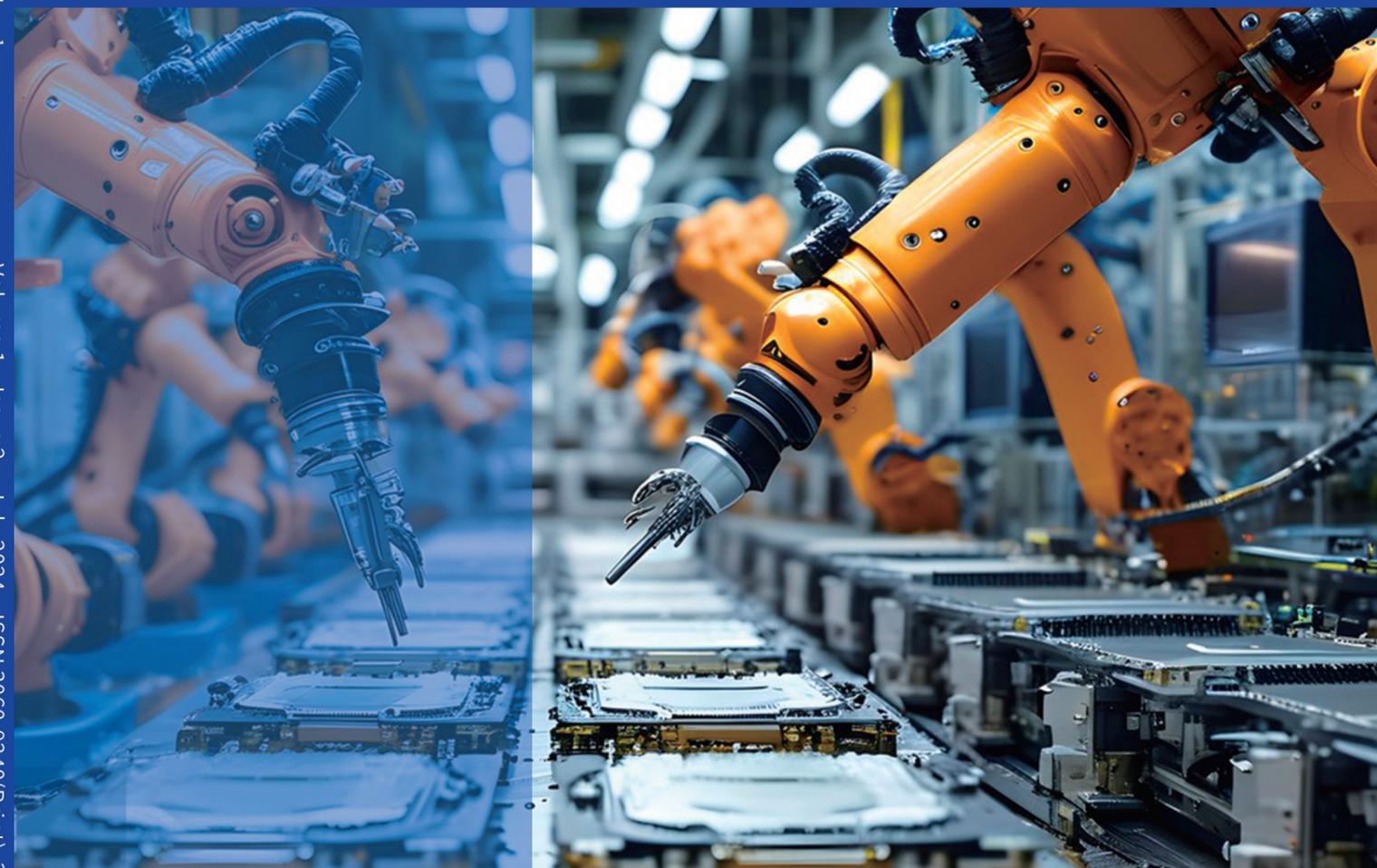


# 现代工业与技术

Modern Industry and Technology

Volume 1 • Issue 2 • July 2024 • ISSN 3060-9240(Print) 3060-9259(Online)



现代工业与技术  
Modern Industry and Technology

Volume 1 • Issue 2 • July 2024 • ISSN 3060-9240(Print) 3060-9259(Online)

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.  
Tel.:+65 62233839

E-mail:contact@nassg.org

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

中文刊名：现代工业与技术

ISSN: 3060-9240 (纸质) 3060-9259 (网络)

出版语言：华文

期刊网址：<http://journals.nassg.org/index.php/mit-cn>

出版社名称：新加坡南洋科学院

Serial Title: Modern Industry and Technology

ISSN: 3060-9240 (Print) 3060-9259 (Online)

Language: Chinese

URL: <http://journals.nassg.org/index.php/mit-cn>

Publisher: Nan Yang Academy of Sciences Pte. Ltd.

## 《现代工业与技术》征稿函

### Database Inclusion



Google Scholar

### 版权声明/Copyright

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

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

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.  
12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819

Email: [info@nassg.org](mailto:info@nassg.org)

Tel: +65-65881289

Website: <http://www.nassg.org>



### 期刊概况:

中文刊名：现代工业与技术

ISSN: 3060-9240 (Print) 3060-9259 (Online)

出版语言：华文刊

期刊网址：<http://journals.nassg.org/index.php/mit-cn>

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
- 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。

# 现代工业与技术

Modern Industry and Technology

Volume 1·Issue 2· July 2024·ISSN 3060-9240(Print) 3060-9259(online)

## 编委会

### 主 编

蒋 晶 郑州大学

### 编 委

李伟锋 华东理工大学

李 硕 重庆理工大学

李益国 东南大学

高学金 北京工业大学

- |    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| 1  | 人工智能在软件管理与维护中的相关运用分析<br>/ 戴磊              | 1  | Analysis of the Related Application of Artificial Intelligence in Software Management and Maintenance<br>/ Lei Dai                               |
| 4  | 非标机械设备设计和制造中的常见问题与注意事项<br>/ 刘凯 卞于灿        | 4  | Common Problems and Precautions in the Design and Manufacturing of Non-standard Mechanical Equipment<br>/ Kai Liu Yucan Bian                     |
| 7  | 装备制造业智能化转型升级影响因素及作用机理<br>/ 张振富            | 7  | Influencing Factors and Mechanism of Intelligent Transformation and Upgrading of Equipment Manufacturing Industry<br>/ Zhenfu Zhang              |
| 10 | 化工行业引起的水体及土壤重金属污染防治的对策探析<br>/ 张越颖 王晓燕 孙凯祥 | 10 | Analysis on the Countermeasures of Water and Soil Heavy Metal Pollution Caused by Chemical Industry<br>/ Yueying Zhang Xiaoyan Wang Kaixiang Sun |
| 13 | 给水处理中消毒技术的应用<br>/ 杨金璋                     | 13 | Application of Disinfection Technology in Feedwater Treatment<br>/ Jinzhang Yang   |
| 16 | 多功能显示终端在夏季运用时出现雾气原因分析及应对措施<br>/ 宋志华       | 16 | Cause Analysis and Countermeasures of Multifunctional Display Terminal in Summer<br>/ Zhihua Song  |
| 19 | 浅析机械制造中数控技术的实际应用分析<br>/ 梁方伟 王大刚 张春明       | 19 | Analysis on the Practical Application of Numerical Control Technology in Machinery Manufacturing<br>/ Fangwei Liang Dagang Wang Chunming Zhang   |
| 22 | 煤矿安全管理中的风险辨识与应急响应研究<br>/ 原凯               | 22 | Research on Risk Identification and Emergency Response in Coal Mine Safety Management<br>/ Kai Yuan  |
| 25 | 综合物探方法在煤矿井下水害防治的实践<br>/ 聂新辉               | 25 | The Practice of Comprehensive Geophysical Prospecting Method in Water Hazard Control in Coal Mine<br>/ Xinhui Nie                                |
| 28 | 化工厂防爆四轮巡检机器人的组成及现场应用研究<br>/ 崔志东           | 28 | Research on the Composition and Field Application of Explosion-proof Four-wheel Inspection Robot in Chemical Plant<br>/ Zhidong Cui              |

# Analysis of the Related Application of Artificial Intelligence in Software Management and Maintenance

Lei Dai

Foshan Chengde New Material Co., Ltd., Foshan, Guangdong, 528524, China

## Abstract

The effective application of artificial intelligence technology in software management and maintenance can better reduce the cost and resources consumed in the process of software management and maintenance, improve the quality and efficiency of software management and maintenance, and then better play the function and role of software to improve people's production efficiency and production quality. Therefore, it is very necessary to use AI reasonably in combination with the actual requirements of software management and maintenance. This paper also focuses on this point, mainly from the necessity of the application of artificial intelligence in software management and maintenance and the specific application of artificial intelligence in software management and maintenance, hope to provide a reference for the relevant personnel, give full play to the technical advantages of artificial intelligence technology to effectively implement software management and maintenance.

## Keywords

artificial intelligence; software management; software maintenance; application strategy

## 人工智能在软件管理与维护中的相关运用分析

戴磊

佛山市诚德新材料有限公司, 中国·广东 佛山 528524

## 摘要

人工智能技术在软件管理与维护中有效应用可以更好地降低软件管理与维护过程中所需要消耗的成本和资源, 提高软件管理与维护的质量和效率, 进而更好地发挥软件的功能与作用提高人们的生产效率和生产质量, 因此结合软件管理与维护的实际需求合理应用人工智能是十分必要的。论文也将目光集中于此, 主要从人工智能在软件管理与维护中应用的必要性以及人工智能在软件管理与维护中的具体应用等方面展开论述, 希望可以为相关人员提供参考, 发挥人工智能技术的优势有效落实软件管理与维护。

## 关键词

人工智能; 软件管理; 软件维护; 应用策略

## 1 引言

经济社会的迅速发展以及互联网软件的普及为人们的生产和生活提供了更多的助力和便捷, 做好软件的管理与维护则可以确保软件功能能够有效发挥, 更好地满足人们的生产生活需求, 而在软件管理与维护中人工智能技术的科学应用可以更好地提高软件管理与维护工作落实质量和效能, 应当引起关注和重视, 在分析人工智能技术在软件管理与维护中的具体应用策略之前首先需要了解人工智能技术在软件管理与维护中应用的必要性。

## 2 人工智能在软件管理与维护中应用的必要性

人工智能在软件管理与维护中应用是十分必要的, 具

体可以从以下几个方面展开分析:

首先, 人工智能在软件管理与维护中应用可以更好地降低软件管理与维护工作效率, 软件管理与维护工作在实践落实过程中所需要考量的要件是相对较多的, 其技术性、综合性相对较强, 尤其是在软件维护的过程中还会涉及到预防性维护、适应性维护、纠正性维护和完善性维护等不同类型的工作内容, 传统工作方法以人工进行软件维护, 工作人员基于经验和规则确定维护方向, 明确维护策略, 其所需要消耗的时间周期是相对较长的, 而人工智能则可以通过系统算法快速锁定维护重点, 明确维护需求, 提高维护效率, 用更短的时间完成管理及维护工作任务。

其次, 人工智能在软件管理与维护中应用可以更好地提高软件管理与维护质量, 传统工作方法下软件管理与维护工作人员是基于经验和规则确定决策和维护管理方案, 而人的时间和精力是较为有限的, 同时在实践工作落实的过程中

【作者简介】戴磊(1983-), 男, 中国湖北黄冈人, 本科, 工程师, 从事人工智能、自动化研究。

也很容易会因为各种主客观因素影响无法准确识别和分析实际需求以及目标问题，出现问题遗漏或误判等相应情况，而人工智能在软件管理与维护中应用则可以较好地规避这些问题，工作人员可以通过算法调整智能识别和分析问题，有效避免问题遗漏或误判的情况出现，配合模型建构可以快速确定问题解决方案，进一步提高软件管理与维护的工作质量和水平。

最后，人工智能在软件管理与维护中应用可以更好地降低软件管理与维护所需成本。一方面，如上文中所提及的一样，人工智能技术下软件管理与维护工作效率大幅提升，这可以更好地降低软件管理与维护所需时间成本。另一方面，人工智能支持下软件管理与维护工作在实践落实的过程中对于人力的依赖性大幅降低，这就意味着所属企业在人力成本支出上也会得到控制。此外，软件能否稳定运行也会影响硬件设施的使用寿命和运行稳定性，人工智能在软件管理与维护中有效应用可以提高问题识别分析的效率和质量，及时处理软件问题，进而延长硬件设施的使用寿命，这也可以降低硬件设施购买、更迭和维修中所需要消耗的成本和资源。由此可见，人工智能在软件管理与维护中应用可以从整体和全局上降低工作成本，减少不必要的资源浪费<sup>[1]</sup>。

### 3 人工智能在软件管理中的具体应用

软件管理主要是指在软件开发过程中通过管理工作的有效落实确保规划、组织、控制、协调等相应工作能够顺利推进，并保障软件的功能完善，满足实践工作需求，而在软件管理中人工智能的应用主要集中于如下几个方面。

#### 3.1 需求管理

软件开发及管理工作落实的主要目的是为了确保软件功能完善，满足于实践需求，为人们的生产生活服务，因此做好需求分析是软件管理的首要 and 基础环节，这可以为接下来的软件开发指明方向、明确道路，而人工智能在软件需求分析的过程中应用可以抓住如下几个要点，提高需求管理的质量和水平。

首先，需要借助人工智能技术搜索大量的信息数据，

为信息收集提供更多的便捷，提高数据共享能力和效率，人工智能技术会连接互联网平台，自动整合用户需求信息和反馈信息，为后续的数据处理和需求分析提供数据支持和信息参考，而在这个过程中人工智能可以除了可以收集信息以外，还可以智能分辨识别信息，过滤掉不合格、不完整信息，确保保留下来的信息都具有一定的参考价值。

其次，人工智能技术可以应用于数据处理环节，提高需求分析效率。一方面人工智能技术可以应用于信息分类整合当中，确定专项需求，结合软件开发需求和需求分析的实际需要来对信息进行排列组合，明确信息整合、分类的规范及优先级排序规范。在此之后会智能提取用户需求信息，让相应的软件开发人员更好地明确用户的实际需要<sup>[2]</sup>。

最后，可以借助人工智能技术来对需求信息进行智能化整合，利用图表等多种方式更加直观地反馈数据信息，甚至还可以通过人工智能技术来对数据进行挖掘和预测，为需求分析提供有力支持。

#### 3.2 风险评估

风险评估也是软件管理中十分重要的组成部分，人工智能也可以应用于风险评估当中，提高风险管理能力，具体体现为如下几个方面：

其一，人工智能可以应用于项目分析当中，通过数据整合、处理和分析，从任务完成时间需求、变更次数、缺陷报告、团队组成等多个维度来判断在软件开发过程中可能面临的风险和问题，做好风险预测和风险评估。

其二，可以通过人工智能技术模拟软件投入运行以后可能存在的风险，分析在需求预测及软件开发过程中需要做出优化和调整的地方，在此基础上，人工智能技术会建立风险评估模型，对潜在风险进行分类分级，为决策分析提供理论支持和数据参考，相应管理人员则可以结合风险预测模型来确定风险缓解计划，必要的情况下还可以通过决策树、随机森林、神经网络等多种方式让数据训练风险预测模型更加精细，提高风险预测规划和防范能力，如图 1 所示为项目风险预测及评估流程<sup>[3]</sup>。



图 1 项目风险预测及评估流程

#### 3.3 过程管理

过程管理是软件管理的核心和重点环节，在该环节也需要借助人工智能提高过程管理效果，一般情况下在过程管理中可以紧抓进度跟踪和资源优化两大关键点。进度跟踪是指根据软件开发需求来调节管理方案，确保软件开发工作能够顺利推进、有序开展，在规定的周期内保质保量地完成软件开发任务，而资源优化则是结合软件开发需求，通过资

源管理最大化降低软件开发所需要消耗的成本和资源，提高利润率，并确保各环节工作落实的过程中都有足够的资源支撑。

在进度跟踪中可以借助机器学习算法来提高速度跟踪效果和管理效果，配合监督学习算法，如 SVM 构建数字模型，确定项目的预期完成时间，通过特征权重向量乘输入特征向量加偏置项常数来预测和分析项目完成时间以及项

目完成进度，及时的发现进度管理上存在的欠缺和不足，并找到相应的解决方法 and 处理路径。此外也可以借助人工智能技术配合时间序列分析法对项目进度趋势、项目周期进行预测和分析，进而调整项目计划<sup>[4]</sup>。

在资源优化方面可以借助遗传算法等相应的优化算法来分析资源配置是否合理科学及优化路径，借助人工智能完成选择、交叉、变异、替换等相应操作，不断迭代调整资源配置方案，利用有限的资源扩大收益空间，提高资源利用率。

#### 4 人工智能在软件维护中的具体应用

在软件维护员所需要考量的问题是相对较多的，可以将人工智能应用于如下两个方面来提高软件维护质量和水平。

##### 4.1 故障诊断

故障诊断是软件维护的基础，只有保障诊断结果的科学性、真实性和可靠性，才可以为维护工作指明方向，提高维护质量和水平，而在故障诊断中人工智能主要应用于如下几个方面：

首先，可以借助人工智能技术收集完善的信息数据，例如历史故障数据、系统运行数据等等，这些数据信息都可以为故障分析提供更多的信息参考。

其次，可以借助人工智能完成数据预处理，结合已有数据分析仪器设备及软件运行的性能指标、用户反馈等相应的信息，并通过清洗、归一化和特征提取来更好地明确软件系统可能存在的故障及故障的具体原因，在此之后可以建构模型，借助 SVM 算法、随机森林、神经网络等相应的技术方法在完成模型分析的同时不断补充数据库中的故障类型，让人工智能可以更好地识别故障状态，为以后的风险预测分析、故障检测处理提供更多的借鉴和帮助<sup>[5]</sup>。

最后，可以根据学习到的故障模式来实时监测软件系统，识别潜在故障和潜在风险，人工智能会自动收集系统运行数据分析不同故障出现的概率及可能性，配合卷积神经网络和循环神经网络确定故障原因，在此之后维修工作人员则可以结合数据信息来完成故障处理和修复。

##### 4.2 软件测试

软件测试也是软件维护中的重要内容，其主要目的是为了能够更好地识别风险和问题，结合测试结果对软件系统作出更新和优化，确保其始终符合实践应用需求，而在测试工作落实的过程中人工智能主要应用于如下几个方面，如图 2 所示：



图 2 软件测试内容

首先，功能测试。一方面通过功能测试来分析软件的预期功能是否实现。另一方面，通过功能测试了解实际需求，分析是否需要完善软件功能，而在这个过程中人工智能则可以应用于功能测试计划制定和功能检测等多个方面，提高功能测试的效率和质量。

其次，性能检测。即分析软件在实际应用过程中的应用效果以及在不同负载和压力下软件系统的性能表现。在这个过程中人工智能可以通过模拟真实用户行为或大规模并发请求的方式来分析软件系统的性能稳定性和吞吐量。

最后，安全测试。可以借助人工智能来完成安全漏洞扫描，分析系统中是否存在恶意代码或入侵风险，及时发现系统存在的问题，并对接数据库和专家系统，找到相应的解决对策和处理方法<sup>[6]</sup>。

#### 5 结语

在软件管理和维护中合理应用人工智能可以更好地提高软件管理的效率和质量，有效降低软件管理与维护的成本，需要引起关注和重视，相关人员可以紧抓软件管理中的需求管理、进度管理、风险管理等相应关键点提高管理能力，在此基础之上紧抓故障检测和软件测试两大关键点应用人工智能，提高软件维护质量和水平。

#### 参考文献

- [1] 王卫峰.人工智能在软件管理与维护中的应用前景探讨[J].信息与电脑(理论版),2024,36(11):218-220+228.
- [2] 周彤.计算机软件的日常管理与维护探讨[J].计算机产品与流通,2018(5):40.
- [3] 吴咏涛.计算机软件的日常管理与维护研究[J].电脑知识与技术,2017,13(22):75-76.
- [4] 张凌子.对计算机软件的日常管理与维护分析[J].电子技术与软件工程,2016(7):76.
- [5] 杨风山.计算机软件工程的管理和维护研究[J].信息通信,2016(2):189-190.
- [6] 黄乃福.计算机软件的日常管理与维护研究[J].数字技术与应用,2014(6):223+225.

