

# 数字孪生技术与数字工厂案例

# 目 录

1

什么是数字孪生技术（双胞胎技术）

2

企业为什么要数字孪生技术

3

数字孪生技术案例

4

数字孪生常用软件平台

# 1.什么是数字孪生技术（双胞胎技术）

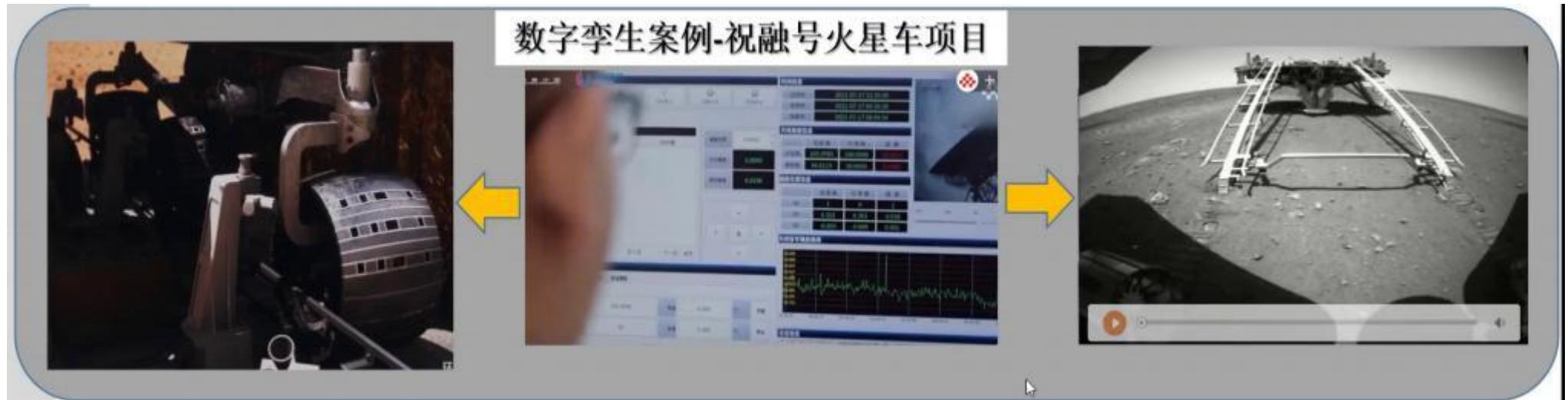
数字孪生，英文名叫Digital Twin（数字双胞胎），也被称为数字映射、数字镜像。

数字孪生，是充分利用物理模型、传感器更新、运行历史等数据，集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程，在虚拟空间中完成映射，从而反映相对应的实体装备的全生命周期过程

而且，数字孪生体不是随便乱“动”。它“动”的依据，来自本体的物理设计模型，还有本体上面传感器反馈的数据，以及本体运行的历史数据



# 1.什么是数字孪生技术（双胞胎技术）

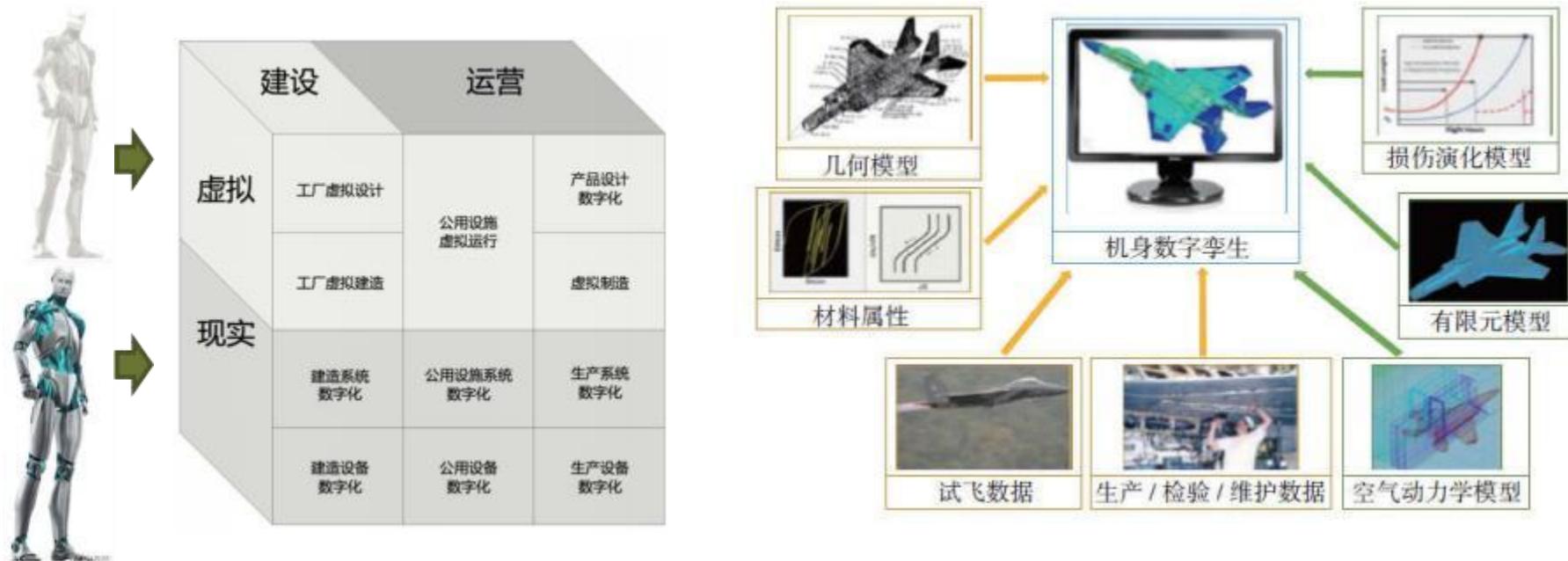


虚实同步可实现： 信号实时性 状态监控 故障监控

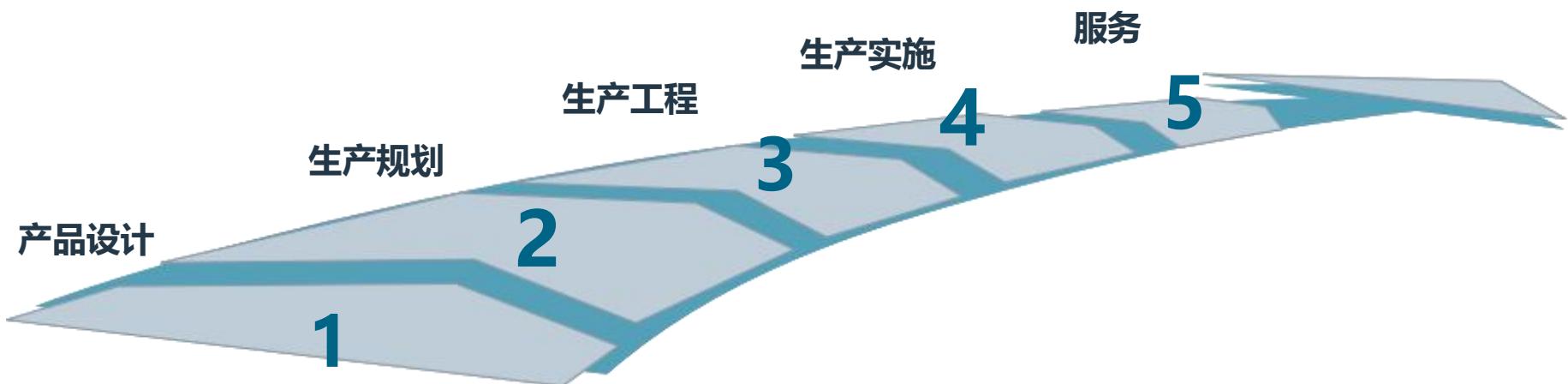
视频监控： 监控形态

### 三、智能制造技术—数字孪生

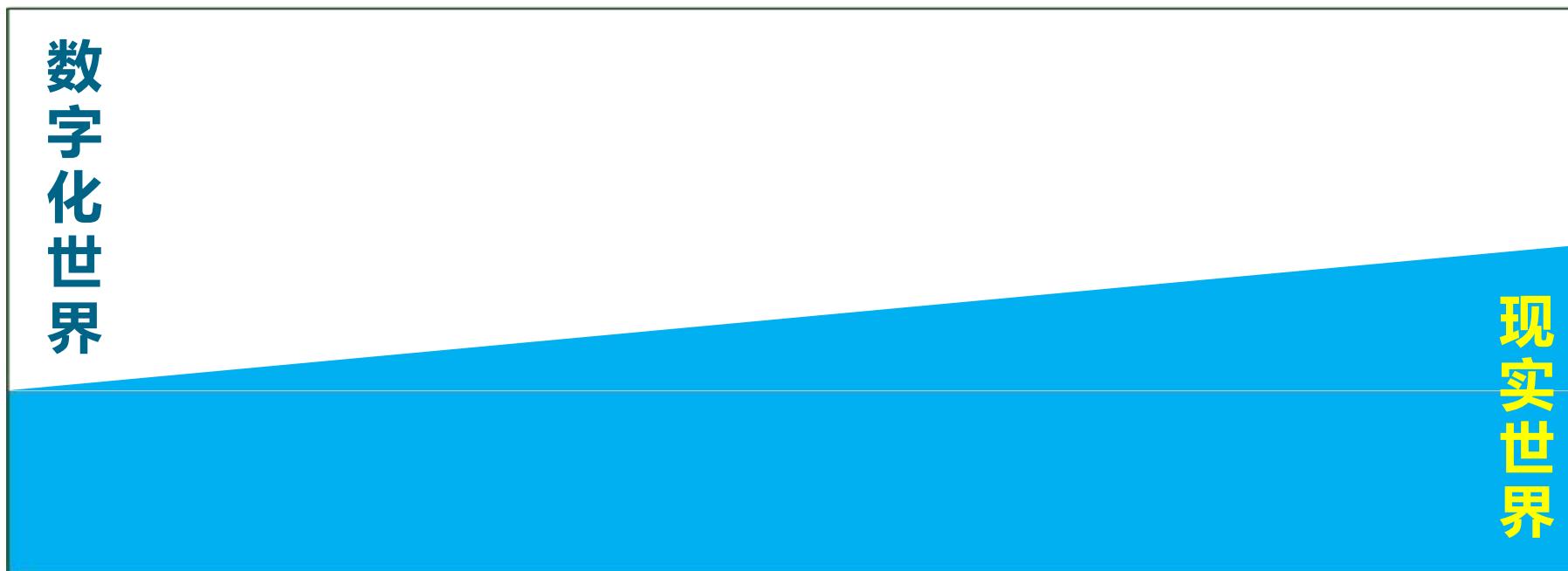
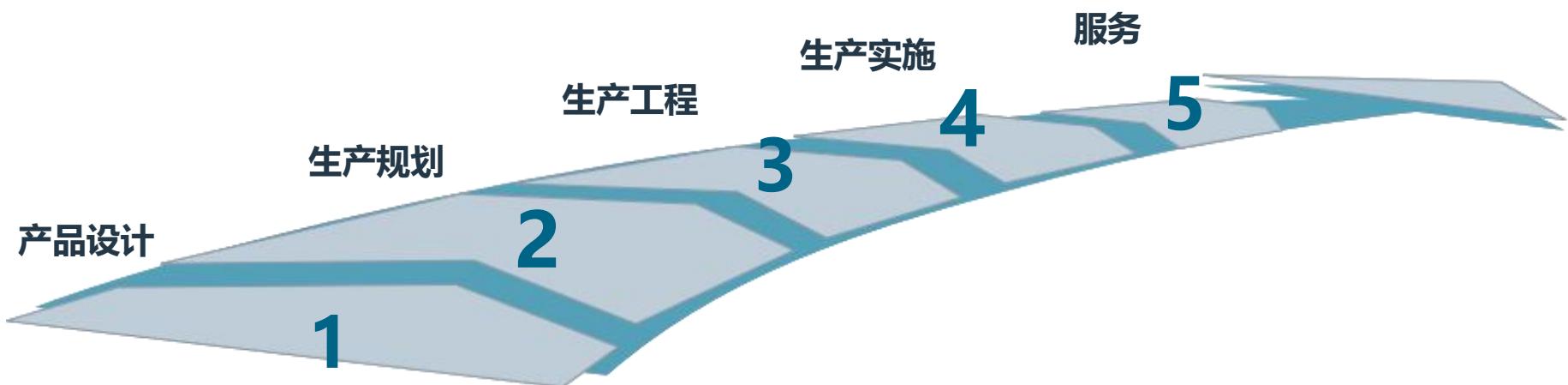
□ NASA：数字孪生是指充分利用物理模型、传感器、运行历史等数据，集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程，在虚拟空间中完成映射，从而反映相对应实作产品的全生命周期过程。



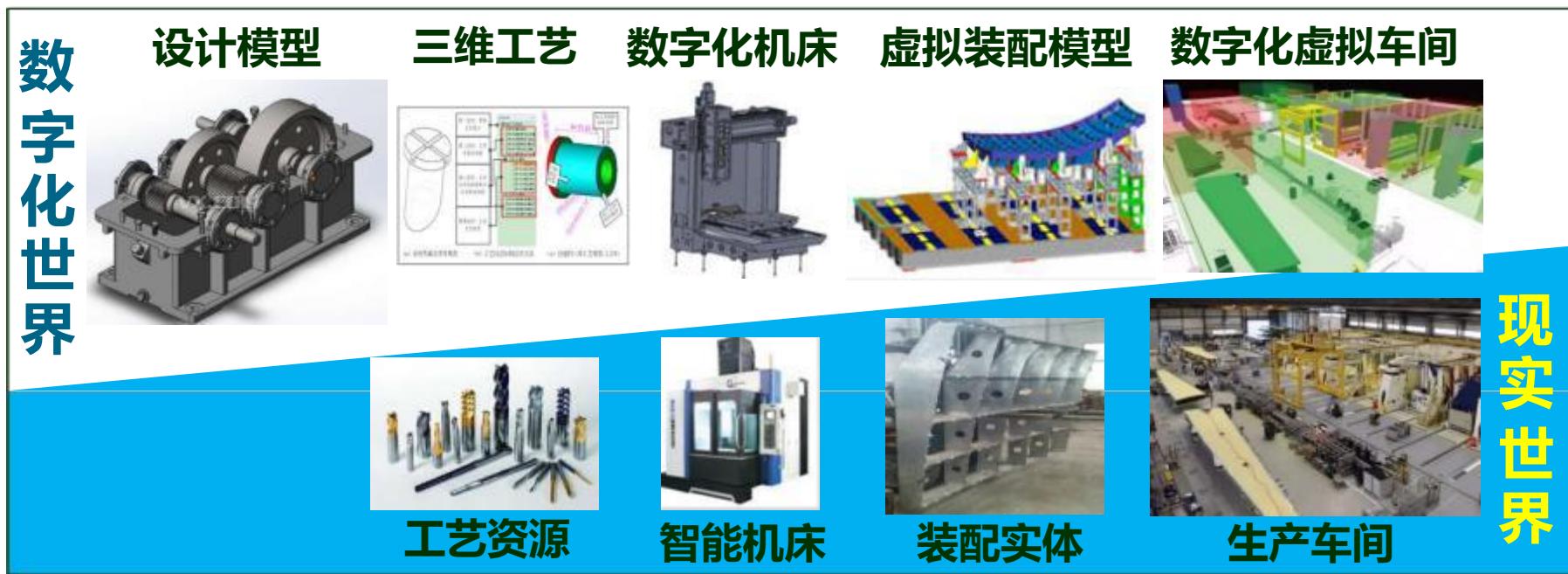
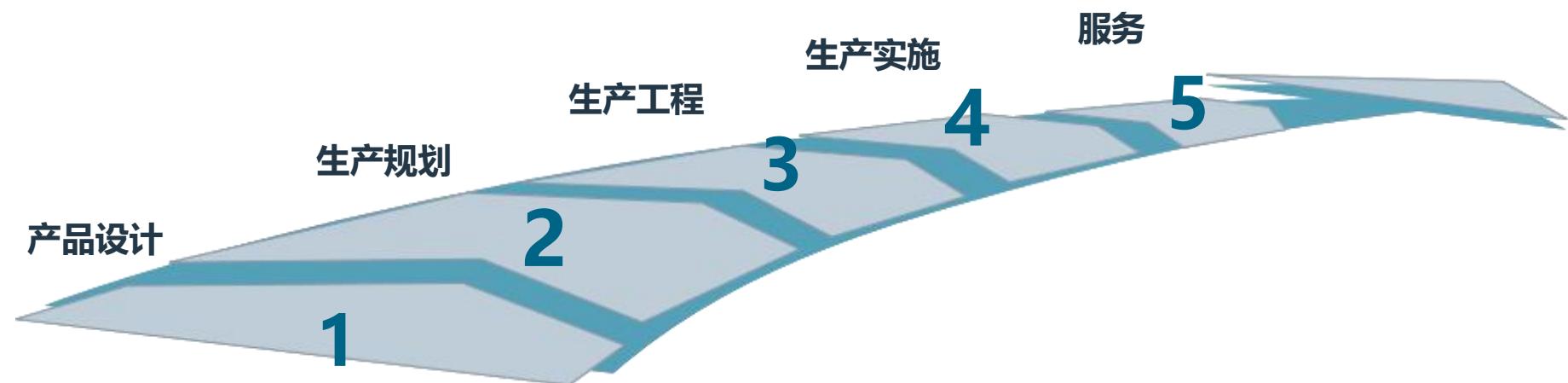
### 三、智能制造技术—数字孪生



