



信息科学与工程研究

Information Science and Engineering Research

Volume 4 Issue 4 October 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 | · 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

1	人工智能时代计算机通信与电子信息应用研究 / 吴纪材	32	基于区块链技术的安全数据传输方案设计研究 / 仇道理
4	电子信息工程中的安全技术应用研究 / 张惠娜	35	电力企业装表接电中智能电能表防窃电功能的优化策略 / 左向群
7	航天测控系统自主运行的关键技术探讨 / 邓伟 邹敏 骆海潮 钟振宇	38	电力企业装表接电中的智能电能表窃电风险评估 / 赵立云
10	国产亚临界 350MW 机组孤网运行一次调频试验分析 / 夏季	41	智能电网建设中智能计量系统的功能与应用研究 / 张伟
14	插装器件返修技术研究 / 张易	44	5G 超密集异构网络双连接技术架构和解决方案 / 董春利 王莉
17	浅析光纤通信技术在广电网络中的应用 / 闻春芳	47	基于图像匹配的可见光成像室内位置感知方法 / 漆凯 姚莹莹 罗琅 焦晨
20	铁路信号机设置的若干问题分析 / 郭海龙	50	地铁接触网系统的设计与优化研究 / 任晓亮
23	继电编码式自动闭塞逻辑检查分析 / 张健锋 张弦 李开典	54	基于 5G 技术的广播电视传输网络优化研究 / 郭玲玲
26	新型电子加热器 PCBA 设计与可靠性优化策略研究 / 张义辉	57	模拟电子技术在电气自动化控制中的应用研究 / 张丽玲 石黄霞
29	基于市级广电网络平台的 IPTV 传输技术方案研究 / 邓学红		

- 1 Research on Computer Communication and Electronic Information Application in the Age of Artificial Intelligence
/ Jicai Wu
- 4 Research on Security Technology Application in Electronic Information Engineering
/ Huina Zhang
- 7 Discussion on Key Technologies for Autonomous Operation of Space TT&C Systems
/ Wei Deng Min Zou Haichao Luo Zhenyu Zhong
- 10 Analysis of the Isolated Network Operation of One Frequency Modulation Test of Domestic Subcritical 350MW Unit
/ Ji Xia
- 14 Research on Reworking Technology of Plug in Devices
/ Yi Zhang
- 17 Analysis on the Application of Optical Fiber Communication Technology in Radio and Television Network
/ Chunfang Wen
- 20 Analysis of Several Problems of Railway Signal Machine Setting
/ Hailong Guo
- 23 The Analysis of Logic Check on Relay Coding Automatic Block
/ Jianfeng Zhang Xian Zhang Kaidian Li
- 26 Research on the Design and Reliability Optimization Strategy of the New Electronic Heater PCBA
/ Yihui Zhang
- 29 Research on IPTV Transmission Technology Scheme Based on Municipal Radio and Television Network Platform
/ Xuehong Deng
- 32 Design and Research on Secure Data Transmission Scheme Based on Blockchain Technology
/ Daoli Qiu
- 35 Optimization Strategy of Anti-theft Function of Intelligent Power Meter Installation and Connection in Power Enterprises
/ Xiangqun Zuo
- 38 Risk Assessment of Intelligent Energy Meters Stealing Electricity in the Installation and Connection of Electric Power Enterprises
/ Liyun Zhao
- 41 Research on the Function and Application of Intelligent Metering System in Smart Grid Construction
/ Wei Zhang
- 44 5G Ultra Dense Heterogeneous Network Dual Connection Technology Architecture and Solution
/ Chunli Dong Li Wang
- 47 Indoor Position Sensing Method for Visible Light Imaging Based on Image Matching
/ Kai Qi Yingying Yao Lang Luo Chen Jiao
- 50 Research on the Design and Optimization of Subway Catenary System
/ Xiaoliang Ren
- 54 Research on Optimization of Broadcasting and Television Transmission Network Based on 5G Technology
/ Lingling Guo
- 57 Research on the Application of Analog Electronic Technology in Electrical Automation Control
/ Liling Zhang Huangxia Shi

Research on Computer Communication and Electronic Information Application in the Age of Artificial Intelligence

Jicai Wu

Yulin Branch, Guangxi Zhuang Autonomous Region Communication Industry Service Co., Ltd., Yulin, Guangxi, 537600, China

Abstract

In today's era of rapid development of science and technology, artificial intelligence has become one of the hottest topics. With the rapid development of computer communication and electronic information technology, many breakthroughs have been made in the field of artificial intelligence. With the improvement of people's living standards, the demand for information on various affairs is also growing. This paper delves into the application of computer communication and electronic information technology in the field of artificial intelligence, and reveals the "secret weapons" of technology giants in this field.

Keywords

computer communication; electronic information technology; artificial intelligence

人工智能时代计算机通信与电子信息应用研究

吴纪材

广西壮族自治区通信产业服务有限公司玉林分公司, 中国 · 广西 玉林 537600

摘 要

在当今科技高速发展的时代, 人工智能已经成为最热门的话题之一。随着计算机通信与电子信息技术的飞速发展, 人工智能领域已经取得了许多突破性的进展。伴随着人们生活水平的提升, 对于各项事务的信息需求也在不断增长。论文深入探讨计算机通信与电子信息技术在人工智能领域的应用, 并揭秘科技巨头们在这一领域的“秘密武器”。

关键词

计算机通信; 电子信息技术; 人工智能

1 引言

21 世纪, 人类已经步入一个全球化的知识经济时代, 社会经济不断进步, 科学技术不断发展, 尤其是计算机技术已经成为这个时代的代表。在此背景下, 人工智能作为一种模拟人脑思维、实现智能决策的技术, 逐渐成为计算机通信与电子信息领域领域的热点。

2 研究背景及意义

20 世纪中后期, 计算机科学的诞生以及半导体技术的突破。从那时起, 计算机通信与电子信息开始以令人难以置信的速度发展。到了 21 世纪初, 互联网的普及、移动通信的快速发展以及人工智能的崛起, 让计算机通信与电子信息成为现代社会不可或缺的基石。

在这个背景下, 计算机通信与电子信息技术的发展对

社会产生了深远的影响。一方面, 互联网、移动通信等技术的普及, 让人们的生活变得更加便捷。我们可以通过手机、电脑等终端随时随地获取信息, 进行沟通。另一方面, 人工智能、物联网等技术的发展, 让各行各业都迎来了数字化转型的新机遇。例如, 智能制造、智慧城市等领域的应用, 正在推动着社会生产力的提升, 改善着人们的生活质量。

计算机通信在人工智能领域起到了至关重要的作用。计算机通信技术是指利用计算机技术实现信息传输、存储和处理的技术。在人工智能领域, 计算机通信技术主要应用于数据传输和信息交换, 为 AI 系统提供了丰富的数据资源。

电子信息技术在人工智能领域也发挥着重要作用。电子信息是指利用电子元器件设计和制造某种特定功能的电子系统, 包括信息获取、传输、处理和存储等。在人工智能领域, 电子信息为人工智能系统提供了强大的硬件支持, 使得 AI 系统能够高效地运行和处理海量数据。

此外, 计算机通信与电子信息技术的融合为人工智能领域带来了更多的创新。随着 5G、物联网等技术的发展, 计算机通信与电子信息技术的融合将为人工智能领域提供更多新的应用场景。

【作者简介】吴纪材 (1986-), 中国广西玉林人, 本科, 工程师, 从事电子信息工程研究。

3 计算机通信与电子信息技术在人工智能领域的重要性

3.1 计算机通信在人工智能领域的重要性

计算机通信是指计算机系统之间通过各种通信介质和设备进行信息交换的过程。在人工智能领域，计算机通信的重要性不言而喻。一方面，计算机通信为数据传输提供了便利，使得各种数据能够快速、高效地在不同的计算机系统之间传输，对人工智能的训练和应用具有至关重要的意义，因为人工智能需要大量的数据作为输入，才能进行有效的学习和推理。另一方面，计算机通信为分布式计算提供了可能。在人工智能领域，分布式计算是一种重要的技术手段，它可以将一个大规模的问题分解为多个小规模的问题，分别在不同的计算机上进行计算，最后将计算结果进行汇总。这种计算方式可以大大提高计算效率，缩短问题解决的时间。

3.2 电子信息技术在人工智能领域的重要性

3.2.1 传感器技术

传感器是电子信息技术的重要组成部分，它可以将物理量（如温度、湿度、声音等）转换为电信号，为人工智能提供输入数据。在人工智能领域，传感器技术被广泛应用于环境监测、智能交通、智能家居等领域，为这些领域提供了丰富的数据来源。

3.2.2 芯片技术

芯片是计算机系统的核心组成部分，它负责数据的计算和存储。在人工智能领域，芯片技术至关重要，因为它直接决定了计算机系统的计算能力和数据处理速度。随着人工智能应用的不断拓展，对芯片性能的要求也越来越高。

3.2.3 物联网技术

物联网是指通过信息传感设备（如RFID、红外传感器等）将物品连接到网络上，实现物品的智能化管理。在人工智能领域，物联网技术被广泛应用于智能家居、智能交通、智能医疗等领域。通过物联网技术，这些领域可以实现数据的实时采集和分析，为人工智能应用提供了丰富的数据来源。

4 计算机通信技术在人工智能领域的应用

4.1 计算机视觉

计算机视觉是人工智能的一个重要应用领域，通过对图像和视频进行处理和分析，使计算机能够理解和识别真实世界。计算机通信技术在计算机视觉领域的应用，使得大量图像和视频数据能够在不同设备之间快速传输和共享，为人工智能算法的训练和应用提供了丰富的数据资源。

4.2 自然语言处理

自然语言处理是人工智能的另一个重要应用领域，主要研究如何让计算机理解和生成人类语言。计算机通信技术在自然语言处理领域的应用，使得大量文本数据能够在不同设备之间快速传输和共享，为人工智能算法的训练和应用提

供了丰富的数据资源。

4.3 语音识别

语音识别是人工智能的一个重要应用领域，主要研究如何让计算机识别和理解人类语言。计算机通信技术在语音识别领域的应用，使得大量语音数据能够在不同设备之间快速传输和共享，为人工智能算法的训练和应用提供了丰富的数据资源。

总之，计算机通信技术在人工智能领域的应用为科技的发展带来了前所未有的机遇。在未来，随着计算机通信技术的不断进步，相信人工智能将更加智能化、普及化，为人类带来更加便捷、美好的生活。

5 电子信息技术在人工智能领域的应用

5.1 智能控制

智能控制是指利用人工智能技术对控制系统进行优化和改进的技术。在人工智能领域，智能控制被广泛应用于工业控制、智能家居、自动驾驶等领域。例如，工业控制可以应用于生产自动化、设备维护等领域，提高生产效率和降低成本；智能家居可以应用于智能照明、智能安防等领域，提高生活质量和安全性；自动驾驶可以应用于无人驾驶、交通管理等领域，提高交通效率和安全性。

5.2 大数据分析

大数据分析是指利用计算机技术对大量数据进行处理、分析和挖掘的技术。在人工智能领域，大数据分析被广泛应用于用户画像、金融风控、医疗诊断等方面。

人工智能的核心是数据，而电子信息技术正是数据收集和和处理的重要工具。例如，在图像识别领域，电子信息技术可以大量收集图像数据，并进行有效的数据处理，帮助人工智能系统进行精准的图像识别。电子信息技术的应用让我们更加深刻地认识到数据的重要性。数据是人工智能系统的基础，是进行精准识别和决策的关键。

5.3 算法的优化

电子信息技术的应用让我们更加深刻地认识到数据的重要性。数据是人工智能系统的基础，是进行精准识别和决策的关键。

总体来说，电子信息技术在人工智能领域的应用，不仅推动了人工智能的发展，也为我们提供了许多新的启示。

6 计算机通信与电子信息技术在人工智能领域的融合应用

6.1 计算机通信与电子信息技术在人工智能领域的融合应用现状

计算机通信技术是将计算机系统与通信系统相结合，实现计算机之间的数据传输和资源共享。而电子信息技术则是研究电子元器件、集成电路、电子系统及设备等方面的技术。计算机通信与电子信息技术在人工智能领域的融合应用，表现为数据中心、云计算、物联网、边缘计算等新兴技

术的快速发展。

随着互联网、物联网等技术的普及，全球数据量呈现出爆炸式增长，这为人工智能的发展提供了丰富的“原材料”。计算机通信技术在大数据采集、传输、处理等方面具有显著优势，为大数据与人工智能的深度融合提供了技术保障。在这个过程中，人工智能将更加智能化、自主化地从海量数据中挖掘有价值的信息，为各行各业提供智能化决策支持。

随着5G、物联网等技术的发展，边缘计算逐渐成为计算机通信领域的研究热点。边缘计算将数据处理、存储、分析等计算任务从中心化的云端迁移到网络边缘，为人工智能提供了更快速、高效的计算能力。同时，边缘计算可以有效降低网络延迟，为人工智能实时应用提供有力支持。

人工智能的发展离不开强大的计算能力，而集成电路技术为人工智能芯片的研发提供了关键技术支持。随着人工智能算法的不断演进，对计算芯片的性能要求越来越高。电子信息技术在集成电路设计、制造等方面的进步，将有力推动人工智能芯片向更高性能、更低功耗的方向发展。

传感器作为人工智能的“触角”，对于人工智能的感知、决策与执行具有重要意义。电子信息技术在传感器设计、制造等方面的突破，将推动传感器向更高灵敏度、更多功能、更低成本的方向发展。这将有助于人工智能更深入地应用于各个领域，为人们提供更便捷、智能的服务。

6.2 计算机通信与电子信息技术在人工智能领域融合应用的优势

计算机通信技术在人工智能领域中的应用已经取得了显著的成果。以5G通信技术为例，其高速、低延迟、大连接的特点为人工智能的发展提供了强有力的保障。在自动驾驶领域，5G技术可以实现车辆与道路基础设施、其他车辆以及云端服务器的高速连接，使得自动驾驶汽车能够实时获取大量数据，提高行驶安全性。此外，5G技术还可以为远程医疗、工业自动化等领域提供高速、稳定的网络支持，使得人工智能在这些领域得以广泛应用。

电子信息技术在人工智能领域的融合应用也具有很大的优势。以大数据技术为例，通过对海量数据的收集、存储、分析和挖掘，人工智能系统能够发现数据之间的潜在关联，从而实现对未来的预测和决策。此外，人工智能还可以与物联网技术相结合，将传感器、智能设备等与网络连接，实现数据的实时采集和分析。这种融合应用不仅可以提高数据处理的效率，还可以为人工智能提供更加丰富、全面的数据来源，从而提高人工智能的智能水平。

在这个过程中，人工智能作为计算机通信和电子信息技术“大脑”，对数据进行深度挖掘和分析，将通信和电子信息技术优势发挥到极致。以深度学习技术为例，通过

对大量数据进行训练，人工智能可以自动提取数据特征，实现对未知数据的预测和分类。在图像识别、语音识别、自然语言处理等领域，人工智能已经取得了显著的成果，极大地提高了计算机通信和电子信息技术的应用价值。

6.3 计算机通信与电子信息技术在人工智能领域融合应用的挑战

尽管计算机通信与电子信息技术在人工智能领域的融合应用取得了显著成果，但仍面临诸多挑战。首先，数据安全和隐私保护问题。随着计算机通信与电子信息技术在人工智能领域的融合应用，大量用户数据被收集和分析，如何确保数据安全和隐私不受侵犯，成为亟待解决的问题。其次，技术标准和规范的制定。计算机通信与电子信息技术涉及众多领域和行业，如何制定统一的技术标准和规范，以实现各领域和行业的互联互通，是一个亟待解决的问题。最后，人才培养问题。计算机通信与电子信息技术在人工智能领域的融合应用，对人才提出了更高的要求。

6.4 计算机通信与电子信息技术在人工智能领域的融合应用未来发展趋势

面对挑战，计算机通信与电子信息技术在人工智能领域的融合应用仍将保持快速发展态势。未来，5G、物联网、云计算、边缘计算等新兴技术将进一步融合，为人工智能的发展提供更加强大的基础设施。同时，随着数据安全和隐私保护技术的不断创新，数据安全和隐私保护问题将得到有效解决。此外，随着技术标准和规范的不断完善，各领域和行业将实现互联互通，会在更多的领域取得重大突破。

7 对中国相关产业的启示与建议

7.1 加大研发投入，提升核心技术能力

在人工智能领域，核心技术是关键。中国应该加大研发投入，特别是在计算机通信与电子信息技术的融合上，以提升中国在这一领域的核心技术能力。

7.2 构建产业生态，推动产业升级

人工智能是一个系统工程，需要各个环节的协同发展。中国应该构建良好的产业生态，推动产业升级。

7.3 加强政策引导，优化发展环境

政策是产业发展的重要引导。中国应该加强政策引导，优化发展环境，为人工智能领域的发展提供良好的政策环境。

参考文献

- [1] 刘通.计算机通信技术与电子信息在人工智能领域的应用分析[J].电子元器件与信息技术,2022,6(10):4.
- [2] 吴文韬.在人工智能领域中计算机通信技术与电子信息的应用研究[J].电脑校园,2021(4).
- [3] 邱科慧,沈贤.计算机通信技术与电子信息在人工智能领域的运用研究[J].数码设计·CG WORLD,2021(3):10.

Research on Security Technology Application in Electronic Information Engineering

Huina Zhang

Dongming County Emergency Management Guarantee and Technical Service Center, Heze, Shandong, 274500, China

Abstract

This paper studies the application of security technology in electronic information engineering technology, mainly discussing data security, network security, and Internet of Things security, and exploring relevant solutions. Through in-depth analysis, this paper aims to enhance readers' understanding of the field of electronic information engineering security and emphasize its importance in modern technology.

Keywords

electronic information engineering; information security technology; application

电子信息工程中的安全技术应用研究

张惠娜

东明县应急管理保障与技术服务中心，中国·山东 菏泽 274500

摘要

论文研究了电子信息工程技术中的安全技术应用，主要讨论了数据安全、网络安全以及物联网安全，并探讨了相关的解决方法。通过深入分析，论文旨在提高读者对电子信息工程安全领域的理解，强调其在现代科技中的重要性。

关键词

电子信息工程；信息安全技术；应用

1 引言

电子信息工程技术作为现代科技领域的重要分支，已经深刻地改变了我们的生活和工作方式。随着信息化进程的不断推进，电子信息工程技术在各个领域的应用日益广泛。然而，这种广泛的应用也伴随着安全性挑战的不断增加。数据泄露、网络攻击和物联网漏洞等安全问题已成为电子信息工程技术领域的重要议题。因此，研究和应用安全技术以应对这些挑战至关重要。论文旨在深入探讨电子信息工程技术中的安全技术应用，以增进对该领域的理解，并提供解决方案来确保信息和系统的安全性。

2 电子信息工程技术概述

电子信息工程技术是一门多学科交叉的领域，它集成了电子工程、计算机科学、通信技术和信息处理等知识，旨在开发和维护各种信息系统和设备。这些系统和设备可以包括通信网络、嵌入式系统、传感器、计算机硬件和软件等。电子信息工程技术的应用领域多种多样，其影响几乎触及了

每个行业和领域。通信与网络领域推动了移动通信、卫星通信和互联网的迅速发展。计算机与软件领域的创新推动了计算机科学的进步，催生了人工智能、大数据分析和云计算等领域的发展。物联网和嵌入式系统的应用改变了我们与设备和环境互动的方式。医疗与生命科学受益于生物医学工程和医疗信息技术的发展，提高了医疗诊断和治疗的效率。电子信息工程技术还在能源管理和环境保护方面发挥了积极作用。未来，电子信息工程技术将继续受益于新兴技术的涌现，如量子计算、边缘计算和区块链等。这些新技术将不断拓展其应用领域，进一步推动电子信息工程技术的发展。电子信息工程技术的核心原理包括数字信号处理、通信协议、嵌入式系统设计、大数据处理以及人工智能和机器学习等。这些原理和概念相互交织，构成了电子信息工程技术的技术基础，为其在各个应用领域中的成功发展提供了支撑^[1]。

3 电子信息工程中的安全问题

3.1 数据安全问题

数据安全一直是电子信息工程技术领域中的一个核心问题。随着信息技术的迅猛发展和数字化数据的广泛应用，数据的保护和安全性成为至关重要的挑战。首先，数据泄露威胁着个人隐私和企业机密。无论是由内部员工的不当行为

【作者简介】张惠娜（1984-），女，中国山东菏泽人，本科，工程师，从事信息工程研究。

还是外部黑客的恶意攻击，一旦敏感数据落入错误的手中，可能导致严重的隐私侵犯和机密信息泄露。其次，不适当的加密算法或密钥管理可能导致数据易受攻击。例如，如果使用弱密码或者未经充分测试的加密算法，黑客可能会轻松地解密受保护的数据，从而访问其内容。因此，数据加密技术的研究和实施至关紧迫，以确保数据在传输和存储过程中的安全性。再次，数据的访问控制也是数据安全的重要组成部分。不当的权限设置可能使未经授权的用户获得对敏感数据的访问权限，从而引发潜在的数据泄露风险。最后，有一个关键因素是数据备份和恢复策略。没有有效的数据备份和恢复策略可能导致数据丢失，无法恢复。在电子信息工程中，数据备份是一项关键的任务，必须定期进行备份，以确保在数据丢失或损坏的情况下能够迅速恢复到以前的状态。

3.2 网络安全问题

在电子信息工程技术的广泛应用中，网络安全问题与数据安全问题密切相关，是一个不可忽视的重要方面。首先，网络作为数据传输和通信的主要媒介，容易成为黑客和恶意软件的目标。恶意软件，如病毒、间谍软件和勒索软件，可能感染计算机系统，损害网络安全。这些威胁可能通过恶意附件、恶意链接或未经授权的下进入网络，因此需要有效的反恶意软件措施。其次，拒绝服务攻击（DDoS）也是网络安全问题的一部分。攻击者可能发起 DDoS 攻击，通过洪水般的流量使网络服务不可用，从而影响正常业务运行。这种攻击可能导致企业服务中断，损害声誉，甚至造成财务损失。最后，网络漏洞是网络安全的关键问题之一。未修补的网络漏洞可能被黑客利用，导致入侵和数据泄露。因此，网络管理员必须及时识别和修复潜在的漏洞，以确保网络的安全性^[2]。

3.3 物联网中的安全挑战

物联网的崛起为电子信息工程领域带来了革命性的变化，然而它也引入了一系列复杂的安全挑战，需要认真研究和解决。首先，物联网设备通常分布在各种环境中，包括户外、工厂和医院等。这些设备容易受到物理访问和恶意干预的威胁。攻击者可能试图篡改或禁用设备，对设备进行未经授权的修改，或者窃取设备中的敏感信息。因此，确保物联网设备的物理安全性至关重要。这包括采取适当的访问控制、设备封装和加密技术，以保护设备免受未经授权的访问和物理攻击。其次，物联网设备之间的通信也面临着安全挑战。设备之间的数据传输需要进行加密以保护数据的机密性，以防止数据截获和篡改。物联网通信通常是异构的，涉及多种通信协议和技术，这增加了管理和维护安全性的复杂性。最后，物联网设备通常运行特定的固件和软件，这些软件需要定期更新以修复安全漏洞和提高安全性。但是，在大规模物联网环境中，设备的管理和维护变得更加复杂。设备可能分布在不同的地理位置，而且更新可能需要考虑设备的能耗和计算能力。所以，确保设备的固件和软件安全性，包

括及时的漏洞修复和安全更新，是一项重要任务。

4 数据安全技术应用

在电子信息工程中，数据安全技术的应用至关重要。以下将探讨数据安全技术 in 电子信息工程中的广泛应用，包括数据加密、访问控制和身份认证以及数据备份和灾难恢复策略。首先，数据加密技术在电子信息工程中的应用是为了确保数据的保密性。无论数据在传输过程中还是储存在数据库或云存储中，数据加密都可以有效地防止未经授权的访问。通过使用复杂的加密算法，数据在被传送或存储时会被转化为一种非常难以理解的形式，只有具备解密密钥的授权用户才能还原其原始内容。这种方法不仅适用于网络传输，还适用于本地数据存储，即使攻击者物理获得访问权限也无法轻易解密数据，因为他们没有解密密钥。其次，访问控制和身份认证在数据安全中的作用非常重要。它们旨在确保只有授权用户能够访问系统和数据资源。身份认证是第一道防线，要求用户提供有效的身份验证信息，例如用户名和密码、生物识别数据或者多因素认证。一旦用户身份得到确认，访问控制策略会确定该用户可以执行哪些操作，并限制对敏感数据的访问。最后，数据备份和灾难恢复策略是在数据丢失或系统崩溃时保护数据的关键措施。定期备份是将敏感数据复制到安全存储介质的过程，以防止数据丢失。备份应具有版本控制，以便在需要时还原到先前的状态。同时，制定灾难恢复计划是至关重要的，它详细说明了如何在灾难事件发生时恢复数据、重新构建系统和确保业务连续性^[3]。

5 网络安全技术应用

网络安全技术在电子信息工程中的角色举足轻重，在当今数字化时代，信息系统和网络面临着日益复杂和多样化的威胁。为了维护信息的机密性、完整性和可用性，电子信息工程领域必须采用创新的安全技术来保护其资产和用户的数据免受攻击。首先，防火墙技术作为网络安全的第一道防线，旨在监控、过滤和控制进出网络的数据流量。防火墙可以根据事先定义的规则，阻止未经授权的访问和恶意流量进入网络。它可以实施不同层次的保护，包括网络层、传输层和应用层。网络层防火墙通常基于 IP 地址和端口号来控制流量，而应用层防火墙可以深入检查数据包中的内容，以识别潜在的威胁和恶意行为。防火墙技术的应用有助于减轻网络攻击的风险，保护敏感信息免受未经授权的访问。其次，入侵检测系统（IDS）和入侵防御系统（IPS）是关键的网络安全组件，用于监测和应对网络中的威胁。IDS 负责实时监测网络流量和系统活动，以检测异常行为和潜在的入侵。一旦发现异常，IDS 会触发警报并记录事件，以供后续分析。IPS 进一步增强了网络安全，它可以主动响应威胁，例如自动阻止具有恶意特征的流量或封锁潜在的攻击者。这些系统可以基于特征、行为和统计信息来检测威胁，提供了多层次的威胁防护。最后，安全审计和监控是维护网络和系统安全

性的重要组成部分。安全审计涉及记录和分析用户和系统活动的日志,以识别潜在的安全问题和威胁。监控系统实时监视网络和服务器的性能和安全状态以及异常活动的出现。通过分析审计日志和监控数据,安全专业人员可以及时识别安全事件并采取必要的措施,以降低潜在的风险概率。

6 物联网安全技术应用

首先,在物联网中,海量的数据不断从各种传感器和设备中产生和传输,这些数据可能包含敏感信息,如个人健康数据、商业机密和安全指标。因此,数据保护在物联网中至关重要。安全技术应用包括数据加密、数据隐私保护和访问控制。数据加密确保数据在传输和存储过程中得到保护,只有经过授权的用户才能解密和访问数据。其次,数据隐私保护技术可以对数据进行匿名化处理,以保护用户的隐私。访问控制技术则确保只有授权的设备和用户可以访问物联网数据资源。再次,物联网的网络拓扑复杂,涉及各种设备之间的通信,包括传感器、嵌入式系统和云端服务器。网络安全技术在物联网中起着关键作用,以防止未经授权的访问、数据篡改和拒绝服务等网络威胁。技术应用包括网络分段、入侵检测系统和网络隔离。网络分段将物联网划分为不同的网络区域,以减少攻击面。入侵检测系统监视网络流量,及时发现异常行为。网络隔离技术可确保在网络中的某个部分受到攻击时,不会影响整个系统的运行。最后,物联网安

全监控和事件响应是保持系统的连续性和完整性的重要组成部分。安全监控系统持续监测物联网的状态和数据流量,以便及时发现潜在的威胁和漏洞。一旦发现异常情况,事件响应团队将采取适当的措施来隔离威胁、恢复系统并进行事后分析。这包括制定紧急计划、修补漏洞、加强访问控制和改进安全策略。

7 结论

论文深入探讨了电子信息工程中的安全技术应用,聚焦于数据安全、网络安全以及物联网中的安全问题。在不断发展的技术背景下,保护信息资产和系统安全性变得至关重要。数据加密、访问控制、防火墙等安全技术 in 电子信息工程中的应用具有重要意义。随着技术的不断进步,电子信息工程领域的安全需求也在不断演变。数据的价值愈发重要,网络的复杂性不断增加,物联网的普及程度也在上升。因此,必须保持警惕,不断改进和加强安全技术的应用,以确保信息的机密性、完整性和可用性。

参考文献

- [1] 李冬辰.计算机电子信息工程技术的应用和安全研究[J].环球市场,2021(8):385-386.
- [2] 陈春至,阎玲.电子信息工程中的安全技术应用[J].集成电路应用,2022(5):39.
- [3] 齐邦强.信息安全技术在电子信息工程中的应用与解析[J].信息与电脑,2019,31(19):3.

Discussion on Key Technologies for Autonomous Operation of Space TT&C Systems

Wei Deng Min Zou Haichao Luo Zhenyu Zhong

Beijing Aerospace Wanyuan Science & Technology Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract

Affected by the space industry development trend and the future inevitable demand, at present space measurement and control system began to represent the characteristics of intelligent direction, the space technology and control system operation logic put forward higher requirements, need to rely on the computer mapping reality system method, promote both stability and flexibility, support independent operation requirements, at the same time have good evolution performance of the system architecture. Based on this, the key technologies for autonomous operation of aerospace measurement and control systems are summarized and analyzed in the paper's research.

