

# 半导体行业MOM数字化解决方案

西门子MOM团队  
2017年3月2日

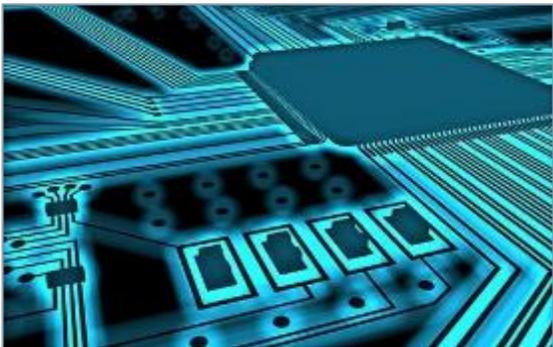
# 高科技制造行业概况与趋势



**智能终端**  
核心芯片，精密部件



**光电节能**  
LED、传感器



**能源、电力、军工**  
半导体产业链



**智慧城市，物联网**  
安防电子，智能建筑/家居



**汽车智能应用**  
汽配电子，车载应用



**基础网络设施，云计算**  
WIFI、网络存储

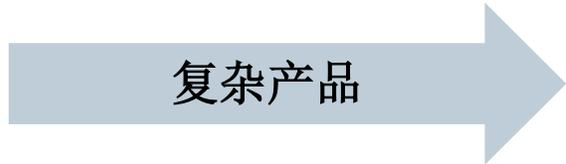
# 半导体行业： 跨企业运作关键业务流程



面临挑战...



快速创新



复杂产品

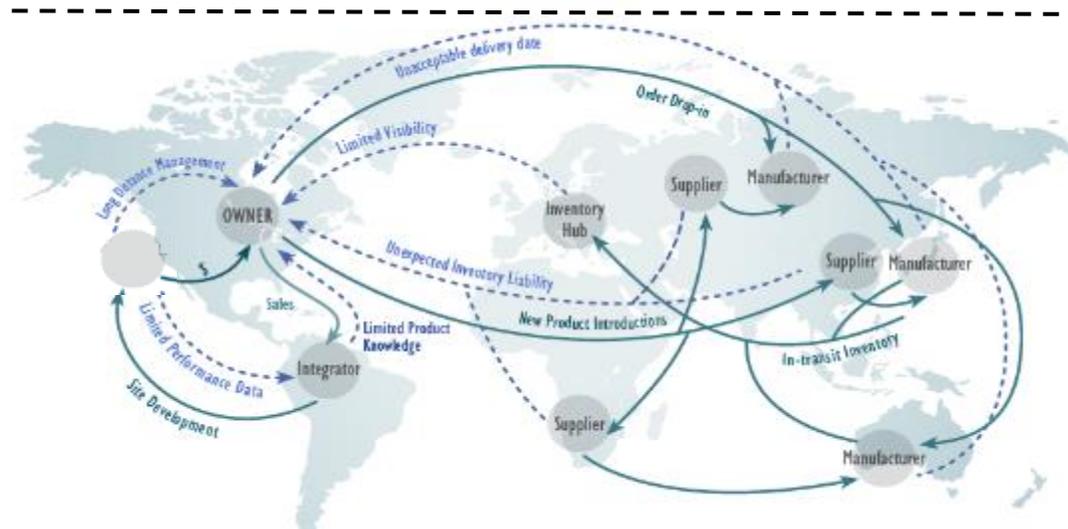


零缺陷



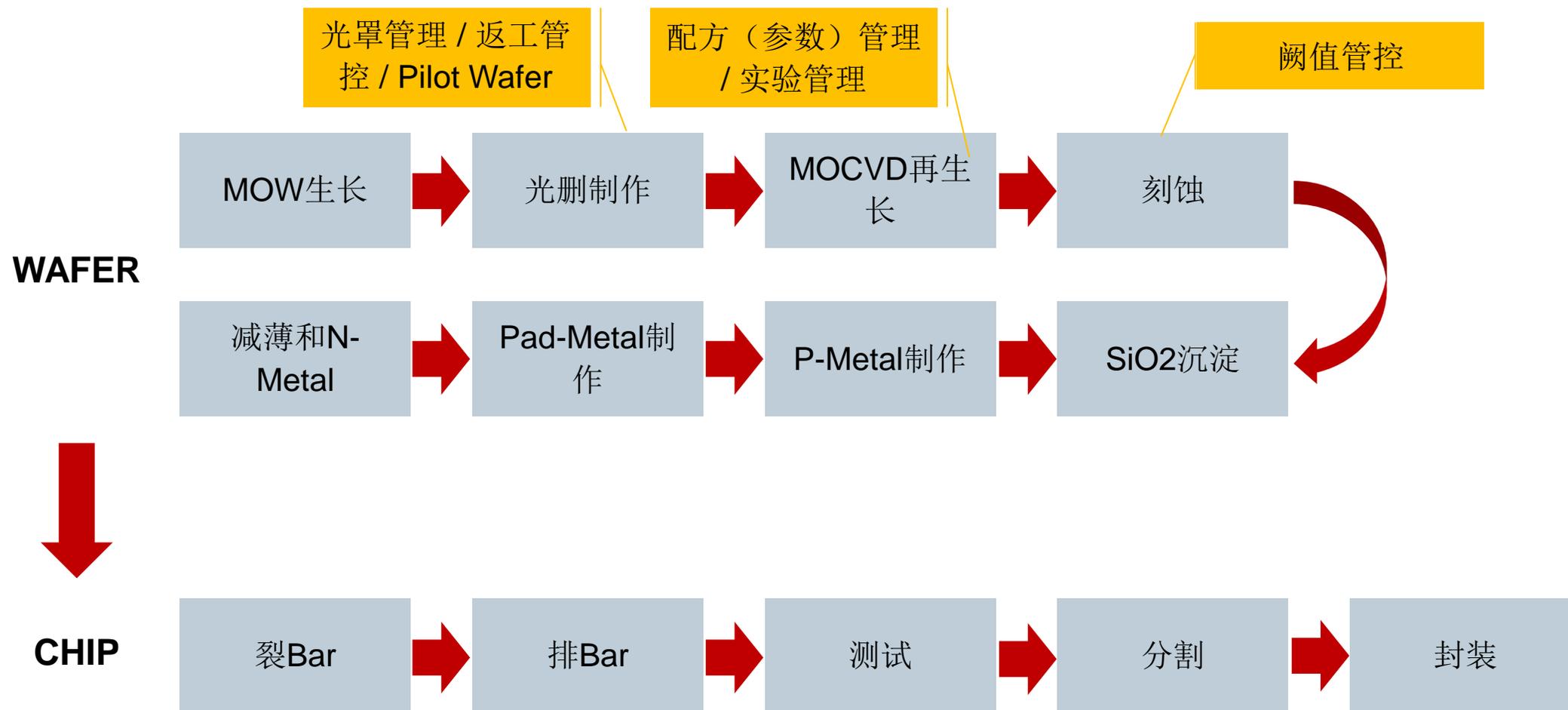
速度  
(产品创新)  
+  
管控  
(产品性能)

