

信息科学与工程研究

Information Science and Engineering Research

Volume 4 Issue 6 December 2023 ISSN 2737-4815(Print) 2737-4823(Online)



Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.
Tel.:+65 65881289
E-mail:contact@nassg.org
Add.:12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819



《信息科学与工程研究》为全球电子信息与工程同行发表有创见性的学术论文，介绍有特色的科研成果，探讨有新意的学术观点提供理想园地，扩大国际交流。以从事电子信息技术开发的科研人员、工程技术人员、各大专院校师生、计算机爱好者为主要作者和读者群体。本刊是一本拥有高水准的国际性同行评审团队的学术期刊出版物，编委鼓励符合本刊收稿范围的，有理论和实践贡献的优质稿件投稿。

为满足广大科研人员的需要，《信息科学与工程研究》期刊文章收录范围包括但不限于：

- 通信与安全
- 计算机网络安全
- 信息科学
- 指导与传感技术
- 计算机应用技术
- 电子通信工程

版权声明/Copyright

南洋科学院出版的电子版和纸质版等文章和其他辅助材料，除另作说明外，作者有权依据Creative Commons国际署名－非商业使用4.0版权对于引用、评价及其他方面的要求，对文章进行公开使用、改编和处理。读者在分享及采用本刊文章时，必须注明原文作者及出处，并标注对本刊文章所进行的修改。关于本刊文章版权的最终解释权归南洋科学院所有。

All articles and any accompanying materials published by NASS Publishing on any media (e.g. online, print etc.), unless otherwise indicated, are licensed by the respective author(s) for public use, adaptation and distribution but subjected to appropriate citation, crediting of the original source and other requirements in accordance with the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license. In terms of sharing and using the article(s) of this journal, user(s) must mark the author(s) information and attribution, as well as modification of the article(s). NASS Publishing reserves the final interpretation of the copyright of the article(s) in this journal.

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.
12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819
Email: info@nassg.org
Tel: +65-65881289
Website: <http://www.nassg.org>



About the Publisher

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd. (NASS) is an international publisher of online, open access and scholarly peer-reviewed journals covering a wide range of academic disciplines including science, technology, medicine, engineering, education and social science. Reflecting the latest research from a broad sweep of subjects, our content is accessible worldwide – both in print and online.

NASS aims to provide an analytics as well as platform for information exchange and discussion that help organizations and professionals in advancing society for the betterment of mankind. NASS hopes to be indexed by well-known databases in order to expand its reach to the science community, and eventually grow to be a reputable publisher recognized by scholars and researchers around the world.

Database Inclusion



Asia & Pacific Science
Citation Index



Creative Commons



MyScienceWork



Google Scholar



Crossref



China National Knowledge
Infrastructure

信息科学与工程研究

Information Science and Engineering Research

主 编

陈惠芳

浙江大学，中国

编 委

曾念寅 Nianyin Zeng

刘新华 Xinhua Liu

涂 锐 Rui Tu

李绍滋 Shaozi Li

刘士虎 Shihu Liu

马建伟 Jianwei Ma

朱昌明 Changming Zhu

刘超勇 Chaoyong Liu

彭照阳 Zhaoyang Peng

吴 喆 Zhe Wu

- | | | | |
|----|---|----|--|
| 1 | 电力信息安全问题分析与防范措施探讨
/ 曹凌宇 | 29 | 保护定值数字化系统的研究和应用
/ 杨磊 李茂 夏永健 刘艳 王仁强 |
| 4 | 变电站无人值守系统的解析
/ 张廷杰 | 33 | 海事航保北斗短报文通信发展方向探析
/ 闻俊 |
| 7 | 液晶拼接墙的显示效果与校准技术
/ 王红 | 36 | 5G EPS Fallback 感知关键问题研究及处理方案
/ 李明 李春彬 |
| 10 | 基于 360° 视角的行车记录仪数据分析与深度学习
算法
/ 杨晓平 秦敏 | 39 | 人员车辆现场定位系统实施研究——以 T 公司为例
/ 董梦彤 |
| 13 | 基于图像处理的仪器检测与诊断技术研究与应用
/ 谢维滨 | 44 | 虚拟仿真技术在《传感器与检测技术》课程实训中的
应用
/ 郝敏钗 任家仪 乔煜哲 |
| 16 | 在 Linux 上从源代码构建 Qt
/ 刘立媛 李楠 邹澎涛 王兴会 | 49 | 一种基于 Transformer 大模型实现 AI 拦截骚扰电话的
方案
/ 张国庆 芦月璞 |
| 19 | 移动放射源监控系统业务需求和方案设计要点浅析
/ 范国华 杨正龙 | 52 | 晶圆顶升气缸设计及其在芯片刻蚀设备中的性能分析
/ 沈大勇 |
| 22 | 可远程控制的 5G 基站微光伏充电系统设计
/ 马玉英 丁亮 吕岩 任现坤 | 55 | 信息化与人工智能的应用与发展
/ 刘吉明 |
| 26 | 基于机器视觉的半导体硅片缺陷检测系统设计与应用
/ 陈锋 傅兴群 汪征 | 58 | 基于智能控制的节能照明系统研究与应用
/ 章欢乐 孙水生 陈亚萍 |

- 1 Analysis of Electric Power Information Security Problems and Discussion of Preventive Measures
/ Lingyu Cao
- 4 Analysis of Unattended System in Transformer Substation
/ Tingjie Zhang
- 7 Display Effect and Calibration Technology of LCD Splicing Wall
/ Hong Wang
- 10 Data Analysis and Deep Learning Algorithm of Driving Recorder Based on 360° Perspective
/ Xiaoping Yang Min Qin
- 13 Research and Application of Instrument Detection and Diagnosis Technology Based on Image Processing
/ Weibin Xie
- 16 Building Qt from Source on Linux
/ Liyuan Liu Nan Li Pengtao Zou Xinghui Wang
- 19 Analysis of the Business Requirements and Scheme Design Points of Mobile Radioactive Source Monitoring System
/ Guohua Fan Zhenglong Yang
- 22 Design of Micro-photovoltaic Charging System for 5G Base Station with Remote Control
/ Yuying Ma Liang Ding Yan Lv Xiankun Ren
- 26 Design and Application of Semiconductor Silicon Wafer Defect Detection System Based on Machine Vision
/ Feng Chen Xingqun Fu Zheng Wang
- 29 Research and Application of Digital Protection System for Fixed Values
/ Lei Yang Mao Li Yongjian Xia Yan Liu Renqiang Wang
- 33 Exploration and Analysis of the Development Direction of Beidou Short Message Communication in Maritime and Aviation Protection
/ Jun Wen
- 36 Research and Solution on Key Issues of 5G EPS Fallback Perception
/ Ming Li Chunbin Li
- 39 Research on the Implementation of Personnel and Vehicle Site Positioning System — Taking T Company as an Example
/ Mengtong Dong
- 44 The Application of Virtual Simulation Technology in the Practical Training of Sensors and Detection Technology Course
/ Minchai Hao Jiayi Ren Yuzhe Qiao
- 49 A Solution for AI Interception of Disturbance Calls Based on Transformer Large Model
/ Guoqing Zhang Yuepu Lu
- 52 Design of Wafer Lifting Cylinder and Its Performance Analysis in Chip Etching Equipment
/ Dayong Shen
- 55 The Application and Development of Informatization and Artificial Intelligence
/ Jiming Liu
- 58 Research and Application of Energy-saving Lighting System Based on Intelligent Control
/ Huanle Zhang Shuisheng Sun Yaping Chen

Analysis of Electric Power Information Security Problems and Discussion of Preventive Measures

Lingyu Cao

State Grid Shandong Electric Power Company Heze City Dingtao District Power Supply Company, Heze, Shandong, 274100, China

Abstract

The electric power industry is regarded as one of the core pillars of national economic and social progress, but with the rapid progress of information technology, the security of electric power information has become more and more obvious. As an important strategic resource and strategic asset, electric power information is of great significance to the national economy and social informatization. Ensuring the security of electricity information is not only related to the national energy security, but also closely related to the social production activities and the daily life of the people. Therefore, it is imperative to strengthen the construction of electric power information security. The purpose of this paper is to make an in-depth analysis of the various problems faced by the power information security, and to explore the corresponding preventive measures to ensure the stable and reliable operation of the power system.

Keywords

electric power information security; problem analysis; preventive measures and discussion

电力信息安全问题分析与防范措施探讨

曹凌宇

国网山东省电力公司菏泽市定陶区供电公司, 中国 · 山东 菏泽 274100

摘 要

电力产业被视为国家经济和社会进步的核心支柱之一,但随着信息技术的飞速进步,电力信息的安全性问题变得越来越明显。电力信息作为重要的战略性资源和战略性资产,对国民经济和社会信息化具有十分重要的意义。确保电力信息的安全性不只是涉及国家的能源保障,它还与社会的生产活动和民众的日常生活息息相关。因此,加强电力信息安全建设势在必行。论文的目的在于对电力信息安全所面临的各种问题进行深入分析,并探索相应的预防措施,以确保电力系统能够稳定和可靠地运行。

关键词

电力信息安全; 问题分析; 防范措施探讨

1 引言

当今社会,电力已经成为现代生活不可或缺的一部分。电力行业的顺畅运行不仅关系到国家经济的稳定增长,还直接关系到人民生活的正常进行。然而,随着信息技术的飞速发展,电力信息系统的重要性日益凸显,与之伴随而来的电力信息安全问题也变得愈加突出。电力信息安全的丧失可能导致灾难性后果,包括停电、数据泄露,甚至可能危及国家安全。因此,论文旨在深入研究电力信息安全问题,并提出相应的防范措施,以确保电力系统的稳定、可靠运行,维护国家安全和社会稳定。论文首先分析电力信息系统面临的威胁和脆弱性,然后探讨电力信息安全的重要性,最后提出一

系列有效的防范措施,以满足当今电力行业的安全需求。

2 电力信息系统的重要性

2.1 国家安全

对于任何国家的政府来说,国家安全始终是首要的关注点。在信息化时代下,随着社会经济和科学技术的快速发展,中国电力行业也取得了很大进步。电力信息系统的流畅运作对于国家的安全是至关重要的。在当前形势下,如何确保电力系统安全稳定地运行成为电力企业面临的一大难题。首先要明确的是,电力系统的安全状况与国家基础设施有着直接的关联。一旦发生停电事故,会给人们的生活带来极大不便,同时也严重影响国民经济发展。电力供应的突然中断有可能引发交通系统的完全瘫痪、医疗机构无法正常运作、紧急救援服务受到阻碍,甚至有可能对国家的国防体系构成威胁。

【作者简介】曹凌宇(1987-),中国山东菏泽人,本科,工程师,从事信通通讯研究。

此外,电力系统可以提供可靠的信息来源,为社会生产活动以及科学研究提供数据保障,也为政府的通讯网络和军事设备提供了支持。在现代社会中,由于电网结构越来越复杂、设备数量也日益增多、供电可靠性要求不断提高等原因,使得电力系统一旦遭到破坏就会使整个国民经济遭受重大损失。因此,电力信息系统的损坏有可能给国家的国防实力带来重大打击。

2.2 经济稳定

电力信息系统的稳定性对于国家经济的稳固起到了至关重要的作用。在国民经济中,电力是重要的基础能源和战略物资。在当代社会中,几乎每一项经济行为都高度依赖于电力的供给。电力是一种重要的能源和动力资源。无论是工业制造、商务活动、交通物流、医疗健康还是科学研究,电力供应的稳定性都是至关重要的。在这些场合中,由于电网运行方式和负荷分布不均匀以及各种自然因素造成了严重的电能质量问题。电力的中断可能会引发生产的停滞、交通的拥堵和医疗设备的失效,这都可能对国家的经济稳定造成威胁。

另外,电力信息系统的安全状况也直接影响到电力市场的稳定运行。在电力系统中,电力价格是由市场供求关系决定的。电力市场的不稳定性有可能引发电价的波动,这将对消费者和电力生产者的利益产生负面影响。电力市场的不规范会给电网企业带来巨大风险,甚至造成电网事故,威胁到电力系统运行的可靠性。电力市场的不稳定性有可能进一步削弱投资者对电力产业的信赖,从而对国家经济增长产生不良影响。电力信息系统一旦发生故障将严重危及电网运行的稳定性,甚至造成重大安全事故。因此,保障电力信息系统的安全性对于保持国家经济的稳定性是非常关键的。

2.3 社会生活

在我们的日常社会生活中,电力信息系统的关键作用也得到了体现。电力是国民经济发展和人民生活必不可少的重要资源。在现代社会中,电力对人们的日常生活起到了不可或缺的支撑作用。电力是一种特殊商品,是国家经济发展必不可少的资源之一,也是人民群众生产与生活不可或缺的重要能源。无论是家庭、学校、医疗机构还是办公空间,电力供应都是不可或缺的。如果电力系统出现故障或者断电将会给人们带来很大的损失和影响。电力供应的中断有可能引发生活困扰、通讯中断、医疗器械无法正常工作,甚至有可能对人们的生命安全构成威胁。

此外,电力信息系统还支持了现代通信和媒体。互联网、手机通信、广播电视等都依赖于电力供应。电力信息系统的不稳定性可能导致通信中断,媒体无法正常运行,从而影响到社会的信息流通和公共舆论的形成。

3 电力信息系统的威胁

3.1 网络攻击

在电力信息系统中,网络攻击被视为最大的威胁之一。

网络安全问题已成为电力部门关注的焦点。电力系统高度依赖计算机控制和远程监视,这增加了其对网络攻击的脆弱性。随着计算机与互联网技术的发展,网络安全问题日益受到重视,并成为当前研究热点之一。网络攻击的种类繁多,涵盖了分布式拒绝服务攻击(DDoS)、恶意软件攻击、网络侵入以及信息窃取等多种形式。在电力系统安全中,由于存在着大量的非授权用户和不安全因素,因此网络安全问题显得尤为突出。这类攻击有可能引发电力系统的中断、数据的丢失和系统的损坏。

分布式拒绝服务攻击(DDoS)属于网络攻击的一种形式,攻击者试图通过向系统发送大量无效请求来占用系统资源,从而导致系统无法正常运行。由于其具有隐蔽性强、破坏性大等特点,已经成为网络安全领域研究的热点之一。在电力信息系统的运行中,DDoS攻击有可能使电力系统不能满足合法用户的需求,进而可能引发电力供应中断和服务失效。随着电网规模不断扩大,网络环境越来越复杂,电力信息数据日益增多,网络安全问题也日益突出。这直接威胁到国家的安全与经济的稳定性。

3.2 数据泄露

电力信息系统正面临着数据泄露这一严重的威胁。在电力系统中,由于其自身运行方式和管理方法上的特殊性,使得系统内存在着大量的敏感数据。电力信息系统涵盖了众多的敏感数据,其中包括了用户的详细信息、电力的消耗数据以及系统的配置详情等。由于电力系统具有很强的封闭性和安全性,使得这些数据在传输过程中存在很大安全风险,如网络窃听、篡改以及非法入侵等。如果这批数据被未经授权的人访问或泄漏,不仅会对用户的个人隐私造成不良影响,还有可能被利用来进行其他形式的恶意行为。

数据的泄露有可能侵犯到用户的个人隐私,从而对用户的信赖度和信任度产生负面影响。电力信息系统是一个开放的环境,它能为人们提供大量的信息资源,但同时也有很多潜在的风险。如果用户对电力信息系统的隐私保护能力持怀疑态度,他们可能会对此系统产生反感,这可能会对电力系统的稳定运作和进一步发展产生不良影响。

3.3 恶意软件

在电力信息系统中,恶意软件构成了另一个巨大的风险。随着电力信息系统规模的不断扩大,对其安全提出了越来越高的要求。恶意软件是恶意软件的一种,它们通常被设计为隐藏在系统内部,执行各种有害的操作,例如破坏数据、窃取信息、中断服务等。在电力信息系统里,恶意软件有可能引发系统的崩溃、数据的丢失以及电力的中断。

恶意软件有多种传播方式,如电子邮件附件、恶意网站和移动设备等。在电力系统中,这些恶意软件往往以文件形式存在于服务器上。如果恶意软件侵入电力信息系统,它有可能进行破坏性的操作,从而损害系统的完整性和可用性。在一些情况下,它们还可能导致电网崩溃,并引起严重

的经济损失。这给国家的经济稳定和社会生活带来了隐患。

4 电力信息安全的防范措施

4.1 网络安全措施

一方面,电力公司与政府部门需要构建健全的网络防火墙和入侵检测系统,以便有效地监控和拦截可能的网络攻击行为。另一方面,通过对各种应用进行分析来发现非法用户,包括非法登录的个人计算机以及其他一些合法设备。这套系统有能力检测并制止恶意的流量,确保电力信息系统不被未经许可的侵入。

定时对系统进行更新和保养是确保网络安全的核心环节。系统中的漏洞和弱点有可能被恶意攻击者所利用,因此有必要定期进行系统的升级和修复,以确保系统的安全运行。

密码管理也是网络安全的一部分。强密码和多因素认证可以帮助防止未经授权的访问。此外,访问权限应根据需要进行分配,以确保只有经过授权的人员可以访问系统。

4.2 数据安全措施

为了避免未获授权的访问,数据需要被加密存储和传输。对数据必须进行解密处理,以便恢复出原始信息。利用加密技术,即便数据遭到窃取,攻击者也不能轻易地获取其内容。

数据的备份同样是确保数据安全的核心环节。备份数据包括文件和磁盘等介质上保存的所有信息。定时进行数据备份有助于数据的恢复,避免数据的丢失或损坏。备份的数据应当被保存在一个安全的地方,并接受加密的防护措施。

数据的访问权限应当仅限于那些需要了解的人员。如果用户对某一特定系统有特殊需求,则不能直接访问该系统中的敏感数据。只有获得授权的个体才有资格访问敏感信息,这一点可以通过访问控制列表和权限配置来达成。

对监测数据的获取和应用同样具有极高的重要性。日志记录系统有能力追踪哪些人访问了这些数据,以及他们是何时进行访问的,从而有效地识别出可能存在的数据滥用情况。

4.3 进行人员培训

对人员的培训构成了电力信息安全的核心部分。不只是电力公司的工作人员,政府部门的职员也应当深入了解网络和数据安全的最优策略。

培训课程应该包括增强网络安全意识,这包括识别网

络威胁和采取适当措施保护系统的方法。在进行网络安全知识教育时,企业还应该向员工灌输安全理念。员工还需要认识到数据安全的关键性,这包括如何有效处理敏感的数据以及如何报告可疑的行为。

此外,为了更好地应对新出现的风险和技术,员工还需要定期参加最新的培训课程。企业必须保持对网络环境变化的敏感性。由于网络安全是一个持续变化的领域,员工有责任始终掌握最新的专业知识。

4.4 制定法律法规和政策

为了确保电力信息的安全性,制定相关的法律法规和政策显得尤为关键。为了确保电力信息系统的安全性和可靠性,政府部门应当与电力公司紧密合作,共同制定相应的法律法规和政策措施。

这些建议的法律和规定可能涵盖了强制性的网络安全准则,这些准则要求电力公司实施特定的网络安全策略。此外,在制定有关的法律时必须考虑到用户和商业组织的利益,以及可能导致的安全问题。它们还有权确定数据安全的最优做法,以确保敏感数据得到适当的保护。

为了激励电力公司实施更多的安全策略,政府也可以出台相关政策,如奖赏那些达到特定标准的公司。如果没有这些措施,那么就需要对电力公司进行监管并提供资金支持。这样的措施能够鼓励企业在电力信息安全方面进行投资,从而更好地维护国家电力系统的安全。

5 结语

在电力信息安全这一重要议题中,我们深入探讨了一系列关键措施,包括网络安全、数据安全、人员培训以及法律法规和政策的制定。电力信息安全对于国家的经济、国家安全和运行至关重要。随着电力系统的不断现代化和数字化,我们必须时刻保持警惕,采取必要的措施来保护这一关键基础设施。

参考文献

- [1] 廖仲钦,刘东华,杨凡玉.电力企业信息网络安全防范措施探讨[J].网络安全技术与应用,2021(12):113-114.
- [2] 王刚,陈丽,赵海萍.电力企业计算机信息网络存在的安全问题与防范措施探讨[J].现代信息科技,2019,3(19):3.
- [3] 李竿佑.对电力信息安全问题分析与防范措施探讨[J].网络安全技术与应用,2016(9):2.
- [4] 周磊.电力信息安全问题分析与防范措施研究[J].文渊(高中版),2021(4):11-12.

Analysis of Unattended System in Transformer Substation

Tingjie Zhang

Huozhou Coal and Power Group Power Supply Branch Company, Huozhou, Shanxi, 031400, China

Abstract

With the support of information technology, artificial intelligence technology, Internet of things technology is effectively applied in substation construction and operation, especially in the automated counting, communication network technology, radio frequency identification technology, intelligent control technology under the joint application of the intelligent auxiliary control system for unattended substation, and realize the remote control of substation, and the use of monitoring, early warning, control, ensure the safety and reliability of substation operation, further improve the level of substation operation. The paper mainly provides a detailed analysis of the unmanned system in substations, in order to gain a detailed understanding of the operating mode of the unmanned system and ensure the safe and reliable operation of the substation.

Keywords

substation; unattended; system analysis

变电站无人值守系统的解析

张廷杰

霍州煤电集团供电分公司, 中国 · 山西 霍州 031400

摘 要

在信息技术的支持下, 人工智能技术、物联网技术等在变电站建设和运行中得到有效应用, 尤其是在自动化计数、通信网络技术、射频识别技术、智能控制等技术的联合应用下, 智能辅助控制系统为变电站无人值守提供了可能, 并实现变电站的远程控制, 并利用监控、预警、控制等手段, 保障变电站的安全可靠性运行, 进一步提高变电站运行水平。论文主要对变电站无人值守系统进行详细解析, 从而对变电站无人值守系统的运行模式进行详细了解, 保障变电站的安全可靠性运行。

关键词

变电站; 无人值守; 系统解析

1 引言

在现代化电力产业高速发展背景下, 无人值守变电站系统的建设成为重要趋势, 为电网的智能化、高效化运行、管理和生产创建了良好的条件。在远程技术、网络技术、通信技术、智能技术的支持下, 无人值守变电站系统的高效运行, 可以对变电站运行过程中的数据、参量、图像等进行动态监控, 方便工作人员对变电站运行情况进行实时了解, 方便监控中心对变电站进行遥控、遥测、遥信、遥调和遥视, 保障变电站的有效性监视和维护。通过这种方式可以保障变电站的安全运行, 并减少值班人员的费用开支, 并进行智能化、便捷化调度维护, 实现集中化管理, 真正实现变电站的智能化、远程化管控。

2 无人值守变电站的意义

随着科学技术的发展, 无人值守变电站的建设成为电

网系统未来发展的重要趋势。在变电站无人值守模式下, 可以通过全端信息采集设备, 对变电站各类设备的运行状态进行实时监测, 并把采集的数据传输到主控中心, 帮助工作人员实时掌握变电站运行情况, 真正实现远程操控。无人值守变电站的推广和应用, 可以进一步提高变电站运行管理的安全性, 并结合实际情况, 提高变电站安全标准, 并通过多种自动化的监控设备、操作软件的协同作用, 形成综合性自动化系统, 从而进一步提高变电站各个设备的自我故障诊断能力, 才能及时发现变电站运行中的异常情况, 并及时启动应急预案, 避免引起更大的故障问题, 保障变电站设备的高质量运行。此外, 在变电站无人值守运行模式下, 可以利用综合监控设备, 实现变电站设备的动态监控, 从而保障设备电压始终保持标准化, 最大程度上满足供电质量; 在变电站无人值守模式下, 可以利用自动化、综合性监管系统, 实现变电设备的自我诊断, 一旦出现设备异常情况, 综合监管系统会自动进行自检, 明确故障类型、位置、时间等, 并发出报警信号, 提醒工作人员及时检修, 最大程度上减少设备故障问题的出现, 减少设备维护量, 有效控制变电站运维成本;

【作者简介】张廷杰(1971-), 男, 中国山西芮城人, 工程师, 从事供电技术管理研究。

在变电站无人值守模式下,可以实现变电站运行管理工作的方便性与快捷性,并对现代化网络技术、监控设备进行优化应用,如红外对射装置、温湿度传感器、门禁控制器等,实现远程监控和操控,减少运维管理工作量;且还能够实现模块化管理,通过并联电路,对环境动力监控、综合报警监控等系统进行有效对接,形成模块化的综合监控系统^[1]。

3 变电站无人值守系统建设要点

3.1 系统功能要求

①系统管理,在网络连接的作用下,实现主控中心、各级子系统的集中化管理,并能够利用各个系统中的管理权限,把无人值守系统的运行参数进行集中显示,以便进行综合性管理。②监控防盗,利用电子围栏、红外对射探测器、高清视频监控等设备,实现动态安全报警,并在主控进行高清晰录像,保障变电站设备安全,避免被盗。③监控消防,利用烟感探测器、火焰探测器等设备,对变电站火灾等事故进行动态监控,一旦发现异常情况,需要第一时间发布安全报警,方便工作人员及时获得故障信息,并及时作出响应,高效开展设备抢修作业。④监控门禁,在无人值守系统运行中,需要出入人员通过专门磁卡获得出入权限,或者输入口令,同时能够在系统中记录出入人员信息,为后续查询、报警等工作的开展提供依据,保障变电站安全性。⑤监控环境,利用红外线遥控命令,实时监控变电站温度、湿度,当采集的数据不在规定范围内时,就会自动启动室内空调、风机等设备,调节室内温湿度,保障供电环境安全。⑥声音视频监控,通过专业监控设备,对变电站人员出入、线路、设备、环境等情况进行动态监控,且能够进行视频、声音记录,保障变电站安全运行。

3.2 明确评估标准

随着科学技术的发展,越来越多的先进技术和设备在电力系统中得到有效应用,促进了无人值守变电站模式的全面推广。基于此,国家提出了相关技术准则,如 Q/GDW231—2008《无人值守变电站监控中心技术导则》等,为无人值守变电站建设提供了统一性的评估标准,为变电站的高质量、安全性运行提供技术保障。在这些技术准则中,对无人值守变电站建设标准、设备安装、系统设计等进行了明确规定,同时提出了可行性的技术管理制度,实现无人值守变电站的规范性建设与管理。

3.3 完善组织体系

为了实现无人值守变电站的安全可靠性运行,需要优化组织体系建设,为无人值守模式的有序开展创建良好条件。要结合实际情况,优化组织体系建设,才可以对变电站设备运行情况实施全过程远程遥控,并综合性评估设备安装质量、周边环境情况等,还需要对设备运维人员的综合能力进行全方位考量,且在接收到系统故障信号后,第一时间开展设备维护、故障处理、定期检修等工作,保障无人值守变

电站的可靠性运行。此外,还需要结合实际工作需要,组织体系各个岗位职责进行明确,合理划分各个技术人员的工作内容,保障各项工作的有序开展。

4 变电站无人值守系统分析

4.1 视频监控子系统

在音视频信号采集环节中,要结合变电站具体的电压等级,选择合适型号的摄像机,并设置针对性的监控点。如 500kV 变电站的建议摄像机数量为 40 个左右;220kV 变电站的建议摄像机数量为 20~30 个;110kV 变电站的建议摄像机数量为 16 个左右。通常情况下,摄像机布设位置为围墙、大门、主控楼顶、高压室、室内外等,结合不同区域的功能需求的差异性,需要对设备类型进行合理设置。海康威视的视频服务器采用创新的智能视频分析(IVS)技术,内嵌矢量方向运动检测算法,建立三维化的目标跟踪,能够比较准确地得到目标在视频场景中的距离与高度值,降低了实际使用中的误报率^[2]。

4.2 环境监测子系统

在变电站无人值守系统设计建设中,要结合具体的运行需求,对各类环境监测设备进行科学安装,其中包含温湿度传感器、风速传感器、水浸探头等,通过这些设备可以对变电站室内、周边的环境变化进行动态监测,并及时上传采集的信息,方便工作人员实时了解变电站运行情况。其中,温湿度传感器主要配置在主控室、继保室、通信室、蓄电池等室内。其具体技术参数如图 1 所示。此外,风速传感器的安装可以实时检测风速数据,一旦超过规定范围,会自动启动紧急预案,方便工作人员及时作出响应。主要配置在变电站主控楼顶^[3]。

技术参数	
温度测量范围	-25℃~85℃
温度测量精度	温度 ±0.5℃ (-10℃~60℃)
湿度范围范围	5% RH~95% RH(非凝结)
湿度范围精度	湿度 ±3% RH (20% RH~90% RH, 25℃)
响应时间	≤ 15s
数据传输距离	≥ 800m
输出信号	4~20mA

图 1 温湿度传感器技术参数

4.3 安全防范子系统

为了保障变电站设备的安全性,避免被盗、被破坏,需要安装防范设备,如红外对射、电子围栏、红外双鉴、声光报警器等,一旦发现异常情况,会自动发布警报信号,并把信号传输到主控站,提醒工作人员启动应急预案,保障设备安全性。当发生报警时,报警信息能够及时上传给主控中心,并且能联动相关设备,如启动照明灯光、声光报警器等^[4]。

4.4 火灾报警子系统

在变电站各个防区安烟感等火灾探测器,以便对变电站室内以及周边环境的烟雾情况进行实时监测,一旦发现异常情况,第一时间发出报警信号。主控站通过电缆与火灾报警设备进行连接,一旦检测到火灾,报警主机向主控站传输报警信息,且结合预置规则,启动联动功能,方便工作人员及时到达现场进行事故处理,其还会启动现场灯光照明,对监控设备位置进行调整,方便监控中心及时了解现场火灾情况;且还可以与门禁、开关等设备进行联动,方便人员逃生,且自动切断设备电源,避免引起更大的危害。

4.5 其他方面

①门禁子系统,可以对变电站出入口进行实时监控,出入人员需要通过智能卡才能打开门禁,且系统可以自动识

别智能卡上的身份信息,持卡人只有在规定时间、权限范围内刷卡出入,且能够自动存储出入人员信息,提高变电站设备运维效率^[5]。②智能控制子系统,利用辅助控制设备,对现场灯光、水泵、空调等设备进行远程操控,具体如图2所示。

5 结语

综上所述,随着科学技术的发展,计算机网络技术、视频通信技术、自动化技术等变电站无人值守系统中发挥了重要作用,可以实现变电站的智能化、自动化控制,保障无人值守变电站的安全可靠性运行。因此,需要对变电站无人值守系统进行优化设计,引进最新的智能化技术和设备,完善系统设计方案,实现变电站环境、安防、消防等的有效监控和智能调节,减少变电站运行问题的出现。

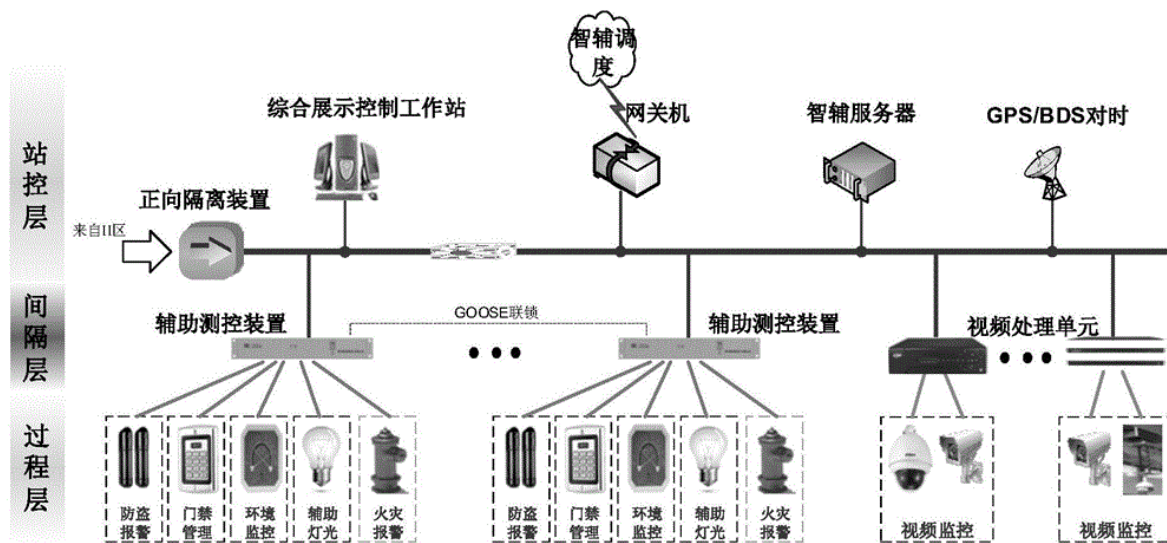


图2 智能子系统运行结构图

参考文献

- [1] 肖波,王永宏.电网企业以智慧消防发展为导向的无人值守变电站消防安全管理[C]//2020中国消防协会科学技术年会论文集,2020.
- [2] 樊银涛,常海莎,金世强.变电站(室)无人值守研究与应用[C]//第二十五届粤鲁冀晋川辽陕京赣闽十省市金属学会矿业学术交流会论文集(下册),2018.
- [3] 杨海军,张爱君.图像监控预警系统在无人值守变电站的典型应用[C]//山东电机工程学会2012年度学术年会论文集,2012.
- [4] 李晓娥,彭海,严海波.无人值守变电站数字视频远程图像监控系统[C]//2008年电力信息化高级论坛论文集,2008.
- [5] 蔡明.利用远程图像监控系统实现变电站的无人值守[C]//广东省电机工程学会2003-2004年度优秀论文集,2005.

Display Effect and Calibration Technology of LCD Splicing Wall

Hong Wang

Shenzhen Hongshi Holdings Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

LCD splicing wall has been widely used in commercial, security monitoring, advertising and multimedia industries. This kind of display wall is composed of multiple liquid crystal display, has a large display area. To ensure that the displays are seamless and colored, calibration becomes critical. This paper discusses the display effect of LCD splicing wall, highlighting the adjustment of color uniformity, brightness and contrast, and details the common calibration techniques and methods, such as software-hardware assisted calibration, camera calibration and adaptive calibration. Correct calibration can not only improve the display effect, but also prolong the service life of the LCD splicing wall.

