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

ISSN 2737-4815

信息科学与工程研究 INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH Volume 5 Issue 11 November 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 11 November 2024 ISSN 2737-4815(Print) 2737-4823(Online)

NASS
NAN YANG ACADEMY OF SCIENCES

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.

Database Inclusion

Asia & Pacific Science Citation Index

Ceative Commons

China National Knowledge Infrastructure

Google Scholar

Crossref

MyScienceWork

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

《信息科学与工程研究》征稿函

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

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3607

The Application of Artificial Intelligence Technology in Big Data Network Security Defense

Su Zhang

Beijing Ruubypay Science and Technology Co., Ltd., Beijing, 100088, China

Abstract

With the rapid development of the Internet, network security issues have become the focus of global attention. In this era when data is king, the flow of massive information through the Internet brings endless opportunities and breeds endless security threats. The network attack means are becoming increasingly complex, and the traditional security defense means have become inadequate. Artificial intelligence technology, with its powerful computing ability and learning ability, is becoming the new favorite technology of network security defense. It can not only quickly analyze massive amounts of data, but also continuously improve its defense level through self-learning. Therefore, exploring the application of artificial intelligence in the big data environment has become an important topic at present.

Keywords

artificial intelligence technology; big data; network security defense; application research

人工智能技术在大数据网络安全防御中的应用

章苏

北京如易行科技有限公司，中国 · 北京 100088

摘　要

随着互联网的快速发展，网络安全问题已成为全球关注的焦点。在这个数据为王的时代，海量信息在网络中流动而带来了无尽的机遇，也滋生了层出不穷的安全威胁。网络攻击手段日趋复杂，传统的安全防御手段已经显得力不从心。人工智能技术以其强大的计算能力和学习能力正在成为网络安全防御的新宠，它不仅能够迅速分析海量数据，还能通过自我学习不断提高防御水平。因此，探索人工智能在大数据环境下的网络安全防御应用，已经成为当前的重要课题。

关键词

人工智能技术；大数据；网络安全防御；应用研究

1 引言

如今的网络世界，安全威胁如影随形。面对这日益严峻的形势，传统的防御手段已经显得苍白无力，依靠人工去处理庞大的安全数据显然跟不上攻击者的节奏。而就在这样的背景下，人工智能技术逐渐崭露头角。它能在短时间内处理海量数据，还能识别出那些常规防御措施无法发现的异常活动，这像是给安全专家配备了一个超级助手，聪明且精力无限。人工智能的应用前景不可估量，特别是在网络安全领域，它的潜力已经开始被业界广泛认可。智能化的网络安全防御将不仅仅是对现有技术的优化，而是一次真正的革命。

2 大数据环境下的网络安全挑战

在大数据时代，网络安全正面临着前所未有的挑战。这些挑战看似平静无波，实则暗藏危机。数据的爆发式增长让网络安全防护犹如在海量信息中寻找一根针，每秒钟都有成千上万的数据点产生，它们有的关乎隐私，有的涉及商业机密，而这些数据在传输和存储过程中都可能成为黑客的目标。面对如此庞大的数据量，传统的安全防护措施显得力不从心。数据类型的多样化让网络安全的防线捉襟见肘，以前可能只需要保护几种特定的数据格式，但现在，从文字到图片、从视频到实时数据流，每一种数据都有可能成为攻击者的突破口，每一种数据类型都需要不同的保护方式。在应对这些纷繁复杂的数据形式时，安全措施却有时漏洞百出。而且，这些数据之间的相互关联性也让风险进一步扩大，牵一发而动全身，一旦有一个环节被攻破，整个系统都可能受到牵连。在这庞大复杂的数据生态系统中，安全威胁的隐蔽性也随之上升。黑客们不再像过去那样简单粗暴，而是变得更加狡猾和隐蔽。他们利用大数据技术将攻击伪装得毫无痕迹，甚至会让人误以为是正常的数据流动。这种隐蔽性让检测变得极为困难，传统的防护手段在这种新型威胁面前，就

【作者简介】章苏（1977–），男，中国浙江鄞县人，硕士，从事大数据、网络安全和人工智能领域的研究。

像是白昼里打着手电筒找人一样无效。最后，随着物联网设备的普及，网络安全的边界也被无限扩展。每一个联网的设备都是一个潜在的攻击点，这些设备之间相互连接，形成了一个庞大的网络生态系统。曾经，只需保护企业内网和服务器，而现在，从智能手机到智能家居，甚至是智能汽车，都成为了需要防护的对象，如图 1 所示。这些设备通常安全性较低，易受攻击，犹如一个个敞开的城门让黑客轻而易举地找到突破口。整个网络世界因此变得如同一张千疮百孔的渔网，防不胜防 [1-3]。

3 人工智能在网络安全防御中的应用

智能技术的应用为大数据网络安全防御带来了前所未有的变革，其中，人工智能技术在这一领域的表现尤为亮眼。尤其是在利用机器学习进行异常检测、深度学习在恶意软件识别中的应用，以及自然语言处理在威胁情报分析中的应用这三个方面。纵观这几个方面的应用，犹如给网络安全加上了一层铜墙铁壁（见表 1）。

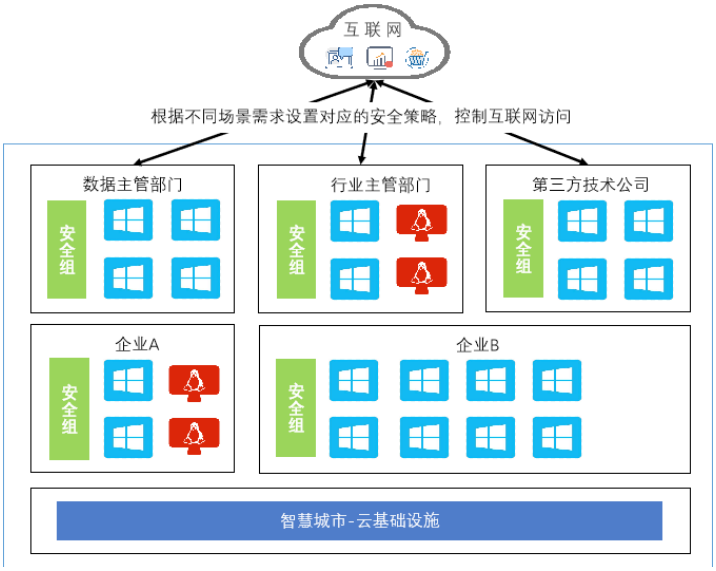

图 1 互联网安全监管系统

表 1 人工智能在网络安全防御中的应用一览表

应用领域	主要技术	关键指标	备注
异常检测	机器学习	分类准确度 85%~99%	通过大量数据训练行为模式
恶意软件识别	深度学习	准确度 99.5% 以上	使用 CNN 和 GANs 等模型分析
威胁情报分析	自然语言处理（NLP）	情报解析准确度 95%	解析文本数据提取有价值情报

机器学习在网络安全中的应用，尤其是在异常检测方面堪称一大亮点。传统的检测方法往往防不胜防，但机器学习可以通过大量历史数据进行训练而生成复杂的行为模式，从而准确识别出网络中潜藏的异常活动。异常检测应用中的一个关键指标是“分类准确度”，通常范围是 85%~99%，这一技术的运用使得网络可疑行为无处遁形。不同于普通的检测系统，深度学习能够深层次地分析数据特征，从而对恶意软件进行更加精准的识别和分类。例如，卷积神经网络（CNN）可以通过图像分析精准识别恶意代码的特征，此类方法在一些实验中显示出了 99.5% 以上的准确度。与此同时，生成对抗网络（GANs）也可以生成近似恶意代码的样本用于训练检测模型，使得模型在面对新型恶意软件攻击时更加游刃有余。网络攻防之间的信息不对称，往往使得防御工作应接不暇。NLP 可以解析网络中大量的文本数据，从中提取出有价值的威胁情报，进行实时分析。通过对社交媒体、论坛、黑客论坛、研究报告等数据源进行情感分析及关键字过滤，NLP 能够提前捕捉到潜在威胁。一个关键指标是情报解析准确度，预计未来可以达到 95% 以上。这无疑让网络防御站在了一个制高点上，提前布控，及时响应 [4,5]。

4 人工智能技术增强网络安全的策略

4.1 智能化安全监控系统的构建

构建智能化安全监控系统是一项复杂而精细的任务，其目标是创建一个能够全面监控网络环境并及时响应安全威胁的系统。这一系统的核心在于利用人工智能技术来提升对异常活动的识别能力，这种能力在速度和准确性上远超人类分析者。系统首先必须建立一个高效的数据收集机制，以确保能够从网络流量、日志记录、用户行为等多个维度收集数据。这些数据是构建智能监控系统的基础，它们为系统提供了必要的信息以识别和分析潜在的安全威胁。智能监控系统应通过机器学习算法进行训练，以识别正常与异常的行为

模式。这一过程涉及到对大量数据的分析，以训练模型识别出潜在的异常行为，如图 2 所示。随着深度学习等高级 AI 技术的应用，系统能够自动适应新的威胁模式，提高其对新型攻击的识别能力。当系统检测到异常行为时，它不仅会发出警报，还会自动采取一系列措施，如隔离受感染的系统部分、调整防火墙规则或启动额外的安全扫描，以迅速响应并减轻威胁的影响。而且，AI 哨兵不是一成不变的，它们会从每一次的威胁中学习和进化，这一过程需要不断地调整算法、更新模型，以确保哨兵能始终保持最强的状态。人工智能技术的加入让网络安全系统从被动防御转向主动出击，智能化安全监控系统的构建不仅仅是技术的累加，更是一次网络安全思维的革新。

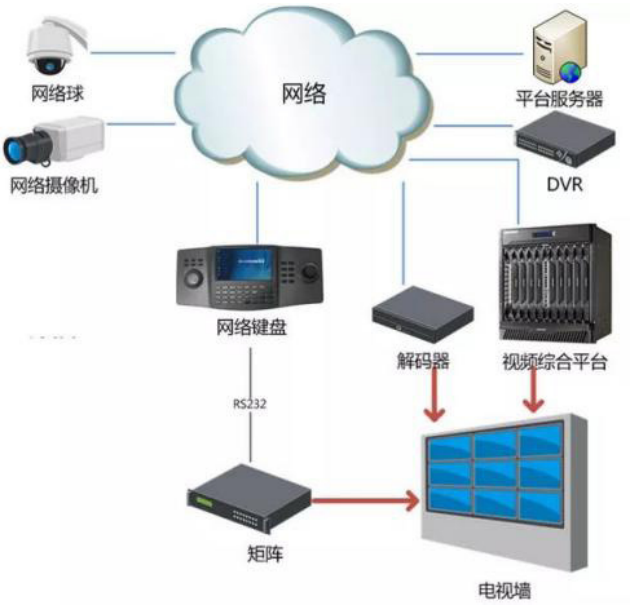

图 2 智能化网络安全监管覆盖

4.2 预测性网络安全防御策略

人工智能技术在预测性网络安全防御策略中展现出无可替代的优势，这是因为传统的网络安全防御往往依赖于已知威胁的特征和模式来进行拦截，而面对日益复杂和不断演化的网络攻击，单纯依靠过去的经验显然已经捉襟见肘。预测性防御策略则通过利用人工智能的强大计算能力和机器学习算法，提前识别潜在威胁，并在它们成为实际攻击之前采取行动。在具体操作过程中，人工智能首先通过大数据技术获取和处理海量的网络流量数据，这些数据包括用户行为日志、网络通信记录以及设备操作历史。然后，机器学习算法深入分析这些数据，建立多维度的威胁模型，挖掘出正常行为和异常行为之间的细微差异。深度学习技术更是能够识别出那些隐藏在海量正常数据背后的“零日攻击”，这些攻击由于没有明确的特征，往往是传统防御的盲区。当潜在威胁被识别出来后，人工智能系统并不仅仅是发出警报，更会通过自动化的决策引擎采取预防性措施，比如实时阻断可疑流量、调整防火墙策略、隔离受感染的节点等。AI 还会不断更新和优化自己的模型，确保应对未来的新型威胁。这个过程中，人工智能并不是孤立工作的，它与整个网络安全生态系统紧密配合，形成了一个动态、智能的防御体系，如图 3 所示。每一次防御行为的反馈都会反哺至模型之中，使得系统的预测能力和反应速度不断提升。通过这种方式，预测性网络安全防御策略不仅能够显著降低攻击成功的可能性，更能将威胁扼杀在萌芽状态，让安全防线始终处于主动而非被动的状态。在这个过程中，人工智能展示了其卓越的自适应能力与学习能力，这种不断进化的特性使得网络安全防御不再是静态的屏障，而是一道能够“思考”的智能防线，为数字世界的安全保驾护航。

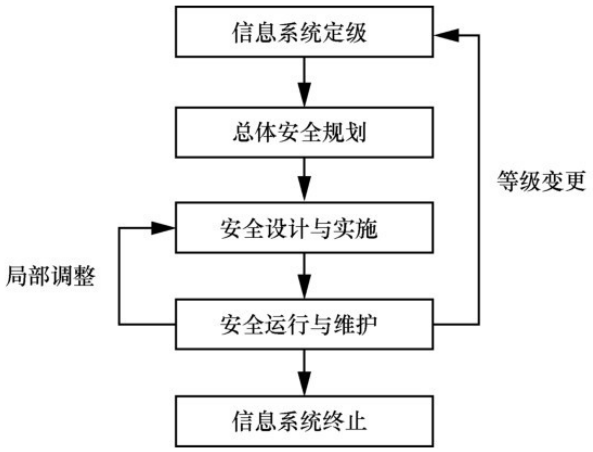

图 3 AI 预测性安全防御流程

4.3 人工智能辅助的应急响应机制

人工智能辅助的应急响应机制为网络安全领域的中坚力量，此机制的核心在于其能够通过机器学习和深度学习算法，快速识别、定位并响应异常行为，实现从被动防御到主动预防的转变。人工智能的作用不仅限于检测异常，还包括实时分析入侵的模式与路径，深度挖掘历史数据，人工智能可以建立异常行为的模型，这些模型能够帮助识别潜在的威胁。在遭遇攻击时，系统会迅速调用预先训练的模型，分析流量的特征和变化，进而识别攻击类型和攻击源。一旦检测到可疑活动，系统能够立刻触发自动化的响应流程，这种速度是传统手段无法企及的。传统的威胁情报依赖于人工收集和分析，效率低且容易受到信息的滞后影响。而人工智能可以通过自然语言处理技术实时分析海量的威胁情报数据，包括网络日志、社交媒体信息、暗网活动等，迅速过滤出与当前网络环境相关的威胁信息，形成动态的威胁画像。这种动态更新的威胁情报库可以为应急响应提供及时而精准的参考，使得响应团队能够在第一时间采取有效的应对措施。人工智能还能够协助进行应急响应中的漏洞修补，传统的漏洞修补过程需要人工逐一排查和验证，而在面临大规模的攻击时，这种方式显得力不从心。借助人工智能的自动化分析能力，系统能够快速识别潜在的漏洞位置和影响范围并生成修复建议。结合历史攻击数据和当前的攻击特征，人工智能还

能预测未来可能出现的攻击方式和路径，为网络安全防御策略的优化提供数据支持。应急响应机制的另一个关键在于事件后的分析与复盘，这也是人工智能大显身手的领域。通过深度学习算法，人工智能能够分析攻击者的行为模式，识别出攻击链中的每一个环节。这有助于理解攻击者的意图和手段，提升系统的整体防御能力。通过不断学习和进化，人工智能辅助的应急响应系统能够不断适应新的威胁，形成一种动态、适应性强的防御体系。

4.4 自动化漏洞检测与修复

面对层出不穷的安全威胁，人工智能技术在自动化漏洞检测与修复方面展现出了前所未有的潜力，它通过机器学习和大数据分析能够在海量数据中精准定位潜在的安全漏洞，甚至在这些漏洞被利用之前就能及时加以修复。相比传统的手动检测方式，人工智能的自动化检测不仅效率高、速度快，更具备实时性，能够随时监测并识别网络中的异常活动。自动化漏洞检测的核心在于其自我学习和进化的能力，人工智能算法不断地分析历史攻击数据以自动更新自己的检测规则和防护策略，这种动态的学习机制使得防御系统能够应对不断变化的攻击手段，无论是零日漏洞还是高级持续性威胁，人工智能都能够在第一时间响应，并采取有效的防御措施。大数据环境下的数据量庞大且复杂，人工智能可以迅速从中挖掘出隐藏的威胁模式，通过关联分析，找出看似无关的事件之间的联系，从而预判可能发生的攻击。修复方面，传统的漏洞修复往往需要人工介入，既耗时又容易出错，而人工智能则可以自动生成修复方案并进行快速部署。更为重要的是，人工智能还能通过仿真技术，在实际修复之前模拟修复后的效果，确保修复不会影响系统的正常运行。

4.5 行为分析与异常检测

在面临数据规模急剧膨胀的挑战下，人工智能可以在海量数据中捕捉到微小的异常并及时识别潜在的威胁，从而有效地提升网络安全防御的精准度和响应速度。在实际操作中，行为分析的核心是对用户和系统的正常行为进行深度学习，通过大量的历史数据建模而建立起一个精细的行为基线。当系统运行过程中出现偏离该基线的行为时，人工智能算法便能够迅速检测到这些异常。举例来说，若某用户账号突然频繁尝试访问未授权的敏感数据，或者在非工作时间段出现大量的数据传输，这些异常行为很可能预示着恶意攻击或数据泄露的企图。此时，人工智能系统会立即发出警报，并可以自动采取响应措施，如限制访问权限、隔离受影响的节点或进一步加强监控。在大数据环境下，攻击者的手法变得更加多样化，而通过不断的学习和进化，人工智能可以逐步更新其行为模型，识别出那些未曾见过的新型攻击模式。这种动态的、智能化的防御策略能够大大降低被攻击成功的风险，提升安全系统的整体效率。

5 结语

随着网络威胁的不断升级和复杂化，人工智能将成为安全防御的中坚力量。不论是通过机器学习来发现潜在威胁，还是利用深度学习识别恶意软件，抑或是通过自然语言处理进行威胁情报分析，这些技术都在逐步改变网络安全的格局。技术的发展离不开实践的指导，要想充分发挥人工智能的优势，企业和组织必须在安全策略中主动融入这些新兴技术，建立更加智能化的安全防御体系。未来的网络安全必将是一场智能与智能的对抗，谁能在这场对抗中占据上风，将决定未来网络世界的安全格局。

参考文献

[1] 李根.网络安全防御中的人工智能技术运用[J].电子技术,2023,52(6):216-217.

[2] 吐逊江·麦麦提.人工智能技术在大数据网络安全防御中的应用研究[J].无线互联科技,2022,19(11):23-25.

[3] 汤曦.人工智能技术在大数据网络安全防御中的应用探究[J].智慧中国,2022(3):83-84.

[4] 于淏璇.大数据时代人工智能技术在网络空间安全中的应用研究[J].无线互联科技,2021,18(24):110-111.

[5] 周春萍,徐长棣.人工智能技术在大数据网络安全防御中的应用探究[J].网络安全技术与应用,2021(11):61-63.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3608

Application of Computer Software Development Technology in the New Period

Yan Liu

Ordos High-tech Industrial Development Zone Management Committee, Ordos, Inner Mongolia, 017000, China

Abstract

This papper first summarizes the current situation and process of computer software development; Secondly, it discusses the computer software development technology in the new era, including network and information security, information management and communication, software engineering, mobile application development and database technology, and analyzes the application of software development technology in the new era in detail, such as prototyping method, structured system development method and generation technology; Finally, the paper expounds the specific application of computer software development technology through application examples, in order to provide useful ideas and references for the innovation and development of software industry.

Keywords

new period; computer; software development technology; specific application

新时期计算机软件开发技术的应用

刘彦

鄂尔多斯高新技术产业开发区管理委员会，中国 · 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘　要

论文首先概述了计算机软件开发的现状与流程；其次，探讨了新时期的计算机软件开发技术，涵盖网络与信息安全、信息管理和通信、软件工程、移动应用开发及数据库等技术，同时详细分析了新时期软件开发技术的应用，如原型化法、结构化系统开发法及生成技术；最后，通过应用实例，阐述了计算机软件开发技术的具体应用，以期为软件行业的创新与发展提供有益思路与参考。

关键词

新时期；计算机；软件开发技术；具体应用

1 概述

新时期，特指当前信息技术迅猛发展并全面渗透的阶段，其核心特征在于云计算、大数据、人工智能等高科技的持续进步与广泛应用。信息领域竞争在全球范围内愈发激烈，数据显示，近 20 年来，世界范围内信息领域相关专利申请量激增，数据要素市场逐步建立，全球芯片模型竞争白热化，人工智能应用遍地开花。这些宏观环境的变化，对计算机软件开发技术提出了新的要求，推动其向智能化、多元化方向发展，以适应产业升级与社会进步的迫切需求。全球技术市场竞争态势与软件开发新要求如表 1 所示。

2 计算机软件开发现状与流程

在信息化时代背景下，计算机软件开发技术取得了迅猛发展，然而，研发力度与资金投入仍显不足，这在一定程度上制约了其可持续发展 [1]。开发流程则是一个多阶段、复杂且系统的过程，始于软件分析，通过深入调查用户需求形成需求规格说明书；接着是软件设计，明确系统结构与功能划分；随后进入编码与测试阶段，保障功能完整性；之后是部署阶段，配置系统并测试环境；最后是发布与维护，包括修复 bug、处理反馈及系统升级。

3 新时期计算机软件开发技术

3.1 计算机软件开发技术

3.1.1 网络与信息安全技术

网络与信息安全技术主要包括防火墙、入侵检测系统、加密算法及安全扫描软件等多个方面，它们一起构成了网络与信息安全的技术基石 [2]。其中，防火墙作为网络安全的第一道防线，用于监控并控制网络流量，防范恶意攻击。入侵检测系统则用于实时检测网络中的入侵行为，及时向用户发出警报。加密算法用来确保信息的保密性与完整性，而安全扫描软件则帮助识别与修复系统漏洞。

【作者简介】刘彦（1978–），女，中国内蒙古鄂尔多斯人，硕士，高级工程师，从事计算机信息系统技术研究、计算机软硬件开发、计算机信息系统项目管理研究。

表 1 全球技术市场竞争态势与软件开发新要求

竞争领域	竞争态势 / 数据	对软件开发的新要求
ASIC 与 GPU 市场	全球 ASIC 市场在 2022 年达 1197 亿元，预计至 2029 年增至 1573 亿元，CAGR 为 3.9%；而 GPU 市场在 2023 年规模已超 448 亿美元，受 AI 驱动，预计未来五年将快速增长至超 2000 亿美元，英伟达在 GPU 及数据中心 GPU 市场占据主导	开发高效、低功耗的 ASIC 与 GPU 软件优化工具，提升 AI 应用性能与能效比，同时支持多样化硬件平台
物联网与边缘计算	据 IDC 预测，到 2023 年中国物联网连接量将超过 66 亿个，未来 5 年复合增长率约为 16.4%	开发支持大规模物联网设备与边缘计算节点的分布式软件架构，确保低延迟、高可靠性的数据处理与通信
5G 与 6G 通信	截至 2023 年，全球 5G 基站部署量超过 517 万个，同比增长 42%，显示 5G 网络覆盖和普及加速；同时，全球 6G 研发也在积极推进中，多国政府和企业加大投入	实现支持 5G/6G 高速通信协议的软件框架，优化网络性能与安全性，支持新型通信技术的应用
数据安全与隐私保护	近年来，数据泄露事件频发，2024 年全球数据泄露事件平均成本升至 488 万美元，同比增长 10%，创历史新高，上半年全网监测到有效数据泄露事件达 16011 起，较去年下半年增长 59.58%，显示出数据泄露的严峻形势	强化软件的数据加密、隐私保护机制，确保数据传输与存储的安全性，符合日益严格的数据保护法规
AI 技术应用	AI 技术在医疗、金融、交通等领域的应用日益广泛，推动产业升级，如医疗 AI 市场规模预计从 2021 年的 95 亿元增长至 2025 年的 385 亿元	开发集成 AI 算法的软件平台，支持医疗、金融、交通等多领域的智能化应用，提高软件的可扩展性与可定制性

3.1.2 信息管理和通信技术

信息管理和通信技术致力于搭建可靠、高效的信息管理系统与通信平台，以更好地满足日益增长的信息传输与处理需求。在信息管理方面，包括但不限于数据挖掘与分析、数据库管理等，为信息存储、处理及检索提供有力基础；在通信技术领域，涵盖实时通信机制、数据传输安全及网络协议优化等，用以保障信息的准确、安全、快速传输。

3.1.3 软件工程

软件工程技术涵盖了软件开发的全过程，主要涉及需求分析、设计编码、测试部署以及维护等多个环节。在软件工程实践中，软件开发技术不仅关注代码质量与开发效率的提升，还注重构建可扩展、可维护的软件系统。通过综合运用面向对象编程、模块化设计、自动化测试与持续集成等技术，软件工程实践得以更好地应对多元化的软件开发需求 [3]。

3.1.4 移动应用开发技术

近年来，智能手机与平板电脑的迅速普及，已使它们成为人们日常生活与工作中不可或缺的组成部分，这一趋势极大地促进了移动应用开发技术的蓬勃发展，使其成为计算机软件开发的一个重要分支。移动应用开发涵盖设计、编程、测试及部署等多个环节，旨在创造能在移动设备上高效运行的应用程序，以满足用户在教育、医疗、商务、社交与娱乐等领域的多样化需求。目前，移动应用开发主要包括原生、混合及跨平台三种主流方法。原生应用追求极致的用户体验与性能；混合应用通过结合 Web 技术与移动框架，实现跨平台兼容，提高开发效率；跨平台应用则采用通用框架与语言，旨在加速开发进程，降低成本，同时保持用户体验的一致性。此外，针对特定场景，如增强现实、虚拟现实与游戏开发，还有专门的工具库、平台与游戏引擎可供选择，以满足不同应用领域的特殊需求。

3.1.5 数据库技术

数据库技术专注于管理、存储、检索数据，其应用广泛，覆盖了政府机构、科学研究、医疗保健、电子商务及企业管理等众多领域。数据库技术的核心在于 DBMS（数据库管理系统，Database Management System）它作为专门管理数据的软件系统，提供了数据结构化存储方式，方便用户轻松地定义、新建、管理与检索数据库。按照应用需求的不同，主要包括 NoSQL（非关系型数据库，Not Only SQL）与 RDBMS（关系数据库管理系统，Relational Database Management System）两种数据库类型，它们借助不同的数据模型来灵活适应各自的应用场景。除了基本的 DBMS 功能，该技术还涉及并发控制、索引优化、事务管理以及数据模型等多个层面 [4]。

3.2 新时期软件开发技术应用分析

3.2.1 原型化法

原型化法倡导在软件开发初期，技术人员基于自身见解先构建一个初始原型。此原型经确认并投入应用后，结合用户实际使用情况与反馈完成进一步的调整与优化。同时，技术人员还从用户角度与意见出发，基于原型完成更深层次的研发。该过程强调以客户需求为导向，据此完成有针对性地开发与升级，一方面有效保证了软件开发工作的顺利进行，另一方面显著提升了软件与实际应用需求的契合度 [5]。

3.2.2 结构化系统开发法

结构化系统开发法核心机制在于分阶段实施，即在现有计算机软件的基础上，科学地划分出多个不同的子阶段，旨在降低开发难度。与此同时，系统且全面地维护已完成开发的软件，以保障其后续的应用效能。然而，该方法也存在一些局限性，如开发过程覆盖范围广，涉及内容繁多，致使开发周期较长；各子阶段间关联紧密，不能很好地保证独立性，使得软件开发整体工作量较为庞大，可能给技术人员带

来不小的压力[6]。

3.2.3 生成技术

生成技术主要涉及代码与规则两方面的复用。值得注意的是，代码模式的运用并非孤立进行，而是需要借助生成器，同时结合具体参数完成灵活的替换与调整。通过引入高度抽象化的软件工具，生成技术可以科学地呈现每个开发软件实例，以此确保整体的高可执行性。借助复用模式，该技术大幅降低了开发成本，提升了软件开发的效率，并增强了软件的可扩展性与可维护性。

4 计算机软件开发技术的具体应用

4.1 计算机网络与信息安全

随着技术的迅速发展与应用功能的持续拓展，信息安全技术的重要性日益显现。防火墙作为网络安全的关键设备，通过监控并控制网络流量的进出，有效阻止了未经授权访问与恶意网络攻击，为计算机系统提供了基础的安全保障。某金融企业在相应的软件开发中配置了防火墙，成功抵御了多次外部攻击，保障了系统的稳定运行。与此同时，辅助以入侵检测系统（如图 1 所示），实时检测网络中的入侵行为，第一时间向用户发出警报，使得非法攻击可以被及时识别并有效应对。加密算法的引入与应用则进一步增强了信息的安全性，将敏感重要信息转化成密文，保证了数据在存储与传输过程中的完整性与保密性。此外，漏洞扫描工具与安全扫描软件的应用也明显提升了系统的防护能力，通过及时识别并处理潜在的安全漏洞，有效防范了网络安全问题的发生。

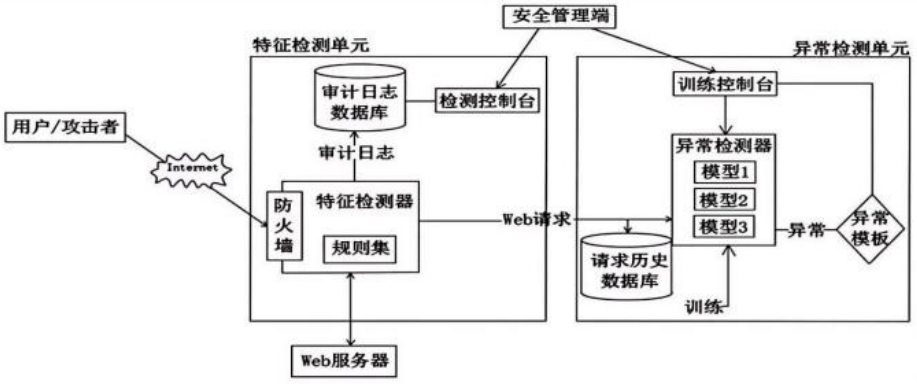

图 1 入侵检测系统

4.2 软件工程应用分析

新时期软件工程方法的应用在计算机软件开发领域至关重要。以某电商平台为例，在软件开发过程中，严格遵循软件工程方法，确保了项目的成功。在需求工程阶段，相关开发人员深入调研市场需求，与用户紧密沟通，确保需求的准确性与完整性。在软件设计阶段，综合运用面向对象编程技术与模块化设计，搭建易于扩展、维护且清晰的软件架构[7]。编码阶段，开发人员使用先进的开发工具与技术，完成了高效的代码编写与调试。测试阶段，有效实施了自动化的集成测试与单元测试，第一时间识别并修复了潜在问题，保障了软件的稳定性与可靠性。最终，该平台成功上线并稳定运行，赢得了市场与用户的高度认可。

5 结语

新时期计算机软件开发技术正逐渐突破传统边界，呈现出更加智能化、多元化等特点，并在技术革新、产业升级及社会进步中发挥越来越重要的作用。未来，将持续研究与探索更多计算机软件开发技术，不断拓展其应用领域，从而为人类生活带来更多便利，为社会带来重要变革与发展，有力推动社会迈向更智慧化的未来。

参考文献

[1] 韩冬艳.浅论新时期计算机软件开发技术的应用及发展趋势[J].移动信息,2023,45(2):113-115.

[2] 刘晓晓.分层技术在计算机软件开发中的应用[J].信息记录材料,2024,25(2):193-195.

[3] 冯士妥.浅论新时期计算机软件开发技术的应用及发展趋势[J].数字技术与应用,2023,41(3):213-215.

[4] 郑安宁.浅论新时期计算机软件开发技术的应用及发展趋势[J].中国科技期刊数据库工业A,2023(6):36-39.

[5] 张洋丽.计算机应用软件开发技术分析[J].新潮电子,2024(6):100-102.

[6] 巩卫海.新时期计算机软件开发技术的应用及发展趋势研究[J].科技资讯,2023,21(1):49-52.

[7] 赵丽.计算机软件开发技术的应用与发展[J].漫科学(科学教育),2024(3):251-253.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3609

Medical Ethics and Style Evaluation Information System Based on PDCA Construction and Application

Wenqin Su Simin Zhou* Xinxin Liu

Changji People's Hospital, Changji, Xinjiang, 831100, China

Abstract

By using the PDCA management method and constructing a complete organizational system and comprehensive indicator system, we will innovate and develop a medical ethics and conduct evaluation information system that is strong in organization, scientific, standardized, operable, flexible, and effective. This will improve the scientific, systematic, rational, and efficient management of medical ethics and conduct in public hospitals, enhance the interactivity of medical ethics and conduct construction, effectively regulate medical service behavior, improve the professional ethics of medical personnel, safeguard the legitimate rights and interests of the masses, and demonstrate the public welfare of public hospitals.

