

产品研发设计及其信息化

体系建设

明新国（教授、博导）

**上海市信息化专家委员会委员
上海市推进信息化与工业化融合研究中心主任
上海交通大学机械与动力工程学院**



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国（教授、博导） xgming@sjtu.edu.cn 手机：13918034401
Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

产业链发展趋势



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国（教授、博导） xgming@sjtu.edu.cn 手机：13918034401
Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

先进制造业发展趋势（1）

- 经济增长方式
 - 从资源资本要素投入型
 - 向知识技术投入型、增强产业核心竞争力方向转变。
- 产业结构调整
 - 在发展中国家以规模扩展为中心的科技产业结构调整 and 升级时，
 - 发达国家由20世纪90年代的资本密集、技术密集型转向为知识密集、高技术、高附加值的新经济产业。



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国（教授、博导） xgming@sjtu.edu.cn 手机：13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

先进制造业发展趋势（2）

- 先进制造业转向 **服务外包**
 - 先进制造业开始逐步从直接生产领域退出，转向以输出专利技术等知识产权、品牌为主的委托加工生产，将有关制造和生产加工向发展中国家转移。
- 竞争界面前移 **研发中心**
 - 先进制造业竞争已由资源和劳动力竞争转向技术和人才竞争，竞争的界面前移到技术和产品的研究开发、产业化乃至基础性研究和应用研究开发阶段，使科技竞争成为先进制造业竞争的关键因素。

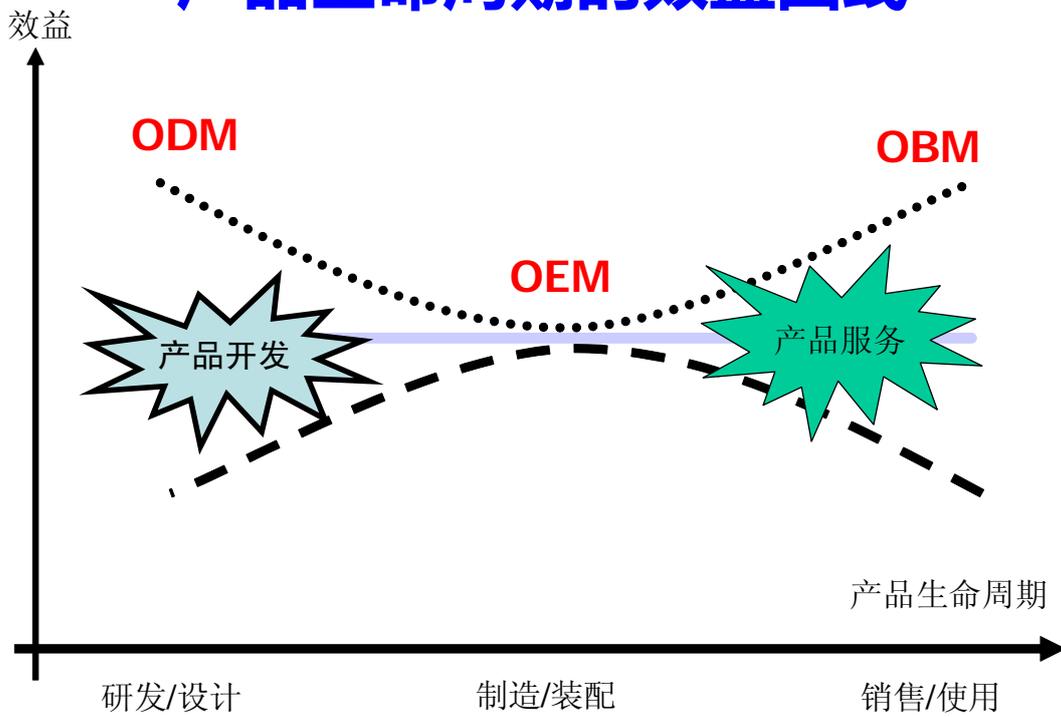


上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国（教授、博导） xgming@sjtu.edu.cn 手机：13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

产品生命周期的效益曲线



OEM: 原始设备制造商; ODM: 原始设计制造商; OBM: 原始品牌制造商

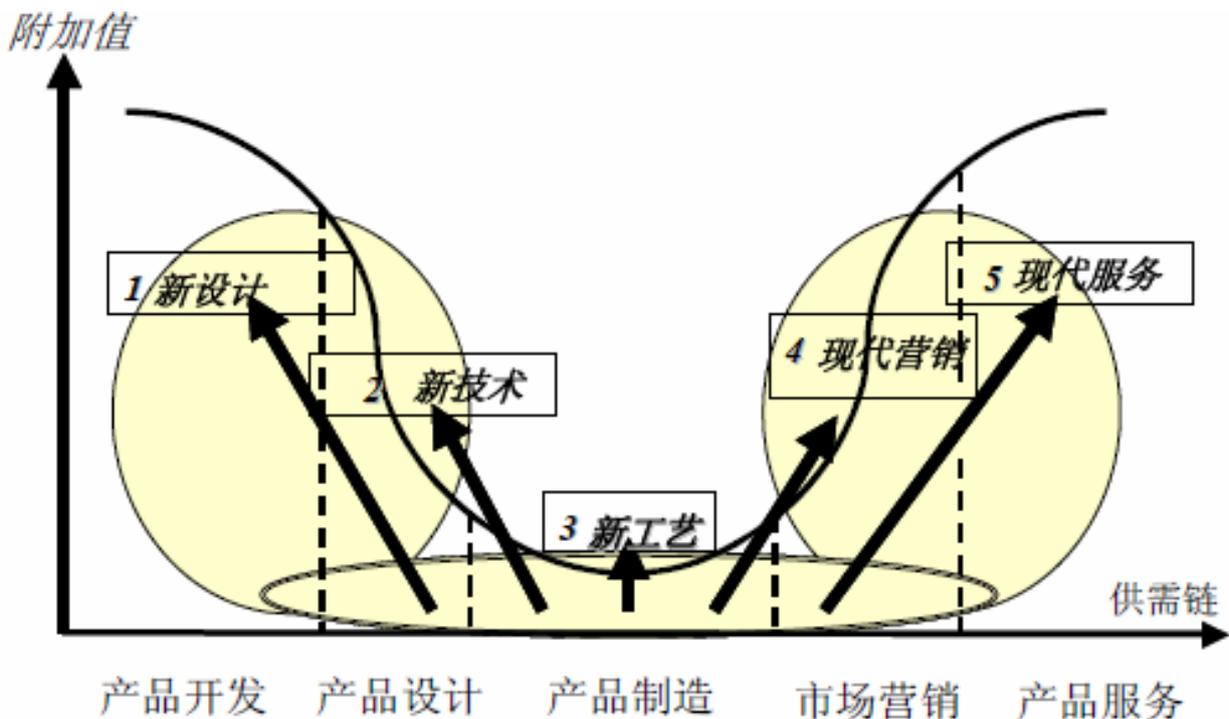


上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

科学发展观：产业结构调整方向

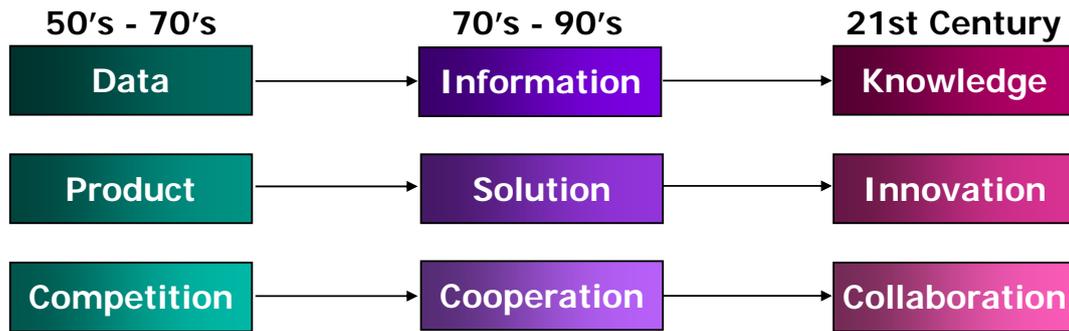


上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

相关要素的变迁



- 1** Knowledge is the limitless and expandable source of economic wealth.
- 2** Value is created when knowledge moves – is innovated – from point of origin to need or use.
- 3** Collaboration for mutual leverage – synergistic win/win – provides optimal utilization of assets, both tangible and intangible.

