

智能制造生产线MES系统的设计与开发

Design and development of intelligent manufacturing production line MES system

张祖军, 赖思琦

ZHANG Zu-jun, LAI Si-qi

(西南科技大学 工程技术中心, 绵阳 621010)

摘要: 面对智能制造生产线, 构建了一套MES系统, 系统基于B/S构架, 处于ERP管理层和生产执行层之间, 并与ERP管理层数据同源, 把管理和生产紧密结合, 具有成本低、运行稳定、工作效率高的优点, 对类似智能制造生产线的设计、管理具有一定参考价值。

关键词: 智能制造; 生产线; MES

中图分类号: TH166

文献标识码: A

文章编号: 1009-0134(2020)08-0085-03

0 引言

近年来随着中国制造2025规划的逐步实施, 制造业开始探索建设智能制造, 实现制造业的提档升级。智能制造生产线是实现智能制造的载体, 生产线包括了各类加工制造设备、监控与数据采集、现场管理软件、ERP软件以及因素有机结合的集成技术, 如图1所示^[1]。生产线的各台加工设备与服务器总控端通过工业以太网连接, 形成网络化生产体系, 各类传感设备实时采集生产现场上的各种数据, 通过通信网络将数据传送至工业服务器, 由现场管理软件进行数据处理分析, 并与ERP企业资源管理软件相结合, 提供最优化的生产方案或者定制化生产, 最终实现生产过程的信息集成化、执行智能化^[2]。

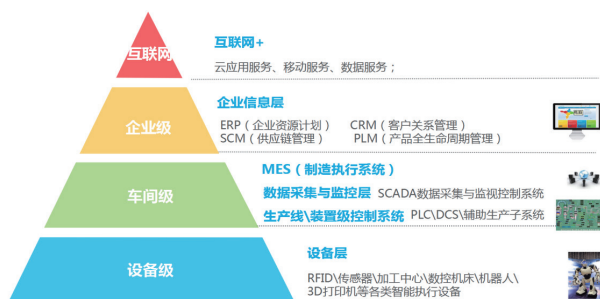


图1 智能生产线组成

在智能制造中制造执行系统（MES）面向生产线执行层, 具备现场生产计划管理、设备管理、实时监控、库存物料管理等功能, 是信息化管理系统的核心组成。本文面对某电视插件的智能制造生产线构建MES系统, 该MES系统基于B/S架构, 使用Web前端可以很方便地

进行数据的录入和读取, 通过OPC中间件的方式进行现场设备的实时数据采集, 形成设备监控或管理的数据基础, 采用Websocket传输协议来进行数据的传输, 数据库采用PostgreSQL。系统实现了在智能制造生产线环境下的基础数据管理、工单管理、工艺管理、数据查询的功能, 将人、设备、产品信息等生产要素相结合, 为现场管理者提供了设备状态监控、工单跟踪、物料管理、数据查询等功能^[3,4]。

1 MES系统构建

1.1 总体设计

如图1所示, 智能制造生产线管理分为三层, ERP管理层位于上层, MES系统位于ERP和现场设备层之间。

MES系统配置两台服务器, 一台与生产线的传感和监控设备连接, 负责各类数据采集, 一台用于数据存储和查询, 各个工位配置PC机。MES系统采用主流的SSH框架, 从下到上分为数据存取层、业务逻辑层与表现层。数据存取层采用了Hibernate作为ORM工具, 业务逻辑层主要采用Spring框架并集成SOA模式, 通过WebService接口对接其他系统, 并可扩展为简单的企业服务总线（ESB）。表现层采用常见的MVC架构, 实现前端与后端业务逻辑的分离。系统采用PostgreSQL数据库, 实现了原材料ERP管理及MES的数据同源, 便于数据的集中管理与数据的安全, 避免了信息孤岛状态^[5]。

1.2 系统功能模块

MES系统分为系统管理、实时监控、生产计划、仓储管理等功能模块。

1) 系统管理。该模块主要是设置使用人员的权

收稿日期: 2019-04-25

基金项目: 2018年度四川省大学生创新训练计划项目 (201810619058)

作者简介: 张祖军 (1975-), 男, 四川绵阳人, 副教授, 硕士, 主要从事机械设计的教学及科研工作。

限,同时可以查看登陆系统的人员和时间的日志功能,由日志查询、负责人管理、现场人员管理三个模块界面构成。

2) 实时监控。该模块主要是实时监控生产线设备的状态和生产运行情况,分为联机和单机两个子单元,联机状态界面显示生产线整体运行情况,单机状态界面通过各个热点的不同颜色来显示单个设备运行的状态。