### 三、智能制造技术—数字孪生



### 三、智能制造技术—数字孪生



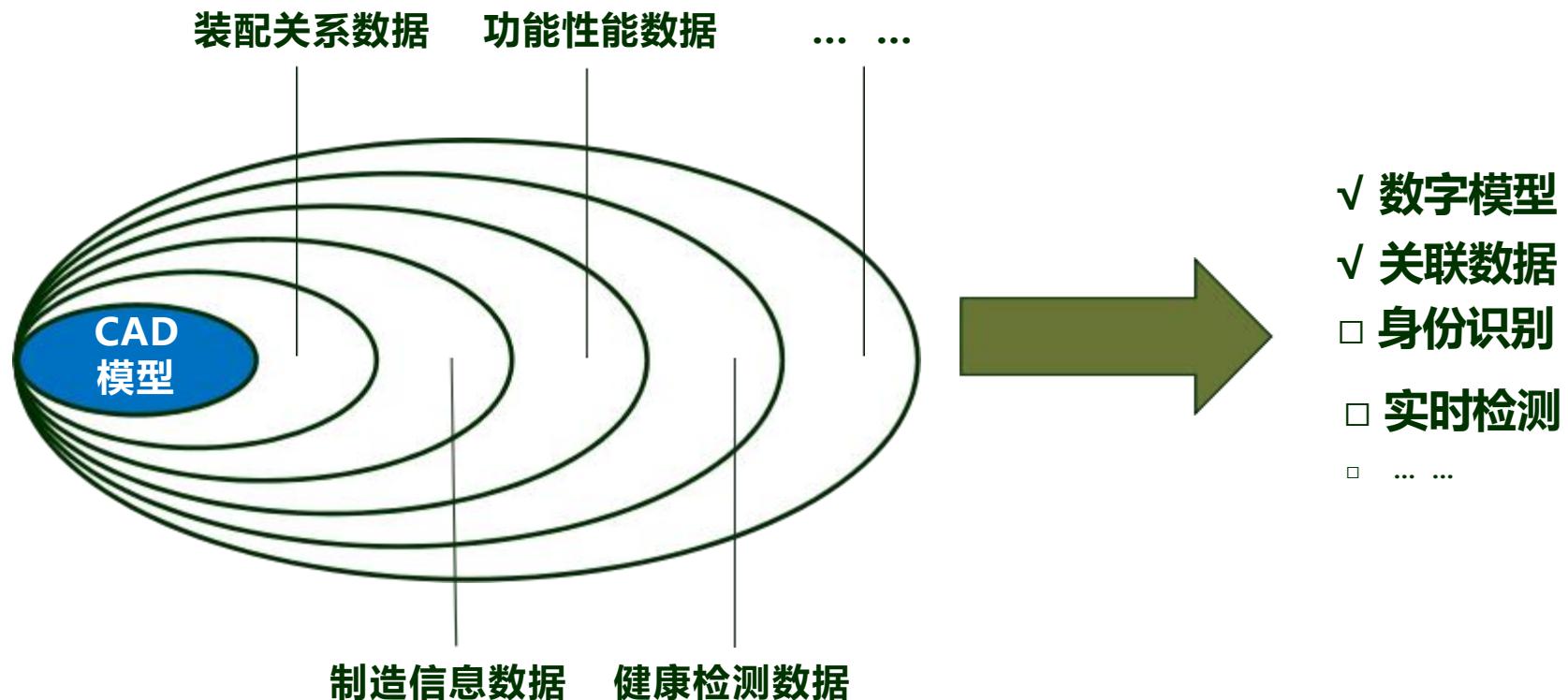
### 三、智能制造技术—数字孪生

#### 1、数字孪生的八大关系



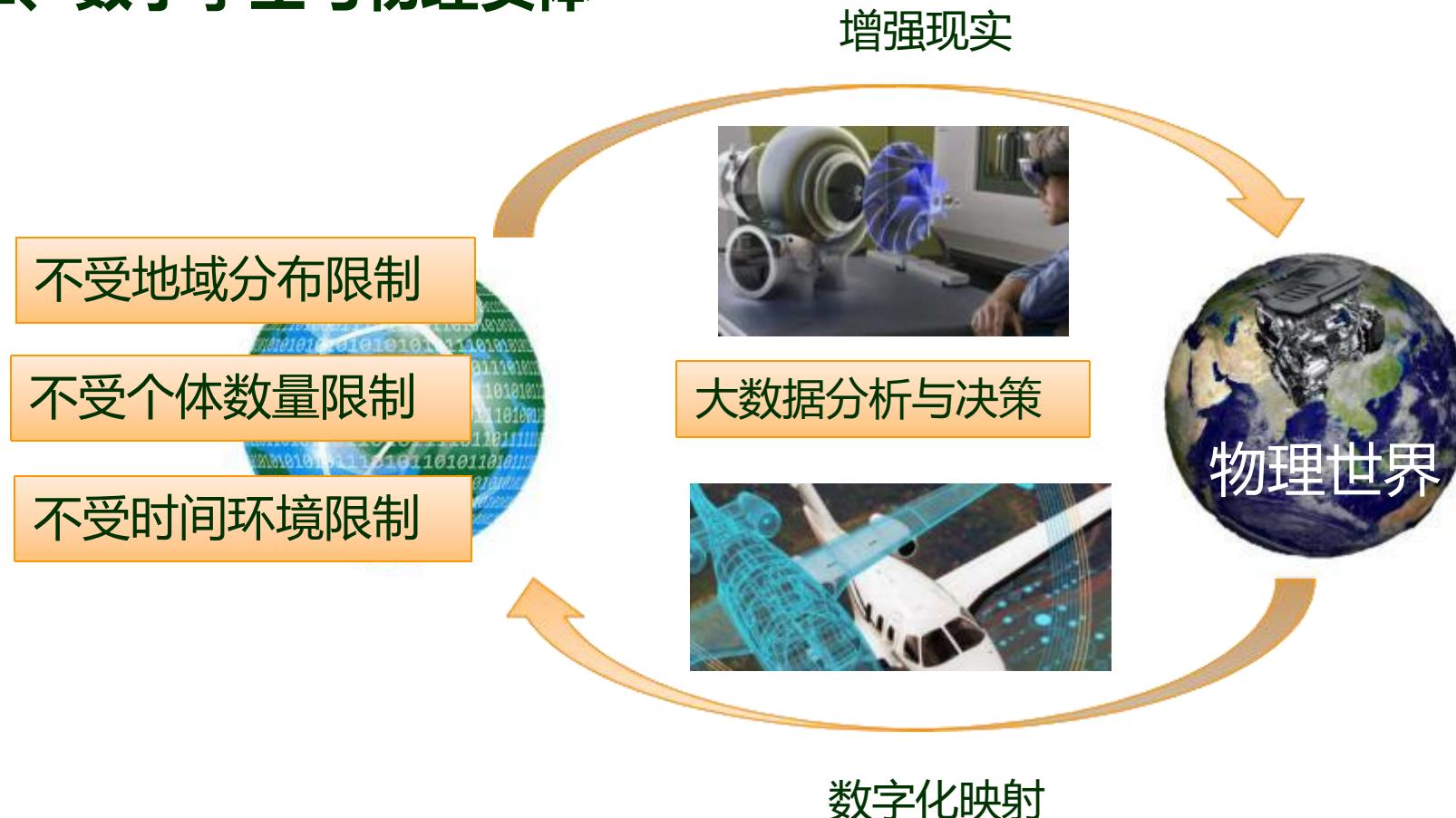
### 三、智能制造技术—数字孪生

#### 1、数字孪生与CAD模型



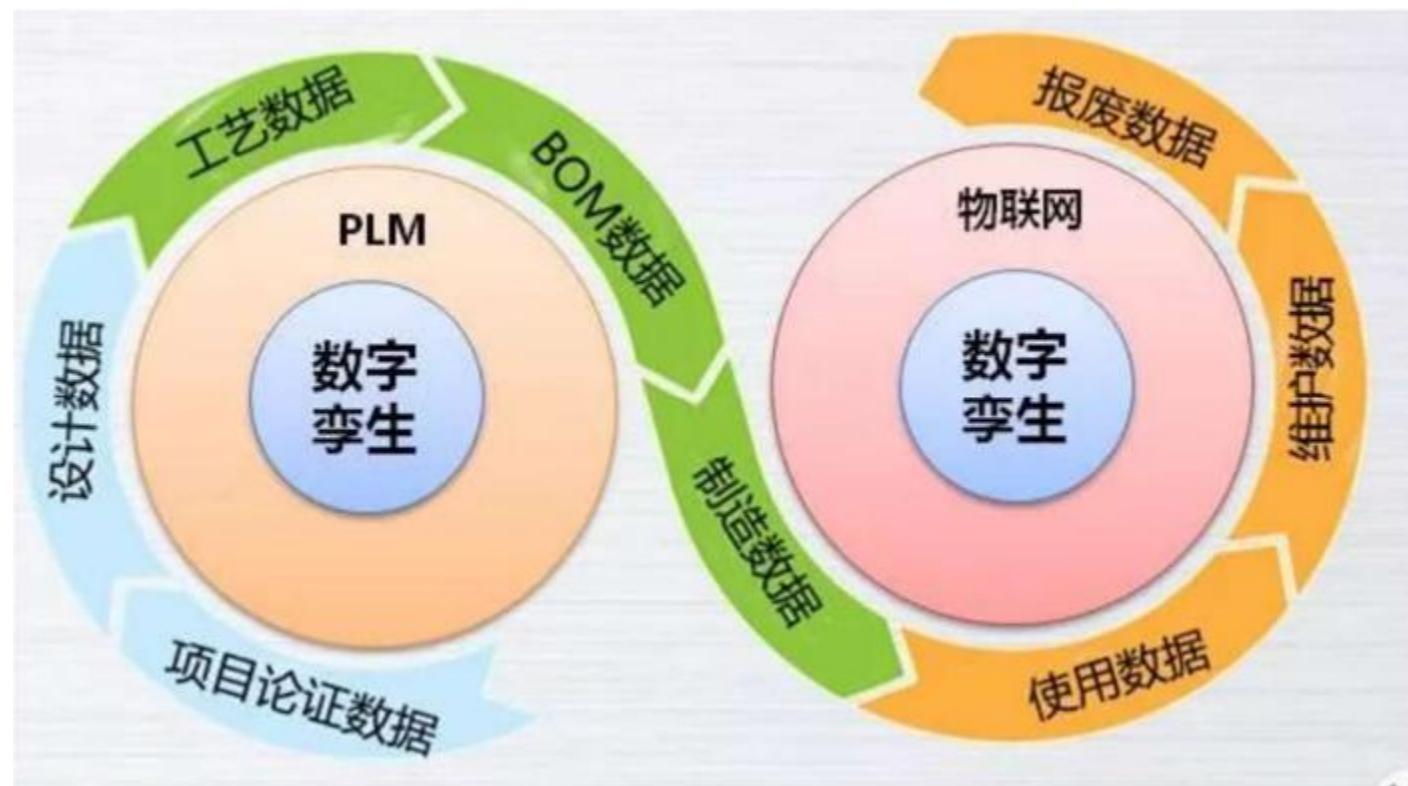
# 三、智能制造技术—数字孪生

## 2、数字孪生与物理实体



### 三、智能制造技术—数字孪生

#### 3、数字孪生与PLM



### 三、智能制造技术—数字孪生

---

#### 数字孪生

一是数字模型共有特性和物理实体独有个性实时融合的全生命周期共同体。

## 2.企业为什么要数字孪生技术



智能工厂

## 2.企业为什么要数字孪生技术

行业痛点：



谁用？

怎么用？

## 2.企业为什么要数字孪生技术

### 行业痛点：

#### 缺乏数据基础设备联网困难

70%设备没有联网，联网数据的质量不高

#### 产能利用率低、设备由故障才维修

按经验维护保养计划  
故障停机无法进行生产  
