

[经营·管理]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2019.06.019

基于 WinCC 与 OPC 技术的车间数字化 管理与控制系统设计

王诚意^{1,2}, 王琨^{1,2}, 董康^{1,2}, 蔡嘉辉^{1,2}, 宁萌^{1,2}

(1. 江南大学 江苏省食品先进制造装备技术重点实验室, 江苏 无锡 214122;
2. 江南大学 机械工程学院, 江苏 无锡 214122)

摘要:针对传统塑压产品制造车间生产与管理水平低下等问题,提出了基于 WinCC 与 OPC 技术的数字化车间的建设方案。使用 WinCC 作为上位机软件开发了车间数字化管理与控制系统,该系统具有生产管理、生产监视、设备控制和数据归档等功能;采用工业以太网与 OPC 通信协议进行与企业资源管理系统的通信,通过串口通信与 OPC 服务器采集实时生产数据。该数字化管理与控制系统的应用提高了企业的生产效率与管理水平,为传统制造企业向数字化制造方向的迈进提供参考。

关键词:生产监控;数字化车间;数据采集;WinCC 软件;OPC 标准

中图分类号:TP277 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2019)06-0099-06

Design of Workshop Digital Management and Control System Based on WinCC and OPC Technology

WANG Chengyi^{1,2}, WANG Kun^{1,2}, DONG Kang^{1,2}, CAI Jiahui^{1,2}, NING Meng^{1,2}

(1. Jiangsu Key Laboratory of Advanced Food Manufacturing Equipment & Technology, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China;
2. School of Mechanical Engineering, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract: Aiming at the low level of production and management in traditional plastic pressing workshop, the construction scheme of digital workshop based on WinCC and OPC technology was put forward. The workshop digital management and control system were developed by using WinCC as upper computer software. The system had the functions of production management, production monitoring, equipment control and data filing. Industrial Ethernet and OPC communication protocol were used to communicate with enterprise resource management system. Real-time production data were collected with OPC server through serial communication. The application of this digital management and control system improves the production efficiency and management level of enterprises, and promotes the traditional manufacturing enterprises to move towards the direction of digital manufacturing.

Keywords: production monitoring; digital workshop; data acquisition; WinCC; OPC (OLE for Process Control)

随着全球制造技术的转型升级,传统落后的生产技术与手段已经无法满足现代化生产的需要。德国首先提出了“工业革命 4.0”的概念^[1],旨在建立一个数字化与个性化的产品生产与服务的新模式。中国也提出了“中国制造 2025”的制造强国战略^[2],以提高制造业的数字化生产水平和国际市场竞争力。

近年来,许多国内外专家学者对车间数字化建设进行了大量的理论与生产实践。Senkuvienė I 等^[3]提出了一种能实时监控生产进度与设备状态的可视化方法,使生产过程透明化以发现其中存在的问题。D Mourtzis 等^[4]提出车间监控系统的物联网模式,将生产数据在云端服务器进行处理后再展示给管

收稿日期:2019-06-25;修回日期:2019-08-10

基金项目:国家自然科学基金项目(51505190);江苏省食品制造装备重点实验室开放项目(FMZ201804)。

第一作者简介:王诚意(1992),男,安徽安庆人,硕士研究生,主要研究方向为机械电子。通信作者:王琨(1986),女,江苏无锡人,博士,江南大学机械工程学院副教授,主要从事机电控制、机器人领域的研究与教学。E-mail:wangkun0808@126.com

理人员。麻丹丹等^[5]设计了一个制造车间监控系统,以可编程控制器为核心对现场信号进行控制,并通过组态软件的WEB功能实现远程监控。许祁玉^[6]提出了一种面向多控制器的远程实时监测系统的设计方案。王敏丽等^[7]将某企业原来的液压设备改造成具有入网和感知能力的智能化终端。随着ERP技术和MES技术^[8-9]的引进与应用,在一定程度上提高了国内制造业的生产效率和管理水平。但由于国内许多制造企业生产设备老旧,生产工序复杂,和工人在生产时随意性操作等原因,使得在实际生产过程中的可靠性及信息化等还远达不到数字化生产的需求。

某传统塑压生产车间在生产与管理上所存在的一些典型问题:

1) 生产设备不能够联网,生产计划任务单不能直接下发到每个生产设备上,生产计划单下发与生产数据统计还是由人工采用纸质表格进行记录,耗时长、易出错、效率低下,且在工人需要更换生产设备等情况下调度困难。

