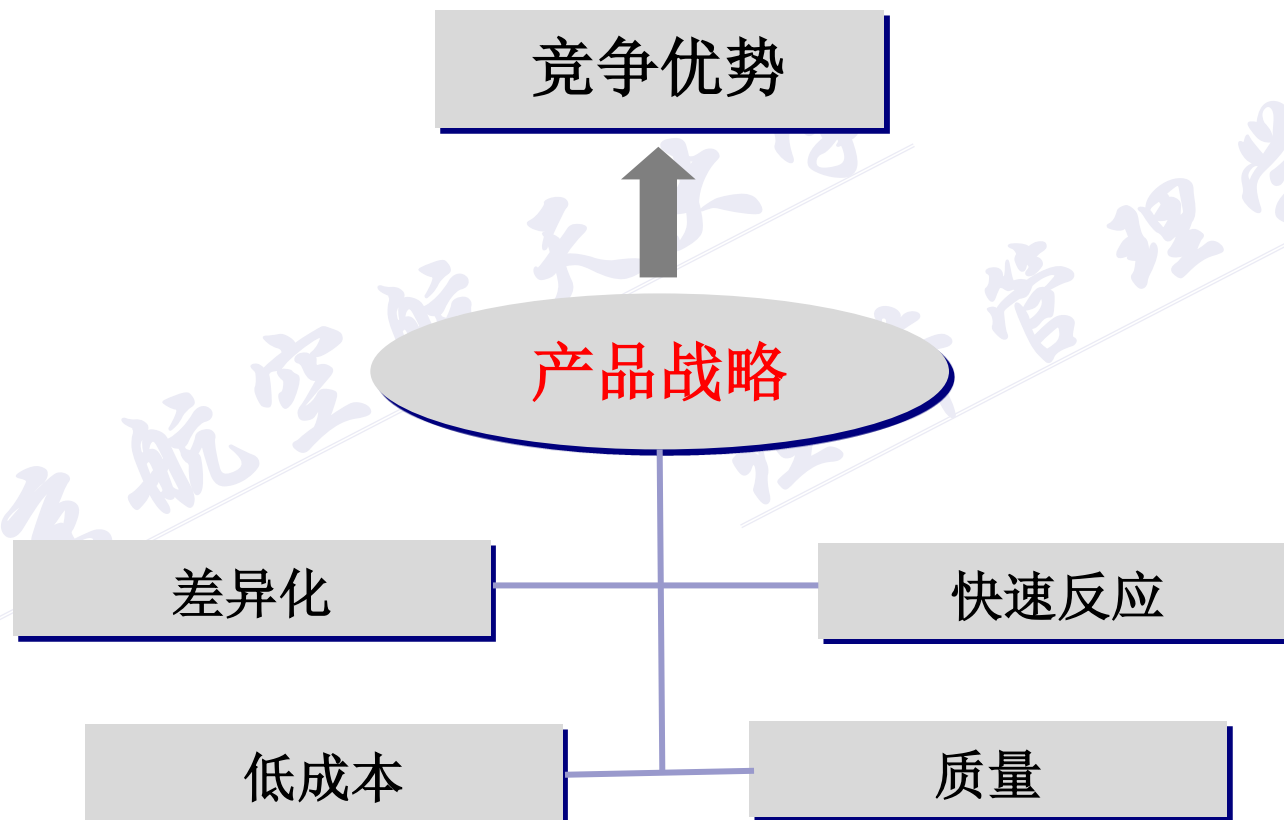


第09章 产品设计

■ 企业竞争优势依赖产品战略的支持





设计工作的目标：构造产品
设计工作的成果：产品方案

某些原因会使产品设计者过分强调完成“设计方案”，忽略了产品本身，干扰了设计与客户需求的匹配；严重时，导致设计方案被频繁修改。

- 什么是产品？
- 产品：能给顾客带来期望利益的东西。
 - 产品设计的主要目的是满足顾客的需要，为顾客带来期望的利益和价值，同时为企业实现合理的利润。

第一节 产品设计概述

一、产品设计的的发展趋势

- 满足用户不断增长的多方位需求。
- 强调产品设计的创新性。
- 更加关注环境，强调绿色设计。
- 强调设计出的产品方便顾客使用。
- 强调减少开发和生产新产品所需的时间。
- 产品与服务日益紧密结合。
- 人性化设计

二、产品设计的评价和原则

- 满足用户需求
- 满足质量要求
- 良好的可制造性
- 良好的鲁棒性/健壮性
- 绿色产品

三、产品设计的产生方式

（一）产品设计思路的来源

□ 企业内部来源

- 设计人员、市场人员、生产人员等

□ 企业外部来源

- 顾客、供应商、竞争企业等

□ 研究和开发（R&D）

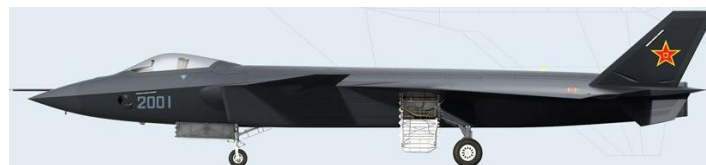
- 基础研究由大企业和政府主导
- 技术开发项目则直接面向产品市场。

(二) 产品开发的驱动方式

- **市场拉动**模式：通过对市场需求的研究和用户反馈的分析来决定新产品的选择和开发。
- **技术推动**模式：技术创新推动新产品开发，其特征是新产品设想来源于新技术或实验室。
- **竞争驱动**模式：新产品设想来源于竞争对手，通过对竞争对手的新产品的分析与改进，开发出有竞争力的新产品。

四、产品开发流程

- 计划阶段：确定准备满足什么样的顾客需求
- 产品构思产生：产品基本方案
- 产品选择：多种产品方案中选择最合适方案
- 设计阶段：将产品基本方案变成设计方案
 - IT系统：初步设计、逻辑设计、详细设计、物理设计...
 - 机械产品：技术需求、零部件设计、工艺设计、质量参数设计...
- 原型构造及检验
- 最终产品设计



第二节 跨职能产品开发过程

一、产品开发方法

◆如何协调不同角色对产品设计的要求？

- ✓ 设计师：希望产品设计能满足功能需求；
- ✓ 制造工程师：以最低成本、最简便方式制造产品；
- ✓ 销售人员：产品拥有易于销售的特征和价格；
- ✓ 采购人员：确保采购合格的原材料和零部件；
- ✓ 包装和配送：确保产品完好地送到客户手中。

(一) 循序渐进的产品开发方法

- 早期阶段：设计工程师掌控；
- 制造阶段：设计方案交由制造部门；
 - 制造涉及零部件、原材料的采购管理、质量控制等。
- 销售阶段：市场和销售人员进行市场开发。