Knowledge Economics (Amidon, Formica and Mercier-Laurent 2006)



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

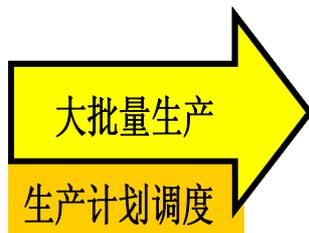
明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

应用技术的变迁

	1980s	1990s	2000s
竞争焦点	边际利润	市场占有率	市场容量
产品开发策略	较低的成本	上市的前提期	协同创新
信息技术焦点	生产率	数据共享	智力资源综合利用
流程焦点	顺序设计流程	并行工程	企业间协同
组织焦点	部门	项目组	敏捷市场组合

技术变迁

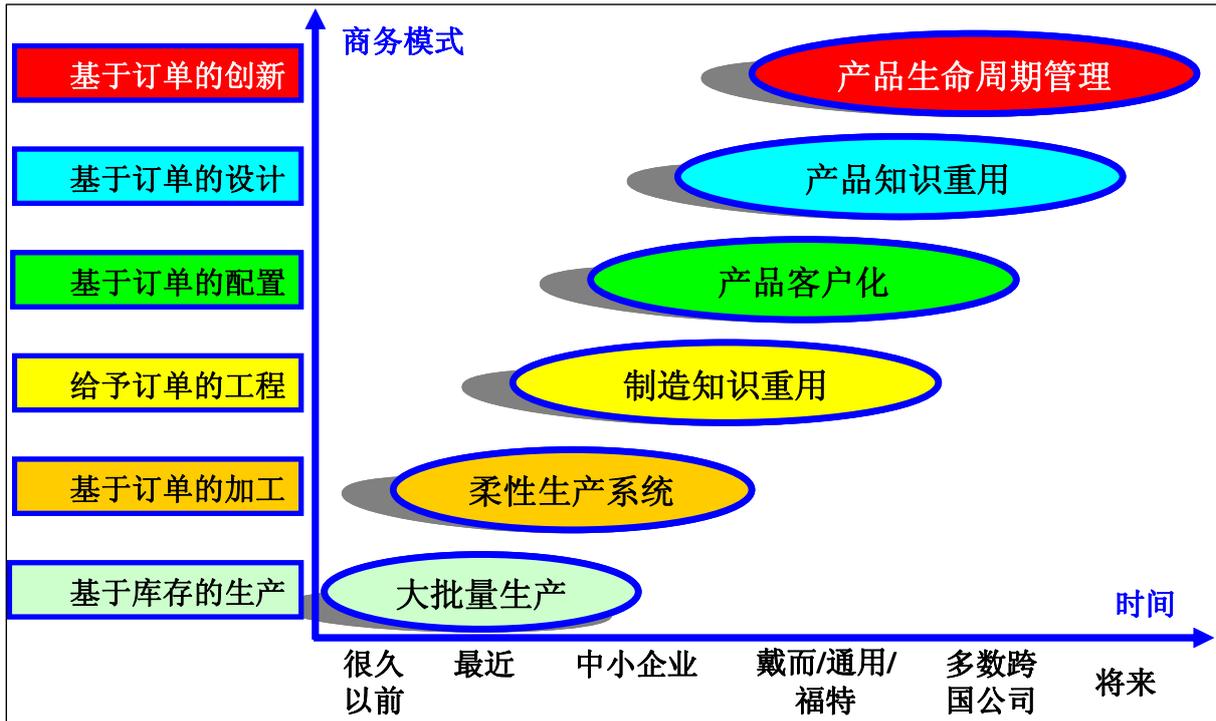


上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

商务模式的变迁



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

新产品研发设计-体系架构

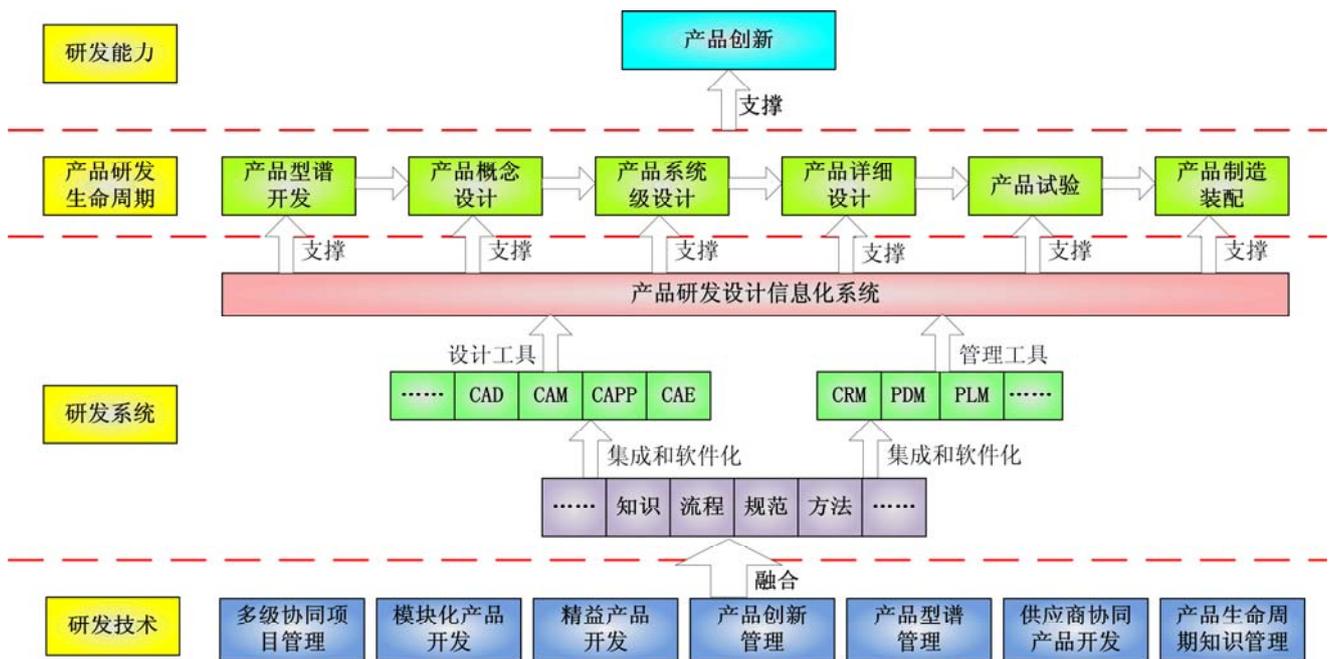


上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

目标：提升企业创新产品研发设计的 核心能力与核心竞争力



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

开发正确的产品并把产品开发正确 Develop Right Product Right

• 开发正确的产品

- 满足**客户**的需求：
 - 时间 (Timing)
 - 功能 (Function)
 - 性能 (Performance)
 - 款式 (Style)
 - 价格 (Price)

• 把产品开发正确

- 满足**产品**的需求
 - 成本 (Cost)
 - 质量 (Quality)
 - 可靠性 (Reliability)
 - 可利用性 (Availability)
 - 持续性 (Sustainability)



