



第7章 从制造执行系统到制造运营管理

7.1 MES的基本概念

7.2 MES系统的功能模块及与其他系统的集成

7.3 MES规划与需求分析

7.4 制造运营管理MOM

7.5 从MES的现状与困境看低代码MOM的发展



MES——Manufacturing Execution Systems 制造执行系统

MES是由美国AMR公司在1990年创造出来的概念，不是由学术界提出的。

- AMR——Advanced Market Research，是一个独立的研究与行业分析咨询公司，成立于1986年，2009年被Gartner Research以\$64 million收购。Gartner Research是Gartner Group的一个部门（高德纳咨询公司——全球最具权威的IT研究与顾问咨询公司）。



AMR对制造执行系统的定义

位于上层的企业经营管理信息系统与底层的过程监控/过程控制信息系统之间的、面向车间层的管理信息系统，称之为制造执行系统（MES）。

企业经营管理类的信息系统（ERP）

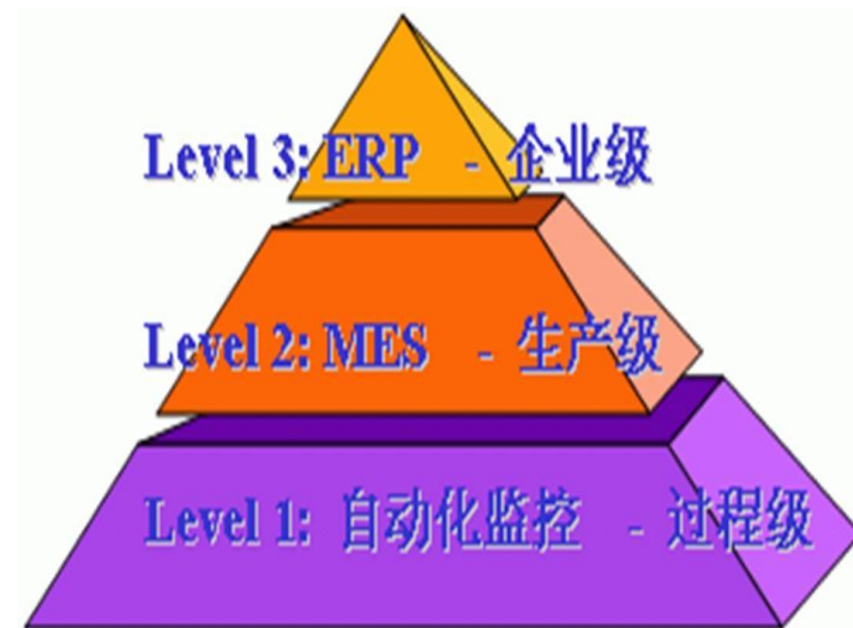
制造执行系统（MES）

过程监控/过程控制类的信息系统（SCADA/HMI）



AMR 制造过程管理三层模型

- 第一层为**决策层**（ERP），主要为企业提供全面管理决策。
- 第二层为**执行层**（MES），主要负责车间级的协调、跟踪、发现并监控相关趋势。
- 第三层为**控制层**（SFC），直接负责工厂生产控制的环节。





MESA协会的成立

MES若想取得更大的发展，首先需要明确的内涵。

- 1992年，AMR作为奠基者之一，与相关的MES厂商、解决方案供应商、咨询分析师、制造商等成立了一个非营利性、非政府组织行业协会——**国际制造企业解决方案协会**（Manufacturing Enterprise Solutions Association International, MESA）。MESA的主要工作有：经验交流、教育培训、咨询服务、研究开发，是一个产学研交流的平台。



MESA对制造执行系统的定义

MES能通过信息传递，对从订单下达到产品完成的整个生产过程进行优化管理。 MESA协会特别强调：

- MES是对整个车间制造过程的优化，不是单一解决某个生产瓶颈。
- MES必须提供实时收集生产过程数据的功能，并做出相应的分析和处理。
- MES需要与计划层和控制层进行信息交互，通过企业的连续信息流来实现企业信息集成。
- MES系统实现生产过程的透明化和实时监控。



问题思考

MES有两种独立的定义：

- 一个是AMR公司的MES定义；
- 另一个是MESA协会的MES定义。

哪个定义更好？MES的本质是什么？



- ◆ 将AMR公司的MES定义，与MESA协会的MES的表述结合在一起，可以得到一个完整的MES定义。
- ◆ AMR公司对MES的定义与MESA协会对MES的定义，不是并列的，而是对同一事物不同方面的表述。

本质上，MES 就是一种信息系统。



第7章 从制造执行系统到制造运营管理

7.1 MES的基本概念

7.2 MES系统的功能模块及与其他系统的集成

7.3 MES规划与需求分析

7.4 制造运营管理MOM

7.5 从MES的现状与困境看低代码MOM的发展

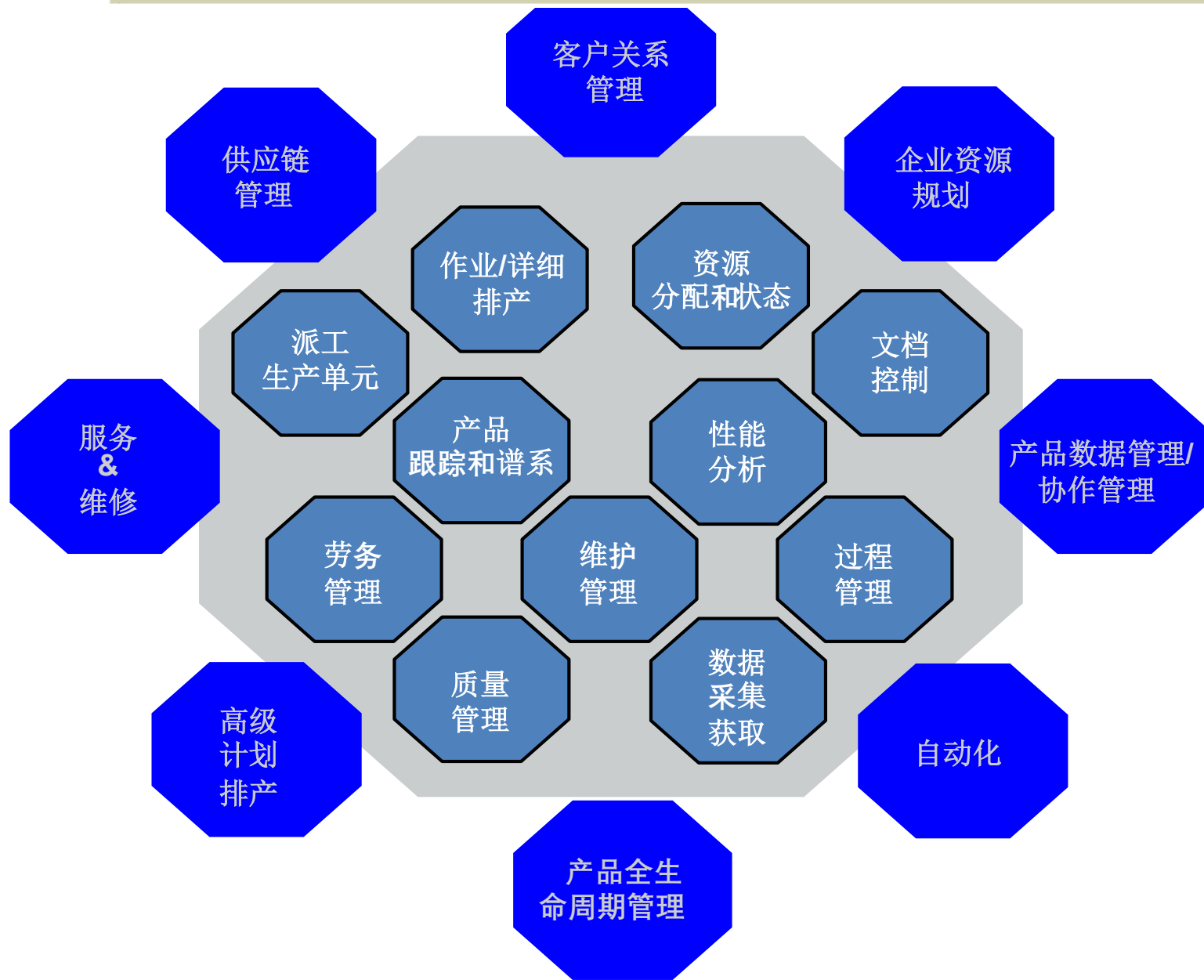


MESA归纳总结了11个主要的MES功能模块

- | | |
|------------------------------------|---------|
| 1. Resource Allocation and Status | 资源分配和状态 |
| 2. Operations/Detail Scheduling | 作业/详细排产 |
| 3. Dispatching Production Units | 派工生产单元 |
| 4. Document Control | 文档控制 |
| 5. Data Collection/Acquisition | 数据采集和获取 |
| 6. Labor Management | 劳务管理 |
| 7. Quality Management | 质量管理 |
| 8. Process Management | 过程管理 |
| 9. Maintenance Management | 维护管理 |
| 10. Product Tracking and Genealogy | 产品跟踪和谱系 |
| 11. Performance Analysis | 性能分析 |



各功能
模块与
企业其
他信息
系统的
关联





1. 资源分配和状态

资源分配和状态管理机床、工具、人员、物料、其他设备以及其他生产实体（如进行加工必须准备的工艺文件、数控加工程序等），用以保证生产的正常进行。

2. 作业/详细排产

在具体生产单元的操作中，根据相关的优先级、属性、特征以及配方提供作业排产功能。



3. 派工生产单元

以作业、订单、批量、成批和工单等形式管理生产单元间工作的流动。
分配信息用于作业顺序的定制以及车间有事件发生时的实时变更。

4. 文档控制

文档控制管理生产单元有关的记录和表格，包括工作指令、配方、工程图纸、标准工艺规程、零件的数控加工程序、批量加工记录、工程更改通知以及班次间的通信记录，并提供按计划编辑信息的功能。



5. 数据采集获取

通过数据采集接口来获取生产单元的记录和表格上填写的各种作业生产数据和参数。

6. 劳务管理

劳务管理提供按分钟级更新的内部人员动态，作为作业成本核算的基础。它包括出勤报告、人员的认证跟踪、跟踪人员的辅助业务能力，如物料准备或工具间工作情况。



7. 质量管理

质量管理对生产制造过程中获得的测量值进行实时分析，以保证产品质量得到良好控制，质量问题得到确切关注。

8. 过程管理

过程管理监控生产过程、自动纠错或向用户提供决策支持以纠正和改进制造过程活动，如报警功能，帮助车间人员及时察觉到超出误差范围的过程更改。



9. 维护管理

维护管理跟踪和指导作业活动，维护设备和工具以确保它们能正常运转并安排进行定期检修，以及对突发问题能够即刻响应或报警。

10. 产品跟踪和谱系

产品跟踪和谱系提供工件在任一时刻的位置和状态信息，包括：进行该工作的人员信息；按供应商划分的组成物料、产品批号、序列号、当前生产情况、警告、返工、与产品相关的其他异常信息等。



