

制造业工厂车间生产领域分析

目 录

- 1 项目要求阐述 4
 - 1.1 项目背景 4
 - 1.2 项目目标 4
- 2 领域定位 5
 - 2.1 生产管理的特点 5
 - 2.2 定义领域范围 5
- 3 主要术语及解析 6
 - 3.1 名词性术语 6
 - 3.2 行为性术语 8
 - 3.3 状态性术语 8
 - 3.3.1 订单/任务单状态 8
 - 3.3.2 设备状态 9
 - 3.3.3 工人状态 9
- 4 领域系统架构分析 9
- 5 领域系统运行环境 11
 - 5.1 输入订单 11
 - 5.2 更改订单 12
 - 5.3 物料增减 12
 - 5.4 设备和工人变化 12
 - 5.5 查看 13

6 领域系统主要流程分析.....	14
6.1 订单及任务单管理.....	14
6.1.1 提交订单.....	14
6.1.2 审核订单.....	15
6.1.3 查看订单.....	15
6.1.4 查看任务单.....	15
6.1.5 更改订单.....	16
6.1.6 完成订单.....	16
6.1.7 完成任务单.....	17
6.2 车间调度	17
6.2.1 订单分解任务单	17
6.2.2 同步协同	18
6.2.3 进度预警	18
6.3 物料管理	19
6.3.1 添加物料	19
6.3.2 查看物料	19
6.3.3 物料预警	20
6.4 工段管理	20
6.4.1 设备管理	20
6.4.2 人员管理	21
7 领域系统用户识别	22
8 待开发系统的目标分析.....	22

8.1 项目要求分析.....	22
8.2 多角度综合分析.....	22
8.2.1 企业角度.....	22
8.2.2 总经理角度.....	23
8.2.3 车间主任角度.....	23
8.2.4 仓库主任角度.....	23
8.3 待开发系统的目标.....	24
8.3.1 需满足的用户期望.....	24
8.3.2 需要用户提供哪些信息.....	26
8.3.3 反馈给用户哪些信息.....	27
附录.....	27
附录 A 工厂流水线的合理布局.....	27
花瓣型布局.....	28
“U”型布置.....	28
附录 B RFID 技术介绍及应用.....	29

1 项目要求阐述

1.1 项目背景

典型制造业工厂都按照生产线分成了若干个车间工段，车间工段之间形成流水合作关系。传统的工厂管理主要基于纸质的任务单，制造业务在车间制造中是采用人工排产的方式，即所有的工序计划皆由专门的生产调度人员手工编排。这种方式效率低、准确性小且严重依赖于调度人员的经验，使得工段生产时的动态数据难以汇聚和共享，而且一旦遇到设备故障等突发情况，往往不能及时地给出最新的工序计划，也使得后续工段在生产时容易漏掉前序工段在生产时所出现的问题。这种制造方式在过去的小作坊式生产环境下是可行的，但随着公司的成长与业务规模的扩大，这种典型制造的方式严重影响了工厂的生产效率，制约其生产力，无法满足外部日益增长的需求。因此，如何快速、准确地编排车间作业计划，时刻保证车间生产能力最优，缩短生产周期就成为了迫在眉睫的问题。

1.2 项目目标

大部分工厂在生产上具有批量大、工艺路线相对单一的特点，在车间作业方式属于典型的采用流水作业的方式组织生产，因此首先需要解决车间生产作业的调度问题。车间调度是一种特殊的调度，是为了符合特定性能要求的条件下，将生产任务进行优先级排序，并将共享的资源安排给各个任务的活动，属于一类资源分配问题。简而言之，在有限的时间内，如何合理安排资源以完成任务的问题，就是生产调度问题。目前工业界会通过合理安排工厂流水线的布局，减少工人，设备，工序调度时的时间损耗，进而提升生产效率，见附录 A。

其次要解决动态数据的汇聚和共享问题，实时监测每个车间工段中的产品生产情况、物料累积情况、产品生产质量以及设备故障情况，自动将这些情况上报到系统中。系统根据当前的情况再次进行生产调度，给出新的生产计划，时刻保证车间生产能力最优。

综上，本项目要求电子化任务单为中心，以流水合作关系为纽带，在工段生产、检测和审核之间形成协同管理，实时自动上报相关数据和获得相关数据，并能根据工段生产任务的完成情况和完成质量，自动对协同任务进行调度，优化车间生产调度，提高车间层面的效率，提高工厂的整体竞争力。

2 领域定位

2.1 生产管理的特点

基于任务的工厂协同自动化系统属于加工型生产行业。在制造方法上,属于订货生产,制造多品种产品,只保持少量产成品库存。在生产类型上,是流程式、多品种小批量的产品生产。因而,行业生产管理具有如下特点:

- 1、加工工序多,生产管理复杂,加工流程相似;
- 2、生产工艺复杂,具体加工工艺会随实际生产而有所调整,且产品质量易受当时生产外界因素影响。
- 3、产品生命周期短,要求尽量缩短产品生产周期,对生产计划管理提出了更高的要求。

2.2 定义领域范围

基于任务的工厂协同自动化系统主要研究的领域是生产管理领域。生产管理领域包括订单及任务单管理、车间管理、物料管理、以及工段管理四个模块。

1、订单及任务单管理用于编制、调整生产计划,指导生产,及时跟踪计划的执行情况,记录任务的变动。

2、车间管理作为生产管理系统的执行核心,负责监控生产线上在制品的流动,为生产计划、生产统计核算提供产量、质量和消耗信息,同时为员工的绩效考核提供数据依据。

3、物料管理包括物料添加消耗记录和车间物料管理等,作为生产统计核算的基础数据。

4、工段管理负责提供共生产人员的具体信息和工厂设备信息。

订单及任务单管理模块用于下达生产计划、指挥生产,并随时跟踪计划的执行情况,及时对计划进行适当调整。在整个生产管理系统中,车间管理模块作为执行核心,它负责控制在制品在生产线上有条不紊地流动,同时提供生产记录,对生产计划、生产统计核算提供支撑。物料管理模块为产前准备和生产过程提供原材料支持信息;工段管理模块为生产统计核算提供支撑。

3 主要术语及解析

3.1 名词性术语

工厂 **factory**

工厂是所有生产的行为主体，以完成客户订单获取利润为目标。本系统的边界是单一的工厂内部的生产过程及其管理。

车间 **workshop**

车间是工厂内组织生产的单位，是本系统针对的核心对象。一个工厂中有若干个车间，每个车间负责一个生产阶段，并由各个车间合作完成整个产品的生产。

工段 **section**

工段是车间内部的生产管理单位，是生产调度的核心对象。一个车间中分为若干工段，每个工段完成一个简单具体的生产任务。

流水线 **assembly line**

流水线是具体生产任务的承担者，包括了机器设备和工人。每个工段通常拥有若干条流水线，各条流水线间并行工作，有着相同的作用，完成相同的任务。一条流水线能完成一道工序，然后交给下一个工段的流水线继续加工。