Keywords

space TT&C system; autonomous operation; key technology

航天测控系统自主运行的关键技术探讨

邓伟 邹敏 骆海潮 钟振宇

北京航天万源科技有限公司, 中国 · 北京 100176

摘 要

受航天事业发展趋势以及未来必然需求影响, 现阶段航天测控系统开始趋向以自主运行能力为代表特征的智能化方向发展, 这就对航天测控系统运行技术以及操作逻辑提出更高的要求, 需要其依托于计算机映射现实系统的思想方法, 推动兼顾稳定性以及灵活性、支持自主运行要求, 同时具备良好进化性能的系统架构形成。基于此, 论文研究中对航天测控系统自主运行关键技术进行梳理分析。

关键词

航天测控系统; 自主运行; 关键技术

1 引言

现阶段航天器发展呈现出自主化与智能化以及规模化与集群化两个主要趋势。前者主要表现在伴随着航天器自主飞行能力提高, 航天测控系统对事务性支撑需求逐步降低, 航天器系统的功能性和复杂性日益提高, 对空间测量控制系统在非正常条件下的分析和处理的能力提出更高要求。后者主要表现在随着航天器生产制造技术发展和太空任务需求的活跃, 小型和微型航天器数目出现明显增长趋势, 并开始出现集群模式运作, 这就使得空间测量与控制系统的工作效率需求大大提高。在此背景下, 航天测控系统自主运行将成为推动其当前发展重要方向。

2 航天测控技术发展现状

从实际角度分析, 现阶段航天行业发展环境较为稳定, 各种航天实验以及导弹发射活动等均取得较为理想的成就。当前航天测控领域在系统设计以及网络覆盖等方面均已较多成果, 航天单位也逐渐去向国际化方向发展^[1]。就航天测控技术自身角度而言, 现阶段航天测控技术主要具备如下特征: 第一, 统一性、规范化以及综合水平均得到显著提升; 第二, 固定站点设定可基于实际情况进行, 同时还可以实现组合配置; 第三, 测控技术成果被广泛应用于导弹及卫星发射之中, 主要发挥通用装置职能, 利用各数据结构构建统一标准口径, 推动航天测控技术水平不断提升, 促使航天测控技术稳定发展。

3 航天测控关键技术

3.1 标准化支持与服务

在标准化层面上主要包括两个部分: 一是向卫星提供的测试控制系统的标准化, 二是向用户提供的测试控制系统的标准。

【作者简介】邓伟(1984-), 男, 中国湖北孝感人, 硕士, 高级工程师, 从事嵌入式测控技术研究。

在测控系统对卫星支持标准化方面,其主要为支持卫星飞行的角度规定测控系统及卫星系统间接口,主要包括支持协议、通信协议等^[2]。其中,支持协议主要是针对卫星可测量及可控制项目展开,此外还对在执行项目过程中所涉及方式、过程、数据等展开详细的说明,如可测量距离、速度、星上时钟等,如此即可以对所有星载设备和工作状态展开控制。相关支援协定相当于建立一个标准的卫星操纵界面,类似于人一机界面、汽车驾驶中人机接口。

通信协定则是对星地之间的通信模式和通信品质作详细的说明。通信质量主要是指通信方式对通信需求的满足程度,通信需求可被分成如下表1所示类型。

表1 通信需求类型

需求分类	延迟性	误码性	连续性
消息指令型	无延迟	无误码	突发型
文件数据型	低延迟	无误码	持续型
多媒体流型	低延迟	低误码	持续型

现阶段较为成熟的通信协议主要以CCSDS系列标准为代表。

相关标准确立使测控系统能够按照最优逻辑运行任何一种卫星,让用户能够最大限度地利用其所提供的各种服务,并不断提高各系统协同程度^[3]。例如,移动电话终端装置多种多样,包括功能手机、智能手机、上网卡、嵌入式系统等,如果其制式与网络标准相匹配,那么就可以在网上进行操作,无论是互联网还是移动电话,都在不断地进行改良和革新,并顺利地进行着。目前,对地球卫星运行规则及使用方法均已得到较深入的研究与实践,其运行过程对测量控制系统要求具有较高一致性,同型号卫星使用方式也大致相似,其在技术层面已经具备标准化条件。而提升系统的可靠性,可以提升社会参与程度,推动产业迅速发展,还可以生成最优系统内部界面运作逻辑,为整体系统自治运作提供依据。

3.2 映射现实的体系架构

航天测控系统的常规设计是以实现测控通信功能为中心,按程序进行自动化操作。如此一来,整个体系可扩充性和可演化性都受到极大的制约,从而限制系统测控能力迅速发展。

映射现实的根本思路是基于计算机设备构建与真实世界中目标系统的映射关系,软件模块及目标系统结构单元或构成实体(简称“实体”)呈现出相互对应态势,且其状态及行为较为类似,由此软件系统及目标系统间,可促使系统结构或组织构成、运行机制等方面形成相似状态。若在代理与实体之间构建度量与控制联系,则代理之间协同作用便能实现对目标自动控制运行^[4]。图1中云外的要素为空间测量控制系统的主要实体,云内要素为测量控制中心计算机系统中各主体的代理,雷标为对应关系,双向箭头为测量控制装置的控制路径,成对的单箭头表示卫星操控通路。

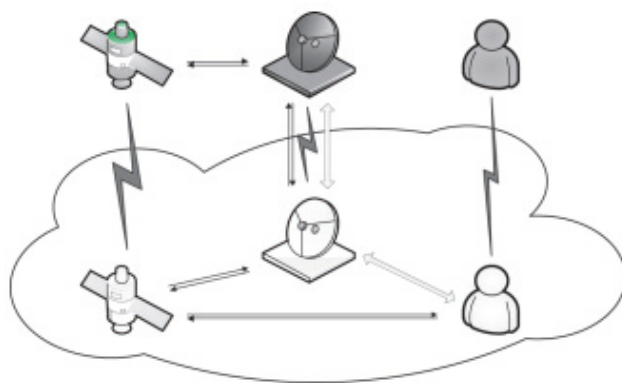


图1 映射现实的体系架构

虚拟操作者及管理者的,具备对卫星及相关设备的管理及运作的知识及规则。其实际运行中主要基于设备及卫星状态与序列,根据多个卫星或航天器的任务,通过虚拟管理者的知识与规则,对其进行最优控制策略。随后由虚拟操作者基于方案及卫星具体情况实施。各环节之间以事件信息为纽带进行协同工作,以达到各自的目的。在实施方面,其可以运用人工智能有关技术,重点环节在于对知识与规则的表示以及对推理、规划与决策的运用^[5]。虚拟装置和卫星的基本架构如图2所示。测量数据经测量界面输入到状态判断模块,对其进行处理得出当前状态,并将状态序列数据经状态界面输出给虚拟管理者。虚拟操作者利用虚拟装置与卫星之间的通信接口,对远程控制系统进行控制,并将控制结果转换成命令与数据,然后由远程控制接口发送给现实装置与卫星。基于该体系结构,其可以实现一个稳定、标准的界面,在保证系统可持续扩展和演化前提下,其具有很强的可重构性,同时还可以保持系统可持续扩展以及进化能力。

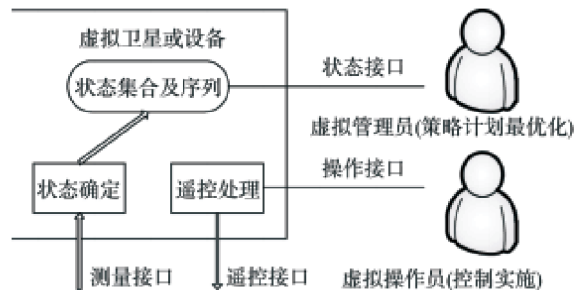


图2 代理间合作关系

3.3 实时响应的运行模式

传统航天测控系统运行方式是通过时间计划驱动系统的自动化工作,尽管自动化工作的精度也很高,但其智能化水平较低,需要有人值守。同时其实际运行中需要以星期等单位制定较长时间的计划。另外,由于要考虑到工作人员劳动强度,其工作时间需要集中在白天,很难提供全天候全时段的测控服务。虚拟管理员和操作员就是为达到此目的而设计,其可以跟实际管理员和操作员相同,对各种请求和事件实时做出响应,从而实时指挥控制整个系统自主运作。其

简单距离描述如下:

在卫星进入地球之前,根据工作安排和用户要求,该虚拟管理员将会向测控网络虚拟管理员(以下称为“虚拟网管”)提出测控设备的要求。根据已有仪器利用情况及工作的轻重缓急顺序,安排已有的最佳仪器及仪器,然后由系统管理者向系统中的虚拟操作员发出指令,为系统中追踪进行数据预备工作,由系统中网络管理者发出指令,设置系统中追踪参数,随后虚拟装置会向实际装置传送参数以供追踪。当真实设备捕捉到卫星后,虚拟装置就会将其转化为追踪启动事件,并将其告知给虚拟管理员。虚拟管理员按照工作程序,指导虚拟操作人员对卫星进行操作,并向卫星中注入指令、数据等。同时,虚拟装置向虚拟卫星传送实测数据,使其能够对实际卫星进行状态判断,并能对其进行健康监测。在真实设备追踪完成阶段,由虚拟装置发送追踪完成事件通知,由虚拟操作者对数据进行处理,完成定轨、定姿定态工作,并在此基础上更新相应预测,最终由虚拟管理员制定下一步的行动方案。

同时,系统也可以通过创建虚拟用户,使真实用户需求与要求在系统中得到体现。在虚拟用户收到真实用户的测控要求或数据时,其应按照规定与虚拟用户进行协调,尽早安排测控工作,从而达到最大限度地利用测量与控制资源,大幅提高测控系统工作效率与处理能力,并获得更好的用户体验目标。

4 航天测控系统发展趋势

目前,从陆海基测量网络向天地一体化综合测量网络发展,是航天测控系统发展主要方向。目前天基测控体系大致可以划分为两类:一类是以跟踪及数据中继卫星为主,即依托于数据中继达成相应目标的测控系统;二是可以实现对航天器和地物的精确定位和速度和时间的精确定位系统。构建数据中继卫星系统,将GPS/GLONASS以及正在建设中的北斗全球卫星导航定位系统的优势,是航天测控网的发展方向。对地面测控站点进行优化配置,从陆地和海洋的测控网逐渐过渡到以天基为主、天地相结合的一体化综合测控网。卫星发射部分、高轨道卫星及小型卫星长期运行,主要靠地面设备来实现。对于中、低轨道空间飞行器,主要以天

基系统为主、地基设备为辅。

以中继卫星为中心的天地一体化测控系统,不仅能够提高测控覆盖率和轨道测量精度,还能够提高测控系统的全过程测量和多个目标同时测量和控制,还可以实现各种类型的对地观测卫星的高速、实时数据传输^[6]。从迫切需要和实际可能出发,应该分阶段地开展相关工作。首要步骤为在已有卫星平台上,利用S、Ka固平面抛物面天线作为星间通讯天线,尽快地研制并发射实验或试用型数据中继卫星。然后,基于大型卫星平台、可展大孔径天线等优势,研制并发射二代中继卫星,并与两颗在轨工作星及一个地面终端站组成一套高性能实用系统。同时为该系统开辟新应用领域。在此基础上,构建基于卫星导航和定位的外弹道测量(遥测)系统。对安装有GPS/GLONASS/北斗三大系统的S频段卫星遥感站进行改造,形成一套完整的远距离遥感综合测量装置。并将其用于测姿和轨道等领域,以提高其对地面测控网的控制水平。

5 结语

综上所述,现阶段航天测控系统发展势头良好,为进一步满足其未来智能化发展要求,相关技术人员应继续加强对标准化支持与服务、映射现实的体系架构、实时响应的运行模式的研究力度,为推动航天测控系统发展提供有力保障。

参考文献

- [1] 马军星,杨俊武,秦明暖,等.航天测控系统星地测控对接模式应用现状与发展趋势[J].电讯技术,2021,60(2):7.
- [2] 余涛.航天地面测控系统的健康管理应用[J].电讯技术,2021,61(1):6.
- [3] 王罡.射频数字化在航天测控系统中的应用[J].电子技术与软件工程,2021(14):2.
- [4] 李璜,王志生,杨洋,等.一种航天测控系统可靠性量化计算方法[J].遥测遥控,2022(3):43.
- [5] 操礼长,王小雨,申健,等.基于微服务架构的航天测控系统设计[J].计算机与网络,2022,48(13):5.
- [6] 马佳楠,张利萍,董浩,等.航天测控网多模式效能评估系统设计与关键技术实现[J].电讯技术,2023,63(1):32-38.

Analysis of the Isolated Network Operation of One Frequency Modulation Test of Domestic Subcritical 350MW Unit

Ji Xia

Xinjiang Dongfang Hope Non-ferrous Metals Co., Ltd. Zhundong Thermal Power Plant, Changji, Xinjiang, 831700, China

Abstract

With the rapid development of energy and the continuous growth of demand, the importance of the proportion of 350MW subcritical units in isolated power systems is increasingly prominent. This paper takes the domestic subcritical 350MW unit as the research object, conducts a frequency regulation test on it, and conducts in-depth research on the frequency regulation response characteristics of the unit through the analysis and processing of test data. The results indicate that the unit has good frequency regulation characteristics under isolated network operation conditions, can quickly respond to load changes, and maintain good frequency stability and power balance.

Keywords

subcritical unit; frequency modulation test; isolated network operation; frequency modulation characteristics; frequency stability

国产亚临界 350MW 机组孤网运行一次调频试验分析

夏季

新疆东方希望有色金属有限公司准东热电厂，中国·新疆 昌吉 831700

摘 要

随着能源快速发展和需求不断增长，孤立电网运行的电力系统中350MW亚临界机组占比重要性日益凸显。论文以国产亚临界350MW机组为研究对象，对其进行一次调频试验，并通过对试验数据分析和处理，对机组调频响应特性进行深入研究。结果表明，该机组在孤网运行条件下具备良好调频特性，能够快速响应负荷变化，并保持较好频率稳定性和功率平衡。

关键词

亚临界机组；调频试验；孤网运行；调频特性；频率稳定性

1 引言

随着能源消费快速增长，电力系统中亚临界机组装机容量也在不断扩大。亚临界机组以其高效节能、排放低、运行灵活等优势，受到越来越多关注。越来越多的工业园区选择以 350MW 亚临界机组作为构建孤立电网的主力机组。然而，在实际运行中，孤立电网与亚临界机组也面临着许多挑战，如负荷波动、电网故障等。为保证电网系统安全、机组运行稳定，需要对其进行调频试验来评估其在孤网运行条件下性能。

2 亚临界机组调频试验原理与方法

2.1 亚临界机组调频试验原理

亚临界机组调频试验是指在孤网运行条件下，通过改

变负荷大小，观察机组调频特性，包括频率变化情况、功率平衡等。调频试验可以评估机组响应负荷变化能力，判断其调频性能（如图 1 所示）。

2.2 亚临界机组调频试验方法

亚临界机组调频试验一般分为两种方法，即单机组试验和多机组试验。单机组试验只涉及一个机组调频响应特性，而多机组试验则涉及多个机组之间协调运行。论文主要关注单机组试验，通过对一台国产亚临界 350MW 机组试验数据进行分析 and 处理，来评估其调频特性^[1]。

3 国产亚临界 350MW 机组调频试验数据分析

某电厂汽轮机设备为东方电气集团东方汽轮机有限公司生产的 D350AM-B00001AZM 亚临界直接空冷机组，机组额定功率 350MW，锅炉主设备为东方电气集团东方锅炉股份有限公司生产的 DG-1211/17.4- II 22 型锅炉，该锅炉为亚临界参数、一次中间再热、单炉膛自然循环汽包锅炉。

3.1 一次调频试验情况分析

孤网运行 350MW 亚临界机组一次调频主参数设置为

【作者简介】夏季（1987-），男，中国山东济宁人，本科，主管，从事孤网运行与控制、自动控制优化、智能电网研究。

机组转速不等率 4.5%，死区值 $\pm 2r/min$ ，一次调频正向补偿量限额 10% P_e ，一次调频负向补偿量不设下限，发电机组一次调频时功率实际补偿量占规定的功率补偿量（ ΔP ）理论值的 80% 及以上时，则机组一次调频性能合格。

调频品质判断依据为一次调频负荷响应滞后时间应小于 3s，机组达到 75% 目标负荷的时间应不大于 15s，机组达到 90% 目标负荷的时间应不大于 30s，机组参与一次调频的稳定时间（频差扰动开始到机组负荷偏离稳态值偏差 5% 范围之内且不在超出的时间）应小于 1min。

以单台 350MW 机组为例，分别进行 75%-260MW、85%-300MW、100%-350MW 不同负荷段工况下一次调频试验，试验数据如表 1 所示。

①机组负荷 260MW，分别进行 $\pm 2\text{r/min}$ 、 $\pm 6\text{r/min}$ 、 $\pm 10\text{r/min}$ 有效频差扰动试验。根据试验数据分析，虽然机组在负荷变化初始阶段响应较快，但随后逐渐稳定在新频率值上，这显示机组在较低负荷段工况下一次调频调节能力较强，在负荷增/减情况下能够迅速调整，在较短时间内实现频率稳定。

②机组负荷 300MW，分别进行 $\pm 2r/min$ 、 $\pm 6r/min$ 、 $\pm 10r/min$ 有效频差扰动试验。根据试验数据分析，虽然机组在负荷变化初始阶段调整迅速，但在进行正向一次调频大扰动试验时，增负荷能力受限，这显示机组在较高负荷段工况下一次调频的正向补偿能力受限，孤网运行中参与调频的机组应预留出足够的调整量。

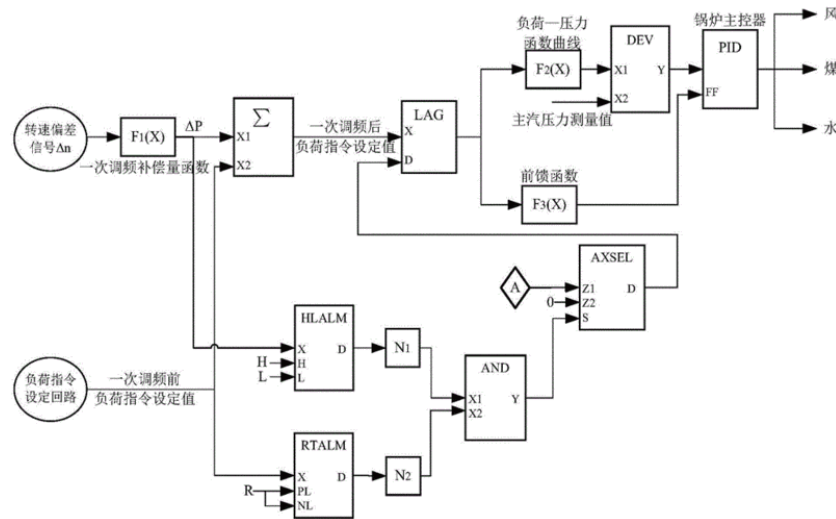


图 1 亚临界机组调频试验原理

表 1 不同负荷段下机组一次调频试验数据表

负荷段	初始负荷	有效频差	转速不等率	理论变量	15s 实际 变量	15s 变量 百分比	30s 实际 变量	30s 变量 百分比	60s 实际 变量	30s 变量 百分比
260MW (75%)	260.90	+2	4.5%	5.19	265.04	79.84%	265.82	94.89%	266.17	101.64%
	259.56	-2	4.5%	-5.19	255.28	82.54%	254.69	93.92%	254.28	101.83%
	260.12	+6	4.5%	15.56	274.08	89.74%	275.05	95.98%	275.61	99.58%
	262.19	-6	4.5%	-15.56	249.53	81.39%	247.67	93.34%	246.93	98.10%
	260.33	+10	4.5%	25.93	283.69	90.10%	284.86	94.62%	286.38	100.48%
	250.81	-10	4.5%	-25.93	226.79	92.65%	225.88	96.16%	223.83	104.07%
300MW (85%)	302.69	+2	4.5%	5.19	306.77	78.69%	307.93	101.06%	308.41	110.31%
	300.90	-2	4.5%	-5.19	296.4	86.79%	295.17	110.51%	295.25	108.96%
	301.35	+6	4.5%	15.56	314.66	85.56%	315.85	93.21%	316.35	96.43%
	301.03	-6	4.5%	-15.56	288.74	79.01%	286.30	94.69%	285.91	97.20%
	300.38	+10	4.5%	25.93	321.05	79.73%	323.84	90.49%	325.43	96.62%
	299.08	-10	4.5%	-25.93	275.93	89.29%	272.80	101.37%	270.56	110.01%
350MW (100%)	348.07	+2	4.5%	5.19	352.11	77.91%	353.07	96.43%	353.50	104.72%
	348.14	-2	4.5%	-5.19	343.4	91.41%	343.36	92.19%	343.09	97.39%
	349.78	+6	4.5%	15.56	363.52	88.33%	365.53	101.25%	366.11	104.98%
	350.33	-6	4.5%	-15.56	335.99	92.19%	333.73	106.71%	333.48	108.32%
	352.01	+10	4.5%	25.93	372.99	80.92%	375.92	92.22%	376.84	95.77%
	351.04	-10	4.5%	-25.93	328.85	85.59%	326.48	94.73%	325.38	98.97%

③机组负荷 350MW，分别进行 $\pm 2\text{r/min}$ 、 $\pm 6\text{r/min}$ 、 $\pm 10\text{r/min}$ 有效频差扰动试验。根据试验数据分析，在极端工况下，350MW 机组满负荷运行时（因孤网运行原因已提前优化 CCS 强制切手动限制条件），出现危及电网运行安全事件后，一次调频具备短期内超发能力，负向调节作用明显优于正向调节作用，一次调频动作后有显著抑制电网波动效果。

以上试验数据分析中，均满足 GB/T40595—2021《并网电源一次调频技术规定及试验导则》要求。国产亚临界 350MW 机组调频试验数据分析是评估该机组调频特性及性能的过程。通过分析试验数据，可以了解机组在负荷变化情况下频率变化、功率平衡和响应时间等关键指标，以判断该机组调频性能是否达到要求^[2]。

结合孤立电网实际运行经验进一步分析，根据孤网运行 9.5 年的结果，通过一次调频能够使在网机组在负荷变化时能够稳定地调整频率和功率平衡，同时具备较快的响应时间。可以得出一次调频可以抵消网频波动，并且能够有效抑制电网事故的扩大。机组一次调频性能是电力系统稳定运行的基础保障，合理应用机组调频性能对于孤网运行的安全至关重要。

3.2 响应时间分析

响应时间是指机组在负荷变化时从开始响应达到新的稳定状态所需时间。通过对响应时间分析，可以评估机组调频响应能力，并判断机组是否能够迅速调整输出功率，保持电网频率稳定。例如，假设有一台发电机组，该发电机组所连接电网频率突然发生变化，为使电网频率恢复到稳定状态，机组需要调整自身输出功率。若该发电机组响应时间很短，那么就能够快速调整输出功率，使电网频率尽快恢复到稳定。相反，若响应时间较长，机组就需要更长的时间来调整输出功率，电网频率就会在此期间保持不稳定。

以某孤网运行单位 2022 年 5 月 12 日一起典型电网事故为例，分析机组一次调频在电网异常扰动情况下响应时间与重要作用。

事故前运方：孤网运行方式情况下，电网实时总发有功 2605MW、实时总供有功 2372MW（如图 2 所示），开机方式为 $8 \times 350\text{MW} + 1 \times 135\text{MW} + 1 \times 220\text{MW}$ ，其中 #1 机组进行 107% 超负荷试验。

21:03:43:91#1 发变组出口开关跳闸甩负荷 373MW，电网频率最低至 49.24Hz。

21:03:44:151 稳控主站动作，发出切负荷指令。

21:03:44:623 稳控子站执行切工业硅 15 台电炉（合计负荷：341.4MW），电网频率恢复至 50.04Hz。

21:03:50 在各机组一次调频动作调整下，电网恢复发供平衡，电网频率恢复至 50.00Hz（如图 3 所示）。



图 2 电网运行发供电情况



图 3 在网 350MW 机组一次调频动作趋势图

通过本次事故案例分析，在电网事故扰动较大情况下，稳控系统优先动作进行一次电网负荷平衡后，剩余调整量无需人为干预，一次调频功能迅速响应，自动调节发电机出力平衡发供关系，在网机组配合动作用时 6s 左右将电网频率恢复至标准运行状态，调整及时性及准确性远远高于人为操作。

通过对机组响应时间分析，机组调频响应时间越短，机组调频响应能力就越强，这意味着机组能够迅速调整输出功率，使电网频率保持稳定；同理若机组的响应时间较长，那么可能无法在短时间内调整输出功率，从而导致电网频率不稳定。调频性能的不稳定性可能会给电网带来新的问题，比如次生灾害的电压波动、负载损失，甚至电网失稳等。

综合分析以上一次调频试验数据与典型电网事故案例实际数据，评估机组调频性能。通过对不同负荷阶段一次调频试验数据进行对比，可以判断机组在不同负荷变化条件下调频性能表现。另外，还可以通过对典型电网事故情况下一次调频实际动作情况进行分析，如当负荷快速变化时，是否出现频率迅速偏离后难以恢复情况。还可以分析机组在负荷变化过程中是否出现过调频和欠调频等问题，以及机组频率恢复性能等。

4 结果分析与讨论

4.1 机组的调频响应特性

该机组在负荷变化的条件下表现出快速响应和较高稳定性，具体而言，当负荷增加时，机组能够快速增加输出功率以保持频率稳定。相反，当负荷减少时，机组能够快速降

低输出功率以保持频率稳定。这表明机组具备优秀调频响应特性，能够迅速调整输出功率以响应负荷变化。这对于保持电网频率稳定非常重要，尤其是在面临瞬时大规模负荷波动或其他干扰的情况下。

4.2 机组的频率稳定性

通过计算机组频率变化情况，可以评估其频率稳定性，结果表明，该机组频率变化速率较小，频率波动范围也较小，具备较好频率稳定性。这意味着机组能够在负荷变化时保持较为稳定频率。频率变化速率小和频率波动范围的小，反映出机组对负荷变化的敏感程度较低，能够有效地维持电网频率的稳定。

4.3 抵消波动，保护安全。

一次调频抵消网频波动，可以有效地降低电网的振荡幅度，使得系统能够更加稳定地运行。这有助于降低电网事故的发生概率，并防止事故扩大。当电网发生故障或出现异常情况时，一次调频可以迅速感知并作出响应，通过调整发电机的机械功率来平衡电力供需，以避免系统失衡。这有助于防止事故发展为更严重的情况，减少电力设备的损坏和维修成本。

在孤网运行时，由于电力供应和负荷之间的匹配存在

困难，系统稳定性容易受到影响。一次调频可以迅速调整发电机输出功率，以保持电网的稳定运行，这有助于减少孤网运行中的电力波动和电压不稳定等问题，提高供电质量和可靠性。

5 结语

综上所述，通过对国产亚临界 350MW 机组孤网运行一次调频试验的深入分析以及对该机组调频特性进行全面评估，结果表明该机组在孤网运行条件下具备良好调频能力，能够快速响应负荷变化，并保持频率稳定和功率平衡，这为亚临界机组可靠运行和经济性提供有力支持。在未来研究中，可以进一步探索多机组试验调频性能，并寻求提高机组调频响应能力的方法。相信这项研究结果对孤立电网运行稳定及电力行业发展具有重要指导意义。通过持续的研究和创新，进一步提高亚临界机组性能，促进电力系统稳定运行与发展。

参考文献

- [1] 孙超.350MW机组一次调频研究与应用[J].黑龙江科技信息, 2021(2):189-190.
- [2] 焦微微.350MW亚临界机组汽轮机阀门流量特性优化试验研究[J].黑龙江电力,2021,43(6):6-8.

Research on Reworking Technology of Plug in Devices

Yi Zhang

China Electronics Science and Technology Group Tenth Research Institute, Chengdu, Sichuan, 610097, China

Abstract

If the integrated circuit BGA repair needs a special repair table, in order to control the temperature of the device body, in order to protect the device, the same for the through hole socket, we must have a special repair equipment to protect the device, protect the printed board, in the repair need to choose the right repair tools, in the repair process is also a very critical one, the following brief analysis, How to choose the right repair tool during the repair. In order to achieve the repair effect quickly and easily. Electronic manufacturing industry as a mature industry, this paper takes through-hole socket device as an example, electronic products are becoming more and more miniaturized and dense, through-hole socket is an indispensable part of the printed board assembly process, through the plug connection printed board and printed board, so as to achieve electrical performance. Therefore, the repair of the socket in the assembly due to the performance of devices and electrical appliances, the wrong way of plugging and other installed sockets also have the risk of scrapping and repairing. The repair of the through-hole socket is also an indispensable part of the repair elements.

Keywords

PCB repair; unwelding; special socket

插装器件返修技术研究

张易

中国电子科技集团第十研究所, 中国 · 四川 成都 610097

摘 要

如集成电路BGA的返修需要专用的返修工作台, 才能将器件本体温度控制住, 才能保护器件, 对于通孔插座也一样, 我们要有专用的返修设备才能保护器件、保护印制板, 在返修中需要选择合适的返修工具, 在返修过程也是非常关键的一个, 下面就简要分析一下, 返修中如何选择合适的返修工具, 才能快捷、简便的达到返修效果。电子制造业作为一个成熟的行业, 论文以通孔插座器件为例, 电子产品越来越小型化、密集化, 通孔插座是印制板组装过程中不可或缺的一部分, 通过对插连接印制板与印制板, 从而实现电性能。因此插座的返修在装配中因器件电器性能、错误的对插方式等安装好的插座也存在报废、返修的风险。通孔插座的返修在返修要素中也是不可或缺的一部分。

关键词

PCB返修; 解焊; 特殊插座

1 引言

通孔插座在调试阶段, 测试者经常插拔插座测试器件电性能, 多次插拔过程后针头易磨损、断裂和变形。PCB返修, 是一个非常关键, 且难度较高的一项技术, 一个不小心, 焊盘损伤, 严重者印制板报废, 从而给小型公司就会造成较高、难以承受的经济损失。因此要求操作者, 具有较高技术, 以及较强的心理素质。

在返修中一般采用电烙铁、吸锡枪、通孔返修工作站和热风枪。通常情况下, 在待解焊器件的每一个焊接端上加入新的焊锡, 用吸锡枪再将焊锡一个一个吸下来, 从而将插座解焊下来。对于多层电路板, 这样的操作往往达不到, 预

期效果。在操作中往往以经验例来判断我们所选择器件的返修方法, 但是是新器件的话我们就要选择, 在返修前查询器件的封装, 器件的结构情况, 如一般插座在返修时选择吸锡枪合适, 但是遇到特殊结构(如焊接端为阶梯形或菱形)的插座, 在解焊时就要当心了。下面介绍用简单方法解决多层电路板的解焊。

随着电子制造业的不断进步, 电子产品的小型化和高密度化已成为行业的显著特点。在这一趋势下, 通孔插座作为印制板组装的必要组成部分, 发挥着关键作用。在电子产品制造过程中, 通孔插座是连接电性能的重要桥梁。然而, 由于器件性能问题或装配错误, 通孔插座的返修需求不容忽视。而在通孔插座的返修中, 选择合适的工具和方法, 成为解决问题的关键。操作者需要在返修前对器件进行全面了解, 以确保选择正确的返修策略。通孔插座的返修涉及到多个层面的考虑。在调试和测试阶段, 频繁的插拔操作可能导

【作者简介】张易, 女, 中国四川成都人, 从事无线电装接研究。

致插座引脚的磨损、断裂等问题。对于多层电路板的返修，尤其需要谨慎操作，以避免不必要的损害。因此，专业的技能和操作经验显得尤为重要。在这一背景下，论文将深入探讨通孔插座器件的返修策略，为电子制造业中的返修工作提供有益的指导和建议。

2 普通插座的解焊

2.1 焊前准备

2.1.1 准备所需工具 and 材料

在进行普通插座的解焊操作之前，需要准备以下工具 and 材料：

温度测试仪：用于监测各个工具和器件的温度，确保操作过程的温度控制。

0.8MM 焊锡：用于焊接连接。

热风枪：用于加热印制板上的焊点，以便解除焊接连接。

电烙铁：用于焊接和处理焊点。

2.1.2 处理用户返回的印制板

通常情况下，需要处理用户返回的印制板，这些印制板可能带有三防涂层。三防漆是一种防护涂层，需要在解焊之前将其去除。具体步骤如下：确保印制板上的器件 A/B 面周围 1cm 内的三防漆被完全去除。确保去除后没有多余的残留物。这样的处理是为了保证解焊操作的顺利进行，同时也是为了确保器件的外观不受影响。这个步骤对于高静电要求的器件也非常重要。

2.1.3 保护周围器件

在进行解焊操作时，需要保护邻近的器件，以防止产生多余的物质对它们造成影响，同时也是为了保护对静电和温度敏感的器件。具体步骤如下：使用黑色静电胶布粘贴在对应插装器件周围的器件上，确保周围区域受到保护。这一步骤的目的是确保解焊操作不会对邻近的器件产生不良影响，并且对于静电敏感和温度敏感的器件，这种保护尤为重要。

2.1.4 设置吸锡枪和电烙铁的温度

在进行实际的解焊操作之前，需要设置吸锡枪和电烙铁的适当温度，以确保焊接过程的控制。具体步骤如下：打开吸锡枪，并将温度设置在约 600 华氏度左右，这是为了确保焊锡的适当熔化。根据器件的接地情况，在电烙铁上设置适当的温度，以便在后续的焊接步骤中实现器件预上锡。

2.1.5 测试温度和电阻

在进行解焊操作之前，需要测试电烙铁、吸锡枪的接地电阻和电压，并确保设置温度在规定范围内。具体步骤如下：使用数字温度计测试电烙铁和吸锡枪的接地电阻和电压，以确保它们处于正常工作状态。如果设置温度与实际温度不一致，需要重新设置补偿值，直到设置温度与实际温度在合格范围内。

2.2 通孔器件非接地端拆卸

在进行通孔器件的非接地端拆卸操作时，需要注意一

系列详细的步骤，以确保操作过程的顺利进行，并防止印制板或器件受到损害。以下是对每个步骤的详细描述。

2.2.1 设置电烙铁温度并进行器件预上锡

将电烙铁的温度设置到适当的温度，一般推荐设置在大约 300℃。这个温度是为了确保焊锡能够适当熔化，但又不会过热。

根据器件的接地情况，可能需要调整电烙铁的温度设置。确保设置的温度适用于即将进行的器件预上锡操作。

在准备工作完成后，我们进行器件预上锡的步骤：使用预热后的电烙铁，将其放置在通孔器件的焊接端。确保接触面均匀，并等待片刻，让器件和焊锡达到适当的温度。将适量的焊锡应用于器件的焊接端。焊锡应当均匀地分布在焊盘上，这有助于后续的解焊操作。