11. 性能分析

性能分析提供按分钟级更新的实际生产运行结果的报告信息，对过去记录 and 预想结果进行比较。运行性能结果包括资源利用率、资源可获取性、产品单位周期、与排产表的一致性、与标准的一致性等指标的测量值。



7.2.2 MES与其他系统的集成

MES必须与ERP、APS、质量管理、人力资源管理 etc 系统，以及底层自动化设备等做集成接口，使企业在相关系统中基础数据和动态数据保持一致，避免数据的重复录入，并使数据充分共享。

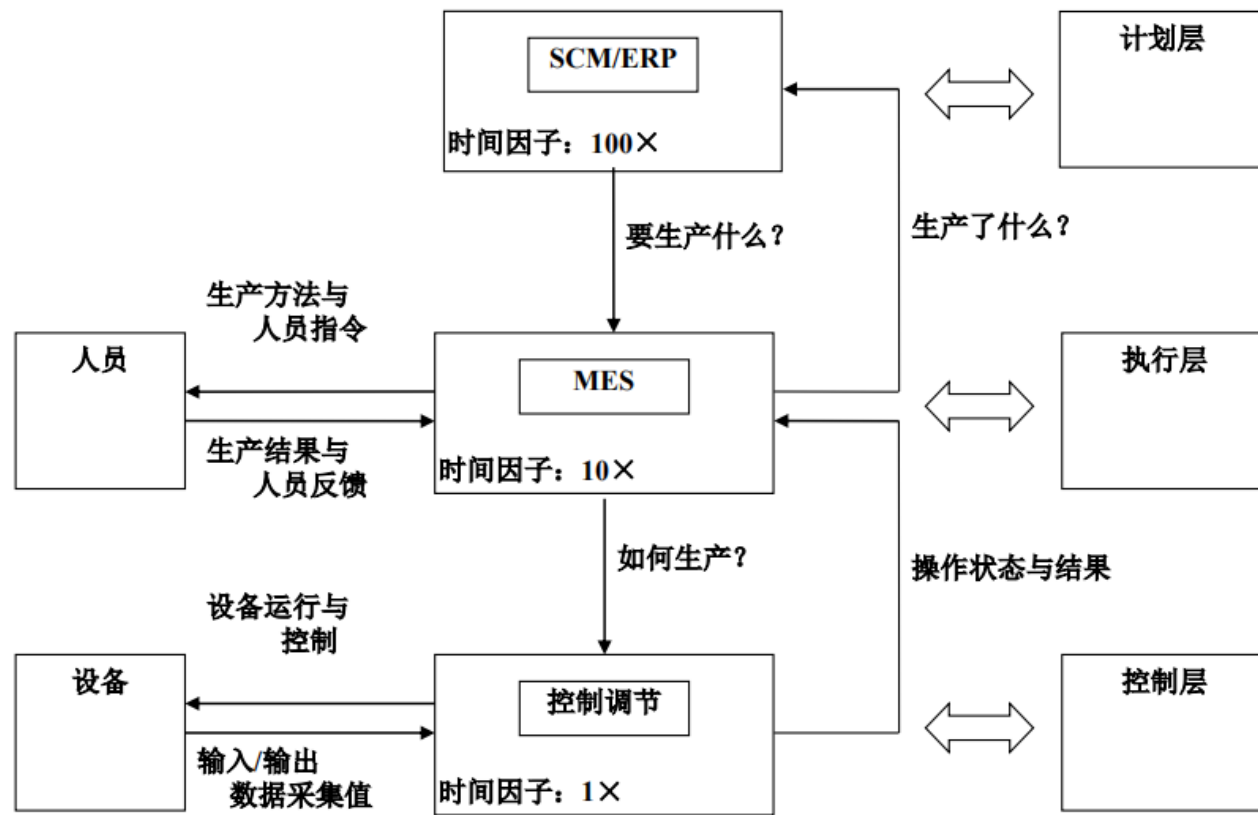


图7-6 企业数据流中的MES



MES与ERP的集成

从生产计划的角度看，ERP在生产计划的前端，MES在生产计划的后端，MES需要得到ERP生成的“粗”计划作为其计划的源头和基础；车间任务开工前，MES需要根据现场任务的进度安排到ERP系统中领料；车间任务完成后，MES需要将完工信息反馈给ERP进行入库登记，ERP自动关联到相应的订单并进行完工处理，从而实现计划的闭环控制管理。



MES与ERP集成的主要功能有：

- ERP向MES提供车间生产任务数据，作为MES计划排产的依据。
- MES向ERP提供限额领料需求，以实现系统自动领料。
- ERP向MES提供零件限额领料的详细信息，使车间及时了解生产准备情况。
- 通过MES向ERP提交完工入库信息，以实现系统自动入库。
- ERP接收MES提供的产品完工信息后，自动反馈到生产计划，使生产管理人员及时掌握车间任务进度。



MES与APS的集成

APS常被用于制定车间作业计划，要求基础数据准确和明确的业务管理需求，其输入的信息包括：

- 生产任务：MES向APS提供车间生产任务信息。
- 加工工艺：MES向APS提供工艺规程上要求的内容。
- 库存数据：MES向APS提供包括制定计划时的物料库存，可用工装、工具、刀具入库，近期计划可用入库信息等。
- 设备信息：MES向APS提供可用设备能力、时间模型及所属设备组（如工作中心）等。
- 工人信息：MES向APS提供各个工人加工技能、时间模型及所属班组等信息。



MES与APS的集成

APS向MES输出的信息包括：

- 排产仿真及结果对比分析：由于APS引擎内置大量的排产策略，采用不同的排产策略将得到不同的排产结果，因此，要将得到的不同排产结果进行对比分析，最终得到需要的结果。
- 排产结果：准备下达给班组的指导工人加工的排产方案，可细化到某时某工人在某个设备上加工某个工序，同时需要配备何种工装工具及刀具，以及准备哪些物资辅料等。



第7章 从制造执行系统到制造运营管理

7.1 MES的基本概念

7.2 MES系统的功能模块及与其他系统的集成

7.3 MES规划与需求分析

7.4 制造运营管理MOM

7.5 从MES的现状与困境看低代码MOM的发展

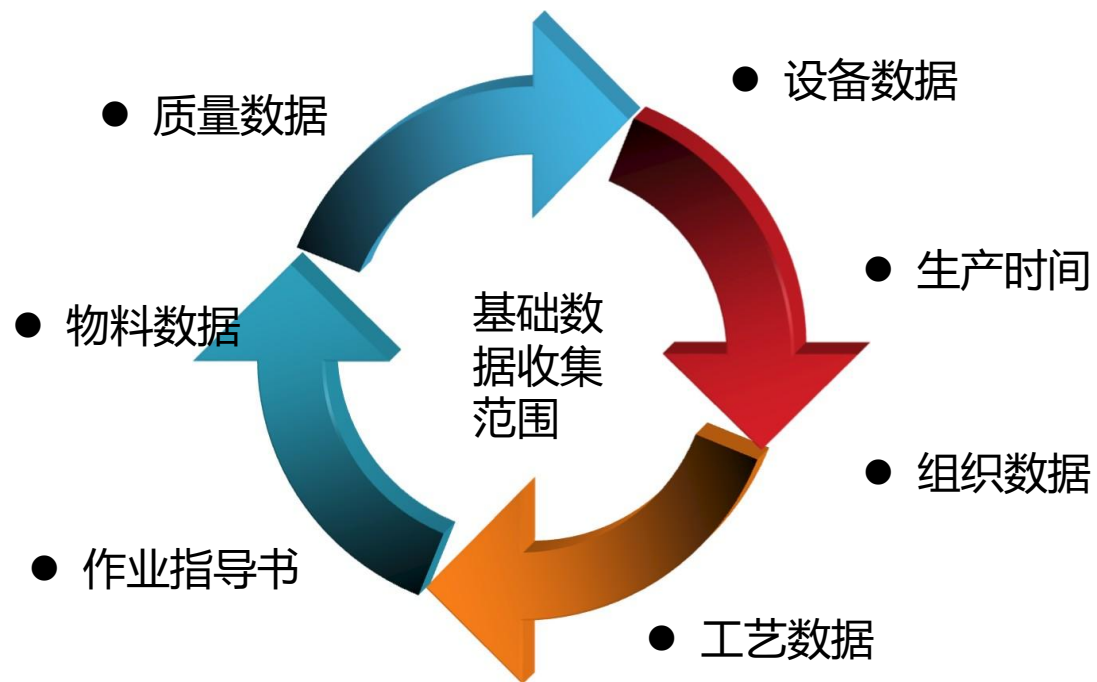


MES需求分析方法包含以下7个方面：





基础数据标准化是MES应用的重要工作之一，建立规范统一的基础数据，是保证企业MES系统正常运行的前提条件。





1. 人

(1) 生产组织——人员类数据

MES系统中主要对人员的资质、考勤、绩效进行管理，与之相关的人员基础属性，如工号、姓名、资质等都属于本次梳理范围内。

根据ISA-95标准体系，主要包括：
人员类属性、人员、人员属性、人员资质等。

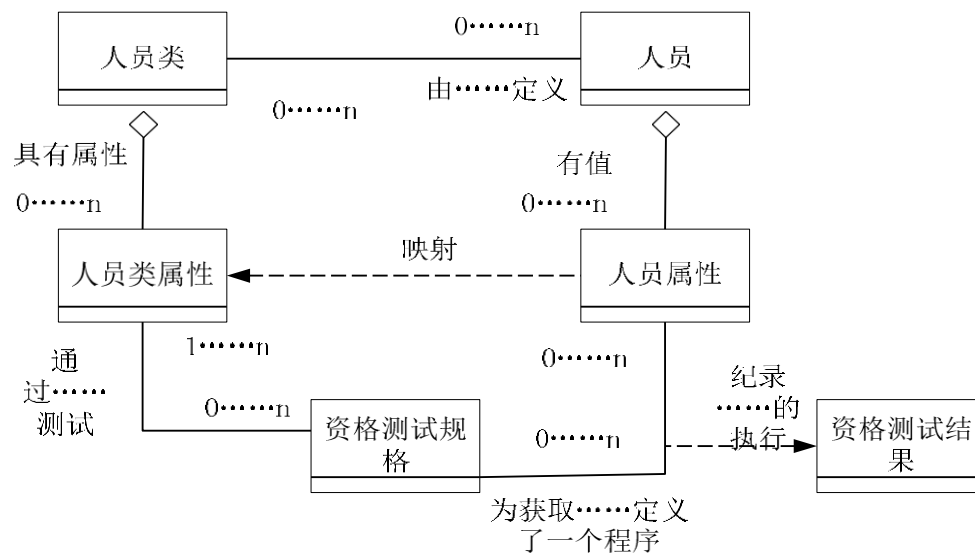


图7-9 ISA-95标准体系结构人员类



(2) 生产组织——生产时间

生产时间是指企业劳动资源以及劳动对象在生产工作过程中的劳动序列与时间长度。人员信息是生产主体，生产人员的工作安排同生产班制以及生产时间计划紧密相关。

生产班制

班制名称	描述
单班	单班
双班	早中班
三班	早中夜班
多班	四班三运转或其他

生产班次

类型	班次名称	所属班制	班次序列	起始时间	结束时间	跨天	所属车间
工作日	早班	三班制	1	7:00	16:00		
双休日	中班	三班制	2	16:00	0:30	是	
节假日	晚班	三班制	3	0:30	7:00		



