



第一讲 绪论

哈尔滨工程大学 机电学院

葛杨

geyang@hrbeu.edu.cn

13936427662

概述

通用设计方法与·字面理解方法

设计：

•需求与思想的实践表达？具有创新性的实践活动。

设计方法：

•针对设计特定目标，解决问题的办法；掌握设计的程序、规律基础上，高效解决问题的设计思维、方法和工具。

设计方法学：

•一门新的系统学科；根据设计过程中一般规律和符合设计规律的合理设计程序；采用先进的工具和手段进行开发性设计的方法

多棱镜下的设计方法

“现代设计方法” 的深入理解

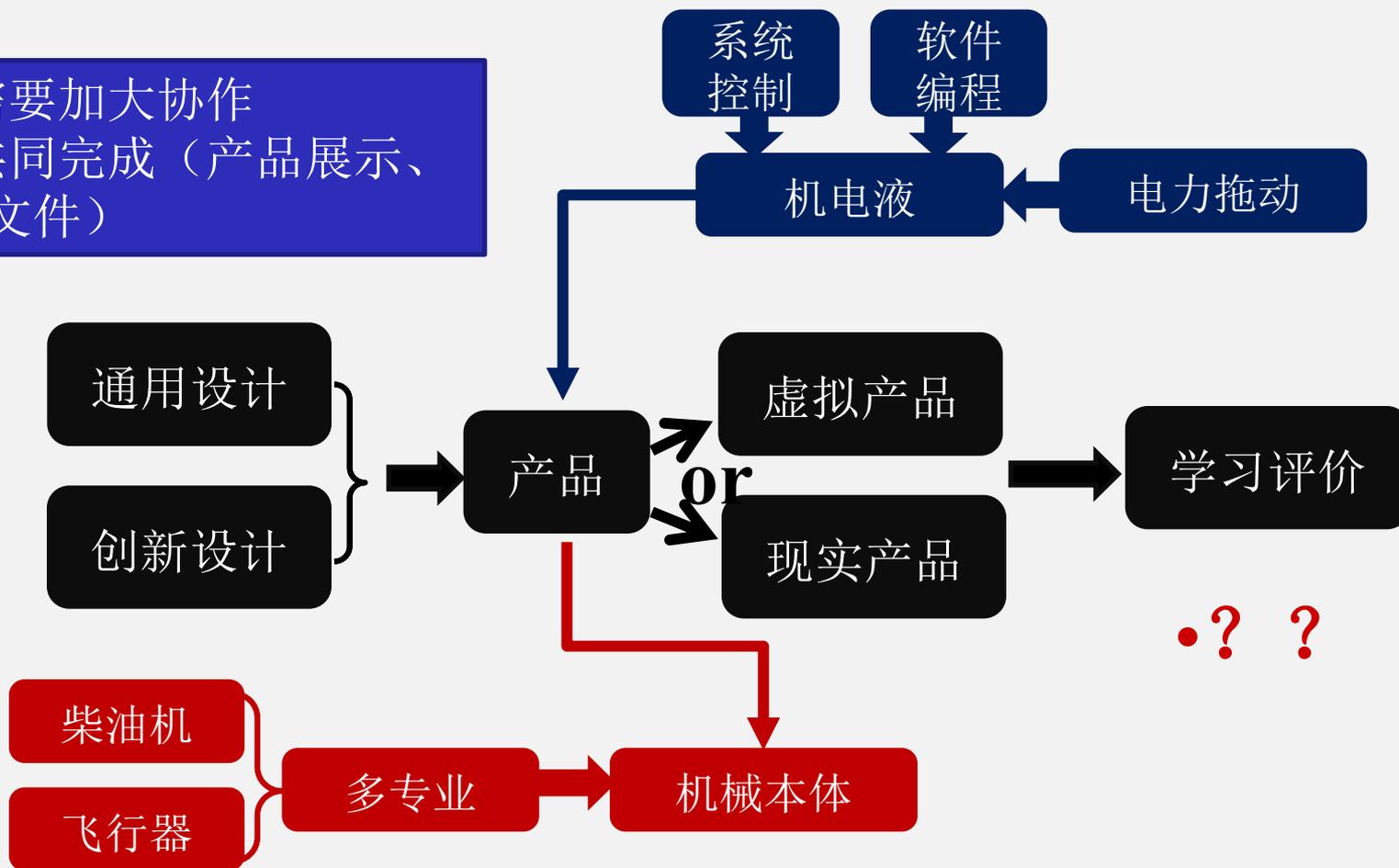
- 根据**现代的需求**，完善设计过程、优化每个步骤、逻辑联系形成工作程序，以期获得优质产品过程，形成设计方法学。
- 现代：系统的**观点**，考虑多学科影响（例如：环境），获得高质、价廉、有创新的产品而使用的工作程序、方法和**工具**的总称。
- **发展的使用**设计方法，推陈出新——有限元、优化等方法。通用设计与创新设计方法也不断的丰富。

课程目标与宗旨

- 1) **走进**设计、认识和了解设计及其方法;
- 2) **理解和掌握**设计的程序、规律及思维和理念，培养设计选择适当的工作方法能力，解决问题。
- 3) 设计中，**享受**设计过程;

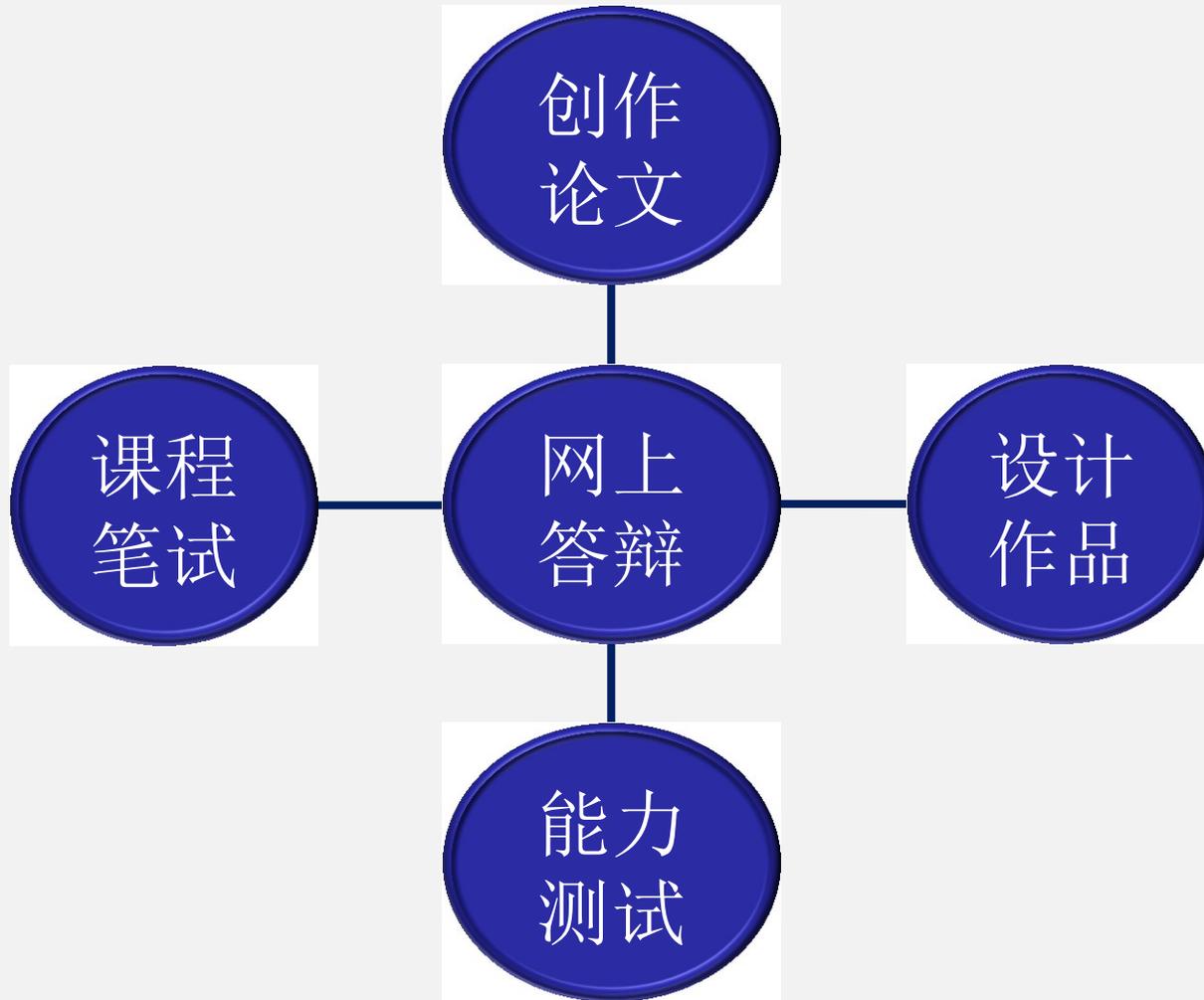
• 学习内容、考核与学习方法

- 1) 需要加大协作
- 2) 共同完成 (产品展示、数据文件)



产品、设计、设计方法学逻辑关系

考核形式



资料搜集

从模仿开始



自主设计

毕业
设计

比赛
制作

网络
提供

期刊
杂志

智慧
闪光

通用设计方法与创新设计方法

群号：814934255



通用设计方法与创新设计方法 慕课

中国大学MOOC 课程 名校 2019考研 学校云





第一节 初识创意与设计



多功能便携式环保吸尘器



不倒翁刷牙口杯



新型导轨式宿舍简易折叠桌

学生“产品”



学生“产品”



多功能便携式环保吸尘器



学生“产品”