2) 生产过程中不能对产品的温度、压力等重要数据进行实时的监控记录,导致生产出来的产品质量得不到保证,对于不合格的产品也不能进行追责。

3) 管理人员不能对车间生产的完成情况进行实时跟踪,难以根据订单的完成情况对生产计划做出合适的调整。

这些问题如不能得到有效的解决,必将阻碍企业向数字化、信息化的现代化智能制造方向发展。课题组提出在传统生产车间现有生产水平的情况下,建立制造车间数字化管理与控制系统,解决传统车间在离散生产的情况下企业生产计划得不到快速的传达,产品的重要生产信息得不到有效的记录、保存,企业管理者无法对车间生产设备进行有效的监控等问题,推动传统制造企业向数字化方向迈进。

1 数字化车间信息管理模式

针对传统制造车间在数字化管理方面存在的不足,围绕产品生产的全周期数据,课题组提出了数字化车间信息管理模式,如图1所示,该数字化车间信息管理模式由3个部分组成。

1) 生产数据采集端。每个生产工位均配有一台智能化终端,每个生产工位的数据采集设备(如控制器、温度表等)通过通信地址与该终端绑定。终端作为硬件设备的主机可读写所有下位机硬件中的数据信息,并可通过局域网与数据库服务器和企业资源管理系统进行数据交互。

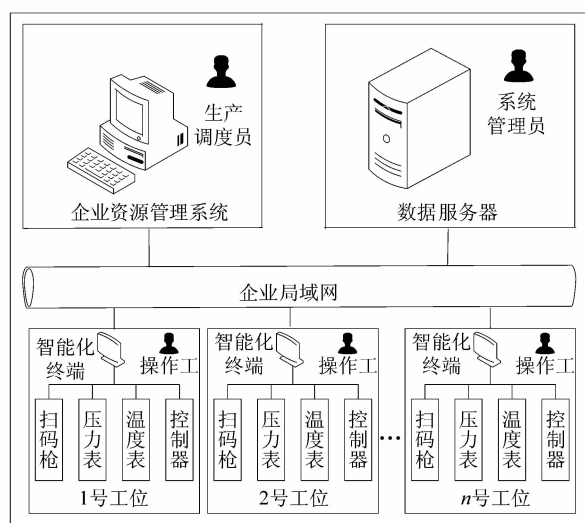


图1 数字化车间信息管理模式

Figure 1 Information management model of digital workshop

2) 企业资源管理系统端。企业资源管理系统用于制定车间的生产计划,将生产计划任务单发送至每台生产设备。当生产过程中遇到突发情况时及时进行车间生产的调度,同时兼具生产监视的功能,车间每台设备的生产情况都可在企业资源管理端进行查看。

3) 数据库系统端。数据库服务器主要用来存储产品生产过程的基础生产数据,为不合格品的追溯提供数据依据;同时存储车间员工的基本信息,为员工登录系统提供基本信息核对的依据。

在数字化信息管理模式下,管理者向下通过智能化终端与底层硬件进行数据信息交互,向上通过服务器与以太网将生产信息进行统筹管理,在办公室就能对车间生产情况进行监视,实现了车间生产信息的数字化管理。

2 数字化车间管理系统架构

数字化车间管理系统兼容现有企业资源管理计划(enterprise resource planning, ERP),并将设备主控制器以及现场数据采集设备的信息进行整合。系统接收来自ERP系统的生产计划信息并显示,同时将产量、设备状态、温度和压力等实时生产信息与生产参数进行记录、修改、保存与显示,实现企业资源与生产数据的可视化统筹管理。系统总体设计方案如图2所示,整个数字化控制与管理系统共可分为3层,分别为数据采集层、管理控制核心层和数据资源管理层。

1) 数据采集层为系统的最底层,主要由数据采集的硬件设备组成,如温度表、压力表和主控制器等,同

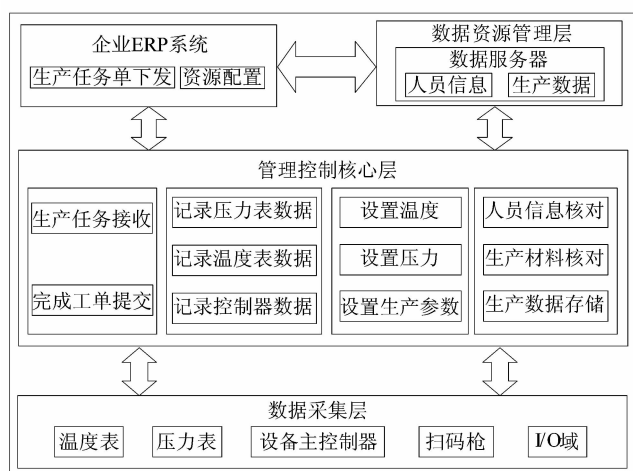


图2 系统总体设计方案

Figure 2 Overall design scheme of system

时也包括智能化终端显示界面上的 I/O 域。该层为整个数字化控制与管理系统采集最原始的生产数据。管理控制核心层和数据资源管理层正是根据该层采集到的数据进行相应的处理,实现生产的可视化监视与管理功能。

