

信息科学与工程研究

Information Science and Engineering Research

Volume 5 Issue 8 August 2024 ISSN 2737-4815(Print) 2737-4823(Online)



信息科学与工程研究 INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH Volume 5 Issue 8 August 2024 ISSN 2737-4815(Print) 2737-4823(Online)

INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.
Tel.:+65 65881289

E-mail:contact@nassg.org

Add.:12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819



中文刊名：信息科学与工程研究

ISSN: 2737-4815 (纸质) 2737-4823 (网络)

出版语言：华文

期刊网址：http://journals.nassg.org/index.php/iser

出版社名称：新加坡南洋科学院

Serial Title: Information Science and Engineering Research

ISSN: 2737-4815 (Print) 2737-4823(Online)

Language: Chinese

URL: http://journals.nassg.org/index.php/iser

Publisher: Nan Yang Academy of Sciences Pte. Ltd.

《信息科学与工程研究》征稿函

Database Inclusion



Asia & Pacific Science
Citation Index



Creative Commons



China National Knowledge
Infrastructure



Google Scholar



Crossref



MyScienceWork

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



期刊概况：

中文刊名：信息科学与工程研究

ISSN: 2737-4815 (Print) 2737-4823(Online)

出版语言：华文刊

期刊网址：http://journals.nassg.org/index.php/iser

出版社名称：新加坡南洋科学院

出版格式要求：

- 稿件格式：Microsoft Word
- 稿件长度：字符数（计空格）4500以上；图表核算200字符
- 测量单位：国际单位
- 论文出版格式：Adobe PDF
- 参考文献：温哥华体例

出刊及存档：

- 电子版出刊（公司期刊网页上）
- 纸质版出刊
- 出版社进行期刊存档
- 新加坡图书馆存档
- 中国知网（CNKI）、谷歌学术（Google Scholar）等数据库收录
- 文章能够在数据库进行网上检索

作者权益：

- 期刊为 OA 期刊，但作者拥有文章的版权；
- 所发表文章能够被分享、再次使用并免费归档；
- 以开放获取为指导方针，期刊将成为极具影响力的国际期刊；
- 为作者提供即时审稿服务，即在确保文字质量最优的前提下，在最短时间内完成审稿流程。

评审过程：

编辑部和主编根据期刊的收录范围，组织编委团队中同领域的专家评审员对文章进行评审，并选取专业的高质量稿件进行编辑、校对、排版、刊登，提供高效、快捷、专业的出版平台。

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

彭照阳 Zhaoyang Peng

李 砚 Yan Li

朱朝阳 Chaoyang Zhu

- | | | |
|----|--|---|
| 1 | 通信工程项目管理中施工进度控制方法思考
/ 邓飞 田斐 | / 王丽敏 |
| 4 | 5G 通感技术在无人机与自动驾驶领域的应用研究
/ 卢良生 卢利平 李摇 | 26 医院合同管理与验收管理系统的设计与实现
/ 李建文 张涛 董红梅 |
| 7 | 航母舰载机卫星引导起降载波相位技术研究
/ 代文涛 | 29 基于生成对抗网络的高级持续性威胁检测算法研究与实现
/ 高阳 陈伟 鲁学仲 |
| 10 | 浅谈无线广播电视传输覆盖维护策略
/ 郎平 | 32 云技术时代下的绿色数据中心建设方法
/ 王用锁 |
| 13 | 高精度环境监测传感器的设计与实时数据分析系统开发
/ 姚羽 | 35 心电数据采集与显示功能设计
/ 刘双 殷浩博 |
| 17 | 基于云计算环境的安全运用研究
/ 周桢豪 | 38 数据加密技术在计算机网络通信工程中的应用
/ 刘翔良 |
| 20 | 功放幅相特性研究与相位远程监视论证
/ 夏天鹤 姚涛 张坤 苏倚琦 刘孝僖 | 41 数字政府建设中政务云安全保密风险防范策略
/ 赵娜 |
| 23 | 数据中心建设内容及优化策略 | 44 浅谈人形机器人发展情况及建议
/ 许金鑫 |

- 1 Reflection on Construction Progress Control Method in Communication Project Management
/ Fei Deng Fei Tian
- 4 Research on the Application of 5G Tactile Internet Technology in the Fields of UAVs and Autonomous Driving
/ Liangsheng Lu Liping Lu Yao Li
- 7 Research on Carrier Phase Technology of Carrier Satellite Guided Takeoff and Landing
/ Wentao Dai
- 10 Discussion on Maintenance Strategies for Wireless Broadcasting and Television Transmission Coverage
/ Ping Lang
- 13 Design of High-precision Environmental Monitoring Sensor and Development of Real-time Data Analysis System
/ Yu Yao
- 17 Research on Security Applications Based on Cloud Computing Environments
/ Zhenhao Zhou
- 20 Research on Amplitude and Phase Characteristics of Power Amplifiers and Demonstration of Remote Phase Monitoring
/ Tianhe Xia Tao Yao Kun Zhang Yiqi Su Xiaoxi Liu
- 23 Data Center Construction Content and Optimization Strategy
/ Limin Wang
- 26 Design and Implementation of the Hospital Contract Management and Acceptance Management System
/ Jianwen Li Tao Zhang Hongmei Dong
- 29 Research and Implementation of Advanced Persistent Threat Detection Algorithm Based on Generative Adversarial Network
/ Yang Gao Wei Chen Xuezhong Lu
- 32 Green Data Center Construction Method in Cloud Technology Era
/ Yongsuo Wang
- 35 ECG Data Acquisition and Display Function Design
/ Shuang Liu Haobo Yin
- 38 Application of Data Encryption Technology in Computer Network Communication Engineering
/ Xuliang Liu
- 41 Government Affairs Cloud Security and Confidentiality Risk Prevention Strategy in Digital Government Construction
/ Na Zhao
- 44 Discussion on the Development Situation and Suggestions of Humanoid Robot
/ Jinxin Xu

Reflection on Construction Progress Control Method in Communication Project Management

Fei Deng¹ Fei Tian²

1. Tower Energy Co., Ltd. Shaanxi Branch, Xi'an, Shaanxi, 710000, China
2. China Iron Tower Co., Ltd. Shangluo Branch, Shangluo, Shaanxi, 726000, China

Abstract

Communication engineering as a project to undertake information circulation, with the development of The Times, the social demand for communication is constantly improving, so the current scale of communication engineering is expanding, technical requirements are also constantly improving, in order to ensure the quality of communication engineering, the relevant personnel are required to combine the need to carry out project management. In the project management, the construction schedule, as the role of the project progress control, directly affects the quality of the project, so the project management needs to reasonably choose the project management schedule control method. This paper starts with communication engineering, discusses the necessity and difficulties of progress control in project management, and formulates targeted solution strategies to promote the development of communication engineering.

Keywords

communication engineering; project management; progress control; quality control

通信工程项目管理中施工进度控制方法思考

邓飞¹ 田斐²

1. 铁塔能源有限公司陕西分公司, 中国·陕西 西安 710000
2. 中国铁塔股份有限公司商洛市分公司, 中国·陕西 商洛 726000

摘要

通信工程作为承担信息流转的工程, 随着时代的发展, 社会对于通信的需求不断提升, 所以现阶段的通信工程规模不断扩大, 技术要求也不断提升, 为了保证通信工程的质量, 就要求相关人员结合需要开展项目管理。而在项目管理中, 施工进度作为工程进度控制的作用, 直接影响工程质量, 需要项目管理合理选择项目管理进度控制方法。论文就从通信工程入手, 浅谈项目管理中进度控制的必要性以及难点, 并且制定针对性的解决策略, 以推动通信工程的发展。

关键词

通信工程; 项目管理; 进度控制; 质量管控

1 引言

通信工程(也作信息工程, 电信工程, 旧称远距离通信工程、弱电工程)是电子工程的一个重要分支, 关注的是通信过程中的信息传输和信号处理的原理和应用。鉴于通信工程的技术性以及规模性, 为了保证工程的顺利开展, 就需要相关人员结合工程需要, 合理对项目进行管理, 对工程的进度进行控制, 在保证工程质量的基础上满足工期需要。然而实际作业环节, 通信工程一般涉及面较广, 针对其的进度控制就存在一些难点。此背景下, 就需要相关人员加强对通信工程的研究, 阐述进度控制在通信工程中的必要性, 分析

进度控制存在的难点以及不足, 并且综合相关数据制定针对性的控制方法, 对通信工程的进度进行合理控制。

2 通信工程概述

通信工程是指设计、开发和维护用于传输和交换信息的系统和设备的工程领域。它涵盖了广泛的技术和应用, 包括传统的电话网络、无线通信系统、互联网、卫星通信、光纤通信等。通信工程在现代社会中扮演着至关重要的角色, 促进了信息的传播、社会的互联互通以及各种行业的发展。现阶段的通信工程主要具有技术复杂性、快速演进、全球性和跨领域性、安全和保密性需求以及服务质量和可靠性要求高等特点, 技术较为复杂^[1]。所以实际作业环节, 理解和应对这些特点是通信工程师成功的关键。

由于通信工程具有复杂性以及技术性的特点, 所以实际施工环节, 就存在一些难点, 一定程度上影响工程的开展,

【作者简介】邓飞(1987-), 男, 中国陕西商洛人, 本科, 工程师, 从事5G通信、通信工程、计算机通信网络等研究。

项目管理就成为行业发展的关键,项目管理是一种通过规划、组织、指导和控制资源以实现特定目标的管理方式。它是管理理论和实践的重要领域,广泛应用于各种行业和组织中,旨在有效地完成特定的项目,确保项目在预算和时间范围内交付高质量的成果。通信工程中,就需要相关人员结合工程需要制定针对性的项目管控策略,以推动工程的顺利落实。

3 通信工程项目管理中进度控制概述

在通信工程项目管理中,进度控制是确保项目按时完成的关键活动之一。它涉及制定、监控和调整项目进度计划,以确保项目能够在预定时间内交付成果。实际作业环节,需要作业者通过任务分解、确定任务依赖关系、估算任务持续时间、制定进度网络图、实时追踪进度、制定进度报告、分析进度偏差、实施纠正措施以及风险管理等内容,对工作进度进行控制,保证工作的顺利落实。综上所述,进度控制在通信工程项目管理中是确保项目按时交付的重要环节^[2]。通过有效地计划、监控和调整,项目经理可以有效应对各种挑战,确保项目顺利完成。

4 通信工程项目管理中进度控制的作用

4.1 可以确保项目按时完成

进度控制的首要作用是确保项目能够按照预定的时间计划完成。特别是在通信工程领域,项目通常有严格的交付时间要求,如网络建设、系统集成等,因此准时交付对于客户和利益相关者来说至关重要。

4.2 实现了资源优化和管理

通过进度控制,可以有效管理和优化项目所需的资源,包括人力资源、物资、设备和资金。这包括确保适时供应必要的资源,以支持项目按时推进,并在必要时进行资源重新分配以应对变化或延误。

4.3 有利于风险管理和问题解决

进度控制有助于早期识别潜在的进度风险和问题,例如资源短缺、技术障碍、需求变更或外部环境因素的影响。及时识别这些问题并采取纠正措施,可以减少项目延误的可能性,保持项目在合理的时间范围内完成。

4.4 方便客户满意度和信任建立

准时完成项目有助于提升客户对项目团队和公司的信任和满意度。客户通常希望项目在约定时间内交付,因此通过有效的进度控制,可以增强客户关系并为未来的项目赢得更多的商业机会。进度管控流程见图1。

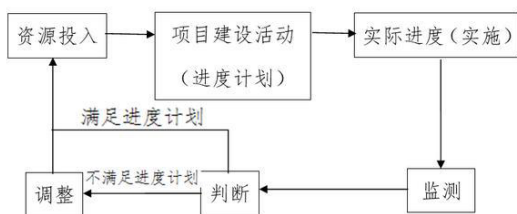


图1 进度管控流程

5 通信工程项目管理中进度控制的难点

通信工程中,项目管理的进度控制还存在一些难点,制约通信工程的开展,就需要相关人员对这些难点进行分析,阐述可能存在的难点,为后续解决奠定基础。首先,通信工程项目通常涉及多种技术和系统的集成,如网络设备、通信协议、数据传输等,这些技术的复杂性和相互依赖性使得进度控制变得更加复杂和困难。一旦某个技术模块出现问题或延误,可能会影响整个项目的进度。其次,通信工程项目常常受到外部环境因素的影响,如天气、政策法规、供应链中断等。这些因素可能导致资源供应不足、施工条件恶化或工期延长,从而给项目进度控制带来挑战。最后,通信工程项目中,客户需求的变更是常见的现象。如果需求变更不受控制或管理不善,可能会对原有的项目进度计划造成重大影响。因此,良好的变更管理和范围管理是保持项目进度稳定的关键。这些难点的存在直接影响通信工作的开展与落实,实际作业环节,需要相关人员结合工作需要对这些难点进行解决,以保证相关作业的落实。

6 通信工程项目管理中施工进度控制方法

6.1 应制定有效的项目进度控制计划

通信项目中,进度计划的制定能够为施工制定针对性的依据,从而方便相关作业的开展,保证工程按时交付。所以进度计划的制定就十分必要,需要相关人员通过以下手段进行设计:第一,需要明确定义项目的范围,即明确项目的目标、交付物以及服务范围。这有助于确定项目的工作内容和时间需求。第二,创建工作分解结构(WBS),要求相关人员制定项目进度计划通常从创建工作分解结构开始。WBS将项目分解为可管理的工作包和任务,每个任务应该具备明确的开始和结束时间。第三,需要在WBS的基础上,识别和确定项目执行阶段中的具体活动和任务。每个活动应该能够被分配到特定的执行人员或团队,并且需要定义其开始时间、结束时间以及持续时间。第四,就需要确定完成每个活动所需的资源(包括人力、设备、材料等),并将这些资源分配到各个活动中。资源的有效管理是确保进度计划执行顺利的关键因素。第五,实际作业环节,还需要通过制定进度表、风险管理和缓冲时间、沟通与协调以及监控与调整等作业,进一步规范进度计划的开展^[3]。通过以上步骤和考虑因素,通信工程项目管理中的进度控制可以更有效地实现,确保项目能够按时交付并达到预期的技术和商业目标。

6.2 应制定可衡量的进度目标

进度目标的制定可以为工作人员制定明确可见的进度控制目标,从而保证相关作业的开展,实际设计环节,应通过以下手段进行落实:第一,需要确定项目中的关键里程碑事件,这些事件标志着项目进展的重要阶段和时间节点。例如,完成关键设计阶段、设备采购完成、系统集成测试开始等。第二,应将项目的整体时间范围分解为具体的阶段和时

间点。每个阶段和关键里程碑应该有明确的开始日期和截止日期。第三，要基于工作分解结构（WBS）和活动顺序，制定详细的进度计划。每个活动和任务都应该有预定的开始时间、结束时间和持续时间。这些信息可以在 Gantt 图或类似的工具中可视化和进行管理。第四，需要确定项目的关键路径是指在进度上不能有延误的一系列活动。这些活动的延误会直接影响整个项目的完成时间。通过关键路径法分析，可以识别出这些关键路径，并确保它们的进度符合计划。第五，每个关键里程碑的完成应该有明确的可衡量标准和条件。例如，系统设计阶段完成的标志可以是系统设计文档的审批和发布，以及相关团队的确认。通过以上步骤，通信工程项目管理中的进度控制可以更加科学和可靠，确保项目在规定的时间内按计划完成，同时最大化资源利用和效率。

6.3 重视进度的监控

对进度进行监控能够及时地掌握进度最新信息，了解其难点，并且在第一时间解决可能存在的难点，保证进度按时实现。实际监控环节，需要通过以下手段进行设计。首先，需要建立一个有效的进度监控系统是确保项目进度控制的基础。这通常包括使用项目管理软件（如 Microsoft Project、Primavera 等）来制定和跟踪进度计划，并确保所有相关方都能访问和理解该计划。其次，要收集实时的项目数据，包括每个活动的实际进度、已完成的工作量、可能的延误或障碍等。通过数据分析，可以及时识别潜在的问题，并采取必要的措施来避免进度偏差进一步扩大。再次，要对项目进度产生影响的任何变更都应进行仔细的管理和评估。这包括评估变更对项目进度的影响，并确保调整进度计划以适应新的情况。最后，需要定期与项目利益相关者进行沟通，向他们报告项目进度，确保他们对项目进展有清晰的认识和期望，并及时沟通可能的延误或挑战^[4]。通过以上措施的落实，可以有效地监控和控制通信工程项目的进度，确保项目能够按时、按质完成，达到项目目标和客户期望。

6.4 重视进度控制的风险管理

通信工程涉及面较广，施工环节的难点较多，进度控制还存在一些风险，需要相关人员通过以下手段进行设计：第一，应识别可能影响项目进度的各种风险。这些风险可能包括技术风险（如新技术的应用）、资源风险（如人力、设备和材料供应的问题）、外部环境风险（如天气、政治稳定

性等）、市场风险（如供应链问题）等。第二，需要对识别出的风险进行评估，确定每种风险可能的影响程度和发生概率。这可以通过定性和定量分析来完成，以便为风险应对措施的首选制定提供依据。第三，要开发适当的风险应对策略，以应对识别的各种风险。常见的风险应对策略包括：避免，尽可能消除或避免风险的发生、减轻（Mitigation），采取措施降低风险发生的可能性或减少风险的影响、转移（Transfer），将风险转移给其他方、接受（Acceptance），对风险的存在和潜在的影响进行接受等。第四，应实施风险管理计划，持续监控已识别的风险及其应对措施的有效性。随着项目的推进，新的风险可能出现或现有的风险可能发展演变，因此需要定期更新和调整风险管理策略；此外还需要将风险管理与进度管理有效整合，确保风险的管理不仅仅是一个独立的过程，而是与项目整体目标和进度密切相关。例如，可以通过关注关键路径上的风险，优先处理对项目进度有最大影响的风险^[5]。通过有效的风险管理，项目团队能够更好地预见和应对可能影响项目进度的不确定性因素，从而提高项目按时完成的成功率和可靠性。

7 结语

综上所述，施工进度控制是技术性要求较强的工作，不仅要求施工管理人员要掌握施工组织设计的编制，还要熟悉通信工程技术方案方面的知识，确保工程建设进度目标的顺利实现。建设任务再繁重、工期要求再急迫，也要始终保持清醒的头脑，坚持把工程质量放在核心关注的位置。要求通信工程管理者通过上述手段对进度进行控制，以保证工程的顺利落实。

参考文献

- [1] 陈志刚.通信工程项目管理中施工进度控制分析[J].中国新通信, 2022,24(16):14-16.
- [2] 张建伟.通信工程项目管理中施工进度控制分析[J].中国设备工程,2022(3):210-211.
- [3] 何丹.通信工程项目管理中施工进度控制研究[J].智能城市,2020, 6(18):99-100.
- [4] 杨成.通信工程建设项目管理效率和质量的求索[J].数码世界, 2020(2):20.
- [5] 周宇铭,葛陶林.通信工程施工进度控制的分析[J].城市建设理论研究(电子版),2018(33):86.

Research on the Application of 5G Tactile Internet Technology in the Fields of UAVs and Autonomous Driving

Liangsheng Lu Liping Lu Yao Li

China Mobile Communications Group Guangdong Co., Ltd. Guangzhou Branch, Guangzhou, Guangdong, 510335, China

Abstract

The 5G Tactile Internet technology, as a new generation of communication technology, brings unprecedented opportunities to the fields of drones and autonomous driving with its characteristics of high speed, low latency, and large number of connections. This paper deeply explores the application of 5G Tactile Internet technology in drone intrusion monitoring, flight management, and the construction of dynamic 3D maps for autonomous driving, as well as road safety supervision, and analyzes the current industry's pain points. The paper also introduces the implementation mechanism of the 5G Tactile Internet network, including the role of base stations and the core network in the perception process, and how to achieve multidimensional and multi-granularity environmental and target perception through network-side analysis and prediction. Finally, the paper discusses the potential of 5G Tactile Internet technology in optimizing communication networks, reducing deployment costs, promoting the innovation of communication mechanisms, and enhancing network efficiency.

Keywords

5G tactile internet technology; UAVs; autonomous driving

5G 通感技术在无人机与自动驾驶领域的应用研究

卢良生 卢利平 李瑶

中国移动通信集团广东有限公司广州分公司, 中国·广东 广州 510335

摘要

5G通信技术, 作为新一代通信技术, 以其高速率、低延迟和大连接数的特性, 为无人机和自动驾驶领域带来了前所未有的机遇。论文深入探讨了5G通感技术在无人机的入侵监测、飞行管理以及自动驾驶的动态3D地图构建和道路安全监管中的应用, 并分析了当前行业的痛点问题。论文还介绍了5G通感网络的实现机制, 包括基站和核心网在感知流程中的作用, 以及如何通过网络侧的分析和预测来实现多维多粒度的环境和目标感知。最后, 论文讨论了5G通信技术在优化通信网络、降低部署成本、推动通信机制革新以及提升网络效能方面的潜力。

关键词

5G通感技术; 无人机; 自动驾驶

1 概述

1.1 研究背景与意义

随着全球数字化转型的加速, 5G通信技术作为新一代的移动通信技术, 其发展和应用已成为推动社会进步的关键力量。5G技术以其高速率、低延迟、大连接数等显著优势, 为各行各业带来了革命性的变化。特别是在无人机(Unmanned Aerial Vehicles, UAVs)和自动驾驶(Autonomous Driving, AD)领域, 5G技术的引入, 为实现更高效、更安全、更智能的系统提供了可能。

1.2 5G 通信技术概述

5G通感技术, 也被称为5G Tactile Internet, 是一种融

合了通信和感知功能的网络技术。它不仅能够提供高速的数据传输服务, 还能够利用无线信号进行环境信息的感知和分析。这种技术的核心在于, 通过5G网络的先进特性, 实现对周围环境的实时、多维度的感知, 从而为无人机和自动驾驶车辆提供更加丰富和精确的感知数据^[1]。

2 5G 通感技术基础

5G通感技术的基本原理是基站利用无线电波进行感知, 核心网控制感知流程、执行计算过程; 基站接收到回波后处理生成点云信息, 并将其传递到核心网, 经核心网网元执行感知计算, 将感知目标信息输出到应用平台。

2.1 关键技术

5G通感技术的基础在于其能够通过无线通信网络实现对环境的感知和数据的传输。这一技术的核心原理包括以下几个方面:

【作者简介】 卢良生(1982-), 男, 中国广东陆丰人, 硕士, 高级工程师, 从事信息通信网络工程建设研究。

无线信号的利用：5G网络使用无线电波作为传输介质，这些无线电波在遇到物体时会产生反射、散射和吸收等现象。通过分析这些现象，可以获取物体的位置、速度、形状等信息。

高级信号处理：5G网络的基站和用户设备（UE）配备了先进的信号处理算法，能够对接收的信号进行解析，提取出有用的信息，从而实现对环境感知。

大数据分析：5G网络能够处理和分析大量的数据，这些数据来自网络中的多个传感器和用户设备。通过对这些数据的分析，可以更准确地感知环境并做出决策。

机器学习和人工智能：5G通感技术结合了机器学习和人工智能技术，使系统能够学习和适应不同的环境条件，提高感知的准确性和效率。

网络功能虚拟化（NFV）和软件定义网络（SDN）：5G网络采用NFV和SDN技术，提高了网络的灵活性和可扩展性，使得网络可以根据不同的感知需求进行动态调整。

多输入多输出（MIMO）技术：5G网络使用MIMO技术，通过多个天线同时发送和接收信号，提高了数据传输的速率和可靠性，同时也增强了感知能力。

2.2 5G通感技术在无人机和自动驾驶领域的运用优势

由于5G通感技术具有多元化感知能力，其在无人机和自动驾驶领域的应用具有以下显著优势：

高速度：5G网络的高速数据传输能力保证了大量感知数据能够实时地被传输和处理，满足了无人机和自动驾驶对实时性的需求。

低延迟：5G网络的低延迟特性使得无人机和自动驾驶车辆能够快速响应环境变化，提高了系统的安全性和可靠性。

高连接密度：5G网络能够支持大量设备的连接，使得大规模的无人机群或自动驾驶车队能够同时工作，而不会发生通信拥塞。

高精度感知：5G通感技术通过高级信号处理和数据分析，能够实现对环境的高精度感知，为无人机和自动驾驶车辆提供更加精确的决策依据。

灵活性和适应性：结合机器学习和人工智能技术，5G通感技术能够适应不同的环境和条件，提高系统的智能化水平。

网络切片：5G网络的网络切片技术能够为不同的应用提供定制化的网络服务，确保无人机和自动驾驶车辆在各种环境下都能获得所需的网络性能。

安全性：5G网络提供了更加严格的安全措施，包括数据加密和用户认证，保障了无人机和自动驾驶车辆通信的安全性。

可扩展性：5G网络的设计考虑了未来的技术发展和应用需求，具有良好的可扩展性，能够适应不断增长的网络负载和新的应用场景。

通过这些技术原理和优势，5G通感技术为无人机和自动驾驶领域的发展提供了坚实的基础，并开辟了广阔的应用前景。

3 无人机领域的应用

3.1 入侵监测

无人机在入侵监测领域的应用主要体现在其能够利用5G通感技术进行实时的空中监视和侦察。5G网络的高速率和低延迟特性使得无人机能够快速响应监控区域的异常情况，如非法入侵或其他安全威胁。通过搭载高清摄像头和传感器，无人机可以实时捕捉图像和数据，并通过5G网络将信息传输至控制中心进行分析和处理。此外，5G通感技术还可以实现对无人机的精确控制，确保其在复杂环境中稳定运行，提高监测的准确性和效率。

3.2 飞行管理

飞行管理是无人机应用中的关键环节，5G通感技术在此领域的应用主要体现在以下几个方面：

实时通信：5G网络的低延迟特性保证了无人机与地面控制站之间的实时通信，确保飞行指令的快速传达和执行。

路径规划：利用5G网络的高速数据传输能力，无人机可以实时接收和处理来自地面控制站的飞行路径信息，进行动态调整和优化。

空中交通管理：5G通感技术可以支持无人机在空中交通管理中的应用，通过实时感知和分析其他飞行器的位置和速度，避免空中碰撞。

环境适应性：结合人工智能和机器学习技术，无人机可以根据实时感知的环境信息，自动调整飞行策略和行为，提高飞行的安全性和效率^[2]。

4 自动驾驶领域的应用

4.1 动态3D地图构建

动态3D地图是自动驾驶汽车理解和导航周围环境的关键工具。而5G通感技术在动态3D地图构建中具有不可替代的关键作用，主要体现在以下几个方面：

①高精度地图更新。5G网络的高速率和低延迟特性使得自动驾驶汽车能够实时接收和更新高精度地图数据，包括道路状况、交通信号、行人和其他车辆的位置等。

②多源数据融合。自动驾驶汽车通常配备有多种传感器，如雷达、激光雷达（LiDAR）、摄像头等。5G通感技术可以高效地处理和融合这些传感器收集的数据，生成更加丰富和精确的3D地图。

