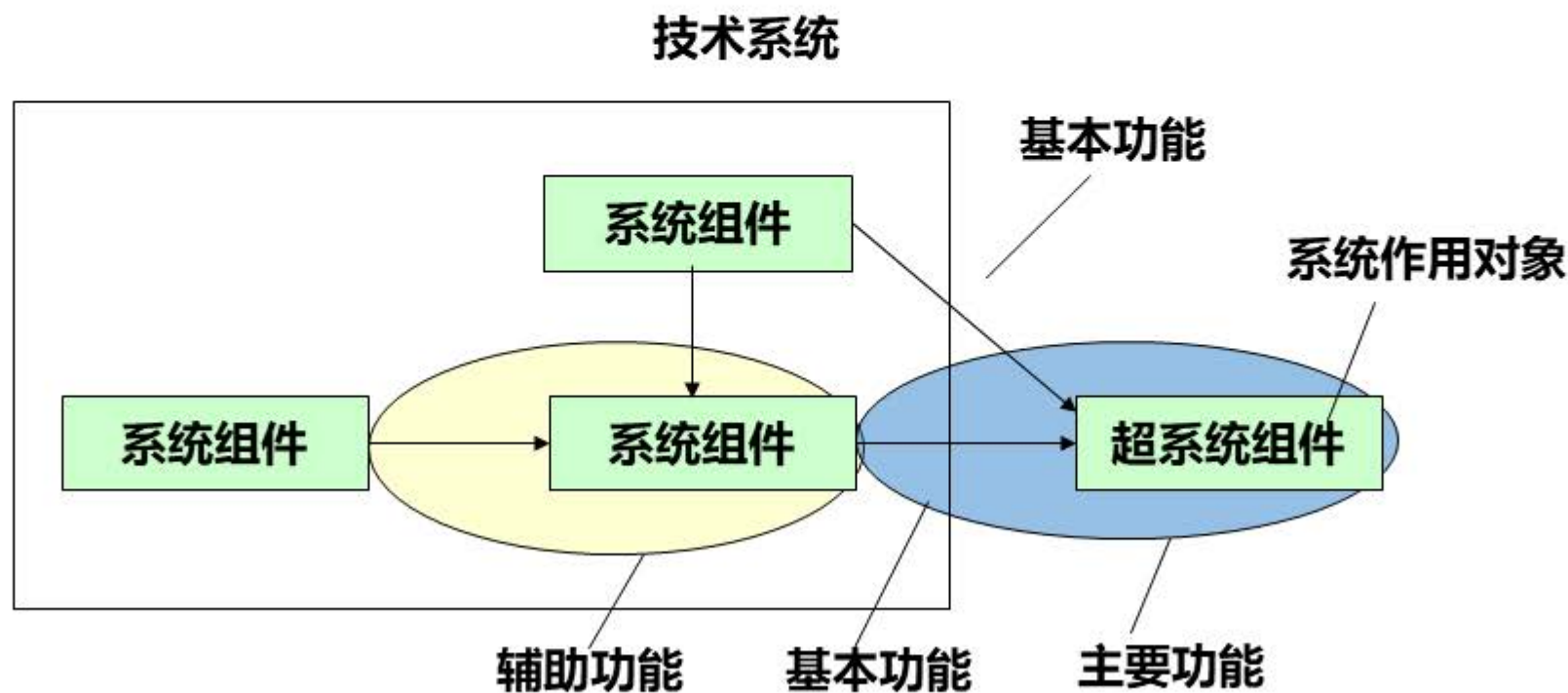
CONTENTS

- 系统功能的定义
- 系统功能分析
- 系统裁剪

## 2.2 系统功能分析

对已有系统进行分解

由多个**子系统**组成，子系统由**组件**和操作构成  
由层次结构的，系统的更高级系统称**超系统**



系统功能分析的主要目的：对已有系统进行分解，确定技术系统所提供的主要功能，明确各组件的有用功能及对系统功能的贡献，建立并绘制组件的功能模型。



### 组件列表

回答技术系统是由**哪些组件组成**：  
包括系统作用对象、技术系统组件、子系统组件，以及和系统组件发生相互作用的超系统组件



### 结构关系

描述组件之间的相互作用关系。  
**矩阵**：检查每对组件之间的关系  
**表格**：详细描述这对组件之间的相互作用关系



### 组件模型

用规范化的功能描述，揭示组件之间的相互关系，以及实现系统功能的能力如何。

## 组件：

- 技术系统、超系统、子系统中的某一组成对象。
- 由物质或场组成的某一对象。

**物质**是拥有净质量的对象，可以是自然界的任何东西。

**场**是一种传递物质之间的相互作用的无净质量的对象，它的概念区别于物理学中的场，只要物质之间存在相互作用、联系和影响，都可以称之为场。

功能模型组件总数（包括超系统）10-15为宜。

CHU 20

- 组件分析目的：识别技术系统的组件及超系统组件，组件分析回答了技术系统由哪些组件组成，具体包括系统作用对象、系统组件、子系统组件，以及和系统组件发生相互作用的超系统组件。