延伸阅读

能装水的杯子

增加杯子高度

不倒翁原理

将杯子的底部
替换为椭球型

可变重心

增加杯子
底部重量

不倒翁刷牙口杯





创意DIY-人生的第一个作品

冷却塔



中央空调主机

7°C

调洁净度

调湿度

调温度

调气流

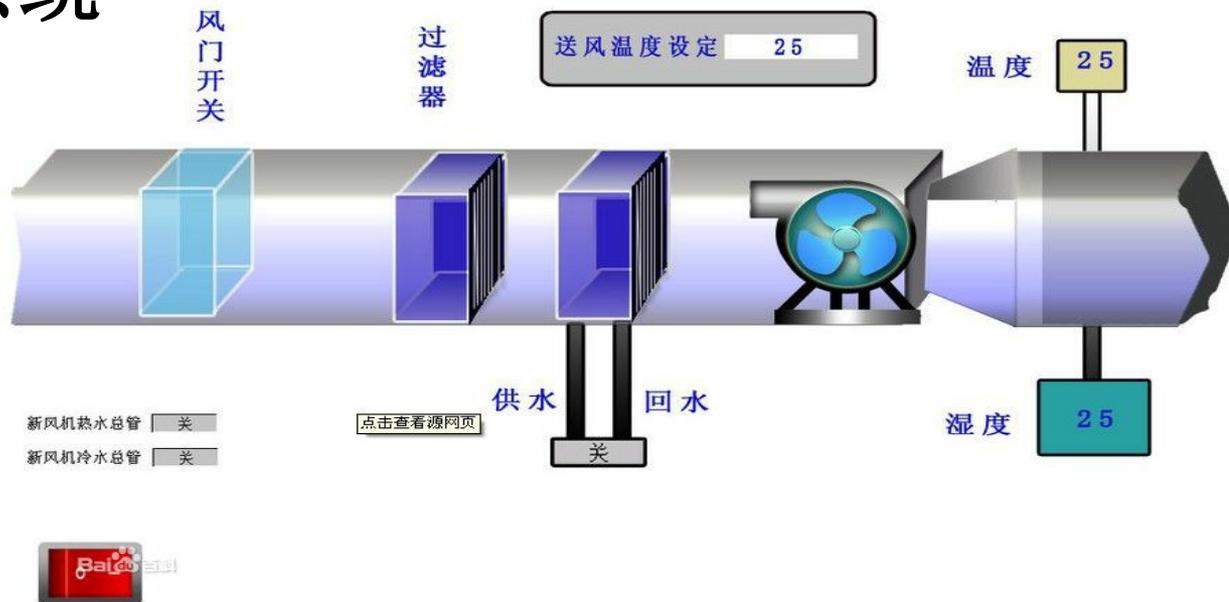
人为的方法处理

空调系统



【例】创意人生空调系统

设计~空调系统



用人为的方法处理室内空气的温度、湿度、洁净度和气流速度的系统。可使某些场所获得具有一定温度、湿度和空气质量的空气，以满足使用者及生产过程的要求和改善劳动卫生和室内气候条件。



创意人生DIY设计拓展



中药



保健空调

过滤PM2.5



防雾霾空调

像“肺”一样能呼吸



双信风高效变频空调

终身高效



“终身高效”空调



创意与概念

概念设计：

利用创意概念并以其为设计主线，并贯穿**整个产品**全过程设计的设计方法。



启示：

创意——概念——原理——产品

可以改善劳动卫生和室内气候条件，使场所获得具有一定温度、湿度和好的空气质量的创意

调温调
洁净度
调气流

鼓风机吹
湿气、开
关风门

压缩机
取代鼓
风机吹
屏幕



延伸阅读

DIY空调系统

第2节 产品、设计与方法

(一) 产品、设计与方法关系

设计——永远绕不过去的东西——产品



方案



方法

设计的目的是产品，方法就是手段

1) 设计方案的总体认识

设计

方案





设计过程需要有个起点~方案

方案（scheme design）：

方案是从分析需求出发，确定产品的概念、原理与功能和性能到技术系统的映像，并对技术系统进行初步评价。

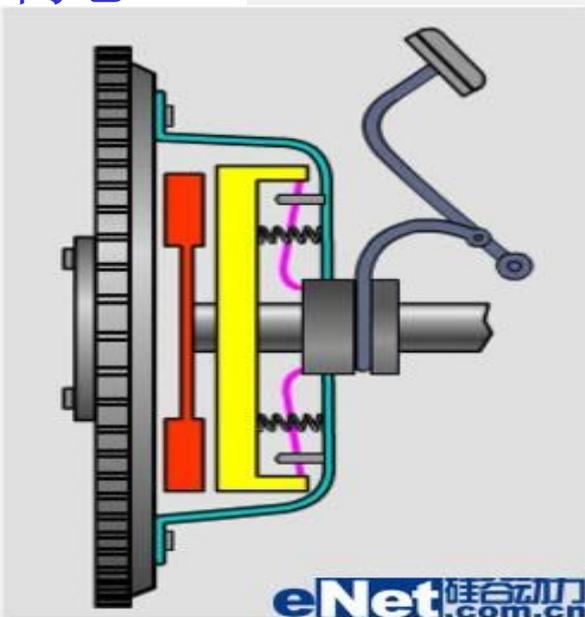
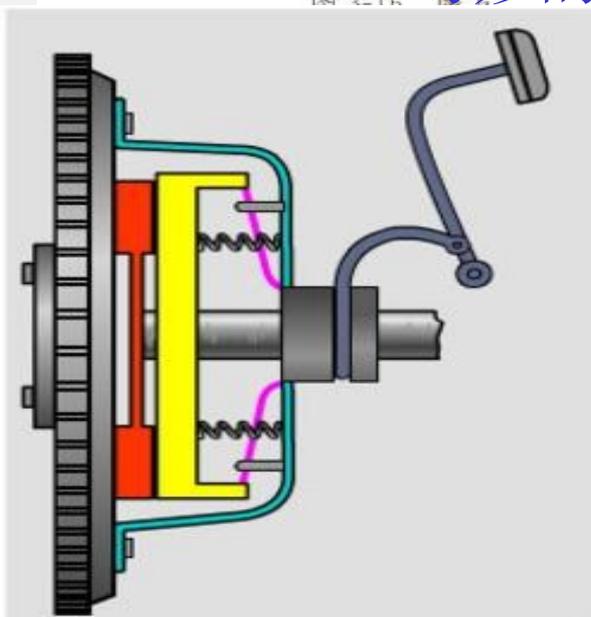
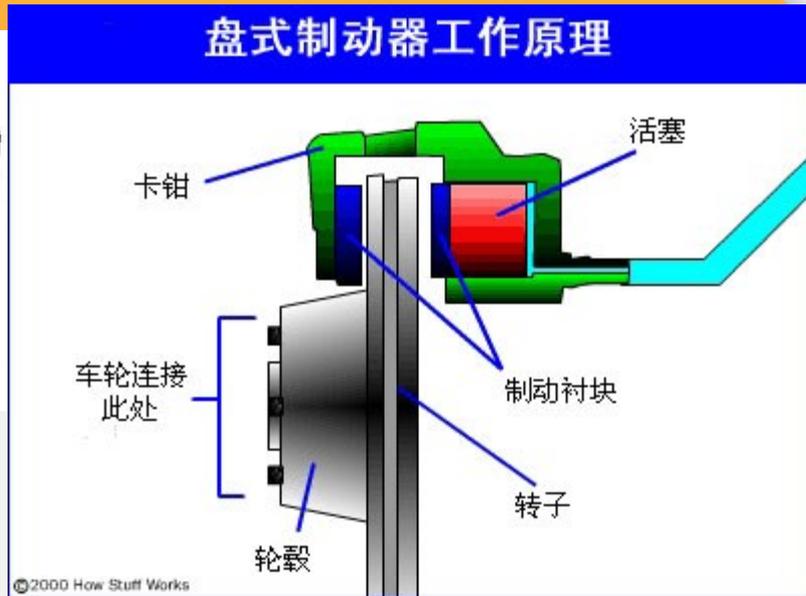
方案需要包括：概念、原理与功能和性能。
原理——实现功能的方法或是技术指向。
（例如：蒸汽弹射器原理）

(1) 功能与原理



要实现特定的动作功能
——巧妙的构思。

图 2-16



eNet.com.cn

启示：功能——产品

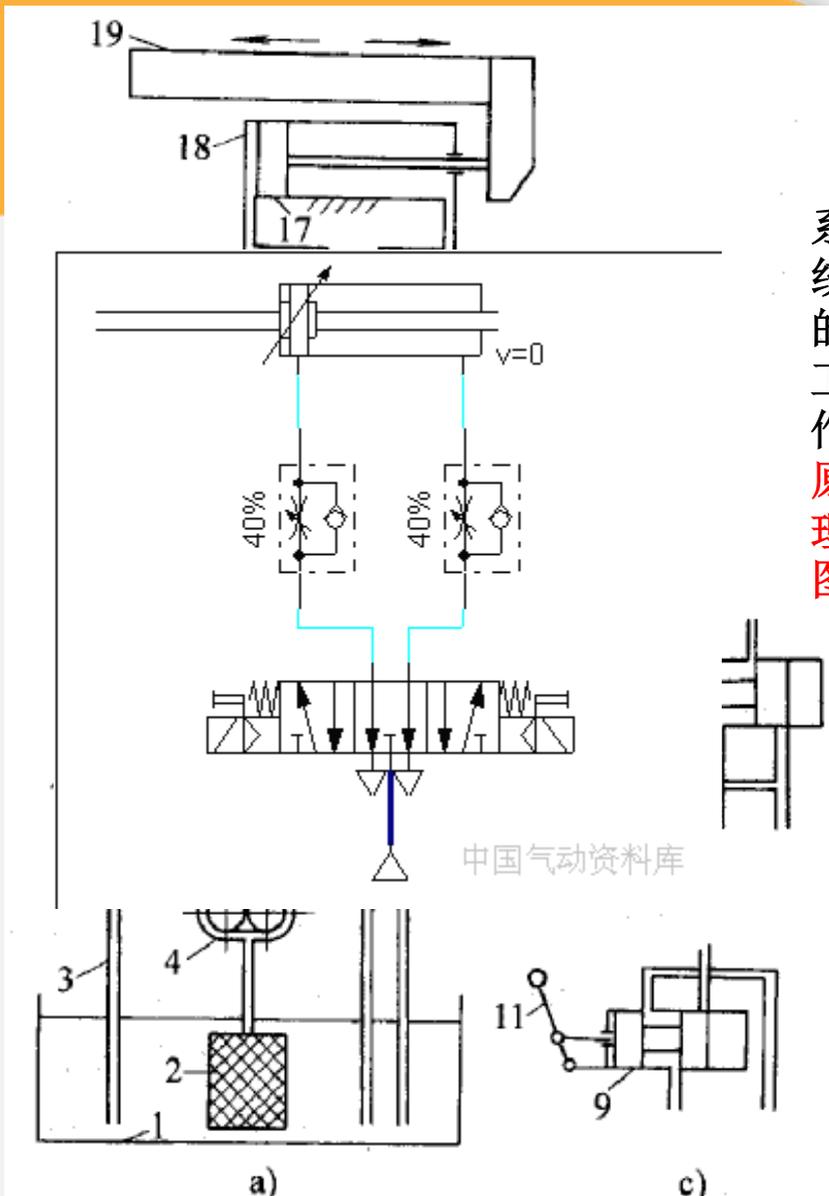


(2) 原理化设计

1-油箱;2-过滤器;3、12、14-回油管;4-液压泵;5-弹簧;6-钢球;7-溢流阀;8-压力支管;9-开停阀;10-压力管;11-开停手柄;13-节流阀;15-换向阀;16-换向阀手柄;17-活塞;18-液压缸;19-工作台