Keywords

medical ethics and style; PDCA; evaluation system

基于 PDCA 的医德医风考评信息系统建设与应用

苏文琴 周思敏* 刘鑫鑫

昌吉市人民医院，中国 · 新疆 昌吉 831100

摘 要

运用PDCA管理方法，通过构建完备的组织体系、全面的指标体系，创新开发组织有力、科学规范、可操作性强及灵活有效的医德医风考评信息系统，提高公立医院医德医风管理的科学性、系统性、合理性及管理的效率，增强医德医风建设的互动性，切实规范医疗服务行为，提升医务人员职业素养，维护群众合法权益，彰显公立医院公益性。

关键词

医德医风；PDCA；考评体系

1 引言

近年来，随着医药卫生体制改革的不断深化和患者维权意识的提高，医德医风建设的重要性愈发凸显[1]。2021年国家卫健委印发《全国医疗机构及其工作人员廉洁从业行动计划（2021—2024年）》指出："医德医风事关行业形象，事关群众切身利益，事关医疗卫生事业发展。"目前，公立医院发展已迈入新阶段，对医德医风建设提出了更高要求。为解决医德医风考评工作中存在的组织体系不完善、信息化水平不高、考评指标不科学等问题，昌吉市人民医院运用PDCA管理方法，建设一套科学性高、操作性强、信息化好的医德医风考评系统，进而调动医务人员工作的积极性，提高职业素养。

【作者简介】苏文琴（1981–），女，回族，中国甘肃定西人，本科，工程师，从事医院管理研究。

【通讯作者】周思敏（1978–），女，中国新疆木垒人，本科，从事医院管理研究。

2 PDCA 管理法在医德考评信息系统建设与应用

2.1 P（Plan）计划

2.1.1 发现问题

笔者在工作中发现，昌吉市大部分医疗机构将此项工作交由党委办公室或纪检部门完全负责，因这些部门对医疗业务工作不熟悉，导致抓工作不深入。按照传统的考评模式，考评印证资料多、不易存放、不便于查询，电子表格录入数据效率低且容易出错和遗漏。现有考评指标不全面，对医务人员的导向作用发挥不够明显，医务人员不重视，甚至不清楚。

2.1.2 工作计划

开发运行医德医风考评信息系统，按照自我评价、科室初评、部门审核、单位评价的逐级考核评价模式，有效实施对医院服务态度、就诊全流程、医疗技术水平、廉洁行医与综合保障等情况动态实时、快速简洁、科学高效的评价[2]。达到促进医务人员依法执业、廉洁从业，营造风清气正的行业环境，让人民群众享受更加优质便民高效医疗服务的

目标。

2.2 D（Do）实施

2022 年 5 月，昌吉市人民医院借助办公 OA 管理系统，实现了医德医风考评工作的信息化管理，有效发挥了考评的正面导向作用，提高了医务人员的职业道德素养，也促进了医院精细化管理水平，推动医院高质量发展 [3]。

2.2.1 完善组织体系

医院成立了党委书记为组长的医德医风考评工作领导小组，负责全院医德医风考评的组织领导和统筹协调。在领导小组指导下，由纪检督查科具体负责医德医风考评工作的组织、协调、汇总等。同时，组织各科室设立医德医风管理员，负责培训医务人员掌握操作流程，反馈工作中存在的问题等。党政综合部、医务部、护理部、科研教学部、药学部等 11 个部门、科室齐抓共管，负责抓好职责范围内医务人员行为的监管，负责考评指标的修订、解释，考评数据的审核、录入等。

2.2.2 优化考评指标

在国家设置 7 个一级指标的基础上，2022 年设置二级指标加分项 18 个，减分项 12 个；三级指标加分项 36 个，减分项 28 个。每个指标均设置了相应的分值和封顶分值 [4]。对收受红包、回扣等违规违纪行为的，设为 15 个一票否决项（见图 1）。医院根据每年工作重点设定指标，2022 年优质服务加分指标 14 项，钻研业务加分指标 8 项，廉洁行医减分指标 8 项，因病施治减分指标 8 项，重点突出医务人员服务态度、医疗服务质量、廉洁行医、科研技术水平等情况。

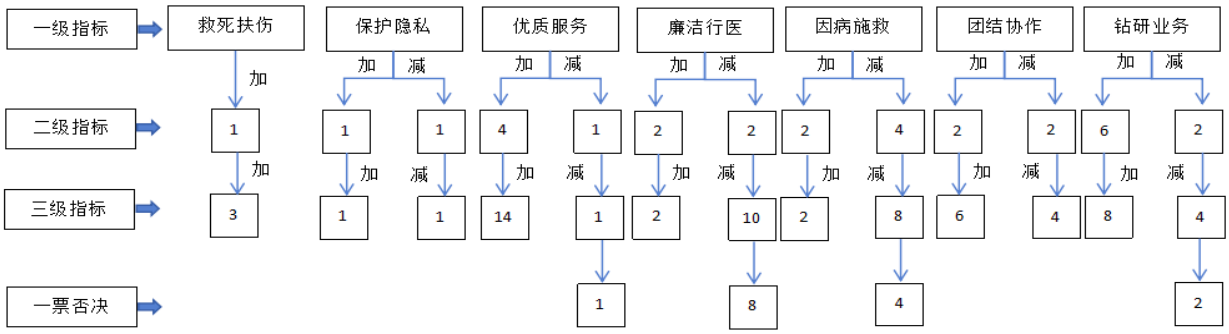

图 1 2022 年医德医风考评指标

2.2.3 落实考评机制

通过将医德档案管理系统嵌入医院 OA 系统，实现了医德档案管理的信息化、规范化 [5]。医院根据人员岗位职责授予管理权限，分发医务人员账号，并制定《医德医风考评数据填报流程和流程图解》，组织医德医风管理员进行培训。医务人员每季度上传加分项目印证材料和考评得分进行自评，科室中层干部进行初核并提交职能部门，各职能部门对职责范围内的加分项目进行审核；扣分项和一票否决项由相应的管理部门按照职责分工直接录入系统，纪检督查科每季度对考评数据进行抽查，下载形成季度考评结果、提交党委会审议、公示。对季度得分低于 80 分的预警提醒。

2.3 C（Check）检查

医院将医德医风考评工作纳入科室绩效考核，纪检督查科每月对各临床、医技科室考评工作开展情况进行监督检查，检查点评会是否按月召开；医务人员受到患者表扬等情况是否在点评会上通报表扬；被患者投诉的是否在点评会上进行通报批评，分析原因；医务人员是否清楚考评数据上传流程、《医疗机构工作人员廉洁从业九项准则》内容等。2023 年对考评工作落实不力的 12 个科室进行了绩效考核。

2.4 A（Action）处理

纪检督查科对信息系统运行中存在的问题及时与软件工程师进行联系，进行解决。对工作过程中存在的问题，每年底召开医德医风考评领导小组会议进行研究解决。对考评指标设置事宜，每年初下发《征求意见稿》，征求相关职能部门、科室的意见和建议，并提交党委会审议。实现 PDCA 循环，确保医院紧跟时代发展步伐。

3 效果评价。

3.1 调动了职能部门抓医德医风建设的积极性

医务部在每月医师大会上进行医德医风培训和教育，做到讲医疗质量与讲廉洁行医同安排，党政综合部、科研教学部、护理部在新进人员岗前培训和实习生培训时，均开展了医德医风教育，使医务人员服务人民健康意识不断增强。2022 年至 2023 年医院微创手术、日间手术占择期手术比例达到三级医院水平；国家级继教项目实现零突破，医院获得华医奖——2022 全国医院高质量发展示范单位。

3.2 发挥了医德医风评价、导向和监督作用

信息系统极大地减轻了科室工作量，提高了数据的准确度，为医院决策提供依据。自动形成年度考评得分，由高至低筛选出“优秀”人员。医院对排名前十的人员进行表彰和宣传。同时，医院注重将考评结果与评先选优、职称晋升、岗位聘任等挂钩，对引导医务人员优质服务、遵规守纪行医

起到了积极作用。2023 年急诊科一名医师成为新疆首批造血干细胞捐献者，被评为最美昌吉人。

3.3 进一步改善了患者就医体验

医院将提高患者就医体验度和满意度作为开展医德医风考评信息化建设的目标。通过前移急危重症患者救治窗口、预约诊疗、一站式结算服务、延伸护理服务等，多维度提升患者就医体验。在 2023 年国家公立医院绩效考核中，医院患者和职工满意度逐年上升。住院患者满意度较上年增长 3%，职工满意度较上年增长 10%（见表 1），住院患者满意度中医生、护士沟通等均较上年有所增长（见图 2）。

表 1 国家满意度平台反馈数据

类别 / 年度	2022年度	2023年度	增长率
门诊	86.38	91.04	5%
住院	90.08	93.13	3%
职工	66.44	73.00	10%

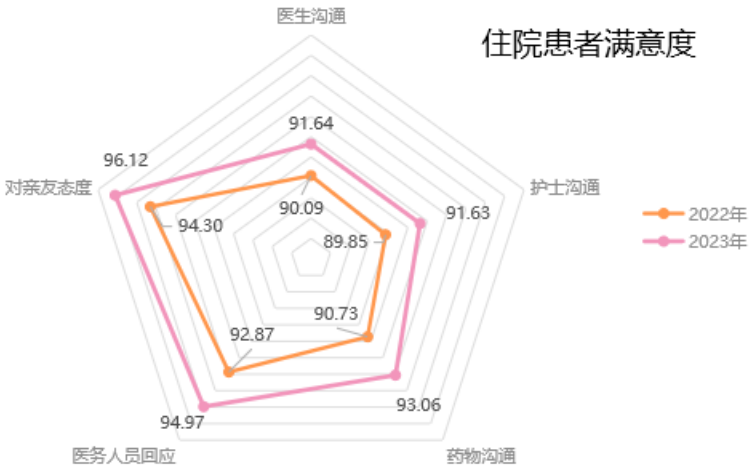

图 2 2022 年、2023 年住院患者满意度对比图

参考文献

[1] 丁敏,田堃.基于FOCUS-PDCA模式提高医德医风教育质量的效果分析[J].2024,35(7):1016-1019.

[2] 吕超,杨新梅,李耘.公立医院医德医风档案信息化建设的思考[J].医院管理论坛,2023,40(17):3-5.

[3] 高天昊,孔璇,王静.基于PDCA高质量发展背景下医德医风智慧考评系统的建设与应用[J].江苏卫生事业管理,2023,34(2):245-248.

[4] 王娜娜,张勤,董静怡.医院医德医风量化积分考评系统的建设与应用探讨[J].医院管理论坛,2024,41(3):37-40.

[5] 刘宁.医德档案促进医院医德医风建设的价值研究[J].问题探讨,2024(6):61-64.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3610

Research on 5G Private Network Planning for Offshore Wind Power Generation Platforms

Shaohua Huang[1] Wei Zhang[1] Huan Zhang[2]

1. China Unicom Guangdong Branch, Guangzhou, Guangdong, 510627, China
2. CLP Science and Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510310, China

Abstract

This paper aims to build a complete 5G private network architecture by analyzing the network requirements of offshore wind power generation platforms, and achieve efficient and stable communication connections. In-depth research on the construction of core network, wireless network and transmission network and other fields, to provide reliable 5G private network coverage planning for offshore wind power generation systems. For the Marine environment, the channel is covered by the shore base station to ensure the coverage of 2.1G and 3.5G signals to meet the communication needs of the offshore platform. For the offshore booster platform, a new 2.1G+3.5G base station is built to cover the signal around the fan tower. An indoor distribution system is built inside the fan tower to ensure that the signal coverage from the channel to the fan tower meets the requirements of -100dBm outside and -105dBm inside the tower. In addition, this paper also focuses on the upstream and downstream rates of video calls, voice calls and video surveillance services, and ensures efficient communication transmission of platform operations by optimizing network architecture.

Keywords

offshore wind; 5G private network; wireless coverage

海上风力发电平台 5G 专网规划研究

黄少华[1] 张伟[1] 张欢[2]

1. 中国联通广东省分公司，中国 · 广东 广州 510627
2. 中电科普天科技股份有限公司，中国 · 广东 广州 510310

摘 要

论文旨在通过对海上风力发电平台的网络需求分析，搭建完善的5G专网架构，实现高效、稳定的通信连接。深入研究核心网、无线网及传送网等领域的建设方案，为海上风力发电系统提供可靠的5G专网覆盖规划。针对海上环境，通过岸边基站覆盖航道，确保2.1G和3.5G信号的覆盖，满足海上平台的通信需求。针对海上升压平台，新建2.1G+3.5G基站，以覆盖风机塔周边信号。在风机塔内部建设室内分布系统，确保航道到风机塔的信号覆盖满足室外-100dBm、塔内-105dBm的要求。此外，论文还关注视频通话、语音通话和视频监控等业务的上下行速率，通过优化网络架构确保平台运营的高效通信传输。

关键词

海上风力；5G专网；无线覆盖

1 引言

随着全球对清洁能源的需求日益增长，海上风力发电作为一种可再生能源形式，备受关注。然而，海上风电场作业环境复杂，存在着诸多挑战，如远距离维护、数据传输、安全管理等问题。随着 5G 技术的不断发展，为海上风力发电建设专用网络（专网）提供了全新的解决方案 [1]。

引入 5G 专网技术，将为海上风力发电行业带来革命性的变革。它将为海上风电场提供高速、低延迟的数据传输通道，实现远程监控、智能维护等功能 [2]，极大提升了海上风力发电设施的运行效率和安全性。此外，5G 专网还能够为海上风电场提供更为稳定可靠的通信网络，为智能化管理、自主控制等领域提供更为坚实的基础支撑。

因此，论文旨在探讨海上风力发电建设中引入 5G 专网的意义与实现方式，分析其在提升海上风电场运维效率、提高安全管理水平等方面的作用，进一步推动海上风力发电行业的发展，促进清洁能源的可持续利用。

2 网络需求分析

海上风力发电平台距离海岸线 17km，整个风力发电场周边总共 93 个风机塔，每个塔高 100m，风机塔之间间隔 500~1000m，风机塔内部有电梯直达顶部，升压平台由钢结构组成，共 4 层楼，层高为 5m，占地面积 10000m^2。

【作者简介】黄少华（1973–），男，中国湖南桃江人，硕士，高级工程师，从事广东联通无线配套建设及管理研究。

目前的需求是满足风力发电场与陆地之间海上航线往来船只的通信，且在升压平台和陆上集控中心未建设的情况下，需确保现场视频、语音通话以及高清视频监控的覆盖需求。在风电塔施工期间，需要满足基础数据和通话的需求，而在运营期间，应确保风电塔片区的室外数据传输和通话需求得到满足。

现场覆盖需求应满足海上升压站及室外部分目标区域整体 4G+5G 网络覆盖强度不低于 -100dbm，风机塔内目标区域整体 4G+5G 网络覆盖强度不低于 -105dbm，整体的速率要求需满足视频通话、语音通话和视频监控上传等速率要求 [3]，同时要求现场的数据不出“厂区”的安全性要求，保证数据的安全。海上风电系统如图 1 所示。

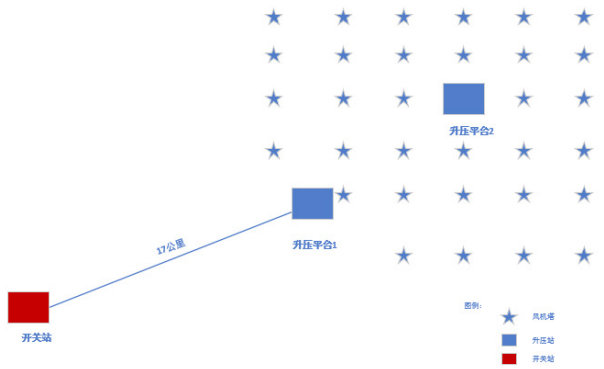

图 1 海上风电系统示意图

3 5G 专网规划

3.1 5G 专网网络架构

本次拟采用 5G 专网进行覆盖，为风力发电平台带来更高效的数据传输和管理方式。除了确保现场数据不出“厂区”，还能为风力发电平台带来显著优势。

5G 专网的高速传输能力将大幅提升风力发电平台的实时监测和控制能力。通过 UPF 下沉至平台，数据时延小，使操作人员能够更快速地响应现场各种变化，提高生产效率并降低风险。通过将现场数据回传至企业内网，不仅确保了数据的安全性，还能为风力发电平台提供更多的数据分析和应用可能性。企业内网可以集中管理和分析来自不同平台的数据，为决策提供更可靠的支持，并为未来的智能化运维提供基础。5G 专网架构如图 2 所示。

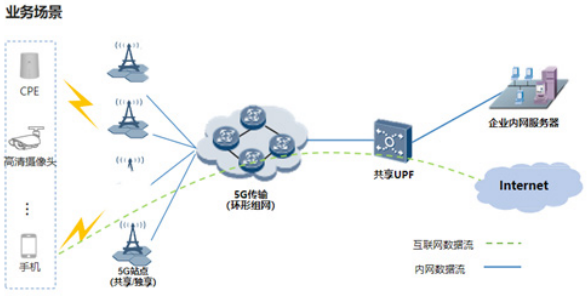

图 2 5G 专网架构图

3.2 无线网建设方案

无线网主要分成岸边基站、海上基站和风机塔室分 3 个部分组成，在海岸线海拔较高的地点选取岸边基站，通过新增 2.1G+3.5G 频段设备覆盖海上航道，在升压平台上新增 2.1G+3.5G 频段设备覆盖风机塔周边海域的室外覆盖，同时兼顾海上航道，在风机塔内部新建 2.1G 室分，解决风机塔内部的信号覆盖问题，具体无线网基站架构图如图 3 所示。

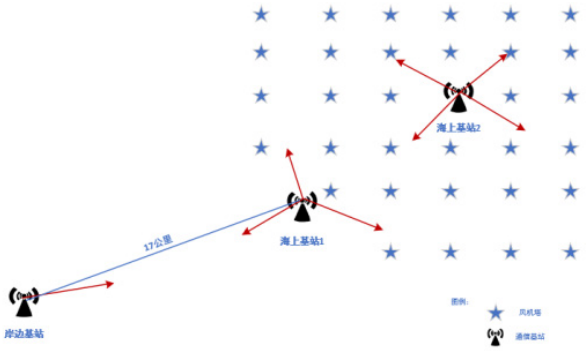

图 3 无线网基站架构图

根据海洋覆盖的模型进行覆盖电平计算 [4]：

$$PL_A=32.44+20\log_{10}f_{M\!hz}+10\times3.799\times\log_{10}d_{km}$$

2100M 采用 40W 功率设备，3500M 采用 80W 功率设备，天线增益按照 16dBi 计算，具体路损和 RSRP 电平值参数如表 1 所示。

按照海洋超远覆盖模型计算，2100M 和 3500M 设备信号在 45km 处依然有 -100dBm 的 RSRP 电平值，满足海上风力发电关于信号电平值覆盖的需求。

海上风电系统仿真图见图 4。

表 1 2100M 及 3500M 设备电平参考表

频段	天线口功率 dBm	路损 dB					RSRP 电平值 dBm				
		5	25	35	45	55	15	25	35	45	55
2100M	62	125	152	158	162	165	-63	-90	-96	-100	-103
3500M	65	130	156	162	166	169	-65	-91	-97	-101	-104

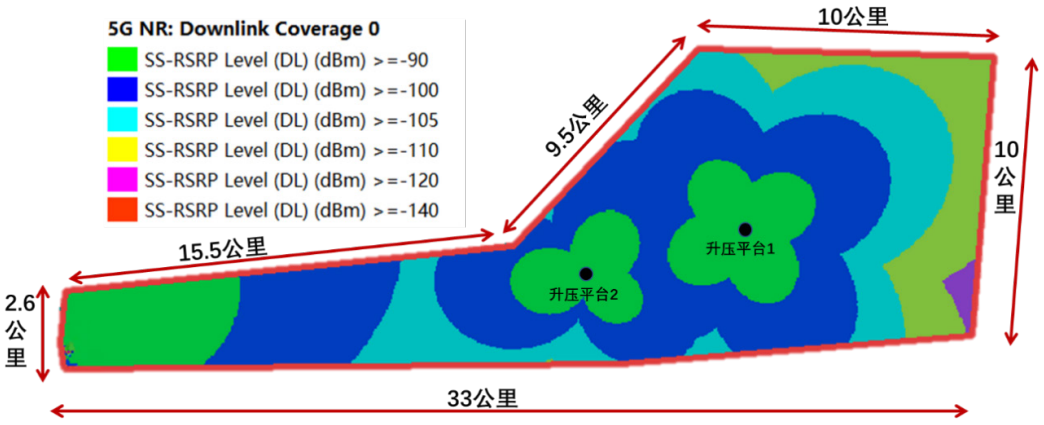

图 4 海上风电系统仿真图

4 传送网建设方案

传送网为满足无线网新建 5G 基站回传至 5GC 平面电路的需求，通过智能城域网网络接入。开通本期无线 5G 基站，新增智能城域网 MAR 设备，在岸边基站增加 1 端智能城域网接入设备作为接入点；光缆采用原有纤芯开通传输接入，初期提供 10GE 带宽电路，后续根据需求升级开通电路。

因在海面区域升压塔上部署 1 个 3.5G 基站，并业主提供陆地至升压塔间海底光缆纤芯，在升压塔需部署智能城域网接入设备作为海上室分信源传输接入，并在路基海缆成端处至联通综合接入点处新建双路由光缆承载，预计主缆主用 4 芯，备用 4 芯。

承载网运营期拓扑图见图 5。

5 结语

随着全球对可再生能源的需求不断增长以及对碳排放的关注，海上风力发电作为一种绿色、可持续的能源形式，成为各国推动能源转型和应对气候变化的重要选择之一。5G 专网的建设也是国家重要的战略，推动 5G 专网建设，海上风力发电项目通常部署在离岸或近海区域，与陆地相比，其施工、监测和运营面临着更大的挑战。5G 专网技术不仅可以提供更高速、更稳定的数据传输，还能支持海上风电项目的实时监测、远程控制和智能化运维，支持海上风电作业人员的通信需求，同时还能保证视频监控等数据的安全性 [5]。

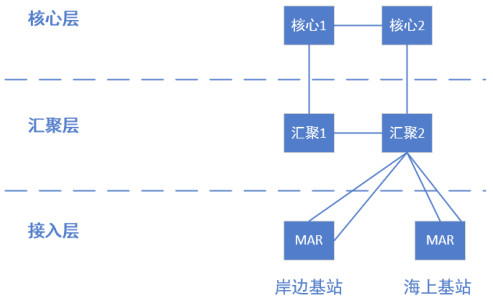

图 5 承载网运营期拓扑图

参考文献

[1] 方子骜.岸海通信现状和发展前景[J].中国科技信息,2024(3).

[2] 施玉晨.针对5G工业专网视频业务的网络规划分析[J].广东通信技术,2024(5).

[3] 何明.基于两级接力的5G海域超远覆盖创新实践[J].邮电设计技术,2024(2).

[4] 王斌.5G海洋无线传播模型研究[J].广东通信技术,2024(2).

[5] 李文彬.5G超远覆盖应用于海洋业务的探索[J].长江信息通信,2023(6).

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3611

Research on Optimization and Upgrade Strategy of Railway Private Network Communication System

Guangcun Xu

Guoneng Huangda Railway Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257100, China

Abstract

The railway private network communication system is an important component of ensuring railway transportation safety and improving transportation efficiency. With the increasing demand for railway transportation and the rapid development of information technology, the existing railway communication system is facing problems such as insufficient bandwidth, poor compatibility, and network latency, and urgently needs to be optimized and upgraded. This paper provides a detailed analysis from three aspects: system architecture optimization, communication protocol upgrade, and network security enhancement. It explores how to improve the reliability and efficiency of railway private network communication systems through the introduction of new technologies, adjustment of network structure, and strengthening of security mechanisms. Research has shown that communication systems based on distributed architecture and advanced security protection strategies can significantly improve the performance and stability of railway communication systems, providing strong support for the modernization of railway transportation.

Keywords

railway private network; communication system; optimization strategy; upgrade plan; network security

铁路专网通信系统的优化与升级策略研究

徐广村

国能黄大铁路有限责任公司，中国 · 山东 东营 257100

摘　要

铁路专网通信系统是保障铁路运输安全、提升运输效率的重要组成部分。随着铁路运输需求的增加和信息化技术的迅速发展，现有的铁路通信系统面临着带宽不足、兼容性差、网络延迟等问题，亟须进行优化与升级。论文从系统架构优化、通信协议升级以及网络安全性提升三方面进行了详细分析，探讨了如何通过新技术的引入、网络结构的调整以及安全机制的强化来提高铁路专网通信系统的可靠性与效率。研究表明，基于分布式架构的通信系统以及先进的安全防护策略，可以显著提升铁路通信系统的性能和稳定性，为铁路运输的现代化发展提供强有力的支撑。

关键词

铁路专网；通信系统；优化策略；升级方案；网络安全

1 引言

铁路专网通信系统是铁路行业信息化、智能化发展的核心基础设施之一，承担着列车调度、信号传输、数据交换等关键任务。随着铁路运输需求的增长和技术的飞速演进，传统的铁路通信系统已难以满足高效、安全、可靠的运输需求。现阶段，铁路通信系统在数据传输速度、网络延迟、带宽容量及安全性等方面存在瓶颈，影响了整体铁路运输的智能化水平。如何针对这些问题进行有效的优化与升级，成为推动铁路行业可持续发展和保障铁路运营安全的关键课题。

【作者简介】徐广村（1981–），男，中国天津人，本科，工程师，从事铁路通信研究。

2 系统架构的优化

在铁路通信领域，面对日益增长且更加复杂多元的需求，传统的集中式架构已无法满足大规模数据传输与处理的挑战，因此，高效稳定的通信网络布局的构建变得迫在眉睫，当前系统若转向采纳分布式结构设计，将显著提升性能与效率，通过分布式架构，计算和通信功能得以分散到众多节点，有效减轻系统负载压力，从而显著提升系统的响应速度和稳定性 [1]。

在采用分布式架构模式中，系统的数据处理性能得到大幅提升，相较于集中式架构，后者将数据处理集中于单一节点，容易在数据量增加时出现处理瓶颈，尤其在需求高峰时段，现有的系统处理能力不足以应对剧增的数据负载，通过分布式架构，数据可分散至各个节点处理，既减轻了单一节点的压力，又实现了多节点并行处理，从而显著提高了数

据传输的效率。

铁路通信系统面临动态变化的需求，尤其是在高速铁路和长距离跨区域线路中，实际应用场景推动通信系统不断扩展和调整，分布式架构提供灵活性，允许根据需求增加或减少系统节点，从而避免对整体架构进行剧烈变动，并减少了维护和扩展成本。

铁路通信系统的持续运作依赖于其稳定性，而分布式架构能显著增强这种稳定性及系统的容错能力，当系统中某个节点出现故障时，其他节点仍能正常工作，保障整个系统运行的连续性，这样的设计确保了即便在部分节点出现问题时，铁路通信系统也能高效且稳定地运行，避免了运营中断所引发的一系列严重问题。

3 通信协议的升级

铁路专网通信系统中，作为系统内部数据传输与交互的基础规则，通信协议扮演着关键角色，它直接影响着网络的互通性、数据传输的效率以及系统的稳定性，现代铁路系统对高速、大规模数据传输提出了挑战，传统的通信协议在这方面已显不足，尤其是在带宽利用率和传输延迟，及系统兼容性方面，铁路专网通信系统的性能提升及其对未来发展的适应性，关键在于通信协议的升级。

3.1 提升带宽利用率

在新型通信协议中，提高带宽的使用效率被置于关键目标之列，铁路系统在智能化转型过程中，涌现了诸如车载视频监控、实时列车数据采集，以及调度中心与车站间高速数据交换等多种应用，在有限的频谱资源条件下，传统通信协议难以满足这些迅猛增长的新兴应用对带宽需求的高效率数据传输要求。

在铁路领域，传统的通信架构依赖于狭窄的频带进行信息交换，由此导致的数据传输能力低下，无法满足高数据量传输的需求，在现代铁路系统中，加入了大量的高清监控视频和实时环境监测数据等大数据量应用，这使得通信系统的带宽利用率需要进一步提高，面对此一挑战，更新通信协议成为不可或缺的策略，引入 5G 技术的新型通信协议，利用更广泛的频谱资源，通过灵活的频谱分配和多输入多输出技术，大幅提高了数据传输速度和带宽的使用效率 [2]。

动态管理频谱资源，是 5G 通信协议在高密度环境中提升频谱效率的关键，它允许多个设备同时进行高速通信，铁路系统中大量数据并发传输的需求因此得到满足。例如，运行于高铁列车上的各类传感器和视频监控系统设备，均需与地面系统维持持续的实时通信连接，5G 通信协议能够同时为多个设备提供高效带宽分配，有效防止网络拥塞，从而提升整个通信系统的带宽使用效率。

3.2 降低传输延迟

铁路系统中，安全控制和信号的实时传输至关重要，延迟可能直接影响列车运行，在数据传输方面，传统通信协议往往因未针对高速实时场景进行优化，导致较高的延迟现象，延迟问题对列车调度的效率产生负面影响，同时在特定紧急状况下，可能对列车运行的安全性构成威胁。

在通信协议的优化过程中，显著减少数据传输的时间间隔，是至关重要的目标之一，通过运用低延迟的通信协议，实现数据传输的实时性，使得系统能够获取列车运行的关键数据，并快速做出相应的处理，在列车自动控制系统中，系统的安全运行依赖于实时数据的传输与判断，如列车的加速、减速以及紧急制动等操作，一旦数据传输出现延迟，系统的响应可能会出现滞后，从而对列车的安全性产生影响。

尤其是 5G 的现代通信协议，通过引入边缘计算技术并优化数据传输机制，有效减少了传输延迟，5G 协议的应用，能够使铁路通信系统的实时性得到显著增强，其时延可降至 1ms 以下，数据处理借助边缘计算技术，得以在接近数据源的边缘节点实施，这样不仅缩短了数据传输至中央服务器的距离，也减少了传输所需的时间，继而降低了传输时延，针对需要在短时间内进行精确操作的列车调度和实时控制等领域，所进行的改良措施，具有关键性的作用。

3.3 提高协议兼容性

铁路通信系统的顺畅运作依赖于众多子系统和设备的协同工作，这些子系统和设备之间的互相连接是系统稳定运行的基石，不同厂商生产的各类设备，因采用各异通信标准和协议，使得设备间兼容性较低，影响了系统通信效率，并有可能引发通信中断或数据丢失问题。

铁路专网中，为了实现各类设备与系统间的无缝配合，升级通信协议成为一项关键举措，其目标在于提升系统间的兼容性，在通信领域，协议的设计必须涵盖广泛的兼容性，以便为现行设备与系统提供支持，并确保与未来设备之间的无缝对接，这一设计旨在规避协议不兼容引发的必需的大规模设备更新换代和高昂的系统重构费用。

在设计新型通信协议的过程中，制定一致的标准化接口至关重要，这有助于实现不同制造商和不同系统间的顺畅合作。例如，国际标准化组织（ISO）和国际电信联盟（ITU）等机构，针对铁路通信系统的特定需求，已经制定了一系列统一的通信协议标准，这些规范在确保当前系统协同性的同时，也为未来系统的演进提供了充足的弹性空间，铁路部门采纳一致性规范，能够促进不同设施与系统间实现信息的互相流通，从而增强整个体系的功能对接与协同工作能力。

铁路系统的实际运行环境需要被升级的通信协议纳入考量，铁路系统包含诸多固定要素如车站、信号塔等，以及可移动装备如列车、轨道传感器等，这些构成了一个复杂的整体，设备在多样化的作业条件下运行，各自拥有独特的联络要求，因此通信协议必须能够展现出一定的调整能力和多变性，为了保障各种设备在最佳状态下进行通信，通信协议需要具备动态调整通信参数的能力，并能适应设备和环境的不同。

3.4 保障系统的平滑过渡

通信协议的升级并非单次性操作，此过程应确保与现行系统的兼容，并逐步实现向新协议的平稳过渡，铁路部门内部网络的通信设施，许多硬件设施的更换周期较长，而现行通信协议仍基于老旧标准，新制定的通信协议需要兼容旧有协议，以保障系统升级过程中连续无故障运行。

故此，系统的迭代更新应当采纳逐步演变的方法，即采取分步骤的方式推出新的通信协议，在维持现行通信协议稳定运作的基础上，稳步推进系统的改进过程，采取此方法，能规避同时替换所有设备所诱发的巨大经济负担及潜在技术性问题，借助网关或中间件技术，打造新旧协议的桥梁，为不同设备和系统之间的通信提供转换，保障系统的顺利过渡。

在新一代通信协议刚被采纳之时，可利用双协议堆栈机制，以此兼容既有旧版本协议设备，同时服务新协议设备，在大多数设备完成更新换代之后，逐步废止旧有通信协议，推进整个系统的深入改革，通过平滑过渡的方法，能显著减少协议升级的风险与成本，保障铁路通信系统的持续稳定运行 [3]。

4 网络安全性的提升

铁路机构对专门网络的通讯体系进行了技术升级，随着这一升级，系统遭遇的安全威胁逐步上升，在当代，传统的仰赖物理分隔及基础防火墙的安保策略，已不再能高效对付多变的网络攻击及数据安全风险，在改善过程中，关键的一环是增强铁路通信系统的安全功能，在铁路通信系统中，对列车位置、速度及调度信息等关键数据进行加密处理，是首要的安全保护任务，若数据遭受未经授权的取得或修改，将可能触发一系列重大的安全事件，在数据传输环节，利用量子加密或对称加密等尖端技术，能够有力地防止数据被未经授权的第三方截获与篡改，从而保障信息的安全与完整。

在涉及网络安全的领域，确保身份的准确验证是系统安全防护的关键所在，在互联网环境中，传统的认证机制容易被攻克，这可能导致恶意分子伪装成正规用户，从而触发数据的外泄或者系统的失灵，为此，借助生物识别技术以及数字凭证的融合验证方式，旨在增强信息安全保护措施，确保仅有得到授权的用户能够接触关键资料，在网络空间安全领域，构建能够精确进行活动监控及入侵侦测的系统，对于即时追踪网络行为、快速辨识并防范潜在威胁，起到了关键性的作用，利用先进的人工智能技术，此系统能对数据进行深入分析，自主识别潜在的攻击模式和威胁，并迅速采取保护措施，从而有效降低网络风险。

针对铁路通信系统，应进行周期性的安全评估审核与漏洞检测，用以发现并修复系统安全缺陷，借助模拟攻击测试，可以对现行安全策略的有效性做出评价，并且根据新近出现的安全威胁，及时调整应对策略，构建应对突发安全事件的快速反应系统，以实现对可能造成损害的情况进行及时控制和最小化处理，铁路通信系统的安全维护，涉及对工作人员周期性地实施安全认知教育，系统安全依赖于员工的行为和决策，员工是构成安全防线的基石，经过专业训练，员工能有效辨别网络环境中常见的诸如钓鱼邮件和恶意软件等安全威胁，并实施恰当的防御手段。

为了确保铁路通信系统的安全性能得到持续的优化与提升，必须与其所遵守的国家及国际网络安全标准保持一致，并严格遵从业界最佳实践与规范，铁路部门通过与专业安全机构建立合作，能够接触并利用最新的安全信息和技术支持，有效防御多种安全威胁，进而全面提升铁路通信系统的安全防护能力，在铁路通信领域，安全性能的全面提升涉及广泛的工程措施，包括但不限于数据加密、身份验证、监控检测、安全审计、应急响应、员工培训以及行业标准的遵循。为了保障铁路运输的安全性与效率，必须确保铁路通信系统在应对不断增加复杂性的网络环境中，能够持续提供稳定及安全的服务。

5 结语

铁路专网通信系统的优化与升级不仅是技术发展的必然需求，也是保障铁路运输安全、提升运输效率的重要手段。论文通过对系统架构优化、通信协议升级和网络安全性提升三方面的探讨，提出了适应当前铁路行业需求的优化策略。分布式架构的引入不仅增强了系统的扩展性和容错能力，还提升了数据传输效率；通信协议的升级则有效解决了带宽不足和延迟问题，保证了系统的高效运行；而通过强化数据加密、身份认证及网络监控等安全机制，进一步提升了铁路通信系统的整体安全性和可靠性。未来，随着物联网、人工智能等新兴技术的持续发展，铁路专网通信系统将面临更多的创新和挑战。通过不断引入先进技术，优化系统结构和安全策略，铁路专网通信系统必将能够更好地满足高速铁路和智能铁路的需求，为现代化铁路运输提供坚实的技术支撑。

参考文献

[1] 崔毅夫.铁路通信系统中光纤通信技术运用分析[J].中国信息界,2024(5):61-63.

[2] 马腾飞.铁路通信信息技术的发展与应用[J].中国信息界,2024(5):210-212.

[3] 呼元.光纤通信技术在铁路通信系统中的应用[J].数字通信世界,2024(8):130-132.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3612

Application and Optimization of Encryption Technology in Network Data Transmission

Lin Wang

Guizhou West Electric Power Co., Ltd. Qianbei Power Plant, Bijie, Guizhou, 551800, China

Abstract

With the popularization of the Internet and the continuous development of communication technology, the security problem of network data transmission has become increasingly prominent. This paper first introduces the classification and basic principles of encryption technology, and then discusses the application of encryption technology in network data transmission, including chain encryption, end-to-end encryption, node encryption and common encryption algorithms such as AES, RSA, etc. Finally, this paper proposes optimization strategies for encryption technology in network data transmission, including selecting appropriate encryption algorithms, using security protocols, strengthening key management, and real-time monitoring and response. Through these measures, the security of network data transmission can be effectively improved, and user privacy and data integrity are protected.

