

生产设备权限管理控制系统设计及实现

严海磊

(博世汽车部件 (苏州) 有限公司, 江苏 苏州 215021)

摘要: 鉴于目前产线生产设备密码授权的人力成本高, 存在非授权人员操作生产设备的风险, 从风险规避及效率提高的角度出发, 提出了一种生产设备的集中权限管理控制系统方案, 该方案以改造一条单站基于密码授权的轮速传感器生产线为示范, 保证产能的情况下逐步开始向企业的数字化车间管理方向推广。详细介绍了设计的思想及架构、设备权限控制系统软件设计、设备权限管理系统的软件开发及部署。实际工作情况表明: 升级后的产线安全可靠, 降低了因密码授权而带来的人力成本, 杜绝了非授权人员操作生产设备的风险并提高了产能, 同时也为企业的数字化车间管理提供了坚实的保障基础, 为产线优化的推广提供了强有力的依据。

关键词: OPC UA; MES; 设备权限管理; Beckhoff 嵌入式 PC; EtherCAT 现场总线

中图分类号: TP315 **文献标识码:** A

1 引言

随着制造型企业对生产设备自动化程度要求的提高及数量与种类的增多, 设备的安全性及人员操作的防呆问题日益突显^[1-3], 而其中生产设备的权限管理则是重要的一环^[4]。本文提出一套基于 OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture, 开放性统一通信平台架构) 技术的生产设备的集中权限管理控制系统方案并成功应用于某汽车零部件制造企业轮速传感器装配改造线, 以此改造为示范点, 逐步向数字化车间管理方向推广应用^[5]。

OPC UA 是 OPC 基金会为过程自动化的数据通信提供的新标准。借助于先进的 Web Service 技术, OPC UA 可以使各种不同系统的设备在不同的网络中以 C/S (客户端 / 服务器) 的模式进行通信^[5], 它可以部署在设备、

DCS (Distributed Control System, 集散控制系统)、MES (Manufacturing Execution System, 生产制造执行系统) 中^[6-7]。通过订阅和监视服务交换数据地址空间结构, 实现对数据的读、写、发布等操作^[8-10]。因此, OPC UA 技术在制造业的数据收集和监控及设备互联场景中得到广泛的应用。

2 方案拓扑及控制过程描述

本方案的网络拓扑如图 1 所示, 在生产环境中与生产设备交互权限信息的 MES Gateway 服务部署于 APP 应用服务器内, 设备操作人员权限管理系统部署于 Web 服务器内, MES 与操作人员权限管理系统共享 MES 数据库。通过 ACL (Access Control List, 权限控制列表) 来允许 / 阻止生产网络中的设备与办公网络中的客户端间的访

问,即设备的生产数据仅流转于生产网络中,而办公网络中客户端的应用数据和生产数据呈现及报表需要通过 ACL 来访问 Web 服务器获得^[11]。方案中各个设备上均由 Beckhoff 公司提供的 CX-2020 IPC 作为设备端的控制器,同时也作为生产数据的发送者与接受者;设备上用于采集用户信息的读卡器通过由 SICK 公司提供的 CDF600 网关接入 EtherCAT 现场总线并与 IPC 进行数据传输与指令交互。设备操作人员将授权卡靠近各自设备的读卡器,读卡器将操作人员数据通过 CDF600 的 EtherCAT 现场总线网关传输至 IPC 中,IPC 将当前操作人员信息及当前设备信息通过基于 OPC UA 的 MES Gateway 来询问 MES 并根据 MES 回复的操作人员的角色信息决定该操作人员

对当前设备的使用权限,包括手动模式与自动模式的操作权限及对加工工艺配方参数查看及修改的权限。

本文以轮速传感器装配线改造项目中对 St20 Promess 压接工艺站的权限控制为例,介绍实现系统管理员从客户 Web 端为用户添加权限,以及设备操作人员刷授权卡后 Promess 压接工艺站 IPC 根据 MES 回复的设备操作人员授权角色信息为该操作人员开放不同权限的流程中所涉及到的 St20 Promess 压接工艺站权限控制流程的程序设计、与 MES 交互的权限查询流程的基于 OPC UA 双向通信的子程序设计、设备操作人员权限管理系统配置模块的前后端程序开发的整个设计过程。