异常不能及时发现，响应严重滞后

#### 质量问题无法既时预警

数据需要人工统计  
过程质量管控手段单一  
原料/产品质量无法追溯

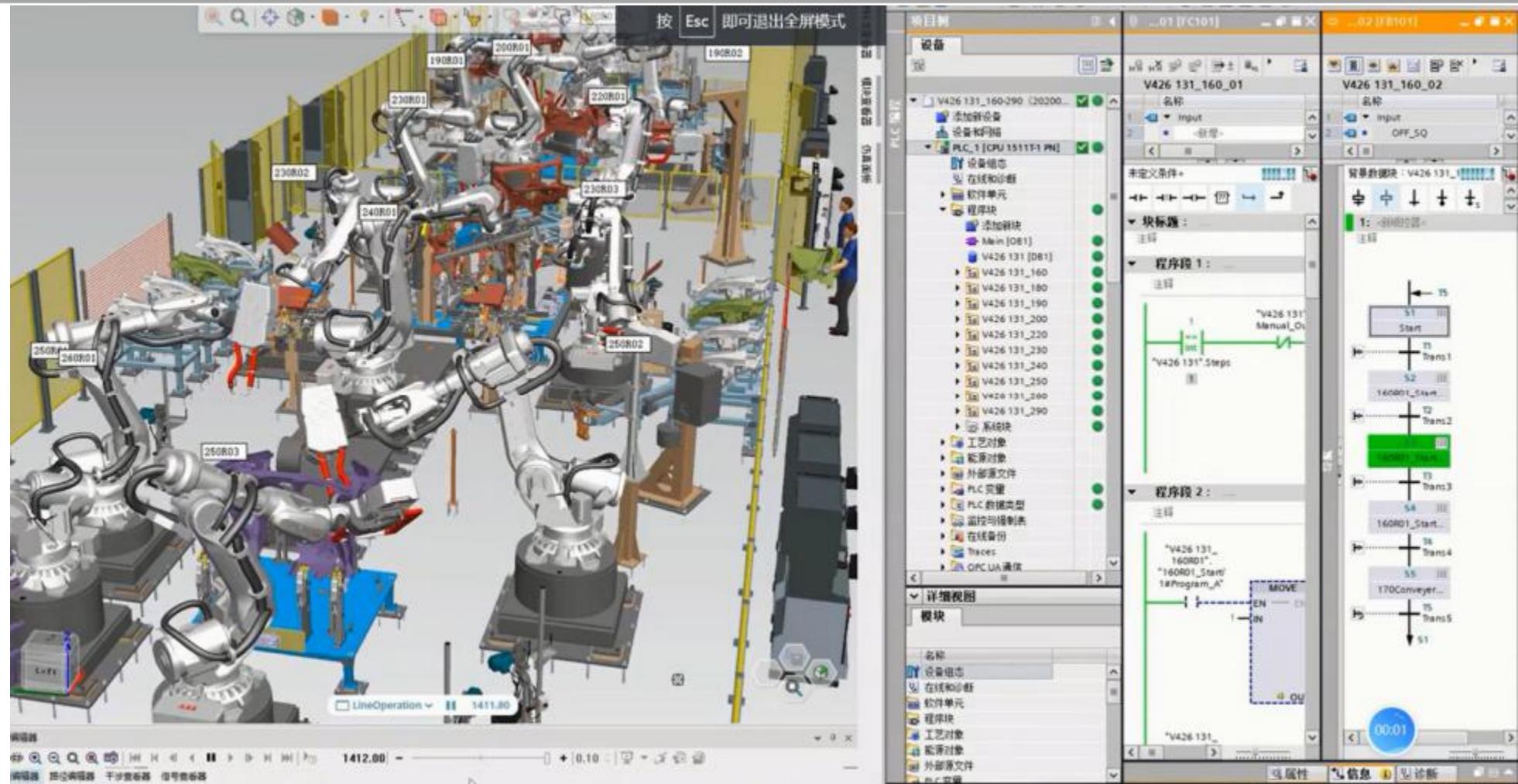
#### 生产数据管理不透明

数据时效性不足  
瓶颈资源发现不及时  
监控手段不足，切策缺乏

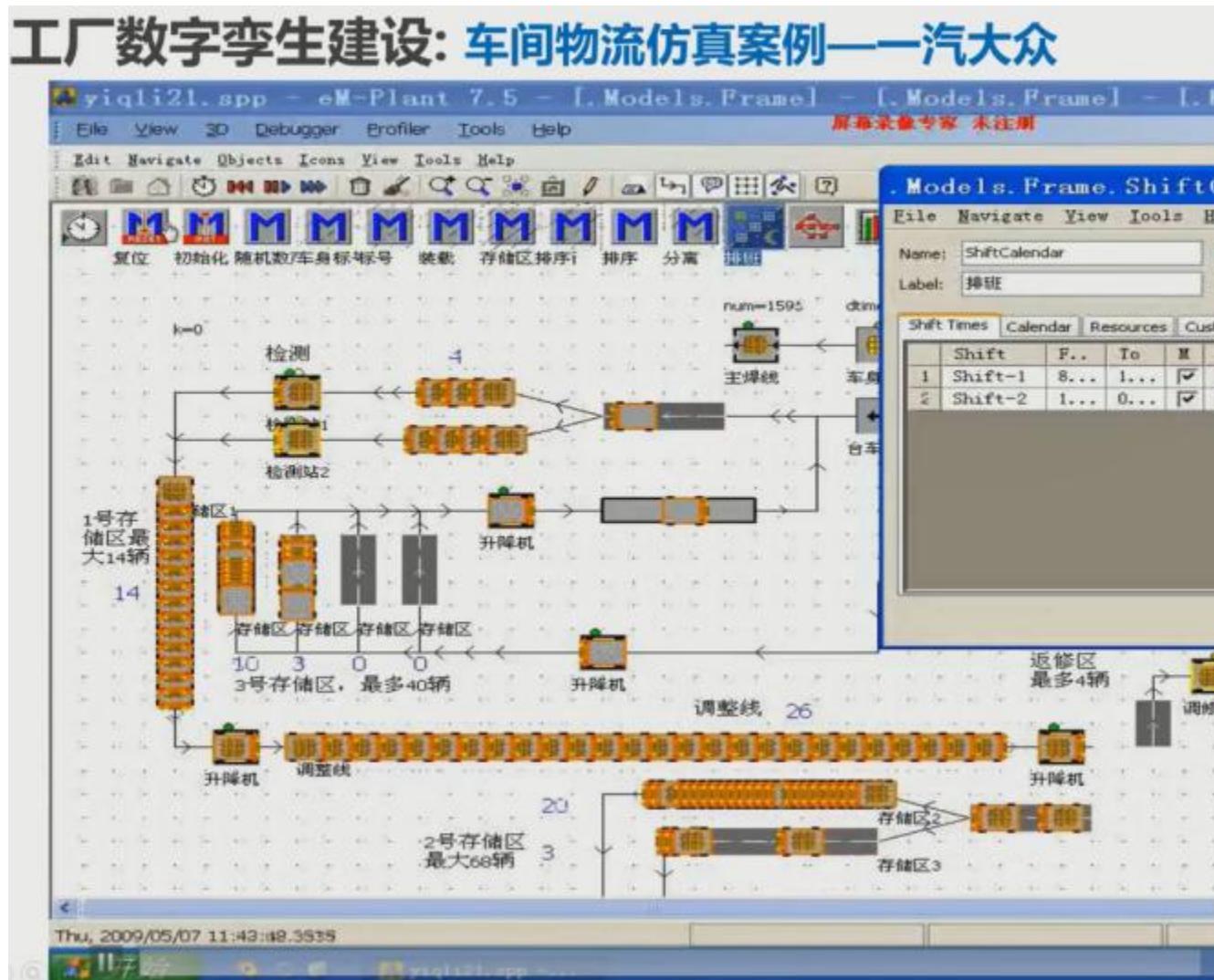
### 3.数字孪生技术案例



### 3.数字孪生技术案例



### 3.数字孪生技术案例



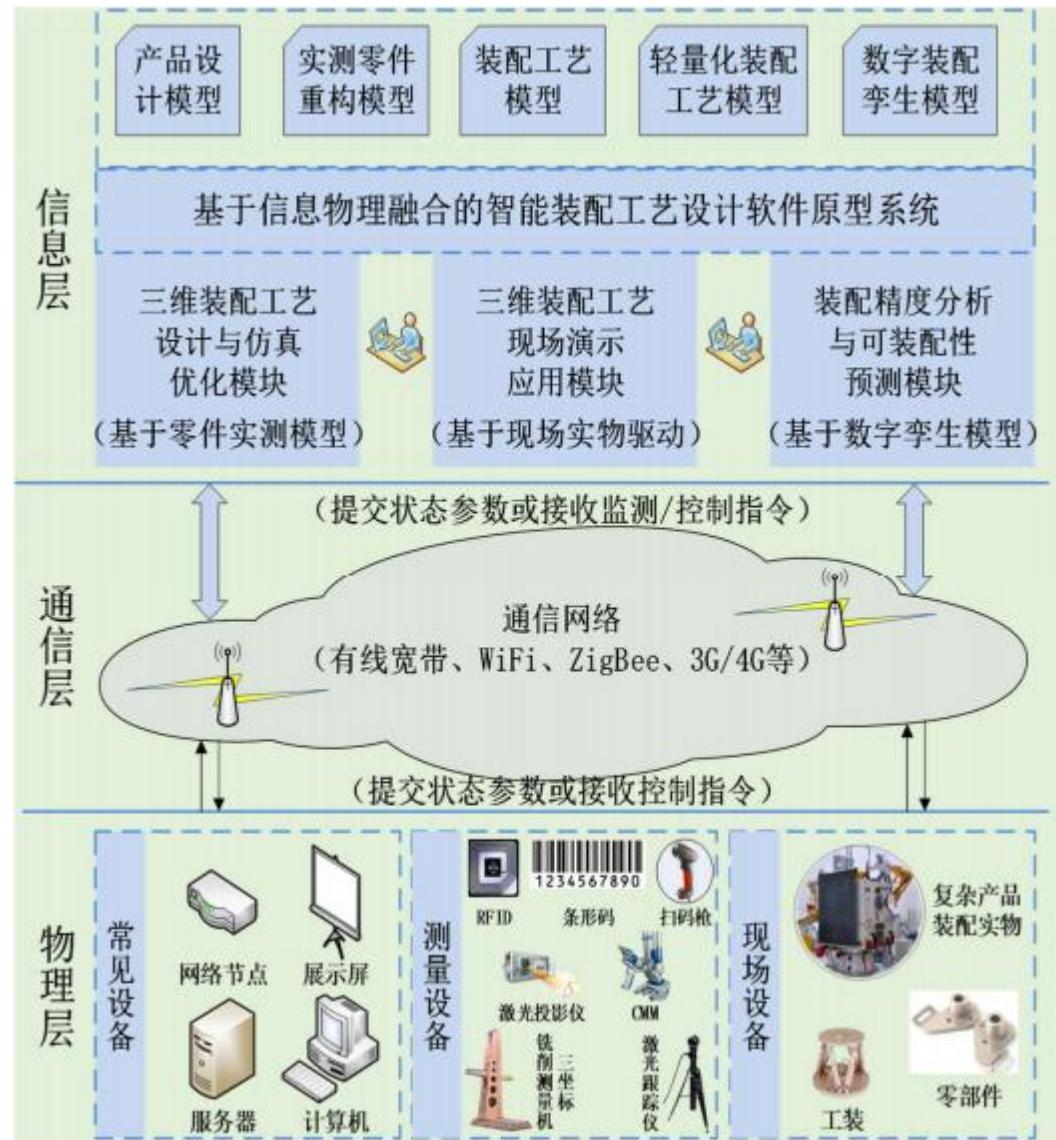
# 四、智能制造关键技术—数字孪生驱动智能装配

## 智能装配工艺设计软件原型系统

- 三维装配工艺设计与仿真优化模块——**基于零件实测模型**
- 三维装配工艺现场演示应用模块——**基于现场实物驱动**
- 装配精度分析与可装配性预测模块——**基于数字孪生模型**

## ⑤ 面向信息物理融合的装配现场硬件系统

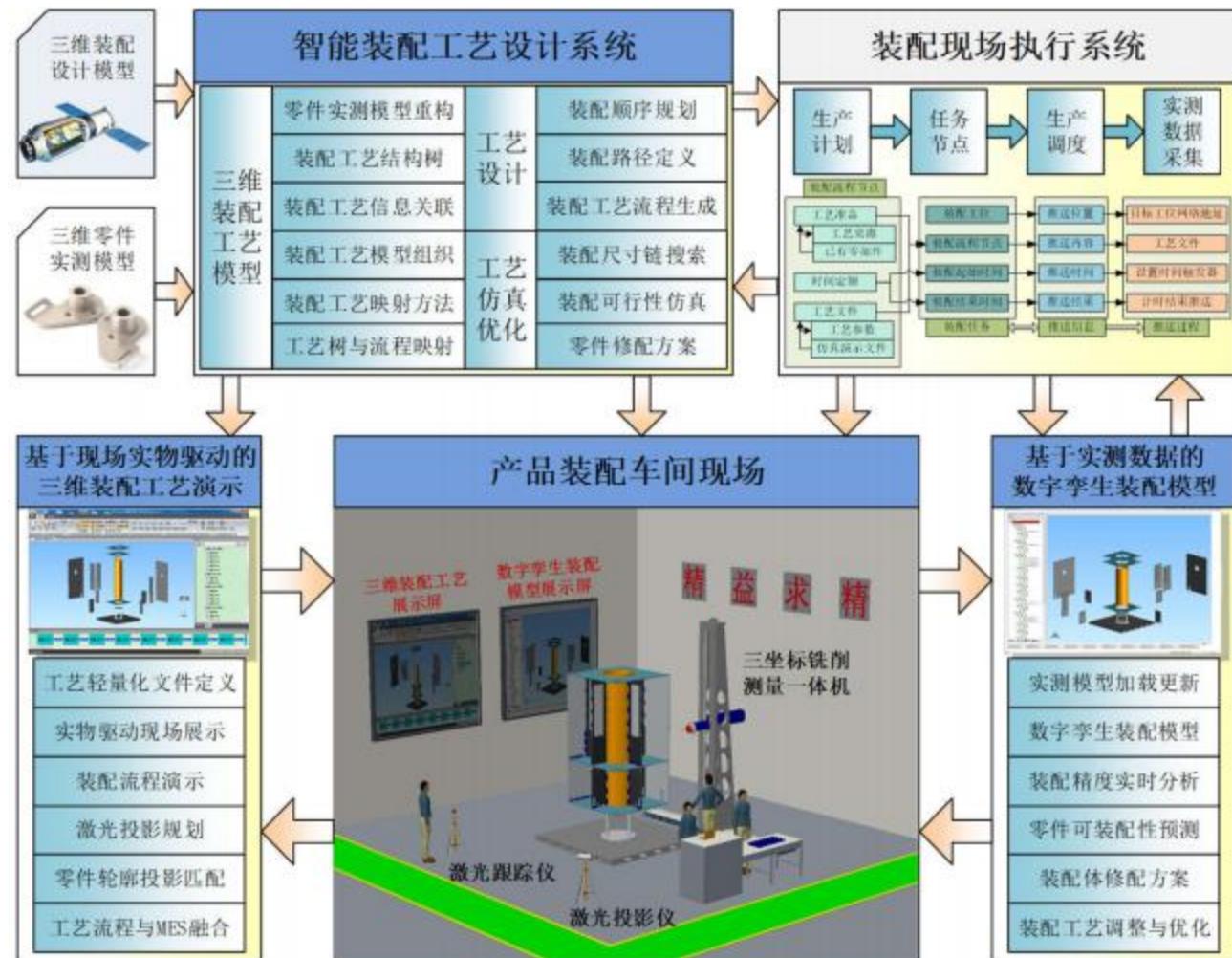
- 大型显示屏幕
- 激光投影仪
- 三坐标扫描测量机
- 激光跟踪仪
- 三坐标铣削测量机
- .....