# Common Problems and Precautions in the Design and Manufacturing of Non-standard Mechanical Equipment

Kai Liu<sup>1</sup> Yucan Bian<sup>2</sup>

1. Baoding Lead Fluid Technology Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

2. Honeycomb Transmission Technology Hebei Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

## Abstract

Non-standard mechanical equipment in the process of design and manufacturing problems and difficulties is relatively more, clear non-standard mechanical equipment design and manufacturing of common problems and attention is necessary, otherwise it will affect the non-standard mechanical equipment design and manufacturing cost and resources, at the same time for non-standard mechanical equipment put into use can play its due function and role will have greater influence. This paper will also focus on non-standard mechanical equipment, mainly discusses the non-standard mechanical equipment in the process of design and manufacturing, and according to the non-standard mechanical equipment design and manufacturing common problems in the process of non-standard mechanical equipment design and manufacturing, hope that through this paper discussion and analysis can provide more reference and reference, improve the quality of non-standard mechanical equipment design and manufacturing quality.

## Keywords

non-standard mechanical equipment; design; manufacturing; matters needing attention

## 非标机械设备和制造中的常见问题与注意事项

刘凯<sup>1</sup> 卞于灿<sup>2</sup>

1. 保定雷弗流体科技有限公司, 中国·河北 保定 071000

2. 蜂巢传动科技河北有限公司, 中国·河北 保定 071000

## 摘要

非标机械设备在设计 and 制造过程中面临的问题和困境是相对较多的, 明确非标机械设备设计和制造的常见问题与注意事项十分必要, 否则既会影响非标机械设备设计和制造所耗成本与资源, 同时对于非标机械设备投入使用之后能否发挥其应有的功能与作用也会产生较大的影响。论文也将目光集中于非标机械设备, 主要讨论了非标机械设备在设计 and 制造过程中的常见问题, 并根据非标机械设备设计制造的常见问题讨论了在非标机械设备设计和制造过程中的注意事项, 希望为相关从业人员提供更多的参考与借鉴, 提高非标机械设备设计与制造质量。

## 关键词

非标机械设备; 设计; 制造; 注意事项

## 1 引言

经济社会的迅速发展以及科技研究的不断深化使得中国机械化水平再上一个台阶, 在人们生产生活中都会引入很多机械设备, 为人们的生产生活提供了更多的便捷, 但是部分设备因社会市场需求量有限, 无法达到大批量生产的要求, 因此并没有完善的制造标准和设计标准, 该类设备为非标设备, 非标设备在设计制造过程中面临的问题和困境是相对较多的, 必须结合非标设备的设备特点明确非标设备设计制造过程中的注意事项, 而在分析注意事项之前首先则需要了解非标设备设计制造过程中的常见问题。

【作者简介】刘凯(1994-), 男, 中国河北保定人, 本科, 工程师, 从事机械设计制造及其自动化研究。

## 2 非标机械设备设计制造过程中的常见问题

非标机械设备在设计制造过程中遇到的常见问题包含如下几种, 如图 1 所示:



图 1 非标机械设备设计制造中的常见问题

首先, 非标机械设备设计制造过程中面临的主要问题也是工作任务重, 难以在规定的周期内保质保量地完成设计制造任务。一般情况下非标设备无法达到大批量生产的要

求，因此在设计过程中缺乏完善且科学的标准，设计人员需结合设备应用需求和功能要求来不断调节设计方案，导致了设计任务较重。此外，因为非标设备无法实现大批量生产，只能通过单件或小批次生产的方式来完成设备制造，因此在制造过程中没有针对性相对较强的毛坯，毛坯精度相对较低则意味着工作人员在非标设备制造过程中其加工余量相对较大。

其次，非标设备设计制造的另外一大主要问题则是技术要求高，很容易会出现失误，因为不存在样机试制和标准参考，因此设计人员在工作落实过程中必须结合自己的实践经验和理论储备来对非标设备的设计方案作出不断调整和优化，如果设计人员综合素养能力相对偏低，则意味着非标设备设计需要反复更改。而从设备制造的角度来分析，一般情况下非标设备制造多采用通用机床和通用夹具以及标准附件和万能量具，但非标机械设备构成有较为复杂，因此对

于制造人员的技术要求也是相对较高的，很容易会影响非标设备的生产质量以及投入使用以后功能的有效发挥<sup>[1]</sup>。

最后，非标设备在设计制造过程中还存在成本浪费较为严重的问题。一方面，因为不存在样机试制和完善的規定标准，导致了试错成本相对较高，设计人员需要反复优化设计才可以保证非标设备的质量性能。另一方面，在非标设备制造过程中毛坯精度较低，因此加工余量相对较大，很容易会产生资源损耗，此外在非标设备制造过程中所采用的仪器设备多为通用设备，无法达到精度要求，因此很容易会因为操作失误或工作人员素养能力不达标进而产生较大的资源耗损。

### 3 非标机械设备设计制造过程中的注意事项

想要更好的提高非标机械设备设计制造质量，可以抓住如下几个要点来做出优化和调整，如图 2 所示。

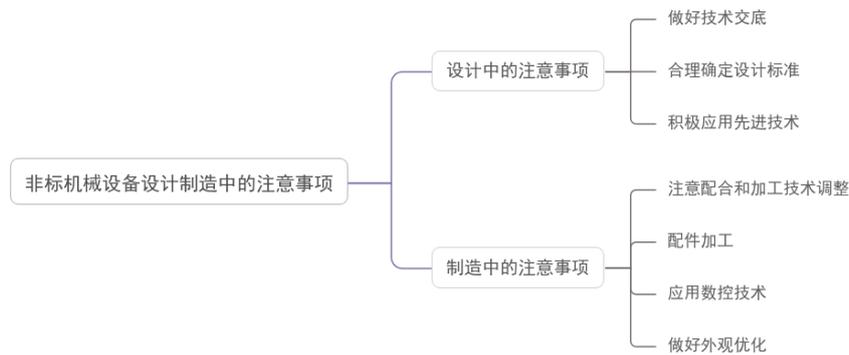


图 2 非标机械设备设计制造过程中的注意事项

#### 3.1 非标机械设备设计注意事项

##### 3.1.1 做好技术交底

事实上，非标机械设备设计和制造两者之间是密切相连的，设计可以为制造提供数据支持，提高制造的效率和质量，而在制造过程中所采用的工艺方法也可以为设计人员的设计优化提供更多的参考与帮助，保障非标机械设备设计的科学性、可行性和有效性，因此在设计工作落实之前设计人员必须加强与制造人员的沟通和交流，明确制造人员在非标设备制造过程中常用的工艺技术以及不同工艺下非标设备制造所需要消耗的成本和资源，在此基础上还需要从产品生产的结构要求、性能要求等各方面进行分析，并根据与制造人员沟通交流信息了解在非标设备制造过程中常见的技术难点，明确在非标设备设计过程中需要着重考量的问题，分析如何通过技术优化和设计优化来提高后续非标设备制造的质量和效率，减少质量、成本等相应问题的出现<sup>[2]</sup>。

##### 3.1.2 合理确定设计标准

一般情况下非标设备是没有完善的标准作为参考的，这也增加了非标设备设计的难度，因此确定设计标准是非标设备设计过程中需着重考量的问题，设计人员可以从如下几个方面着手来对标准做出有效优化：

首先，尽管非标设备缺乏完善的设计标准，但是非标设备的部分局部结构往往是有相应标准的，因此设计人员需要做好结构分析，从局部结构出发来判断不同局部结构是否有可供参考的标准，如果有则按照已有的标准来展开设计，如 T 形槽、法兰等，这可以更好地提高非标设备设计的效率和质量。

其次，在设计的过程中可以结合已有的国家标准来确定尺寸，分析各参数之间的关系，进而大大降低非标设备设计过程中所需要消耗的时间成本，这也可以更好地避免因工作量相对较大、计算内容相对较多导致设计人员出现计算失误增加试错成本的情况。此外，在刀具和标准机构标准件尺寸确定的过程中选用国家标准也可以为后续加工和制造提供更多便捷。

最后，在非标设备设计的过程中可以收集更多大公司或典型设备的样本数据，将其作为参考对象，根据这些样品数据信息来对设计做出有效优化，确定设计标准，如往复运动机构、急回机构等，这些都是有大量产品样本作为参考的，可以更好地保证标准确立的科学性。

##### 3.1.3 积极性应用先进技术

非标设备设计难度相对较高，需要考量的要件相对较

多,为了更好地缩短非标设备的设计周期,提高非标设备的设计质量,则需要应用先进技术具体可以抓住如下几个要点:

其一,如果非标设备的动作较为复杂,设计人员在设计工作落实过程中可以引入多电机气动方案,利用市场中电机和气动元件种类丰富的优势,组成不同的控制和执行机构,在此基础上可以借助微电脑控制来对动作和运动逻辑关系进行分析,提高设计效率并简化传动结构<sup>[3]</sup>。

其二,为更好提高设计效率,也避免在非标机械设备设计过程中因设计人员个人疏忽等多重因素的影响导致后续非标机械设备的制造成本增加,在非标机械设备设计过程中还可以引入CAD绘制1:1图形。CAD是指在设计工作落实的过程中通过图形设备和计算机来提高设计效率和设计质量,计算机可以帮助设计工作人员完成计算信息储存制图等各项工作,同时也可以通过关键词检索的方式快速搜索需要的数据,大大节约了设计所需要消耗的时间成本。在此基础上,设计人员可以借助图形编辑功能,利用放大、缩小、平移、旋转等方法来及时发现设计中存在的欠缺和不足,将错误和问题控制在设计方案确定之前。必要的情况下可以通过立体图或数字模型动态模拟的方式来分析非标机械设备在投入使用以后其性能和运行状态以及在非标机械设备制造过程中可能出现的问题,及时对设计方案作出调整和优化<sup>[4]</sup>。

## 3.2 非标机械设备制造注意事项

### 3.2.1 做好配合和加工方法调整

一般情况下在元件加工的过程中多采用试切法落实加工工作,即设备制造人员需同步落实加工和测量工作,而在加工时需坚持孔制成最小极限尺寸、轴接近最大极限尺寸的原则来保证单件加工的效率和质量。以 $\phi 50H7/js6$ 配合为例,在生产加工的过程中孔和轴形成间隙的可能性是相对较大的,一般情况下孔和轴之间的间隙平均约为0.0135,过盈概率相对较低,但是如果采用试切法加工平均间隙就可以得到控制,过盈概率则大大增加,但会使后续装配工作的难度直线上升,而这时则可以将配合方式调整为 $\phi 50H7/h6$ 进行解决。

### 3.2.2 配件加工

配件加工是非标设备制造过程中需着重关注的问题,可以抓住如下几个要点提高配件加工的质量和效率,同时降低配件加工成本:

其一,在非标设备制造过程中五金配件是常用配件,这些配件往往并不需要单独制造生产,可以选用专业厂家生产的成品件,这可以更好地保障配件结构和性能,同时选用专业厂家生产的成品件也可以更好地降低非标设备制造过程中所需消耗的资源<sup>[5]</sup>。

其二,非标设备的构成相对而言较为复杂,在制造过程中所涉及到的零件相对较多,想要保障零件制造质量和制造效率往往是较为困难的,这时选择外协加工则显得十分必

要,但是在选用外协加工来加工零件之前需要结合非标设备的运转需求对于不同零件的重要性有较为清晰的了解,明确对于不同零件的性能和质量要求,在此基础上加强对市场中外协单位和供货商的调查和了解,选择具备资质的供货商或外协单位进行合作并且签订合作合同,在合同中明确零件的技术要求、性能要求和质量要求,必要的情况下需要外协单位提供质检报告。

### 3.2.3 应用数控技术

应用先进技术可以为非标机械设备制造效率的提升和制造成本的控制提供更多的助力,非标设备如果在零件加工的过程中引入普通机床,其加工周期是相对较长的,这也就意味着非标设备制造单位所需要投入的时间成本和人力成本相对较高,而引入数控加工技术则可以较好地解决这一问题,提高生产效率,同时相较于普通机床加工零件,数控机床还可以更好地保障加工精度,避免因零件生产质量和精度问题影响后续装配等相应工作的开展或造成资源浪费。

### 3.2.4 做好外观优化

在非标机械设备制造环节做好外观优化是为了更好地提高非标机械设备的质感,这也有助于提高非标机械设备的销量,而在外观优化的过程中可以抓住两大要点,一方面可以通过色彩的搭配和协调对外观进行修饰。另外一方面可以采用电镀的方式来提高非标机械设备的档次。此外,对于关键部件和重要部件也可以通过防护的方式来延长非标机械设备的使用寿命同时达到外观修饰的效果<sup>[6]</sup>。

## 4 结语

在非标机械设备设计及制造过程中常常会面临着工作任务重、技术要求高、成本浪费严重等相应问题,需要紧抓设计及制造中的注意事项作出优化,在设计的过程中做好技术交底、合理确定设计标准、积极应用先进技术提高设计质量,而在制造中则需要做好配合和加工工艺的优化,在此基础上紧抓配件加工、数控技术应用、外观优化等相应关键点来提高非标机械设备设计制造的质量和效率,有效降低非标机械设备设计及制造成本。

## 参考文献

- [1] 黄廷鑫.机械加工非标自动化设备的设计及研究[J].现代工业经济和和信息化,2023,13(1):306-307.
- [2] 李宗旺.非标机械设备技术改造与其创新路径分析[J].内燃机与配件,2021(13):206-207.
- [3] 魏中信.机械加工非标设备设计及加工研究[J].黑龙江科学,2021,12(4):136-137.
- [4] 田维,吴永杰,曹用,等.非标机械设备设计和制造中的质量问题与优化原则[J].设备监理,2020(3):38-40.
- [5] 刘海超.非标自动化设备的特点与设计研究[J].南方农机,2019,50(16):191.
- [6] 罗杰.非标机械设备产品及其设计准则[J].民营科技,2018(9):9.

# Influencing Factors and Mechanism of Intelligent Transformation and Upgrading of Equipment Manufacturing Industry

Zhenfu Zhang

Zibo City Non-Public Economic Development Center, Zibo, Shandong, 255000, China

## Abstract

Intelligent transformation and upgrading of equipment manufacturing industry is the inevitable trend of China's manufacturing industry development in the new era, and an important way to achieve high-quality development of manufacturing industry. This paper aims to analyze the influencing factors and mechanism of the intelligent transformation and upgrading of the equipment manufacturing industry, and provide theoretical support and policy suggestions for the intelligent development of China's equipment manufacturing industry. Firstly, the connotation of intelligent transformation and upgrading of the equipment manufacturing industry is defined, and then the influencing factors are analyzed from the aspects of technological innovation, industrial chain coordination, talent policy, policy environment, etc., and finally the mechanism of intelligent transformation and upgrading of the equipment manufacturing industry is discussed, in order to provide beneficial reference for the intelligent development of China's equipment manufacturing industry.