机器设备 **machine**

机器设备指在生产线上能代替人类的劳动进行生产的装置。机器设备的数量和功能通常比较固定，增减代价较大。在发生故障时通常不能较快解决，需要进行合理调度弥补损失，对生产的影响较大。

传感器 **sensor**

传感器指在生产过程中，监测机器生产状态和运行状态的仪器。一台机器设备通常与若干传感器相连接，由传感器检测机器设备的生产状态，并将其数据传输给系统。系统根据传感器的数据进行相应的调度。

工人 **worker**

工人指在生产线上劳动的人员，可以直接参与劳动或者操纵设备进行生产。工人的数量和工作较为灵活，变化代价较小。当有工人出现问题时，通常可以较快找到替代工人，对生产的影响较小。

工艺 **craft**

工艺是指将原材料或半成品加工成产品的方法、技术等。在本系统中，工艺是指

工厂从物料投入到生产出产品，按顺序连续进行加工的是一个完整的过程。

生产阶段 stage

将工艺分为若干个部分，每个部分称为一个生产阶段。一个生产阶段通常来说在一个车间内完成。

工序 process

工序是车间或工段进行生产必须遵从的特定步骤，每个生产阶段都包含若干道工序，每个工序在一个工段上完成。除此以外，工序也指各个步骤的先后次序要求。工序是生产管理的关键点，也是本系统管理的重要依据。

半成品 semi-finished product

半成品指半成品是指已经过一定生产过程，并已检验合格，但尚未最终制造成为产成品的中间产品。在生产过程中，除了最后一个生产阶段，其他生产阶段的生产结果都是半成品。

物料 materials

物料指生产产品所需的必须材料，需要从工厂外采购，通常存放在仓库，由仓库主任负责管理。

产品 product

产品是工厂生产的最终结果，也是交付给用户的最终形式。产品可以简单分为两类：组装类产品由若干个部分组成，称之为部件。每个部件通常由一个车间或一个工段完成，最终交付给装配车间组装。而流程类产品不能分为若干部件，而是物料经过一系列工艺流程加工完成，每道工序在一个车间或一个工段完成，每道工序完成都生产出半成品。一些更复杂的产品是这两类的结合，既由各个部件组装而成，每个部件又是经过一系列工序加工而成。

订单 order

订单是客户向工厂发出订货凭据，是工厂生产的总目标。订单中包括产品的预期目标、数量、交付时间、交易价格等信息。工厂的所有生产和管理都要围绕订单来进行，尽可能保证如期完成订单。

任务单 task

任务单是分配给车间和工段的具体任务要求，是订单的细化。任务单是各个车间和工段的具体生产目标，明确了每个具体的生产流程和细节。

3.2 行为性术语

生产 produce

生产是指用工具创造各种生活资料和生产资料。在本系统中，生产是工厂中进行的主要活动，同时也是工厂为了完成订单所必须进行的活动。生产的具体承担着是生产线上的机器设备和工人。

任务分配 task assignment

收到订单后，按照产品的特点和工厂的情况，明确生产的各个细节，将订单拆分为各个任务单，并发放到各个车间和工段。

车间调度 scheduling

在工艺流程中，各个工序之间具有某种同步和异步的关系。生产过程中，根据当前生产的具体情况，调整先前下放的若干任务单，使订单尽可能如期完成。

入库/出库 stock in/stock out

购买物料并存入仓库 / 使用仓库中的物料进行生产

质检 quality control

为了保证产品的质量，每个产品都要通过工厂内部的质检。对于组装类产品，在每个部件完成后都要进行质检，同时在组装完成之后再进行质检。对于流程类产品，在每个生产阶段结束时进行质检，得到各个阶段的半成品。

审核 review

审核是指对信息进行审查核实，确保信息的真实性。在本系统中，具有相应审核权限的用户可以进行审核。审核前的内容，提交人可以修改或撤销，审核后的内容不能修改。审核包括订单和仓库物料信息。

3.3 状态性术语

3.3.1 订单/任务单状态

待审核 pending

刚刚提交/分配的订单/任务单，未经负责人审核，可以修改或者撤销。

已审核 reviewed

负责人审核通过的订单/任务单，准备开始执行，不可以修改或者撤销。

执行中 executing

工厂正在生产的订单/任务单，不可以修改或者撤销，可以查看完成进度。

已完成 completed

已经完成的订单/任务单，可以在历史订单/任务单中查看。

3.3.2 设备状态

运行 running

设备在正常运行。

闲置 idle

设备没有运行，但可以随时启动进入工作状态。

故障 unavailable

设备出现了故障，需要进行维修后才能进入闲置状态。

3.3.3 工人状态

在岗 working

工人正在岗位上进行生产。

空闲 free

工人现在不在生产，但可以随时回到在岗状态。

休假 absent

工人不能进行生产，直到假期结束才能回到空闲状态。

4 领域系统架构分析

系统内部涉及的各个元素可以分为以下五种类型：

- 1、人：总经理、车间主任、仓库主任、工人
- 2、物：物料、半成品、产品
- 3、硬件：机器设备、传感器系统
- 4、软件：订单管理、任务调度、物料管理、人员设备管理
- 5、组织机构：工厂、车间、工段、流水线