启示：原理——产品



系统的工作原理图

机床工作台液压

2) 对产品的认识



产品分类的概念

(1) 结构化产品：满足人们某种功能需要的机械结构

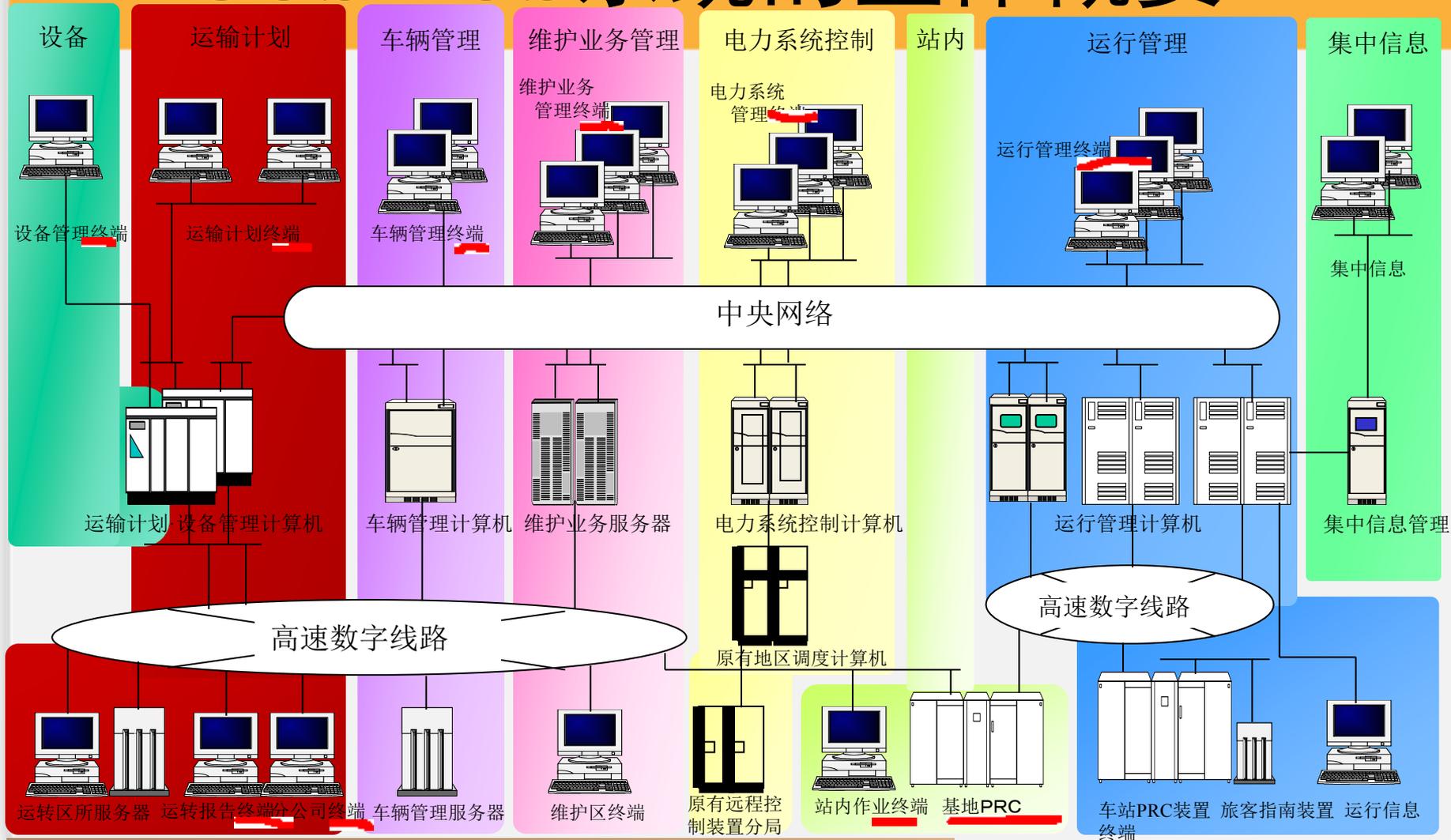
(商品)，企业中的部件、组件、零件、原材料、工艺辅料或是组、套件，也可以是加工成产中根据工艺需求的某个单元或是模块，可以是自制的或外购的。

- 零\部件：最小加工单元/执行**独立功能**的最小单元。
- 结构：孤立存在的，与其他零部件有**部署关系**的产品。结构上的上下级关系（即使用与被使用的关系），通过这种上下关系形成整个产品的结构。

(2) 系统化产品：具有（独立完成一体化功能）的零部件与结构总成，形成系统化产品。

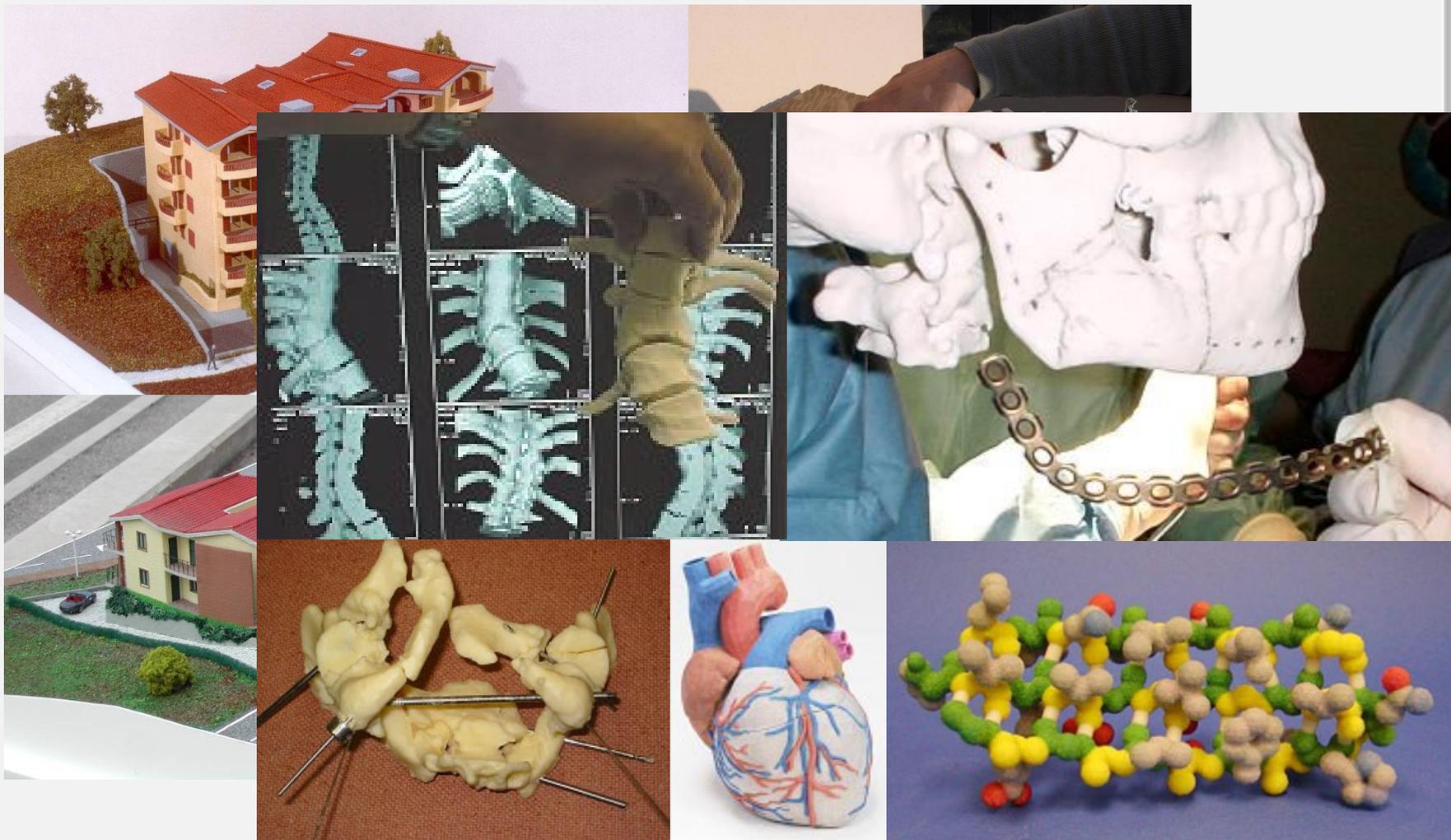
(3) 大系统化产品

COSMOS系统的整体概要



COSMOS 系统构成图

3D 打印产品

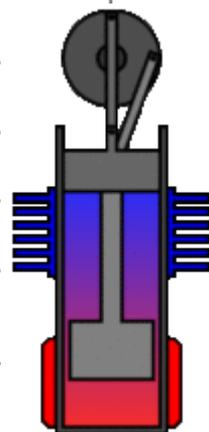


【例】迷你冰箱



学生产品

	多功能水下智能机器人	
基	一种波动推进方式及其机器鱼平台开发研究	
基	新型高效飞翼式水下滑翔机	
复	基于磁流体技术的混合动力半潜器	
光催化	简易自清洁拖地车	
一体化膜混凝	低速运输船气泡减阻研究	及
	电磁驱动软体仿生鱼	
	半潜式潮流能发电装置	
以	船模拖曳水池水面清洁装置	
自由基	新型冲浪式波浪发电装置	
基于硫碘	多体浮箱液动发电装置	
基	多根控制杆对立管涡激振动抑制效果的研究	
联合太	仿生箭鱼流体性能研究与原理样机制作	
	仿金枪鱼嘴部结构设计船体表面凹槽	
	太阳能与斯特林混合动力系统	
	太阳能斯特林混合动力车	



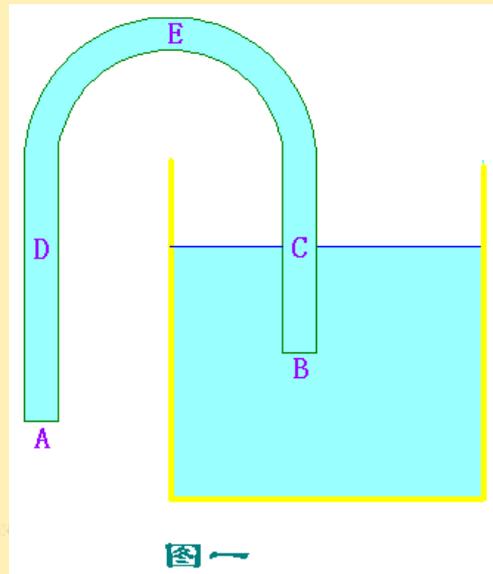
3) 设计分类

- (1) 概念设计
- (2) 技术设计

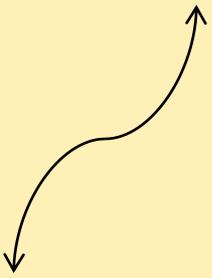
(1) 概念设计



概念——产品



马桶
水处理
虹吸排水
吸取液体
洗胃
农田灌溉



虹吸示意图

(2) 技术设计

【例】水处理——虹吸滤池



虹吸滤池是快滤池的一种形式，它的特点是利用虹吸原理进水和排走洗砂水，因此节省了两个闸门。此外，它利用小阻力配水系统和池子本身的水位来进行反冲洗，不需另设冲洗水箱或水泵，加之较易利用水力，自动控制池子的运行，所以已较多地得到应用。

(3) 系统化的产品设计

【例】 时速1200公里的超级高铁内部到底长啥样？



启示：环境——方法——作用系统——产品

4) 认识方法

- 举例：钥匙与锁



(1) 不同方法形成不同产品

- 能不能一把铜匙开多把锁?