跨整个企业/供应链来运作  
关键业务流程

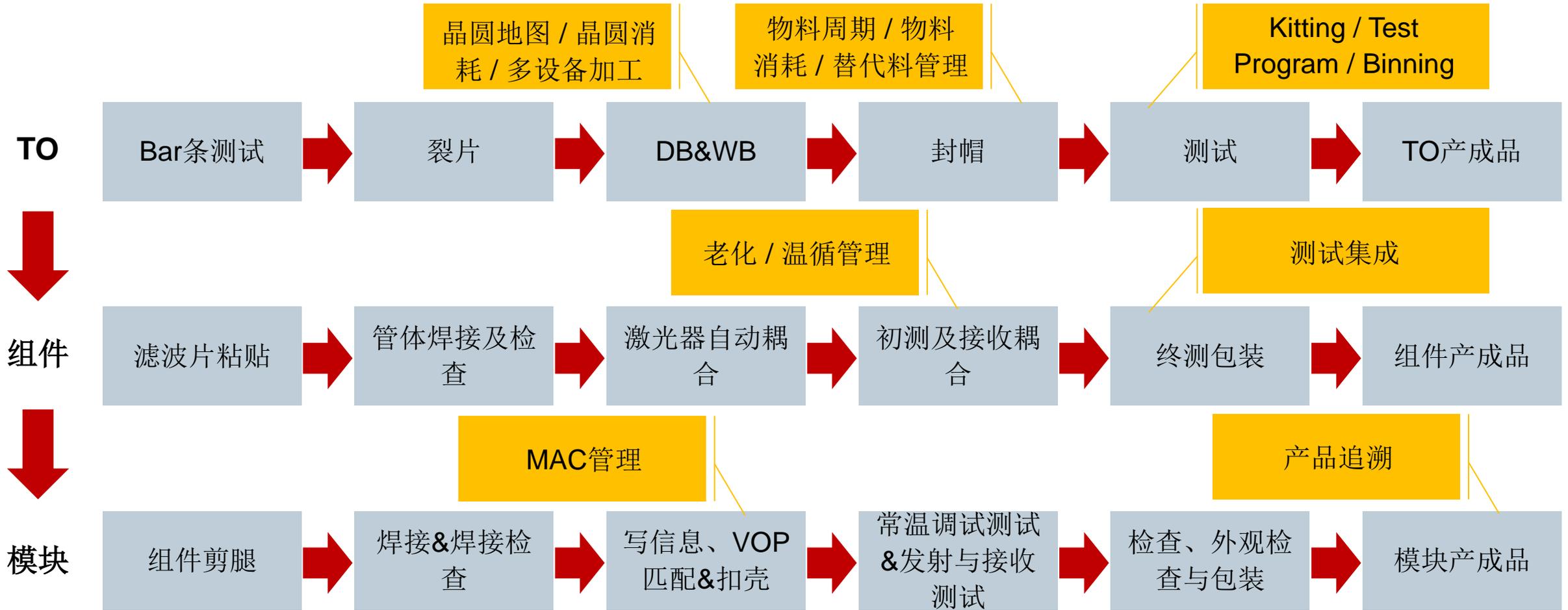


全球业务正变得越来越  
复杂

# 半导体制造典型的工艺流程

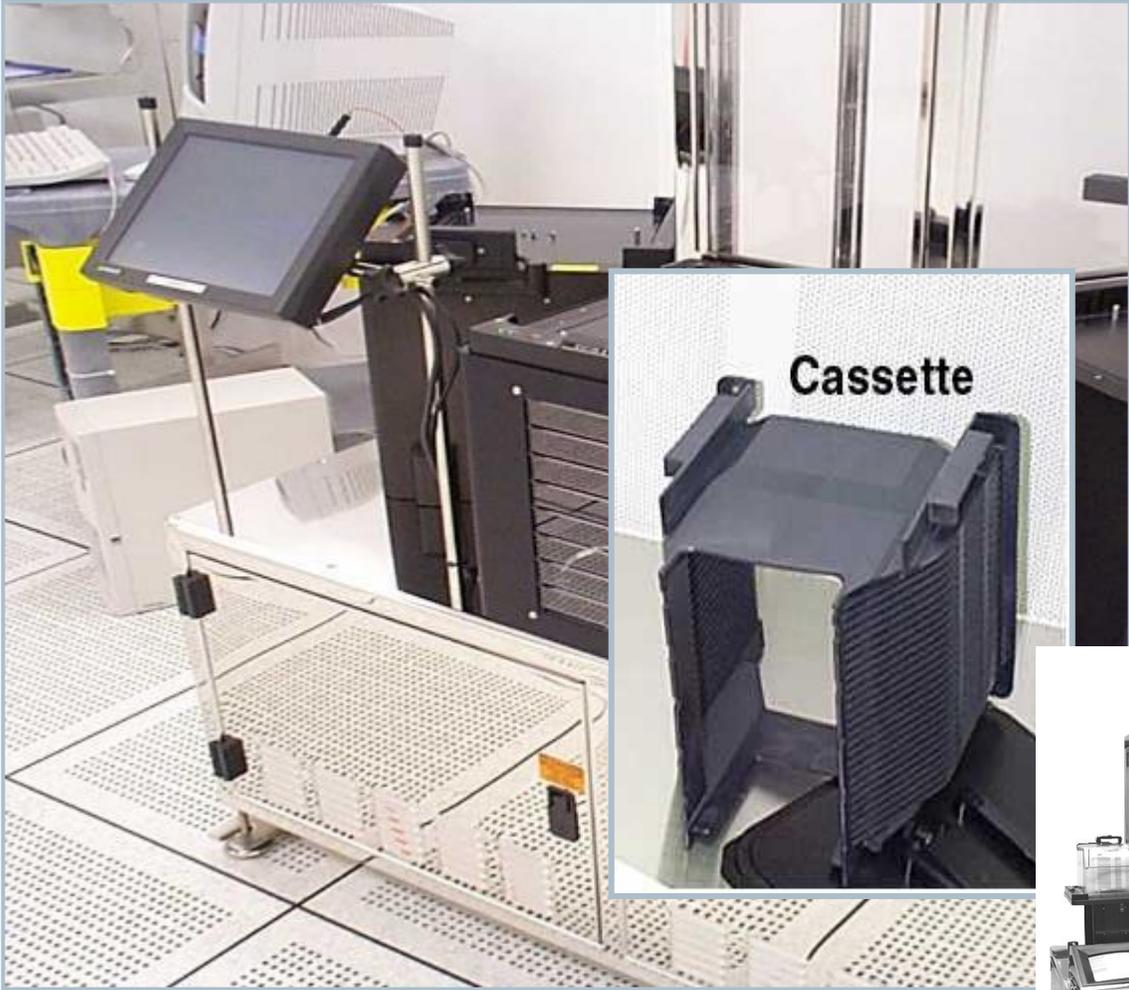


# 半导体制造典型的工艺流程

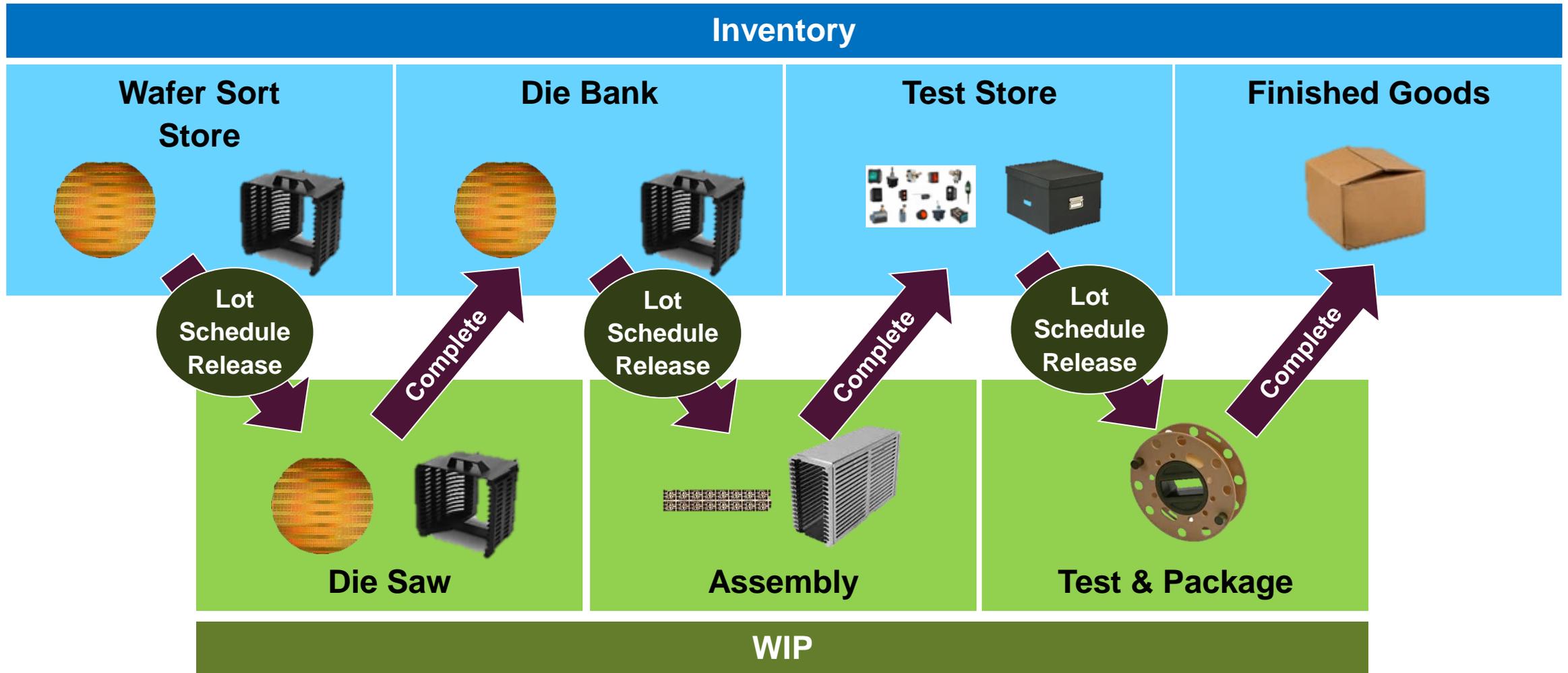


# 半导体前段MES系统管控的重点是制程

- 设备：
  - 多层次设备 / 设备状态图；
  - 设备维护；
  
- 产品
  - 共用工艺路线
  - 按产品来设定配方 / 光罩 / 数据采集方案等；
  
- 制程
  - 配方管理：按条件选择配方 / 多腔体设备
  - 阈值管理：Min / Max Q-Time的设置与管理
  - 设备限制：定义设备可以加工/不能加工的批次；
  - 光刻管理：光罩状态管理；Send Ahead；
  - 数据采集：工程数据采集 / 统计过程控制；
  
- 实验批次管理
  - 计划扣留 / 分批；
  - 配方/光罩/数据采集计划的替代；



車間區域



## 半导体后段MES系统管控的重点是物料和产品追溯

### 物料管理

- 物料清单（BOM）/ 替代料；
- 物料生命周期管理；

### 重点工序

- **Die Bonder:** WAFER MAP / 晶圆消耗 / 物料类型与配方的对应；
- **Wire Bonder:** 物料消耗 / 同一批次可散布在多台机台上进行加工；
- **测试:** 工装管理 / 测试程序管控 / 产品变更（分级）；

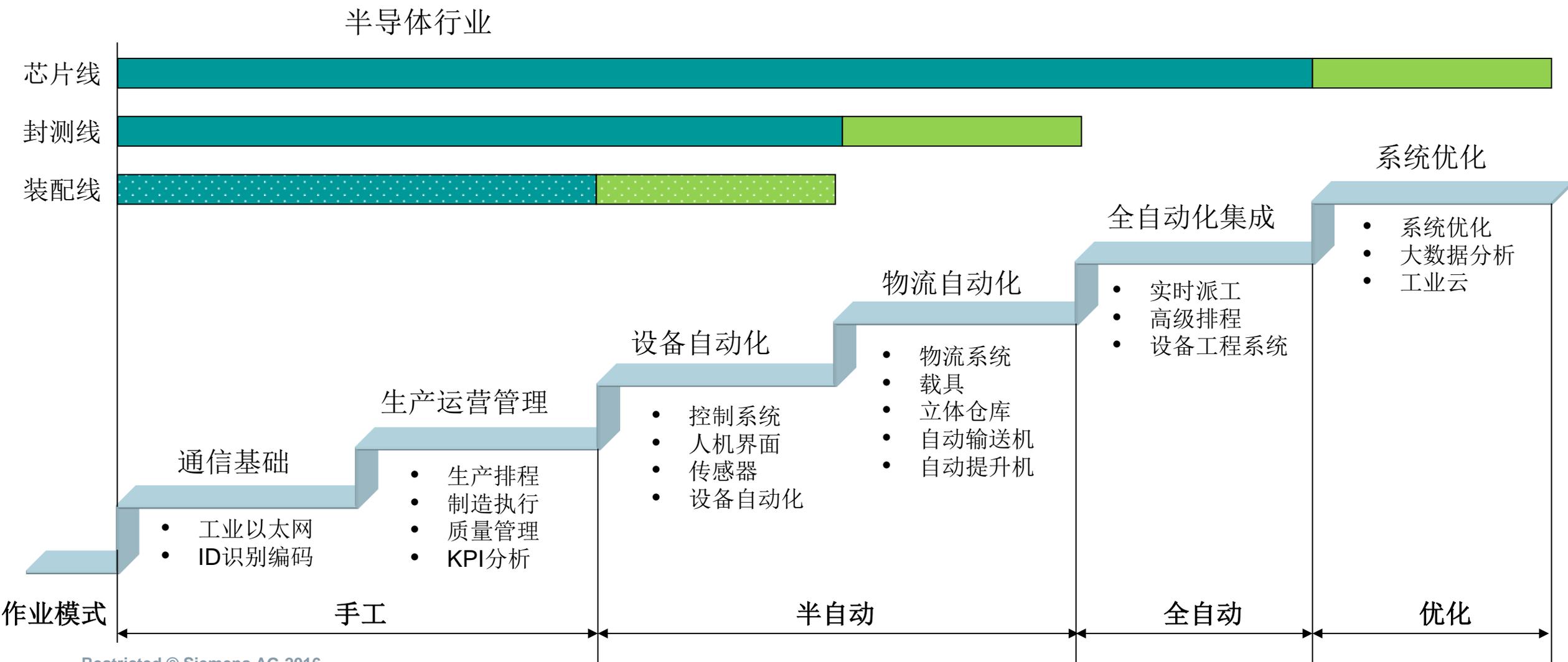
### 制程管控

- 阈值管理：Min / Max Q-Time的设置与管理
- 良率监控：按工序设定良率值
- 数据采集：工程数据采集 / 统计过程控制；

### 产品追溯

- WAFER Lot ⇔ Assembly Lot (Tray: 320) ⇔ Batch Lot (Tray: 64) ⇔ Package Lot (Tray: 200)

# 半导体行业计算机集成制造系统（CIM）的演化进程



# 半导体行业制造运营管理系统蓝图

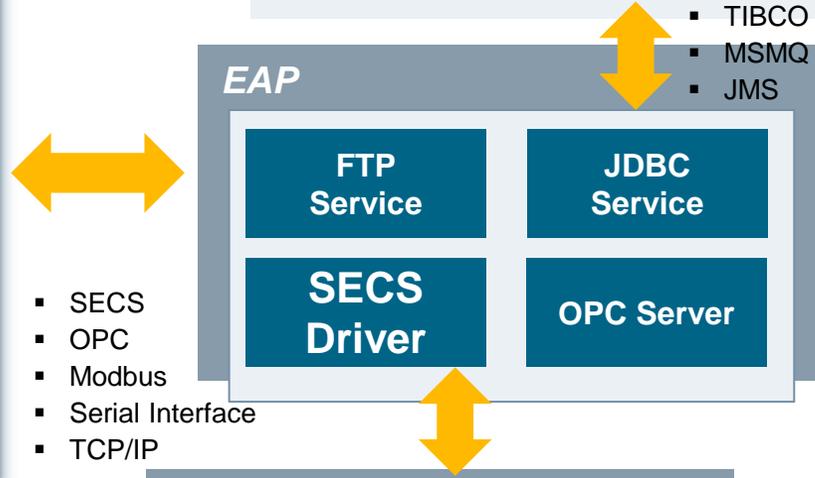


# 自动化系统集成总体方案



## MES Integration Templates

- Fetch Camstar MES Lot attributes
- Move-In, Track-In, Track-Out, Move-Out
- Collect WipData
- Collect adHocWipData
- Update Wafer Slot Map, Scribe ID
- Update E10 state
- ...



## SECS Templates

- Upload / Download Recipe
- Upload Process / Control State
- Upload Recipe Names
- Download host configuration
- Process-Job / Control-Job
- Synchronize equipment time
- Host Commands
- ...



# 建立基于模型的数字化工厂数据管理平台

基础数据  
管理

计划调度  
管理

物流跟踪  
控制

作业执行  
管理

闭环质量  
控制

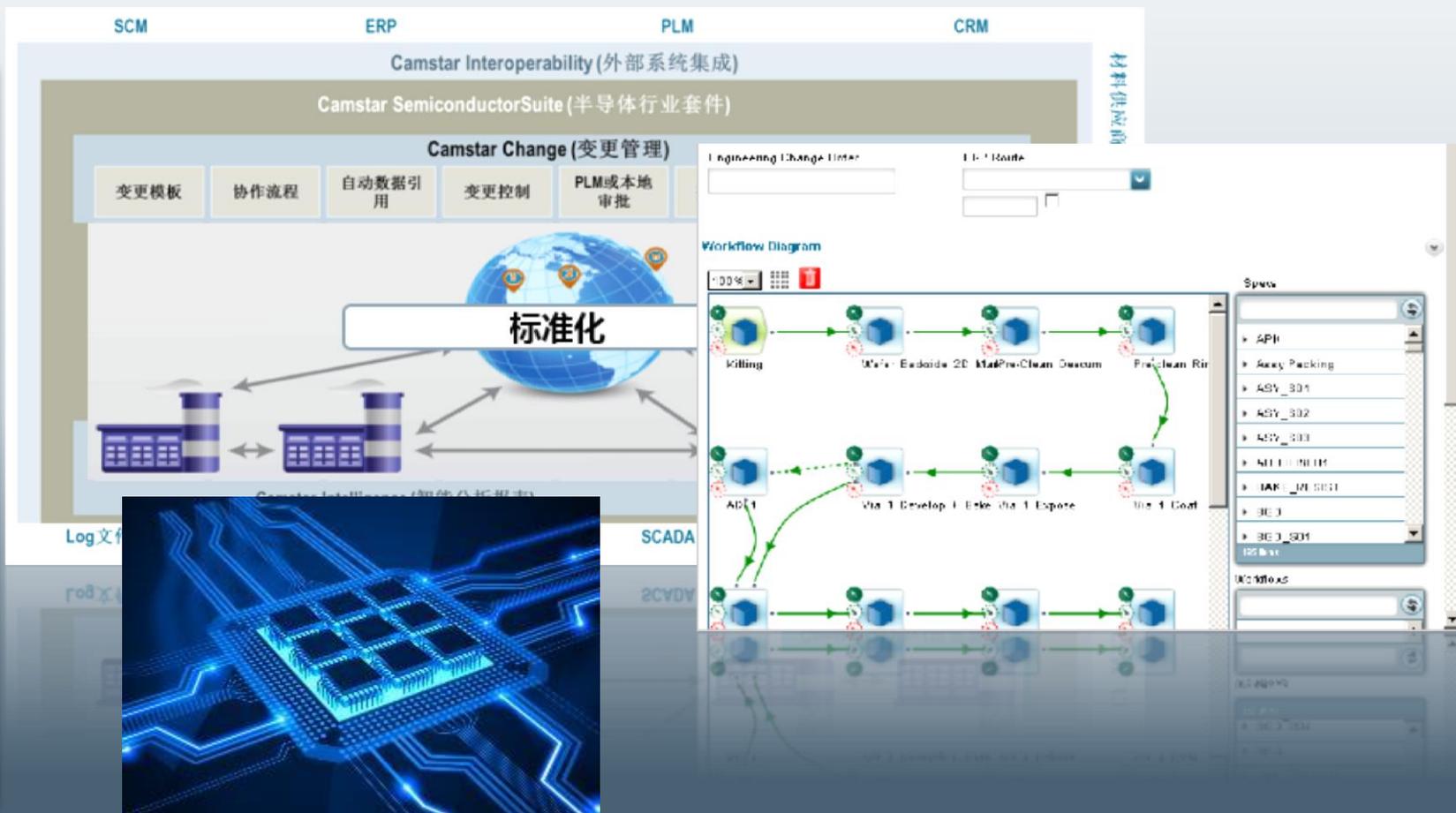
设备运维  
管理

实时报表  
看板

系统集成  
管理

## 成功应用：

- 建立工厂、位置、设备、治具等物理模型，并可以进行灵活配置与变更；
- 通过接口导入CAPP/PLM的工艺模型、工艺路线、图文档等；
- 基于无纸化作业指导书、工艺卡片、SOP作业规程等；
- 设计、工艺、制造协同，实现研制、批产的统一平台管理