## Keywords

equipment manufacturing industry; intelligent transformation; influencing factors; action mechanism; development proposal

## 装备制造业智能化转型升级影响因素及作用机理

张振富

淄博市非公有制经济发展中心, 中国·山东 淄博 255000

## 摘要

装备制造业智能化转型升级是新时代我国制造业发展的必然趋势,也是实现制造业高质量发展的重要途径。论文旨在分析装备制造业智能化转型升级的影响因素及作用机理,为中国装备制造业智能化发展提供理论支持和政策建议。首先对装备制造业智能化转型升级的内涵进行界定,然后从技术创新、产业链协同、人才政策、政策环境等方面分析影响因素,最后探讨装备制造业智能化转型升级的作用机理,以期为中国装备制造业智能化发展提供有益借鉴。

## 关键词

装备制造业; 智能化转型; 影响因素; 作用机理; 发展建议

## 1 引言

随着全球经济的快速发展,制造业作为国家经济的重要支柱,正面临着转型升级的迫切需求。装备制造业作为制造业的核心部分,其智能化转型升级已成为推动中国制造业高质量发展的重要途径。装备制造业智能化转型升级过程中仍存在诸多问题,深入研究装备制造业智能化转型升级的影响因素及作用机理,对于推动中国装备制造业高质量发展具有重要意义。

## 2 装备制造业智能化转型升级的影响因素

### 2.1 技术因素

#### 2.1.1 新兴信息技术的应用

随着信息技术的飞速发展,大数据、云计算、物联网、

人工智能等新兴信息技术在装备制造业中的应用日益广泛。这些技术的应用为装备制造业的智能化转型升级提供了强有力的支撑。通过对海量数据的收集、处理和分析,为企业提供决策依据,优化生产流程,提高生产效率。通过将计算、存储、网络等资源虚拟化,实现资源的弹性扩展和按需分配,降低企业运营成本。通过将各种设备、传感器、控制系统等连接起来,实现设备间的互联互通,提高生产过程的智能化水平<sup>[1]</sup>。通过模拟人类智能,实现自动化、智能化的生产和管理,提高产品质量和生产效率。

#### 2.1.2 智能制造技术的发展

智能制造技术是装备制造业智能化转型升级的核心驱动力。通过工业机器人的应用,实现生产过程的自动化、智能化,提高生产效率。通过智能传感器实时监测生产过程中的各项参数,为生产管理提供数据支持。通过智能控制系统优化生产流程,实现生产过程的自动化、智能化。通过研发

【作者简介】张振富(1982-),男,本科,工程师,从事智能装备研究。

和应用智能装备,提高生产效率,降低生产成本。

## 2.2 市场因素

### 2.2.1 市场需求的变化

市场需求的变化是推动装备制造业智能化转型升级的直接动力。随着科技的进步和消费者需求的日益多样化,消费者对产品功能和性能的要求越来越高,装备制造业需要通过智能化技术实现个性化定制,满足不同客户的需求。随着环保意识的增强,市场对绿色、节能、环保的装备产品需求日益增长,推动装备制造业向绿色、低碳方向发展<sup>[2]</sup>。智能化技术已成为装备制造业转型升级的重要方向,市场需求对智能化装备产品的需求不断上升。

### 2.2.2 市场竞争的压力

随着全球化的推进,国内外市场竞争日益激烈,装备制造业企业需要通过智能化技术提升自身竞争力。新兴企业凭借技术创新和灵活的经营策略,对传统装备制造业企业构成挑战,迫使传统企业加快智能化转型升级。在产业链上下游,企业之间的竞争也日益激烈,装备制造业企业需要通过智能化技术提高自身在产业链中的地位。

## 2.3 政策因素

### 2.3.1 国家产业政策的支持

国家产业政策是推动装备制造业智能化转型升级的核心力量。国家产业政策明确了装备制造业智能化转型升级的目标和方向,为行业提供了明确的指引。国家通过设立专项资金、税收优惠等政策,鼓励企业加大智能化改造投入,推动产业升级。国家产业政策注重产业链的完善,通过政策引导,推动上下游企业协同发展,形成完整的产业链。国家产业政策强调知识产权保护,鼓励企业加大研发投入,提高自主创新能力。

### 2.3.2 地方政策的引导

地方政策在装备制造业智能化转型升级中同样发挥着重要作用。地方政府根据本地区实际情况,制定具有针对性的政策,推动装备制造业智能化转型升级。地方政府通过简化审批流程、降低企业负担等措施,优化营商环境,激发企业转型升级的积极性<sup>[3]</sup>。地方政府积极推动区域合作,促进跨区域产业链协同发展,实现资源共享和优势互补。地方政府通过政策引导,培育具有竞争力的产业集群,推动装备制造业智能化转型升级。

## 2.4 企业因素

### 2.4.1 企业战略与创新能力

企业战略是企业发展的核心,对于智能化转型升级而言,企业战略的制定与实施至关重要。企业应结合自身实际情况,制定明确的智能化转型升级目标,包括技术、产品、市场等方面的目标。调整组织架构,建立适应智能化发展的组织体系,提高决策效率。加大研发投入,培养创新型人才,提高自主创新能力,推动技术突破。加强与上下游企业的合作,形成产业链协同效应,共同推动智能化转型升级。

### 2.4.2 企业信息化水平

企业信息化水平是智能化转型升级的基础,企业应加强信息化基础设施建设,包括网络、服务器、数据库等,为智能化应用提供有力支撑。积极应用信息化技术,如大数据、云计算、物联网等,提高生产效率、降低成本。加强信息化人才培养,提高员工的信息化素养,为智能化转型升级提供人才保障。加强信息化管理,实现生产、销售、服务等环节的信息化,提高企业管理水平。

## 3 装备制造业智能化转型升级的作用机理

### 3.1 技术创新驱动的作用机理

#### 3.1.1 技术创新对生产流程优化的影响

通过引入先进的生产设备和技术,可以缩短生产周期,降低生产成本,提高生产效率。技术创新有助于生产流程进行优化,实现生产过程的自动化、智能化,提高生产过程的稳定性和可控性。技术创新可以降低生产过程中的能源消耗和原材料浪费,实现绿色生产<sup>[4]</sup>。技术创新有助于提高生产设备的精度和稳定性,从而提高产品质量。

#### 3.1.2 技术创新对产品质量提升的作用

技术创新可以提升产品的性能,满足用户对产品功能、性能等方面的需求。通过技术创新,提高产品质量,使产品在市场上具有更强的竞争力。技术创新有助于提高产品的可靠性和稳定性,降低产品故障率。技术创新可以满足用户对产品个性化、定制化的需求,提高用户满意度。

### 3.2 市场需求拉动的作用机理

#### 3.2.1 市场需求对智能化产品研发的引导

市场需求的变化和升级,促使装备制造业不断追求技术创新,以满足消费者日益增长的需求。这种需求引导企业加大研发投入,推动智能化产品的研发。市场需求对智能化产品的需求,促使企业提高产品质量、性能和用户体验,从而提升产品在市场上的竞争力。市场需求引导企业加强产业链上下游的协同创新,推动智能化产品研发的顺利进行。

#### 3.2.2 市场需求对产业结构调整推动

市场需求的变化,促使装备制造业调整产业结构,淘汰落后产能,发展新兴产业,实现产业结构的优化升级。市场需求引导企业向优势地区集聚,形成产业集群,提高产业整体竞争力。市场需求推动装备制造业向智能化、绿色化、服务化方向发展,培育新兴产业,为经济增长提供新动力。市场需求引导企业提高产品附加值,推动产业向价值链高端延伸,实现产业转型升级。

### 3.3 政策支持推动的作用机理

#### 3.3.1 政策对技术研发的激励

政府通过设立专项资金、设立研发基金等方式,为装备制造业智能化技术研发提供资金支持,降低企业研发成本,激发企业创新活力。对装备制造业智能化技术研发企业给予税收减免、加速折旧等优惠政策,降低企业税负,提高

企业研发投入的积极性。加强知识产权保护,鼓励企业进行技术创新,提高企业核心竞争力。政府通过完善法律法规、加大执法力度,保护企业创新成果,激发企业持续投入研发的热情<sup>[9]</sup>。

### 3.3.2 政策对产业环境的优化

政府制定装备制造业智能化发展规划,明确产业发展方向和重点领域,引导企业合理布局,形成产业集群效应。政府加大基础设施建设投入,如5G、工业互联网等新型基础设施建设,为装备制造业智能化转型升级提供有力支撑。政府推动产业链上下游企业协同发展,促进产业链整合,提高产业整体竞争力。政府通过完善市场准入、规范市场竞争秩序等措施,营造公平、公正的市场环境,激发企业活力,推动装备制造业智能化转型升级。

## 3.4 企业协同发展的作用机理

### 3.4.1 企业间合作对资源共享的促进

企业间合作可以实现资源共享,避免重复投资和资源浪费,提高资源利用率。通过合作,企业可以共同采购原材料、设备等,降低采购成本;同时,共享技术、人才等资源,降低研发和生产成本。企业间合作可以优势互补,实现产业链上下游的协同发展,提升整体竞争力。企业间合作有助于产业链上下游企业之间的信息交流和技术共享,推动产业协同发展。

### 3.4.2 企业间协同创新对产业升级的影响

企业间协同创新可以促进技术创新,提高产品附加值,满足市场需求。企业间协同创新有助于优化产业结构,推动传统产业向高技术、高附加值产业转型升级。企业间协同创新可以培育新兴产业,推动产业结构调整,提高经济增长质量。企业间协同创新有助于提升产业化水平,提高中国在全球产业链中的地位。企业间协同创新可以促进区域经济发展,实现区域产业协同,提高区域竞争力。

## 4 装备制造业智能化转型升级的对策建议

### 4.1 加强技术创新能力

企业应加大研发投入,建立完善的研发体系,鼓励技术创新,提高产品技术含量和附加值。企业与高校、科研院所加强合作,共同开展关键技术研发,推动科技成果转化,提升企业核心竞争力。加强人才队伍建设,引进和培养一批具有国际视野、创新精神和实践能力的专业人才,为企业技术创新提供人才保障。加强知识产权保护,鼓励企业申请专利、商标等,提高企业技术创新成果的市场竞争力。

### 4.2 积极适应市场需求变化

企业应密切关注市场动态,了解客户需求,及时调整产品结构,满足市场需求。根据市场需求,调整产品结构,开发具有竞争力的新产品,提高市场占有率。加强售后服务体系建设,提高客户满意度,增强客户忠诚度。积极参与国

际竞争,拓展海外市场,提高企业国际竞争力。提升企业品牌形象,打造知名品牌,提高产品知名度和美誉度。加强供应链管理,降低采购成本,提高供应链效率。关注环保,推动绿色制造,实现可持续发展。

### 4.3 充分利用政策支持

政府应加大对装备制造业智能化转型升级的政策支持力度,通过财政补贴、税收优惠、融资支持等手段,降低企业转型升级的成本,激发企业智能化改造的积极性。设立装备制造业智能化转型升级专项资金,用于支持企业购置先进设备、研发新技术、培养人才等方面,推动企业实现智能化转型升级。建立健全装备制造业智能化转型升级的政策体系,包括产业规划、技术创新、人才培养、市场准入等方面,为企业提供全方位的政策保障。通过多种渠道宣传解读智能化转型升级政策,提高企业对政策的认知度和利用率,确保政策落到实处。

### 4.4 提升企业协同发展水平

鼓励装备制造业企业加强与上下游企业的合作,实现产业链协同发展,共同推进智能化转型升级。推动装备制造业企业成立产业联盟,通过资源共享、技术交流、市场拓展等方式,提升企业整体竞争力。加强区域间装备制造业的交流与合作,推动区域协调发展,形成产业集群效应。支持具有核心竞争力的龙头企业,发挥其在智能化转型升级中的引领作用,带动产业链上下游企业共同发展。

## 5 结论

装备制造业智能化转型升级是一个系统工程,需要从技术创新、产业链协同、人才政策、政策环境等多方面入手,推动中国装备制造业高质量发展。技术创新是装备制造业智能化转型升级的核心驱动力。技术创新能力强的企业,能够更好地适应市场需求,提高产品质量和竞争力,从而推动装备制造业智能化发展。产业链上下游企业之间的协同创新,有助于提高产业链整体竞争力,推动装备制造业智能化发展。加强人才培养和引进,提高人才素质,有助于推动装备制造业智能化发展。政府应加大对装备制造业智能化发展的政策支持力度,营造良好的发展环境。

### 参考文献

- [1] 潘小燕.装备制造业智能化转型路径及对策[J].现代企业文化,2023(32):77-80.
- [2] 宋德军,王一涵,王一萌.齐齐哈尔市数字技术赋能装备制造业发展研究[J].商业经济,2023(6):42-44.
- [3] 陈阿兴,陈星如.数字经济驱动下装备制造业转型升级的作用机理及其实证检验[J].宿州学院学报,2022,37(12):47-52.
- [4] 初铭畅,尚银斐.制造业智能化转型升级的前因条件诊断研究[J].辽宁工业大学学报(社会科学版),2022,24(6):25-29.
- [5] 施慧斌,蔡沐洵.辽宁省高端装备制造业发展现状及协同创新研究[J].沈阳工业大学学报(社会科学版),2023,16(1):34-40.

# Analysis on the Countermeasures of Water and Soil Heavy Metal Pollution Caused by Chemical Industry

Yueying Zhang<sup>1</sup> Xiaoyan Wang<sup>2</sup> Kaixiang Sun<sup>3</sup>

1. Shaoxing Ecological Environment Pollution Prevention and Control Center, Shaoxing, Zhejiang, 312000, China

2. Shaoxing Ecological Environment Protection and Development Center, Shaoxing, Zhejiang, 312000, China

3. Zhejiang Tuli Survey, Design and Research Institute Co., Ltd., Shaoxing, Zhejiang, 312000, China

## Abstract

With the acceleration of industrialization, the chemical industry, as an important pillar of the national economy, has also brought serious environmental pollution problems, especially the heavy metal pollution in water and soil. Heavy metals are difficult to degrade, easy to accumulate in living organisms and produce toxic effects, which pose a great threat to the ecological environment and human health. Especially with the vigorous development of social economy, the problem of heavy metals in water and soil caused by the chemical industry is becoming more and more obvious. In this context, this paper discusses the countermeasures of the prevention and control of heavy metal pollution in water and soil caused by the chemical industry, and aims to lay a solid foundation for promoting the long-term and stable development of the chemical industry.

## Keywords

chemical industry; water body; soil; heavy metal pollution; prevention control measures; analysis

## 化工行业引起的水体及土壤重金属污染防治的对策探析

张越颖<sup>1</sup> 王晓燕<sup>2</sup> 孙凯祥<sup>3</sup>

1. 绍兴市生态环境污染防治中心, 中国·浙江 绍兴 312000

2. 绍兴市生态环境保护发展中心, 中国·浙江 绍兴 312000

3. 浙江土力勘测设计研究院有限公司, 中国·浙江 绍兴 312000

## 摘要

随着工业化进程的加快, 化工行业作为国民经济的重要支柱, 其迅猛发展的同时也带来了严重的环境污染问题, 尤其是水体和土壤中的重金属污染。重金属因其难以降解、易在生物体内积累并产生毒性效应, 对生态环境和人类健康构成了巨大威胁。特别伴随社会经济蓬勃发展, 化工行业引起的水体、土壤重金属问题愈发明显。在此背景下, 论文就化工行业引起的水体及土壤重金属污染防治的对策展开探讨, 旨在推进化工领域长期稳定发展打下坚实基础。

## 关键词

化工行业; 水体; 土壤; 重金属污染; 防治措施; 分析

## 1 重金属的来源

据统计, 生活垃圾与化工行业污染是导致重金属来源的重要因素, 相比之下, 化工污染占较大比例。目前, 工业污染由废渣、废弃、废水组成。也就是说, 这些化合物、重金属如果直接暴露或排放到地面、土壤中, 会对自然环境造成负面影响。不仅会改变农作物基因, 还会威胁人们身体健康。例如, 使用受污染水源浇灌庄稼, 或在污染土地上种植农作物, 无形中给重金属迁徙到食物链提供了途径。基于此, 中国提出未来生产应从宏观视角出发, 将环保理念、无污染

材料、可再生技术研发嵌入到生产经营当中, 进一步实现化工领域生态化发展目标。

## 2 化工行业引起的重金属对水体及土壤污染现状

### 2.1 重金属对水体污染现状

众所周知, 化工行业排放的污水、废物量十分庞大, 加上工矿企业分布范围广, 导致化合物、重金属扩散速度快, 大大加剧了控制难度。由重金属引发的人体慢性中毒、亚急性中毒和急性中毒屡见不鲜, 这是因为人体内的酶、蛋白质会与重金属产生效应, 从而削弱它们的活性; 或者出现重金属富集于某一处器官的现象, 一旦超出人体耐受值, 就会破坏免疫系统, 出现中毒、器官受损等问题。举个例子, 在蓄电池生产过程中, 如果废弃物直接排放到地面或水体中, 重

【作者简介】张越颖(1985-), 女, 中国浙江杭州人, 本科, 工程师, 从事土壤、地下水污染防治, 危险废物、固体废物环境管理等环保研究。

金属会通过渗入地下、汇入河渠等途径污染地下水，导致群众血铅超标，长此以往，人类机能受到严重威胁。

## 2.2 重金属对土壤污染的现状

数据显示，受重金属污染的耕地每年呈递增趋势。约占总耕地面积的五分之一。由此可知，粮食污染与减产数量每况愈下。在如此严峻的局面下，如果不加以干预，将动摇中国社会经济、国民经济之根本，不利于社会主义长治久安。基于此，制定长效的土壤重金属防治策略至关重要。首先，以污染分布为导向，识别重度工业废区。一般情况下，北方地区相较于南方地区，其污染程度较低，而南方的西南与中南地区最为凶险。与此同时，在自然环境中，很难降解重金属，意味着土壤无法自我修复到最初状态，并且通过日积月累，土壤中的胶体会不断吸附重金属，加快化学反应。例如，pH值变化会导致土壤中价态与形态发生变化，不利于土壤良性使用。

## 3 水体重金属污染的防治

### 3.1 源头控制阶段实施严格的分类和收集

在水体重金属污染过程中，源头控制至关重要。它涉及储存、收集等环节。总的来说，制定合理的储存方案、收集措施为第一步，在这一过程中，需要充分考量固体废物的物理特性与化学成分，避免生产中不同种类的废物在相互反应下交叉污染。以下对具体操作步骤进行详细说明：首先，热分解法得到广泛应用。涵盖固体残渣处理、气体冷凝、裂解反应以及废物预处理等，这一系列操作通过高温裂解炉获取源源不断的动力，支持废物重金属分解。一般情况下，600℃~800℃为最佳裂解温度。然后，引入能源回收系统至关重要。因为可燃气为裂解后产物，系统可以储存、利用这些气体，以减少不可再生能源的消耗，贴合环保理念。其次，充分燃烧是焚烧法的技术要点，化工企业应确保焚烧炉的温度达到相关要求，在氧化作用下，才能实现有机废物向无害气体转化，并且做好热能回收工作。在焚烧过程中，要求空气供给充足，且温度不得低于850℃，从根本上防止燃烧不完全情况发生。最后，飞灰问题不容马虎。燃烧产生的飞灰隐藏重金属危害，因此需要集中收集并通过无害技术处理。只有从源头上控制重金属污染，才能最大程度确保水体安全。

### 3.2 稳定化与固化技术

首先，基于重金属污染具有不确定性。因此，对其进行稳定化处理必不可少。在这一过程中，化学稳定剂展示出显著效果。常见稳定剂涵盖硅酸盐、水玻璃、石灰等，其工作原理是通过添加稳定剂促进重金属离子反应，进而削弱重金属的迁徙性与溶解度，这是因为反应过程生成的化合物具备难溶性。其次，固体技术在重金属稳定化处理中发挥着不可替代的作用。其工作原理是利用化学、物理反应，通过胶凝材料形成固态基质，如石灰、水泥等，将重金属离子牢牢

包裹其中，以放缓水体中重金属的移动速度与溶解程度。值得注意的是，胶凝材料的固化湿度、温度以及比例控制，对废渣固化后结构的持久性、稳固性起决定性作用。最后，另一个稳定化处理办法包括梯度分离法。这一方法适用多种成分金属废渣。以下对具体操作步骤进行详细说明：首当其冲是沉淀废渣，以分离高浓度金属离子，这一步骤可以利用化学沉淀法实现。接下来，低浓度金属组分可以通过溶剂萃取法进行剥离。更进一步，采用各种冶金技术或电解沉积法提纯分离出的金属成分，提纯结束后，还要安全填埋剩余残渣。确保废渣不会对地下水造成污染危害。

