

热烈欢迎各位领导与专家莅临指导工作!



东莞华中科技大学制造工程研究院

2010-5-17



**2010中国制造业信息化深化应用（东莞）论坛**

# **东莞产业转型升级与制造业信息化**

**张国军**

华中科技大学机械科学与工程学院  
制造装备数字化国家工程研究中心  
东莞华中科技大学制造工程研究院

**2010年5月17日**

- 一、**东莞制造业特点分析**
- 二、制造业转型升级面临的技术难题
- 三、制造业信息化的主要内容
- 四、实施制造业信息化若干建议

# 东莞制造业的主要构成



q 东莞制造业形成了以八大产业支柱的现代工业体系：

- u 电子信息
- u 电气机械
- u 纺织服装
- u 家具

- u 玩具
- u 造纸及纸制品业
- u 食品饮料
- u 化工



# 东莞拥有的国家级产业基地



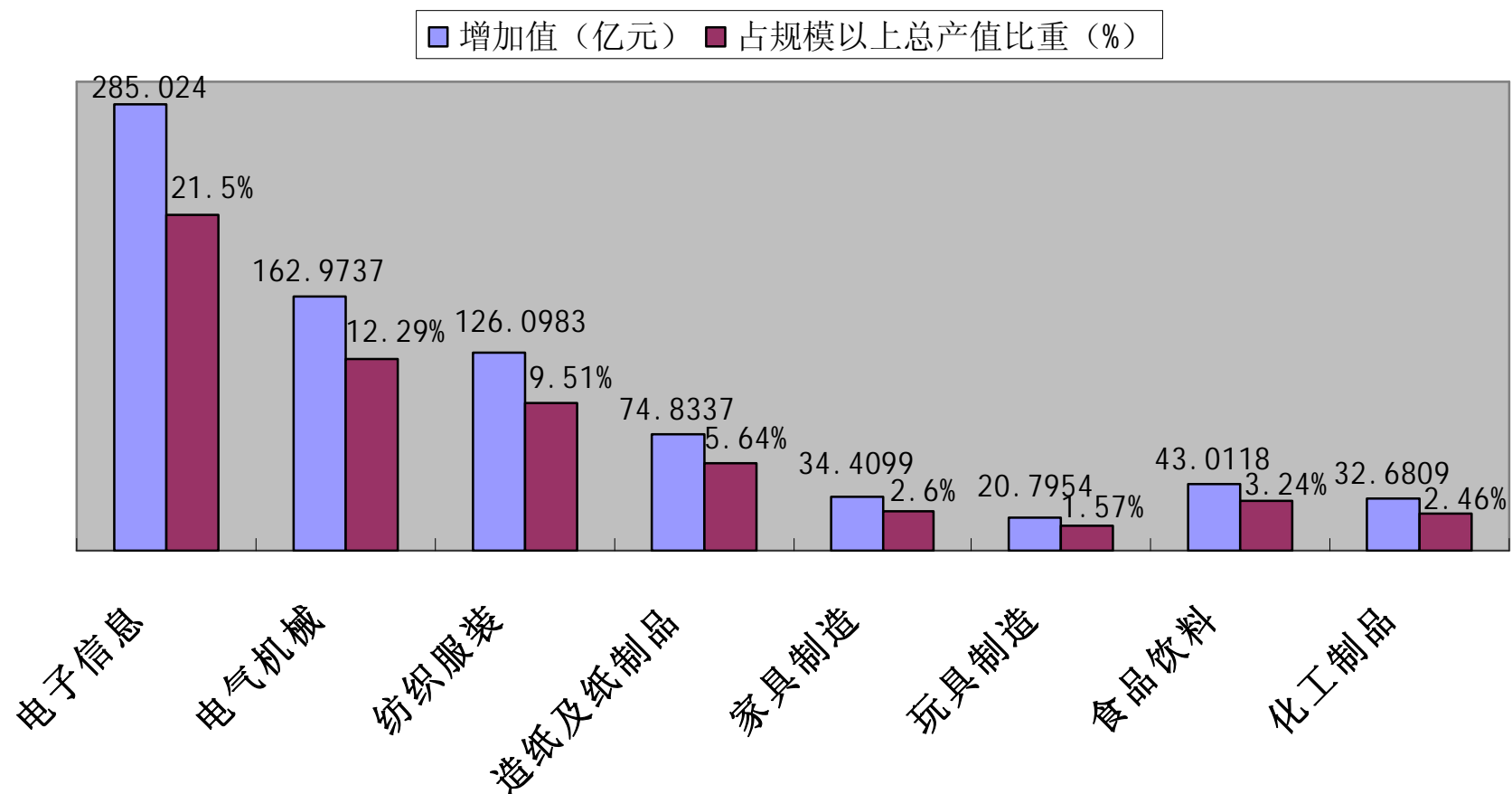
## q 国家级产业基地

- u 中国女装名镇（虎门）
- u 中国羊毛衫名镇（大朗）
- u 中国电子信息产业名镇（寮步、石碣、大朗）
- u 中国电子信息产业重镇（长安）
- u 珠三角地区（东莞）国家电子信息产业基地（石龙、石碣、寮步、清溪、虎门、长安、黄江、塘厦、松山湖科技产业园、东部工业园）
- u 中国机械五金模具名镇（长安）
- u 广东省光电产业制造基地（企石）
- u 中国港口物流重镇（沙田）
- u 中国现代港口物流重镇（麻涌）
- u 中国物流名镇（常平）
- u . . .

# 东莞制造业的重要地位



q 2009年，八大支柱产业增加值达779.8亿元，占规模以上总产值比重58.81%。其中：



# 支柱行业产业特点分析



- q 电子信息和电气机械两大产业：规模大，但发展质量仍待提升
  - u 总量大，分布广，生产规模具有绝对优势
  - u 不掌握核心技术，附加值相对较低
- q 纺织服装、家具、玩具产业：劳动密集型特征十分明显
  - u 共同特点：劳动密集型，产业链较完善，集聚度高、生产规模大
  - u 纺织服装：第三大支柱产业，技术改造投入大，品牌建设成效好，产生了良好的经济效益
  - u 家具和玩具：改造升级力度不大，自主创新能力不强，品牌建设滞后

# 支柱行业产业特点分析



## q 食品饮料、造纸产业：已形成规模优势

- u 集聚度高
- u 运用了先进的大型自动化生产设备
- u 耗水、耗能较大，有一定污染

## q 化工产业：分布较广

- u 生产规模较大
- u 技术含量不高，产品附加值不高

## q 其他：

- u 金属制品业（约有 70%属于装备制造业）、专用设备制造业、通用设备制造业和交通运输设备制造业
  - √ 四个产业工业总产值为 508.47 亿元，占规模以上制造业的 9.49%，利税贡献相对较高，占规模以上制造业的 10.31%。
  - √ 产业布局较为分散，缺乏大企业带动，而且近年来市一级和各镇街的政策引导力度还远远不够，发展速度不快。



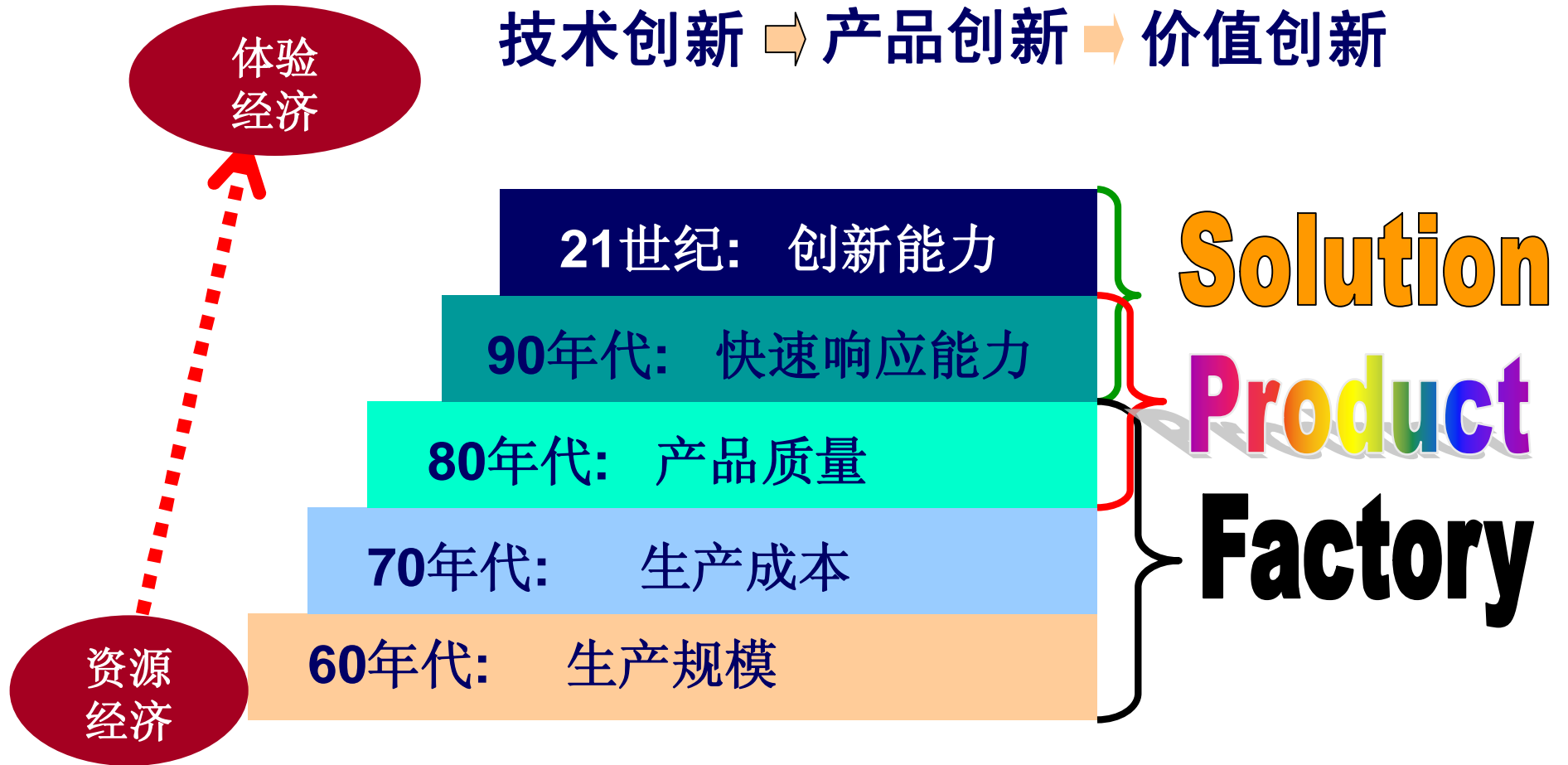


- Q 市场份额高、自主品牌少；
- Q 低端产品多、高端产品少；
- Q 引进仿制多、自主创新少；
- Q 总体规模大、企业规模小；
- Q 产品数量多、结构不合理；
- Q 从业人员多、技术人才少；

# 东莞制造业所处阶段及其与国际的对比



技术创新 → 产品创新 → 价值创新





**走创新之路、研发自己的产品是必由之路!**

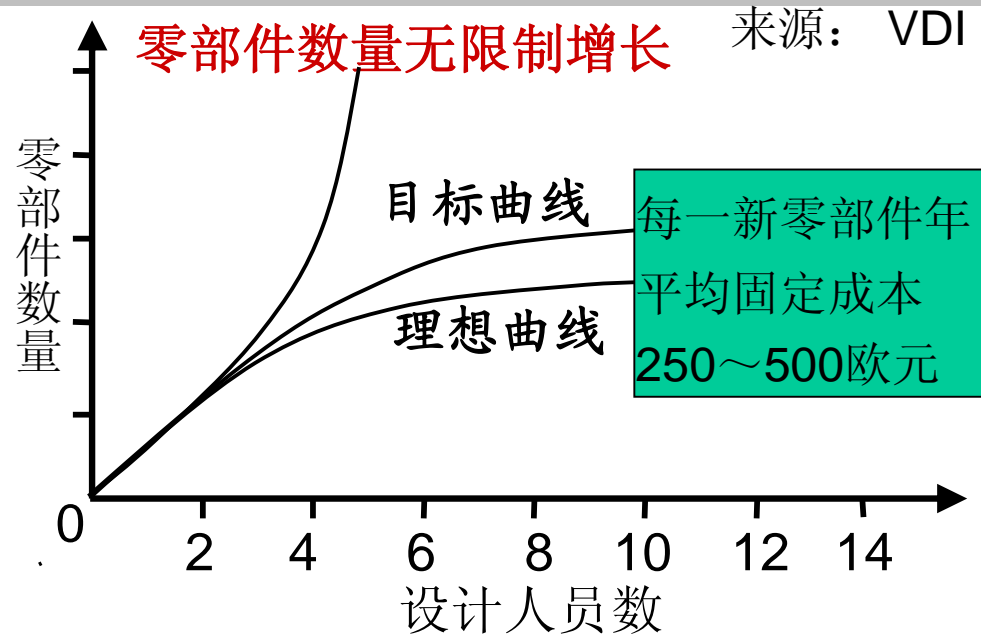
- 一、东莞制造业特点分析
- 二、制造业转型升级面临的技术难题**
- 三、制造业信息化的主要内容
- 四、实施制造业信息化若干建议