## 四、智能制造关键技术—数字孪生驱动智能装配

## 总体方案：

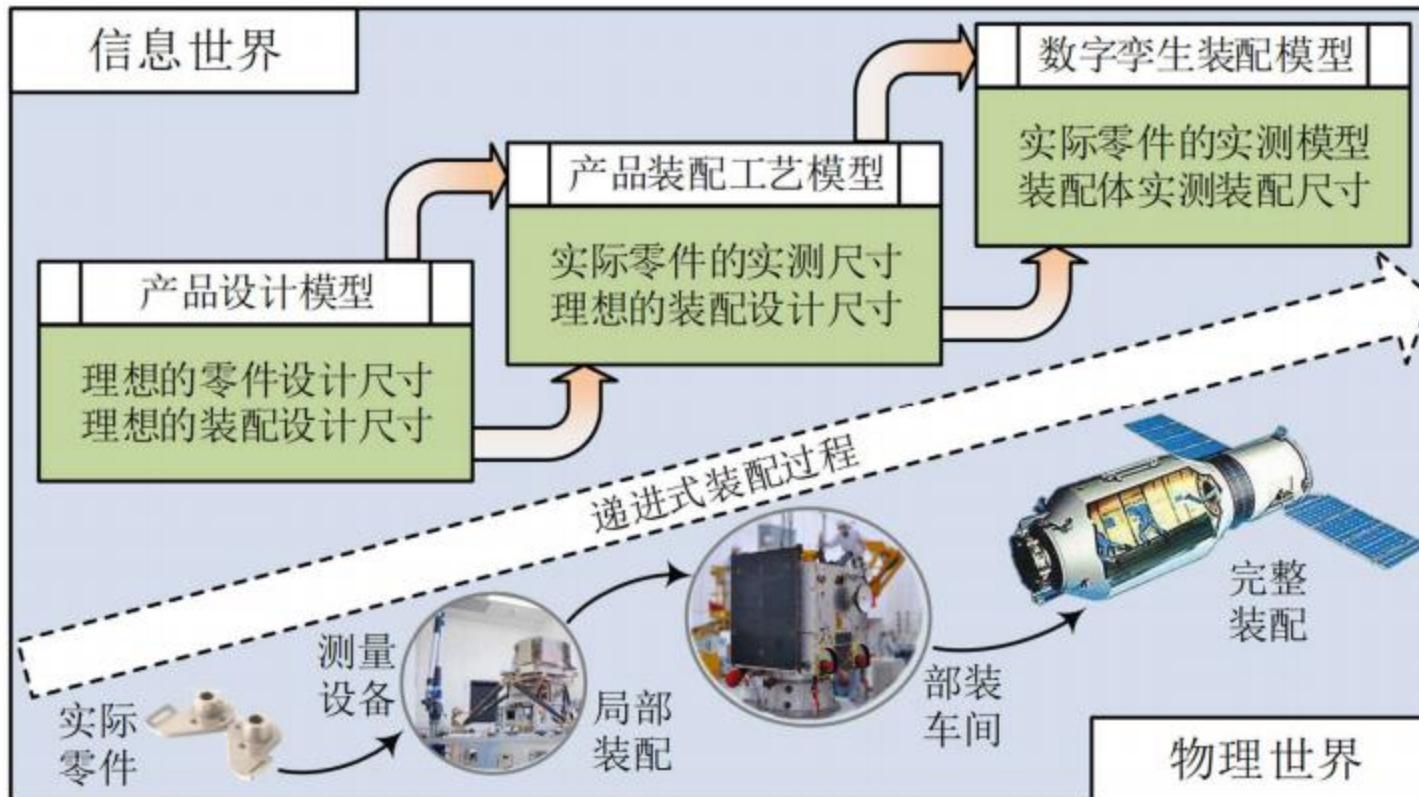
- ④ 实现基于信息物理融合的**三维装配工艺设计**、**仿真优化**、**硬件测量与现场演示**于一体的车间装配现场解决方案
  - ④ 可缩短装配周期，减少装配出错率。



基于信息物理融合的产品装配现场解决方案

# 四、智能制造关键技术—数字孪生驱动智能装配

## ④ 基于信息物理融合的数字孪生装配模型创建技术



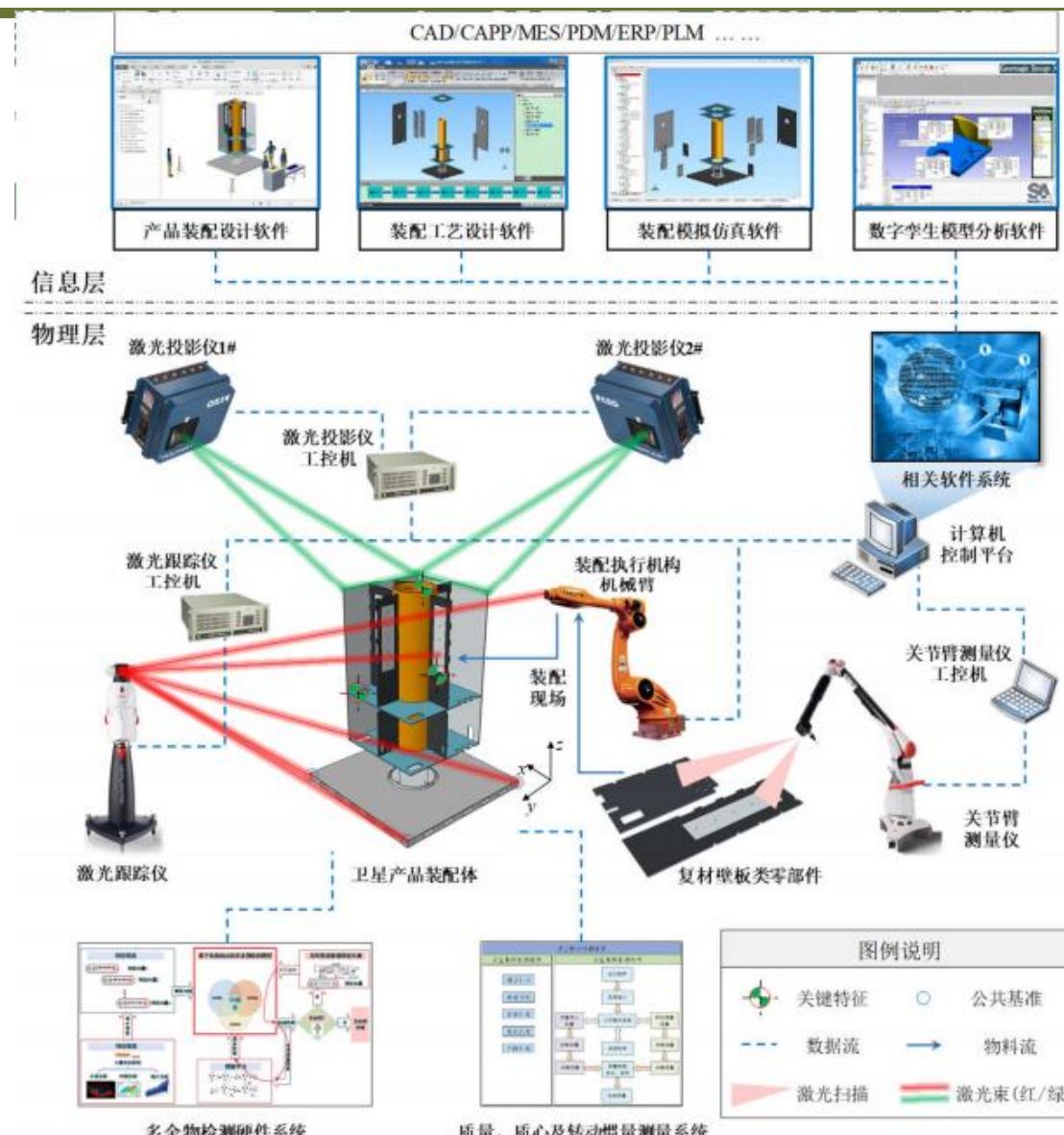
数字孪生装配模型递进式生成方法

数字孪生装配模型是对产品现场装配物理世界的虚拟映射，通过对数字孪生装配模型的分析，用于指导车间现场的装配过程。

# 四、智能制造关键技术 数字孪生驱动智能装配

## ④ 基于装配现场实物驱动的三维装配工艺展示技术

- 零件信息编码与识别
- 三维装配工艺文件轻量化
- 三维装配工艺现场展示
- 激光投影装配工艺信息



# 四、智能制造关键技术—数字孪生驱动智能装配

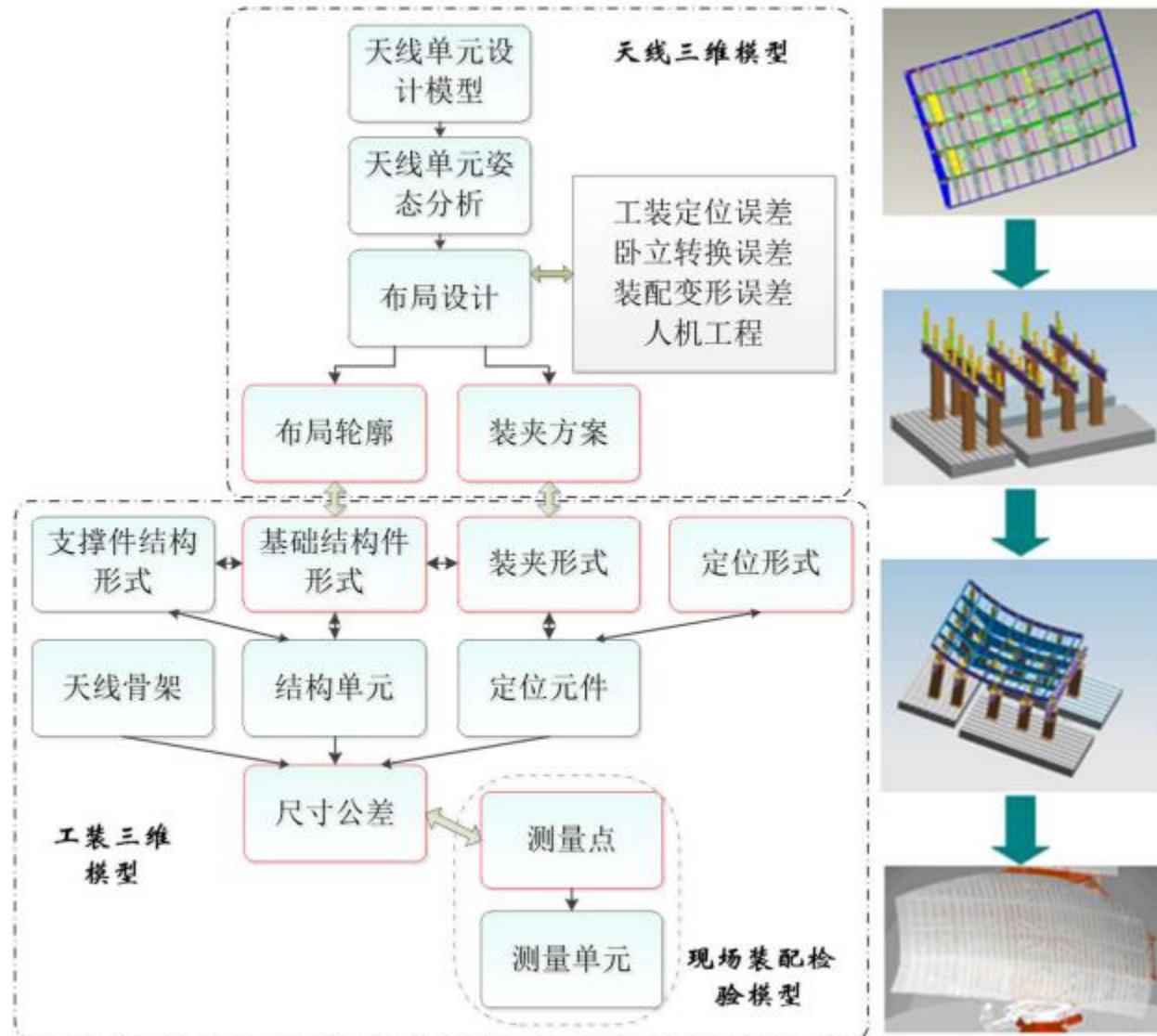
- ④ 多源异构辅助装配硬件测量系统解决装配过程中实测数据来源的问题；
- ⑤ 建立基于实测数据的三维数字孪生装配模型是实现产品装配物理过程与信息融合的关键。