### 3.3 废水回用与资源化

针对化工行业引起的水体重金属污染防治，我们还可以采取废水回用与资源化。首先，化工废水回用系统的建立要求针对不同类型的废水，设计相应的处理流程。应采用多级处理技术，包括物理法、化学法和生物法的结合，以实现废水的深度净化。具体流程可为：初步沉淀去除大颗粒悬浮物后，利用絮凝剂（如聚合氯化铝）进行中和处理，接着通过膜分离技术（如超滤、反渗透）去除溶解性有机物及其他污染物，最终达到回用水质标准。此处理后的水可重新用于冷却、清洗及稀释工艺，提高资源的利用效率，减少新水的需求和相应的环境负担。其次，针对化工行业废水中重金属回收建议采取物理化学方法与生物技术相结合。具体做法包括：利用化学沉淀法，将废水中的重金属离子通过添加适当的沉淀剂（如氢氧化钠）使其转化为不溶性化合物，随后通过过滤和离心等方式分离沉淀物。此外，还可引入离子交换技术，选用高效的离子交换树脂，将废水中的重金属离子与无害阳离子进行置换，达到浓缩与去除的目的。最后，考虑应用生物修复技术，利用特定的微生物菌株在废水中去除重金属，降低其毒性并实现资源的再利用。这些微生物能够通过生物吸附、生物转化等途径，将重金属离子固定或转化为无害形态，从而实现环境保护与资源回收的双重目标。

## 4 土壤重金属污染防治

### 4.1 电动修复法

电动修复法的工作原理是施加电极使重金属离子迁移，这对土壤修复产生积极作用。在这一过程中，电场强度与实施效果呈正比，也就是说，精准把握污染土壤和电极之间的反应是关键。首先，电场强度不同，金属离子在迁移速率上表现出差异化。一般情况下，迁移速率越快，说明电场强度越高。但是，如果考量不充分，过快的迁移速率也会隐藏金属离子沉淀或反向迁移等问题，导致修复效率不理想。在此背景下，脉冲电压法得到普及。它是一种有效的电场强度优化手段。进行连续修复时，停止电压、周期性施加为技术要点，旨在扰乱土壤中原有的电场平衡，只有打破长期形成的电学平衡，才能避免金属离子沉淀、反向迁移等形成。与此同时，灵活调节电场强度是脉冲电压法的另一个关键要

点。具体而言,电场强度、脉冲周期的确定离不开土壤电化学性质的考量,因为电化学性质不是固化不变的。举个例子,为了确保金属离子迁移的均匀性,在面向较低强度电场时,施加间隔应当适当延长;对于较高强度的电场,则需要缩短施加间隔,避免形成沉淀物。

提升土壤重金属的迁移能力与溶解度,辅助试剂发挥着至关重要的作用,进一步为了提升修复效果。目前,碱性溶液、酸性溶液为常见辅助试剂,能够帮助土壤中pH值的调节。配置辅助试剂可以从重金属形态、土壤实际化学性质入手。打个比方,针对铜、铅这些重金属,溶解速率的提升是关键,可以考虑酸性溶液的应用,以期在电场条件下重金属迁移至电极。除此之外,铬、镍等金属在碱性溶液下,也展现出显著迁移效果。以下对具体操作步骤进行详细说明:测定土壤中pH值,旨在评估污染程度,包括确定pH缓冲能力,这一步至关重要。因为它能够避免过量添加剂破坏土壤结构。更为重要的是,必须进行实地勘察,进行多次现场实验,并根据结果调整辅助试剂的添加频率与用量,使pH值可控。

#### 4.2 微生物修复法

在化工行业土壤治理措施中,微生物修复法受到广泛青睐。这一技术的优势体现在它能够吸附植物的重金属。尤其是富集区域,通过增加微生物的活性来促进微环境中植物根际的分解能力。举个例子,加入硫酸还原菌、胶菌等,可以将土壤中的重金属离子进行有效固定与螯合。这是因为这些特定菌种能够分泌胞外聚合物。就拿硫酸还原菌来说,在螯合作用下,重金属离子和胞外聚合物呈现出的络合状态趋于稳定,使重金属的迁移性与可溶性得到进一步降低。通常微生物修复法在重金属污染环境(镉、铅浓度较高的情况)下更为适合。其修复效率与土壤中根际微生物的密度与种群息息相关,因此需要精确调节。以下对技术要点进行详细说明:在操作过程中,混合使用各种有机物效果更佳。例如,将腐殖酸、有机肥和特定微生物菌株有机结合,能够增加植物根际微生物产能,使其吸附重金属的能力最大化。其次,不断优化、改善微环境,如调节根际的氧气供给、水分含量以及pH值等,能够最大程度提升重金属固定效果与微生物活性,对修复能力的增强有重要帮助。

此外,生物转化能力是微生物修复法的另一个显著特点。其工作原理是降低重金属毒性,使其从有毒形态向微毒性转化。例如,蓝细菌、硫酸还原菌等微生物在转化重金属形态、改变毒性方面具有卓越性。打个比方,甲基汞可以在一些微生物的脱甲基化作用下向单质汞转化,旨在有效降低其毒性。具体而言,在污染土壤中施加蓝细菌或硫酸还原菌,并且保障适宜的生长环境,包括合理控制土壤pH值、氧气供给和水分等,为脱甲基化反应打下坚实基础。再者,微生物膜技术的应用有利于转化效率高,具体操作为通过微生物生长速率与表面吸附能力的提高来带动生物化学反应。也就是说,根据现场条件,明确微生物菌株,通过科学调控,使现场的有毒重金属得到去除。制定修复方案时,需要确保其持续性,只有长期监测、跟踪重金属形态与微生物群落的变化,才能不断优化修复策略、保障修复效果,为土壤修复创造先天性条件。

## 5 结语

综合而言,在新时期背景下,化工行业引发的水体和土壤重金属污染问题已然成为一个重要议题,它关乎社会稳定、国民经济发展,亟待关注与解决。在此过程中,我们提出了严格控制源头和废物管理措施,旨在有效管理污染物的排放。探讨了先进修复技术的应用,包括电动修复和化学改良法,突出其在污染治理中展现的卓越成效,旨在在不产生二次污染的前提下提高修复效率。此外,对于土壤重金属污染治理技术的分析,可以引入电动修复法和微生物修复法,以期提高生物转化能力与效率。

### 参考文献

- [1] 高碧声,郭琳,刘芳.土壤和地下水污染特征及防治对策——以上海市金属表面处理及热处理加工行业为例[J].环境保护科学,2023,49(4):33-42.
- [2] 刘光辉.基于黑麦草/生物炭组合的铅镉污染底泥修复及土壤化利用研究[D].济南:山东建筑大学,2023.
- [3] 曾建辉,李忠,孙永伟.中轻度重金属污染土壤的绿色资源化修复技术研究[J].自然科学,2024(15):6.
- [4] 王榕,赵永超,刘凯,等.山东省某镇土壤重金属污染现状评价与防治对策研究[J].皮革制作与环保科技,2023,4(21):189-190.

# Application of Disinfection Technology in Feedwater Treatment

Jinzhang Yang

Hengqi Engineering Technology Group Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530100, China

## Abstract

In today's society, with the acceleration of population growth and industrialization process, the pollution problem of water resources is becoming more and more serious, and water supply treatment has become an important link to ensure public health and environmental safety. Water treatment process plays an irreplaceable role in the urban water supply system. Among them, disinfection is the basic function of the water treatment process, which provides an important guarantee for the people's safe water use. At the same time, with the gradual rise of water safety accidents, the government departments attach great importance to the research of water disinfection. Therefore, this paper discusses the application of disinfection technology in feed water treatment based on the relevant literature review and its own years of work practice, aiming to provide useful reference and suggestions for people's water safety.

## Keywords

water supply treatment; disinfection technology; application; research

## 给水处理中消毒技术的应用

杨金璋

恒企工程技术集团有限公司, 中国 · 广西 南宁 530100

## 摘要

在当今社会, 随着人口增长和工业化进程的加快, 水资源的污染问题日益严重, 给水处理成为保障公共健康和环境安全的重要环节。水处理工艺在城市供水系统中发挥着不可替代的作用。其中, 消毒是水处理工艺的基本功能, 为人民群众安全用水提供重要保障。同时, 伴随用水安全事故逐渐上升, 政府部门对水消毒的研究高度重视。因此, 论文结合有关文献资料查阅以及自身多年工作实践基础上就给水处理中消毒技术的应用进行探讨, 旨在为人民用水安全提供有益参考与建议。

## 关键词

给水处理; 消毒技术; 应用; 研究

## 1 引言

在现代社会, 水资源的安全性与其可用性直接影响着人类的健康和生活质量。随着城市化进程的加快和工业排放的增加, 水源受到日益严重的污染, 迫切需要有效的水处理技术以保障饮用水的安全。消毒技术作为给水处理过程中的核心环节, 不仅负责去除水中的病原体, 还能防止水中有害物质的产生, 确保供水系统的安全性和可靠性。目前, 氯消毒、臭氧消毒、二氧化氯、氯胺及紫外线消毒等多种技术被广泛应用于水处理领域。这些技术各有其优缺点, 并在不同的水质条件下发挥着重要作用。因此, 深入研究给水处理中消毒技术的应用, 不仅能为水质改善提供理论支持, 也能为未来水处理技术的发展指明方向。

## 2 给水处理中消毒技术的应用

### 2.1 氯消毒技术

氯消毒技术的工作原理是通过氯剂量的灵活调节达到杀灭病原体的效果。例如, 灭杀较顽固病原体时, 其氯剂量可适当增加。在此步骤中, 加氯过程是关键。首要任务是明确氯剂量。这一步骤需要充分考量各种污染的负荷情况, 包括水体中的寄生虫、病毒等。为了满足灭菌需求, 可以引入负荷匹配策略确保消毒剂浓度, 只有这样, 才能达到消杀目的。具体操作为: 对水体进行污染物检测, 周期性采集水样, 然后基于检测报告明确加氯剂量, 进一步提升加氯精度。值得注意的是, 基于污染负荷与流速存在不确定性, 因此在实践过程中必须引入自动化控制装置和流量计量系统, 以期在不同环境条件下能够动态调节加氯量。从根本上确保水源污染变化控制及时。其次, 监测点布设是强化加氯控制的另一个有效措施。这一步骤对精准提升加氯浓度有重要帮助。即在各个关键点设置监测器, 控制系统通过接收反馈参数获得

【作者简介】杨金璋(1985-), 男, 壮族, 中国广西横州人, 本科, 高级工程师, 从事给水处理、污水处理研究。

水体氯情况,这样一来,有利于针对不同流域氯剂量需求,一步步灭杀顽固病原体。与此同时,建立预估模型对高效控制加氯剂量有重要帮助。具体而言,通过预估模型分析水源污染趋势与历史数据,对消毒过程氯的需求进行预测与分配,确保不同污染负荷下氯剂量充沛,使消毒过程趋于稳定与高效。

在水体中,有机物含量过高容易产生致癌物,因此引入预处理手段控制有机物生成至关重要。常见有机物包含卤化副产物,一部分来源于氯消毒过程。因此,进行预处理时,加入混凝剂有利于分离卤化副产物。即投入一定比例的混凝剂,可以将水体中的有机物迅速凝结,然后利用絮体较大或重力特点,采用浮选或重力沉淀技术将其脱离水体。此外,在预处理过程中,精准调节、选择混凝剂是技术要点。为了确保混凝条件下形成稳定絮体,采用聚合氯化铝、硫酸铝混凝剂更为适宜,同时,投放量必须依托在有机物含量上考量,并根据 pH 值与反应时间灵活调节。最后,设计水处理设施时,有效清除、分离絮体是关键。而引入高效浮选装置与多级沉淀池能够提升分离效果。进一步控制卤化在加氯过程中的反应。

## 2.2 臭氧

在给水处理工艺中,联合使用臭氧-活性炭可以有效去除水体有机物,增加消毒效果。首先,将有机大分子结构降解为小分子形式是臭氧的显著特点。因为在强氧反应下,有利于促进大分子向小分子转换,这样在吸附过程中,有机物小分子更有优势(如易于处理)。其次,为了防止资源浪费,要求臭氧浓度的调整必须依据水质评估结果进行,避免投加过度或不足影响效果。一般情况下,1~3mg/L 臭氧投加量可以达到高效氧化过程。以下对具体操作步骤进行详细说明:第一步,明确水体有机物的浓度范围与种类,这一步骤涉及系统性水质分析,并将 pH 值、温度等数据纳入考量范畴,只有这样才能为臭氧投加量提供可靠依据。第二步,确保臭氧在不同水流中均匀分布。这一步骤涉及流量控制系统的应用。其中,监控设备是该系统的重要组成部分,它能够自动识别预设剂量,并根据具体情况灵活控制投加剂量与频次,投加结束后系统还会跟踪、监测氧化反应,同时预测发展进程,使氧化反应充分,确保臭氧与有机物完全接触。第三步,优化活性炭吸附过程。综上所述,有机物大分子被降解成小分子形式后,残余的副产物与小分子需要吸附干净,可见使用合适的孔径结构与活性炭颗粒至关重要。通常活性炭颗粒直径控制在 0.5~2mm 为宜。这对保留足够的吸附孔隙与比表面积有重要帮助。需要注意的是,随着时间的推移,活性炭吸附效果会被削弱。在此背景下,促进活性炭再生、更换必不可少。目前,微波再生、化学再生与热再生为常见活性炭再生方式。再生方式的选择取决于吸附量级、有机物种类而定。注意,热再生方式存在损坏活性炭孔隙结构与消耗大量能源等风险,所以使用热再生方式时,必须从经济、效率、

消毒需求等方面考虑。

## 2.3 二氧化氯

在水处理工艺中,二氧化氯消毒占据重要地位。以下进行详细说明:

首先,消毒过程由多级步骤组成。在初步氧化中,水源预氧化处理是关键一环。利用氧化剂(高锰酸钾、臭氧等)产生氧化反应,使活性较高的有机污染物得到有效去除。需要注意的是,必须确保这一步骤在操作二氧化氯消毒之前完成,因为活性高的物质被预氧化消除后,它可以有效降低二氧化氯在后续消毒中与有机物质发生氧化反应的可能性。这对控制副产物生成产生积极影响。

其次,沉淀工艺与过滤工艺在预氧结束后方可进行。这一步骤能够有效抑制有机物质与二氧化氯直接反应。其工作核心是提升水源纯净度,将反应后产生的不溶性有机物与中间体通过过滤、沉淀的形式进行清除。

再次,去除还原性有机物也是二氧化氯消毒的核心内容。目前,常见还原性有机物包括锰、铁等。开始消毒前,检测水体中锰、铁含量势在必行,因为检测结果能够为二氧化氯的反应时间和投加浓度提供重要依据,使氧化效果最大化。因此,面向水源中含量较高的锰、铁,可适当添加二氧化氯投加量,以期将这些还原性金属彻底氧化,实现水质改善目标。

最后,二氧化氯在反应池内的投加方式仍需进一步优化,旨在全面促进氧化反应。可以通过延长锰、铁和二氧化氯的接触时间来增强氧化作用。这一步骤需要确保反应池内二氧化氯均匀分布与高效控制水流循环速率,从根本上保障水源安全。

## 2.4 氯胺

在水处理中,生成卤代副产物是有机物的特有反应。氯胺工艺的工作原理是通过控制水和氯的反应来抑制卤代副产物产生。具体而言,在预处理环节投加氯胺,能够将卤化反应降至最低,避免消毒过程生成更多副产物。接下来,防止水体中有机污染物和氯直接反应,可将一定比例的氯胺加入水处理前端,从源头上降低卤代副产物生成概率。在这一过程中,可以引入紫外-可见光吸收光谱法,旨在实时监测水中有机物的变化。包括各种反应速率等。并以监测结果为导向明确消毒需求,以适应不同水质条件氯胺的投加量、频率、速度。其次,有效评估水中有机物的浓度变化与种类是紫外-可见光吸收光谱法的另一个显著特点。它能够确保有机物与氯胺充分反应,对优化氯胺投加精度奠定基础。与此同时,氯胺适量,对避免额外的消毒副产物生成意义非凡。

此外,消毒饮用水管网时,相较于传统氯消毒,胺的效果更出色,特别是阻碍生物膜形成、细菌繁衍方面展示出卓越性。以下对具体操作步骤进行详细说明:将氯胺直接投加到出水口,以期维持稳定的浓度,使管网始终达到消毒标准。在此过程中,不同点位还需要设置检测设备,旨在监测

供水网内残留的氯胺值。然后根据实时反馈的数据参数,操作系统可以远程控制投加量,确保各个点位的氯胺浓度与国家标准相符,使整体管网消毒效果实现稳定性、连续性。与此同时,对于氯胺浓度的测量,比色法检测仪、电化学传感器也得到广泛应用。这些仪器能够辅助调节加药量,有效维持不同管网长度、长时间水流停留时氯胺消毒效果。例如,供水时长大于250h时,供水管网面临大量微生物繁衍问题。在此背景下,持续保持管内氯胺效力至关重要。只有这样,才能有效抑制微生物繁殖。在这一过程中,确保氯胺浓度均匀分布至关重要。可以通过增加氯胺投入量达到平衡分解速率、消耗速率的效果。使管壁上的生物膜、细菌得到有效抑制,为水源纯度提供保障。

## 2.5 紫外线消毒

在水处理工艺中,紫外线消毒备受青睐。首要任务是保持水质通透且悬浮固体浓度得到有效降低。开始紫外线消毒前,预处理环节必不可少。涵盖物理沉淀、混凝、过滤。其中,悬浮颗粒物影响消毒效果,可以采用物理过滤法清除一部分,为了加大过滤效力,还可以联合碳滤、砂滤等多级过滤方式,最大程度提升水质透明度;如果悬浮物为胶体或颗粒较小,采用物理沉淀法较为适宜。即通过絮凝剂可以快速聚集颗粒物,实现沉降,这样有助于紫外线穿透水面,使消毒效应最大化。目前,聚合氯化铝、硫酸铝为常见絮凝剂,其工作原理是在化学条件下,促进小颗粒悬浮物凝结成大颗粒絮体,基于重力逐步清除;此外,物理混凝与沉淀组合较为常见,组合应用能够有效减少水体有机物含量,一方面避免干扰紫外线吸收,另一方面水质透明度得以提升,对增加紫外线辐射覆盖病原微生物面积产生积极作用。当然,混凝剂量与过滤调节不是一成不变的,需要进行动态调整,避免过度投加带来的成本增加与不必要的化学、物理反应。以下对这一步骤的技术要点进行总结:必须控制水浊度在一定范围内,水体透明度达到紫外线光束穿透标准,使整个微生物悬浮区处于暴露状态,且完全被紫外线覆盖。

进行紫外线消毒灯,设备发挥不可替代的作用。应注意以下几点:第一,紫外灯管应选择高强度、穿透性好的材质,同时搭配流速控制装置使用,旨在控制紫外线照射区内

水流能够长时间停留,直到完成辐照剂量。第二,采用中压、高功率低压的紫外灯管,目的是水体被强大能量且稳定输出的紫外线光束辐照,确保剂量。当然,想要科学辐照,仅仅凭借经验是不够的,还要引入智能化监控设备调节流速,通过线上监测水流量,确保紫外辐射对微生物具有灭杀作用。也就是说,流速设定取决于目标病原体种类与水质,打个比方,洁净水质的水流应提速,使消毒量逐步扩大;而面向较高浊度的水质时,流速则适当降低,为紫外线的辐照强度、覆盖面保留充足时间。在这一过程中,精确监控是一个技术要点,除了使用流量计外,还要联合辐照剂量传感器才能发挥监控作用。因为流量计可以获得水流速度,而辐照剂量传感器可以保证紫外线剂量落实到每个微生物,从根本上抑制病毒、细菌再生。一般情况下,在消毒通道的出入口处设置紫外剂量传感器、流量计是不二选择。

## 3 结语

综上所述,给水处理中消毒技术的应用至关重要。它关乎人民安全用水,与社会经济、国民经济紧密相连。因此,我们主要就氯消毒技术、臭氧、二氧化氯、氯胺以及紫外线消毒方法进行探讨,并以经济因素、处理目标、水源特性为导向,一一揭示不同消毒方式的应用条件与技术要点,为消毒技术发展尽一份绵薄之力。未来,随着水处理技术不断发展,消毒设备、消毒技术将得到全方位融合,为人们安全用水提供更大保障。

## 参考文献

- [1] 张博.市政水处理消毒工艺之电解食盐水制备次氯酸钠消毒技术的研究对比分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(3).
- [2] 吴悦,杨炯彬,吴作翔,等.不同消毒技术在饮用水处理中的研究进展[J].城镇供水,2023(5):87-92.
- [3] 张金梅.水处理中的消毒技术现状及发展趋势[J].微量元素与健康研究,2023,40(3):61-62.
- [4] 王长平,王凤鹭.饮用水处理中氯消毒副产物全流程多级控制技术[J].净水技术,2023(2).
- [5] 杨亚丽,李江波.浅谈给水处理消毒技术[J].市场调查信息:综合版,2022(20):118-120.