系统内部各个层次之间的关系如图 1 所示：

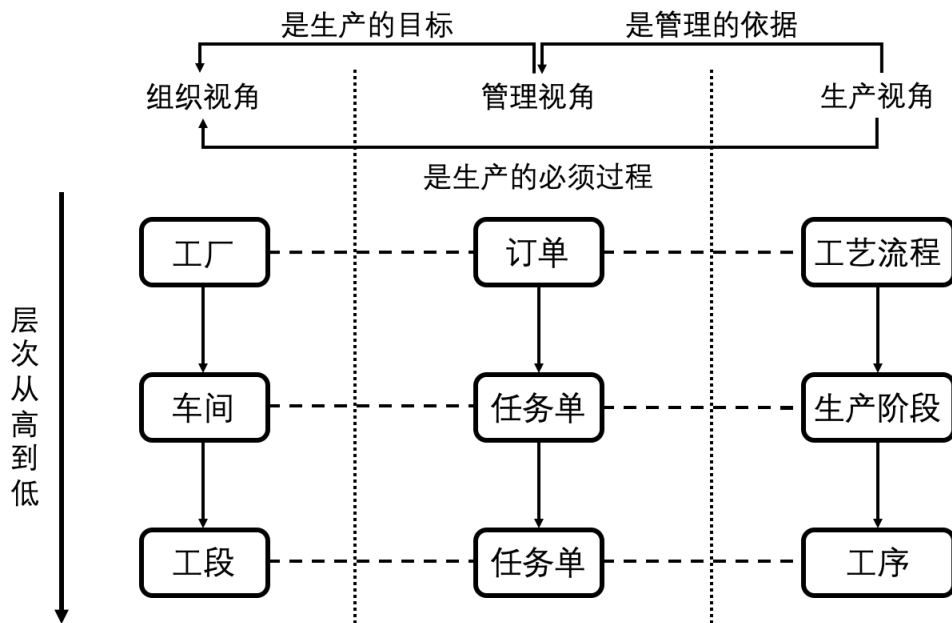


图1 系统内部各个视角的结构层次

系统的功能如图2所示：

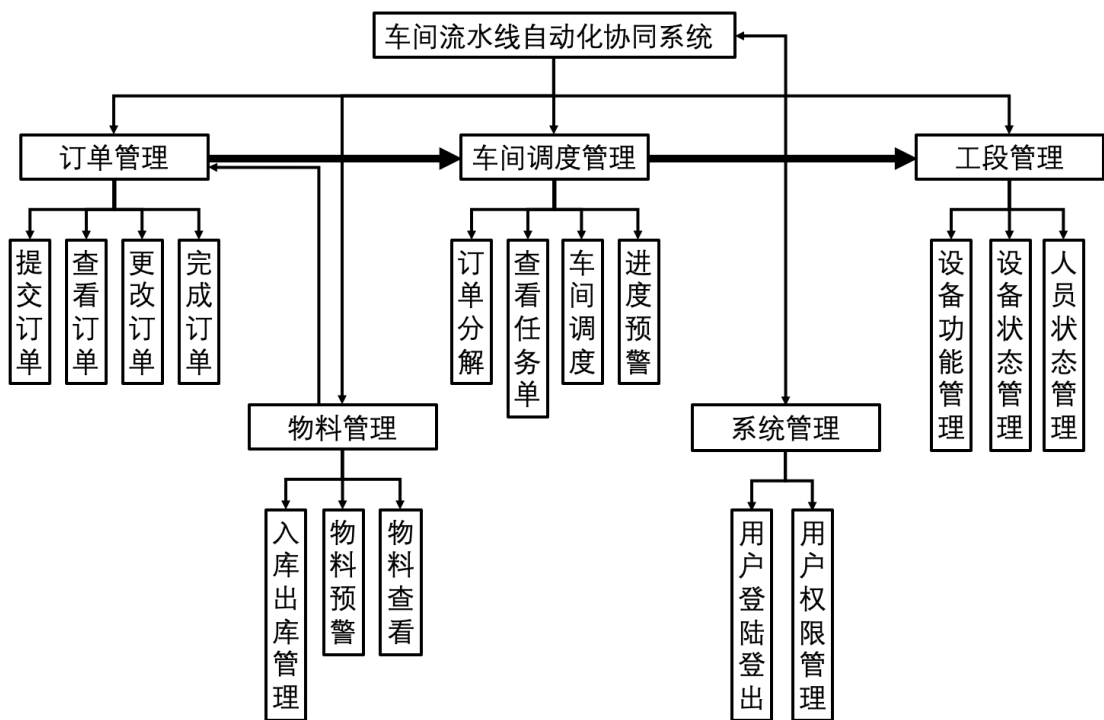


图2 系统的整体功能

本系统可以分为五大部分。其中，生产的主要流程是：订单管理到车间调度管理到生产线管理。而物料管理是为依赖于订单管理，系统管理则服务于整个系统。

5 领域系统运行环境

图 3 给出了运行环境传递给系统的一些信息，图 4 给出了工厂系统传递给运行环境的一些信息。下面以不同的事件触发，即不同的环境变化为例，针对数据、状态变化及变化频度分析基于任务的工厂协同自动化系统运行环境的特征。

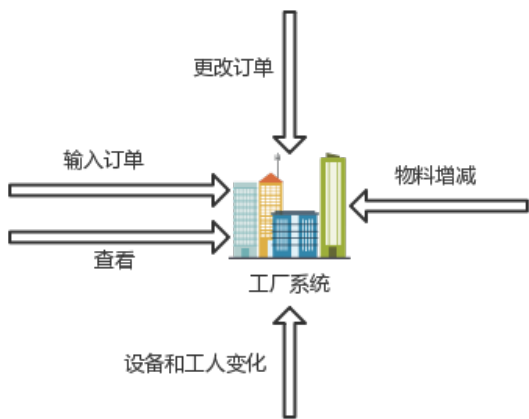


图 3 运行环境传递信息图

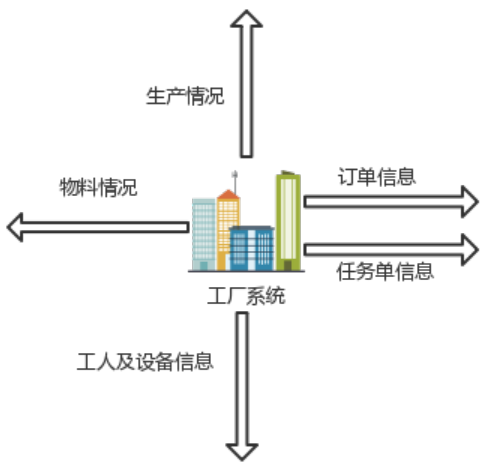


图 4 工厂系统传递信息图

5.1 输入订单

当系统当前无生产任务时，系统以订单的到来为任务驱动，输入的数据为订单中所需的各类产品信息，在订单创建完成后，将订单传递给车间流水线自动化协同系统。自动化协同系统进入车间自动调度管理状态，根据订单下放任务到各个车间，此过程实时变化，在不发生意外的情况下以某一车间完成任务的时间为频度，进行状态改变，在不同的状态下实时调整车间调度，并且更新物料的使用

情况，记录当前已经生产的成品数。由静止状态转化为自动调度管理的状态的变化频度为订单的输入频度，在订单输入后系统状态改变。

系统与环境之间的信息交换：环境传递给系统的为订单数据；系统反馈给环境的有生产情况、物料情况。

当系统当前存在生产任务时，车间流水线自动化协同系统根据订单的优先级重新进行排序，下发新的任务单到各个车间。该状态变化的频度和订单到来的频度有关。

系统与环境之间的信息交换：环境传递给系统的为订单数据；系统反馈给环境的有生产情况、物料情况。

5.2 更改订单

更改订单默认在系统有生产任务的情况下进行更改，输入的数据为修改过后的订单，将修改过后的订单传递给车间流水线自动化协同系统，系统根据新的订单和当前的生产情况创建新的任务单，并将新的任务单发放给各个车间，并继续进行生产。该状态变化为调度管理状态中的生产要求数量的变化，变化频度为更改请求的输入频度。