3) 生产计划。用来管理工单和工序流量,能够显示计划量、完成量和尚欠量等内容。由整机产量、生产计划量、直通率量和不良明细分析四个模块界面构成。

4) 设备管理。用来管理设备,能够显示设备运行的工作时长、故障信息和维修安排等内容。由设备台账、报警记录、设备统计和维修保养计划四个模块界面构成。

5) 仓储管理。用来对仓库中的原料和产品进行统计和管理,并记录管理部分的操作明细,实时仓库动态显示各个库位存放的产品信息。由原料管理、成品管理、实时仓库、统计图等模块界面构成。

1.3 关键技术

1) 采用Web前后端分离开发模式,避免了传统Web模式带来的各种问题。MES系统通过采用Web前后端分离来进行设计,很大部分的数据都可以在前端进行处理,减少了服务器的工作压力;同时,后台错误不会直接反映到前台,给管理人员的工作带来了便利;前后台分离工作极大降低了开发难度。

2) 系统前端采用AngularJS代码编写,架构清晰,分工明确,扩展性良好,让程序设计人员能够专注于业务逻辑,而且因为对html影响较小,能够与designer形成良好的协作。

3) 系统后端采用SSH(Struts+Spring+Hibernate)框架,分析所要面对的对象的需求,提出模型,将这些模型实现为基本的Java对象,然后编写DAO接口,并给出Hibernate的DAO,用Hibernate架构的DAO类来实现Java类与数据库之间的转换和访问,最后由Spring管理struts和Hibernate。

4) 系统的现场实时数据采用Websocket传输协议来进行数据的传输,大大缩短了设备端实时数据展示到网页的时间,保证了数据的实时传输和稳定可靠。同时,在后台直接存入数据库作为历史记录保存。这样就避开了常规方法先将实时数据先存入数据库,再从数据库提取,最后传输到网页上显示等一系列的操作^[6]。

5) 采用OPC中间件的方式进行生产线设备数据采集,得到设备监控或管理的数据基础;生产数据的采集方式有两种,如图2所示:工序位置采用RFID方式,上料工序的工装板和工件ID绑定(存入数据库),在其它

工序位置上,工装板RFID通过固定读码器获取信息,并与生产线上进行加工的工件ID信息相关联;仓储出入库采用PDA扫码方式,仓库出入库,采取加工件ID条码,人工扫码方式通过无线AP直连进行数据采集。

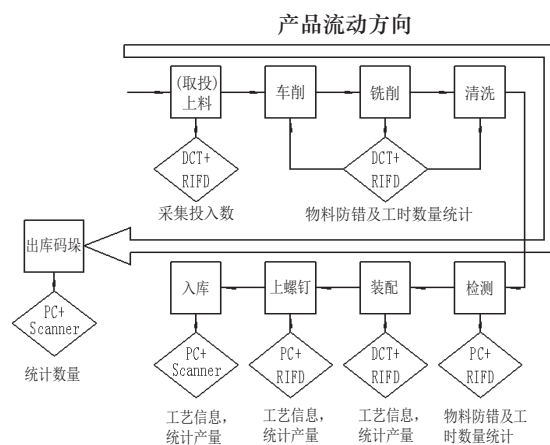


图2 生产数据采集

2 MES系统应用

2.1 实时监控

现场设备实时数据的监控是基于Websocket实时多源数据传输技术,取代了传统的轮询方式,使现场PC端具备B/S架构下的实时通讯能力,通过向服务器发出连接请求,实现PC端和服务器端直接交换数据并实时显示在页面上的功能,有效地降低了编程实现的难度和服务端端的负载压力,增强了应用系统的扩展性^[7]。服务器端与连接在现场总线上的设备层对象进行通信,进行生产现场的实时监控,并将需要的各类数据显示在页面上,同时与数据库进行交互处理。生产线现场的设备数据监控电子看板如图3所示,设备图标显示为绿色表示正常运行中,黄色表示待机状态,红色表示设备故障,白色表示设备停机维保,通过电子看板,能够对当前设备所处的情况一目了然,让现场管理人员及时掌握生产线状态,有利于生产任务安排和设备管理。

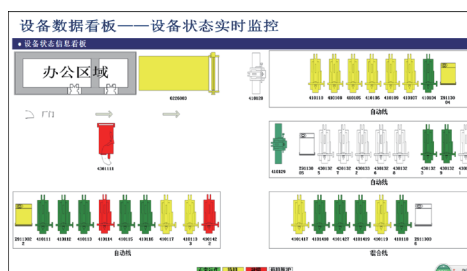


图3 电子看板

【下转第116页】

学报(自然科学版),2018,52(03):293-297.

