

团 体 标 准

T/GDPIA 11—2020

数字化工厂 改性塑料制造 功能架构

Digital workshop—Modified plastics manufacture—Functional framework

2020 - 05 - 08 发布

2020 - 05 - 08 实施

广东省塑料工业协会 发布

目 次

前言.....	2
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 缩略语	4
5 基于订单流程的功能模块	5
5.1 总则	5
5.2 功能层次的定义	5
6 系统层结构	6
6.1 系统管理层	6
6.2 应用管理层	6
6.3 设备控制层	7
7 程序处理	7
7.1 客户需求	7
7.2 前期研发	8
7.3 订单计划	9
7.4 物料计划	10
7.5 物流管理	11
7.6 生产控制	14

前 言

本标准按照GB/T 1.1给出的规则起草。

本标准由广东省塑料工业协会提出并归口。

本标准起草单位：金发科技股份有限公司、广东正茂精机有限公司、广东金发科技有限公司、华南理工大学、广东仕诚塑料机械有限公司、无锡灵鸽机械科技股份有限公司、广州金凯朗机电有限公司、东莞彩健塑胶制品有限公司、广东聚诚信精工机械有限公司、广东省标准化研究院、广东省南粤质量技术研究院、广州市香港科大霍英东研究院。

本标准主要起草人：李建军、李东、杨伟、刘思杨、何慧、秦志红、王洪良、李俊元、白春光、殷玉光、董斌、刘绍兴、顾维鑫、李喜明、姚科。

数字化工厂 改性塑料制造 功能架构

1 范围

本标准规定了数字化工厂改性塑料制造基于订单流程的功能模块、系统层结构、程序处理、和工业网络系统集成的一般性要求。

本标准适用于数字化工厂改性塑料制造设计、建设、改造、管理运行及系统升级。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 19659.1-2005 工业自动化系统与集成 开放系统应用集成框架 第1部分：通用的参考描述

GB/T 20720.1-2006 企业控制系统集成 第1部分：模型和术语

GB/T 22270.2-2012 工业自动化系统与集成 测试应用的服务接口 第2部分：资源管理服务接口

GB/T 22270.3-2015 工业自动化系统与集成 测试应用的服务接口 第3部分：虚拟设备服务接口

GB/T 25485-2010 工业自动化系统与集成 制造执行系统功能体系结构

GB/T 25488-2010 网络化制造系统集成模型

GB/T 26335-2010 工业企业信息化集成系统规范

GB/T 26327-2010 企业信息化系统集成实施指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化工厂 digital workshop

利用数字化定量表述、存储、处理和控制在方法，用数据连接改性塑料生产制造过程的不同单元，对改性塑料生产进行规划、协同、管理、诊断和优化，实现改性塑料制造的高效率、低成本、高质量的物理车间组织。

3.2

改性塑料 modified plastic

以初级形态树脂为主要成分，以能改善树脂在力学、流变、燃烧性、电、热、光、磁等某一方面或某几个方面性能的添加剂或其他树脂等为辅助成分，通过填充、增韧、共混、合金化等技术手段，得到的具有均一外观的材料。

[GB/T 2035-2008，定义 2.1147，有修改]

3.3

功能架构 functional framework

为实现某种制造目的的若干活动的组，包括营销、研发、制造、采购、物流等具体目的的活动架构。

3.4

资源 resource

企业实体，它提供执行企业活动和/或业务过程所需的一些或所有的能力（在本部分的内容中，是人员、设备、和/或物料的集合）。

3.5

公用数据 public data

企业在企业活动中产生的信息，除了对于产生信息的活动有影响外，还对其他活动产生一定的影响（在本部分的内容中，是对于“营销、研发、制造、采购、物流”等活动有部分或全部影响的信息）。

3.6

物料清单 bill of material

所有组装件、零件和/或生产一种产品所用物料的清单，包括制造一种产品所需要的每种物料的数量（在本部分的内容中，是指产品牌号的配方，包含每个构成产品的原材料名称和其质量的百分比等）。

3.7

企业管理系统 enterprise management system

能够帮助企业实现企业活动（如决策、计划、资源管理、订单管理、采购、物料、生产等）管理，并且能够提供实时、准确、完整的数据，为管理者提供决策依据、帮助企业提高工作效率的一种软件（在本部分的内容中，是指企业资源计划ERP、客户关系管理CRM、产品生命周期管理PLM、物流管理系统WMS、制造执行系统MES等）。

3.8

牌号 grade

改性塑料产品，由确定的配方和工艺制成，符合客户要求的品质标准的塑料产品的代码。

3.9

制样 sample

改性塑料牌号的样品制作，符合其配方、工艺和品质标准的要求，供客户前期认证和使用。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CRM: 客户关系管理 (Customer Relationship Management)

PLM: 产品生命周期管理 (Product Lifecycle Management)

CFD: 计算流体力学 (Computational Fluid Dynamics)

LIMS: 实验室信息管理系统 (Laboratory Information Management System)

ERP: 企业资源计划 (Enterprise Resource Planning)

MRP: 物资需求计划 (Material Requirement Planning)

MES: 制造执行系统 (Manufacturing Execution System)

WMS: 仓库管理系统 (Warehouse Management System)

AGV: 自动导引小车 (Automated Guided Vehicle)

SCADA: 数据采集与监视控制系统 (Supervisory Control And Data Acquisition)

PLC: 可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)

HMI: 人机接口 (Human Machine Interface)

RFID: 射频识别 (Radio Frequency Identification)

AOI: 自动光学检测 (Automatic Optic Inspection)

RPC: 远程过程调用 (Remote Procedure Calling)

SOA: 面向服务的架构 (Service-Oriented Architecture)

