



清华大学

系统化产品设计与开发

第二讲 开发流程与组织

成 晔

清华大学工业工程系

Tyco公司：安保系统产品

无线安全报警系统 控制面板



诸多项目中，有哪些共性的关键开发活动？

需要设定哪些里程碑和评审点？

是否有标准开发流程，适用于所有的事业部？

领域专家扮演何种角色？

人员如何分组，按项目，还是按技术或业务领域？

产品开发流程

■ 一般流程的定义

- 一系列顺序执行的操作步骤，它们将一组输入转化为一组输出

■ 产品开发流程的定义

- 企业的一系列步骤或活动：构思、设计产品，并使其商业化

大多数步骤是脑力活动、组织活动，而非物理性活动

有些开发机构可以精确细致地定义并遵循开发流程，而另一些机构甚至无法描述其流程

不同开发机构的开发流程，差异甚大

同一企业内，不同类型项目，采用不同流程

准确定义开发流程的益处

质量保证

- 指明开发阶段，及相应检查点
- 遵循开发流程，保证开发质量

协调

- 项目的主计划(Master plan)
- 规定团队成员角色

计划

- 每阶段相应的里程碑
- 锁定项目进度框架

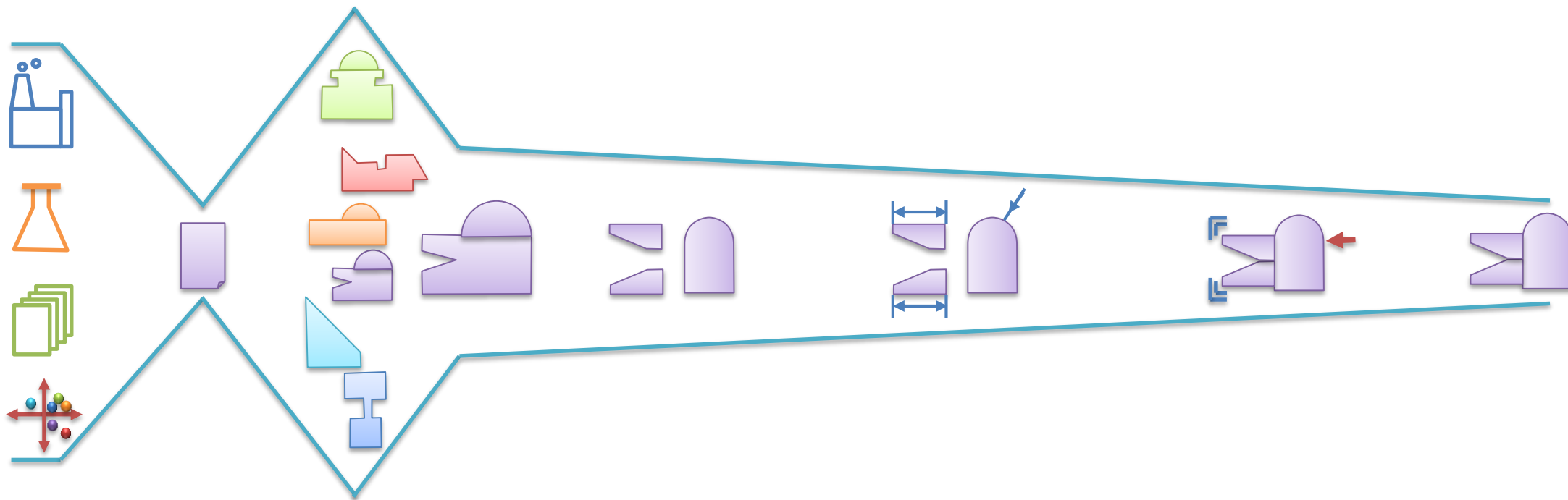
管理

- 评估活动绩效的基准
- 实际进展与流程节点比对，找出问题

改进

- 记录开发流程，发现改进空间

通用型产品开发流程



阶段0：
产品规划

阶段1：
概念开发

阶段2：
系统级设计

阶段3：
详细设计

阶段4：
测试与改进

阶段5：
生产准备

关于产品开发流程的思路

选择与细化过程

- 广泛开发候选产品概念
- 逐步缩小选择范围
- 逐渐细化产品规格
- 直至产品可靠重复生产

信息处理过程

- 输入
 - 企业目标，战略机会
 - 可用技术，产品平台
 - 生产系统
- 输出
 - 产品规格
 - 产品概念，细节设计
 - 生产和销售所需信息

风险管控过程

- 早期
 - 风险被识别并进行优先排序
- 过程中
 - 消除关键的不确定性因素，验证产品功能，降低风险
- 完成时
 - 团队对产品能正常工作并被市场接受充满信心

通用型产品开发流程的各阶段(1/3)

0. 产品规划

- 依据企业战略进行机会识别
 - 技术发展评估和市场目标评估
- 输出：项目任务书
 - 产品目标市场，业务目标
 - 关键假设，约束条件

1. 概念开发

- 识别目标市场的顾客需求
- 创成并评估可选择的产品概念
- 优选出一个或数个概念，进行进一步开发和测试

产品概念

- 对一种产品的形式、功能和特征的描述
 - 规格说明
 - 竞争产品分析
 - 项目经济性论证

通用型产品开发流程的各阶段(2/3)

2. 系统级 设计

- 定义产品架构
- 产品分解为子系统、零部件
- 关键部件的初步设计
- 生产系统初始规划

3. 详细设计

- 自制零部件的完整规格说明
 - 几何形状、材料、公差等
- 外购标准件的详细规格
- 制造工艺规划，工艺装备设计

产品控制文档

- 描述每个零部件几何形状和工装的图纸或计算机文件
- 外购零部件的规格
- 零件制造和产品装配的工艺规划

关键 问题

- 材料选择
- 生产成本
- 稳健性

通用型产品开发流程的各阶段(3/3)

