

本文引用格式: 陈阳,陈坚泽,刘庆云.基于物联网的新一代节能数据中心智能监控系统[J].自动化与信息工程,2022,43(6):46-51.
CHEN Yang, CHEN Jianze, LIU Qingyun. Intelligent monitoring system of new generation energy-saving data center based on internet of things[J]. Automation & Information Engineering, 2022,43(6):46-51.

基于物联网的新一代节能数据中心智能监控系统*

陈阳¹ 陈坚泽¹ 刘庆云²

(1.广东液冷时代科技有限公司, 广东 佛山 528000

2.广东云伴智能科技有限公司, 广东 广州 510610)

摘要: 新一代节能数据中心在原数据中心基础上引入了液冷技术,这对数据中心的监控提出了更高的要求。为此,提出基于物联网的新一代节能数据中心智能监控系统。该系统包括动力、防灾、节能、安防、日常维护管理等监控模块,并构建新一代节能数据中心信息全方位链接网络,助力管理智能决策,提升数据中心能效利用率与信息管理水平。

关键词: 物联网; 液冷技术; 射频识别; 节能数据中心; 监控系统

中图分类号: TP391.44; TP308

文献标识码: A

文章编号: 1674-2605(2022)06-0008-06

DOI: 10.3969/j.issn.1674-2605.2022.06.008

Intelligent Monitoring System of New Generation Energy-saving Data Center Based on Internet of Things

CHEN Yang¹ CHEN Jianze¹ LIU Qingyun²

(1.Guangdong Liquid Cooling Technology Co., Ltd., Foshan 528000, China

2.Guangdong Yunbang Technology Co., Ltd., Guangzhou 510610, China)

Abstract: The new generation of energy-saving data center introduces liquid cooling technology on the basis of the original data center, which puts forward higher requirements for the monitoring of the data center. Therefore, a new generation intelligent monitoring system for energy-saving data center based on the Internet of Things is proposed. The system includes power, disaster prevention, energy conservation, security, daily maintenance management and other monitoring modules, and builds a new generation of energy conservation data center information all-around link network to help manage intelligent decision-making and improve the energy efficiency utilization and information management level of the data center.

Keywords: internet of things; liquid cooling technology; RFID; energy saving data center; monitoring system

0 引言

随着信息技术和大数据产业的快速发展,其产业建设需求也得到爆发式增长^[1]。数据中心是互联网的核心基础设施,广泛应用于政府部门、电信、金融等行业。对数据中心进行节能、防灾、维护等监控,是保证各行业业务正常、有序运行的关键。随着数据中心建设规模地不断扩大,传统依靠人工的监管手段,不仅需投入大量的人力资源,还存在监管不到位、人工误决策等问题,难以满足当前大型、复杂数据中心

管理的需求。基于物联网技术的监控系统,为数据中心实现智能监控提供了有效的途径^[2-4]。张祖刚等^[5]开发基于物联网技术的数据中心智能运维管理平台,实现数据中心智能化运维管理;翟源伟^[6-7]开发基于物联网的机房监控及预警平台,研究数据中心机房异常预警机制,保障了网络设备安全与平稳地运行;李苗等^[8-9]研究基于物联网技术的中心机房动力环境监测系统,将设备运行情况通过网络传输到PC端和手机客户端,实现机房的可靠、稳定运行。目前,基于物联网技术的数据中心监控系统多针对数据中心的日

46 * 基金项目: 佛山市高新区高技术产业化创业团队专项(2020197000110); 佛山市“蓝海人才计划”创新创业团队项目(2030032000083)。

常维护、异常预警等单一业务进行管理,或针对其中动力设备等单一设备进行监控,未能对数据中心的日常维护、防灾管理、资产监管等进行统一监控。另外,随着数据中心建设规模的进一步扩大,其能耗问题引发了广泛的关注。为节约能耗,数据中心的建设引入新一代节能技术——液冷技术,这对数据中心监控能力提出了更高的要求。

为此,本文针对新一代节能数据中心开发一套基于物联网技术的智能监控系统,实现日常维护、安防监管、防灾预警、节能管理等业务的统一监控与管理。

1 系统需求分析

本文研究对象为华南某数据中心。该数据中心由一栋主楼、一栋辅楼组成,其中主楼共6层,设置有IT机房、末端风柜房、配电房等;辅楼共2层,第1层放置中央空调主机及相应设备,第2层放置冷却水塔。数据中心重点服务器的机柜已完成液冷技术改造,其采用间接液冷技术进行精准节能控制。间接液冷技术原理图如图1所示。