Keywords

encryption technology; network data transmission; data security

加密技术在网络数据传输中的应用与优化

王林

贵州西电电力股份有限公司黔北发电厂，中国 · 贵州 毕节 551800

摘　要

随着互联网的普及和通信技术的不断发展，网络数据传输的安全性问题日益凸显。论文首先介绍了加密技术的分类与基本原理，然后详细探讨了加密技术在网络数据传输中的应用，包括链条加密、端对端加密、节点加密以及常见的加密算法，如AES、RSA等。最后，论文提出了加密技术在网络数据传输中的优化策略，包括选择合适的加密算法、使用安全协议、加强密钥管理以及实时监控和响应等。通过这些措施，可以有效地提高网络数据传输的安全性，保护用户的隐私和数据完整。

关键词

加密技术；网络数据传输；数据安全

1 加密技术的分类与原理

1.1 对称加密

对称加密是一种采用相同密钥进行加密和解密的加密方式，其显著特点是加密速度快、效率高。然而，这种加密方式在密钥的分发和管理上存在一定的挑战。在常见的对称加密算法中，DES（Data Encryption Standard）是一种历史悠久的算法，它使用 56 位密钥对 64 位的数据块进行加密，尽管已被证明存在安全漏洞，但在某些特定情境下仍具有一定的应用价值。相比之下，AES（Advanced Encryption Standard）作为当前广泛使用的对称加密算法，提供了 128 位、192 位和 256 位三种密钥长度，以其卓越的安全性和加密效率，成为保护敏感数据的首选方案，广泛应用于各种需要确保数据安全性的场景中。

1.2 非对称加密

非对称加密是一种采用不同密钥进行加密和解密的加密方式，分为公钥和私钥。公钥可以公开发布，用于加密数据；而私钥则需妥善保管，用于解密数据。这种加密方式的安全性较高，但加密速度相对较慢。在常见的非对称加密算法中，RSA（Rivest-Shamir-Adleman）算法基于大数分解的困难性，使用一对密钥进行加密和解密，目前尚未找到有效的破解方法，因此具有较高的安全性。而 ECC（Elliptic Curve Cryptography）算法则基于椭圆曲线数学，相比 RSA 算法，在相同的安全性下可以使用更短的密钥长度，从而提高了加密和解密的速度，特别适用于物联网等需要低功耗、高效率加密的场景，具有广泛的应用前景。

1.3 不可逆加密

不可逆加密是一种无需密钥、直接将明文通过加密算法转换为无法解密的密文的加密方式。MD5 和 SHA 是两种常见的不可逆加密算法。MD5 算法广泛被应用，能将任意

【作者简介】王林（1977–），男，彝族，中国贵州贵阳人，本科，工程师，从事网络安全、数字化转型、智慧化建设研究。

长度的数据映射为 128 位的哈希值，尽管存在碰撞攻击等安全漏洞，但在特定场合下仍有一定价值。而 SHA 算法由美国国家安全局设计，包括 SHA-1 及 SHA-2（含 SHA-224、SHA-256、SHA-384、SHA-512）等多个版本，提供了更高的安全性和更长的哈希值，适用于保护数据完整性的各种场景，确保了数据在传输或存储过程中的不可篡改性。

2 加密技术在网络数据传输中的应用

2.1 链条加密

链条加密是一种先进的加密技术，它在信息传输过程中确保了数据的安全性。具体而言，在信息被传送之前，首先会对其进行严格的加密处理。随后，在数据经过链路的各个节点时，每个节点都会对接收到的数据进行解密操作。但这一过程并非仅仅为了读取数据，而是为了对数据进行进一步的处理或验证。完成必要的处理后，节点会利用下一个链条的密钥对消息进行充分的加密，然后再将其继续传送出去。这样的加密和解密过程在链路的每个节点都会重复进行，形成了一个紧密的加密链条 [1]。链条加密的主要作用是掩盖信息的传输源点和终点，从而有效地防止通信信息被恶意分析或窃取。通过不断地变换密钥和加密方式，链条加密能够确保数据在传输过程中的完整性和机密性，为信息的安全传输提供了有力的保障 [2]。因此，在需要高安全性数据传输的场景中，链条加密技术得到了广泛的应用。

2.2 端对端加密

端对端加密是一种先进的数据加密技术，其核心原理在于确保数据在发送端被加密后，仅在接收端才能被解密，从而有效地防止数据在传输过程中的任何环节被非法窃取或恶意篡改。这种加密方式极大地提升了数据传输的安全性。端对端加密的实现离不开加密算法和安全协议的有力支持 [3]。通过采用复杂的加密算法，数据在发送前被转化为难以解读的密文形式，只有在接收端利用相应的密钥和解密算法才能还原为原始明文。这一过程中，即使数据在传输途中被截获，也无法被轻易解读。此外，安全协议如 HTTPS 中的 SSL/TLS 加密技术，为端对端加密提供了坚实的保障。在 HTTPS 协议下，数据在客户端与服务器之间传输时，会经过 SSL/TLS 加密技术的处理，确保通信的双方能够安全地交换信息，防止数据泄露和篡改的风险 [4]。因此，端对端加密技术在保障互联网通信安全方面发挥着至关重要的作用。

2.3 节点加密

节点加密是一种在数据传输过程中保障数据安全的重要技术。它采用密文形式进行数据传送，确保所有传输的数据都经过加密处理，这一过程对用户而言是明确且可知的。与链路加密相比，节点加密在网络节点的处理方式有所不同。具体来说，当数据到达网络节点时，并不会直接进行加密操作 [5]。相反，节点会首先对接收到的数据进行解密处理，以便在节点内部进行必要的操作或验证。完成这些操作后，节点会使用另一个不同的密钥对数据进行再次加密，以确保数据在后续传输过程中的安全性。这一过程需要在节点之上的安全模块中进行实践操作，以确保加密和解密操作的准确性和安全性。通过这种方式，节点加密能够有效地防止数据在传输过程中被非法窃取或篡改，为数据传输提供了更加可靠的保障 [6]。因此，在需要高安全性数据传输的场景中，节点加密技术得到了广泛的应用和认可。

2.4 使用安全协议和加密算法

在网络数据传输领域，确保数据安全至关重要，而使用安全协议和加密算法正是实现这一目标的关键手段。常见的安全协议如 SSL/TLS 和 IPSec，以及加密算法如 AES 和 RSA，共同构成了数据传输的安全基石。SSL/TLS 协议，作为网络通信中的保密性和数据完整性保障，广泛应用于 HTTPS、FTPS 等场景。它们通过加密数据传输通道，确保数据在传输过程中不被窃取或篡改，从而维护了数据的机密性和完整性。而 IPSec 协议则是一组专为 IP 数据包提供安全性的协议，它在 IP 层提供认证、完整性和加密服务，有效防止了数据在网络通信中受到未经授权的访问和篡改。

3 加密技术在网络数据传输中的优化

3.1 选择合适的加密算法

在选择加密算法时，我们需细致考虑应用场景及实际需求。对于涉及敏感数据传输的场合，对称加密算法无疑是理想之选，其中 AES（高级加密标准）凭借其卓越的加密效率和坚实的安全性，成为众多领域中的佼佼者。AES 算法不仅能够快速处理大量数据，同时提供了 128 位、192 位及 256 位等多种密钥长度，以满足不同安全级别的需求，确保数据在传输过程中的机密性。然而，在需要确保数据完整性及来源可信性的场景下，非对称加密算法则展现出了其独特的优势。RSA（Rivest-Shamir-Adleman 算法）作为非对称加密领域的经典之作，通过公钥与私钥的巧妙配合，既实现了数据的加密传输，又确保了数据的完整性和发送者的身份认证 [7]。此外，数字签名技术也是保护数据完整性和来源可信性的有力工具，广泛应用于电子合同、软件分发等领域。

3.2 使用安全协议

在数据传输过程中，确保数据的机密性和完整性是至关重要的。为此，使用安全协议成为一种行之有效的解决方案。TLS/SSL 协议是其中最为常见的安全协议之一。它通过在数据传输通道上建立加密连接，有效地防止了数据在传输过程中被窃听或篡改。无论是进行网页浏览、在线购物，还是进行敏感信息的传输，TLS/SSL 协议都能提供坚实的保护。它利用复杂的加密算法和密钥管理机制，确保数据在客户端与服务器之间的传输过程中始终保持机密性和完整性。此外，IPSec 协议也是保护数据传输安全的重要手段 [8]。它专注于为 IP 数据包提供全面的安全性保障。通过 IPSec 协议，

可以对 IP 数据包进行加密、认证和完整性校验，从而确保数据在传输过程中不会受到未经授权的访问和篡改。这一协议广泛应用于企业网络、远程访问和虚拟专用网络（VPN）等场景，为数据传输提供了可靠的安全保障。

3.3 加强密钥管理

密钥管理在加密技术中扮演着举足轻重的角色，它直接关系到加密系统的安全性和可靠性。为了筑牢密钥的安全防线，我们必须对密钥的生成、存储、分发及更新等各个环节实施精细化的管理。在密钥生成阶段，应确保算法的随机性和不可预测性，以产生高强度、难破解的密钥。随后，密钥的存储也需格外谨慎，防止被未经授权的人员获取。此时，硬件安全模块（HSM）便成为我们的得力助手。HSM 通过提供物理隔离和高级别的安全机制，能够确保密钥在存储过程中的安全性和完整性。在密钥分发环节，需要建立安全的分发渠道，确保密钥能够准确无误地送达指定的接收方 [9]。同时，密钥的更新也至关重要，它有助于我们应对潜在的安全威胁，保持加密系统的持续强健。

3.4 实时监控和响应

构建一个实时的数据传输安全监控系统，是提升系统安全性的重要举措。该系统能够即时监测数据传输过程中的各类异常行为，如数据泄露、篡改等潜在安全威胁，从而迅速采取应对措施，确保数据传输的安全无虞。在这一监控系统中，先进的检测技术和算法发挥着至关重要的作用。它们能够精准识别数据传输中的异常模式，及时发出警报，为安全团队提供宝贵的时间窗口，以便迅速定位问题源头并启动应急响应机制。同时，实时的响应措施也是监控系统不可或缺的一环。一旦检测到异常行为，系统应立即触发预设的应急预案，包括但不限于隔离受感染区域、阻断恶意数据传输、启动数据恢复程序等，以最大限度地减少安全事件对系统的影响。

3.5 定期更新加密算法和协议

随着计算技术的飞速进步和算法研究的不断深入，传统的加密算法与协议正逐渐面临被破解的风险，这对数据传输的安全性构成了潜在威胁。为了确保数据传输的持续安全，定期更新加密算法和协议显得尤为重要。加密算法和协议的更新不仅是为了应对已知的破解方法，更是为了预防未来可能出现的安全漏洞。通过引入新的、更强大的加密算法，可以有效提升数据传输的保密性和完整性，使得潜在的攻击者难以突破安全防线。同时，密切关注新的安全威胁和技术发展动态也是确保数据传输安全的关键。随着技术的不断进步，新的安全漏洞和攻击手段层出不穷。因此，需要定期评估当前加密技术的应用策略，及时调整和优化，以适应不断变化的安全环境。此外，更新加密算法和协议还可以提升系统的兼容性和互操作性。随着技术的发展，一些旧的加密算法和协议可能逐渐被淘汰，而新的算法和协议则可能成为新的标准 [10]。通过及时更新，可以确保系统能够与其他系统无缝对接，实现数据的顺畅传输。

4 结论

加密技术在网络数据传输中发挥着至关重要的作用。通过选择合适的加密算法、使用安全协议、加强密钥管理以及实时监控和响应等优化策略，可以有效地提高数据传输的安全性和效率。随着互联网的不断发展和通信技术的不断进步，加密技术将继续在网络数据传输中发挥着越来越重要的作用。未来，需要继续关注新的安全威胁和技术发展动态，不断探索和创新加密技术的应用策略和方法，以更好地保障用户的数据安全和隐私。

参考文献

[1] 姜森.数据加密技术在计算机网络安全中的应用研究[J].网络安全技术与应用,2024(4):31-32.

[2] 祖晓明.数据加密技术在计算机网络通信安全中的应用策略[J].信息记录材料,2024,25(2):30-32.

[3] 程光德.数据加密技术在计算机网络安全中的应用研究[J].信息记录材料,2024,25(2):84-86.

[4] 曹剑锋.数据加密技术在计算机网络通信安全中的应用实践[J].数字技术与应用,2024,42(2):103-105.

[5] 李荣,夏天勇,张琪,等.论数据加密技术在计算机网络安全中的应用[J].网络安全技术与应用,2024(1):24-25.

[6] 乔中辉.数据加密技术在计算机网络安全中的应用[J].中国宽带,2023,19(11):91-93.

[7] 张洲.数据加密技术在网络通信安全中的应用[J].中国宽带,2023,19(11):28-30.

[8] 陈克通.浅析数据加密技术在计算机网络安全中的应用[J].电子元器件与信息技术,2023,7(10):193-196+202.

[9] 吕维宗.数据加密技术在计算机网络中的应用[J].电子技术,2023,52(9):152-153.

[10] 闫军.数据加密技术在计算机网络信息安全中的应用研究[J].信息记录材料,2023,24(9):152-154.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3613

Discussion on the Establishment of an Information Platform for College Graduates Returning to Their Hometown for Employment and Entrepreneurship

Jiajia Yang Xingjian Wan Qi Song

China University of Labor Relations, Beijing, 100048, China

Abstract

Talent construction is the key to promote rural revitalization. At present, the employment of graduates is difficult and the serious shortage of rural talents is the prominent problem of talent work. Attracting talents to return to their hometown is not only an important link in rural revitalization, but also a powerful measure to improve the employment status of college graduates. This paper aims to through the investigation of home employment status and comparative analysis of some ministries of home employment platform construction, clear the trend of low employment intention and influencing factors, points out that the problems existing in the employment platform, from the perspective of platform to explore a national platform for breakthrough solution path, help graduates returning employment to promote rural revitalization.

Keywords

returning home for employment; rural revitalization; platform construction; employment and entrepreneurship

关于促进高校毕业生返乡就业创业问题的研究——对建立高校毕业生返乡就业创业信息平台的探讨

杨佳佳 万行健 宋奇

中国劳动关系学院，中国 · 北京 100048

摘 要

人才建设是推进乡村振兴的关键所在。当前，毕业生就业难的同时乡村人才严重不足的矛盾是人才工作的突出问题。吸引人才返乡，不仅是乡村振兴的重要环节，更是改善高校毕业生就业现状的有力措施。论文旨在通过对高校生返乡就业现状的调查与对部分高校部委返乡就业平台建设情况的比较分析，明晰高校生返乡就业意愿低的趋势及影响因素，指出就业平台存在的问题，从平台视角探索以建设全国性平台为突破的解决路径，助力毕业生返乡就业推动乡村振兴。

关键词

返乡就业；乡村振兴；平台建设；就业创业

1 引言

伴随中国教育事业的蓬勃发展，特别是本科生扩招以来，毕业生数量迅猛增长，就业局势愈发严峻 [1]。众多毕业生涌入人才市场，致使岗位竞争极为激烈。部分高校专业设置与市场需求存在脱节现象，热门专业的毕业生供过于求，而新兴产业所需人才却供应匮乏。企业为降低用人成本，常常抬高招聘门槛。全球经济增长动力不足，中国经济转型升级压力重重，增速呈放缓态势 [2]。

【基金项目】2023 年度中国劳动关系学院大学生创新训练项目“关于探索解决高校学生返乡问题的路径之研究”（项目编号：X202312453042）。

【作者简介】杨佳佳（2004–），女，中国宁夏银川人，在读本科生，从事政治学与行政学研究。

2 高校大学生返乡就业创业现状的问卷调查分析

2.1 问卷调查的基本情况

本次调查以全国高校在校生和毕业生为调查对象，主要聚焦中部地区，旨在收集参与者对返乡就业创业的认知情况以及影响因素。问卷于 2023 年 9 月 16 日至 11 月 16 日期间发放，共计发放 442 份，回收 420 份，有效率高达 95%。

2.2 大学生返乡就业创业问卷调研情况

调查主要从已经返乡就业、有返乡就业意愿和无返乡就业意愿这三个方面展开。

2.2.1 已经返乡者情况

在信息来源方面，鉴于受访者主要为大学生返乡就业

者，相对较多的受访者是通过学校宣传以及相关公众号推送获取信息的，这两种渠道占据了受访者选择的 40%。此数据显示，大学生对返乡就业问题关注不足、了解不够，缺乏积极性，仅仅被动地听从学校和熟人的建议。同时，这也反映出互联网平台在学生的信息获取和政策宣传方面作用重大。

最后，在对返乡现状满意度的调查中，虽然返乡宣传和返乡政策都获得了较高的满意度，但受访者对返乡现状整体却呈现出不满意的局面。这一矛盾可能意味着，返乡前的宣传工作与政策支持和返乡后就业者实际所需的信息与资源存在一定的错位。

2.2.2 有返乡就业意愿者情况

距离父母近以及就业稳定压力小是主要的考虑因素。人脉关系以及家乡较小的竞争压力也是返乡意愿的重要基础。互联网平台成为信息获取的首选渠道，半数受访者认为与前辈进行线下沟通也非常重要。

信息获取渠道方面，互联网平台是受访者首选，有返乡意愿者对线上渠道（含政府官网和公众号）需求和关注更大，因其及时、高效、便捷。交流需求调查中，受访者认为找到有返乡意愿或经验者不易，家庭支持和前人指导重要，半数觉得与学长学姐线下沟通重要，因面对面交流对返乡就业有启发。阻碍返乡就业因素认同度调查显示，大部分受访者认同经济落后、专业无前景发展慢是阻碍因素，对经济稳定性和收入水平有担忧，交通、医疗和教育等公共服务是吸引人才关键因素。

2.2.3 无返乡就业意愿者情况

不愿返乡的受访者更加关注薪资待遇，倾向于经济活跃的地区，认为家乡的经济吸引力不如大城市。要吸引他们返乡就业，需要充分发挥精神文化的作用，政策与家庭提供的支持至关重要。

3 信息平台建设对大学生返乡就业创业的影响与作用分析

3.1 大学生返乡就业创业影响因素

3.1.1 精神因素与外部因素共同作用

对于大学生来说，政策支持与建设家乡的精神满足是相对主要因素，家乡归属感、城市就业压力等也起到关键作用，在返乡就业中，精神层面和外部环境因素共同影响着大学生的选择。

3.1.2 经济因素始终关键

已返乡就业者表示：在返乡现状中，薪资福利是影响返乡意愿的最大因素，同时职业发展前景和基础设施也不可忽视；多数调查者认为家乡经济无优势，薪资期望也不高，虽然经济因素对吸引大学生返乡就业至关重要，但目前的情况下只能寻求稳定。

3.1.3 线上渠道日益重要

传统的学校宣传与新兴的互联网平台对于大学生获取信息具有重要作用，线上渠道在不同年龄段的群体中显示出了：年龄越小使用率越高的特点，这充分反映出随着互联网发展，线上信息渠道对于大学生获取信息的帮助越来越突出。

3.2 信息平台建设对大学生返乡就业创业影响的比较分析

对于平台的调查分析，主要从返乡界面引导、返乡政策信息、返乡就业资源、就业交流互助几个方面进行考察。

3.2.1 返乡界面引导

该指标检验的是平台是否设置了返乡就业专属通道、整合返乡资源及开辟返乡就业专区。部委平台返乡界面引导完善，有专门入口且能实时显示就业人数与岗位数，为返乡就业者提供参考。调查 11 所高校，无论层次均有基础服务。高水平院校界面导航在就业反馈调查与在线签约上更优，低水平院校返乡就业引导出色，不少高校主界面设地方就业入口，而高水平院校就业平台聚焦高端岗位，对返乡就业机会重视不足。

3.2.2 线上返乡能力

该指标考核平台能否为有返乡就业需求学生提供线上操作功能。9-2 院校普遍开展相关功能，多数平台支持学生线上报表申请和简历递交。普通院校在这方面逊于高层次院校，许多平台无线上操作能力，不能提供线下就业资料，技术水平低且缺乏在线就业及业务办理能力。院校 C 的线上平台建设出色，有全流程服务功能，还利用 AI 技术创新服务，提供 AI 简历、面试等功能提升效能。

3.2.3 返乡政策资源

该指标评价的是平台对返乡就业政策的拟合度，考核平台有无专门整合、主动提供政策支持。政策资源是平台基本首要服务。9-2 院校政策资源丰富但不重视返乡政策，返乡政策与其他政策交错且检索不便。普通院校返乡政策资源导向性和整合度不足，虽设专门地方政策板块方便学生获取信息，但更新不及时使平台形同虚设。

3.2.4 返乡就业资源

该指标衡量平台能否为有志返乡发展的学生提供丰富、针对性强的就业信息与岗位，确保学生有效返乡就业机会。高层次院校凭借学术声望及政策利好，吸引众多单位，其就业平台有丰富返乡岗位，精准对接学生需求，提供直接高效返乡渠道，但这些岗位常嵌于庞杂就业资源中。较低层次院校在吸引用人单位合作及拓展资源网络上力有不逮，对学生资源拓展助力微弱。

3.5 返乡实时更新

该指标评估平台信息更新频率和时效性，要求平台及时更新返乡就业动态。部委平台管理能力强，是政策发布更新前沿。相比之下，全国性就业平台 L 信息更新能力不如省级平台 M，存在政策更新不及时问题。高等院校信息实时更新达专业标杆水准，其就业平台保障资源时效和丰富性，提供返乡就业资讯。普通院校信息更新滞后、内容陈旧，平台维护更新形式化，无助于学生就业指导和资源拓展，暴露就业服务体系短板。

3.6 返乡交流互助

该指标考察的是平台是否构建了有效返乡就业交流平

台、使得学生间可以进行经验分享，重在考核交互性。但目前各层次平台包括部委平台都未完全满足这一指标。几乎所有高校虽有交流分享会，却多为单向输出，很少有院校在平台上建设供不同情况学生进行经验分享、情感交流和自由联系的专门板块与功能。

4 当前信息平台建设存在的问题与困境

其一，就业渠道宣传力度不足。返乡渠道并没有得到充分的宣传，同时宣传内容与实际存在错位情况，就业渠道宣传引导不足导致大学生获取信息效果不佳。其二，平台规范性不足。院校中部分高水平院校对基层和乡村返乡就业机会重视不足、政策资源整合不足；普通高校就业平台建设缺乏规范性、更新不及时，平台政策资源管理不规范。其三，返乡就业资源不足。多数院校吸引用人单位合作能力不足，就业服务停留在基础信息层面，返乡就业资源不足问题突出。其四，交流互助功能缺失。现有平台难以满足交流互助要求，多数高校缺乏专门交流版块与功能，部分院校虽有交流措施但未形成自由交流系统网络。其五，院校之间差异大。各高校就业平台质量良莠不齐，院校间“割据分立”，服务质量和效率差异大，阻碍大学生返乡就业。

5 建立全国性返乡就业创业平台的路径探索

5.1 基本原则

加强平台宣传引导，鉴于大学生信息来源渠道单一难快速获取平台信息，应加大宣传力度，利用多种渠道宣传并与高校就业指导中心合作；规范平台建设，完善功能提供一站式服务，加强信息审核确保真实准确，建立互评和服务评价机制以提升服务水平；整合返乡就业资源，收集整理岗位信息并与地方政府和企业合作，整合政策提供咨询与申请指导，与金融机构合作提供创业资金支持；弥补交流互助功能缺失，建立交流社区邀请专业人士入驻，开展线上活动和举办分享会激发大学生返乡就业热情；构建全国性交流平台，加强与其他地区平台合作实现资源共享和信息互通，组织全国性交流活动推广成功经验，为地方政府和企业提供借鉴推动全国返乡就业工作 [3]。

5.2 具体路径

5.2.1 线上公众号平台

①平台的职能。建立线上公众号平台可广泛应用数字技术，为国家治理现代化提供支撑。该平台以公众号形式建立，可操作性高、参与门槛低。加快毕业生返乡就业创业平台建设，既有利于整合返乡政策、加速资源汇聚共享，又利于构建信息交流空间、打破信息差，实现毕业生返乡就业问题的广泛快捷沟通。

平台开设政策宣传、经验交流、所需人才、对话政府等功能。政策宣传负责整合各地高校毕业生就业创业扶持政策，如创业补贴、税收优惠等，鼓励毕业生投身创业领域。经验交流负责分享回乡体验，讲述经历，使其他成员对家乡发展的情况有深入的了解。就业岗位广泛收集各单位就业岗位信息，涵盖岗位要求、薪资待遇、工作地点等内容。建立青年人才数据库，匹配并推荐大学生专业、技能、兴趣等信息与就业岗位。对话政府部分包括搭建大学生与政府部门沟通桥梁，组织座谈会、交流会等活动，使大学生与政府人员面对面交流，反映需求建议，也让政府更好地了解大学生想法诉求，为政策制定提供参考 [4]。

这就需要平台与政府保持密切联系，既在政府发布政策时进行及时的总结宣传，又要将用户针对返乡就业存在的问题所提出的意见反馈给政府，帮助政府更好的进行决策。

②平台的建设历程。平台建立初期，寻求学校就业创业部门资源支持，召集有兴趣的学生参与规划设计，学生与学校组成运营维护团队。该团队确定平台目标定位及服务对象，进行技术开发建设，确保稳定性与安全性，提高知名度与影响力并积极宣传，制定严格管理制度确保信息真实准确及时，审核筛选就业信息和创业项目，建立用户反馈机制改进服务。平台不断优化服务内容，增加功能特色满足学生需求，提高吸引力吸引更多学校和学生参与，就业信息和创业项目更丰富，用户数量增加，也吸引企业和社会组织关注并合作，提供实习机会、创业资金和项目支持等 [5]。

5.2.2 线下跨校交流分享会

①组织结构。除建立线上公众号平台外，线下配合设置跨校交流分享会。各级协会内部采用矩阵式管理，灵活组织项目组。协会设会长一名、副会长两名、秘书长一名，成立理事会、秘书处、信息宣传部、活动组织部。协会与线上平台运营维护团队成员一致，总协会对各校分会实行垂直管理。②协会的职能。提供创业培训与指导，组织经验分享交流，邀请成功企业家和学者分享经验、趋势及动态，通过案例分析和互动助大学生掌握创业知识技能，开展创业培训课程；搭建资源对接平台，与多方合作争取政策支持和资源对接，组织路演和投资对接会，邀请专业人士评估指导，为创业项目提供展示机会；营造返乡创业氛围，通过比赛活动展示成果、宣传典型，积极宣传政策和案例，提高知名度和影响力，吸引更多大学生创业。

6 结语

通过对高校毕业生返乡就业创业问题和平台的比较分析探讨，可以清晰地认识到高校毕业生作为重要的人才资源，对其返乡就业推动乡村振兴具有不可忽视的作用，而构建一个完善且具有创新性的就业信息平台，能够为毕业生与家乡就业市场之间搭建起便捷、高效的沟通桥梁。

参考文献

[1] 南绍赫.乡村振兴背景下高校毕业生农村就业创业意愿影响因素的实证研究[J].中国市场,2024(26):68-71.

[2] 陈雁雪.乡村振兴视域下大学生返乡就业创业的现实困境及实践路径[J].山西农经,2024(16):14-16.

[3] 胡鑫.乡村振兴战略人才支撑体系建设研究[D].吉林:吉林大学,2021.

[4] 康丹.当前大学生就业新趋势研究[J].现代交际,2018(16):136+135.

[5] 周大崴.农村籍大学生返乡创业意愿培育途径的实践探索[J].农村经济与科技,2019,30(10):235-236.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3614

Key Technology and Application Analysis of the Automatic Control System of High-strength Wire Rod

Bo Ruan

Jiangsu Shagang Group Co., Ltd., Zhangjiagang, Jiangsu, 215625, China

Abstract

With the rapid development of manufacturing industry, the demand for high-strength wire rod in aviation, automobile, construction and other fields is increasing, and the accuracy and efficiency of its production process has become an important factor affecting the competitiveness of enterprises. Traditional wire production faces challenges with low efficiency and unstable quality, and the application of automatic control system provides a new way to solve these problems. This study focuses on the automatic control system in the production of high strength wire, and discusses its key technologies and application practices. By analyzing the architecture design of the control system, key algorithms, sensor applications, and intelligent fault diagnosis and feedback control technologies, the system demonstrates the important role of these technologies in improving production efficiency and ensuring product quality.

Keywords

high-strength wire rod; automatic control system; intelligent manufacturing; sensor technology; industrial automation

高强度线材自动化控制系统关键技术与应用分析

阮勃

江苏沙钢集团有限公司，中国 · 江苏 张家港 215625

摘　要

随着制造业的高速发展，高强度线材在航空、汽车、建筑等领域的需求不断增长，其生产过程的精确性和高效性成为影响企业竞争力的重要因素。传统的线材生产面临着效率低、质量不稳定等挑战，而自动化控制系统的应用为解决这些问题提供了新的路径。本研究聚焦于高强度线材生产过程中的自动化控制系统，探讨其关键技术和应用实践。通过分析控制系统的架构设计、关键算法、传感器应用，以及智能化故障诊断与反馈控制技术，系统展示了这些技术在提升生产效率和保证产品质量中的重要作用。

关键词

高强度线材；自动化控制系统；智能制造；传感器技术；工业自动化

1 引言

高强度线材是一类广泛应用的关键材料，其具备高强度、耐腐蚀、耐疲劳等优异性能。这些材料不仅能满足复杂环境中的高性能要求，还在新兴领域中发挥着日益重要的作用，如新能源设备、轨道交通以及精密仪器制造。本研究旨在分析高强度线材自动化控制系统的关键技术，构建一套高效、稳定的控制体系，提升生产过程的自动化水平与产品质量。通过本研究，希望为高强度线材生产企业提供理论与实践相结合的解决方案，推动行业的技术进步与智能化转型。

【作者简介】阮勃（1972–），男，中国陕西商南人，本科，高级工程师，从事电气自动化研究。

2 高强度线材自动化控制系统的构建与技术基础

2.1 系统架构设计

高强度线材自动化控制系统的总体架构包括数据采集层、控制执行层、系统管理层以及监控反馈层四个模块。数据采集层利用传感器和数据采集模块，实时监测张力、温度和位移等关键参数，为系统提供高精度的生产数据支持。控制执行层由 PLC 和工控计算机组成，它们负责接收采集的数据并发出控制指令，驱动执行机构（如电机、液压装置）完成生产操作。系统管理层基于制造执行系统（MES），实现对生产流程的整体管理与协调，确保各个环节的紧密衔接与高效运行 [1]。监控反馈层通过智能监控系统进行实时数据监控与报警反馈，并与云平台连接，实现远程监控和操作管理。数据采集通过传感器完成，并实时传输至 PLC 或工控机进行初步处理。整个控制流程采用闭环反馈机制，将采

集到的生产参数与设定值进行实时比较，并根据产生的偏差自动调整控制信号，确保生产过程的稳定性和高精度控制。同时，系统还通过数据库或 MES 平台记录生产过程中的关键数据，实现历史数据查询与分析，为故障诊断和系统优化提供数据支持。通过这套架构和控制流程，系统能够提升生产效率、确保产品质量，并减少生产过程中的人为干预和操作误差。

高强度线材自动化控制系统层级说明表见表 1。

2.2 控制算法与智能优化技术

PID 控制算法（比例—积分—微分控制）广泛应用于自动化系统中，以确保关键参数（如张力和温度）在设定值范围内保持稳定。但在高强度线材生产中，传统 PID 控制在应对复杂的非线性系统时存在局限性，因此需要进行算法优化。常见的优化方法包括增量 PID 算法和自整定 PID 控制。增量 PID 算法通过逐步调整控制信号，降低系统响应中的抖动，提高控制的精度与稳定性 [2]。自整定 PID 控制则使系统能够根据不同的工况变化，自动调整控制参数，适应多样化的生产需求。且预测控制和自适应控制技术在高强度线材生产中的应用进一步增强了系统的灵活性与智能化水平。预测控制基于数学模型，提前预测未来系统的状态，并提前调整控制参数，以确保系统在动态环境中的稳定性和控制效果。自适应控制则使系统具备动态学习和优化能力，根据生产环境和工况的实时变化，自动调整控制策略，确保在复杂生产条件下依然保持高效稳定的运行。这些智能优化技术不仅有效提升了系统的应变能力，还减少了人为干预的必要性，提高了生产过程的自动化水平。

控制算法优化流程图见图 1。

表 1 高强度线材自动化控制系统层级说明表

层级	主要功能	涉及技术
系统管理层	管理生产流程，确保各环节高效衔接；支持数据分析与优化	MES 平台、数据可视化界面
监控反馈层	实时监控与报警，支持历史数据分析，连接云平台实现远程监控	SCADA 系统、云计算平台
控制执行层	接收数据并发出控制指令，驱动执行机构进行操作；基于反馈调整控制信号	PLC、工控计算机、闭环反馈控制系统
数据采集层	采集并传输张力、温度、位移等参数，初步处理后传送给控制系统	力矩传感器、位移传感器、温度传感器

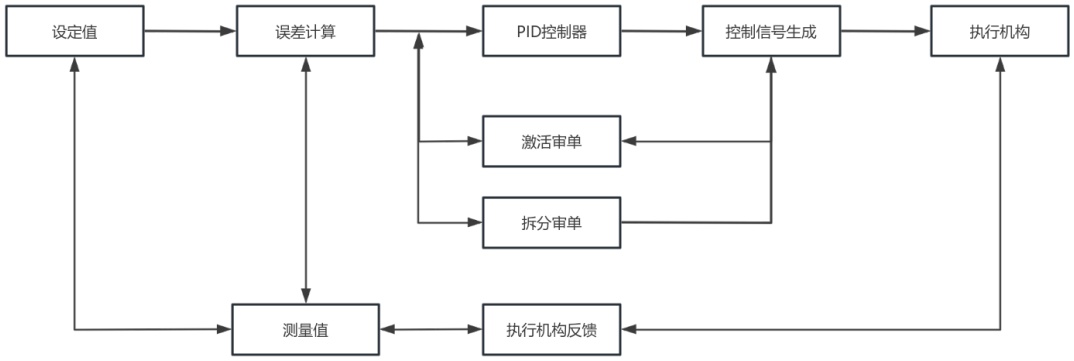

图 1 控制算法优化流程图

2.3 关键设备与传感器技术

在高强度线材自动化控制系统中，关键设备和传感器的选择至关重要。力矩传感器用于测量设备传动过程中产生的扭矩，确保动力传输的平稳性，以防止传动过程中因扭矩波动影响生产稳定性。位移传感器用于监测线材的位移与位置变化，实现对线材移动过程的精准控制和动态调整，保证产品的尺寸精度。温度传感器用于控制生产过程中各阶段的温度变化，避免因温度不当导致线材性能下降或材料变形。这些传感器的合理选择与应用是保障生产稳定性和产品质量的重要基础。多种传感器通过总线系统（如 Modbus、CAN 等）集成至控制平台，确保数据传输的高效性与准确性。传感器数据集成平台实时采集并分析各类传感器反馈的数据，为控制系统提供精确的参数支持和实时反馈，提升系统的响应速度与控制精度 [3]。为提高系统的互操作性，系统采用 OPC UA 协议进行数据交换，实现各模块之间的无缝连接与协同工作。通过这种高效的数据集成与互联方案，系统能够实现对生产全过程的智能监控和优化控制，确保高强度线材的生产质量和运行效率。

