

基于信息化集成的智能制造全流程管理平台研究和设计

许静

(中国赛宝(华东)实验室 江苏 苏州 215129)

摘要: 本文提出了一个基于信息化集成的智能制造全流程管理平台,包括数据采集与监控系统、制造执行系统、企业资源计划、智能驾驶舱、智能仓储系统、企业服务总线、互联网数据中心等。本文建立了设施互联、系统互通、数据共享的全流程管理平台,可以实现产品生产制造的数字化、网络化、信息化、智能化和绿色化。

关键词: 智能制造; 数据采集; 交互集成

0 引言

当前,新科技革命和全球产业变革正在孕育兴起,与我国加快转变经济发展方式形成历史性交汇,我国制造业迎来了重要的战略机遇。新一代信息技术和制造业的深度融合,正带来深层次的产业变革,形成新的产业形态和生产方式。基于信息化系统的智能车间、智能工厂等智能制造正在引领制造方式的变革,我国制造业创新发展和转型升级正迎来重大机遇。而我国大多数制造企业信息化和自动化是互相分离的,远没有达到“工业化与信息化的深度融合”,距离“两化融合”提出的“生产过程的质量控制实时监测、故障诊断、质量控制和调度优化,深化生产制造与运营管理、采购销售等核心业务系统的综合集成”的要求还有一定差距^[1]。

1 信息化集成平台简介

为了解决企业产品产能不足的问题,促进企业产品生产过程的智能化生产水平和数字化水平进一步提高,本文提出了一个基于信息化集成的智能制造全流程管理平台。在引进智能装备的基础上,其融合了新一代信息技术、生产过程精益管控技术、供应链协同优化技术、生产过程智能决策技术等智能制造关键核心技术。该平台是一个集生产控制、优化调度、质量管理和经营销售于一体的综合管理平台,可以实现产品生产全周期的质量数据自动采集、重要生产工艺数据记录、生产过程信息管理、长期有效保存和快速追溯查询,以及产品质量信息相关完整性验证和合理性验证^[2]。

平台通过多个业务系统的交互集成,消除生产信

息孤岛,使数据在工厂范围之内可以共享,进而提高企业各部门协同管理能力,实现多规格、多型号、多场景、多产线的柔性制造。该平台从物料、工序、设备、零件、产品等多个维度进行管理,实现生产计划优化和先进过程控制。同时,对生产数据进行挖掘,建立用户个性化需求模型,实现产品和服务质量的持续优化,为个性化定制服务奠定技术基础。

2 平台的组成

围绕产品生产、质量、仓储等各个环节,部署数据采集与监控系统(SCADA)、制造执行系统(MES)、企业资源计划(ERP)等信息化系统,并采用物联网和工业互联网技术,建立设施互联、系统互通、数据共享的智能制造全流程管理平台,实现产品生产的数字化、网络化、信息化、智能化和绿色化。

2.1 数据采集与监控系统(SCADA)

SCADA系统具有生产监控、报警管理、数据展示、生产报表、数据集成与存储、用户管理等功能。SCADA系统可以对现场运行的设备进行实时监控,监视生产的一线状况,可随时调取企业生产过程各个环节的在线监控画面,从而确保按照规范要求全方位地覆盖所有关键环节的数据。

数据采集与监控系统是MES系统与自动化系统集成的基础与纽带。SCADA系统将数据统一集成后,将生产数据上传到MES系统中;MES系统下载参数也是由SCADA系统下载到各单机设备中,因此SCADA系统在工厂信息化建设中扮演着重要的角色。

SCADA系统主要功能设计如下:

(1) 生产监控。集成车间各独立的设备进行统一

管理监控, 车间设备的关键工艺参数如压力、流量、主要温度、液位、质量、计算统计点、能耗绩效指标、产量指标、负荷, 重要设备的开停机状态等集中以流程图或数据表格的形式进行显示。