系统与环境之间的信息交换：环境传递给系统的为修改的订单数据；系统反馈给环境的有生产情况、物料情况。

5.3 物料增减

在物料入库或出库的事件发生时，输入的数据为物料的增减情况。如果车间当前没有生产任务的话，即状态不为车间调度状态而是静止状态的情况下，状态变化为物料数量的更新，变化频度和外界的物料增减事件相关。

如果当前有生产任务，状态的变化除了物料数量的更新之外，还要有车间调度算法的重新调用，根据调整后的物料数量重新进行计算，根据计算的结果改变相关车间的生产任务，生产过程中的状态变化不再赘述。

系统与环境之间的信息交换：环境传递给系统的为物料的增减情况；系统反馈给环境的有生产情况、物料情况、物料更改信息。

5.4 设备和工人变化

在设备及工人的变化发生时，输入数据为设备和工人的变动信息。如果车间

当前没有生产任务的话，状态变化为设备和车间人员的更新，变化频度和外界的设备与人员变动有关。

如果当前有任务生产，状态变化除了设备和车间工人的信息的更新之外，还要有车间调度算法的重新调用，根据变化后的设备及工人信息重新进行计算，根据计算的结果改变相关车间的生产任务，生产过程中的状态同上。

系统与环境之间的信息交换：环境传递给系统的有设备和工人的变化情况；系统反馈给环境的有生产情况、物料情况、工人及设备信息。

5.5 查看

查看的输入为响应的查看请求，系统查找相关的信息并反馈给环境。状态的变化涉及到显示的界面。该变化的频度为查看请求的频度。

系统与环境之间的信息交换：环境传递给系统的为查看请求；系统反馈给环境的为响应的查看信息。

除了以上外部环境触发的情况外，在任务生产过程中在每个车间的任务完成后当前车间的状态都会发生变化，该变化无数据输入，状态由生产状态转为静止状态，并向环境反馈该车间生产完毕的信息，该状态的变化频度和车间的任务量以及车间的生产速度有关，和任务量负相关，生产速度正相关。在所有车间的生产任务完成后，整个自动化系统的状态由调度管理转换为相对静止，并反馈订单生产完毕的信息，该状态的变化频度和订单的任务量以及各个车间的生产速度有一定关联。

系统与环境之间的信息交换：环境没有传递给系统相关的信息，系统反馈给环境的有生产情况、物料情况、任务单信息以及订单信息。

6 领域系统主要流程分析

6.1 订单及任务单管理

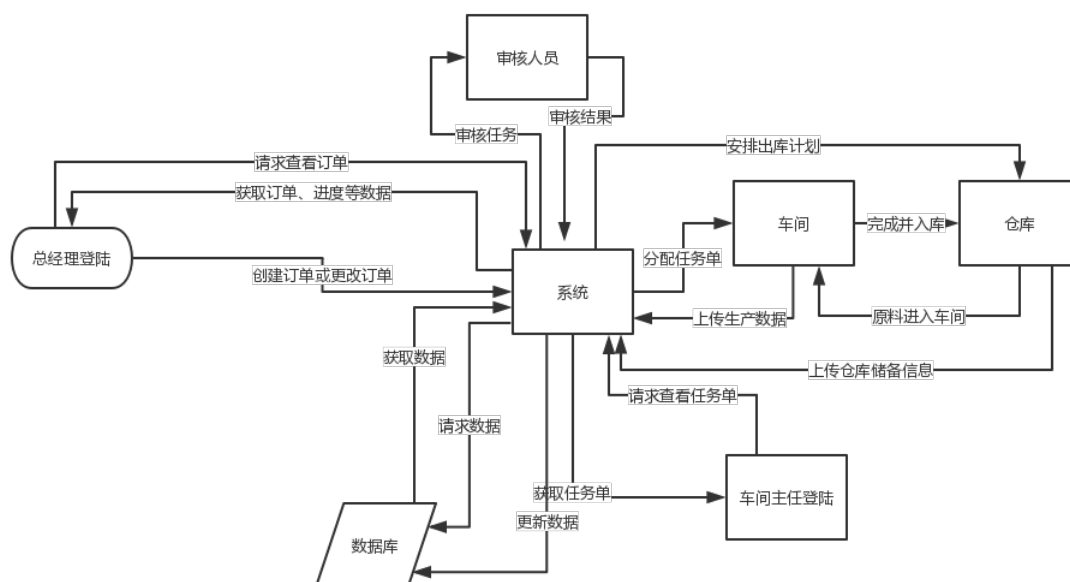


图 5 订单及任务单管理示意图

6.1.1 提交订单

主要操作者

总经理

描述

在登入总经理账户后，点击新建订单，可以创建新的订单。填写必要的订单信息后，可以将订单提交给系统。

触发事件

总经理接到了新的订单

一般性流程

- 1、点击 UI 的“新建订单”按钮
- 2、选择订单的类型
- 3、填写订单的主要信息：名称、截止时间（里程碑）、优先级、描述、报酬
- 4、点击 UI 的“确认订单”按钮
- 5、UI 显示填写的订单信息，并要求确认
- 6、点击 UI 的“提交”按钮

6.1.2 审核订单

主要操作者

审核人员

描述

在总经理将订单提交给系统后，需要审核人员审核通过才能将订单信息录入系统、安排生产。

触发事件

审核人员到了新的审核任务

一般性流程

- 1、审核人员审核订单信息
- 2、审核通过后，订单开始安排生产，审核无论是否通过，信息都将录入数据库存储。

6.1.3 查看订单

主要操作者

总经理

描述

总经理可以查看所有订单，订单类型分为已完成，进行中，未开始

一般性流程

- 1、点击 UI 的查看订单按钮
- 2、选择查看订单类型
- 3、系统向用户反馈订单列表
- 4、点击某个具体订单，系统显示该订单主要信息
- 5、点击明细，查看所有信息

6.1.4 查看任务单

主要操作者

车间主任

描述

车间主任可以查看该车间的任务单，任务单类型分为已完成，进行中，未开始

一般性流程

- 1、点击 UI 的查看任务单按钮
- 2、选择查看任务单单类型
- 3、系统向用户反馈任务单列表
- 4、点击某个具体任务单，系统显示该任务单主要信息
- 5、点击明细，查看所有信息

6.1.5 更改订单

主要操作者

总经理

描述

总经理点击更改订单，系统显示所有未开始审核或未审核通过的订单，总经理可以更改相应信息。

触发事件

未开始审核或未审核通过的订单信息发生变化

一般性流程

- 1、点击更改订单按钮
- 2、选择要更改的具体订单
- 3、系统显示当前订单信息
- 4、选择要更改的信息项，并进行更改
- 5、点击 UI 的“确认订单”按钮
- 6、UI 显示更改的订单信息，并要求确认
- 7、点击 UI 的“提交”按钮

