宁夏装备制造业数字化转型急需紧缺人才培训

生产执行数字化场景中的中小企业数字化水平等级判定

单位

宁夏大学

电子与电气工程学院

主讲人

马辽

ma_liao@nxu.edu.cn

中小企业数字化的核心问题：为什么总觉得“不透明”？

传统依赖人工经验与纸质流转的模式，已成为企业瓶颈。

- **生产进度看不清：** 订单做到哪一步了？没人知道，全靠跑腿问。
- **质量问题找不准：** 哪批原料、哪台设备出的问题？翻纸堆也查不到。
- **数据统计靠手抄：** 产量、工时、消耗，月底算账一团糟，数据严重滞后。
- **计划赶不上变化：** 插单、故障一发生，全线乱套，无法快速响应。



中小企业数字化经营场景登记评测

- **生产执行数字化场景部分成为评测的重点**
- **中小企业降本增效最为显著的方向**
- **更高层次智能化必须的基础**

等级	要求（同时满足）	
	数字化基础、管理及成效	数字化经营应用场景
一级（初始级）	≥20 分	不少于 6 个应用场景（其中不少于 3 个约束性场景）等级需达到一级
二级（规范级）	≥40 分	不少于 6 个应用场景（其中不少于 3 个约束性场景）等级需达到二级
三级（集成级）	≥60 分	不少于 8 个应用场景（其中不少于 5 个约束性场景）等级需达到三级
四级（协同级）	≥80 分	不少于 10 个应用场景（其中不少于 6 个约束性场景）等级需达到四级

一级指标	产品生命周期数字化				生产执行数字化						供应链数字化		管理决策数字化			
二级指标	产品设计*	工艺设计	营销管理*	售后服务	计划排程	生产管控*	质量管理*	设备管理*	安全生产*	能耗管理*	采购管理*	仓储物流*	财务管理*	人力资源	协同办公	决策支持

生产执行数字化的全貌：六大关键环节

1. 计划排程 (大脑)

决定做什么、何时做 (APS)

2. 生产管控 (中枢)

本次核心： 指令下达与监控 (MES)

3. 质量管理 (眼睛)

在线检测、全程追溯 (QMS)

4. 设备管理 (四肢)

设备运维与状态监测 (EAM)

5. 安全生产 (护甲)

环境监测与人员安全 (HSE)

6. 能耗管理 (血液)

水电气消耗监测优化 (EMS)



第一部分

面向生产执行数字化的MES系统介绍及应用分析

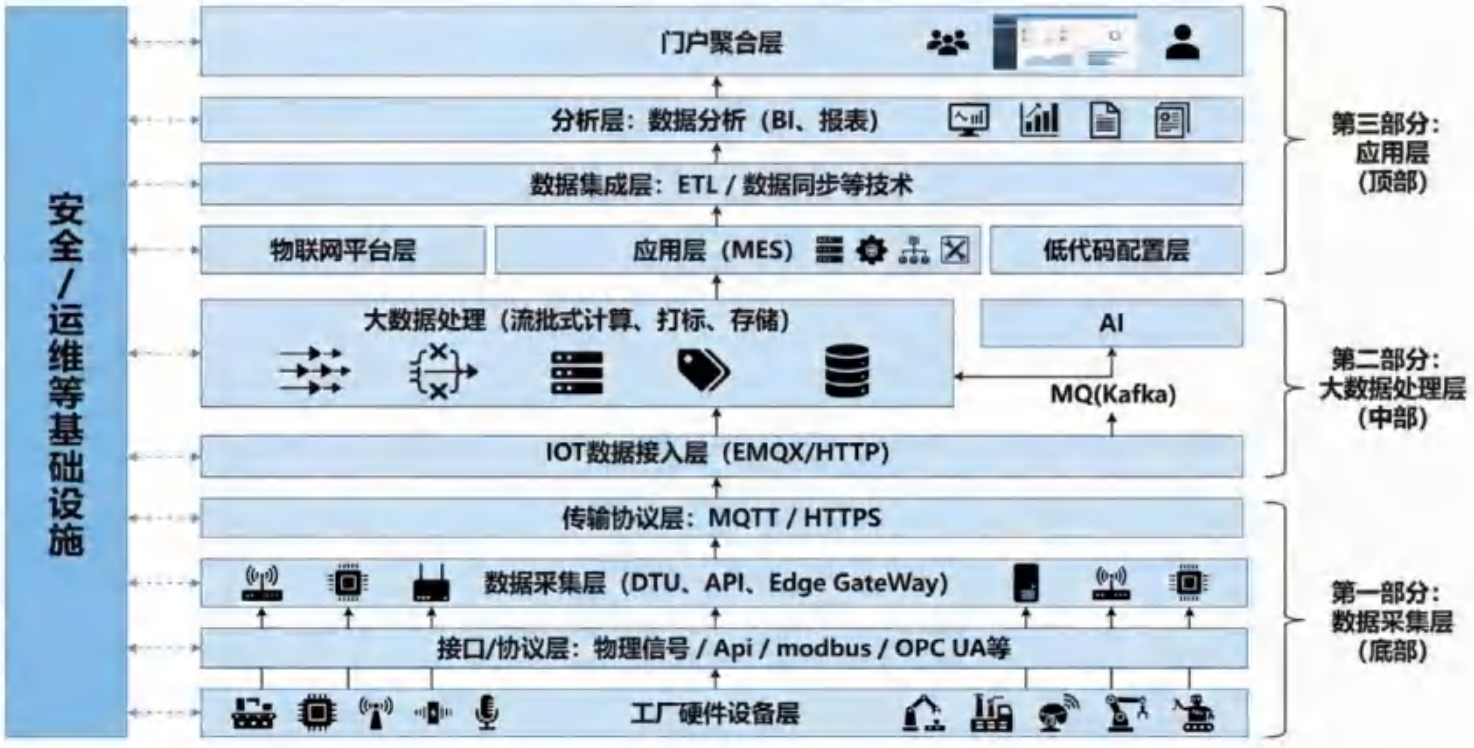
什么是 MES系统?

定义：MES (Manufacturing Execution System) 是一套面向制造企业**车间执行层**的数字化管理系统。

- **起源**：最早由美国AMR公司在20世纪90年代提出。
- **核心定位**：位于上层的计划管理系统 (ERP/APS) 和底层的工业控制系统 (SCADA/PLC) 之间。
- **作用**：填补了企业"计划"与"控制"之间的断层，实现车间现场的透明化管理。



MES分层架构概览



设备数据采集 (MDC)

- 设备数据采集是指通过各种技术手段和工具，从各类设备中获取其实时产量、运行状态、异常代码、工艺参数、性能参数、操作记录等相关数据的过程。
- 讲MES系统就逃不开讲数据采集。这是连接物理世界与数字世界的桥梁。

核心采集内容：

- 实时产能 (计数)
- 运行状态 (运行/待机/故障/关机)
- 异常代码 (报警号)
- 工艺参数 (温度、压力、转速、主轴倍率)


注塑机


CNC加工中心


吹膜机


攻丝机


机械手


冲床


吹膜机


数控车床

采集方式详解：协议 vs IO

协议采集 (Protocol)

原理： 通过通讯协议 (Modbus, OPC UA, TCP/IP) 与设备交换数据。**设备支持相应协议**,采集系统按照**协议规则发送请求指令**，设备根据指令返回对应数据，实现数据采集。

特点： 获取数据丰富，包括内部深层次数据

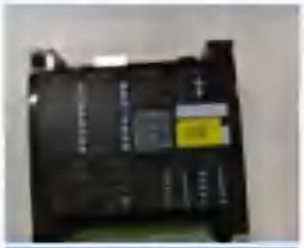
不仅有**设备基本运行状态**，还包括**设备参数设置、运行历史记录、故障代码**等深层次数据。比如通过协议采集可获取智能电表的实时电量、电压、电流、功率因数等多项参数。

IO采集 (Hardwired)

原理： 硬件接线。将传感器开关接入采集系统的IO接口，将电信号转化为数据。

特点： 简单直接，适合老旧设备。

当外部物理量发生变化，如温度、压力变化或开关状态改变，传感器产生相应电信号，IO接口获取并转换为数字信号供系统处理。通常采集设备的基本状态和简单的物理量数据，如设备的开机、关机、运行、停止状态，以及数量、温度、压力、流量等模拟量信号，或开关量信号。


IO采集盒子


协议采集盒子


常见的PLC控制器采集数据

不同采集方式的区别——成本、对象的考量

维度	协议采集	IO 采集
采集对象	具备通信能力的智能设备（PLC、CNC、机器人、仪表等）	传感器、开关、执行器等**非智能底层元件**
传输本质	基于标准化 / 私有工业通信协议，进行**数据报文交互**	基于电气信号（电压 / 电流）的**物理量直接采集**
数据类型	结构化数据（设备状态、工艺参数、产量、报警代码等）	离散量（开关量）或模拟量（温度、压力、流量等）
核心依赖	设备自带通信接口（以太网、RS485 等）+ 通信协议	IO 模块（数字 IO / 模拟 IO）+ 信号传输线路

"IO采集是不是就便宜，协议采集是不是就贵？"

—— 不一定！

实事求是 因地制宜

如果设备厂家开放协议，协议采集的硬件成本可能更低，甚至只需一根网线。

IO采集虽然硬件便宜，但现场布线施工复杂，人工成本高。

协议采集的成本主要在软件开发（解析数据）；IO采集的成本主要在硬件施工与维护

如果设备不支持协议，强行改造成本极高，此时IO是唯一选择。

MES常见的类别

离散型

产品通常是具有明确离散个体的物品，如汽车、手机、机床等。产品结构复杂，由多个零部件组成。生产过程由一系列离散的工序组成，各工序之间存在明显的先后顺序和逻辑关系，但在时间和空间上是相对独立的。不同零部件可能需要在不同的设备上进行加工，加工过程中可能会有停顿和等待时间。在生产过程中，需要在各个工序和零部件加工完成后进行质量检验，及时发现和纠正质量问题，防止不合格品流入下一道工序。

产品结构复杂

由多个零部件组成，如汽车、手机

工序相对独立

生产过程由离散工序组成，时空上独立

注重过程质检

各环节需检验，防止不合格品流入

流程型

又称连续型生产，生产过程是连续进行的，物料在设备和管道中连续流动，按照既定的工艺流程依次经过各个生产环节，中间没有明显的停顿和间断。例如，在化工生产中，原材料通过管道输送到各个反应釜中，经过一系列的化学反应和物理处理，最终得到产品，整个过程是连续不间断的。即在一定范围内，产品的规格、质量等特性相对一致，如石油、化工、洗发水、造纸、饮料等。产品的品种相对较少，但生产规模一般较大。

生产连续不间断

物料在管道中连续流动，如化工、石油

产品规格稳定

产品特性相对一致，品种较少

生产规模大

通常为大批量、规模化生产模式

类流程型

生产过程相对稳定且重复，通常按照固定的生产节拍进行，产品品种相对单一，但生产数量较大。它与流程型生产类似，都有一定的连续性和规律性。例如汽车制造中的冲压、焊接等工序，虽然汽车是由多个零部件组装而成，但这些工序在生产过程中是不断重复进行的，具有较高的生产效率和稳定性。

过程稳定重复

按固定节拍生产，效率和稳定性高

结合两者特点

兼具离散型的性质和流程型的连续

典型应用

汽车制造中的冲压、焊接等工序

生产模式分类：离散型生产

生产方式	按工单驱动，以离散的零部件组装 / 加工为主，生产过程存在明显停顿、等待和搬运
典型行业	汽车整车及零部件、3C 电子、机床设备、航空航天
物料形态	固态零部件、半成品，形态清晰可追溯

典型行业：手机、汽车、机床、机械加工。

特点：

- 产品结构复杂，由多个零件组装而成。
- 工序之间存在明显的前后顺序和逻辑关系，但在**时间和空间上相对独立。**
- 不同的零部件可能在不同的设备上加工（如：下料 -> 折弯 -> 喷涂）。
- 重点在于工序间的流转和半成品管理。



生产模式分类：流程型生产

生产方式	连续化生产，物料在管道 / 设备中持续流动，生产过程无明显中断
典型行业	石油化工、制药、造纸、食品饮料、电力
物料形态	液态、气态、粉末状，物料连续流动且易混合

典型行业：化工、石油、食品饮料、造纸、制药。

特点：

- **连续性：**物料在设备或管道中持续流动，中间没有明显停顿。
- **物理/化学反应：**原料经过一系列反应得到最终产品，过程通常不可逆。
- **流体管道流转：**区别于离散型的班组流转，流程型更关注配方、管道输送和实时参数监控。



生产模式分类：类流程型生产

生产方式	连续化生产，物料在管道 / 设备中持续流动，生产过程无明显中断
典型行业	如家电装配、汽车冲压
物料形态	液态、气态、粉末状，物料连续流动且易混合

典型行业： 如家电装配、汽车冲压等

特点： 节拍驱动、固态单件

类流程（流水线）： 一种特殊的离散生产。看似像流程型（流水作业），实际上是按个件流转的离散装配，如家电装配、汽车冲压。我们称之为"类流程型"。

类流程型生产



离散型与类流程型的区别

典型路径： 焊接班组 -> 电泳班组 -> 分装 -> 总装

- **班组作业：** 产品到达班组后，选择一个空闲工位进行加工。
- **检验节点：** 开工 -> 首件检 -> 加工 -> 完工检 -> 报工。
- **入库：** 零件完成后进入半成品库，等待装配领用。

对比流水线（类流程）： 流水线没有班组概念，N个工位合并成一条线。产品按节拍流动，第一个工位开工，最后一个工位报工。中间产生不良则下线返修。

MES 系统能力侧重

能力项	离散型 MES	流程型 MES	类流程型 MES
计划模式	工单级排产，支持插单、急单	长期连续计划，基于配方和产能	节拍化排产，按线体产能均衡分配
数据采集	以协议采集（PLC/CNC）为主，辅以 IO 采集	以协议采集（DCS/SCADA）为主，实时性要求极高	以 IO 采集（光电开关 / 传感器）为主，辅以协议采集
追溯方式	基于工单 + 序列号的精准追溯	基于批次 + 时间区间的物料追溯	基于线体 + 时间戳的流转追溯
质量管理	工序级检验，全尺寸检测	在线实时质量分析，SPC 统计过程控制	工位防错 + 终检，快速拦截缺陷

MES管理的关键概念：班组 vs 工位

班组 (Workgroup)

为了完成某道工序设立的**基层生产组织**。

- 由一名班组长和若干操作人员组成。
- 例如：焊接班组、组装班组、下料班组。
- 是管理和绩效考核的单元。

核心定义：人 Who | 基层生产组织形式

- **人员资质：** 技能矩阵、上岗权限
- **排班考勤：** 早/中/晚班管理
- **绩效归属：** 计件统计、良率考核

工位 (Station)