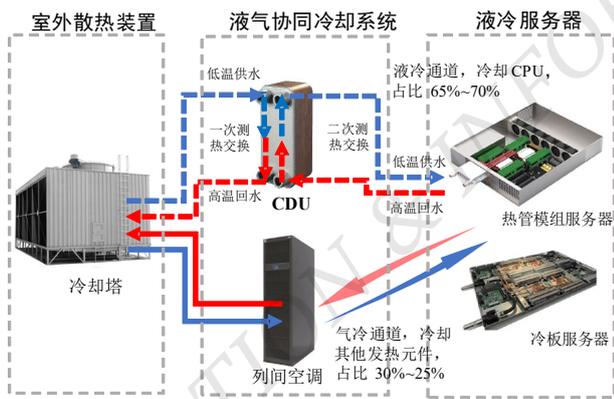


图1 间接液冷技术原理图

图1中,间接液冷技术采用液气协同冷却的方法,其中液冷通道主要负责精准冷却CPU,冷却发热量约占比65%~70%;气冷通道主要负责冷却其他发热元件,冷却发热量约占比30%~25%;另有5%的冷却发热量为其他冷却耗散。

间接液冷技术的引入,有效降低了空调系统的能耗,并实现重要服务器的精准控温,全面提升服务器

性能。然而,间接液冷技术的引入亦给数控中心监控提出了更高的要求,主要包括如下5个方面:

1) 动力监控,动力设备是保证数据中心正常运行的基础设施,动力监控重点监测动力设备,包括供电、UPS、蓄电池、发电机、PDU等;

2) 防灾监控,火灾和漏水是严重威胁数据中心正常运行的重大灾害,需实现灾情即时预警,并尽可能排除误报、漏报情况;

3) 节能监控,国家标准GB50174—2017《数据中心设计规范》^[10]规定,数据中心主机房、UPS系统等有相应的温度、湿度要求,节能监控通过监测当前环境的温度、湿度,对空调系统、液冷系统进行智能调节;

4) 安防监控,需保证数据中心资产安全,防止人为入侵破坏等;

5) 日常维护管理,数据中心包括小型机、服务器、网络、存储、备份等上千套设备,设备种类繁多且数量大,需采取有效手段高效管理设备的资产录入、定期盘点、台账登记等。

2 系统物联网框架设计

物联网(internet of things, IoT)的概念由麻省理工学院Ashton教授提出^[11],一般包括感知层、网络层和应用层。其中,感知层包括射频识别(radio frequency identification, RFID)、红外传感、全球定位系统(global positioning system, GPS)、激光扫描等先进感知技术与智能装置,对物理世界进行感知识别;网络层基于电信网络、互联网或专用网络,包括延伸网、接入网、核心网等,实现感知信息网络互联与传输;应用层通过应用基础设施/中间件为物联网应用提供集成、网络管理等通用基础服务设施、能力和资源调用接口。物联网实现了人与物、物与物之间信息交互和无缝链接网络,有效达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策的目的。因此,本文基于物联网技术设计新一代节能数据中心智能监控系统。