3 系统应用中的关键技术

3.1 实时监测与反馈控制技术

在高强度线材的生产过程中，实时监测与反馈控制是确保生产效率和产品质量的关键环节。生产过程中涉及的张力、温度、位移和速度等关键参数需要以毫秒级精度进行采集与处理，以保证系统能够及时响应变化并保持稳定运行。实时数据采集系统利用力矩传感器、位移传感器和温度传感器等设备，通过 Modbus、CAN 总线等工业通信协议与 PLC（可编程逻辑控制器）或工控计算机连接，实现高速数据传输和处理。系统需具备高采样频率，并采用滤波算法去除噪

声，确保数据的准确性。采用闭环反馈控制机制后，系统将采集到的实时参数与设定值进行比较，计算出误差信号，并根据该信号发出指令，调整电机、液压装置等执行机构，确保生产参数快速回归正常状态 [4]。这种反馈机制可在生产过程中应对张力或温度的变化，如张力传感器检测到异常时，系统会立即调整卷绕设备速度恢复平衡。在温控环节，系统能通过减少加热功率避免材料性能受损。通过这一技术，企业能够降低生产成本、提高产品质量，并满足复杂工况下的多样化需求。

3.2 高精度张力控制与均匀性保障

在高强度线材生产过程中，张力控制的稳定性直接决定了产品的质量和性能。张力不稳定容易导致线材在生产过程中发生断裂、弯曲、尺寸不均匀等问题，进而影响产品的使用寿命和性能。因此，系统需配备张力自动调整技术，保证线材在不同生产阶段的张力保持一致。为了实现这一目标，系统采用多级传感器实时检测张力数据，包括在线力矩传感器和速度传感器等，用于监测卷绕、放线和牵引过程中张力的变化。传感器将采集的数据通过工业总线传输至控制系统，系统结合预设的张力标准值，通过闭环反馈控制算法实现动态调整。精度控制是张力管理的关键挑战。在不同工况下，线材张力可能受到设备速度变化、摩擦力变化和环境温度等因素的影响，导致系统的控制难度增加 [5]。基于此类情况，系统引入了自适应 PID 控制算法，通过实时调整控制参数来应对生产中的非线性问题。当传感器检测到张力偏离设定值时，系统会自动调整卷绕电机的速度或牵引设备的力度，确保张力迅速恢复至目标范围内。自适应 PID 算法能够根据环境和设备状态的变化，自动优化控制策略，减少系统响应时间，提高控制精度。

系统还采用张力分级控制策略，针对不同工序设定多级张力控制目标，如卷绕和放线阶段的张力要求不同。在每个工序中，传感器反馈的实时数据与预设值进行对比，系统根据误差大小自动进行动态调整。这种多级控制策略保证了线材在整个生产流程中的张力均匀性，避免了不同环节之间因张力变化导致的质量问题。通过高精度张力控制技术，系统不仅保障了线材的尺寸一致性和结构稳定性，还大幅降低了废品率，提升了生产效率。此外，系统还支持数据记录与分析，结合 MES 平台的数据追踪功能，为后续的工艺优化和产品性能提升提供数据支持。总体而言，高精度张力控制技术的应用，确保了高强度线材产品在复杂生产条件下的高质量输出，并满足了高性能应用领域对尺寸精度和材料性能的一致性要求。

3.3 故障诊断与自动化维修技术

在复杂的自动化生产系统中，故障诊断与维修能力对确保生产效率和设备稳定性至关重要。为了解决高强度线材生产过程中设备复杂、故障频发的问题，系统结合了故障诊断模型与大数据分析技术，从大量历史数据中挖掘故障模式和潜在的风险点，实现设备的智能化管理。通过传感器实时采集关键参数（如设备的运行速度、扭矩、温度等），并结合历史数据建立预测模型。当系统检测到设备参数异常或某些变量的趋势偏离正常范围时，立即启动预警机制，并分析可能的故障原因。例如，某卷绕电机的历史数据表明其在运行 1000 小时后，扭矩波动增加，同时伴随温度异常升高，故障检测系统通过这些趋势数据预测到电机故障概率达到了 15%。类似的，液压系统在超过 1200 小时的运行过程中，虽然故障发生频率较低，但系统通过数据积累分析出每 600 小时可能发生一次故障，概率为 10%。根据这些数据，系统能够提前做出维护建议，避免生产的意外中断。这种智能化的故障诊断和维护技术不仅提高了设备的使用寿命，减少了维护时间，还优化了企业的生产效率，降低了运营成本，保障了高强度线材生产的稳定性和连续性。

3.4 温控与材料性能控制技术

温度控制在高强度线材的生产过程中对产品质量起着至关重要的作用。不同的生产阶段对温度有着不同的需求，科学的温控策略能够保证生产的顺利进行，同时确保线材在各个工序中保持优良的力学性能。在拉伸工艺中，保持恒定的温度可以防止材料的脆化或延展性不足，从而确保线材在承受高应力时不出现断裂或形变。系统通过温度传感器实时采集生产线上的温度数据，并通过闭环控制系统进行自动化调节。当传感器检测到温度偏离设定的理想值时，系统会立即调整加热器或冷却设备的功率，以快速将温度恢复到最佳范围。该闭环控制机制确保了生产过程中的温度稳定性，从而避免了因温度波动导致的材料性能不稳定问题。温度控制不仅影响生产的稳定性，还对线材的最终力学性能产生直接影响。

4 结论

本研究围绕高强度线材生产过程中的自动化控制系统展开，分析了系统的构建及关键技术在提升生产效率和产品质量方面的应用价值。通过本次研究，我们不仅为企业提供了理论支持和实践指导，还为高强度线材生产系统的未来优化提供了重要的参考。智能化控制技术与自动化系统的深度结合，将持续推动制造业的转型升级，为航空、汽车、建筑及其他高性能需求领域提供更加优质的产品和服务。

参考文献

[1] 韩延伟.线材自动挂牌机器人系统构建与视觉识别[D].秦皇岛:燕山大学,2023.

[2] 刘传鑫.用于熔融沉积成型的载药线材的制备与打印性能研究[J].长沙:湖南大学,2023.

[3] 陆文君.聚乳酸基木塑复合3D打印线材制备及其成型研究[D].苏州:苏州大学,2019.

[4] 姜岳良.基于图像识别的线材测径系统设计[J].辽宁科技大学,2021(5).

[5] 叶顺强.基于机器视觉的线材直径和椭圆度实时检测系统研究[D].合肥:安徽大学,2023.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3615

Research on the Operating System of Pipe Robot Rocker

Haibin Yang Jinbi Wang

Jincheng Expressway Management Co., Ltd., Jincheng, Shanxi, 045000, China

Abstract

The remote sensing operating system is inseparable from the human-computer interaction, which can ensure the effectiveness control of the pipeline robot on various tasks. Therefore in combination with the actual situation, the pipeline robot remote sensing operating system optimization design, the feedback system, signal processing technology to conduct a comprehensive analysis, guarantee the remote sensing operating system of high precision, real-time response, humanized operation, etc., to ensure the flexibility of the pipeline robot operation, strengthen the pipeline robot application experience. This paper mainly conducts a comprehensive research on the working principle of the pipeline robot remote sensing operating system, so as to effectively improve the design level of the remote sensing operating system, and ensure the safe and reliable operation of the pipeline robot.

Keywords

pipeline robot; remote sensing operating system; signal processing; feedback mechanism

管道机器人摇杆操作系统的研究

杨海滨 王晋璧

晋城高速公路管理有限公司，中国 · 山西 晋城 045000

摘 要

在人机交互中离不开遥感操作系统，可以保障管道机器人对各项任务进行有效控制。因此要结合实际情况，对管道机器人遥感操作系统进行优化设计，对其反馈系统、信号处理等技术进行全面分析，保障遥感操作系统的高精度、实时响应、人性化操作等，从而保障管道机器人的灵活性操作，强化管道机器人应用体验。论文主要对管道机器人遥感操作系统的工作原理等进行综合性研究，从而有效提升遥感操作系统的设计水平，保障管道机器人的安全可靠性运行。

关键词

管道机器人；遥感操作系统；信号处理；反馈机制

1 引言

在现代化科学技术发展背景下，管道机器人技术获得了良好的发展，在各个行业发挥了重要作用。其中人机交互在管道机器人控制中具有不可替代的关键作用，能够保障管道机器人实时完成各项任务，实现管道机器人的灵活性、精确性操作。其中遥感操作系统的优化设计，能够保障管道机器人的灵活性、简便化控制和操作。管道机器人遥感操作系统能够利用传感器对遥感的操作状态进行智能化感知，并快速采集操作信号，并将其高效传输到控制系统中，以此为依据下达操作指令，实现管道机器人的精准管控。由此可见，要对管道机器人遥感操作系统进行优化设计，如硬件接口的物理性能、信号处理、反馈机制等系统设计，使其在各种场景中都能够高效精准操作。通过遥感操作系统的科学性设计，能够保障管道机器人的精细化控制，进而提高各项作业质量，代替操作者人工作业，减少失误率。

2 管道机器人遥感操作系统研究必要性

在工业自动化、智能化发展背景下，管道机器人技术水平逐渐提升，可以在狭窄、危险环境中进行良好适应，因此在各个行业获得了良好的应用。此外管道机器人还可以携带高分辨率摄像头、传感器实现实时监测，且还可以利用数据分析模式实现各类风险的精准识别 [1]。管道机器人与物联网技术联合应用，可以实现自主操作和互联互通，确保各项数据的实时传输，保障控制决策的科学性。在管道机器人人机交互界面，核心技术为遥感操作系统，进而对遥感进行精准控制，使其在危险、狭窄环境中精准定位，且实现高效的运动控制，保障作业安全性。同时，遥感操作系统还能够实现快速响应，实现遥感操作的便捷化、直观化，在遥感操作系统中融入传感器技术和控制算法，能够保障系统稳定运行，为机器人未来发展指引方向。其中，以往的遥感操作系统主要是利用模拟量信号、数字量信号实现管道机器人的控制，但是随着机器人操作精度要求的提高，数字信号处理、

【作者简介】杨海滨（1975–），男，中国河北曲阳人，本科，高级工程师，从事道路与桥梁研究。

嵌入式系统在遥感操作系统中发挥了重要作用，实现监控遥感的实时操作，保障操作系统的灵敏性、快速性操作控制。此外，遥感操作系统中逐渐引入力反馈和触觉反馈技术，能够对管道机器人运行状态进行动态化感知，进而强化操作体验。遥感操作系统在管道机器人中的应用研究，能够实现硬件电路信号处理算法、控制逻辑、反馈机制的优化设计，从而保障操作信号的实时传输，促进管道机器人实时响应；保障遥感操作的精度和灵敏度，实现机器人动作精确性 [2]；还可以强化人机交互体验，对力反馈和视觉反馈机制的应用，能够保障操作者对管道机器人运行状态进行实时感知，进一步强化操作体验。管道清灰机器人构成如图 1 所示。

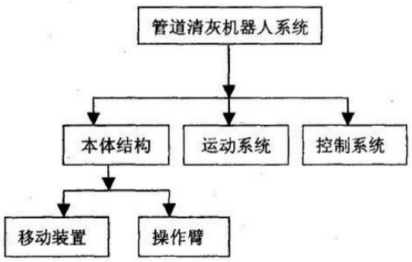

图 1 管道清灰机器人构成

3 管道机器人遥感操作系统构成设计

3.1 系统组成

在管道机器人运行中，遥感操作系统发挥核心作用，其结构特点与管道机器人操作性能、使用体验息息相关。其中，管道机器人遥感操作系统主要有机械遥感、传感器、微处理器、人机界面等部分构成。其中机械遥感主要对操作指令进行精准接收，为了实现指令的精准快速传达，确保操作指令的贯彻执行，需要保障遥感操作系统的直观性、便捷性设计 [3]；传感器可以把遥感物理位移信号进行转化，将其变换为电信号，并通过微处理器处理，保障系统高速响应；微处理器能够对传感器信号进行解析，并利用控制算法对机器人进行驱动，使其精准快速执行响应动作。此外，遥感操作系统的硬件接口包含遥感传感器接口、数据采集模块接口、通信接口等；信号处理模块可以对遥感电信号进行一系列处理，如滤波、放大、数字化转化等，使其能够成功传输到控制系统中；控制算法，能够结合遥感输入的指令信号，自动生成运动控制指令，确保各项任务的贯彻执行；反馈系统由力反馈、视觉反馈、音频反馈构成，方便操作人员实时反馈机器人运行状态 [4]。

3.2 硬件设计

①传感器，当前常用的遥感操作系统传感器设备有电位器、光学编码器、霍尔效应传感器。传感器类型不同，其灵敏度、控制精度也有所差异。其中使用最为频繁的就是霍尔效应传感器，该传感器能够利用非接触方式对遥感位移距离进行测量，且控制精度较高，在运行过程中不会造成太大的磨损，使用寿命较长。其中霍尔效应传感器结构如图 2 所示。②数据采集与通信接口，基于 ADC（模数转换器）的数据采集模块，能够把遥感传感器的模拟信号进行数字化处理，将其转化为数字信号，以便将其快速高效地传输到控制系统 [5]。此外，通信接口为 CAN 总线，以便对噪声环境进行良好适应，实现信号实时性传输。③硬件电路设计，主要有传感器电路、信号放大电路、模数转换电路、通信接口电路，可以进一步提高遥感操作系统的适应性，并降低信号传输过程中的噪声，保障信号精度，使其能够可靠传输到控制系统中。

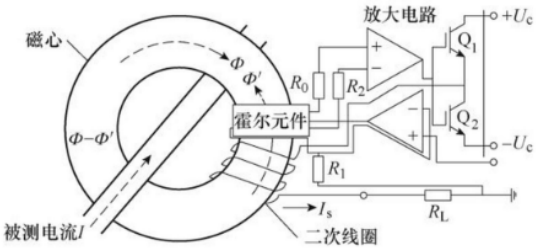

图 2 霍尔效应传感器结构图

3.3 软件设计

①信号处理算法，主要对遥感输入的信号进行处理，即滤波、放大等，这样可以减少信号噪声，并对有效信号进行放大处理。在卡尔曼滤波算法应用中，可以对遥感输入信号噪声进行有效滤除，减少延迟响应因素的影响，保障系统控制精度 [6]。②控制算法，该算法能够保障整体遥感操作系统性能的提高，保障遥感输入信号的精准处理，且把信号精准转化为动作指令，强化操作系统的应用效果。如在 PID 控制算法应用中，能够动态监控、计算遥感输入数据，并将其转化为针对性的控制指令，并将其传输到管道机器人执行模块。且算法还可以结合实际情况，精准化调节机器人运行速度，保障运动方向的准确性，把响应时间控制在最小化，保障机器人能够在狭窄、复杂管道环境中精准移动；还可以与模糊逻辑控制算法、神经网络算法进行融合应用，保障系统适应性，使其能够更加精准地感知未知的环境因素。③力反馈与视觉反馈机制，力反馈与视觉反馈机制的设计应用，能够通过力反馈装置为操作者提供触觉方脑壳，这样可以对不提供操作场景下的触觉进行模拟，进而确保管道机器人能够保障各项任务的有序开展。此外，视觉反馈机制还能够对视频传输进行实时、动态传输，确保管道机器人能够获得当前动作的图像信息，进一步强化操作者的感知能力。

3.4 人机交互设计

在管道机器人摇杆操作系统设计中，人机交互设计能够进一步强化用户体验，保障整体系统的高效性操作，且减少操作者的认知负担，提高系统响应速度，保障系统操作的直观化和边界化，符合使用者的直接反应特点 [7]。此外，人机界面设计能够进一步提高操作效率，且可以通过直观图像用户界面确保操作者能够快速识别、响应机器人状态，减少错误操作率，与用户实际需求保持契合性。在系统设计中还

需要充分考虑用户身心发展需求，精准调整遥感敏感度、反馈力度，减少操作错误。此外还可以引入多模态反馈机制，强化用户触觉、声音反馈体验，保障操作准确性和可靠性。

4 管道机器人遥感操作系统运行步骤

①传感器捕捉遥感操作，在用户推动、旋转遥感时，电位器、霍尔传感器等内置传感器能够对遥感位移、角度变化情况实时、精准检测，并对采集的信号格式进行转化，生成电信号。②信号处理，把上一步骤生成的电信号传输到信号处理模块，对其进行高效化处理，如滤波、放大、模数转换等，并生成数字信号，为后续信号处理创建良好条件[8]。③信号算法执行，把处理好的信号传输到控制系统中，并结合提前预设好的控制算法，把对信号格式进行转化，生成相应的运动指令，确保管道机器人贯彻执行；然后结合遥感输入形成针对性的控制输出，保障管道机器人任务的有效执行，如移动、旋转、抓取等。④反馈机制，在执行操作环节中，遥感操作系统能够利用视觉、力反馈、声音等途径，把当前管道机器人的运行状态向操作者进行传递和反馈，方便操作者进行科学性决策，最大程度上发挥管道机器人的功能作用。

5 结语

综上所述，在现代化科学技术发展背景下，管道机器人技术含量逐渐提升，同时对遥感操作系统进行优化设计，保障管道机器人运动操作的精准控制，促进管道机器人功能作用的高效发挥，使其在各个行业领域得到了广泛推广应用。

参考文献

[1] 刘磊,温涛,韩伟涛,等.快速爬行软体管道机器人的设计与性能分析[J].工程设计学报,2024,31(5):614-622.

[2] 丁春雄,傅姜,王海涛,等.基于爬行机器人技术的管道内壁相控阵超声检测[J].无损检测,2024,46(10):1-6.

[3] 李惟骞,张晓龙,宋进,等.螺旋驱动可变径管道机器人设计与实验研究[J].机床与液压,2024,52(17):14-22.

[4] 杨婉婷.关于机器视觉的管道机器人焊缝缺陷检测研究[J].农业技术与装备,2024(8):89-92.

[5] 李姗姗,岳志宏,张梓轩.供热管道内检测机器人发展现状及关键技术[J].科技与创新,2024(16):62-64.

[6] 王瀚超,郭颖颖,林松,等.空间曲柄摇杆机构极限位置综合的几何方法[J/OL].工程科学与技术,1-14[2024-11-01].

[7] 蔡佳烨,葛贤亮,刘旭涛,等.基于摇杆隐喻的遥控操作眼控交互eye-stick及其可用性研究[C]//中国心理学会.第二十四届全国心理学学术会议摘要集.浙江大学心理科学研究中心,2022:2.

[8] 李欣.面向服务的消息中间件在XX异构遥感系统中的应用[D].郑州:河南大学,2014.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3616

Simulation of Polarity Modulation of Single-phase Bridge PWM Inverter Circuit Based on Matlab

Wenyi Xiao Zicheng Li Jieli Zhu Yuxin Pu Shuai Zhang

The Engineering & Technical College of Chengdu University of Technology, Leshan, Sichuan, 614000, China

Abstract

PWM control technology is also known as the technology of modulation of the width of the pulse. It is a symbol of the increasingly mature development of power electronics technology, and the technology plays an important role in the control of inverter circuit. Single-phase bridge inverter circuit is formed as the main circuit and IGBT as the switching device. Based on the single-phase bridge inverter circuit, the sine wave is the modulation wave and the triangular wave is the carrier, the modulation of the width changes between the sine wave and the sinusoidal wave. For unipolar PWM modulation and bipolar PWM modulation of single-phase bridge inverter circuit, the drive trigger signal circuit of unipolar PWM and the drive trigger signal circuit of bipolar PWM, respectively, through the intersection of the modulation wave and carrier, the two PWM waveforms, and the unipolar PWM and bipolar PWM control waveform based on Matlab / Simulink simulation.

Keywords

PWM; Matlab; unipolar; bipolar

基于 Matlab 的单相桥式 PWM 逆变电路极性调制仿真

肖文义 李自成 朱界利 蒲俞昕 张帅

成都理工大学工程技术学院，中国 · 四川 乐山 614000

摘 要

PWM控制技术也称为对脉冲的宽度进行调制的技术，它是电力电子技术发展日益成熟的标志，同时该技术在逆变电路控制中占有重要地位。以单相桥式电路为主电路，以IGBT为开关器件，构成单相桥式逆变电路。以单相桥式逆变电路为基础，以正弦波为调制波，三角波为载波，利用面积等效原理，通过正弦波和三角波的调制也可以得到等幅且宽度随正弦规律变化的SPWM波形。而对单相桥式逆变电路进行单极性PWM调制和双极性PWM调制，就分别有单极性PWM的驱动触发信号电路和双极性PWM的驱动触发信号电路，通过调制波和载波的交点时刻控制IGBT开关器件的通断，就可以得到这两种PWM波形，并基于Matlab/Simulink仿真出单极性PWM控制波形和双极性PWM控制波形。

关键词

PWM；Matlab；单极性；双极性

1 引言

随着科学技术的发展，逆变电路的设计也日益成熟。逆变电路是由回路中的直流电转变为交流电过程的电路。那么这种转变的实现就离不开某种控制技术的应用 [1]。迄今，大部分的逆变电路主要应用于 PWM 控制技术，这种技术在逆变电路中尤为常见，它的应用是对逆变电路控制走向成熟的标志，从而在电力电子技术行业中占有重要地位。论文主要简单介绍了 PWM 的基本控制原理，以及单相桥式 PWM 逆变电路的工作理论及其基于 Simulink 环境下的仿真分析 [2]。

【作者简介】肖文义（2004–），男，中国湖南邵阳人，在读本科生，从事电气工程及其自动化研究。

2 WM 的基本控制原理

如果将一些不同形状但面积相同的窄脉冲分别加在具有线性惯性的同一环节上，那么输出响应的波形基本上是等效的 [3]。这叫作面积等效原理，这个原理是 PWM 控制技术的基石。那么，根据这个原理就可以把某种波形由一系列的等幅而不等宽的矩形脉冲等效代替，就可以得到一系列等幅而不等宽的矩形的脉冲序列，这种脉冲序列就叫 PWM 波形 [4]。若把正弦波等效替代一系列等幅而不等宽的矩形的脉冲序列，并且脉冲序列的宽度按正弦规律变化，这种脉冲序列就叫 SPWM 波形。

3 单相桥式 PWM 逆变电路原理和控制方法

3.1 单相桥式 PWM 逆变电路的工作原理

如图 1 所示，在单相桥式 PWM 逆变主电路中，以

IGBT 作为开关器件，负载带有阻感属性。当其工作时，V_1 和 V_2 交替通断，V_3 和 V_4 也是交替通断。当输出电压为正半波时，让 V_1 导通，V_2 关断，V_3 和 V_4 交替通断。因为负载是阻感负载，所以负载电流比电压要滞后，因此负载电流方向有时为正方向，有时为负方向。当负载电流方向为正方向且 V_1，V_4 导通时，负载电流流过 V_1 和 V_4，负载电压 u_o 与直流电压 U_d 相等；当 V_4 关断时，负载电流会通过 V_1 和 VD_3 续流，负载电流流过的整个回路都处于导通状态，因此，负载电压 u_o 为 0。当负载电流方向为负方向且 V_1，V_4 导通时，电流从 V_4 流过 V_1，负载电压 u_o 仍然和直流电压 U_d 相等；当 V_4 关断时，负载电流通过 V_3 和 VD_1 续流，负载电压 u_o 为 0。因此当输出电压为正半周时负载电压 u_o 可以得到 U_d 和 0 两种电平。同理，当输出电压为负半周时，让 V_1 关断，V_2 导通，V_3 和 V_4 交替通断，负载电压得到了 $-U_d$ 和 0 两种电平。

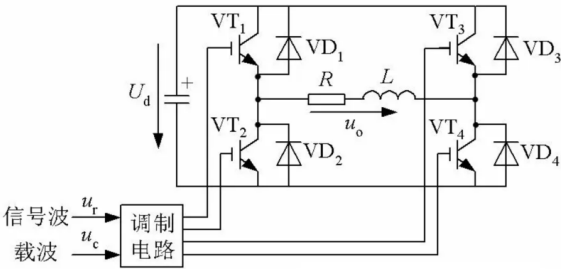

图 1 单相桥式 PWM 逆变电路图

3.2 单相 PWM 桥式逆变电路的控制方法

单相 PWM 桥式逆变电路主要的控制方法有计算法和调制法，但由于使用计算控制方式，计算会特别复杂，所以大部分 PWM 逆变电路采用的是调制法。而在采用调制法的时候，是将输出的波形作为调制信号，被接受调制的信号作为载波，然后通过这俩信号的调制得到 PWM 波形。通常等腰三角形波被广泛应用于载波，因为等腰三角形波左右对称且其水平宽度与高度成线性关系，这样当一个稳定的调制波与其相交来控制开关器件的通断时，就可以调制出水平宽度正比于脉冲序列幅值的 PWM 波形。若调制信号为正弦波形，通过这样的调制就会得到 SPWM 波形。

4 单极性 PWM 的控制仿真分析

4.1 单极性 PWM 的控制原理

令正弦波 u_r 为调制信号，三角波 u_c 为载波，通过它俩的正负半波和他俩之间交点时刻来控制电路中的各个 IGBT 的通断。按照图 3.1，当 $u_r>0$ 时，让 V_1 导通，V_2 关断，当 $u_r>u_c$ 时，让 V_4 导通，V_3 关断，此时输出波形 u_o 为 U_d；当 $u_r<u_c$ 时，V_4 关断，V_3 导通，此时负载电流通过 VD_3 续流，输出波形 $u_o=0$。当 $u_r<0$ 时，让 V_1 关断，V_2 导通，当 $u_r>u_c$ 时，让 V_4 导通，V_3 关断，负载电流通过 VD_4 续流，输出波形 $u_o=0$；当 $u_r<u_c$ 时，让 V_3 导通，V_4 关断，此时输出波形 $u_o=-U_d$。因此就得到了单极性控制的 SPWM 波形。

4.2 单极性 PWM 的控制仿真

单相桥式逆变电路单极性控制仿真电路图如图 2 所示。图 2 中的 Triangle 为三角波，作为载波，图中的 Sine Wave 作为正弦波在正半周期的调制波，Sine Wave1 作为正弦波在负半周期下的调制波。图中的 Goto 和 Goto1 作为触发信号的通道，From 和 From1 作为触发信号的接收器，分别连接在 IGBT 开关器件的门极。图中的 DC Voltage Source 电压值为 100V，因为在 Scope 中希望输出的波形为 50Hz，所以要将正弦波的角频率调为 100*pi。

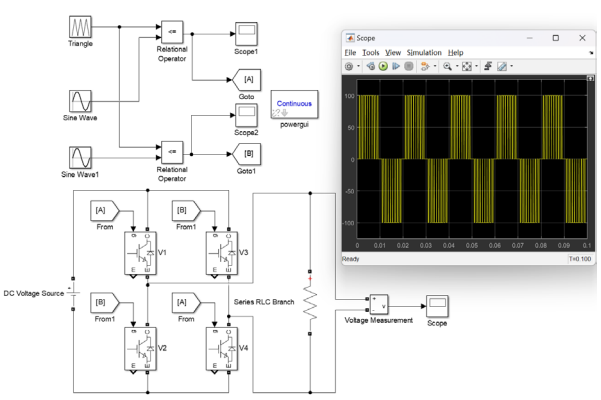

图 2 单相 PWM 桥式逆变电路单极性控制电路及其波形仿真图

将 Triangle 的起始时间值调为 0，周期调为 0.001s 并让其值 u_c 在半个周期内由 0 到 1 再到 0。

将 Sine Wave 中的相位弧度调为 0，Sine Wave1 中的相位弧度调为 pi，这样 Sine Wave1 中的波形值为 Sine Wave 中的波形值的负值，通过此设置可以分别得到正弦调制波在正负半周期和 V_3 和 V_4 相互通断的触发信号。

将停止时间设为 0.1s，Scope、Scope1、Scope2 中的采样时间设为 1/100e3, 当 Triangle 的载波波形对应的值小于等于 Sine Wave 的值时，通过调制并通过 Goto 使调制后的波形作为调制波在正半周期时的触发信号，满足了导通 V_1 和 V_4 的条件，同理，通过 Triangle 和 Sine Wave1 中的波形调节，得到调制波在负半周期时的触发信号图，同时通过 Goto1 满足了 V_2 和 V_3 的导通条件。

通过单相桥式电路的控制原理以及各个触发信号的调制作用，得到如图 2 的单极性 PWM 控制波形仿真图。

5 双极性 PWM 的控制仿真分析

5.1 双极性 PWM 的控制原理

双极性 PWM 的控制方式与单极性 PWM 的控制方式相比，双极性 PWM 的控制方式会更加简单。同样，按照图 3，以 u_r 和 u_c 的交点时刻来控制 IGBT 开关器件的通断。当 u_r 处于正半周期且 u_r 大于 u_c 时，让 V_1 和 V_4 导通，V_2 和 V_3 关断。如果负载电流的方向为正方向时，那么电流会通过 V_1 和 V_4，使 V_1 和 V_4 处于导通状态，负载电压 $u_o=U_d$；如

果负载电流的方向为负方向时，那么电流会通过 VD1 续流和 VD4 续流，使 VD1 续流和 VD4 续流处于导通状态，此时负载电压 u_o 仍等于 U_d。当 u_r 小于 u_c 时，让 V_2 和 V_3 处于导通状态，V_1 和 V_4 关断。如果负载电流的方向为正方向，电流会通过 VD2 和 VD3，使 VD2 和 VD3 导通，那么 u_o=-U_d；如果负载电流的方向为负方向，那么电流会通过 V_2 和 V_3，使 V_2 和 V_3 处于导通状态，因此 u_o=-U_d。综上所述，如果采用双极性 PWM 控制方式，那么 PWM 波只有 U_d 和 -U_d 两种电平，没有零电平。

通过这样的控制方法，可以得到双极性 PWM 控制方式的波形图。

5.2 双极性 PWM 的控制仿真

单相 PWM 桥式逆变电路双极性控制仿真电路图如图 3 所示。在此电路中，直流电压源的幅值为 100V，希望输出波形的频率为 50Hz，因此图中的 Sine Wave 的角频率仍调为 100*pi 并作为调制波，调制波的值为 u_r 图中 Triangle 作为三角载波，值为 u_c。

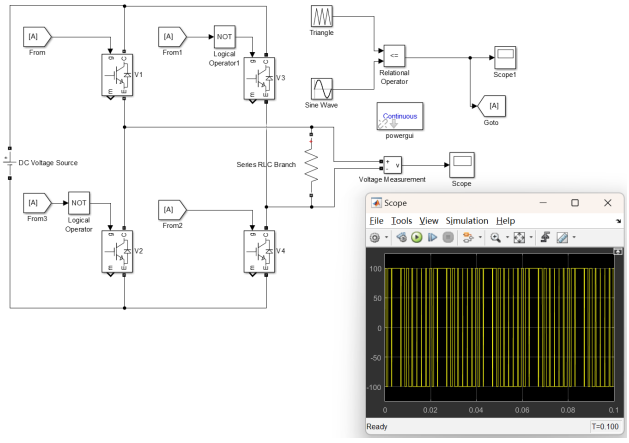

图 3 单相 PWM 桥式逆变电路双极性控制电路及其波形仿真图

将三角波的由起始时间值调为 0，周期调为 0.002s，并让其值 uc 在半个周期内由 -1 到 1 再到 -1。

调制信号和载波信号通过 Relational Operator 因主电路中的 IGBT 开关器件触发而得到。

由图 3 可知，触发信号通过 Goto 分别到 From、From1、From2、From3。如果满足 $u_r \leqslant u_c$，则 From 和 From2 内的信号就会到达 V_1 和 V_4，使 V_1 和 V_4 触发，让 V_1 和 V_4 导通，此时负载电流无论是正还是负，负载电压 u_o=-U_d。而 From1 和 From3 都连接着 NOT，这表示如果 $u_r \leqslant u_c$，From1 和 From3 里的信号才会到 V_2 和 V_3，从而触发 V_2 和 V_3，让 V_2 和 V_3 导通，从而使负载电压 u_o=-U_d。通过一系列的控制，就可以得到双极性 PWM 控制波形仿真图。

6 结语

① PWM 控制技术在逆变电路的应用尤为广泛，它是推动电力电子技术发展的基本动力。

②各个波形可以利用面积等效原理来得到输出等效的 PWM 波形。正弦波利用面积等效原理来得到的 PWM 波形为 SPWM 波形。

③论文主要采用 SPWM 控制技术中的调制法来仿真控制单相桥式逆变电路的输出波形。单极性调制和双极性调制的控制对开关器件的控制、输出波形以及输出电平都有所不同。

参考文献

[1] 王兆安,刘进军.电力电子技术第五版[M].北京:机械工业出版社,2011.

[2] 林飞,胡广艳,杜欣.电力电子技术的Matlab仿真[M].北京:中国电力出版社,2008.

[3] 宝金.基于SPWM逆变器的仿真[J].信息系统工程,2015(1):141.

[4] 陈国呈.PWM逆变技术与应用[M].北京:清华大学出版社,2006.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3617

Research on the Threat and Prevention Strategy of Computer Network Security

Shaoze Jiang

Quanzhou Nan'an City Public Security Bureau, Quanzhou, Fujian, 362000, China

Abstract

Computer network security is an important part of the development of information technology, which directly affects the security of data and the stability of the network. With the rapid progress of the Internet, the threat to network security has become more and more serious, forcing us to take strong protective measures to deal with it. This paper discusses the necessity of computer network security, common threats and challenges, and specific preventive measures to improve network security, focusing on the central role of computer network security in protecting user information, ensuring the stability of network services, and supporting economic and social development. Combined with the current situation, it analyzes the main threats, which not only endanger personal data, but also may damage the smooth operation of the entire network system. The paper further proposes practical preventive strategies, hoping to enhance the level of network protection through systematic programs. Thus ensuring the security of the network environment, the implementation of these protective strategies is expected to effectively reduce security threats and prevent illegal infringement of network data.