### 组件功能分析作用：

通过分析当前系统的组件（和功能）之间的作用关系和与超系统之间的作用关系，确定技术上的矛盾和**功能上的限制**。

优化技术系统功能并减少实现功能的消耗，使技术系统以很小的代价获得更大的价值，进行**系统裁剪**，从而提高系统的理想度。

# 系统组件分析

## 实例1：可乐瓶

### 系统功能分析：

系统：可乐瓶

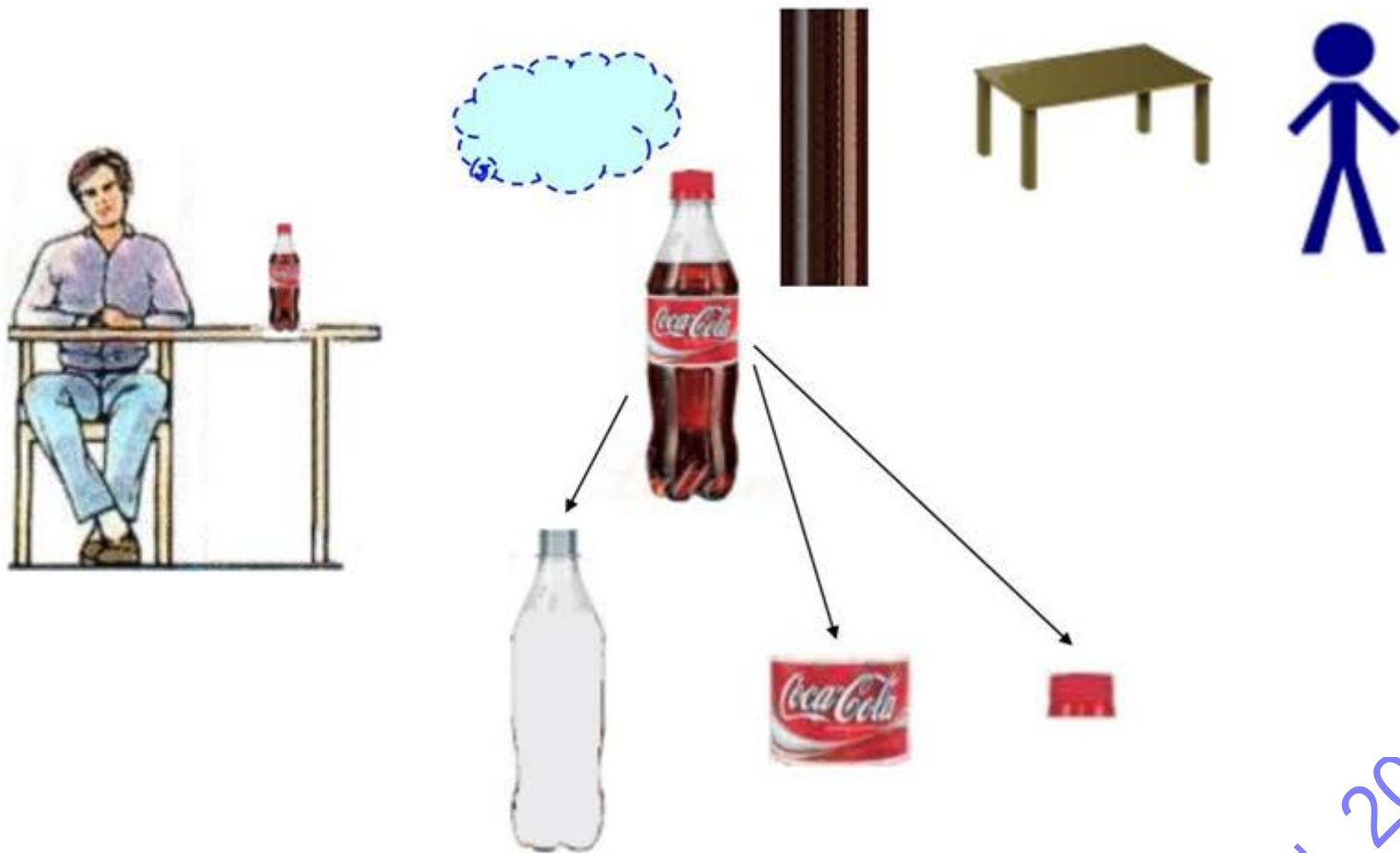
系统功能：存储可乐

组件：瓶子、可乐、标签、瓶盖、人、桌子、外界环境

### 组件功能：

瓶子支撑可乐 标签通

知人 瓶盖密封可乐



CHU 20

# 系统组件分析

## 实例1： 可乐瓶

本系统的功能是： 存储可乐 (即SVOP形式的表述)

本系统的作用对象是： 可乐 (即SVOP中的O)

组件列表

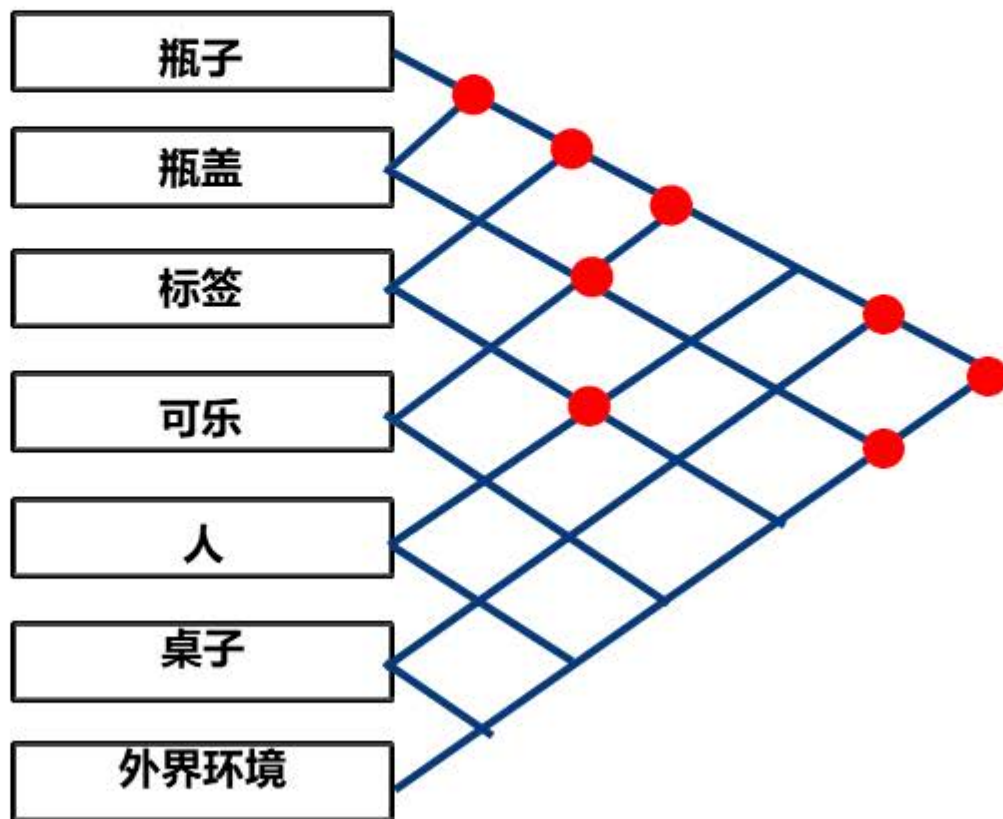
| 超系统组件                    | 组件 | 子组件 |
|--------------------------|----|-----|
| 人、<br>桌子、<br>外界环境、<br>可乐 | 瓶子 |     |
|                          | 瓶盖 |     |
|                          | 标签 |     |
|                          |    |     |
|                          |    |     |
|                          |    |     |

CHU 20

## 实例1：可乐瓶

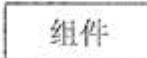
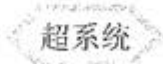
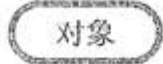
### 结构关系

列出系统组件、超系统组件、子系统组件和系统作用对象



标记出相互作用关系

功能模型基于关系矩阵采用规范化的功能描述方式来表述组件之间的相互关系，能够形象地将各组件间的所有功能关系及功能性质全部展示出来。

| 功能分类   | 功能等级      | 性能水平                                                                                  | 成本水平       |
|--------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 有用功能   | 基本功能 (B)  | 正常 (N)                                                                                | 微不足道的 (Ne) |
|        | 辅助功能 (Ax) | 过度 (E)                                                                                | 可接受的 (Ac)  |
|        | 附加功能 (Ad) | 不足 (I)                                                                                | 难以接受的 (UA) |
| 有害功能   | 有害功能 (H)  |                                                                                       |            |
| 图例     |           |                                                                                       |            |
| 正常功能   |           |    |            |
| 过度功能   |           |    |            |
| 不足功能   |           |    |            |
| 有害功能   |           |    |            |
| 系统组件   | 矩形        |    |            |
| 超系统组件  | 六棱形       |  |            |
| 系统作用对象 | 圆角矩形      |  |            |