4. 测试与 改进

■ 早期样机(α 原型)

- 由产品验证型零件构成
 - 与正式零件形状相同，材料相同
 - 使用试制工艺，而不是正式工艺

■ 后期样机(β 原型)

- 由工艺验证型零件构成
 - 用正式工艺制造零件
 - 装配过程不一定用正式工艺

■ α 原型测试

- 是否能实现设计要求？
- 能否满足关键的顾客需求？

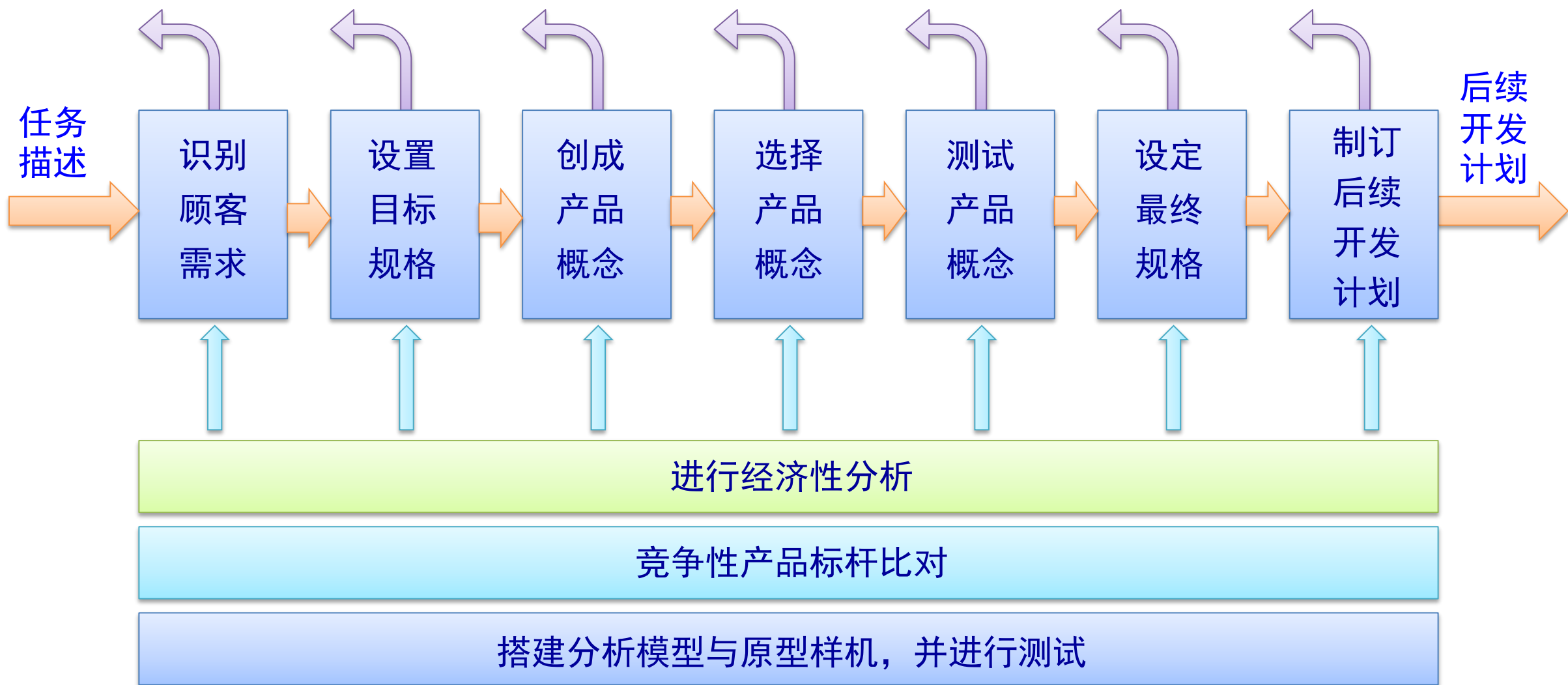
■ β 原型测试

- 进行广泛的内部评估
- 顾客在其应用环境中测试
- 解决产品性能及可靠性的问题

5. 生产准备 (量产爬坡)

- 培训生产员工
- 解决生产工艺中的遗留问题
- 请目标顾客详细评估，识别缺陷

概念开发：前端流程



概念开发流程(1/3)

识别顾客需求

- 目标
 - 了解顾客需求
 - 有效传达给开发团队
- 输出
 - 一整套顾客需求陈述
 - 层次化结构
 - 重要度权重

设置目标规格

- 目标规格：产品必要功能的精确描述
 - 将顾客需求转化为技术语言
- 表达团队期望
 - 所选概念与之一致
- 输出：目标规格列表
 - 含各参数的边界值和理想值

创成产品概念

- 目标
 - 完全彻底地探索产品概念的可行空间，不留死角
- 方法
 - 外部搜索，内部原创
 - 系统性探求
- 输出
 - 一组10~20个产品概念
 - 草图，简短描述

概念开发流程(2/3)

概念选择

- 对已有产品概念进行分析和逐步筛选,以确定最有希望的概念
 - 通常需要多次迭代
 - 可能创成新的概念,并不断完善

概念测试

- 对选出的一个或数个概念进行测试
 - 顾客需求是否满足?
 - 评估产品市场潜力
 - 后续开发弥补缺陷
- 如果顾客反响不好
 - 项目可能终止
 - 必要时重复前期活动

设定最终规格

- 概念选择与测试后,再次审定目标规格
 - 确保指标参数的具体值
 - 概念的固有约束
 - 建模发现的限制条件
 - 成本与性能之间权衡

概念开发流程(3/3)

