

ANSYS®



ANSYS
CONVERGENCE
CONFERENCES

2016

ANSYS中国技术大会

中国·上海

智能制造时代的仿真技术应用实践

叶洎沅 / CEO

制学网



制学网

ZXLearning.com

目录

1 仿真技术在智能制造中的应用实践

2 未来的仿真技术应用



Part 1 仿真技术在智能制造中的应用实践

何谓“智能制造”？

视角	传统制造	智能制造
技术	是对物质的处理，将原料转化为产品，是 基于经验 的制造	同时对物质、信息和知识的处理，是 基于科学（模型化） 的制造
企业运营	成本中心 ，通过大批量生产，降低成本，形成竞争力	利润中心 ，通过客户化定制和制造服务化获取利润
用户	提供对具体产品和有限的担保	提供产品全生命周期的互联网服务，客户从购买 产品 转变为购买 服务

——张曙教授

同济大学现代制造技术研究所名誉所长

智能制造的支撑技术CPS (Cyber Physical System)

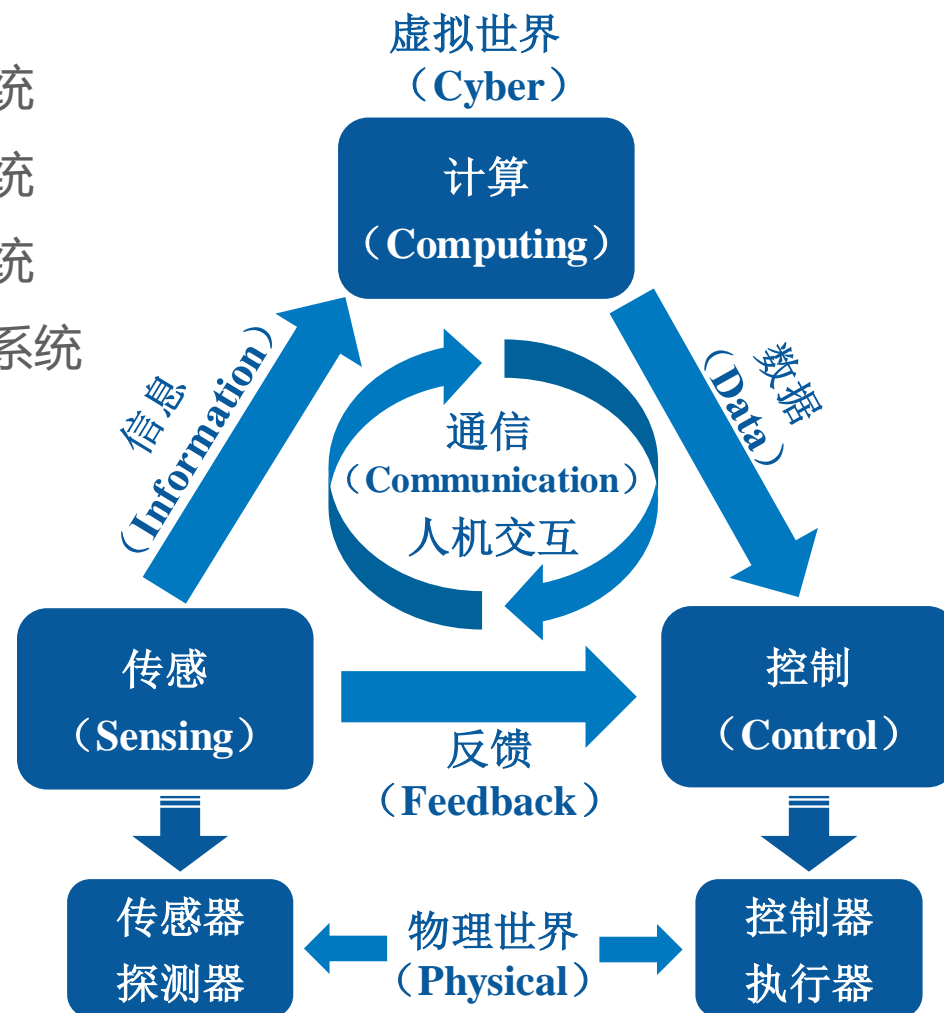
翻译：

信息物理系统

虚拟物理系统

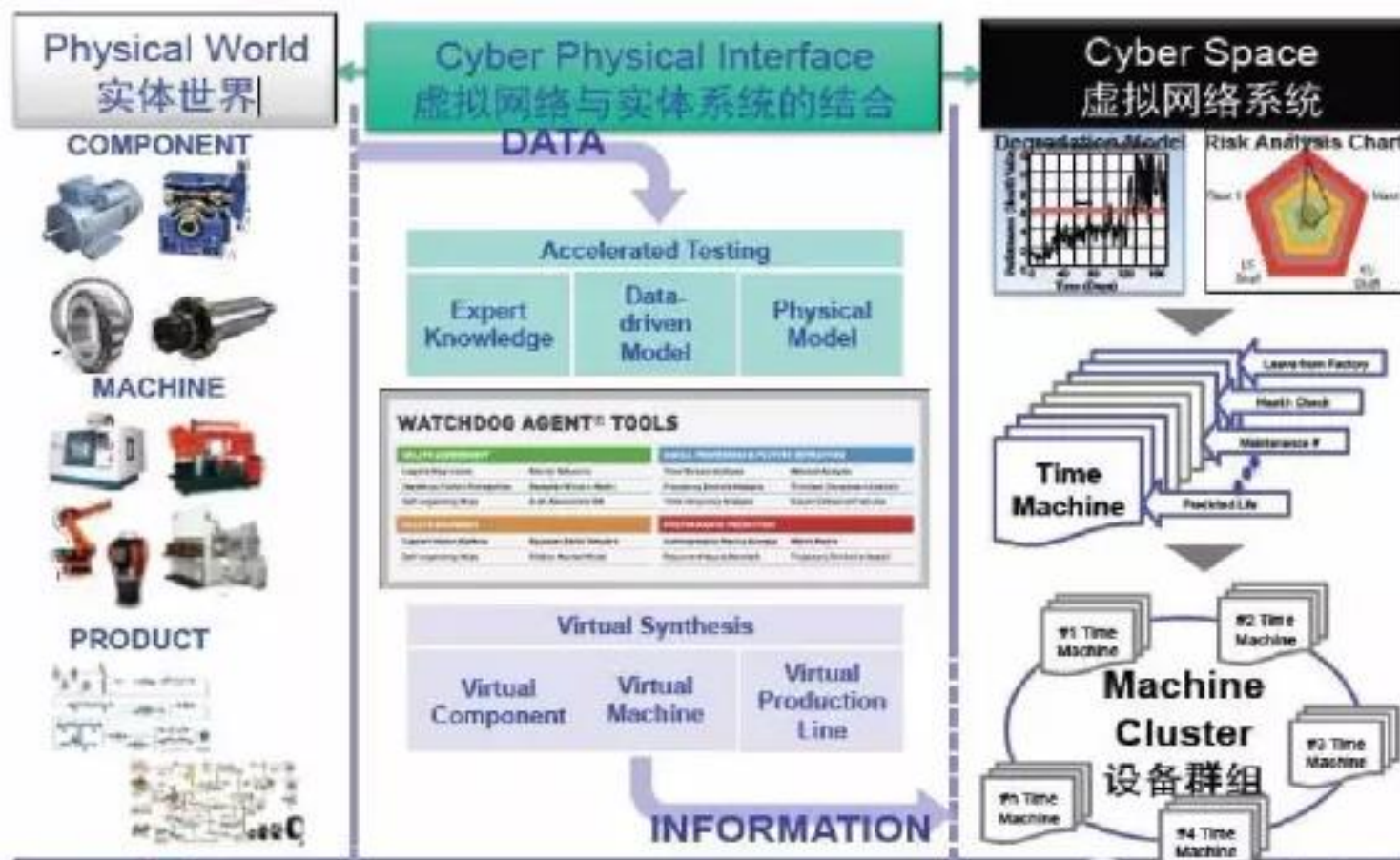
赛博物理系统

信息物理融合系统



DIGITAL TWIN

◆ Digital Twin将所获取的信息与对象的物理性能表征相结合，形成虚拟空间与实体空间深度融合、实时交互、互相耦合、及时更新，在网络空间中构建实体的虚拟镜像。