2.3 功能模型图绘制图例

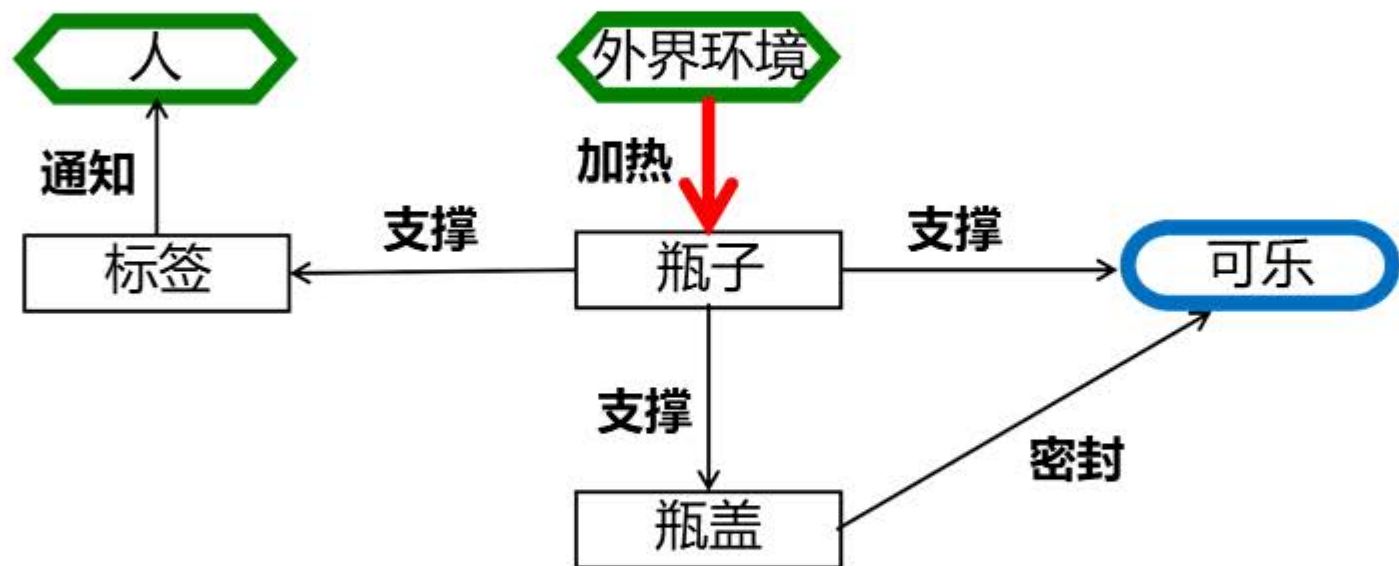
CHU 20

## 建立功能模型的原则

- 1、针对特定条件下的具体技术系统进行功能陈述（此情此景，全息透视）。
- 2、只有在作用中才能体现功能，所以在功能描述中必须有动词反映该功能。  
不能采用不体现作用的动词，也不能采用否定动词。
- 3、功能存在的条件是作用改变了功能受体的参数。
- 4、功能陈述包括作用与功能受体，体现作用的动词能表明功能载体要做什么，  
功能受体是物质，不能是参数。
- 5、在陈述功能时可以增添补充部分，指明功能的作用区域、作用时间、作用方向等。

# 功能模型

## 实例1：可乐瓶（组件模型）



**明确功能关系、改善功能结构**



■ 训练题2：普通塑料壳热水瓶

技术系统：热水瓶

功 能： 保持水温

| 超系统组件                 | 组件 | 功能    |
|-----------------------|----|-------|
| 人、<br>桌子、<br>空气、<br>水 | 瓶胆 | 降低热传导 |
|                       | 瓶塞 | 减少对流  |
|                       | 外壳 | 保护瓶胆  |
|                       | 瓶嘴 | 引导水流  |
|                       | 底托 | 支持瓶胆  |
|                       |    |       |



CHU 20



# 目录

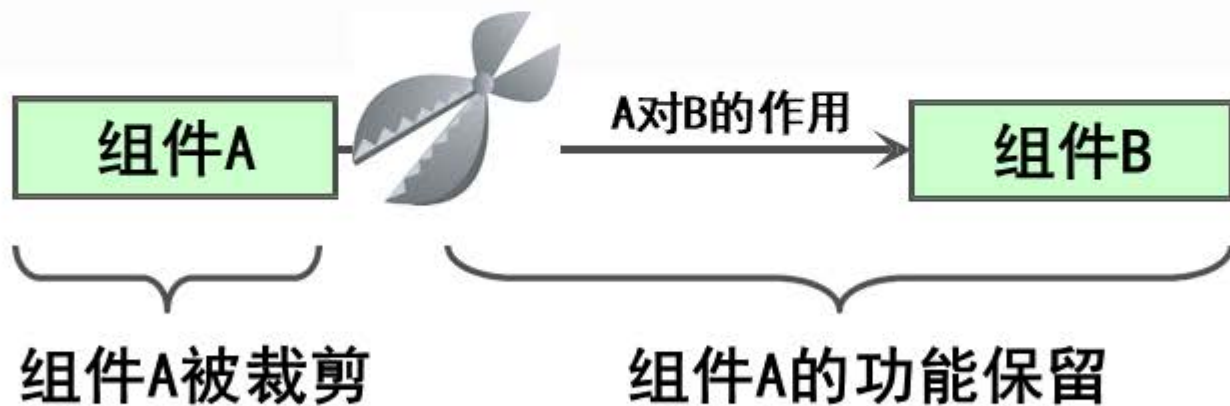
CONTENTS

- 系统功能的定义
- 系统功能分析
- 系统裁剪

## 系统裁剪

 **裁剪：**当找到系统中需要删减（如价值最低）的组件时，尝试将该组件裁剪，同时把它有用的功能提取出来，让系统中存在的其他部分去完成这个功能，从而实现降低成本，提高系统理想度。

 既消除了该部分产生的有害功能，又降低了成本，同时所执行的有用功能依旧存在。



**裁剪的目的：**精减组件数量，降低系统的组件成本，优化功能结构，合理布局系统架构 体现功能价值，提高系统实现功能的效率 消除过度、有害、重复功能，提高系统理想化程度。

# 裁剪前思考：

在对系统组件进行裁剪之前，必须考虑五个问题：

1. 我们需要这个组件所提供的功能吗？
2. 在系统内部或系统周边，有没有其他组件可以实现该功能？
3. 现有的资源能不能实现该功能？
4. 能不能用更便宜的方法来实现该功能？
5. 相对于其他组件而言，该组件与其他组件是不是存在必要的装配或运动关系？