Keywords

liquid crystal splicing wall; display effect; calibration technology

液晶拼接墙的显示效果与校准技术

王红

深圳鸿拾控股有限公司，中国 · 广东 深圳 518000

摘 要

液晶拼接墙在商业、安全监控、广告和多媒体行业中得到了广泛应用。这类显示墙由多块液晶显示器组成，拥有超大的显示面积。为了确保各显示器之间呈现出的画面无缝衔接且色彩一致，对其进行校准变得至关重要。论文探讨了液晶拼接墙的显示效果，突出了颜色均匀性、亮度和对比度的调整，同时详细描述了常用的校准技术和方法，如软硬件辅助的校准、摄像机校准和自适应校准等。正确的校准不仅可以提高显示效果，还能延长液晶拼接墙的使用寿命。

关键词

液晶拼接墙；显示效果；校准技术

1 引言

液晶拼接墙技术起源于 20 世纪末，最初被应用于高端的监控室和电视墙，随后逐步渗透至零售、展览、教育和企业会议中。其发展受益于液晶显示技术的进步，特别是在液晶单元尺寸增大、边框变窄以及成本下降的推动下。液晶拼接墙以其几乎无缝的视觉体验、出色的亮度和对比度，以及较低的能耗和长期的稳定性，成为众多行业内的首选。

液晶拼接墙由多个液晶显示单元组成。每个显示单元都具有自己的显示驱动器，可以独立接收和显示视频信号。拼接墙中的每个单元都紧密地排列在一起，通过专业的拼接处理器进行信号同步和处理，以确保画面在各个显示单元之间的无缝过渡。这些拼接单元的边框尽可能地设计得细窄，以减少单元之间的间隙，从而在视觉上实现近乎无缝的大屏幕。

液晶拼接墙的核心在于其复杂的控制系统。控制系统不仅协调各个显示单元的工作，确保画面连贯，还负责色彩

校正和亮度调整等任务，以达到最优的显示效果。此外，现代液晶拼接墙通常配备有自动校准功能，能够检测单元之间的色彩和亮度差异，并自动进行调整，保证了长期运行中的显示一致性。

论文将结合深圳鸿拾控股有限公司在商业显示屏领域的研发生产经验，详细探讨液晶拼接墙在显示效果方面的表现以及提升这些显示特性的校准技术。

2 液晶拼接墙的显示效果

2.1 颜色均匀性的重要性

颜色均匀性是评价液晶拼接墙显示质量的核心指标之一，它直接影响到最终显示图像的真实性和观赏性。颜色均匀性差将导致图像在拼接缝隙处出现色差，使整个显示画面看起来零碎，严重影响视觉效果连贯性和美观度。因此，颜色均匀性在液晶拼接墙的设计、生产和应用中占有至关重要的地位。

在液晶拼接墙的实际应用场景中，如监控中心、广告显示、公共信息展示等，颜色的准确性和一致性尤为重要。例如，对于紧急响应中心而言，颜色的变化可能代表着不同级别的警报和信息。如果颜色显示不一致，可能会导致错误的信息传递，影响决策和响应。

【作者简介】王红（1991-），男，中国广东深圳人，本科，从事智慧显示集成系统的开发与实施研究。

在艺术展览和商业展示等领域，颜色的一致性能够保证展示内容的艺术表现力和商业传播的效果。观众往往对色彩有着敏感的反应，颜色均匀性的优劣直接关系到观众对展示内容质量的判断。

2.2 液晶拼接墙的显示效果

除了颜色均匀性之外，液晶拼接墙的显示效果还包括多个关键参数：亮度、对比度、清晰度和响应时间等。这些参数共同决定了拼接墙是否能够提供高质量的图像和视频展示。

2.2.1 亮度一致性

亮度一致性是指拼接墙上不同显示单元间显示亮度的均匀分布。在多块显示屏组成的大屏幕中，任何一块屏幕的亮度偏差都可能造成观感上的不舒适，尤其是在展示单色背景或是灰度图像时，亮度不均会更为明显。因此，确保每块屏幕经过精确的亮度校准是至关重要的^[1]。

2.2.2 对比度调整

对比度是指显示器能够展现的最亮和最暗部分的明显度。高对比度能够使图像看起来更为生动，层次更分明。在拼接墙中，需要调整和优化每块屏幕的对比度设置，以确保整个画面在视觉上的一致性和图像内容的清晰度。

2.2.3 清晰度与分辨率

液晶拼接墙的总体分辨率是由单个显示单元的分辨率和拼接数量决定的。为了达到最佳的显示效果，需要保证单个屏幕的高分辨率，并且通过精细的边缘匹配和几何校正，确保整体图像的清晰度不受影响。

2.2.4 响应时间和动态表现

拼接墙显示单元的响应时间也是评价其显示效果的一个重要因素，尤其是在播放高速动态画面时。快速响应时间可以减少图像拖影，提升动态画面的流畅性。为此，选择响应时间短的液晶屏并通过技术调整优化是提升动态显示效果的关键。

2.2.5 视角依赖性

液晶拼接墙由于其物理结构，可能存在视角依赖性问题，即从不同的角度观看可能会感受到亮度和颜色的变化。优化视角性能，确保在较宽的观看范围内提供一致的视觉体验，对于提高显示效果同样重要。

2.3 画面无缝衔接的挑战

在液晶拼接墙的应用中，实现画面的无缝对接对技术提出了较高要求。最直观的挑战来自物理边框，即便是极窄边框设计也难以做到真正意义上的无缝。画面在多屏拼接时，必须确保边缘处色彩和亮度的完美融合，以避免视觉上的不连贯感。此外，每个显示单元的制造差异和使用过程中的老化会造成显示效果的微小偏差，这些在拼接后的整体画面中尤为显眼^[2]。

解决这些问题需要综合运用多种技术。首先，硬件设计上的创新，如进一步缩小边框宽度和采用隐形边框技术。其次，软件层面的高级校准技术可以精确调整每个单元的色彩和亮度，以达到整体一致。再次，智能图像处理算法对拼接处的内容进行优化，以减少视觉断层。最后，精细的机械

安装技术也是确保物理对齐精确度的关键^[3]。

3 液晶拼接墙的校准技术

3.1 校准的目的与意义

校准的主要目的是消除液晶拼接墙中各个独立显示单元在色彩、亮度、对比度以及几何位置上的差异，以实现整体显示效果的一致性。通过精确校准，可以确保图像在拼接缝隙之间无缝过渡，整个画面呈现出无差错的完整图像。

校准确保了图像的色彩和亮度达到设计标准，使显示内容更加鲜明、自然，提升了图像的整体质感。对拼接缝隙周围的单元进行精准校准，避免视觉上的断裂，尤其是在大尺寸、宽幅的图像展示中。在需要准确色彩输出的应用场景（如医疗影像、精确测绘等）中，校准确保了信息的正确表达和传递。定期的校准可以识别并及时校正由于老化等原因导致的显示性能衰减，延长液晶拼接墙的使用寿命。校准可以提供一致的色彩和亮度体验，减少视觉疲劳，增强用户的观看舒适度。

3.2 软硬件辅助的校准

3.2.1 校准设备与工具介绍

①校准设备。

色彩分析仪：用于测量和分析屏幕上的颜色表现，精确到每个像素点的颜色值。

亮度计：测量屏幕的亮度水平，确保整个拼接墙的亮度一致性。

校准相机：高精度相机可以捕捉到液晶拼接屏的整体图像，并用于分析颜色和亮度的均匀性。

软件：校准软件是连接硬件设备与拼接屏的桥梁，可以管理硬件设备的数据收集，同时提供校准算法和用户界面。

②校准工具。

色彩管理软件：用于调整和优化屏幕的色彩设置，包括色温、饱和度、对比度等^[4]。

几何校正软件：修正屏幕间的对齐问题，消除由于安装误差导致的图像变形。

亮度均匀性调整工具：保证在整个液晶拼接墙上实现亮度的均匀分布。

自动校准系统：某些系统集成自动校准功能，能够在监测到屏幕参数变化时自动执行校准程序。

3.2.2 校准流程和步骤

校准流程一般包括以下步骤：

准备阶段：设置校准设备，安装必要的软件，并确保液晶拼接屏预热至稳定状态。

基准测量：使用色彩分析仪和亮度计等设备对拼接屏进行基准测量，记录原始的显示状态。

数据分析：通过软件分析测量得到的数据，确定需要调整的参数和校正的方向。

自动调整：在软件的辅助下，自动调整屏幕的色彩、亮度等参数，直至达到预定的标准。

手动微调：如果必要，进行手动微调，特别是在对齐和几何校正方面。

验证和监控：校准完成后，再次测量以验证调整效果，并持续监控显示状态，以便及时进行再校准。

通过这样的流程，可以确保液晶拼接墙的每个单元都能显示出一致的色彩和亮度，从而提供高质量的视觉效果。

3.3 摄像机校准

3.3.1 原理和优势

摄像机校准技术基于高分辨率摄像机捕捉液晶拼接墙的实时图像。校准软件分析这些图像，检测色彩和亮度的不一致性，并自动生成调整值。这种方法能够提供一种全局视角，确保在观众的视角下达到最佳的校准效果。其优势在于能够实现全自动的校准过程，减少人为干预，提高校准的精确度和重复性。此外，摄像机校准可在短时间内完成大量屏幕的校准工作，非常适用于大规模液晶拼接墙系统。

3.3.2 摄像机选择和配置

选择适合的摄像机对于校准过程至关重要。需要选择分辨率高、色彩还原好的摄像机以确保校准数据的准确性。配置时，摄像机应放置在能够覆盖整个拼接墙的位置，通常是居中且距离拼接墙有一定的高度，以便能够捕捉到每个显示单元的完整图像。同时，为了获得最好的校准效果，摄像机的设置需要保证足够的曝光和聚焦，确保捕获的图像清晰且不失真。通过合理的摄像机选择和配置，可以充分利用摄像机校准技术的优势，提高液晶拼接墙的显示性能和观众的视觉体验。

3.4 自适应校准技术

3.4.1 实时监测与自动调整原理

自适应校准技术通过实时监测液晶拼接墙的显示状态，并根据监测数据自动进行调整以保持最佳显示效果。这一技术的核心在于其能够响应环境变化和屏幕自身的性能变化，如温度波动、光照条件改变以及显示元件的老化等。采用传感器持续监测屏幕的色彩和亮度，并与预设的理想状态进行比较。当检测到偏差时，校准系统会自动启动，调整屏幕参数以恢复到最佳状态，无需人工干预，保证了连续性和稳定性^[5]。

3.4.2 应用案例和效果评估

自适应校准技术已经在多个领域得到应用，如广告显示、公共信息显示以及专业领域如广播和医疗影像分析等。一个具体的应用案例是在机场的航班信息显示屏中，自适应校准技术能够确保在不同的日光照射条件下，信息仍然清晰可见。效果评估通常通过比较校准前后的图像质量、用户满意度以及系统的稳定性来进行。评估结果显示，应用自适应校准技术的液晶拼接墙在颜色一致性、亮度均匀性和长期运行稳定性方面均有显著提升，增强了用户体验并降低了维护成本。

4 校准技术的未来发展

4.1 智能校准技术的潜力

智能校准技术的发展是整个液晶拼接墙技术进步的关

键环节。传统的校准方式依赖于人为操作，往往需要专业技术人员进行细致的调整，耗时且不易达到最佳效果。而智能校准技术，借助于现代计算机技术和算法，能够实现自动识别、自动校准和自我学习。

随着人工智能和机器学习技术的快速发展，智能校准技术在未来将更为先进，具备更多自主决策的能力。例如，基于机器学习的模型可以根据长时间的运行数据进行学习，识别出常见的显示问题，从而自动进行优化和调整。这种模型不仅可以在实时操作中提供帮助，还可以对未来可能出现的问题进行预测，提前采取措施。

此外，智能校准技术还将与云计算、物联网等技术相结合，使得液晶拼接墙能够在更广泛的场景中进行自主校准，如远程办公、大型活动现场等。

4.2 与其他显示技术的融合

液晶拼接墙不是孤立存在的，它需要与其他显示技术相结合，以满足更为复杂和多样化的市场需求。例如，与 OLED、微 LED 等新型显示技术的结合，可以带来更为出色的显示效果，同时也为校准技术带来了新的挑战和机遇。

在与其他显示技术的融合中，校准技术需要解决的核心问题是如何确保在不同技术之间实现无缝衔接。每种显示技术都有其独特的显示特性和优劣势，如 OLED 的自发光特性、微 LED 的高分辨率和低功耗等。在这种情况下，校准技术不仅要确保液晶拼接墙本身的显示效果，还要考虑与其他技术的融合和衔接。

5 结语

论文全面探讨了液晶拼接墙的显示效果及其校准技术，从颜色均匀性的重要性到复杂的校准流程和步骤，再到智能校准技术的未来潜力与其他显示技术的融合。通过对现有校准技术的深入分析，我们认识到其在提升视觉体验和操作维护便利性方面的核心作用。液晶拼接墙的校准技术不仅是一种技术实践，更是推动显示领域持续创新和提升用户体验的动力。随着技术的不断完善和发展，未来的显示墙将为公共展示、商业广告、专业监控等多个领域带来更加丰富和生动的视觉效果，创造出更加智能和互动的显示环境。

参考文献

- [1] 谢欢,朱荀,卢俊,等.基于机器视觉的LED大屏亮度一致性检测与矫正[J].南京大学学报(自然科学),2019,55(2):170-179.
- [2] 张仁明.大屏显示系统主流方案分析[J].广播电视网络,2023,30(4):93-95.
- [3] 于雅莉.演播室LED大屏系统的选型与应用[J].广播电视信息,2023,30(4):61-65.
- [4] 杨春霞.基于视觉感知的色彩调整技术在拼接墙系统的研究与实现[D].广州:华南理工大学,2014.
- [5] 黄少梅.多通道投影拼接的颜色自适应校正方法研究[D].长春:长春理工大学,2013.

Data Analysis and Deep Learning Algorithm of Driving Recorder Based on 360° Perspective

Xiaoping Yang Min Qin

Shenzhen Musheng Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

With the continuous progress of in car camera technology, 360° angle driving recorders have gradually received widespread attention. This comprehensive perspective provides more comprehensive data support for driving safety and event reconstruction. The paper delves into the collection, preprocessing, and feature extraction methods based on deep learning algorithms of 360° driving recorder data. Firstly, the characteristics of the 360° driving recorder data were analyzed, and the main methods of data preprocessing were explored. Subsequently, the paper discussed in detail how to extract effective features from 360° perspective data through deep learning techniques. Finally, algorithms for traffic event detection, driving behavior recognition, and abnormal behavior detection based on these features were discussed. Through the research of this paper, the aim is to provide a new, efficient, and accurate method for data analysis of driving recorders.

Keywords

360° perspective; driving recorder; deep learning; feature extraction; event detection

基于 360° 视角的行车记录仪数据分析与深度学习算法

杨晓平 秦敏

深圳市慕晟科技有限公司, 中国 · 广东 深圳 518000

摘 要

随着车载摄像技术的不断进步, 360° 视角的行车记录仪逐渐受到了广泛关注, 这种全方位的视角为行车安全和事件重建提供了更为全面的数据支持。论文深入探讨了 360° 行车记录仪数据的采集、预处理以及基于深度学习算法的特征提取方法。首先, 分析了 360° 行车记录仪数据的特点, 并探讨了数据预处理的主要方法。随后, 论文详细讨论了如何通过深度学习技术从 360° 视角的数据中提取有效的特征。最后, 探讨了基于这些特征的交通事件检测、驾驶行为识别和异常行为检测的算法。通过论文的研究, 旨在为行车记录仪数据分析提供一种全新、高效且准确的方法。

关键词

360° 视角; 行车记录仪; 深度学习; 特征提取; 事件检测

1 引言

近年来, 随着汽车工业的飞速发展, 行车安全和驾驶监测已经成为公众和研究者们关注的焦点。行车记录仪, 作为一种车载摄像装置, 逐渐成为车主的必备装备。360° 视角的行车记录仪提供了一个全方位的行车监控视角, 使得事件重建和驾驶行为分析变得更为全面和准确。尽管 360° 视角的行车记录仪提供了丰富的数据, 但如何从这些大量的数据中提取有用的信息, 仍然是一个巨大的挑战。

2 360° 行车记录仪数据采集与预处理

2.1 360° 行车记录仪数据的特点

360° 行车记录仪所采集的数据展现了车辆周围的全方位视角, 提供了一个无死角的观察环境。首先, 与传统记录

仪相比, 其数据量巨大, 因为它需要捕捉和存储从车辆各个角度获取的信息。这样的数据结构带来了更高的分辨率和更为丰富的视觉细节。其次, 由于 360° 视角, 数据中经常伴随有大量的背景信息和环境噪声, 这使得数据预处理和后续分析变得更为复杂。最后, 由于采集角度的多样性, 可能出现畸变、光线变化和遮挡等问题, 特别是在车辆转弯或并线时。

2.2 数据预处理方法

在进行任何深度学习或数据分析任务之前, 数据预处理是至关重要的步骤, 特别是对于 360° 行车记录仪数据, 其复杂性和多样性使得预处理变得更为关键。具体的预处理流程如图 1 所示。

2.2.1 数据清洗

在 360° 行车记录仪数据的预处理中, 数据清洗环节对保证分析结果的准确性和后续模型训练的有效性起到至关重要的作用。首先, 噪声削减涉及应用中值滤波器等高效滤波手段, 去除由各种外部干扰, 如环境噪声或临时性的污迹造成的视频质量下降。其次, 由于 360° 相机在拍摄时往往

【作者简介】杨晓平 (1988-), 男, 中国广东梅州人, 本科, 项目总监, 从事新产品研究与开发研究。

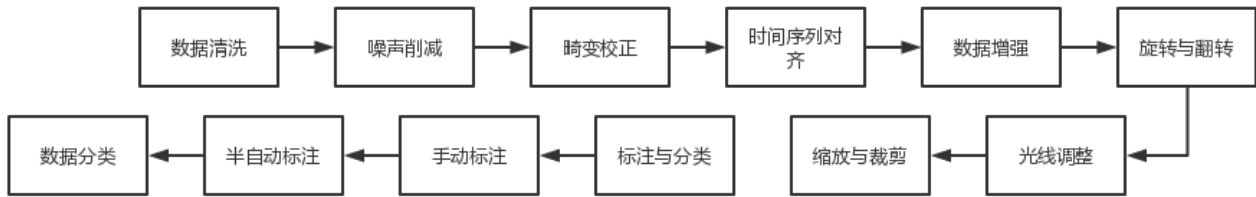


图1 数据预处理流程

会引入图像畸变，这就需要利用例如基于双线性插值的算法进行畸变校正，确保图像的真实性和可读性。最后，为了确保从不同视角或不同相机采集的数据能在时间轴上进行准确匹配，时间序列对齐成为必不可少的步骤，它确保了数据的连续性和一致性，为后续分析提供了稳固的基础^[1]。

2.2.2 数据增强

数据增强在深度学习领域中是一种常用策略，其核心目标是通过原始数据实施多样化的变换来扩展数据集，从而提高模型的泛化性能并抵抗过拟合。在360°行车记录仪数据处理中，数据增强具有特殊的重要性。首先，通过旋转与翻转操作，我们可以模拟不同的行驶和观察角度，帮助模型更好地理解并处理来自不同方向的数据。其次，光线调整则是为了确保模型对各种照明环境下的情况都有很好的响应，无论是日间的强光、黄昏的柔光还是夜间的低光，模型都能有效识别并处理。最后，缩放与裁剪策略模拟了摄像头可能捕获的不同大小和距离的物体，这种多尺度的训练方式有助于模型更好地适应实际路况中各种各样的情境。

2.2.3 标注与分类

在深度学习和机器学习的应用中，准确的数据标注是模型性能优化的基石。对于360°行车记录仪数据而言，由于其丰富的内容和复杂的场景，对数据进行准确标注和分类尤为关键。首先，专业的标注团队利用标注工具，精确地为图像中的关键实体，如汽车、行人和交通信号，打上标签，确保每一个实体都被准确地识别和分类。其次，为了提高标注效率，采取半自动标注的策略也是非常有效的。通过已经训练好的初步模型对数据进行预标注，再结合人工校正，可以在短时间内完成大量数据的标注。最后，根据这些标注信息，数据被细致地分类为多个子集，如常规驾驶场景、紧急情况以及交通违规行为等，为模型的进一步训练和评估奠定了坚实基础^[2]。

3 基于深度学习算法360°行车数据特征提取

3.1 传统特征提取方法

在深度学习技术广泛应用之前，特征提取大多依赖于传统的计算机视觉方法。对于360°行车记录仪数据而言，传统的特征提取主要集中在图像的纹理、颜色、形状和空间关系。例如，尺度不变特征转换（SIFT）和加速稳健特征（SURF）算法被用于检测和描述图像中的关键点；方向梯度直方图（HOG）被应用于检测车辆和行人，通过分析

图像的梯度方向来捕捉对象的形状信息；而颜色直方图和Haar-like特征则被用于分类和物体检测。此外，Gabor滤波器和局部二值模式（LBP）等方法被用于纹理特征的提取。这些传统方法在其时代具有很高的准确性和实用性，但随着复杂场景和变化的环境，它们在处理大量、复杂的360°数据时面临挑战，需要更为复杂和高效的方法来提取关键特征，这也为深度学习技术在特征提取上的崛起奠定了基础。

3.2 基于深度学习的特征提取

3.2.1 时间序列数据特征

长短时记忆网络（LSTM）在时间序列数据特征提取中表现尤为出色，尤其适用于360°行车记录仪数据。LSTM是循环神经网络（RNN）的一种变体，专门设计来捕获时间序列数据中的长期依赖关系。其独特之处在于其拥有三个重要的门结构：输入门、遗忘门和输出门。这些门结构确保LSTM能够选择性地记忆或遗忘信息，从而避免了RNN中的长期依赖问题。

在360°行车记录仪数据中，LSTM的应用尤为关键。考虑一个场景，驾驶员可能在数秒前启动了转向灯，这一信息对于预测接下来的驾驶行为至关重要。传统的RNN可能会随着时间的推移逐渐丧失这一信息，但LSTM通过其遗忘门和输入门可以有效地保留此类关键信息，直到它不再需要为止^[3]。

更进一步，可以使用双向LSTM（Bi-LSTM），它不仅考虑过去的信息，还考虑了未来的信息，从而在某些应用场景中提供更全面的视角。例如，通过分析驾驶员前后的行为，可以更准确地预测其下一步的动作或其意图。

为了更高效地处理360°的视角数据，可以将多个LSTM层叠加，形成深度LSTM网络。通过这种方式，底层可以捕获更为基础的时间动态，如转向灯的闪烁，而上层可以理解更为复杂的驾驶行为，如并线或转弯。

3.2.2 空间特征识别

卷积神经网络（CNN）在空间特征识别方面展现出卓越的能力，尤其在处理360°行车记录仪数据时。CNN由多个卷积层组成，能够自动从输入图像中学习空间层次结构的特征。每一个卷积层都能捕捉到图像中的某一种特定的局部模式或特征。

在360°记录仪的数据处理中，CNN特别有效。考虑到360°视角会产生大量的空间信息，其中包含各种道路标志、车辆、行人等元素。CNN可以从微观的角度（如车辆的轮廓或道路上的白线）开始，逐渐提取到更高层次的空间

结构（如交通流、行人或整体的交通情况）。

核心在于 CNN 中的卷积操作。通过使用滑动窗口（即卷积核）在图像上进行操作，CNN 可以捕捉到各种局部特征。随着网络深度的增加，这些局部特征会逐渐聚合，形成更为复杂的空间特征^[4]。例如，底层可能仅仅识别边缘和纹理，但在深层，网络可能已经能够识别车辆或其他复杂物体。

4 事件检测与分类

4.1 交通事件检测算法

在现代交通监测系统中，交通事件的及时检测与识别是至关重要的，为此，深度学习在此领域中起到了关键作用。YOLO (You Only Look Once) 算法是其中最受欢迎的一个，因为其能实时处理并检测视频中的对象。

YOLO 算法首先将输入图像划分为一个 $S \times S$ 的网格。对于每一个网格单元，它预测 B 个边界框和这些框的置信度，同时还预测 C 个类的概率。每一个边界框包含 5 个参数： x 、 y 、宽度、高度和置信度。这个置信度主要反映了预测的边界框中是否含有某个对象以及该对象的被检测准确性。

在交通事件检测的主要类别中，可能包括车辆、行人、自行车等。当系统检测到某一类的概率超过了设定的阈值时，它会将该区域标记为检测到的类别。具体的处理流程如图 2 所示。

4.2 驾驶行为识别

长短时记忆网络 (LSTM) 因其在处理时间序列数据的出色性能，被广泛应用于驾驶行为识别任务中。

LSTM 的核心优势在于其能够捕获长期的时间依赖关系。在驾驶行为中，某些行为（如转弯、刹车）通常会持续几秒钟，而 LSTM 能够有效地捕获这些持续时间内的动态变化。其工作原理主要是通过门结构（遗忘门、输入门和输出门）来控制信息流，从而保存或丢弃某些时间状态。

对于驾驶行为识别，首先将驾驶员和车辆的传感器数据（如速度、方向盘角度、刹车力度等）序列化，并输入

LSTM 模型中。这些数据经过 LSTM 层处理后，模型会输出一个特征向量，该向量包含了驾驶行为的时间信息。接下来，这个特征向量被输入到一个全连接层，进行驾驶行为的最终分类，如“正常驾驶”“急加速”或“急刹车”^[5]。

为了优化模型的性能，可以采用多层 LSTM 结构，使模型能够捕捉更复杂的时间序列模式。此外，使用带有 dropout 的正则化策略可以进一步提高模型的泛化能力。

4.3 异常行为检测

孤立森林的独特之处在于它依靠数据的孤立特性来鉴别异常行为。与传统的基于距离或密度的方法不同，它随机选择某个特征，再为该特征随机选择一个分割值以孤立数据点。异常值往往因其与大多数数据的显著差异而更容易被孤立，这导致它们的孤立路径通常比常规数据短。

在对驾驶数据进行处理时，孤立森林首先被训练来分析各种传感器数据，如表 1 所示，包括加速度、转向角度和刹车力度等。其后，算法计算每个数据点的孤立路径长度。路径长度越短的数据点更有可能被认为是异常的。通过设定一个阈值，我们可以明确地识别哪些驾驶行为是异常的。

在驾驶数据中，孤立森林首先对各种传感器数据（如加速度、转向角度、刹车力度等）进行训练，然后计算每个数据点的孤立路径长度。数据点的路径长度越短，其被视为异常的可能性就越大。通过设置一个阈值，可以确定哪些驾驶行为被认为是异常的，如表 1 所示的数据。

5 结语

随着科技的发展，360° 行车记录仪已经成为现代交通工具中不可或缺的一部分，能够为驾驶员提供更全面、更细致的驾驶数据。通过论文的研究，不仅深化了对 360° 行车记录仪数据的理解，也为该领域提供了一套系统的解决方案，有助于推动行业的技术进步。随着更多的研究和实践，相信这些技术将更加完善，为保障道路交通安全作出更大的贡献。



图 2 基于 YOLO 算法的交通事件检测流程

表 1 基于孤立森林算法的异常行为检测

数据点 ID	加速度	转向角度	刹车力度	孤立路径长度	是否异常
1	2.5	15°	0.5	5	否
2	3.1	70°	1	4	是
3	2.8	20°	0.6	6	否

参考文献

- [1] 保丽霞. 行车记录仪改进及其交通数据分析方法研究[J]. 中国市政工程, 2019(5): 75-76+80+110-111.
- [2] 苏万亮. 基于车载视频的行车碰撞风险预测研究[D]. 南京: 南京邮电大学, 2022.
- [3] 黄复翮. 基于深度学习的道路检测研究[D]. 南宁: 广西大学, 2021.
- [4] 王新雨, 汪驰升, 舒齐奇, 等. 深度学习目标检测算法在行车记录仪上的应用[J]. 智能城市, 2019, 5(14): 4-8.
- [5] 谢秀齐, 李业健, 陈亦翔, 等. 360度全景车载智能避障系统的研究[J]. 现代制造技术与装备, 2019(11): 71-72.

Research and Application of Instrument Detection and Diagnosis Technology Based on Image Processing

Weibin Xie

CNOOC (China) Limited Tianjin Branch, Tianjin, 300450, China

Abstract

In instrument detection and diagnosis technology, image information processing technology can quickly and accurately extract relevant information content, thereby enhancing and improving the display effect of previous images. In the instrument detection and diagnosis technology of image processing, computer vision and machine learning methods are mainly used to analyze and recognize instrument images, in order to improve efficiency and accuracy. This technology has broad application prospects and can be applied in various fields such as medical equipment and industrial equipment. Not only can it improve work efficiency, but it can also reduce human resource waste and provide guarantees for the normal operation and stability of the instrument.

Keywords

image processing; image display; instrument testing; fault diagnosis

基于图像处理的仪器检测与诊断技术研究与应用

谢维滨

中海石油（中国）有限公司天津分公司，中国·天津 300450

摘 要

在仪器检测与诊断技术中，图像信息处理技术能够快速、准确地提取相关的信息内容，以此增强和改善以往图像的显示效果。在图像处理的仪器检测和诊断技术中，主要是利用计算机视觉和机器学习方法来分析和识别仪器图像，以提高效率和准确性。这种技术具有广泛的应用前景，可应用于医疗设备、工业设备等各个领域。不但可以提高工作效率，还能减少人力资源浪费，并为仪器的正常运行和稳定性提供保障。

关键词

图像处理；图像显示；仪器检测；故障诊断

1 引言

在自动控制及图像处理技术不断发展的今天，相关仪器设备能否准确、迅速地进行故障诊断，是发现设备或者系统存在问题的主要检测手段，而想要实现这一目的，图像处理技术在其中的应用就显得非常重要。基于此，论文就图像处理仪器检测和诊断技术进行研究，为相关研究工作人员提供必要的参考借鉴。

2 图像处理方法的类型

2.1 图像平滑

在图像处理中，图像平滑是一种降低图像噪声和细节的方法，使图像看起来更加平滑和模糊而在图像平滑中，均值滤波是一种简单的平滑方法，通过周围像素的平均值来替

代每个像素的值，值滤波对于去除高频噪声（如盐与胡椒噪声）效果比较好，但会导致图像细节模糊。高斯滤波则是一种常用的线性平滑方法，它通过计算像素周围邻域内像素的加权平均值来平滑图像，高斯滤波具有保留图像细节的优点，并且能够有效地去除高频噪声^[1]。中值滤波是一种非线性平滑方法，用邻域内像素值的中值来代替每个像素的值，中值滤波对于去除椒盐噪声等随机噪声效果较好，但会导致图像边缘变得模糊。双边滤波通过考虑像素的空间距离和像素值之间的差异来保留图像的边缘细节，双边滤波能够平滑图像并保持边缘的锐利度，适用于既要平滑图像又要保留细节的场景。异常检测滤波是一种基于统计学原理的滤波方法，通过对图像中的像素进行异常检测，来去除噪声或异常点，该方法对于有局部异常点的图像具有较好的效果。

2.2 图像二值化

图像二值化是一种将像素值转化为二值（0 或 255）的图像处理方法，即将图像转换为黑白两种颜色的处理过程。在图像二值化中包括全局阈值二值化、自适应阈值二值化、

【作者简介】谢维滨（1990-），男，中国山东临清人，本科，工程师，从事自动化仪表的维护与应用、海上智能油田建设研究。

Otsu 阈值二值化和高斯混合模型 (GMM) 阈值二值化。其中, 全局阈值二值化是最简单的二值化方法之一, 它通过选择一个全局阈值, 大于阈值的像素设为 255 (白色), 小于等于阈值的像素设为 0 (黑色), 全局阈值二值化适用于图像背景和前景明显分离、光照均匀的情况。自适应阈值二值化是根据图像不同区域的局部特性确定阈值的方法, 将图像划分为多个子区域, 然后在每个子区域内计算局部阈值进行二值化, 自适应阈值二值化适用于图像光照不均匀、有复杂背景的情况。Otsu 阈值二值化是一种基于最大类间方差的图像二值化方法, 基于图像的灰度直方图, 通过遍历所有可能的阈值来寻找一个最佳的阈值, 使得目标和背景之间的类间方差最大, Otsu 阈值二值化适用于图像目标和背景有明显差异的情况。高斯混合模型 (GMM) 阈值二值化是一种基于统计模型的二值化方法, 假设图像像素值由多个高斯分布组成, 通过对这些高斯分布进行建模, 并选择恰当的阈值将图像分为前景和背景, GMM 阈值二值化适用于复杂背景且灰度跨度较大的图像。

2.3 边缘检测

边缘检测是图像处理中常用的一种技术, 用于提取图像中不连续的区域之间的边界线, 通过识别图像中的边缘来捕捉物体的形状和轮廓信息。Roberts 算子是一种基于微分的边缘检测算法, 通过计算图像中相邻像素之间的差异来识别边缘, Roberts 算子使用两个 3×3 的卷积核对图像进行卷积操作, 从而得到水平和垂直方向的边缘强度^[2]。Sobel 算子也是基于微分的边缘检测算法, 它使用两个大小为 3×3 的卷积核分别对图像进行水平和垂直方向的卷积运算, 然后将两个方向的梯度值进行叠加, 得到边缘强度。Prewitt 算子与 Sobel 算子类似, 也是一种利用方向导数计算边缘强度的算子, 同样使用两个 3×3 的卷积核进行水平和垂直方向的卷积运算, 然后叠加得到边缘强度。Canny 算法是一种经典的边缘检测方法, 它结合了多个步骤来提高边缘检测的准确性和稳定性, Canny 算法首先进行高斯模糊以降噪, 然后计算图像梯度, 接着进行非极大值抑制、双阈值处理和边缘连接, 最终得到连续的边缘线条。

3 设备仪器故障诊断基本流程

设备仪器故障诊断的基本流程可以分为以下五个步骤: 第一, 收集故障信息, 详细了解用户所报告的故障现象, 并与相关人员进行沟通, 以获得尽可能多的信息, 包括收集设备名称、型号、使用环境、故障发生时间和频率等信

息。第二, 根据收集到的信息, 对故障进行初步判断, 可以通过查阅设备的技术资料、操作手册、维修手册等来帮助判断故障可能原因的范围。第三, 根据初步判断的结果, 进行实际的检查工作, 包括对设备外部进行检查, 观察是否有明显的损坏、松动或异常现象, 以及对设备内部进行必要的拆卸、清洁和检查, 可以借助专用的测试仪器和工具, 如万用表、示波器等来进行测量和检测。第四, 根据实际检查的结果, 结合设备的工作原理和技术规格, 进行故障分析, 需要具备相应的技术知识和经验, 以找出导致故障的具体原因, 一旦确定了故障的原因, 就可以采取相应的修复措施, 修复可能涉及更换损坏的部件、调整设备参数、修复电路板等。第五, 在完成故障修复后, 需要对设备进行功能测试, 以确保故障已经得到解决, 设备能够正常工作, 将故障的相关信息记录下来, 包括故障现象、原因、修复方法等, 以便今后的参考和分析, 同时, 如果需要向用户或相关人员汇报故障情况, 也需要准备相应的报告。仪器故障诊断流程如图 1 所示。