# 企业产品创新面临的几个问题(1)



如何从堆满资料室的产品图纸中找到可重用的零件？

- u 为保持竞争力,企业总是在不断开发新产品
- u 增加新的产品往往意味着企业的零部件种类增加,这会导致总体成本的快速上升。



- u 有效的解决思路是尽可能利用已有的零部件,设计人员应能方便查询产品信息

必须改变以纸介质为产品信息载体的模式,通过数字化产品设计,提高设计知识的利用率

## 企业产品创新面临的几个问题(2)



如何在保障安全的前提下实现信息的有效共享，从而既能保障快速响应，又能规范工作流程？

- u 把图纸锁在资料室似乎解决了安全问题，但是很难实现安全而灵活的信息共享
- u 在企业成长的早期往往是效率优先，不能实现规范管理；随着企业壮大，规范化的工作流程越来越重要

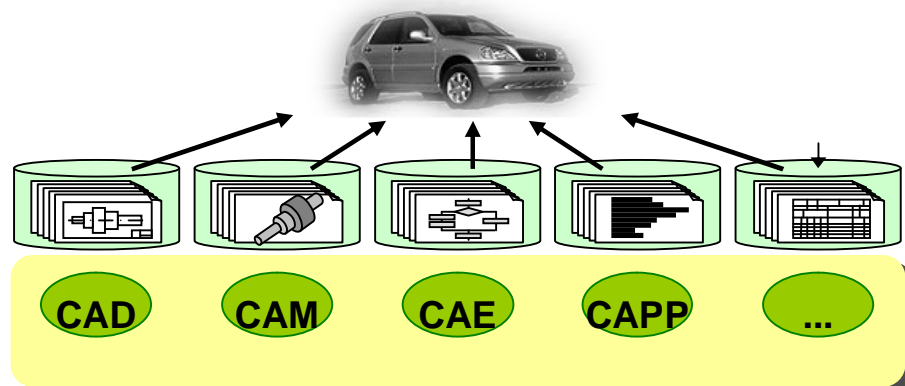
必须利用数字化技术建立电子化工程流程，通过规范化的流程实现电子资源的快速、安全访问

# 企业产品创新面临的几个问题(3)



## 如何既尊重专业分工，又发挥协同优势？

- u 围绕产品尤其是复杂产品的设计开发，已形成概念设计（创意设计）、结构设计、功能性能仿真分析优化、工艺设计等专业化分工，并不断实现数字化
- u 局部优化不是产品开发的最终目标
- u 只有基于专业协同和综合优化，才能开发出满意的产品（质量、成本、周期等）



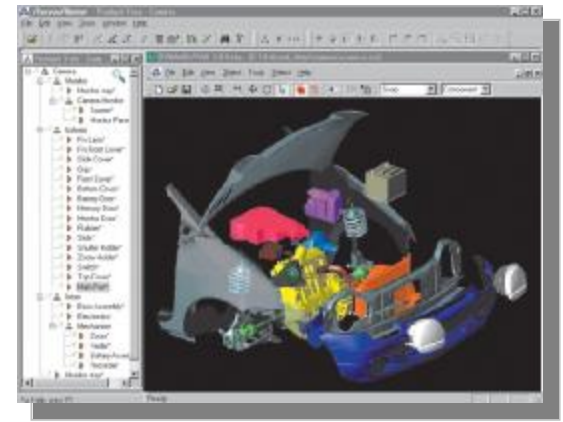
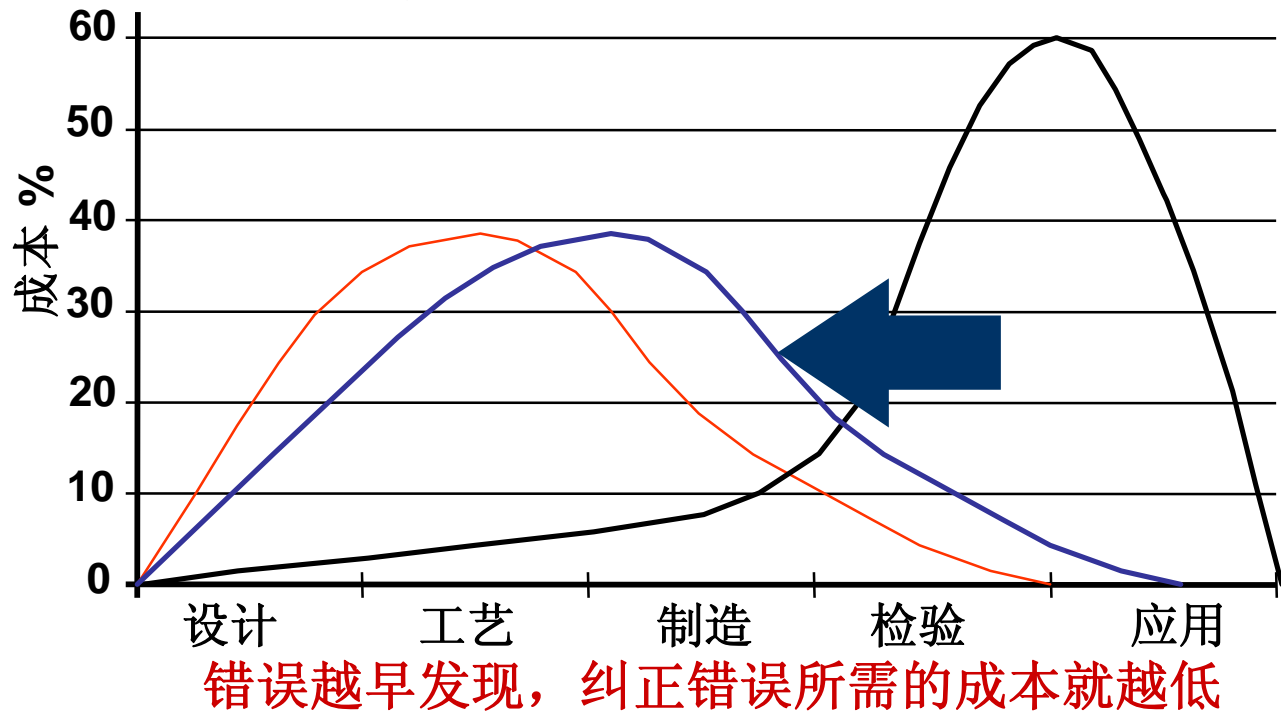
必须建立协同设计平台

# 企业产品创新面临的几个问题(4)



## 如何优化产品设计，从而减少后期不必要的更改？

- 大量设计更改的原因是因为没有对设计结果进行及时的验证分析，从而在工艺和制造阶段频频发现问题
- 通过试制和实验能够评价产品的性能，但一来成本高，二来周期长



必须在虚拟环境下，通过仿真分析的手段对产品的性能进行分析和评价



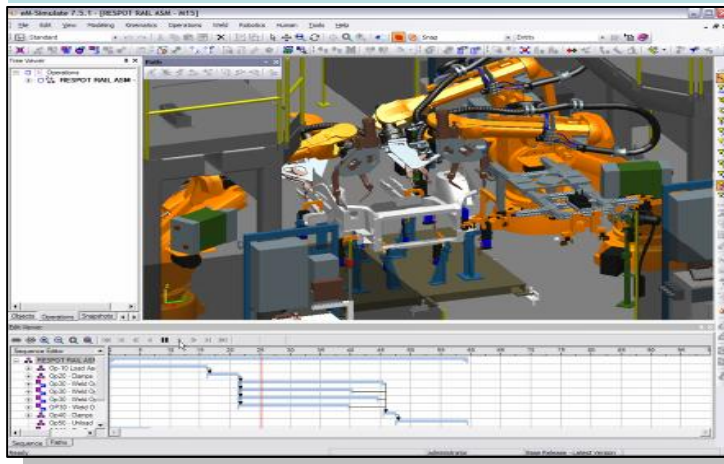
# 企业产品创新面临的几个问题(5)



## 如何验证工艺方案是否可行？是否优化？

- u 目前，大多数情况下工艺设计活动还具有很明显的经验性
- u 由于工艺方案没有能进行有效的验证，导致在制造阶段频频发生工艺问题，损失惨重

汽车白车身工艺—虚拟焊接



汽车总装工艺—虚拟装配



必须建立制造过程(加工、装配)的仿真验证平台

# 企业产品创新面临的几个问题(6)



## 如何提高生产效率？

- u 车间布局不合理——没有数字化工厂模型，从而无法进行车间布局优化
- u 计划和调度不合理、不优化，设备利用率不高，物流配送不及时，在制品数量多——没有数字化的制造过程管理系统

### 制造过程数据采集



### 汽车物料配送清单



## 必须实施MES(制造执行系统)



## q 克莱斯勒的Neon轿车

u 与一般轿车的平均开发周期要花4年以上时间相比，Neon轿车只用了31个月并被评为美国的最畅销车之一

u 主要原因是，“设计者、工程师、制造人员和零件供应商共用一个公共的数据模型……而没有图纸。3D计算机模型通过电子介质传送给零件供应商。供应商然后依据3D数据库来生产工具和零件。因此，以前分阶段进行的设计过程现在可以并行处理了。”



## 通信设备生产商华为






- 选择IBM、PTC和国内高校为其实施**集成产品开发 (IPD)** 系统
- 分布在世界各地的研发人员共享产品信息库
- 统一的产品模型贯穿于产品销售、研发、技术支持、服务等各个环节



# 效益展示——汽车公司



## 国外汽车公司实施制造信息技术的效益展示

公司名称	效益展示
	工艺规划比以前加快 80%；提高了标准化与产品质量
	每个白车身项目节约了\$2.5M；连续 3 年节约开支\$30M；在整个扩展型企业内支持白车身工艺的协同设计
	缩短 22%的工艺规划时间；节约 10%的不必要产能；节省 5%的投资费用
	节省 5%投资费用；减少 30%变更管理费用；降低 10%的调试与试运行费用
	减少变更管理费用；缩短调试与试运行周期；支持协同工程