Keywords

computer; network security; threat; strategy

计算机网络安全的威胁与防范策略研究

江少泽

泉州南安市公安局，中国 · 福建 泉州 362000

摘　要

计算机网络安全是信息技术发展的重要一环，直接影响到数据的安全和网络的稳定性，随着互联网的快速进步，网络安全受到的威胁愈加严峻，迫使我们必须采取有力的防护措施应对，论文深入讨论了计算机网络安全的必要性，常见威胁与挑战，以及提升网络安全的具体防范措施，重点说明了计算机网络安全在保护用户信息、保障网络服务稳定性以及支持经济社会发展方面的核心作用，结合现状分析了主要威胁，这些威胁不仅危及个人数据，还可能破坏整个网络系统的平稳运行，进一步提出了实用的防范策略，希望通过系统化方案提升网络防护水平，从而保障网络环境的安全，通过这些防护策略的落实，有望有效减少安全威胁，防止网络数据遭受非法侵害。

关键词

计算机；网络安全；威胁；策略

1 引言

数字化时代下，计算机网络逐步渗透到社会生活的各个方面，个人信息的存储和国家重要基础设施的运转都依赖于网络技术，网络安全也因此直接影响着社会的稳定与发展，计算机网络环境日益复杂，安全威胁不断演变，深入研究并实施有效的防范策略已经变得格外关键，论文详细分析了计算机网络所面临的各种安全挑战，并提出了系统性的解决方案，旨在增强网络的防御能力和应对突发事件的处理能力。

【作者简介】江少泽（1989–），男，中国福建泉州人，硕士，助理工程师，从事计算机网络安全研究。

2 维护计算机网络安全的必要性

2.1 保护敏感数据

计算机网络安全对保护敏感数据至关重要，当前信息化时代下，个人信息、商业机密、金融记录和政府数据等大量数据在计算机网络中存储和传输，这些数据因其敏感性和高价值，吸引了黑客和网络犯罪分子的注意，而一旦这些数据被未经授权访问或泄露，便可能引发隐私侵犯、经济损失和信誉危机。网络安全措施包括防火墙、加密技术、访问控制以及实时的安全监控，这些手段组成了一个防御系统，专门用于防范非法入侵和数据泄露，且随着技术发展和新型攻击方式的不断涌现，网络安全工具也在更新，以应对新的威胁与挑战 [1]。比如数据加密技术能确保即使数据传输中被截获，没有对应的解密密钥也无法获取内容。网络安全不仅是

技术层面的问题，还牵涉法律与道德层面，组织有责任保护用户和客户的数据免遭滥用或非法获取，因此，落实网络安全措施不仅可以防范外部威胁保护敏感数据，同时也增强用户信任，维护企业品牌声誉和市场地位。

2.2 防止网络攻击

维护计算机网络安全至关重要，能够有效防止网络攻击带来的潜在破坏，这些攻击往往以病毒、木马和勒索软件等形式存在，每一种形式都通过不同方式对网络系统造成威胁，病毒可以借助电子邮件附件传播感染系统文件，直接干扰系统的核心功能，木马会伪装成合法软件，一旦用户下载便可能窃取用户不知情的敏感信息，勒索软件则直接锁定系统中的重要数据，以要求支付赎金作为解锁条件，因此，通过强化网络安全措施来保障系统安全尤为重要。例如，对系统进行定期更新并执行补丁管理以修补漏洞，能够显著降低攻击风险，此外，部署高效的防病毒软件和入侵检测系统有助于在攻击初期将其遏制，确保网络不受损害，员工的网络安全教育和培训也十分关键，能大幅增强员工的安全意识并降低因人为因素引发的安全事件。

2.3 维持业务连续性

维护计算机网络安全直接关系到业务的连续性和服务的稳定性，尤其是在数字化高度依赖的今天，各类企业和组织的日常运营越来越离不开计算机网络，面对 DDoS 攻击、恶意软件或数据泄露等网络风险，关键业务系统极易受到冲击，从而导致服务中断甚至瘫痪，像一次成功的攻击足以关闭在线交易、切断供应链或使客户服务系统停摆，建立稳固的网络安全体系可以成为应对这一类风险的基础 [2]。通过采用先进的安全技术和协议、定期更新系统、修补漏洞、实施全面的入侵检测和防御体系对潜在威胁进行实时监控和响应，同时制定有效的灾难恢复计划也至关重要，有了这一体系，企业在面对数据丢失或系统故障时才能迅速恢复业务运行，从而降低因网络攻击带来的经济损失，并维持客户信任和企业信誉，以此为企业的持续发展与稳定奠定基础，维护计算机网络安全也因此成为所有依赖现代技术的企业必须执行的核心策略。

3 计算机网络安全中常见的威胁挑战分析

3.1 恶意软件攻击

计算机网络安全的维护是防止数据泄露、保护用户隐私和确保设备正常运行的关键工作，而在这过程中，恶意软件攻击已成为普遍而棘手的威胁。恶意软件攻击形式多样，主要包括病毒、蠕虫、特洛伊木马和勒索软件，它们通过不同手段侵入用户设备，带来一系列破坏。病毒一般依附在宿主文件中，通过自我复制扩散来损坏系统，蠕虫则无需宿主文件即可自我传播至其他计算机，且不需要用户参与；特洛伊木马常伪装成合法程序，欺骗用户下载并运行，一旦执行，它便会为攻击者打开远程访问的后门，进而实现对设备的控制或数据窃取。勒索软件通过加密用户重要文件后索要赎金来获取经济利益。恶意软件的传播方式广泛，常见路径包括电子邮件附件、软件下载以及操作系统和应用漏洞的利用，尤其是钓鱼邮件中的恶意附件会诱使用户点击，导致恶意程序安装在设备上开始破坏；下载不安全来源的应用程序也让用户更容易受到恶意代码的威胁。此外，未修补的系统和应用漏洞为攻击者提供了便利，让他们借机植入恶意软件，从而破坏设备或窃取登录信息、金融数据等敏感信息。

3.2 网络钓鱼攻击

计算机网络安全的维护非常重要，其中常见威胁挑战包括网络钓鱼攻击。网络钓鱼攻击作为一种具有破坏力的安全威胁，通常运用社会工程学技巧欺骗用户，攻击者常假扮可信的个人或机构，通过发送电子邮件、短信或社交媒体消息，诱使用户执行特定操作，这些信息往往伪装成银行、社交平台、电子支付服务等合法来源，容易让用户产生信任，从而按照指示点击链接或打开附件。钓鱼邮件或消息的内容通常带有紧急或诱导性的语言，目的是促使用户快速响应，而其中的链接通常指向外观上高度仿真的恶意网站，意图诱导用户输入用户名、密码、信用卡信息等敏感数据。用户在这些虚假网站上输入的信息，往往会被攻击者截获，用于非法访问、身份盗窃或其他欺诈活动 [3]。网络钓鱼的成功率高，一方面由于攻击者设计手法精细，策略持续变化以应对最新的安全防护，另一方面由于用户在不同平台上往往使用相似或相同的账号信息，这意味着一旦一个账户遭到入侵，其他账户也可能面临风险。

3.3 分布式拒绝服务攻击

计算机网络安全中，分布式拒绝服务（DDoS）攻击是一种常见且严重的威胁，这类攻击意在使目标的网络服务或资源过载到无法正常使用的程度。攻击者通过控制大量被恶意软件感染的计算机组成的僵尸网络，同时向目标发送海量请求或数据包，使目标服务器或网络超出其负载。DDoS 攻击通常有多种形式，比如通过大量合法请求消耗服务器资源的 HTTP 洪水攻击，即以大量 HTTP 请求耗尽网站服务能力，或者通过发送大量 UDP 数据包使网络带宽被填满的 UDP 洪水攻击，阻断合法流量。DDoS 攻击影响力大且成本低，不仅迅速瘫痪网络服务，且其技术门槛不高，攻击者甚至能直接租用僵尸网络发动攻击而无需自行搭建复杂设施。此类攻击通过协调产生压倒性请求流来突破网络服务的处理极限，且因来源分散，单一安全措施难以有效拦截，对依赖网络服务的组织而言，DDoS 攻击始终是重大安全威胁。

4 促进计算机网络安全的防范策略分析

4.1 安全教育与培训

计算机网络安全的多种防范策略中，安全教育与培训是一个至关重要的基础环节，其核心在于通过定期的培训和教育课程让员工深刻意识到网络安全的潜在威胁，同时掌握

识别网络钓鱼等常见网络攻击的方法，尤其网络钓鱼针对的是组织中易受攻击的人员，通过培训课程向员工详细讲解如何辨别可疑的电子邮件、链接和附件等常见钓鱼手段，同时该教育培训还应涵盖安全的互联网使用习惯，如设定安全密码并定期更换、避免在不安全网络中执行敏感操作等，此外，员工需学习数据保护的实际操作，如在传输重要文件前加密文件，以及使用安全的数据传输与存储解决方案 [4]。类培训不仅局限于新员工的入职学习，而是一个持续的过程，因为网络安全威胁不断演变，只有通过不断更新培训内容，才能确保员工的安全知识始终处于最新状态，通过模拟攻击演练、安全意识活动、网络安全研讨会和定期安全通信等形式，可以使员工保持高度警觉，并有效应对新兴的网络安全挑战。这种系统化的教育方式不仅强化了员工个人的安全意识，还为整个组织筑起一道稳固的防线，极大降低了由于疏忽导致的安全风险。

4.2 使用防火墙和入侵检测系统

计算机网络安全的防范措施中，部署防火墙和入侵检测系统（IDS）是关键手段，防火墙作为保护网络的第一道防线，负责监控和管理进出网络的数据流，依靠预设的规则来阻止未经授权的访问并防范潜在攻击，这些规则通常基于源地址、目标地址、传输协议或端口号，使防火墙在筛选入站和出站流量时更具针对性。与此同时，入侵检测系统专注于监测网络内部活动和数据传输，能够识别和响应内部的异常行为和威胁，IDS 通过分析网络数据包，与已知攻击模式进行比对已发现恶意活动，一旦检测到可疑行为便发出警报，并可能根据配置自动采取措施防止进一步的损害和数据泄露，现代网络环境通常结合防火墙、IDS 以及入侵预防系统（IPS），后者在识别威胁的同时能够主动阻止攻击，通过这种集成的安全系统，组织得以全面掌控网络安全，实时防护来自各方的潜在威胁。

4.3 数据加密

计算机网络安全中的数据加密技术通过算法将信息转化为特定格式，仅拥有正确密钥的人可以读取，成为提升网络安全的重要方式。个人身份信息、财务记录及公司内部数据等敏感信息，在服务器存储或网络传输时都应进行加密，这样即使数据被截获或非法访问，没有解密密钥的第三方也无法读取真实内容。加密技术包含对称加密和非对称加密两种方式，其中对称加密使用相同密钥来加解密数据，适合大量数据加密，速度较快，而非对称加密则采用公钥加密、私钥解密，尽管处理速度较慢但能提供更高的安全性，适合传输过程中的密钥加密和少量数据加密。此外，现代加密技术还包含数字签名和数字证书等手段，数字签名用于确保数据完整性和发送方身份，数字证书则用于验证公钥真实性，通过这些方式有效提升数据传输的安全性和数据来源的可信性，从多方面保障了网络中传输和存储的数据免受未授权访问和篡改。

4.4 应用程序和系统的及时更新

应用程序和操作系统的及时更新是维护网络安全的关键，软件开发商会持续发布新版本以修复发现的安全漏洞，如果企业或个人没有及时应用这些更新，他们的系统就会持续暴露在这些已知漏洞下，给攻击者带来攻击机会，除了操作系统本身，所有安装的应用程序和依赖库也都需要保持最新状态，更新过程自动化则能有效减少人为忽视或延迟的风险，很多系统和应用程序都带有自动检测和安装更新的功能 [5]。大幅简化了管理流程，对于大型企业，集中管理更新效果更显著，专门工具如补丁管理系统能够更高效地保障整体网络的安全，零信任架构的应用则能进一步增加保护，即便部分系统未及时更新，也可以限制威胁的扩散，在更新前进行测试也非常重要，可以确保这些更新不会影响现有系统的兼容性，避免更新可能引发的功能问题或新的安全隐患。因此企业在推送更新至生产环境之前，会在测试环境中进行充分的测试。

5 结语

计算机网络安全涉及技术、防护管理、法律规范和安全教育等多领域问题，网络安全威胁正日益复杂，仅凭一方努力难以应对，需要多方共同作用，通过技术防护升级、法律法规健全、公众安全意识提升和国际合作等手段，共同构建全面的网络安全防御体系，网络技术在未来将持续发展并深入应用，网络安全的挑战也将不断多元化，这要求在安全策略上不断创新调整，以适应不断变化的安全需求。

参考文献

[1] 彭珺,高珺.计算机网络信息安全及防护策略研究[J].计算机与数字工程,2011,39(1):1672-9722.

[2] 彭南兵.计算机网络信息安全及防护策略研究[J].电子技术与软件工程,2013(22):64.

[3] 刘华清.计算机网络信息安全及防护策略研究[J].信息与电脑,2017(21):2.

[4] 刘宗敏.浅析计算机网络应用安全问题与策略研究[J].商情,2011(5).

[5] 吴丙午.大数据背景下计算机网络安全防范策略研究[J].新潮电子,2023(5):1-3.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3618

Research on Spectrum Sharing Technology in Wireless Communication

Fengyan Zhao

Weihai Vocational College, Weihai, Shandong, 264200, China

Abstract

This paper takes spectrum sharing technology in wireless communication as the object, combined with network simulation and theoretical analysis, discusses the basic theory, key technology and application of spectrum sharing. Through the construction of mathematical model, the research shows that adopting appropriate spectrum sharing strategy can effectively improve the spectrum utilization rate. In addition, we also find that spectrum sharing has important practical significance to solve the problem of spectrum resource shortage, and can effectively alleviate the problem of spectrum shortage.On this basis, this paper probes into the performance optimization and implementation scheme of spectrum sharing technology, which provides powerful technical support for rational allocation and effective utilization of wireless communication spectrum resources. It is found that through reasonable spectrum sharing technology, network congestion can be greatly reduced and wireless communication service quality can be optimized. Finally, from both theoretical and empirical aspects, the application of spectrum sharing technology in wireless communication has broad prospects.

Keywords

wireless communication; spectrum sharing technology; network simulation; spectrum utilization ratio; wireless communication service quality

无线通信中的频谱共享技术研究

赵风焱

威海职业学院，中国 · 山东 威海 264200

摘　要

论文以无线通信中的频谱共享技术为对象，结合网络仿真和理论分析，探讨了频谱共享的基础理论、关键技术及应用。通过构建数理模型，研究显示，采用合适的频谱共享策略能有效提升频谱利用率。此外，我们还发现频谱共享对于解决频谱资源紧缺的问题有着重要的实际意义，且可以有效缓解频谱短缺问题。在此基础上，论文进行了频谱共享技术的性能优化与实现方案的探究，为合理配置和有效利用无线通信频谱资源提供了有力的技术支持。研究发现，通过合理的频谱共享技术，可以大大降低网络拥堵，并优化无线通信服务质量。最后，从理论和实证两方面，论证了频谱共享技术在无线通信中的应用具有广阔的前景。

关键词

无线通信；频谱共享技术；网络仿真；频谱利用率；无线通信服务质量

1 引言

随着现代通信技术的飞速发展，信息传输的需求日益增长，然而频谱资源却是有限的，成为制约无线通信发展的一个重要因素。因此，如何提高频谱利用效率，实现频谱的有效共享，对于解决当前频谱资源短缺的问题具有重要的实际意义。在无线通信中，频谱共享技术作为一种有效的解决方案，已经引起了广大研究者的关注。该技术不仅可以提高频谱利用效率，还有助于减轻网络拥堵，优化无线通信服务质量。尽管频谱共享技术在理论与实践中都已取得一些进展，但对其基础理论、关键技术与应用的深入探讨却研究不足。在这样的背景下，本研究意在对频谱共享技术在无线通信中的应用进行深度探讨，通过数理模型的构建，网络仿真及理论分析，来寻找合理的频谱共享策略，以提高频谱利用率，优化无线通信服务质量，借此希望能为解决无线通信频谱资源问题提供一种新的研究视角与措施。

【作者简介】赵风焱（2004–），男，中国山东德州人，从事现代通信技术研究。

2 频谱共享技术的基础理论

2.1 传统频谱管理与频谱共享的区别

传统频谱管理和频谱共享技术在管理方式和利用效率上存在显著差异[1]。传统频谱管理通常采取固定的频谱分配方式，这一方式依赖于长期的许可机制，将特定频谱带宽分配给不同的通信服务运营商。通过预先设定的规则来确保不

同运营商之间的干扰降至最低。随着无线通信需求的爆炸性增长，固定频谱分配方式的弊端逐渐显露，如频谱资源分配不均、部分频段长期闲置等问题。在此背景下，频谱共享技术应运而生。

频谱共享是一种动态的频谱管理策略，旨在通过共享和重用频谱资源来提升其利用效率。这种策略允许多个用户或服务在同一频谱上协调运作，通过时间、空间或频率等维度的共享，最大限度地提高频谱利用率。频谱共享技术的核心思想是可以实时调整频谱的使用模式，根据不同用户的需求变化来灵活分配。相较于传统的分配方式，频谱共享不仅提高了频谱资源的整体有效利用，也为通信网络提供了更高的灵活性和适应性。

频谱共享技术的发展也得益于智能技术的进步，例如认知无线电技术和人工智能算法的应用，这些技术使得频谱共享过程更加智能化和自动化。频谱共享为解决频谱资源紧缺问题提供了新的思路和手段，是无线通信未来发展的重要方向。

2.2 频谱共享的基本概念定义

频谱共享是一种通过多个无线电通信系统在同一频谱带宽内共用资源，以提高频谱利用效率的技术手段。传统的静态频谱分配方式中，频谱资源通常被长期分配给特定的用户或服务，导致频谱使用效率低下。而频谱共享技术在动态变化的环境中，通过智能化的频谱感知和分配机制，允许多个用户在时间、空间或频率上灵活地共用同一频段。这不仅极大地提高了频谱资源的使用效率，还有效降低了频谱资源的浪费。

频谱共享技术涉及两种主要模式：同带频谱共享和不同带频谱共享。同带频谱共享通常要求不同系统在同一频段上运行，需采用严密的干扰管理策略；而不同带频谱共享则允许在临近频段上运行，相对更容易管理。频谱共享还需遵循一定的监管政策和协议，以确保通信的安全性和公平性。频谱共享技术的有效实施，需要结合跨学科的理论研究和先进的工程实施，才能在现实网络环境中实现高效的频谱利用和管理。

2.3 频谱共享的基础理论探讨

频谱共享的基础理论是无线通信领域中一项重要的研究方向，其核心在于实现多用户高效使用有限频谱资源。该理论基于对频谱资源的认知，通过动态分配和智能管理，缓解频谱资源短缺问题 [2]。在频谱共享中，引入认知无线电技术，使得无线设备可以感知环境和频谱使用情况，从而动态调整频谱使用策略。频谱共享技术分为互补性和竞争性两种模式，互补性模式涉及频段或不同地域的频谱重用，而竞争性模式则允许多个用户在同一频段中竞争使用权限。频谱共享的关键在于平衡不同用户之间的干扰与合作，最大化频谱利用率。频谱共享技术还需考虑法律和技术规范，以确保公平性和有效性。该理论为无线通信系统的设计和优化提供了重要的理论支持。

3 频谱共享关键技术研究

3.1 频谱共享策略优化研究

频谱共享策略优化在无线通信中扮演着至关重要的角色，其核心在于提升频谱利用效率和改善无线通信服务质量。频谱共享策略的优化需要全面考虑多种技术因素及应用场景，涉及频谱管理的灵活性、网络环境的动态性以及用户需求的多样性等。

频谱共享策略优化需要考量频谱分配的动态调整能力。在无线通信网络中，频谱资源通常受到时变需求和环境的强烈影响。通过实施灵活的频谱共享策略，可以根据当前网络的状态和需求动态调整频谱分配，提高频谱利用率。动态频谱接入（DSA）技术在其中起到了关键作用，能够根据实时网络条件进行频谱分配调整，确保在不同干扰条件下依然能够高效运作。

频谱共享策略的优化也需关注信道分配与干扰管理。在无线环境中，各种设备共享频谱资源，容易产生干扰，降低通信质量。优化的频谱共享策略应有效管理干扰源，采用先进的信道分配算法，实现设备之间的频谱协调。通过协作和认知无线电等技术手段，系统可以智能识别和规避干扰，不仅提高了频谱利用效率，也提升了整体系统的可靠性和稳定性。

频谱共享策略优化还需涉及对用户需求的准确响应。频谱资源的高效利用不仅仅涉及技术实施，还应映射到用户体验的提升上。智能频谱管理算法可以根据用户的实际需求调整频谱资源分配，例如在高流量需求时优先分配更多带宽，满足用户的即时通信需求。

研究显示，实施优化的频谱共享策略能够在有限频谱资源条件下显著提升网络效能。通过精准的频谱分配策略，可以在不牺牲用户体验的情况下达到一个更高的频谱利用率。随着人工智能和机器学习技术的进一步发展，频谱共享策略的优化也将获得更强大的技术支撑，为无线通信系统提供更高效的频谱资源管理解决方案。

3.2 频谱共享与无线通信服务质量的关系

在无线通信中，频谱共享技术不仅能提升频谱的利用效率，还对无线通信的服务质量产生深远影响。频谱共享通过动态分配和智能管理频谱资源，使得各类通信需求能够得到更灵活地满足。这种灵活性主要体现在频谱的动态分配上，有效避免了传统静态分配模式下资源的浪费和冲突。

频谱共享技术的应用使得网络能够实现更高的吞吐量和更低的延迟。这是因为频谱共享允许不同的通信实体在同一频谱范围内进行操作，只要不产生有害的干扰 [3]。通过智能的干扰管理和协调机制，系统能够确保为用户提供稳定和高质量的服务。频谱共享技术还能有效调节网络负载，避免单一频段过载的问题，从而提升整个网络的服务质量。

除此之外，频谱共享技术对无线通信信道状态信息的需求和管理提出了更高的要求。通过精确的信道状态预测和反馈机制，频谱共享使网络能够及时调整传输参数，以适应动态变化的通信环境，从而保证通信链路的可靠性和服务质量。这种基于实时信道状态信息的自适应调整能力，是频谱共享技术提升服务质量的关键所在。

4 频谱共享的应用研究

4.1 频谱共享对 无线通信频谱资源配置的影响

频谱共享技术在无线通信中的应用，能显著影响频谱资源的配置效率。频谱作为一种有限且宝贵的资源，其合理分配和高效利用一直是无线通信领域的重要课题。随着移动通信设备和用户数量的快速增长，传统的频谱分配方式面临着资源紧张和利用率不高的问题。在此背景下，频谱共享技术被视为一种有效的解决方案。

通过频谱共享技术，可以动态调整频谱资源的使用，使不同的通信系统和服务能够灵活共享频谱。在不影响现有主用户通信质量的前提下，次级用户可以利用闲置频谱资源进行通信，进而提高了频谱的整体利用率。研究表明，这种动态分配不仅能缓解无线通信中的频谱拥堵，还能够提升网络的整体覆盖和服务质量。

频谱共享技术能够促进不同运营商之间的频谱资源共享，减少资源浪费。也有助于新兴业务的开展和应用创新，为频谱资源的有效配置提供了新的思路和途径。频谱共享的实施面临技术复杂性和监管政策的挑战，需要在技术创新和政策制定中寻求平衡，以实现频谱资源的最优配置。

4.2 频谱共享技术的实现方案探讨

频谱共享技术的实现方案探讨在无线通信领域具有重要意义。有效的频谱共享实现方案需要综合考虑多个因素，包括频谱资源的动态特性、用户需求的多样性及复杂的无线电环境。构建适应变化的频谱共享机制是关键，通过引入认知无线电技术，可以实现频谱的动态感知、决策和调整，从而提升频谱利用效率。频谱分配策略的设计需兼顾公平性与效率，以保证不同用户和应用的服务质量。

频谱共享的协议设计同样至关重要，高效的协议能够在频谱竞争中减少冲突，提高通信的可靠性和吞吐量。技术标准的统一能够促进不同设备和网络的互操作性。这一过程中，机器学习等智能化技术的应用显著提升了频谱分配与管理的精度，使系统能更好地适应复杂和变化多端的无线环境。

安全性和隐私保护也是频谱共享技术实施中不可忽视的问题。应建立完善的安全策略和机制，以防止非法用户的入侵和数据泄露，保障合法用户的通信安全。通过新型的认证和加密技术，可以增强系统的抗干扰素力，为频谱共享的广泛应用提供强有力的支持。

4.3 频谱共享技术在无线通信中的应用前景分析

频谱共享技术在无线通信中的应用前景极为广阔。频谱资源的有限性和无线应用需求的爆炸性增长使得频谱共享成为提高频谱效率的必然选择。通过合理的频谱共享，运营商可以动态调整频谱使用，实现频谱资源的高效利用，满足不同用户的差异化需求。在技术层面，频谱共享技术的发展将推动智能无线网络的构建，大幅提升网络的服务能力与稳定性。政策层面的支持和标准化进程的加速也为频谱共享技术的大规模应用提供了保障。频谱共享技术不仅有助于缓解频谱资源短缺问题，还能够促进无线通信行业的可持续发展，这为未来的智慧城市、物联网等新兴领域奠定了重要基础。

5 结语

论文通过对无线通信中的频谱共享技术进行深入探讨，揭示了频谱共享技术可以有效提升频谱利用率并缓解频谱资源紧缺问题的实际意义，验证了其在无线通信中的应用具有广阔的前景。同时，我们也发现，通过频谱共享技术的应用，可以优化无线通信服务质量，大大降低网络拥堵。然而，也必须意识到，尽管频谱共享技术带来许多好处，但如何设计和实施有效的频谱共享策略仍有待进一步研究。此外，虽然现有的研究已经对频谱共享技术进行了一定程度的理论和实证分析，但其深度和广度还存在一定的局限性。针对频谱共享的具体实施策略和方案，如何根据不同的无线通信环境和需求进行定制和优化，以及如何进一步提高频谱利用率和服务质量等问题，仍需在未来的研究中继续探讨。

参考文献

[1] 李海龙.无线通信中传输控制技术研究[J].通信电源技术,2020,37(21):107-109.

[2] 王晓华.面向认知无线通信的动态频谱接入技术[J].信息技术,2020,44(11):137-141.

[3] 王金龙,徐煜华,陈瑾.无线通信网络智能频谱协同与对抗[J].中国科学:信息科学,2020,50(11):1767-1778.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3619

WAN Accelerates the Application of VPN in Group Enterprises

Guanghui Zhou Hequn Wang

Anhui Tongguan Intelligent Technology Co., Ltd., Tongling, Anhui, 244000, China

Abstract

This paper discusses the application of WAN accelerated VPN technology in the network interconnection of overseas units and headquarters of Tongling Non-ferrous Group. First, a basic principle of the technique is briefly introduced. Then, the author will systematically test and analyze the effect of this technology in practical application, focusing on the efficiency and stability of network connection. The results show that the WAN accelerated VPN technology significantly improves the quality of network connectivity, reduces latency and packet loss, and provides an efficient and stable solution for the group's remote office. This research not only provides theoretical support for the network construction of Tongling Nonferrous Metals Group, but also provides a reference for other enterprises in the network optimization in similar scenarios.

Keywords

WAN acceleration; VPN technology; TCP application acceleration

广域网加速 VPN 在集团企业中的应用

周广辉 王鹤群

安徽铜冠智能科技有限公司，中国 · 安徽 铜陵 244000

摘 要

论文探讨了广域网加速VPN技术在铜陵有色集团下属驻外单位与总部网络互联中的应用，简要介绍了该技术的基本原理，对该技术在实际应用中的效果进行了系统的测试与分析，重点关注网络连接的效率和稳定性。研究结果显示，广域网加速VPN技术显著提升了网络连接的质量，减少了延迟和丢包现象，为集团公司的远程办公提供了一个高效、稳定的解决方案。这一研究不仅为铜陵有色集团的网络建设提供了理论支持，也为其他企业在类似场景下的网络优化提供了借鉴。

关键词

广域网加速；VPN技术；TCP应用加速

1 概况

在网络领域，虚拟私人网络（VPN）是一种远程访问技术，旨在通过公用网络构建专用网络[1]。VPN 技术使得集团下属驻外单位能够通过互联网与总部网络互联，员工无论身处何地，只要连接互联网，即可安全访问集团内网的授权资源。这一技术显著拓展了企业员工在生产和经营管理中的地域和空间，因而在企业中得到了广泛应用。

随着信息化和网络化管理的深入，VPN 为集团公司与驻外单位之间的网络互联提供了有效解决方案。然而，现有 VPN 架构和协议在面对多样化的管理内容（如视频信息等多媒体内容）时逐渐显露出局限性，无法满足日益增长的需求。因此，亟须研究新型 VPN 架构，以提升其安全性和性能，更好地支持管理和移动应用。

技术创新和广域网优化技术为传统 VPN 注入了新活力。经过几年的发展，广域网优化技术已获得广泛认可，通过优化传输协议和应用层协议，有效降低了因互联网线路丢包和延迟导致的业务交付不稳定[2]。同时，压缩缓存技术减少了链路传输中的冗余数据，降低了带宽占用，避免了企业升级带宽的需求。基于应用层的流控管理技术也为核心业务提供了高效的传输保障。这些进展推动了广域网优化技术与 VPN 的融合，成为新的技术演进方向。

2 广域网加速技术在 VPN 隧道通信中的应用与流量需求优化

2.1 安全组网

广域网加速 VPN 通过三个方面提供完整的安全保障：VPN 隧道接入、隧道中数据传输和接入访问授权。

2.1.1 基于网关的硬件特征码认证

接入 VPN 后，用户将访问组织内网资源，因此需严格确认设备身份。为确保网关的唯一性，采用基于 CPU、硬盘和网卡的硬件特征码进行认证，通过校验接入网关的硬件证书与已录入的分支端网关证书匹配，实现身份唯一性确

【作者简介】周广辉（1973–），男，中国安徽无为人，硕士，高级工程师，从事企业信息化、工业智能化研究。

认。这种方法相较于传统认证方式，具有不可复制和不可盗用的优势。

2.1.2 双向权限控制、应用级别细致控制

总部仅对分支开放必要的共享应用服务器资源，同时对总部内网和内部服务器进行隔离，以防止病毒和攻击等风险。通过广域网加速 VPN 设备的双向权限控制功能，可以严格限制分支与总部之间的访问范围，细化到 IP 段、IP、端口和协议，从而合理管控，增强安全性，降低风险。

2.2 快速组网

2.2.1 高效流压缩

广域网加速 VPN 通过高效流压缩技术解决数据冗余问题，采用流压缩、IP 包压缩和动态压缩的综合方案。与传统文件压缩方式不同，LZO 和 GZIP 实现了压缩比与系统性能消耗之间的最佳平衡，确保最低的系统资源消耗和最大的压缩效果。此外，流压缩采用边压缩边传输的方式，进一步加快数据输出，从而整体提升数据加速效果。

动态压缩技术通过针对不同数据采用优化的压缩策略，实现最佳匹配。这种动态选择策略不仅提高了压缩效率，还降低了系统负载，从而提升整体数据处理速度和业务访问速度。

2.2.2 基于码流特征的缓存技术

广域网加速 VPN 利用流缓存技术，通过分析码流特征显著减少因行为方式导致的冗余。在文件传输过程中，VPN 设备将数据包分拆为多个“碎片”，并为每个“碎片”分配唯一指针，分别存储在本地和目的地主机。当相同内容再次传输时，仅需发送指针，接收端根据指针从本地提取数据进行重组。

通过将“碎片”做得足够小，传递相同内容的概率增大。与传统缓存技术相比，基于码流特征的优化方法结合数据包分片标签和模式匹配算法，确保数据实时性的同时显著降低传输量，提高访问速度。每个指针仅占 9 个字节，却可代表最多 4K 的数据，冗余削减可达 60%~90%。

流缓存流量削减效果见图 1。

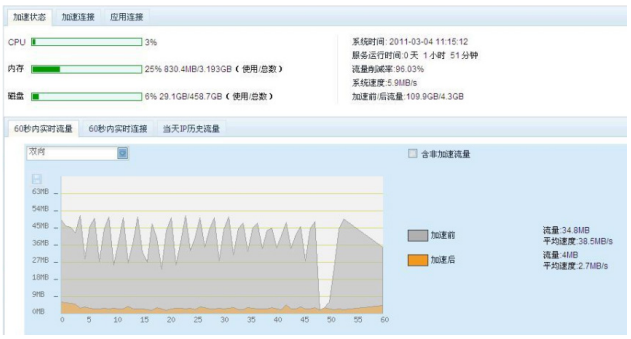

图 1 流缓存流量削减效果

2.3 高丢包、高延时、跨网传输解决技术

在跨省传输、跨运营商或网络质量较差的情况下，常出现高丢包和高延时，导致用户在访问应用时体验不佳，如 ERP 页面加载缓慢、订单录入和数据查询延迟、FTP 文件下载时间过长等，从而影响工作效率。

广域网加速 VPN 通过采用 HTP 高速传输协议来解决这些问题。

HTP 高速传输协议，高丢包、高延时下大幅提速。

高丢包和高延时对 TCP 协议的传输影响显著。TCP 作为面向连接的可靠传输协议，其设计初衷是在网络条件较差的情况下采用“慢上升、快下降”的拥塞控制机制，以避免过度拥塞 [3]。然而，这一机制在现代网络吞吐能力下限制了跨网访问速度：在良好网络环境中，滑动窗口缓慢增长至最大 64K，而一旦出现丢包，窗口大小会迅速减小，并需重新传输丢失的数据包，导致传输效率低下。

为了解决传统 TCP 的低效传输问题，广域网加速 VPN 引入了 HTP 高速传输协议（High-Speed Transmission Protocol）。HTP 协议通过扩展传输窗口、优化拥塞控制算法和选择性快速重传等技术，提高 TCP 传输效率。在网络条件允许的情况下，HTP 能够迅速提升传输速度至最大吞吐量；在高丢包和高延时环境下，HTP 通过优化的拥塞控制机制适应网络条件，确保传输质量，从而显著提升网络传输速度（见图 2）。

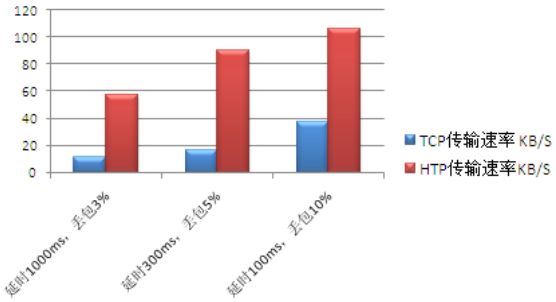

图 2 传输速率柱状图

2.4 应用优化

为满足应用协议优化需求，广域网加速 VPN 设备针对 HTTP、HTTPS、FTP、POP3、SMTP、CIFS、MAPI、Oracle EBS、RDP、Citrix 等协议实施优化机制。这些优化可显著提升 Lotus Notes、Exchange、Outlook、金蝶 EAS、用友 NC、SAP NetWeaver、Oracle EBS、远程桌面和 Citrix 等应用的交互速度。通过协议代理、优化应用交互机制和 WebCache 技术，用户访问体验得以显著改善。

2.5 深度流量管理

通过广域网加速 VPN 流量管理功能，可对线路中的各应用流量进行优先级划分，保障核心业务、适当限制非核心业务（见图 3）。

图 3 深度流量管理

广域网加速 VPN 的流量管理流程分为四个层级：应用

识别、权限控制、通道化管理和线路化管理。首先，通过应用识别确定数据归属，以便进行针对性管理；其次，基于用户权限控制应用使用；然后，对有权限的应用实施通道化带宽保障或限制策略；最后，利用智能报表功能反馈当前策略效果，并进行相应的策略调整，以确保最佳控制效果。

3 采用 HA 模式，提升原有架构可靠性

我单位的业务流量逐年大幅增长，且总部的广域网加速 VPN 网关是集团子公司的核心接入点。目前仅部署一台设备，若出现性能瓶颈或故障，将导致全网业务中断。为应对未来数据量的快速增长，确保全网业务的高可用性和稳定性，总部决定新增两台同型号、同软件版本的广域网加速 VPN 网关，实现双机热备。这样，若任一设备发生故障或断电，将自动切换，保障核心业务系统的稳定运行。