6.1.6 完成订单

主要操作者

系统

描述

系统将订单状态更新为已完成，并将信息发送给总经理

触发事件

车间向系统报告订单已完成

一般性流程

- 1、系统将订单状态更新为已完成
- 2、将信息发送给总经理

6.1.7 完成任务单

主要操作者

系统

描述

系统将任务单状态更新为已完成，并将信息发送给对应的车间主任

触发事件

车间向系统报告任务单已完成

一般性流程

- 1、系统将任务单状态更新为已完成
- 2、将信息发送给相关车间主任

6.2 车间调度

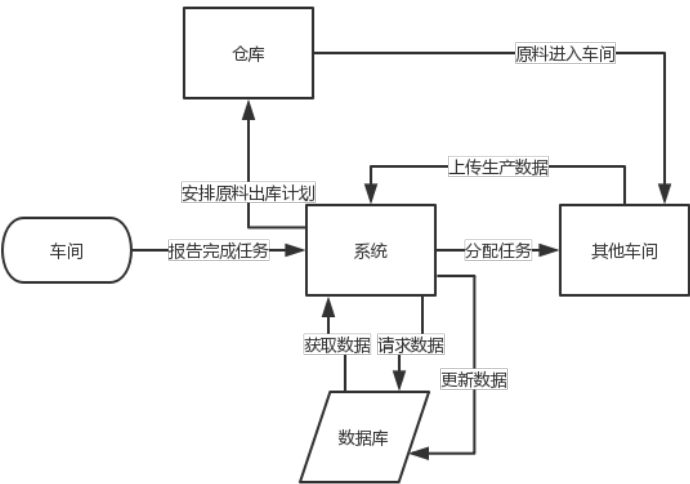


图 6 车间调度示意图

6.2.1 订单分解任务单

主要操作者

系统

描述

系统根据订单最新信息，对多个订单分解成各个车间工段的任务单

触发事件

总经理提交或更改订单

一般性流程

- 1、获取最新订单、车间信息
- 2、根据算法分配员工以及车间的任务

6.2.2 同步协同

主要操作者

系统

描述

需要其他车间完成接下来的任务时，更新并分配任务信息

触发事件

某车间完成该车间生产任务时

一般性流程

- 1、更新订单信息，获取车间信息
- 2、根据算法分配其余员工以及车间的任务

6.2.3 进度预警

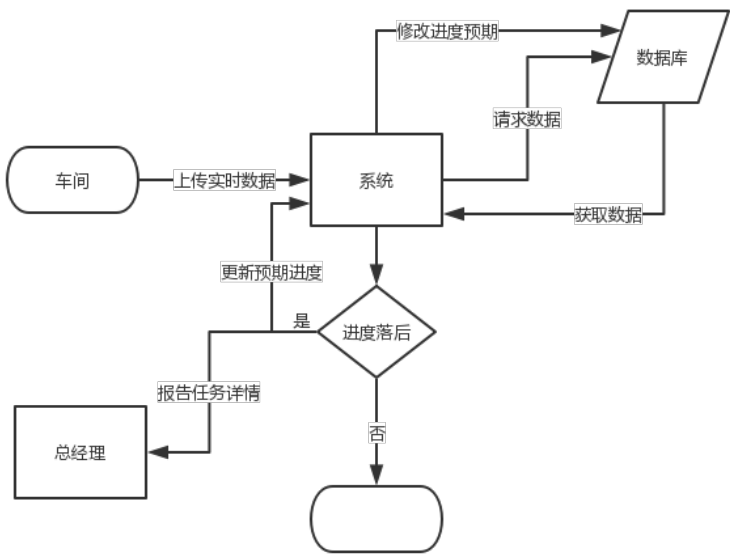


图 7 进度预警示意图

主要操作者

系统

描述

当生产进度落后于预期，系统会向总经理和相关车间主任报告

触发事件

某车间生产进度落后

一般性流程

- 1、更新预期进度信息
- 2、系统向总经理报告落后任务的详细信息，以及新的预期进度

6.3 物料管理

6.3.1 添加物料

主要操作者

仓库管理员

描述

仓库管理员在采购一批新的物料后，向系统更新信息

触发事件

仓库管理员采购物料后

一般性流程

- 1、仓库管理员点击 UI 中的添加物料按钮
- 2、选择需要添加的物料类型，以及添加的数量
- 3、仓库管理员点击 UI 中的确认按钮，系统提交审核请求给审核人员
- 4、审核人员审核通过后将数据添加进数据库

6.3.2 查看物料

主要操作者

总经理，仓库管理员

描述

总经理或仓库管理员可按种类查看当前物料剩余情况，以及添加物料的情况

一般性流程

- 1、总经理或仓库管理员点击 UI 中的查看物料按钮

2、列出各个种类物料的剩余数量，以及所属仓库

3、点击具体物料，可查看物料添加的具体信息

6.3.3 物料预警

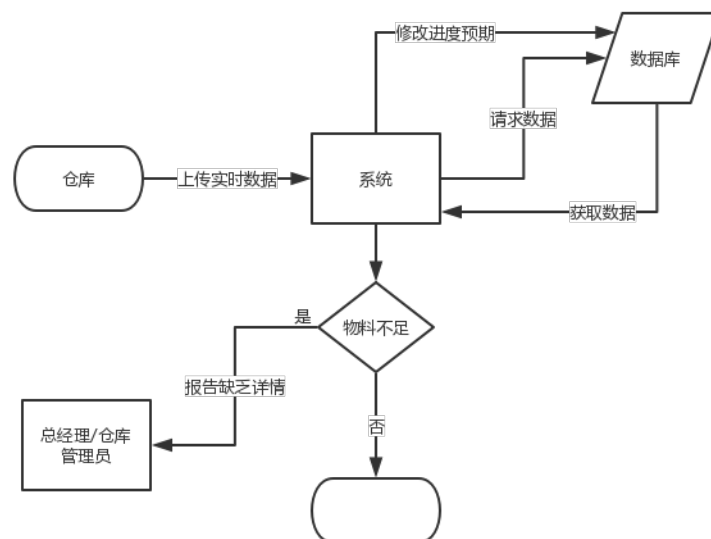


图 8 物料预警示意图

主要操作者

系统

描述

当仓库中的物料数量不足以完成订单时，系统会向总经理及所属仓库的管理员汇报物料缺失情况

触发事件

仓库中的物料数量不足以完成订单时

一般性流程

- 1、获取当前订单新信息，并判断仓库中的物料是否足以完成订单
- 2、若物料不满足订单需求，则系统向总经理及所属仓库管理员汇报物料缺失情况

6.4 工段管理

6.4.1 设备管理

主要操作者

总经理，车间主任

描述

当总经理或车间主任对设备信息进行增删改查时，系统在数据库中更新设备信息

触发事件

总经理或车间主任对设备信息进行增删改查时

一般性流程

- 1、点击 UI 的“管理设备信息”按钮
- 2、系统显示设备管理界面，其中包括设备的增加，删除，改动，查看
- 3、总经理或车间主任在设备管理界面一通操作，并确认信息
- 4、系统向数据库中更新设备信息