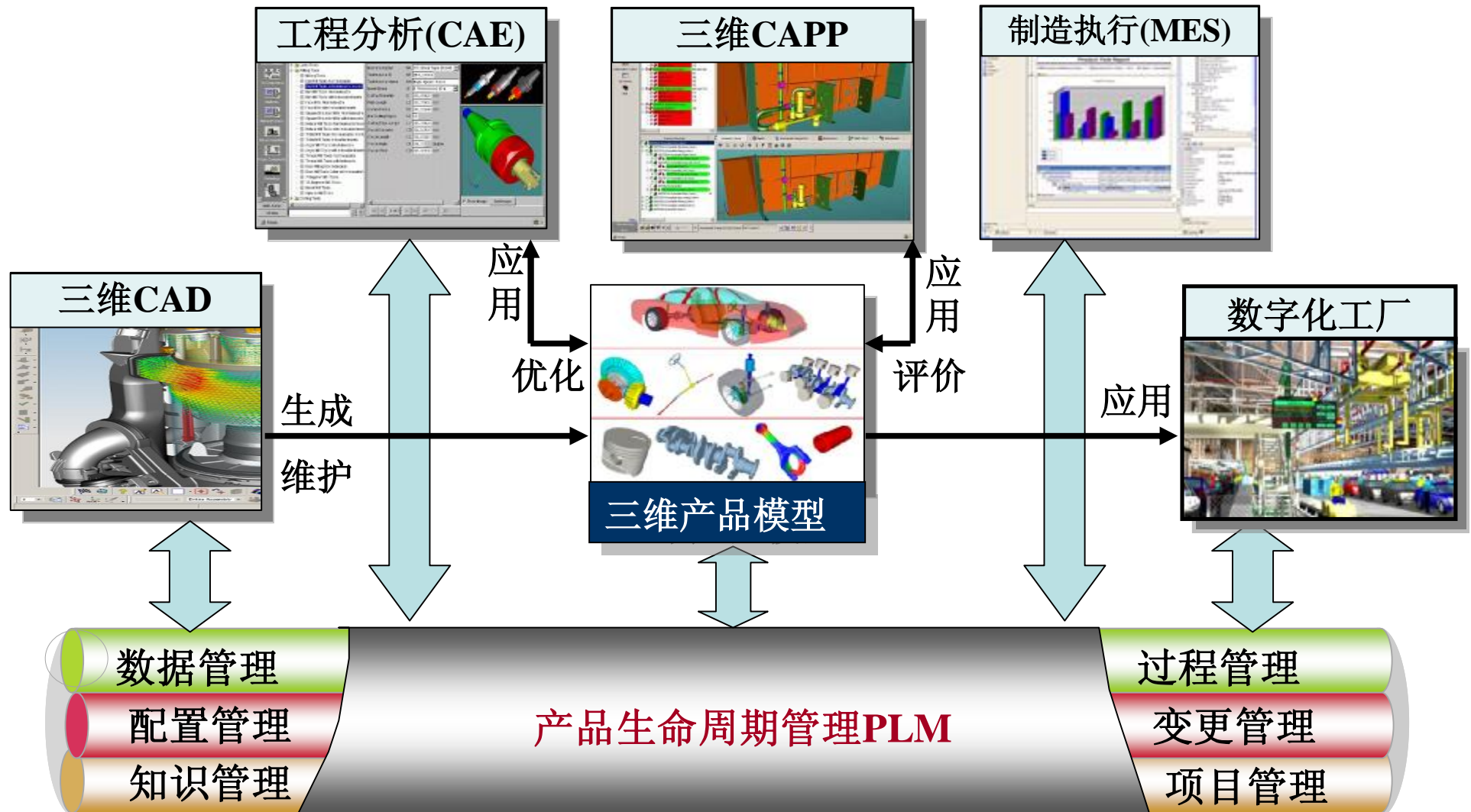
与国外相比，我们刚刚起步，差距明显，需要奋起直追，加大工作力度



- 一、东莞制造业特点分析
- 二、制造业转型升级面临的技术难题
- 三、制造业信息化的主要内容**
- 四、实施制造业信息化若干建议

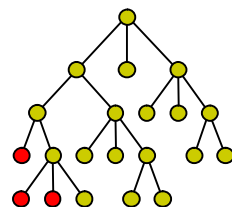


# 制造业信息化（产品研制）的主要内容



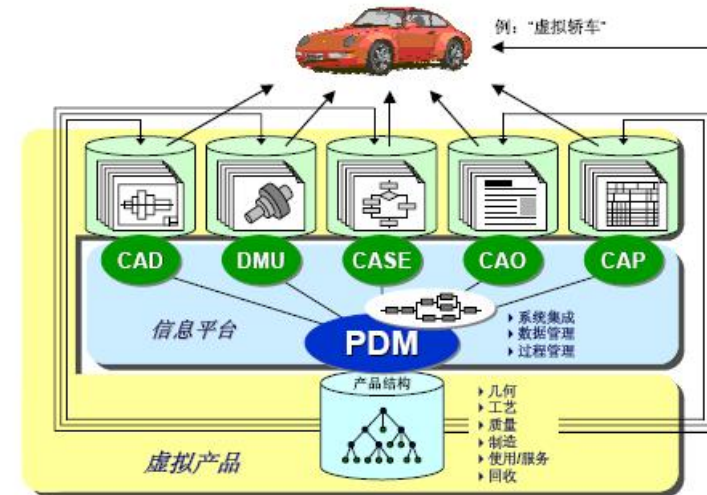


## 产品生命周期数据管理 (PDM/PLM)





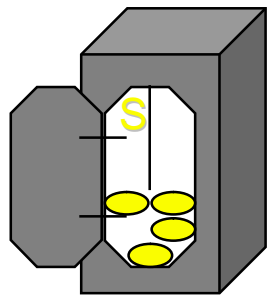
# PLM的定义



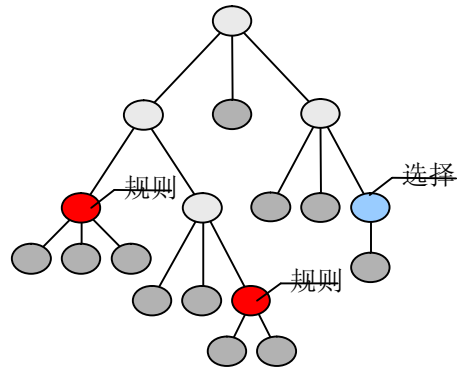
- q PDM/PLM系统是企业产品相关数据与过程综合管理软件，支持企业内部、合作伙伴及客户在整个产品生命周期中资源共享与流程协同

**PDM/PLM提供产品生命周期内的信息共享与集成平台，因而成为制造业信息化工程的重要基础**

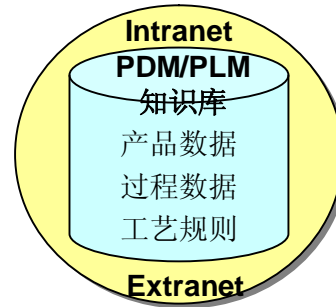
# PDM的基本功能



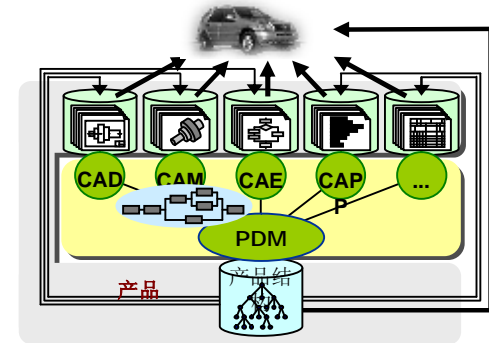
数据管理



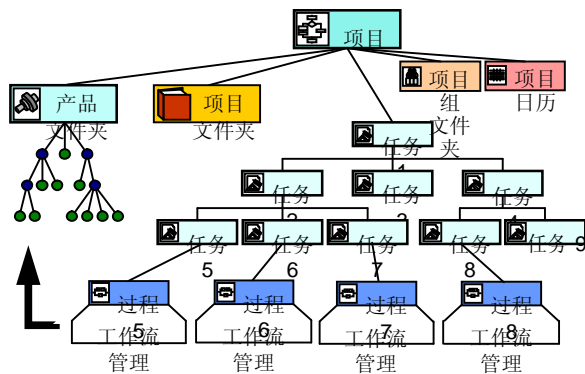
配置管理



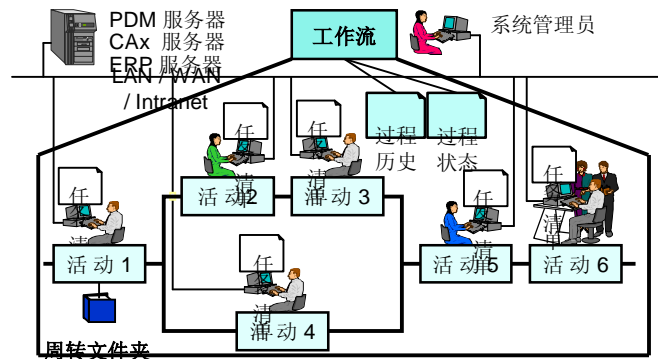
知识管理



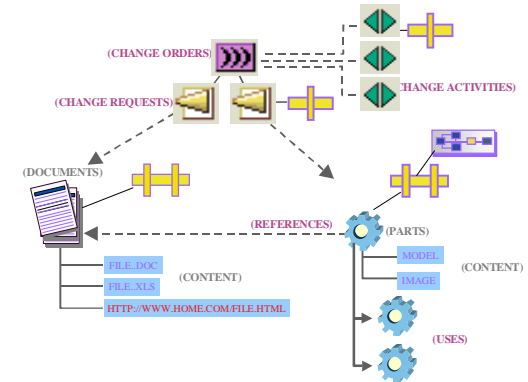
集成平台



项目管理



流程管理



变更管理

## 功能与应用（举例：铁路机车PLM系统）



结构复杂  
→  
数据量大



一台典型的机车，涉及零部件数在5000个左右，展开的产品结构物料数目在60,000多条

新产品开发周期短  
数据产生量大  
设计更改工作量大  
设计人员流动性大  
设计过程严谨

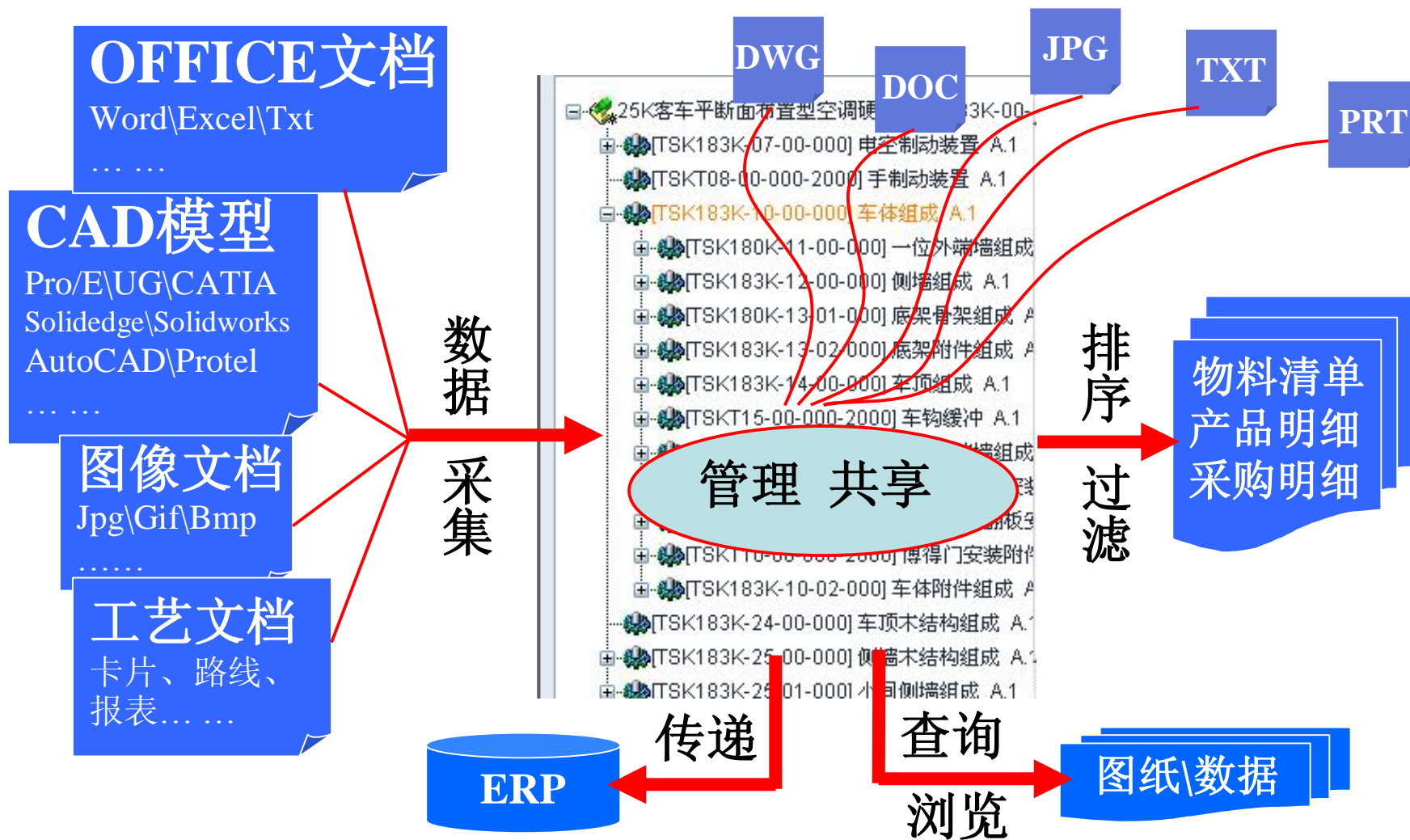


- 数据流失、设计变更管理零乱
- 没有建立产品结构，产品数据不准确
- 技术人员一半以上的时间用于发放更改通知书、图纸归档等事务性工作
- 产品改型设计时可供借鉴的资源有限
- 新进设计人员的培训方式效率低
- 产品转型制造时图纸数据不可靠

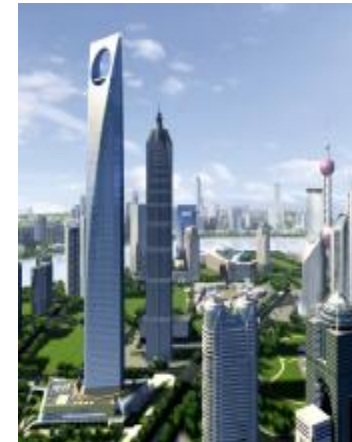
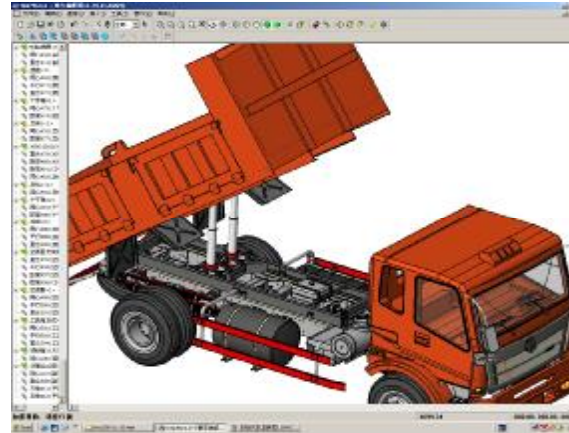
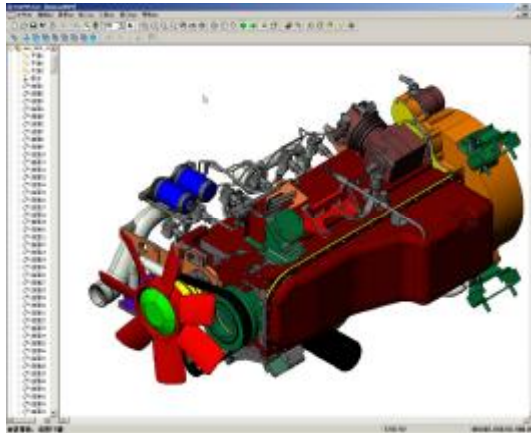
# PDM应用举例