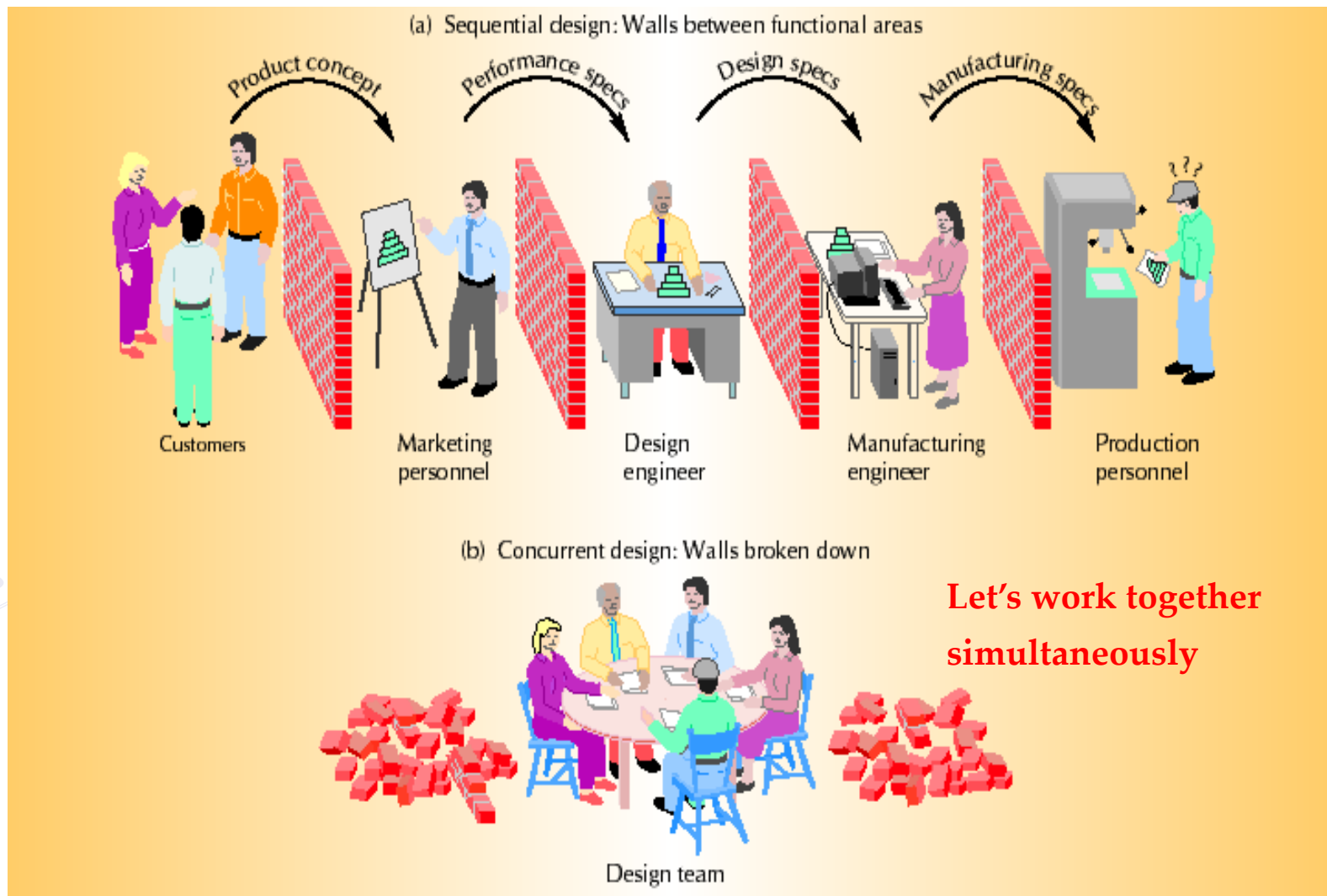
各环节可能彼此脱节，方案多次修改，出现“**设计-制造-修改设计-重新制造**”循环，产品开发周期长、成本高、质量难保障。



（二）集成产品开发方法（Integrated Product Development, IPD）

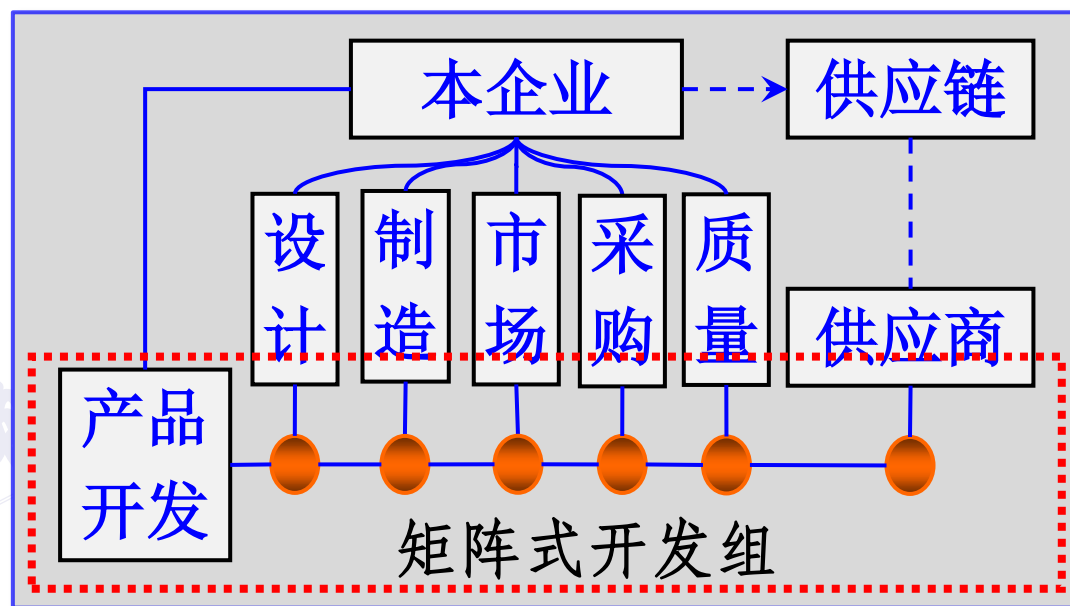
- 集成产品开发过程（IPD），是指产品开发相关的各个职能领域的人员同时参与产品开发，各领域同步、协调地进行各自的工作，共同设计出满足顾客期望的产品以及所需流程。
- 采用并行工程，使产品开发过程并行。
- 并行工程：将串行作业转变为并行作业。

在设计的上游同时考虑下游的可制造性、可装配性及质量成本等。



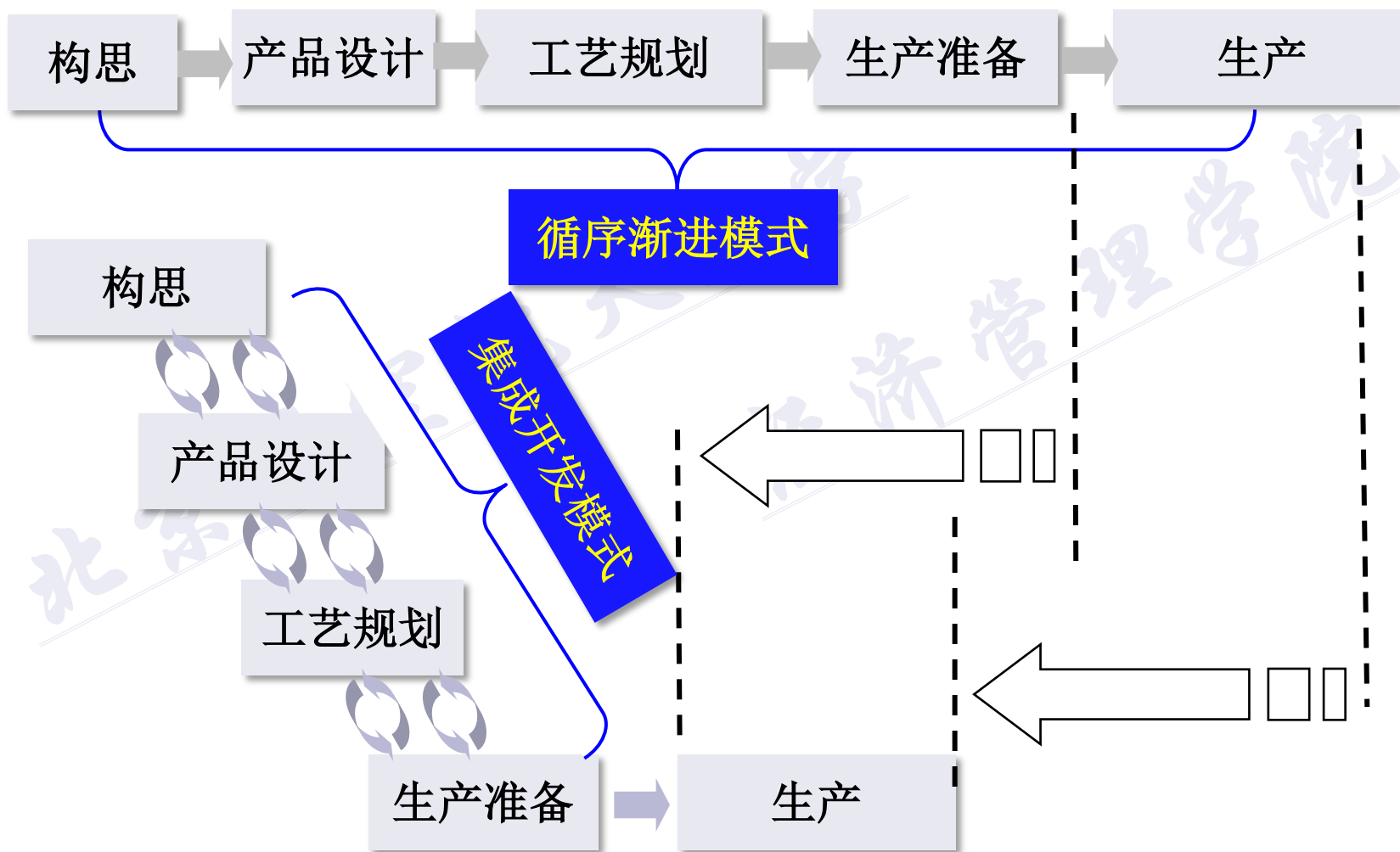
■ 各相关职能领域的人员都参与产品设计，包括

- 产品工程师
- 制造工程师
- 市场人员
- 采购人员
- 质量工程师
- 供应商...