# Cause Analysis and Countermeasures of Multifunctional Display Terminal in Summer

Zhihua Song

Shanghai Deuta Electronic and Electrical Equipment Co., Ltd., Shanghai, 201203, China

## Abstract

With the arrival of high temperature and high humidity environment in summer, the multi-functional display terminal in the subway cab is facing a severe fog challenge. This paper deeply analyzes the causes of the fog in the multi-functional display terminal in the subway cab under the high temperature and high humidity environment in summer. By examining the influence of environmental temperature, humidity, material characteristics and design factors, the complex mechanism of fog formation is revealed. At the same time, it also puts forward further response measures, including improving ventilation, controlling temperature and humidity, selecting high-quality materials, optimizing heat dissipation design and emergency treatment, aiming to reduce or avoid the formation of fog, and ensure the normal operation of multi-functional display terminal and user experience.

## Keywords

multi-function display terminal; summer fog; cause analysis; countermeasures

# 多功能显示终端在夏季运用时出现雾气原因分析及应对措施

宋志华

上海德意达电子电器设备有限公司, 中国 · 上海 201203

## 摘要

随着夏季高温高湿环境的到来, 地铁驾驶室的多功能显示终端面临着严峻的雾气挑战。论文深入分析了夏季高温高湿环境下, 地铁驾驶室内多功能显示终端出现雾气的原因。通过考察环境温度、湿度、材料特性以及设计因素等多方面的影响, 揭示了雾气形成的复杂机制。同时, 还进一步提出了包括提高通风性、控制温湿度、选用优质材料、优化散热设计和应急处理等在内的应对措施, 旨在减少或避免雾气的形成, 保障多功能显示终端的正常运行和使用者的体验。

## 关键词

多功能显示终端; 夏季雾气; 原因分析; 应对措施

## 1 引言

夏季高温高湿的环境条件对地铁驾驶室多功能显示终端提出了严峻的挑战。雾气在显示终端出现不仅影响显示效果, 还可能对内部元件造成损害。这不仅影响列车运行安全还会影响多功能显示终端的整体性能和寿命。因此, 深入探究雾气形成的原因并制定应对措施具有重要的现实意义。

## 2 多功能显示终端在夏季运用时形成雾气的 原因分析

### 2.1 环境因素

#### 2.1.1 高温高湿

夏季地铁车体在露天或带天棚的敞开式车库里长时间储存后, 内部温度可高达 40℃ 以上。当司机进入驾驶室并

开启强冷风空调以迅速降温时, 驾驶室内温度急剧下降, 而多功能显示终端由于之前的高温暴露, 其整体温度仍然较高, 加之有因昼夜温差形成呼吸效应吸入的外界湿热空气, 在显示终端运行过程中进一步升温。当这些饱和湿热空气遇到因空凋制冷而温度骤降的显示屏玻璃时, 会因温差而在玻璃内侧表面凝结成小水珠, 形成雾气。

#### 2.1.2 通风不良

地铁驾驶室的相对密闭性和多功能显示终端腔体的密封设计, 原本是为了确保设备的稳定性和防尘性能, 但在夏季高温高湿的环境下, 却成为了一个不小的挑战。随着显示终端的持续运行, 其腔体内部温度不断攀升, 湿热气体愈发饱和。然而, 由于密封设计导致的通风不良, 这些高湿气体难以有效排出, 只能在终端内部积聚。这种积聚现象加剧了内部湿度的提升, 使得冷凝现象的发生概率大大增加, 一旦形成雾气将影响了多功能显示终端的正常运行和使用者的视觉体验。

【作者简介】宋志华 (1972-), 男, 中国江苏盐城人, 硕士, 工程师, 从事轨道交通信号设备研究。

## 2.2 材料特性

### 2.2.1 多功能显示终端材料

高温环境下，多功能显示终端的内部材料经历着严峻的考验；一些材料可能会因高温释放出挥发性物质，这些物质在密闭且高温高湿的腔体环境中将作为晶核与湿热空气接触，促进小水滴或雾气的生成。尤其是当这样的材料使用较多时或者材料老化时，这种情况更为明显。

### 2.2.2 密封材料

密封材料的选择和老化状态直接关系到终端内部环境的稳定性，一旦密封材料出现微小孔隙或因老化导致密封性能下降，外部湿热空气便能乘虚而入，轻松进入终端腔体内部并逐渐积聚。这些高温气体仿佛潜伏的“水汽炸弹”，在条件合适时遭遇温度骤降的显示屏玻璃时，会在其表面发生冷凝，形成雾气。这一过程不仅影响终端的显示效果，如未及时清除长此以往还可能对内部电路造成潜在威胁，影响整体性能和寿命。

## 2.3 设计因素

### 2.3.1 散热设计不合理

为了提高产品的整体可靠度和美观度，多功能显示终端在设计时通常不采用风扇等活动部件进行主动散热，而是利用产品背板进行被动散热以提高产品的整体可靠性。同时为了美观，背板设计成比较平整的形状。由于被动散热方式与主动散热方式相比效率较低。在夏季高温高湿天气设备运行时，被动式散热的热量如果低于运行时产生的热量，则热量会在设备腔体内堆积，一旦在条件适合的情况下将促使雾气产生。

### 2.3.2 密封结构设计不当

虽然多功能显示终端在结构设计时通过密封条等方式将面板、壳体与背板组成一个密封的腔体，但在实际生产组装过程中很难完全保证三者之间的密封性。在夏季湿热气候下，设备因昼夜温差形成的压力差导致呼吸效应<sup>[1]</sup>，环境中的高温空气会通过细微缝隙进入腔体内部，并在遇到温度较低的显示屏玻璃时发生冷凝现象。同时，由于密封的存在，腔体内部的湿热气体无法迅速与环境气体交换，从而加剧了雾气的形成。

## 3 多功能显示终端在夏季运用时出现雾气的应对措施

### 3.1 提高通风性

提高通风性是解决多功能显示终端在夏季运行时内部出现雾气问题的关键策略之一，为了更有效地促进腔体内部湿热气体的排出，可以考虑多种方法。采用主动排风系统，如内置风扇，是一种直接且高效的方式。风扇的运转能够迅速带动腔体内部的空气流动，将饱和的湿热空气排出，从而避免冷凝现象的发生。然而，这种方法也伴随着一些挑战，如降低设备的IP防护等级、增加因移动部件而带来的故障风险。

因此，在采用时需权衡利弊，确保既能有效排风，又不影响设备的整体性能和可靠性。增加通风口设计是另一种可行的方案，通过在壳体上巧妙地开设通气孔或槽，可以允许腔体内部的湿热空气与外界环境进行交换。这种设计相对简单且成本较低，但同样需要注意防护等级的下降问题。为了平衡通风与防护的需求，可以精心计算通风口的数量和位置，以达到最佳效果。

组合设计则是一种更为综合的方法，它结合了散热鳍和空气流通的原理，将多功能显示终端的背板设计成类似摩托车发动机缸盖的散热结构即散热鳍，极大地扩大了散热面积。同时在驾驶台内部即在多功能显示终端背部保持一定的空气流量，将散热鳍释放出的热量及时带走<sup>[2]</sup>。这种设计能有效降低腔体内部温度，缩小与前端显示屏玻璃的温度差，从而减少雾气的产生。在实际应用中，可以根据设备的具体尺寸和工作环境，定制合适的散热鳍形状和通风口布局，以实现最佳的通风效果。

### 3.2 控制温湿度

控制温湿度的核心在于减缓或消除显示屏玻璃与腔体内部气体间的温差，以及降低周围环境的湿度，从而遏制雾气的形成。司机在进入驾驶室时，应避免立即开启强制制冷空调。这是因为急剧的温度下降会加剧显示屏玻璃与腔体内部湿热气体间的温差，进而促进雾气的凝结。相反，适度调节空调温度，让驾驶室内温度缓慢下降，有助于减少温差，从而降低雾气产生的概率。同时，在多功能显示终端周围安装温湿度调节设备至关重要。这些设备，如空调和除湿机，能够精确调控环境温湿度，确保它们保持在多功能显示终端最适宜的范围。例如，通过调整空调设定，将温度保持在一定区间内，同时利用除湿机减少空气中的湿度，可以有效防止高湿热气体进入显示终端内部。这种环境控制不仅有助于预防雾气，还能延长终端的使用寿命，提升整体性能。另外，对温湿度调节设备进行定期检查和维护同样不可忽视。这些设备若出现故障或性能下降，将直接影响环境控制的效果。因此，制定详细的维护计划，包括定期清洁、检查和校准设备，以及必要的更换和升级，是确保设备持续高效运行的关键。通过实施这些控制温湿度的措施，可以显著降低多功能显示终端在夏季运行时出现雾气的风险，从而保障地铁列车的运行安全和乘客的出行体验。

### 3.3 选用优质材料

选用优质材料是防止多功能显示终端在夏季产生雾气的关键一环，这主要包括选用性能出色的材料以及确保密封层的可靠性。选择耐高温、低挥发性的材料对于多功能显示终端至关重要。在高温高湿的环境中，一些材料可能会释放出挥发性物质，这些物质与湿热空气混合后，会加速小水滴或雾气的形成。因此，必须选择那些在极端环境下仍能保持稳定性的材料，以减少雾气产生的可能。例如，某些高性能塑料或复合材料，由于其低挥发性和优异的耐高温性能，成为制造多功能显示终端的理想选择。

除了对材料本身的要求外,密封层的质量和状态也是影响雾气产生的重要因素。密封层的主要作用是防止外部湿热空气进入显示终端的腔体内部。如果密封层材料选择不当或老化,就可能出现微小孔隙,导致湿热空气能够渗入并积聚在腔体内。因此,必须选用优质的密封材料,并定期对其进行检查和更换,以确保其密封性能始终保持在良好状态。在选用优质材料的过程中,还需要关注材料的兼容性和稳定性。不同材料之间可能会存在化学反应或物理性质的差异,这可能会影响多功能显示终端的整体性能和寿命<sup>[1]</sup>。

综上,选用优质材料是预防多功能显示终端夏季雾气问题的重要措施之一。通过选择耐高温、低挥发性的材料和优质的密封材料,并定期对其进行检查和更换,这可以有效地减少雾气产生的可能,确保多功能显示终端在夏季能够正常运行并为用户提供清晰、准确的显示效果。

### 3.4 优化散热设计

优化散热设计是确保多功能显示终端在夏季高效运行并避免雾气产生的另一项重要措施。这不仅需要提升散热效率,还需兼顾结构布局的合理性。增加散热鳍是一个有效的方法,它能够显著提升散热面积,使得热量更容易被外界空气带走。通过设计类似于摩托车发动机缸盖的散热鳍结构,并将其应用在多功能显示终端的背板上,这可以极大程度上改善其散热性能。这样的设计使得腔体内部的热量能够通过更大的表面积与外部空气进行热交换,进而有效降低内部温度。

采用高效散热技术同样至关重要,热管和散热片作为两种先进的散热元件,它们在多种电子设备中均得到了广泛应用。热管通过内部的热传导介质将热量从热源传递到散热片,然后再通过散热片将热量散发到周围环境中。而散热片则通过增加表面积来加快热量散发。将这两种技术应用于多功能显示终端,可以大幅度提升其散热效果,从而降低腔体内部温度,减少雾气产生的可能。

在优化散热结构布局方面,需要确保热量传导路径的畅通无阻。这要求在设计过程中合理规划各部件的位置和布局,以便热量能够顺利地由热源传递到散热元件,再最终散发到周围环境中<sup>[4]</sup>。通过这样的设计,还可以确保多功能显示终端在夏季运行时,其内部温度能够得到有效控制,从而有效避免因温差导致的雾气问题。

### 3.5 应急处理

面对多功能显示终端可能出现的雾气问题,有效的应

急处理措施同样重要,这不仅能及时缓解雾气带来的影响,还能为专业维修争取宝贵时间。当发现密封腔体内出现轻微雾气时,一种快速且有效的应急处理方法是提高司机室的温度。通过适度调整空调或加热系统,使得司机室的整体温度上升,进而提升显示屏玻璃表面的温度。由于雾气的形成往往与显示屏玻璃与腔体内部气体间的温差有关,因此提高玻璃表面温度能够缩小这一温差,减缓或消除雾气的凝结。这种方法虽然简单,但在一定程度上能够有效缓解轻微雾气问题,确保驾驶员能够清晰地看到显示屏上的信息。

然而,对于较为严重的雾气问题,单纯的提高温度可能无法彻底解决。此时,应及时联系专业维修人员进行处理。专业维修人员不仅具备丰富的经验和专业知识,还能利用先进的检测设备和工具,快速准确地诊断雾气问题的根源,并采取相应的维修措施。例如,专业维修人员可能会检查并更换老化的密封材料,或者对散热系统进行全面清洁和维护,以确保多功能显示终端能够恢复正常运行<sup>[5]</sup>。

总之,有效的应急处理措施对于应对多功能显示终端的雾气问题至关重要。通过提高司机室温度缓解轻微雾气,以及及时联系专业维修人员处理严重雾气问题,可以确保地铁列车的运行安全和乘客的出行体验。

## 4 结论

夏季多功能显示终端密封腔体内出现雾气的原因复杂多样,涉及环境因素、材料特性和设计因素等多个方面。通过提高通风性、控制温湿度、选用优质材料、优化散热设计以及制定应急处理措施,可以有效减少或避免雾气的形成,保障多功能显示终端的正常运行和使用者的体验。未来,还需继续深入研究雾气形成的机理,以进一步完善应对措施,提高多功能显示终端的可靠性和使用寿命。

### 参考文献

- [1] 龚光福.呼吸效应研究[J].雷达科学与技术,2009(3):236-239.
- [2] 纪寿汉,詹祥粉.基于增强现实技术的多功能虚拟训练系统设计[J].现代电子技术,2022,45(2):105-109.
- [3] 胡亮,卢小军,徐锦顺.某型多功能显示器测试性提升方法研究[J].电子技术与软件工程,2022(2):116-120.
- [4] 高喜文,陈金阳,于文强.多屏多功能显示器支架教学设备的研制[J].机电工程技术,2021,50(8):214-215.
- [5] 李诚,卢柳,顾斌.液晶显示器原理与驱动技术研究[J].电子制作,2020(11):86-87+30.

# Analysis on the Practical Application of Numerical Control Technology in Machinery Manufacturing

Fangwei Liang Dagang Wang Chunming Zhang

Binzhou Bohai Piston Co., Ltd., Binzhou, Shandong, 256602, China

## Abstract

With the rapid development of the global economy and the continuous progress of science and technology, the machinery manufacturing industry has become an important pillar of the national economy. In China, the development level of machinery manufacturing industry directly affects the overall competitiveness of the national manufacturing industry. Numerical control technology, as an efficient and accurate machining technology, is more and more widely used in the field of mechanical manufacturing. However, there are still some problems in the application of numerical control technology in our country, such as backward technology, shortage of talents, and low management level. The analysis of the practical application of numerical control technology in machinery manufacturing is of great significance for improving the competitiveness of China's machinery manufacturing industry. In this paper, the practical application of numerical control technology in machinery manufacturing is analyzed, the existing problems are discussed, and the corresponding countermeasures are put forward.

