

# AI+赋能智能制造实践

## 课程背景：

信息化、数字化和智慧能化技术推动着各行各业的转型升级和跨越式发展。以中国制造2025的发展纲要为起点，中国制造业充分利用新技术、新思想、新模式实现跨越式发展，成为全球智能制造的领先者。

与此同时，人工智能（AI）和智能制造正在重塑全球制造业格局。在汽车、电子等行业，AI已广泛应用于生产管理、过程控制、工艺优化等领域，大幅提升效率并降低成本。这些跨行业经验证的借鉴将大幅缩短学习时间和学习成本。

制造业正在从传统经验驱动型的生产模式转和数字驱动和智能化模式，引入AI驱动智能工艺规划、数字化孪生、自适应加工，包括：

- 提升工艺指令编制效率，减少人工错误；
- 优化制造过程管理，实现动态协同制造；
- 提高效率和质量，降低成本，缩短交付周期；
- 构建自主可控的智能制造体系，实现跨越式发展。

本课程借鉴跨行业成熟的智能制造经验和智能工厂建设与运营经验，结合中国汽车、电子等行业的先进智能制造实践，从过程风险预防到工艺优化迭代升级，通过AI赋能制造，突破瓶颈，打造世界一流的制造工厂。

## 课程收益：

- 掌握AI在制造中的核心应用场景（如工艺优化、缺陷检测等）
- 学习跨行业（如汽车、电子）智能制造的成功模式，适配制造需求
- 提升工艺指令编制的自动化水平，减少人工干预
- 优化制造过程管理，实现数据驱动的动态协同