具备具体空间和功能的**工作位置**。

- 通常对应一台设备或一个操作工人。
- 是执行任务和数据采集的最小物理单元。
- 有时工位和班组概念重叠（如一人一班组）。

核心定义：地 Where | 特定功能物理空间

- **数据采集：** 产量、工艺参数、设备状态
- **物料防错：** BOM比对、物料扫描
- **制程控制：** 过站逻辑、安灯(Andon)报警

关联逻辑： 人员登录 (班组) → 绑定设备 (工位) → 开始作业

总结： 班组解决"谁在做"，工位解决"在哪做"，二者结合实现完整追溯。

MES管理的关键概念：流水线 vs 产线

> **误区提示：** 很多工厂管理者口中，"产线"等同于"流水线"，但在MES定义中需区分。

流水线 (Flow Line)： 属于"类流程生产"。产品通过传输带等方式，按固定节拍连续流过各个工位。

- 把生产过程分解为一系列简单、专门化的操作，每个操作由特定的工位或工人负责。产品就像在一条流动的线上一样，从一个工位依次流到下一个工位，经过各个工序的加工处理，最终成为成品。

产线 (Production Line)： 可能只是若干个班组的物理集合。虽然物理上排成一条线，但逻辑上可能仍是离散的班组作业模式，中间可能有在制品堆积。

- 产线是工厂管理者口中模糊的概念，可能指流水线，也可能是类似于流水线的工作台，但实际上以离散型方式流转。





MES管理的关键概念：产品、物料、配料表

产品

指企业具体要生产的物品。具有明确的规格、型号、数量。

注意： MES中的“产品”不一定是最终卖给客户的成品。

包括：**成品、半成品**、甚至某个关键零件（只要是生产任务产出的对象）。





物料

生产过程中涉及的所有物质基础统称。

包括：原材料、零部件、半成品、成品、辅料。

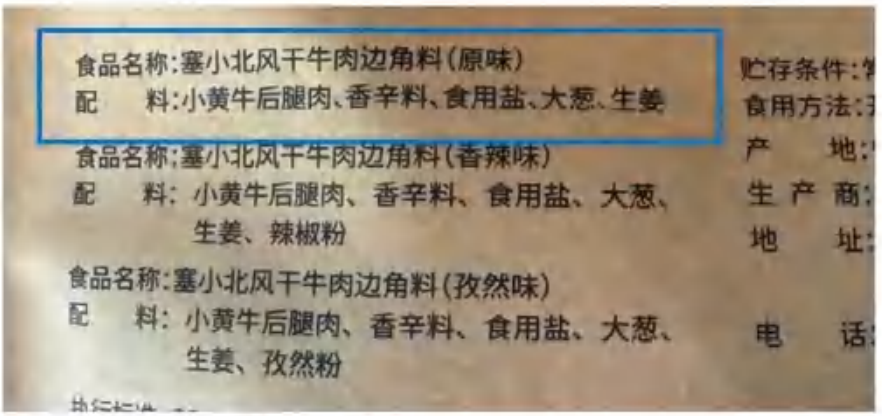
场景化定义： 在MES执行过程中，提到“物料”往往特指该工单所需的**下级配件**（如“物料齐套”检查）



配料表与BOM

配料表： 记录产品生产所需的具体物料信息和用量。在大部分情况下，配料表等于**单层BOM**。

- MES系统中"配料表"，详细记录了生产过程中每个产品所需的各种物料的具体信息和使用量。
- 食品标签中的配料表，是给消费者看的，简化配料表。但本质是一样的。



BOM (物料清单)

BOM (物料清单)： BOM（Bill of Materials），即物料清单，是 MES 系统中指导生产的核心文件，通俗讲就是产品的 "配方表" 或 "零件清单"，明确了制造某一产品所需的全部物料、规格、用量、工艺关联，是连接设计、采购、生产的桥梁。

分层 BOM： 是按产品结构层级拆解的多层物料清单，对应产品从 "半成品→部件→成品" 的制造流程。

- 顶层是最终成品；
- 中间层是各级半成品 / 部件（如手机的主板、屏幕组件）；
- 底层是最基础的原材料 / 标准件（如螺丝、芯片）。
- 分层 BOM 的核心价值是精准管控各工序物料消耗、追溯质量问题根源，适配 MES 对车间级工序生产的精细化管理需求。



分层BOM 的示例

标记	处数	更改文件	签字	日期		C型按钮				产品明细表	
设计			标准化			图样标记			共 页		
校对			工艺			S	A	B	第 页	JMH1.01.02.001	
审核			批准								
序号	层次	图号		名称及规格		材料		数量	单件重量(g)	物料编号	备注
1	0	JMH1.01.02.001		C型按钮				1	107.94	1.01.02.001	组合件
2	0.1	JMH2.01.01.001		C型触点座(1NO+1NC)				1	65.8	2.01.01.001	组合件
3	0.1.1	JMH2.04.02.001		静触点		银镍10		4	0.25	2.04.02.001	外购件
4	0.1.2	JMH2.04.01.001		C型触点运动触片		铜		2	2.5	2.04.01.001	外购件
5	0.1.3	JMH2.03.06.001		M3.5瓦型垫片		铁镍合金		4	2	2.03.06.001	外购件
6	0.1.4	JMH2.02.04.001		标识板		PA66		2	1	2.02.04.001	自制件
7	0.1.5	JMH2.02.03.001		C型触点盖板		PC		2	3	2.02.03.001	自制件
8	0.1.6	JMH2.03.03.001		M3.5瓦型螺钉		铁镍合金		4	3	2.03.03.001	外购件
9	0.1.7	JMH2.02.08.001		常闭微触检		PBT		1	1	2.02.08.001	自制件
10	0.1.8	JMH2.02.06.001		常开/常闭微触检触头		PBT		1	1.5	2.02.06.001	自制件
11	0.1.9	JMH2.02.07.001		常开微触检		PBT		1	1	2.02.07.001	自制件
12	0.1.10	JMH2.02.06.002		常开/常闭微触检触头		PBT		1	1.5	2.02.06.002	自制件
13	0.1.11	JMH2.04.03.001		动触点		银镍10		4	0.45	2.04.03.001	外购件
14	0.1.12	JMH2.02.05.001		C型触点座护盖		PC		1	2.2	2.02.05.001	自制件
15	0.1.13	JMH2.04.04.001		常闭静触片		黄铜		4	3	2.04.04.001	外购件
16	0.1.14	JMH2.02.09.001		C型触点基座		PC(蓝绿色)		1	10	2.02.09.001	自制件
17	0.1.15	JMH2.03.01.001		压簧		不锈钢丝		2	0.2	2.03.01.001	外购件
18	0.1.16	JMH2.03.02.001		拨动弹簧		不锈钢丝		4	0.1	2.03.02.001	外购件
19	0.2	JMH2.01.02.001		连接架部件				1	15.5	2.01.02.001	组合件
20	0.2.1	JMH2.02.02.001		滑块		POM		1	3	2.02.02.001	自制件
21	0.2.2	JMH2.02.01.001		连接架		PC		1	12.5	2.02.01.001	自制件

层次码

工艺路线

工艺路线是指产品从原材料投入到成品产出的整个生产过程中，需要依次经过的各个**工序、加工设备以及所采用的工艺方法和技术要求**的详细描述。它规定了产品生产的流程和顺序，是指导生产现场进行生产作业的重要依据。

核心组成部分

工序信息

明确各工序名称，如车削、贴片等。

工序顺序

规定工序执行的先后顺序，保证流程合理。
比如在家具制造中，先进行木材的切割，然后是打磨，最后才是组装和上漆

加工设备

指明每道工序所使用的生产设备，如数控车床、注塑机、自动化生产线等。这有助于合理安排设备的使用和维护，提高设备利用率。

工艺参数

包含每道工序的具体工艺参数，如加工温度、压力、速度、时间等。例如在金属热处理工序中，需要明确加热温度、保温时间和冷却速度等参数，以保证产品质量。



作业人员技能要求

对每道工序所需作业人员的技能水平和资质进行规定，如要求操作人员具备特定的操作证书或一定年限的工作经验，确保工序能够正确执行。

工序及工步

工序 (Process)

生产过程中独立的加工步骤，一般由一个工位或设备进行操作。复杂生产中可能出现并行或可变模式。特定情况下，多道工序由一个工位进行。

示例： 车削 → 铣削 → 磨削

工步 (Operation)

工序的组成部分，是在一个工序内，为了完成一定的加工内容，使用同一工具、在同一设备上，对同一工件所连续进行的那部分操作。

示例： 粗镗 → 精镗
例如，在汽车发动机缸体的加工过程中，"镗孔"是一个工序，而这个工序可能包括先用粗镗刀进行粗镗、再用精镗刀进行精镗等多个工步。

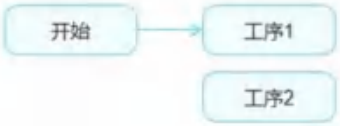
多工艺路线

同一产品在不同情况下，采用不同的工艺路线。这就是多工艺路线。

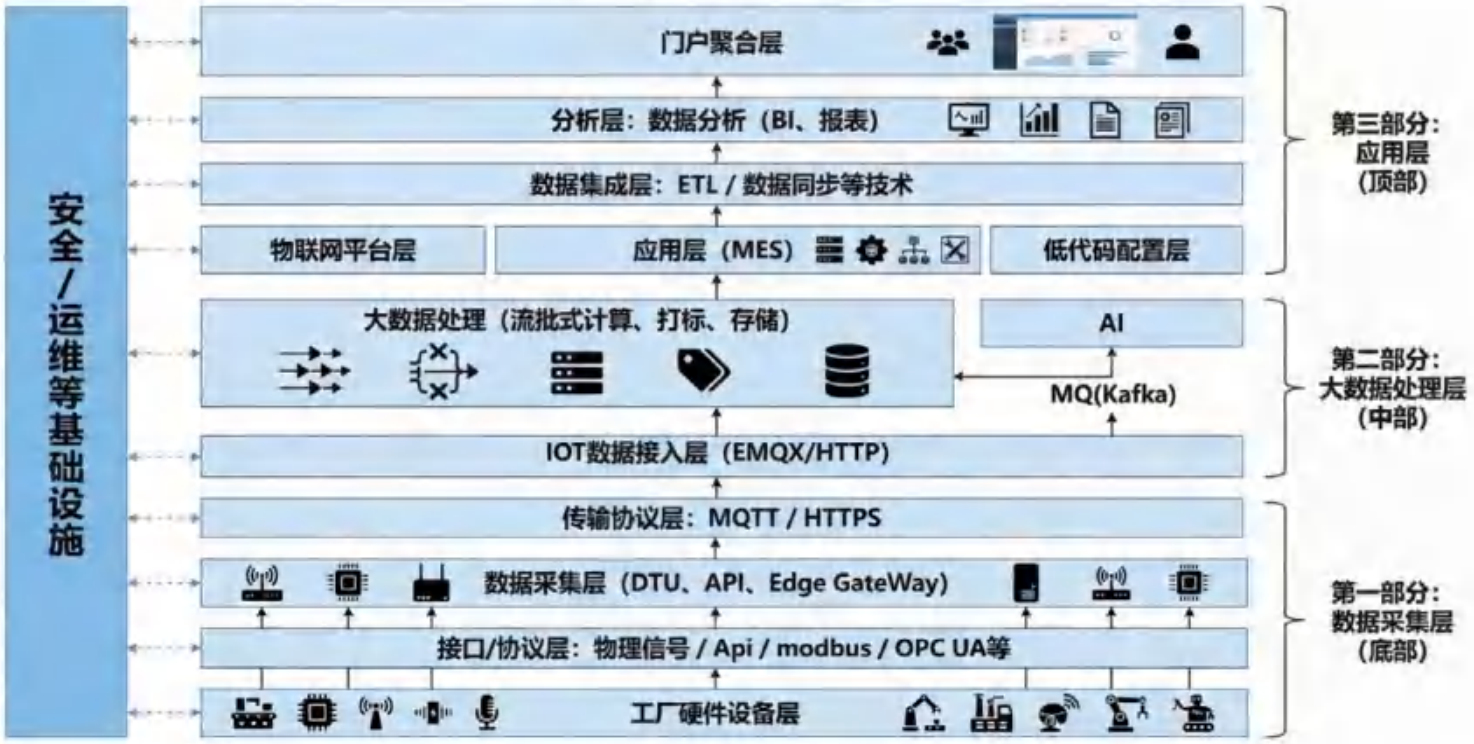


并行工序

特殊情况下，两道工序可以同时进行，称为并行工序。



MES分层架构概览



第二部分

数字化经营应用场景等级评测

生产执行数字化

生产执行数字化的六大维度体系概述

核心观点： 生产执行数字化不是单点突破，而是涵盖"计划、执行、 质量、设备、安全、能耗"六大维度的系统性工程。

- **计划 (排程) - 大脑：** 决定生产节奏与资源调配，实现精准排产。
- **管控 (执行) - 中枢：** 承接计划并驱动现场执行，确保指令落地。
- **质量 (保障) - 防线：** 贯穿全过程，实现质量可追溯与闭环管理。
- **设备 (基础) - 基石：** 实时监控状态，支撑稳定生产与效率提升。
- **安全 (底线) - 保障：** 构建可预警、可响应的数字化防护体系。
- **能耗 (效益) - 增值：** 精细化管理推动绿色制造与成本优化。



数字化等级演进逻辑与实施策略

统一等级逻辑 (L1-L4)

1. **工具辅助 (L1)** Excel/纸质电子化，解决"有无记录"问题。
2. **系统固化 (L2)** 单点系统应用，实现流程规范化与管理在线化。
3. **集成协同 (L3)** 系统间数据打通，实现业务协同与实时反馈。
4. **智能优化 (L4)** 引入AI/大数据，实现预测、预警与自适应优化。

实施策略建议

- **分步实施，循序渐进** 不建议跳跃升级，应夯实L2基础再稳步迈向L3协同。
- **数据先行，系统后跟** 先统一数据标准与治理，再进行系统选型部署。
- **业务驱动，价值导向** 每个阶段都应明确业务痛点，以解决实际问题为核心。
- **验收对标，持续迭代** 依据等级标准开展自评与验收，形成持续改进闭环。



生产执行数字化

计划排程

基础概念：什么是数字化的“计划排程”？

◎核心定义

数字化排程是基于企业现有的资源能力和实际订单需求，对生产任务进行最优化的时间与工序分配。

公式：

准确的数据输入 + 科学的算法处理 + 自动的指令输出 = **数字化排产**

系统流转逻辑

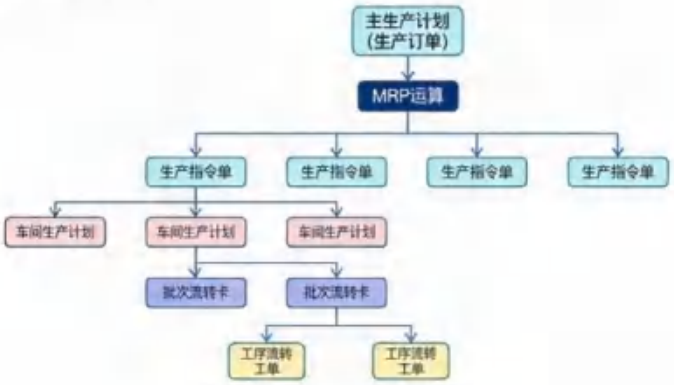
- **输入端：** ERP 订单、实时库存、设备有效产能
- **处理中心：** APS / MES 计划模块
- **输出端：** 精准到工序的生产工单

生产指令单 vs 生产计划

生产指令单 (MO)