## 机车车辆数据管理

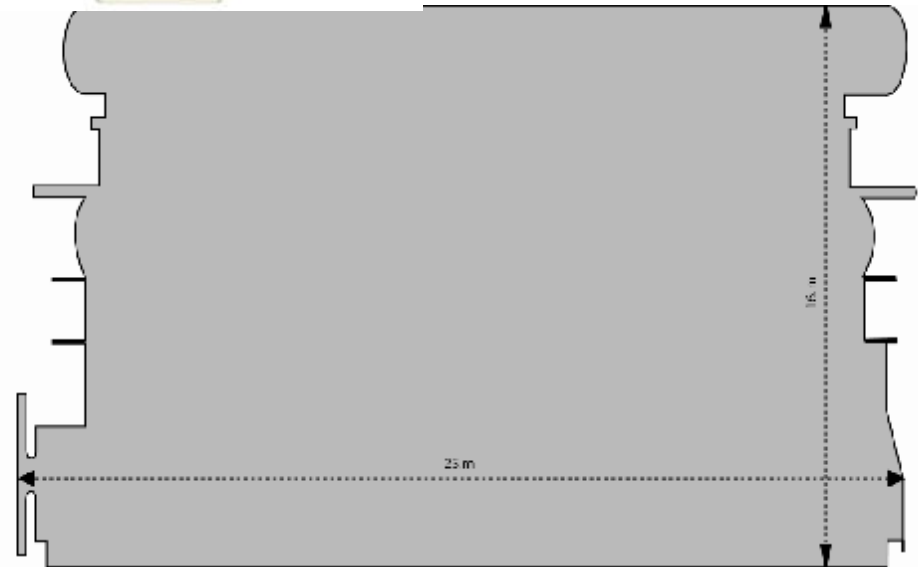
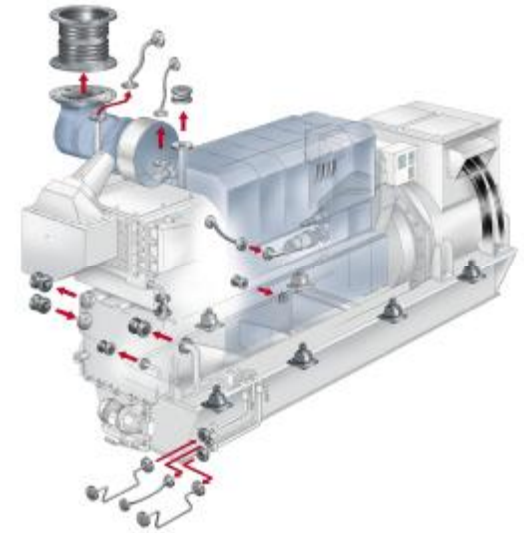
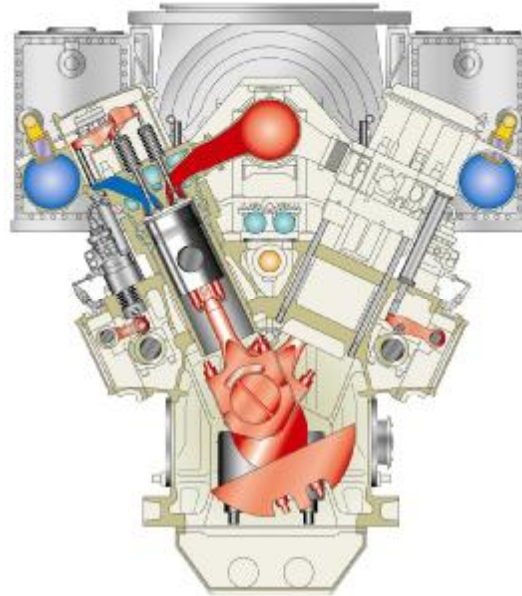


## 三维产品设计 (3D-CAD)



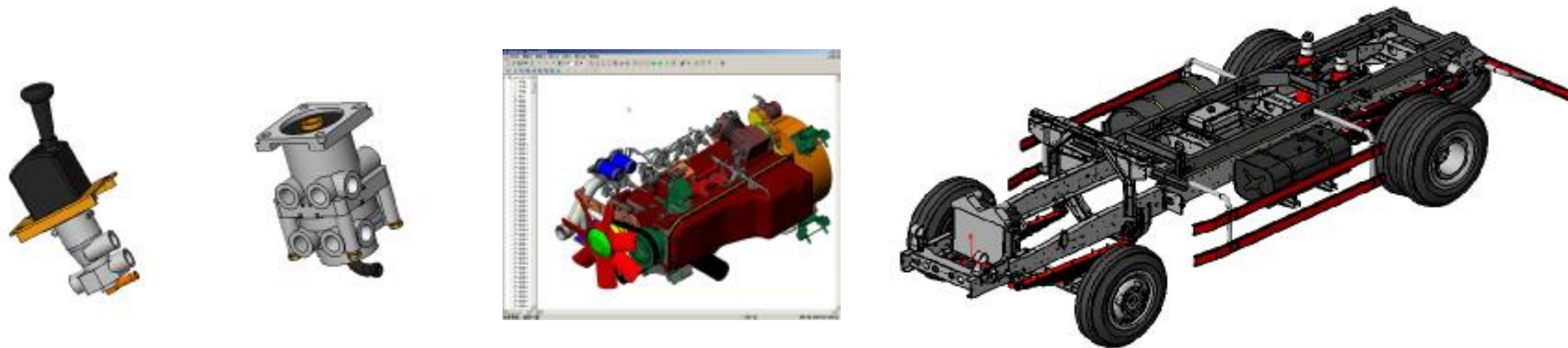


# 模块化设计



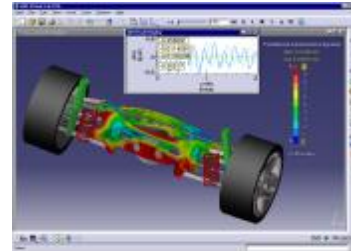
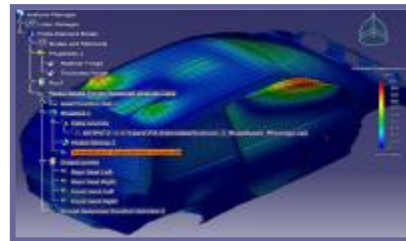
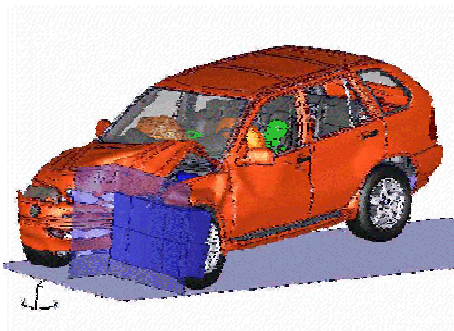
## 汽车零部件三维设计系统

包括零部件设计、钣金设计、模具设计、软管线设计、电气设计、液压设计、强度校核、性能分析、可靠性分析等。开展基于三维设计制造的协同，实现产品定制、三维设计、零配件制造协作、维修服务的技术支持。





## 工程分析与分析仿真 (CAE)

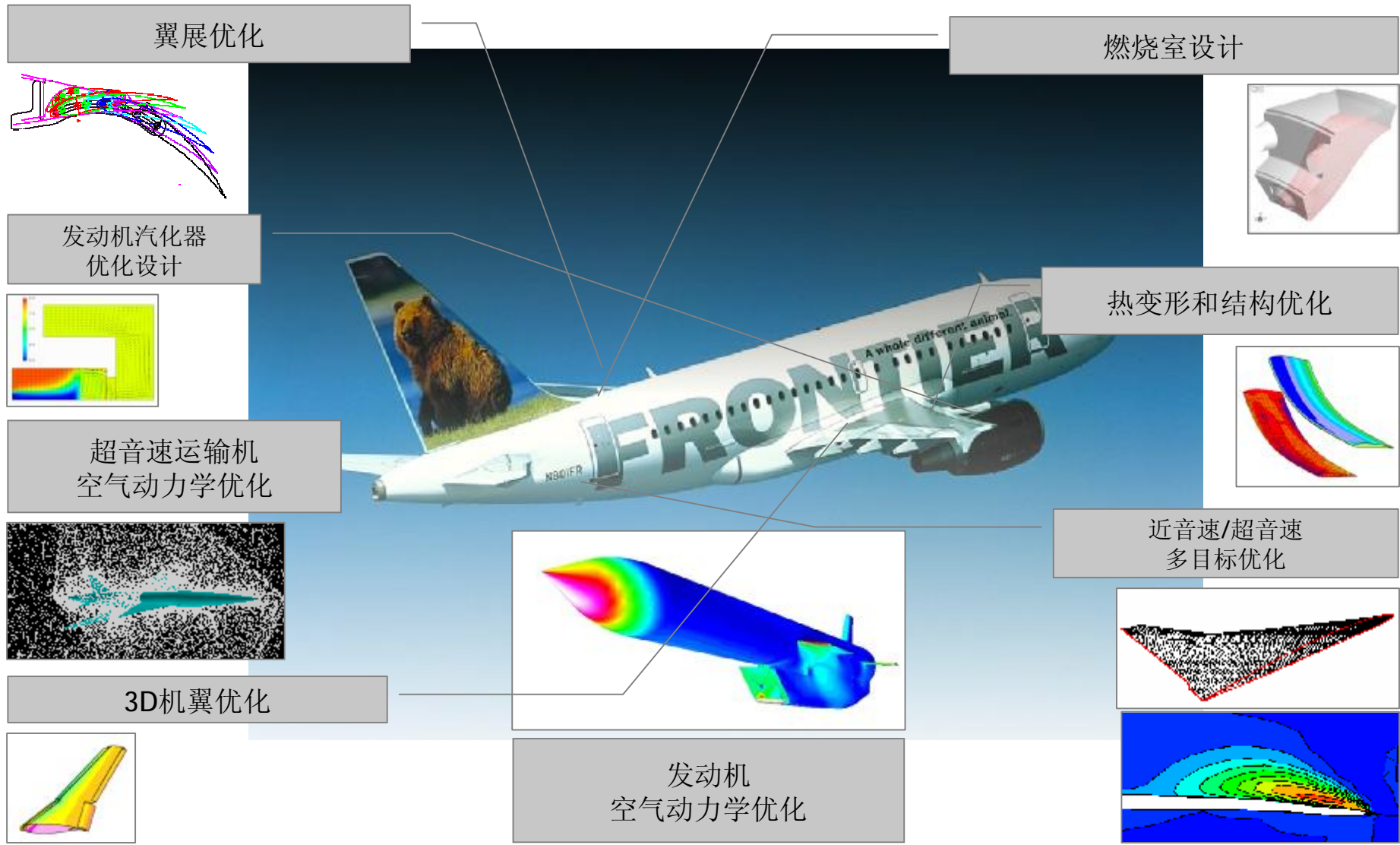




## 背景与目标

- 与国外产品相比，我们的产品“多形似”而“少神似”
- 产品设计必须经历“几何设计→功能设计→性能优化”的阶段
- 复杂产品应机\电\液\控\热...多领域统一建模，进而建模\分析\仿真\优化一体化
- 未来产品设计服务产业的“生态”：模型标准+统一的计算设计平台+专业知识库+用户
- CAE是实现产品正向创新设计的关键

# 从CAE（工程分析）到MDO



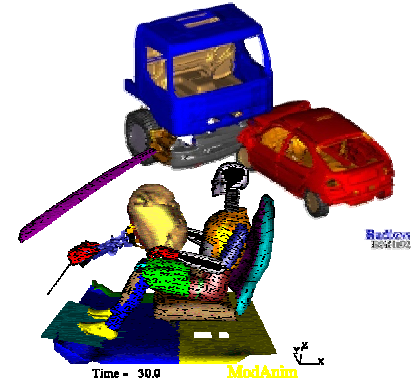
# 从CAE（工程分析）到MDO



电子系统



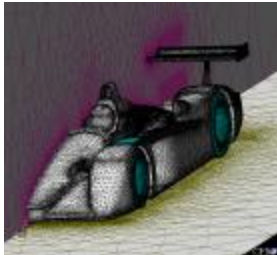
安全



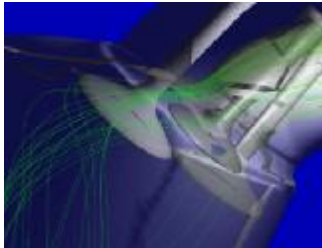
结构分析



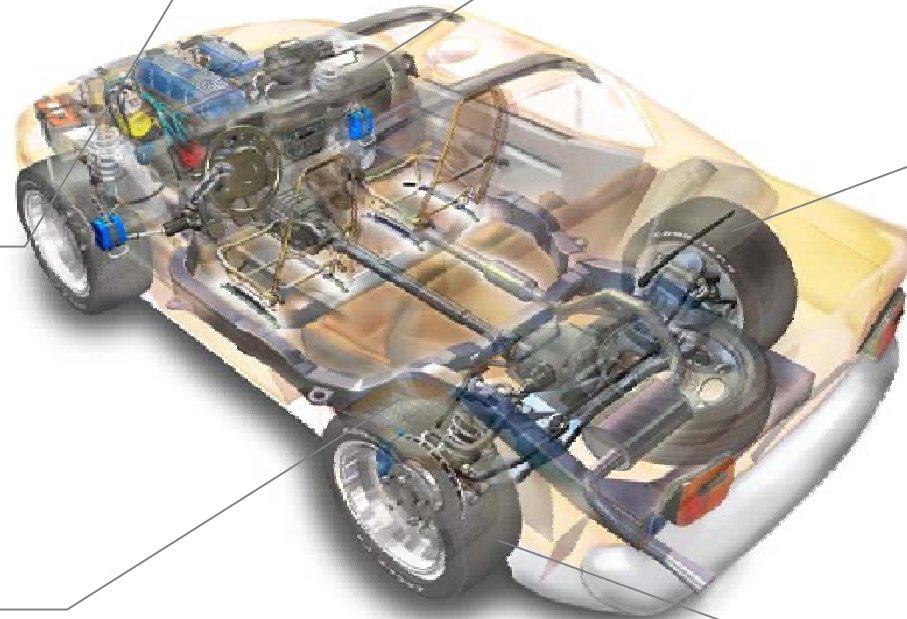
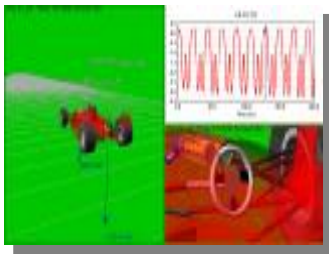
空气动力学