③实时环境感知。5G网络的高连接密度和网络切片技术可以支持大量传感器的实时数据传输，使自动驾驶汽车能够及时感知周围环境的变化，如临时路障或交通拥堵。

④协作式地图构建。5G通感技术允许多辆自动驾驶汽车共享其感知到的环境信息，通过协作式的方式构建和更新动态3D地图，提高地图的准确性和覆盖范围。

4.2 道路安全监管

道路安全监管是自动驾驶领域中一个十分关键的应用场景，5G 通感技术可以提供道路感知能力和决策信息支撑能力，其关键作用主要包括：

实时交通监控。5G 网络可以支持交通监控系统实时收集和分析道路状况、车辆流量和事故信息，及时响应并采取措施以维护道路安全。

车辆通信系统 (V2X)。5G 通感技术可以加强车辆与车辆 (V2V)、车辆与基础设施 (V2I) 以及车辆与行人 (V2P) 之间的通信，实现更加智能和安全的交通流管理。

事故预防和响应。通过实时感知和分析交通状况，自动驾驶汽车可以预测潜在的事故风险并采取预防措施，同时在事故发生时快速响应，减少事故影响。

智能交通信号控制。5G 网络可以支持交通信号系统根据实时交通数据进行智能调整，优化交通流，减少拥堵和事故发生的概率。

法规遵守和行为监控。自动驾驶汽车可以通过 5G 网络实时接收交通法规更新和行为监控信息，确保遵守交通规则，提高道路安全。

数据驱动的决策支持。5G 通感技术可以为交通管理部门提供大量的实时数据，支持基于数据的决策制定，如交通规划、基础设施建设和维护等。

5G 通感技术的应用为自动驾驶领域带来了革命性的变化，不仅提高了自动驾驶汽车的感知能力和决策效率，也为道路安全监管提供了强有力的技术支持。随着技术的不断发展和应用的深入，自动驾驶汽车将更加安全、智能，并在未来的交通系统中发挥关键作用。

5 5G 通感技术在无人机与自动驾驶领域的应用的组网架构

5G 通感网络主要包括：

感知控制面功能：与现有 5GC 控制面网元交互，负责控制面消息传递，将感知数据面功能的地址提供给基站 / UE。

感知数据面功能：负责收集和分析终端或基站生成感知数据，计算感知结果，并将其开放给 UE 或应用。

5.1 无人机领域的组网架构

地面控制中心 (GCS)：作为无人机操作的核心，GCS 负责任务规划、监控和控制指令的发出。它通过 5G 网络与无人机进行通信，实现远程操作和数据交换。

无人机平台：包括各种类型的无人机，它们搭载了传感器、摄像头和其他必要的硬件，用于收集环境数据和执行任务。

5G 通信网络：提供高速、低延迟的数据传输通道，连接 GCS 和无人机，确保指令和数据的实时传输。

边缘计算节点：靠近无人机操作区域的边缘服务器，用于处理无人机收集的大量数据，减少延迟，提高响应速度。

云服务平台：提供大规模的数据处理、存储和分析能力，支持复杂的机器学习模型和人工智能算法。

数据链路：无人机与 GCS、边缘计算节点和云服务平台之间的数据传输链路，确保数据的安全性和完整性。

安全与隐私保护机制：确保无人机操作和数据传输的安全性，防止未授权访问和数据泄露。

5.2 自动驾驶领域的组网架构

车载单元 (OBU)：安装在自动驾驶车辆上，负责收集车辆状态信息、感知周围环境，并与其他网络节点通信。

路侧单元 (RSU)：部署在路边或交通基础设施上，与车载单元进行通信，提供交通信息和辅助服务。

5G 通信基站：作为网络的核心，提供广泛的覆盖和高速的数据传输能力，连接车载单元和 RSU。

交通管理中心：负责监控交通状况、处理交通事件，并与车辆进行通信，以优化交通流和提高道路安全。

云控制平台：提供集中的数据处理、存储和分析服务，支持自动驾驶车辆的智能决策和协同作业。

高精度定位系统：结合卫星导航系统和 5G 网络，为自动驾驶车辆提供精确的定位服务。

智能交通系统 (ITS)：集成各种交通管理和服务功能，如交通信号控制、电子收费、紧急救援等。

数据安全与隐私保护：确保车辆数据的安全传输和存储，保护乘客和用户的隐私^[1]。

6 结论

论文深入探讨了 5G 通感技术在无人机和自动驾驶领域的应用，分析了其在入侵监测、飞行管理、辅助超视距飞行、动态 3D 地图构建和道路安全监管等方面的实际应用原理和潜在优势。5G 通信技术以其高速率、低延迟、大连接数和高可靠性，为这些领域带来了革命性的变革。通过 5G 网络的广泛覆盖和先进功能，无人机和自动驾驶系统能够实现更加精确的环境感知、实时决策和安全运行。

随着 5G 技术的不断发展和完善，以及相关挑战的逐步解决，5G 通感技术在无人机和自动驾驶领域的应用将更加广泛和深入，为社会带来更加安全、高效和智能的交通系统和生活方式。未来的研究将继续推动这一技术的发展，实现更加广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 姚美菱.5G移动通信技术与应用[M].北京:化学工业出版社,2022.
- [2] 孙韶辉.5G通信系统定位技术原理与方法[M].北京:人民邮电出版社,2023.
- [3] 肖海林.5G+C-V2X车载通信关键技术[M].北京:电子工业出版社,2021.

Research on Carrier Phase Technology of Carrier Satellite Guided Takeoff and Landing

Wentao Dai

China Electronics Technology Group Corporation Tenth Research Institute, Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

The takeoff and landing of carrier based aircraft is a technical challenge that troubles the world today, with a high dependence on climate environment, pilot psychological quality, and the experience of ship surface guides. Compared with other guidance methods, satellite guided aircraft carrier based takeoff and landing technology has the characteristics of high accuracy and all-weather capability. The paper focuses on the carrier phase characteristics of satellite signals, studies the fusion and smoothing of high-precision carrier phase characteristics with pseudorange observations, and investigates the combination method for solving integer ambiguity. Based on the motion characteristics of ship aircraft, this paper innovatively proposes a dynamic EKF-LAMBDA algorithm to solve the integer ambiguity. Through simulation analysis, the three methods studied in this paper can effectively improve the accuracy of satellite guided takeoff and landing differential calculation and observation for aircraft carriers.

Keywords

satellite guidance; carrier phase; pseudorange smoothing; combination method; dynamic EKF-LAMBDA

航母舰载机卫星引导起降载波相位技术研究

代文涛

中国电子科技集团公司第十研究所, 中国 · 四川 成都 610000

摘要

航母舰载机起降是困扰当今世界的技术难题, 对气候环境、飞行员心理素质、舰面引导员经验等依赖度较大。基于卫星引导的航母舰载机起降技术相较其它引导手段, 具有精度高、全天候的特征。论文着眼于卫星信号载波相位特性, 研究了将载波相位高精度特性与伪距观测量融合平滑, 研究了组合法求解整周模糊度。根据舰机运动特性, 论文创新提出一种动态 EKF-LAMBDA 算法求解整周模糊度。通过仿真分析, 论文研究的三种方法均可以较好地提高航母舰载机卫星引导起降差分解算观测量精度。

关键词

卫星引导; 载波相位; 伪距平滑; 组合法; 动态 EKF-LAMBDA

1 引言

航空母舰被誉为“海战之王”, 充当远洋海战的军事基地, 具有强大的综合作战能力。航母舰载机不仅可以执行对海、陆、空目标攻击, 还具备预警、侦察、电子对抗等作战能力。目前世界上最大型的航母甲板最长不过 300 多米, 而能够提供给舰载机起飞/着舰使用的只有其中 100 米左右。因此, 甲板上空间小、舰上扰流大、战场环境复杂等因素导致航母舰载机起降成为一项惊心动魄的任务。

全世界现有的航母舰载机起降引导方式主要包括: 光学引导、仪表引导、微波引导、激光引导、雷达引导和卫星引导。

卫星引导作为一种全天候、高精度起降引导方式, 适用于战斗机、直升机、无人机多平台起降引导, 通过计算航母舰载机与航母的精确相对位置, 使舰载机能够精确跟踪母舰运动, 减少起降偏差, 在未来具有广阔的应用前景。

2 卫星引导起降基本原理

卫星引导起降系统可支撑航母舰载机起飞、返航、着舰、复飞等应用场景, 其基本原理是航母接收卫星原始观测量, 通过通信数据链将观测量值送到舰载机, 舰载机将航母的原始观测量与自身接收的卫星原始观测量做差分分解算, 计算得到相对距离矢量, 从而完成舰机相对位置确定(见图 1)。

【作者简介】代文涛(1989-), 男, 中国四川泸州人, 硕士, 工程师, 从事通信与信息系统研究。

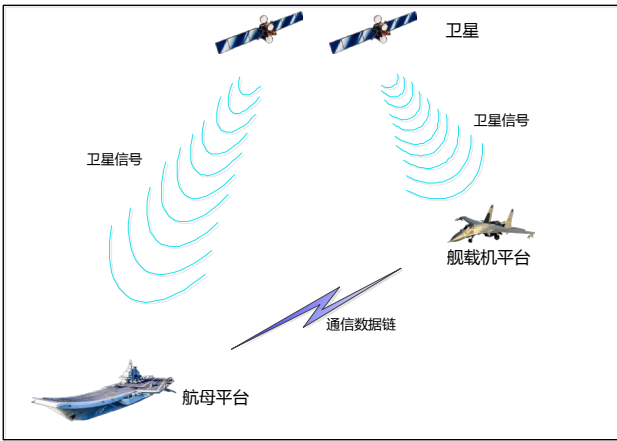


图 1 卫星引导起降示意图

差分解算工作原理不同，可将他们分为三类，即位置差分、伪距差分、载波相位差分。目前，卫星接收机的载波相位测量精度一般为 1-2mm，所以在高精度测量定位中，普遍采用载波相位测量定位方法。载波相位测量是测定载波信号在传播路程上的相位变化值，以确定信号传播的距离。卫星 S 时刻 t 发出一个相位为 φ_s 的载波信号，经距离 ρ 传播到接收机 k 处后，信号的相位为 φ_k ，则由 S 至 k 的相位变化为 $(\varphi_s - \varphi_k)$ 。 $(\varphi_s - \varphi_k)$ 包括了整周数和不足一周的小数部分，为方便计，载波相位均以周数为单位。如果能测定 $(\varphi_s - \varphi_k)$ ，则卫星 S 至接收机 k 的距离 ρ 即为：

$$\rho = \lambda(\varphi_s - \varphi_k) = \lambda(N_0 + \Delta\varphi) \quad (1)$$

式中： N_0 ——载波相位 $(\varphi_s - \varphi_k)$ (t 时刻) 的整周数部分；

$\Delta\varphi$ ——不足一周的小数部分；

λ ——载波的波长，为已知值。

载波信号是一种周期性的正弦信号，实际相位测量只能测定不到一周的小数部分，因此存在整周数 N_0 模糊度问题。整周模糊度是载波相位测量的关键变量，是影响航母舰载机卫星引导起降差分解算定位精度的重要因子^[1]。

3 载波相位技术研究

航母舰载机起降过程中，可能存在信号变化导致差分解算状态在位置差分、伪距差分和载波相位差分三种状态中切换。位置差分和伪距差分精度相对载波相位差分精度更低。

论文主要研究内容为载波相位高精度特性与差分解算观测量融合提高差分解算精度：一方面将载波相位信息融合到伪距观测量中平滑伪距抖动，提高伪距差分精度；另一方面通过组合法、动态 EKF-LAMBDA 方法求解整周模糊度，提高载波相位观测量准确度，确保航母舰载机卫星引导起降精度。

3.1 载波相位平滑伪距研究

卫星导航系统测码伪距的测量噪声远大于载波相位观测，受多路径影响的程度比载波相位观测严重。载波相位观

测量尽管有很高的精度，但由于整周模糊度的存在，其应用受到了很大的限制。因此，利用实时的高精度的载波相位观测对测码伪距进行相位平滑，能够有效地抑制接收机测量噪声和多路径效应的影响，大大提高测码伪距的精度。相位平滑后的伪距观测量不存在整周模糊度，且具有计算效率高、对数据传输的要求低以及易于实现等特点。

从仿真可以看出，载波相位信息融合到伪距观测量后，可以大幅提高原始观测量的平滑度，使其在差分解算时不会产生大幅度定位值抖动。在工程应用中，根据定位解算的平滑性与实时性要求，平滑算法的历元参数可采用滑动窗等形式动态调整。

3.2 整周模糊度求解方法研究

目前行业内求解整周模糊度的值一般分为三种方法：

①长时间迭代法：接收机静止不动，卫星运动足够长的时间后会增加方程组个数，将欠定方程组转换成超定方程组，从而可以迭代求解出整周模糊度的值和基线向量。并且该方法能够平滑掉一部分多径信号的影响和接收机测量噪声的影响，最大的缺点就是迭代收敛时间较长，因为天上卫星至少运动 20 分钟才会增加一个有用的方程组，而迭代出正确的整周模糊度又需要多组方程，一般需要数小时方可求解出正确的整周模糊度值。

②搜索整周模糊度法：就是建立合适的搜索条件和搜索空间，争取以最快的速度 and 精度搜索出整周模糊度的值，具有代表性的算法有：LAMBDA 算法、LMS 算法、FARA 算法、AFM 算法和 FASF 算法。

③直接求解整周模糊度：比如逐级模糊度求解法、交换天线位置法。

论文对组合法和动态 EKF-LAMBDA 方法求解整周模糊度开展理论与仿真分析。

3.3 动态 EKF-LAMBDA 方法求解整周模糊度方法研究

接收机静止状态下，EKF-LAMBDA 算法求解整周模糊度，是无法求解的，因为卫星和接收机位置不变，其方程组的系数矩阵不变，方程个数小于未知数个数，即欠定方程组无法求解，而卫星运动速度相对较慢，信息迭代周期较长。通常的 GNSS 系统中，是利用双差观测方程建立关于基线向量和整周模糊度的欠定方程组。该方程组也是无法直接迭代求解的，需要先解出整周模糊度的值，再求基线向量，从而得出相对位置^[2]。

在码距精度 2 米以内时，我们的卫星定位系统首选方法是逐级模糊度求解法。码距精度超出 2 米后，结合机舰运动特性，论文创新性提出一种动态 EKF-LAMBDA 方法来求解整周模糊度。

载波相位观测方程如下：

$$\lambda \cdot \phi = \sqrt{(x_1 - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2 + (z_1 - z_u)^2} + c \cdot \delta t + \lambda \cdot N \quad (2)$$

将非线性方程在 $(x_{u0}, y_{u0}, z_{u0}, \delta t_0, N_0)$ 处一阶泰勒级数展开:

$$\lambda \cdot \phi = R_0 + \frac{\partial R}{\partial x_u} \Big|_{x_{u0}} \cdot (x_u - x_{u0}) + \frac{\partial R}{\partial y_u} \Big|_{y_{u0}} \cdot (y_u - y_{u0}) + \frac{\partial R}{\partial z_u} \Big|_{z_{u0}} \cdot (z_u - z_{u0}) + c \cdot \delta t + \lambda \cdot N \quad (3)$$

即:

$$\lambda \cdot \phi - R_0 + \frac{\partial R}{\partial x_u} \Big|_{x_{u0}} \cdot x_{u0} + \frac{\partial R}{\partial y_u} \Big|_{y_{u0}} \cdot y_{u0} + \frac{\partial R}{\partial z_u} \Big|_{z_{u0}} \cdot z_{u0} = \frac{\partial R}{\partial x_u} \Big|_{x_{u0}} \cdot x_u + \frac{\partial R}{\partial y_u} \Big|_{y_{u0}} \cdot y_u + \frac{\partial R}{\partial z_u} \Big|_{z_{u0}} \cdot z_u + c \cdot \delta t + \lambda \cdot N \quad (4)$$

可以看到该方程组是欠定方程组,无法直接求解,但是航母和舰载机在运动过程中会增加方程组个数,再使用扩展卡尔曼滤波方程迭代收敛求解出整周模糊度浮点解和状态变量的协方差矩阵。具体而言包括以下五步:

第一步: 状态预测。

$$xNow = coeA * xLast + coeB$$

第二步: 协方差矩阵预测。

$$covNow = coeA * covLast * coeA' + covQ$$

第三步: 卡尔曼增益求解。

$$Kg = covNow * coeH' * inv(coeH * covNow * coeH' + covR)$$

第四步: 量测值更新。

$$xLast_temp = xNow + Kg * (Zmeasure - coeH * xNow)$$

第五步: 协方差矩阵更新。

$$covLast = covNow - Kg * coeH * covNow$$

通过上述扩展卡尔曼滤波算法可以得到整周模糊度的浮点解和协方差矩阵,再使用 LAMBDA 算法对浮点解搜索便能求出整周模糊度的固定解^[3]。

基于上述研究内容,论文开展了仿真验证:将整周模糊度初始化为码距/波长和载波相位测量值取整值的差值,四颗卫星整周模糊度值分别为 N1-N4,待求整周模糊度预设值为 10,码距高斯误差的标准差为 2.0 米,仿真历元 5000 次,卡尔曼滤波观测方程的协方差矩阵初始化为 2.01,整周模糊度求解仿真结果见图 2。

从仿真可以看出,在历元 2100 左右四个整周模糊度值开始收敛于正确值 10 附近抖动,最终可以迭代求解出整周模糊度的值。

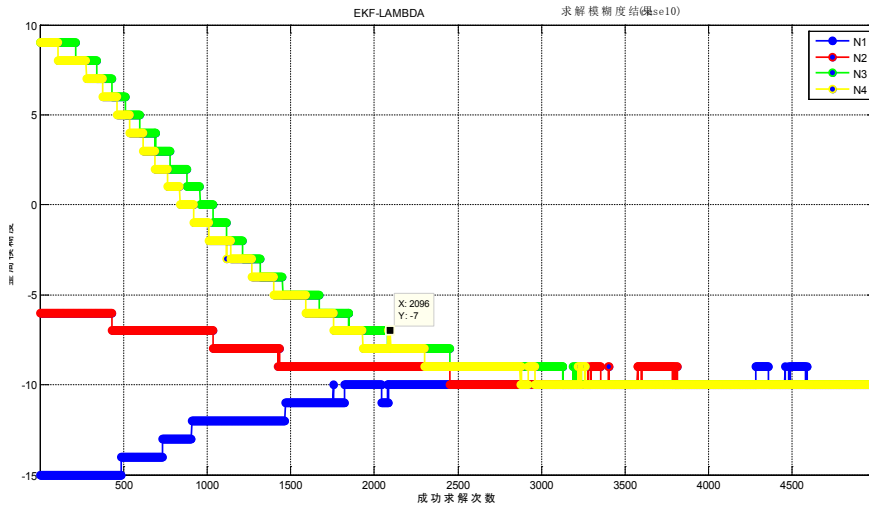


图 2 动态 EKF-LAMBDA 方法求解整周模糊度收敛仿真曲线

4 结语

航母舰载机起降引导手段中,差分卫星引导可靠性、稳定性优于其它技术手段,而差分卫星解算的伪距差分、载波相位差分两种技术,均可以利用载波相位高精度的特征进行信息融合,从而有效提高原始观测量精度,使得起降精度得到提升。论文针对载波相位融合伪距原始观测量的仿真表明,融合后的伪距观测量抖动小,可提高伪距差分定位的精度。组合法求解双频整周模糊度的方法利用了宽窄巷拍频后

的信号特征,忽略了观测噪声等因素,在一定范围内可以解算整周模糊度。

参考文献

- [1] 张发兴,王大千,员航.基于实时动态载波相位差分的无人机起降引导系统研制[J].湘潭大学学报自然科学版,2023(6).
- [2] 吴家鸣.航母舰载机起降方式特点分析及全球现役航母简介[J].设计开发,2011(9).
- [3] 任小伟.载波相位差分相对定位的模糊度求解[J].导航定位学报,2014(12).

Discussion on Maintenance Strategies for Wireless Broadcasting and Television Transmission Coverage

Ping Lang

781 Radio and Television Transmission and Transmission Centers in Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot, Inner Mongolia, 010010, China

Abstract

With the rapid development of information technology, wireless broadcasting and television, as a traditional form of media, still occupy an irreplaceable position in people's lives. The stability and reliability of wireless broadcasting and television transmission coverage technology directly affect the broadcast quality of broadcasting and television programs, and thus affect the viewing experience of a large audience. In the current trend of digital, networked, and intelligent media development, the maintenance of wireless broadcasting and television transmission coverage is particularly important. This paper conducts in-depth research and analysis on common problems in wireless broadcasting and television transmission coverage, and proposes several effective maintenance strategies in order to provide useful references for the healthy development of the broadcasting and television industry.

Keywords

wireless broadcasting and television; transmission; coverage; maintain; effective strategy

浅谈无线广播电视传输覆盖维护策略

郎平

内蒙古自治区广播电视传输发射中心 781 台, 中国·内蒙古 呼和浩特 010010

摘要

随着信息技术的飞速发展, 无线广播电视作为传统的媒体形式, 仍然在人们的生活中占据着不可替代的地位。无线广播电视传输覆盖技术的稳定性和可靠性直接影响着广播电视节目的播出质量, 进而影响着广大受众的收视体验。在当前数字化、网络化、智能化的媒体发展趋势下, 无线广播电视传输覆盖的维护工作显得尤为重要。论文通过深入研究分析了无线广播电视传输覆盖中的常见问题, 提出了几点有效的维护策略, 以期为广播电视行业的健康发展提供有益的参考。

关键词

无线广播电视; 传输; 覆盖; 维护; 有效策略

1 引言

当前, 无线广播电视行业面临着诸多挑战。一方面, 随着新媒体的崛起, 传统广播电视媒体的受众群体正在发生变化, 对于广播电视节目的需求也日趋多样化; 另一方面, 无线广播电视传输技术的更新换代速度加快, 新技术、新设备的不断涌现给维护工作带来了新的挑战。

2 无线广播电视传输覆盖维护的重要意义

2.1 保证信号质量

广播电视节目的音视频质量直接影响着受众的收视体验, 而信号质量则是音视频质量的基础保障。通过定期对无线广播电视传输设备进行检查、校准和维护, 可以及时发现

并解决信号传输过程中出现的各种问题, 如信号衰减、干扰和失真等, 从而有效保证信号质量, 为受众提供高清晰、高保真的音视频节目。同时, 良好的信号质量还能够提高广播电视节目的传输效率, 减少因信号问题导致的节目中断或卡顿现象, 提升受众满意度。

2.2 扩大覆盖范围

广播电视作为重要的公共服务, 应当尽可能地惠及更多的人群。通过加强无线广播电视传输覆盖维护, 可以有效扩大节目信号的覆盖范围, 将优质的广播电视节目传送到更广阔的地域, 特别是偏远山区、农村等信息相对闭塞的地区, 满足当地群众的文化信息需求, 促进区域文化均衡发展^[1]。同时, 覆盖范围的扩大也有助于提升广播电视媒体的影响力和竞争力, 为广播电视事业的可持续发展奠定基础。

2.3 提高系统稳定性

广播电视传输系统是一个复杂的工程, 涉及诸多设备和环节, 任何一个环节出现问题都可能影响整个系统的稳定

【作者简介】郎平(1983-), 女, 中国内蒙古乌兰察布人, 本科, 副高级工程师, 从事电子工程研究。

运行。通过加强无线广播电视传输覆盖维护,可以定期对系统各个环节进行全面检查和维护,及时发现和消除故障隐患,保障系统的安全稳定运行。同时,还可以通过优化系统架构、升级改造设备等措施,提高系统的可靠性和抗干扰能力,确保广播电视节目的持续稳定传输,减少因系统故障导致的信号中断或质量下降等问题,从而提升广播电视公共服务的稳定性和可靠性。

2.4 优化资源利用

广播电视传输覆盖是一项投入大、技术复杂的工程,需要大量的人力、物力和财力投入。通过加强无线广播电视传输覆盖维护,可以延长设备的使用寿命,减少因设备故障或老化导致的频繁更换和维修,节约设备投资和维护成本。同时,还可以通过合理规划传输网络、优化频率资源配置等措施,提高频谱资源的利用效率,避免出现频率资源浪费或干扰等问题,为广播电视事业的可持续发展提供有力保障。

3 无线广播电视传输覆盖中的常见问题

3.1 信号干扰问题

在复杂的电磁环境中,各种无线信号之间难免会产生相互干扰。这种干扰可能来自同频道的其他发射源,也可能是邻近频道的信号泄漏造成的。例如,在城市密集区域,大量的无线设备同时工作,产生了复杂的电磁环境,增加了信号干扰的可能性。此外,一些工业设备、医疗器械等也可能成为干扰源。这些干扰会导致接收信号的质量下降,表现为图像模糊、声音失真等问题,严重影响用户的收视体验。

3.2 设备故障问题

广播电视传输设备通常由多个部件组成,如发射机、接收机、编码器、解码器、天线等,任何一个部件出现故障都可能导致整个系统无法正常工作。一旦出现设备故障,就会导致信号中断、画面卡顿、声音失真等问题,严重影响传输质量和用户体验。此外,设备故障还会增加运营成本,需要投入大量人力和财力进行维修和更换。

3.3 无线频谱资源不足

随着无线通信技术的不断发展和应用的日益广泛,可用的无线频谱资源变得越来越紧张。在某些地区,无线广播电视频段已经饱和,难以再分配新的频率资源。频谱资源不足会导致无线广播电视传输覆盖范围受限,无法满足不断增长的用户需求。同时,频谱资源的稀缺也会加剧不同无线通信服务之间的干扰问题,进一步影响传输质量。