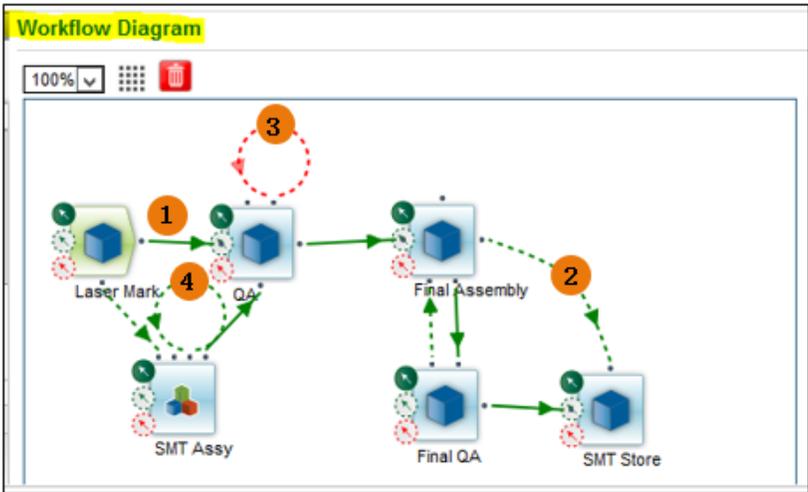
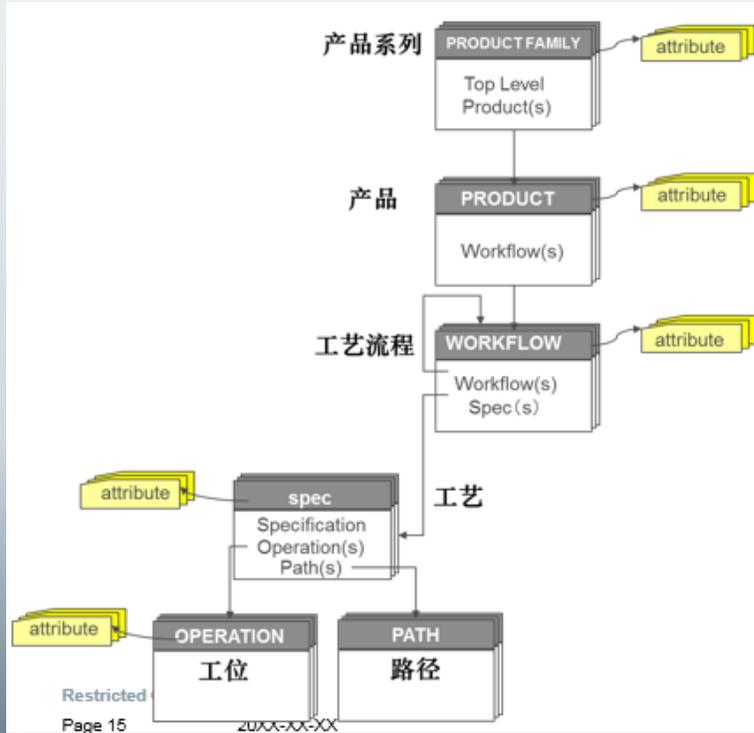




# 拖放式工艺建模工具，轻松动态管理工艺路线

## 成功应用：

- 直观的流程建模采用拖放式工具，可以轻松设置动态生产路径、添加新步骤、更改生产要求以及更改客户订单 – 一切均可实现版本控制和审查追踪。
- 通过为典型的半导体流程（如背面研磨、晶圆分类、冲压、装配、测试和下线操作）预配置上下文规则，可以加快设置和部署。



- Path
- Default
  - Alternate
  - Rework
  - Looped

# 建立基于模型的数字化工厂数据管理平台

基础数据  
管理

计划调度  
管理

物流跟踪  
控制

作业执行  
管理

闭环质量  
控制

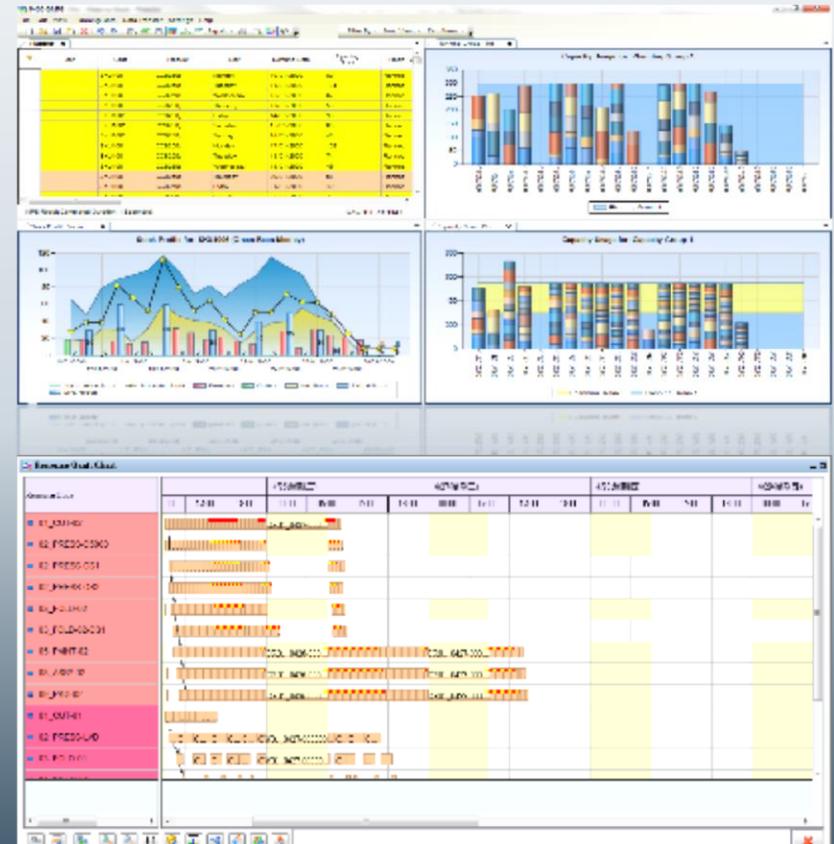
设备运维  
管理

实时报表  
看板

系统集成  
管理

## 成功应用：

- 通过接口导入ERP系统的车间作业任务
- 基于标准工艺路线和制程的计划调度
- 根据调度结果确定现场机台加工和在制品流转
- 实际加工进度项ERP反馈，提供下一轮调度的快速决策支持



# 建立基于模型的数字化工厂数据管理平台

基础数据  
管理

计划调度  
管理

物流跟踪  
控制

作业执行  
管理

闭环质量  
控制

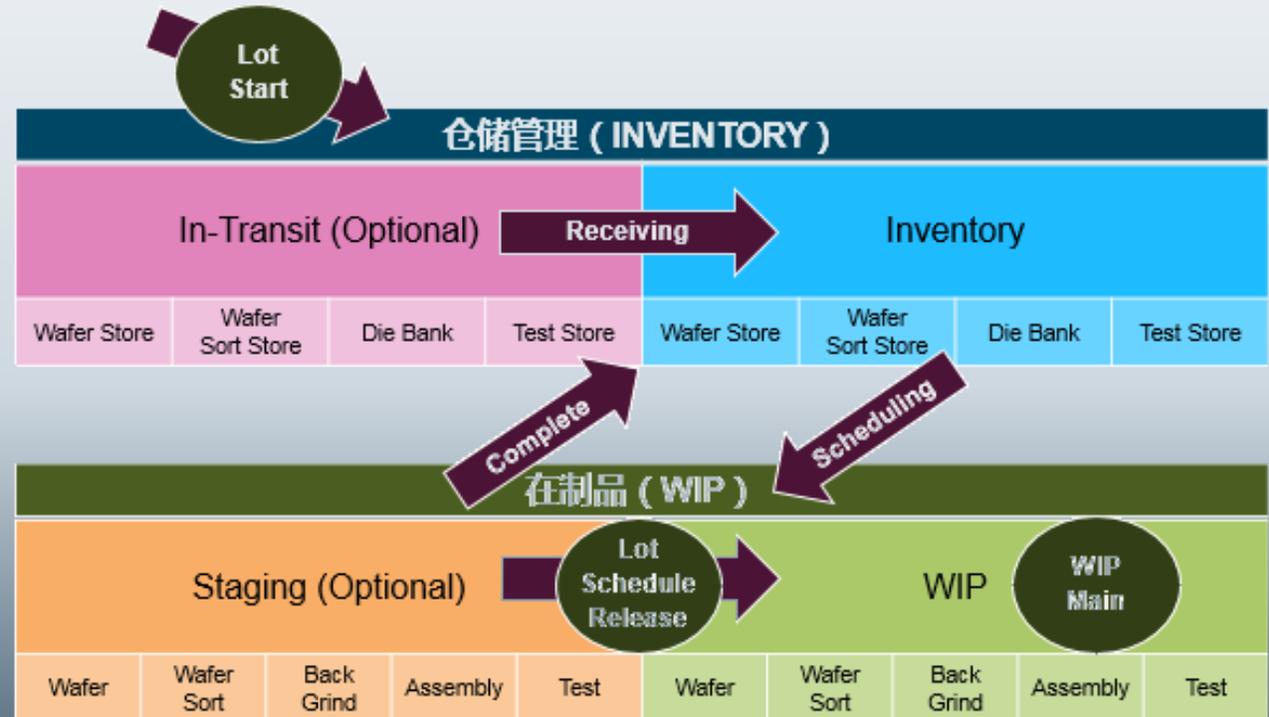
设备运维  
管理

实时报表  
看板

系统集成  
管理

## 成功应用：

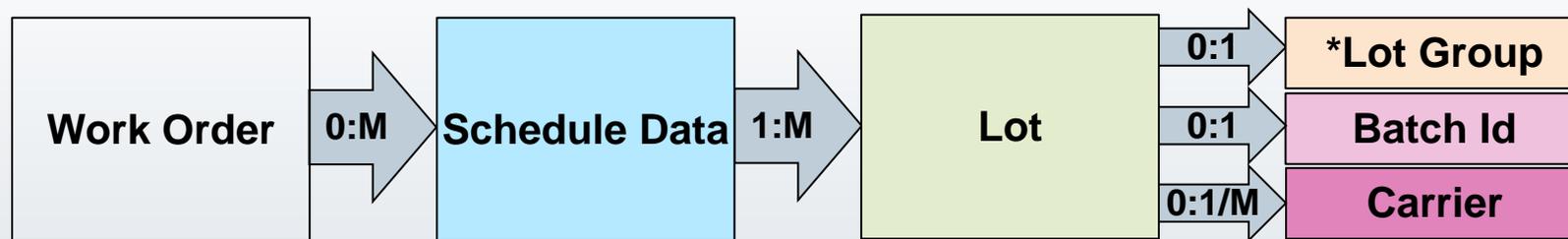
- 可在生成流程中提供前所未有的可见度和控制力。
- 可以按批次、晶圆、序列号等要素以及这些要素的组合来收集数据。
- 操作员可以在各种产品和流程中获得正确的指令。可以通过大量业务逻辑功能（如时间限制、未来环境和测试结果）来控制移动和加工。



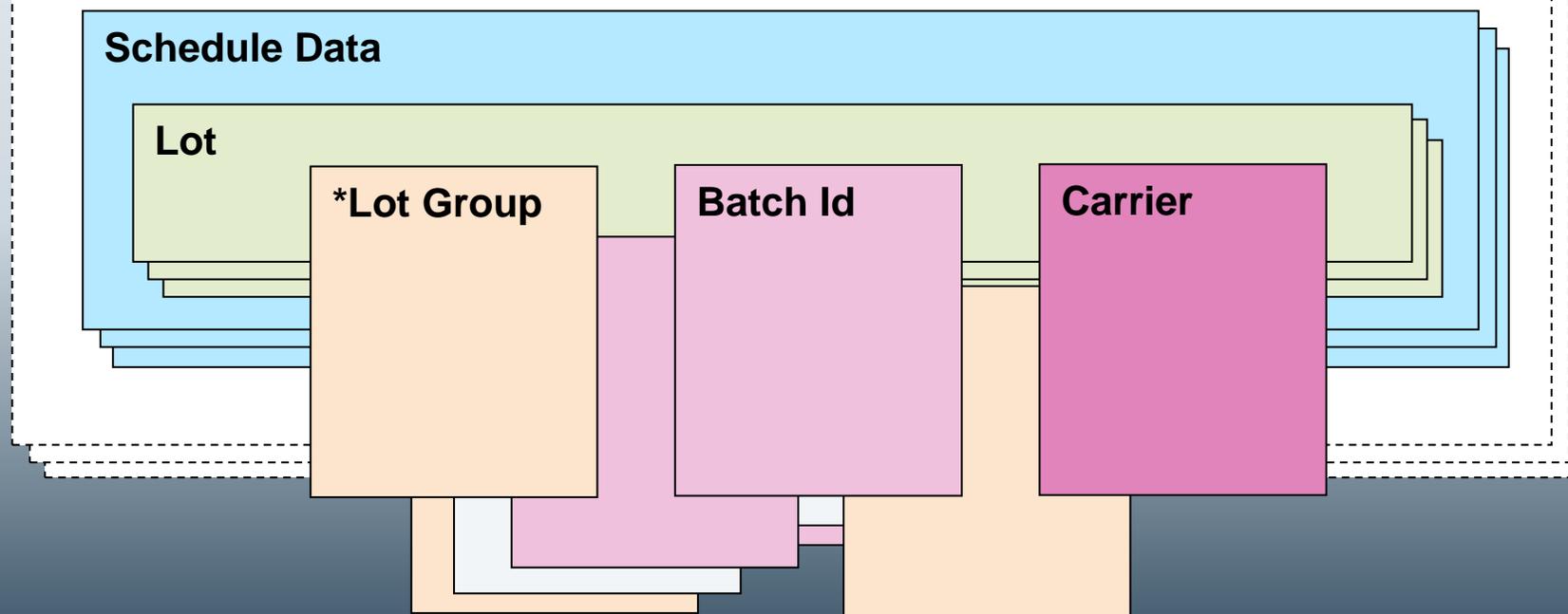
## 物流跟踪与控制：多维度的批次管理架构

## 成功应用：

- 可提供所有制品批次、晶圆和序列化单位的完整历史记录，适用于多家工厂的生产过程。
- 在可搜索的电子审查追踪中采集的详细信息包括消耗的物料、所用流程、收集的参数化数据、拆分和组合、分选、装运和收货以及日期和时间。