4 图像处理技术在仪器设备故障诊断中的应用

4.1 CCD 图像获取技术在故障诊断中的应用

CCD (Charge-Coupled Device) 图像获取技术在故障诊断中的应用包括以下几个方面: 在故障现象记录中, CCD 图像获取技术可以用于记录设备故障时的现象, 通过将 CCD 摄像头或传感器与设备连接, 可以实时获取设备工作状态的图像, 这些图像可以用于分析和判断故障现象的特征, 为故障诊断提供直观的依据。在可视化故障检测中, CCD 图像获取技术可以用于对设备进行可视化的故障检测, 通过观察设备工作过程中的图像变化, 能够发现潜在的故障迹象, 如温度异常、电流波动、机械部件振动等, 以此帮助工程师及时发现并解决问题, 避免故障进一步扩大^[3]。在精细部件检查中, CCD 图像获取技术用于对设备的微小部件进行检查, 通过使用高分辨率的 CCD 摄像头或显微镜, 观察到设备内部的细节和结构, 以寻找可能存在的故障点, 如损坏的电路元件、腐蚀的接触点等, 有助于准确定位和修复故障。在高速图像处理中, CCD 图像获取技术可以实现高速的图像采集和处理, 在某些故障诊断场景中, 需要对设备进行动态监测, 以捕捉瞬态故障或高频信号, CCD 图像获取技术可以满足快速图像采集的需求, 并结合图像处理算法, 提取有用的特征信息, 帮助判断故障原因。总而言之, CCD 图像获取技术在故障诊断中能够提供直观的故障现象



图 1 仪器故障诊断流程图

记录、可视化故障检测、精细部件检查和高速图像处理等功能，为故障诊断提供了有效的辅助手段。

4.2 谱图像在设备故障诊断中的应用

谱图像在设备故障诊断中的应用包括频谱分析、振动分析、电力质量分析和红外谱图。在频谱分析中，谱图像可以通过频谱分析来检测设备故障，设备在正常工作状态下会产生特定的频谱图像，而当设备发生故障时，其频谱图像会发生变化，通过对故障设备信号的频谱进行分析，可以识别出异常频率成分或频谱线形的突变，从而帮助确定故障原因。在振动分析中，谱图像可以用于设备振动分析以诊断故障，将设备的振动信号转换成频谱图像，可以观察到不同频率的振动成分，在故障设备中，可能存在特定频率的振动异常或谐波成分，通过对谱图像的分析，可以确定振动异常与故障之间的关系。在电力质量分析中，谱图像可以用于分析电力系统的电力质量问题，电力质量问题会导致电压波形、电流波形的畸变，通过对电流/电压信号进行频谱分析，可以观察到频谱中的谐波成分、间谐波分量等信息，并判断电力质量是否合规，对于发现的异常频谱成分，可以进一步定位故障源。在红外谱图中，红外谱图可以用于热像仪技术检测设备故障，通过获取设备的红外图像，可以显示出设备表面的温度分布情况，当设备存在故障时，温度分布会出现异常，例如局部过热或过冷等，通过分析红外谱图，可以确定故障的位置和类型，及时采取相应的修复措施。总之，谱图像在设备故障诊断中的应用范围很广，可以用于频谱分析、振动分析、电力质量分析和红外谱图等多个方面，帮助工程师快速捕捉设备故障信息，并进行准确的故障诊断与维修。

4.3 图像增强技术在设备故障诊断中的应用

图像增强技术在设备故障诊断中的应用过程中，在噪声滤波方面，噪声会干扰信号和图像的清晰度，降低故障的可见性，图像增强技术可以采用各种噪声滤波算法，如均值滤波、中值滤波、高斯滤波等，去除图像中的噪声，提升图像的质量和细节可见度^[4]。在对比度增强方面，对比度是指图像中不同灰度值之间的差异程度，在设备故障诊断中，图像中可能存在低对比度问题，导致故障区域不明显或无法观察到，通过图像增强技术，可以调整图像的对比度，使得故

障区域与背景之间的差异更加明确，从而更容易检测和分析故障。在锐化处理方面，设备故障通常会导致图像模糊或细节丢失，使得故障部位无法清晰显示，图像增强技术可以采用锐化处理算法，增强图像的边缘及细节信息。通过突出故障部位的边缘或细节特征，可以更准确地定位和分析设备故障。在色彩增强方面，对于彩色图像，在设备故障诊断中，色彩信息可以提供更丰富的故障特征，图像增强技术可以通过色彩平衡、色调调整等算法，增强图像中的色彩信息，使得故障区域的颜色差异更加明显，有助于故障的检测和分类。在图像拼接方面，有时候一台设备可能需要多张图像来完整显示故障区域，但是设备位置限制了拍摄角度，无法一次获取到全貌，图像增强技术可以利用图像拼接算法，将多张局部图像拼接成一个完整的设备图像，帮助工程师全面观察设备状态，更好地进行故障诊断。由此可见，图像增强技术在设备故障诊断中能够提升图像质量、改善对比度、增强边缘及细节、调整色彩信息以及实现图像拼接，从而帮助工程师更准确地检测和分析设备故障，提高故障诊断的效率和准确性。

5 结语

在当今社会科技水平的不断发展基础下，仪器设备状态检测以及实时维护工作逐渐成为各行业设备检测中重点关注的工作内容之一。而在人们对生活品质追求不断提高的基础下，图像处理技术在各行业设备检测中能够快速实现对设备故障的诊断，并最大限度地保障设备运行质量和效率，以此确保设备的正常运转。

参考文献

- [1] 杨凡,邓庆浩.基于图像处理的弓网燃弧检测方法研究与应用[J].工程技术研究,2022,7(13):7-11.
- [2] 张振琛,顾桂梅,李占斌.基于图像处理的弓网燃弧检测方法[J].兰州交通大学学报,2020,39(2):7.
- [3] 王学亮,梁才国.基于视频图像处理技术的弓网燃弧检测方法研究[J].机械管理开发,2018,33(6):98-100.
- [4] 柴皓.基于图像处理与地理信息技术耦合的煤矿井下精准测量技术研究[J].矿业装备,2021(1):18-19.

Building Qt from Source on Linux

Liyuan Liu Nan Li Pengtao Zou Xinghui Wang

North China Institute of Aerospace Engineering, Langfang, Hebei, 065000, China

Abstract

Qt is a development framework that can be used to create GUI programs or non-GUI programs. Applications developed with Qt can run on a variety of platforms, including desktop and embedded systems. The open source version of Qt 6 no longer provides an offline installation package, and you need to compile Qt yourself. In this paper, the Qt 6 source code is compiled using the Linux system and compilation technology. First, the importance of building Qt from source in Linux is analyzed. Secondly, the complete construction method is described. Finally, use Qt to develop a GUI program and verify the correctness of the build. It is hoped that through this practice, it can help improve the stability and security of the application products developed by Qt, and provide effective reference and reference for relevant personnel.

Keywords

Linux; Qt; source

在 Linux 上从源代码构建 Qt

刘立媛 李楠 邹澎涛 王兴会

北华航天工业学院, 中国 · 河北 廊坊 065000

摘 要

Qt是一个开发框架,可以用来创建GUI程序或非GUI程序。用Qt开发的程序可以运行在包括桌面和嵌入式系统的不同平台。Qt 6开源版本已不提供离线安装包,需要自行编译Qt。论文综合运用Linux系统和编译技术,完成对Qt 6源代码的编译。首先,分析了在Linux中从源代码构建Qt的重要性。其次,阐述了完整的构建方法。最后,使用Qt开发GUI程序并验证构建的正确性。希望通过这次实践,能对提高Qt开发的应用产品的稳定性和安全性起到帮助作用,并为相关人员提供有效的借鉴和参考。

关键词

Linux; Qt; 源代码

1 引言

近些年来 Qt 的版本不断更新,并且不再提供开源版本的离线安装包。通过在 Linux 中从源代码构建 Qt,可以在离线方式下配置 Qt,为减少网络等待和保障信息安全提供重要的技术支持。论文将从源代码构建 Qt 的重要性、构建过程和使用 Qt 编写简单的 GUI 测试程序并运行三方面进行阐述。

2 从源代码构建 Qt 的重要性

虽然 Qt 的在线安装方式操作简单,对比在 Linux 中从源代码构建 Qt 则是一项烦琐的任务,需要熟悉编译过程和技术,但是从源代码构建可以为程序员提供更大的自由度和定制性,帮助程序员在遇到特殊情况时更好地满足自己的需求。从源代码构建带来的好处主要体现在离线安装和编译源码上。

【作者简介】刘立媛(1980-),女,中国河北张家口人,本科,讲师,从事计算机应用研究。

2.1 离线安装方式

①安全性:离线方式安装可以确保安装过程不被外部因素干扰,保证了系统的安全性。

②完整性:离线方式安装不会因为网络问题、依赖项缺失而导致安装失败或安装不完全。

③灵活性:离线方式安装可以使用户在任何时间、任何地点都能够进行自主选择安装,而不需要依赖互联网连接。

④节约资源:离线方式安装可以使用户节省大量的时间和精力,避免在线安装时可能遇到的下载速度慢、中断等问题。

总之,离线安装可以提高软件的安全性、完整性、灵活性及节约资源,对于一些需要在不稳定的网络环境中,或者是在没有网络的环境中进行工作的人来说是非常有用的。

2.2 编译源码方式

①更灵活的选项:源码编译提供了一些配置选项,可以在源代码级别上添加或删除模块、启用或禁用特性等。例

如构建 Qt 过程中 configure 的使用。

②使用最新版本：源码编译提供了可以让用户使用的 Qt 是最新的版本的途径，使用最新的版本可以获得最新功能和 bug 修复。例如，目前最新版本的 Qt 6.6，它为 Qt Quick 引入了一个新的布局元素，即 `LayoutItemProxy`，通过使用它，界面设计人员可以创建不同的布局，并在不同布局之间切换；Qt Graphs 模块将旧的基于 OpenGL 的 Qt DataVisualization 和 Qt Charts 模块的功能组合到一个单一的、现代的 Qt 6 框架中，借助 Qt Graphs，应用程序可以对大量快速变化的数据进行可视化，例如条形图、散点图和曲面图；扩展了屏幕捕获这个功能，允许应用程序捕获单个窗口^[1]。关于 Qt 6.6 更多新功能的详情可参考官方公告。

③适合特定环境：源码编译可以让用户根据自己的特定环境需求进行定制。例如 Qt 经常被应用于嵌入式系统的程序开发。

④确保程序安全：通过检查源码中的漏洞和安全问题，可以及时修复并防止潜在的安全风险。这意味着通过编译 Qt 源码，有助于提高开发环境的安全性，从而也有助于开发的程序的安全性。

3 构建过程

论文阐述的构建过程使用的 Linux 为 Ubuntu 22.04，Qt 为 Qt 6.6。遇到的很多官方文档中未详细描述的细节问题，经不断查找资料、分析论证、多次实验后予以解决，在这里不再一一赘述。在整个实验过程中，都使用了 root 账户登录以方便操作，涉及的相关主要目录可以先创建好，目录结构如图 1 所示。

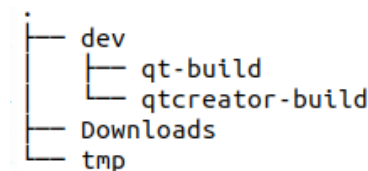


图 1 目录结构

3.1 构建准备

要从 Qt 的源代码构建 Qt，需要注意的是要在系统中安装一些相关库或工具，其具体名称可参考官方文档^[2]。

3.2 获取源代码

下载 qt-everywhere-src-6.6.0.tar.xz 至 Downloads 目录中，将其解压缩到 tmp 目录，命令如下：

```
root@localhost:~# cd ~/tmp
```

```
root@localhost:~/tmp# tar xf ~/Downloads/qt-everywhere-src-6.6.0.tar.xz
```

3.3 安装构建环境

构建 Qt 需要一个包含工具、编译器的构建环境。

3.3.1 构建工具

需要使用的工具有 CMake、Ninja 和 Python，安装的版

本如下：

```
root@localhost:~# cmake --version
```

```
cmake version 3.22.1
```

CMake suite maintained and supported by Kitware (kitware.com/cmake).

```
root@localhost:~# ninja --version
```

```
1.11.1
```

```
root@localhost:~# python3 --version
```

```
Python 3.10.12
```

3.3.2 编译器

一些相关版本信息如下：

```
root@localhost:~# cat /proc/version
```

```
Linux version 6.2.0-36-generic (buildd@lcy02-amd64-050)
```

```
(x86_64-linux-gnu-gcc-11 (Ubuntu 11.4.0-1ubuntu1~22.04) 11.4.0,
```

```
GNU ld (GNU Binutils for Ubuntu) 2.38) #37~22.04.1-Ubuntu
```

```
SMP PREEMPT_DYNAMIC Mon Oct 9 15:34:04 UTC 2
```

3.4 构建 Qt 库和工具

若要配置生成，要创建一个生成目录，并在此目录中运行 configure 脚本。

```
root@localhost:~# cd ~/dev/qt-build
```

```
root@localhost:~/dev/qt-build# ~/tmp/qt-everywhere-src-6.6.0/configure
```

默认情况下，Qt 配置安装在 `/usr/local/Qt-6.6.0` 目录中。

继续构建库和工具：

```
root@localhost:~/dev/qt-build# cmake --build . --parallel
```

生成后，要在适当的位置安装库和工具：

```
root@localhost:~/dev/qt-build# cmake --install .
```

4 使用 Qt

上述步骤顺利完成后，就可以开始使用 Qt 构建应用程序了。此时可以通过命令行方式或借助 Qt Creator 的方式来验证。

4.1 命令行方式

将 Qt 工具添加到默认 PATH 中。具体操作如下：

在 `.profile` 中添加以下行：

```
PATH=/opt/Qt/6.6.0/gcc_64/bin:$PATH
```

```
export PATH
```

环境变量生效后，编写测试程序 HelloWorld，在终端经过直接使用 qmake 等一系列操作后，就可以生成能够运行的 HelloWorld，运行效果如图 2 所示。

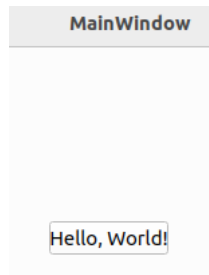


图 2 测试程序运行

4.2 Qt Creator 方式

Qt Creator 是一个集成开发环境，虽然 Qt Creator 的安装不是必需的，但是在实际编程中使用 Qt Creator 可以更加直观地新建项目和调试项目，论文给出 Qt Creator 的源代码安装方法，有需要的用户可以参考^[3]。

①安装构建工具。

在终端输入以下命令：

```
root@localhost:~/dev/qtcreator-build# apt install build-essential cmake ninja-build git
```

②安装 sdk。

在终端输入以下命令：

```
root@localhost:~/dev/qtcreator-build# apt install qt6-base-dev qt6-base-private-dev qt6-declarative-dev qt6-declarative-private-dev qt6-tools-dev qt6-tools-private-dev qt6-scxml-dev qt6-documentation-tools libqt6core5compat6-dev qt6-tools-dev-tools qt6-l10n-tools qt6-shader-baker libqt6shadertools6-dev qt6-quick3d-dev qt6-quick3d-dev-tools libqt6svg6-dev libqt6quicktimeline6-dev libqt6serialport6-dev
```

③安装 LLVM/Clang 依赖。

在终端输入以下命令：

```
root@localhost:~/dev/qtcreator-build# apt install clang-17 clangd-17 libclang-17-dev
```

④安装 Qt Creator 依赖。

在终端输入以下命令：

```
root@localhost:~/dev/qtcreator-build# apt install libgl1-mesa-dev libvulkan-dev libxcb-xinput-dev libxcb-xinerama0-dev libxcb-common-dev libxcb-common-x11-dev libxcb-image0 libxcb-keysyms1 libxcb-render-util0 libxcb-xkb1 libxcb-randr0 libxcb-icccm4
```

⑤获取 Qt Creator 源代码。

在终端输入以下命令：

```
root@localhost:~/dev/qtcreator-build# git clone --recursive https://code.qt.io/qt-creator/qt-creator.git repo
```

⑥构建 Qt Creator。

在终端输入以下命令：

```
root@localhost:~/dev/qtcreator-build# cmake -G Ninja -S repo -B build -D CMAKE_BUILD_TYPE=Release
root@localhost:~/dev/qtcreator-build# cmake --build build
root@localhost:~/dev/qtcreator-build# cmake --install build/ --prefix qtcreator-install
```

至此，若成功构建，即可使用以下命令启动 Qt Creator。

```
root@localhost:~/dev/qtcreator-build# ./qtcreator-install/bin/qtcreator
```

经过一些配置后就可以在 Qt Creator 中新建和调试 HelloWorld 项目了，运行结果也可以参考图 2。

实践证明文中所述源代码构建 Qt 的方法切实可行。

5 结语

论文阐述了源码构建 Qt 的重要性，经过长时间的实践，不断调试后，给出了构建 Qt 的可行方法。希望能有助于其他用户学习和使用 Qt，在此也对在论文撰写过程中提供学术帮助和支持的人和机构表示感谢。

参考文献

- [1] The Qt Company. <https://www.qt.io/blog/qt-6.6-released>.
- [2] The Qt Company. <https://doc.qt.io/qt-6/linux-building.html>.
- [3] Qt Wiki https://wiki.qt.io/Building_Qt_Creator_from_Git_on_Ubuntu_22.04.

Analysis of the Business Requirements and Scheme Design Points of Mobile Radioactive Source Monitoring System

Guohua Fan Zhenglong Yang

CNPC Research Institute of Safety & Environment Technology, Beijing, 102206, China

Abstract

At present, radioactive logging is an indispensable logging method, which can solve many geological exploration problems. However, at the same time, radiation has a great risk to the human body. casualty accidents may occur or even malignant regional pollution events under the state of control. Therefore, it is particularly important to conduct effective supervision over the use of radioactive sources. In order to prevent in radioactive source off, loss, to transfer, etc., the maximum avoid radiation safety accidents, it is necessary to design the construction of radioactive source monitoring system, the radioactive source radioactive indicators and position of continuous automatic monitoring, and through all levels of regulatory platform set overweight, abnormal alarm program, improve the level of scientific supervision.

Keywords

mobile radioactive source; monitoring; scheme design

移动放射源监控系统业务需求和方案设计要点浅析

范国华 杨正龙

中国石油集团安全环保技术研究院有限公司, 中国·北京 102206

摘 要

目前放射性测井是一种不可或缺的测井方法,能解决很多地质探测问题。但同时放射线对人体有着极大的危险性,失控状态下可能发生人员伤亡事故,甚至发生恶性的区域污染事件,因此对放射源使用过程进行有效监管显得尤为重要。为了防止在用放射源发生脱落、丢失、私自转移等情况,最大限度避免辐射安全事故,有必要设计建设放射源监控系统,对放射源放射性指标及所处位置实行连续的自动监测,并通过各级监管平台设置放射源超标、异动等报警程序,全面提升放射源科学监管水平。

关键词

移动放射源; 监控; 方案设计

1 引言

移动放射源监控系统主要涉及放射源出入库监管、运输监管以及现场作业监管三个关键环节,分别应用到了带有方向识别功能的射频身份识别技术、北斗定位及卫星短报文技术、国内首创的智能源罐产品以及带有 GIS 功能的在线监控技术等。根据前期调研,该系统在国内移动放射源管理领域具有技术创新性的特点。

2 系统总体业务需求分析

石油石化行业测井企业日常使用放射源的特点是移动性强、多在企业围墙外,对于放射源的管理主要体现在储存、

运输、使用环节。储存期间需直观了解放射源库、源坑、放射源储存位置及其基本信息,记录装源容器出入源库信息,监测出入源库容器中是否具有符合身份的放射源,并可随时显示放射源的使用动态。在运输和使用环节,需实时知晓源车和放射源的位置信息,实时监控放射源的辐射剂量值,实时查看放射源的视频监控信息,并且每次上下车、现场作业前后、每隔一段时间(按程序文件要求)都需对其进行检查并形成检查记录。对于在储存、运输、使用各环节未按规定程序检测或出现异常情况的(如:出入库、上下车、运输途中、出入源罐、现场监控、源车分离一定距离),需要立即报警。另外测井日常使用放射源记录需形成台帐,便于查询、统计。

该监控系统目标为设计一套较为完整、实用的技术方案,通过集成辐射剂量探测技术、定位监测技术、多路通讯技术(卫星通讯、4G 通讯、蓝牙通信、低功耗宽带通信)、身份识别技术、低温储能、视频监控技术、防爆密闭技术等技术手段,实现对管辖内的Ⅲ类以上放射源和放射源库的在

【作者简介】范国华(1979-),男,中国河北石家庄人,本科,高级工程师,从事移动放射源在线监控信息化及中大型企业应急管理信息系统研究。

线实时辐射剂量监控、实时定位监控、实时视频监控、放射源基本信息管理、历史移动轨迹查询、综合信息查询和统计分析。通过对放射源存储、运输和使用过程的重点风险环节实施全过程监控,提升放射源管理水平。

该监控系统技术特点为通过集成辐射剂量探测技术、定位监测技术、多路通讯技术(卫星通讯、4G通讯、蓝牙通信、低功耗宽带通信)、身份识别技术、低温储能、视频监控技术、防爆密闭技术等,对放射源的出入库、在途运输、作业活动三大过程实现“人机双防”在线管控,能够实现“平时”状态下对物(放射源)的状态及现场作业人员行为的动态监管;同时在“紧急”状态下能及时告警并帮助快速寻回丢失的放射源。

系统整体总体可以分为两大部分,第一部分是现场监控设备,分别为源罐监控设备、源仓监控设备、手持监控设备、车载主机、源库监控设备;第二部分是监控系统操作平台,该操作平台分别包括:监控系统平台、手持监控设备系统及车载显示终端显示系统。

放射源监控系统按业务流程可划分为三大应用环节,分别是:

一是放射源出入库环节。在源库中安装源库监控设备,自动识别放射源出入库的状态,比对放射源用手持设备检测情况,如不符合检测要求,则立即报警,超过规定的时间限制,逐级报警;放射源出入库的状态、实时监测数据和手持设备检测数据都会上传到监控系统。放射源出入库环节涉及的硬件设备包括:源库终端监控设备、手持一体机监控设备和源罐终端监控设备。放射源出入库环节涉及的监控系统操作平台包括:监控系统、手持监控设备系统。

二是放射源运输环节。运输管理的跟踪从放射源上车开始直至放射源下车的整个过程。整个过程中通过运源车上的监控设备,对放射源全程监控,并通过车载视频,全程对源仓中放射源进行视频监控,所有监控信息会通过车载主机的移动通信传输到“监控系统”,如果在偏远移动通信信号差的情况,则自动转换成北斗卫星报文的方式传送给“监控系统”,以保证整个过程中的通信链路通畅。在运输过程中发生开仓门、放射源上车、放射源下车等动作时,“监控系统”则按系统中的配置进入报警流程中,直至出现正确的放射源检测动作,表明解除报警状态。放射源运输环节中涉及的硬件设备包括:源罐监控设备、源仓监控设备、手持监控设备、车载主机及显示终端。放射源运输环节中涉及的系统包括:监控系统、手持监控设备系统、车载显示终端系统^[1]。

三是放射源现场作业环节。放射源在作业现场下车后,就进入现场作业环节,直至放射源完成现场作业后上车,并完成离场前的作业区检查后,完成整个作业环节。整个作业环节中,源罐监控设备实时监控放射源的状态和运行轨迹,并将信息传输到“监控系统”。源罐监控设备根据源罐中辐射剂量的变化情况,判断放射源是否发生出罐、入罐动作,

并通知“监控系统”进入相应动作的报警流程中,直至完成正确的检测动作后,方可解除报警状态。放射源作业环节涉及的硬件设备包括:源罐监控设备、手持监控设备、车载主机及显示终端。放射源作业环节涉及的软件系统包括:监控系统、手持监控设备系统。

上述三大应用环节可以按照放射源使用过程划分为对应的三个子系统:

一是存储过程监管子系统。通过源库自动化监管设备及手持式智能伽马枪实现对放射源出入库、身份信息以及现场作业人员实源检测动作的监管,对于库管员及押源员的不合规行为给予现场实时声光告警,现场作业人员通过手机做“行为验证”后完成消警。

二是运输过程监管子系统。通过车载智能总控终端完成对放射源上下车状态、运输行进轨迹、源本体状态及食宿防盗的在线监管,配合包含北斗卫星通讯功能的多路通讯技术保障源运输过程的无缝监测。同时,辅助手持智能伽马枪实现对现场作业人员在路途检查、上下车确认、开舱门确认等关键受控动作的监督。

三是作业过程监管子系统。通过罐载监测终端实现对放射源在现场作业过程的独立检测与实时数据传输。在紧急状态下,使用手机通过低功耗窄带技术实现自组网“寻源”功能。

3 系统方案设计要点分析

移动放射源监控系统完整的系统方案设计,包括了从业务流程设计、硬件研发、应用功能设计以及技术实现的设计等。从项目阶段看,方案的内容包括了需求调研、设计、测试、上线、实施等各个环节。根据移动放射源监控系统需求分析,项目以自开发为主,基于B/S结构的应用系统;通过拥有自主专利的监控设备,实现对放射源有效的实施监控,满足用源企业的放射源监控的业务需求。

移动放射源监控系统采用软硬件相结合的方式,硬件设备实现放射源状态和过程数据的自动检测、采集和上传,软件功能实现放射源管理控制环节的实时监管、状态确认和分级报警,实现放射源全流程、重环节的有效监管^[2]。

现在我们从业务方案设计、应用方案设计、技术方案设计等方面,对方案设计要点进行梳理和阐述。

3.1 业务方案设计要点

一是行业调研和管理咨询。根据石油石化行业放射源监控业务的发展策略,结合放射源监控的管理现状,提出放射源监控业务优化的管理咨询建议;采用成熟软件技术和硬件设备,引入先进、成熟的管理模式,结合石油石化行业的业务需求,进行业务功能设计和流程设计。

二是统一和完善业务流程。基于现有的放射源监控业务流程,综合考虑不同产品线的生产特点,参考国内外业内的成功经验,辅助管理业务部门制定统一的放射源监控管理

流程。

三是制定和应用系统相适应的管理制度。制定相应的管理制度是业务系统成功推广的关键。该系统完成后用源企业需要制定相关的管理制度、考核制度和技术规范,以确保系统正常使用。

四是制定合理的运维方案。可以参考在石油石化企业实施过的大型项目,制定运维方案,落实工作内容和岗位责任,从组织、人员、制度上保证系统的长期运行。

3.2 应用方案设计要点

一是功能的全面性。功能设计充分考虑放射源监控管理的各个业务环节,确保各业务流程之间信息流的顺畅,也充分考虑和相关业务部门工作内容的衔接。功能设计不仅考虑业务流程的需要,还要满足日常管理、绩效考核、系统监控、审计、运维等方面的要求。

二是实用性、可操作性和基于角色的应用设计。设计时,充分考虑各级用户的日常操作,从实用的角度设计界面,提供友好、便捷的操作界面,提高用户的工作效率,并尽量减少误操作。考虑到系统用户的经常变动或者工作内容的变动,用户的访问权限需要经常做调整,通过基于角色设计的用户权限设计,可以大大方便用户管理。

三是注重设计而不是简单实现。要深入理解客户的需求、业务模式和业务流程,系统设计要充分体现分析需求、提炼需求、抽象归纳、建立系统架构四个方面,同时在设计的过程中要综合考虑多方面因素:业务流程、参与用户、业务操作、技术实现、管理规定等。

3.3 技术方案设计要点

一是安全性和高可靠性。从网络安全、数据安全、系统安全以及应用系统的安全等多个方面综合设计系统的安全性。网络安全要综合应用防火墙、加密传输、安全网关等技术,提供网络安全设计方案;在数据安全方面,要考虑数据存放、传输、修改、访问等各方面的控制,尤其针对保密性数据和各种敏感信息;系统安全要从应用系统整体架构上,保证应用的安全性;在应用层面上,从用户身份认证、系统菜单权限控制、机构数据访问限制等各个方面来考虑系统的安全性。系统架构方案,要求提供高可用设计,确保系统的长期的稳定运行^[3]。

二是高成熟度和灵活性。无论是平台软件、集成服务、开发平台,还是设计开发模式,都采用业内广泛使用的、经过成功案例验证的成熟软件或模型。通过工厂建模,实现可

视化的配置设计、基于参数的流程控制、可动态调整的业务逻辑;通过集成服务平台实现系统之间、模块之间的数据交互,应用系统之间统一接口标准,格式转换、消息处理、路由规则等通过集成服务来完成,可以满足相关应用系统的变化和调整;通过SOA的技术架构,实现业务组件的可重用性,能够满足业务快速变化的需求。

三是易扩展性和易集成性。应用系统提供多方面的扩展性:随着用户数量的增加,系统负载不断增加,可能需要对系统性能进行扩容;要求方案基于开放式的技术平台,支持广泛的技术协议,便于和其他系统集成;基于SOA等开发式的设计模式,容易实现功能上的扩展;或和其他系统的协同工作。系统需要和其他业务系统进行数据交换,随着系统的长期使用,可能需要和更多的系统进行信息交换,因此对系统集成需要做长期的规划,设计中基于统一的集成平台和模式,来实现多个系统的信息交互。

四是提高开发效率和降低维护成本。在软件产品支持的开发模式下,对系统设计开发提供统一的开发框架,采用基于SOA的开发模式,简化设计和开发过程,提高开发效率并简化维护难度。在该项目整个实施过程中,都必须注意“统一标准、统一规范”的前提,这是项目顺利进行的必要条件。

4 结语

移动放射源监控系统对于保障人们的生命和财产安全至关重要。利用该监控系统可对放射源进行全方位管理,可对用源企业进行实时监控和指导,对在用放射源实现历史追溯并可加强放射源实时管理,实现对放射源的信息管理、远程定位、在线监控、自动报警等,从而实现对放射源全面有效的实时在线自动监控。同时,随着国家对信息安全要求越来越高,系统的可靠性和安全性也得到重视,通过冗余系统、备份技术、防火墙、加密和访问控制等手段来提高系统的稳定性和保护数据的安全性。最后通过不断改进和完善,移动放射源监控系统必将为社会的稳定与安全做出重要贡献。

参考文献

- [1] 吕胜强,王耀琦,王小鹏.放射源远程监控系统设计与实现[J].兰州交通大学学报,2021,40(6):75-80.
- [2] 潘雨青,杨鑫焱.放射源在线监控系统设计[J].软件导刊,2016,15(5):71-73.
- [3] 潘强,张宏祥,彭元敏,等.放射源在线监控系统设计与应用[J].环境工程,2012,30(S2):340-342.

Design of Micro-photovoltaic Charging System for 5G Base Station with Remote Control

Yuying Ma¹ Liang Ding² Yan Lv³ Xiankun Ren^{4,5}

1. School of Electronic Information Engineering, Shandong Polytechnic University, Jinan, Shandong, 250200, China

2. Linyi Licheng New Energy Co., Ltd., Linyi, Shandong, 276028, China

3. Shandong Linuo Photovoltaic High-tech Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250103, China

4. Shandong Linuo Sunshine Electric Power Technology Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250103, China

5. Shandong Linuo Solar Power Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250103, China

Abstract

With the rapid development of 5G communication technology, the problems of high power consumption and high power consumption cost in 5G base stations are becoming increasingly obvious. In order to reduce the power consumption of base stations, realize a more green, efficient and sustainable development of 5G network, and meet the requirements of 5G development and network operation. In this paper, a design scheme of micro-photovoltaic charging which can be controlled remotely is proposed. Local control components such as photovoltaic module, charging circuit, storage battery and booster circuit and module control are introduced. The system can send control instructions to the remote place, handle abnormal state immediately and ensure the stability of the system. The example shows that the system can improve the charging efficiency, meet the energy demand of 5G base station, and the remote control function is stable, which can meet the practical application requirements.