4 无线广播电视传输覆盖维护策略

4.1 运行状态监测

4.1.1 信号强度监测

信号强度监测是评估无线广播电视传输质量的基础。通过对发射机输出功率、天线场强、覆盖区域场强等指标的实时监测,可以及时发现传输系统中存在的问题,为维护人员采取针对性措施提供依据^[2]。有效的信号强度监测不仅能

够保障广播电视信号的稳定传输,还能优化覆盖效果,提高频谱利用效率。

信号强度监测主要包括发射端监测和接收端监测两个方面。发射端监测重点关注发射机输出功率、天线输入功率、驻波比等参数,通过在发射机房安装专业监测设备,实时采集并记录相关数据。接收端监测则主要针对覆盖区域内的场强水平,通过固定监测站、移动监测车等方式,在不同地点进行采样测量。两种监测方式相辅相成,共同构成了全面的信号强度监测体系。

为了提高监测的准确性和效率,现代信号强度监测系统广泛应用了自动化和智能化技术。例如,采用远程数据采集终端,可以实现对分散在各地的发射台站的集中监测。同时,人工智能算法的引入,使得系统具备了自主诊断和预警能力,大大减轻了人工监测的压力。

4.1.2 干扰源检测

干扰源检测的方法多种多样,可以大致分为主动检测和被动检测两大类。主动检测方法通过发送探测信号并分析回波来识别潜在的干扰源,这种方法适用于已知干扰源的情况,能够快速定位干扰位置。被动检测方法则通过分析接收到的信号特征来判断是否存在干扰,这种方法不需要发送额外的信号,对正常通信影响较小。在实际应用中,往往需要结合多种检测方法,以提高检测的准确性和效率。

具体来说,常用的干扰源检测技术包括频谱分析、方向查找、相关分析等。频谱分析技术通过观察信号在频域上的分布特征来识别异常信号。方向查找技术利用天线阵列或旋转天线来确定干扰信号的来源方向。相关分析技术则通过比较接收信号与已知信号模板的相关性来检测干扰。此外,随着技术的发展,一些新兴的检测方法也逐渐得到应用,如基于机器学习的干扰识别技术,能够自动学习和识别复杂的干扰模式。

4.2 设备维护管理

4.2.1 定期检查维护

无线广播电视传输系统涉及各类设备,如发射机、天线、传输线、电源等,需要制定详细的检查维护计划,明确检查维护的内容、周期和标准。一般来说,发射机等核心设备需要每天进行例行巡检,检查设备运行状态、工作电流、温度等关键指标是否正常。每周应开展一次较为全面的检查,检查各部件的连接是否牢固、有无破损和老化等情况。对于天线系统,要定期检查天线支撑结构的稳固性,避免因自然灾害等原因导致天线倾斜或坍塌。传输线路也需定期巡检,及时发现和处理断线、接头松动等问题。通过制定周密的检查维护计划并严格执行,能够最大限度地减少设备故障的发生。

4.2.2 关键设备备用

无线广播电视传输对设备的稳定性和可靠性要求极高,一旦出现故障将严重影响广播电视节目的正常传输。因此,

对于关键设备,如发射机、调制器、编码器等,必须配备备用设备。备用设备应与主设备型号规格完全相同,并定期进行切换演练,确保能在主设备发生故障时快速顶替。备用设备平时也要纳入日常维护管理,确保其性能良好、随时可用。在备用设备的配置上要充分考虑成本和效益的平衡,既要满足可靠性要求,又要控制备用设备数量,避免资源浪费。

4.2.3 故障快速响应

无线广播电视传输系统一旦发生故障,必须在最短时间内恢复正常运行,减少对观众的影响。这就需要建立完善的故障报告和处理流程,明确故障分类、响应时限、处理步骤、升级机制等,确保故障能够得到及时有效的处置。在重大故障或事件发生时,还要启动应急预案,调集人力物力,全力抢修,把故障影响降到最低。日常还应加强对维护人员的培训和演练,提高故障处置能力,并总结故障案例,完善故障预防和处置措施。

4.3 无线频谱资源规划与优化

4.3.1 优化频谱使用效率

优化频谱使用效率的方法多种多样,可以从技术和管理两个层面进行。在技术层面,主要包括采用先进的调制编码技术、引入智能天线系统、实施频谱共享等措施。先进的调制编码技术,如高阶 QAM 调制和 LDPC 编码,能够在相同带宽内传输更多的信息^[1]。智能天线系统通过波束赋形技术,可以提高信号的方向性,减少干扰,从而提高频谱利用率。频谱共享技术则允许不同的无线系统在同一频段内共存,大大提高了频谱的利用效率。

在管理层面,优化频谱分配策略、实施动态频谱管理、推动频谱交易机制等措施都能有效提高频谱使用效率。优化频谱分配策略意味着根据实际需求和技术发展趋势,合理调整频谱资源的分配。动态频谱管理则是通过实时监测和分析频谱使用情况,灵活调整频谱分配,以适应不同时间和地点的需求变化。频谱交易机制的引入,可以促进频谱资源的市场化配置,提高频谱使用的经济效益。

4.3.2 推进频谱资源重耕

推进频谱资源重耕首先需要制定科学合理的规划。相关部门应当充分调研现有频谱使用情况,评估各类业务的频谱需求,并结合技术发展趋势和产业政策导向,制定长期的频谱资源规划。这一规划应当兼顾效率与公平,既要考虑频谱资源的经济价值最大化,又要保障公共广播电视等基础服务的频谱需求。

在实施过程中,应当采取循序渐进的方式,避免对现有业务造成过大冲击。可以先从使用效率较低的频段入手,通过技术改造提升频谱利用率。例如,利用先进的编码压缩

技术,在同等带宽内传输更多节目内容;或者采用单频网技术,减少相邻地区之间的频率重复使用。对于一些长期闲置或使用率极低的频段,可以考虑收回并重新分配,用于发展新兴业务或满足其他行业的频谱需求。

频谱资源重耕还需要建立健全的激励机制。可以通过经济手段,鼓励频谱使用者主动提高频谱利用效率。例如,对于主动退出低效频段或采用先进技术提升频谱利用率的单位,给予一定的补贴或优惠政策。同时,也可以引入市场化机制,允许频谱资源在不同使用者之间进行有限度的流转,以实现资源的优化配置。

4.3.3 探索新的频段资源

首先,需要深入分析现有频段资源的利用情况,评估频段资源的饱和度和未来需求增长趋势。通过对现有频段的占用情况、干扰源分布、地理环境特点等因素进行综合考虑,识别出潜在的新频段资源。这需要广播电视传输领域的专业人员与频谱管理部门密切合作,利用先进的频谱测量和分析工具,对候选频段进行技术可行性和经济可行性评估。

其次,在识别出潜在的新频段资源后,需要开展系统的技术研究和标准制定工作。不同频段的传输特性和覆盖效果存在差异,因此需要针对新频段的特点,优化传输方案和覆盖策略。这包括对调制方式、编码技术、传输功率、天线设计等关键技术参数进行优化,以提高新频段的传输效率和覆盖质量。

最后,探索新频段资源还需要考虑频谱规划和管理的问题。新频段的开发和利用需要与其他无线通信业务进行协调,避免出现有害干扰和频谱资源浪费的情况。这需要广播电视传输行业与频谱管理部门、其他无线通信业务运营商等利益相关方进行广泛的沟通和协商,在保障广播电视传输质量的同时,兼顾各方的合法权益。

5 结语

综上所述,无线广播电视传输覆盖维护是一个系统工程,需要从多方面入手,并坚持不懈地实施。相信只要我们秉持创新理念,积极应用新技术,加强标准化和信息化建设,并不断总结和优化相关策略,定能为广大观众提供优质、稳定的无线广播电视服务。

参考文献

- [1] 雷琼.无线广播电视传输覆盖维护策略探讨[J].中国信息界,2024(3):182-184.
- [2] 王宜杰.浅谈地面无线电视系统传输覆盖策略[J].西部广播电视,2016,37(9):234.
- [3] 翟华锋.关于无线广播电视传输覆盖维护措施探讨[J].中国宽带,2022,18(12):88-90.

Design of High-precision Environmental Monitoring Sensor and Development of Real-time Data Analysis System

Yu Yao

Beijing Hepton Data Technology Co., Ltd., Beijing, 100193, China

Abstract

The research focuses on the design of high-precision environmental monitoring sensor and the development of real-time data analysis system, aiming to solve the hardware and software technical problems in the existing environmental monitoring. Based on the design principle and demand of the sensor, the hardware architecture design and manufacturing process of the sensor are discussed. In order to ensure real-time data acquisition, a complete data acquisition system is designed and built. In the aspect of data analysis, we study and implement efficient pretreatment and data cleaning technology, develop high performance data analysis algorithm, and design user-friendly visual interface. Finally, through the system integration and multi-scenario test, the excellent performance in function and performance is verified. The research shows that the system has high accuracy, real-time and reliability, and is suitable for a wide range of environmental monitoring scenarios, showing important technical value and broad application prospects.

Keywords

high-precision environmental monitoring sensor; data acquisition system; real-time data analysis system; data preprocessing; data cleaning; data visualization interface

高精度环境监测传感器的设计与实时数据分析系统开发

姚羽

北京庚顿数据科技有限公司, 中国·北京 100193

摘要

研究聚焦于高精度环境监测传感器的设计与实时数据分析系统的开发,旨在解决现有环境监测中的各项软硬件技术难题。从传感器的设计原理和需求入手,依托关键技术与核心部件,深入探讨了传感器的硬件架构设计与制造工艺。为了确保数据的实时采集,设计并搭建了一套完整的数据采集系统。在数据分析方面,研究并实施了高效的预处理与数据清洗技术,开发了高性能的数据分析算法,并设计了用户友好的可视化界面。最终,通过系统的集成与多场景测试,验证了其在功能和性能方面的卓越表现。研究表明,该系统具备高度的精确性、实时性和可靠性,适用于广泛的环境监测场景,展现出重要的技术价值和广阔的应用前景。

关键词

高精度环境监测传感器; 数据采集系统; 实时数据分析系统; 数据预处理; 数据清洗; 数据可视化界面

1 引言

随着国家碳达峰、碳中和政策的深入推进,高精度环境数据监测已成为环境保护、公共卫生及国家双碳目标实现的关键手段。然而,现有的监测技术在精度和实时性方面存在局限性。本研究致力于设计高精度的环境监测传感器,并开发与其配套的实时数据采集、存储和分析系统,以提升环境监测的准确性和即时性,提供坚实的软硬一体技术支持。

通过全面客观评估现有技术,我们将高精度传感硬件与先进的工业实时监控技术相结合。经过对传感器设计的优化和数据处理各环节的技术革新,包括采集、存储、查询与

分析,我们建立了一套高效且可靠的整体环境监测体系。该体系能为行业决策提供坚实的基础数据支持。

预期成果是,在实际应用中,能够提供更加精确和即时的环境监测数据。这不仅对环保产业具有重要的技术进步意义,也具备广泛的应用价值。我们的研究成果将为推动环保监测领域的技术发展贡献全新的整体解决方案。

2 高精度环境监测传感器的设计

2.1 传感器设计原则与需求分析

综合考虑原理和场景需求对于设计高精度环境监测传感器至关重要。这些传感器必须提供精确且稳定高效的数据,重点关注精度、稳定性和实时性。同时它们需要在各种环境下保持高效运作,具备出色的抗干扰能力和低噪声特性。

【作者简介】姚羽(1986-),男,中国湖北荆门人,本科,高级工程师,从事实时数据库管理系统研究。

为了支持实时监测与实时决策，传感器需具备快速响应能力，确保数据的实时性。而可靠性与耐用性是核心原则，要求传感器在面对温度、湿度和化学物质等复杂环境因素时，仍然需要长时间维持稳定可靠的表现。此外，设计上还应注重低功耗，特别是电池供电场景，以此延长使用寿命。

用户需求强调了传感器不仅要兼容现有的监控系统，实现数据的无缝整合与传输，还应该便于安装和维护。长寿命和低成本维护同样是关键特征，旨在减少长期运营的成本和复杂性。通过这样的设计理念，可以确保传感器技术满足现代环境监测的高标准要求。

2.2 关键技术与组件选择

在开发高精度环境监测传感器时，关键技术与组件的选择至关重要。传感器的核心性能直接受其所选用的感测元件影响。常见的环境监测传感器感测元件包括气体、湿度、温度和颗粒物感应器等。每种感测元件的选择都需细致考量其测量范围、灵敏度、响应时间以及环境适应性。例如，气体传感器必须选用能精准检测特定气体的元件，这些元件具备高度的灵敏度和选择性。要确保传感器输出的稳定性和准确性，先进的信号处理技术不可或缺。高性能的模拟前端和数字信号处理芯片可以有效减少噪声并提升信号质量。此外，数据传输模块的选择同样关键，当前主流的无线传输技术如 Wi-Fi、LoRa 和 NB-IoT 等，需要综合评估传输距离、数据速率和功耗等因素来选择最适合的技术。低功耗电源设计能够显著延长传感器的使用寿命，因此电源管理技术也是传感器设计中的一个核心要素。外壳材料的选择和设计也需要考虑到各种极端环境因素，以确保传感器在严苛环境中仍能可靠运行。通过综合考虑这些技术和组件的选择，我们可以为传感器的高效能和稳定性奠定坚实基础。

2.3 传感器硬件架构

在设计高精度环境监测传感器的硬件架构时，必须综合考虑各个关键组件的整合，确保其功能与性能达到预期标准。此类传感器的核心架构包含四个主要部分：传感单元、信号处理单元、数据传输单元以及电源管理单元。

传感单元是系统的核心，由一系列高灵敏元件构成，负责实时捕捉高频实时数据。此单元的输出通过模拟信号到数字信号的转换，并经由精密的滤波和校准程序，确保数据的精确性。紧接着的是信号处理单元，它配备了高性能的模数转换器（ADC）和数字信号处理器（DSP），旨在提升数据处理的效率和准确性。

数据传输单元承担着将处理后的数据传送到边缘监控系统或云端服务器的任务。这一环节常利用有线和无线两种传输模式，其中 Wi-Fi 和 LoRa 等无线技术因其易于安装和广泛的覆盖范围而备受青睐。同时，电源管理单元通过低功耗策略和高效电源管理芯片的支持，保障了传感器的持续

稳定运作，从而有效延长设备寿命。

此外，外部防护结构的设计同样至关重要。为了应对极端环境条件，传感器必须具备防水、防尘、耐高温和耐腐蚀的能力。整体而言，传感器的效能和可靠性直接取决于其硬件架构设计的科学性和集成水平。

2.4 传感器的制造与组装工艺

传感器的最终性能和质量直接受其制造和组装过程的影响。这涉及到材质的选择和加工，传感元件需要高纯度和高稳定性的材料来保证其灵敏度和长期稳定性。感应器外壳通常由金属或高分子材料制成，具备防腐和抗氧化特性，以增强其环境适应性。在制造工艺方面，通过光刻、蚀刻等技术，可以实现微米级的精密加工，从而提升传感器的精度和可靠性。目前，微电子机械系统（MEMS）技术已广泛应用于高精度传感器的制造。

组装过程同样关键，它要求高度的精确性和一致性。自动化装配流水线和高精度焊接技术可以确保各个部件之间的良好连接，减少人为因素对产品质量的影响。封装工艺需要考虑到传感器的使用环境，确保内部电路不受外部环境的干扰，并选用合适的封装材料和方法。质量控制是制造过程中的核心环节，通过严格的工艺管理和全面的测试手段，确保每个传感器的性能达到设计标准。成品传感器还需经过温度、湿度、振动等多种环境模拟测试，以验证其在不同环境条件下的可靠性和稳定性。

3 实时数据采集系统

3.1 数据采集系统架构

确保数据高效采集与传输是实时数据采集系统架构设计的核心目标，尤其对于高精度环境监测系统而言至关重要。传感器节点主要负责收集环境中各类实时数据，包括气体浓度、温度、湿度和微粒等信息。数据采集器对这些数据进行初步处理，并通过数据同步和时间戳功能确保其准确性与一致性。传输层利用合适的通信技术，将收集的数据传送到专用的工业实时数据库管理系统或中央处理单元。该系统或单元负责对数据进行进一步处理、分析和对接，并在数据存储模块中保存处理结果。为保障数据长期安全存储，数据存储和管理模块需具备高效的数据存储和备份机制。系统架构设计还需综合考虑数据采集的实时性、系统的稳定性及数据的完整性，以确保系统在复杂环境下稳定运行（见图1）。

3.2 数据采集模块设计

数据采集模块是实时数据采集系统的核心组件，负责从传感器获取原始数据并进行初步处理。该模块的关键任务是将传感器产生的模拟信号转换为数字信号，以便使用高性能的模数转换器（ADC）进行处理。为了提高数据的准确性，数据采集模块还必须具备高精度的校准和滤波功能，以有效降低噪声对数据的影响。



图 1 数据采集系统架构

在设计过程中，功耗管理是不可忽视的重要因素，以确保模块在长时间运行中的稳定性。数据采集模块通常以微控制器（MCU）为核心处理单元，负责控制传感器的工作状态、处理传感器输出数据，并通过适当的接口将数据发送到数据传输单元。

此外，数据采集模块应具备实时监控和故障诊断功能，以确保任何异常情况都能在采集过程中被及时发现和处理。为了实现高效的数据采集，必须综合考虑模块的性能、功耗、稳定性和可维护性。

3.3 数据传输技术与协议

选择合适的数据传输技术和协议对于实时数据采集系统的性能至关重要。常用的技术包括 Wi-Fi、LoRa 和 NB-IoT，它们是无无线数据传输的关键技术。Wi-Fi 适合数据传输速率高且距离较近的场景，而 LoRa 则适用于长距离、广覆盖和低功耗的环境监控。

选择数据传输协议时，必须考虑具体的应用需求。例如，TCP/IP 协议适用于需要高可靠性的传输场景，而 UDP 协议更适合对实时性要求较高的应用。此外，数据传输过程中的加密和安全机制也非常重要，可以有效防止数据在传输过程中被篡改或泄漏。

为了确保数据能够快速准确地传输到实时数据库或中央处理单元，设计传输协议时需要综合考虑数据完整性、传输速度和系统稳定性。

3.4 数据存储与管理方案

确保实时数据采集系统的长期稳定运行，数据存储与管理方案至关重要。数据存储系统必须在高容量、快速访问和高可靠性方面提供强有力的支持。常见的存储方案包括本地存储和云存储。本地存储适合对数据存取速度有严格要求的场景，而云存储则适用于需要大规模数据存储和远程访问的应用程序。在这些场景中，存储系统必须具备备份和恢复功能，以便在系统故障或数据丢失时迅速恢复数据，确保数据的安全性和可靠性。

资料管理系统应提供资料清洗、存档和分析功能，以便于后续的数据处理和决策支持。有效的数据管理不仅能提

高数据的使用效率，还能降低系统的维护成本。

4 实时数据分析系统开发

4.1 数据预处理与清洗技术

为了提升数据品质，确保后续数据分析的准确性，数据预处理与清洗技术在实时数据分析系统中扮演着极其关键的角色。特别是在环境监测领域，数据来源广泛，涵盖了多种传感器，这些设备采集的数据往往受到噪声、异常值和缺失值等多种因素的干扰。因此，对这些原始数据进行有效的预处理成为了一项首要任务。

数据去噪是环境监测数据预处理的重要起点，旨在剔除数据中的随机杂音，增强数据的稳定性。这一步骤常借助滤波算法实现，例如均值滤波、加权滤波和中值滤波等，能够有效地平滑数据并减少误差。接下来，通过应用统计学方法（如 Z-SCORE）或基于模型的技术（如孤立森林算法），可以精准地识别并处理那些超出正常范围的异常值，保证数据的准确性和可靠性。

对于缺失值的问题，采用插值法或填补法等策略来进行修复，确保数据集的完整性不受到影响。此外，数据的规范化处理同样至关重要，它有助于消除不同数据指标之间的量纲差异，使得各项数据具备统一的标准和较强的可比性。通过这一系列精细的预处理步骤，最终为高质量的数据分析奠定了坚实的基础。

4.2 数据分析算法选择与实现

在高精度环境监测领域，数据分析算法的选择与实施至关重要，直接影响着系统分析的效率和结果的准确性。面对复杂的数据模式，有效的信息提取能力成为算法的核心竞争力。在气体浓度预测方面，常用的方法包括支持向量机的回归分析和神经网络模型，前者擅长建立线性关系模型，后者则在处理非线性数据方面表现出色。对于具有时间序列特性的数据，长短期记忆网络因其卓越的长期依赖性捕获能力和精准预测性能，在深度学习算法中脱颖而出。设计算法时，必须高度关注计算复杂性和实时性需求，尤其是在处理大规模数据集时，选择高效算法及优化计算资源显得尤为重要。

4.3 实时数据处理框架设计

设计一个高效的实时数据处理框架对于处理数据流至关重要。这个框架必须具备低延迟和高吞吐量的能力，以应对海量数据流的挑战。为了实现高效的数据接收和处理，通常会采用消息队列系统或流处理平台来进行数据的传输和支持。这些平台不仅具有大规模的实时数据处理能力，还能

有效地进行数据分发和缓冲。

实时数据处理引擎作为框架的核心组件，必须拥有强大的计算能力和低延迟特性，以确保数据能够被迅速处理和分析。在整个数据处理过程中，框架还需要集成数据聚合、分析和存储等功能，以便于对数据进行实时监控和动态调整（见图 2）。

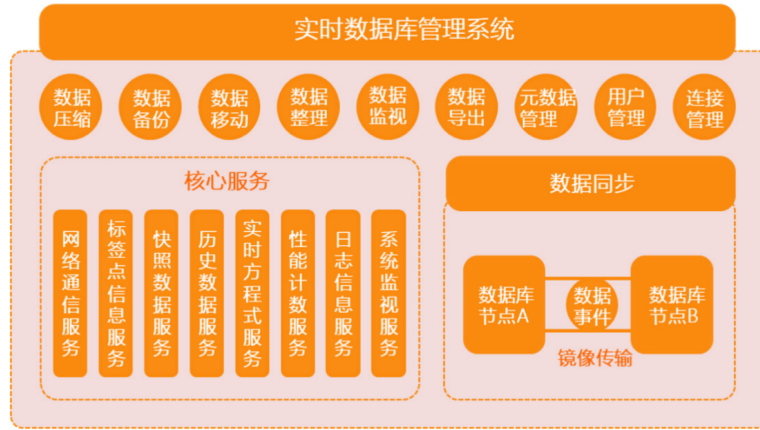


图 2 实时数据库管理系统

通过上述整合和设计，我们能够确保系统对数据的高效处理。此外，为了提高系统的可扩展性和容错性，框架的设计还需考虑分布式计算和负载均衡机制。这样可以保证系统在处理大量数据时依然保持稳定和高效运行。

5 结论

这项研究成功地开发了一套高精度环境监测系统，涵盖了从传感器设计到实时数据分析的整个过程。通过对系统的全面研究，我们发现它能够在各种环境条件下提供高精度的实时数据监测功能，有效解决了现有技术中精度和实时性的不足。经过综合测试和实际应用案例的验证，该系统在稳定性、可靠性和数据处理能力方面表现出色。然而，还需要进一步研究系统在极端环境条件下的性能。未来，我们可以

专注于如何通过智能化升级和数据融合技术来提高系统的智能决策能力和综合应用价值。

参考文献

- [1] 刘奇.基于光学分析的全天候广覆盖水环境监测系统关键技术研究[D].武汉:华中科技大学,2022.
- [2] 章佩丽,宋亮楚,王昱,等.正射影像对无人机遥感水质监测精度的影响[J].环境生态学,2022,4(6):23-29.
- [3] 王敏,黄辛.大气环境监测卫星升空[N].中国科学报,2022-04-18(001).
- [4] 张龙.小型移动在线水质监测系统的研究[D].杭州:浙江大学,2012.
- [5] 于拴道,张江亚,唐尧华.环境温、湿度及光照三合一传感器设计[J].电子科技,2011,24(6):112-115.

Research on Security Applications Based on Cloud Computing Environments

Zhenhao Zhou

Wenzhou-Kean University, Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

Abstract

With the rapid advancement of information technology, cloud computing has become a core component of modern information infrastructure, deeply integrated into daily life and various business scenarios. However, security risks related to confidentiality, integrity, and availability continue to pose persistent threats to cloud computing environments. This paper explores the foundational theories and security architectures of cloud computing, analyzes the challenges and key technologies in the field of cloud security, and proposes best practice-based security solutions tailored to the enterprise, government, and education sectors. The aim of this research is to provide a comprehensive understanding and guidance for the development of more secure and reliable cloud computing environments, offering valuable insights for further research and practical applications in related fields.