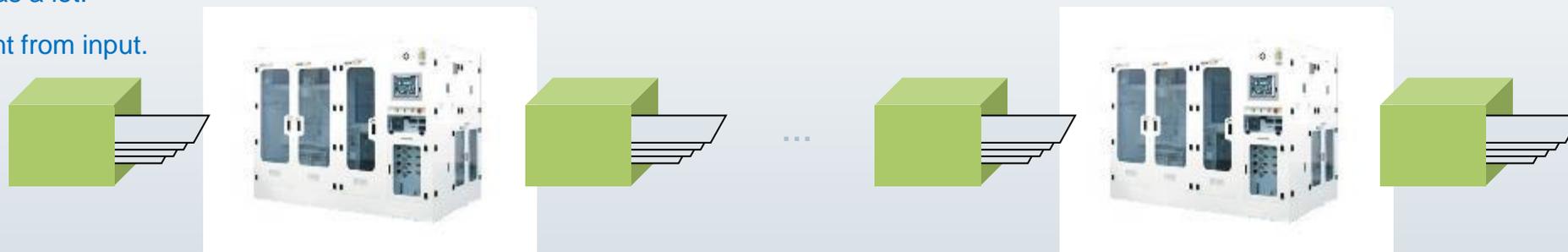
## Work Order (Production Order)



# 物流跟踪与控制：物料与载具、设备、制程控制

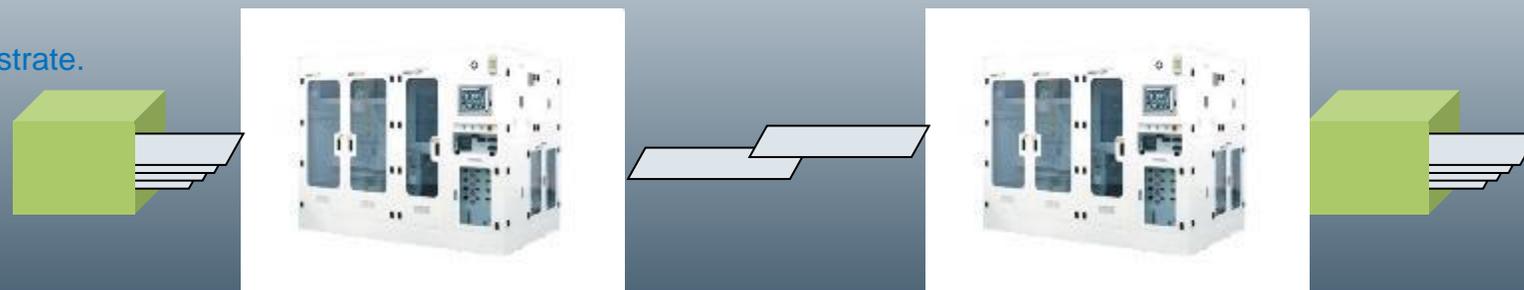
## 批次-衬板-工序 追踪

- Arrives and leaves equipment as a lot.
- Output cassette can be different from input.



## 批次-衬板-连续加工 追踪

- Arrives at first equipment as a lot.
- Process through series of equipment as individual substrate.
- Leaves last equipment as lot.
- Output cassette can be different from input.



## 物流跟踪与控制：物料防错

**授权验证：**只有通过授权验证后，才可以执行某岗位的操作，并可以限定可操作的产品或设备

**条码规则验证：**对企业的条码规则进行防错。

**流程验证：**保证产品按照事先设计好的流程流转，减少跳站、漏测等行为。

**物料验证：**保证产品在岗位操作上使用规定的物料。

**完整性验证：**保证每一岗位的操作动作都完整执行。

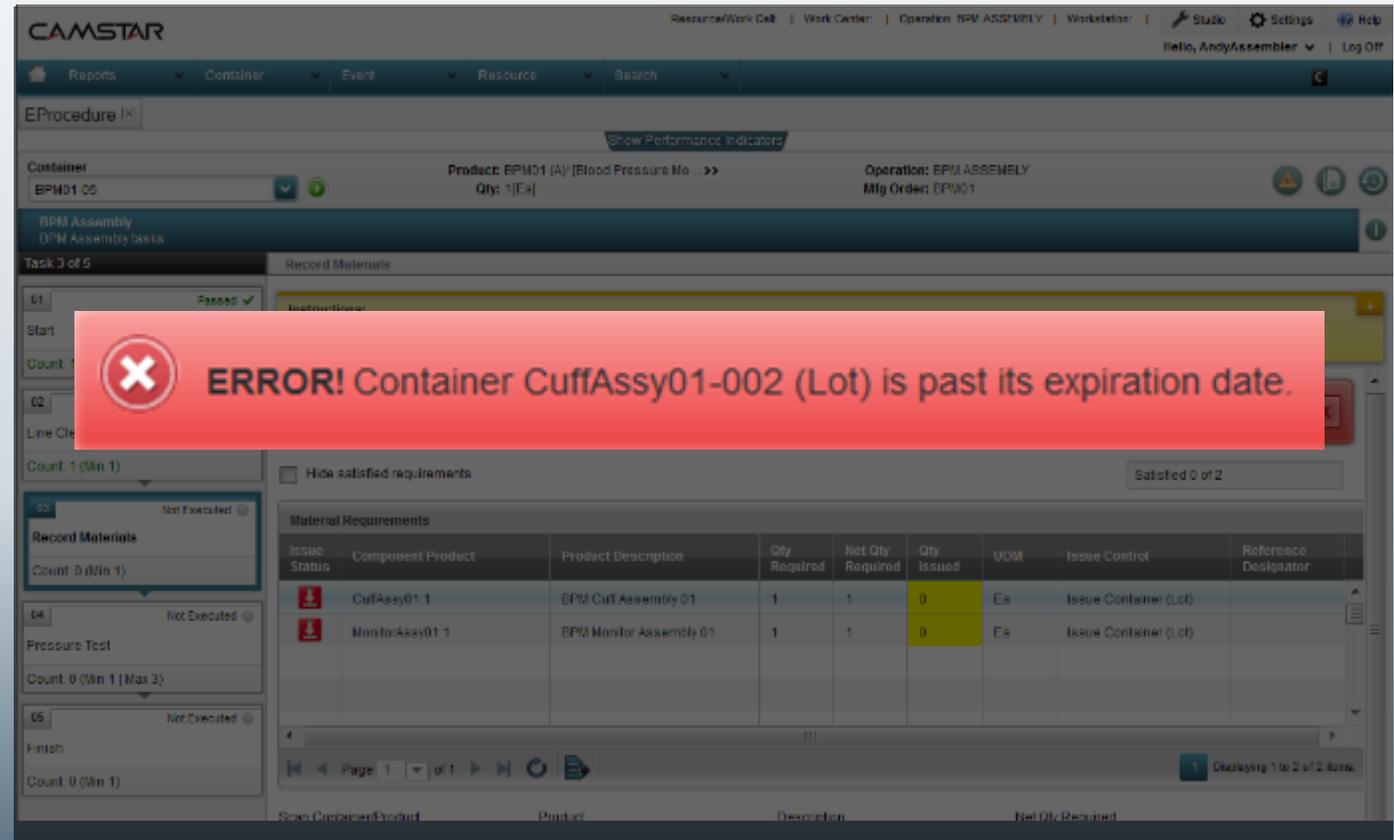
**可用性验证：**对物料的有效期，ECN的变更生效时间进行验证。

**存在性验证：**验证产品序号是否是存在的，防止非法的产品序号被抽检或入库

**冲突性验证：**防止多个产品实物使用同一产品序号，确保实物与产品序号对应的唯一性

**状态验证：**防止产线上产品误流转，如尚在抽检过程中的产品被误入库。

**兼容性验证：**根据产品配置来保证是否允许产品的混单，混箱，混料等情况



# 建立基于模型的数字化工厂数据管理平台

基础数据  
管理

计划调度  
管理

物流跟踪  
控制

作业执行  
管理

闭环质量  
控制

设备运维  
管理

实时报表  
看板

系统集成  
管理

## 成功应用：

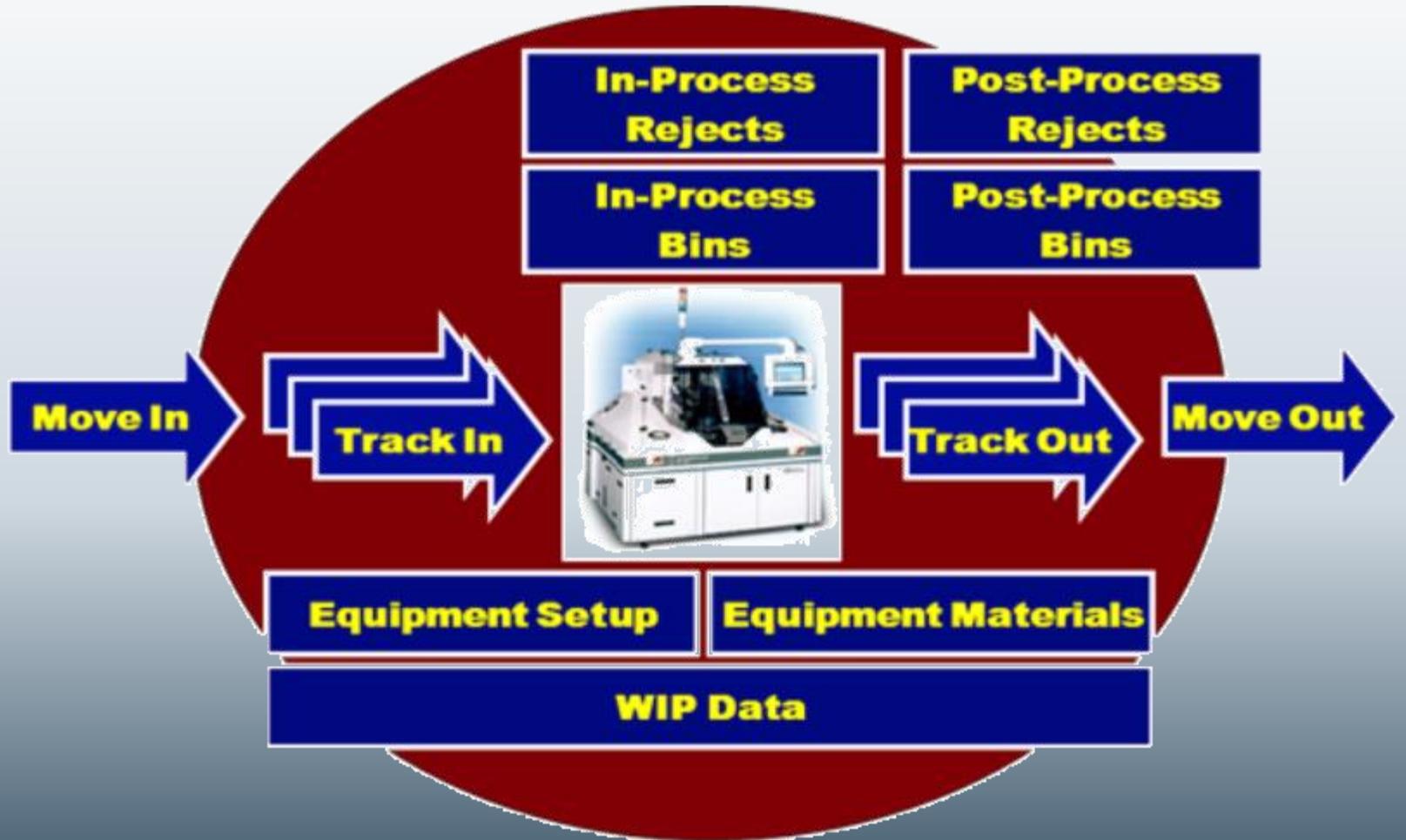
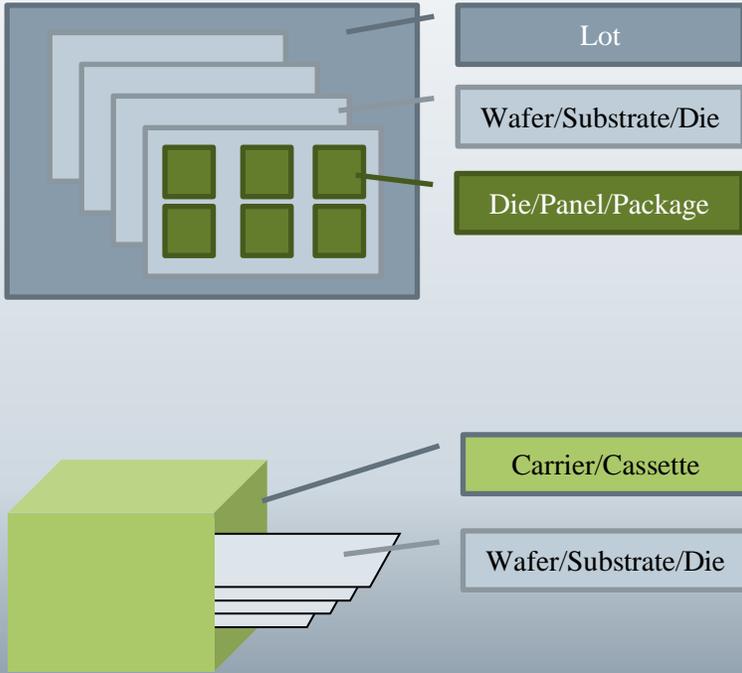
- 可以向操作和质量控制人员提供了简单的表格来查看指令并记录数据和事件。
- 基于浏览器的用户界面通过配置后能有效地引导和响应操作员的工作。
- 所有数据均可直接从生产系统和设备收集，以确保尽可能地提高速度。

The screenshot displays the CAMSTAR software interface, which is used for managing production data and equipment. The interface includes several key components:

- 故障记录在线查询 (Online Query of Fault Records):** A callout box pointing to a section of the interface for recording and querying faults.
- 技术文件查询 (Technical File Query):** A callout box pointing to a search function for technical documents.
- 工序间作业信息传递 (Information Transfer Between Processes):** A callout box pointing to a section for managing work orders and data flow between different production steps.
- 过程追溯信息在线查询 (Online Query of Process Traceability Information):** A callout box pointing to a section for tracking the history of production processes.
- 当前工序作业任务清单 (Current Process Work Order List):** A callout box pointing to a table listing active work orders.
- 当前作业任务状态明细 (Detailed Status of Current Work Order):** A callout box pointing to a section for monitoring the status of a specific work order.
- 制造资源明细 (Detailed Manufacturing Resources):** A callout box pointing to a section for managing and tracking manufacturing resources.