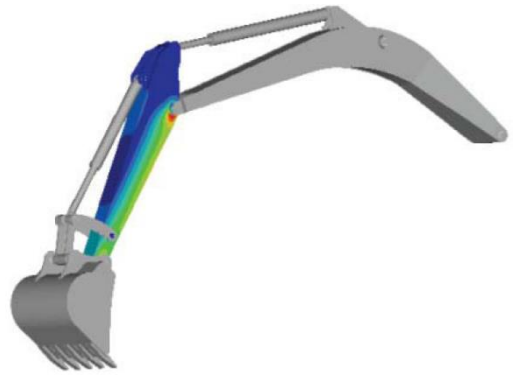
智能制造的未来方向



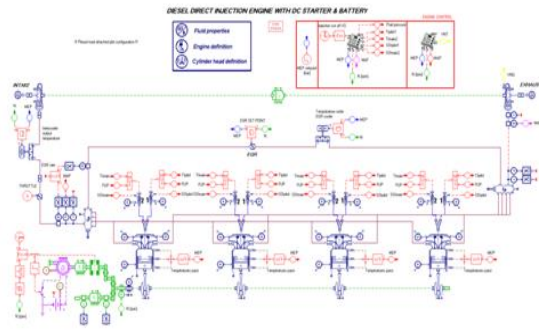
“仿真”技术在智能制造中的作用？



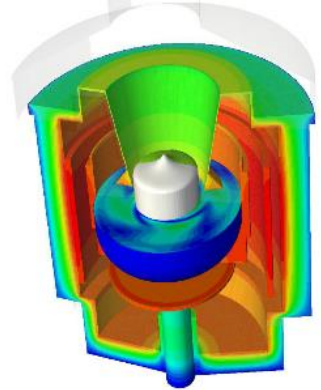
传统CAE仿真



系统仿真与控制



多物理场仿真



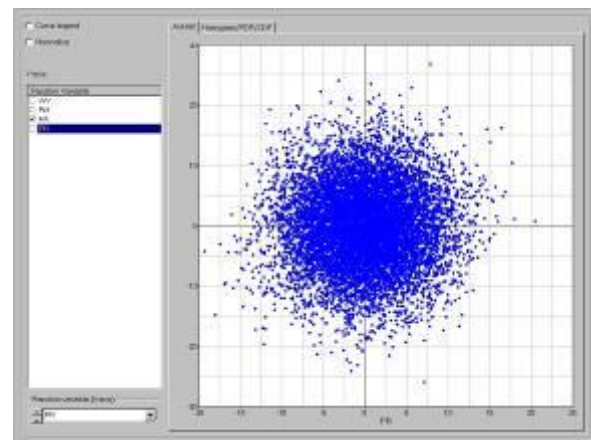
物理仿真



虚拟现实



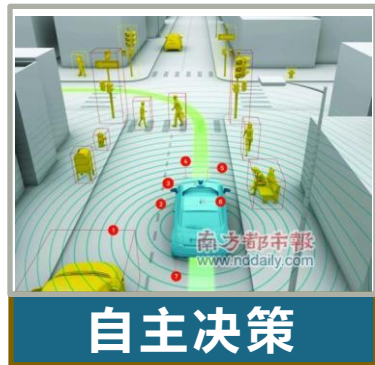
数据分析与优化



仿真技术与产品智能化

关键技术：

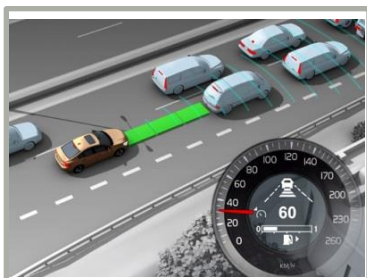
- 环境感知
- 路径规划
- 智能识别
- 自主决策



自主决策

关键技术：

- 工况识别感知
- 控制算法及策略



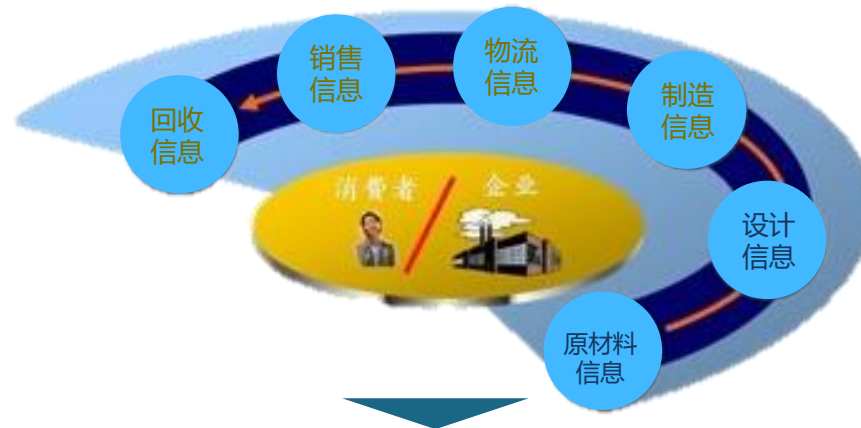
自适应工况

关键技术：

- 多功能感知
- 智能Agent
- 语音识别
- 信息融合



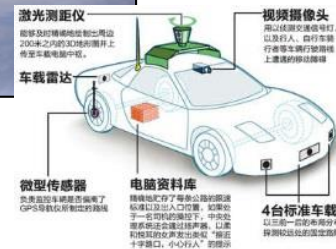
人机交互



产品全生命周期个性化定制与服务



无人机



无人驾驶汽车

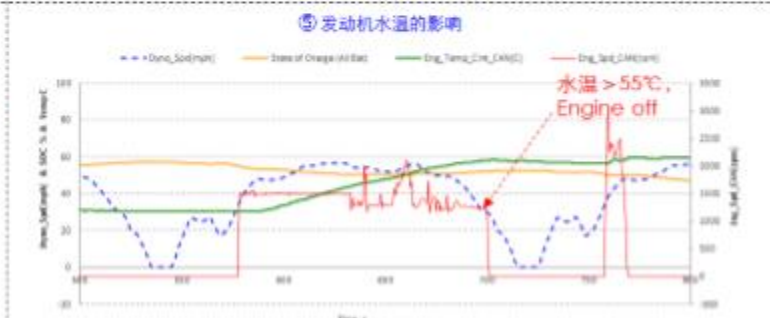
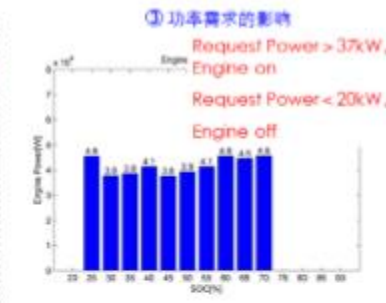
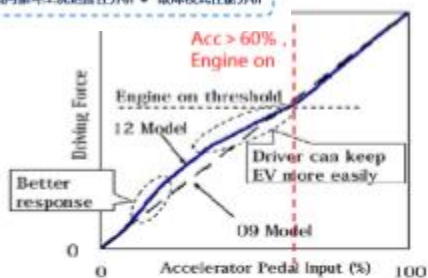


智能家电

案例：新能源汽车能量控制策略的研究



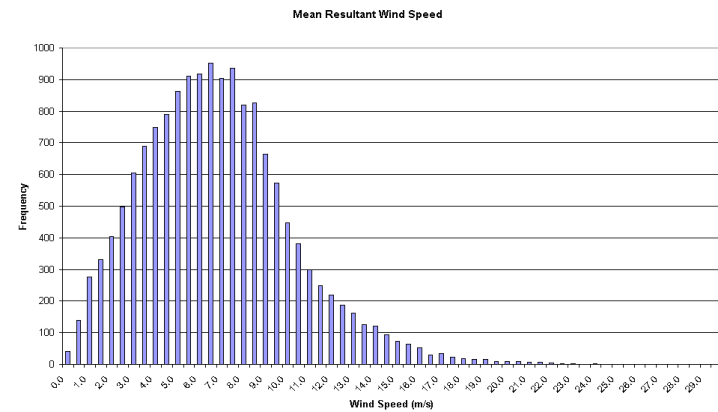
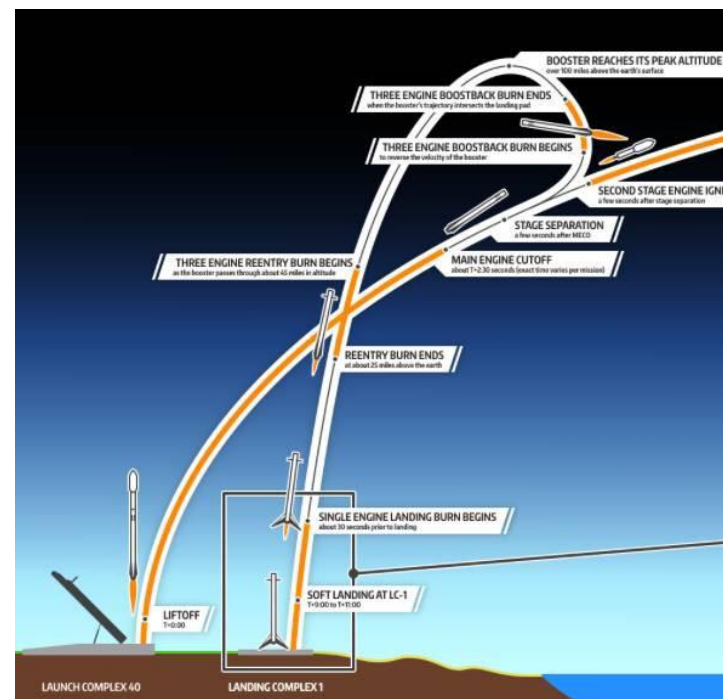
通过建立控制仿真模型，利用DOE方法判断对输入参数的敏感度，最终优化较敏感的输入参数使输出结果逼近对标车型的试验数据。

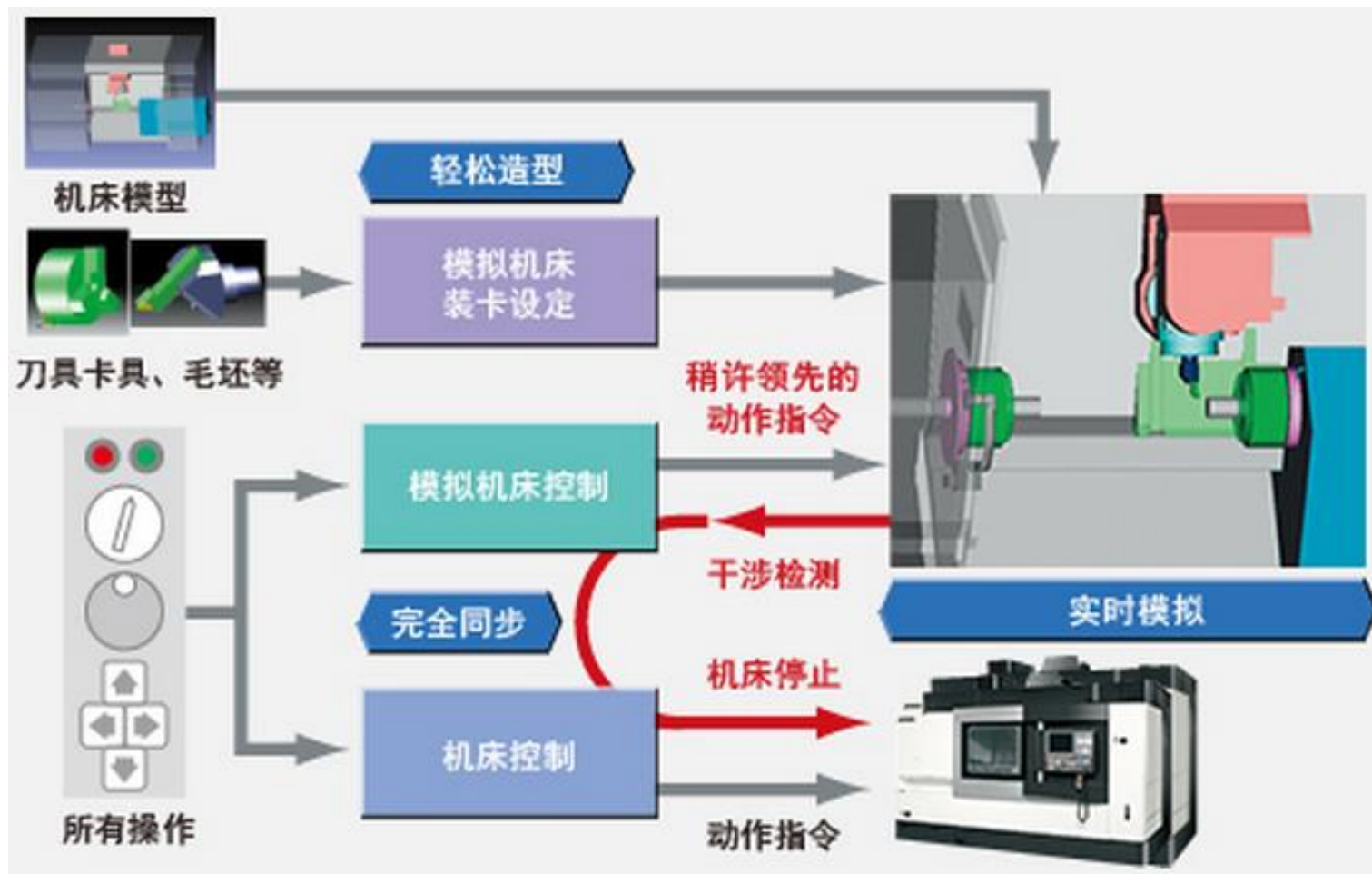


本案例来自中国汽车工程研究院

案例：猎鹰9回收中的蒙特卡罗仿真

2015年12月21日晚8:33分(美国EST)，猎鹰9火箭发射后成功回收第一级火箭。
 原定发射时间是12月20日，通过蒙特卡罗仿真，推迟24小时可以使成功着陆的几率提高10%！