5 基于订单流程的功能模块

5.1 总则

改性塑料行业数字化工厂系统集成的特点,按照“客户定制、前期验证、订单生产、全程数字化”定义功能架构,对企业管理系统的客户需求、前期研发、订单计划、物料计划、生产控制、物流管理等功能模块进行集成,同时通过应用管理层以及工业网络,实现对数字化工厂的订单从开始到完成的全要素集成和功能层的划分。

5.2 功能层次的定义

改性塑料制造数字化车间集成系统的功能模块架构由系统管理层、应用管理层(分为研发管理、生产管理、物流管理三个部分)和设备控制层三个不同层次模块构成。数字化工厂系统业务流程模型图见图1。

注:本标准参考了GBT 26335-2010 工业企业信息化集成系统规范对企业信息集成的层次划分,同时参考了GBT 26327-2010 企业信息化系统集成实施指南的相关内容,并结合功能塑料行业特点,给出了该功能层次的描述。

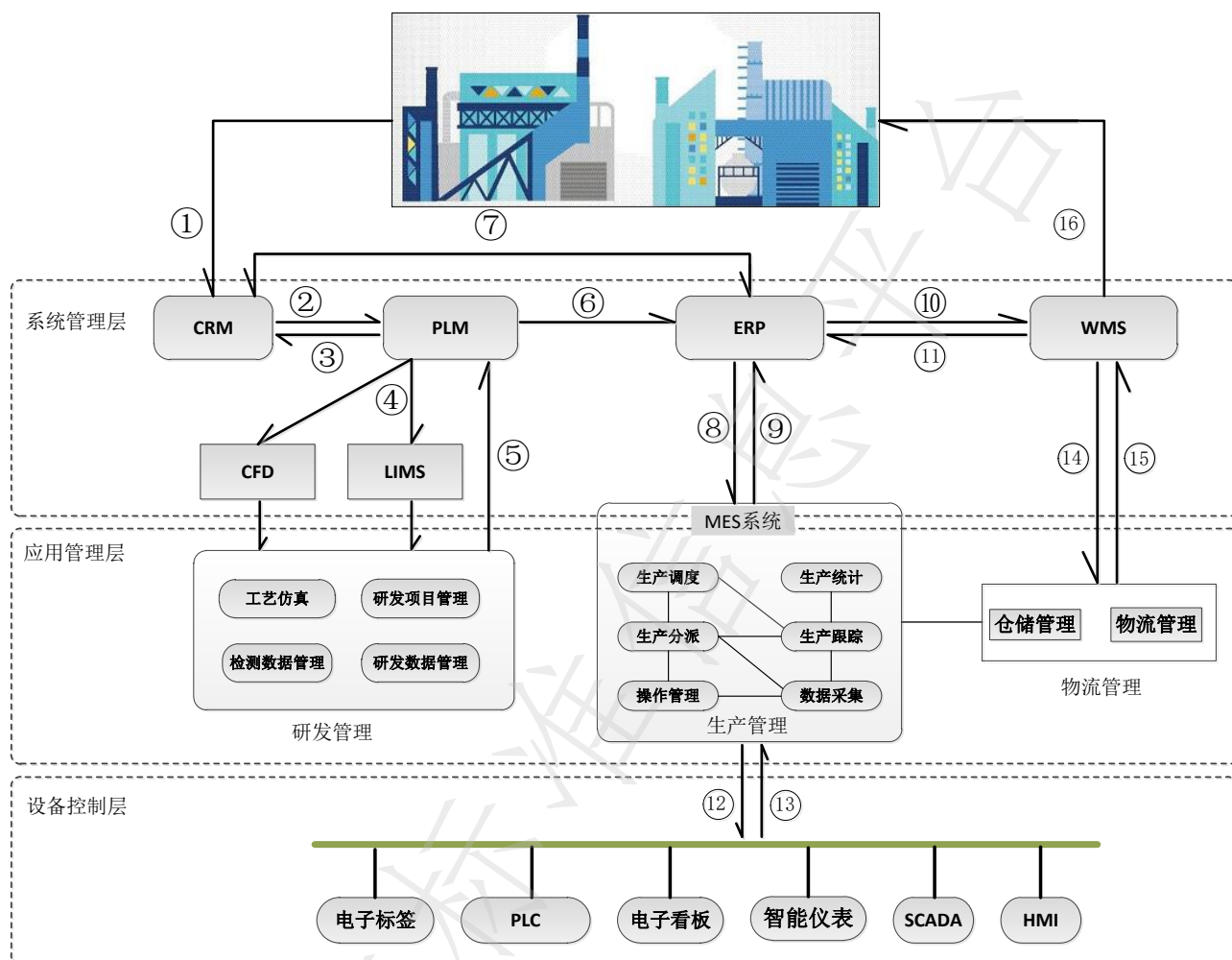


图 1 数字化工厂系统业务流程模型图

6 系统层结构

6.1 系统管理层

改性塑料制造数字化车间集成系统管理层按企业资源和功能管理需要可分为：客户关系管理(CRM)、产品生命周期管理(PLM)、企业资源计划(ERP)、仓库管理系统(WMS)和制造执行系统(MES)等功能模块。

6.2 应用管理层

6.2.1 概述

改性塑料制造数字化车间集成应用管理层系统按生产产品过程所需要的各类功能和任务管理可分为：研发管理、生产管理和物流管理三大功能模块，实现研发、设计、制造、采购、物流等功能和任务管理。应用管理层功能模块结构图如图2所示。