项目规划

- 详细开发进度计划
- 项目开发周期压缩策略
- 识别项目所需资源
- 成果：项目开发合同书

经济性分析

- 建立新产品的经济模型
 - 判断整个开发项目继续开展的合理性
 - 解决权衡问题，如：开发时间 vs. 制造成本

竞争性产品标杆比对

- 新产品正确定位
- 产品与工艺设计创意的丰富来源

搭建模型和样机

- | | |
|--|--|
| ■ 概念验证模型 <ul style="list-style-type: none">● 展示可行性 | ■ 数据表格模型 <ul style="list-style-type: none">● 技术权衡 |
| ■ 外形模型 <ul style="list-style-type: none">● 评估人体工程和造型风格 | ■ 实验测试模型 <ul style="list-style-type: none">● 支持稳健性参数设计 |

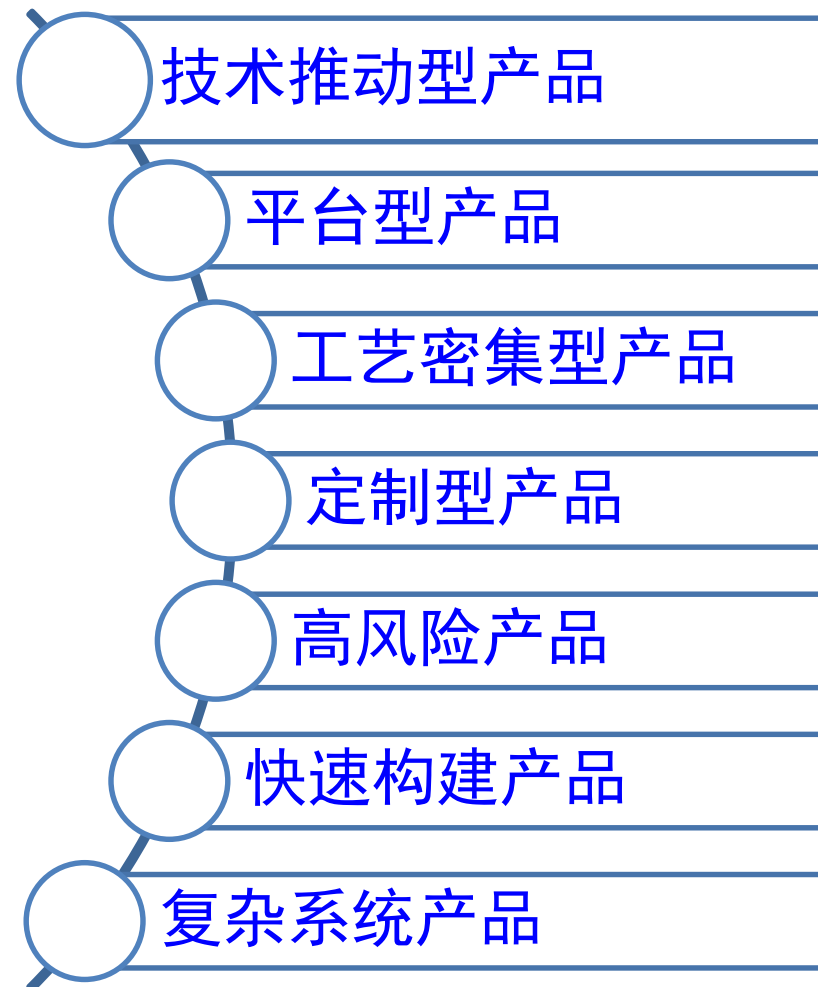
产品开发流程的类型

通用型 产品开发流程

- 适用于市场拉动型新产品开发
 - 从市场机会出发
 - 寻求可用技术方案
 - 满足顾客需求

产品开发流程变化型式

■ 适用的产品类型



技术推动型产品

- 从企业拥有的某项新颖专利技术出发
- 寻找一个能应用此技术的合适市场
 - 技术推动型新产品开发

基于Gore-Tex技术的新产品

用于血管手术的人工静脉材料

高性能电缆的绝缘材料

户外运动衣物面料

牙线

风笛袋的内衬

- 基础材料或基础工艺新技术
 - 非同寻常新特征，匹配合适应用领域
- 若要成功，须满足条件：
 - 在满足顾客需求方面，新技术有显著优势
 - 竞争对手企业很难或不可能获得可替代的技术
- 降低过度依赖新技术的风险
 - 考虑更广范围的新产品概念