6.4.2 人员管理

主要操作者

总经理，车间主任，系统

描述

当总经理或车间主任对人员信息进行增删改查时，系统在数据库中更新人员信息

当某个工段的人员完成任务时，系统对人员的工种熟练度进行评估

触发事件

总经理或车间主任对人员信息进行增删改查时，人员完成任务时

一般性流程（总经理，车间主任）

- 1、点击 UI 的“人员设备信息”按钮
- 2、系统显示人员管理界面，其中包括人员的增加，删除，改动，查看
- 3、总经理或车间主任在设备管理界面一通操作，并确认信息
- 4、系统向数据库中更新设备信息

一般性流程（系统）

- 1、人员完成某个工段的任务后，系统获取人员任务完成的情况
- 2、系统根据人员的任务完成情况更新人员的工种熟练度等信息

7 领域系统用户识别

该系统的用户及特征描述如表 1 所示：

用户	特征描述
总经理	工厂的总负责人，主要目标是实现利润的最大化。有资格签订合同然后下达或调整生产任务，有资格决策人员变动信息，有权限获得工厂的全部数据，包括设备状态、当值人员状态、任务完成进度、原料消耗情况等
车间主任	车间的总负责人，主要负责车间生产顺利进行。当本车间有新的任务或任务变化时，车间主任会最先收到通知，车间主任仅有资格查询本车间的全部数据，车间主任还需要上报本车间设备、工人的变更信息。
仓库管理员	负责仓库日常管理，入库出库数据统计，并且在上级下达清点指令后尽快清点并上传最新数据。
传感器系统	传感器系统采集将各个车间的数据，包括生产速度、生产数量、机器状态等信息，并及时上报给基于任务的工厂协同自动化系统。

表 1 系统用户及特征描述

8 待开发系统的目标分析

8.1 项目要求分析

该项目要求用电子化任务单取代传统的纸质任务单，并以电子化任务单为中心，在各个车间的检测和审核之间形成协同管理，通过 RFID 等技术能够自动获取相关数据，并实时自动上报相关数据，根据各工段生产任务的完成情况和完成质量，在工段之间进行协同调度管理。RFID 技术详见附录 B。

8.2 多角度综合分析

8.2.1 企业角度

对企业来说，在实际的生产活动过程中，时常会出大量订单集中来临，订单交货期紧，加工时间不确定等情形，面对发生的各种不同情形，企业自身往往不得不采取扩大产能、延长订单交货期、预留加工资源甚至是武断地拒绝掉一部分

后期到达的订单等方式来进行应对和管理。然而，这些管理方式会导致运营成本的增加、生产资源的闲置浪费、部分客户的不满甚至损失掉一部分客户，给企业有效的进行生产运作管理带来了不小的挑战。

因此，企业希望能够使工厂协同自动化处理订单，将订单以电子任务单的形式下发到各个车间各个工段，不但可以提高资源的利用率和企业管理水平，而且在生产过程中对于合理安排的加工顺序，可以充分利用设备和人力资源，大大缩短生产周期，按期完成生产任务，满足客户需求，真正提高企业竞争力。

8.2.2 总经理角度

对于总经理来说，总经理职责包括负责把握公司发展方向、制定公司战略规划及投资项目计划、市场的拓展与销售合同的审批、任命公司各部门主管人员、机器设备的配备、组织完成公司总体业务计划、协调激励各部门工作、确保公司资源配置能满足市场需求等，总经理的权利有公司发展规划的修改以及决策权、各层管理人员的任免权、直属下级的监督权、经费支出的审批及否决权等，总经理对项目负责，对公司负责，对员工负连带法律责任。

因此，总经理希望能够查看各个订单的完成情况，比如订单完成进度，预期完成时间等内容，从而可以对突发情况进行及时处理。从而对公司的资源配置、公司的业务计划完成情况能够有一个掌控，并且可以根据车间工段的完成情况，来监督下级的管理人员，进一步督促生产任务保质保量完成。

8.2.3 车间主任角度

对于车间主任来说，其职责有计划安排工厂车间的生产任务，监督流水线的生产，随时跟踪车间的生产进度，每天提交详细的生产报表到相应的生产部门，及时解决车间生产过程中出现的问题，审核车间流水工序的合理性，协助做好车间的各项考核。

因此，车间主任希望能够查看车间各工段的任务单完成情况，包括任务单完成进度，预期完成时间，以及对车间设备发生的临时故障可以被及时告知。

8.2.4 仓库主任角度

对于仓库主任来说，其职责有根据仓库实际运作情况制定工作计划，根据现有仓库存储、场地、工具等资源，合理利用场地，有效规划，严格执行物料放置

及标识管理的准确及合理标准，严格监督、管控仓库各物资的进、出、存情况，保证仓库各项进出库工作的有序、准确进行，确保生产的及时供给。

因此，仓库主任希望能够查看仓库的各物料的库存数量，可以添加新采购的物料的信息，同时，在生产过程中，物料库存不足的情况，仓库主任也能收到及时的提示消息，以保证对仓库实际运作情况有个掌控，有效控制仓库物资的损耗及呆滞。

8.3 待开发系统的目标

8.3.1 需满足的用户期望

用户期望是指用户在接触、使用产品之前，对产品的一种客观存在的“事前期待”，是用户在接触、使用产品前，对系统确立的心理目标或标准。满足用户期望的产品将体现出更佳的用户体验，会使用户感到更加满意。

根据目标——途径模型，用户期望主要分为三个层次：

1、基于外观感觉的期望:用户初次接触产品时，对其提供的功能、展示的界面等因素的期望。在该系统中体现为用户对系统界面的期望：风格，数据呈现方式等。根据该系统的应用领域以及对其他相似系统的调查，该系统在外观感觉上的期望见表 2。

类别	期望描述
风格	简单明了，色彩较为单一，整个系统使用统一的视觉风格
数据呈现方式	直观，使用户能够直接获取到最重要的信息，对于变化的数据，应以表格或者图的形式加以呈现

表 2 基于外观感觉的期望

2、基于交互行为的期望:用户深入了解产品后，对其有更深层次的“体验期望”，包括使用方式、交互流程以及功能技术等。在该系统中体现为用户使用方式、交互流程、以及在功能上的期望。使用方式的期望，即用户对系统的安装，网络环境，操作方式的期望；交互流程的期望，即用户对使用系统的各种交互操作的期望；功能上的期望，即用户可以用这个系统做什么，比如提交、更改、查询订单等功能，具体如表 3 所示。