Keywords

cloud computing; architecture; cloud computing security; data security

基于云计算环境的安全运用研究

周桢豪

温州肯恩大学, 中国 · 浙江 温州 325000

摘要

随着信息技术的高速发展, 云计算已成为现代信息基础设施的核心组成部分并深度融入日常生活和各类业务场景, 然而机密性、完整性和可用性等方面的安全隐患仍然对云计算环境构成持续威胁。论文探讨了云计算基础理论和安全架构, 分析其在安全领域面临的问题和关键技术, 并针对企业、政府和教育领域提出了基于最佳实践的安全解决方案。论文的研究旨在为今后构建更安全、可靠的云计算环境提供较为全面的理解和指导, 并为相关领域的进一步研究与实践提供借鉴。

关键词

云计算; 架构; 云计算安全; 数据安全

1 引言

在工业革命 4.0 时代, 云计算作为信息技术的一次革命性飞跃, 已经被广泛应用于金融、医疗、教育、政府、制造业等领域。国内外各大厂家争相进入这个赛道, 国际有亚马逊 (AWS)、微软 (Azure) 和谷歌 (GCP) 三大领导者, 国内则有阿里云、腾讯云和华为云等各老牌厂商。通过基于互联网的集中资源模式, 云计算为个人和企业提供了弹性、高效和灵活的资源获取模式和计算能力, 然而其开放和共享的本质以及各大领域转型上云的加速使得云上安全问题日益显著, 尤其在基础设施安全、数据安全、身份和访问管理以及数据监控安全等方面成为不可忽视的挑战。

云上安全技术不仅要保证数据的机密性、完整性和可

用性, 还要为云计算服务的稳定、可靠运行提供坚实的基础。如何构建更加安全、可靠、稳定、易用的云计算环境成为当今时代的热点也是难点。论文从云计算基础架构的角度出发, 系统分析了当前云计算环境的主要安全隐患, 探讨了多层次安全架构设计的关键技术, 并针对企业、政府和教育领域提出基于最佳实践的安全解决方案, 旨在为云计算安全提供一定的指导意见。

2 云计算基础

2.1 基本概念和理论

云计算理论基础和特征是构建现代信息技术基础设施的核心。云计算的核心思想是将计算资源作为一种服务进行交付, 允许用户可以根据需求随时获取和释放大量资源, 从而实现高效、灵活和经济的计算能力, 其架构通常由基础设施即服务层 (IaaS)、平台即服务层 (PaaS) 和软件即服务 (SaaS) 层, 以及最近兴起的数据即服务层 (Data as a Software) 组成。

【作者简介】周桢豪 (1990-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事通信工程、计算机网络、云计算、信息系统项目管理等研究。

在云计算的发展过程中，虚拟化技术（Virtualization）发挥着关键作用，通过软件定义资源的方式创建虚拟计算资源，使其能够被灵活地调度和分配，显著提高资源利用率的同时又实现资源的隔离；分布式计算则通过将计算任务分散到多个计算节点上，协同完成任务，提高计算能力和可靠性；存储技术包括分布式存储、对象存储和块存储，其中分布式存储和 NoSQL 数据库等技术则支撑起海量数据的存储和管理需求^[1]；自动化工具（如 Ansible、Puppet、Chef）和编排技术（如 Kubernetes）能够自动化管理云环境中的资源和应用部署，提升效率，降低人为错误等；云计算安全技术则涵盖了数据加密、身份认证、访问控制、网络安全和合规性等方面。

2.2 核心特征

云计算的核心特征体现在其超大规模、抽象化、高可靠性、通用性、高可扩展性、按需服务、低成本、自动化和节能环保等方面。

超大规模的特征使得云计算能够支持数以万计的用户并发访问，抽象化则隐藏了底层复杂的技术细节，使得用户能够专注于应用的开发和使用；高可靠性通过冗余设计和故障恢复机制确保了服务的连续性；按需服务和高可扩展性使得用户可以根据需要动态调整资源，降低了运营成本；自动化和节能环保技术则进一步优化了资源的使用效率和环境的可持续性。

3 云计算安全架构

3.1 概念框架

云计算安全的概念框架是为了确保云计算环境中的数据和资源得到全面保护而产生的综合性保护模型。它覆盖了数据从创建到销毁的整个生命周期，包括数据的存储、使用、共享、归档和销毁等各个阶段^[2]。

云服务商是第一个关键部分，要满足在符合相关法律法规的情况下采用特定的指导方针和控制措施来确保用户数据的安全和隐私得到妥善保护。云计算安全服务体系构成了云计算安全概念框架的第二个关键部分，也叫责任共担模型，由用户和云服务商共同承担云上安全的责任。它由云基础设施安全服务、云安全基础服务和云安全应用服务三个层次组成，这些服务为云用户提供了实现其安全目标的重要手段。

3.2 存在问题和基本原则

云计算的开放和共享本质带来各种安全挑战，构建正确的云计算安全基本原则是保证云环境安全的基石，其为保护云中的数据、服务和基础设施提供了一套全面的指导方针。

①网络和基础设施的安全是云计算安全的第一核心原则。不合理的网络配置和搭配可能会导致网络在“南北向”都存在风险：如虚拟机间的隔离不当可能导致安全问题（虚拟机逃逸攻击），网络也可能遭受外部攻击（如 DDOS）；云服务商本体故障和错误的“服务”搭配也有可能

导致安全问题，如使用不正确的存储策略可能导致数据丢失等。

②确保数据完整性和机密性，即数据在静态状态下和传输过程中的安全成为了关键性原则，如云上数据在多租户环境下的隔离不当或者内外部的恶意攻击都有可能

导致数据泄露或被篡改

③严格控制身份验证和访问控制是保障云计算安全的基础原则之一。随着远程工作的普及，对企业系统安全的远程访问设置不足和缺乏安全检查成为了突出问题^[3]，错误的配置或弱密码都有可能

导致未经授权的恶意访问。

④合适的监控和日志手段是云计算安全的基础原则之一，缺少实时监控和日志管理往往会为后续故障和问题排查埋下隐患，实时监控云环境对监测和响应潜在威胁至关重要。

⑤数据可用性，即保证云服务的可用性和连续性的原则对于防止业务中断担任起最后保障的作用。系统故障、业务 bug、病毒，以及内外部的攻击等都有可能

3.3 关键技术

3.3.1 VPC 隔离及安全组管理

虚拟私有云（VPC）隔离和安全组（Security Group）管理是确保云环境网络安全的基础。VPC 提供逻辑隔离，使用户能够在云中创建独立的网络环境；安全组作为虚拟防火墙，控制进出 VPC 的流量，通过定义规则确保网络通信的安全性。

3.3.2 加密

加密技术是保护数据安全的重要手段，它通过将数据转换成不易解读的形式来防止未授权访问和泄露。在静态数据保护方面，云服务提供商通常使用对称加密算法（如 AES）和非对称加密算法（如 RSA 和 ECC）来确保存储在云中的数据的安全。在更高的安全等级要求下，也有使用“信封加密”对私钥进行再一次加密，并将此“信封密钥”存储于本地或者云服务商提供的 KMS 中从而进一步提高加密安全性。对于动态数据，即数据传输过程中的保护，则依赖于 SSL/TLS 等协议来实现端到端的加密，保障数据在传输过程中的安全。

3.3.3 授权

授权技术主要涉及身份认证与访问控制，确保只有合法用户才能访问相应的资源。身份认证是确认用户身份的过程，通常需要用户凭证信息。访问控制则基于用户身份和策略来决定其对资源的访问权限。在云计算环境中，可以通过身份和访问管理（IAM）系统来实现细粒度的访问控制，例如阿里云的 RAM 用户和角色管理。OAuth2.0 是一种广泛使用的授权框架，它允许第三方应用获得对用户数据的有限访问权限，而无需用户分享他们的凭据^[4]。此外多因素认证（MFA）为身份验证增加了一层额外的安全保护。

3.3.4 备份与恢复

数据的持久性与可恢复性是衡量云服务可靠性的重要指标。备份策略需要考虑备份的频率、类型（全量或增量）以及备份数据的存储位置。灾难恢复计划则包括数据恢复的优先级、恢复时间目标（RTO）和恢复点目标（RPO）等关键参数。现代云计算备份解决方案的优势在于可以根据数据和业务的类型提供多样化的具性价比的恢复方案，如 Amazon S3 和阿里云的 OSS 等云存储服务提供高可用性和持久性的存储解决方案，并支持多区域复制和版本控制，进一步增强数据保护能力。

3.3.5 实时监控和日志

实时监控云上的安全操作和日志的定期审计可以有效判断信息安全问题。云服务商通常提供集成的监控工具和服务收集和分析系统、应用和安全事件日志和操作日志等来发现问题。此外，安全信息和事件管理（SIEM）系统可以将不同来源的日志和事件进行关联分析，提供全面的安全态势感知和响应能力。

4 云计算安全应用场景

在云计算的广泛应用中，行业间既存在共性需求，也有各自独特的安全需求，不同行业需量身定制实践方案以满足各行业的特定要求和风险应对策略。

4.1 企业安全防护

企业由于面向互联网，其特点是用户基数大，对象复杂，因此需要建立全面的自动防护机制来应对大量的新颖、突发的安全问题。

通过整合云上的海量日志和用户行为形成安全态势感知平台，并借助先进的分析模型、数据湖，在巨大算力加持下进行 AI 运算来有效预警和阻止潜在威胁。此外自动化的安全运营给企业安全运维带来极大便利，比如可以集成某些特定安全服务，如 AWS Security Hub 来自动汇总和分析来自不同服务的安全数据，提供统一的安全视图，并且通过自动化规则和脚本实现安全事件的自动响应和修复，从而大大减少了人为干预和错误。

4.2 政府与教育领域的云计算安全

政府和教育机构作为国家单位，大多数是对内且敏感业务，其对于数据安全和数据管理的要求相对较高。

云计算安全需要遵循一系列政策环境和法规要求，如《个人信息保护法》《民法典》《中华人民共和国数据安全法》和《网络安全法》等，其中《数安法》要求建立数据分类分级保护制度，形成数据资源目录，并开展常态化的数据安全监测预警通报。这要求对数据进行细致梳理，明确数据类型和安全等级，实现数据资产的自动发现和目录的生成。

同时在安全管理方面需要强化运维人员的规范管理，培养构建安全责任模型的意识并和运营商共同承担云上责任，并严格控制运维变更。根据《云计算服务安全评估办法》，需要对云计算服务进行安全评估，以提高采购使用的云计算

服务的安全可控水平。此外加强应急预案和容灾备份措施，确保在遭受攻击或发生故障能快速恢复服务，保障业务连续性。例如，上海市在《上海市政务云管理暂行办法》中明确了政务云的运行维护和安全保障要求，包括建立网络安全事件管理制度和开展应急演练。

教育机构中还要强调教学的连续性和可靠性。设计高可用性的云计算架构，部署负载均衡和自动扩展\收缩机制来确保教学资源的灵活调配，尤其是在高负载下的无缝自动扩展能保证教学的稳定进行；也可以利用内容分发（CDN）技术，将教学资源分布到全球各地的边缘节点，提升访问速度也可以提高可靠性，确保视频、课件等教学资源的快速、稳定加载，提升学习体验等。

5 结论与展望

本文的研究针对基于云计算的网络信息安全技术进行深入分析，明确了通过探讨云计算的理论和安全架构，能够有效识别云计算环境下的安全挑战和关键技术，并据此提出针对企业、政府和教育领域的最佳实践安全应用方案。

随着技术发展，云计算安全领域的技术和方法也在不断革新和演进并带来新的挑战 and 机遇：零信任安全架构正逐渐成为主流，它强调在网络内外部都不应默认信任任何设备和用户，而是要求对所有访问请求进行严格的身份验证和访问控制，这种安全模型有望进一步增强云计算环境的安全性；人工智能和机器学习技术应用前景广阔，通过对大量安全数据的分析和建模，可以实现更加智能化的安全监控和威胁检测以及时发现和应对潜在的安全风险；量子计算的兴起对现有的加密技术构成了潜在威胁，量子计算机能够在极短时间内破解传统加密算法（如 RSA 和 ECC），为应对这一挑战，需要开发量子抗性加密算法（如格密码学）和新型的安全协议以确保云计算环境在量子计算时代的安全性^[9]等。

综上所述，随着技术的进步、法规的日益完善，我们有理由相信通过行业内外共同的努力可以更好的推动构建更加安全、可靠的云计算环境，为未来数字经济的发展保驾护航。

参考文献

- [1] 陈雪.云计算安全风险与保护技术框架研究[J].科技与创新, 2023(5):68-70.
- [2] 童林萍,严雄兵,张获.云平台安全架构及防护机制研究[J].网络安全技术与应用,2022(8):1.
- [3] 左咏梅.基于云计算环境的大数据审计平台构建研究[J].中小企业管理与科技,2020(1):1.
- [4] 王勇,徐衍龙,刘强.云计算安全模型与架构研究[J].信息安全研究,2019,5(4):6.
- [5] 单强.浅谈计算机云计算安全服务的架构[J].电子元器件与信息技,2022(7):6.

Research on Amplitude and Phase Characteristics of Power Amplifiers and Demonstration of Remote Phase Monitoring

Tianhe Xia Tao Yao Kun Zhang Yiqi Su Xiaoxi Liu

State Key Laboratory of Aerospace Dynamics, Xi'an, Shaanxi, 710043, China

Abstract

With the increase of the service life of the power amplifier equipment, the stability and reliability of the power amplifier seriously decline, which brings significant hidden dangers to the operation and real-time monitoring of the equipment, and increases the workload of the staff. This paper studies how to achieve remote monitoring of power amplifier output power phase matching, in order to timely detect the problem of transmission efficiency decline caused by power amplifier output amplitude phase mismatch. By collecting a database of fault cases related to power amplifier equipment and issues that arise during maintenance, as well as searching for information online and consulting with factory personnel, the amplitude and phase characteristics of the power amplifier output can be determined. Secondly, it is important to familiarize oneself with the monitoring design and functional implementation of power amplifier equipment, in order to add remote monitoring functionality for phase matching and design its implementation.

Keywords

power; phase matching; launch efficiency; remote monitoring

功放幅相特性研究与相位远程监视论证

夏天鹤 姚涛 张坤 苏倚琦 刘孝僖

宇航动力学国家重点实验室, 中国·陕西 西安 710043

摘要

在功放使用过程中随着功放设备使用年限的增加, 功放的稳定性和可靠性严重下降, 为设备工作和实时监视带来较大隐患, 为岗位人员增添了工作量。论文研究如何实现功放输出功率相位匹配的远程监视, 从而及时发现功放输出幅相不匹配现象带来的发射效率下降问题。通过岗位人员收集功放设备相关的故障案例库和维护中出现的相关问题, 以及网上查阅资料和向厂所人员咨询, 得出功放输出的幅相特性变化。其次是熟悉掌握功放设备的监控设计和功能实现, 从而添加相位匹配的远程监视功能并设计实现。

关键词

功率; 相位匹配; 发射效率; 远程监视

1 引言

论文主要研究如何实现功放输出功率相位匹配的远程监视, 从而及时发现功放输出幅相不匹配现象带来的发射效率下降问题。为实现该目的, 首先需要了解功放输出效率和相位匹配之间存在的联系。

2 功放输出幅相特性的影响因素

结合网上搜集的资料和电子研究所技术人员反馈, 当前固态功放设备中, 影响功放输出幅相特性的因素主要如下所示:

①每级放大器均由输入匹配网络、功放管和输出匹配

网络组成, 保证固态功放幅相一致性的关键环节是合理选择功放管、调整匹配网络。固态功放的相移特性与功放管的参数, 如结构参数和工艺参数等密切相关, 而功放管参数又与其输入、输出匹配网络相关联, 因此选用同一批次的功放管是保证相位一致性的前提条件。

②输入输出匹配网络和级间匹配网络性能直接影响管子的输入、输出电压驻波比、增益、输出功率和稳定性等, 在使用同一批次的功放管的前提下, 匹配网络的差异也将导致相位一致性的差异。匹配网络微带线尺寸的加工精度、PCB 板材的一致性、级间耦合电容、调谐阻容元件和装配工艺等的差异都将造成匹配网络的差异, 直接影响功率放大器的相位一致性。

③功放末级输出和级间级联使用的隔离器的相位一致性也必须加以重视。隔离器的相位一致性受磁性材料的批次性、烧结工艺的影响较大, 温度变化也可能造成其相位一致

【作者简介】夏天鹤(1988-), 男, 中国新疆阿克苏人, 本科, 工程师, 从事网络应用、计算机技术、航天技术应用等研究。

性存在较大的差异，必要时需对其进行温度筛选。

现行使用功放已经将功放工作环境温度因素考虑在内，功放机房配备 2 台大功率立式空调，用以调节功放工作环境温度。

④由于固态功放工作时处在大信号状态，信号放大过程中会产生非线性失真和调幅 / 调相变换效应，进而影响相位^[1]。非线性失真是影响放大器相位一致性的因素之一，改善非线性失真的最简单方法是输出功率回退，让功放管的输出功率比它的 1dB 压缩点功率低一些，综合考虑，通常回退 0.5~1dB。

此类方法在功放设计时便已经考虑在内，现在使用的功放均已经具备输出功率回退功能，因此此次不做考虑。

3 功放输出幅相特性研究

当设备入场安装完毕后，虽然上述因素依然影响着功放输出幅相特性，但因为安装完毕无法对上述所有影响因素均作出调整。仅对装备管理维护中可实际操作的影响因素，即功放机间匹配网络性能进行研究。

3.1 实验验证

以 1000W 固态功放为例，经过多次试验，查找功放输出功率与输出相位之间的关系，具体步骤如下：

①功放的功率输出耦合口连接矢量网络分析仪。每次手动设置功放的输入信号强度，使得面板显示的输出功率为 100W。关闭 8 个末级插箱中的 6 个，只留 2 个，由 2 个末级插箱输出功率合成 100W，观察此时的驻波比以及输出相位；矢量网络分析仪既可以测功放输出相位也可以测驻波比，且不需要额外连线，可在连好线缆后一直进行测试，缓解了长管间隙时间紧的压力。

②通过调整功放末级插箱输出线缆以及合成器输出线缆，使得 2 路合成功放的输出相位发生变化，并记录每一次相位变化固定值时功放的驻波比；此步骤之所以只用 2 路合成，是实际工作需要以及数据分析需要。变动路数过多不容易恢复且影响设备的正常稳定运行，且分析数据时要考虑的因素太多，加大了分析的难度。

③减小输入信号，使输入信号强度下降 0.5dB，重复上述第 2 步骤，记录每一次相位变化固定值时功放的驻波比；此步骤中每次只调节 0.5dB 是为了避免信号变化太大造成测试时仪器本身的系统误差，且更符合工作实际。

④将驻波比换算成发射效率，与每一次的相位值对应，根据以上步骤得出图 1。

3.2 理论计算

由上图我们得知，在相位相同时，功率差在 3dB 以内时，功率效率影响在 5% 以内；相位差 30 度时，功率合成效率会下降 5%，相位差 90 度时，功率合成效率下降到 50%。幅度对合成效率的影响不如相位对合成效率的影响大。当功放输出幅相不一致时，功放的发射效率就会降低，驻波会增大，从而影响到设备整体的技术指标，某些关键时候甚至能影响到实时任务完成的圆满程度。

通过网上查阅资料得知：功率合成器输出信号是各路输入信号的矢量叠加之和，各功放模块输出信号的振幅和相位的差别会产生合成损耗，影响合成效率。试验中两路信号合成功率率为^[2]：

$$P_{OUT} = (P_1 + P_2) * \frac{(K^2 + 2K\cos\phi + 1)(K^2 + 2K\cos\phi + 1)}{2 + 2K^2} \quad (1)$$

式中 $K = \left| \frac{V_1}{V_2} \right| = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}}$ ， P_1 、 P_2 和 P_{OUT} 分别为第一路输入、第二路输入和合成后输出功率。

两路合成效率为：

$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_1 + P_2} = \frac{K^2 + 2K\cos\phi + 1}{2 + 2K^2} \quad (2)$$

4 功放输出相位远程监视的可行性论证

通过上文分析，我们知道了幅相不匹配对于功放合成效率的影响。接下来就需要论证怎么能实时监视功放输出相位，才能让我们更好地应对相位不匹配带来的影响。

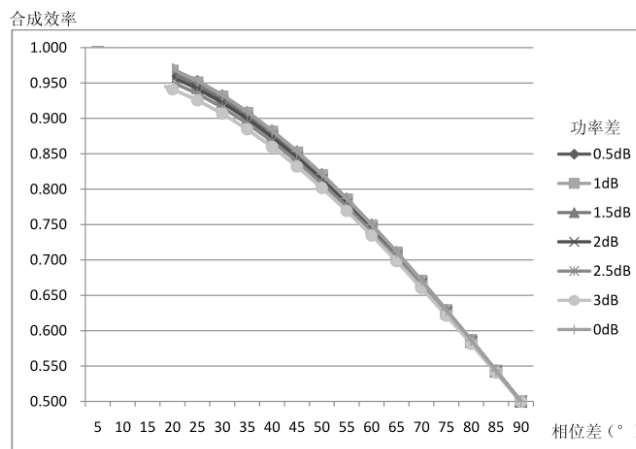


图 1 幅相不一致性对合成效率影响

4.1 功放监控的设计与实现

S 固态高功放总体上划分为 A 机监控、B 机监控和开关控制监控等三部分，每部分设一个监控单元，监控单元具备分控和远控两种工作方式：分控时，通过机箱前面板按键操作 LCD 指示；远控时，通过 RS422A 串行接口接受上级监控控制，并将设备状态上报。

高功放 A 机和 B 机监控单元相同，负责完成高功放单机内部驱动单元、各功放单元和单机的输出功率、反射功率、电流、温度等的检测；控制衰减器，完成单机的功率设置。各功放单元数据采集方式是以单片机为核心，通过 AD 转换电路，把温度、电流、电压、输出功率、反射功率等模拟量转化成数字信号，通过 RS422A 串口传输给本机监控单元^[3]。

4.2 功放输出相位实时检测的方法

通过上述实验和理论分析，我们需要测试功放末级 8 路合成的输出幅相特性变化，得出相关变化关系，将数据拟合生成功放输出功率、反射功率、合成相位、合成效率关系表格和曲线。在后续的工作中，直接实时测量输出功率和反射功率即可，然后对照表格曲线即可得出对应输出相位与合成效率。

对于功放输出相位的实时监测，有以下几种方案：

方案一：将矢量网络分析仪与功放输出耦合口连接，设置矢量网络分析仪使之处在测相位功能下，实时测试功放输出相位。再将矢量网络分析仪的图像用图像数据盒通过光端机传输至长管大厅。

优点：操作简单，无需其他辅助手段，所有连接设施已有。缺点：为实现单一功能长期占用矢量网络分析仪，造成巨大测量资源浪费。从实际工作情况出发此方法对长期使用不可取。

方案二：通过上述功放监控原理分析，得知功放各分机有反射功率状态反馈。可通过公式 (1) 和公式 (2) 计算得到功放效率，再将效率与图 1 比对，得出当前功放的输出相位值。

优点：无需其他任何设置和连接，通过计算得到当前相位值。缺点：当合成路数为 8 路时，公式急剧复杂化，计算困难，并且公式中的 P_1 与 P_2 均为功放分机自检得到，未把输出后的合成线等因素考虑在内。此类方法中因考虑因素不全，所得结果不能反映实际情况，方案不可取。

方案三：通过上述功放监控原理分析，得知功放整机具备反射功率状态反馈。将实验所得功放输出功率、反射功率、合成相位、合成效率关系表格和曲线，设计一款小程序自动比对，在正常范围之内则功放相位值正常，不在范围内则说明功放相位值异常，需重新进行相位匹配。

优点：立足现有条件，不浪费更多的测量资源和人力计算。缺点：该方案中的功放整机反射功率仅为反检功率，未将功率合成后的诸多因素考虑完整，所得反射功率值远小于测试值。并且由于设计原因，功放整机反射功率只能是整数，不能精确显示反射功率具体数值。数据准确性不够，方案不可取。

方案四：在功放输出耦合口连接一个功率传感器。当前所用功率传感器采用专用的功率变化电路把交流功率信号转换成与之呈线性关系的标准直流电流电压信号，再经有源滤波线性放大输出恒流或恒压模拟量，使传感器具有高精度、工作稳定等特点。

固态功放前级插箱示意图见图 2。

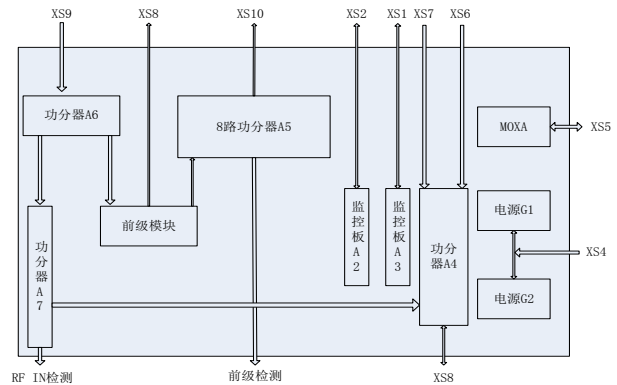


图 2 固态功放前级插箱示意图

功放单机前级插箱 XS8 为限幅检测口，但实际工作中未接，因此将功率传感器传来的信号接入 XS8，信号进入监控板 A4。通过更改功放前级监控程序，写入监控板中。在监控软件中加入反射功率项目，之后设备连接按照 2.1 章节第 1 步实施，测试整机相位、对应功率值和反射功率值，确定正常范围时的相位值和对应反射功率。再将对应相位值和反射功率值做成图表，在告警软件中加入自动比对程序，在正常范围之内则功放相位值正常，不在范围内则说明功放相位值异常，需重新进行相位匹配。

优点：数据来源准确性高，更贴近实际。缺点：需要更动设备状态，且做出改变之处较多。但从长远考虑，实际可操作性以及数据准确性有保障，方案可行。

经比对上述四个方案可得，方案四准确性和可操作性最佳。

5 结论

经上述理论研究，可初步了解功放输出幅相特性以及影响幅相特性的因素，进而由幅相特性反推功放工作状态。因此论证了功放相位远程监视的可行性方案，并对比了各方案的优缺点，从而得出方案四最具可行性。这对装备管理和任务执行都有着较明显的实际意义，建议后续功放设备升级改造中考虑予以实现。

参考文献

- [1] 孙玉平,李新民.射频功率合成技术分析[J].西部广播电视,2013(5):135-136.
- [2] 杜海旺,李鹏程,管超,等.大功率固态功放功率合成效率研究[J].科学与技术,2011,11(32):7926-7930.
- [3] 中国电子科技集团公司第十研究所.TS-4217S频段统一测控系统发射分系统方案设计报告[R].2017.

Data Center Construction Content and Optimization Strategy

Limin Wang

China Electronic System Technology Co., Ltd., Beijing, 100141, China

Abstract

With the rapid development of the digital information age, the construction of data center plays a very important role in improving the efficiency of data transmission and improving the level of data sharing, and is also an important carrier and way of modern management data information retrieval, storage and call. Data center is a more advanced system of modern data management, so the construction of data center has high professional requirements. At the same time, the construction and design of data center involves many and complex contents, so it is also very critical to do a good job in the research and determination of the content of data center construction. This paper expounds the requirements of data center, analyzes the contents involved in the construction of data center construction, and then optimizes the relevant strategies of data center construction for reference.