2.1 总体架构

新一代节能数据中心智能监控系统物联网架构

拓扑图如图 2 所示。

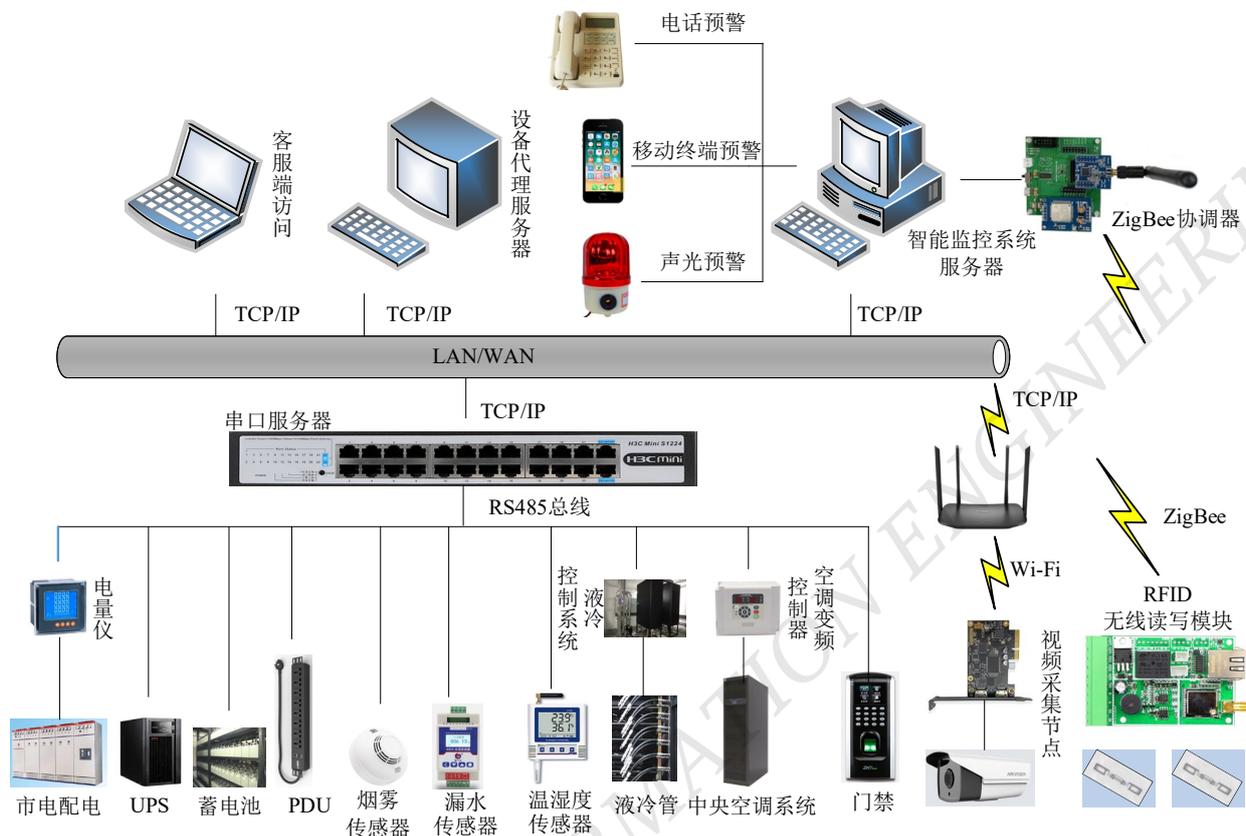


图 2 新一代节能数据中心智能监控系统物联网架构拓扑图

感知层设备主要包括电量仪、UPS、蓄电池、PDU 等自带的传感器、烟雾传感器、漏水传感器、温湿度传感器、空调变频温控调器、视频采集节点、RFID 无线读写模块、门禁等；网络层主要包括 RS485 总线、LAN/WAN 网络、TCP/IP 网络、ZigBee 无线网络等，摄像头拍摄的视频通过 Wi-Fi 接入 TCP/IP 网络，RFID 无线读写模块通过 ZigBee 无线接入服务器，其他传感器基于 RS485 总线汇总后，由串口服务器接入监控网络；应用层主要包括客服端、设备代理服务器、智能监控系统服务器等，其中智能监控系统服务器可实现电话预警、移动终端预警、现场声光预警等功能。

2.2 系统主要功能模块

基于物联网的新一代节能数据中心智能监控系统主要包括动力监控、防灾监控、节能监控、安防监控、日常维护管理等功能模块。

2.2.1 动力监控模块

动力监控模块一方面可以保证数据中心的正常运行，另一方面可有效获取数据中心的能效信息，协助能效优化决策。目前，数据中心机房能效评估指标应用较广泛的是 The Green Grid 联盟提出的电能利用效率（PUE）^[12]：

$$PUE = \frac{\text{数据中心机房总用电量}}{\text{IT设备总用电量}}$$

其中，数据中心机房总用电量包括 IT 设备、空调系统、配电系统等用电量。PUE 越小，表明数据中心机房电能的利用效率越高。

动力监控模块通过电量仪、UPS、蓄电池、PDU 等自带的传感器，经 RS485 总线汇总后，由串口服务器接入监控网络，传输至用户业务层，实现动力设备

故障预警、数据中心能效的管理与决策。

2.2.2 防灾监控模块

防灾监控包括消防监控与漏水监控两个方面。消防监控通过监测烟雾报警器、红外感应信息，及时发现火灾，并通过网络传输监控管理服务器，实现电话、短信以及现场声光等预警。漏水监控实时接收漏水传感器信息，发现水位异常时，通过电话、短信以及现场警报灯发出预警信息。