产品数字化装配与现场装配过程信息物理融

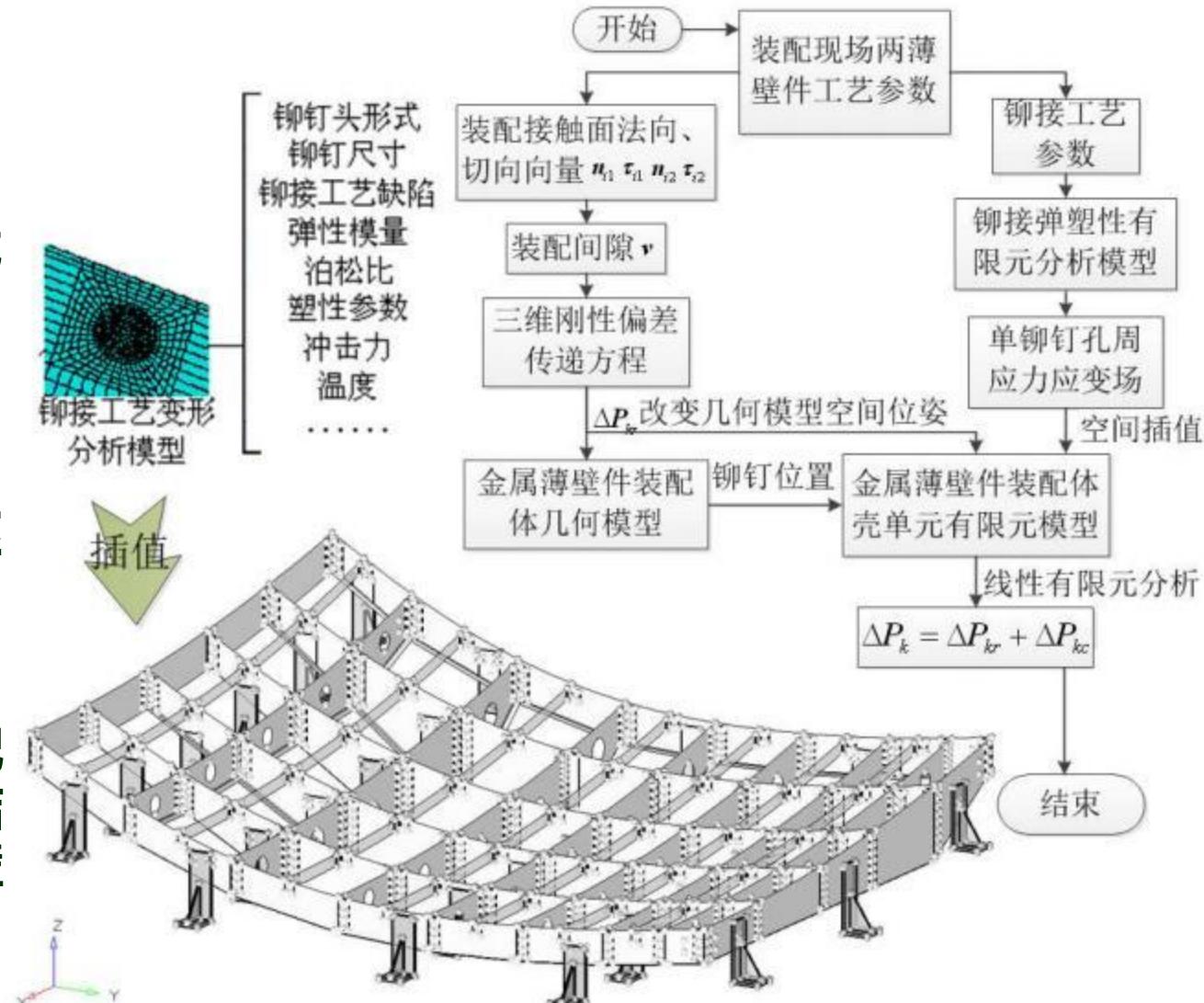
# 四、智能制造关键技术—数字孪生驱动智能装配

- 工装定位误差
- 卧立转换误差
- 装配变形误差
- 人机工程
- 装夹方案
- 装夹方式
- 定位形式



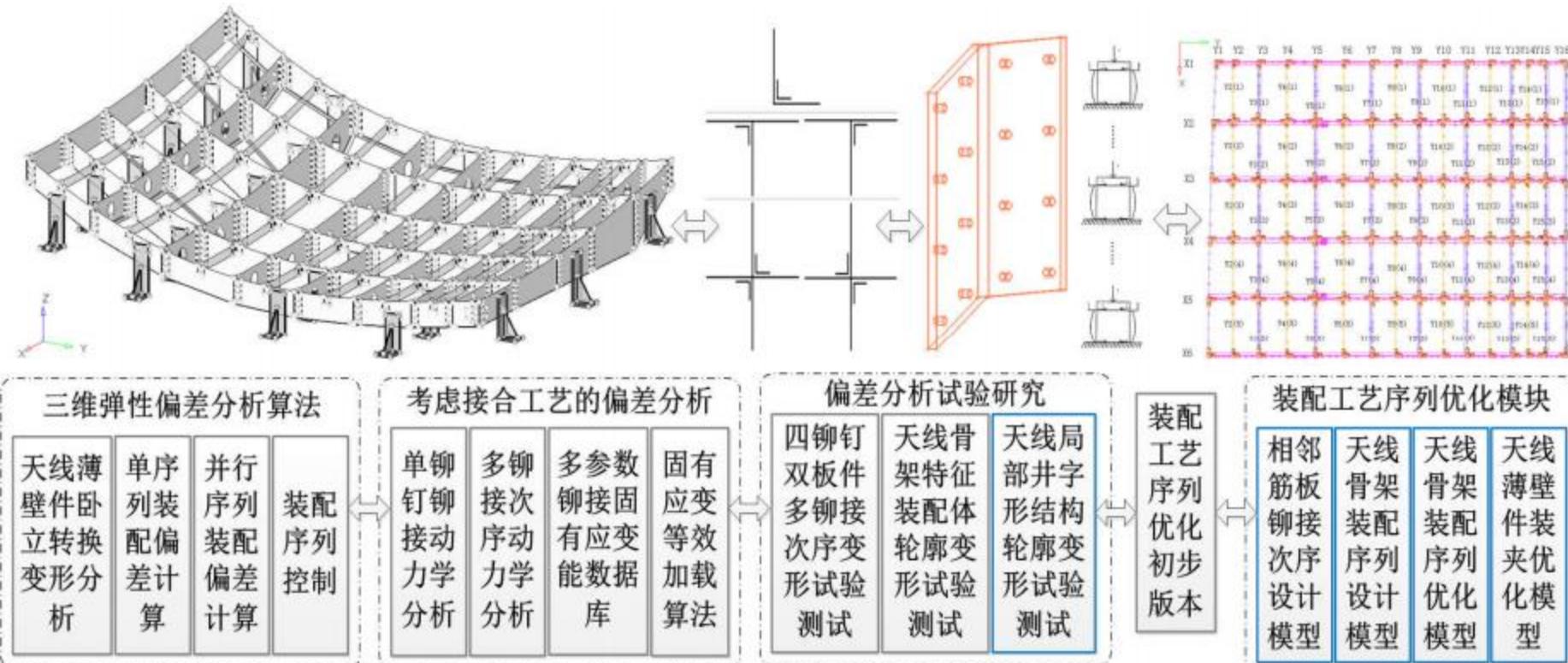
# 四、智能制造关键技术—数字孪生驱动智能装配

- 1) 分析薄壁件铆接装配工艺参数；
- 2) 建立局部结构有限元分析模型，完成计算，得到铆钉孔周应力应变场；
- 3) 建立薄壁件整体有限元模型，集成三维弹性装配偏差分析方法；
- 4) 运用空间插值技术，定量计算在装配间隙、铆接变形、结构自重影响下的薄壁件装配尺寸偏差。

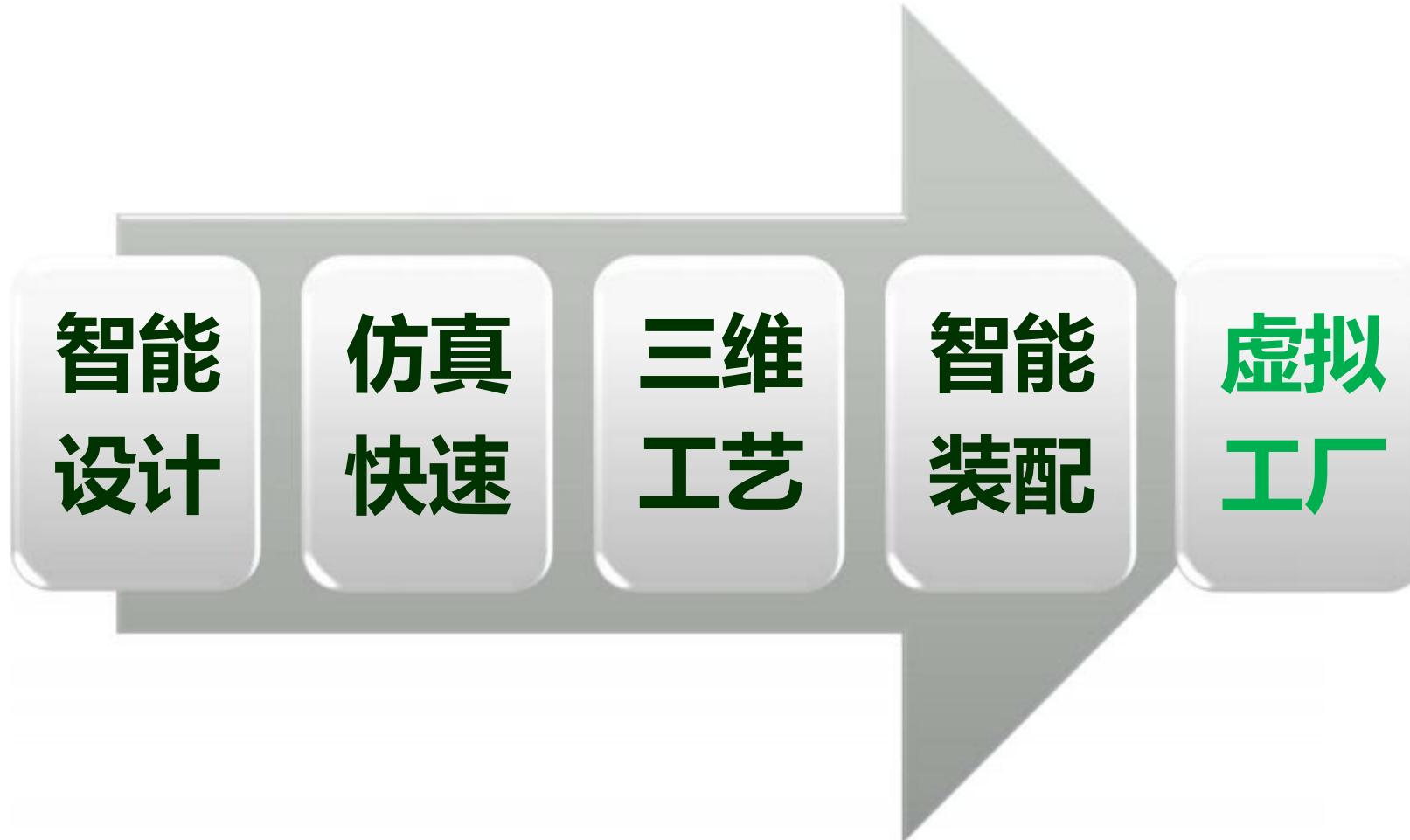


# 四、智能制造关键技术—数字孪生驱动智能装配

- 根据薄壁件的虚拟装夹和制造环境，将接合工艺定位至铆接工艺；
- 将设计对象定位至相邻筋板的局部铆接次序、和不同筋板的铆接次序；
- 确定出使天线轮廓偏差最小的一组铆接装配次序、方向等。



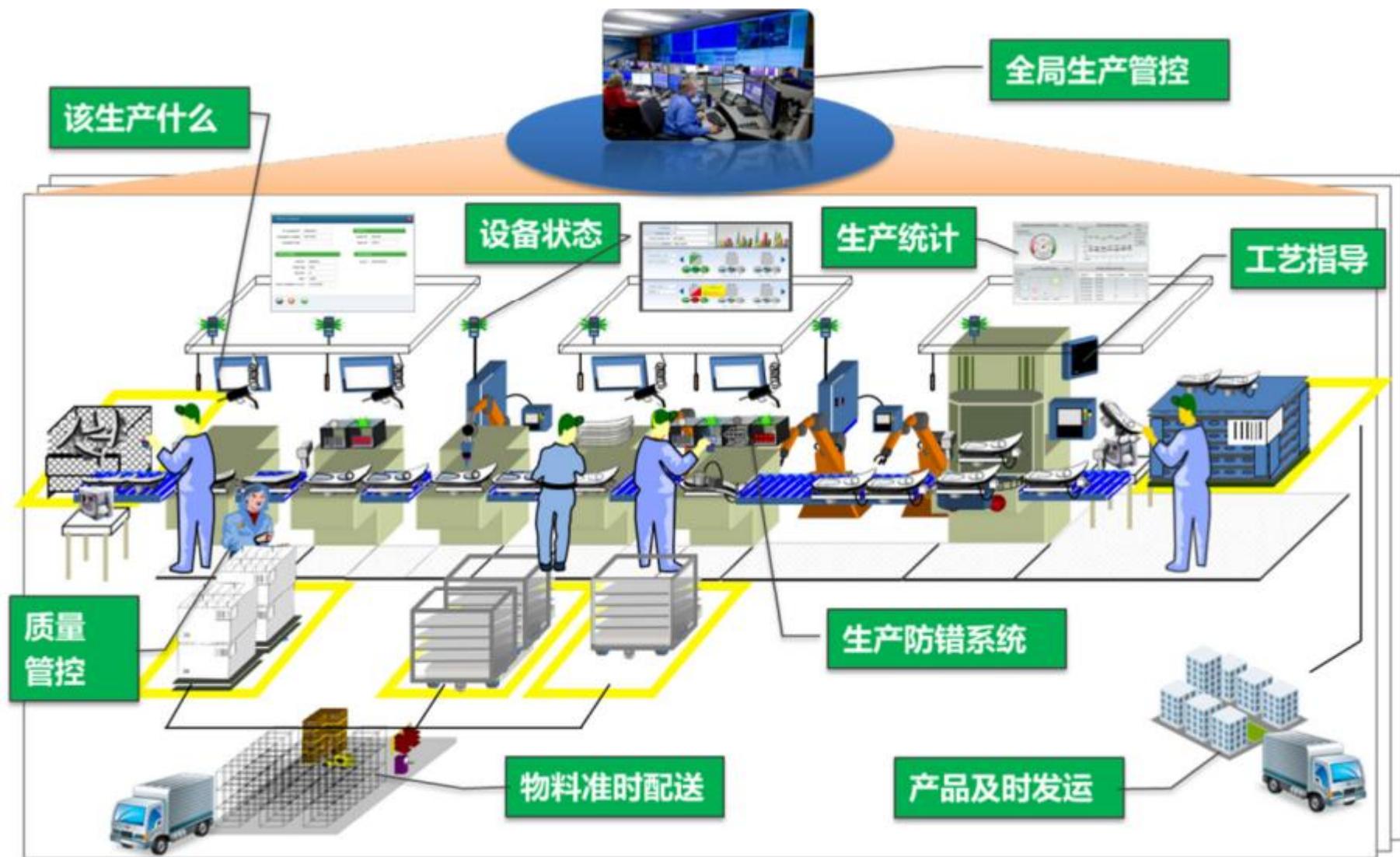
## 四、数字化设计与制造技术



# 四、智能制造案例分析—数字工厂



# 四、智能制造案例分析—数字工厂



## 四、智能制造案例分析—数字工厂

□ 2010年，国务院发展研究中心《汽车产业蓝皮书》发布比较结果：日本汽车工业91.62分，中国汽车工业54.33分

自主品牌



品种

1000多种变型共线

汽车工业发达国家



4000多种变型共线  
(2000年丰田Coronas装配线)

效率

3.5分钟/辆  
(江淮商务车)

48秒/辆

(日本本田轿车、商务车共线)

质量

224个PP100  
(每百辆新车问题数)

135个PP100

(每百辆新车问题数)

——2010年J.D. Power亚太公司中国新车质量研究报告

## 四、智能制造案例分析—数字工厂

多品种



高效率



低成本



高质量



要实现上述目标，设备的智能化水平和生产过程管控与优化的能力缺一不可

设备能力



生产过程管控与优化能力

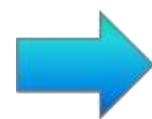
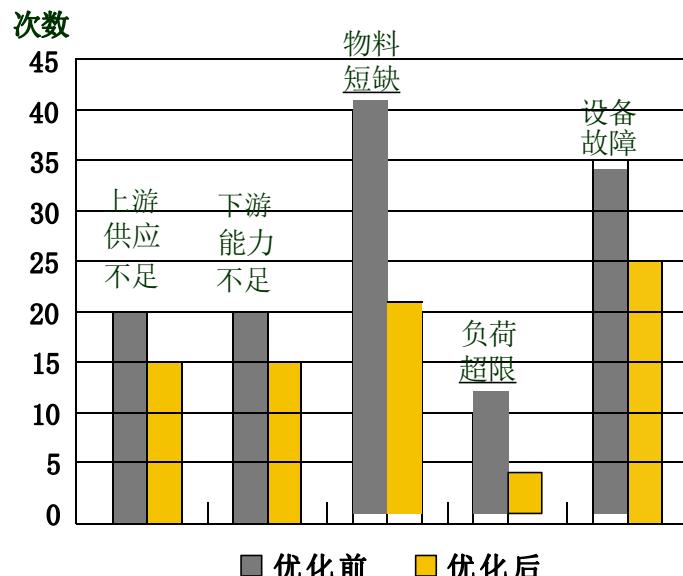


在设备能力逐步提升的情况下，制造环节的数字化管控与优化能力不足更显突出，已成为我国汽车工业与国外差距的主要原因之一。

# 四、智能制造案例分析—数字工厂

## 技术指标对比： 实际工程应用前后对比

应用车型	实施前 生产节拍	实施后 生产节拍
瑞风商务车	3.5分钟/辆	2.5分钟/辆
宾悦轿车	120秒/辆	88秒/辆
重汽卡车	7.8分钟/辆	5.9分钟/辆



- 因上游车间供应不足引起的停线次数减少26%
- 因下游车间能力不足引起的停线次数减少29%

# 四、智能制造案例分析—数字工厂

典型案例：汽车行业

用于奇瑞、江淮、一汽海马等自主品牌汽车生产



企业	指标	实施前	实施后
奇瑞汽车	发动机装配出错率	0.5‰	0.03‰
江淮汽车	整车交验合格率	91.57%	93.73%
一汽海马汽车	总装线设备综合效率	77%	83%

## 四、智能制造案例分析—数字工厂



Information  
Builders

SAP® Certified  
Integration with SAP Applications

Baan ORACLE®



# 四、智能制造案例分析—数字工厂



# 四、智能制造案例分析—数字工厂

解决方案  
与应用

自主品牌汽车生产企业 (江淮、奇瑞、海马、江铃、中国重汽、万山等)