6.2.2 研发管理功能模块

研发管理功能模块包括：工艺仿真、研发项目、研发数据、检测数据等管理功能模块。

6.2.3 生产管理功能模块

生产管理功能模块包括：调度、分派、监控、统计等功能功能模块。

6.2.4 物流管理功能模块

物流管理功能模块包括：仓储管理（如原材料、半成品、成品）、物流管理（如出入库管理）功能模块。

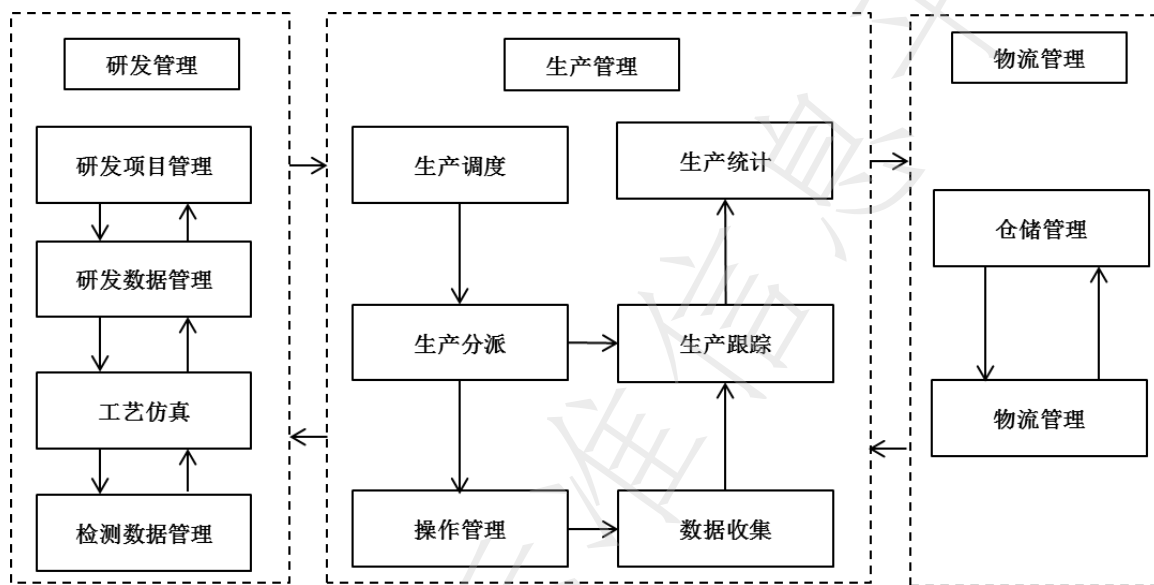


图 2 应用管理层结构示意图

6.3 设备控制层

产品生产过程中生产设备的感知、监控与控制的管理，主要包括检测系统、控制系统、工业网络、机电设备，检测系统数据采集和生产监控的射频识别（RFID）、条码识别、自动光学检测仪（AOI）、数据采集与监视控制系统（SCADA）；控制系统包括工控机、工控机、可编程逻辑控制器（PLC）、变频器等；工业网络包括工业以太网、现场总线等软硬件；机电设备包括物料输送、混合、挤出加工、切粒成型、包装等等过程加工设备。

7 程序处理

7.1 概述

改性塑料制造数字化车间集成管理系统通过CRM系统、PLM系统、ERP系统、MES系统以及工业网络系统来实现其系统功能程序处理，并完成各层次的信息集成，实现了客户需求（输入）到交付客户（输出）的完整流程。各层次信息流的编号及关系见表1所示。

功能模块包括客户需求、前期研发、订单计划、物料计划、物流管理、生产控制。

表 1 信息流编号表

信息流 编号	功能模块内部系统交互信息				
	①	I1:材料信息	I2:应用信息	I3:订单信息	03:材料牌号
②	05:工艺信息	06:配方信息			
③	03:材料牌号				
④	05:工艺信息	06:配方信息			
⑤	012:工艺包	013:BOM 信息			
⑥	012:工艺包	013:BOM 信息			
⑦	07:原材料信息	08:产能信息	017:产能交期		
⑧	012:工艺包	013:BOM 信息	014:产品牌号	017:产能交期	
⑨	019:生产订单进度	020:生产产量	021:生产时间		
⑩	018:生产原材料需求信息	027:原材料采购到货信息	028:成品发货交付信息		
⑪	024:原材料库存	025:成品库存			
⑫	030:生产指令	031:物料数据	032:工艺数据		
⑬	033:生产进度	034:工艺、设备运行情况	035:生产统计数据	036:品质数据	037:异常报警
⑭	023:原材料配送				
⑮	022:成品入库				
⑯	029:成品发货交付				

7.2 客户需求

改性塑料行业具有订单式生产的特点，在系统集成功能架构中，CRM系统将客户录入或者从客户收集的产品需求信息储存、整理、评审，作为数字化工厂功能架构模型的最初输入（表1信息流①），客户需求信息将由CRM系统进行接收和处理，一部分信息通过企业数据总线（ESB）传递给PLM系统，进行工艺研发和BOM研发，形成产品技术先期研发信息（表1信息流②），同时PLM系统研发结束后，将研发过程数据传递给CRM系统反馈给客户进行研发确认（表1信息流③）；另一部分信息由CRM系统转化为订单信息，通过企业数据总线（ESB）传递给ERP系统进行订单计划和物料计划管理（表1信息流⑦），ERP系统将产能交期传递给CRM系统管理，最后由CRM系统将材料牌号和产能交期信息反馈给客户确认。客户需求功能图见图3。

