

基于 RFID 技术的汽车总装 MES 系统研究

王浩远,梁昌勇,俞家文,蔡美菊

(合肥工业大学,安徽 合肥 230009)

摘 要:针对汽车制造企业在总装环节出现的数据采集手段落后,生产线实时监控能力弱,制造执行系统和物流执行系统、企业资源计划等系统之间存在信息和管理断层等问题,在对 RFID 技术进行了汽车生产流程适用性分析之后,将 RFID 技术引入生产过程之中,通过工位 RFID 读写器完成现场生产数据的实时采集,通过系统集成接口实现 MES 与各系统的数据和业务集成,提出了基于射频识别技术的总装生产模式,构建了该模式下的总装制造执行系统。并在实际应用中取得成效。

关键词:射频识别;制造执行系统;汽车制造业

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)09-0222-05

Research of Vehicle Assemble MES Based on RFID Technology

WANG Hao-yuan, LIANG Chang-yong, YU Jia-wen, CAI Mei-ju

(Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Considering the problems in the assembly manufacturing procedures of automobile manufacturing industry, such as data acquisition means lagging, weak ability of line real time monitoring and information and management gap between manufacturing execution system (MES), logistics execution system (LES) and enterprise resource plan (ERP), an automobile assembly manufacturing model based on radio frequency identification (RFID) technology is presented after applicability analysis of using RFID in automobile production process. RFID readers collect field production real time data. Data integration and operation integration between MES and other systems was fulfilled through system integration interface. Relevant manufacturing execution system based on this model is constructed and a positive effect has been achieved in practical applications.

Key words: radio frequency identification; manufacturing execution system; automobile manufactory

0 引言

随着市场竞争的逐步加剧,现代制造业需要面对越来越多的挑战,具体表现在以下几个方面:少量多种类的生产模式、不断缩短的生产周期、对客户多变需求的及时响应。这些都要求现代制造业具备更高的自动化和信息化程度。

RFID(Radio Frequency Identification)利用电磁感应原理在标签和读写器之间传递信号,作为一种非接触式的自动识别技术,具有数据存储量大、可读写、非接触、识别距离远、识别速度快、保密性好、穿透性强、寿命长、环境适应性好以及能同时识别多标签等优点,并且可工作于各种恶劣环境^[1]研究应用 RFID 技术,

探索重组企业信息流,更限度地发挥我国制造业现有资源优势,推动企业技术进步及传统制造业的升级换代的可行方案与模式,已成为当务之急^[2]。

生产车间作为产品制造的中心场所、成品物流和供应物流的起讫节点,车间的制造能力及其内部物流能力对企业的生产能力起到了决定性的作用。而制造执行系统(Manufacturing Execution System, MES)作为承接 ERP(Enterprise Resource System, 企业资源计划)系统、协调 SCM(Supply Chain Management, 供应链管理)系统、调度底层生产控制系统的枢纽,在车间生产过程中起到了重要的作用,是进行车间管理的一种先进技术^[3]。

而将 RFID 技术融入 MES 系统之中,必定有助于提高生产线监控能力,消除系统间信息断层,提高生产管理水平和促进传统制造业发展升级的众多途径之一。

文中结合安徽省某汽车生产企业具体情况,对 RFID 技术在汽车总装线上的应用模式进行研究。

收稿日期:2009-12-31;修回日期:2010-03-09

基金项目:国家 863 计划资助项目(2006AA04A126)

作者简介:王浩远(1984-),男,安徽蚌埠人,硕士研究生,研究方向为 RFID 系统集成;梁昌勇,博士,教授,博士生导师,研究方向为 RFID 系统集成、RFID 体系架构。

1 汽车装配流程分析

汽车的装配生产活动作为离散工业生产中的典型情况,具有以下特征:生产过程并行且异步,设备功能冗余度大,控制量相互独立,生产资源管理复杂^[4],在生产过程中的零部件处于离散状态,车辆的生产制造主要通过物理加工和组装来实现。