## 裁剪法的原则

- 1.如果分析该系统的专家有足够的经验，可以通过对具体问题的具体分析选择出需要裁减掉的组件。
- 2.提供辅助功能组件的价值小于提供基本功能组件的价值，可以优先考虑被裁剪掉。
- 3.如果希望降低技术系统的成本，可以考虑裁剪系统中成本最高的组件；如果是希望降低系统的复杂度，则可以考虑裁剪系统中复杂度最高的组件。

CHU 20

## 系统裁剪的步骤

- **组件分析：**描述组成系统的组件；
- **相互作用分析：**描述组件之间的相互作用关系；
- **建立功能模型：**用规范化的功能描述，揭示整个技术系统所有组件之间的相互作用关系以及如何实现系统功能；
- **确定裁减组件：**根据组件功能价值及系统需要确定待裁减组件；
- **实施裁减：**选择裁减策略，构建解决方案。

## 系统裁剪及方法

**选择被裁减的组件（价值最低、提供辅助功能、实现相同功能、具有有害功能），实施裁减。前提：确保被裁减组件的有用功能重新分配。**

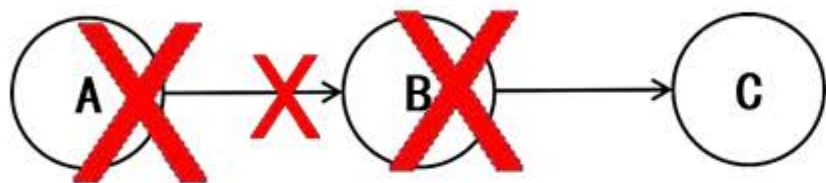


### 实施方法：

- 1 若没有组件B，因此组件B也就不需要组件A的作用，那么组件A可以裁剪掉。
- 2 组件B能自我完成组件A的功能，组件A可被裁减掉。
- 3 技术系统或超系统中其他的组件可以完成组件A的功能，组件A可被裁剪掉。
- 4 技术系统的新添组件可以完成组件A的功能。

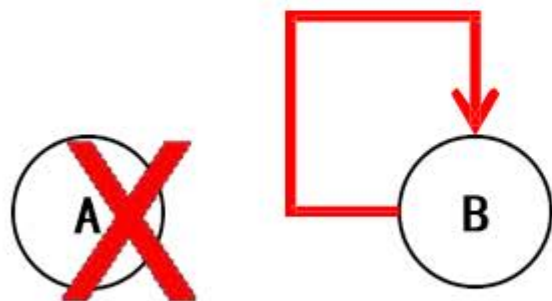
## 系统裁剪及方法

### 裁剪结果



组件A 弹性囊  
组件B 压缩空气

无气轮胎

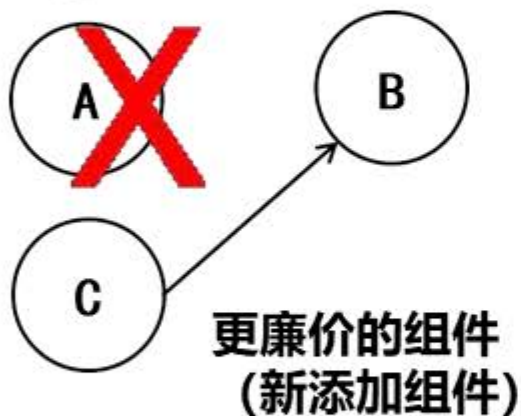
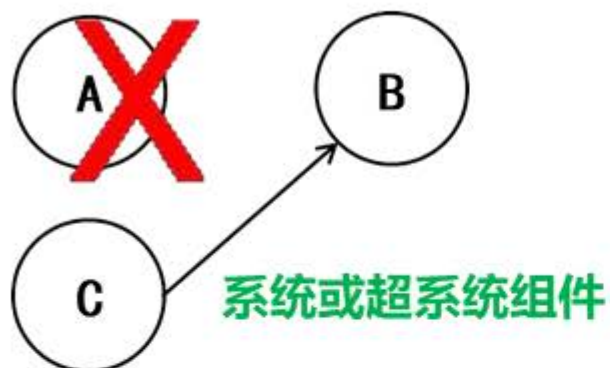


组件A 连接螺钉  
组件B 机箱盖



组件A  
组件B 具有卡槽的机箱

## 系统裁剪及方法



## 衣服



|      |      |
|------|------|
| 组件 A | 手工盘扣 |
| 组件 B | 门襟   |
| 组件 C | 塑料钮扣 |

- 裁剪后的功能替代顺序
- 裁剪方式的优先级：

受体→系统→超系统→新系统

1→2→3→4

裁剪工程实例

例：眼镜系统的裁剪

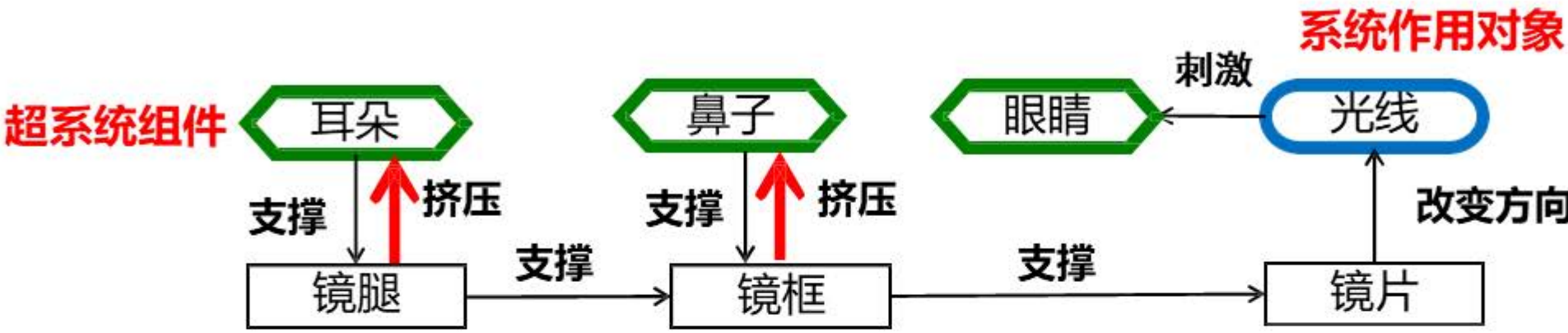
功能：折射光线

| 超系统组件                | 组件 | 子组件（将某组件拆分为相应的子组件，写在本列） |
|----------------------|----|-------------------------|
| 鼻子<br>耳朵<br>眼睛<br>光线 | 镜片 |                         |
|                      | 镜框 |                         |
|                      | 镜腿 | 金属杆，塑料套                 |
|                      |    |                         |
|                      |    |                         |
|                      |    |                         |