4 应用效果

广域网加速 VPN 显著提升了用户体验，文件收发、网页访问及 ERP 系统的响应速度均有所提高。所有基于 TCP 的应用在广域网上都能实现不同程度的加速。通过广域网加速 VPN，用户可以快速建立总部与分支的 VPN 链接，无需等待运营商长达数月的专线申请和部署。结合加速功能，VPN 在相同成本下提供了远超专线的访问速度，同时增强了数据安全性。

5 实际测试效果验证

5.1 测试场景说明

测试环境：相同场景下，与普通 IPSEC VPN 进行不同应用效果对比。

测试应用：FTP 下载、HTTP 网页、邮件系统。

5.2 测试数据

FTP 下载测试见表 1。

邮件系统测试见表 2。

HTTP 网页访问测试见表 3。

表 1 FTP 下载测试

<table>
<tr><td colspan="16">测试项目：FTP 下载加速</td></tr>
<tr><td colspan="16">测试场景：10Mbps 带宽，延迟 50ms，丢包 1%（建立 VPN，对应用进行访问测试）</td></tr>
<tr><td colspan="16">采用测试工具：客户端 PC FlashFXP；</td></tr>
<tr><td colspan="5">文件名称：</td><td colspan="6">文件类型：doc/ppt/xls/avi</td><td colspan="5">文件大小：doc12.8M、ppt11.7M、xls10.2M、avi10M</td></tr>
<tr><td colspan="16">测试方法：在客户端电脑通过 FlashFXP 从服务器拷贝文件</td></tr>
<tr><td colspan="16">1. 不开启加速连接前，通过 FTP 客户端软件从 FTP 服务器下载测试文件，观察传输时间、传输速度</td></tr>
<tr><td colspan="16">2. 开启加速连接后，通过 FTP 客户端软件从 FTP 服务器下载测试文件，观察传输时间、传输速度</td></tr>
<tr><td rowspan="10">测试效果</td><td rowspan="2">测试对比</td><td colspan="5">标准 IPSEC VPN 测试（不开启加速）</td><td colspan="5">SANGFOR VPN 测试（不开启加速）</td><td colspan="5">SANGFOR VPN 测试（开启加速）</td></tr>
<tr><td>测试文件</td><td>第 1 次</td><td>第 2 次</td><td>第 3 次</td><td>平均</td><td>测试文件</td><td>第 1 次</td><td>第 2 次</td><td>第 3 次</td><td>平均</td><td>测试文件</td><td>第 1 次</td><td>第 2 次</td><td>第 3 次</td><td>平均</td></tr>
<tr><td rowspan="4">传输时间（单位：s）</td><td>doc</td><td>65</td><td>55.29</td><td>55.8</td><td>58.71</td><td>doc</td><td>44.34</td><td>47.47</td><td>45.6</td><td>45.79</td><td>doc</td><td>21.82</td><td>2.45</td><td>2.01</td><td>8.76</td></tr>
<tr><td>ppt</td><td>43.37</td><td>42.11</td><td>44.8</td><td>43.41</td><td>ppt</td><td>37.85</td><td>39.5</td><td>40.2</td><td>39.19</td><td>ppt</td><td>9.03</td><td>2.98</td><td>1.76</td><td>4.59</td></tr>
<tr><td>xls</td><td>42.99</td><td>42.06</td><td>43.8</td><td>42.96</td><td>xls</td><td>37.88</td><td>38.02</td><td>34.4</td><td>36.75</td><td>xls</td><td>2.08</td><td>1.55</td><td>1.76</td><td>1.80</td></tr>
<tr><td>avi</td><td>44.63</td><td>44.51</td><td>41.5</td><td>43.55</td><td>avi</td><td>32.51</td><td>36.02</td><td>33</td><td>33.83</td><td>avi</td><td>9.84</td><td>1.98</td><td>1.78</td><td>4.53</td></tr>
<tr><td rowspan="4">传输速度（单位：kB/s）</td><td>doc</td><td>207.8</td><td>238.8</td><td>236</td><td>227.67</td><td>doc</td><td>297.8</td><td>278.1</td><td>290</td><td>288.57</td><td>doc</td><td>604.9</td><td>5070</td><td>6410</td><td>4028.30</td></tr>
<tr><td>ppt</td><td>257.2</td><td>261.6</td><td>246</td><td>254.97</td><td>ppt</td><td>291.1</td><td>278.9</td><td>274</td><td>281.30</td><td>ppt</td><td>1190</td><td>3610</td><td>6100</td><td>3633.33</td></tr>
<tr><td>xls</td><td>249</td><td>250.3</td><td>240</td><td>246.53</td><td>xls</td><td>278</td><td>276.9</td><td>307</td><td>287.13</td><td>xls</td><td>4960</td><td>6650</td><td>5730</td><td>5780.00</td></tr>
<tr><td>avi</td><td>233.9</td><td>231.5</td><td>248</td><td>237.87</td><td>avi</td><td>316.9</td><td>286</td><td>313</td><td>305.17</td><td>avi</td><td>1020</td><td>5080</td><td>5660</td><td>3920.00</td></tr>
<tr><td>测试结论</td><td colspan="15">在互联网 VPN 场景下，通过对路由器建立的标准 IPSEC VPN、产品建立的 SANGFOR VPN、广域网加速 VPN 产品建立的 SANGFOR VPN+ 加速进行同一场景不同文件的传输对比 IPSEC VPN 与 SANGFOR VPN 效果差距不大，但是经过广域网加速 VPN 加速后传输效果明显提升</td></tr>
</table>

表 2 邮件系统测试

<table>
<tr><td colspan="13">测试项目：邮件系统访问加速</td></tr>
<tr><td colspan="13">测试场景：10Mbps 带宽，延迟 50ms，丢包 1%（建立 VPN，对应用进行访问测试）</td></tr>
<tr><td colspan="2">测试应用：email 邮件</td><td colspan="11">测试版本：Windows Server 2008 r2+Exchange 2010+ 客户端 win7</td></tr>
<tr><td colspan="2">文件名称：</td><td colspan="5"></td><td colspan="3">文件类型：doc</td><td colspan="3">文件大小：12.8M</td></tr>
<tr><td colspan="13">测试方法：用 exchange 邮件发送一个 12.8M 的 doc 格式附件，计算发送时间。注意：开加速后测试，先把邮件客户端（outlook）关闭再启动</td></tr>
<tr><td colspan="13">1. 不开启加速连接前，发送邮件所需时间</td></tr>
<tr><td colspan="13">2. 开启加速连接后，发送邮件所需时间</td></tr>
<tr><td rowspan="3">测试效果</td><td rowspan="2">测试对比</td><td colspan="4">标准 IPSEC VPN 测试（不开启加速）</td><td colspan="4">SANGFOR VPN 测试（不开启加速）</td><td colspan="4">SANGFOR VPN 测试（开启加速）</td></tr>
<tr><td>第 1 次</td><td>第 2 次</td><td>第 3 次</td><td>平均</td><td>第 1 次</td><td>第 2 次</td><td>第 3 次</td><td>平均</td><td>第 1 次</td><td>第 2 次</td><td>第 3 次</td><td>平均</td></tr>
<tr><td>传输时间（s）</td><td>44</td><td>42</td><td>41</td><td>42.33</td><td>39</td><td>42</td><td>41</td><td>40.67</td><td>23</td><td>22</td><td>21</td><td>22.00</td></tr>
<tr><td>其他备注说明：</td><td colspan="12">在互联网 VPN 场景下，通过对路由器建立的标准 IPSEC VPN、产品建立的 SANGFOR VPN、广域网加速 VPN 产品建立的 SANGFOR VPN+ 加速进行同一场景不同文件的传输对比 IPSEC VPN 与 SANGFOR VPN 效果差距不大，但是经过广域网加速 VPN 加速后传输效果明显提升</td></tr>
</table>

表 3 HTTP 网页访问测试

<table>
<tr><td colspan="13">测试项目：http 应用加速</td></tr>
<tr><td colspan="13">测试场景：10Mbps 带宽，延迟 50ms，丢包 1%（建立 VPN，对应用进行访问测试）</td></tr>
<tr><td colspan="13">测试工具：HTTP 应用页面、HTTPWATCH（网页检测工具）</td></tr>
<tr><td colspan="6">文件名称：http://192.168.43.98/sangfor/static/index.html</td><td colspan="7">文件类型：web 网页</td></tr>
<tr><td colspan="13">测试方法：采用 httpwatch 对网页访问进行时间记录，清空 IE 缓存（要求每一次访问网页都要对 IE 缓存进行清除），打开 web 应用同一页面进行对比测试</td></tr>
<tr><td colspan="13">1. 加速连接状态里先清除所有缓存，保障测试对比</td></tr>
<tr><td colspan="13">2. 不开启加速前 HTTP 页面访问时间记录（要求每一次访问网页都要对 IE 缓存进行清除）</td></tr>
<tr><td colspan="13">3. 开启加速后 HTTP 页面访问时间记录（要求每一次访问网页都要对 IE 缓存进行清除）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">测试效果</td><td rowspan="2">测试对比</td><td colspan="4">标准 IPSEC VPN 测试（不开启加速）</td><td colspan="4">SANGFOR VPN 测试（不开启加速）</td><td colspan="4">SANGFOR VPN 测试（开启加速）</td></tr>
<tr><td>第 1 次</td><td>第 2 次</td><td>第 3 次</td><td>平均</td><td>第 1 次</td><td>第 2 次</td><td>第 3 次</td><td>平均</td><td>第 1 次</td><td>第 2 次</td><td>第 3 次</td><td>平均</td></tr>
<tr><td>访问时间（单位：s）</td><td>5.277</td><td>5.992</td><td>5.908</td><td>5.73</td><td>5.768</td><td>4.782</td><td>5.345</td><td>5.30</td><td>4.914</td><td>0.895</td><td>1.332</td><td>2.38</td></tr>
<tr><td>其他备注说明：</td><td colspan="12">在互联网 VPN 场景下，通过对路由器建立的标准 IPSEC VPN、产品建立的 SANGFOR VPN、广域网加速 VPN 产品建立的 SANGFOR VPN+ 加速进行同一场景不同文件的传输对比 IPSEC VPN 与 SANGFOR VPN 效果差距不大，但是经过广域网加速 VPN 加速后传输效果明显提升</td></tr>
</table>

6 结语

本研究探讨了广域网加速 VPN 技术在铜陵有色集团驻外单位与总部网络互联中的应用效果。通过对该技术的原理及实际应用的分析，我们发现其显著提升了网络连接的效率和稳定性，为集团的远程办公提供了可靠解决方案，也为其他企业的网络优化提供了参考。

随着信息技术的发展，网络环境日益复杂，企业对高效、稳定的网络连接需求不断增加。因此，进一步研究和优化广域网加速 VPN 技术将有助于提升企业运营效率。希望本研究能为后续研究提供启示，推动更多企业在网络技术应用上的探索与实践。

参考文献

[1] 丁健.计算机网络信息安全管理中VPN技术的运用探讨[J].信息与电脑(理论版),2024,36(16):151-153+157.

[2] 左勤刚.广域网加速技术研究与实践[J].金融科技时代,2018(2):67-69.

[3] 高雅,郭振华.广域网并行TCP加速系统的研究与实现[J].电子技术应用,2013,39(6):96-99.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3620

Simulation Design of Fresh Tobacco Leaf Auxiliary Pressing Device Based on SolidWorks

Houlong Jiang[1] Bojun Wang[1] Hu Zhao[2]

1. China National Tobacco Corporation Chongqing Tobacco Branch, Chongqing, 400042, China
2. Southwest University, Chongqing, 400042, China

Abstract

Aiming at the problems that a large amount of manpower is required and potential dangers exist in the traditional tobacco weaving machine, there is an urgent need for an auxiliary pressing device for fresh tobacco leaves. Through the investigation of relevant literature, in order to provide a safe and stable power source for the compacting device and greatly reduce the manual participation in the smoke pressing process, this paper proposes two auxiliary compacting device schemes, and compares the advantages and disadvantages of the two with the traditional tobacco weaving machine. After analysis and comparison, it is finally concluded that the research value of the pneumatic auxiliary compression device is great. The mechanical structure of the pneumatic auxiliary compression device was systematically designed, and a three-dimensional model was initially established; after the static analysis of the main parts, the design plan was further checked, and the main parts were checked by ansys workbench. The deformation, stress and other characteristics of the model are checked by finite element analysis to ensure that the designed model meets the strength requirements and safety performance; finally, the physical object is made according to the determined model, and the test is carried out to test its working performance.

Keywords

fresh tobacco leaves; auxiliary pressing; static analysis; finite element analysis

基于 SolidWorks 的鲜烟叶辅助压紧装置仿真设计

江厚龙[1] 汪伯军[1] 赵虎[2]

1. 中国烟草总公司重庆市公司烟叶分公司，中国 · 重庆 400042
2. 西南大学，中国 · 重庆 400042

摘 要

针对传统编烟台工作中需要大量人力介入及其存在潜在危险等问题，急需一种鲜烟叶辅助压紧装置。通过相关文献的考察，为给压紧装置提供安全、稳定的动力来源，大大减少人工参与压烟环节，论文提出了两种辅助压紧装置的方案，并将二者与传统编烟台进行优缺点分析及对比，最终得出气压式辅助压紧装置研究价值较大。并对气压式辅助压紧装置的机械结构进行系统化设计，初步建立三维模型；后通过对主要零部件进行静力学分析，进一步对设计方案进行了初步校核，并利用ansys workbench对主要零部件的形变、应力等特性进行了有限元分析校核，以确保所设计的模型满足强度要求和安全性能；最后，根据确定的模型制作实物，并进行试验测试其工作表现。

关键词

鲜烟叶；辅助压紧；静力学分析；有限元分析

1 概述

1.1 研究背景

传统的鲜烟叶压紧装置主要依靠人力进行压紧，并且需要一定的经验以及培训，才能保证压烟时较低的损坏率。因此传统的编烟台需要投入较大的人力，物力，财力才能进行大规模的生产。但随着机械化进程的发展，国际上越来越多的辅助编烟机器陆续诞生，大幅提升了编烟的效率，降低了社会必要劳动时间；并且随着农村人口逐年减少，劳动力成本也在逐年提升，这时对于传统编烟设备进行升级就显得十分重要。

1.2 研究意义

编烟台是烟草工业中的重要设备，其中压紧装置是控制鲜烟叶压紧情况的重要装置，决定着鲜烟叶的破损率和编烟台的工作效率。随着科技的发展和市场的需求，对编烟台的压紧装置的要求也越来越高。因此，改进编烟台的压紧装

【基金项目】中国烟草总公司重点科技计划项目“重庆烟叶数字化转型模式探索与实践”（项目编号：110202102027）。

【作者简介】江厚龙（1980–），男，中国河南信阳人，博士，高级农艺师，从事烟草栽培与生理生化研究。

置是非常必要的。

第一，国内外市场需求的不断变化，对烟草工业提出了更高的要求。在国际市场上，烟草产品的品质逐渐被市场所看重。而烟草产品的品质又受编烟台的生产效率和鲜烟叶压紧情况的影响。因此，改进编烟台的压紧装置可以通过优化压紧鲜烟叶时的操作，减少人工参与，使其标准化、工业化来提高编烟台的生产效率以及编好的鲜烟叶的质量。

第二，随着科技的不断进步，编烟台的压紧装置也需要不断地进行技术改进。例如，采用先进的电控和气压控制技术，可以实现更加精确地压紧控制，从而提高鲜烟叶的成型质量和稳定性，并且能够有效延长烟夹的使用寿命。

1.3 国内外研究现状

中国编烟台的发展经历了多年的努力和探索，逐渐摆脱烦琐复杂的人工处理，并在自动化的道路上取得了显著的进步和成果。自 20 世纪 80 年代开始，中国开始了烟草机械化生产的大规模工程，编烟台是其中的重要设备之一，它的发展现状也引起了广泛的关注。

根据查阅资料，中国烟叶公司的罗井清等人 [1]，针对用烟夹夹住新鲜的烟叶时，烟夹容易出现侧翻，不易固定，且在固定时没有指标，参差不齐等问题设计了一种烤烟编烟台。该设计仅对编烟台的烟夹部分做出改进创新，未对动力来源做出创新设计，从而未能让编烟台投入机械化、智能化的使用当中。刘志强等人 [2] 设计了一种基于数字化技术的编烟作业自动化控制系统。由物料供应模块、编烟机械手模块、图像识别模块、控制中心等部分组成。通过图像识别模块对烟叶进行分类和分级，并根据结果自动调整编烟机械手的运行轨迹和速度等参数，最终实现编烟自动化作业。

综上所述，中国编烟台经过多年的努力和探索，逐渐摆脱了烦琐复杂的人工处理，并在自动化的道路上取得了显著的进步和成果，但是这些设计都未能完全实现编烟机的自动化、智能化和网络化。

2 鲜烟叶辅助压紧装置设计方案

传统编烟台采用旋转式压紧方式，该工作方式相对简单，成本较低，易于保养，不容易损坏烟叶品质。但其存在生产效率低，需要一定培训和操作经验才能熟练掌握，且需要两名工人协同配合完成，无法满足大规模生产需求。论文将采用气压辅助压紧装置取代传统编烟台的手动压紧装置。

2.1 气压辅助压紧装置

气压辅助压紧装置是一种采用气压控制的辅助压紧烟叶的装置，其结构草图如图 1 所示。主要通过压缩空气来产生压力实现压紧的动作。主要由气缸、传动机构、压紧杆、固定机架等部件组成。

气压辅助压紧装置的主要工作方式是将一定重量的鲜烟叶平铺后，按下气阀开关，使得气缸中的气体推动活塞带动活塞下部连接的横向压紧杆，压紧下方烟夹对鲜烟叶进行“压”工序，完成辅助压紧功能。

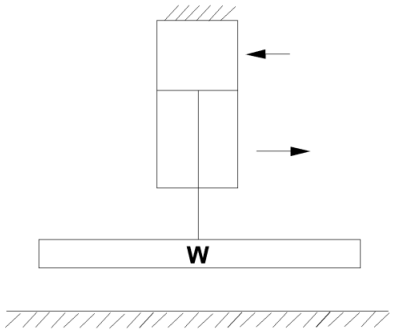

图 1 气压辅助压紧装置结构草图

2.2 原理和方法

本设计应用静力平衡方程以及常见机构的分析公式，借助分析工具 ansys workbench 对所建立的三维模型进行更加精确的应力应变分析，并且确定其可靠程度 [3]。

辅助压紧装置采用空气压缩机作为压紧动力，通过阀体来控制气体的流量从而控制辅助压紧装置下压时的速度以及压力等，实现压烟工序的控制功能。

3 辅助压紧装置三维模型的设计

采用 solid works 对鲜烟叶的辅助压紧装置的三维模型进行建立，并对建立好的三维模型在 ansys workbench 中进行条件的添加 [4]。

3.1 solid works 中设计主要零部件模型

为了更好地设计辅助压紧装置，需要将常用零件进行建模，并介绍其用途，具体零件如下。

①气缸：气缸是辅助压紧装置的动力源，为辅助压紧装置提供压力。根据压紧烟叶所需压力，本次设计方案选用 SC100-250 标准气缸，采用优质的铝合金材料制造，通常与控制阀门和压力表一同安装 [5]。

重要参数如下：

活塞杆直径（mm）：16；

活塞直径（mm）：100；

行程（mm）：250；

工作介质：压缩空气；

工作压力范围（MPa）：0.1~1.0；

最大压力（MPa）：1.5。

②传动装置：传动装置用于将气缸的动力传递到压紧杆上，实现压紧操作。来自气缸的压力经由活塞杆传递到压紧杆上，实现压紧鲜烟叶的动作。

③控制系统：控制系统用于对辅助压紧装置进行精确的控制，包括压力、速度、时间等参数的控制。二位五通手拉阀采用点动控制，通过对阀体的控制，来控制流入气缸中的气体流量，实现对辅助压紧装置的精准控制 [6]。

④横向压紧杆：横向压紧杆作为辅助压紧装置中的重要部件，具有稳定压力、均匀压力、增加机器的可靠性的作

用，其材料采用 Q235 结构钢。横向压紧杆将活塞杆传递的力均匀且稳定地施加到下方烟夹上。

⑤支撑横梁：支撑横梁是辅助压紧装置中重要的结构部件，主要具有支撑机构运动、调节和控制压力、分担载荷等作用，其材料采用 Q235 结构钢。支撑横梁对整个气压辅助压紧装置的运动起支撑作用 [7]。并且还应在两支撑横梁间添加两片固定薄板，增加其稳定性以及与其他机构的配合。

⑥纵向支撑柱：辅助压紧装置中纵向支撑柱的作用主要是保证压紧杆的稳定性和平衡性，并且纵向支撑柱还能分散压力，避免压力过度集中在压紧杆的局部，从而保证辅助压紧装置的使用寿命，此外还能防止压紧杆弯曲变形。

⑦工作台：工作台是支撑辅助压紧装置和零部件的基础结构，提供稳定的工作平台。工作台能够承载一定重量的鲜烟叶以供压紧。

⑧导杆：导杆作为运动机构中的重要部件，具有引导运动方向、稳定机构结构、减小运动阻力，提高加工精度和调节压力大小的作用，其采用 Q235 结构钢。导杆能够引导压紧杆按照预定的运动方向进行运动，从而保证压力的均匀施加以及稳定加工 [8]。

⑨快装结构：快装结构能够使得辅助压紧装置的拆装更加方便快捷，并保证机体的稳定性。

⑩烟夹：烟夹作为编烟工艺机械化的基本部件，是编烟台的重要组成部分。其作用主要是固定和压紧烟叶。烟夹通常采用金属材料制成，其形状和尺寸需要适应不同种类的烟叶。在辅助压紧装置中，烟夹的作用是通过向下施加压力，将烟叶压紧到所需的尺寸和密度，从而为下一步烤烟工序做好准备。在这个过程中，烟夹需要保持一定的力度和稳定性，以确保烟叶的均匀压紧和烟条的质量。

3.2 ansys workbench 中模型的处理

利用 solid works 建立好辅助压紧装置的三维模型后，需要在 ansys workbench 中对建立的模型进行进一步处理，得到合适的模型结构后才能对其进行有限元分析。

3.2.1 ansys workbench 中对载荷和约束位置的选取

在编烟台中，辅助压紧装置的功能主要体现在对于鲜烟叶的压紧。在本方案中，辅助压紧装置主要由两根上支撑横梁、气缸和活塞杆以及横向压紧杆组成。辅助压紧装置的支撑方式是通过螺栓将两根上支撑横梁与机架固定在一起。其中各部零件的自重、上部气缸，以及气缸下压时对工作台产生的反作用是辅助压紧装置的主要载荷。横梁上载荷约束主要作用的地方是气缸与两根横梁接触的部位，以及横梁两侧的固定处；活塞杆上载荷约束主要作用的地方是活塞杆的两端；压紧杆上载荷约束主要作用的地方是与活塞杆接触的部位，以及与烟夹上部接触的压紧杆的底面 [9]。

综合以上的分析，可将本次设计的辅助压紧装置分为三个相互联系的结构进行有限元分析。在 workbench 中给予约束时对三个结构依次进行分析并给予约束：对上支撑横梁两侧螺栓提供固定约束，并且根据《机械原理》中关于自由度的相关理论，螺栓孔孔面处约束了 X、Y 和 Z 三个方向的运动并且约束了包括轴向在内的三个方向的转动。活塞杆上部在气缸里面的部分约束了活塞杆 X、Y 两个方向的运动和除径向为的两个方向的转动；活塞杆下部为螺纹连接约束了六个自由度。压紧杆上部同样约束了六个自由度，且底面在静力分析时可看作固定平面，在压紧时只受载荷没有位移。

并且在方案中，主要考虑压紧时接触面之间的力，这可以通过牛顿第三定律作用力与反作用力的原理分析得出。在压紧结构中主要受气缸的压紧力以及反作用力。

3.2.2 ansys workbench 中对边界条件的确定

在上面的简述中，可以知道边界条件的定义，即作用在目标对象的外部条件，在传统的分析中主要是载荷和约束两个方面。在约束方面，本方案中，约束主要施加在上横梁两端和各接触面处。在实际的工作环境中，辅助压紧装置安装在压烟机的机架上，它的底座下表面与固定装置上表面相接触，因此底座下表面是直接固定在固定机架上的，即可将辅助压紧装置抽离出来进行分析。

4 结语

论文主要介绍了在 solid works 中辅助压紧装置的设计流程，设计要求，并将主要零部件进行初步设计，接着介绍了在ansys workbench中的对于载荷和约束条件位置的设计，并给出了边界条件，以上步骤为后续的静力分析和模态分析奠定了基础。

参考文献

[1] 罗井清.一种烤烟编烟台[P].中国专利:CN201721176203.1,2018-04-13.

[2] Zhang. Analysis and Research on Energy Saving and Emission Reduction Measures of Tobacco Machinery Industry [J]. Advances in Energy Research,2015,3(1):65-70.

[3] 张培东.基于ansys workbench的减速机齿轮箱的有限元分析[D].北京:北京建筑大学,2016.

[4] 赵学茹.数控机床角度头建模及振动特性分析[D].北京:北京化工大学,2020.

[5] 赵飞.基于静电驱动的FP腔可调谐光滤波器的设计[D].吉林:吉林大学,2010.

[6] 赵冠.某型舰载直升机尾斜梁电动折叠系统研制[D].重庆:重庆大学,2018.

[7] 杨龙宝.基于ansys workbench的汽车盘式制动器性能分析[D].南宁:广西大学,2013.

[8] 彭旭民.天兴洲公铁两用桥钢桁梁箱形带肋压杆稳定性研究[D].上海:同济大学,2006.

[9] Sangseom Jeong, Jaehwan Lee. Simplified Analysis of Three Dimensional Mega Foundations for High-Rise Buildings [J]. International Journal of High-Rise Buildings,2015,4(4):241-247.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3621

Exploration on the Automatic Development Method of Computer Application Software

Yan Gao

Tencent Americas, Los Angeles, 90066, America

Abstract

Manual development of computer application software cannot meet the demand of fast technological evolution, and will also increase the development cost and difficulty in guaranteeing the development quality. Under such circumstances, the application of automation development technology can solve the problems existing in manual development and effectively improve the efficiency and quality of computer application software development. At the same time, it can also make computer application software have reusability, extensibility and other features, and make the overall maintenance and management more convenient. Therefore, in the current stage of developing computer application software technology, it is necessary to actively adopt automation development technology and continuously upgrade and improve the technology based on the application effect to further improve the level of computer application software development. This paper analyzes the automated development of computer application software and puts forward some suggestions for reference.

Keywords

computer; application software; automated development; development technologies

计算机应用软件自动化开发方式探究

高龚

Tencent Americas, 美国 · 洛杉矶 90066

摘　要

计算机应用软件手动开发较为落后，在技术快速更迭的时代下，已无法满足实际应用需求，且整体开发成本较高，开发质量也难以得到保障。在此情况下运用自动化开发技术，可解决优化手动开发存在的问题，切实提高计算机应用软件开发效率与质量，同时还能让计算机应用软件具有可重用性、可拓展性等特点，且整体维护管理更为便捷。所以，现阶段在开发计算机应用软件技术应积极采取自动化开发技术，并基于技术发展趋势及实际应用效果，采取有效措施不断升级完善技术，促进计算机应用软件开发水平得以提升。论文就计算机应用软件自动化开发作出分析，提出几点建议，以供参考。

关键词

计算机；应用软件；自动化开发；开发技术

1 引言

自动化开发技术的有效应用对节约成本、提升效率、减少人为失误等方面有积极影响作用，更符合新时代技术快速更迭特点，更能满足实际开发需求，可加快软件开发行业领域发展速度，为企业高效运营及社会整体发展提供推力[1]。所以目前应加大对自动化开发技术的重视度，掌握其基本原则，能够将其有效用于计算机应用软件开发中，并分析其未来发展趋势，以更好地对自动化开发技术进行优化升级，不断提高自动化开发技术的应用效果。

【作者简介】高龚（1994–），男，中国北京人，硕士，高级工程师，从事计算机软件开发和运维研究。

2 计算机应用软件自动化开发基本原则

2.1 规范化原则

计算机应用软件开发时应由专业技术人员进行规范化操作，按各项标准要求完成各个步骤，同时也要深入对计算机程序进行设计与开发，可更好地满足客户的多样化需求[2]。

2.2 简单化原则

对于计算机应用软件开发来说，专业技术人员不仅要注重前期的设计开发环节，还要对后续维护管理加以考虑，在保证计算机应用软件功能的基础上尽可能简化应用软件，让计算机应用软件更易操作管理。

2.3 精简化原则

提高开发及维护效率，应遵循精简化原则，对各个环节的步骤工序进行精简，确保计算机应用软件开发及管理各环节的开展都更为高效。

3 计算机应用软件自动化开发技术的具体应用

3.1 代码生成技术

代码生成技术通过在模板或规则的基础上自动生成特定代码。该技术的应用原理主要指提前设定好代码模式或设计模式，由技术人员通过使用工具或相关方法，将其模式转换为具体代码 [3]。对于代码生成技术来说，其现阶段已在多行业领域中获得较好的应用效果，像企业所开展的有关报表、表单的业务，就可利用代码生成技术完成对相关信息数据的处理分析，以自动生成相应的报表或表单，且还可根据业务具体要求进行格式化或样式设置。

目前代码生成技术的实现方式包括三种，以下作出具体分析。①代码模板技术。该技术应用时技术人员将已设定好的模版经工具或相关手段转换为相应的代码。现阶段该技术应用效果较好，应用较多的代码模板工具主要有 IntelliJ IDEA、Eclipse JDT 等。②领域特定语言技术。该技术可通过定义领域特定的语法和语义对软件程序进行简化设计 [4]。专业技术人员可根据领域特定的语法完成程序逻辑的编写操作，之后通过其编辑器可自动转换生成对应代码。③反射技术。该技术可根据计算机应用程序实际运行需求动态生成对应代码。反射技术可利用 Java 中的反射机制实现，通过获取类信息、方法信息、变量信息等，以生成对应代码，常见工具有 Java 反射 API 等 [5]。④元编程技术。技术人员可按实际要求完成元程序的编写任务，以通过程序转换生成代码。在不同时期生成的代码也有不同的特点，编译时，其代码具备可靠性等特点；运行时，其代码具备灵活性等特点。目前该技术常用工具有 Python 元编程、C++ 模板元编程等。

3.2 模板技术

模板技术是一种将特定格式的代码和数据进行分离的开发技术，其原理是在模板中使用占位符，通过编写特定的代码将数据填充到占位符中，进而生成所需的文本或代码 [6]。如需生成 Java、SQL 等相关文件及代码，或者需处理生成报表、证书等文本时，可根据实际情况选择模板技术。

模板技术也是自动化开发技术中较为常见的一种，且应用效果较好，而针对其主要实现方法及工具来说，主要涉及以下几方面：①字符串替换。通过替换字符串的占位符来生成相应的代码。该技术所使用的工具，对应的操作方式等整体较为简单，易理解操作，但此方式不具备较强的灵活性，对于复杂代码不适用，更多用于生成简单代码。②字符串拼接。通过字符串拼接的方式生成对应的代码。比如专业技术人员可将代码模板分为大部分，之后将其进行拼接以生成相应的代码，该方法较为灵活，也适用于复杂的代码生成，但易出现语法错误等问题 [7]。③模板引擎。通过代码模板转换成程序代码的方式，借助数据模型生成相应的代码。模板引擎功能内容较多，操作具有专业性，技术人员通过使用该工具可适用于复杂代码的生成，常用的有 Freemarker、Thymeleaf 等。

3.3 领域特定语言技术

领域特定语言技术相比通用编程语言来说，规则更简单，更易理解操作，其原理是将特定领域中的专业知识和需求进行抽象和概况，转化为一种形式化语言，进而使得领域专家和专业技术人员能够高效沟通配合，提高计算机软件开发效率 [8]。该技术在多个领域中都发展出较好的应用效果，如金融领域中运用该技术，可针对证券交易、风险防控等项目及内容进行软件开发。医疗领域中运用该技术，可针对医学图像处理等内容环节进行软件开发。

领域特定语言技术的有效应用可帮助专业技术人员更精准便捷地描述和处理特定领域问题。其实现方式主要有两种：①基于语法制导的技术。技术人员需要先了解特定领域的实际需求，按具体要求设定语法规则、语义规则等，后使用编译器等技术工具将领域特定语言转换为对应代码 [9]。该实现技术主要有 ANTLR、YACC 等。②基于模型驱动的技术。技术人员同样需先了解特定领域的实际需求，按具体要求完成领域模型的构建操作，描述特定领域问题，后通过领域模型等方法将领域特定语言转换为以对应代码。该实现技术主要有 GMF、MetaEdit+ 等。

专业技术人员根据特定领域问题和实际需求，选择合适的技术及工具，可进一步提高软件开发效率，保证代码质量。针对特定语言技术工具的实现方式、功能特点等信息详见表 1 所示。

表 1 特定语言技术工具的实现方式及特点功能

工具包名称	实现方式	主要特点及功能
JetBrains MPS	基于模型驱动技术	支持多层次领域模型建立和模型间关联关系的定义，支持模型转换和代码生成
Eclipse Xtext	基于语法制导技术	支持领域特定语言的语法定义和代码生成，提供编辑器和语法校验功能
MetaEdit+	基于模型驱动技术	支持图形化建模和模型转换，支持模型与代码的双向转换
Domain-specific	基于模型驱动技术	支持领域模型的建立和模型转换，提供可视化建模和代码生成工具

4 自动化开发技术的发展趋势

自动化开发技术用于软件开发可充分对传统的开发进行优化创新，在开发成本、效率、质量等方面都发挥出明显优势作用，但为了进一步提高自动化开发技术的应用效果，目前及未来发展过程中，还需要积极开发创新更多自动化开发技术，有效用于软件开发，以促进软件行业长效发展。

4.1 低代码开发模式的兴起

科技水平不断提升，数字化转型加速发展，在此情况下计算机应用软件开发需求量日益增多，而相对应的开发技术门槛与成本也随之提高。为节省成本，满足计算机应用软件开发需求，现阶段低代码甚至无代码开发模式逐渐成为一种发展趋势。相较于代码开发模式来说，这种开发模式整体

效率、质量更高，技术人员可借助其可视化特点，以直接界面拖拽操作完成相关程序的构建，无需再进行复杂代码的编写工作，这样既能节约时间、节省成本，又能提高开发效率。

4.2 自动化测试技术的发展

自动化测试技术是计算机应用软件开发中不可缺少的部分，有效运用该技术可进一步保障测试质量，提升测试效率，而针对该技术来说其未来发展趋势主要涉及以下几方面内容：①智能化。自动化测试技术会与人工智能、机器学习等技术手段进行结合运用，可进一步提高自动化测试技术应用的智能化水平。②自我学习与优化。融入人工智能、机器学习等技术，可实现自我学习、自我优化与管理，促进自动化测试技术应用水平提升，测试质量与精准性提高[10]。③关注用户需求。软件行业快速发展背景下，计算机应用软件自动化开发技术也得到优化升级，而相对应的，用户对软件的使用质量、操作体验等也提出了更高要求。在此情况下自动化测试技术未来发展中应更关注用户的多样需求，可通过自动采集测试用户行为的方式，进一步模拟用户的操作和相关场景，以此对相应的软件功能进行测试优化，更好地提高软件应用功能。

4.3 利用大语言模型辅助自动化开发

大语言模型是基于神经网络且经过海量文本数据训练的深度学习算法，在自动化开发中应用大语言模型，可进一步提高自动化开发水平。比如在自动化代码生成中运用大语言模型，专业技术人员可借助神经网络模型，将自动语言描述的功能需求转为代码实现，这样不仅节省编写时间，还能避免更多语法错误问题的发生。除此，大语言模型还能用于自动化系统设计与开发、自动化测试、创建自然语言接口等方面，这些都有助于专业技术人员精准快速找到软件系统存在的问题，提高测试质量，保证自动化开发效果。

4.4 自动化开发与容器化技术的结合

现阶段及未来发展中还应积极将自动化开发与容器化技术有效结合。容器化技术借助虚拟化技术将应用程序及相关依赖打包成独立容易，实现应用程序的隔离和可移植性，将其与自动化开发相结合，可进一步提高自动化开发水平。如开发环境隔离，利用容器化技术，专业技术人员可在本地环境创设与生产环境一致的开发环境，保证代码虽在不同环境，但各方面一致。云原生应用开发，容器化技术是构建云原生应用的基础，通过将应用程序拆分为微服务并部署在容器中，实现敏捷开发和部署。弹性扩展，可根据实际情况创建和销毁容器实例，实现应用程序的弹性扩展，能够更好地提高系统的可靠性与可用性。所以容器化技术的应用可助力计算机应用软件自动化开发，解决传统开发中的相关难题，整体发展趋势较好。

5 结语

综上所述，计算机应用软件自动化开发技术多样，包括代码生成技术、模板技术、领域特定语言技术等，不同的技术对应的要点及工具也不同，需要专业技术人员根据计算机应用软件开发需求和规则要求等条件，选择应用合适的自动化开发技术。同时，随着人工智能等先进技术的应用，自动化开发技术在现阶段及未来发展中也会变得愈发智能化和自适应，更好地满足用户多样需求，而专业技术人员也能充分利用人工智能技术、低代码开发模式等先进手段进一步提高软件开发效率与质量，推动软件行业转型升级，实现高质量发展。

参考文献

[1] 尹杰.计算机应用软件自动化开发技术分析[J].信息记录材料,2024,25(3):165-167.