1.1 现有汽车装配流程

车身首先在上线点上线,工作人员手动扫描车身 VIN 条码进行车体数据采集,完成车辆上线报工流程。

车辆到达装配工位,装配工人首先查看粘贴在车辆上的装配指导书,然后安装相应零部件,最后在装配指导书上粘贴已安装零部件的条形码。

在与分装线合流工位,装配工人需首先扫描条码来校验分装线总成和总装车体是否匹配,通过校验之后才能进行安装。

在当车辆到达下线点时,工作人员需要手动扫描车身条码以及装配指导书上粘贴的所有条码来确定车辆装配信息,之后才能进行下线的报工操作。

1.2 现有流程中的问题

汽车总装生产线上主要使用的是条码技术,工位员工采取手动方式扫描车身 VIN 码和零部件条码进行车辆跟踪和装配信息采集,整个采集过程耗时相对较大。

当遭遇条码损坏、沾染污渍无法识别时,员工需手工输入车辆 VIN 码或零部件码,出错率高、耗时长,难以加快生产节拍。

生产现场可视化程度有待提高,需要为工人提供实时准确的装配指导,杜绝漏装错装现象的发生,对生产线车辆的装配情况也需要实时监控。

物料消耗信息反馈不及时,难以实现生产物料的实时拉动,导致生产物料库存过多,影响资金流动。

缺少对员工和其装配零部件的关联管理,导致在追溯因人工操作导致的质量问题时难以将责任落实到人。

2 RFID 技术和适用性分析

RFID(Radio Frequency Identification)是一种非接触式的自动识别技术,它利用射频信号通过空间耦合(交变磁场或电磁场)实现无接触信息传递并通过所传递的信息达到识别的目的。

RFID 系统通常由射频标签、阅读器和天线组成。射频标签由耦合元件及芯片组成,标签含有内置天线,用于和射频天线间进行通信。阅读器是读取(写入)标签信息的设备。天线用来在标签和读取器间传递射频

信号。RFID 按应用频率的不同分为低频(135kHz 以下)、高频(13.56MHz)、超高频(915MHz)、微波(2.4GHz)几种类型,分别适用于不同的应用场景和需求。

RFID 技术不只是条码技术的简单替换,它在离散制造业中的应用将改变离散制造企业的生产经营方式^[5]。由于 RFID 技术具有数据存储量大、可读写、非接触、识别距离远、识别速度快、保密性好、穿透性强、寿命长、环境适应性好以及能同时识别多标签等优点,用其取代条形码在汽车生产线上对车辆进行标识和跟踪,整个过程无人工干预,可以在极大程度上降低工人的劳动强度和出错率。现今已经可以利用 RFID 技术来实现自动、高速、有效的记录,降低操作员的劳动强度,从而提高了产品下线合格率^[6]。

将 RFID 技术应用于汽车制造业,融入到 MES 系统中,有利于将管理决策有效转化并实时传送至产品层^[7],可提升生产过程的管理与控制水平,有效地跟踪、管理和控制生产所需的包括物料、设备、人力等资源;与上层管理系统结合,可合理地调度、管理这些资源,提高制造竞争力,改善生产组织、缩短生产周期、减少在制品数量,提高产品的质量和降低人力资源消耗^[8]。对于发展离散制造业生产制造系统模式和应用解决方案、提高制造过程可视化监控与产品质量追踪水平、促进制造行业 RFID 技术应用标准规范形成、带动我国 RFID 技术产业化发展等方面具有重要的理论意义和应用价值。

3 RFID 技术在汽车总装线上的应用方案

3.1 应用目标

基于上文对现有业务流程的分析,充分利用 RFID 的技术优势,结合总装车间 MES 系统,解决企业现行 ERP 系统的计划层与车间现场自动化系统过程控制层之间、LES(Logistic Execution System,物流执行系统)车间内部物流层面和 MES 系统生产控制层之间、车辆质量追溯系统和原有 MES 系统之间信息和管理断层问题,实现制造和质量的可视化和数字化管理。具体分解为以下几个子目标:

* 将 RFID 技术融入生产车间的装配工位之中,利用 RFID 标签标识零部件进行数据采集,时刻掌握生产线物料消耗信息,无延迟拉动供应物流,进一步满足 JIT 供货模式的需求,消除 MES 系统和 LES 系统之间的信息和管理断层;对重要部件进行安装记录,为质量追溯系统提供翔实可靠的数据支持。

* 将 RFID 技术现场可视化系统相结合,对生产中的车辆进行监控,实时了解生产线情况和车辆装配进度,并可以向装配工人提供实时准确的装配指导。

* 将 RFID 技术与车间人员管理系统和质量追溯系统相结合,除了实现人员管理的功能,还可以对装配操作进行记录,实现装配责任落实到人,消除 MES 系统(车间人员管理)和质量追溯系统之间的信息和管理断层。

3.2 应用流程

本方案采用高频和超高频两种 RFID 标签相互配合,高频标签用以标识人员和零部件,超高频标签用于标识在制车辆。

在车辆上线之前,工作人员将初始化的标签安装在车体前部引擎盖上表面。

生产线员工需在工位上的高频读卡器上刷卡,完成上岗认证,系统记录当前工位员工上岗状态信息。

在车辆上线前,工作人员扫描车身 VIN 条码,超高频读写器将 VIN 码信息写入其天线场强范围内的车辆 RFID 标签,后续工位通过读写车身 RFID 标签来完成生产线车辆监控和数据采集等工作。