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

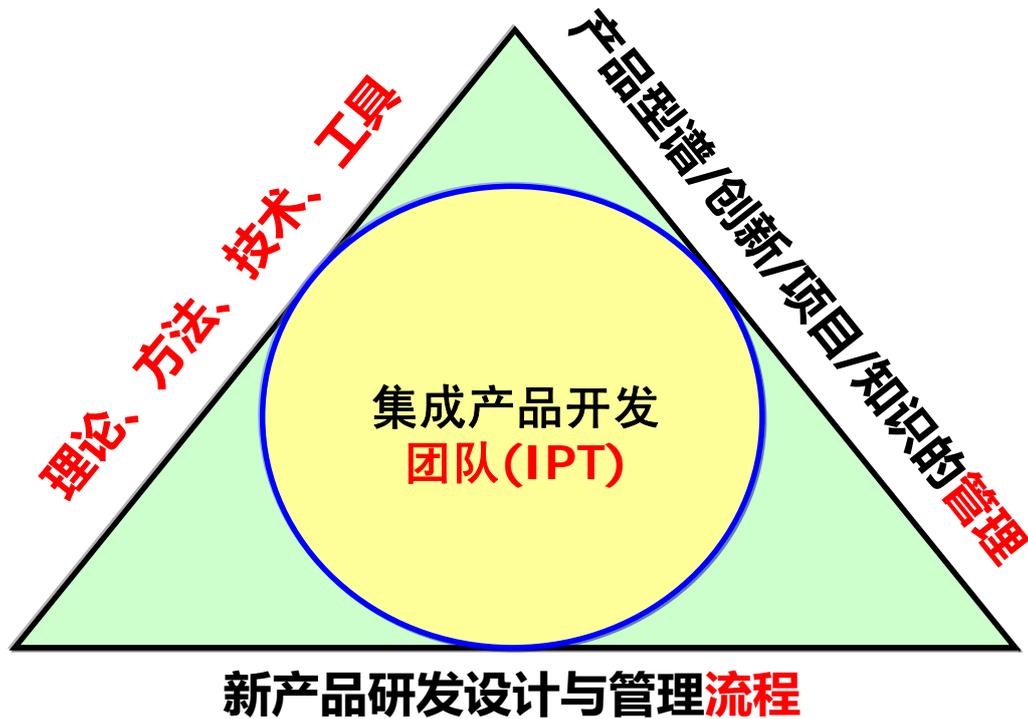
明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

11/24/2010

12

新产品研发设计 – 新型工业化体系



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

11/24/2010

13

新产品研发 – 管理流程

Source: www.supply-chain.org



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

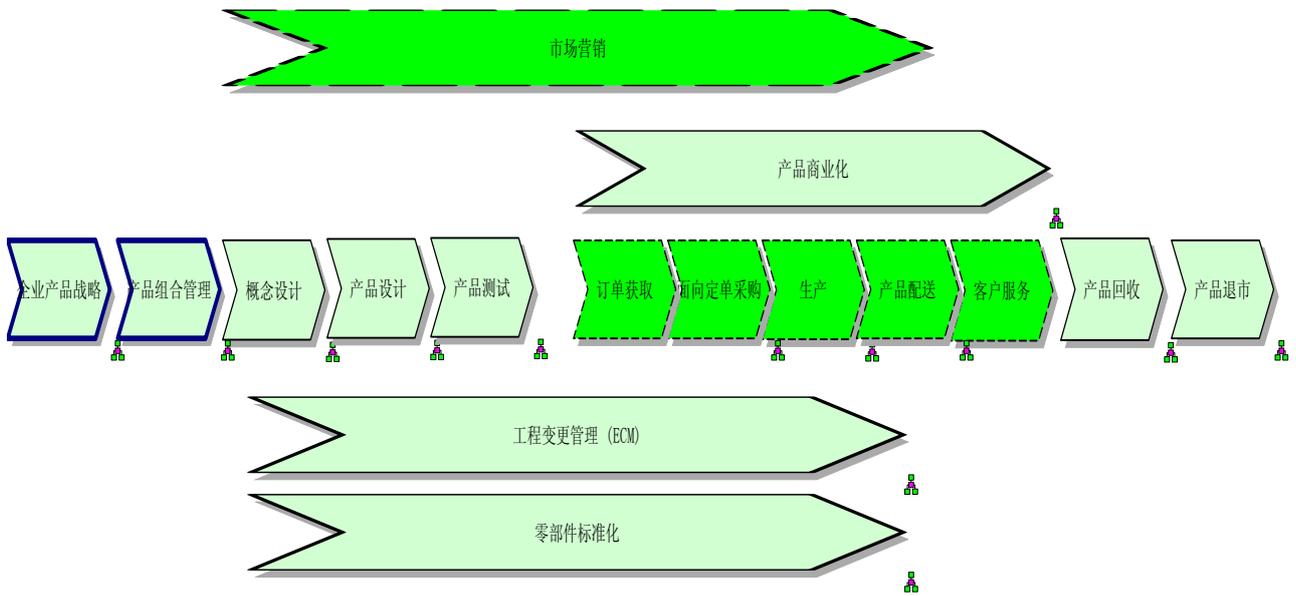
Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

11/24/2010

14

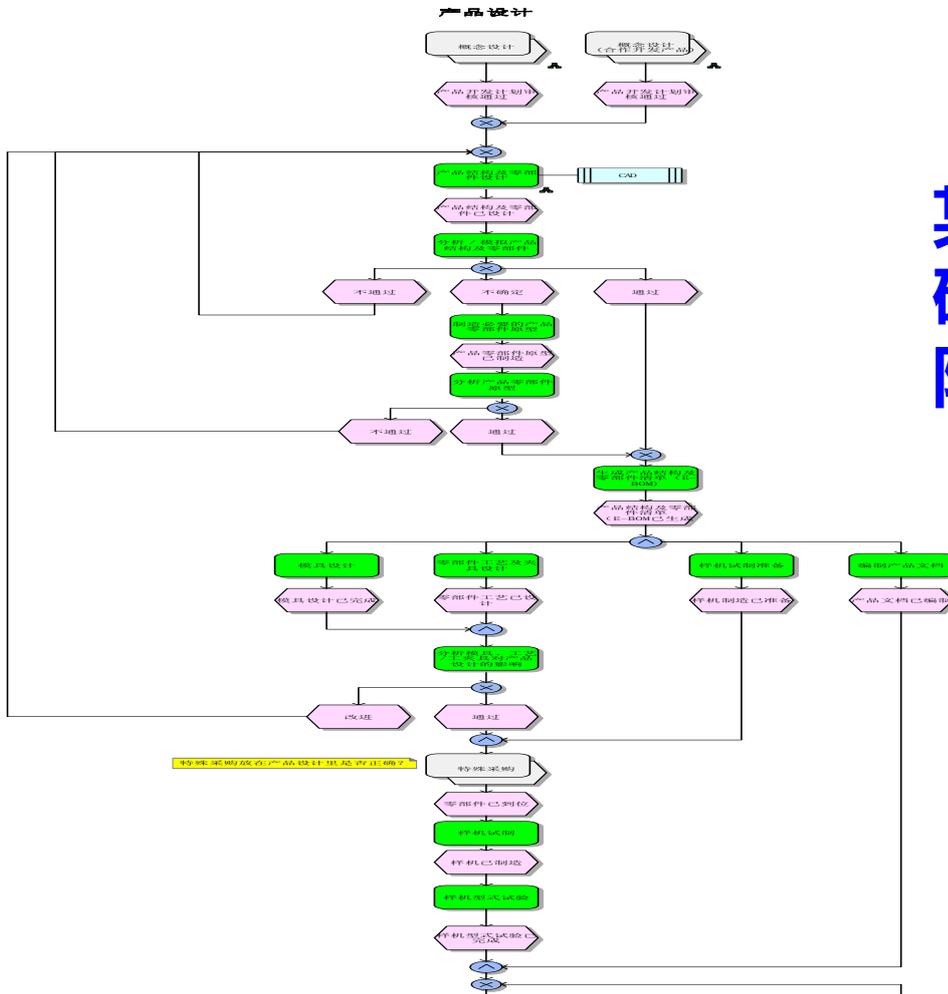
某企业的高阶研发管理流程设计

产品生命周期管理总览图



明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

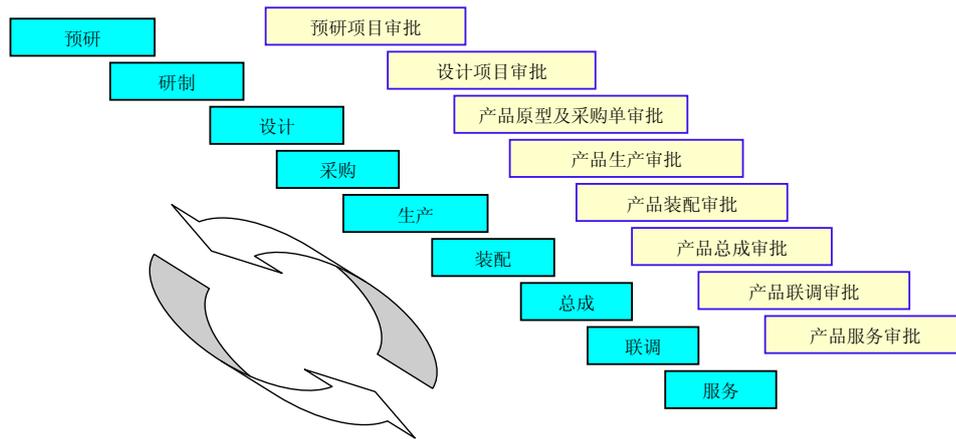
Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM



某个企业的
研发管理高
阶流程设计

☎: 13918034401

全生命周期流程管理



- 预研: 技术和市场情报; 技术路线图; 课题及计划
- 研制: 质量屋矩阵创建; 商业计划书的创建; 显示及存储技术数据和文档; 产品路线图
- 设计: 基于模板的产品结构制定; 概念评议矩阵创建; 产品开发计划创建; 任务与对应的软件工具; 任务生成的文档与对应的BOM零部件关联定义;
- 采购: 供应商要求和文档管理; 采购业务管理; 供应商管理;
- 生产: 生产工艺; 生产计划; 质量管理
- 装配: 装配工艺; 装配计划; 质量管理
- 总成:
- 联调: 基于测试项类的任务, 测试清单及完成状态表
- 服务: 服务合同; 服务任务的设置分配; 问题的反馈;
- 阶段闸门审批功能: 基于审批方法, 以及变更相关任务 / 数据状态的闭环管理



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

理论、方法、技术、系统



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

产品研发设计 - 方法

- 模块化产品开发 (Modular Product Development)
- 精益产品开发 (Lean Product Development)
- 阶段—阀门法 (Stage-gates)
- 质量功能实施 [Quality Function Deployment (QFD)]
- 失效模式效应分析 [Failure Mode Effect Analysis (FMEA)]
- 并行工程 [Concurrent Engineering (CE)]
- 产品生命周期管理 [Product Lifecycle Management (PLM)]
- 项目管理 [Project Management]
- 技术成熟程度指标 [Technology Readiness Level (RTL)]
- 技术路线图 [Technology Roadmapping]
- 产品路线图 [Product Roadmapping]



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

方法 - 精益产品开发

Lean Product Development



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

Principles of Lean Engineering Are Not New

Lean engineering principles are evident in ...



B52 Stratofortress



F-117A Nighthawk



F16 Fighting Falcon



DC- 9



Citation - X



B-777

... but few programs apply them consistently or completely.



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

历史上的工业范例

1885...	1913...	1955...	1993...
手工生产	大规模生产	丰田生产系统	精益生产
先机器再手动加工 试装配 用户定制	零件互换性 移动的生产线 生产工程化 “工人不用思考”	工人解决问题 通过以下来保证工人成为过程拥有者: — 培训 — 上游质量 — 最小库存 — 及时生产	在企业价值流中“精益”应用于所有的功能
高熟练劳动力 低生产效率 高成本	不熟练劳动力 高生产效率 低成本 坚持质量问题 不可变的模型	消除浪费 对变化及时响应	在价值链中所有的利益相关者和企业都会获得最优价值
		低成本 提高生产力 高质量产品	低成本 提高生产力 高质量产品 更大的价值利益

“精益”是消除浪费，高效创造企业价值



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

精益思想: 以创造价值为目标消除浪费

- **关注客户的:** 客户需求和期望 “拉动” 企业活动
- **知识驱动的:** 从每个人 - 工人、供应商身上吸取知识和创新
- **消除浪费:** 强调消除所有形式的浪费, 并不只是减少
- **创造价值:** 强调增加价值, 而不只是减少成本, 使所有的股东收益
- **动态和连续的:** 追求实时的系统及渐进性的提高 - 包括创新和连续的提高



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

成为精益的步骤

- ① **定义价值:** 客户
- ② **识别价值流:** 遵循产品
- ③ **产品流:** 消除损耗
- ④ **推动:** 及时生产
- ⑤ **努力追求完美:** 持续的提高



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

产品开发中的各种浪费

浪费种类	实例	原因
<ul style="list-style-type: none"> 等待 由于信息的不可用导致的闲置时间 	人等信息	<ul style="list-style-type: none"> 缺少通道 数据库更新不及时 多项审批 提供信息流程的设计或执行不合理
	信息等人	●信息形成过快，导致使用时已作废
<ul style="list-style-type: none"> 库存 未被使用的，或WIP信息 	过多的信息	●对用户需求理解不力
	冗余的资源	●个人只维护自己的文件
	过期、作废的信息	<ul style="list-style-type: none"> 缺少版本控制 缺少有效的系统进行信息更新和旧信息清除 缺乏足够的标准存档
	信息收集过多	●在没有明确特定用户需求的前提下，收集、存储全部的数据
<ul style="list-style-type: none"> 过度加工 信息加工超出需求 	过多的格式化	●缺少标准化
	大量不完整的报告	<ul style="list-style-type: none"> 输出设计不好 缺少对输出流程用户需求的了解
	不必要的串行处理	<ul style="list-style-type: none"> 系统设计不好 缺少流程并行处理能力
	信息发布前过多的审批	●旧制度设计不合理



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国（教授、博导） xgming@sjtu.edu.cn 手机：13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

浪费种类	实例	原因
<ul style="list-style-type: none"> 加工过剩 产生、传递过量的信息 	信息过于详细和精确	<ul style="list-style-type: none"> “过量”设计 早期设计中过于详细
	信息到达用户之前在多个人员间进行传递	●由于IT系统，组织机构，数据存储或安全问题导致缺少信息通道
<ul style="list-style-type: none"> 运输 信息在人员、组织和系统之间不必要的移动 	信息猎取	<ul style="list-style-type: none"> 缺少清晰的信息流渠道 信息处理流程失败
	数据重获取	<ul style="list-style-type: none"> 不兼容的信息类型 不兼容的软件或工具 缺少对话系统的可用性和培训
	更换计算机以获取信息	●硬件/软件不兼容
	走动获得信息	<ul style="list-style-type: none"> 缺少分布式的获取通道 缺少在线入口 缺少数字形式的信息
<ul style="list-style-type: none"> 不必要的移动 不必要的人员移动 	多余的键盘、鼠标操作	<ul style="list-style-type: none"> 缺少培训 用户接口设计不好 软件不兼容 过多的信息需要整理
	组织结构安排不合理	<ul style="list-style-type: none"> 团队成员没有在一起 组织机构不利于团队工作
	数据/报告中的错误	<ul style="list-style-type: none"> 人为错误 输入模板设计不好
<ul style="list-style-type: none"> 缺陷产品 错误的信息、数据和报告 	提供给客户的错误信息	●缺少评审、测试和验证
	信息对用户没有意义	●用户需要建议或决策时只提供原始数据

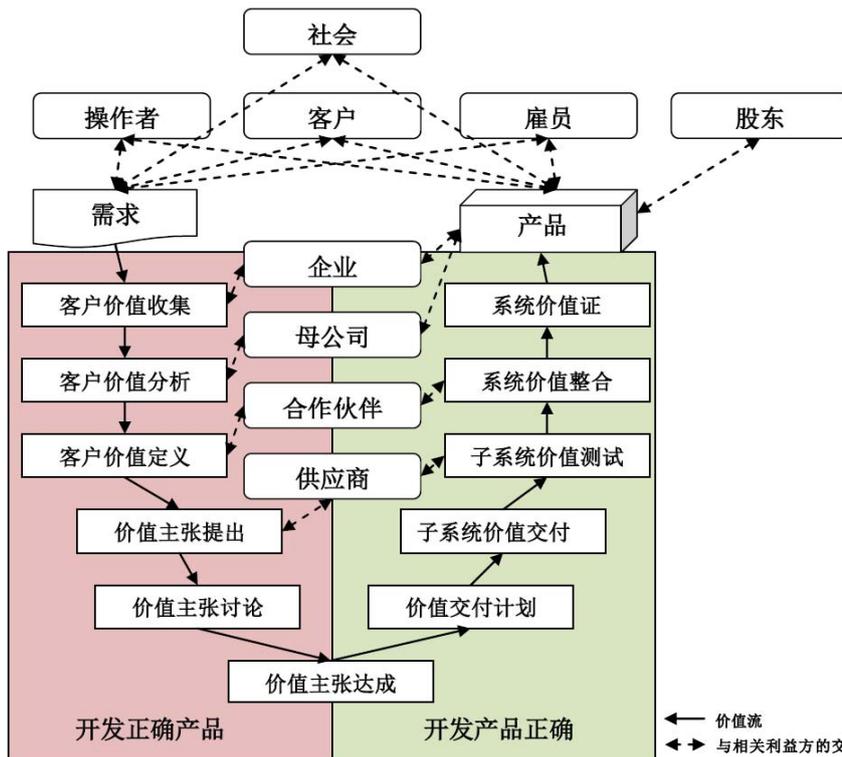


上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国（教授、博导） xgming@sjtu.edu.cn 手机：13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

