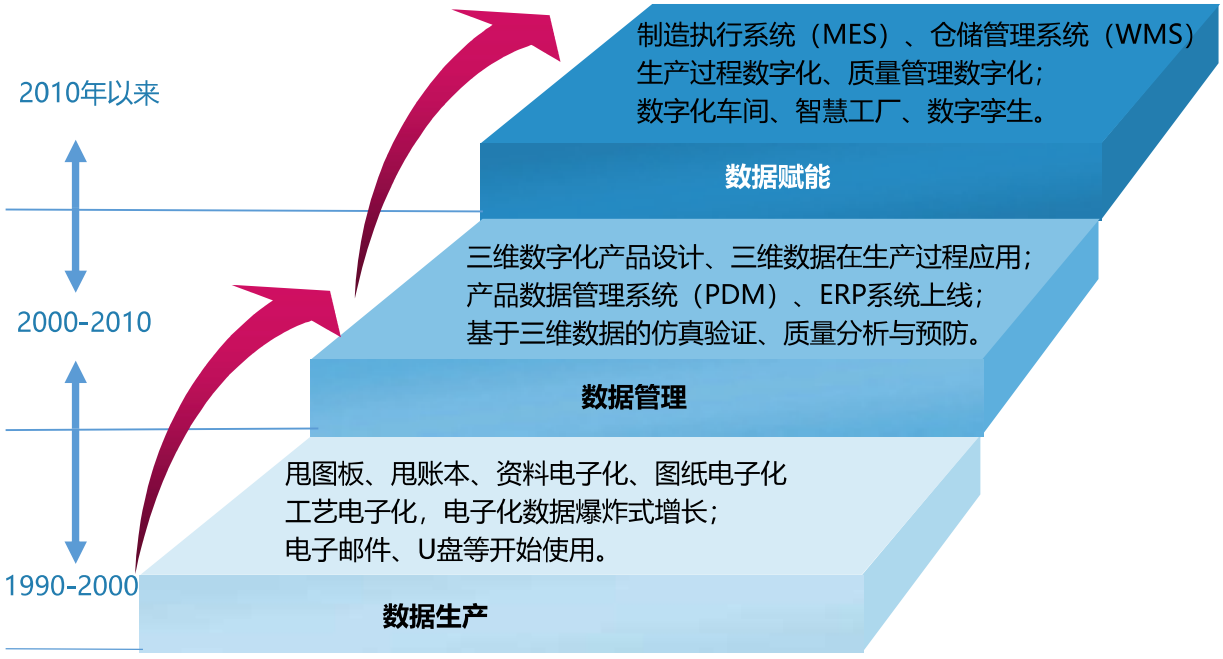
制造业企业数字化转型与应用实践

闫 波

2026年

企业数字化时代已悄然来临



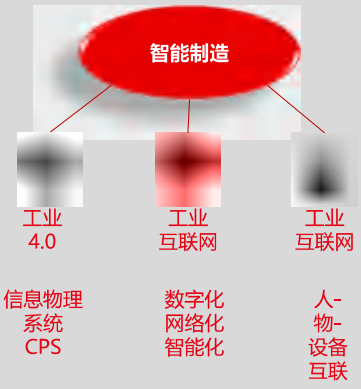
信息科技发展的三个阶段

企业数字化转型大背景

新技术驱动变革

云计算
大数据
移动互联网
物联网
人工智能
智能装备
工业软件
……

国家战略推动变革



企业都在思考变革

如何转型制造业?

- 业务梳理
- 流程再造
- 企业信息化
- 两化融合
- 企业数字化转型
- 造智能工厂
- ……

客户需求在变化



要求企业高质量发展

高质量发展是企业可持续发展的必然选择 · 五大核心要求

产品质量不断提高

满足人们对美好生活的需要，包括性能、寿命、安全性、可靠性、经济性和外观等各个方面的不断改善。

生产过程清洁高效

满足人与自然和谐发展的要求，在创造经济效益的同时，最大限度减少对环境的负面影响。

绿色制造

是高质量发展的重要要求，贯穿产品全生命周期的绿色理念。

效益保持较好水平

人均增加值不断提升，投入产出比持续优化。

核心竞争力不断提高

争取更大的市场空间，构建可持续的竞争优势。

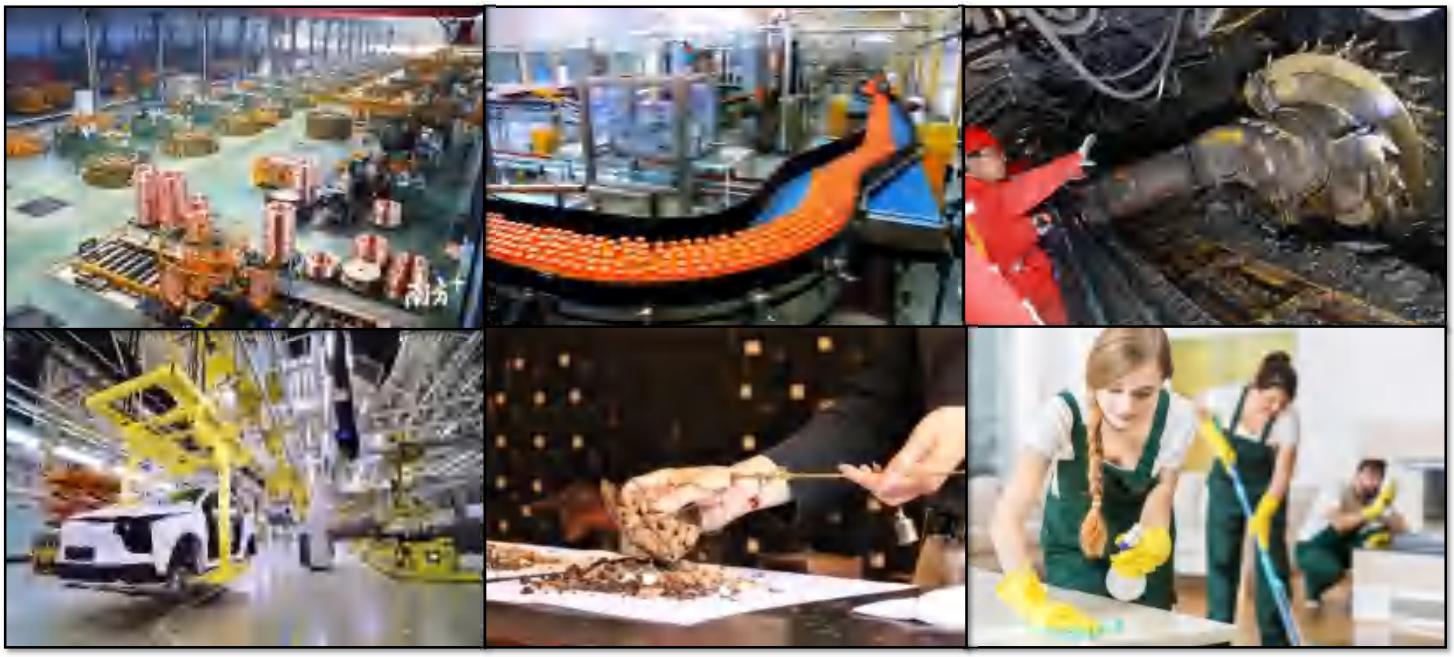


绿色零碳智慧工厂 · 屋顶光伏+综合能源站

高质量发展 = 质量 + 效率 + 绿色 + 效益

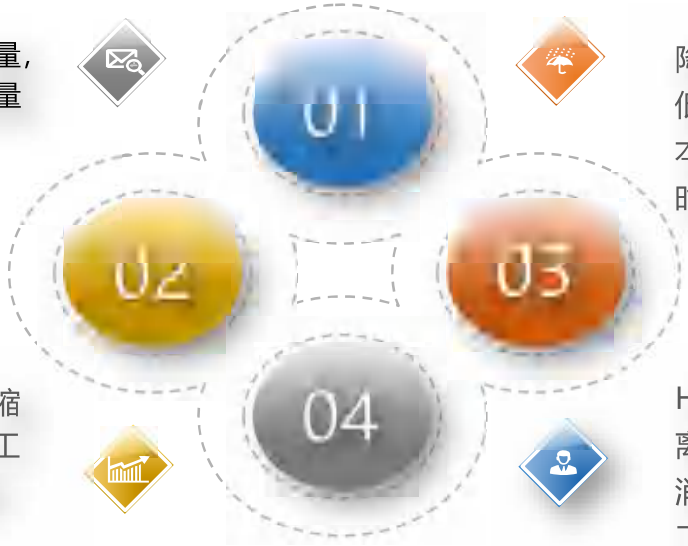
企业高质量发展不是单一指标的提升，而是产品质量、生产效率、绿色制造、经济效益和核心竞争力的协同共进，是企业可持续发展的必由之路。