2.2.2 使用吸锡枪进行解焊

解焊操作的关键步骤是使用吸锡枪，通过热力将焊锡熔化并吸出，从而拆卸通孔器件的非接地端。详细步骤如下：

①将吸锡枪小心地放置在待解焊的器件焊点上。确保吸锡枪与焊点紧密接触，以确保热能传导良好。②打开吸锡枪，开始加热。通过吸锡枪产生的热量，焊锡会迅速熔化。③在熔化的焊锡上，逆时针旋转吸锡枪。这个操作有助于将熔化的焊锡均匀地吸入吸锡枪的吸收室内。④当焊锡完全被吸入吸锡枪后，可以关闭吸锡枪，停止加热。

需要注意的是，解焊过程中的时间应该适中，不宜过长。过长的解焊时间可能会导致印制板焊盘受损，甚至产生白斑（焊点过度清洁）。

2.3 通孔器件接地端拆卸

①根据器件的接地情况设置电烙铁的温度，在器件的焊接端进行器件预上锡。②用热风枪对印制板，进行预热，温度设置为 220℃~270℃（根据印制板的厚度，与印制板的接地情况进行修改），预热 10s。③将预热的印制板，用吸锡枪熔化后，逆时针旋转，将焊锡吸下来。

2.4 对大面积接地端解焊

2.4.1 设置电烙铁温度并进行器件预上锡

根据器件的接地情况，调整电烙铁的温度。通常情况下，将电烙铁温度设置在 360℃至 380℃之间是合适的。这个温度范围可以确保焊锡适当熔化，但又不至于过热。

使用预热后的电烙铁，将其放置在大面积接地端的器件焊接端。确保电烙铁均匀接触，等待一段时间，让器件和焊锡达到适当温度。

在大面积接地端的焊接端涂抹适量的焊锡。确保焊锡均匀分布在焊盘上，这有助于后续解焊操作的进行。

2.4.2 预热解焊位置

将吹风机的温度设置在 280℃~300℃。这个温度范围可以有效地加热解焊位置，使焊锡更易于流动。

将吹风机加热至设定温度，并将其对准待解焊的大面积接地端。进行预热，持续 10 至 20 分钟，确保整个解焊区域均匀受热。

2.4.3 使用吸锡枪进行解焊

将吸锡枪小心地放置在预热后的解焊位置上,确保吸锡枪的吸头与焊点紧密接触。

在吸锡枪放置在解焊位置后,等待大约 5s,让吸锡枪的加热使焊锡熔化。

逆时针方向旋转吸锡枪。这个操作有助于将熔化的焊锡均匀地吸入吸锡枪的吸收室内。

当焊锡被完全吸除后,可以关闭吸锡枪,停止加热。

2.5 拆卸器件

2.5.1 观察、判断和晃动引脚

首先,仔细观察插装器件的每一个引脚,确保每个引脚都已经成功解焊。这是确保器件能够被安全拆卸的关键步骤。

通常,在观察的同时,可以使用镊子轻轻晃动器件的引脚。如果引脚可以轻松地晃动而不费力,这表明解焊已经成功。如果引脚无法轻松晃动,可能是因为某些引脚仍然与焊盘连接,此时需要重新进行解焊操作。

2.5.2 使用镊子将器件翘起

在对所有焊点进行判断并确认器件已经解焊成功后,可以进行器件的实际拆卸。使用细尖的镊子,小心地将器件的一个角翘起。确保镊子的尖端稳固地插入器件的底部,以避免损坏器件或印制板。

在将器件的一个角翘起后,逐渐将镊子沿着器件的底部移动,将整个器件逐渐翘起。这个过程需要耐心和细致,以确保器件的引脚不会受到损害。注意,翘起器件时要轻柔,以免弯曲或损坏器件的引脚或焊盘。

3 特殊插座的解焊

焊前准备:

①准备一个电烙铁,准备 0.8MM 焊锡,数字温度测试仪,高密度通孔返修工作站、预处理加热台。

②通常情况下解焊器件都是用户返回生产厂家,这种印制板通常情况下都是有三防的印制板,这种情况下,就需要将器件 A/B 面四周 1cm 内的三防漆去掉。去除的标准是无多余三防漆残留。

③将对应插装器件周围器件用黑色静电胶布粘贴保护,其目的是避免产生的多余物,影响外观。对一些对静电要求较高的器件,起到保护作用。其次是保护一些对温度要求的器件,尤其是插座的焊接面有 BGA 器件,或者是贴装插座,在 30mm 范围内进行重点保护。

④将高密度通孔返修工作站打开,温度设置到 230℃~240℃。根据器件的接地情况以及印制板的厚度设置通孔返修工作站的温度。

⑤用数字温度测试仪测试电烙铁、通孔返修工作站的接地电阻、电压以及设置温度是否在规定范围以内,如与输出温度与实际温度不一致时,将重新设置补偿值,直至设置

温度与输出温度在合格范围以内。

针对待解焊器件,在进行后续操作之前,需要进行一系列关键步骤,以确保器件引脚的状态和质量。使用电烙铁对待解焊器件的引脚进行重熔操作。通过将电烙铁的温度调整到适当范围(一般在 360℃~380℃),使焊锡充分融化。这个步骤的目的是将旧的焊锡完全融化,为后续的解焊操作创造条件。要确保焊锡均匀涂抹在引脚上,以促使旧焊锡被彻底清除。

接下来,进行仔细的引脚检查。这一步骤的重点是确认是否存在任何三防漆覆盖在器件引脚上。如有发现,必须彻底去除这些覆盖物。三防漆可能会影响引脚与焊盘之间的良好接触,因此清除这些物质对于后续焊接的质量至关重要。可以使用适当的工具,如镊子,小心地去除每个引脚上的三防漆。

完成引脚检查后,涂抹助焊剂。助焊剂的使用可以提高焊接的可靠性,有助于焊锡的流动和引脚与焊盘的良好接触。将适量的助焊剂涂抹在每个引脚上,确保均匀分布。这个步骤可以为后续的焊接操作奠定良好的基础。

解焊器件后的印制板方孔中含有大量的焊锡,我们就需要用吸锡枪将其中的焊锡吸出。根据器件的接地情况设置电烙铁的温度(一般设置在 360℃~380℃),一般的信号脚就,在焊盘上预上锡,就能吸通,接地面积较大的就需要用到预处理设备。

4 对大面积接地端解焊

在开始对大面积接地端进行解焊操作之前,需要进行一系列准备工作:根据具体器件的接地情况,调整电烙铁的温度。一般情况下,将电烙铁温度设置在 360℃至 380℃之间是合适的。这个温度范围可以确保焊锡在适当的温度下熔化,但又不会导致过度加热。使用预热后的电烙铁,将其放置在大面积接地端的焊接端。确保焊接端与电烙铁接触良好,等待片刻,使器件和焊锡达到适当的温度。将适量的焊锡均匀地涂抹在大面积接地端的焊盘上,确保整个接地端的焊盘都被覆盖。这一步骤有助于后续解焊操作的顺利进行。

5 结语

在调试过程中插拔次数也是不可避免的。在返修过程中,操作者的经验很重要,如解焊中吸锡枪的温度太高,易造成白斑,焊盘损伤。解焊后判断不准确,如焊锡未解焊完整,会造成印制板焊盘脱落,从而报废印制板。

参考文献

- [1] 陈辉淦.智能自动断电节能插座方案[J].齐齐哈尔大学学报(自然科学版),2020(9).
- [2] 吴鸣,王善林,孙文君,等.回流次数对无铅焊点组织演变及可靠性的影响[J].精密成形工程,2019(4).
- [3] 陈银桂,文咏,李振.电缆组件焊接断线问题研究[J].机电元件,2017(5).

Analysis on the Application of Optical Fiber Communication Technology in Radio and Television Network

Chunfang Wen

Social Service Center of Hangbu Town, Shucheng County, Lu'an City, Anhui Province, Lu'an, Anhui, 231300, China

Abstract

The application of optical fiber communication technology in radio and television networks has always attracted much attention, because it is not only a medium of information transmission, but also an important engine to promote the progress of media and communication in the digital era. As the main platform for people to obtain information, entertainment and communication, radio and television network has extremely high requirements for providing high-quality services. This paper will take an in-depth look at how fiber optic communication technology can be applied in broadcast networks and how it creates new opportunities and challenges in this field. The high-speed transmission, low latency and large bandwidth characteristics of optical fiber communication have brought huge advantages to broadcast networks, such as high-definition television, video on demand, Internet access and telephone communications. At the same time, it also supports the diversity of smart home, home automation and multimedia content, enriching the user experience.

Keywords

optical fiber communication technology; radio and television network; apply

浅析光纤通信技术在广电网络中的应用

闻春芳

安徽省六安市舒城县杭埠镇社会事业服务中心, 中国·安徽 六安 231300

摘 要

光纤通信技术在广电网络中的应用一直以来都备受关注,因为它不仅是信息传输的媒介,更是推动数字时代媒体和通信领域进步的重要引擎。广电网络作为人们获取信息、娱乐和交流的主要平台,对于提供高质量的服务有着极高的要求。论文深入探讨光纤通信技术如何在广电网络中应用,并如何在这个领域中创造新机遇和挑战。光纤通信的高速传输、低延迟和大带宽特性为广电网络带来了巨大的优势,如高清电视、视频点播、互联网接入和电话通信等领域都受益匪浅。同时,它还支持智能家居、家庭自动化和多媒体内容的多样性,丰富了用户的体验。

关键词

光纤通信技术; 广电网络; 应用

1 引言

光纤通信技术一直以来都是广电网络中的重要组成部分,其在现代通信领域的广泛应用已经成为不可忽视的趋势。随着数字化媒体的不断发展,广电行业正面临着更大的数据传输需求,光纤通信技术正应运而生,以满足这一需求。通过研究光纤通信技术在广电网络中的应用,论文旨在帮助读者更好地理解这一关键技术如何推动广电行业的进步,提高信号传输的效率和可靠性,以及为用户提供更丰富多样的娱乐和信息服务。

2 光纤通信技术概述

光纤通信的基本原理是利用光波在光纤中的传播来传输信息。光纤是由一个或多个玻璃或塑料纤维组成的细长管道,通常具有核心和包层两部分。光信号是通过在光纤核心中反复发生全反射而传播的,这种全反射现象使光信号可以沿着光纤的长度传输而不损失太多信号强度。光信号的强度可以通过调制来传输信息,常见的调制方式包括强度调制和频率调制^[1]。

光纤通信技术的发展历程可以追溯到 20 世纪的早期。在 20 世纪 60 年代,研究人员首次成功实现了光信号在光纤中的传输,但这还远没有达到商业应用的水平。在接下来的几十年里,科学家们不断改进光纤材料和制造技术,使光纤通信技术逐渐成熟。1980 年代末,光纤通信开始在长距离电话通信领域取得突破,取代了传统的铜线电缆,大大提高了通信质量和速度。

【作者简介】闻春芳(1977-),女,中国安徽六安人,本科,工程师,从事广电工程研究。

随着技术的发展,光纤通信技术逐渐进入了广电网络领域。广电网络是广播电视、有线电视、卫星电视等多种传媒形式的综合网络,对数据传输速度和质量要求极高。光纤通信技术的高带宽和低延迟特性使其成为广电网络的理想选择。通过光纤,广播电视信号、互联网数据、电话通信等多种服务可以在同一网络中传输,提供了更多样化的服务,提升了用户体验。

在广电网络中,光纤技术的应用包括信号传输、多频道音视频传输、高清电视信号传输等。光纤的高带宽使得多个高清电视频道可以同时传输,而且不会受到信号质量损失的困扰。这为用户提供了更丰富的电视节目选择。此外,光纤通信技术还可用于将互联网数据和电话通信整合到广电网络中,实现全方位的通信服务。

3 光纤通信技术在广电网络中应用的具体挑战

3.1 高成本

光纤通信技术在广电网络中的应用面临的首要挑战之一是高昂的成本。建设、维护和升级光纤网络需要大量资金投入。首先,光纤本身的成本相对较高,特别是在大规模网络部署时,购买足够数量的光纤线缆会对预算产生巨大压力。此外,光纤通信需要各种设备和技术支持,如光纤交换机、光放大器、光纤连接器等,这些设备也需要不小的投资。而且,运营商还需要雇用专业技术人员来管理和维护这些设备,增加了人力成本。这种高成本对广电网络的可持续性和市场竞争产生了直接影响。运营商会不得不将高成本转嫁给用户,导致服务价格上涨,从而限制一些用户的接入和选择^[2]。

3.2 技术升级与维护

广电网络要保持高水平的性能和服务质量,需要不断进行技术升级和维护工作,而这也是一个巨大的挑战。光纤网络虽然具有较长的使用寿命,但仍需要定期维护以确保设备的稳定运行。光纤连接器、光放大器、光纤传输设备等都需要定期检查和更换,以防止信号质量下降或设备故障。技术升级也是一个挑战,因为新的通信技术和标准不断涌现,运营商需要投资来采用最新的技术,以保持竞争力,涉及更换设备、更新软件、提高网络安全等方面的工作,需要耗费大量时间和资源。而且,升级网络一般需要暂停服务,会对用户造成不便,甚至引发不满。

3.3 网络安全

在光纤通信技术应用于广电网络中,网络安全问题变得尤为重要。广电网络承载着大量敏感数据,包括用户的个人信息、付费订阅信息、内容分发等。这些数据的泄露或被攻击则会对用户和广电运营商造成严重损害。光纤网络本身相对安全,但网络安全依然是一个复杂的问题。黑客和恶意软件不断进化,寻找漏洞来入侵网络,这需要广电运营商不断升级网络安全措施来应对。此外,社交工程和钓鱼攻击等社交工具也会导致员工和用户受到欺骗,从而使网络受到攻击。因此,保障广电网络的安全性需要不断投入资源进行监

测、防御和培训,这对运营商来说是一项巨大挑战。在光纤通信技术应用于广电网络中,高成本、技术升级与维护以及网络安全问题都是需要充分关注和解决的挑战^[3]。

3.4 容量需求

广电网络传输的内容种类繁多,包括高清和超高清电视频道、视频点播、互联网数据传输、电话通信等多种服务。这就带来了巨大的容量需求,而光纤通信技术需要不断适应不断增长的数据流量。随着4K和8K视频内容的兴起,用户对带宽的需求不断增加,这对光纤网络的容量提出了更高的要求。为满足用户的容量需求,广电网络运营商需要不断扩展光纤网络,增加光纤连接点,提高网络的容量和覆盖范围。这需要耗费大量的时间和资金,而且需要谨慎的规划,以确保网络的可扩展性和未来的容量需求。

4 光纤通信技术在广电网络的具体应用

4.1 信号传输与质量提升工作

首先,网络拓扑设计能够实现信号传输稳定性。广电网络需要经过精心规划的光缆布线和网络拓扑设计,确保信号可以高效传输,选择合适的光纤路径、网络节点布置和冗余设计,能够在网络中出现故障时实现自动切换到备用路径,保证服务的连续性。其次,设备的选择和优化对信号传输至关重要。广电网络需要使用高品质的光纤设备,包括光纤放大器、传输设备和接口设备。这些设备应根据网络的需求进行选择和配置,以确保信号能够高效地传输和处理。再次,信号质量提升也需要高度的技术支持和维护。网络运营商需要建立专业的技术团队,负责监测网络性能、故障排除和维护工作,定期的设备检查和维护是确保信号质量的关键,以及预防性维护,以降低意外故障的风险。同时,光纤通信技术的监测和管理系统是实现信号传输稳定性和质量提升的重要工具,这些系统可以实时监测网络性能、检测潜在问题并及时采取措施,通过使用先进的监测工具,网络运营商可以更好地了解网络中的信号传输情况,以及在出现问题时迅速做出反应^[4]。

4.2 提供多样化服务

光纤通信技术为高清电视和超高清电视服务的提供了卓越的支持。其高带宽特性意味着可以高效传输高清和超高清电视内容,使用户能够享受更清晰、更精彩的视觉体验,广电网络运营商可以通过增加高清频道和提供高质量的电视内容来吸引观众,提高用户体验。当前视频点播和流媒体服务已经成为用户日常生活的一部分,光纤通信技术的高速传输确保了用户可以流畅观看高清和超高清视频,同时还支持多用户同时在线观看,广电网络可以与各种视频点播和流媒体平台合作,提供多样化的内容选择,从电影到电视剧和纪录片,满足不同用户的需求。互联网接入和在线游戏服务也受益于光纤通信技术的高速传输,用户可以享受更快的网页加载速度、流畅的在线游戏体验和快速的文件下载,广电网络可以提供高速互联网接入服务,满足用户的在线需求,支持他们

的工作、学习和娱乐活动。此外,电话和视频通信服务也得以提升,光纤通信技术支持高质量的电话和视频通信,保证了清晰的通话质量和高清的视频通话体验,这对于家庭用户和企业用户来说都至关重要,特别是在远程工作和远程会议的时代,广电网络可以提供多种通信服务,满足不同用户的需求。最后,光纤通信技术的高速传输也为家庭自动化和智能家居服务提供了坚实的基础,用户可以连接各种智能设备和传感器,从智能家居安全系统到智能家居娱乐系统,广电网络可以提供可靠的连接和数据传输,支持用户的智能家居需求,使他们能够更智能、更便捷地管理家庭生活^[5]。

4.3 提升用户体验

光纤通信技术在广电网络中的应用,对于提升用户体验具有重要作用。用户体验包括各个方面,如高清电视、高质量的视频点播、快速的互联网接入、通信质量、智能家居以及多媒体内容的选择。

首先,高清电视和超高清电视的体验得到了显著提升。光纤通信技术的高带宽能够支持广电网络提供高清电视(HDTV)和超高清电视(UHDTV)服务,让用户享受更清晰、更逼真的视觉体验,高分辨率和高质量的画面质量为观众呈现出更引人入胜的电视内容,这显著提高了电视节目的观赏价值。其次,视频点播和流媒体服务的质量也得到了提升。光纤通信技术的高速传输确保用户可以无缝流畅地观看高清和超高清视频,而不会受到缓冲或加载延迟的困扰,用户能够随时随地访问他们喜欢的内容,无论是电影、电视剧还是纪录片,都可以以最高质量的方式呈现给他们。互联网接入速度是用户体验的关键因素之一,光纤通信技术提供了极快的互联网接入速度,使用户能够在瞬间加载网页、下载文件以及进行在线游戏等活动,这极大地提高了用户在互联网上的工作、学习和娱乐体验,减少了等待和连接问题的烦恼。同时,光纤通信技术支持高质量的电话通话和视频通话,保证了清晰的通话质量和高清的视频通话体验,这对于家庭用户和企业用户都具有重要意义,尤其是在远程工作和远程会议的时代。智能家居和家庭自动化的兴起也受益于光纤通信技术,用户可以连接各种智能设备和传感器,实现智能家居安全、智能家居娱乐等服务,光纤通信提供了可靠的连接和数据传输,使用户能够更便捷地管理家庭生活,提高生活质量^[6]。

5 实际光纤通信技术在广电网络中的应用案例

5.1 高清电视和超高清电视传输

光纤通信技术在广电网络中的突出应用之一是高清电

视(HDTV)和超高清电视(UHDTV)的传输。通过光纤传输,广电网络可以提供极高的带宽,确保高分辨率、高质量的电视节目能够以无缝流畅的方式传输到用户家中,这些电视节目拥有更锐利、更清晰的图像,使用户能够享受更引人入胜的视觉体验。例如,用户可以观看到更清晰的细节,更逼真的颜色以及更高质量的音频。

5.2 视频点播和流媒体服务

光纤通信技术还支持广电网络提供高质量的视频点播和流媒体服务。用户可以随时随地访问各种视频内容,无论是电影、电视剧、纪录片还是其他媒体,光纤传输保证了用户可以流畅观看高清和超高清视频,而不会受到缓冲或加载延迟的困扰。这使得用户的娱乐体验更加便捷和愉快。

5.3 高速互联网接入

在光纤通信技术的支持下,广电网络可以提供高速的互联网接入服务。用户可以享受更快的网页加载速度、快速的文件下载速度以及流畅的在线游戏体验,这对于家庭用户和企业用户来说都至关重要,尤其是在需要大量数据传输的应用中,如高清视频流、云计算和远程办公。

6 结语

综上所述,光纤通信技术在广电网络中的应用呈现出巨大的潜力和机遇。通过论文的探讨,了解了它如何影响和改善广电网络的各个方面,从高清电视到互联网接入,从视频点播到多媒体内容的多样性,都受益于光纤通信的高带宽、低延迟和高可靠性。然而,这个领域也面临着挑战,包括网络安全、设备维护、技术升级等方面。光纤通信技术的快速发展需要持续的投资和技术创新,以满足不断增长的用户需求。

参考文献

- [1] 程利娜.光纤通信技术在广电网络中的应用分析[J].科技与创新,2021(20):158-159+161.
- [2] 刘洋,穆森.广电网络光纤通信网络技术的应用[J].电子技术与软件工程,2020(8):5-6.
- [3] 吕颖.论广电网络光纤通信网络技术的应用[J].数字通信世界,2019(5):201-202.
- [4] 鲁杰,张昕.广电网络中光纤通信技术的应用探究[J].传媒论坛,2019,2(8):123.
- [5] 徐捷,钱宇明.光纤通信技术在广电网络中的应用与研究[J].电脑知识与技术,2019,15(6):36-37.
- [6] 王健.光纤通信技术在有线电视网络中的应用[J].黑龙江科学,2018,9(5):130-131.

Analysis of Several Problems of Railway Signal Machine Setting

Hailong Guo

Guoneng Shuohuang Railway Co., Ltd., Xinzhou, Shanxi, 034000, China

Abstract

With the development of social economy and the continuous progress of railway transportation, the safety of railway transportation is also paid more and more attention. In order to better guarantee the safety of railway traffic. Signals must be installed on the railway. However, in the railway construction, there are several technical difficulties causing great difficulties to the construction personnel. In order to make the installation of the railway signal machine and the laying of the line simultaneously, the engineering team has put forward a great challenge to the positioning accuracy of the signal machine. Rail operation signal is the most important detection equipment in rail transit, which is related to the operation quality and development level of the whole rail transit, and needs to be guaranteed.

Keywords

railway signal; travel guide; setting method; optimization suggestion

铁路信号机设置的若干问题分析

郭海龙

国能朔黄铁路有限责任公司, 中国 · 山西 忻州 034000

摘 要

随着社会经济的发展, 铁路运输的不断进步, 铁路运输的安全性也越来越受到关注。为了更好地保障铁路交通的安全, 必须在铁路上安装信号机。但是, 在铁路建设中, 有几个技术难点给施工人员造成了很大的困难, 为了使铁路信号机的安装和线路的铺设同步进行, 工程队对信号机的定位精度提出了很大的挑战。轨道运行信号是轨道交通中最为重要的检测设备, 关系到整个轨道交通的运行品质和发展水平, 需要对其进行保障。

关键词

铁路信号机; 行进指引; 设置方法; 优化建议

1 引言

铁路信号机作为现代铁路运输中不可或缺的重要组成部分, 对确保列车的安全运行起着至关重要的作用。随着铁路交通的发展和现代化水平的提高, 对于信号机设置的若干问题引起了广泛的讨论和关注。因此, 本论文旨在对铁路信号机设置中存在的问题进行深入分析, 并提出相应的解决方案和改进措施。通过对铁路信号机设置问题的深入研究与分析, 希望能为铁路部门和相关从业人员提供有益的思路和建议, 促进铁路信号机技术的进一步发展和应用。

2 铁路信号机概述

铁路信号机是铁路运输中起到关键作用的设备, 用于指示列车运行状态、控制列车行驶方向和速度, 以确保列车的安全运行。铁路信号机的设置和运行是铁路运输系统的重要组成部分, 直接关系到列车运行的安全性和高效性。铁路

信号机根据其作用和形式可以分为多种类型, 常见的有信号灯式、信号旗式、信号板式等。其中, 信号灯式是最常见的一种, 通过红、绿、黄等颜色的信号灯表示不同的列车运行状态和指示信息。信号旗式是早期使用的一种形式, 通过悬挂或挥动旗帜来传达指示信号。信号板式则是通过不同形状和颜色的信号板进行信号的传递^[1]。

铁路信号机的设置是根据铁路线路的情况和列车运行要求来进行规划和布置的。信号机通常被安装在铁路线路的重要位置, 如车站、道岔口、进出站口等地方, 以确保列车运行的安全和有序。信号机通过与调度系统和其他设备的联动, 实现对列车运行的控制和监控。

3 信号机在铁路运输中的重要性

3.1 提供列车运行指引与保障

铁路信号机通过不同颜色的信号灯、标志和旗帜等形式, 向驾驶员传递各种指示信息。例如, 红色信号表示停车, 黄色信号表示警告或减速, 绿色信号表示通过或行驶。这些指示信息能够指引驾驶员准确地判断列车的运行状态, 确保列车在适当的时候停车、减速或行驶, 以避免发生碰撞和事

【作者简介】郭海龙(1982-), 男, 中国山西忻州人, 本科, 助理工程师, 从事信号机、轨道电路、道岔研究。

故。信号机还能够指示列车进出车站、通过道岔、通过隧道或桥梁等特殊区段。在车站，信号机可以指示列车是否可以进站、停靠某个站台或离开车站。通过道岔区段，信号机的设置能够引导列车选择正确的轨道，确保列车行驶方向的正确性。对于特殊区段，如隧道或桥梁，信号机可以为列车提供额外的安全指引和保障。

3.2 控制列车行驶方向和速度

铁路信号机不仅通过信号灯和标志的变化来指示列车运行状态，还能够精确控制列车的行驶方向和速度。通过设置不同的信号显示和组合，信号机能够引导列车在复杂的交叉路口、道岔区段和线路拓扑中正确行驶。在交叉路口和道岔区段，信号机的设置能够确保列车选择正确的轨道，避免发生侧翻或错轨等事故。当列车要进入或离开交叉路口或道岔区段时，信号机会发出相应的信号指示，引导驾驶员按照指示进行操作。此外，信号机还能够控制列车的速度。在需要减速的区段，信号机会发出警示信号，要求驾驶员减速。这样可以在列车接近车站或经过曲线等特殊区段时，确保列车的运行安全和稳定。

3.3 调度运输资源和优化运行效率

铁路信号机不仅提供列车运行指引，还为调度员提供重要的信息，以便更好地调度运输资源和优化运行效率。通过信号机传递的信息，调度员可以了解列车的位置和运行状态。根据这些信息，调度员可以根据列车的运行速度、到达和离开时间，合理地安排车次间隔以及列车进出站的顺序。这样能够最大限度地提高铁路线路的运输能力和效率，减少列车的延误和等待时间。同时，信号机还通过与调度系统和其他设备的联动，实现对列车的远程控制和监控。调度员可以通过信号机系统，对列车进行远程操控，调整列车的运行方向和速度，以适应实际运输需求，提高运输资源的利用效率^[2]。

4 铁路信号机设置存在的问题

4.1 信号机的位置选择

信号机的位置选择是铁路运营中至关重要的环节。通过合理的位置选择，可以确保驾驶员能够及时、准确地观察到信号机的显示。然而，在实际操作中，我们发现了一些问题。首先，有时信号机的位置选择可能不够科学合理，导致信号机遭受遮挡，例如建筑物、树木等，从而使驾驶员无法清晰地看到信号。这样的情况会增加误解信号的风险，甚至可能导致事故的发生。另外，某些情况下，信号机设置在过于拥挤的区域，无法提供足够的安全距离，这可能导致列车间隔不合理，进而影响运行的安全性。

4.2 信号机的显示清晰度

信号机的显示清晰度对驾驶员的识别和反应起着至关重要的作用。然而，我们发现有时信号机的显示清晰度存在问题。例如，灯光亮度可能不够高，或者信号灯的颜色不够

鲜明，这使得驾驶员难以准确辨认信号机的状态。这对驾驶员的安全驾驶和行车决策造成了困扰，并增加了潜在的事故风险。另外，信号机显示面板本身的质量也会对清晰度产生影响。如果面板受损或受到污染，可能会影响信号的可辨认性，从而降低显示的清晰度，增加驾驶员的困扰。

4.3 信号机的显示间隔

信号机的显示间隔是指相邻信号机之间的距离。合理的显示间隔是确保列车之间安全距离的重要指标。然而，在某些情况下，显示间隔可能存在问题。如果显示间隔过长，驾驶员可能无法准确判断列车的位置和运行状态，这可能会影响其决策和操作，增加事故的风险。另一方面，如果显示间隔过短，驾驶员可能无法及时做出反应，这可能会导致行车不协调，甚至危及行车安全。因此，确保信号机的显示间隔合理且一致非常重要。

4.4 定点过程中操作存在不当情况

在铁路定位过程中，确保操作的准确性和规范性对于定位的精度至关重要。然而，我们发现在实际操作中存在一些不当情况，可能会导致定位的精度下降。本节将重点讨论操作过程中的方法失误、执行失误以及在施工和检测中的人为失误等问题。在定位的操作过程中，如果出现方法失误，会影响定位的准确性。例如，施工人员进行定位时，可能没有按照设计图纸进行精确的施工。这可能导致定位不到位或定位不准确，进而影响铁路的运行和安全。另外，施工人员在交接班时，可能会对道岔故障型号和参数不够清楚，这增加了操作过程中发生错误的可能性。

5 优化铁路信号机设置的建议

5.1 优化信号机位置选择

在优化铁路信号机位置选择时，需要进行详细的地形分析和视觉模拟，以确保信号机能够被驾驶员准确观察到并及时采取相应措施。首先，地形分析是必不可少的步骤，通过利用GIS工具，可以获取精确的地形数据，例如高程、坡度等信息。这些数据可以帮助确定信号机位置的可行性，并考虑信号机和列车之间的最佳视线距离。还可以使用三维模型技术来模拟不同位置上的信号机视野范围。模拟可以考虑地势、地貌以及潜在的障碍物，例如建筑物、树木等。借助这些模拟结果，运营部门可以评估不同位置上信号机的可见性，并选择最佳位置来确保驾驶员能够清晰地观察到信号机的状态^[3]。

5.2 合理调整信号机的显示间隔

合理调整信号机的显示间隔是为了确保列车驾驶员能够在适当的时间内接收到并理解信号信息，做出相应的操作决策。运营部门可以依靠列车动力学建模和仿真技术，模拟列车在不同速度下的运行状况。这些模型可以考虑列车的加速度、制动特性以及不同行车条件下的性能变化，为优化信号机显示间隔提供准确依据。在优化显示间隔时，必须考虑

行车安全的前提。根据信号机的显示间隔,列车驾驶员需要有足够的时间接收信号信息并做出相应的操作。这包括识别信号状态、判断行车指令、制动或加速列车等。根据列车类型和行车条件的不同,需要设定合理的信号显示间隔,以确保安全和运营的要求得到满足。

5.3 提升信号机的显示清晰度

LED灯具有较高的亮度和长寿命,是常见的信号机光源选择。LED灯的高亮度可以确保信号在各种光照条件下都能清晰可见,即使在强烈阳光下或夜间也能提供良好的显示效果。此外,LED灯具有较低的功耗,有助于降低能源消耗并延长信号机的使用寿命。另外,信号灯的反射材料直接影响信号的反射亮度和颜色饱和度。采用高质量的反射材料可以增强光的反射效果,使信号更加明亮清晰,并确保不同信号颜色的识别准确。例如,采用具有高反射率和均匀反射特性的材料,如镀铝反光板或高反射率的涂料,可以提高信号的反射亮度和颜色鲜艳度。

5.4 增强操作人员的培训和技术素质

信号机操作人员是保障信号机正常运行和准确指示的重要环节,因此需要加强他们的培训和技术素质。制定全面的培训计划,包括信号机的工作原理、操作规程、故障排查和设备维护等方面的知识。培训内容应结合实际操作,注重实践技能的培养。操作人员应经过系统的理论培训和实际操作训练,以掌握信号机的使用和维护方法。同时,应建立健全的考核机制,对操作人员的培训效果进行评估,并定期进行技能测试和复审。此外,还应不断开展培训更新和技术交流活动,使操作人员能够及时了解和掌握最新的信号机技术和操作要求。

5.5 强化信号机与其他设备的协同运行

信号机作为铁路运输系统的一部分,与其他设备的协同运行至关重要。首先,与轨道电路系统实现联动,以确保信号机能准确感知列车的位置和运行状态。通过与轨道电路系统的交互,实现实时监测列车位置和速度等信息传递,确保信号指示的准确性和及时性。其次,与道岔机械系统协同工作,确保信号机和道岔的切换和设置具有一致性。通过合理安排信号机和道岔的联锁关系,减少因操作冲突导致的错误和故障。与调度系统紧密结合,实现信息的共享和交流。通过高效的通信系统,确保信号机与调度系统之间的准确和及时的信息传递,实现列车和设备的协同运行。

6 结语

综上所述,通过加强技术支持和维护、优化设计和布局、提升可见性和可读性、提升操作人员素质、强化与其他设备的协同运行等措施,可以提高信号机的可靠性、准确性和安全性。这不仅有助于降低事故风险和提高列车运行效率,还能提升乘客和工作人员的出行体验。铁路运输是重要的交通方式,应该努力优化信号机设置,为人民安全和便捷的铁路出行提供有力保障,推动铁路运输行业的发展和进步。

参考文献

- [1] 效衡乾.铁路信号室外施工中关键设备安装的研究[J].中小企业管理与科技(上旬刊),2021(7):177-178.
- [2] 赵阳,马衍明.进站信号机显示及区间三接近编码电路的分析与改进[J].铁路通信信号工程技术,2022,19(1):96-100.
- [3] 李强国.铁路信号托架设计及进站信号机机构设置方案探讨[J].住宅与房地产,2021(16):87-88.