源自ERP的MRP运算，将成品经过BOM分解后装配和下级零件的生产单，这个单据就是生产指令单。

例如：做100把椅子，分解为做100个靠背、100个坐垫。每一项都是一张制令单。



车间作业计划

由生产指令单根据车间产能，然后安排该产品的车间作业计划。

例如：100个靠背产能不足，分两周生产。第一周做50个，第二周做50个。

批次流转卡(工序流转卡)

生产计划根据班组、工位、设备情况，进行分批次生产。每一个批次打印一张工序流转卡。

拆批与批次流转卡

拆批逻辑：根据车间现场情况（如设备数量、模具穴数），将生产计划进一步拆分为具体的**流转批次。**

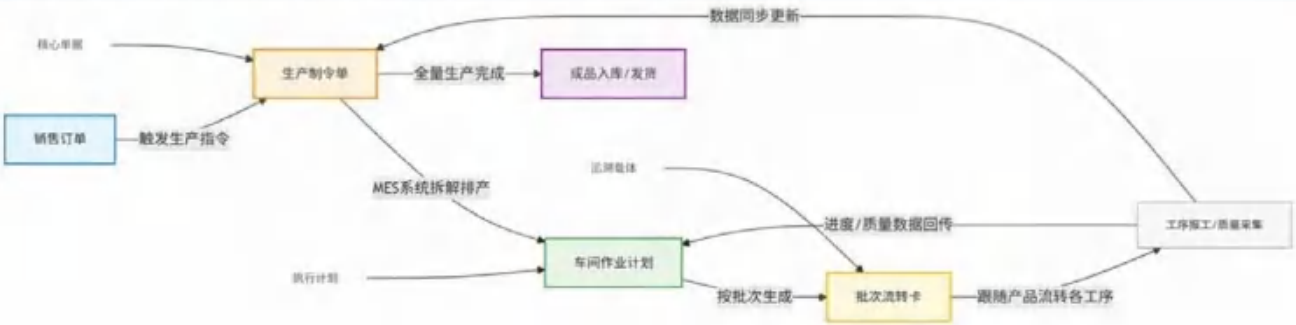
批次流转卡 (Run Card):

一个批次对应一张卡（唯一二维码）。

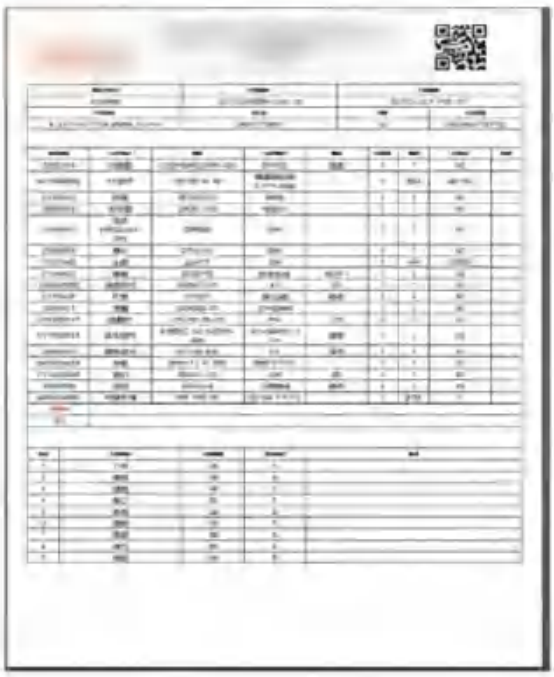
包含该批次的所有**工序任务 (工序工单)。**

如：做靠背的下料、切割、抛光，都是挂在这一张流转卡下的工序任务。

> **注意：**尽量避免一个批次在同一道工序由多人同时加工，这会导致追溯困难。



批次管理的核心价值



按批生产、按批检验、按批追溯

- **质量追溯精准:**一旦产品出现质量问题，可以通过批次信息迅速追溯到该批次产品的生产时间、生产设备、原材料供应商、操作人员等详细信息，快速确定问题的来源和范围，便于采取针对性的措施，如召回特定批次产品，避免问题产品进一步流通，降低质量风险和损失。
- **质量改进有据:**通过对不同批次产品质量数据的分析和对比，能发现生产过程中的质量波动规律和潜在问题，为质量改进提供有力依据，推动生产工艺的优化和产品质量的持续提升
- **生产进度跟踪:**批次管理为生产计划和调度提供了清晰的管理单元，通过对各个批次生产进度的实时跟踪，管理人员可以准确掌握生产情况，及时发现生产瓶颈和延误环节，采取相应的调整措施，确保生产计划的顺利执行，提高生产效率。
- **成本核算准确:**批次管理能够将原材料采购、生产加工、设备折旧、人工成本等各项费用准确地分摊到每个批次产品上，实现成本的精细化核算，为产品定价、成本控制和利润分析提供准确的数据支持。

SN码管理：批次管理的进阶—产品生命周期的“身份证”

SN (Serial Number) 码：产品的“身份证”，实现**一物一码**管理。

SN码管理定义

SN码是产品的唯一“身份证”，贯穿生产、流转、销售到售后的全生命周期，用于记录和追溯所有相关信息。

灵活的生成规则

可自定义规则，融合型号、批次、日期等信息，如A型012-2024001-0001，兼顾唯一性与可读性。

生产过程监控

扫码记录各工序的时间、人员、设备数据，实现生产流转的实时监控，及时发现瓶颈与异常。

质量数据追溯

关联检验数据，问题产品可快速追溯根源。

特点

- **精细度：**追溯到“个”。记录每一个产品的详细生产参数。
- **关联性：**所有检验记录、返修记录、设备参数都绑定到SN码
- **适用场景：**高附加值产品（手机主板、汽车发动机、精密设备）。

实施策略

不一定全厂SN管理。

可根据价值分层:

核心部件/总装 -> SN管理

普通零件 -> 批次管理



计划排程验收：L1电子化计划排程

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
计划排程	□一级	应用信息技术工具（如EXCEL表格、云存储等）辅助人工编制生产计划。	检查是否使用**电子表格**等工具制定生产计划。	生产计划电子表格截图或云存储文档。	

核心要求

- 计划排程电子化



生产计划排程表（至柔版）

优先级排序	订单号	品名	订单数量	交期	库存数量	缺单	生产数量	日产量	生产1台时	生产1台时	开始日期	结束日期	11-20	11-21	11-22	11-23	11-24	11-25	11-26	11-27	11-28
													一	二	三	四	五	六	日	一	二
1	4700007802	FG00001	260000	11-30	15000	95%	245948	50000	50000	2788.48	11-26	11-30	5245								
2	WO00002	FG00002	1500	1-30	1500	90%		1160													
3	WO00003	FG00003	1000	1-30	500	90%	1223	2200	1223	12.23		11-20	11-20								
4	WO00004	FG00004	3000	1-31		80%	3500	1100	1100	50.00		11-01	11-05	1100	1100	1100					
5	WO00005	FG00005	600	2-2		85%	888	2840	889	7.81		11-22	11-23				600	600			
6	WO00006	FG00006	1000	2-3		90%	1112	880	880	84.48		11-23	11-25					1000	1000	1000	
Line-1#总负荷（九洋公司）														1	1	1	1	1	0.55	1	1
7	WO00007	FG00007	1500	1-29		95%	1519	1160	1160	31.38	1-27	11-01	11-01	1160	479						
8	WO00008	FG00008	5000	1-29		90%	5354	3880	3880	57.54		11-21	11-28		3880	1000	980				
9	WO00009	FG00009	2000	1-31		80%	2223	2200	2200	22.22		11-25	11-29				2000	200			
10	WO00010	FG00010	180	2-1		85%	629	1100	525	12.50		11-24	11-24					180			
11	WO00011	FG00011	650	2-1		90%	886	1650	880	11.85		11-24	11-25					650	650		
12	WO00012	FG00012	3000	2-2		90%	3223	2000	2000	33.33		11-25	11-26						1000	1000	
Line-2#总负荷（九洋公司）														1	1	1	1	1	1	0.25	

排程说明：（可根据自己标准来操作，下达每张一个任务单就是完成了就下一个任务）

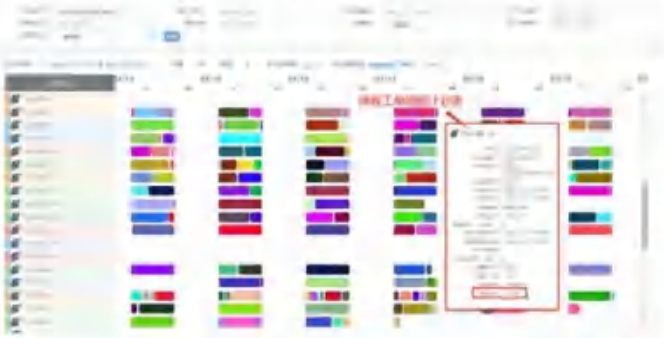
1. 自动排程规则：第一个任务按计划生产量自动排定订单，后续任务先做剩余产量（先进先出），其他按单据（先到先订单单据）自动转完订单
2. 可根据需要手工改动日计划的产量，实现开始日期，排程及开工/完工时间自动调整（排程以生产为准）
3. 比一般自动排程柔性更强，排程产量同一天可排产多个产品，并自动显示开工、完工时间

计划排程验收：L2规范管理与数字化

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
计划排程	□二级	应用信息化系统辅助生成生产计划，基于生产计划进行生产准备检查（如物料、设备等），实现规范化管理。	1.查看企业是否部署APS系统或MES中生产计划模块。2.系统是否能辅助生成生产计划，并支持生产准备检查（如物料、设备可用性核查）。	APS系统界面及2-3个产品的生产计划制定流程截图；物料、设备准备检查记录截图。	

核心要求

- 部署系统（APS、MES）进行数字化管理
- 实际用于生产计划排程



APS工单日计划生产任务甘特图系统界面

专业的计划排程系统——APS系统

APS（Advanced Planning and Scheduling，高级计划与排程系统）是数字化计划排程的核心工具，在企业生产中承担 “智能大脑” 的角色

核心功能

多约束自动排程

整合订单、物料、设备等多重约束，通过优化算法自动生成最优生产计划，实现计划智能化。

动态调度与仿真

快速响应生产异常，动态重排程并仿真模拟调整影响，有效辅助决策。

资源优化与可视化

优化设备、换线、库存等资源效率，通过甘特图等工具实现生产过程透明化监控管理。

APS系统通过智能化计划、动态化调整与透明化管理，全面提升企业生产运营效率。



茗鹤APS工单生产计划表甘特图



计划排程验收： L3系统联动及多约束自动排产

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
计划排程	□三级	应用信息化系统实现基于物料安全库存、销售订单、采购提前期、生产交期等多约束条件自动生成生产计划，并实现计划的下达与执行。	1.查看企业系统能否基于物料安全库存、销售订单、采购提前期、生产交期等约束条件自动生成生产计划。2.查看约束条件设置的合理性。3.查看系统是否能实现排程计划自动下达至生产部门及车间。	**自动排产功能**界面及排产结果截图；计划下达至MES或车间的流程日志截图。	

核心要求

- **多系统联动**，排程计划自动下达至车间
- **多约束条件自动排产**

APS系统——多约束数据下的计划排程



第一步：多约束数据的整合与建模
APS 首先需要打通企业内外部数据，把所有影响排程的约束条件转化为可计算的模型输入。
核心约束类型
- 订单约束：销售订单的交期、优先级、批量要求；
- 物料约束：物料安全库存、采购提前期、在制品库存、齐套性要求；
- 资源约束：设备产能、人员技能、模具工装可用性、车间布局；
- 工艺约束：工艺路线顺序、工序间等待时间、质量检验要求；
- 成本约束：换线成本、库存持有成本、外协加工成本。

数据来源：从 ERP 获取订单与物料数据，从 MES 获取设备与人员实时状态，从 PLM 获取工艺路线数据，形成统一的约束数据库。

第二步：约束规则的配置与优先级定义
企业可根据业务目标，对不同约束设置权重与优先级，让 APS 明确“优先满足哪些条件”。
•例如：
- 订单交期紧急时，设置“交期约束”权重最高；
- 设备产能紧张时，设置“设备负载均衡”权重优先；
- 物料短缺时，设置“物料齐套性”为硬约束（不满足则无法排程）。

•图片佐证：图片中提到“查看约束条件设置的合理性”，正是这一步的核心验证点。

第三步：算法驱动的最优解计算
APS 通过**智能算法**在多约束空间中迭代计算，生成可行且最优的排程计划：
•**常用算法**：
- 启发式算法（如遗传算法、模拟退火）：适合复杂离散制造场景，快速找到近似最优解；
- 线性规划 / 整数规划：适合流程行业的产能优化；
- 约束满足算法：确保所有硬约束（如工艺顺序、设备可用时间）不被违反。

•**计算逻辑**：算法会模拟不同排程方案，评估每个方案的约束满足度（如交期达成率、设备利用率、物料周转率），最终输出“最优”生产序列。

第四步：排程计划的验证与仿真
生成初步排程后，APS 会对计划进行**约束合规性验证**，确保无冲突、可执行：
•验证内容：
- 设备负载是否超过产能上限；
- 物料是否能在工序开始前齐套；
- 人员技能是否匹配工序要求；
- 工艺路线顺序是否符合生产规范。

•仿真优化：通过可视化仿真模拟生产过程，提前发现瓶颈（如某设备过载、某工序等待时间过长），并自动调整排程。

第五步：动态调整与闭环反馈
当生产现场出现异常（如设备故障、插单、物料延迟），APS 会接收 MES 的实时执行数据，触发**动态重排程**：
•联动逻辑（结合图片重点）：
- MES 采集现场异常（如某设备停机）并反馈给 APS；
- APS 重新计算排程，调整后续工序的设备、时间或人员分配；
- 新计划自动下发至 MES，更新车间作业指令。

•图片佐证：图片中要求“检查 APS 是否能实时接收 MES 反馈，进行动态调整和风险预警”，正是这一环节的核心能力。

核心价值：通过五步流程，APS实现计划精准化、资源高效化、响应敏捷化，设备利用率提升10-20%。

APS与MES：计划与执行的黄金搭档

APS：计划层的“大脑”

功能： 制定“做什么、何时做、怎么做”的最优计划。
目标： 优化资源、满足交期、降低成本。

MES：执行层的“手脚”