2) 管理控制核心层是整个生产车间数字化建设的核心,主要有 4 大功能:①接收来自企业 ERP 系统的生产计划信息并将这些信息存储和显示,同时能将重要的生产信息存储到数据资源管理层的数据库中;②对数据采集层采集到的生产过程中的生产数据进行记录、保存和查看,实现生产过程的有效监视;③对生产设备进行控制管理,对主控制器中的生产参数进行修改和保存,实现对生产设备的有效控制;④与生产人员进行人机交互,验证生产人员的身份信息和生产材料编号信息等,记录与保存生产人员对设备进行的相关生产操作。

3) 数据资源管理层,该层主要记录、保存生产过程中所产生的大量数据信息,为产品的生产质量提供保证;同时保存了系统用户的基本登录信息。

3 系统功能设计

3.1 基于 WinCC 的系统主要功能设计

为满足数字化车间生产监视、设备管理、数据存储和生产操作等功能要求,系统共分为生产操作、状态监控、数据查看、参数设置、工艺文件查看、人员管理和工单缓存 7 个功能模块,如图 3 所示。

1) 生产操作是操作工人在生产时使用最频繁的功能模块。操作工人在此模块完成生产人员与材料的验证、生产故障的上报等工作。在完成当前工单的生产任务后,由车间班组长在此模块将已经完成的合格

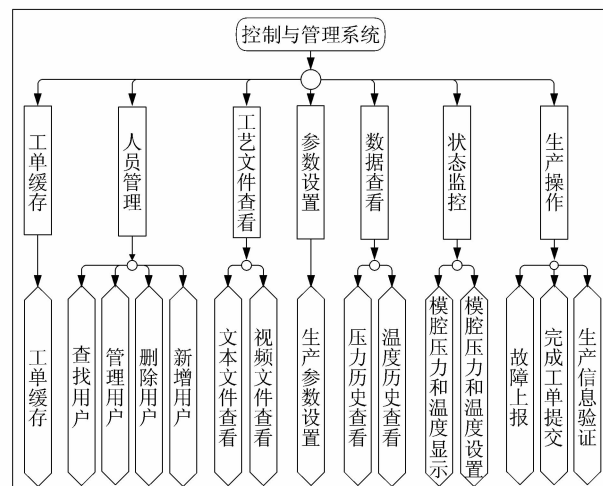


图3 系统功能结构

Figure 3 System functional structure

产品数量、报废品数量、消耗材料质量等信息提交至 ERP 系统和数据库中。

2) 状态监控:生产工艺人员在此模块设置模腔内的压力与温度,且在产品生产时实时显示和记录模腔内的压力与温度。

3) 数据查看:车间管理人员在此模块查看该台生产设备存储在数据库中的某时间段内的温度与压力曲线。

4) 生产参数设置:此模块主要为车间生产工艺人员提供修改主控制器内生产参数的入口,工艺人员在此模块设置某产品的工艺参数。

5) 工艺文件查看:生产人员在此模块查看存放于数据库中的指导生产操作的生产工艺文件。

6) 用户管理:系统管理员在此模块对系统账户进行管理,如更改账户信息、新建账户和删除账户等。

7) 工单缓存:在与上层系统通信中断的情况下,将已完成的生产信息缓存于本地系统,待通信正常后再提交至上层系统。

3.2 条形码及二维码识别

操作工人在生产操作前需要完成生产人员与生产材料信息的验证工作,验证信息的载体通常为条形码或者二维码。在扫描条形码/二维码进行材料信息验证时,由于条形码/二维码中存储了材料编号以外的其他生产信息,如包装号等,因此需要将解码后的信息进一步的处理才能得到我们需要的材料编号信息。将材料编号信息与生产计划任务单中的生产材料信息进行匹配,匹配成功才能进行生产作业。条形码/二维码识别的流程如图 4 所示。