2. 机

(1) 设备类数据

设备模型参照国际标准进行梳理，自上而下包括工厂、车间、设备，以及与设备相关的所有数据。

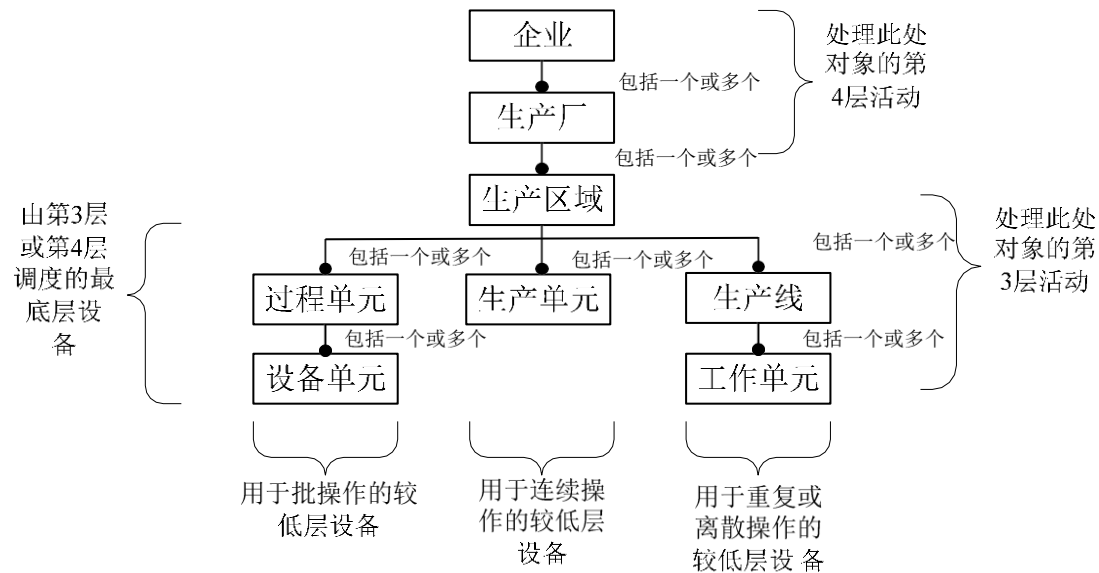


图7-12 设备模型



(2) 设备资源

设备是生产线上的最小单元，是MES系统运行的关键，所以设备资源数据的梳理也相对比较关键。

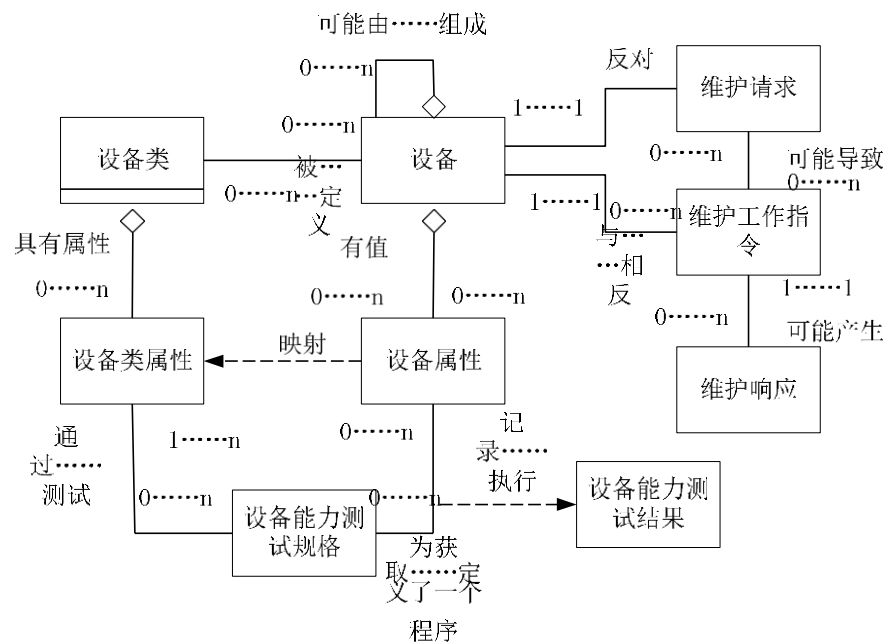


图7-13 设备资源关系



对与设备相关的多个数据进行了梳理，包括设备清单、设备能力、维修、备品备件等。

设备代码	设备名称	设备组代码	设备组	核心资源	设备型号	供应商
地址编码与名称		是否改装	隶属车间		所需证书或技能	

标准工序	设备型号名称	人工工时 (小时/台班)	准备时间 (小时/台班)	加工工时 (小时/台班)	定额产量 (万大张/台班)	每班台时	正常生产 辅助时间	班制产量	台班定员
						B	C		

物料代码	物料名称	规格	图号	物料组	基本计量单位	辅助计量单位

图7-14 设备资源表



3. 料

(1) 物料类数据

物料是生产加工和业务处理的直接对象，是MES最重要和最关键的数据。MES中主要对物料的加工进行管理，所以生产中涉及到的所有物料都是MES管理的对象。

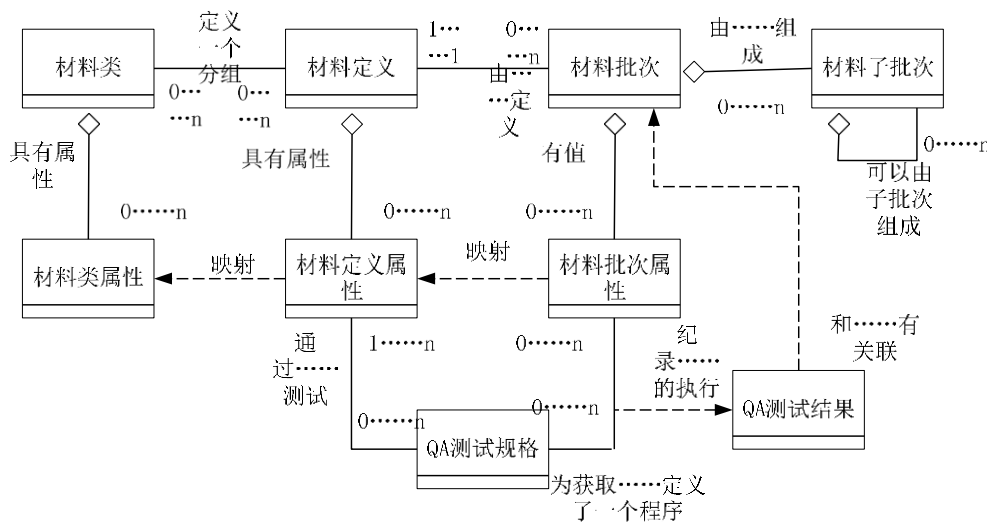


图7-16 物料类数据关系



(2) 物料的主数据

- 物料是对企业实物客观的描述和反映，在生产领域流转的一切材料、零部件、半成品、成品以及生产过程中必然产生的废料和各种易耗辅料，以及生产过程中的工装模具都包含在其中。
- 在实际生产组织活动中，全部围绕物料展开。物料的各类属性（采购、自制、批次管理）和参数（安全库存、采购批量、最小库存、采购提前期、计量单位、辅助计量单位、保质期管理）直接关系到未来生产和业务处理方式。