Keywords

5G base station; micro photovoltaic charging; remote control; photovoltaic module

可远程控制的 5G 基站微光伏充电系统设计

马玉英¹ 丁亮² 吕岩³ 任现坤^{4,5}

1. 山东工程职业技术大学电子信息工程学院, 中国·山东 济南 250200

2. 临沂力诚新能源有限公司, 中国·山东 临沂 276028

3. 山东力诺光伏高科技有限公司, 中国·山东 济南 250103

4. 山东力诺阳光电力科技有限公司, 中国·山东 济南 250103

5. 山东力诺太阳能电力股份有限公司, 中国·山东 济南 250103

摘 要

随着5G通信技术的快速发展, 5G基站电能消耗大、用电成本高的问题日益明显。为降低基站功耗, 实现更加绿色、高效、可持续发展的5G网络, 满足5G发展及网络运营要求。论文提出了一种可远程控制的微光伏充电设计方案, 引入光伏组件、充电电路、蓄电池、升压电路等本地控制组件, 组件控制模块, 该系统能够向远程发出控制指令, 即时处理异常状态, 确保系统的运行稳定性。经过实验验证, 证实该系统能够提升充电效率, 可满足5G基站能源需求, 且远程控制功能稳定, 可满足实际应用需求。

关键词

5G基站; 微光伏充电; 远程控制; 光伏组件

1 引言

随着移动通信技术的不断进步, 5G 网络已成为当今世

界的重要基础设施。然而, 5G 基站的能源需求也给传统的供电方式带来了巨大的挑战。考虑到环保和可持续性, 利用可再生能源为 5G 基站供电成为一种理想的选择。太阳能是一种广泛可用的可再生能源, 具有清洁、无限、低成本等优点。结合先进的远程控制技术, 我们可以设计一种可远程控制的 5G 基站微光伏充电系统, 以满足 5G 基站的能源需求^[1]。本设计将微光伏充电系统与 5G 基站相结合, 构建出一套完整的可远程控制的 5G 基站微光伏充电系统。该系统不仅可以为 5G 基站提供稳定的电力供应, 还可以通过智能远程控制技术, 实现对基站的实时监控和管理。

【基金项目】山东工程职业技术大学校内科研基金项目(项目编号: SDGCZ2101); 山东省技术创新项目(项目编号: 202360101005); 山东省重点研发计划项目(项目编号: 2021CXGC010202)。

【作者简介】马玉英, 女, 中国山东日照人, 硕士, 教授, 从事电子信息专业建设与教学研究。

2 5G 基站电源系统概述

2.1 5G 基站供电系统的组成

5G 基站供电系统是现代通信网络的重要组成部分，其稳定性和可靠性直接关系到基站的运行状态和通信质量。5G 基站供电系统如图 1 所示，具体组件及功能如下：①交流变压器。交流变压器用于将输入的交流电源转换成基站设备所需的稳定交流电源，具有初级和次级两个绕组，通过电磁感应原理实现电压的变换。在基站电源系统中主要作用是隔离电网与基站设备，同时提供电压变换和波形修正等功能。直流变压器用于将经过交流变压器变换后的交流电整流成直流电，以满足基站设备的用电需求，在基站电源系统中主要作用是提供直流电源，同时对电流进行限流和保护^[2]。②新能源转化装置。新能源转化装置能够将可再生能源转化为电能，如太阳能、风能等。这些能源的利用可以有效地降低 5G 基站的能源消耗，同时减少对传统能源的依赖，从而降低对环境的影响。③充电管理装置。充电管理装置作为 5G 基站供电系统的重要组成部分，主要负责对分布式电源及储能装置的充电管理。该装置具有智能化的充电控制策略，能够根据基站的电力需求及能源价格等因素，自动调整充电功率及充电时间，以实现能源的最大化利用效率。④电能存储装置。5G 基站主要采用锂离子电池和超级电容作为主要的电能存储形式。这些存储装置具有高能量密度、长寿命、快速充电等优点，为基站的持续供电提供了有力保障。

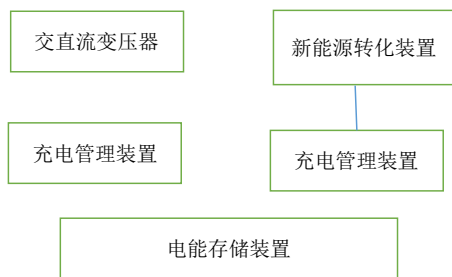


图 1 5G 基站供电系统组成

2.2 5G 基站电源系统的能量消耗分析

5G 基站电源系统的能量消耗主要包括以下几个部分：①设备能耗。包括整流器、电池组、配电单元等设备的电能消耗。其中，整流器的能耗占比最大，主要原因是 5G 设备的功率需求较大。②空调能耗。为了保持基站内部的温度和湿度，空调设备需要消耗一定的电能。在高温或高湿环境下，空调设备的能耗会明显增加。③照明能耗。基站的室内和室外照明设备需要消耗一定的电能^[3]。④其他能耗。包括基站维护工具、传感器等设备的电能消耗。⑤传输线路能耗。可远 5G 基站电源系统与基站中的其他设备之间需要通过传输线路进行连接，而这些传输线路也会有一定的能耗。这部分能耗主要取决于传输线路的长度、截面积以及传输速率等因素。

3 可远程控制的 5G 基站微光伏充电系统设计方案

3.1 总体设计方案

随着 5G 技术的快速发展，基站的能源需求也在不断增长。传统的能源供应方式面临诸多问题，如供电不稳定、能源成本高、难以维护等。为了解决这些问题，提出了一种可远程控制的 5G 基站微光伏充电系统设计方案，总体架构如图 2 所示。

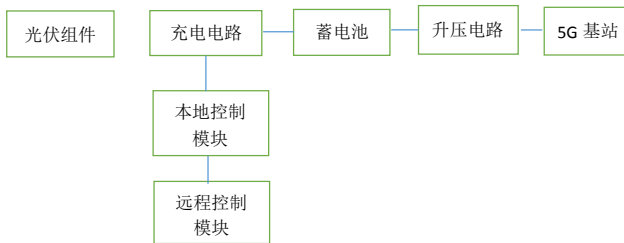


图 2 可远程控制的 5G 基站微光伏充电系统总体架构

其中，光伏组件连接充电电路，主要作用为将太阳能转化为电能；充电电路连接的是蓄电池，主要功能是为蓄电池供电；蓄电池连接升压电路，不仅能够存储电能，而且可为 5G 基站供电；升压电路连接 5G 基站，除完成蓄电池输出直流电的升压操作外，还需要为 5G 基站提供服务；本地控制模块需要连接充电电路、光伏组件以及升压电路，其能够实现对微光伏充电系统充电策略的有效控制^[4]。远程管理模块连接的是本地控制模块，采用无线通信连接的方式，其主要功能是对微光伏充电系统工作状态的监测。

3.2 可远程控制的 5G 基站微光伏充电系统组成

3.2.1 远程控制模块

该模块主要负责接收和发送远程指令，实现对基站的实时控制。该模块采用先进的物联网技术，实现与基站的实时通信。远程控制模块系统结构如图 3 所示。通过这个模块，管理员可以远程监控和控制 5G 基站的微光伏充电系统。管理员可以在任何时间、任何地点对系统进行监控和控制，从而大大提高了系统的可靠性和稳定性。该模块主要由处理单元与无线传输模块组成，其中处理单元在无线传输模块作用下连接至本地控制模块，不仅能够实现对充电系统工作状态相关数据的监测，而且能够根据数据对工作状态作出判断。远程管理模块主要由中央控制单元与云服务器组成，云服务器经 NB-IoT 网络能够连接多个处理单元，可存储工作状态数据；中央控制单元连接云服务，主要功能为发放命令信号，并对微光伏充电系统进行控制。NB-IoT 为蜂窝网络，消耗带宽约 180kHz，能够对 GSM 或 UMTS 网络进行部署，在减少部署成本的同时可促进平滑升级。获得工作状态数据后，处理单元会将数据封装为 JSON 的格式发送至云服务器。系统配备有多种传感器，用于监测电池储能单元的状态、环境光照强度等参数。这些数据将被实时上传至云平台，供用

户和管理员进行监控和控制。

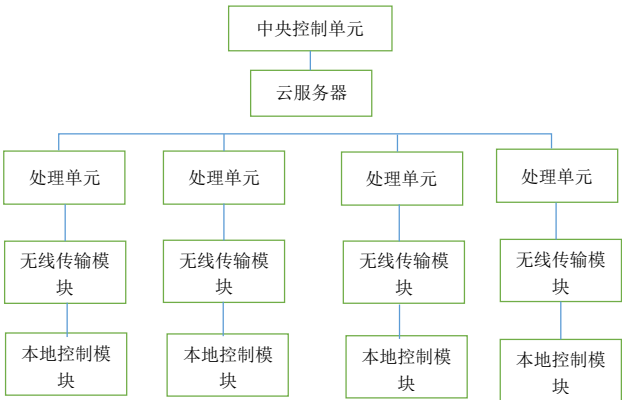


图 3 远程控制模块示意图

3.2.2 光伏充电模块

将太阳能转化为电能，为基站提供清洁、可再生的能源。该模块配有高效的充电控制器，可最大程度地利用太阳能。光伏充电模块主要由太阳能电池板、充电控制器和蓄电池组成。太阳能电池板将太阳能转化为直流电能，充电控制器对电能进行调节和稳定，然后通过直流输电线路将电能输送到蓄电池进行储存。充电控制器可根据实际情况进行选择，如 DC/DC 转换器、AC/DC 转换器等。此外，该模块还配备了多种安全保护功能，如过压保护、欠压保护和过载保护，以保障基站的稳定运行。在充电过程中，充电控制器还会对蓄电池的充电状态进行监测，确保充电安全和有效。为了避免在夜间或阴天等光照不足的情况下出现电力短缺，系统还包括一个储能装置，如蓄电池或超级电容器。

3.2.3 充电电路

充电电路主要由信号驱动单元、充电单元与充电保护单元三部分组成，系统结构如图 4 所示。信号驱动单元连接的是本地控制模块，主要是控制充电单元，若蓄电池电量与光照强度存在较大的差异，本地控制模块会利用控制信号驱动单元采取对应的充电策略为蓄电池供电；充电单元连接的是信号驱动单元，为蓄电池供电；充电保护单元则与充电单元连接，其能够对充电电路起到保护作用^[5]。充电保护单元除过流保护外，还同时覆盖了过压保护、短路保护及高温预警多种功能。该系统可以实时监控各部分的运行状态，并在出现异常情况时发出警报，以便及时进行维护与修复。

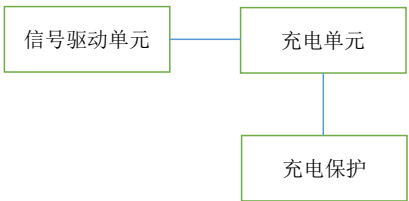


图 4 充电电路系统结构示意图

3.2.4 本地控制模块

本地控制模块基于嵌入式系统设计，具有以下主要功

能：①电力分配：根据基站的电力需求，本地控制模块将电池储能单元中的电力分配给基站及相关设备，确保其正常运行。②设备控制：通过嵌入式系统，本地控制模块可以控制光伏板的充电状态、电池储能单元的充放电状态以及充电控制器的运行状态。③数据交互：本地控制模块通过物联网技术，与远程监控单元进行数据交互，实时上报电池储能单元的电量、充电状态等信息，并接收远程监控单元的控制指令。④故障诊断：本地控制模块具有故障诊断功能，能够实时监测系统的运行状态，发现异常情况及时上报远程监控单元，以便快速采取相应措施。⑤能量管理：根据基站的电力需求以及光伏板的发电情况，本地控制模块可以对电池储能单元进行智能充电管理，确保电力供应的稳定性和持续性。经 NB-IoT 物联网，本地控制模块可在云服务器、中央控制单元上传设备状态信息、故障信息以及电池温度等信息，实现设备的自检报警与故障信息推送。中央控制单元还能够对 5G 基站的位置、运行状态及环境信息进行监测，实现对基站功率计开关的远程设置。当发现存在基站故障后，可精准确定故障基站位置，从而予以检修，提高了工作效率。

3.2.5 通信与数据传输

通信与数据传输具备了远程控制的功能，通过高效的数据传输和通信技术，实现对基站的远程监控和控制。这不仅大大提高了基站的工作效率，同时也降低了人工干预的频率，从而节省了大量的人力资源。其次，该模块还集成了微光伏充电技术，这是一种绿色、环保的能源技术，通过太阳能电池板将太阳能转化为电能，为基站提供持续的电力供应。这不仅解决了基站电力供应的问题，同时也降低了对传统能源的依赖，为实现绿色通信做出了贡献。此外，这种模块还具备了强大的数据传输功能。通过高速的数据传输通道，实现数据的实时收集、传输和分析。这为基站的工作状态监控、能源管理等方面提供了强有力的支持。

3.2.6 仿真控制模块

仿真控制单元是本设计的核心部分。该模块主要负责电源系统的智能管理。通过引入先进的控制算法，实现对蓄电池的充放电管理、电量监测等功能，保证基站的稳定运行。它能够根据基站的能源需求、电池储能单元的电量以及外部环境因素（如天气和时间），进行智能仿真和控制，预测未来的能源需求，并提前进行调度和分配，以提高能源使用效率，并确保基站的稳定运行。基站供电仿真控制模块如图 5 所示。

3.2.7 用户界面设计

用户界面采用直观的图形化设计，以白色为主色调，搭配绿色和灰色元素。主界面分为四个主要区域：状态显示区、操作区、报警区和日志区。功能模块：①状态显示区：显示微光伏充电系统的当前状态，如电池储能单元的电量、充电控制器的工作状态等。②操作区：提供一系列控制按钮，如启动 / 停止充电、设定充电阈值、查看系统日志等，用户

可以通过点击相应按钮进行操作。③报警区：当系统出现异常情况时（如电量过低、光照不足等），该区域将显示相应的报警信息，以使用户及时发现并处理问题。④日志区：显示系统的历史操作记录和报警信息，方便用户追溯系统的运行情况。当系统发生重要事件时（如启动/停止充电、报警等），界面将发出声音提示，以使用户及时了解情况。

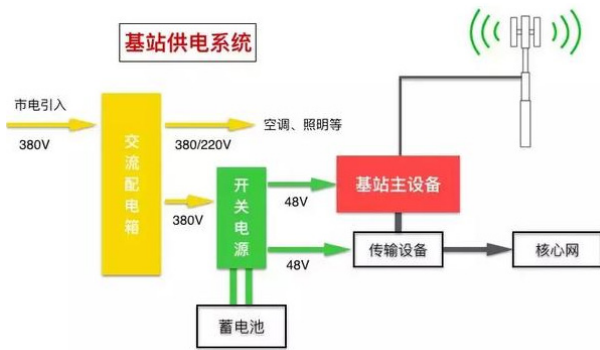


图 5 5G 基站供电仿真控制模块

4 实例验证

为了验证该系统的性能、安全性和可靠性，进行了仿真实验，搭建实验平台：构建包含太阳能电池板、充电控制器、蓄电池、负载设备及 5G 网络的实验平台。在实验过程中，实时采集充电控制器的电流、电压等数据，以及蓄电池的电量数据。同时，记录环境光线强度、天气等自然条件。远程控制实验中，通过 5G 网络，发送控制信号给充电控制器，实现远程控制。控制信号包括开始充电、停止充电、调整充电电流等。根据采集到的数据，分析微光伏充电系统的充电效率、稳定性以及远程控制效果。比较在不同环境条件下的表现，找出系统的优缺点及改进方向。光伏发电及储能充电相关波形如图 6 所示，其能够实现直流微电网的稳定性与可靠性。

在不同的天气条件下测试了系统的充电效率和供电能力。实验结果表明，该系统在晴朗的天气下可以实现较高的充电效率和供电能力，能够满足 5G 基站的能源需求。其次，我们测试了系统的远程控制功能。通过手机 APP 或网络控制平台，我们可以实现对系统的远程监控和控制，包括实时监测系统状态、调整充电电池电量、设置 5G 基站负载优先

等级。实验结果表明，该系统的远程控制功能稳定可靠，能够满足实际应用需求。最后，我们还测试了系统的能源利用效率和节能效果。通过与传统能源供应方式进行对比实验，我们发现该系统的能源利用效率较传统方式提高了 20%，同时节能效果也十分显著。实验结果表明，该系统具有较高的实用价值和推广价值。

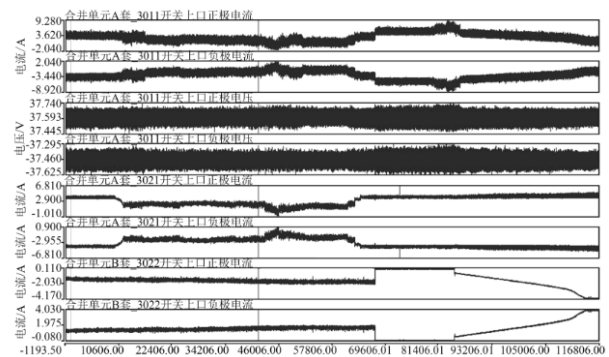


图 6 光伏发电、储能充电波形示意图

5 结语

可远程控制的 5G 基站微光伏充电系统是一个集高效、环保、智能于一体的充电系统，它将 5G 通信技术、光伏发电技术和智能充电技术完美地结合在一起，实现了远程控制、绿色环保、高效充电的三大目标，不仅可以满足 5G 基站的能源需求，提高能源利用效率，还可以降低运营成本，提高充电系统的灵活性和便利性。

参考文献

- [1] 王艳茹,尹喜阳,欧清海,等.基于能量共享与交易协同的5G融合配电网基站储能调控方法[J].中国电力,2023,56(6):61-70.
- [2] 朱永生,赵红丽,卢娜,等.基于PSO和变步长电导增量法的5G基站充电策略[J].信息技术与信息化,2023(7):172-175.
- [3] 李金雨,宋福龙,马俊杰,等.基于5G基站可调度潜力与配电网集群划分的储能选址定容方法[J].电力系统自动化,2023,47(18):151-160.
- [4] 封钰,俞永杰,史雪晨,等.多站融合模式下基于共享储能的多主体交易机制设计[J].电力需求侧管理,2023,25(4):21-27.
- [5] 张翔,王墨,周振宇,等.考虑光伏集成5G基站用能模式的多主体共享储能优化配置[J].电测与仪表,2023,60(3):97-106.

Design and Application of Semiconductor Silicon Wafer Defect Detection System Based on Machine Vision

Feng Chen Xingqun Fu Zheng Wang

Zhejiang Zhongjing Electronics Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324000, China

Abstract

This paper introduces the design and application of a semiconductor silicon wafer surface defect detection system based on machine vision. The system is composed of automatic loading and unloading actuator, light source, optical lens, industrial camera, image acquisition system and image analysis and processing system. In terms of automatic loading and unloading system, the automatic loading and unloading of multi-specification monocrystalline silicon wafer is realized, including the design and manufacture of traceless suction cups to meet the requirements of clean environment, as well as the clever implementation of electrical system architecture. In the defect detection system of monocrystalline silicon wafer, multiple sets of visual imaging systems are used to realize image acquisition, and various defect detection algorithms are developed. The application of this system can improve the level of production automation, reduce the production cost, improve the quality of product testing, and have good social and economic benefits.

Keywords

machine vision; semiconductor silicon wafer; defect detection system; optical application; defect detection algorithm

基于机器视觉的半导体硅片缺陷检测系统设计与应用

陈锋 傅兴群 汪征

浙江众晶电子有限公司, 中国 · 浙江 衢州 324000

摘 要

论文介绍了一种基于机器视觉的半导体硅片表面缺陷检测系统的设计与应用。该系统采用自动上下料执行机构、光源、光学镜头、工业相机、图像采集系统和图像分析处理系统构成。在半导体硅片自动化上下料系统方面, 实现了多规格单晶硅片的自动上下料, 包括设计和制造无痕吸盘以满足洁净环境的要求, 以及电气系统架构的巧妙实现。在单晶硅片缺陷检测系统方面, 采用多套视觉成像系统实现图像采集, 并开发了多种缺陷检测算法。该系统的应用可提高生产自动化水平, 降低生产成本, 提高产品检测质量, 具有良好的社会和经济效益。

关键词

机器视觉; 半导体硅片; 缺陷检测系统; 光学应用; 缺陷检测算法

1 引言

单晶硅片, 硅的单晶体, 是一种具有基本完整的点阵结构的晶体, 由高纯度的多晶硅在单晶炉内拉制而成。不同的方向具有不同的性质, 是一种良好的半导体材料。其纯度要求达到 99.9999%, 甚至达到 99.9999999% 以上。由于其卓越的电学性能和光学特性, 单晶硅片被广泛应用于太阳能电池、半导体器件、IC 芯片等行业。在国内的单晶硅片的生产过程中, 由于生产技术的限制, 部分成品的单晶硅片上存在着一些微小的瑕疵, 这些瑕疵会大幅缩短终端产品的使用寿命^[1]。这些缺陷可能由于生产环境、设备故障或其他因素引起, 对产品的质量和性能产生负面影响。目前, 国内

各单晶硅片生产企业普遍采用人工肉眼检测的方式, 来对成品进行质量把控。然而, 这种传统的人工检测方式存在一定的局限性, 人工检测受到主观因素的影响, 不同操作者的主观判断标准可能存在差异, 容易导致质量把控的不一致性; 人工检测速度相对较慢, 不能满足大规模生产的需求, 且劳动强度较大; 对于微弱缺陷的检测精度相对较低, 容易出现漏检或误检情况^[2]。为解决上述问题, 本项目提出了基于机器视觉的半导体硅片表面缺陷检测系统的设计与应用。通过引入先进的机器视觉技术, 该系统能够高效、准确地对单晶硅片进行缺陷检测, 实现自动上下料功能, 替代传统的人工检测方式。这不仅能够降低劳动强度、生产成本, 减少人为因素对产品检测过程的影响, 还能够实现产品生产的高度自动化, 提高产品检测质量, 为半导体硅片行业带来显著的社会和经济效益。

【作者简介】陈锋(1972-), 男, 中国浙江开化人, 工程师, 从事机电一体化研究。

2 系统设计与构成

2.1 自动上下料系统设计

自动上下料系统是半导体硅片生产中至关重要的一部分，其设计需要考虑生产环境的洁净度、硅片的规格差异以及高效稳定的操作。该系统主要包括无痕吸盘设计与制造、单晶硅片上下料及分拣机构以及整体电气系统架构。

在无痕吸盘的设计与制造方面，由于单晶硅片的生产工艺对环境洁净度要求极高，吸盘在吸附单晶硅片的过程中不能留下任何痕迹。国际标准要求单晶硅片料盒硅片与硅片之间的间距小于 4mm，而市面上现有的无痕吸盘无法满足这一要求。因此，采用自主研发的方式，通过改进吸附材料和工艺，确保吸盘在工作过程中对单晶硅片不会造成任何污染。

单晶硅片上下料及分拣机构是自动上下料系统的核心。为实现对不同规格的单晶硅片进行自动上下料，需要设计机构能够适应 3 英寸、4 英寸、5 英寸和 6 英寸四种规格的硅片。这需要考虑机械结构的灵活性和智能控制系统的精准度。为了避免对洁净房内空气造成不必要的污染，整个设备在设计过程中需要考虑降低起尘量，特别是在运行过程中对环境的影响。

在整体电气系统架构方面，采用了 PLC 控制系统作为核心，集成多轴伺服控制系统，以实现快速精准定位控制。使用触摸屏（HMI）进行设备监视和及时定位设备故障。通过采用通信强大的 PLC，实现了上位机、工业相机系统和设备运行系统的实时数据交互。各个部件的实时通讯和独立数据交换确保了设备的高效运行。

2.2 单晶硅片缺陷检测系统设计

单晶硅片缺陷检测系统的设计涵盖了光学应用、缺陷检测算法开发以及硅片定位算法的三个关键方面，旨在通过综合运用先进技术来提高对单晶硅片表面缺陷的检测精度和效率。

在光学应用方面，系统采用多套视觉成像系统的组合，致力于实现对单晶硅片表面的高精度图像采集。这些视觉系统具有采样精度高、采样速度快、图像质量稳定等特点，为后续缺陷检测提供了高质量的数据基础。通过多套系统的协同工作，能够全面而迅速地捕捉单晶硅片表面的特征，为后续算法处理提供丰富的信息。

在缺陷检测算法开发方面，系统面临多种缺陷的检测和识别任务，包括脏污、崩边、划道、磨印、孔洞、LD 以及不规则圆等。为解决这些复杂的问题，采用了不同的算法进行处理。以粗糙表面低对比度缺陷为例，系统成功完成了对纹理特征明显的硅片表面低对比度细长状划痕类缺陷的准确提取和分析。这意味着系统在面对复杂的表面特征时，能够快速而精准地识别潜在缺陷，为后续的定位和分类提供了有力支持。

硅片定位算法的开发则旨在对多个尺度及外形的硅片

实现精确定位，以保证严格的缺陷检测边界和区域。这对于后续崩边及边缘 LD 缺陷类的准确检测至关重要。系统采用了高精度卡尺算法，通过对合格硅片的几何边界进行准确定位，并实现对其中不规则圆边界的检测。这一算法的运用有效地解决了不同尺寸和形状硅片的精确定位问题，为后续缺陷检测提供了可靠的基础。

2.3 单晶硅片缺陷检测上位机监控系统

单晶硅片缺陷检测上位机监控系统是整个系统的智能化管理中枢。图像采集系统和数据处理单元是系统的基础，采用了高精度缺陷检测算法。通过对硬件设备正反面大面积相机的实时数据采集，与 PLC 基于 MODBUS 的实时通讯，实现对生产线上硅片生产质量的自动化检测与分类^[3]。

为了提供用户友好的体验，设计了优异的用户交互功能模块。这包括两种图像显示模式的选择，即原图像模式和经算法处理后的效果图模式。用户可以直观地监视设备运行状态、检测结果，并在必要时进行反馈和报警。系统还实现了差异性权限管理，分为普通操作员、技术管理员和系统管理员三个级别，以便更好地控制对系统的访问和配置。

3 系统性能与效益

3.1 系统性能评估

表 1~ 表 3 展示了自动上下料系统、光学系统和硅片表面缺陷检测算法的关键技术指标及性能数据。

表 1 自动上下料系统性能评估

技术指标	数据
具备自动化上下料及自动分拣能力	是
设备检测节拍	7.5 秒 /PIC
设备连续无故障运行时间	30 天
满足单晶硅片无痕取放料的技术要求	是
设备维护简单方便的提醒	是
设备运行安全可靠，效率领先	是

表 2 光学系统性能评估

技术指标	数据
2500W 像素高清图的图像采集	是
硅片表面缺陷的一次性快速成像	是
对环境光的抗干扰与图像稳定性	是
关键部件可更换性	是
设备具备后续升级的可行性	是

表 3 硅片表面缺陷检测算法性能评估

技术指标	数据
具备缺陷类型初步分拣功能	是
实现缺陷结果数据的输出和位置标记	是
实现低对比度缺陷的有效无误检测	是
缺陷检出率	99.50%
缺陷错检率	9% 以内

自动上下料系统表现出色，具备高效的自动化上下料

及分拣能力，节拍快，连续运行时间长，同时满足了对单晶硅片无痕取放料的技术要求，设备维护简便，运行安全可靠，效率行业领先。

光学系统的 2500W 像素高清图片采集、一次性快速成像和对环境光的抗干扰表现出色，关键部件可更换，具备后续升级的可行性，保障了系统的稳定性和可维护性。

硅片表面缺陷检测算法达到了较高的性能水平，实现了缺陷类型初步分拣功能，输出和位置标记缺陷结果数据，并具备对低对比度缺陷的有效无误检测。检出率达到 99.5%，错检率控制在 9% 以内，表现出优异的缺陷检测准确性。

3.2 系统效益分析

3.2.1 经济效益分析

根据市场销售情况的测算，该半导体硅片缺陷检测系统的具体盈利预测如表 4 所示。

表 4 具体盈利预测（万元）

项目	2024 年	2025 年	2026 年	2027 年
年销售量（套）	30	60	80	120
产品销售收入	1350	2580	3200	4800
销售税金及附加	27.54	52.632	65.28	97.92
总成本费用	1066.293	2052.887	2652.618	3935.898
利润总额	256.167	474.481	482.102	766.182
所得税	38.425	71.172	72.315	114.927
净利润	217.742	403.309	409.786	651.254

3.2.2 社会效益

该半导体硅片缺陷检测系统的成功研制将对中国半导体硅片缺陷检测设备的长期依赖进口产生深远的影响，为国内相关产业带来了一项重要的技术进展。目前该设备的单台价格达数百万元人民币以上，而本项目的成功研发将改变这一局面，使中国能够自主生产这类设备，降低相关产业的成本。

该技术不仅可应用于半导体硅片表面缺陷检测，还可在玻璃表面缺陷检测、镀锌件表面缺陷检测等领域发挥作用，拓展了技术的应用范围。由于半导体硅片的缺陷带来的

损失每年高达 1000 万美金左右，因此该系统的应用将在多个产业领域带来显著的社会效益。

3.2.3 技术应用和产业化前景

随着半导体硅片制造工艺的升级，本项目提供的半导体硅片缺陷检测系统具有重要意义。其在尺寸测量、隐裂检测、孔洞检测和脏污检测等方面的应用，有望降低生产过程中的碎片率，提高产品的使用寿命。据估计，半导体硅片的缺陷每年带来的损失高达 1000 万美金左右。

有效的缺陷检测方法对提高半导体硅片的工艺质量至关重要。由于生产规模的扩大和生产线运行速度的提升，人工检测已无法满足现代大工业生产的速度要求。本项目的自动上下料系统、光学系统和缺陷检测算法的协作，实现了对半导体硅片各类缺陷的快速、高精度、实时的检测，为企业节省劳动力、降低成本、提高产品质量提供了有力的支持。

4 结语

综合考虑本项目的设计与应用，基于机器视觉的半导体硅片缺陷检测系统的成功研发在提高半导体硅片生产效率、降低生产成本、改善产品质量等方面具有显著意义。自动上下料系统的实现代表了生产流程的智能化和自动化，有效减轻了劳动强度，提高了生产线的稳定性。而缺陷检测系统的多层次算法确保了对单晶硅片各类缺陷的高效检测，为产品质量控制提供了可靠保障。上位机监控系统则通过实时数据采集和多线程处理，使生产过程得以全面监控和灵活掌控。本项目的成功研发不仅在技术水平上具有重大突破，更在推动半导体产业升级、提升中国相关领域的国际竞争力方面发挥了关键作用。

参考文献

[1] 杨利,陈柳松,谢永超.基于机器视觉的芯片引脚缺陷检测系统设计与实现[J].计算机测量与控制,2021(5).

[2] 孙贺,刘胜波,冷于浩,等.基于机器视觉的轮胎表面缺陷检测系统的研究与应用[J].工业控制计算机,2022(3).

[3] 钟飞,赵子丹,夏军勇,等.基于机器视觉的编织袋表面缺陷检测系统设计与实现[J].包装工程,2022(5):247-256.

Research and Application of Digital Protection System for Fixed Values

Lei Yang Mao Li Yongjian Xia Yan Liu Renqiang Wang

Neijiang Power Supply Company of State Grid Sichuan Electric Power Company, Neijiang, Sichuan, 641000, China

Abstract

Protection setpoint sheets are important paper documents used for system protection in power systems. Traditional paper-based setpoint sheets suffer from issues such as information loss and difficult management. In order to improve the efficiency and security of setpoint sheet management, this study has developed a digital alternative software system that enables paperless viewing of setpoint sheets on mobile devices, along with necessary confirmation and signatures. The system realizes the division, classification, and permission query and management of fixed value orders. By scanning the two digit code on site, the fixed value order and its three historical versions can be directly viewed and prepared. The system utilizes virtual private network (VPN) technology to establish a dedicated network for information encryption, effectively preventing information leakage.

Keywords

protection setpoint sheets; encryption technology; mobile device

保护定值数字化系统的研究和应用

杨磊 李茂 夏永健 刘艳 王仁强

国网四川省电力公司内江供电公司, 中国 · 四川 内江 641000

摘 要

保护定值单是电力系统中用于系统保护的重要工作单, 传统的纸质定值单存在信息易丢失、难以管理等问题。为了提高定值单的管理效率和安全性, 本研究开发了一套数字化替代的软件系统, 能够在移动端实现无纸化查看定值单, 并进行必要的确认和签字。该系统实现了定值单的分区、分类、分权限查询和管理, 通过现场扫描二维码直接查看和备注定值单及其三个历史版本, 采用了虚拟VPN技术, 在信息加密方面构建了专有网络, 有效地避免了信息的外泄。

关键词

保护定值单; 加密技术; 移动端

1 概述

1.1 研究背景

在电力系统中, 保护定值单是用于确保设备和系统安全的重要工作单。传统的纸质定值单存在着信息易丢失、难以管理以及不便于实时更新等一系列问题。此外, 纸质定值单的传递和存储也存在着信息丢失的风险。为了解决这些问题, 数字化替代方案应运而生。随着移动技术的快速发展, 越来越多的电力系统运维人员希望能够通过移动设备随时随地查看和更新保护定值单。因此, 开发一套在移动端无纸化查看定值单的软件系统具有重要的实际意义, 信息安全的考虑使得采用加密技术来保护定值单的信息安全性至关重要。

1.2 研究目的和意义

本研究旨在开发一套数字化替代的软件系统, 以实现在移动端无纸化查看保护定值单, 并采用加密技术确保信息的安全性。研究目的如下:

①提高管理效率: 通过将保护定值单数字化, 实现无纸化管理, 可以大大提高保护定值单的管理效率。移动端的查看功能使得运维人员可以随时随地访问和更新定值单, 不再受限于纸质文档的局限性。

②增强信息安全: 采用加密技术和虚拟 VPN 构建专有网络, 可以有效防止保护定值单的信息泄露风险。通过加密数据传输和存储, 确保只有授权人员能够访问和修改定值单, 提高信息的安全性。

③提供便捷性与灵活性: 通过移动端无纸化查看保护定值单, 运维人员可以随时了解和更新系统的配置信息。同时, 系统还提供了搜索、下载和修改定值单的功能, 提供了更大的便捷性和灵活性。

④推动数字化转型: 本研究通过将纸质保护定值单转

【作者简介】杨磊 (1995-), 男, 中国四川广安人, 硕士, 助理工程师, 从事电力系统及其自动化研究。

变为数字化形式,推动了电力系统的。

2 相关工作

2.1 纸质保护定值单存在的问题

①容易丢失或损坏:纸质工作单容易在传递、存储或处理过程中丢失或受到损坏,导致数据丢失或无法恢复。②难以追踪和管理:纸质工作单需要手动管理和存档,容易出现遗漏、混乱或重复的情况,难以追踪和管理。③效率低下:纸质工作单需要手动填写、传递和处理,耗费大量时间和人力资源,影响工作效率和响应速度。④容易被篡改或伪造:纸质工作单容易被篡改、伪造或擅自修改,导致数据的不准确性和可信度问题。⑤信息安全风险:纸质工作单可能包含敏感信息,如系统配置、密码等,容易泄露或被未经授权的人员获取,存在信息安全风险。⑥不便于共享和协作:纸质工作单无法方便地共享给其他相关人员,导致协作困难和信息不同步的问题。⑦不环保:纸质工作单需要大量的纸张和印刷材料,对环境造成负面影响。⑧不易搜索和检索:纸质工作单无法进行全文搜索和快速检索,需要大量时间和精力来找到特定的信息。⑨不易更新和维护:纸质工作单需要手动更新和维护,难以及时更新和保持最新版本。⑩不易进行数据分析和统计:纸质工作单无法方便地进行数据分析和统计,限制了对系统性能和运行状况的深入了解。

2.2 数字化替代方案的发展与应用

①移动应用程序:开发专门的移动应用程序,可以在移动设备上无纸化查看、填写和提交定值单。

②数据库管理系统:建立定值单的数据库管理系统,将定值单的信息存储在数据库中,实现了数据的集中管理和统一管理。

③数字签名和加密技术:数字化系统采用数字签名和加密技术,确保定值单的真实性、完整性和保密性。

④无纸化办公:数字化系统实现了定值单的无纸化办公,减少了纸张和印刷材料的使用,对环境友好。

2.3 虚拟 VPN 技术的概述

虚拟 VPN (Virtual Private Network) 技术是一种通过公共网络(如互联网)建立起安全的、加密的网络连接的技术。它可以在不安全的公共网络上创建一个虚拟的、私密的网络,使用户可以安全地访问远程网络资源和传输敏感数据。虚拟 VPN 技术的应用和优势如下:

①远程访问:虚拟 VPN 技术允许用户通过公共网络安全地访问企业或组织的内部网络资源。

②数据加密:虚拟 VPN 使用加密技术对数据进行加密,保护数据在传输过程中的安全性。

③身份认证和访问控制:虚拟 VPN 可以使用身份认证机制,确保只有经过授权的用户可以访问网络资源。

④提高网络安全性:虚拟 VPN 技术可以提供额外的网络安全层,防止恶意软件、网络攻击和数据泄露。

⑤成本节约:相比于传统的专用网络线路,虚拟 VPN 建立在公共网络上,节省了专线租用和维护的成本。

3 系统设计与实现

3.1 系统功能

①定值单自动识别。首先,利用自动识别技术将 Excel 表格信息提取和整理,对 Excel 表格进行数据预处理,读取 Excel 文件、解析表格结构、提取数据,使用 Python 的开源库 pandas 来处理 Excel 文件。其次,识别和提取表格的结构信息,包括识别表头、列名和行索引等。最后进行数据的整理,按照应用程序设计格式,将数据呈现到移动端。