铜

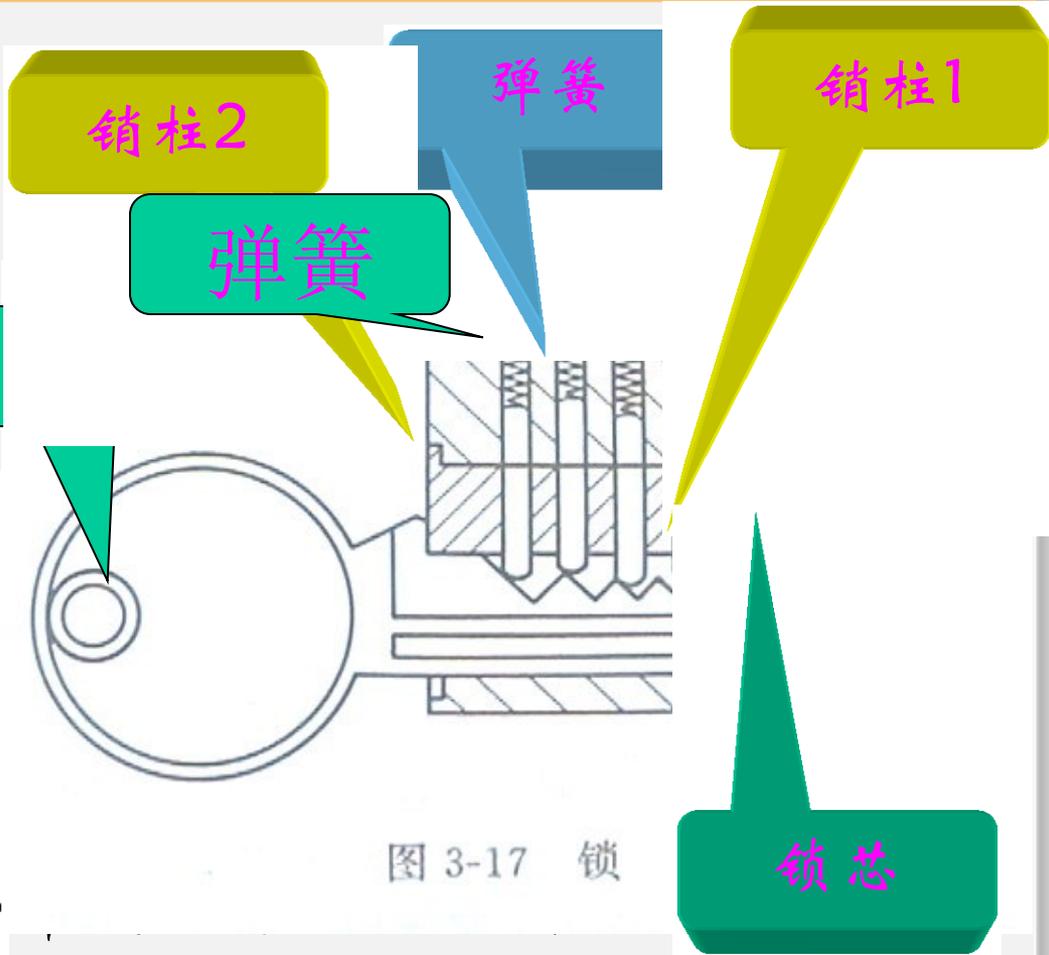


图 3-17 锁

【例】拉锁vs锁扣

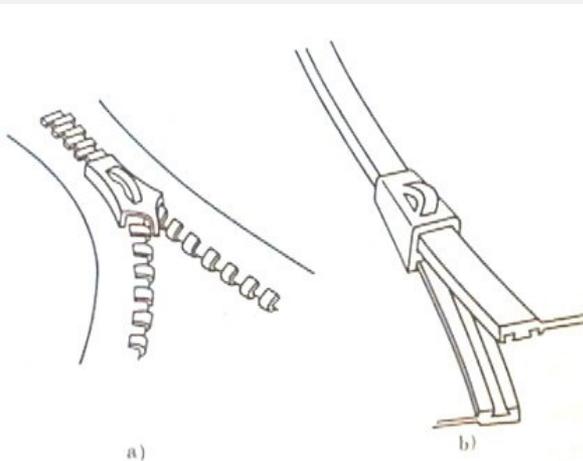


图 3-14 拉链
a) 链米式 b) 塑槽式



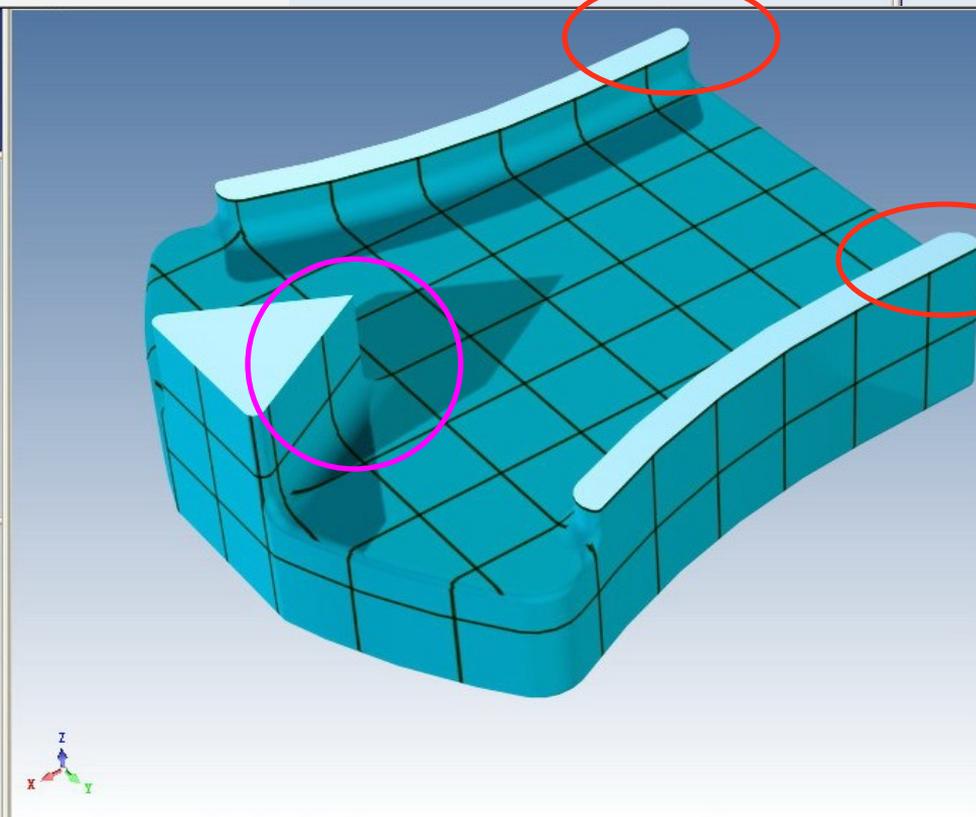
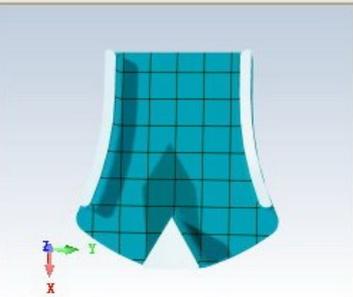
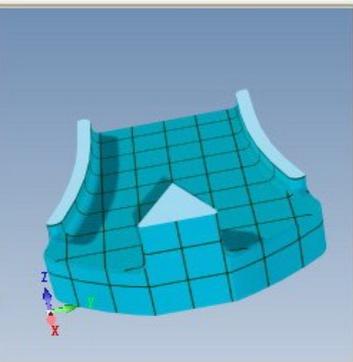
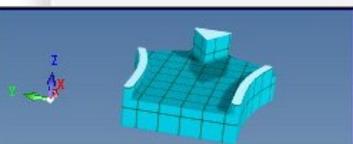
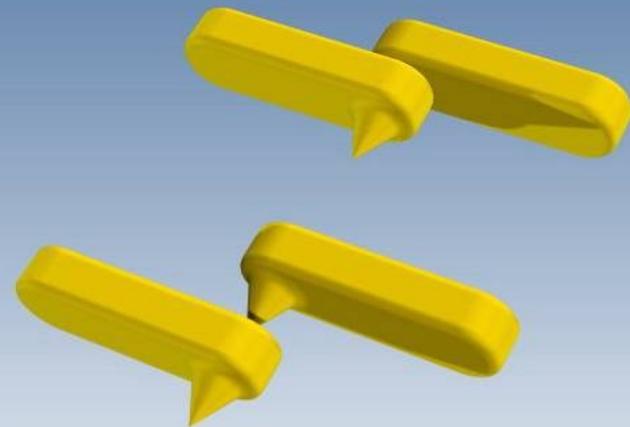
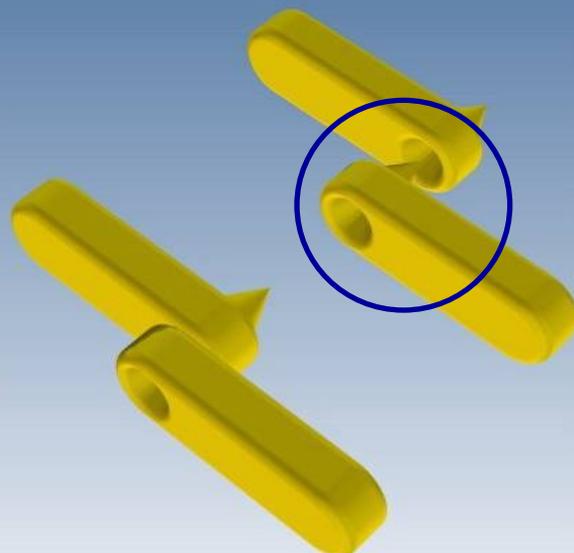
斜面原理