The interface also shows a table with columns for 'Container', 'Qty', 'Qty2', and 'Spec', and a large image of a circuit board on the right side.

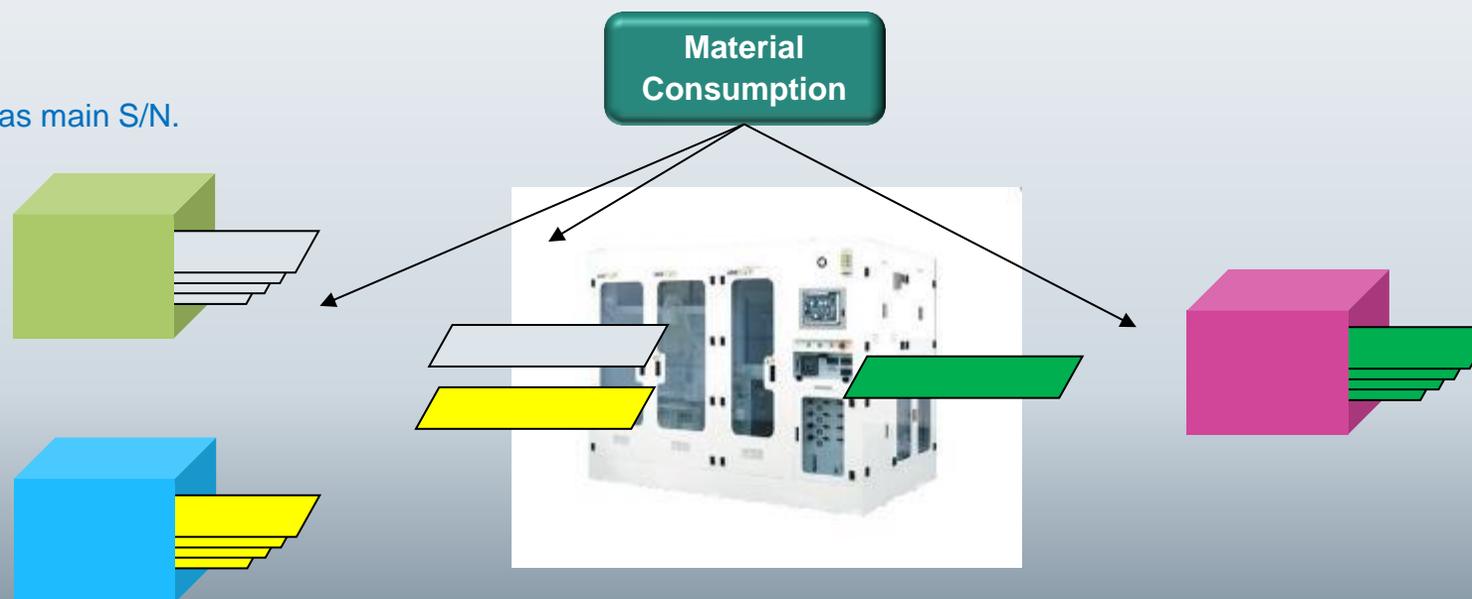
开箱即用的功能举例：生产作业模型



## 开箱即用的功能举例：自动物料消耗

### 比对和消耗物料

- Match by component or product id, mfg date, work order, ... multiple criteria.
- Track and record S/N.
- Generate new S/N or keeping one of the sources as main S/N.



Carrier  
Tracking

Maintenance  
Management

Process  
Control

Eqp & Tool  
Setup/Control

Eqp & Recipe  
Select

Data  
Collection

Non-  
Conformance

Experiment  
Management

...