②数字定值单的展示和归档。同时展示定值单的历史版本和当前版本,实现定值数据的追溯。根据保护装置的型号,存储相应的定值单信息及其历史版本,可在移动端下载原始 PDF 版本定值单查看。定值单中的差异数值可自动显示,工作人员可在必要的位置标注,并且完成签字确认。

③定值单的分类查询。可根据区域、变电站、间隔、保护装置型号等信息对定值单进行查询。可在软件中扫码查询定值单数据。

④变电设备管理。对设备编号,所属变电站(厂站名称)、设备名称,开关编号,保护型号,调度名称,装置版本号,校验码,CT 变比、PT 变比,进行归类 and 展示,根据设备二维码查询。

⑤角色权限管理。对软件设置不同权限的操作人员,超级管理员、班组长、组员可根据不同的职能权限对软件系统进行查询、修改、整理。

⑥虚拟 VPN 加密技术。虚拟 VPN 使用加密技术对数据进行加密,保护数据在传输过程中的安全性。即使在公共网络上,第三方无法截获和解密传输的数据,确保数据的机密性。

3.2 移动应用程序设计

①技术构架:前端采用 VUE 框架,后端采用 JAVA, MYSQL, NGINX, 实现前后端分离、高效稳定的 Web 应用开发,提供良好的用户体验和可靠的服务。Web 开发技术构架如图 1 所示。

②操作系统:PC 端采用 WINDOWS 系统,移动端兼容 ANDROID 和 IOS。

③功能设计:满足定值上传、识别、查看、备注功能,定值单的分类管理。

④数据存储与管理:数据库和服务器在本地部署,保证安全。

⑤安全性:采用虚拟 VPN 通道。

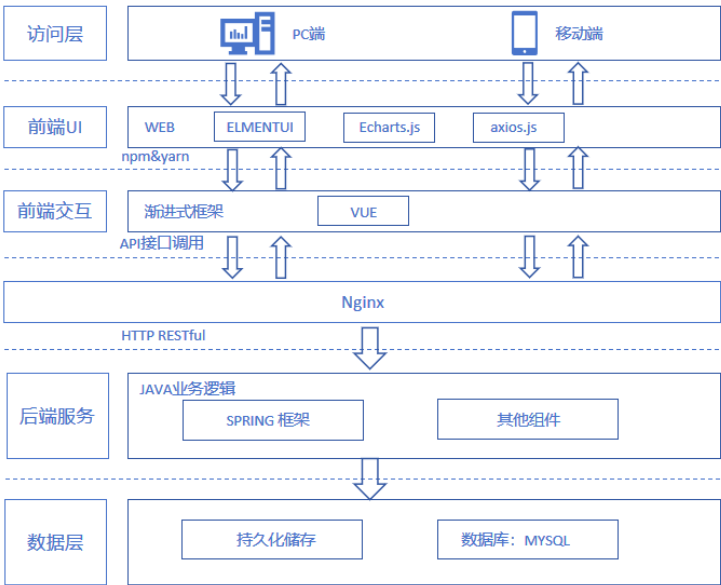


图 1 Web 开发技术构架

3.3 信息加密与安全性保障

- ①加密通信：VPN 使用加密算法对传输的数据进行加密，确保在公共网络上传输的数据无法被未经授权的人读取或篡改。常用的加密算法包括 AES（高级加密标准）和 RSA（非对称加密算法）等。
- ②隧道传输：VPN 通过在公共网络上建立一个虚拟的隧道，将用户的数据封装在 VPN 协议的头部中进行传输。这个隧道通过使用协议（如 IPsec、OpenVPN 等）来确保数据的安全传输。
- ③身份验证：VPN 客户端和服务端之间进行身份验证，以确保只有授权的用户才能访问 VPN 网络。常见的身份验证方法包括用户名和密码、数字证书、双因素认证等。
- ④数据完整性：VPN 使用校验和哈希算法来验证数据的完整性，以确保数据在传输过程中没有被篡改或损坏。
- ⑤匿名性和隐私保护：VPN 可以隐藏用户的真实 IP 地址，并通过路由器进行网络地址转换（NAT）来保护用户的隐私和匿名性。
- ⑥防火墙和安全策略：VPN 可以通过防火墙和安全策略来限制对 VPN 网络的访问，并保护网络免受恶意攻击和未经授权的访问。

3.4 网络系统结构

网络构架图如图 2 所示。

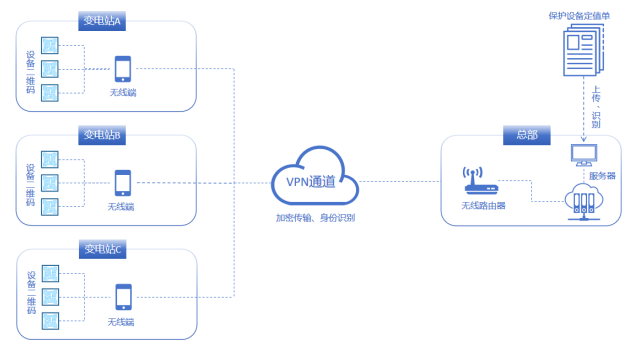


图 2 网络构架图

4 应用分析

论文所述定值单数字化系统已成功应用在某地市公司变电站，实现定值单上传识别、归档、分类查找、备注修改以及二维码识别，实现了纸质定值单的数字化管理，大大提高了工作效率，详见表 1。

表 1 数字化定值单系统与传统作业对比

数字化系统功能	耗时分析	传统方式	耗时分析
扫码查询	< 0.2s	查找档案	10~30min
按区域查询	< 0.2s	跨区域查找	1~3hour
按变电站查询	< 0.2s	跨站查找	1~2hour
按电压等级查询	< 0.2s	分类查找档案	40min~1hour
按保护间隔查询	< 0.2s	分类查找档案	20min~1hour
查询定值单历史版本	< 1s	分类查找档案	20min~1hour
查询保护设备原理图	< 2s	查找档案	30min~1hour
备注定值	< 5s	纸质备注存档	5min

5 结语

①本研究开发了一套数字化替代的软件系统，用于在移动端查看、标记和管理定值单提高了工作效率和便捷性。

②通过虚拟 VPN 技术实现信息加密，构建专有网络，避免了信息的外泄。数据传输全程加密，客户端动态检测病毒威胁，风险终端自动隔离，从访问源头保障企业数据资产。采用身份验证、自定义访问策略，提高了访问权限的灵活性。

③采用了二维码与保护装置相关联，实现扫码查看定值单，避免人工查找和定值单丢失，大大提高了工作效率。

参考文献

[1] 黄超,李银红.基于整定逆过程的保护定值在线校核原则[J].电力系统自动化,2011,35(12):59-64.

[2] 吕颖,吴文传.电网保护定值在线整定系统的开发与实践[J].电网系统,2008,32(8):15-20.

[3] 朱永利,宋少群.基于广域网和多智能体的自适应协调保护系统的研究[J].中国电机工程学报,2006,26(16):15-20.

[4] 吕颖,孙宏斌,张伯明,等.在线继电保护智能预警系统的开发[J].电力系统自动化,2006,30(4):1-5.

Exploration and Analysis of the Development Direction of Beidou Short Message Communication in Maritime and Aviation Protection

Jun Wen

Ministry of Transport of the People's Republic of China the East China Sea Maritime Security Center Shanghai Communication Center, Shanghai, 200000, China

Abstract

With the comprehensive formation of the global layout of various orbit satellites in the Beidou satellite system, the development trend of Beidou short message communication in China is gradually becoming clear. The Shanghai Communication Center tracks and studies various existing development models, conducts scientific analysis from a strategic perspective, and aims to find a suitable path for the development of Beidou short message communication in aviation security, accelerate the construction of intelligent aviation security, Better utilize new technologies to provide refined aviation and communication services for maritime users. In order to promote the transformation and development of communication in Shanghai, it is necessary to strategically carry out top-level design, coordinate planning, and make business planning. Further argumentation and user research are needed to integrate and form the Beidou Information Service Platform, which can achieve maritime safety information broadcasting and alarm functions. In the future, the platform's functions can be expanded, image capacity can be compressed, and the feasibility of incorporating meteorological fax services into the platform can be studied to provide image-based services for maritime users.

Keywords

Beidou communication; satellite system; communication development

海事航保北斗短报文通信发展方向探析

闻俊

交通运输部东海航海保障中心上海通信中心, 中国·上海 200000

摘 要

随着北斗卫星系统各轨道卫星全球布局的格局全面形成, 北斗短报文通信在中国发展的脉络逐渐清晰, 上海通信中心跟踪研究现有各类发展模式, 从战略上进行科学分析, 目的是找出一个适合航保通信北斗短报文通信发展的路径, 加快智能航保建设, 更好地运用新技术为涉海用户提供精细化的航保通信服务。为促进上海通信转型发展, 战略上做好顶层设计, 统筹谋划, 在业务上做好规划, 需经过进一步的论证及用户调研, 整合形成北斗信息服务平台, 实现海上安全信息播发及报警功能, 今后可以拓展平台功能, 压缩图片容量, 研究气象传真业务纳入平台的可行性, 为涉海用户进行图像化服务。

关键词

北斗通信; 卫星系统; 通信发展

1 发展背景

随着北斗三号系统组网完成后, 北斗短报文服务分为区域短报文服务和全球短报文服务两种。区域短报文的收发范围为亚太区域, 短报文容量提升为 1000 个汉字; 全球短报文收发范围为全球, 短报文容量为 40 个汉字。

北斗短报文仅需一个终端设备, 就可以在北斗覆盖的区域内进行收发, 特别是在移动通讯中断, 电力中断或移动通信无法覆盖的情况下, 其他通信手段都不可使用, 北斗短

报文就有了其不可替代的地位。使用北斗短报文可以及时与外界建立紧急联络, 并且由于北斗系统通导一体的设计, 北斗短报文可以携带准确的定位信息, 再加上北斗短报文的信息载体和短信一样, 是文字的方式进行传输, 发送内容的自由度很高, 因此北斗短报文的功能在国防、民生、应急救援以及海上通信等领域, 都具有很强的应用价值。

北斗短报文通信系统发展至今, 在中国初步形成了三个发展模式。其分别是北斗加入 GMDSS 国际模式、北斗分理商自研平台模式和电信运营商手机模式。这些发展模式都取得了一定的进展, 有的完成了测试, 加入国际组织认可的系统, 有的经过前期测试, 现在已经开放了相关业务, 有的还在运营测试。

【作者简介】闻俊(1971-), 男, 中国上海人, 本科, 工程师, 从事无线电通信及信息化系统研究。

1.1 北斗加入 GMDSS 国际模式

2018年6月,国际海事组织(IMO)海上安全委员会(MSC)第99次会议审议通过了“关于我国北斗信息服务系统加入GMDSS的申请”;2020年1月,国际海事组织(IMO)航行安全、通信与搜救分委会(NCSR)第7次会议审议通过了北斗报文服务系统(BDMSS)加入全球海上遇险与安全系统(GMDSS)预评估的提案,将由国际移动卫星组织开展技术和运营评估;2022年2月、7月,国际移动卫星组织(IMSO)对中国北斗短报文系统加入全球海上遇险与安全系统分别进行了线上、现场评估;2022年11月2日至11日,国际海事组织(IMO)海上安全委员会(MSC)召开第106次会议。会议通过决议,认可北斗报文服务系统加入全球海上遇险与安全系统。北斗系统成为继海事卫星系统、美国铱星系统后第三个通过IMO认可的GMDSS卫星通信系统。

北斗报文服务系统由GMDSS服务提供方、海上安全信息提供方和海上搜救协调中心(RCC)组成。目前相关方的职责还没有明确,行业初步的设想是其中GMDSS服务提供方为交通运输通信信息集团有限公司(CTTIC);海上安全信息提供方指所有经授权的提供海上安全信息的单位,包括国家气象局、中国海事局、相关医疗机构等;RCC主要是中国海上搜救协调中心,其余地方搜救协调中心也可以接入北斗报文服务系统,承担接警和处理的职责。

1.2 北斗分理商自研平台模式

北斗分理商自研平台模式由具备北斗分理资质的单位向船舶用户发放北斗船载终端和北斗卡,装有北斗卡的终端能够进入北斗通信网,进而实现报警和安全信息收发等功能。北斗卡分为军用卡、民用卡、特种卡、指挥机卡和下属卡。其中,指挥机卡与下属卡是配对关系,1张指挥机卡最多可配200张下属卡。指挥卡具备监听功能,可以接收到下属卡收到的任何信息;具备通播功能,可以同时把信息发送给所有下属卡;具备定位功能,可以强制让下属卡定位。

根据中国卫星导航定位应用管理中心《2021年度北斗导航民用服务资质年检审核结果公告》,目前全国具备北斗导航民用分理级服务资质的单位有11家,具备民用分理级服务试验资质的单位有16家。交通运输部东海航海保障中心于2015年6月6日获得了分理级服务试验资质,已成为交通运输部海事系统中唯一一家具备北斗民用分理服务资质的单位。

据调研了解,天津通信中心自2016年起自研建设“北方海区北斗通信服务平台”,并制订相关行业标准,利用北斗短报文为船舶提供安全信息试播发服务。目前该系统指挥机下属30台北斗船载终端,发放北斗卡1000余张,主要为北方海区公务船舶、港口作业船舶等,播发的信息包括北方海区航行警告、气象警告、气象预报等与船舶航行安全相关的北斗海上安全信息,年均播发信息约为3000份,年短报

文播发量约为15万条,为船舶安全作业和海事监管提供了有力支撑。天津通信中心于2022年正式向部海事局提交并获批该项业务的申请,于2022年1月15日0时正式对外开放海上北斗安全信息播发业务。

1.3 电信运营商模式

2022年9月6日,华为Mate50系列新机以及后面MATE60系列正式发布,这是全球首款支持北斗卫星消息的大众智能手机。该手机支持北斗卫星消息硬件能力,当用户身处荒漠无人区、出海遇险、地震救援等无地面网络信号覆盖环境下,可通过畅连App将文字和位置信息向外发出,与外界保持联系,并支持多条位置生成轨迹地图。

短报文是中国独有的一项技术功能,为进一步提高该项技术的可用性,切实拓宽危难情形下的通信搜救能力,保障生命和财产安全。2019年,华为接触了北斗团队,双方开始了将短报文功能塞进智能手机的立项研究;2020年4月团队完成了可行性论证分析;2021年2月实验室有线连接,第一条消息发送成功;2021年3月实验室无线连接第一条消息发送成功;十几天后样机外场空口,第一条消息也发送成功。如今,华为通过改善天线结构、定义通信协议、提升信道增益,解决了信息传输损耗、上下行频率差异等问题,使北斗短报文得以进入智能手机。

行业分析认为,华为进入该领域后,会有越来越多的手机公司推出相应的卫星通信功能,北斗应用也会变得越来越开放。目前,除了华为Mate50、MATE60系列已经接入北斗众测入口支持北斗卫星消息。

2 三种模式优劣势分析

2.1 北斗加入 GMDSS 国际模式

优势:服务对象更加宽泛。根据GMDSS对船舶配备无线电设备的要求,所有从事国际航行的客船和300总吨以上的货船均应按GMDSS要求配备各项设备,加入GMDSS系统的船舶均可接收北斗报文系统发送的安全信息,均可实现遇险报警功能,便于海区集中统一管理。

北斗加入GMDSS后还有个最显著的优势,那就是北斗设备相比较现在GMDSS系统的设备要简单便宜很多,在我国沿海的大量非公约船舶例如渔船、工程船和客渡轮等很少会安装全套的GMDSS设备,这会对安全信息的接收带来很大影响,很有可能会无法及时了解到重要的海上安全信息,对船舶的航行产生威胁。而北斗设备简单方便,使用北斗发送海上安全信息,很多非公约船舶都可以选择安装一台北斗设备而非一整套GMDSS设备来接收海上安全信息,还能随时向信息播发部门发送短报文查询想要了解的或者可能漏接的安全信息,极大地提高非公约船舶海上安全信息的接收率。

劣势:需要开发新的终端设备和系统平台,时间、资金、人力等投入较大,作为GMDSS卫星系统补充模式,在传统

INMASAT 卫星系统普遍受众用户的前提下,如何发挥后发优势,还需要加大研发投入和市场推广力度。

国际海事组织(IMO)按照地域把全球海域划分为了16个航行警告区。2007年后又在北冰洋地区新增了5个航行警告区,共分为21个航行警告区。每个区指定一个协调国,由协调国指定一个海岸电台为本区的协调台,负责本区内的海上安全信息的发布。北斗报文服务系统目前无法覆盖一个完整的航行警告区,如何与国际接轨,满足国际海事组织公约要求,切实发挥区域卫星通信服务的作用还有待加强。

2.2 北斗分理商自研平台模式

优势:技术较为成熟,具有北斗分离资质的公司都有自研平台,开展通信服务,国内市场应用较为广泛。北海航海保障中心天津海岸电台已开放北斗安全信息播发业务,相应的行业标准正在审核,可参照其模式利用上海航标处北斗分理平台开展业务建设。

劣势:无法面向国际船舶提供北斗报文服务和报警功能;此外,多个具有分理资质的单位独立运营管理,受权限影响,仅为旗下(分发过下属卡)的用户提供安全信息收发和报警功能。不属于同一个指挥机下的船舶用户相互间无法互通信息,不便海区统一管理。例如,现在各地的渔船很多都已经安装了各家企业的北斗设备,指挥机位于各企业,由企业向各地渔船管理部门提供该地区渔船的信息,形成地区渔船管理平台,渔船的报警、安全信息是通过地区的渔船管理平台进行管理的。但是各地区使用的北斗设备可能来自不同的企业,管理的平台数据之间不互通,如果渔船驶入其他地区,可能就无法接收到合适的安全信息,报警的搜救工作可能也就需要各地沟通转接。

2.3 通信运营商模式

优势:技术尚未成熟,还在测试阶段,目前每个月免费可以发送30条信息,设备携带和操作方便,对比卫星电话无月租,对比市面上的北斗终端设备更加经济实惠,品牌知名度和信誉度高,利于推广;使用场景广阔,即使所在地区无基站信号,电力或网络设施被破坏,也可发送短信、报告位置。

劣势:目前仅支持华为MATE50、MATE60系列手机使用北斗卫星消息,对用户手机性能要求较高,同时需要在空旷无遮挡处进行通信,且无法通过标准强制用户使用。

3 北斗短报文通信发展思路

综上,根据目前北斗短报文通信发展的三个模式,建议战略上进行布局,对外开展业务合作,针对不同用户群体,多渠道发展北斗业务。

一是紧跟北斗加入GMDSS发展模式,此模式为国际模式,受众是加入GMDSS全体海上用户。目前,各方职责尚未明确,未雨绸缪,建议加强沟通交流。充分发挥上海通信中心国际第X1航行警告区中国东海沿海NAVTEX播发职能优势和“中心台”区位优势,争取担任东海海区水上安全信息提供方的角色,履行航行警告、气象警告、气象预报等与船舶航行安全相关的北斗海上安全信息播发职能。同时协调上海通信中心北斗报警信息专网接入部局RCC及地方RCC。

二是利用北斗分理中心“一对多”的工作方式,构建北斗分理商自研平台模式,受众为分理商北斗卡用户。建议上海通信中心充分利用上海航标处北斗三号分理中心的角色定位,加入其岸基系统,成为该处高级别用户,负责北斗用户报警及推送航行警告、气象警告、气象预报等海上安全信息,进而为其下属船舶推送报文信息。

三是跟踪运营商模式,上海通信中心与中国电信增进互动,跟踪“畅连App”平台群发功能及双向通信功能研发动态,一旦功能实现,可以为华为MATE60系列手机用户提供海上航行安全相关的精细化北斗报文信息推送服务。受众用户为涉海的华为手机用户。

4 结语

综合以上三个方案,当前阶段,持续跟进北斗加入GMDSS发展模式和北斗分理商自研模式两个方案,寻求对外合作,搭建平台,开放业务。持续跟踪运营商模式,持续关注公网平台建设。同时充分发挥上海通信中心“中心台”作用,汇聚各外埠通信中心辖区信息资源,针对海区不同用户群体,进行统一的业务值守及处理。

参考文献

- [1] 《卫星应用》编辑部.2020年中国卫星应用若干重大进展[J].卫星应用,2021(1):8-13.
- [2] 朱家玮,孟洪兵,米合日阿依·阿卜力克木,等.物联网技术在水产养殖行业中的应用[J].现代农业科技,2021(2).
- [3] Xie Jun, Zhang Jianjun.北斗导航卫星系统创新发展之路(英文)[J].Aerospace China, 2020(4).
- [4] 庞之浩,王东.艰苦卓绝的“北斗”发展历程[J].国际太空,2020(8).

Research and Solution on Key Issues of 5G EPS Fallback Perception

Ming Li¹ Chunbin Li²

1. China Mobile Communications Group Inner Mongolia Co., Ltd. Xing'an Branch, Hinggan League, Inner Mongolia, 137400, China

2. Mobile Communication Branch of Dayangshu Town, Oroqen Autonomous Banner, Hulunbuir City, Inner Mongolia, Hulunbuir, Inner Mongolia, 165456, China

Abstract

With the commercial promotion of 5G network and the rapid increase of users, 5G users' business perception has made a qualitative leap compared with the 4G era, at the same time, as the VoNR technology is still immature. The current 5G SA voice still needs to rely on EPS FB to fall back to VoLTE to solve, EPS FB Large voice connection delay and low connection rate have become the key challenges of 5G SA brand publicity. To ensure the business continuity, ensure the user EPS Fallback perception, by exploring the key problems and coping strategies affecting 5G EPS Fallback speech perception, form a set of optimization system for 5G EPS fallback voice perception scene differentiation, while improving users' EPS fallback perception experience, it also provides strong support for the subsequent development of 5G.

Keywords

5G; EPS Fallback; speech perception; scene

5G EPS Fallback 感知关键问题研究及处理方案

李明¹ 李春彬²

1. 中国移动通信集团内蒙古有限公司兴安分公司, 中国·内蒙古 兴安盟 137400

2. 内蒙古呼伦贝尔市鄂伦春自治旗大杨树镇移动通信分公司, 中国·内蒙古 呼伦贝尔 165456

摘 要

随着5G网络商用推广以及用户迅速增加, 5G用户业务感知相较于4G时代发生了质的飞跃。同时, 由于VoNR技术尚不成熟, 当前5G SA语音仍需依靠EPS FB回落至VoLTE来解决, EPS FB语音接通时延大、接通率低等问题成为5G SA品牌宣传的关键挑战。为确保业务连续性, 保障用户EPS Fallback感知, 本课题通过对影响5G EPS Fallback语音感知的关键问题及应对策略进行探究, 形成一套面向5G EPS fallback语音感知场景差异化的优化体系, 改善用户EPS fallback感知体验的同时也为后续5G发展提供有力支撑。

关键词

5G; EPS Fallback; 语音感知; 场景化

1 背景介绍

由于当前 VoNR 技术尚不成熟, 5G SA 语音仍需依靠 EPS FB 回落至 VoLTE 来解决, 受限于传统优化方法与 EPS FB 性能特征不匹配的问题, 造成用户 EPS Fallback 用户感知不佳。

2 5G EPS Fallback 语音感知现状

通过对 4G VoLTE 用户和 5G EPS Fallback 语音用户的接通和接通时延统计分析, 发现 EPS Fallback 语音用户

较 VoLTE 用户接通率低 2.64%, 接通时延高于 VoLTE 用户 0.65s。EPS Fallback 与 VoLTE 用户在丢包以及单通等语音质量性能上无明显差异。用户升级至 5G EPS Fallback 语音后在语音接通率以及接通时延上存在明显劣化。

3 影响 5G EPS Fallback 语音感知的关键问题

在语音接通时延方面, 相较于 4G VoLTE 语音引入了 T1、T2 两段, T1 时延是由于 EPS Fallback 需要在 5G 起呼, 一般情况下 T1 时延约为 50ms。T2 时延是终端离开的时延, T2 时延的时长与网络采用的回落方式有关, 具体如下:

方案 1: 无 N26 接口的回落。在无 N26 接口的情况下, 终端只能通过重定向方式回落至 4G。从回落开始到接入 4G 系统时延约为 800ms, 接入 4G 系统后终端还需完成 Attach

【作者简介】李明 (1982-), 男, 中国山东青岛人, 本科, 工程师, 从事5G、BBU集中放置, 网络优化, 通信新技术及其应用等研究。

流程, Attach 流程时延约 500ms。此情况下的接通总时延为:

$$\text{EPS Fallback 接通时延} = T1 + \text{重定向时延} + \text{Attach 时延} + \\ \text{VoLTE 接通时延} = 1350\text{ms} + \text{VoLTE 接通时延}$$

方案 2: 有 N26 接口采用重定向方式回落。与情况 1 不同, 在有 N26 接口的情况下, 终端接入 4G 网络后无需重新 Attach, 但需要完成 TAU 流程, TAU 流程时延约 300ms。此情况下的接通总时延为:

$$\text{EPS Fallback 接通时延} = T1 + \text{重定向时延} + \text{TAU 时延} + \\ \text{VoLTE 接通时延} = 1150\text{ms} + \text{VoLTE 接通时延}$$

方案 3: 有 N26 接口采用切换方式回落。此方案中终端直接由 5G 网络切换至 4G 网络, 相对于重定向方式, 终端到达 4G 后没有 RRC 建立流程, 因此时延相对较小, 回落时延约 500ms。接入 4G 后终端仍需完成 TAU 流程。此情况下的接通总时延为:

$$\text{EPS Fallback 接通时延} = T1 + \text{切换时延} + \text{TAU 时延} + \\ \text{VoLTE 接通时延} = 850\text{ms} + \text{VoLTE 接通时延}$$

从 EPS Fallback 的回落方案来看, 有 N26 接口的回落方式终端也无需支持 Handover Attach 功能, 网络对终端能力的要求相对更低, 具有更好的适配性。另外, 终端接入 4G 后无需重新附着, 相对于无 N26 接口的回落方式, 接通成功率更高时延更低。

4 EPS Fallback 感知场景化应对策略研究

为确保业务连续性, 避免二次回落等语音感知事件的发生, 针对 SA 模式下 EPS FB 感知拐点进行研究, 确定特定场景下感知应对策略, 确保用户 EPS Fallback 感知不下滑。

4.1 EPS Fallback 关键阶段参数策略研究

EPS fallback 流程可以分为三段: 5G 接入→5G 回落前准备→4G 接入, 通过对 EPS fallback 分段研究, 确定每一段存在的感知关键参数^[1]。

各阶段影响因素:

第一阶段: 5G 接入阶段, 主要涉及默认寻呼周期;

第二阶段: 5G 回落前准备阶段, 主要涉及 B1 RSRP 门限、B1 时间迟滞;

第三阶段: 4G 接入, 主要涉及频点和优先级配置等关键参数, 涉及主要关键参数如下:

EPS FB 涉及关键参数: 5G 接入阶段, NR 回落参数默认寻呼周期, 参数影响被叫侧寻呼; 回落阶段, EPS FB B1 RSRP 门限和 EPSFB B1 时间迟滞, 参数影响 B1 测量配置; 4G 接入阶段, 频点优先级配置参数影响回落频点测量。

4.1.1 5G 接入阶段关键参数研究

局限于 5G 网络的覆盖、干扰等不同场景, 验证在不同场景下寻呼周期大小对 EPS fallback 成功率和时延的影响。

5G 一般覆盖场景, 综合覆盖率 SS-RSRP $\geq 90\%$ 采样占比; 5G 弱覆盖场景, 综合覆盖率 SS-RSRP $< 90\%$ 采样

占比; 5G 干扰场景, 平均干扰电平 $\geq -110\text{dBm}$; 5G 无干扰场景, 平均干扰电平 $< -110\text{dBm}$ 。

结合不同场景下寻呼周期设置对 EPS fallback 时延和成功率对比验证, 在 5G 覆盖、无干扰场景下, 寻呼周期在 128ms 时 EPS fallback 感知时延和成功率均有保障, 在 5G 弱覆盖、干扰场景下, 寻呼周期设置越大成功率越高, 但时延会增加。

综合上述验证结果, 四种场景下默认寻呼周期参数建议如下: 5G 覆盖场景默认寻呼周期 128; 5G 弱覆盖场景默认寻呼周期 256; 5G 无干扰场景默认寻呼周期 128; 5G 干扰场景默认寻呼周期 256。

4.1.2 回落阶段关键参数研究

目前现网中基于盲重定向参数设置只需打开 EPS fallback 模式开关, 无其他参数设置, 因此主要针对切换模式下影响 EPS fallback 成功率和时延参数设置进行研究。

① EPS fallback B1 门限。

为保证各场景该参数配置达到最优, 在好、中、差点分别开展参数门限试点, 选取 3 个 RSRP 覆盖场景时间迟滞和寻呼周期不变, EPS fallback 策略采用切换, 验证三个场景不同 B1 门限 (-100、-105、-110、-115、-120) 回落成功率和时延变化, 场景定义如下:

好点 RSRP $> -75\text{dB}$; 中点 $-75\text{dBm} \geq \text{RSRP} > -105\text{dBm}$; 差点 RSRP $\leq -105\text{dBm}$ 。

不同场强下 EPS fallback B1 门限对 EPS fallback 成功率和时延均有不同程度影响, 过高或过低对成功率和时延均有较大影响, 通过上述验证结果表明, 在 RSRP 覆盖中点情况下, EPS fallback B1 门限配置为 -110dBm 时成功率和时延最佳; 在 RSRP 覆盖差点情况下, EPS fallback B1 门限设置为 -115dBm 时成功率和时延最佳^[2]。

综上研究结果, 建议在不同覆盖场景下设置相应的 EPS fallback B1 门限能有效改善用户 EPS fallback 感知体验, 参数设置建议如下:

切换 RSRP $> -105\text{dBm}$ EPS FB B1 门限 -110 ; RSRP $\leq -105\text{dBm}$ EPS FB B1 门限 -115 。

② EPS fallback B1 时间迟滞。

为确定各场景 B1 时间迟滞设置最优值, 确保 EPS fallback 成功率和时延最佳, 将 4G 小区 MR (RSRP $> -110\text{dBm}$) 采样点比例 $\geq 95\%$ 的区域定义为锚点连续覆盖场景, MR (RSRP $> -110\text{dBm}$) 采样点比例 $\leq 95\%$ 的区域定义为不连续场景, 按照连续性评估结果, 分别选取 4G 目标层连续覆盖、4G 目标层不连续覆盖场景, 以 DT 测试方式验证 B1 时间迟滞设置不同大小 EPS fallback 回落时延、回落成功率的变化趋势。

从 EPS fallback 切换模式下验证结果可以看出, 在连续/不连续场景, 随着下 B1 时间迟滞减小, EPS fallback 切换策略时延减少但成功率下降; B1 时间迟滞 320ms 时,

EPS FB 时延和成功率最佳。因此，建议 B1 时间迟滞设置为 320ms，保证 EPS FB 成功率和时延最佳。

4.1.3 4G 接入阶段关键参数研究

在 4G 接入阶段，针对 4 种典型场景下 EPS fallback 时延和成功率的变化，确定回落频点变化对 EPS fallback 成功率和时延的影响，验证结果如下：

配置错误频点且优先级最高时增加频点对 EPS FB 接通率无明显影响，但时延会高出 200~330ms。

综上分析，根据频点覆盖强弱配置频点优先级可参考以下原则：FDD1800 连续盲重定向和切换 1300 最强，F 次之；F 频段连续盲重定向和切换 F 频段最强，1300 次之。

4.2 EPS Fallback 场景化参数策略建议

综上所述，为改善 EPS fallback 用户感知体验，结合场景化应对策略及关键参数研究，针对不同场景下 EPS fallback 感知应对策略建议如下：

弱覆盖：① 4G 弱覆盖，EPS FB 模式为切换，EPS FB B1 RSRP 门限为 -115，EPSFB B1 时间迟滞为 320ms，频点优先级配置 4 个（1300\F\D\E）；② 5G 弱覆盖，EPS FB 模式为切换，默认寻呼周期为 256，EPS FB B1 RSRP 门限为 -110，EPSFB B1 时间迟滞为 320ms，频点优先级配置 4 个（1300\F\D\E）；③ 4、5G 弱覆盖，EPS FB 模式为切换，默认寻呼周期为 256，EPS FB B1 RSRP 门限为 -115，EPSFB B1 时间迟滞为 320ms，频点优先级配置 4 个（1300\F\D\E）。

上行干扰：① 4G 干扰，EPS FB 模式为盲重定向，频点优先级配置目标层频点覆盖连续性设置；② 5G 干扰，EPS FB 模式为盲重定向，默认寻呼周期为 256，频点优先级配置目标层频点覆盖连续性设置；③ 5G 干扰，EPS FB 模式为盲重定向，默认寻呼周期为 256，频点优先级配置目标层频点覆盖连续性设置。

下行质差：① 4G 质差，EPS FB 模式为盲重定向，频点优先级配置目标层频点覆盖连续性设置；② 5G 质差，EPS FB 模式为盲重定向，默认寻呼周期为 256，频点优先级配置目标层频点覆盖连续性设置；③ 4、5G 质差，EPS FB 模式为盲重定向，默认寻呼周期为 256，频点优先级配置目标层频点覆盖连续性设置。

高速移动：①高速移动，EPS FB 模式为盲重定向，默认寻呼周期为 256，频点优先级配置目标层频点覆盖连续性设置；②中速移动，EPS FB 模式为盲重定向，默认寻呼周期为 256，频点优先级配置目标层频点覆盖连续性设置；③低速移动，EPS FB 模式为切换，默认寻呼周期为 256，EPS FB B1 RSRP 门限为 -110，EPSFB B1 时间迟滞为 320ms，频点优先级配置 4 个（1300\F\D\E）。

5 实践应用及效果验证

7 个不同场景下共 5246 个小区分场景部署策略，场景化策略部署后 EPS fallback 用户感知明显优于优化前，优化效果良好，具体实际效果如表 1 所示。

通过实践结果可以看出，在不同场景下部署相应策略能够较为明显地改善 5G EPS FB 语音感知，相应的 EPS FB 接通率、接通时延、掉话率均有不同程度的改善，基于这一研究形成的 EPS fallback 感知关键问题研究及应对成果在生产过程中得到应用后，改善了用户 EPS fallback 语音感知体验的同时也为后续 5G 发展提供有力支撑^[3]。

6 结语

本课题通过对 5G EPS fallback 用户语音感知问题分析，定位影响 EPS fallback 感知的关键因素，从原理对 4/5G 语音用户差异问题进行研究，从覆盖、干扰、质差、移速等影响语音感知的关键问题进行深入分析，对成功率、时延等方面进行综合对比，探究了当前 EPS fallback 方案的问题，并提出可能的优化建议，基于这一研究成果，形成 5G EPS fallback 语音感知差异化优化体系，研究成果在生成过程应用后，有效改善用户 EPS fallback 感知，并为后续 5G 语音方案的优化、落地指明方向。

参考文献

[1] 张弘强.EPS FB成功率优化策略研究[J].长江信息通信,2021(2): 193-195.
[2] 杨晓敏,靳清泽.EPS FB完成后无法快速返回5G的对策研究[J].通信技术,2021(3):617-623.
[3] 杜鹏,王刚.5G语音连续性方案研究[J].移动通信,2020(10):34-37+72.