拉锁设计原理

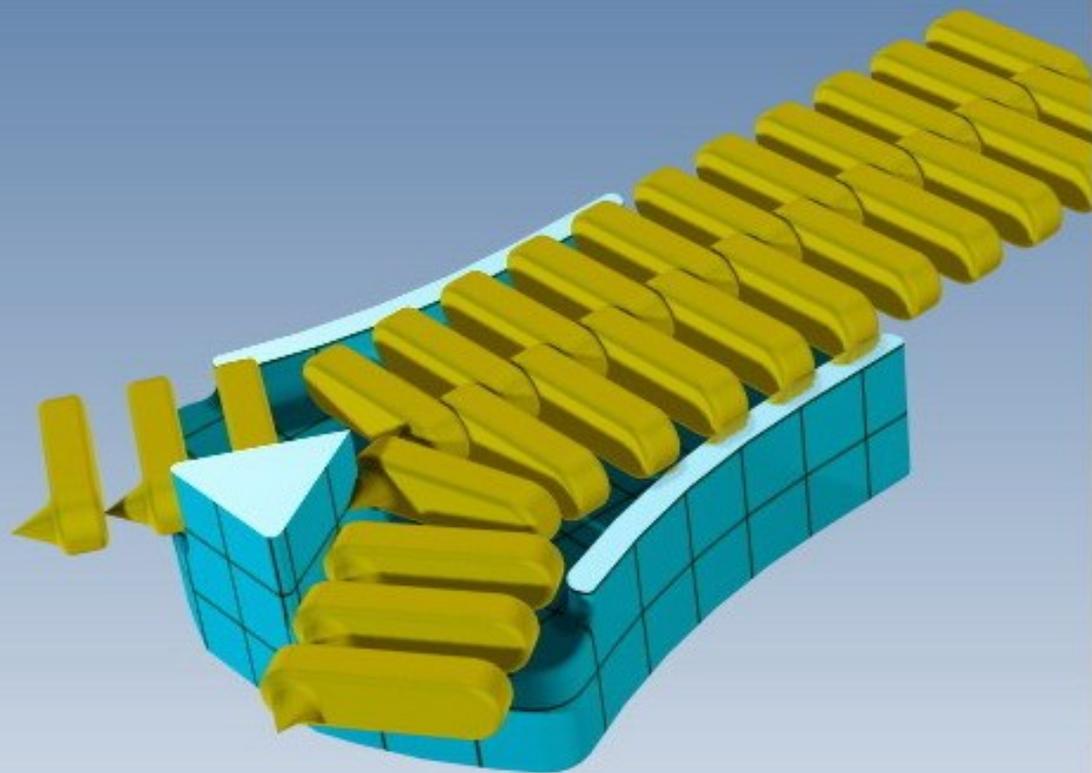
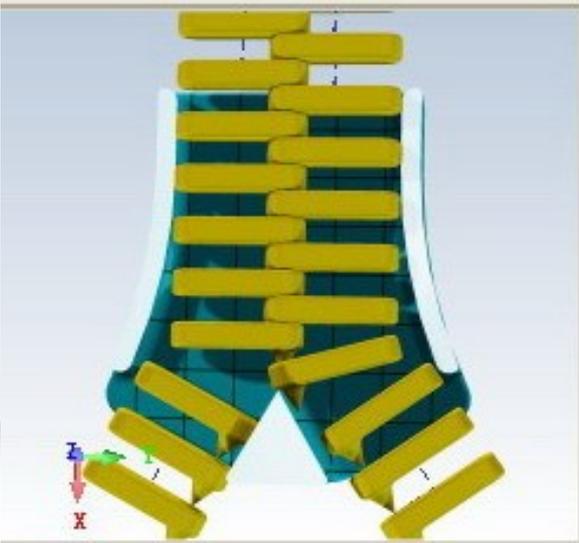
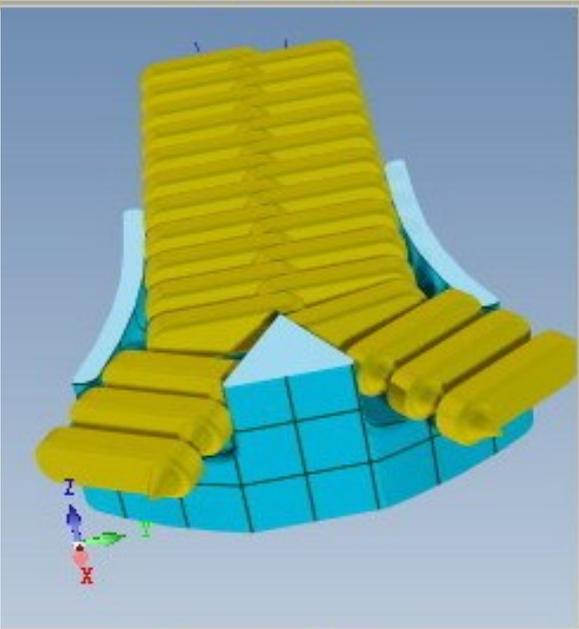
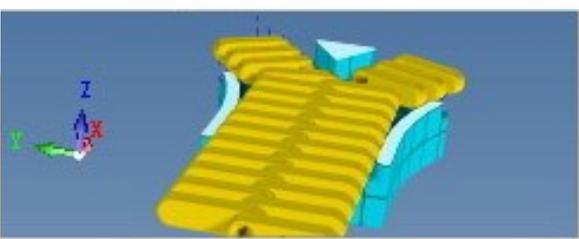


1918美国拉练军用价值——穿衣快，使用，
5年后商标zipper

拉链 功能原理分析

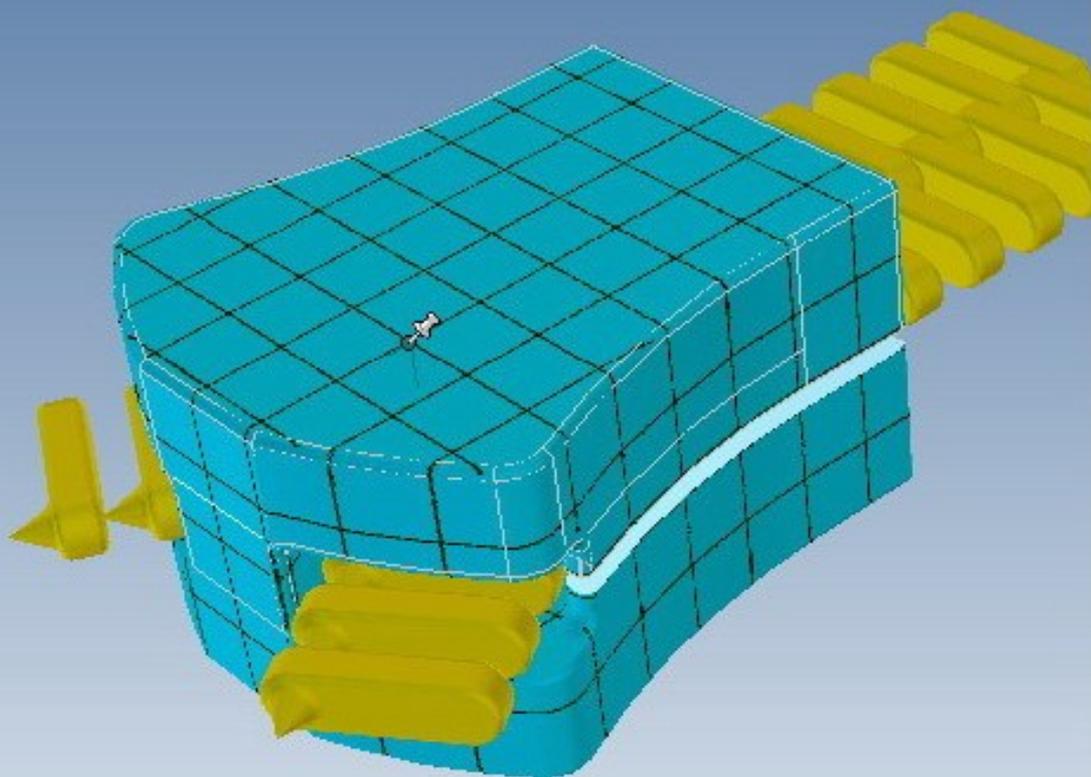
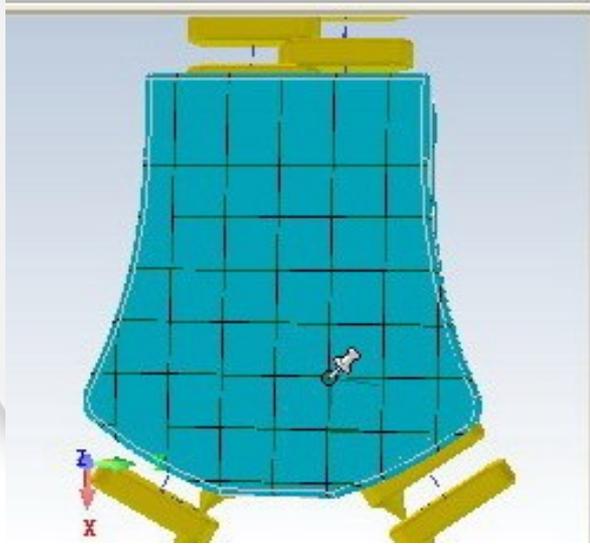
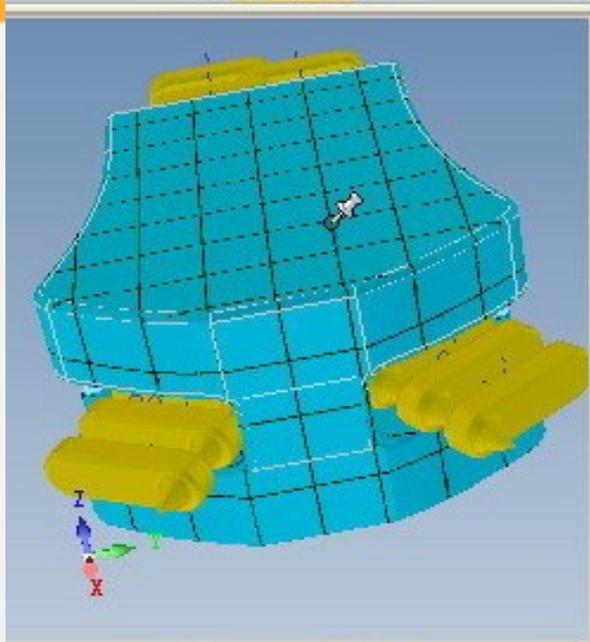
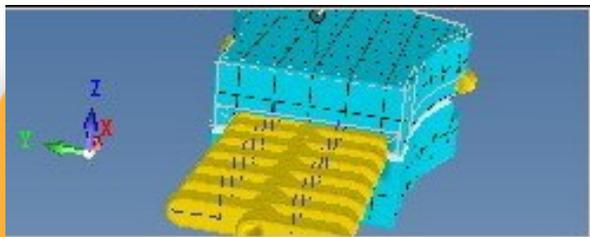