Keywords

data center; construction content; construction requirements; optimization strategy

数据中心建设内容及优化策略

王丽敏

中国电子系统技术有限公司, 中国·北京 100141

摘要

随着数字化信息时代的快速发展,数据中心的构建,在提高数据传输效率,提高数据共享水平等方面发挥着十分重要的作用,更是现代化管理数据信息检索、储存、调用的重要载体与方式。数据中心是现代数据管理较为先进的系统体系,因此数据中心的建设有着较高的专业要求,同时数据中心的建设设计涉及较多且复杂的内容,做好对数据中心建设内容的研究、确定也是十分关键。论文对数据中心需求进行了阐述,分析了数据中心建设涉及的内容,进而优化数据中心建设的相关策略进行有效探讨,以供参考。

关键词

数据中心; 建设内容; 建设需求; 优化策略

1 引言

在现代化信息技术快速发展的推动下,数字化领域的建设与发展呈现出良好态势,生产管理数据的几何式增长,也对数据管理提出了更高要求。数据中心的建设不但是迎合数字化时代发展趋势的需求,更是强化对海量数据管理效益的最新要求。数据中心作为数据管理的载体,其建设工作责任重大,且直接影响着数据的存储安全与管理效益,也是现代化管理的“数字底座”。并且随着数字化时代以及数字化基础建设的不断发展,数据中心在发挥数据管理与存储作用的同时,也需要不断拓宽建设范围,按照高标准、多元化的方向不断发展,更好地适应新时期数据管理的需求。

2 数据中心建设需求

2.1 高性能

数据中心功能丰富且强大,其在基础设施、网络、计算等方面的资源优势,能够实现对海量数据信息的高效处理,并且获得较好的实际应用性能。数字化时代背景下,实现高效、安全的数据交换、传输,以及营造稳定的网络运营环境,是建设数据中心的重要目标。数据中心需要确保数据交换、传输高效、畅通、安全的同时,能够具备较好的突发计算量、流量等的处理能力,满足数据中心建设的高性能需求^[1]。经济全球化的深入发展背景下,数据中心建设的高性能需求,成为各个行业实现产业转型与管理水平提升的重要保障与措施。

2.2 高可用

数字化时代下,数据中心的建设必须满足全天候运行工作的需求,以实现对海量数据信息的全面、及时、有效处理。同时,数据中心全天候运作也是实现对数据增减情况实施监管的要求,并且能够为突发事件的高效处理提供解决方

【作者简介】王丽敏(1987-),女,中国甘肃白银人,本科,工程师,从事电子信息工程、信息系统集成研究。

案,以最短的时间处理数据相关问题,尽可能地降低经济损失。此外,数据中心的运行承担着十分重大的责任,对于可用需求有着较高要求,也是数据中心得以安全运行与广泛应用的关键,一旦数据中心运行出现故障,甚至停止运行,将会导致数据信息大量泄漏、丢失等较为严重的安全问题^[2]。

2.3 安全可靠

一旦数据中心发生数据泄漏、丢失、盗用等现象,将会引发十分严重的后果,使得数据找回、修复的工作量激增,甚至会在极短的时间内就会导致较为严重的经济损失,因此,数据中心的建设必须高度重视安全可靠性的问题。数据中心建设与运行的安全性,需要必要的网络设施、存储资源、计算资源、其他基础设施等条件保障,在数据中心的建设之初,就必须做好相应的设计、部署,如黑客、病毒入侵的防控、内外网段的隔离等。严格按照国际抗扰度等级标准要求做好数据中心建设各个环节、子系统的规划与设计,确保数据中心建设与运营的安全可靠。此外,数据中心各种构件的结构与设备使用等内部细节,也都必须满足数据中心建设运行的安全、可靠需求,重点需要做好单点故障的防控,以及做好对关键设备、软件系统的设计与建设,选择可靠性、安全性较高的设备、技术应用,完善软件管理机制,强化事故监控与安全保密力度。

3 数据中心建设内容分析

3.1 政策与趋势分析

科技、经济快速发展,推动了数据中心发展规模的不断扩大,政策、行业发展的驱动性仍十分明显。因此,数据中心的建设与发展规划,都需要重视做好对国家、行业发展相关政策以及社会发展趋势的全面分析。一方面,大数据时代背景下,数据中心建设与发展具备明显的一体化模式发展趋势,对于数据中心建设布局的科学性以及后续的优化升级提出更高要求。例如,国家出台的 GB 50174—2017《数据中心设计规范》,规定了数据中心的建筑结构、电力系统、冷却系统、网络布线等方面设计原则以及技术要求和安全标准,确保数据中心的建设和运营稳定与安全。同时,中国在这一方面也制定和出台了相关政策,如《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》,强调了数字经济的重要性,提出加快大数据中心、云计算中心、智能计算中心等新型基础设施建设。这都体现了中国对于数据中心枢纽节点的建设,以及东数西算工程的建设推进的高度重视^[3]。数据中心的建设布局也必须紧跟国家政策发展,对建设发展的规划进行科学统筹,不断提高数据中心建设的安全水平、适用水平,进一步扩大和优化数据中心的建设需求。另一方面,数据中心的建设必须保持与时俱进,不断朝着高质量、新型数据中心建设的发展。数字化技术的不断提升,对于数据中心建设的高能效、高算力、高安全性有着十分明显的推动作用,同时数据中心的建设还需不

断朝着云协同与数网协同的方向发展,尽可能地满足数据处理需求。总之,数据中心的建设必须重视做好政策与趋势分析,准确把握建设的重点与难点,做好对数据中心扩建、发展的关键把控。

3.2 用户需求分析

数据中心建设的用户需求分析主要包括以下两个方面:

一是对新机遇与新挑战的迎接与应用。数据中心的建设会随着运行需要而不断扩建、完善。在经济、科技不断发展的推动下,大型数据中心的建设数量也越来越多,建设智能运维、高密度运算等的快速发展,数据中心的建设也表现出了明显的智能化、绿色化发展趋势。例如,东数西算工程建设,有效推动了数据中心的区域转移趋势,同时在技术发展的驱动下,逐渐朝着东西区域平衡发展。除此之外,数字化时代以互联网用户为主导,互联网的饱和度不断增大,但增速明显放缓。同时互联网行业和 IDC 行业形成了共振发展的效应,用户的需求也因此不断发生改变,也对数据中心建设以及后续的业务扩展带来了巨大挑战。

二是数据中心的建设需要直面新特点。就当前的数据中心建设需求而言,用户普遍表现出安全性、可靠性、定制化、高性价比、快速上架等需求。安全与可靠性,要求数据中心的建设必须具备安全可靠的基础设施与网络体系建设,以及数据中心必须具备一定的定制化能力,来有效满足用户的个性化需求,并确保功能运行与建设的较高性价比,这些都是形成对客户吸引力的关键。此外,快速上架的需求,需要结合定制化、标准化要求的满足,在有效满足用户业务需求的同时,以多样化的功能体系实现数据中心的快速上架使用。

3.3 建设与运维管理

数据中心建设,需要充分满足建设和运维管理的各种需求。首先,满足绿色低碳环保发展的需求。数据中心的建设需要明确相关绿色节能指标,如绿色建筑标准、PUE(衡量数据中心能源效率的标准)、碳排放指标等,实现数据中心系统建设安全、可靠的同时,兼顾绿色节能建设,为数据中心后期运维提供便利。其次,在有效控制建设与运维成本的前提下做好定制与未来发展的合理规划。数据中心的建设与运维管理属于长期工程,需要就前期建设与后期运维做好充分资金预算等规划,实现较好的经济效益,在实际建设过程中需要综合对用户需求、绿色节能、经济成本等的考虑,实现对系统的统一规划。最后,在提高上架率与机架利用率等方面,需要按照高机架使用率的基础要求对数据中心进行分期配置与建设,更好地满足后期使用与运维管理的要求,提高系统的上架率,同时实现资源的优化利用。合理提高机架使用率。

4 优化数据中心建设的相关策略

4.1 充分满足统筹要求

数据中心建设,往往是以梯次布局的形式呈现,涵括

了对边缘数据中心、省数据中心等的建设。首先，数据中心的建设需要严格遵循国家相关的统筹布局，深入调研区域相关数据信息实际计算能力以及准确把握数据传输能力，做好对数据类型、网络安全度、能源储备量、网络算力水平等的全面调研，确保数据中心的建设能够充分迎合区域经济发展趋势，以及满足国家、行业等相关政策的发展要求。例如中国电信的“2+31+X”数据中心布局，即在全国范围内建设2个国家级数据中心、31个省级数据中心，以及多个边缘数据中心，便是统筹布局的典型案列。在这一过程中，中国电信首先对各区域的经济、数据需求、网络带宽等进行了深入调研和分析，确保每一个数据中心的建设都能满足当地和周边区域的需求。其次，建设高标准、高等级要求的机房体系，其过程需要结合对用户需求和相关业务处理特点的综合分析，对机房的构建与类型进行合理选择，必要时可对不同区域等级与标准的数据中心机房进行分开独立建设。

4.2 强化用户需求驱动

数据中心建设是数字化时代发展的必要趋势，也是日益激增数据管理处理规模的要求，为用户提供更为方便、快捷的数据管理服务。数据中心的建设与优化，必须充分遵循用户需求驱动原则，严格按照用户合同与相关协议要求，意义落实内容建设。在对用户需求、意向进行充分明确的前提下，对目标用户群体进行分析，准确预测数据中心建设的规模与后续的发展方向，奠定数据中心建设与优化的基础，提高系统与用户需求的匹配水平。例如阿里云发布的飞天云平台，就是基于电商、金融等行业客户的需求进行设计和建设的，通过深入调研目标用户的业务特点和数据处理需求，设计了具有高可用性、高扩展性和高安全性的云平台，以满足其用户的多样化需求。实际上，用户需求具备较大的不确定性，采用分期建设与优化方式，能够更好地保障数据中心的建设与运维质量。前期需要重点关注用户确定的与不确定的需求，对机房的构建规模、类型进行合理选择。在实际操作中，阿里巴巴采取了分期建设与优化的策略。在飞天云平台的初期建设阶段，阿里巴巴重点关注用户确定的需求，如高并发处理能力、大规模数据存储和安全防护等。后期则是不断循环明确用户需求，不断进行系统建设的纠偏。阿里云在后期增加了针对AI和机器学习的计算资源和服务。此外，阿里巴巴还通过不断收集和分析用户反馈，调整和优化数据中心的建设和运维策略，确保其服务能够持续满足用户的动

态需求。

4.3 方案的精细化选择

一方面，应用关键因素多角度分析方法明确用户需求以及数据中心建设的重点与关键节点。在做好技术分析的前提下，做好用户需求分析，明确数据中心建设方案。其过程需要重视对用户需求，包括信息共享、快速响应等方面的透彻分析，对建设方案进行精细化选择。用户需求会在较大程度上影响数据中心的功能建设与建设成本。数据中心的云上服务业务具备弹性配置、运维信息共享等特点，但是在安全系数方面有所不足。传统的IDC业务则相反，同样于数据中心的建设与后期优化不力。对此，在数据中心建设与优化过程中，需要着重对云业务的发展进行考虑，包括建设云基础设施、云服务产品、创新与优化技术等，适当减小IDC业务的比例。另一方面，在建设方案的精细化方面，需要结合对绿色节能、环保、用户需求等的综合考虑，科学进行数据中心网络设计，确保方案建设的较高智能化水平，通过引进和应用AI算法，设备运行状态的实时监测和数据分析，提前预测和发现潜在故障，提高运维数据管理的建设水平，同时做好各个系统设备的智能化升级。通过对TCO进行严格控制、细化，考虑初始建设成本，还涵盖了运营、维护、能源消耗、升级和报废等全生命周期成本，全面分析方案的技术、经济效益，在充分满足用户需求的同时，实现数据中心建设的绿色低碳。

5 结语

总而言之，新时期社会经济的发展，需要数据中心建设与运行来高效解决高速增长的数据信息处理问题。数据中心的实际建设较为复杂且专业性要求较高，需要在准确、全面把握数据中心的建设需求的基础上，做好数据中心建设的统筹规划，实施精细化的数据中心建设与优化，更好地满足新时期的发展需求。

参考文献

- [1] 刘宇.数据中心机房建设工程质量管理研究[J].工程技术研究,2024,9(8):155-157.
- [2] 谢慧敏.医院数据中心系统集成建设[J].数字技术与应用,2024,42(1):187-189.
- [3] 裴明哲,张志刚,郑春光,等.基于超融合架构的数据中心设计[J].信息记录材料,2024,25(1):29-31+34.

Design and Implementation of the Hospital Contract Management and Acceptance Management System

Jianwen Li¹ Tao Zhang^{1*} Hongmei Dong²

1. The Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming, Yunnan, 650000, China
2. Yunnan University, Kunming, Yunnan, 650091, China

Abstract

Objective: This study aims to integrate the regulations for medical equipment acceptance with contract management, designing and implementing a hospital contract and acceptance management system to enhance asset management efficiency. **Methods:** Employing a C/S architecture, utilizing MariaDB as the database, employing C# programming language, and operating on the Windows platform. The system digitizes contract and acceptance processes to standardize acceptance procedures and tightly integrate contract information with the acceptance workflow. **Results:** The system encompasses contract management and equipment acceptance modules. The contract management module includes crucial details such as contract duration, content, finances, departments, while the acceptance management module is derived from contract information, incorporating device details, training, and personnel involved. In practical application, the acceptance process is conducted using tablet devices, achieving full digitalization of contract and equipment acceptance workflows. **Conclusion:** The system boasts user-friendly design, facilitating the hospital's transition towards paperless operations. Leveraging advanced IT techniques, it effectively merges contract management and equipment acceptance, offering an efficient and integrated solution for hospital asset management. The system has garnered widespread acclaim from users, significantly improving document management efficiency.

Keywords

contracts management; equipment acceptance; electronization

医院合同管理与验收管理系统的设计与实现

李建文¹ 张涛^{1*} 董红梅²

1. 昆明医科大学第二附属医院, 中国·云南 昆明 650000
2. 云南大学, 中国·云南 昆明 650091

摘要

目的: 本研究旨在整合医疗设备验收规定与合同管理, 设计并实现一套医院合同管理与验收管理系统, 以提高资产管理效率。**方法:** 采用C/S体系结构, 利用MariaDB作为数据库, 运用C#开发语言, 并运行于Windows操作系统。系统通过电子化和验收流程, 标准化验收行为, 实现合同信息与验收过程的紧密关联。**结果:** 系统涵盖合同管理和设备验收模块。合同管理模块包括关键信息如合同时间、内容、资金、科室等, 而验收管理模块生成自合同信息, 包含设备、培训、验收人员等数据。在实际应用中, 通过平板设备完成验收流程, 实现了电子化合同管理和设备验收的全流程化操作。**结论:** 该系统设计简便, 用户友好, 推动了医院办公无纸化进程。通过先进的IT技术, 有效整合了合同管理和设备验收, 为医院资产管理提供了高效且一体化的解决方案。系统获得了用户的广泛好评, 显著提升了文档管理效率。

关键词

合同管理; 设备验收; 电子化

1 背景介绍

设备验收和合同管理是非常关键的环节^[1]。随着医院

规模和技术水平的提升, 医疗设备在医疗服务中扮演着愈发重要的角色。然而, 传统的纸质验收单和非规范化的合同管理方式已经无法满足快速发展的医院需求。现今, 医疗设备的验收需要严格遵循一系列标准和规定。同时, 合同的管理也需要规范化、数字化以及更好的与验收过程结合, 以确保设备的合规性和有效性。

因此, 设计一个医院合同管理与验收管理系统旨在解决当前医疗机构面临的以下问题:

纸质验收单的局限性: 纸质验收单不利于数据的处理、保存和共享, 难以满足快速更新的医疗设备验收需求。

【作者简介】 李建文 (1969-), 男, 回族, 中国云南昆明人, 工程师, 从事电子和机电研究。

【通讯作者】 张涛 (1979-), 男, 白族, 中国云南昆明人, 硕士, 高级工程师, 从事医疗设备管理、智能信息系统开发研究。

合同管理与验收之间的脱节：合同和验收过程通常是分离的，无法直观地了解设备验收情况和合同执行进度，导致信息不对称和管理效率低下^[2]。

数字化转型需求：随着信息技术的发展，医院需要更加便捷、高效的管理方式，实现数字化转型，提高工作效率和数据的准确性。

因此，研究背景是基于对医院管理流程的现状认知和对现有问题的观察，旨在利用信息技术提升合同管理与设备验收的效率、准确性和便捷性，从而更好地满足医疗设备管理的要求。

2 系统开发

2.1 系统整合目标

实现合同与验收的无缝衔接：确保合同管理与设备验收之间的信息关联和数据流动，实现全流程管理。

标准化验收流程：设计系统以规范设备验收流程，便于对设备合规性和性能的准确评估^[3]。

提升资产管理效率：通过电子化合同和验收，优化数据处理和管理，提高资产管理的效率和准确性。

2.2 采用的体系结构与技术

C/S 体系结构：采用客户端 / 服务器架构，以确保系统

的稳定性和安全性，并支持多用户同时访问。

MariaDB 数据库：选择 MariaDB 作为后端数据库，因其可靠性高、性能优越，并且具备良好的开源特性。

C# 开发语言：使用 C# 作为主要的开发语言，充分利用其在 Windows 环境下的强大功能和广泛应用性。

2.3 数据库选择与系统开发语言

MariaDB 数据库：选用 MariaDB 作为后端数据库，以其强大的功能、可扩展性和开源特性，支撑系统的数据存储和管理。

C# 编程语言：采用 C# 作为系统的主要开发语言，结合 Windows 操作系统的优势，实现系统的高效运行和用户友好性。

3 模块设计与流程概述

3.1 合同管理模块设计

合同管理模块设计包括合同要素提取、关键信息管理、合同分类及详细信息记录，确保合同信息的完整性和准确性（见图 1）^[4]。

表 1 提供了对合同管理模块的五个关键信息类别的简要说明，每个类别都有其特定的信息收集和管理重点，以确保合同信息的全面性和准确性^[5]。

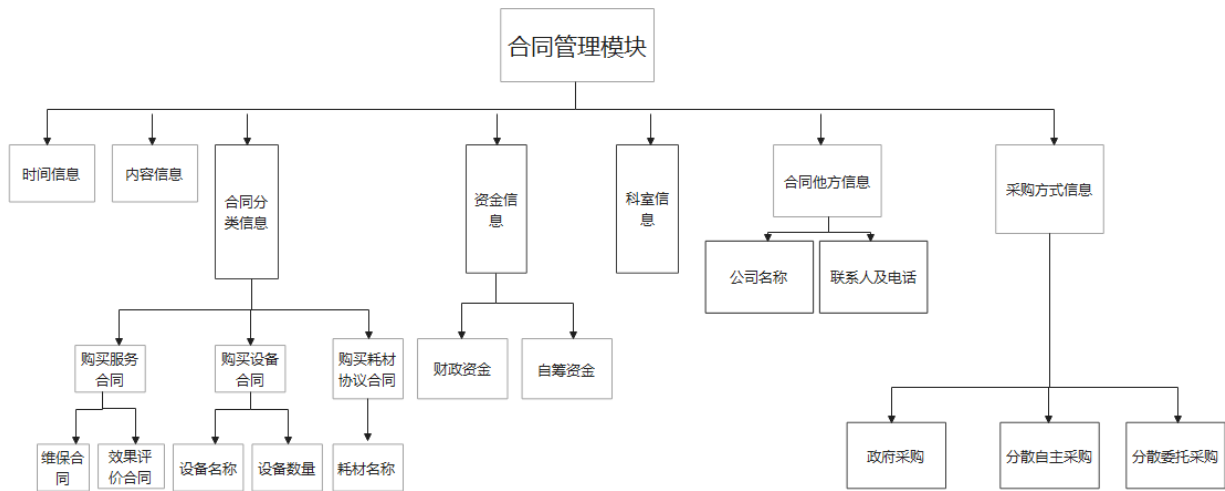


图 1 合同管理模块信息

表 1 合同模块的相关信息

类别	说明
时间信息	记录合同起始和终止日期
内容信息	详细记录合同内容、相关科室、执行方等
资金信息	准确记录合同金额、资金来源等财务细节
分类信息	合同细分为服务类、设备类、耗材类等
科室信息	关联合同与相关科室

3.2 验收管理模块设计

通过合同信息生成验收管理，包括设备信息、验收人员信息、供应商信息等，以确保验收流程的严谨性和全面性。

流程概述：合同管理模块产生验收管理，验收模块可

查看合同管理信息但无法修改，以确保信息的一致性和安全性。技术人员在设备验收过程中可以查看合同信息，并根据合同信息进行详细验收，确保设备符合合同规定。

4 实际使用

4.1 合同录入

由采购组录入合同信息，确保合同的基本信息、时间、内容、资金等都被正确输入系统。

4.2 生成验收信息

系统根据录入的合同信息自动生成对应的验收任务或信息，为后续验收流程做准备。

4.3 对比验收

技术服务组对照合同内容与实际到货设备进行比对，确保实际货物与合同一致性。此步骤可在系统中完成，对照合同信息与实际设备^[6]。

4.4 填写设备信息

验收人员填写设备信息，包括出厂序列号、型号、数量等相关信息，以确保设备信息的完整性和一致性。

4.5 验收确认

当实际设备信息和合同数据一致时，科室验收人员和设备科技术人员通过在平板上签字或点击确认按钮，确认验收行为。

4.6 拍照存档

如果需要对设备进行详细资料留存，可使用验收模块的拍照功能，在系统中存储设备的照片或相关文件。

4.7 数据上传

技术人员使用平板回到本科室，通过同步指令将完成的验收信息上传至服务器，确保数据的同步和备份。一旦验收行为确认完成，系统可能会设置数据不可修改的规则，确保数据的完整性和安全性。

4.8 纸质验收单打印

如有需要，可以在系统中导出有科室人员和技术人员签字的验收单和设备照片，以便存档或打印，方便纸质文件管理。这些步骤描述了在实际操作中，使用验收模块完成设备验收的流程。具体操作可能会根据系统设计和用户界面的不同而有所差异。

5 结果

5.1 合同易管理与查找

系统使合同文件电子化，提高了合同管理的效率，使合同易于查找、统计和管理。

5.2 验收行为标准化与便捷性

系统实现了标准化验收流程，使得验收行为更加规范和便捷，同时验收资料更为完善。

5.3 工作效率显著提升

解决了医院资产管理处的工作瓶颈，极大地提高了工作效率。

采购和验收联系与整合：通过系统，实现了采购合同和设备验收的紧密联系，使其成为一个整体进行管理，有利

于了解合同执行情况和付款节奏。

5.4 无纸化办公推动

通过先进的 IT 技术，推动了医院办公无纸化进程，改善了文档管理效率。

5.5 用户好评

软件获得了全部使用人员的广泛好评，说明其在实际运用中得到了认可和积极反馈。

以上结果表明，这套系统对医院合同管理和设备验收方面的改进是显著的，为提高管理效率和 workflow 优化提供了有效的解决方案。

6 结论

①系统有效性：设计的医院合同管理与验收管理系统在实际运用中表现出高度的有效性。它通过电子化合同管理和标准化的验收流程，成功地解决了传统纸质管理的不便之处，极大地提升了工作效率。

②整合管理优势：该系统不仅仅电子化了合同管理，还巧妙地整合了合同管理和设备验收，使其成为一个无缝的管理流程^[7]。这样的整合使得从采购到验收以及维护管理都变得更加高效和便捷。

推动无纸化进程：通过该系统的应用，医院办公实现了一定程度的无纸化。这对于文档管理、数据记录和信息检索方面都有明显的改善，是现代化办公的有力推动。

③用户满意度：系统得到了使用人员的广泛好评，说明其在实际运用中获得了用户的认可和支持。用户对于其易用性和工作效率提升给予了积极的评价。

④提供全面支持：该系统不仅仅是简单的合同管理，还提供了付款管理等多个模块。尽管特色不如合同管理和验收管理，但在服务实际需求方面仍有其价值。

综上所述，该系统的设计与实现成功地改善了医院管理流程，提高了效率，同时也为医院资产管理等方面提供了高效且一体化的解决方案^[8]。

参考文献

- [1] 李丽敏,赖春玲,郑海莹.公立医院合同管理信息一体化建设的实践探索[J].现代医院,2021,21(8):1241-1244.
- [2] 张华伟.浅谈医疗设备的验收管理工作[A].中国医学装备协会(China Association of Medical Equipment).中国医学装备大会暨2021医学装备展览会论文汇编[C].中国医学装备协会(China Association of Medical Equipment):《中国医学装备》杂志社,2021:3.
- [3] 杨璽.公立医院内部控制评价指标体系构建研究[D].昆明:云南财经大学,2021.
- [4] 阮兆明,方良君,徐晖.医疗设备验收全流程信息管理系统的设计和实现[J].中国医疗设备,2021,36(2):100-103.
- [5] 黄洪智,马春花.浅谈医疗设备的验收管理[J].中国医疗器械信息,2021,27(1):160-161.

Research and Implementation of Advanced Persistent Threat Detection Algorithm Based on Generative Adversarial Network

Yang Gao Wei Chen Xuezhong Lu

State Grid Xinjiang Electric Power Co., Ltd. Information and Communication Company, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

With the continuous evolution of cyber attack means, advanced persistent threat (APT) poses an extremely severe challenge to the entire network security system. This paper proposes an advanced persistent threat detection algorithm based on generative adversarial network (GAN), aiming to significantly improve the accuracy and real-time response ability in the detection process. The basic concept of advanced persistent threat and the detection difficulties in practice are expounded in detail, and the imperfections of the existing detection methods are analyzed. This paper then details the basic principles of generating an adversarial network and its applicable field and potential for advanced persistent threat detection, and how to be used for more effective APT detection. This paper designs a novel detection framework and implements a specific and efficient detection algorithm. Through comprehensive and detailed experimental evaluation, the effectiveness of the proposed algorithm in APT.