The Analysis of Logic Check on Relay Coding Automatic Block

Jianfeng Zhang¹ Xian Zhang² Kaidian Li³

1. Chengdu Yunda Technology Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

2. Sichuan Huifeng Engineering Management Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610041, China

3. Chongqing Zhonghe Zhihang Transportation Technology Co., Ltd., Chongqing, 401147, China

Abstract

The current railway signal system using electrical components and external environment interference will cause track circuit fault shows, the railway system has been popularized based on the relay code of automatic block track circuit increase logic check system, check the train in the process of the track circuit status, protection in the wrong fault, and give the alarm, so as to further improve the safety of the track circuit. Based on the engineering cases in the implementation process of the Longhai Line logic inspection transformation project for research and analysis, the system architecture and function are introduced from the hardware equipment and relay circuit. By listing the common and special driving scenes of trains, the logic inspection working principle is analyzed in detail. At present, the station line track circuit division has been put into use has been effectively improved.

Keywords

railway signal; track circuit; relay coding; logic check; automatic block

继电编码式自动闭塞逻辑检查分析

张健锋¹ 张弦² 李开典³

1. 成都运达科技股份有限公司, 中国·四川成都 610000

2. 四川汇丰工程管理有限公司, 中国·四川成都 610041

3. 重庆众合智行交通科技有限公司, 中国·重庆 401147

摘 要

目前铁路信号系统使用电器元件及外部环境干扰会造成轨道电路故障显示,铁路系统已经推广使用的基于继电编码的自动闭塞轨道电路增加逻辑检查系统,检查列车行进过程中轨道电路状态,在错误故障时防护,并给出报警,从而进一步提高轨道电路的安全性。结合陇海线逻辑检查改造项目改造实施过程中的工程案例进行研究分析,从硬件设备,继电电路介绍了系统架构和功能,通过列举列车常见及特殊的行车场景,详细分析逻辑检查工作原理。目前已经投用的车站线路轨道电路分路不良等故障的情况得到有效的改善。

关键词

铁路信号; 轨道电路; 继电编码; 逻辑检查; 自动闭塞

1 引言

目前既有铁路自动闭塞系统分为列控中心编码和继电编码两类,二者的共有缺点是仅检查区间轨道电路占用情况,不能检查当轨道电路因电气故障等原因造成的分路不良而引起的信号机显示错误、机车信号升级等危险行车指示。为进一步提高铁路信号系统安全可靠,并且在故障导向安全的原则下,提出了引进逻辑检查系统对既有区间自动闭塞信号系统进一步完善。逻辑检查能够有效减少因轨道电路故障造成的信号系统安全风险的功能,能很好地提高铁路运营的效率及安全性,目前各铁路局主要干线线路均已经引进逻辑

检查系统对既有自动闭塞系统进行补充,新建线路也在设计上同步考虑增设逻辑检查系统。

2 系统概述

2.1 逻辑状态

继电式逻辑检查系统以闭塞分区为单位进行逻辑判定。闭塞分区逻辑状态包括空闲、正常占用、故障占用、占用丢失四种。逻辑状态及含义如表 1 所示。

2.2 系统功能

继电式逻辑检查系统是基于继电编码自动闭塞轨道电路,搭建逻辑检查电路,实现区间逻辑检查功能。系统具有以下功能。

故障导向安全,电路为信号安全电路,电路不得使既有信号升级,其安全性不低于现行有关技术标准。

显示功能,列车行进过程中的闭塞分区逻辑状态通过

【作者简介】张健锋(1991-),男,中国四川金堂人,本科,工程师,从事铁路信号工程技术研究。

人解盘显示。

防护功能，占用丢失情况时，系统自动防护，相应闭塞分区红光带，信号机点红灯，后方相邻闭塞分区发送HU码^[1]。

报警功能，闭塞分区逻辑状态异常情况时，输出声光报警。

报警解除功能，系统设置人工解锁和正常解锁两种情况。

3 系统构建

系统构建分为三个部分，分别为逻辑检查电路、人工解锁盘、监测单元。逻辑检查电路完成逻辑状态判定及防护。人工解锁盘完成显示、解锁、操作等功能。监测单元完成相关电路及设备信息采集。系统构建关系原理图如图 1 所示。

3.1 逻辑检查电路

逻辑检查电路根据闭塞分区占用、出清的顺序关系，对区间闭塞分区的状态进行逻辑判定，并在非正常逻辑行车时给出防护及报警。设置的继电器类型包括人解继电器（RJ）、区间轨道复示继电器（QGJ）、报警继电器（BJ）、记录继电器（JLJ）、进站继电器（JZJ）、出站继电器（CZJ）、关闭继电器（GBJ）、总报警继电器（ZBJ）。

3.2 人工解锁盘

人工解锁盘每站新设一台，设于车站运转室，提供显示、报警及操作功能。显示：QGJD（区间轨道继电器状态表示灯），显示盘面与区间闭塞分区布置一致，直接反映区间轨道电气设备输出信息情况。

报警：BJD（报警灯）、BJDL（报警电铃）完成对应闭塞分区逻辑检查异常时输出声光报警。逻辑检查报警时，BJD 红灯点亮，QGJD 绿灯点亮。

操作：RJA（人工解锁按钮）用于解除对应闭塞分区的防护及报警状态；GBA（关闭按钮）用于按照区间方向口

进行逻辑检查功能关闭，当产生单一或多个报警时候，按压该按钮对本站该方向口全部闭塞分区实现总人解功能。

3.3 车站带受控站

对于无人值守站，如中继站或区域联锁受控站等，主控车站设置一套主控人解盘，受控站设置一套备用人工解盘，二者通过信号电缆实现电路联系及控制。

主控站人解盘具有优先权，设置授权按钮。授权按钮按下后，受控站人解盘才具备操作权，否则操作无效。二者具有相同显示界面，具有报警及消除报警的一致性^[2]。

3.4 监测单元

逻辑检查监测单元检查并记录逻辑检查电路中设备状态，反映电路工作原理。检查并记录人工解锁盘各个按钮状态、按压次数及报警状态，提供监管维修依据。

逻辑检查监测单元同其他信号集中监测单元一样，只负责监测设备信息状态，不影响既有联锁、列控系统工作，不参与行车控制。

4 系统分析

继电式逻辑检查系统是采集 ZPW-2000 制式区间轨道电路中 GJ、QGJ、QFJ 等条件，由记录继电器 JLJ 完成检查闭塞分区的空闲一占用一出清关系，进站口设置进站继电器 JZJ，出站口设置出站继电器 CZJ 完成判定，实现了列车自发车站发车一区间行驶一接车站接车的完整检查。行车过程示例图如图 2 所示。

4.1 列车发车

CZJ 检查列车是否按照正常逻辑出站，其条件为 CZJ 是否完成一次“吸起—落下—再吸起”的过程，若完成该条件，表示列车正常发车驶入区间，否则系统给出报警。

吸起：正常空闲状态。

落下：排列列车发车进路后 IBG 占用。

再吸起：列车占用 1LQ 时 IBG 出清。

表 1 闭塞分区逻辑状态表

状态	QGJ	GJ	含义
空闲状态	吸起	吸起	表示列车未占用该闭塞分区、该闭塞分区所反映的线路状态为空闲
正常占用	落下	落下	表示列车占用该闭塞分区、该闭塞分区所反映的线路状态为占用
故障占用	落下或吸起	落下	表示列车未占用该闭塞分区、该闭塞分区所反映的线路状态为占用
占用丢失	落下或吸起	吸起	表示列车占用该闭塞分区、该闭塞分区所反映的线路状态为空闲

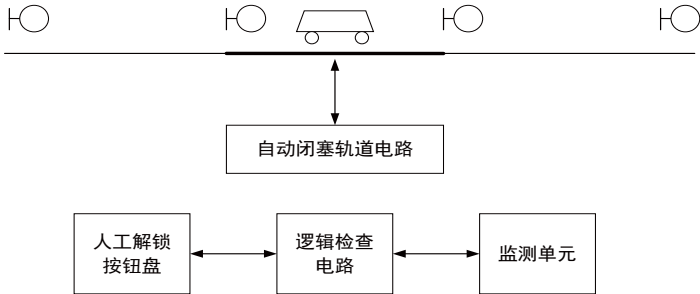


图 1 系统构建关系原理图

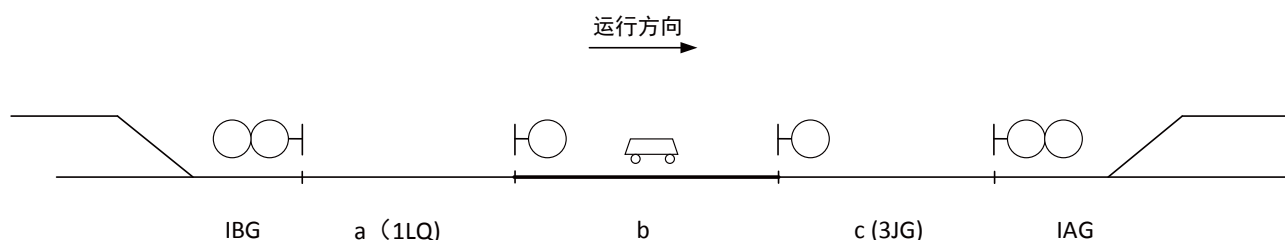


图2 行车过程示例图

计算机联锁完成对进路中站内轨道区段占用出清顺序关系的检查，但是未能对发车进路最末区段 IBG 出清检查，继电式逻辑检查系统补充 IBG 的出清检查。当列车行驶至 IBG 占用丢失，且未检查列车行驶至区间 1LQ，系统对 IBG 进行逻辑防护，IBG 不能正常出清，区段显示红光带，发车信号机不能开放。如果检查到 1LQ 正常占用情况下，IBG 能正常出清。

4.2 区间通过行驶

列车区间通过行驶，每一闭塞分区设置 JLJ，检查闭塞分区占用出清顺序关系。其条件为 JLJ 是否完成一次“吸起—落下—再吸起”的过程。若完成该条件，表示列车正常通过该闭塞分区，否则系统给出报警。

吸起：正常空闲状态。

落下：后方闭塞分区占用时本闭塞分区占用。

再吸起：列车占用前方闭塞分区时本闭塞分区出清。

参照图2列车顺序占用 a、b、c 三闭塞分区，若 b 未经占用，列车检查行驶至 c，逻辑检查系统对 a 进行防护。列车正常占用至 b，占用后丢失，同时 c 一直未被占用，逻辑检查系统对 b 进行防护。

4.3 列车接车

JZJ 检查列车是否按照正常逻辑进站，其条件为 JZJ 是否完成一次“落下—吸起—再次落下”的过程，若完成该条件，表示列车正常接车进站，否则系统给出报警。

落下：正常空闲状态。

吸起：排列接车进路后列车占用 IAG。

再次落下：3JG 出清。

列车完全进入 3JG 占用丢失，同时未检测到进站口内方第一区段 IAG 占用，判断列车未驶入站内，系统对 3JG 进行防护。

4.4 特殊场景

发车站未排列列车进路，列车（或机车车辆）越过进站信号机进入区间正方向运行时，若轨道电路能正常反映区段的“占用”“空闲”情况，逻辑检查系统不输出报警。

接车站未正常开放进站信号，列车由区间越过进站信

号机驶入站内时，逻辑检查系统输出报警，对 3JG 进行防护。该报警不得自动解除，必须通过人工解锁。

区间开通正向，列车在区间“走—退—走”、分解或重联运行时，相关的逻辑检查闭塞分区可输出报警。

区间开通反向，按站间闭塞运行，逻辑检查系统自动切换成关闭状态，无逻辑检查报警。

系统不影响调车作业（含机外调车），系统不输出报警，当施工天窗有作业轨道车发车至区间后返回车站时，需根据情况关闭该区间逻辑检查功能，否则系统会输出报警^[1]。

5 系统缺点

通过继电式逻辑检查系统电路原理分析，可知其对逻辑状态的判定完全是通过继电电路完成，存在特定情况下逻辑检查系统检查盲区，例如列车紧追踪、列车断钩或分部运行时，后续列车车辆所在的闭塞分区占用丢失；又如当闭塞分区占用丢失、故障占用、信号机红灯断丝等故障构成的多重故障，系统也不能完成检查。

6 结语

继电式逻辑检查系统是基于继电编码自动闭塞轨道电路，通过增加继电设备，搭建逻辑检查电路，修改既有自动闭塞电路完成逻辑检查功能。实现当列车非正常逻辑行车情况的防护，提高了列车行驶的安全可靠性。系统能自行检查并排除列车行进过程中因轻车跳动，线路撒沙等原因造成的分路不良，短时占用丢失，减少对行车调度的干扰，提高行车效率。目前，陇海线已经全面搭建逻辑检查系统，从车站使用及电务维护反映来看，能够有效减少轨道电路分路不良情况。

参考文献

- [1] 王家麟, 金玉. 关于区间自动闭塞实施联锁并实行三点检查解锁的初探[J]. 铁道通信信号, 1999(6): 14.
- [2] 王时龙. 特殊场景下的逻辑检查电路解析及建议[J]. 铁路通信信号工程技术, 2022, 19(5): 86-89+100.
- [3] 辛东红. 基于工程应用的铁路区间逻辑检查系统研究[J]. 铁道建筑技术, 2022(4): 166-169+193.

Research on the Design and Reliability Optimization Strategy of the New Electronic Heater PCBA

Yihui Zhang

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

Abstract

This paper discusses the requirements and optimization methods of electronic heater PCBA design. The design process includes component selection and layout, line design and wiring planning, PCB board selection and layout, PCB board thickness and heat dissipation design, PCB board hierarchy and stack design, and PCB board impedance control and signal integrity design. The optimization methods include thermal analysis and heat dissipation design, electromagnetic compatibility design, anti-static design, reliability selection of PCB plates and components, and PCB plate manufacturing and assembly process optimization. And through the example analysis, in order to improve the performance and reliability of the electronic heater, to promote the development of the industry.

Keywords

new electronic heater; PCBA design; reliability optimization; strategy

新型电子加热器 PCBA 设计与可靠性优化策略研究

张义辉

深圳市锐谷科技有限公司, 中国 · 广东 深圳 518000

摘 要

论文讨论了电子加热器PCBA设计的要求和优化方法。设计流程包括元器件选择与布局、线路设计与布线规划、PCB板材选择与布局、PCB板厚与散热设计、PCB板层次与堆叠设计以及PCB板阻抗控制与信号完整性设计。优化方法包括热分析与散热设计、电磁兼容性设计、防静电设计、PCB板材与元器件可靠性选择以及PCB板制造与组装工艺优化。并通过实例分析, 以期提高电子加热器的性能和可靠性, 促进行业的发展。

关键词

新型电子加热器; PCBA设计; 可靠性优化; 策略

1 引言

电子烟作为一种新型的替代传统烟草的产品, 受到了越来越多消费者的青睐。电子烟的核心技术之一就是电子加热器, 它通过加热电阻丝将液体烟油转化为可吸入的蒸汽。因此, 电子加热器的设计和可靠性对于产品的性能和用户体验至关重要。目前市场上存在着各种不同类型的电子加热器, 但是它们在设计 and 可靠性方面存在一些问题。第一, 一些电子加热器的 PCBA 设计不合理, 导致加热效果不佳或者容易出现故障。第二, 一些电子加热器的可靠性较差, 容易出现短路、过热等问题, 影响产品的使用寿命和安全性。因此, 论文旨在通过对新型电子加热器 PCBA 设计与可靠性优化策略的研究, 提出一种改进的设计方案, 以提高产品的性能和可靠性。

2 电子加热器 PCBA 设计优化策略

2.1 电子加热器 PCBA 设计要求分析

电子加热器 PCBA 设计要求分析是指对电子加热器 PCBA 设计的需求进行详细分析, 包括功能要求、性能要求、可靠性要求等方面。具体分析如下:

①功能要求: 电子加热器 PCBA 设计需要满足加热器的基本功能, 如加热温度控制、加热时间控制等。同时, 还需要考虑其他功能需求, 如温度显示、故障报警等。

②性能要求: 电子加热器 PCBA 设计需要具备良好的性能, 如加热器的加热速度、加热均匀性等。同时, 还需要考虑功耗、效率等性能指标。

③可靠性要求: 电子加热器 PCBA 设计需要具备良好的可靠性, 能够长时间稳定工作。同时, 还需要考虑防止过热、过载等情况的保护措施。

④安全要求: 电子加热器 PCBA 设计需要考虑安全性, 如防止触电、防止短路等安全措施。

⑤成本要求: 电子加热器 PCBA 设计需要考虑成本因

【作者简介】张义辉(1979-), 男, 中国广东梅州人, 高级工程师, 从事电子硬件、电子软件的技术开发研究。

素，尽量降低成本，提高性价比。

2.2 电子加热器 PCBA 设计流程

①元器件选择与布局：在选择元器件时，需要考虑其功率、耐压、温度等参数。对于电子加热器来说，选择合适的加热元件（如电阻、发热体等）非常重要。需要确保选用的元器件能够承受所需的功率，并具备足够的耐压能力。此外，还需要考虑元器件的温度特性，以确保其能够在工作温度范围内正常运行。在布局元器件时，需要注意将高功率元器件与其他元器件分开，以避免热量传导对其他元器件的影响。同时，合理布局元器件可以提高 PCBA 的散热效果，减少温度升高对元器件的影响。

②线路设计与布线规划：在进行线路设计时，需要考虑信号传输的稳定性和抗干扰能力。合理规划线路布线可以减少信号干扰和串扰，提高电路的稳定性和可靠性。首先，需要合理安排信号线和电源线的走向，尽量避免它们交叉或平行走向。这样可以减少互相干扰。其次，需要注意信号线的长度，过长的信号线会引入阻抗不匹配和信号衰减等问题。因此，应尽量缩短信号线的长度。此外，还可以采用差分信号传输来提高抗干扰能力。

③ PCB 板材选择与布局：选择合适的 PCB 板材可以提高 PCBA 的散热性能和抗干扰能力。常见的 PCB 板材有 FR-4、金属基板等。FR-4 是一种常用的玻璃纤维增强环氧树脂板材，具有良好的绝缘性能和机械强度。金属基板则具有良好的散热性能。根据具体需求选择合适的板材。在布局 PCB 板时，需要合理安排元器件的位置，减少信号线的长度和阻抗不匹配带来的影响。同时，还需要注意将高功率元器件与其他元器件分开，以避免热量传导对其他元器件的影响^[1]。

④ PCB 板厚与散热设计：在设计 PCB 板时，需要考虑电子加热器的散热需求。首先，选择合适的 PCB 板厚度，以提供足够的散热面积和散热效果。较厚的 PCB 板可以提供更大的散热面积，有利于散热。其次，可以采用金属基板作为 PCB 板材料，金属具有良好的导热性能，可以有效地将热量传导到散热器或散热片上。此外，还可以在 PCB 板上增加散热片或散热器，增强散热效果。

⑤ PCB 板层次与堆叠设计：根据电子加热器的功能需求和电路复杂度，需要合理设计 PCB 板的层次和堆叠方式。层次设计指的是将电路分布在不同的 PCB 板层次上，以提高电路的稳定性和抗干扰能力。堆叠设计指的是将不同层次的电路通过适当的堆叠方式连接起来。通过合理的层次设计和堆叠方式，可以减少信号传输的干扰和串扰，提高电路的性能。

⑥ PCB 板阻抗控制与信号完整性设计：在设计 PCB 板时，需要注意控制信号的传输阻抗，以确保信号的完整性和稳定性。传输阻抗是指信号在传输线上的阻抗匹配情况，阻抗不匹配会导致信号反射和损耗，影响信号的质量。为了控

制阻抗，可以采用合适的线宽、线距和层间距等方式来设计 PCB 板。

此外，还可以采取合适的布线方式，如差分布线和地平面分割等，来减少信号串扰和干扰，提高信号的完整性。

2.3 电子加热器 PCBA 设计优化实例分析

2.3.1 问题描述

某公司目前的电子加热器 PCBA 设计存在一些问题，例如温度控制不准确、加热效率低下等。需要对 PCBA 设计进行优化，以提高产品性能和可靠性。

2.3.2 解决方案

①优化电路设计：根据产品要求选择精度高、响应速度快的温度传感器，以提高温度控制的准确性；采用恒流驱动方式，以提高加热效率和稳定性；在电路中添加过压保护电路，以防止电路过载损坏。

②优化 PCB 布局：将温度传感器与加热元件的位置相对靠近，以减少温度传感器的响应时间；合理布局电路元件，减少电路长度和电磁干扰，提高信号传输的稳定性。

③优化 PCB 材料选择：选择高温耐受性好的材料，以适应高温环境下的工作要求；选择具有良好导热性能的材料，以提高加热效率和散热性能。

2.3.3 数据表格示例

数据表格示例见表 1。

表 1 数据表格示例

优化项	参数	优化前	优化后
温度控制准确性	温度偏差 (°C)	±2	±0.5
加热效率	加热时间 (s)	10	5
过压保护	过压阈值 (V)	5	4
PCB 布局	电路长度 (cm)	20	10
PCB 材料	温度耐受性 (°C)	80	120
PCB 材料	导热系数 (W/mK)	1	3

通过以上优化措施，电子加热器 PCBA 设计得到了明显的改进。温度控制准确性提高了 4 倍，加热效率提高了 50%，过压保护阈值降低了 20%，PCB 布局优化使电路长度减少了一半，PCB 材料的温度耐受性提高了 50%，导热系数提高了 3 倍。这些改进将显著提升产品的性能和可靠性^[2]。

3 电子加热器 PCBA 可靠性优化策略

3.1 电子加热器 PCBA 可靠性要求分析

首先需要对其可靠性要求进行分析。可靠性要求包括工作环境条件、使用寿命、故障率等方面的要求。根据不同的应用场景和用户需求，可靠性要求可能会有所不同。

3.2 电子加热器 PCBA 可靠性优化方法

①热分析与散热设计：电子加热器在工作过程中会产生大量的热量，因此热分析和散热设计是提高 PCBA 可靠性的重要方法。通过对电子加热器的热分析，可以确定热量的产生和传导路径，进而设计合理的散热结构和散热器，以

保证 PCBA 的温度在可控范围内。

②电磁兼容性设计：电子加热器 PCBA 在工作过程中会产生电磁辐射和电磁干扰，对周围的电子设备和系统可能造成干扰。因此，电磁兼容性设计是提高 PCBA 可靠性的关键。通过合理的布局和屏蔽设计，可以减少电磁辐射和干扰，提高 PCBA 的抗干扰能力^[3]。

③防静电设计：静电可能对电子加热器 PCBA 造成损害，因此防静电设计是提高 PCBA 可靠性的重要环节。通过合理的接地设计、静电保护措施和防静电材料的选择，可以有效地防止静电对 PCBA 的影响。

④ PCB 板材与元器件可靠性选择：选择高质量的 PCB 板材和元器件是提高 PCBA 可靠性的基础。优质的 PCB 板材具有较好的耐热性、耐湿性和耐腐蚀性，能够在恶劣环境下保持稳定的性能。同时，选择可靠性较高的元器件，如长寿命、高温耐受等特性的元器件，可以提高 PCBA 的可靠性。

⑤ PCB 板制造与组装工艺优化：通过优化制造和组装工艺，可以减少制造过程中的缺陷和错误，提高 PCBA 的质量和可靠性。例如，采用先进的焊接工艺、自动化的组装设备和严格的质量控制流程，可以提高 PCBA 的可靠性。

3.3 电子加热器 PCBA 可靠性优化实例分析

3.3.1 问题分析

在生产过程中，某公司发现电子加热器 PCBA 存在以下问题：部分产品在高温环境下容易出现故障；部分产品在长时间使用后容易出现电路短路；部分产品的寿命较短，容易出现性能下降。

3.3.2 解决方案

①优化材料选择：选择高温耐受性较好的材料，如高温耐受性更好的电解电容器、电阻器等；选择具有较好耐磨性和耐腐蚀性的材料，如金属膜电阻、金属电容器等。

②优化电路设计：优化电路布局，减少电路短路的可能性；增加过压保护电路，防止电路过载；增加过温保护电路，防止电路在高温环境下损坏。

③优化生产工艺：严格控制焊接温度和时间，避免焊接过热或过冷；增加质量检测环节，确保产品的质量稳定。

3.3.3 数据分析

数据分析见表 2~ 表 4。

表 2 高温环境下故障率对比表

产品批次	优化前故障率	优化后故障率
批次 1	10%	5%
批次 2	12%	4%
批次 3	8%	3%

表 3 电路短路发生率对比表

产品批次	优化前短路发生率	优化后短路发生率
批次 1	8%	2%
批次 2	10%	3%
批次 3	6%	1%

表 4 产品寿命对比表

产品批次	优化前寿命	优化后寿命
批次 1	1000 小时	1500 小时
批次 2	800 小时	1200 小时
批次 3	1200 小时	1800 小时

通过以上数据分析，可以看出优化后的电子加热器 PCBA 在高温环境下故障率、电路短路发生率和产品寿命方面都有明显的改善。这些优化措施有效提高了产品的可靠性^[4]。

3.3.4 结论

通过对电子加热器 PCBA 的可靠性优化，公司成功解决了产品在高温环境下故障、电路短路和寿命短等问题。优化后的产品具有更好的性能和可靠性，提高了客户的满意度，也增强了公司的竞争力。

4 结语

综上所述，通过对电子加热器 PCBA 设计与可靠性优化策略的研究，我们可以得出以下结论。首先，在 PCBA 设计过程中，需要充分考虑元器件选择与布局、线路设计与布线规划、PCB 板材选择与布局、PCB 板厚与散热设计、PCB 板层次与堆叠设计以及 PCB 板阻抗控制与信号完整性设计等因素，以确保电子加热器的性能和稳定性。其次，在 PCBA 可靠性优化方面，需要进行热分析与散热设计、电磁兼容性设计、防静电设计、PCB 板材与元器件可靠性选择以及 PCB 板制造与组装工艺优化等措施，以提高电子加热器的可靠性和耐用性。通过本研究，我们可以为电子加热器的设计与可靠性优化提供一定的指导和参考，为相关领域的研究和应用提供有益的借鉴。

参考文献

- [1] 杨永.电子回旋共振加热系统中央控制器异常诊断设计与仿真[J].计算机测量与控制,2020(8):5.
- [2] 曾显清,韩冬林,黄玉川,等.适用于加热器具的锂离子电池发展现状及展望[J].中国烟草学报,2021(7):8.
- [3] 孙志伟,王威,杜文,等.电加热型烟草制品加热体的电热模拟[J].烟草科技,2020(7):9.
- [4] 郭彤洲,吴超群.炭加热烟草加热器传热性能分析[J].数字制造科学,2021(4):4.

Research on IPTV Transmission Technology Scheme Based on Municipal Radio and Television Network Platform

Xuehong Deng

Hubei Radio and Television Information Network Co., Ltd. Xiangyang Branch, Xiangyang, Hubei, 441021, China

Abstract

With the continuous intensification of the integration of the three networks, the traditional DVB television transmission business of broadcasting and television network companies is transitioning towards IPization, intelligence, and customization. This paper provides a feasible technical solution for cable television transmission from front-end to terminal through the research of municipal broadcasting and television IPTV technology solutions.