行业不同数字化转型重点不同



企业对数字化转型的期[illegible]！

提质：提高产品的本质质量，提高客户满意度，降低质量风险，降低质量成本；



降本：降低生产成本、降低质量成本、降低物流成本，降低失败成本、降低时间成本、降低空间成本；

增效：提高生产效率，缩短生产周期，降低员工工作强度，改变工作环境；

HR: 招聘优秀的员工、降低离职率、员工归属感提高、消除工作安全隐患、避免员工职业病、工作自豪感提高。

企业数字化转型业务规划

满足快速响应客户定制化需求
实现高质量高效益的管理目标

通过大数据分析和挖掘实现质量、成本和效率的持续改善，更好为客户服务

设计数字化
- 通过智能化、参数化的三维设计和仿真技术，实现快速定制化设计，并实现质量、成本和可制造性的优化

工艺数字化
- 通过数字化工艺规划和数字化工厂仿真技术，缩短生产准备周期，并实现生产周期和节拍、物流、设备能力的平衡和优化

采购数字化
- 通过协同计划系统实现精益的生产、采购和物流管理，建立面向客户订单的准时制生产和物流拉动体系

生产数字化
- 通过ERP、MES和工厂/物流自动化系统的集成，实现一体化的计划、执行、控制、数据采集和反馈，改善生产、设备、质量的可见性和响应速度

打通从设计到制造的流程，实现基于模型的产品设计、工艺规划、制造执行、质量检测和闭环反馈

建立以精益文化为基础的管理体系

基于精益思想管理架构与识别价值

精益是指在于生产的各个区域排除浪费，包括客户关系，产品设计，供应链和工厂运营管理。目的是要用**更少**的资源，**更少**的库存，**更少**的时间，**更少**的空间来制造产品，**快速**响应**客户的需求**，同时以**最经济有效**的方式来保证产品的**高质量**。



从精益生产到精益全价值链

精益不只是生产部门的事，而是覆盖企业经营全链条的系统工程——**从局部效率到整体价值最大化**

研发 → 采购 → 制造 → 销售 → 售后

全员、全部门端到端精益改善体系

支撑企业战略

从企业经营目的和财务目标出发，理解精益全价值链如何支撑企业战略。

实现**从局部效率到整体价值最大化**的转变，让每一个环节的改善都服务于企业整体经营目标。

端到端改善体系

构建覆盖**研发、采购、制造、销售、售后**的全员、全部门端到端精益改善体系。

打破部门壁垒，让价值在全链条中顺畅流动，消除跨部门的等待与浪费。

数字化转型基础

探讨精益全价值链如何为**智能制造**奠定基础。

通过**数据贯通和流程数字化**，让精益改善的成果固化到系统中，助推企业数字化转型，实现精益与数字化的双轮驱动。

成本思维：杜绝过度设计与冗余设计

成本是企业经营的根本，而设计是产品降本最关键的环节。在产品开发初期，建立正确的成本思维，能从源头避免后期的成本失控。

过度设计的常见误区

- **材料与定制：**普通结构选高端材料 / 将通用配件改为非标定制
- **功能与结构：**增加用户不需要的冗余功能 / 将简单结构刻意复杂化

优秀研发的“成本思维”

- **引入价值工程(VE)：**系统分析功能与成本关系，实现“必要功能”
- **坚持核心原则：**够用、适配、最优，在功能、安全与成本间寻找平衡



价值工程(VE)的核心目标：

力求以最低的**生命周期成本**，可靠地实现产品的**必要功能**，并着重研究功能与成本之间的关系，从而达到提升产品价值的目的。

质量思维：从源头把控产品品质

产品质量是设计出来的，不是生产检出来的

01. 引入故障模式与影响分析 (FMEA)

在设计阶段系统性识别潜在故障，分析原因与影响，提前制定预防措施。核心是通过计算**严重度(S)、发生度(O)、检测度(D)**得出**风险优先级(RPN)**，优先解决高风险问题。

02. 设计中的关键质量考量

- **结构稳定性：**增加加强筋、优化壁厚、规避应力集中。
- **装配容错性：**设计防呆结构，杜绝装反、装错等人为失误。
- **环境适应性：**针对高低温、湿度、冲击等不同场景进行专项设计。



制造思维：贴合现场，适配生产

引入 DFM 与 DFA 设计原则

DFM (面向制造):设计应充分考量企业现有加工设备能力、工艺水平与制造成本，确保图纸可落地。

DFA (面向装配):设计应简化产品结构，使其易于装配，大幅减少装配时间、人工成本与出错率。

优秀研发的“制造思维”

- **坚持“设计服务生产”：**主动走进车间，了解设备极限与装配工人的操作习惯。
- **简化复杂结构：**将多个零件整合为单一零件，从源头减少工序数量。
- **减少多余工序：**剔除设计中不必要的加工、反复调整与检验步骤。



核心洞察

脱离车间实际的图纸，设计再完美也没有价值。制造思维的本质，是在设计与生产之间寻找最佳平衡点，实现产品的高效、低成本批量落地。

效率思维：降低作业强度，提升产能

产品好不好做、快不快、累不累，最终都是由**设计**决定的。优秀的设计是生产提效的基石。

结构优化：化繁为简

如特斯拉的一体化压铸，将70+零件整合为1个，生产时间从“小时级”大幅缩短至“分钟级”，显著提升良率与节拍。

通用化与标准化：降本提效

提高零部件借用率，大幅减少工装夹具种类，既能降低库存管理成本，又能加快产线切换与生产节拍。

人机工程学：以人为本

合理规划操作空间与力臂，最大程度降低员工的体力消耗与操作疲劳感，实现“人”与“机”的和谐协同。



供应链思维：适配市场资源与供应商

产品设计不能脱离采购和供应链的实际，优秀的研发人员应当具备成熟的供应链思维，以保障产品落地的可行性。

优先选用标准件和通用物料
充分利用成熟的市场供应链体系，有效降低采购成本、缩短交付周期并规避供应风险。

考量供应商产能与供货稳定性
在设计初期就与采购及供应商沟通，确保关键物料具备长期、稳定的可获得性，避免生产停滞。

尽可能减少非标定制
除非为实现核心差异化，否则避免设计独特的、难以采购的零部件，以提升供应链响应速度。



价值导向：市场（好的产品）

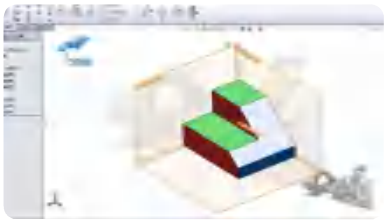
- 什么是产品？
  - 产品是企业赢利的载体
  - 产品是企业发展的根本
- 产品需具备哪些条件？
  - 被广大用户所认可、接受
  - 在众多同类产品中具备竞争能力