平台型产品

- 围绕一个既有的技术子系统（技术平台）开发新产品
 - 开发技术平台投资巨大
 - 企业尽量将其用于多种产品

示例

- 英特尔公司的CPU芯片
- 苹果公司iOS操作系统
- 吉列公司的剃须刀片设计

- 平台型产品与技术推动型产品对比
 - 相似性：产品概念将用到某项特别技术
 - 差异性：平台技术已经证明了其实用性

- 基于技术平台开发产品
 - 比从头开发新技术更容易
 - 多种产品可共享技术开发成本

工艺密集型产品

- 生产工艺流程严格地限制了产品的特性
 - 产品设计与工艺设计难以分离

示例

- 半导体
- 食品
- 化工
- 造纸

- 某些情况下，新产品与新工艺同步开发
 - 例如，开发一种新的快餐食品，同步开发其制造工艺与设备

- 还有些情况下，先确定生产工艺，在工艺约束下开发产品
 - 例：在某个具体的造纸厂生产新型纸制品
 - 例：用某个既有的晶片制造设施生产新的半导体器件

定制型产品

■ 将产品的标准配置稍作改变

- 响应顾客的特殊需求
- 设定变量的数值或属性
 - 例如：结构尺寸，材料

示例

- 电气开关
- 汽车发动机
- 蓄电池
- 周转箱

■ 结构化的详细开发流程

- 遵循严格顺序步骤
- 结构化的信息流

■ 基础流程上补充了具体、详细的信息处理活动

- 信息处理活动自动执行

高风险产品

■ 在技术或市场上具有高度不确定性导致风险

● 技术风险

- 产品是否能正常运转？

● 市场风险

- 顾客喜欢团队开发的产品吗？

● 预算和进度风险

- 团队能在预算范围内按时完成项目吗？

■ 调整产品开发流程，消除风险

- 尽早完成某些可能导致风险的设计和试验活动

● 顾客对新产品接受程度不确定性大

- 早期使用效果图或用户界面原型进行概念测试

● 产品技术性能不确定性大

- 较早建立关键特性工作模型，并进行测试

● 多种技术方案平行开展，以确保其一能成功

● 定期设计评审，评估风险水平

快速构建产品

- 对某些产品，构建和测试原型、模型非常便捷
 - “设计—构建—测试”循环可重复多次
 - 快速迭代——螺旋式产品开发流程

示例

- 软件
- 电子产品

- 在系统级设计阶段，将整个产品特征分解为高、中、低优先级
- 从最高优先级的特征开始，执行若干次“设计—构建—集成—测试”活动循环
- 可能需要顾客参与测试

复杂系统产品

- 大规模产品：
由许多相互作用的子系统和零部件组成的复杂系统

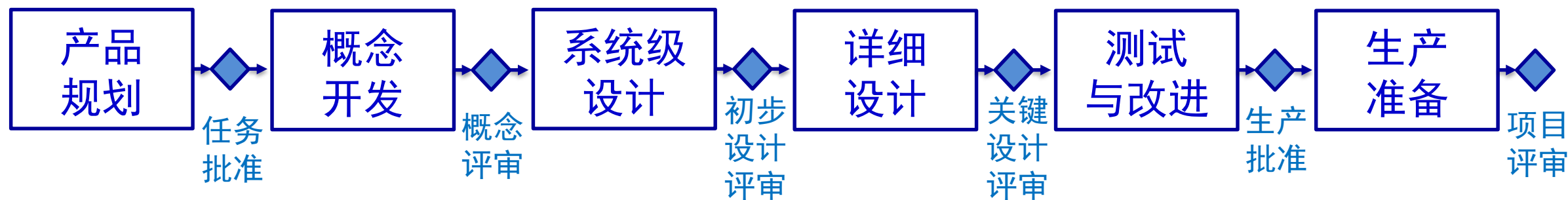
示例

- 汽车
- 飞机

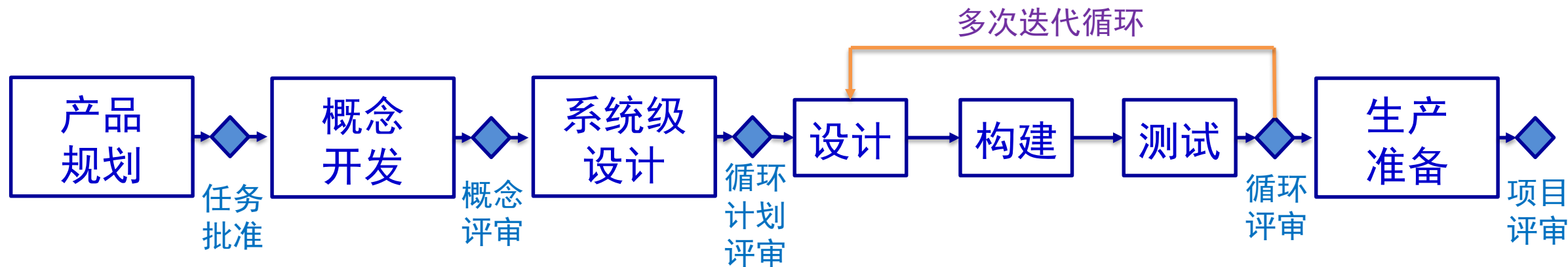
- 概念设计
 - 考虑多种不同的系统架构
- 系统级设计
 - 整个系统分解成多个子系统
 - 子系统进一步分解成许多零部件
- 详细设计阶段：高度并行
 - 多个子团队同时独立地开展工作
 - 协调、管理零部件之间、子系统之间的交互关系
- 测试与改进阶段
 - 系统集成，各层级上测试与验证

产品开发流程图(1/2)