Keywords

IPTV; municipal level platform; access network

基于市级广电网络平台的 IPTV 传输技术方案研究

邓学红

湖北省广播电视信息网络股份有限公司襄阳分公司, 中国·湖北 襄阳 441021

摘 要

随着三网融合的不断加剧, 广电网络公司原有的DVB传统电视业务传输业务, 正在向IP化、智能化、定制化转变, 论文通过市级广电IPTV技术方案的研究, 为有线电视传输在前端到终端传输提供了一个可实行的技术方案。

关键词

IPTV; 市级平台; 接入网

1 背景

随着信息技术不断发展, 各运营商在平台、传输、接入、终端等层面技术发展趋同, 都是朝着 IP 化方向演进。从广电网络公司改革发展的角度看, 建设 IPTV 直播点播平台, 对于巩固用户和加快公司业务转型的升级步伐, 实现创新发展、持续发展、领先发展, 具有十分重要的意义。一是能够大力提升广电网络综合业务服务能力。借助于 IPTV 直播点播平台, 广播电视技术与云计算、大数据、物联网等新一代信息技术加速融合, 使智能化个性化全媒体一体化协同服务成为现实。二是能够加快技术与业务创新, 向全媒体智能云服务平台转型升级。

2 技术规划

本规划在市级广电网络进行 IPTV 直播点播建设。

①整体业务系统需实现基于 IPTV 网络环境下, 为终端用户提供视频直播点播业务, 需求建设前端软件系统及提供终端 APK, 且整体业务系统提供标准化、规范化的业务接口,

实现与现网全业务平台的无缝集成对接。

②规划建设平台依据需求提供节目数量为 200 套的 IPTV 直播或点播业务, 支持逐步扩容, 每个区域支持 5000 户, 最终可达 20 万~30 万用户的并发能力。

③ IPTV 直播点播系统支持 IPV4 与 IPV6 的双栈。

④系统需采用分布式部署架构, 各个分区域与省中心各软件平台进行对接, 管理全省各地的 IPTV 直播点播业务, 市级分平台部署 IPTV 直播系统, 用于接收直播点播节目、本地节目的组播源并输出 IPV4 和 IPV6 组播流并通过接入网下发给终端 APK^[1]。

⑤终端 APK 获取由 IPTV 直播点播前端的 EPG 发布系统下发的 EPG 信息, 需同时支持播放组播形式的节目流与单播形式的节目流。组播流节目由本建设的推流设备推送, 单播流节目由 APK 向现有的 IPTV 推流服务器获取。

3 技术方案

3.1 业务整体架构

整体业务系统将提供基于 IP 方式的直播点播业务, 直播点播业务一方面由组播源提供, 另一方面对接全业务平台系统以获取单播流播放地址, 以便在组播不可用的场景下提

【作者简介】邓学红(1973-), 男, 中国湖北南漳人, 工程师, 从事IPTV传输技术研究。

供IPTV直播点播业务,组播单播流节目通过本方案的城域网PON设备下发至终端。

IPTV直播点播系统的业务模块包含:省平台BOSS运营支撑系统、点播平台CMS内容管理系统(后期待定)和地市分平台EPG发布系统、3A认证鉴权系统和终端直播点播APK(功能上保持一致即可,无需严格依照此名字划分),系统需支持IPV4和IPV6双栈协议,平台内部模块以IPV4相互通信,平台对终端的模块支持IPV4和IPV6双栈通信。

3A认证鉴权计费系统需实现直播点播用户的认证鉴权,包括进入APK时的登录鉴权和播放节目时的播放鉴权^[2]。考虑到未来第三方终端(如非广电的电视盒子或智能电视)上的应用场景,平台可实现与BOSS里账号密码信息的对接接口,以便在非智能卡环境下的业务完成。

终端直播点播APK需适配现网终端和直播点播界面呈现,需要支持IPV4和IPV6的双栈协议,并能以组播和单播的形式播放节目。APK需拥有智能切换机制,在组播不可用的网络环境下从现网全业务平台获取单播播放串以提供IPTV直播点播业务。

推流网闸设备部署于地市分公司,作为IPTV直播点播系统中提供组播信源的设备,需满足同时推送IPV4和IPV6组播的功能,每一组组播流可达到2Gbps(IPV4和IPV6一起达到4Gbps),并支持230个数量的节目。

3.2 系统功能

3.2.1 内容管理系统(CMS)

内容管理系统需实现对点播业务的统一管理,支持以IP段、CA卡号的形式灵活的划分区域,并以分区域的方式对直播点播频道的管理、频道审核、频道上/下线等业务处理,同时需要具有成熟的账号管理、权限划分功能和完善的审核机制,以满足未来各支公司在可管可控的前提下运营维护的应用场景。

内容管理系统实现直播点播频道管理、审核、编排、打包等功能,是新媒体运营的基础。多级可配置审核流程,全局上、下线功能保证了内容可管可控。

一是直播点播频道管理。系统支持针对直播点播频道的业务管理,提供多维度的业务操作、数据管理,实现对直播点播业务全局配置及业务管控。

①支持频道数据新建、编辑、删除、审核、上线等业务控制。

②支持指定多终端类型的频道分组,实现面对不同的终端展示不同的频道数据(直播点播信息流地址,频道号等)。

③支持创建节目分组,将节目放置到不同的分组中并投放,每个节目可以放置到多个分组中,分组信息区域间需彼此独立,终端APK会根据自身所在的区域显示该区域投放的节目分组及分组下对应的直播点播节目。

④不同地区依据需要展示不同的分类、频道号、频道。

⑤支持第三方系统直播点播频道对接、注入,必要时对接国网。

⑥支持区域内直播点播频道信息的导入/导出,便于实现不同区域配置的快速复制后再个性化调整的应用场景。

二是本地节目管理。终端访问时后台优先根据CA卡号/账号判断地区信息,若无该CA卡号/账号的地区信息,则根据终端的IP段决定终端归属地区,终端获取该地区的节目、分组信息并展示。

三是角色/权限划分。对系统平台进行管理,针对职能的不同对每个管理员赋予不同的角色,匹配与之相对应的权限,提供多级别日志记录用于故障查找及访问追溯,一个权限可对应一种/多种角色,一种角色可对应多个账号^[3]。

四是EPG系统。系统可对直播点播节目单进行统一的业务管理、数据配置,实现节目单业务的多样化、整体化,并确保节目单数据的统一下发。

①支持直播点播频道节目单添加、编辑、删除、导入、导出等业务操作。

②支持以下维度的节目单数据编辑:节目名称、节目播放时间、时长、种类、关键字、嘉宾、介绍、节目海报等。

③支持第三方系统节目单对接、导入。

3.2.2 认证鉴权计费系统(3A)和PPOE认证

认证鉴权系统(3A系统)基础功能主要包括设备开机认证、用户登录认证,基础业务或增值业务的业务鉴权,并根据业务权限进行业务管理和业务控制,可封装统一的接口供第三方系统或模块调用,并支持全业务的权限管控等功能。

用户通过PPOE拨号到BRAS,通过3A认证服务器完成计费、认证,BRAS为用户分配IP。

系统设计主要采取模块化设计,可灵活拆分重组。主控功能为认证系统自身的操作控制,同时可选择是否启用基础功能模块。

一是WEB控制台管理。本认证系统中要求采取WEB浏览器方式,监控和管理认证系统,界面友好智能,且该方式管理模式和便捷性都优于C/S模式,且能直观访问认证计费系统中的缓存数据,只需要通过接口与各个对接系统进行对接,即可满足用户需求。

二是认证控制。认证部分提供了对用户的认证,认证支持获取智能卡号和手动输入账号密码两种方式进行权限审核,认证的原理是每个用户都有一个唯一的权限获得标准,由认证服务器将用户的标准同数据库中每个用户的标准一一核对,如果符合,那么该用户认证通过;如果不符合,则拒绝提供服务和产品。

三是播放鉴权。系统支持绑定一个或多个产品并同时满足条件/只要其中一个满足条件的鉴权模式,鉴权失败则跳转对应功能。当终端用户发出播放请求时,系统会询问3A系统针对该节目是否有播放权限(即是否购买),如通过,

则开始播放，如不通过，返给终端用户可订购产品内容。

3.3 接入网方案

IPTV 直播点播平台的组播节目流由部署在地市分平台的推流网闸提供，接入当地的城域网 PON 网络下发给终端。网络不支持组播时，由投资方逐步改造。初期使用单播模式。

IPTV 直播点播平台可与城域数据网互联或者直接对接 OLT，如组播流经过城域数据网，三层网络设备需要启用 PIM，建议使用 SM 模式，并选用核心节点为 RP。从行业优选设计思路来看，组播复制点建议部署在 OLT 上。OLT 开启 IGMP Proxy 和 IGMP Snooping 功能，将组播流复制至 OLT 的 PON 口，OLT 和 BRAS 或 IPTV 直播点播平台之间的互联链路只需设置一个组播 VLAN，为每一个直播点播频道传递一份组播流。接入网其余二层设备全线开启 IGMP Snooping。

按一个 BRAS 下联口下传 200 个直播点播高清频道为

例，每个高清频道为 8M，即一台 OLT 与 BRAS 之间仅传输直播点播业务至少需要 1.6G。为了确保 IPTV 直播点播业务质量，需要在城域网设备和 OLT 上启用 QoS，保障组播业务。

3.4 IPTV 后台管理

3.4.1 节目管理

通过 IPTV 后台管理平台可进行节目管理和节目配置。

3.4.2 APK 管理

IPTV 后台可通过用户组来管理不同用户可以观看哪些节目，配置了组播输出的客户需要在组播频道列表中编辑添加。

3.5 终端 APK 相关技术

根据平台需求，终端设备包括 GPON 光猫或者 EPON 光猫、IPTV 机顶盒等，见表 1。

表 1 终端设备类型及配置

类型	配置
GPON 光猫	路由交换：400 bogo MIPS + 100 DSP MIPS 及以上
	内存：不小于 32MByte
	存储：不小于 16MByte
	无线路由器模块支持 300M 双发
	内存：1G DDR 或者以上
	存储：8G EMMC
	WIFI：内置 WIFI 芯片
IPTV 机顶盒	CPU：四核，4K30P 芯片，推荐芯片 海思 3798MV100
	内存：1G DDR 或者以上
	存储：8G EMMC
	WIFI：内置 WIFI 芯片
	配件：HDMI 线、AV 线、学习型遥控器、12V1A 外置电源

4 应用场景

IPTV 电视系统集成多行业特有的一些功能，节目内容丰富，观看方式灵活，可在学校、酒店、机场、医院等大型局域网系统灵活应用，备受广大消费者喜爱。

4.1 智慧社区

智慧社区让社区生活、社区服务管理变得更有智慧，提升社区管理服务质量。社区宣传工作在过去一般就是贴告示、打横幅，费时费力，效果有限。现在社区公告直接通过图文方式在屏幕上进行滚动通知消息、寻物启事、紧急通知等动态信息，让居民足不出户、随时随地可以参与社区建设和管理，让社区生活更加安全便利。

4.2 智慧酒店

IPTV 智慧酒店系统为酒店定制化个性需求，满足酒店风格化、尊贵化的体验。通过该系统，有效提升酒店的管理、效率、为酒店节省前期投资成本和后期运营成本，以比较亲民的价格空间、为酒店营造个性化、尊贵化的无限价值。该

方案可为广电网络公司在酒店室内布线中简化线路，降低施工成本，黏住酒店等大客户。

5 结语

广电数字电视的未来发展就是高清互动，广电数字电视网络的双向改造已经完成，三网融合为广电的互动电视的发展增加了动力，IPTV 主打互动性，在功能上突出点播、回看和时移，其视频点播功能可以让用户不受频道和时段的束缚，随时看自己想看的节目。在接入网无法改造的情况下，为各类酒店、医院、社区提供定制化服务。

参考文献

- [1] 崔丽君.浅析IPTV与数字电视[J].太原城市职业技术学院学报, 2009(6):146-147.
- [2] 罗露.我国电信运营商发展IPTV业务的策略研究[D].武汉:华中师范大学,2016.
- [3] 药晓蓉.浅议联通业务应用与网络发展——联通IPTV业务解决方案与业务前景展望[J].中国科技博览,2013(34):54.

Design and Research on Secure Data Transmission Scheme Based on Blockchain Technology

Daoli Qiu

School of Information and Control Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu, 221000, China

Abstract

The new paradigm of blockchain technology provides new possibilities for data transmission and information exchange, but with it comes potential threats and risks. Therefore, a comprehensive system architecture has been proposed that integrates blockchain technology and smart contracts to ensure the security and credibility of data transmission. We also emphasized the key importance of security measures such as identity verification and authorization, data tampering prevention, and dual payment prevention, and discussed the necessity of risk management strategies to reduce system vulnerability.

Keywords

blockchain technology; security data; transmission

基于区块链技术的安全数据传输方案设计研究

仇道理

中国矿业大学信息与控制工程学院, 中国 · 江苏 徐州 221000

摘 要

区块链技术的崭新范式为数据传输和信息交换提供了新的可能性,然而,随之而来的是潜在的威胁和风险。因此,提出了一个完善的系统架构,融合了区块链技术和智能合约,以确保数据传输的安全性和可信度。我们还强调了身份验证和授权、防止数据篡改、防止双重支付等安全性对策的关键性,并讨论了风险管理策略的必要性,以降低系统的脆弱性。

关键词

区块链技术; 安全数据; 传输

1 引言

在当今数字时代,数据的安全传输成为企业、政府 and 个人的首要关注点。随着信息技术的快速发展,传统的数据传输方法面临着日益复杂的威胁和挑战,如数据泄漏、篡改、双重支付等问题。因此,为了确保数据的机密性、完整性和可用性,需要寻求新的、更加安全的数据传输解决方案。

2 区块链技术基本理论

区块链技术的核心本质在于它是一种去中心化的分布式账本系统。它的基本构建单元是区块,每个区块包含了一定时间内的交易数据以及前一个区块的哈希值,从而形成了一个线性的链式结构。这种链式结构具有高度的透明性和不可篡改性,因为一旦一个区块被添加到链上,它几乎不可能被修改。区块链的去中心化性质意味着没有中央权威机构来控制整个系统,而是由网络中的多个节点共同维护和验证交

易的有效性,从而确保了系统的安全性和可信度^[1]。

区块链的分布式共识机制是其关键特征之一。这种机制用于确保所有参与节点对交易的顺序和有效性达成一致意见,从而避免了双重支付等问题。最著名的共识机制是工作量证明(Proof of Work, PoW)和权益证明(Proof of Stake, PoS)。在 PoW 中,节点通过解决复杂的数学问题来争夺区块的生成权,而在 PoS 中,区块生成权取决于节点持有的加密货币数量。这些共识机制确保了网络的安全性和稳定性,并防止了恶意行为。

区块链技术不仅用于加密货币交易,还可以支持去中心化应用(DApps)和智能合约。去中心化应用是构建在区块链上的应用程序,它们不依赖于单一的中央服务器,而是由智能合约控制其逻辑和运行。智能合约是自动执行的合同,其中的规则和条件被编码为代码,并在区块链上执行。这使得无需中介机构,便可以实现各种自动化的交易和合同执行,从而降低了成本并提高了可信度。

【作者简介】仇道理(2002-),男,中国山东聊城人,在读本科生,从事电子信息与通信工程研究。

3 基于区块链技术的安全数据传输方案设计

3.1 硬件设计

基于区块链技术的安全数据传输硬件结构如图1所示。

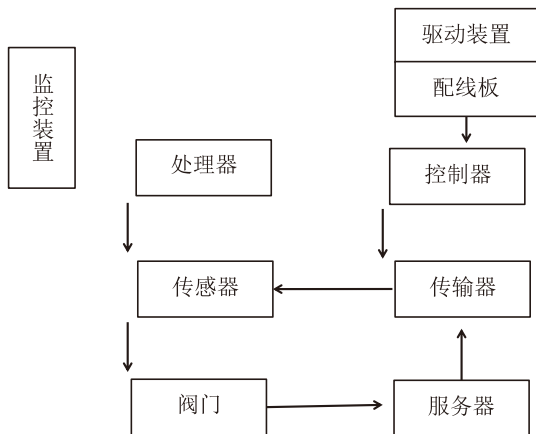


图1 基于区块链技术的安全数据传输硬件结构示意图

硬件设计的核心之一是集成安全硬件模块，以加强数据传输的保密性和完整性。这些安全硬件模块可以包括硬件加密引擎、安全存储模块、随机数生成器等。硬件加密引擎用于对传输的数据进行加密和解密操作，确保数据在传输过程中不被窃取或篡改。安全存储模块用于存储敏感信息，如密钥和证书，以免受到未经授权的访问。随机数生成器可用于生成随机数，以增强加密操作的随机性，从而提高系统的安全性。

数据传输方案的硬件设计还需要考虑性能因素，以确保高效的数据传输。这包括选择适当的处理器、内存、网络接口和存储设备，以满足实际传输需求。高性能硬件可以提高数据传输的速度和响应时间，从而降低了延迟和数据包丢失的风险。此外，硬件设计还应考虑可扩展性，以便在需要时能够轻松扩展系统的容量和性能^[2]。

硬件设计不仅仅关乎性能和功能，还需要考虑物理安全性。这包括选择安全的硬件存放位置、采用硬件封装和外壳，以及实施物理访问控制措施，以防止未经授权的物理访问和潜在的硬件攻击。物理安全措施对于保护硬件中存储的敏感信息以及确保硬件的可靠性和稳定性至关重要。

3.2 软件设计

3.2.1 架构设计

在软件设计的初期阶段，需要制定合适的架构，这是软件系统的骨架和基础。架构设计包括选择适当的软件模式和架构风格，以及确定组件之间的交互方式。一种常见的方法是采用分层架构，将系统划分为不同的层次，如用户界面层、业务逻辑层和数据访问层。此外，架构设计还应考虑性能、安全性、可扩展性和可维护性等因素，以确保系统能够满足其预期的功能和性能要求。

3.2.2 模块化设计

模块化设计是将系统划分为独立的模块或组件，每个

模块负责执行特定的任务或功能。这种设计方法有助于简化开发过程，提高代码的可读性和可维护性，并促进团队协作。模块应该具有清晰的接口和功能，以便于测试和重用。在模块化设计中，模块之间的依赖关系需要明确定义，以确保模块的相互协作是有效和可靠的。模块化设计还使得系统更容易进行单元测试和集成测试，从而提高软件质量。

3.2.3 数据设计和算法选择

软件设计还包括数据设计和算法选择，这涉及如何存储、管理和处理数据以满足应用程序的需求。在这一阶段，需要选择适当的数据结构和数据库系统，以确保数据的有效性和一致性^[3]。此外，需要选择合适的算法来执行各种操作，如搜索、排序、过滤和计算。算法的选择和优化对于软件的性能至关重要，因此需要仔细权衡不同算法的复杂性和效率。数据设计和算法选择应与架构设计和模块化设计协同工作，以确保整个系统的一致性和协调性。

3.3 数据传输过程

3.3.1 数据加密和解密

数据传输过程中的数据加密和解密是确保数据隐私和安全的关键环节。在数据发送端，原始数据将通过加密算法转化为密文，以确保只有授权的接收端可以解密和读取数据。加密过程通常涉及使用加密密钥，这个密钥只有发送和接收双方共享，并且应该被严格保护。接收端使用相同的密钥来解密接收到的数据，以还原原始信息。流行的加密算法包括对称加密算法（如AES）和非对称加密算法（如RSA）。正确实施数据加密和解密确保数据在传输过程中免受窃取或篡改的风险。

3.3.2 数据验证和确认

数据验证和确认是确保数据传输的完整性和准确性的重要步骤。在接收端，接收到的数据需要经过验证，以确保其在传输过程中未被篡改。这可以通过使用散列函数来生成数据的摘要，并将摘要与传输过程中接收到的数据进行比较来实现。如果摘要匹配，就表明数据完整且未被篡改。此外，还可以使用数字签名来验证数据的真实性，数字签名使用发送端的私钥进行签名，接收端使用发送端的公钥来验证签名的有效性。数据验证和确认确保数据在传输过程中的可靠性，防止数据损坏或篡改引发的问题。

3.3.3 交易管理

交易管理是数据传输过程中的关键组成部分，特别是在基于区块链技术的系统中。在这一阶段，发送方和接收方之间的数据交换被记录在分布式账本中，以确保交易的可追溯性和可证明性。每个交易都包含了必要的信息，如发送方、接收方、交易金额和时间戳等。交易需要遵循智能合约规则，这些规则事先编写并嵌入区块链网络中。交易管理还包括网络中节点的共识过程，确保只有有效的交易被添加到区块链上，从而维护系统的安全性和可信度。区块链技术的不可篡改性保证了交易的历史记录不会被篡改或删除，这有助于建立可信的交易历史和数据传输的安全性。

3.4 安全性和可信度机制

在基于区块链的安全数据传输方案中,确保安全性和可信度是至关重要的。这涉及多个机制和措施来保护数据和交易的完整性,防止未经授权的访问,以及确保数据传输的可信度。安全性和可信度机制通常包括数据加密、身份验证、数字签名、共识算法等,这些机制共同确保了数据传输的安全和可靠性,同时降低了潜在的风险。

3.4.1 身份验证和授权

身份验证和授权机制用于确保参与数据传输的各方都是合法和授权的。通常,这包括使用公钥基础设施(PKI)来验证参与者的身份。每个参与者都拥有自己的公钥和私钥,公钥用于验证身份,私钥用于数字签名和授权。只有通过身份验证的参与者才能参与数据传输和交易,并且只有在获得授权的情况下才能执行特定操作。这种身份验证和授权机制确保了系统的合法性和可信度。

3.4.2 防止数据篡改

数据传输过程中,防止数据篡改是至关重要的。一种常见的方法是使用哈希函数来生成数据的摘要,并将摘要附加到数据中。接收端可以再次计算数据的摘要,并与发送端发送的摘要进行比较,以确保数据在传输过程中未被篡改。此外,数字签名也用于验证数据的真实性,发送方使用其私钥对数据进行签名,接收方使用发送方的公钥验证签名的有效性。这些机制协同工作,确保数据在传输过程中的完整性。

3.4.3 防止双重支付

在基于区块链的系统中,防止双重支付是一个重要的安全性机制。这种机制确保同一笔交易不会被发送方多次执行,以防止欺诈行为。通常,区块链系统使用共识算法来确保只有一笔交易被确认和添加到区块链上。一旦一笔交易被确认,系统会阻止任何尝试重复执行相同交易的尝试,从而防止双重支付问题的发生。这种机制提高了数据传输的可信度,特别是在金融和支付应用中。

4 安全性分析和风险管理

4.1 攻击威胁分析

当设计基于区块链技术的安全数据传输方案时,首先需要进行攻击威胁分析,以确保系统的健壮性和安全性。以下是关于攻击威胁的分析:

①双重花费攻击:区块链上最常见的攻击之一是双重花费攻击,其中攻击者试图使用相同的数字资产进行多次交易。设计方案时需要引入足够的确认机制和智能合约以防范此类攻击,并确保交易历史的透明性。②共识算法攻击:攻击者可能试图攻击区块链的共识算法,以篡改交易历史或分散式账本。这需要采用强大的共识机制,如 Proof of Work (PoW) 或 Proof of Stake (PoS),并不断监控网络以侦测任何异常活动。③网络层攻击:区块链网络可能受到分布式拒绝服务(DDoS)攻击,干扰数据传输和共识过程。防范

这种攻击需要网络层的安全防护和备份节点以确保系统的连续性。在设计基于区块链的安全数据传输方案时,必须综合考虑这些攻击威胁,并采取相应的安全措施,以确保数据传输的保密性、完整性和可用性。此外,还应考虑身份验证和访问控制措施,以限制未经授权的访问和数据泄露^[4]。

4.2 安全性对策

在设计基于区块链技术的安全数据传输方案时,以下是一些关键的安全性对策,需要详细分析:①加密和隐私保护:使用强加密算法,如 AES 或 RSA,来保护数据的机密性。确保数据在传输和存储过程中都受到加密保护。考虑使用零知识证明或同态加密等隐私保护技术,以在不暴露数据内容的情况下进行验证和计算。②智能合约审计:对智能合约进行全面的安全审计,以识别潜在的漏洞和风险。可以借助安全审计工具和专业审计团队来进行审查。实施合约升级机制,以允许在发现漏洞或需要改进时安全地更新智能合约。③身份验证与授权:实施强制身份验证,确保只有经过授权的用户或节点可以参与数据传输和共识过程。

4.3 风险管理策略

首先,需要建立一个全面的风险识别和评估流程,以识别潜在的风险因素。这包括对攻击威胁、数据泄露、合规性问题等进行评估。一旦风险被识别,就可以根据其严重性和概率来优先考虑,以确定应该采取什么样的措施。

基于识别的风险,需要制定风险应对和缓解策略。这包括制定计划来应对潜在的攻击,保护数据的完整性和可用性,确保合规性。这些策略可能包括定期的安全审计、应急响应计划、备份和恢复机制的建立,以及定期更新的安全培训和意识提高活动,以确保团队和用户能够妥善处理风险情况。

5 结语

总之,基于区块链技术的安全数据传输方案的研究不仅对于数据安全和隐私保护具有重要意义,还为未来的数据传输和信息交换提供了新的范式。然而,我们也必须认识到区块链技术的不断发展和演进,以及不同应用场景的独特性,需要不断调整和优化方案。我们希望本研究可以为进一步的研究和实际应用提供有益的参考,并为构建更加安全、可信的数据传输生态系统做出贡献。

参考文献

- [1] 刘文娟.基于区块链技术的档案信息化与数据安全[J].兰台内外,2023(24):14-15+21.
- [2] 薛中伟.基于区块链技术的工控数据安全传输系统设计[J].计算机测量与控制,2022,30(4):161-164.
- [3] 张伟,丁朝晖,杨国玉,等.基于区块链和数字签名技术的智慧电厂数据安全传输系统研究与设计[J].电力信息与通信技术,2021,19(7):33-39.
- [4] 陈志涛,金波,杨小东.基于区块链技术的数据安全传输方案研究[J].电子测试,2020(4):79-80+65.

Optimization Strategy of Anti-theft Function of Intelligent Power Meter Installation and Connection in Power Enterprises

Xiangqun Zuo

Haidian Power Supply Company, Beijing, 100089, China

Abstract

This paper first introduces the basic principles and functions of smart electricity meters, and then points out the problems and challenges of the current anti-theft function of smart electricity meters. Then, optimization strategies are proposed, including strengthening the physical security of smart electricity meters, improving data security, introducing intelligent algorithms and artificial intelligence technology, and strengthening monitoring and management measures. Finally, a case analysis was used to verify the effectiveness of these optimization strategies. Through the research of this paper, it is expected to provide the optimization strategy of intelligent power meters in the power installation, so as to improve the safety and stability of power meters.

Keywords

power enterprise; installing a meter for power connection; intelligent electricity meter; electricity-stealing prevention; optimization strategy

电力企业装表接电中智能电能表防窃电功能的优化策略

左向群

海淀供电公司, 中国 · 北京 100089

摘 要

论文首先介绍了智能电能表的基本原理和功能, 然后指出了目前智能电能表防窃电功能存在的问题和挑战。接着提出了优化策略, 包括强化智能电能表的物理安全性、提高数据安全性、引入智能算法和人工智能技术以及加强监测和管理措施。最后, 通过案例分析来验证这些优化策略的有效性。通过论文的研究, 以期为电力企业在装表接电中提供智能电能表防窃电功能的优化策略, 从而提高电能表的安全性和稳定性。

关键词

电力企业; 装表接电; 智能电能表; 防窃电; 优化策略

1 引言

随着电力行业的发展和智能电网的建设, 智能电能表作为电力企业装表接电的重要设备, 具有防窃电功能的优化策略研究具有重要的背景和意义。传统的电能表存在着易被窃取电能的问题, 给电力企业造成了巨大的经济损失。因此, 研究如何优化智能电能表的防窃电功能, 提高电力企业的经济效益和安全性, 具有重要的现实意义和应用价值。

2 智能电能表防窃电功能的现状分析

2.1 智能电能表的基本原理和功能

智能电能表是一种集电能计量、数据采集、通信和控制等功能于一体的电力计量设备。其基本原理是通过电流互感器和电压互感器采集电流和电压信号, 经过数字处理和计算, 得出电能的计量结果。智能电能表具有以下主要功能:

①电能计量: 能够准确测量电能的消耗量, 包括有功电能、无功电能和视在电能。②数据采集: 能够采集电能的使用情况, 包括电流、电压、功率因数等参数。③通信功能: 能够通过通信接口与上位系统进行数据交互, 实现远程抄表、远程控制等功能。④防窃电功能: 能够检测和记录非法用电行为, 如电能盗窃、电表串改等^[1]。

2.2 目前智能电能表防窃电功能存在的问题和挑战

尽管智能电能表具备防窃电功能, 但仍存在一些问题和挑战: ①技术问题: 智能电能表的防窃电功能需要依赖先进的技术手段, 如电流互感器的精确测量、数据加密和安全传输等。然而, 目前仍存在技术上的限制, 如精度不高、数据传输不安全等问题。②人为因素: 智能电能表的防窃电功能容易受到人为干扰, 如电表被串改、数据被篡改等。这需要加强对电表安装、维护和管理的监督和控制。③成本问题: 智能电能表的防窃电功能需要投入大量的资金和人力, 包括设备采购、系统建设和人员培训等。这对于一些电力企业来说可能是一个较大的负担。④法律法规: 智能电能表的

【作者简介】左向群(1987-), 男, 中国北京人, 助理工程师, 从事智能电能表中窃电与防窃电技术研究。

防窃电功能需要依据相关的法律法规进行操作和管理。然而,目前相关法律法规的制定和执行还存在一定的不完善和不统一。

3 电力企业装表接电中智能电能表防窃电功能的优化策略

3.1 强化智能电能表的物理安全性

第一,设计更加坚固的外壳和防护措施:①优化设计外壳材料:选择更加坚固耐用的材料,如高强度塑料或金属,以提高外壳的抗压能力和耐用性。②增加外壳的厚度和强度:通过增加外壳的厚度和加强结构设计,提高外壳的抗冲击和抗外力破坏能力。③设置防撬装置:在外壳上设置防撬装置,如加厚的螺丝和防撬螺丝孔,增加破坏智能电能表的难度,防止盗窃行为的发生。④设置防护网:在外壳上设置防护网,如金属网格或防护罩,防止他人通过物理手段直接接触电能表内部,减少非法操作和窃电行为的发生。

第二,加强智能电能表的防水、防尘和防震能力:①加装密封胶条:在电能表的外壳上加装密封胶条,确保电能表的密封性,防止水分和灰尘进入内部,提高防水和防尘能力。②采用防震材料和结构设计:选择具有良好抗震性能的材料,如橡胶或减震材料,同时优化电能表的结构设计,增加电能表的抗震能力,防止因外部震动而导致的故障和损坏。通过以上的物理安全措施,可以有效提升智能电能表的安全性和稳定性。这些措施不仅可以防止盗窃行为和非法操作,保障电力企业的利益和用户的用电安全,还能延长电能表的使用寿命,减少维修和更换的频率,降低运营成本。

3.2 提高智能电能表的数据安全性

第一,加密通信协议,防止数据被篡改和窃取:为了提高智能电能表的数据安全性,可以采用加密通信协议来保护数据的传输过程。加密通信协议使用加密算法对数据进行加密,以防止黑客对数据进行篡改和窃取。具体来说,可以采用对称加密算法或非对称加密算法来对数据进行加密。对称加密算法使用相同的密钥对数据进行加密和解密,而非对称加密算法使用一对密钥,即公钥和私钥,来进行加密和解密。通过使用加密算法,可以确保数据在传输过程中的机密性,即只有授权人员才能够解密和读取数据。此外,为了验证数据的完整性,可以采用数字签名技术。数字签名技术使用私钥对数据进行签名,而公钥用于验证签名的有效性。通过对数据进行数字签名,可以确保数据在传输过程中没有被篡改。当接收方收到数据后,可以使用公钥验证签名的有效性,以确保数据的完整性^[2]。

第二,引入身份验证机制,确保只有授权人员可以访问智能电能表数据:为了确保只有授权人员可以访问智能电能表数据,可以引入身份验证机制。身份验证机制可以通过验证用户的身份来确定其是否有权访问和操作智能电能表数据。具体来说,可以采用密码、指纹、刷卡等多种身份

验证方式。一方面,可以设置一个访问权限系统,其中包含授权人员的身份信息和相应的访问权限。当用户想要访问智能电能表数据时,需要提供相应的身份验证信息。例如,用户可以输入正确的密码、进行指纹识别或刷卡等方式进行身份验证。只有在身份验证通过后,用户才能够获得访问权限。另一方面,可以采用多因素身份验证来提高安全性。多因素身份验证要求用户提供多个不同类型的身份验证信息。例如,用户可能需要同时提供密码和指纹才能够通过身份验证。这样可以增加黑客破解身份验证的难度,提高数据的安全性。

3.3 引入智能算法和人工智能技术

第一,利用智能算法检测异常用电行为,及时发现窃电行为:从电力企业的数据库中获取大量的历史用电数据;对收集到的历史用电数据进行清洗,去除异常值和缺失值,并提取出有用的特征,如用电量、用电时间等;利用机器学习算法,对清洗和特征提取后的历史用电数据进行分析 and 建模,建立正常用电行为的模型;实时获取电力企业的用电数据,并将其输入到正常用电行为模型中;将实时用电数据与正常用电行为模型进行比对,检测是否存在异常用电行为;当检测到异常用电行为时,及时发送警报给电力企业,通知相关人员进行进一步的调查和处理,以防止窃电行为的发生^[3]。

第二,基于人工智能技术建立窃电行为预测模型,提前预警和阻止窃电行为的发生:通过监控设备或举报等方式,收集大量的窃电行为数据;对收集到的窃电行为数据进行清洗,去除异常值和缺失值,并提取出有用的特征,如用电量、用电时间等;利用机器学习算法和深度学习技术,对清洗和特征提取后的窃电行为数据进行分析 and 建模,建立窃电行为预测模型;实时获取电力企业的用电数据,并将其输入到窃电行为预测模型中;将实时用电数据输入窃电行为预测模型中,预测是否存在窃电行为的风险;当预测到存在窃电行为的风险时,及时发送警报给电力企业,通知相关人员采取相应的措施,如增加巡检频率、加强安全措施等,以阻止窃电行为的发生。通过引入智能算法和人工智能技术,可以提高对异常用电行为和窃电行为的检测和预测能力,及时发现和阻止窃电行为的发生,保障电力企业的利益和供电安全。

3.4 加强监测和管理措施

第一,安装视频监控设备,实时监测智能电能表的使用情况:为了加强对智能电能表的监测和管理,可以考虑在电力企业的装表接电过程中安装视频监控设备。这些设备可以实时监测智能电能表的使用情况,包括电能表的安装过程、使用过程以及维护情况等。通过视频监控,可以及时发现异常情况,如非法操作、窃电行为等,从而及时采取措施进行处理。

第二,建立完善的窃电举报和处理机制,加大对窃电行为的打击力度:为了进一步优化智能电能表的防窃电功

能，可以建立完善的窃电举报和处理机制。这包括建立举报渠道，鼓励用户积极举报窃电行为，并对举报者进行保密和奖励；建立专门的窃电处理部门，加大对窃电行为的打击力度，追究窃电者的法律责任；加强窃电案件的调查和取证工作，确保窃电行为能够得到有效打击。此外，还可以通过加强对智能电能表的技术研发和升级，提高其防窃电功能。例如，可以研发智能电能表的防拆功能，一旦被拆卸或损坏，能够自动报警并记录相关信息；可以加强智能电能表的数据加密和安全传输功能，防止数据被篡改或窃取；可以提高智能电能表的远程监控和控制能力，方便电力企业对电能表进行实时监测和管理。

4 案例分析

某电力企业在装表接电过程中，为了防止用户窃电行为，采用了智能电能表防窃电功能。然而，由于窃电行为的多样性和复杂性，现有的防窃电策略无法完全满足需求，需要进行优化。

4.1 数据表格

窃电数据及处理结果具体见表 1。

表 1 窃电数据及处理结果

时间	用户编号	电能表读数 (kWh)	防窃电策略	窃电行为	处理结果
2021/1/1	001	1000	A	无	正常
2021/1/2	001	1001	A	无	正常
2021/1/3	001	1002	B	无	正常
2021/1/4	001	1003	B	无	正常
2021/1/5	001	1004	C	无	正常
2021/1/6	001	1005	C	无	正常
2021/1/7	001	1006	D	窃电	停电
2021/1/8	001	1007	D	窃电	停电
2021/1/9	001	1008	E	窃电	停电
2021/1/10	001	1009	E	窃电	停电

4.2 优化策略

①引入异常用电模型：通过分析用户的历史用电数据，建立异常用电模型，对比实际用电与模型预测用电的差异，判断是否存在窃电行为。②强化数据分析能力：利用大数据分析技术，对用户的用电数据进行实时监测和分析，发现异

常用电模式，及时采取措施。③引入智能报警系统：将智能电能表与报警系统相连接，当发现异常用电模式时，自动触发报警，通知相关人员进行处理。④加大巡检力度：定期对用户的用电设备进行巡检，发现潜在的窃电设备或线路，及时进行修复或更换。⑤增强用户意识：通过宣传教育活动，提高用户对窃电行为的认识和警惕性，减少窃电事件的发生^[4]。

4.3 案例分析

在上述数据表格中，用户 001 在 2021 年 1 月 7 日开始出现窃电行为，使用了防窃电策略 D，但仍然发生了窃电事件。根据优化策略，电力企业可以通过引入异常用电模型和强化数据分析能力，对用户的用电数据进行实时监测和分析。当发现异常用电模式时，可以通过智能报警系统自动触发报警，通知相关人员进行处理。同时，加大巡检力度和增强用户意识也是防窃电的重要手段。通过优化策略的实施，电力企业可以更加有效地防止用户窃电行为，提高用电安全性和服务质量。

5 结语

综上所述，通过对智能电能表防窃电功能的现状分析和优化策略的探讨，我们可以看到，智能电能表的防窃电功能在物理安全性、数据安全性、智能算法和人工智能技术以及监测和管理措施方面都存在一定的问题和挑战。为了提高智能电能表的防窃电能力，我们需要强化其物理安全性，提高数据安全性，引入智能算法和人工智能技术，并加强监测和管理措施。只有通过这些优化策略的综合应用，才能更好地保护智能电能表免受窃电行为的侵害，确保电力企业的正常运行和用户的合法权益。

参考文献

[1] 陈化益.微探电力企业装表接电中防窃电管理的策略[J].华东科技:综合,2021(2):260+271.
[2] 郭腾举,朱昱颖.微探电力企业装表接电中防窃电管理的策略[J].建筑工程技术与设计,2020(3):2325.
[3] 王忠阳,韩茜茜.智能电能表防窃电功能详解[J].农村电工,2020(7):51-52.
[4] 刘倡境.装表接电全电子式电能表与防窃电对策[J].新商务周刊,2020(4):280+282.