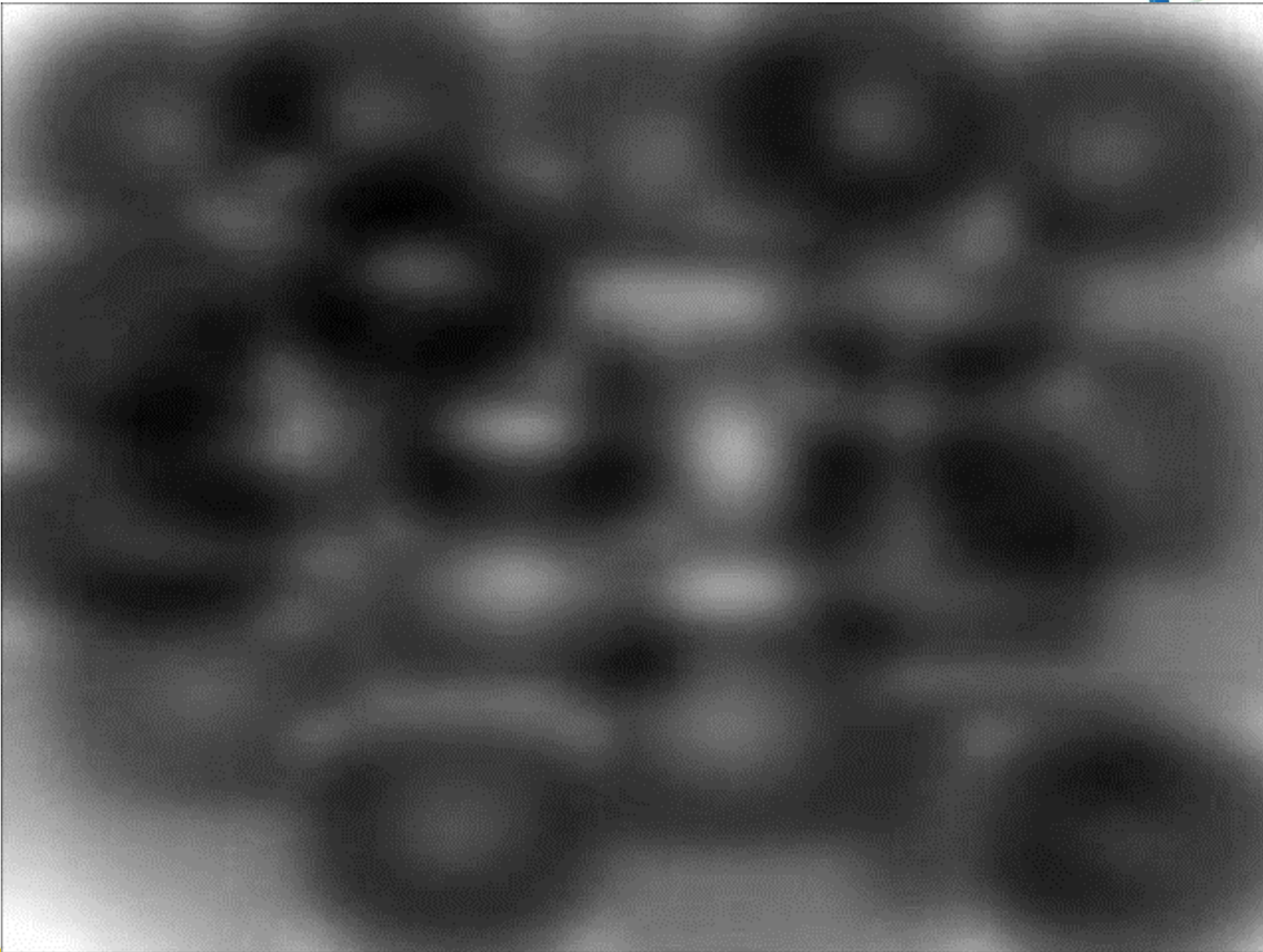




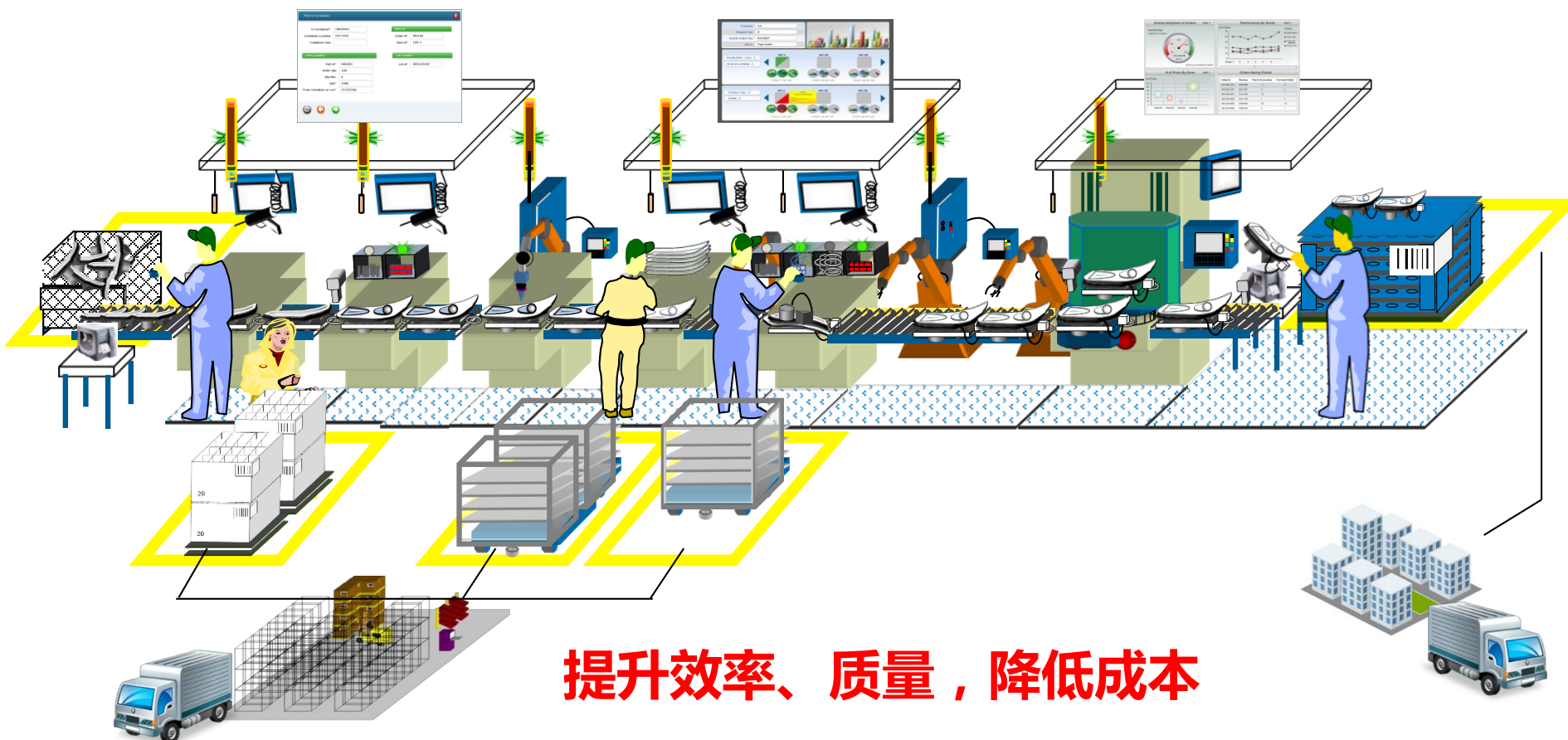
智能装备特点：

- ⊕ 将专家的知识 and 经验融入感知、决策、执行等制造活动中
- ⊕ 赋予产品制造在线学习和知识进化能力

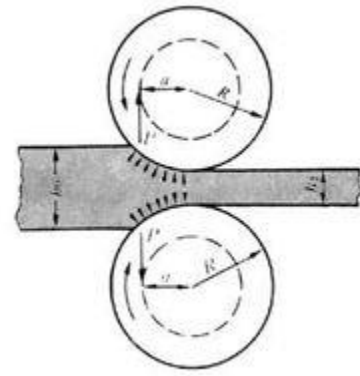
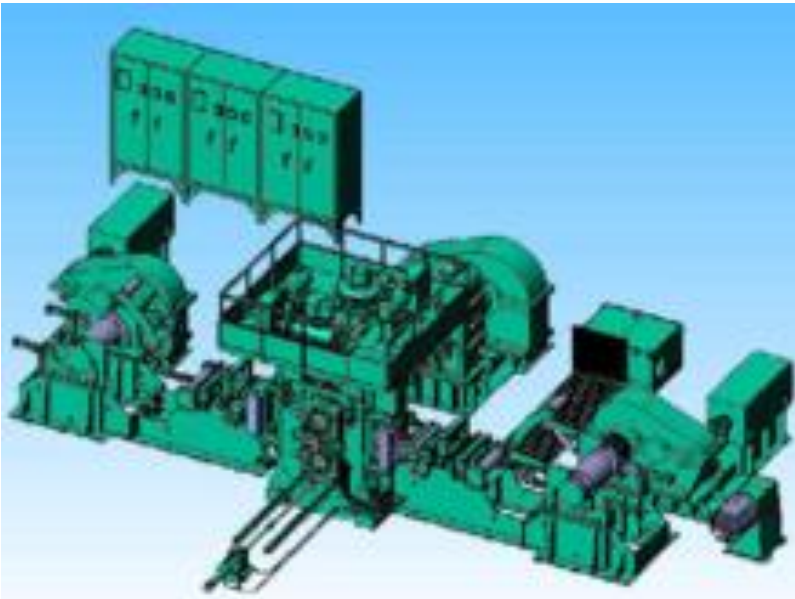
案例：智能机床的热设计