价值导向：市场（有生命力的产品）



夯实基础与拥抱技术



夯实基本功

● **软件精通：**熟练掌握NX、SolidWorks等设计软件，做到画图规范、建模高效。

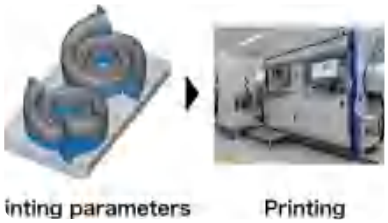
● **标准吃透：**深入理解并严格遵守国家、行业及企业的设计标准，确保产品合规。



立足生产现场

● **践行精益设计：**秉承“现地现物”思想，主动走进车间，了解一线作业的真实痛点。

● **推进“三化”设计：**大力推进产品的系列化、标准化、通用化，降低生产成本，提升质量稳定性。



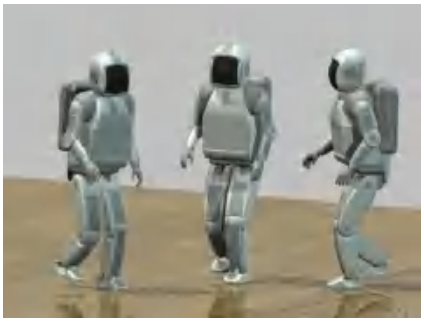
拥抱新技术

● **技术革新是关键：**固守传统设计和老旧工艺，只会让产品失去竞争力。主动求变，掌握前沿工具。

● **前沿应用案例：**3D打印、仿真分析软件（ANSYS）、自动化生产设备。

产品研发、设计数字化

研发设计部门是企业的灵魂，是产品创新和技术创新的主体，建设先进、完善、智能的研发设计系统，是实现智能产品、智能制造的基础。

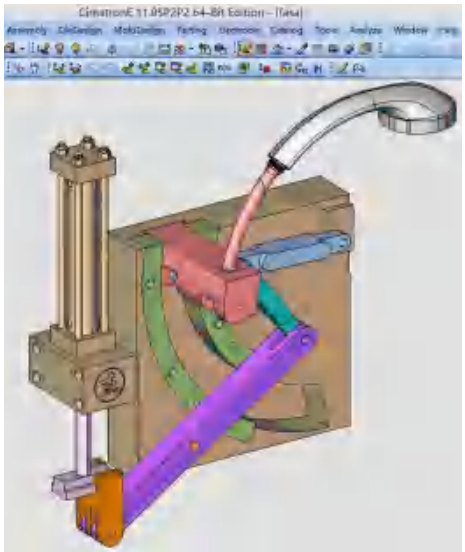
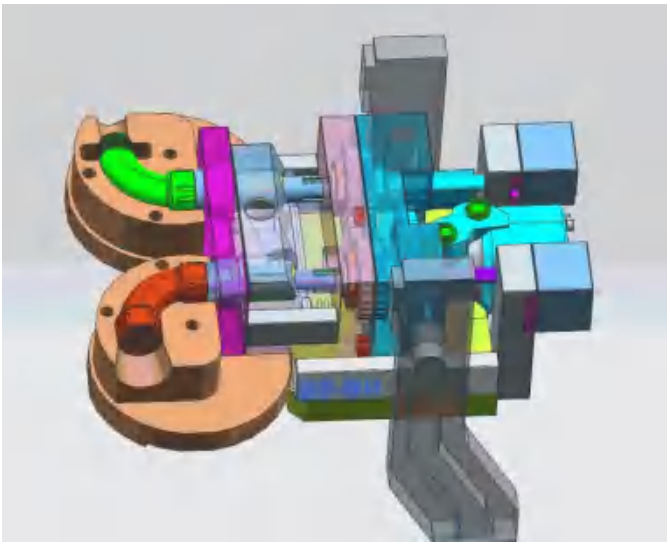