Keywords

advanced persistent threat; generating adversarial network; network security; detection algorithm

基于生成对抗网络的高级持续性威胁检测算法研究与实现

高阳 陈伟 鲁学仲

国网新疆电力有限公司信息通信公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘要

随着网络攻击手段的持续演进,高级持续性威胁(APT)对整个网络安全体系构成了极其严峻的挑战。论文提出一种基于生成对抗网络(GAN)的高级持续性威胁检测算法,旨在显著提高检测过程中的准确性和实时响应能力。先对高级持续性威胁的基本概念及其在实际操作中存在的检测难点进行了详细而深入的阐述,同时分析现有检测方法的不完善之处。随后论文详细介绍了生成对抗网络这一技术的基本原理以及它在高级持续性威胁检测中的适用领域和潜力,以及如何利用进行更为有效的APT检测。论文设计一种新颖的检测框架,实现了具体而有效的检测算法。通过全面细致的实验评估,验证确认了所提算法在实际应用中进行APT检测时表现有效性。

关键词

高级持续性威胁; 生成对抗网络; 网络安全; 检测算法

1 引言

在当今的当前网络环境中,高级持续性威胁(APT)由于其非常高的隐蔽性、极强的持续性以及目标的明确性,对关键信息基础设施构成了严重而巨大的威胁。传统常规的安全检测方法在应对APT攻击时,往往因为缺乏足够的智能和灵活适应性,而显得捉襟见肘、难以奏效。生成对抗网络(GAN),作为一种强大有力而先进的深度学习模型,以其在图像生成以及风格迁移等领域中的成功应用,为APT检测提供了一种全新的独特视角。论文详细地探讨了

GAN在APT检测中的潜力和应用,提出了一种创新性、基于GAN的高效检测算法。该算法通过模拟复杂的攻击者与防御者之间的博弈过程,实现对APT行为的高效识别。这一新颖的算法不仅显著提高检测准确性,还能增强系统自适应能力,为网络安全防护提供了一项全新的解决方案。

2 研究综述

2.1 高级持续性威胁(APT)概述

高级持续威胁(APT)是一种复杂长期的网络攻击方法,通常由训练有素、有组织的团体发动。这些团体拥有明确目标,在目标网络中长时间潜伏,以获取敏感和重要的信息或破坏关键基础设施^[1]。APT攻击者具备极高技术能力和丰富资源,可以巧妙绕过常规安全防护措施。他们多样而复杂

【作者简介】高阳(1988-),男,中国天津人,本科,高级工程师,从事网络安全技术研究。

的攻击手段包括利用零日漏洞、社会工程技巧以及使用高度隐蔽性恶意软件等方式。APT 攻击因其隐蔽性与持续性使得早期难以被察觉，一旦成功渗透，就能对目标系统造成长期深远影响。

2.2 现有 APT 检测方法的局限性

虽然现阶段已有 APT 检测方法，包括基于签名的探测、异常行为评估和网络流量分析等，能够识别并防御网络攻击，但在应对 APT 时依然存在明显短板。具体而言，基于签名的探测依赖已知攻击模式进行匹配，因此难以处理未知或变种形式的威胁。尽管异常行为分析技术能发现与正常活动不符的不寻常情况，但 APT 攻击者通过精心模拟普通用户操作，可大幅降低被侦测到的可能性。而且对于网络流量分析在面对大量复杂数据时，经常出现误报和漏报问题，并且从海量数据中精准识别出 APT 也非常艰难。

2.3 生成对抗网络 (GAN) 在 APT 检测中的潜力与挑战

生成对抗网络 (GAN) 是一种新型深度学习方法，通过生成者和判别者的持续竞争训练，展现出显著的模式识别和数据生成能力。在 APT 探测领域，GAN 可以仿真 APT 行为的数据，从而增强检测模型适应性，并通过训练判别器，提高对 APT 行为的精准识别。将 GAN 用于 APT 探测仍面临诸多复杂挑战，包括设计更有效高效的网络结构以捕捉 APT 攻击复杂特征，需平衡生成者与判别者之间训练，以防止模式崩溃，还必须确保产生的数据能够准确反映 APT 攻击的一些独有特点。

2.4 研究意义与目标

由于 APT 攻击的极度严重性以及现有检测方法的显著不足，本研究目标是探索一种基于 GAN 的 APT 检测算法，

目的是为了大幅提高检测精准性的同时增强实时性能。该研究的重要意义在于通过引入先进且复杂的机器学习技术，致力于提升整个网络安全防护体系的智能化水平和自适应能力，从而实现更高效、更可靠的保护措施。本研究项目的主要目标是设计和实现一种基于 GAN 的 APT 检测框架，这个框架能够自动学习并识别 APT 攻击行为模式，并且在真实的网络环境中有效地识别出并响应这些恶意 APT 攻击。通过对生成对抗网络模型进行深入的研究和优化，本研究期望为广大的网络安全领域提供一个更加高效能的高级持续性威胁检测解决方案。

3 生成对抗网络基础

3.1 GAN 的基本原理

生成对抗网络 (GAN)，这是由一个叫生成器 (Generator) 的部分和另一个被称为判别器 (Discriminator) 的部分组成的复杂深度学习模型。这个模型的核心思想是，通过这两者之间不断进行反复、激烈的对抗，来逐渐优化整个模型的参数。具体来说，生成器的主要目标是尽其所能地去生成那些看起来非常逼真的数据，而判别器则肩负着非常且艰巨的任务即要在真实的数据和由生成器制造出的假数据之间，尽量准确地做出区分。这个过程可以用警察和狡猾伪造者之间不断的智慧博弈来形象地类比，生成器在持续学习中逐步掌握如何制造那些更加难以被识别的高质量伪造品，而判别器则在这一过程中不断提高其精准的识别能力。随着漫长的训练过程，生成器所产生的数据品质日益提升，最终能够达到以假乱真的逼真效果^[2]。GAN 这种独特而出色的特性使得它在图像合成、风格迁移等多个领域中展现出了非常卓越的性能表现，对抗网络训练过程如图 1 所示。



图 1 对抗网络训练过程

3.2 GAN 的关键组件与工作流程

GAN 的整个工作流程主要包括三个的阶段：数据准备、网络训练和模型评估。在最初的数据准备阶段，必须收集大量的真实数据信息供后续训练使用。网络训练阶段涉及生成器和判别器两模块交替进行复杂而密集的训练。生成器通常会采用卷积神经网络 (CNN)，因为其特别适合捕捉数据的分布特征结构，而判别器则可能使用 CNN 或多层感知机 (MLP) 这样的灵活架构来认真学习区分真实数据和虚假数据。在对抗训练这个关键过程中，生成器和判别器的损失函数是相互竞争、不断较量的。

3.3 GAN 在安全领域的应用现状

当前网络安全形势复杂而具挑战性。生成对抗网络

(GAN) 在恶意软件识别、异常流量检测和数据隐私保护方面应用广泛。在恶意程序检测中，GAN 通过创建多样化的恶意代码实例，提高模型普适性，从而增强其精确度和可靠性。在发现异常流量方面，GAN 可以生成大量正常流量数据集，使模型理解常见行为模式，从而提升反常行为辨识准确度。在数据隐私防护领域，通过生成虚拟数据集来保护用户信息，同时为机器学习提供有价值的训练素材。然而，即使生产对抗网络在安全领域展现巨大潜力，它仍面临如数据分布不均、过拟合及训练过程稳定性差等问题。

4 高级持续性威胁检测算法设计

4.1 检测算法框架设计

在这项研究中，建议的 APT 检测算法框架设计以 GAN

为核心构建，围绕其特性建立了完整的检测流程。首要的是该框架通过数据采集模块收集多源数据，包括网络流量和系统日志等各种信息。然后数据预处理模块对原始信息进行清洗和标准化处理，以消除无意义噪音，并提取有用的数据。在此基础上特征工程模块进一步深入挖掘并构造能代表 APT 攻击行为的重要特征。核心的 GAN 模块由生成器和判别器组成。最终在结果分析阶段，检测结果传送到分析模块，该模块根据判别器提供的信息判断 APT 攻击，并及时发出警报信号。

4.2 数据预处理与特征工程

数据的预处理是必不可少的，通过预处理可以让后面的过程事半功倍，可以去除那些不想管的数据，也可以填补一些空缺值，以及让数据尽可能地标准化，以确保数据质量。特征工程在实行时需要深入了解到 ATP 攻击的特点，从最原始的数据那里搜寻有用的关键信息，比如网络连接模式、系统调用频率、用户日志等。使用应用特征选择技术与降维方法来进一步优化这些属性，达到一个提高模型适应能力和减少计算负担的作用。这些关键属性不仅要能准确识别 APT 攻击，还必须具备足够的鲁棒性以应对复杂的攻击。

5 算法性能评估

5.1 评估指标与测试环境

在评估 APT 检测算法实用性的时候，我们需要用到一些综合性的标准，这些标准包括检出率、误判率、漏报率、响应时间和模型泛化能力，通过衡量这些标准的优良，我们可以推断出其在实际应用中的真实效果。另一方面，在评估的过程中，搭建合适的测试环境是至关重要的，只有搭建了合适的测试环境，才能真实反映情况，需要模拟的部分有“真实”网络场景、各类网络流量、多种系统日志和用户行为数据，为了确保覆盖面是广阔且可靠的，所使用的数据还应该要涵盖多样式的 APT 攻击场景^[3]。

5.2 实验设计与实验结果

该实验设计一定要遵循科学性和可重复性的基本原则，通过实验验证提高算法效能。整个实验分为两个环节：第一阶段是模型训练，研究者调试 GAN 的超参数来提升模型架构；第二阶段是模型评估，使用独立测试集测量算法在各方面的性能指标。结果表明，基于 GAN 的 APT 检测方法在准确率和响应时间均上优于传统方法，在泛化能力方面也表现出色，可适应各种不同类型 APT 攻击模式。

5.3 算法性能分析

对实验结果的深入、详细分析揭示了所提算法的显著优势和潜在的改进空间。这种检测准确率高表现主要归因于 GAN 在模拟 APT 攻击行为以及区分真假数据方面展示出的高效能力。对响应时间的优化，实际上是得益于算法实现过

程中的效率考量以及并行计算技术的应用。然而误报率和漏报率的详细分析则指出了模型在面对某些特定攻击模式时所表现出的性能局限。这一发现提示我们，在未来研究中需要进一步优化模型的判别能力，以及在特征工程方面进行更多改进。

5.4 与其他方法的比较

为了能够更加全面地评估所提算法的整体性能，可以将其与其他现有的 APT 检测方法进行比较。当处理那些复杂且多变的 APT 攻击时，基于 GAN 的这类检测算法展现出了更强大的适应性和识别能力。尤其是在面对那些未知且新颖的攻击模式时，由 GAN 生成的一系列模拟数据显著增强模型的泛化能力，从而减少了依赖先验知识这一点。此外与其他的机器学习方法相比较，GAN 在自动化特征学习和模式识别领域展现出了明显的优势，为 APT 的检测提供了全新的研究方向和技术手段^[4]。举例 APT 检测方法比较概览如表 1 所示。

表 1 APT 检测方法比较概览

检测方法	核心概念	主要优点	潜在缺点
基于 GAN 的 APT 检测	生成器和判别器的对抗训练	高准确性，适用性强	资源消耗大，训练要求高
传统签名检测	基于已知攻击特征	实时检测快，部署简单	对未知攻击无效
异常行为分析	行为模式分析	适应未知攻击	误报率高，资源消耗
基于启发式的方法	多阶段攻击技术检测	可检测复杂攻击链	依赖先验知识，更新频繁

6 结论

论文提出了一种基于 GAN 的 APT 检测方法，利用具有创新性的架构和对抗训练机制，达到了高效识别 APT 攻击的目的。研究结果显示，该方法在准确率、响应时间及适应能力等方面，相较于传统方法来说具有明显的优势。另一方面，通过类似模拟攻防竞赛的方式，算法能不断学习并适应新的 APT 策略，从而大幅提升自身检测系统的智能化和自适应水平。论文通过深入分析，为优化算法提供清晰的研究方向，同时验证了 GAN 在 APT 检测中的应用前景。

参考文献

- [1] 程艳艳,孙滨.面向高级持续性威胁的分布式跨域网络安全监测[J].信息技术与信息化,2024(6):196-200.
- [2] 朱婧娟.面向高级持续性威胁的网络安全态势感知方法研究[D].武汉:华中科技大学,2023.
- [3] 陈卫平.高级持续性威胁检测与分析技术初探[J].现代电视技术,2018(11):135-137.
- [4] 刘嘉,谢冰,杨传旭,等.基于网络行为自学习的高级持续性威胁检测技术研究[J].计算技术与自动化,2019,38(2):108-113.

Green Data Center Construction Method in Cloud Technology Era

Yongsuo Wang

Beijing Branch, China Telecom Company Limited, Beijing, 100032, China

Abstract

In the era of cloud technology, information equipment is gradually developing in the direction of high integration. Cloud services can better replace the high cost and complexity of self-built information systems, collect, analyze, store and apply large amounts of data information more efficiently, and provide thrust guarantee for the long-term development of enterprises. Therefore, at this stage, enterprises should be fully aware of the advantages of cloud technology, strengthen the construction of green data centers, clarify the basic principles of green data center construction, grasp the design points, improve the application effect of cloud technology, improve the level of green data center construction, achieve the construction goal, promote enterprises to reduce costs and increase efficiency, and achieve sustainable development. This paper analyzes the construction method of green data center in the era of cloud technology, and puts forward some suggestions for reference.

Keywords

cloud technology; green data center; construction method

云技术时代下的绿色数据中心建设方法

王用锁

中国电信股份有限公司北京分公司, 中国·北京 100032

摘要

云技术时代下, 信息设备逐渐朝向高度集成化方向发展, 云服务可更好地取代自建信息系统的高成本、复杂性, 更高效地采集、分析、存储、应用大量数据信息, 为企业长效发展提供有力保障。所以现阶段企业需充分意识到云技术的优势作用, 加大绿色数据中心建设力度, 明确绿色数据中心建设基础原则, 把握设计要点, 提高云技术的应用效果, 提升绿色数据中心建设水平, 达成建设目标, 促进企业降本增效, 实现可持续发展。论文就云技术时代下的绿色数据中心建设方法作出分析, 提出几点建议, 以供参考。

关键词

云技术; 绿色数据中心; 建设方法

1 引言

云计算是一种分布式计算方式, 在互联网平台支持下, 可快速精准处理后台海量数据信息, 并在数据信息中心网络体系建设中发挥前所未有的优势, 可为数据中心建设提供强大的网络服务支持^[1]。所以, 现阶段为提高绿色数据中心建设效果, 还应明确其建设基础原则, 根据相关要求, 把握设计要点, 采取有效方法, 将云技术与其他技术手段结合运用, 以实现绿色数据中心建设目标, 充分发挥其作用价值。

2 云技术时代下绿色数据中心建设基础原则

基于云技术时代, 绿色数据中心建设的基础原则主要包括以下几点。①可拓展性原则。经分析研究可知云技术在

互联网及相关科学技术作用下, 可发挥较强的运算能力。在此条件下, 建设绿色数据中心, 需满足可拓展性原则, 才能提高数据中心运行水平, 逐步发挥其应用效果^[2]。②可靠性原则。绿色数据中心运行期间需要对海量数据信息进行分析处理, 为保证数据信息的安全性, 确保数据信息不会丢失或被窃取, 还应遵循可靠性原则, 最大程度上保证绿色数据中心运行的稳定性, 即便服务器出现故障, 也不会影响计算机的使用。

3 绿色数据中心云存储的优势分析

3.1 减少资源成本消耗

以往企业在数据中心建设过程中需要结合技术要求、发展需求等, 购买相应的技术设备, 整体成本投入较多。而合理设计网络架构, 运用云存储技术, 可让企业根据自身实际发展情况, 在云存储租用或采购商两者间进行选择。对于绿色数据中心来说, 搭载云技术, 通过云存储的应用, 不仅可节约成本, 还能不断更新优化其存储功能, 满足用户实际

【作者简介】王用锁(1982-), 男, 中国江苏人, 硕士, 工程师, 从事数据中心建设、智算中心建设、节能减排、绿色节能等研究。

需求。

3.2 有效控制风险

很多企业为建设专属的数据中心，需根据企业发展情况购买对应的设备软件，但为保证数据中心运行的安全性，需定期对软硬件设施进行检查维护，做好故障检修、系统升级、设备软件更换等工作，使得数据中心整体运行存在一定的不确定性和风险性。而应用云技术，建设运行绿色数据中心，可通过云存储服务将部分风险进行转移，进一步增强数据信息的安全性，实现对风险的有效控制。

3.3 增加访问量

随着时代进步，互联网快速发展，使得用户访问量逐渐增多。在大量访问量的情况下，传统的数据中心难以对各项数据信息进行高效分析、处理、存储。而应用云技术，不仅可提高数据信息的处理效率，还能对大量数据信息进行存储，更好地对数据信息进行分配利用。

4 绿色数据中心建设的思考内容

中国数据中心主要应用于信息通信领域，而工业领域即将成为下一个数据中心建设规模快速扩大的领域，将工业化与信息化深度融合，已是必然发展趋势^[3]。通过企业之间的数据信息共享，可将行业数据信息、各企业内部数据进行整合，以便于工业领域各类企业充分利用大数据优势，如利用人工智能技术、大数据技术等手段，可进一步整合存储更多数据信息，为大型工业数据中心的建设发展提供支撑推力。

现阶段中国绿色数据中心建设发展水平还有待提高，有些数据中心负荷利用率不足，使得数据中心整体运行状态较差，如相关设备的电能效率较低、相关设备的制冷效率较低^[4]。或者有些新型产业聚集区，在建设绿色数据中心时并未采取合适的技术手段，未有科学依据支撑，使得数据中心利用效率极低，不仅难以发挥其作用价值，还会严重浪费诸多资源。再者有些数据中心在建设前未进行绿色节能评估，导致后期改造建设后依然无法达到节能要求。因此，对于绿色数据中心建设来说，应将绿色节能理念贯穿于整个周期中，在初期设计、后期建设等各阶段都需重视绿色节能，这样才能提高设计方案与技术实施的可行性，保证其作用价值可最大化体现。另外，在建设绿色数据中心时，应优先考虑达到国家绿色设计标准的设备与产品，在运行维护过程中，需对各类资源进行合理调度配置，以提高数据中心资源利用率^[5]。

5 云技术时代下绿色数据中心的网络结构体系设计要点

5.1 设计访问权

基于云技术，建设绿色数据中心，可为中国经济发展提供更多推力，改善生产生活。通过分析云技术，可将云计算服务分为三种，包括基础设施服务、平台服务与软件服务。

在建设绿色数据中心，应用云技术构建网络体系结构时，设计人员应保证所设置的访问权限可保护数据中心网络结构的安全性^[6]。所以在实际设计过程中，设计人员需完成运行模拟操作，对绿色数据中心的运行状况进行评估了解，避免数据信息被窃取或因系统问题而被破坏，模拟运行后按用户需求、应用领域及相关要求，合理设置访问权限。同时，注重权限设计不仅是提高各类数据信息的安全性，还能实现各类数据信息的合理传递与分享，以保证数据中心网络体系结构的正常运行。

5.2 技术保密设计

绿色数据中心网络体系结构设计中云计算是所运用到的重要技术，可对数据中心的运行界面、功能等方面进行进一步优化改进，提高数据的处理效果。基于云计算技术，所建设的绿色数据中心网络结构涉及的功能模块更多样完善，涉及用户界面、服务目录、部署工具、监测服务器集群等^[7]。但在实际设计建设期间，需将多功能模块进行联动，才能充分发挥云技术的作用，提高绿色数据中心建设效果。基于此，设计人员应做好技术保密设计，利用云计算的存储技术，对各项数据信息进行整合保存，加密保护，以实现数据信息的完整性，满足资源共享需求。

5.3 数据存储设计

海量数据下，需要采取有效的技术手段对数据信息进行安全存储，以便于实时传输、查看、分析、利用。所以在绿色数据中心建设期间，设计人员应利用云计算技术，保证数据中心具备较强的存储功能，可对海量数据进行存储。在实际设计时，设计人员采用云存储技术，对原有的客户端数据存储方式进行调整，将大量的数据信息存储在互联网云端，这样既能缓解客户端数据存储压力，提高运行效率，又可满足大量的数据信息存储需求，保证数据信息的安全性。而这种存储功能的应用可有效完善数据中心网络结构，更好地发挥数据中心的作用价值。

5.4 虚拟网络设计

基于云技术，绿色数据中心的建设应用可更好地提高数据处理效率，开拓网络系统的联通功能，让数据中心网络结构也具备较强的网络服务能力^[8]。所以在设计工作开展时，为加强数据处理效果，保障数据信息安全，设计人员需在服务器上构建多个虚拟网络，以同步对各类数据信息进行高效处理，提升绿色数据中心运行效率。在设计虚拟网络时，应以云计算技术为载体，强化服务器中的虚拟网络稳定性，使用编程技术修复虚拟网络的漏洞。

6 云计算技术的绿色数据中心节能体现

云计算技术以网络统一组织与灵活调用各类信息资源的方法，对需要进行大规模计算的信息展开高效处理。基于云技术，所构建的绿色数据中心，可利用分布式计算、虚拟资源管理等手段，提高数据资源的共享性，之后按需求、

可度量等,为不同的用户提供相应的服务。相较于传统计算方式来说,绿色数据中心的建设应用效果更佳,能够使用虚拟服务器代替物理服务器。传统数据中心在运行时,一台物理服务器只可对应一个操作系统,进行一项应用操作。对于企业运营发展来说,大多数情况下企业业务量相对适中,无需进行大量的数据信息处理,这种情况下导致服务器的CPU、磁盘等处于闲置状态,利用率较低。而采取云计算虚拟技术,可设置多台虚拟服务器,通过绿色数据中心的建设应用,可大幅度减少能源消耗,低于传统服务器能耗的10%,而在此情况下可进一步节约机房空间,节省空调等设备的运行能耗^[9]。

7 云技术下绿色数据中心建设发展的相关建议

绿色数据中心日常运行过程中需要依托互联网、计算机等,但网络环境具有不稳定性,容易发生相关安全问题,如病毒侵入、黑客攻击等,这些都会对数据信息的安全性造成严重威胁,影响数据中心整体运行水平。所以在应用云技术,建设绿色数据中心过程中还需要合理设计网络安全规划方案,应用更多样有效的防护技术手段,以提高绿色数据中心运行安全稳定性,在实际安全防护过程中,不仅要注重网络、数据、主机等方面的安全,还要关注管理制度、应用等方面的安全,以不断提高绿色数据中心的安全防范等级。同时,对于相关工作人员来说,也要针对性要求其参与培训学习,掌握更多专业知识技能,能够规范操作,提高各项工作开展质量,以保证绿色数据中心的作用价值可最大化发挥。由于数据中心建设发展涉及多个环节内容,不同人员对应不同的任务,还应建立完善的管理制度,规范所有人员的工作行为,保证在建设初期、正式运行、交付运行的全生命周期都能实现规范有序的开展工作,以及严格执行落实^[10]。而对于建设期间发生的违规行为或不当操作,也应按制度要求及时控制处理,并对相关负责人员进行追责,保证数据中心建设及后期运行的可靠性。

另外,为更好地体现数据中心运行的绿色节能效果,还能加大机房能耗监测力度,需对制冷系统、IT设备等多方面进行计量监测,根据所测数据进行能耗评价,保证整体能耗控制在合理范围内。而在能耗监测期间,也能合理运用信息化技术,实现监测管理自动化,进一步降低成本,提升监测管理效率。

数据中心最大的运行成本是能耗产生的费用,通过云技术的有效应用,可在极大程度上降低数据中心的运行能耗,以提高数据中心运行的绿色节能性。但对于云技术来说,其也存在一定不足,适用范围有限,如要求单机计算性能稳

定性、功能性较高的条件下,则不适用云计算技术使用虚拟机部署。主要因多个虚拟服务器共享物理主机的资源与计算,使得要求较高的情况下容易出现资源抢占,进而引发相关问题,影响应用效果。

所以对于云技术下绿色数据中心建设及未来发展来说,还应不断加大研究创新力度,积极引进更多现代化技术手段,满足多样需求,加大适用范围,进一步提高云技术的应用效果,以设计更绿色节能的数据架构,提升数据中心的运行发展水平。

8 结语

综上所述,有效应用云技术,可提高绿色数据中心建设水平,充分发挥数据中心的应用价值,节省资源能耗,为各领域行业发展提供推动力。所以在此情况下,应加大对云技术的重视度,提高绿色数据中心建设力度,能够明确云技术下绿色数据中心建设原则,意识到其的优势作用,把握绿色数据中心的网络结构体系设计要点,提高设计水平,以更好地实现数据中心节能减排目标,满足实际需求,促进绿色数据中心整体运行更加安全、稳定、高效。

参考文献

- [1] 方祥毅,王雷.云技术时代绿色数据中心建设新思路[J].新一代信息技术,2020,3(12):19-22.
- [2] 郭丰,王娟,朱沛琦.我国绿色数据中心建设工作的实践与探索[J].中国能源,2020,42(7):38-41.
- [3] 刘兆龙,张凯,王伟.“双碳”战略下商业银行绿色数据中心建设实践与探索[J].农银学刊,2022(4):23-28.
- [4] 龚慧钦.金融绿色数据中心建设关键要素研究[J].中国金融电脑,2023(3):75-77.
- [5] 潘新炎.基于低碳技术的绿色数据中心建设分析[J].通讯世界,2023,30(9):139-141.
- [6] 悠悠.国家发展改革委:加强绿色数据中心建设[J].中国设备工程,2021(11):1.
- [7] 周钢,梁海峰,张志斌,等.国家绿色数据中心建设促进国家碳达峰碳中和战略实现[J].中国信息化,2023(6):30-32.
- [8] 梅雅鑫.润迅数据:发力“新基建”加快绿色数据中心建设[J].通信世界,2020(12):40.
- [9] 林冬.“双碳”背景下我国绿色数据中心建设的思考与研究[J].节能,2023,42(4):73-76.
- [10] 孔淑慧.关于构建能源云平台建设绿色数据中心的思考[J].清洗世界,2021,37(1):111-112.

ECG Data Acquisition and Display Function Design

Shuang Liu¹ Haobo Yin²

1. Nanjing Baisi Intelligent Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

2. International Department of Nanjing Jinling Middle School Hexi Branch, Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

Electrocardiogram (ECG) data collection and display function design is a crucial research field in medical physics and clinical medicine. In this study, the interconnection between computer and simulated human ECG greatly improved the efficiency of data collection. We designed and implemented an acquisition system that combines analog and actual ECG signals, and sends voltage signals through the analog system to realize ECG data acquisition. In addition, we further developed an ECG signal display system, which can transform the collected data into image form. Through research, we provide an efficient, fast and accurate new method for the acquisition and display of ECG data, which has important significance for the early diagnosis and treatment of heart disease.