■ 通用型开发流程

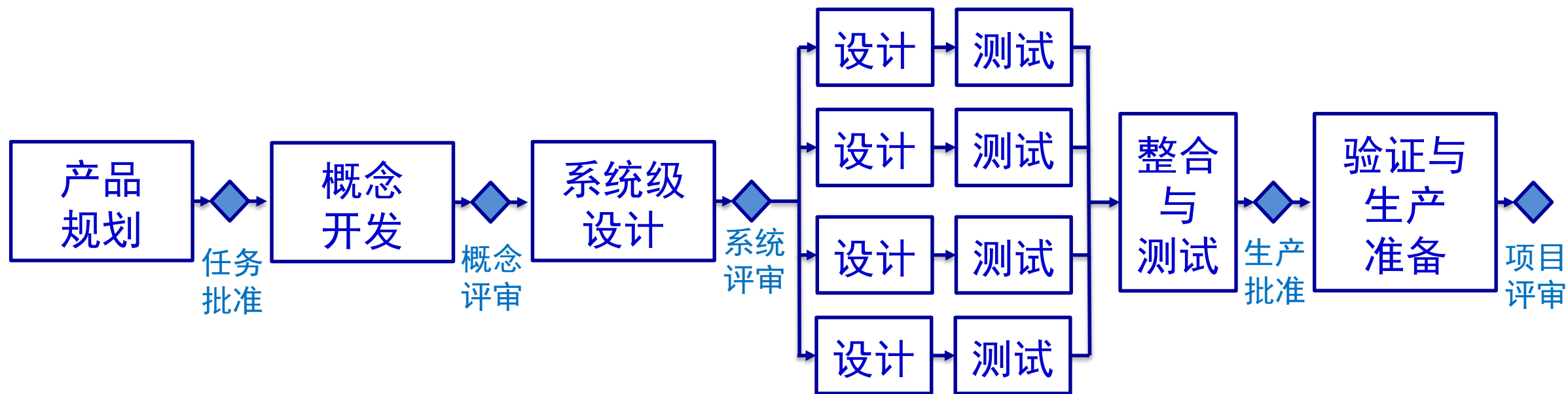


■ 螺旋式开发流程

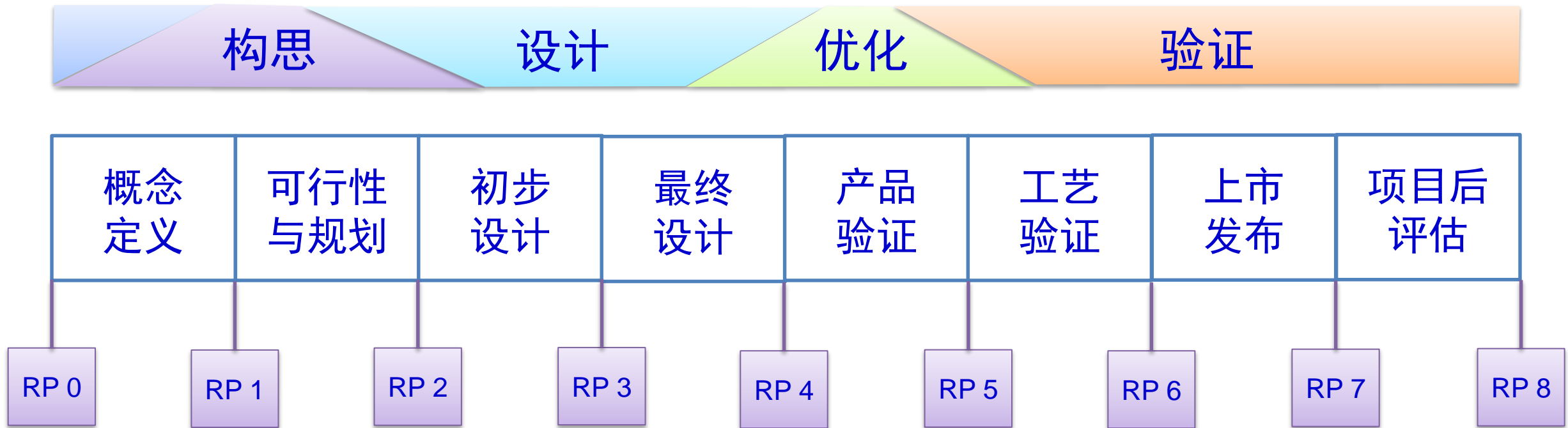


产品开发流程图(2/2)

■ 复杂系统开发流程



Tyco公司产品开发流程的集结点体系



RP: Rally Point (集结点)

产品开发组织

■ 组织的形成

- 建立人员之间的联系
 - 正式联系
 - 非正式联系

■ 汇报关系

- 传统的上级与下属关系
 - ◆ 最常见的正式联系
 - ◆ 涉及绩效评估、预算和资源分配

■ 财务安排

- 同一个财务实体组织内的人员
 - ◆ 公司内同属一个事业部或部门的人员

■ 地点分布

- 人员共用一间办公室，或在同层楼，或在同一楼内
 - ◆ 常为非正式联系

职能式组织 (1/2)