# 建立基于模型的数字化工厂数据管理平台

基础数据管理

计划调度管理

物流跟踪控制

作业执行管理

闭环质量控制

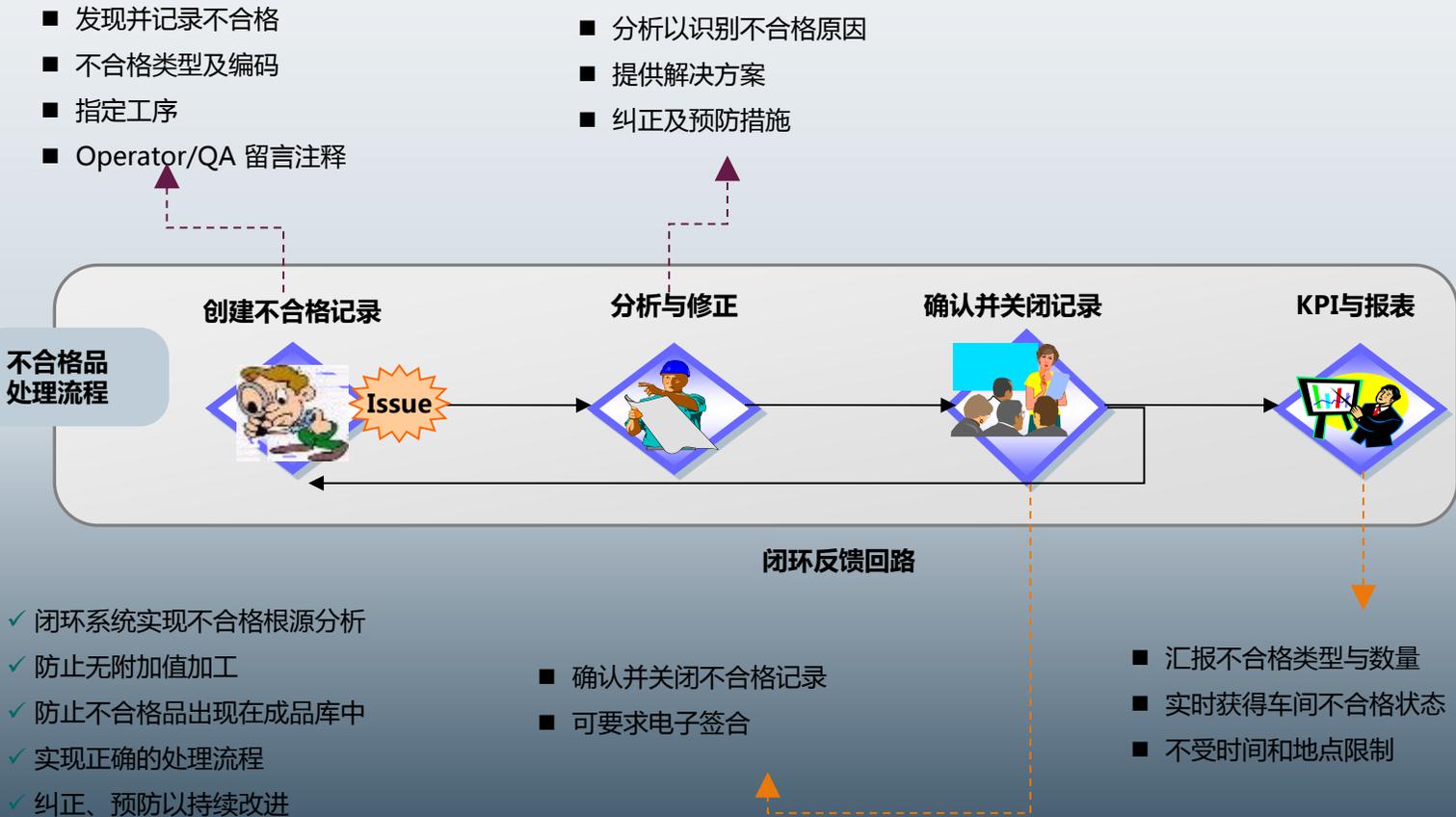
设备运维管理

实时报表看板

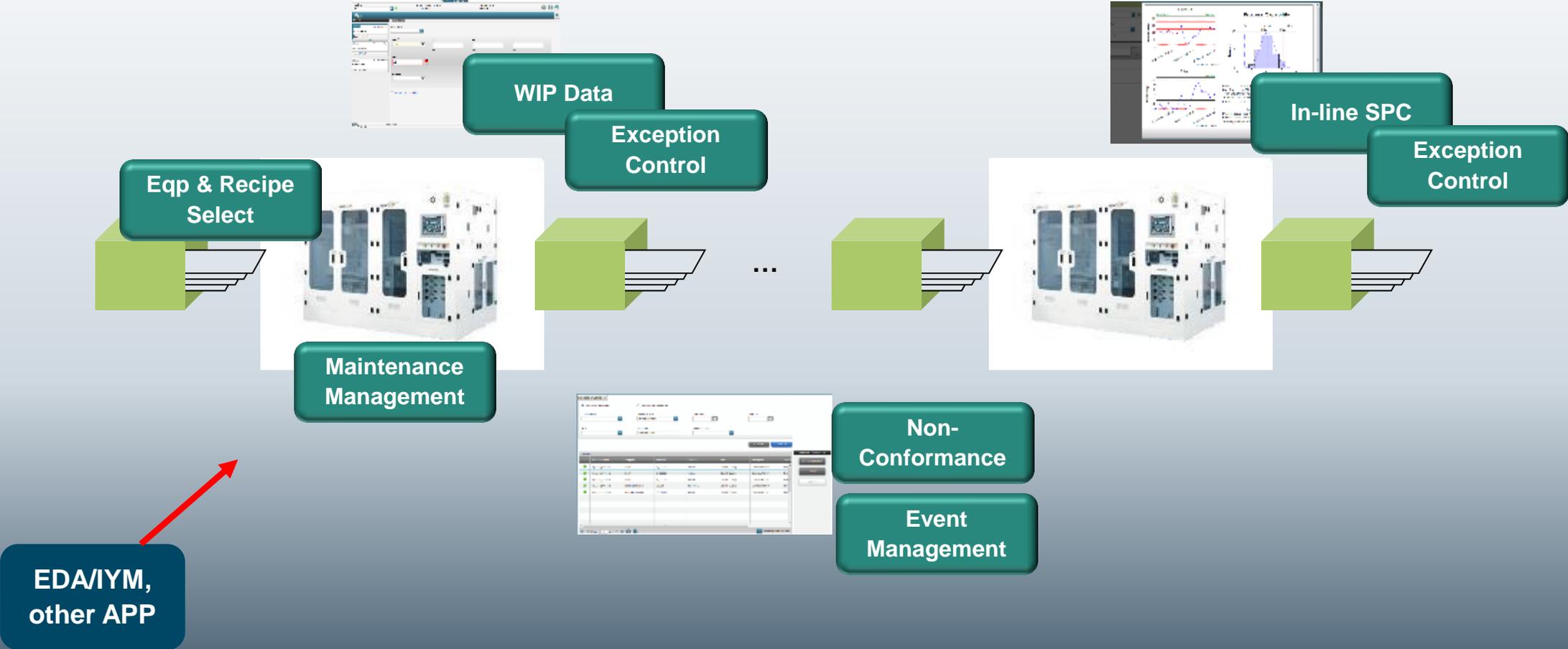
系统集成管理

## 成功应用：

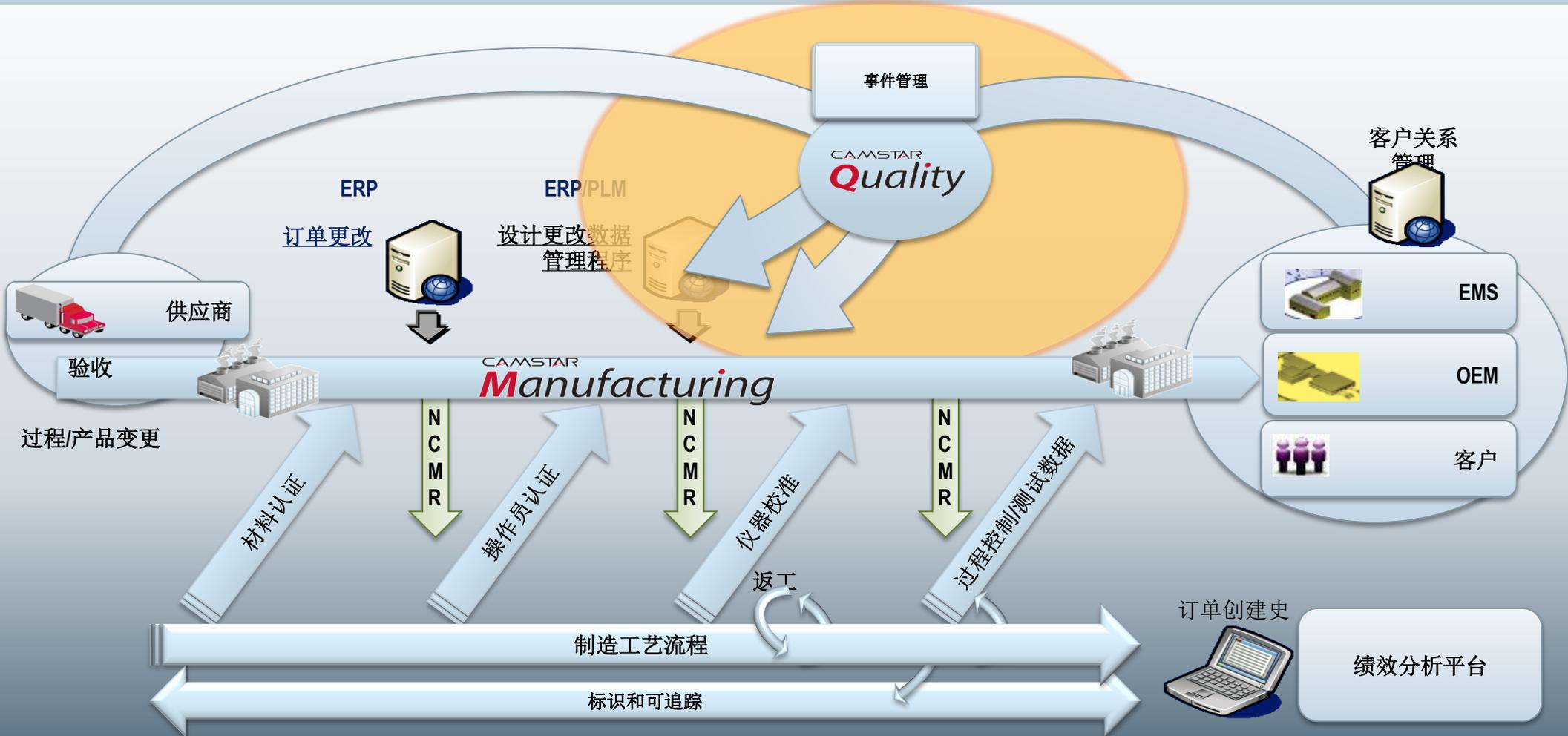
- 内部审查制造流程提供支持以控制生产并实时收集详细的制造质量数据。
- 对规范和流程实行电子化管理以避免人为错误，并可与设备和工具直接集成，从而可以尽可能多地采集数据。
- 自动检测和控制参数化数据结果，加上结构化数据和报告及分析工具，快速解决问题，避免问题再次发生。直观地查看关键制造和质量性能指标、分析问题的根本原因以及在受控情况下执行变更。



闭环质量控制：融入到操作事务的每一个环节，充分体现质量是制造出来的



# 闭环质量控制：不合格品报告与质量事件触发，构建良好的Closed loop环境



## 闭环质量控制：不合格品报告与质量事件触发，构建良好的Closed loop环境

### 成功应用：

- Non-Conformance Management根据参数化数据规范限制、缺陷容许率和产量限制、物料问题、分选和重新测试要求自动识别并应对异常情况或坏品。
- Non-Conformance Management功能可强制执行结构化的坏品分析、根本原因认定、隔离和最终处置（放行、返工、报废等）；
- 可在所有问题解决前，安全阻止产品进行装运或跳过规定的步骤。
- 直观地查看关键制造和质量性能指标、分析问题的根本原因以及在受控情况下执行变更，可以促进持续产品和流程改进。

### 成功应用：

- Event Management可以使企业简化各种类型质量事件的记录和管理
- 包括：不合格产品、测试结果、流程监控、供应商零部件、审查、设备维护、退货、召回、培训、环境条件等。
- Event Management可以强制记录正确的事件，并进行综合的分类和调查、采取纠正措施并进行全面的风险评估。
- SPC 提供了大量行业标准统计分析工具，包括 x-条形图、r-范围图、帕累托图和趋势图，可帮助您在质量出现下降之前发现相关的问题。该功能可通过电子邮件通知、机器状态更改以及物料停工等自动事件来对违反规则的情况做出响应。

## 闭环质量控制 - 8D 报告生成

### 成功应用：

- D0 : General (基本问题描述)
- D1 : Failures (不良问题记录)
- D2 : Affected Material (不良物料)
- D3 : Log (问题评审记录)
- D4 : Attachments (相关文件上传)
- D5 : Investigation (问题调查研究记录)
- D6 : Cross References (参考相关记录)
- D7 : Checklist (检查项目)
- D8 : Resolution (解决方法记录)

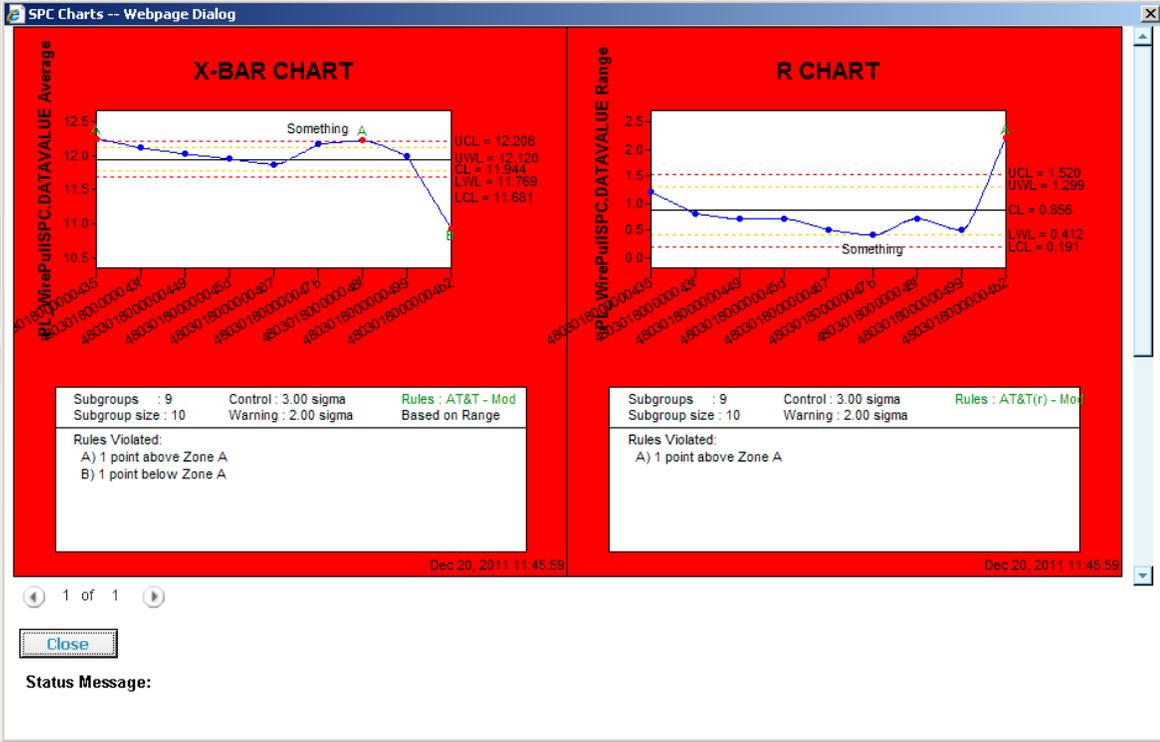
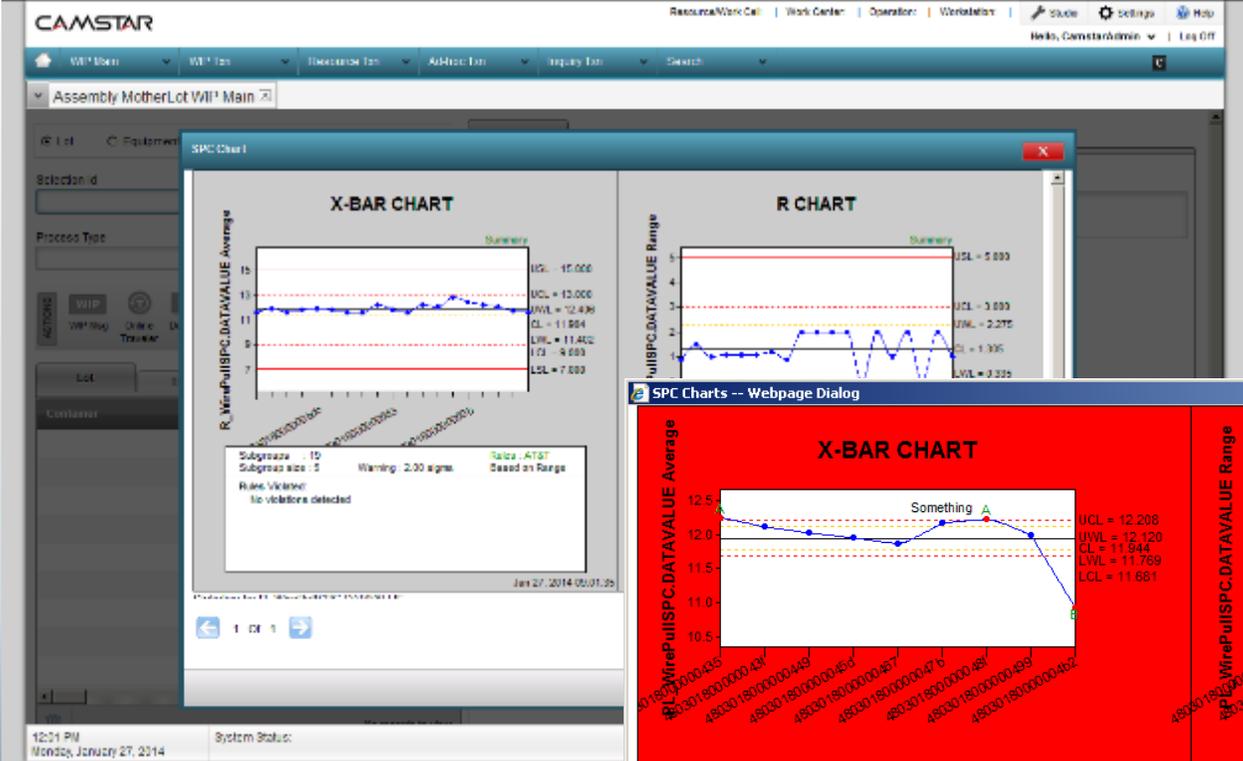
The screenshot displays the Siemens 8D report generation interface. The top navigation bar includes 'Modeling', 'Change Management', 'Attachments', 'Container', 'Resource', 'Others', and 'Inquiry'. The main content area is titled 'Manage G/E' and shows the 'General Information' tab for event 'EVT000004'. The interface is divided into several sections:

- General Information:** Includes fields for Event (EVT000004), Priority Level (1), Category (Event), Organization (Corporate), Classification (General), Subclassification (Acceptance), Status (Active), Role (Default Quality), and Owner (CamstarAdmin).
- Description:** Contains a 'Brief Description' (电源6000D焊脚不稳) and a 'Description' (电源6000D在焊接工艺步骤上发现焊脚不稳).
- Reporting:** Includes fields for Initiator (CamstarAdmin), Reporter (CamstarAdmin), Reported Date (09/04/2016 12:46 PM), Initiator Organization (Corporate), and Reporter Organization (Corporate).
- Quality Actions:** A sidebar on the right with buttons for Triage, Change Category, Reassign, Approve, Cancel Approval, Resolve, Reopen, and Assign Checklist.
- Shop Floor Actions:** A sidebar on the right with buttons for Hold (Multiple) and Release (Multiple).

# 闭环质量控制：在线SPC统计过程控制

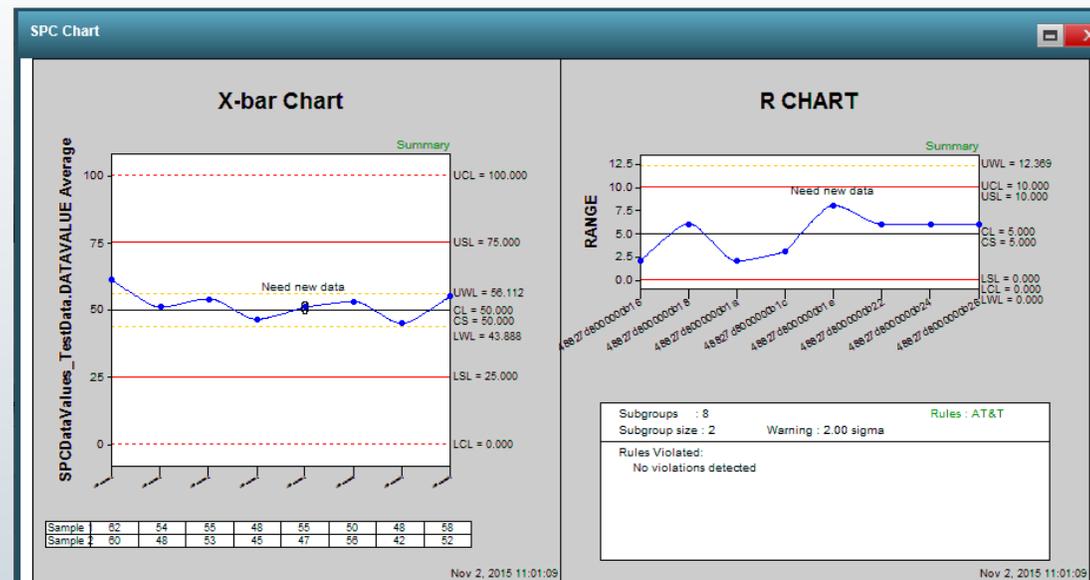
## 成功应用：

- 实时、在线SPC事务触发
- 告警、停产
- 物料保持
- 控制规则及上下限
- 目标质量规格上下限
- 过程失控自动处理
- Email通知
- 自动Hold
- 质量分析(良率,缺陷etc...)
- SPC图表定义



## 闭环质量控制：SPC建立控制图前期的准备工作

- 选择质量特性
- 分析生产过程，确定控制点
- 合理子组的选择：一般以时间划分
  - ✓ 要求：组内变异应由随机原因引起
  - ✓ 要求：组间差异应由异常原因引起
- 适当选取时间间隔
- 适当选择样本大小
- 预备数据一般应有20到75组