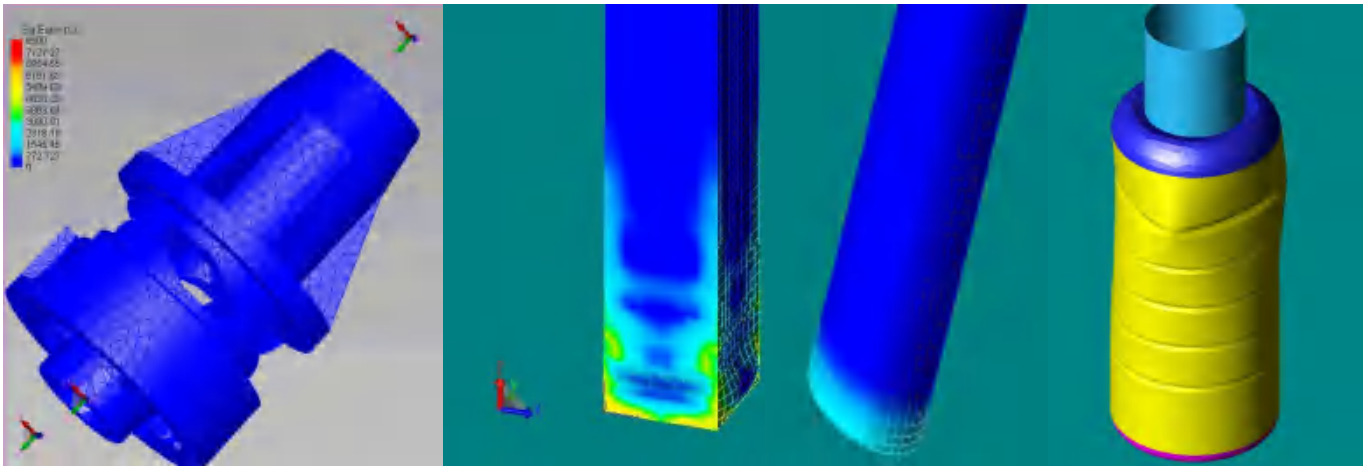
产品研发、设计数字化——机构仿真

根据零部件之间的装配关系和约束定位，实现零部件之间的运动仿真；

根据产品的工作原理，定制出真实的产品运行动画效果，可供产品展示、原。

产品研发、设计数字化——有限元分析



鼻锥式离合器　　方盒架冲击　　管冲击　　塑料桶失稳

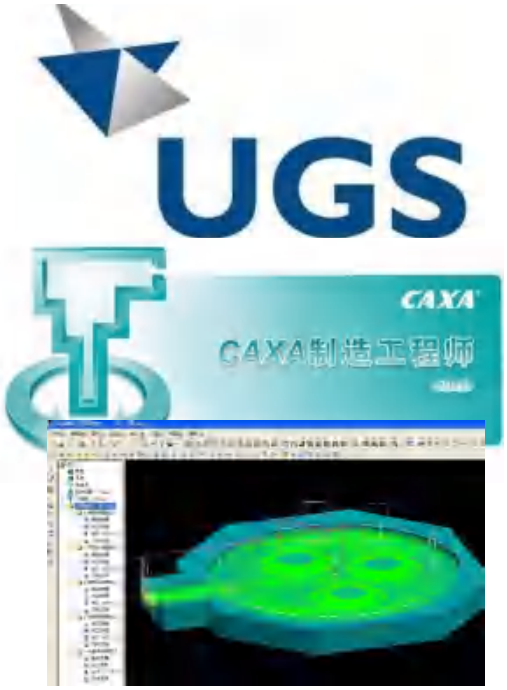
思路：合适的产品性能，合适的材料，合适的成本；

方式：基于三维模型，进行有限元分析。

产品研发、设计数字化——基于制造过程设计



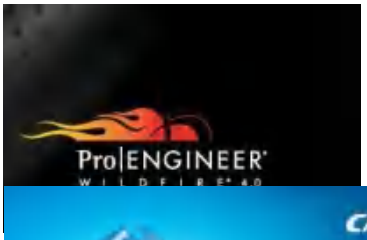
产品研发、设计数字化——基于制造过程设计















产品研发、设计数字化——基于制造过程设计







案例：折弯机研发



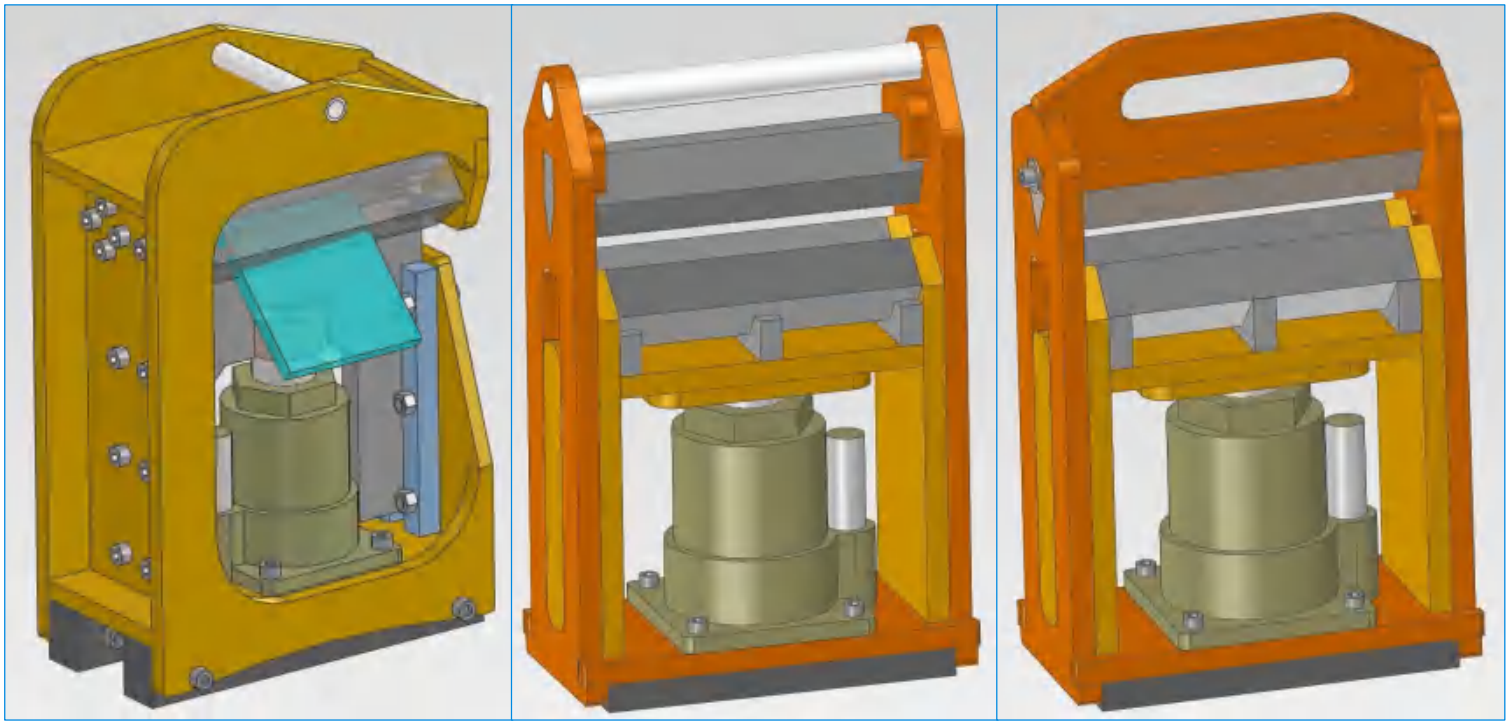




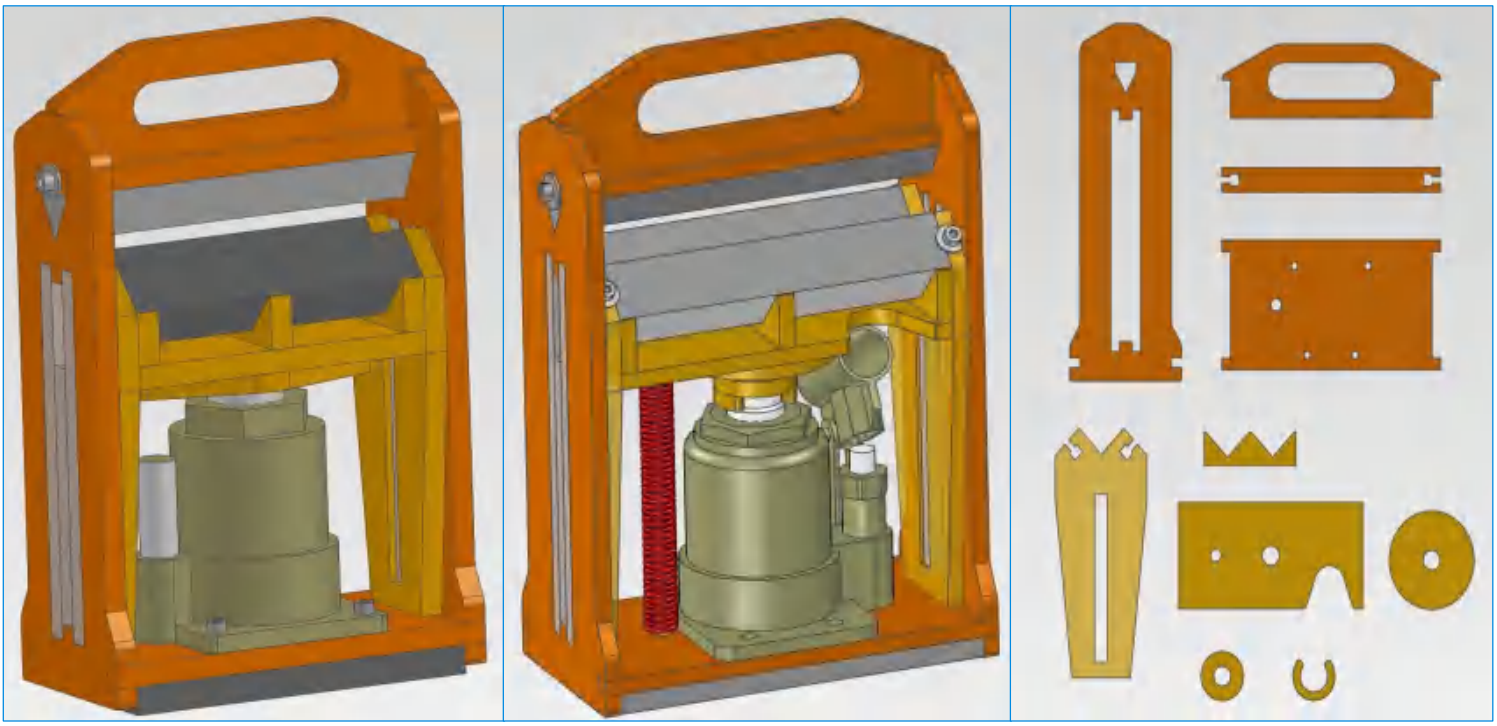




案例：折弯机研发



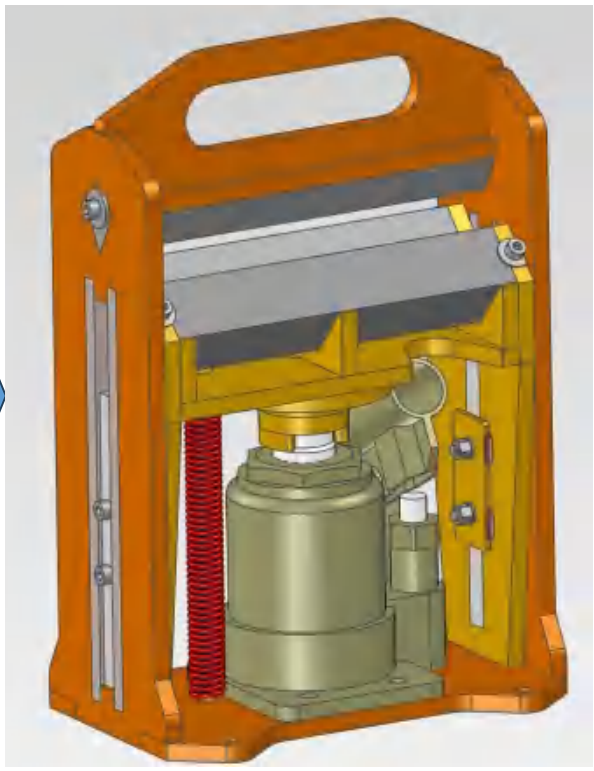
案例：折弯机研发



案例：折弯机研发



持续改善



产品研发、设计数字化——基于制造过程设计