2.2.3 节能监控模块

数据中心各设备 24 h 运行，若产生的热量较大，将影响设备的高效运行。传统的数据中心采用中央空调进行散热，其能耗约占系统总能耗的 35% 以上，影响数据中心的能效利用率。新一代节能数据中心除了传统中央空调散热外，还对重点 IT 设备引入间接液冷技术，精准调节服务器的温度。因此，节能监控模块包括液冷管流量控温与中央空调控温控湿 2 部分。数据中心机房机柜节能监控布局如图 3 所示。

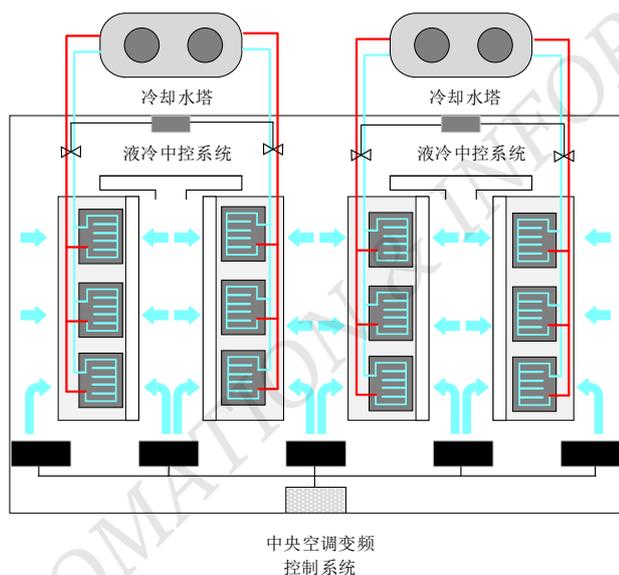


图 3 数据中心机房机柜节能监控布局图

数据中心机房的各机柜背对背或面对面布局，温湿度计放置在数据中心周围。各机柜服务器设有液冷管道，冷液通过液冷管道与外设冷却塔进行热交换。液冷管道控制系统根据 CPU 温度，调整液冷管道冷

液流量，精准调节 CPU 温度，在提升 CPU 性能的同时节约能耗。中央空调变频控制系统根据温湿度传感信息变频调整空调模式与出风量，实现智能温控。

2.2.4 安防监控

安防监控模块的门禁系统对进入数据中心的人员进行自动登记与记录，并按上传监控管理服务器，以便事后校对核验。通过摄像头获取的视频信息，经 Wi-Fi 接入 TCP/IP 网络传输至中控计算机系统，进行视频图像识别。若识别到非法入侵行为，通过电话、短信以及现场警报灯发出预警信息。

2.2.5 日常维护管理

数据中心设备种类较多，且各设备维护规则多样。设备维护业务主要包括设备入库、设备维护出库、设备报废回收、设备盘点、资产减值、设备运行状态、维修记录等。采用 RFID 读写设备自动采集设备状态信息，可实现数据中心设备高效管理。基于 RFID 的数据中心设备管理业务流程如图 4 所示。

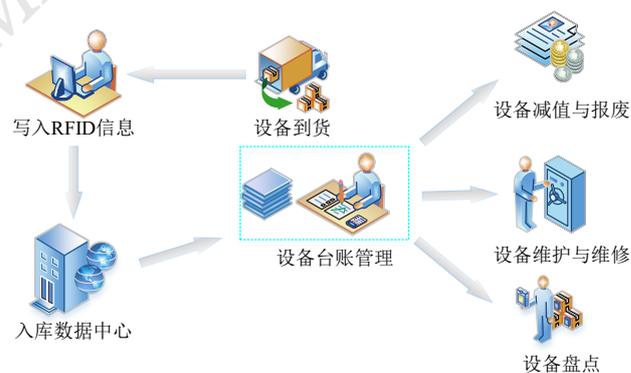


图 4 基于 RFID 的数据中心设备管理业务流程图

设备购入后贴上资产二维码与 RFID 电子标签；RFID 读写设备读取标签，完成设备入库状态更新，设备进入台账管理；台账按设备维护规则，推送维护信息，管理人员进行出库维护或呼叫厂家进厂维护；管理人员记录突发维护信息；设备台账定期推送盘点业务，盘点人员利用 RFID 读写设备进行盘点操作，打印盘点清单；设备台账每年按规则进行减值处理；资产报废出库后，设备台账清零。