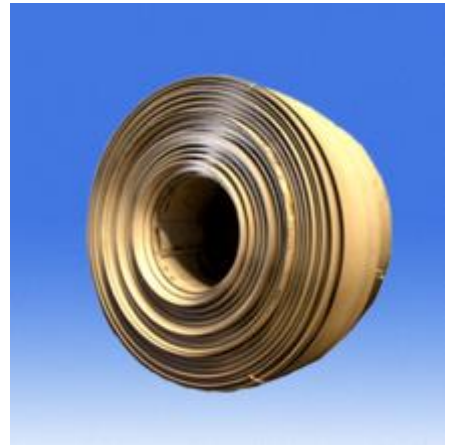
仿真技术与车间智能化



案例：钢铁企业的产线实时质量控制



确定轧制力矩示意图

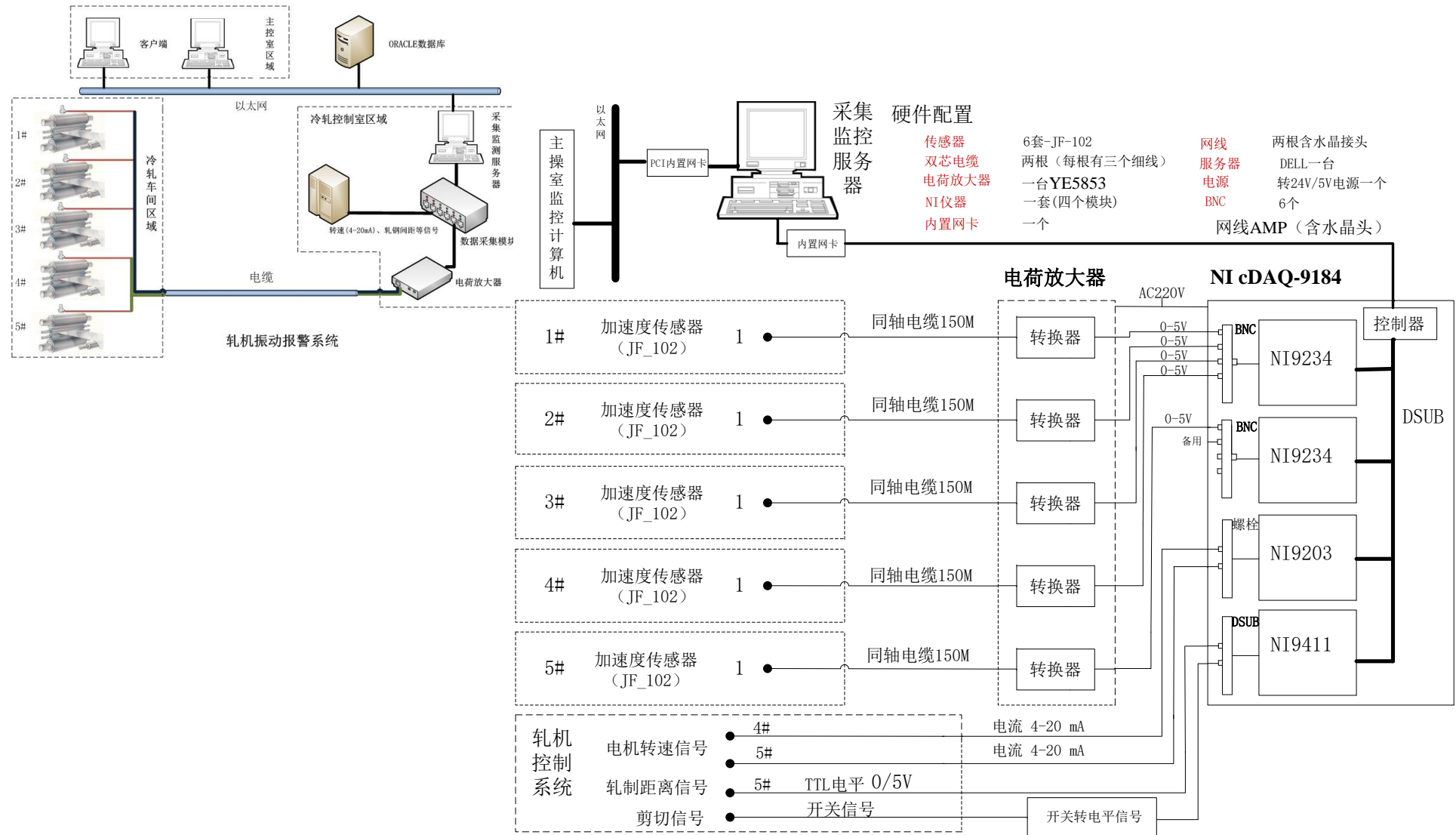


某钢铁企业利用在轧制设备末端设置的传感器来预测轧钢卷内的振纹的出现及精确位置，显著降低废品率和客户索赔成本。



振纹

案例：钢铁企业的产线实时质量控制



案例：钢铁企业的产线实时质量控制

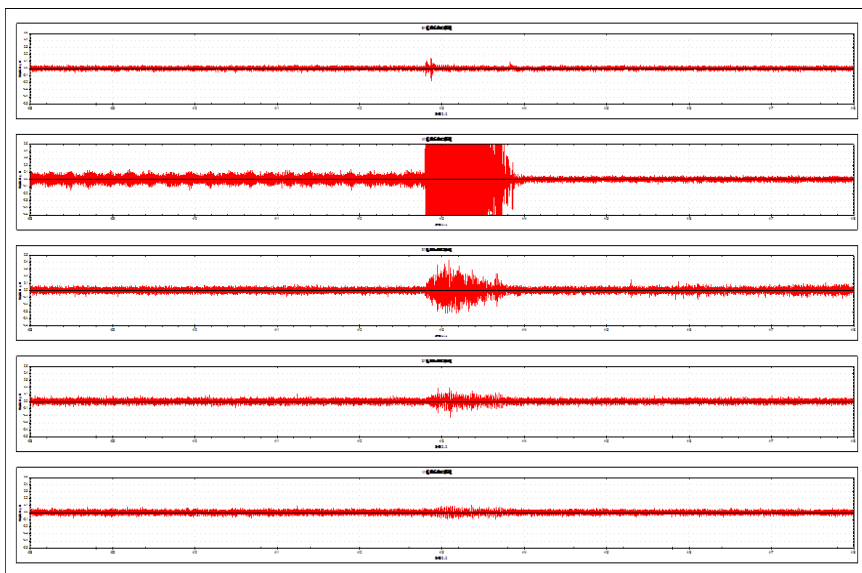


传感器

绝缘底座

机架

案例：钢铁企业的产线实时质量控制



整体方案的设计利用仿真模型，确定需要的传感器数量和布置位置。

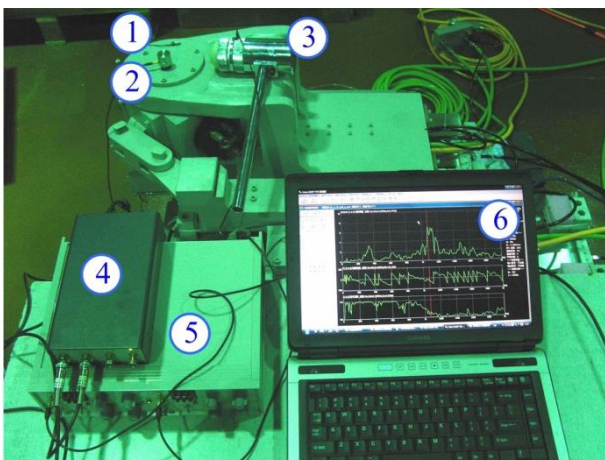
及时发现质量缺陷，排除故障隐患。

同时精确定位缺陷发生位置、批次，减少浪费。



本案例来自上海交通大学振动与噪声国家重点实验室

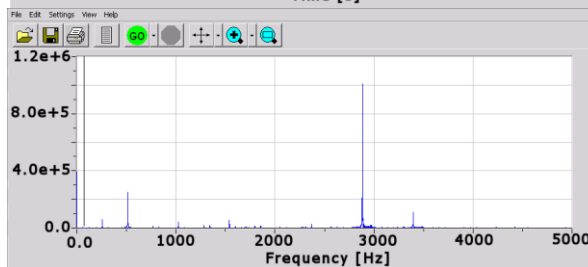
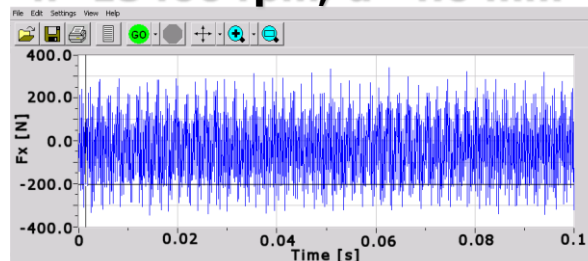
案例：高端数控机床的增效



- ① 小加速度传感器
- ② 大加速度传感器
- ③ 力锤
- ④ 数据采集卡
- ⑤ 电荷放大器
- ⑥ 测试软件

利用传感器监控切削过程的振动信号，帮助调整切削参数，提升切削质量和效率。

n=15400 rpm, a=4.0 mm

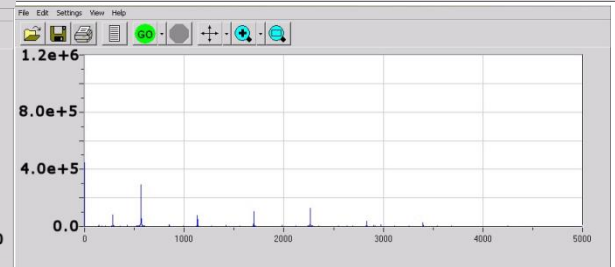
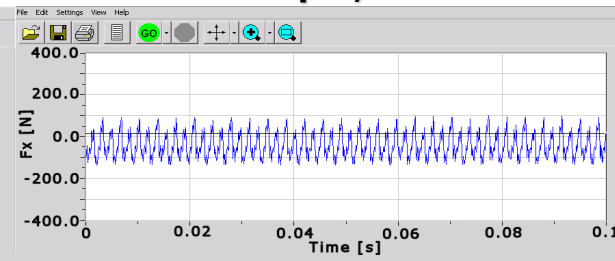


颤振，切削力剧增



零件表面质量差

n=17000rpm, a=4.5mm



平稳，切削力小

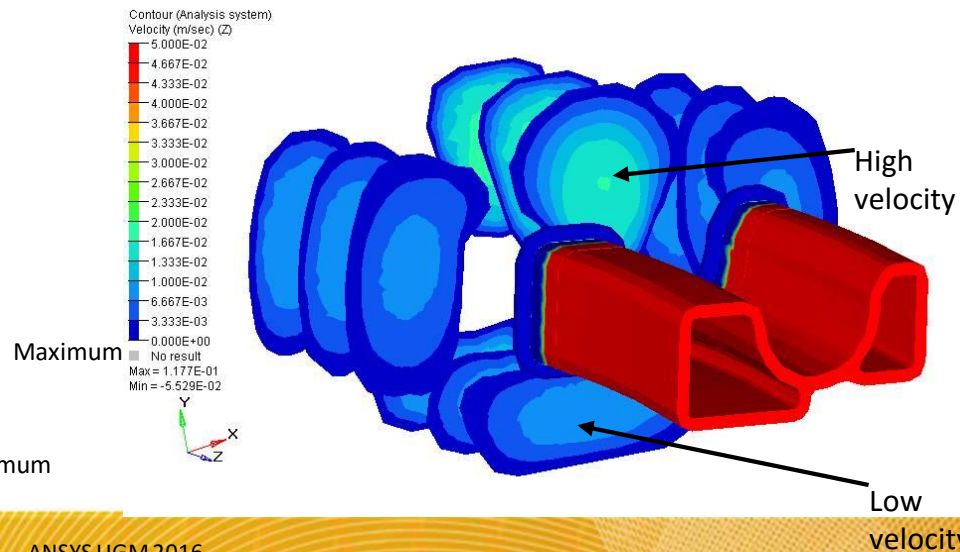
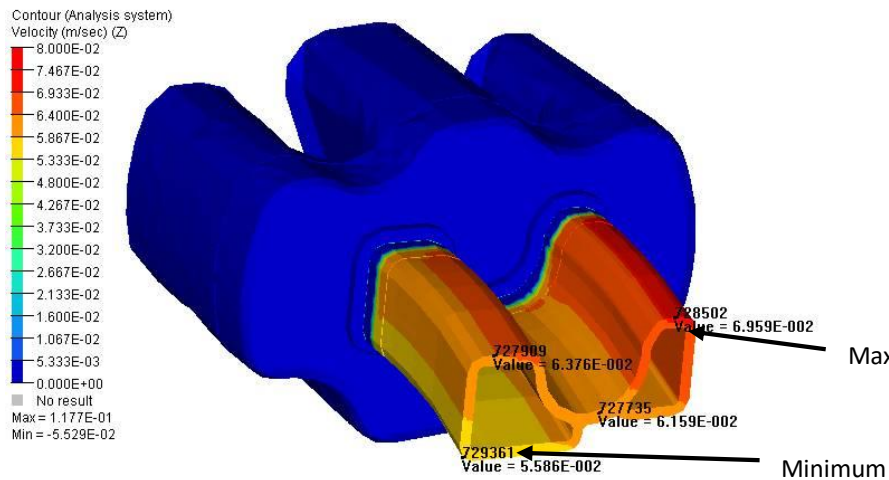
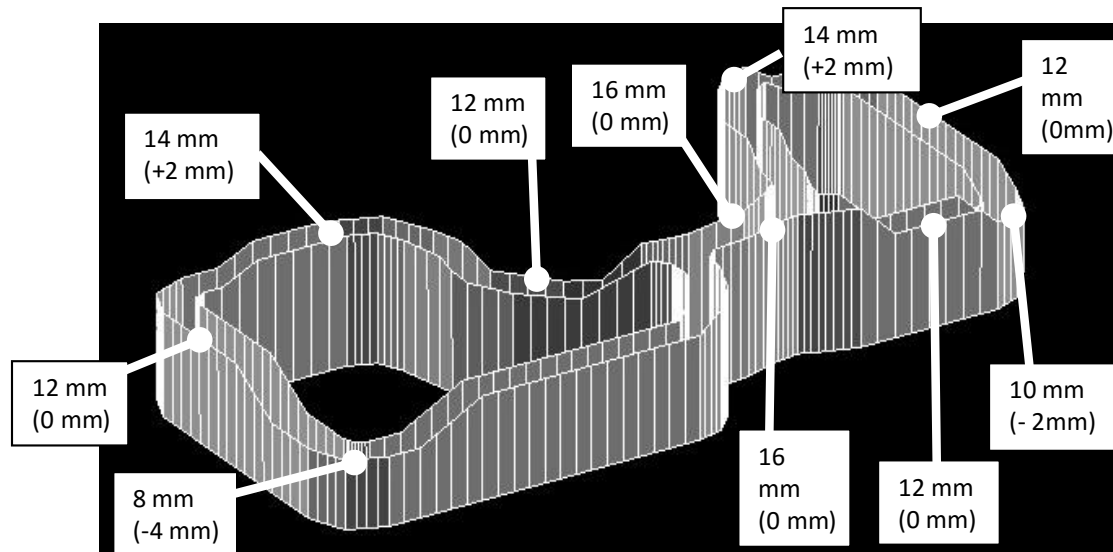


零件表面质量好

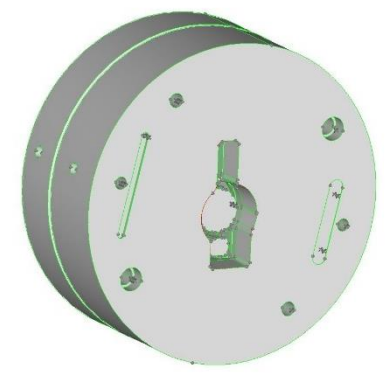
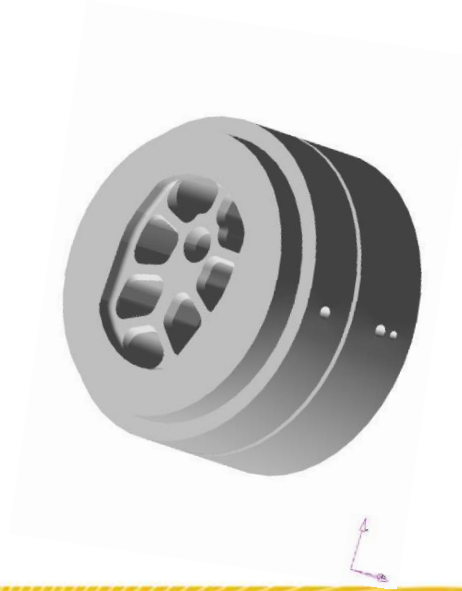
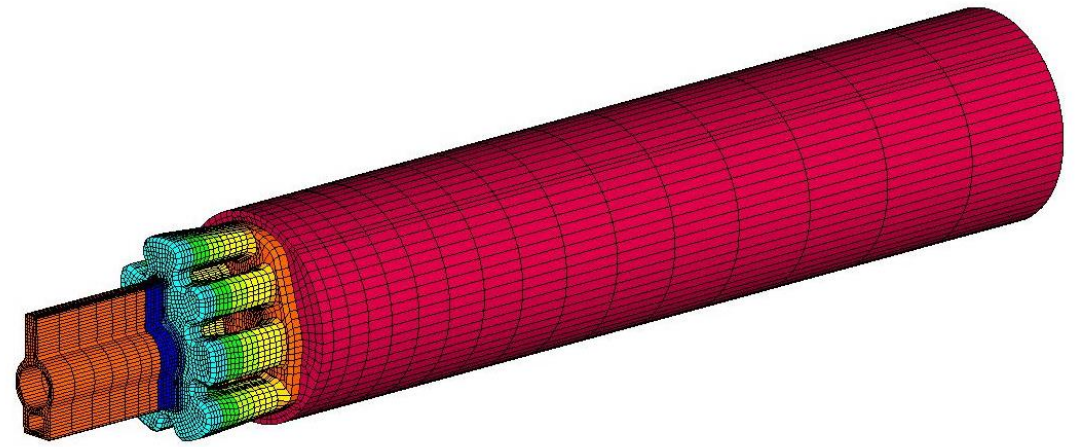
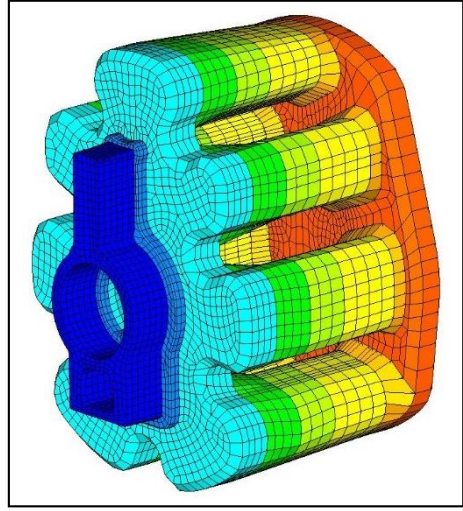
本案例来自北京航空航天大学刘强教授