简单几何体



简单几何体的组合

——剖开看



简单几何体的组合

——合上看



腾盟 SEAL

二禾样品

000038

元禾样品

0000057

技有限公司



新型防盗铅封

YH4



产品、设计与方法关系

设计的目的是产品，方法就是手段

(2) 多样化设计方法

【例】：契合型设计



图 1.1 正负形设计



图 1.2 OZ 冰箱设计

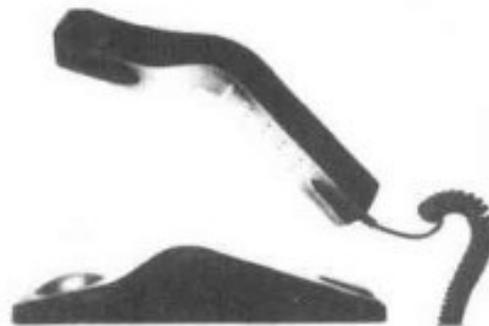


图 1.3 EC 电话

【例】：仿生设计

信息仿生：

通过研究、模拟生物的感觉（包括视觉、嗅觉、听觉、触觉等）、语言、智能等信息及其储存、提取、传输等方面的机理，构思和研制出新的信息系统的仿生方法称信息仿生。





方法——设计——产品

- 解决问题有不同的方法；
- 不同方法作用下形成了不同产品；
- 可见，产品设计有不同的原理方法；
- 同样，对同一原理方法的不同理解，也能形成不同的产品。

(二) 原理与方法

圆珠笔

按钮

笔套上
有凸块

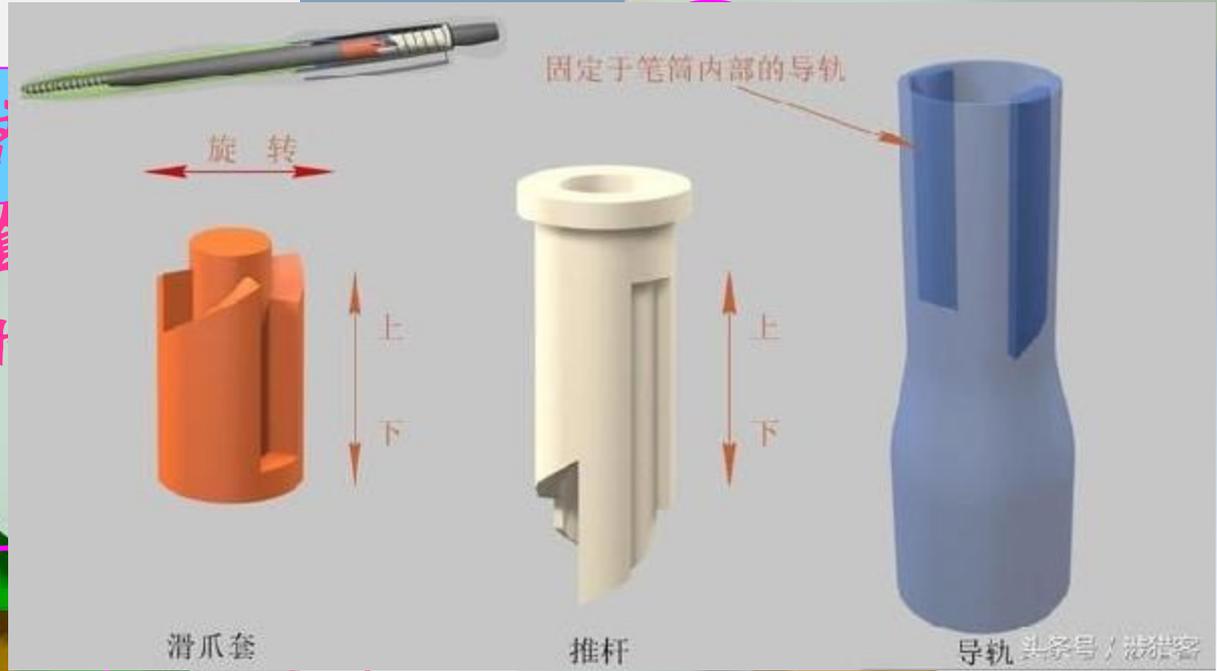


<https://www.bilibili.com/video/av7451975/>

笔芯齿轮在笔套内时的情况

圆珠笔按钮 功能原理分析

对齐
笔套
槽牙



<https://haokan.baidu.com/v?pd=wisenatural&vid=6841342357094299018>

按钮原理应用



区别于普通插头的直接插拔，Tok Took 插头必须是在对准插座并按下按钮之后，之前隐藏在身体里的金属插头才会弹出并插入插座。这样不仅能够减少触电的危险，还能节能环保。外形轻巧可人。

http://www.iqiyi.com/w_19rsi6c31p.html

合体

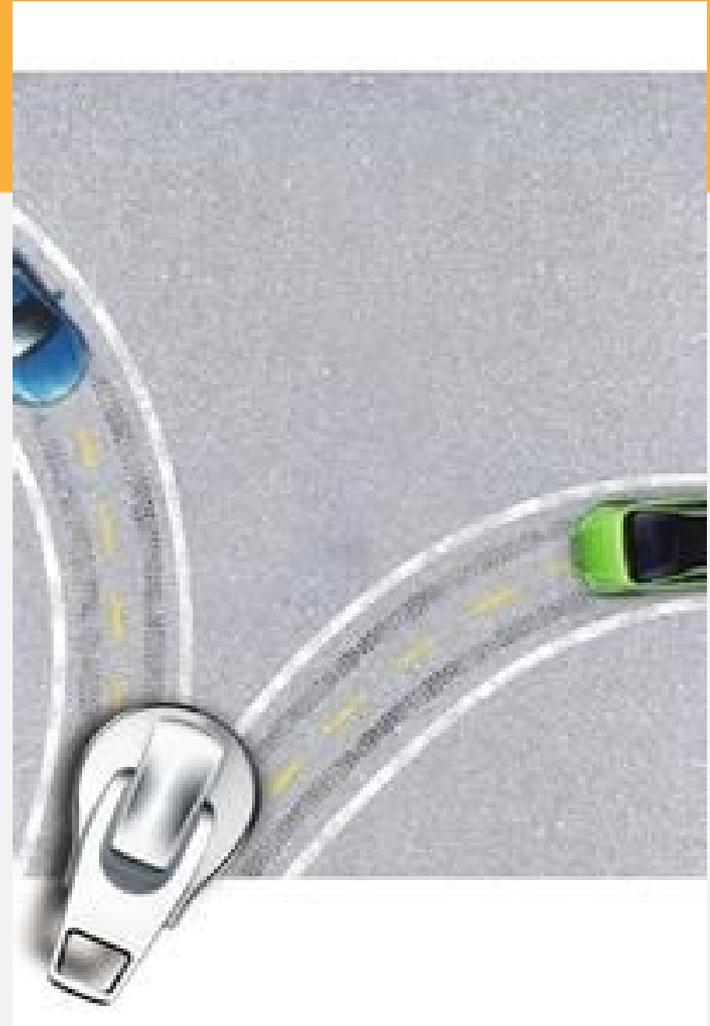


之前在使用插头的时候我们还会遇到如何放置插头线的问题。Tok Took 插头可以将电线缠绕后再插到插座上。

收纳便利。



拉链式通行



吐槽/拉链式通行

第三节 典型的设计方法

技术设计 方法~实体性设计
概念设计 方法~轮廓性设计

概念设计：创意、概念

V 方案设计：需求、原理、功能、结构；

技术设计：零件、部件、系统。

(1) 典型的技术设计方法

技术设计方法包括：

系统化设计
有限元设计、反

② 虚拟样机设计

反求工程设计

反求工程(Reverse Engineering)是消化吸收并改进国内外先进技术的一系列工作方法和技术的总和。它对提高我国的科技和管理水平有着重要的意义。它是通过实物或技术资料对已有的先进产品进行分析、解剖、试验，了解其材料、组成、结构、性能、功能，掌握其工艺原理和工作机理，以进行消化仿制、改进或发展、创造新产品的一种方法和技术。它是针对消化吸收先进技术的系列分析方法和应用技术的组合。反求工程包括设计反求、工艺反求、管理反求等各个方面。

可靠性设计：物理量视为“随机变量”
应用概率的方法进行设计（也有非概率可靠性）

- 查错设计
- 改错设计
- 容错设计

十、
设

① 优化设计

③ 模块化设计

④

有

设计

结

价值工程设计

确定价值分析的对象



成本分析和功能价值计算

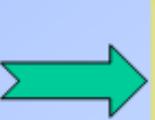


运用最新科技成果

对现有的功能原理和方法进行革新



选出最佳设计方案



达到提高产品价值的最终目的



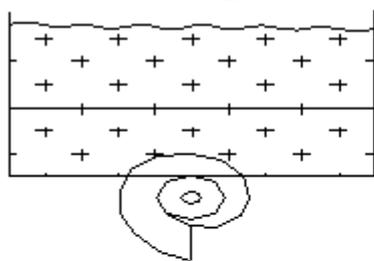
再通过相似性原理
求出系列中其他产品的
参数和尺寸

和降

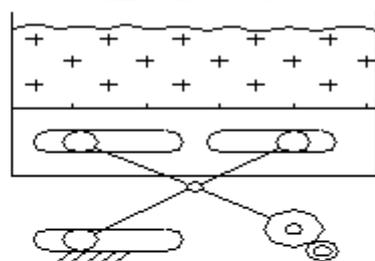
能多

修。

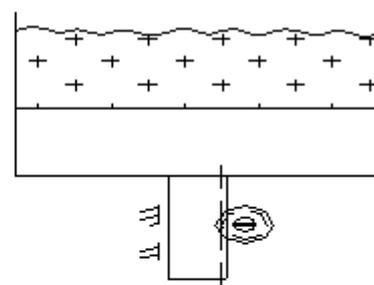
系统化设计方法举例



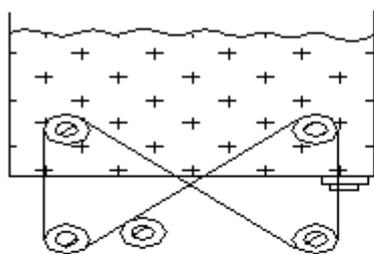
a)



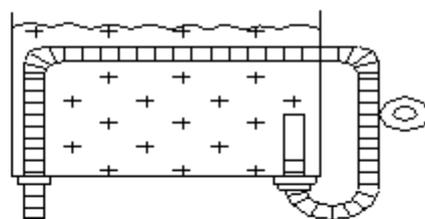
b)



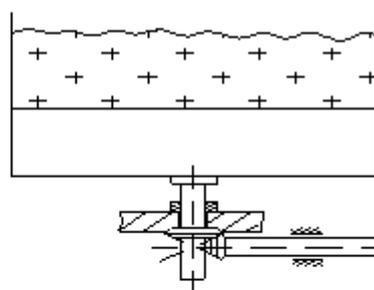
c)



d)



e)



f)

a) 凸轮机构 ; b) 连杆机构 ; c) 齿轮齿条传动 ;
d) 绳传动 ; e) 压力传动 ; f) 螺旋机构



软轴式电动玻璃升降器



绳轮式玻璃升降器



叉臂式玻璃升降器

BCM (body control module)，车身控制模块。电控单元在汽
自动关窗器的接收到中控锁的锁门信号，自动关窗器的微处理器
(单片机)发出关窗指令：继电器1吸合，玻璃窗上升，到顶后
，玻璃不动，电机不转，电流就会增大(正常上升时大约1.5--2A
电流，到顶后会增大到4--5A)，电压就会下降，微处理器检测
到电压下降到一定的压差，逻辑电路翻转，继电器1释放，继电
器2吸合。这就完成一个关窗动作，继续下一个关窗动作，直到
全部关窗完成。

如果碰到某个开关或者电机损坏或接触不良，就会延时3--5秒，
进行下一个关窗动作。

如果碰到玻璃上升不畅，卡阻，异响，无力，请用滑石粉(或装
修用的瓷粉)喷擦橡胶滑槽，千万不能用机油，因为机油对橡胶
有膨化现象，也不能用黄油。

(2) 典型的概念（创意）设计方法

- ◆ 一、集体激智法
- ◆ 二、提问追溯法
- ◆ 三、联想类比法
- ◆ 四、组合创新法
- ◆ 五、综合分析法
- ◆ 六、极端法
- ◆ 七、与众不同法
- ◆ 八、异想天开法
- ◆ 九、TRIZ理论法