产品开发的价值流



- 开发正确产品：要求企业在产品的平台设计，结构设计，和详细设计中充分考虑各个相关利益方的价值目标，提升相关利益方的价值。
- 开发产品正确：要求企业要有高效的产品开发流程，应用精益的思想消除流程中的浪费，改进工程的时间和品质。



明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

Best PD Practices/Tools With Lean Thinking

- Design for Six Sigma (DFSS)
- Systems Engineering
- Integrated Product and Process Engineering (IPPD)
- Set-Based Concurrent Engineering
- Product Families and Commonality
- Integrated 3-D solids-based design
- Design for manufacturing and assembly (DFMA)
- Common parts / specifications / design reuse

- Dimensional management
- Variability reduction
- Integrated Product Team
- Real Time Concurrent Engineering
- Integration Through DFX
- Tools For Conceptual Design
- Modular Product Development
- Supplier-involved Product Development
- Supplier-involved Collaborative Project Management



明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

方法 - 模块化产品开发

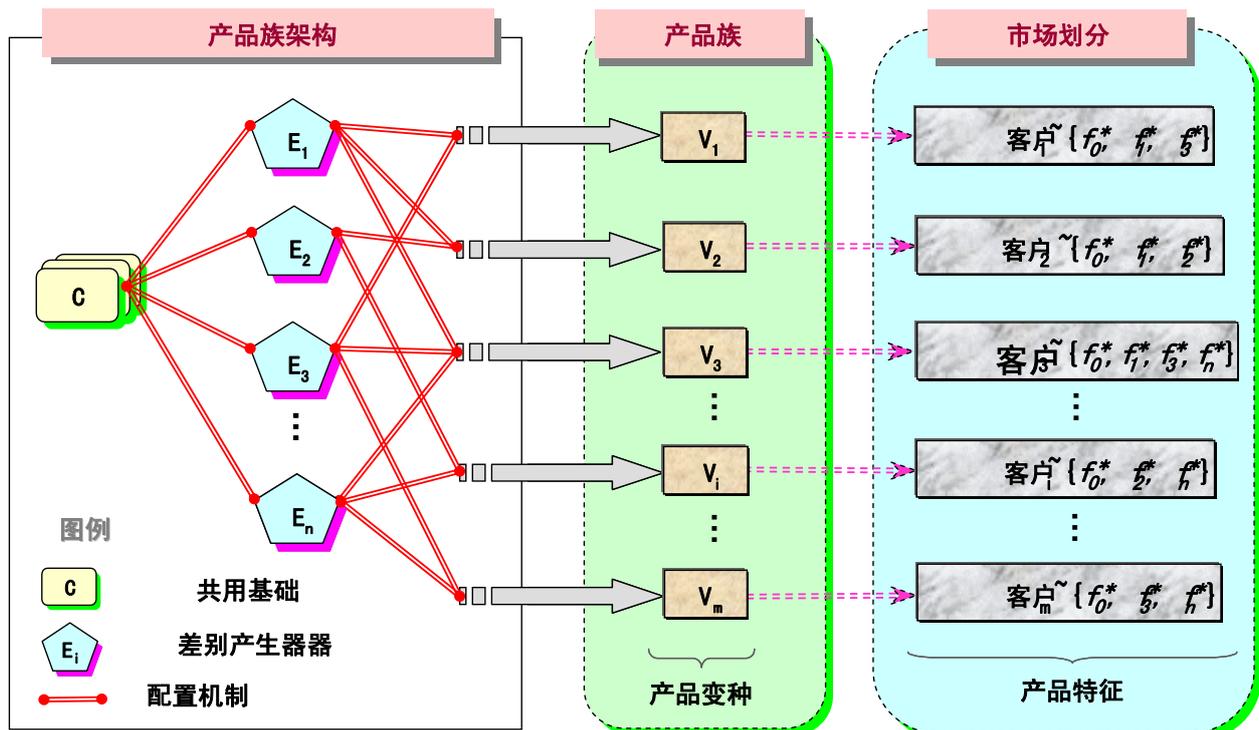
Modular Product Development



明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

基于平台的模块化产品族开发



明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

产品族设计



Boeing Aircraft Family

Product family: a group of related products that share common features, components, and subsystems; and satisfy a variety of market niches.



Hand Phone Family

Walkman Family

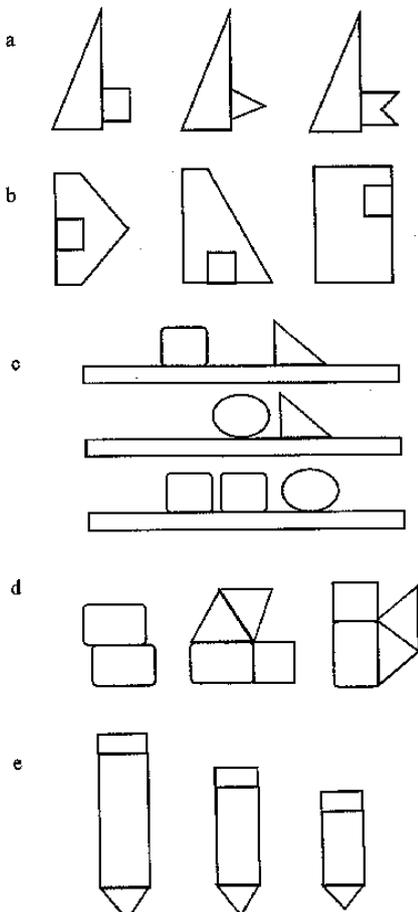
Product Family Development: Development of a re-configurable product platform that can be easily modified and upgraded through the addition, substitution, and exclusion of modules to realize module-based product family.



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM



5 模块化的不同类型

模块化类型

- a) 组件交换模块化
- b) 组件共享模块化
- c) 总线模块化
- d) 选择模块化
- e) 贴合制造模块化



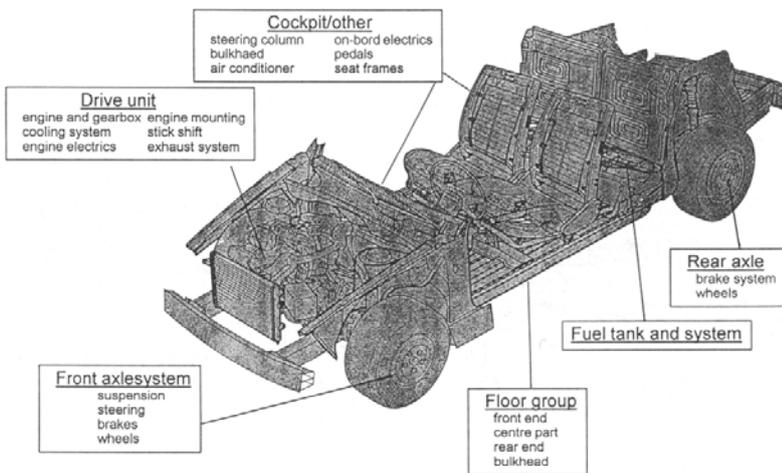
上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