在装配工位,超高频读写器读取车辆标签后,提示相应工位的零部件安装信息。工作人员安装相应零部件,并在高频读写器上刷相应零部件料箱中的高频 RFID 标签。系统获取相应车辆的部件安装信息和工作人员信息以备后期质量跟踪,系统向 LES 系统返回物料消耗信息,并刷新工位零部件安装信息提示,直至该工位所有应装部件全部安装完毕。在向生产线工位供货环节中,生产物流部门将零部件送达工位之后,系统更新零部件数量信息。

在下线工位,超高频读写器读取车辆标签,系统检查装配信息,工作人员取下车辆 RFID 标签,循环使用。

3.3 标签选型

应用方案中共涉及到高频(13.56MHz)和超高频(915MHz)两种不同类型的 RFID 标签。所选择的 RFID 标签规格如表 1、表 2 所示。

表 1 高频标签参数列表

载波频率	供电和响应方式	封装方式	读写距离	存储区容量	接口和协议
13.56MHz	无源被动	白卡封装	1~10cm	2kByte	ISO15693

表 2 超高频标签参数列表

载波频率	供电和响应方式	封装方式	读写距离	EPC 存储区容量	接口和协议
902~928MHz	无源被动	防金属封装	1~5m	30Byte	ISO18000-6C 2.0

由于车间内人员的流动性强,故配备读写距离仅有 10cm 的高频 RFID 标签,有利于避免标签误读和串读,标签内存放员工 ID 和基本信息。

零部件的安装需要一个确认的动作,故配备读写距离仅有 10cm 的高频 RFID 标签,每个零部件料箱中放置一枚高频 RFID 标签,装配工人在安装部件时刷标签作为安装确认和数据采集操作,标签内存放零部件号。

车辆在生产线上的运动速度缓慢并且有规则,且车体的长度使得标签间距在 5m 左右,故在每台车辆上放置一枚超高频 RFID 标签,控制读写器读写距离在 5m 以内,可以避免串读和误读,标签内存放车辆唯一标识码(VIN 码)。车辆标签采用防金属胶磁封装,方便吸附于车体表面。

4 基于 RFID 技术的汽车总装制造执行系统应用架构

4.1 系统应用结构

系统通过 RFID 处理模块向原有 MES 系统提供实时可靠的数据支持,并根据新的业务流程对 MES 系统进行再造,形成“基于 RFID 技术的汽车总装制造执行系统”。同时 RFID 处理模块向其他相关系统提供数据支持,消除 MES 同质量追溯系统、ERP、LES 等系统之间的信息断层。基于 RFID 技术的汽车总装制造执行系统应用结构如图 1 所示。

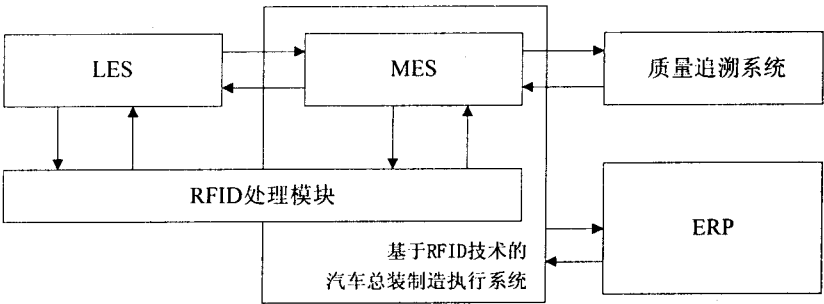


图 1 基于 RFID 技术的汽车总装制造执行系统应用结构图

4.2 系统网络架构

本系统利用部署在车间服务器中的 RFID 软件中间件对车间读写器网络进行统一管理,有利于屏蔽 RFID 设备差异性、提高 RFID 读写器网络的稳定性和效率,且 RFID 设备不依赖工位终端,无需对工位终端进行特殊配置,方便部署。基于 RFID 技术的汽车总装制造执行系统架构如图 2 所示。

4.3 系统软件架构

本系统在 B/S 模式采用三层结构进行开发,系统分为数据持久层、业务服务层和表示层三个层面。数据持久层负责实现关系型数据和对象数据之间的相互转换、数据库的存取操作和数据序列化。业务服务层根据相关业务流程对业务操作进行封装,接收和反馈

获取的数据实时推送至响应业务模块中,减少浏览器冗余请求,降低服务器压力,提高系统运行效率。

Spring 框架是在 J2EE 的基础上实现的一个轻量级 J2EE 框架^[12]。本系统用它来为程序提供 Bean 的配置、AOP 的支持、抽象事务支持,组织系统中的业务服务层、数据访问层对象,实现组件对象创建与使用之间的松耦合。