3 系统开发

基于物联网的新一代节能数据中心智能监控系统

统包括传感知层、网络接入层、业务应用层、决策平台层、展示服务层等，软件架构如图 5 所示。

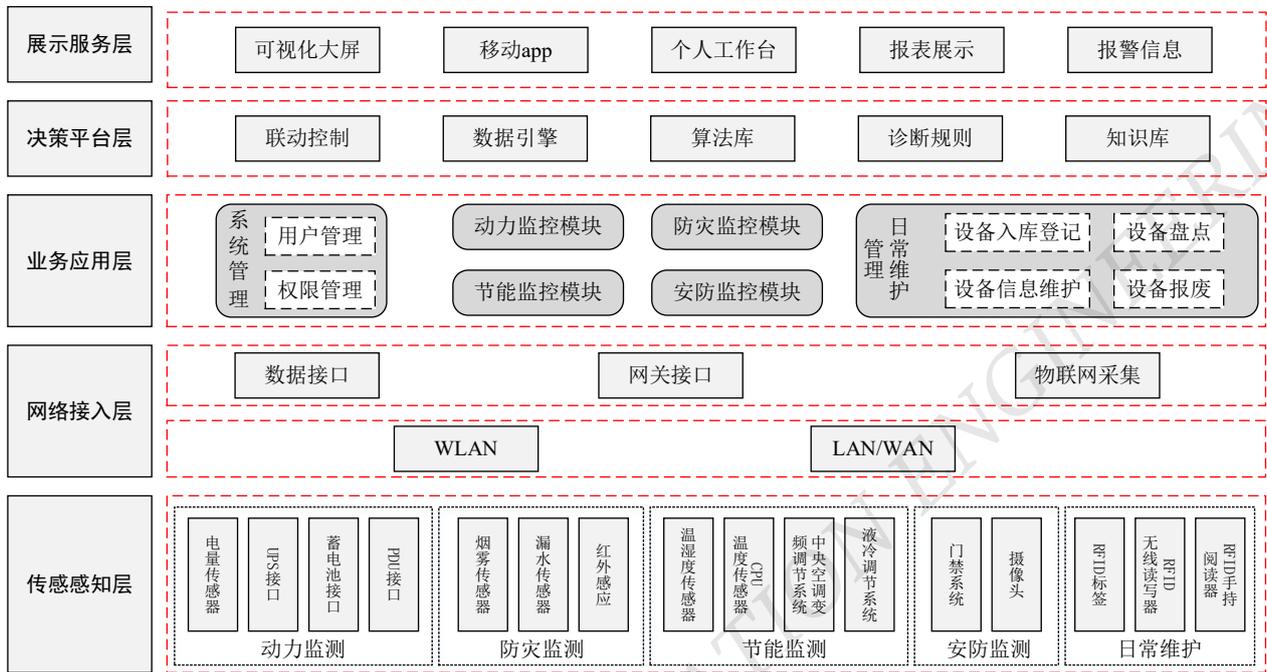


图 5 新一代节能数据中心智能监控系统软件架构图

传感知层通过传感器及其相关接口获取动力、防灾、节能、安防、日常维护等监测信息；这些信息通过网络接入层，经 WLAN、LAN/WAN 传输至业务应用层；业务应用层基于监测信息，执行动力监控、防灾监控、节能监控、安防监控、日常维护管理等功能，另外业务应用层还包括用户管理和权限管理等系统管理功能；决策平台层配置联动控制、数据引擎、算法库、诊断规则、知识库等，协助用户设定/设计数据中心物联网监控规则/方法；展示服务层通过可视化大屏、移动 app、个人工作台、报表展示、报警信息等展示数据中心运行情况，实现人机交互。

新一代节能数据中心智能监控系统软件基于 LabVIEW 上位机实现传感知层的监测信息可视化界面的开发。利用 JSP 和 JavaScript 搭建的 Servlet 服务器模型，完成业务应用层处理需求。基于 Android/iOS 系统开发监控系统移动 app，提供便捷的数据中心实时监控功能。

4 结语

基于物联网的新一代节能数据中心智能监控系统实现的功能有：1) 实时在线获取动力、防灾、安防等监控信息；2) 根据环境温、湿度做出节能智能决策，提升数据中心能效；3) 重点设备实现全生命周期台账管理。

参考文献

- [1] 中国 IDC 圈研究中心. 2019-2020 年中国 IDC 产业发展研究报告[R].北京:科智咨询(中国 IDC 圈产业研究中心), 2020.
- [2] 卞丽情.试析计算机机房维护中的物联网技术[J].电脑知识与技术,2022,18(5):114-115.
- [3] ALRAWAIS A, ALHOTHAILY A, HU C Q, et al. Fog computing for the internet of things: security and privacy issues[J]. IEEE Internet Computing,2017,21(2):34-42.
- [4] 尹钟舒,洛向刚,杨成,等.物联网(IoT): 国内现状和国家标准综述[J].网络安全技术与应用,2022(9):108-111.