(授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

基于平台的设计

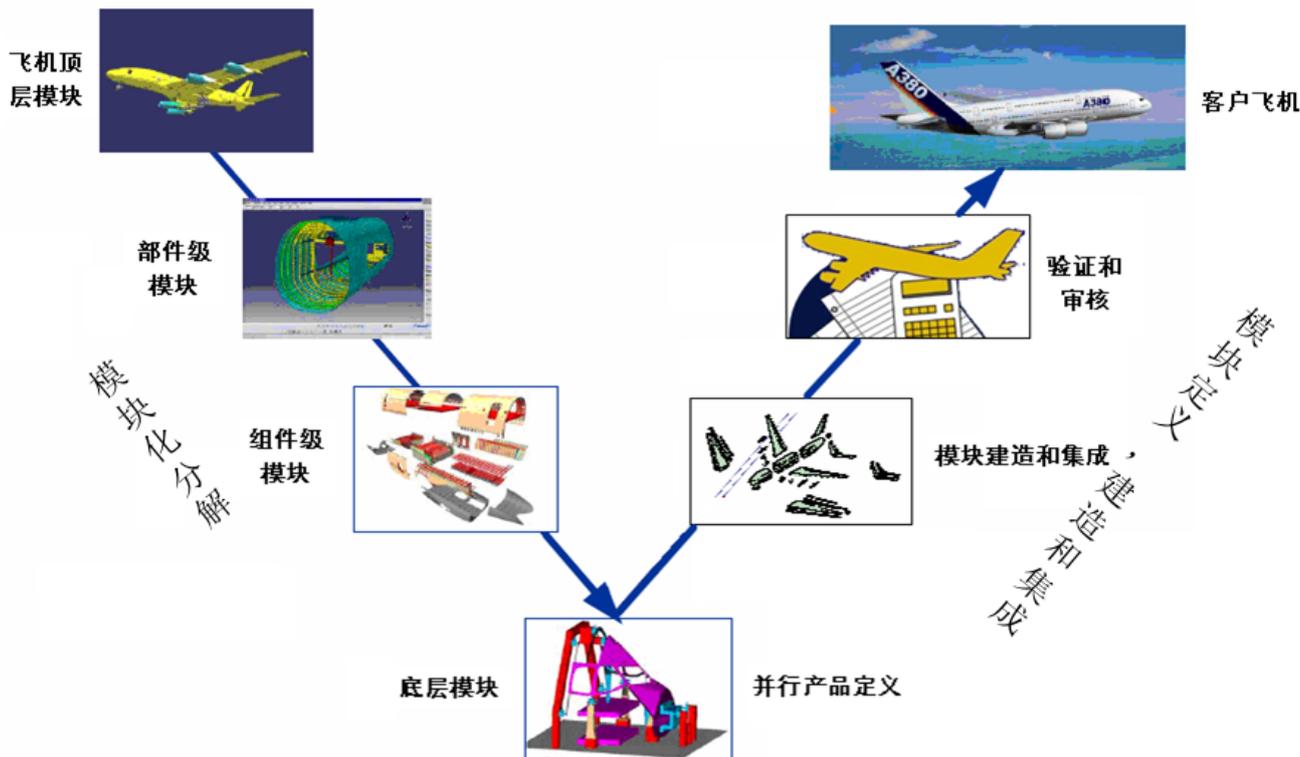
产品平台：一个集成的、管理的特征集合，其上可以构建一套产品或产品族。一个平台一种虚拟组件 (VC) 类型。



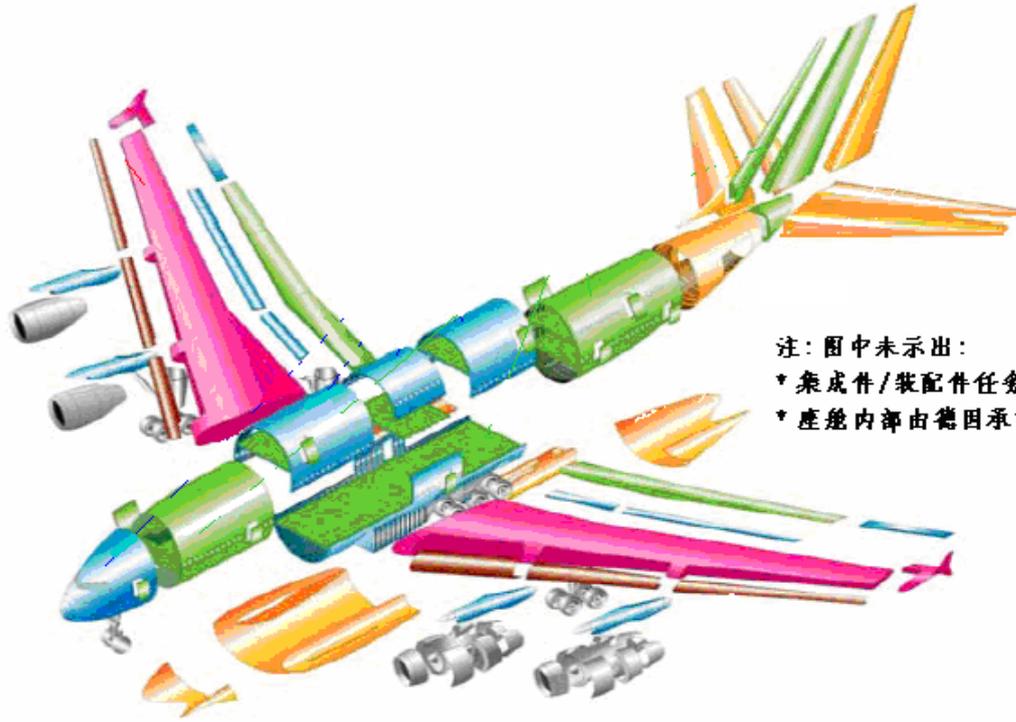
基于平台的设计：

为基于平台和兼容的软硬件虚拟组件的复杂产品开发而提出的一个强调系统化重用的面向集成的设计方法，目的是降低开发风险和成本、缩短市场投放时间。

民用客机的模块化



空客A380飞机的模块化结构



注：图中未示出：
* 集成件/装配件任务分配
* 座舱内部由德国承担



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国（教授、博导） xgming@sjtu.edu.cn 手机：13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

人 - 集成产品开发团队

IPT (Integrated Product Team)



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国（教授、博导） xgming@sjtu.edu.cn 手机：13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

集成产品开发团队

- 集成产品开发团队是企业为了完成特定的产品开发任务而组成的**多功能型**团队，它包括来自**市场、设计、工艺、生产技术准备、制造、采购、销售、维修、服务**等各部门的人员，有时还包括**顾客、供应商或协作厂**的代表。
- 团队的成员**技能互补**，致力于共同的绩效目标，并且**共同承担责任**。
- 它能够大大提高产品生命周期各阶段人员之间的**相互信息交流**，促进他们的**协同工作**。



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国（教授、博导） xgming@sjtu.edu.cn 手机：13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

集成产品开发团队

- IPT的内部运作必须有一个不断协调的**协同工作环境**。每个团队成员代表本专业部门参加到IPT中来，团队成员之间相互了解工作进度，不断沟通和协调，出现问题随时解决。
- IPT可以不要**求**团队成员必须在同一个封闭的物理空间中工作，但必须有一个**逻辑上**的虚拟协同工作环境。
- 团队成员可以一方面在自己专业部门内工作，拥有良好的**专业支持环境**，一方面在**同一个工作数据库**工作，相互了解、相互协作。



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国（教授、博导） xgming@sjtu.edu.cn 手机：13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

集成产品开发团队

- 对于产品开发过程而言，**开发团队的有效建立并运作**是个关键问题，通过有效的团队组织和运作，才能够保证**开发任务的有效进行，资源的充分协调使用**。
- 建立在履行**多种任务、行使内部控制**的工作团体基础上的企业，经常能够超越以个人、单一任务和受外部控制为基础的组织形式。
- 人们有能力决定自己的行为方法，而且**团体内部控制比主管的外部控制更加有效**，这就是IPT能产生**高质量、高效率**的根本原因。



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国（教授、博导） xgming@sjtu.edu.cn 手机：13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