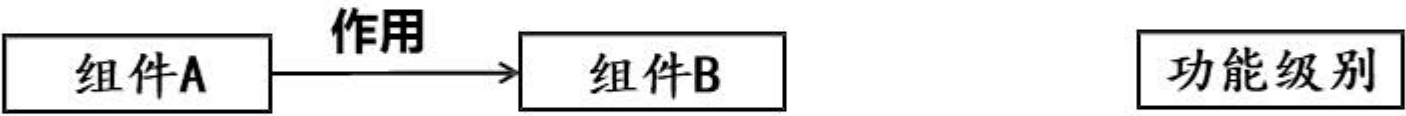


“CHU 20”

# 组件模型与功能分析



系统组件



眼镜 折射 光线

镜片 折射 光线

镜框 支撑 镜片

镜腿 支撑 镜框

主要功能

基本功能

辅助功能1

辅助功能2

CHU 20

# 系统裁剪1

## 选择价值最低的组件——镜腿

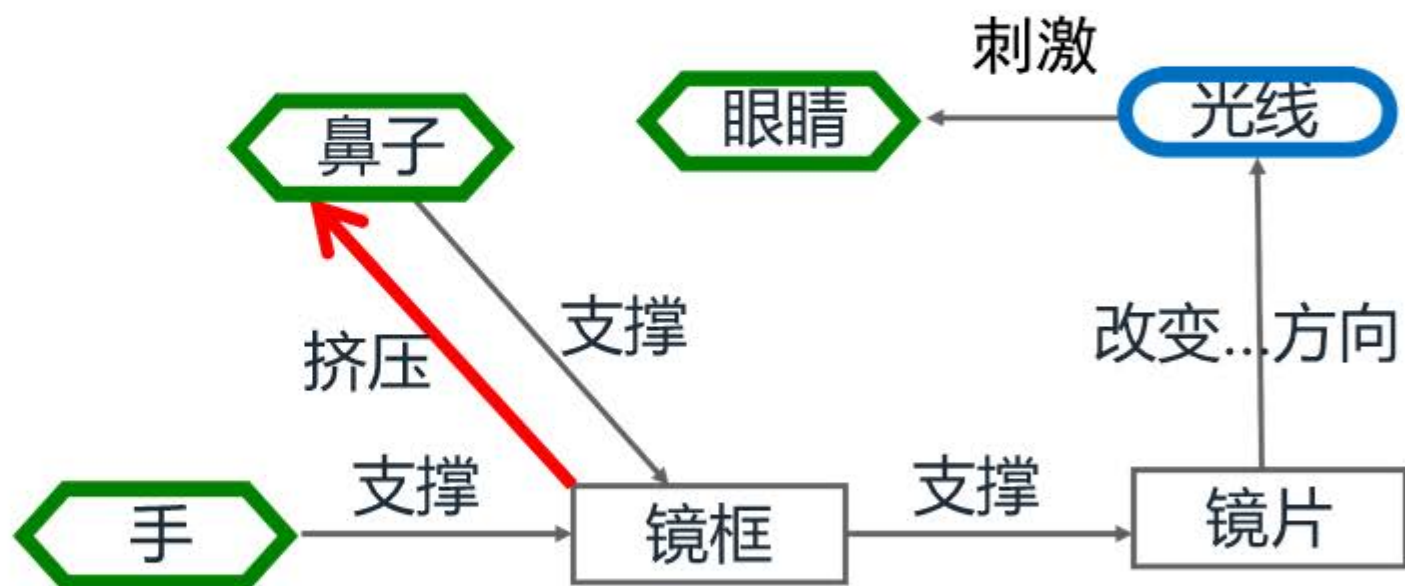


- 镜腿的功能为支撑镜框。
- 根据裁剪法的实施策略，逐一寻求裁剪镜腿的解决方案。

- (1) 实施策略一：没有镜框（因此镜框不需要支撑作用）。
- (2) 实施策略二：镜框自我完成支撑作用。
- (3) 实施策略三：技术系统中其他组件完成支撑镜框作用（如镜片）；超系统组件完成支撑镜框作用（如手、鼻子、眼睛等）。