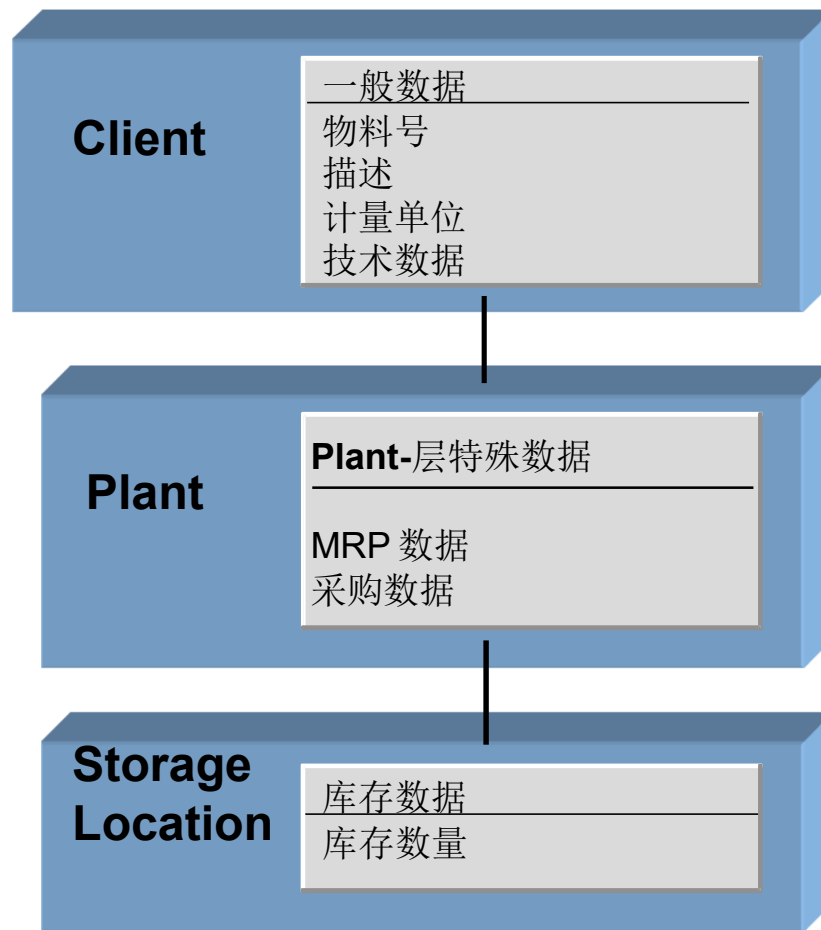


图7-17 物料的主数据



4. 法

(1) 过程类数据

过程类数据核心包括工步、工序、工艺路线、加工方法、质量类数据。MES系统主要依据过程类数据对生产过程进行管理，所以与人员、设备、物料等数据都有关联关系。

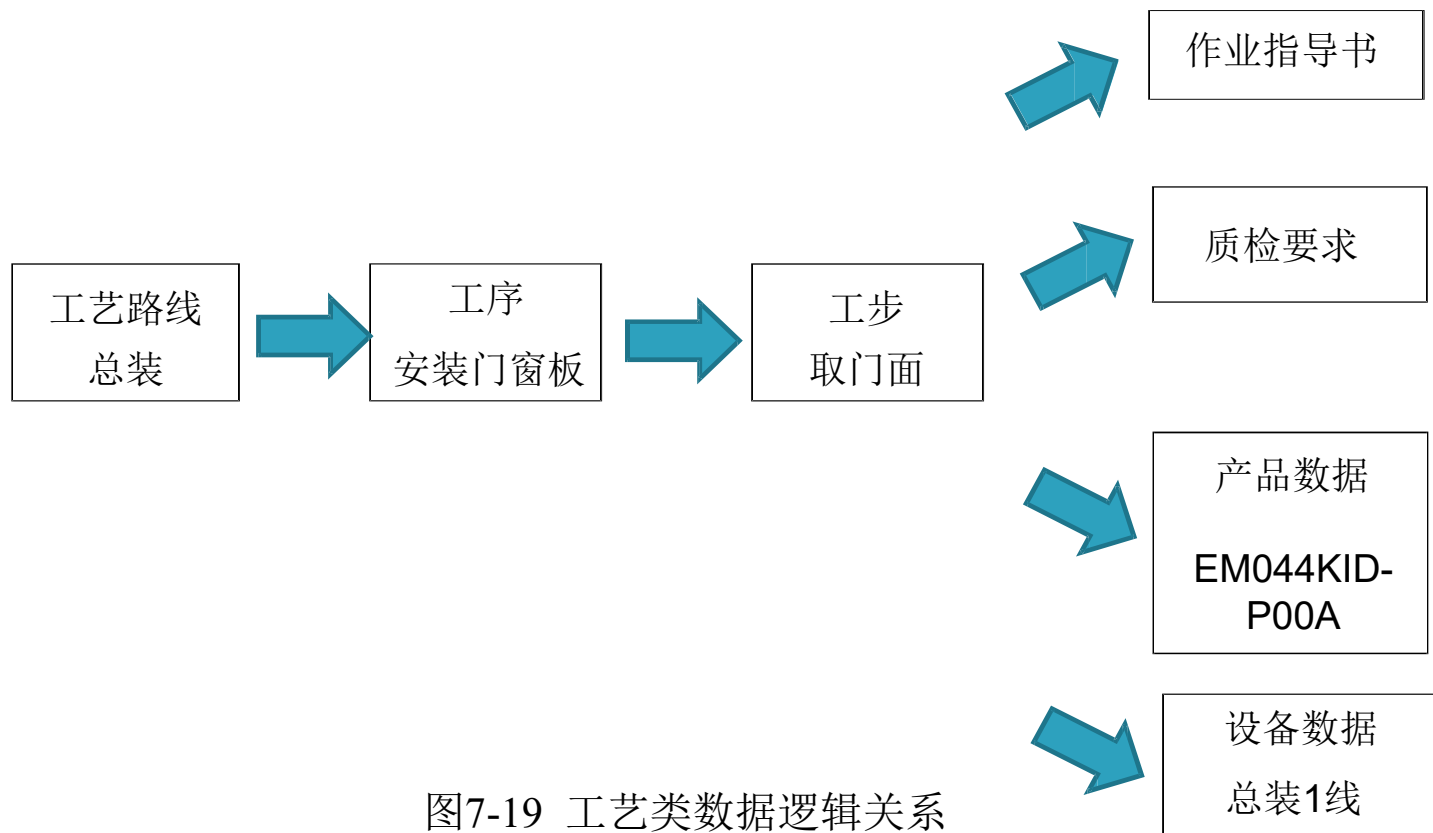


图7-19 工艺类数据逻辑关系

质量管理是MES的重要组成部分，同时，质量管理是企业管理和生产管理的核心。在MES中质量管理需要实时分析从生产现场收集到的数据，及时控制关键工序的加工质量，进行质量预测、监控和在线调试，消除质量缺陷和隐患。

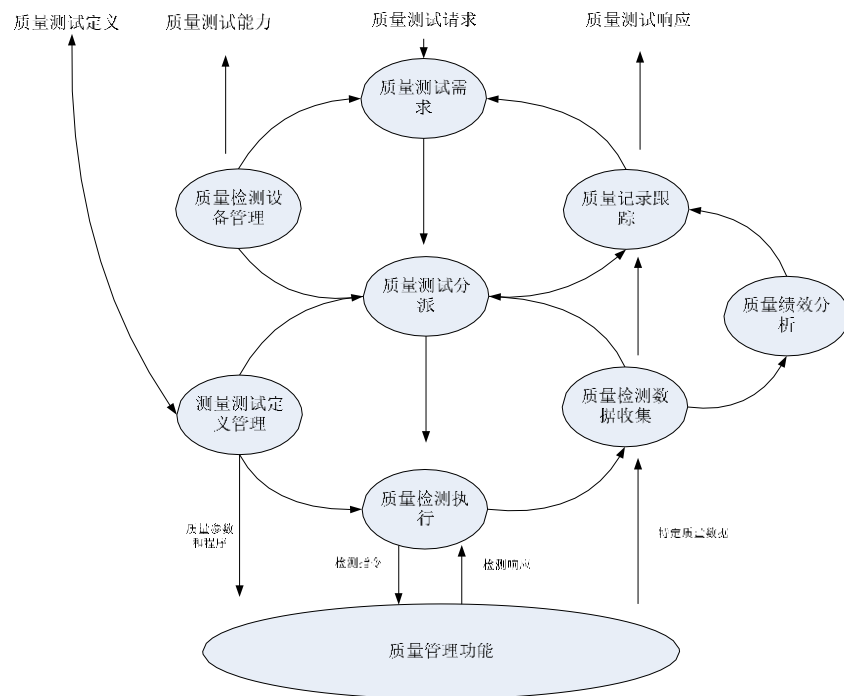


图7-20 MES质量管理



质量管理基础数据按照ISA-95体系标准进行梳理，主要包括：质量数据、检验规则、检验项目、常规检验结果以及相关质量计划和质量检查资源等。

物料编码	物料名称	检验规则代码	检验方式	是否周期检验	备注

检验规则代码	检验规则名称	手工或机检（含仪器名称）	检验规则方案

检验项目代码	检验项目名称	抽样标准	是否机检	检验规则	备注

结果代码	结果名称	备注

图7-21 质量管理基础数据



业务流程梳理的目标：

实现业务流程的可视化、规范化、监控化

发现业务运行中存在的问题，对流程进行优化

全面、真实地梳理MES系统业务需求

确认未来MES系统的业务运行流程

在公司中培养业务流程管理的理念与方法



大部分企业流程管理中存在的问题：

- ❑ 缺乏完整的流程管理体系。
- ❑ 错误的问题重复发生。
- ❑ 完成工作的周期很长。
- ❑ 组织决定流程，而非流程决定组织。
- ❑ 每一个人对流程的理解不同。
- ❑ 各种各样的制度，如同“百衲衣”。
- ❑ 缺乏标准的岗位说明书。
- ❑ 职权利不匹配。



因一个企业的业务流程数量众多，同时业务流程的梳理与优化是一个持续、长期、永无止境的工作，所以流程梳理与优化的重点是未来MES系统将要覆盖的流程，包含生产管理流程、质量管理流程、设备管理流程等。

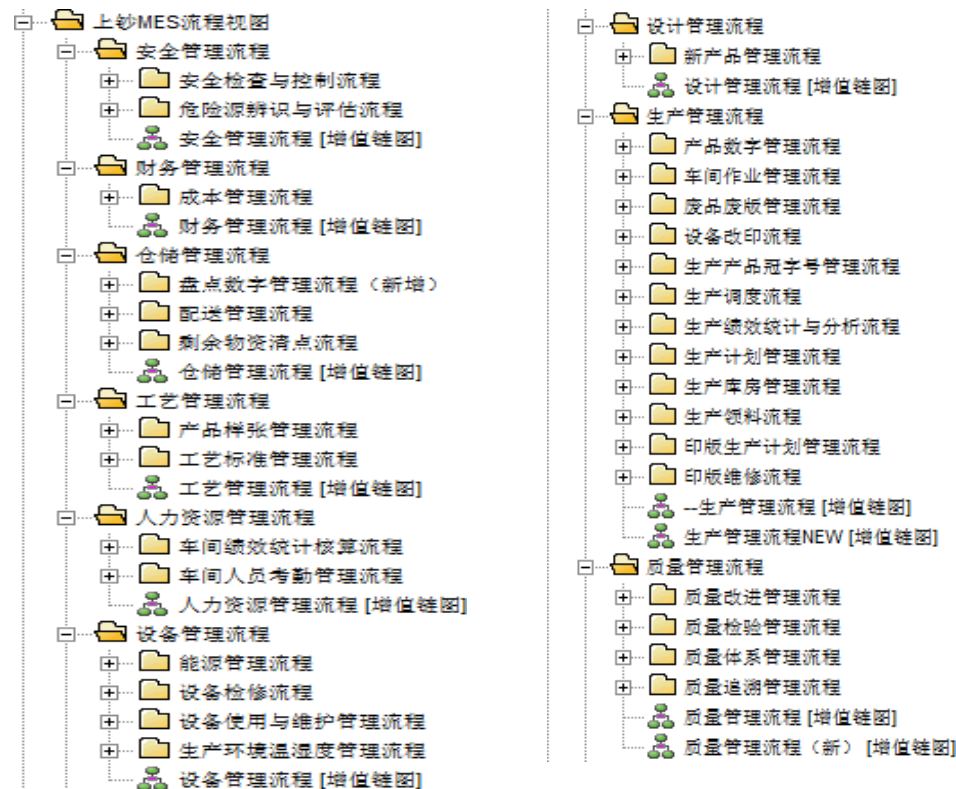


图7-23 MES流程视图



实施MES的主要流程变化：

- 减少生产计划的层级；
- 物料配送更加精确；
- 产品追溯流程更精细；
- 质检与设备维护更加完善与规范；
- 车间人员大量岗位调整与缩减。



工艺建模的重要性：

- 工艺是生产过程的基础，生产过程中的所有活动都围绕工艺要求展开。
- 工艺是未来MES系统运行的基础，MES系统将围绕工艺管理要求而建立。
- 工艺要求决定了生产过程，也决定了产品的加工过程和加工环节。
- 工艺要求决定了生产现场数据采集的结构与分布。
- 工艺流程贯穿了生产制造的生产计划、车间调度、过程控制与质量控制环节。
- 工艺是生产现场标准化作业的基础。