■ 职能：一个责任范围

- 通常涉及专业化的教育、培训或职业经验

■ 传统职能

- 市场营销，产品设计，制造生产

■ 细分职能

- 市场研究，市场策略，应力分析，工业设计，人因工程，工艺开发，运营管理

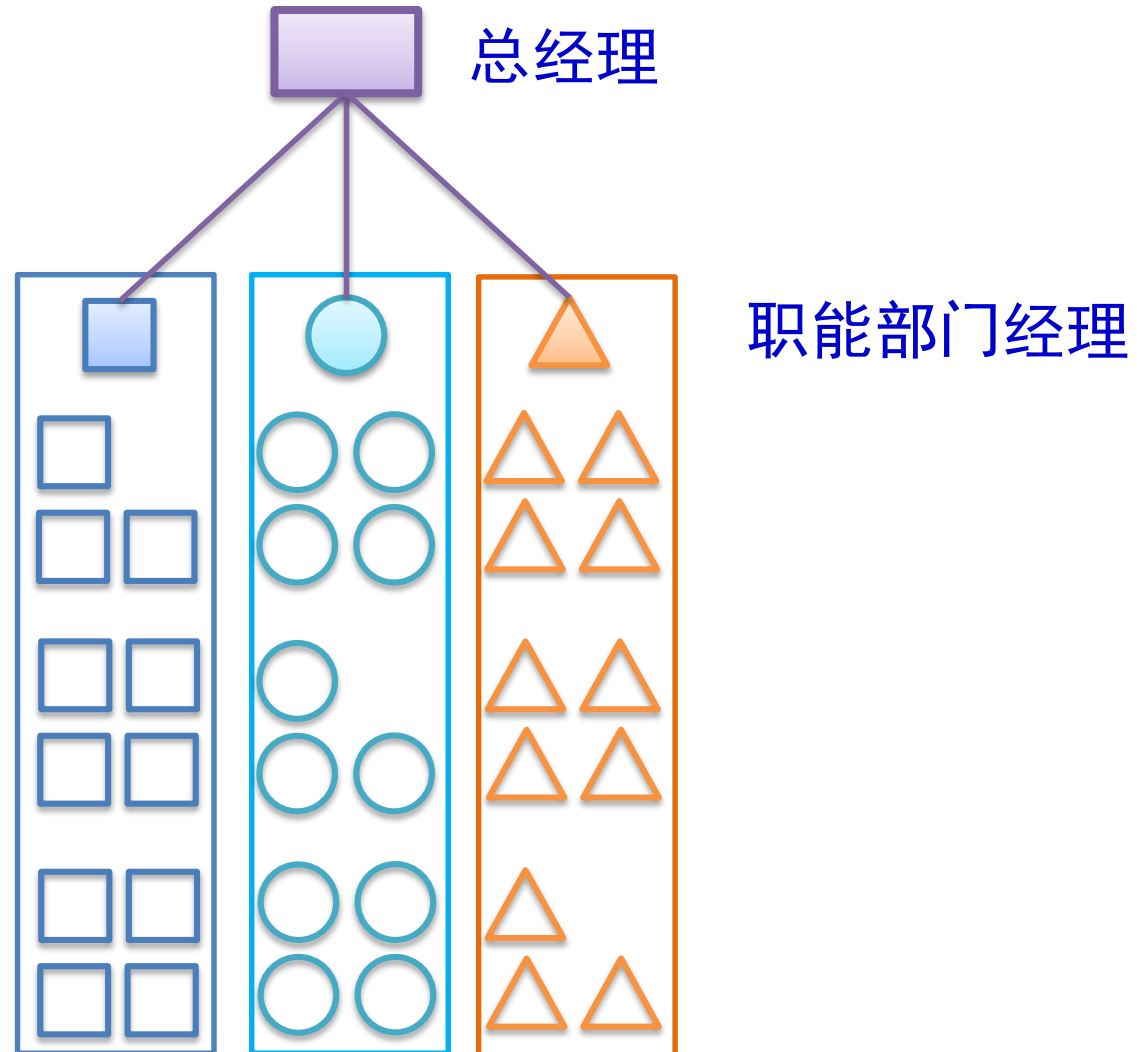
■ 职能式组织：

- 组织中的联系主要产生于执行相似职能的人员之间

严格的职能式组织示例

- 一组市场营销专业人员
- 拥有相似的培训和专业知识的
- 都向同一个经理报告
- 经理评估他们的业绩，设定薪酬
- 独立预算，且在公司大楼的同一区域办公
- 人员参与多个项目，与项目团队其他成员的组织性联系不强

职能式组织 (2/2)



项目式组织 (1/2)

■ 产品开发项目

- 一种具体产品的开发流程中的一系列活动
 - 例如：识别顾客需求，创成产品概念，等等

■ 项目式组织

- 组织联系主要产生于在同一个项目工作的人之间
- 每个人把自己的专业知识，投入到这个项目中

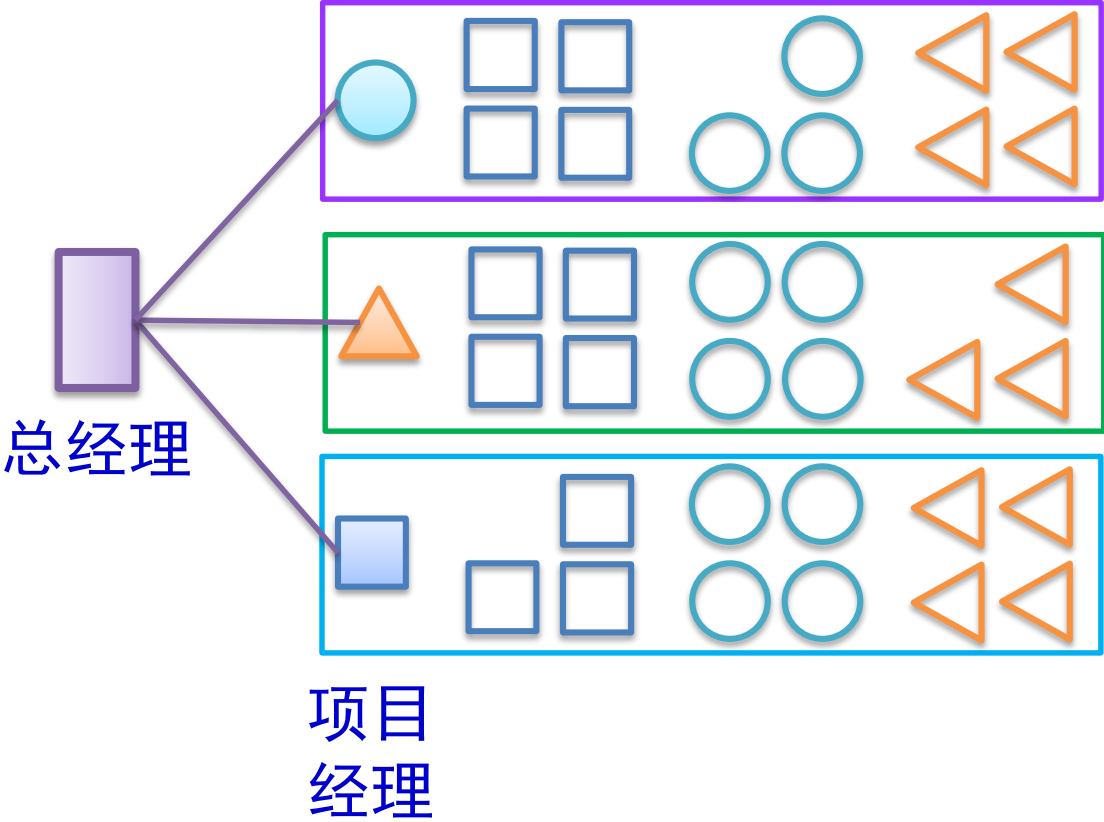
严格的项目式组织示例

- 开发机构内有若干项目小组构成，其成员来自不同的职能部门
- 每个项目组专注于开发一种具体的产品(或产品线)，成员向项目经理汇报
- 项目经理可能来自任一职能领域
- 项目经理进行绩效评估
- 项目团队成员尽可能在同一地点，以利于沟通、协作