Keywords

ECG data acquisition; ECG signal display system; simulated human ECG; medical real-time monitoring; early diagnosis of heart disease

心电数据采集与显示功能设计

刘双¹ 殷浩博²

1. 南京佰思智能科技有限公司, 中国·江苏·南京 210000

2. 南京市金陵中学河西分校国际部, 中国·江苏·南京 210000

摘要

心电 (Electrocardiogram, ECG) 数据采集与显示功能设计是医学物理学和临床医学中至关重要的研究领域。本研究中, 基于计算机与模拟人体心电的相互连接, 大大提高了数据采集效率。我们设计并实现了一种结合模拟和实际心电信号的采集系统, 通过模拟系统发送电压信号, 实现心电数据采集。此外, 我们进一步开发了一个心电信号显示系统, 可以将采集到的数据转化为图像形式直观地呈现。通过研究, 我们为心电数据的采集和显示提供了一种高效、快速、准确的新方法, 对心脏病的早期诊断和治疗具有重要意义。

关键词

心电数据采集; 心电信号显示系统; 模拟人体心电; 医疗实时监控; 心脏病早期诊断

1 引言

心电数据的采集和显示, 直接关系到医学诊断的准确性和实时性, 是医学物理学和临床医学研究的重要部分。心电是人体心脏活动的电生理现象, 通过对心电信号的采集和分析, 我们可以了解心脏的生理和病理状态, 实现心脏病的早期诊断和治疗。“心电数据采集与显示功能设计”不仅对于科研人员研究心脏疾病的机制, 定制个性化的治疗方案提供帮助, 而且对于医务人员实时观察病人的心电变化, 发现并处理心脏问题具有重要的意义。在论文中, 我们将围绕心电数据的采集系统和数据显示系统进行深入探讨, 试图构建一个高效、准确、易操作的心电数据采集显示系统, 并从应用角度来证明该系统的有效性和可行性。

【作者简介】刘双 (1990-), 女, 中国黑龙江大庆人, 本科, 助理工程师, 从事电子信息研究。

2 心电数据的重要性

2.1 心电学的基础知识

心电学 (Electrocardiography, ECG) 是研究心脏电活动及其记录和解读的一门科学^[1]。在临床医学中, 心电学的基础知识对于诊断和治疗心脏疾病具有重要意义。心电图 (Electrocardiogram, ECG) 是心电学的重要工具, 通过在身体表面放置电极记录心脏的电活动, 生成可供分析的电信号图像。正常情况下, 心脏的电活动包括起搏细胞的自动节律性放电、心房和心室肌肉的去极化和复极化过程, 这些电活动会随着心脏的每一次跳动产生变化, 形成典型的 P 波、QRS 波群和 T 波。

P 波反映的是心房的去极化过程, 是心脏电活动的起始部分; QRS 波群代表心室去极化, 是心电图幅度最高且最容易识别的部分, 包含了心脏主要的机械活动; T 波则反映的是心室复极化过程, 标志着心脏在一次激动后的恢复过程。心电学研究不仅包括对这些波形的识别和解读, 还涉及

异常波形和节律的诊断，如心律失常、心肌梗死和预激综合征等病理状况。

心电信号的传导路径和时间参数，如PR间期、QT间期和RR间期，也是心电学关注的重点。PR间期表示从心房去极化到心室去极化的时间，QT间期反映的是整个心室去极化及复极化的时间，RR间期则是两次连续心跳的时间。这些参数的变化可以提供有关心脏功能和健康状态的重要信息。

心电学的基础知识不仅为临床医生提供了有效的工具来评估和监测患者的心脏健康状况，还为心电数据采集系统的设计与研发提供了理论基础和指导。这些知识在心电数据的分析与处理、异常波形的自动识别等方面起到关键作用，对提高诊断准确性和治疗效果有着不可替代的作用。

2.2 心电数据在医学诊断中的作用

心电数据在医学诊断中具有重要作用。它通过记录和分析心脏的电活动，能够提供对心脏功能的精确评估，使得许多心脏疾病如心律失常、心肌梗死和心肌病等早期诊断成为可能。心电图是无创检测手段，其收集的数据为临床医师提供了宝贵的信息，帮助确定患者的心脏状况。通过分析心电图中的波形特征（如P波、QRS波、T波等），可以判断心脏电传导系统的异常，识别出潜在的病变部位，从而制定相应的治疗方案。心电数据的连续监测还可以追踪疾病的进展和治疗效果，为动态调整治疗策略提供依据。尤其在危重病监测、术后管理和远程医疗领域，心电数据的实时采集和分析为及时干预和减少病患风险奠定了基础。随着智能设备和可穿戴技术的发展，心电数据的获取变得更加便捷和普及，进一步推动了预防医学和个体化医疗的进步^[1]。心电数据无疑成为现代医学诊断中不可或缺的一环。

2.3 心电数据采集的挑战和需求

心电数据采集在医学领域面临诸多挑战和需求。心电信号的微弱性和易受噪声干扰的特性，使得高精度、高抗干扰力的数据采集设备成为必须。对于实时数据采集和显示的需求也对系统的即时处理能力提出了更高要求。在心脏病的诊断和监控中，心电数据的实时性和准确性至关重要，需要系统具有极高的响应速度。随着便携式和远程医疗设备的普及，更小型化、便携化的心电数据采集装置成为发展的趋势，满足多样化的临床应用场景也是一大需求。这些挑战促使研究人员不断优化数据采集系统，提高数据质量和系统可靠性，以满足医疗实践的实际需求。

3 基于计算机与模拟心电的采集系统设计

3.1 系统设计的理论基础和原理

基于计算机与模拟心电的采集系统设计在理论基础和原理方面，有几个关键的技术环节需要详尽探讨。该系统利用了接口技术与模拟信号处理的基本原理，以实现高效、精准的心电数据采集。

心电数据采集的核心在于电信号的传输与处理。在该系统中，通过模拟电压信号生成心电波形，将模拟信号输入接口装置，使其能够被计算机读取。接口装置通常由模数转换器（Analog-to-Digital Converter, ADC）和信号放大器组成。ADC将模拟信号转换为数字信号，方便计算机进行分析和处理。

在系统设计方面，时序控制与数据同步是关键要素。为了确保数据的完整性和准确性，需要采用精准的时序控制机制，使各个模块在统一的时间基准下工作。数据同步技术通过对实时采集的数据进行处理和校准，确保心电信号的连续性和完整性。

数据采集需要考虑信号的噪声处理。噪声的源头多为外界电磁干扰和电极接触不良。为了滤除这些干扰，设计中通常采用滤波器，如低通滤波、高通滤波和带通滤波等。滤波器的优选和设计直接影响到采集信号的质量和真实性。

数据传输方面，系统通常采用串行通信接口，如UART、SPI等，确保数据的快速传输和处理。采用高效的数据压缩算法以减少数据存储和传输的压力也是系统设计中的重要一环。

模拟系统的标定和校准也是整个系统设计的重要内容。在实际应用中，需要定期对模拟信号源进行标定，以确保其输出准确无误，从而提高心电数据的准确性和可靠性。

3.2 采集系统的具体实施步骤

心电数据采集系统的设计与实现需经过多个关键步骤。选择高精度的模拟数字转换器（ADC），以确保心电信号的准确捕捉。ADC的选择应重点考虑其采样率和分辨率，以满足心电信号的精细化需求。构建模拟心电信号发生器，通过精准控制其电压输出模拟人体心电波形。在此基础上，设计软件接口以实现计算机与模拟信号之间的高效通信。接口软件主要由数据传输模块和数据处理模块组成，用于实时获取和转换模拟信号。在数据传输环节，使用高速串行接口，如USB或UART，保证数据传输的稳定性和实时性。数据处理环节中，采用滤波算法剔除噪声，确保信号纯净。通过编写驱动程序，确保硬件与软件的无缝连接，保障整个系统的正常运行。至此，心电数据采集系统得以完整实现，准备开展进一步的实验验证工作。

3.3 采集系统的实验验证和结果分析

为了验证心电数据采集系统的准确性和高效性，进行了一系列实验。实验基于不同心电信号模拟器的预设参数，采集了大量模拟心电数据。系统将这些数据转换为数字信号，进行实时处理和显示^[1]。实验结果表明，系统能够快速响应采集信号的变化，并且在各种模拟情况下都能准确地还原心电信号的特征波形。数据采集稳定，无明显噪声干扰，显示系统具备高分辨率和快速刷新率。对比实际心电图结果，误差率低于1%，说明系统在临床应用中具有高度可靠性和实用性。实验数据表明，该系统不仅能够满足医学监控

要求，还在早期心脏病诊断中具有显著优势。

4 心电信号显示系统的开发和应用

4.1 显示系统设计的目标和方法

显示系统设计的目标在于开发一个能够实时、准确显示心电数据的系统，为医疗诊断和监控提供一个高效、直观的工具。该系统旨在通过图形化显示，使医疗专业人员能够迅速理解患者的心电状态，从而提高诊断效率和准确性。

在设计方法上，需要考虑系统的整体架构。显示系统的核心包括数据接收模块、信号处理模块和图形化显示模块。数据接收模块负责从采集系统接收实时心电数据，并保证数据传输的稳定性和准确性。信号处理模块对接收到的原始心电数据进行滤波、去噪等预处理，以得到清晰、无干扰的心电信号。图形化显示模块则将处理后的心电信号转化为实时波形图，并提供必要的缩放功能和标注功能，以便于医疗专业人员进行细致的分析。

显示系统在设计上还需具备高效的数据存储和查找功能。为此，需要在系统中集成一个可靠的数据库，能够按照时间序列存储心电数据，提供历史数据的回溯查找功能。这对于长期监控患者心脏健康状况，以及对比分析不间断内心电变化趋势具有重要意义。

为了实现操作便捷，系统还应具备友好的用户界面（UI），设计符合医疗人员的使用习惯和需求。UI设计应关注信息的层次化展示，确保必要的信息突出显示，简化不必要的操作步骤。通过采纳用户反馈，不断优化界面设计，提升用户体验和操作效率。

在数据安全方面，系统需要实现对心电数据的加密存储和传输，防止患者数据的泄露和未授权访问。系统应实现权限管理，只有通过认证的医疗专业人员才能访问和操作数据，确保数据的安全性和隐私保护。整体设计方法需以实现及时、准确、可视化的心电数据呈现为目标，从而为医疗诊断提供可靠的技术支持。

4.2 显示系统的功能分析和实时监控能力

心电信号显示系统的功能分析与实时监控能力是评价该系统有效性的关键因素。该系统主要具备以下功能：

数据转换与可视化处理。采集到的心电信号通过数字处理技术转换为易于理解的图像形式，确保准确性和一致性。每个心电周期的特征点（如P波、QRS波群、T波等）能够被精确识别和标记，为医疗人员提供详细的心电图信息。

实时显示与更新。针对心脏活动的快速变化，系统实现了毫秒级的信号采集与图像刷新，确保心电数据能够实时更新与显示。实时性对于心脏病早期预警和突发性心脏事件的监控尤为重要。

数据存储与回放。系统支持连续心电数据的长时间存储，并可随时回放和复查。这样可以为后续的诊断与治疗提供详尽的参考数据。

多波段分析与异常检测。系统具备多种滤波和信号处理功能，可以对心电信号中的各种干扰进行有效滤除。集成的算法能够自动检测异常心电波形，并发出报警，以提醒医疗人员及时采取措施。

用户友好界面。操作界面设计简洁明了，易于使用，实现了对心电数据显示的全面控制。医疗人员可以通过界面调整显示参数，从而获得最优的诊断信息。

4.3 显示系统在疾病早期诊断中的应用

心电信号显示系统在疾病早期诊断中的应用具有显著优势。该系统能够实时显示病人的心电数据，有助于医生迅速识别异常心律，进行即时干预。通过对采集到的心电图进行精准分析，系统可以发现早期心脏病的潜在症状，如心肌缺血、心律不齐等。该系统提供的数据存储功能，便于长期跟踪和趋势分析，为临床诊断提供了重要支持，提升了早期诊断的准确性和及时性。

5 结语

本研究通过设计并实现了一种结合模拟和实际心电信号的采集系统，以及开发了一个心电信号显示系统，显著提高了心电数据的采集效率和数据的直观呈现。这一系统的使用不仅便捷，且设有操作界面，能够实时显示、存储和分析心电信号，实现医疗实时监控的目的。在实验中，系统的准确性和高效性也得到了验证。本研究提出的方法为心电数据的采集和显示提供了一种高效、快速、准确的新方案，对心脏病的早期诊断和治疗具有重要意义。然而，值得注意的是，尽管在实验中展现了良好的效果，但在真实临床应用时，可能会出现的技术难题及其他可能的局限性需要进一步研究和解决。

参考文献

- [1] 李玉磊,田磊,李佳璐,等.基于LabVIEW的心电采集设计[J].生物医学,2021,11(3):159-167.
- [2] 孙柯,潘家华,姚如苹,等.基于APSoC的异构实时心音心电采集系统[J].云南大学学报:自然科学版,2020,42(6):1072-1079.
- [3] 邱永利.心电信号采集模块设计[J].城市周刊,2019(14):96.

Application of Data Encryption Technology in Computer Network Communication Engineering

Xuliang Liu

Wuhan Donghu University, Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract

With the rapid development of computer network communication technology, information security issues have become increasingly prominent. Data encryption technology, as an important means of ensuring network communication security, has received widespread attention. This paper discusses in detail the application of data encryption technology in computer network communication engineering. By analyzing its principles and characteristics, this paper elaborates on the important role of data encryption technology in ensuring information security and improving network communication reliability. Introduced common data encryption algorithms and provided prospects for future development trends. Therefore, the research on computer network security technology has been elevated to an unprecedented level and has become an important research direction in the field of information science.

Keywords

data encryption technology; computer network communication; information security; application

数据加密技术在计算机网络通信工程中的应用

刘翔良

武汉东湖学院, 中国·湖北 武汉 430000

摘要

随着计算机网络通信技术的飞速发展, 信息安全问题也日益凸显。数据加密技术作为保障网络通信安全的重要手段, 受到了广泛关注。论文详细探讨了数据加密技术在计算机网络通信工程中的应用。通过分析其原理和特点, 阐述了数据加密技术在保障信息安全、提高网络通信可靠性方面的重要作用。介绍了常见的数据加密算法, 对未来发展趋势进行了展望。为此, 计算机网络安全技术的研究被提升至前所未有的高度, 成为信息科学领域的重要研究方向。

关键词

数据加密技术; 计算机网络通信; 信息安全; 应用

1 引言

随着网络共享性的不断拓展, 网络安全问题也日益凸显, 成为社会各界普遍关注的焦点。网络安全不仅关乎个人隐私的保护, 更直接影响到国家安全以及经济发展的各个领域。在这一背景下, 数据加密技术作为保障网络安全的关键手段之一, 其应用显得尤为重要。数据加密技术通过先进的算法对敏感数据进行加密处理, 确保数据在传输和存储过程中的机密性、完整性, 为构建安全可信的网络环境提供了坚实的技术支撑。为此, 这一技术在计算机网络通信工程中的应用具有深远的研究意义。

2 计算机网络安全数据加密技术概述

2.1 计算机网络安全

计算机网络安全是指通过一系列技术手段和管理措施,

保护计算机系统硬件、软件和数据免受非法访问、篡改或者泄露的过程。随着信息化时代的到来, 计算机网络在军事、文化等各个领域的应用日益广泛, 其安全性也显得愈发重要。为了维护计算机网络安全, 需要采用多种防护策略, 其中数据加密技术是最为核心和有效的手段之一。通过数据加密, 可以将敏感信息转换为无法直接识别的密文形式, 从而防止未经授权的访问。

2.2 数据加密技术简介

数据加密技术是一种通过加密算法和密钥将明文(原始数据)转换为密文(加密后的数据)的技术, 以保护数据在传输和存储过程中的安全性和隐私性。其核心技术是密码学, 包括对称加密和非对称加密两种主要方式。对称加密使用相同的密钥进行加密和解密, 而非对称加密则使用一对密钥(公钥和私钥)分别进行加密和解密。数据加密技术在金融、军事等多个领域有广泛应用, 是保障信息安全的重要手段^[1]。置换算法是最简单的加密算法, 循环位移算法是一种对资料定位进行转换的方法, 数据加密技术类型分为对称与

【作者简介】刘翔良(2000-), 男, 中国广西苍梧人, 本科, 从事通信工程研究。

非对称技术。在不公开密钥的情况下，发送和接收方都可以利用同样的密钥进行加密，从而保证了数据的保密。DES 是一种基于 64 比特的对称数据块密码算法，它在银行资金转移中得到了广泛的使用。DES 是由美国 IBM 公司所推出的一种包密码技术，它被应用于各种类型的对称加密中。在这种情况下，发送和接收方采用不同的密钥进行加密和解码，而通信双方在没有预先交换密钥的情况下可以进行保密的通讯。

3 计算机网络通信工程中的安全需求

3.1 数据保密性需求

计算机网络通信工程中，数据保密性是至关重要的安全需求之一。随着信息技术的飞速发展，大量敏感信息在网络中传输，如个人隐私信息、商业机密、金融交易数据等。这些数据若被未经授权的第三方获取，可能会导致严重的后果。比如，个人的医疗记录、银行账户信息等一旦泄露，可能会被用于欺诈、身份盗窃等违法活动，给个人带来巨大的经济损失和精神困扰。对于企业来说，研发成果、财务报表等机密信息的泄露可能使其在市场竞争中处于劣势，甚至面临破产的风险。

为满足数据保密性需求，需要采取有效的加密措施，将数据转换为密文形式进行传输，只有拥有正确密钥的授权方能够将密文解密还原为明文，从而确保数据在传输和存储过程中的保密性。

3.2 身份认证需求

身份认证是计算机网络通信工程中的另一个关键安全需求。在网络环境中，确认通信双方的真实身份是建立安全通信的前提^[2]。在电子商务、网上银行等应用场景中，身份认证尤为重要。客户需要确认所访问的网站是真实可靠的，而服务提供商也需要确认客户的身份，以防止欺诈行为。常见的身份认证方式包括基于口令的认证、基于证书的认证、生物特征认证等。同时，多因素认证方式的结合使用能够进一步提高身份认证的安全性和可靠性。

4 数据加密技术在计算机网络通信工程中的应用场景

4.1 电子邮件加密

电子邮件作为一种常用的通信方式，在日常工作和生活中被广泛应用。然而，由于电子邮件在网络中传输时是以明文形式存在的，如果被不法分子截获，其中的信息可能会被泄露。因此，电子邮件加密技术应运而生。对称加密算法如 AES 可以用于对电子邮件的内容进行加密。寄件者在传送信息前，会先用预设的金钥将其中的内容加以加密。接收方在接收到消息后，采用同样的密匙将其解密，以获得纯文本的信息。通过这种方式，即便消息在传送途中被截获，因为没有密钥，攻击方也不能破译消息的内容。像 RSA 这样的不对称密码演法则也经常被用来进行电邮密码。寄件者利

用接收方的公开密钥来对消息进行加密，而接收方则用自己的私有密钥将其解密。这样既能避开对称密码体制下的密钥分配困难，又能保证信息的安全。

4.2 电子商务交易加密

电子商务领域，数据加密技术对于保障交易安全至关重要。当消费者在网上进行购物时，需要输入个人信息如姓名、地址、信用卡号等敏感信息。如果这些信息在传输过程中没有加密，很容易被黑客窃取，导致消费者遭受经济损失。用户与电商平台之间的通信过程中，通常使用 SSL/TLS 协议进行加密。SSL/TLS 协议基于非对称加密算法和对称加密算法的结合，首先使用非对称加密算法交换对称加密的密钥，然后使用对称加密算法对后续的通信数据进行加密。

此外，电商平台还会对用户的交易记录和订单信息进行加密存储，以防止数据泄露。只有经过授权的人员，在拥有正确的密钥和权限的情况下，才能够访问和读取这些数据。比如，一位消费者在网上购买了一件昂贵的商品，并使用信用卡进行支付。在输入信用卡信息时，数据被加密传输到支付网关。支付网关解密数据并完成支付处理，同时将交易记录加密存储。整个过程中，消费者的信用卡信息得到了有效保护，避免了被不法分子盗用。

4.3 虚拟专用网络 (VPN) 加密

虚拟专用网络 (VPN) 作为现代网络通信的利器，不仅为用户在广阔的公共网络空间中开辟出一条专属的、加密的“信息高速公路”，还极大地提升了数据传输的安全性与隐私保护水平。通过精密的数据加密技术，VPN 能够确保无论是敏感的商业资料、个人身份信息还是其他关键数据，在穿越复杂多变的互联网环境时，都能免受窥探与篡改的风险。

IPsec 与 SSL 作为 VPN 中广泛采用的两大加密协议，各自展现了独特的优势。IPsec 以其在网络层直接工作的能力，实现了对数据包的全面加密与认证，确保了数据从源头到目的地的全程安全。而 SSL VPN，则凭借其基于 SSL/TLS 协议的强大加密机制，以简洁的网页形式提供了灵活便捷的远程访问服务，让用户能够轻松穿越网络边界，安全访问企业内部资源。对于现代企业而言，VPN 技术已成为实现远程办公、跨地域协作不可或缺的基础设施。它让员工无论身处何地，都能通过加密的 VPN 连接，无缝接入企业网络，享受如同身处办公室般的工作体验，同时确保企业数据的安全无忧，为企业的数字化转型与全球化发展奠定了坚实的基础。

4.4 国密算法在工业互联网安全中的应用

国密算法在工业互联网安全中的应用日益凸显其重要性，尤其是在中国网络空间安全战略中占据举足轻重的地位。随着全球网络空间竞争加剧，密码技术作为保障信息安全的核心手段，已成为国家战略资源的关键组成部分。工业互联网，作为新工业革命的核心驱动力，其安全性直接关系

到国家经济命脉和社会稳定,因此,工业互联网安全自然成为了网络安全领域的重要议题。

鉴于当前部分国际主流密码算法面临的安全挑战与潜在风险,中国高度重视并加大了对国产密码算法(即国密算法)的研发力度。国密算法不仅旨在解决现有密码体系的安全性问题,更致力于构建自主可控的信息安全防线。在商用领域,国密算法已构建起一套完整且坚实的基础型密码体系,如SM1、SM4等对称加密算法,以及SM2、SM3等非对称加密算法,这些算法均获得了国家相关部门的正式批准,成为行业密码标准的重要组成部分。尤为值得一提的是,SM2算法在安全性上展现出超越国际通用ECDSA算法的卓越性能,这一成就不仅彰显了中国密码技术的创新实力,也为工业互联网安全提供了更为坚实的保障。随着工业互联网的快速发展,国密算法的应用范围不断拓展,从数据传输加密、身份认证到数字签名等多个环节,均能看到国密算法的身影,有效提升了中国工业互联网的整体安全防护能力^[1]。

5 数据加密技术的未来发展趋势

5.1 量子加密技术的发展

随着科技的不断进步,量子加密技术正逐渐成为数据加密领域的一个重要发展方向。量子加密技术基于量子力学的原理,利用量子态的特殊性质来实现信息的加密和解密。与传统加密技术相比,量子加密技术具有更高的安全性。传统加密技术的安全性依赖于数学难题的计算复杂度,随着计算能力的不断提高,这些难题可能会被逐渐攻克。而量子加密技术使得任何对量子态的测量都会改变其状态,从而保证了加密信息的绝对安全性。

目前,量子密钥分发技术是量子加密技术的一个重要应用。通过在发送方和接收方之间传输量子态,双方可以生成共享的密钥,用于对信息进行加密和解密。由于量子态的特殊性,任何对密钥传输过程的窃听都会被发现,从而确保了密钥的安全性。未来量子加密技术有望在更广泛的领域得到应用。随着技术的不断成熟和成本的降低,量子加密技术可能会逐渐取代传统加密技术,成为保障信息安全的主流手段。例如,在军事、政府等对信息安全要求极高的领域,量子加密技术将发挥重要作用。然而,量子加密技术的发展也面临一些挑战。目前,量子加密技术的传输距离和传输速率还受到一定的限制,需要进一步的研究和改进。此外,量子加密技术的设备复杂、成本高昂,也限制了其大规模的应用。但随着技术的不断突破,这些问题有望逐步得到解决。

5.2 与人工智能技术的融合

人工智能技术的快速发展为数据加密技术带来了新的机遇和挑战。将人工智能技术与数据加密技术相融合,有望实现更加智能、高效和自适应的加密解决方案。加密算法的设计方面,人工智能可以通过学习和分析大量的数据,帮助设计更加复杂和安全的加密算法。例如,利用机器学习算法来优化加密算法的参数,提高加密的强度。同时,人工智能可以用于加密系统的安全监测和预警。通过对网络流量、系统日志等数据的分析,人工智能系统可以实时检测到异常的访问行为和潜在的安全威胁,并及时发出警报,采取相应的防护措施。

此外,人工智能还可以在密钥管理方面发挥作用。通过对用户行为和环境的分析,智能地生成和更新密钥,提高密钥的安全性。身份认证方面,人工智能技术如人脸识别、语音识别等可以与传统的加密认证方式相结合,提供更加便捷和安全的认证方式。例如,利用深度学习算法对用户的生物特征进行准确识别和验证,同时结合加密技术保障认证过程的安全性。但是,人工智能与数据加密技术的融合也带来了一些新的问题。例如,人工智能系统本身可能存在安全漏洞,被攻击者利用;人工智能算法的复杂性可能导致加密系统的可解释性降低,增加了安全评估的难度。为充分发挥人工智能与数据加密技术融合的优势,需要加强相关的研究和开发,解决技术融合中出现的问题,制定相应的安全标准和规范。同时,还需要加强对人工智能与数据加密技术融合应用的监管,确保其在合法、安全的框架内运行。

6 结语

总之,数据加密技术在计算机网络通信工程中的应用,不仅是信息安全防护的坚实盾牌,更是推动数字化转型与智能化升级的重要驱动力。它以其高效、可靠的安全性能,确保了数据在传输过程中的机密性、完整性和可用性,为各类敏感信息的交流筑起了一道不可逾越的安全屏障。随着技术的不断进步和应用场景的日益丰富,数据加密技术将持续演进,为计算机网络通信工程提供更加全面、智能的安全保障,助力构建一个更加安全、可信、高效的数字世界。

参考文献

- [1] 宋凯,汪庆伟,张媛媛,等.数据加密技术在计算机网络安全防护中的应用研究[J].中国军转民,2023(7):35-36.
- [2] 林嘉.数据加密技术在计算机网络通信安全中的应用策略[J].无线互联科技,2023,20(9):7-9.
- [3] 杨冬.基于数据加密技术的计算机网络通信安全防御研究[J].电子通信与计算机科学,2023(9).

Government Affairs Cloud Security and Confidentiality Risk Prevention Strategy in Digital Government Construction

Na Zhao

Shanxi Yunshidai Smart City Technology Development Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030032, China

Abstract

The construction of digital government has significantly accelerated the online speed of government services, provided more refined, intelligent and diversified services for the masses, and achieved higher online work efficiency. Among them, the government cloud is an important support for the construction of digital government, but in the process of operation, due to the large number of business, it faces many security risks. Therefore, in the construction of digital government, improve the attention to the government cloud, strengthen the construction of security and confidentiality risk prevention, and ensure the security of daily use. In view of this, in the research work of this paper, it mainly analyzes the potential security risks of government cloud, explores the construction ideas of government cloud, and puts forward several effective security risk prevention strategies for the reference of relevant personnel.