- 建立智能制造知识库，实现工艺经验的数字化沉淀
- 探索行业“AI+智能制造”的落地路径

**课程时间：**1天，6小时/天

**课程对象：**制造企业生产管理人员，核心团队成员

**课程方式：**老师讲授系统模型与方法，引导学员结合公司实际进行共创。

**课程内容：**

## AI+赋能智能制造实践

### 第一章：AI 赋能航空制造过程优化

#### 案例：汽车行业智能制造实践

#### 一、AI 在航空工艺设计中的应用

1. 工艺参数智能推荐
2. 加工路径自动优化
3. 复合材料成型工艺模拟
4. 基于历史数据的工艺知识库

#### 二、工艺指令自动化编制

1. 自然语言处理（NLP）解析技术文件
2. 智能 BOM（物料清单）生成
3. 动态工艺路线调整

4. 与 MES/PLM 系统集成

### 三、航空行业落地路径

1. 从关键部件试点（如铆接）
2. 建立工艺数据中台
3. 培养“AI+工艺”复合人才
4. 制定企业级智能化升级路线

## 第二章：智能化生产过程管理

### 案例：电子行业制造过程管理

#### 一、航空生产现场的数字化管控

1. 设备联网与数据实时采集（IoT）
2. 生产进度可视化看板
3. 工位智能调度与防错系统
4. 人员绩效动态跟踪

#### 二、动态排产与资源优化

1. 基于 AI 的订单优先级调整
2. 多约束条件（设备、物料、人力）排产

3. 紧急插单的快速响应机制

### 三、减少浪费与精益生产

1. 智能识别生产瓶颈（如装配线停滞点）
2. 物料齐套率预测与预警
3. 能源消耗动态优化

### 四、航空行业实施路径

1. 从关键车间（如机身装配）试点
2. 搭建生产指挥中枢（数字孪生驾驶舱）
3. 建立异常响应计划
4. 与供应商数据协同（JIT 模式）

## 第三章：质量检测与预测性维护

### 案例：汽车行业车身智能检测

#### 一、AI 驱动的航空质量检测

1. 视觉检测替代人工（如蒙皮缺陷识别）
2. 声学检测异响（如发动机部件）
3. 三维扫描尺寸校验

## 二、质量数据闭环管理

1. 缺陷根因分析（SPC 统计过程控制）
2. 工艺参数反向优化
3. 供应商质量协同追踪

## 三、预测性维护实现零宕机

1. 关键设备（如数控机床）健康度监测
2. 故障预警与备件预调配
3. 维修知识库构建

### 案例：三一重工设备运维

## 四、航空行业落地策略

1. 高价值设备优先部署（如复材铺丝机）
2. 质量数据与工艺系统打通
3. 建立“检测-分析-改进”闭环
4. 培养质量大数据分析团队

## 第四章：数字孪生与柔性制造

### 案例：电子制造业智能排产

## 一、数字孪生构建航空制造闭环

1. 虚拟调试减少产线停工
2. 工艺仿真验证（如装配干涉检查）
3. 产能动态模拟与优化

## 二、小批量多品种的柔性生产

1. 快速换型（SMED）智能化
2. 模块化工艺设计
3. 混线生产动态调度

## 三、人机协同与AR/VR应用

1. AR辅助装配（如线缆铺设指引）
2. 虚拟培训降低试错成本
3. 远程专家协作系统

## 四、航空行业实施步骤

1. 选择高复杂度环节试点（如机翼对接）
2. 搭建孪生数据平台（Unity/西门子工具链）
3. 制定柔性生产标准
4. 与供应链协同设计（如模块化部件）

## 第五章：供应链与物流优化

### 案例：电子行业供应链协同

#### 一、航空供应链的智能化升级

1. 供应商产能动态监控
2. 风险预警（如原材料短缺）
3. 成本波动预测与对冲

#### 二、智能仓储与物流

1. AGV/AMR 在部装车间的应用
2. RFID 物料自动识别
3. 无人机库存盘点

#### 三、供应链协同生态

1. 共享需求计划（CPFR 模式）
2. 区块链溯源（如关键零部件）
3. 跨境物流优化

#### 四、航空行业落地建议

1. 建立供应链控制塔（中台）

2. 优先优化长周期物料（如钛合金）
3. 推动行业级标准（如数据接口）
4. 联合头部物流企业（如顺丰无人机）

## 第六章：航空智能工厂规划

### 案例：PL-15 全自动生产线

#### 一、智能工厂顶层设计

1. 分阶段实施路径（自动化→数字化→智能化）
2. 精益与智能融合（消除流程浪费）
3. 能碳管理一体化

#### 二、关键技术选型与集成

1. 工业互联网平台（如树根互联）
2. 5G 专网支撑低时延控制
3. 边缘计算实时决策

#### 三、组织与人才转型

1. 设立数字化推进办公室
2. 技能矩阵重塑（如 AI 训练师）

3. 变革管理（打破部门墙）

#### 四、航空行业实施框架

1. 从示范线（如某型飞机部件产线）起步
2. 制定智能工厂成熟度评估标准
3. 对接国家智能制造标准体系
4. 构建产学研生态（如联合高校攻关）

### 第七章：AI 赋能的过程失效模式与影响分析（PFMEA）

#### 案例：汽车制造业 AI+PFMEA 实践

##### 一、PFMEA 在航空制造中的核心价值

- 1、航空工艺风险的独特性
  - 高精度装配（如机身对接）的失效后果
  - 复合材料成型的潜在缺陷模式
  - 小批量生产下的数据稀缺挑战
- 2、传统 PFMEA 的局限性
  - 依赖专家经验，主观性强
  - 静态分析难以适应工艺变更
  - 失效模式库更新滞后

### 3、AI+PFMEA 的突破方向

- 基于历史数据的失效模式自动挖掘
- 动态风险优先级 (RPN) 计算
- 工艺参数与失效的因果推理

### 4、航空行业实施目标

- 关键工艺 100%覆盖 PFMEA
- 与数字化工艺系统 (如 MES) 联动

## 二、AI 驱动的失效模式识别与分析

### 1、多源数据融合

- 工艺参数、质检记录、设备日志关联分析
- 非结构化数据 (如维修报告) 的 NLP 处理

### 2、智能失效模式库构建

- 基于知识图谱的失效模式关联网络
- 相似工艺的跨项目迁移学习

### 3、动态风险评价

- 实时工艺数据触发 RPN 重算
- 供应链变更的自动影响评估

#### 4、航空行业落地步骤

- 建立工艺数据湖（整合 ERP/MES/QMS）
- 定义航空专属失效模式分类标准
- 开发轻量化 AI 工具（如风险仪表盘）

### 三、PFMEA 与工艺优化的闭环管理

#### 1、预防措施的智能推荐

- AI 对比历史成功干预方案
- 参数调整的仿真验证（数字孪生）
- 装配工艺的防错设计

#### 2、措施有效性跟踪

- 自动采集措施实施后的质量数据
- 风险下降程度的量化评估

#### 3、知识沉淀与复用

- 失效案例库支持新人培训
- 跨厂区工艺风险共享

#### 4、航空行业协同机制

- 与供应商共建 PFMEA 协作平台

- 定期风险复盘（如季度工艺评审会）
- 对接行业标准（如 SAE J1739）

#### 四、航空 PFMEA 智能化实施路径

##### 1、试点选择与团队组建

- 优先高风险工艺（如复材固化）
- 跨部门团队（工艺/质量/IT）

##### 2、工具链搭建

- 与研发设计系统的接口部署（AI 本地化部署）

##### 3、变革管理

- 传统工程师的 AI 工具接受度提升
- 建立量化考核指标（如风险闭环率）

##### 4、长期演进规划

- 从单点应用到全流程覆盖
- 结合智能制成熟度评估
- 参与航空行业 AI-PFMEA 标准制定

#### 课程总结与回顾