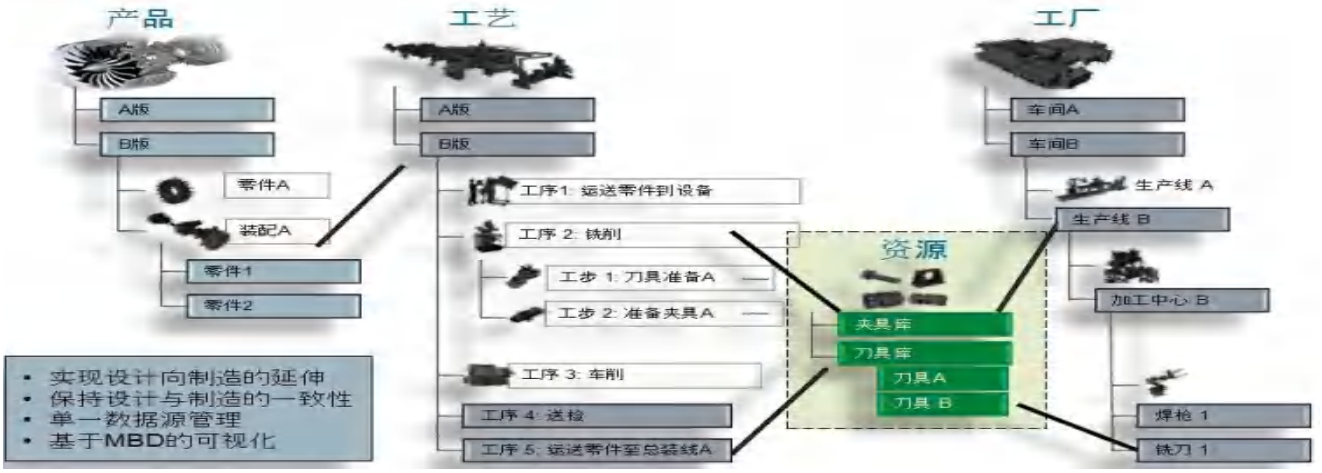


工艺设计、规划数字化

设计	工艺	生产
		
What to do	How to do	To do that

工艺设计、规划数字化——工艺规划

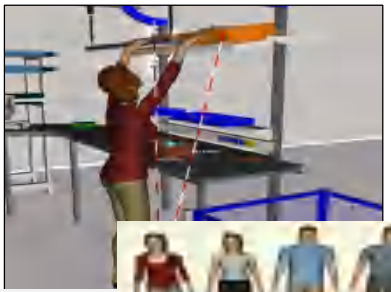
- 三维产品/资源模型，以结构化及3D可视化的工艺的形式进行工艺规划和工艺过程仿真，有效管理PBOM、工艺/工序/工步数据、工装设备等生产资源数据、工厂/生产线/装配区等生产布局数据，形成企业单一的数据源。



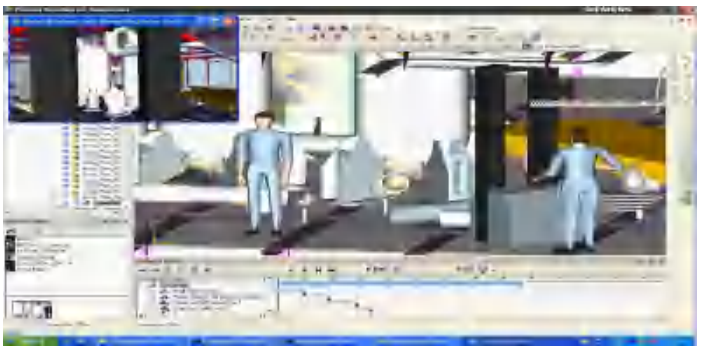
工艺设计、规划数字化——工艺规划与仿真验证

- 可达性分析
- 可见性分析
- 可维修性分析
- 舒适度分析
- **工时评估**
- 能量消耗分析
- 疲劳强度分析
- 工作姿态分析











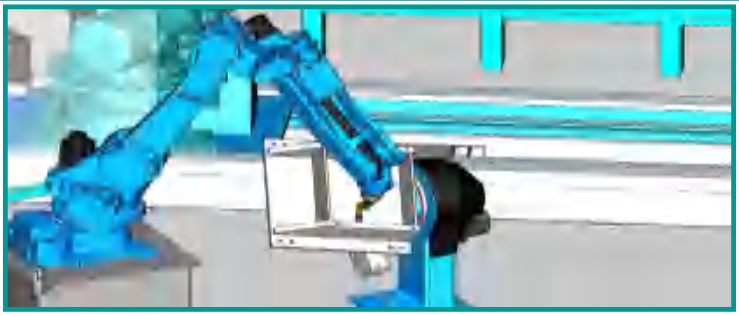
益处：一次正确制造生产

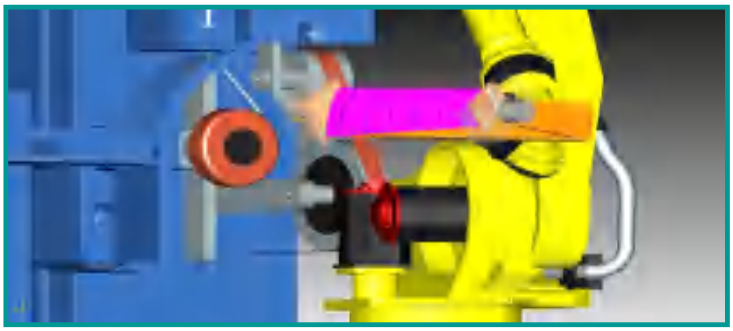
在产品设计过程中，分析、优化因人的身高与体重等因素造成的操作使用问题。在产品的生产制造设计的合理性、工艺可行性等问题。提高生产效率，减少劳动强度，保护工人的人身安全和健康。