表 1 场景化参数策略验证效果

类别	优化前			优化后		
	接通率	接通时延	掉话	接通率	接通时延	掉话
5G 一般场景	97.43%	2492.4	0.03%	98.54%	2355.5	0.03%
5G 弱覆盖场景	96.06%	2563.2	0.04%	98.11%	2436.4	0.03%
干扰场景	95.56%	2785.3	0.02%	98.44%	2832.3	0.02%
高速移动场景	92.59%	2853.1	0.05%	97.23%	2633.1	0.03%
质差场景	95.43%	2673.5	0.03%	98.45%	2699.4	0.02%
无干扰	96.87%	2694.8	0.02%	98.37%	2786.2	0.03%
频点优先级错误场景	97.82%	2876	0.02%	99.04%	2455.7	0.05%

Research on the Implementation of Personnel and Vehicle Site Positioning System — Taking T Company as an Example

Mengtong Dong

Tianjin Port Petrochemical Terminal Co., Ltd., Tianjin, 300452, China

Abstract

The petrochemical industry is a hazardous chemical flammable and explosive industry highly valued by governments and enterprises at all levels. In recent years, with the trend of continuously improving safety standards and requirements, the intelligence and technology of safety management are also urgent. This paper takes the personnel and vehicle on-site positioning system of Company T as the research object. Through the reasonable use of the work breakdown structure, the system project activities are comprehensively sorted and sorted, effectively solving the problems found in the early stage of system implementation when coordinating project progress, as well as the problems found in the system implementation process that cause delays in actual project progress compared to planned progress. The system was successfully completed as expected, providing reference for the implementation of other projects within T company.

Keywords

personnel and vehicle on-site positioning system; work breakdown structure; project progress; security management

人员车辆现场定位系统实施研究——以 T 公司为例

董梦彤

天津港石油化工码头有限公司，中国 · 天津 300452

摘 要

石油化工行业是各级政府和企业都高度重视的危险化学品易燃易爆行业，近年来，随着不断提高安全标准和要求的大环境趋势，安全管理的智能化、科技化也迫在眉睫。论文以T公司人员车辆现场定位系统为研究对象，通过合理运用工作分解结构对系统项目活动进行全面梳理和排序，有效地解决系统实施前期在统筹项目进度时发现的问题，以及在系统实施过程中发现的导致项目实际进度相比计划进度出现延迟的问题。该系统最终按预期顺利完工，为T公司内其他项目的实施提供借鉴。

关键词

人员车辆现场定位系统；工作分解结构；项目进度；安全管理

1 引言

T 公司作为天津港下属的涉危企业，为加强对厂区内人员、车辆全面的掌控，将安全管理落到实处，公司研究决定建设一套智能化的人员车辆现场定位系统。该系统的实施对建设世界一流的绿色智慧枢纽港口起到有力的推动作用，具有一定的科技前瞻性和智慧性。另一方面，这也是 T 公司能够贯彻落实习近平总书记强调的“智慧港口”指示精神的一个缩影。

然而，在系统实施过程中，却发现一些起初未能预料的问题，如何在有限的时间内解决问题，使系统项目仍能够按时完工，成为撰写论文的意义所在。

【作者简介】董梦彤（1992-），女，中国河南上蔡人，硕士，工程师，从事信息化、数字化研究。

2 系统实施现状及存在问题分析

2.1 企业信息化建设现状分析

2.1.1 企业信息化现状

T 公司领导高度重视信息化建设工作，近年来先后投入千万余元开展信息化建设，成绩突出、应用水平国内领先，效益显著。

在网络方面，公司的光纤网络互联，在一定程度上实现了信息与数据的无障碍传输与共享。

在信息系统应用方面，T 公司先后开发和应用了涵盖生产计划、生产及消防自动化、作业监控、隐患排查治理、设备设施管理、培训管理、内部管理平台、地理信息平台等方方面面的信息系统，且所有系统目前运行良好，实现了办公现代化和自动化。

公司内网安装部署了防火墙、防毒墙、安全审计系统、上网行为管理系统等一系列网络安全设备；关键服务器设

备、ORACLE 数据库系统的数据信息均采取实时备份；各计算机终端安装正版趋势科技杀毒软件，实现了硬件设施与软件备份的双重网络信息安全保障^[1]。

不仅如此，T 公司围绕“成为具有品牌影响力的港口石化物流运营商”的发展战略，以数据融合为核心，以生产流程的关键环节为切入点、从智能生产、智能安全、智能管理三个层面入手，最终建成具有国际领先水平的作业自动化、管理信息化、服务一体化的安全智慧型散液码头。

尽管 T 公司目前仍存在诸如关键机房的监控和维护条件有待改善、缺乏对信息资源的深入挖掘和充分利用、人才不足等影响信息化战略实施的不利因素，但 T 公司依据信息化发展规划，围绕服务港口发展这个主题，在信息化建设方面仍然做出了许多卓有成效的工作，且成绩斐然。接下来，T 公司应认识到公司信息化水平当前存在的差距和不足，持续做好 IT 关键基础设施和数据库的部署和日常监管，保障数据和信息安全，筑牢网络安全防护体系。

2.1.2 人员车辆现场定位系统建设需求分析

T 公司近年来始终高度重视信息化的建设工作，已开发建设了多个信息系统，服务于多个职能部门，且取得了良好的效果。

随着地理信息技术的快速发展、成熟与其在规划、建设、应急等多个专业领域良好的应用效果，结合 T 公司的实际情况与业务需求，提出了人员车辆现场定位系统建设的需求，以地理信息系统平台为信息化的基础设施，不断地融合多业务应用系统。

结合地理信息平台的优势，建设安全型智慧港口，在满足生产业务要求的同时，也能够有效地管理进出人员和车辆的行为，提高码头范围的安全管理水平。

由上可知，想要加强生产作业现场的管控，降低危险事故发生的概率，减少现场的安全隐患，加强对现场人员、车辆的管控，就需要实时掌握人员的实际位置信息，到岗时间等数据，要在已有的地理信息平台的基础上，扩大应用范围，提高对码头现场人员的管理能力，从而加强现场人员的安全管控，因此建设人员车辆现场定位系统至关重要。

2.2 人员车辆现场定位系统实施现状

2.2.1 系统简介

人员车辆现场定位系统是一种采用主流的定位技术，结合视频监控技术、自动化生产技术等先进的应用技术，不断融合多业务应用，软硬件相结合的智能化管理系统。

人员车辆现场定位系统成果包含两部分，一为 GPS 定位工卡；二为基于已有的地理信息平台定制开发的软件应用。

定位工卡实现了分米级的定位精度，满足了在日常管理过程中对于现场工作人员的管理要求。

人员车辆现场定位系统的软件开发是在已有的地理信息平台的基础上，进行地图的特殊应用开发，含 GPS 人员

定位、人员追踪、历史轨迹查询、电子围栏、视频联动、基础信息维护六大功能模块。通过地图服务整合已有的视频摄像设备，实现管理范围内人、车位置实时监控，且与视频监控系统进行对接，完成全过程、全范围的一体化位置管理，让安全管理成为常态，成为提升生产效率的有效保障。系统建设将“安全性、实用性、创新性”进行深度融合，减少安全隐患，提高 T 公司内部数字化、智能化管理的效率。

2.2.2 系统实施主要阶段

该系统实施时主要分为四个阶段，分别为：系统招标、选定实施单位、核实系统需求；系统设计与开发；系统设备采购与安装；系统调试、培训、试运行与验收。

系统招标、选定实施单位、核实系统需求：根据 T 公司对人员车辆管理程度的要求，进一步核实各部门对该系统的业务需求，组织招标，选定系统实施单位，签订合同，制定系统实施计划。

系统设计与开发：根据需求绘制思维导图和开发原型，审阅、修改和确定开发原型，进行项目数据库和软硬件架构设计，确定模块化设计参数，编写代码。

系统设备采购与安装：根据设计和软件开发签订采购合同。设备到货后，组织硬件设备对接与安装。

系统测试、培训、试运行、验收：各设备单项安装测试后进行系统测试，然后对公司相关部门管理、使用人员进行培训，并进入试运行阶段，最后对项目的相关文档进行整理、组织项目验收。

2.3 系统实施存在的问题

2.3.1 对影响项目进度计划的因素考虑不周全

①项目进度计划不细致。每个项目都不一样，要具体问题具体分析，做到未雨绸缪，预先将项目执行过程中可能遇到的原因考虑在内，以保证项目工期。然而，T 公司人员车辆现场定位系统在实施的过程中，在项目的关键节点如何合理安排人员的问题、系统功能模块的开发过程中的技术难点会影响实施进度的问题等因素，这些未能在最早编制进度计划时进行统筹考虑，因而在项目实施过程中，很容易出现混乱的局面，导致项目无法按时交付。

②项目进度计划与实际不符时，冲突处理不及时。即使制定非常详细的进度计划毕竟也只是纸上谈兵，真正付诸实践时仍然不能避免各类突发状况的出现。T 公司人员车辆现场定位系统项目在实施初期，项目管理人员出于对个人项目经验的过度自信，导致对项目某些活动持续时间的预判不够准确，出入较大。而且，对项目实施进度的控制仅仅通过月度例会来实现，周期比较长，存在不确定性因素，容易导致工作目标模糊，工作效率较低。等到相关人员发现项目进度滞后的情况时，已经没有足够的人员和预留时间来进行纠偏，造成整体工期延误的情况无法挽回。

2.3.2 人员对系统实施有消极情绪

①人员分配不均，产生负面情绪。从理论上说，在天

津港进一步加大安全管控要求的大背景下，T公司作为天津港下属的涉危企业，作业现场安全隐患较高，因此需要对现场进行全方位的管控。由于施工工期较长，施工人员较多且工作涉及多个小项，人员分配不均导致人员产生负面情绪，消极怠工，人员分配多的队伍提前完成当日作业并休息，而人员分配少的小组由于人员配置不满足现场实际需求，这些人员则容易出现消极怠工，不进行作业。

②作业现场管理规定较繁琐，人员产生厌烦情绪。由于T公司距离油气环境较近，作业现场对施工人员的要求进一步提级，例如作业场所不能吸烟，人员进出作业场合需要释放静电并穿戴符合现场作业安全的劳保用品。作业过程中涉及高处作业这种高危作业，安全工具的正确使用以及使用前的检查虽然繁琐，但一旦疏忽都有可能人员出现人员伤亡事故。

③施工人员存在不自觉性，施工质量有所下降。任何项目都需要制定实施方案，而且在实施方案中应该明确相应的管理制度，并确保项目实施活动涉及的每个人知晓项目各个阶段的任务所在。尤其是在安装现场定位天线时，需要对这个活动中的施工风险、施工质量和进度要求进行全面的把控，注重落实每天施工的作业票、班前班后会，并提前判断和分析作业中的潜在风险。而在系统实施过程中，项目经理显然对这个环节的重视程度不够，进而间接导致了施工人员在施工现场有窝工怠工的现象，施工进度缓慢，施工质量下降。

2.3.3 对项目实施进度的控制缺乏有效的措施

①项目进度控制的动态监测力度不够。通过对T公司人员车辆现场定位系统项目实例的研究发现，该项目设置的进度控制检测报告制度仅为月度例会，进度管理方式较为简单，监测力度不够，在出现突发情况时，不容易及时发现问题并采取有效的解决措施，项目进度控制效果一般。因此，基于项目实施过程的动态性，项目团队要根据实际情况制定出具体监测以及检查的相关制度，对项目的推进情况进行有效的动态检测，要注重落实，而不能投机取巧，流于形式。

②对项目进度计划实施过程中的问题的反馈不够及时。在计划实施时，若发现了项目进度计划在实施过程中的问题，一定要及时落实修改后的计划。T公司人员车辆现场定位系统项目在现场定位天线的安装和系统功能模块的开发等活动的实施过程中，人员配置情况临时出现问题，却没有第一时间将最新的信息反馈给项目管理层，进而没有快速地进行决策和部署，并传达给负责具体实施的人员，差一点导致了项目活动完成时间的滞后，引发工期的延误。

进度控制作为项目进度管理的关键性环节，未能付诸实践的项目进度计划实际上无济于事。只有在项目实施的过程中，通过持续的动态监测，及时发现问题，找出问题的实质性来源，并找到最佳方式来解决，才能及时做出调整，从根本上保证工程项目如期完成^[2]。

3 系统实施项目活动梳理

3.1 项目管理的应用

结合T公司人员车辆现场定位系统，需要按照项目管理模式，从项目策划、立项开始到项目试运行、竣工验收结束，进行全过程的组织实施，包括计划、组织、指挥、协调、控制等工作。本文研究的就是这一实施过程，项目管理的几个核心内容在文中均有体现。具体如下：

①时间管理。在项目实施进度计划图中体现的最充分，包括项目活动界定、活动排序、时间估计、进度安排、工期等。②成本管理。体现在项目招标投标报价、项目预算、项目实施进度计划图中资源配置、成本优化等。③质量管理。体现在项目招标投标时质量要求标准、实施过程中质量控制、验收时质量评定等，质量要求也是任何一个项目的基本要求，必须达到合同要求的标准，否则，无条件返工。④人力资源管理。体现在组建项目实施小组、项目实施进度计划图中的人力资源分配。⑤范围管理。在项目招标投标时必须界定范围，在合同书签订时范围也再次明确。⑥沟通管理。在项目实施时，沟通无处不在，随时随地都存在沟通，包括单位之间、人员之间的沟通，出现问题时的协商解决等。⑦风险管理。主要是加强安全管理，尤其T公司是危化企业，更应该重视厂区动火、用电、登高作业等方面的安全管理。安全第一，没有安全保障，一切免谈。⑧采购管理。体现在项目实施进度计划图里关于材料、设备的采购活动中。

通过上述对项目管理的几个核心内容（如时间、成本、质量、资源、采购等）的分析，再结合该项目的具体工作特点，编制出较全面的项目实施进度计划图，该计划图涵盖了项目管理的绝大部分内容。在计算出该计划图关键线路后，按照此计划图组织项目的实施工作。

3.2 工作分解结构的实践

为了更好地实施项目，便于深入分析本论文所研究的人员车辆现场定位系统项目，以信息化项目生命周期阶段的划分为依据，将系统实施的过程划分为选定实施单位、分析软件需求、设计、开发、现场作业、测试和发行、培训、试运行和验收8个部分，以此为基础，继续细分，将系统实施过程再细分为34个更具体的工作，详情如图1所示。

3.3 系统实施项目活动的排序

在项目组进行充分的讨论和合理的安排之后，项目组将整个项目分解成34个小活动，并结合公司实际情况确定了各个活动的先后顺序，分解后的活动和活动顺序进行排列后，详情见表1。

排列活动顺序是一个过程，在此过程中需要识别和记录项目活动之间的关系。本过程的主要作用是，定义工作之间的逻辑顺序，从而在既定的各个项目的相互制约下得到最高的效率。由此可见，除了首尾活动外，每项活动都至少有一项紧前活动和一项紧后活动。项目组可据此建立一个切实可行的项目进度计划^[3]。

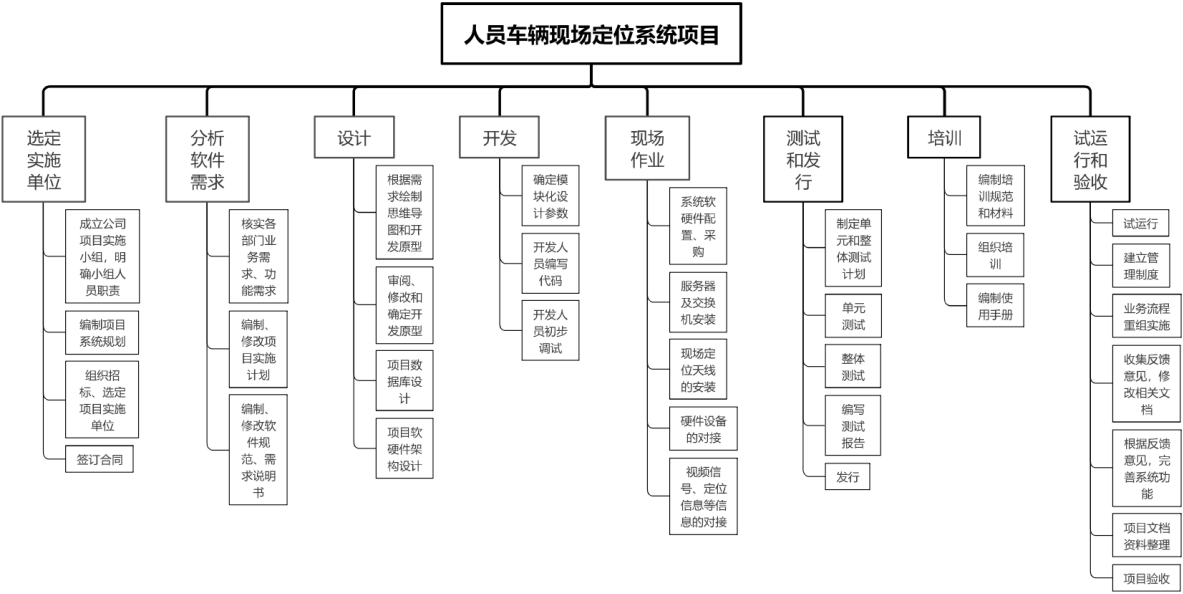


图 1 工作分解结构图

表 1 项目活动分解表和活动顺序

序号	活动名称	活动代号	前置活动
1	成立公司项目实施小组, 明确小组人员职责	A	—
2	编制项目系统规划	B	A
3	组织招标、选定项目实施单位	C	B
4	签订合同	D	C
5	核实各部门业务需求、功能需求	E	D
6	编制、修改项目实施计划	F	D
7	编制、修改软件规范、需求说明书	G	E
8	根据需求绘制思维导图和开发原型	H	F, G
9	审阅、修改和确定开发原型	I	H
10	项目数据库设计	J	I
11	项目软硬件架构设计	K	J
12	确定模块化设计参数	L	F, G
13	开发人员编写代码	M	L
14	开发人员初步调试	N	M
15	系统软硬件配置、采购	O	K, N
16	服务器及交换机安装	P	O
17	现场定位天线的安装	Q	O
18	硬件设备的对接	R	O
19	视频信号、定位信息等信息的对接	S	O
20	制定单元和整体测试计划	T	K, N
21	单元测试	U	P, Q, R, S, T
22	整体测试	V	U
23	编写测试报告	W	V
24	发行	X	W
25	编制培训规范 and 材料	Y	V
26	组织培训	Z	Y
27	编制使用手册	A1	V
28	试运行	B1	X, Z, A1
29	建立管理制度	C1	X, Z, A1
30	业务流程重组实施	D1	X, Z, A1
31	收集反馈意见, 修改相关文档	E1	Z
32	根据反馈意见, 完善系统功能	F1	Z
33	项目文档资料整理	G1	E1, F1
34	项目验收	H1	B1, C1, D1, G1

注：数据来源：作者根据 T 公司项目的内部资料进行整理。

4 系统实施问题的合理解决

论文主要就前文提到的系统实施问题的解决方式,做出说明。

4.1 项目进度计划不细致的问题

①项目关键节点的人员合理安排问题。针对在项目的关键节点如何合理安排人员的问题,经综合考虑,项目组将活动J、M、O、P、Q、U、V作为项目的关键节点,在这些节点尤其要注意及时合理安排各活动的人员。

活动J和活动M均安排3人,要求均为软件开发工程师。活动O安排人员4人,要求至少包含软件开发工程师2人、仪讯工程师1人。项目经理在充分协调后,将活动P安排人员4人,要求至少包含软件开发工程师2人、电工1人。活动Q安排人员9人,要求至少包含安全监督1人、质量监督1人、仪讯工程师1人、施工领队1人、架子工2人、电工1人。活动U和活动V均安排人员5人,要求至少包含项目经理1人、软件开发工程师3人。

项目组内部在开会讨论后达成一致意见,被安排有关键节点任务的人员,要求服从相应的阶段性任务的安排,在此期间一律不得擅自离岗,如遇到紧急情况务必要第一时间上报项目管理层。

②系统功能模块的开发影响实施进度的问题。针对系统功能模块的开发过程中的技术难点会影响实施进度的问题,系统开发阶段包含确定模块化设计参数、开发人员编写代码、开发人员初步调试等活动,在工期优化后,在系统开发阶段的活动持续时间预计为70天,此活动的人员配置为软件开发工程师3人。这一活动在实现过程中,会遇到人员位置的纠正、视频的精确联动、无效报警处理的技术难点,需要耗费时间较长,若要在规定的时间内完成,而现有的资源配置情况又不能有所增加,则只能通过内部赶工的方式来实现。项目经理针对三名软件开发工程师召开临时工作会议,提出在任务完成前,每人每天要加班3小时,并承诺他们在项目完工后,会根据他们每个人贡献的程度给予相应的奖励,由此这一问题暂时得以解决。

4.2 项目进度计划与实际不一致的问题

项目中某些活动持续时间与实际不一致很正常,毕竟预判不是实际,预判是由专家根据理论或经验主观做出的,存在一定的变数。项目实施小组经研究后决定,小组内安排一人专门负责项目实施计划,协调各活动实施中的进度问题,如果关键线路上的活动与实际出现一定误差时出现不一致时,及时通知该活动的实施人员进行调整,同时也提醒该活动实施人后面多加注意,加大资源、费用投入,将延后的时间赶过来。如果是关键活动提前了,则影响不大,以后仍正常实施。此外,我们请有经验的技术专家对活动持续时间再次进行研判,如出入较大者进行调整,实际上没有出入太大者,也没有调整。最后将月度例会改为周例会,以便项目实施中出现的問題能及时得以解决。

4.3 人员对项目实施有消极情绪的问题

由于项目作业周期较长,针对作业过程中人员消极情绪的问题,主要从以下方面进行解决:

①对于作业过程中消极怠工、拖延工作进度等情况进行跟踪,每天的班前班后会以及每周周会中要针对项目的三级施工计划进行跟踪,依据作业进度和项目实施过程中突发情况,及时完善三级计划,并对每周的工作内容以及工作进度进行全面把控,发现进度滞后情况及时查找原因并解决。②针对天气变化以及恶劣天气情况,及时调整人员作息时间,夏天施工尽量避开中午炎热的时间,而冬天则需要将施工时间集中在8点—17点。恶劣天气时开展一些室内施工作业,避免员工有抵触情绪,影响施工进度。③时刻关注人员身体健康以及家庭情况,发现人员状态低迷时及时与其沟通并寻求解决措施,避免员工带情绪作业,在T公司这种高风险场合出现意外事故。④针对每天的工作量合理安排每组的施工人数,避免人员分配不合理,产生负面情绪。⑤避免出现“人等料”“料等人”的问题,保证人员的作业效率,同时也可以减少作业期间人员聚集,散播负面情绪的情况。⑥采取谁作业谁负责原则,提高质量管理,质量监督对每天的作业内容进行检查,确保施工质量合规,避免出现返工现象。对于作业过程中的风险进行全面把控,考虑到T公司作业现场环境,提升员工的安全意识,安全施工^[4]。

5 结语

论文立足于项目的核心内容,借助工作分解结构的实质,研究T公司人员车辆现场定位系统的实施过程,为在预定工期内顺利完成任务提供技术支持,促使T公司更好地组织项目的实施。随着项目进度的深入,对系统实施过程的不断优化调整,避免出现特殊情况对项目整体进度造成特别大的影响。项目管理方法的引入,为T公司其他项目的进度管理提供一定的借鉴意义。然而,论文只是从项目管理的几个侧面来进行分析探讨,项目管理要考虑的因素还有很多,受文章篇幅的限制,个别因素虽有所考虑,但没能更深入地进行研究、探讨,以后在相关问题专项研究中再行深入考虑。此外,论文侧重于在实际工作中如何解决实际问题,项目管理方面研究虽有涉及,但内容较少,以后在有关项目管理研究中再深入考虑。

参考文献

- [1] 张吉辉.大型石化工程设计X项目进度管理研究[D].上海:华东理工大学,2016.
- [2] 周伟.基于关键路径法的某核电站反应堆厂房主体工期优化分析[J].工程建设与设计,2018(12):238-240.
- [3] 王跃亮.北船重工大型矿砂船项目关键路径优化研究[D].青岛:中国石油大学(华东),2018.
- [4] 李睿.基于关键路径法的新建500千伏变电站工程进度管理研究[D].济南:山东大学,2019.

The Application of Virtual Simulation Technology in the Practical Training of Sensors and Detection Technology Course

Minchai Hao¹ Jiayi Ren² Yuzhe Qiao³

1. Hebei Vocational University of Industry and Technical, Shijiazhuang, Hebei, 050091, China

2. Communication University of China, Beijing, 100024, China

3. Hebei North University, Zhangjiakou, Hebei, 075000, China

Abstract

In the process of exploring the practical training teaching reform supported by information technology, the “virtual and real combination” practical training teaching can improve learning efficiency and solve the problems of insufficient teaching equipment, complex structure and difficult disassembly and high cost of consumables. This paper uses virtual simulation technology to analyze the course of sensor and detection technology, excavates practical training projects that are difficult to achieve in current courses, introduces real cases of enterprises, uses virtual simulation technology to complete high-cost and difficult to achieve practical training projects, and develops practical training projects that combine virtual and real. Practical training projects are used to solve high-cost and difficult teaching problems such as thermocouple sensors and capacitive sensors in the course. Virtual simulation environment is used to collect information during the training process, and circuit construction is implemented to control the equipment, guiding students to establish logical thinking and engineering thinking, and improving students’ practical ability.

Keywords

virtual simulation technology; sensor detection technology; training

虚拟仿真技术在《传感器与检测技术》课程实训中的应用

郝敏钗¹ 任家仪² 乔煜哲³

1. 河北工业职业技术大学, 中国·河北 石家庄 050091

2. 中国传媒大学, 中国·北京 100024

3. 河北北方学院, 中国·河北 张家口 075000

摘 要

在探索依托信息技术支撑的实训教学改革过程中,“虚实结合”的实训教学可以提高学习效率,解决教学过程设备不足、结构复杂难拆装、耗材成本高等问题。论文利用虚拟仿真技术对传感器与检测技术课程进行分析,挖掘现今课程难以实现的实训项目,引入企业真实案例,利用虚拟仿真技术完成高成本、难实现的实训项目,开发虚实结合的实训项目,利用实训项目解决课程中像热电偶传感器、电容传感器等此类高成本、难实现的教学问题,实训过程中采用虚拟仿真环境进行信息的采集,电路的构建实现对设备的控制,引导学生建立逻辑思维和工程思维,提升学生的实践能力。

关键词

虚拟仿真技术; 传感器检测技术; 实训

1 引言

虚拟仿真技术又称虚拟现实,是新时代发展起来的一项科学技术,是通过计算机技术建构一个虚拟仿真环境,借助虚拟仪器仪表、传感器进行信息的采集处理和数据计算,通过虚拟仿真环境的学习,可以将学生看不到,无法测量、难采集的实验现象直观呈现出来,有利于激发学生学习热情,拓展思维,提升学生分析问题解决问题的能力^[1]。

虚拟仿真技术是仿真技术和虚拟现实技术结合的产物,

是以构建全系统的完整的虚拟环境为特征,通过虚拟环境集成控制较多的实体(模拟器或虚拟仿真系统、简单的数学模型),实体在虚拟环境中相互作用,或与虚拟环境相互作用,以表现客观世界的真实特征^[2]。虚拟仿真技术的这种集成化、虚拟化与交互性、沉浸性的特征,能够充分满足现代仿真技术发展需求。

2 虚拟仿真技术在教学中的重要性

2.1 目前实训教学过程中存在的问题

随着信息技术的快速发展,现今传感器教学多采用多媒体演示、实训台验证实训、实训模块验证实训、PROTEL 仿真,这些实训项目既有硬件也有软件,但对于学生对接

【作者简介】郝敏钗(1978-),女,中国河北石家庄人,本科,教授,从事电子信息、计算机研究。

企业智能电子产品设计岗位来说,还存在许多问题,主要表现在:

①原理抽象结构难理解,硬件无法拆开。对于测量原理较抽象的传感器,存在很多学生听不懂,内部结构无法呈现,传感器是一体化无法拆开呈现,造成学生不理解,实训设计无从下手,甚至直接抄袭实验结果,最后形成恶性循环。

②精度高的传感器成本较高,人均机会小。一些精密仪器价格昂贵,造成学生的实训形式变成了教师的演示示范讲解,学生围在一台设备前,没有机会去尝试操作,很难达到理论与实践紧密结合的效果,学生的收获也大打折扣。

③测量环境复杂的场合,无法测量。环境复杂难测量的场合,无法到现场测量,致使项目无法开展,老师会用简单项目代替,造成学生无法真实体验测量过程。

④普遍传感器验证实训较多,无法激发创新设计能力。传感器课程因采购传感器为一体模块,造成实训过程验证实验较多,无法激发学生的创新设计能力,造成学生惰性,依赖于老师给的电路直接按线路搭接,不动脑思考设计原理,以至于造成调试过程出现问题无从下手。

⑤ PROTEL 仿真软件无传感器器件库。目前教学用到的为 PROTEL 传感器仿真软件,该软件仅用于电路设计和仿真,器件库中无传感器,全部采用可调电位器代替,学生无法真实感受传感器采集的输出信号,对于整个电路参数计算无法精准测量。

2.2 人才发展需求

随着当前中国劳动力成本快速上涨,企业的生产方式向智能化、网络化、柔性、精细化方向的转变,构建以智能生产为主的数字化新型生产体系迫在眉睫,而现今能够操控高档智能生产设备的人才将呈现大幅增长^[3]。高端智能生产设备应用非常广泛,如军事、航天、汽车、电子产品智能生产、加工等。制造业对于精密加工制造设备的人才需求快速增大,高技能人才的需求也呈上升趋势。

2.3 虚拟仿真技术的应用

虚拟仿真技术的应用目前已在很多领域得到广泛应用,这些应用能够帮助我们解决实际生产中的很多复杂问题。目前传感器应用较多的领域主要如下:

2.3.1 数字化生产

数字化生产能够更好地提高生产效率,降低成本,在企业生产过程中虚拟仿真技术起到了至关重要的作用,产品生产前,采用虚拟仿真软件模拟生产过程,观测实验数据,及时优化设计参数,智能电子产品生产的虚拟仿真技术起到了很关键的作用,也得到了广泛应用。

2.3.2 汽车器件的自动安装调试

对于汽车中用到的传感器种类繁多,传感器采集不同种类的非电量信息,信息采集准确才能保证汽车的安全控制,安装精准采集才能到位,因此在汽车传感器器件安装定位过程中经常用到仿真技术,它不仅可以帮助我们更好地对

传感器精准定位进行仿真模拟,还可以帮助我们预测自动驾驶的性能和安全性,为产品的开发和改进提供支持。

2.4 虚拟仿真教学的意义

虚拟仿真技术利用虚拟环境搭建模拟真实的实验操作环境,学生可以在交互的、集成的、沉浸性的虚拟环境中进行仿真训练,可以通过仿真环境让学生真实感受实际信息采集、处理过程,更好地激发学生学习兴趣和创新意识,提高教学效率。

传感器教学实训过程中,因有些精密传感器成本较高,难以满足多数学生需求,另外对于复杂环境,信息不易采集等,会受多种因素的限制而无法开展实训,采用虚拟仿真实训可有效避免不足。虚拟仿真平台项目可以依据教学项目增加和减少,节约硬件设备成本,减少对设备的依赖,同时也能避免传感器实训过程中电路搭接错误造成人身伤害。借助传感器仿真技术不但可以了解复杂传感器的内部结构、内化采集的工作原理等,高度逼真的仿真模拟环境,使学生能够获得生动直观的感性认识,加强对抽象知识的理解,提升学生电路设计的创新意识,激发学习兴趣。因此,虚拟仿真平台在传感器课程教学中具有非常重要的意义。

3 虚拟仿真教学在传感器课程中的应用

传感器是电子信息类专业的专业基础课程之一,该课程是一门理论与实践相结合的课程,尤其对于职业院校,实践教学是整个教学过程中一个十分重要的环节。传统的实验教学是在实验室中利用特定的硬件设备和器件进行演示性实训,对于价格昂贵的传感器,受众使用学生较少,对于环境复杂的场合无法真实测量等突出问题,严重影响了学生对该课程知识的掌握,尤其是解决实际问题能力、动手能力和创新能力的培养。

开放式网上传感器虚拟实验室软件是为传感器课程实验教学而研制开发的一个软件系统,该系统采用 B/S 架构,为传感器实验教学构建了一个全新的实验环境。在该环境下,用户可以自主选择逻辑器件或者形象器件两种形式来搭建实验。该平台综合运用了最新的设计思想和多种关键技术,使之在整体结构、操作方式、图形处理和界面设计等方面技术特色突出。系统强调将互动的可视化操作贯穿于整个实验过程,充分激发个人的创作灵感,使学生可以根据各自的创意去构思、验证各种个性化的设计方案,自主完成实验的全过程。在该环境下学生能充分展示个人的创造性思维,尽情感受学习的乐趣。

3.1 虚拟仿真平台概述

虚拟仿真实训平台涵盖了多种传感器类型、虚拟仪器仪表等,学生可以通过该平台进行智能电子线路的设计、调试、参数优化等,提高学生电子产品设计能力。虚拟仿真实训平台整体结构如图 1 所示,虚拟仪表如图 2 所示,提供了六大库 159 个实验元件,部分元件如图 3 所示。

