

doi: 10.7690/bgzdh.2024.01.003

# 复杂网络环境下的智能物流调度系统

梁海洋, 张瀚铭, 冷涛

(中国兵器装备集团自动化研究所有限公司智能制造事业部, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 为解决机械加工车间物流手段原始、网络情况复杂等导致的问题, 对机械加工车间智能仓储物流调度系统进行设计。依据机械加工车间对生产物流管控的特别业务需求, 通过对系统所需各模块的设计和集成, 结合生产线物料配送的执行过程, 提出智能仓储物流调度系统的设计实现方案。结果表明: 该系统可实现机械加工车间生产物流业务的精益管控, 能有效促进物料配送以及智能制造能力提升和转型升级。

**关键词:** 机械加工; 生产物流; 调度系统; 智能制造

**中图分类号:** TP18 **文献标志码:** A

## Intelligent Logistics Scheduling System in Complex Network Environment

Liang Haiyang, Zhang Hanming, Leng Tao

(Department of Intelligent Manufacture, Automation Research Institute Co., Ltd. of  
China South Industries Group Corporation, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** In order to solve the problems caused by the primitive logistics means and the complex network situation of the mechanical processing workshop, the intelligent warehousing logistics scheduling system of the mechanical processing workshop is designed. According to the special business requirements of production logistics management and control in mechanical processing workshop, through the design and integration of each module required by the system, combined with the execution process of material distribution in production line, the design and implementation scheme of intelligent warehousing logistics scheduling system is proposed. The results show that the system can realize the lean management and control of the production logistics business of the mechanical processing workshop, and can effectively promote the material distribution and the transformation and upgrading of intelligent manufacturing capacity.

**Keywords:** machining; production logistics; scheduling system; intelligent manufacturing

## 0 引言

物联网技术是制造业转型升级, 实现智能制造的基础<sup>[1]</sup>。在推进智能制造落地过程中, 物联网正从工业领域的个别工序推广至车间、工厂、公司, 从提质增效扩大到推动生产和物流作业模式的转变。智能物流可以进行感知、思维、推理、路径规划和决策等, 是链接智能车间供应和制造的重要环节, 也是打造智能工厂的基石<sup>[2]</sup>。

在机加车间中, 生产物流方面的问题表现为物流手段原始、网络情况复杂导致的数据不流通, 信息孤岛、管理水平不能满足复杂情况的要求; 在传统生产物流技术和管理方法不能适应现代生产技术的形势下, 需要对机加车间的生产物流方式进行变革<sup>[2]</sup>。

笔者针对机加车间在复杂网络环境下的生产物流特点和存在问题, 设计适用于数字化机加车间的智能物流调度系统, 从而实现机加车间生产物流的数字化、信息化、智能化, 并解决物流调度过程中遇到的一系列问题, 提升机加车间物流配送效率和

管理水平, 为全面实现智能制造打下坚实基础。

## 1 项目背景

### 1.1 物流管理现状

机加车间用户目前对仓储物流的管理和调度比较落后, 基本是各个设备各自为政, 存在设备与设备之间信息不通、生产现场物料配送不及时、生产工人等料时间过长等诸多问题。物流信息的流通过是通过纸质记录, 人工传递的原始手段完成。

### 1.2 网络设施现状

现场包括 A、B、C 3 个网络: A 网中部署了制造执行系统 MES 系统, 用来管理生产车间的计划、生产等信息, 与 B、C 网处于物理隔绝的状态; B 网中建设了仓储设备、生产设备等, 各个设备之间通过 B 网互联互通, 但是与 C 网是处于物理隔绝的状态; C 网用于部署物流设备, 如 AGV 等。A、B、C 网之间建设双单向的网闸工具, 支持 3 个网络之间通过少量数据交互。

收稿日期: 2023-09-18; 修回日期: 2023-10-24

第一作者: 梁海洋(1991—), 男, 江苏人。

## 2 总体设计

### 2.1 设计思路

智能仓储物流调度系统完成物流设备控制与数据采集，对上实现与现场精益管控系统 (manufacturing execution system, MES) 的集成运行，对下实现与仓储设备中间件 (间接与立体仓库 WMS 集成)、AGVCS 中间件的集成，同时实现所有新增接入物流相关设备的统一接入。实现各系统间的实时通信和数据信息共享，对物流系统各硬件设备、设施进行精准调度，及时获取上位系统的任务指令，调度各硬件设备设施完成物料的入库、出库、配送，并反馈信息给上位系统。