工艺建模的目标:

建立完整的生产工艺分级模型，提供可视化的展现工具

清晰描述各制造部详细生产工序、工步直至具体操作的流程特点

准确说明对生产工艺条件、质量控制要求以及各工序的输入、输出，为制造过程数据采集提供来源依据

了解生产过程中所需的基础数据(人、设备、物料等资源)

了解未来工艺趋势，为MES实施后的工艺变化做好相应准备



7.3.3 工艺建模与分析

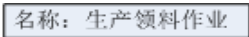


图7-25 工艺建模与分析



工艺建模的重点：

- 推进工艺标准化（每道工序的名称、时间、替代、作业指导书、资质等）。
- 为每个产品建立工艺模型（尤其是特殊工艺的建立）。
- 分析每道工序所对应的控制要求与设备。
- 分析每道工序产生的数据，为数据采集做好准备。



根据生产工艺特点分析，能对实现和影响产品工艺的信息进行实时采集和分析，如下图所示。

	设备	工艺	人员	质量
采集数据	设备名称及状态、 工装及模具数据、 DNC类数据等	生产任务单 加工产品 使用物料 工位 开始时间 结束时间等	生产人员 换班信息等	首检信息 合格品数量 次品数量 返修数量等



人机交互



传感器



PDA



RFID



生产设备



条码扫描器



检测设备

图7-26 实时数据采集和分析



采集的数据类型：

- (1) 带有时标的生产过程数据
- (2) 带有时标的报警、消息、生产事件信息
- (3) 重要检测数据（如各种检测指标和重量数据）
- (4) 计量数据（如数量、重量）
- (5) 批次信息（如批次号码、批次执行状态等）



数据采集分析的步骤:

分析每道
工步的数据
采集需求



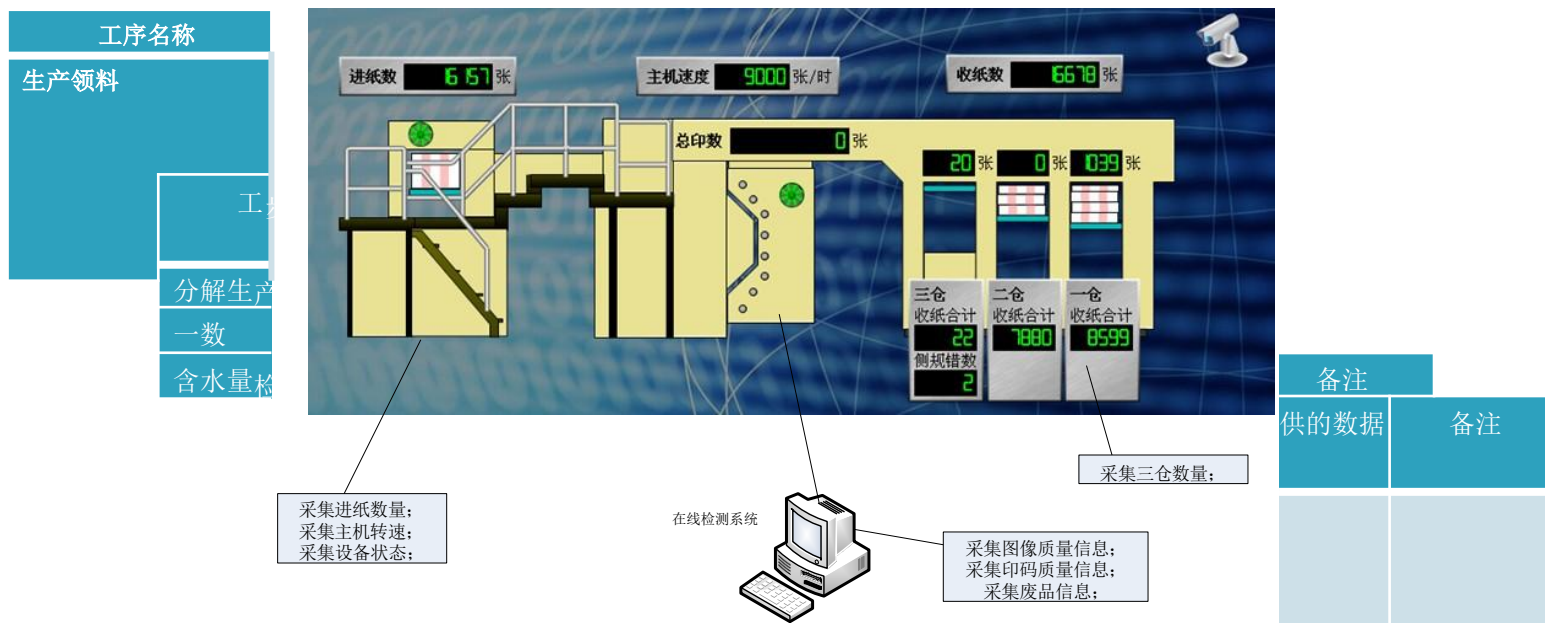
分析外部
采集数据
的方式



对数据采
集点进行
规划



分析数据
采集结果
与改进环
节



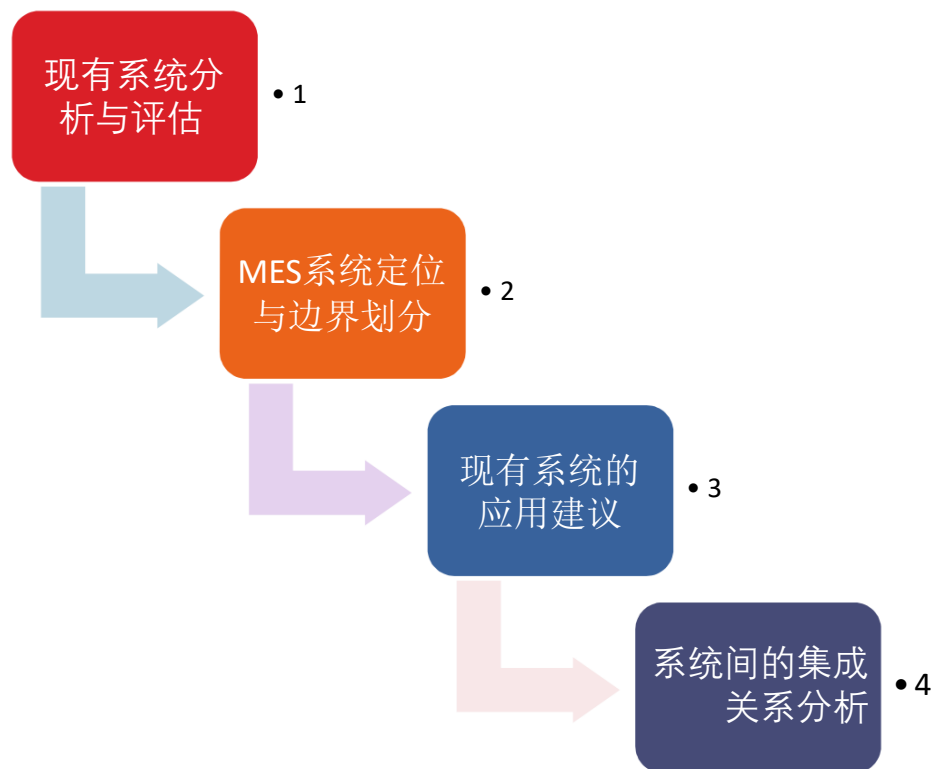


需求确定后，要对系统的边界进行界定，如果界限划分不清晰，即便是从业务角度分析出来的需求，也将面临新的挑战，如通过哪一个系统的实施来落地的问题。因此，必须划清MES与其他系统之间的关系。

- (1) 要解决的是MES可能会与哪些系统产生关系。
- (2) 分清楚各种系统所擅长的功能。
- (3) 对于系统之间的关系进行切割。
- (4) 划清系统边界后，考虑清楚系统间集成的方式。



系统边界确定的步骤





系统需求分析与功能设计

对生产管理流程进行分析

对工艺管理需求进行分析

对业务管理需求进行分析

因为MES系统的个性化较强，所以在需求梳理的过程中，需结合行业和公司特点，对这些特点进行详细分析，以**保证未来的MES系统能够满足公司个性化的要求。**



MES系统详细功能设计

上料防错	指定工单和设备机台后，系统能自动获取设备机台上相关联的设备编号和物料编号。
	系统能够将当前工单 BOM 与获得的物料编号进行对比，若不匹配则给出明确的警示信息。
	能够将待上料的物料编码读入系统，将其与从设备机台上获得的物料编号对比，若不一致给出明确的警示信息。
	将上料过程中操作异常的记录红色显示，以方便统计操作员的绩效。
	支持组装的上料防错。
	建立浆料与产品代码的对应关系，支持浆料使用时防错检查。



在实施路线上，需依据企业目前生产管理的瓶颈、存在的问题、公司的核心管理特色、模块对业务的重要性、模块的投资收益比、同类型企业的建设情况等，规划出详细的实施路线，包括哪些模块先应用，模块之间的先后关系等。同时需学习和借鉴其他企业经验，规划出详细的风险规避措施。