当控制图使用了一段时间后，应根据实际的质量水平，对控制图的中心线和上、下控制线进行修正，使控制水平能够不断提高。

# 建立基于模型的数字化工厂数据管理平台



## 成功应用：

- 详细资源跟踪可支持 SEMI E10 和其他状态模型，并可通过 OEE KPI 计算来确定车间的瓶颈所在以及效率低下之处。
- 支持对工具、工具寿命、工具使用情况以及作业模型（例如清洗和翻新）进行跟踪。
- 可以灵活地在不同的设备间内以及设备互连的自动生产线上加工多个批次。

Follow SEMI E10 standard

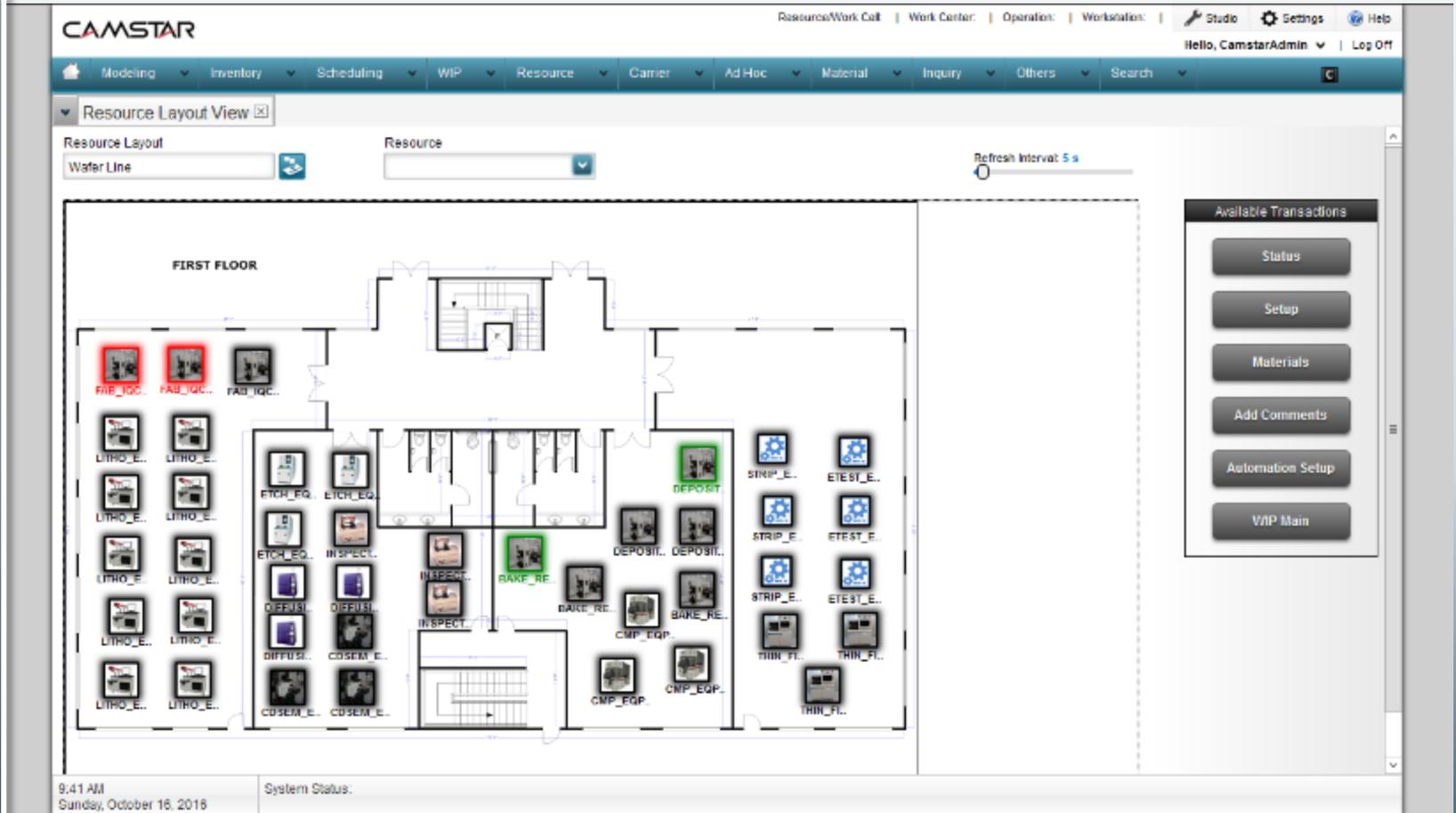
设备状态关系图

设备状态	具体说明
正产生产	正产生产（有产品在设备上生产）
等待	设备运转正常，但没有产品在设备上生产，例如：无物料空转、无操作人员空转
工程测试	设备工程测试（例如：设备调试，由于工艺更改所需要的设备调试）
计划性停机	设备计划性停机维护，例如：例行保养维护
非计划性停机	设备由于异常而停止运转，例如：设备故障
无生产安排	没有生产安排而停机

# 实时设备地图

## 成功应用：

- 可按照设备快速定义生产线布局，通过设备地图的形式动态显示设备状态信息；
- 点击设备图标，显示设备加工批次、设备状态；
- 通过不同颜色、闪烁指示灯提示设备状态信息；
- 可通过设备产线地图更改设备状态、生产准备、添加备注，可创建PM工单。



# 建立基于模型的数字化工厂数据管理平台

基础数据  
管理

计划调度  
管理

物流跟踪  
控制

作业执行  
管理

闭环质量  
控制

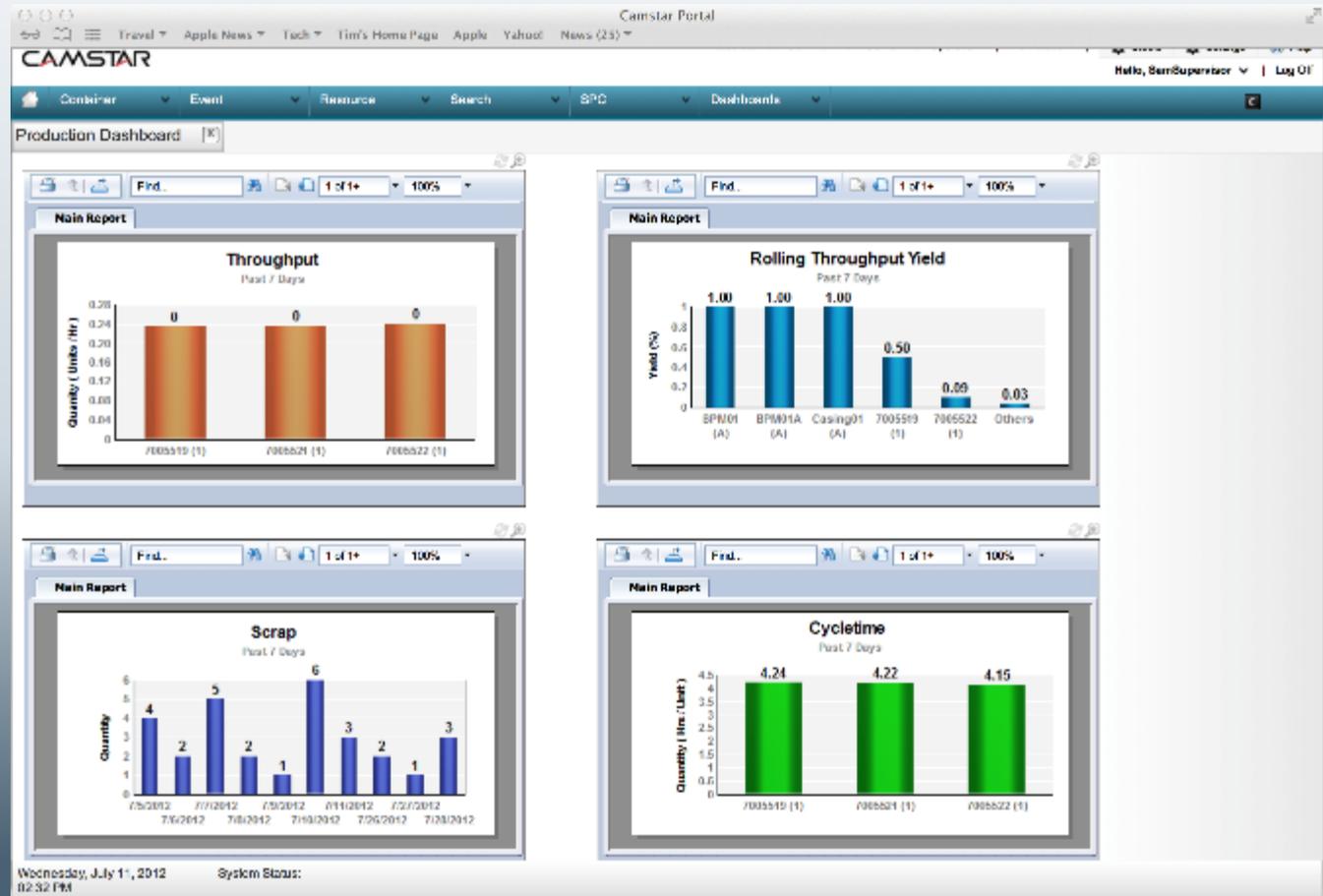
设备运维  
管理

实时报表  
看板

系统集成  
管理

## 成功应用：

- 用户可以利用多种监控、报告、分析和通知功能根据多个制造厂的相关实时制造和质量数据更快地做出更明智的业务决策。
- Camstar Intelligence 可通过先进的看板可视化功能来提供关键制造性能指标以及详细信息，并可借助根本原因分析以及实施整改来避免问题再次发生来对发现的问题进行闭环管理。



# 实时报表看板：与SAP BusinessObjects无缝集成

## 在一个通用平台上的专门为最终客户使用的工具

- 报表 (Reporting)
  - Crystal Reports
- 查询和分析(Query and Analysis)
  - Web Intelligence
- 绩效管理 (Performance Management)
  - Dashboard Manager
  - Performance Manager
  - Analytic engines
- 信息架构 (Information Infrastructure)
  - BusinessObjects Enterprise



# 实时报表看板：KPI指标配置与实时查看

The screenshot displays the CAMSTAR software interface. At the top, there is a navigation bar with options like 'Change Management', 'Container', 'Event', 'Export/Import', 'Modeling', 'Resource', 'Search', 'SPC', and 'Training'. Below this, a dashboard shows three KPI cards: 'Daily Yield' at 80% (Target 98), 'Daily Throughput' at 8Ea (Target 4), and 'Daily Cycle Time' at 973.77 Min. (Target 400). The main area shows a task list for 'Pepperoni (1)\* [Pepperoni pizza]' with a quantity of 10. A task execution control panel is visible, including a 'Pass / Fail' section with radio buttons for 'Passed' and 'Failed', and buttons for 'Reset' and 'Execute Task'.

可配置KPI指标  
实时计算和显示良率

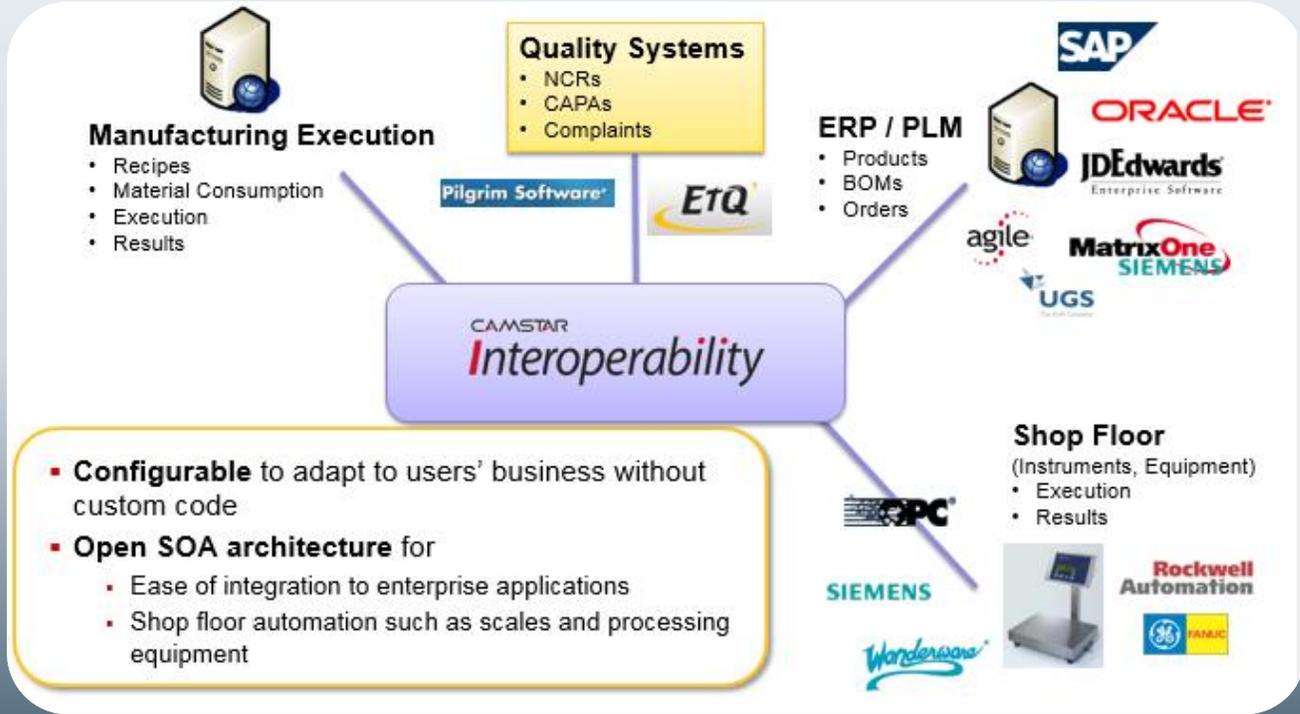
Two enlarged KPI cards are shown. The first is green and displays 'Daily Throughput By Workflow Step' with a value of 101 ea. and a target of 99 ea., accompanied by an upward-trending line graph icon. The second is red and displays 'Daily Yield By Workflow Step' with a value of 96.8% and a target of 97.6%, accompanied by a downward-trending line graph icon.