新成立企业的新产品研发 “小虎队” (Tiger team)

- 所有人（无论其职能）都干唯一项目
- CEO即为项目经理
- 所有可用资源都被团队拥有

项目式组织 (2/2)



矩阵式组织： 职能式和项目式组织的混合体

■ 人员之间的联系，与项目和职能都有关

■ 每人都有两个上级：项目经理，职能经理

■ 经理们不能独立地评估绩效，决定预算

■ “重量级”项目组织

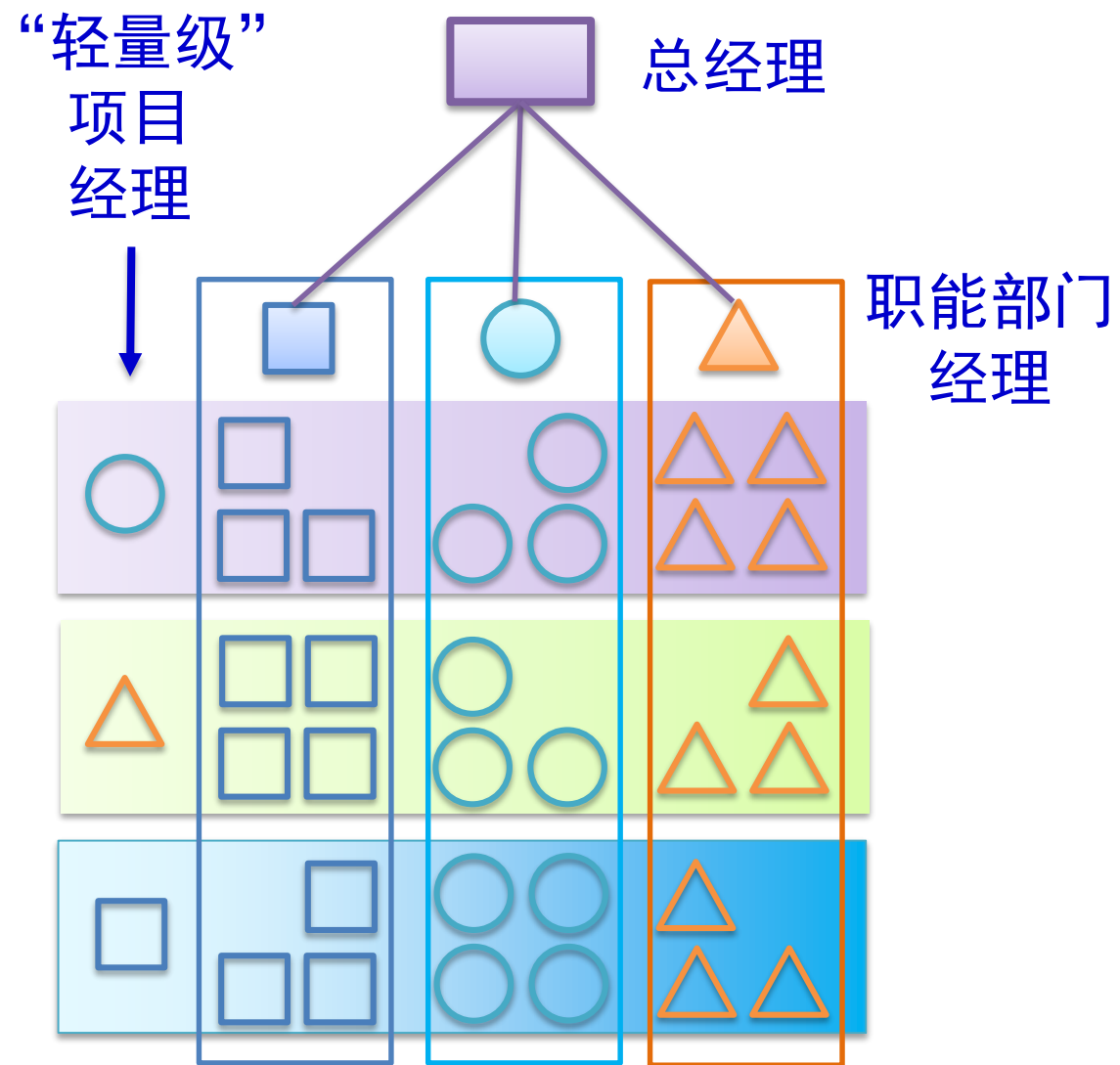
- 项目联系更强
- 项目经理的权力更大
- 有完全的预算权
- 评估绩效和资源分配发言权更强

- 集成产品团队（Integrated product team, IPT）
- 设计—构建团队（Design-build team, DBT）
- 产品开发团队（Product development team, PDT）