4.4 系统接口

系统提供 4 种接口与现有的遗留系统进行数据交换,4 种接口分别是 WebService、JMS、文本文件、数据库。前两种是函数层面的接口调用,后两种是文件层面的接口调用。

5 结束语

文中在对汽车生产流程进行分析的基础上,将 RFID 技术融入汽车生产制造执行系统之中,提出了一种基于 RFID 技术的汽车总装制造执行应用方案以及相应的体系架构。据该系统在安徽某汽车生产企业总装生产线上的实际运行情况表明,基于 RFID 技术的汽车总装制造执行系统使得企业能够及时、准确地掌握生产线状态,提高生产效率,确实有利于 MES 系统和 LES 系统之间协同工作,为产品的质量跟踪提供了精确的数据保障。

参考文献:

- [1] 陈斗雪,黎毅明,陈一天,等.无线射频识别及其在制造业中的应用[J].计算机工程与设计,2006,27(8):1359-1361.
- [2] 谢杏,林敏锐,侯文君,等.RFID 技术在离散制造业生产线的探索[J].中国自动识别技术,2007(3):45-47.
- [3] Zhong Run yang, Dai Qing yun, Zhou Ke, et al. Design and Implementation of DMES Based on RFID[C]//Anti-counterfeiting, Security and Identification. USA: IEEE, 2008: 475-477.
- [4] 胡春,李平.连续工业生产与离散工业生产 MES 的比较[J].化工自动化及仪表,2003,30(5):1-4.
- [5] 孙棣华,银国超,赵敏,等.基于 RFID 的生产线监控技术与应用[J].重庆工学院学报,2008,22(4):27-30.
- [6] 赵洪涛,马辉,尹景春.RFID 产品识别及信息处理在汽车离合器装配生产线中的应用[J].自动化技术与应用,2009,28(2):52-55.
- [7] Hua Jiwei, Liang Tao, Lei Zhaoming. Study and Design Real-time Manufacturing Execution System Based on RFID[C]//Second International Symposium on Intelligent Information Technology Application. USA: IEEE, 2008: 591-594.
- [8] 刘卫宁,黄文雷,孙棣华,等.基于射频识别的离散制造业制造执行系统设计与实现[J].计算机集成制造系统,2007,13(10):1886-1890.
- [9] 符光宝,邵定宏,李兰友.基于 Struts 框架的档案管理系统应用研究[J].计算机工程与设计,2008,29(18):2100-2105.
- [10] 湛湘情,狄文辉,孙冬.基于 SSH 框架与 AJAX 技术的 Java Web 应用开发[J].计算机工程与设计,2009,30(10):2590-2596.
- [11] 王霓虹,金兴. Ajax 技术及其 DWR 框架实现[J].自动化技术与应用,2007,26(12):92-94.
- [12] 袁华强,王亚强,朱君.利用 J2EE 轻量级框架构建[J].计算机工程与设计,2007,28(1):22-23.
- [2] 徐宝祥,叶培华.知识表示的方法研究[J].情报科学,2007,25(5):690-694.
- [3] 赵追,黄勇奇.基于地理本体和 SWRL 的地理时空信息与时空推理规则表达[J].安徽农业科学,2009,37(3):1375-1379.
- [4] 贾可荣,张彦铎.人工智能[M].北京:清华大学出版社,2006.
- [5] Bechhofer S. Owl Web Ontology Language Reference[DB/OL]. 2004-02-10. <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>.
- [6] Patel-Schneider P F, Hayes P, Horrocks I. OWL Web Ontology Language: Semantics & Abstract Syntax[DB/OL]. 2004-02-10. <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-semantics-20040210/>.
- [7] Lüttich K, Mossakowski T, Krieg-Brückner B. Ontologies for the Semantic Web in CASL[M]. Berlin: Springer, 2005.
- [8] 李恒杰,李军权,李明.领域本体建模方法研究[J].计算机工程与设计,2008,29(2):381-384.
- [9] 张东民,廖文和,胡建,等.基于本体的设计知识建模[J].华南理工大学学报:自然科学版,2005,33(5):26-33.
- [10] 王欢,曹茜.基于本体和 SWRL 的空间关系的表示与推理方法[J].微电子学与计算机,2007,24(7):166-172.
- [11] Horrocks I, Patel-Schneider P F, Boley H. SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML[DB/OL]. 2008-04-03. <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>.
- [12] World Wide Web Consortium (W3C). OWL Web Ontology Language Overview[DB/OL]. 2004-02-10. <http://www.w3.org/TR/owl/features/>.
- [13] Fridman-Hill E J. Java Expert System Shell (Jess)[R]. Livermore: Sandia National Laboratories, 1998.

(上接第 221 页)