期望类型	详细类别	期望描述
------	------	------

使用方式期望	安装	系统可直接安装使用，无需其他额外环境配置
	网络环境	系统可连接工厂的局域网
	操作方式	系统应该配备相应的用户手册，应让用户能够在尽可能短的时间里掌握系统的操作方式
交互流程期望	登录	用户可使用指定的用户进行账号的创建以及权限的修改
	登出	系统支持一键登出
	查询	系统采用最短字符匹配原则，按照首字母顺序进行排序
	输入	系统可支持键盘、鼠标输入，可支持导入数据
	输出	系统可支持导出数据
功能期望	提交订单	系统可支持导入订单，或者界面手动输入订单
	查看订单	总经理可按时间顺序查看所有的订单，或者查询具体的订单进行查看
	更改订单	总经理可对未审核的订单进行修改
	完成订单	总经理可在订单完成后及时收到提示信息
	订单分解任务单	系统可将订单分解成任务单，将任务单分配具体的车间工段
	同步协同	系统可在各车间之间进行协同调度，对未完成的任务进行及时下发到车间工段进行处理
	进度预警	系统可在生产进度落后于预期时，及时向总经理和相应车间主任发出警报信息
	添加物料	仓库管理员可在采购物料后，更新物料库存信息
	查看物料	总经理和仓库管理员可按种类查看当前物料的剩余情况，以及物料添加的历史记录
	物料预警	当仓库中的物料库存不足时，系统向总经理及仓库管理员发出警报信息
	设备管理	总经理和相应的车间主任可对设备信息进行增加、删除、修改、查询的操作
	人员管理	总经理和相应车间主任可对人员信息进行增加、删除、修改、查询的操作

表 3 基于交互行为的期望

3、其他的期望，比如非功能期望，非功能上的期望，即用户对该系统的一些非功能的期望，比如性能、安全性等期望，如表 4 所示。

期望类型	详细类别	期望描述
非功能期望	响应时间	系统的事件响应时间、页面刷新时间、登录响应时间、页面跳转时间、系统数据动态刷新周期应该合适的范围内
	业务量	系统应满足工厂的最大业务量，比如每日最大订单数
	容量	系统的容量应能满足工厂的数据存储需求
	精度	系统预测完成时间的误差应控制在可容忍的范围内
	资源使用率	系统对 CPU 等的占用率应该满足一定的要求
	安全性	系统应有权限访问控制，对重要数据应该采取加密处理
	可靠性	系统应对运行过程中出现的各种异常能够正确处理
	可移植性	系统可在 Linux、Windows 以及其他环境平台上无差别使用
	可维护性	系统具有一定的可维护性，可在出现故障时，能够在一定的时间内解决
	可扩展性	系统可在后期的版本中添加新的功能
	审核权限	拥有订单审核权限的用户可对提交的订单信息进行审核。拥有仓库审核权限的用户可对提交的仓库物料信息进行审核。

表 4 其他期望

8.3.2 需要用户提供哪些信息

针对用户的期望和系统领域的具体分析用户需要提供的信息，如表 5 所示。

用户类型	所需提供的信息描述
总经理	1. 订单信息 2. 车间工段的设备相关信息 3. 车间工段的人员相关信息
车间主任	1. 车间工段的设备相关信息 2. 车间工段的人员相关信息
仓库主任	仓库物料信息
传感器系统	各车间工段的生产情况信息

具有审核权限的用户	对订单或者仓库物料信息进行审核后提交确认
-----------	----------------------

表 5 用户提供的信息

8.3.3 反馈给用户哪些信息

针对用户的期望和系统领域的具体分析系统反馈给用户的信息，如表 6 所示：

用户类型	反馈给用户的信息描述
总经理	1. 所有订单信息 2. 所有车间工段生产情况信息 3. 仓库物料信息 4. 所有机器设备和工人信息 5. 订单完成提醒消息 6. 生产进度落后提醒信息 7. 当前仓库物料库存及历史变动信息 8. 物料不足提醒信息
车间主任	1. 对应车间任务单信息 2. 对应车间工段生产情况信息 3. 对应车间设备和人员信息 4. 任务单完成提醒消息 5. 生产进度落后提醒信息
仓库主任	1. 物料当前库存及历史变动信息 2. 物料不足提醒信息

表 6 反馈用户的信息

附录

附录 A 工厂流水线的合理布局

车间流水线布局的原则，可以概括为：“两个遵守、两个回避”。两个遵守是指逆时针排布、出入口一致；两个回避是指孤岛型布局、鸟笼型布局。

具体原则大致可分为以下 7 条：

1、流畅原则：各工序的有机结合，相关联工序集中放置原则，流水化布局原则。

2、最短距离原则：尽量减少搬运，流程不可以交叉，直线运行。

3、平衡原则：工站之间资源配置，速率配置尽量平衡。

4、固定循环原则：尽量减少诸如搬运，传递这种 Non-Value Added 的活动。

5、经济产量原则：适应最小批量生产的情形，尽可能利用空间，减少地面放置原则。

6、柔韧性的原则：对未来变化具有充分应变力，方案有弹性。如果是小批量多种类的产品，优先考虑“U”型线布局、环型布局等。

7、防错的原则：生产布局要尽可能充分的考虑这项原则，第一步先从硬件布局上预防错误，减少生产上的损失。

花瓣型布局

花瓣型布局如图 9 所示，是由多个单元共同组成，是按照“两个遵守、两个回避”原则进行布局的结果。这种布局有助于提高单元间的互相协助，从而提高生产线平衡率。花瓣式布局是进行“互助协作”的必要条件。互助作业就好像运动场上的接力赛一样，在交接区，实力强的选手可以适当的弥补实力弱的选手。在工作中也是一样，单元之间的作业员也要把产品像接力棒一样去传递。如果前单元的作业员耽误了时间，后单元的作业员就帮助前单元从机器上卸下产品。这种做法，显然依靠“花瓣式”布局为前提。

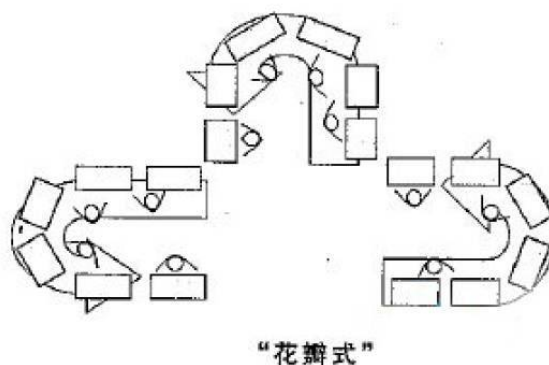


图 9 花瓣式布局示例图

“U”型布置

车间流水线布置一般归纳为如下两种：传统“一”字型生产线布置（即按加工

顺序排列设备)和 U 型布置。随着精益生产思想的推广,传统生产线越来越多地被 U 型生产线所代替,因为传统生产线布置有如下缺点:一个人操作多台设备时将存在“步行的浪费”,增加了劳动强度,同时也不能实现人员的柔性化调整。U 型布置如图 10 所示,生产线摆放如 U 型,一条流水线的出口和入口在相同位置,一个加工位置中可能同时包含几个工艺,所以 U 型布置需要培养多能工。它减少了步行浪费和工位数,从而缩短周期、提高效率,同时也减少了操作工,降低了成本等。