(2) 数据展示。以图像、动画、报表等手段展示生产车间的工艺流程、设备的运行状态, 并提供多种数据展示与分析界面。

(3) 报警管理。集成各个设备的报警信息, 在检测到异常后通过声光、语音、短信等多种方式进行报警, 并在流程图组态过程中进行报警组态。

(4) 报表管理。对各品种生产过程中的数据、生产状态、设备状态、故障信息、批次数据、操作记录等进行实时采集、归档、存储、统计、汇总和分析, 生成生产数据统计报表, 为用户提供个性化报表开发工具, 以满足用户的生产管理需求。

(5) 数据集成。支持与多种主流 PLC 通讯, 同时支持 OPC 通讯、数据库读写等功能, 可以与 MES 系统、自动化系统、各单机 PLC 设备、能源管理系统 (EMS) 等进行集成, 并将获取的数据进行展示与存储。

(6) 数据管理。建立生产工艺信息数据库和生产质量信息数据库, 完成全车间生产数据库的建立和存储。生产工艺控制相关的数据包含各工段设备状态、实时数据、历史曲线等工艺生产数据, 质量检测相关数据以及生产管理数据。

(7) 日志管理。对系统事件进行记录, 如对关键参数修改、设备的调控等操作进行日志记录, 记录操作人员、操作时间及操作原因等信息。

(8) 用户管理。设置用户组, 对每个用户设置不同权限。用户在使用 SCADA 系统时, 登录账号、密码, 根据账号权限进行操作, 保证系统的安全。根据设备、区域、产线等划分功能, 一个访问权限对应一个功能, 这些访问权限通过用户组 (类) 被用户所共享。

(9) 审计追踪。记录系统运行日志、系统组态、更改、版本记录、报警、变量、用户记录、操作员操作记录等内容。

(10) 客户端设置。系统设置一台 Web 服务器, 通过公司内网或局域网对工厂操作进行控制与监视。

2.2 制造执行系统 (MES)

MES 系统实现车间生产设备层和企业资源管理层的交互集成, 实现订单下达、排产排程、物料管理、称量管理、质量管理、设备管理、生产管理、生产执行、

生产分析、质量追溯等功能, 提升生产制造过程的工艺和质量管控水平, 全面监控生产过程和生产设备并实现全程追溯, 提升生产执行效率, 降低生产成本, 满足安全和监管规范, 提高产品和服务的市场化速度, 从而提升企业整体竞争力^[3]。

MES 系统主要功能设计如下:

(1) 排产排程。录入销售计划, 根据销售计划自动生成生产计划, 即可执行的工单, 自动生成生产指令, 并执行通过批准的生产指令。

(2) 制定物料需求计划。根据生产计划和生产配方自动生成物料需求计划 (包括原料和辅料的需求计划)。

(3) 物料出库。原料库收到物料出库请求后, 按照物料请求单进行出库管理。

(4) 接收待办任务。自动将生产任务分配到各工作站, 操作人员可在操作站看到本站的任务流程。

(5) 设备选择。选择生产设备, 只有已清洁、处于可用状态和在清洁有效期范围内的设备才可被选择, 选择设备后在现场用扫描枪扫描设备条码进行设备确认。

(6) 生产前检查。生产人员可以依据不同的生产前检查的类型逐项进行确认, 生产前检查需到现场进行设备扫描, 并到现场签名。

(7) 工艺参数下载。将生产工艺参数进行统一管理, 并在生产前将生产工艺参数下载到 DCS 系统。

(8) 生产。加工工单启动后, 在 MES 客户端上选择各单机 PLC 设备, 下载工艺参数, 各单机 PLC 设备按照生产工艺顺序自动生产。

(9) 包装。进入成品包装阶段, 依次按照内包装、外包装、成品的工艺顺序执行生产, 获取 SCADA 系统和包装系统的数据如数量、条码等, 以待入 WMS 库使用。

(10) 检验。根据工艺要求进行检验, 如制粒后、总混后、包装后, MES 通过抽样检查等方法, 将检查结果录入系统中, 如不合格, 进行报警并进行偏差处理或报废处理。