三、联想类比法

- 1、仿生设计法
- 2、借鉴设计法
- 3、模仿创新设计法
- 4、移植设计
- 5、替代设计
- 6、专利应用设计
- 7、焦点法~有人也译为分合法、综摄法、集思法、提喻法、原型启发法等等。
- 8、类比启发法
- 9、模型法

四 组 合 创 新 法

- 1、组合设计法
- 2、定量结构组合法
- 3、标准化设计
- 4、集约化设计

一、集体激智法

- 1、智力激励法
- 2、集智慧法

二、提问追溯法

- 1、提问法
- 2、梦想法
- 3、5W-1H法

六、极端法

- 1、极限法
- 2、削减法
- 3、原始状态法

五、综合分析法

- 1、功能 / 手段树法
- 2、黑箱方法
- 3、技术关联分析预测法
- 4、KJ法
- 5、缺点列举法
- 6、特征列举法
- 7、系统综合分析法
- 8、形态分析法

九、TRIZ理论

七、与众不同法

- 1、定向设计法
- 2、反向设计法
- 3、传统特色设计法
- 4、自我视角设计法
- 5、非我视角设计法

八、异想天开法

- 1、发散思维
- 2、科学幻想法

【例】 结构组合创新设计方法

组合创新——

1.1 同类组合

—— 双人自行车

—— 双体船

—— 多楔带

—— 大尺寸螺钉预紧

1.2 异类组合

—— 多头螺丝刀

—— 组合机床

1.3 功能附加组合

—— 自行车——货架+
车筐+车灯+后视镜——

1.4 材料组合

—— V带多种材料组合

—— 钢筋+水泥+沙子

—— 建筑材料

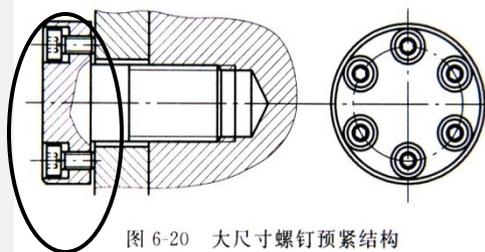
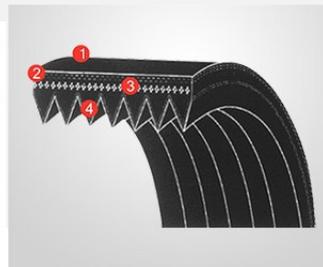
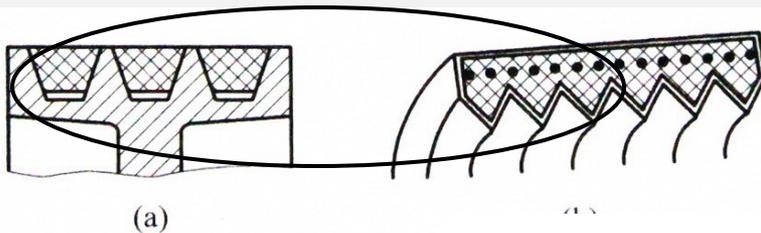


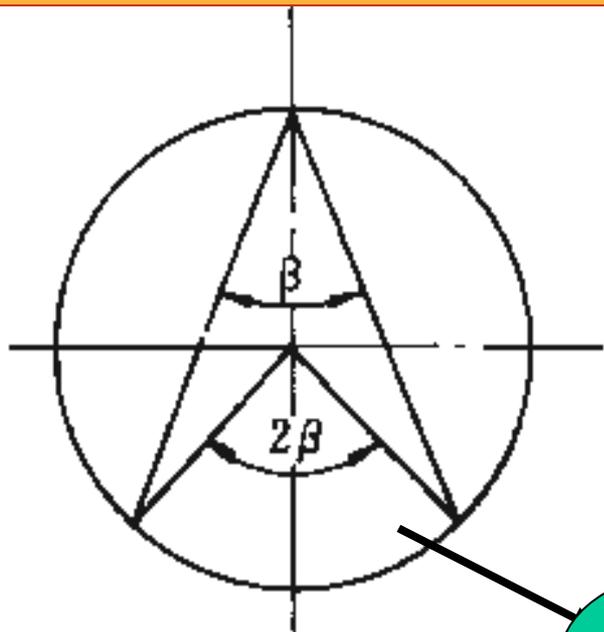
图 6-20 大尺寸螺钉预紧结构



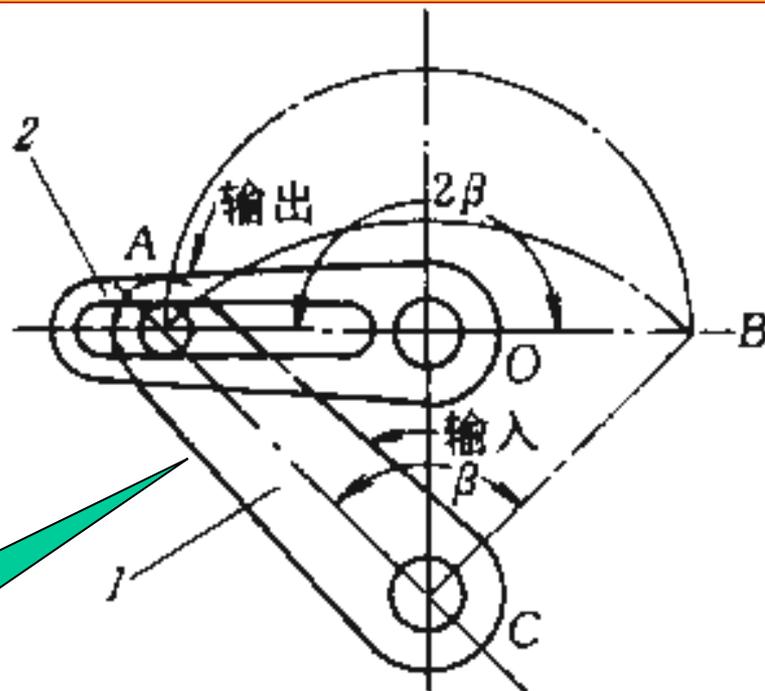
60

三利精机
SANLI PRECISION MACHINE

联想：倍角机构。



(a)



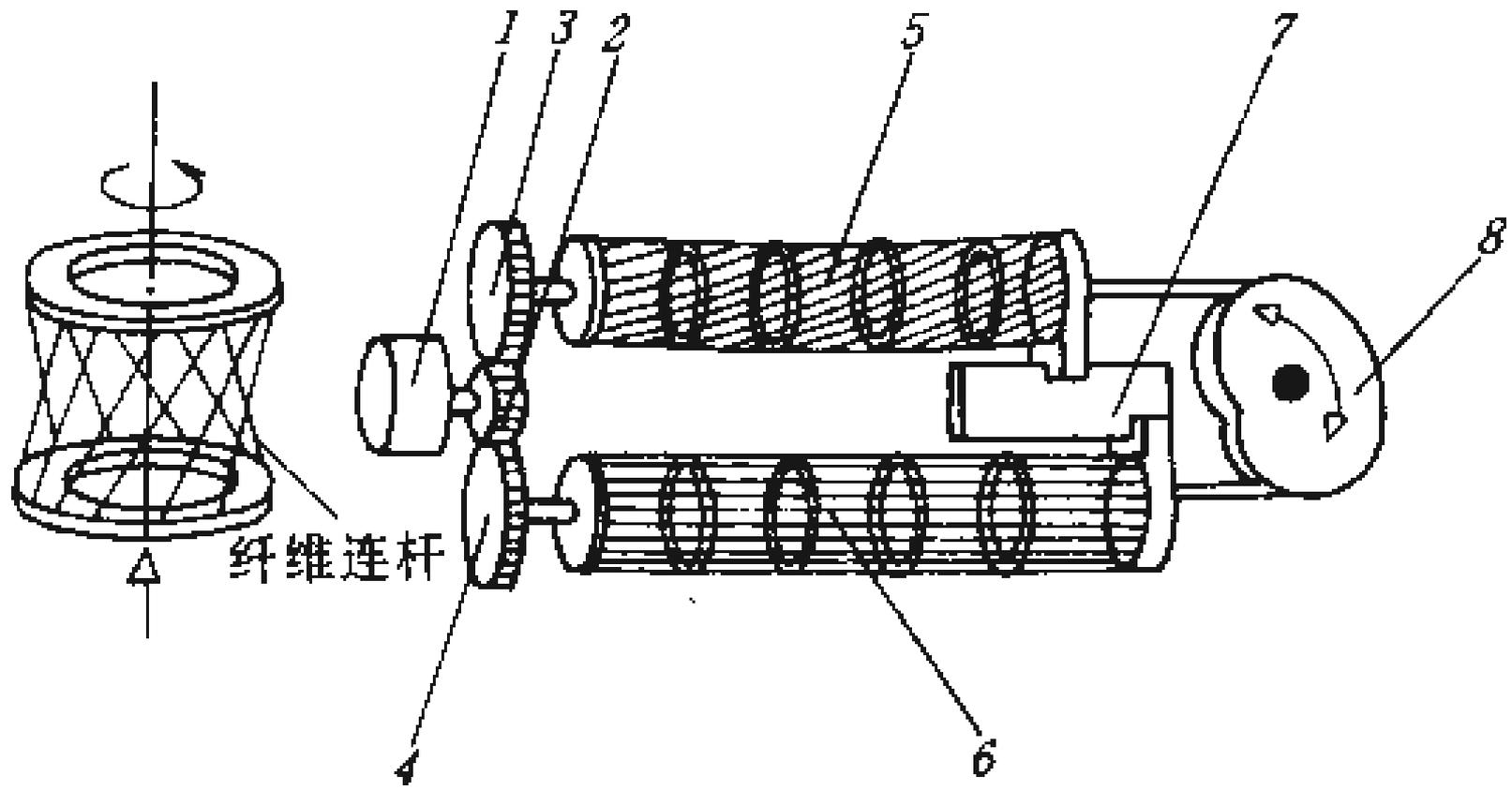
(b)

联想

联想：绳梯式柔软执行元件。

绳索扭曲 → 变

短 ↓ 联想



移植

在设计汽车发动机的化油器时，人们**移植**了香水喷雾器的工作原理；

有轨电车的设计，移植了滑冰鞋溜冰的运行原理；

火车黑匣子设计移植了飞机黑匣子的设计原理；

组合机床、模块化机床的设计移植了积木玩具的结构方式。

方法名称	方法的主要特点	方法的主要目的
组合法	按一定技术原理，将两个或多个元素合并，形成新产品、新工艺、新材料	产生新功能
转向法	在求解问题中变换求解因素，采用其它原理改变思索方向	完善计划、个修改方法、修正观点
仿生法	模仿人或生物原理、结构、外形、感觉机理	向人和生物索取启迪
联想类比法	通过比较，借助原有知识，在异中求同，在同中求异	分析两事物的相同或相似点，由此及彼
缺点列举法	挑事物的毛病，提出改进设想	所示完满、追求卓越
635法	6人参加，每次每人写3个设想，5分钟后交换，看过别人的设想后再修正和补充3个设想。	以笔代口，相互激励，短时间内可产生较多的设想方案。
智暴法	合集5-15个人，根据议题自由畅谈，不准批评，寻求人创意	以量求质