MES项目的实施，要做到**管理先行，业务驱动，IT支撑**。具体实施原则如下：

以业务为主导，IT部门为辅助

管理提升为基础，数据准确是关键

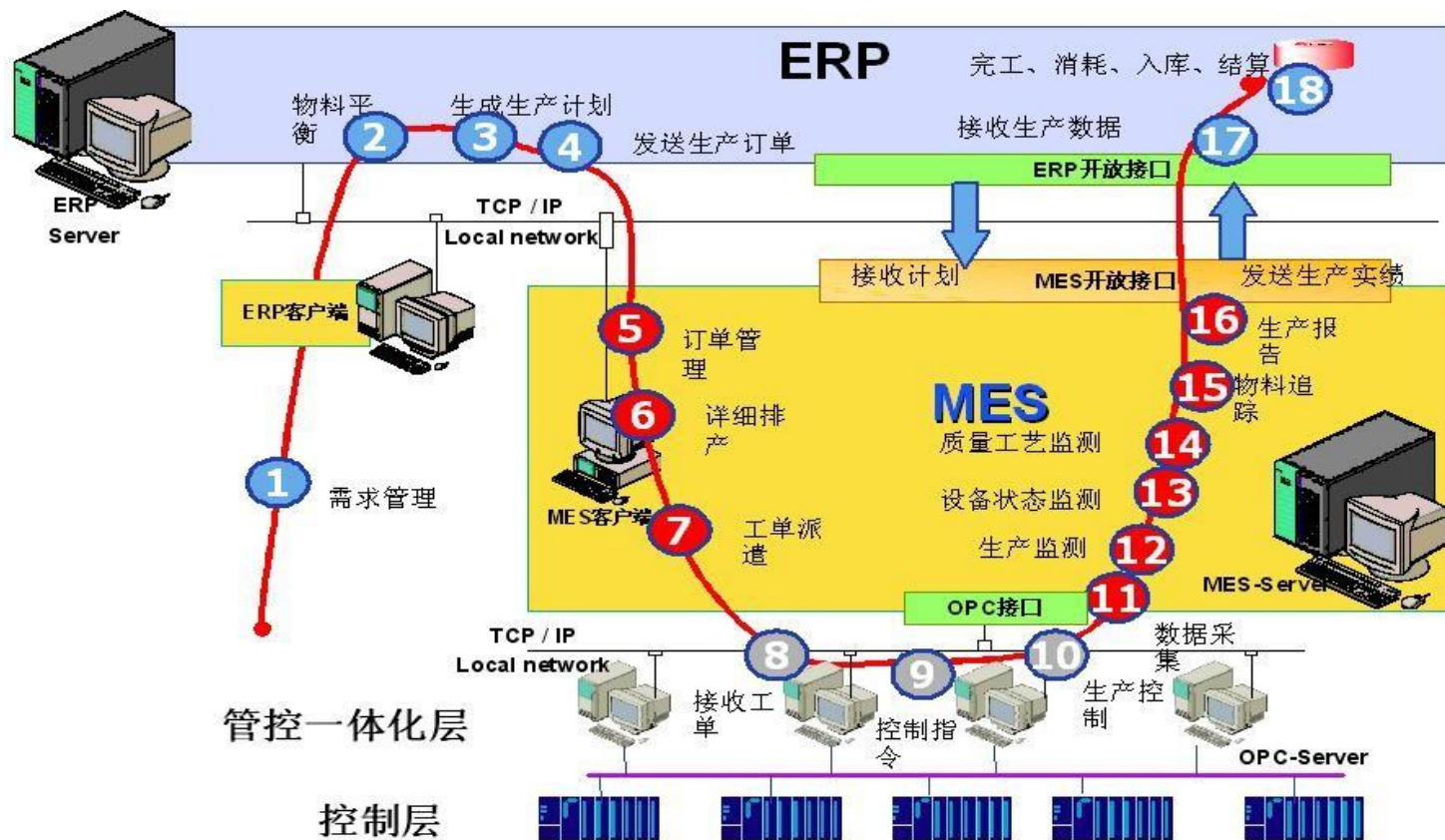
标准化、规范化是MES运行的必要条件

高层领导充分参与，“一把手”工程

以应用为原则，而非“一步到位”



管理先行，业务驱动，IT支撑





MES实施前整改样例

范例

MES功能应用的前提要求	整改措施
工艺基础信息完善	1、梳理目前厂内各车间内工艺规程中的工序名称，并形成企业级资源库，工艺编制直接用标准工序； 2、完善维护多工艺路线作业方式的工艺卡； 3、细化工艺卡内容，完善设备、工装刀具、工时等； 4、建立生产通用工艺模板，提升工艺卡编制效率和内容一致性。
质量标准基础信息建立	建立各产品各工序质检项目和指标标准。
物料基础数据梳理	参考集团总物料管理规则，制定并调节总级物料编码规则和分类规则，对所有物料编码进行规范，清理不符合规则物料编码，处理一物多码问题。
生产计划统筹协调	增加生产计划统筹职能，对各产品型号间的生产计划统筹协调，依据经验进行粗能力平衡执行时检查生产资源冲突等问题。
设备控制系统联网	通过传感器等方式对DNC网络三外的设备进行整改，使设备运行状态等信息能及时采集。



第7章 从制造执行系统到制造运营管理

7.1 MES的基本概念

7.2 MES系统的功能模块及与其他系统的集成

7.3 MES规划与需求分析

7.4 制造运营管理MOM

7.5 从MES的现状与困境看低代码MOM的发展



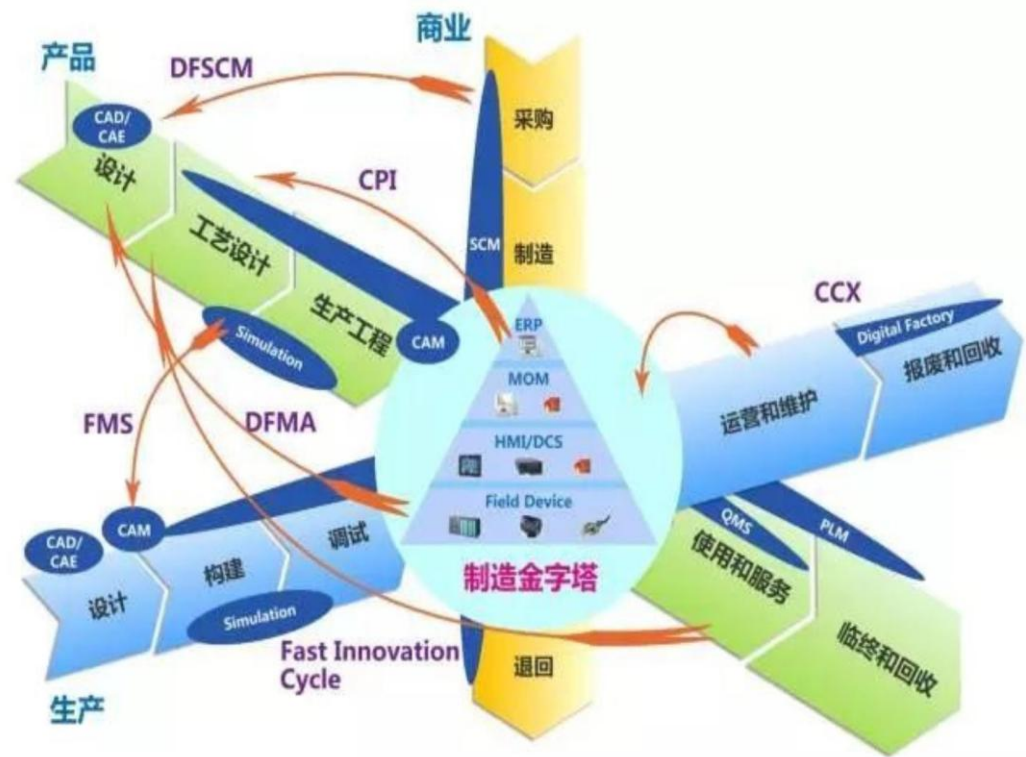
- 由于绝大多数MES只关注生产执行的核心作用, 对维护运行、质量运营和库存运营的重视程度有限, 通常将其弱化为处理能力十分有限的功能模块, 有时甚至缺少这部分功能, 并且未提高到与生产运营相类似的复杂程度来描述, 难以充分满足现代制造企业对其制造运营区域的业务管理需求, 进而直接影响对企业的运营管理效果。
- 美国仪器、系统和自动化协会 (Instrumentation, System, and Automation Society, ISA) 于2000年开始发布ISA-95标准, 首次确立了 **制造运营/运作管理** (Manufacturing Operations Management, MOM) 的概念, 针对更广义的制造运营管理划定边界, 作为该领域的通用研究对象和内容, 并构建通用活动模型应用于生产、维护、质量和库存四类主要运营区域, 详细定义了各类运营系统的功能及各功能模块之间的相互关系。



从制造执行到制造运营管理

2016

美国国家标准与技术研究院在发布的《智能制造系统现行标准体系》报告中定义了智能制造系统模型，其中用MOM取代了MES，让业界对于制造运营管理的认知升级。





制造运营管理MOM的核心构成：

- 生产运作管理——Production Operations Management
- 维护运作管理——Maintenance Operations Management
- 质量运作管理——Quality Operations Management
- 库存运作管理——Inventory Operations Management