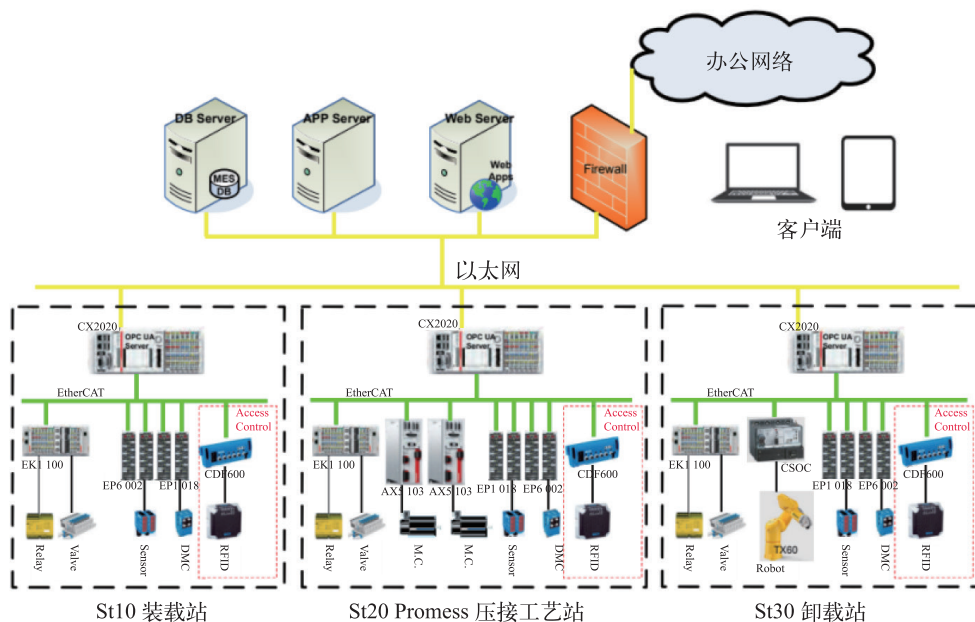


图1 轮速传感器装配线生产设备权限控制及管理系统方案拓扑图

3 St20 压接工艺站权限控制程序设计

3.1 权限控制流程设计

St20 Promess 压接工艺站权限控制的流程如图2所示,系统上电后,初始化各个模块,包括全局结构体 St20AccessControl 中的 AuthCardID、UserName、AccessLine、AccessStation、AccessRole 的各个变量值。压接工艺站的 HMI (Human Machine Interface, 人机接口) 上提示操作人员进行刷卡操作,并对结构体中 AuthCardID 的值进行监控,若操作人员刷卡成功(即 AuthCardID 获取到操作人员授权卡内的卡号信息),则

调用权限查询交互子流程,请求 MES Gateway,并开始计时。如果 5s 内未收到 MES 通过 MES Gateway 返回的查询结果,则在 HMI 上提示请求查询失败;若通过 MES Gateway 收到 MES 返回的查询结果,则根据返回结果的结构体 St20AccessControl.AccessRole 变量的值来为操作人员赋予 Promess 压接工艺站与角色相对应的开放权限。若 AccessRole 的值为空值,表示该操作员无权限操作 Promess 压接工艺站,并通过 HMI 提醒操作人员无权限操作该设备,需要管理员授权;若 AccessRole 的值为 Operator,则为当前操作人员开放 Promess 压接工艺站的

ControlOn 与 ControlOff 功能，并开放自动运行模式的权限；若 AccessRole 的值为 Technician，则为当前操作人员开放 Promess 压接工艺站的 ControlOn 与 ControlOff 功能，并开放手动、自动、步进、换型和回零运行模式，以及允许查看设备的实时状态和 Promess 压接工艺的配

方参数的权限；若 AccessRole 的值为 Engineer，则为当前操作人员开放 Promess 压接工艺站的 ControlOn 与 ControlOff 功能，并开放手动、自动、步进、换型和回零运行模式，允许查看设备的实时状态并允许修改 Promess 压接工艺的配方参数的权限。