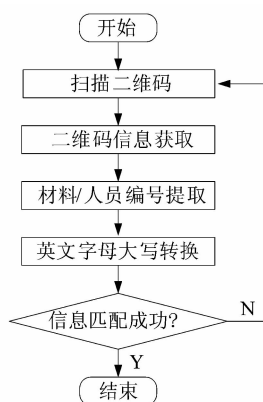


图4 条形码/二维码识别流程

Figure 4 Bar code/two-dimensional code recognition process

表1所示为生产现场材料二维码信息与系统中生产作业计划单的材料信息进行一致性匹配的过程。

表1 材料编号匹配

Table 1 Matching of material numbers

序号	二维码	解码信息	提取材料编号	字母大写转换	计划单材料编号	匹配结果
1		sm1100, bz1399	sm1100	SM1100	SM1100	成功
2		sm1100, bz1399	bz1399	BZ1399	SM1100	失败
3		sm1100, bz1399	sm1100	sm1100	SM1100	失败

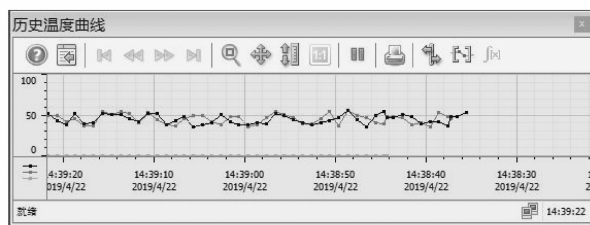
表1所示二维码解码后的信息为: sm1100, bz1399。sm1100为需要验证的材料编号,经程序大写转换之后,最终用来与生产计划单中材料编号进行核对的信息为:SM1100。只有在正确提取到二维码的材料编号信息,并将其字母统一为大写后与生产作业计划单中的材料编号完全一致时,材料匹配才成功,否则失败。当材料编号匹配成功后系统将进入下一步工作流程,若匹配不成功,系统将等待进行材料匹配,无法进行下一步生产工作。

3.3 数据查询和显示

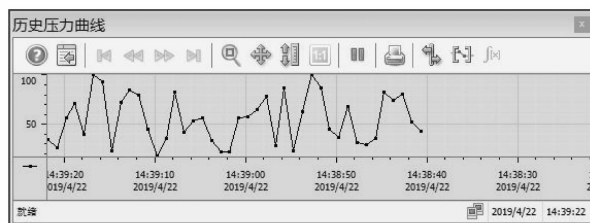
当生产中出现不合格产品时需要对不合格产品进行问题追溯,保存产品生产时的数据信息是进行问题追溯的基础。图5所示为产品生产过程中的实时温度和压力曲线,系统将产品生产过程中产生的数据信息保存在本地和数据服务器上,管理人员可随时查看产品生产的历史和实时数据信息。

3.4 生产参数设置

在生产不同种类的产品时需要对机床主控制器中的生产参数进行重新设置。塑压产品生产过程中需要



(a)历史温度曲线



(b)历史压力曲线

图5 温度/压力曲线

Figure 5 Temperature/pressure curve

设置的主要参数有:加压时间、排气次数、微回时间、慢回时间、泄压时间、慢转快顶时间、慢转微下时间及顶出停留时间等。在生产参数设置好后需要试制产品以验证所设置参数的正确性。图6所示为生产参数设置流程。

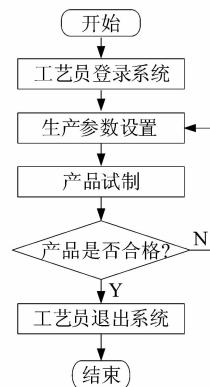


图6 生产参数设置流程

Figure 6 Production parameter setting process

3.5 用户数据管理

由于车间生产人员的流动性较大,系统管理员需要经常对系统用户进行添加、删除等操作。同时需要针对不同岗位的人员分配不同等级的系统访问权限。系统用户共分为管理员、操作员、工艺员、班组长和维修员5个级别,每个级别可访问的系统功能模块如图7所示。