Risk Assessment of Intelligent Energy Meters Stealing Electricity in the Installation and Connection of Electric Power Enterprises

Liyun Zhao

Haidian Power Supply Company, Beijing, 100095, China

Abstract

In recent years, China has experienced multiple cases of electricity theft, seriously threatening the interests of the country and the people, and causing huge economic losses to the country. In order to standardize the smooth operation of China's power industry, the power sector should integrate advanced anti-theft technology, strengthen the management level of smart energy meters, and comprehensively improve the application effect and level of smart energy meters in the process of applying smart energy meters to meet the needs of the people in terms of electricity consumption. On this basis, the paper discusses the main content and methods of risk assessment for smart electricity meter theft in the installation and connection of electricity meters in power enterprises, and explores the prevention strategies for smart electricity meter theft on this basis.

Keywords

power enterprise installation power; smart electricity meter; risk assessment of power theft

电力企业装表接电中的智能电能表窃电风险评估

赵立云

海淀供电公司, 中国 · 北京 100095

摘 要

近年来, 中国发生了多起窃电案件, 严重威胁了国家和人民的利益, 给国家造成了巨大的经济损失。为了规范中国电力行业的顺利运行, 电力部门在应用智能电能表的过程中, 应整合先进的防盗技术, 加强智能电能表管理水平, 全面提高智能电能表的应用效果和水平, 以满足人民群众在用电量方面的需求。在此基础上, 论文对电力企业装表接电中的智能电能表窃电风险评估的主要内容和方法进行了论述, 并在此基础上探讨了智能电能表窃电的预防策略。

关键词

电力企业装表接电; 智能电能表; 窃电风险评估

1 电力企业装表接电中的智能电能表的结构分析

智能芯片是智能电能表的关键部分, 智能电能表由计量单元、数据处理单元、通信单元等多个电子元器件组成。这些部件共同构成了智能电能表的主要部件。智能电能表在中国电力营销领域的应用具有重要意义, 可以提高电力行业的管理水平和经济效益。智能电能表按用户类型可分为单相电能表和三相电能表。以单相智能电能表为例, 其主要结构由主控模块、电源模块、通信模块、存储模块、显示模块、计量模块、开关电源模块、时钟模块和安全模块组成。智能电能表的主要内部部件由 16 位单片机组成, 通过不同的应

用程序将其有效地固化在不同的存储系统中, 达到良好的信息存储效果。与传统的电表集成电路方法不同, 智能电表的电路设计模式更加科学、系统。在智能电表的安装过程中, 需要通过减电脉冲系统地结算每个用户的用电量, 加强计算有效性, 并通过系统设备向电力部门提供充分的信息需求, 使供电部门第一时间了解当前用户的用电量; 也可以通过系统规划, 根据数据库中的实际情况制定下一阶段的电力交易目标。因此, 智能电能表的结构需要稳定、安全地运行。如果客户忘记安装电表, 就会出现用电乱象和短路, 影响电力行业的正常经济效益。电能表可以实现信息的智能传输和存储, 以及电力数据的有机连接。通过及时将用电信息传递给供电商和用户, 可以提高用电的便利性, 减少繁琐的电费收取带来的不利影响。

【作者简介】赵立云 (1982-), 男, 中国北京人, 助理工程师, 从事智能电能表中窃电与防窃电技术研究。

2 电力行业装表接电中的智能电能表窃电风险评估原理

首先,综合性原则,即智能电能表窃电风险评估的综合性对窃电风险控制的成效有很大的影响,在进行窃电风险评估时,要识别出哪些地方可能会出现窃电风险,以及造成窃电风险的原因和方式。

其次,一致性原则,因为智能电能表窃电有自己的风格特点,其窃电风险评估较为特殊,因此智能电能表窃电风险评估过程中需要采用一种统一的评价方法,这样才能更好地比较评价的结果,从而更好地对窃电风险进行分类。

最后,分级原则,在智能电能表窃电风险评估过程中,为了便于对各种重大窃电风险进行分类和控制,应采用科学的方法对窃电风险的大小进行评估。根据相关规定,应将其分为三个级别,即高窃电风险,中窃电风险和低窃电风险。

3 电力行业装表接电中的智能电能表窃电方法

电力行业装表接电中的智能电能表窃电方法的多种多样,其主要分为在以下几个方面:

首先,电压或电流移相窃电方法。电力行业装表接电中的智能电能表的电压线圈和电流线圈反向连接,利用电压环路原理实现交错连接,从而达到窃电的目的。随着智能电能表的逐步普及应用,智能电能表窃电情况发生时电力工作人员应应用有效的预防策略。

其次,直接布线的窃电方法,可以达到窃电的目的,而且由于其操作方便,可以随时进行窃电,没有任何规律性。然而,由于电力行业的经营规模相对较小,为不法分子提供了机会,因此直接布线在偏远地区更为常见。用户可以通过低压配电线路连接,在不留下任何痕迹的情况下随时窃电。它不容易被电力公司发现,但影响着配电线路的安全可靠运行。因此,电力公司有必要采取合理的措施来解决这种窃电现象。

最后,间接接线的窃电方法,特别电力行业装表接电中的智能电能表窃电方法更加多样。连接电能表计量装置后面的电源,避开计量设施。用这种方法窃电很容易混淆,也很难被电力工人发现。如果电力工人进行检查工作,必须先关闭开关,然后打开刀开关,然后检查电表是否窃电。用户可以在电能表中安装磁铁,延迟电能表中间轴的旋转频率,从而降低功耗。

4 电力行业装表接电中的智能电能表窃电风险评估方法

4.1 智能电能表窃电风险识别

电力行业装表接电中的智能电能表窃电通过窃电风险识别能够及时找出目标对象存在的所有窃电风险,在具体识别时需要先对电力行业内部外部信息进行收集,其中外部信息包含环境信息、社会环境信息等内容,内部信息包含智能

电能表窃电治理结构、组织结构、员工信息、技术信息等内容。之后在明确各方面信息后,还要考虑目标之间的关联性,比如在对智能电能表窃电管理目标展开窃电风险识别时,还要考虑其他业务分类可能影响智能电能表窃电管理出现窃电风险的因素。

智能电能表窃电风险评估方法主要有:蒙特卡罗模拟法、头脑风暴法、德尔菲法等。头脑风暴是组织专业人员讨论问题,识别和评估电力窃电的风险,并提出解决方案的过程。这种方式可以激发参与者的积极性和创造力,相互之间进行全面的交流,发现新的窃电风险的创新解决方案。德尔菲法是指专家针对目标进行窃电风险评估,电力行业收集专家结论和意见得出结果。专家在这里发表的意见通常是匿名和独立的,不限制参与者,让他们更全面地表达自己的想法。蒙特卡罗模拟方法是指随机模拟或统计模拟的方法,它是根据统计抽样理论,设置随机数,通过从随机变量中收集数据进行模拟实验,最终得到窃电风险的数据。

4.2 智能电能表窃电风险分析

工作人员在完成窃电风险识别后,对结果进行定性和定量分析,确定影响程度和发生原因。对于对窃电风险有重大影响的因素,也应重视低概率的及时发生。对于潜在窃电风险的确定,可以采用德尔菲法和头脑风暴法进行确定。窃电的潜在风险通常会对电力行业的发展产生重大影响,一旦发生,将对电力行业造成严重打击。窃电风险可能性的分析通常是基于过去的的数据,这可以帮助电力行业建立对窃电风险更客观的认识。与外部渠道相比,基于自身经验利用外部数据可以加深窃电风险的相关性,为分析窃电风险提供依据。然而,它不能局限于过去的时间段数据,还应考虑潜在的未来电力窃电风险。固有窃电风险和剩余窃电风险是电力行业需要考虑的两个方向。固有窃电风险是指电力行业未采取措施降低窃电发生概率所带来的窃电风险。窃电残留风险是指电力行业采取措施解决窃电固有风险后,窃电风险仍然存在的风险。通过窃电风险分析,可以确定窃电的固有风险。

4.3 智能电能表窃电风险评价

智能电能表在完成窃电风险分析后,电力行业需要对所获得的结果进行评价,考虑窃电风险偏好、窃电风险管理措施等因素,对窃电风险识别结果逐一进行评价。评估各种窃电风险的重要性。评价结果一般以二维窃电风险热图的形式显示,窃电风险热图包括可能性和影响程度两个维度。窃电风险评估与电力行业的窃电风险偏好密切相关。评价方法主要包括窃电风险效益分析、权衡分析、统计评价和综合分析。成本效益分析法考虑窃电风险措施的选择、窃电风险成本、窃电风险控制效率等因素来确定窃电风险水平。平衡分析法考虑窃电风险对电力行业的影响,衡量窃电风险的严重程度,确定窃电风险的等级。统计评价法是根据各种窃电风险发生的可能性、影响程度和控制成本来评价和确定窃电风险的等级。综合分析法是对窃电风险发生的可能性和影响程

度进行评分,进行统计分析,确定窃电风险的等级。

5 电力企业装表接电中的智能电能表窃电风险预防策略

5.1 全面排查窃电人员

电力企业装表接电的智能电能表中利用各种手段偷电,使电能计量失效,严重影响了电力行业的经济利益,阻碍了电力行业的健康发展。因此,为了防止窃电,提高电力行业的经济效益,必须采取有效措施防止窃电。要有效防止窃电,需要对窃电用户进行全面调查,保证用电计量装置的准确性,及时发现用户窃电。在实际工作中,有必要做好电表安装和电源连接的各个环节,确保其能够有序地进行。有必要对电力系统的用电情况进行全面检查,避免出现用户偷电的现象。及时解决电表安装及接电过程中存在的问题,同时保证安全用电,提高工作效率。对新安装和增加容量的用户的管理要细致入微,确保能及时发现窃电现象。另外,要定期检查电表是否修改过,计量装置是否有异常。检验结果应详细记录并妥善保存。在对用电用户进行检查时,要特别注意用户使用的电表是否安装不当,计量装置是否与用电系统不匹配,是否存在窃电的情况。在实际工作中,可采用随机抽样、不定期抽查等方法对电能表进行检查,保证电能表正常工作。

5.2 欠流法

利用电流法窃电的行为很多。虽然窃电的目的是通过破坏电流线圈或端口来实现的,但它会引起电流回路和线路的短路,严重影响电力运行效率。因此,电力工作者应积极应用该技术,防止窃电。首先,设立电流线圈检测工作专线,为电力职工更好地消除窃电隐患创造良好条件。其次,电力行业要加大资金和技术投入,使电力工作者能够对电网线圈的工作状况进行实时监测。一旦发现异常情况,应及时定位,然后判断并记录工作区域内是否发生窃电行为,以备不时之需。

5.3 加强防窃技术的应用

①合理选择仪表安装位置。在电表安装及接电过程中,应根据实际情况选择合适的位置,尽量避免影响正常供电秩序。在选择电表安装位置时,应仔细考察周围环境,选择地势高、远离居民区和高压线的地方。在不影响正常供电秩序

的前提下,应尽量避免高压线路、变压器等关键设备,保证防盗工作顺利进行。②安装专用计量柜为了有效解决安装和接电过程中的窃电问题,可以在安装和接电过程中安装专用的计量柜。这种计量柜不仅具有防窃电的功能,而且可以连续准确地测量电能,有效地保护了电能表的安全。③应用新型防盗技术。随着科学技术的发展和进步,新的防盗技术在电表安装连接过程中逐渐得到应用,如使用新型专用电表、远程抄表系统等。这些新的防盗技术在仪表安装连接过程中起到了积极的作用。利用电流法有多种窃电行为。虽然偷电的目的是破坏电流线圈或端口,但它会造成电流回路和电路短路,严重影响电源运行效率。因此,电力工作者应积极应用这项技术,防止电被盗用。首先,建立电流线圈检测专线,为电力工作人员更好地消除窃电隐患创造有利条件。其次,电力行业需要加大资金和技术投入,使电力工作人员能够实时监控电网线圈的工作状况。一旦发现异常情况,应及时定位,然后判断并记录工作区域内是否发生过窃电问题。

6 结语

电力企业装表接电中的智能电能表窃电风险由于其先进性和系统性,智能电能表窃电过程中,极易出现用电混乱情况,因此对智能电能表窃电风险进行分析能够有效促进中国用电稳定。通过对智能电能表窃电风险的研究和探讨,可以有效提高防窃电技术的水平和应用范围。电力企业装表接电中的智能电能表中的综合防窃电方法的应用,能够有效避免窃电情况,同时,它还可以保护电力设施。通过对防盗技术的深入分析和研究,可以为相关人员提供参考和参考,有效减少电表安装和接电中的窃电行为,提高电力行业的经济效益,促进中国电力行业的健康发展。

参考文献

- [1] 杨爱玲.供电企业装表接电及防窃电技术体系分析[J].中国新技术新产品,2022(13):181-182.
- [2] 刘纯,杨健,刘玉树.城市配网改造升级工程立体化验收模式和城市配网低压电网改造需要注意的几个问题的研究[J].安徽电气工程职业技术学院学报,2022(1).
- [3] 张东桂.浅议电力企业装表接电中的智能电能表窃电风险之反窃电技术与应用[J].建材发展导向,2017(10):321-322.
- [4] 李慧彤.浅议电力企业装表接电中的智能电能表窃电风险技术与应用[J].科技创新与应用,2022(29):43+45.

Research on the Function and Application of Intelligent Metering System in Smart Grid Construction

Wei Zhang

Haidian Power Supply Company, Beijing, 100097, China

Abstract

This paper discusses the function and application research of smart metering system in the construction of smart grid. Firstly, the basic concept and principle of smart metering system are introduced, and then the working principle of smart metering system in smart grid is elaborated in detail. Then it emphasizes the importance of applying smart metering system in the process of smart grid construction, as well as the multi-functional characteristics of smart metering system. At the same time, the paper also points out the difficulties and problems in the application of smart metering system in the construction of smart grid. Finally, the effective strategy to strengthen the application of smart metering system in the construction of smart grid is proposed to promote the sustainable development of smart grid.

Keywords

smart grid; construction; smart metering; function; application

智能电网建设中智能计量系统的功能与应用研究

张伟

海淀供电公司, 中国 · 北京 100097

摘 要

论文探讨了智能电网建设中智能计量系统的功能与应用研究, 首先介绍了智能计量系统的基本概念和原理, 然后详细阐述了智能计量系统在智能电网中的工作原理。接着强调了在智能电网建设过程中应用智能计量系统的重要性, 以及智能计量系统的多功能特点。同时, 论文也指出了智能电网建设中智能计量系统应用的难点和问题, 最后提出了加强智能电网建设中智能计量系统应用的有效策略, 以推动智能电网的可持续发展。

关键词

智能电网; 建设; 智能计量; 功能; 应用

1 引言

随着社会的不断发展和电力需求的增长, 智能电网的建设已成为电力行业的重要趋势。在智能电网中, 智能计量系统扮演着关键的角色, 它不仅可以实现精确计量电能消耗, 还能够监控电网状态、优化电力分配, 提高能源利用效率。论文旨在深入研究智能计量系统的功能和应用, 探讨其在智能电网建设中的关键作用。

2 智能计量系统的基本概念和原理

2.1 智能计量系统的定义

智能计量系统是一种集成了先进的计算机技术、传感器技术和数据通信技术的测量和监控系统。其核心目标是采集、处理、分析和传输与测量相关的数据, 以实现精确的测

量、监控和控制功能。这些系统广泛应用于多个领域, 包括工业自动化、能源管理、环境监测、医疗诊断、交通管理等。以下是智能计量系统的主要特征和定义要素: 智能计量系统用于测量和监控各种物理量, 如温度、压力、电流、电压、流量、湿度、能量消耗等, 以实时了解设备、过程或环境的状态和性能。这些系统通过传感器和仪器采集实时或定期数据, 将数据以数字形式存储, 并可供随时访问和处理。系统配备高性能计算机和软件, 用于对测量数据进行处理、滤波、校准、计算、图形化显示和存储。智能计量系统提供实时监控功能, 允许操作员及时了解系统状态, 并根据数据分析采取必要的措施。这些系统通常具有自动化控制功能, 可以根据测量数据采取自动化控制措施, 以维持或调整系统的运行状态。智能计量系统具备与远程设备或控制中心进行通信的能力, 以实现远程监控和控制。系统将历史测量数据存储起来, 以供后续分析、趋势分析、故障诊断和性能优化使用。智能计量系统在各个领域都起到了关键作用, 提高了精确性^[1]、效率和安全性, 减少了人工干预, 并为数据驱动的

【作者简介】张伟 (1986-), 男, 助理工程师, 从事电气工程施工技术和电力企业装表接电研究。

决策制定和问题解决提供了重要支持。这些系统的不断发展和应用将继续推动科学和工程领域的进步。

2.2 智能计量系统的组成部分

2.2.1 电能表

电能表是智能计量系统的核心部件，用于准确测量电能的消耗或生成。它可以分别测量用电和发电，以便对电能的产生和消耗进行跟踪。现代电能表通常具有高精度，能够以非常小的误差测量电能。这对于确保精确计费 and 准确的数据记录至关重要。许多智能电能表具有多种功能，如记录功率因数、电压质量、电流波形等信息，这有助于监控电网的健康状况。

2.2.2 通信模块

通信模块允许电能表将数据传输到远程位置，通常是一个中央数据管理系统或云服务器。这可以通过无线通信技术或有线通信来实现。通信模块使得用户可以实时监控电能使用情况，而无须物理接触电能表。这对于及时发现问题、管理需求和优化电能使用非常重要。通信模块通常具备数据加密和安全协议，以确保电能数据的保密性和完整性，防止未经授权的访问或干扰。

2.2.3 数据管理系统

数据管理系统负责接收来自电能表和通信模块的数据流。这些数据可以包括电能消耗、功率质量、电压波形等信息。接收的数据通常需要存储在数据库中，以便进行历史记录和分析。这些数据库可以采用关系型数据库或时间序列数据库等不同技术。数据管理系统通常包括数据处理和分析功能，以生成报告、趋势分析和警报。这有助于用户了解电能使用情况，并采取措施来提高效率和减少浪费。数据管理系统通常还提供用户友好的界面，使用户能够轻松访问和理解电能数据，进行监控和控制。

3 智能电网建设中智能计量系统的工作原理

智能电网建设中的智能计量系统是一种关键的电力管理工具，其工作原理涉及多个关键步骤，以支持电力供应商和消费者更有效地管理电力资源。智能计量系统通过电表或智能电表装置采集电能使用数据，包括电流、电压等参数，并将其数字化记录。然后，这些数据通过有线或无线通信网络传输到数据中心或电力公司的服务器。在服务器上，数据被存储并按时间戳进行归档。电能数据在服务器上进行处理和分析，以生成详细的电能使用信息。这些信息可以包括用电模式、能源消耗趋势、峰谷负荷分析等。这些数据可以通过用户界面，如网站或移动应用程序，供电力公司和消费者实时查看。智能计量系统还能够计算每个用户的电费，根据电价档位、用电量等因素进行费用计算，并将费用信息发送给电力公司或消费者。最重要的是，智能计量系统还具有远程控制功能，电力公司可以远程控制电力供应，例如远程断电或恢复电力供应，或根据需要进行电力负载调整。

4 智能电网建设过程中应用智能计量系统的重要性

4.1 提升电网管理效率

智能计量系统能够实时监测电力网络中的各种数据，包括电流、电压、功率因数、频率等。这些数据不仅可以用于电网的日常运营监控，还能用于故障检测和故障定位，从而缩短了电力故障的修复时间。通过分析历史数据和实时信息，智能计量系统可以帮助电网运营商更好地理解电力负荷的特点和趋势。这有助于规划合适的负荷调整策略，优化电力分配，降低过载风险，并减少电力损耗。通过监测电网设备的状态和性能，智能计量系统可以提供关键的健康状况指标。这使电网运营商能够采取预防性维护措施，避免设备故障，降低停电风险，提高电网的可用性^[2]。

4.2 支持智能化能源管理

智能计量系统可以监测太阳能、风能等可再生能源的产生情况，以及其波动性。这有助于电网运营商更好地集成可再生能源，并确保电力供应的稳定性，减少对化石燃料的依赖。基于智能计量系统的数据，电网可以实现更有效的能源调度，将电力储能设备用于平衡供需。这有助于优化电力系统的运行，提高能源效率。智能计量系统为分布式能源资源提供了监测和计量的手段，鼓励家庭和企业采用可再生能源并将多余的电力注入电网。这促进了能源分散化和可持续性。

4.3 提供用户服务和参与机会

智能计量系统为终端用户提供了更多关于他们的用电情况的信息。用户可以通过智能手机应用或网站访问实时能源使用数据，了解自己的用电模式和成本结构，从而更好地管理用电行为。用户可以利用智能计量系统的数据来制定能源管理策略，如在高电价时段减少用电，或者选择使用可再生能源。这鼓励了用户更加环保和经济高效的用电习惯。智能计量系统的数据可以用于参与电力市场，如根据需求响应调整用电行为以获得奖励。这种用户参与有助于平衡电网负荷，降低用电高峰，减轻电力系统的压力。

5 智能电网建设中智能计量系统的功能介绍

5.1 数据采集和远程监控

智能计量系统能够收集多种类型的数据，包括电压、电流、功率因数、频率、电能使用趋势等。这些数据具有高精度和高频率，使运营商和管理者能够更全面地了解电力系统的运行情况。系统能够提供实时数据，使运营商能够立即检测到任何异常情况或故障，从而减少了停电时间。数据可以通过互联网或专用通信通道传输到中央监控中心，使运营商和管理者无需亲临现场即可监视整个电力系统的状态。这有助于提高响应速度和管理效率。

5.2 能源管理和优化

智能计量系统可以对大量数据进行深入分析，识别能

源消耗的模式和趋势。这种数据驱动的分析有助于用户更好地了解其用电行为，识别能源浪费的因素，并采取相应的措施来提高效率。系统可以生成定制的能源报告，向用户提供详细的用电信息，包括能源消耗、成本分析和碳足迹。这些报告可以帮助用户制定节能策略和可持续发展计划。智能计量系统还可以帮助运营商优化电网的负荷分配，预测用电高峰，并采取措施来平衡电力供需，以避免过载和浪费^[1]。

5.3 安全性和反欺诈

智能计量系统可以检测电能盗窃或非法用电行为。它通过比较实际用电数据和正常用电模式来识别异常情况，如不合理的用电增加或窃电。一旦发现异常，系统会发出警报，使运营商能够迅速采取措施。智能计量系统采取严格的数据安全措施，包括数据加密、身份验证和访问控制，以保护用电数据不受未经授权的访问和攻击。系统还具备网络安全功能，可以检测并防范网络攻击，确保电力系统的可信度和稳定性，防止潜在的破坏性事件发生。

6 智能电网建设中智能计量系统应用的难点和问题

6.1 技术难点

智能电网需要整合多种能源和设备，包括太阳能、风能、储能系统、传感器等，这些设备可能使用不同的通信协议和技术标准。确保它们能够互相通信并协同工作是一个技术难点。

智能计量系统需要大量的数据传输和存储，这些数据包含有关能源使用情况和用户行为的敏感信息。确保数据的安全性和用户隐私成为一个重要的问题，特别是在面临网络攻击和数据泄露风险时^[4]。智能计量系统需要提供高精度的电能测量，以确保准确的计费 and 电网运行。这需要具备高精度的传感器和测量设备，同时要应对电网中的电压波动和负载变化。

6.2 管理和运营难点

将智能计量系统与现有的电力基础设施集成是一项复杂的任务。需要确保系统的稳定性和可靠性，以防止电力中断和供电不稳定。大量的数据需要在实时或近实时情况下进行处理和分析，以支持电网管理和优化。建立有效的数据管理和分析流程是一个挑战，需要适应大数据技术和人工智能工具。用户需要理解和接受智能计量系统的优势，以便更好地参与能源管理。提供足够的用户教育和培训以及解决用户疑虑也是一个问题。

6.3 法律和政策难点

智能计量系统的部署可能需要遵守各种国家和地区的法律和法规。确保系统符合法规要求可能需要耗费大量的时间和资源。随着用户数据的收集和处理增加，需要遵守数据隐私法律，这可能导致数据使用和分享方面的限制。政府和监管机构需要制定适当的政策来监管智能电网和智能计量

系统，以确保公平竞争和保护用户权益。建立有效的监管框架是一个复杂的过程。

7 加强智能电网建设中智能计量系统应用的有效策略

7.1 技术升级和标准制定

建立统一的智能计量系统技术标准，以确保各个设备和系统的互操作性，减少不同厂家设备之间的兼容性问题，提高系统的稳定性和可靠性。政府和能源公司可以积极投资研发智能计量系统的新技术，如高精度电表、远程数据传输技术、数据安全和隐私保护等方面的创新，以提高系统性能和安全性。鼓励用户和能源供应商升级老旧的电表和计量设备，采用更先进的智能计量设备，以提高数据采集的精度和效率。

7.2 数据管理和分析

搭建可扩展和高度安全的数据管理平台，用于存储、处理和分析智能计量系统产生的大量数据，以提供实时信息和决策支持。利用人工智能和机器学习技术，开发智能分析工具，可以识别异常数据、优化电网运行、预测用电需求，从而提高电网的效率和可靠性。采取严格的数据安全措施，确保智能计量系统中的数据不被非法访问或篡改，同时保护用户的用电数据隐私。

7.3 推动用户参与和教育

开展普及活动，提高用户对智能计量系统的认知和了解，解释其好处，以鼓励他们积极参与。制定差别化电价政策，鼓励用户在高峰时段降低用电，通过智能计量系统实施差别化电价，以平稳电网负荷。确保用户可以轻松访问和理解他们的用电数据，通过智能手机应用程序或网站提供实时用电信息和建议，帮助他们更好地管理用电。

8 结语

智能计量系统在智能电网建设中扮演着关键的角色，通过实时数据监测和管理，提高了电力系统的效率和可靠性，促进了可持续能源的发展。然而，应用智能计量系统也面临一系列挑战，需要政府、电力公司和用户共同努力，采取有效策略，推动其应用，实现能源效率和可持续发展的目标。只有这样，智能电网才能真正实现其潜力，为社会和环境带来更大的好处。

参考文献

- [1] 雷莉.浅谈智能计量系统在智能电网建设中的功能和应用[J].科技风,2013(4):72.
- [2] 李永会.论智能计量系统在智能电网建设中的功能和应用[J].中国高新技术企业,2013(19):2.
- [3] 王晓刚.智能电网电表网关的研究与设计[D].青岛:青岛大学,2015.
- [4] 陈金良.浅谈智能计量系统在智能电网建设中的功能和应用[J].科海故事博览·作文素材,2013(11):156.

5G Ultra Dense Heterogeneous Network Dual Connection Technology Architecture and Solution

Chunli Dong Li Wang

College of Electronic Information Engineering, Nanjing Vocational Technical Institute of Traffic, Nanjing, Jiangsu, 211188, China

Abstract

Dual connection (DC) is an innovative technology that can meet the growing demand for high data rates in 5G ultra dense heterogeneous network (HetNet) systems, this is also the most promising technology in the development of 5G HetNet. The development of 5G networks highly relies on reliable LTE-A core EPS and NR technologies. The NR frequency is expected to be implemented in 5G networks to achieve higher throughput. The current bandwidth cannot meet the growing demand for data transmission. Therefore, NR can be used in 5G mobile networks to meet the requirements of Enhanced Mobile Broadband (eMBB) transmission. This study starts from the general concept of DC technology in 5G HetNet, designs and analyzes 5G Non Independent Access Architecture (NSA), 5G Independent Access Architecture (SA), and analyzes DC-based switching. In addition, the main solutions were discussed and analyzed in detail.