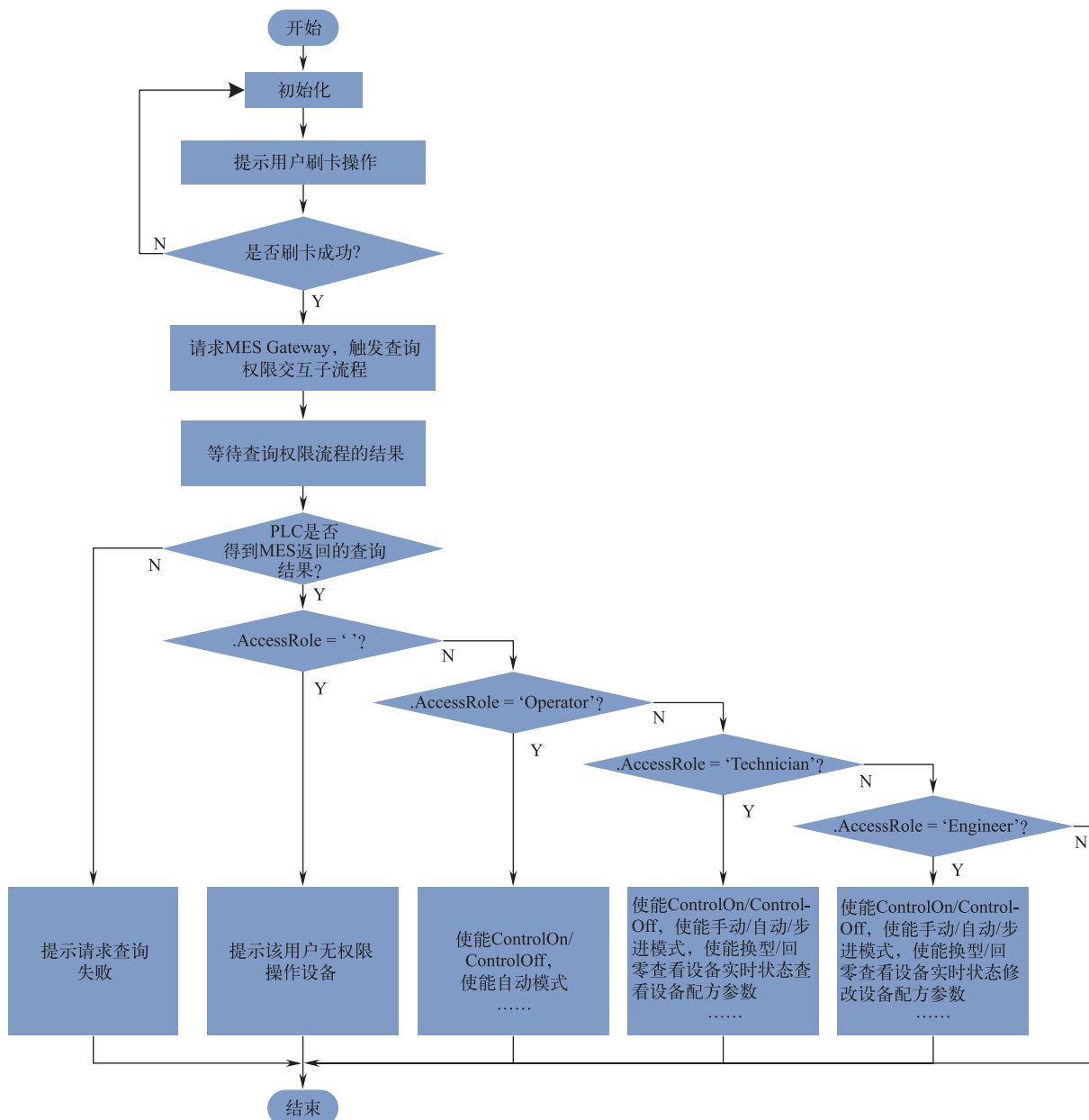


图2 Promess 压接工艺站权限控制流程

3.2 权限查询交互流程设计

St20 Promess 压接工艺站在调用与 MES 交互流程之前须在 IPC 的 OPC UA 服务器声明与 MES Gateway 双向通信

数据结构并与 IPC 的控制程序变量相互映射 (Mapping)。OPC UA 双向通信的数据结构如图 3 所示，其中结构体数组 EventComArray 与 EventComResultArray 为压接工艺站

与 MES Gateway 的握手结构，ResultDataArray 为待请求的操作人员授权卡的请求结构；LcAdditionalDataInArray 为 MES 回复的该操作人员授权卡的权限角色信息及在用户权限管理系统内维护的持卡人信息。并将各个结构变量的属性设置为变量对 OPC UA 客户端（MES Gateway）可见：使能结构变量的结构类型，以及设置 ChangeOverArray、ResultDataArray、ApplResultDataProcess 结构变量对 OPC UA 客户端只读操作。