冲压车间  
作业型生产

焊装-涂装-总装车间  
流水型生产

发动机加工/装配车间  
混合型生产

硬件装置  
与软件系统

车身路由  
控制器

物料匹配  
装置

智能料架

配色验证  
控制器

车间信息采  
集终端

在制品跟踪与生产过程可视化监控系统

优化技术  
与算法

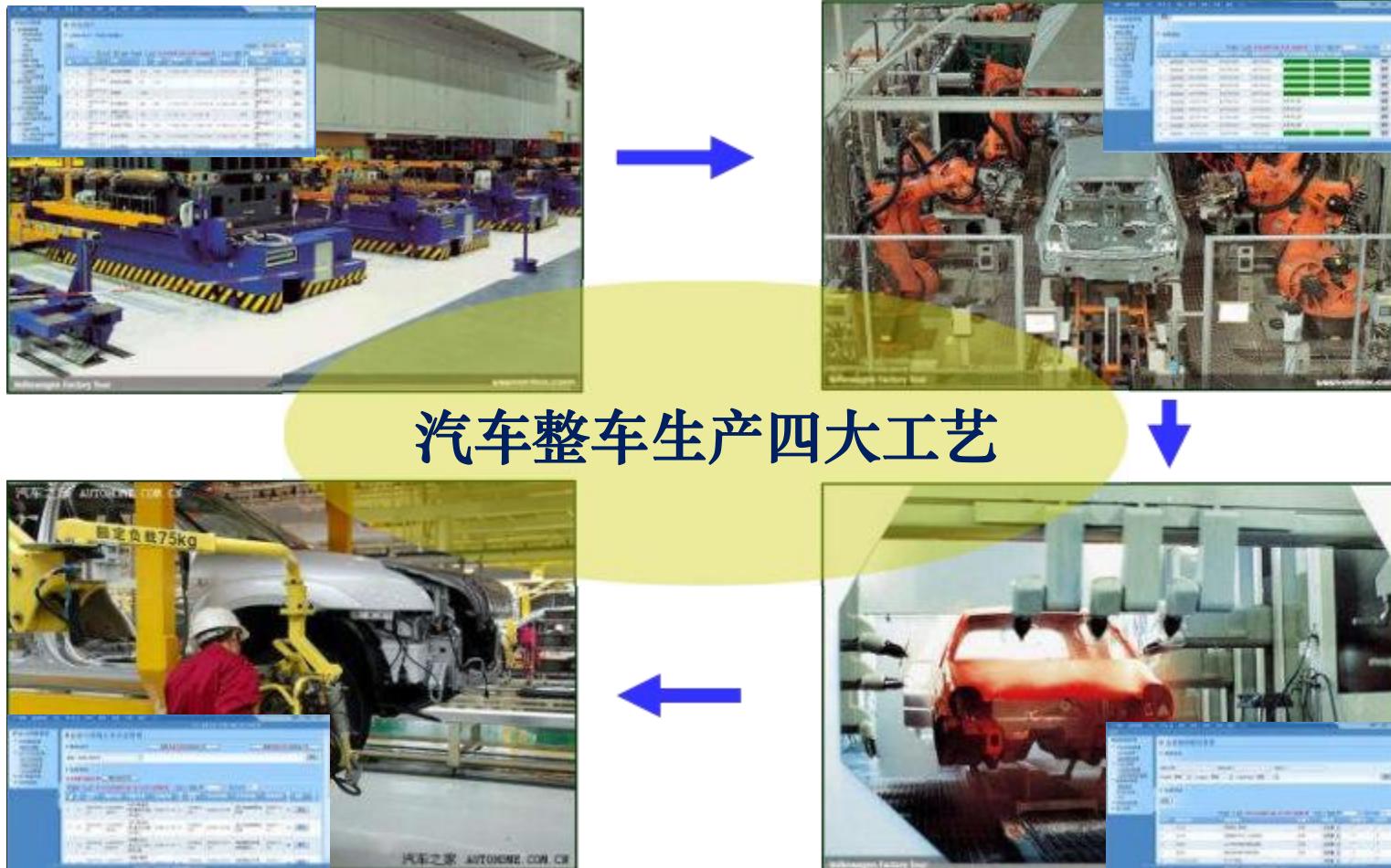
多车间关联优化

工艺序列优先的  
混合排程

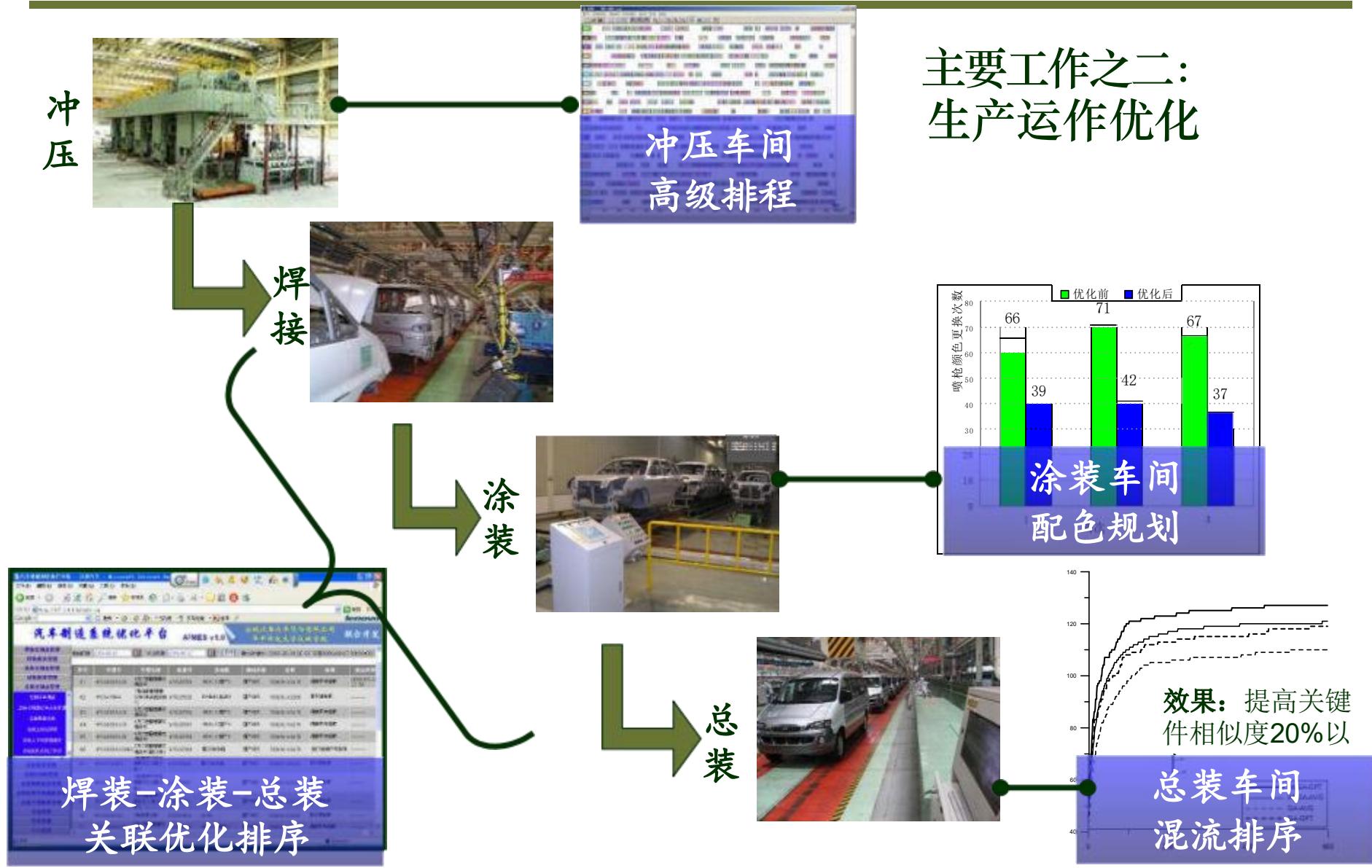
加工/装配物料配送

## 四、智能制造案例分析—数字工厂

- ◆ 主要工作之一：建立了车间实时信息采集与处理平台



# 四、智能制造案例分析—数字工厂

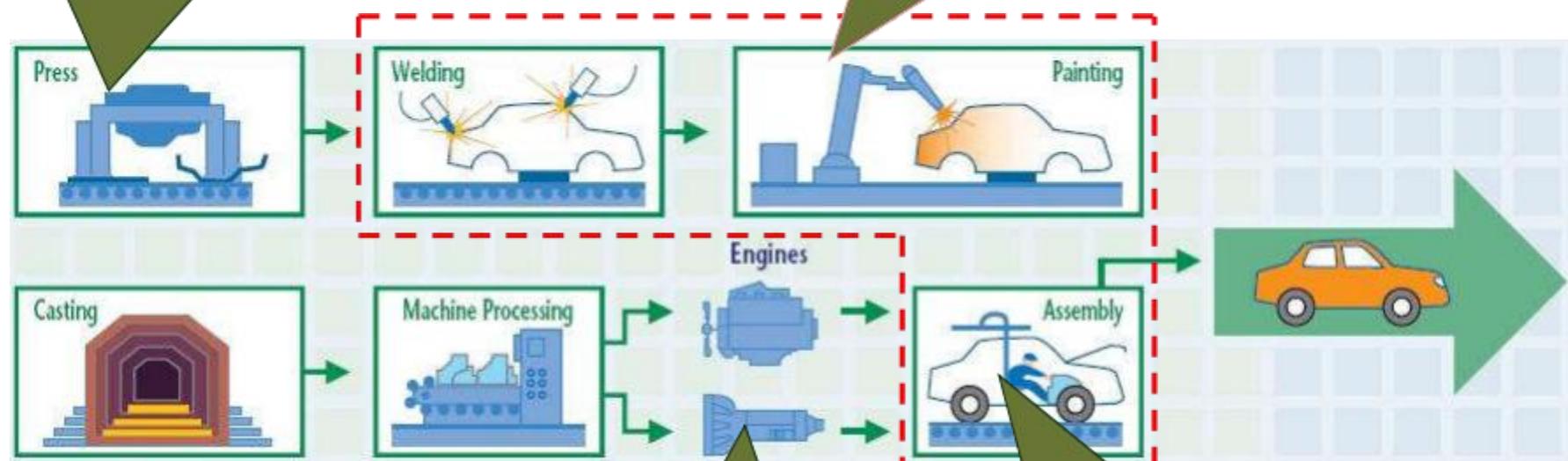


# 四、智能制造案例分析—数字工厂

## ◆ 主要工作之三：物流执行优化

冲压件考虑焊装需求拉动和经济批量，降低安全库存

“焊装-涂装-总装”在制车身自动路由技术，减少物流成本

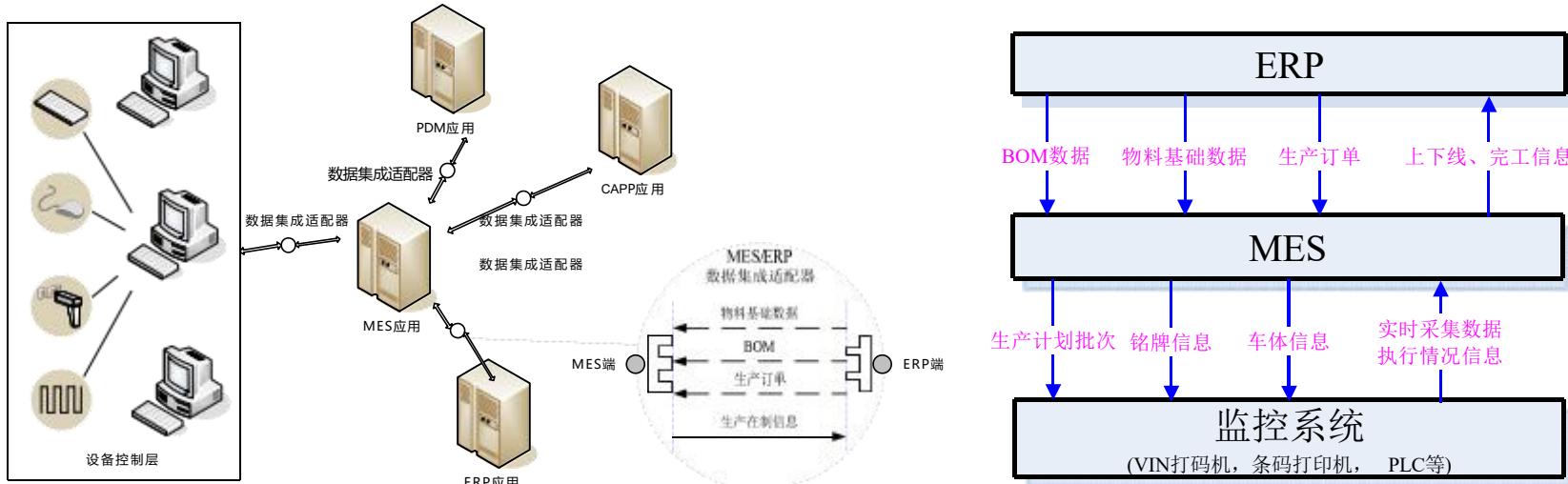


发动机加工/装配协同，减少在制品库存和储运成本

总装车间物料需求实时按需发布，大幅减少物料短缺导致的停线

# 四、智能制造案例分析—数字工厂

## ◆ 主要工作之四：集成已有软硬件平台，消除信息孤岛



### 实施前后的对比

主要工作	实施MES之前	实施MES之后
实现软硬件信息集成	存在各种管理系统，操作复杂，种类繁多，无法进行有效数据交换(ERP、离线条码扫描、焊装打码机、总装打码机、VIN码打印机、大洋软件、RFID数据采集系统…)	<ul style="list-style-type: none"><li>自动获取ERP数据</li><li>集成焊装、总装车间的三类打码机</li><li>集成RFID系统</li><li>VIN码生成及打印</li><li>取代大洋软件等遗留系统</li></ul>

# 四、智能制造案例分析—数字工厂

## • 实施效果

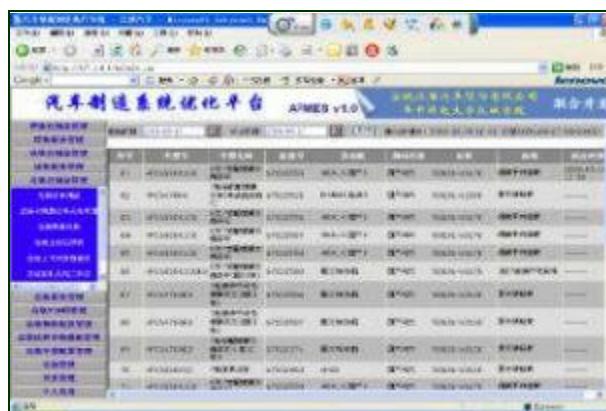
- 冲压在制品库存降低30%
- 商务车生产节拍从3.5分钟缩短至2.5分钟，轿车生产节拍从96秒缩短至88秒
- 基本消除了因为物料短缺导致的非正常停线