发动机 CFD

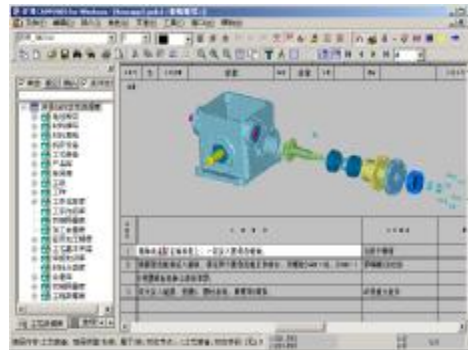


车体动力学





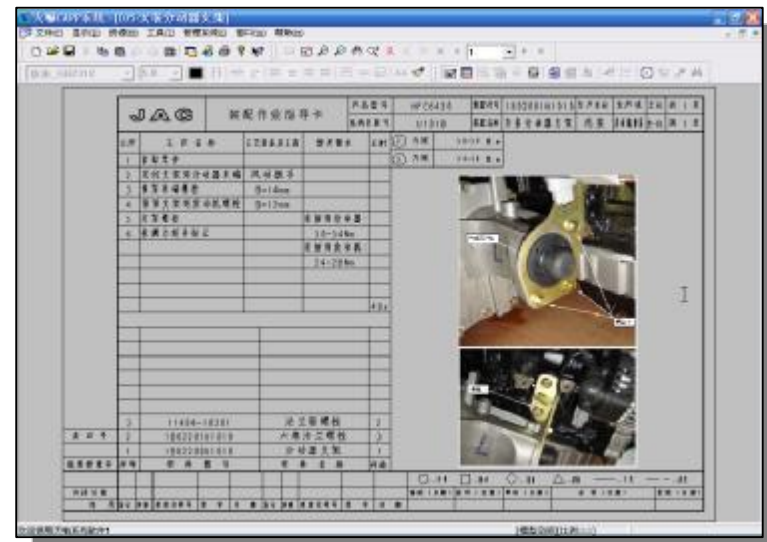
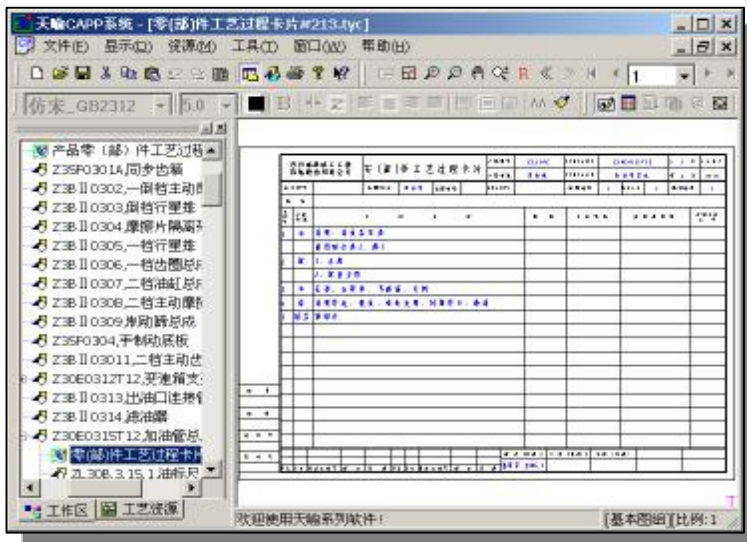
# 计算机辅助工艺设计 (基于三维产品模型的CAPP)



# 三维CAPP的研究背景



- q CAPP是实现工艺规划的重要工具，是制造业信息化工程的核心和基础软件系统之一，是企业信息枢纽和桥梁，是“甩图纸工程”的重要内容
- q 由于没有三维CAPP系统支持，目前大多数制造仍然通过输文字“填卡片”、“贴图片”的方式表达装配过程，效率低、不直观，工艺的设计手段还比较落后





# 工艺规划的现状与差距



	国内	国外先进
工艺信息的载体	卡片式的半纸质工艺	基于PDM/PLM的数字化工艺
工艺模型	二维模型或者没有明确的工艺模型	三维轻量化工艺模型
工艺规划	以交互式填卡为主，自动化程度很低	基于三维模型和工艺决策知识的自动化工艺规划
工艺验证与仿真分析	不具备任何验证和分析能力	可加工性分析、可装配性分析、加工规划与仿真、数字化装配仿真验证、工厂建模与仿真
工艺设计工作流程	以纸介质传递的形式实现的工作流程	电子化流程：发放流程和变更流程
并行/协同工作	设计/工艺之间缺乏并行，工艺活动内部协同工作能力弱	设计人员和工艺人员并行工作

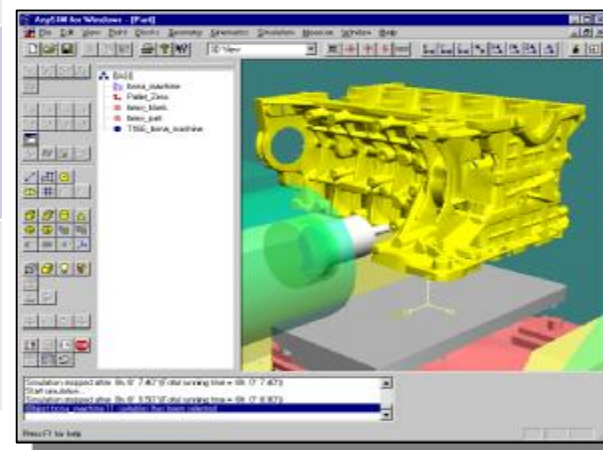
# 应用三维CAPP的意义



## 三维CAPP是联系数字化设计和数字化制造的纽带

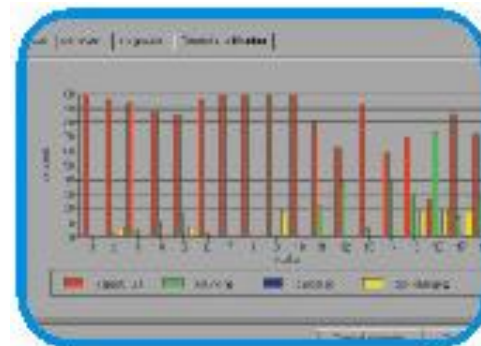
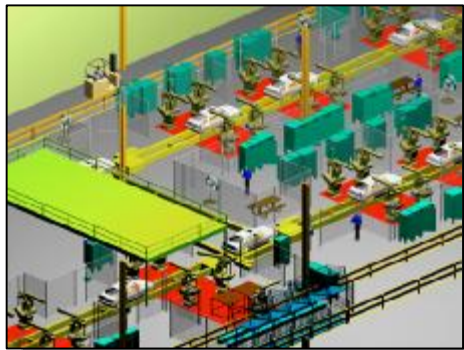
图纸信息	实施三维CAPP之前	实施三维CAPP之后
产品结构	通过产品明细表手工获取产品结构	从PDM中获取BOM
产品信息	使用二维蓝图	通过三维轻量化产品模型获取产品装配关系与参数，并可生成三维工序图向下游传递
工艺过程卡	使用纸质工艺过程卡	MES通过直接访问CAPP数据库工艺过程卡
车间操作	使用纸质作业指导书	车间无需工艺卡，通过可视化平台可看到虚拟加工与装配过程

实施基于三维产品模型的集成化CAPP系统，可支持产品全生命周期的信息集成与管理，实现从产品三维设计建模、三维工艺规划、工艺规划仿真、制造等全过程的集成，改变以工艺图纸为主要传递对象的部门间、企业间的信息交互方式





# 车间制造执行 (MES)





# 车间制造执行系统 (MES)



## 我国离散制造的现状与问题

- q 生产准备时间长
- q 异常情况处理不及时
- q 在制品周转和等待时间长
- q 单元设备的利用率低
- q 生产现场的监控缺乏工具支持

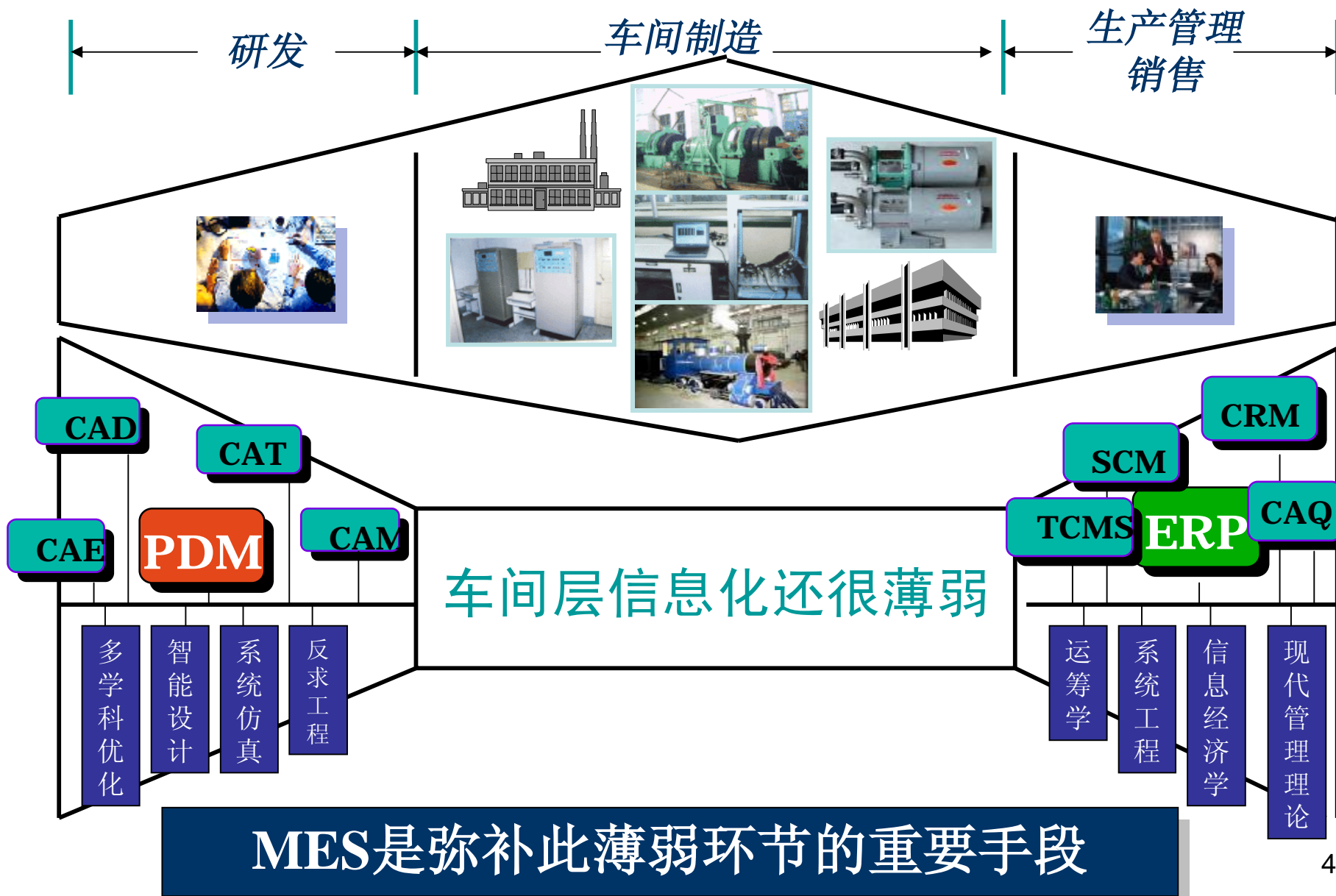


我国制造企业生产效率不高，与发达国家相比存在很大差距



- q 早在2000年，丰田汽车厂就可以共线生产4000多种类型的汽车，8小时单线可班产500辆车。
- q 而截至2006年，国内汽车装配线单线班产能力一般仅能达到300台，共线生产的车型也一般在1000种左右。