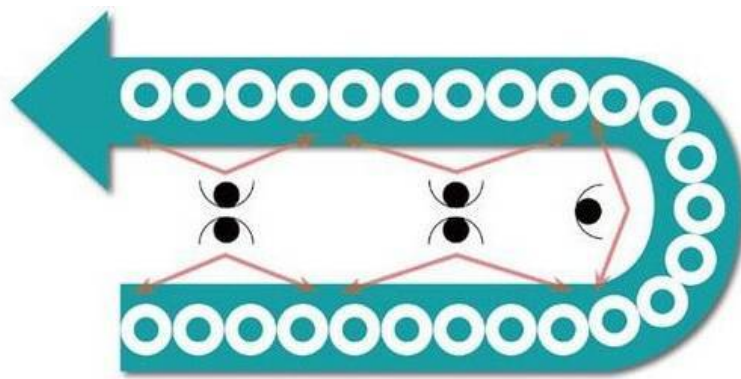


图 10 U 型布置示例图

附录 B RFID 技术介绍及应用

无线射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)技术是智能车间物联网的实现基础,智能车间通过所有制造资源与 RFID 标签的物理结合,并利用自动身份识别(Auto-ID)和电子产品编码(Electronic Product Code, EPC)技术,进行具体物体的自动识别。

RFID 的工作原理是:标签进入磁场后,如果接收到读写器发出的特殊射频信号,就能凭借感应电流所获得的能量发送出存储在芯片中的产品信息,或者主动发动某一频率的信号,读写器可无接触地读取并识别电子标签中所保存的电子数据,从而达到自动识别物体的目的,读写器通过天线发送出一定频率的射频信号,当标签进入磁场时产生感应电流从而获得能量,发送出自身编码等信息,被读取器读取并解码后送至电脑主机进行有关处理。

目前智能车间 RFID 标签数据有效性识别的主要方法有:

- 1、基于编码技术的识别。这种技术能够针对不同种类制造资源采用不同编码规则以实现区分物体种类,只适合企业内部使用,无法和标准 EPC 编码进行

对接。

2、利用人机交互的方式实现。该技术将 RFID 读写器或天线获取到的所有标签数据显示到人机界面，进而通过人机交互系统确定有效标签，这种方法准确性高但执行效率低，不能满足智能车间对生产过程数据的实时性要求。

3、依据实时制造数据库实现有效标签识别。这种方法利用数据库中制造资源的物流信息和工件质量跟踪数据间的关系实现有效标签拾取，但它忽略了其他制造信息对有效标签的鉴别作用，会导致一定数量的无用标签数据未被过滤掉。

RFID 在具体的加工制造生产的应用案例，搜集到的资料如下：

1、在食品加工中的应用，日本建立“食品身份证制度”，即产品履历和跟踪监视制度，要求生产、流通等部门广泛采用条码技术、无线射频识别技术等电子标签，用来详细记载产品生产和流通过程的各种数据。

2、在电器制造中的应用，例如：冰箱制造企业，生产线上每台冰箱都被贴上一个 RFID 标签，标签中包含此冰箱的序列号、类型等信息，生产线上不同工序处都安装有 RFID 读写器，当产品经过这些工序时，读写器会读取响应的标签信息，并根据现场工序的完成情况等，填入新的标签信息，阅读器通过总线与 PC 机或工作站相连，各 PC 机通过局域网与数据库相连，将数据实时上传到数据库中，然后通过软件加以呈现。

3、在服装制造中的应用，通过 RFID 技术的自动识别技术和数据采集技术来实现与生产管理系统的无缝衔接，以便能够实时监控生产及产品流向，提高产品的合格率。如图 11 所示。

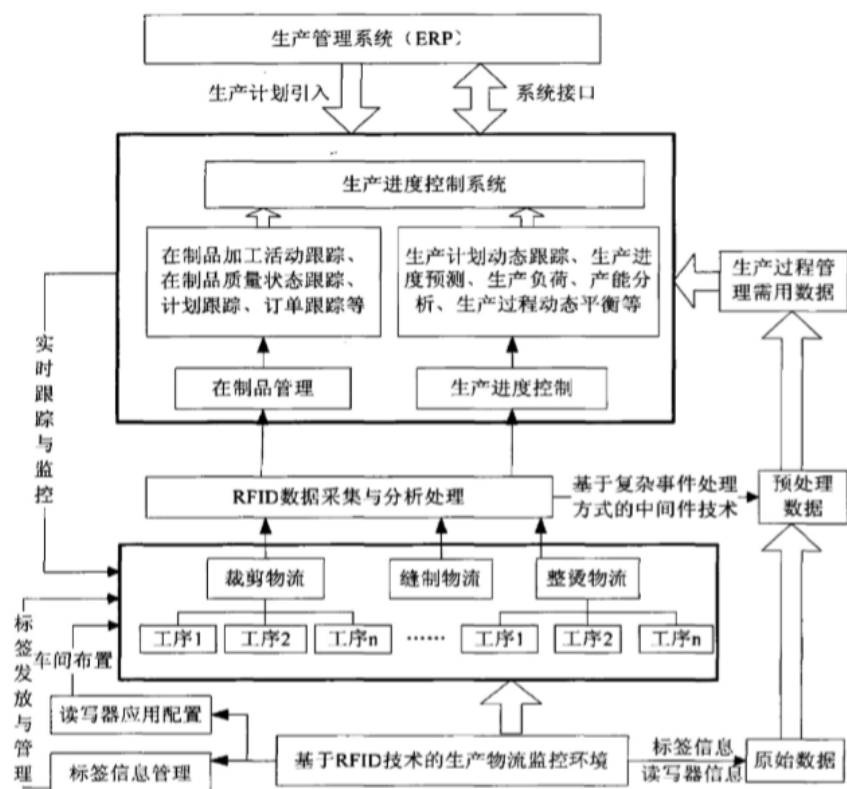


图 11 基于 RFID 的服装制造生产流程

总的来说，RFID 在生产、跟踪、管理方面有很广泛的应用，使用 RFID 技术，可以改善传统的运作模式，实现制造业对产品全程的控制和追溯，也就是将 RFID 技术贯穿于全过程：原材料—订单一计划—任务—备料—加工—检验—包装—仓管—运输—市场—返修，形成企业的闭环管理。