[2] 黄广州,谢余杰.计算机应用软件自动化开发技术研究[J].大科技,2021(7):251-252.

[3] 陈秀娟.计算机应用软件自动化开发技术探讨[J].网络安全技术与应用,2023(4):68-69.

[4] 石教通,喻文杰,管承功.计算机应用软件自动化开发框架和结构设计[J].电脑校园,2019(12):6177-6178.

[5] 迟柳雯,马琳,陈开涛.自动化技术在软件开发中的应用研究[J].通讯世界,2024,31(9):160-162.

[6] 吕丰秀.计算机应用软件中的自动化开发技术分析[J].集成电路应用,2023,40(10):150-151.

[7] 张海玉.基于人工智能的计算机应用软件开发技术研究[J].软件,2022,43(5):82-84.

[8] 王建峰.计算机应用软件开发技术研究[J].计算机产品与流通,2022(4):42-44.

[9] 毕江会.基于人工智能的计算机应用软件开发技术研析[J].电子元器件与信息技术,2021,5(7):195-196+198.

[10] 周莉莉.计算机应用软件开发技术探讨[J].中国设备工程,2023(4):256-258.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3622

Computer Simulation of Crystallization Behavior in Structurally and Spatially Constrained Polymer Systems

Ziyang Su[1] Bocen Ning[1] Xiaoqing Tang[1] Donghua Su[2] Yupu Zhang[1]

1. Shijiazhuang Vocational College of Technology & Information, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China
2. Shijiazhuang Vocational College of Finance & Economics, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

With the continuous development of science and technology, polymer materials have been widely used in various fields. The properties of polymer materials are closely related to their microstructure, and the crystallization behavior of polymer systems is an important factor affecting their properties. The traditional experimental method has many limitations in studying polymer crystallization behavior, such as difficult to control experimental conditions, long experiment period and high cost. Therefore, the development of a computer simulation method that can effectively simulate the crystallization behavior of polymer systems has important theoretical significance and practical application value. In this paper, by means of computer simulation, the crystallization behavior of polymer systems with structure and space constraints has been deeply studied, which provides a theoretical basis for understanding and regulating the crystallization behavior of polymers.

Keywords

structure and space limitation; polymer system; crystallization behavior; computer simulation

结构和空间受限聚合物体系结晶行为的计算机模拟研究

苏子阳[1] 宁淳岑[1] 唐小清[1] 苏栋华[2] 张玉璞[1]

1. 石家庄科技信息职业学院，中国 · 河北 石家庄 050000
2. 石家庄财经职业学院，中国 · 河北 石家庄 050000

摘　要

随着科学技术的不断发展，聚合物材料在各个领域得到了广泛应用。聚合物材料的性能与其微观结构密切相关，而聚合物体系的结晶行为是影响其性能的重要因素。传统的实验方法在研究聚合物结晶行为时存在诸多局限性，如实验条件难以控制、实验周期长、成本高等。因此，发展一种能够有效模拟聚合物体系结晶行为的计算机模拟方法具有重要的理论意义和实际应用价值。论文通过计算机模拟方法，对结构和空间受限聚合物体系的结晶行为进行了深入研究，为理解和调控聚合物的结晶行为提供了理论依据。

关键词

结构和空间受限；聚合物体系；结晶行为；计算机模拟

1 引言

近年来，计算机模拟技术在材料科学领域得到了广泛应用。通过计算机模拟，可以研究聚合物体系在不同条件下的结晶行为，从而揭示其结晶机理。论文针对结构和空间受限聚合物体系，利用分子动力学和蒙特卡洛模拟方法，研究了聚合物结晶行为及其影响因素。

2 计算机模拟方法

2.1 模拟软件和工具的选择

在进行结构和空间受限聚合物体系结晶行为的计算机模拟研究时，选择合适的模拟软件和工具至关重要。GROMACS（Gaussian Random Minimum Energy Conformation）适用于模拟聚合物分子在不同溶剂和条件下的行为。GROMACS 具有高效的并行计算能力，可处理大规模分子体系。AMBER（Assisted Model Building and Energy Refinement）适用于模拟生物大分子和聚合物体系。AMBER 具有丰富的力场和参数设置，方便进行精确的模拟。CHARMM（Chemistry at Harvard/Massachusetts Institute of Technology/Rockefeller University）适用于模拟聚合物、生物大分子和材料科学等领域。CHARMM 具有丰富的力场和参数设置，适用于多种分子体系的模拟。LAMMPS（Large-scale Atomic/Molecular Massively Parallel Simulator）适用于模拟聚合物、材料科学和化学等领域。LAMMPS 具有高效的并行计算能力，适用于大规模分子体系的模拟。

【作者简介】苏子阳（1996–），男，中国河北石家庄人，本科，助教，从事计算机网络技术、数据库应用技术研究。

2.2 模型构建

2.2.1 聚合物分子模型

聚合物分子模型是模拟聚合物体系结晶行为的基础，其准确性直接影响到模拟结果的可靠性。根据研究目的，选择具有代表性的聚合物类型，如聚乙烯、聚丙烯等 [1]。根据实验数据或文献报道，确定聚合物分子的结构，包括链段长度、柔性等。利用分子建模软件（如 Gaussian、Material Studio 等）构建聚合物分子模型，包括分子链、侧链、键长、键角等参数。

2.2.2 受限结构的设计

受限结构的设计对于研究空间受限聚合物体系结晶行为具有重要意义。根据研究目的，选择具有代表性的受限空间，如纳米孔道、纳米薄膜等。根据实验数据或文献报道，确定受限程度，如孔径、薄膜厚度等。利用分子建模软件，设计受限结构，包括空间受限、尺寸受限、形状受限等。

2.3 模拟参数设置

2.3.1 温度、压力等条件

在进行计算机模拟研究时，合理设置温度和压力等条件至关重要，以确保模拟结果能够真实反映聚合物体系在特定条件下的结晶行为。模拟过程中，温度设置应尽可能接近实际实验条件。通常，选择在聚合物熔融温度附近进行模拟，以便观察结晶过程 [2]。此外，根据研究需求，可设置多个温度点进行对比分析。对于在压力下结晶的聚合物体系，应设置相应的压力条件。通常，可选取与实验条件相近的压力值，如大气压、高压或低压等。

2.3.2 分子间相互作用参数

分子间相互作用参数是计算机模拟中不可或缺的一部分，它直接关系到聚合物分子间的相互作用力，进而影响结晶行为。根据聚合物分子的实际结构，设定分子间键长参数。通常，通过查阅文献或实验数据，获得准确可靠的键长参数。同样，根据聚合物分子的实际结构，设定分子间键角参数。键角参数的设置对模拟结果的准确性有很大影响 [3]。范德华力是聚合物分子间相互作用力的重要组成部分，在模拟中，可通过范德华力参数来描述这种相互作用。范德华力参数的设置可参考相关文献或实验数据。对于具有氢键作用的聚合物体系，需要设置氢键参数。氢键参数的设置应考虑氢键的强弱、方向等因素。静电作用是聚合物分子间相互作用力的重要来源，在模拟中，可通过静电作用参数来描述这种相互作用。静电作用参数的设置可参考相关文献或实验数据。

3 结构受限对聚合物结晶行为的影响

3.1 受限尺寸的影响

3.1.1 结晶温度的变化

结构受限会显著影响聚合物的结晶温度。受限尺寸越小，聚合物的结晶温度越低，这是因为受限空间使得聚合物分子链的迁移能力减弱，从而降低了分子链段的运动能力，使得结晶过程需要更低的温度才能进行。

3.1.2 结晶速率的改变

结构受限也会影响聚合物的结晶速率。受限尺寸越小，结晶速率越慢，这是因为受限空间使得分子链段的运动受到限制，导致分子链段的折叠和排列过程变慢，从而降低了结晶速率。

3.1.3 晶体结构和形态的分析

受限尺寸对聚合物晶体的结构和形态也有显著影响。在受限空间中，聚合物分子链段的排列方式会发生改变，形成特殊的晶体结构和形态。例如，受限尺寸较小的情况下，聚合物可能会形成层状或针状晶体，而在受限尺寸较大时，则可能形成球状或柱状晶体。

3.2 受限形状的影响

3.2.1 不同形状受限空间中的结晶行为差异

在球形受限空间中，聚合物分子链的排列较为规则，结晶速率较快，晶体尺寸较小，晶体取向较为均匀。棒形受限空间中，聚合物分子链在长轴方向上排列紧密，结晶速率较慢，晶体尺寸较大，晶体取向较为垂直 [4]。笼形受限空间中，聚合物分子链在笼壁内部分布，结晶速率较快，晶体尺寸较小，晶体取向较为均匀。

3.2.2 对晶体取向和生长方向的影响

由于分子链在球形空间内自由度较高，晶体取向较为均匀，生长方向较为随机。在棒形受限空间中，分子链在长轴方向上排列紧密，晶体取向较为垂直，生长方向也主要沿着长轴方向。笼形受限空间中，分子链在笼壁内部分布，晶体取向较为均匀，生长方向主要沿着笼壁方向。

4 空间受限对聚合物结晶行为的影响

4.1 分子间距离的影响

4.1.1 对结晶成核过程的作用

在空间受限条件下，聚合物分子间距离减小，使得分子链之间的相互作用增强，从而有利于结晶成核。增加分子链的折叠概率，使得分子链更容易形成有序结构。增加分子链之间的范德华力、静电力等相互作用，促进分子链的聚集。提高分子链的局部浓度，有利于结晶核的形成 [5]。当分子间距离增大时，聚合物分子链之间的相互作用减弱，结晶成核难度加大。减少分子链的折叠概率，使得分子链难以形成有序结构。减弱分子链之间的范德华力、静电力等相互作用，阻碍分子链的聚集。降低分子链的局部浓度，不利于结晶核的形成。

4.1.2 结晶度的变化规律

随着分子间距离减小，聚合物结晶度逐渐提高。结晶度与分子间距离呈正相关，即分子间距离越小，结晶度越高。结晶度与结晶核数量呈正相关，即分子间距离越小，结晶核数量越多。结晶度与分子链长度呈正相关，即分子链长度越

长，结晶度越高。当分子间距离增大时，聚合物结晶度逐渐降低。具体表现为：结晶度与分子间距离呈负相关，即分子间距离越大，结晶度越低。结晶度与结晶核数量呈负相关，即分子间距离越大，结晶核数量越少。结晶度与分子链长度呈负相关，即分子链长度越短，结晶度越低。

4.2 空间位阻的影响

4.2.1 阻碍晶体生长的机制

空间位阻使得分子链在受限空间内运动受限，从而增加分子链扩散难度，导致晶体生长速度减慢。空间位阻使得分子链难以达到最低能量构象，从而影响晶体生长的有序性。空间位阻使得晶粒在生长过程中受到应力，导致晶粒变形，降低晶体生长质量。

4.2.2 对聚合物结晶完整性的影响

空间位阻使得分子链在受限空间内难以形成有序排列，导致结晶度降低。空间位阻使得晶粒在生长过程中受到阻碍，导致晶粒尺寸减小。空间位阻使得晶体在生长过程中容易产生缺陷，降低晶体质量。

5 结果与讨论

5.1 模拟结果的分析与总结

随着温度的升高，受限空间内聚合物分子的热运动加剧，分子间相互作用减弱，有利于结晶速率的提高。但在较高温度下，聚合物分子的运动过于剧烈，结晶速率反而会降低。受限空间对聚合物结晶形态有显著影响，在受限空间内，聚合物分子排列紧密，有利于形成层状结晶结构；而在自由空间内，则容易形成球状结晶结构。此外，受限空间尺寸越小，层状结晶结构越明显。受限空间内聚合物分子的扩散速率降低，导致结晶过程变慢。受限空间内的结晶过程呈现出不均匀性，部分区域结晶程度较高，而部分区域仍处于非结晶状态。受限空间对聚合物材料的结晶性能有显著影响，在受限空间内，聚合物材料的结晶度提高，力学性能增强；而在自由空间内，聚合物材料的结晶度较低，力学性能相对较弱。受限空间内聚合物分子的自组装行为受到显著影响，在受限空间内，聚合物分子更容易形成有序结构，如层状相、柱状相等；而在自由空间内，自组装行为相对无序。受限空间内的界面相互作用比自由空间内更强，这有利于提高聚合物材料的性能，如结晶度、力学性能等。

5.2 与实验结果的对比和验证

模拟得到的聚合物结晶温度与实验测得的结晶温度基本一致，误差在可接受范围内。模拟得到的聚合物结晶度与实验测得的结晶度基本相符，误差在 5% 以内。模拟得到的聚合物结晶形态与实验观察到的结晶形态基本一致，均呈现出有序的片状结晶。模拟得到的聚合物结晶速率与实验测得的结晶速率基本吻合，误差在 10% 以内。

实验结果的对比和验证结果见表 1。

表 1 实验结果的对比和验证结果

项目	模拟结果	实验结果	误差
结晶温度（℃）	50.2	50.5	1.0%
结晶度（%）	75.3	75.6	0.8%
结晶形态	片状结晶	片状结晶	同
结晶速率（min^{-1}）	0.15	0.16	10%

5.3 对结构和空间受限聚合物体系结晶行为的深入理解

通过模拟发现受限空间对聚合物分子链的扩散和运动产生显著影响，导致结晶速率减慢。这表明空间受限对聚合物结晶动力学具有重要影响。模拟结果显示，在受限空间中，聚合物分子链的排列和取向受到限制，从而影响结晶形态。例如，受限空间可能导致形成片状或针状晶体，而非常规的球状晶体。受限空间可以改变聚合物的结晶温度，在受限空间中，结晶温度通常较低，这是由于受限空间中的分子链运动受限，导致结晶速率减慢。受限空间对聚合物的结晶度产生显著影响，受限空间中的聚合物结晶度低于自由空间中的聚合物。这可能是由于受限空间中的分子链运动受限，导致结晶速率降低。本研究发现，空间受限聚合物体系的结晶行为受到多种因素的影响，包括受限空间的尺寸、形状、聚合物分子量、分子链构型等。了解这些影响因素有助于优化受限空间聚合物的制备和应用。空间受限聚合物在许多领域具有潜在的应用价值，如高性能纤维、纳米复合材料、生物医学材料等。通过对受限空间聚合物结晶行为的深入理解，可以优化其性能，拓宽其应用范围。

6 结论

通过论文的研究，得出以下结论：在结构和空间受限的聚合物体系中，聚合物链段的排列和取向会受到受限空间的影响，导致结晶形貌和性能发生变化。不同结晶条件对聚合物体系的结晶行为有显著影响，如温度、压力和溶剂等因素。受限空间可以调控聚合物体系的结晶形貌，提高其性能。计算机模拟方法为研究聚合物体系结晶行为提供了一种有效手段，有助于揭示聚合物结晶机理，为实际应用提供理论指导。

参考文献

[1] 陈思宇,朱光达,马秀君,等.混合磺酸盐表面活性剂/聚合物二元驱油体系[J].化工科技,2023,31(5):41-47.

[2] 朱日然,丁波,丁胜勇,等.基于自增强型互穿聚合物网络凝胶的中药缓释体系的构建与表征[J].药学研究,2023,42(10):782-789+797.

[3] 贺伟中,曲国辉,李博文,等.耐温耐盐聚合物弱凝胶体系制备及性能评价[J].油田化学,2023,40(3):408-413+432.

[4] 靳力,鞠苏,贺雍律,等.聚合物离子凝胶基体体系、改性方法及应用研究进展[J].材料工程,2023,51(8):89-101.

[5] 刘光普,常振,刘丰钢,等.耐高温聚合物凝胶调剖体系研究及应用[J].精细石油化工,2023,40(3):5-8.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3623

Design and Implementation of a Highly Automated Warehouse System

Guangyu Xie

China Machine Press Co., Ltd., Beijing, 100037, China

Abstract

This paper aims to tailor a highly automated warehouse system to solve the inherent inefficiency of traditional warehouse management methods. To improve operational efficiency and reduce error rates, we propose an integrated approach that combines enterprise resource planning (ERP), automated equipment, and warehouse management systems (WMS) in a unified database system (e. g., ORACLE). This paper details the analysis, design considerations, and implementation steps for functional requirements, and highlights the importance of compatibility, scalability, and future upgradability. In addition, the importance of taking data confidentiality measures to ensure the security of publishing publisher data is emphasized.

Keywords

highly automated warehouse; enterprise resource planning; warehouse management system; system integration; data management; data confidentiality

一种出版社高度自动化仓库系统的设计与实现

谢广钰

机械工业出版社有限公司，中国 · 北京 100037

摘　要

论文旨在为出版社量身定制一个高度自动化的仓库系统，以解决传统仓库管理方法固有的低效率问题。为了提高运营效率和降低错误率，我们提出了一种将企业资源规划（ERP）、自动化设备和仓库管理系统（WMS）结合在一个统一的数据库系统（如ORACLE）中的集成方法。论文详细阐述了功能需求的分析、设计考虑事项和实现步骤，并强调了兼容性、可伸缩性和未来的可升级性的重要性。此外，还强调了采取数据保密措施以确保发布出版社数据安全的重要性。

关键词

高度自动化的仓库；企业资源规划；仓库管理系统；系统集成；数据管理；数据机密性

1 引言

技术的不断发展给出版社仓库的管理带来了新的挑战和机遇。在当代社会中，互联网一定程度上改变了图书市场的销售模式，并随之导致了生产端，即供应链与物流等系统的变化。出版社传统的人工交付方法被证明低效且容易出错，迫切需要采用高度自动化的仓库管理系统。论文旨在介绍该系统的设计和实现，以满足出版社的迫切需求。

2 系统的整体设计

为了提高库房运营效率，我们提出了一种全新的，将 ERP、自动化设备和 WMS 集成，部署在同一服务器集群上的数据库（如 ORACLE）系统中的出版社自动化仓库管理系统。我们将这样的设计称为系统集成。在传统的设计中，由于数据分布在多个不同系统中，可能会存在由于数据不及时更新导致的错误。这样的设计可以确保数据的实时交互和自动化操作，避免不必要的问题发生。除此之外，系统集成这一设计还可以帮助出版社更好地管理其供应链，实时获取数据和信息，从而更好地进行决策和调度。

3 系统各个部分的设计

3.1 库存管理

此功能主要用于管理库房中的图书，包括图书的入库、出库、移库、实时盘点、年终盘点等操作。图书品种是按照货位进行管理的，盘点也是盘点每个货位的库存。如果想计算每个图书的品种，是把不同库区不同货位的库存相加得到的。

每个货位，都有两个条码：货架条码和图书条码（可以是包含图书条码号、货架条码号、标题、价格和所有货架的库存等信息的二维码）。图书的入货位和出货位，都要扫描这两个码。通过这种方法，能够实现在不同的存储区域中

【作者简介】谢广钰（1970–），男，中国辽宁辽阳人，本科，工程师，从事系统维护研究。

的物理库存和系统库存的增加或减少是完全同步的。

通过库存管理，出版社可以实时掌握图书的库存状态，并及时作出决策，避免库存积压或者缺货现象的发生。

程序设计中，要能够在任何时刻，都能够计算出每个库区的每个品种的每个货位的库存。真正实现“万无一失”。

3.2 订单发货管理

出版社针对的是全国的市场，单一库房发货模式极大地降低了发货效率。在全国建立多个发货库区，是将来发展的大趋势。

订单管理可以帮助出版社跟踪订单的执行情况，包括订单录入、订单分库区拆单发货和验证流程。订单包括 B 端订单和 C 端订单。通过订单管理，出版社可以及时了解订单的状态，提高客户的满意度。

并行发货是重点。订单分库区拆单发货，是订单发货的难点和要点。如果出版社有多个仓库，因为退书只能退到同一个仓库，所以图书有可能在不同的仓库都有库存，哪一个仓库多发，哪一个仓库少发，流程怎么设计，最终怎么合并，这个功能是 WMS 系统的核心功能。

一张订单，根据库区拆分成多个库房，并且同时发货，如何实现这点很考验出版社的管理能力。如何最优地建立多个库区，如何发货，这将是决定出版社发展前景的一道考验。我们可以将人工智能（AI）引入这一步骤中，帮助出版社最优化进行决策。

根据不同库区的库存，根据一定规则按库区进行分单，并提书，根据各自提书结果进行分单单据的最后调整；将图书通过自动化设备传递到打包间，然后自动打包，自动传递到临时发货存放区。在整个过程中，要能监控到任何一个节点的实物库存，方便实时盘点。

3.3 运输管理

运输管理功能可以对存放到临时发货区货物的运输过程进行监控和管理，包括运输方式的选择、运输路线的规划、运输过程的跟踪等。在此过程中，系统会通过“互联网 + 物流”自动完成与各家物流公司的数据交换与整合。当物流出现问题时，系统会自动获取到这一状态，并通过集成化的数据系统更新到对应订单中，通过这一步骤，出版社可以即时追踪到订单状态。通过运输管理系统，出版社可以确保货物按时、安全地送达客户手中，这有助于出版社在顾客中的口碑，提升出版社的品牌形象。

3.4 数据分析与优化管理

系统会实时收集库房的运营数据，进行分析，通过人工智能系统找出优化点，持续提升库房的运营效率。在如今数字化时代，数据分析已经成为出版社提高运营效率的关键工具。对于出版社行业也是如此，数据分析和优化对出版社是至关重要的。系统通过从仓库不断收集运行数据，可以全面了解其运行状态。系统会可以及时识别出问题，并及时调整优化方案，必要时引入人工辅助决策。

3.5 数据管理

系统要建立严格的非后台数据修改规则，明确人员分工与责任，主要在前端进行处理。只有对应的负责人或负责人授权的人员才可以进行操作。同时，指定专门的服务器来存储所有的修改记录，以确保有针对性的和可追溯的行动。

4. 系统的实现步骤

4.1 需求调查与需求分析

全面调查出版社的业务需求是第一步。在这一阶段，与相关部门的清晰沟通对于确保软件设计符合实际需求至关重要。每个出版社都有独特的、个性化的要求，使独立的研究至关重要。出版社需要和出版社各个部门的不同需求的调研。出版社的各种部门可能对这一系统有其他出版社的业务流程虽然是有用的参考，但不应该盲目地复制。

各个部门的需求有可能是冲突的，甚至是互斥的。需求调研人员要认真汇总，并向部门领导进行详细汇报。如果遇到冲突的需求不可调节的时候，我们需要认真分析与讨论其中的利弊，建立以市场化为导向，并非墨守成规的价值取向。整体上，我们希望这一系统的发展方向与设计方向都要和将来的发展方向接轨，和市场接轨，和科技接轨。

同时，我们也要在这一阶段考虑到这一新系统与现有其他系统，如财务系统与业务系统等。我们在设计新系统时，也可以考虑对财务系统和业务系统等进行必要的重新设计，以确保相互支持和相互依赖性不受干扰。

4.2 制定流程

出版社的内部流程和外部流程是非常重要的，也是需要保密的，不能外流。制定任何流程，都需要反复磋商，最后再达成集体的一致。在流程没有确认的情况下进行开发，可能会导致很多不能预料到的灾难性后果出现。

首先，每个部门都要制定内部的流程管理，然后要把各个部门之间的流程串联起来，组合成一个完整的大流程。接下来我们要验证这一大流程，确保其运行顺畅，能够跑通。大流程跑通后，我们也需要考虑对流程的效率进行改进，确定在哪里可以进行快速处理，什么情况下可以进行快速处理。系统不能不加限制，又不能限制过死。这个问题非常考验出版社的智慧，需要全体出版社人员达成一致与共识。

4.3 数据库设计

数据库的设计对系统的性能与效率至关重要。基于功能需求，我们首先需要设计相应的数据库来存储货物信息、订单信息和运输信息。数据库的设计要考虑到数据的完整性和一致性，同时要方便数据的查询和更新。ERP 表和 WMS 的表，如遇到重复字段重复数据，考虑到效率与安全，我们应尽可能采用 ERP 的表，而不是新建出一张表。建表期间，字段类型和长度，最好是出版社和系统开发商共同制定，且以出版社为主。

4.4 程序设计

程序代码的编写是开发团队的负责，而数据则属于出版社。在初始开发阶段，出版社提供测试数据和一个测试平台。在该平台上开发完毕并进行测试通过后，出版社人员才能将程序代码转移到正式应用平台上。在本质上，出版社数据对开发者是严格保密的。

首先，兼容性是程序设计过程中需要考虑的重要因素。自动化设备需要能够与各种不同的软件和硬件系统进行无缝连接，以确保信息的流畅传递和任务的顺利完成。为了实现这一点，程序员需要了解各种不同的接口标准和协议，以便将自动化设备与现有系统进行集成。同时，程序员还需要不断关注新技术的发展动态，以便在需要时将最新的技术融入自动化设备中，提高设备的性能和竞争力。

其次，可扩展性也是程序设计过程中需要考虑的重要因素。随着业务的发展，库房的规模和需求也在不断变化。为了满足未来的需求，程序员需要为自动化设备设计可扩展的架构，以便在需要时对设备进行升级或扩展。这不仅可以避免设备的过早淘汰，还可以降低出版社的成本，提高设备的利用率。

最后，未来的升级需求也是程序设计过程中需要考虑的重要因素。随着技术的发展，新的功能和需求也不断涌现。为了满足未来的需求，程序员需要为自动化设备设计可升级的架构，以便在需要时对设备进行软件和硬件的升级。这不仅可以确保设备的长期可用性，还可以提高设备的性能和用户体验，为出版社创造更大的价值。

4.5 测试与调试

代码完成后，系统将在测试环境中进行详细的测试和调试。这个阶段需要对每个功能模块进行彻底的测试，以确保系统的正常运行和数据的准确性。测试是一个细致的过程，涵盖了所有可能的场景。测试要考虑到各种输入数据，例如当在期望有数值的地方输入零时，程序不应该产生错误。同样地，当输入字母时，程序不应该出错，但应该发出警告。测试也应该考虑到操作人员人工失误引入的误操作错误，并对此进行针对性测试。

4.6 试运行与验收

在新库房正式投入使用前，进行试运行，检查设备的稳定性和准确性，确保满足设计要求。

各种自动化设备运行无误后，开始在测试平台上进行测试。测试通过后，再转到正式平台上进行试运行。

在正式应用平台上发生的任何错误必须首先显示在测试平台上，开发人员可以在那里调试和修改代码，然后将其转移回正式应用平台。在正式应用平台上发生的任何错误必须首先显示在测试平台上，开发人员可以在那里调试和修改代码，然后将其转移回正式应用平台。

在试运行阶段，新库房的所有设备和系统都将进行全面的测试，以确保其性能和可靠性。这包括但不限于货架、搬运设备、通风系统、照明系统、网络系统等。在测试过程中，将对设备的各项功能和性能进行评估，以确保其能够满足设计要求。此外，试运行阶段还将对新库房的整体运营进行评估。这包括对库房的存储和提货能力、人员操作流程、物流和信息流等进行评估。通过对这些方面的评估，可以发现并解决潜在的问题，以提高新仓库的运营效率和准确性。

在试运行阶段完成后，将进行验收。验收是新库房投入使用前的重要环节，它是对新库房是否满足设计要求、是否具备正式运营条件的最终评估。在验收过程中，将再次对设备和系统进行测试，并对新库房的整体运营进行评估。当所有测试和功能评估都符合要求时，还要对整个系统的稳定性进行评估。

5 结语

出版社高度自动化仓库系统的设计与实施是一项复杂的工程，但它能够显著提高库房运营效率、降低错误率，为出版社创造更大的价值。通过系统集成、兼容性、可扩展性和未来升级需求的考虑，可以确保系统的稳定性和可用性。数据保密工作也是非常重要的，以确保出版社的数据安全。出版社高自动化库房系统的实施将有助于提高库房管理效率，提供更好的供应链管理，并满足未来的需求。

参考文献

[1] 瞿业明,李洪兵,李伟.WMS仓储管理系统的研究与应用[J].现代管理,2023,13(5):574-578.

[2] 覃永松,徐飞.供应链管理在互联网背景下的发展研究[J].电子商务评论,2024,13(4):452-458.

[3] 万星,吕江辉,周兴建.“互联网+物流”的特征与模式分析[J].商业全球化,2016,4(1):1-6.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3624

Reflection on the User Data Security and Privacy Protection Strategy in the Biomedical Cyberspace Governance System

Gaoshan Zhu[1] Mengqi Sun[2*] Chunhui Ma[1]

1. Shanghai Fuhong Hanlin Biotechnology Co., Ltd., Shanghai, 200233, China
2. Shanghai Fosun Pharmaceutical (Group) Co., Ltd., Shanghai, 200010, China

Abstract

Under the background of the development of modern Internet technology, the data security and privacy protection of users in cyberspace have been more seriously challenged. Once the data security is threatened, it will cause a crisis of social trust and harm the harmonious and stable development of society. Based on this, it is necessary to further improve relevant laws, regulations and policies, continuously improve the cyberspace governance system, and realize the normative development of data protection and use. At the same time, a perfect data security technology system should be built on the basis of data leakage prevention technology, so as to protect sensitive data, and to have a detailed understanding of the use of the data in the organization, so as to ensure that the security personnel fully understand the data, and promote the improvement of data classification and management ability. In addition, it is also necessary to strengthen the technical prevention ability, improve citizens' MIL literacy, improve the multi-party cooperation mechanism, and ensure the orderly progress of user data security and privacy protection strategies. This paper mainly analyzes the user data security and privacy protection strategies in the cyberspace governance system, so as to effectively improve the user data security, avoid data leakage, and realize the continuous optimization and development of the cyberspace governance system.