案例：挤压成型工艺仿真与工艺参数优化

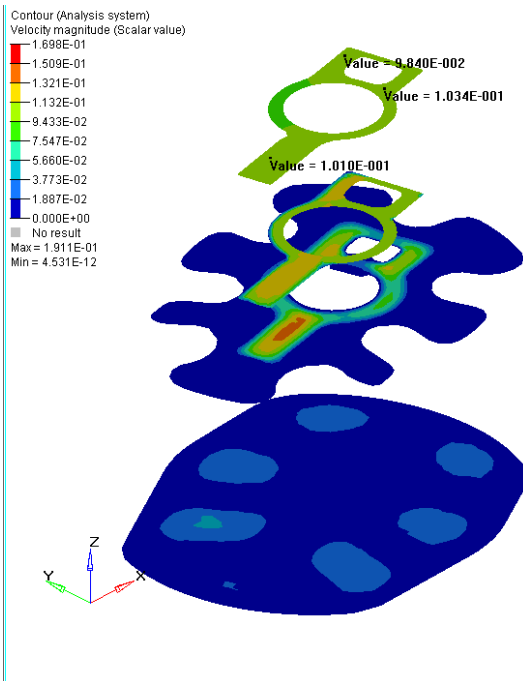
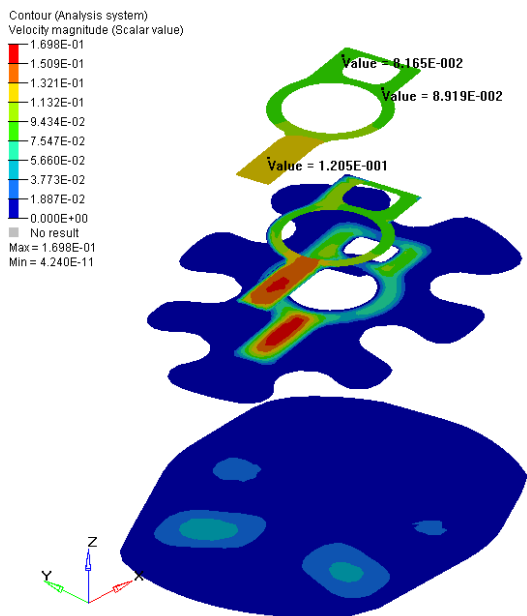
通过对挤出速度、模具形状、预热温度的控制，实现挤出质量的提升。



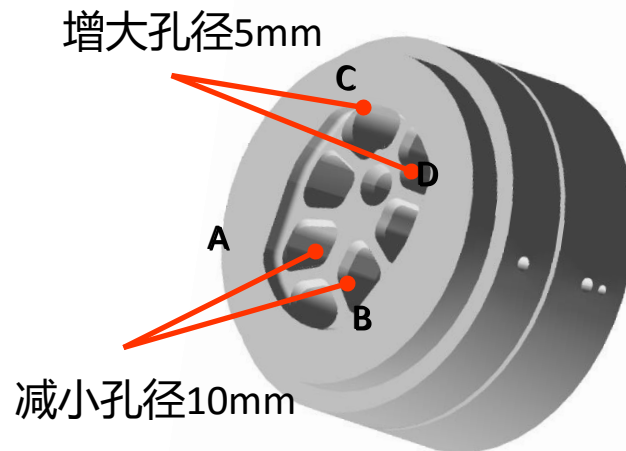
案例：挤压成型工艺仿真与工艺参数优化



案例：挤压成型工艺仿真与工艺参数优化



通过对模具的形状优化，
实现挤出速度的均匀。

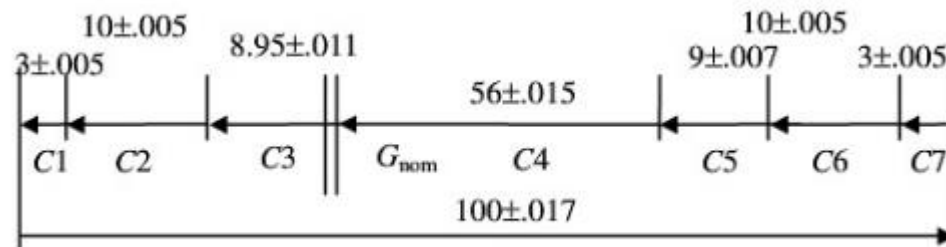
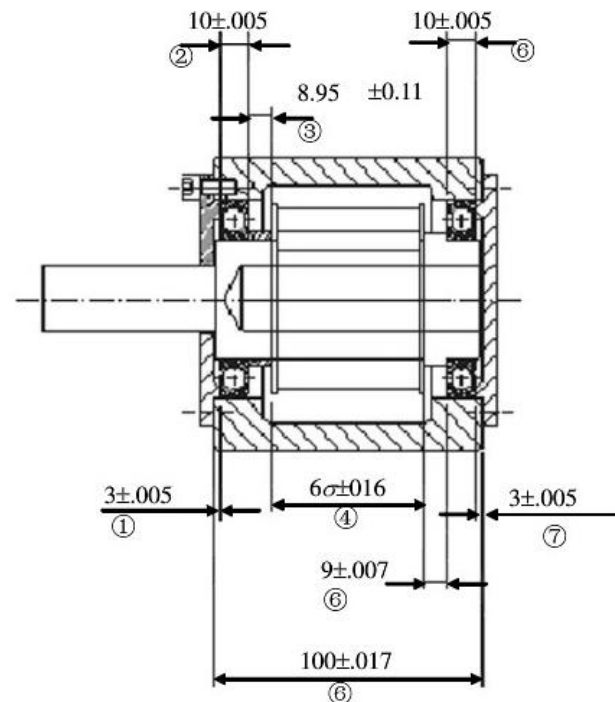
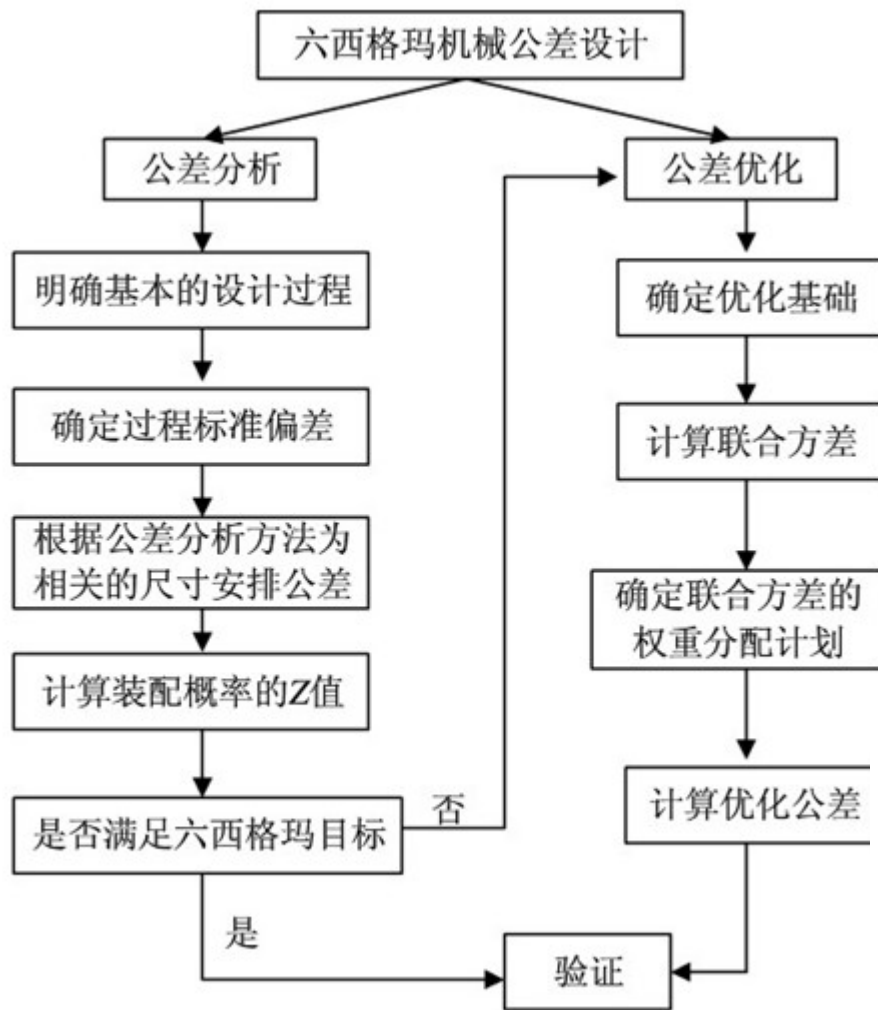