集成产品开发团队 – 职能表

	概念设计	系统层设计	详细设计	测试与改进	产品推出
市场	<ul style="list-style-type: none"> ·确定市场空间 ·确定主要用户 ·确定竞争产品 	<ul style="list-style-type: none"> ·开发产品选择和拓展产品系列计划 	<ul style="list-style-type: none"> ·开发市场计划 	<ul style="list-style-type: none"> ·开发升级和发放材料 ·促进区域测试 	<ul style="list-style-type: none"> ·与关键用户一起处理早期生产
设计	<ul style="list-style-type: none"> ·调查产品概念的可行性 ·开发工业设计概念 ·建立和测试试验原型 	<ul style="list-style-type: none"> ·建立可选的产品体系结构 ·定义主要的子系统和接口 ·改进工业设计 	<ul style="list-style-type: none"> ·定义部件几何尺寸 ·选择材料 ·分配公差 ·完成工业设计控制文档 	<ul style="list-style-type: none"> ·进行可靠性试验、寿命试验和性能测试 ·获得控制方法 ·实施设计更改 	<ul style="list-style-type: none"> ·评估早期生产输出
制造	<ul style="list-style-type: none"> ·估计制造成本 ·评估生产的可行性 	<ul style="list-style-type: none"> ·确定关键部件的供应商 ·进行制造—采购分析 ·定义最终装配图 	<ul style="list-style-type: none"> ·定义零部件生产 ·设计工具 ·定义质量保证过程 ·开始寻求长导前期工具 	<ul style="list-style-type: none"> ·促进供应商快速提高 ·完善制造和装配过程 ·培训工作人员 ·完善质量保证过程 	<ul style="list-style-type: none"> ·开始运作整个生产系统
其他功能	<ul style="list-style-type: none"> ·财务：促进经济性分析 ·法律：调研专利问题 	<ul style="list-style-type: none"> ·财务：促进制造—购买分析 ·服务：确定服务问题 		<ul style="list-style-type: none"> ·销售：开发销售计划 	



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国（教授、博导） xgming@sjtu.edu.cn 手机：13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