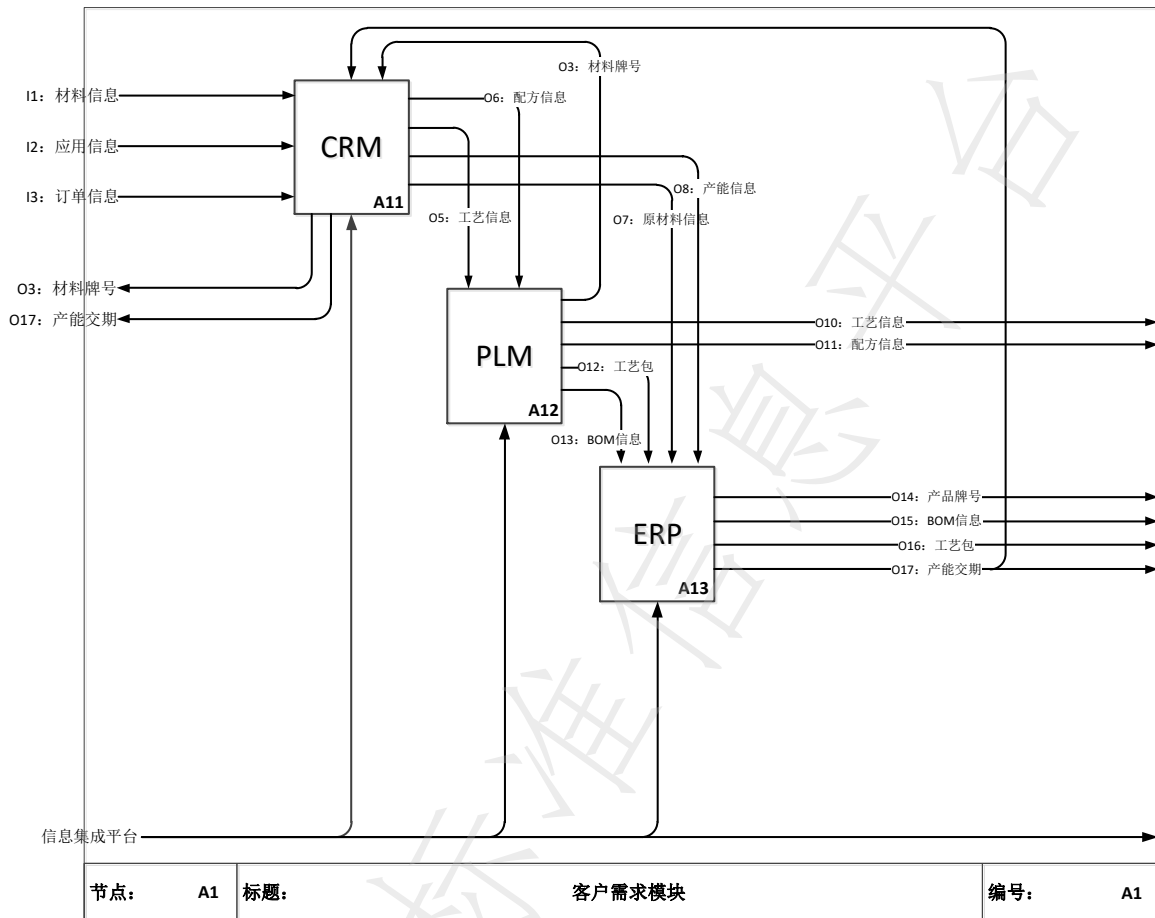


图 3 客户需求功能图

7.2.1 客户需求输入信息流

输入信息流为图 3 客户需求功能图中 CRM 系统外部需求输入，应包括以下信息：

- (1) 材料信息：材料类型（工程塑料、通用塑料等）、物性（密度、熔点、硬度等）、颜色（白色、黑色等）、外观（高光、光泽度等）；
- (2) 应用信息：制件（空调、电视、汽车内饰件等）、应用测试（耐候性、RTI）；
- (3) 订单信息：数量、交付地址、联系人。

7.2.2 产品先期研发信息流

先期研发信息流为图 3 客户需求功能图中 CRM 系统需研发的工艺与配方信息，应包括以下内容：

- (1) 工艺信息：工艺体系评估、历史数据对比、CFD 模拟、工艺试产验证、工艺包；
- (2) 配方信息：配方体系评估、历史数据对比、初始配方、样品制作、样品内部测试、样品外部测试。

7.2.3 客户确认信息流

客户确认信息流为图 3 中客户需求功能图中 CRM 系统向外部客户反馈的信息流，应包括以下内容：

材料确认（牌号）和产能交期，PLM系统将客户需求最终转化成材料信息，反馈给客户，由客户确认材料、牌号。见图3客户需求功能图中CRM系统向外部客户输出确认信息。

7.2.4 外部订单信息流

内部订单信息流为图3客户需求功能图中CRM系统向ERP系统输出的信息流，应包括以下信息：

原材料和产能信息，CRM系统将客户需求转化成原材料和产能信息，并传递给ERP系统进行管理，建立订单和物料计划等档案信息。

7.3 前期研发

7.3.1 概述

前期研发功能模块根据产品需求信息，PLM系统将工艺和配方信息传递给CFD软件和LIMS系统，进行工艺研发和BOM研发，研发完成后生成工艺包和BOM信息，并传递到PLM系统进行管理，如表1信息流④⑤⑥，最后由PLM系统传递给ERP系统进行生产控制。前期研发功能见图4。