Keywords

5G heterogeneous network; dual connection; non independent access; independent access; handover

5G 超密集异构网络双连接技术架构和解决方案

董春利 王莉

南京交通职业技术学院电子信息工程学院, 中国 · 江苏 南京 211188

摘 要

双连接 (DC) 是一种创新技术, 可以满足 5G 超密集异构网络 (HetNet) 系统对高数据速率日益增长的需求, 这也是 5G HetNet 发展中最具潜力的技术。5G 网络的发展高度依赖于可靠的 LTE-A 核心 EPS 和 NR 技术。NR 频率预计将在 5G 网络中实现, 以实现更高的吞吐量。目前的带宽无法满足日益增长的数据传输需求。因此, NR 可以用于 5G 移动网络, 以适应增强型移动宽带 (eMBB) 传输的要求, 本研究从 5G HetNet 中 DC 技术的一般概念出发, 设计分析了 5G 非独立接入架构 (NSA), 5G 独立接入架构 (SA), 并分析了基于 DC 的切换。此外, 详细讨论分析了主要的解决方案。

关键词

5G 异构网络; 双连接; 非独立接入; 独立接入; 切换

1 引言

根据双连接 (DC) 的定义, UE 可以同时连接到两个 eNB, 并使用不同的接入技术^[1]。3GPP 在其版本 R15 中解释了各种 DC 架构, 并在 5G HetNet 中实现。主要架构包括独立和非独立设计。以下将重点分析这些体系结构^[2]。

在 5G HetNet 中, UE 可以同时连接到 5G NR 接入技术和 4G LTE-A EPC, 该技术被称为 E-UTRAN-NR DC (EN-DC)^[3]。

【基金项目】南京交通职业技术学院高层次人才科研基金项目 (项目编号: No. 440105001)。

【作者简介】董春利 (1964-), 男, 中国山东青岛人, 博士, 教授, 从事下一代无线泛在网络、物联网和智能信号处理研究。

使用 DC 的优势包括获得更高的数据速率、提高可靠性、提高频谱效率以及实现更好的负载平衡和与 4G LTE-A 基础设施的兼容性。在 5G HetNet 中, 使用 DC 的唯一缺点是 RF 信号复杂性的急剧增加。

2 5G 非独立接入架构 (NSA)

尽管 3GPP 的 R15 为 5G 网络系统的开发提出了不同的设计, 但最合适的是 NSA 架构。主要想法是在现有 4G LTE 系统的基础上推出 5G 无线网络。通过在现有 4G-LTE 基础设施中启用 5G 承载, 可以加速向 5G 的转变。NSA 体系结构的主要特征是 DC 的扩展形式, 即 EN-DC。EN-DC 使得作为 MeNB 的 4G LTE-A 的 eNB, 和作为次要 gNB (SgNB) 的下一代节点基站 (gNB), 能够同时为 UE 服务, 并在它们之间共享工作负载。EN-DC 的使用在 5G HetNet 中是合适的, 因为 MeNB 在 LTE-A EPC 基础设施上运行, 而

SgNB 可以使用 5G RAN 信道的 NR。

图 1 解释了在 5G HetNet 中，为 EN-DC 建议的潜在 NSA 架构配置。UE 可以通过四种不同的配置连接到 S-GW。

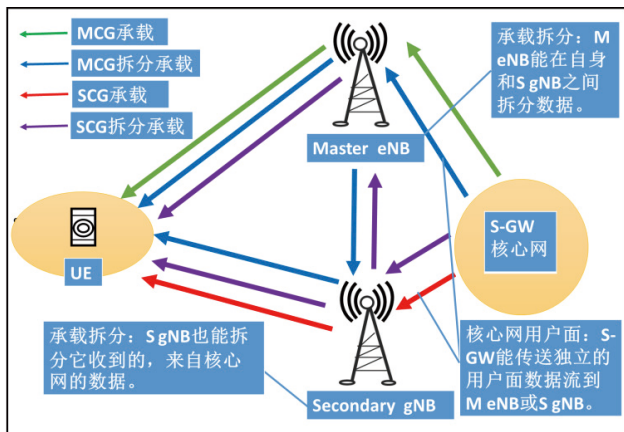


图 1 5G EN-DC 非独立接入 (NSA) 架构

①主蜂窝组 (MCG) 承载：在该配置中，信息从 S-GW 发送到 MeNB，其中 MeNB 直接将信息转发到 UE。由于次要 SgNB 不参与该过程，因此 DC 无法实现。

② MCG 拆分承载：在 MCG 拆分的承载配置中，在 MeNB 处发生承载拆分。数据传输流不仅从 MeNB 直接发送到 UE，而且还通过 SgNB 发送。在 MeNB 接收到的信息可以分为两部分：一部分直接传输给 UE，另一部分传递给 SgNB，SgNB 向 UE 发送该信息。

③次蜂窝组 (SCG) 承载：与 MCG 承载配置类似，SCG 承载配置不使用拆分，数据直接从 S-GW 发送到 SgNB，然后直接发送到 UE。在该特定配置中，UE 由 5G NR 接入技术提供服务。

④ SCG 拆分承载：在本配置中，数据传输分为 SgNB 和 MeNB。然而，大部分数据是由 SgNB 传输的。

很明显，使用拆分承载方法可以实现最高的数据速率。实现 NSA 架构的主要目标是在 5G EN-DC 和现有 LTE 系统中启用 DC。NSA 架构允许下一代 5G 网络系统与现有 4G 网络结合到一起，可以更快地推出使用。

3 5G 独立接入架构 (SA)

5G NR 独立接入部署是最近推出的第一种预定义方法。SA 架构是 5G NR 接入技术的主要部署场景。在该架构中，UE 直接连接到 gNB，并且 gNB 与 5G 核心网络连接。必须建立一个新的核心网络，而不是 LTE-A EPC 网络。5G NR SA 技术必须将 4G RAN 完全升级到 NR 接入技术以及 LTE-A EPC 基础设施完全升级到新的 5G 核心网络架构，才能开始其服务。

其中，图 2 解释了 5G SA 架构，这是一个全新升级的核心网络系统。eNB 被增强为 gNB，5G 核心网络取代了 LTE-A EPC 网络。5G SA 有望建立一个具有 NR 接入技术的智能架构，以提高最终用户的 QoS。5G SA 也有自己的架构，

与现有的 LTE-A EPC 网络不兼容。然而，它允许对小蜂窝进行灵活的部署。

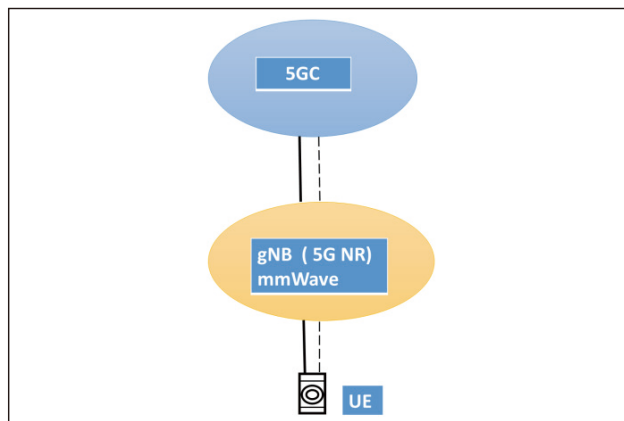


图 2 5G 全新独立接入 (SA) 架构

4 基于 DC 的切换

5G 发展的主要目标是通过在现有 4G LTE-A EPC 网络中，使用 DC 来实现更高的容量和覆盖增益。DC 是一种创新的解决方案，通过利用 NR 频谱，将现有的 4G LTE-A 与下一代 5G 相结合。这意味着 4G 的 LTE-A 20 MHz 频带可以与三倍高的频带同时使用，即 5G 的 60 MHz NR。拆分承载模式可用于同时使用旧频带和 NR。使用 DC 的优点是以低成本、高效益的方法实现更高的吞吐量。

在 5G HetNet 的 DC 过程中，可以预测两种不同的切换场景。第一种是当 UE 在 4G LTE-A 系统中，从旧的 MeNB 移动到新的 MeNB 时；第二种是当 UE 在两个小蜂窝之间切换时，即从现有 SgNB 切换到新的 SgNB。由于小蜂窝的超密集部署及其有限的覆盖区域，预计这些小蜂窝之间会发生频繁的切换和乒乓效应。在该场景中，MeNB 保持连接，而小蜂窝在移动期间切换。在 LTE-A EPC 和 5G HetNet 中，RSRP 在切换过程中发挥着至关重要的作用。如果新 SgNB 的 RSRP 值高于连接的 SgNB，则进行 UE 的切换，否则，连接保持不变。

5 解决方案

移动和切换管理是 DC 的驱动力，使其能够在 5G HetNet 中使用。当 UE 从一个 BS 切换到另一个 BS 时，涉及许多因素，如时间、位置和服务可用性。在相关文献中，已经提出了许多技术，来确保在不同环境和条件下的无缝 UE 移动性。

自组织网络 (SON) 已被提出作为一种自适应和自主的网络模型，以简化移动管理、规划、配置和优化。SON 的主要功能自我调整和自我管理，努力将移动过程中的切换失败降至最低。同样，文献也提出了在 Wi-Fi 网络中应用的自修复方法，以减少切换失败的次数。检测损坏和停止服务的接入点 (AP) 是减少切换失败的合适解决方案。原因是，

一旦知道有故障的 AP, 就可以避免它们, 并且正在进行的连接将连接到其它 AP。在先前检测故障 AP 的尝试中, 服务 AP 的剩余能量可以用于其它分类方法, 如 K 近邻 (KNN) 和支持向量机 (SVM)。

新的聚类方法基于这样的思想, 即必须优先考虑具有较高迁移率的相同聚类小区。这种方法可以解决负载均衡和优化问题。所提出的算法累积每个小区的切换尝试次数, 并更新其位置。在更新过程中, 彼此之间具有高移动性交互的小区获得最近的位置。更新后的位置数据被馈送到 K- 均值算法以观察不同的聚类。文献的作者提出, 如果 UE 在切换过程中发挥更大的作用, 那么可以减少许多链路故障。在下一代 5G 无线网络中, 预计 UE 将选择目标小区来缓解链路故障。文献提出了一种组合预测和分类模型, 以避免链路故障。在预测阶段, 服务和最强相邻 BS 的 RSRP 值被馈送到长短期记忆 (LSTM) 模型, 以预测未来的信号条件。分类过程从前馈神经网络 (FNN) 触发点开始, 该点是服务和相邻 BS 的信号条件处于可比较范围内的点。前馈神经网络 (FNN) 和网络组件分析 (NCA) 算法用于减少切换失败。为了验证所提出的方法, 进行了系统级仿真。在模拟中, 创建了几个切换失败场景, 这些场景具有不同的速度和不同的信道条件。仿真结果表明, LSTM 分类模型可以将切换失败减少 99%。当提前预测故障 AP 时, 其他表现更好的方法也受到关注。由于小蜂窝的特性, 如较低的传输功率, 所有提出的方法都可以应用于 5G HetNet。

5G HetNet 的主要挑战包括 RAT 间切换和网络切换自动化之间的测量差距。测量差距降低了最终用户的总体吞吐量。文献的作者提出了一种在测量间隙期间对切换失败进行分类的技术。为了应用所提出的方法, 已经考虑了 LTE-A 服务小区和毫米波目标小区之间的切换过程。通过 LTE-A 小区估计毫米波小区中的信号条件, 简化了对可能的切换失败的预测。已经引入了部分盲切换来检测这种故障。它们被称为盲切换, 因为测量间隙配置是不必要的。术语“部分”表示在特定时间 (即收集期) 需要特定的测量报告。

文献解释了从历史轨迹预测 UE 移动模式的各种方法, 从而在超密集 HetNet 中实现高效的移动管理。建议 DC 减少由于先断后接切换程序而造成的中断。然而, 这种解决方案存在一些问题, 例如测量报告的复杂性更高、两个小区的网络资源利用率和功耗。建议的方案通过添加人工智能 (AI) 来优化 DC。用户的移动性预测是关键组成部分。

文献提出了一种优化方法, 以增强 HetNets 中的切换参

数。由于小型蜂窝的多样性, 移动性管理似乎是一项极具挑战性的任务。有人建议, 只应在小区聚类的基础上, 观察不同小蜂窝的切换行为, 而不是关注单个切换趋势。该过程可以检测有故障的 BS 并避免错误的切换。K- 均值算法用于对 2000 个小蜂窝进行聚类, 并用于记录切换 KPI, 例如切换尝试的次数。所提出的方法, 每小时记录一次切换尝试。采用了各种机器学习算法来研究切换请求的需求。结果显示明显的变化, 切换次数被准确的最小化。

已经提出了一种基于 SDN 的方法, 通过建立网络的全局视图来管理网络资源。SDN 通过不同的切换方案提高了切换过程中的连续性。文献还提出了一种智能技术, 使用整个网络中 SDN 的全局视图。它将在不同 AP 上检测到的 SINR 值, 作为时间序列数据, 提供给 RNN-HM 模型 AP, 这是切换的最佳选择。RNN-HM 模型的最后一步包括 SoftMax 分类器, 用于预测切换决策对特定 AP 的敏感性。根据仿真分析, 已经使用了 9 个 AP 和 9 个 UE。一个充当 UE 之间的移动对象。所提出的 RNN-HM 可以在吞吐量方法中, 执行较早的触发以恢复切换过程。实验结果表明, 所提出的技术在短距离内拉动了单次切换过程中吞吐量的变化。因此, 提高了提供更高吞吐量的概率。

6 结语

本文进一步强调了在 5G HetNets 中, 实现切换的可接受解决方案。移动性管理建议的解决方案, 主要是机器学习和 SDN。本研究为研究人员提供了良好的移动性管理知识, 这将为建立新的算法和模型, 应对未来 HetNet 的挑战提供指导。

参考文献

- [1] Sajjad Ahmad Khan, Ibraheem Shayea, Mustafa Ergen, Hafizal Mohamad. Handover management over dual connectivity in 5G technology with future ultra-dense mobile heterogeneous networks: A review[J]. Engineering Science and Technology, an International Journal, 2022(35):1-16.
- [2] S.A. Ahmad, D. Datla, Distributed power allocations in heterogeneous networks with dual connectivity using backhaul state information[J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2015(8):4574-4581.
- [3] M Agiwal, H Kwon, S Park, H.u. Jin. A survey on 4g-5g dual connectivity: Road to 5g implementation[J]. IEEE Access, 2021(9):16193-16210.

Indoor Position Sensing Method for Visible Light Imaging Based on Image Matching

Kai Qi Yingying Yao Lang Luo Chen Jiao

College of Electronics and Information Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an, Shaanxi, 710021, China

Abstract

In response to the existing visible light positioning technology that relies on various sensors and complex algorithms to achieve positioning, which is difficult to implement and susceptible to interference, a fusion algorithm of image matching and visual word bag model is proposed for visible light indoor positioning. Extract image features from the collected image information using accelerated robust feature algorithms, and construct a visual word bag model using k-means clustering algorithm for training and localization testing. The results indicate that at a height of $0.8\text{m} \times 0.8\text{m} \times 0.8\text{m}$ In the 0.8m experimental environment, the average positioning error of the paper's positioning method is 4.8cm , 64.4% of the test points have positioning errors less than 4cm , and 80% of the test points have positioning errors less than 6cm , achieving stable and accurate indoor positioning.

Keywords

visible light localization; image matching; accelerated robust feature algorithm; visual word bag model

基于图像匹配的可见光成像室内位置感知方法

漆凯 姚莹莹 罗琅 焦晨

西安工业大学电信学院, 中国 · 陕西 西安 710021

摘 要

针对现有的可见光定位技术依赖于各种传感器和复杂的算法来实现定位, 实施难度大且易受干扰等问题, 提出融合图像匹配与视觉词袋模型的算法用于可见光室内定位。对采集的图像信息利用加速稳健特征算法提取图像特征, 将特征集合通过k均值聚类算法构建视觉词袋模型, 进行训练与定位测试。结果表明, 在搭建的 $0.8\text{m} \times 0.8\text{m} \times 0.8\text{m}$ 实验环境中, 论文定位方法的平均定位误差为 4.8cm , 64.4% 测试点的定位误差小于 4cm , 80% 测试点的定位误差小于 6cm , 实现了稳定准确的室内定位。

关键词

可见光定位; 图像匹配; 加速稳健特征算法; 视觉词袋模型

1 引言

随着社会的信息化和数字化程度不断提升, 大型商场、展馆、工厂等室内复杂环境对定位服务的需求快速增长, 但蓝牙定位^[1]、超声波定位^[2]、射频识别定位等传统射频通信定位技术在室内环境中由于电磁屏蔽和遮挡效应等影响难以满足稳定高效的定位需求。可见光定位技术作为一种新型的室内定位技术, 相比于传统射频通信定位技术, 具有兼顾照明和通信且稳定可靠的优点, 已成为当下热门研究方向之一^[3], 其室内定位精度不断提高。例如, 车平等^[4]利用图像传感器和加速传感器接受光源信息, 基于两点光源进行粗定位, 再利用 2D 图像坐标重建定位, 在 $5\text{m} \times 5\text{m} \times 3\text{m}$ 的

室内环境中定位误差和不超过 2cm 。目前, 应用图像处理技术实现定位受到广泛关注。XIA Yi 等^[5]提出了一种使用移动终端采集图像, 通过图像匹配技术实现室内定位, 验证了视觉室内定位方法的可行性。LU Pengsen 等^[6]采用改进的 ORB (Oriented Fast and Rotated Brief) 算法与图像识别定位技术实现室内目标定位。周强^[7]提出了基于改进 SURF (Speed up Robust Feature) 算法的图像精确定位方法, 比 SIFT (Scale Invariant Feature Transform) 算法拥有更高的定位精度和更快的运算速度。谷学静^[8]提出一种将双边滤波和词袋 (BoW) 模型相融合的匹配算法, 采用双边滤波对图像进行对比度增强和去噪, 获取图像的特征点和描述子, 利用 BoW 模型进行相似度筛选, 最后通过渐进采样一致 (PROSAC) 算法剔除误匹配点对, 提高算法的匹配精度。

在传统室内定位技术不能满足人们日益增长的多元化定位需求的情况下, 论文提出了一种基于图像的可见光室内定位方法, 通过对采集的图像提取 SURF 特征, 建立图像特征指纹库训练视觉词袋模型进行图像匹配检索实现定位。

【基金项目】大学生创新创业项目 (项目编号: S202210702041)。

【作者简介】漆凯 (2001—), 男, 中国贵州贵阳人, 在读本科生, 从事可见光定位研究。

2 可见光室内定位模型

整个系统主要由离线建库、模型建立和实测定位三个部分构成。可见光成像室内定位的实验流程如图 1 所示。

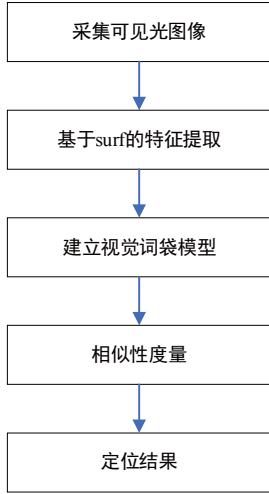


图 1 可见光成像室内定位的实验流程图

3 基于图像匹配的可见光室内定位算法

3.1 基于 SURF 算法的图像特征提取

加速稳健特征 (Speed up Robust Features, SURF) 算法是基于 SIFT 的快速、鲁棒性强的特点上提出的特征点提取和匹配的算法，在图像旋转、缩放、噪声、平移等方面都有很好的鲁棒性，SURF 算法特征点检测是通过利用 Hessian 矩阵来对图像进行特征点查找，对于图像 I 中某点 (x, y) ，尺度为 σ 的 Hessian 矩阵表示为：

$$H(x, \delta) = \begin{bmatrix} L_{xx}(x, \delta) & L_{xy}(x, \delta) \\ L_{xy}(x, \delta) & L_{yy}(x, \delta) \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中， $L_{xx}(x, \delta)$ 表示为图像 I 在点 x 处与高斯二阶微分 $\frac{\partial^2}{\partial x^2} g(\sigma)$ 的卷积， $L_{xy}(x, \delta)$ 和 $L_{yy}(x, \delta)$ 同理。 $g(\sigma)$ 的函数表达式为：

$$g(\sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma} e^{-\frac{(x+y)^2}{2\pi\sigma}} \quad (2)$$

为提高计算速度，SURF 算法引入盒式滤波来解决二阶高斯滤波计算耗时的问题，盒式滤波方程式表示为：

$$S(x, y) = \sum_{i=0}^x \sum_{j=0}^y I(i, j) \quad (3)$$

根据公式，可以得出任意矩形，区域的面积积分可由公式获得：

$$\sum = A + D - (B + C) \quad (4)$$

改变盒式滤波器的大小可以构建出具有不同尺度的图像金字塔，将得到的不同尺寸盒式滤波与图像的卷积分别记为 D_{xx} 、 D_{xy} 和 D_{yy} ，并借助于积分图像快速完成卷积运算，最终获得近似 Hessian 矩阵行列式：

$$\text{Det}(H) = D_{xx}D_{yy} - (\omega D_{xy})^2 \quad (5)$$

SURF 的特征向量产生方法是将特征点作为中心的长度为 $20s$ (s 是该特征点所在的尺度值)，再将其分成 4×4 个小块，每一个小块被分成 5×5 个取样点，取样后利用哈里小波对各个单元进行横向和纵向的响应，最后统计 5×5 个采集点的总响应值，于是推导出公式：

$$V = (\sum dx, \sum |dx|, \sum dy, \sum |dy|) \quad (6)$$

3.2 基于视觉词袋模型的图像匹配

视觉词袋模型实现过程大致分为四个步骤：首先提取图像中的特征描述子，然后通过聚类算法将训练图片得到特征描述子进行相似点聚类，每个聚类中心代表一个视觉单词，将图像的局部视觉特征映射到视觉单词表并用一个特征向量表示，特征向量的每一维对应一个视觉单词的权重之和，最后利用图像生成的向量进行图像匹配检索，算法流程如图 2 所示。

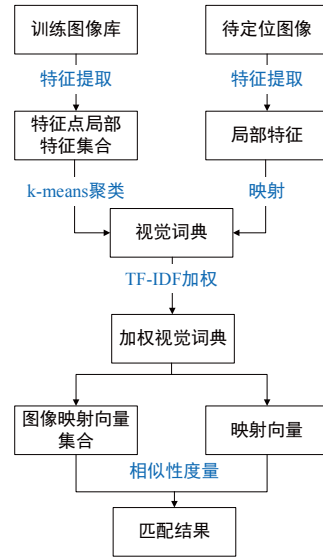


图 2 视觉词袋模型算法流程图

视觉词袋构造主要步骤如下：①给定待聚类的图像 SURF 描述子数据集，随机选取 K 个对象作为初始聚类中心。②求出 SURF 描述子数据集的每个数据与各个聚类中心的距离，按照最小化原则将数据点划入最近邻聚类中心所在的类簇。③重新计算每个类簇的中心。④重复步骤二、三，当各个聚类中心不再改变时算法结束。⑤计算每个聚类中心的 TF-IDF 分数，得到最终的加权视觉词典。

4 实验与结果分析

4.1 实验环境

为验证所提出定位算法的可行性与有效性，论文模拟真实的室内场景搭建了 $0.8\text{m} \times 0.8\text{m} \times 0.8\text{m}$ 的可见光定位实验环境。在实验环境中，顶部布置 4 个发光二极管 (LED) 光源，满足照明的同时也保证每个采集位置都能接收到至少一个 LED 的信息。在实验箱底部的坐标板上以 5cm 为间隔

将坐标板划分为大小相等的若干区域，并在实验箱顶部安装4个功率为3W的LED光源，用来采集可见光图像并提取特征。

4.2 视觉词袋模型的训练

利用SURF算法提取实测的765张可见光图像的特征，经过分离重组得到图像SURF描述子数据集，作为视觉词袋模型的输入。采用均方根误差（root mean-square error, RMSE）来计算测量定位坐标与真实坐标之间的误差。假设匹配定位坐标为 (x_m, y_m, z_m) ，真实坐标为 (x_i, y_i, z_i) ，测试次数为N，则均方根误差的数学表达式为：

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_i ((x_{mi} - x_i)^2 + (y_{mi} - y_i)^2 + (z_{mi} - z_i)^2)} \quad (7)$$

采用均方根误差来计算三维定位误差，可以得出系统的定位误差为4.8cm，经过统计得到误差直方图和累积概率分布如图3所示。

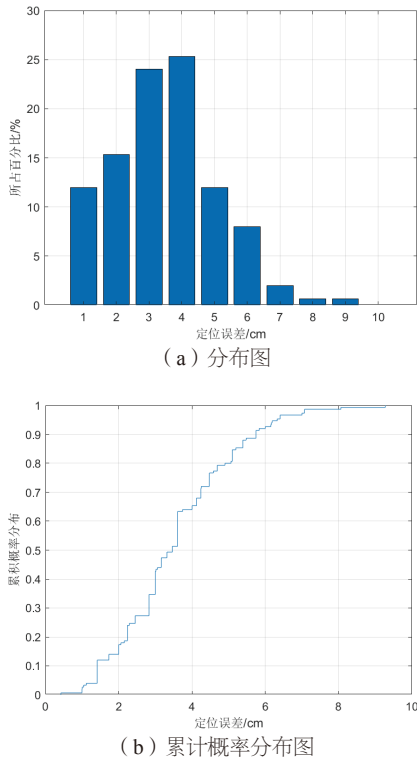


图3 三维定位误差

由图3可知，定位误差集中分布在0~10cm，统计结果表明：超过80%的测试点实现了6cm的定位精度，则论文提出的定位算法能在三维空间实现高精度定位。

5 结论

针对现行室内可见光定位技术受环境影响大、实际操作难度高导致的定位不稳定的问题，提出了视觉成像的可见光定位技术。只需在室内位置采集图像，再使用SURF算法提取可见光图像的特征，经过分离重组后建立数据库，并将其代入到视觉词袋模型进行训练测试。在实测定位阶段，搭建了0.8m×0.8m×0.8m的实物模型进行验证，测试结果的平均定位误差为4.8cm，误差小于4cm的预测点数量占总坐标点数量的64.4%，误差小于6cm的预测点数量占总坐标点数量的80%，定位结果稳定可靠，所提方法为可见光室内定位技术提供了新的可行方案。

参考文献

- [1] 周向前,张峰,刘叶楠,等.基于融合聚类的蓝牙室内定位系统算法优化[J].自动化与仪表,2020,35(1):80-85.
- [2] 李金奎,冯晋,陈剑桥.一种无线网络时钟同步法的超声波室内定位系统设计[J].现代雷达,2022,44(3):76-80.
- [3] ZHAO Li, CHEN Junbo, LIU Haitao. Neural network visible light indoor location based on lambert model optimization[C]//2022 IEEE 10th International Conference on Information, 2022:202-207.
- [4] 车平,冯莉芳.基于室内可见光的两点光源定位技术研究[J].光学技术,2018,44(3):257-262.
- [5] XIA Yi, XIU Chundi, YANG Dongkai. Visual indoor positioning method using image database[C]//2018 Ubiquitous Positioning, Indoor Navigation and Location-Based Services,2018:1-8.
- [6] LU Pengsen, ZHANG Jie, LIN Xin, et al. Research on indoor target positioning system based on image feature extraction and recognition[C]//2023 IEEE 2nd International Conference on Electrical Engineering, Big Data and Algorithms, 2023: 547-550.
- [7] 周强,周虎,徐利军,等.基于SURF算法和SLSH算法的图像定位方法[J].仪表技术与传感器,2020(10):103-107.
- [8] 谷学静,刘秋月,马冠征,等.基于双边滤波和词袋模型的图像匹配算法[J].激光杂志,2022,43(7):70-74.

Research on the Design and Optimization of Subway Catenary System

Xiaoliang Ren

Chongqing Rail Transit (Group) Co., Ltd., Chongqing, 401122, China

Abstract

This paper delves into the design and optimization of metro contact network systems. Firstly, the foundational knowledge of the contact network system is introduced, followed by a discussion on its design essentials and solutions to common problems. Then, the latest optimization techniques and methods are analyzed, and the practical effects and value of optimized design are demonstrated through a case study. Finally, predictions and prospects for the future development trend of the contact network system are presented. The research results indicate that rational design and optimization are crucial for ensuring the safe and efficient operation of metros.

Keywords

metro contact network system; design; optimization; technological development; case study

地铁接触网系统的设计与优化研究

任晓亮

重庆市轨道交通（集团）有限公司，中国·重庆 401122

摘 要

论文深入研究了地铁接触网系统的设计与优化。首先，介绍了接触网系统的基础知识，然后探讨了其设计要点和常见问题的解决方案。其次，分析了最新的优化技术和方法，并通过实例分析展示了优化设计的实际效果和价值。最后，对接触网系统的未来发展趋势进行了预测和展望。研究结果表明，合理设计与优化对于确保地铁的安全、高效运营具有重要的意义。

关键词

地铁接触网系统；设计；优化；技术发展；实例分析

1 引言

1.1 背景介绍

随着城市化进程的加速和人口的快速增长，城市交通问题日益突出。地铁作为一种高效、环保、大容量的公共交通工具，已经成为许多大中城市解决交通拥堵问题的首选方案。地铁的正常运行离不开接触网系统的支持，它为地铁列车提供了稳定、可靠的电力供应^[1]。

1.2 研究的意义和目的

地铁接触网系统的设计与优化关系到地铁的安全、稳定运行以及运营成本的控制。一个合理、高效的接触网系统不仅可以提高地铁的运营效率，还可以降低维护成本，延长设备的使用寿命。通过论文的研究，希望为地铁接触网系统的设计与优化提供一些新的思路和方法，为地铁的安全、高效运营作出贡献。

【作者简介】任晓亮（1991-），男，中国重庆人，本科，工程师，从事城市地铁供电接触网、环网、杂散电流研究。

2 地铁接触网系统基础知识

2.1 接触网系统的定义和组成

接触网系统是地铁电气化系统的重要组成部分，主要负责为地铁列车提供直流电力，它由接触线、悬挂装置、支撑装置、绝缘装置等组成。接触线通常由铜或铜合金制成，用于与列车的受电弓或裸露的集电器接触，从而为列车提供电力。

2.2 主要工作原理和功能

接触网系统的主要工作原理是通过接触线与列车的受电弓或集电器之间的物理接触，实现电能的传输。当列车运行时，受电弓与接触线保持稳定的接触，从而实现电流的连续传输。接触网系统不仅要保证电能的传输，还要确保在各种运行条件下都能与受电弓保持稳定的接触，避免电弧或其他故障的产生。

2.3 中国和其他国家的接触网系统的发展历程

早期的接触网系统主要使用简单的悬挂方式，随着技术的进步，接触网系统的设计和材料也得到了不断的优化。例如，为了提高接触线与受电弓之间的接触稳定性，现代接

触网系统通常采用复合材料和特殊的悬挂结构。在国外，欧洲和日本等地的地铁接触网系统技术较为成熟，已经形成了一套完整的设计和施工标准。而在中国，随着地铁建设的快速发展，接触网系统技术也得到了迅速的进步，已经达到了国际先进水平^[2]。

3 地铁接触网系统的设计要点

3.1 设计原则和要求

地铁接触网系统的设计应遵循以下原则：

- ①安全性：确保在任何情况下都能为列车提供稳定、安全的电力供应，避免电弧、短路等危险情况的发生。
- ②可靠性：设计应考虑长时间、高频率的运营需求，确保系统的持续、稳定运行。
- ③经济性：在满足安全和可靠性要求的前提下，尽量减少建设和运营成本。
- ④适应性：能够适应不同的地理、气候和运营条件以及未来的技术和运营需求。

3.2 主要设备和材料选择

- ①接触线：通常采用高导电性的铜或铜合金材料，以确保电能的高效传输。
- ②悬挂装置和支撑装置：应选择耐腐蚀、高强度的材料，如不锈钢或特殊合金，以保证长时间的稳定运行。
- ③绝缘装置：采用高绝缘性能的材料，如复合材料或特殊塑料，以避免电气故障。
- ④其他辅助设备：如接地装置、防雷装置等，应根据实际运营条件和安全要求进行选择。

3.3 设计中的关键技术和难点

- ①接触稳定性：如何确保在高速运行、曲线行驶等复杂条件下，接触线与受电弓之间保持稳定的接触，是设计中的一个关键问题。
- ②电气性能优化：如何减少电阻、提高电能传输效率，以降低能耗和运营成本。
- ③结构设计：如何根据地形、建筑和其他条件，设计合理的悬挂和支撑结构，以确保系统的稳定和安全。
- ④环境适应性：如何考虑到不同的气候、污染和其他环境因素，设计出能够长时间稳定运行的系统。

4 地铁接触网系统的优化方法

4.1 优化的目标和原则

优化地铁接触网系统是为了更好地满足现代城市交通的需求，提高系统的运行效率，降低维护成本，延长设备使用寿命，同时确保乘客和工作人员的安全。以下是优化的主要目标和原则：

- ①提高系统效率：优化的首要目标是提高接触网系统的电能传输效率，减少能源损耗，从而降低运营成本。
- ②增强系统稳定性：确保在各种运营和环境条件下，接触网系统都能稳定、可靠的工作，减少故障和中断。