Organize to Balance Functional Expertise and Cross-Functional Integration

Example Obeya Room



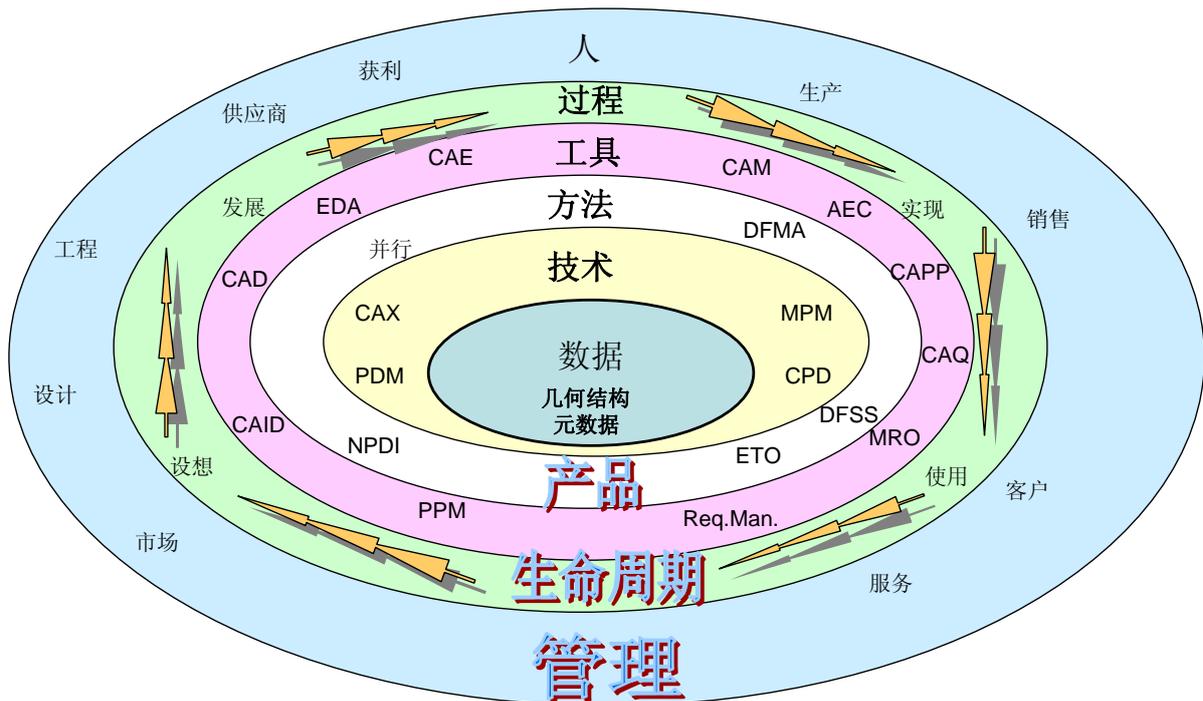
产品创新平台系统

Platform System for Product Innovation

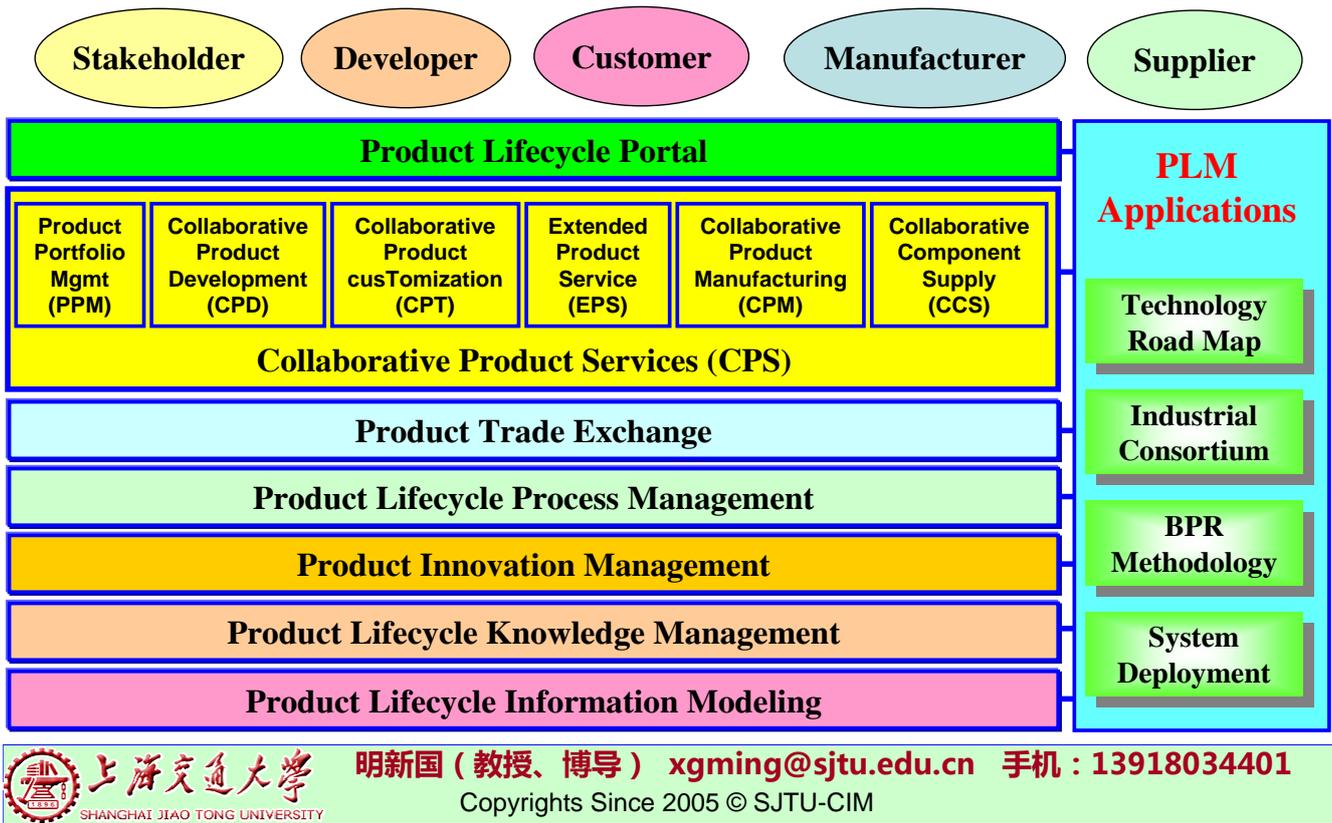
(飞机) 产品研发设计与信息化的演变



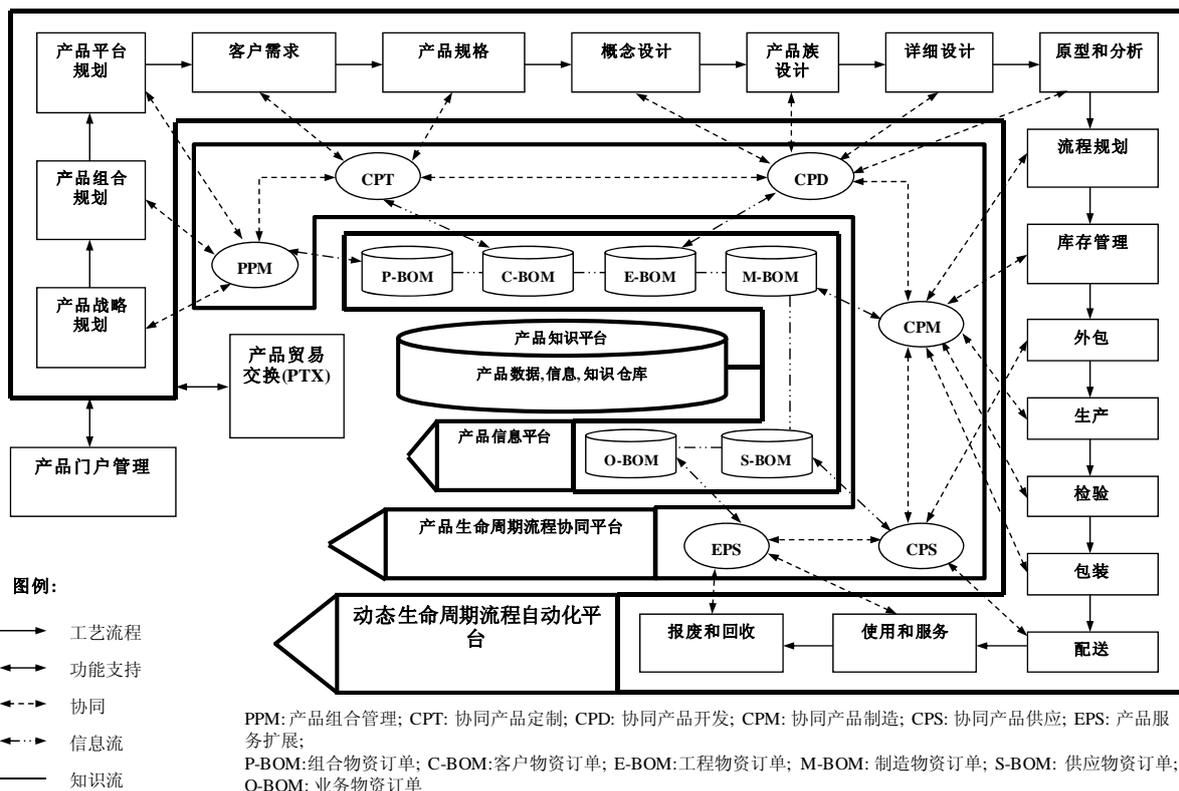
研发信息化 - 产品生命周期管理系统



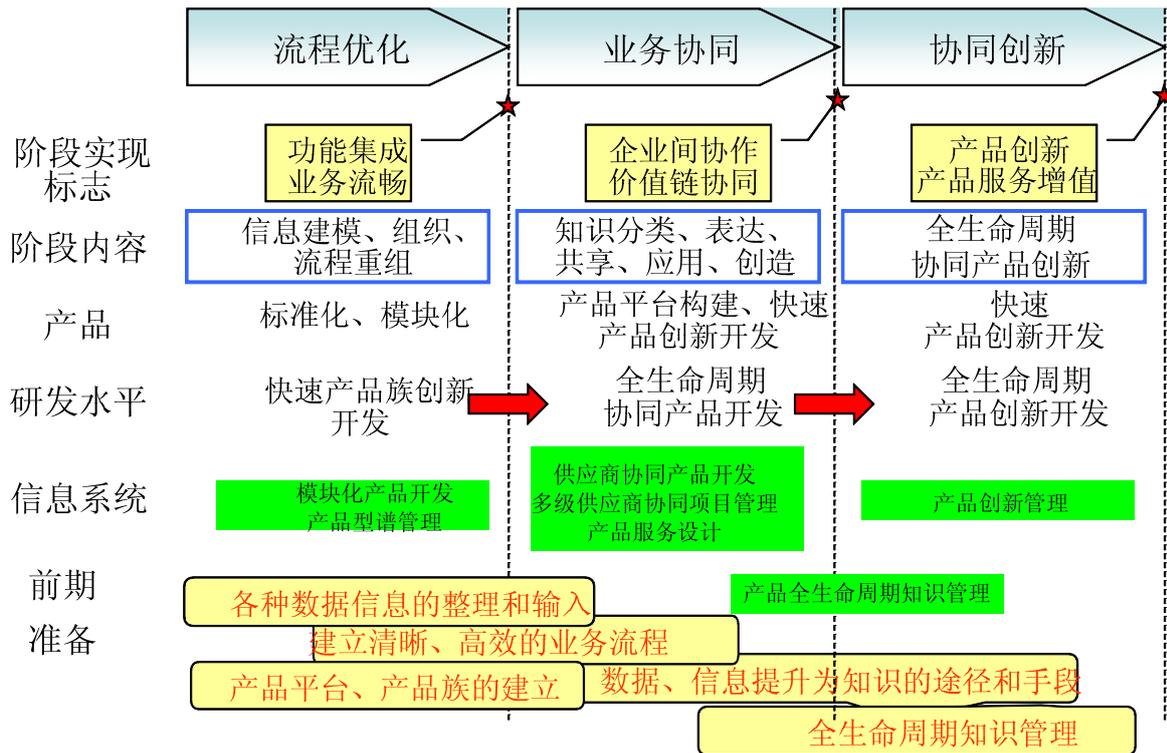
产品创新平台系统 - 技术框架



产品创新平台系统 - 体系结构



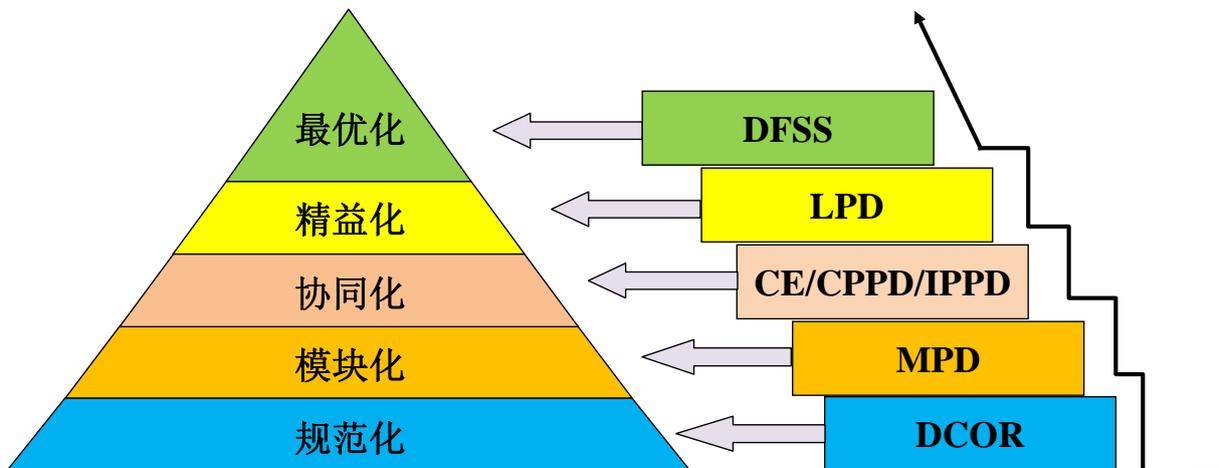
产品创新平台系统 - 实施途径



明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

提升层次



图例说明:

DCOR: Design Chain Operations Reference Model; MPD: Modular Product Development; CE: Concurrent Engineering; CPPD: Collaborative Product and Process Development; IPPD: Integrated Product and Process Development; LPD: Lean Product Development; DFSS: Design for Six Sigma



明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机: 13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM

谢谢!

明新国 (教授、博导)

上海市信息化专家委员会委员
上海市推进信息化与工业化融合研究中心主任
上海交通大学机械与动力工程学院
手机：13918034401，邮箱：xgming@sjtu.edu.cn



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

明新国 (教授、博导) xgming@sjtu.edu.cn 手机：13918034401

Copyrights Since 2005 © SJTU-CIM