# 系统裁剪1

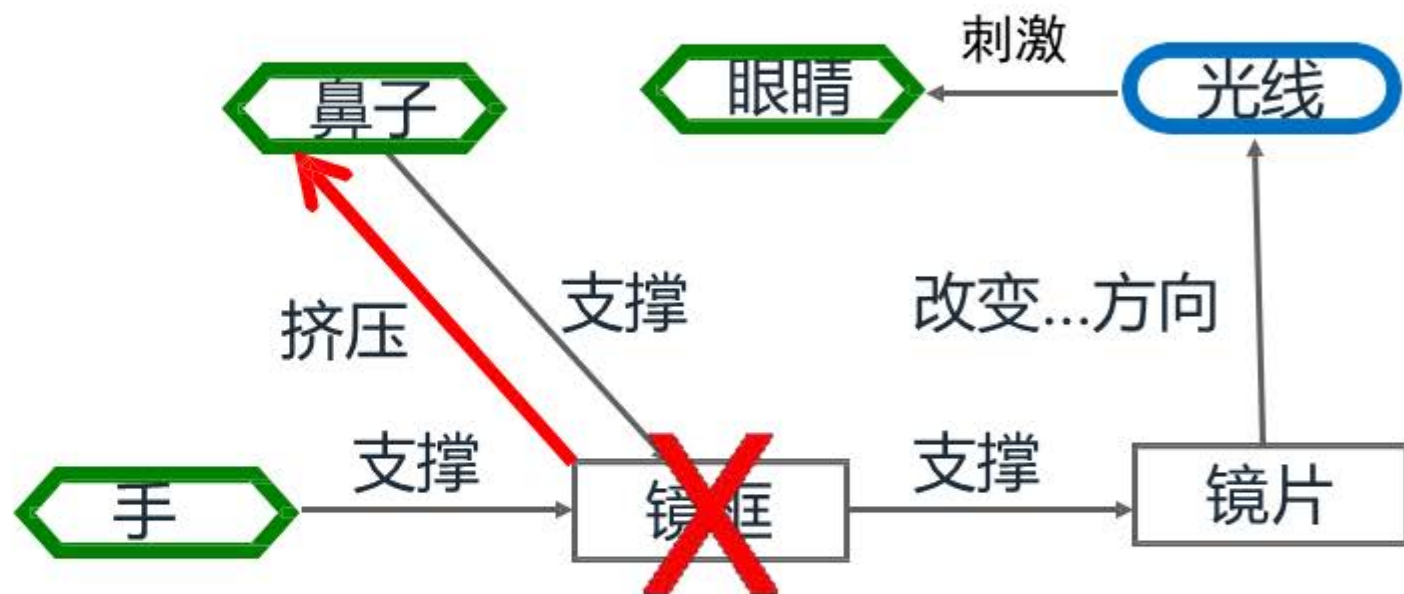
选择策略三，用超系统组件中的鼻子或手，来完成支撑镜框的功能



## 系统裁剪2

继续裁剪，眼镜系统中剩余的组件中，镜框和镜片相比，镜框的功能是辅助的，相对价值较低，故裁减镜框。

**镜框功能：支撑镜片**  
根据裁剪法的实施规则，逐一寻求裁剪镜腿的解决方案。

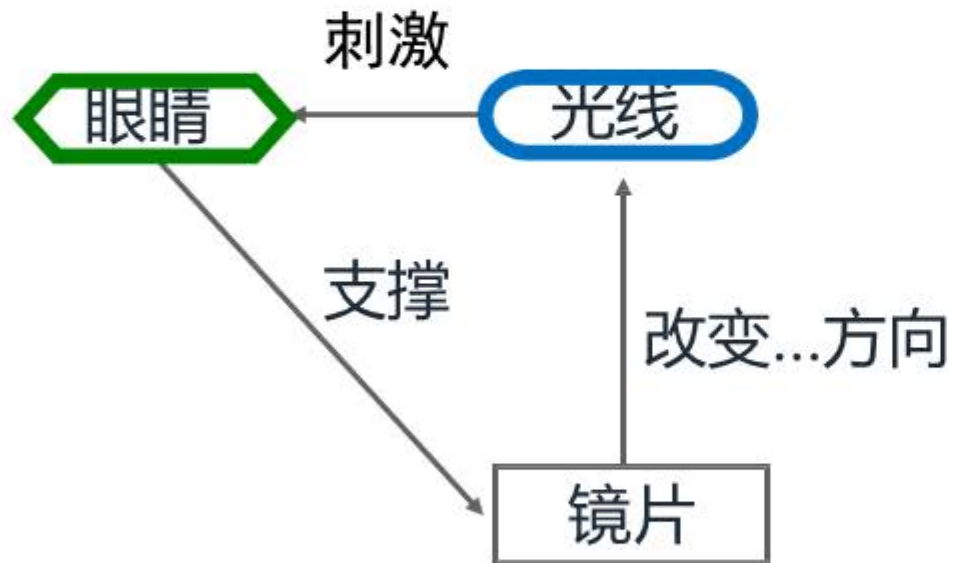


符合以下条件可被裁剪：

- 1 规则一：没有镜片（因此镜片不需要支撑作用）
- 2 规则二：镜片自我完成支撑作用。
- 3 ✓ 规则三：技术系统中其他组件完成支撑镜片作用（无）；  
超系统组件完成支撑镜片作用（如手、鼻子、眼睛等）

## 系统裁剪2

选择规则三，用超系统组件中的眼睛，来完成支撑镜片的作用



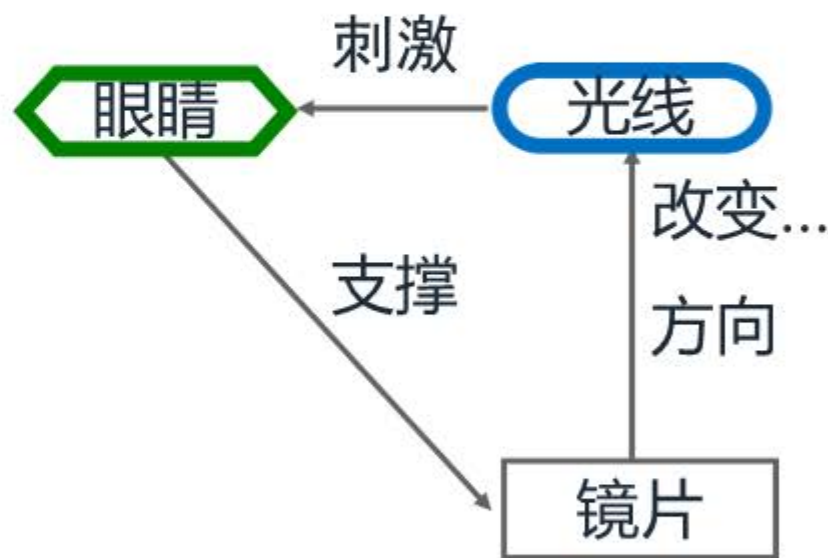
很容易想到，  
这种眼镜就是  
隐形眼镜

“CHU 20”

## 系统裁剪3

再继续裁剪，系统中还剩一个组件，即镜片，那么，镜片可以被裁剪掉吗？

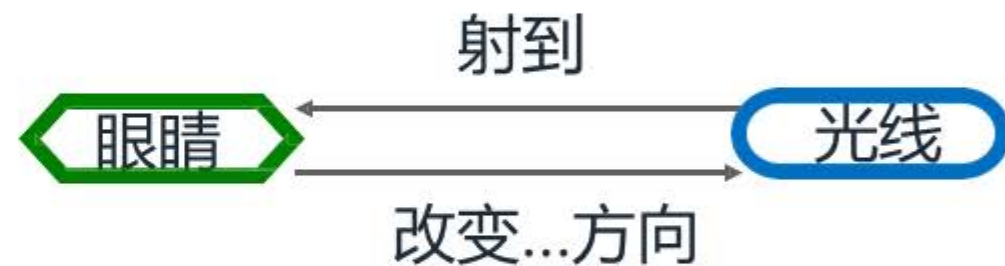
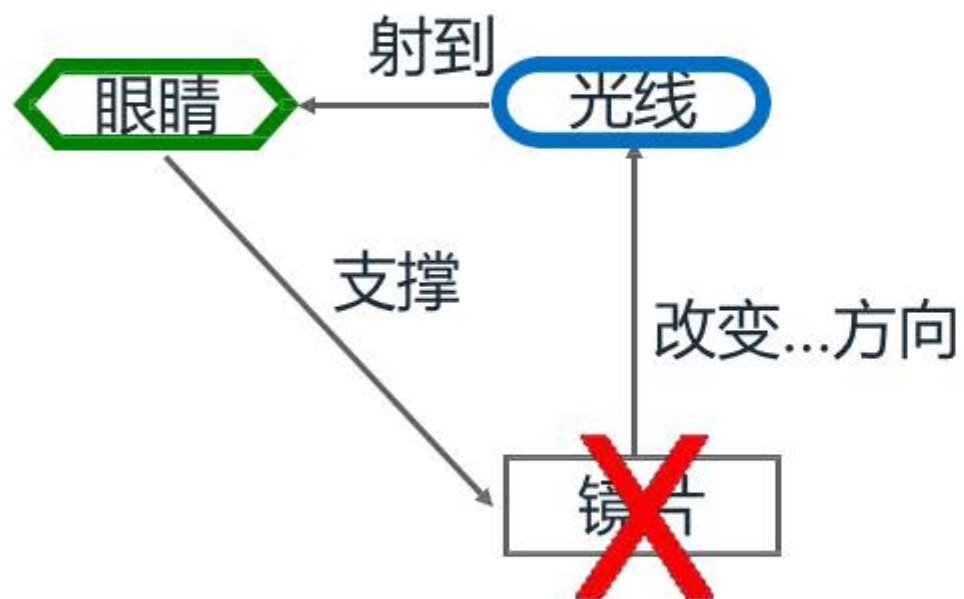
- 镜片的功能为改变光线的方向，使其进入眼镜。
- 根据裁剪法的实施策略，逐一寻求裁剪镜片的解决方案。
  - 1 规则一：没有镜片（因此镜片不需要支撑作用）
  - 2 规则二：镜片自我完成支撑作用。
  - 3 规则三：技术系统中其他组件完成支撑镜片作用；超系统组件完成支撑镜片作用（如手、鼻子、眼睛等）。