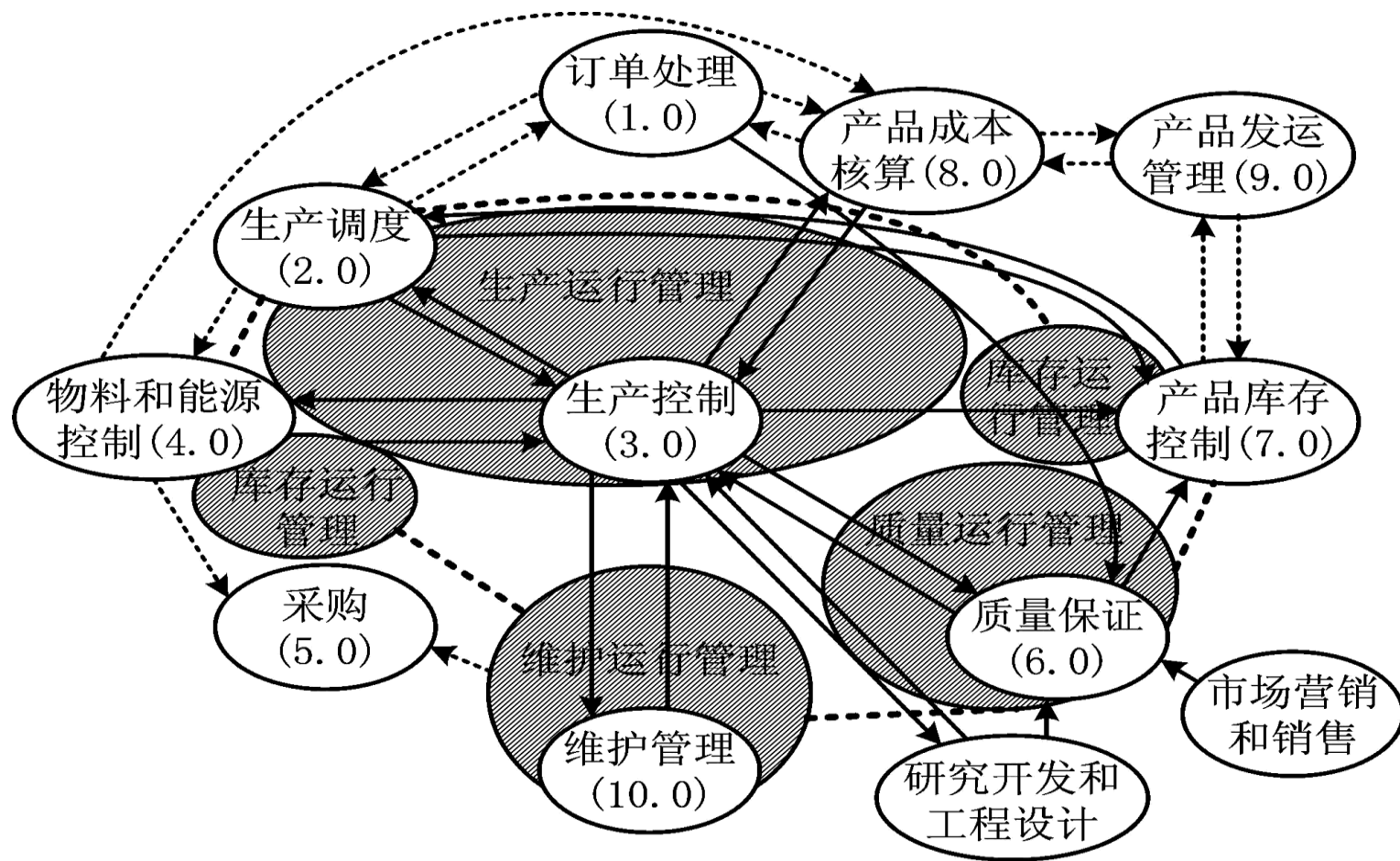


图7-35 MOM模型

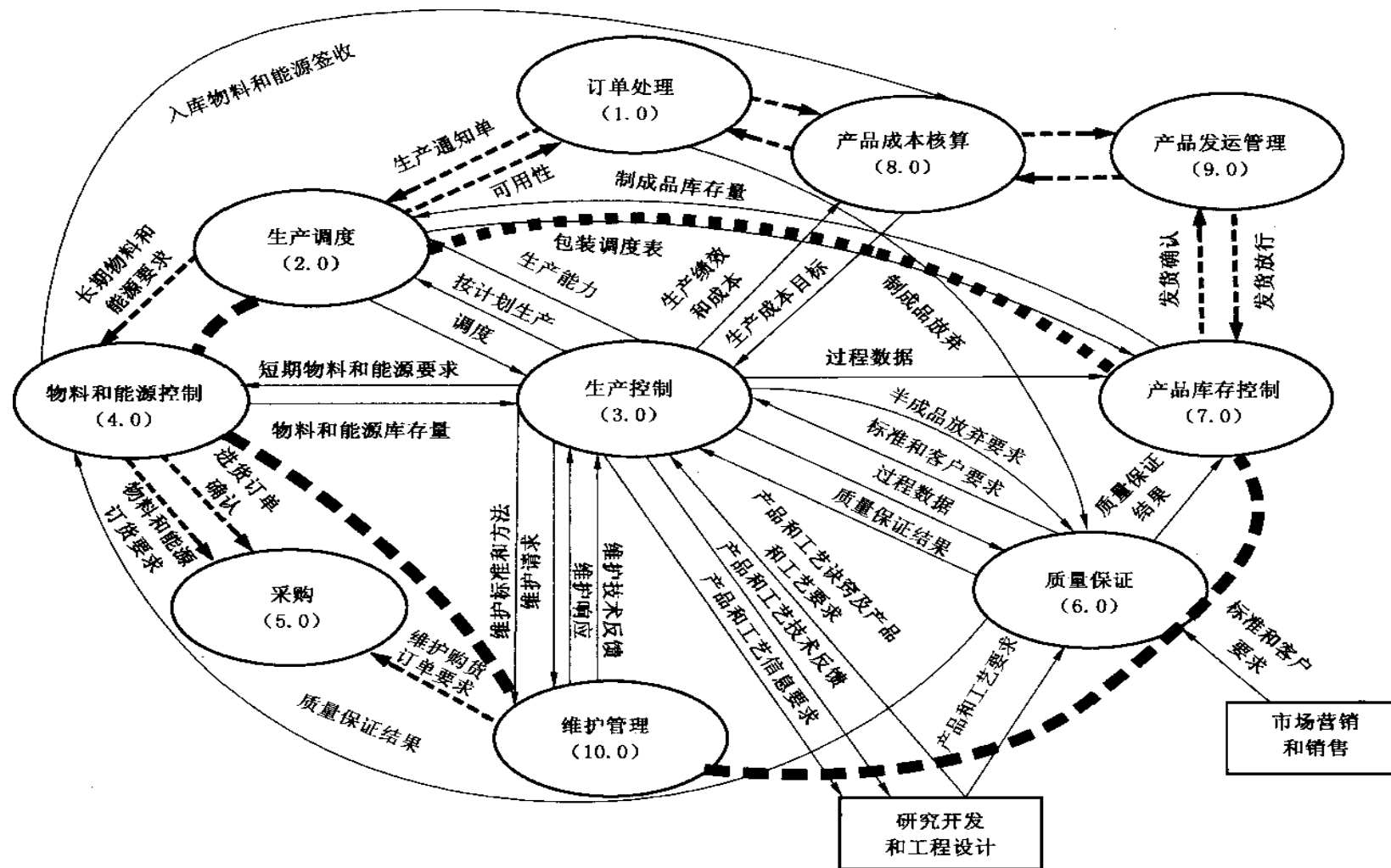


图7-36 MOM各功能之间交互的信息流



1. 订单处理

订单处理的一般功能包括：

- (1) 客户订单处理、接收和确认；
- (2) 销售预测；
- (3) 放弃和保留处理；
- (4) 销货毛利报告；
- (5) 确定生产订单。



2. 生产调度

生产调度功能通过生产调度表、实际的生产信息以及生产能力信息与制造控制系统功能互联。生产调度的一般功能有：

- (1) 生产调度表的确定；
- (2) 长期原材料需求的确认；
- (3) 最终产品包装调度表的确定；
- (4) 可供销售的产品确定。



3. 生产控制

生产控制中主要包括过程支持工程、运营控制和运营计划。

(1) **过程支持工程的功能**：提出修改或维护要求；协调维护和工程设计功能；提供运行和维护功能的技术标准与方法；跟踪设备和工艺性能；提供对操作人员的技术支持等。

(2) **运营控制的功能**：按调度表和技术规范生产产品；报告生产、过程及资源信息；监视设备维护，确认操作测量值，确定维护要求；完成生产和控制设备的诊断和自查；平衡和优化工厂或区域内的生产等。

(3) **运营计划的功能**：制定一种基于生产调度表的短期生产计划；对照原材料可用性和产品储藏能力，检查生产调度表；对照设备和人员可用性，检查生产调度表；确定产能现状的百分值等。



4. 物料和能源控制

物料和能源控制的功能有：

- (1) 管理库存量、转移，以及物料和能源的质量；
- (2) 在短期和长期需求的基础上提出物料和能源采购请求；
- (3) 计算和报告库存量平衡以及原材料和能源使用的损耗；
- (4) 接收入库的物料和能源供应并请求质量保证测试；
- (5) 通知采购可接收的物料和能源供应。



5. 采购

采购的功能如下：

- （1）发出有供应商名字的原材料、补给品、备件、工具、设备和其他所需物料的订单；
- （2）监视采购进程并向操作人员报告；
- （3）物品到货并认可后，发放进货支付发票；
- （4）汇集和处理原材料、备件等请求，以便将订单发给销售商。



6. 质量保证

质量保证的功能如下：

- (1) 物料的试验和分类；
- (2) 设定物料质量标准；
- (3) 根据技术、市场和客户服务等提出的要求，对制造和测试实验室发布标准；
- (4) 收集和维护物料质量数据；
- (5) 发放其他用途的物料；
- (6) 证明产品是按照标准工艺条件生产的；
- (7) 对照客户要求和统计质量控制，例行程序检查产品数据，以保证产品发货前质量合格；
- (8) 将物料偏差重新置入工艺过程，以便重新评估以改进工艺。



7. 产品库存控制

产品库存控制的功能有：

- (1) 管理制成品库存量；
- (2) 按照产品销售指示储备特定的产品；
- (3) 按照交货进度表完成包装好的最终产品；
- (4) 向生产调度报告库存量；
- (5) 向产品成本核算报告余额和损耗；
- (6) 与产品发货管理协调，安排产品的实物装载/发运。



8. 产品成本核算

产品成本核算的功能如下：

- (1) 计算和报告产品总成本；
- (2) 向生产部门报告成本计算结果以作调整；
- (3) 为生产设定成本目标；
- (4) 收集原材料、劳动力、能源和其他要传送到会计部门的成本；
- (5) 计算和报告总生产成本，向生产部门报告成本计算结果以作调整；
- (6) 为物料和能源供应及分配设定成本目标。



9. 产品发运管理

产品发运管理的功能如下：

- (1) 按接收的订单要求组织产品发货运输；
- (2) 与运输公司商谈和发出订单；
- (3) 接受工厂货运条款并发放发货物料；
- (4) 准备相应的发货文件（如提单、结关）；
- (5) 确认发运并发送至总会计部门要求开具发票；
- (6) 向产品成本核算部门报告发运成本。



10. 维护管理

维护管理的功能有：

- (1) 提供现有设施的维护；
- (2) 提供预防性维护计划；
- (3) 提供设备监视以预测故障，其内容包括自检和提供诊断程序；
- (4) 发出物料和备件的订购单请求；
- (5) 拟定维护成本报告，并与外部承包工作量相协调；
- (6) 为过程支持工程提供性能和可靠性的状态与技术反馈。



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

7.4.3 MOM软件应用案例



锐制MOM制造运营管理系统

RUSVO Manufacturing Operation Management System

浙江锐制软件技术有限公司



01 / 锐制MOM产品总览

02 / 锐制MOM系统介绍

锐制MOM是以MES制造执行系统为基础，加入APS高级排产、PMC计划物控、WMS电子仓储、DBI大数据分析等相关系统，涵盖计划、物流、生产、质量、设备五大制造领域，集制造执行与工厂运营于一体，对工厂实行全方位数字化管理的软件系统。