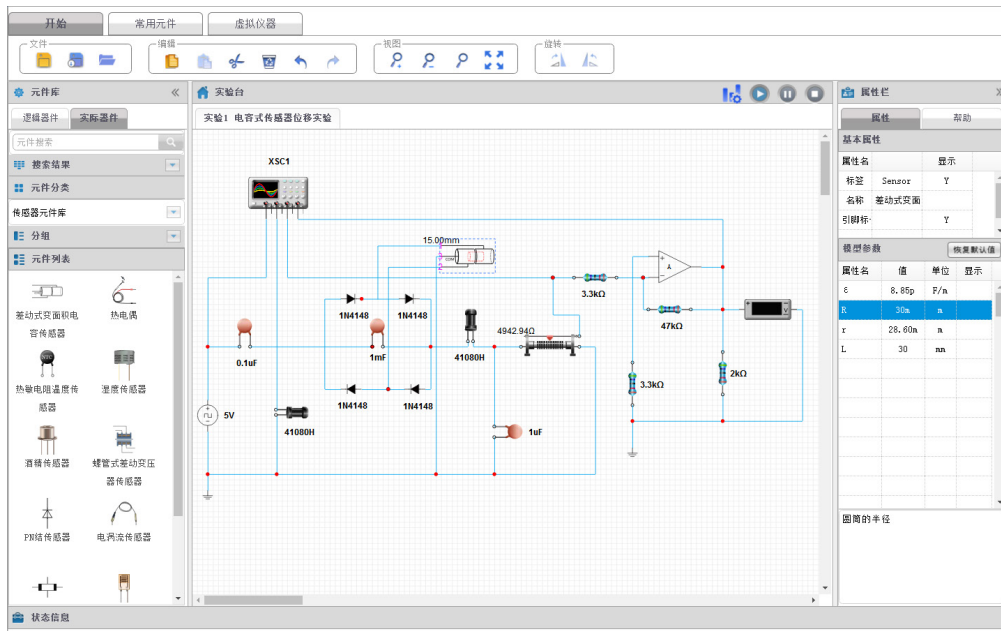


图 1 传感器虚拟仿真实训平台

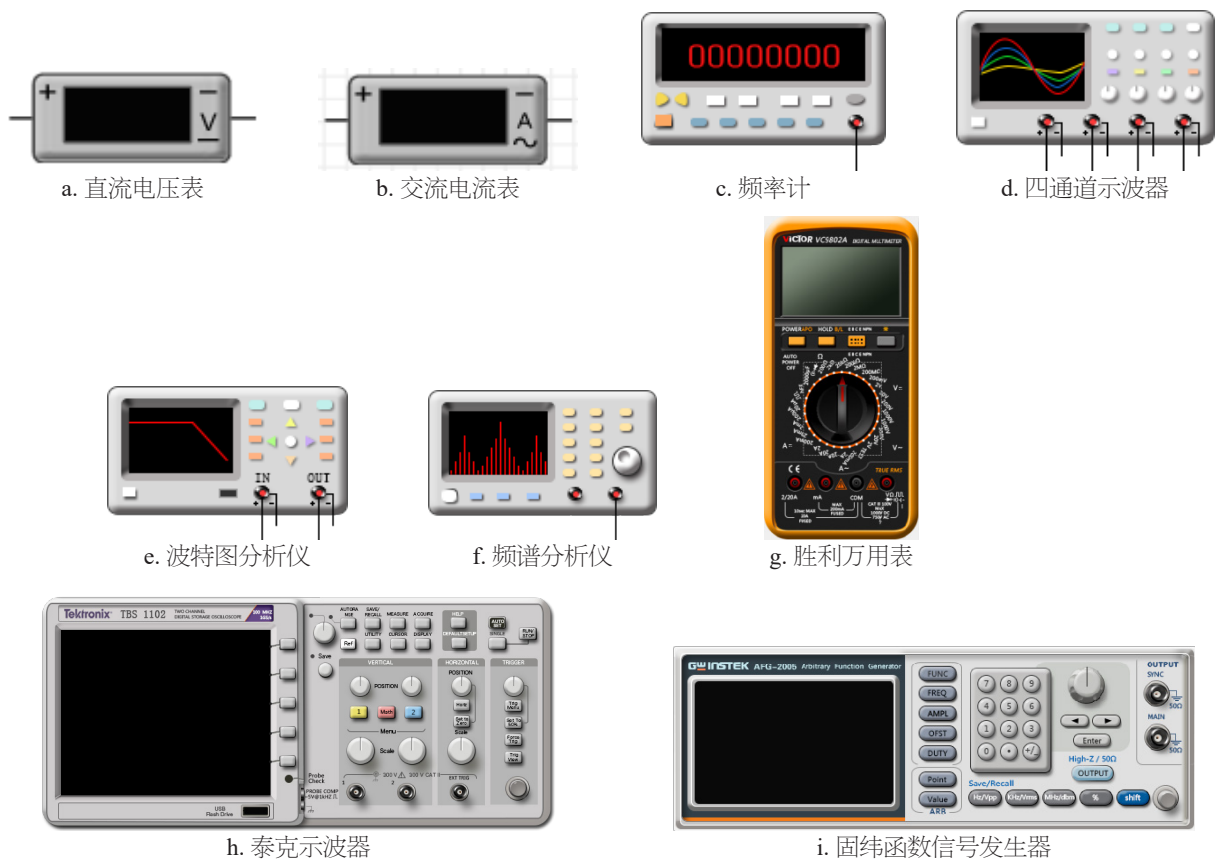


图 2 虚拟仪器

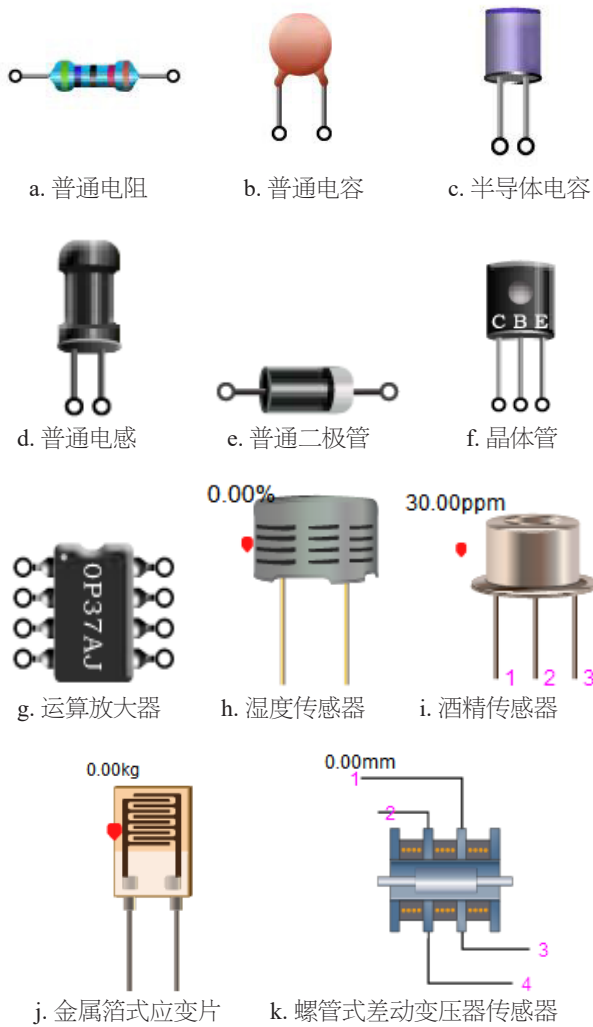


图 3 虚拟仿真平台元件库

3.2 虚拟仿真平台实现热电偶温度测量

热电偶的优点包括广泛的测温范围、响应速度快，测

量精度高，但热电偶传感器成本较高，对于教学来说学生较多无法满足实践需求，另外对于企业实际如炉温测量等，学生无法观测实际测量过程，采用虚拟仿真环境进行热电偶温度的实际测量。

热电偶测温原理是利用热电效应。如图 4 所示，热电偶就是将 A 和 B 两种不同金属材料的一端焊接而成。A 和 B 称为热电极，焊接的一端是接触热场的 T 端称为工作端或测量端，也称热端。

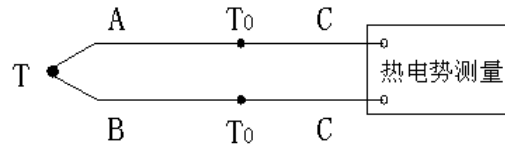


图 4 热电偶

未焊接的一端处在温度 T_0 称为自由端或参考端，也称冷端（接引线用来连接测量仪表的两根导线 C 是同样的材料，可以与 A 和 B 不同种材料）。T 与 T_0 的温差愈大，热电偶的输出电动势愈大；温差为 0 时，热电偶的输出电动势为 0。因此，可以用测热电动势大小衡量温度的大小。国际上，将热电偶的 A、B 热电极材料不同分成若干分度号，如常用的 K（镍铬—镍硅或镍铝）热电偶，并且有相应的分度表即参考端温度为 0°C 时的测量端温度与热电势的对应关系表；可以通过测量热电偶输出的热电动势值再查分度表得到相应的温度值。热电偶一般应用在冶金、化工和炼油行业，用于测量、控制较高的温度。

①任务要求：采用的 K 热电偶丝直径为 0.5mm ，测温范围 $0^{\circ}\text{C} \sim 800^{\circ}\text{C}$ 。由于温度源温度 $< 120^{\circ}\text{C}$ ，测量被测温度。

②电路设计：根据热电偶的测温原理及特点，仿真软件设计一款测量电路实现 120°C 以下的温度检测。虚拟仿真软件实现热电偶测试电路如图 5 所示。

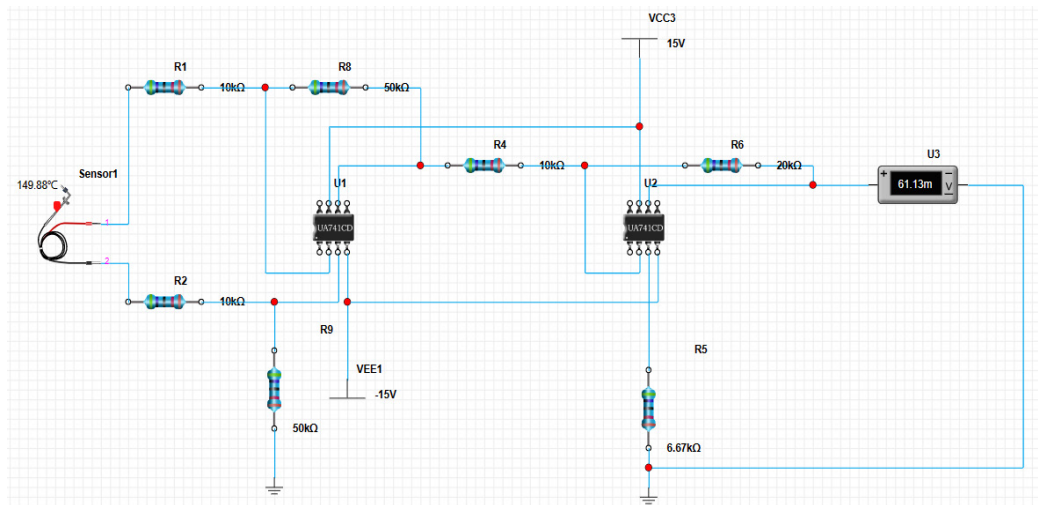


图 5 虚拟仿真软件实现热电偶测试电路

③实验原理。根据热电偶的中间温度定律：

$$E_{ab}(t, 0) = E_{ab}(t, t_n) + E_{ab}(t_n, 0)$$

式中： t ——热电偶的热端（工作端或称测温端）温度；

t_n ——热电偶的冷端（自由端即热电势输出端）温度
也就是室温；

0 —— 0°C 。

热端温度为 t ，冷端温度为室温时热电势。

$$E_{ab}(t, t_n) = E/A \times 2$$

其中， E 为直流电压表的读数； A 为差动放大器的放大倍数； 2 为二个热电偶串联。

热端温度为室温，冷端温度为 0°C ，铜—康铜的热电势： $E_{ab}(t_n, t_0)$ 。查以下所附的热电偶自由端为 0°C 时的热电势和温度的关系（即铜—康铜热电偶分度表），得到室温时热电势。计算方法：热端温度为 t ，冷端温度为 0°C 时的热电势， $E_{ab}(t, t_0)$ ，根据计算结果，查分度表示温度 t 。

实验时实验室的室温是 20°C ，假设放大倍数为 100 ，实验测得的 V 表读数为 0.384V ， $E_{ab}(t, t_n) = (0.384)/100 \times 2 = 1.74\text{mV}$ ，查表得， 20°C 对应的 $E_{ab}(t_n, 0) = 0.789\text{mV}$ ，则， $E_{ab}(t, 0) = E_{ab}(t, t_n) + E_{ab}(t_n, 0) = 2.529\text{mV}$ ，查分度表得， $t \approx 60^\circ\text{C}$ 。

③测试数据。通过仿真软件调节热电偶传感器热端温度参数值，观察电压表读数的变化，并将所测得电压值与对应的温度值记录于表 1。

表 1 热电偶传感器温度特性测量参数值

转换后的温度值 ($^\circ\text{C}$)	100	115.16	123.17	135.19	143.20
电压表读数 (mV)	40.85	47.01	50.27	55.16	58.42
转换后的温度值 ($^\circ\text{C}$)	151.21	163.23	170.71	188.30	200
电压表读数 (mV)	61.68	66.56	69.60	76.76	80.52

④热电偶的温度特性曲线如图 6 所示。

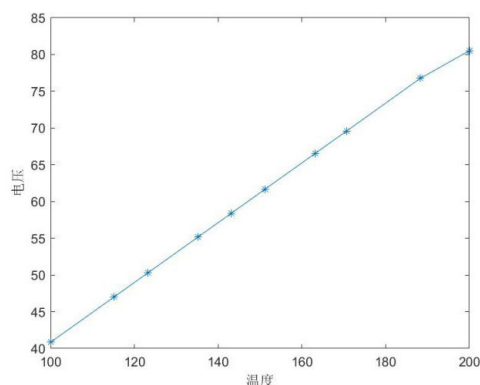


图 6 热电偶的温度特性曲线

⑤实验结论。采用虚拟仿真软件进行热电偶温度测量，通过温度的变化看出热电偶输出的特性为线性，说明该传感器的非线性误差小，但输出电压是热电偶在一定范围内的。

4 结语

虚拟仿真环境是运用多媒体技术、虚拟仿真技术等构建了一种高度模拟现实真实的实验环境而开展的一种教学，使学习者能够实现交互练习；仿真环境突破时间、空间与设备数量等的限制，实现了线上优质资源共享；实现了实训内容从基础到综合，全面满足电子类专业人才实践能力培养的需求。

虚拟仿真实验教学平台在传感器教学使用中得到了良好的效果，学生很受益。既能激发学生的学习兴趣，能够将抽象的理论知识通过实训仿真得以演练，同时也增强学生自主学习 and 创新学习能力。

参考文献

- [1] 黄莺.虚拟仿真技术在技工院校计算机实训教学应用研究[J].现代信息科技,2019,3(12):78-80.
- [2] 郑庆华,刘均.基于IP网的多媒体远程教学系统的建模[J].西南交通大学学报,2000,34(8):31-35.
- [3] 纪莲.浅谈汽车实训教学中虚拟现实技术的应用[J].才智,2018(9):14.

A Solution for AI Interception of Disturbance Calls Based on Transformer Large Model

Guoqing Zhang Yuepu Lu

Value-added Services Operation Center of China Telecom Corporation Limited, Beijing, 100093, China

Abstract

This study aims to effectively intercept harassing phone calls through an AI system based on the Transformer model. As the negative impact of harassing phone calls on personal privacy and social order intensifies, this study focuses on introducing the implementation path of using advanced artificial intelligence technology to solve this problem. After reviewing the current methods and limitations for handling harassing calls, the paper clarifies the main goal of the research, which is to develop a transformer based AI system that can more accurately identify and intercept harassing calls. This study mainly includes the following aspects: firstly, collecting and preprocessing harassing phone data to provide strong support for model training. Secondly, the Transformer model was adopted to achieve the purpose of intercepting harassing calls, and the overall architecture of the AI system was described in detail. Finally, the paper also discusses the practical application significance, potential limitations, and possible improvement directions of the research results.

Keywords

harassing phone interception; AI system based on transformer; data collection and preprocessing

一种基于 Transformer 大模型实现 AI 拦截骚扰电话的方案

张国庆 芦月璞

中国电信股份有限公司增值业务运营中心, 中国 · 北京 100093

摘 要

本研究旨在通过一种基于Transformer大模型的AI系统,可以有效拦截骚扰电话。随着骚扰电话对个人隐私和社会秩序的负面影响日益加剧,本研究着重介绍了采用先进的人工智能技术来解决这一问题的实现路径。在回顾了目前处理骚扰电话的方法及其局限性之后,论文明确了研究的主要目标,即开发一个能够更准确地识别和拦截骚扰电话的基于Transformer的AI系统。本研究主要包含以下几个方面:首先,对骚扰电话数据进行收集和预处理,为模型训练提供有力支持。其次,采用Transformer模型实现拦截骚扰电话的目的,并详细描述了AI系统的整体架构。最后,论文还讨论了研究结果的实际应用意义、潜在限制以及可能的改进方向。

关键词

骚扰电话拦截; 基于Transformer的AI系统; 数据收集和预处理

1 概述

1.1 研究背景

骚扰电话已经成为当今社会面临的一个普遍问题,对个人和社会都带来了严重的影响。

2023年8月,12321受理中心公布了《2023年第二季度骚扰电话投诉情况盘点》,2023年第二季度骚扰电话投诉量达22万件,其中95.6%为商业营销,还有4.4%涉嫌违法。商业营销中,违规催收投诉占比38%,贷款理财投诉占比35.4%,此外投诉较多的还有教育培训、房产中介、保险推销、股票证券、响一声就挂等^[1]。

骚扰电话不仅侵犯了个人的隐私权,也扰乱了商业社会的运转,损害了企业的信誉和利益。大量的垃圾通信也给电信运营商带来了负担,增加了通信系统的负荷和资源消耗。

为了解决这一问题,人们已经尝试了各种方法。几大电信运营商使用的拦截方法主要包括黑白名单、规则过滤以及骚扰识别等。但传统的骚扰电话识别和拦截方法存在很多局限性,包括:规则匹配方法的适应性不强,人工标注数据的成本高昂;骚扰电话的形式和策略不断改变,传统的规则方法难以应对这种变化;传统的规则方法通常只能根据特定的规则进行判断,难以对骚扰电话内容中的隐含信息进行准确的识别等。

综上所述,骚扰电话的严峻形势使得使用AI技术拦截骚扰电话成为一个紧迫而重要的任务。

【作者简介】张国庆(1985-),男,中国河北邯郸人,在读硕士,从事通信研究。

1.2 研究目标

论文的主要目标是开发一个基于 Transformer 大模型的 AI 系统, Transformer 模型具有强大的自学习能力和适应性,通过骚扰电话数据的收集、预处理,并根据骚扰电话数据的特征和模式进行有效分类和识别,自动提取、分析以及 Transformer 模型的训练和优化,可以提高拦截准确性和效率、不断提升拦截能力、保护个人隐私,更准确地识别和拦截骚扰电话,为解决骚扰电话问题、提升骚扰防治手段提供重要的技术支持^[2]。

1.3 提出研究方案

基于 Transformer 的模型是一种目前被广泛应用于自然语言处理任务的深度学习模型。我们可以通过采用这一模型,在识别和拦截骚扰电话这一特定任务上达到更高的准确性。

相比传统的骚扰电话拦截的方案,Transformer 模型具有较强的自学习能力和更好地表示学习能力,可以更好地处理骚扰电话任务中的复杂性和多样性。Transformer 模型采用了注意力机制,能够有效地捕捉输入序列之间的关系和上下文依赖,从而提升模型对于语义信息的理解和挖掘能力。此外,Transformer 模型还具备并行计算的能力,能够加速模型训练和推理的过程^[3]。

基于以上分析,我们提出基于 Transformer 的模型方案。这一方案将为骚扰电话识别和拦截领域的研究和应用提供新的思路和方法,为个人和社会的通信安全问题提供有效的解决途径。

2 方案理论框架和方法论

2.1 Transformer 模型简介

Transformer 模型是一种基于注意力机制的神经网络模型。它的关键组成部分是多头自注意力机制和前馈神经网络。在多头自注意力机制中,模型可以同时关注输入序列的不同位置,并根据其与其他位置的关系来计算权重。通过引入多个注意力头,模型可以学习到更丰富的相关性信息。

2.2 数据收集和预处理

本节将介绍该方案数据收集的过程,包括数据来源、数据获取方式和数据量以及数据标注和预处理的方法。

2.2.1 数据收集

中国电信作为通信运营商,具有非常丰富真实的包括来电号码、通话语音以及拦截记录等通信数据,也包括各种类型骚扰电话在内的大量样本,涵盖了常见的营销电话、诈骗电话、高频呼叫、录音电话、机器人来电等。

2.2.2 数据标注

中国电信现在已有骚扰电话样本的分类和相应的标签。我们还需要将样本按照地区、标记次数、入网时间等因素进行评估,以便在后续的模型训练和拦截过程中进行更精准的

判断和处理。

2.2.3 数据预处理

为了提高模型的训练效果和拦截准确率,需要对收集到的数据进行一系列的预处理步骤。首先,对电话语音进行音频信号处理,包括去噪、音量调整,可减少噪音对模型训练的干扰。

另外,在文本数据方面,需进行文本清洗和分词处理,主要包括去除电话号码、特殊符号以及非文本字符等,以便后续的特征提取和模型训练。

2.3 模型训练

模型训练是实现 AI 拦截骚扰电话的关键步骤之一,其目标是通过大量的训练数据来训练 Transformer 模型,使其能够准确地识别和拦截骚扰电话^[4]。

我们需要准备骚扰电话数据集和对数据进行预处理。这包括对数据进行清洗,去除噪声、重复和不相关的信息。预处理还可以包括对数据进行分词、提取关键字,词向量化等操作,以便于模型的输入和处理。

在模型训练过程中,我们需要使用基于 Transformer 的算法,并设置一些参数来控制模型的训练过程。例如,学习率、批量大小、训练迭代次数等。这些参数的设置需要在实验中进行调优,以达到最佳的训练效果。

在训练过程中,我们可以采用一种监督学习的方法。通过将标注好的数据作为训练样本,将模型的输出与真实标签进行比较,通过反向传播来调整模型的参数,使得模型的输出与真实标签尽可能地接近。训练过程中使用的损失函数通常是交叉熵损失函数^[5]。

在训练过程中,在数据中提取关键因子,并由系统对各个因子产生的影响进行不同权重的配置,以达到根据实际情况动态调优的效果。例如,针对骚扰电话比较多的地区,自动加大号码的归属地的权重配置;针对号码的注册时间,时间越短,所占权重越高,进而输出的最终分数越高,系统判定为骚扰电话及拦截的概率越高。

此外,针对数据的处理方面,为了优化模型的性能,我们还可以采用一些技巧,如数据增强、正则化、Dropout 等。这些技巧能够帮助模型更好地泛化和处理骚扰电话数据。

通过大量的实验和调优,我们最终可以得到一个在拦截骚扰电话方面表现优异的 Transformer 模型体系。理论上,该模型能够准确地对骚扰电话进行识别,并及时拦截^[6]。

3 系统架构设计

本研究所提出的基于 Transformer 大模型的 AI 拦截骚扰电话系统的整体架构如图 1 所示。该系统的核心是 Transformer 模型,它接收经过预处理的骚扰电话数据作为输入,并通过一系列的处理流程对其进行分析和识别,最终输出拦截结果^[7]。

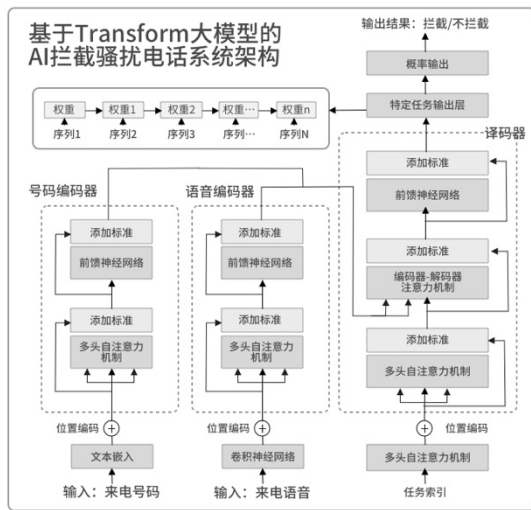


图1 基于Transformer的AI系统架构图（来源：作者根据文献绘制）

首先，系统将收集到的骚扰电话数据进行预处理。

其次，经过预处理的数据被送入Transformer模型进行进一步的处理。模型通过多个编码器层对输入数据进行分析 and 特征提取。每个编码器层包括多头自注意力机制和前馈神经网络。通过多头自注意力机制，模型可以在不同的维度上关注不同的特征，并自动学习到输入数据的重要性和相关性。通过前馈神经网络，模型可以对特征进行非线性变换和组合，进一步提升模型的表达能力^[8]。

最后，Transformer模型的输出被送入输出模块，得到最终的拦截结果。输出模块根据模型的输出判断输入数据是否为骚扰电话，并生成相应的拦截措施。具体而言，输出模块将模型的输出映射为概率值，表示输入数据为骚扰电话的概率。当该概率值超过一定阈值时，系统判断输入数据为骚扰电话，并采取相应的拦截措施。

4 探讨模型在不同场景下的应用潜力

基于Transformer的AI系统在拦截骚扰电话问题上展现了巨大的潜力，并且可以在不同场景下得到广泛应用。本节将探讨该模型在不同场景下的具体应用潜力^[9]。

首先，在个人使用方面，该AI系统可以被集成到个人手机或智能设备中，通过识别和拦截骚扰电话来保护用户的通信安全。用户可以自行管理和设置拦截规则，将其应用于指定联系人或未知号码，有效地防止骚扰电话的打扰。此外，AI系统还具备学习能力，能够根据用户的使用习惯和反馈不断优化和改进识别准确性，提高拦截效果。

其次，在组织和企业使用方面，该AI系统可以被集成到企业的电话系统中，为员工提供更安全、便捷的通信环境。在一些需要保密性和安全性的行业，如银行、保险、法律等，

骚扰电话的存在可能导致泄露重要信息或者干扰正常工作秩序。通过使用基于Transformer的AI系统，企业可以实现对骚扰电话的拦截和识别，确保通信的安全性和高效性^[10]。

最后，在公共通信网络方面，该模型也具备重要的应用价值。在整个通信网络中，骚扰电话的存在不仅仅对个人用户造成困扰，也可能影响整个网络的质量和服务水平。通过将该AI系统应用于网络节点中，可以及时识别和拦截骚扰电话，减少对网络带宽资源的消耗，提高通信服务质量。

总之，基于Transformer的AI系统在不同场景下都具备广泛应用潜力。无论是个人用户、企事业单位还是公共安全机构，都可以通过该系统有效地解决骚扰电话问题，保障通信安全和社会秩序。未来的研究可以着重于模型性能和拦截效果的进一步优化以及在更复杂场景下的应用验证和实践探索^[11]。

参考文献

- [1] 王晨,徐童.浙江移动关于骚扰电话个性化防控方案的探索与实践[J].信息通信技术与政策,2019(8).
- [2] 唐洪志.骚扰电话识别和拦截技术的研究与开发[D].重庆:重庆邮电大学,2018.
- [3] Tang C, Chen G, Wang H, et al. Robust pose estimation for ship block assembly feature based on large-scale scanning[J].Robotic Intelligence and Automation, 2023(9):239.
- [4] 张立中,谭源,王堃,等.一种基于复合AI模型的动态阈值设定方法[J].中国电机工程学报,2022(11).
- [5] Hua T G, Sheng Z, School B, et al. A Study on the Transformation Model of Large-Scale Scientific and Technological Achievements in China —Based on the Transformation of DMTO[J].Science & Technology Progress and Policy, 2019(6).
- [6] 刘黎辉,董倩,宋原.基于互联网安全对诈骗、骚扰电话异常呼叫的拦截处置方案[J].信息与电脑,2019(5).
- [7] 王学光,诸珺文,张爱新.一种三维度基于改进MFCC特征模型的AI克隆语音源鉴定方法[J].计算机科学,2023,50(11):177-184.
- [8] 刘黎辉,宋原,周婧.“一机多卡”诈骗及骚扰电话的治理方案[J].信息与电脑,2020,32(13):4.
- [9] Kim M, Oh H S, Lim Y, et al. Zero-Inflated Time Series Clustering Via Ensemble Thick-Pen Transform[J].Journal of Classification, 2023(3).
- [10] ChenYung-Yao, JhongSin-Ye, HsiaChih-Hsien, et al. Explainable AI: A Multispectral Palm-Vein Identification System with New Augmentation Features[J].Acm Transactions on Multimedia Computing Communications & Applications,2021(4).
- [11] 吕华意,卢文钰.虚假主叫号码拦截实现方案分析与实施[J].通讯世界,2018(4).

Design of Wafer Lifting Cylinder and Its Performance Analysis in Chip Etching Equipment

Dayong Shen

Wuxi Yiwen Microelectronics Technology Co., Ltd., Wuxi, Jiangsu, 214000, China

Abstract

With the rapid development of the semiconductor industry, the performance and reliability of chip manufacturing equipment are becoming increasingly important for the industry. In chip etching equipment, the wafer lifting cylinder is the core component, and its performance directly affects the stable operation and processing quality of the entire equipment. This paper aims to conduct in-depth research on the design details of the crystal dome lifting cylinder and its performance in chip etching equipment, in order to provide valuable reference for the design and optimization of chip manufacturing equipment. By analyzing the design of the structure, materials, and manufacturing process of the crystal dome lifting cylinder, and combining it with experimental verification of its performance, we will reveal the important role of the crystal dome lifting cylinder in chip etching equipment and provide feasible suggestions for its performance improvement, this will help promote the development of China's semiconductor industry and enhance its competitiveness in the global semiconductor industry.

Keywords

wafer lifting cylinder; chip etching equipment; performance analysis; design optimization

晶圆顶升气缸设计及其在芯片刻蚀设备中的性能分析

沈大勇

无锡邑文微电子科技股份有限公司, 中国·江苏 无锡 214000

摘 要

随着半导体行业的飞速发展, 芯片制造设备的性能和可靠性对于行业来说越来越重要。在芯片刻蚀设备中, 晶圆顶升气缸作为核心部件, 其性能直接影响到整个设备的稳定运行和加工质量。论文旨在深入研究晶圆顶升气缸的设计细节以及在芯片刻蚀设备中的性能表现, 从而为芯片制造设备的设计和优化提供宝贵的参考。通过分析晶圆顶升气缸的结构、材料和制造工艺等方面的设计, 并结合实验验证其性能, 我们将揭示晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的重要作用, 并为其性能提升提供可行性建议, 将有助于推动中国半导体行业的发展, 提高中国在全球半导体产业的竞争力。

关键词

晶圆顶升气缸; 芯片刻蚀设备; 性能分析; 设计优化

1 引言

半导体行业作为现代科技发展的基石, 其重要性日益凸显。芯片作为半导体行业的主要产品, 其性能和可靠性对于行业的发展具有举足轻重的影响。而晶圆顶升气缸作为芯片刻蚀设备的核心部件, 其性能直接决定了芯片刻蚀设备的稳定运行和加工质量。因此, 对晶圆顶升气缸的设计及其在芯片刻蚀设备中的性能进行深入研究, 具有重要的实际意义。文的研究将为芯片制造设备领域提供新的设计理念和参考, 有望在一定程度上推动中国半导体行业的技术进步和产业发展。

2 半导体行业发展概况

半导体行业是一个高度技术密集型和资本密集型的产业, 它是现代电子设备的基础部分, 涵盖了从计算机、智能手机到汽车、家电等各种领域。近年来, 随着全球经济和信息化进程的加速, 半导体行业呈现出快速发展的趋势^[1]。从全球市场来看, 半导体行业的发展规模不断扩大, 销售额持续增长。据国际半导体产业协会 (SEMI) 的数据, 2021 年全球半导体销售额达到了 556 亿美元, 同比增长 26.2%, 创下了历史新高。其中, 中国市场销售额达到了 186 亿美元, 同比增长 27.1%, 是全球半导体市场增长的主要驱动力之一。同时, 半导体行业的技术创新也在不断推进。从传统的硅材料到新型化合物半导体, 再到目前热门的第三代半导体, 技术的不断更新换代推动了整个行业的发展。此外, 半导体制造工艺也在不断优化, 如 FinFET、Gate-All-Around (GAA)

【作者简介】沈大勇 (1985-), 男, 中国江苏仪征人, 本科, 工程师, 从事半导体芯片等离子体刻蚀设备研究。

等先进技术的研发和应用,进一步提高了半导体的性能和效率。在中国,半导体行业的发展也取得了显著的成就。中国已经成为全球最大的半导体消费市场,占全球市场份额的近三分之一。同时,中国半导体产业链也在逐步完善,从设计、制造、封装测试等多个环节都有了一批具有国际竞争力的企业。此外,中国政府也出台了一系列政策,以推动半导体行业的发展,如“中国制造2025”计划、半导体产业投资基金等^[2]。

3 芯片制造设备性能和可靠性的重要性

芯片制造设备性能和可靠性的重要性不言而喻,它们是保证半导体行业持续发展的关键因素。高性能和可靠的芯片制造设备可以提高生产效率,降低生产成本,同时保证产品质量,满足不断变化的市场需求。首先,高性能的芯片制造设备可以提高生产效率。在半导体行业,生产效率直接影响到企业的盈利能力和市场竞争力。高性能的设备可以在短时间内生产出更多的芯片,从而提高产量,满足市场需求。此外,高性能设备具有更高的自动化程度,可以减少人工操作环节,降低生产错误率,提高生产效率^[3]。其次,可靠的芯片制造设备可以降低生产成本。在半导体生产过程中,设备故障会导致生产中断,带来额外的维修成本和生产损失。可靠的设备可以降低故障率,减少维修成本,提高生产稳定性。同时,可靠的设备可以延长使用寿命,降低设备更换频率,进一步降低生产成本。再次,高性能和可靠的芯片制造设备可以保证产品质量。半导体芯片质量直接影响到终端产品的性能和可靠性。高性能的设备可以生产出质量更加稳定的芯片,提高产品良品率。可靠的设备可以确保生产过程不受外界因素干扰,保证产品的一致性和可靠性。最后,高性能和可靠的芯片制造设备有助于推动技术创新。半导体行业的发展离不开技术创新,高性能设备可以实现更先进的生产工艺,提高芯片性能。可靠的设备可以保证新工艺的稳定运行,推动技术创新^[4]。在中国,半导体行业正处于快速发展阶段,政府和企业纷纷加大投入,提升芯片制造设备的性能和可靠性。这将有助于中国半导体行业提升国际竞争力,实现产业升级,为中国经济社会发展做出更大贡献。

4 晶圆顶升气缸设计细节研究

4.1 结构设计

晶圆顶升气缸的结构设计需要满足其在半导体生产过程中的使用要求。首先,气缸的结构应具有足够的强度和稳定性,以承受生产过程中的各种力和热应力。其次,气缸的内部结构应便于清洁和维护,以保证其长期稳定运行。最后,气缸的结构设计还应考虑其与周边设备的接口匹配,以实现高效的生产流程。