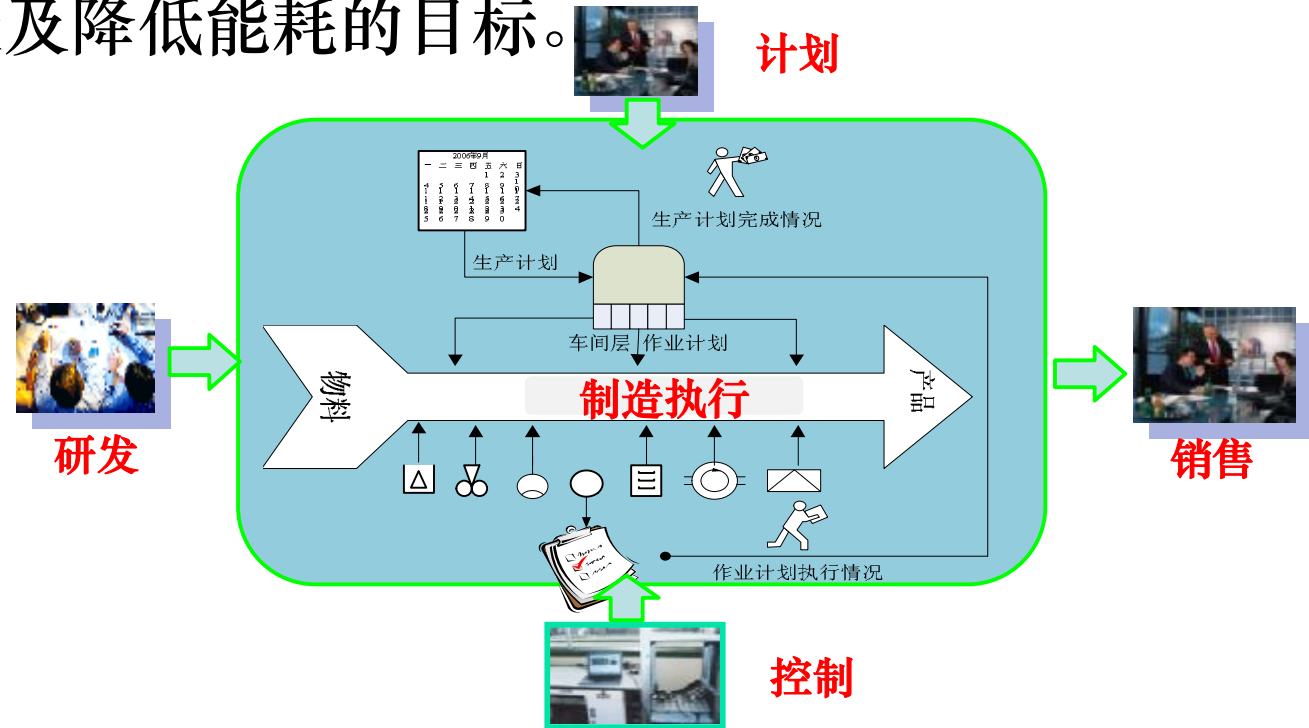
# 制造业信息化的薄弱环节



# 车间制造执行系统 (MES)

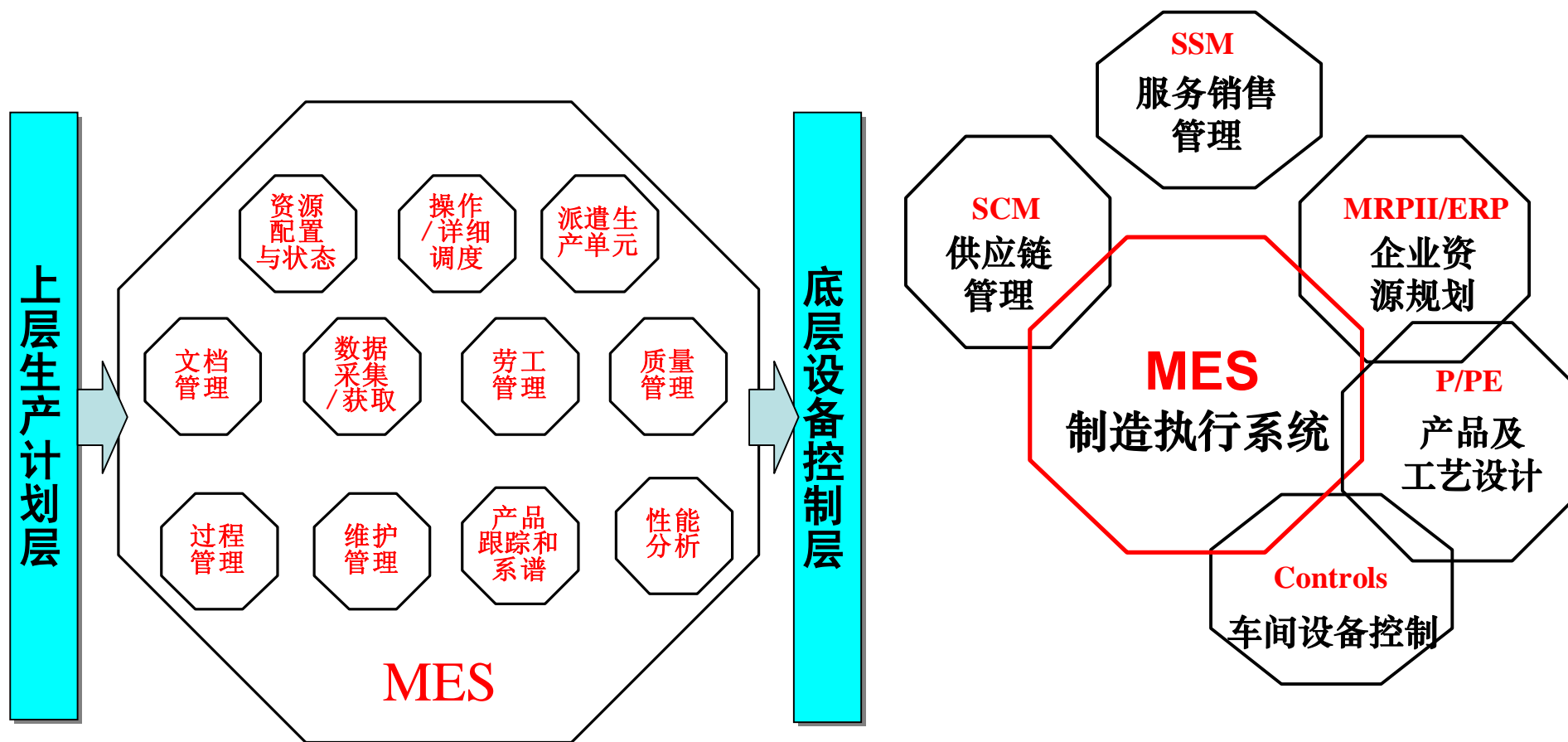


MES (Manufacturing Execution System) 是面向车间的生产过程管理与实时信息系统。它主要解决车间生产任务的执行问题，填补上层生产计划与底层工业控制之间的鸿沟。它通过物流、设备状态等实时监测与协调优化控制，达到快速响应制造及降低能耗的目标。