概念设计方法定义？

第 2 节 现代设计方法学的基础

现代设计方法学的两大基础：

- (1) 系统工程学
- (2) 计算机的应用基础

(1) 设计方法学——系统工程学

表1 设计方法学——系统工程学的学缘关系

工作步骤	系统工程学	设计方法学
1问题定义	市场分析、趋势研究、 明确定义	市场分析、趋势研究、 用户要求
2系统设计目标	确定输入、输出及边界约束条件、制定目标评定准则技术	技术 要求清单分析、制定设计任务书
3系统综合	构造 目标系统	寻找 原理方案
4系统分析	模型化 定性定量分析	定性定量分析 综合
5系统评价	系统方案 评价	技术经济 评价
6系统决策	确定最佳方案	确定最终原理方案
7系统实施	设计、加工、实施鉴定、改进	原理草图、按比例设计、批量加工文件、加工、试验、改进

北极星导弹系统

美阿波罗登月

设计评审技术、电子计算机仿真技术、实物半实物仿真技术及系统环境参数测试技术融合

(2) 设计方法学——计算机的应用基础

在设计中，随着计算机的应用，重新考虑使其参与设计活动，重新研讨了整个设计过程与程序的步骤，力求使每一过程被计算机所接受，使**设计过程转化**为一定得算法表达式的基本活动。

- 1) 建立基本的知识模块；
- 2) 模块编程易于存储、检索与调用；
- 3) CAD的应用使这些模块进行模块化的描述，形成以图形、语言、文字和符号运算关系等形式描述这些模块；
- 4) 按设计方法学的体系建立设计**知识模块库是智能化CAD**的基础和前提。

由此发展的模块组合，功能结构，**技术经济**分层数值评价和分层模糊决策**评价程序**，为寻求综合化方案，实现智能化CAD设计过程。奠定了必要的理论基础和知识结构体系。而CAD技术的发展也推动了设计方法学的进一步完善。

(3) 现代设计方法学主要特点

系统性——通盘考虑确定任务、产品规划、原理方案、定性设计、定量设计，制造、实验，改进直至进入市场；

多样性——采用黑箱法多途径寻找；

通用性——从抽象到具体，具有广泛的适用性，从新设计到适应性设计和变异设计；

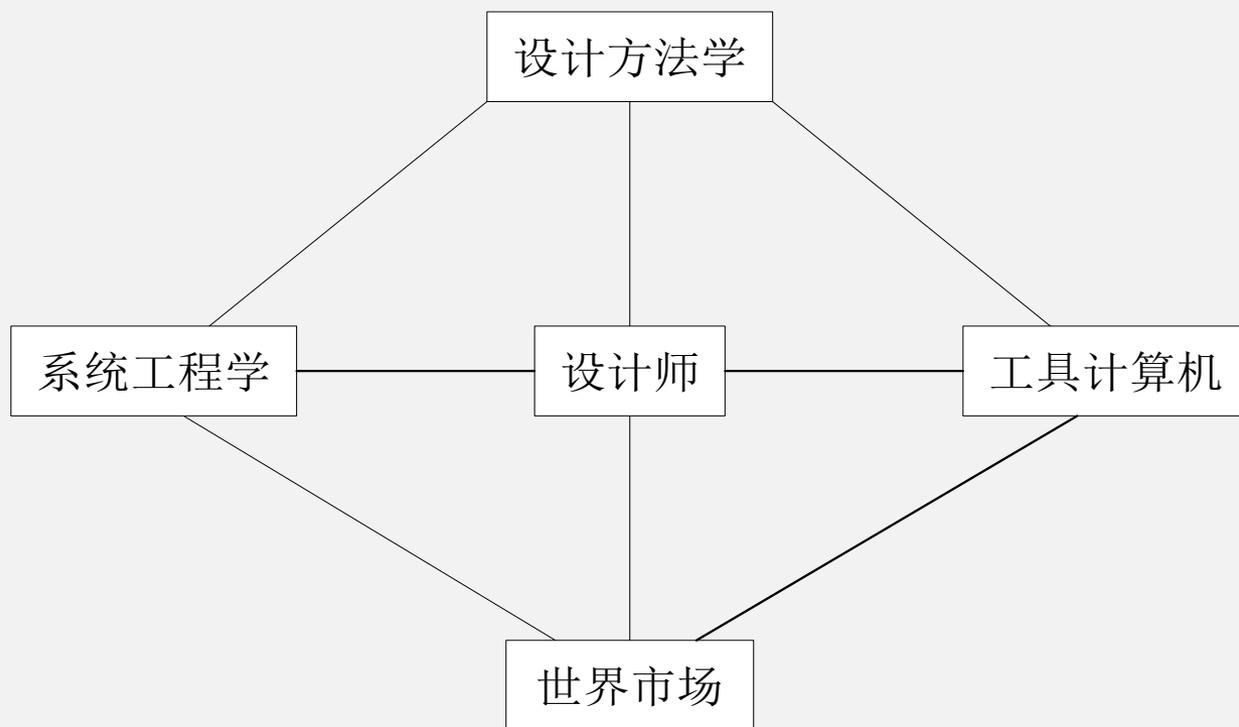
信息浓缩集成——学科交叉性，建立设计目录，通用和专用的知识模块，便于存储检索和应用；

启发性——信息知识集成化弥补年轻设计师在知识、经验和知识量上的不足。

设计方法学是用系统的观点考虑自然科学、社会科学及经济诸因素，以获得质高、价廉、有创新的产品所使用的工作程序、方法和工具的总和。

(4) 设计人员应具有的基本素质和工程能力

市场、理论、方法和工具间的关系



补充 通用设计与创新设计比较

1

创新设计

2

通用设计

3

工具和方法

(需求——设计功能——原理方案——方案评价)

系统化设计 价值工程评价

创新设计：创意——概念方案——新概念产品

通用设计：需求——技术方案——功能化产品

1) 通用设计

通用设计——依据需求，追求由明确、固定的功能——产品
创新设计——形成新概念、开发新功能、寻找旧功能的新载

通用设计：依据需求问题，面向产品（结构零部件）
的设计过程

- 功能+逻辑的设计
- 构造功能“黑箱”
- 设计“黑箱”概念和组成
- 关注逻辑流程和功能的实现
- 注重：概念 逻辑 功能 效能 指标
- 通常与惯性思维相结合（通用设计）



创新设计与创新设计过程

2) 创新设计

- 面向问题和过程的设计
- 构造问题“黑箱”，通过矛盾的解决，而解决矛盾问题。
- 从问题出发，关注问题的解决及其方法、途径以及效果
- 创新方法则是综合、动态与突破逻辑的结果。
- 为解决问题，充分利用多种思维形式的结合：

发散思维与收敛思维

形象思维与抽象思维

注重：张弛有度，是发散思维与收敛思维的统一，发散思维、跳跃思维等的集合体。

同样 产品创新设计关注功能，但关注点在于：

人机功能的关联

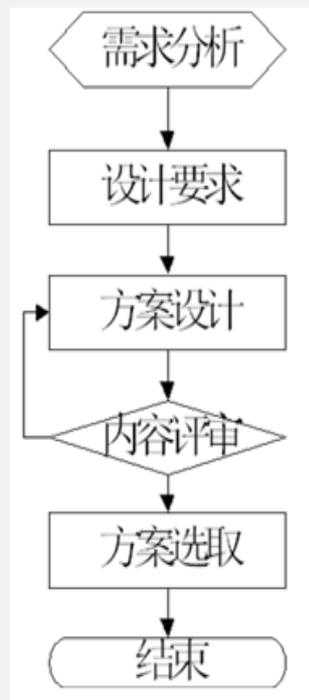
冗余功能的裁剪

功能的开发与创新

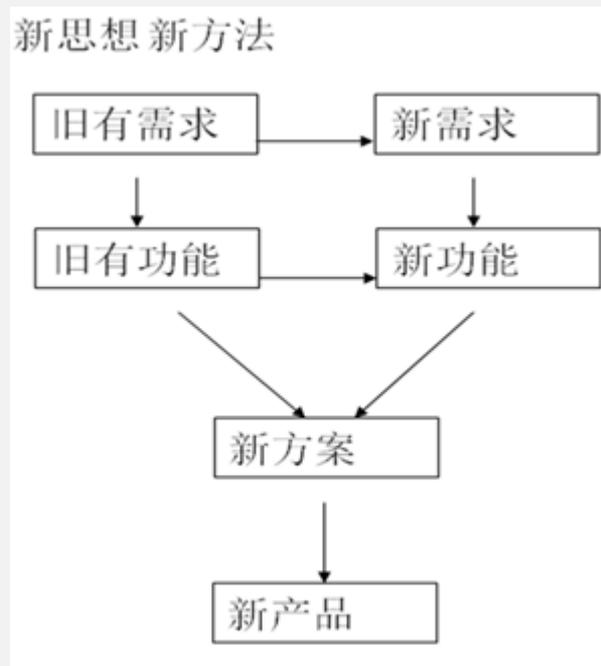
产品的绿色功能

功能的附加值功能与价值

3) 比较两种产品设计过程的程序



通用设计过程



创新设计过程

设计过程与设计阶段划分：

- (1) 概念设计：提出概念概念
- (2) 方案设计：概念、原理、方案；
- (3) 技术设计：结构化设计（零件、部件）、系统化设计。

本章小节

1. 产品、设计、方法的概念与逻辑关系
2. 结构化产品与系统化产品概念
3. 设计方案原理关系与设计的典型阶段划分
4. 工程技术设计的典型方法
5. 创新概念设计的典型方法
6. 现代设计方法的含义、支柱、特点以及对技术人员的基本素质要求

课后思考题

1. 原理概念的理解

- 互联网+各是什么概念？
- 空调的概念、原理、方案及产品？
- Tok Took 插头应用原理是什么？
- 塑槽式拉链的原理？
- 安全带原理带扣的原理？ 拓展应用有哪些？
- 咬嘴鲨鱼的机械原理？

课后练习题

一、本章结束，请大家考虑以下问题：

- 1、如何有效地创新，不走弯路？
- 2、创造一种在码头上汽艇的抽水方法（下雨时，船舱内的积水）？
- 3、如何考虑隐身衣？
- 4、多种但并武器打直升机？
- 5、从齿轮箱中测量温度、振动、应力信号外传的方式？
- 6、爬楼梯轮椅结构？

二、设计方法学设计实例分析

例一：齿轮设计过程分析；

例二：减速器设计过程分析；

例三：船用输送结构设计分析；

设计要求：工作原理：文字与图形

谢 谢!