仿真技术与工厂智能化



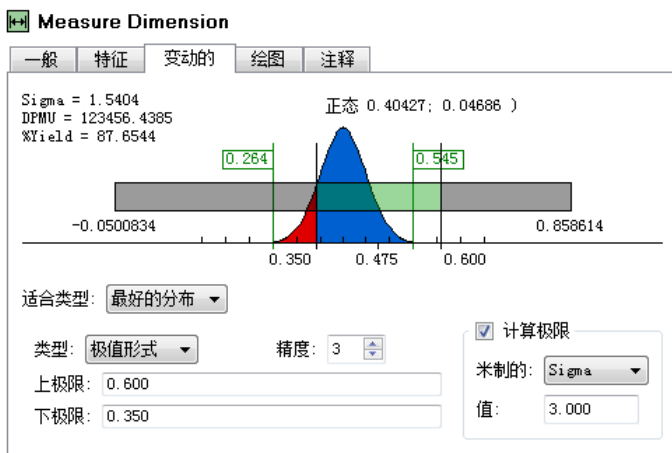
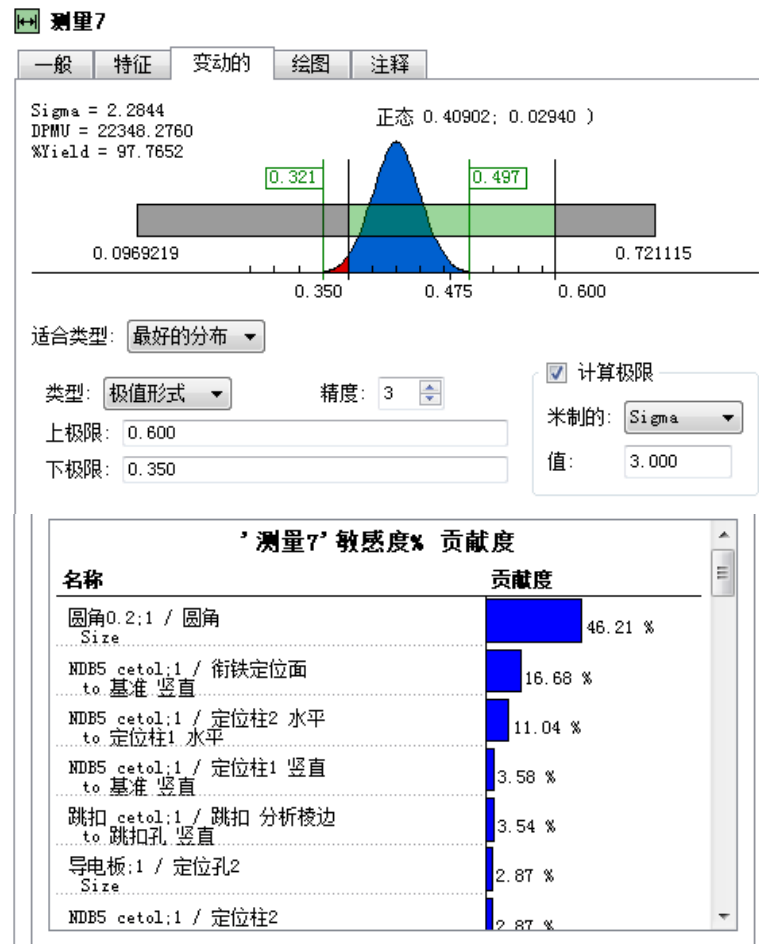
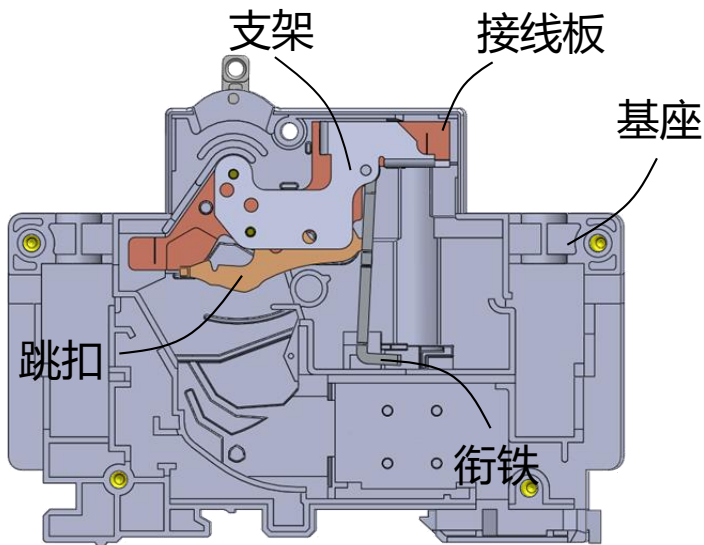
虚拟现实帮助实现供应链优化布局

公差设计优化——供应链成本控制



利用尺寸公差链，分析每个零件公差对整体装配可靠性的影响，优化其中的关键尺寸，提高合格率并降低成本。

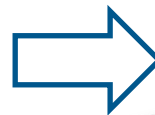
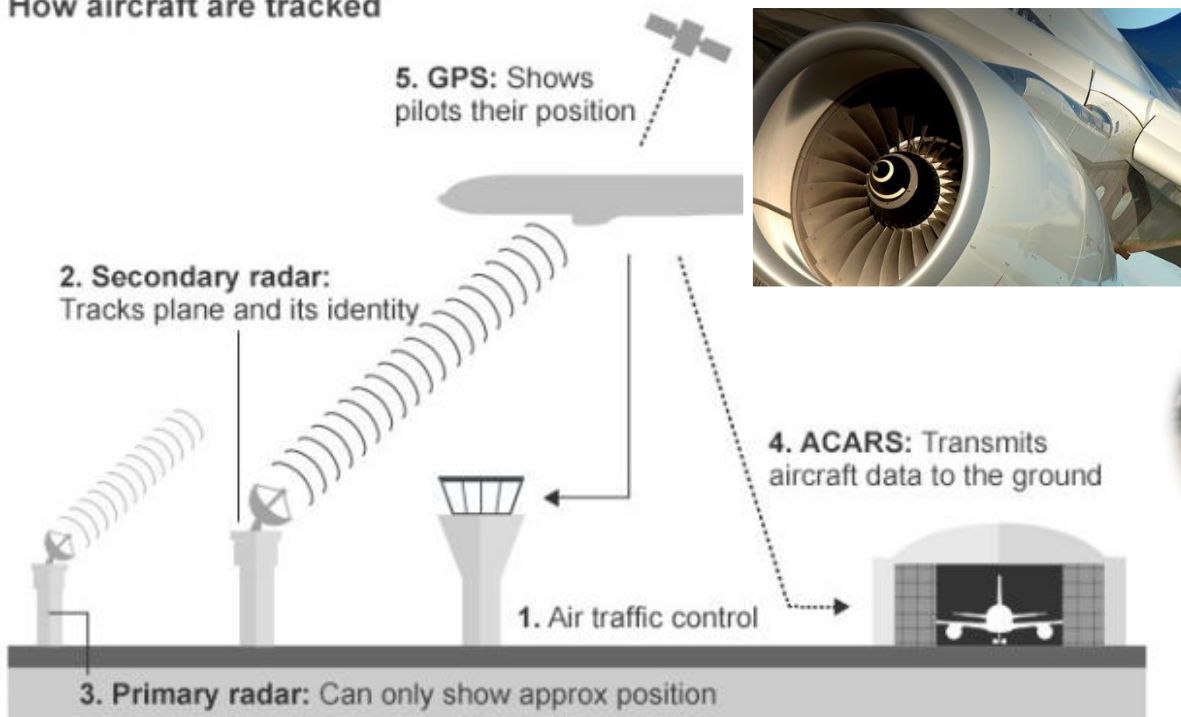
公差设计优化——供应链成本控制



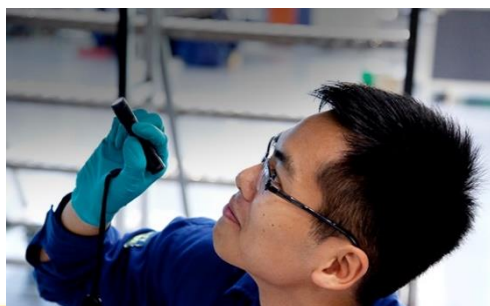
仅仅依赖公差链优化，提升合格率10%!
 (本案例来自上海良信电器)

仿真技术与制造业服务化

How aircraft are tracked



RR全球发动机健康监测中心



在线故障预警与服务的发展历史

在三里岛核电站事故中，一台泵最先发生故障，但是控制面板上的一个警告信号被一个标有“MAINTENANCE”的标签遮住了，没有人重视这个信号。

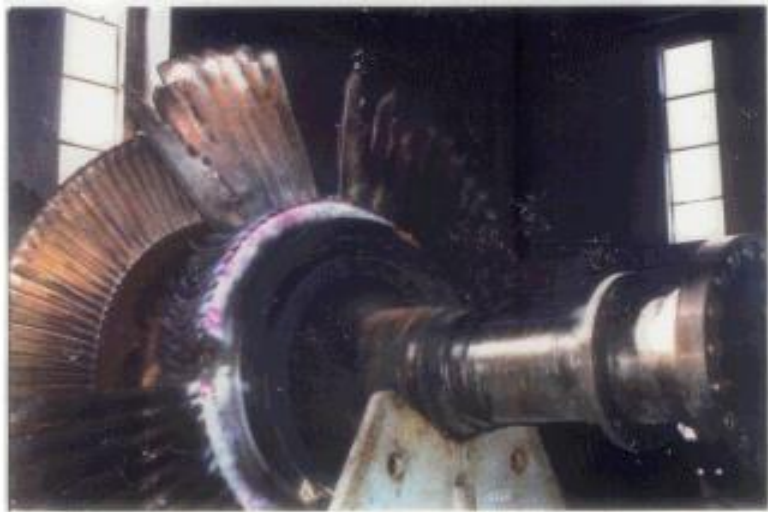
一系列机械和人为的失误导致了反应堆堆芯的融化。

——Willian Tucker “Want Energy” ——
书中127页。

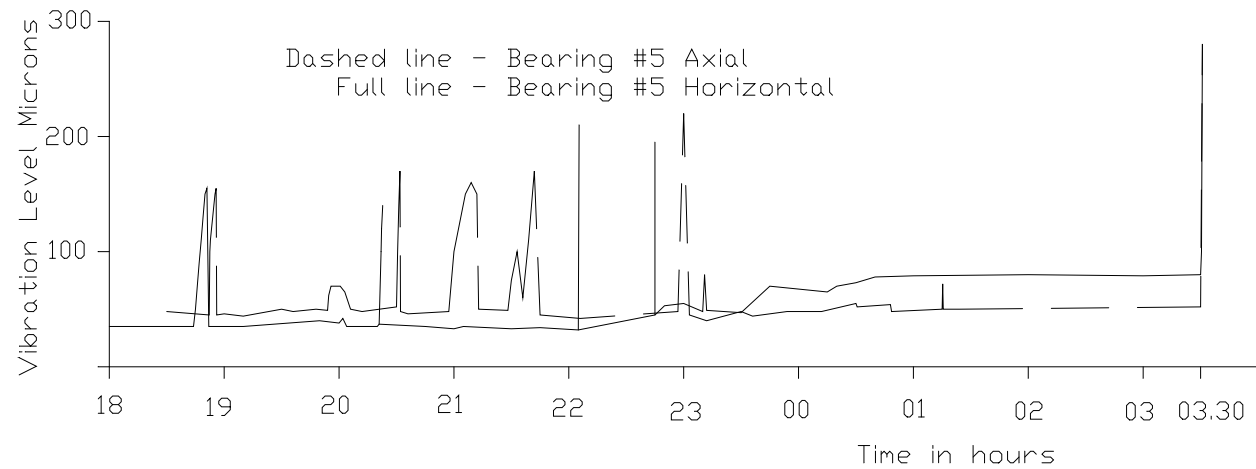


*Lesson from Three Mile
Island
March 28, 1979 at 4.00 AM*

数据是制造服务化的基础，但分析模型才是关键





印度Narora电厂汽轮机事故
March 31, 1993,
3.30 AM
本来有足够的时间
来避免灾难性后果



制造服务化的基石：基于模型的知识库



Chart 1A
% Cases Showing Vibration Frequency Symptoms for the Listed Causes

Vibration Analysis  Causes of Vibration 	Reso nant freq	40- 50%	50- 100%	1 x rpm	2 x rpm	higher x rpm	1/2 rpm	1/4 rpm	lower x rpm	odd freq	very high freq
Initial unbalance	5			90	5	5					
Permanent bow or lost rotor parts	30			90	5	5					
Temporary rotor bow	20			90	5	5					
Casing distortion	10	10	10	60	20	10					
Foundation distortion		20		40	30					10	
Seal rub	10	10	10	20	10	10			10	10	10
Rotor axial rub	20	20	20	30	10	10			10	10	10
Misalignment	5	10		30	60	10					10
Piping forces	5	10		30	60	10					10
Journal and bearing eccentricity	60			40	60						
Bearing damage	20	20	20	40	20						20
Bearing excited vibration - oil whirl etc.	20	60					10	10			
Unequal x and y bearing stiffness	80				80	20					
Thrust bearing damage	90	90	90	90	90						
Insufficient tightness in assembly of:											
Rotor (shrink-fits)	40	40	10	10	10	10				10	
Bearing liner	90	90								10	
Bearing case	90	90		30						10	
Casing and support	90	90		30						50	
Gear inaccuracy or damage						20			Mesh freq	20	60
Coupling inaccuracy or damage	10	20	10	20	30	10			Mesh freq	80	80
Aerodynamic Excitation	60	20		20						10	10
Critical speed	100			100							
Structural resonance	100	10		70	10		10				
Pressure pulsations	80										