实施前



实施后



# 四、智能制造案例分析—数字工厂

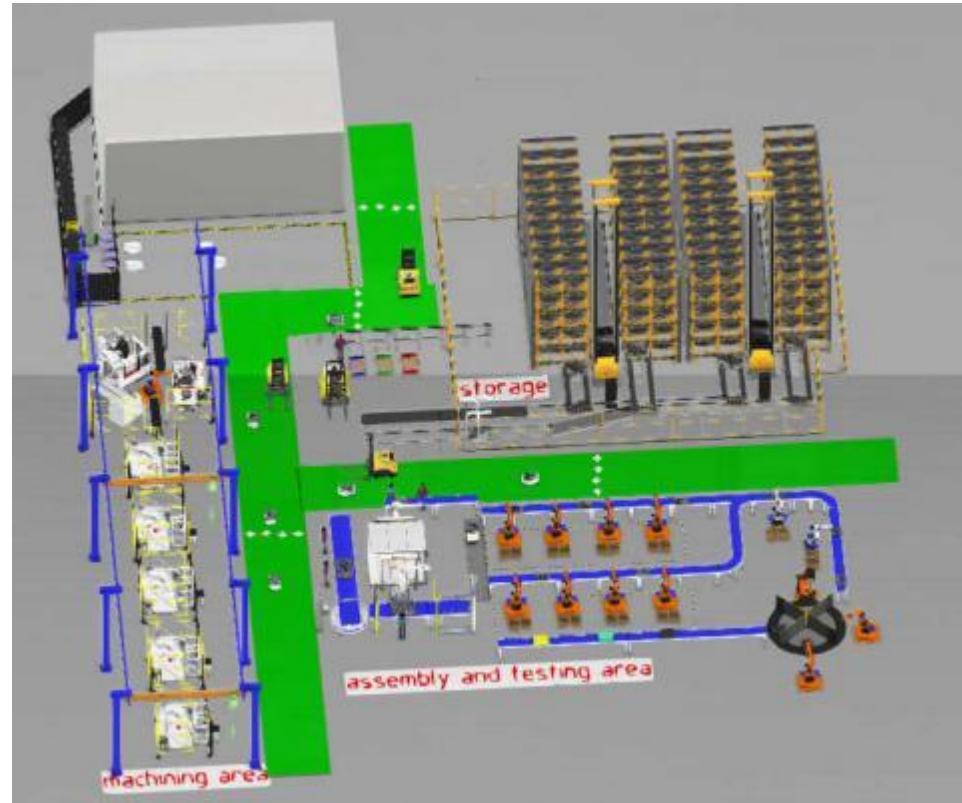
布局建模

仿真分析

状态监控

数控分析

- 组件参数化建模
- 组件位置调整
- 外部文件导入
- 生成二维图



车间布局总览

# 四、智能制造案例分析—数字工厂

布局建模

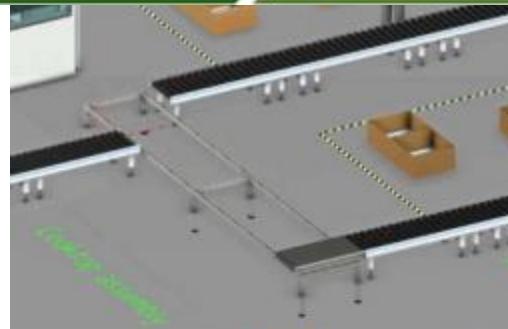
仿真分析

状态监控

数控分析

- 组件参数化建模

- ④ 传送带



- ④ 荷载



- ④ 立体仓库货架



- ④ 车辆



- ④ 机器人



- ④ 机床



# 四、智能制造案例分析—数字工厂

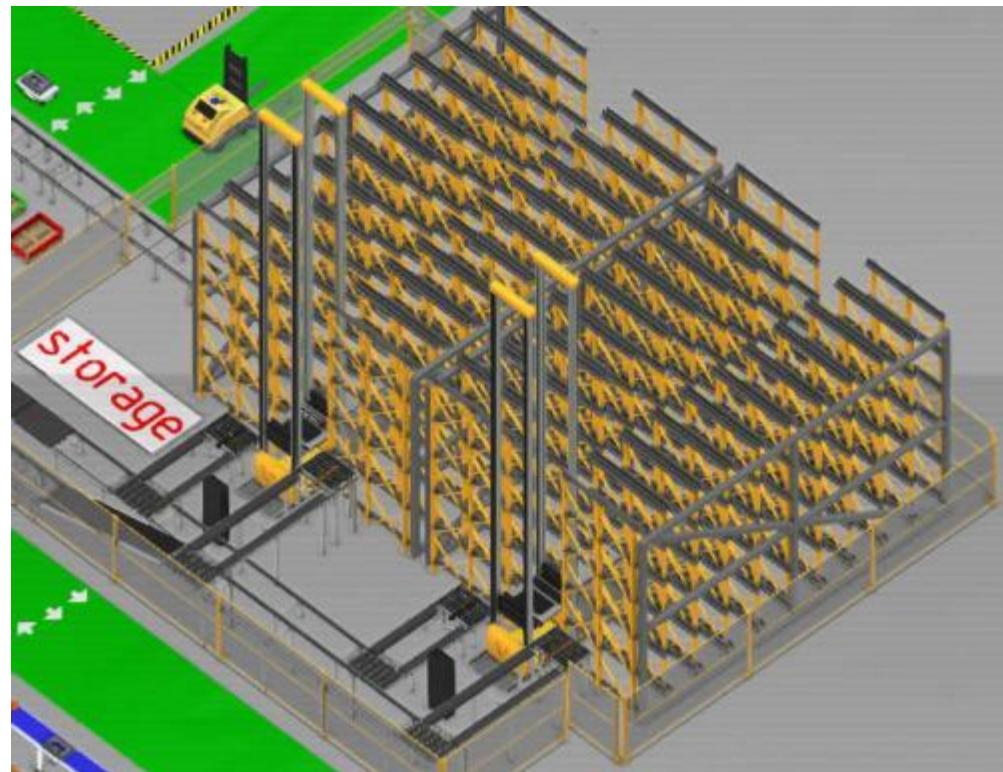
布局建模

仿真分析

状态监控

数控分析

- ④通过不同组件相互联系  
组建物流系统
- ⑤设置自动化设备运动参数与运动逻辑
- ⑥通过载荷生成器控制载荷生成与消失
- ⑦设置仿真速度



# 四、智能制造案例分析—数字工厂

布局建模

仿真分析

状态监控

数控分析

- 物流系统建模
- 物理特性建模
- 视频文件生成



物流建模

## 四、智能制造案例分析—数字工厂

布局建模

仿真分析

状态监控

数控分析

- ④ 将摩擦力、重力、碰撞等物理效果根据实际情况施加在仿真过程中
- ⑤ 设置各组件材质及相对摩擦系数控制摩擦力



# 四、智能制造案例分析—数字工厂

布局建模

仿真分析

状态监控

数控分析

## ④车间现场加工仿真



## 四、智能制造案例分析—数字工厂

布局建模

仿真分析

状态监控

数控分析

- ④ 将自动化设备同SCADA或MES系统数据库关联，通过实时数据驱动自动化设备模型运动



# 四、智能制造案例分析—数字工厂

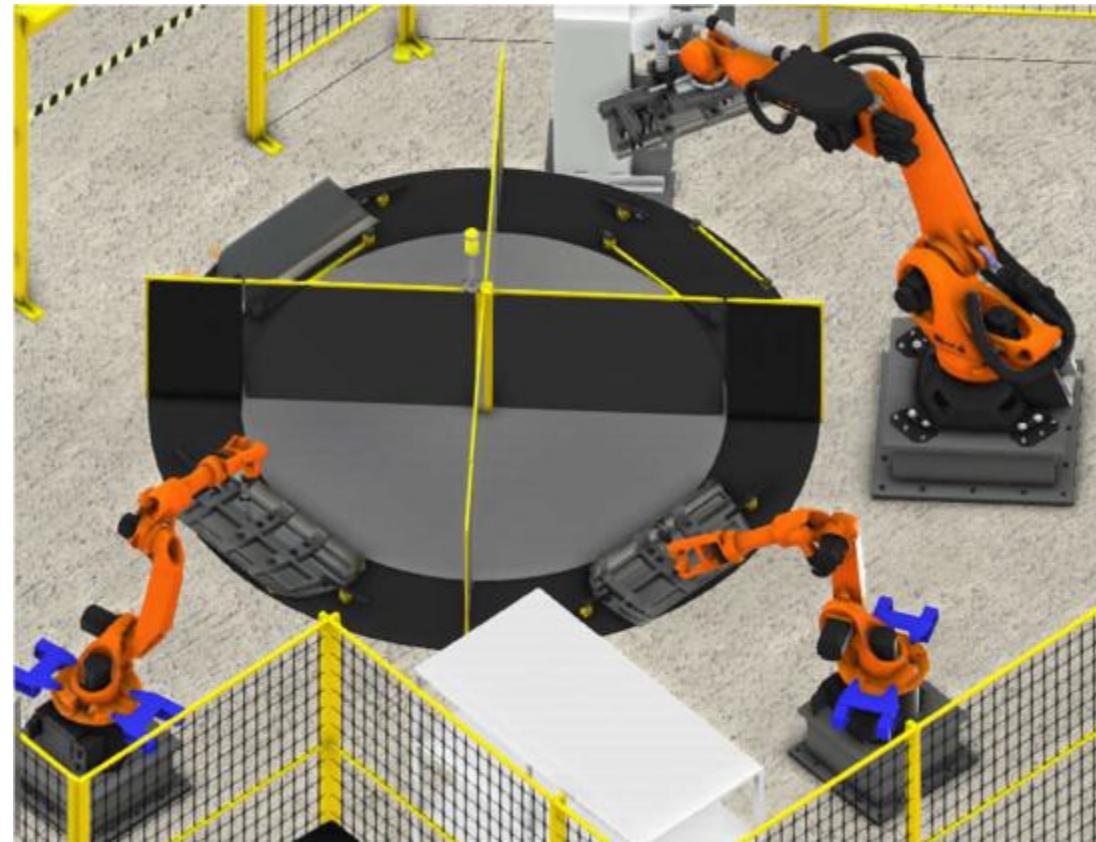
布局建模

仿真分析

状态监控

数控分析

- ④ 将自动化设备同PLC信号关联，实时采集PLC信号驱动自动化设备模型运动



# 四、智能制造案例分析—数字工厂

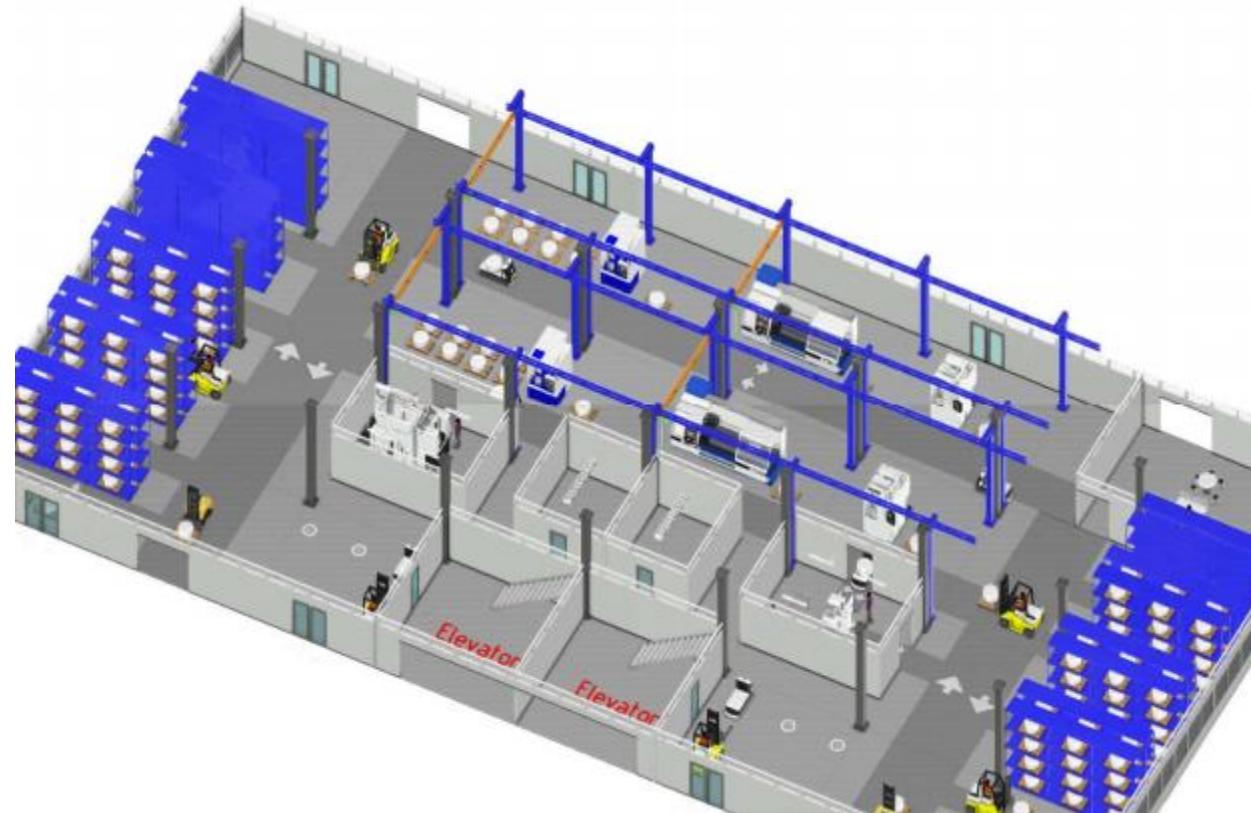