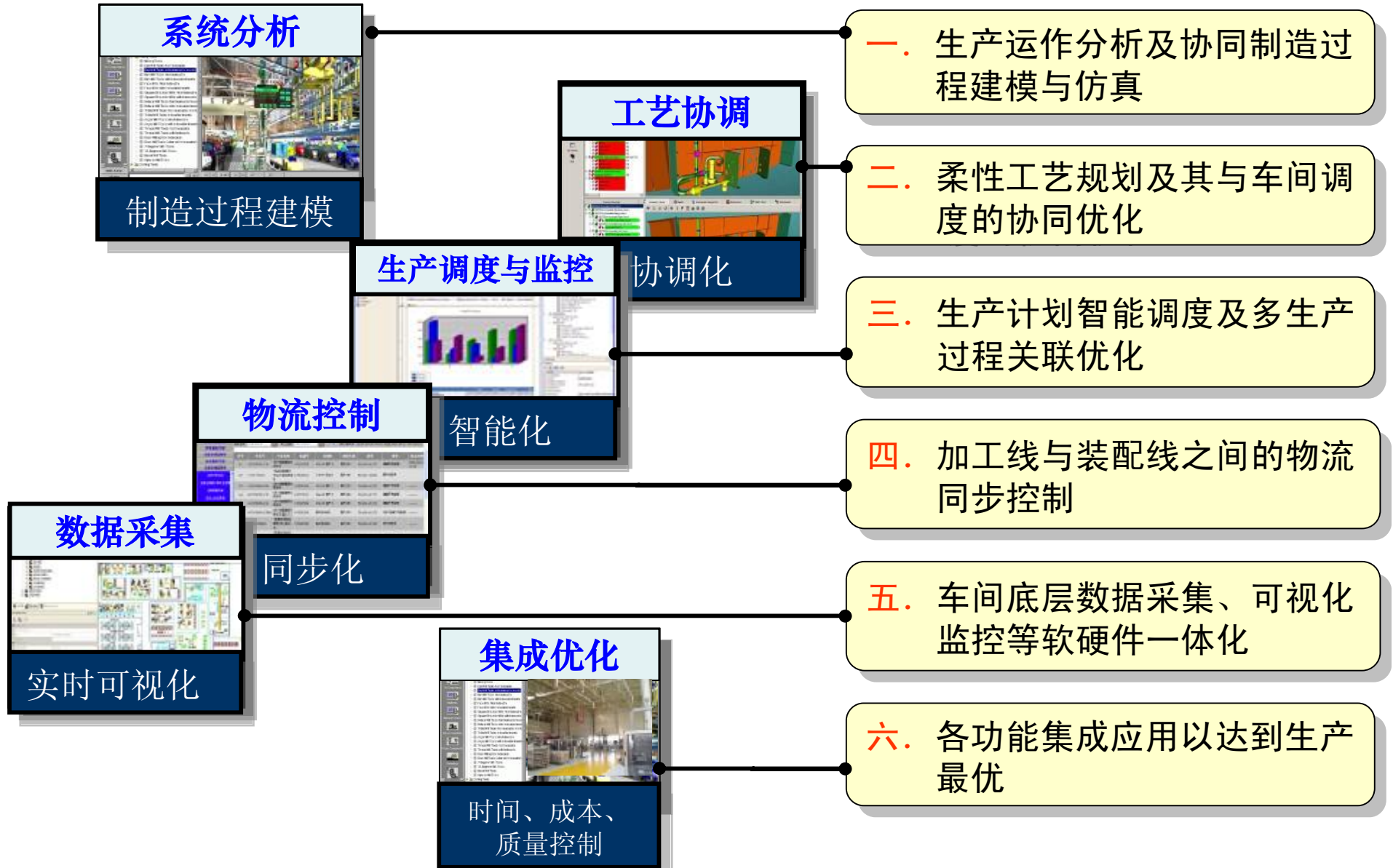
MES作为连接计划层与控制层的桥梁，正在成为制造底层信息化的核心平台

# MES 的功能与作用



MES填补了上层生产计划与底层工业控制之间的鸿沟

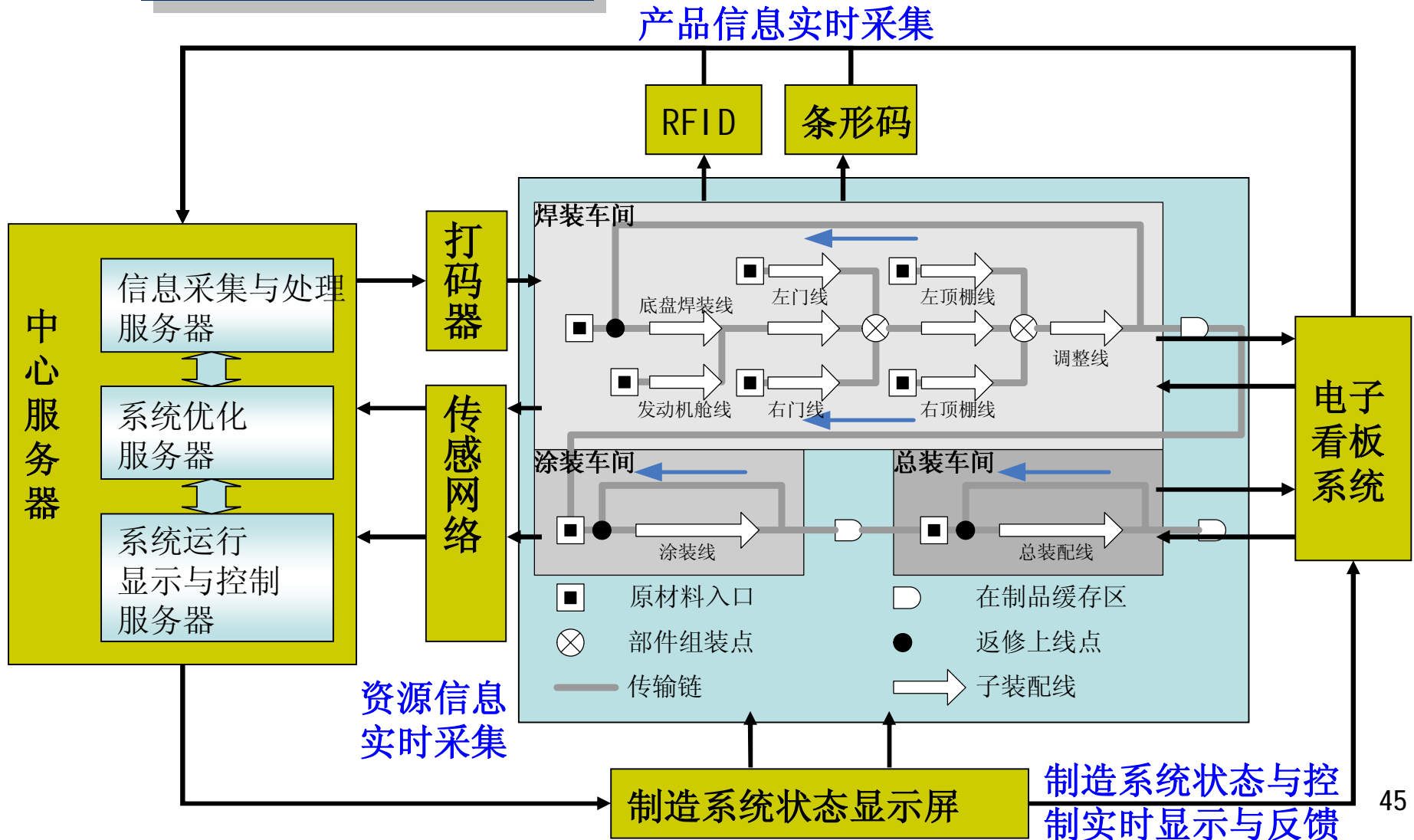
# 车间制造执行系统 (MES)



# 车间制造执行系统 (MES)



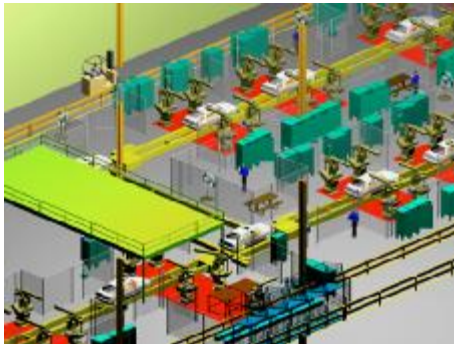
## A2-MES解决方案







# 数字化工厂 (Digital Factory)



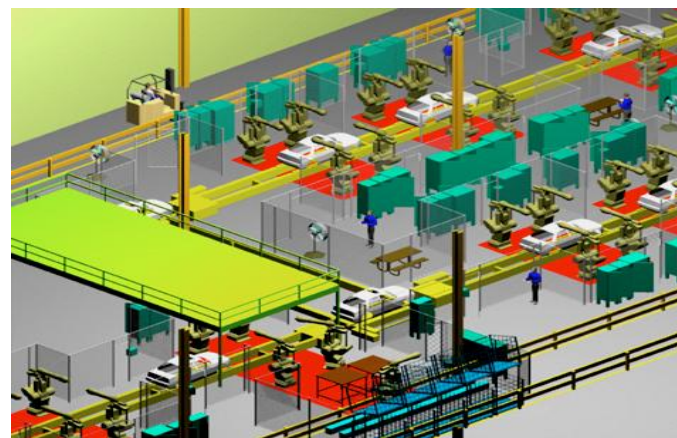
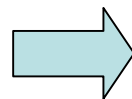


- q 数字化工厂包括车间布局三维模型、制造资源三维模型、产品三维模型、数字化工艺等基本元素
- q 在生产线实际运行之前，利用工厂的三维布局模型和零部件的工艺规划结果，结合离散事件仿真实论，在虚拟环境下对车间的生产过程进行仿真分析，从而实现：
  - u 验证工艺方案的可行性，并对工艺方案进行优化；
  - u 消除瓶颈并确定潜在产量，平衡生产节拍，合理安排工序；
  - u 检查人机工程学的合理性
  - u 对复杂的制造物流系统进行模拟优化，如瓶颈分析缓冲区尺寸定义、制造能力评估、生产计划安排等

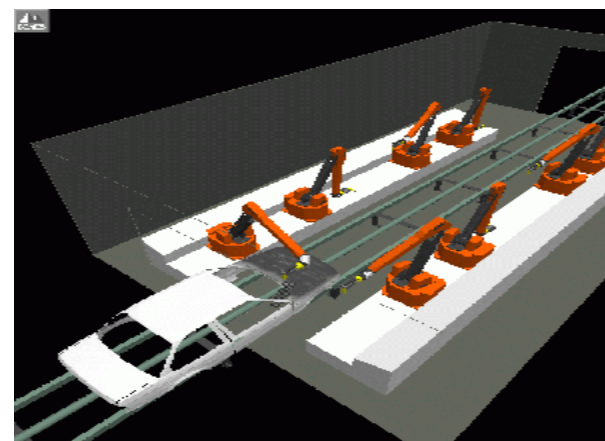
数字化工厂模型是进行生产过程仿真分析和优化的基础



# 数字化工厂建模



三维车间模型



三维生产线模型

# 数字化工艺验证(DPV: Digital Planning Validation)

- 对整个工作区域进行三维仿真和工位优化布局
- 验证工位之间没有互相的干涉，生产线的布局设计能够保证逻辑上和连续的工作
- 进行生产线动态仿真，进行生产能力的评估、瓶颈检查和生产资源利用率的评价
- 人因工程分析
- 可加工性分析





- 一、东莞制造业特点分析
- 二、制造业转型升级面临的技术难题
- 三、制造业信息化的主要内容
- 四、实施制造业信息化若干建议

# 1、明确认识

---



q 制造业信息化是手段，不是目的

q 制造业信息化的目的是提升企业的产品开发能力

q 制造业信息化需要循序渐进，应注重阶段积累

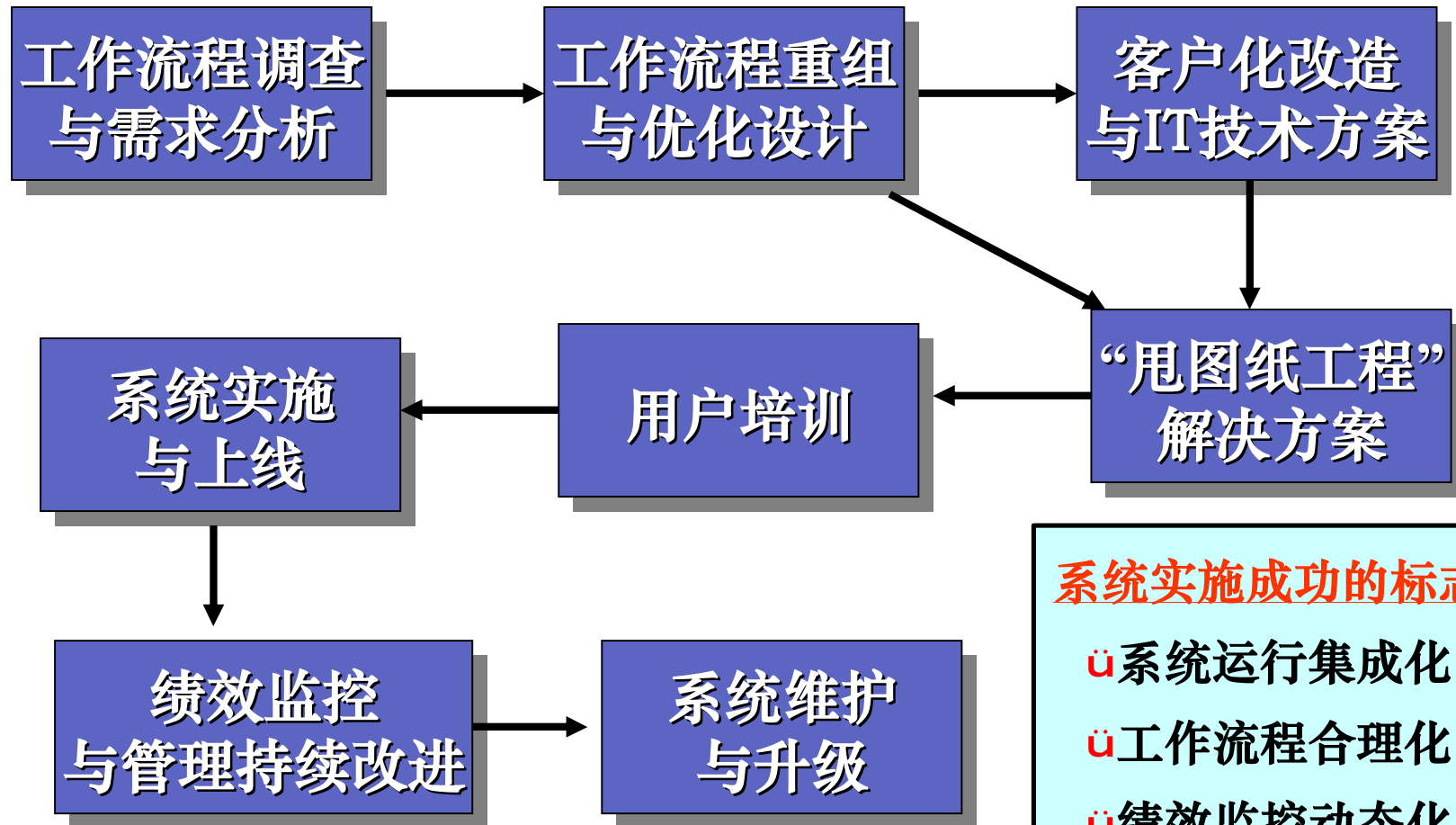
q 制造业信息化是一把手工程

## 2、充分准备



- q **基本条件**：对制造业信息化内涵认识明确；开拓进取的领导班子；良好的管理基础，已经实施主要单元系统。
- q **需求明确**：总体预期目标和分阶段目标；管理层需求分析；流程需求分析；软件功能需求分析；硬件配置需求分析等。
- q **资金条件**：实施制造业信息化需要在应用软件、系统软件、硬件平台、培训、实施费用上投资。所以企业必须有充分的预算。
- q **人员素质**：良好的员工素质是企业实施制造业信息化的必备条件，可以从以下方面进行评估：领导素质、员工素质、企业员工凝聚力。
- q **基础数据**：包括产品数据、工艺数据、管理数据等信息。
- q **网络建设**：除了一般局域网外，还涉及车间现场数据采集与控制网络。