③延长设备寿命：通过优化设计和材料选择，减少设备的磨损和老化，延长其使用寿命，从而降低长期的维护和更换成本。

④提高安全性：确保在任何情况下，接触网系统都不会产生危险的电弧、短路或其他故障，保障乘客和工作人员的安全。

⑤考虑未来的技术和运营需求：在优化设计时，应考虑到未来可能的技术进步和运营需求变化，使系统具有一定的灵活性和扩展性。

⑥经济性原则：在满足上述技术和安全要求的前提下，应尽量选择经济、高效的优化方案，确保投资的合理性和回报。

⑦环境友好性：优化设计应考虑到环境保护的要求，减少污染物排放，降低噪音和电磁干扰，使系统更加环保^[3]。

4.2 常见问题和解决方案

在地铁接触网系统的运营和维护中，可能会遇到各种问题。以下列出了一些常见的问题及其解决方案：

①电弧产生：由于接触线与受电弓之间的不稳定接触，可能会产生电弧，这不仅会损坏接触线和受电弓，还可能引发火灾。

解决方案：定期检查和调整受电弓的压力和位置，确保其与接触线稳定接触；使用高质量的接触线和受电弓材料，减少磨损。

②接触线断裂：由于金属疲劳、环境腐蚀或外部冲击，接触线可能会断裂。

解决方案：定期检查接触线的磨损和腐蚀情况，及时更换受损的部分；选择耐腐蚀、高强度的接触线材料。

③绝缘失效：由于绝缘材料的老化或损坏，可能导致接触网系统的绝缘失效，产生短路或触电事故。

解决方案：定期检查绝缘装置的状态，及时更换老化或损坏的部分；选择高质量、耐老化的绝缘材料。

④结构变形：由于温度变化、地面沉降或外部冲击，接触网系统的悬挂和支撑结构可能会发生变形。

解决方案：定期检查结构的稳定性和形状，及时调整或加固变形的部分；在设计时考虑各种可能的环境和外部因素，选择合适的结构和材料。

⑤电磁干扰：接触网系统的运行可能会产生电磁干扰，影响其他电气设备的正常工作。

解决方案：在设计时考虑电磁兼容性，选择合适的材料和结构，减少电磁辐射；设置电磁屏蔽装置，隔离干扰源。

4.3 最新优化技术和方法

随着技术的不断进步，地铁接触网系统的优化技术和方法也在持续发展。以下是一些最新的优化技术和方法：

①智能监测技术：通过安装传感器和监控设备，实时监测接触网系统的运行状态，如接触线温度、受电弓压力、电流大小等，及时发现和预警潜在问题。

应用：通过数据分析，可以预测接触线的磨损和老化情况，提前进行维护和更换，从而提高系统的可靠性和安全性。

②自适应受电弓技术：开发具有自适应功能的受电弓，能够根据接触线的位置和状态，自动调整压力和位置，确保稳定接触。

应用：减少电弧产生，提高电能传输效率，延长接触线和受电弓的使用寿命。

③高性能材料：研发新型的接触线和绝缘材料，如纳米复合材料、高导电性合金等，提高系统的电气性能和耐久性。

应用：降低能源损耗，减少维护成本，延长设备使用寿命。

④数字仿真技术：利用计算机仿真软件，模拟接触网系统的运行和故障情况，优化设计和运营策略。

应用：在设计阶段，可以预测系统的性能和潜在问题，避免不必要的修改和返工；在运营阶段，可以根据仿真结果，调整运营策略，提高效率。

⑤绿色环保技术：研发低噪音、低电磁辐射、低碳排放的接触网系统，满足环保要求。

应用：降低对环境的影响，提高社会和经济效益。

5 实例分析

为了更直观地展示地铁接触网系统的设计与优化方法，本节将对某城市地铁接触网系统进行实例分析。

5.1 某城市地铁接触网系统设计实例

背景：某城市由于近年来的快速发展和人口增长，交通压力持续增大。为缓解这一问题，该城市决定建设新的地铁线路。

设计特点：

①采用了最新的高导电性铜合金材料作为接触线，确保了高效的电能传输。

②使用了自适应受电弓技术，自动调整受电弓的压力和位置，确保与接触线的稳定接触。

③结合数字仿真技术，对接触网系统进行了优化设计，提高了系统的稳定性和安全性。

5.2 优化前后的性能对比

5.2.1 优化前

①接触线与受电弓之间时常产生电弧，影响电能传输效率。

②接触网系统的故障率较高，维护成本上升。

③由于接触线材料的选择不当，导致其寿命较短，需要频繁更换。

5.2.2 优化后

①电弧产生的情况大大减少，电能传输效率提高了约10%。

②通过使用高性能材料和自适应受电弓技术，系统的故障率降低了约30%。

③接触线的使用寿命增加了约50%，大大降低了更换和维护的成本。

5.3 实例中的经验和教训

①选择合适的接触线材料对于提高系统的电气性能和延长设备寿命至关重要。

②自适应受电弓技术在实际应用中效果显著，可以有效减少电弧产生，提高电能传输效率。

③数字仿真技术为接触网系统的优化设计提供了有力的工具，可以预测系统的性能和潜在问题，避免不必要的修改和返工。

6 地铁接触网系统的未来发展趋势

随着技术的不断进步和城市交通需求的增长，地铁接触网系统也将面临新的挑战 and 机遇。以下是预测的未来发展趋势。

6.1 技术发展的趋势和预测

①无线供电技术：随着无线供电技术的研究和应用，未来的地铁接触网系统可能会逐渐摒弃传统的物理接触方式，采用无线供电技术为列车提供电能。

②智能化和自动化：通过引入更多的传感器、控制器和通信技术，接触网系统将更加智能化和自动化，能够自我检测、诊断和维护。

③绿色和环保：随着环保要求的提高，接触网系统将更加注重环境保护，采用低碳、低噪音、低电磁辐射的技术和材料。

6.2 未来的挑战和机遇

①技术更新换代：随着新技术的出现，如何平滑地进行技术更新换代，确保系统的稳定运行，将是一个重要的挑战。

②复杂的运营环境：随着城市化的加速，地铁接触网系统将面临更复杂的运营环境，如高温、高湿、高盐雾等，如何适应这些环境，确保系统的稳定运行，也是一个重要的挑战。

③技术融合：随着各种新技术的出现，如物联网、大数据、人工智能等，如何将这些技术融合到接触网系统中，提高系统的性能和效率，将是一个重要的机遇。

6.3 建议和展望

①持续研发：鼓励企业和研究机构持续进行技术研发，探索新的设计方法和优化策略，提高接触网系统的性能和效率。

②加强国际合作：通过与国际先进企业和研究机构合作，引进和吸收先进的技术和经验，加速技术更新换代。

③注重人才培养：加强接触网系统相关的教育和培训，培养一批高素质的技术和管理人才，为未来的发展提供有力

的人才支持。

7 结论

经过对地铁接触网系统的深入研究和分析，我们得出以下结论：

①关键性的角色：地铁接触网系统在整个地铁运营中起到了关键性的角色。一个稳定、高效的接触网系统不仅可以确保地铁的安全运行，还可以提高运营效率，降低维护成本。

②设计与优化的重要性：随着技术的进步和运营条件的变化，接触网系统的设计与优化显得尤为重要。通过合理设计和优化，可以有效应对各种挑战，提高系统的性能和寿命。

③技术的发展趋势：未来的接触网系统将更加智能化、自动化和环保。无线供电技术、智能监测技术和绿色环保技术将成为主要的发展方向。

④实例的启示：通过对某城市地铁接触网系统的实例

分析，我们可以看到优化设计的实际效果和价值。这为其他城市和地铁线路提供了有益的参考和启示。

⑤未来的展望：随着城市化的加速和交通需求的增长，地铁接触网系统将面临更大的挑战和机遇。我们应该加强研发、加强国际合作，不断提高接触网系统的技术水平，为未来的发展做好准备。

总之，地铁接触网系统作为地铁运营的关键部分，其设计与优化对于确保地铁的安全、高效运营具有重要的意义。希望论文的研究和分析能为相关领域的研究者和工程师提供有益的参考和启示。

参考文献

- [1] 郭建华.地铁供电系统中刚性接触网常见故障和防范策略研究[J].中国设备工程,2021(9).
- [2] 杨立.地铁接触网常见故障及对策分析[J].城市建设理论研究(电子版),2019(6).
- [3] 张建军.地铁接触网的常见故障及应对策略[J].价值工程,2018(11).

Research on Optimization of Broadcasting and Television Transmission Network Based on 5G Technology

Lingling Guo

Shandong Radio and Television Transmission Support Center, Jinan, Shandong, 250014, China

Abstract

With the rapid development and wide application of 5G technology, broadcast and television transmission networks are facing new challenges and opportunities, and need to constantly innovate and optimize to meet the growing needs of users. In this paper, the application of 5G technology in the optimization of broadcast and television transmission network is studied. Through the overview of 5G technology and the problems of radio and television transmission network, a set of radio and television transmission network optimization scheme based on 5G technology is proposed. This solution aims to make full use of the advantages of 5G technology, improve the speed, stability and scalability of the transmission network, to meet the needs of users for high-definition, 4K, 8K and other high-resolution video, and improve user experience.

Keywords

5G technology; radio and television; transmission network; optimization study

基于 5G 技术的广播电视传输网络优化研究

郭玲玲

山东省广播电视传输保障中心, 中国 · 山东 济南 250014

摘 要

随着5G技术的快速发展和广泛应用, 广播电视传输网络面临着新的挑战和机遇, 需要不断创新和优化以适应用户日益增长的需求。论文针对5G技术在广播电视传输网络优化中的应用进行了研究。通过对5G技术概述、广播电视传输网络问题, 提出了一套基于5G技术的广播电视传输网络优化方案。这一方案旨在充分利用5G技术的优势, 提高传输网络的速率、稳定性和可扩展性, 以满足用户对高清、4K、8K等高分辨率视频的需求, 提升用户体验。

关键词

5G技术; 广播电视; 传输网络; 优化研究

1 引言

传统的模拟传输方式在数字化和高清晰度内容的推进下, 已无法满足用户对于更高质量、更多样化的广播电视服务的需求。而 5G 技术的应用与普及给广播电视传输网络优化带来了全新的机遇。5G 技术以其超高速的传输、低时延、大容量和广泛覆盖的特点, 具备成为下一代广播电视传输标准的潜力。因此, 基于 5G 技术的广播电视传输网络优化研究异常重要。本研究将针对当前广播电视传输网络存在的问题, 结合 5G 技术的特点和优势, 探讨如何优化广播电视内容的传输和分发。

2 5G 技术概述

5G 技术是第五代移动通信技术的简称, 英文全称为

Fifth Generation, 代表着移动通信技术的新一代革新。5G 技术基于更高频率的无线电波和先进的通信协议, 使得其具备了高速率、低时延和大容量等显著优点。具体而言, 5G 技术的速率可达到 Gbps 级别, 意味着用户可以更快地下载和上传大容量数据, 实现实时高清视频通信、虚拟现实和增强现实等沉浸式体验。同时, 5G 技术的时延降低到毫秒级别, 为各种实时应用提供了更好的支持。5G 技术还具有大容量的特点, 可以以 TB 为单位进行数据传输, 满足了各种大数据应用的需求。5G 技术的应用范围非常广泛, 不仅局限于移动通信领域, 还可以拓展到智能交通、智慧城市、智能制造、智能医疗等多个领域。在广播电视传输网络中, 5G 技术可以发挥其优势, 提高传输质量和效率, 实现高清视频、4K/8K 影音和虚拟现实等多媒体服务的传输。同时, 5G 技术还支持物联网应用, 可以将各种设备和物体进行连接和通信, 实现智能家居、智能交通、智慧农业等应用场景。这意味着 5G 技术不仅可以提升个人的通信体验, 还可以推动整个社会的智能化和自动化发展。在工业领域, 5G 技术可以

【作者简介】郭玲玲(1965-), 女, 中国河南范县人, 本科, 高级工程师, 从事广播电视工程研究。

提供低延迟和高可靠性的通信,为工厂自动化和机器人技术的发展提供了有力支持^[1]。通过5G技术,可以实现设备间的实时通信和协同工作,提高生产效率和质量。同时在智慧城市建设中,5G技术也发挥着重要作用,它可以实现智能交通管理、智能能源管理、智慧安防系统等,提升城市的运行效率和居民的生活质量。

3 广播电视传输网络问题和建议

3.1 传输质量不稳定

这是一个常见的问题,在广播电视传输网络中尤为突出。由于多种原因,如技术缺陷、设备老化、环境干扰等,广播电视信号在传输过程中可能会出现不稳定的情况,导致信号中断、画面模糊等问题。这些问题不仅影响了用户的观看体验,还可能对广播电视业务的声誉和发展造成一定的负面影响。为了解决这个问题,需要从多个方面入手。加强技术研发和设备更新,提高传输网络的稳定性和可靠性。加强环境监测和干扰排除,减少外界因素对传输质量的影响。还可以采用一些先进的传输技术和协议,如5G技术等,以提高传输质量和效率。解决广播电视传输网络的质量不稳定问题需要多方面的努力和投入,包括技术研发、设备更新、环境监测等多个方面。只有这样,才能为用户提供更加稳定、清晰的广播电视服务,提升用户体验,促进广播电视业务的持续发展。

3.2 传输速率低

随着科技的进步,高清、4K、8K等高分辨率视频逐渐成为主流,用户对视频传输速率的要求也随之提高。然而,现有的广播电视传输网络在传输速率方面存在一定的局限性,难以满足用户日益增长的需求。高分辨率视频对传输速率的要求更高,因为它们包含更多的画面细节和图像数据,需要更大的带宽来传输。这意味着在传输过程中需要更多的数据传输量,而现有的广播电视传输网络往往无法提供足够的带宽来支持高速传输。广播电视传输网络的基础设施也限制了传输速率的提升^[2]。传输网络的基础设施包括网线、无线网、信号塔等,这些设施的建设和维护需要大量的资源和投入。由于地域等因素的限制,广播电视传输网络的基础设施建设受到了一定的制约,导致无法满足用户对传输速率的高要求。传输速率低是当前广播电视传输网络面临的一个问题,需要通过投入资金、升级设备和采用新技术等多种手段来解决。只有提升传输速率,满足用户对高分辨率视频的需求,才能更好地推动高清、4K、8K视频的发展。

3.3 传输延迟高

实时交互和在线直播等应用场景中,用户对传输延迟的要求越来越高,希望能够实现低延迟的传输,以获得更好的观看体验。传输延迟高通常表现在网络拥堵、信号传输距离过长、网络设备性能不足等问题。这些问题可能导致数据传输的延迟增加,影响用户的实时交互和观看体验。网络拥

堵是导致传输延迟高的常见原因之一。当多个用户同时访问同一网络资源时,网络带宽可能不足以满足所有用户的需求,导致数据传输速度变慢,延迟增加。信号传输距离过长也可能导致传输延迟增加,因为信号在传输过程中需要经过多个中继节点,每个节点都可能增加一定的延迟。另外,网络设备性能不足也是导致传输延迟高的原因之一。如果网络设备的处理能力不足或存储空间有限,可能导致数据传输过程中的瓶颈,进而影响传输速度和延迟。为解决广播电视传输网络的传输延迟高问题需要多方面的努力和投入,包括技术研发、设备更新、网络优化等。只有通过不断创新和升级,才能满足用户对低延迟的需求,提升广播电视传输网络的实时性和用户体验。

3.4 覆盖范围有限

由于技术、经济等多方面原因,广播电视传输网络的覆盖范围有限,导致一些偏远地区或人口稀少地区的用户难以接收到稳定的广播电视信号。这是一个普遍存在的问题,限制了广播电视业务的普及和发展。技术原因是导致广播电视传输网络覆盖范围有限的主要因素之一。由于广播电视信号传输需要依靠无线电波或有线网络,而偏远地区或人口稀少地区往往地形复杂、交通不便,导致信号传输的难度增加,覆盖范围受限。经济原因也是影响广播电视传输网络覆盖范围的重要因素。在一些地区,由于经济发展相对滞后,建设广播电视传输网络的成本较高,难以实现全面覆盖。为了解决这个问题,可以考虑采取一些措施来扩大广播电视传输网络的覆盖范围。例如,加强技术研发和设备更新,提高信号的传输质量和稳定性;加强基础设施建设,提高网络的覆盖范围和可用性;推广数字化、网络化等技术手段,提高广播电视业务的普及率。

4 基于5G技术的广播电视传输网络优化方案

4.1 网络架构优化

通过引入5G网络技术,可以对广播电视传输网络进行架构优化,从而提高网络的性能、灵活性和可扩展性。具体来说,SDN(软件定义网络)技术的应用可以实现网络的集中控制和灵活配置,使得网络管理更加高效、便捷。通过将网络的控制平面与数据平面分离,SDN技术可以实现对网络流量的精细控制,提高网络的可管理性和可扩展性^[3]。同时,NFV(网络功能虚拟化)技术的应用可以将网络功能软件化,使得网络功能的部署和升级更加灵活,降低了网络设备的成本和维护难度。这意味着网络功能可以更快地适应业务需求的变化,提高了网络的灵活性和可扩展性。

此外,引入网络切片技术可以实现对不同业务的差异化服务,进一步提高网络的性能和服务质量。网络切片技术可以将物理网络划分为多个虚拟网络,每个虚拟网络都可以根据业务需求进行定制和优化。这使得不同的业务可以享受到更加精准、高效的网络服务,提高了网络的性能和服务质

量。通过引入 5G 网络技术、SDN 技术、NFV 技术和网络切片技术,可以对广播电视传输网络进行全面的架构优化。这将使得广播电视传输网络更加高效、稳定、可靠,满足用户不断增长的需求,提升用户体验。

4.2 传输协议和算法优化

通过采用高效的传输协议和算法,可以优化数据传输过程,提高传输速率和降低传输延迟,从而提升用户体验。具体来说,UDP 协议是一种无连接的传输协议,相较于 TCP 协议,其传输效率更高,更适合用于实时音视频传输。同时,拥塞控制算法可以根据网络状况动态调整数据传输速率,避免网络拥堵,提高传输稳定性。加强网络质量监测和维护也是保障网络稳定性和可靠性的重要措施。通过实时监测网络状态,及时发现和解决网络故障,可以减少数据传输中断和错误,提高网络服务质量。此外,利用 5G 技术的边缘计算功能,将部分计算任务下沉到网络边缘,可以减少数据传输延迟和提高数据传输效率。这种分布式计算架构可以降低网络负载,提高网络性能和服务质量。通过传输协议和算法优化、加强网络质量监测和维护、利用 5G 技术的边缘计算功能等措施,可以进一步提升广播电视传输网络的性能和服务质量,为用户提供更加流畅、清晰的广播电视体验。这些优化措施不仅可以满足用户不断增长的需求,还可以推动广播电视行业的创新和发展。

4.3 频谱管理和资源分配优化

通过合理利用频谱资源,采用动态频谱分配技术,可以显著提高频谱利用率,保证传输质量,进一步提升广播电视传输网络的性能。动态频谱分配技术根据网络需求和频谱使用情况,灵活地调整频谱分配,使得频谱资源得到更加高效、合理的利用,避免了频谱资源的浪费。在保证传输质量

的同时,提高了频谱利用率,实现了更好的网络性能。在频谱管理和资源分配优化的过程中,还需要考虑到不同业务的需求和优先级。对于关键业务,需要确保其传输质量和稳定性,以满足用户的需求和期望。通过合理的资源分配和调度,可以平衡不同业务之间的需求,确保整体网络性能的提升^[4]。通过合理利用频谱资源和采用动态频谱分配技术,可以进一步优化广播电视传输网络的性能,提高频谱利用率和传输质量。这将为用户提供更加稳定、清晰的广播电视服务,提升用户体验。同时,这也为未来业务发展提供了更加坚实的基础支撑,促进了广播电视行业的可持续发展。

5 结语

总体来说,论文研究了基于 5G 技术的广播电视传输网络优化问题,并提出了一种有效的优化方案。研究结果表明,该方案可以显著提高传输网络的速率、稳定性和可扩展性,提升用户体验。同时,论文也为未来研究方向和问题提供了有益的探讨,为广播电视行业的创新和发展提供了新的思路 and 方向。随着 5G 技术的不断发展和应用,相信广播电视传输网络的性能和服务质量将得到进一步提升,为用户提供更加优质、高效、稳定的广播电视服务。

参考文献

- [1] 王少聪.5G通信技术在广播电视工程中的应用[J].电子技术,2023,52(3):382-383.
- [2] 余晓玫,谭祥,李文娟,等.基于光通信技术的5G网络信号路由优化研究[J].激光杂志,2022,43(11):89-92.
- [3] 张丽娟.基于5G技术的广播电视信源传输能力提升探索[J].电视技术,2022,46(10):158-161.
- [4] 付航.5G网络自组织优化技术研究[J].电信工程技术与标准化,2020,33(11):50-55.

Research on the Application of Analog Electronic Technology in Electrical Automation Control

Liling Zhang¹ Huangxia Shi^{2*}

1. School of Energy Engineering, Xinjiang University of Engineering, Urumqi, Xinjiang, 830023, China
2. Xinjiang Institute of Engineering, Urumqi, Xinjiang, 830023, China

Abstract

Analog electronic technology is an important branch in the field of electronic engineering, involving the processing and transmission of analog signals, it mainly studies the design, analysis, and optimization of analog circuits, amplifiers, filters, power amplifiers, mixers, and other circuits and devices. A major feature of analog electronic technology is the processing of continuous time signals. In analog circuits, signals typically exist in a continuous time form and can be represented by continuous voltage or current. The commonly used components in analog circuits include resistors, capacitors, inductors, etc, the combination of these components can form various analog circuits with different functions. Analog electronic technology is widely used, including audio amplifiers, RF transceivers, power management, sensor interfaces, etc.

Keywords

analog electronic technology; electrical automation; automation control

模拟电子技术在电气自动化控制中的应用研究

张丽玲¹ 石黄霞^{2*}

1. 新疆工程学院能源工程学院, 中国·新疆 乌鲁木齐 830023
2. 新疆工程学院, 中国·新疆乌鲁木齐市 830023

摘 要

模拟电子技术是电子工程领域的一个重要分支, 涉及模拟信号的处理与传输。它主要研究模拟电路、放大器、滤波器、功率放大器、混频器等电路和器件的设计、分析和优化。模拟电子技术的一大特点是处理连续时间信号。在模拟电路中, 信号通常以连续时间形式存在, 可以用连续的电压或电流来表示。模拟电路中常用的元件有电阻、电容、电感等, 通过这些元件的组合可以构成各种不同功能的模拟电路。模拟电子技术应用广泛, 包括音频放大器、射频收发器、电源管理、传感器接口等。

关键词

模拟电子技术; 电气自动化; 自动化控制

1 引言

在众多领域中, 模拟电子技术被广泛应用于信号处理、通信、音频和视频设备、传感器和仪器等。模拟电子技术的基本概念可以追溯到电子工程的早期发展阶段。通过电子元件和电路的组合, 模拟电子技术能够实现对输入信号的放大、滤波、调节和变换等功能。例如, 模拟电子技术可以将来自麦克风的语音信号放大并经过滤波处理后输出, 实现音频放大器的功能。近年来, 随着数字电子技术的快速发展, 数字信号处理已经在很多领域中取代了模拟电子技术。然

而, 在某些特定应用中, 模拟电子技术仍然具有不可替代的优势, 如音频设备、模拟传感器、高精度测量等领域。

2 模拟电子技术概述

2.1 连续信号

在模拟电子技术中, 连续信号是指在一段时间内连续地变化的信号。这种信号可以用一个连续的函数来表示, 其取值可以是无限个。连续信号具有无限的时间和幅度分辨率, 可以在任意时间点和幅度上进行测量^[1]。连续信号在电子电路设计和信号处理方面起着重要的作用。在电子电路设计中, 连续信号可以通过模拟电路进行放大、滤波、调节和传输。在信号处理中, 连续信号可以通过模拟转换器(如模数转换器)转换为数字信号, 然后进行数字信号处理。常见的连续信号有正弦信号、三角波信号、方波信号等, 这些信号可以采用数学函数的形式来表示, 如正弦信号可以用正

【作者简介】张丽玲(1982-), 女, 中国河南人, 本科, 讲师, 从事电子信息科学与技术研究。

【通讯作者】石黄霞(1978-), 女, 中国湖北人, 硕士, 教授, 从事电气自动化控制研究。

弦函数来描述,三角波信号可以用分段线性函数来描述。在连续信号的处理过程中,需要考虑信号的采样率、带宽和动态范围等参数。采样率是指每秒钟对信号进行采样的次数,决定了对信号的离散化程度;带宽是指信号所包含的频率范围,决定了信号能够传输的最高频率;动态范围是指信号幅度的范围,决定了信号能够表示的最大和最小幅度。

2.2 模拟电路

模拟电子技术中的模拟电路是指使用连续变化的电压或电流来处理和传输信号的电路。与数字电路不同,模拟电路可以对连续的输入信号进行放大、滤波、调节和分析。模拟电路由各种被动元件(如电阻、电容、电感)和主动元件(如晶体管、运算放大器)组成,通过这些元件的协作工作,实现对输入信号的处理。常见的模拟电路包括放大电路、滤波电路、调节电路和混频电路等。

①放大电路,用于将输入信号的幅度放大到所需的输出幅度。常见的放大电路有共射放大电路、共基放大电路和共集放大电路等。

②滤波电路,用于去除或衰减某些频率范围内的信号,保留感兴趣的频率成分。常见的滤波电路有低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器和带阻滤波器等。

③调节电路,用于将输入信号的某些参数进行调整,如改变幅度、相位或频率。常见的调节电路有稳压器、稳流器和振荡器等。

④混频电路,用于将多个信号进行混合,生成新的频率组合。常见的混频电路有乘法器混频器和集成混频器等。

模拟电路设计需要考虑元件的参数选择、电源稳定性、噪声干扰抑制以及灵敏度等因素。在实际应用中,模拟电路广泛用于音频放大器、射频通信系统、传感器信号处理、医学设备等领域。

2.3 信号处理

模拟电子技术的一个核心任务是对信号进行处理。信号处理包括对信号的采集(通过传感器或电路将原始信号转化为模拟电压或电流信号,并进行采样以获取离散的信号样本)、滤波(使用滤波器对信号进行滤波,以消除不需要的频率分量或噪声。滤波器可以是低通、高通、带通或带阻的类型,根据需要选择适当的滤波器参数)、调节(对信号进行放大、补偿或放大,以便与后续电路的工作范围相匹配)、混频、调幅、调频等操作,以满足特定的要求或实现特定的功能。需要注意的是,在进行模拟电子技术中的信号处理时,需要对信号处理的精度、实时性、功耗以及电路复杂度等因素进行综合考虑。同时,信号的采样率、带宽要求以及噪声抑制等性能指标也需要根据具体应用需求进行合理设计。

2.4 设计方法

模拟电子技术的设计需要综合考虑多个因素,包括信号幅度、频率响应、噪声特性、稳定性以及功耗等。设计方法包括分析电路的工作原理、选择适合的电子元器件、优化

电路参数以及进行仿真和测试等。在进行模拟电子技术设计之前,首先需要明确系统的规格说明,这包括所需的功能、性能指标、输入输出特性、工作条件等。这样可以为后续的电路设计提供明确的目标和限制条件。在设计放大器或滤波器电路时,需要考虑增益和带宽之间的权衡。设计带宽应与所需的信号频率范围相匹配,并保证所需的增益。根据设计要求和限制条件选择合适的电子元件。例如,选择合适的电阻、电容、电感、晶体管等元件,以满足设计的性能指标^[1]。

3 模拟电子技术在电气自动化控制中的应用

3.1 传感器与信号处理

在电气自动化控制中,模拟电子技术发挥着重要作用,特别是在传感器与信号处理方面。传感器是获取周围环境信息并转换为可用的电信号的设备,而信号处理则是对传感器输出的电信号进行分析和处理^[2]。传感器是电气自动化控制系统中获取实时环境参数的关键组成部分,用于测量、检测和监测各种物理量和参数,如温度、压力、流量、位置等。模拟电子技术在传感器设计中起到至关重要的作用。它可以通过合适的电路设计,将传感器所感知到的物理量转换成相应的电信号,如电压或电流信号。传感器和电子电路相结合,能够提供高精度、稳定性好、抗干扰能力强的传感器系统。信号处理则是对传感器输出的电信号进行分析和处理的过程,包括滤波、放大、采样、数字转换等操作,以提取有效信息并去除噪声和干扰。模拟电子技术在信号处理中使用了许多电路和器件,如放大器、滤波器、模数转换器、功率放大器等。这些电子技术可以帮助去除信号中的杂音、干扰,并对信号进行增强或转换成数字信号,以便进一步分析和控制。传感器与信号处理的应用范围广泛,涉及各个领域的自动化控制系统,如工业自动化、环境监测、医疗设备等。通过模拟电子技术在传感器设计和信号处理中的应用,可以提高系统的可靠性、精确性和灵敏度,实现精确的数据采集、准确的信号分析和有效的控制操作。

3.2 控制回路与放大器

在电气自动化控制中,模拟电子技术在控制回路和放大器方面发挥着重要作用。控制回路是实现电气自动化系统的控制和调节的关键部分,而放大器则起到信号放大和增强作用。控制回路利用模拟电子技术的各种电路和元件,如比较器、运算放大器、计时器等,实现对系统参数和信号的监测、调节和控制。控制回路通常包括输入端、输出端和反馈环路,通过不断比较输入与输出信号的差异,并根据设定的控制算法进行相应的调节,从而使系统达到预期的运行状态。模拟电子技术在控制回路设计中,可以提供稳定、精确的环路运算和响应速度快的控制特性,保证系统的稳定性和可靠性。放大器在电气自动化控制中也起到至关重要的作用。放大器是一种用于放大输入信号幅度的电路或装置,它可以增加信号的强度,以便后续处理和驱动其他设备。模拟

电子技术中的放大器通常采用运放（运算放大器）作为主要元件，结合负反馈电路实现对信号的放大和增强。放大器在自动化控制系统中常用于传感器信号放大、控制信号驱动、误差放大等方面。通过模拟电子技术的放大器设计和应用，可以保证信号的准确性、稳定性和可靠性，提高系统的灵敏度和控制精度。

3.3 稳压电源与电源管理

电气自动化控制中，稳压电源和电源管理是非常重要的组成部分。在模拟电子技术的应用下，稳压电源和电源管理可以提供稳定可靠的电力供应，保证电气设备的正常运行。稳压电源是指为电路、设备提供稳定电压的电源系统。它可以将不稳定或波动较大的输入电压转换为稳定的输出电压，以确保电路和设备能够正常工作。稳压电源通常采用反馈控制的方式，通过监测输出电压来调整输入电压，以实现稳定输出。在电气自动化控制领域中，稳压电源广泛应用于各类传感器、执行器、控制电路等设备上，为其提供可靠的电力支持。稳压电源和电源管理是电气自动化控制领域中非常关键的技术，它们可以提供稳定可靠的电力供应，保证电气设备的正常工作，提高生产效率和设备的可靠性。通过应用模拟电子技术，可以设计出具有高效能耗、稳定性好、安全可靠的稳压电源和电源管理系统，为电气自动化控制领域带来更多的创新和发展^[2]。

3.4 信号调理与采集

在电气自动化控制中，模拟电子技术在信号调理与采集方面扮演着重要的角色。信号调理是指对来自传感器或其他信号源的原始信号进行适当的处理和转换，以便后续的数据采集、处理和控制。而信号采集则是指将调理后的信号转换成数字形式，以便通过数字信号处理器、微控制器或计算机进行进一步分析和控制。模拟电子技术在信号调理方面的应用主要包括滤波、放大、线性化和隔离等功能。滤波是消除原始信号中的高频噪声和干扰，保留所需信号成分的过程^[3]。

通过设计合适的滤波电路，可以减小噪声的影响，提高信号的质量和稳定性。放大是将信号增强到适合输入到后续电路或设备的水平，常使用运放等放大器件实现。线性化则是通过非线性补偿电路或算法，使得输出信号与输入信号之间的关系更加符合线性特性，提高系统的精度和可靠性。隔离是为了防止传感器信号对后续电路产生干扰和破坏，通常通过使用光电耦合器、隔离放大器等实现信号电气隔离。

信号采集的过程涉及模拟到数字（A/D）转换器的应用。模拟信号经过前述的信号调理后，被输入到A/D转换器中，将其转换成数字形式的数据。模拟到数字转换器通常使用采样与保持电路对信号进行采样，并经过采样定理的处理来还原原始信号，然后采用编码方式将模拟信号转换成数字数据，使得信号可以方便地被计算机等设备进行处理与分析^[3]。

4 结语

通过合理的模拟电子技术设计，可以提高电气自动化控制系统的性能和稳定性。同时，这也为后续的数据分析、处理和决策提供了可靠的基础。信号调理和采集的设计需要兼顾系统需求，并严格按照相关标准和规范实施，确保系统的运行安全和可靠性。模拟电子技术在电气自动化控制领域中的应用，将继续推动着工业自动化和智能化的发展。随着技术不断进步，我们可以期待模拟电子技术在信号处理、数据采集和控制系统中的更广泛应用，为各行业带来更高效、可靠和智能的解决方案。

参考文献

- [1] 覃贵芳,黄岳龙,李勤生,等.“模拟电子技术”课程建设路径研究[J].装备制造技术,2023(7):136-139.
- [2] 张玲玲.电气自动化控制系统的应用和发展[J].中国设备工程,2022(21):115-117.
- [3] 李国强,蒋可军,李锦源.新时期电气自动化应用及发展趋势探讨[J].南方农机,2022,53(21):145-147.