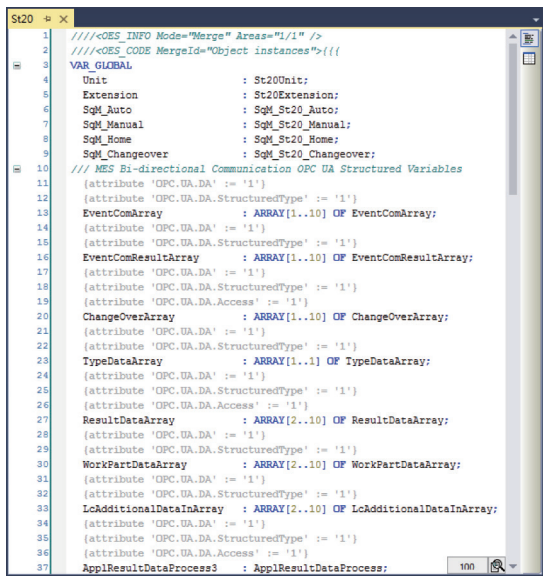


图3 Promess 压接工艺站 MES 的双向通信数据结构

与 MES 交互查询权限的流程如图 4 所示，EventComeArray[2].Event 为压接工站获取操作人员权限流程与 MES Gateway 交互的事件号（PartReceive 事件为 130），ResultDataArray[2].Identifier 为操作人员授权卡 ID，LcAdditionalDataInArray[2].AccessControl.AccessRole 为 MES 回复维护在用户权限管理系统中的该操作人员所拥有的权限，LcAdditionalDataInArray[2].AccessControl.UserName 为 MES 回复维护在用户权限管理系统中的该操作人员的用户名。Promess 压接工艺站 IPC 获取到操作人员授权卡 ID 后，调用权限查询交互子流程，检查 MES Gateway 握手状态 EventComeArray[2].RdyCmd 是否处于准备状态，如果不在准备状态，提示操作人员处理问题并复位 / 初始化握手信号 EventComeArray[2].Event；如果握手处于准备状态，初始化 ResultDataArray[2] 及 LcAdditionalDataInArray[2] 并将授权卡 ID 赋值给 ResultDataArray[2].Identifier，触发 Event 130 事件与 MES

的交互，MES 根据授权卡 ID 及配置在 MES Gateway 中的轮速传感器装配线线号 Line No. 及 Promess 压接工艺站站号 Station No. 查询维护在用户权限管理系统配置模块中的信息并将其返回至 LcAdditionalDataInArray[2].AccessControl.AccessRole 及 LcAdditionalDataInArray[2].AccessControl.UserName 中。如果 MES 查询失败，通过握手结构 EventComResultArray[2].ReturnCode 反馈状态并通过 EventComResultArray[2].ReturnCodeArray[1].Msg 反馈查询失败的原因并提示操作人员处理问题并复位 / 初始化握手信号。