■ 多环节共同参与、并行开发，弥补了循序渐进开发方法各环节相互脱节、产品设计要求相互矛盾的不足。

■ IPD与循序渐进开发方式对比:

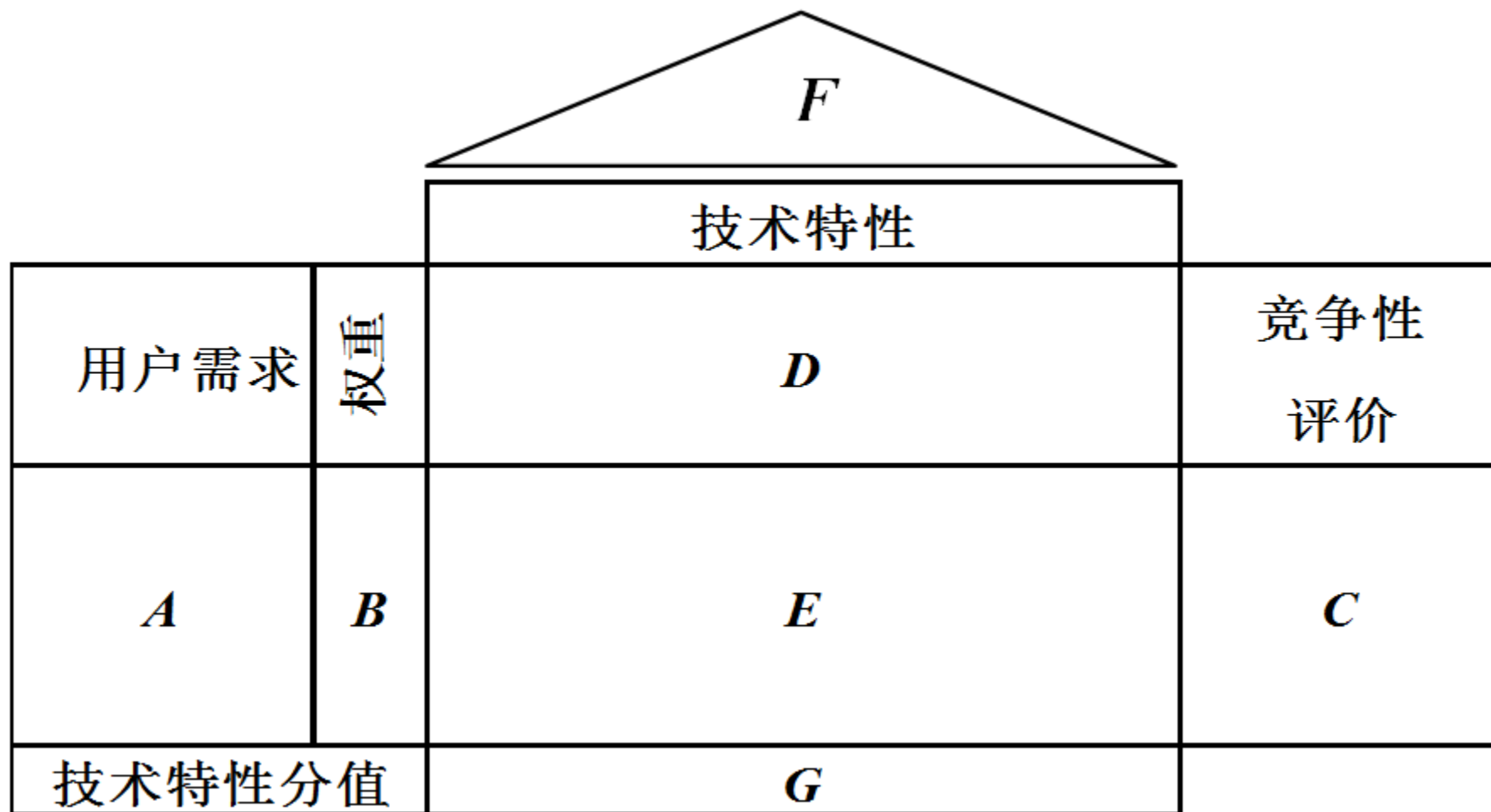


二、集成产品开发工具：质量功能展开 (Quality Function Deployment, QFD)

(一) 质量屋

- 日本在20世纪60年代提出了QFD方法，以实现集成开发的跨职能合作。
- 其目的是：使设计团队充分收集和了解客户需求，并将客户需求转化为设计要求→工艺要求……促进市场、设计和运作等不同领域的跨职能合作。
- 实现工具：质量屋。

- 质量屋是一个多区域广义矩阵，结构如图：



■ 构造质量屋的基本过程:

- (1) 获取用户需求 (Whats, **A区**) : 得到用户关于产品的所有需求目标信息, 确定每一需求的相对重要性 (**B区**) 。
- (2) 竞争性评价 (**C区**) : 考虑竞争对手, 对其产品满足客户每一需求的能力水平进行评价, 并参照竞争对手, 适当调整A→B区的权重。
- (3) 确定技术特性 (Howes, 图中**D区**) : 由跨职能设计团队确定采用哪种可测度的技术来实现用户需求。

- (4) 确定关系矩阵 (E区) :
 - 首先, 判断每一技术特性与用户特定需求之间是否有因果关系
 - 其次, 评价其满足用户特定需求的程度
 - 技术满足特定需求的相关程度用简单图形进行标记: ◎、⊙、▲, 分别表示某一技术特性对需求的影响为强、中、弱;
 - 可进一步量化为: 1、3、5分, 或者1、3、9分。

- (5) 确定技术方案之间的相关性 (F区)
 - F区矩阵描述了所对应技术特性之间的相关性，相关性强度可分为正相关、负相关、强正相关、强负相关、或者不相关。
 - 正相关表示一个方法支持另一个方法，负相关表示一个方法与另一个方法相冲突。
 - 技术措施的相关性也用简单图形进行标记，然后转化为关系分值，如1、3、5分。

□ (6) 确定产品设计目标 (G区)

□ G区包括：技术优先序、竞争基准和产品目标。

■ ① 技术优先序

- 将每一客户需求的权重 $imp(what_j)$ 与关系矩阵中的对应值 $V(how)_{ij}$ 相乘后按列相加即得技术优先序 $weight(how_i)$ ，它反映了产品的每一技术特性满足用户特定需求的相对重要性。

$$Weight(how)_i = V(how)_{i1} \times imp(what_1) + \dots + V(how)_{in} \times imp(what_n)$$

■ ② 竞争基准

- 企业现有产品以及竞争对手产品的技术优先序，反映了不同企业产品在各项技术特性上的评估排序。

■ ③ 产品目标

- QFD质量屋最后在G区输出一组工程目标，其中综合考虑了**技术优先序**和**竞争基准**，以全面反映设计团队对用户需求的理解、竞争产品的性能以及企业的发展战略。
- 通过质量屋方法来确定设计目标，能达到各职能间以及和客户间的良好交流。

例，X公司设计手机，需求和概念设计阶段QFD

□ **第一步**，确定用户需求及其权重（A、B区）

- 需求1：质量轻
- 需求2：方便使用
- 需求3：容易握持
- 需求4：续航能力强
-

□ 对用户需求进行评估，重要性权重初步确定为 2、4、2、1

程度级别

- ◎ 强/优 (5)
- ⊙ 中 (3)
- ▲ 弱/差 (1)

用户需求及其权重

| | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 质量轻 | 2 | | | | | | | | | | |
| 方便使用 | B 4 | | | | | | | | | | |
| 容易握持 | 区 2 | | | | | | | | | | |
| 续航能力强 | 区 1 | | | | | | | | | | |