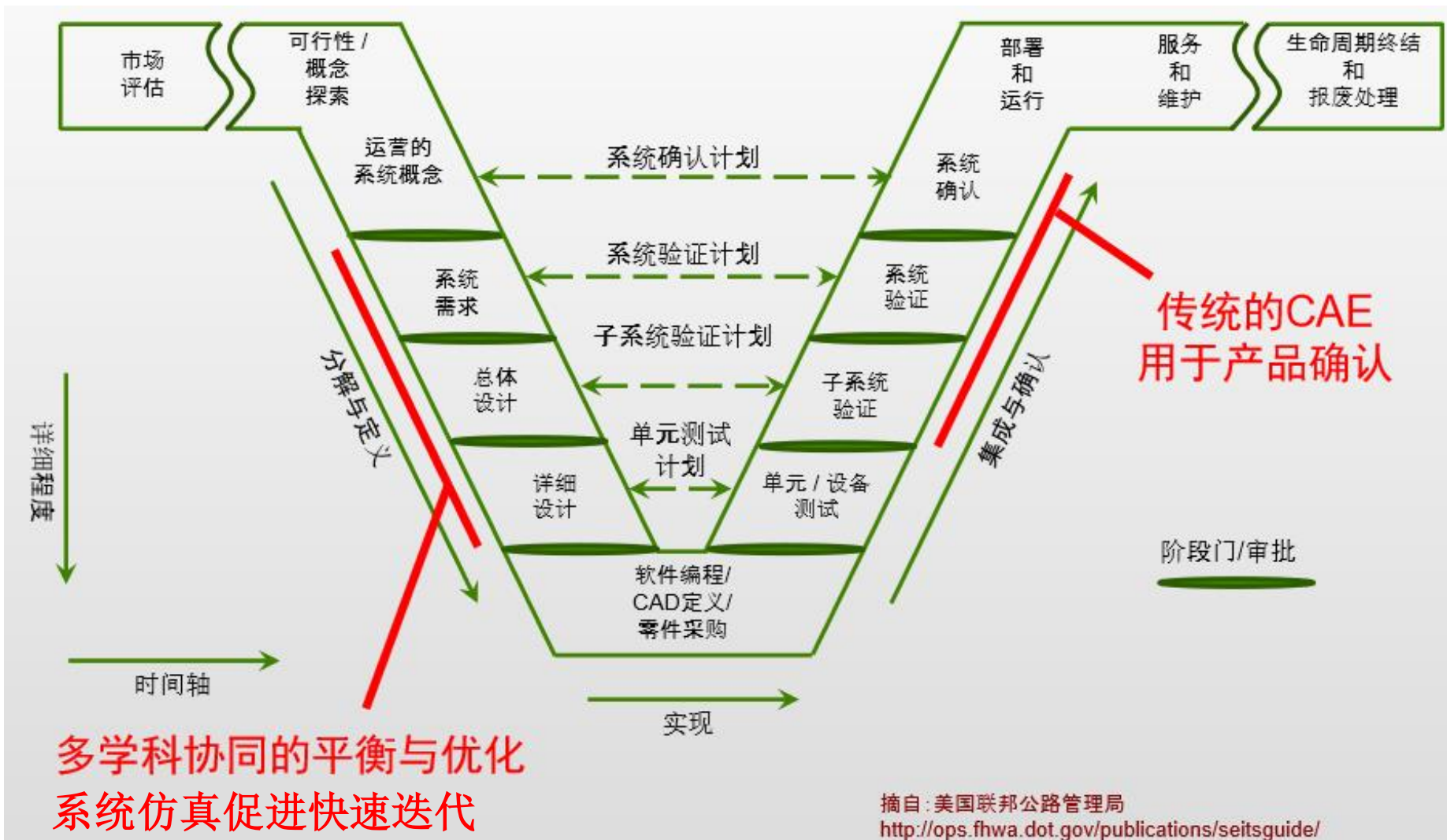


Part 2 未来的仿真技术应用

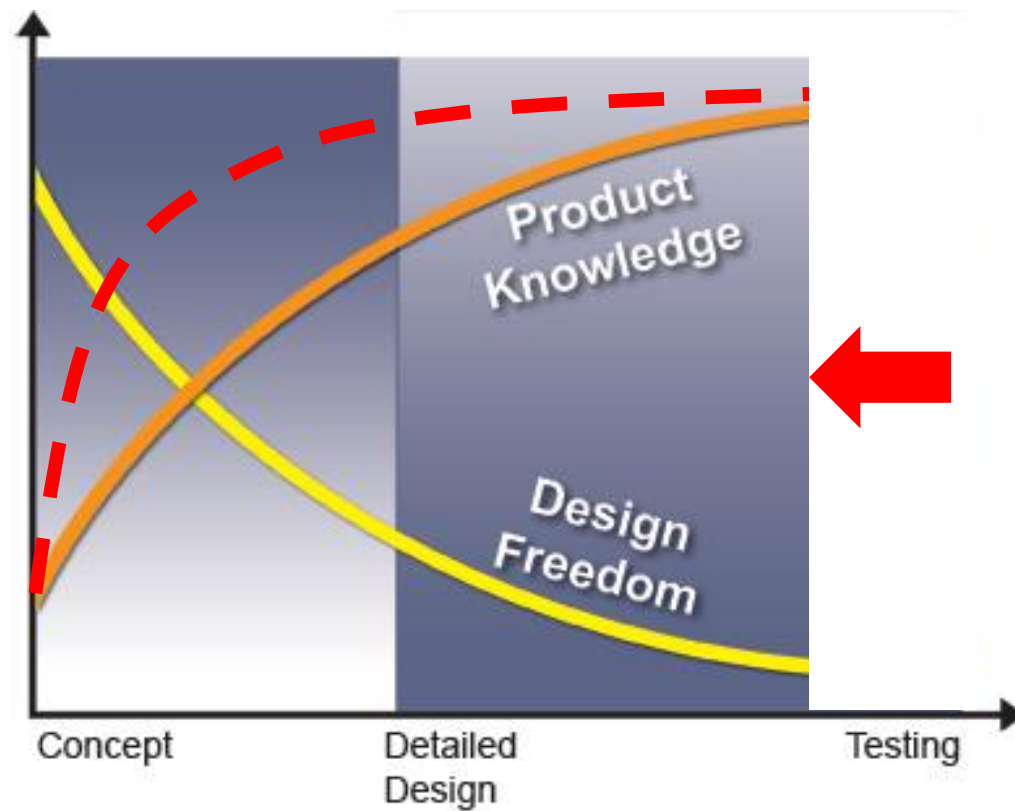
仿真技术应用的未来趋势



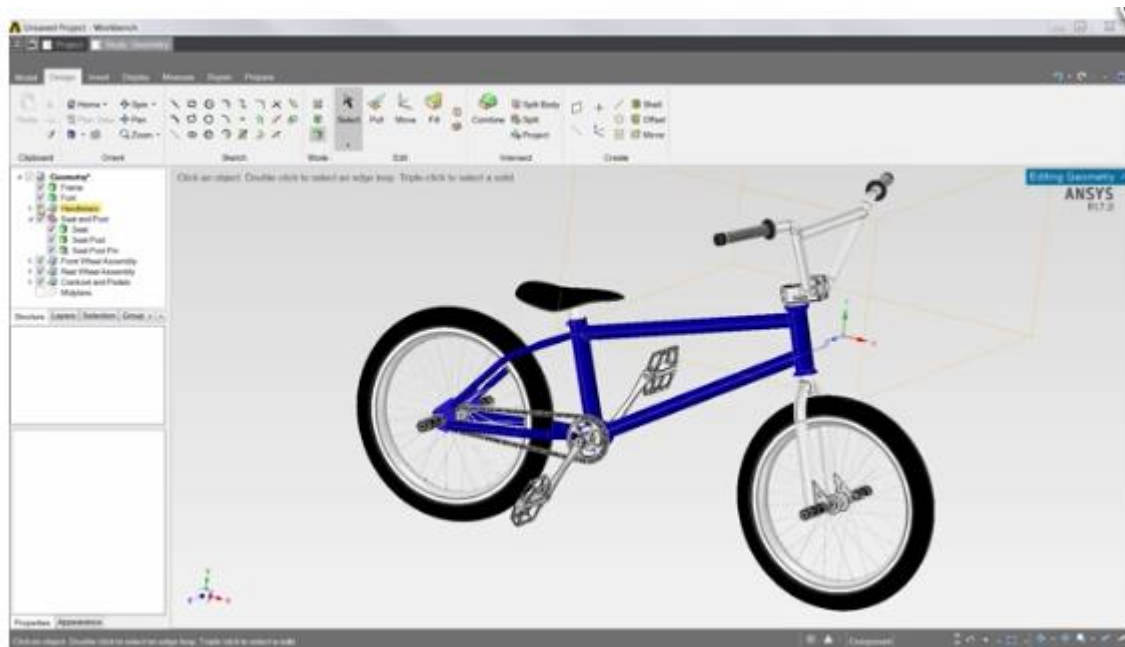
仿真技术应用的“前端化”



“前端化” 的价值



仿真流程的标准化与自动化

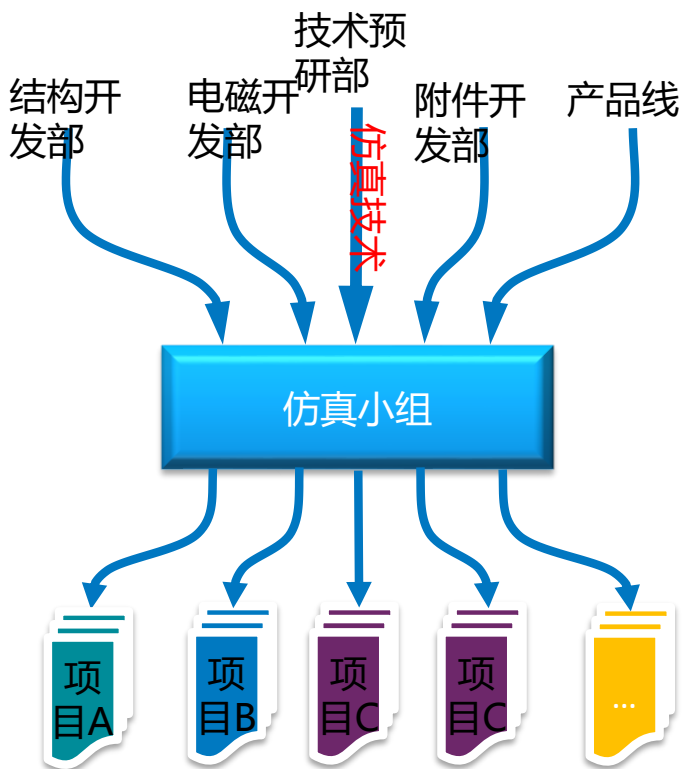


- 利用SpaceClaim Direct Modeler准备几何模型
- 指导仿真进程
- 出色的CAD接口与高稳健性网格剖分
- 准确且具有高稳健性的流体流动
- 准确且具有高稳健性的导电分析
- 准确且具有高稳健性的压力和振动分析
- 准确且具有高稳健性的热分析
- 流固耦合
- 集成型多物理场仿真
- 后处理和可视化
- 自动化和定制
- 强大的表达式语言
- 强大且可扩展的高性能计算
- 集成型材料库
- 设计探索和优化

传统知识工作的自动化、标准化，提升仿真效率。

图片来源：Ansys AIM平台

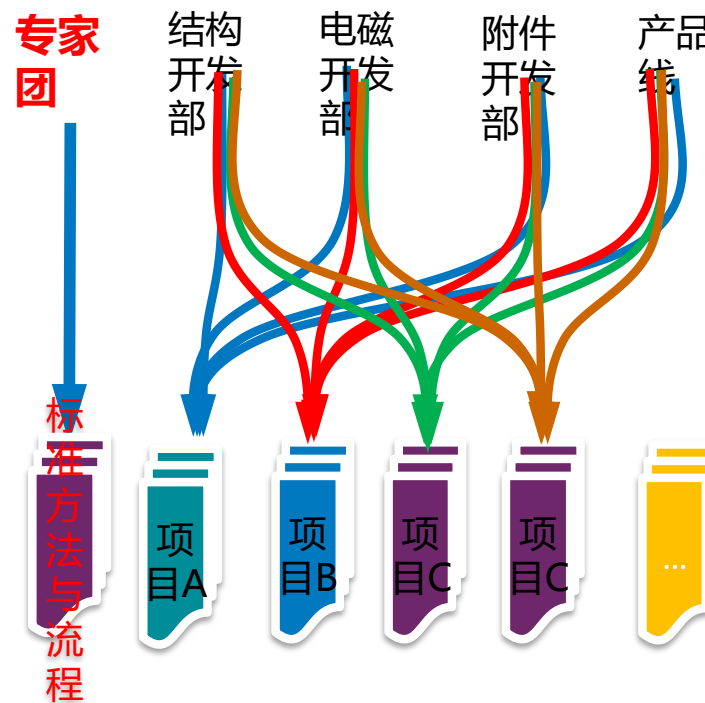
仿真应用的“协同化”