01

以平台化的**工厂建模**方式，在软件上灵活构建从集团到工厂、车间、产线、设备的工厂运转体系；并以此进行包含工艺路线和工艺参数的**工艺BOM**管理。

02

以RFID/标识码、现场物流、生产防错、异常处理、动作管控、数据采集及监控SCADA、SPC及产品溯源、质量管理、设备运维等系统功能，满足生产工厂**工位级别**对人、机、料、法、环、测等方面的制造执行管理和现场控制。

03

采用**工业大数据平台**进行现场监控、数据仿真、工业智能和大数据分析，从而实现工厂管理的全方位数字化。

锐制DFS数字工厂系统 RUSVO Digital Factory System

数字空间

RUSVO
锐制数字工厂

锐制PDM产品研发管理系统

锐制ERP企业资源管理系统

锐制SCM电子供应链系统

RUSVO
锐制数字工厂

④ 锐制DFS
数字工厂建模
系统

③ 锐制DTS数据接口系统 (WebService/API/ESB)

锐制MOM制造运营管理系统

⑤ 锐制APS
计划与排程系统

⑥ 锐制PMC
计划物控系统

⑦ 锐制WMS
电子仓储系统

⑧ 锐制MES
制造执行系统

⑨ 锐制QMS
质量管理体系

⑩ 锐制TPM
设备运维系统

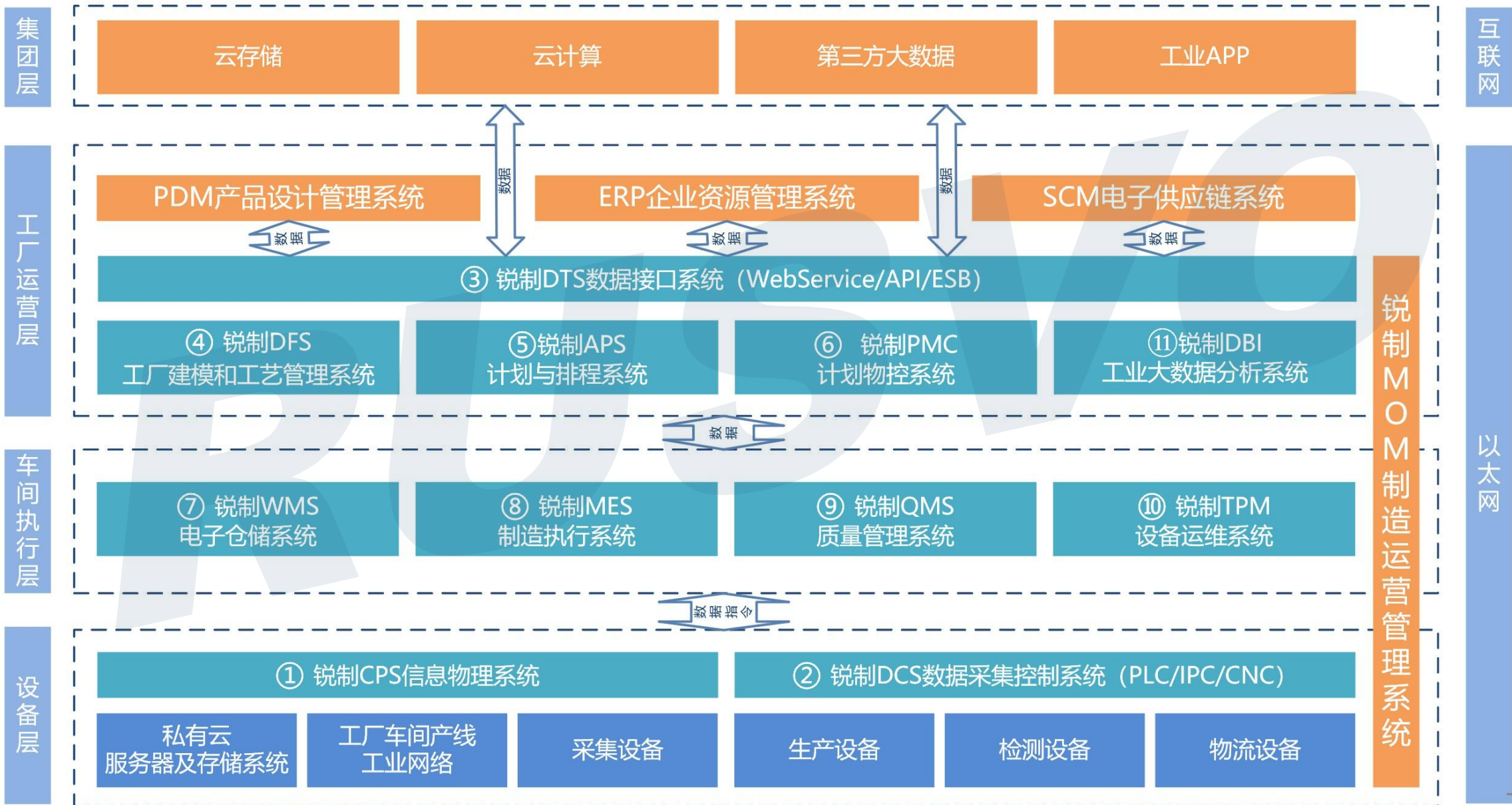
⑪ 锐制DBI工
业大数据分析
系统

② 锐制DCS数据采集控制系统 (PLC/IPC/CNC)

① 锐制CPS信息物理系统 (服务器存储虚拟化/高可用工业网络/设备物联) Cyber Physical Systems

物理世界







1/2/3. 锐制CPS高可用信息物理系统 / DCS数据采集控制系统 / DTS上位系统数据接口



8. 锐制MES工位级制造执行 / SCADA现场数据采集与展示



6/7. 锐制数字化供应链：PMC计划物控 / WMS电子仓储 / WIP及智能物流



11. 锐制DBI工业大数据分析平台 / 共屏显示

4. 锐制平台化数字工厂建模 / 工艺EBOM / 制造PBOM



9. 锐制QMS质量管理：过程检验 / 异常事件



5. 锐制APS高级计划与排产



10. 锐制TPM设备运维管理 / 模具工装 / 能源管理





第7章 从制造执行系统到制造运营管理

7.1 MES的基本概念

7.2 MES系统的功能模块及与其他系统的集成

7.3 MES规划与需求分析

7.4 制造运营管理MOM

7.5 从MES的现状与困境看低代码MOM的发展



MES是生产现场管理软件，与企业生产工艺紧密关联，而不同细分行业的车间，其工艺过程和制程管控要求差异性巨大，个性化特征显著。

- 以PCB制造企业为例，MES除了实时采集生产现场的生产进度、生产状态、备料上料、物料、设备测试与维修、物料质检抽检、重工等各种生产数据，实现生产过程管理、物料管理、仓库作业管理、设备管理等，还需重点实现SMT上料防错、缺料预警、生产过程防呆防错以及产品质量的实时追踪与控制，实现产品的追溯管理等个性化的功能应用。



MES的功能体系的行业差异性也造就了MES软件市场形成了成品软件和客制软件两个派系：

- 客制软件的方式在定制化、需求适应性和可扩展方面对比成品软件更有优势，但供应商为企业特异需求设计和开发功能的成本会转嫁到制造企业身上，此外，客制软件需要为每个企业量身定制符合其自身工艺流程的MES，这对供应商的工艺流程理解能力提出了较高要求，同时也延长了MES的实施周期。
- 成品的MES软件在快速实施、持续性的技术支持和用户社群方面优于客制软件。



- 无论是平台化、行业化还是模块化，虽然可以降低和减少MES软件二次开发的程度与复杂度，但随着客户需求的不断变化、企业的生产工艺和流程的不断变化，MES需要快速迭代升级以适应企业发展。
- 无论是成品软件还是客制软件，在应用中仍会面临众多二次开发的需求。而从企业提出业务需求，到转换为MES功能需求，再到二次开发到应用，过程耗时通常较久，无法快速满足企业应用需要。此外，在进行二次开发时，企业通常对开发语言没有太多限制，也将导致MES在升级时过于复杂。



“小、快、轻、准” MOM的需求转变

- **小：**项目小、前期投资小、切口小，见效快。项目的切入点聚焦在痛点上，一两个痛点解决好，可以逐步把整个企业盘活。
- **快：**接受快，一看就懂，一学就会，一用就灵。软件应用的技术门槛底，易用性高，容易理解。
- **轻：**轻资产、轻转身、轻迭代。轻资产就是降低硬件的投入；轻转身就是随着需求变化随时裁剪或增加应用组合的敏捷性；轻迭代就是更容易获得应用的更新。
- **准：**对症下药，找准需求。成长型企业发展过程中存在的痛点、难点，找到合适的解决方案。



低代码MOM的作用

- (1) 低代码MOM以模型驱动的方式管理应用程序的开发，很容易在不同的MOM项目之间复用和共享应用程序的功能模块，极大地提高了MOM软件的生产力水平。
- (2) 低代码MOM面向的不仅是IT工程师，更主要的是没有编程基础的领域专家。因为它技术门槛低、上手快，即使没有任何编程基础的业务人员也可以开发自己的应用程序。
- (3) 低代码MOM节省了制造企业运维MOM应用程序的成本。从时间上来说，低代码由于操作简单，开发周期短，节省了时间成本；从资金上来说，低代码由于受众更广，待项目交付之后，制造企业可以根据自己的需要灵活修改，节省了二次开发的成本。



低代码MOM的应用场景包括四个方面

- (1) **生产过程管理**：低代码MOM系统可以实现生产过程管理，包括在生产流程中插入智能制造技术，如机器人操作、自动化流程控制等，对整个制造过程进行实时监控，优化生产流程，提高生产效率和品质。
- (2) **零部件追踪和质量管理**：低代码MOM系统可以实现零部件追踪和质量管理，对整个生产过程中的每个零部件进行追踪和管理，并采用质量管理体系，如SPC、六西格玛等方法对质量进行管理。



低代码MOM的应用场景包括四个方面

(3) **物流管理**: 低代码MOM系统还可以应用于物流管理, 包括对订单管理、供应链管理、生产计划排产等方面的管理。

(4) **数据分析**: 针对企业的大量数据, 低代码MOM系统可以实现数据分析和挖掘的功能, 在生产过程中进行数据采集、统计、分析和报告, 进一步优化生产过程、降低成本、提高质量。



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

THANKS