□ **第二步**，竞争性评价（C区），并根据竞争对手调整B区的权重。

| 程度级别 | | | | | | | 竞争者评估 (五分制) X = 本企业 A = A公司 B = B公司 | | | | |
|----------|-----|--|--|--|--|--|---|---|----|----|---|
| ◎ 强/优 | (5) | | | | | | | | | | |
| ⊙ 中 | (3) | | | | | | | | | | |
| ▲ 弱/差 | (1) | | | | | | | | | | |
| 用户需求及其权重 | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 质量轻 | 2→3 | | | | | | | X | | AB | |
| 方便使用 | B 4 | | | | | | XA | | | | B |
| 容易握持 | 区 2 | | | | | | | | XA | B | |
| 续航能力强 | 1→2 | | | | | | | X | | AB | |

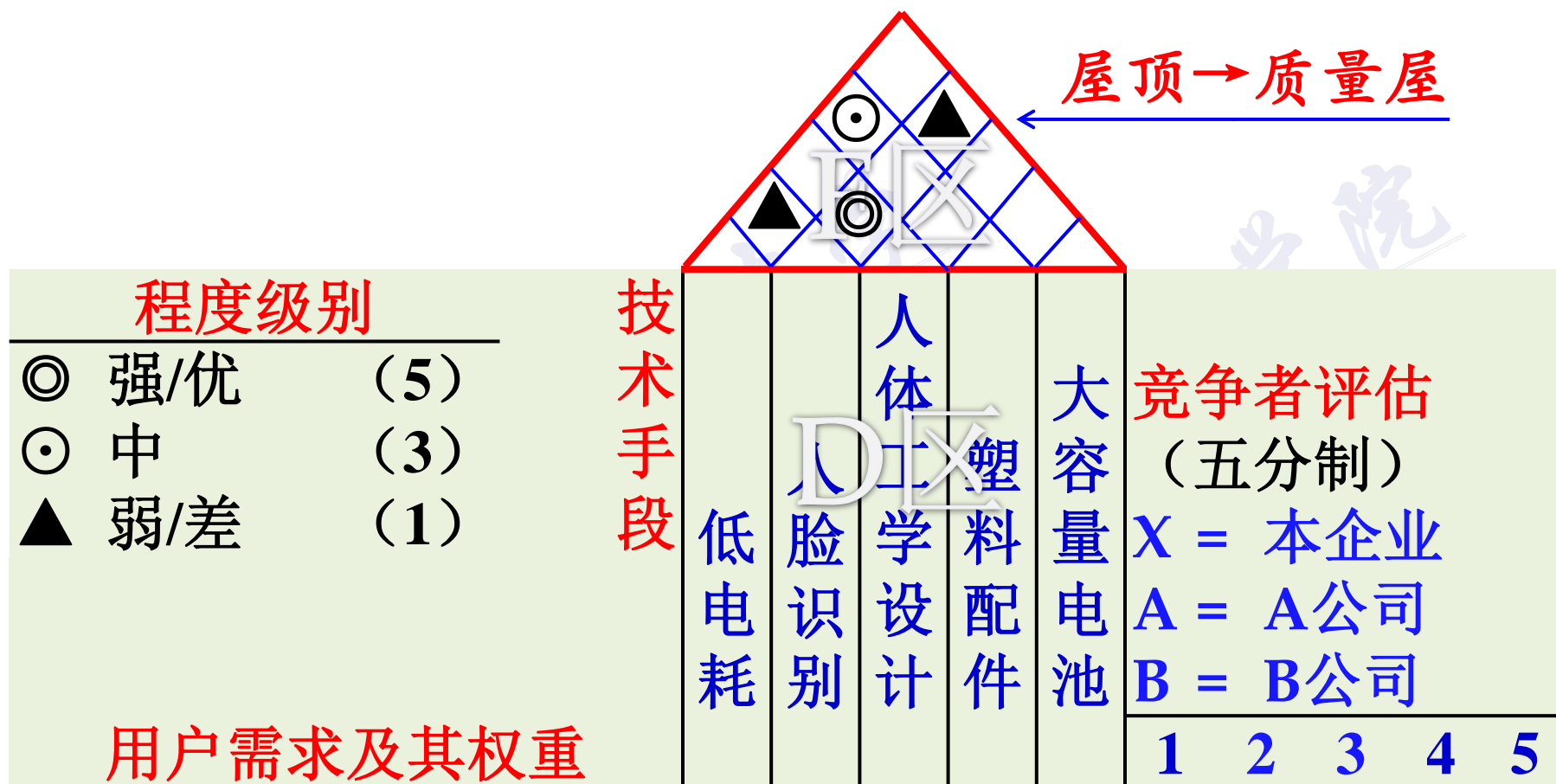
第三步，技术特性/方法（D区）。

| 程度级别 | | 技术手段 | D区 | | | | | 竞争者评估 (五分制) X = 本企业 A = A公司 B = B公司 | | | | |
|----------|-----|------|-----|------|------|------|-------|---|---|----|----|---|
| ◎ 强/优 | (5) | | 低能耗 | 人脸识别 | 工业设计 | 塑料配件 | 大容量电池 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ⊙ 中 | (3) | | | | | | | | | | | |
| ▲ 弱/差 | (1) | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 用户需求及其权重 | | | | | | | | | | | | |
| 质量轻 | 3 | | | | | | | | X | | AB | |
| 方便使用 | B 4 | | | | | | | XA | | | | B |
| 容易握持 | 2 | | | | | | | | | XA | B | |
| 续航能力强 | 2 | | | | | | | | X | | AB | |