### 2.2 系统组成与技术架构

#### 2.2.1 系统组成

如图 1 所示，智能仓储物流调度系统由物流 IOT 系统、仓储设备中间件和物流设备中间件 3 部分组成。

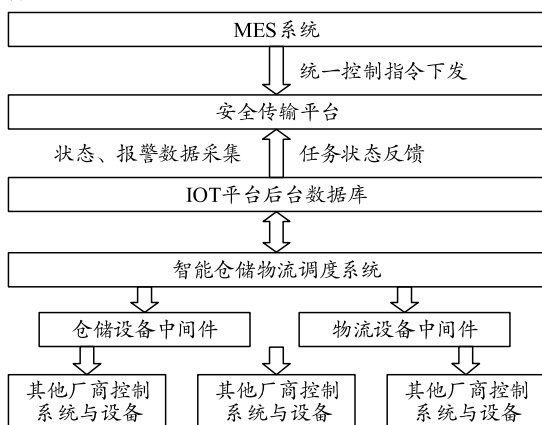


图 1 智能仓储物流调度系统组成

物流 IOT 实现对上集成 MES 系统，接收来自 MES 系统的物流任务，包括出库任务、入库任务、运输任务等数据；对下集成仓储设备中间件和物流设备中间件，用于实现对仓储设备和物流设备的统一调度和控制。

Sem 仓储设备中间件实现控制车间里面的所有仓储设备，包括立体库、刀具库和回转库等库房设备；实现对设备运行指令的下发，执行状态的监控，报警信息的回传等数据的采集功能。

Lem 物流设备中间件用于物流 IOT 和 AGVCS 控制程序之间进行数据交互，实现 AGV 设备的统一控制与调度。提供运输任务的下发与执行监控、AGV 运行数据的实时采集、AGV 报警信息的实时采集等功能。

#### 2.2.2 技术架构

如图 2 所示，智能仓储物流调度系统采用 SOA 思想，基于成熟的 .NET 框架进行开发，系统软件对功能进行模块化拆分，对软件模块内部调用机制进行优化，保证软件的性能和运行稳定性。在使用方面，采用成熟的日志记录组件，对软件异常进行监视和记录，以便于及时处理系统异常，保证整个系统的稳定运行，采用关系型数据库进行业务数据缓存，实现任务数据的持久化存储和记录。软件提供 WebAPI、Websocket 等接口解析，提供标准 JSON 格式数据输出，以便上位 MES 系统、下位 WMS、WCS 和 AGVCS 系统快速与本软件集成。

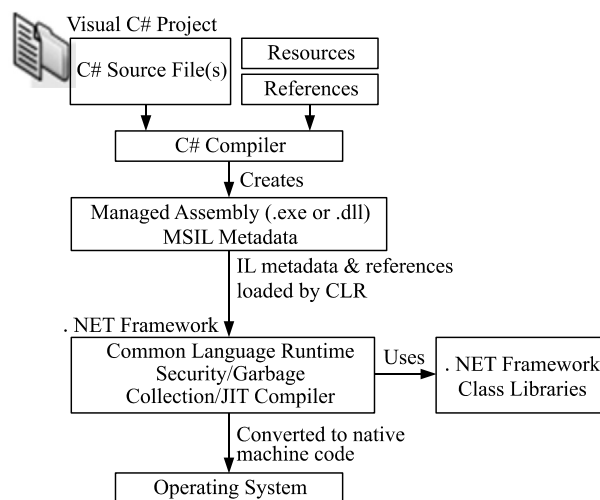


图 2 技术架构

### 2.3 系统集成设计思路

#### 2.3.1 网络环境集成设计

由于现场网络环境复杂，涉及多个网络之间的系统集成，网络环境集成设计成为智能仓储物流调度系统是否可以顺利实施的关键。现场 A 和 B 网之间建设双双向的网闸工具，用于 A 和 B 网的集成，B 和 C 网之间建设双双向的网闸工具，用于 B 和 C 网之间的集成，如图 3 所示。