CHU 20

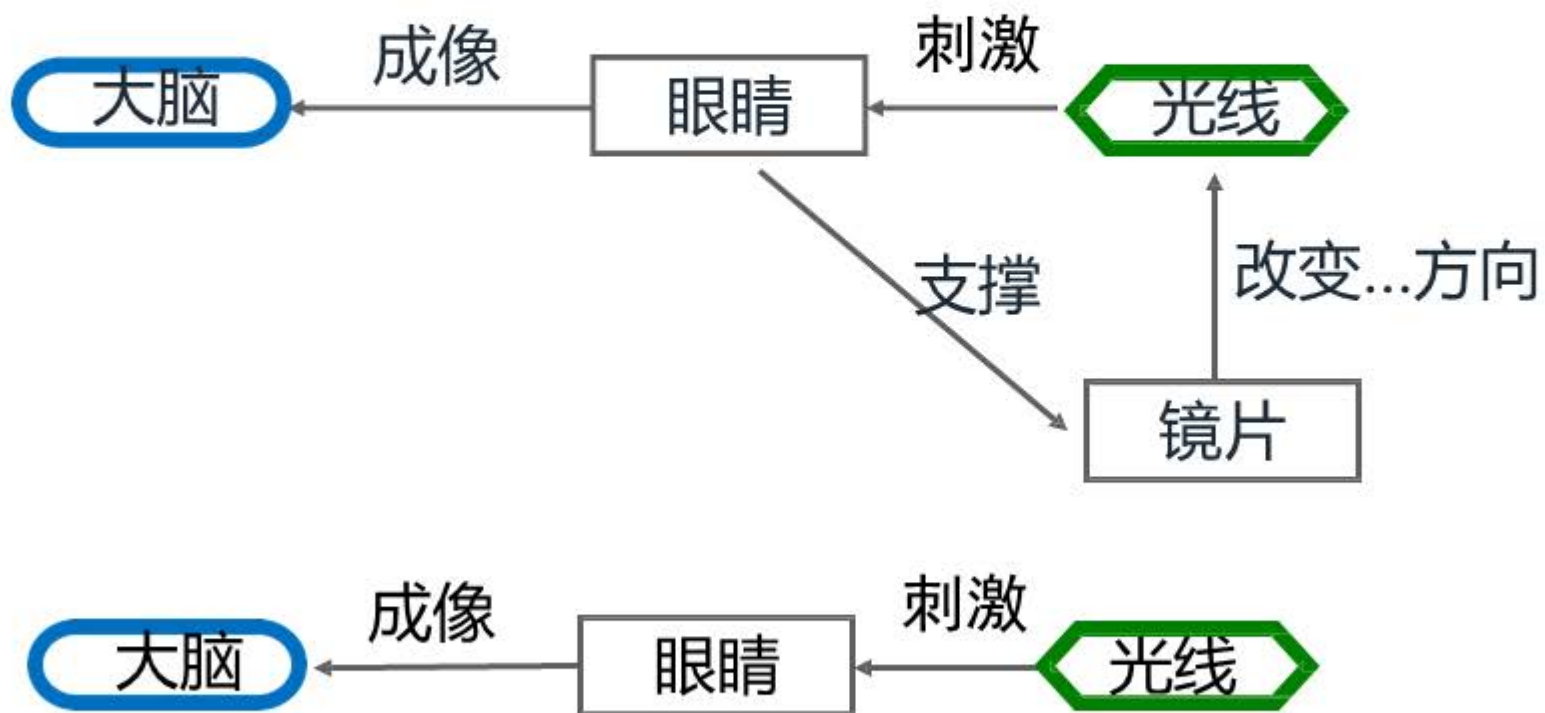
## 裁剪工程实例

### ➤ 这样裁减是否有问题？



## 裁剪工程实例

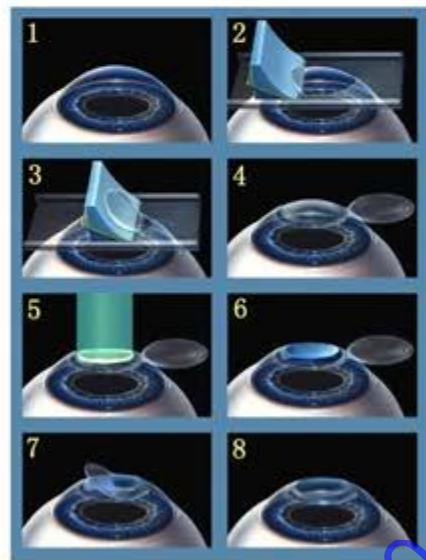
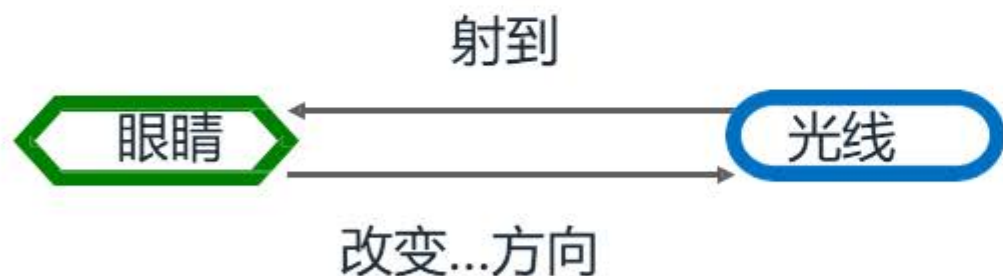
### ➤ 系统功能模型图应该重新绘制和重新裁剪