(11) 入 WMS 库。包装检验合格后, 将包装信息 (批次号、物料代码、物料名称) 发给 WMS 系统, MES 系统通知 WMS 系统启动 WCS 系统, WCS 系统启动物流转运系统和 AGV 小车系统, 完成入库操作。入库后 WMS 系统将箱子 (容器) 代码发回给 MES 系统。

(12) 生产后清场 / 设备清洗。清场人依据不同的清场类型逐条进行确认。确认后需要清场人的电子签名和工序负责人的签名。

(13) 电子签名。在每一个工序完成后设置电子签名,且必须具备相应权限的人在特定的位置才可以进行电子签名。

(14) 生产批记录。生产完成后,自动形成相应的生产批报告,批报告内容包括所有的生产数据、生产人员的电子签名和操作时间等。

2.3 企业资源计划(ERP)

ERP系统打造生产、销售、仓储等业务体系与财务体系一体化的信息平台,通过业务与财务的集成,实现财务业务一体化,提升业务管理水平的同时也提高财务实时核算、全面预算及监控预警能力。

ERP系统主要功能设计如下:

(1) 战略管理。实现战略规划制定的经营目标,通过预算管理层层分解,下达落实,将目标落到实处,融入日常经营预算中。

(2) 财务管理。通过电子化手段实现各类费用的流程审批、凭证报销与报表合并,提升企业办公效率,规范工作流程。

(3) 供应链管理。实现需求管理、招投标管理、合同签订管理和合同执行管理,通过信息化手段完善采购业务的全生命周期管理。

(4) 生产管理。规范工艺流程,实现生产需求、物料需求、主生产计划及生产排程管理,并向MES系统发送指令生成工单,指导作业。

(5) 集成管理。通过标准接口对与ERP系统发生数据往来的第三方进行统一管理,及时了解数据的通讯情况,实现过程跟踪与问题追溯。

2.4 智能驾驶舱(BI)

BI分析系统是一个自动化的数据管理系统,可以进行销售决策分析、采购决策分析、库存分析、生产现状分析等,为管理层提供决策支持。

BI分析系统主要功能设计如下:

(1) 功能结构。设计人员创建数据源并进行报表设计;管理员配置用户、权限体系;普通用户在前端进行报表的查询、分析、打印、导出、填报等操作,支持PC/平板/移动端/大屏设备,兼容主流浏览器。

(2) 产品部件。FineReport报表系统主要由报表设计器(设计模板)和报表服务器(解析模板)两大部分组成。

(3) 部署集成包括报表工程的部署和Web页面集成。

2.5 智能仓储系统(WMS)

WMS系统在标准仓库管理系统的基础上,深度融合产品的身份码(一品一码追溯码),通过仓库运营实现产品的全过程可追溯,多级渠道产品库存实时可见,为企业仓储渠道物流管理提供良好的工具。

WMS系统主要功能设计如下:

(1) 客户档案。记录货主、承运人、发货人、收货人等基础信息,并通过客户资料配置客户的一些个性化需求。

(2) 批次属性。对具有类似属性的产品进行分组,可以为每一个产品设定多个批次属性,例如生产日期、失效日期、产地等,以满足不同的库存管理需求。

(3) 包装。系统支持为不同的产品定义多级的包装层次,并允许在收货时根据产品的实际包装形态更改产品的包装代码。

(4) 库位。库位用于记录产品在仓库的摆放位置,具有路径、容量、类型等属性。路径将决定上架和拣货的顺序,而容量、类型等属性将影响上架库位的指派。

(5) 库区。为了实现仓库管理的相对集中的原则,并实现有效的任务管理,用户可以根据需要将仓库中的库位划分为不同的库区。

(6) 系统代码。对系统中所使用的基础代码进行维护,系统中的大部分下拉菜单都可以由用户在系统代码中进行定义。

(7) 系统配置。通过200多个参数的设置实现系统功能的切换,例如可以自由选择明盘或者盲盘,可以自定义数据小数的位数。

(8) 上架规则。通过完全由用户配置的上架规则,决定收货后上架的库位,指导上架作业,是系统的核心功能之一,可提供300余种上架策略。

(9) 分配规则。通过完全由用户配置的一系列规则,灵活决定订单配货的方式,是系统的核心功能之一。

(10) 收货确认。按照RF方式完成收货,支持一票一次或者多次收货。收货完成,系统可以打印收货报告(入库确认单),收货报告将主要反映预期数量和实收数量。

(11) 库存盘点。通过循环盘点保证库存的动态

准确性。WMS系统提供了两种方式的循环盘点，一种是基于流程管理的循环盘点，能够满足灵活的盘点需求；另外一种是基于库存变动的循环盘点，将发生了库存变动的库位作为盘点的基础。

(12) 发货。操作人员将发运货物与拣货清单进行核对，签字确认，交还给数据录入员并在系统中进行出货确认，同时可以打印出货报告交给发货司机。

(13) 归档管理。系统运行一段时间之后，为保证数据的安全和系统运行速度，提供系统归档的功能，用户可以随时查询已经归档的数据。

2.6 企业服务总线 (ESB)

ESB 服务总线通过 ESB 控制台进行管理和监控，采用的 ESB 支持 HTTP 传输协议，传输服务负责传输指定格式的消息。

ESB 服务总线主要功能设计如下：

(1) 消息架构。通过 ESB 控制台进行管理和监控。

(2) 代理接口。由 ESB 总线平台提供的所有应用型接口服务的统一入口，可以接收所有的服务调用方的 WebService 请求消息。

(3) 业务接口。业务接口是指由应用服务提供方提供的真正提供业务服务的接口。业务接口的执行反馈是可以实时得到的。

2.7 互联网数据中心 (IDC) 基础设施

互联网数据中心 (IDC) 按照需求可以细分为六大模块,包括核心交换区、数据中心、办公网、工业网、设备网和运维管理中心区。每个子模块包括核心设备、接入设备及网络安全设备等。

各模块主要功能设计如下：

(1) 核心交换区域与数据中心核心、工业网核心及办公网核心间采用 40G 高速网络进行互联，与设备网、运维管理中心核心间采用万兆互联，既可实现子网间的隔离，还能够在特殊情况下提供网间的互通与访问控制^[4]。所有核心设备，包括骨干核心、数据中心核心、工业网核心、办公网核心及设备网核心将分别部署在两个机房中（新建中心机房及生产汇聚机房），并通过 40G 或万兆光纤实现远程互联。

(2) 办公网采用万兆骨干、千兆桌面的方式，构建高性能的交换网络，并结合基础网络实现有线、无线终端的统一接入，满足日常办公的需求；工业网同样采用万兆骨干的方式，实现管理以太网与工业环网间的无缝兼容，保证生产、调度、数据采集的稳定运行；设备网主要针对监控、消防、门禁等设施，利用交换机、EPON 设备等进行数据传输与远程管理。