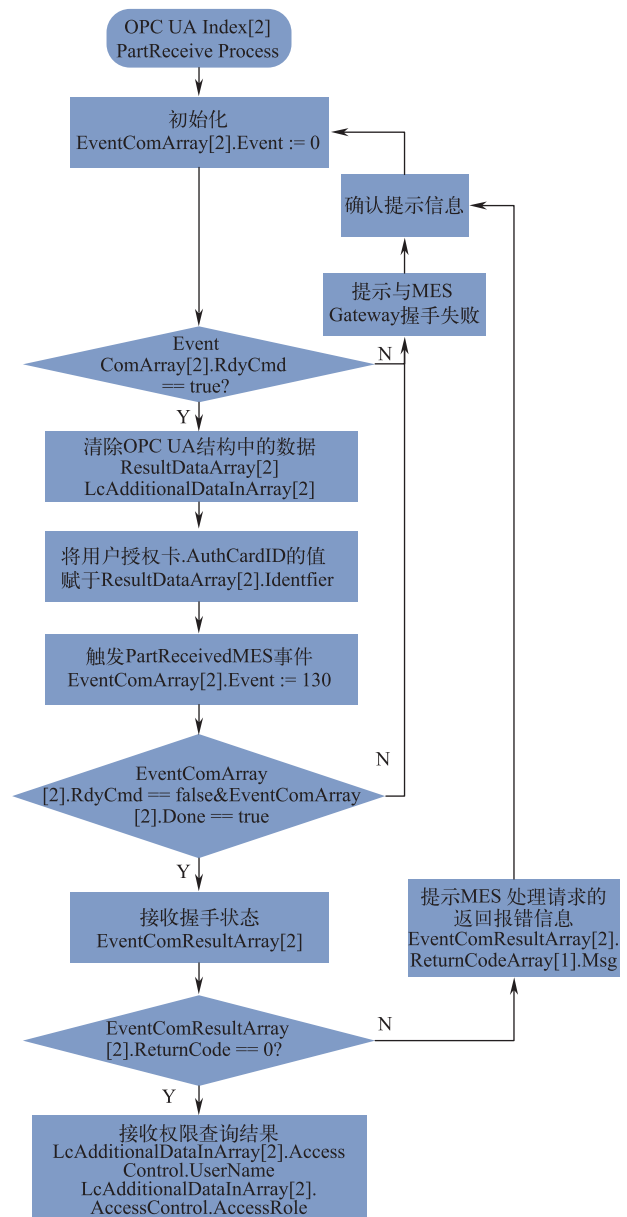


图4 Promess 压接工艺站查询权限的交互子流程

4 权限管理系统配置模块设计

4.1 权限管理系统配置模块介绍

本文所提及的设备操作人员权限管理系统方案的权限配置模块是采用 B/S（浏览器/服务器）的表示层、业务逻辑层及数据访问层的三层软件架构模式开发而成，使权限配置模块前后端分离，便于项目后期维护^[12-14]。将集成权限配置模块的应用程序 IMS（Industries Management System，行业管理系统）部署在 Web 服务器，与 MES 共享用户登录及设备操作人员权限主数据，系统管理员通过办公网络访问在 Web 服务器上发布的 IMS 应用程序的“Production Machine Access Management”模块可对相应的操作人员进行分配使用设备的权限。下面从系统的前端程序开发及系统的后端程序这两个方面介绍设备操作人员权限管理系统配置模块的设计。

4.2 权限管理系统配置模块前端程序开发

为 IMS 的设备操作人员权限管理配置模块创建名为 AccessManagement 的表示层前端页面。前端页面设置 ddlRole 的下拉菜单用于快速筛选查看相应角色的操作人员及对应设备的权限开放信息；设置 ddlLine 的下拉菜单用于快速筛选查看相应产线线号的操作人员及对应设备的权限开放信息；设置 txtCardID 的文本框用于快速查询相应授权卡号的操作人员及对应设备的权限开放信息；设置 txtUserName 的文本框用于快速查询相应操作人员对应设备的权限开放信息；当点击“New Access”按钮后将操作人员所需新权限的信息填写完整，无需刷新页面即可通过调用如图 5 所示的表示层接口 AJAX（Asynchronous JavaScript and XML，异步 JavaScript 和 XML）^[15] 方法将填写完整的操作人员信息（包括授权卡号信息、操作人员用户名、授权产线的线号、授权设备的站号及该操作人员在该设备上的授权角色）以结构体数组的方式传递给配置模块后端的“NewAccess”API（Application Programming Interface，应用程序接口）^[16]，完成对设备操作人员权限信息的录入。

4.3 权限管理系统配置模块后端程序开发

为 IMS 的操作人员权限管理配置模块创建名为 NewAccess 的 API，通过如图 6 所示的应用程序接口即可实现从配置模块前端 Access Management 的动态页面获取授权卡号信息、操作人员用户名、授权产线的线号、授权设备的站号及该操作人员在该设备上的授权角色信息的标签值，并通过调用 NewAccess 的业务逻辑接

口 BLL_MAC.Instance.NewAccess（）及数据访问接口 IDAL_MAC.Instance.ExecSql（）将这些数据插入 MES 的设备操作人员权限主数据中，以供生产现场设备通过基于 OPC UA 的 MES Gateway 调用查询 MES 的授权卡对应的操作人员权限信息。

```
function Submit() {
    var sqldata = $.param($('#New').serializeArray())
    $.ajax({
        type: "POST",
        url: "Ashx\\NewAccess.ashx",
        async: false,
        dataType: "text",
        data: sqldata,
        timeout: 10000,
        success: function (data) {
            alert(data);
            dialogNew.close();
        },
        complete: function () {
        },
        error: function () {
            alert('error');
        }
    });
}
```