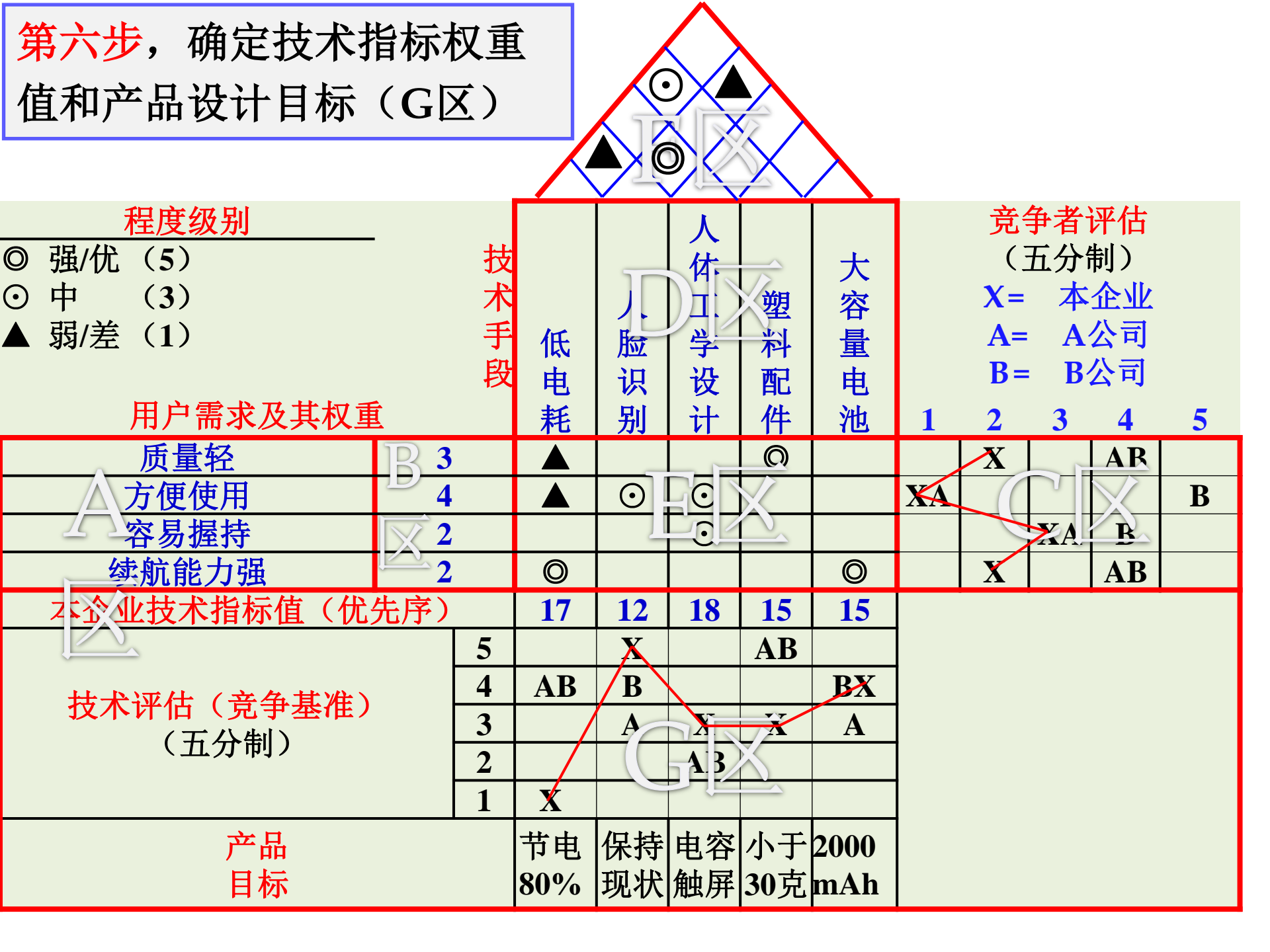
□ 第四步，关系矩阵（E区）。

| 程度级别 | | 技术手段 | D区 | | | | 竞争者评估 (五分制) | | | | | |
|----------|-----|------|-----|------|------|------|----------------|-------------------------------|----|----|--|--|
| ◎ 强/优 | (5) | | 低电耗 | 人脸识别 | 工业设计 | 塑料配件 | 大容量电池 | X = 本企业 A = A公司 B = B公司 | | | | |
| ⊙ 中 | (3) | | | | | | | | | | | |
| ▲ 弱/差 | (1) | | | | | | | | | | | |
| 用户需求及其权重 | | | | | | | | | | | | |
| 质量轻 | 3 | ▲ | | | ◎ | | X | | AB | | | |
| 方便使用 | B 4 | ▲ | ⊙ | ⊙ | | | XA | | | B | | |
| 容易握持 | 区 2 | | | ⊙ | | | | | XA | B | | |
| 续航能力强 | 2 | ◎ | | | | ◎ | | X | | AB | | |