这些用户信息统一存放于数据库服务器中,不同设备上用户登录时都将访问同一数据服务器上的用户基本信息以进行登录信息的验证。

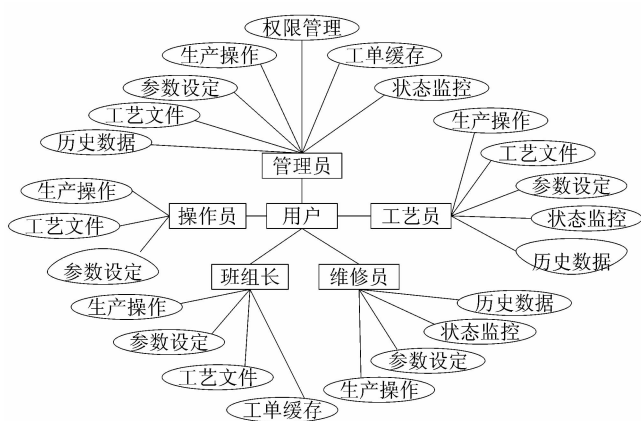


图7 用户权限分配

Figure 7 User privilege allocation

4 系统通信网络的建立

文中管理与控制系统与 ERP 系统、数据库系统及数据采集设备都进行着大量的实时数据交换。因此建立强健的通信网络是系统能够稳定运行的前提和基础。图 8 所示为系统的网络数据流通图。

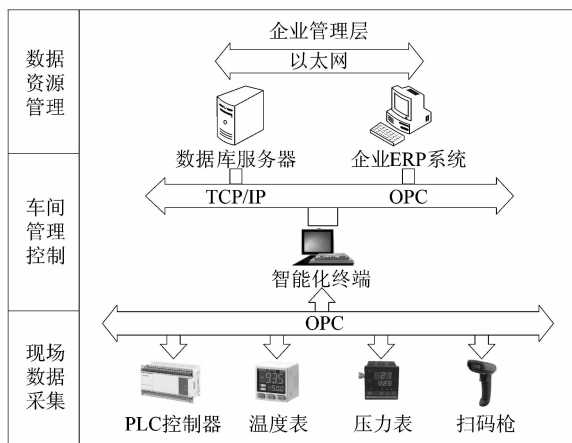


图8 网络信息流通图

Figure 8 Network information flow

企业 ERP 系统、数据库系统和管理与控制系统由于物理距离较远,因此选择建立以太网通信网络;控制管理系统和数据采集设备因为物理距离较近且为了连接方便,直接以串口通信的方式建立它们的通信网络。

4.1 建立基于 OPC 协议的以太网通信网络

生产车间内的所有智能终端都通过双绞线和交换机连接在同一个局域网内。为区分不同的生产设备和智能终端,需要为每一台智能终端分配不同的 IP 地址,设置子网掩码和默认网关。西门子 WinCC7.4-SP1 软件在安装时默认安装了西门子 OPC 服务器组件 Simatic WinCC OPC UA Server,利用该 OPC 服务器端与 ERP 系统上的 OPC 客户机进行数据的交换,这种

数据的交换是基于 DCOM 技术进行的,因此在 OPC 客户机和服务器上都要进行正确的 DCOM 配置。只有在正确的配置 DCOM,OPC 服务器和 OPC 客户机才能进行正常的通信。

4.2 建立数据采集设备的通信网络

制造车间的温度表、压力表等数据采集设备多是不同型号的老旧设备,支持的通信方式单一且不同,当用 WinCC 直接读取它们采集到数据时,读取错误和丢包现象时有发生。为了有效的读写外部数据,我们将温度表、压力表等数据采集硬件采集到的数据及主控制器内的变量映射到第三方 OPC 服务器内,再由 WinCC 读写 OPC 服务器内的数据,通过 OPC 服务器中转的方式完成控制管理系统对外部设备数据的读取和写入,避免由于外部设备通信方式不一而引起的线路冗长和通信不畅。

4.3 设置 WinCC OPC Client 与 OPC Server 的通信步骤

在 WinCC 软件内访问外部设备的变量,需要安装西门子外部变量的授权。授权的点数决定了 WinCC 可访问到的外部变量的数量。安装变量授权可在 WinCC 软件安装完成后需要时进行。外部变量授权安装完成后,在 WinCC 变量管理器中添加连接第三方 OPC Server 变量的步骤如下:

1) 添加通信驱动程序。通信驱动程序是用于 WinCC 变量管理器中的变量和外部设备变量之间建立连接的驱动组件。在 WinCC7.4 中提供了多种不同总线系统连接的通信驱动程序,其中大部分是与西门子系列的外部设备连接的驱动程序,与非西门子外部设备进行连接的通信驱动程序需采用 OPC 驱动程序,其扩展名为 .Chn。