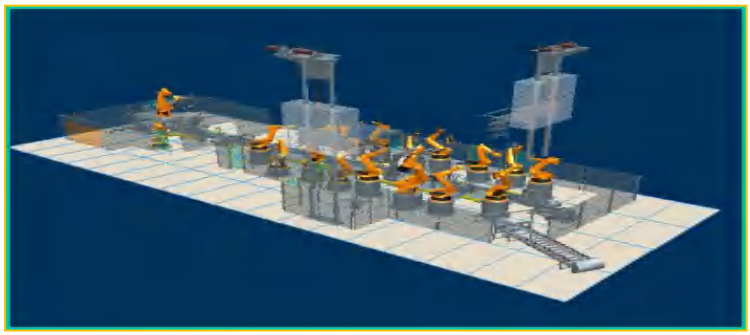
工艺设计、规划数字化——工艺规划与仿真验证

机器人离线编程和虚拟调试，机器人仿真领域是最杰出的应用软件









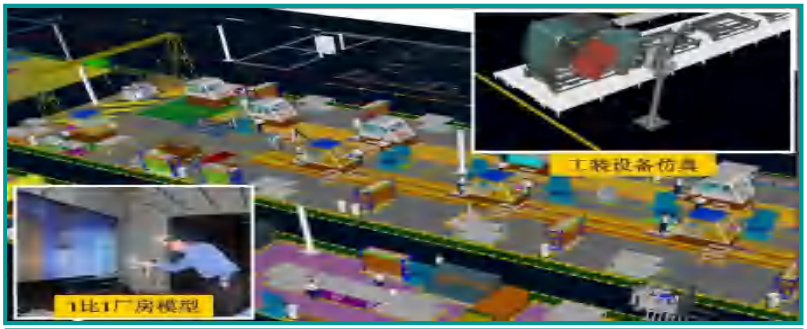
工艺设计、规划数字化——工厂布局规划与仿真验证

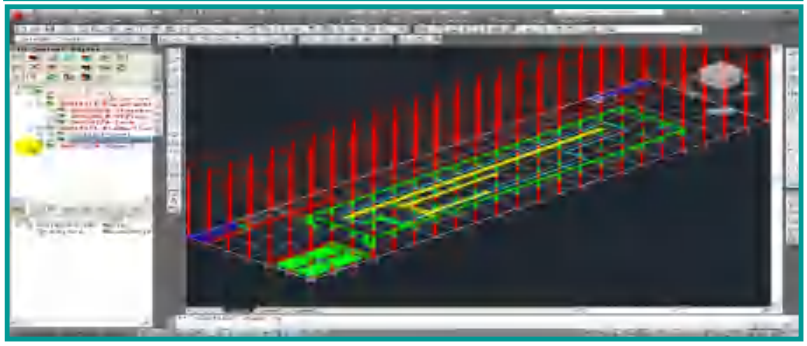
传统2D工厂设计





3D工厂设计

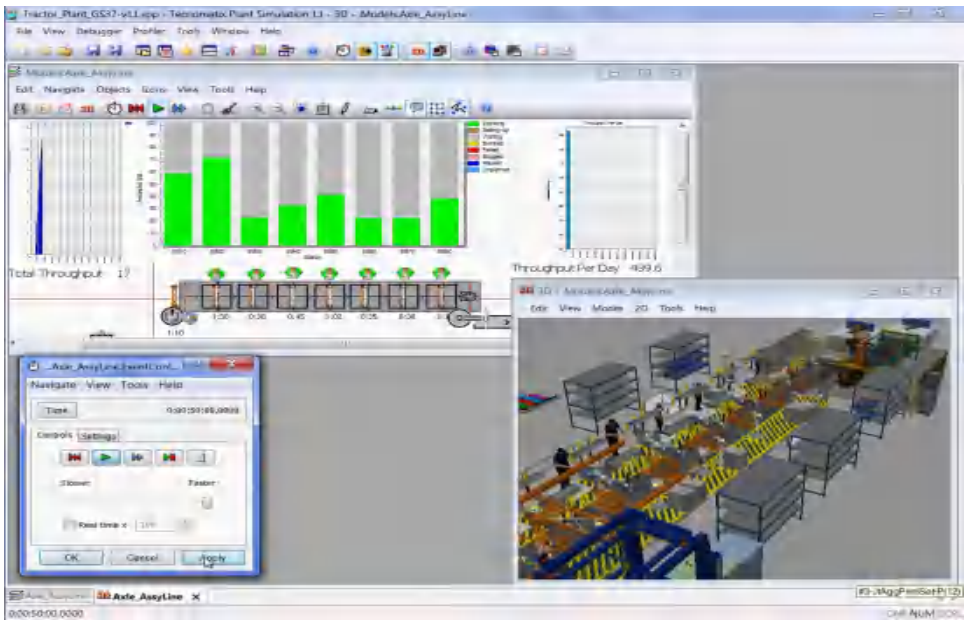




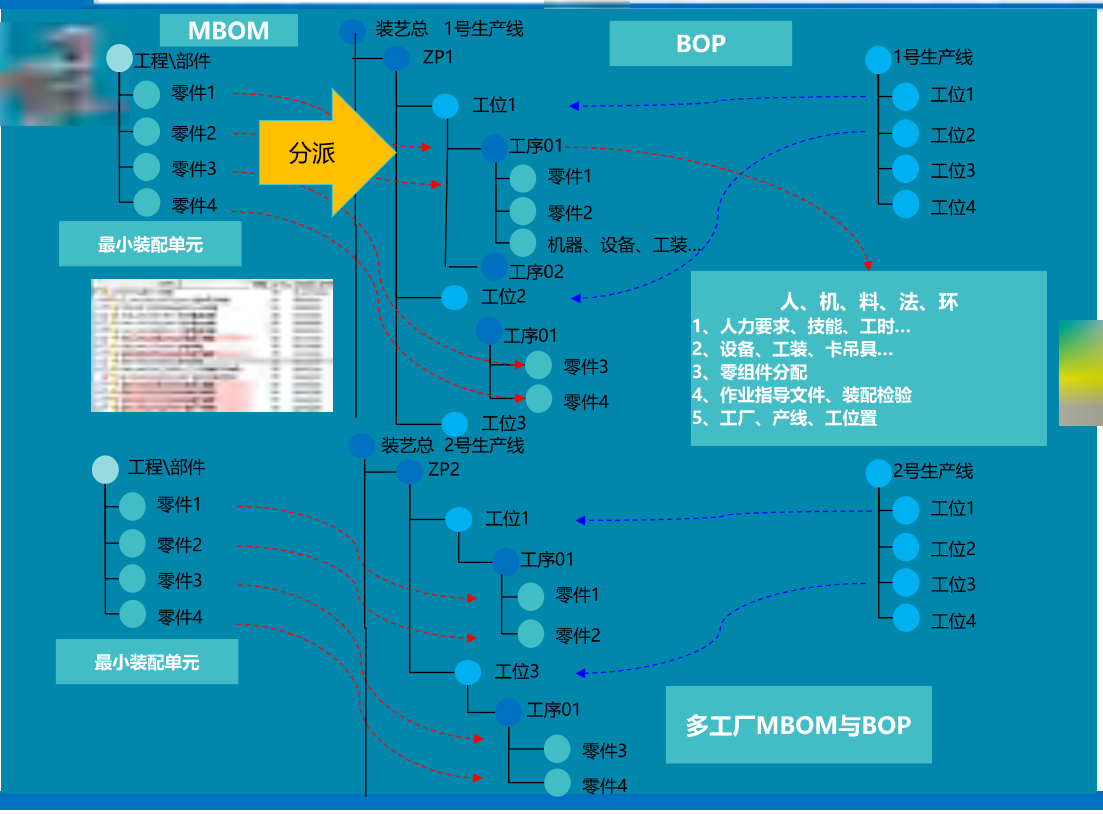