(3) 数据中心采用 40G 高速网络进行组网，保证数据中心接入与数据中心核心间的低时延、无阻

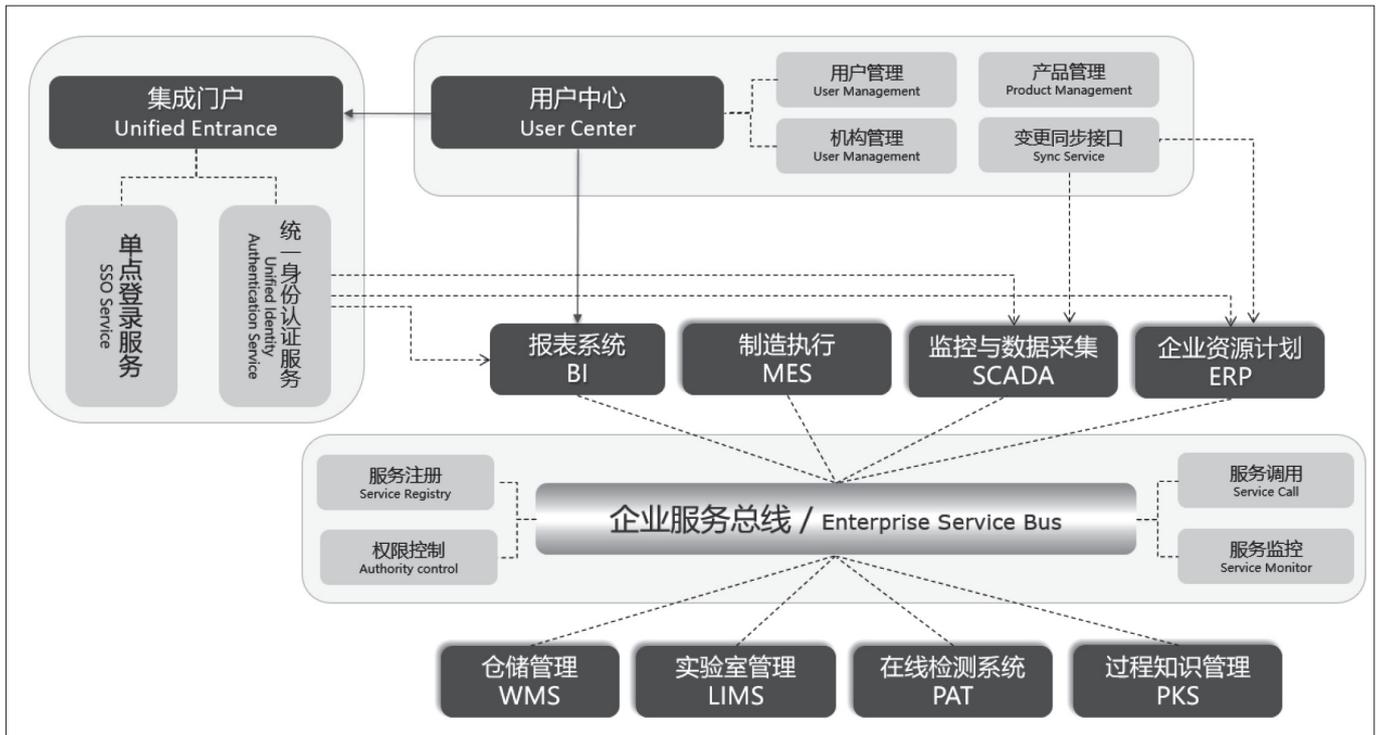


图 1 企业服务总线架构图

塞转发。同时，数据中心将采用最先进的软件定义网络（SDN）技术构建 Overlay 网络，使虚拟化网络与传统网络有效结合，最终打造为基于应用驱动的数据中心网络。

(4) 运维管理中心提供了万兆接入能力，提供了动力环境监控系统、综合管理平台、无线控制器等的网络接入环境，并实现分区管理、安全隔离的组网特性。

3 结语

智能制造全流程管理平台通过促进企业生产管理的信息化程度和生产过程自动化程度的提升，尽可能消除产品生产过程中带来的限度约束和信息孤岛，提升产品生产的执行力度，确保企业产品质量，

实现产品流向可追踪、生产过程有记录、产品质量可追溯、企业责任可界定，全面提升企业生产管理水平。

参考文献：

- [1] 汤继亮. 自动化和信息化, 制药工业现代化必由之路 [J]. 自动化博览, 2014(10):52-57.
- [2] 汤继亮. 从“两化融合”谈我国制药行业自动化、信息化的发展之路 [J]. 医药工程设计, 2013, 34(3):1-7.
- [3] 柴春蕾, 曹梅. 智能制造系统架构设计与发展路径研究 [J]. 智能制造, 2021(3):41-44.
- [4] 孙莹. 检验系统的设计与实现 [J]. 电脑知识与技术, 2018, 14(32):78-79.