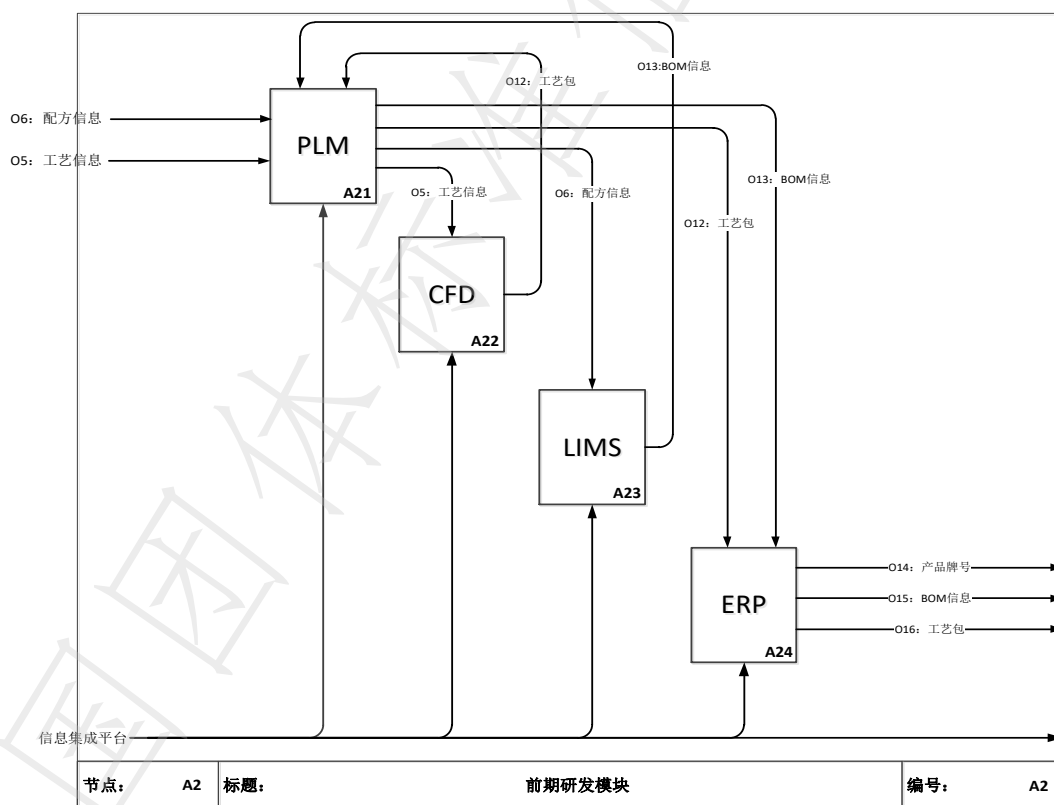


图4 前期研发功能图

7.3.2 工艺信息流

工艺信息流为图4中PLM系统向CFD软件传递的信息。PLM系统将工艺信息和配方信息传递到CFD软件和LIMS系统，CFD软件对工艺信息进行体系评估、历史数据对比，形成模拟仿真数据，再进行试产验证，最终生成工艺包；LIMS系统对配方信息进行体系评估、历史数据对比，形成初始配方，再进

行样品制作并进行样品内部测试和外部测试，最终生成 BOM 信息。

7.3.3 配方信息流

CFD 软件和 LIMS 系统将工艺包和 BOM 信息传递给 PLM 系统进行储存和管理。

7.3.4 内部订单信息流

PLM 系统将存储的工艺包和 BOM 信息传递给 ERP 系统，ERP 系统结合原材料和产能信息进行订单计划和物料计划。

7.3.5 订单计划

PLM 系统将 BOM 信息、工艺包传递给 ERP 系统（表 1 信息⑥），当收到客户的订单需求后（表 1 信息流⑦），ERP 系统将相关信息传递到 MES 系统，等待生产指令。ERP 系统将生产原材料需求信息传递给 WMS 系统进行原材料类型、数量等信息确认（表 1 信息流⑩），WMS 将原材料库存和成品库存反馈给 ERP 系统进行核算（表 1 信息流⑪），根据原材料库存情况和生产机台负荷情况，ERP 系统进行计划排程，然后将订单交期反馈给客户。订单计划功能图见图 5。