5. 工艺设计、规划数字化——物料分配与节拍分析





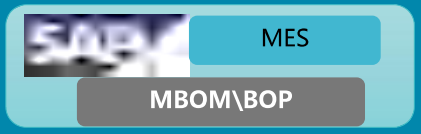


工艺设计、规划数字化——完整、准确、合理的生产数据











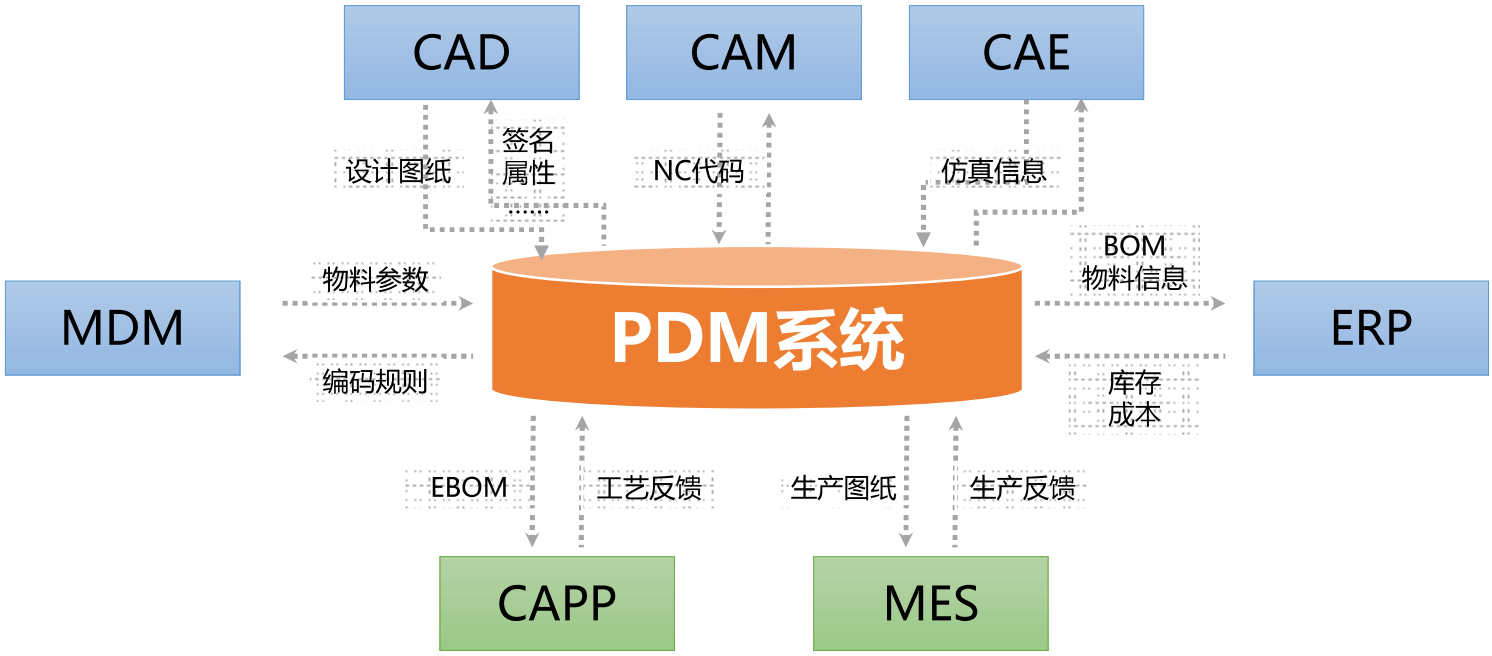


产品生产过程数字化

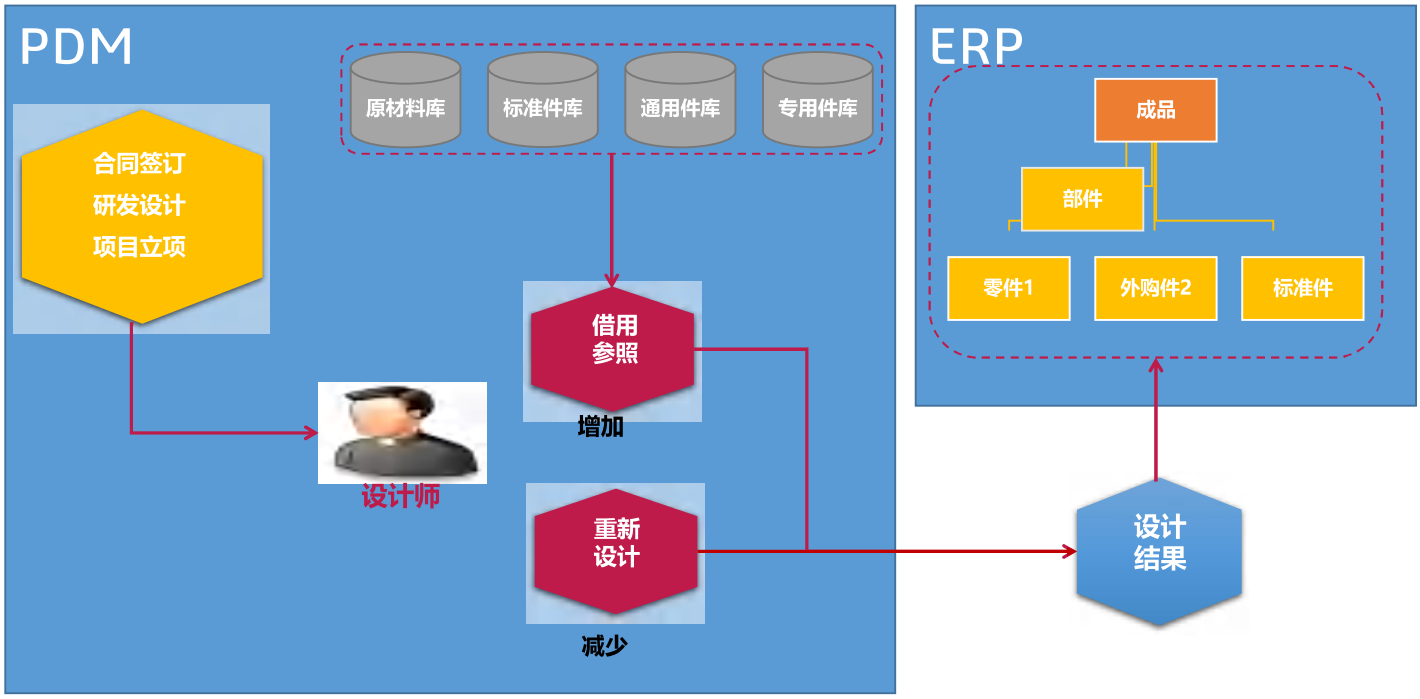
- 自动化的识别
- 自动化的检测
- 自动化的执行
- 自动化的保护
- ✓ 提高生产效率
- ✓ 降低工作强度
- ✓ 保证产品质量
- ✓ 改变工作环境