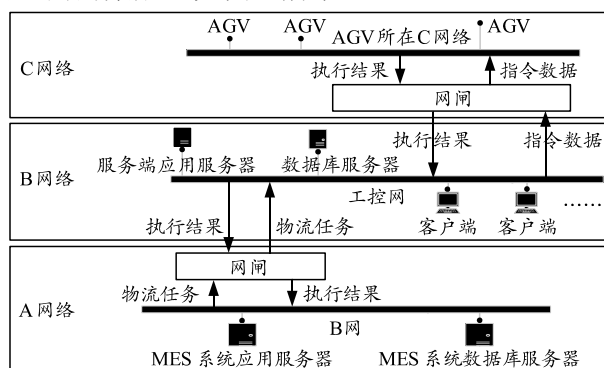


图 3 网络架构

### 2.3.2 系统模块集成设计

MES 系统与物流 IOT 通过 A、B 网之间的双单向通信网闸工具，实现物流任务数据的下发与任务执行结果的数据上传；物流 IOT 与仓储设备中间件集成实现对立体库和刀具库的集中控制与调度；物流 IOT 与 AGVCS 中间件集成实现对 AGV 设备的集中控制与调度，通过 B、C 网之间的双单向网闸工具实现数据的交互。

各模块与设备集成及接入架构如图 4 所示。

## 3 系统实现

### 3.1 物流 IOT 系统实现

#### 3.1.1 系统功能

物流 IOT 系统实现对设备基础信息、站点基础

信息、设备异常建议等基础信息管理，实现对物流任务、历史任务、设备指令、AGV 采集数据等业务的管理；体现为对车间生产物流任务的计划调度，执行过程的跟踪监控，相关物流设备的管理和调度等功能。主要包括系统管理、基础信息管理和物流任务管理。

系统管理：实现系统的用户、角色、权限、系统配置、系统日志等信息的管理，为系统运行、维护提供基础保障<sup>[3-4]</sup>。

基础信息管理：实现对生产现场的设备、站点、异常提醒等基础信息进行管理，为物流任务执行、物流设备异常提醒等模块的运行提供基础数据。

物流任务管理：实现对车间物流任务的执行与监控、设备指令的执行与监控、AGV 运行数据采集等业务的管理。

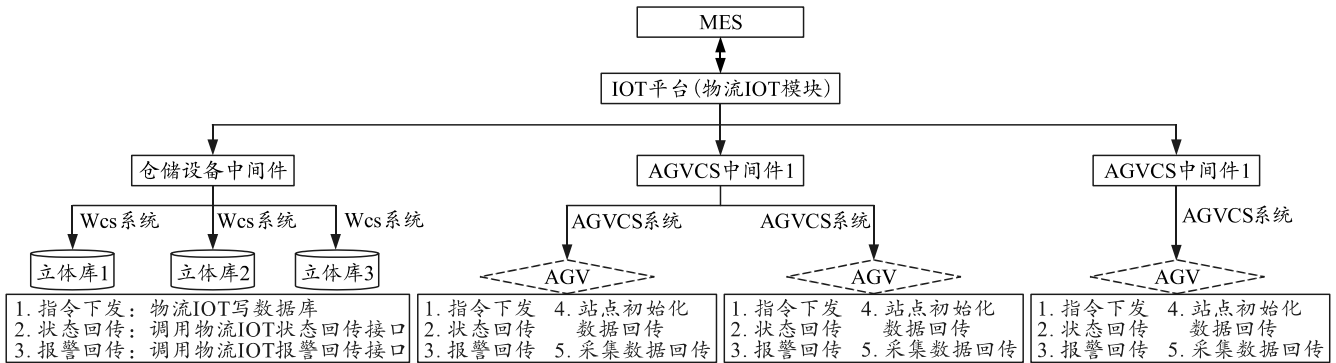


图 4 模块集成架构

#### 3.1.2 业务模型设计

根据物流管理软件将国际业务模型设计为系统管理、基础资源和物流任务 3 大模块。系统管理实现对软件的账户、角色、权限、运行日志和系统配置等功能的管理；基础资源实现对设备、站点、异常提醒信息等基础信息的管理；物流任务管理实现对车间物流任务的接收与下发、设备指令的下发与执行、物流设备的调度与控制、AGV 设备实时数据的采集等功能的管理；各个模块的功能设计如图 5 所示。