- [12] 刘力力.线性分数阶阻尼振动系统分析[D].上海应用技术大学,2017.
- [13] 陈炎冬,陈宁,杨敏,刘洁.对分数阶非线性悬架的遗传优化PI- λ D- μ 控制[J].现代制造工程,2019(01):13-17+150.
- [14] Wu S T,Shao Y J.Adaptive vibration control using a virtual-vibration-absorber controller[J].Journal of Sound & Vibration, 2007,305(4-5):891-903.
- [15] 贾富淳,孟宪皆,王琳燕.基于PID控制算法的主动式动力吸振器[J].山东理工大学学报(自然科学版),2018,32(01):75-78.
- [16] 付江华,张博涵,陈哲明等.基于智能算法的动力吸振器多参数

优化研究[J].噪声与振动控制,2018,38(04):208-212.

- [17] Wang P, Wang Q Y, Xu X M, Chen N. Fractional critical damping theory and its application in active suspension control[J].Shock and Vibration,2017:1-8.
- [18] Bulatovic R. M..On the critical damping in multi-degree-of-freedom systems[J].Mechanics Research Communications,2002, 29(5):315-319.
- [19] Takahashi N.,Hirata D.,Jimbo S.,& Yamamoto H..Band-restricted diagonally dominant matrices:Computational complexity and application. Journal of Computer and System Sciences,2019,101,100-111.

【上接第86页】

2.2 生产计划

智能制造生产线的工单及工序流量管理是生产管理的核心内容。在生产计划中,通过对比整机产量、生产计划量、直通率量和不良明细分析,能够让生产管理人员清晰地掌握生产节拍、产量和质量状况,如图4所示。



图4 生产计划

2.3 仓储管理

仓储管理的关键是针对不同的物料类型,对需要进行条码管控的物料进行分类,并设置该关键物料类型对应的条码规则类型,系统可通过关键物料类型最终找到其对应条码规则。仓储管理界面如图5所示。

物料类型	物料名称	物料代码	物料规格	物料单位	物料数量	物料状态	物料备注
成品	成品1	GR-CL-3408091310001	成品1	个	1	在库	
成品	成品2	GR-CL-3408091310002	成品2	个	2	在库	
成品	成品3	GR-CL-3408091310003	成品3	个	3	在库	
成品	成品4	GR-CL-3408091310004	成品4	个	4	在库	
成品	成品5	GR-CL-3408091310005	成品5	个	5	在库	
成品	成品6	GR-CL-3408091310006	成品6	个	6	在库	
成品	成品7	GR-CL-3408091310007	成品7	个	7	在库	
成品	成品8	GR-CL-3408091310008	成品8	个	8	在库	
成品	成品9	GR-CL-3408091310009	成品9	个	9	在库	
成品	成品10	GR-CL-3408091310010	成品10	个	10	在库	
成品	成品11	GR-CL-3408091310011	成品11	个	11	在库	

图5 仓储管理

3 结语

智能制造是当前制造业发展的重要方向, MES系统是生产现场执行层信息化管理的核心部分。面对智能制造生产线的发展需求, 构建了基于B/S架构的MES系统, 通过OPC中间件方式、RFID方式、PDA扫码方式进行现场设备和生产数据的实时采集, 得到设备和生产数据的数据基础, 并通过工业以太网传送到服务器端, 数据库采用PostgreSQL, 实现ERP和MES系统的数据同源。该系统实现了智能制造生产管理的可视化、标准化、数字化及信息的互联互通。

参考文献:

- [1] 刘旭东,孙文磊,崔权维.基于物联网的车间制造系统实时信息提取与控制[J].组合机床与自动化加工技术,2016(3),154-157.
- [2] 温明川,于璞,杨晓英,等.基于MES的拖拉机装配质量管理信息系统研究[J].现代制造工程,2018,(4):51-58.
- [3] 徐朋,王蔓,樊双蛟,等.基于MES的拧紧工位改进设计与实现[J].组合机床与自动化加工技术,2016(6),146-149.
- [4] 林柏宇,王桂棠,陈志盛,等.基于物联网的热处理智能制造执行系统[J].金属热处理,2017,3(3):195-197.
- [5] 姚涛,张忠波,俞涛,等.船舶军工制造企业MES应用研究[J].现代制造工程,2017(3):31-37.
- [6] 夏端武,薛小凤.智能制造技术在工业自动化中的应用研究[J].机械设计与制造,2018,2(2):206-209.
- [7] 姚弘,刘远,金少英.智能生产理念下的MES层、Control层规划研究[J].制造业自动化,2018(2),1-6.
- [8] 段亦波,涂海宁,陆远.CNC系统生产车间MES系统的研究与开发[J].制造技术与机床,2016(2):130-134.
- [9] 单永飞,樊树海,潘群,等.面向大规模定制BOM框架下的MES系统研究[J].组合机床与自动化加工技术,2016(12),144-147.
- [10] 程浩,袁红兵.基于智慧工厂实验平台的制造执行系统(MES)软件系统设计[J].制造业自动化,2017(7):142-146.