□ 第五步，技术相关性（F区）

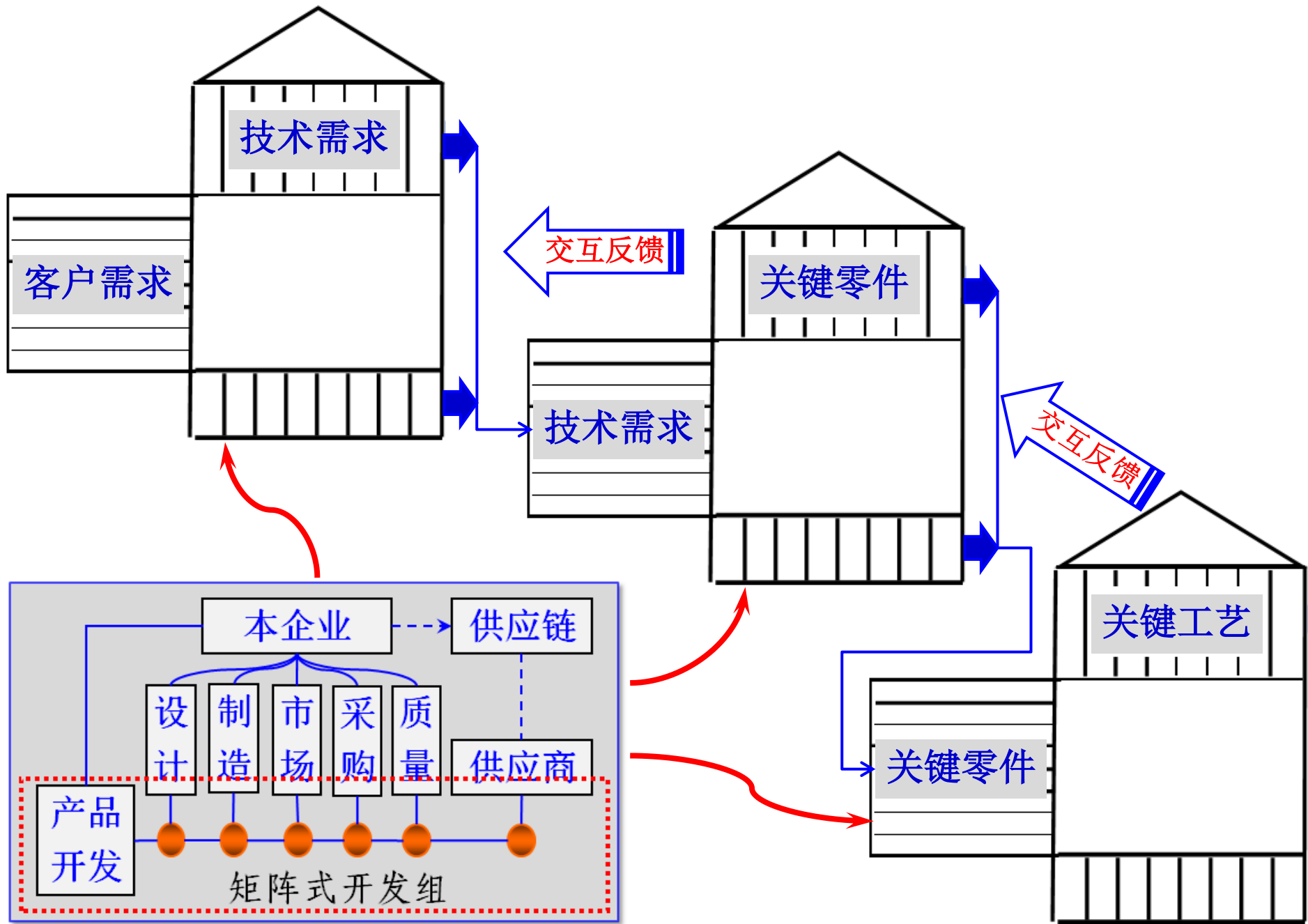


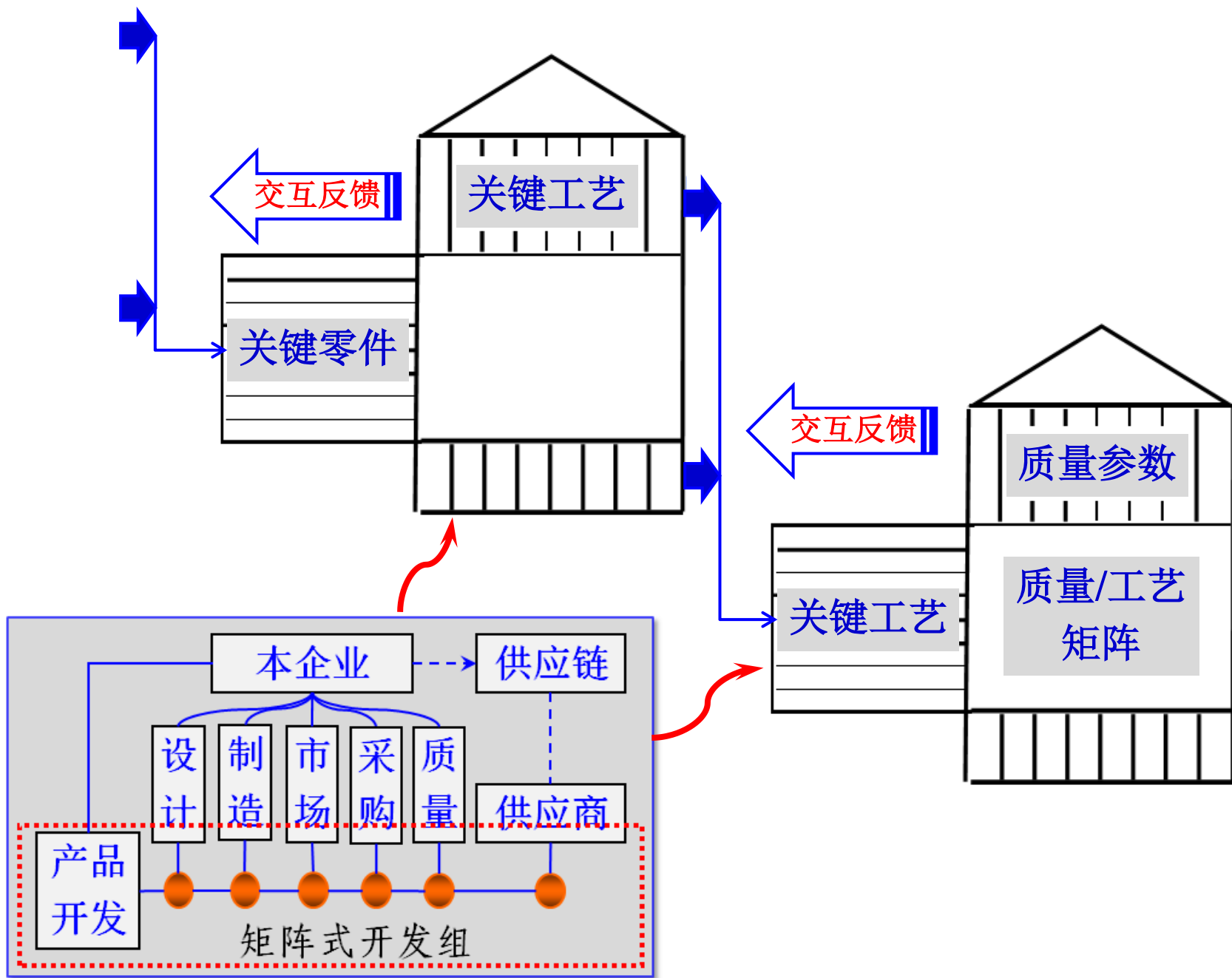
第六步，确定技术指标权重
值和产品设计目标（G区）



（二）QFD迭代

- 产品在不同开发阶段，关注的特性不同，而集成产品开发（IPD）强调在产品开发的不同阶段进行并行与交互。
- 借助QFD，可将产品特性在不同设计阶段展开（质量功能展开），以“客户需求→产品技术需求→关键零件特性→关键工艺规划→质量控制参数”，形成迭代开发与交互过程：





第三节 面向顾客的产品设计

顾客对产品接受性差的可能原因

- 产品种类不符合顾客需要
- 产品性能与顾客需要不符
- 产品使用不方便，或者难以学会使用
- 产品可靠性、安全性等存在设计问题
 - 产品设计和开发，需要在研发的不同阶段与顾客有效沟通，使设计建立在准确了解顾客需求的基础上，以避免上述问题的发生。

一、以用户为中心的设计和全部用户体验

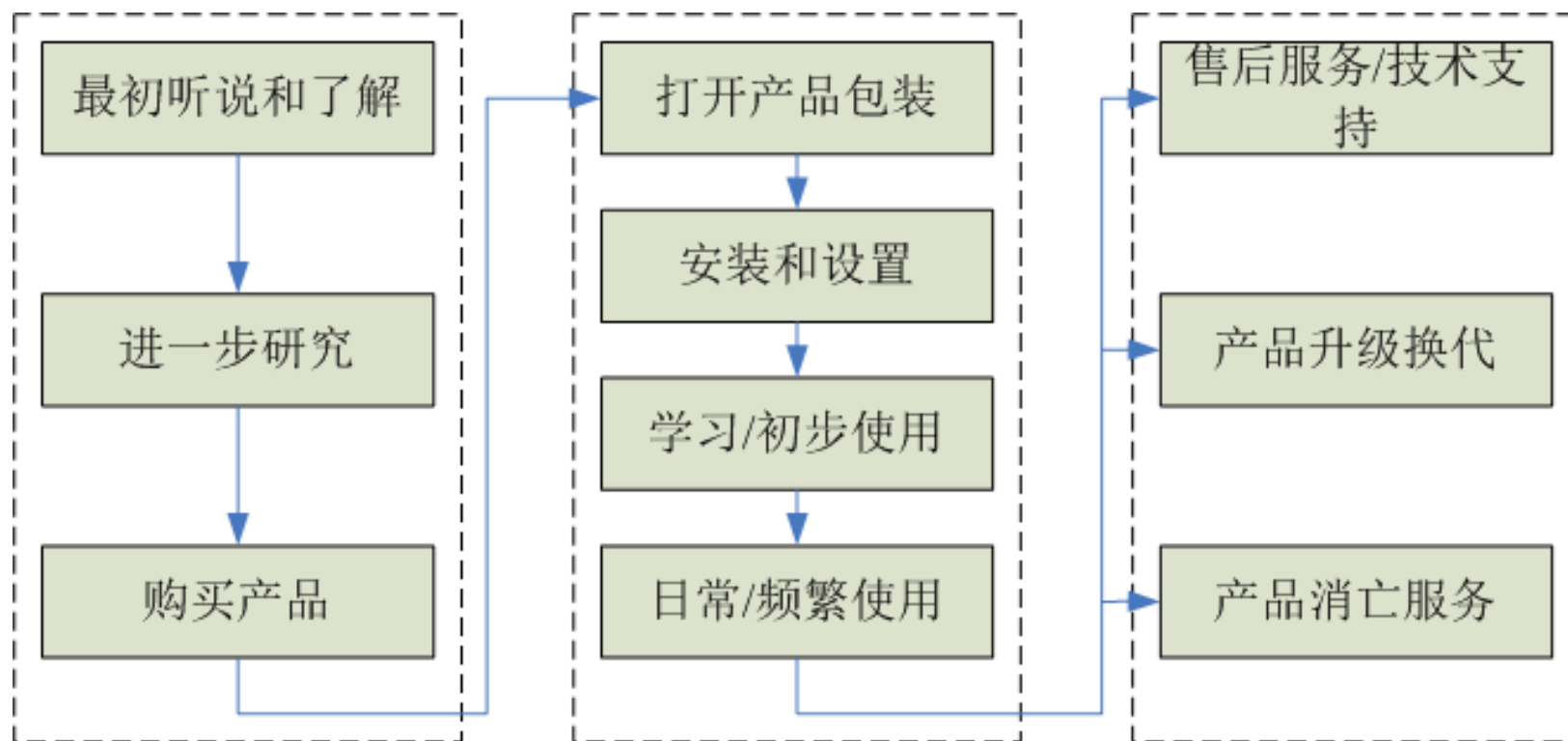
（一）以用户为中心的设计

- 以用户为中心的设计思想认为产品的成败最终取决于用户的满意度。
- 产品的设计策略应该以满足用户的需求为基本动机和最终目的。



(二) 全部用户体验

- 影响用户对产品评价的因素不光是最终产品，还包括从最初了解产品、到具体研究，到获得产品、安装使用、服务和更新等全过程对产品的感知，这称为全部用户体验。
- 用户在任何一个环节中遇到困难，对产品的满意程度都会受到影响。
- 要达到使用户满意的目标应当着眼于用户体验的所有环节，它们最终形成产品的顾客价值。



产品的全部用户体验过程

二、顾客价值、价值分析和价值工程

- 产品的**顾客价值**，指的是因使用产品而为顾客带来的利益。
- 产品价值评估：
 - 首先，要评价一个产品**是否有顾客价值**；
 - 其次，要考虑产品是否以**有效率的途径**创造了顾客价值。
- 上述属于价值分析或者价值工程（Value Engineering, VE）所解决的问题。

- **价值分析/ 价值工程**：分析产品是否融入了顾客所需要的“价值”，其目的是在满足顾客需要的前提下，简化产品和业务过程，从而以较低的成本获得相同或更好的产品性能。
- **价值分析**方法用于分析处于生产过程中的产品价值与功能；
- **价值工程**则主要用来在产品投产前削减成本。

□ 价值工程把价值定义为：

$$\text{价值} = \text{功能} \div \text{成本}$$

- 例，同样功能和预期寿命的轴，钛合金轴的价值因成本高，因此在价值工程的“价值”，比45号钢的轴“价值”低。

□ 价值工程中的“价值”不是“价格”，也不是“绝对价值”。

□ 产品价值评估方法：典型问题提问法。

零部件的功能是什么？

是否有不必要的功能？

是否可以通过其它的方法实现必要的功能？

是否可以将两个或以上的零件整合制造成一个零件？

是否具有可以减少的非标准化零件？

零部件需要什么材料？

是否可以用一种成本较少的材料来代替？

三、顾客满意度模型（Kano Model）

- 产品为顾客带来价值，体现在使顾客满意，可用顾客满意度模型评估。
- Kano model 由东京理工大学教授狩野纪昭 Noriaki Kano 于1982年提出，从消费心理学角度描述了三种顾客需求和顾客满意度的关系
 - 基本需求（must-have）
 - 期望需求（expected）
 - 兴奋需求（excitement）