## Keywords

machinery manufacturing; numerical control technology; application scenario

## 浅析机械制造中数控技术的实际应用分析

梁方伟 王大刚 张春明

滨州渤海活塞有限公司, 中国·山东 滨州 256602

## 摘要

随着全球经济的快速发展和科技的不断进步, 机械制造行业已成为国民经济的重要支柱。在中国, 机械制造业的发展水平直接影响着国家制造业的整体竞争力。数控技术作为一种高效、精准的加工技术, 在机械制造领域的应用越来越广泛。然而, 当前中国数控技术的应用还存在一些问题, 如技术落后、人才短缺、管理水平不高等。对数控技术在机械制造中的实际应用进行分析, 对于提高中国机械制造业的竞争力具有重要意义。论文对机械制造中数控技术的实际应用场景进行了分析, 探讨了其存在的问题, 并提出了相应的对策。

## 关键词

机械制造; 数控技术; 应用场景

## 1 引言

数控技术可以实现精确的加工, 有效提高产品精度, 满足高精度、高效率的加工需求。论文旨在探讨数控技术在机械制造中的实际应用, 分析数控技术在中国机械制造业的发展现状、存在的问题以及未来发展趋势。通过对数控技术在实际应用中的案例分析, 总结数控技术在机械制造中的优势, 为中国机械制造业的发展提供有益借鉴。

## 2 机械制造中数控技术的实际应用场景

### 2.1 汽车制造业中的应用

#### 2.1.1 零部件加工

在汽车制造业中, 数控机床能够实现高精度加工, 确

保零部件尺寸、形状、位置等满足设计要求, 从而保证汽车的整体性能和安全性。数控机床自动化程度高, 能够实现多工位、多工序的连续加工, 大幅缩短生产周期, 提高生产效率<sup>[1]</sup>。数控机床加工过程中, 可以减少人工干预, 降低人工成本; 同时, 采用高精度刀具和合理刀具路径, 降低刀具损耗和更换频率, 降低刀具成本。数控机床能够适应不同形状、尺寸和材料的零部件加工, 满足汽车行业多样化、个性化需求。

#### 2.1.2 整车装配

整车装配是汽车制造业的最后一个环节, 数控技术可以实现高精度定位, 确保零部件在装配过程中的位置准确, 提高整车性能。数控设备可以自动化完成装配任务, 减少人工操作, 提高装配效率。数控技术可以实现零部件的快速定位和装配, 减少装配时间, 降低装配成本。数控技术能够适应不同车型和零部件的装配需求, 满足汽车行业快速发展的需求。

【作者简介】梁方伟(1979-), 男, 中国山东滨州人, 本科, 高级工程师, 从事数控机床、自动化研究。

## 2.2 航空航天领域的应用

### 2.2.1 复杂零部件制造

航空航天器对零部件的制造要求极高，不仅需要满足重量轻、强度高的要求，还要具备优异的耐腐蚀性和耐磨性。数控技术能够精确控制加工过程，为制造复杂零部件提供了强有力的支持。数控机床通过编程实现精确的加工路径，确保零部件尺寸、形状、位置等参数的精确度，满足航空航天领域对零部件的高精度要求<sup>[2]</sup>。数控机床具有自动化、连续化加工的特点，能够提高生产效率，降低生产成本。数控机床能够根据不同的加工需求调整加工参数，实现多品种、小批量的生产，满足航空航天领域对多样化零部件的需求。数控机床运行稳定，能够保证加工过程的连续性和一致性，减少人为因素的影响。

### 2.2.2 高精度加工

在航空航天领域的机械制造中，数控技术的高精度加工应用场景广泛且至关重要，航空航天关键部件制造方面，数控技术在高精度加工中用于制造发动机叶片、涡轮盘等关键部件。这些部件的加工需要极高的精度，因为它们直接影响到航空器的性能和安全性。数控车床、五轴联动数控铣床等设备能够实现复杂曲面和细小公差的加工，确保部件的完美匹配。

飞机机身和机翼结构加工方面，数控技术在高精度加工中用于制造飞机的机身、机翼等大型结构部件。这些部件的加工要求极高的尺寸精度和表面光洁度，数控技术能够满足这些要求，从而保证飞机的整体性能。航空航天仪表和电子设备的制造方面，在制造飞机的仪表盘、导航系统等电子设备时，数控技术能够实现高精度的小型零部件加工，如精密齿轮、连接器等，这些部件的尺寸精度直接影响着仪表和设备的性能。

发动机零部件加工方面，发动机是飞机的核心，其零部件的加工对飞机的性能和寿命至关重要。数控技术能够实现发动机叶片、涡轮、燃烧室等高精度复杂结构的加工，提高发动机的性能和寿命。卫星和航天器部件加工方面，在卫星和航天器部件的制造中，数控技术同样发挥着重要作用<sup>[3]</sup>。例如，卫星天线、太阳能电池板等精密部件的加工，都需要数控技术来保证尺寸精度和表面质量。航空航天零件的修复和再制造方面，数控技术还广泛应用于航空航天零件的修复和再制造，如飞机发动机的修复。通过数控技术对磨损或损坏的部件进行加工，恢复其尺寸和性能，延长使用寿命。

## 2.3 模具制造行业的应用

### 2.3.1 模具设计与加工

通过 CAD（计算机辅助设计）软件，设计师能够创建精确的模具三维模型，这为模具的制造提供了精确的指导。利用 CAM（计算机辅助制造）软件，设计师可以生成加工路径，指导数控机床进行精确的加工操作<sup>[4]</sup>。数控技术支持五轴甚至更多轴的加工，这对于复杂模具的制造至关重要，能够实现更高的加工精度和更快的加工速度。通过数控技

术，可以快速制作模具原型，便于对模具设计进行验证和修改，减少试制时间与成本。

### 2.3.2 提高模具质量和生产效率

数控机床的加工精度远高于传统机床，确保了模具的尺寸和形状精度，从而提高了最终产品的质量。数控技术可以实现自动化、连续化生产，减少了人工干预，大幅度缩短了模具的生产周期。通过减少材料浪费、提高加工效率以及优化生产流程，数控技术有助于降低模具的生产成本。数控机床能够轻松应对复杂模具的加工，如微细加工、曲面加工等，使得模具制造行业能够拓展更多高端市场。

## 2.4 其他领域的应用

### 2.4.1 电子设备制造

在电子设备制造中，通过数控机床对电子设备的零部件进行高精度加工，如手机、电脑等电子产品中的金属结构件、电路板等，确保产品尺寸精确，满足电子设备组装要求。数控技术可以精确制造各类精密模具，如注塑模具、冲压模具等，提高模具的加工精度和效率，满足电子产品生产的批量需求<sup>[5]</sup>。数控技术可应用于电路板的钻孔、切割、打孔等工序，提高电路板的生产速度和质量，满足电子产品小型化、轻薄化的趋势。

### 2.4.2 医疗器械制造

数控技术可对医疗器械中的金属零部件进行高精度加工，如手术器械、医疗设备的外壳等，确保产品性能和精度。在医疗器械制造中，模具的精度直接影响产品的质量。数控技术可以制造出高精度的模具，提高医疗器械的生产效率和产品质量。数控技术可以实现医疗器械的个性化定制，满足不同患者和医疗场景的需求。如根据患者身体特征定制手术器械，提高手术成功率。

## 3 机械制造中数控技术应用存在的问题

### 3.1 数控设备成本较高

#### 3.1.1 设备购置费用

数控设备通常采用精密的加工工艺和先进的控制系统，这些技术的研发和应用成本较高，导致数控设备的初始购置价格昂贵。对于中小企业而言，这样的高投入可能会成为制约其发展的重要瓶颈。市场竞争和品牌效应也使得数控设备的价格居高不下，用户在选择设备时往往需要考虑设备的性能、品牌信誉以及售后服务等因素，这些因素都会影响最终的购置成本。

#### 3.1.2 维护与保养成本

数控设备在运行过程中需要定期进行维护和保养，以保证其精度和稳定性。由于设备精密，维护保养工作需要专业的技术人员和高质量的原材料，这些都会增加维护成本。数控设备的易损件更换成本较高，一旦出现故障，更换零部件的费用可能会占设备购置成本的一定比例，这对企业来说是一笔不小的开支。随着技术的不断更新，数控设备可能需要升级或更新软件，这也意味着企业需要持续投入资金以保

持设备的先进性和竞争力。

### 3.2 编程与操作难度较大

目前,数控编程主要采用G代码、M代码、F代码等语言,这些语言各有特点,使用起来较为复杂。从零件设计到编程,需要经过多个步骤,如刀具路径规划、切削参数设置、程序编写等,每个步骤都有许多细节需要考虑。编程人员需要具备丰富的机械制造和数控加工知识,以及对编程软件的熟练操作能力,才能确保编程的正确性和效率。

### 3.3 技术更新换代快

#### 3.3.1 企业跟进困难

数控技术作为现代机械制造领域的重要手段,其更新换代速度之快,使得企业在技术进步的浪潮中面临着巨大的挑战。企业需要投入大量资金用于购买最新的数控设备和软件,这无疑增加了企业的经济负担。企业内部员工的技能培训也面临着难题,因为新技术往往需要员工具备更高的专业素养和操作能力。此外,由于新技术的不稳定性,企业在应用过程中可能会遇到诸多问题,如系统故障、编程困难等,这些问题都会导致企业跟进困难。

#### 3.3.2 旧设备淘汰与更新问题

随着数控技术的不断发展,旧式数控设备逐渐失去了竞争力,企业面临淘汰旧设备、更新新设备的抉择。淘汰旧设备意味着企业需要承担高昂的设备折旧费用,同时还要应对生产过程中可能出现的空档期。更新新设备虽然能提高生产效率,但高昂的购置成本和后续的维护费用也给企业带来了压力。此外,旧设备淘汰与更新过程中,企业还需关注技术兼容性问题,以确保新旧设备之间的无缝衔接。

## 4 解决机械制造中数控技术应用问题的对策

### 4.1 降低成本的措施

#### 4.1.1 优化设备采购策略

根据企业生产需求,选择适合的数控设备,避免盲目追求高端设备而造成资源浪费。通过多方比价,选择性价比高的数控设备,降低采购成本。与供应商建立长期合作关系,争取优惠的价格和政策支持。确保采购的数控设备质量可靠,减少维修和更换成本。

#### 4.1.2 提高设备利用率

合理安排生产任务,减少设备闲置时间,提高设备利用率。定期对数控设备进行保养维护,确保设备处于最佳工作状态,延长设备使用寿命。优化模具管理,减少模具更换次数,降低生产成本。不断改进生产工艺,提高数控设备的适应性和灵活性,降低设备更换需求。加强企业内部信息共享,提高设备使用效率。

### 4.2 简化编程与操作

为了在机械制造中更好地应用数控技术,简化编程与操作是关键的一环。开发智能化的数控编程软件,实现自动生成加工程序,减少人工干预。通过人工智能和大数据分析,软件可以自动优化路径,减少编程复杂度。推广使用易于学

习和理解的编程语言,如G代码,简化编程步骤,降低操作难度。开发可视化编程工具,让非专业人员也能快速上手。将加工程序分解为若干模块,每个模块负责特定的加工任务。这样做可以降低编程难度,提高编程效率。设计交互式编程界面,提供实时反馈,帮助操作者更好地理解编程过程。提供在线帮助文档和示例,方便操作者快速查找解决方案。针对不同类型的数控机床,开发相应的编程工具,提高编程的针对性和准确性。提供在线编程资源库,方便操作者查阅和借鉴。设计直观、简洁的操作界面,减少操作步骤,降低操作难度。在操作界面上提供实时监控和故障诊断功能,提高操作者的工作效率。利用互联网技术,实现远程编程,降低操作者的现场操作需求。远程编程可以方便地进行技术交流和经验分享。定期对数控设备进行维护,确保设备正常运行。在设备维护过程中,关注设备性能的优化,提高设备的稳定性和可靠性。

### 4.3 积极应对技术更新

#### 4.3.1 加强研发投入

设立专门的研发部门,引进和培养高水平的研发人才,提高企业的技术创新能力。加大研发资金投入,支持新产品、新技术的研究与开发,以适应市场需求。加强与企业、高校、科研机构的合作,共同开展关键技术研究,提高技术成果转化效率。

#### 4.3.2 建立设备更新机制

制定设备更新计划,定期对数控设备进行检查、维护和升级,确保设备性能稳定。关注行业前沿技术,引进先进数控设备,提高生产效率和产品质量。设立设备更新基金,为企业和设备更新提供资金支持。加强设备操作人员的培训,提高操作技能,确保设备更新后能够充分发挥其性能。建立设备淘汰机制,对老旧、低效的数控设备进行淘汰,避免资源浪费。

## 5 结论

通过对数控技术在机械制造中的实际应用分析,论文得出以下结论:数控技术在机械制造中具有显著优势,对于提高中国机械制造业的竞争力具有重要意义。中国数控技术在实际应用中还存在一些问题,需要加强技术攻关、人才培养和管理水平提升。未来,数控技术将向智能化、网络化、高精度、高效率、绿色环保等方向发展。

### 参考文献

- [1] 顾媛媛.计算机数控技术在机械制造中的应用研究[J].造纸装备及材料,2023,52(12):100-102.
- [2] 廖丰政.机械自动化的技术要点与数控技术应用[J].时代汽车,2023(23):19-21.
- [3] 谈洁.机电一体化数控技术在机械制造中的应用[J].机械管理开发,2023,38(11):274-276.
- [4] 赵传生.智能机器人数控技术在机械制造上的应用分析[J].装备制造技术,2023(11):154-157.

# Research on Risk Identification and Emergency Response in Coal Mine Safety Management

Kai Yuan

China Huadian Group Co., Ltd., Beijing, 100031, China

## Abstract

Under the new situation, coal mining enterprises should optimize the mining link, improve the safety management system, and reduce the probability of safety accidents without reducing the mining quality. In the safety management system, risk identification and emergency response are the more important contents. Safety management personnel shall give full play to their professionalism, analyze the main influencing factors of coal mine safety management, judge the possible safety risks in combination with coal mine projects, and take corresponding preventive and management measures. At the same time, coal mining enterprises also need to optimize the emergency response mechanism to deal with emergencies. This paper will take the coal mine safety management as the research object, and discuss the risk identification and emergency response, aiming to strengthen the understanding of coal mine enterprises on risk identification and emergency response, and fundamentally improve the safety management level of coal mine enterprises.

## Keywords

coal mining; coal mining enterprise; safety management; risk identification mechanism; emergency response mechanism

## 煤矿安全管理中的风险辨识与应急响应研究

原凯

中国华电集团有限公司, 中国·北京 100031

## 摘要

新形势下, 煤矿企业应当优化开采环节, 并完善安全管理体系, 在不降低开采质量的同时降低安全事故的发生概率。在安全管理体系中, 风险辨识与应急响应是较为重要的内容。安全管理人员应当充分发挥自身的专业性, 分析煤矿安全管理的主要影响因素, 结合煤矿项目判断可能出现的安全风险, 并采取相应的预防与管理措施。同时, 煤矿企业还需要优化应急响应机制, 以此应对突发事件。论文以煤矿安全管理工作为研究对象, 针对其风险辨识与应急响应展开探讨, 旨在加强煤矿企业对风险辨识、应急响应的认识, 从根本上提升煤矿企业的安全管理水平。

## 关键词

煤矿开采; 煤矿企业; 安全管理; 风险辨识机制; 应急响应机制

## 1 引言

近年来, 中国越发重视安全生产, 并依据不同行业的需求, 出台了一套完善的安全生产法规, 从法律层面上确立了安全管理工作的必要性, 为企业的安全管理工作提供了一定的指导<sup>[1]</sup>。然而, 部分煤矿企业的安全管理体系还不够完善, 主要表现为辨识机制、应急响应机制的内容较为落后, 无法很好地体现安全管理工作的要求。基于此, 论文将对煤矿安全管理中的风险辨识与应急响应展开进一步论述。

## 2 煤矿安全管理中风险辨识与应急响应的重要性分析

煤矿企业在实施煤矿项目时, 往往会面临不同的安全

风险。依照成因的不同, 可以将煤矿安全风险划分为四种, 即瓦斯泄漏和爆炸的风险、矿井断电和淹井的风险、火灾风险以及煤尘爆炸的风险等。上述安全风险均会为煤矿企业带来一定的经济损失, 还会对工作人员的生命安全造成威胁。倘若安全管理做得不到位, 煤矿企业将面临无可挽回的损失<sup>[2]</sup>。为避免出现这种情况, 煤矿企业需要聚焦于安全管理工作, 做好风险辨识与应急响应。其中, 前者指的是管理人员对煤矿项目运作期间的多种安全风险展开分析, 明确不同风险的成因、类型及其可能造成的损失; 后者指的是煤矿企业在突发事件发生时, 针对可能出现的安全事故采取及时、有效的措施, 进而将突发事件的影响降至最小化, 实现效益最大化的一种机制。实践表明, 煤矿企业建立、优化风险辨识与应急响应机制, 可以为安全生产目标的实现提供坚实的保障。例如, 安全管理人员可以通过风险辨识机制提升自身的专业能力, 了解工作人员在煤矿开采期间面临的种种安全

【作者简介】原凯(1989-), 男, 中国山西晋城人, 本科, 工程师, 从事煤矿机电和安全管理研究。

隐患。在部分情况下，工作人员可能会因噪声、粉尘而出现职业病。基于风险辨识机制，安全管理人员可以快速采取针对性的措施，排除诱发职业病风险，从而保护工作人员的身心健康，降低职业病的发生概率。应急响应机制在煤矿安全管理工作中占据着举足轻重的地位。关乎煤矿项目的不稳定因素多种多样，往往无法被管理人员全方位地纳入考虑范围。基于此，管理人员需要制定应急响应方案，以此增强煤矿企业应对突发情况的能力，将安全管理落实到位，助力煤矿企业实现安全生产的目标。

### 3 煤矿安全管理中风险辨识工作的优化策略

#### 3.1 建立风险辨识小组，优化风险辨识机制

科学、完善的风险辨识机制是保障风险辨识工作高效率开展的基础条件。在安全管理的视角下，煤矿企业应当秉持从实际出发的原则，针对性地完善风险辨识的组织结构，将专业能力强、综合素质高、职业素养优秀的管理人员、技术专家与部门主管纳入风险辨识小组。风险辨识小组需要围绕煤矿项目运作期间可能出现的安全风险展开分析。针对重大风险，风险辨识小组需要及时召开会议，制定针对性的解决方案<sup>[3]</sup>；针对微小的安全风险，风险辨识小组也不应当轻视，而是需要在派遣安全管理人员解决的情况下，定期复查，将安全风险控制在最低。同时，风险辨识小组需要结合国内外的先进经验与工作方法，制定适宜于中国国情的风险辨识程序，明确风险辨识的内容与频次，促使安全管理工作有序开展。在制定风险辨识程序的过程中，煤矿企业不能故步自封，而是需要充分吸纳群众与一线工作人员的建议，提升风险辨识内容的可靠性。考虑到部分工作人员可能会在利益的驱使下实施违规操作，煤矿企业还需要鼓励工作人员相互监督，建立完善的举报与分享机制，发挥群众的力量，补足风险辨识小组的功能。除此之外，煤矿企业还需要放眼于现代化科学技术，将信息化技术手段引入风险辨识工作中。当风险辨识小组获取足够的技术支持后，便可以通过互联网、大数据等技术手段实时监测煤矿项目的运作现场，在第一时间掌握安全风险<sup>[4]</sup>。同时，互联网技术还可以为风险辨识提供信息支持，促使安全管理人员及时掌握事故案例与相关的法律法规。总而言之，在风险辨识小组的领导下，煤矿企业可以逐步建立起内容明确、分工合理、全员参与的风险辨识机制，为煤矿项目的运作提供有力的保障。因此，煤矿企业应当优中选优，加强对小组成员的筛选，以科学、合理的方式建立风险辨识小组。