过去

优点：仿真人员联合作战，能力提高快

缺点：容易变成瓶颈

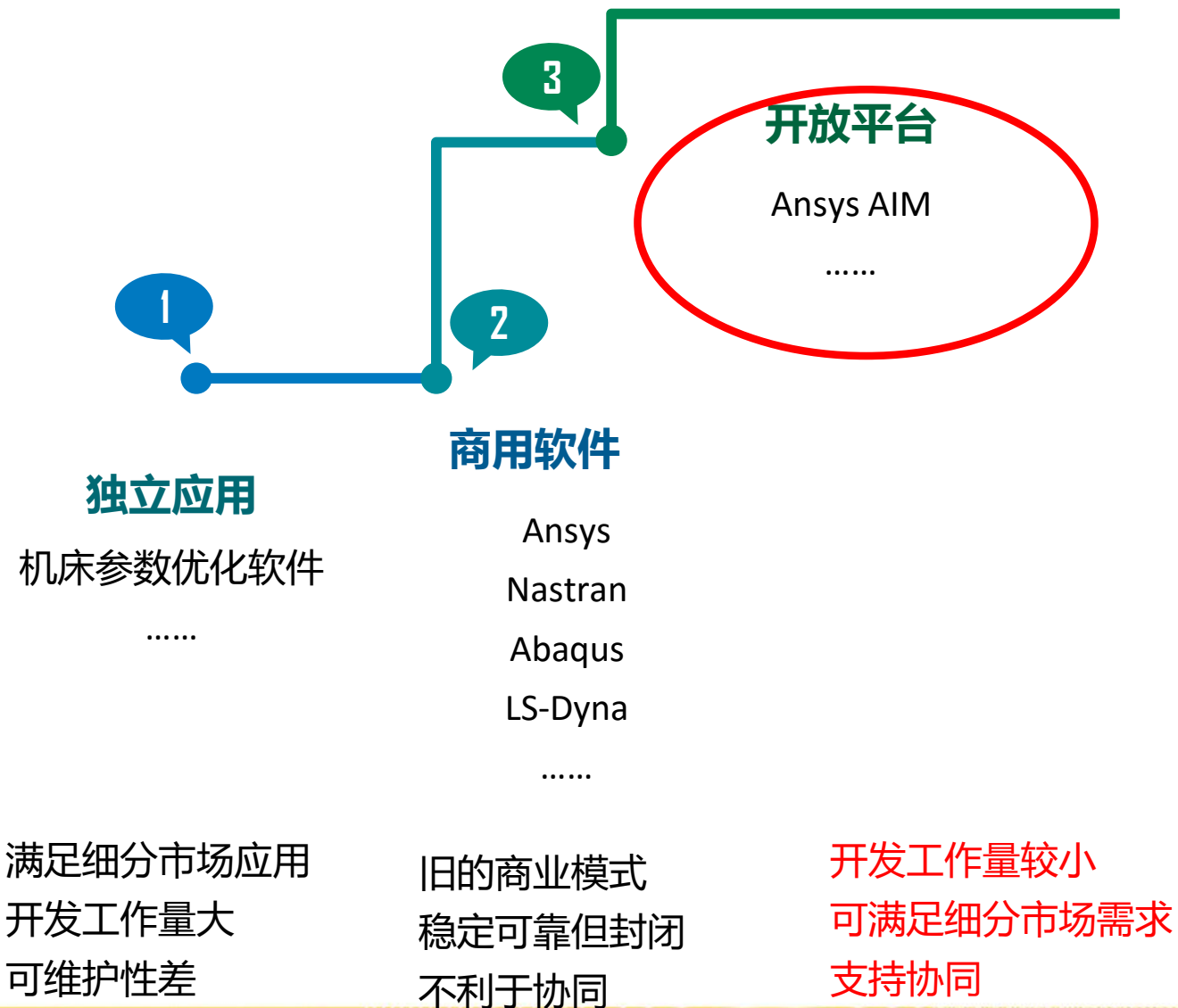


未来

优点：仿真人员直接进入项目，效率高

缺点：人员各自为战，不利于经验交流和方法标准化，需要专家团队设定规范！

协同仿真的基础——开放的平台



仿真“平民化”——市场趋势



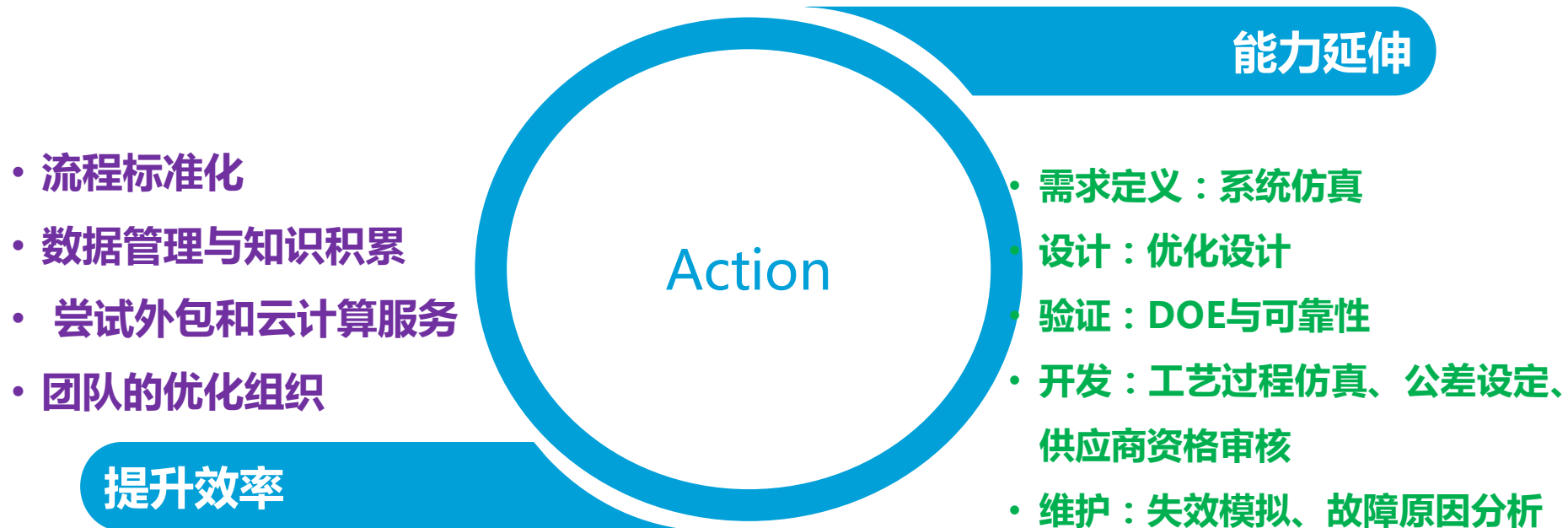
◆需求侧.....

- 智能制造的趋势是分工细化，大型制造企业的仿真部门越来越聚焦于系统仿真和仿真方法的论证，而更多地将零部件的设计与验证工作转移给供应商；
- 基本的机构运动分析、线性静力分析、热分析和流体分析在零部件设计中仍然是主要的仿真分析类型；
- 传统材料和加工工艺与工业标准紧密结合，尚无可能完全被取代。

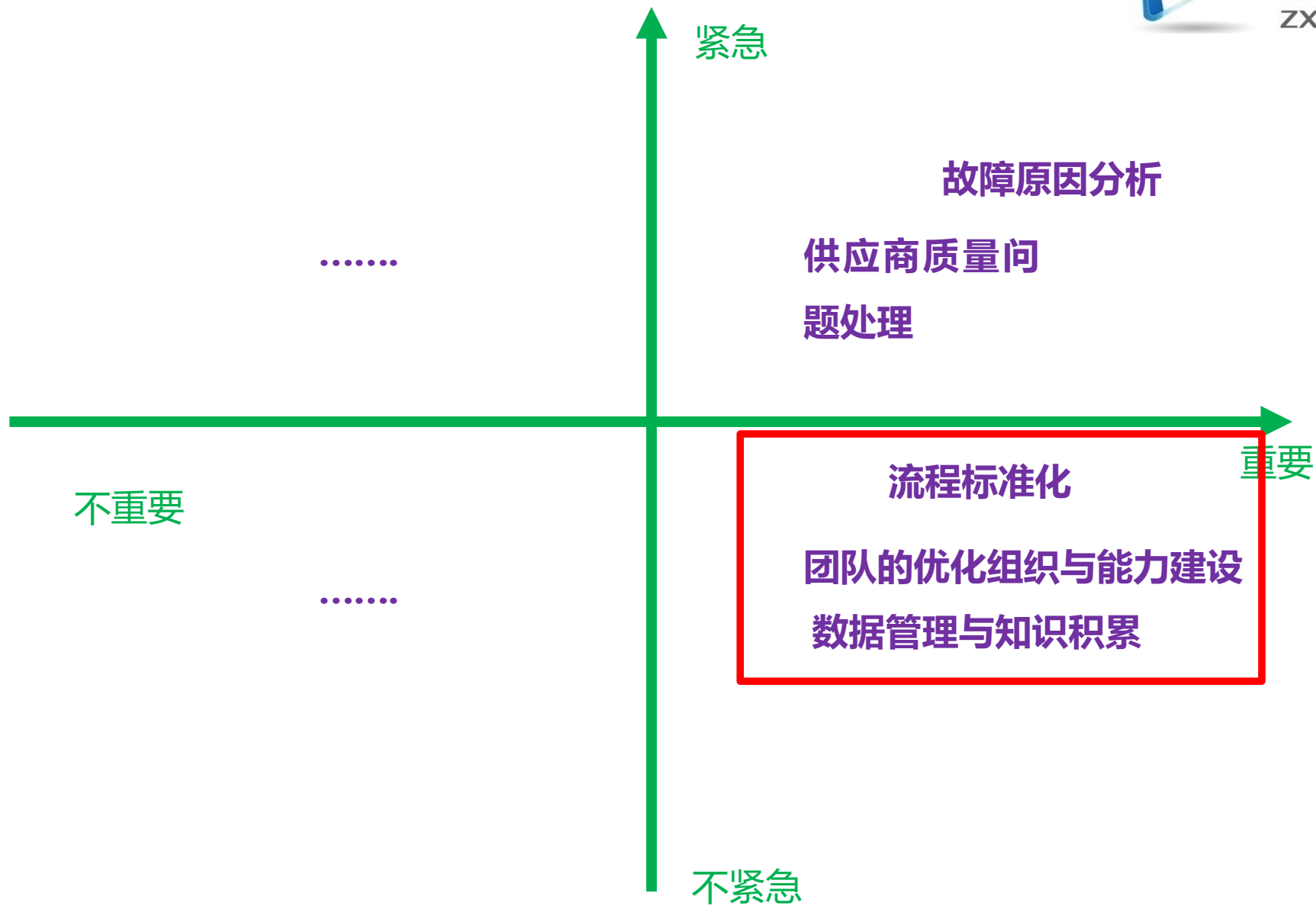
◆供给侧.....

- 软件产品的易用性持续提升；
- 传统CAD/CAE产品的相互融合；
- 多样化的培训形式和学习方式将仿真技术的门槛显著降低。

发挥仿真的价值——企业需要的行动



行动的优先级



发挥仿真的价值——一位Ansys老用户的故事



- 一根价值两千万人民币的轴
- 由于车间工人的疏忽导致错误加工
- 整根轴被迫要报废
- 然而.....

注：图片来自网络，仅为示意图，与本故事无关

小结

- **智能制造时代即将来临，基于模型的虚实融合(Digital Twin)是实现智能制造的重要手段。**
- **仿真技术在其中可以创造巨大的价值，仿真技术人员要积极参与企业向智能制造的转型过程。**
- **在开放的商业化平台的支撑下，仿真技术应用将呈现前端化、标准化、协同化和平民化的特点。**
- **企业要重视流程标准化、知识积累和人员能力培养。**

愿景：

建立制造业最全面的技术智库，为企业丰富的技术学习和项目咨询的专家资源，帮助企业实现智能制造。



共同学习，一起成长！



ANSYS
CONVERGENCE
CONFERENCES

2016

ANSYS中国技术大会
中国·上海

感谢聆听