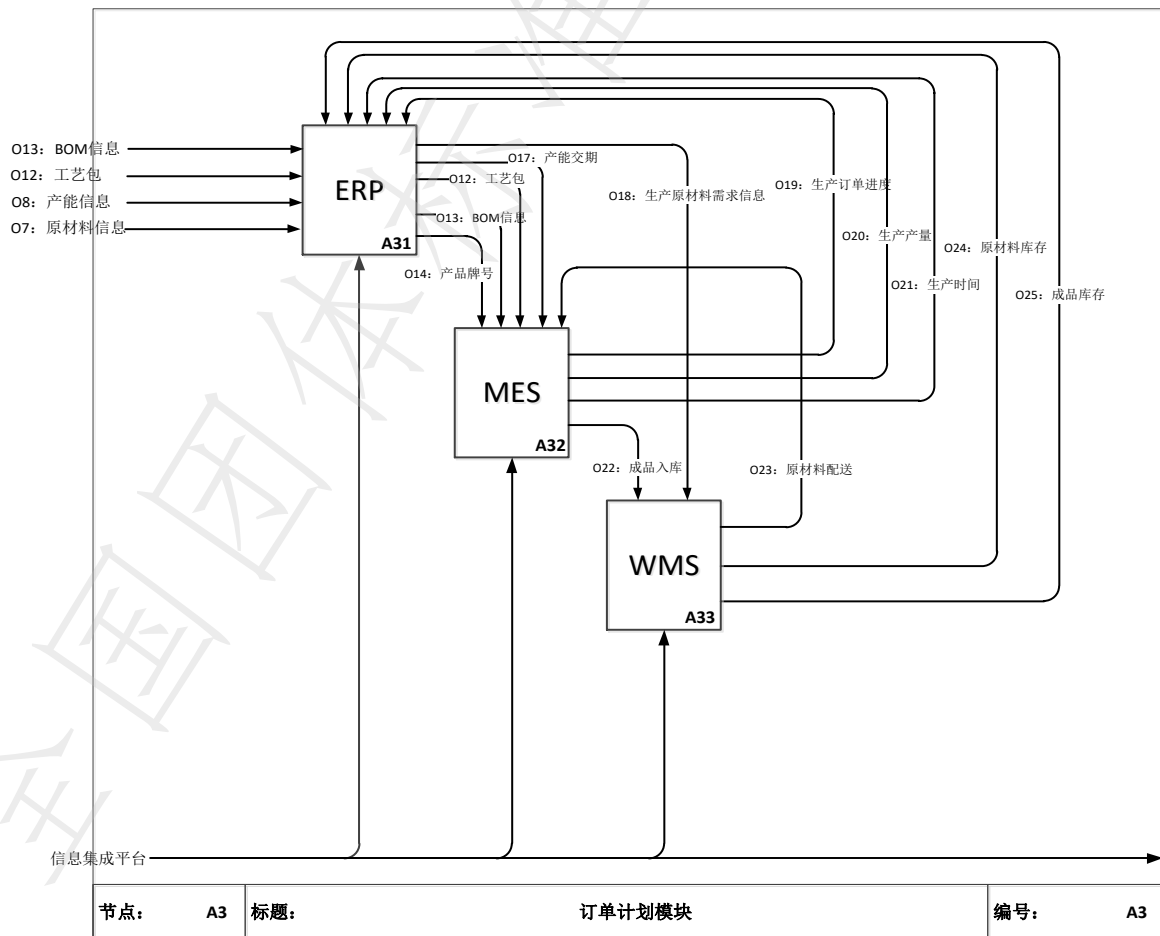


图 5 订单计划功能图

7.3.6 内外部信息流

内外部信息为图 5 中 ERP 系统接收外部客户和研发信息流，应包括以下信息：产品牌号、数量、机台号、生产开始时间、交付日期、BOM、工艺包等

7.3.7 生产计划需求信息流

生产计划需求信息流为图 5 中由 WMS 系统执行 ERP 系统发出生产计划指令，应包括以下信息：生产原材料需求信息，原材料名称、类型、数量等。

7.4 物料计划

7.4.1 概述

订单计划下达后，ERP 系统根据订单需求信息（订单牌号、原材料名称、类型、数量等）和仓库现有原材料库存，下达是否进行原材料采购命令，并将备料信息传递给 WMS 系统，由仓库提前准备物料，确保正常生产。

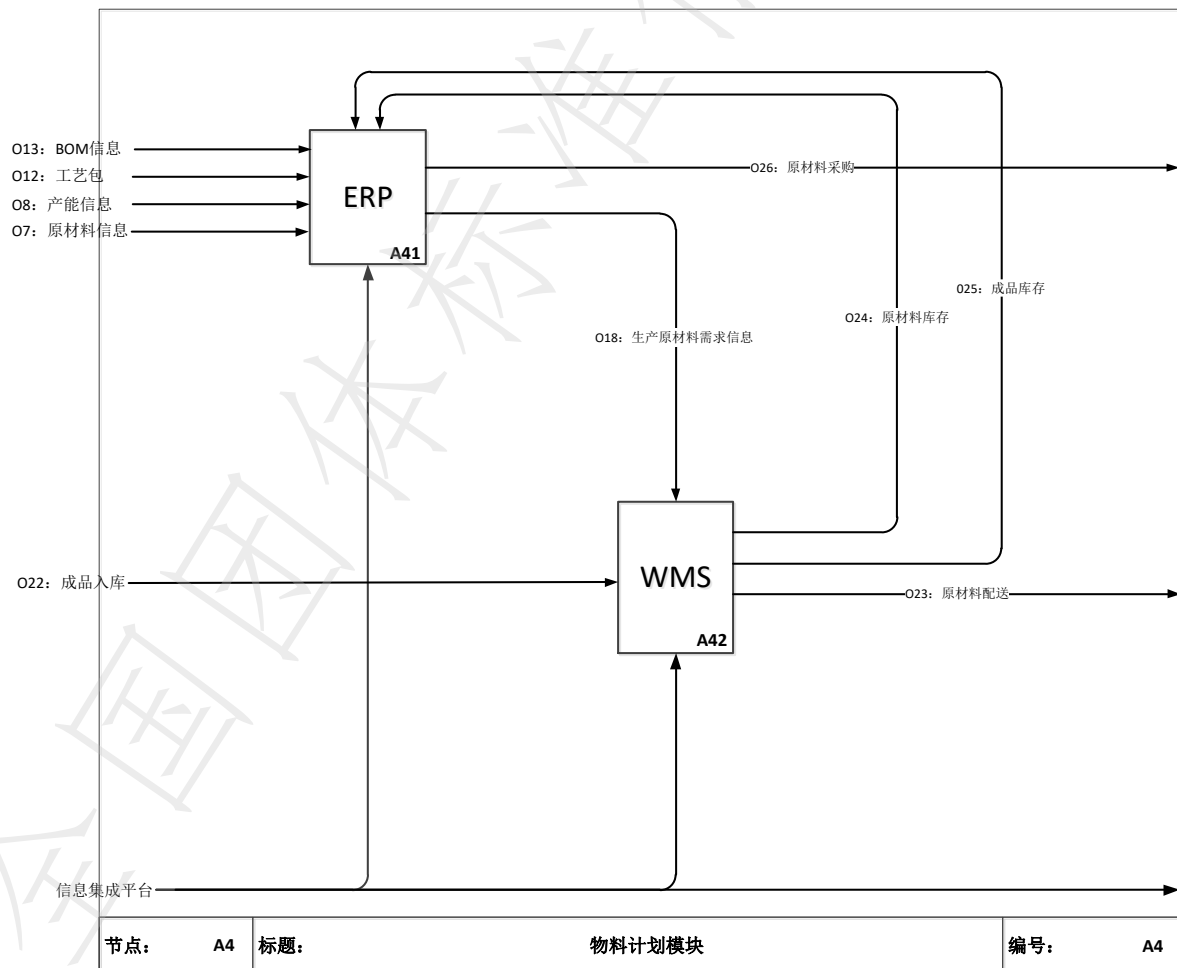


图 6 物料计划功能图

7.4.2 物料计划信息流

物料计划信息流为图 6 中 WMS 系统反馈 ERP 排程信息，应包括以下内容：原材料库存（原材料名称、类型、存储区域、数量等）、成品库存（成品数量、存储区域等）。