■ 基本需求

□ 是顾客认为在设计中必须满足的需求或功能。

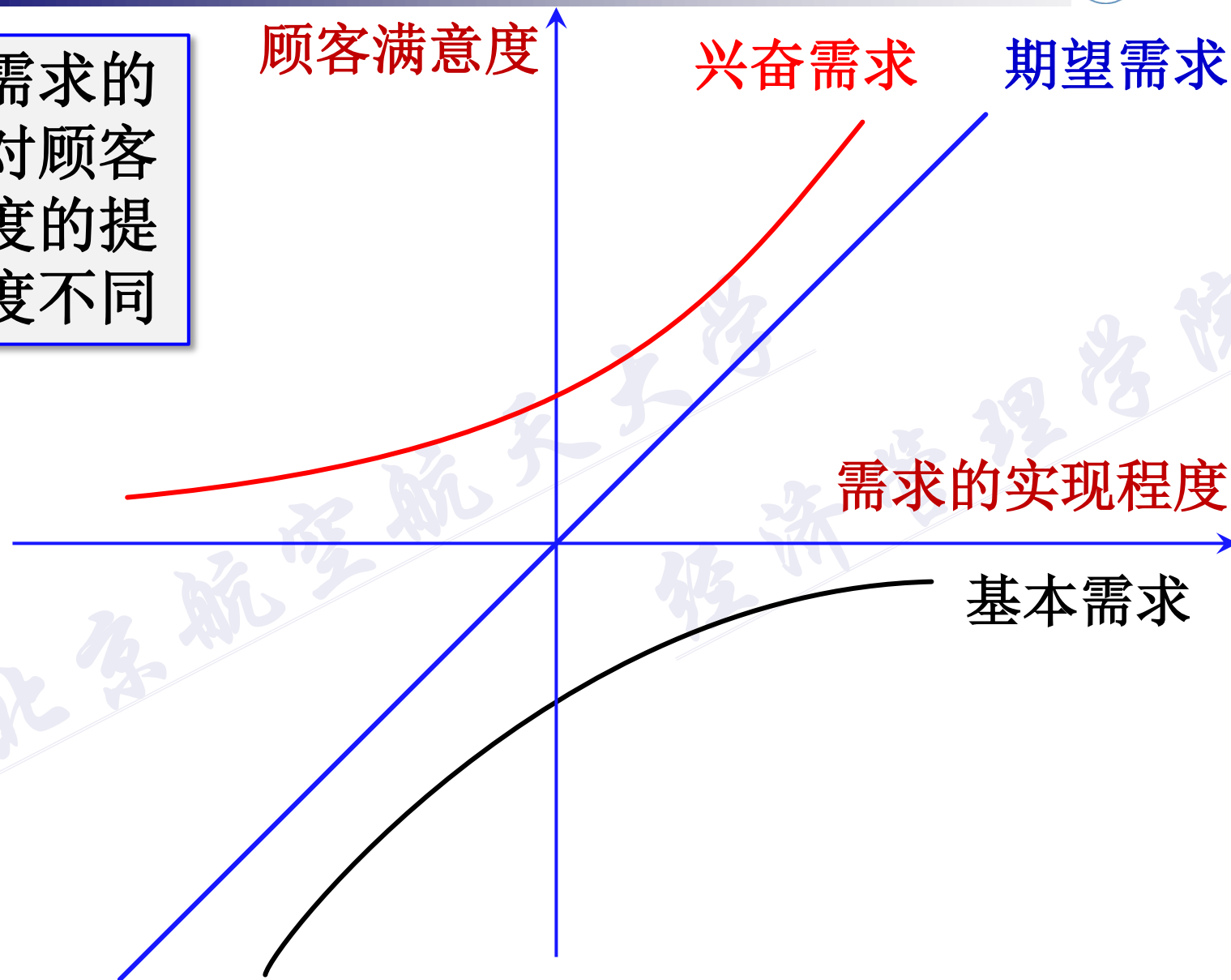
■ 期望需求

□ 是指顾客所希望的超出基本需求的某特殊需求。

■ 兴奋需求（品质）

□ 此类需求一经满足，即使表现并不完善，也能到来客户满意度的急剧提高，比如出乎顾客预料之外的有用功能。

三种需求的
满足对顾客
满意度的提
高程度不同



例，汽车的顾客满意度

- 可以开动：基本功能。
- 开起来舒服、操控性好等特性：期望需求。
- 自动驾驶：兴奋需求

例，罗永浩的“锤子”手机追求“兴奋需求”

- 短信后悔取消：发送后，有3秒时间反悔取消，以及其他一些功能，目的是追求兴奋需求*。
- “工匠情怀” ...?



四、顾客参与和体验式产品设计

- 顾客参与和体验式产品设计，是客户驱动的交互式产品设计，其目标是在缩短开发周期的过程中，系统地分析市场状况、客户需求、客户反馈，提高客户对产品的满意度。
- 客户参与设计是引导客户在企业生产能力范围内，从企业预先设计的满足客户的各款项、功能和价格需求的选项中进行设计（选择组合）。
- 基础是产品的模块化。

（一）客户参与设计的方式

- 不同的产品设计参与方式：互联网、电话咨询、直接参与跨职能设计团队等等。

（二）客户的参与程度

- （1）设计人员控制下的客户参与：客户主要提出产品的参数、款式、材质等选择，详细设计由职业设计人员完成。
- （2）客户直接参与：与设计人员并行协同工作，客户须具备一定的专业知识和设计能力。

案例，顾客参与的汽车设计

- 汽车企业允许顾客在计算机终端上设计自己喜欢的汽车结构：在大量选择方案中就车身、悬架、发动机、轮胎、汽车颜色、车内结构等做出具体选择。



- 借助虚拟现实（virtual reality），顾客可以随时看到自己所设计的汽车的样子，并可进行模拟驾驶体验，以修正设计，直到满意为止。



第四节 面向制造与装配的产品设计

- 产品设计除了要考虑客户需求，还要考虑制造和装配的方便性、经济性，即符合产品设计的**可制造性**要求。
- 可制造性，是设计和生产规划的若干特征或要素的组合，它使所设计的产品不仅符合必须的质量和性能要求，同时也能以最简单经济的方法在最短的时间内制造出来。

一、面向制造的产品设计（DFM）

- 面向制造的产品设计（Design for Manufacturing, DFM），是最直接的考虑产品可制造性的产品设计方法。
- DFM将产品的设计要求与所具有的制造能力相匹配，其主要内容是改进所设计产品的制造工艺性，使所设计的产品能制造，并易于制造。
- 影响产品可制造性的设计生产规划的要素和特征包括：

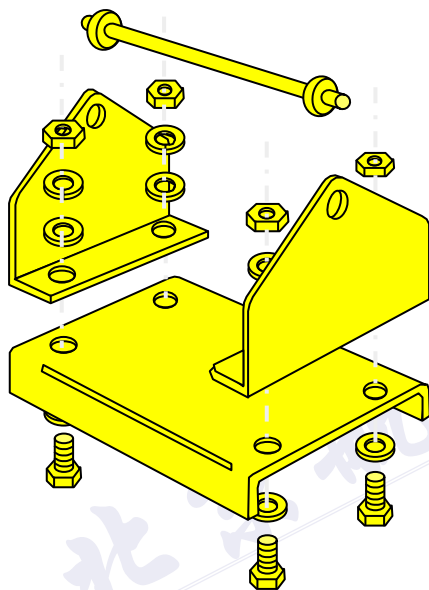
- 规定使用的材料：设计使用的可选材料越多，越易于制造。
- 设计的简化和标准化
- 生产方法替换的灵活性
- 公差要求
- 专用设备和工装
- 供应链：产品可由多个供应商生产的设计方案，比仅能由一家生产的方案更好。

二、面向装配的产品设计（DFA）

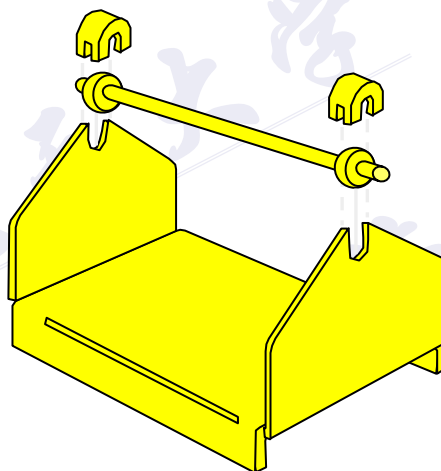
- 面向装配的产品设计（Design for Assembly, DFA）：通过零部件和装配方法设计减少装配的复杂性，从而达到提高产品可制造性的目的。
- 方法：
 - （1）简化产品设计
 - （2）设计便于装配的零部件
 - （3）零部件标准化、通用化
 - （4）模块化设计