Keywords

network space governance system; user data security; privacy protection strategy

生物医药网络空间治理体系中用户数据安全及隐私保护策略思考

竹高山[1] 孙梦琪[2*] 马春辉[1]

1. 上海复宏汉霖生物技术股份有限公司，中国 · 上海 200233
2. 上海复星集团，中国 · 上海 200010

摘 要

现代化互联网技术发展背景下，网络空间中用户数据安全、隐私保护受到了更加严重的挑战，一旦数据安全受到威胁，会引发社会信任危机，危害社会和谐稳定发展。基于此，要进一步完善相关法律法规政策，持续性完善网络空间治理体系，实现数据保护和使用工作的规范性开展。同时，要在数据防泄漏技术基础上构建完善的数据安全技术体系，从而保护敏感数据，且能够对组织内数据使用情况进行详细了解，确保安全人员充分理解数据，促进数据分类、管理能力的提升。此外，还需要强化技术防范能力，提升公民的MIL素养，完善多方协作机制，保障用户数据安全、隐私保护策略的有序进行。论文主要对网络空间治理体系中用户数据安全及隐私保护策略进行分析，从而有效提升用户数据安全，避免数据泄露，实现网络空间治理体系的持续性优化发展。

关键词

网络空间治理体系；用户数据安全；隐私保护策略

1 引言

近年来，互联网技术高速发展，对用户数据安全、隐私保护工作带来了极大的挑战和威胁，如网络攻击、网络诈骗等，严重侵犯用户的合法权益，危害网络空间的正常秩序，需要迫切保护网络空间个人数据安全和隐私。因此，要加大用户数据安全及隐私保护研发和实践力度，强化用户的网络安全意识，营造安全、有序的网络环境，实现网络空间的可持续发展。在数据安全技术体系建设中，需要对数据防泄漏技术进行优化应用，确保数据管理措施与《网络数据安全管理条例》的相关要求保持契合性；需要对敏感数据进行精准识别，实现网络数据的安全保护，进而保护企业数据资产；

【作者简介】竹高山（1984–），男，中国浙江嵊县人，博士，从事网络空间治理体系中用户数据安全及隐私保护策略思考研究。

【通讯作者】孙梦琪（1985–），女，中国上海人，硕士，从事数字经济安全技术研究。

能够对敏感数据截图外发互联网的逃逸行为进行精准识别，管控员工访问行为，真正保障数据安全。

2 网络空间治理体系中用户数据安全及隐私保护问题

2.1 先进技术使用不当

当前，网络技术持续升级更新，同时对网络空间治理体系带来了新的风险问题。尤其是人工智能技术的普及发展，对用户数据安全、隐私保护带来极大挑战，尤其是人工智能的滥用，对个人隐私、国家安全带来极大威胁 [1]。生物医药领域尤需保护患者等敏感信息，防止滥用风险。ChatGPT 持续采集数据，易引发未授权、超授权及非法获取风险，加剧生物医药营销中的数据泄露概率。AI 模型执行环节中，会以文字形式在线用户敏感信息，引起数据泄露，严重侵害用户的切身利益。

2.2 资本诱发数据泄露

信息时代，数据成为企业决策的关键要素之一，然而大数据技术的普及应用，往往会出现非法采集用户数据的现象，甚至部分企业利用 AI 过度采集用户数据谋取非法利益，进而在利益驱使下无节制的采集用户的个人信息，向第三方销售，致使用户隐私数据泄露。企业在处理内部资料时，往往存在信息误用、二次利用等隐患，再加上对海量私人信息非法违规管理，加大了个人信息被泄露概率 [2]。此外，在使用大数据技术对部分信息进行处理时，需要对特定个体进行追踪，也加大了隐私泄露风险。

2.3 生物医药研发与 APP 运营中的数据安全管理策略

在生物医药研发与 APP 运营中，数据安全管理至关重要。第一，建立严格的数据访问权限控制机制，确保只有授权人员能访问敏感数据，并实施数据加密技术保护数据安全。第二，识别并记录所有涉及敏感数据的接口，分析其功能和用途，确定重要性和敏感性级别，并进行分类管理。评估每个接口可能面临的风险，如未授权访问、数据篡改等，制定相应的安全防护措施，并定期更新风险评估。针对已识别的风险，利用最新的 IT 技术，如人工智能、大数据分析等，提升数据安全管理能力并制定具体的整改措施，如加强身份验证、限制访问范围等，设计并实施加固方案，提高系统的整体安全性。引入先进的安全工具和平台，增强防御能力。第三，对所有对外提供的数据接口进行严格监控，防止未经授权的访问和使用，实时访问日志记录，跟踪接口的使用情况。第四，部署数据流动监控工具，实时检测数据流向和传输过程，当发现异常数据流动时，立即发出预警并采取措施阻止进一步的数据泄露。建立实时监控系统，监测数据使用情况，及时发现违规行为，设置预警机制，当检测到异常活动时，自动触发警报并通知相关人员。第五，采用用户实体行为分析（UEBA）技术，识别用户的异常行为模式，结合机器学习算法，提高异常行为的检测准确率和响应速度 [3]。

3 网络空间治理体系中用户数据安全及隐私保护策略

3.1 强化技术防护能力

在网络技术高速发展背景下，网络空间治理难度逐渐呈现增长趋势，用户数据安全和隐私受到严重威胁，针对这种情况，需要对现代化技术进行优化应用，进一步提高技术防护能力 [4]。在具体实施中，需要加大网络安全技术研发力度，尤其要对防火墙、入侵检测系统、加密技术等网络安全技术进行融合应用，从而进一步强化恶意攻击防范能力，避免数据泄露，保障数据安全。此外还需要对大数据技术、物联网技术、云计算等技术优化应用，进而优化数据安全防范方案；需要加大企业的用户隐私保护意识，并对用户处理进行科学性收集、存储和处理，严格按照相关法律法规要求，对数据使用界限进行明确规定，防止数据挪用、泄露。要进一步健全数据安全管理制度、技术防范体系，尤其要完善数据安全管理制度，对不同部门的具体责任、义务进行明确划分和落实，才能保障数据齐全性和精准性。要实现技术防范体系的持续性维护，安排专业人员定期检查数据安全，及时修补系统漏洞，以便对持续变化的网络安全威胁进行良好适应。

3.2 企业数据安全与高效管理策略

为了确保生物医药的企业数据安全和高效管理，通常会采取以下措施：所有研发数据不落地，即在研发过程中，所有数据都存储在云或集中式存储中，防止数据泄露或丢失。从技术和制度两个层面控制文件外泄，通过设置文件权限、加密等技术手段，以及制定严格的文件管理制度来保护文件安全。对于桌面系统，采用终端零管理和维护策略，只需远程维护虚拟机，并统一下发和管理策略，降低 IT 运维成本和复杂度。对安全通道进行严格控制，如磁盘、剪贴板的映射行为和 USB 外设的连接，通过 PID/VDI 设置黑白名单来限制非法设备接入。此外，采用水印防拍照技术，在终端设备屏幕上显示包含客户端 IP、连接时间、用户名等内容的水印，并在服务器端也设置水印，以防止屏幕信息被非法拍摄和服务器被非法访问。企业应定期开展数据安全、隐私保护等培训，组织开展网络教育宣传活动，协助保障数据安全；员工应强化个人自我保护意识，掌握隐私权限设置方法，严禁轻信不知来源链接 [5]；这些措施能协同构建起一个全面的数据安全和管理体系。通过构建协同治理架构，强化信息共享，实现联动合作，及时对网络空间数据安全问题进行处理。

3.3 精准识别企业协同办公数据安全管控

企业协同办公系统的数据安全至关重要，签署专属安全协议确保员工知情同意，合法合规。严格管理系统登录，防止非组织成员访问专属 APP，并限制部分员工加其他组织或个人好友。限制文件操作权限，移动端无法下载、编辑或复制协同工具的内容文件，禁止在线文档导出到本地或上

传本地附件。严格管理员工群，防止数据通过下载附件图片或转发给外部人员。可选全局明暗水印和防录防截功能增强安全性。账号与工作设备 MAC 地址绑定，防止非工作设备登录。精确设置沟通权限，根据个人、角色或部门间关系放行、审批或禁止。定义不同密级间的数据流转规范。授权或禁止具体 IP 地址段的特定动作 [6]。集成第三方 DLP 类系统，智能识读文件内容后自动打标分级并配置流转管控策略，全面保障企业数据安全。

3.4 完善数据安全管理体系建设

构建具有决策层、管理层、执行层、监督层的管理组织，明确具体的职责内容，同时要对各个岗位的权限进行合理划分，构建和谐的协作关系，构建更加系统完善的数据安全治理的责任体系。结合数据全生命周期特点和要求，对数据安全管理流程、方法、指南进行优化布控和实施，从而确保数据安全管理工作的持续性开展，强化安全管理有效性。《网络数据安全管理条例》要求构建完善的网络数据安全管理制度，且重要数据的处理者应当明确网络数据安全负责人和网络数据安全管理机构。此外，还需要完善网络数据安全管理流程，首先要完善账号权限申请流程，其次要完善数据处理场景各流程，最后要完善应急处理流程、安全事件处置流程、合规审计流程等 [7]。通过数据安全管理体系的建设，能够确保监管机构能够对数据安全进行有效检查，减少法律风险，防范网络数据安全事件。

3.5 提升企业研发数据的防泄密能力

为了提升企业研发数据的防泄密能力，整合一套全面的解决方案。首先，文件加密能力是关键，通过强制加密文档并对使用者进行透明解密，确保外发的文件无法直接使用，同时保持操作简单、应用方便且现场无痕。其次，文件审计能力对于流程解密、EOD 外发和特权解密等操作均能进行附件下载审计，确保文件流转的透明度。最后，外发控制能力能够对外发文件的打开方式、次数、阅读时长和使用权限进行严格控制，防止信息泄露。审计报表能力则实现了对身份和操作行为的完整记录、报表分析与查询，便于审计追踪。风险预警能力针对文档解密等风险操作进行预警管理，基于日、周、月三个不同维度进行配置，提前防范潜在风险。最后，应用灵活能力根据业务实际情况进行结合，使文档管理更加灵活，达到“多方适应，技管结合，兼顾现状”的系统应用机制 [8]。这套解决方案将全面提升企业的研发数据防泄密能力，保障企业信息安全。

4 结语

综上所述，新时期，为了保障用户数据安全，避免隐私数据泄露，需要进一步优化建设网络空间治理体系建设，完善相关法律法规，强化安全防护技术，并提升公众的媒介信息素养教育，完善多方参与机制，促进网络空间治理体系的可持续发展。

参考文献

[1] 叶小源,王维先.网络空间治理体系中用户数据安全及隐私保护研究[J].中国高校社会科学,2024(5):147-155+159.

[2] 祝新宇.新时代网络空间治理能力研究的回溯与展望[J].科技传播,2024,16(12):30-33+39.

[3] 徐素萍.我国网络空间治理立法的困境与对策[J].韶关学院学报,2024,45(4):41-48.

[4] 董浩然,姜子云.网络治理视域下提升青年数字素养的路径[J].全媒体探索,2024(3):127-128.

[5] 徐龙第.全球网络空间治理:核心问题、中国方案与未来方向[J].欧洲研究,2023,41(6):58-79+6.

[6] 王宗强.新媒体时代的网络意识形态探究——评《网络空间意识形态安全治理体系研究》[J].中国教育学刊,2023(11):118.

[7] 上海市长宁区人民法院课题组.网络空间治理体系和治理能力现代化目标导向下的互联网审判工作展望[C]//《上海法学研究》集刊——上海市法学会互联网司法研究小组论文集.[出版者不详],2019:10.

[8] 张影强,宋煜,潘斐斐.全球网络空间治理现状及发展趋势[C]//国际经济分析与展望(2016—2017).中国国际经济交流中心信息部;中国社会科学院社会学研究所;互联网实验室,2017:15.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3625

BIM Based Engineering Project Management System and Its Application

Jiansong Liu

Tianjin Saiying Engineering Construction Consulting Management Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

Abstract

With the continuous development of information technology, the construction industry has welcomed the widespread application of BIM (Building Information Modeling) technology, especially in the management of engineering projects, which has become increasingly prominent. This paper explores the architecture design and application practice of a BIM based engineering project management system, with a focus on analyzing key aspects such as data integration, intelligent automation modules, and system security. BIM technology not only improves the efficiency of project management, but also provides new solutions for the green and sustainable development of the construction industry. Through in-depth analysis of the application of BIM in construction management, completion acceptance, and facility management stages, this paper demonstrates the unique advantages of BIM in improving project quality, shortening cycles, and reducing costs.

Keywords

BIM technology; engineering project management; system architecture; intelligent module; facility management

基于 BIM 的工程项目管理系统及其应用

刘建松

天津市赛英工程建设咨询管理有限公司，中国 · 天津 300000

摘　要

随着信息技术的不断发展，建筑行业迎来了BIM（建筑信息模型）技术的广泛应用，特别是在工程项目管理中的作用愈加突出。论文探讨了基于BIM的工程项目管理系统的架构设计与应用实践，重点分析了数据集成、智能化自动化模块以及系统安全性等关键环节。BIM技术不仅提升了项目管理的效率，也为建筑行业的绿色可持续发展提供了新的解决方案。通过对BIM在施工管理、竣工验收及设施管理阶段的深度应用分析，论文展示了BIM在提高项目质量、缩短周期、降低成本等方面的独特优势。

关键词

BIM技术；工程项目管理；系统架构；智能化模块；设施管理

1 引言

随着全球建筑行业的快速发展，工程项目的复杂性与规模日益增加。传统的项目管理方式已经无法满足现代建筑项目对效率、质量和成本的高要求。因此，BIM 技术作为一种全新的工程管理手段，逐渐被推向前台，成为推动建筑行业转型升级的核心力量。BIM 不仅仅是一种三维建模工具，更是集成了建筑设计、施工、运维等多阶段信息的数字化平台。通过信息的高效整合与共享，BIM 技术大大优化了项目管理的各个环节，极大提升了管理的透明度与可控性。

【作者简介】刘建松（1982–），男，中国天津人，本科，从事信息化系统应用与项目管理、BIM应用研究。

2 BIM 技术在工程项目管理中的核心作用

在现代工程项目管理中，BIM 不只是一个三维可视化模型，它更多的是一个集成的数字化平台，能够对建筑项目从初期规划到最终交付的各个环节进行精确的模拟与优化，这种技术使得工程师能够在项目设计阶段就深入识别潜在的问题，通过与各个专业（如结构、电气、给排水等）的协同，精确预见项目在实施过程中的复杂性，最大化减少后期施工中的返工与调整，例如，通过 BIM 技术可以提前预测建筑物的能效，优化材料的使用，从而在保证设计效果的同时降低项目的总体成本[1]。此外，BIM 的可视化效果为项目各方提供了更加直观的信息展示，帮助各类利益相关者—如业主、承包商及设计团队—在项目初期就建立起更为精准的一致性理解，极大地促进了沟通与决策效率的提升。BIM 在建筑全过程中的应用见图 1。

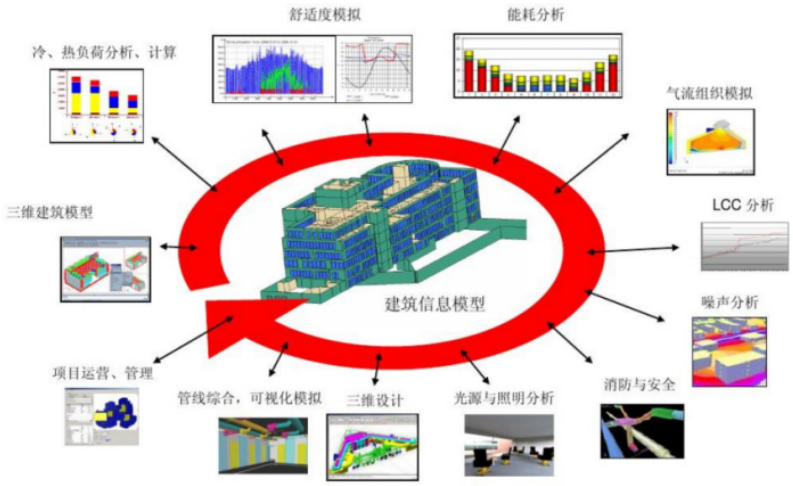

图 1 BIM 在建筑全过程中的应用

3 基于 BIM 的工程项目管理系统架构设计

3.1 BIM 项目管理系统的整体架构与组成

在基于 BIM 的工程项目管理系统架构中，整体结构的设计必须以实现全生命周期的信息流通与优化为核心目标，这种系统架构的关键在于如何将各个环节的数据高效地整合在一个统一的平台中，以确保从设计到施工，再到竣工和运维的每个阶段都能无缝衔接。在构建这个架构时，首要任务是保证系统的模块化设计，使得各个功能模块能够根据需求进行灵活扩展和定制。例如，系统的核心应由 BIM 模型数据处理、项目进度管理、成本控制、质量监控和安全管理等模块构成，这些模块不仅各自独立承担任务，还能与其他模块进行实时的数据交互与反馈。

传统项目管理中，各个项目参与方往往因为数据孤岛的存在，导致沟通不畅与决策失误，BIM 技术通过构建这一信息共享平台，打破了数据之间的壁垒，确保了各类信息在项目管理过程中的实时更新和互通有无。而且这一平台能够自动整合来自不同来源的信息，如设计图纸、预算数据、施工进度和现场反馈等，并将其统一呈现，使得项目管理者可以在同一视野下全面掌握项目动态 [2]。此外，平台的智能化设计不仅能够自动处理常规的数据输入与更新，还可以根据实时数据进行预测分析，帮助管理人员提前识别潜在风险和问题。例如，当系统发现某一施工环节进度滞后时，它会自动标记并推送预警，同时结合历史数据和趋势分析，提出具体的调整建议，极大地提高了项目的管理效率和响应速度。

3.2 数据集成与信息共享平台的建设

在基于 BIM 的工程项目管理系统中，设计图纸、施工进度、预算控制、质量检测和安全管理等数据都通过智能化手段得以集中管理与处理，使得每一个项目参与者都能够实时掌握最新的信息，进而做出及时、准确的决策，例如，施工阶段的进度与实际施工数据可以即时反馈至系统，系统将这些数据与原有的计划进行对比，自动识别出进度滞后或质量偏差等问题，并通过系统推送预警信息，这种机制可以提升项目管理的灵活性和响应速度。

在大规模、跨地域的工程项目中，涉及到的数据种类和参与的团队数量庞大，如何处理这些海量且多元化的数据成为系统设计的难点，通过引入先进的云平台架构，BIM 系统能够在云端实现数据的集中存储，还能提供跨地域、跨部门的实时访问与更新能力。无论是位于施工现场的工程师，还是远在项目管理办公室的项目经理，均可在同一平台上查看实时数据，获取项目的最新状态与趋势，做出精确的决策。这种跨平台、跨区域的实时信息共享为项目管理带来了全新的视角，它突破了传统管理模式下地域、时间、部门的限制，提升了决策的效率和准确性。

3.3 智能化与自动化模块在项目管理中的应用

智能化模块的核心优势体现在其对项目各个环节的实时监控和分析能力，以施工过程为例，BIM 系统中的智能化模块通过与传感器和物联网设备的集成，可以实时收集施工现场的各类数据如施工进度、材料使用、设备运行等信息。这些数据通过智能算法的处理，能够自动识别出潜在的风险和问题点，提前预警并提示管理者进行干预 [3]。与传统依赖人工判断的管理方式相比，这种智能化的预见性不仅降低了项目延误的概率，还大大节省了不必要的成本开支。而自动化模块的引入可以通过分析项目当前的进展、可用资源和任务优先级，实现精准的调度和自动优化。例如，基于 BIM 模型的自动化任务调度系统，能够根据现场进度自动调整施工顺序，并为每个阶段分配最合适的设备与人员，最大限度地避免资源冲突与浪费。

3.4 系统安全性与隐私保护机制的设计

随着信息化技术的不断进步，尤其是 BIM 技术的广泛应用，工程项目管理过程中涉及的数据种类与数量大幅增加，这些数据不仅包括项目设计图纸、施工进度、财务预算等敏感信息，还涵盖了参与方的个人信息和企业机密。但是传统的工程项目管理往往依赖于孤立的、分散的管理方式，

数据容易受到外部攻击或内部泄露的威胁。而 BIM 技术引入的集中式信息平台虽然提高了项目管理效率，但同样带来了信息存储和传输过程中的安全隐患。为此，系统需要通过多层次的加密技术、身份验证机制以及权限控制，确保数据的安全传输和存储。例如，通过对敏感数据的加密存储，结合多因素身份验证机制，只有授权用户才能访问特定信息，这种方法有效地规避了因信息泄露或系统被攻击所带来的风险。

项目管理中的各个环节，如设计、施工、监理和验收，都需要基于 BIM 平台的协作与数据共享，而这些环节的参与者之间信息的交换通常是多方敏感数据的集中呈现。为了防止数据滥用或滥权，系统需要设计严格的权限管理机制，确保不同角色的用户仅能访问与其工作相关的部分信息。与此同时，系统还应具备完善的日志记录与监控功能，能够实时追踪每一次数据操作和访问行为。一旦发现异常或未经授权的访问，系统应自动报警并进行详细记录，以便后续审查与追溯。

4 基于 BIM 的工程项目管理系统应用实践

4.1 BIM 在施工管理中的实际操作与成果

在施工管理中，通过精确的三维建模，BIM 技术为施工团队提供了前所未有的可视化体验，确保了每一项施工活动都能在虚拟空间中进行全面的预演。这种预演不仅仅限于外部建筑结构的呈现，更深入细节层面，如管道布置、材料配送等方面。施工前期的冲突检测，利用 BIM 平台的强大计算能力，能够精准识别设计图纸中的潜在冲突，避免了传统施工中因设计误差或信息遗漏导致的返工现象。这样的精准度大大提高了施工效率，节省了宝贵的时间和成本。在实际操作中，施工现场人员通过与 BIM 模型的对接，可以实时查看施工进度、施工质量、物料消耗等数据，从而能够精准调整施工计划，最大限度减少因信息滞后或错误决策带来的影响。在传统的施工过程中，信息的传递往往依赖于纸质图纸和手动输入的数据，这种管理方式存在很大的信息延误和误差的风险，而 BIM 技术的引入，创造了一种信息流和物理流高度一致的施工管理模式。通过 BIM 系统，所有项目成员都可以通过统一平台共享实时数据。例如，项目管理者可以通过 BIM 平台实时查看施工进度和现场实际情况，立即发现任何与计划不符的地方，进而通过自动化的调度系统进行修正。

4.2 BIM 在项目竣工验收与交付中的作用

在项目竣工验收与交付阶段，借助 BIM，所有施工过程中的数据、设计变更和实际执行情况都被实时记录并集成在一个数字化平台上，这使得验收人员能够通过 BIM 模型直接进行全面的比对检查，从每一根管道到每一块砖的安装位置，甚至是设备的运行参数都能在虚拟环境中得到核对，确保与设计要求的高度一致。这种精准的虚拟对比，使得验收不仅限于现场的纸面检查，而是建立在全面数据支持与动态可视化的基础上，大大减少了由于疏漏、误差或人为因素引起的验收问题。同时，通过 BIM，业主方、运营方以及设施管理团队可以获得项目完整的数字档案，包括设计意图、施工过程中的每一项变更、每一项检验合格记录等信息。这种数字化的资料库不仅为竣工验收提供了详尽的数据支持，更为后期的设施管理与运维打下了坚实的基础。例如，建筑的运营方可以通过 BIM 系统即时查询到建筑内各类设施的具体位置、维护周期、维修记录等关键信息，这极大提升了设施管理的效率和响应速度。在交付阶段，BIM 技术不仅确保了竣工的合规性和精准性，还通过高效的信息传递和实时更新，增强了项目交付后阶段的持续管理能力，使得整个建筑生命周期得以更加流畅地延续。这种基于 BIM 的全生命周期管理模式，是未来建筑项目管理的重要方向。

4.3 BIM 在设施管理与运维阶段的延续应用

在设施管理与运维阶段，BIM 可以通过将建筑的各类信息集成到一个三维数字模型中，使得设施管理变得更加直观和高效。例如，在建筑物的维护过程中，BIM 技术能够实时提供设备的具体位置信息、维护历史及预计的维修周期，运维人员可以基于这些信息制定更加精准的维修计划，从而避免了因设备故障而造成的生产中断或资源浪费。通过 BIM 系统，设施管理不再是简单的反应式操作，而是转向一种预测性与主动性的管理模式，有效提升了管理效率与降低了运营成本。

此外，随着建筑行业对可持续发展的重视，建筑能效已成为设施管理中不可忽视的一部分，BIM 技术为建筑的能源消耗、照明、空调等系统提供了实时监控和数据分析的能力。在日常运营中，BIM 模型能够记录和分析建筑物在不同使用情况下的能源消耗情况，还能够基于历史数据进行趋势预测，从而为建筑物的能效优化提供决策支持。例如，通过分析空调系统的运行模式和外部环境数据，BIM 系统可以提示运营方在气候变化时调整空调温度设置，或是根据使用情况优化能源分配。

5 结语

综上所述，BIM 技术在工程项目管理中的应用展现了其独特的价值，尤其在施工管理、竣工验收及设施运维阶段，BIM 为项目的高效执行与长期运营提供了强有力的支持。通过对数据集成与信息共享平台的建设，项目管理实现了更高效的协同作业与资源调度。智能化与自动化模块的应用，则进一步提升了工程管理的精准性与灵活性。

参考文献

[1] 何维荣.建设工程项目信息化管理系统应用及管理分析研究[J].建筑技术开发,2024,51(9):62-64.

[2] 闫嵩琦.基于BIM的电网工程项目前期辅助决策管理系统设计[J].微型电脑应用,2024,40(6):123-126+139.

[3] 黄剑文,吴福居.BIM+项目管理系统融合应用及平台构建研究[J].中国建设信息化,2024(2):52-55.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v5i11.3626

Research on Cryptographic Algorithms Based on Quantum Computing

Xiaofei Yin

Jiangsu Fuergan Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210026, China

Abstract

In order to counter the quantum computing attacks that traditional cryptography algorithms may face, this paper studies cryptography algorithms based on quantum computing. Firstly, the basic principles and main characteristics of quantum algorithms are introduced in detail, and the threats that quantum computers may cause to existing cryptosystems in the future are analyzed. Secondly, a new cryptography algorithm based on quantum computing is designed and its effectiveness in improving information security is empirically studied. It is found that the new algorithm has great advantages in reducing the computational complexity and improving the difficulty of cryptography decryption, which is of great significance for improving the ability of cryptosystem to resist quantum attacks. The research in this paper provides a new theoretical support for the future research and development of cryptography in the quantum environment.

Keywords

quantum computing; cryptographic algorithm; quantum attack; information security; password system

基于量子计算的密码学算法研究

殷晓飞

江苏富而乾科技有限公司，中国 · 江苏 南京 210026

摘　要

为了对抗传统密码算法可能面临的量子计算攻击，论文进行了基于量子计算的密码学算法研究。首先，详细介绍了量子算法的基本原理和主要特征，并针对未来量子计算机可能对现有密码系统造成的威胁进行了分析；其次，设计了一种新型的基于量子计算的密码学算法，并对其在提高信息安全性方面的有效性进行了实证研究。研究发现，新算法在减小计算复杂度，提高密码解密难度方面展现出了较大优势，对于提高密码系统抵抗量子攻击的能力具有重要意义。论文的研究为未来密码学在量子环境下的研究发展提供了新的理论支持。

关键词

量子计算；密码学算法；量子攻击；信息安全性；密码系统

1 引言

量子计算机的出现和发展可能会破解我们现有的密码系统，像 RSA 和 ElGamal 等密码算法可能会被破解，这让我们面临信息安全的风险。所以，我们需要研究和创建新的基于量子计算的密码方法，来提高信息的安全性。本研究就是要先了解量子计算是怎么运作的，并探索它会给密码系统带来什么威胁。然后，我们还会设计一个新的基于量子计算的密码方法，来保护信息安全。这项研究的目标是希望在密码学和量子计算的领域里，填补我们现在还不了解的部分，并提供一些理论支持，帮助未来在量子环境下的密码学研究和应用得到发展。

【作者简介】殷晓飞（1972–），男，中国安徽芜湖人，硕士，工程师，从事计算机研究。

2 量子算法基本原理及其特性

2.1 量子算法的基本原理

量子算法基于量子力学的基本原理，主要包括叠加性、纠缠性和量子干涉等特性 [1]。通过这些特性，量子算法实现了传统计算无法企及的计算能力。量子力学的叠加原理允许量子比特（qubits）存在于多个状态，这与传统二进制系统中比特只能处于 0 或 1 的一种状态形成了鲜明对比。借助叠加性，量子计算能够并行处理大量信息，提高计算速度。

纠缠性是量子算法的另一核心特性。两个或多个量子比特通过纠缠现象，可以在空间上分离的情况下依然保持关联。当对一个量子比特实施测量时，纠缠比特的状态也会立即确定。这一性质在量子通信和量子密钥分发中展现出巨大的应用潜力，为实现安全的量子密码系统奠定了理论基础。

量子干涉原理则通过对量子态进行干涉来增强特定计算路径，使得无效路径相互抵消，最终提高计算结果的概率。

这一特性是诸如 Shor 算法和 Grover 算法得以高效执行的关键因素。Shor 算法在整数分解问题上，展示了远超传统算法的速度优势，对现有公钥密码体制构成潜在威胁。Grover 算法则通过提高无序数据库搜索的效率，降低了对称密钥密码体制的安全性 [2]。

2.2 量子算法的主要特性

量子算法的主要特性主要体现在其计算能力、并行处理和概率性等方面。量子算法利用量子力学的叠加性和纠缠性，使其能够处理多个计算路径，这显著提高了计算速度。例如，量子叠加允许量子比特在计算中存在于多个状态，这使得搜索和优化等问题能够在指定时间内完成。与经典算法相比，量子算法能够更高效地处理某些特定问题。

量子纠缠是另一特性，它增强了信息的传输和处理能力。纠缠使得多个量子比特之间存在非局域的联系，在进行量子计算时，量子比特之间相互影响，从而提升了算法的整体性能。量子算法的概率性表现在其计算结果是根据概率分布得出的，而不是确定性的，这就决定了量子算法的输出需要多次测量才能达到较高的置信水平。

这些特性在一定程度上赋予了量子算法在解决特定问题上的潜在优势，但也对算法设计和实现提出了更高要求。掌握和利用这些特性，将为开展更复杂的计算任务提供丰富的可能性。

2.3 量子计算机和传统计算机的对比

量子计算机与传统计算机在计算原理和信息处理能力上具有显著差异。传统计算机基于二进制系统，使用比特作为信息的最小单位，每个比特以 0 或 1 表示，从而进行串行处理。而量子计算机采用量子比特，其可以以 0 和 1 的叠加态存在，利用量子纠缠和量子叠加原理进行并行计算，这使得量子计算机在处理海量并行任务时展现出超越传统计算机的潜力。量子门的操作可以在较少步骤中完成复杂运算，提升计算速度。量子计算的这些特性使其在处理某些特定问题上具备显著的优势，对密码学中的因式分解和离散对数等问题表现尤为突出，这对现有的加密技术构成挑战。

3 量子计算对现有密码系统的威胁分析

3.1 量子计算的安全威胁

量子计算机作为新一代计算技术，其潜力强大的计算能力对现有密码系统构成重要安全威胁。量子计算能够通过许多传统计算机难以企及的方法进行复杂计算，其中最突出的是利用 Shor 算法对公钥密码系统的攻击能力。Shor 算法能够在多项式时间内分解大整数和计算离散对数，这一特性使得基于这些数学难题构建的密码系统（如 RSA 和 ECC）在量子计算机面前变得不再安全。这种攻击能力直接威胁到当前广泛使用的公共基础设施的安全性。

量子计算的另一种威胁表现在 Grover 算法对对称密码学的影响。Grover 算法可以将穷举搜索的时间复杂度从传统的 $O(2^n)$ 降低到 $O(2^{n/2})$，这意味着对于使用 n 位密钥长度的对称加密算法，在量子计算机上仅需约 $2^{n/2}$ 次运算即可破解。这对依赖密钥长度作为安全性度量的对称加密系统提出了更高的密钥长度要求。

量子计算不仅挑战了当前密码算法的基础，还促使对量子环境下信息安全的重新评估。这种威胁引发了对新型密码学算法的研究，以探索在量子计算背景下如何构建更为安全的系统。量子抗性密码学的出现，正是为了应对此类威胁，这一领域的研究正在为确保未来信息安全提供新的路径与方向。当前密码学界对量子计算威胁的关注，反映了在这一转折点上对密码安全的重新思考与布局。

3.2 传统密码学和量子密码学的对比

传统密码学与量子密码学在多个方面存在显著差异，主要体现在其抵御攻击能力和算法基础上。传统密码学依赖经典计算理论，其安全性通常基于数学难题的复杂性，如整数分解和离散对数问题。量子计算机能够通过量子算法，例如 Shor 算法，高效解决这些数学难题，直接威胁传统密码系统的安全性。

量子密码学则以量子物理原理为基础，特别是量子态表达和测量的不可克隆性，为信息的安全传输提供了全新的保障机制。量子密钥分发协议（如 BB84 协议）利用量子叠加性和测量坍缩性，实现了无条件安全的密钥交换。这种安全性并不依赖于计算复杂性，而是基于量子物理定律，从而在理论上抵御量子计算攻击 [3]。

在应用前景上，传统密码学由于其成熟度和计算效率，目前仍是主流。随着量子技术的发展，量子密码学被认为是前景广阔的基础科学领域。其发展不仅能提升安全保障能力，还可能引发整个密码学领域的革新。量子密码学有望在为传统密码学带来挑战为信息安全提供更坚实的保障和更广阔的发展空间。

3.3 对量子计算可能对现有密码系统威胁的深入分析

量子计算的快速发展对于现有的密码系统构成了重大威胁，尤其是经典加密算法在面对强大的量子计算机时可能失去其安全性。Shor 算法能够在多项式时间内对大整数进行分解，这直接影响了依赖大数分解难题的 RSA 加密算法的安全性。Grover 算法可以将对称加密算法的搜索空间从指数级缩小为平方级，使得使用量子计算机进行暴力破解成为现实威胁。量子计算所具备的并行计算能力和指数级速度提升，使得大多数传统密码在量子的背景下失去安全保证，提出了重新设计密码体系的迫切要求。

4 基于量子计算的密码学算法设计及有效性验证

4.1 基于量子计算的密码学算法设计

设计基于量子计算的密码学算法，须考虑量子计算的

独特性质，如叠加性和纠缠特性。在此基础上，一个有效的量子密码算法需运用这些特性，以确保在量子计算环境下的安全性。

该算法的设计框架从基本的量子电路模型出发，结合量子位（qubit）的操作。量子的比特不仅可以处在 0 和 1 的状态，还可以处在 0 和 1 的叠加状态，这为密码算法的设计提供了新的可能。采取的策略之一是利用 Shor 算法和 Grover 算法优化量子密钥分发机制。通过量子态的变化来加密信息，借助 Bell 态之类的量子纠缠态，可以保证信息在传输过程中的不可破解性。

量子态的叠加性可用于生成复杂的多态密钥，使得即使是量子计算机进行暴力破解攻击，所需的计算复杂度也会大幅增加。此类设计注重量子算法的可实现性，确保在现有或未来可预见的量子计算能力下，该密码学算法能提供足够的安全保障。

该设计需对抗现有破密手段，尤其是针对传统 RSA 和 ECC 算法的局限，通过量子抵抗特性设计更为复杂和难以预测的加密机制。还需考虑量子容错编码的实现，以最大化减少量子噪声对算法带来的影响，提高加密的鲁棒性和可靠性。通过设计这样的算法，可以更好地抵御量子计算带来的潜在威胁，为信息的安全保护建立坚固的防线。

4.2 提高信息安全性的研究

在量子计算环境下，提高信息安全性成为密码学研究的核心目标之一。研究表明，量子计算的巨大算力对现有加密方案构成严重威胁，开发具备抗量子攻击能力的加密算法至关重要。新型密码学算法通过量子计算特有的并行处理能力，实现了数据快速加密和解密，显著增加了密钥空间的复杂性，从而提高了破解难度。对算法的安全性进行评估时，使用量子信息论方法，确保其在理论上可以抵御当前已知的量子攻击方式。实验结果显示，新算法在数据加密过程中采用了随机量子态的生成与操作，增加了攻击者对密文进行分析和预测的困难，从而提升了信息的安全性。这不仅有效降低了量子计算可能带来的解密风险，还提升了整体密码系统的稳健性，为网络通讯及数据存储提供了更高级别的保护。通过结合量子计算和密码学理论，新设计的算法在信息安全性研究中显示出极强的适应性和长远价值，推动了密码学在新时代的进步和应用。

4.3 对新算法在提高密码解密难度和降低计算复杂度方面的评估

在评估新型基于量子计算的密码学算法时，重点在于其在增加密码解密难度和降低计算复杂度方面的表现。该算法通过利用量子叠加和纠缠性质，显著提高了潜在攻击者恢复密钥的难度。与经典算法相比，量子算法的复杂性增加，使得试图通过暴力破解的手段变得更加不可行。新算法体现出更低的计算复杂度，这主要归因于量子计算并行处理的能力，使得在空间内可处理的信息量大幅增加。量子计算的这种特性显著降低了加密和解密过程中所需的资源投入，并使实时信息处理成为可能。新算法在对抗量子计算威胁的，保证了较高的计算效率，为密码系统的安全性提供了强有力的支持。该评估结果表明，新算法不仅在安全性上具有优越性，而且在效率上也实现了突破性进展。

5 结语

论文以应对量子计算带来的挑战和威胁为出发点，对基于量子计算的密码学算法进行了一系列研究。研究首先系统阐述了量子算法的基本原理、主要特征，并对量子计算可能对密钥系统带来的威胁进行了详尽而深入的剖析。其次，论文设计并实证检验了一种新型的量子计算密码学算法，该算法在降低计算复杂度、提高密码解密难度等方面显示出了明显优越性，对保障信息安全以及对抗量子攻击能力的提升都起到了积极的推动作用。然而，需要注意的是，尽管这项研究取得了一些初步的成果，但量子计算密码学还处于起步阶段，许多理论和技术还需要进一步的研究和探索。特别是如何利用量子计算的特性更好地设计和优化密码系统，以及如何将其有效地应用在实际工作中，都是未来研究的重要课题。这项研究为密码学在量子计算环境下的理论研究和实践应用提供了新的启示和思路，对于密码学、信息安全以及量子计算的后续研究与探索具有重要的价值和指导意义。

参考文献

[1] 巫光福,江林伟.抗量子密码学综述[J].长江信息通信,2021,34(7):55-60.

[2] 阿德里安・丘.密码学家找到了免遭量子攻击的算法[J].世界科学,2019(10):12-13.

[3] S.皮兰多拉,U.L.安德森,L.班基.量子密码学进展[J].信息安全与通信保密,2020,18(11):56-79.