功能： 执行计划，实时采集数据，监控生产过程。
目标： 确保计划准确执行，实现生产过程透明化。

“计划-执行-反馈-调整”闭环流程

ERP下达订单 ▶ APS制定计划 ▶ MES执行生产 ▶ MES反馈数据 ▶ APS动态调整

核心逻辑： 通过数据闭环，实现敏捷生产与高效决策。

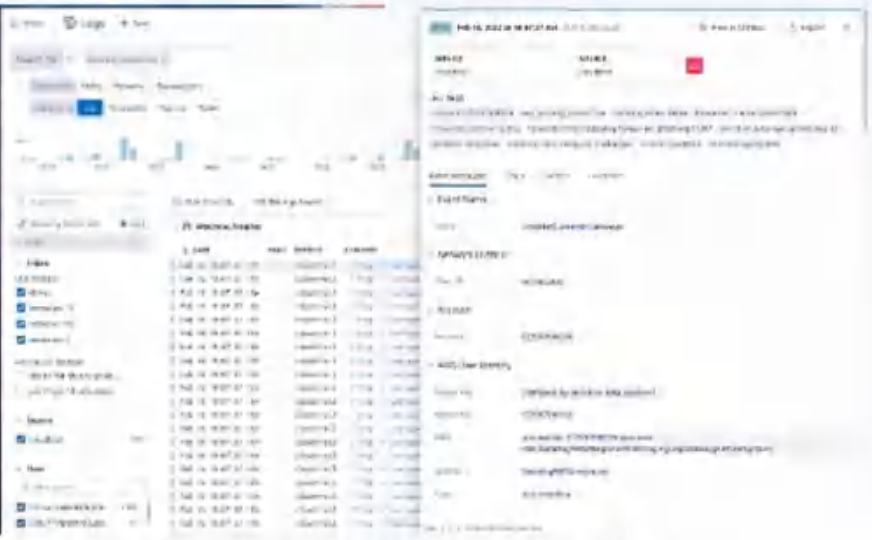


计划排程验收：L3系统联动及多约束自动排产

集成进阶：ERP与MES联动　　**核心特征：多约束条件+排程计划自动下达至车间**



自动排产界面



排产计划下达MES或车间日志截图

计划排程验收：L4智能化调度

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□四级	运用人工智能等技术建立生产排产与调度算法模型，实现**自动优化排产方案**，形成详细作业计划，实现生产情况实时监测与动态调度。	1.检查企业是否运用人工智能技术建立排**产调度算法模型**，驱动APS自动生成优化排产方案。2.查看企业的APS是否能实时接收MES反馈，进行动态调整和风险预警，实时响应生产波动。	智能排产算法模型说明文档或界面截图、优化排产方案、实时生产监测与动态调度记录截图。	

核心要求

- 自动优化排产
- 排产调度**智能算法**
- MES到APS的反馈通路

前沿技术引领：动态实时调度

AI 算法闭环

建立生产排产与调度的算法模型（如遗传算法），应对突发波动。

场景： 关键机床故障或急单插入。

响应： AI 模型分钟级重算，给出最优调整方案，实现物料与产能的精准自适应。

场景一 计划排程：达标要求与常见误区

等级	达标要求	核心检查资料	常见误区
L1 初始级	**用 Excel、云文档等工具，人工编制生产计划** • 用电子表格编制主生产计划与车间作业计划 • 文件有版本、能追溯	生产计划表格截图 云文档（含版本记录） 计划下发与变更记录	以为表格打字就算电子化 计划其实在纸上或口头 只有一份表，改动没有版本
L2 规范级	**系统辅助生成计划，并做物料、设备等生产准备检查** • 主生产计划、车间计划、物料计划都在系统里编 • 编制、审批、下发、变更全程线上，留有痕迹 • **生产准备检查**，开工前核对物料、设备、人员，并留下记录	系统计划界面、计划台账 线上审批与变更记录 物料、设备准备检查记录 物料齐套与产能核对表	Excel 排完再导入系统，只当台账 审批在纸上签字，系统里查不到 计划月底一次性补录，平时不用
L3 卓越级	**多约束条件自动生成计划，并实现计划的下达与执行** • 安全库存、订单优先级、提前期、交期、产能配真实参数 • 计划由系统自动算出，不再靠人工调表 • 直接下到车间班组并有签收，执行完能结案	约束参数配置截图 自动生成的计划与签收记录 完工确认单，结案日志 排产结果合理性核对记录	参数留系统默认值，排出来没人用 下达靠微信电话，事后补签收 只做到生成，执行完没有结案
L4 优化级	**用 AI 建立排产算法模型，实现实时监测与动态调度** • 模型给出优化方案，而不是按规则排序 • 实时接收车间实绩，异常自动重排并预警 • 拿得出优化前后的对比数据	模型文档与模型界面 优化前后方案对比 动态调度与预警记录 算法输入数据源说明	称“智能排产”，其实按交期排序 有预警弹窗，没人处置，不成闭环 模型只在汇报材料里，系统里没有



生产执行数字化

生产管控

场景二：生产管控

生产现场的“去黑盒化”

- 约束性场景
- 评级的关键性场景



L1 初始级
电子记录
信息滞后

L2 规范级
MES 工单跟踪
流程线上化

L3 集成级
系统集成协同
自动化数采

L4 协同级
智能监测预警
数据驱动决策

基础概念：什么是“生产管控”？

核心定义

数字化生产管控是对车间人、机、料、法、环五大要素的实时指挥与反馈过程。

它不仅仅是“发号施令”（排产），更是“监督执行”（管控）。它是是连接计划与结果的执行阶段“数字化监工”。

三大目标

- **可视化：进度透明，消除盲区。**
- **可量化：数据支撑，告别估算。**
- **可优化：闭环管理，持续改进。**

工单、派工、领单

工单 (Work Order)

也称工序工单、生产工单，是对工序加工任务的具体描述，明确了“做什么”和“怎么做”。

派工 (Dispatching)

将任务分配给具体的人、机、料，明确“谁来做”、“在何处做”，确保生产有序进行。

派工分成派工给班组，派工给工位，两种不同的颗粒度。

领单 (Claiming)

工人主动领取派发给班组的任务，体现生产的自主性和灵活性，实现任务的动态承接。

将工单派给或自动流到工序班组后，由工人进行主动领单操作。手头工单完成后，再去领单。

通过工单的流转，以及派工和领单的具体模式，实现生产任务的精准下达、高效流转与灵活执行。

工单下发：派工 vs 领单

派工模式 (Push)

- **操作：** 管理员/班组长将任务分配给特定人员或设备。
- **适用：** 产品差异化大、设备要求高、需要灵活调度（如注塑机吨位匹配）。
- **优势：** 管控力强，避免乱干。

领单模式 (Pull)

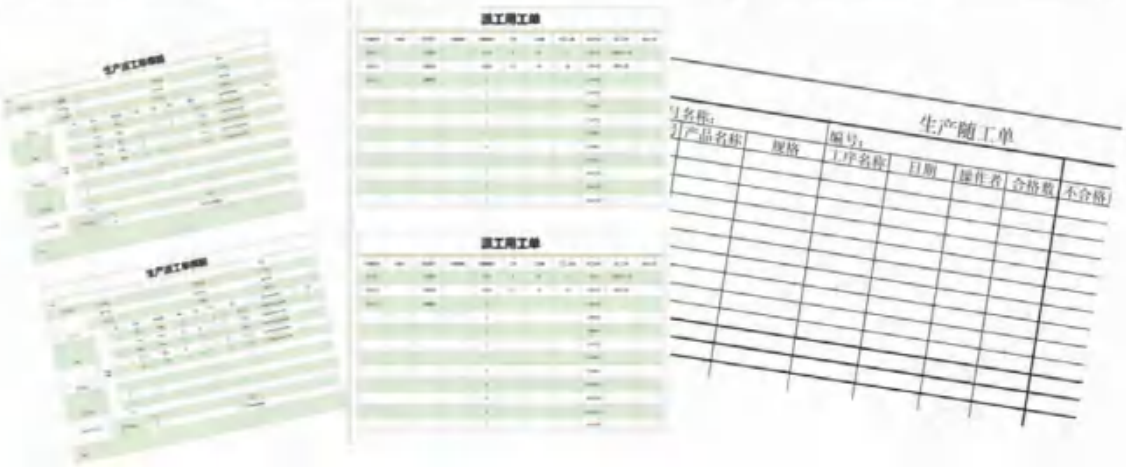
- **操作：** “拉动式”。工人做完手头活，主动去系统领取下一单。
- **适用：** 手工活多、产品差异小、通用性强。
- **优势：** 减少管理工作量，多劳多得。需设置规则（如按交期排序、持有量限制）。

L1电子记录及管理

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□一级	应用**信息技术**工具（EXCEL表格、云存储等）辅助人工进行生产工单数据（如产量、物料耗用）的记录。	查看是否使用电子表格等工具记录生产工单信息以及记录的完整性。	**生产工单记录文件**（含工单编号、生产数据）截图。	

核心要求

■ 记录电子化



L2规范管理与系统引入

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□二级	应用**信息化系统**实现生产工单信息录入、跟踪，实现规范化管理。	1.查看企业是否使用MES或生产管理模块，并确认工单创建、派工、报工等流程是否线上化。 2.抽查工单数据与实际生产的一致性。	MES系统工单管理界面及流程截图；生产进度跟踪看板截图。	

核心要求

■ 引入**MES系统**或其他生产管理模块，**工单管理线上化**

工单执行：开工、报工、完工

1. 工单创建

从 ERP 导入或手工录入任务，生成唯一编号。

2. 工单派发

任务自动分配至指定工位或设备终端。

3. 生产报工

扫码或点击完成，数据秒级上传。

4. 进度跟踪

后台看板实时查看所有工单的当前状态。

1. 开工

工人扫码或点击工单

状态变更： 待生产 -> 生产中

系统记录开始时间

2. 报工

汇报完成数量

策略多样： 按量报、按交接班报、单件报。

记录良品数与不良品数

3. 完工

任务结束

状态变更： 生产中 -> 已完工

约束： 是否允许超额生产？未达计划数是否允许强制完工（如余料不足）



报工





工程工事 50
产品批次
产品编码
产品名称
生产日期
工序
工序状态
计划交期
优先级
计划数量
完成数量
工位人员/设备
开工时间
ZZ2024120974
E025083876C-34-S2219
包装
生产中
2024-11-06
50
A24-2
ZZ2024110989
E755121131C
包装
2024-11-20
200
A24-2
ZZ2024111135
E772439150C-M2280
包装
2024-11-20
200
0
A24-2
ZZ2024111211
A0815232650-M7220
包装
2024-11-23
200
0
A24-2
ZZ2024111677
A0851861270-21-28
包装
2024-11-23
50
0
A24-2
ZZ2024121060
E2092283209C-01-50
包装
2024-12-13
240
0
A24-2
工序详情
批次号
ZZ2024120974
物料名称
顶吼/0/钢/镀锡/0
计划数量
50
开工时间
2025-02-27 14:56
工人
cbj
制令单号
M01-2409280102
工序
包装
完成数量
40
产线
物料类型
成品
物料编码
E025083876C-34-S2219
优先级
普通
开工时间
02-27 14:56
工位

无纸化文件发放

常见文件类型

SOP (作业指导书)： 描述操作步骤、规范。

SOP全称是 Standard Operating Procedure,即标准作业程序。它是描述工序的详细的操作步骤、操作方法、质量标准、安全注意事项等内容，用于指导和规范员工的工作行为，确保生产过程的一致性、稳定性和高效性。

SIP (标准检验流程)： 描述检验方法、频率、标准。

SIP.全称是 Standard. Inspection.Procedure,.也就是标准检验程序。是一套明确且详细的文件，它规定了在制造过程中对产品、原材料、零部件等进行检验的具体要求、方法、流程、频率以及判定标准等内容。其目的是确保检验工作的规范化、标准化和一致性，从而保证产品质量符合既定的要求和标准。

二维图纸 (2D)： CAD生成的DWG或PDF。　　**三维图纸 (3D)：** UG/Solidworks模型，通常转为STP/STL通用格式。

DWG vs PDF：

- **PDF：** 适合大批量、定型产品。防篡改，兼容性好。
- **DWG原图：** 适合小批量、频繁变更产品。避免转PDF导致的版本错误，但需系统支持CAD浏览控件。



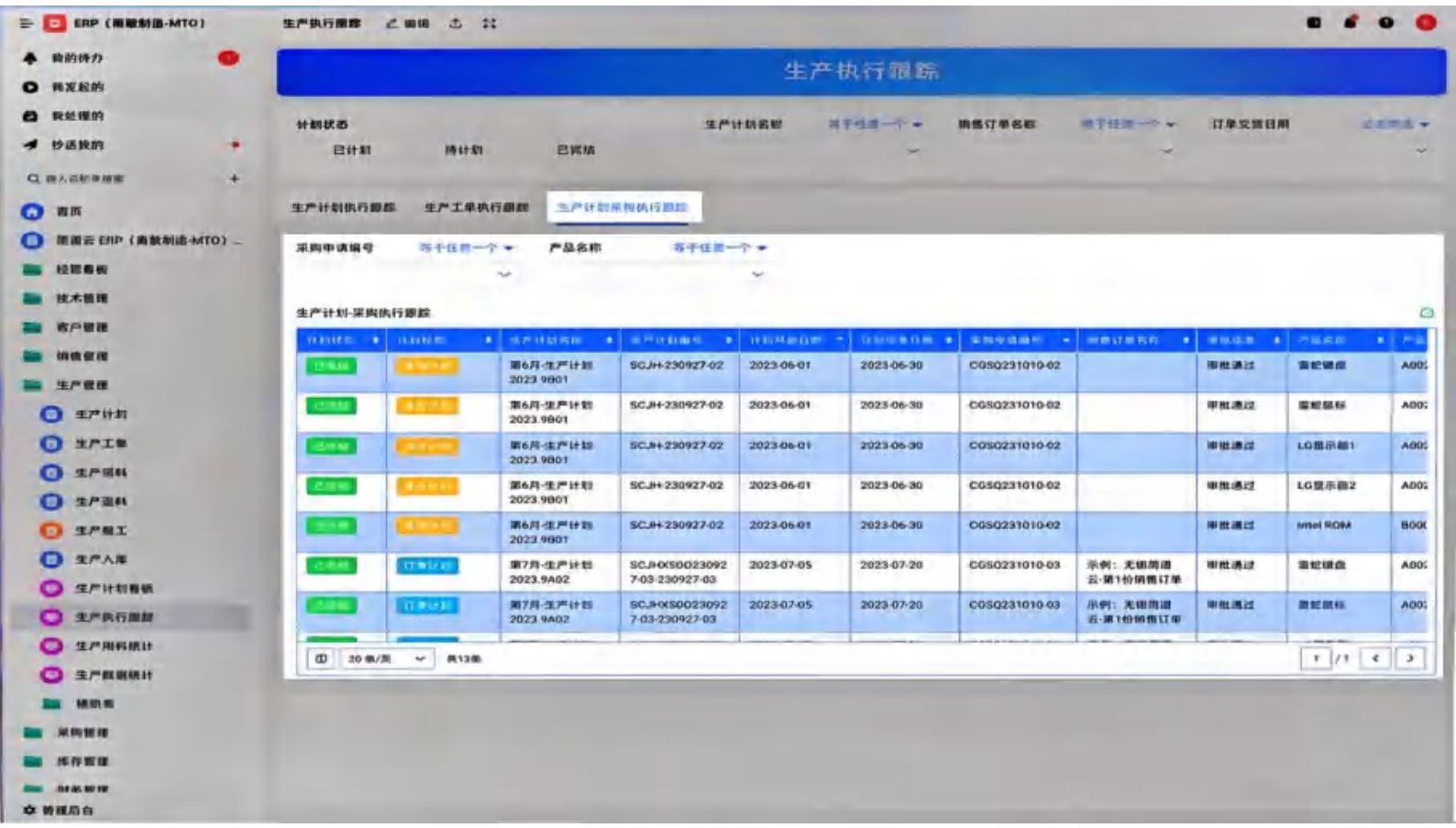
PDF图纸流转



DWG图纸流转



MES工单管理系统截图



L3 打破信息孤岛

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□三级	应用信息化系统对生产工单信息、工艺参数进行**数据采集**，实现对生产过程中工单、物料、设备等的管控，实现系统间**数据共享**。	1.检查MES是否与ERP、设备管理、质量管理等系统集成。2.演示数据采集及协同功能，并查看生产数据是否能实时采集并跨系统共享。	生产数据采集（如设备接口、传感器）、工艺参数记录界面截图；系统间数据共享界面或报表截图。	