例，简化产品设计 for 装配

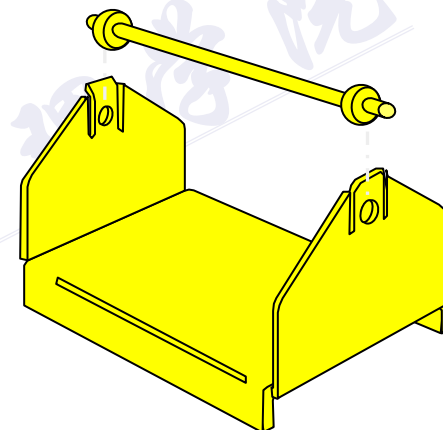
a. Original design



b. Revised design



c. Final design



- 为简化装配，制造上就可能需要使用新工艺；
- 上述新的版型可能要使用较复杂的钢板冲压工艺。

三、零部件标准化和通用化

- 在满足产品性能的前提下**标准化和通用化**，以提高设计的可制造性、可装配性。
- 采用标准化或通用化的零部件可以减少设计过程、生产准备过程和生产制造过程的时间和成本，提高可互换性、可靠性和可维修性。
- 标准化和通用化设计也提供了广泛的供选择的供应商。

四、模块化设计

- 零部件的标准化和通用化，解决了生产的可制造性、可装配性问题，但还不能解决产品的客户化、个性化定制问题。
- **定制化解决策略**：在对产品进行市场预测、功能分析的基础上，划分并设计出一系列通用的功能模块，根据用户的要求，对这些**模块**进行**选择和组合**，构成不同功能、或功能相同但性能不同、规格不同的产品，从而实现定制化。

实现定制化的关键是模块化

- **模块**，是构成产品的一部分，具有独立功能，具有一致的几何连接接口和一致的输入、输出接口的单元。
- 相同种类的模块在产品族中可以重用和互换，相关模块的排列组合就可以形成不同产品。

模块化的优点

- 既能满足用户的多样性需求，又使新产品更容易生产制造，降低生产制造成本。

例，手机的模块化与顾客满意度

- Google的Project Ara项目拟推出纯模块化手机：所有组件可自由拆卸、组装、可热插拔电池，预计售价50美元。
- 换手机的概念将不是“买一个新手机”，而是“买一个新模块”——最大化定制。



* Project Ara 项目在2016年底被Google终止。

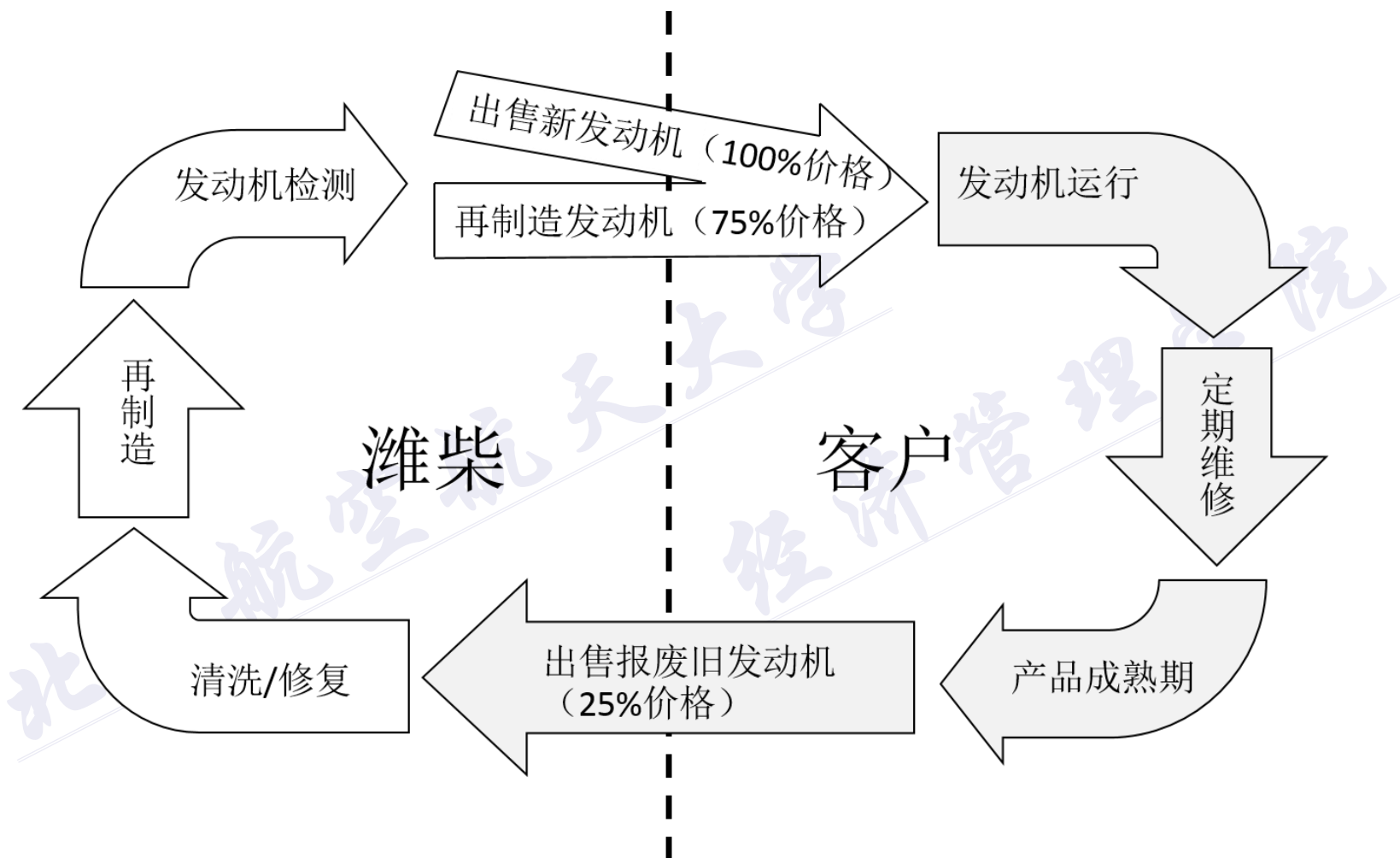
第五节 面向环境的设计（DFE）

- 产品的价值体现在整个生命周期（Life Cycle, LC）上，因此要考虑产品生产、包装、营销、使用、再使用和产品维护，直至再循环和最终废物处置全过程的影响。
- **面向环境的设计**（Design for Environment, DFE）是指在产品设计中考虑产品生命周期各个阶段对环境的影响，设计出对环境友好的产品——将环境污染和资源消耗降至最小。

- 环境友好的产品设计注重产品“尸体”的处理，因此也称为面向分解或面向回收的设计（Design for Disassembly/ Recycling, DFD/ DFR）。
 - 环境友好的产品，易于拆卸，零部件容易更换、维修、熔化、或翻新；
 - 产品也可以通过维修、翻新零部件来恢复功能，延长使用寿命；
 - 循环使用，减少了为生产新产品而消耗的能量和物质资源，也减少了垃圾的产生。

■ 例，潍柴动力的产品再制造

- 山东潍柴动力集团，回收使用过的旧发动机，进行产品“再制造”，使之质量、性能和安全指标达到新发动机的水平，再以低价销售给用户。
- 与新品相比，再制造能够节约成本50%、节能60%、节材70%，对环境的不良影响与制造新品相比显著降低。
- 制造商、用户、环境、资源都得到了好处。



■ 本章小结

- 产品、产品战略与企业战略、顾客价值
- 产品设计趋势、评价、产生方式、产品开发流程
- 集成产品开发方法IPD、质量功能展开QFD
- 面向顾客的产品设计：用户为中心、价值分析、顾客满意度、顾客参与设计
- 面向制造与装配的产品设计：制造、装配、标准化、通用化、模块化
- 环境友好型产品设计