#### 3.2 制定风险辨识方案，为风险辨识工作指明方向

风险辨识方案是风险辨识工作的指南针，在整个安全管理工作中居于核心地位。煤矿企业需要在建立风险辨识小组的基础之上，制定完善、科学的风险辨识方案。风险辨识方案需要列明风险辨识的频次、内容、范围以及风险发生的概率及其可能带来的损失。一般情况下，风险辨识的频次应

当依据煤矿项目的内容而定。煤矿项目的内容越是复杂、环境越是恶劣，风险辨识的次数就应当越多，只有这样才能及时察觉、排除安全风险，确保风险辨识工作的准确性。在整个风险辨识工作中，管理人员应当坚持“定性与定量相结合、动态与静态相结合”的原则，不断延伸风险辨识的范围，确保内容的详细度与专业度<sup>[5]</sup>。其中，定性风险辨识指的是煤矿企业依托于技术专家和管理人员的实践经验，对安全风险展开综合性的辨识与分析；定量定性风险辨识指的是煤矿企业借助数理统计等方法计算风险的发生概率与损失。煤矿企业在制定风险辨识方案时，需要将工作方法纳入考虑范围，为后续的风险辨识工作指明方向。大量实践表明，煤矿企业依据风险辨识方案实施安全管理工作，可以有效保障煤矿项目运作的安全性与可靠性。因此，煤矿企业应当加强对风险辨识方案的制定与优化。除此之外，煤矿企业还需要依据风险辨识的结果，制定专门的风险等级表，以直观的形式呈现各种安全风险的危险程度、发生可能性与风险等级，这样可以更好地为风险预防与处理工作提供信息支持。表1为某煤矿企业的风险等级表。

表1 某煤矿企业的风险等级表

安全风险的内容	危险程度	发生概率	风险等级
瓦斯超过既定范围	高	低	风险等级较高
工作人员的职业病风险	高	中	风险等级一般
输送机卡顿	中	低	风险等级较低
积水	高	高	风险等级较高

#### 3.3 找到合适的切入点，优化具体的风险辨识工作

风险辨识是风险评价的前提条件。为提升风险辨识的准确性，管理人员需要充分发挥自身的专业性，明确安全风险的影响因素，并找到合适的切入点，优化具体的风险辨识工作。接下来将从危险物质因素、工作环境与设备、管理因素出发，展开进一步论述。

##### 3.3.1 危险物质角度下的风险辨识工作

在煤矿项目运作期间，许多因素都会对工作人员的安全造成不良影响。常见的危险物质因素主要指的是瓦斯、矿压、矿井出水、煤层自燃以及各类粉尘等。管理人员需要加强对上述危险物质因素的研究，了解其可能带来的经济损失或者人员伤亡，并采取针对性的措施。

##### 3.3.2 工作环境和设备角度下的风险辨识工作

管理人员应当加强对工作环境、机械设备的关注。针对现有的电气设备，管理人员需要重点判断其是否具备防潮、防腐蚀、防尘、防磨损等性能，并采取相关的安全保障措施。同时，管理人员还需要对阻燃电缆和皮带进行检查，了解用电系统的运行标准与运行环境。此外，管理人员还需要对炸药进行检查，判断所采用的炸药量、规格是否符合国家的安全标准，避免因爆破而引起瓦斯爆炸。总的来讲，管理人员需要打造一个安全的环境，这便需要积极践行工作环境和设备的风险辨识工作。

### 3.3.3 管理角度下的风险辨识工作

管理漏洞是煤矿运作期间出现安全风险的根源，也是实践中较为需要得到重视的内容。管理人员应当在识别其他安全风险的基础之上，找到现有安全管理体系的不足，精确地辨别不同的管理漏洞，分析其可能带来的安全风险，只有这样才能让煤矿企业的各项资源得到高效开发与利用。

## 4 提升煤矿企业应急响应能力的策略

### 4.1 引入现代化技术，建立应急响应平台

煤矿企业的安全事故具有影响范围广阔、人员伤亡严重、经济损失多等特点。虽然部分煤矿企业建立了较为完善的应急响应机制，但仍旧无法很好地将安全事故所带来的损失控制在最低限度内。在科学技术快速发展的背景下，煤矿企业可以尝试引入现代化技术，建立应急响应平台，以更加迅捷的方式传达各种指令，实现对现场工作人员的及时控制，促使工作人员以整齐有序的方式实施应急措施，将安全事故的影响降至最低。在设计应急响应平台时，煤矿企业可以借助计算机技术、数据库技术、大数据技术、互联网技术等，将煤矿企业的应急响应机制整合为一套可用于实际工作的软件，并安装在调度室内。管理人员只需要观测系统所自动采集的现场信息，便可以了解安全事故的来龙去脉，并作出正确的决策，传达给现场工作人员。在应急响应平台的支持下，煤矿企业可以实现事故应急处理的智能化、信息化以及现代化，从而保障安全管理工作的成效。除此之外，管理人员还可以通过应急响应平台向上传达讯息，让领导、救援单位及时了解安全事故现场，并制定相应的救援方案，减少安全事故所带来的危害。

### 4.2 加强对应急演练活动的设计与实施

煤矿开采、生产环境具有复杂多变的特点，对安全管理工作提出了较高的要求。管理人员需要在精确辨识各类安全风险的前提下，制定相对完善的应急演练活动方案。应急演练活动方案的设计与实施可以有效增强煤矿企业应对突

发事件的能力，妥善解决各类安全问题。在设计应急演练活动方案时，煤矿企业需要确保活动方案的设计人员具备足够的安全技能与专业知识，做到“知己知彼，百战百胜”。因此，设计人员需要及时向安全管理人员取经，并深入煤矿项目的运作现场，结合同类型项目的安全管理经验，突出应急演练活动方案的可行性与实战性。在应急演练活动方案设计完毕后，管理人员可以利用专业的仿真模拟软件模拟，判断各种可能出现的危险情况，并将之与应急演练活动方案对比，确保应急演练活动方案的全面性。煤矿企业在组织工作人员实施应急演练活动时，需要注重演练形式的多元化。常见的应急演练活动形式有实战演练、推演以及沙盘模拟等。在多元化应急演练活动的支持下，工作人员可以在突发情况出现时快速做出正确的反应，减少煤矿企业的安全风险。

## 5 结语

随着社会经济的不断发展，社会对煤炭的需求量持续增加，这就为煤矿企业带来了一定的机遇与挑战。煤矿项目较为复杂，其在运作期间伴随着一定的风险。煤矿企业应当重视安全管理工作，以安全生产为目标，构建内容明确、分工合理的风险辨识机制，并提升自身的应急响应能力，降低安全事故的发生概率。论文通过对煤矿安全管理中的风险辨识与应急响应展开探讨，为煤矿企业提供了参考。

### 参考文献

- [1] 辛伊.煤矿采煤技术及安全管理研究[J].能源与节能,2024(8):132-134.
- [2] 张超,赵瑞军,高艳,等.煤矿安全生产事故分析及控制策略[J].内蒙古煤炭经济,2024(5):103-106.
- [3] 曹丽.煤矿风险预控管理体系实施成熟度评价研究[J].内蒙古煤炭经济,2024(2):10-12.
- [4] 白瑞峰.煤矿安全生产标准化管理体系建设研究[J].内蒙古煤炭经济,2023(14):104-106.
- [5] 董清岭,刘宏伟.煤矿安全管理问题及防治措施研究[J].内蒙古煤炭经济,2023(10):88-90.

# The Practice of Comprehensive Geophysical Prospecting Method in Water Hazard Control in Coal Mine

Xinhui Nie

China Coal Group Xinjiang Energy Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

## Abstract

Underground water damage in coal mine mainly includes water inrush, water permeation, water gushing and other types, and its cause is complex, involving hydrogeology, engineering geology, geological structure and many other aspects. Traditional exploration methods, such as drilling and hydrological observation, have some problems such as long exploration period, high cost and limited exploration depth. The integrated geophysical exploration technology can improve the detection accuracy, shorten the detection period, reduce the detection cost, and provide strong support for the prevention and control of underground water damage in coal mine. This paper discusses the application practice of the comprehensive geophysical prospecting method in the prevention and control of water damage in coal mine, and expounds its important role and effect in the prevention and control of water damage through the analysis of a variety of geophysical prospecting techniques and the study of practical cases.

## Keywords

comprehensive geophysical exploration method; coal mine underground water disaster control; application practice

## 综合物探方法在煤矿井下水害防治的实践

聂新辉

中煤集团新疆能源有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

## 摘要

煤矿井下水害主要包括突水、透水、涌水等类型,其成因复杂,涉及水文地质、工程地质、地质构造等多个方面。传统的探测方法如钻探、水文观测等,存在探测周期长、成本高、探测深度有限等问题。综合物探技术通过多种探测手段的结合,能够提高探测精度,缩短探测周期,降低探测成本,为煤矿井下水害防治提供有力支持。论文探讨了综合物探方法在煤矿井下水害防治中的应用实践,通过对多种物探技术的分析和实际案例的研究,阐述了其在水害防治中的重要作用和效果。

## 关键词

综合物探方法; 煤矿井下水害防治; 应用实践

## 1 引言

随着中国煤炭工业的快速发展,煤矿井下水害问题日益突出。水害不仅威胁着矿工的生命安全,还可能导致巨大的经济损失。因此,如何有效预防和治理煤矿井下水害成为中国煤炭行业亟待解决的问题。综合物探技术作为一种先进的探测手段,在煤矿井下水害防治中具有重要作用。本研究旨在探讨综合物探方法在煤矿井下水害防治中的应用,为中国煤矿安全生产提供理论支持和实践指导。

## 2 综合物探方法概述

### 2.1 综合物探方法的原理和特点

综合物探方法是一种利用多种地球物理勘探手段相结合的技术,通过对地质体内部结构、性质和状态的探测与分

析,以达到对地下资源、地质构造和灾害预测等目的。综合物探方法基于地球物理勘探的基本原理,利用各种地球物理方法(如地震法、电法、磁法等)对地下地质体进行探测<sup>[1]</sup>。通过对探测数据的处理和分析,获取地下地质体的物理属性信息。将不同地球物理方法获取的数据进行综合分析,以揭示地下地质体的复杂结构和性质。

综合物探方法采用多种地球物理手段,可以弥补单一方法的不足,提高勘探精度和可靠性。综合物探方法可以探测地下地质体的多方面信息,包括结构、性质、状态等,具有全面性。

### 2.2 综合物探方法在煤矿井下水害防治中的优势

综合物探方法在煤矿井下水害防治中的应用具有显著优势,综合物探方法能够对煤矿井田范围内的地下水分布情况进行全面、快速的勘察,从而提高勘探效率。相较于传统的勘探方法,综合物探方法具有更高的数据获取速度,有助于及时发现矿井水害隐患<sup>[2]</sup>。综合物探方法通过多种物理技

【作者简介】聂新辉(1985-),男,中国河南洛阳人,本科,工程师,从事煤矿防治水研究。

术手段,对地下水流场、含水层分布、地质构造等进行综合分析,提高了预测的准确性。这使得煤矿企业能够更加精确地了解矿井水害情况,为防治工作提供有力支持。综合物探方法在实际应用中,可以减少钻探等传统勘探手段的使用,降低勘探成本。

通过对地下水的实时监测和预警,有助于提前采取防治措施,减少灾害发生时的经济损失。综合物探方法在煤矿井下水害防治中,能够为防治工作提供科学依据。通过对地下水流场、含水层分布、地质构造等数据的分析,可以制定出更加合理、有效的防治方案,提高防治效果。综合物探方法可根据不同的地质条件、水文条件等,选择合适的物探技术进行勘探。这使得该方法在复杂地质环境中具有较高的适应性,能够满足不同矿井的防治需求。

### 3 综合物探方法在煤矿井下水害防治中的应用

#### 3.1 水文地质调查中的应用

##### 3.1.1 探测含水层分布

通过综合物探方法,如电法、磁法、地震法等,可以对煤矿井下的含水层进行探测。这些方法能够有效识别含水层的埋深、厚度以及分布范围,为水害防治提供基础数据。利用含水层与围岩的电性差异,通过测量电阻率等参数,确定含水层的分布情况<sup>[4]</sup>。通过分析地下水与围岩的磁异常,识别含水层的位置和分布。利用地震波在含水层和围岩中的传播速度差异,推断含水层的埋深和分布。

##### 3.1.2 确定断层和裂隙带的位置

综合物探方法在确定断层和裂隙带的位置上具有显著优势,有助于分析其与水害的关系,为防治措施提供依据。通过分析断层和裂隙带附近的电阻率异常,判断其位置和规模。利用断层和裂隙带附近的磁场异常,确定其空间分布。通过地震波在断层和裂隙带中的传播特性,推断其位置和性质。

#### 3.2 老空水探测中的应用

老空水是指煤矿开采过程中,由于采空区形成而积聚在其中的地下水。老空水受地质构造、地层岩性等因素影响,通常水量较大。老空水在流动过程中,会溶解岩石中的各种物质,导致水质复杂。老空水受采空区地形地貌、地层结构等因素制约,流动速度较慢。老空水对煤矿安全生产造成严重影响,老空水可能引发突水、透水事故,给矿井安全生产带来极大威胁。老空水可能导致采掘工作面发生淹井、塌陷等现象,严重影响采掘进度。老空水中的有害物质可能渗入地表水体,对环境造成污染。

钾磁法是一种基于岩石中钾离子含量与磁化率关系的探测方法。在老空水探测中,通过测量岩石的磁化率,可以判断岩石中钾离子含量,进而推断老空水分布情况。例如,某煤矿采用钾磁法探测老空水,成功发现了一处隐伏老空区,为矿井安全生产提供了保障。地震反射法是一种利用地

震波在地下介质中传播特性进行探测的方法。在老空水探测中,通过地震波在岩石层中的反射、折射现象,可以了解老空水的分布情况<sup>[4]</sup>。例如,某煤矿采用地震反射法探测老空水,发现了一处较大的隐伏老空区,为矿井安全生产提供了有力支持。电法是一种基于地下电性差异进行探测的方法。在老空水探测中,通过测量地下电性分布,可以推断老空水的分布情况。例如,某煤矿采用电法探测老空水,成功发现了多处老空区,为矿井安全生产提供了有力保障。地震CT技术是一种利用地震波传播特性进行三维成像的技术。在老空水探测中,通过地震CT技术,可以获取地下岩石的三维结构信息,进而推断老空水的分布情况。例如,某煤矿采用地震CT技术探测老空水,成功发现了一处较大的隐伏老空区,为矿井安全生产提供了重要依据。

#### 3.3 突水水源判别中的应用

在煤矿井下水害防治中,准确判别突水水源类型对于制定有效的防治措施至关重要。通过地球物理勘探方法,如电法、地震法、声波法等,可以探测地下水位、岩性结构、断层分布等信息,从而推断出水害水源的位置和类型。通过在矿井内部设置监测站,利用地下水动态监测技术,可以实时监测地下水位、流量、水质等参数,分析水源变化趋势,为水源判别提供依据<sup>[5]</sup>。结合水文地质调查,分析矿井周边的地形、地貌、地质构造、水文地质条件,有助于识别潜在的水源类型,如孔隙水、裂隙水、岩溶水等。

某煤矿在开采过程中,发现矿井发生突水事故,需要快速判别突水水源类型,以便采取针对性的防治措施。采用电法勘探,探测矿井周边地下水位和岩性结构,发现地下水位异常升高,且存在多个低阻异常区,表明有地下水源补给。在矿井内部设置监测站,实时监测地下水位变化,发现地下水位在突水前呈上升趋势,突水后水位迅速下降,证实了地下水源的存在。

#### 3.4 巷道掘进前方水害预报中的应用

在煤矿井下水害防治过程中,综合物探方法发挥着至关重要的作用。尤其在巷道掘进前方水害预报的应用中,其表现尤为突出。综合物探方法能够通过对地质结构、水文地质条件以及地下水流动状态的探测,提前预测巷道前方是否存在水体,以及水体的规模。利用电磁波法、地震波法等物探技术,探测巷道前方地质构造,了解地层岩性、断层、裂隙等地质条件。运用放射性测量、水文地球化学方法等,分析地下水化学成分,判断水体来源及水质。运用地球物理勘探中的测井技术,对巷道前方地层的水文地质条件进行探测,确定水体分布范围及规模。综合物探方法在巷道掘进前方水害预报中的应用,有助于提高掘进工作的安全性。提前识别和预警水害风险,为掘进工作提供安全依据,避免因水害导致的工程事故。为掘进工作提供合理的排水方案,确保掘进进度不受水害影响。针对不同类型的水害,采取相应的防治措施,降低水害发生概率。通过提前预测和预警水害,

为煤矿安全生产提供有力保障。

## 4 综合物探方法的实施流程与注意事项

### 4.1 现场勘查与数据采集

#### 4.1.1 测点布置原则

测点选择应充分考虑地质条件、水文地质条件、井田边界等因素，确保测点布置的科学性和合理性。测点间距应适中，既能反映地质构造和水文地质条件的规律性，又能满足防治水害的需求。测点应均匀分布，避免出现局部密集或稀疏的现象。在复杂地质条件下，适当增加测点数量，提高数据的可靠性和准确性。测点布置应充分考虑测量设备的性能和测量范围，确保测量数据的精确性。

#### 4.1.2 数据采集的质量控制

数据采集前，应对测量设备进行校准，确保设备精度符合要求。数据采集过程中，应严格按照操作规程进行，避免人为误差。数据采集时，应确保测量环境稳定，避免因外界因素导致数据失真。对采集到的数据进行实时监控，发现异常情况及时调整测量参数。数据采集完成后，应对数据进行整理和分析，确保数据的完整性和一致性。对异常数据进行核实，必要时进行重复测量，确保数据的可靠性。数据采集过程中，应做好记录，包括设备型号、测量参数、环境条件等，以便后续分析。定期对测量设备进行维护保养，确保设备的正常运行。

### 4.2 数据处理与解释

#### 4.2.1 常用的数据处理方法

对原始数据进行筛选、剔除异常值、平滑处理、滤波等，以提高数据质量。将不同传感器、不同测量方法获取的数据进行统一，以便后续分析。对缺失或稀疏的数据进行插值，以填补数据空白。从原始数据中提取与水害防治相关的特征，如异常值、趋势、频率等。对数据进行统计分析，如均值、方差、相关性分析等，以揭示数据之间的内在联系。对数据进行图像处理，如灰度化、二值化、边缘检测等，以提高图像质量。