## 系统裁剪3

➤ 选择实施策略三，用超系统组件中的眼睛，来完成改变光线方向的作用。

➤ 整个眼镜系统已被裁剪，眼镜不存在了。通过眼睛自身来改变光线的方向，完成调整视力的功能。这就是现在的医疗技术----近视眼手术。



## 裁剪工程实例

### ➤ 新的问题来了？眼睛还能被裁减掉吗？



眼睛：光线→.....→视网膜（形成物像）



## 裁剪工程实例

### ➤ 应用规则三



可以裁剪掉“眼睛”，及其子组件包括视网膜等

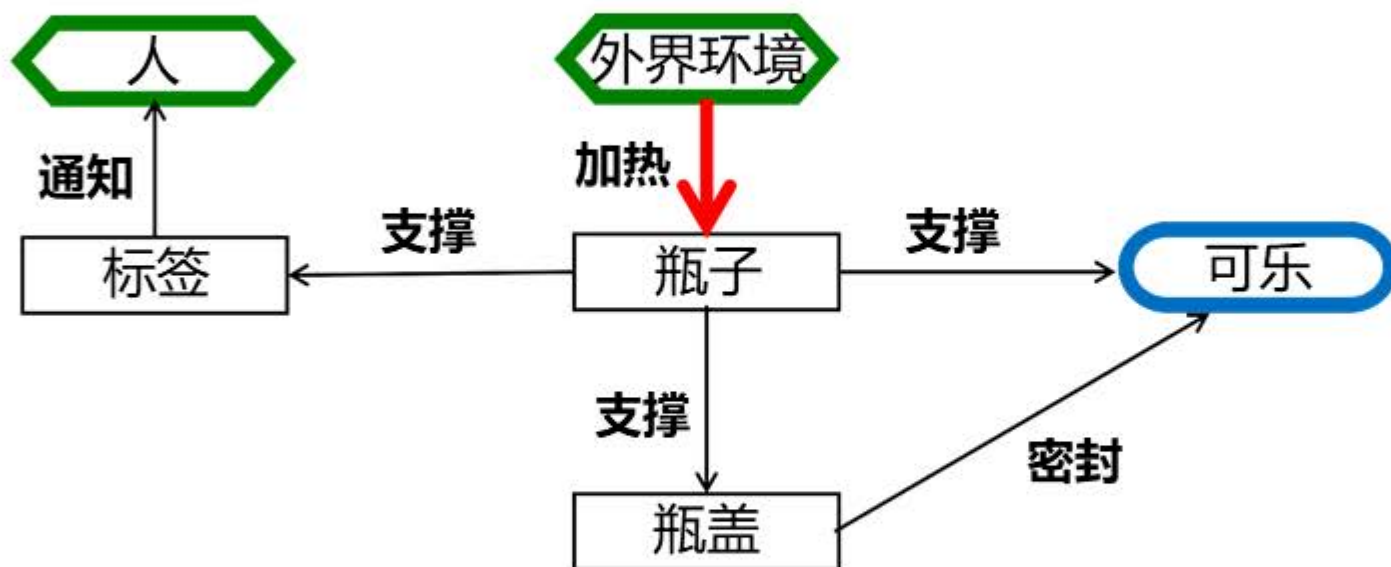


那么大脑如何接受相关的画面信息？



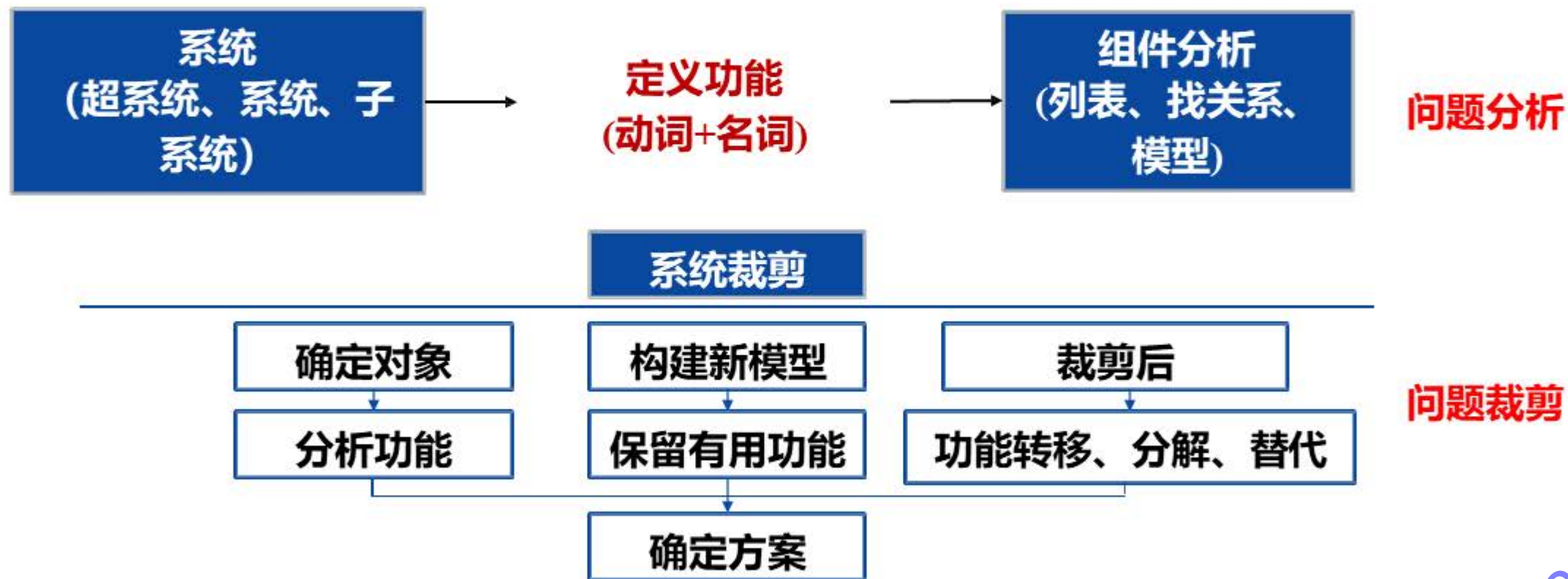
## 系统组件分析训练

### ■ 训练题：可乐瓶的裁剪



CHU 20

# 功能分析和裁剪



本教学资源仅作为学习交流使用，禁止用于商业用途！

本教学资源受科技部创新方法专项（项目编号：2019IM010100）支持。

感谢浙江省创新方法推广应用与服务基地对本资源的大力支持。

参考教材：《创新之道——TRIZ理论与实战精要》（清华大学出版社）

对本课件资源中部分内容参考和引用的市面上已出版或发行图书及来自互联网等资料的文字、图片、表格数据等资料，均要求注明作者和来源。但由于各种原因，如资料引用时未能联系上作者或者无法确认内容来源等，因而有部分未注明作者或来源，在此对原作者或权利人表示感谢。若使用过程中对本资源有任何异议或涉及侵权，请及时联系我们，我们会在第一时间与您沟通处理。

邮箱：[trizpopularizenchu@126.com](mailto:trizpopularizenchu@126.com)

For some of the content in this courseware resource, the author and source are required to indicate the author and source of the published or issued books on the market and the text, pictures, table data and other materials from the Internet. However, due to various reasons, such as the failure to contact the author when citing the material or the inability to confirm the source of the content, etc., some of the authors or sources are not indicated, and we would like to express my gratitude to the original author or right holder. If you have any objections to this resource or involve infringement during use, please contact us in time, and we will communicate with you as soon as possible.

Email: [trizpopularizenchu@126.com](mailto:trizpopularizenchu@126.com)