# 建立基于模型的数字化工厂数据管理平台



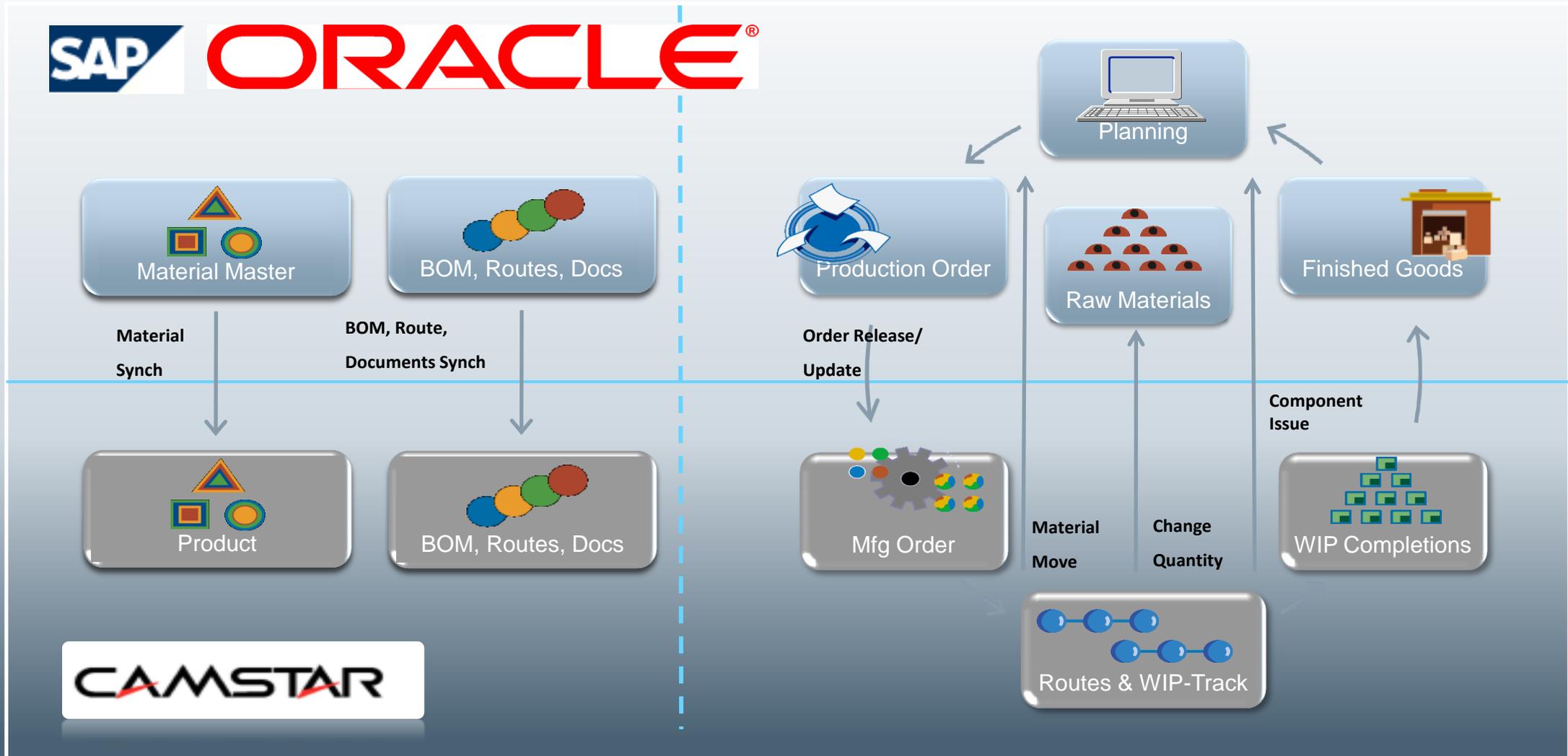
## 成功应用：

- Camstar可以与 ERP、APS、QMS、DWH 和 PLM 应用程序轻松交互；
- Camstar 可借助领先的ERP 系统（如 SAP、Oracle）实现最佳实践互操作性。
- Cell Controller 可支持SECS/GEM、XML、SEMI PV2、OPC、SQL 等，可以快速、可靠且经济高效地实现集成。



- ERP
- PLM
- EAP
- RMS
- YMS
- R2R
- .....

支持ERP与MES集成，打通运营与制造的物料流、订单流



# 通过设备自动化 (EAP) 提升生产效率

工厂自动化的目的是要求在正确的时间，将正确的物料，移动到正确的地方和正确地处理它。设备自动化系统是实现工厂自动化的最基本的和最重要的环节。它用于连接和遥控设备，以保证实际生产过程（在制品、消耗料、设备、配方等）符合MES中的定义。

## 系统架构



## 功能模块

物料管理	生产过程控制	数据管理	异常处理
设备管理	用户管理	配置管理	用户界面

## 效益

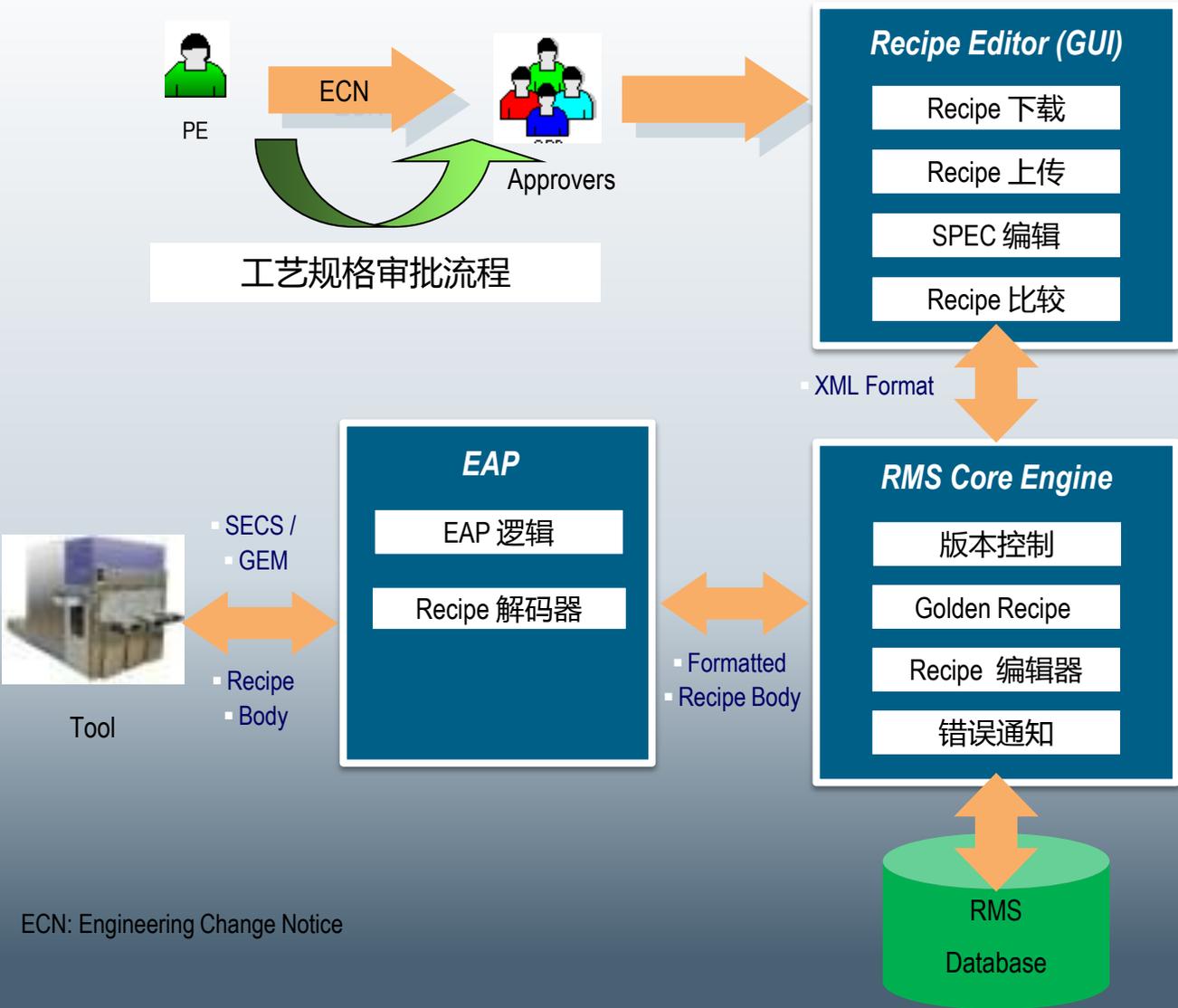
效益		举措
提升良率	消除误操作	自动选择配方
	提高工艺控制的能力	更好/更多地采集生产过程数据
改善产品周期	更为精确的设备作业时间和 产品周期数据	自动跟踪在制品
	消除人为输入数据导致的错误及时间误差	自动收集数据
提高生产效率	更好品质的数据	自动收集量测数据
	有助于精确排除故障	自动收集生产过程中的设备数据
	减少量测作业	自动收集设备数据
工厂安全	降低了操作员的劳动强度	自动数据收集 / 材料追踪

# 通过 RMS 提高生产过程工艺参数管理能力从而提高产品良率

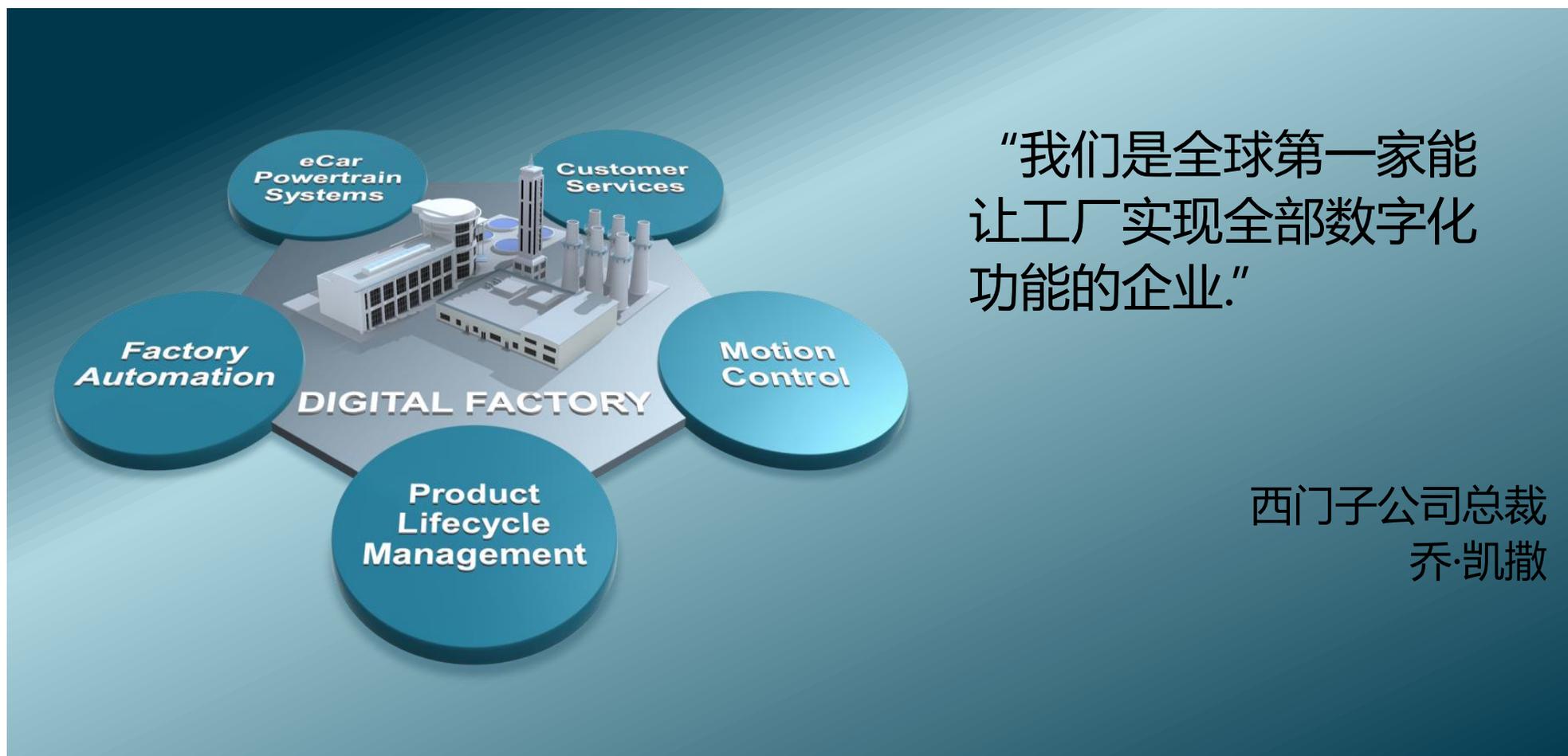
## RMS系统管理配方的参数及其规格

- RMS系统是对MES系统管理配方功能的加强。除了配方名称的匹配，它更进一步将管理延伸到配方中的关键参数及其规格。
- 每次跑货前，RMS都会比较设备上的配方内容是否符合系统中定义的规格，以避免误操作。

效益	举措
规划统一的配方管理模式	所有设备配方都保存在同一数据库中
	各个制程部门按同样的模式来管理配方
	配方模板及参数规格的定义能确保所有设备参照同一规格
减少误操作	配方版本控制有助于追溯配方的修改过程
	在线和离线比较功能确保设备配方与数据库中定义的规格相一致
	一旦发现不匹配，设备将停止生产，并触发警报通知工程师。



ECN: Engineering Change Notice



SIEMENS

您身边长期可信赖的西门子团队！