布局建模

仿真分析

状态监控

数控分析

- 设备PLC信号采集
- 数据库采集
- 状态监控



# 四、智能制造案例分析—数字工厂

布局建模

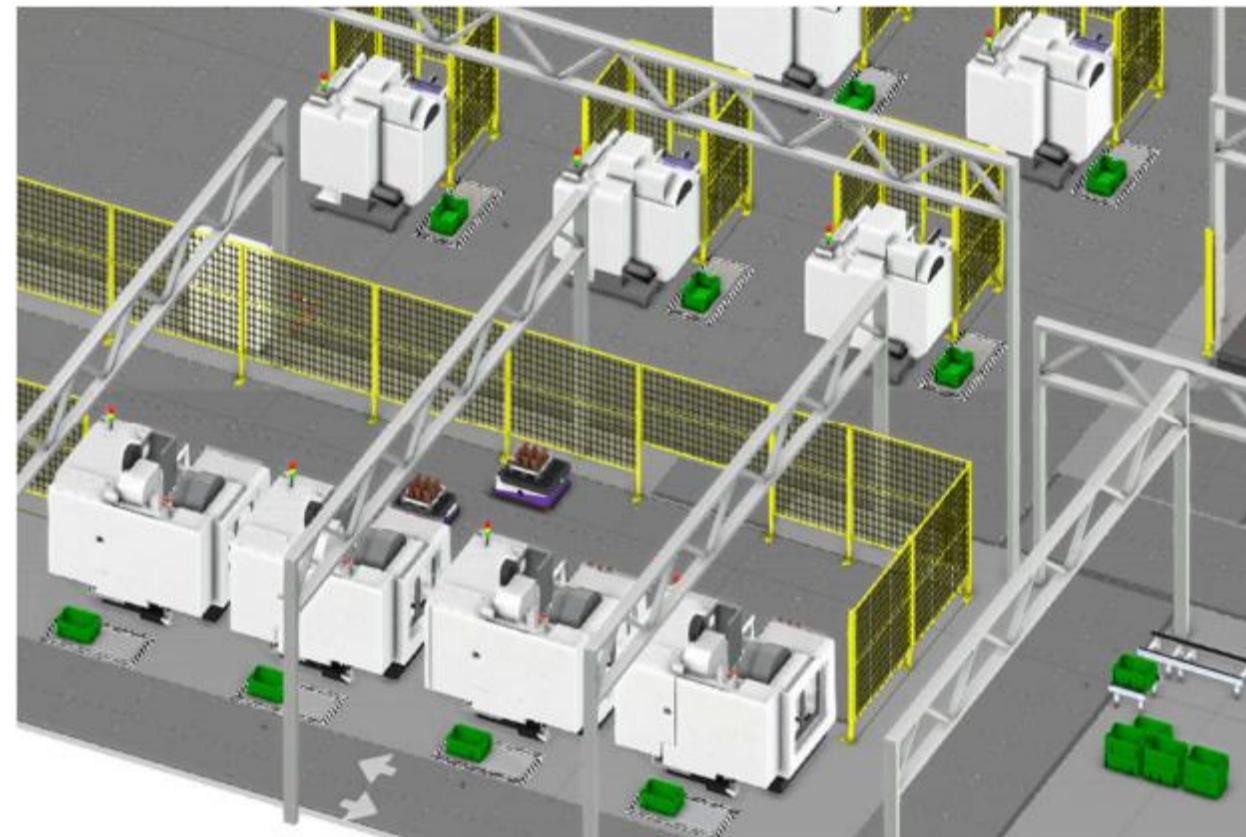
仿真分析

状态监控

数控分析

④通过三维场景中设备实时运动，监控车间运行状态

⑤及时发现车间运行中存在的问题



# 四、智能制造案例分析—数字工厂

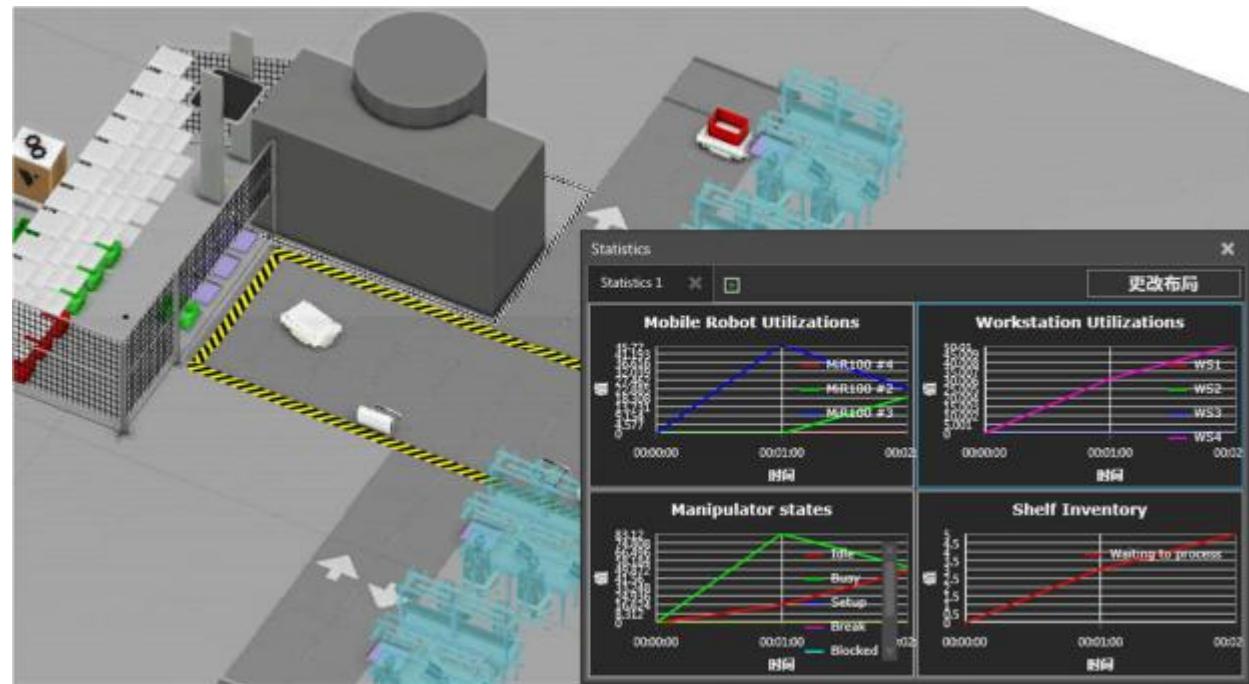
布局建模

仿真分析

状态监控

数控分析

- 货物流量统计
- 设备效率分析
- 车辆路线优化



车间数据分析

# 四、智能制造案例分析—数字工厂

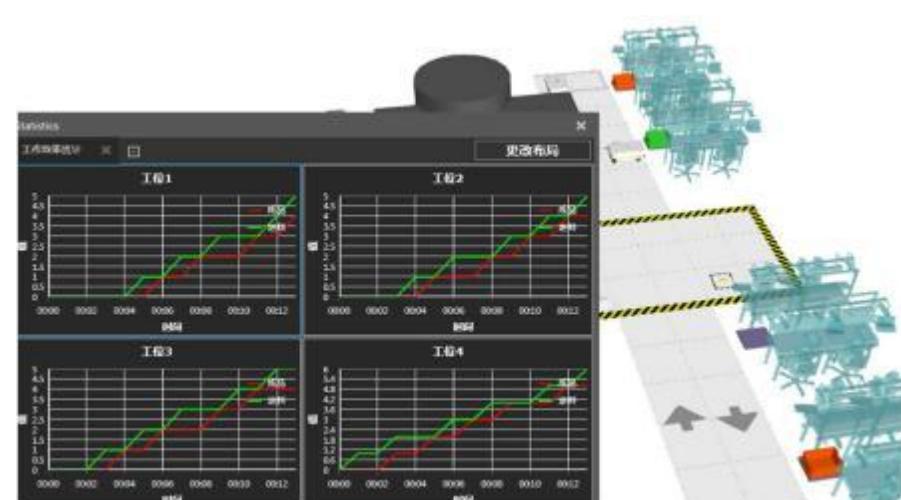
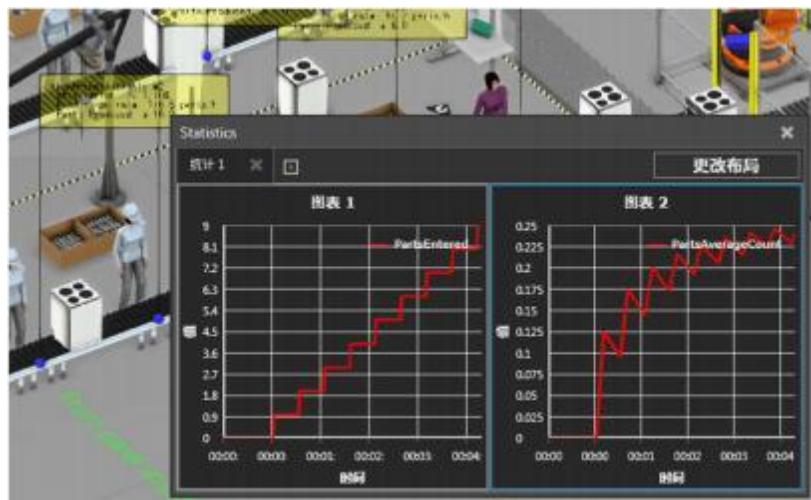
布局建模

仿真分析

状态监控

数控分析

- 通过将货物计数器连接到相应设备统计货物类型及数量
- 分析货物总数，运送最短、最长、平均时间，计算产线节拍



# 四、智能制造案例分析—数字工厂

布局建模

仿真分析

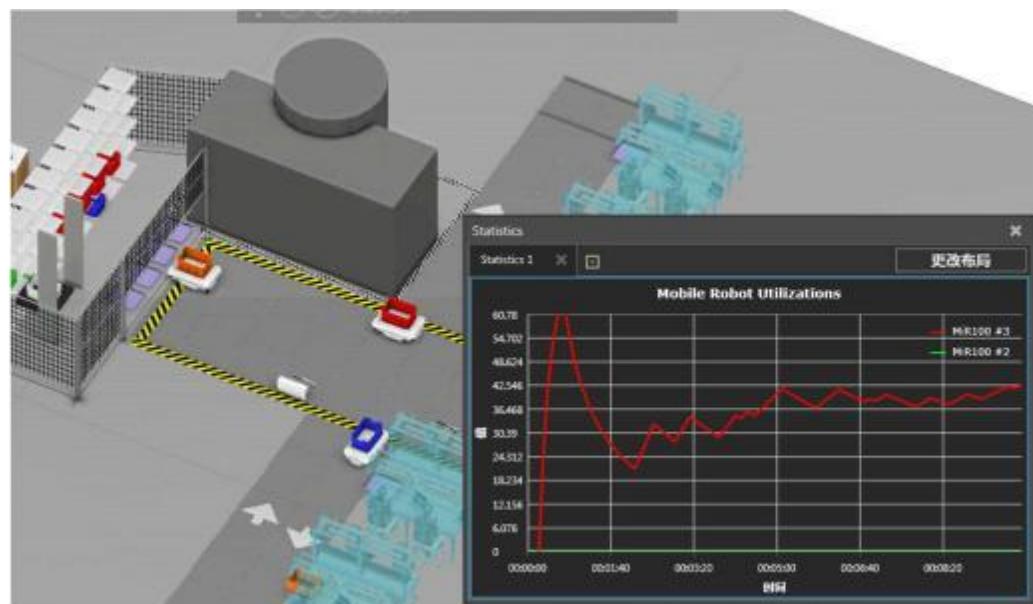
状态监控

数控分析

## • 设备效率分析

④统计车辆忙碌时间  
和空闲时间，确定  
车辆数量及参数

⑤统计加工设备加工  
时间，计算加工设  
备效率



# 四、智能制造案例分析—数字工厂

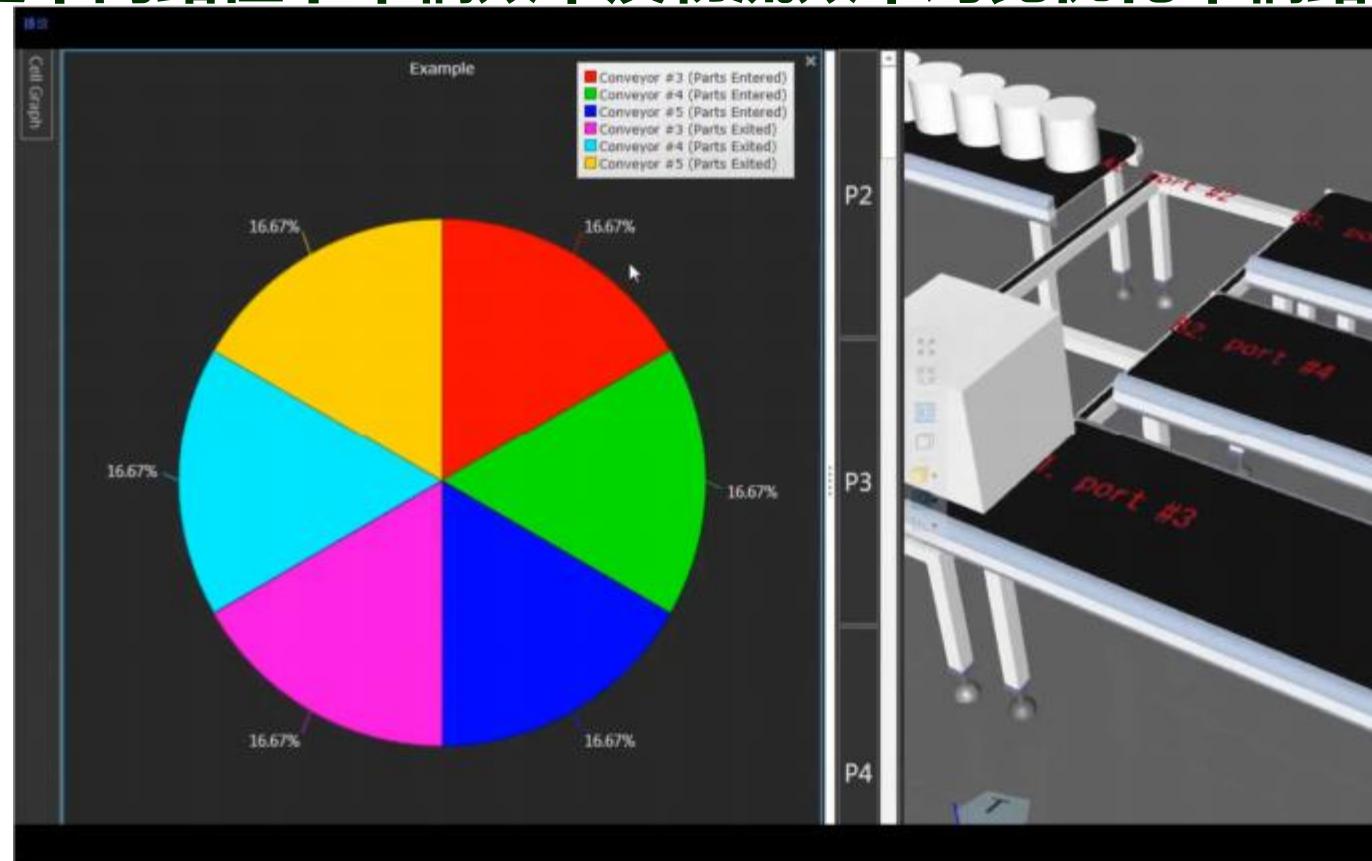
布局建模

仿真分析

状态监控

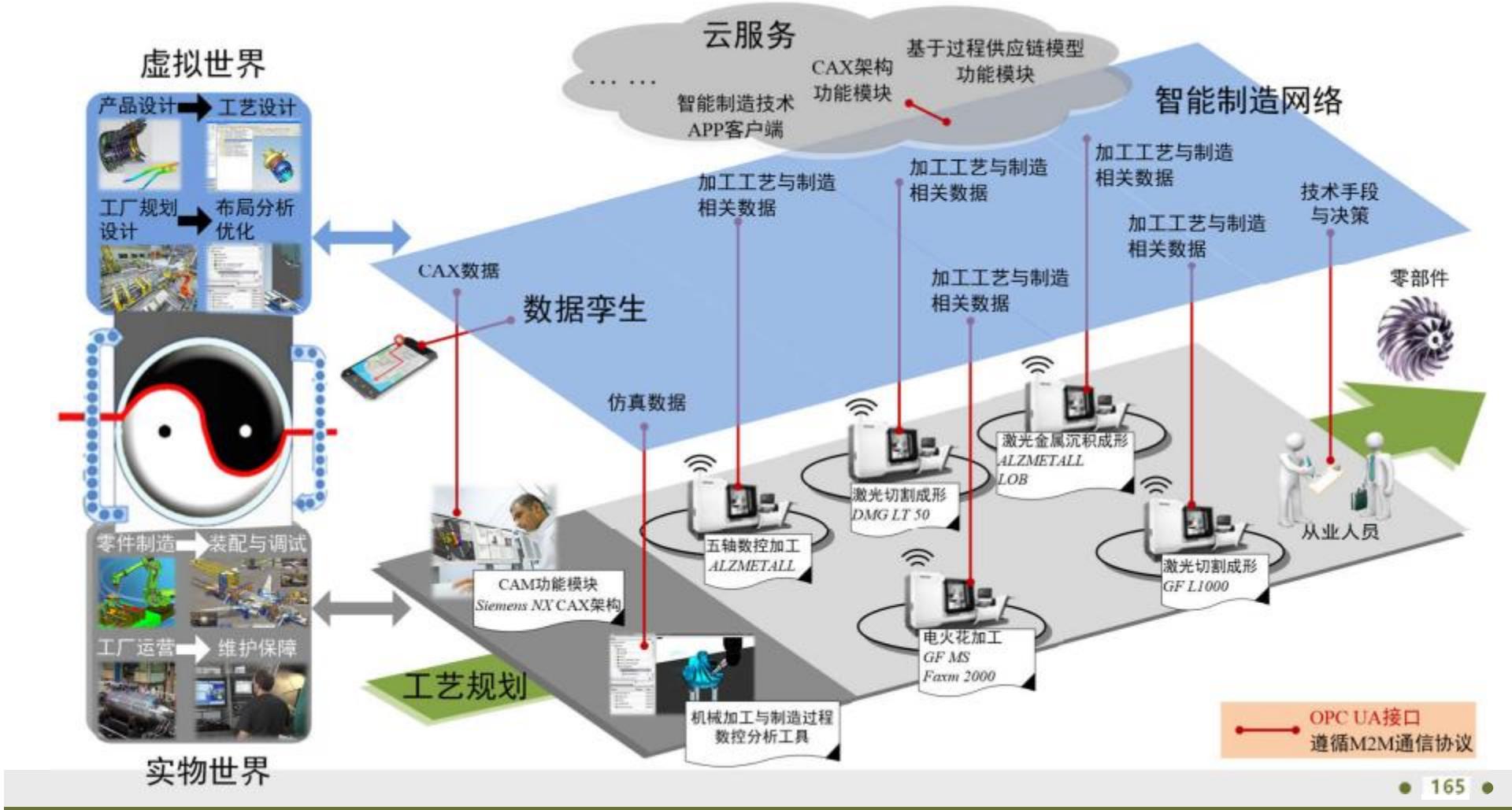
数控分析

④通过不同路径下车辆效率及物流效率对比优化车辆路径



# 四、孪生模型驱动的制造、装配技术

- “虚实”互联
- 模拟仿真
- 远程管控
- 数据“云端化”
- 三维真实再现



## 4.数字孪生常用软件平台

**PDPS(西门Tecnomatix)**



# Visual Components



## 基于UNITY 3D 开发



## 第三方平台 图扑 灵图





谢 谢!