7.5 物流管理

ERP 根据订单需求通过物资需求计划（Material Requirement Planning, MRP）运算，从而生成物流相关任务，并将物料出库、入库任务传递到 WMS 中。ERP 系统根据客户订单需求信息，进行物流相关资源协调，WMS 在执行任务的过程中，通过与 MES 系统的集成，实现物料出库、入库任务与生产过程的信息流传递，实现物料的备料、配送（表 1 信息流^⑭^⑮）。当产品（订单）完成后，ERP 系统根据客户的需求，将合格的成品发送给客户，实现最终产品交付（表 1 信息流^⑯）。

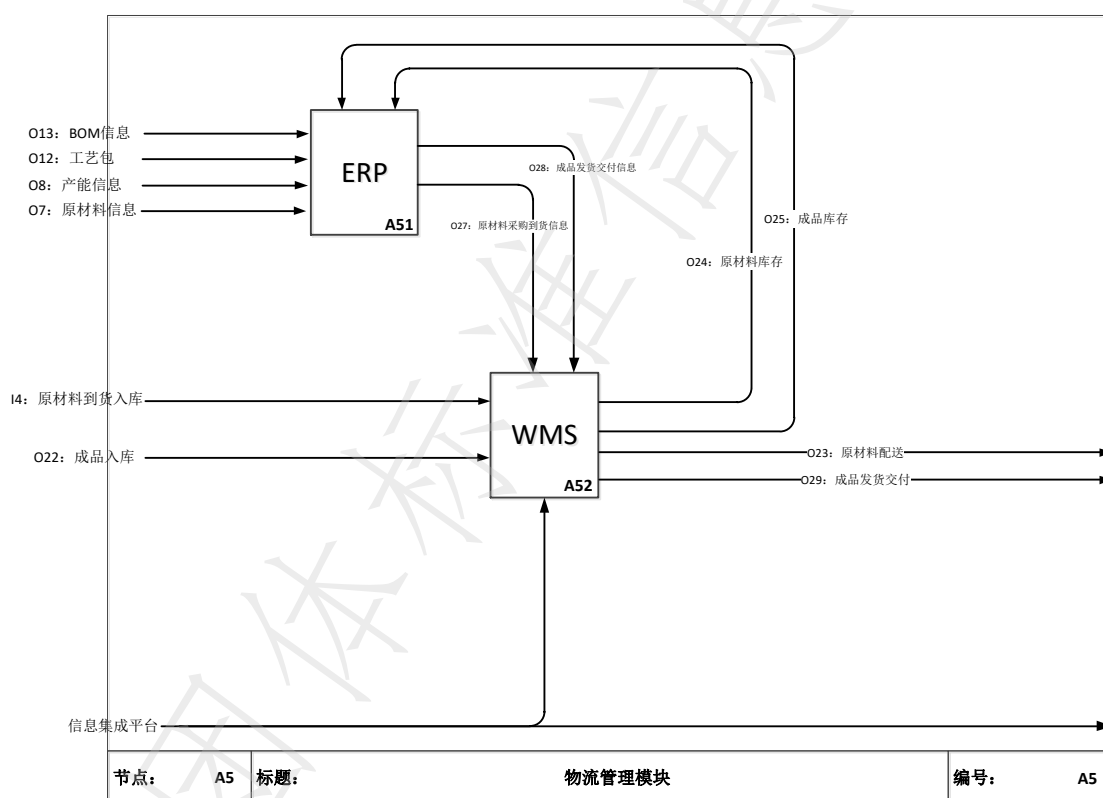


图 7 物流管理功能图

7.5.1 原料到货与成品发货信息流

该信息流为图 7 中 WMS 输入原料到货、成品入库等信息，再经 WMS 系统处理后输出原料配送与成品发货等信息，应包括以下内容：

原材料采购到货信息，如原材料名称、数量、入库时间等；成品入库，如牌号、数量、入库时间等。

7.5.2 物料配送计划信息流

该信息流为图 7 中 WMS 系统传递给 MES 系统原材料配送计划信息，如原料（牌号，数量，配送）等。

7.5.3 成品入库信息流

该信息流为图 7 中 WMS 系统接收改性塑料工厂生产成品入库信息，如牌号、数量、入库要求等。

7.5.4 成品发货信息流

该信息流为图 7 中 WMS 系统发出成品发货信息，包括产品牌号、数量、合格品证明（Certificate Of Authenticity, COA）等交付结果。

7.6 生产控制

7.6.1 概述

ERP 系统将产品牌号、BOM 信息、工艺包、产能交期传递给 MES 系统，并制定订单生产任务，同时将生产的统计数据（如进度信息、物料耗用信息等）传递到 ERP 中，以进行生产订单汇总和过程跟踪（表 1 信息流⑨⑫⑬）。