#### 4.2.2 解释结果的可靠性分析

数据质量是影响解释结果可靠性的关键因素。在解释过程中，应对数据进行严格的质量控制，确保数据的准确性和可靠性。不同的数据处理方法对解释结果的影响不同。在实际应用中，应根据具体情况选择合适的处理方法，以提高解释结果的可靠性。选择合适的数学模型是保证解释结果可靠性的重要环节。应根据实际情况，对多种模型进行比较，选择最佳模型。在综合物探方法的应用中，专家经验对于解

释结果的可靠性具有重要意义。在解释过程中，应充分考虑专家经验，以提高解释结果的准确性。通过交叉验证，可以检验解释结果的可靠性。在实际应用中，应对解释结果进行交叉验证，以确保其可靠性。

### 4.3 现场验证与反馈

#### 4.3.1 验证方法的选择

在综合物探方法的应用过程中，现场验证是确保物探解释准确性的关键环节。钻探验证通过钻探获取岩心，对物探解释结果进行直观验证。对物探异常区域进行地质调查，了解地质构造、含水层分布等信息。对物探异常区域的水文观测数据进行对比分析，验证物探解释结果。遥感探测利用遥感技术获取地表信息，与物探解释结果进行对比分析。

#### 4.3.2 根据验证结果对物探解释进行调整

根据验证结果，对异常区域的物探解释进行修正，确保异常区域的准确性。针对验证结果，对物探解释模型进行优化，提高模型的可靠性。根据验证结果，补充物探解释所需参数，提高解释的准确性。根据验证结果，对异常区域边界进行修正，确保异常区域的完整性。

## 5 结论

煤矿井下水害类型多样，成因复杂，包括突水、透水、涌水等，影响因素众多，如水文地质条件、工程地质条件、地质构造等。综合物探技术在煤矿井下水害探测中具有显著优势，能够有效提高探测精度，缩短探测周期，降低探测成本。通过综合物探方法，成功探测出煤矿井下水害区域，为煤矿井下水害防治提供了有力支持。中国目前已建立了综合物探探测方法体系，包括地震勘探、电磁法勘探、雷达探测等，为中国煤矿井下水害防治提供了技术支持。研究结果表明，综合物探方法在煤矿井下水害防治中具有广阔的应用前景，有助于提高中国煤矿安全生产水平。

### 参考文献

- [1] 杨春楠.综合物探方法在煤矿井下水害防治的实践探析[J].西部探矿工程,2024,36(3):88-90.
- [2] 张旭.煤矿井下掘进工作面超前物探技术探讨[J].西部探矿工程,2024,36(3):61-63.
- [3] 王立.综合物探方法掘进面前方陷落柱探测中的应用[J].煤,2023,32(9):76-78.
- [4] 王名贺,郝少辉.综合物探技术在煤矿防治水中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2023(15):169-171.
- [5] 刘凯.综合物探方法在煤矿井下水害防治的应用[J].山西化工,2023,43(2):108-110.

# Research on the Composition and Field Application of Explosion-proof Four-wheel Inspection Robot in Chemical Plant

Zhidong Cui

Nanjing North Road Intelligent Control Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 211161, China

## Abstract

This paper discusses the composition structure, key technology and practical application of chemical plant explosion-proof four-wheel inspection robot and its practical application in chemical plant. Firstly, it introduces the research background and significance of the inspection robot, and then the design principle of its mechanical structure, control system, sensor system and communication and navigation system are expounded in detail. By analyzing the application scenarios of the robot in the practical chemical plant environment, including daily inspection, emergency response and data management, it shows its advantages in improving safety, efficiency and management level. Finally, we summarize the shortcomings of current research and explore future research directions.

## Keywords

chemical plant; explosion-proof; four-wheel inspection robot; composition; field application

## 化工厂防爆四轮巡检机器人的组成及现场应用研究

崔志东

南京北路智控科技股份有限公司, 中国·江苏南京 211161

## 摘要

论文深入探讨了化工厂防爆四轮巡检机器人的组成结构、关键技术及其在化工厂中的实际应用。介绍了巡检机器人的研究背景与意义,详细阐述了其机械结构、控制系统、传感器系统以及通信与导航系统的设计原理。通过分析机器人在实际化工厂环境中的应用场景,包括日常巡检、应急响应和数据管理等方面,展示了其在提升安全性、效率和管理水平方面的优势,总结了当前研究的不足之处,并展望了未来的研究方向。

## 关键词

化工厂; 防爆; 四轮巡检机器人; 组成; 现场应用

## 1 概述

### 1.1 研究背景与意义

随着化工行业的快速发展,生产规模不断扩大,生产过程中涉及的危险因素也日益增多。化工厂作为典型的高危生产环境,其安全问题尤为重要。传统的人工巡检方式存在效率低、风险高、成本大等问题,难以满足现代化工企业对安全生产的需求。因此,研发一种高效、安全、智能的巡检方式成为亟待解决的问题。防爆四轮巡检机器人作为一种新兴的智能化设备,具有自主导航、实时监测、远程控制等功能,能够有效替代人工进行危险区域的巡检工作,提高巡检效率和准确性,降低安全事故发生率。

### 1.2 国内外研究现状

目前,国内外学者和企业对巡检机器人进行了广泛的研究和开发。其他国家在巡检机器人领域起步较早,技术较为成熟,已有多种类型的巡检机器人应用于实际场景中。中国虽然起步较晚,但发展迅速,特别是在防爆技术领域取得了显著成果。然而,针对化工厂特殊环境的防爆四轮巡检机器人研究仍相对较少,且现有产品在性能、稳定性和适应性方面仍有待提高。

### 1.3 研究内容与方法

论文主要研究内容包括:①分析化工厂环境特点及巡检需求;②设计适用于化工厂的防爆四轮巡检机器人机械结构;③开发高效的控制系统和传感器系统;④实现可靠的通信与导航功能;⑤通过实验验证机器人的性能和应用效果。研究方法采用理论分析与实验相结合的方式,运用机械设计、电子工程、计算机科学等多学科知识进行综合研究。

【作者简介】崔志东(1978-),男,中国河南新乡人,本科,工程师,从事煤矿及化工机械自动化研究。

## 2 化工厂防爆四轮巡检机器人的组成结构

### 2.1 机械结构设计

#### 2.1.1 车体框架

车体框架是巡检机器人的基础支撑结构，需具备足够的强度和刚度以承受各种复杂环境下的应力。考虑到化工厂可能存在的腐蚀性气体和液体，车体材料应选用耐腐蚀性强的不锈钢或经过特殊处理的铝合金，或者是高强度的复合材料，此外，为了适应不同的地面条件，车体底部可设计为可调节高度的结构，以保证机器人在不平坦地面上的稳定性。

#### 2.1.2 驱动系统

驱动系统负责提供机器人的行走和移动的动力。通常由驱动电机、减速器、驱动轴、防静电胶轮等组成。在本设计中，采用四个独立驱动的电动轮作为动力源，每个轮子均由独立的电机控制，可以实现灵活的转向和移动。电机选择防爆型伺服电机，以确保在易燃易爆环境中的安全运行。同时，配备高精度编码器用于速度和位置反馈，保证驱动系统的精准控制。

#### 2.1.3 悬挂系统

悬挂系统对于提高机器人在不同地形上的通过性和稳定性至关重要。本设计采用独立悬挂结构，每个车轮都装有弹簧减震器，可以有效吸收地面震动，减少对车体的冲击。此外，悬挂系统还应具有一定的调节功能，以便根据实际需要调整车身高度和姿态。

### 2.2 控制系统设计

#### 2.2.1 硬件组成

控制系统的硬件部分主要包括主控制器、电源模块、驱动电路、通信接口等。主控制器选用高性能嵌入式处理器，负责整个系统的运算和控制任务。电源模块采用隔爆型设计，确保在爆炸性环境中的安全供电。驱动电路用于控制电机的运动，而通信接口则负责与其他设备的数据交换。

整车控制器 VCU (Vehicle control unit) 作为新能源车中央控制单元，是整个控制系统的核心。

VCU 采集电机及电池状态 (通常是通过 CAN，或者 CANFD 通讯直接和 BMS, MCU 信号交互)，同时也通过自身的 IO 口，采集加速踏板信号、制动踏板信号、执行器及传感器信号。

根据驾驶员的意图综合分析做出相应判定后，监控下层的各部件控制器的动作，它负责汽车的正常行驶、制动能量回馈、整车驱动系统及动力电池的能量管理、网络管理、故障诊断及处理、车辆状态监控等，从而保证整车在较好的动力性、较高经济性及可靠性状态下正常稳定的工作。

#### 2.2.2 软件架构

软件架构采用模块化设计思想，将整个控制系统分为多个功能模块，包括数据采集模块、数据处理模块、决策控制模块、通信模块等。每个模块之间通过内部总线进行通信，协同完成各项任务。此外，还引入了实时操作系统来管理和

调度各个任务，确保系统的高效运行 (见图 1)。

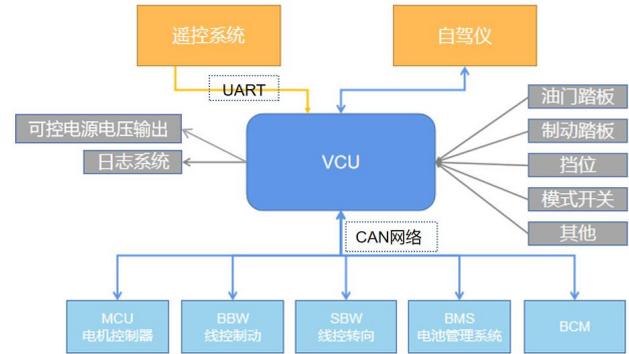


图 1 软件架构

### 2.3 传感器系统设计

#### 2.3.1 温湿度传感器

温湿度传感器用于监测环境中的温度和湿度变化。这些参数对于评估设备的运行状态和环境条件至关重要。在本设计中，选用高精度的数字式温湿度传感器，并将其安装在机器人顶部易于空气流通的位置，以提高测量准确性。

#### 2.3.2 气体检测传感器

气体检测传感器用于检测空气中的有害气体浓度，如可燃气体、有毒气体等。这些传感器能够及时发现潜在的安全隐患，为预防事故提供重要依据。本设计中采用的是电化学原理的气体传感器，具有灵敏度高、响应快的特点。

#### 2.3.3 视觉传感器

视觉传感器主要用于图像识别和视频监控，可以帮助管理人员远程查看现场情况。在本设计中，选用高分辨率的工业相机作为视觉传感器，并配备红外补光装置，以便在光线不足的情况下也能获得清晰的图像。

#### 2.3.4 自动充电组件

本设计采用非接触式充电技术。部分自动充电装置采用无线充电技术，通过电磁感应原理实现能量传输，避免了物理接触可能带来的安全隐患。这种非接触式充电方式不仅提高了充电安全性，还减少了接口损坏和设备故障率，大大提高了使用寿命。

### 2.4 通信与导航系统设计

#### 2.4.1 无线通信模块

无线通信模块负责实现机器人与上位机或其他设备之间的数据传输。本设计采用的是 Wi-Fi 和蓝牙双模通信方式，既保证了高速率的数据传输，又兼顾了短距离的便捷连接。同时，通信模块还需具备抗干扰能力强的特点，以应对复杂的工业环境。

#### 2.4.2 GPS 定位模块

GPS 定位模块用于获取机器人当前的位置信息。通过集成全球定位系统接收机，可以实现室外环境下的精确定位。但在室内或信号不佳的区域，则需要结合其他定位技术 (如惯性导航) 来辅助确定位置。

### 2.4.3 激光雷达导航

激光雷达是一种先进的测距技术，通过发射激光束并接收反射回来的信号来计算目标物体的距离和方位。在本设计中，激光雷达主要用于构建环境地图和避障导航。结合SLAM算法，可以实现机器人在未知环境中的自主定位和路径规划。

## 3 化工厂防爆四轮巡检机器人的关键技术

### 3.1 防爆技术

防爆技术是确保巡检机器人在化工厂等易燃易爆环境中安全运行的关键。这包括但不限于以下几个方面：

**本质安全设计：**从源头上避免产生火花或高温，例如使用无火花电机、低电压电路、本质安全型设计等。

**隔爆型外壳：**对于可能产生火花的设备，如电池、传感器等，采用隔爆型外壳封装，即使内部发生爆炸也不会影响外部环境。

**防静电措施：**所有外露的非金属部件均需采用阻燃防静电材料，避免静电积累引发火花。

### 3.2 自主导航与定位技术

自主导航与定位技术使巡检机器人能够在无人干预的情况下完成预定路线的巡检任务。关键技术包括：

**SLAM ( Simultaneous Localization and Mapping )：**同步定位与地图构建技术，允许机器人在未知环境中边移动边绘制地图，并在此过程中不断更新自身位置。在化工厂中SLAM技术能够帮助机器人精确感知周围环境，包括设备布局、障碍物位置等，从而规划出最优路径。

**路径规划：**基于地图信息，先进的路径规划算法能够考虑多种因素，机器人的运动能力、环境约束以及任务优先级等，以确保机器人能够安全、高效地完成巡检任务。

**多传感器融合：**整合激光雷达、超声波传感器、摄像头、红外热成像等多种传感器数据，提高定位精度和环境感知能力。

### 3.3 数据处理与分析技术

数据处理与分析技术用于解析传感器采集到的信息，并做出相应的判断和决策。关键技术包括：

**机器学习算法：**训练模型识别异常模式，如温度突变、气体泄漏等，从而实现早期预警。

**大数据分析：**收集历史数据进行分析，找出潜在的规律和趋势，为优化巡检策略提供依据。

**云计算平台：**借助云端强大的计算能力和存储资源，实现数据的远程处理和备份。

## 4 化工厂防爆四轮巡检机器人的现场应用

### 4.1 应用场景分析

#### 4.1.1 日常巡检应用

在日常巡检中，防爆四轮巡检机器人可以按照预设的

时间表自动执行巡检任务，覆盖生产线、储存区、装卸区等多个区域。机器人能够检测温湿度、气体浓度等关键指标，并将数据实时传输回控制中心。此外，还可以利用视觉传感器记录现场图像和视频，供后续审查使用。

#### 4.1.2 应急响应应用

当发生紧急情况时，如火灾、泄漏等，巡检机器人可以迅速响应，前往事故现场进行侦查。通过搭载的热成像仪、烟雾探测器等专用设备，机器人可以在恶劣条件下工作，帮助救援人员了解现场状况，制定救援方案。

#### 4.1.3 数据管理与分析应用

搭载红外热成像仪、高清摄像头等传感器的巡检机器人能够全面检测设备状态，捕捉微小变化，智能识别设备信息，提供准确的巡检报告。此外，机器人还能够通过图像建模识别技术和机器深度学习算法，准确识别现场各种数字、指针仪表、阀门、液位计等设备状态。

通过对巡检数据的长期积累和分析，可以发现设备运行中的潜在问题，预测故障发生的概率。结合历史维修记录和维护周期，可以制定更加科学合理的维护计划，延长设备使用寿命，降低运营成本。

### 4.2 应用案例研究

在石油化工行业中，巡检机器人被广泛应用于油罐区、反应器、管道等关键设备的巡检。例如，在某老牌A股化工企业的制氯厂中，巡检机器人承担起“巡检员”的重要角色，负责对设备仪表和生产环境进行全面巡检。通过前期建模、拍照识别、气体检测和后台设定，机器人能够完成所有人工巡检内容，有效减少因人员误操作、违规违章操作和经验不足造成的安全隐患。

在化工园区中，巡检机器人能够实现对园区各个监控点的自主巡逻和对特定目标的检测和识别。例如，在某甲醇厂投入使用后，防爆轮式巡检机器人采用5G通讯技术，融合了驱动控制、SLAM、自主避障、智能识别、远程交互等关键技术，使甲醇厂重点、关键的危险化工工段实现了无人巡检

经过一段时间的应用后，取得了以下成效：

**提高了巡检效率：**相比传统人工巡检方式，机器人每天可完成多次全面巡检，大幅缩短了巡检周期。

**增强了安全保障：**机器人能够在高温、高压、有毒有害等极端环境下稳定工作，减少了人员伤亡风险。

**降低了运营成本：**长期来看，机器人的引入减少了人力成本支出，并且由于及时发现并处理问题，避免了因事故造成的更大损失。

### 4.3 面临的挑战与解决方案

尽管防爆四轮巡检机器人在化工厂中的应用前景广阔，但仍面临一些挑战：

**环境适应性：**化工厂环境复杂多变，如何确保机器人在各种恶劣条件下都能正常工作是一个难题。解决这一问题

需要不断优化机械结构和防护措施，同时加强传感器的选择和布局。

**通信稳定性：**在大型厂区内，无线信号可能会受到干扰或遮挡，影响数据传输质量。为此，可以采用多跳路由技术增强信号覆盖范围，或者部署专用的网络基础设施。

**维护成本高：**机器人的日常维护和故障修复需要专业技术人员进行操作，增加了企业的运营负担。通过建立标准化的操作流程和培训体系，可以提高维修效率，降低维护难度。

## 5 结论与展望

### 5.1 研究结论

论文详细介绍了化工厂防爆四轮巡检机器人的组成结构及其关键技术，并对其在现场的应用情况进行了分析。研究表明，这种新型的巡检方式不仅能够提高巡检效率和质量，还能有效保障人员安全，降低运营成本。然而，要充分发挥其优势，还需要克服一系列技术和管理上的挑战。

### 5.2 未来发展方向

未来的研究可以从以下几个方面展开：

①**智能化升级：**进一步集成人工智能技术，提升机器人自主决策的能力。

②**功能集成：**除了基本的巡检功能外，还可以考虑增加消防灭火、物资运输等功能模块。

③**网络化协同：**构建多机器人协同作业系统，实现更大规模的自动化巡检网络。

④**标准化建设：**推动行业内外的标准制定工作，促进产品的规范化生产和广泛应用。

### 参考文献

- [1] 赵克全,陈殿阁,王磊,等.化工场所防爆特种机器人[J].化工安全环境,2018,314(6):47-50.
- [2] 杨俊勇.智能巡检机器人系统在带式输送故障识别中设计应用[J].机械研究与应用,2023,36(2):108-110+114.
- [3] 张万里,高贵军.巡检机器人2自由度弹性缓冲机构的设计与研究[J].煤炭技术.2024,43(11):232-237.