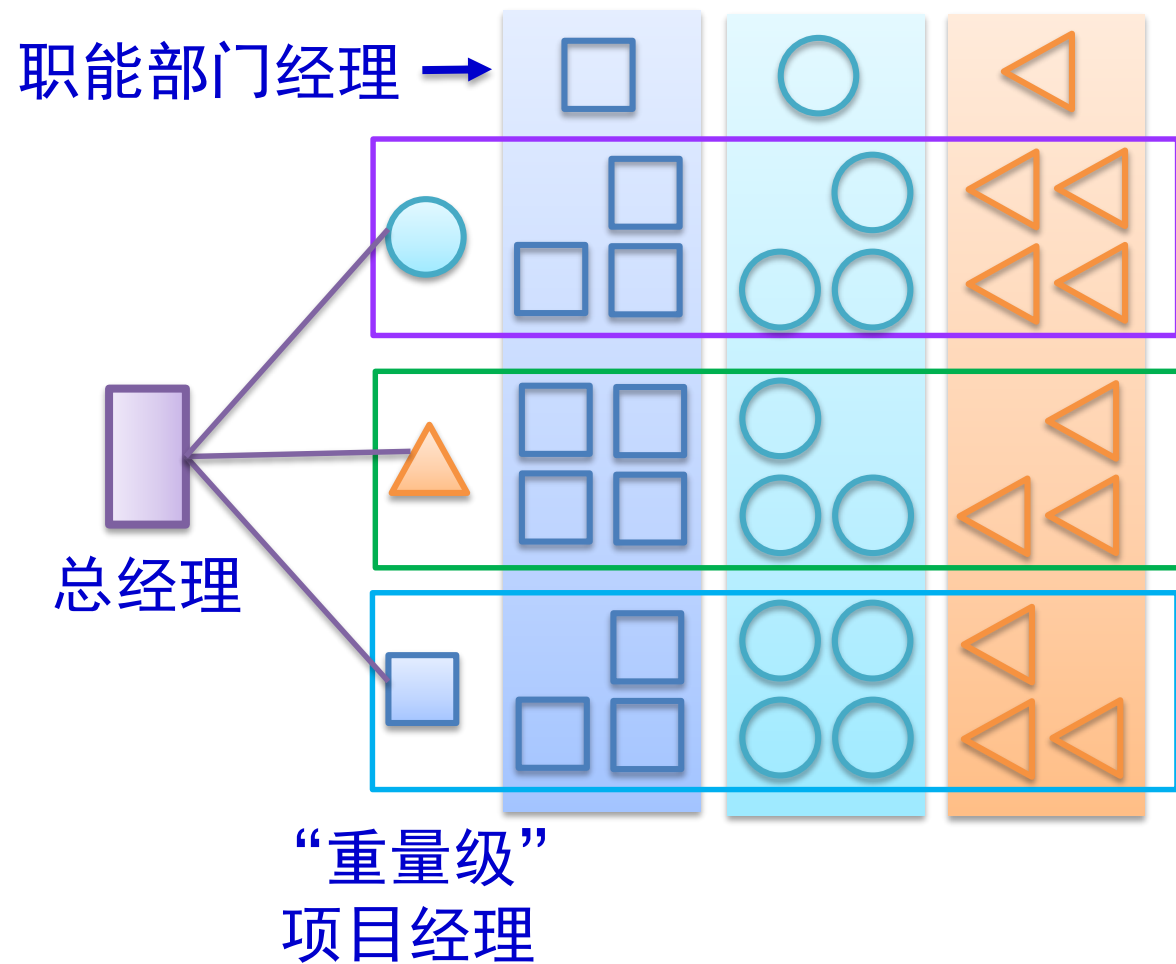
■ “轻量级”项目组织

- 项目联系较弱，职能联系较强
- 项目经理是一个协调员和管理员
 - 负责更新进度、安排会议、帮助协调
 - 没有真正的权威和控制力
- 职能部门经理负责预算、人员聘任、绩效评估

■ “轻量级” 矩阵式组织



■ “重量级” 矩阵式组织



如何选择产品开发的组织结构？

■ 跨职能跨专业集成整合有多么重要？

- 职能式组织难以进行跨部门、跨领域的协调、决策
- 项目式组织可实现强势跨职能整合

■ 职能领域的专业知识技能对事业成功有多么关键？

- 如果学科专业知识十分重要，则须保留职能联系

- 航空航天企业中，流体动力学至关重要

■ 在项目的大部分时间里，来自职能部门的人员是否需要全时参与？

- 例如：项目中只有部分时段，需要工业设计师的非全时参与
 - 则工业设计师仍归属职能部门管理

■ 产品开发速度有多重要？

- 项目式组织可快速解决冲突、矛盾
- 例如：消费电子产品制造商，按项目组织开发
 - 跟上市场快节奏，极短时间完成开发

Tyco公司的产品开发组织

■ 采用传统的职能式组织结构

■ 职能部门

- 工程设计、制造生产、市场营销、销售、采购、质量保证、财务、法律、项目管理

■ 产品开发项目由项目经理领导

- 每个项目的资源从职能领域获取
- 对资源仅有间接控制权

■ 公司建立了高效的项目管理职能部门

- 项目经理熟悉项目集结点流程，善于开展跨职能的协调

■ 组织结构的明智选择

- 产生优良项目绩效，保持部门能力强化

■ 近年，在快速发展市场创办新的区域性工程研发中心，支持全球化业务发展

- 中国，印度

本讲小结

产品开发流程

- 开展构思、设计和商业化某种产品的一系列有序步骤
 - 确保产品质量
 - 促进团队成员之间的协调
 - 规划开发项目
 - 不断改善开发流程
- 通用型开发流程的六阶段
 - 产品规划
 - 概念开发
 - 系统级设计
 - 详细设计
 - 测试与改进
 - 生产准备

产品开发组织

- 建立人员之间的联系
 - 汇报关系，财务关系，地点
- 职能式组织 vs. 项目式组织
- 矩阵式组织
 - “重量级”项目组织
 - “轻量级”项目组织
- 权衡点
 - 专业技能 vs. 协调效率