图 5 配置模块前后端数据交互的 AJAX 方法

```
/// <summary>
/// Assign Machine/Station Access for New User
/// </summary>
0 references
public class NewAccess : IHttpHandler
{
    0 references
    public void ProcessRequest(HttpContext context)
    {
        context.Response.ContentType = "text/plain";
        ProductionAccessEntity AccessInfo = new ProductionAccessEntity();
        AccessInfo.AuthCardID = context.Request["AuthCard"];
        AccessInfo.UserName = context.Request["Name"];
        AccessInfo.AccessLine = context.Request["LineNo"];
        AccessInfo.AccessStation = context.Request["StationNo"];
        AccessInfo.AccessRole = context.Request["Role"];
        BLL_MAC.BLL_MAC.Instance.NewAccess(AccessInfo);
        context.Response.Write("success");
        context.Response.End();
    }

    0 references
    public bool IsReusable
    {
        get
        {
            return false;
        }
    }
}
```

图 6 配置模块后端 NewAccess 应用程序接口

5 结束语

该改造示范方案投入运行以来，有效地降低了因密码授权而带来的人力成本，杜绝了非授权人员操作生产设备的风险，生产效率也因此而提升了 5%，同时也为数字化车间和数字化操作人员技能培训管理提供了坚实的保障基础，为产线优化的推广提供了强有力的依据。

参考文献

- [1] 张士存, 李云志, 刘众博. 面向制造型企业的数据质量管控研究 [J]. 新型工业化, 2024, 14 (7) : 116-123.
- [2] 丁振兴, 刘丽花, 秦国富, 等. 基于 PLC 的大型泵站设备及自动化改造 [J]. 电气自动化, 2024, 46 (4) : 37-40.
- [3] 胡万里, 符哲. 浅谈防呆法在电动工具产线中的应用 [J]. 电动工具, 2023 (5) : 23-24, 34.
- [4] 杜银学, 郑栋娥, 王金庚, 等. 基于白名单的工控管理系统 [J]. 电子工业专用设备, 2024, 53 (1) : 6-9, 18.
- [5] 王彦桂. OPC UA 技术及其在 EMS 数据采集中的应用 [J]. 自动化与信息工程, 2010 (2) : 43-45.
- [6] 李觉林. PLC 在工业集散控制系统中的应用思考 [J]. 世界有色金属, 2019 (23) : 201-202.
- [7] 杨永将. MES 在输送带制造业中的应用 [J]. 电子技术与软件工程, 2019 (21) : 117-118.
- [8] 何芷芸. 面向 WSN 的 OPC UA 分布式消息中间件的设计与实现 [D]. 沈阳: 中国科学院大学 (中国科学院沈阳计算技术研究所), 2022.
- [9] 刘锁清, 王志伟, 李军红. 基于虚拟 DPU 的生物质锅炉仿真研究 [J]. 自动化与仪表, 2023, 38 (8) : 89-93.
- [10] 杨宏, 郭雄, 王婷, 等. 基于用于过程控制的对象链接和嵌入统一架构发布订阅的设备横向实时通信实验研究 [J]. 自动化与仪器仪表, 2022 (10) : 90-92, 97.
- [11] 高强, 葛先雷, 刘雪瑶, 等. 面向企业信息安全的访问控制列表研究 [J]. 信息技术与信息化, 2021 (6) : 179-181.
- [12] 姚引娣, 王磊, 花静云, 等. 基于 B/S 架构的 LoRa 远程温室监测系统 [J]. 传感器与微系统, 2021, 40 (1) : 78-80, 84.
- [13] 陈传波, 夏义兵. 基于 ASP.NET 技术及三层网络架构的权限管理系统模型 [J]. 计算机工程, 2003 (12) : 101-102.
- [14] 陈华品, 朱望纯. 面向数字化生产的执行制造系统设计与实现 [J]. 桂林电子科技大学学报, 2023, 43 (3) : 252-258.
- [15] 郭炜杰, 包晓安. 基于 Ajax 的智能终端一次性口令身份认证仿真 [J]. 计算机仿真, 2023, 40 (7) : 176-179.
- [16] 孙立哲. 异步接口性能测试方案中关键技术设计优化与实践 [J]. 计算机应用与软件, 2023, 40 (8) : 13-16, 103.

收稿日期: 2024-08-07