核心要求

- **系统集成**
- 数据采集及**共享**

L3：集成 ERP，实现“业财一体化”

L3 的核心是消除“单打独斗”。通过 API 接口打通管理中心 (ERP) 与执行中心 (MES)。

痛点对比：

- ✕ L2 孤立应用：数据重复录入，易错滞后。
- ✓ L3 系统集成：数据自动流转，账实一致。

全景概览：数字化工厂的“作战地图”



功能速览：四大系统是做什么的？

APS 高级排程 工厂导航仪

痛点：订单多、插单急，Excel排不过来，交期延误。

核心功能：智能运算。像手机导航躲避拥堵一样，根据机器忙闲、物料情况，自动算出最快顺序。

价值：让交货更准时，机器不空转

QMS 质量管理 免疫系统

痛点：出了次品不知源头，客户验厂提心吊胆。

核心功能：全流程追溯。从原料进厂到出货建立完整档案，自动预警异常。

价值：建立质量防火墙，降低返工客诉

EAM 设备管理 私人医生

痛点：坏了再修，一停全停；备件乱买。

核心功能：预防性维护。建立设备健康档案，故障前提醒保养，科学管理备件。

价值：减少意外停机，延长设备寿命

EMS 能源管理 工厂精算师

痛点：月底水电糊涂账，浪费不知何处，碳排难统。

核心功能：能耗监控。实时采集数据，揪出下班不关机的"电耗子"，优化策略。

价值：节能降费，响应绿色双碳政策

协同价值：为什么它们缺一不可？



计划 + 设备 (APS + EAM)

场景： APS排产时，自动避开EAM里的"设备检修日"。

避免计划排了却没机器做的尴尬。

质量 + 执行 (QMS + MES)

场景： QMS发现原料不合格，自动指令MES锁死产线。

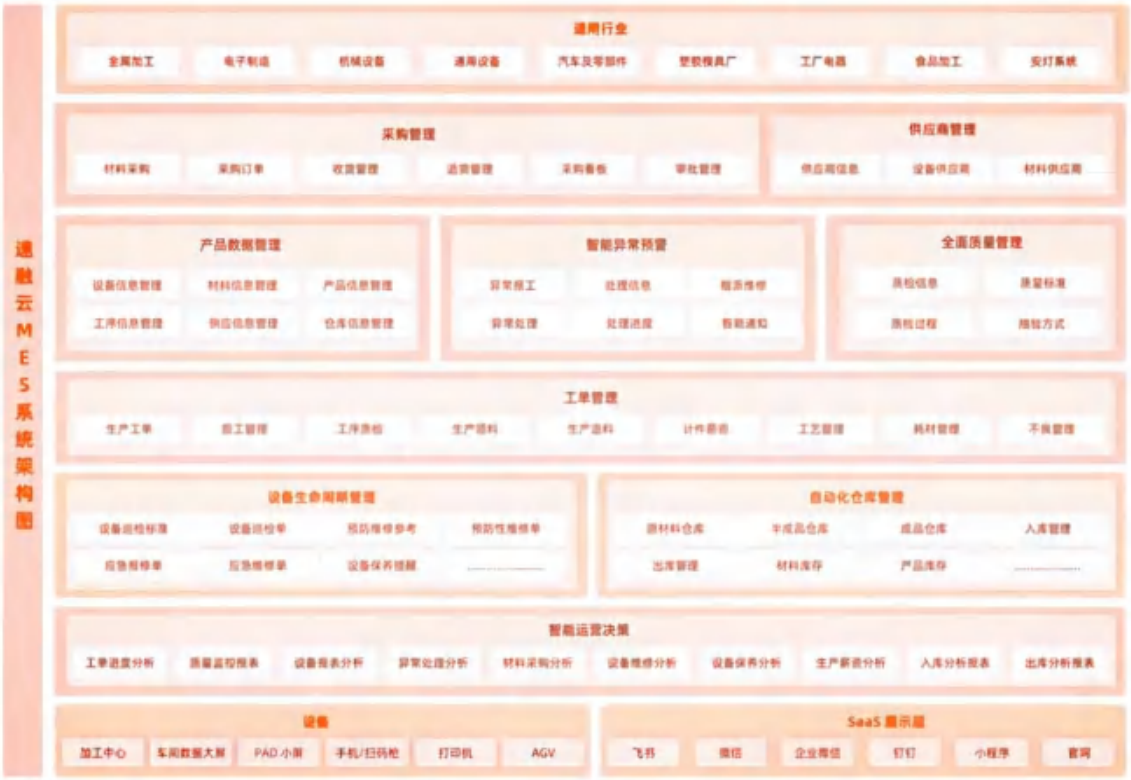
防止不良品继续加工，及时止损。

能源 + 计划 (EMS + APS)

场景： APS根据EMS的"峰谷电价"，自动调整排程。

把高耗能的大订单安排在电费便宜的夜间生产。

如果说 ERP 和 MES 构建了工厂的骨架，那么 APS、QMS、EAM、EMS 就是让工厂**跑得更快(效率)、跑得更稳(质量)、跑得更久(设备)、跑得更省(能源)** 的关键引擎。



商用MES的系统架构图

L4智能预警与预判

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□四级	运用**人工智能**等技术建立生产运行**监测预警**算法模型，实现生产作业数据的在线分析与实时监测预警，并驱动生产过程的迭代优化与**闭环管控**。	1.查看是否部署MES集成的**工业大数据平台**和AI算法的**预警与优化闭环系统**，判定预警报告的准确性（对比预警与实际异常情况）。2.验证预警模型基于预警报告优化记录的有效性。	生产智能预警模型说明文档、功能界面截图；预警触发及处理优化的闭环记录报告或截图。	

核心要求

- **大数据及AI算法平台**
- **提前预判风险及处理**



L4：基于人工智能的智能预警算法

L4 的核心是基于闭环系统的自主判断

场景二 生产管控（*）：达标要求与常见误区

（*）约束性场景，为必评内容

等级	达标要求	核心检查资料	常见误区
L1 初始级	用表格记录工单产量与物料耗用 - 用表格记录工单编号、产量、物料耗用 - 记录能覆盖近期主要工单	工单记录表格截图 产量与物料耗用台账	只有产量一个数，没有工单号 工时、料耗与工单对不上
L2 规范级	工单信息在系统里录入、跟踪，状态可查 - 工单创建、派工、报工、完工都在系统走 - 每种状态可查到操作人和操作时间 - 产量、物料耗用与工单对应	工单模板与状态记录 领料单，成品入库单 异常停工处置记录 报工与完工确认记录	系统只建工单，进度靠口头报 异常停工挂着，没有原因记录 工单开出去没人报工，月底补数
L3 集成级	工单与工艺参数自动采集，系统间共享数据 • 工单与工艺参数自动采集，不靠手填 • 与 ERP、库存、质量、设备系统打通 • 参数超差，系统能自动标出来	采集点位表与硬件台账 工艺参数实时曲线 系统接口与同步日志 超差报警与处置记录	“集成”靠每天导一次 Excel 参数靠操作工手抄进系统 有采集没报警，超差靠人看
L4 优化级	用 AI 建生产预警模型，实现监测预警与闭环优化 • 有生产运行预警模型，能核对预警准确性 • 预警能推出优化措施，并验证落地效果	预警模型说明文档、界面 预警触发与处置闭环记录 模型准确率验证数据	上的是大屏看板，没有模型 预警只统计不处置，没有闭环



生产执行数字化

质量管理

场景三：质量管理

构筑产品信用的数字基石

- 约束性场景
- 评级的关键性场景



L1 初始级
电子表格记录

L2 规范级
数字化采集录入

L3 集成级
自动检测/全追溯

L4 协同级
AI 预测与共享

⚠ 传统模式痛点
堆积的纸质质检单
滞后的抽检结果
事后"救火"无法溯源

数字化目标
闭环的数字质量链条
实时异常预警
从"结果抽检"到"过程受控"

质量检验的核心工作

检验基础设置

检验项与检验标准
定义质量检验的关键基础数据，是数字化执行的基础。

检验流程与分析

不良处理单
记录不良品，提供返工、报废、让步等处理方案。

纠正措施
制定并执行改进措施，防止问题重复发生。

客户投诉
记录客户反馈，追溯根源并跟踪措施落实。

分析与看板
多维度数据分析与可视化，辅助管理决策。

检验类型

- 首件检：确认首件产品及工艺参数。

  工艺符合性:检查首件产品的加工工艺是否符合工艺文件的要求，包括加工顺序、加工方法、工装夹具的使用等。例如，在机械加工中，首件产品的切削参数、刀具选择等是否正确。
  尺寸精度:对首件产品的关键尺寸进行测量，确保其符合设计图纸的要求。如汽车发动机缸体的孔径、轴颈尺寸等。
  外观质量:查看首件产品的外观是否存在瑕疵，如表面粗糙度是否达标、有无毛刺、飞边等。

- 巡检：生产过程中按频率抽样检验。

  设备运行状态:检查生产设备的运行参数是否正常，如温度、压力、转速等;设备是否存在异常振动、噪声等情况。
  人员操作规范:监督操作人员是否按照操作规程进行作业，包括操作姿势、操作步骤、安全防护措施等。如在焊接作业中，操作人员是否正确佩戴防护用品，焊接工艺参数是否符合要求。
  半成品质量:对生产过程中的半成品进行随机抽样检验,检查其质量是否稳定。如在服装生产中，检查半成品的缝制质量、尺寸偏差等。

- 完工检：工序完成后的半成品检验。

  外观检（颜色、划痕）尺寸检（长度、孔径）性能检（物理、化学）

- 成品检：出厂前的最终全面检验。

质量检验工具



数据录入方式

- **手动录入：**平板/手机输入数值。
- **蓝牙连接：**数显卡尺、千分尺直接连接MES，一键传输数据，避免笔误。
- **设备对接：**CMM三坐标、气密性测试仪直接上传测试报告。

结合安灯系统，检验不合格可直接触发质量报警。

L1记录电子化

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□一级	应用**信息技术工具**（如EXCEL表格、云存储等）辅助开展产品质量信息的管理。	检查是否使用电子表格等工具记录质量检验数据以及记录文件的完整性。	质量检验记录表格（含检验日期、项目、结果）或截图。	

核心要求

■ **电子化记录**








Ⅰ.质量检验数据依赖人工线下纸档记录，人工记录工作量大，且容易出错；
质量数据分析难度大，数据分析需要人工二次录入，重复工作且数据分析存在滞后性；




Ⅳ.质量检验标准线下管理，对质检人员经验技能要求较高
报表人工统计费时费力；产品问题难以定岗定责；跨部门信息孤岛，沟通成本高，人员协同效率低；




Ⅱ.检验设备未进行设备联网，质量报告离线存储，查询难度大；设备检验数据人工人工记录效率低、准确性差；
设备检验数据无法实时进行数据分析与预警，当出现质量偏差时，无法及时发现并采取应对措施，造成批量质量损失；




Ⅲ.检验数据、检验报告等离散存储，缺乏与产品、物料的关联管理，发生质量事故，无法快速定位检验数据进行数据分析；
原材料与加工产品之间缺乏关联关系，过程质量异常无法快速追溯原材料质量问题；



L2质量管理数字化采集

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□二级	实现生产过程质量数据的**数字化采集**录入、统计与管理，基于**信息化系统**实现质量管理流程的**规范化**管理。	1.查看企业是否部署QMS或质量管理模块。 2.确认企业是否基于QMS系统实现产品的质量管理、流程检验、不合格品处理等。	QMS系统界面及检验流程截图；产品质量数据记录或截图。	

核心要求

- **数字化采集**
- **引入QMS等信息化系统管理**

业务流程线上化

1. **来料检验 (IQC)：** 手机扫码收货，关联采购单。
2. **过程检验 (IPQC)：** 首件检、巡检数据直接录入工位机。
3. **成品检验 (FQC)：** 合格后系统生成入库指令。
4. **异常处理 (MRB)：** 不合格品发起在线审批流。

QMS：数字化质量管理体系

QMS（Quality Management System，质量管理系统）是数字化质量管理体系的核心平台，在企业运营中扮演着"质量中枢"的角色，负责从数据采集到智能分析的全流程质量管控。

质量流程标准化
实现检验计划、不合格品处理(NCR)、CAPA的无纸化与规范化。

全生命周期质量追溯
利用条码/RFID，实现从原材料到成品的正反向全链条追溯。

自动化质量检测与集成
集成视觉检测仪等设备，自动采集数据、实时比对与自动判定。

质量数据分析与预测
应用统计过程控制（SPC）监控与AI模型，识别根因，实现从"事后"到"事前"的预防。



通过流程标准化、追溯透明化、检测自动化与分析智能化，达成卓越质量运营。

专业的质量管理系统——QMS系统流程

第一步：质量数据的采集与整合
打通多系统，形成统一质量数据中心。
数据来源： 原材料（供应商/进货）、生产过程（工序/设备）、成品（出货/性能）、环境、客户反馈。
集成： ERP、MES、自动化检测设备。

第二步：质量标准的配置与规则定义
灵活配置标准，确保一致性。
配置内容： CTQ上下限、抽样方案(AQL)、SPC判异准则、不合格品流程。
验证点： 基于QMS实现流程检验与不合格品处理。

第三步：自动化检测与实时判定执行
集成数字化设备，数据实时上传判定。
检测方式： 视觉检测(外观)、传感器(工艺参数)、自动化测试台。
核心能力： 自动判断合格/不合格，异常即时报警。

第四步：质量追溯与统计分析
基于唯一标识实现正反向追溯与归因。
追溯： 人、机、料、法、环全要素。
分析： SPC控制图(稳定性)、帕累托图(主要缺陷)、因果图(根因)。

第五步：质量预测与闭环改进
应用AI构建模型，实现预测性控制。
模型： 基于工艺参数预测缺陷概率、质量趋势。
闭环： 结果反馈生产调整工艺，优化检验规则。

核心价值
产品合格率提升 5-15%，质量成本降低 10-20%。

QMS与质量执行系统：质量管理的“脑与手”

1. QMS：质量层的“决策大脑”

功能：制定“检什么、何时检、怎么检”的计划与标准，管理流程，分析数据。

目标：确保产品符合标准，降低质量成本，实现持续改进。

2. 质量执行系统：质量层的“执行手脚”

功能：执行检验指令，采集数据，监控状态，实现自动化检测报警。

目标：确保计划准确执行，实现质量数据透明化、过程可控化。

“质量计划-执行-反馈-优化”闭环流程

质量计划(QMS) → 执行检验(MES/设备) → 反馈数据(QMS) → 分析优化(QMS)