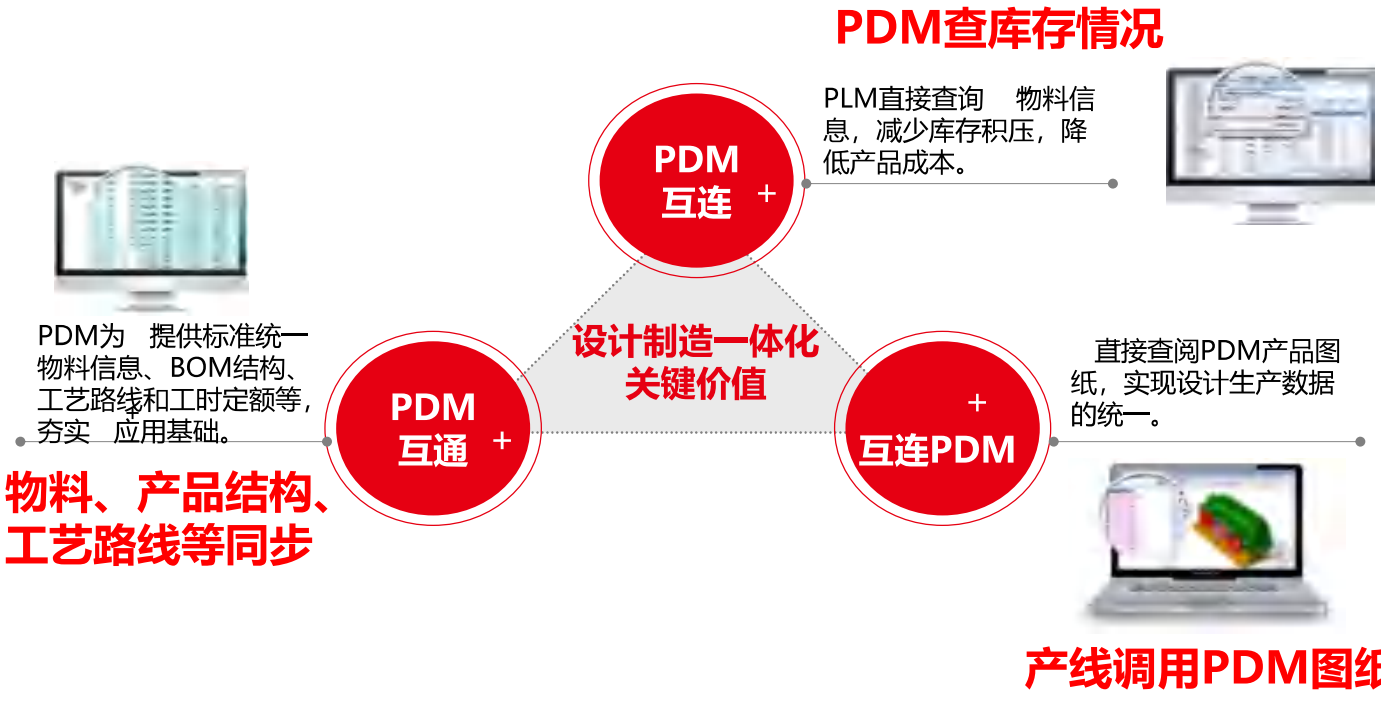
产品数据管理（PDM）



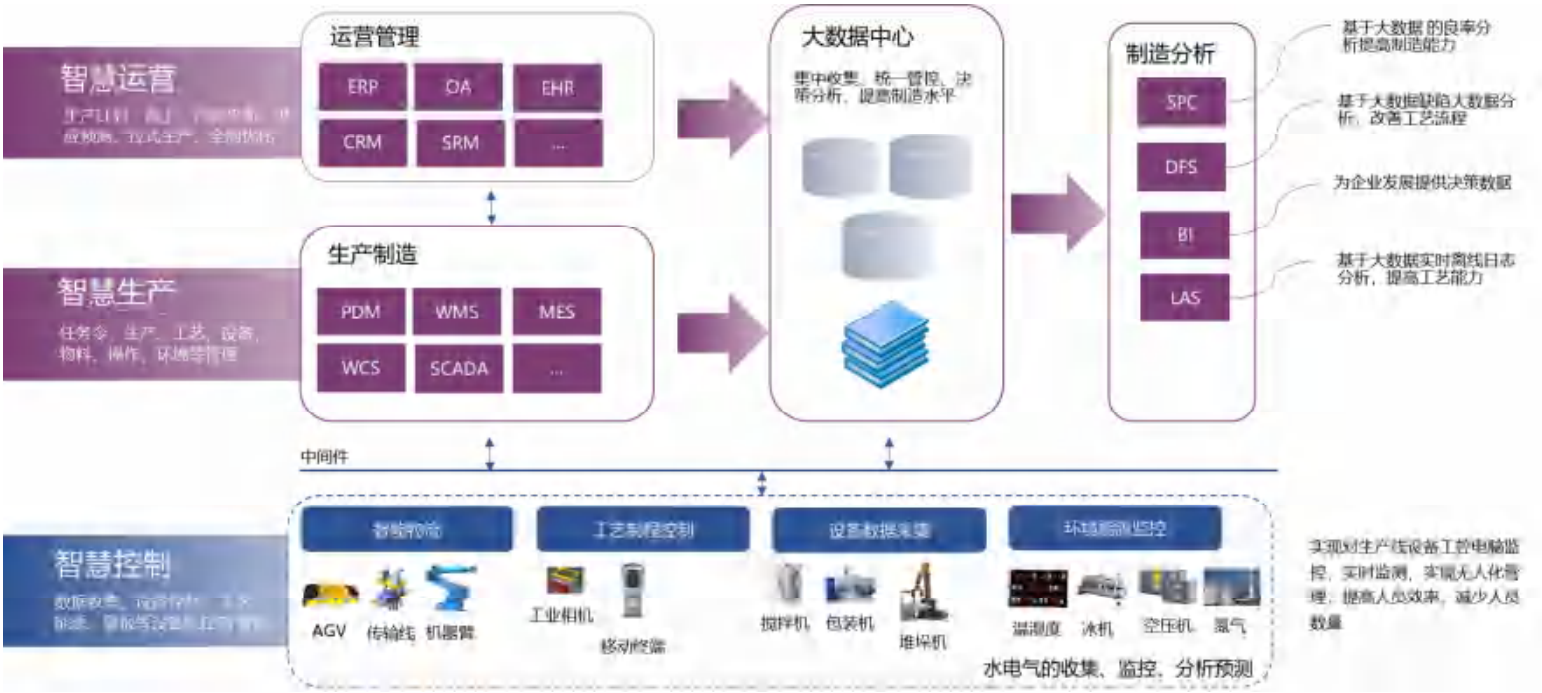
产品数据管理（PDM）



产品数据管理（PDM）—总结



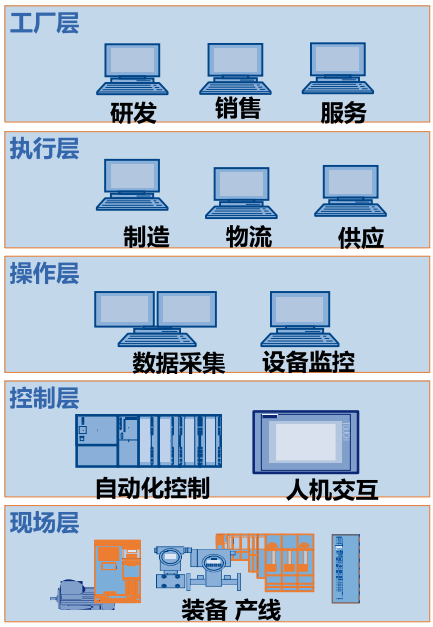
企业大数据搭建及应用



企业大数据搭建及应用



数字化工厂总体框架



基于模型全生命周期数字孪生 企业资源管理

工业网络

制造执行MES 仓储物流WMS

数据采集与监视控制系统

控制器和显示终端
PLC/CNC/MC/HMI

识别和设备驱动系统

TIA
全集成
自动化

生产线运行效果

- ✓ 产能：原13台/天提升至30台/天；
- ✓ 人数：原11名员工减少至5人；
- ✓ 面积：原300平方减少至200平方；
- ✓ 数字化：物料标识、生产看板、安灯；
- ✓ 作业环境：地摊上作业变为流水线工位制节拍化生产模式。



产品生产过程数字化——总结



谢谢！

Thank You



闫 波

精益数字化

18629342398

职业资格：

- 高级工程师　职业培训师
- 西安市智能制造与数字经济产业协会副理事长
- 陕西教育厅和社会保障厅共同颁发“华中数控杯”现代制造技术技能大赛评委
- 陕西省工业经济联合会专家咨询委员会专家
- 全国第二届全国智能制造应用技术技能大赛裁判
- 全国第三届全国智能制造应用技术技能大赛裁判
- 西安高新区专业技术人员继续教育基地特聘专家
- 宁夏企业家协会智造企业推进委员会专家
- 国家级”高喜喜技能大师工作室成员
- 渭南技术学院、渭南工业学校担任客座教授
- 湖北智能制造产业联盟专家
- 拥有10多项专利，具备扎实的研发实力与创新能力

工作经历

- 陕汽集团陕西通力专用汽车有限公司技术科科长
- 北京数码大方科技股份有限公司（CAXA）西区技术总监
- 智能制造人才培训基地建设：“中国西电集团智能制造应用人才培训基地”　“沈阳富创智能制造培训基地”
- 工信部智能制造专项“开关设备数字化车间运行管理试验验证平台”
- 企业数字化转型升级：数字化工厂规划设计及实施、生产过程数字化、单工序自动化、企业信息化规划与实施。

服务企业

- 西电集团：西开有限、西电西容、西电变压器、宝鸡电气、西电西瓷、西电西材
- 陕汽集团：陕西德仕、陕西汉德、陕西万方、陕西华臻、陕西华亨、陕西金鼎铸造
- 重庆川仪集团：川仪金属功能材料、重庆川仪速达、川仪执行器
- 航天航空：航天六三一所、中航富士达、中航工业西安航空发动