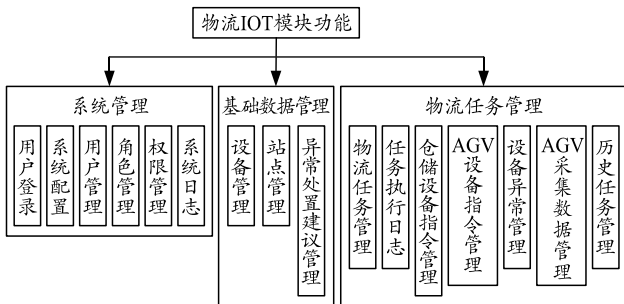


图 5 业务模型

#### 3.1.3 系统业务界面

物流 IOT 系统效果如图 6 所示。

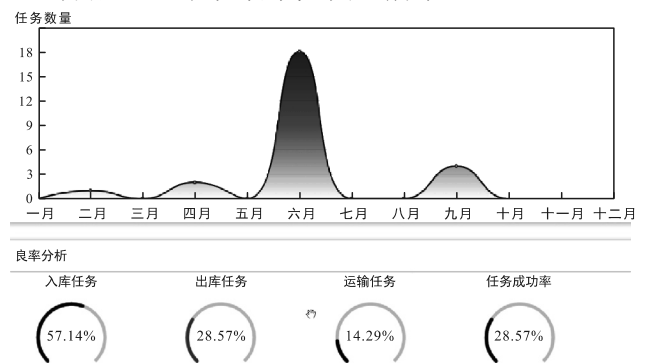


图 6 物流 IOT 效果

### 3.2 仓储设备中间件实现

#### 3.2.1 功能实现

仓储设备中间件实现对仓储设备的集中控制与调度，提供对设备出入库任务管理、任务执行状态的监控、运行日志等功能。仓储设备中间件设计服务端和客户端程序，服务端负责接收和管理出入库

任务，客户端根据设备标识，读取每个设备的任务进行展示，供库管员执行；库管员可对任务进行执行、取消、终止、更改状态等操作。

### 3.2.2 任务执行流程实现

如图 7 所示，立体库与刀具库目前都是使用仓储设备中间件程序进行任务的接收与下发执行的；MES 系统通过 IOT 平台将物流任务下发至具体的设备执行，IOT 接收到物流任务后，根据设备标识查找设备类型，根据设备类型判断是哪种设备的物流任务。如果是立体库/刀具库设备，则将物流任务写入仓储设备中间件服务端的任务表中，每个设备的中间件客户端程序会定时轮询，通过数据接口从服务端的数据表中获取自身的出入库任务。

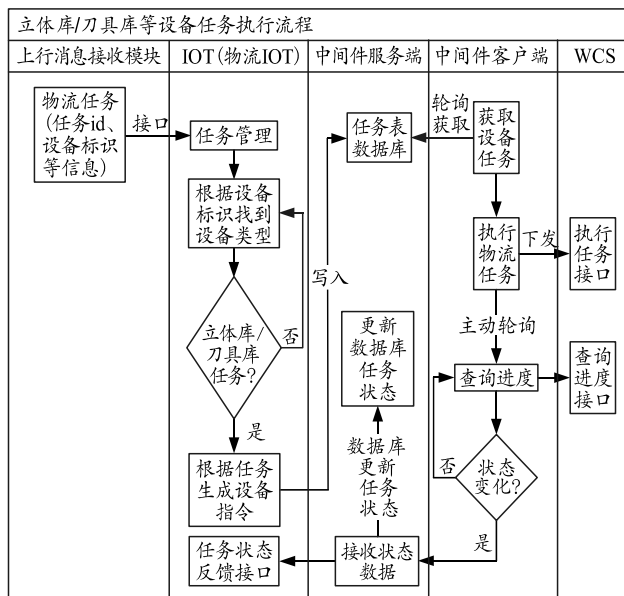


图 7 仓储设备中间件任务执行流程

## 3.3 物流设备中间件实现

### 3.3.1 功能实现

物流设备中间件实现对 AGV 设备的集中控制与调度，提供物流任务接收与管理：接收与展示，通过接口接收物流 IOT 模块下发的物流任务，并在界面上实时展示；接收任务后，下发至 AGVCS 控制系统。结束任务：当任务无法正常结束时，可通过该功能手动结束任务。历史任务查看：提供界面查看历史任务、任务按接收时间倒序排列。程序日志：提供界面查看任务执行日志、报警日志等信息，日志按记录时间倒序排列。AGV 实时数据采集：提供界面查看 AGV 实时数据，并通过接口将采集数据上传。手动下发任务：提供下发任务 demo 程序，用户可以通过下发任务界面手动下发任务，用户输