2) 添加通道单元。通道单元相当于一个外部设备驱动程序的接口,也相当于计算机中的一个通信处理器的接口。因此,每个使用的通道单元必须分配到各自的通信处理器。

3) 添加逻辑连接。在 WinCC 中添加需要通信驱动程序和相应的通道单元后,创建和组态与自动化系统的逻辑连接,定义 OPC 连接的服务器类型和名称。在与外部设备进行正确的物理连接后,运行期间将通过此连接进行数据交换。每个通道单元下可有多个连接。

4) 定义外部变量。在逻辑连接下建立外部变量,正确填写外部变量的类型和地址信息,实现在 WinCC 中添加外部变量,运行过程中该值的变化即是外部变量值的变化。

5 系统的实现与应用调试

系统采用西门子 WinCC7.4-SP1 作为开发平台软件,WinCC 是一款工业组态软件,软件功能能够满足大部分生产车间现场复杂的应用要求,支持 C/VB 语言作为脚本对其功能进行扩充。

选择 KEPServerEX 作为第三方 OPC 服务器完成对外部设备数据信息的读写。KEPServerEX 是 PTC 公司推出的一款专业的 OPC 服务器软件,支持超过 250 种通信协议,几乎能和所有的第三方数据设备进行通信。

在 WinCC 软件平台上完成系统功能的最终实现,在“图形编辑器”模块对系统各个功能的人机界面进行设计并编写相关的 VBA 脚本。图 9 所示为系统“生产操作”功能模块的人机界面,该界面具有材料验证、工单提交和故障上报等功能;在“变量管理”模块中建立需要的内部变量和外部变量,外部变量的建立采用 OPC 连接的方式进行添加;在“全局脚本”模块中使用 VB 或 C 脚本语言进行系统全局脚本的编辑,系统的主要功能都采用全局脚本程序实现。在完成以上 3 个模块的编辑之后,即完成了系统主体功能的实现。图 10 所示为系统在塑压生产车间的现场应用。



图 9 生产操作人机界面

Figure 9 Man-machine interface for production operation



图 10 系统应用现场

Figure 10 System application field

在系统功能编写完成后应进行相应的系统调试,调试过程应根据现场的实际生产步骤先进行分模块的功能调试再进行系统整体调试。根据调试的结果找出系统中存在的错误并进行优化。在系统多次调试都无错误且都能达到预期功能后再将系统应用于实际生产车间。

6 结语

课题组提出的数字化控制与管理系统使用 WinCC 软件作为系统的主要开发平台;WinCC 软件强大的系统组态功能及支持的多脚本功能,在很大程度上缩短了系统的开发周期。采用 OPC 技术进行系统通信,能够快速建立起上层 ERP 系统的通信连接,同时使用 OPC 服务器将底层的硬件数据映射到 WinCC 系统,这样避免了数据采集硬件由于型号老旧且支持的通信方式单一而引起的读写困难。课题组在基于 WinCC 软件与 OPC 技术对传统制造车间进行数字化建设,开发了数字化的控制与管理系统,提高了企业的生产效率与管理水平,为企业的信息化建设提供参考。在国内传统制造业向数字化制造升级的过程中课题组的研究有一定的借鉴作用。

参考文献:

- [1] 西门子公司. 西门子以未来技术拓展面向“工业 4.0”的数字化企业解决方案[J]. 测控技术, 2019, 38(4): 154.
- [2] 熊检. “中国制造 2025”和德国“工业 4.0”对比研究[J]. 中国集体经济, 2019(10): 87.
- [3] SENKUVIENE I, JANKAUSKAS K, KVIETKAUSKAS H. Using manufacturing measurement visualization to improve performance[J]. Mechanics, 2014, 20(1): 99-107.
- [4] MOURTZIS D, MILAS N, VLACHOU A. An internet of things-based monitoring system for shop-floor control[J]. Journal of Computing & Information Science in Engineering, 2018, 18(2): 021005.
- [5] 麻丹丹, 白晶, 孙铁军. 基于组态软件的反应车间监控系统设计[J]. 大众科技, 2010(1): 69-70.
- [6] 许祁玉. 基于 OPC 的远程多主控制器实时监测系统的设计与实现[J]. 山东煤炭科技, 2010(2): 123-12.
- [7] 王敏丽, 谭杰, 李逊. 基于 RFID 和传感技术的制造车间智能化改造[J]. 新技术新工艺, 2017(2): 44-4.
- [8] 柳明华, 张朋波. MES 与 ERP 系统的集成研究与应用[J]. 中小企业管理与科技, 2019(3): 11.
- [9] 王仙丽. 关于企业信息化中 MES 与 ERP 集成的应用探讨[J]. 现代国企研究, 2017(18): 11.