- [5] 张祖刚,贾琨.基于物联网技术的数据中心智能运维管理平台[J].智能建筑电气技术,2022,16(3):116-118.
- [6] 翟源伟.基于物联网的机房监控及预警平台[D].北京:北京化工大学,2020.
- [7] 张立平,林浩斌,胡晓景.风冷空调节能装置监控系统研究[J].自动化与信息工程,2013,34(5):28-32.
- [8] 李苗,史怀利,吴建辉.基于物联网技术的机房动力环境监测系统的研究与应用[J].技术与市场,2022,29(4):119-120.
- [9] 唐艳凤,张亚婉,陈富树.基于 ZigBee 的医用仪器仓库无线监测系统设计[J].机电工程技术,2021,50(3):123-125.
- [10] MAJID M, HABIB S, JAVED, A R, et al. Applications of wireless sensor networks and internet of things frameworks in the industry revolution 4.0: a systematic literature review[J]. Sensors, 2022, 22 (6).
- [11] 刘韵洁.物联网产业发展现状与未来展望[C].RFID 与物联网高峰论坛(香港), 2010.
- [12] The Green Grid. The Green Grid data center power efficiency metrics: PUE and DCiE [R]. Technical Committee White Paper, USA, IEEE, 2008.

作者简介:

陈阳,男,1984年生,硕士研究生,高级工程师,主要研究方向:计算机应用技术研究。E-mail: gdcc_chenyang@foxmail.com

陈坚泽,男,1983年生,硕士研究生,主要研究方向:电气自动化、计算机应用技术研究。

刘庆云,男,1985年生,硕士研究生,主要研究方向:计算机软件工程。

(上接第 45 页)

5 结语

本文通过对碳化硅外延设备的原理及组成介绍,阐述控制系统、程序架构、数据交互和控制零件的设计。在程序及设备稳定运行的基础上,外延参数精度、生长速率、掺杂浓度等工艺指标都达到设计要求。

参考文献

- [1] 张峰,刘斌.宽禁带半导体物理专题·编者按[J].中国科学:物理学 力学 天文学,2022,52(9):5.
- [2] XU Jiale, GU Lei, YE Zhechi, et al. Cascode GaN/SiC: a wide-bandgap heterogenous power device for high-frequency applications[J]. IEEE Transactions on Power Electronics,2020, 35(6):6340-6349.
- [3] 赵丽霞,张国良.生长温度对 4HN-SiC 同质外延层表面缺陷的影响[J].微纳电子技术,2019,56(5):414-418.
- [4] 黄延延,林跃,于海斌.软 PLC 技术研究及实现[J].计算机工程,2004,30(1):165-167.
- [5] 顾志刚.PLC 程序模块化在现代化工厂中的应用[J].冶金与材料,2022,42(2):25-26.
- [6] 童霏,薛飞.基于有限状态机原理的工作流组件实现方法[J].自动化应用,2021(1):65-67,70.
- [7] 曲楠,李岩,宋万强,等.基于 Socket 异步技术的设备数据通讯设计[J].工业控制计算机,2022,35(2):52-53,111.
- [8] 杨韬.用C语言实现类实例化的研究[J].微型机与应用, 2016, 35(23):15-17.

作者简介:

盛飞龙,男,1988年生,硕士,工程师,主要研究方向:半导体设备电气控制研究。E-mail: shengfeilong123@126.com

钟新华,男,1975年生,硕士,研究员,主要研究方向:半导体设备研究与开发。

王鑫,男,1994年生,硕士,主要研究方向:半导体设备电气控制研究。

伍三忠,男,1968年生,硕士,正高级工程师,主要研究方向:半导体设备自动控制研究。

戴科峰,男,1983年生,硕士,高级工程师,主要研究方向:算法和自动控制。

仇礼钦,男,1995年生,硕士,主要研究方向:算法和自动控制。