核心逻辑：实时采集与反馈，实现快速响应、预测预警及持续优化。

精诚质量管理系统（QMS）整体架构



QMS系统界面

L3 集成追溯——全流程质量追溯

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□三级	应用数字化检测设备及信息化系统实现关键工序质量检测，**自动判断报警**；或应用系统实现对原材料、半成品、成品的**质量可追溯**。	1.查看企业是否配备数字化检测设备（如视觉检测仪），并与QMS系统集成实现关键工序**自动化检测**。2.查看QMS系统是否集成自动化检测设备和MES系统，实现产品原材料、半成品、成品质量全生命周期质量信息追溯（如扫码追溯来源、检验记录）。	数字化检测设备与**系统联动**的界面截图或证明材料；产品质量追溯查询结果截图。	

核心要求

- **来源可溯，去向可追**
- **系统集成与数据共享**

检测设备联动

自动取数： 直接从电子卡尺、测厚仪、电子秤读取数据，拒绝人工手写。

自动判定： 系统内置工艺包阈值，毫秒级比对。

自动报警： 数据超限实时弹窗、亮灯或停机。

整体架构



主数据采集与对接——数据自动化同步，打通信息孤岛

质量管理系统主数据对接：构建统一、标准化的质量数据基石，打通产品、物料、设备、工艺路径等信息孤岛，通过与企业现有系统（如ERP/PLM/...）无缝集成，确保质量数据同源一致、全局共享，为全流程质量追溯与分析提供可靠的数据支撑，提升跨部门协同效率。



进料检验——严控来料质量，从源头杜绝风险

主数据 | 进料检验 | 过程检验 | 送检检验 | 返工报废 | 质具管理 | 质量分析 | 智能看板

进料检验管理：严把物料入口关，实现从采购到货、检验任务生成、结果判定到供应商评价的全程数字化管理。系统自动匹配检验标准，支持结果自动判定与报告电子化，建立供应商质量画像，从源头降低质量风险，提升来料质量水平。



1.采购到货，仓库提交进料检验

2.质检人员扫描物料编码，进行进料检验

3.系统自动显示配置好的检验项目进行检验

4.物料结果判定，出具检验报告，执行对应处理流程

过程检验——实时监控生产过程，精准把控每一道工序

主数据 | 进料检验 | 过程检验 | 送检检验 | 返工报废 | 量具管理 | 质量分析 | 智能看板

过程检验管理：通过对接检测设备以及手动录入等方式，获取检验数据并自动进行统计分析；



产品检验项配置



检验计划创建



扫描工件二维码检验



检测设备对接，数据自动采集关联



手动输入检验数据

CSV文件对接



SERVER

质量数据存储、分析



检验数据追溯



质量实时监控

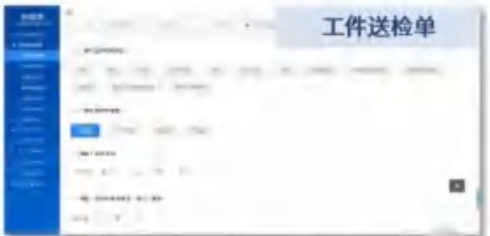


返工报废管理

送检检验——实验室送检全流程数字化管理

主数据 | 进料检验 | 过程检验 | 送检检验 | 返工报废 | 量具管理 | 质量分析 | 智能看板

送检检验管理：专为实验室检验场景设计，实现复杂送检流程的线上化与规范化管理。从送检申请、任务分配、参数录入到统计分析报告的生成，全流程可追溯。支持对金相、硬度、化学成分等专项检验的高效管理，确保检验数据准确、可查。



1.实验室检验项，填写送检单



- 金相检验
- 化学化验
- 硬度检验
- ……



2.检验员依据检验标准，组织检验



3.出具检验结果，关联检验产品



4.检验信息多维度统计

量具管理——量具全生命周期管理，确保检测数据精准可靠

主数据 | 进料检验 | 过程检验 | 送检检验 | 返工报废 | **量具管理** | 质量分析 | 智能看板

量具管理：实现从量具台账、周期检定、日常保养到流转追溯的全生命周期管理。通过系统预警提醒，确保所有检具均在有效期内使用，状态清晰可控。杜绝因量具失准导致的质量误判，保障检测结果的准确性与权威性。



质量分析——用数据说话，驱动质量持续改善

主数据 | 进料检验 | 过程检验 | 送检检验 | 返工报废 | 量具管理 | **质量分析** | 智能看板

质量数据BI分析：基于算法模型对过程质量数据进行数据分析，更好控制车间质量提升整体效益



智能看板——可视化看板实时呈现，助力管理层精准决策

主数据 | 进料检验 | 过程检验 | 巡检检验 | 返工报废 | 量具管理 | 质量分析 | 智能看板

智能大屏可视化



移动端可视化



质量管理系统能够深度挖掘质量数据，实时完成数据统计分析，支持SPC、CPK、供应商能力对比分析、不良故障Pareto分析等内容并提供8D报告功能。

L4 智能化管理——前沿技术应用

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□四级	应用前沿技术（如**视觉质检**）开展产品质量检测，提升检测效率和水平；或构建质量管理模型，实现质量影响因素识别及**缺陷预测性**分析。	查看企业是否应用AI视觉检测平台和质量大数据分析系统，或具备质量预测性分析模型实现预测性质量控制。	AI视觉质检系统画面及检测报告截图；质量预测分析模型或报告截图。	

核心要求

- **AI检测**
- **质量预测**

AI 视觉质检

利用深度学习模型，通过高清相机自动识别产品表面的划痕、瑕疵、异色。

优势： 精度高、速度快、不知疲倦，替代人工目检。

缺陷预测模型

建立"质量影响因素识别模型"。

逻辑： 分析海量历史工艺数据（如：当湿度>60%且炉温波动>2度时废品率上升），从而提前预警并调整参数。



场景三 质量管理（*）：达标要求与常见误区

（*）约束性场景，为必评内容

等级	达标要求	核心检查资料	常见误区
L1 初始级	**用表格管理产品质量检验数据** • 用表格记录检验日期、项目、结果 • 记录覆盖主要产品与工序	质量检验记录表格 检验项目与判定标准	检验记录事后补填，签字栏空着 只记合格与否，没有实测值
L2 规范级	**质量数据进系统，检验流程线上规范化** • **检验数据在系统录入（手工或设备导入）** • 来料、工序、成品检验都**在线上审批** • 不合格品从判定到复检全程留痕	系统质量台账与报表 检验流程审批记录 不合格品处置与复检记录	系统只存报表，检验单还是纸质 不合格品只登记，不处置不复检 同一批号在系统里查不到检验单
L3 集成级	**关键工序自动检测报警，或全流程可追溯** • 关键工序用数字化检测设备，**数据自动进系统** • 超差自动判定报警，报警有责任人处置 • 或：按批次号正反向追溯全链检验数据	检测设备对接与校准记录 报警规则配置与处置记录 正反向溯源实操截图 不合格品流向与召回记录	设备买了，数据还是人工抄进系统 有报警，但长期无人处置 追溯只查到成品这一级
L4 优化级	**AI 视觉质检，或质量模型做缺陷预测** • AI 视觉检测替代人工目检，有检测报告 • 或建质量模型，识别因素、预测缺陷	视觉检测画面与检测报告 质量预测模型或分析报告 模型准确率与误判率统计	叫“AI 质检”，其实是光学筛选 买来闲置，产线仍靠人工目检 只有一条产线在用，其余靠人看



生产执行数字化

设备管理

场景四： 设备管理

从“被动维修”到“预测维护”

- 约束性场景
- 评级的关键性场景



L1 初始级

台账线上化

L2 规范级

计划巡检移动化

L3 集成级

自动统计 OEE

L4 协同级

预测维护与优化

⚠ **传统模式痛点** 坏了才修、纸质点检、产能损耗严重

✔ **数字化目标** 状态实时监控、移动巡检到位、OEE 自动统计

设备管理核心功能模块

设备台账

对设备信息、参数、运行及维护历史进行全面记录，是全生命周期管理的基础。

设备保养

自动设定周期性保养计划，如日、周、月、年，并记录保养详情。

设备维修

快速发起报修，系统记录维修全过程，形成完整的设备维修档案。

备品备件管理

实时监控备件库存、位置和出入库，确保维修时备件的及时供应。

设备点检

灵活制定点检计划，为不同设备设置具体项目和标准，并自动分配任务。

L1人工巡检及记录电子化

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□一级	通过人工或**手持仪器**开展设备点巡检，并应用信息技术工具辅助制定**设备管理台账**。	1.查看企业设备是否使用电子表格等工具管理设备台账和点巡检记录。2.核查台账与实际设备的一致性.	设备台账（含设备编号、型号、维护记录）及**点巡检记录表**格或截图。	

核心要求

- **人工巡检或手持点检**
- **电子化记录**

设备点检表模板

设备名称			点检人员		检查人员			抽检人员		
序号	点检部分	点检项目	排除内容	点检基准	判断标准	点检周期	进度		点检结果	备注
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
说明										

L2 规范管理——巡检维护移动化

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□二级	通过**信息技术**手段制定设备**维护计划**，开展设备**点巡检**、维护保养等功能，实现设备的规范化管理。	查看企业是否部署**EAM（企业资产管理系统）、CMMS（计算机化维护管理系统）或设备管理模块**，并确认设备档案、维护计划、点检保养流程是否线上化。	EAM系统功能界面、维护计划界面截图；**移动点检APP**使用截图。	

核心要求

- **引入管理系统**
- **移动巡检**

核心功能流

1. **计划生成：** 系统预设维保周期。
2. **任务推送：** 自动发送至手机 APP。
3. **现场执行：** 扫码/GPS 打卡 (防作弊)。
4. **结果填报：** 拍照上传，数据自动汇总。

管理价值： 防止虚假点检，确保存留执行痕迹，建立设备“电子简历”。



EAM：企业资产管理系统

EAM（Enterprise Asset Management，企业资产管理系统）是数字化设备与资产管理的核心平台，在企业生产中承担“设备健康管家”的角色，旨在实现设备全生命周期的规范化、精细化与智能化管理。

资产全生命周期管理
建立设备主数据档案(台账)，制定并执行预防性维护(PM)计划。

维护执行移动化
通过移动APP实现工单的在线派发、执行与反馈，提升效率。

设备状态监控与OEE分析
IoT实时采集参数，可视化监控状态，自动计算OEE量化效率损失。

预测性维护与智能优化
利用AI模型从“定时”转为“按需”维护，预警潜在故障。



通过资产数字化、维护标准化与决策智能化，保障生产稳定并挖掘设备潜能。

专业的设备管理系统——EAM系统构成

功能模块	核心作用	为决策者带来的业务价值
资产台账管理	建立企业所有资产的“数字身份证”，集中记录资产的静态信息（型号、供应商、采购日期、价格）和动态信息（位置、状态、使用记录、关联文档）。	**实现资产可视化与透明化管理。** 决策者可以随时掌握企业资产的全貌，清晰了解资产的分布、价值与状况，为资产盘点、折旧计算和投资规划提供单一、可信的数据源。
维护管理	包含工单管理、预防性维护计划、标准作业程序（SOP）库等。实现从故障报修、工单派发、任务执行到完工确认的全流程闭环管理。	**提升维护效率与质量，降低停机损失。** 通过标准化流程确保维护工作质量，通过预防性计划将非计划停机时间降至最低。决策者能清晰看到维护团队的工作负荷与绩效，并量化维护活动对生产效率的积极影响。
库存与采购管理	专门管理与资产维护相关的备品备件。功能涵盖库存盘点、出入库管理、安全库存预警、采购申请与订单跟踪。	**优化库存成本与保障物料供应。** 平衡资金占用与生产需求，避免因备件短缺导致的长时间停机，或因备件积压造成的资金浪费。决策者能获得更健康的库存周转率和更优化的采购支出。
数据分析与报表	汇集前三大模块的数据，提供可定制的仪表盘和报表。分析关键绩效指标（KPIs），如平均无故障时间（MTBF）、平均修复时间（MTTR）、设备综合效率（OEE）等。	**提供数据驱动的决策支持。** 将繁杂的运营数据转化为直观的洞察，帮助决策者识别资产管理的薄弱环节、评估维护策略的有效性，并精准预测未来的维护预算与资本支出，实现从“经验管理”到“数据决策”的转变。



L3 关键参数实时采集及OEE 自动统计

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□三级	基于**信息化系统**实现设备关键运行参数数据的**实时采集**、故障分析和**远程诊断**，并实现设备综合效率（OEE）统计。	检查设备是否联网并实现数据采集，系统是否具备远程诊断和OEE自动计算功能。	设备参数实时数据监控平台截图；故障分析报告、远程诊断记录及OEE报表截图。	

核心要求

- **关键参数实时采集**
- **远程诊断**
- **OEE自动计算**

可用率

来源：PLC 状态信号

(计划工作时间 - 故障停机) / 计划时间

表现率

来源：MES 产量数据

实际产出 / (理论节拍 × 运行时间)

质量率

来源：QMS 质检数据

合格品数量 / 总产量

↓

OEE自动分析

实现与演进 (L3 核心)：实时监控——数采与远程诊断

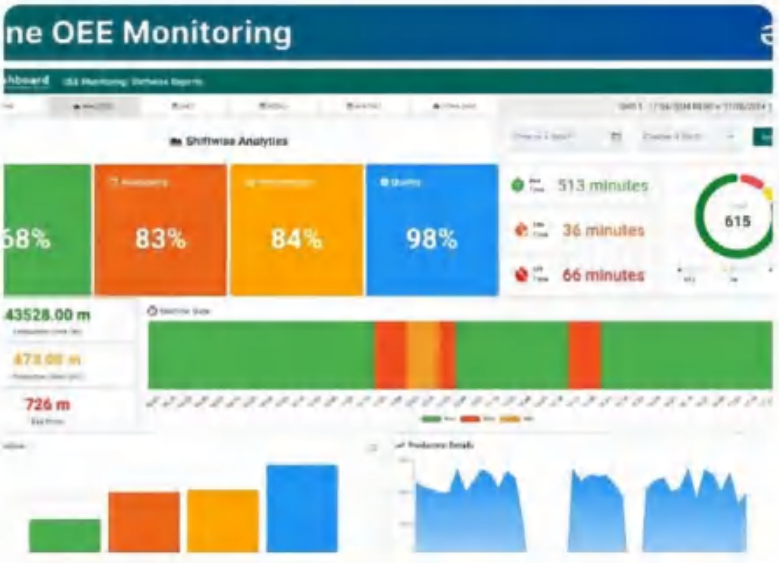
让数据自动跑

技术路径： 设备 PLC \工业网关\云端看板。

监控要素

- 运行状态 (开/关/待机)
- 电流负荷 / 转速
- 故障报警代码 (远程诊断)

分水岭：设备接口直采 VS 人工录入



设备稼动率与 OEE

稼动率 = 实际运转时间 ÷ 计划可生产时间

计划稼动时间（旧称「负荷时间」）= 排班总时间 − 计划停机（保养、班前会、午休、预定换型、节假日停机）

① 时间稼动率

简易稼动率 / Availability

实际运转时间 ÷ 计划稼动时间

实际运转 = 计划稼动 − 非计划停机

损失：故障、缺料、工装损坏、等待

② 性能稼动率

Performance / 速度损失

实际产量 × 理论单件工时 ÷ 实际运转时间

理论单件工时 = 1 ÷ 理论节拍

损失：降速、空转、短暂小停机

③ 良品率

Quality / 质量损失

良品数量 ÷ 总产出数量

口径：良品按一次合格计，返工品计入不良

损失：不良品、返工

OEE = ① 时间稼动率 × ② 性能稼动率 × ③ 良品率

经常说的「稼动率」多半只是①，不等于 OEE

算例 班次 480 min | 午休（计划停机）30 min | 故障+等待（非计划）60 min | 理论节拍 0.5 min/件 | 产出 700 件，不良 20 件