### 3、规范流程

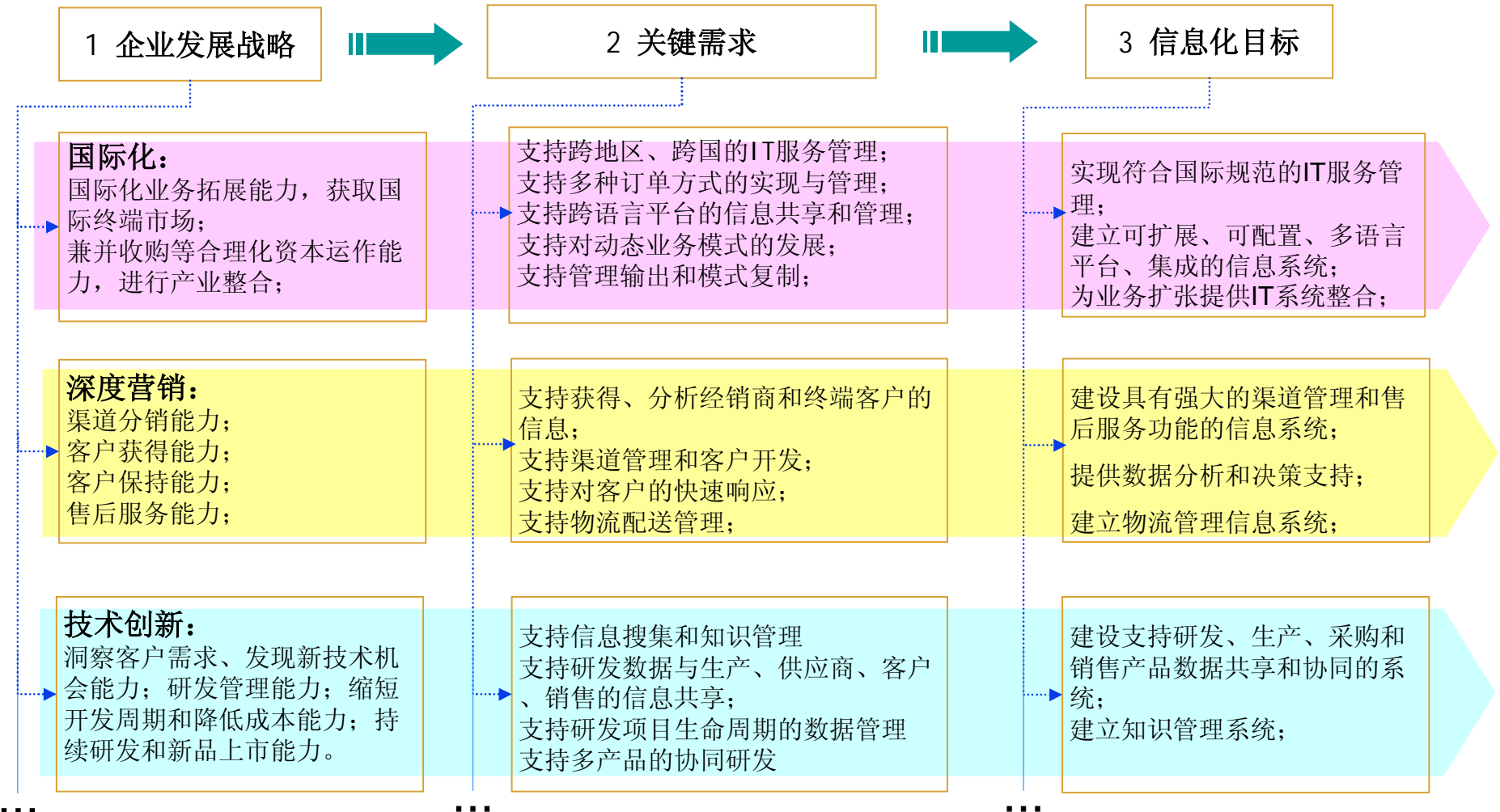


#### 系统实施成功的标志:

- ü 系统运行集成化;
- ü 工作流程合理化;
- ü 绩效监控动态化;
- ü 管理改善持续化。

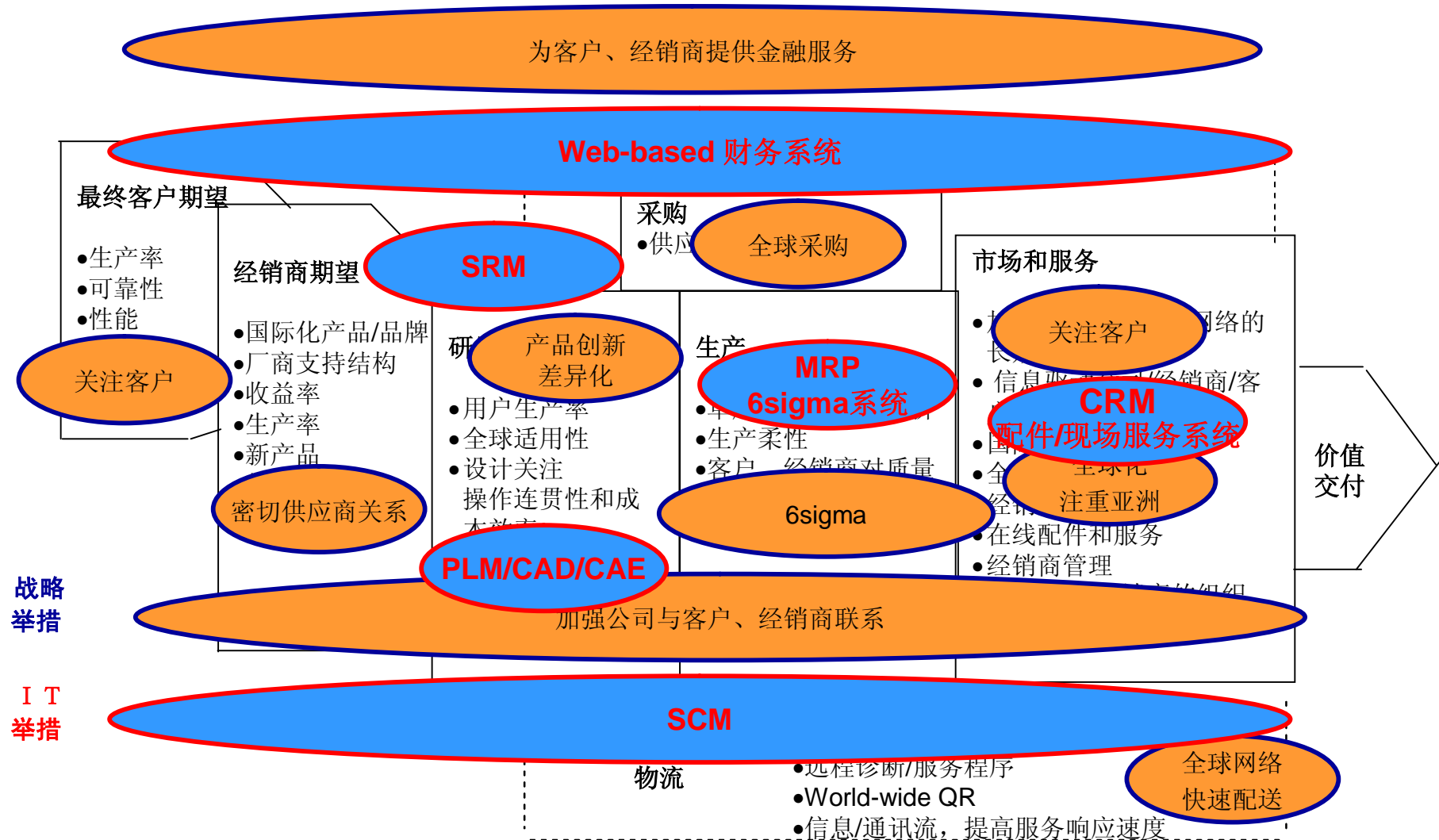


# 实施信息化必须有的放矢

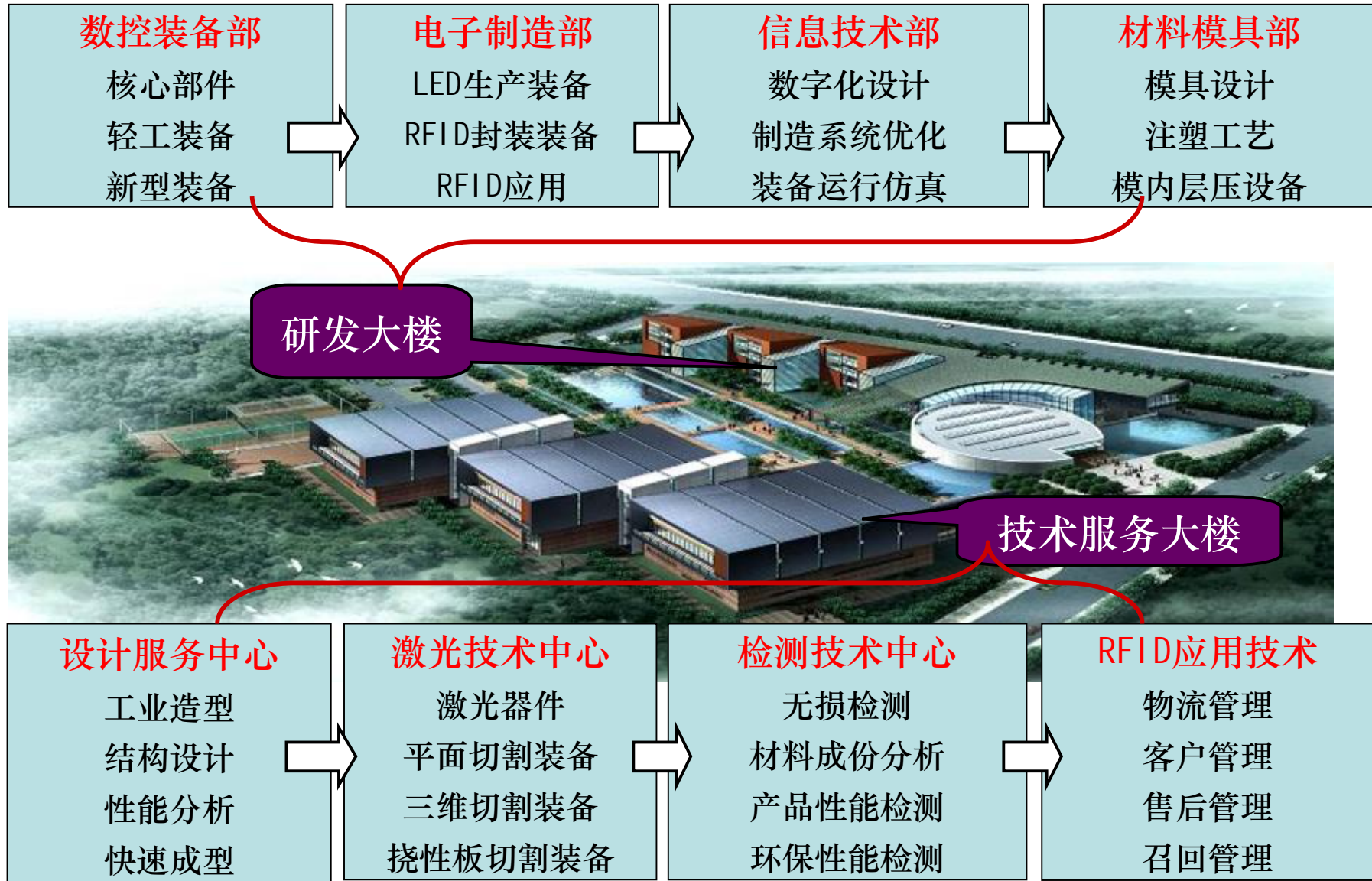




# 卡特彼勒的信息化策略



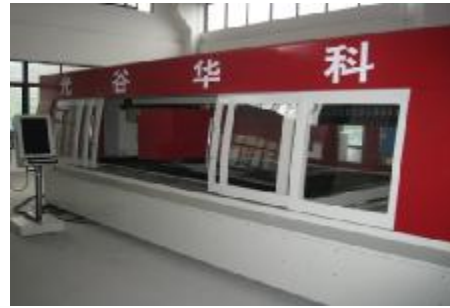
# 东莞华中科技大学制造工程研究院





## 先进的测量设备：

1. **微**显微影像3D测量仪
2. **精**三坐标测量机
3. **快**柔性关节臂激光测量机
4. **宏**激光跟踪测量仪



## 先进的激光设备：

1. **三维**激光切割装备 (2.5米\*3米\*1米)
2. **直线电机**驱动激光切割 (2米\*4米)



## 先进的检测实验室：

1. **三维**激光切割装备 (2.5米\*3米\*1米)
2. **直线电机**驱动激光切割 (2米\*4米)

## 自主研发的若干主要装备



高速木工复合加工中心



全自动数控毛纺编织机



LED检测与分选设备



数字化压机



自动码垛机



加气砌块自动切割机

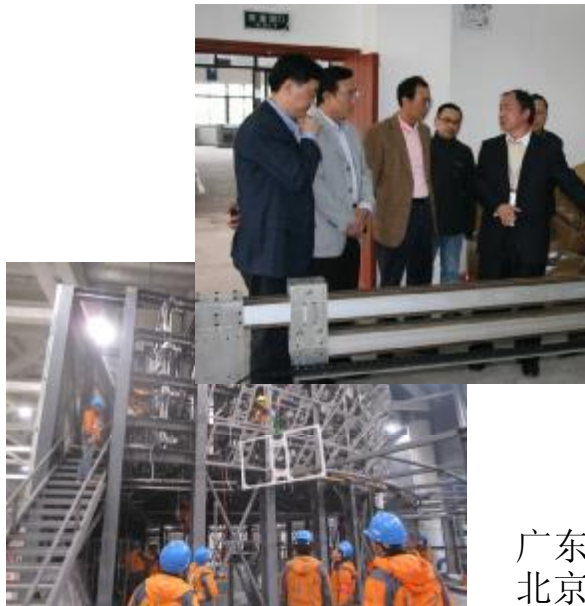


## 世博会北京馆机电控制与多媒体融合器

- 1、分布式同步控制：机械臂分布式精确控制
- 2、多通道融合：实现大流量视频实时处理与拼接
- 3、轻量化设计：解决轻质材料与高可靠性的矛盾。

已经承接的其他场馆：联合国馆、阿根廷馆、安哥拉馆、黑山共和国、非洲5国联合馆、生命阳光馆等

鸟巢超大屏（40m\*70m），49通道融合已经进入最后一轮



广东省副省长万庆良称赞工研院承担的北京馆项目是“东莞的荣耀，广东的荣耀”



制造信息技术是提升产品研发的重要手段，能为产业转型升级提供有力支撑。东莞华中科技大学制造工程研究院愿意和企业一道为推动制造信息化而努力奋斗！

**新制造 新未来**  
New Manufacturing, New Future

- q 为产业创新共性技术
- q 为企业创造核心价值
- q 为团队提供创业平台





# 谢谢!

**张国军** 博士、教授、博导  
华中科技大学机械科学与工程学院 副院长  
制造装备数字化国家工程研究中心 副主任  
东莞华中科技大学制造工程研究院 常务副院长  
[zgj@mail.hust.edu.cn](mailto:zgj@mail.hust.edu.cn)  
13507133747 (武汉)  
13809265111 (东莞)