Keywords

digital government; government cloud; security risk

数字政府建设中政务云安全保密风险防范策略

赵娜

山西云时代智慧城市技术发展有限公司, 中国·山西太原 030032

摘要

数字政府的建设使政府服务的线上速度明显加快, 为群众提供了更加精细化、智能化、多元化的服务, 线上办事效率更高。其中政务云是数字政府建设的重要支撑, 但在运行的过程中, 由于业务数量庞大, 面临诸多安全风险。因此, 数字政府建设时提高对政务云的重视, 加强安全保密风险防范的建设, 保障日常使用的安全性。鉴于此, 在论文的研究工作中, 主要分析政务云的潜在安全风险, 探究政务云的建设思路, 并提出几点有效的安全保密风险防范策略, 以供相关人员参考。

关键词

数字政府; 政务云; 安全保密风险

1 引言

近些年信息技术水平的不断提升, 为电子政务的基础建设提供了支持, 促进政务云平台的建设, 打造数字政府, 为群众提供线上服务, 也能提高政府的信息化水平和管理效率。但由于云平台本身存在开放性、分布式计算与存储虚拟性等诸多特点, 因此也带来了安全保密风险隐患。因此, 在开展政务云建设时, 需要从风险隐患方面入手, 加强虚拟机的安全建设, 保护云数据的安全性, 并做好运维管理, 有效应对各类风险问题, 保障政务云的安全稳定运行。

2 数字政府建设中政务云存在的潜在安全风险

2.1 虚拟机的安全风险

政务云平台中借助于虚拟化的平台开展电子政务系统

的资源应用管理、拓展与迁移, 从而提高信息化管理的效率。在这一过程中还存在一定的安全隐患, 主要包括安全管理隐患、虚拟化软件隐患和资源被破坏隐患。安全管理风险主要指的是, 政务云系统租用了远端云服务的工作模式是由供应商所提供服务, 在这一过程中, 供应商可以绕过安全机制直接访问后台数据, 不需要进行安全确认, 因此存在数据失窃丢失的风险^[1]。通过虚拟化技术, 整合云计算中的各种资源, 在软件中进行数据共享和迁移的过程, 容易增加数据泄露丢失的风险。电子政务资源包括计算机软件资源、数据资源、网络资源等。在云计算安全建设的过程中, 安全标准并不统一, 导致黑客病毒等攻击难度降低, 存在资源被破坏的风险。

2.2 云储存系统的安全风险

政务云平台中包含了海量的数据信息, 需要打造云存储系统, 提高数据的存储效率, 并为数据的利用提供服务空间。然而在具体的应用中, 虽然云存储可以为客户带来便利, 但也存在诸多的安全隐患。在存储的过程中, 用户并不知道

【作者简介】赵娜(1986-), 女, 中国山西五台人, 硕士, 高级工程师, 从事智慧城市、大数据研究。

使用如何的方式进行存储和管理、数据存在何处的信息，借助于软件虚拟化技术提供支持，但也存在隔离风险。

2.3 云数据的安全风险

云数据在使用的过程中存在一定的安全隐患。用户进行浏览器交互访问、App 交互访问时，向云平台传输或者下载数据，在这一过程中容易受到病毒干扰、木马植入等影响。虽然云服务商也提供了相应的杀毒和防木马的软件，但相关的安全保障技术还并不成熟，因此云数据使用时，依旧存在一定的风险隐患。

2.4 运维与管理风险

除了网络自身带来的安全风险以外，网络的运维管理也会影响政务云平台的运行情况。缺乏完善的安全风险防范机制，对其中的隐患难以识别、恶意篡改的代码和日志难以恢复这些问题，都会影响到政务云平台的正常运行。再加上缺乏足够人才的支持，运维人员的专业素养参差不齐，在很大程度上影响着平台的安全性，受到人为因素影响，带来一定的安全隐患。

2.5 Web 攻击的风险

政务云的用户在云端使用浏览器时访问云资源。而黑客会通过 Web 攻击，对电子政务系统造成一定的安全风险隐患。常见的攻击方式有跨站脚本、安全配置错误、注入攻击、失效的访问控制等。

2.6 网络安全风险

电子政务云平台是基于虚拟网络技术，将物理网虚拟成多个逻辑独立网络，从而提高网络资源的利用率。但这种连接方式也带来了网络安全隐患，物理虚拟网络结成的各个节点中，会通过虚拟交换机来完成通信，常规的网络防护手段已经失去了保护效率。云网络的安全运维的过程中，存在资源负载平衡、流量异常监控及审计等安全风险。

3 数字政府建设中政务云安全保密风险的建设思路

3.1 政务云安全管理的要求

开展数字政府的建设工作，打造高效的政务云平台，需要明确基本要求，加强安全管理建设，从有效规避风险保障政务云，平台的安全稳定运行。在建设时需要遵循三不变，一不出境的原则。第一，安全管理责任不变。安全管理的人不会随着服务外包而外包，与云服务平台的供应商建立合作关系，而安全管理责任是由党政部门来完成的。党政部门要提高重视，加强安全建设，保障数据和业务的精密性、完整性、可操作性等等。第二，数据归属关系不变。党政部门将各种数据设备等资源提供给云服务商，完成各方面的建设，在日常运行的过程中，筛析和收集产生的各项数据、文档的资源都属于党政部门，数据归属关系不会变。未经党政部门授权，服务商不得访问、修改、转让、利用、销毁党政部门的数据。第三，安全管理标准不变。在建设政务云平台时，

需要参照党政信息系统开展安全管理工作，服务商要严格遵循相关的安全政策规定、安全技术标准等，要求完善安全防护体系的建设。第四，敏感信息不出境。为党政部门提供服务的计算平台需要设在境内，敏感信息不出境。

政务云的使用单位是系统及数据安全的第一责任方，因此要重视安全管理建设与各方网络攻击，保障了系统的连续性。同时还要充分把握数据资产的主权，在可控的范围内实现开放共享。

3.2 政务云平台的框架建设

基于云计算的电子政务体系的框架设计，包括物理资源层、虚拟管理层和云服务层。物理资源层主要包括网络资源、数据资源、存储资源和计算资源，整合在一个云资源区；虚拟管理层对物理资源进行虚拟化抽象，从而开展各项管理工作（见图 1）；云服务层面向电子政务用户提供 IaaS、SaaS、PaaS 三种模式^[2]。

为了保障政务云平台的稳定运行，需要加强安全体系架构的建设。主要包括安全评估、安全管理和安全运维，从而实现数据管理与利用的电子政务安全体系。政务云是共建安全的安全模型，通过与服务商共同承担安全责任，打造良好的安全体系，规避安全风险。服务商的责任主要包括云平台主机安全、云平台网络安全和基础设施安全，而租户的责任主要在于租户应用系统安全、虚拟机主机安全和虚拟机网络安全。因此构建了安全管理体系中，需要包括公共基础安全、管理层安全、应用服务安全和安全评估与运维。



图 1 政务云的安全管理架构

4 数字政府建设中政务云安全保密风险的防范策略

4.1 虚拟机的安全建设

政务云应用是虚拟机存在一定的安全风险，因此加强该方面的安全管理建设，应对各类风险。虚拟层会对物理层的各种资源抽象化，形成虚拟资源，开展管理和应用。在虚拟机发挥作用时，需要对虚拟机访问进行加密监控、行为认证和有效反馈，可以防止恶意攻击、虚假运行和非法通信等

多种风险。可以开展对虚拟机完整性检测工作，排查其中的安全隐患。配备防火墙，加强设备边界的安全管理，有效应对各种违法入侵和恶意攻击。

4.2 云储存的安全建设

在云平台的支持下，可以解决存储容量的问题，实现有效扩充、异地存储和分布式管理。为了有效应对云存储安全隐患，需要引入各种安全技术，对分布式系统开展数据加密和用户身份认证等，可以确保数据存储与访问的安全性。多项建设可以确保数据存储与访问的机密性与可控性。在云存储平台中可以进一步优化密钥分发机制，改进 PKI 体系，采用基于属性的加密方式，强化加密，减少泄漏风险。

4.3 云数据的安全

基于不同物理介质开展访问存储，利用数据工作会出现各种安全隐患，在这个过程中也要设置身份认证与访问、安全隔离、安全审计等各种有效的措施，可以强化安全风险。防范工作排除隐患，确保数据存储、使用、分享等各个环节更加安全可靠。开展云平台安全特征库集中管理工作，收集整理关于病毒、漏洞层的特征库，及时更新并升级检测能力。在这一过程中，云服务商应当实时跟踪最新安全警报、开源样本等攻击数据，推陈出新，应对最新特征推出相应的防范措施，有效保障云数据的安全性^[1]。

4.4 运维与管理的风险防范

云平台开展运维与管理安全建设，主要包括安全事件管理、运维管理和安全审计三个方面。安全事件管理是对平台和所承载业务进行风险分析、预警等一系列工作。安全运维管理主要是进行环境安全管理、变更管理备份与恢复管理等多方面的管理内容。而安全审计则是对各层面进行审计服务，包括网络行为审计、数据库审计等，通过统一独立的检验公共平台的各项行为活动，进行相应的评价，从而有效识别风险排除隐患。此外还要重视人才的培养，提供专业的运维与管理人才，并近期组织他们进行技术培训和考核工作，选拔优秀人才，提高综合素养，有效应对各种安全风险问题（见图2）。

4.5 Web 攻击的防御

Web 攻击严重威胁到网络运行的安全性。在政务云平台建设时要考虑到这一特点，完善 Web 攻击防御建设。可以将漏洞扫描、流量监控、入侵检测安全认证等多项技术，应用于 Web 中，提升防御能力。在先进技术的支持下，开

展全面安全部署和实时监控工作，精准地掌握各类应用端的流量，获得数据信息进一步剖析，及时发现其中存在的隐患因素，有效响应，保障政务云平台的安全稳定运行。

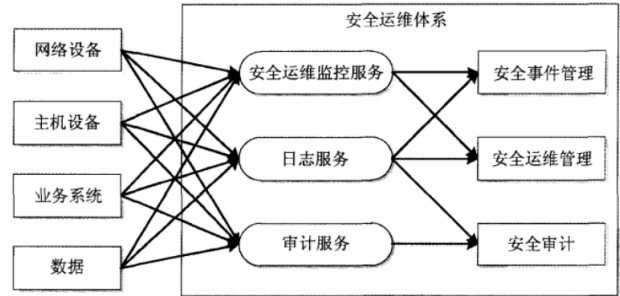


图2 政务云的安全运维体系构成

4.6 网络安全认证建设

开展网络安全认证建设，保障网络运行的安全性，从而有效规避政务云使用中的安全风险隐患。借助 PKI 体系，加强安全认证。其中核心部分是 CA 认证中心。可以对用户身份进行认证，加强证书运营管理与维护。远程用户可以通过 VPN 专网访问器，保障通信过程中的安全性。根据安全等级进一步划分，包括业务网区和互联网区，采取物理隔离措施，设置跨网数据交换，从而实现数据的安全传输。通过划分一级二级三级等不同等级的保护区，分立其专属的网络防护体系，实现各个区域的安全隔离，保障电子政务云平台的网络安全性。

5 结语

综上所述，政务云在应用过程中存在诸多安全风险，因此，数字政府建设时要重视安全管理的建设要求，遵循原则，构建完善的框架，引进先进技术，从而加强虚拟机、云存储、云数据等各方面的安全建设，抵御风险，加强网络安全认证建设建立起完善的运维体系，有效保障政务云平台的安全性，提高安全保密风险的防范效果。

参考文献

- [1] 陈春燕,赵弘洋,雷鹏炫,等.政务云安全风险分析与监管对策[J].电子质量,2024(2):1-5.
- [2] 陈孝云,潘海华,王美子,等.电子政务云平台的安全风险与解决对策[J].通讯世界,2023,30(1):160-162.
- [3] 张淑霞.浅析政务云安全潜在风险及应对措施[J].通讯世界,2022,29(11):31-33.

Discussion on the Development Situation and Suggestions of Humanoid Robot

Jinxin Xu

The 21st Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Shanghai, 200233, China

Abstract

This paper analyzes the connotation and significance of humanoid robot and the development status and technical route at home and abroad. Humanoid robot is a high-tech platform integrating multi-disciplines, which is the future development direction and has become the focus of global science and technology. A complete industrial chain has been formed abroad. Although China started late, it has made some breakthroughs. 2024 is regarded as the first year of industrialization. Its main technology routes include the representative directions of Boston Dynamics, Tesla and Italian IIT, and the key technologies are interlinked and universal. The development path should pay attention to the overall layout and the integration of resources, focus on relevant technologies and test and verification, and build a comprehensive platform. It is suggested to make efforts from the aspects of strengthening key problems, promoting application, building standards and emphasizing ethics.

Keywords

humanoid robots; development status; technology route; development key points.

浅谈人形机器人发展情况及建议

许金鑫

中国电子科技集团公司第二十一研究所，中国·上海，200233

摘要

论文分析了人形机器人的内涵、意义及国内外发展现状与技术路线。人形机器人是多学科融合的高科技平台，是未来发展方向，成为全球科技焦点。国外已形成完整产业链，国内虽起步晚但取得一定突破，2024年被视为产业化元年。其主要技术路线包括波士顿动力、特斯拉和意大利IIT的代表方向，关键技术相通且向通用化发展。发展路径应注重总体布局和资源整合，重点攻关相关技术并进行试验验证，建设综合平台。建议从强攻关、推应用、建标准、重伦理等方面发力。

关键词

人形机器人；发展现状；技术路线；发展要点

1 综述

人形机器人具备拟人功能和仿人形态，基于其广泛适用场景需求的特性而被推崇为“通用型平台”。在以人类体型为基础构建的社会框架中，因其外观结构简洁、灵活性（如跳跃等）强、通过性高、适应性好等特点，无需随复杂场景（而非单一场景）改变物理构型，双足形态的人形机器人几乎可以适用于人类所有的活动场景，可最大化代替人类完成任务，也被认为是真正意义上的“人形机器人”。人形机器人外形构造高度类人、受众度高，易被人类社会所接受和融合，可实现服务人、代替人等，因此也被业界认为是机器人的未来发展方向。

2 国内外发展情况

2.1 国外发展情况

目前国际上美国、日本、意大利等国的整体实力最强，主要代表有以运动性能著称的美国波士顿动力的 Atlas，代表了当前人形机器人运行能力的最高水平，主要聚焦于科研、军事等领域；以强化灵巧操作和环境感知能力的美国特斯拉的 Optimus，能够部分接近人类的灵活操作水平，主要聚焦于汽车产线等工业领域；以突出人机交互和仿人机构的日本本田的 ASIMO、意大利 IIT 的 iCub 等，有望深入到服务、家庭等生活场景。此外，比较知名的有：Figuer 01 借助 Open AI 大模型可实现边交谈、边完成家政类任务，接入 AI 神经网络的 Agility digit 拥有着自我修正能力并在物流搬运场景形成示范，Phoenix 人形机器人的灵巧手在类比人类力度、精度、速度的情况下基本实现医学领域提出的人类 33 种抓握动作，聚焦于灾难救援场景的意大利 IIT 的 Walkman 等^[1]。

【作者简介】许金鑫（1991-），男，中国江苏如皋人，本科，工程师，从事机械工程及其自动化研究。

2.2 国内发展情况

中国人形机器人研究起步较晚,研究路径主要跟随美、日等,与国际领先水平有一定差距。主要代表有国内第一台静态演示和动态行走的国防科大 Blackman、可打太极且运动能力国内领先的北理工 BHR 系列、国内首个室外小跑且速度最快的浙大 Wukong 系列、感知 45 种人类语义情绪和分辨 85 种环境语义的小米 CyberOne、以人机交互和服务型为主的“人形机器人第一股”深圳优必选 Walker X、拟小批量产的傅利叶智能 GR-1、可翻跟头和自由折叠的宇树 G1。此外,电科机器人、达闼、北京钢铁侠、智元新创、星动纪元、兵器 201 所等也基于自身优势开展了相关技术研究。

经过近十年追赶,依托国内产业基础齐备、人工智能潜能巨大等优势,国内已在运动控制、人机交互和环境感知等方面取得一定突破,国内央企、华为、腾讯、比亚迪等进入或投资人形机器人行业,随着商业公司和科研机构的纷纷入局,2023 年国内发布人形机器人样机的企事业单位超过 30 家,成为推动行业发展的重要力量^[2]。

3 主要技术路线

人形机器人历经多年发展,研究趋势已从 20 世纪 70 年代的技术创新驱动为主向技术、应用双轮驱动转变,目前逐渐形成三大技术发展路线,分别是以美国波士顿动力 Atlas 系列(液压驱动)为代表的运动性能优越、以美国特斯拉 Optimus 为代表的灵巧操作性强和以意大利 IIT 的 iCub 系列为代表的人机交互能力强的三大发展方向。

一是波士顿动力 Atlas(液压驱动)技术路线。Atlas-3 拥有高精度、强大的扭矩、多自由度、高速运动的液压驱动装置,高性能、实时控制、模块化设计的控制器和高精度的各类传感器,可支撑整机实现行走、跑步、跳跃、翻滚和攀爬等高动态高难度运动。但由于液压驱动装置具有噪音大、易漏油等缺点,最新一代的 Atlas 已经换回电驱路线并具备多自由度。

二是特斯拉 Optimus 技术路线。Optimus 采用了与特斯拉电动车相同的全自动驾驶系统 FSD 和感知计算单元,包括自主研发的算力极强的 Dojo D1 超级计算机芯片以及三颗 Autopilot 级别自动辅助摄像头,结合用于产生旋转运动和扭矩的串联弹性驱动器(SEA)、产生驱动拉力的直线驱动器共两类核心关节,实现在工业场景下的演示示范。

三是意大利 IIT 的 iCub 技术路线。iCub 拥有高自由度的身体结构,采用直流无刷电机+高速比谐波的电驱方式,能够实现稳定的行走和模拟人类的各种动作。同时,iCub 配备虚拟现实系统,能够通过感知系统学习技能、认知环境、与人沟通,可以高保真度地跟踪远端用户的面部表情运动,能够远程操控模拟人类的动作,具备强大的人机交互能力。

其他技术路线方面主要局限于某些特定场景下的研究

突破,可扩展性不强。如美国 Agility Robotics 公司的 Digit 人形机器人以仿鸵鸟的运动方式,实现物流搬运场景下的演示;韩国先进科学研究院(KAIST)的人形机器人 HUBO,其凭借轮式与足式混合运动方式可加强在平面上的行走能力。

综合来看,虽然面向不同应用领域和结合自身优势基础,不同企业研发试制的人形机器人在技术路线上均有独特的创新,呈现出“电驱、混驱、液驱、化学能”等不同驱动方式、“理论模式-运动、智能算法-运动”等不同控制方法、“单体智能、云脑、大模型”等不同智能模式、“前沿仿生机构、规模化制造”的不同形态特征,但大部分关键技术相通,都推动着人形机器人向通用化方向发展^[1]。

4 发展路径思考

人形机器人涉及的技术领域广、创新链条多、供应链复杂,应当紧前谋划总体布局,高效聚合配置行业资源,赋能人形机器人未来产业加速发展。整体技术路线可以首先采用已有部组件、子系统进行系统集成、功能实现和场景验证,快速交付具备基本功能的人形机器人。同时,根据特定需求针对核心部组件、各分系统在硬软件、算法、材料等方面进行攻关,提升人形机器人的功能性能,使其单体技能和智能逐步强化。最后以应用场景为牵引,开发人形机器人及上下游产品,使其发挥机器人代人、助人的作用。重点任务具体如下:

重点任务 1: 攻关仿生结构与机构设计技术。

研究人体骨骼肌结构和各关节运动学,深入剖析人体运动深层机理,同步考虑轻量化设计和仿生结构设计,开展大数据和 AI 驱动的协同优化设计,实现对人体运动部分功能复现和性能优化,研究选型碳纤维复合材料、硅胶材料等新材料,利用金属增量制造工艺,打造具有高性能高可靠的本体,使得人形机器人能够更好地实现动态控制和作业操作能力。

重点任务 2: 攻关高功率密度智能部组件设计技术。

一是突破一体化性能与结构匹配设计与集成技术、驱动电机小体积高可靠伺服控制、高功率密度低力矩脉动电机设计、高精度高负载精密减速器等关键技术,形成适用于人形的电动关节组件产品。二是针对人形对运动机构高精度、高响应的要求,攻关多信号感知驱动器融合位置传感器、力矩传感器、温度传感器、振动传感器等多类型信号感知单元,提出多边界约束智能驱动控制方法,对被控对象进行全方位运行状态识别;三是以提升驱动电路实时性、通信速率、逻辑运算、响应带宽等为目标,研发高功率密度比、智能化的国产驱动器,为人型机器人实时交互、快速响应、高力矩控制性能提供有力保障。

重点任务 3: 攻关高动态运动控制算法设计技术。

基于仿生动力学分析和应用场景需求,程序化应用接

口用于实现机器人运动控制和数据读取,模块化机器人控制器并研发高精度的步态跟踪算法、高精度高动态特性高鲁棒性的运动控制算法,形成针对性的运动控制开发套件。充分采用大规模深度强化学习策略,实现机器人的平衡站立、多种步态和动作生成、灵巧的双臂和双手操作等多种复杂任务和场景下的任务执行能力,支撑更加通用的技能学习,并可使得人形机器人实现远程遥操作或自主作业。

重点任务 4: 攻关自主移动和环境感知与决策技术。

快速高精度环境感知模块通过各类传感器信息融合,使人形机器人系统能充分了解和认识环境,并根据周围的环境信息做出相应的决策。根据作业环境和作业类型不同,攻克高精度定位与导航技术、高精度视觉感知与识别技术、多传感数据处理与整合技术等,利用同步定位与建图(SLAM)技术,采用点云特征提取、扫描匹配、闭环检测等技术,实现人形机器人在作业环境中的稳定行走能力以及避障能力。有效结合各个传感器的优势,获得更加可靠的数据,实现机器人的实时感知与闭环智能运动控制,扩展其更加广泛的使用环境。

重点任务 5: 攻关智能人机交互技术。

一是围绕自主认知、启发式学习、自主进化与自主决策,研究在非结构动态环境下的作业行为模式,为智能人机交互提供支撑。二是围绕多智能体和多机协作,研究多机器人在动态环境下协作关系,突破动态角色协调分配以及多机协作等关键技术,实现人机交互、多机交互。三是实现支持多种语音、视觉、触觉等模式的人机交互,并可解析和处理多媒体数据。

重点任务 6: 实现面向典型场景的试验验证。

针对典型场景的应用需求,在攻克整机及部组件测试技术的基础上,突破基于物联网的复杂信息动态处理与验证技术和非结构化场景下人形机器人整机代人测试方法与技术研究,研究制定出科学合理的相关术语和定义、产品的分类方法、基本参数的确定、相关性能的试验方法、检验规则等,完成多工序演示验证动作,实现固定岗位及柔性线多岗位的无人化作业。

重点任务 7: 建设集研发、测试、验证于一体的综合平台。

一是打造人形仿真环境与软件平台,提升技术迭代、原理验证效率;二是打造 5G 通讯信息交互实验平台与遥操作控制系统,为面向实际应用提供技术验证基础与功能测试环境;三是搭建状态平衡失稳实验平台,模拟人形机器人实际作业过程,强化其全身动态平衡控制研发能力;四是搭建综合测试系统,评估测试人形机器人综合性能。通过建设集研发、测试、验证于一体的综合性平台,为人形机器人产品

迭代提供平台保障^[4]。

5 发展建议

一是强攻关,加速提升人形机器人水平。加强人形机器人的智能平台、底层算法、基础部件等共性技术攻关,推进自动驾驶、动力电池、传感器、人工智能等其他产业成熟技术应用到人形机器人中,从行业顶层设计发展路线图,分阶段开展人形机器人能力提升、批量能力和规模化应用。

二是推应用,发挥各级创新主体合力作用。创新管理体制和运行机制,引导鼓励上下游企业、高校、科研机构、第三方服务机构等创新主体适时开展人形机器人应用试点示范,参考特斯拉规模化应用的汽车制造、家用服务等场景并逐步延伸,推进人形机器人创新迭代和产业化应用^[5]。

三是建标准,提高机器人质量和安全水平。提升机器人质量控制水平,推动建立人形机器人安全监测与预警机制,前瞻部署中国人形机器人质量标准 and 行业话语权。发挥第三方机构作用,建立国家机器人漏洞数据库,及时开展漏洞信息研判、通告、发布及趋势分析和预警。

四是重伦理,积极参与国际伦理准则制定。面向不同行业和应用场景,分期分批开展机器人领域涉及的技术、产品、风险、趋势及治理方法等专题研究工作,重点关注机器人伦理对就业、人身安全、数据隐私等方面造成的安全风险^[6]。

6 结论

人形机器人是推动国家科技水平进步和社会经济发展的重要抓手。分析研判其趋势,谋划部署其发展重点,有利于推动人形机器人实现创新链的要素集聚和策源引领、产业链的协同互促和规模集聚、供应链的自立自强和安全稳定,打造出创新生态圈和行业共性语言体系,孕育出新产业新模式新业态。

参考文献

- [1] 刘双阳.具身智能的数据安全风险及刑法应对——以人形机器人的研发与应用为例[J/OL].东方法学:1-15[2024-06-04].<https://doi.org/10.19404/j.cnki.dffx.20240528.001>.
- [2] 王政.人形机器人加速商业化落地[N].人民日报,2024-05-29(18).
- [3] 王彦琳.人形机器人产业竞赛热火朝天国内厂商将实现技术突破[N].上海证券报,2024-05-14(8).
- [4] 江海洋.论人形机器人的刑事主体地位与归责[J/OL].东方法学,1-12[2024-06-04].<https://doi.org/10.19404/j.cnki.dffx.20240514.002>.
- [5] 郑智航.人形机器人身体构造的法哲学审思[J/OL].东方法学,1-10[2024-06-04].<https://doi.org/10.19404/j.cnki.dffx.20240514.006>.
- [6] 肖翊.未来已来,前沿科技引领美妙生活[J].中国经济周刊,2024(9):58-63.