4.2 材料选择

晶圆顶升气缸的材料选择需要考虑其耐磨性、耐腐蚀性和高温性能。一般来说,气缸的活塞和缸体材料应具有较

高的硬度和耐磨性,以保证其在长时间运行中的稳定性和可靠性。同时,气缸的材料还需要具有较好的耐腐蚀性,以应对生产过程中可能出现的各种化学物质。此外,气缸的材料还需要具有良好的高温性能,以适应半导体生产过程中可能出现的高温环境。

4.3 制造工艺

晶圆顶升气缸的制造工艺对其性能和质量具有重要影响。首先,制造工艺需要保证气缸的结构精度,包括活塞和缸体的尺寸精度和形状精度。其次,制造工艺还需要保证气缸的表面质量,包括表面光洁度和表面硬化处理。最后,制造工艺还需要考虑气缸的组装和调试,以确保其整体性能达到设计要求。

晶圆顶升气缸的设计细节研究是半导体生产中的重要环节。只有通过合理的结构设计、材料选择和制造工艺,才能保证气缸的性能和质量,从而确保半导体生产的效率和产品质量^[5]。

5 晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的性能分析

5.1 性能指标选取

为了全面评估晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的性能,我们需要选取合适的性能指标。这些性能指标包括承载能力、顶升速度、响应速度、跟随性能、顶升精度和重复定位精度。承载能力评估气缸在承载不同重量晶圆时的稳定性和可靠性;顶升速度评估气缸在不同顶升高度下的速度和稳定性;响应速度评估气缸在接收到指令后的反应时间;跟随性能评估气缸在受到外部干扰时的稳定性和抗干扰能力;顶升精度评估气缸在顶升过程中对高度控制的准确性;重复定位精度评估气缸在重复定位时的精度。通过这些性能指标的评估,我们可以全面了解晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的性能,并根据评估结果对其进行优化和改进,以提高其在半导体生产过程中的性能表现。

5.2 性能分析方法

为了对晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的性能进行全面分析,我们可以采用多种方法。首先,实验法是一种有效的方法,通过在实际工作条件下进行实验,可以收集气缸的性能数据,如承载能力、顶升速度、响应速度等。其次,仿真法也是一个重要的分析工具,通过建立晶圆顶升气缸的数学模型,可以模拟气缸在不同工况下的性能表现,从而计算出相关的性能指标。最后,理论分析法也是不可或缺的,通过深入理解气缸的工作原理和设计参数,可以对气缸的性能进行深入分析和评估。这三种方法各有优缺点,但结合起来使用,可以全面、准确地评估晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的性能,为其优化和改进提供科学依据。

5.3 性能分析结果

通过对晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的性能进行全面分析,我们得出了一些重要的结果。第一,在承载能力方

面,气缸在承载不同重量晶圆时表现出良好的稳定性和可靠性,满足芯片刻蚀设备的要求。这表明气缸在实际工作中的表现出色,能够承受不同重量的晶圆。第二,在顶升速度方面,气缸在不同顶升高度下表现出稳定的速度,也满足芯片刻蚀设备的要求。这表明气缸在顶升过程中的速度控制稳定,能够满足芯片刻蚀设备的工作需求。第三,在响应速度方面,气缸在接收到指令后反应迅速,满足芯片刻蚀设备的要求。这表明气缸的响应速度快,能够及时接收并执行指令。在跟随性能方面,气缸在受到外部干扰时表现出良好的稳定性和抗干扰能力,满足芯片刻蚀设备的要求。这表明气缸在受到外部干扰时能够保持稳定运行,不受干扰影响。第四,在顶升精度方面,气缸在顶升过程中对高度控制准确,满足芯片刻蚀设备的要求。这表明气缸在顶升过程中的控制精度高,能够满足芯片刻蚀设备的精度要求。第五,在重复定位精度方面,气缸在重复定位时精度高,满足芯片刻蚀设备的要求。这表明气缸在重复定位时的精度高,能够满足芯片刻蚀设备的定位要求。总的来讲,晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中表现出良好的性能,可以满足半导体生产过程中的要求。在实际应用中,根据性能分析结果,可以对气缸进行优化和改进,进一步提高其在芯片刻蚀设备中的性能表现。

6 晶圆顶升气缸性能提升策略

6.1 结构优化

为了提升晶圆顶升气缸的性能,我们可以从其结构进行优化。这涉及对气缸的尺寸、形状以及内部结构进行细致的改进和优化。通过这种方式,我们可以有效地提高气缸的承载能力、响应速度以及抗干扰能力,使其能够更好地满足芯片刻蚀设备的高精度、高速度的工作要求。同时,通过结构优化,我们还可以降低气缸的质量,进一步提高其稳定性和可靠性,从而确保其在长时间运行过程中的稳定性和可靠性。

6.2 材料选择与处理

选择合适的材料并对其进行适当的处理也是提升晶圆顶升气缸性能的关键。在选择材料时,应根据气缸的工作环境和性能要求,选择具有高强度、高耐磨性和良好抗腐蚀性的材料。例如,可以考虑使用不锈钢、合金等材料,这些材料能够满足气缸在高温、高压等恶劣环境下的工作需求。此外,通过对材料进行表面处理,如氮化、镀膜等,可以进一步提高气缸的耐磨性和抗腐蚀性。氮化处理可以在气缸表面形成一层坚硬的氮化层,从而提高气缸的耐磨性和抗腐蚀性;镀膜处理则可以在气缸表面形成一层保护膜,防止腐蚀物质的侵入,延长气缸的使用寿命。通过以上方法,可以有效提升晶圆顶升气缸的性能,提高其在芯片刻蚀设备中的稳定性和可靠性,从而满足半导体生产过程中的高精度、高速

度的工作要求。

6.3 制造工艺改进

改进晶圆顶升气缸的制造工艺也是提升其性能的重要途径。引入高精度、高效率的制造设备和技术,可以提高气缸的制造精度,降低其内部缺陷,从而提高气缸的性能。此外,通过改进制造工艺,还可以提高气缸的生产效率,降低生产成本,使其在芯片刻蚀设备中的应用更具竞争力。例如,采用先进的加工设备和测量技术,可以提高气缸的尺寸精度和表面质量,确保其在工作中具有良好的性能。同时,通过优化生产流程和工艺参数,可以降低生产成本,提高气缸的性价比。此外,加强质量管理,确保产品质量稳定,也是提升气缸性能的重要环节。

通过对晶圆顶升气缸的结构优化、材料选择与处理以及制造工艺改进,可以有效提升其性能,满足芯片刻蚀设备的高精度、高速度的工作要求。这些提升策略不仅可以提高气缸在芯片刻蚀设备中的稳定性和可靠性,还可以延长其使用寿命,降低生产成本,为中国半导体产业的发展提供有力支持。

7 结论

通过全面分析晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的性能以及提出的性能提升策略,我们可以得出以下结论:其一,晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中表现出良好的性能,能够满足半导体生产过程中的要求。其在承载能力、顶升速度、响应速度、跟随性能、顶升精度和重复定位精度等方面都表现出稳定的性能,满足芯片刻蚀设备的高精度、高速度的工作要求。其二,通过对晶圆顶升气缸的结构优化、材料选择与处理以及制造工艺改进等性能提升策略,可以进一步优化气缸的性能。综上所述,晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中具有出色的性能,这为芯片刻蚀设备中晶圆顶升气缸的优化和改进提供了重要的参考,有助于提高芯片刻蚀设备的效率和稳定性,进一步推动中国半导体产业的发展。

参考文献

- [1] 朱在稳.浅谈半导体设备行业发展概况[J].厦门科技,2021(6):10-14.
- [2] 谭淑月.浅析半导体硅片行业废水处理工程[J].皮革制作与环保科技,2023(4):25-27.
- [3] 上海精泰机电系统工程有限公司.一种芯片制造设备风管连接装置:CN202122723765.6[P].2022-04-12.
- [4] 北京奕斯伟计算技术股份有限公司,广州全盛威信息技术有限公司.芯片的制造方法、芯片、制造装置、电子设备及介质:CN202211628013.4[P].2023-06-06.
- [5] 苏州子山半导体科技有限公司.一种等离子体反应腔室用晶圆提升机构:CN202222612828.5[P].2023-01-13.

The Application and Development of Informatization and Artificial Intelligence

Jiming Liu

Jinan Stomatological Hospital, Jinan, Shandong, 250000, China

Abstract

The application of information technology and artificial intelligence technology is becoming increasingly popular in today's medical industry, which is of great significance for improving the quality of medical services, reducing costs, and improving patient experience. This paper first explains the concepts of hospital informatization and artificial intelligence, analyzes their applications in the medical field, and then analyzes their specific applications in the medical field. These applications include medical diagnosis, drug development, patient management, and medical robotics. In addition, this paper also explores the development trends and challenges faced by hospital informatization and artificial intelligence technology, and provides corresponding suggestions. Through the exposition of the paper, readers can have a more comprehensive understanding of the importance and application prospects of hospital informatization and artificial intelligence technology.

Keywords

informatization; artificial intelligence; medical robot

信息化与人工智能的应用与发展

刘吉明

济南市口腔医院, 中国 · 山东 济南 250000

摘 要

信息化与人工智能技术的应用在当今医疗行业中日益普及, 对提高医疗服务质量、降低成本、改善患者体验具有重要意义。论文先对医院信息化与人工智能的概念进行了解释, 并分析了它们在医疗领域中的应用, 再分析了它们在医疗领域中的具体应用。这些应用包括医疗诊断、药物研发、患者管理和医疗机器人等方面。此外, 论文还探讨了医院信息化与人工智能技术的发展趋势和面临的挑战, 并给出了相应的建议。通过论文的阐述, 读者可以更全面地了解医院信息化与人工智能技术的重要性和应用前景。

关键词

信息化; 人工智能; 医疗机器人

1 引言

随着信息技术的飞速发展, 信息化与人工智能技术的应用已成为医疗行业的研究热点。医院信息化与人工智能技术的发展可以提高医疗服务的效率和质量, 降低医疗成本, 改善患者就医体验。论文旨在对医院信息化与人工智能技术的应用与发展进行综述, 以期为中国医疗行业的信息化建设提供借鉴和启示^[1]。

2 医疗信息化

医院信息化与人工智能的应用在医疗领域中具有广泛的应用前景。人工智能技术可以通过计算机视觉和深度学习等技术, 对医学影像进行自动化、高效化和精准化的分析,

帮助医生发现异常、识别病灶、定量测量、预测预后等。此外, 人工智能还可以应用于临床辅助决策, 通过自然语言处理、知识图谱、机器学习等技术, 构建临床知识库, 模拟专家推理过程, 实现多学科综合诊疗。精准医疗是指根据个体的基因组、表观基因组、转录组、蛋白质组等多层次的生物信息, 结合临床表现、生活方式等环境因素, 为每个患者提供个性化的预防、诊断和治疗方案的医疗模式。人工智能可以通过大数据分析、机器学习、生物信息学等技术, 对多源异构的医学数据进行整合和挖掘, 发现疾病的分子机制、生物标志物和药物靶点, 实现精准医疗的目标。人工智能的应用可以改善医疗服务质量, 提高医生的工作效率, 促进医院信息化的进程^[2]。

3 人工智能在医疗领域的应用

人工智能技术在医疗领域的应用非常广泛, 包括医疗诊断、药物研发、患者管理和医疗机器人等。

【作者简介】刘吉明(1983-), 男, 中国山东济南人, 本科, 高级工程师, 从事医院信息化智慧医院研究。

3.1 医疗诊断

人工智能技术在医疗诊断中的应用主要包括影像诊断、病理诊断和基因诊断等。这些应用通过深度学习和大数据技术,实现了对医学影像的快速准确识别,从而提高了诊断的准确性和效率。在影像诊断方面,人工智能技术可以对X光、CT、MRI等医学影像进行深度分析,快速准确地识别出疾病征象,如肿瘤、肺炎、骨折等。这种技术的应用不仅可以提高诊断的准确性和效率,还可以减轻医生工作压力,提高患者满意度。在病理诊断方面,人工智能技术可以对组织病理切片进行数字化处理和深度分析,准确地识别出病理类型和分级,从而为临床治疗提供精准的诊断依据。这种技术的应用不仅可以提高诊断的准确性和效率,还可以减少病理学家的工作负担,提高诊断的质量和效率。在基因诊断方面,人工智能技术可以对基因测序数据进行深度分析,快速准确地识别出遗传疾病相关的基因突变,从而为遗传疾病的诊断和治疗提供精准的依据。这种技术的应用不仅可以提高诊断的准确性和效率,还可以为遗传疾病的预防和控制提供有力的支持^[1]。

3.2 药物研发

人工智能技术在药物研发中的应用主要包括新药发现、药物筛选和药物毒性预测等。这些应用通过机器学习和自然语言处理技术,实现了对药物研发相关文献和数据的快速准确挖掘和分析,从而提高了药物研发的效率。在新药发现方面,人工智能技术可以对大量的生物活性化合物进行深度分析,快速准确地挖掘出具有潜在治疗价值的候选药物。此外,人工智能还可以通过学习疾病的生物标志物和药物作用机制,预测药物的治疗效果和安全性,从而降低药物研发的风险和成本。在药物筛选方面,人工智能技术可以对大量的药物分子进行筛选,快速准确地找出具有特定药效的药物。这种技术的应用可以大幅度缩短药物筛选的时间和成本,提高药物研发的效率。在药物毒性预测方面,人工智能技术可以对药物的毒性进行预测,快速准确地识别出可能产生毒性的药物。这种技术的应用可以降低药物研发的风险,提高药物的安全性。人工智能技术在药物研发中的应用,不仅可以提高药物研发的效率,还可以降低药物研发的风险和成本。

3.3 患者管理

人工智能技术在患者管理中的应用主要包括智能问诊、病历管理和患者监测等。这些应用通过语音识别和自然语言处理技术,实现了对患者的智能问诊,提高了患者满意度。在智能问诊方面,人工智能技术可以通过语音识别和自然语言处理技术,实现对患者的智能问诊,从而提高患者满意度。这种技术可以帮助医生更加准确地了解患者的病情,为患者提供更加个性化的治疗方案。智能问诊还可以减轻医生的工作压力,提高医生的工作效率。在病历管理方面,人工智能技术可以通过对病历的自动化管理和分析,提高病历管理的效率和质量。这种技术可以帮助医生更加准确地了解患者的

病情,为患者提供更加个性化的治疗方案。病历管理还可以支持医疗数据的共享和交换,为医疗行业的创新发展提供支持。在患者监测方面,人工智能技术可以通过对患者的生理数据进行实时监测和分析,提高患者监测的准确性和效率。这种技术可以帮助医生更加准确地了解患者的病情,为患者提供更加个性化的治疗方案。患者监测还可以支持远程医疗和智能医疗,为医疗服务的质量和效率提供支持。人工智能技术在患者管理中的应用,不仅可以提高患者满意度,还可以提高医疗服务的质量和效率,为医疗行业的创新发展提供广阔的空间。

3.4 医疗机器人

人工智能技术在医疗机器人的应用主要包括手术机器人、康复机器人和服务机器人等^[1]。这些医疗机器人通过人工智能技术的支持,可以实现对患者的精确手术、康复训练和服务,从而提高医疗服务的质量。在手术机器人方面,人工智能技术可以帮助医生在进行手术时获得实时、精准的视觉和触觉反馈,提高手术的精度和安全性。医疗机器人可以执行一些复杂和高风险的手术任务,从而减轻医生的工作负担,降低手术风险。在康复机器人方面,人工智能技术可以根据患者的病情和康复进度,制定个性化的康复训练计划,并实时调整训练参数,提高康复效果。康复机器人可以帮助患者进行物理治疗、言语治疗和认知训练等,从而加速患者的康复进程。在服务机器人方面,人工智能技术可以提供患者日常生活中的照顾和帮助,如搬运物品、陪伴聊天等,提高患者的生活质量和满意度。服务机器人还可以用于医院内的物流配送、消毒清洁等工作,提高医院的运营效率。

3.5 医疗智慧化办公

医疗智慧化办公的核心是信息化,通过信息技术手段实现医疗资源的整合、共享和优化配置。这使得患者可以随时随地获取医疗信息,提高了医疗服务的可及性。同时,医疗智慧化办公利用人工智能、大数据等技术手段,对医疗数据进行深度挖掘和分析,为医生提供更加精准的诊断建议,同时也为患者提供个性化的治疗方案。医疗智慧化办公还具有便捷化、协同化、透明化的特点。通过互联网、移动设备等渠道,打破了时间和空间的限制,使得患者可以随时随地进行在线咨询、预约挂号、缴费等操作,大大提高了医疗服务的便捷性。同时,构建一个统一的医疗信息平台,实现了医患、医护之间的信息共享和协同工作,提高了医疗服务的协同效率。医疗智慧化办公可以实现医疗信息的全程记录和追踪,确保医疗服务的透明度,有利于监督和评估医疗服务质量。在应用方面,医疗智慧化办公提供了智能导诊、远程会诊、电子病历、在线咨询、预约挂号、医保结算等服务。通过这些应用,患者可以快速、准确地获取医疗信息,提高诊疗效果,缩短治疗时间。同时,医生也可以更加方便地查阅患者的病史,提高诊断准确性。医疗智慧化办公作为一种新兴的医疗服务模式,将现代信息技术与医疗服务相结

合,为人们提供了更加便捷、高效的医疗服务。随着科技的不断发展,相信医疗智慧化办公将会在未来发挥更加重要的作用。

4 医院信息化与人工智能技术的发展趋势

医院信息化与人工智能技术的发展趋势主要表现在以下几个方面。

4.1 技术层面

随着计算能力的提升、数据量的增加和算法的创新,人工智能技术在医疗领域的应用将更加广泛和深入。在未来的医疗行业中,人工智能技术将不仅仅局限于现有的应用领域,如智能诊断、药物研发、患者管理等,还将在更多方面发挥其潜力,为医疗行业带来革命性的变革。在医疗影像诊断领域,人工智能技术将通过深度学习和计算机视觉算法,实现对医学影像的自动分析与识别,提高诊断的准确性和效率^[2]。此外,人工智能还可以辅助医生制定更为精确的治疗方案,提高治疗效果。

4.2 政策层面

国家对医疗信息化和人工智能的重视和支持程度进一步加大,这对医院信息化与人工智能技术的发展具有极其重要的意义^[3]。中国政府积极制定和实施相关政策,为医疗信息化和人工智能的发展提供了有力的政策支持和保障。国家对医疗信息化的投入不断增加,有助于提升医院的信息技术水平。医疗信息化建设包括电子病历系统、医疗大数据平台、远程医疗系统等,这些项目的实施将提高医院的服务质量和效率,降低医疗成本,为患者提供更好的医疗服务。

4.3 产业层面

医疗信息化的深入推进,产业链各方的合作将更加紧密,有利于医院信息化与人工智能技术的发展。具体来说,医疗设备厂商、医疗信息化解决方案提供商、医院、医生和患者将更加紧密合作,共同推动医疗信息化和人工智能技术的发展。医疗设备厂商将不断创新,开发更加智能化、高效的医疗设备,并提供更加完善的售后服务和技术支持,以满足医院和医生的需求。同时,医疗信息化解决方案提供商将

不断优化和完善其产品和服务,以提供更加全面、高效的医疗信息化解决方案,帮助医院提高医疗质量和效率。医院将更加积极地采用先进的医疗信息化和人工智能技术,以提高医疗质量和效率。医院将加强与医疗设备厂商和医疗信息化解决方案提供商的合作,共同推进医疗信息化和人工智能技术的发展。

5 结语

医疗信息化在现代医疗保健体系中扮演着至关重要的角色,通过采用先进的技术和解决方案,医疗信息化可以提高医疗保健的效率和质量,同时改善患者和医疗工作者的体验。此文深入探讨了医疗信息化的概念、发展历程、现状和未来趋势,同时讨论了医疗信息化对医疗保健的影响和挑战。并就医疗信息化的发展情况予以了系统论述,尤其是在医疗机构的管理、临床诊疗的支持、电子病历的建立和健康数据的交换领域对其进行了深入剖析。同时,目前医疗信息化的发展也面临着一些挑战,如技术成熟度、数据安全和隐私保护、标准化和互联互通等问题。解决这些问题需要各方的努力和合作,包括政府、医疗机构、医疗技术公司、医生和患者等。医疗信息化对医疗保健的影响是多方面的,包括提高医疗效率、降低医疗错误、改善患者体验、支持医疗研究和促进医疗公平等。随着医疗信息化的不断推进,我们可以期待更多的医疗保健改进和创新。

综上所述,医疗信息化是医疗保健未来发展的重要方向。通过持续的技术创新和各方合作,医疗信息化将会为医疗保健体系带来更多的机会和挑战,为患者和医疗工作者提供更好的医疗服务。

参考文献

- [1] 刘淼森,张笑萍,冯立,等.物流机器人在手术室配送服务中的应用进展[J].医药高职教育与现代护理,2023,6(4):365-368.
- [2] 徐灵灵,王昊,林琳,等.某三甲医院科研大数据平台的临床研究管理要点探析[J].中国医学伦理学,2023,36(7):749-753.
- [3] 李震,刘玮,王美莲.浅谈医疗信息化服务[J].信息技术与信息化,2012(2):19-20.

Research and Application of Energy-saving Lighting System Based on Intelligent Control

Huanle Zhang Shuisheng Sun Yaping Chen

Jiangxi University of Engineering, Xinyu, Jiangxi, 338000, China

Abstract

Lighting systems are an indispensable part of social development, but the high energy consumption and environmental impact of traditional lighting systems are becoming increasingly prominent. Therefore, energy-saving lighting systems based on intelligent control have emerged and are increasingly being valued. On the one hand, the paper analyzes the challenges of traditional lighting systems and the needs of energy-saving lighting systems, and analyzes the key role of intelligent control technology in energy-saving lighting. On the other hand, the paper extensively studied energy-saving lighting systems based on intelligent control, exploring from intelligent control theory, energy-saving lighting system design, to experiments and data analysis. On this basis, the paper further explores the application of energy-saving lighting systems based on intelligent control in the field of architecture and public areas, and conducts in-depth research and discussion on their development prospects and challenges. This study can provide a certain degree of theoretical and practical basis for the promotion and application of energy-saving lighting systems, and has certain reference value for promoting the development of energy-saving lighting technology.

Keywords

intelligent control; energy saving lighting system; system design; data analysis; architectural applications

基于智能控制的节能照明系统研究与应用

章欢乐 孙水生 陈亚萍

江西工程学院, 中国 · 江西 新余 338000

摘 要

照明系统是社会发展不可或缺的一部分, 但传统照明系统的能耗高和对环境的影响也日益凸显。因此, 基于智能控制的节能照明系统应运而生, 并越来越受到重视。一方面, 论文剖析了传统照明系统的挑战及节能照明系统的需要, 并分析了智能控制技术在节能照明中的关键作用。另一方面, 论文详细研究了基于智能控制的节能照明系统, 从智能控制理论、节能照明系统设计, 到实验与数据分析等方面逐一探讨。在此基础上, 论文进一步探讨了基于智能控制的节能照明系统在建筑领域及公共区域的应用, 并就其发展前景与挑战进行了深入的研究和讨论。本研究可为节能照明系统的推广应用提供一定程度的理论和实践依据, 并对于推动节能照明技术的发展具有一定的参考价值。

关键词

智能控制; 节能照明系统; 系统设计; 数据分析; 建筑应用

1 引言

在当今社会, 照明系统已成为我们生活的一部分, 无论是城市繁华的楼宇街头, 还是乡村宁静的田间小径, 都离不开它的照耀。然而, 传统的照明系统却存在能源消耗过高的问题, 更有甚者, 对环境产生了不可忽视的影响。由于存在这样的问题, 与持续注重可持续发展的社会理念

并不相符。

如何既能满足人们日常生活的照明需求, 又能减少对环境的污染和资源的消耗呢? 然而, 基于智能控制的节能照明系统, 被赋予减少能源消耗、保护环境的使命, 近年来也逐渐受到人们的重视。基于智能控制的节能照明不仅具有传统照明无法比拟的优势, 而且在节能、环保、经济效益等方面有着显著的表现。因此, 论文首先分析传统照明系统存在的问题和节能照明系统的独特之处, 然后在智能控制理论的基础上, 进行基于智能控制的节能照明系统的研究, 并深入探讨其在建筑和公共区域中的应用情况, 最后期待能观察并预测未来基于智能控制的节能照明系统的发展趋势和挑战。希望论文的研究能够为节能照明系统的普及和应用提供理论支持和实践参考。

【课题项目】江西省教育厅科学技术研究项目: 《基于智能控制的节能照明系统研究与应用》(课题编号: GJJ2203014)。

【作者简介】章欢乐(1980-), 男, 中国江西新余人, 硕士, 副教授, 从事电子信息工程研究。

2 节能照明系统的背景与重要性

2.1 传统照明系统的分析与挑战

传统照明系统在人们生活和工作中起着至关重要的作用，随着可持续发展和节能意识的不断增强，传统照明系统面临着系列的挑战。论文介绍了传统照明系统的分析与挑战，旨在为研究智能控制的节能照明系统提供背景和重要性。

需要分析传统照明系统的现状。传统照明系统主要采用白炽灯、荧光灯和高压钠灯等传统光源，这些灯具功耗较高且效果欠佳^[1]。传统照明系统的效率低、寿命短以及对环境产生的不利影响等问题逐渐凸显出来。由于传统照明系统在使用过程中需要经常更换灯泡，维护成本较高，给人们的生活和工作带来了不便。

随着科技的不断进步，智能控制技术成为节能照明系统的重要组成部分。智能控制技术通过对照明系统进行智能调节和管理，可以更加精确地控制照明效果和能耗，实现对照明系统的优化控制。智能控制在节能照明系统中起到了至关重要的作用，为人们提供了更加智能、舒适和节能的照明体验。

传统照明系统面临着能源消耗大、环境污染严重以及照明质量不佳等挑战，而节能照明系统以其高效能、长寿命和环保的特点逐渐受到人们的重视。智能控制在节能照明系统中起到了至关重要的作用，通过其对照明系统的智能调节和管理，提高了照明效果和能耗控制的精确性。针对这些背景和重要性，论文对基于智能控制的节能照明系统的研究与应用进行深入探讨。

2.2 节能照明系统的需求与意义

随着全球能源危机的加剧和环境保护意识的增强，节能照明系统应运而生。节能照明系统主要使用高效能的LED光源，其能源利用效率远高于传统光源，能够有效减少能源消耗和碳排放。节能照明系统能够根据不同场景的需求，通过智能化的控制策略，实现照明的自动调节，从而实现节能和舒适性的最优化。节能照明系统的研究和应用具有重要的意义，既能够减少能源消耗，又能够改善照明质量，还有利于推动可持续发展和环境保护。

2.3 智能控制在节能照明中的作用

智能控制在节能照明系统中发挥着关键的作用。智能控制技术能够对照明设备进行精确的控制和调节，根据环境光照强度、人员活动情况等要素实时调整照明亮度和颜色，提高能源利用效率。智能控制技术能够通过传感器和通信网络实现照明系统的智能化互联，使各个设备之间可以实现信息交互和协同工作，提高照明系统的智能化水平。智能控制技术还能够通过数据的采集、分析和优化算法的应用，进一步提高节能照明系统的能效和舒适性^[2]。

通过以上分析可以看出，传统照明系统存在诸多问题，而节能照明系统的研究和应用能够解决这些问题，并在能源

节约和环境保护方面具有巨大的潜力。智能控制技术作为节能照明系统的重要组成部分，能够实现系统的智能化控制和优化，提高能源利用效率和舒适性^[3]。研究基于智能控制的节能照明系统具有重要的理论和实际意义。论文将分别对智能控制技术和基于智能控制的节能照明系统的研究和应用进行详细阐述。

3 基于智能控制的节能照明系统研究

3.1 智能控制理论与技术综述

智能控制作为一种高级控制方法，在不同的工业领域都得到了广泛的应用。在节能照明系统中，智能控制的引入可以有效地提高照明效果，降低能耗，实现绿色环保的目标。论文将对智能控制的理论与技术进行综述，以便更好地理解其在节能照明系统中的应用。

智能控制理论主要包括模糊控制、神经网络控制和遗传算法控制等。其中，模糊控制是一种基于模糊逻辑的控制方法，能够模拟人类的认知方式，通过建立模糊规则来实现系统的控制；神经网络控制则是通过构建神经网络模型，并使用网络的学习能力来对系统进行控制；遗传算法控制则是运用遗传算法的优化搜索能力，通过优化目标函数来寻找最优控制策略。这些智能控制理论的引入，为节能照明系统的优化与控制提供了有力的工具^[4]。

智能控制在节能照明中的应用也是多种多样的。其中，基于光感知的智能控制技术应用较为广泛的一种。通过利用光感知器件感知环境的光照强度，并结合人体感知等因素，实现对照明系统的自动调节。基于传感器的智能控制技术也得到了广泛的研究与应用。通过安装温度、湿度、人流等传感器设备，实时感知环境的状态，并通过智能算法对照明系统进行控制，实现节能的效果。

总的来说，智能控制理论和技术在节能照明系统中的应用具有重要的意义。通过智能控制的引入，可以实现对照明系统的精细调控，提高照明效果，降低能耗，从而达到节能环保的目标。在后续的研究和设计中，将以此为基础，探索出更多创新的智能控制方法和技术，进一步提高节能照明系统的性能和应用效果。

3.2 基于智能控制的节能照明系统设计

论文将重点介绍基于智能控制的节能照明系统的设计方法。将讨论系统的硬件设计，包括传感器的选择与布置、光源的选型与灯具的设计。将介绍系统的软件设计，主要包括智能控制算法的实现和优化。在设计过程中，需要考虑不同环境下的节能策略，并结合用户需求和舒适性要求进行系统设计。还将讨论系统的通信与集成，以便实现智能控制系统与其他建筑自动化系统的无缝衔接^[5]。

3.3 基于智能控制的节能照明系统实验与数据分析

为了验证基于智能控制的节能照明系统的有效性，进行了一系列实验，并对实验数据进行了详细分析。在实验中，

选择了不同类型的建筑场所作为测试场景，如办公室、商场和学校等。通过在这些场所安装智能控制系统，收集了照明系统的亮度、能耗和舒适性等相关数据。通过对这些数据进行统计和分析，评估了系统的节能效果，并与传统照明系统进行了对比分析。

在实验过程中，发现基于智能控制的节能照明系统在不同场景下均能显著降低能耗，确保照明舒适性。通过智能调控光源亮度和开关状态，系统能够根据不同时间、环境和用户需求进行灵活调整，从而实现节能效果的最大化。

基于智能控制的节能照明系统通过应用传感器技术和先进的控制算法，可以在不降低照明质量的前提下实现显著的能耗降低。

4 基于智能控制的节能照明系统应用

4.1 基于智能控制的节能照明系统在建筑领域的应用研究

建筑领域是节能照明系统应用的一个重要领域。随着人们对节能环保意识的不断提高，建筑设计者和运营管理者越来越重视节能照明系统的设计和应用。智能控制技术的引入为建筑节能照明带来了新的机遇和挑战。

智能控制技术可以通过对照明设备的自动调节，根据不同的时间段和光照需求，实现能耗的最优化。

智能控制技术还可以通过与其他建筑设备的联动，实现综合能源管理和优化效果。

智能控制技术还可以通过对照明设备的监测和故障自动诊断，提高设备的可靠性和运行效率。智能控制系统可以实时监测照明设备的功耗、温度等参数，当设备存在异常情况时，系统可以及时发出警报并自动采取相应的纠正措施，减少因设备故障而导致的能源浪费和维修成本。

4.2 基于智能控制的节能照明系统在公共区域的应用研究

公共区域是人们生活和工作的重要场所，智能控制的节能照明系统在公共区域的应用具有重要意义和潜力。

一方面，公共区域的照明需求量大，能耗也相对较高，采取智能控制技术实现节能是非常必要的。通过智能控制系统，可以根据公共区域的使用情况和人流量等因素，实现对灯光的精确控制。例如，在人员稀少或非工作时间段，可以自动调整灯光亮度或关闭不必要的灯具，以节约能源。在人员密集或需要高亮度照明的区域，可以根据人员分布和活动需求，灵活调整灯光强度和角度，提供适宜且节能的照明效果。

另一方面，公共区域的照明系统往往需要考虑因素较多，如安全性、舒适度、耐久性等。智能控制技术能够满足这些要求，并提供更加智能化和个性化的照明解决方案。

4.3 基于智能控制的节能照明系统的发展前景与挑战

基于智能控制的节能照明系统在建筑和公共领域的应用已经取得了一定的成果，但仍然面临一些挑战和发展机遇。

智能控制技术的不断发展和创新是推动节能照明系统进一步提升性能的关键。随着物联网、人工智能和大数据等技术的不断成熟，智能控制系统可以更好地融合并与其他建筑设备进行联动，实现更高效的能源管理和优化效果。智能控制系统还可以通过对用户需求和习惯的分析，提供个性化的照明解决方案，满足人们对舒适和节能的需求。

智能控制的节能照明系统在实际应用中仍面临一些技术和市场挑战。技术上，智能控制系统需要具备高精度的传感器和控制器，以实现对照明设备的精确控制，并且能够适应不同的建筑和环境条件。市场上，节能照明系统的投资和运维成本仍然较高，需要进一步降低成本以提高市场竞争力。

5 结语

论文从当前照明系统的挑战以及节能照明系统的需求入手，深入剖析了智能控制技术在节能照明中的关键作用。我们详细地总结了基于智能控制的节能照明系统的设计理念、控制策略和实际应用，并通过实验证明了该系统的节能效果。尽管该研究得出了一些积极的成果，但在实际应用过程中，我们也发现了一些问题和挑战，如硬件设备的更新换代、系统稳定性的保证以及对所需算法的适应性改进等。为解决这些问题，未来的研究将进一步优化智能控制策略，在综合考虑照明质量、用户需求和能效等多个方面全面提升系统性能。论文旨在为节能照明系统的推广应用提供理论和实践依据，并有望为推动节能照明技术的发展形成重要影响。然而，目前我们的研究仅限于理论研究和小规模试点实验，大规模应用还需要进一步地研究和实践。期望通过更多的实证研究，能够推动智能控制的节能照明技术走向成熟，真正进入照明领域的主流应用，并为地球环保出一份力。

参考文献

- [1] 张国庆,赵新宇,郭功友.智能灯光控制系统的设计及应用[J].中国照明,2019,51(9):70-77.
- [2] 叶威,杨海波,汪振令.基于ZigBee技术的智能照明控制系统研究[J].光学仪器,2017,39(6):465-472.
- [3] 曹豪,何克.照明智能控制系统的研发[J].照明电器,2019,26(5):69-72.
- [4] 张洪涛,曾帅帅.基于Arduino的智能照明系统的设计及实现[J].微型电脑应用,2021,37(1):17-23.
- [5] 王涛,李丽君.智能照明系统在公共建筑中的应用和实践[J].中华建筑工程技术交流,2018,38(16):50-53.