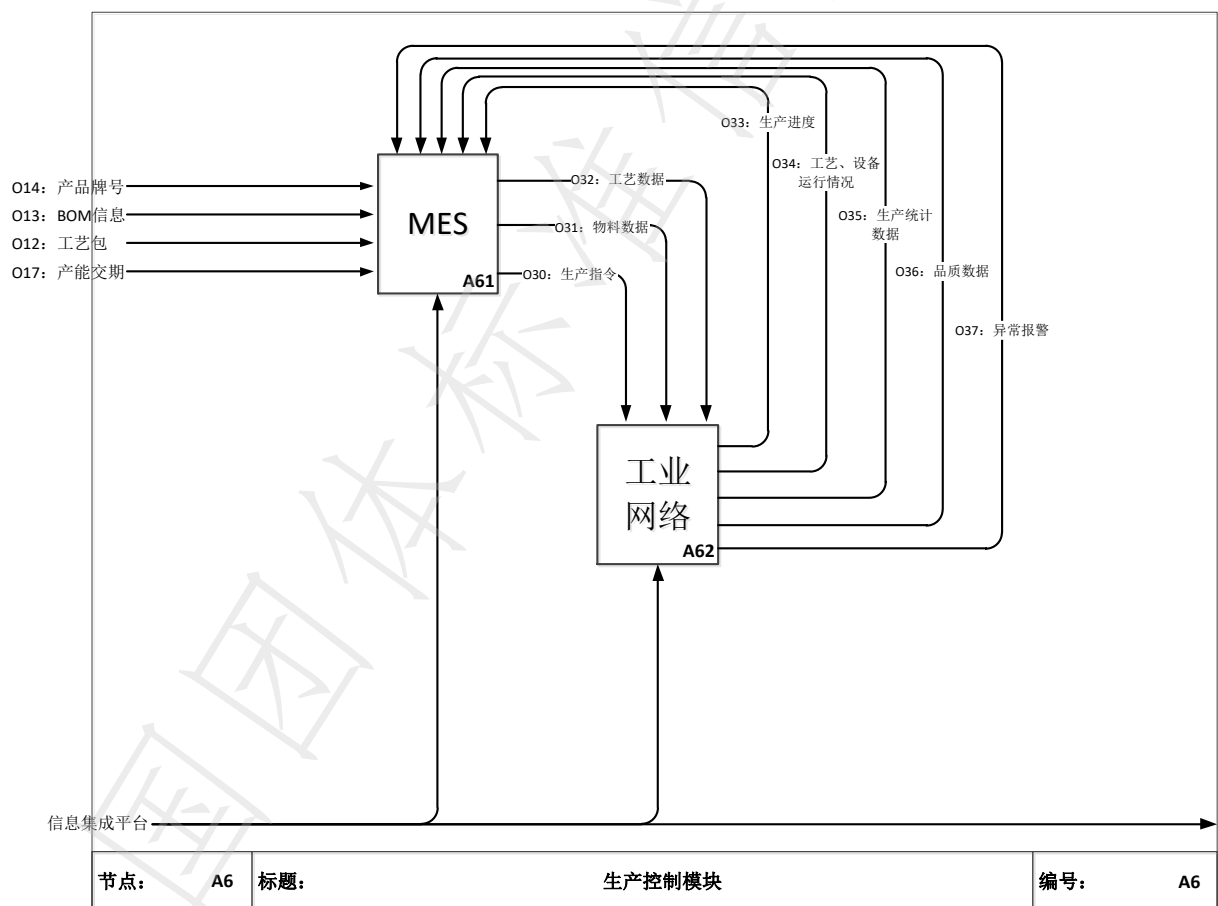


图 8 生产控制功能图

7.6.2 订单生产数据信息流

该信息流为图 8 中各生产设备数据采集后，经工业网络传递给 MES 系统，实现生产实时监控，应包括以下内容：

生产的统计数据，如订单信息（订单进度、产量、生产时间）、物料信息（物料输送、使用、备料、

配送状况)、质量数据、异常报警等。

7.6.3 生产订单计划信息流

MES 系统将订单需求信息,细化为可执行的生产调度信息,再经生产分派转换为关键任务,最后通过操作管理模块转换为操作指令,通过工业网络(工业以太网、数据总线)下达给设备控制层,指导实际的生产制造过程。传递的信息如操作指令、操作流程等。

7.6.4 数据收集信息流

该信息流为图 8 中机台实时数据收集,如重量、转速、温度等生产过程信息,以及诸如控制器、传感器和执行器状态的设备信息,形成了生产数据、物料数据、质量数据、能源数据以及其他产品制造的重要信息。

生产控制功能模块分为二个不同模块,分别为:生产调度与执行模块和生产监控统计模块。

生产调度与执行模块:生产调度与执行模块包含 3 个子功能:生产调度、生产分派与操作管理,生产控制模块将订单需求信息,细化为可执行的生产调度信息,再经生产分派转换为关键任务,最后通过操作管理模块转换为操作指令下达给设备控制层,指导实际的生产制造过程。

1) 生产调度:一组满足生产要求的生产路线安排和资源协调、利用的活动,是数字化工厂生产调度与执行模块的核心部分。根据业务计划层的订单任务,对物料、工艺、设备等资源进行协调、利用。

2) 生产分派:一组将生产任务分派给设备和人员的生产流的活动。生产分派根据生产调度的要求,协调设备和人员、物料等资源,完成产品生产任务。主要任务包括:物料输送、混合任务、计量任务、加工任务、包装任务。

3) 操作管理:一组指导生产执行的活动,需要管理操作、设备及信息等内容,操作对象主要有电子标签、打印机、AGV、气相输送系统、在线 AOI 设备、码垛机械手等。

生产监控统计模块:生产监控统计模块包含 3 个子功能:数据采集、生产跟踪、生产统计。生产监控与统计模块对设备控制层中的生产过程数据进行采集、上传,用于生产过程跟踪、分析,最终生成统计信息形成公共数据资源。

1) 数据采集:制造执行系统主要处理诸如重量、温度、转速等生产过程信息,以及诸如控制器、传感器和执行器状态的设备信息。处理的信息包括:生产数据、物料数据、质量数据、操作行动、能源数据以及其他产品制造的重要信息。

2) 生产跟踪:跟踪生产过程中的各类详细信息,跟踪的信息包括:订单跟踪、物料跟踪、能耗跟踪、状态跟踪。

3) 生产统计:总结和汇报关于产品生产过程中人员和设备的信息,形成各类共享数据资源:订单统计、物料统计和能源统计。