入任务编号、起始位置、目标位置、托盘号等信息。

### 3.3.2 任务执行流程实现

物流 IOT 通过物流设备中间件程序与 AGVCS 控制程序实现集成，因为物流设备中间件程序和 IOT 所在的网络不同，一个在工控网，一个在无线网，它们之间的数据交互通过网闸实现。物流 IOT 在判断是运输任务后，将物流任务和设备接口地址一起下发给网闸，网闸接收之后，根据接口地址，下发至指定的物流设备中间件程序中。

任务执行流程如图 8 所示。

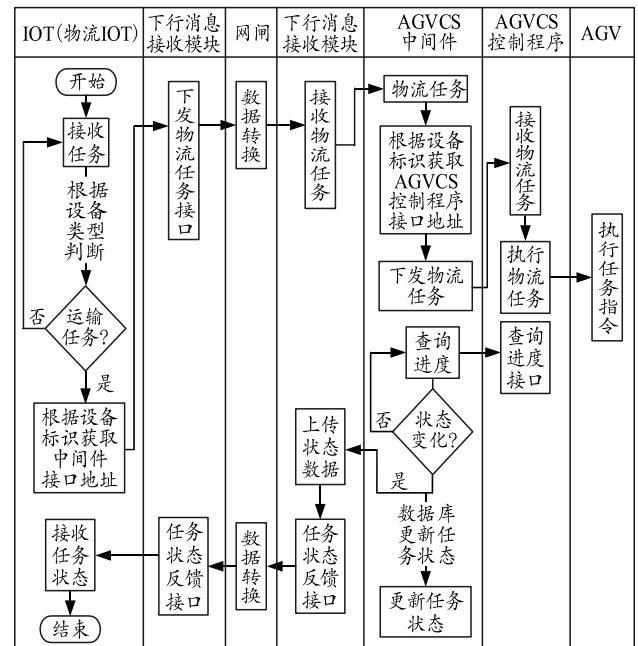


图 8 物流设备任务执行流程

## 4 系统集成实现

智能仓储物流调度系统的网络复杂，涉及的模块众多，给集成带来了极大困难。首先需要完成的是 3 个网络的集成，其次是各个系统模块之间的接口集成，才可以达到数据互通的效果，实现物流任务自动执行、自动反馈，以及物流的智能化运行。网络的集成通过双双向的网闸工具实现，模块与模块之间的集成通过数据接口实现集成，达到物流任务的下发与接收、物流任务执行过程状态监控、数据采集等功能需求。

由于每个模块技术实现方式的不同，需建立数据中心来共享数据，另外基于 MQ 协议的 kafka 消息中间件，实现各模块之间的数据交互与集成。系统内各系统之间的接口通过 HTTP 协议的 RestFul 风格实现<sup>[5]</sup>。

接口集成关系如图 9 所示。

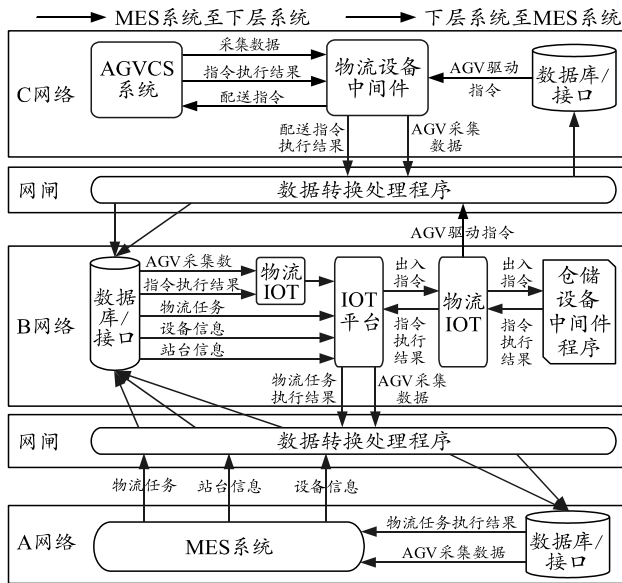


图 9 接口集成关系

### 5 结束语

智能仓储物流调度系统帮助企业解决车间复杂

\*\*\*\*\*

(上接第 5 页)