计划稼动时间	实际运转时间	① 时间稼动率	② 性能稼动率	③ 良品率	OEE
450 min	390 min	86.67%	89.74%	97.14%	75.6%
480 − 30	450 − 60	390 ÷ 450	350 ÷ 390	680 ÷ 700	①×②×③

另有一种负荷稼动率 = 实际运转时间 ÷ 排班总时间（本例 390 ÷ 480 = 81.25%）：分母不减计划停机，数值偏低，一般不作设备本体考核口径。

选口径：追停机损失看 ①；看设备综合效率看 OEE；对外报数若用排班总时间作分母，须注明是「负荷稼动率」，不要与 ① 混用。

L4 设备运行模型与故障自动预警

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□四级	建立设备运行模型和设备故障**知识库**，实现设备**故障自动预警**及自动制定预测维护解决方案，并基于OEE分析**驱动工艺优化**和生产计划优化。	1.查看企业是否具备设备预测性维护模型和智能维护决策系统。2.验证优化记录的有效性。	设备预测性维护预警平台截图；故障预警记录；基于OEE的生产优化建议报告截图。	

核心要求

- **故障知识库及自动预警**
- **OEE驱动优化**

构建"设备大脑"

核心构成： 设备运行模型 + **故障知识库**。

智能化场景

异常识别： 传感器识别震动/声音频率变化，AI预判轴承损耗。

自动预警： 故障发生前自动下达维保指令并锁定备件。

产线联动： 设备健康度下降 \自动反馈排产系统\ 优化排程



场景四 设备管理（*）：达标要求与常见误区

（*）约束性场景，为必评内容

等级	达标要求	核心检查资料	常见误区
L1 初始级	**人工点巡检，用表格管设备台账** - 用表格管设备台账与点巡检记录 - 台账与现场设备对得上	设备台账、点巡检记录表 设备清单与现场铭牌对照	台账几年没更新，设备早换了 点巡检只签字，不记实际状态
L2 规范级	**系统管设备档案、维保计划与点巡检** - 设备档案在系统里，**全生命周期可查** - **维保与点巡检计划**由系统生成并下发 - 点巡检线上填报，**异常有上报处置**	系统档案与维保计划 线上点巡检记录 异常上报与处置记录	计划系统出，执行还是纸质签到 点巡检记录清一色写“正常” 维保做完不入系统，只留纸质单
L3 集成级	**设备参数自动采集、故障诊断与 OEE 统计** - 关键参数**由传感器自动采集进系统** - 故障能分析原因，支持远程诊断 - **OEE 由系统自动算**，不是手工填	采集硬件台账与校准证书 故障分析与远程诊断记录 系统自动生成的 OEE 报表 停机原因分类与时间统计	OEE 是 Excel 算的，不是系统出的 只采开关机，没采工艺参数 停机时间靠回忆填，原因不分
L4 优化级	**建运行模型与故障知识库，预测维护并反哺工艺** - 有预测性维护模型，能提前预警故障 - 依据 OEE 分析提出工艺或排产优化	预测维护平台截图 故障预警记录 基于 OEE 的优化建议报告	“预测维护”其实是定期保养 只有预警，没有维护决策与验证



场景五： 安全生产

从传统的“人防”转向在线化“技防”

- 约束性场景
- 评级的关键性场景



L1 初始级
制度制定
电子文档管理

L2 规范级
在线监测
重大危险源

L3 集成级
危废闭环
应急协同

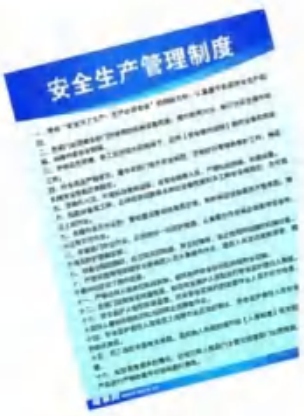
L4 协同级
预测性建模
智能响应

L1 制度制定及电子文档管理

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□一级	应用**信息技术**工具辅助开展车间安全生产规范的**制定及管理**。	检查是否使用office电子文档等工具管理**安全制度和规范**。	安全生产规范电子文档或截图。	

核心要求

- **制定安全管理制度及规定**







L2 管理系统及在线监测

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□二级	应用信息技术手段实现安全作业**规范化管理**，开展安全风险数据、重大危险源等**在线监测**。	1.查看企业是否使用**安全管理系统**，集成视频监控和传感器在线监测安全风险数据、重大危险源。2.查看企业监测设备的运行状态，核查监测记录的连续性。	监控/长安器安装位置照片；安全管理系统界面及巡检流程截图；重大危险源在线监测画面截图。	

核心要求

- **引入系统管理**
- **重大危险源在线监测**

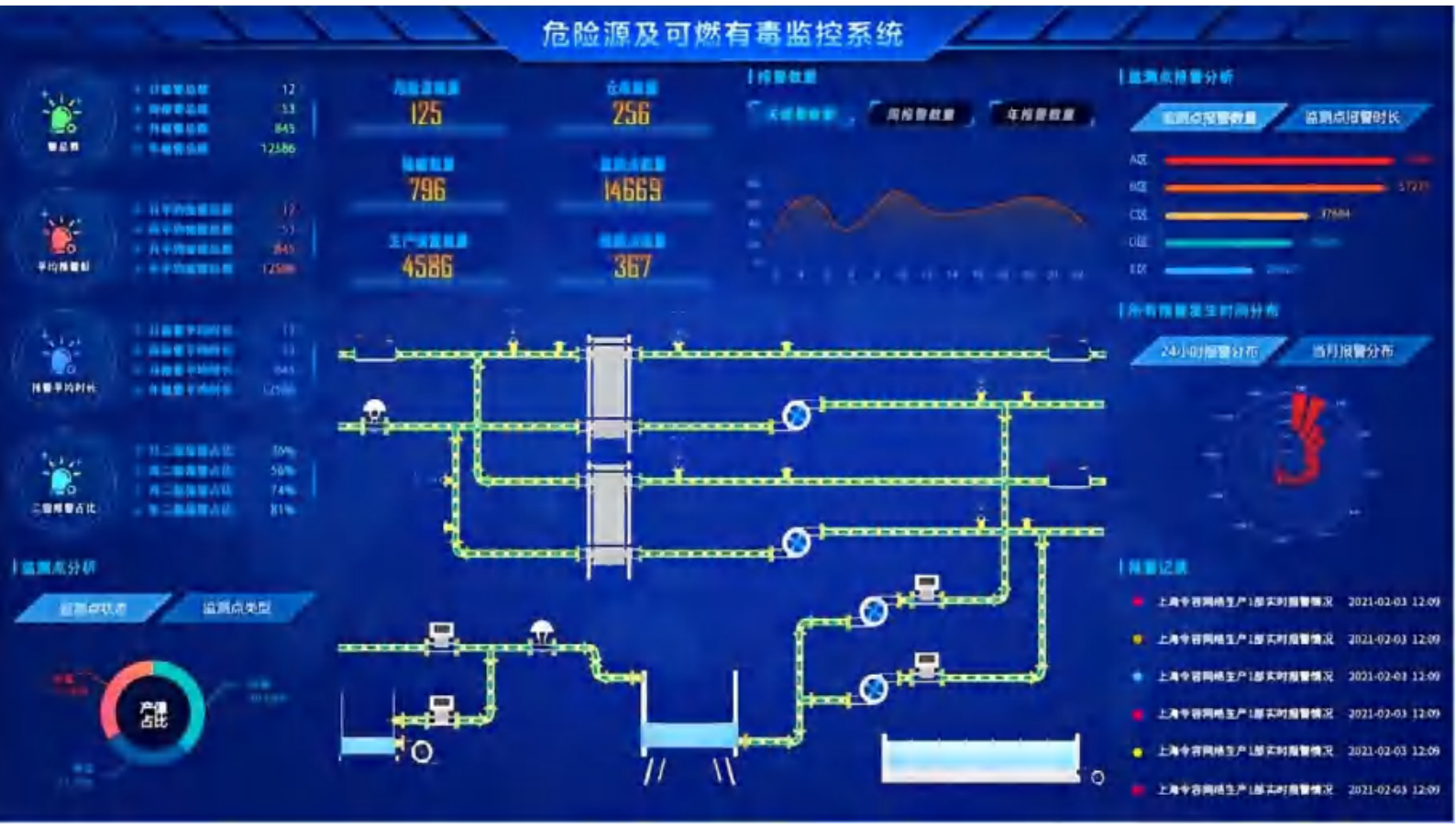
从“人防”到“技防”

技术架构： 视频监控/传感器 /安全管理平台。

1. 集成监测：
集成烟感、温感、易燃气体探测，数据实时回传。

2. 规范巡检：
安全巡检线上化，责任清单数字化，杜绝假巡检。

红线警告：
严禁数据断档，监测记录必须连续可查。



L3 危废信息化管理

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□三级	实现危险废物存储、运输的**全流程信息化管理**，实现安全生产风险**实时报警**，建立安全**应急预案**，实现安全事故处理与相关部门及时协同。	1.查看企业危险废物管理是否全流程线上跟踪，系统是否具备风险实时报警。2.审查企业应急预案的可行性及协同记录。	危废管理流程跟踪记录/截图；应急预案文件、安全风险报警记录及应急协同处理记录截图。	

核心要求

- 闭环协同
- 应急预案

传感器报警

↓

系统弹窗+关联预案

↓

推送至生产/调度/消防

↓

跨部门处理日志

"一码到底"全生命周期管理

1 **产生点：** 终端扫码称重，自动记录产出量。

2 **存储点：** 暂存库温湿度、气体指标在线监控。

3 **转移点：** 对接电子联单，追踪运输去向。

关键证据： 危废管理流程跟踪截图、电子台账。



安全生产数字化的涵盖范围

数字化安全管理的"三驾马车"

在线监测

针对压力容器、易燃易爆区域、关键控制点 (CCP)。

实时采集

危废管理

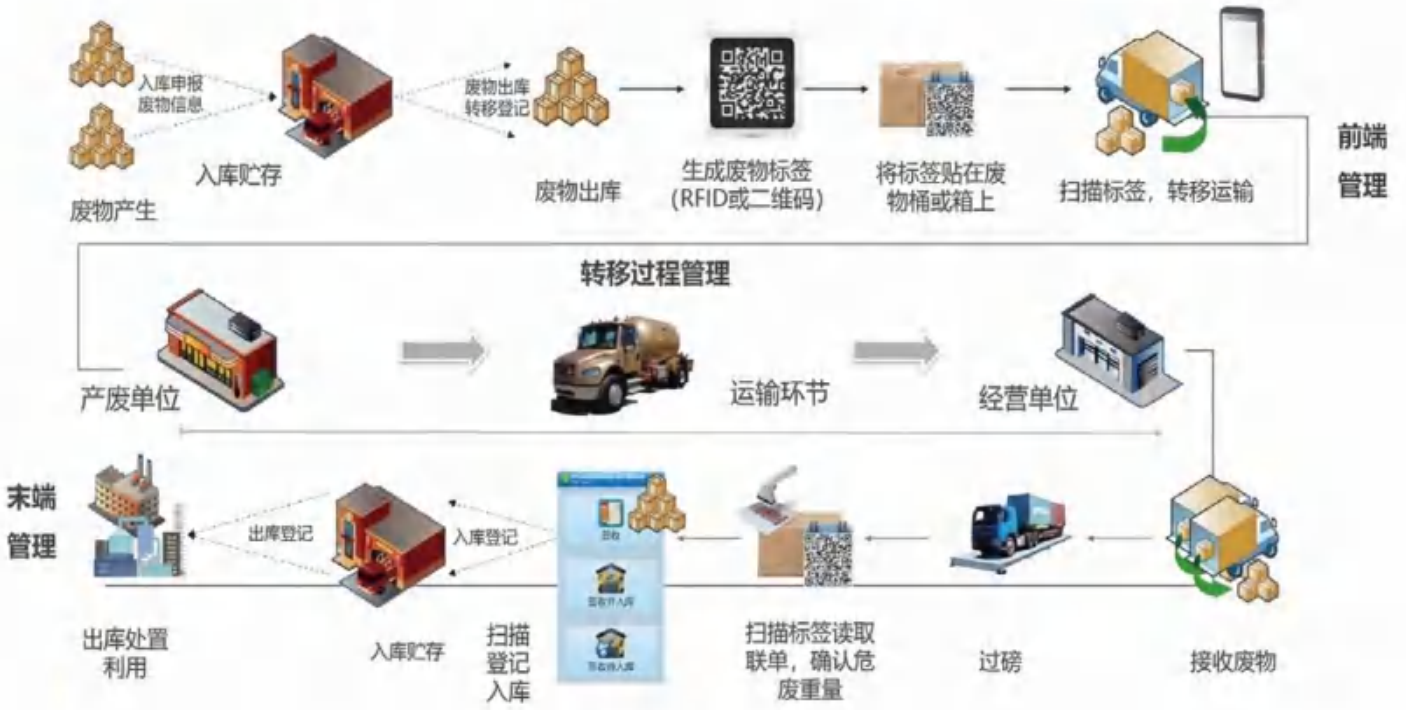
从产生、称重、暂存到运输处置的全生命周期管理。

电子足迹

应急协同

实时报警触发预案，多部门协同响应日志。

闭环响应



危废全流程监管

智慧监管闭环：主动发现、取证、核查、执法

主动发现

智能分析产废、转移、处置过程中的重量、时间、路线等异常事件。

主动取证

自动保存事件记录和视频监控录像，为后续处理提供证据支持。

主动核查

值班人员通过回传信息与视频录像，核实异常报警事件的真实性。

主动执法

对违规事件分级处理，一般违规要求整改，严重违法则现场执法。



防爆防腐蚀摄像机



地磅



电子秤



打印机



触摸屏



车牌抓拍相机



车载NVR

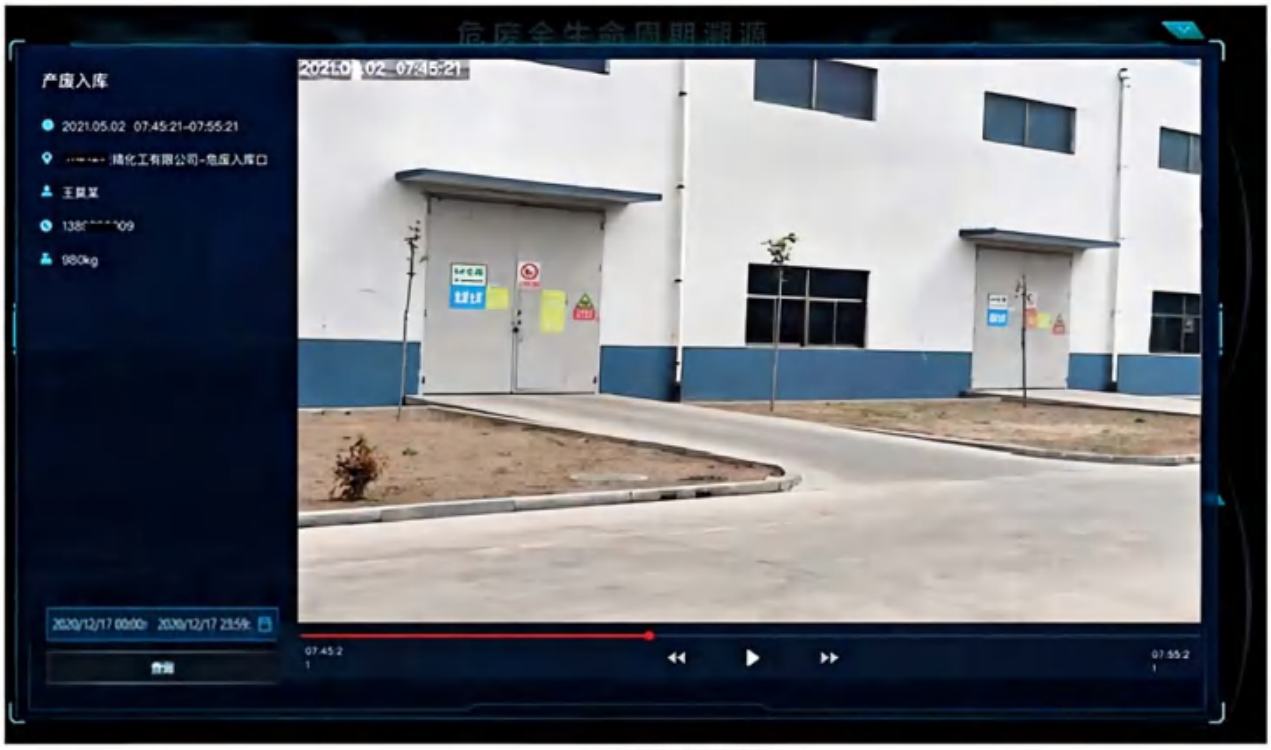


智能锁



危险废物全生命周期智慧监管平台





产废入库管理

L4 自动预警

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□四级	基于安全作业、风险管控等数据的分析及建模，实现危险源的**预防性管理**、**自动预警**及响应处理。	检查是否具备安全风险**智能分析与预警预测模型**。	安全风险智能预警平台截图；预警自动触发响应处理的流程记录截图。	