#### 参考文献:

[1] 鹿海燕, 李明, 温茂萍, 等. 温度对 PBX 炸药压制的作用[J]. 兵器材料科学与工程, 2011, 34(1): 21-23.  
 [2] 侯莉莉, 杨翠兰, 贾存德. 基于 Modbus 协议的仪表上位机与 PLC 的通信[J]. 中国仪器仪表, 2009, 218(10): 47-49.  
 [3] 张玉广, 杨莉. 西门子 S7-1200 PLC 以太网通信研究[J]. 现代计算机, 2021(20): 147-151.  
 [4] 魏君一. 基于数字孪生的零件测量系统开发[D]. 杭州:

\*\*\*\*\*

(上接第 13 页)

#### 参考文献:

[1] 罗家文. 数字化车间实时三维可视化监控关键技术研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2019.  
 [2] 李海澄, 孙涛, 宗伟, 等. 机器人辅助机械加工单元控制系统设计[J]. 机床与液压, 2018, 46(21): 39-42.  
 [3] 申宽. 数控机床与机器人一体化及系统优化布局方法研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2018.  
 [4] 李辉. 基于 Unity3D 的一种桌面级智能制造仿真系统的开发与研究[D]. 天津: 天津职业技术师范大学, 2021.  
 [5] 姜宽, 柯溶, 赵小勇, 等. 数字化车间虚拟监控系统研究[J]. 航空制造技术, 2016(20): 97-100.

环境下的物流信息系统建设, 旨在帮助解决车间中生产物流管理和技术相对滞后的情况, 提升车间生产物流效率, 为车间生产物流建设提供参考依据。下一步, 笔者将进行智能仓储物流调度系统向基于工业互联网的 IOT 平台的建设发展, 更有效地提升车间智能制造水平。

#### 参考文献:

[1] 赖嘉钦. 物料分配调度自动化管理系统设计与实现[D]. 大连: 大连理工大学, 2017.  
 [2] 陈映东. 机械加工数字化车间生产物流系统的总体设计[D]. 重庆: 重庆大学, 2016.  
 [3] 赵延杰. 基于 B/S 模式的物流调度与配送管理系统的设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2014.  
 [4] 陈勇. 调度自动化设备智能管理系统设计与实现[D]. 大连: 大连理工大学, 2017.  
 [5] 张弦弦, 张鑫, 刘治红. 基于物联网的离散制造过程智能管控平台[J]. 兵工自动化, 2019, 38(6): 19-23.  
 [6] 浙江农林大学, 2021.  
 [5] 冯军. 西门子 S7-1200 PLC 程序常用调试方法浅探[J]. 电脑编程技巧与维护, 2021, 433(7): 29-30, 49.  
 [6] 全鸿伟, 胡华丽, 陈韶光, 等. 基于 S7-PLCSIM 的工业机器人集成系统仿真技术的创新应用[J]. 装备制造技术, 2022, 330(6): 143-147.  
 [7] 杨宇, 段有艳, 王旭, 等. 基于 S7-PLCSIM 的 S7-1200 PLC 仿真调试方法探析[J]. 昆明冶金高等专科学校学报, 2019, 35(5): 64-67.  
 [8] 李坡, 王丹. 基于 Snap7 的西门子 PLC 以太网客户端开发[J]. 江苏高职教育, 2019, 19(1): 56-59.  
 [6] 李莹莹. 智能缝制机械数据采集与远程监控系统设计与实施[D]. 北京: 北京工业大学, 2020.  
 [7] 曹宇, 江平宇, 江开勇, 等. 基于 RFID 技术的离散制造车间实时数据采集与可视化监控方法[J]. 计算机集成制造系统, 2017, 23(2): 273-284.  
 [8] 赵浩然, 刘检华, 熊辉, 等. 面向数字孪生车间的三维可视化实时监控方法[J]. 计算机集成制造系统, 2019, 25(6): 1433-1443.  
 [9] 郑博. 一种数控机床状态监控系统的设计与实现[D]. 郑州: 郑州大学, 2017.  
 [10] 叶维生. 物联网环境下车间虚拟监控与故障预警方法研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2018.