核心要求

- 预防性防控
- **智能分析**
- **自动预警**

基于大数据的“本质安全”

智能场景

预防性分析：

AI 算法分析历史数据，识别异常规律 (如电流波动预测火灾)。

自动闭环响应：

检测到高危信号 \自动指令下达 (如自动喷淋、切断电源、开启排风)。



安全带检测



烟火检测



断料检测



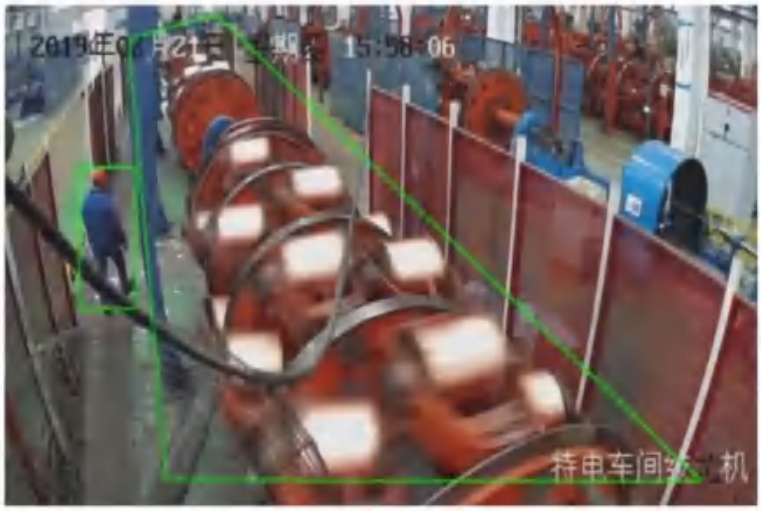
安全帽检测



防护面罩检测



通道阻塞检测



生产机械安全监控：实时监测生产车间内各种生产设备、工作区的安全作业情况，如行吊的起吊高度、绞龙启动后防护区人员逗留、工人操作中手与木盘距离

场景五 安全生产（*）：达标要求与常见误区

（*）约束性场景，为必评内容

等级	达标要求	核心检查资料	常见误区
L1 初始级	**用电子文档管安全制度与操作规范** • 安全制度、操作规程以电子文档管理 • 有版本，现场能查到现行版	安全规范电子文档 制度清单与发布记录	制度在电脑里，现场挂的是旧版 只有制度文件，没有发布与培训记录
L2 规范级	**安全作业线上管，风险与危险源在线监测** • 作业许可、安全交底在系统里走 • **重大危险源、关键风险部位**关键参数在线监测 • **预警阈值分级设置**，有告警处置记录	作业许可与安全交底记录 监测画面与对接资料 预警台账与处置单	监测装了不联网，靠人抄数 报警只发不收，没有处置 危险源清单还是纸质台账
L3 集成级	**危废全流程电子台账、风险实时报警与应急协同** • 企业危废信息库、安全应急预案，从产生到处置全程电子留痕 • 报警按风险分级推送，**通过声光、短信、APP 推送、系统弹窗等方式** • **处置能闭环**，车辆GPS可追踪，应急预案上线，事故协同有记录	危废电子联单与运输轨迹 报警推送与处置闭环记录 应急预案与演练记录	危废台账是纸质联单扫描件 报警阈值全厂一个值，不分等级
L4 优化级	**用模型做危险源预防性管理与自动预警** •有风险预测模型，输出可视化并关联预案 • 高等级预警自动响应、联动设备 • 有模型迭代记录与成效数据	模型开发与验证文档 自动响应与联动记录 预警准确率与响应时效统计	模型只在汇报材料里，系统没有 预警后靠打电话，没有联动



生产执行数字化

能耗管理

场景六： 能耗管理

点亮绿色发展的数字灯塔

■ 约束性场景



L1 初始级	L2 规范级	L3 集成级	L4 协同级
手工记录	**自动数采**	**协同优化**	**智能调度**
电子表格	规范统计	深度监测	算法模型

核心成效：每百元营业收入中综合能源消费量降低值

L1 制度制定与能耗记录电子化

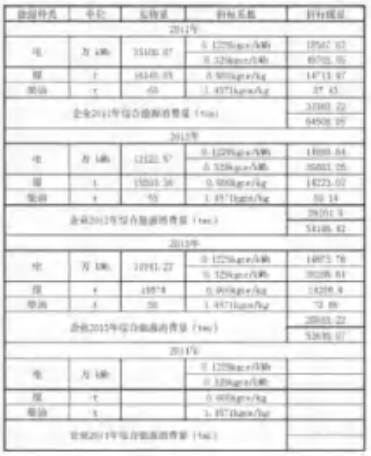
二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□一级	应用**信息技术**工具辅助**人工进行能耗数据记录**。	检查是否使用电子表格等工具记录水、电、气等能耗数据。	能耗记录表格截图。	

核心要求

■ **能耗数据记录电子化**



企业综合能耗统计情况表



L2 数字化管理及在线监测

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□二级	应用**信息化系统**采集和管理水、电、气、液等能耗数据，实现基于能耗**数据的统计分析**，实现规范化管理。	查看企业是否部署EMS能源管理系统，并确认能耗数据是否**自动采集、统计和分析**。	能源管理系统数据采集及统计分析界面截图。	

核心要求 ■ **信息化系统实现能耗数据的采集及分析**

看得见

各产线能效实时看板
透明化管理

算得清

自动折算标准煤
合规计算

管得住

异常用能自动预警
杜绝浪费

对工厂水、电、气、热等能源进行自动采集、分析与优化的综合平台

EMS：能源管理系统

EMS（Energy Management System，能源管理系统）是数字化与智能化能源管控的核心平台，在企业运营中扮演着"能源精算师与调度官"的角色，旨在实现从数据计量到优化调度的能源全流程精细化管理。

能源数据自动采集与统计
集成智能表计，自动采集水电气液数据，形成规范台账与报表。

能耗实时监测与可视化
建立各级能源看板，实时展示流向与KPI，快速定位异常。

能效分析与协同优化
关联生产数据分析能效瓶颈，支持跨部门能效改进工单闭环。

智能预测与优化调度
预测能源需求，基于多重约束推荐最优调度方案，实现低碳运行。



通过采集自动化、监控可视化与调度智能化，达成降本增效与绿色可持续发展。

专业的能源管理系统——EMS系统流程

第一步：能源数据整合与计量建模
构建精细化模型。
数据： 介质(水电气)、设备(空压机/焙炉)、生产(产量/批次)、环境。
来源： 智能表计、PLC、MES/ERP。

第二步：监测策略与基准规则配置
建立规范化管控体系。
策略： 计量点配置(分级)、能效基准(KPI)、报警规则(越限/突增)、分项分户规则。
核心： 基于能耗数据的统计分析与规范化管理。

第三步：实时监测与协同管控执行
7x24小时可视化监控。
内容： 实时看板、异常报警(消息推送)、协同工单(跨部门)。
核心能力： 实时监测重点设备，多部门协同优化。

第四步：多维分析与效率深度洞察
穿透式分析定位浪费。
维度： 时间(同比环比)、空间(区域)、组织(班组)、产品(单耗)。
洞察： 识别空载、待机、低效运行等损失。

第五步：智能预测与优化调度闭环
从"监测"跃升至"预测优化"。
闭环： 能耗预测(基于计划)、能效优化(运行参数)、多能源调度。
核心： 建立优化算法模型，实现能源优化调度。

核心价值

减少5-15%能源浪费，降低总体成本3-10%，支撑"双碳"目标。



L3 实时监测与协同管控

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□三级	应用信息化系统或平台，**实时采集**和管理水、电、气、液以及影响设备能耗的关键数据，实现设备能耗的监测分析与相关部门**协同管控优化**。	检查EMS系统是否能实时监测重点设备的能耗，并集成**智能电表、传感器**，实现实时监测并与生产等多部门协同进行能效优化。	设备能耗**实时监测**看板截图；能效优化协同工单或记录截图。	

核心要求

- 实时监测：智能电表、传感器等
- 多部门、多系统间协同



自动化采集

系统真实性

EMS 是否涵盖水、电、气等主要能源品类。

采集自动化

现场随机选仪表，查看系统内数据跳动及网关日志。

统计报表

是否能自动按日、周、月生成统计分析图表。





协同管控与能效监测

协同闭环逻辑



4. 生产/设备部门联动改进



L4 智能调度——算法预测

二级指标	等级判定	等级描述	检查内容	参考佐证材料	备注
	□四级	建立设备能耗监测与优化**算法模型**，实现设备能耗实时监测、能源转化效率分析、未来能耗**预测**及能源**优化调度**等。	检查是否搭建**AI能源优化平台**或具备能源优化算法模型和智能调度系统，能基于模型进行**能耗预测和多能源的智能调度**。	能耗预测模型输出结果截图；能源优化调度方案截图。	

核心要求

- AI能源优化平台
- 能源调度方案

基于模型驱动的能源调度，挖掘极致节能潜力。

AI 赋能预测

建立基于历史数据与生产计划的**"能效优化模型"**。

能耗预测： 根据未来订单预测电力负荷曲线。

智能调度： 自动生成避峰就谷方案。

场景六 能耗管理（*）：达标要求与常见误区

（*）约束性场景，为必评内容

等级	达标要求	核心检查资料	常见误区
L1 初始级	**用表格记录水、电、气能耗** • 用表格记录水、电、气用量 • 有能耗管理制度与流程	能耗记录表 能源管理制度	只记总表读数，一个月抄一次 能耗口径不统一，报表各算各的
L2 规范级	**系统采集能耗数据，自动统计与分析** • 主要用能单元装表，**数据自动上传、点位充足** • 系统自动出日报月报，含总量与单耗 • 支持同比、环比与对标分析	计量器具台账与现场照片 采集数据与能耗报表 同比环比与对标分析图	只有总表，没有设备级分表 数据是人工抄进系统的 二级计量缺项，按 GB 17167 就不过
L3 集成级	**设备级实时采集、能效分析与协同优化** • 设备级计量，**实时采集**并关联运行参数 • 能算设备能效，可与额定值对标，异常能耗告警，并发起协同工单 • 从问题发起（告警或分析报告）、任务分派（至设备部/生产部）、处理过程记录（如维修记录、运行调整）、到最终的**效果验证与闭环**。	采集点位表与实时看板 设备能效分析报告 告警与协同工单记录	有采集没分析，看板只是一张表 告警提了没人接，没有改善
L4 优化级	**能耗模型：实时监测、预测与优化调度** • 有算法模型清单，输入输出讲得清 • 能做负荷预测（未来 24 小时/月度） • 与 MES、PLC 联动，优化能落地	模型清单与设计文档 未来 24 小时负荷预测曲线 优化调度闭环与节能量核算	"预测"是拿去年同期乘系数 优化建议没人执行，没算节能量



为什么你的工厂总是“看不清、管不住”？

传统生产管理的三大痛点

进度不透明

订单到哪一步？全靠问、靠跑腿。信息传递严重滞后。

质量难追溯

出了问题找不到根因，责任不清。不良品源头无法锁定。

数据滞后

月底对账一团糟，决策靠“拍脑袋”。缺乏实时数据支撑。

数字化转型的核心目标：让生产“看得见、管得住、控得准”

生产执行数字化到底是什么?

不是"上一套系统"，而是"构建一套管理体系"。

计划排程
从"人脑排产"到"系统排产"

生产管控
从"人工跟单"到"实时看板"

质量管理
从"事后检验"到"全程可追溯"

设备管理
从"坏了再修"到"预测性维护"

安全生产
从"人防为主"到"技防联动"

能耗管理
从"糊涂账"到"精准节能"

数字化不是"一步到位"，而是"循序渐进"

企业可对照自评价，找准自身阶段

L1 初始级
用Excel、纸笔记录
辅助管理，数据分散

L2 规范级
系统上线，流程固化
数据可查，业务透明
★推荐中小企业起步点

L3 集成级
系统联动
数据自动流转，初步智能

L4 集成级
AI驱动
预测优化，预测优化，
产业链协同



数字化转型的“三件实事”

选对系统

不必追求“大而全”，优先解决最痛的点（如MES、QMS）。务实第一。

打通数据

让设备“说话”，让系统“对话”，避免信息孤岛。数据流动才有价值。

培养习惯

系统是工具，人才是核心，全员参与才能持续优化。改变认知是关键。



行动建议：中小企业如何迈出第一步？

✅ 第一步：诊断现状

对照标准，自评等级，明确差距。

✅ 第二步：小步快跑

从一两个车间、一两类产品试点。切忌贪大求全。

✅ 第三步：验收准备

保留运行记录，确保系统“真用、真跑、真有效”。

✅ 第四步：持续迭代

数字化不是项目，是持续改进的过程。不断优化流程。

评估检查的建议

以实事求是的态度，严谨认真的作风，
支持和鼓励中小企业数字化的变革

感谢聆听！

数字化转型，始于一点，成于体系。

期待与各位共同探索生产执行数字化的完整图景。

马辽

宁夏大学电子与电气工程学院

联系方式

ma_liao@nxu.edu.cn

18295536606